Best regards,

Andreea DUMA-MARGHIDAN
Intellectual Property Specialist

Dennemeyer SRL
Str. Aurel Vlaicu, nr. 94, 500178 Brasov, Romania

Phone: +40 368 443846
E-mail: aduma@dennemeyer.com
Website: www.dennemeyer.com

Dennemeyer S.R.L. (R.C.S. Brasov J8/897/13.06.2012), Director: Anca Gheorghiu.

3SHAPE EXHIBIT 1002
3Shape v. Medit

Small Entity Declaration

PATENT
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application Number: 11/469,870 **Current Date:** September 5, 2022

Filing Date: September 3, 2022

Patent Number: 7,912,257

Issue Date: March 22, 2011

ASSERTION OF SMALL ENTITY STATUS
PURSUANT TO 37 C.F.R. §1.27 (c)(1)

Commissioner for Patents
Mail Stop M Correspondence
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

This communication hereby asserts that the above-identified patent is entitled to small entity status.

Respectfully submitted,

COMPANY or FIRM NAME AND ADDRESS:

MEDIT CORP.
35, GAEUNSA-GIL, SEONGBUK-GU,
SEOUL 02842, REPUBLIC OF KOREA

Seok Hwan

Signature SEOK, Il Hwan

Printed Name Head of IP

Title

Reg. # if US Attorney_____

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	ISSUE DATE	PATENT NO.	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	03/22/2011	7912257	62701US005	7128

32692 7590 03/02/2011

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

ISSUE NOTIFICATION

The projected patent number and issue date are specified above.

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment is 969 day(s). Any patent to issue from the above-identified application will include an indication of the adjustment on the front page.

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (http://pair.uspto.gov).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Application Assistance Unit (AAU) of the Office of Data Management (ODM) at (571)-272-4200.

APPLICANT(s) (Please see PAIR WEB site http://pair.uspto.gov for additional applicants):

Eric B. Paley, Cambridge, MA;
Janos Rohaly, Acton, MA;
Joseph Boerjes, Medford, MA;
Douglas P. Hart, Charlestown, MA;
Micah J. Rosenbloom, Boston, MA;
Steven V. Weeks, North Andover, MA;

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail Mail Stop ISSUE FEE
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

32692 7590 11/30/2010

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

Angela M. Zontelli	(Depositor's name)
	(Signature)
February 10, 2011	(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

TITLE OF INVENTION: REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	$1510	$300	$0	$1810	02/28/2011

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
HEIDEMANN, JASON E	2624	382-128000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).

☐ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.

☐ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list

(1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,

(2) the name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 _____

2 _____

3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE: 3M Innovative Properties Company

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY): Saint Paul, Minnesota 55133-3427

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent): ☐ Individual ☒ Corporation or other private group entity ☐ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

☒ Issue Fee

☒ Publication Fee (No small entity discount permitted)

☐ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): **(Please first reapply any previously paid issue fee shown above)**

☐ A check is enclosed.

☐ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.

☒ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number 13-3723 (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

☐ a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27.

☐ b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

Authorized Signature _____ Date 2/10/11

Typed or printed name Lance L. Vietzke Registration No. 36,708

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	11469870
Filing Date:	03-Sep-2006
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Attorney Docket Number:	62701US005

Filed as Large Entity

Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Utility Appl issue fee	1501	1	1510	1510
Publ. Fee- early, voluntary, or normal	1504	1	300	300

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
			Total in USD ($)	**1810**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	9414395
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	32692
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Filer Authorized By:	Robert V. Heiti
Attorney Docket Number:	62701US005
Receipt Date:	10-FEB-2011
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	09:53:16
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$1810
RAM confirmation Number	7207
Deposit Account	133723
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Issue Fee Payment (PTO-85B)	IssueFee_62701US005.PDF	409466 89a3912a512bd70c6f05988673819ce4a1eab681	no	1
Warnings:					
Information:					
2	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	32127 4cc2a2e29f391926ff4499ddbc194aa969403987	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	441593		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

32692 7590 11/30/2010

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

EXAMINER	
HEIDEMANN, JASON E	
ART UNIT	PAPER NUMBER
2624	

DATE MAILED: 11/30/2010

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

TITLE OF INVENTION: REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	$1510	$300	$0	$1810	02/28/2011

THE APPLICATION IDENTIFIED ABOVE HAS BEEN EXAMINED AND IS ALLOWED FOR ISSUANCE AS A PATENT. PROSECUTION ON THE MERITS IS CLOSED. THIS NOTICE OF ALLOWANCE IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS. THIS APPLICATION IS SUBJECT TO WITHDRAWAL FROM ISSUE AT THE INITIATIVE OF THE OFFICE OR UPON PETITION BY THE APPLICANT. SEE 37 CFR 1.313 AND MPEP 1308.

THE ISSUE FEE AND PUBLICATION FEE (IF REQUIRED) MUST BE PAID WITHIN THREE MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS NOTICE OR THIS APPLICATION SHALL BE REGARDED AS ABANDONED. THIS STATUTORY PERIOD CANNOT BE EXTENDED. SEE 35 U.S.C. 151. THE ISSUE FEE DUE INDICATED ABOVE DOES NOT REFLECT A CREDIT FOR ANY PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE IN THIS APPLICATION. IF AN ISSUE FEE HAS PREVIOUSLY BEEN PAID IN THIS APPLICATION (AS SHOWN ABOVE), THE RETURN OF PART B OF THIS FORM WILL BE CONSIDERED A REQUEST TO REAPPLY THE PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE TOWARD THE ISSUE FEE NOW DUE.

HOW TO REPLY TO THIS NOTICE:

I. Review the SMALL ENTITY status shown above.

If the SMALL ENTITY is shown as YES, verify your current SMALL ENTITY status:

A. If the status is the same, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.

B. If the status above is to be removed, check box 5b on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and twice the amount of the ISSUE FEE shown above, or

If the SMALL ENTITY is shown as NO:

A. Pay TOTAL FEE(S) DUE shown above, or

B. If applicant claimed SMALL ENTITY status before, or is now claiming SMALL ENTITY status, check box 5a on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and 1/2 the ISSUE FEE shown above.

II. PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, or its equivalent, must be completed and returned to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) with your ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). If you are charging the fee(s) to your deposit account, section "4b" of Part B - Fee(s) Transmittal should be completed and an extra copy of the form should be submitted. If an equivalent of Part B is filed, a request to reapply a previously paid issue fee must be clearly made, and delays in processing may occur due to the difficulty in recognizing the paper as an equivalent of Part B.

III. All communications regarding this application must give the application number. Please direct all communications prior to issuance to Mail Stop ISSUE FEE unless advised to the contrary.

IMPORTANT REMINDER: Utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980 may require payment of maintenance fees. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

32692 7590 11/30/2010

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

TITLE OF INVENTION: REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	$1510	$300	$0	$1810	02/28/2011

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
HEIDEMANN, JASON E	2624	382-128000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).

❑ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.

❑ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list

(1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,

(2) the name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 _____

2 _____

3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE (B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ❑ Individual ❑ Corporation or other private group entity ❑ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

❑ Issue Fee

❑ Publication Fee (No small entity discount permitted)

❑ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): **(Please first reapply any previously paid issue fee shown above)**

❑ A check is enclosed.

❑ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.

❑ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

❑ a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27.

❑ b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

Authorized Signature _____ Date _____

Typed or printed name _____ Registration No. _____

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

32692 7590 11/30/2010

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

EXAMINER	
HEIDEMANN, JASON E	
ART UNIT	PAPER NUMBER
2624	

DATE MAILED: 11/30/2010

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment to date is 720 day(s). If the issue fee is paid on the date that is three months after the mailing date of this notice and the patent issues on the Tuesday before the date that is 28 weeks (six and a half months) after the mailing date of this notice, the Patent Term Adjustment will be 720 day(s).

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (http://pair.uspto.gov).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at 1-(888)-786-0101 or (571)-272-4200.

Notice of Allowability	Application No.	Applicant(s)	
	11/469,870	PALEY ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	Jason Heidemann	2624	

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☒ This communication is responsive to *06/22/2010*.

2. ☒ The allowed claim(s) is/are *1-22*.

3. ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).
   a) ☐ All b) ☐ Some* c) ☐ None of the:
      1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
      2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____ .
      3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

   * Certified copies not received: _____.

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

4. ☐ A SUBSTITUTE OATH OR DECLARATION must be submitted. Note the attached EXAMINER'S AMENDMENT or NOTICE OF INFORMAL PATENT APPLICATION (PTO-152) which gives reason(s) why the oath or declaration is deficient.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
   (a) ☐ including changes required by the Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948) attached
      1) ☐ hereto or 2) ☐ to Paper No./Mail Date _____.
   (b) ☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____.

   Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).

6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

Attachment(s)

1. ☒ Notice of References Cited (PTO-892)
2. ☐ Notice of Draftperson's Patent Drawing Review (PTO-948)
3. ☒ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date 06/22/2010
4. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material
5. ☐ Notice of Informal Patent Application
6. ☐ Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date _____ .
7. ☒ Examiner's Amendment/Comment
8. ☒ Examiner's Statement of Reasons for Allowance
9. ☐ Other _____.

/SATH V. PERUNGAVOOR/
Primary Examiner, Art Unit 2624

DETAILED ACTION

A request for continued examination under 37 CFR 1.114, including the fee set forth in 37 CFR 1.17(e), was filed in this application after allowance or after an Office action under Ex Parte Quayle, 25 USPQ 74, 453 O.G. 213 (Comm'r Pat. 1935). Since this application is eligible for continued examination under 37 CFR 1.114, and the fee set forth in 37 CFR 1.17(e) has been timely paid, prosecution in this application has been reopened pursuant to 37 CFR 1.114. Applicant's submission filed on June 15, 2010 and June 22, 2010 has been entered. Claims 1-22 are pending in this application.

Regarding Claim 1, the claim is in a method claim format but there is a limitation stated in the claim, “acquiring a three-dimensional representation from a dental patient including a digital surface representation” that ties this method to a machine.

Regarding Claim 11, is drawn to a non-transitory computer readable recording medium, and given the broadest reasonable interpretation of the claim in light of the specification and Official Gazette Notice (1251 OG 212, made available February 23, 2010), concludes that the claim fall within a statutory category.

Regarding Claim 18, the claim is in a system claim, the claim is statutory since it recites “a scanner”, “a processor”, and “a display”. The broadest reasonable interpretation of this claim, both consistent with the specification and consistent with a conclusion reached by one skilled in the art, is that the claim is drawn to either a hardware device, or a hardware/software combination, but not to software per se.

Priority

This application claims benefit of an earlier filing date under 35 U.S.C. 119(e) of U.S. Provisional Application 60/761,078, filed 20 January 2006.

Information Disclosure Statement

Examiner has considered all references cited in the Information Disclosure Statement (IDS) filed on 06/15/2010 and 06/22/2010.

EXAMINER'S AMENDMENT

An examiner's amendment to the record appears below. Should the changes and/or additions be unacceptable to applicant, an amendment may be filed as provided by 37 CFR 1.312. To ensure consideration of such an amendment, it MUST be submitted no later than the payment of the issue fee.

Authorization for this examiner's amendment was given by Robert Mazzarese from an examiner's initiated telephone interview with Robert Mazzarese that occurred on May 20th, 2010.

18. (currently amended) A system comprising:

a scanner for acquiring a sequence of image sets from one or more intraoral structures of a dental patient at a video rate and

a processor configured to:

receive one of the sequence of image sets,

convert the one of the sequence of image sets into a three-dimensional surface representation of the one or more intraoral structures,

combine the three-dimensional surface representation with one or more prior three-dimensional surface representations from one or more prior ones of the sequence of image sets to provide a three-dimensional model of the one or more intraoral structures, and

generate a visual display signal of the three-dimensional model at the video rate in real time, [[; and]]

generate a visualization within the visual display signal, the visualization updated at the video rate to identify regions of inaccurate scan data within the three-dimensional representation;

and a display for displaying the visual display signal.

Allowable Subject Matter

Claims 1 – 22 are allowed.

The following is an examiner's statement of reasons for allowance:

Due to the examiner's amendment from an examiner's initiated telephone interview with Robert Mazzarese that occurred on May 20th, 2010. The independent claims were amended to overcome the prior art of record.

The Prior art of record discloses:

- 2005/0153255 to Sporbert et al., which discloses a method and system for treatment planning, which includes using a scanner to acquire a series of images containing 3D information to be used in generation of a 3D model (represented as 3D point cloud), where an intra-oral scan is performed on a patient's teeth.
- 2004/0197727 to Sachdeva et al, which discloses a method and system for treatment planning, which includes using a scanner to acquire a series of images containing 3D information to be used in generation of a 3D model (represented as 3D point cloud), where the 3D scan data can be combined with 2D images to create color models of the teeth.
- US Patent 6648640 to Rubbert et al. which discloses a methods and systems for interactive orthodontic care using a hand-held scanner that has the ability to acquire both video and three-dimensional image data, and teaches alternating in rapid succession between a video and three-dimensional image capture mode.

Rubbert discloses displaying the 3D data and also using color or contrast to indicate information, “These tones allow the user to ascertain whether there is an even distribution of white and dark tones, indicating good fit between the scanned tooth and the individual tooth object.” However, Rubbert is silent to visualization updated at the video rate to identify regions of inaccurate scan data within the three-dimensional representation.

Claim 1

A method comprising:

acquiring two dimensional data from one or more intraoral structures of a dental patient at a video rate;

reconstructing a digital surface representation of the one or more intraoral structures;

displaying the digital surface representation at the video rate;

acquiring additional two-dimensional data from the one or more intraoral structures in a subsequent frame of data at the video rate;

reconstructing a subsequent digital surface representation from the additional two-dimensional data at the video rate

combining the digital surface representation and the subsequent digital surface representation at the video rate to provide a three-dimensional representation of the one or more intraoral structures; [[and]]

providing a visual display of the three-dimensional representation at [[a]] the video rate in real time; and

providing a visualization within the visual display, the visualization updated at the video rate to identify regions of inaccurate scan data within the three-dimensional representation.

Independent claim 1 is considered allowable since when reading the claim in light of the specification, none of the references of record alone or in combination disclose or suggest the combination of limitations specified in the independent claim, specifically providing a visualization within the visual display, the visualization updated at the video rate to identify regions of inaccurate scan data within the three-dimensional representation as disclosed in independent claim 1 of the instant application.

Claim 11 and Claim 18 are considered allowable for similar reasons as stated above.

Any comments considered necessary by applicant must be submitted no later than the payment of the issue fee and, to avoid processing delays, should preferably accompany the issue fee. Such submissions should be clearly labeled "Comments on Statement of Reasons for Allowance."

Conclusion

The prior art made of record and not relied upon is considered pertinent to applicant's disclosure.

2005/0153255 to Sporbert et al., which discloses a method and system for treatment planning

2004/0197727 to Sachdeva et al, which discloses a method and system for treatment planning

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to Jason Heidemann whose telephone number is (571)-270-5173. The examiner can normally be reached on Monday - Thursday/7:30 A.M. to 5:00 P.M..

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Matthew Bella can be reached on 571-272-7778. The fax phone numbers for the organization where this application or proceeding is assigned are 571-273-8300 for regular communications and 571-273-8300 for After Final communications. TC 2600's customer service number is 571-272-2600.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see http://pair-direct.uspto.gov. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

Jason Heidemann/ 11/20/2010
Examiner, Art Unit 2624

/Sath V. Perungavoor/
Sath V. Perungavoor
Primary Examiner, Art Unit 2624
Dated: November 24, 2010

Notice of References Cited	Application/Control No. 11/469,870	Applicant(s)/Patent Under Reexamination PALEY ET AL.	
	Examiner Jason Heidemann	Art Unit 2624	Page 1 of 1

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	Classification
*	A	US-2005/0153255	07-2005	Sporbert et al.	433/024
*	B	US-2004/0197727	10-2004	Sachdeva et al.	433/024
	C	US-			
	D	US-			
	E	US-			
	F	US-			
	G	US-			
	H	US-			
	I	US-			
	J	US-			
	K	US-			
	L	US-			
	M	US-			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

Receipt date: 06/15/2010

Substitute for form 1449/PTO (modified)

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Application Number	11/469870
Filing Date	**03-SEP-2006**
First Named Inventor	**Paley, Eric**
Confirmation Number	7128
Attorney Case Number	**62701US005**

11469870 - GAU: 2624

United States Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 2004/0204787 A1	10-14-2004	Kopelman et al.	
	A2	US- 2004/0220691 A1	11-04-2004	Hofmeister et al.	
	A3	US-			
	A4	US-			
	A5	US-			
	A6	US-			
	A7	US-			
	A8	US-			
	A9	US-			
	A10	US-			
	A11	US-			
	A12	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	 Number-Kind Code (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1	EP	1 650 529 A1	04-26-2006	Diefenbacher		English Abstract
	B2	DE	10 2005 016 245 A1	10-12-2006	Holzner et al.		English Abstract
	B3	WO	2004/044787 A2	05-27-2004	Mehl		English Abstract
	B4						
	B5						
	B6						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1	European Search Report, 62701EP008, PCT/US2007/001547, 05/11/2010.	
	C2	European Search Report, 62701EP011, PCT/US2007/001652, 05/11/2010.	

***Examiner:**	/Jason Heidemann/	**Date Considered:**	11/20/2010

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

Receipt date: 06/15/2010

Substitute for form 1449/PTO (modified)

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Application Number	11/469870 11469870 - GAU: 2624
Filing Date	**03-SEP-2006**
First Named Inventor	**Paley, Eric**
Confirmation Number	7128
Attorney Case Number	**62701US005**

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C3		

***Examiner:**	/Jason Heidemann/	**Date Considered:**	11/20/2010

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11469870	PALEY ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	Jason Heidemann	2624

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

☐ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

CLAIM		DATE								
Final	Original	09/28/2009	05/03/2010	11/20/2010						
	1	✓	=	=						
	2	✓	=	=						
	3	✓	=	=						
	4	✓	=	=						
	5	✓	=	=						
	6	✓	=	=						
	7	✓	=	=						
	8	✓	=	=						
	9	✓	=	=						
	10	✓	=	=						
	11	✓	=	=						
	12	✓	=	=						
	13	✓	=	=						
	14	✓	=	=						
	15	✓	=	=						
	16	✓	=	=						
	17	✓	=	=						
	18	✓	=	=						
	19	✓	=	=						
	20	✓	=	=						
	21	✓	=	=						
	22	✓	=	=						

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11469870	PALEY ET AL.
	Examiner	Art Unit
	Jason Heidemann	2624

SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner
382	100,106,128,132,154,276,284,	10/28/2009	/JEH/
345	418,419,424,428,581,629,630,473,474,475	10/28/2009	/JEH/
356	601-613	10/28/2009	/JEH/
702	152	10/28/2009	/JEH/
433	24,25,29,213	10/28/2009	/JEH/
700	98,117,118	10/28/2009	/JEH/

SEARCH NOTES

Search Notes	Date	Examiner
searched Class and Subclasses with keywords such as (3D, three dim$8, real time, Denture, prosthetic)	10/28/2009	/JEH/
searched Google, Google Patent, IEEE, ACM with keywords (digital dentistry, 3D model, teeth, tooth, mouth, prosthetic, real time)	10/28/2009	/JEH/
Author search conducted on East	10/28/2009	/JEH/
Author search conducted on IEEE, ACM, Google	10/28/2009	/JEH/
Consulted Patentability/Seach help with Primary John Strege 04/18,2010	05/03/2010	/JEH/
Searched EAST with keywords such as digital dentistry, 3D model, teeth, tooth, mouth, prosthetic, real time) -See Attached East Search	05/03/2010	/JEH/
Updated East Search - see attached East Seach History	11/20/2010	/JEH/

INTERFERENCE SEARCH

Class	Subclass	Date	Examiner
	Searched -See Attached East Search	05/03/210	/JEH/
	Updated See attached East Search	11/20/2010	/JEH/

/Jason Heidemann/ Examiner.Art Unit 2624	11/20/2010

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11469870	PALEY ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	Jason Heidemann	2624

ORIGINAL		INTERNATIONAL CLASSIFICATION	
CLASS	SUBCLASS	CLAIMED	NON-CLAIMED
382	128	G 0 6 K 9 / 00 (2006.01.01)	

CROSS REFERENCE(S)

CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)				
382	100	106	154	276	
345	418	419	629	630	
433	24	25	29		

☐ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original
1	1	17	17												
2	2	18	18												
3	3	19	19												
4	4	20	20												
5	5	21	21												
6	6	22	22												
7	7														
8	8														
9	9														
10	10														
11	11														
12	12														
13	13														
14	14														
15	15														
16	16														

/Jason Heidemann/ Examiner.Art Unit 2624 (Assistant Examiner)	11/20/2010 (Date)	**Total Claims Allowed:** 22	
/SATH V. PERUNGAVOOR/ Primary Examiner, Art Unit 2624 (Primary Examiner)	05/05/2010 (Date)	O.G. Print Claim(s) 1	O.G. Print Figure 9

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	2	"20050153255"	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/11/20 16:32
L2	61	("20020055800" | "20020102009" | "20020180760" | "20040029078" | "20040155975" | "20040179728" | "20040204787" | "20040220691" | "20050007082" | "20050070782" | "20050153255" | "20050170309" | "20060003292" | "20060093988" | "20060154198" | "20070172101" | "20070172112" | "20080199829" | "4270901" | "4846684" | "5372502" | "5417572" | "5644386" | "5740222" | "5740802" | "5771310" | "5999840" | "6044232" | "6141105" | "6201880" | "6201889" | "6334853" | "6342917" | "6409504" | "6447453" | "6512838" | "6516213" | "6545637" | "6621491" | "6648640" | "6687393" | "6738063" | "6738727" | "6754370" | "6775404" | "6856321" | "6947038" | "6996261" | "7020325" | "7061485" | "7103212" | "7112065" | "7133042" | "7162075" | "7194112" | "7245743" | "7280682" | "7286954" | "7373286" | "7428481" | "7545372").PN.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/11/20 16:34
L3	11	l2 and point with cloud	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/11/20 16:34
S1	1	"11469870"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:48
S3	1	60/466549	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:54
S4	59	Babayoff	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:58
S5	29447	((382/100,106,128,132,154,276,284,) or (345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475) or (356/601-613) or (702/152) or (433/24,25,29,213) or (700/98,117,118)).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20

S6	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20
S7	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20
S8	0	("l7andl6").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:21
S9	20	S7 and S6	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 10:21
S10	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:30
S11	7	S10 and S7	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 10:30
S12	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S13	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S14	20	S13 and S12	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S15	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S16	7	S15 and S13	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S17	2	S14 and S16	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S18	25	S14 or S16	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S19	8	S18 and (real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45

S20	7	S19 and (3D or (three near1 (dim or dim$8)))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S21	2	2002/0055800	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 13:32
S22	3	"20020055800"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 13:33
S23	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S24	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S25	20	S24 and S23	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S26	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S27	7	S26 and S24	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S28	25	S25 or S27	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S29	8	S28 and (real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S30	7	S29 and (3D or (three near1 (dim or dim$8)))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S31	1	S30 and (soft near1 tissue$1)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S32	4	S28 and (soft near1 tissue$1)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:52

S33	7	S28 and (prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:19
S34	3	S30 and (prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:20
S35	4	S33 not S34	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:21
S36	45	("20040029078" | "20050070782" | "20050153255" | "20050170309" | "20060003292" | "20070172101" | "20070172112" | "4270901" | "5417572" | "6334853" | "6409504" | "6648640" | "6754370" | "6856321" | "7103212" | "7112065" | "7162075" | "7194112" | "7245743" | "7280682" | "7286954").PN.	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 13:24
S37	5	S36 and prosthetic	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 13:31
S38	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S39	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S40	20	S39 and S38	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S41	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S42	7	S41 and S39	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S43	25	S40 or S42	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S44	0	S43 and ((thirty or "30") near1 (frames))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S45	0	S43 and ((thirty or "30") near1 (frame))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26

S46	0	S43 and ((frames near1 per near1 second) OR (FPS))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:29
S47	715	S38 and ((frames near1 per near1 second) OR (FPS))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:29
S48	52	S47 AND S41	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S49	0	S48 AND (MEDICAL NEAR1 MODEL)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S50	17	S48 AND (MEDICAL)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S51	17	"6967728"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:37
S52	23	2002/0141632	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:28
S53	3	"20020141632"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:28
S54	3	"20020055800"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:29
S55	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S56	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S57	20	S56 and S55	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S58	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42

S59	7	S58 and S56	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S60	25	S57 or S59	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S61	9	S60 and (Denture or prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S62	0	(pepared near3 (Denture or prosthetic))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:45
S63	1236	(prepar$3 near3 (Denture or prosthetic))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:46
S64	6	S63 and S55	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:46
S65	8	"4846684"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:49
S66	3	((ERIC) near2 (PALEY)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:19
S67	15	((JANOS) near2 (ROHALY)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:19
S68	2	((JOSEPH) near2 (BOERJES)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
S69	36	((DOUGLAS) near2 (HART)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
S70	2	((MICAH) near2 (ROSENBLOOM)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
S71	11	((STEVEN) near2 (WEEKS)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
S72	51	S66 or S67 or S68 or S69 or S70 or S71	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 14:21

S73	6	S72 and (dental same model)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 14:21
S74	1	("20020055800").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/02/04 09:00
S75	10413	(point near1 cloud)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/02/04 10:54
S76	5205	(3D same real-time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:31
S77	21855	(reconstruct$6 with (surface or object))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:31
S78	26010	(reconstruct$6 with (surface or object or teeth or model))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:31
S79	761	S78 and S76	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:31
S80	30866	(display$6 with 3D model with real-time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:32
S81	378	S80 and S79	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:32
S82	10915	(point near2 cloud)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:34
S83	14	S81 and S82	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:35
S84	787	(point near2 cloud) same (scan$7)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:35
S85	6	S81 and S84	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:35

S86	10915	(point near2 cloud)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:38
S87	818	(dental or teeth) with (modeling)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:38
S88	55	S86 and S87	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:38
S89	507745	(real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:39
S90	39	S88 and S89	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:39
S91	12961	(combin$6 or overlay$6) same (three-dimensional or 3-D or 3D) same (two-dimensional or 2-D or 2D)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:40
S92	15	S90 and S91	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:40
S93	32	("20020028417" | "20020064748" | "5338198" | "5368478" | "5431562" | "5879158" | "5975893" | "6015289" | "6068482" | "6099314" | "6217325" | "6227850" | "6250918" | "6315553" | "6318995" | "6350120" | "6406292" | "6431870" | "6457972" | "6464496" | "6471512" | "6512994" | "6540512" | "6587828" | "6602070" | "6612985" | "6632089" | "6648640").PN. OR ("7156655").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/04/27 14:04
S94	49569	(real near1 time) with video	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:12
S95	1153	S94 and S76	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:12
S96	150	S95 and S78	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:12

S97	3	S96 and S87	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:12
S98	507745	(real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:16
S99	49569	video with (real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:16
S100	26	S99 with (dental or teeth)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:17
S101	293123	(imag$5) and (3D or 3-D or (three near1 dimensional))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:18
S102	5	S100 and S101	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:18
S115	82	("20020055800" | "20020102009" | "20020180760" | "20040029078" | "20040155975" | "20040179728" | "20050007082" | "20050070782" | "20050153255" | "20050170309" | "20060003292" | "20060093988" | "20070172101" | "20070172112" | "20080199829" | "4270901" | "4846684" | "5417572" | "5740802" | "6201880" | "6334853" | "6409504" | "6621491" | "6648640" | "6687393" | "6738727" | "6754370" | "6856321" | "6947038" | "7020325" | "7061485" | "7103212" | "7112065" | "7133042" | "7162075" | "7194112" | "7245743" | "7280682" | "7286954" | "7373286" | "7428481" | "7545372").PN.	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/07 14:58
S116	28	S115 and (video)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/07 14:59
S117	24	S116 and (3-D or three$1dimension$4)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/07 15:00
S118	14	S117 and (combin$6 or overlay$5)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/07 15:00

S119	6	S118 and (real$1time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/07 15:00
S120	1	("20020180760").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/05/07 15:07
S121	1	("20020015924").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/05/07 15:13
S122	1	("20020015934").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/05/07 15:14
S123	1	("20020015934").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/05/17 14:47
S124	1	S123 and real	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/17 14:47
S125	5	((ERIC) near2 (PALEY)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:04
S126	22	((JANOS) near2 (ROHALY)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:04
S127	3	((JOSEPH) near2 (BOERJES)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:04
S128	46	((DOUGLAS) near2 (HART)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:04
S129	4	((MICAH) near2 (ROSENBLOOM)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:04
S130	14	((STEVEN) near2 (WEEKS)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:04
S131	67	S125 or S126 or S127 or S128 or S129 or S130	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/17 15:04
S132	67	S131	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:04
S133	6	S132 and intraoral	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:05
S134	28	S132 and dental	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:12

S135	22	S134 not S133	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2010/05/17 15:12
S136	1	("20020015934").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/05/19 14:57
S137	4	(("10137495,") or ("9835031,") or ("10137495,") or ("9835039,") or ("10137523,") or ("9560127,") or ("9835039,") or ("10280758,") or ("9560643,") or ("10280758,") or ("9835039,") or ("10429123,") or ("9835039,") or ("10429123,") or ("10340404,") or ("10951119,") or ("10280758,") or ("11010618,") or ("10137495,") or ("11010776,") or ("10137495,") or ("11010994,") or ("10137495,") or ("11074423,") or ("10137495,") or ("11246990,") or ("10137523,") or ("11285629,") or ("10951119,") or ("11799390,") or ("9835039,") or ("11799390,") or ("10429123,") or ("12510921,")).PN. or ((10/137523) or (11/285629)).APP.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/05/19 15:03
S138	1	S136 and (video and 3D)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/19 15:11
S139	1	S136 and (video naer1 3D)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/05/19 15:11
S140	119	("20020055800" | "20020102009" | "20020180760" | "20040029078" | "20040155975" | "20040179728" | "20040204787" | "20040220691" | "20050007082" | "20050070782" | "20050153255" | "20050170309" | "20060003292" | "20060093988" | "20060154198" | "20070172101" | "20070172112" | "20080199829" | "4270901" | "4846684" | "5372502" | "5417572" | "5644386" | "5740222" | "5740802" | "5771310" | "5999840" | "6044232" | "6141105" | "6201880" | "6201889" | "6334853" | "6342917" | "6409504" | "6447453" | "6512838" | "6516213" | "6545637" | "6621491" | "6648640" | "6687393" | "6738063" | "6738727" | "6754370" | "6775404" | "6856321" | "6947038" | "6996261" | "7020325" | "7061485" | "7103212" | "7112065" | "7133042" | "7162075" | "7194112" | "7245743" | "7280682" | "7286954" | "7373286" | "7428481" | "7545372").PN.	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 11:57
S141	4	S140 and ((shad$5 or highlight$5 or indic$6 or identif$5) with (inaccurate OR incorrect OR small or minute or insignificant or insufficient or sufficient) with data)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 12:00
S142	29538	((shad$5 or highlight$5 or indic$6 or identif$5) with (inaccurate OR incorrect OR small or minute or insignificant or insufficient or sufficient) with data)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 12:01

S143	79521	("382").CLAS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/11/20 12:01
S144	1515	S142 and S143	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 12:01
S145	56	S144 and (3D with model)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 12:01
S146	29538	((shad$5 or highlight$5 or indic$6 or identif$5) with (inaccurate OR incorrect OR small or minute or insignificant or insufficient or sufficient) with data)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:39
S147	79521	("382").CLAS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/11/20 14:39
S148	1515	S146 and S147	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:39
S149	88	S148 and ((3D or three-dimensional) with model)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:39
S150	1256	display with ((shad$5 or highlight$5 or indic$6 or identif$5) with (inaccurate OR incorrect OR small or minute or insignificant or insufficient or sufficient) with data)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:40
S151	43	S150 and S147	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:41
S152	1	S151 and ((3D or three-dimensional) with model)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:41
S153	10	S151 and (3D or three-dimensional)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:41
S154	0	S151 and (teeth or tooth or intraoral)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:43
S155	35	S150 and (teeth or tooth or intraoral)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:43

S156	1	"2004204787"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:54
S157	0	("2004204787").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/11/20 14:55
S158	92	Kopelman with avi	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:55
S159	0	("14" with "2004") and S158	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:56
S160	34	("2004") and S158	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:56
S161	1	S160 and S150	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 14:58
S162	2	"20040133293"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 15:00
S163	3	"20040220691"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 15:01
S164	2	"20050070782"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 15:06
S165	1	"2005153257"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 15:09
S166	3	"20050153257"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 15:09
S167	94	"6648640"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 15:10
S168	0	S167 and S150	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/11/20 15:12

EAST Search History (Interference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L4	19	(three-dimensional) with video same (real near1 time)	UPAD	OR	OFF	2010/11/20 16:57
L5	3239	dental or dentist or teeth	UPAD	OR	OFF	2010/11/20 16:57
L6	0	4 and 5	UPAD	OR	OFF	2010/11/20 16:58
S104	63	(three-dimensional) same video same (real near1 time)	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:33
S105	11	(three-dimensional) with video with (real near1 time)	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:33
S106	1381	dental or dentist	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:33
S108	0	S105 and S106	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:33
S110	63	(three-dimensional) same video same (real near1 time)	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:36
S111	1381	dental or dentist	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:36
S112	1	S110 and S111	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:36
S113	1	S110 and S111	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:36
S114	1	S110 and S111	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:37

11/20/2010 4:58:32 PM
C:\Documents and Settings\jheidemann\My Documents\CASES\OfficeActionSent\11469870_RT_3D_Dental\East Searches\11469870_RT_3D_Dental.wsp

Receipt date: 06/22/2010

Substitute for form 1449A/PTO (modified)

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Page 1 of 1

Application Number	11/469870 11469870 - GAU: 2624
Filing Date	**03-SEP-2006**
First Named Inventor	**Paley, Eric**
Confirmation Number	7128
Attorney Case Number	**62701US005**

United States Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 5,372,502	12-13-1994	Massen et al.	
	A2	US- 5,644,386	07-01-1997	Jenkins et al.	
	A3	US- 5,740,222	04-14-1998	Fujita et al.	
	A4	US- 5,771,310	06-23-1998	Vannah	
	A5	US- 5,999,840	12-07-1999	Grimson et al.	
	A6	US- 6,044,232	03-28-2000	Pan	
	A7	US- 6,141,105	10-31-2000	Yahashi et al.	
	A8	US- 6,201,889 B1	03-13-2001	Vannah	
	A9	US- 6,342,917 B1	01-29-2002	Amenta	
	A10	US- 6,447,453 B1	09-10-2002	Roundhill et al.	
	A11	US- 6,512,838 B1	01-28-2003	Rafii et al.	
	A12	US- 6,516,213 B1	02-04-2003	Nevo	
	A13	US- 6,545,637 B1	04-08-2003	Krull et al.	
	A14	US- 6,738,063 B2	05-18-2004	Shen et al.	
	A15	US- 6,775,404 B1	08-10-2004	Pagoulatos et al.	
	A16	US- 6,996,261 B2	02-07-2006	deCharms	
	A17	US- 2006/0154198 A1	07-13-2006	Durbin et al.	
	A18	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	Foreign Patent Document Number-Kind Code (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1		
	C2		
	C3		

***Examiner:** /Jason Heidemann/	**Date Considered:** 11/20/2010

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

32692
Customer Number

Patent
Case No.: 62701US005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

First Named Inventor:	PALEY, ERIC		
Application No.:	11/469870	Confirmation No.:	7128
Filed:	03-SEP-2006		
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Mail Stop: Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION [37 CFR § 1.8(a)]

I hereby certify that this correspondence is being:

☐ transmitted to United States Patent and Trademark Office on the date shown below via the Office electronic filing system.

☐ deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

☒ transmitted by facsimile on the date shown below to the United States Patent and Trademark Office at 571-273-8300.

June 22, 2010 /Angela M. Zontelli/
Date Signed by: Angela M. Zontelli

Dear Sir:

Pursuant to 37 CFR §§ 1.56, 1.97, and 1.98, enclosed is a completed Form PTO-1449, citing references submitted for consideration by the Examiner. It is respectfully requested that the Examiner initial and return the enclosed Form PTO-1449 to indicate that each reference has been considered.

Fees

☒ It is believed that no fee is due; however, in the event a fee is required, please charge the fee to Deposit Account No. 13-3723.

☐ The fee required under 37 CFR § 1.17(p) will be paid at the time of EFS-Web submission. In the event fees are not or cannot be paid at the time of EFS-Web submission, please charge any fees under 37 CFR § 1.17 which may be required to Deposit Account No. 13-3723.

☐ Please charge the fee provided in 37 CFR § 1.17(p) to Deposit Account No. 13-3723.

A Request for Continued Examination under 37 CFR § 1.114 was filed on June 15, 2010.

Copies of Documents

Copies of any cited foreign patents, foreign publications, non-patent literature documents, and any pending U.S. applications filed before June 30, 2003, are enclosed. Copies of any pending U.S. applications filed after June 30, 2003 that can be accessed on the USPTO's IFW system are not enclosed as per USPTO Waiver dated September 21, 2004. Copies of any U.S. patents and published U.S. patent applications are not enclosed.

Respectfully submitted,

June 22, 2010
Date

By: /Lance Vietzke/
Lance L. Vietzke, Reg. No.: 36,708
Telephone No.: 651-737-2180

Office of Intellectual Property Counsel
3M Innovative Properties Company
Facsimile No.: 651-736-3833

Substitute for form 1449A/PTO (modified)		
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	**Application Number**	11/469870
	Filing Date	**03-SEP-2006**
	First Named Inventor	**Paley, Eric**
(Use as many sheets as necessary)	**Confirmation Number**	7128
Page 1 of 1	**Attorney Case Number**	**62701US005**

United States Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 5,372,502	12-13-1994	Massen et al.	
	A2	US- 5,644,386	07-01-1997	Jenkins et al.	
	A3	US- 5,740,222	04-14-1998	Fujita et al.	
	A4	US- 5,771,310	06-23-1998	Vannah	
	A5	US- 5,999,840	12-07-1999	Grimson et al.	
	A6	US- 6,044,232	03-28-2000	Pan	
	A7	US- 6,141,105	10-31-2000	Yahashi et al.	
	A8	US- 6,201,889 B1	03-13-2001	Vannah	
	A9	US- 6,342,917 B1	01-29-2002	Amenta	
	A10	US- 6,447,453 B1	09-10-2002	Roundhill et al.	
	A11	US- 6,512,838 B1	01-28-2003	Rafii et al.	
	A12	US- 6,516,213 B1	02-04-2003	Nevo	
	A13	US- 6,545,637 B1	04-08-2003	Krull et al.	
	A14	US- 6,738,063 B2	05-18-2004	Shen et al.	
	A15	US- 6,775,404 B1	08-10-2004	Pagoulatos et al.	
	A16	US- 6,996,261 B2	02-07-2006	deCharms	
	A17	US- 2006/0154198 A1	07-13-2006	Durbin et al.	
	A18	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document		Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
		Ctry. Code	Number-Kind Code (If known)				
	B1						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1		
	C2		
	C3		

***Examiner:**	**Date Considered:**

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	7866128
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	32692
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Filer Authorized By:	Robert V. Heiti
Attorney Docket Number:	62701US005
Receipt Date:	22-JUN-2010
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	15:05:51
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	no

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	IDS1449_Dated_6-22-10_62701US005.PDF	251795 85c665f559063fad63e65b01a1fb3309bcd7b318	no	3

Warnings:	
Information:	

This is not an USPTO supplied IDS fillable form	
Total Files Size (in bytes):	251795

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

32692
Customer Number

Request for Continued Examination (RCE) Transmittal

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION [37 CFR § 1.8(a)]

I hereby certify that this correspondence is being:

☐ transmitted to United States Patent and Trademark Office on the date shown below via the Office electronic filing system.

☐ deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

☒ transmitted by facsimile on the date shown below to the United States Patent and Trademark Office at 571-273-8300 or if filing with a Petition to Withdraw from Issue to: 571-273-0025.

June 15, 2010 /Angela M. Zontelli/
Date Signed by: Angela M. Zontelli

Mail Stop RCE
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

First Named Inventor:	Paley, Eric		
Application No. :	11/469870	Confirmation No.:	7128
Filed:	03-SEP-2006		
Title:	Real Time Display of Acquired 3D Dental Data		

This is a Request for Continued Examination (RCE) under 37 CFR § 1.114 of the above-identified application.

1. **Submission required under 37 CFR § 1.114** Note: If the RCE is proper, any previously filed unentered amendments and amendments enclosed with the RCE will be entered in the order in which they were filed unless Applicant instructs otherwise. If Applicant does not wish to have any previously filed unentered amendment(s) entered, Applicant must request non-entry of such amendment(s).
   - a. ☐ Previously submitted. If a final Office Action is outstanding, any amendments filed after the final Office Action may be considered as a submission even if this box is not checked.
     - i. Consider the arguments in the Appeal Brief or Reply Brief previously filed on _____.
     - ii. ☐ Other:
   - b. ☒ Enclosed:
     - i. ☐ Amendment/Reply
     - ii. ☐ Affidavit(s)/Declaration(s)
     - iii. ☒ Information Disclosure Statement (IDS)/Supplemental IDS
     - iv. ☐ Other:
2. **Miscellaneous**
   - a. Suspension of action on the above-identified application is requested under 37 CFR 1.103(c) for a period of _____ months. (Period of suspension shall not exceed 3 months; Fee under 37 CFR 1.17(i) required)
   - b. Other _____
3. **Fees:** The RCE fee ($810.00) under 37 CFR § 1.17(e) is required by 37 CFR § 1.114 when the RCE is filed.
   - ☒ The RCE fee required under 37 CFR § 1.17(e) will be made at the time of submission via EFS-Web. In the event fees are not or cannot be paid at the time of EFS-Web submission, please charge any fees under 37 CFR § 1.17 which may be required to Deposit Account No. 13-3723.
   - ☐ The Director is authorized to charge the RCE fee required by 37 CFR § 1.17(e) to Deposit Account No. 13-3723.
   - ☒ Please charge any additional fees associated with the prosecution of this application to Deposit Account No. 13-3723. This authorization includes the fee for any necessary extension of time under 37 CFR § 1.136(a). To the extent any such extension should become necessary, it is hereby requested.
   - ☒ Please credit any overpayment to the same deposit account.
4. ☐ **A Request for Extension of Time is being filed concurrently.**

Respectfully submitted,

June 15, 2010
Date

By: /Lance Vietzke/
Lance L. Vietzke, Reg. No.: 36,708
Telephone No.: 651-737-2180

Office of Intellectual Property Counsel
3M Innovative Properties Company
Facsimile No.: (651) 736-3833

32692
Customer Number

Patent
Case No.: 62701US005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

First Named Inventor:	PALEY, ERIC		
Application No.:	11/469870	Confirmation No.:	7128
Filed:	03-SEP-2006		
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Mail Stop: RCE
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION [37 CFR § 1.8(a)]

I hereby certify that this correspondence is being:

☐ transmitted to United States Patent and Trademark Office on the date shown below via the Office electronic filing system.

☐ deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

☒ transmitted by facsimile on the date shown below to the United States Patent and Trademark Office at 571-273-8300.

June 15, 2010 /Angela M. Zontelli/
Date Signed by: Angela M. Zontelli

Dear Sir:

Pursuant to 37 CFR §§ 1.56, 1.97, and 1.98, enclosed is a completed Form PTO-1449, citing references submitted for consideration by the Examiner. It is respectfully requested that the Examiner initial and return the enclosed Form PTO-1449 to indicate that each reference has been considered.

A Request for Continued Examination under 37 CFR § 1.114 is being filed concurrently, thus it is believed that no fee is due for this Information Disclosure Statement.

Fees

☒ It is believed that no fee is due; however, in the event a fee is required, please charge the fee to Deposit Account No. 13-3723.

☐ The fee required under 37 CFR § 1.17(p) will be paid at the time of EFS-Web submission. In the event fees are not or cannot be paid at the time of EFS-Web submission, please charge any fees under 37 CFR § 1.17 which may be required to Deposit Account No. 13-3723.

☐ Please charge the fee provided in 37 CFR § 1.17(p) to Deposit Account No. 13-3723.

Certification Under 37 § CFR 1.97(e)(1)

Under 37 CFR § 1.97(e)(1), I hereby certify that each item of information contained in this Information Disclosure Statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three (3) months prior to the filing of this Information Disclosure Statement.

Copies of Documents

Copies of any cited foreign patents, foreign publications, non-patent literature documents, and any pending U.S. applications filed before June 30, 2003, are enclosed. Copies of any pending U.S. applications filed after June 30, 2003 that can be accessed on the USPTO's IFW system are not enclosed as per USPTO Waiver dated September 21, 2004. Copies of any U.S. patents and published U.S. patent applications are not enclosed.

A copy of the Search Report from a foreign counterpart application is enclosed.

Respectfully submitted,

June 15, 2010
Date

By: /Lance Vietzke/
Lance L. Vietzke, Reg. No.: 36,708
Telephone No.: 651-737-2180

Office of Intellectual Property Counsel
3M Innovative Properties Company
Facsimile No.: 651-736-3833

Substitute for form 1449A/PTO (modified)		
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	**Application Number**	11/469870
	Filing Date	**03-SEP-2006**
	First Named Inventor	**Paley, Eric**
(Use as many sheets as necessary)	**Confirmation Number**	7128
Page 1 of 2	**Attorney Case Number**	**62701US005**

United States Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 2004/0204787 A1	10-14-2004	Kopelman et al.	
	A2	US- 2004/0220691 A1	11-04-2004	Hofmeister et al.	
	A3	US-			
	A4	US-			
	A5	US-			
	A6	US-			
	A7	US-			
	A8	US-			
	A9	US-			
	A10	US-			
	A11	US-			
	A12	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	 Number-Kind Code (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1	EP	1 650 529 A1	04-26-2006	Diefenbacher		English Abstract
	B2	DE	10 2005 016 245 A1	10-12-2006	Holzner et al.		English Abstract
	B3	WO	2004/044787 A2	05-27-2004	Mehl		English Abstract
	B4						
	B5						
	B6						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1	European Search Report, 62701EP008, PCT/US2007/001547, 05/11/2010.	
	C2	European Search Report, 62701EP011, PCT/US2007/001652, 05/11/2010.	

***Examiner:**	**Date Considered:**
EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.	

Substitute for form 1449A/PTO (modified)		
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	**Application Number**	11/469870
	Filing Date	**03-SEP-2006**
	First Named Inventor	**Paley, Eric**
(Use as many sheets as necessary)	**Confirmation Number**	7128
Page 2 of 2	**Attorney Case Number**	**62701US005**

OTHER DOCUMENTS			
Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C3		

*Examiner:	Date Considered:
EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.	

Device and method for scanning multiple objects

Publication number: EP1650529 (A1)
Publication date: 2006-04-26
Inventor(s): DIEFENBACHER ROLF [CH] +
Applicant(s): DIENER AG PREC MACHINING [CH] +
Classification:
- **International:** *A61C13/00; G01B11/245*; A61C13/00; G01B11/24
- **European:** G01B11/245
Application number: EP20040024827 20041019
Priority number(s): EP20040024827 20041019

Also published as:
US2008062434 (A1)
WO2006042852 (A1)
CA2584402 (A1)

Cited documents:
EP0303178 (A2)
US2002171847 (A1)
US2003140509 (A1)
JP7294453 (A)

Abstract of **EP 1650529 (A1)**

The arrangement has two object holders (4.1, 4.2) and light sources for generating light beams (5.1, 5.2) for each objects (1.1, 1.2) and comprising light receivers assigned to each light beam, where the objects are scanned at the same time. Two measuring heads illuminate the objects by using a common mirror system and sense a surface of the objects. Receiving areas of magazines are encoded for receiving the objects. An independent claim is also included for a method for scanning an object.

Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 650 529 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.04.2006 Patentblatt 2006/17

(51) Int Cl.:
G01B 11/245 *(2006.01)* ***A61C 13/00*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04024827.0**

(22) Anmeldetag: **19.10.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(71) Anmelder: **Diener AG Precision Machining**
8424 Embrach (CH)

(72) Erfinder: **Diefenbacher, Rolf**
8193 Eglisau (CH)

(74) Vertreter: **Müller, Christoph Emanuel et al**
Hepp, Wenger & Ryffel AG,
Friedtalweg 5
9500 Wil (CH)

(54) Anordnung und Verfahren zum Abtasten mehrerer Objekte

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung (z.B. auf Basis von Triangulation) zum Abtasten von Objekten (1.1,1.2) mit einem gebündelten Lichtstrahl, wobei der Lichtstrahl relativ zur Oberfläche des Objekts (1.1,1.2) bewegt wird. Die Anordnung weist wenigstens zwei Objekthalterungen und Mittel zum Erzeugen von wenigstens einem Lichtstrahl pro Objekt (1.1,1.2) sowie jeweils einem Lichtstrahl zugeordnete Lichtempfänger auf. Mit der erfindungsgemässen Anordnung können wenigstens zwei Objekte (1.1,1.2) zur gleichen Zeit abgetastet werden. Dabei werden mindestens zwei Messköpfe verwendet, die über ein gemeinsames Spiegelsystem die Objekte beleuchten und die Oberfläche der Objekte abtasten.

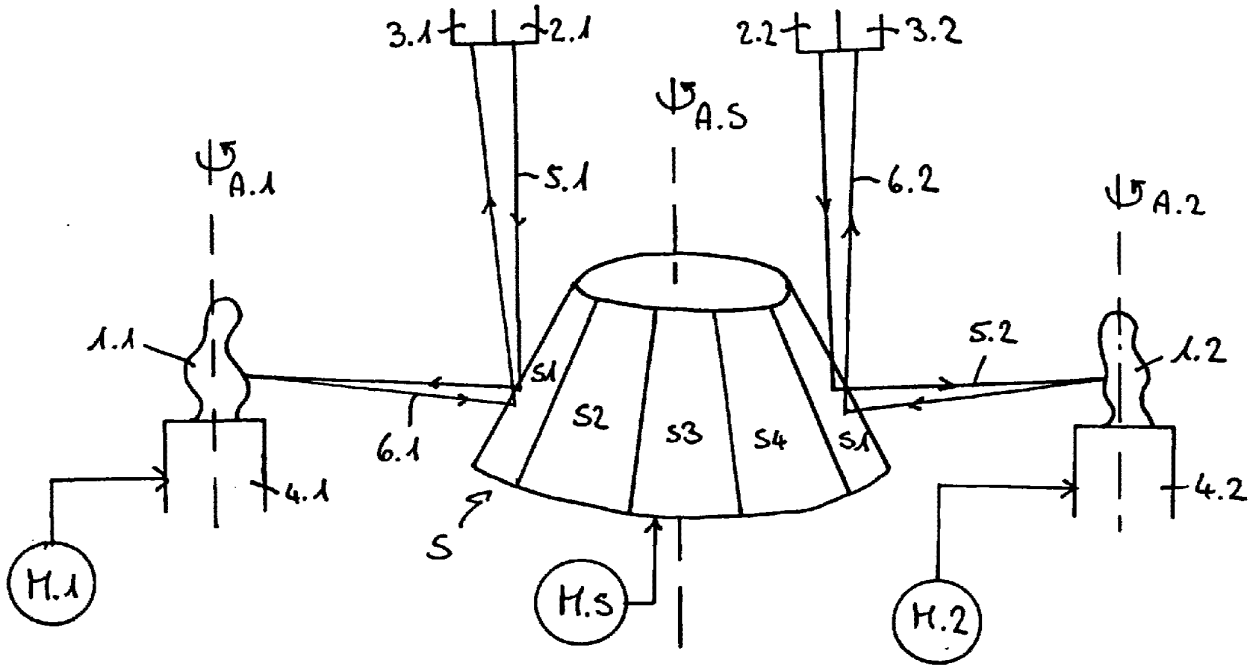


Fig. 1

EP 1 650 529 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abtastanordnung und ein Verfahren zum gleichzeitigen Abtasten von mehreren Objekten gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

[0002] Es ist bekannt, dreidimensionale Objekte mit Licht abzutasten, um eine digitale Darstellung des Objektes zu erzeugen. Dazu geeignete Anordnungen sind beispielsweise aus DE 33 15 576, DE 42 08 455 oder EP 671 679 bekannt.

[0003] Bei Abtastanordnungen gemäss den oben erwähnten Dokumenten wird ein Lichtstrahl über die Oberfläche eines Messobjektes gelenkt. Das Objekt kann dabei stillstehen, rotieren oder geschwenkt werden. Der Lichtstrahl kann mit beweglich angeordneten Lichtquellen oder mit schwenkbaren Spiegeln oder Kombinationen davon ausgelenkt werden. Die Datenaufnahme erfolgt üblicherweise mit ortsauflösenden CCD-Arrays, mit welchen eine Triangulation möglich ist.

[0004] All diesen Geräten ist gemeinsam, dass nur ein Objekt zu einer Zeit abgetastet werden kann. Das Abtasten ist daher verhältnismässig langsam. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Bekannten zu vermeiden, insbesondere also eine Anordnung und ein Verfahren zu schaffen, mit welchen ein schnelleres Abtasten bei gleicher Abtastgenauigkeit möglicht ist. Dabei ist es insbesondere Aufgabe der Erfindung, dass die Anordnung kompakt ist und sich in den Massen nicht wesentlich von einer bekannten Messanordnung unterscheidet.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einer Abtastanordnung und mit einem Verfahren gemäss dem kennzeichnenden Teil der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0006] Die Abtastanordnung zum Abtasten von Objekten mit einem gebündelten Lichtstrahl weist wenigstens zwei Objektalterungen. Der Lichtstrahl wird wie in herkömmlichen relativ zur Oberfläche des Objekts bewegt. Es ist ausserdem irrelevant, ob der Lichtstrahl durch die Lichtquelle selbst gebündelt wird, wie das bei einem Laser der Fall sein kann, oder ob eine Fokussieranordnung den Lichtstrahl bündelt. Die Objekthalterungen sind zur Aufnahme von je mindestens einem Objekt ausgebildet.

[0007] Weiter sind Mittel zum Erzeugen von mindesetens einem Lichtstrahl pro Objekt vorgesehen. Zum Erzeugen von mehreren Lichtstrahlen können mehrere Lichtquellen verwendet werden. Es kann auch ein Strahlteiler eingesetzt werden, mit welchem ein Strahl in eine vorbestimmte Anzahl von Lichtstrahlen geteilt wird.

[0008] Jedem Lichtstrahl ist ein Lichtempfänger zugeordnet. Als Lichtempfänger können lichtempfindliche Detektoren wie z.B. Photodioden oder CCD-Einheiten dienen. Besonders geeignet sind ortsauflösende CCD-Arrays, mit welchen das Abtasten mit dem Triangulationsprinzip erfolgt. Eine Abtastanordnung und ein Verfahren, welche zur Anpassung in die vorliegende Erfindung besonders geeignet sind, werden in der Anmeldung EP 04 00 5732 beschrieben. Die Offenbarung daraus ist hiermit durch Querverweis in diese Beschreibung eingeschlossen.

[0009] Besonders vorteilhaft an der vorliegenden Erfindung ist, dass mehrere Objekte gleichzeitig in der gleichen Anordnung abgetastet werden können. Gleichzeitig bedeutet, dass zumindest zeitweise auf mindestens zwei Objekte zur gleichen Zeit mindestens je ein Lichtstrahl auftrifft. Dadurch kann die gesamte Abtastzeit reduziert werden, wenn mehrere Objekte erfasst werden sollen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Ohrabdrücke beider Ohren oder zusammengehörige Präzisionsteile aus der Feinmechanik erfasst werden sollen. Ausserdem ist es möglich, die Elemente der Abtastanordnung so anzuordnen, dass diese nicht wesentlich grösser ist als eine herkömmliche Anordnung. Insgesamt gesehen ist eine solche Abtastanordnung pro abzutastendes Objekt günstiger, weil mehrere Elemente der Anordnung beim Abtasten beider Objekte simultan verwendet werden können.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind zwei Halterungen für Objekte vorgesehen. Somit können zwei Objekte zur gleichen Zeit abgetastet werden. Die beiden Objekte können beispielsweise die beiden Ohrabdrücke eines Benutzers eines Hörgeräts sein.

[0011] Vorteilhaft ist mindestens einer der Halterungen ein Magazin zugeordnet. Das Magazin umfasst Aufnahmestellen zur Aufnahme und Bereitstellung von einer vorbestimmten Anzahl von Objekten. Die Objekte werden automatisiert aus dem Magazin in die zugeordnete Halterung eingesetzt und nach dem Abtasten wieder vom Magazin aufgenommen. Dazu werden vorteilhaft Roboterarme eingesetzt, aber andere Hilfsmittel sind ebenfalls denkbar. Wenn nur wenige Objekte im Magazin bereit gestellt werden, ist auch manuelles Wechseln der Objekte denkbar.

[0012] Vorteilhaft sind die Aufnahmestellen des Magazins nummeriert. Die Objekte werden der Halterung dann in einer vorbestimmten Reihenfolge übergeben.

[0013] Alternativ oder ergänzend können die Aufnahmestellen des Magazins zur eindeutigen Aufnahme von Objekten kodiert sein. Eine Kodierung kann beispielsweise durch die Form der Aufnahmeöffnungen gegeben sein. Als Kodierung werden sämtliche Hilfsmittel betrachtet, welche eine eindeutige Aufnahme der Objekte in den Aufnahmestellen des Magazins ermöglichen. Eindeutig bedeutet, dass die Position und/oder die Ausrichtung des Objektes in der Aufnahmestelle im Bezug zum Magazin eindeutig zuordenbar ist.

[0014] Bei einer besonders geeigneten Form der Kodierung wird das Objekt im Magazin auf einen Träger gesetzt, welcher gemeinsam mit dem Objekt auf die Objekthalterung gebracht wird. Der Träger kann mit einer maschinenlesbaren Kodierung versehen werden, z.B. einem Barcode, einem Elektrochip oder einem RF-Tag. Weiter kann der Träger so gestaltet sein, dass die Position und/oder Ausrichtung des Objekts darauf eindeutig ist. Dadurch ist die Position und/oder Ausrichtung des

Objekts bezüglich dem Träger eindeutig bekannt und auch dann nachvollziehbar, wenn das Objekt vom Magazin auf die Halterung gesetzt wird.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Halterungen passend zur Aufnahme von Gebiss- oder Zahnmodellen gestaltet. Besonders vorteilhaft sind die Aufnahmestellen des Magazins in dieser Ausführungsform zur geordneten bzw. kodierten Aufnahme von Zahnmodellen gefertigt. Das Magazin umfasst dann vorteilhaft 8, 16 oder 32 Aufnahmestellen, so dass die Zähne eines halben, eines ganzen oder beider Kiefer aufgenommen werden können. Wird davon ausgegangen, dass keine Weisheitszähne abgetastet werden müssen, kann auch ein Magazin mit 7, 14 oder 28 Aufnahmestellen geeignet sein.

[0016] Die Abtastanordnung umfasst vorteilhaft eine Spiegelanordnung, über welche das Licht von mindestens zwei Lichtquellen auf das entsprechende Objekt gelenkt wird. Das Licht wird dann über mehrere Objekte simultan bewegt. Dadurch können Platz in der Anordnung gespart und die Kosten reduziert werden. Vorteilhaft an einer gemeinsamen Anordnung ist ausserdem, dass die Spiegelanordnung nur einen Antrieb benötigt, wodurch die Kosten weiter gesenkt werden können. Ausserdem können vor allem bei miteinander in Beziehung stehenden Objekten die Fehler aufgrund von Toleranzen verringert werden.

[0017] Weiter ist es vorteilhaft, wenn mindestens zwei Halterungen beweglich angeordnet sind. Um Kosten zu sparen, können die beiden Halterungen mit dem gleichen Antrieb angetrieben werden, wobei die Kraftübertragung beispielsweise über Kupplungen oder Riemen geschehen kann.

[0018] Das Verfahren zum dreidimensionalen Abtasten von Objekten mit einem gebündeltem Lichtstrahl ist dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Objekte zur gleichen Zeit mit der gleichen Abtastanordnung abgetastet werden. Pro Objekt wird mindestens ein Lichtstrahl verwendet. Das Verfahren wird besonders vorteilhaft mit einer Anordnung wie zuvor beschrieben ausgeführt.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform werden zwei Objekte zur gleichen Zeit abgetastet. Dies können beispielsweise die Ohrabdrücke eines Patienten sein.

[0020] Bevorzugt werden Gebiss- und/oder Zahnmodelle abgetastet. Andere Anwendungsgebiete sind ebenfalls denkbar. Das Verfahren ist auch zum Abtasten von Ohrabdrücken, mechanischen Präzisionsteilen oder anderen Objekten geeignet.

[0021] Vorteilhaft können digitale Darstellungen der zugleich abgetasteten Objekte zu einem Bild zusammengefügt werden. Bei mechanischen Präzisionsteilen, beispielsweise Zahnrädern, kann so das Zusammenspiel zweier Teile analytisch erfasst werden.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden ein Objekt und ein Ausschnitt desselben zugleich abgetastet. Besonders bevorzugt sind das ein Gebissmodell sowie ein oder mehrere Zahnmodelle daraus. Die digitalen Darstellungen des Objekts und des Ausschnitts werden vorteilhaft zu einer wenigstens teilweise überlappenden Darstellung zusammengefügt. Wenn es sich beim Objekt um ein Gebissmodell und beim Ausschnitt um ein oder mehrere Zahnmodelle desselben Gebisses handelt, können die Darstellungen des Zahns oder der Zähne in die Darstellung des Gebisses eingebaut werden. Bei Gebissmodellen besteht allgemein das Problem, dass die Zahnzwischenräume nicht oder nur sehr mangelhaft erfasst werden können. Dieses Problem kann mit einer erfindungsgemässen Anordnung reduziert werden, weil durch das Abtasten einzelner Zähne auch die Zahnzwischenräume erfasst werden. Beispielsweise können Gebissmodelle und einzelne Zahnmodelle aus dem Gebiss zur gleichen Zeit erfasst und zu einem Bild zusammengefügt werden. Auch bei anderen Objekten lässt sich durch separate Abtasten eines Ausschnitts des Objekts die Genauigkeit erhöhen. Besonders vorteilhaft am vorliegenden Verfahren ist, dass sich durch das gleichzeitige Abtasten des Objekts und des Ausschnitts die Messzeit nicht erhöht.

[0023] Vorteilhaft ist bei der Verwendung beispielsweise eines Antriebs für mehrere Elemente der Anordnung, dass Fehler aufgrund von Toleranzen reduziert werden.

[0024] Besonders vorteilhaft werden die Ausrichtung des Objekts und des Ausschnitts gegeneinander referenziert. Dies wird insbesondere vereinfacht, wenn der Ausschnitt in einem Magazin bereitgestellt wird, bei welchem die Positionierung kodiert ist. Dadurch ist die Ausrichtung des Ausschnitts bereits bekannt und muss nur noch mit dem Objekt selber in Verbindung gebracht werden. Das gegenseitige Referenzieren des Ausschnitts und des Objekts gegeneinander vereinfacht das Zusammenfügen der Darstellungen. Die benötigte Rechenleistung zum Darstellen des Bildes kann reduziert werden, da für das Zusammenfügen bereits eine Anfangsposition der Bilder gegeneinander gegeben ist. Aus dieser Anfangsposition müssen nur noch geringfügige Abweichungen berücksichtigt werden, welche mechanischen Toleranzen entsprechen.

[0025] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1:	Eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Anordnung,
Fig. 2:	eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform der erfindungsgemässen Anordnung,
Fig. 3:	eine Darstellung eines Magazins für die erfindungsgemässe Anordnung,
Fig. 4a bis 4e:	Darstellungen von Gebissmodellen in verschiedenen Ansichten,
Fig. 5a und 5b:	Erläuterungen der Standardkodierung der Zahnmodelle, und
Fig. 6a und 6b:	eine geeignete Objekthalterung in zwei Stellungen.

[0026] Die bevorzugte Ausführungsform der Abtastan-

ordnung gemäss Fig. 1 ist für das Abtasten von zwei Objekten 1.1 und 1.2 geeignet. Die Objekte 1.1 und 1.2 sind auf je einer Halterung 4.1 und 4.2 befestigt. Die Halterungen 4.1 und 4.2 können um die Achsen A.1 und A. 2 rotiert werden. Angetrieben werden die Halterungen 4.1 und 4.2 durch die beiden Motoren M.1 und M.2. Somit kann jede der beiden Halterungen 4.1 und 4.2 unabhängig von der anderen bewegt werden.

[0027] Als Lichtquellen dienen die Laserlichtsender 2.1 und 2.2. Jeder Lichtquelle ist ein Detektor 3.1 und 3.2 zugeordnet. Die Detektoren 3.1 und 3.2 sind ortsauflösende Detektorarrays, die zur Triangulation geeignet sind. Damit wird die Distanz der Messpunkte vom Detektor bestimmt. In diesem Beispiel werden Laser-Detektor-Einheiten der Firma Fairchild Semiconductors verwendet.

[0028] Die Lichtstrahlen 5.1 und 5.2 werden über eine Spiegelanordnung S von den Lasersendern 2.1 und 2.2 auf die Objekte 1.1 und 1.2 gelenkt. Bei der Spiegelanordnung S sind acht Spiegel S1 bis S4 konusförmig angeordnet. Je zwei Spiegel S1 haben paarweise die gleiche Neigung gegenüber der Achse A.S und sind einander gegenüberliegend auf dem Konus angeordnet. Gleiches gilt für je zwei Spiegel S2, S3 und S4.

[0029] Das Laserlicht 5.1 und 5.2 aus den Sendern 2.1 und 2.2 wird jeweils auf zwei gegenüberliegende Spiegel S1 bis S4 gelenkt. Da gegenüberliegende Spiegel die gleiche Neigung aufweisen, werden die Lichtstrahlen 5.1 und 5.2 unter dem gleichen Winkel auf das Objekt 1.1 bzw. 1.2 gelenkt. Dies ist möglich, weil die beiden Objekte 1.1 und 1.2 ungefähr in einer gleichen Ebene angeordnet sind, welche senkrecht steht zur Achse A.S. Die gesamte Abtastanordnung ist also symmetrisch.

[0030] Die Lichtstrahlen 5.1 und 5.2 werden an den Objekten 1.1 und 1.2 reflektiert. Die reflektierten Lichtstrahlen 6.1 und 6.2 werden wieder über die Spiegelanordnung in die beiden Detektoren 3.1 und 3.2 gelenkt. Die empfangenen Daten werden zu einer nicht dargestellten Rechenanordnung weitergeleitet, welche Teil der Abtastanordnung ist. Die Daten werden in der Rechenanordnung ausgewertet und können über eine Standardschnittstelle, beispielsweise eine USB-Schnittstelle auf einen handelsüblichen PC übertragen werden.

[0031] Eine alternative Ausführungsform ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Anordnung ist in Aufsicht dargestellt. Das Licht des Laserlichtsenders 2 wird in einem Strahlteiler 7 geteilt. Somit werden zwei Lichtstrahlen 5.1 und 5.2 zum Abtasten der Objekte 1.1 und 1.2 erzeugt.

[0032] Analog zum Beispiel gemäss Fig. 1 können die Halterungen 4.1 und 4.2 um je eine vertikale Achse (senkrecht zur Bildebene) rotiert werden. Ausserdem sind die Halterungen entlang diesen Achsen in der Höhe verstellbar. Die Höhenverstellung erfolgt über ein Gewinde. Deshalb wird kein separater Motor zur Höhenverstellung benötigt. Die Halterungen 4.1 und 4.2 werden über den gemeinsamen Motor M angetrieben, die Kraftübertragung erfolgt über die Riemen 8.1 und 8.2.

[0033] Aufgenommen werden die reflektierten Lichtstrahlen 6.1 und 6.2 in den beiden Detektoren 3.1 und 3.2. Die Detektoren können auch so angeordnet sein, dass das reflektierte Licht 6.1 und 6.2 durch den Strahlteiler geführt wird. Dies ist jedoch weniger vorteilhaft, weil dann Interferenzerscheinungen auftreten können.

[0034] Bei allen Ausführungsbeispielen werden die gesammelten Daten an eine Rechenanordnung (nicht dargestellt) weitergeleitet. Diese Rechenanordnung kann entweder ein festes Bestandteil der Abtastanordnung sein oder nach Bedarf mit der Anordnung verbunden werden.

[0035] Besonders vorteilhaft kann eine Anordnung nach Fig. 1 oder 2 zum Abtasten von Gebissmodellen verwendet werden. Bei Gebissmodellen besteht allgemein das Problem, dass die Zahnzwischenräume nicht oder nur sehr mangelhaft erfasst werden können. Mit einer Anordnung gemäss der vorliegenden Erfindung können Gebissmodelle und einzelne Zahnmodelle aus dem Gebiss zur gleichen Zeit erfasst und zu einem Bild zusammengefügt werden.

[0036] Zum Abtasten von einzelnen Zahnmodellen wird vorteilhaft ein Magazin 10 wie in Fig. 3 dargestellt verwendet. Ein Magazin 10 hat 14 Aufnahmestellen 11 bis 71 und 1r bis 7r. Die Aufnahmestellen 11 bis 7l und 1r bis 7r sind nummeriert, wobei jede Zahl einem festgelegten Zahn entspricht. 11 ist der vordere Schneidezahn links, 1r der vordere Schneidezahn rechts. Die Nummerierung geht bis 71 und 7r, was dem hintersten Backenzahn links und rechts entspricht. Die Weisheitszähne werden in diesem Beispiel nicht berücksichtigt. Selbstverständlich wäre es möglich, auch ein Magazin 10 mit 16 Plätzen zur Verfügung zu stellen.

[0037] Auf einem Magazin 10 gemäss Fig. 3 finden also die Zähne eines Kiefers Platz. Jedem Zahn ist eine eindeutige Position im Magazin 10 zugeordnet. Wenn nicht alle Zähne eines Kiefers einzeln abgetastet werden sollen, muss darauf geachtet werden, dass die Zähne in die richtige Aufnahmestelle gesetzt werden.

[0038] Zusätzlich zur Nummerierung sind die Aufnahmestellen 11 bis 7l und 1r bis 7r auch kodiert. Dies bedeutet, dass die Zahnmodelle nur in einer eindeutigen Ausrichtung in die Aufnahmestellen 11 bis 7l und 1r bis 7r gesetzt werden können. Dadurch ist durch das Magazin 10 genau bekannt, welcher Zahn sich in welcher Ausrichtung in welcher der Aufnahmestellen 11 bis 7l und 1r bis 7r befindet. Die Kodierung 11 ist in einem Ausschnitt D in Fig. 3 vergrössert dargestellt. In diesem Beispiel besteht die Kodierung darin, dass in den Aufnahmestellen 11 bis 7l und 1r bis 7r Trägerelemente 12 mit Kodierungsstiften 11 angebracht sind, auf welche sich das Zahnmodell eindeutig setzen lässt. Es ist nicht möglich, das Zahnmodell in einer anderen Ausrichtung auf die Trägerelemente 12 aufzusetzen, als dies durch die mittels der Kodierungsstifte 11 definierte Kodierung erlaubt wird.

[0039] Die Kodierstifte 11 entsprechen der Standardkodierung, die vom Zahntechniker beim Fertigen des Modells verwendet wird. Diese Standardkodierung ist aus

den Fig. 5a und 5b ersichtlich. Der Zahntechniker setzt das Gebissmodell 20 auf je eine Unterlage 27, wobei die Unterlage 27 Positionierstifte 13 enthält. Das Modell 20 lässt sich nur in einer Position auf diese Positionierstifte stellen. Das gleiche gilt, wenn das Modell 20 zu einzelnen Zahnmodellen 22 zersägt wird. Jedes Modell 22 kann auf eindeutige Weise auf die Stifte 12 gesetzt werden. Die Anordnung der Kodierstifte 11 (Fig. 3) entspricht der Anordnung der Positionierstifte 13. Auf jedes Trägerelement 12 (Fig. 3) wird ein Abschnitt 14 der Unterlage 27 abgebildet. Die Trägerelemente 12 (Fig. 3) werden mitsamt dem jeweiligen Zahnmodell 22 in die Halterung 4.2 eingesetzt. Jedes Trägerelement 12 aus Fig. 3 ist zur zusätzlichen Absicherung mit einem Elektrochip (nicht sichtbar) kodiert, wobei der Elektrochip die Information über die Nummer 11 bis 71 bzw. 1r bis 7r der Aufnahmestelle und die Ausrichtung der Kodierstifte 11 enthält. Ausserdem gibt eine Positionsmarkierung 15 Auskunft über die Ausrichtung des Trägers 12. Dadurch wird sichergestellt, dass die Zahnmodelle 22 (Fig. 5a) in einer eindeutigen Position abgetastet werden. Das gleiche Vorgehen wird zum Kodieren des Modells 21 und der Zahnmodelle 23 des Unterkiefers angewandt.

[0040] Wenn die Ausrichtung der einzelnen Zahnmodelle 22, 23 sehr genau ist, kann sogar auf das Abtasten des gesamten Gebissmodells 20, 21 verzichtet werden. Hohe Genauigkeit in der Ausrichtung erreicht man beispielsweise, indem die Kodierstifte 11 eine konische Form aufweisen, dadurch verringert sich das mechanische Spiel. Das Abtasten des gesamten Gebissmodells 20, 21 kann grundsätzlich weniger genau durchgeführt werden, als das Abtasten eines einzelnen Zahnmodells 22, 23, weil kleinere Objekte mit grösserer Genauigkeit erfasst werden können. Ausserdem kann die Abtastgeschwindigkeit weiter erhöht werden, wenn beide Halterungen 4.1 und 4.2 durch ein Magazin 10 mit Zahnmodellen 22, 23 gespeist werden.

[0041] In den Figuren 4a bis 4e sind Gebissmodelle in verschiedenen Ansichten dargestellt. Zum Abtasten wird in die Halterung 4.1 das Gebissmodell eines Kiefers 20 oder 21 gespannt, während die andere Halterung 4.2 durch das Magazin 10 gespeist wird. Das Entnehmen eines Objekts 1.2 aus dem Magazin 10 sowie das Einsetzen des Objekts 1.2 in die Halterung 4.2 wird mit einem herkömmlichen Roboterarm (nicht dargestellt) ausgeführt. Derselbe Roboterarm nimmt nach vollendeter Messung das Objekt 1.2 aus der Halterung 4.2 und setzt es wieder in das Magazin 10 ein. In der Halterung 4.2 wird also hintereinander ein Zahn 22, 23 nach dem anderen abgetastet.

[0042] Es ist möglich, die Modelle des Oberkiefers 20 und des Unterkiefers 21 in einem Abtastvorgang zu erfassen, indem die beiden Modelle 20 und 21 Rücken an Rücken aneinander befestigt werden (siehe Fig. 4d). Das Abtasten des gesamten Gebissmodells 20, 21 dauert wesentlich länger als das Abtasten eines einzelnen Zahns 22, 23. Deshalb wird durch das gleichzeitige Abtasten von Zähnen viel Zeit gespart, da einige Zähne 22, 23 fertig abgetastet werden können, bis das Gebissmodell abgetastet ist. Voraussetzung dafür ist, dass wie in Fig. 1 dargestellt, beide Halterungen 4.1 und 4.2 unabhängig voneinander bewegt werden können.

[0043] Da die Position und Ausrichtung der einzelnen Zähne bekannt ist, muss nur das Gebissmodell an sich auch kodiert werden. Dadurch wird das rechnerische Zusammenfügen der Darstellungen der Zähne und der Darstellung des Gebisses wesentlich vereinfacht. Aus den bekannten Daten kann die Darstellung eines Zahns ungefähr richtig in die Darstellung des Gebisses eingefügt werden. Es ist nur noch eine Fehlerkorrektur notwendig, um die Darstellung des Zahns genau in die Darstellung des Gebisses einzufügen. Die Fehlerkorrektur erfolgt mit dem Fachmann bekannten Methoden, als Beispiel sei die Methode der kleinsten Fehlerquadrate genannt.

[0044] Zur Ausrichtung des Gebissmodells kann dieses direkt markiert werden. Besonders geeignet ist es, wenn die Modelle von Oberkiefer 20 und Unterkiefer 21 Rücken an Rücken aneinander befestigt werden. Vorangehend erfolgt eine Positionierung der Modelle durch den Zahntechniker. In allen drei Raumdimensionen werden die Modelle gleich wie im Kiefer orientiert, was der Zahntechniker mit den üblichen ihm zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln macht. Die ausgerichteten Kiefermodelle 20 und 21 passen wie in Fig. 4a dargestellt aufeinander.

[0045] Die vom Zahntechniker ausgerichteten Modelle 20 und 21 werden anschliessend markiert. Zur Positionierung in der x-y-Ebene (Beissebene) werden die Modelle beider Kiefer 20 und 21 mit einem exakt überschneidenden gleichseitigen Dreieck 24 markiert. Selbstverständlich könnte jede andere Form als ein Dreieck 24 zur Markierung verwendet werden. Das Markierungsdreieck 24 dient zugleich zur Erkennung der Ausrichtung des Gebisses. Beispielsweise kann das Dreieck auf einem der beiden Kiefer 20 oder 21, beispielsweise dem Oberkiefer 20, immer so positioniert werden, dass die Basislinie b des Dreiecks verlängert durch den Zwischenraum zwischen dem 6. und dem 7. Zahn geht und die Höhe h verlängert durch den Zwischenraum zwischen den vordersten beiden Schneidezähne führt. Wenn die Markierung mit abgetastet wird, kann daran die Referenzierung für das Einfügen der Darstellungen der Zahnmodelle vorgenommen werden.

[0046] Es ist auch möglich, dass die Markierung 24 nur verwendet wird, um die Modelle des Oberkiefers 20 und des Unterkiefers 21 exakt Rücken an Rücken zu positionieren. Nach dem Abtasten müssen beide Modelle 20 und 21 rechnerisch um 180° gedreht werden, dann stimmt die Ausrichtung der Modelle in x-y-Richtung. Die Positionierung Rücken an Rücken ist in Fig. 4d dargestellt. Die beiden Kiefermodelle 20 und 21 werden mittels der Verbindung 28 in der gegeneinander ausgerichteten Position gehalten.

[0047] Zur Festlegung des Abstandes der beiden Kiefer 20 und 21, was der Ausrichtung entlang der z-Achse entspricht, werden Abstandhalter 25 und 26 in die Modelle des Oberkiefers 20 und des Unterkiefers 21 einge-

baut. Besonders vorteilhaft sind erfahrungsgemäss keil- und nutförmige Abstandhalter 25 und 26, die ineinander passen. Dies ist in den Fig. 4b und 4c dargestellt. Die Öffnung des Keils 25 bzw. der Nut 26 kann zusätzlich die Information enthalten, in welche Richtung der Kiefer bei einer Kaubewegung bewegt wird.

[0048] Da die Abstandhalter ebenfalls mit abgetastet werden, können die Darstellungen des Oberkiefers 20 und des Unterkiefers 21 anschliessend zu einem gemeinsamen Bild zusammengefügt werden. Mit einer geeigneten Software kann dann die Kaubewegung simuliert werden. Falls Stiftzähne, Kronen oder Brücken benötigt werden, können diese ebenfalls mit einer geeigneten Software simuliert und gemäss der Berechnung gefertigt werden. Die Abstandhalter 25 und 26 können zusätzlich anstatt der Markierung 24 zur Referenzierung der Modelle dienen.

[0049] In den Fig. 6a und 6b ist eine Objekthalterung 4 dargestellt, die zur Aufnahme von Gebiss- oder Zahnmodellen 20 bis 23 geeignet ist. Insbesondere, wenn die Modelle 20 und 21 des Ober- und Unterkiefers wie in Fig. 4d dargestellt gemeinsam abgetastet werden sollen, ist eine solche Halterung 4 geeignet, da sie robust genug ist, das Gewicht des gesamten Modells zu tragen. Vorzugsweise besteht die Halterung 4 aus Aluminium, da dieses leicht ist. Denkbar sind aber auch andere widerstandsfähige Materialien wie z.B. Stahl oder verstärkter Kunststoff.

[0050] Die Halterung 4 besteht aus drei Zylinderabschnitten 31, 32 und 33, welche sich auf einer Grundplatte 30 befinden. Der Zylinderabschnitt 31 ist gegenüber der Grundplatte um die Achse A31 drehbar. Wenn der Abschnitt 31 gedreht wird, werden die oberen beiden Abschnitte 32 und 33 mitgedreht. Der Abschnitt 32 ist gegenüber dem Abschnitt 31 um die Achse A32 drehbar. Die Achse A32 präzidiert um die Achse A31, wenn der Abschnitt 31 um die Achse A31 gedreht wird. Bei einer Rotation des Abschnitts 32 um die Achse A32 steht der Zylinderabschnitt 31 still, der Abschnitt 33 hingegen wird mitgedreht. Der Zylinderabschnitt 33 wiederum ist um die Achse A33 gegenüber dem Abschnitt 32 drehbar. Die Achse A33 präzidiert um die Achse A32, wenn der Abschnitt 32 um die Achse A32 rotiert wird. Bei einer Rotation von Abschnitt 33 um die Achse A33 werden die unteren beiden Abschnitte 31 und 32 nicht mitgedreht. Zwischen den Elementen 30, 31, 32 und 33 befinden sich Kugellager K31, K32 und K33, welche die jeweilige Rotation erleichtern. Dem Fachmann sind unterschiedliche Antriebe bekannt, mit welchen sich die Zylinderabschnitte rotiert werden können.

[0051] Die Achse A32 ist gegenüber der Achse A31 um einen Winkel von ca. 8° verkippt. Dadurch kann ein Objekt 1.1, welches auf dem Zylinderabschnitt 33 befestigt wird, gegenüber der Hauptdrehachse um bis zu 16° gekippt werden. Die Ausrichtung des Objekts 1.1 nach dem Kippen wird durch eine Rotation des Abschnitts 33 um die Achse A33 bestimmt. Mit dieser Halterung 4 kann das Objekt also um die Achse A31 rotiert werden, wobei verschiedene Kippstellungen des Objekts 1.1 gewählt werden. Dadurch kann das Objekt 1.1 in unterschiedlichen Ansichten abgetastet werden. Die Auswirkungen des Verkippens sind in der Anmeldung EP 04 00 5732 detailliert beschrieben.

Patentansprüche

1. Abtastanordnung zum Abtasten von Objekten (1.1, 1.2) mit einem gebündelten Lichtstrahl (5, 5.1, 5.2), wobei der Lichtstrahl (5, 5.1, 5.2) relativ zur Oberfläche des Objekts (1.1, 1.2) bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung wenigstens zwei Objekthalterungen (4.1, 4.2) und Mittel zum Erzeugen von wenigstens einem Lichtstrahl (2, 2.1, 2.2, 7) pro Objekt (1.1, 1.2) sowie jeweils einem Lichtstrahl (6.1, 6.2) zugeordnete Lichtempfänger (3.1, 3.2) zum gleichzeitigen Abtasten von wenigstens zwei Objekten (1.1, 1.2) aufweist.

2. Abtastanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Objekthalterungen (4.1, 4.2) vorgesehen sind.

3. Abtastanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Halterungen (4.1, 4.2) ein Magazin (10) mit Aufnahmestellen (11-71, 1r-7r) zur Aufnahme und Bereitstellung einer vorbestimmten Anzahl von Objekten (1.1, 1.2) zugeordnet ist.

4. Abtastanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmestellen (11-71, 1r-7r) des Magazins (10) nummeriert sind.

5. Abtastanordnung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmestellen (11-71, 1r-7r) des Magazins (10) zur eindeutigen Aufnahme von Objekten (1.1, 1.2) kodiert sind.

6. Abtastanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterungen (4.1, 4.2) zur Aufnahme von Gebiss- (20, 21) und/oder Zahnmodellen (22, 23) ausgebildet sind.

7. Abtastanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmestellen (11-71, 1r-7r) des Magazins (10) zur geordneten und/oder kodierten Aufnahme von Zahnmodellen (22, 23) ausgebildet sind.

8. Abtastanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Spiegelanordnung (S) vorgesehen ist, über welche die Lichtstrahlen (5, 5.1, 5.2) von mindestens zwei mindestens zwei Lichtquellen (2, 2.1, 2.2, 7) auf das entsprechende Objekt (1.1, 1.2) gelenkt wird.

9. Abtastanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Halterungen (4.1, 4.2) beweglich angeordnet sind.

10. Abtastanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein gemeinsamer Antrieb (M) zur Bewegung von mindestens zwei Halterungen (4.1, 4.2) vorgesehen ist.

11. Verfahren zum Abtasten von Objekten (1.1, 1.2) mit einem gebündeltem Lichtstrahl (5, 5.1, 5.2), insbesondere in einer Anordnung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Objekte (1.1, 1.2) zur gleichen Zeit mit der gleichen Abtastanordnung abgetastet werden, wobei zum Abtasten pro Objekt (1.1, 1.2) mindestens ein Lichtstrahl (5, 5.1, 5.2) verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Objekte (1.1, 1.2) zur gleichen Zeit abgetastet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** Gebiss- (20, 21) und/oder Zahnmodelle (22, 23) abgetastet werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** digitale Darstellungen der zugleich abgetasteten Objekte (1.1, 1.2) zu einem Bild zusammengefügt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Objekt (1.1, 1.2) und ein Ausschnitt desselben, vorzugsweise ein Gebissmodell (20, 21) sowie ein oder mehrere Zahnmodelle (22, 23) daraus zugleich abgetastet werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die digitalen Darstellungen des Objekts (1.1, 1.2) und des Ausschnitts zu einer wenigstens teilweise überlappenden Darstellung zusammengefügt werden.

17. Verfahren nach Anspruch 15 und 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausrichtung des Objekts (1.1, 1.2) und des Ausschnitts gegeneinander referenziert wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtstrahlen (5, 5.1, 5.2) von mindestens zwei Lichtquellen (2, 2.1, 2.2, 7) über eine gemeinsame Spiegelanordnung (S) zum Objekt (1.1, 1.2) gelenkt werden.

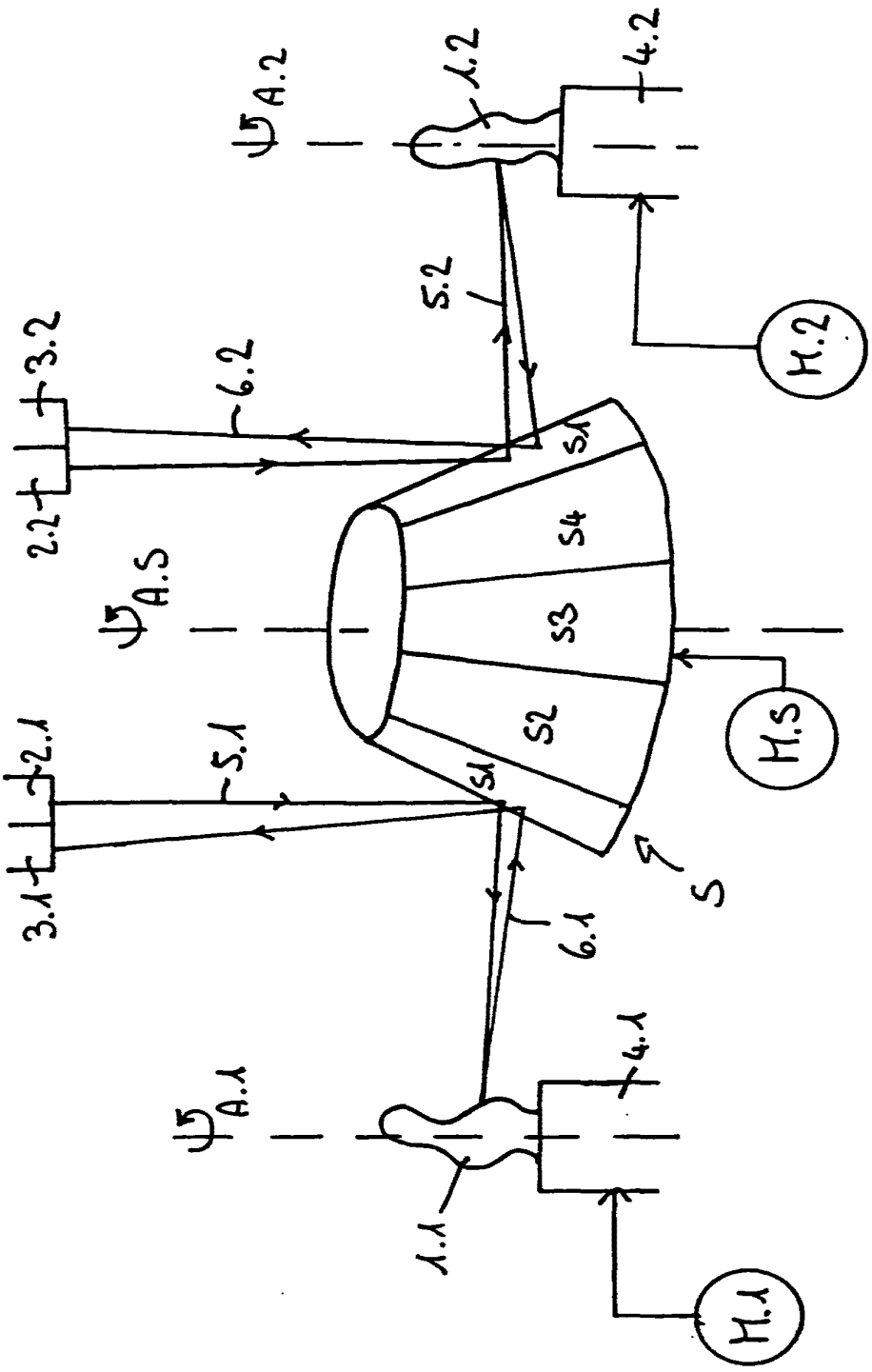


Fig. 1

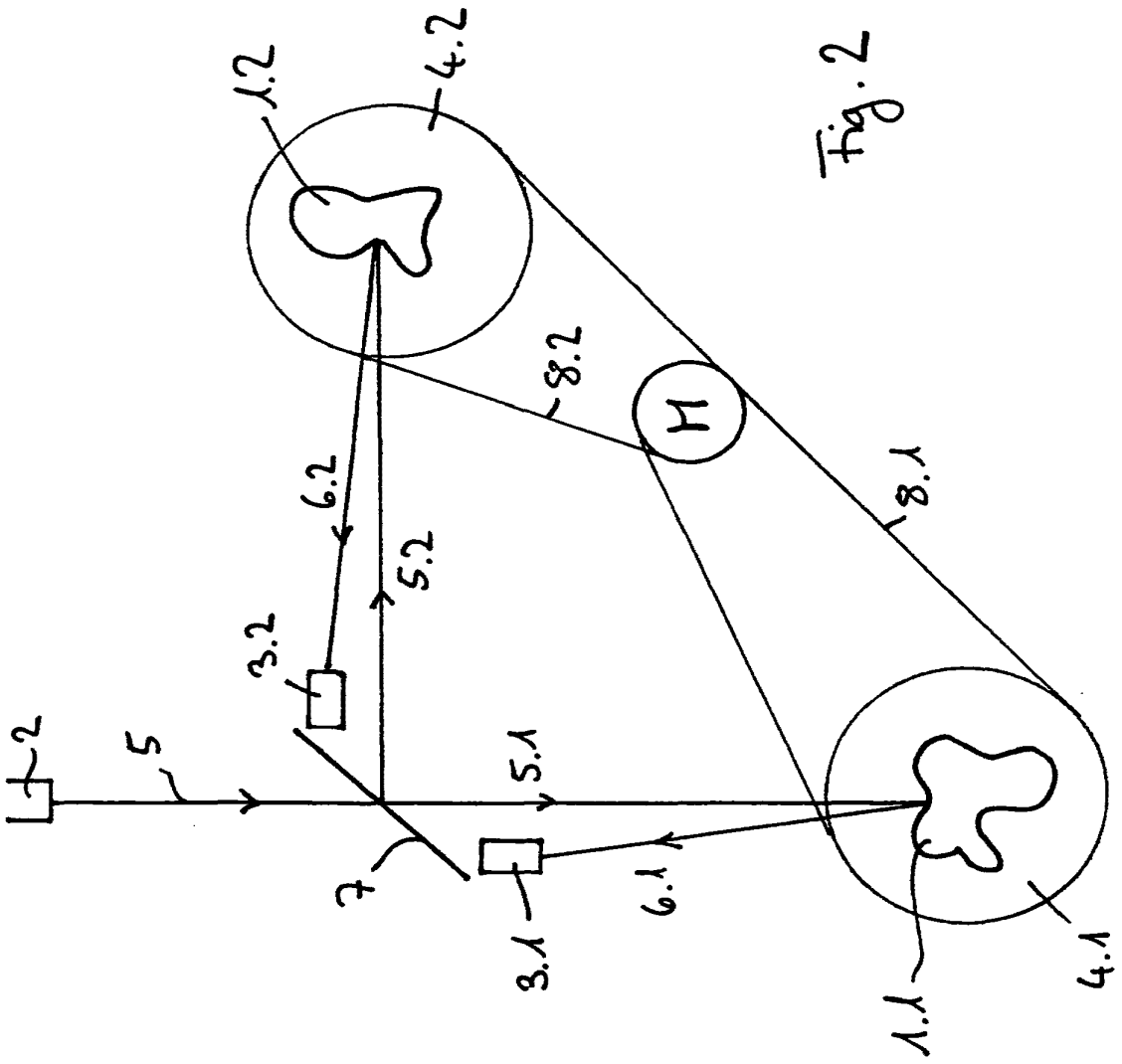


Fig. 2

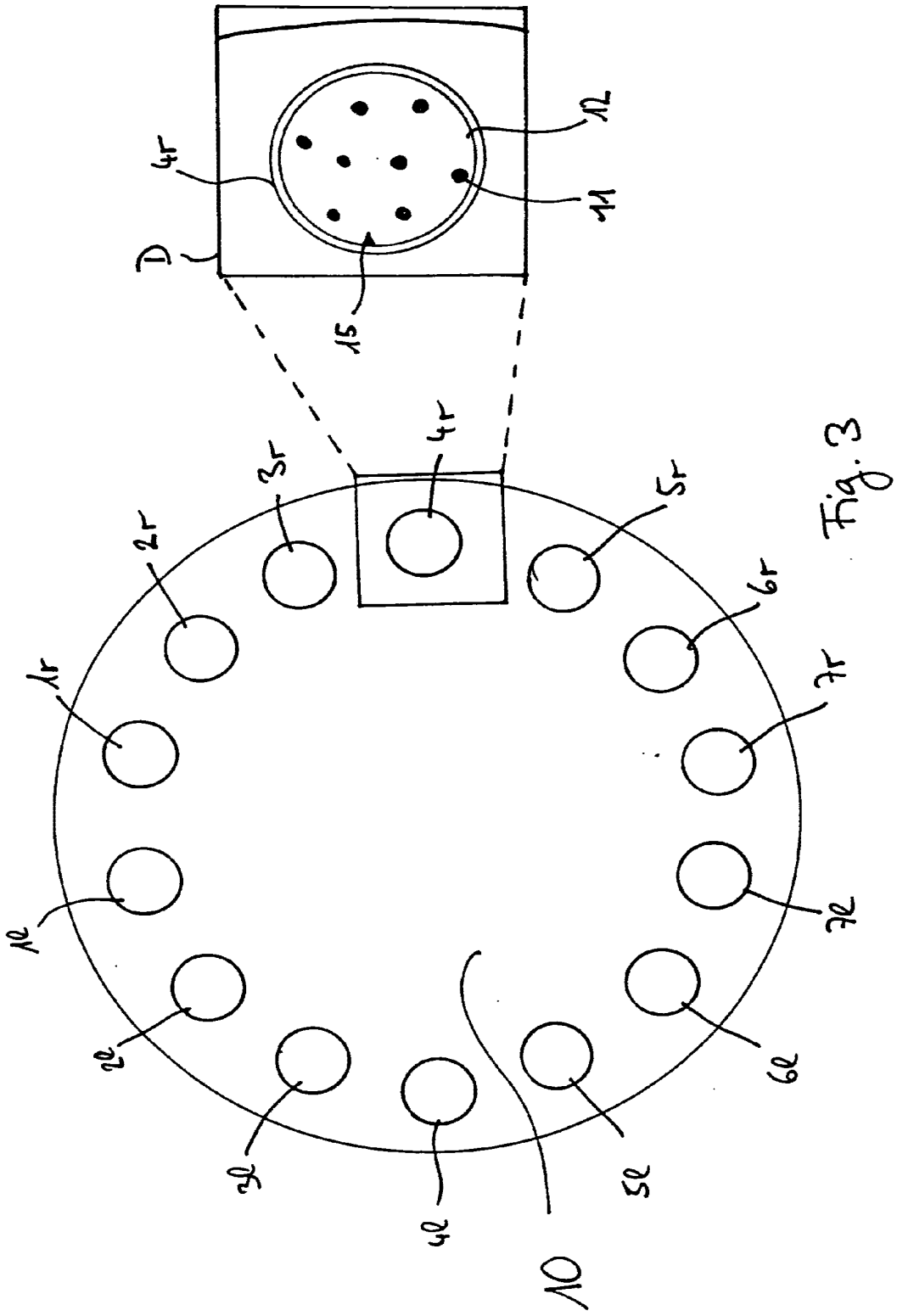


Fig. 3

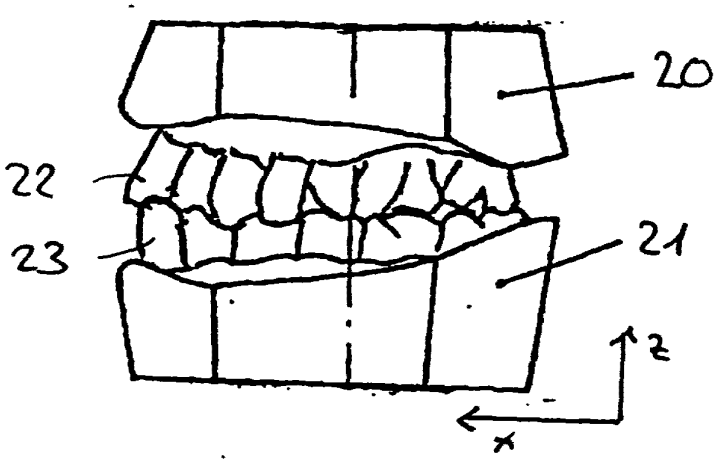


Fig. 4a

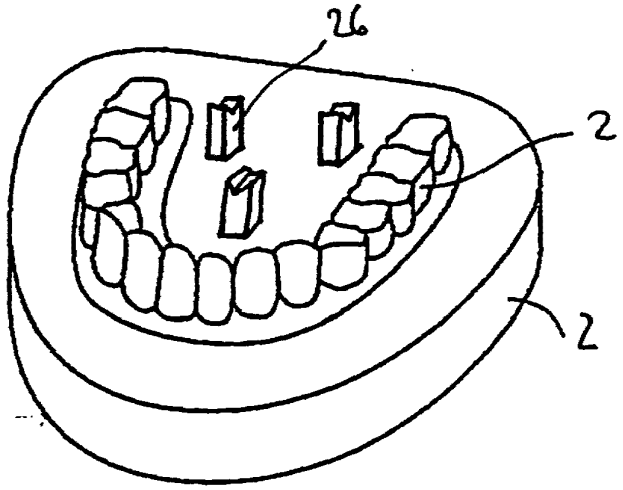


Fig. 4b

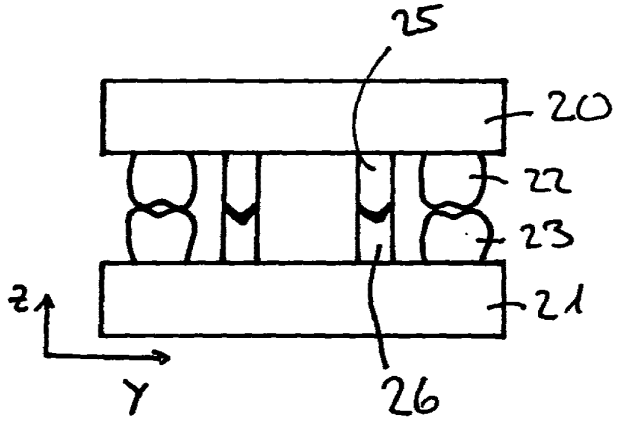


Fig. 4c

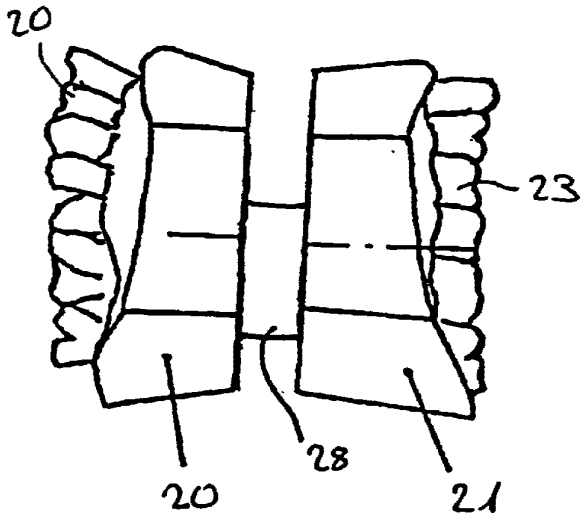


Fig. 4d

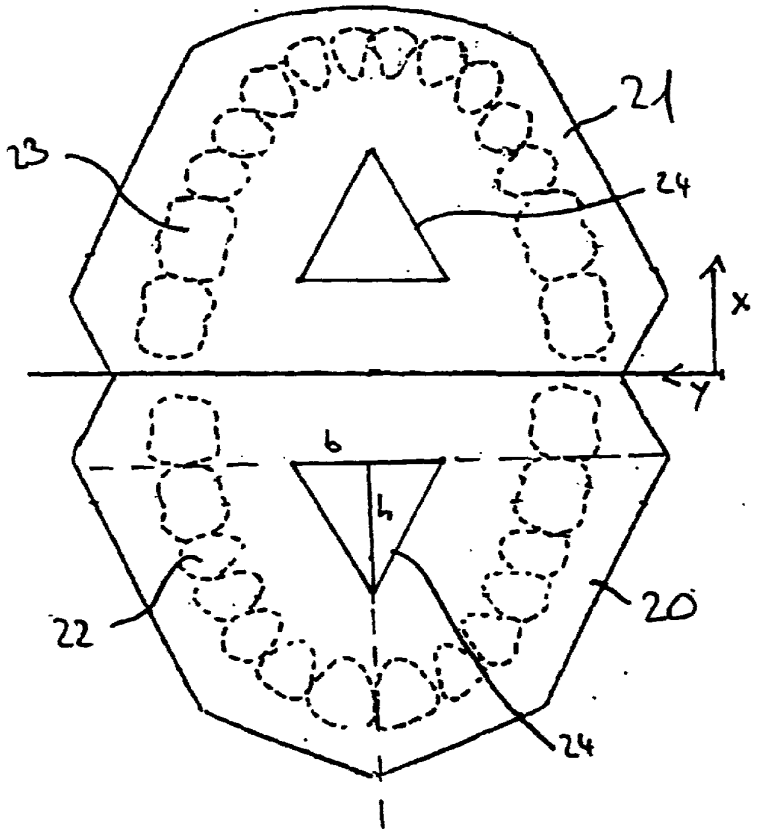


Fig. 4e

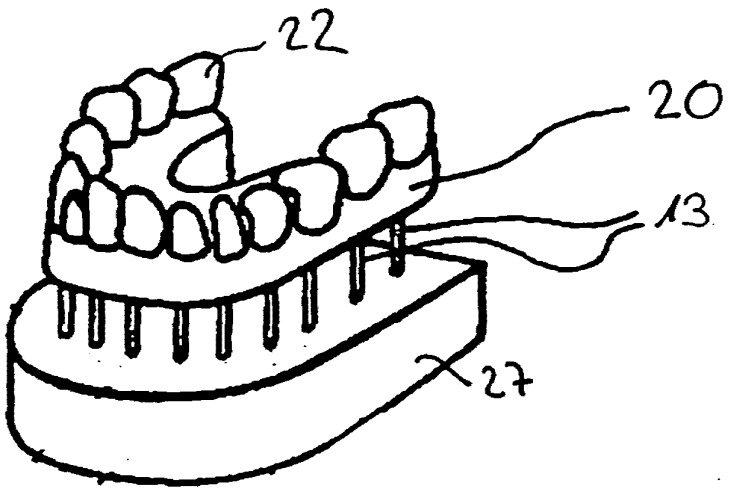
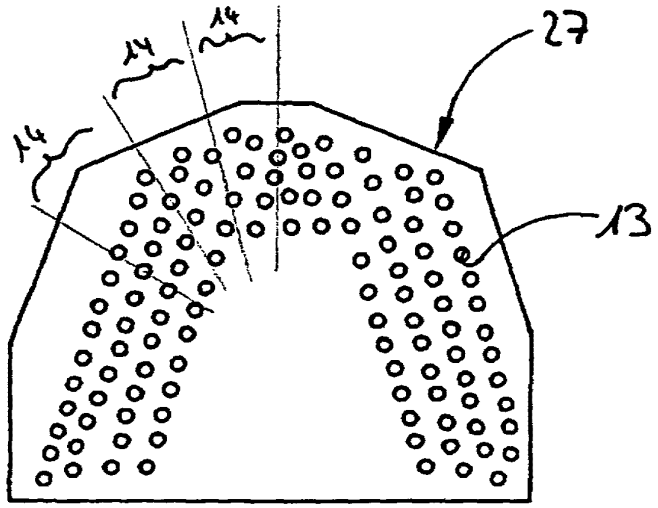


Fig. 5a

Fig. 5b



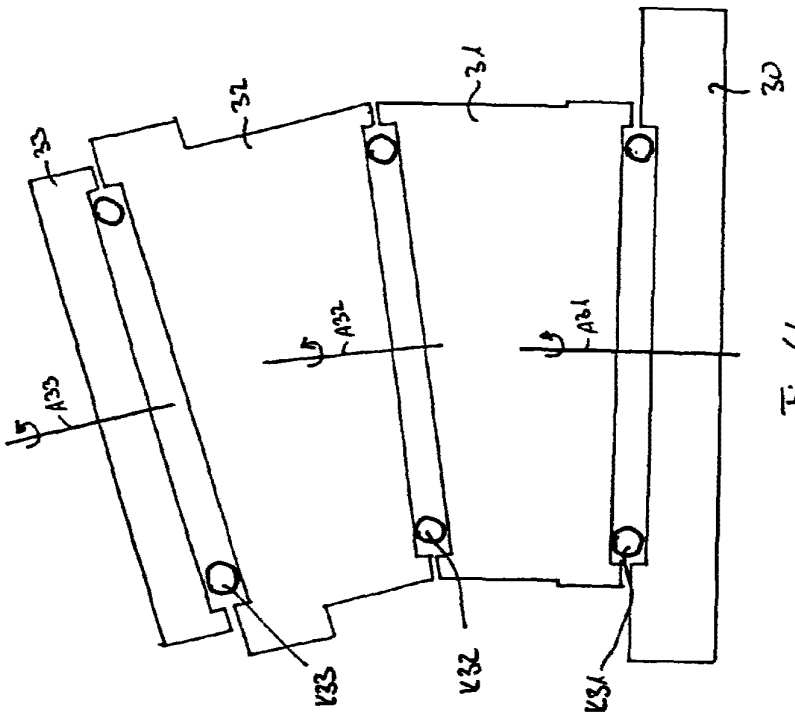

33
32
31
30
A33
A32
A31
K33
K32
K31

Fig. 6b

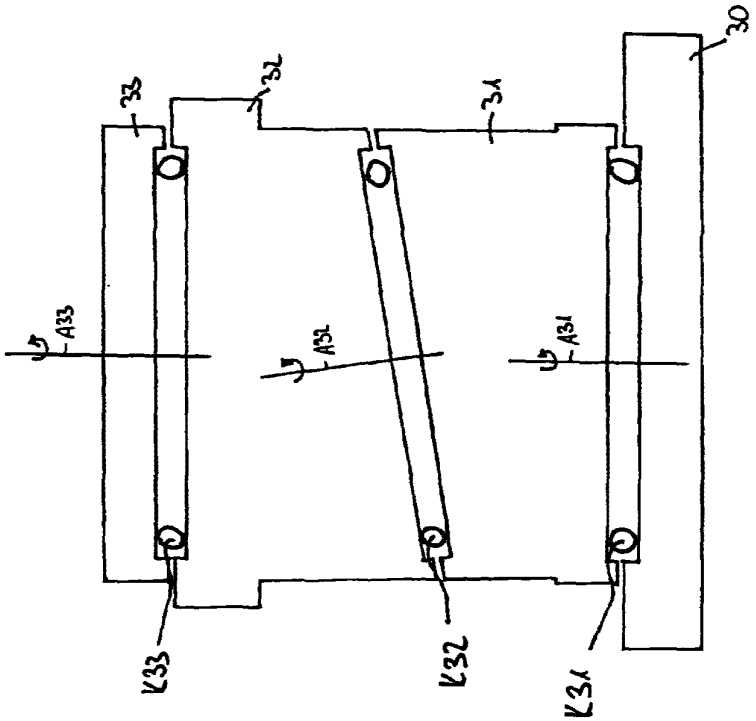

30
33
32
31
A33
A32
A31
K33
K32
K31

Fig. 6a

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 4827

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 303 175 A (KANEBO LTD; KANEBO, LTD) 15. Februar 1989 (1989-02-15)	1,2,6, 8-12, 15-17	G01B11/245 A61C13/00
A	* Spalte 4, Zeile 5 - Spalte 5, Zeile 20; Anspruch 1; Abbildungen 1,2 * * Spalte 6, Zeilen 23-35; Abbildung 7 *	3-5,7, 13,14,18	
X	US 2002/171847 A1 (FUKUMOTO TADASHI ET AL) 21. November 2002 (2002-11-21)	1,2,6,8, 9	
A	* Absätze [0048] - [0056]; Abbildungen 1,2 *	3-5,7, 10-18	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 03, 29. März 1996 (1996-03-29) -& JP 07 294453 A (CENTRAL JAPAN RAILWAY CO; others: 01), 10. November 1995 (1995-11-10)	1,2,8, 11,12, 15-17	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 *	3-7,9, 10,13, 14,18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
X	US 2003/140509 A1 (CASAGRANDE ETTORE) 31. Juli 2003 (2003-07-31)	1,2,8, 11,12, 15-17	G01B A61C
A	* Absätze [0023], [0024]; Abbildung 2 *	3-7,9, 10,13, 14,18	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	14. März 2005	Beyfuß, M

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

1 EPO FORM 1503 03.82 (P04C09)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 04 02 4827

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-03-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0303175 A	15-02-1989	JP 1135352 U	18-09-1989
		JP 7005402 Y2	08-02-1995
		JP 1291110 A	22-11-1989
		JP 1802260 C	26-11-1993
		JP 5012641 B	18-02-1993
		JP 1038640 A	08-02-1989
		JP 1822846 C	10-02-1994
		JP 5035986 B	27-05-1993
		JP 1143947 A	06-06-1989
		JP 1858738 C	27-07-1994
		JP 5075351 B	20-10-1993
		DE 3887937 D1	31-03-1994
		DE 3887937 T2	07-07-1994
		EP 0303175 A2	15-02-1989
		US 4912318 A	27-03-1990
US 2002171847 A1	21-11-2002	JP 2002328014 A	15-11-2002
		JP 2002328012 A	15-11-2002
JP 07294453 A	10-11-1995	JP 3361883 B2	07-01-2003
US 2003140509 A1	31-07-2003	IT VE20000023 A1	12-11-2001
		AT 272205 T	15-08-2004
		AU 6264701 A	20-11-2001
		CN 1429333 A	09-07-2003
		DE 60104543 D1	02-09-2004
		EP 1285225 A1	26-02-2003
		WO 0186227 A1	15-11-2001

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

Computerized production of data records used in examination of artificial dentures, involves using computer to create data record representing artificial denture or part of artificial denture for fabrication of artificial denture

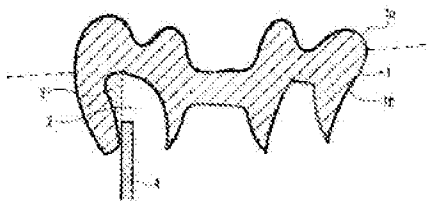
Publication number: DE102005016245 (A1)
Publication date: 2006-10-12
Inventor(s): HOLZNER STEPHAN [DE]; WEBER GERHARD [DE] +
Applicant(s): WILLYTEC GMBH [DE] +
Classification:
- international: ***A61C13/00; A61C19/04; A61C5/08; A61C5/10; A61C13/00; A61C19/04; A61C5/08***
- European: A61C13/00C1
Application number: DE200510016245 20050408
Priority number(s): DE200510016245 20050408

Also published as:
DE102005016245 (B4)
US2006253215 (A1)
US7403830 (B2)

Cited documents:
WO2004038326 (A2)
WO0141670 (A1)

Abstract of **DE 102005016245 (A1)**

The method involves creating a data record representing an artificial denture (1) or part of the artificial denture using a computer for the fabrication of the artificial denture. The computer also stores the created data record. The data record is used to examine the interior part (1b) and exterior part (1a) of the artificial denture. The data record is also used for examining the undercuts (3) formed on the artificial denture. A polishing tool (4) is used for finishing the artificial denture. Independent claims are included for the following: (1) Computer; (2) Computer program for creating data records of artificial dentures; and (3) Computer-readable medium storing the computer program.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 016 245 A1** 2006.10.12

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 016 245.2**
(22) Anmeldetag: **08.04.2005**
(43) Offenlegungstag: **12.10.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***A61C 19/04*** (2006.01)
A61C 13/00 (2006.01)
A61C 5/08 (2006.01)
A61C 5/10 (2006.01)

(71) Anmelder:
Willytec GmbH, 82166 Gräfelfing, DE

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
Holzner, Stephan, 84453 Mühldorf, DE; Weber, Gerhard, 82266 Inning, DE

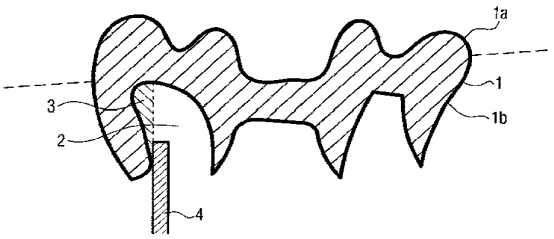
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
WO 2004/0 38 326 A2
WO 01/41 670 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren, Computer, Computerprogramm und computerlesbares Medium betreffend die Prüfung von Datensätzen für Zahnersatzteile**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren, einen Computer, ein Computerprogramm und ein computerlesbares Medium, die die Überprüfung von Datensätzen betreffen, die zur Herstellung von Zahnersatzteilen eingesetzt werden. Die Überprüfung kann die Herstellbarkeit mit einem oder mehreren Verfahren, die Aufsetzbarkeit auf den dazugehörigen Restzahnbereich oder die Überprüfung auf Unterschneidungen sein.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren, einen Computer, ein Computerprogramm und ein computerlesbares Medium, die die Überprüfung von Datensätzen betreffen, die zur Herstellung von Zahnersatzteilen eingesetzt werden.

[0002] Zahnersatzteile können Brücken, Inlays, Overlays, Kronen oder Ähnliches sein. Derartige Zahnersatzteile werden beispielsweise aus Keramiken wie Zinkoxidkeramik, Aluminiumoxidkeramik, In-Ceram oder Metallen oder Legierungen wie (Bio-)Titan oder CrCo Legierungen hergestellt. Auch Gold oder Goldlegierungen sind üblich.

[0003] Um solche Zahnersatzteile auf einen Restzahnbereich aufzubringen, werden die verbliebenen Zähne in der Regel beschliffen, sodass ein Zahnstumpf verbleibt, auf dem ein Zahnersatzteil befestigt werden kann. Auch ist es bekannt, Implantatspfosten in den Kiefer zu implantieren und an diesen Zahnersatzteile anzubringen.

[0004] Zahnersatzteile werden in der Regel mit geeignetem Zement, Kleber oder Ähnlichen auf den Zahnresten oder Implantatspfosten fixiert. Dadurch können kleinere Ungenauigkeiten das Zahnersatzteils ausgeglichen werden. Präzis sitzende Zahnersatzteile sind jedoch zu bevorzugen.

Stand der Technik

[0005] Um Zahnersatzteile herzustellen, wird von dem Restzahnbereich ein Abdruck genommen, mit dem ein Gipsmodell des Restzahnbereichs erstellt wird. Durch Abscannen oder Abtasten eines solchen Modells oder eines Restzahnbereichs kann die Form des Restzahnbereichs in Form eines Datensatzes erfasst werden. Ausgehend von einem solchen Datensatz oder auch unabhängig davon ist es bekannt, Datensätze zu erstellen, die ein Zahnersatzteil oder einen Teil davon repräsentieren. Mit derartigen Datensätzen können maschinelle Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen, wie etwa Fräsverfahren oder Ähnliches, eingesetzt werden.

[0006] Beim Beschleifen der Zähne, der Implantatspfosten oder Ähnlichem wird in manueller Handarbeit in der Regel versucht, diese etwa konisch zu beschleifen, um so ein Aufsetzen des Zahnersatzteils in möglichst einfacher Weise zu ermöglichen. Gelegentlich kann es jedoch vorkommen oder unvermeidlich sein, dass der Restzahnbereich Unterschneidungen aufweist, da eine Beurteilung mit dem bloßen Auge in der engen Mundhöhle recht schwierig sein kann. Dies kann bei der maschinellen Herstellung von Zahnersatzteilen zu Problemen führen.

Aufgabenstellung

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren, einen Computer, ein Computerprogramm und ein computerlesbares Medium zur Verfügung zu stellen, mit dem möglichst viele Arten von Zahnersatzteilen möglichst günstig hergestellt werden können.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren nach den Ansprüchen 1, 27, 28, durch einen Computer nach den Ansprüchen 29, 30 oder 31, durch ein Computerprogramm nach Anspruch 31 oder ein computerlesbares Medium nach Anspruch 32. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen offenbart. Vorteilhafte Ausführungsformen sind insbesondere auch gegeben durch eine Kombination des Verfahrens 27 mit den entsprechenden Verfahrensschritten der Ansprüche 11 bis 26.

[0009] Bei einem Verfahren nach Anspruch 1 wird ein Datensatz geprüft. Der Datensatz kann in einem Computer vorhanden bzw. gespeichert sein. Der Datensatz repräsentiert ein Zahnersatzteil oder einen Teil davon, wie beispielsweise die Innen- oder Außenseite, oder einen Teil davon und prüft, ob diese mit einem bestimmten Herstellungsverfahren herstellbar ist.

[0010] Die Innenseite ist diejenige Seite des Zahnersatzteils, die dem Restzahnbereich zugewandt ist. Die Außenseite ist die vom Restzahnbereich weggewandte Seite. Diese Seite beinhaltet z. B. eine Kaufläche.

[0011] Weist das Zahnersatzteil, das durch den Datensatz repräsentiert wird, beispielsweise eine Unterschneidung auf, so ist es nicht möglich, das Zahnersatzteil mit einer 3-Achs-Fräsmaschine mit einem geradlinigen Fräswerkzeug herzustellen, da der Bereich der Unterschneidung mit dem Werkzeug nicht zugänglich ist. Diese Art der Herstellung ist aber die einfachste und kostengünstigste Möglichkeit. Es kann daher auch geprüft werden, ob ein Zahnersatzteil beispielsweise mit einer 3 + 1-, 4- oder 5-Achs-Fräsmaschine hergestellt werden kann, wobei die Fräszeiten auf solchen Fräsmaschinen kostenintensiver sind, als die einer 3-Achs-Fräsmaschine.

[0012] Ein Zahnersatzteil, das Unterschneidungen aufweist, kann auch dann noch mit einer 3-Achs-Fräsmaschine herstellbar sein, falls ein Formwerkzeug eingesetzt wird. Ein solches ist ein Fräswerkzeug, das nicht zylindrisch ist, sondern eine irgend geartete Außenkontur aufweist, sodass auch mit einer 3-Achs-Fräsmaschine Unterschneidungen gefräst werden können. Jedoch sind auch unter Verwendung eines solchen Formwerkzeugs nicht alle Arten der Unterschneidung mit 3-Achs-Fräsmaschi-

nen herstellbar.

[0013] Bevor mit der Herstellung eines Zahnersatzteils begonnen wird, bzw. bevor die Maschinendaten für einen Fräsvorgang oder einen sonstigen Herstellungsprozess errechnet werden, ist es daher vorteilhaft, dass zunächst geprüft wird, ob das Zahnersatzteil mit einem bestimmten oder mit einem von mehreren bestimmten Herstellungsverfahren herstellbar ist. Auch ein Zahnersatzteil, das keine Unterschneidungen aufweist, kann mit einer 3-Achs-Fräsmaschine mit einem normalen Fräswerkzeug schwierig herzustellen sein, wenn das Fräswerkzeug in einem ganz flachen Winkel an der Oberfläche des Zahnersatzteils anliegt, da dies zu einem Flattern des Werkzeugs und entsprechenden Produktionsungenauigkeiten führen kann. Es ist daher vorteilhaft, einen entsprechenden Grenzwinkel zwischen Fräswerkzeug und Oberfläche zu berücksichtigen.

[0014] Auch ist es möglich, bei der Herstellbarkeitsprüfung den jeweiligen Winkel zwischen Fräswerkzeug und gefräster Oberfläche zu ermitteln und auszugeben, sodass durch einen Bediener eines Computers, der das Verfahren nach Anspruch 1 ausführt, beurteilt werden kann, ob ein entsprechendes Herstellungsverfahren akzeptabel ist oder nicht.

[0015] Vorteilhafterweise erfolgt nach der Herstellbarkeitsprüfung eine automatische Auswahl eines Herstellungsverfahrens. Damit können kostenoptimierte Herstellungsverfahren vor kostenintensiven bevorzugt werden. Das Ergebnis einer entsprechenden Auswahl kann vorteilhafterweise in geeigneter Weise ausgegeben werden. Neben den Kosten durch die Herstellungsverfahren können auch die Kosten für Rohmaterialien berücksichtigt werden, die je nach Herstellungsverfahren variieren können, da beispielsweise Rohlinge mit verschiedenen Höhen verwendet werden können.

[0016] Zusätzlich zum Überprüfen der Herstellbarkeit mit einem bestimmten Herstellungsverfahren ist es weiterhin vorteilhaft, den Datensatz vorab darauf zu prüfen, d. h. vor Herstellung des Zahnersatzteils oder Erstellung von Maschinendaten, ob das Zahnersatzteil auf den Restzahnbereich aufsetzbar sein wird. Es ist prinzipiell jedoch auch möglich, dies erst mit einem hergestellten Zahnersatzteil auszuprobieren. Beim Prüfen der Aufsetzbarkeit wird auch der Datensatz, der den Restzahnbereich repräsentiert, berücksichtigt.

[0017] Zum Prüfen der Aufsetzbarkeit ist es vorteilhaft, verschiedene Relativpositionen der beiden Datensätze gegeneinander zu simulieren. Dabei können sowohl ein Aufsetzen als auch ein Abziehen des Zahnersatzteils auf oder von dem Restzahnbereich simuliert werden oder ein Auf- bzw. Wegschwenken des Zahnersatzteils von dem Restzahnbereich.

[0018] Am einfachsten ist ein Verfahren, bei dem das Zahnersatzteil in der gewünschten Position im Vergleich zu dem Restzahnbereich simuliert und anschließend geprüft wird, ob das Zahnersatzteil durch lineare oder Rotationsbewegungen von dem Restzahnbereich wegbewegt werden kann. Der umgekehrte Weg, bei dem das Aufsetzen simuliert wird, ist jedoch auch möglich.

[0019] Besonders vorteilhaft ist ein Verfahren, bei dem die Eigenbeweglichkeit der Zähne berücksichtigt wird. Durch die Verankerung von Zähnen im Kiefer ist bei normalen Zähnen eine Eigenbeweglichkeit der Zähne gegeben. Implantatspfosten jedoch sind fest mit dem Kiefer verbunden, sodass bei diesen eine Eigenbeweglichkeit nicht vorliegt. Ein Zahnersatzteil, das eine geringe Unterschneidung hat, kann daher bei beweglichen Zähnen unter Ausnutzung der Eigenbeweglichkeit aufgeschnappt werden, wohingegen es beispielsweise bei Implantatspfosten mit der selben Form nicht aufgesetzt werden könnte. Es ist daher vorteilhaft, Zahnbereiche im Vergleich zu Zahnfleischarealen oder Implantatspfosten zu identifizieren, was vorteilhafterweise automatisch durch entsprechende Formerkennung geschieht oder durch Eingabe von Information, mit der ein Teil des Datensatzes als ein Zahn identifiziert wird, sodass diesem Zahnbereich eine Eigenbeweglichkeit zugeordnet werden kann. Hierbei können voreingestellte Daten zur Zahnbeweglichkeit mitberücksichtigt werden.

[0020] Auch kann bei der Überprüfung der Aufsetzbarkeit, die Zahnbeweglichkeit berücksichtigt werden und dabei ermittelt werden, inwieweit die Zähne zum Aufsetzen oder Abziehen des Zahnersatzteils bewegt werden müssen. Eine entsprechende Information kann ausgegeben werden, sodass ein Bediener beurteilen kann, ob die benötigte Zahnbeweglichkeit akzeptabel ist.

[0021] Wird bei der Prüfung, ob das Zahnersatzteil herstellbar und/oder aufsetzbar ist, das Ergebnis erhalten, dass das Zahnersatzteil mit einem bestimmten Herstellungsverfahren nicht herstellbar und/oder nicht aufsetzbar ist, so wird automatisch eine Präparationsanleitung erstellt, die angibt, wie der Restzahnbereich abzuändern ist, um die Probleme zu beseitigen, die dazu geführt haben, dass das Zahnersatzteil mit einem bestimmten Fertigungsverfahren nicht herstellbar und/oder nicht aufsetzbar ist. Die Präparationsanleitung kann vorteilhafterweise in Form von Text und/oder Bildern mit einer Bildschirmausgabe, einem Ausdruck oder in sonstiger Art und Weise erfolgen.

[0022] Auch ist es möglich, falls die Fertigungs- oder die Aufsetzbarkeitsprüfung negativ ausfällt, den Datensatz des Zahnersatzteils zu modifizieren, sodass eine Aufsetzbarkeit und/oder eine Herstellbar-

keit mit einem oder mehreren bestimmten Fertigungsverfahren gegeben ist.

[0023] Die Modifikation des Datensatzes erfolgt vorteilhafterweise automatisch. Sie kann jedoch auch manuell durch entsprechende Dateneingabe erfolgen, die den Datensatz des Zahnersatzteils entsprechend verändert. Eine automatische Modifikation des Datensatzes des Zahnersatzteils wird anhand von bestimmten Kriterien durchgeführt werden. Diese können beispielsweise sein, eine ausreichende Materialstärke, wobei die benötigte Materialstärke von dem Material des Zahnersatzteils abhängen wird.

[0024] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn bei der Modifikation ein vollständiges Einschließen des Zahnstumpfes erhalten bleibt oder erhalten wird. Um den Zahnstumpf vor beispielsweise Karies zu schützen, ist es vorteilhaft, dass dieser vollständig durch das Zahnersatzteil eingeschlossen ist. Dazu muss das Zahnersatzteil am Zahnfleischrand entlang des Zahnstumpfes möglichst dicht an dem Zahnstumpf aufliegen.

[0025] Vorteilhaft ist auch, wenn ein möglichst vollständiger Kontakt zwischen Zahnstumpf und/oder Implantatspfosten oder Ähnlichem erhalten wird oder erhalten bleibt, da dann durch das Klebemittel zwischen Zahnersatzteil und Restzahnbereich eine möglichst hohe Haftwirkung für das Zahnersatzteil erhalten werden kann.

[0026] Im Übrigen können bei der Modifikation des Datensatzes auch die Herstellungskosten, Herstellungszeitdauer, mögliche Herstellungsverfahren oder Vorgaben für die äußere Abmessung des Zahnersatzteils berücksichtigt werden.

[0027] Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform des Verfahrens, bei dem zunächst nur die Innenseite eines Zahnersatzteils geprüft wird. Die Prüfung kann die Prüfung auf Unterschneidungen, auf die Fertigbarkeit mit einem bestimmten Herstellungsverfahren oder auf die Aufsetzbarkeit der Innenseite auf den dazugehörigen Restzahnbereich betreffen. Hierbei kann entweder nur der Datensatz der Innenseite vorliegen oder nur der Teil des Datensatzes, der die Innenseite repräsentiert, berücksichtigt werden.

[0028] Werden bei der Herstellbarkeit oder der Aufsetzbarkeit Probleme erkannt, so kann die Innenseite des Zahnersatzteils, wie oben beschrieben, modifiziert werden.

[0029] Nach positiver Prüfung des Datensatzes, der die Innenseite des Zahnersatzteils repräsentiert oder einer entsprechenden Modifikation des selben, wird dann automatisch oder manuell die Außenseite modelliert. Die manuelle Modellierung würde auch eine computerunterstützte Modellierung sein, bei der durch Eingabe von Daten in einen Computer durch eine Bedienperson die Außenseite modelliert wird. Eine automatische Modellierung vollzieht sich ohne Zutun von einer Bedienperson. Bei der Modellierung der Außenseite können auch verschiedene Kriterien berücksichtigt werden, wie die Wandstärke des Zahnersatzteils, das Material des Zahnersatzteils, Herstellungskosten, -dauer, die möglichen Herstellungsverfahren und die evtl. vorgegebenen maximalen äußeren Abmessungen.

[0030] In einer bevorzugter Ausführungsform werden anhand des Datensatzes des Zahnersatzteils Parameter, die den Fräsvorgang und damit auch die Fräsgenauigkeit betreffen, erstellt. Diese Parameter können beispielsweise die Vorschubgeschwindigkeit des Fräskopfs, die Drehzahl des Fräswerkzeugs, die Art des Fräswerkzeugs, die Verwendung oder die Art des zu verwendenden Kühlmittels sein. Diejenigen Bereiche, die einer erhöhten Genauigkeit bedürfen, können beispielsweise mit einer niedrigen Vorschubgeschwindigkeit gefräst werden, wohingegen weniger kritische Bereiche schneller gefräst werden können. Entsprechendes gilt für die anderen Fräsparameter. Die Außenseite eines Zahnersatzteils braucht keine so hohe Präzision wie die Innenseite. Besonders präzise ist der Bereich der Präparationsgrenze zu fertigen, also derjenige Bereich, der sich am Rand des Kontakts zwischen Zahnersatzteil und Restzahnbereich befindet, da hier eine gute Abdichtung zwischen Stümpfen und Zahnersatzteil gegeben sein sollte. Die erstellten Parameter werden vorzugsweise in einer *.stl Datei (Datei im Stereolithografie-Format) für die Produktion gespeichert oder auf sonstige Weise ausgegeben, damit sie für den Fräsvorgang zur Verfügung stehen.

[0031] Vorteilhafterweise wird die benötigte Höhe eines Rohlings ermittelt, der zur Herstellung des Zahnersatzteils nötig ist. Je nach Orientierung des Datensatzes in Bezug auf das Koordinatensystem eines Rohlings, aus dem das Zahnersatzteil ausgefräst werden soll, sind verschiedenen Höhen des Rohlings erforderlich. Für minimale Rohstoffkosten ist eine minimale Rohlingshöhe vorteilhaft. Andererseits kann auch eine Orientierung des Datensatzes vorteilhaft sein, bei der die Rohlingshöhe nicht minimal ist, sondern etwas höher, da somit der Datensatz so angeordnet werden kann, dass er für die Fräsung unterschneidungsfrei ist. Dies erlaubt einfache und schnelle Herstellungsverfahren, wodurch die erhöhten Rohstoffkosten evtl. ausgeglichen werden können.

[0032] Bei einem Verfahren wird ein Datensatz eines Zahnersatzteils und der Datensatz eines Restzahnbereichs, die beispielsweise in einem Computer gespeichert sein können, daraufhin überprüft, ob das Zahnersatzteil oder ein Teil davon auf den Restzahnbereich aufsetzbar ist. Auch diese Prüfung, ohne auf

die Prüfung der Herstellbarkeit, löst die erfindungsgemäße Aufgabe.

[0033] Das Verfahren kann auch darin bestehen, einen Datensatz dahingehend zu überprüfen, ob er ein Zahnersatzteil mit Unterschneidungen repräsentiert. Liegen keine Unterschneidungen vor, kann beispielsweise eine Überprüfung der Aufsetzbarkeit entfallen, da eine Aufsetzbarkeit dann immer gegeben ist. Auch eine Herstellbarkeit mit einer 3-Achs-Fräsmaschine ist im Prinzip gegeben, wobei jedoch eventuelle Grenzwinkel zwischen Fräswerkzeug und gefräster Oberfläche zu berücksichtigen sind.

[0034] Der Computer weist Einrichtungen zum Speichern eines Datensatzes auf und Mittel mit denen die Herstellbarkeit mit einem oder mehreren bestimmten Herstellungsverfahren und/oder die Aufsetzbarkeit geprüft werden können. Auch kann ein Computer mit einer Einrichtung zum Speichern eines Datensatzes vorgesehen sein, der Mittel aufweist, den Datensatz auf Unterschneidungen zu prüfen.

[0035] Die Verfahren der Ansprüche 1 bis 28 sind vorteilhafterweise in Software implementiert, da so große Datenmengen, wie sie in Datensätzen von Zahnersatzteilen oder Restzahnbereichen vorkommen, gut und schnell verarbeitet werden können. Die Software kann auf einem computerlesbaren Medium gespeichert sein.

Ausführungsbeispiel

[0036] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sollen anhand der beiliegenden Figuren erläutert werden.

[0037] Dabei zeigt:

[0038] Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Zahnersatzteils und eines Fräswerkzeugs;

[0039] Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Zahnersatzteils und eines anderen Fräswerkzeugs;

[0040] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Zahnersatzteils;

[0041] Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Zahnersatzteils und ein Fräswerkzeug;

[0042] **Fig.** 5 eine schematische Darstellung eines Zahnersatzteils und eines Restzahnbereichs;

[0043] Fig. 6 eine andere schematische Darstellung eines Zahnersatzteils und eines Restzahnbereichs;

[0044] Fig. 7 noch eine andere schematische Darstellung eines Zahnersatzteils und eines Restzahnbereichs;

[0045] Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Zahnersatzteils und eines Restzahnbereichs beim Aufsetzen oder Abziehen;

[0046] Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Präparationsanleitung;

[0047] Fig. 10 eine schematische Darstellung eines korrigierten Zahnersatzteils und eines Restzahnbereichs;

[0048] Fig. 11 eine schematische Darstellung von verschieden zu bearbeitenden Zonen eines Zahnersatzteils;

[0049] Fig. 12 eine andere schematische Darstellung von verschiedenen zu bearbeitenden Zonen eines Zahnersatzteils;

[0050] Fig. 13 eine schematische Ansicht eines Datensatzes in verschiedenen Orientierungen relativ zu einem Rohling;

[0051] Fig. 14 eine schematische Darstellung des 3 + 1-Achs Fräsverfahrens.

[0052] In Fig. 1 ist ein Zahnersatzteil **1** dargestellt, das durch einen Datensatz repräsentiert wird. Das Zahnersatzteil **1** hat eine Außenseite **1a** und eine Innenseite **1b**. Die Innenseite **1b** ist die dem Restzahnbereich zugewandte Seite.

[0053] Ein Zahnersatzteil, wie es in Fig. 1 dargestellt ist, soll beispielsweise durch Fräsen hergestellt werden. Ein entsprechendes zylindrisches Fräswerkzeug ist mit der Bezugsziffer **4** dargestellt. Mit dem Fräswerkzeug **4** soll die Aushöhlung **2** des Zahnersatzteils hergestellt werden. Mit einer 3-achsigen Fräsmaschine, die das zylindrische Fräswerkzeug **4** linear in die drei Raumrichtungen bewegen kann, ist der Bereich **3** der Aushöhlung **2** nur dann zugänglich, wenn die Form des Zahnersatzteils **1** unterhalb des Bereichs **3** geändert würde. Dies kommt daher, dass der Bereich **3** eine Unterschneidung darstellt. Der Bereich der Unterschneidung kann mit einem Fräswerkzeug **4**, wie es in Fig. 1 dargestellt ist, mit einer 3-Achs-Fräsmaschine nicht erreicht werden. Mit einer solchen Fräsmaschine ist das dargestellte Zahnersatzteil somit nicht herstellbar.

[0054] In Fig. 2 ist der Fall dargestellt, bei dem als Fräswerkzeug ein Formwerkzeug **5** verwendet wird. Dieses hat an seinem oberen Ende eine Verdickung **6**. Mit einem solchen Fräswerkzeug ist es auch mit einer 3-Achs-Fräsmaschine möglich, leichte Unterschneidungen herzustellen. Bei dem Fall, wie er in Fig. 2 dargestellt ist, wird jedoch auch mit einem solchen Fräswerkzeug der Bereich **3** aus Fig. 1 nicht vollständig zugänglich.

[0055] Durch Verkippen des Fräswerkzeugs **4** oder **5** mit einer 4-Achs- oder 5-Achs-Fräsmaschine wird der Bereich **3** aus Fig. 1 zum Ausfräsen zugänglich, jedoch sind derartige Fräsmaschinen bzw. Fräszeiten wesentlich teurer.

[0056] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann somit zunächst geprüft werden, mit welchem Herstellungsverfahren ein Zahnersatzteil herstellbar ist. Falls die Prüfung für mehrere Herstellungsverfahren durchgeführt wurde, kann das günstigste Herstellungsverfahren ausgewählt werden.

[0057] Bei der Prüfung der Herstellbarkeit kann die Prüfung der Innenseite **1b** und der Außenseite **1a** getrennt voneinander erfolgen. Auch ist es möglich, dass nur die Innenseite oder nur die Außenseite auf ihre Herstellbarkeit überprüft wird. Dies kann sinnvoll sein, da bei einer Nichtherstellbarkeit der Unterseite andere Maßnahmen zu ergreifen sein werden, wie bei einer Nichtherstellbarkeit der Außenseite. Bei einer Nichtherstellbarkeit der Außenseite muss die Außenseite lediglich ummodelliert werden, wohingegen bei einer Nichtherstellbarkeit der Innenseite entweder der Datensatz der Innenseite modelliert oder der Restzahnbereich bearbeitet werden muss.

[0058] Die Probleme mit der Herstellbarkeit eines Zahnersatzteils, wie es in Fig. 1 dargestellt ist, ergibt sich dadurch, dass das Zahnersatzteil **1** eine Unterschneidung **3** aufweist. Probleme mit der Herstellbarkeit können daher beispielsweise durch Überprüfung eines Datensatzes auf Unterschneidungen durchgeführt werden.

[0059] In Fig. 3 ist ein solches Verfahren schematisch dargestellt. Der Datensatz des Zahnersatzteils **1** wird hier mit verschiedenen Linien **7a** bis **7d** geschnitten. Weist die äußere Kontur des Datensatzes nur zwei Schnittpunkte mit allen Linien auf, so liegen keine Unterschneidungen vor. Dies ist beispielsweise bei der Linie **7a** erkennbar, die einen Schnittpunkt mit der Kontur des Datensatzes bei **8a** und bei **8b** aufweist. Die Linie **7b** weist jedoch vier Schnittpunkte **9a**, **9b**, **9c**, **9d** auf. Dies zeigt an, dass hier eine Unterschneidung gegeben ist. Bei den Linien **7c** und **7d** liegen jeweils nur zwei Schnittpunkte vor, sodass hier keine Unterschneidungen gegeben sind.

[0060] Die Richtung der Linien **7a**, **7b**, **7c** kann variiert werden, um den Datensatz auf Unterschneidungen aus anderen Richtungen zu prüfen. Werden die Linien **7a** bis **7d** beispielsweise etwas in Fig. 3 entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht, sodass die Unterschneidung im Bereich **3** in der Aushöhlung **2** nicht mehr erkannt wird, so ergibt sich jedoch eine Unterschneidung in der Aushöhlung **2** auf der rechten Seite.

[0061] Probleme bei der Herstellbarkeit ergeben sich daher insbesondere, falls aus allen Richtungen Unterschneidungen erkannt werden. In diesem Fall ist eine Herstellbarkeit mit einem einfachen Fräswerkzeug (siehe Bezugszeichen **4** in Fig. 1) mit einer 3-Achs-Fräsmaschine nicht möglich.

[0062] Jedoch selbst für den Fall, dass der Datensatz eines Zahnersatzteils keine Unterschneidungen aufweist, kann es Probleme bei der Herstellung geben. Dies ist Fig. 4 veranschaulicht, bei dem das Fräswerkzeug **4** flach unter einem sehr kleinen Winkel α an der Innenseite des Zahnersatzteils **1** angestellt ist. Bei derart niedrigen Winkeln zwischen dem Fräswerkzeug und der gefrästen Oberfläche kann es leicht zu einem Flattern des Fräswerkzeugs kommen, was so zu ungewünschten Ungenauigkeiten bei der Herstellung des Zahnersatzteils **1** führt.

[0063] Das Verfahren zur Prüfung der Herstellbarkeit berücksichtigt somit vorteilhafterweise den Grenzwinkel zwischen Fräswerkzeug und gefräster Oberfläche. Dies kann bei dem in Fig. 3 veranschaulichten Verfahren beispielsweise dadurch erreicht werden, dass an den Schnittpunkten der Winkel zwischen den Geraden und der Oberfläche des durch den Datensatz repräsentierten Zahnersatzteils ermittelt wird.

[0064] Fig. 5a zeigt das Zahnersatzteil **1** zusammen mit einem Restzahnbereich **11**. Dieser Restzahnbereich **11** umfasst zwei Zahnstümpfe oder Implantatspfosten **12**, **13**. Während der Zahnpfosten **12** konisch beschliffen ist, ist der Zahnpfosten **13** nicht exakt konisch beschliffen.

[0065] In Fig. 5b ist dargestellt, wie das Zahnersatzteil **1** auf den Restzahnbereich **11** aufgesetzt ist. Die Innenseite des Zahnersatzteils **1** ist dabei der Form des Restzahnbereichs **11** angepasst. Dies gilt insbesondere für die Bereiche der Zahnstümpfe **12**, **13**. Dass das Zahnersatzteil **1**, wie in Fig. 5b gezeigt, auf den Restzahnbereich **11** passt bedeutet jedoch nicht, dass das Zahnersatzteil **1** auch auf den Restzahnbereich **11** aufsetzbar ist. Dies wird anhand von Fig. 6 verdeutlicht. Hier ist dargestellt, wie versucht wird, das Zahnersatzteil **1** von oben geradlinig auf den Restzahnbereich **11** aufzusetzen. Hierbei kommt es jedoch zu einer Kollision im Bereich **14** zwischen dem Zahnersatzteil **1** und dem Zahnstumpf **13**. Dieses Problem ist auch darauf zurückzuführen, dass das Zahnersatzteil **1** im Bereich **3** (siehe Fig. 1) eine Unterschneidung aufweist. Diese Unterschneidung weist das Zahnersatzteil **1** auf, weil der Restzahnbereich **11** im Bereich des Zahnstumpfes **13** nicht passend geformt ist, sondern vielmehr seinerseits eine Unterschneidung aufweist.

[0066] Vor der Herstellung eines Zahnersatzteils **1** kann daher die Aufsetzbarkeit anhand des Datensatzes geprüft werden. Hierbei wird der Datensatz des

Zahnersatzteils **1** und der Datensatz des Restzahnbereiches **11** in verschiedenen Lagen relativ zueinander simuliert. Dies ist in den Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8 dargestellt. Hierbei werden die Datensätze vorzugsweise sowohl gegeneinander translatiert als auch rotiert. Rotierte Datensätze sind beispielsweise in Fig. 7 dargestellt. Während ein lineares Aufsetzen, wie es in Fig. 6 dargestellt ist, nicht möglich ist, kann dennoch ein Aufrotieren möglich sein, wie es in Fig. 7 dargestellt ist. Bei genauer Prüfung der Datensätze des Beispiels aus den Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8 zeigt sich jedoch, dass bei dem Aufrotieren, der das Aufsetzen des Zahnersatzteils **1** auf den Zahnstumpf **13** ermöglicht, sich ein Problem im Bereich **15** bei dem Zahnstumpf **12** ergeben kann. Hier berühren sich das Zahnersatzteil **1** und der Zahnstumpf **12**, sodass ein Aufsetzen nicht ohne Weiteres möglich sein kann.

[0067] In Fig. 8 ist dargestellt, wie der Zahnstumpf **12** sich auf Grund seiner Eigenbeweglichkeit in eine Position **12'** drehen lässt. Durch eine leichte Bewegung des Zahnstumpfes **12** kann das Zahnersatzteil **1** dann noch unter entsprechender Kraftaufwendung während des Aufsetzens auf den Restzahnbereich **11** aufgesetzt werden. Mit aufgesetztem Zahnersatzteil sollte sich der Zahnstumpf **12** wieder in seiner ursprünglichen Position befinden, da es sonst zu dauerhaften Schmerzen kommen kann. Bei dem Verfahren zum Prüfen der Aufsetzbarkeit ist es somit vorteilhaft, eine Eigenbeweglichkeit von Zähnen zu berücksichtigen. Diese können beispielsweise in Form von Verkippungswinkeln für verschiedene Zähne in Tabellen abgelegt sein. Backenzähne haben hierbei eine andere Eigenbeweglichkeit als Schneidezähne. Auch eine Altersabhängigkeit des Patienten oder sonstige Kriterien können bei der Berücksichtigung der Eigenbeweglichkeit herangezogen werden. Auch eine lineare Eigenbeweglichkeit kann hierbei berücksichtigt werden, also nicht nur ein Verkippen der Zähne.

[0068] Weiterhin kann berücksichtigt werden, dass Implantatspfosten keinerlei Eigenbeweglichkeit aufweisen. Bei der Überprüfung der Aufsetzbarkeit ist es vorteilhaft, festzustellen, ob die Eigenbeweglichkeit der Zähne berücksichtigt werden muss oder nicht und wenn ja, in welchem Maße die Eigenbeweglichkeit nötig ist, um ein Zahnersatzteil später aufsetzen zu können. Dies erlaubt einem Bediener festzustellen, ob die benötigte Eigenbeweglichkeit akzeptabel ist.

[0069] Bei der Prüfung der Aufsetzbarkeit kann entweder von einem Zustand ausgegangen werden, wie er in Fig. 5a gezeigt ist und versucht werden durch Simulation der Relativpositionen der Datensätze zueinander, zu dem Zustand in Fig. 5b zu gelangen oder es kann umgekehrt von der Relativposition ausgegangen werden, wie sie in Fig. 5b dargestellt ist und versucht werden zu simulieren, zu dem Zustand zu gelangen, der in Fig. 5a dargestellt ist.

[0070] Ergibt sich bei der Prüfung der Aufsetzbarkeit (eventuell auch unter Berücksichtigung der Eigenbeweglichkeit von Zähnen), dass eine Aufsetzbarkeit nicht gegeben ist, so besteht eine Möglichkeit darin, den Restzahnbereich zu modifizieren. Hierzu kann eine entsprechende Präparationsanleitung erstellt werden, wie es schematisch in Fig. 9 dargestellt ist. Hier ist dargestellt, dass der Bereich **17** des Zahnstumpfes **12** durch Beschleifen zu entfernen ist. Zur Visualisierung kann beispielsweise eine Trennlinie **16** oder Ähnliches dargestellt sein oder es kann derjenige Bereich des Zahnstumpfes **12** eingefärbt oder sonst wie gekennzeichnet sein, der zu entfernen ist. Hierbei können sowohl zweidimensionale als auch dreidimensionale Darstellungen benutzt werden. Eine entsprechende Präparationsanleitung kann dann einem Zahnarzt oder Ähnlichem zugeschickt werden, um den entsprechenden Restzahnbereich zu modifizieren.

[0071] Die andere Möglichkeit besteht darin, den Datensatz des Zahnersatzteils **1** bereits vor der Herstellung zu modifizieren, sodass eine Aufsetzbarkeit gegeben ist. Dies ist schematisch in Fig. 10 dargestellt. Das Zahnersatzteil **1'** in Fig. 10 unterscheidet sich von dem Zahnersatzteil **1** in den übrigen Figuren dadurch, dass in der Aushöhlung, die zu dem Zahnstumpf **12** gehört, an der rechten Seite ein Bereich **18** weggenommen ist. Dadurch wird die Kollision im Bereich **15**, wie sie in Fig. 8 beim Aufrotieren dargestellt ist, vermieden, sodass ein Zahnersatzteil **1'** auf Grund eines modifizierten Datensatzes ohne Weiteres aufgesetzt werden kann.

[0072] Wie in Fig. 10 zu erkennen, kann sich hierbei jedoch ein Problem im Bereich **19** mit der benötigten Materialstärke ergeben. Durch die Verdünnung des Zahnersatzteils an seinem rechten Bereich durch Wegnahme des Bereichs **18** wird die Materialstärke im Bereich **19** so dünn, dass das Zahnersatzteil eventuell zu fragil wird. Bei der Modifikation des Datensatzes für das Zahnersatzteil **1'** kann daher beispielsweise die benötigte Materialstärke berücksichtigt werden. Im Bereich **19** kann die Materialstärke auf der Außenseite etwas erhöht werden, wie dies mit der Linie **20** angedeutet ist.

[0073] Im Folgenden soll eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens beschrieben werden. Hierbei wird zunächst nur der Teil des Datensatzes, der der Innenseite **1b** entspricht, erstellt oder verwertet. Auch kann nur der Teil der Innenseite betrachtet werden, der mit dem Restzahnbereich bzw. den Stümpfen in Kontakt kommen soll. Nur dieser Teil wird auf Unterschneidungen und/oder seine Herstellbarkeit und/oder seine Aufsetzbarkeit geprüft. Nur die Innenseite bzw. ein Teil davon ist bei der Aufsetzbarkeit problematisch, sodass die Prüfung der Innen-

seite für die Prüfung der Aufsetzbarkeit reicht. Je nachdem zu welchem Ergebnis die Prüfung kommt, kann, wie vorab beschrieben, entweder der Restzahnbereich oder der Datensatz des Zahnersatzteils modifiziert werden.

[0074] Erst nach Festlegung der Innenseite des Zahnersatzteils, nach Prüfung der Herstellbarkeit und der Aufsetzbarkeit wird der Teil des Datensatzes, der die Außenseite des Zahnteils wiedergibt bzw. der fehlende Teil des Datensatzes, automatisch modelliert. Dabei kann dann gleich die benötigte Wandstärke unter Berücksichtigung des gewünschten Materials des Zahnersatzteils, Herstellungskosten, Herstellungszeitdauer etc. berücksichtigt werden. Auch ist es möglich, bei der Modifikation oder Erstellung des Datensatzes entsprechend der Außenseite individuelle Vorgaben für die äußeren Abmessungen zu berücksichtigen. Diese können beispielsweise durch benachbarte Zähne gegeben sein, zwischen die das Zahnersatzteil eingepasst werden muss.

[0075] In Fig. 11 sind verschiedene Zonen a, b, und c auf der Oberfläche des Zahnersatzteils **1** markiert. Die verschiedenen Zonen geben Zonen an, für die unterschiedliche Herstellungsmodi verwendet werden können. Dies bedeutet, dass beispielsweise bei dem Fräsvorgang verschiedene Vorschubgeschwindigkeiten des Fräskopfs oder verschiedene Drehzahlen des Fräswerkzeugs eingesetzt werden können. Höhere Vorschubgeschwindigkeiten können zu einer etwas raueren Oberfläche führen, die an der Außenseite bzw. in der Zone a jedoch in Kauf genommen werden kann. Mit höheren Vorschubgeschwindigkeiten lassen sich die Herstellungszeiten verkürzen. In gleicher Weise können andere Herstellungsparameter für optimierte Herstellungsgeschwindigkeit bzw. minimierte Herstellungskosten für die verschiedenen Zonen gewählt werden. Im Bereich c kann mit einer mittleren Präzision gearbeitet werden, da hier eine gute Genauigkeit für einen guten Sitz erforderlich ist. Im Bereich b (Präparationsgrenze) ist eine möglichst hohe Genauigkeit erforderlich, da dieser Bereich die Verbindung zwischen Zahnersatzteil und Zahnstumpf abdichtet. Liegen hier Spalte vor, kann es zu Ablagerungen oder Zahnfäule kommen, die unerwünscht ist. Die Erstellung der Parameter für die verschiedenen Zone a, b und c kann vollautomatisch oder unter Mitwirkung einer Bedienperson geschehen.

[0076] In Fig. 12 ist ein anderer Schnitt durch einen Datensatz eines Zahnersatzteils **1** gezeigt. Hier sind verschiedene Bereiche der Oberfläche mit verschiedenen Schraffuren versehen, die wie die Zonen a, b, c in Fig. 11 auf verschiedene Parameter bei der Herstellung verweisen. Insbesondere an der Präparationsgrenze ist hier eine hohe Präzision nötig, die mit entsprechenden Parametern bei der Herstellung erreicht werden kann.

[0077] In Fig. 13 ist ein Datensatz eines Zahnersatzteils in verschiedenen Orientierungen relativ zu einem Rohling **21** bzw. **21'** gezeigt. In der oberen Orientierung ist das Zahnersatzteil praktisch unterschneidungsfrei in bezug auf die Richtung der Höhe H des Rohlings, benötigt jedoch einen Rohling mit einer großen Höhe H. Die Unterschneidungsfreiheit erlaubt zwar kostengünstige Herstellungsverfahren, erfordert jedoch einen teureren Rohling. Die untere Orientierung erlaubt zwar niedrigere Rohlingskosten, da die benötigte Höhe h kleiner ist als H, erfordert jedoch aufwendigere und damit kostenintensivere Herstellungsverfahren, da mit einer einfachen 3-Achs Fräsmaschine die Unterschnitte nicht oder allenfalls nur mit speziellen Formwerkzeugen hergestellt werden können. Es ist also sinnvoll, die minimale Höhe h zu ermitteln, die nötig ist, um ein Zahnersatzteil mit einem eventuell aufwendigen Herstellungsverfahren zu erzeugen. Weiter ist es sinnvoll, die kleinste Höhe H zu ermitteln, mit der das Zahnersatzteil mit einer einfachen 3-Achs-Fräsmaschine hergestellt werden kann, also diejenige Höhe bei der das Zahnersatzteil unterschneidungsfrei orientiert ist. Auch eine noch etwas größere Höhe des Rohlings kann vorteilhaft sein, damit das Zahnersatzteil so orientiert werden kann, dass alle Fräsflächen in einem Winkel zur Vorschubrichtung des Fräswerkzeugs stehen, damit keine parallelen Flächen vorliegen, die zu einem Flattern des Fräswerkzeugs führen können. Nach Ermittlung der verschiedenen Höhen kann aufgrund einer Kostenabschätzung unter Verwendung von gespeicherten Daten das kostengünstigste Herstellungsverfahren und damit auch die benötigte Rohlingshöhe ermittelt werden.

[0078] In Fig. 14 ist ein Herstellungsverfahren mit der 3 + 1-Achs Frästechnik erläutert, dass in manchen Fällen sehr kostengünstig sein kann.

[0079] In Fig. 14 unten wird zunächst die Außenseite des Zahnersatzteils mit einem schräg eingespannten Rohling **21'** gefräst. Dies kann in einem Arbeitsgang geschehen, da die Außenseite unterschnittsfrei orientiert ist. Dann wird der Rohling gewendet (siehe Kreispfeil). Dann wird in einer ersten Orientierung des Rohlings **21'** ein Teil der Innenseite des Zahnersatzteils gefräst und anschließend wird der Rohling in seiner Orientierung verändert (siehe Schenkpfeil). Der Rohling kann hierzu in einer anderen Orientierung eingespannt werden (daher „3 + 1"-Technik), ohne dass dies von der Fräsmaschine automatisch durchgeführt wird. In dieser zweiten Orientierung des Rohlings **21'** wird der Rest der Innenseite gefräst.

[0080] Die Bezeichnung „3 + 1"-Achsfräsmaschine bezeichnet also eine solche, bei der mit einer 3-Achs-Fräsmaschine eine Bearbeitung eines Rohlings aus verschiedenen Richtungen möglich ist, da entweder der Rohling und/oder der Fräskopf in verschiedenen Orientierungen angeordnet werden kön-

nen.

[0081] Mit dieser Technik ist es mit einer kostengünstigen 3-Achs-Fräsmaschine möglich, das Zahnersatzteil aus einem Rohling mit der minimalen Höhe h zu erhalten.

[0082] Die vorab beschriebenen verschiedenen Verfahren, die zum Prüfen auf die Herstellbarkeit, zum Prüfen auf die Aufsetzbarkeit oder zum Prüfen auf Unterschneidungen können jedes für sich einzeln durchgeführt werden. Sie können jedoch auch in beliebiger Kombination nacheinander durchgeführt werden.

[0083] Bei der maschinellen Herstellung von Zahnersatzteilen ist es üblich, dass ein Zahntechniker einen Datensatz für ein Zahnersatzteil erstellt und diesen an ein Fertigungszentrum übermittelt, in dem anhand des Datensatzes ein Zahnersatzteil hergestellt wird.

[0084] Die hier beschriebenen Verfahren können sowohl bei einem Zahntechniker als auch im Herstellungszentrum durchgeführt werden.

[0085] Die Prüfung der Aufsetzbarkeit und der Herstellbarkeit beim Zahntechniker kann dazu verwendet werden, bereits bei der Erstellung des Datensatzes durch einen Zahntechniker Herstellungsdauer und Herstellungskosten abzuschätzen.

[0086] Bei Durchführung des Verfahrens in einem Herstellungszentrum kann das Ergebnis der Überprüfung der Herstellbarkeit beispielsweise dazu verwendet werden, ein kostengünstiges Herstellungsverfahren auszuwählen.

Patentansprüche

1. Verfahren, bei dem ein Datensatz, der ein Zahnersatzteil (**1**) oder einen Teil davon repräsentiert, darauf geprüft wird, ob das Zahnersatzteil (**1**) oder der Teil davon mit einem oder mehreren bestimmten Herstellungsverfahren herstellbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nur der Teil des Datensatzes, der der Innenseite und/oder Außenseite des Zahnersatzteils (**1**) entspricht, auf die Herstellbarkeit jeweils der Innenseite (**1b**) und/oder Außenseite (**1a**) überprüft wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die möglichen Herstellungsverfahren umfassen:
– Fräsen mit einer 3-Achs und/oder 3 + 1-Achs und/oder 4-Achs und/oder 5-Achs Fräsmaschine und/oder
– Fräsen mit einer 3-Achs und/oder 3 + 1-Achs und/oder 4-Achs und/oder 5-Achs Fräsmaschine unter Verwendung eines Formwerkzeugs (**5**, **6**) und/oder
– Lasersintering.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Datensatz auf Unterschneidungen (**3**) geprüft wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass nur der Teil des Datensatzes, der der Innenseite (**1b**) und/oder Außenseite (**1a**) des Zahnersatzteils (**1**) entspricht, auf Unterschneidungen (**3**) geprüft wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Herstellbarkeitsprüfung ein Grenzwinkel (α) berücksichtigt wird, der einen Mindestwert für den Winkel zwischen Fräswerkzeug (**4**, **5**)) und gefräster Oberfläche darstellt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Herstellbarkeitsprüfung der Minimalwert des Winkels (α) zwischen Fräswerkzeug (**4**, **5**) und gefräster Oberfläche ermittelt und ausgegeben wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Herstellbarkeitsprüfung eine Auswahl eines Herstellungsverfahrens erfolgt, wobei vorgegebene Informationen zu beispielsweise Fertigungsdauer und/oder Fertigungskosten und/oder Materialkosten hinzugezogen werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Ergebnis der Auswahl einer Fertigungsart durch einen Computer ausgegeben wird, wie etwa beispielsweise durch Ausdruck, Darstellung am Bildschirm, Erstellung oder Veränderung eines Eintrags in einer Datenbank, wie etwa einer Produktionsdatenbank.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch einen Schritt des Prüfens der Aufsetzbarkeit bei dem anhand
– des Datensatzes, der ein Zahnersatzteil (**1**) oder einen Teil davon repräsentiert, und
– eines Datensatzes des dazugehörigen Restzahnbereichs (**11**) geprüft wird, ob ein Zahnersatzteil (**1**) auf den Restzahnbereich (**11**) aufsetzbar ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Prüfung der Aufsetzbarkeit sowohl ein geradliniges Aufsetzten und/oder Abziehen als auch ein Aufschwenken und/oder Wegschwenken berücksichtigt werden, wobei hierbei vorzugsweise lineare Verschiebungen der Datensätze und/oder Rotationsbewegungen der Datensätze gegeneinander simuliert werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Prüfung der Aufsetzbarkeit die Eigenbeweglichkeit von Zähnen (**12**, **13**) berücksichtigt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass Zahnbereiche durch Dateneingabe oder automatische Erkennung identifiziert werden und diesen identifizierten Zahnbereichen eine Eigenbeweglichkeit aufgrund von voreingegebenen Daten bezüglich Zahnbeweglichkeiten zugeordnet werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass Implantatspfosten identifiziert werden, bei denen eine Eigenbeweglichkeit nicht gegeben ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass,
– falls bei der Herstellbarkeitsprüfung das Ergebnis erhalten wird, dass das Zahnersatzteil (**1**) mit einem oder mehreren bestimmten Fertigungsverfahren nicht herstellbar ist und/oder
– falls bei der Prüfung der Aufsetzbarkeit das Ergebnis erhalten wird, dass das Zahnersatzteil (**1**) nicht aufsetzbar ist,
eine Präparationsanleitung erstellt wird, die angibt wie der Restzahnbereich (**11**) zu präparieren ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Präparationsanleitung in Form von Text und/oder einem oder mehrerer Bilder und/oder einer Kombination hieraus beispielsweise mittels einer Bildschirmausgabe oder einem Ausdruck ausgegeben wird und/oder mittels elektronischer Datenübertragung an beispielsweise den Zahnarzt und/oder einen Zahntechniker übertragen wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass
– falls bei der Herstellbarkeitsprüfung das Ergebnis erhalten wird, dass das Zahnersatzteil (**1**) mit einem oder mehreren bestimmten Fertigungsverfahren nicht herstellbar ist und/oder
– falls bei der Prüfung der Aufsetzbarkeit das Ergebnis erhalten wird, dass das Zahnersatzteil (**1**) nicht aufsetzbar ist,
der Datensatz des Zahnersatzteils (**1**) modifiziert wird, so dass eine Aufsetzbarkeit und/oder eine Herstellbarkeit gegeben ist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Modifikation des Datensatzes des Zahnersatzteils (**1**) eines oder mehrere der folgenden Kriterien berücksichtigt werden:
– ausreichende Materialstärke, vorzugsweise in Abhängigkeit des Materials;
– vollständiges Einschließen des Zahnstumpfs (**12**, **13**);
– möglichst vollständiger Kontakt zwischen Zahnstumpf (**12**, **13**) und/oder Implantatspfosten mit dem Zahnersatzteil (**1**);
– Herstellungskosten;
– Herstellungszeitdauer;
– mögliche Herstellungsverfahren;
– Vorgaben für die äußeren Abmessungen.

19. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
– nur der Teil des Datensatzes, der der Innenseite (**1b**) des Zahnersatzteils (**1**) oder einem Teil davon entspricht auf Unterschneidungen (**3**) geprüft wird, und/oder
– nur für die Innenseite (**1b**) oder der Teil davon eine Fertigkeitsprüfung durchgeführt wird, bei der geprüft wird, ob die Innenseite (**1b**) oder der Teil davon des Zahnersatzteils (**1**) gemäß dem Datensatz mit einer 3-Achs-, und/oder 3 + 1-Achs- und/oder 4-Achs- und/oder 5-Achs-Fräsmaschine eventuell unter Verwendung eines Formwerkzeugs (**5**, **6**) oder mittels Lasersintering herstellbar ist und/oder
– nur für die Innenseite (**1b**) oder den Teil davon geprüft wird, ob die Innenseite (**1b**) des Zahnersatzteils (**1**) oder der Teil davon auf den dazugehörigen Restzahnbereich (**11**) aufsetzbar ist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Datensatz, der der Innenseite (**1b**) des Zahnersatzteils (**1**) oder dem Teil davon entspricht, aufgrund der Ergebnisse der Prüfungen aus Anspruch 19 modifiziert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass nach Prüfung und/oder Modifikation des Datensatzes, der der Innenseite (**1b**) des Zahnersatzteils (**1**) oder dem Teil davon entspricht, die Außenseite (**1a**) oder der übrige Teil manuell und/oder automatisch modelliert wird, wobei eines oder mehrere der folgenden Kriterien berücksichtigt werden:
– Wandstärke des Zahnersatzteils (**1**);
– Material des Zahnersatzteils (**1**);
– Herstellungskosten;
– Herstellungszeitdauer;
– mögliche Herstellungsverfahren;
– Vorgaben für die äußeren Abmessungen.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass Parameter zum Herstellungsvorgang wie etwa Vorschubgeschwindigkeit des Fräskopfs, Drehzahl des Fräswerkzeugs, Art des Fräswerkzeugs, zu verwendendes Kühlmittel in Abhängigkeit von dem Datensatz, der das Zahnersatzteil repräsentiert, erstellt und vorzugsweise gespeichert und/oder ausgegeben werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Minimalhöhe (h) eines Rohlings zum Ausfräsen eines Zahnersatz-

teils gemäß des Datensatzes bestimmt wird und/oder die Höhe (H) bestimmt wird, in der das Zahnersatzteil unterschneidungsfrei orientiert ist.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Datensatz des Zahnersatzteils in Bezug auf ein Koordinatensystem eines Rohlings bzw. einer Fräsmaschine so gedreht wird, dass ein Rohling mit einer Höhe verwendet werden kann, so dass die Höhe minimal ist und/oder dass Unterschneidungen vermieden werden.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Datensatz, der ein Zahnersatzteil (**1**) repräsentiert, auf Grundlage eines Datensatzes, der einen Restzahnbereich (**11**) repräsentiert, erstellt wurde.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Datensatz des Restzahnbereichs (**11**) durch Abscannen eines Modells, wie etwa eines Gipsmodells, gewonnen wird.

27. Verfahren bei dem anhand
– eines Datensatzes, der ein Zahnersatzteil (**1**) oder einen Teil davon repräsentiert, und
– eines Datensatzes des dazugehörigen Restzahnbereichs (**11**) geprüft wird, ob das Zahnersatzteil (**11**) oder der Teil davon auf den Restzahnbereich (**11**) aufsetzbar ist.

28. Verfahren, bei dem ein Datensatz, der ein Zahnersatzteil (**1**) oder einen Teil davon repräsentiert, auf Unterschneidungen geprüft wird.

29. Computer mit
– einer Einrichtung zum Speichern eines Datensatzes, der ein Zahnersatzteil (**1**) oder einen Teil davon repräsentiert und
– Mitteln mit denen der Datensatz darauf geprüft wird, ob das Zahnersatzteil (**1**) oder der Teil davon mit einem oder mehreren bestimmten Herstellungsverfahren herstellbar ist.

30. Computer mit
– einer Einrichtung zum Speichern eines Datensatzes, der ein Zahnersatzteil (**1**) oder einen Teil davon repräsentiert, und eines Datensatzes des dazugehörigen Restzahnbereichs (**11**) und mit
– Mitteln mit denen geprüft wird, ob
das Zahnersatzteil (**1**) oder der Teil davon auf den Restzahnbereich (**11**) aufsetzbar ist.

31. Computer mit
– einer Einrichtung zum Speichern eines Datensatzes, der ein Zahnersatzteil (**1**) oder einen Teil davon repräsentiert und
– Mitteln mit denen der Datensatz auf Unterschneidungen (**3**) geprüft wird.

32. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um die Schritte von einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 28 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

33. Computerlesbares Medium mit durch den Computer ausführbaren Anweisungen zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 28, wenn die Anweisungen auf einem Computer ausgeführt werden.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

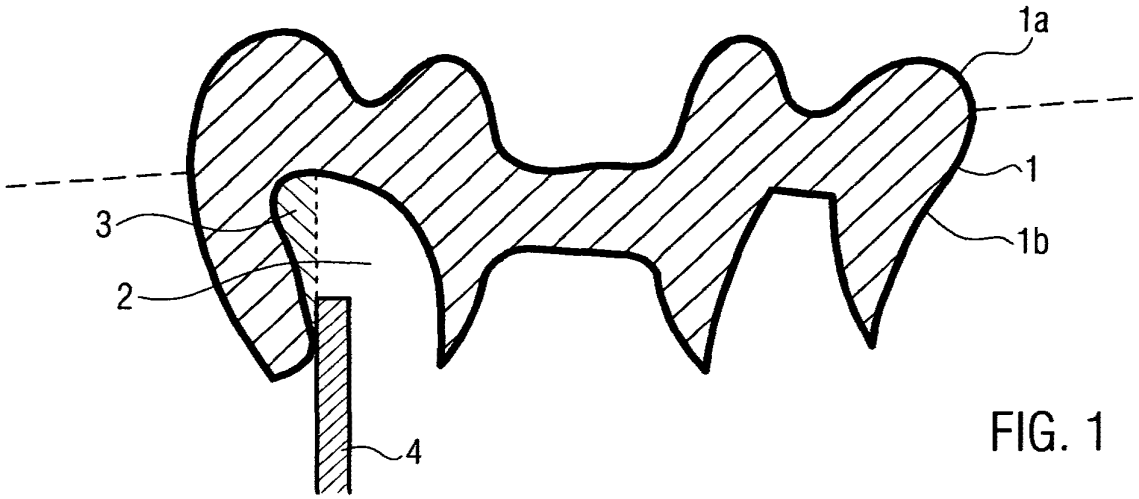


FIG. 1

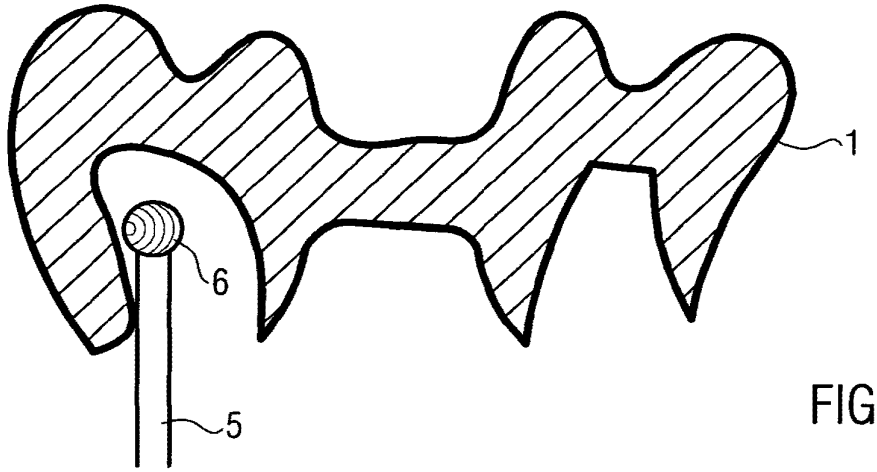


FIG. 2

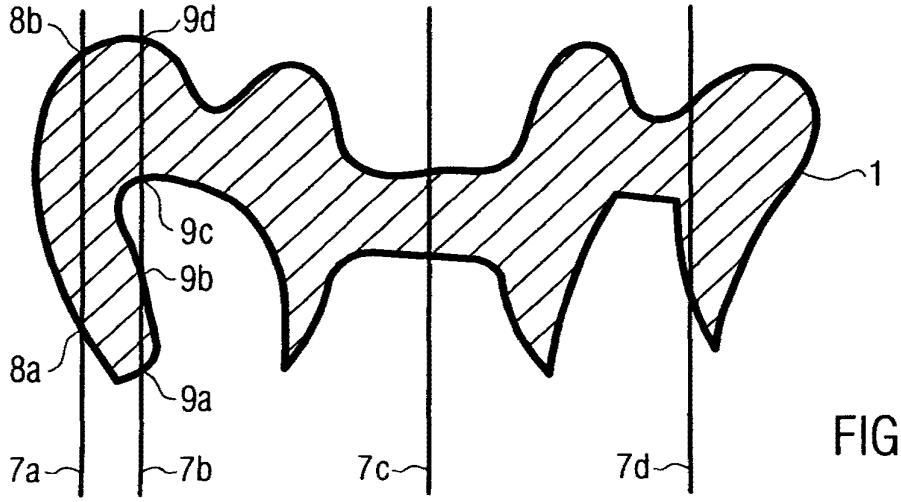


FIG. 3

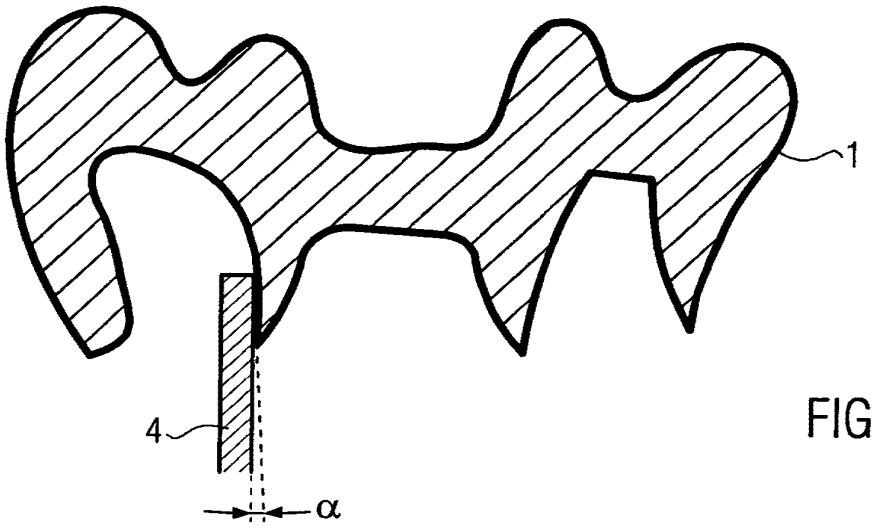


FIG. 4

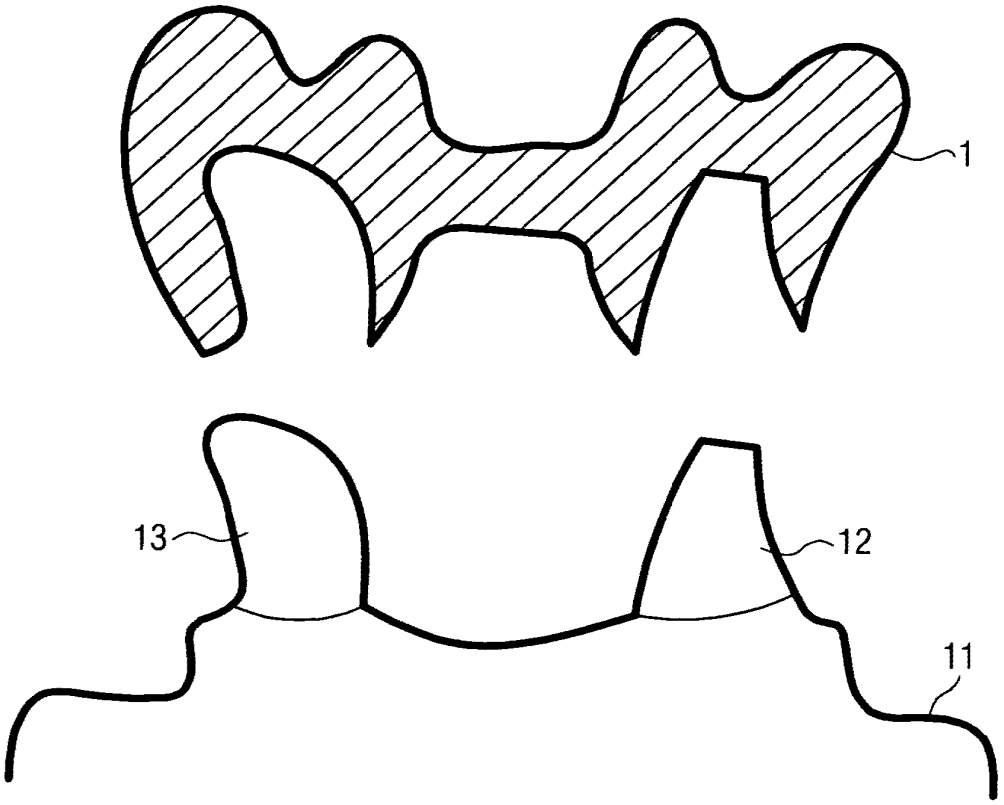


FIG. 5a

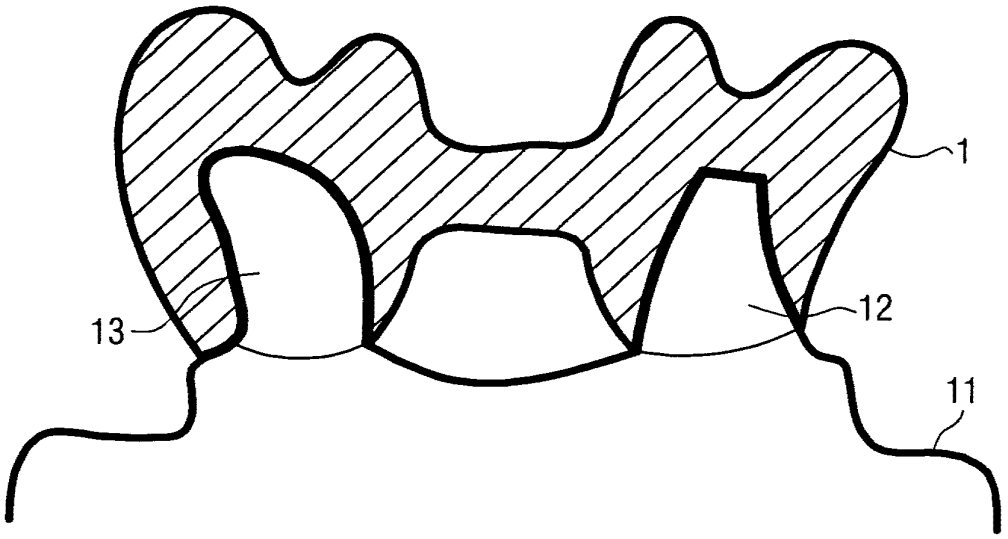


FIG. 5b

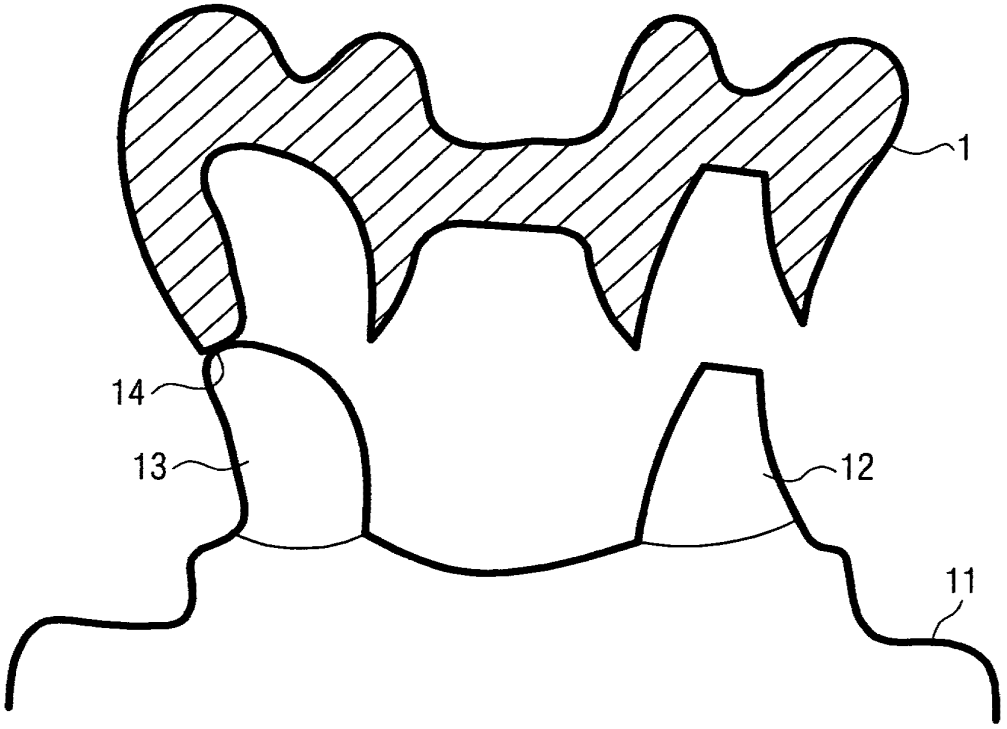


FIG. 6

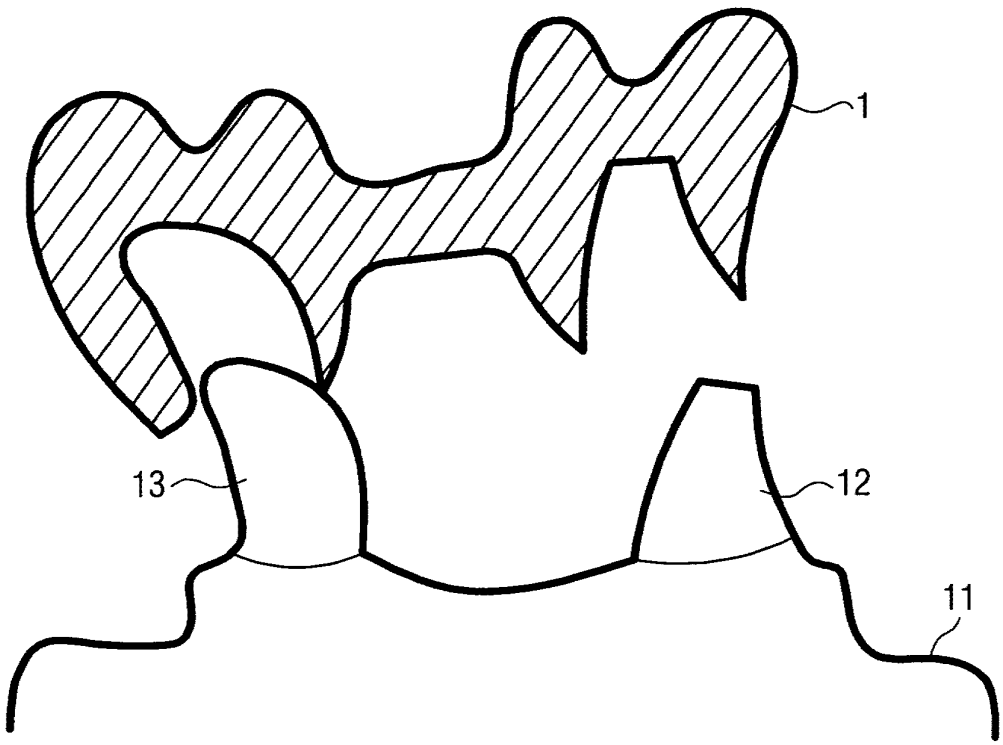


FIG. 7

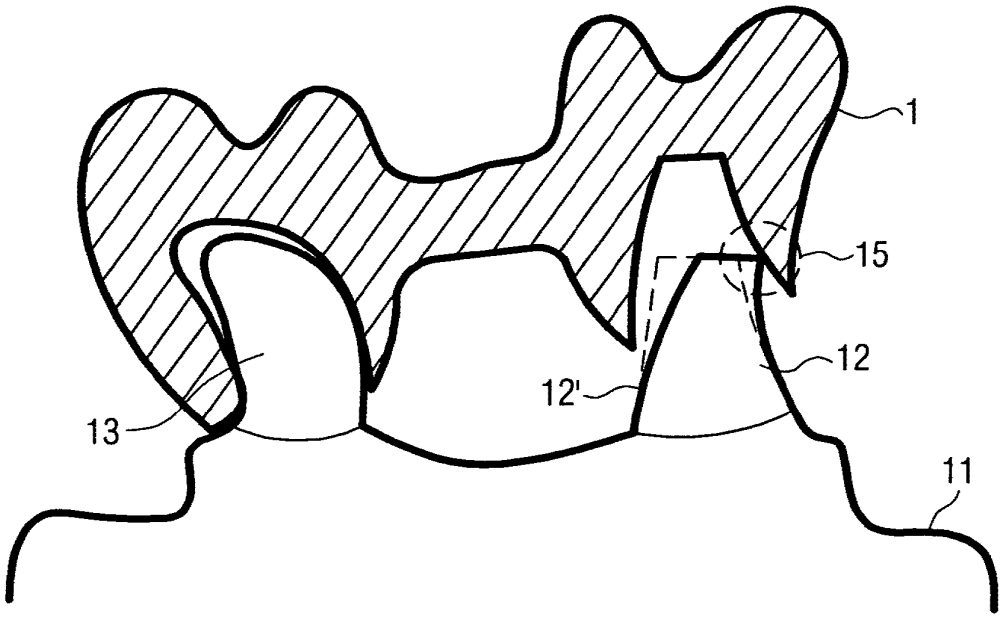


FIG. 8

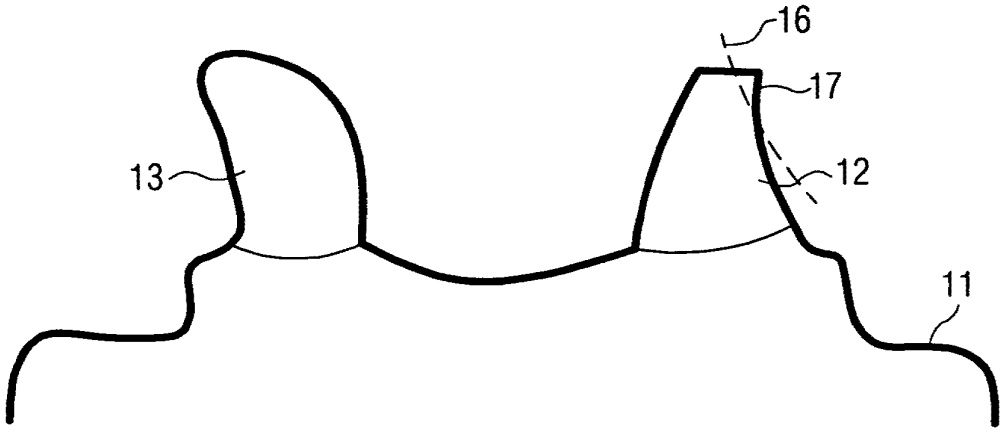


FIG. 9

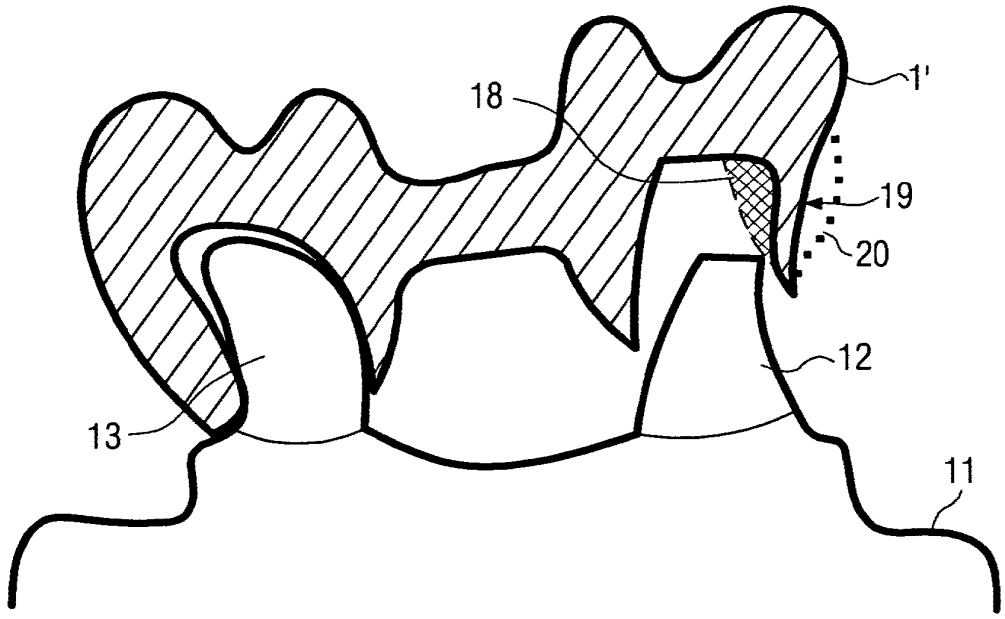


FIG. 10

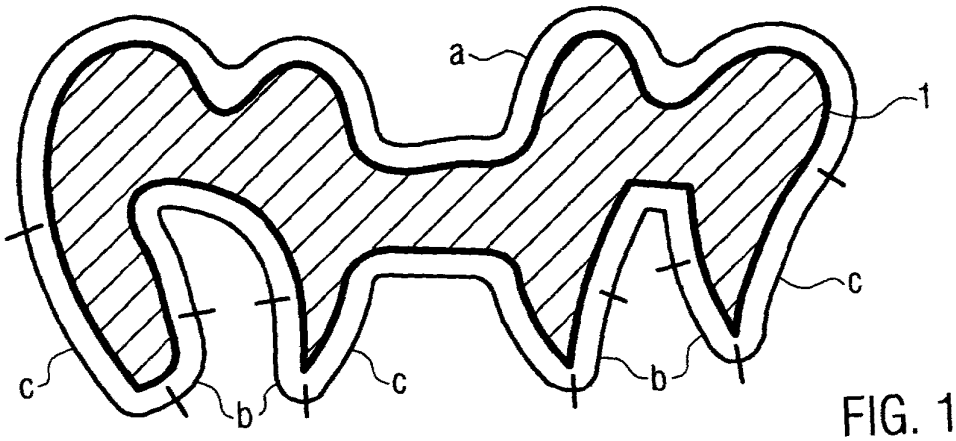


FIG. 11

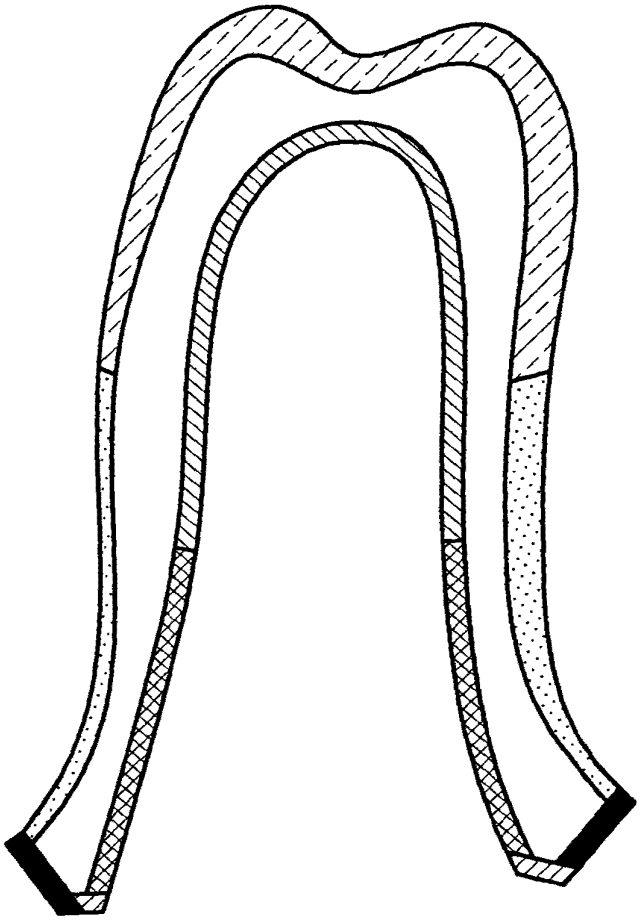


FIG. 12

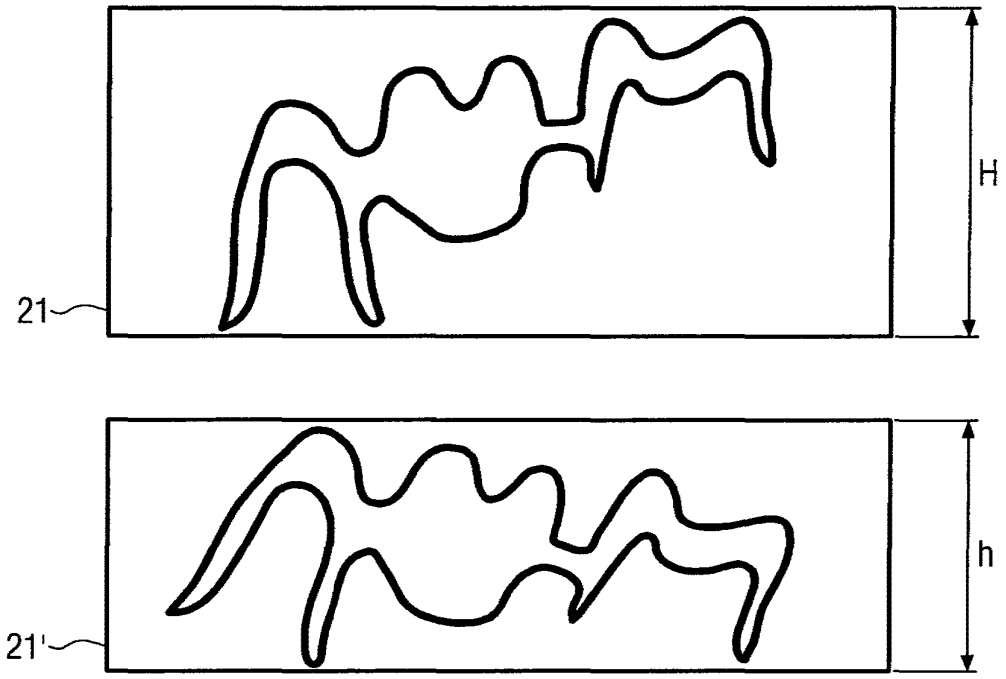


FIG. 13

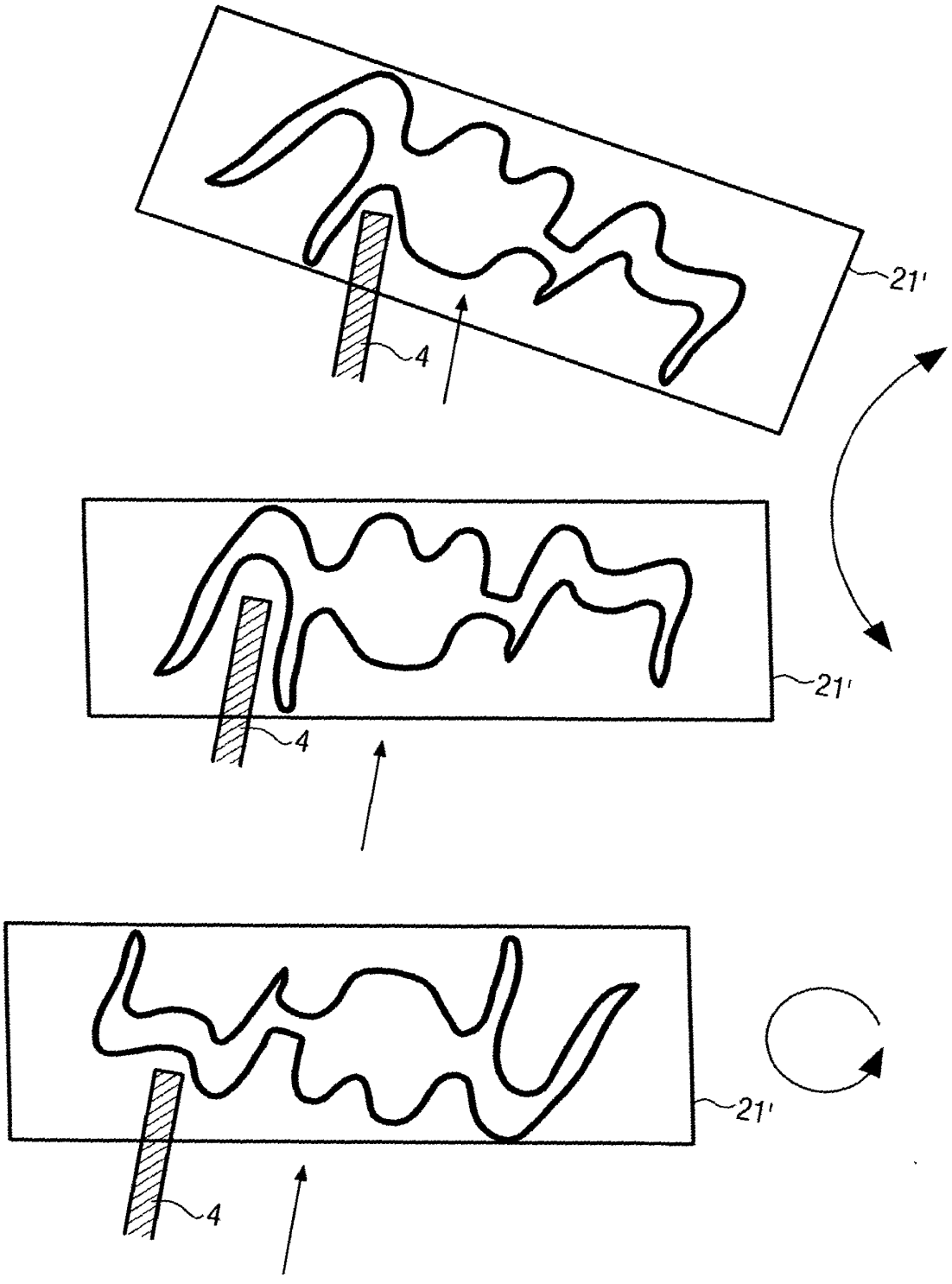


FIG. 14

METHOD FOR PRODUCING DENTURE PARTS OR FOR TOOTH RESTORATION USING ELECTRONIC DENTAL REPRESENTATIONS

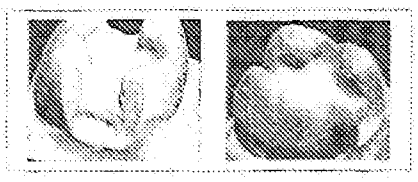
Publication number: WO2004044787 (A2)
Publication date: 2004-05-27
Inventor(s): MEHL ALBERT [DE] +
Applicant(s): MEHL ALBERT [DE] +
Classification:
- International: ***A61C13/00; G05B19/4097;*** *A61C9/00*; **A61C13/00; G05B19/4097**; A61C9/00; (IPC1-7): A61C13/00; G05B19/4097; G06F17/50; G06F3/00; G06T9/00
- European: A61C13/00C1; G05B19/4097
Application number: WO2003EP12525 20031110
Priority number(s): DE20021052298 20021111

Also published as:
WO2004044787 (A3)
US2006063135 (A1)
EP1581896 (A2)
DE10252298 (B3)
CA2505892 (A1)
more >>

Cited documents:
US2002015934 (A1)
US5092022 (A)
US5257203 (A)
EP1304088 (A1)
EP0667587 (A2)

Abstract of **WO 2004044787 (A2)**

The invention relates to a method for producing denture parts or for tooth restoration. According to said method, to reconstruct a tooth requiring repair or a defective condition, at least some of the missing exterior surfaces of denture parts or tooth restorations are adapted to the existing residual tooth material and/or the opposing teeth and/or the position of the neighbouring tooth and/or the occlusion position, by means of the optimisation of a generic dental-model data record of the desired tooth type, thus varying the linear factors of at least the most important components, (determined from the electronic data records of a larger number of measured tooth surfaces by primary axis analysis methods), in such a way that the selected optimisation criteria are fulfilled by the minimisation of an error function.. After the successful adaptation of said surfaces to the residual occlusion position and the completion of the data record, the reconstructed denture part or the reconstructed tooth restoration is machine-manufactured.



Data supplied from the ***espacenet*** database — Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Mai 2004 (27.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/044787 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G06F 17/50, G05B 19/4097, G06F 3/00, G06T 9/00, A61C 13/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012525

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. November 2003 (10.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 52 298.7 11. November 2002 (11.11.2002) DE

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: **MEHL, Albert** [DE/DE]; Roggensdorferstrasse 39, 83607 Holzkirchen (DE).

(74) Anwalt: **HIRSCH, Peter**; Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, Winzererstrasse 106, 80797 München (DE).

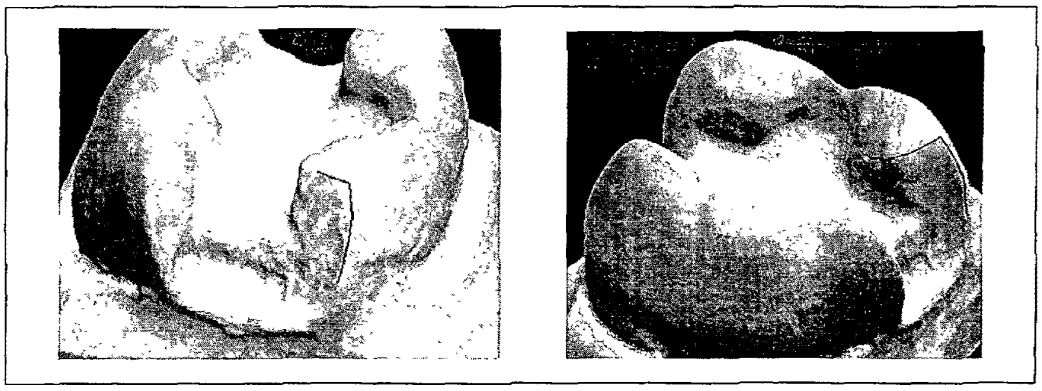
(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING DENTURE PARTS OR FOR TOOTH RESTORATION USING ELECTRONIC DENTAL REPRESENTATIONS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ZAHNERSATZTEILEN ODER ZAHNRESTAURATIONEN UNTER VERWENDUNG ELKTRONISCHER ZAHNDARSTELLUNGEN



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing denture parts or for tooth restoration. According to said method, to reconstruct a tooth requiring repair or a defective condition, at least some of the missing exterior surfaces of denture parts or tooth restorations are adapted to the existing residual tooth material and/or the opposing teeth and/or the position of the neighbouring tooth and/or the occlusion position, by means of the optimisation of a generic dental-model data record of the desired tooth type, thus varying the linear factors of at least the most important components, (determined from the electronic data records of a larger number of measured tooth surfaces by primary axis analysis methods), in such a way that the selected optimisation criteria are fulfilled by the minimisation of an error function. After the successful adaptation of said surfaces to the residual occlusion position and the completion of the data record, the reconstructed denture part or the reconstructed tooth restoration is machine-manufactured.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/044787 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen, bei dem zur Rekonstruktion eines reparaturbedürftigen Zahnes oder einer Defektsituation zumindest Teile der fehlenden Aussenflächen der Zahnersatzteile oder Zahnrestaurationen durch Optimierung eines generischen Zallnmodelldatensatzes des gewünschten Zahntyps an die vorhandene Restzahnsubstanz und/oder Gegenbezahnung und/oder Nachbarzahnsituation und/oder Bissregistrate so ergänzt werden, dass die Linearfaktoren zumindest der wichtigsten Hauptkomponenten, wobei diese Komponenten durch Hauptachsenanalyseverfahren aus den elektronischen Datensätzen einer grösseren Anzahl vermessener Zahnoberflächen ermittelt wurden, so variiert werden, dass die gewählten Optimierungskriterien durch Minimierung einer Fehlerfunktion erfüllt werden, und nach erfolgter Anpassung an die Restgebisssituation und Fertigstellung des Datensatzes das rekonstruierte Zahnersatzteil oder die rekonstruierte Zahnrestauration in einer Maschine angefertigt wird.

Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen unter Verwendung elektronischer Zahndarstellungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines allgemeinen dreidimensionalen elektronischen Bildes eines Zahns und ein Verfahren zur Herstellung von Zahnmodellen, Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen reparaturbedürftiger Zähne bzw. Defektsituationen.

Für die Versorgung von Zahndefekten stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Eine Möglichkeit ist die direkte Applikation von Füllungsmaterial im Mund, d.h. der Zahnarzt entfernt die Karies und füllt das Loch in der gleichen Sitzung mit einem Füllungsmaterial. Diese Vorgehensweise wird vor allem bei kleineren Defekten gewählt. Für größere Defekte greift man eher auf Materialien wie Metall oder Keramiken etc. zurück, die nicht direkt im Mund angefertigt werden können. Auch ist die Kauflächengestaltung im Mund bei größeren Defekten eher problematisch und schwer durchzuführen. Daher wird beim Zahnarzt nach erfolgter Präparation des Zahnes eine Abformung durchgeführt. Diese Abformung wird in ein zahntechnisches Labor gegeben und ein Gipsmodell erstellt. Unter Berücksichtigung der Gegenbezahnung und eventuell unter Einbeziehung der Kieferbewegungen in Form von Artikulatoren kann dann die entsprechende Zahnrestauration oder Zahnersatzteil angefertigt werden. Dies können z.B. Inlays, Onlays, Teilkronen, Kronen, Brücken, Teleskopkronen, Teilprothesen etc. sein. Die Herstellung einer solchen Restauration ist allerdings sehr aufwendig. Nach der Abformung und Gipsmodellherstellung mit Zuordnung des Gegenkiefers erfolgt das Aufwachsen bzw. Sintern, Einbetten, Gießen oder Pressen, Ausarbeiten, Aufpassen und Polieren. Die hohe Anzahl der Schritte und die beschränkten technischen Möglichkeiten im zahntechnischen Labor führen dazu, dass zum einen sich Verarbeitungsfehler einschleichen können und die Materialqualität der fertigen Versorgung nicht optimal ist und zum anderen nicht alle Materialien gefertigt werden können (z.B. Hochleistungskeramiken). Zusätzlich führt der hohe Arbeitsaufwand auch zu hohen Kosten.

Als Alternative zur konventionellen Herstellungsweise wird inzwischen die CAD/CAM-Technologie gesehen, bei der mit Unterstützung von Computerverfahren die Anfertigung

von Zahnrestaurationen und Zahnersatzteile durchgeführt wird. Vereinfacht gesprochen gliedert sich der Prozeß in:

1. dreidimensionaler Datenerfassung der Präparation bzw. mehrere Präparationen
2. Erzeugung eines CAD-Datensatzes der Zahnestauration, d.h. Konstruktion bzw Berechnung der Außenhülle und/oder interaktive Modellation der Außenhülle am Bildschirm
3. Bearbeitung des fertigen CAD-Datensatzes in einer computergesteuerten Fräs- bzw. Schleifmaschine (z.B. CNC) oder Rapid-Prototyping.Systemen.

Der Vorteil eines solchen Verfahrens liegt auf der Hand:

1. Kostenersparnis durch Automatisierung und damit Zeitersparnis
2. Verwendung industriell gefertigter Materialien. Diese können unter optimaleren Bedingungen als im Labor gesintert, gegossen etc. werden und weisen daher bessere Materialeigenschaften auf. Speziell für Keramiken und Titan sind diese Vorteile bereits eingehend untersucht worden.
3. Zahnersatz wird mit gleichbleibender Qualität produziert. Es kommt zu keinen Schwankungen durch Verarbeitungsfehler wie bei konventionellen Herstellungsprozessen.
4. Völlig neuartige Materialien wie Zirkonoxid-Keramiken etc, die bisher im konventionellen zahntechnischen Prozess nicht oder nur mit hohem Aufwand zu bearbeiten waren, lassen sich mit dem CNC-Verfahren anfertigen.

Einige Systeme sind bereits im Einsatz. Eine aktuelle Übersicht ist zum Beispiel der Ausgabe der ZWP (Dez. 2001, Mehl) zu entnehmen. Des weiteren werden in den Patentschriften US 5217375, EP 0643948, EP 0634150, EP 0913130 A2 und WO 0239056 solche Systeme bzw. einzelne Aspekte solcher Systeme beschrieben.

Ein Problem, das bisher nicht gelöst wurde, ist die möglichst automatisierte Herstellung von Zahnrestaurationen, die bereits eine Kaufläche aufweisen, die allen funktionellen und morphologischen Kriterien einer Kaufläche entspricht und optimal an die Gegenzahnsituation angepasst werden kann.

Bei den meisten Systemen ist zur Zeit nur die Herstellung von Gerüsten möglich. Ähnlich der konventionellen Vorgehensweise, bei der man z.B. ein Metallgerüst mit Keramik oder Kunststoff verblendet (gilt auch für andere Materialien wie spezielle Keramik- oder Kunststoffgerüste), wird das Grundgerüst im CAD/CAM-Prozess erstellt und anschließend zumindest Teile der Kaufläche und noch fehlende Außenflächen konventionell mit Keramik, Komposit etc. verblendet. Diese Gerüste können z.B. in der CAD-Software (Konstruktionssoftware) durch Vergrößerung der Präparation bzw. Berechnung einer Oberfläche, die in einem bestimmten, wählbaren Abstand (=Schichtstärke des Gerüstes) zur Präparationsoberfläche liegt, erreicht werden. Zusätzlich ist noch die Einbeziehung von „Ausbuchtungen" und „Deformationen" möglich. In EP 0913130 A2 ist mit Fig.13b solch ein Vorgehen zu sehen. Ein weiteres Beispiel ist in EP 06 43 948 A1 beschrieben.

Für die automatische Generierung einer Kaufläche, die nach allen gewünschten Kriterien und Anforderungen an eine gute Zahnrestauration bzw. Zahnersatzteil gestaltet ist, ist noch kein Verfahren vorhanden. Dies wäre jedoch von besonderer Bedeutung, da damit die Einsatzfähigkeit und die Kosteneffizienz eines CAD/CAM-Systems gesteigert und damit vor allem die CAD/CAM-Technologie überhaupt im großen Rahmen in der Zahnmedizin etabliert werden kann. Gleichzeitig muß mit diesem Verfahren auch die Möglichkeit bestehen, den berechneten Zahnersatz in einer Maschine anfertigen zu können.

Verschiedene Verfahren zur Kauflächengestaltung werden in der Literatur und in den Patentschriften beschrieben. Für die Rekonstruktion von Inlay-Flächen werden sowohl die Linearmethode als auch verschiedene Extrapolationsmethoden beschrieben (Mattiola, A., Mörmann, W.H. und Lutz, F.: "Computerunterstützte Okklusion von Cerec 2 Inlays und Overlays". Schweiz Monatsschr Zahnmed 105:1283-1290 (1995); Kunzelmann, K.-H., Mehl, A., Pelka, M.: Automatische Rekonstruktion von Kauflächen computergenerierter Restaurationen. Zahnärztl Welt/Rundschau 102, 695 – 703 (1993)). Bei der Linearmethode werden gegenüberliegende Punkte der Kavitätengrenze (meistens in oro-vestibulärer Richtung) einfach durch eine Gerade verbunden und so der Defekt aufgefüllt. Bei der Extrapolation wird die Steigung (Gradient) der noch vorhandenen Restzahnsubstanz in den Defekt hinein fortgesetzt und so die Oberfläche rekonstruiert. Es

ist offensichtlich, das mit dieser Vorgehensweise nur angenähert etwas kauflächenähnliches entstehen kann. Die Einbeziehung morphologischer Kriterien und die Gegenbezahnungssituation ist nicht möglich. Gleichzeitig ist dieses Verfahren nur für relativ kleine Defekte geeignet.

Eine zweite Möglichkeit besteht in einer weiteren dreidimensionalen optischen Vermessung entweder der vorhandenen Kaufläche, bevor der Zahn beschliffen wird, oder einer individuell mit Wachs oder Kunststoff modellierten Kaufläche (z.B. Mattiola, A., Mörmann, W.H. und Lutz, F.: "Computerunterstützte Okklusion von Cerec 2 Inlays und Overlays". Schweiz Monatsschr Zahnmed 105:1283-1290 (1995), Mehl, A., Gloger, W., Hickel, R.: Erzeugung von CAD-Datensätzen für Inlays und Kronen mit funktionellen Kauflächen. Dtsch Zahnärztl Z 52, 520-524 (1997)). Durch Anklicken oder Auswahl von Referenzpunkten an den Nachbarzähnen kann die Präparations- und die Kauflächenmessung zueinander positioniert und die vollständige Restauration ergänzt werden. Hier muß allerdings eine Wachsmodellation manuell erstellt werden, so dass der Vorteil der Automatisierung durch das CAD/CAM-System nicht mehr gegeben ist. In den meisten Fällen bei der Versorgung eines Zahnes wird die Ausgangskaufläche aufgrund vorhandener kariöser Defekte oder insuffizienter Versorgungen nicht verwendbar sein, so dass auch diese Möglichkeit nur für einen kleinen begrenzten Indikationsbereich beschränkt bleibt. Eine zusätzliche Möglichkeit wird in WO 0239056 vorgestellt. Hier wird ein Patientenarchivierungssystem z.B. Chipkarte für den Patienten, beschrieben, das beinhaltet, das Zahndaten gespeichert werden. Diese Zahndaten können dann zu einem späteren Zeitpunkt, wenn beim Patienten Versorgungen angefertigt werden, wieder verwendet werden und für die Rekonstruktion des Defektes dienen. Hier wäre jedenfalls gewährleistet, dass die ergänzte Kaufläche morphologisch und funktionell optimal dem gnathologischen System angepaßt ist. Allerdings muss man bei diesen Verfahren mit entsprechenden Vorlaufszeiten rechnen, so dass vorerst für die Versorgungen einer breiten Masse andere Verfahren herangezogen werden müssen.

Weitere Möglichkeiten im Zusammenhang mit der Einbeziehung von Kauflächengeometrien in den CAD/CAM-Prozess werden in den folgenden Erfindungen beschrieben. Aus DE 198 38 239 A1 sind Gruppen von Rohlingen für Dentalrestaurationen bekannt, die unterschiedlichen Zahntypen zugeordnet werden und deren Außengeometrien aus Mittelwerten, die einschlägigen Lehrbüchern entnommen

werden, für den jeweiligen Zahntyp bestimmt werden. Dabei handelt es sich aber nicht um eine mathematische, für die CAD/CAM-Rekonstruktion von Zahnrestaurationen verwendbare Beschreibung von Zahnoberflächen, sondern nur um eine ungefähre Maximum -Minimum Abschätzung für die groben Außenmaße von Rohlingen, aus denen dann die gewünschte individuelle Zahnrestauration herausgefräst werden soll. Die Mittelwerte, die aus der Literatur übernommen werden können, sind außerdem nur Längen-, Breiten- oder ähnliche lineare Messungen, die in keiner Weise auch nur annähernd eine Kaufläche für den computergestützten Rekonstruktionsprozess beschreiben können.

Aus DE 199 23 978 A1 ist ein Verfahren zur computergestützten patientenspezifischen Darstellung und Planung zahnärztlicher und/oder zahnprothetischer Arbeiten bekannt, bei denen eine digitalisierte Bilddatenbank mit einer Vielzahl von Modellzahn- und Kieferansichten erstellt wird, wobei die Modellansichten gesunde und dentale Krankheitsbefunde aufweisende Objekte, z.B. Einzelzähne umfassen, wobei die Bilddatenbank Abbildungen typischer Mundregionen beinhaltet. Dieses Verfahren dient als computergestütztes Expertensystem für die Therapieplanung und –entscheidung von zahnärztlichen Behandlungen. Für die dreidimensionale Rekonstruktion von Zahndefekten, wie es im CAD/CAM-Prozess zur Herstellung von Zahnersatz notwendig ist, ist dieses Verfahren nicht geeignet, da patientenspezifische Befunddaten nicht für die exakte individuelle Anpassung der Bilddatenbanken ausreichen. Die Bilddatenbank soll auch nur typische Standardformen für das Planungsgespräch mit dem Patienten zur Verfügung stellen, eine Veränderung durch Kombinationen dieser Daten zu einem neuen repräsentativen Datensatz wird nicht vorgenommen.

Aus EP 06 43 948 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Dentalrestauration bekannt, bei dem eine selbstlernende Datenbibliothek von Zahnbasisformen zum Einsatz kommt. Die Vorgehensweise beschränkt sich dabei nur auf die Erstellung von Kronengerüsten und beinhaltet das Lernen nur solcher Parameter wie Schichtdicke, Lokalisierung und Dicke von Wölbungen, ungefährer Verlauf der Präparationslinie. Dieses einfache „Lernen“ führt nicht zu mathematischen oder parametrischen Beschreibungen von Zahnoberflächen, die für die Rekonstruktion von individuellen Zahndefekten mit kompletter Außengeometrie wie anatomisch und funktionell geformte Inlays, Onlays, Kronen und Brücken geeignet sind. Insbesondere kann hiermit auch keine Berücksichtigung der umgebenden

Restgebisssituation wie Nachbarzähne und Gegenbezahnung stattfinden. Weiterhin wird hier nicht die von der Natur vorgegebene Form nachgebildet, sondern nur die auf der Erfahrung des/der Zahntechniker / Experten beruhenden physikalischen Konstruktionsparameter von Gerüsten ermittelt.

Aus US 52 57 203 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Dentalrestauration bekannt, bei dem eine Datenbank standardisierter generischer Zahnformen eingesetzt wird, wobei diese generischen Zahnformen typischerweise computerbasierte Darstellungen von standardisierten Gipsmodellen von Zähnen sind. Bei den in diesem Verfahren benutzten generischen Zahnformen handelt es sich nicht um rechnerisch oder algorithmisch aus einer Datenbank abgeleitete Zahnformen und damit nicht um im Sinne der vorliegenden Erfindung beschriebene generische Zahnmodelle, sondern um standardisierte Gipsmodelle, die nur dreidimensional gescannt werden und dieser Datensatz für die Rekonstruktion verwendet wird. Der Nachteil ist auch hier, dass der Standardisierung kein allgemeingültiges Konstruktionsprinzip zu Grunde liegt und die Gestaltung nur auf der manuellen Geschicklichkeit und der Erfahrung einzelner Experten mit entsprechender Einschränkung der in der Natur vorkommenden Formvielfalt beruht.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung von Zahnrestaurationen wird in „Saliger, G., Designing a CEREC crown. In Cerec 10 year anniversary Smposium, ed. W.H. Mörmann. Quintessence, Chicago, 1996“ oder DE 19642247 beschrieben. Hier wird der Datensatz eines Modellzahnes an den präparierten Zahn angepasst und adaptiert. Im wesentlichen wird dieser Modellzahn entsprechend der mesial-distalen Ausdehnung des Defektes skaliert, translatiert und rotiert. Eine elastische Deformation kann das Ergebnis noch verbessern. Bei Saliger 1996 (s.o) wird eine anschließende interaktive Möglichkeit der Rotation und der Kontrolle der Kaufläche zum Gegenzahn bereitgestellt. Zusätzlich können die Höcker in ihrer Position verändert werden. Dies erfolgt alles interaktiv. Zum Schluß wird dann die Zahnrestauration gefräst.

Das Problem bei all den erwähnten Vorgehensweisen liegt vor allem in folgenden Fakten begründet:

- Kontaktpunkte zum Gegenzahn werden erst im nachhinein festgelegt, indem durch interaktive Verzerrungen die Anpassung erfolgt oder der Modellzahn solange verändert wird, bis Berührungen mit der Hülle vorliegen. Dies führt

oft zu völlig zahnuntypischen Formen, da der Modellzahn von Anfang an nicht optimal in die Gesamtsituation angepasst wird.

- Es gibt keine automatisiertes Vorgehen für die Auswahl eines besten Modellzahnes (falls mehrere zur Auswahl stehen). Bis jetzt erfolgt das nur auf Grund visueller Regeln.
- Die Arbeit und interaktive Veränderung am Monitor ist in ihrer Auswirkung im dreidimensionalen nur schwer vorstellbar und daher für einen mit der Computer-Arbeit weniger Erfahrenen nur nach langer Einübungszeit und täglicher Routine zu beherrschen.
- Die Morphologie der Nachbarzähne bzw. Antagonisten oder auch der entsprechende im gleichen Kiefer gegenüberliegende Zahntyp wird nicht herangezogen. Dies ist in manchen Fällen wichtig, um eine harmonische Eingliederung der Restauration in das Kiefersystem zu gewährleisten.
- Veränderungen des Modellzahnes durch Skalierung, Höckerpositionierung und interaktiven Deformationen müssen nicht unbedingt zu zahnähnlichen Oberflächen führen.
- Für alle interaktiven oder automatischen Anpassungen gibt es bis jetzt kein Verfahren, dass garantiert, dass nach Veränderung wieder eine einem natürlichen Zahn sehr ähnliche Kaufläche entsteht. Nachdem bis heute die Kriterien einer guten funktionell und statisch gestalteten Kaufläche wissenschaftlich noch nicht bekannt und auch nachgewiesen sind, muss die Forderung für jede Restauration lauten, dass sie möglichst nahe an natürliche Gegebenheiten und Formen angenähert wird, um so keine Langzeitschäden an den Zähnen, im Gewebe und im Gelenk zu verursachen.

Eine Überwindung vorausgehend angesprochener Probleme ist mit der vorliegenden Erfindung gelungen, welche die Herstellung von Zahnrestaurationen, Zahnersatzteilen oder Zahnmodellen mit Kauflächen und/oder Oberflächen, die einem natürlichen Zahn sehr nahe kommen und sich funktionell und morphologisch optimal in die Kiefersituation einfügen, ermöglicht, wobei der Herstellungsvorgang mehr automatisiert werden kann, d.h. mit wesentlich weniger Interaktionen und fehlerfreier, d.h. benutzerfreundlicher, ablaufen kann.

Unter Zahnersatzteile versteht man in dieser Patentschrift Teile oder die Gesamtheit von Total- oder Teilprothesen (z.B. Teleskopprothese, Klammerprothese, Interimsprothesen etc.) oder auch Implantataufbauten, unter Zahnrestaurationen Brücken, Teleskopkronen (Primär- und Sekundärteile), Kronen, Inlays, Onlays, Overlays und Teilkronen. Zahnmodelle werden verwendet als Prothesenzähne, als eigenständige Modelle, als Bestandteile von Übungs-, Ausbildungs- und Anschauungsmodellen oder zur Darstellung in elektronischen Medien oder Printmedien. Abzugrenzen ist davon der Begriff des generischen Zahnmodells oder generischen Zahnmodelldatensatzes, wie er im Folgenden erklärt wird.

Die Erfindung schafft einerseits Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Datensatzes eines für die Anfertigung eines Zahnersatzteils einer Zahnrestauration oder eines Zahnmodells verwendbaren Durchschnittszahns, wie es in Anspruch 1 angegeben ist. Die Erfindung schafft außerdem ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Datensatzes eines für die Anfertigung eines Zahnersatzteils, einer Zahnrestauration oder eines Zahnmodells verwendbaren generischen Zahnmodells, wie es in Anspruch 2 und 3 angegeben ist. Des weiteren schafft die Erfindung Verfahren zur Herstellung von Zahnmodellen, Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen, wie sie in den Ansprüchen 4, 5, 9, 21, 22 und 26 angegeben sind. Eine Verwendung des Verfahrens zur Herstellung eines dreidimensionalen elektronischen Bildes des Durchschnittszahns bzw. des Verfahrens zur Herstellung eines elektronischen Datensatzes des generischen Zahnmodells ist in Anspruch 8 angegeben. Eine Verwendung einer numerisch gesteuerten Maschine zur Herstellung von Zahnmodellen, Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen, indem die Maschine entsprechend mit einem erfindungsgemäß erhaltenen Datensatz gesteuert wird, ist in Anspruch 29 angegeben. Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Verfahren sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. In Anspruch 30 und 31 wird eine Vorrichtung zur Visualisierung, Anpassung und Justierung eines generischen Zahnmodelldatensatzes angegeben.

Ein auf erfindungsgemäße Weise erhaltenes elektronisches Bild eines Durchschnittszahns oder der Datensatz eines generischen Zahnmodells eignet sich besonders gut als Ausgangsbasis für die Herstellung eines Zahnersatzteils, einer Zahnrestauration oder eines Zahnmodells, weil der Durchschnittszahn oder noch allgemeiner der generische Zahnmodelldatensatz im Gegensatz zu einem herkömmlichen elektronischen Zahnmodell

nicht von mehr oder weniger mit der Natur übereinstimmenden Vorstellungen des Autors des elektronischen Zahnmodells basiert, sondern von reellen Zähnen bestimmt ist.

Wenn man beispielsweise eine Restauration für einen reparaturbedürftigen Zahn unter Zuhilfenahme eines erfindungsgemäß erhaltenen elektronischen Durchschnittszahns bzw. generischen Zahnmodells herstellt, gibt die in dem Durchschnittszahn bzw. generischen Zahnmodells zum Ausdruck kommende natürliche Zahnform den Ausschlag und nicht ein menschlicher Vorstellung entsprungenes Zahnmodell.

Bei der Herstellung beispielsweise einer Zahnrestauration kann man den erfindungsgemäß erhaltenen Durchschnittsdatensatz bzw. das generische Zahnmodell als Ausgangsbasis nehmen und diese Datensätze unter Anpassung an bestehen gebliebene Zahnflächenteile des reparaturbedürftigen Zahns oder der Restgebisssituation an den jeweils zu reparierenden Zahn anpassen, indem per interaktiven Eingriff oder durch softwaregesteuerte Automatik diese Datensätze abgewandelt werden, um die genannte Anpassung an die Zahnflächenreste des zu reparierenden Zahns oder der den zu reparierenden Zahn umgebenden Restgebisssituation vorzunehmen.

Besonders gute Ausgangsbedingungen erhält man für den generischen Zahnmodelldatensatz. Daher sehen das Verfahren gemäß Anspruch 2 und das Verfahren gemäß Anspruch 1 weiterbildende Verfahren gemäß Anspruch 3 vor, dass auf der Grundlage einer Korrespondenzanalyse eine Hauptachsenanalyse und eine Linearkombination in der in diesen Ansprüchen beschriebenen Weise durchgeführt werden, aus denen ein generischer Zahnmodelldatensatz erstellt wird. Mit Hilfe des generischen Zahnmodells lässt sich der Rahmen fest legen, innerhalb welchem eine Anpassung des Modelldatensatzes an das elektronische Bild der Reststruktur des zu reparierenden Zahns möglich ist, ohne sich aus dem Formenvorrat natürlicher Zahnformen weg zu bewegen. Die Anpassung des generischen Zahnmodelldatensatz an den zu reparierenden Teil des reparaturbedürftigen Zahns kann auf interaktive Weise oder auch vollautomatisch mittels Softwaresteuerung und -verarbeitung geschehen. Steuert man eine numerisch gesteuerte Maschine entsprechend einem auf diese Weise erhaltenen Datensatz, kommt man zu einem physischen Zahnteil, welches dem Aussehen der ehemaligen unversehrten Zahnfläche des zu reparierenden Zahns besonders gut nahe

kommt, wobei man dieses Ergebnis auch auf für den Zahnmediziner oder Zahntechniker vergleichsweise einfache Weise erreichen kann.

Die Verfahren nach den Patentanspruch 1 bis 5 befassen sich mit der Schaffung einer oder zumindest sehr weniger generischer Zahnmodelldatensätze oder Durchschnittszähne eines bestimmten Zahntyps (z.B. OK-6er, oder auch großer, mittlerer und kleiner OK-6er, etc.). Diese Oberflächen erlauben schon für viele Situationen eine ausreichende zahnähnliche Rekonstruktion. Weiterhin ermöglicht der generische Zahnmodelldatensatz, das jede Veränderung, die unter gewissen Kriterien (siehe unten) an dieser Oberfläche durchgeführt wird, mit hoher Wahrscheinlichkeit wiederum eine natürliche Kaufläche ergibt und dass alle möglichen zugelassenen Varianten an Veränderungen die Gesamtheit nahezu aller in der Natur vorkommenden Zahnmorphologien beschreibt. Die Anzahl der Anpassungsvariablen ist dabei gering und die Rekonstruktion von Zahnoberflächen kann automatisiert werden.

Die Erzeugung dieses generischen Zahnmodelldatensatzes oder der Durchschnittszahnfläche erfolgt dabei über eine möglichst große Anzahl von Datensätzen desselben Zahntyps. Im allgemeinen können die elektronischen Datensätze sowohl zwei- als auch dreidimensional vermessen sein. Zweidimensionale Vermessung geht z.B. mit der metrischen Photographie, dreidimensional z.B. mit Weißlicht-Streifenprojektion etc., auch Stereophotogrammetrische Verfahren wären denkbar. Zur Rekonstruktion von reparaturbedürftigen Zähnen und Defektsituationen benötigt man jedoch zumindest dreidimensional vermessene Datensätze. Beim Zahntyp kann es sich zum Beispiel um Molaren, Prämolaren, Eckzähne und Frontzähne handeln. Als Zahntyp kann aber auch der Oberkiefer(OK)-6er, Unterkiefer(UK)-4er, OK-1er etc. stehen. Möglich ist des weiteren eine Unterscheidung nach Alter und Abrasion, nach Geschlecht, nach Volkszugehörigkeit, nach Größe der Zähne, nach morphologischen Besonderheiten etc, z.B. können die Gruppen OK-7er im Alter von 50-60 Jahren, OK-6er mit und ohne Tuberculum Carabelli, UK-3er bei weiblichen Personen, Unterteilung in große, mittlere, kleine 6er etc. ein Beispiel für einen Zahntyp darstellen. Auch können z.B. benachbarte Zähne zu einem (kombinierten) Zahntyp zusammengefasst werden, um Zusammenhänge von Nachbarzähnen zu integrieren oder zu analysieren. Durch die Information des Nachbarzahnes könnte z.B. die Auswahl der Zahnoberfläche für den reparaturbedürftigen Zahn oder für die Defektsituation erfolgen. Der Begriff Zahntyp umfasst also eine je nach

Aufgabenstellung sehr variable Gruppierungsmöglichkeit, was bei den Patentansprüchen in ihrer Allgemeinheit zu beachten ist.

Für einen bestimmten Zahntyp müssen die jeweiligen Datensätze in einem ersten Schritt zueinander referenziert werden (ins gleiche Koordinatensystem gebracht und ungefähr gleichmäßig ausgerichtet werden) und zwischen den Oberflächenpunkten des einen Datensatzes mit den jeweils anderen Datensätzen Korrespondenzen aufgebaut werden. Diese Korrespondenzen erfolgen z.B. zwischen markanten Punkten und Strukturen der Oberfläche. Diese Zuordnung kann manuell erfolgen, kann durch Suchen und Zuordnung von bestimmten charakteristischen Merkmalesstrukturen (Höckerform, Fissurenverlauf, Randleiste etc.) erfolgen. Wahlweise ist hier ein Prozeß vorzuziehen, der diese Korrespondenzpunkte und/oder -strukturen automatisch findet, da bis jetzt noch kein bewiesener metrisch erfaßbarer Sachverhalt vorliegt, welche wirklich die markanten Punkte bzw. Strukturen oder Eigenschaften eines bestimmten Zahntyps sind. Im Gegenteil, es gibt bis jetzt in der gesamten zahnmedizinischen Fachliteratur keinen Hinweis auf eine nur annähernde mathematische Beschreibung von Zahnoberflächen, die in irgendeiner Weise für den CAD/CAM-Prozess geeignet wäre.

Als eine mögliche Implementierungsvariante hat sich folgendes Vorgehen als machbar erwiesen: Zuerst werden die Datensätze der vermessenen Zahnoberflächen eines bestimmten Zahntyps ins gleiche Koordinatensystem gebracht, um eine möglichst gute Ausgangsbasis für die automatische Korrespondenzpunktbestimmung zu bekommen. Dies kann mit Matching-Routinen durch Minimierung der Abstandsfehlerfunktion erfolgen, wobei Rotations- und Translationsparameter ermittelt werden. Nach erfolgter Koordinatentransformation findet die Korrespondenzanalyse statt. Aus der Bildverarbeitung können hier modifizierte Algorithmen zum optischen Fluß mit Erfolg angewandt werden. Weiterhin kann durch elastisches Registrieren bzw. Matchen von bestimmten Merkmalen (Fissuren, Höckerspitzen, Höckerabhängen, Randleisten) zwischen den einzelnen Zahnoberflächen Korrespondenzen gebildet und Abbildungsvorschriften gefunden werden. Am Schluß erhält man die Zuordnung vieler Punkte durch Korrespondenzen zwischen allen Datensätzen.

Genauer wird dies im Folgenden anhand des Verfahrens des optischen Flusses spezifiziert. Ausgangsbasis sind m Bibliothekszahnflächen eines bestimmten Zahntyps,

entnommen einer Zahnbibliothek, in der Form $z_j(x,y)$, mit j = 1,....m als Scandaten. Genauso erlaubt sind parametrische Darstellungen $z_j(u,v)$, mit $u = u(x,y), v = v(x,y)$. Dies können z.B. Polarkoordinaten etc. sein. Beliebige komplizierte dreidimensionale Oberflächen mit Unterschneidungen können stückweise durch obige Funktionen angenähert werden. Im erweiterten Sinne sind für andere Verfahren auch beliebig dimensionale Beschreibungen von Zähnen erlaubt.

Ausgehend von einem Referenzzahn $z_R(x,y)$, mit $R \in \{1,...,m\}$, wird mittels einer Korrespondenzanalyse zu jedem Punkt des Referenzzahnes der korrespondierende Punkt auf der Kaufläche $z_j(x,y)$ gesucht. Dies kann auch durch hintereinander geschaltetes Verknüpfen von Korrespondenzen erfolgen, indem von einem Zahn ausgehend die Korrespondenz zu einem weiteren Zahn aufgebaut wird, von diesem neuen Zahn eine weitere Korrespondenz zu einem dritten Zahn etc. Zusätzlich kann vor jeder neuen Korrespondenzermittlung auch ein neuer Durchschnittszahn aus den vorhanden Korrespondenzen berechnet und als Ausgangsbasis für die neue Korrespondenzanalyse dienen. Insgesamt kann dies durch einen Algorithmus erreicht werden, der diese Korrespondenzen automatisch ohne Vorkenntnisse auffindet, wie in Patentanspruch 6 spezifiziert. Eine Möglichkeit ist das Verfahren des optischen Flusses (für beliebige 3D-Objekte sind auch andere Möglichkeiten beschrieben in Shelton, C.R.: 3D Correspondence. Master Thesis, Massachusetts Institute of Technologie, 1998). Als Ergebnis erhält man ein zu jedem Zahn $z_j(x,y)$ gehöriges zweidimensionales Vektorfeld $\vec{v}_j(x,y)$ mit:

$$\vec{v}_j(x,y) = \begin{pmatrix} \Delta x_j(x,y) \\ \Delta y_j(x,y) \end{pmatrix}$$

so daß zu jedem Koordinatenpaar (x,y) des Referenzzahnes $z_R(x,y)$ sich der korrespondierende Punkt des Zahnes $z_j(x',y')$ aus der Beziehung:

$$z_j(x + \Delta x_j(x,y), y + \Delta y_j(x,y))$$

ergibt. Bei Zahnoberflächen ist es sinnvoll, neben der Glattheit des Verschiebungsfeldes bezüglich der z-Koordinaten, auch die Glattheit bezüglich der Steigungen zu fordern, da Steigungen auch ein wesentliches Merkmal der Kauflächen darstellen. Auch kann man bei der Vorgehensweise der Korrespondenzanalyse versuchen, nach jeder neuen Korrespondenzfindung diesen Datensatz zu den schon korrespondierenden Datensätzen hinzuzufügen und daraus eine neue Linearkombination suchen, die den nächsten Datensatz, der noch nicht korrespondiert, möglichst gut annähert. Diese neue Linearkombination kann dann zur automatischen Korrespondenzfindung herangezogen werden. So können iterativ alle Datensätze in Korrespondenz gebracht werden.

Nachdem nicht alle Punkte einer Oberfläche eindeutig den Punkten der anderen Oberfläche zugeordnet werden können, kann man fordern, dass sich das Verschiebungsfeld bildlich wie eine elastische Membran verhält: Zwischen den eindeutigen Korrespondenzen ist diese Membran nahezu nicht verschieblich, während sie dazwischen, d.h. in den Bereichen mit unklaren oder schwachen Korrespondenzen, sich nahezu frei entspannen kann. Berechnet werden kann dies zum Beispiel durch Minimierung einer Energiefunktion, die aus einer Kopplung von vielen Federn zwischen den einzelnen Oberflächenpunkten besteht (Näherung für die kontinuierliche elastische Membran).

Eine interessante Erweiterung für die Berechnung des optischen Flusses besteht darin, dass man neben der 3D-Datenrepräsentation $z(x, y)$ weitere Kriterien oder Oberflächenbeschreibungen für die Korrespondenzanalyse heranzieht, wie in Patentanspruch 7 ausgewiesen. Dies könnte zum Beispiel das Gradientenfeld (Steigungen) der Zahnoberfläche sein. Gradienten beschreiben bestimmte Merkmale wie Kanten, Ecken oder stärkere Änderungen auf der Oberfläche besser als die reinen Höhendaten. Indem man nun einen neuen Merkmalsvektor $\vec{m}$ mit

$$\vec{m} = \begin{pmatrix} z(x, y) \\ \nabla z(x, y) \end{pmatrix}$$

bildet und eine neue Norm für diesen Merkmalsraum einführt:

$$\|\vec{m}\|^2 = z^2(x, y) + \beta \cdot (\nabla z(x, y))^2$$

wobei β die Gewichtung des Gradientenfeldes im Verhältnis zum Höhenbild festlegt, so kann das Verschiebungsfeld $\vec{v}(x,y) = (\Delta x(x,y), \Delta y(x,y))^T$ für den Merkmalsvektor $\vec{m}$ analog zu oben berechnet werden, wenn man die Normen $\|\vec{m}_x\|^2$ und $\|\vec{m}_y\|^2$ und die jeweiligen Skalarprodukte $\langle \vec{m}_x, \vec{m}_y \rangle$ bzw. $\langle \vec{m}_x, \Delta\vec{m} \rangle$ verwendet. Natürlich könnte man sich auch mehrdimensionale Merkmalsvektoren vorstellen, indem man noch weitere Eigenschaften der Zahnoberfläche mit berücksichtigt. Dies könnten zum Beispiel Texturwerte, Krümmungen etc. sein. Der Gewichtungsfaktor β (oder weitere Gewichtungsfaktoren) erlaubt die Möglichkeit, den jeweiligen Einfluss der einzelnen Merkmalsfelder festzulegen. Mit all diesen Maßnahmen liegt ein starkes Werkzeug vor, dass für die Zahnoberflächen eine automatische, ohne Vorkenntnisse erfordernde Analyse von Korrespondenzen ermöglicht.

Sind diese Zuordnungen gefunden, kann in einem nächsten Schritt der Referenzzahn als Vektor in einem 3n-dimensionalen Raum repräsentiert werden (n ist dabei die Anzahl der ausgewählten auf der Zahnoberfläche liegenden Punkte, idealerweise wird man ein äquidistantes Gitter zugrundelegen, die typische Anzahl von Punkten kann von 10000-200000 gehen) :

$$\tilde{D}_R = (x_1, y_1, z_R(x_1, y_1), x_2, y_2, z_R(x_2, y_2), \ldots, x_n, y_n, z_R(x_n, y_n))$$

In konsistenter Weise können dann ausgehend vom Referenzzahn (oder der Linearkombination) und dem entsprechenden Vektorfeld $\vec{v}_j(x,y)$ alle anderen Zähne der Bibliothek als 3n-dimensionaler Vektor dargestellt werden:

$$\begin{aligned}\tilde{D}_j = (&x_1 + \Delta x_j(x_1, y_1),\ y_1 + \Delta y_j(x_1, y_1),\ z_j(x_1 + \Delta x_j(x_1, y_1), y_1 + \Delta y_j(x_1, y_1)),\\ &x_2 + \Delta x_j(x_2, y_2),\ y_2 + \Delta y_j(x_2, y_2),\ z_j(x_2 + \Delta x_j(x_2, y_2), y_2 + \Delta y_j(x_2, y_2)), \ldots,\\ &x_n + \Delta x_j(x_n, y_n),\ y_n + \Delta y_j(x_n, y_n),\ z_j(x_n + \Delta x_j(x_n, y_n), y_n + \Delta y_j(x_n, y_n)))\end{aligned}$$

Auf diese Weise repräsentieren gleiche Vektorkoordinaten, d.h. Indizes, auch jeweils korrespondierende Punkte und zwar zwischen allen Zähnen. Die Gesamtheit der m Vektoren, die den m Bibliothekszähnen entsprechen, spannen einen Raum auf, den man

als den Zahnraum für den entsprechenden Zahntyp bezeichnet. Damit läßt sich nun auch der Durchschnittszahn $\bar{D}$ aus den einzelnen umgeformten Bibliothekszähnen $\bar{D}_j$ berechnen:

$$\bar{D} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^{m} \bar{D}_j$$

Man kann an dieser Stelle den neuen Durchschnittszahn wiederum als Referenzzahn verwenden und obigen Prozeß nochmals neu starten und auch öfters wiederholen. Damit kann der Durchschnittszahn noch allgemeiner bestimmt werden. Oder man nimmt verschiedene Referenzzähne und mittelt nachher das Ergebnis. Im Patentanspruch 1 wird dieser Durchschnittsdatensatz als Durchschnittszahn einer bestimmten Zahngruppe (Zahntyp) zur Verfügung gestellt (Fig. 9).

Liegen die einzelnen Zahnoberflächen als Vektoren vor, ist es mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich, jeden neu hinzugekommenen Zahn $\bar{Z}$ als Linearkombination der vorhandene Zähne zu repräsentieren:

$$\bar{Z} \approx \sum_{j=1}^{m} \beta_j \cdot \bar{D}_j$$

Um die Anzahl der Linearfaktoren β_j und der Zähne $\bar{D}_j$ zu reduzieren, bietet sich die Hauptachsenanalyse an. Nachdem jeder Zahntyp für den Experten durch bestimmte Merkmale erkennbar ist, sollten durch die Hauptachsentransformation auch diejenigen Komponenten großen Einfluss haben, die bestimmte Merkmale des Zahntyps charakterisieren. So erhält man durch die Linearkombination eines Teils der Hauptachsen eine ausreichende Beschreibung der meisten Zahnoberflächen. Diese Hauptachsenanalyse kann auf den Zahndaten $\bar{D}_j$ direkt durchgeführt werden, wie im Patentanspruch 2 ausgeführt. Der verwendete Anteil p der sich ergebenden Hauptachsen (in der Regel die, die am meisten zur Varianz beitragen) wird durch Linearkombination (Linearfaktoren a_l und Hauptkomponenten $\bar{P}_l$) mathematisch wie folgt verknüpft:

$$\bar{Z} \approx \sum_{l=1}^{p} a_l \cdot \bar{P}_l \qquad \text{(Gl. 1)}$$

Wie im Patentanspruch 3 ausgeführt, kann man, bevor die Hauptachsenanalyse bei den Zahnvektoren durchgeführt wird, den Vektorraum so verschieben, das der Mittelwert 0 ergibt. Dies erhält man durch Differenzbildung zwischen den einzelnen Zahnvektoren und dem Durchschnittszahn. Die entstandenen Differenzvektoren können dann ebenfalls durch Hauptkomponentenverfahren analysiert werden. Insgesamt bekommt man durch diese Verfahren mit wenigen veränderbaren Parametern eine ausreichend effiziente Beschreibung neuer Zahnformen, die sich als Linearkombinationen dieser neuen Parameter (Linearfaktoren) und Hauptachsen darstellen lassen. Der entscheidende Vorteil ist, dass bei Veränderung der Parameter mit hoher Wahrscheinlichkeit einer der vorhandenen natürlichen Zahndaten angenähert wird. Die anzufertigende Restauration wird also zahnähnlich sein und die Gefahr unschöner Kauflächen ist gebannt.

Im folgenden wird die Hauptachsenanalyse bei den Zahnvektoren für den Fall genauer beschrieben, für den der Durchschnittszahn subtrahiert wird, d.h. der Vektorraum der Zähne so verschoben wird, dass der Mittelwert 0 ergibt. Damit sind auch nach der Hauptachsenanalyse die Mittelwerte der Hauptachsen (Eigenvektoren) 0. Es wird von jedem Zahnvektor $\bar{D}_j$ der Durchschnittszahn $\bar{D}$ abgezogen und eine neuer Differenzvektor $\bar{\Delta}_j$ gebildet:

$$\bar{\Delta}_j = \bar{D}_j - \bar{D}$$

Die Hauptachsenanalyse liefert dann die Eigenwerte λ_k mit den zugehörigen Hauptachsen (Hauptkomponenten, Eigenvektoren) $\bar{P}_k$, k=1,...m. Folgende Eigenschaften ergeben sich:

1. Die Eigenwerte λ_k entsprechen den Varianzen in Richtung der Hauptachse $\bar{P}_k$
2. Die Summe der Eigenwerte λ_k entspricht der Summe de Varianzen von $\bar{\Delta}_j$, also der gesamten Varianz von $\bar{\Delta}_j$. Nachdem eine Mittelwertverschiebung keinen Einfluß auf die Varianz der Werte hat, entspricht daher die Summe der Eigenwerte λ_k der Gesamtvarianz von $\bar{D}_j$.

3. Der Anteil einer Hauptkomponente $\bar{P}_k$ an der Gesamtvarianz der Datensätze ist gegeben durch:

$$\lambda_k \Big/ \sum_{l=1}^{m} \lambda_l$$

4. Der Anteil der ersten p Hauptkomponenten $\bar{P}_k$ an der Gesamtvarianz ist analog gegeben durch:

$$\sum_{l=1}^{p} \lambda_l \Big/ \sum_{l=1}^{m} \lambda_l$$

Bei den Oberkiefermolaren zeigt sich zum Beispiel, daß die ersten 7 Hauptkomponenten ca. 70% der Gesamtvarianz von 170 Zähnen beschreiben.

Ein Großteil aller möglichen Zahnoberflächen $\bar{Z}$ läßt sich nun relativ genau annähern durch eine Linearkombination der ersten p Hauptkomponenten $\bar{P}_k$ (α_i sind die Linearfaktoren):

$$\bar{Z} \approx \bar{D} + \sum_{l=1}^{p} \alpha_l \cdot \bar{P}_l \qquad \text{(Gl. 2)}$$

Wenn man sinnvolle Randbedingungen an die Parameter a_i (Gl. 1) bzw. α_i (Gl. 2) stellt (z.B. dass der neue Zahn sich innerhalb des von den vorhandenen Zähnen aufgespannten Raumes befindet oder zumindest nicht allzu weit entfernt liegen sollte), wird jede beliebige Linearkombination nach (Gl. 1) oder (Gl. 2) wiederum einen Zahn beschreiben. Ein Zahndatensatz, der allgemein durch eine Linearkombination von Hauptachsen und evtl. Addition von Durchschnittszahn erzeugt wird, wird in dieser Patentschrift als generischer Zahnmodelldatensatz oder als generisches Zahnmodell bezüglich des betrachteten Zahntyps bezeichnet. Synonym dazu und im abstrakten Sinne wird ebenfalls in dieser Patentschrift der generische Zahnmodelldatensatz oder das generische Zahnmodell bezüglich des betrachteten Zahntyps aufgefasst als eine Kombination von

Datensätzen der ausgewählten Hauptachsen und evtl. dem Durchschnittszahn. Diese Kombination kann man sich physisch z.B. vorstellen entweder als einzelne Datensätze, die durch Verknüpfungen oder Verweise verbunden sind, oder durch Zusammenfügung zu einem großen Datensatz. Wird nun eine Repräsentation dieses generischen Zahnmodells oder generischen Zahnmodelldatensatzes gewünscht, müssen nur die speziellen Linearfaktoren mit den Hauptachsen multipliziert und evtl. der Durchschnittszahn addiert werden. Das generische Zahnmodell oder der generische Zahnmodelldatensatz (im folgenden zum Teil auch als „generischer Zahn" abgekürzt) stellt also eine Art mathematische Beschreibung des gesamten Zahnraumes des entsprechenden Zahntyps dar.

Wie in Patentanspruch 4 und 5 beschrieben, lässt sich der Rekonstruktionsvorgang für den reparaturbedürftigen Zahn bzw. der Defektsituation mittels des Durchschnittszahnes oder des generischen Zahnmodells durchführen und auch weitgehend automatisieren. Rekonstruktion bedeutet die vollständige oder zumindest teilweise Wiederherstellung der fehlenden Außenhülle des reparaturbedürftigen Zahnes oder der Defektsituation. Beim reparaturbedürftigen Zahn kann es sich um Inlay-, Onlay-, Overlay-, Teilkronen-, Kronen-, Brückenpräparationen etc. handeln, bei der Defektsituation geht es um das Auffüllen von Bereichen mit fehlenden Zähnen, z.B. Brückenzwischenglieder, Implantataufbauten oder Teilen von Teilprothesen bzw. Totalprothesen. Bei dem Begriff der Restgebisssituation handelt es sich in dieser Patentschrift um die vermessene Information (insbesondere Datensätze) von präpariertem Zahn oder Zähne (reparaturbedürftiger Zahn oder Zähne) oder Defektsituation und die zusätzliche wahlweise Einbeziehung von vermessener Information der Restzahnsubstanz, des Gegenkiefer, des funktionellen und statischen/okklusalen Bissregistrats, des Nachbarzahns/ der Nachbarzähne und/oder des Zahnfleischanteils bzw. des Kieferkamms. Beim Gegenkiefer ist in der Regel nur die Einbeziehung von einem oder mehreren Gegenzähnen, d.h. dem Zahn oder der Zähne, die dem reparaturbedürftigen Zahn oder der Defektsituation gegenüberliegen, ausreichend. Der Begriff Gegenzahn ist synonym zum Fachbegriff Antagonist zu stehen. In dieser Patentschrift werden jedoch zusätzlich unter dem Begriff Gegenzahn auch Teile des Gegenkiefers oder der gesamte Gegenkiefer subsumiert. Wählt man an der betreffenden Präparation bzw. Defektsituation und umgebender Restgebisssituation bestimmte Konstruktionspunkte bzw. Korrespondenzpunkte oder Korrespondenzstrukturen, z.B. Höckerspitzen oder Randleistenpunkte auf Restzahnsubstanz und/oder mögliche

Kontaktpunkte mit dem Gegenzahn oder Nachbarzahn (Fig. 9 – 11), so kann bei Kenntnis der entsprechenden Korrespondenzpunkte und –Strukturen am generischen Zahnmodell, Durchschnittszahn etc. die Rekonstruktion bestmöglich durch Optimierungsprozesse durchgeführt werden. Beim Durchschnittszahn werden in der Regel Rotations-Translations, Skalierungs- und evtl. auch affine Transformationsparameter durch Minimierungsprozesse ermittelt. Beim generischen Zahn erfolgt zusätzlich noch die optimierte Anpassung der Parameter (Linearfaktoren) der Hauptachsen so, dass das Einfügen des generischen Zahnes, der entsprechend der Parameter verändert wurde, bestmöglich erfolgt. Wahlweise können in diesen Prozeß auch Nebenbedingungen eingebaut werden, wie z.B. Begrenzung der Größe der Parameter, damit das Ergebnis nicht weit außerhalb des Zahnraumes liegt, oder die Bedingung, dass die Gegenkaufläche oder funktionelles Registrat nicht durchdrungen werden darf, an den Kontaktpunkten sich aber berührt. Auch können Qualitätsparameter wie minimale Schichtstärken für ein Material oder belastungsoptimiertes Oberflächendesign mit berücksichtigt werden.

Neben den einzelnen Korrespondenzpunkten können aber auch alle vorhandenen Restzahnflächen (z.B. bei Inlays, Onlays, Teilkronen), oder auch Korrespondenzstrukturen, d.h. bestimmte charakteristische Areale und Formen, in ihrer Gesamtheit hergenommen und alle Punkte dieser Restzahnflächen und/oder Strukturen zur Korrespondenz genommen werden. Dies kann z.B. analog zu oben wiederum mit dem Verfahren des optischen Flusses durchgeführt werden. Ein andere Möglichkeit ist das Matching mit Optimierung der Parameter entsprechend einer Gütefunktion (z.B. Abstandsfunktion). Entscheidend dabei ist wiederum, das der Zahn nicht irgendwie deformiert wird, sondern entlang den Hauptachsen und damit im Bereich der Form natürlicher Zähne bleibt.

Im allgemeinen werden die generische Kaufläche und Datensätze der Defektsituation bzw. des reparaturbedürftigen Zahns nicht im gleichen Koordinatensystem liegen. Daher müssen bei der generischen Kaufläche neben den Parametern entlang der Hauptachsen (Linearfaktoren) zumindest auch die Rotation und Translation bestimmt werden. Die Einbeziehung einer Skalierung ist möglich, aber hier nicht unbedingt sinnvoll, da dieser Faktor bereits in der Hauptachsenrepräsentation integriert sein sollte. Eine Möglichkeit der Problemlösung besteht darin, den Anpassungsprozess in zwei Stufen zu durchlaufen:

1. Rotation und Translation des Durchschnittszahnes in das Koordinatensystem des Defektzahnes anhand der Korrespondenzpunkte und/oder Restzahnsubstanz. Dies kann mit z.B. dem Algoritmus nach Umeyama (Umeyama S.: Least-squares estimation of transformation parameters between two point patterns. IEEE PAMI 13(4); 276-280, 1991) durchgeführt werden, wobei man den Skalierungsfaktor gleich 1setzt.
2. Verbesserung der Anpassung der Korrespondenzpunkte durch Optimierung der Hauptachsenparameter (evtl. ergänzt durch lineare Faktoren der Rotation und Translation etc.).

Der Vorteil ist, dass man für beider Stufen direkte Lösungsverfahren einsetzen kann. Im allgemeinen Fall (auch einstufige Lösung) können natürlich auch bekannte nichtlineare iterative Lösungsverfahren eingesetzt werden (z.B. Gradientenabstiegsmethode, Levenberg-Marquardt etc.).

Wurde der ursprüngliche Datensatz der Restzahnsubstanz und/oder Korrespondenzpunkten in das Koordinatensystem des Durchschnittszahnes translatiert und rotiert, bestehen mit den Eigenschaften der generischen Zahnoberfläche bestmögliche Ausgangsbedingungen für die Rekonstruktion von Zahnoberflächen. Die Aufgabe besteht darin, die Parameter (Linearfaktoren) α_i so zu bestimmen, daß die sich ergebende Linearkombination (d.h. neue Kaufläche) möglichst gut an die vorhandene Situation anpasst. Dies erfolgt z.B. durch Minimierung einer Fehlerfunktion.

Eine weitere Optimierung der Anpassung besteht darin, nur solche Linearkombinationen zuzulassen, die eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit aufweisen, d.h. die möglichst typische Zahnformen des Zahnraums bevorzugen. Damit soll das Ergebnis mit hoher Wahrscheinlichkeit in der konvexen Hülle der Zahndaten liegen. Es ist in diesem Zusammenhang alternativ denkbar, eine wahrscheinlichkeitstheoretische Betrachtungen mit einzubeziehen. Folgende Bedingungen sollten berücksichtigt werden:

a) Die gesuchte Kaufläche sollte im Raum der Zahnoberflächen eine möglichst hohe Wahrscheinlichkeit aufweisen, d.h. ihre Form sollte möglichst typisch für eine Kaufläche sein.
b) Die gemessenen Punkte können Meßfehler aufweisen (z.B. durch Messung oder durch Anklicken). Damit ein Meß- oder Bearbeitungsfehler bei der Auswahl der

Kaufläche nicht übermäßig gewichtet wird, wird man auch hier eine Wahrscheinlichkeit für einen Messpunkt, abhängig vom Rauschen oder Fehlerquellen, berücksichtigen.

Ein solcher Ansatz könnte zu folgender Maximierung der Wahrscheinlichkeit führen:

$$P(\vec{c} \mid \vec{z}_{real}) = const \cdot P(\vec{z}_{real} \mid \vec{c}) \cdot P(\vec{c})$$
$$= const \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\|\mathbf{M}\vec{c}-\vec{z}_{real}\|^2} \cdot e^{-\frac{1}{2}\|\vec{c}\|^2}$$

Diese Wahrscheinlichkeit wird maximal, wenn die Gütefunktion E minimal wird:

$$E = \|\mathbf{M}\vec{c} - \vec{z}_{real}\|^2 + \gamma \cdot \|\vec{c}\|^2 = \min, \qquad \gamma = \frac{1}{\sigma^2}$$

mit

$$\vec{z} = \sum_{l=1}^{p} \lambda_l c_l \vec{p}_l = \mathbf{M}\vec{c},$$

mit der Matrix $\mathbf{M} = (\lambda_1 \vec{p}_1, \lambda_2 \vec{p}_2, \ldots, \lambda_p \vec{p}_p)$, und der Messfehler mit einer Varianz von σ^2.

Die ermittelte optimale generische Zahnoberfläche wird sich schon sehr gut in die gegebene Restgebisssituation einfügen. Bei der Restgebisssituation handelt es sich um die vermessene Information (insbesondere Datensätze) von präparierten Zahn inkl. Restzahnsubstanz, Gegenkiefer, funktionelles und statisches Bissregistrat, Nachbarzähne und/oder auch vom Zahnfleischverlauf und Kieferkamm. Allerdings werden sich in der Regel noch kleinere Differenzen ergeben, wie z.B. kleine Stufen oder Lücken beim Übergang zur Restzahnsubstanz, zu hohe Stellen, die das Bissregistrat oder den Nachbarzahn durchdringen, noch fehlende Kontaktpunkte etc. Ausserdem müssen unter Umständen noch fehlende Flächenanteile wie Approximalflächen, Oral- und Vestibulärflächen ergänzt werden. Diese zusammengefasst als Anpassung bezeichneten Vorgänge, die meistens nur geringfügige Änderungen beinhalten, liefern dann den fertigen Datensatz, der für die Steuerung einer Maschine benutzt wird.

In Patentanspruch 8 wird die Verwendung dieser ermittelten Datensätze für die physische Herstellung beschrieben. Im Prinzip sind alle möglichen automatisierten

Fertigungsverfahren wie CNC-Fräsen oder –schleifen, Laserbearbeitung, Stereolithographie oder lithographische Sinterverfahren einsetzbar. Die Materialpalette für die Zahnrestauration, Zahnersatzteile oder Zahnmodelle kann von Kunststoff über Metalle (Titan, Gold, Stahl etc.) bis zu Keramik reichen. In der Zahnmedizin sind bereits eine Reihe von Materialien speziell für den CAD/CAM-Prozess verfügbar.

Patentanspruch 9 beinhaltet den gesamten Herstellungsprozess von Vermessung bis Produktion. Oben aufgeführte Implementierungsvarianten können hier analog eingestzt werden. Aus der Beschreibung und den Zeichnungen kann ein Fachmann weitere Varianten, die hier nicht einzeln aufgeführt sind, ableiten, so dass auch diese in die Patentschrift als vollumfänglich einbezogen betrachtet werden können.

Ausführungsvarianten und Erklärungen der Patentansprüche 10 bis 13 sind bereits vorher beschrieben worden. Patentanspruch 14 bezieht sich explizit auf die Berücksichtigung von funktionellen und/oder statischen bzw. okklusalen Bissregistraten. Ein großer Vorteil der gesamten Kauflächenanpassung mittels mathematischer bzw. elektronischer Vorgehensweise besteht darin, dass man die gesamte Herstellungskette von Gegenkieferabformung, Herstellung eines Gipsmodells dieses Gegenkiefers, Einartikulation des Gegenkiefers und Zuordnung zum gesägten oder Präparationsmodell, bis zur Bestimmung und Justierung der Kiefergelenksparameter etc. nicht mehr durchführen muss. Die Alternative stellt hier die direkte Abformung der Gegenkiefersituation mittels Bissregistrate im Mund dar. Das statische Bissregistrat, manchmal auch als okklusales Bissregistrat bezeichnet, erhält man durch Einbringung von Abformmaterial an die gewünschte Stelle, indem der Patient zubeißt und die Zähne zugebissen lässt, bis das Material abbindet. Über die Kieferbewegungen erhält man Auskunft, indem vor dem Abbindens des eingebrachten Abdruckmaterials der Patient zusätzlich noch möglichst viele verschiedene Kieferbewegungen ausführt. Dies ergibt dann das funktionelle Bissregistrat, manchmal auch als FGP (function generated path) bezeichnet. Mit dieser Vorgehensweise erhält man sehr genaue 3D-Informationen über die Bahnen des der Präparation gegenüberliegenden Zähnen, und damit auch Begrenzungslinien und Konstruktionshinweise, wo Kontaktpunkte liegen könnten und wo die rekonstruierte Zahnoberfläche nicht ausgedehnt werden darf, bzw. welches die höchsten Stellen sein können. In Patentanspruch 15 wird genau diese Information für die Korrespondenzfindung und damit für eine genauere Adaptation des Durchschnittszahnes

oder des generischen Zahnes herangezogen. Durch geeignete mathematische Formulierung kann diese Information in Form von Randbedingungen in die Optimierungs- bzw. Minimierungsverfahren einbezogen werden. Diese Bedingung könnte z.B. lauten: Kontaktpunkte sind Berührungspunkte (Interpolation des Punktes mit zweiter Ableitung gleich 0) mit dem Bissregistrat, während die restlichen Bereiche von der rekonstruierten Fläche nicht berührt werden dürfen.

In Patentanspruch 16 wird eine Möglichkeit der Automatisierung der Kontaktpunktfindung mit dem Gegenzahn (Antagonisten) beschrieben. Durch Vergleich des statischen (okklusalen) Bissregistrats mit dem funktionellen Bissregistrat, die beide für die entsprechende Situation wie oben ausgeführt vom Patienten genommen wurden und sich als vermessene Datensätze im gleichen Koordinatensystem befinden (referenziert sind), sind die Bereiche, bei denen das eine Bissregistrat einen geringen Abstand von dem anderen Bissregistrat hat oder sich beide berühren, besonders ausgezeichnet. Diese Areale stellen die möglichen Kandidaten für die Kontakte mit den Antagonisten dar, in den anderen Bereichen können keine Kontaktpunkte liegen. Wenn man weis, wo sich die korrespondierenden Kontaktpunkte auf der generischen Zahnoberfläche bzw. auf dem Durchschnittszahn befinden, kann man die Optimierung der Linearfaktoren weitestgehend automatisieren.

In Patentanspruch 17 werden zusätzlich für die Approximalflächengestaltung (z.B. Lage des Approximalkontaktes, Ausdehnung etc.) und für die Auswahl von Korrespondenzpunkten bzw. .strukturen (z.B. Randleisten, Formen der Kaufläche etc.) die vermessenen Informationen der Nachbarzähne einbezogen. Ebenso können einzelne Punkte (z.B. Kontaktpunkte) oder die Form und Strukturen des Gegenzahnes für die Korrespondenzbildung ausgenutzt und damit die Auswahl der bestpassendsten Zahnoberfläche für die Rekonstruktion des reparaturbedürftigen Zahnes bzw. Defektsituation durchgeführt werden. Ebenso könnte die Information des entsprechenden symmetrisch gegenüberliegenden Zahnes herangezogen werden, da man oft davon ausgeht, dass diese Zahnformen nur spiegelbildlich sind, sich aber sonst sehr stark ähneln. Insbesondere beinhaltet dieser Anspruch die Möglichkeit, die aus der Hauptachsenanalyse bzw. Korrespondenzanalyse gefundenen Zusammenhänge zwischen Nachbarzähnen des gleichen Patienten (z.B. bei der Herstellung des generischen Zahnmodells von benachbarten Zähnen) aus der Information des Nachbarzahnes/ der Nachbarzähne auf die

zu ergänzende Außenhülle oder zumindest Teile dieser Außenhülle zu schließen. Eine Möglichkeit besteht in der Optimierung der Parameter des kombinierten generischen Zahnmodelldatensatzes bei der Anpassung an den Nachbarzahn/Nachbarzähne, wobei gleichzeitig die zu rekonstruierende Zahnoberfläche entsprechend verändert wird. Das gleiche Verfahren ist auch für den Gegenzahn bzw. den symmetrisch gegenüberliegenden Zahn anwendbar. Insbesondere wird in diesem Anspruch auch darauf hingewiesen, dass die Information von Nachbarzahn/Nachbarzähnen, von Gegenzahn und/oder vom symmetrisch gegenüberliegenden Zahn/Zähnen auch aus zweidimensional vermessenen Datensätzen bestehen kann. Ausgehend von diesen Datensätzen kann man unter Zuhilfenahme eines entsprechenden generischen Zahnmodells durch Optimierung von Abbildungs-, Beleuchtungs-, Render- und/oder Projektionsfunktionen auf die dreidimensionale Struktur schließen (siehe z.B. Blanz, V., Romdhani, S.: Face Identification across different poses and illuminations with a 3D morphable model. Proc. Int. Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 202-207, 2002) und diese wiederum für die Rekonstruktion ausnutzen. Der Vorteil dieser zweidimensionalen Vermessung liegt darin, dass man relativ einfach z.B. mittels einer intraoralen Kamera oder eines Fotoapparats am Patienten diese Aufnahme bzw. Datensätze erstellen kann.

Patentanspruch 18 beschreibt, dass noch notwendige Anpassungen durchgeführt werden, sofern noch Störstellen und Interferenzen nach Berechnung des bestpassendsten generischen Zahnes oder Durchschnittszahnes vorhanden sind. Dies können kleine Stufen oder Lücken beim Übergang zur Restzahnsubstanz, zu hohe Stellen, die das Bissregistrat oder den Nachbarzahn durchdringen, noch fehlende Kontaktpunkte etc sein. Hier bieten sich Verfahren an, die gewährleisten, dass die Veränderungen lokal begrenzt und möglichst klein bleiben und gleichzeitig einen harmonischen und glatten Übergang zu den nicht veränderten Bereichen ergeben. Dies kann durch bekannte Deformations und/oder Morphing-Verfahren erfolgen. Außerdem müssen unter Umständen noch fehlende Flächenanteile wie Approximalflächen, Oral- und Vestibulärflächen ergänzt werden. Die möglichen Verfahren einer automatisierten Ergänzung dieser Flächen werden weiter unten beschrieben. Insgesamt können diese Prozesse automatisch oder interaktiv erfolgen. Bei der interaktiven Manipulation kann der Zahnarzt oder Zahntechniker nach seiner jeweiligen Vorstellung die Gestaltung noch optimieren. Diese Möglichkeit sollte in Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen in der Regel immer implementiert sein.

Mit Hilfe des generischen Zahnes gelingt die Verwirklichung verschiedener Okklusions- und Funktionskonzepte. In der Zahntechnik gibt es verschieden Theorien, wo statische und funktionelle Kontaktpunkte zum Nachbarzahn oder Antagonisten liegen sollen. Der generische Zahn bietet die Möglichkeit, quasi online zu entscheiden, welches Konzept man verwenden möchte und wo die Kontaktpunkte liegen sollten (Fig. 9-11). Dabei wird z.B. entweder einmal für einen bestimmten Benutzer oder Labor, der oder das ein bestimmtes Konzept favorisiert, oder auch vor jeder neuen Versorgung die gewünschten Kontaktpunkte auf dem generischen Zahn markiert, die entsprechenden Korrespondenzpunkte auf dem Bissregistrat/ und oder Restzahnsubstanz bzw. Nachbarzahn, wie in den Patentansprüchen 19 und 20 ausgeführt. Durch Anpassung der Parameter bezüglich der korrespondierenden Punkte erhält man nach Minimierungsverfahren wiederum eine funktionell gestaltete natürliche Kaufläche. Dieses Verfahren geht nur mit generischen Zähnen, da im Falle von Zahnbibliotheken der beste Zahn nur ausgewählt werden kann, wenn bei Veränderung der Kontakt/Funktionssituation die entsprechenden Referenzpunkte aller Zähne neu bestimmt werden müssen, bei hoher Anzahl von Zähnen ein aufwendiges Unterfangen. Auf der anderen Seite ist bei Deformation nur eines Modellzahnes, der nicht auf Basis eines generischen Zahnes erzeugt ist und die Hauptkomponentenanalyse nicht durchgeführt wurde, nicht gewährleistet, dass das Ergebnis ein harmonisches, zahnähnliches Resultat ergibt.

In den Patentansprüchen 21 und 22 werden Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen beschrieben, die ausgehend von 3D-Datensätzen der Gegenkiefersituation (Fig.2) und der Präparation (Fig. 1) bzw. mehreren Präparationen, die zueinander referenziert sind, dadurch hergestellt werden, dass nach Referenzierung die vorhandenen Bissregistrate mit den Päparationsdatensätzen anhand der möglichen Überlappbereiche (Fig. 3) nach Auswahl geeigneter Korrespondenzpunkte (Fig. 4) die am besten passende Kaufläche aus einer Zahnbibliothek automatisch ausgewählt wird (Fig. 5). Ein Fehler-Minimierungs-Verfahren für die Auswahl und Anpassung der Bibliothekskaufläche, das sich hierfür sehr gut eignet und nicht iterativ erfolgt, wird z.B. bei Umeyama (Umeyama S.: Least-squares estimation of transformation parameters between two point patterns. IEEE PAMI 13(4): 276-280, 1991) beschrieben. Anschließend werden vorhandene Interferenzen bzw. Überschneidungen mit der Gegenzahnreihe und /oder Nachbarzähne beseitigt und im Falle der Inlays, Onlays und

z.T. Teilkronen wird noch die Restzahnsubstanz berücksichtigt werden die fehlenden Außenflächen ergänzt (Fig. 6 und 8) und wird dann an die Präparationslinie so angepasst, dass ein nahezu glatter harmonischer Übergang erfolgt (Fig. 7). Durch Verschmelzung der Außen- und Innenflächen entlang der Präparationslinie (Randkurve) kann dann das Zahnersatzteil gefräst werden. Entscheidend zum einen ist, dass im Vergleich zu vorher erwähnten bereits bekannten Methoden durch die Auswahl vieler unterschiedlicher Zähne aus einer Zahnbibliothek nicht der Zahn der Situation angepasst wird, sondern ein für die Situation schon sehr gut passender Zahn ausgewählt wird, bei dem dann nur sehr kleine und damit automatisierbare und fehlerunanfälligere Adaptationen durchzuführen sind. Der zweite Vorteil ist die Trennung von wichtigen oder komplizierten Teilen der Zahnoberfläche von weniger wichtigen oder einfacheren Teilen. Zu ersteren gehört z.B. die Kaufläche, zu zweiten die Vestibulär, Approximal- und Oralflächen der Zähne. Durch diese Aufteilung kann man sich auf die bessere Anpassung der komplizierteren Oberflächen aus der Zahnbibliothek beschränken, während die Außenflächen automatisch ergänzt und rekonstruiert werden. Für die Aussenflächen genügt die Angabe nur weniger Konstruktionspunkte (Fig. 8 und 16). Eine Möglichkeit der Implementierung ist die Berechnung von Bezier-, Nurbs- oder B-Spline-Flächen, die stetig und glatt an die entsprechenden Teile der Präparationsgrenze und der Grenze des eingefügten Bibliotheksdatensatzes anschließen und dabei die Konstruktionspunkte (wie z.B. Approximalkontakt, Ausbuchtung der Vestibulär- oder Oralfläche) interpolieren. In Patentanspruch 42 wird dieses Verfahren spezifiziert.

In Patentanspruch 23 wird spezifiziert, wie diese Zahnbibliothek aufgebaut sein kann. Sinnvoll ist dabei eine Struktur, bei der jedem Zahndatensatz entweder durch Referenzierung oder durch entsprechender Namensgebung ein Datensatz zugeordnet ist, der den Typ und die Merkmale, die für die Auswahl berücksichtigt werden sollen, beinhaltet. Zusätzlich soll die Bibliothek aus Zahnoberflächen bestehen, die von natürlichen kariesfreien und unversehrten Zähnen herrühren.

Die allgemeinste Form der Zahnbibliothek enthält die Gesamtheit aller möglichen vorkommenden natürlicher und auch künstlicher Zahnformen. Sinnvollerweise wird man die Zahnbibliothek in Gruppen mit unterschiedlichen Zahntypen einteilen. Bei dieser Untergruppierung nach dem Zahntyp kann es sich zum Beispiel um Molaren, Prämolaren, Eckzähne und Frontzähne handeln. Als Zahntyp kann aber auch der OK-6er, UK-4er, OK-

1er etc. stehen. Möglich ist des weiteren eine Unterscheidung nach Alter und Abrasion, nach Geschlecht, nach Volkszugehörigkeit, nach Größe der Zähne, nach morphologischen Besonderheiten etc, z.B. können die Gruppen OK-7er im Alter von 50-60 Jahren, OK-6er mit und ohne Tuberculum Carabelli, UK-3er bei weiblichen Personen ein Beispiel für einen Zahntyp darstellen. Der Begriff Zahntyp umfasst also eine je nach Aufgabenstellung sehr variable Gruppierungsmöglichkeit.

Patentanspruch 24 beschreibt ein Verfahren, in dem man bei der Erstellung des generischen Zahnmodelldatensatzes den Faktor Alter bzw. Abrasionsgrad, wobei Zahnbibliotheksflächen eines bestimmten Zahntyps in allen Alters- bzw. Abrasionsstufen vorliegen sollen, berücksichtigt und den oder die ermittelten Kombinationen aus Linearfaktoren und Hauptkomponenten, die diesen Faktor beschreiben, nutzt, um die Abrasion für die jeweilige Restgebisssituation optimal einzustellen.

Patentanspruch 25 zeigt eine neue Möglichkeit der Herstellung von Zahnrestaurationen auf, bei der automatisch ein Vorschlag für die möglichen Lokalisationen aller Berührungspunkte mit dem Gegenzahn/Gegenbezahnung (d.h. den Berührungsstellen mit dem Gegenkiefer) ermittelt wird. Dazu wird ein funktionelles Bissregistrat und ein statisches bzw. okklusales Bissregistrat vermessen, die Datensätze im gleichen Koordinatensystem referenziert, so dass es der Situation am Patienten bzw. am Modell entspricht und anschließend alle Bereiche oder Punkte, die einen sehr geringen Abstand von dem einen zum anderen Registrat aufweisen, herausgefiltert. Entscheidend ist, dass außerhalb dieser Bereiche kein Kontaktpunkt liegen kann und darf. Daher könnte sogar die Kontaktpunktgestaltung automatisiert oder zumindest wesentlich vereinfacht werden.

Patentanspruch 27 beinhaltet ein Verfahren, bei dem die Datensätze des Durchschnittszahns, des generischen Zahndatensatzes, der rekonstruierten Zahnersatzteile, der Zahnrestaurationen oder der Zahnmodelle durch Glättung (Filterung) oder spezielle Anpassung an die Werkzeug- bzw. Bearbeitungsgeometrien für den Herstellungsprozess aufbereitet werden. Darunter fallen auch Fräserradiuskorrekturen etc.

Alle vorgestellten Verfahren eignen sich für Inlay-, Onlay-, Teilkronen-, Kronen- und Brückenversorgungen gleichermaßen. Ein weiterer Vorteil, wie in Patentanspruch 28 ausgeführt, liegt darin, dass ausgehend von der rekonstruierten Kaufläche auch eine

reduzierte Kauflächengestaltung für Gerüste möglich ist, die gewährleistet, dass die Verblendung nachher immer ungefähr die gleiche Schichtstärke aufweist. Dies kann man erreichen, indem in einem konstanten Abstand von der rekonstruierten Oberfläche die neue Oberfläche berechnet wird oder zumindest durch Abflachung im Bereich der Höcker und Fissuren die Kaufläche dann entsprechend der Schichtstärke in Richtung des präparierten Zahnes verschoben wird.

In Patentanspruch 29 wird die Verwendung einer numerisch gesteuerten Maschine beschrieben, mit deren Hilfe, gesteuert von den ermittelten Datensätzen, die physische Herstellung von Zahnmodellen, Zahnrestaurationen und Zahnersatzteilen erfolgt. Im Prinzip sind alle möglichen automatisierten Fertigungsverfahren wie CNC-Fräsen oder –Schleifen, Laserbearbeitung, Stereolithographie oder lithographische Sinterverfahren einsetzbar. Die Materialpalette für die Zahnrestauration, Zahnersatzteile oder Zahnmodelle kann von Kunststoff über Metalle (Titan, Gold, Stahl etc.) bis zu Keramik reichen. In der Zahnmedizin sind bereits eine Reihe von Materialien speziell für den CAD/CAM-Prozess verfügbar.

In den Patentansprüchen 30 und 31 werden Vorrichtungen beschrieben, die es ermöglichen, dass für den generischen Zahnmodelldatensatz die Linearfaktoren der zumindest wichtigsten Hauptkomponenten durch eine Regeleinrichtung direkt und interaktiv verändert werden können. Gleichzeitig kann die Auswirkung dieser Veränderung in einer bildlichen Darstellung betrachtet und analysiert werden. In Fig. 18 ist eine Form der Ausgestaltung zu sehen. Die erwähnten Vorrichtungen können z.B. eingesetzt werden, um anstelle der automatischen Rekonstruktion und Optimierung dem Zahnarzt oder Zahntechniker die Möglichkeit zu geben, interaktiv nach eigenen Vorstellungen den generischen Zahnmodelldatensatz an die Restzahnsituation anzupassen.

In den Patentansprüchen 32 bis 35 werden mögliche Verfahren beschrieben, mit denen man die gesamten Kauflächenrekonstruktionen durchführen kann, ohne dabei explizit die Restzahnsubstanz ausschneiden oder besonders markieren zu müssen. Vielmehr wird der vollständige Datensatz des reparaturbedürftigen Zahnes herangezogen (Fig. 12). Durch Anklicken weniger Startwerte (Korrespondenzpunkte) auf der Restzahnsubstanz wird ein Vorschlag angeboten, anhand dessen für die weitere Iteration oder Anpassungsprozess nur solche Korrespondenzpunkte in Betracht kommen, die unterhalb eines gewissen

Abstandes zwischen vorgeschlagener Zahnfläche und reparaturbedürftigen Zahn liegen (Fig. 12). Die Abstandsschwelle kann auch variiert oder adaptiv angepasst werden. Somit werden mit hoher Wahrscheinlichkeit bei der Rekonstruktion Punkte in der Kavität oder auf den beschliffenen Bereichen der Zahnoberfläche nicht mit berücksichtigt oder fallen durch die geringe Anzahl nicht ins Gewicht. Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht auch darin, dass, wie im Patentanspruch 33 und 34 aufgeführt, die automatische Ergänzung der Präparationslinie möglich wird. Nach erfolgter Rekonstruktion und Anpassung der Kaufläche wird nach den Bereichen gesucht, bei denen ein Übergang von kleineren Abstandswerten (Bereiche, wo sich noch Restzahnsubstanz befindet; hier weist in der Regel die rekonstruierte Kaufläche geringe Abweichungen auf) zu Bereichen mit größeren Abständen (Bereiche wo der Zahn beschliffen oder Zahnsubstanz entfernt wurde) auftritt. In diesen Übergangsbereichen muss auch die Präparationsgrenze oder zumindest Teile davon liegen (Fig. 13). Diese Vorgehensweise kann noch verbessert werden, wenn man in diesen Arealen nach den Stellen der stärksten Krümmung auf der Oberfläche des Datensatzes des reparaturbedürftigen Zahnes sucht und diese Stellen stärkster Krümmung in diesen Bereichen zu einer Linie verbindet (z.B. Fig. 14 und 15). Damit ist von der Rekonstruktion bis zur Präparationsgrenzenfindung ein vollautomatischer Prozess vorstellbar. Man kann dies aber auch als Unterstützung und Vorschlagsunterbreitung für eine weitere interaktive Nacharbeitung seitens des Benutzers vorteilhaft einsetzen.

In den Patentansprüchen 36 bis 39 wird eine interaktive Möglichkeit der Eingabe der Präparationsgrenze vorgeschlagen. Hierbei werden in bestimmten Abständen Punkte auf der Oberfläche des elektronischen Bildes des reparaturbedürftigen Zahnes angeklickt. Dieses Anklicken kann mit verschiedenen Steuer- und Kontrollelementen erfolgen, z.B. Computermaus, Tastatur, Joystick oder 3D-Maus. Zwischen diesen ausgewählten Punkten wird jeweils eine Verbindungslinie im Raum interpoliert. Damit man Punkte von der vermessenen Zahnoberfläche bekommt, wird die Verbindungslinie auf die Oberfläche projiziert (Fig. 14). Dabei ist entscheidend, dass die Projektionsrichtung für bestimmte Abschnittsbereiche oder auch für jeden Abschnitt unterschiedlich gewählt werden kann. Dies kann z.B. durch vorprogrammierte Werte erreicht werden oder durch interaktive Einstellung der Ansicht des Zahndatensatzes (Fig. 14). Vorteilhaft kann dies z.B. dadurch erfolgen, dass in der Ansicht zur Markierung bzw. Anklicken des jeweiligen Punktes auch die Projektion der Linie in der gleichen Richtung durchgeführt wird. Um einen möglichst

glatten Kurvenverlauf zu bekommen, können die Verbindungslinien neben Geraden auch Spline- oder Parabelsegmente sein. Auch nach erfolgter Projektion auf die Oberfläche können Splinesegmente oder Ähnliches die eventuell zackigen oder verrauschten Kurven noch glätten. Eine besonders sinnvolle Variante besteht noch darin, in der Nähe oder auch zwischen den angeklickten Punkten nach Stellen mit den größten Krümmungen zu suchen. Aufgrund der Vorgehensweise beim Präparieren und Beschleifen eines Zahnes zur Versorgung mit einer Zahnrestauration sind dies die Stellen, wo sich die Präparationsgrenze befinden sollte. Durch Verbinden der Stellen mit den größten Krümmungen, also eine Linie der größten Krümmungen, erhält man schon einen sehr guten Vorschlag für den Verlauf der Präparationsgrenze (Fig. 15).

In den Patentansprüchen 40 bis 42 werden Verfahren vorgestellt, die es ermöglichen, eventuell im Datensatz der Zahnrestauration oder Zahnersatzteilen vorkommende Fehlstellen zu finden und zu schließen. Solche Fehlstellen können z.B. dadurch entstehen, dass die rekonstruierte Kaufläche oder der rekonstruierte Datensatz nicht den gesamten beschliffenen Anteil überdeckt oder die Anpassung im Bereich der Präparationsgrenze nicht fehlerfrei erfolgt und daher der Datensatz in diesem Bereich absteht oder Fehler aufweist (Fig. 6, 8, 15). Durch automatischen Vergleich der Präparationslinie mit der Berandungskurve des rekonstruierten Datensatzes kann durch Abstandsprüfung entschieden werden, welche Bereiche der Linien bzw. Kurven zu weit auseinander liegen und daher eine Auffüllung oder Ergänzung notwendig machen (Fig. 15). Nachdem der Startpunkt für Präparationslinie und Berandungskurve nicht identisch sein müssen, müssen die in Frage kommenden Abschnitte der Berandungskurve den entsprechenden Abschnitten der Präparationsgrenze noch automatisch zugeordnet werden. Für die Berechnung der Ergänzungsfläche kann es noch notwendig werden, im Übergangsbereich von dem einen Kurvensegment zu dem anderen Kurvensegment weitere Punkte der jeweiligen Kurven hinzuzufügen, die vorher bei der Abstandsprüfung nicht dem zu ergänzenden Bereich zugeordnet werden konnten und nun ermöglichen, dass eine möglichst geschlossene Linie für die Berechnung der Ergänzungsfläche entsteht. In Patentanspruch 42 wird dann explizit ein Verfahren beschrieben, wie man diese Fehlstellen schließen kann (siehe auch Fig. 16).

Die Kontrolle des Ergebnis oder noch notwendige Interaktionen, die man dem Zahntechniker oder Zahnarzt immer ermöglichen sollte, kann für den Bediener durch

Visualisierung mit 3D-Brillen oder 3D-Monitoren etc. erfolgen. Dies ist für den ungeübten Bediener vertrauter.

Die Einbeziehung der Nachbarzähne oder Antagonisten oder der symmetrisch gegenüberliegenden Zahntypen bei der Auswahl der besten Kaufläche ist mittels der generischen Kauflächen und der zugehörigen Hauptkomponenten ebenfalls möglich.

Die Erfindung ist anhand der Ausführungsbeispiele in der Beschreibung und in den Abbildungen lediglich exemplarisch dargestellt und nicht darauf beschränkt, sondern umfaßt alle Variationen, Modifikationen, Substitutionen und Kombinationen, die der Fachmann den vorliegenden Unterlagen insbesondere im Rahmen der Ansprüche und der allgemeinen Darstellungen sowie der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und deren Darstellungen in den Abbildungen entnehmen und mit seinem fachmännischen Wissen sowie dem Stand der Technik insbesondere unter Einbeziehung der vollständigen Offenbarungsgehalte der in dieser Beschreibung angegebenen älteren Anmeldungen kombinieren kann. Insbesondere sind alle einzelnen Merkmale und Ausgestaltungsmöglichkeiten kombinierbar.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen reparaturbedürftigen Zahn;

Fig. 2 ein zu dem reparaturbedürftigen Zahn referenziertes Bissregistrat;

Fig. 3 den Zahn gemäß Fig. 1 dargestellt mit Nachbarzähnen (oben) und zusätzlich mit refernziertem Bissregistrat (unten);

Fig. 4 eine Darstellung des Zahns nach Fig. 1 mit Bissregistrat und ausgewählten Korrespondenzpunkten;

Fig. 5 eine aus einer Zahnbibliothek anhand der Korrespondenzpunkte ausgesuchte Zahnoberfläche;

Fig. 6 rotierte Darstellung der Situation nach Fig. 5 mit erkennbaren Fehlstellen;

Fig. 7 eingepasste und vollständig ergänzte Zahnrestauration;

Fig. 8 eingepasste Zahnfläche für Kronenpräparation mit Einzeichnung von Interpolationspunkten für die Rekonstruktion der noch fehlenden Aussenflächen;

Fig. 9 ein Beispiel einer generisch erzeugten Zahnoberfläche mit Korrespondenzpunkten;

Fig. 10 reparaturbedürftiger Zahn mit den der Fig. 9 entsprechenden Korrespondenzpunkten;

Fig. 11 reparaturbedürftiger Zahn mit Bissregistrat und mit den der Fig. 9 entsprechenden Korrespondenzpunkten;

Fig. 12 Beispiel für die Unterscheidung der Bereiche, die zur beschliffenen Zahnsubstanz gehören und durch eine Zahnrestauration aufgefüllt werden müssen, und Bereichen, die zur unversehrten Restzahnsubstanz gehören, anhand der Prüfung des Abstandes während des Rekonstruktions- und Anpassungsprozesses der Ausssenhülle;

Fig. 13 Beispiel für die Erkennung der Präparationsgrenze am Übergang zwischen den beiden vorher unterschiedenen Bereichen;

Fig. 14 Beispiel für das interaktive Einzeichnen der Präparationsgrenzen unter verschiedenen Ansichten und Projektion der Verbindungslinie auf die Zahnoberfläche;

Fig. 15 Beispiel für das Auffinden noch zu ergänzender Bereiche durch Vergleich der beiden Berandungskurven;

Fig. 16 eine vollständige Zahnrestauration, bei der die noch fehlenden Areale automatisch ergänzt wurden;

Fig. 17 Beispiel für eine nach dem Verfahren des generischen Zahnmodells in einer Maschine angefertigten Zahnrestauration;

Fig. 18 ein Beispiel für eine Regeleinrichtung zur Veränderung der Linearfaktoren und der gleichzeitigen Darstellung der Veränderung;

Fig. 19 ein Flussdiagramm für die Erstellung eines Durchschnittsdatensatzes oder eines generischen Zahnmodelldatensatzes;

Fig. 20 ein Flussdiagramm für eine Rekonstruktion einer Außenhülle;

Fig. 21 eine Fortsetzung des Flussdiagramms von Fig. 14 für eine Rekonstruktion einer Außenhülle;

Fig. 22 ein Flussdiagramm für eine Anfertigung eines Zahnersatzteils oder einer Zahnrestauration; und

Fig. 23 ein Flussdiagramm für eine Anfertigung eines Zahnmodells.

Es folgen nun weitere Erläuterungen zur Erfindung und zu Ausführungsformen der Erfindung.

Fig. 1: Zeigt einen dreidimensional vermessenen reparaturbedürftigen Zahn als Höhendatensatz.

Fig. 2: zeigt ein zu einem reparaturbedürftigen Zahn referenziertes Bissregistrat. Dieses Bissregistrat enthält Informationen zum Antagonisten. Es kann sich dabei entweder um ein statisches Bissregistrat und/oder um ein funktionelles Bissregistrat und/oder um die Gegenzahnreihe handeln. Wichtig ist nur, dass diese Informationen ins gleiche Koordinatensystem wie der Zahn referenziert werden.

Fig.3: zeigt die gleiche Situation wie in Fig. 2, jedoch mit Nachbarzähnen (oben) und zusätzlichem Bissregistrat (unten) dargestellt. Die gesamte Anordnung stellt die Restgebisssituation dar. Die Nachbarzähne geben z.B. die Information für die mesial-distale Ausdehnung der rekonstruierten Außenhülle. Außerdem kann anhand der Form der

Nachbarzähne eine Auswahl für die Zahnoberfläche (Außenhülle) getroffen werden, die für die Rekonstruktion in der entsprechenden Situation in Frage kommen.

Gemäß Fig. 4: können durch Markieren von Punkten auf der Restzahnfläche und/oder Kontaktpunkten auf dem Bissregistrat (Gegenzahnreihe) und/oder zum Approximalkontakt des Nachbarzahnes die Zahnoberflächen entweder aus der Bibliothek oder mittels des generischen Zahnes mit Hauptkomponenten optimal durch entsprechende Minimierung einer Fehlerfunktion angepaßt werden. Anstatt der Punktmarkierungen kann man auch größere Bereiche auswählen, wie z.B. Restzahnsubstanz und/oder Kontaktflächen, anhand derer die Zahnoberflächen durch Matching oder optischen Fluß angepaßt werden. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können die Lokalisationen möglicher Kontaktpunkte auch automatisch durch Vergleich des funktionellen Bissregistrates und des statischen (okklusalen) Bissregistrates ermittelt werden.

Fig. 5. zeigt eine Kaufläche aus der Bibliothek ausgesucht und an die Position transformiert oder eine generische Kaufläche, durch Optimierung der Linearfaktoren der Hauptkomponenten an die Situation angepaßt. In beiden Fällen erhält man schon ein relativ gutes Resultat, das durch Deformation noch an die Ränder und an die Gegenbezahnung angepaßt werden muss.

Gemäß Fig. 6. liefert eine Anpassung von Kauflächen je nach noch vorhandener Restzahnsubstanz fehlende Lücken im Bereich vor allem unterhalb des Zahnäquators. Diese Lücken müssen noch geschlossen werden. Obwohl die Auswahl von vollständigen Zahnoberflächen (d.h. inkl. Außenbereiche) möglich wäre, ist zur Zeit eine getrennte Anpassung von Kaufläche und Außenflächen (Oral-, Vestibulär, Approximalfläche) sinnvoll. Dadurch werden Parameter im Randbereich getrennt von Parametern im Kauflächenbereich behandelt und damit wird in den einzelnen Bereichen eine bessere Anpassung gewährleistet. Ausserdem ist der Vorgang der Ergänzung der Kauflächen, wie in der Erfindung erwähnt, automatisch durchführbar.

Gemäß Fig. 7 erhält man nach Anpassen an den Rand/ Gegenzahn und Ergänzung der fehlenden Flächen die gesamte Außenkontur (Außenhülle) des Zahnes. Wichtig ist dabei jeweils der glatte Übergang in den Randbereichen. Durch Zusammenfügen dieses

Datensatzes an der Präparationsgrenze mit dem Datensatz der vermessenen Kavität/Defekt ist der gewünschte Formkörper für die CNC-Bearbeitung und Anfertigung in einer Produktionsmaschine aufbereitet.

Fig. 8.: Wenn keine oder nur wenig Restzahnsubstanz vorhanden ist (z.B. Kronenpräparationen), erfolgt die Ergänzung der fehlenden Außenflächen über den gesamten zirkulären Bereich. Dabei ist es sinnvoll, einige Konstruktionspunkte vorzugeben. Die Ergänzung wird in der Regel automatisiert ablaufen. Die weitere Anforderung ist ein glatter Übergang in den Randbereichen.

Fig. 9. zeigt ein Beispiel einer generisch erzeugten Zahnoberfläche. Hier handelt es sich z.B. um einen Durchschnittszahn, der aus 200 jugendlichen unversehrten ersten Oberkiefermolaren (OK-6er) berechnet wurde.

Fig. 10. und 11: Die generische Kaufläche mit den Hauptkomponenten kann wiederum an die Restgebißsituation angepaßt werden durch Verwendung der Restzahnsubstanz (Fig. 10) und/oder durch Auswahl bestimmter Punkte auf Bissregistrat (Fig.11) und/oder Nachbarzähne etc.. Im Gegensatz zur direkten Verwendung einer Zahnbibliothek kann mittels des generischen Zahnmodelldatensatzes die Auswahl von bestimmten Kontakt- und Merkmalspunkten bzw. –strukturen direkt vor der Berechnung und Konstruktion erfolgen, da es genügt, diese Punkte am generischen Zahn zu markieren. In der Zahnbibliothek müßte dagegen jeder einzelne Zahn mit den neuen Merkmalspunkten versehen werden. Dies erlaubt daher auch einen schnellen Wechsel je nach Situation, um verschiedene Okklusions- und Formkonzepte umzusetzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Datensatzes eines für die Anfertigung eines Zahnersatzteils, einer Zahnrestauration oder eines Zahnmodells verwendbaren Durchschnittszahns, mit folgenden Verfahrensschritten:

   a) durch Vermessen einer vorbestimmten Mindestanzahl von Zähnen gleichen Zahntyps wird eine Vielzahl von elektronischen Datensätzen dieses Zahntyps erzeugt;

   b) es erfolgt eine Zuordnung zumindest einer Anzahl von für diesen Zahntyp charakteristischen Korrespondenzpunkten und/oder Korrespondenzstrukturen in den einzelnen elektronischen Datensätzen;

   c) unter Berücksichtigung der Zuordnung der Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen in den einzelnen Datensätzen erfolgt eine Mittelwertbildung aus den elektronischen Datensätzen;

   d) ein sich aus der Mittelwertbildung ergebender elektronischer Durchschnittsdatensatz wird als elektronische Darstellung eines Durchschnittszahns mit einer bezüglich der vermessenen Zähne durchschnittlichen Zahnoberfläche zur Verfügung gestellt.

2. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Datensatzes eines für die Anfertigung eines Zahnersatzteils, einer Zahnrestauration oder eines Zahnmodells verwendbaren generischen Zahnmodells, mit folgenden Verfahrensschritten:

   a) durch Vermessen einer vorbestimmten Mindestanzahl von Zähnen gleichen Zahntyps wird eine Vielzahl von elektronischen Datensätzen dieses Zahntyps erzeugt;

   b) es erfolgt eine Zuordnung zumindest einer Anzahl von für diesen Zahntyp charakteristischen Korrespondenzpunkten und/oder Korrespondenzstrukturen in den einzelnen elektronischen Datensätzen;

   c) es wird eine Hauptachsenanalyse für die zugeordneten Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen der vermessenen Zähne durchgeführt;

   d) es wird eine Linearkombination aus mindestens einem Teil der sich ergebenden Hauptachsen für den betrachteten Zahntyp durchgeführt und als generischer Zahnmodelldatensatz zur Verfügung gestellt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung eines dreidimensionalen elektronischen Datensatzes eines generischen Zahnmodells, bei welchem nach erfolgter Zuordnung

der Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen der Durchschnittsdatensatz von allen vermessenen Zahndatensätzen subtrahiert wird, anschließend eine Hauptachsenanalyse für die Differenzdatensätze durchgeführt wird, eine Linearkombination aus mindestens einem Teil der sich ergebenden Hauptachsen für den betrachteten Zahntyp gebildet wird und diese Linearkombination zusammen mit dem Durchschnittsdatensatz als generischer Zahnmodelldatensatz zur Verfügung gestellt wird.

4. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen, bei welchem zur Rekonstruktion eines reparaturbedürftigen Zahnes oder einer Defektsituation zumindest Teile der fehlenden Außenflächen der Zahnersatzteile oder Zahnrestaurationen durch Anpassung eines Durchschnittszahnes des gewünschten Zahntyps an die vorhandene Restzahnsubstanz und/oder Gegenbezahnung und/oder Nachbarzahnsituation und/oder Bissregistrate ergänzt werden, wobei der Durchschnittszahn durch Mittelwertbildung der elektronischen Datensätze einer größeren Anzahl vermessener Zahnoberflächen eines bestimmten Zahntyps ermittelt wird, nachdem vorher eine Zuordnung möglichst vieler Korrespondenzpunkte und/oder -strukturen zwischen den Datensätzen erfolgt ist und die Mittelwertbildung genau zwischen den Korrespondenzpunkten und/oder -strukturen und damit den dazugehörigen einzelnen Koordinaten durchgeführt wird, und nach Anpassung in einer Maschine gefertigt wird.

5. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen, bei welchem zur Rekonstruktion eines reparaturbedürftigen Zahnes oder einer Defektsituation zumindest Teile der fehlenden Außenflächen der Zahnersatzteile oder Zahnrestaurationen durch Optimierung eines generischen Zahnmodelldatensatzes des gewünschten Zahntyps an die vorhandene Restzahnsubstanz und/oder Gegenbezahnung und/oder Nachbarzahnsituation und/oder Bissregistrate so ergänzt werden, dass die Linearfaktoren zumindest der wichtigsten Hauptkomponenten, wobei diese Komponenten durch Hauptachsenanalyseverfahren aus den elektronischen Datensätzen einer größeren Anzahl vermessener Zahnoberflächen ermittelt wurden, so variiert werden, dass die gewählten Optimierungskriterien durch Minimierung einer Fehlerfunktion erfüllt werden, und nach erfolgter Anpassung an die Restgebisssituation und Fertigstellung des Datensatzes das rekonstruierte

Zahnersatzteil oder die rekonstruierte Zahnrestauration in einer Maschine angefertigt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem die Zuordnung der Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen automatisch erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welchem für die Zuordnung der Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen eine gewichtete Kombination zumindest aus Höhenwerten und Steigungen und/oder Krümmungen der entsprechenden elektronischen Daten verwendet wird.

8. Verwendung einer mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 erhaltenen elektronischen Darstellung eines Durchschnittszahns oder generischen Zahnmodells als elektronische Vorlage für eine Herstellung von physischen Zahnmodellen, Zahnrestaurationen oder Zahnersatzteilen mittels einer entsprechend dem Durchschnittsdatensatz oder generischen Zahnmodelldatensatz oder auch mittels Teilen dieser Datensätze gesteuerten Maschine.

9. Verfahren zur Herstellung von physischen Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen für reparaturbedürftige Zähne oder für Defektsituationen unter Verwendung einer mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 erhaltenen elektronischen Darstellung eines Durchschnittszahns oder generischen Zahnmodells, mit folgenden Schritten:

a) es wird eine dreidimensionale Vermessung einer Präparation des reparaturbedürftigen Zahns oder einer Defektsituation durchgeführt und ein die Präparation oder Defektsituation darstellender elektronischer Datensatz erzeugt;

b) aus der elektronischen Information der vermessenen Präparation oder der vermessenen Defektsituation werden für den Zahntyp des reparaturbedürftigen Zahns oder für den in die Defektsituation passenden Zahntyp charakteristische Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen ausgewählt;

c) die Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen im elektronischen Datensatz der vermessenen Präparation oder Defektsituation werden entsprechenden Korrespondenzpunkten und/oder Korrespondenzstrukturen im Datensatz des Durchschnittszahns oder des generischen Zahnmodells zugeordnet;

d) die einander zugeordneten Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen werden durch ein Optimierungsverfahren möglichst weit gehend angenähert;

e) der durch die Optimierung ermittelte Datensatz wird einer Rekonstruktion des fehlenden Teils des reparaturbedürftigen Zahns oder zur Ergänzung der Defektsituation zu Grunde gelegt;

f) ein physisches Zahnersatzteil oder eine physische Zahnrestauration für den reparaturbedürftigen Zahn oder für die Defektsituation wird mittels einer Maschine hergestellt, die entsprechend dem bei dem Schritt e) erhaltenen Datensatz gesteuert wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7 und 9 zur Herstellung eines dreidimensionalen elektronischen Datensatzes von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen, bei welchem nach erfolgter Zuordnung von Korrespondenzpunkten und/oder –strukturen des reparaturbedürftigen Zahnes und/oder der Defektsituation zum generischen Zahnmodelldatensatz die Linearfaktoren für den verwendeten Teil der Hauptachsen so optimiert werden, dass die neue Linearkombination möglichst gut die Korrespondenzen anpasst oder zur Deckung bringt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei welchem die Linearfaktoren durch Minimierung der Abstände zwischen den Korrespondenzpunkten ermittelt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei welchem die Linearfaktoren so ermittelt werden, dass die Wahrscheinlichkeit für die ermittelte Linearkombination möglichst hoch ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei welchem die Optimierung die Wichtigkeit bestimmter Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen in Form von Wichtungsfaktoren berücksichtigt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7 oder 9 bis 13, bei welchem elektronische Datensätze eines funktionellen Bissregistrats und/oder eines statischen Bissregistrats

berücksichtigt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei welchem die Information des Bissregistrats für die Bildung der Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen zur Rekonstruktion des reparaturbedürftigen Zahns und/oder der Defektsituation einbezogen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, bei welchem die möglichen Bereiche der Kontaktpunkte mit dem/die Gegenzahn/Gegenzähne als Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen ermittelt werden, indem durch Überlagerung des Datensatzes des statischen/okklusalen Bissregistrats mit dem Datensatz des funktionellen Bissregistrats die Bereiche mit geringen Abständen zwischen diesen Bissregistraten ausgewählt werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei welchem von mindestens einem Nachbarzahn und/oder mindestens einem Gegenzahn und/oder mindestens einem symmetrisch gegenüberliegenden Zahn abgeleitete elektronische Daten für die Bildung der Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen zur Rekonstruktion des reparaturbedürftigen Zahns und/oder der Defektsituation einbezogen werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 17, bei welchem der durch Optimierung ermittelte Datensatz in den Bereichen, in denen noch Störungen oder Interferenzen zur Präparation und/oder zur Restzahnsubstanz und/oder zum Bissregistrat und gegebenenfalls zum Nachbarzahn und/oder zum Gegenzahn auftreten, durch Deformation und/oder Morphing angepasst wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und 9 bis 18, bei welchem der Durchschnittsdatensatz oder der generische Zahnmodelldatensatz so bildlich dargestellt wird, dass die der vermessenen Präparation und/oder Defektsituation und/oder Bissregistrat/-e und/oder Nachbarzahn/Nachbarzähnen entsprechenden Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen direkt in eine elektronische graphische Darstellung des Durchschnittszahndatensatzes oder des generischen Zahnmodelldatensatzes einzeichenbar sind.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und 9 bis 19, bei welchem der Durchschnittsdatensatz oder der generische Zahnmodelldatensatz zum Eingeben von Korrespondenzpunkten und/oder Korrespondenzstrukturen zusammen mit den vermessenen Datensätzen der Präparation und/oder Defektsituation und/oder Bissregistrat/-e und/oder Nachbarzahn/ Nachbarzähne bildlich dargestellt wird.

21. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen,
wobei
-eine dreidimensionale Vermessung eines präparierten Zahnes oder mehrerer zueinander räumlich referenzierter präparierter Zähne erfolgt,
-eine dreidimensionale Vermessung der im Bereich der Präparationen liegenden Gegenkiefersituation oder alternativ eines in dem Bereich der Präparation liegenden funktionellen Bissregistrates oder statischen/ okklusalen Bissregistrates erfolgt
-die erfassten Daten als elektronische Digitaldaten gespeichert werden,
und wobei
anhand von im Bereich der Präparation vorhandener Restzahnsubstanz, Nachbarzahn/Nachbarzähnen oder Zahnfleisch das oder die Bissregistrate im gleichen Koordinatensystem referenziert oder registriert werden, anschließend anhand der Restzahnflächen und/oder durch Auswahl bestimmter Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen die dafür am besten geeignete Bibliothekszahnfläche, d.h. die anhand der durch Minimierung einer Fehlerfunktion gefundene Zahnoberfläche, aus einer digital gespeicherten Zahnbibliothek ausgewählt wird, diese Bibliothekszahnfläche interaktiv und/oder automatisch mittels Softwareroutinen an die Restzahnsubstanz, an den oder die Nachbarzähne und/oder an das oder die Bissregistrate/ Gegenbezahnung eingepaßt wird, durch Vorgabe der Lage des Approximalkontaktes und/oder oraler und/oder vestibulärer Kontrollpunkte die noch fehlenden Außenflächen ergänzt und an die Berandungskurven und/oder Präparationslinien angefügt werden, so dass der Übergang von der Bibliothekszahnfläche zur ergänzten Außenfläche und von der ergänzten Außenfläche zur Restzahnsubstanz im Bereich der Präparationslinie nahezu glatt verläuft, und nach Fertigstellung des Datensatzes mittels diesen Datensatzes eine Maschine zur Herstellung des gewünschten Zahnersatzteiles oder der gewünschten Zahnrestauration gesteuert wird.

22. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen, wobei
-eine dreidimensionale Vermessung eines präparierten Zahnes oder mehrerer zueinander räumlich referenzierter präparierter Zähne erfolgt,
-eine dreidimensionale Vermessung der im Bereich der Präparation liegenden Gegenkiefersituation oder alternativ eines in dem Bereich der Präparation liegenden funktionellen Bissregistrates oder okklusalen Bissregistrates erfolgt und
-die erfassten Daten als elektronische Digitaldaten gespeichert werden,
und wobei
anhand von im Bereich der Präparation vorhandener Restzahnsubstanz, Nachbarzahn/Nachbarzähnen oder Zahnfleisch das oder die Bissregistrate im gleichen Koordinatensystem referenziert oder registriert werden, anschließend durch Vorgabe der Restzahnflächen und/oder durch Auswahl bestimmter Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen die dafür am besten geeignete Bibliothekszahnfläche, d.h. die anhand der durch Minimierung einer Fehlerfunktion gefundene Zahnoberfläche, aus einer digital gespeicherten Zahnbibliothek ausgewählt wird, diese Zahnoberfläche interaktiv und/oder automatisch mittels Softwareroutinen an die Restzahnsubstanz, an den oder die Nachbarzähne und/oder an das oder die Bissregistrate/Gegenbezahnung eingepasst wird, Überlappbereiche der Bibliothekszahnfläche mit der Restzahnsubstanz entsprechend der vorhandenen Präparationsgrenze abgeschnitten werden, durch Vorgabe der Lage des Approximalkontaktes und/oder oraler und/oder vestibulärer Kontrollpunkte die noch fehlenden Außenflächen ergänzt und an die Berandungskurven und/oder Präparationslinien angepasst werden, so dass der Übergang von Bibliothekszahnfläche zur ergänzten Außenfläche und von ergänzter Außenfläche zur Restzahnsubstanz im Bereich der Präparationslinie nahezu glatt verläuft, und nach Fertigstellung des Datensatzes mittels dieses Datensatzes eine Maschine zur Herstellung des gewünschten Zahnersatzteiles oder der gewünschten Zahnrestauration gesteuert wird.

23. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 7 und 9 bis 22, bei welchem eine Zahnbibliothek aus dreidimensional vermessenen Datensätzen von natürlichen Zahnoberflächen verwendet wird und zu jeder Zahnoberfläche ein Datensatz gebildet wird, der den Zahntyp und die dazugehörigen Korrespondenzpunkte und/oder

Korrespondenzstrukturen enthält, von denen zumindest ein Teil für die Zuordnung an die entsprechenden Korrespondenzpunkte oder Korrespondenzstrukturen des Restzahns und/oder der Präparation und/oder des oder die Nachbarzähne und/oder des Gegenzahns und/oder des oder die Bissregistrate verwendet wird.

24. Verfahren zur Herstellung von Zahnrestaurationen nach einem der Ansprüche 2 bis 7 und 9 bis 23, bei welchem die Einstellung der Abrasion der zu rekonstruierenden Zahnoberfläche zur Anpassung an den reparaturbedürftigen Zahn und/oder die Defektsituation und/oder Restgebisssituation aus dem generischen Zahnmodelldatensatz durch Variation der Linearfaktoren der Hauptkomponenten durchgeführt wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24, bei welchem die möglichen Bereiche der Kontaktpunkte mit dem oder die Gegenzähne als Korrespondenzpunkte und/oder Korrespondenzstrukturen ermittelt werden, indem durch Überlagerung des Datensatzes des statischen/okklusalen Bissregistrats mit dem Datensatz des funktionellen Bissregistrats des Gegenkiefers die Bereiche mit geringen Abständen zwischen diesen Bissregistraten ausgewählt werden.

26. Verfahren zur Herstellung von Zahnmodellen oder Zahnersatzteilen für Prothesen, Teilprothesen, Übungsmodelle, Ausbildungsmodelle und/oder Anschauungsmodelle, bei welchem die Zahnoberfläche der Zahnmodelle oder Zahnersatzteile mittels eines generischen Zahnmodelldatensatzes oder Durchschnittsdatensatzes gestaltet ist, der, nachdem vorher eine Zuordnung möglichst vieler Korrespondenzpunkte und/oder -Strukturen zwischen den elektronischen Datensätzen einer größeren Anzahl vermessener Zahnoberflächen erfolgt ist, durch Mittelung dieser Datensätze und/oder Hauptachsenanalyse entstanden ist, wobei für den generischen Zahnmodelldatensatz die Linearkombination zumindest aus den wichtigsten Anteilen der Hauptkomponenten gebildet wird, und das Zahnersatzteil oder Zahnmodell in einer Maschine gefertigt wird oder als Anschauungsmodell in einer Druckvorrichtung oder holographischen Vorlage erstellt wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26, wobei vor der Anfertigung in einer numerisch gesteuerten Maschine die Oberflächen des Datensatzes des

Zahnersatzteiles, der Zahnrestauration oder des Zahnmodells entsprechend der zu bearbeitenden Werkzeuggeometrien geglättet werden.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 27 zur Herstellung eines Zahnersatzteils oder einer Zahnrestauration mit Verblendung, bei welchem der Datensatz, der bei Schritt e) des Verfahrens nach Anspruch 9, bei Anspruch 4, 5, 18, 21 oder 22 erhalten worden ist, so modifiziert wird, dass für die den zu verblendenden Zonen entsprechenden Bereiche eine reduzierte Form dergestalt berechnet wird, dass bei der späteren Verblendung der Abstand der neuen Oberfläche zur Außenfläche der reduzierten Form in mindestens einem großen Anteil der Bereiche nahezu oder exakt konstant ist und damit auch die Schichtstärke der späteren Verblendung mit wenig Schwankungen nahezu konstant ist.

29. Verwendung einer numerisch gesteuerten Maschine zur Herstellung von Zahnmodellen, Zahnrestaurationen oder Zahnersatzteilen, indem die Maschine entsprechend dem mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 28 erhaltenen Datensatzes gesteuert wird.

30. Vorrichtung zur Veränderung eines mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7 erhaltenen generischen Zahnmodelldatensatzes,
aufweisend eine Regeleinrichtung, mittels welcher die Linearfaktoren zumindest eines Teils der Hauptkomponenten des generischen Zahnmodelldatensatzes veränderbar sind.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, mit einer mit der Regeleinrichtung gekoppelten Darstellungseinrichtung zur bildlichen Darstellung des dem generischen Zahnmodelldatensatzes entsprechenden generischen Zahnes und der Auswirkung eines mittels der Regeleinrichtung durchgeführten Veränderung der Linearfaktoren.

32. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen nach einem der Ansprüche 1 bis 31, bei dem nach Vorgabe oder automatischer Auswahl weniger Korrespondenzpunkte zwischen der unversehrten Restzahnsubstanz und eines generischen Zahnes oder Durchschnittszahnes oder Bibliothekszahnes die Anpassung iterativ unter automatischer Hinzunahme einer weiteren Anzahl von

korrespondierenden Punkten so erfolgt, dass zumindest mittels einer Abstandsprüfung zwischen der jeweils neu angepassten Zahnoberfläche und des reparaturbedürftigen Zahnes automatisch nahezu alle Oberflächenmesspunkte der beschliffenen Zahnsubstanz von denen der nicht beschliffenen Restzahnsubstanz unterschieden werden können.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 32, bei dem die Präparationsgrenze am Übergang von beschliffener oder abgetragener zu unbeschliffener oder nicht abgetragener Zahnsubstanz dadurch ermittelt wird, dass nach Berechnung der Zahnoberfläche oder zusätzlicher Anpassung der Zahnoberfläche an die Restzahnsubstanz der Übergangsbereich von kleineren Abstandswerten zu größeren Abstandswerten zwischen reparaturbedürftigen Zahndatensatz und berechneter Zahnoberfläche als Information verwendet wird.

34. Verfahren nach Anspruch 33, bei dem die Präparationsgrenze in der näheren Umgebung des gefundenen Übergangsbereiches und/oder innerhalb des gefundenen Übergangsbereiches genauer ermittelt wird, indem die Stellen größter Krümmung in diesen Bereichen herangezogen werden.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 34, bei dem die Abstände zwischen dem elektronischen Datensatz der angepassten Zahnoberfläche und des reparaturbedürftigen Zahndatensatzes ungefähr in Projektionsrichtung der Einschubrichtung ermittelt werden.

36. Verfahren zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen nach einem der Ansprüche 1 bis 35, bei dem die gewünschte Präparationslinie im elektronischen Bild des reparaturbedürftigen Zahndatensatzes mit einer Kontroll- oder Steuerungsvorrichtung abschnittsweise eingezeichnet wird und für jeden Abschnitt Zwischenpunkte auf der Oberfläche des Datensatzes durch Projektion einer Verbindungslinie zwischen den mit der Kontroll- und Steuerungsrichtung ausgewählten Punkten in der jeweiligen Ansichtsrichtung berechnet werden.

37. Verfahren nach Anspruch 36, bei dem die Projektionsrichtung durch Einstellung der gewünschten Ansicht für jeden Abschnitt getrennt gewählt werden kann.

38. Verfahren nach Anspruch 36 oder 37, bei dem die Verbindungslinie eine Gerade, eine beliebige Splinekurve oder eine Parabel ist.

39. Verfahren nach einem der Ansprüche 36 bis 38, bei dem zwischen den angeklickten Punkten die Verbindungslinie durch die Punkte der Oberfläche mit den maximalen Krümmungen gelegt wird.

40. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 39 zur Erkennung von Fehlstellen in Zahndatensätzen für die maschinelle Herstellung von Zahnrestaurationen oder Zahnersatzteilen, bei dem der Abstand zwischen der Präparationsgrenzenkurve zum einen und der Begrenzungskurve der rekonstruierten Zahnoberfläche zum anderen punktweise oder in beliebig unterteilten Einheiten abschnittsweise berechnet werden und nur die Punkte oder Abschnitte als Teil der Berandung für die zu füllende Fehlstelle herangezogen werden, deren kleinster Abstand zur jeweils anderen Kurve einen bestimmten vorgegebenen oder adjustierbaren Schwellwert überschreiten.

41. Verfahren nach Anspruch 40, bei dem die von den beiden Berandungskurven selektierten, in Frage kommenden Segmente für die Fehlstellenberandung so zugeordnet, sortiert und zum Teil auch ergänzt werden, dass jeweils ein Segment der Begrenzungskurve der rekonstruierten Zahnoberfläche und ein Segment der Präparationsgrenzenkurve nahezu die gesamte Berandung der jeweils betrachteten Fehlstelle festlegen.

42. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 41 zum Schließen von Fehlstellen oder Löchern in Zahndatensätzen für die maschinelle Herstellung von Zahnrestaurationen oder Zahnersatzteilen, bei dem die zu ergänzenden Flächen möglichst genau an die Begrenzungskurven der jeweiligen Fehlstelle oder des jeweiligen Lochs adaptiert werden, im Randbereich die Steigungen oder Krümmungen der Umgebung glatt und stetig fortgesetzt werden und vorgegebene oder auswählbare Punkte oder Linien- oder Flächensegmente durch die zu ergänzende Fläche interpoliert werden.

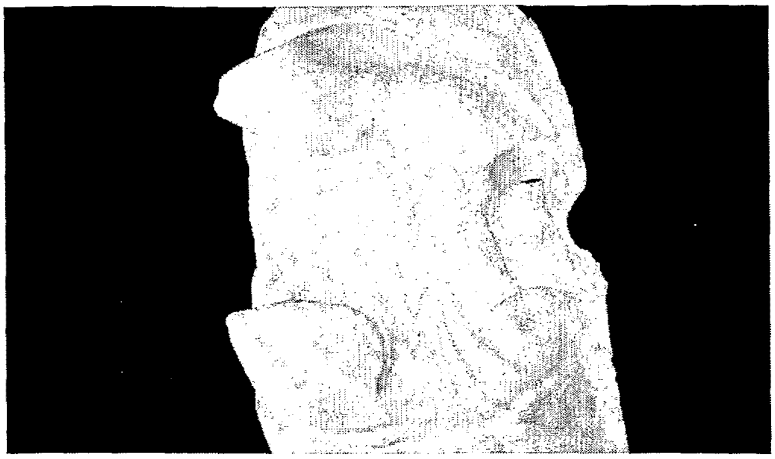


Fig. 1

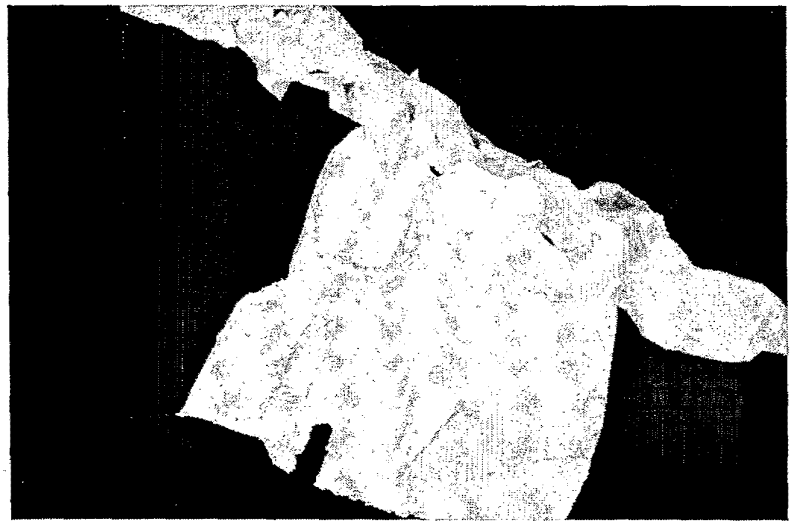


Fig. 2



Fig. 3

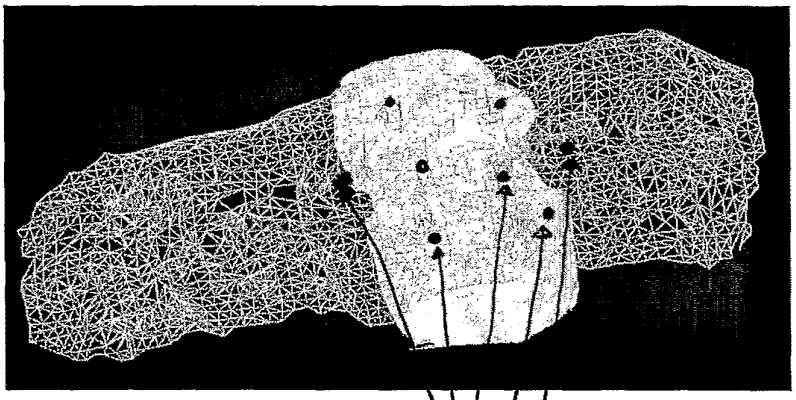


Fig. 4

z.B. Korrespondenzpunkte

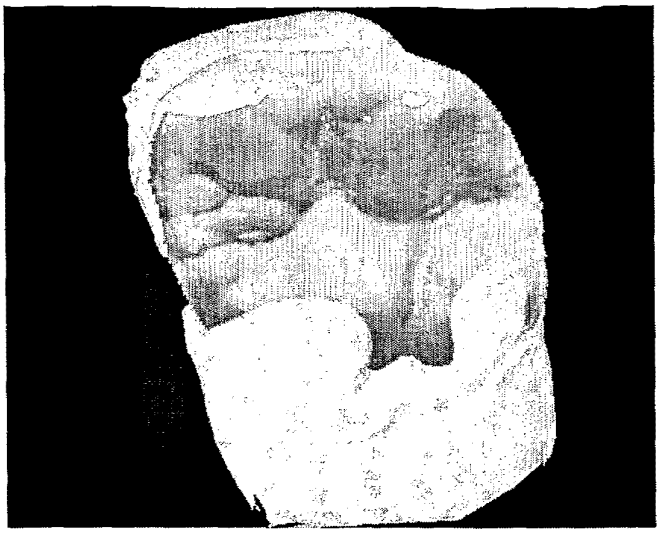


Fig. 5

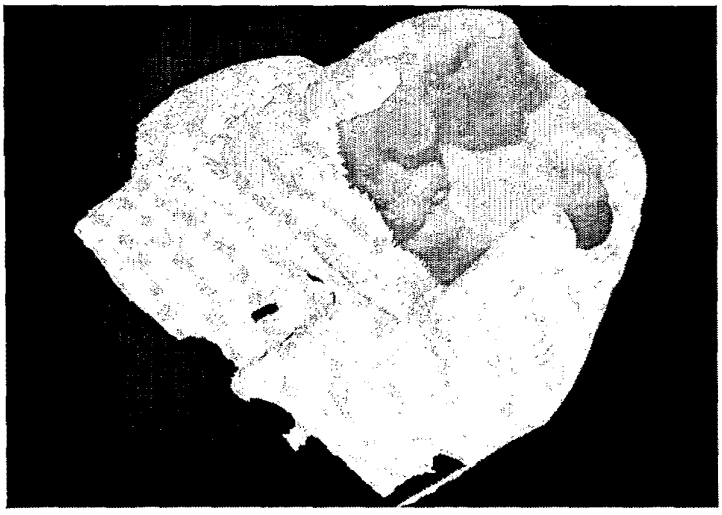


Fig. 6

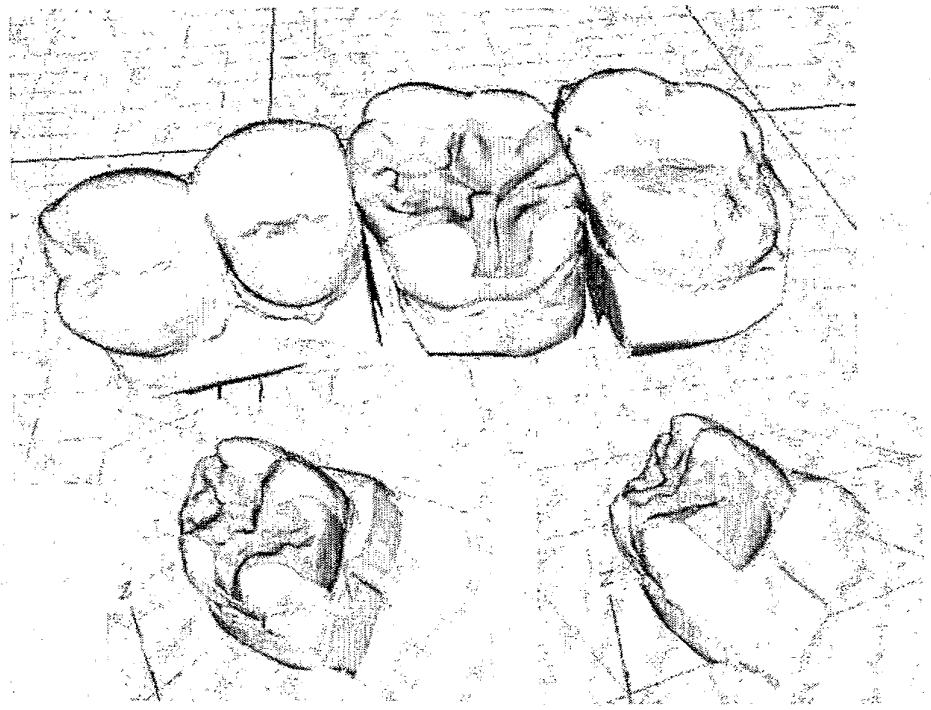


Fig. 7

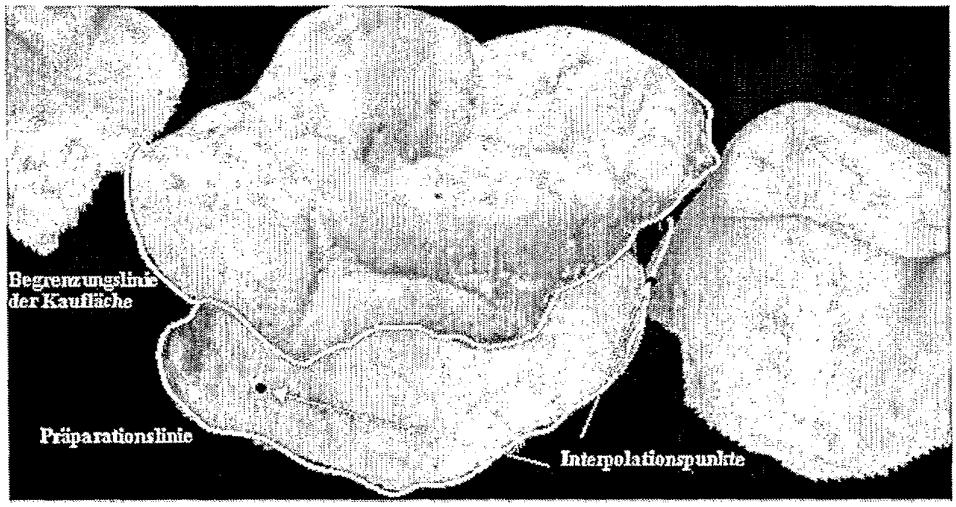

Begrenzungslinie der Kaufläche
Präparationslinie
Interpolationspunkte

Fig. 8

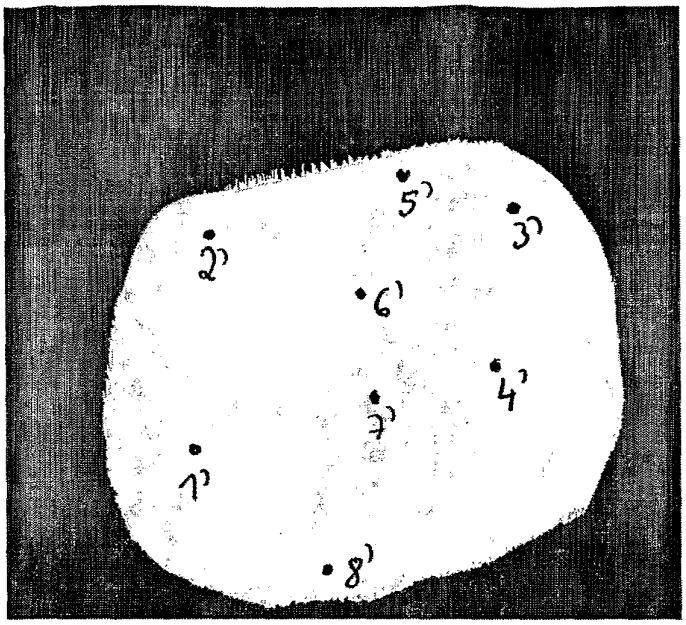


Fig. 9

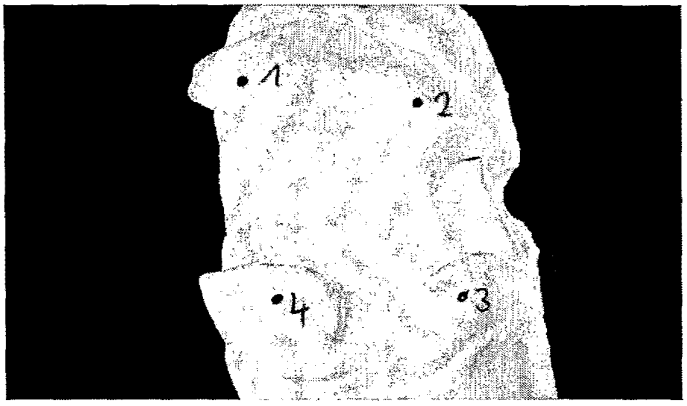


Fig. 10

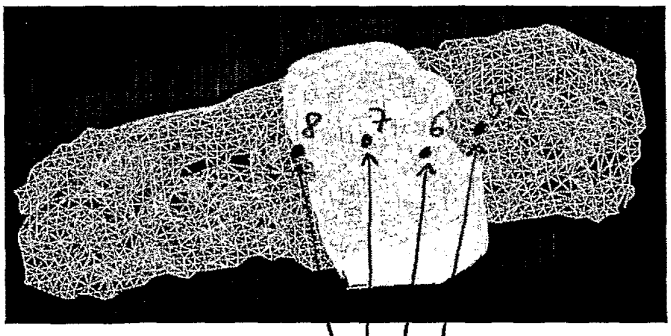


Fig. 11

z.B. Kontaktpunkte zum Antagonisten

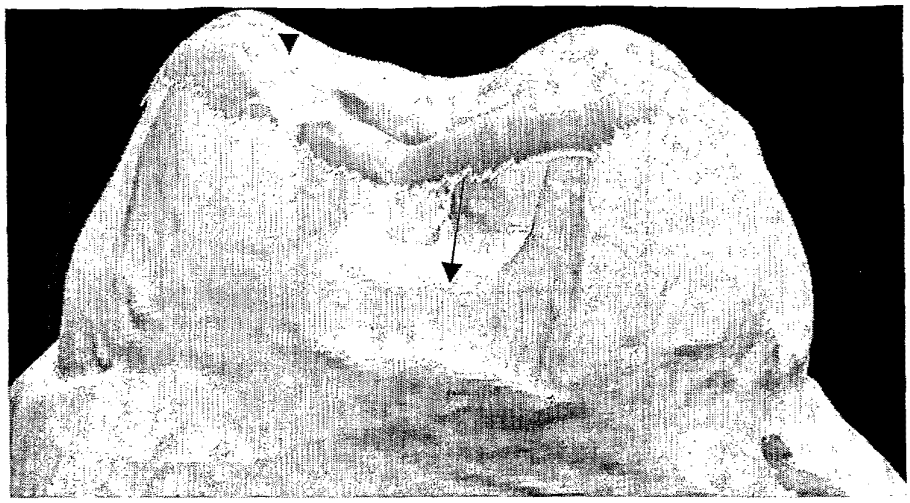


Fig. 12

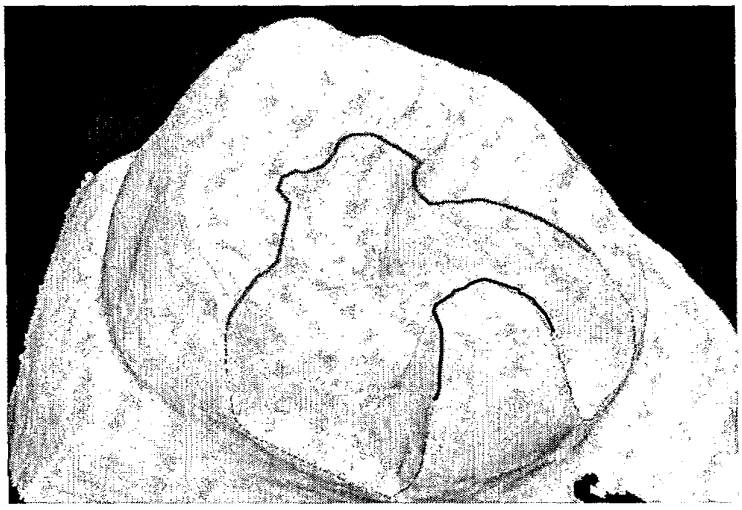


Fig. 13

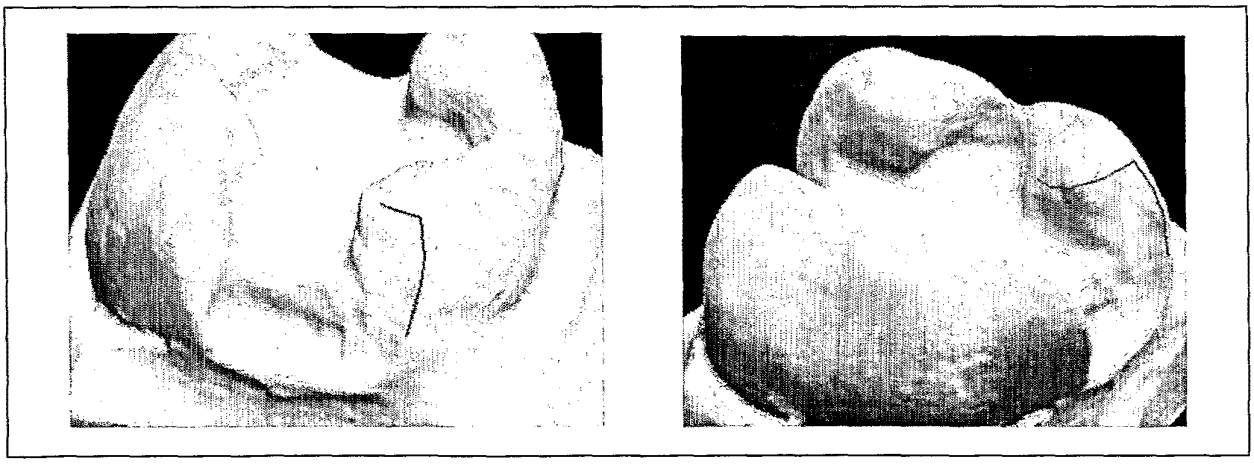


Fig. 14

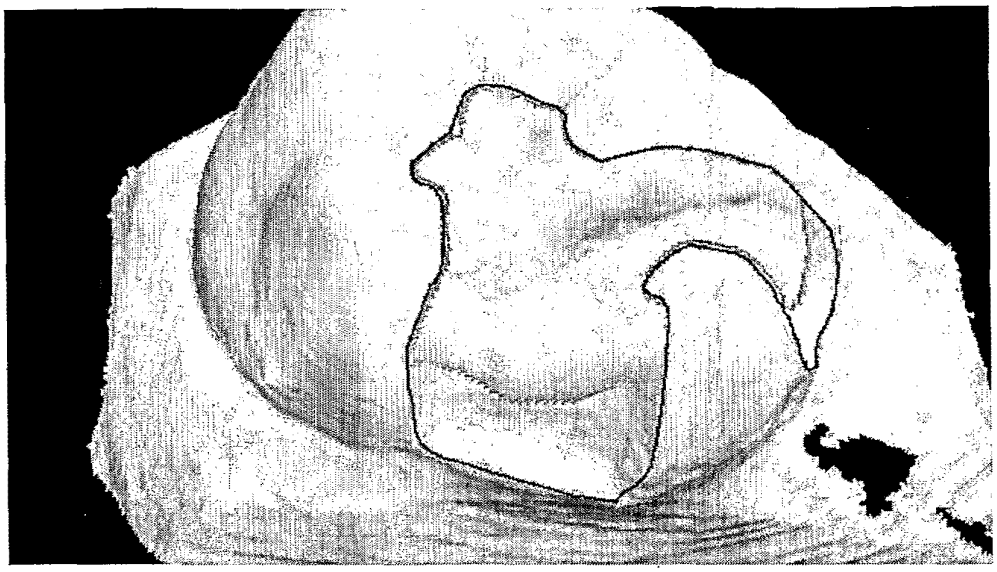


Fig. 15

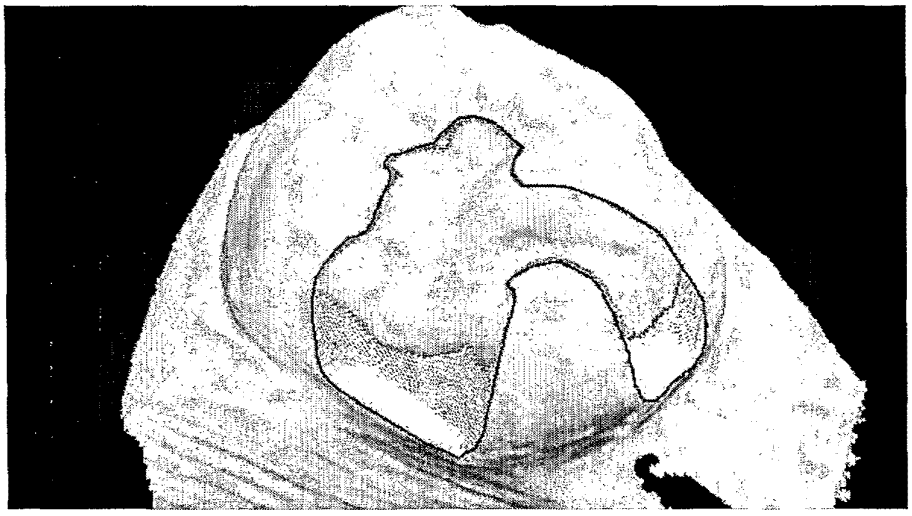


Fig. 16

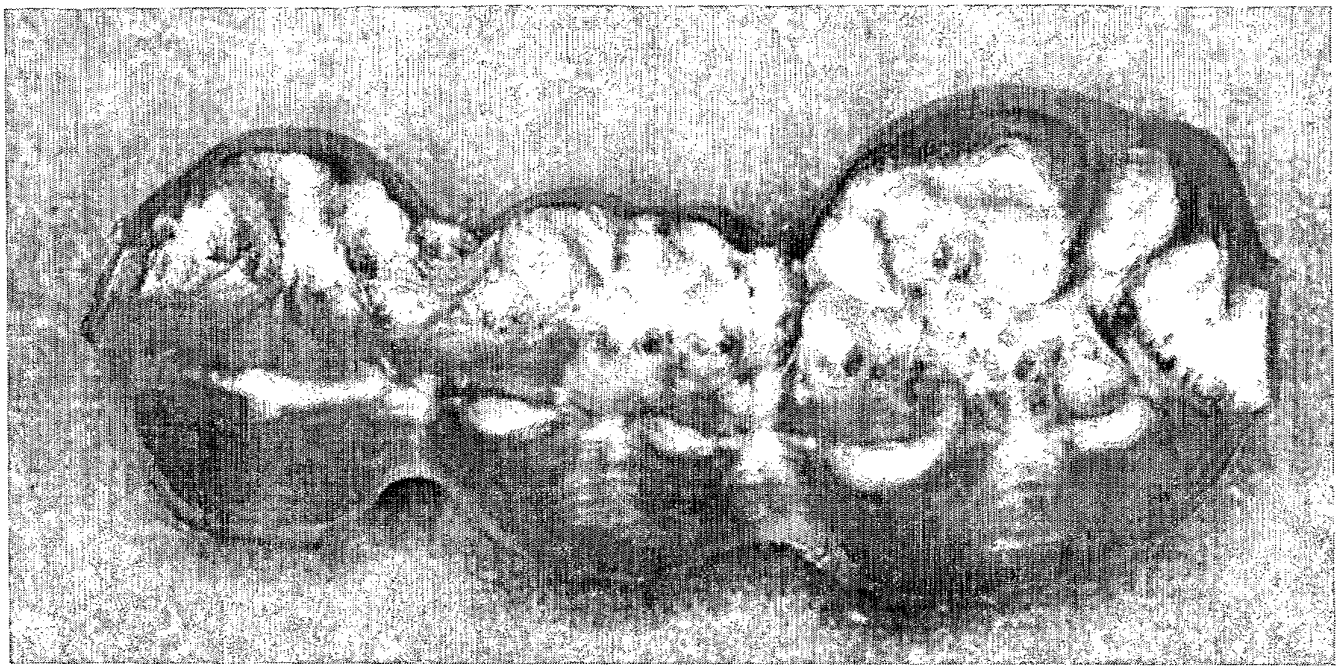


Fig. 17

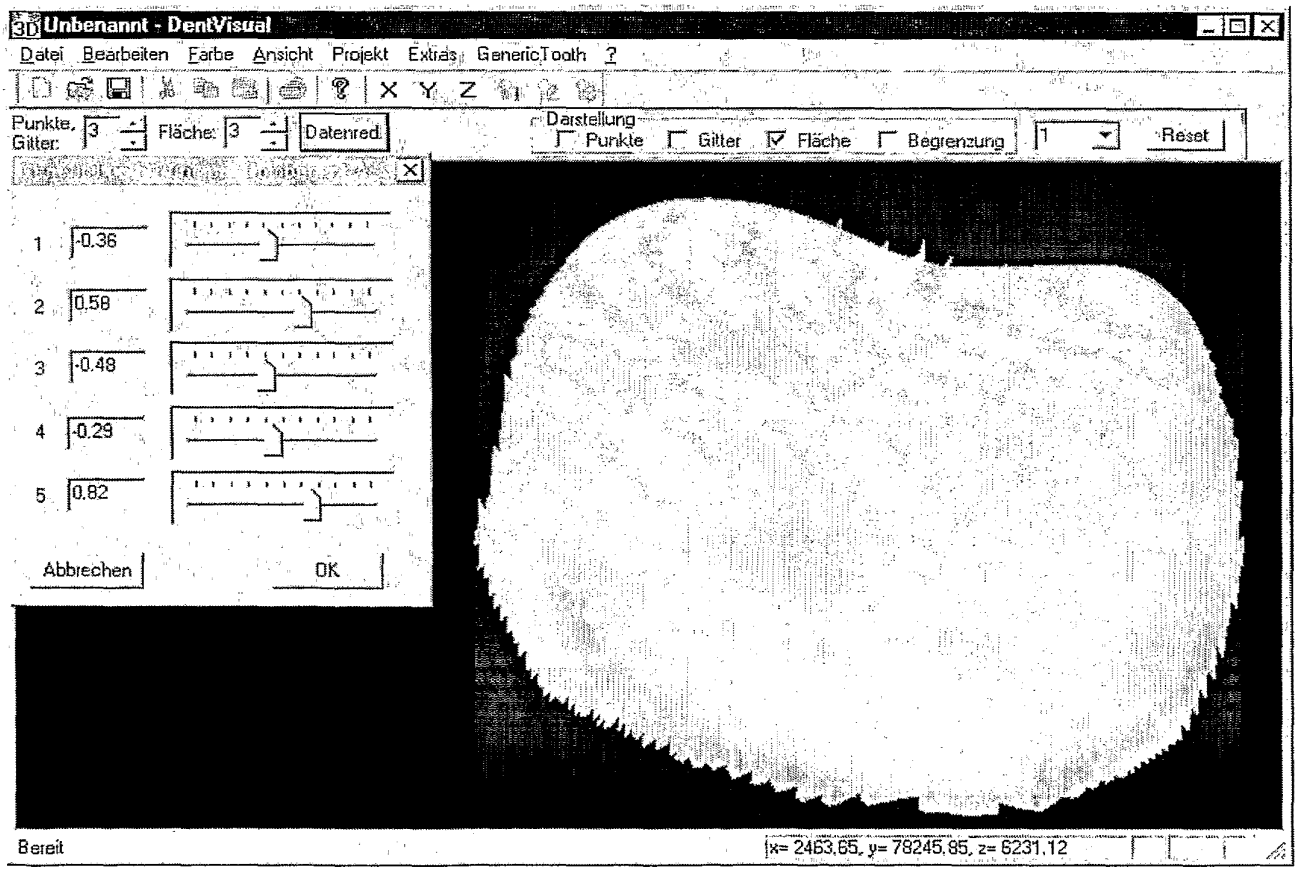

Unbenannt - DentVisual
Datei Bearbeiten Farbe Ansicht Projekt Extras GenericTooth ?
Punkte, Gitter: 3
Fläche: 3
Datenred
Darstellung
Punkte Gitter Fläche Begrenzung
1
Reset
1 -0.36
2 0.58
3 -0.48
4 -0.29
5 0.82
Abbrechen
OK
Bereit
x= 2463.65, y= 78245.85, z= 6231.12

Fig. 18

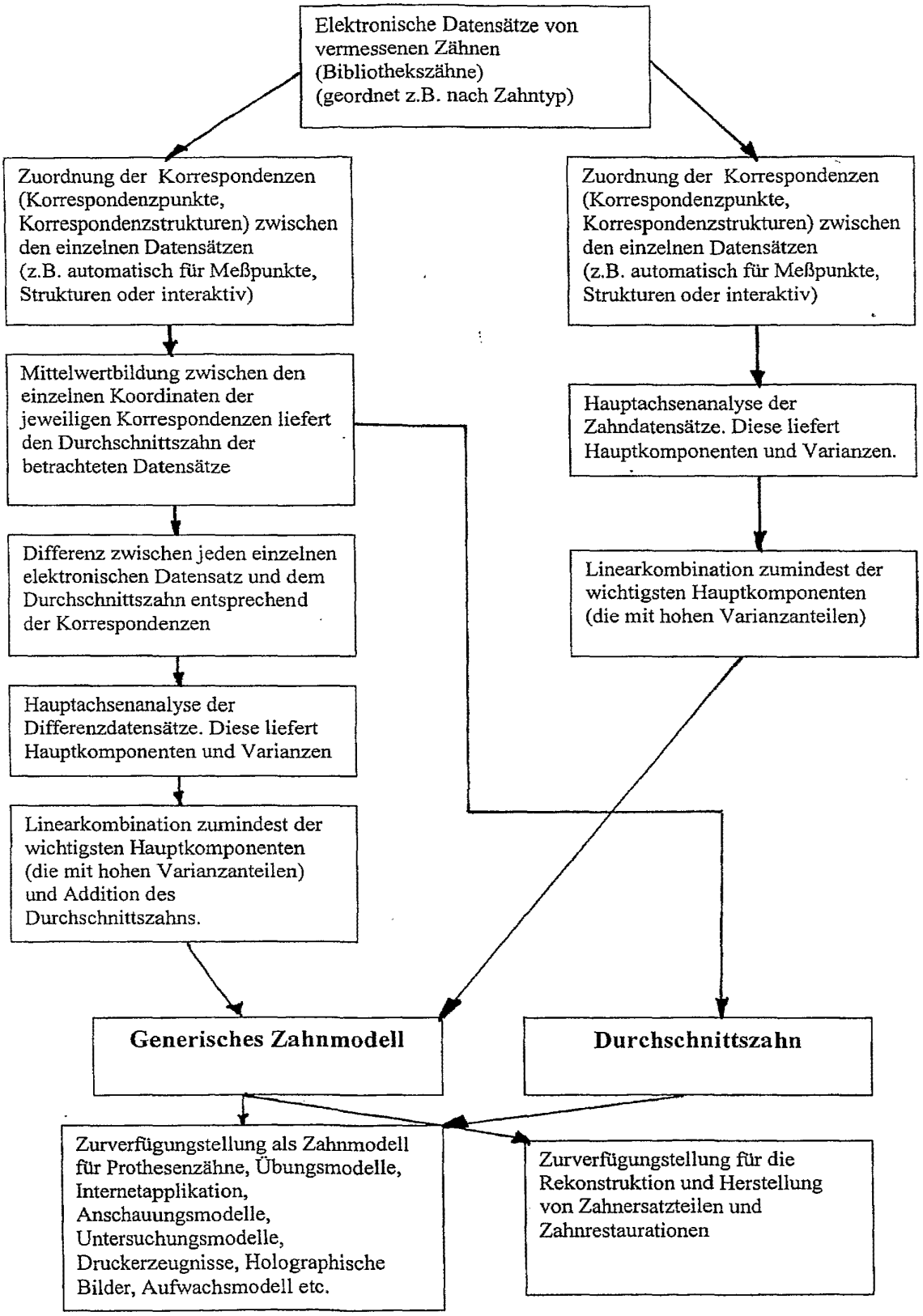

Elektronische Datensätze von vermessenen Zähnen (Bibliothekszähne) (geordnet z.B. nach Zahntyp)
Zuordnung der Korrespondenzen (Korrespondenzpunkte, Korrespondenzstrukturen) zwischen den einzelnen Datensätzen (z.B. automatisch für Meßpunkte, Strukturen oder interaktiv)
Zuordnung der Korrespondenzen (Korrespondenzpunkte, Korrespondenzstrukturen) zwischen den einzelnen Datensätzen (z.B. automatisch für Meßpunkte, Strukturen oder interaktiv)
Mittelwertbildung zwischen den einzelnen Koordinaten der jeweiligen Korrespondenzen liefert den Durchschnittszahn der betrachteten Datensätze
Hauptachsenanalyse der Zahndatensätze. Diese liefert Hauptkomponenten und Varianzen.
Differenz zwischen jeden einzelnen elektronischen Datensatz und dem Durchschnittszahn entsprechend der Korrespondenzen
Linearkombination zumindest der wichtigsten Hauptkomponenten (die mit hohen Varianzanteilen)
Hauptachsenanalyse der Differenzdatensätze. Diese liefert Hauptkomponenten und Varianzen
Linearkombination zumindest der wichtigsten Hauptkomponenten (die mit hohen Varianzanteilen) und Addition des Durchschnittszahns.
Generisches Zahnmodell
Durchschnittszahn
Zurverfügungstellung als Zahnmodell für Prothesenzähne, Übungsmodelle, Internetapplikation, Anschauungsmodelle, Untersuchungsmodelle, Druckerzeugnisse, Holographische Bilder, Aufwachsmodell etc.
Zurverfügungstellung für die Rekonstruktion und Herstellung von Zahnersatzteilen und Zahnrestaurationen

Fig. 19

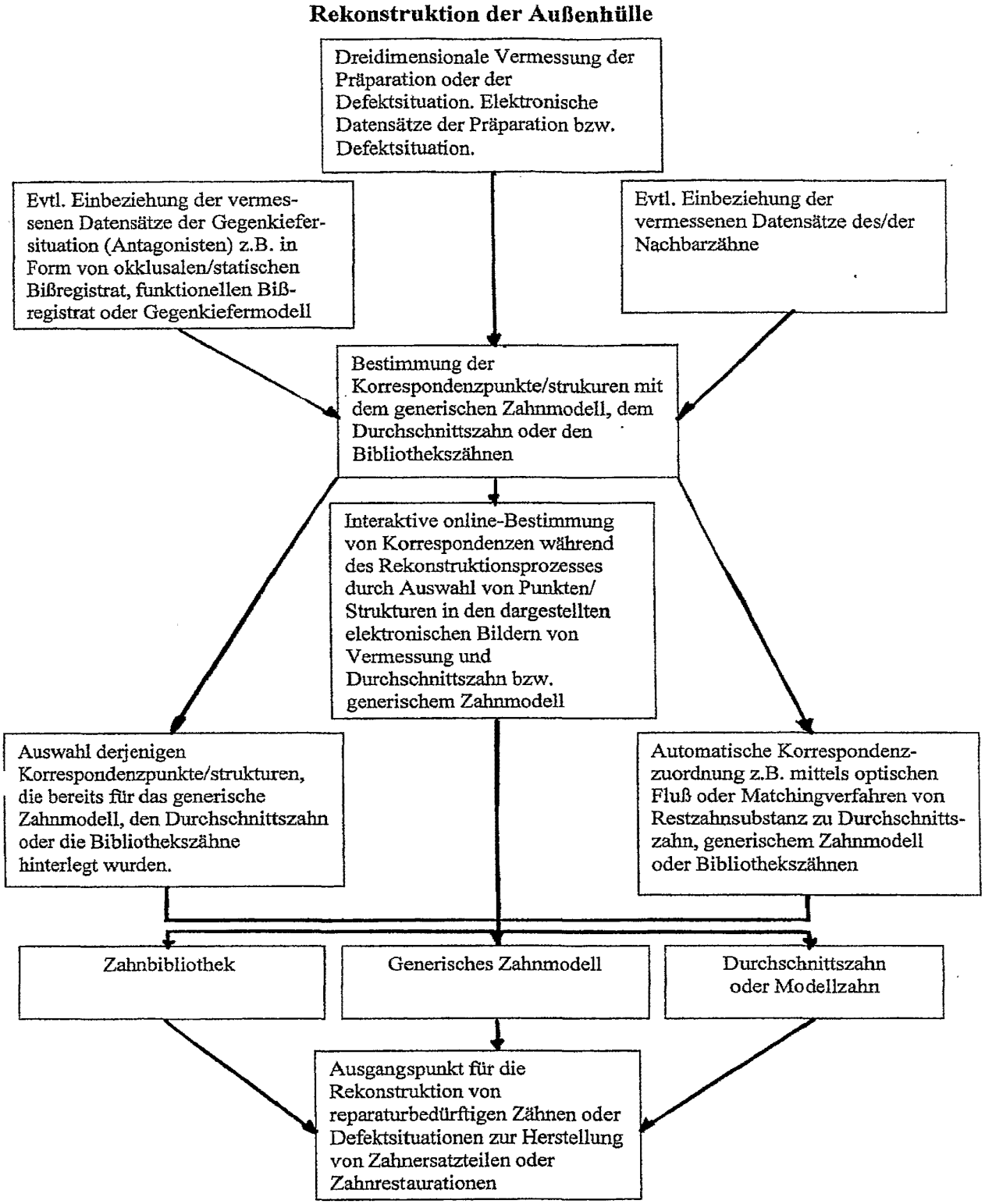

Rekonstruktion der Außenhülle
Dreidimensionale Vermessung der Präparation oder der Defektsituation. Elektronische Datensätze der Präparation bzw. Defektsituation.
Evtl. Einbeziehung der vermessenen Datensätze der Gegenkiefersituation (Antagonisten) z.B. in Form von okklusalen/statischen Bißregistrat, funktionellen Bißregistrat oder Gegenkiefermodell
Evtl. Einbeziehung der vermessenen Datensätze des/der Nachbarzähne
Bestimmung der Korrespondenzpunkte/strukuren mit dem generischen Zahnmodell, dem Durchschnittszahn oder den Bibliothekszähnen
Interaktive online-Bestimmung von Korrespondenzen während des Rekonstruktionsprozesses durch Auswahl von Punkten/ Strukturen in den dargestellten elektronischen Bildern von Vermessung und Durchschnittszahn bzw. generischem Zahnmodell
Auswahl derjenigen Korrespondenzpunkte/strukturen, die bereits für das generische Zahnmodell, den Durchschnittszahn oder die Bibliothekszähne hinterlegt wurden.
Automatische Korrespondenzzuordnung z.B. mittels optischen Fluß oder Matchingverfahren von Restzahnsubstanz zu Durchschnittszahn, generischem Zahnmodell oder Bibliothekszähnen
Zahnbibliothek
Generisches Zahnmodell
Durchschnittszahn oder Modellzahn
Ausgangspunkt für die Rekonstruktion von reparaturbedürftigen Zähnen oder Defektsituationen zur Herstellung von Zahnersatzteilen oder Zahnrestaurationen

Fig. 20

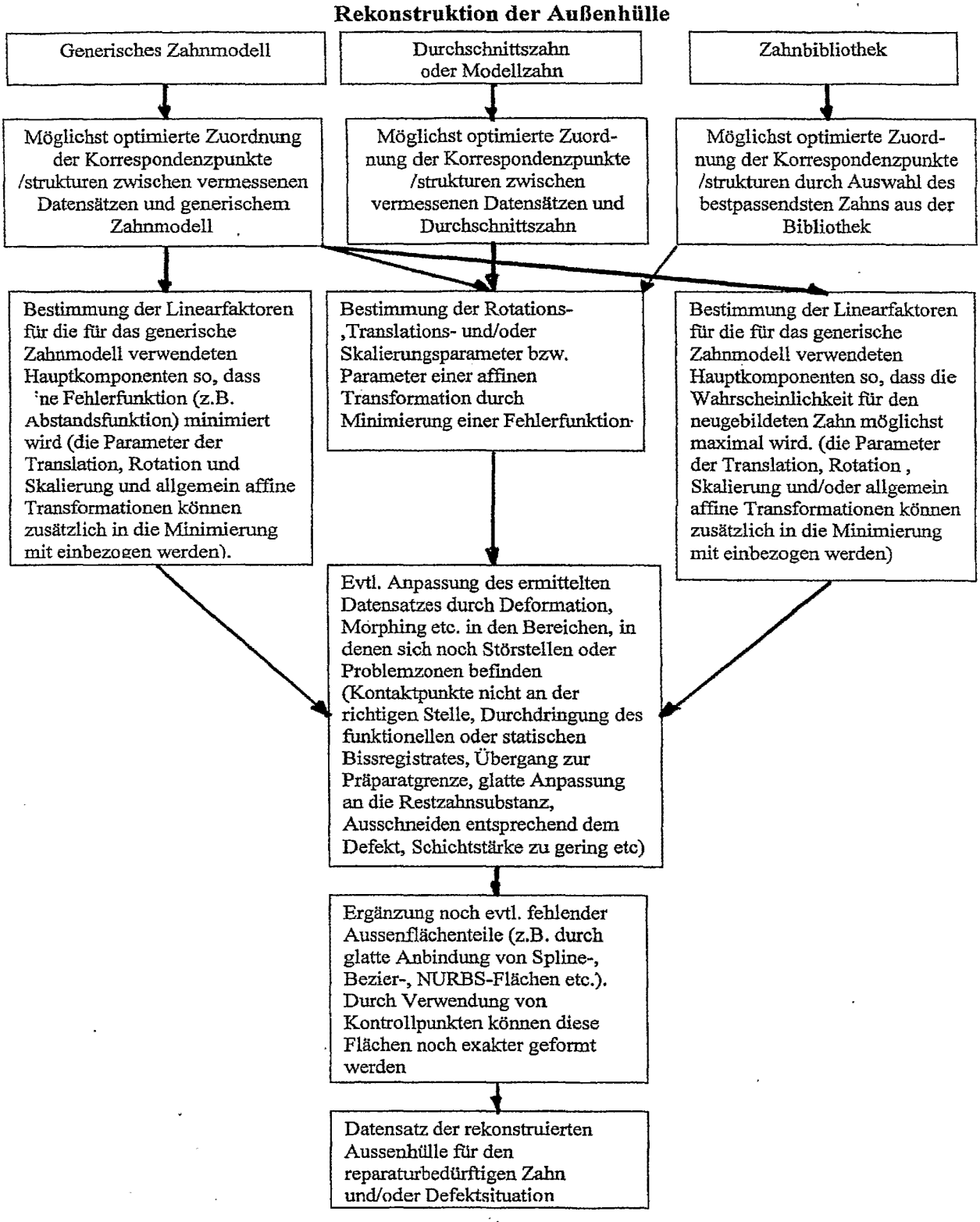

Rekonstruktion der Außenhülle
Generisches Zahnmodell
Durchschnittszahn oder Modellzahn
Zahnbibliothek
Möglichst optimierte Zuordnung der Korrespondenzpunkte /strukturen zwischen vermessenen Datensätzen und generischem Zahnmodell
Möglichst optimierte Zuordnung der Korrespondenzpunkte /strukturen zwischen vermessenen Datensätzen und Durchschnittszahn
Möglichst optimierte Zuordnung der Korrespondenzpunkte /strukturen durch Auswahl des bestpassendsten Zahns aus der Bibliothek
Bestimmung der Linearfaktoren für die für das generische Zahnmodell verwendeten Hauptkomponenten so, dass 'ne Fehlerfunktion (z.B. Abstandsfunktion) minimiert wird (die Parameter der Translation, Rotation und Skalierung und allgemein affine Transformationen können zusätzlich in die Minimierung mit einbezogen werden).
Bestimmung der Rotations-,Translations- und/oder Skalierungsparameter bzw. Parameter einer affinen Transformation durch Minimierung einer Fehlerfunktion
Bestimmung der Linearfaktoren für die für das generische Zahnmodell verwendeten Hauptkomponenten so, dass die Wahrscheinlichkeit für den neugebildeten Zahn möglichst maximal wird. (die Parameter der Translation, Rotation , Skalierung und/oder allgemein affine Transformationen können zusätzlich in die Minimierung mit einbezogen werden)
Evtl. Anpassung des ermittelten Datensatzes durch Deformation, Morphing etc. in den Bereichen, in denen sich noch Störstellen oder Problemzonen befinden (Kontaktpunkte nicht an der richtigen Stelle, Durchdringung des funktionellen oder statischen Bissregistrates, Übergang zur Präparatgrenze, glatte Anpassung an die Restzahnsubstanz, Ausschneiden entsprechend dem Defekt, Schichtstärke zu gering etc)
Ergänzung noch evtl. fehlender Aussenflächenteile (z.B. durch glatte Anbindung von Spline-, Bezier-, NURBS-Flächen etc.). Durch Verwendung von Kontrollpunkten können diese Flächen noch exakter geformt werden
Datensatz der rekonstruierten Aussenhülle für den reparaturbedürftigen Zahn und/oder Defektsituation

Fig. 21

Anfertigung eines Zahnersatzteils oder einer Zahnrestauration

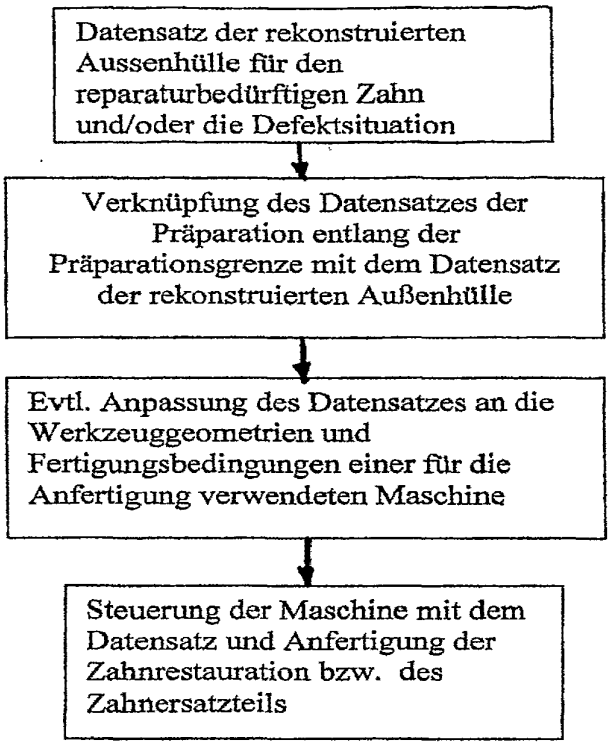


Fig. 22

Anfertigung eines Zahnmodells

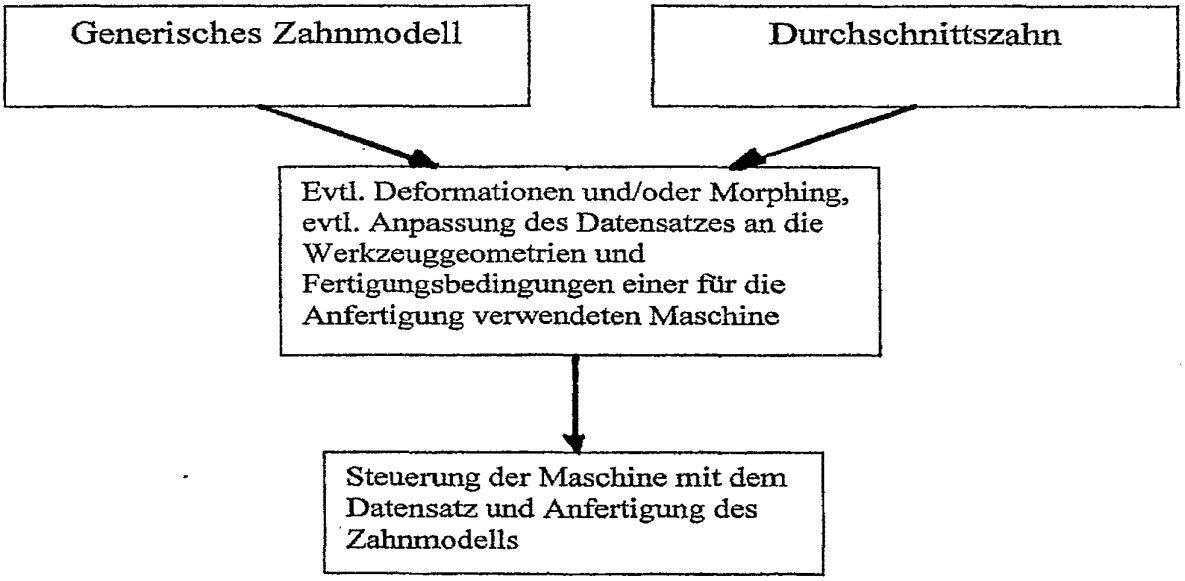


Fig. 23

Electronic Patent Application Fee Transmittal	
Application Number:	11469870
Filing Date:	03-Sep-2006
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Attorney Docket Number:	62701US005
Filed as Large Entity	

Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Miscellaneous:				
Request for continued examination	1801	1	810	810
		Total in USD ($)		**810**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	7813784
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	32692
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Filer Authorized By:	Robert V. Heiti
Attorney Docket Number:	62701US005
Receipt Date:	15-JUN-2010
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	11:42:07
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$810
RAM confirmation Number	8660
Deposit Account	133723
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Request for Continued Examination (RCE)	RCE_Dated_6-15-10_62701US005.PDF	79530 a0f9d8a7e15539ba2526d62f22403292589 58811	no	1
Warnings:					
This is not a USPTO supplied RCE SB30 form.					
Information:					
2	Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	IDS_RCE_1449_Dated_6-15-10_62701US005.PDF	269382 de6ea307582fc4f526e95be2174799f731e2 d436	no	4
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
3	Foreign Reference	EP1650529.pdf	360483 18a7a8aba26ad4c41e82a42857afcc43eaa3 649d	no	17
Warnings:					
Information:					
4	Foreign Reference	DE102005016245.pdf	1228702 0c88de760a69799e0c4f1ec71b995cc75217 f23d	no	20
Warnings:					
Information:					
5	Foreign Reference	WO200444787.pdf	4396477 b09aedcc7feeb5cbcc68742fdd66c3abb010 2eaf	no	61
Warnings:					
Information:					
6	NPL Documents	EP_Search_Report.pdf	6981108 5fe491f660567cf7ec356e565a50f79b050b 2634	no	8
Warnings:					
Information:					
7	NPL Documents	EP_Search_Report_62701EP011.pdf	4230375 bc48a9296071b104cf25bf2f9c490917fbaf2 ed4	no	8
Warnings:					
Information:					

8	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	30759 093e13cd21b43118a9c1df1ce04a099aeb8526bc	no	2

Warnings:	
Information:	
Total Files Size (in bytes):	17576816

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PTO/SB/06 (07-06)
Approved for use through 1/31/2007. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 11/469,870	Filing Date 09/03/2006	☐ To be Mailed

APPLICATION AS FILED – PART I

	(Column 1)	(Column 2)	SMALL ENTITY ☐		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE ($)	FEE ($)		RATE ($)	FEE ($)
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A			N/A	
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A			N/A	
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A			N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	X $ =		OR	X $ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X $ =			X $ =	
☐ APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is $250 ($125 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).						
☐ MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))							
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL			TOTAL	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT	06/15/2010	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	SMALL ENTITY RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)	OR	OTHER THAN SMALL ENTITY RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 22	Minus	** 22	= 0	X $ =		OR	X $52=	0
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 3	Minus	***3	= 0	X $ =		OR	X $220=	0
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	0

AMENDMENT		(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)		RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X $ =		OR	X $ =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X $ =		OR	X $ =	
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

Legal Instrument Examiner:
/DEBRA a. SAVOY/

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

NOTICE OF ALLOWANCE AND FEE(S) DUE

32692 7590 06/08/2010

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

EXAMINER	
HEIDEMANN, JASON E	
ART UNIT	PAPER NUMBER
2624	

DATE MAILED: 06/08/2010

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

TITLE OF INVENTION: REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	$1510	$300	$0	$1810	09/08/2010

THE APPLICATION IDENTIFIED ABOVE HAS BEEN EXAMINED AND IS ALLOWED FOR ISSUANCE AS A PATENT. PROSECUTION ON THE MERITS IS CLOSED. THIS NOTICE OF ALLOWANCE IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS. THIS APPLICATION IS SUBJECT TO WITHDRAWAL FROM ISSUE AT THE INITIATIVE OF THE OFFICE OR UPON PETITION BY THE APPLICANT. SEE 37 CFR 1.313 AND MPEP 1308.

THE ISSUE FEE AND PUBLICATION FEE (IF REQUIRED) MUST BE PAID WITHIN THREE MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS NOTICE OR THIS APPLICATION SHALL BE REGARDED AS ABANDONED. THIS STATUTORY PERIOD CANNOT BE EXTENDED. SEE 35 U.S.C. 151. THE ISSUE FEE DUE INDICATED ABOVE DOES NOT REFLECT A CREDIT FOR ANY PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE IN THIS APPLICATION. IF AN ISSUE FEE HAS PREVIOUSLY BEEN PAID IN THIS APPLICATION (AS SHOWN ABOVE), THE RETURN OF PART B OF THIS FORM WILL BE CONSIDERED A REQUEST TO REAPPLY THE PREVIOUSLY PAID ISSUE FEE TOWARD THE ISSUE FEE NOW DUE.

HOW TO REPLY TO THIS NOTICE:

I. Review the SMALL ENTITY status shown above.

If the SMALL ENTITY is shown as YES, verify your current SMALL ENTITY status:

A. If the status is the same, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.

B. If the status above is to be removed, check box 5b on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and twice the amount of the ISSUE FEE shown above, or

If the SMALL ENTITY is shown as NO:

A. Pay TOTAL FEE(S) DUE shown above, or

B. If applicant claimed SMALL ENTITY status before, or is now claiming SMALL ENTITY status, check box 5a on Part B - Fee(s) Transmittal and pay the PUBLICATION FEE (if required) and 1/2 the ISSUE FEE shown above.

II. PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, or its equivalent, must be completed and returned to the United States Patent and Trademark Office (USPTO) with your ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). If you are charging the fee(s) to your deposit account, section "4b" of Part B - Fee(s) Transmittal should be completed and an extra copy of the form should be submitted. If an equivalent of Part B is filed, a request to reapply a previously paid issue fee must be clearly made, and delays in processing may occur due to the difficulty in recognizing the paper as an equivalent of Part B.

III. All communications regarding this application must give the application number. Please direct all communications prior to issuance to Mail Stop ISSUE FEE unless advised to the contrary.

IMPORTANT REMINDER: Utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980 may require payment of maintenance fees. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), to: Mail **Mail Stop ISSUE FEE**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
or Fax (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

32692 7590 06/08/2010

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being facsimile transmitted to the USPTO (571) 273-2885, on the date indicated below.

(Depositor's name)
(Signature)
(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

TITLE OF INVENTION: REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

APPLN. TYPE	SMALL ENTITY	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	NO	$1510	$300	$0	$1810	09/08/2010

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
HEIDEMANN, JASON E	2624	382-128000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).

❑ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.

❑ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-02 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list

(1) the names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,

(2) the name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 _____

2 _____

3 _____

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document has been filed for recordation as set forth in 37 CFR 3.11. Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE (B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY)

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ❑ Individual ❑ Corporation or other private group entity ❑ Government

4a. The following fee(s) are submitted:

❑ Issue Fee

❑ Publication Fee (No small entity discount permitted)

❑ Advance Order - # of Copies _____

4b. Payment of Fee(s): **(Please first reapply any previously paid issue fee shown above)**

❑ A check is enclosed.

❑ Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.

❑ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

❑ a. Applicant claims SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27.

❑ b. Applicant is no longer claiming SMALL ENTITY status. See 37 CFR 1.27(g)(2).

NOTE: The Issue Fee and Publication Fee (if required) will not be accepted from anyone other than the applicant; a registered attorney or agent; or the assignee or other party in interest as shown by the records of the United States Patent and Trademark Office.

Authorized Signature _____ Date _____

Typed or printed name _____ Registration No. _____

This collection of information is required by 37 CFR 1.311. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

32692 7590 06/08/2010

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

EXAMINER	
HEIDEMANN, JASON E	
ART UNIT	PAPER NUMBER
2624	

DATE MAILED: 06/08/2010

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment to date is 674 day(s). If the issue fee is paid on the date that is three months after the mailing date of this notice and the patent issues on the Tuesday before the date that is 28 weeks (six and a half months) after the mailing date of this notice, the Patent Term Adjustment will be 674 day(s).

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (http://pair.uspto.gov).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Customer Service Center of the Office of Patent Publication at 1-(888)-786-0101 or (571)-272-4200.

Notice of Allowability	Application No.	Applicant(s)	
	11/469,870	PALEY ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	Jason Heidemann	2624	

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☒ This communication is responsive to *02/08/2010*.

2. ☒ The allowed claim(s) is/are *1-22*.

3. ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).
   a) ☐ All b) ☐ Some* c) ☐ None of the:
      1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
      2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____ .
      3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

   * Certified copies not received: _____.

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

4. ☐ A SUBSTITUTE OATH OR DECLARATION must be submitted. Note the attached EXAMINER'S AMENDMENT or NOTICE OF INFORMAL PATENT APPLICATION (PTO-152) which gives reason(s) why the oath or declaration is deficient.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
   (a) ☐ including changes required by the Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948) attached
      1) ☐ hereto or 2) ☐ to Paper No./Mail Date _____.
   (b) ☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____.

   Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).

6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

Attachment(s)

1. ☐ Notice of References Cited (PTO-892)
2. ☐ Notice of Draftperson's Patent Drawing Review (PTO-948)
3. ☒ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date See Continuation Sheet
4. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material
5. ☐ Notice of Informal Patent Application
6. ☒ Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date *5/20/2010* .
7. ☒ Examiner's Amendment/Comment
8. ☒ Examiner's Statement of Reasons for Allowance
9. ☐ Other _____.

/Jason Heidemann/
Examiner, Art Unit 2624

Continuation of Attachment(s) 3. Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date: 11/11/2009, 02/03/2010.

Examiner-Initiated Interview Summary	Application No.	Applicant(s)	
	11/469,870	PALEY ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	Jason Heidemann	2624	

All Participants:

(1) *Jason Heidemann*.

(2) *Robert Mazzarese* .

Status of Application: _____

(3) _____.

(4) _____.

Date of Interview: *20 May 2010*

Time: _____

Type of Interview:
☒ Telephonic
☐ Video Conference
☐ Personal (Copy given to: ☐ Applicant ☐ Applicant's representative)

Exhibit Shown or Demonstrated: ☐ Yes ☐ No
If Yes, provide a brief description: .

Part I.

Rejection(s) discussed:

Claims discussed:
See Continuation Sheet

Prior art documents discussed:

Part II.

SUBSTANCE OF INTERVIEW DESCRIBING THE GENERAL NATURE OF WHAT WAS DISCUSSED:

Mr. Mazzarese, applicant's representative, agreed to the the examiner suggested amended claim to recite a "a non-transitory computer readable storage medium" and the further clarifying the indpendent claims over the prior record by including a limitation reciting the idenifying of inaccurate scan data within the 3D representation.

Part III.

☐ It is not necessary for applicant to provide a separate record of the substance of the interview, since the interview directly resulted in the allowance of the application. The examiner will provide a written summary of the substance of the interview in the Notice of Allowability.
☐ It is not necessary for applicant to provide a separate record of the substance of the interview, since the interview did not result in resolution of all issues. A brief summary by the examiner appears in Part II above.

/Andrew W Johns/
Primary Examiner, Art Unit 2624

(Applicant/Applicant's Representative Signature – if appropriate)

Continuation of claims discussed: Claim 11, in view of the broadest reasonable interpretation of the claim in light of the specification and Official Gazette Notice (1251 OG 212, made available February 23, 2010), concludes that the claim as a whole covers a transitory signal, which does not fall within the definition of a process, machine, manufacture, or composition of matter (In re Nuijten). In view of the Official Gazette Notice (1251 OG 212, made available February 23, 2010), the examiner suggested amending the claims to recite a "a non-transitory computer readable storage medium". Mr. Mazzarese agreed..

DETAILED ACTION

1. Applicant filed Amendment on 02/08/2010 amending Claims 1, 2, 11, 12,18, and 19. Currently, Claims 1-22 are pending.

Regarding Claim 1, the claim is in a method claim format but there is a limitation stated in the claim, "acquiring a three-dimensional representation from a dental patient including a digital surface representation" that ties this method to a machine.

Regarding Claim 18, the claim is in a system claim, the claim is statutory since it recites "a scanner", "a processor", and "a display". The broadest reasonable interpretation of this claim, both consistent with the specification and consistent with a conclusion reached by one skilled in the art, is that the claim is drawn to either a hardware device, or a hardware/software combination, but not to software per se.

Response to Amendment

The amendment received 02/08/2010 has been entered in full.

Response to Arguments

Applicant's arguments, see Pages 6-8, filed 02/08/2010 with respect to art rejections to all the pending claims have been considered and are persuasive due to the amendments filed by the Applicant(s). The rejection of the pending claims has been withdrawn.

EXAMINER'S AMENDMENT

1. An examiner's amendment to the record appears below. Should the changes and/or additions be unacceptable to applicant, an amendment may be filed as provided by 37 CFR 1.312. To ensure consideration of such an amendment, it MUST be submitted no later than the payment of the issue fee.

Authorization for this examiner's amendment was given by Robert Mazzarese from an examiner's initiated telephone interview with Robert Mazzarese that occurred on May 20th, 2010.

1.(Currently amended) A method comprising:

acquiring two dimensional data from one or more intraoral structures of a dental patient at a video rate;

reconstructing a digital surface representation of the one or more intraoral structures;

displaying the digital surface representation at the video rate;

acquiring additional two-dimensional data from the one or more intraoral structures in a subsequent frame of data at the video rate;

reconstructing a subsequent digital surface representation from the additional two-dimensional data at the video rate

combining the digital surface representation and the subsequent digital surface representation at the video rate to provide a three-dimensional representation of the one or more intraoral structures; [[and]]

providing a visual display of the three-dimensional representation at [[a]] the video rate in real time; and

providing a visualization within the visual display, the visualization updated at the video rate to identify regions of inaccurate scan data within the three-dimensional representation.

11. (currently amended) A computer program product embodied on a non-transitory computer readable medium that, when executing on one or more computing devices, performs the steps of:

acquiring two dimensional data from one or more intraoral structures of a dental patient at a video rate;

reconstructing a digital surface representation of the one or more intraoral structures;

displaying the digital surface representation at the video rate;

acquiring additional two-dimensional data from the one or more intraoral structures in a subsequent frame of data at the video rate;

reconstructing a subsequent digital surface representation from the additional two-dimensional data at the video rate

combining the digital surface representation and the subsequent digital surface representation at the video rate to provide a three-dimensional representation of the one or more intraoral structures; [[and]]

providing a visual display of the three-dimensional representation at [[a]] the video rate in real time; and

providing a visualization within the visual display, the visualization updated at the video rate to identify regions of inaccurate scan data within the three-dimensional representation.

Allowable Subject Matter

Claims 1 – 22 are allowed.

The following is an examiner's statement of reasons for allowance: the claims are allowable due to the persuasive arguments of the Applicant (see applicant(s) amendment of independent Claims 1, 11 and 20, and applicant's arguments, filed 02/08/2010, Pages 8-9).

Any comments considered necessary by applicant must be submitted no later than the payment of the issue fee and, to avoid processing delays, should preferably accompany the issue fee. Such submissions should be clearly labeled "Comments on Statement of Reasons for Allowance."

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to Jason Heidemann whose telephone number is (571)-270-5173. The examiner can normally be reached on Monday - Thursday/7:30 A.M. to 5:00 P.M..

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Matthew Bella can be reached on 571-272-7778. The fax phone numbers for the organization where this application or proceeding is assigned are 571-273-8300 for regular communications and 571-273-8300 for After Final communications. TC 2600's customer service number is 571-272-2600.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see http://pair-direct.uspto.gov. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

Jason Heidemann/ 05/20/2010
Examiner, Art Unit 2624

/Andrew W Johns/
Primary Examiner, Art Unit 2624

Issue Classification

Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
11469870	PALEY ET AL.
Examiner	**Art Unit**
Jason Heidemann	2624

ORIGINAL		INTERNATIONAL CLASSIFICATION	
CLASS	SUBCLASS	CLAIMED	NON-CLAIMED
382	128	G 0 6 K 9 / 00 (2006.0)	

CROSS REFERENCE(S)

CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)				
382	100	106	154	276	
345	418	419	629	630	
433	24	25	29		

☐ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original
1	1	17	17												
2	2	18	18												
3	3	19	19												
4	4	20	20												
5	5	21	21												
6	6	22	22												
7	7														
8	8														
9	9														
10	10														
11	11														
12	12														
13	13														
14	14														
15	15														
16	16														

/Jason Heidemann/ Examiner.Art Unit 2624 (Assistant Examiner)	05/03/2010 (Date)	**Total Claims Allowed:** 22	
/Andrew W Johns/ Primary Examiner.Art Unit 2624 (Primary Examiner)	05/05/2010 (Date)	O.G. Print Claim(s) 1	O.G. Print Figure 9

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
S1	1	"11469870"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:48
S3	1	60/466549	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:54
S4	59	Babayoff	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:58
S5	29447	((382/100,106,128,132,154,276,284,) or (345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475) or (356/601-613) or (702/152) or (433/24,25,29,213) or (700/98,117,118)).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20
S6	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20
S7	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20
S8	0	("l7andl6").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:21
S9	20	S7 and S6	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 10:21
S10	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:30
S11	7	S10 and S7	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 10:30
S12	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S13	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45

S14	20	S13 and S12	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S15	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S16	7	S15 and S13	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S17	2	S14 and S16	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S18	25	S14 or S16	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S19	8	S18 and (real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S20	7	S19 and (3D or (three near1 (dim or dim$8)))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S21	2	2002/0055800	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 13:32
S22	3	"20020055800"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 13:33
S23	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S24	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S25	20	S24 and S23	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S26	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51

S27	7	S26 and S24	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S28	25	S25 or S27	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S29	8	S28 and (real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S30	7	S29 and (3D or (three near1 (dim or dim$8)))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S31	1	S30 and (soft near1 tissue$1)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S32	4	S28 and (soft near1 tissue$1)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:52
S33	7	S28 and (prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:19
S34	3	S30 and (prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:20
S35	4	S33 not S34	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:21
S36	45	("20040029078" | "20050070782" | "20050153255" | "20050170309" | "20060003292" | "20070172101" | "20070172112" | "4270901" | "5417572" | "6334853" | "6409504" | "6648640" | "6754370" | "6856321" | "7103212" | "7112065" | "7162075" | "7194112" | "7245743" | "7280682" | "7286954").PN.	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 13:24
S37	5	S36 and prosthetic	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 13:31
S38	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26

S39	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S40	20	S39 and S38	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S41	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S42	7	S41 and S39	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S43	25	S40 or S42	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S44	0	S43 and ((thirty or "30") near1 (frames))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S45	0	S43 and ((thirty or "30") near1 (frame))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S46	0	S43 and ((frames near1 per near1 second) OR (FPS))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:29
S47	715	S38 and ((frames near1 per near1 second) OR (FPS))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:29
S48	52	S47 AND S41	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S49	0	S48 AND (MEDICAL NEAR1 MODEL)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S50	17	S48 AND (MEDICAL)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S51	17	"6967728"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:37

S52	23	2002/0141632	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:28
S53	3	"20020141632"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:28
S54	3	"20020055800"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:29
S55	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S56	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S57	20	S56 and S55	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S58	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S59	7	S58 and S56	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S60	25	S57 or S59	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S61	9	S60 and (Denture or prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S62	0	(pepared near3 (Denture or prosthetic))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:45
S63	1236	(prepar$3 near3 (Denture or prosthetic))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:46
S64	6	S63 and S55	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:46

S65	8	"4846684"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:49
S66	3	((ERIC) near2 (PALEY)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:19
S67	15	((JANOS) near2 (ROHALY)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:19
S68	2	((JOSEPH) near2 (BOERJES)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
S69	36	((DOUGLAS) near2 (HART)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
S70	2	((MICAH) near2 (ROSENBLOOM)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
S71	11	((STEVEN) near2 (WEEKS)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
S72	51	S66 or S67 or S68 or S69 or S70 or S71	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 14:21
S73	6	S72 and (dental same model)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 14:21
S74	1	("20020055800").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/02/04 09:00
S75	10413	(point near1 cloud)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/02/04 10:54
S76	5205	(3D same real-time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:31
S77	21855	(reconstruct$6 with (surface or object))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:31
S78	26010	(reconstruct$6 with (surface or object or teeth or model))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:31

S79	761	S78 and S76	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:31
S80	30866	(display$6 with 3D model with real-time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:32
S81	378	S80 and S79	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:32
S82	10915	(point near2 cloud)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:34
S83	14	S81 and S82	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:35
S84	787	(point near2 cloud) same (scan$7)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:35
S85	6	S81 and S84	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:35
S86	10915	(point near2 cloud)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:38
S87	818	(dental or teeth) with (modeling)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:38
S88	55	S86 and S87	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:38
S89	507745	(real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:39
S90	39	S88 and S89	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:39

S91	12961	(combin$6 or overlay$6) same (three-dimensional or 3-D or 3D) same (two-dimensional or 2-D or 2D)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:40
S92	15	S90 and S91	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 13:40
S93	32	("20020028417" | "20020064748" | "5338198" | "5368478" | "5431562" | "5879158" | "5975893" | "6015289" | "6068482" | "6099314" | "6217325" | "6227850" | "6250918" | "6315553" | "6318995" | "6350120" | "6406292" | "6431870" | "6457972" | "6464496" | "6471512" | "6512994" | "6540512" | "6587828" | "6602070" | "6612985" | "6632089" | "6648640").PN. OR ("7156655"). URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2010/04/27 14:04
S94	49569	(real near1 time) with video	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:12
S95	1153	S94 and S76	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:12
S96	150	S95 and S78	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:12
S97	3	S96 and S87	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:12
S98	507745	(real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:16
S99	49569	video with (real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:16
S100	26	S99 with (dental or teeth)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:17
S101	293123	(imag$5) and (3D or 3-D or (three near1 dimensional))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:18

S102	5	S100 and S101	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2010/04/27 14:18

EAST Search History (Interference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	63	(three-dimensional) same video same (real near1 time)	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:36
L2	1381	dental or dentist	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:36
L3	1	L1 and L2	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:36
L4	1	L1 and L2	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:36
L5	1	L1 and L2	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:37
S104	63	(three-dimensional) same video same (real near1 time)	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:33
S105	11	(three-dimensional) with video with (real near1 time)	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:33
S106	1381	dental or dentist	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:33
S108	0	S105 and S106	UPAD	OR	OFF	2010/05/03 15:33

5/3/2010 3:37:35 PM
C:\Documents and Settings\jheidemann\My Documents\CASES\OfficeActionSent\11469870_RT_3D_Dental\East Searches\11469870_RT_3D_Dental.wsp

Receipt date: 05/03/2010

Substitute for form 1449A/PTO (modified)

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Page 1 of 1

Application Number	11/469870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	PALEY, ERIC B.
Confirmation Number	7128
Attorney Case Number	62701US005

11469870 - GAU: 2624

U.S. Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 2006/0093988 A1	05-04-2006	Swaelens et al.	
	A2	US-			
	A3	US-			
	A4	US-			
	A5	US-			
	A6	US-			
	A7	US-			
	A8	US-			
	A9	US-			
	A10	US-			
	A11	US-			
	A12	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	Foreign Patent Document Number-KindCode (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1						
	B2						
	B3						
	B4						
	B5						
	B6						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1		
	C2		
	C3		

***Examiner:**	/Jason Heidemann/	**Date Considered:**	05/20/2010

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

Receipt date: 11/1/2009

Substitute for form 1449A/PTO (modified)

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Page 1 of 1

Application Number	11/469870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	PALEY, ERIC B.
Confirmation Number	7128
Attorney Case Number	62701US005

11469870 - GAU: 2624

U.S. Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 5,740,802	04/21/1998	Nafis et al.	
	A2	US- 2002/0180760	12/05/2002	Rubbert et al.	
	A3	US- 2004/0155975	08/12/2004	Hart et al.	
	A4	US- 2004/0179728	09/16/2004	Littlefield et al.	
	A5	US- 2005/0007082	01/13/2005	Bretz et al.	
	A6	US- 2008/0199829	08/21/2008	Paley et al.	
	A7	US-			
	A8	US-			
	A9	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	Foreign Patent Document Number-KindCode (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1						
	B2						
	B3						
	B4						
	B5						
	B6						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1		
	C2		
	C3		

***Examiner:** /Jason Heidemann/	**Date Considered:** 05/20/2010

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

BIB DATA SHEET

CONFIRMATION NO. 7128

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE RULE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.
11/469,870	09/03/2006	433	2624	62701US005

APPLICANTS

Eric B. Paley, Cambridge, MA;
Janos Rohaly, Acton, MA;
Joseph Boerjes, Medford, MA;
Douglas P. Hart, Charlestown, MA;
Micah J. Rosenbloom, Boston, MA;
Steven V. Weeks, North Andover, MA;

**** CONTINUING DATA **************************** /JEH/

This appln claims benefit of 60/761,078 01/20/2006

**** FOREIGN APPLICATIONS **************************** /JEH/

**** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ****

09/22/2006

Foreign Priority claimed ☐ Yes ☑ No 35 USC 119(a-d) conditions met ☐ Yes ☑ No Verified and Acknowledged /JASON E HEIDEMANN/ Examiner's Signature	☐ Met after Allowance Initials	STATE OR COUNTRY	SHEETS DRAWINGS	TOTAL CLAIMS	INDEPENDENT CLAIMS
		MA	8	22	3

ADDRESS

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427
UNITED STATES

TITLE

REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

FILING FEE RECEIVED		
1230	FEES: Authority has been given in Paper No._____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No._____ for following:	☐ All Fees ☐ 1.16 Fees (Filing) ☐ 1.17 Fees (Processing Ext. of time) ☐ 1.18 Fees (Issue) ☐ Other _____ ☐ Credit

BIB (Rev. 05/07).

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11469870	PALEY ET AL.
	Examiner	Art Unit
	Jason Heidemann	2624

SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner
382	100,106,128,132,154,276,284,	10/28/2009	/JEH/
345	418,419,424,428,581,629,630,473,474,475	10/28/2009	/JEH/
356	601-613	10/28/2009	/JEH/
702	152	10/28/2009	/JEH/
433	24,25,29,213	10/28/2009	/JEH/
700	98,117,118	10/28/2009	/JEH/

SEARCH NOTES

Search Notes	Date	Examiner
searched Class and Subclasses with keywords such as (3D, three dim$8, real time, Denture, prosthetic)	10/28/2009	/JEH/
searched Google, Google Patent, IEEE, ACM with keywords (digital dentistry, 3D model, teeth, tooth, mouth, prosthetic, real time)	10/28/2009	/JEH/
Author search conducted on East	10/28/2009	/JEH/
Author search conducted on IEEE, ACM, Google	10/28/2009	/JEH/
Consulted Patentability/Seach help with Primary John Strege 04/18,2010	05/03/2010	/JEH/
Searched EAST with keywords such as digital dentistry, 3D model, teeth, tooth, mouth, prosthetic, real time) -See Attached East Search	05/03/2010	/JEH/

INTERFERENCE SEARCH

Class	Subclass	Date	Examiner
	Searched -See Attached East Search	05/03/210	/JEH/

/Jason Heidemann/ Examiner.Art Unit 2624	05/03/210

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11469870	PALEY ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	Jason Heidemann	2624

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

☐ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

CLAIM		DATE								
Final	Original	09/28/2009	05/03/2010							
	1	✓	=							
	2	✓	=							
	3	✓	=							
	4	✓	=							
	5	✓	=							
	6	✓	=							
	7	✓	=							
	8	✓	=							
	9	✓	=							
	10	✓	=							
	11	✓	=							
	12	✓	=							
	13	✓	=							
	14	✓	=							
	15	✓	=							
	16	✓	=							
	17	✓	=							
	18	✓	=							
	19	✓	=							
	20	✓	=							
	21	✓	=							
	22	✓	=							

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

32692 7590 02/24/2010

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

EXAMINER	
HEIDEMANN, JASON E	

ART UNIT	PAPER NUMBER
2624	

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
02/24/2010	ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

LegalUSDocketing@mmm.com
LegalDocketing@mmm.com

Interview Summary	Application No.	Applicant(s)	
	11/469,870	PALEY ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	Jason Heidemann	2624	

All participants (applicant, applicant's representative, PTO personnel):

(1) *Jason Heidemann*. (3)*Robert Mazzarese*.

(2) *Matthew Bella*. (4)_____.

Date of Interview: *04 February 2010*.

Type: a)☐ Telephonic b)☐ Video Conference
c)☐ Personal [copy given to: 1)☐ applicant 2)☐ applicant's representative]

Exhibit shown or demonstration conducted: d)☒ Yes e)☐ No.
If Yes, brief description: *video of the invention was demostrated*.

Claim(s) discussed: *1 and 6*.

Identification of prior art discussed: _____.

Agreement with respect to the claims f)☐ was reached. g)☐ was not reached. h)☐ N/A.

Substance of Interview including description of the general nature of what was agreed to if an agreement was reached, or any other comments: *applicant brought a video demostration of the application*.

(A fuller description, if necessary, and a copy of the amendments which the examiner agreed would render the claims allowable, if available, must be attached. Also, where no copy of the amendments that would render the claims allowable is available, a summary thereof must be attached.)

THE FORMAL WRITTEN REPLY TO THE LAST OFFICE ACTION MUST INCLUDE THE SUBSTANCE OF THE INTERVIEW. (See MPEP Section 713.04). If a reply to the last Office action has already been filed, APPLICANT IS GIVEN A NON-EXTENDABLE PERIOD OF THE LONGER OF ONE MONTH OR THIRTY DAYS FROM THIS INTERVIEW DATE, OR THE MAILING DATE OF THIS INTERVIEW SUMMARY FORM, WHICHEVER IS LATER, TO FILE A STATEMENT OF THE SUBSTANCE OF THE INTERVIEW. See Summary of Record of Interview requirements on reverse side or on attached sheet.

/Jason Heidemann/ Examiner, Art Unit 2624	/Matthew C Bella/ Supervisory Patent Examiner, Art Unit 2624

Summary of Record of Interview Requirements

Manual of Patent Examining Procedure (MPEP), Section 713.04, Substance of Interview Must be Made of Record
A complete written statement as to the substance of any face-to-face, video conference, or telephone interview with regard to an application must be made of record in the application whether or not an agreement with the examiner was reached at the interview.

Title 37 Code of Federal Regulations (CFR) § 1.133 Interviews
Paragraph (b)

In every instance where reconsideration is requested in view of an interview with an examiner, a complete written statement of the reasons presented at the interview as warranting favorable action must be filed by the applicant. An interview does not remove the necessity for reply to Office action as specified in §§ 1.111, 1.135. (35 U.S.C. 132)

37 CFR §1.2 Business to be transacted in writing.
All business with the Patent or Trademark Office should be transacted in writing. The personal attendance of applicants or their attorneys or agents at the Patent and Trademark Office is unnecessary. The action of the Patent and Trademark Office will be based exclusively on the written record in the Office. No attention will be paid to any alleged oral promise, stipulation, or understanding in relation to which there is disagreement or doubt.

———

The action of the Patent and Trademark Office cannot be based exclusively on the written record in the Office if that record is itself incomplete through the failure to record the substance of interviews.

It is the responsibility of the applicant or the attorney or agent to make the substance of an interview of record in the application file, unless the examiner indicates he or she will do so. It is the examiner's responsibility to see that such a record is made and to correct material inaccuracies which bear directly on the question of patentability.

Examiners must complete an Interview Summary Form for each interview held where a matter of substance has been discussed during the interview by checking the appropriate boxes and filling in the blanks. Discussions regarding only procedural matters, directed solely to restriction requirements for which interview recordation is otherwise provided for in Section 812.01 of the Manual of Patent Examining Procedure, or pointing out typographical errors or unreadable script in Office actions or the like, are excluded from the interview recordation procedures below. Where the substance of an interview is completely recorded in an Examiners Amendment, no separate Interview Summary Record is required.

The Interview Summary Form shall be given an appropriate Paper No., placed in the right hand portion of the file, and listed on the "Contents" section of the file wrapper. In a personal interview, a duplicate of the Form is given to the applicant (or attorney or agent) at the conclusion of the interview. In the case of a telephone or video-conference interview, the copy is mailed to the applicant's correspondence address either with or prior to the next official communication. If additional correspondence from the examiner is not likely before an allowance or if other circumstances dictate, the Form should be mailed promptly after the interview rather than with the next official communication.

The Form provides for recordation of the following information:
- Application Number (Series Code and Serial Number)
- Name of applicant
- Name of examiner
- Date of interview
- Type of interview (telephonic, video-conference, or personal)
- Name of participant(s) (applicant, attorney or agent, examiner, other PTO personnel, etc.)
- An indication whether or not an exhibit was shown or a demonstration conducted
- An identification of the specific prior art discussed
- An indication whether an agreement was reached and if so, a description of the general nature of the agreement (may be by attachment of a copy of amendments or claims agreed as being allowable). Note: Agreement as to allowability is tentative and does not restrict further action by the examiner to the contrary.
- The signature of the examiner who conducted the interview (if Form is not an attachment to a signed Office action)

It is desirable that the examiner orally remind the applicant of his or her obligation to record the substance of the interview of each case. It should be noted, however, that the Interview Summary Form will not normally be considered a complete and proper recordation of the interview unless it includes, or is supplemented by the applicant or the examiner to include, all of the applicable items required below concerning the substance of the interview.

A complete and proper recordation of the substance of any interview should include at least the following applicable items:

1) A brief description of the nature of any exhibit shown or any demonstration conducted,
2) an identification of the claims discussed,
3) an identification of the specific prior art discussed,
4) an identification of the principal proposed amendments of a substantive nature discussed, unless these are already described on the Interview Summary Form completed by the Examiner,
5) a brief identification of the general thrust of the principal arguments presented to the examiner,
   (The identification of arguments need not be lengthy or elaborate. A verbatim or highly detailed description of the arguments is not required. The identification of the arguments is sufficient if the general nature or thrust of the principal arguments made to the examiner can be understood in the context of the application file. Of course, the applicant may desire to emphasize and fully describe those arguments which he or she feels were or might be persuasive to the examiner.)
6) a general indication of any other pertinent matters discussed, and
7) if appropriate, the general results or outcome of the interview unless already described in the Interview Summary Form completed by the examiner.

Examiners are expected to carefully review the applicant's record of the substance of an interview. If the record is not complete and accurate, the examiner will give the applicant an extendable one month time period to correct the record.

Examiner to Check for Accuracy

If the claims are allowable for other reasons of record, the examiner should send a letter setting forth the examiner's version of the statement attributed to him or her. If the record is complete and accurate, the examiner should place the indication, "Interview Record OK" on the paper recording the substance of the interview along with the date and the examiner's initials.

32692
Customer Number

Patent
Case No.: 62701US005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

First Named Inventor:	PALEY, ERIC B.		
Application No.:	11/469870	Confirmation No.:	7128
Filed:	September 3, 2006		
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

AMENDMENT AND RESPONSE UNDER 37 CFR § 1.111

Mail Stop Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION [37 CFR § 1.8(a)]

I hereby certify that this correspondence is being:

☐ deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

☐ transmitted by facsimile on the date shown below to the United States Patent and Trademark Office at 571-273-8300.

☒ transmitted to United States Patent and Trademark Office on the date shown below via the Office electronic filing system.

February 8, 2010 /Angela M. Zontelli/
Date Signed by: Angela M. Zontelli

Dear Sir:

This is in response to the outstanding Office Action, dated October 8, 2009, in the above-identified application.

Fees

☒ Any required fee will be made at the time of submission via EFS-Web. In the event fees are not or cannot be paid at the time of EFS-Web submission, please charge any fees under 37 CFR § 1.17 which may be required to Deposit Account No. 13-3723.

☐ Please charge any fees under 37 CFR §§ 1.16 and 1.17 which may be required to Deposit Account No. 13-3723.

☒ Please charge any additional fees associated with the prosecution of this application to Deposit Account No. 13-3723. This authorization includes the fee for any necessary extension of time under 37 CFR § 1.136(a). To the extent any such extension should become necessary, it is hereby requested.

☒ Please credit any overpayment to the same deposit account.

Request for Extension of Time

Under the provisions of 37 CFR § 1.136(a), Applicant(s) petitions to extend the period for filing a reply in the above-identified application as follows: (check time period desired):

☒ 37 CFR § 1.17(a)(1) - Extension within first month.

☐ 37 CFR § 1.17(a)(2) - Extension within second month.

☐ 37 CFR § 1.17(a)(3) - Extension within third month.

Fees Associated with Extension

Payment of the fee for any requested extension is authorized in the above fee section.

Amendments to the Claims:

The following Listing of Claims will replace all prior versions, and listings, of claims in the application:

Listing of Claims

1.(currently amended) A method comprising:

acquiring two dimensional data ~~a three-dimensional representation~~ from one or more intraoral structures of a dental patient at a video rate;

reconstructing ~~including~~ a digital surface representation of the one or more intraoral structures;

displaying the digital surface representation at the video rate;

acquiring additional two-dimensional data from the one or more intraoral structures in a subsequent frame of data at the video rate;

reconstructing a subsequent digital surface representation from the additional two-dimensional data at the video rate

combining the digital surface representation and the subsequent digital surface representation at the video rate to provide a three-dimensional representation of the one or more intraoral structures; and

providing a visual display of the three-dimensional representation at a video rate in real time.

2.(currently amended) The method of claim 1 further comprising superimposing the three-dimensional representation on a two-dimensional video image of the one or more intraoral structures in real time.

3.(original) The method of claim 1 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth.

4. (original) The method of claim 1 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth surface prepared for a dental prosthetic.

5. (original) The method of claim 1 wherein the one or more intraoral structures include at least one area of soft tissue.

6. (original) The method of claim 1 further comprising:

generating user feedback concerning the one or more intraoral structures; and

providing a visual display of the user feedback at the video rate.

7. (original) The method of claim 6 wherein generating user feedback includes highlighting at least one area in the three-dimensional representation requiring user attention.

8. (original) The method of claim 1 wherein the video rate includes a rate of at least eight frames per second.

9. (original) The method of claim 1 wherein the video rate includes a rate of at least twenty frames per second.

10. (original) The method of claim 1 wherein the video rate includes a rate of between twenty-four and thirty frames per second.

11. (currently amended) A computer program product embodied on a computer readable medium that, when executing on one or more computing devices, performs the steps of:

acquiring two dimensional data ~~a three-dimensional representation~~ from one or more intraoral structures of a dental patient at a video rate;

reconstructing ~~including~~ a digital surface representation of the one or more intraoral structures;

displaying the digital surface representation at the video rate;

acquiring additional two-dimensional data from the one or more intraoral structures in a subsequent frame of data at the video rate;

reconstructing a subsequent digital surface representation from the additional two-dimensional data at the video rate

combining the digital surface representation and the subsequent digital surface representation at the video rate to provide a three-dimensional representation of the one or more intraoral structures; and

providing a visual display of the three-dimensional representation at a video rate in real time.

12. (currently amended) The computer program product of claim 11 further comprising code for performing the step of superimposing the three-dimensional representation on a two-dimensional video image of the one or more intraoral structures in real time.

13. (original) The computer program product of claim 11 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth.

14. (original) The computer program product of claim 11 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth surface prepared for a dental prosthetic.

15. (original) The computer program product of claim 11 wherein the one or more intraoral structures include at least one area of soft tissue.

16. (original) The computer program product of claim 11 further comprising code for performing the steps of: generating user feedback concerning the one or more intraoral structures; andproviding a visual display of the user feedback at the video rate.

17. (original) The computer program product of claim 16 wherein generating user feedback includes highlighting at least one area in the three-dimensional representation requiring user attention.

18. (currently amended) A system comprising:

a scanner for acquiring a sequence of image sets ~~three-dimensional representation~~ from one or more intraoral structures of a dental patient at a video rate~~including a digital surface representation of one or more intraoral structures~~; and

a processor configured to:

receive one of the sequence of image sets,

convert the one of the sequence of image sets into a three-dimensional surface representation of the one or more intraoral structures,

combine the three-dimensional surface representation with one or more prior three-dimensional surface representations from one or more prior ones of the sequence of image sets to provide a three-dimensional model of the one or more intraoral structures, and

~~for generating~~ generate a visual display signal of the three-dimensional ~~representation~~ model at [[a]] the video rate in real time; and

a display for displaying the visual display signal.

19. (currently amended) The system of claim 18 wherein the processor superimposes the three-dimensional representation on a two-dimensional video image of the one or more intraoral structures in real time.

20. (original) The system of claim 18 wherein the one or more intraoral structures include at least one of a tooth surface prepared for a dental prosthetic, an area of soft tissue, and a tooth.

21. (original) The system of claim 18 wherein the processor generates user feedback concerning the one or more intraoral structures and includes the user feedback in the visual display signal at the video rate.

22. (original) The system of claim 21 wherein the user feedback includes highlighting at least one area in the three-dimensional representation requiring user attention.

REMARKS

Interview

The applicant thanks the examiner for the in-person interview on February 4, 2010 with the applicants' representative, Robert Mazzarese (Reg. No. 42,852). The following amendments reflect the subject matter discussed at that interview.

Claim Amendments

Claims 1-22 are presented for examination. Claims 1, 2, 11, 12, 18, and 19 have been amended.

Claim Rejections – 35 U.S.C. § 102

Independent claims 1, 11, and 18 stand rejected under 35 U.S.C. § 102 as anticipated by U.S. Pat. Pub. No. 2002/0055800 to Nikolskiy et al. ("Nikolskiy").

As discussed in the interview on February 4, 2010, the applicants have devised a three-dimensional scanner that obtains incremental three-dimensional data (from two-dimensional video images) at a video frame rate, and combines this with prior three-dimensional data and displays the resulting aggregated three-dimensional surface at the video rate in real time. The claims have been amended to clarify this inventive concept.

Nikolskiy, by contrast, teaches a variety of digital post-processing techniques, primarily focused on modeling of individual teeth in a manner that permits computer-assisted development of orthodontic treatment plans.[1] In this context, Nikolskiy focuses on manipulation of three-dimensional models, and provides only cursory descriptions of techniques used to acquire initial three-dimensional tooth models. "After the tooth casting is obtained, the casting is digitally scanned by a scanner, such as a non-contact type laser or destructive scanner or a contact-type

[1] *See, e.g.,* ¶[0200] ("Fig. 11 is a simplified block diagram of a data processing system 300 that may be used to develop orthodontic treatment plans . . ..").

scanner, to produce the IDDS."[2] Nikolskiy does allow for other possible scanning and digitization techniques:

> Many types of scan data, such as that acquired by an optical scanning system, provide a 3D geometric model (e.g., a triangular surface mesh) of the teeth when acquired. Other scanning techniques, such as the destructive scanning technique described above, provide data in the form of volume elements ("voxels") that can be converted into a digital geometric model of the tooth surfaces. In one implementation, a marching cubes algorithm is applied to convert the voxels into a mesh, which can undergo a smoothing operation to reduce the jaggedness on the surfaces of the tooth model caused by the marching cubes conversion.[3]

Thus, Nikolskiy appears to provide only a cursory characterization of various prior art three-dimensional scanning systems. Nikolskiy cannot anticipate the specific three-dimensional scanning technique as described and claimed by the applicant. More specifically with respect to claim 1 (as amended), Nikolskiy does not teach a method that includes:

acquiring two dimensional data from one or more intraoral structures of a dental patient at a video rate;

reconstructing a digital surface representation of the one or more intraoral structures;

displaying the digital surface representation at the video rate;

acquiring additional two-dimensional data from the one or more intraoral structures in a subsequent frame of data at the video rate;

reconstructing a subsequent digital surface representation from the additional two-dimensional data at the video rate

combining the digital surface representation and the subsequent digital surface representation at the video rate to provide a three-dimensional representation of the one or more intraoral structures; and

providing a visual display of the three-dimensional representation at a video rate in real time.

[2] Nikoskiy, ¶ [0040].
[3] Nikoskiy, ¶ [0047].

The claims are patentable over Nikolskiy. For similar reasons independent claims 11 and 18 are patentable over Nikolskiy. The remaining claims depend from allowable base claims, and are likewise believed to be in condition for allowance.

In view of the foregoing, the applicant believes that the currently pending claims are in condition for allowance and respectfully requests a corresponding Notice of Allowance.

The applicant believes that all of the pending claims have been addressed. However, the absence of a reply to a specific rejection, issue or comment does not signify agreement with or concession of that rejection, issue or comment. In addition, because the arguments made above may not be exhaustive, there may be reasons for patentability of any or all pending claims (or other claims) that have not been expressed. Nothing in this paper should be construed as intent to concede any issue with regard to any claim, except as specifically stated in this paper. The amendment of any claim does not necessarily signify concession of unpatentability of the claim prior to its amendment.

If the examiner believes a telephone conference would expedite prosecution of this application, the examiner is invited to contact the undersigned, or to contact the applicant's representative, Robert Mazzarese at ((781) 453-9993) who appeared to personally discuss this case on February 4, 2010.

Respectfully submitted,

February 8, 2010
Date

By: /Lance Vietzke/
Lance L. Vietzke, Reg. No.: 36,708
Telephone No.: 651-737-2180

Office of Intellectual Property Counsel
3M Innovative Properties Company
Facsimile No.: 651-736-3833

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	11469870
Filing Date:	03-Sep-2006
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Attorney Docket Number:	62701US005

Filed as Large Entity

Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Extension - 1 month with $0 paid	1251	1	130	130

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Miscellaneous:				
			Total in USD ($)	**130**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	6967637
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	32692
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Filer Authorized By:	Robert V. Heiti
Attorney Docket Number:	62701US005
Receipt Date:	08-FEB-2010
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	13:23:55
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$130
RAM confirmation Number	16368
Deposit Account	133723
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		Resp_to_OA_Dated_10-8-09_62701US005.PDF	150001 184985bd6e88153df1bf4feb48a93d8db96325ba	yes	9

	Multipart Description/PDF files in .zip description		
	Document Description	Start	End
	Amendment/Req. Reconsideration-After Non-Final Reject	1	1
	Extension of Time	2	2
	Claims	3	6
	Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment	7	9

Warnings:

Information:

2	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	30666 3d846d664758155428052af2abfe082101614bfa	no	2

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes):	180667

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PTO/SB/06 (07-06)
Approved for use through 1/31/2007. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 11/469,870	Filing Date 09/03/2006	☐ To be Mailed

APPLICATION AS FILED – PART I

	(Column 1)	(Column 2)	SMALL ENTITY ☐		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE ($)	FEE ($)		RATE ($)	FEE ($)
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A			N/A	
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A			N/A	
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A			N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	X $ =		OR	X $ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X $ =			X $ =	
☐ APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is $250 ($125 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).						
☐ MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))							
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL			TOTAL	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT	02/08/2010	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	SMALL ENTITY RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)	OR	OTHER THAN SMALL ENTITY RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 22	Minus	** 20	= 2	X $ =		OR	X $52=	104
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 3	Minus	***3	= 0	X $ =		OR	X $220=	0
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	**104**

AMENDMENT		(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)		RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X $ =		OR	X $ =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X $ =		OR	X $ =	
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

Legal Instrument Examiner:
/DAVID SASFAI/

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

PTO/SB/06 (07-06)
Approved for use through 1/31/2007. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875	Application or Docket Number 11/469,870	Filing Date 09/03/2006	☐ To be Mailed

APPLICATION AS FILED – PART I

	(Column 1)	(Column 2)	SMALL ENTITY ☐		OR	OTHER THAN SMALL ENTITY	
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE ($)	FEE ($)		RATE ($)	FEE ($)
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A			N/A	
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A			N/A	
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A			N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	X $ =		OR	X $ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	X $ =			X $ =	
☐ APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))	If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is $250 ($125 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).						
☐ MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))							
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.			TOTAL			TOTAL	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT	02/08/2010	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	SMALL ENTITY RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)	OR	OTHER THAN SMALL ENTITY RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 22	Minus	** 20	= 2	X $ =		OR	X $52=	104
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 3	Minus	***3	= 0	X $ =		OR	X $220=	0
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	**104**

AMENDMENT		(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)		RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**	=	X $ =		OR	X $ =	
	Independent (37 CFR 1.16(h))	*	Minus	***	=	X $ =		OR	X $ =	
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))							OR		
						TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE	

* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.

** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".

*** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".

The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1.

Legal Instrument Examiner:
/DAVID SASFAI/

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

32692
Customer Number

Patent
Case No.: 62701US005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

First Named Inventor:	PALEY, ERIC B.		
Application No.:	11/469870	Confirmation No.:	7128
Filed:	September 3, 2006		
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Mail Stop: Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION [37 CFR § 1.8(a)]

I hereby certify that this correspondence is being:

☐ deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

☐ transmitted by facsimile on the date shown below to the United States Patent and Trademark Office at 571-273-8300.

☒ transmitted to United States Patent and Trademark Office on the date shown below via the Office electronic filing system.

February 3, 2010 /Angela M. Zontelli/
Date Signed by: Angela M. Zontelli

Dear Sir:

Pursuant to 37 CFR §§ 1.56, 1.97, and 1.98, enclosed is a completed Form PTO-1449, citing references submitted for consideration by the Examiner. It is respectfully requested that the Examiner initial and return the enclosed Form PTO-1449 to indicate that each reference has been considered.

This Information Disclosure Statement is being mailed after receipt of a first Office Action on the merits, but prior to the mailing of a Notice of Allowance under 37 CFR § 1.311. A fee under 37 CFR § 1.17(p) is required.

Fees

☐ It is believed that no fee is due; however, in the event a fee is required, please charge the fee to Deposit Account No. 13-3723.

☒ The fee required under 37 CFR § 1.17(p) will be paid at the time of EFS-Web submission. In the event fees are not or cannot be paid at the time of EFS-Web submission, please charge any fees under 37 CFR § 1.17 which may be required to Deposit Account No. 13-3723.

☐ Please charge the fee provided in 37 CFR § 1.17(p) to Deposit Account No. 13-3723.

Copies of Documents

Copies of any cited foreign patents, foreign publications, non-patent literature documents, and any pending U.S. applications filed before June 30, 2003, are enclosed. Copies of any pending U.S. applications filed after June 30, 2003 that can be accessed on the USPTO's IFW system are not enclosed as per USPTO Waiver dated September 21, 2004. Copies of any U.S. patents and published U.S. patent applications are not enclosed.

Respectfully submitted,

February 3, 2010
Date

By: /Lance Vietzke/
Lance L. Vietzke, Reg. No.: 36,708
Telephone No.: 651-737-2180

Office of Intellectual Property Counsel
3M Innovative Properties Company
Facsimile No.: 651-736-3833

Substitute for form 1449A/PTO (modified)		
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	**Application Number**	11/469870
	Filing Date	September 3, 2006
(Use as many sheets as necessary)	**First Named Inventor**	PALEY, ERIC B.
	Confirmation Number	7128
Page 1 of 1	**Attorney Case Number**	62701US005

U.S. Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 2006/0093988 A1	05-04-2006	Swaelens et al.	
	A2	US-			
	A3	US-			
	A4	US-			
	A5	US-			
	A6	US-			
	A7	US-			
	A8	US-			
	A9	US-			
	A10	US-			
	A11	US-			
	A12	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	Foreign Patent Document Number-KindCode (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1						
	B2						
	B3						
	B4						
	B5						
	B6						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1		
	C2		
	C3		

*Examiner:	Date Considered:
EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.	

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	11469870
Filing Date:	03-Sep-2006
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Attorney Docket Number:	62701US005

Filed as Large Entity

Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Miscellaneous:				
Submission- Information Disclosure Stmt	1806	1	180	180
		Total in USD ($)		**180**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	6941107
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	32692
Filer:	Robert V. Heiti/Angela Zontelli
Filer Authorized By:	Robert V. Heiti
Attorney Docket Number:	62701US005
Receipt Date:	03-FEB-2010
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	15:24:51
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$180
RAM confirmation Number	1625
Deposit Account	133723
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	IDS1449_Dated_2-3-10_62701 US005.PDF	271808 62ab17e5cc5ac018df56278b6abca541f768e3d1	no	3
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
2	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	30573 0321bb4a082d0e8a11c39d5d8097f2cd7c7198de	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	302381		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

32692
Customer Number

Patent
Case No.: 62701US005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

First Named Inventor:	PALEY, ERIC B.		
Application No.:	11/469870	Confirmation No.:	7128
Filed:	September 3, 2006		
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Mail Stop: Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION [37 CFR § 1.8(a)]

I hereby certify that this correspondence is being:

☐ deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

☐ transmitted by facsimile on the date shown below to the United States Patent and Trademark Office at 571-273-8300.

☒ transmitted to United States Patent and Trademark Office on the date shown below via the Office electronic filing system.

November 11, 2009 /Sara N. Zientek/
Date Signed by: Sara N. Zientek

Dear Sir:

Pursuant to 37 CFR §§ 1.56, 1.97, and 1.98, enclosed is a completed Form PTO-1449, citing references submitted for consideration by the Examiner. It is respectfully requested that the Examiner initial and return the enclosed Form PTO-1449 to indicate that each reference has been considered.

This Information Disclosure Statement is being mailed after receipt of a first Office Action on the merits, but prior to the mailing of a Notice of Allowance under 37 CFR § 1.311. A fee under 37 CFR § 1.17(p) is required.

Fees

☐ It is believed that no fee is due; however, in the event a fee is required, please charge the fee to Deposit Account No. 13-3723.

☒ The fee required under 37 CFR § 1.17(p) will be paid at the time of EFS-Web submission. In the event fees are not or cannot be paid at the time of EFS-Web submission, please charge any fees under 37 CFR § 1.17 which may be required to Deposit Account No. 13-3723.

☐ Please charge the fee provided in 37 CFR § 1.17(p) to Deposit Account No. 13-3723.

Copies of Documents

Copies of any cited foreign patents, foreign publications, non-patent literature documents, and any pending U.S. applications filed before June 30, 2003, are enclosed. Copies of any pending U.S. applications filed after June 30, 2003 that can be accessed on the USPTO's IFW system are not enclosed as per USPTO Waiver dated September 21, 2004. Copies of any U.S. patents and published U.S. patent applications are not enclosed.

Respectfully submitted,

November 10, 2009
Date

By: /Lance Vietzke/
Lance L. Vietzke, Reg. No.: 36,708
Telephone No.: 651-737-2180

Office of Intellectual Property Counsel
3M Innovative Properties Company
Facsimile No.: 651-736-3833

Substitute for form 1449A/PTO (modified)		
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	**Application Number**	11/469870
	Filing Date	September 3, 2006
(Use as many sheets as necessary)	**First Named Inventor**	PALEY, ERIC B.
	Confirmation Number	7128
Page 1 of 1	**Attorney Case Number**	62701US005

U.S. Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 5,740,802	04/21/1998	Nafis et al.	
	A2	US- 2002/0180760	12/05/2002	Rubbert et al.	
	A3	US- 2004/0155975	08/12/2004	Hart et al.	
	A4	US- 2004/0179728	09/16/2004	Littlefield et al.	
	A5	US- 2005/0007082	01/13/2005	Bretz et al.	
	A6	US- 2008/0199829	08/21/2008	Paley et al.	
	A7	US-			
	A8	US-			
	A9	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	Foreign Patent Document Number-KindCode (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1						
	B2						
	B3						
	B4						
	B5						
	B6						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1		
	C2		
	C3		

*Examiner:	Date Considered:
EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.	

Electronic Patent Application Fee Transmittal	
Application Number:	11469870
Filing Date:	03-Sep-2006
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Filer:	Robert V. Heiti/Sara Zientek
Attorney Docket Number:	62701US005
Filed as Large Entity	

Utility under 35 USC 111(a) Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Miscellaneous:				
Submission- Information Disclosure Stmt	1806	1	180	180
		Total in USD ($)		**180**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	6433125
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	32692
Filer:	Robert V. Heiti/Sara Zientek
Filer Authorized By:	Robert V. Heiti
Attorney Docket Number:	62701US005
Receipt Date:	11-NOV-2009
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	13:47:32
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	Deposit Account
Payment was successfully received in RAM	$180
RAM confirmation Number	8374
Deposit Account	133723
Authorized User	

The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.19 (Document supply fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.20 (Post Issuance fees)

Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	62701US005_IDS.pdf	186095 24ebe63f2719553a296c1520d988be1a32908bbc	no	3
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
2	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	30624 c352ac6dcababd2e47d39050a1d8c90f298f355a	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	216719		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005	7128

32692 7590 10/08/2009

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

EXAMINER	
HEIDEMANN, JASON E	

ART UNIT	PAPER NUMBER
2624	

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
10/08/2009	ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

LegalUSDocketing@mmm.com
LegalDocketing@mmm.com

Office Action Summary	Application No.	Applicant(s)	
	11/469,870	PALEY ET AL.	
	Examiner	Art Unit	
	Jason Heidemann	2624	

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --

Period for Reply

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTH(S) OR THIRTY (30) DAYS, WHICHEVER IS LONGER, FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

Status

1)☒ Responsive to communication(s) filed on *03 September 2006*.

2a)☐ This action is **FINAL**. 2b)☒ This action is non-final.

3)☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

Disposition of Claims

4)☒ Claim(s) *1-22* is/are pending in the application.

4a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.

5)☐ Claim(s) _____ is/are allowed.

6)☒ Claim(s) *1-22* is/are rejected.

7)☐ Claim(s) _____ is/are objected to.

8)☐ Claim(s) _____ are subject to restriction and/or election requirement.

Application Papers

9)☐ The specification is objected to by the Examiner.

10)☒ The drawing(s) filed on *03 September 2006* is/are: a)☒ accepted or b)☐ objected to by the Examiner.

Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).

Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).

11)☐ The oath or declaration is objected to by the Examiner. Note the attached Office Action or form PTO-152.

Priority under 35 U.S.C. § 119

12)☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

a)☐ All b)☐ Some * c)☐ None of:

1.☐ Certified copies of the priority documents have been received.

2.☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____.

3.☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

* See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

Attachment(s)

1) ☒ Notice of References Cited (PTO-892)
2) ☐ Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948)
3) ☒ Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08) Paper No(s)/Mail Date *09/25/2008, 10/10/2007, 10/16/2006*.
4) ☐ Interview Summary (PTO-413) Paper No(s)/Mail Date. _____ .
5) ☐ Notice of Informal Patent Application
6) ☐ Other: _____.

DETAILED ACTION

Claims 1-22 are pending

Regarding Claim 1, the claim is in a method claim format but there is a limitation stated in the claim, "acquiring a three-dimensional representation from a dental patient including a digital surface representation" that ties this method to a machine.

Priority

1. This application claims benefit of an earlier filing date under 35 U.S.C. 119(e) of U.S. Provisional Application 60/761,078, filed 20 January 2006.

Claim Rejections - 35 USC § 102

2. The following is a quotation of the appropriate paragraphs of 35 U.S.C. 102 that form the basis for the rejections under this section made in this Office action:

> A person shall be entitled to a patent unless –
>
> (b) the invention was patented or described in a printed publication in this or a foreign country or in public use or on sale in this country, more than one year prior to the date of application for patent in the United States.

Claims 1-3, 5-7 are rejected under 35 U.S.C. 102(b) as being anticipated by Nikolskiy et

al. (U.S. PGPub # 2002/0055800, hereinafter Nikolskiy).

As to Claim 1, Nikolskiy discloses a method comprising: acquiring a three-dimensional representation from a dental patient including a digital surface representation of one or more intraoral structures (Nikolskiy, [0011], Lines 1-5, Fig. 3, represents the surface of one or more teeth (intraoral structures) by three-dimensional digital meshes) and providing a visual display of the three-dimensional representation at a video rate in real time (Nikolskiy, [0015], Lines 1-7, this method supports real-time manipulation of teeth, hence the displaying of the teeth are in real-time).

As to Claim 2, Nikolskiy teaches the method of claim 1 further comprising superimposing the three-dimensional representation on a two-dimensional video image in real time (Nikolskiy, Fig. 3, [0100], Lines 1-8, the three-dimisional model is rendered (converting the 3D representation on a two dimesional video image) for display).

As to Claim 3, Nikolskiy teaches the method of claim 1 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth (Nikolskiy, [0011], Lines 1-3, Fig. 3, represents the surface of one or more teeth (intraoral structures) by three-dimensional digital meshes)

As to Claim 5, Nikolskiy teaches the method of claim 1. While Nikolskiy teaches a digital surface representation of one or more intraoral structures, wherein the one or more intraoral structures include at least one area of soft tissue (Nikolskiy, Fig. 3, As seen in the figure, the soft tissue (Gum) is modeled and rendered between the teeth).

As to Claim 6, Nikolskiy teaches the method of claim 1 further comprising:

generating user feedback concerning the one or more intraoral structures (Nikolskiy, [0015], Lines 1-8, [0041], Lines 1-4, this method supports real-time manipulation (generation of user feed back) of teeth); and providing a visual display of the user feedback at the video rate (Nikolskiy, [0015], Lines 1-8, this method supports real-time manipulation of teeth, hence the displaying of the teeth are in real-time).

As to Claim 7, Nikolskiy teaches the method of claim 6 wherein generating user feedback includes highlighting at least one area in the three-dimensional representation requiring user attention (Nikolskiy, [0042], Lines 1-10, this method supports segmenting and isolating (high lighting) areas in the 3d model for prescription or written specification (attention) from a treating professional).

With respect to Claims 11-13, and 15-17 they include essentially the same limitations as Claims 1-3 and 5-7, respectively, with the exception of a computer

program product embodied on a computer readable medium that, when executing on one or more computing devices, performs the method which is taught in Nikolskiy (Nikolskiy, Abstract, [0011], Lines 1-6, the method was executed (computed implemented) by a computer).

As to Claim 18, Nikolskiy teaches a system (Nikolskiy, Fig. 11) comprising:

a scanner (Nikolskiy, Fig. 11, el 650) for acquiring a three-dimensional representation from a dental patient including a digital surface representation of one or more intraoral structures (Nikolskiy, [0011], Lines 1-5, Fig. 3, represents the surface of one or more teeth (intraoral structures) by three-dimensional digital meshes); and a processor (Nikolskiy, Fig. 11, el 602) for generating a visual display signal of the three-dimensional representation at a video rate in real time (Nikolskiy, Fig. 3, [0015], Lines 1-7, this method supports real-time manipulation of teeth, hence the displaying of the teeth are in real-time); and a display for displaying the visual display signal (Nikolskiy, Fig. 11, el 618, [0201], Lines 1-9, [0202], Lines 1-7, a CRT or LCD can be used for displaying the rendered 3-D model).

As to Claim 19, Nikolskiy teaches the system of claim 18 wherein the processor superimposes the three-dimensional representation on a two-dimensional video image in real time (Nikolskiy, Fig. 11, el 602, Fig. 3, [0100], Lines 1-8, the three-dimisional

model is rendered (converting the 3D representation on a two dimesional video image) for display).

As to Claim 21, Nikolskiy teaches the system of claim 18 wherein the processor generates user feedback concerning the one or more intraoral structures (Nikolskiy, Fig. 11, el 602, [0015], Lines 1-8, [0041], Lines 1-4, this method supports real-time manipulation (generation of user feed back) of teeth) and includes the user feedback in the visual display signal at the video rate (Nikolskiy, [0015], Lines 1-8, this method supports real-time manipulation of teeth, hence the displaying of the teeth are in real-time).

As to Claim 22, Nikolskiy teaches the system of claim 21 wherein the user feedback includes highlighting at least one area in the three-dimensional representation requiring user attention (Nikolskiy, [0042], Lines 1-10, this method supports segmenting and isolating (high lighting) areas in the 3d model for prescription or written specification (attention) from a treating professional).

Claim Rejections - 35 USC § 103

3. The following is a quotation of 35 U.S.C. 103(a) which forms the basis for all obviousness rejections set forth in this Office action:

> (a) A patent may not be obtained though the invention is not identically disclosed or described as set forth in section 102 of this title, if the differences between the subject matter sought to be patented and the prior art are such that the subject matter as a whole would have been obvious at the time the invention was made to a person having ordinary skill in the art to which said subject matter pertains. Patentability shall not be negatived by the manner in which the invention was made.

A.) Claims are rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Nikolskiy in view of Skinner (US Patent 6687393 hereinafter Skinner).

As to Claim 8, Nikolskiy teaches the method of claim 1 wherein the video rate includes real-time display rates. However Nikoskiy does not explicitly teach a rate of at least eight frames per second. Skinner, in the same field of endeavor of 3-D dimensional display of medical imagery, teaches a method of displaying 3-D models at a frame rate above twenty frames per second (Skinner, Column 7, Lines 65-67, and Column 8, Line 1-14, using the resampling method for rendering and displaying three-dimensional models a frame rate of 26 frames per second (exceeds 8 FPS) was achieved). It would have been obvious to one of ordinary skill in the art to utilize, as the frame rate required by Nikolskiy, the method of Skinner to achieve frame rates above twenty frames per second for display because it is desirable to rapidly and efficiently resample three-dimensional data to permit efficient interactive viewing and visualization of medical data (Skinner, Column 1, Line 6-10, 65-67, and Column 2, Lines 1-6).

As to Claim 9, Nikolskiy teaches the method of claim 1. While Nikolskiy wherein the video rate includes real-time display rates, Nikolskiy does not explicitly teach a rate

of least twenty frames per second. Skinner, in the same field of endeavor of 3-D dimensional display of medical imagery, teaches a method of displaying 3-D models at a frame rate above twenty frames per second (Skinner, Column 7, Lines 65-67, and Column 8, Line 1-14, using the resampling method for rendering and displaying three-dimensional models a frame rate of 26 frames per second (above 20 FPS) was achieved). It would have been obvious to one of ordinary skill in the art to utilize, as the frame rate required by Nikolskiy, the method of Skinner to achieve frame rates above twenty frames per second for display because it is desirable to rapidly and efficiently resample three-dimensional data to permit efficient interactive viewing and visualization of medical data (Skinner, Column 1, Line 6-10, 65-67, and Column 2, Lines 1-6).

As to Claim 10, Nikolskiy teaches the method of claim 1 wherein the video rate includes real-time display rates. However Nikolskiy does not explicitly teach a rate of between twenty-four and thirty frames per second. Skinner, in the same field of endeavor of 3-D dimensional display of medical imagery, teaches a method of displaying 3-D models at a frame rate between twenty-four and thirty frames per second (Skinner, Column 7, Lines 65-67, and Column 8, Line 1-14, using the resampling method for rendering and displaying three-dimensional models a frame rate of 26 frames per second (between 24-30 FPS) was achieved). It would have been obvious to one of ordinary skill in the art to utilize, as the frame rate required by Nikolskiy, the method of Skinner to achieve frame rates above twenty frames per second for display because it is desirable to rapidly and efficiently resample three-dimensional data to

permit efficient interactive viewing and visualization of medical data (Skinner, Column 1, Line 6-10, 65-67, and Column 2, Lines 1-6).

B.) Claims are rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Nikolskiy in view of Oestreich (US Patent 4846684 hereinafter Oestreich).

As to Claim 4, Nikolskiy teaches the method of claim 1. However, Nikolskiy does not explicitly teach wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth surface prepared for a dental prosthetic. Oestreich, in the same field of dental models teaches building a three-dimensional model which has consists of a prepared tooth for a prosthetic (Oestreich, Figure 1, Column 2, Lines 6-19, teaches a three-dimensional model with a tooth prepared for prosthetic). It would have been obvious to one of ordinary skill in the art to utilize, to created a model with a three-dimensional model which has consists of a prepared tooth for a prosthetic as required by Nikolskiy, the three-dimensional model of a dental structure which consists of a tooth prepared for a prosthetic of Oestreich to because it is desirable to allow a dentist to visually instruct the patient about dental prosthetics procedure and appearance (Oestreich, Column 1, Lines 5-30).

With respect to Claim 14 it includes essentially the same limitations as Claim 4, respectively, with the exception of a computer program product embodied on a computer readable medium that, when executing on one or more computing devices,

performs the method which is taught in Nikolskiy (Abstract, [0011], Lines 1-6, the method was executed (computed implemented) by a computer).

As to Claim 20, Nikolskiy teaches the system of claim 18, wherein wherein the one or more intraoral structures include at least one an area of soft tissue, and a tooth (Nikolskiy, Fig. 3, [0011], Lines 1-3, represents the surface of one or more teeth (intraoral structures) by three-dimensional digital meshes and in also seen in the figure, the soft tissue (Gum) is modeled and rendered between the teeth). However, Nikolskiy does not explicitly teach wherein the one or more intraoral structures include at least one of a tooth surface prepared for a dental prosthetic. Oestreich, in the same field of dental models teaches building a three-dimensional model which has consists of a prepared tooth for a prosthetic (Oestreich, Figure 1, Column 2, Lines 6-19, teaches a three-dimensional model with a tooth prepared for prosthetic). It would have been obvious to one of ordinary skill in the art to utilize, to created a model with a three-dimensional model which has consists of a prepared tooth for a prosthetic as required by Nikolskiy, the three-dimensional model of a dental structure which consists of a tooth prepared for a prosthetic of Oestreich to because it is desirable to allow a dentist to visually instruct the patient about dental prosthetics procedure and appearance (Oestreich, Column 1, Lines 5-30).

Conclusion

4. The prior art made of record and not relied upon is considered pertinent to applicant's disclosure.

Anh et al., US 6947038 B1

Anh et al., US 7133042 B2

Baumrind et al., US 6621491 B1

Chang, US 6738727 B2

Elbaum et al., US 6201880 B1

Jones et al., US 20020102009 A1

Koidisa et al., 3D Visualization of Dental Data for Virtual Treatment Planning, 2004

Kopelman et al., US 7545372 B2

Nikolskiy et al., US 7373286 B2

Nikolskiy et al., US 7428481 B2

Park, US 7020325 B2

Tanguay Jr. et al., US 7061485 B2

Williams et al., Technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying, January 2004, The Journal of Prosthetic Dentistry, Volume 91, Issue 1, Pages 85-88

Xia, James et al. " Three-Dimensional Virtual-Reality Surgical Planning and Soft-Tissue Prediction for Orthognathic Surgery." IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine. Jun. 2001. vol. 5, Issue 2, pp. 97-107.

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to Jason Heidemann whose telephone number is (571)-270-5173. The examiner can normally be reached on Monday through Thursday, 9am to 5pm.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Brian Werner can be reached on 571-272-7401. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see http://pair-direct.uspto.gov. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/Jason Heidemann/ 09/28/2009
Examiner, Art Unit 2624
/Brian P. Werner/

Supervisory Patent Examiner, Art Unit 2624

Notice of References Cited	Application/Control No. 11/469,870	Applicant(s)/Patent Under Reexamination PALEY ET AL.	
	Examiner Jason Heidemann	Art Unit 2624	Page 1 of 2

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	Classification
*	A	US-2002/0055800	05-2002	Nikolskiy et al.	700/98
*	B	US-4,846,684	07-1989	Oestreich, Gerd	433/213
*	C	US-7,061,485	06-2006	Tanguay et al.	345/419
*	D	US-6,687,393	02-2004	Skinner, Jr., John V.	382/131
*	E	US-7,020,325	03-2006	Park, Kang	382/154
*	F	US-7,428,481	09-2008	Nikolskiy et al.	703/6
*	G	US-7,373,286	05-2008	Nikolskiy et al.	703/7
*	H	US-7,545,372	06-2009	Kopelman et al.	345/419
*	I	US-2002/0102009	08-2002	Jones et al.	382/100
*	J	US-6,201,880	03-2001	Elbaum et al.	382/100
*	K	US-6,738,727	05-2004	Chang, Chih-Kuang	702/167
*	L	US-6,621,491	09-2003	Baumrind et al.	345/419
*	M	US-7,133,042	11-2006	Anh et al.	345/419

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	Koidisa et al., 3D Visualization of Dental Data for Virtual Treatment Planning, 2004
	V	Williams et al., Technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying, January 2004, The Journal of Prosthetic Dentistry, Volume 91, Issue 1, Pages 85-88
	W	Xia, James et al. " Three-Dimensional Virtual-Reality Surgical Planning and Soft-Tissue Prediction for Orthognathic Surgery." IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine. Jun. 2001. vol. 5, Issue 2, pp. 97-107.
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

Notice of References Cited	Application/Control No. 11/469,870	Applicant(s)/Patent Under Reexamination PALEY ET AL.	
	Examiner Jason Heidemann	Art Unit 2624	Page 2 of 2

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	Classification
*	A	US-6,947,038	09-2005	Anh et al.	345/419
	B	US-			
	C	US-			
	D	US-			
	E	US-			
	F	US-			
	G	US-			
	H	US-			
	I	US-			
	J	US-			
	K	US-			
	L	US-			
	M	US-			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	N					
	O					
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11469870	PALEY ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	Jason Heidemann	2624

SEARCHED

Class	Subclass	Date	Examiner
382	100,106,128,132,154,276,284,	10/28/2009	/JEH/
345	418,419,424,428,581,629,630,473,474,475	10/28/2009	/JEH/
356	601-613	10/28/2009	/JEH/
702	152	10/28/2009	/JEH/
433	24,25,29,213	10/28/2009	/JEH/
700	98,117,118	10/28/2009	/JEH/

SEARCH NOTES

Search Notes	Date	Examiner
searched Class and Subclasses with keywords such as (3D, three dim$8, real time, Denture, prosthetic)	10/28/2009	/JEH/
searched Google, Google Patent, IEEE, ACM with keywords (digital dentistry, 3D model, teeth, tooth, mouth, prosthetic, real time)	10/28/2009	/JEH/
Author search conducted on East	10/28/2009	/JEH/
Author search conducted on IEEE, ACM, Google	10/28/2009	/JEH/

INTERFERENCE SEARCH

Class	Subclass	Date	Examiner

/Jason Heidemann/ Examiner.Art Unit 2624	10/28/2009

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	11469870	PALEY ET AL.
	Examiner	Art Unit
	Jason Heidemann	2624

✓	Rejected	-	Cancelled	N	Non-Elected	A	Appeal
=	Allowed	÷	Restricted	I	Interference	O	Objected

☐ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

CLAIM		DATE								
Final	Original	09/28/2009								
	1	✓								
	2	✓								
	3	✓								
	4	✓								
	5	✓								
	6	✓								
	7	✓								
	8	✓								
	9	✓								
	10	✓								
	11	✓								
	12	✓								
	13	✓								
	14	✓								
	15	✓								
	16	✓								
	17	✓								
	18	✓								
	19	✓								
	20	✓								
	21	✓								
	22	✓								

Substitute for form 1449A/PTO (modified)

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Page 1 of 1

Application Number	11/469870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	Rohaly, Janos
Confirmation Number	7128
Attorney Case Number	62701US005

U.S. Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 4,270,901	06-02-1981	Comparetto	
	A2	US- 6,409,504 B1	06-25-2002	Jones et al.	
	A3	US- 2004/029078 A1	02-12-2004	Marshall	
	A4	US- 2005/0070782 A1	03-31-2007	Brodkin	
	A5	US- 2005/0153255 A1	07-14-2005	Sporbert et al.	
	A6	US- 2005/153257 A1	07-14-2005	Durbin et al.	
	A7	US- 2005/170309 A1	08-04-2005	Raby et al.	
	A8	US- 2006/0003292 A1	01-02-2006	Lauren et al.	
	A9	US-			
	A10	US-			
	A11	US-			
	A12	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	 Number-KindCode (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1						
	B2						
	B3						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1		
	C2		
	C3		

*Examiner:	/Jason Heidemann/	Date Considered:	09/28/2009

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L2	3	((ERIC) near2 (PALEY)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:19
L3	15	((JANOS) near2 (ROHALY)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:19
L4	2	((JOSEPH) near2 (BOERJES)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
L5	36	((DOUGLAS) near2 (HART)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
L6	2	((MICAH) near2 (ROSENBLOOM)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
L7	11	((STEVEN) near2 (WEEKS)).INV.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2009/09/28 14:20
L8	51	2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 14:21
L9	6	l8 and (dental same model)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 14:21
S1	1	"11469870"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:48
S3	1	60/466549	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:54
S4	59	Babayoff	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 09:58

S5	29447	((382/100,106,128,132,154,276,284,) or (345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475) or (356/601-613) or (702/152) or (433/24,25,29,213) or (700/98,117,118)).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20
S6	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20
S7	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:20
S8	0	("l7andl6").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:21
S9	20	S7 and S6	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 10:21
S10	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 10:30
S11	7	S10 and S7	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 10:30
S12	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S13	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S14	20	S13 and S12	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S15	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S16	7	S15 and S13	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S17	2	S14 and S16	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S18	25	S14 or S16	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45

S19	8	S18 and (real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S20	7	S19 and (3D or (three near1 (dim or dim$8)))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 12:45
S21	2	2002/0055800	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 13:32
S22	3	"20020055800"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/24 13:33
S23	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S24	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S25	20	S24 and S23	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S26	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S27	7	S26 and S24	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S28	25	S25 or S27	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S29	8	S28 and (real near1 time)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S30	7	S29 and (3D or (three near1 (dim or dim$8)))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51
S31	1	S30 and (soft near1 tissue$1)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:51

S32	4	S28 and (soft near1 tissue$1)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 10:52
S33	7	S28 and (prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:19
S34	3	S30 and (prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:20
S35	4	S33 not S34	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 11:21
S36	45	("20040029078" | "20050070782" | "20050153255" | "20050170309" | "20060003292" | "20070172101" | "20070172112" | "4270901" | "5417572" | "6334853" | "6409504" | "6648640" | "6754370" | "6856321" | "7103212" | "7112065" | "7162075" | "7194112" | "7245743" | "7280682" | "7286954").PN.	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 13:24
S37	5	S36 and prosthetic	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/25 13:31
S38	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S39	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S40	20	S39 and S38	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S41	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S42	7	S41 and S39	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S43	25	S40 or S42	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26

S44	0	S43 and ((thirty or "30") near1 (frames))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S45	0	S43 and ((thirty or "30") near1 (frame))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:26
S46	0	S43 and ((frames near1 per near1 second) OR (FPS))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:29
S47	715	S38 and ((frames near1 per near1 second) OR (FPS))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:29
S48	52	S47 AND S41	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S49	0	S48 AND (MEDICAL NEAR1 MODEL)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S50	17	S48 AND (MEDICAL)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:31
S51	17	"6967728"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 09:37
S52	23	2002/0141632	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:28
S53	3	"20020141632"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:28
S54	3	"20020055800"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:29
S55	13099	(382/100,106,128,132,154,276,284,).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S56	2370	(433/24,25,29,213).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42

S57	20	S56 and S55	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S58	10578	(345/418,419,424,428,581,629,630,473,474,475).CCLS.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S59	7	S58 and S56	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S60	25	S57 or S59	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S61	9	S60 and (Denture or prosthetic)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:42
S62	0	(pepared near3 (Denture or prosthetic))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:45
S63	1236	(prepar$3 near3 (Denture or prosthetic))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:46
S64	6	S63 and S55	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:46
S65	8	"4846684"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	OR	OFF	2009/09/28 11:49

EAST Search History (Interference)

<This search history is empty>

9/28/2009 2:28:53 PM
C:\Documents and Settings\jheidemann\My Documents\CASES\11469870_RT_3D_Dental\East Searches\11469870_RT_3D_Dental.wsp

PTO/SB/08a(04-07)
Approved for use through 7/31/2006. OMB 0651-0031
US Patent & Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449A/PTO

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

	Complete if Known
Application Number	11/469,870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	Paley, Eric
Art Unit	3732
Examiner Name	Not Yet Known

Sheet	1	of	2	Attorney Docket No: BRNT-0004-P02

US PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial *	Cite No	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Filing Date If Appropriate
		US-20070172101A1	07/26/2007	Kriveshko, I. A., et al.	09/03/2006
		US-20070172112A1	07/26/2007	Paley, E. B., et al.	09/03/2006
		US-6754370	06/22/2004	Hall-Holt, Olaf A., et al.	08/14/2000
		US-6856321	02/15/2005	Tsukizaki, Shinya et al.	11/15/2001
		US-7103212	09/05/2006	Hager, Gregory D., et al.	11/07/2003
		US-7162075	01/09/2007	Littlefield, Timothy R., et al.	03/10/2003
		US-7194112	03/20/2007	Chen, Shoupu et al.	03/12/2001
		US-7245743	07/17/2007	Littlefield, Timothy R., et al.	12/16/2006
		US-7280682	10/09/2007	Littlefield, Timothy R., et al.	12/16/2006
		US-06648640A	11/18/2003	Rubbert, Rudger et al.	04/13/2001
		US-2004029078A	02/12/2004	Marshall, Michael C.	01/22/2003
		US-2005170309A	08/04/2005	Raby, Richard E., et al.	02/04/2004
		US-US20050070782A1	03/31/2005	Brodkin, Dmitri	07/16/2004
		US-US20060003292A1	01/05/2006	Lauren, Mark D., et al.	05/24/2005
		US-US6409504	06/25/2002	Jones, Timothy N., et al.	05/14/1999
		US-US4270901	06/02/1981	Comparetto, John E.	08/09/1978
		US-US20050153255A1	07/14/2005	Sporbert, Peer et al.	03/08/2005
		US-7286954	10/23/2007	Kopelman, Avi et al.	03/02/2006
		US-6334853	01/01/2002	Kopelman, Avi et al.	06/12/2000
		US-7112065	09/26/2006	Kopelman, Avi et al.	07/22/2003
		US-5417572	05/23/1995	Kawai, Masaharu et al.	09/28/1994

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initials*	Cite No	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	T[2]
		WO-WO/2004/100067	11/18/2004	Quadling, Henley , et al.	

EXAMINER /Jason Heidemann/ **DATE CONSIDERED** 09/28/2009

Substitute Disclosure Statement Form (PTO-1449)
* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.1 Applicant's unique citation designation number (optional) 2 Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

PTO/SB/08a(04-07)
Approved for use through 7/31/2006. OMB 0651-0031
US Patent & Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449A/PTO

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Sheet	2	of	2	Attorney Docket No: BRNT-0004-P02

Complete if Known

Application Number	11/469,870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	Paley, Eric
Art Unit	3732
Examiner Name	Not Yet Known

OTHER DOCUMENTS -- NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	**Cite No [1]**	**Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.**	**T[2]**
		RUSINKIEWICZ, et al., "Real-Time 3D Model Acquisition", http://www.cs.princeton.edu/~smr/papers/rt_model, (2002),	
		"International Search Report", Ref: 62701WO007 PCT/US2007/001547, (07/02/2007),1-3	
		"International Search Report", Ref: 62701WO010 PCT/US2007/001652, (06/25/2007),all	
		"International Search Report", Ref: 62701WO012 PCT/US2007/001396, (07/23/2007),all	

EXAMINER /Jason Heidemann/ **DATE CONSIDERED** 09/28/2009

Substitute Disclosure Statement Form (PTO-1449)

* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant. 1 Applicant's unique citation designation number (optional) 2 Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

BIB DATA SHEET

CONFIRMATION NO. 7128

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE RULE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.
11/469,870	09/03/2006	433	2624	62701US005

APPLICANTS

Eric B. Paley, Cambridge, MA;
Janos Rohaly, Acton, MA;
Joseph Boerjes, Medford, MA;
Douglas P. Hart, Charlestown, MA;
Micah J. Rosenbloom, Boston, MA;
Steven V. Weeks, North Andover, MA;

/JEH/

**** CONTINUING DATA ***************************

This appln claims benefit of 60/761,078 01/20/2006

**** FOREIGN APPLICATIONS *************************** /JEH/

**** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ****

09/22/2006

Foreign Priority claimed ☐ Yes ☑ No 35 USC 119(a-d) conditions met ☐ Yes ☑ No Verified and Acknowledged /JASON E HEIDEMANN/ Examiner's Signature	☐ Met after Allowance Initials	STATE OR COUNTRY	SHEETS DRAWINGS	TOTAL CLAIMS	INDEPENDENT CLAIMS
		MA	8	22	3

ADDRESS

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427
UNITED STATES

TITLE

REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

FILING FEE RECEIVED		
1230	FEES: Authority has been given in Paper No._____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No._____ for following:	☐ All Fees ☐ 1.16 Fees (Filing) ☐ 1.17 Fees (Processing Ext. of time) ☐ 1.18 Fees (Issue) ☐ Other _____ ☐ Credit

BIB (Rev. 05/07).

PTO/SB/08a(07-05)
Approved for use through 7/31/2006. OMB 0651-0031
US Patent & Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449A/PTO

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Sheet	1	of	1

Complete if Known

Application Number	11/469,870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	Paley, Eric
Art Unit	3732
Examiner Name	Unknown

Attorney Docket No: BRNT-0004-P02

US PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial *	Cite No	USP Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Filing Date If Appropriate
		US-4837732	06/06/1989	Brandestini, Marco et al.	06/05/1987
		US-6099314	08/08/2000	Kopelman, Avi et al.	01/20/1998
		US-6201541	03/13/2001	Shalom, Tamir et al.	10/02/1998
		US-6364660	04/02/2002	Durbin, Duane M., et al.	10/25/2000
		US-6542249	04/01/2003	Kofman, Jonathan D., et al.	07/20/1999
		US-6648640	11/18/2003	Rubbert, Rudger et al.	04/13/2001
		US-6701006	03/02/2004	Moore, Ronald W., et al.	06/26/2002
		US-6819318	11/16/2004	Geng, Z. J.	07/17/2000
		US-6834119	12/21/2004	Chen, George Q.	04/03/2001
		US-6920242	07/19/2005	Moore, Ronald W., et al.	02/18/2004
		US-7010150	03/07/2006	Pfeiffer, Joachim et al.	05/25/2000

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initials*	Foreign Document No	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	T[2]
	EP-0837659B1	11/24/1999	Franetzki, Manfred	
	WO-0008415A1	02/17/2000	Babayoff, Noam , et al.	

OTHER DOCUMENTS -- NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Examiner Initials*	Cite No [1]	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[2]
		"Digital impressions: eliminating the weak link", Lab Management Today, (January 2006),20 et seq.	

EXAMINER	/Jason Heidemann/	DATE CONSIDERED	09/28/2009

Substitute Disclosure Statement Form (PTO-1449)
* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.1 Applicant's unique citation designation number (optional) 2 Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /J.H./

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	62701US005

CONFIRMATION NO. 7128

32692
3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
PO BOX 33427
ST. PAUL, MN 55133-3427

POA ACCEPTANCE LETTER

OC000000035835218

Date Mailed: 05/08/2009

NOTICE OF ACCEPTANCE OF POWER OF ATTORNEY

This is in response to the Power of Attorney filed 05/01/2009.

The Power of Attorney in this application is accepted. Correspondence in this application will be mailed to the above address as provided by 37 CFR 1.33.

/mbeyene/

Office of Data Management, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	BRNT-0004-P02

CONFIRMATION NO. 7128

POWER OF ATTORNEY NOTICE

43520
STRATEGIC PATENTS P.C..
C/O PORTFOLIOIP
P.O. BOX 52050
MINNEAPOLIS, MN 55402

OC00000035835133

Date Mailed: 05/08/2009

NOTICE REGARDING CHANGE OF POWER OF ATTORNEY

This is in response to the Power of Attorney filed 05/01/2009.

- The Power of Attorney to you in this application has been revoked by the assignee who has intervened as provided by 37 CFR 3.71. Future correspondence will be mailed to the new address of record(37 CFR 1.33).

/mbeyene/

Office of Data Management, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	5259405
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	43520
Filer:	Robert V. Heiti/Sara Zientek
Filer Authorized By:	Robert V. Heiti
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02
Receipt Date:	01-MAY-2009
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	13:50:38
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	no

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Assignee showing of ownership per 37 CFR 3.73(b).	StatementUnder37_373b_62701US005.PDF	446541 b922e7eccc2b6914f39334dbf1df679f854ebf6e	no	2

Warnings:

The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing

Information:

2	Power of Attorney	PowerOfAttorney_62701US005.PDF	494531 59f0d139f6f0e24d63df66bb4275ff12cba298e3	no	1

Warnings:

The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing

Information:

Total Files Size (in bytes):	941072

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PTO/SB/80 (04-05)
Approved for use through 11/30/2005 OMB 0651-0035
U.S. Patent and Trademark Office, U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

POWER OF ATTORNEY TO PROSECUTE APPLICATIONS BEFORE THE USPTO

I hereby revoke all previous powers of attorney given in the application identified in the attached statement under 37 CFR 3.73(b).

I hereby appoint:

[X] Practitioners associated with the Customer Number: 32692

OR

[ ] Practitioner(s) named below (if more than ten patent practitioners are to be named, then a customer number must be used):

Name	Registration Number	Name	Registration Number

as attorney(s) or agent(s) to represent the undersigned before the United States Patent and Trademark Office (USPTO) in connection with any and all patent applications assigned only to the undersigned according to the USPTO assignment records or assignment documents attached to this form in accordance with 37 CFR 3.73(b).

Please change the correspondence address for the application identified in the attached statement under 37 CFR 3.73(b) to:

[X] The address associated with Customer Number: 32692

OR

[ ] Firm or Individual Name			
Address			
City		State	Zip
Country			
Telephone		Email	

Assignee Name and Address:

3M Innovative Properties Company
P.O. Box 33427
St. Paul, MN 55133-3427

A copy of this form, together with a statement under 37 CFR 3.73(b) (Form PTO/SB/96 or equivalent) is required to be filed in each application in which this form is used. The statement under 37 CFR 3.73(b) may be completed by one of the practitioners appointed in this form if the appointed practitioner is authorized to act on behalf of the assignee, and must identify the application in which this Power of Attorney is to be filed.

SIGNATURE of Assignee of Record

The individual whose signature and title is supplied below is authorized to act on behalf of the assignee

Signature		Date	4/7/05
Name	Robert W. Sprague	Telephone	651-733-4247
Title	Secretary, 3M Innovative Properties Company		

This collection of information is required by 37 CFR 1.31, 1.32 and 1.33. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 3 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

32692
Customer Number

Patent
Case No.: 62701US005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

First Named Inventor:	PALEY, ERIC B.		
Application No.:	11/469870	Confirmation No.:	7128
Filed:	September 3, 2006		
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION [37 CFR § 1.8(a)]
I hereby certify that this correspondence is being:
☒ transmitted to United States Patent and Trademark Office on the date shown below via the Office electronic filing system.

May 1, 2007 Sara M Zientek
Date Signed by: Sara Zientek

STATEMENT UNDER 37 CFR § 3.73(b)

The undersigned states that 3M Innovative Properties Company, a corporation organized and existing under the laws of the State of Delaware, United States of America, is:

1. ☒ the assignee of the entire right, title, and interest; or.
2. ☐ an assignee of less than the entire right, title, and interest. The extent (by, percentage) of its ownership interest is _____%.

in the patent application/patent identified above by virtue of either:

A. ☐ An assignment from the inventor(s) of the patent application/patent identified above. The assignment was recorded in the United States Patent and Trademark Office at Reel _____, Frame _____, or for which a copy thereof is attached.

OR

B. ☒ A chain of title from the inventor(s) of the patent application/patent identified above, to the current assignee is shown below:

1. ☒ From the inventor(s) and Brontes Technologies, Inc. to 3M Company. This document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at Reel 019302, Frame 0051.
2. ☒ From 3M Company to 3M Innovative Properties Company. The document was recorded in the United States Patent and Trademark Office at Reel 019372, Frame 0681.

☐ As required by 37 CFR 3.73(b)(1)(i), the documentary evidence of the chain of title from the original owner to the assignee was, or concurrently is being, submitted for recordation pursuant to 37 CFR 3.11.

[NOTE: A separate copy (i.e., a true copy of the original assignment document(s)) must be submitted to Assignment Division in accordance with 37 CFR Part 3, to record the assignment in the records of the USPTO. See MPEP 302.08]

☒ Enclosed is a Power of Attorney to Prosecute Applications before the USPTO and Correspondence Address Indication Form.

The undersigned Practitioner of Record is authorized to act on behalf of the assignee.

4/29/09
Date

By: /Lance Vietzke/
Lance L. Vietzke, Reg. No.: 36,708
Telephone No.: 651-737-2180

Office of Intellectual Property Counsel
3M Innovative Properties Company
Facsimile No.: 651-736-3833

Substitute for form 1449A/PTO

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Sheet	1	of	2

Complete if Known

Application Number	11/469,870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	Paley, Eric
Art Unit	3732
Examiner Name	Not Yet Known

Attorney Docket No: BRNT-0004-P02

US PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial *	Cite No	Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Filing Date If Appropriate
		US-20070172101A1	07/26/2007	Kriveshko, I. A., et al.	09/03/2006
		US-20070172112A1	07/26/2007	Paley, E. B., et al.	09/03/2006
		US-6754370	06/22/2004	Hall-Holt, Olaf A., et al.	08/14/2000
		US-6856321	02/15/2005	Tsukizaki, Shinya et al.	11/15/2001
		US-7103212	09/05/2006	Hager, Gregory D., et al.	11/07/2003
		US-7162075	01/09/2007	Littlefield, Timothy R., et al.	03/10/2003
		US-7194112	03/20/2007	Chen, Shoupu et al.	03/12/2001
		US-7245743	07/17/2007	Littlefield, Timothy R., et al.	12/16/2006
		US-7280682	10/09/2007	Littlefield, Timothy R., et al.	12/16/2006
		US-06648640A	11/18/2003	Rubbert, Rudger et al.	04/13/2001
		US-2004029078A	02/12/2004	Marshall, Michael C.	01/22/2003
		US-2005170309A	08/04/2005	Raby, Richard E., et al.	02/04/2004
		US-US20050070782A1	03/31/2005	Brodkin, Dmitri	07/16/2004
		US-US20060003292A1	01/05/2006	Lauren, Mark D., et al.	05/24/2005
		US-US6409504	06/25/2002	Jones, Timothy N., et al.	05/14/1999
		US-US4270901	06/02/1981	Comparetto, John E.	08/09/1978
		US-US20050153255A1	07/14/2005	Sporbert, Peer et al.	03/08/2005
		US-7286954	10/23/2007	Kopelman, Avi et al.	03/02/2006
		US-6334853	01/01/2002	Kopelman, Avi et al.	06/12/2000
		US-7112065	09/26/2006	Kopelman, Avi et al.	07/22/2003
		US-5417572	05/23/1995	Kawai, Masaharu et al.	09/28/1994

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initials*	Cite No	Foreign Patent Document	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	T[2]
		WO-WO/2004/100067	11/18/2004	Quadling, Henley , et al.	

EXAMINER **DATE CONSIDERED**

Substitute Disclosure Statement Form (PTO-1449)

* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.1 Applicant's unique citation designation number (optional) 2 Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached

Substitute for form 1449A/PTO

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Sheet	2	of	2	Attorney Docket No: BRNT-0004-P02

Complete if Known

Application Number	11/469,870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	Paley, Eric
Art Unit	3732
Examiner Name	Not Yet Known

OTHER DOCUMENTS -- NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials*	**Cite No [1]**	**Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.**	**T[2]**
		RUSINKIEWICZ, et al., "Real-Time 3D Model Acquisition", http://www.cs.princeton.edu/~smr/papers/rt_model, (2002),	
		"International Search Report", Ref: 62701WO007 PCT/US2007/001547, (07/02/2007),1-3	
		"International Search Report", Ref: 62701WO010 PCT/US2007/001652, (06/25/2007),all	
		"International Search Report", Ref: 62701WO012 PCT/US2007/001396, (07/23/2007),all	

EXAMINER **DATE CONSIDERED**

Substitute Disclosure Statement Form (PTO-1449)
* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.1 Applicant's unique citation designation number (optional) 2 Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
18 November 2004 (18.11.2004)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2004/100067 A2

(51) International Patent Classification[7]: G06T

(21) International Application Number: PCT/US2004/013632

(22) International Filing Date: 30 April 2004 (30.04.2004)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/466,549 30 April 2003 (30.04.2003) US

(71) Applicant *(for all designated States except US)*: **D3D, L.P.** [US/US]; 1161 Executive West, Richardson, TX 75081-2230 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants *(for US only)*: **QUADLING, Henley** [ZA/US]; 17200 Westgrove Dr., Apt. 2323, Addison, TX 75001 (US). **QUADLING, Mark** [US/US]; 4556 St. James Dr., Plano, TX 75024 (US). **BLAIR, Alan** [US/US]; 1980 Juliet Avenue, St. Paul, MN 55105 (US).

(74) Agent: **FLERLAGE, Joseph, W.**; Brinks Hofer Gilson & Lione, P.O. Box 10087, Chicago, IL 60610 (US).

(81) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of national protection available)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:
— *without international search report and to be republished upon receipt of that report*

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 2004/100067 A2

(54) Title: INTRA-ORAL IMAGING SYSTEM

(57) Abstract: A digitized image of a tangible object is displayed in an operator's field of view of the object almost simultaneously as the digitized image is being captured. The image is projected onto a screen in an orientation, position and scale corresponding to an orientation and position of the object within the field of view of the operator so as to be perceived as an overlay to the object. The image may be a one-, two, three, or other multi-dimensional representation of the object and may be captured by an imaging system, such as an intra-oral imaging device.

INTRA-ORAL IMAGING SYSTEM

PRIORITY AND CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

[0001] This application claims the benefit under 35 U.S.C. § 119(e) of co-pending provisional application no. 60/466,549 filed on April 30, 2003, for Digitizing/Imaging System with Head-Mounted Display For Dental Applications, which is incorporated in its entirety herein by reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Related Field

[0002] The invention relates to three-dimensional imaging of objects. In particular, the invention relates to displaying a three-dimensional image of an intra-oral (in vivo) dental item that may include dentition, prepared dentition, restorations, impression materials and the like.

Description of the Related Art

[0003] Existing intra-oral imaging systems may use a Moiré imaging technique. With Moiré imaging, a three-dimensional ("3D") image of a physical object may be generated by scanning the object with white light. The 3D image may be viewed on a display or video monitor. Operators may evaluate the 3D image only through the display, which may require the operator to look away from the object. In addition, there may be little or no feedback as to whether the image is suitable for its intended purpose.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0004] An imaging embodiment projects or displays a computer-generated visual image in a field of view of an operator. The systems, methods, apparatuses, and techniques digitize physical objects, such as dental items. The image may be displayed on and viewed through a head-mounted display ("HMD"), which displays computer-generated images that are easily viewed by the operator. The image also may be displayed on a computer monitor, screen, display, or the like.

[0005] A computer-generated image may correspond to an image of a real-world object. The image may be captured with an imaging device, such as an intra-oral imaging system. The intra-oral imaging embodiment projects structured light toward tissue in an oral cavity so that the light is reflected from a surface of that tissue. The tissue may include a tooth, multiple teeth, a preparation, a restoration or other dentition. The intra-oral imaging embodiment detects the reflected white light and generates a dataset related to characteristics of the tissue. The dataset is then processed by a controller to generate a visual image. The controller-generated visual image may be displayed on a screen in the HMD. The image may be displayed at a position and/or orientation corresponding to position and/or orientation of the tissue within the field of view of an operator. The imaging embodiment senses changes in a field of view of an operator, such as by movement of the operator's head, and adjusts the position and/or orientation of the image to correspond with the changes in the field of view of the operator.

[0006] An exemplary intra-oral imaging system includes an imaging device, a processor and a head mounted display. The imaging device may project light towards or onto a surface of the object so that the light is reflected from the object. The imaging system generates a dataset that represents some or substantially of the surface characteristics of the object. The imaging system may include a tracking sensor that tracks a position of the imaging system relative to the head-mounted display. The tracking sensor may detect an orientation of the imaging system to provide temporal orientation information. The tracking sensor also may detect a position of the imaging device to provide temporal position information. The orientation information may include data related to various angles of the imaging device relative to a predetermined origin in free space. The position information may include data related to a distance or position measurement of the imaging device relative to a predetermined origin in free space. The orientation information may include data for multiple angles, such as three angles, and the position may include measurements along multiple axes, such as three axes. Accordingly, the tracking sensor may provide information for multiple degrees of freedom such as the six-degrees of freedom described above. The dataset generated by the imaging system may also correspond to a two-dimensional or a three dimensional representation of the surfaces of an object.

[0007] The imaging device may manipulate the properties of white light through Moiré or image encoding, laser triangulation, confocal or coherence tomography, or wave front sensing. The coherence tomography imaging may

digitize a surface representation of the object that may be visually occluded. For example, an imaging device based on coherence tomography may capture an image of the tooth structure behind soft tissues such as the underlying gum tissue, other soft matter such as tartar, food particles, or any other material.

[0008] A processor may receive the dataset from the imaging device. Based on the information contained in the dataset, the processor may generate signals representative of a visual image of the surface of the object. The processor may generate signals substantially simultaneously as the generation of the dataset by the imaging system. The processor also may generate signals in response to receiving the dataset or as the dataset is received. The processor may be coupled to the imaging system through a link that may include wires, cables, via radio frequency, infra-red, microwave communications and/or some other technology that does not require physical connection between the processor and imaging system. The processor may be portable and may be worn by the operator.

[0009] The HMD may be fitted or otherwise coupled to the head of an operator. The HMD receives the signals from the processor. Based on the signals received from the processor, the HMD may project the image onto a screen positioned in the field of view of an operator. The HMD may project the image to be seen by one or both eyes of the operator. The HMD may project a single image or a stereoscopic image.

[0010] The HMD may include a HMD position sensor. The position sensor may track the HMD's position relative to a predetermined origin or reference point. The position sensor also may detect an orientation of the HMD to provide HMD orientation information as a function of time. The position sensor may also detect a position of the HMD to provide position information of the HMD as a function of time. The orientation information may include data related to various angles of the HMD relative to the predetermined origin. The position information may include data related to a distance or position measurement of the HMD relative to the predetermined origin. The orientation information may include data for one or more angles and the position may include measurements along one or more axes. Accordingly, the sensor may provide information for at least one or more degrees of freedom. The HMD position sensor may include optical tracking, acoustic tracking, inertial tracking, accelerometer tracking, magnetic field-based tracking and measurement or any combination thereof.

[0011] The HMD also may include one or more eye tracking sensors that track limbus or pupil, with video images or infrared emitters and transmitters. The location and/or orientation and the location of the operator's pupil are transmitted at frequent intervals to a processing system such as a computer coupled to an intra-oral probe.

[0012] The intra-oral probe may include a multi-dimensional tracking device such as a 3D tracking device. A 3D location of the probe may be transmitted to a

controller to track the orientation and location of the probe. A 3D visualization of an image of the object may be displayed to the operator so that the operator can view the image over at least a portion of the actual object being digitized. The operator may progressively digitize portions of the surface of the object including various surface patches. Each portion or patch may be captured in a sufficiently brief time period to eliminate, or substantially reduce, effects of relative motion between the intra-oral probe and the object.

[0013] Overlapping data between patches and a 3D localization relationship between patches may be determined based on the localization information received from the tracking sensor and the HMD position sensor. In addition, overlap between the digitized image of the object and the operator's eye may also be determined. Simultaneous, or substantially instant, feedback of the 3D image may be transmitted to the HMD to allow the image to be displayed in real-time. The computer-generated image may be displayed localized in the operator's field of view in about the same location as the actual object being digitized. The generated image also may be displayed with a scaling and orientation factors corresponding to the actual object being digitized. Gaps in the imaged surface, as well as crucial features may be enhanced to alert the operator to potential issues. Triangulation shadowing and other issues may be communicated to the operator in a visual and/or intuitive way. The intra-oral imaging system may provide substantially instant and direct feedback to an operator regarding the object being imaged.

[0014] Other systems, methods, features and advantages of the invention will be, or will become, apparent to one with skill in the art upon examination of the following figures and detailed description. It is intended that all such additional systems, methods, features and advantages be included within this description, be within the scope of the invention, and be protected by the following claims.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0015] The invention can be better understood with reference to the following drawings and description. The components in the figures are not necessarily to scale, emphasis instead being placed upon illustrating the principles of the invention. Moreover, in the figures, like referenced numerals designate corresponding parts throughout the different views.

[0016] Figure 1 illustrates an example of the intra-oral digitizing embodiment.

[0017] Figure 2 illustrates an operator wearing a head mounted display.

[0018] Figure 3 illustrates a side view of the operator wearing the head mounted display.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0019] Figure 1 illustrates an exemplary intra-oral imaging system 100 having an imaging device 102, a processor 104, and a head mounted display (HMD) 106. The HMD may be worn by an operator 112 of the intra-oral imaging system 100. The intra-oral imaging system 100 displays a computer-generated image in the

HMD 106. The computer-generated image may illustrate a tangible object 108 in an operator's view. The object 108 may be intra-oral tissue, such as all or portions of a tooth, multiple teeth, a preparation, a restoration, or any other dentition or combination. The computer-generated image may be projected in the field of view of the operator 112.

[0020] The imaging device 102 may capture an image of the object 108. The imaging device 102 may be an intra-oral imaging device, such as the Laser Digitizer System For Dental Application disclosed in co-owned application no._____, referenced by attorney docket number 12075/37, filed on March 19, 2004, the disclosure of which is incorporated by reference in its entirety. The imaging device 102 also may be an intra-oral imaging device, such as the Laser Digitizer System For Dental Application disclosed in co-owned application no. 10/749,579, filed on December 30, 2003, the disclosure of which is also incorporated by reference in its entirety. The imaging device 102 projects structured light towards the object 108 so that the light is reflected therefrom. The imaging device 102 scans a surface of the object with the structured light so that the reflected structured light may be detected. The imaging device 102 detects the reflected light from the object 108. Based on the detected light, the imaging device 102 generates a dataset related to surface characteristics of an object. The imaging device may include a processor and memory devices that generates a dataset. The dataset may relate to a two-dimensional image of the object 108, the scanned surface of the object, or one or more portions thereof. The dataset also

may relate to a three-dimensional image of the object, a scanned surface of the object, or one or more portions thereof.

[0021] The imaging device 102 may generate the dataset based on many white light projection techniques, such as Moiré or laser triangulation. The imaging device 102 may generate the dataset based on image encoding such as light intensity or wavelength encoding. The imaging device 102 also may generate the data set based on laser triangulation, confocal or coherence tomography, wave front sensing or any other technique.

[0022] In an embodiment based on coherence tomography, the dataset generated by the imaging device 102 include data related to a surface of the object 108 that may be visually blinded behind other surfaces or materials. For example, the imaging device 102 based on coherence tomography may generate a dataset that includes information related to a surface of the tooth structure behind soft tissues such as the underlying gum tissue, or other soft matter such as tartar, food particles, and/or any other materials.

[0023] The imaging device 102 may include a tracking sensor 110. The tracking sensor 110 senses the position of the imaging device. The tracking sensor 110 senses the position of the imaging system in free-space, for example in three degrees of freedom. The tracking sensor 110 may be a magnetic field sensor, an acoustical tracking sensor, an optical tracking sensor such as a photogrammetry sensor, an active IR marker, or a passive IR marker or any other tracking sensor.

The tracking sensor 110 may include one or more sensors positioned on the imaging device 102. An example of a tracking sensor 110 includes the Liberty Electromagnetic tracking system, by Polhemus of Colchester, VT, which may produce a data stream of at least 100 updates per second, where each update includes information concerning the location in a multi-dimensional space of each of a number of sensors placed on the imaging device 102. By tracking the position coordinates of each of the sensors placed on the imaging device 102, the imaging device 102 may be sensed in six degrees of freedom. The six degrees of freedom may specify the position and orientation of the imaging device 102 for each update period.

[0024] A processor 104 may be coupled to the imaging device 102. The processor 104 may be a component of or a unitary part of the imaging device 102. The processor 104 and the imaging device 102 may be coupled through a data link including wires, cables, radio frequency, infra-red, microwave communications or other wireless links. The processor may also include communications device that provide for wireless communication protocol, such as wireless TCP/IP for transmission of bidirectional data. The processor 104 may be portable and may be worn around any portion of an operator or carried the operator.

[0025] The processor 104 may receive datasets from the imaging device 102. Based on the dataset, the processor 104 may generate image signals. The image signal may be characterized as a digital or logic signal, or an analog signal. The

processor 104 generates the image signal based on the captured images from the imaging device 102. The image signal represents a computer-generated image, or visual representation, of a captured image of the object 108, an image if the surface of the object 108 or a portion thereof.

[0026] In one embodiment, the processor 104 may generate the image signal in response to, and substantially simultaneously with, the generation of the dataset by the imaging system 102. The processor 104 also may generate the image signals when receiving the dataset.

[0027] The processor 104 also may receive tracking information from a tracking sensor 110. Based on the information received from the tracking sensor 110, the processor 104 may align or calibrate a projected image of the object with a captured image of the object 108. The processor 104 may includes a wireless transmitter and antenna 28 for wireless connectivity to an open or private network or to a remote computer or terminal.

[0028] The HMD 106 is coupled to the processor 104 to receive the image signal generated by the processor 104. The HMD 106 may be coupled to the processor through a data link including wires, cables, radio frequency, infra-red, microwave communications or other wireless links. The processor 104 also may be a unitary part of the HMD 106.

[0029] The HMD 106 receives the image signals from the processor 104. Based on the image signals, the HMD 106 may display a controller-generated

image to the operator 112. The HMD 102 may use an image display system positioned in the line of sight of the operator 112. Alternatively, the display system may project the controller-generated image in a field of view of the operator 112. An example of such an image display is the Nomad display sold by Microvision Inc, of Bothell WA. The image may include detailed information about the image capture process, including a visualization of the object 108 or portion thereof. The information also may include analysis of the dataset.

[0030] Figure 2 illustrates an example of the HMD 106 worn by an operator 112. The HMD 106 includes a screen 116 that may display the controller-generated image. The screen 116 may include transparent, or semi-transparent, material that reflects or directs the controller-generated image towards the operator 112. The HMD 106 may be positioned so that the operator 112 can view images displayed on the screen 116. The image may be projected on the screen 116 in the field of view of the operator 112. The image may be projected on the screen 116 in a position and orientation that overlays the object 108 within the field of view of the operator 112. By projecting the image onto the screen 116, the operator's view may be augmented or enhanced. The image may also include graphics, data, and textual information.

[0031] In a second embodiment, a headband 114 is used to position the HMD 106 on the operator's head so that the screen 116 is in the field of view of the operator 112. The screen may be positioned in front of, or before, at least one of

the operator's eyes. The processor 104 also may be affixed to the headband 114. In one embodiment with the processor 104 coupled to the headband 114, the headband 114 may provide a channel for routing wires between the processor 114 and the HMD 106.

[0032] In a third embodiment, the intra-oral imaging system 100 includes an eye tracking sensor 118. Figure 3 illustrates a side view of the HMD 106 worn by an operator 112 having an eye tracking sensor 118. The eye tracking sensor 118 may be affixed to the HMD 106. The eye tracking sensor 118 may be coupled to or a unitary part of the HMD 106.

[0033] The eye tracking sensor 118 may track or detect movement, location, orientation of the operator's eye 122. By tracking the operator's eye 122, the eye tracking sensor may provide feedback on the operator's line of vision. The eye tracking sensor 118 may also detect the operator's line of vision with respect to an object 108 or with respect to the operator's environment. The eye tracking sensor 118 provides a signal to the processor 104 corresponding to operator's line of sight. The processor 104 receive the signal from the eye tracking sensor 118 and may store the position and view of the eye 112 to the image displayed on the screen 116. The processor may also store the position and view of the eye 112 relative to the actual scene. Alternatively, the eye tracking sensor 118 may register the operator's line of sight with respect to the screen 116.

[0034] The eye tracking sensor 118 may track various areas of the eye 122 such as the limbus, the cornea, retina, pupil, sclera, fovea, lens, iris, or other parts of the eye 122. In one embodiment, the eye tracking sensor 118 employs a video camera to track the eye 122. In another embodiment, the eye tracking sensor may use infrared emitters and transmitters to track the eye 122. Location and orientation parameters are provided to the processor 104 at predetermined frequent intervals to provide substantially real-time feedback to the processor 104. An example of an eye and head tracking system that measures eye movement substantially in real-time and point-of-regard data is the VisionTrak head mounted eye tracking system sold by Polhemus of Colchester VT.

[0035] The HMD also may include one or more position sensors 120. The position sensor 120 may provide a position signal to the processor 104 related to the position, location and orientation of the operators head. The position sensor 120 may produce position information in multiple degrees of freedom. The signal provided by the position sensor 120 allows accurate alignment of the projected and captured images. The position sensor may be a magnetic field tracking sensor, an acoustical tracking sensor, or an optical tracking sensor such as a photogrammetry sensor, or active and passive IR markers.

[0036] Based on the signals received from the tracking sensor 110, the eye tracking sensor 118, and the position sensor 120, the processor 104 may determine a spatial relationship between the object 108, and the eye 122 of the operator and

the imaging device 102. Scan information of the object 108 may be displayed at a location in the operator's line of sight. The image may be perceived by the operator 112 as an overlay to the object 108.

[0037] The imaging system 100 may also include additional tracking devices for tracking movement of the upper and/or lower jaw. Such tracking device(s) may provide additional information between the HMD 106 and the object 108. These tracking sensors also may utilize magnetic field tracking technology, active or passive Infrared tracking technology, acoustic tracking technology, or optical technology, photogrammetry technology, or any combination thereof.

[0038] Although embodiments of the invention are described in detail, it should be understood that various changes, substitutions and alterations can be made hereto without departing from the spirit and scope of the invention as described by the appended claims. An example of the intra-oral imaging system described above may include a three-dimensional imaging device transmitting modulated laser light from a light source at high frequency for the purpose of reducing coherence of the laser source and reducing speckle. The intra-oral imaging system may focus light onto an area of an object to image a portion of the object. The HMD may include a corrective lens on which the computer-generated image is projected or displayed, where the corrective lens corrects the vision of the operator. The HMD may include a monochromatic or a color display.

[0039] While various embodiments of the invention have been described, it will be apparent to those of ordinary skill in the art that many more embodiments and implementations are possible within the scope of the invention. Accordingly, the invention is not to be restricted except in light of the attached claims and their equivalents.

CLAIMS

What is claimed is:

1. An imaging system comprising:

a three dimensional (3D) imaging device configured to generate a dataset representative characteristics of at least a portion of a surface of an object;

a processor coupled to the 3D imaging device, the processor being configured to receive the dataset from the 3D imaging device and generate signals representative of a visual image of the surface of the object, the signals being based on the dataset as the dataset is received by the processor; and

a display configured to receive the signals representative of the visual image and to display the visual image in a field of view of an operator.

2. The imaging system of claim 1where the three-dimensional imaging system comprises an intra-oral probe configured to capture a three dimensional image.

3. The imaging system of claim 1 where the display is coupled to a forward-most part of an operator's body and is configured to display the visual image substantially simultaneously as the dataset is generated.

4. The imaging system of claim 1 where the 3D imaging device comprises a tracking sensor configured to generate signals representative of a position of the 3D imaging device relative to an origin.

5. The imaging system of claim 4 where the tracking sensor is further configured to generate signals representative of an orientation of the intra-oral device relative to the origin.

6. The imaging system of claim 5 where the tracking sensor is one of a magnetic field sensor, an acoustical tracking sensor, an optical tracking sensor or any combination thereof.

7. The imaging system of claim 1 where the display comprises at least one position sensor configured to generate signals representative of a position of the display relative to an origin.

8. The imaging system of claim 7 where the at least one position sensor is further configured to generate signals representative of a position of the display relative to the origin.

9. The imaging system of claim 8 where the position sensor is one of a magnetic field sensor, an acoustical sensor, an optical sensor or any combination thereof.

10. A head-mounted display, comprising:

a see-through display configured to display a computer-generated image in a field of view of a user, the computer-generated image representing at least a surface characteristic of an object and being displayed in the field of view of the user having and an orientation and scale corresponding to a view of the object in the field of view of the user; and

a wearable processor configured to generate the computer-generated image based on a dataset generated by an intra-oral imaging system.

11. The head-mounted display of claim 10 further comprising a headband configured to position the see-through display in the field of view of the user.

12. The head-mounted display of claim 10 where the computer-generated image comprises a three-dimensional representation of at least a surface characteristic of the object.

13. The head-mounted display of claim 10 where the wearable processor is mounted with a headband.

14. The head-mounted display of claim 10 where the intra-oral imaging system comprises a three dimensional (3D) intra-oral imaging device configured to scan a surface of a dental item with light and generates a dataset representative of surface characteristics of scanned dental item in response to detecting a reflected light from the scanned surface.

15. The head-mounted display of claim 14 where the intra-oral imaging system further comprises at least one tracking sensor configured to generate signals representative of a position and an orientation of the intra-oral device relative to an origin and the head-mounted display comprises at least one position sensor configured to generate signals representative of a position of the head-mounted display relative to the origin, the wearable processor being configured to generate the computer-generated image in the field of view of the user based on the signals representative of a position of the intra-oral device and the electrical signals representative of a position of the head-mounted display.

16. The imaging system of claim 15 where the at least one tracking sensor is one of a magnetic field sensor, an acoustical sensor, an optical sensor or a combination thereof and the position sensor is one of a magnetic field sensor, an acoustical tracking sensor, an optical tracking sensor or any combination thereof.

17. A method of displaying a visual image:

projecting structured light towards a surface of an object;

detecting the structured light reflected from the surface of the object;

generating a dataset representative of the surface in response to the detecting of light reflected from the scanned surface of the object;

generating an image of the object based on the dataset;

displaying the image in a field of view of an operator on a see-through screen, the field of view of the operator including a view of the object, the image being displayed at a position and orientation in the field of view of the operator.

18. The method for displaying a visual image of claim 17, where the act of displaying the image further comprises:

detecting the position of the field of view of the operator;

detecting the position of the intra-oral imaging device; and

determining a shape and orientation of the image based on detecting the position of the field of view and detecting the position of the intra-oral imaging device.

19. The method for displaying a visual image of claim 17, further comprising:

determining an area of interest in the image; and

displaying the area of interest through the display.

20. The method for displaying a visual image of claim 17 where the image comprises a three-dimensional visual representation of at least a portion of the object.

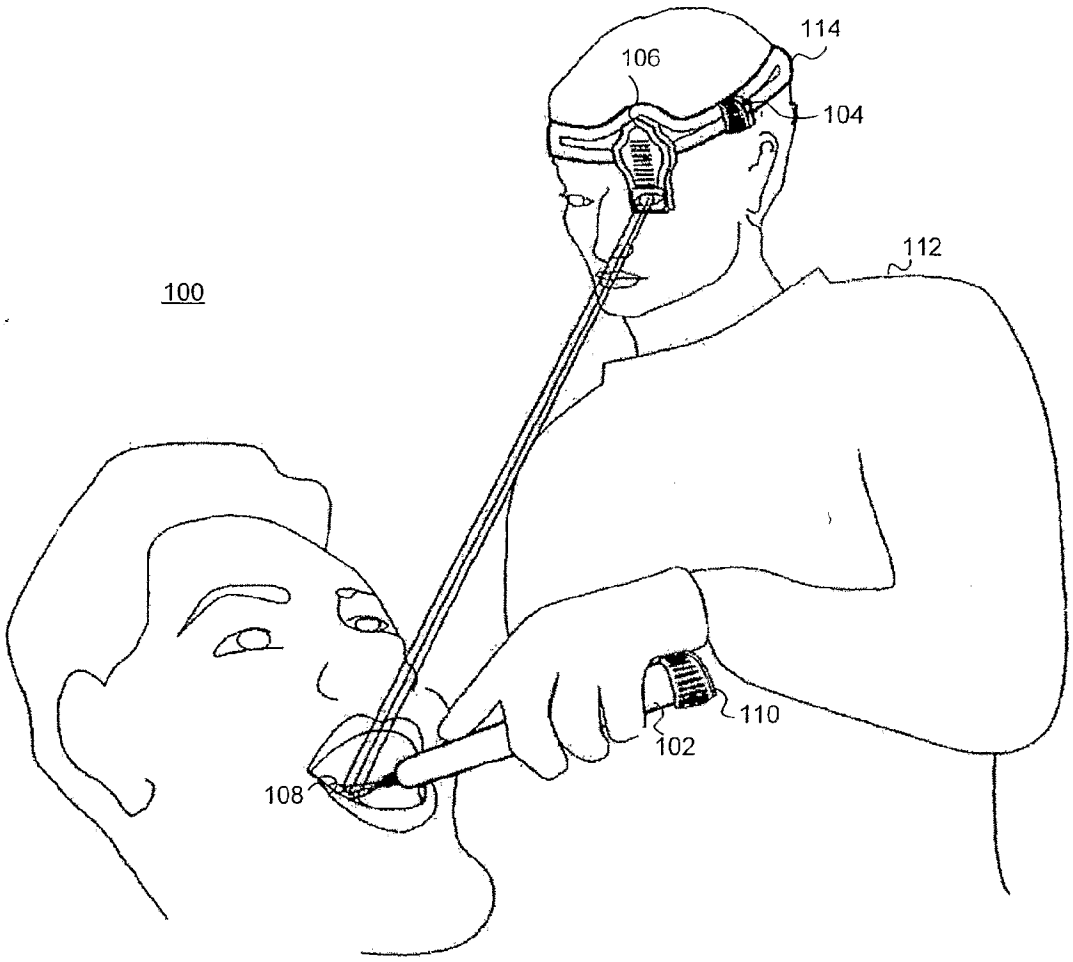


Figure 1

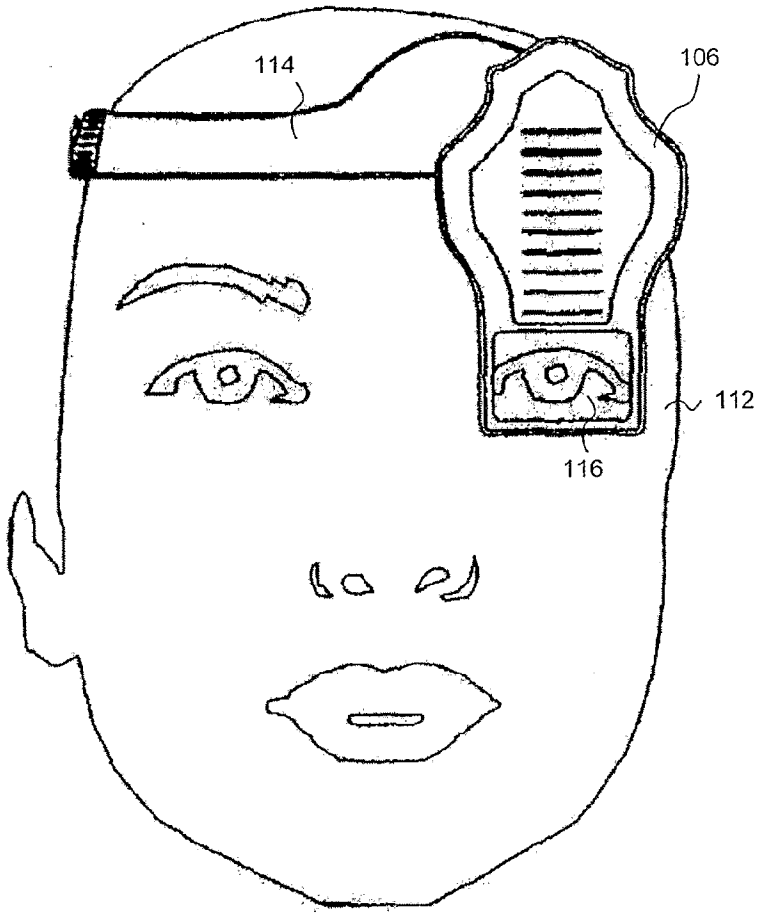


Figure 2

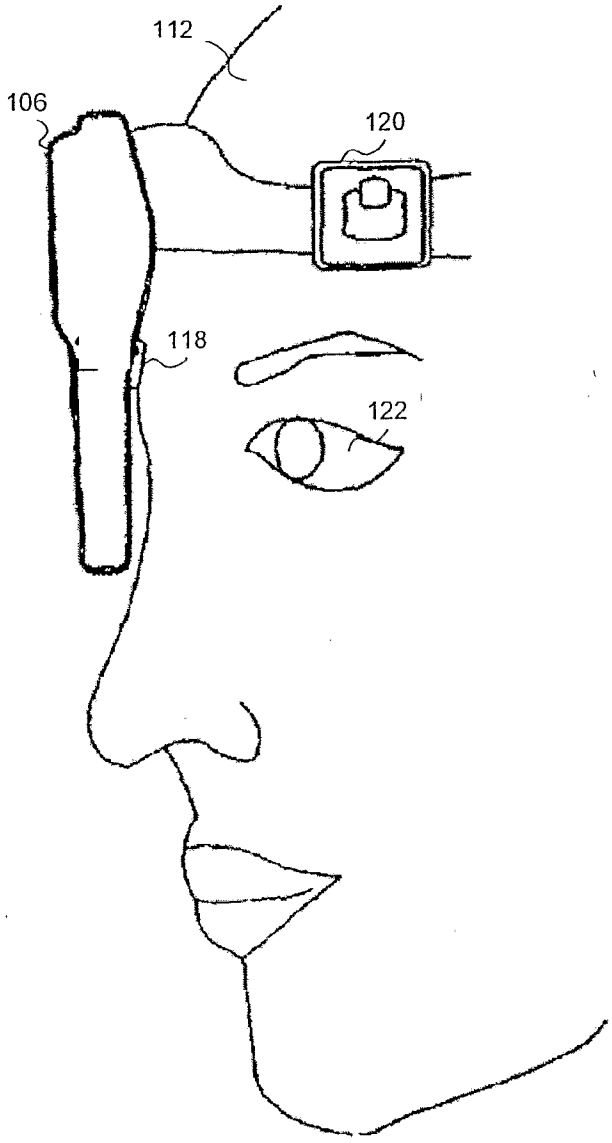


Figure 3

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	4007661
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	43520
Filer:	John H. Nortrop/Elizabeth Nortrup
Filer Authorized By:	John H. Nortrop
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02
Receipt Date:	25-SEP-2008
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	16:50:07
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	no

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Information Disclosure Statement Letter	BRNT-0004-P02_092508_IDSCommunication.pdf	89469 8b26a9e268e7e11274d23458f665935d6ce125e9	no	2
Warnings:					
Information:					

2	Information Disclosure Statement (IDS) Filed (SB/08)	BRNT-0004-P02_092508_Form1449.pdf	132645 eae4404374a9d912948f3c389097543afa76230c	no	2
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
3	NPL Documents	62701WO007_PCT.pdf	3297146 3346f566b26d7ca2d79109687f5aa2f8991df2f9	no	3
Warnings:					
Information:					
4	NPL Documents	62701WO010_PCT.pdf	2792777 ec4671050c9d222858ce6dc27cae18ed05b01904	no	2
Warnings:					
Information:					
5	NPL Documents	62701WO012_PCT.pdf	3223604 05e0a8684c20320e3f03bf0abe60c070a51d4655	no	3
Warnings:					
Information:					
6	Foreign Reference	WO2004100067.pdf	837954 62919b8cc7bf7c0e7a4a95b78fdf76694fbd9bc1	no	24
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	10373595		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

<u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u>
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

<u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u>
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

<u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u>
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Eric B. Paley et al.	Examiner:	Not Yet Known
Serial No.:	11/469,870	Group Art Unit:	3732
Filed:	September 3, 2006	Docket:	BRNT-0004-P02
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

SUPPLEMENTAL INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

In compliance with the duty imposed by 37 C.F.R. § 1.56, and in accordance with 37 C.F.R. §§ 1.97 *et. seq*., the referenced materials are brought to the attention of the Examiner for consideration in connection with the above-identified patent application. Applicants respectfully request that this Supplemental Information Disclosure Statement be entered and the documents listed on the attached Form 1449 be considered by the Examiner and made of record. Pursuant to the provisions of MPEP 609, Applicants request that a copy of the 1449 form, initialed as being considered by the Examiner, be returned to the Applicants with the next official communication.

Pursuant to 37 C.F.R. §1.97(b), it is believed that no fee or statement is required with the Supplemental Information Disclosure Statement. However, if an Office Action on the merits has been mailed, the Commissioner is hereby authorized to charge the required fees to Deposit Account No. 50-4262 in order to have this Supplemental Information Disclosure Statement considered. The Examiner is invited to contact the Applicants' Representative at the below-listed telephone number if there are any questions regarding this communication.

Pursuant to 37 C.F.R. 1.98(a)(2), Applicant believes that copies of cited U.S. Patents and Published Applications are no longer required to be provided to the Office. Notification of this change was provided in the United States Patent and Trademark Office OG Notices dated October 12, 2004. Thus, Applicant has not included copies of any US Patents or Published Applications cited with this submission. Should the Office require copies to be provided,

Applicant respectfully requests that notice of such requirement be directed to Applicant's below-signed representative. Applicant acknowledges the requirement to submit copies of foreign patent documents and non-patent literature in accordance with 37 C.F.R. 1.98(a)(2).

Respectfully submitted,

Strategic Patents, P. C.

Date September 25, 2008 By /John Nortrup/
John Nortrup
Reg. No. 59,063
207-985-2126

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	BRNT-0004-P02

CONFIRMATION NO. 7128

43520
STRATEGIC PATENTS P.C..
C/O PORTFOLIOIP
P.O. BOX 52050
MINNEAPOLIS, MN 55402

PUBLICATION NOTICE

OC00000031689982

Title:REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

Publication No.US-2008-0199829-A1
Publication Date:08/21/2008

NOTICE OF PUBLICATION OF APPLICATION

The above-identified application will be electronically published as a patent application publication pursuant to 37 CFR 1.211, et seq. The patent application publication number and publication date are set forth above.

The publication may be accessed through the USPTO's publically available Searchable Databases via the Internet at www.uspto.gov. The direct link to access the publication is currently http://www.uspto.gov/patft/.

The publication process established by the Office does not provide for mailing a copy of the publication to applicant. A copy of the publication may be obtained from the Office upon payment of the appropriate fee set forth in 37 CFR 1.19(a)(1). Orders for copies of patent application publications are handled by the USPTO's Office of Public Records. The Office of Public Records can be reached by telephone at (703) 308-9726 or (800) 972-6382, by facsimile at (703) 305-8759, by mail addressed to the United States Patent and Trademark Office, Office of Public Records, Alexandria, VA 22313-1450 or via the Internet.

In addition, information on the status of the application, including the mailing date of Office actions and the dates of receipt of correspondence filed in the Office, may also be accessed via the Internet through the Patent Electronic Business Center at www.uspto.gov using the public side of the Patent Application Information and Retrieval (PAIR) system. The direct link to access this status information is currently http://pair.uspto.gov/. Prior to publication, such status information is confidential and may only be obtained by applicant using the private side of PAIR.

Further assistance in electronically accessing the publication, or about PAIR, is available by calling the Patent Electronic Business Center at 1-866-217-9197.

Office of Data Managment, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING or 371(c) DATE	GRP ART UNIT	FIL FEE REC'D	ATTY.DOCKET.NO	TOT CLAIMS	IND CLAIMS
11/469,870	09/03/2006	3732	1230	BRNT-0004-P02	22	3

CONFIRMATION NO. 7128

UPDATED FILING RECEIPT

43520
STRATEGIC PATENTS P.C..
C/O PORTFOLIOIP
P.O. BOX 52050
MINNEAPOLIS, MN 55402

OC00000029876160

Date Mailed: 05/12/2008

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. **If an error is noted on this Filing Receipt, please submit a written request for a Filing Receipt Correction. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections**

Applicant(s)

Eric B. Paley, Cambridge, MA;
Janos Rohaly, Acton, MA;
Joseph Boerjes, Medford, MA;
Douglas P. Hart, Charlestown, MA;
Micah J. Rosenbloom, Boston, MA;
Steven V. Weeks, North Andover, MA;

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 43520

Domestic Priority data as claimed by applicant

This appln claims benefit of 60/761,078 01/20/2006

Foreign Applications

If Required, Foreign Filing License Granted: 09/22/2006

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 11/469,870**

Projected Publication Date: 08/21/2008

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No

Title

REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

Preliminary Class

433

PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES

Since the rights granted by a U.S. patent extend only throughout the territory of the United States and have no effect in a foreign country, an inventor who wishes patent protection in another country must apply for a patent in a specific country or in regional patent offices. Applicants may wish to consider the filing of an international application under the Patent Cooperation Treaty (PCT). An international (PCT) application generally has the same effect as a regular national patent application in each PCT-member country. The PCT process **simplifies** the filing of patent applications on the same invention in member countries, but **does not result** in a grant of "an international patent" and does not eliminate the need of applicants to file additional documents and fees in countries where patent protection is desired.

Almost every country has its own patent law, and a person desiring a patent in a particular country must make an application for patent in that country in accordance with its particular laws. Since the laws of many countries differ in various respects from the patent law of the United States, applicants are advised to seek guidance from specific foreign countries to ensure that patent rights are not lost prematurely.

Applicants also are advised that in the case of inventions made in the United States, the Director of the USPTO must issue a license before applicants can apply for a patent in a foreign country. The filing of a U.S. patent application serves as a request for a foreign filing license. The application's filing receipt contains further information and guidance as to the status of applicant's license for foreign filing.

Applicants may wish to consult the USPTO booklet, "General Information Concerning Patents" (specifically, the section entitled "Treaties and Foreign Patents") for more information on timeframes and deadlines for filing foreign patent applications. The guide is available either by contacting the USPTO Contact Center at 800-786-9199, or it can be viewed on the USPTO website at http://www.uspto.gov/web/offices/pac/doc/general/index.html.

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, http://www.stopfakes.gov. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4158).

LICENSE FOR FOREIGN FILING UNDER

Title 35, United States Code, Section 184

Title 37, Code of Federal Regulations, 5.11 & 5.15

GRANTED

The applicant has been granted a license under 35 U.S.C. 184, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" followed by a date appears on this form. Such licenses are issued in all applications where the conditions for issuance of a license have been met, regardless of whether or not a license may be required as

set forth in 37 CFR 5.15. The scope and limitations of this license are set forth in 37 CFR 5.15(a) unless an earlier license has been issued under 37 CFR 5.15(b). The license is subject to revocation upon written notification. The date indicated is the effective date of the license, unless an earlier license of similar scope has been granted under 37 CFR 5.13 or 5.14.

This license is to be retained by the licensee and may be used at any time on or after the effective date thereof unless it is revoked. This license is automatically transferred to any related applications(s) filed under 37 CFR 1.53(d). This license is not retroactive.

The grant of a license does not in any way lessen the responsibility of a licensee for the security of the subject matter as imposed by any Government contract or the provisions of existing laws relating to espionage and the national security or the export of technical data. Licensees should apprise themselves of current regulations especially with respect to certain countries, of other agencies, particularly the Office of Defense Trade Controls, Department of State (with respect to Arms, Munitions and Implements of War (22 CFR 121-128)); the Bureau of Industry and Security, Department of Commerce (15 CFR parts 730-774); the Office of Foreign AssetsControl, Department of Treasury (31 CFR Parts 500+) and the Department of Energy.

NOT GRANTED

No license under 35 U.S.C. 184 has been granted at this time, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" DOES NOT appear on this form. Applicant may still petition for a license under 37 CFR 5.12, if a license is desired before the expiration of 6 months from the filing date of the application. If 6 months has lapsed from the filing date of this application and the licensee has not received any indication of a secrecy order under 35 U.S.C. 181, the licensee may foreign file the application pursuant to 37 CFR 5.15(b).

32692
Customer Number

Patent
Case No.: 62701US005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

First Named Inventor:	ROHALY, JANOS		
Application No.:	11/469870	Confirmation No.:	7128
Filed:	September 3, 2006		
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Mail Stop: Amendment
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING OR TRANSMISSION [37 CFR § 1.8(a)]

I hereby certify that this correspondence is being:

☐ transmitted by facsimile on the date shown below to the United States Patent and Trademark Office at 571-273-8300.

☐ transmitted to United States Patent and Trademark Office on the date shown below via the Office electronic filing system.

Date Signed by: Megan Rindlisbacher

Dear Sir:

Pursuant to 37 CFR §§ 1.56, 1.97, and 1.98, enclosed is a completed Form PTO-1449, citing references submitted for consideration by the Examiner. It is respectfully requested that the Examiner initial and return the enclosed Form PTO-1449 to indicate that each reference has been considered.

Fees

☐ It is believed that no fee is due; however, in the event a fee is required, please charge the fee to Deposit Account No. 13-3723.

☒ The fee required under 37 CFR § 1.17(p) will be paid at the time of EFS-Web submission. In the event fees are not or cannot be paid at the time of EFS-Web submission, please charge any fees under 37 CFR § 1.17 which may be required to Deposit Account No. 13-3723.

☐ Please charge the fee provided in 37 CFR § 1.17(p) to Deposit Account No. 13-3723. One copy of this sheet marked duplicate is also enclosed.

Copies of Documents

Copies of any cited foreign patents, foreign publications, non-patent literature documents, and any pending U.S. applications filed before June 30, 2003, are enclosed. Copies of any pending U.S. applications filed after June 30, 2003 that can be accessed on the USPTO's IFW system are not enclosed as per USPTO Waiver dated September 21, 2004. Copies of any U.S. patents and published U.S. patent applications are not enclosed.

Respectfully submitted,

Oct. 10, 2007
Date

By: _____
Sean J. Edman, Reg. No.: 42,506
Telephone No.: 651-575-1796

Office of Intellectual Property Counsel
3M Innovative Properties Company
Facsimile No.: 651-736-3833

Substitute for form 1449A/PTO (modified)		
INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	Application Number	11/469870
	Filing Date	September 3, 2006
	First Named Inventor	Rohaly, Janos
(Use as many sheets as necessary)	Confirmation Number	7128
Page 1 of 1	Attorney Case Number	62701US005

U.S. Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Document Number Doc. Number-(Kind Code if Known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	A1	US- 4,270,901	06-02-1981	Comparetto	
	A2	US- 6,409,504 B1	06-25-2002	Jones et al.	
	A3	US- 2004/029078 A1	02-12-2004	Marshall	
	A4	US- 2005/0070782 A1	03-31-2007	Brodkin	
	A5	US- 2005/0153255 A1	07-14-2005	Sporbert et al.	
	A6	US- 2005/153257 A1	07-14-2005	Durbin et al.	
	A7	US- 2005/170309 A1	08-04-2005	Raby et al.	
	A8	US- 2006/0003292 A1	01-02-2006	Lauren et al.	
	A9	US-			
	A10	US-			
	A11	US-			
	A12	US-			

Foreign Patent Documents

Exam. Init.*	Cite No.	Foreign Patent Document Ctry. Code	 Number-KindCode (If known)	Publication Date MM-DD-YYYY	Name of Patentee or Applicant of Cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	Translation (Check if yes)
	B1						
	B2						
	B3						

OTHER DOCUMENTS

Exam. Init.*	Cite No.	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published	Translation (Check if yes)
	C1		
	C2		
	C3		

*Examiner:	Date Considered:
EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.	

Information Disclosure Statement)

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	11469870
Filing Date:	03-Sep-2006
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Filer:	Sean J. Edman/Megan Rindlisbacher
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02

Filed as Large Entity

Utility Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Miscellaneous:				
Submission- Information Disclosure Stmt	1806	1	180	180
		Total in USD ($)		**180**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	2301059
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	43520
Filer:	Sean J. Edman/Megan Rindlisbacher
Filer Authorized By:	Sean J. Edman
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02
Receipt Date:	10-OCT-2007
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	13:32:37
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment was successfully received in RAM	$180
RAM confirmation Number	7156
Deposit Account	133723
The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows: Charge any Additional Fees required under 37 C.F.R. Section 1.16 and 1.17	

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes) /Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Information Disclosure Statement (IDS) Filed	IDS1449_62701US005.PDF	1527044 ca040c55c5a1fa03ffaccb3ed18a2a818d389766	no	3
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
The page size in the PDF is too large. The pages should be 8.5 x 11 or A4. If this PDF is submitted, the pages will be resized upon entry into the Image File Wrapper and may affect subsequent processing					
2	Fee Worksheet (PTO-06)	fee-info.pdf	8181 a23cfb32401adf871e2d15b0045fc31460f00dbf	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	1535225		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office
If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371 (c) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTORNEY DOCKET NUMBER
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	BRNT-0004-P02

CONFIRMATION NO. 7128

FORMALITIES LETTER

43520
STRATEGIC PATENTS P.C..
C/O PORTFOLIOIP
P.O. BOX 52050
MINNEAPOLIS, MN 55402

Date Mailed: 09/22/2006

NOTICE TO FILE MISSING PARTS OF NONPROVISIONAL APPLICATION

FILED UNDER 37 CFR 1.53(b)

Filing Date Granted

Items Required To Avoid Abandonment:

An application number and filing date have been accorded to this application. The item(s) indicated below, however, are missing. Applicant is given **TWO MONTHS** from the date of this Notice within which to file all required items and pay any fees required below to avoid abandonment. Extensions of time may be obtained by filing a petition accompanied by the extension fee under the provisions of 37 CFR 1.136(a).

- The statutory basic filing fee is missing.
  Applicant must submit $ **75** *to complete the basic filing fee for a small entity.*
- The oath or declaration is missing. *A properly signed oath or declaration in compliance with 37 CFR 1.63, identifying the application by the above Application Number and Filing Date, is required.*
  Note: If a petition under 37 CFR 1.47 is being filed, an oath or declaration in compliance with 37 CFR 1.63 signed by all available joint inventors, or if no inventor is available by a party with sufficient proprietary interest, is required.

The applicant needs to satisfy supplemental fees problems indicated below.

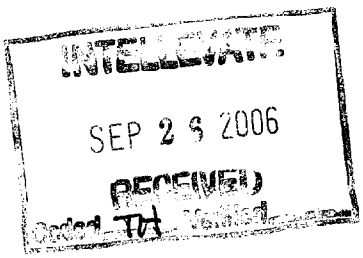
The required item(s) identified below must be timely submitted to avoid abandonment:

- Additional claim fees of **$50** as a small entity, including any required multiple dependent claim fee, are required. Applicant must submit the additional claim fees or cancel the additional claims for which fees are due.
- To avoid abandonment, a surcharge (for late submission of filing fee, search fee, examination fee or oath or declaration) as set forth in 37 CFR 1.16(f) of $65 for a small entity in compliance with 37 CFR 1.27, must be submitted with the missing items identified in this letter.

SUMMARY OF FEES DUE:

Total additional fee(s) required for this application is **$540** for a small entity

- **$75** Statutory basic filing fee.



- **$65** Surcharge.

- The application search fee has not been paid. Applicant must submit **$250** to complete the search fee.
- The application examination fee has not been paid. Applicant must submit **$100** to complete the examination fee for a small entity in compliance with 37 CFR 1.27.

- Total additional claim fee(s) for this application is **$50**

  - **$50** for **2** total claims over 20.

Replies should be mailed to: Mail Stop Missing Parts
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria VA 22313-1450

A copy of this notice MUST be returned with the reply.

Office of Initial Patent Examination (571) 272-4000, or 1-800-PTO-9199, or 1-800-972-6382
PART 2 - COPY TO BE RETURNED WITH RESPONSE

United States Patent Application

COMBINED DECLARATION AND POWER OF ATTORNEY

As a below named inventor I hereby declare with respect to the U.S. patent application entitled

REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

the specification of which was filed on September 3, 2006 as application serial no. 11/469,870, that:

(a) my residence, post office address and citizenship are as stated below next to my name;
(b) I believe I am the original, first and joint inventor of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled; and
(c) I have reviewed and understood the contents of the specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to the patentability of this application in accordance with 37 C.F.R. § 1.56 (attached hereto). I also acknowledge my duty to disclose all information known to be material to patentability which became available between a filing date of a prior application and the national or PCT international filing date in the event this is a Continuation-In-Part application in accordance with 37 C.F.R. § 1.63(e).

I hereby claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. §119(a)-(d) or 365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or 365(a) of any PCT international application which designated at least one country other than the United States of America, listed below and have also identified below any foreign application for patent or inventor's certificate having a filing date before that of the application on the basis of which priority is claimed:

No such claim for priority is being made at this time.

I hereby claim the benefit under 35 U.S.C. § 119(e) of any United States provisional application(s) listed below:

Application Number	**Filing Date**
60761078	January 20, 2006

I hereby claim the benefit under 35 U.S.C. § 120 or 365(c) of any United States and PCT international application(s) listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT international application in the manner provided by the first paragraph of 35 U.S.C. § 112, I acknowledge the duty to disclose material information as defined in 37 C.F.R. § 1.56(a) which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of this application:

No such claim for priority is being made at this time.

Jan 19 2007 1:05PM Brontes Technologies +1 781 541 6592 p.6

I hereby appoint the following attorney(s) and/or patent agent(s) to prosecute this application and to transact all business in the Patent and Trademark Office connected herewith, I hereby authorize them to act and rely on instructions from and communicate directly with the person/assignee/attorney/firm/organization/who/which first sends/sent this case to them and by whom/which I hereby declare that I have consented after full disclosure to be represented:

all attorneys associated with:
Customer Number: 43520
(Strategic Patents, P.C.)

Please direct all correspondence in this case to:

Customer No. 43520
(Strategic Patents, P.C.)
Telephone No. (781) 453-9993

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Full Name of joint inventor number 1 : **Eric B. Paley**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Cambridge, MA**
Post Office Address: 56 Elm St.
Unit 2
Cambridge, MA 02139

Signature: Eric Paley Date: 1/11/07
Eric B. Paley

X Additional inventors are being named on separately numbered sheets, attached hereto.

Jan 19 2007 1:05PM Brontes Technologies +1 781 541 6592 p.7

Full Name of joint inventor number 2 : **Janos Rohaly**
Citizenship: **Hungary** Residence: **Acton, MA**
Post Office Address: 26 Blackhorse Drive
Acton, MA 01720

Signature: _____ Date: 01/11/2007
Janos Rohaly

Full Name of joint inventor number 3 : **Joseph Boerjes**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Medford, MA**
Post Office Address: 47 Dearborn St
Medford, MA 02155

Signature: _____ Date: 01/11/2007
Joseph Boerjes

Full Name of joint inventor number 4 : **Douglas P. Hart**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Charlestown, MA**
Post Office Address: 11 Shipway Pl.
Charlestown, MA 02129

Signature: _____ Date: _____
Douglas P. Hart

Full Name of joint inventor number 5 : **Micah J. Rosenbloom**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Boston, MA**
Post Office Address: 5 Dartmouth Place
Apt. 2
Boston, MA 02116

Signature: _____ Date: 1/19/07
Micah J. Rosenbloom

Full Name of joint inventor number 6 : **Steven V. Weeks**
Citizenship: **United States of America** Residence: **North Andover, MA**
Post Office Address: 148 Bridle Path
North Andover, MA 01845

Signature: _____ Date: _____
Steven V. Weeks

Jan 19 2007 3:46PM Brontes Technologies +1 781 541 6592 p.2

Full Name of joint inventor number 2 : **Janos Rohaly**
Citizenship: **Hungary** Residence: **Acton, MA**
Post Office Address: 26 Blackhorse Drive
Acton, MA 01720

Signature: _____ Date: _____
Janos Rohaly

Full Name of joint inventor number 3 : **Joe Boerjes**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Medford, MA**
Post Office Address: 47 Dearborn St
Medford, MA 02155

Signature: _____ Date: _____
Joe Boerjes

Full Name of joint inventor number 4 : **Douglas P. Hart**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Charlestown, MA**
Post Office Address: 11 Shipway Pl.
Charlestown, MA 02129

Signature: _____ Date: 1/16/07
Douglas P. Hart

Full Name of joint inventor number 5 : **Micah J. Rosenbloom**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Boston, MA**
Post Office Address: 5 Dartmouth Place
Apt. 2
Boston, MA 02116

Signature: _____ Date: _____
Micah J. Rosenbloom

Full Name of joint inventor number 6 : **Steven V. Weeks**
Citizenship: **United States of America** Residence: **North Andover, MA**
Post Office Address: 148 Bridle Path
North Andover, MA 01845

Signature: _____ Date: _____
Steven V. Weeks

Jan 19 2007 1:06PM Brontes Technologies +1 781 541 6592 p.9

Full Name of joint inventor number 2 : **Janos Rohaly**
Citizenship: **Hungary** Residence: **Acton, MA**
Post Office Address: 26 Blackhorse Drive
Acton, MA 01720

Signature: _____ Date: _____
Janos Rohaly

Full Name of joint inventor number 3 : **Joseph Boerjes**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Medford, MA**
Post Office Address: 47 Dearborn St
Medford, MA 02155

Signature: _____ Date: _____
Joseph Boerjes

Full Name of joint inventor number 4 : **Douglas P. Hart**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Charlestown, MA**
Post Office Address: 11 Shipway Pl.
Charlestown, MA 02129

Signature: _____ Date: _____
Douglas P. Hart

Full Name of joint inventor number 5 : **Micah J. Rosenbloom**
Citizenship: **United States of America** Residence: **Boston, MA**
Post Office Address: 5 Dartmouth Place
Apt. 2
Boston, MA 02116

Signature: _____ Date: _____
Micah J. Rosenbloom

Full Name of joint inventor number 6 : **Steven V. Weeks**
Citizenship: **United States of America** Residence: **North Andover, MA**
Post Office Address: 148 Bridle Path
North Andover, MA 01845

Signature: _____ Date: 1-16-07
Steven V. Weeks

§ 1.56 Duty to disclose information material to patentability.

(a) A patent by its very nature is affected with a public interest. The public interest is best served, and the most effective patent examination occurs when, at the time an application is being examined, the Office is aware of and evaluates the teachings of all information material to patentability. Each individual associated with the filing and prosecution of a patent application has a duty of candor and good faith in dealing with the Office, which includes a duty to disclose to the Office all information known to that individual to be material to patentability as defined in this section. The duty to disclose information exists with respect to each pending claim until the claim is canceled or withdrawn from consideration, or the application becomes abandoned. Information material to the patentability of a claim that is canceled or withdrawn from consideration need not be submitted if the information is not material to the patentability of any claim remaining under consideration in the application. There is no duty to submit information which is not material to the patentability of any existing claim. The duty to disclose all information known to be material to patentability is deemed to be satisfied if all information known to be material to patentability of any claim issued in a patent was cited by the Office or submitted to the Office in the manner prescribed by §§ 1.97(b)-(d) and 1.98. However, no patent will be granted on an application in connection with which fraud on the Office was practiced or attempted or the duty of disclosure was violated through bad faith or intentional misconduct. The Office encourages applicants to carefully examine:

(1) prior art cited in search reports of a foreign patent office in a counterpart application, and

(2) the closest information over which individuals associated with the filing or prosecution of a patent application believe any pending claim patentably defines, to make sure that any material information contained therein is disclosed to the Office.

(b) Under this section, information is material to patentability when it is not cumulative to information already of record or being made of record in the application, and

(1) It establishes, by itself or in combination with other information, a prima facie case of unpatentability of a claim; or

(2) It refutes, or is inconsistent with, a position the applicant takes in:

(i) Opposing an argument of unpatentability relied on by the Office, or

(ii) Asserting an argument of patentability.

A prima facie case of unpatentability is established when the information compels a conclusion that a claim is unpatentable under the preponderance of evidence, burden-of-proof standard, giving each term in the claim its broadest reasonable construction consistent with the specification, and before any consideration is given to evidence which may be submitted in an attempt to establish a contrary conclusion of patentability.

(c) Individuals associated with the filing or prosecution of a patent application within the meaning of this section are:

(1) Each inventor named in the application:

(2) Each attorney or agent who prepares or prosecutes the application; and

(3) Every other person who is substantively involved in the preparation or prosecution of the application and who is associated with the inventor, with the assignee or with anyone to whom there is an obligation to assign the application.

(d) Individuals other than the attorney, agent or inventor may comply with this section by disclosing information to the attorney, agent, or inventor.

Jan 19 2007 1:06PM Brontes Technologies +1 781 541 6592 p.10

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of Eric B. Paley et al.	:	Group Art Unit: 3732
Serial No. 11/469,870	:	Confirmation No. 7128
Filed: September 3, 2006	:	Examiner: Not yet known

REQUEST FOR EXTENSION OF TIME

Mail Stop Missing Parts
Commissioner of Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir/Madam:

The applicant requests a two month extension of time for responding to the outstanding Notice to File Missing Parts, from November 22, 2006 to January 22, 2007. The extension fee is included herein with this paper authorizing, inter alia, charges of $450.00 for this extension of time, as specified in 37 C.F.R. 1.17(a)(2).

Respectfully submitted
STRATEGIC PATENTS, P.C.

/John Nortrup/

John H. Nortrup
Reg. No. 59,063
Tel.: (781) 453-9993

January 22, 2007

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	11469870
Filing Date:	03-Sep-2006
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Filer:	John H. Nortrop
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02

Filed as Large Entity

Utility Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Utility application filing	1011	1	300	300
Utility Search Fee	1111	1	500	500
Utility Examination Fee	1311	1	200	200
Pages:				
Claims:				
Claims in excess of 20	1202	2	50	100
Miscellaneous-Filing:				
Late filing fee for oath or declaration	1051	1	130	130

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Extension - 2 months with $0 paid	1252	1	450	450
Miscellaneous:				
		Total in USD ($)		**1680**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	1454658
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	43520
Filer:	John H. Nortrop
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02
Receipt Date:	22-JAN-2007
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	14:27:47
Application Type:	Utility

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment was successfully received in RAM	$1680
RAM confirmation Number	1879
Deposit Account	

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)

1	Miscellaneous Incoming Letter	BRNT-0004-P02_012207_NoticeMissingParts.pdf	200998	no	2
Warnings:					
Information:					
2	Oath or Declaration filed	BRNT-0004-P02_012207_ExecutedDeclarationPOA.pdf	195804	no	6
Warnings:					
Information:					
3	Extension of Time	BRNT-0004-P02_012207_ExtensionRequest.pdf	71195	no	1
Warnings:					
Information:					
4	Fee Worksheet (PTO-06)	fee-info.pdf	8740	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	476737		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

PTO/SB/08a(07-05)
Approved for use through 7/31/2006. OMB 0651-0031
US Patent & Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Substitute for form 1449A/PTO

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT

(Use as many sheets as necessary)

Complete if Known	
Application Number	11/469,870
Filing Date	September 3, 2006
First Named Inventor	Paley, Eric
Art Unit	3732
Examiner Name	Unknown

Sheet	1	of	1	Attorney Docket No: BRNT-0004-P02

US PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial *	Cite No	USP Document Number	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Filing Date If Appropriate
		US-4837732	06/06/1989	Brandestini, Marco et al.	06/05/1987
		US-6099314	08/08/2000	Kopelman, Avi et al.	01/20/1998
		US-6201541	03/13/2001	Shalom, Tamir et al.	10/02/1998
		US-6364660	04/02/2002	Durbin, Duane M., et al.	10/25/2000
		US-6542249	04/01/2003	Kofman, Jonathan D., et al.	07/20/1999
		US-6648640	11/18/2003	Rubbert, Rudger et al.	04/13/2001
		US-6701006	03/02/2004	Moore, Ronald W., et al.	06/26/2002
		US-6819318	11/16/2004	Geng, Z. J.	07/17/2000
		US-6834119	12/21/2004	Chen, George Q.	04/03/2001
		US-6920242	07/19/2005	Moore, Ronald W., et al.	02/18/2004
		US-7010150	03/07/2006	Pfeiffer, Joachim et al.	05/25/2000

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initials*	Foreign Document No	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	T[2]
	EP-0837659B1	11/24/1999	Franetzki, Manfred	
	WO-0008415A1	02/17/2000	Babayoff, Noam , et al.	

OTHER DOCUMENTS -- NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Examiner Initials*	Cite No [1]	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T[2]
		"Digital impressions: eliminating the weak link", Lab Management Today, (January 2006),20 et seq.	

EXAMINER **DATE CONSIDERED**

Substitute Disclosure Statement Form (PTO-1449)
* EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.1 Applicant's unique citation designation number (optional) 2 Applicant is to place a check mark here if English language Translation is attached

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 837 659 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.11.1999 Patentblatt 1999/47

(21) Anmeldenummer: **96921873.4**

(22) Anmeldetag: **01.07.1996**

(51) Int. Cl.[6]: **A61C 13/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE96/01166

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 97/02788 (30.01.1997 Gazette 1997/06)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR RECHNERGESTÜTZTEN RESTAURATION VON ZÄHNEN**

PROCESS AND DEVICE FOR COMPUTER-ASSISTED RESTORATION OF TEETH

PROCEDE ET DISPOSITIF DE RESTAURATION DENTAIRE ASSISTEE PAR ORDINATEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR IT LI

(30) Priorität: **07.07.1995 DE 19524855**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.04.1998 Patentblatt 1998/18

(73) Patentinhaber:
Sirona Dental Systems GmbH
64625 Bensheim (DE)

(72) Erfinder: **FRANETZKI, Manfred**
D-64625 Bensheim (DE)

(74) Vertreter:
Isenbruck, Günter, Dr. et al
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle-Pagenberg-Dost-Altenburg-Geissler-Isenbruck
Theodor-Heuss-Anlage 12
68165 Mannheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 373 077
US-A- 4 575 805

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 837 659 B1

Beschreibung

[0001] In der US-PS 4 575 805 ist ein Verfahren und eine danach arbeitende Vorrichtung zur rechnergestützten Restauration von Zähnen beschrieben, bei dem (der) in einem ersten Schritt zunächst die Geometrie des zu restaurierenden Zahnes und eventuell seiner Umgebung, d.h. auch der Gegenzähne, mit einer vorzugsweise optischen Meßvorrichtung aufgenommen und die erhaltenen Werte in einem Speicher abgelegt werden. Als Meßeinrichtung wird dort eine 3D-Meßkamera verwendet, mit der von dem aufzunehmenden Objekt, dem präparierten Zahn, ein monochromes 3D-Bild erzeugt wird, indem auf das Objekt eine opake, diffus reflektierende Schicht aufgebracht wird und anschließend das Objekt mit einer monochromatischen Lichtquelle beleuchtet wird.

[0002] In einem zweiten Schritt wird das Bild vom Anwender interpretiert, d.h. es müssen Bodenlinien, Kavitätenränder, Äquatorlinien, Höcker, etc. erkannt und in das Bild eingezeichnet werden. Dies geschieht größtenteils von Hand durch den erfahrenen Arzt. In einem dritten Schritt wird das Restaurat (Inlay, Onlay, Krone, Veneer etc.) konstruiert. Diese Aufgabe erfordert professionelle CAD-Arbeit vom Bediener mit dreidimensionalem Vorstellungsvermögen und der Fähigkeit, am Bildschirm mit Computermitteln zu konstruieren.

[0003] Die Qualität des Restaurats hängt dabei wesentlich von diesen Fähigkeiten und vom Trainingszustand des Anwenders ab. In einem vierten Schritt wird das Ergebnis dieser Konstruktionstätigkeit in ein Programm für eine numerisch gesteuerte Schleif-/Fräsmaschine übersetzt. In einem fünften Schritt wird schließlich das Restaurat in der NC-Maschine aus einem Materialblock gefertigt. Im letzten Schritt wird das Restaurat in den Kiefer eingegliedert.

[0004] Ein Problem stellt die Bildinterpretation als Voraussetzung für eine gelungene Rekonstruktion dar. Bei dem heute üblichen Verfahren wird - wie eingangs bereits angesprochen -die betroffene Oberfläche vorher mit einem opaken, diffus reflektierenden Material beschichtet und der Gegenstand dann mit einer monochromatischen Lichtquelle beleuchtet. Das damit vom Gegenstand unter dieser Schicht erhaltene monochrome Bild erschwert die Identifikation des abgebildeten Materials. So kann nicht immer eindeutig erkannt werden, ob es sich bei dem abgebildeten Teil um einen Zahn oder um Zahnfleisch handelt, oder ob krankes und gesundes Material abgebildet wird.

[0005] Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die 3D-Bildinterpretation zu verbessern.

[0006] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, außer dem monochromatischen 3D-Meßbild auch Farbbilder aufzunehmen und diese für die Bildinterpretation und Restauration zu nutzen, indem man die Farbbilder mit dem 3D-Meßbild zur Überlagerung bringt, wobei die beiden Aufnahmen mit ein und derselben Kamera erstellt werden. Die 3D-Meßkamera ist so modifiziert, daß sie auch Farbbilder aufnehmen kann. Hierzu kann wie folgt vorgegangen werden:

[0007] Das Objekt wird nicht mit monochromatischem Licht, sondern mit weißem Licht beleuchtet. Die Kamera enthält anstelle von einem Schwarz-Weiß-CCD einen Farb-CCD mit einer vorgesetzten Farbfiltermaske, wobei die vorgesetzte Farbfiltermaske jeweils für die spezifische Farbe des im CCD verwendeten Pixels und für die Farbe des Meßsystems (häufig im IR-Bereich durchlässig) ist. Die Kameraoptik ist dabei farbkorrigiert, d.h. alle Linsen und Prismensysteme sind chromatisch korrigiert. Die Zufuhr des Lichts kann über einen Lichtleiter oder auch über eine externe Lichtquelle erfolgen.

[0008] Alternativ kann das Meßobjekt bei der Farbaufnahme nacheinander mit den charakteristischen Farben rot, grün, blau beleuchtet oder das vom Objekt reflektierte Licht sequentiell in den drei Farben zerlegt werden. Die Kameraoptik ist hierzu wieder farbkorrigiert (Achromat). Der CCD ist über den sichtbaren Bereich bis zum Meßbereich empfindlich. Das reflektierte Licht wird in der Kamera sequentiell empfangen. Die dabei nacheinander entstehenden drei Bilder werden auf elektronischem Wege zu Farbbildern verrechnet. Die Beleuchtung in den drei Farben kann durch in oder außerhalb der Kamera angeordnete Lichtquellen erfolgen, wobei in letzterem Falle ein geeigneter Lichtleiter vorhanden sein muß. Vorteilhaft kann es sein, drei in verschiedenen Wellenlängen emittierende Laserdioden zu verwenden; alternativ kann auch ein rotierendes Farbfilter vor einer konventionellen Glühlampe angebracht sein. Die Schwarz-Weiß-3D-Bilder und die Farbbilder werden vorteilhafterweise gleichzeitig auf einem Bildschirm übereinander oder nebeneinander dargestellt. Besonders vorteilhaft ist es, beide Bilder überlagert auf einem Bildschirm darzustellen. Damit läßt sich ein Optimum an Interpretierbarkeit des Bildes erzielen, insbesondere lassen sich Linien, Kanten, Übergänge usw. wesentlich besser erkennen.

[0009] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben.

[0010] Die Figur 1 zeigt eine Ausführungsform einer herkömmlichen Meßkamera, wie sie in der eingangs genannten US-PS 4 575 805 offenbart ist. Eine solche, allgemein mit 1 bezeichnete Meßkamera enthält eine möglichst punktförmige monochromatische Lichtquelle 2, vorzugsweise eine LED, die im Infrarotbereich emittiert. Nach Durchgang durch einen Kondensor 3 wird das Licht auf ein oszillierendes Strichgitter 4 geworfen. Das Strichgitter 4 wird über das eine (obere) Loch einer Zweilochblende 5, ein Objektiv 6, ein Kopfprisma 7 und eine Feldlinse 8 auf das zu messende Objekt projiziert. Das reflektierte Licht gelangt auf umgekehrtem Wege über das andere (untere) Loch der Zweilochblende 5, ein Umlenkprisma 9 auf einen CCD-Sensor 10. Der CCD-Sensor ist hier ein Schwarz-Weiß-CCD-Sensor. In einer Bildelektronik 11 und einem nicht dargestellten,

außerhalb der Kamera befindlichen Rechner werden die erhaltenen Bildinformationen zu 3D-Bildern verrechnet.

[0011] Es gibt nun zwei grundsätzliche Wege, die vorbeschriebene 3D-Meßkamera zu einer Farb-Videokamera zu modifizieren.

[0012] Das Objekt wird anstelle mit monochromatischem Licht mit weißem Licht beleuchtet und der Schwarz-Weiß-CCD-Sensor 10 durch einen Farb-CCD-Sensor 10' mit vorgesetzter Farbfiltermaske ersetzt. Die in der Kamera vorhandenen Linsen- und Prismensysteme sind nach üblichen optischen Verfahren chromatisch korrigiert (Achromaten). Die Lichtquelle kann dabei, wie in Fig. 1 gezeigt, in der Kamera oder auch extern in einem entfernten Lichtmodul angeordnet sein.

[0013] Als zweiter Weg wird alternativ vorgeschlagen, das Objekt nicht mit weißem Licht zu beleuchten und die Bilder mit einem Farb-CCD-Sensor aufzunehmen, sondern einen beliebigen, vorzugsweise einen Schwarz-Weiß-CCD-Sensor, vorzusehen und das Objekt sequentiell mit wenigstens drei Farben zu beleuchten, oder das vom Objekt reflektierte Licht sequentiell in die drei Farben zu zerlegen. Der Vorteil dieser Variante liegt unter anderem in einer wesentlich höheren Auflösung des CCD's (ein Pixel pro Bildpunkt, im Gegensatz zu drei Pixeln pro Bildpunkt bei einem Farb-CCD).

[0014] Die Beleuchtung mit drei verschiedenen Farben kann, wie beschrieben, durch die Kameraoptik, über getrennte Lichtleiter, die an der Kameraoptik vorbeigeführt werden, oder auch mit Hilfe einer externen Lichtquelle erfolgen.

[0015] Die drei Farben lassen sich z.B. durch drei gepulste LED's oder auch durch drei rotierende oder oszillierende Farbfilterscheiben vor einer üblichen Glühbirne oder Bogenlampe erzeugen.

[0016] Eine vorteilhafte Version dieser Alternativlösung wird anhand der Fig. 2 näher beschrieben. Extern der Kamera 1 ist ein Lichtmodul 12 angeordnet, welches mittels Kabel 13 mit der Kamera 1 verbunden ist. Im Lichtmodul 12 befindet sich eine übliche Lichtquelle 14, die weißes Licht emittiert. Das Licht wird über eine im Kabel 13 verlegte Faseroptik 15 (Lichtleiter) zur Kameraoptik (Fig. 1) geleitet. (Die Lichtquelle 2 in Fig. 1 ist dann nicht vorhanden). Das Licht der drei Farben kann mittels einer im Lichtmodul 12 angeordneten Filterscheibe 16 erzeugt werden, die rotierend zwischen Lichtquelle 14 und Lichteintritt in die Faseroptik 15 angeordnet ist. Die Filterscheibe 16 kann aus drei Sektoren oder Segmenten bestehen, die für drei verschiedene Farben durchlässig sind und z.B. durch einen Schrittmotor 17 gedreht werden. Die Position der Scheibe kann durch einen Winkelgeber 18 erfaßt werden. Im Meßmodus steht die Scheibe auf einer Farbe still. Im Suchbild-Modus rotiert die Scheibe, so daß das Objekt nacheinander mit den drei Farben beleuchtet wird. Der CCD-Sensor 10 in der Kamera nimmt die Bilder nacheinander auf. In einer Bildverarbeitungselektronik 20, die auch die Motorsteuerung beinhalten kann, werden diese drei Bilder zu Videosignalen verarbeitet, die anschließend in einem sogenannten Framegrabber eingefroren werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur rechnergestützten Restauration von Zähnen, unter Verwendung einer 3D-Meßkamera mit der von dem aufzunehmenden Objekte ein monochromes 3D-Bild erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet,** daß zur besseren Bildinterpretation vom gleichen Objekt Farb-Videobilder erzeugt, auf einem Bildschirm dargestellt und mit dem monochromen 3D-Bild zur Überlagerung gebracht werden, wobei beide Aufnahmen mit ein und derselben Kamera gemacht werden.

2. Vorrichtung zur rechnergestützten Restauration von Zähnen unter Verwendung einer 3D-Meßkamera, mit der von dem aufzunehmenden Objekt einerseits ein monochromes 3D-Bild erzeugt wird, indem auf das gegebenenfalls oberflächenbeschichtete Meßobjekt ein Streifengitter projiziert, unter einem Parallaxewinkel aufgenommen und zu dem monochromen 3D-Bild weiterverarbeitet wird, **dadurch gekennzeichnet,** daß die 3D-Meßkamera auch zur Aufnahme von Farb-Videobildern und zu deren Überlagerung mit dem monochromen 3D-Bild ausgebildet ist, wobei eine ein weißes Licht emittierende Lichtquelle vorhanden ist und die 3D-Meßkamera (1) mit einem Farb-CCD (10') und mit einer vorgesetzten Farbfiltermaske versehen ist, und wobei die vorgesetzte Farbfiltermaske jeweils für die spezifische Farbe des Pixels und für die Farbe des Meßsystems durchlässig ist.

3. Vorrichtung zur rechnergestützten Restauration von Zähnen, mit einer 3D-Meßkamera, mit der von dem aufzunehmenden Objekt einerseits ein monochromes 3D-Bild erzeugt wird, indem auf das gegebenenfalls oberflächenbeschichtete Meßobjekt ein Streifengitter projiziert, unter einem Parallaxewinkel aufgenommen und zu dem monochromen 3D-Bild weiterverarbeitet wird, **dadurch gekennzeichnet,** daß die 3D-Meßkamera auch zur Aufnahme von Farb-Videobildern und zu deren Überlagerung mit dem monochromen 3D-Bild ausgebildet ist, wobei die 3D-Meßkamera einen beliebigen, vorzugsweise einen Schwarz-weiß-CCD-Sensor (10) enthält und Mittel (16) vorhanden sind, durch die das Objekt sequentiell mit wenigstens drei Farben beleuchtet oder das vom Objekt reflektierte Licht sequentiell in wenigstens drei Farben zerlegt werden kann.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß als Lichtquelle wenigstens drei gepulste LED's vorgesehen sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß eine weißes Licht emittierende Lichtquelle (14) vorhanden ist und in deren Beleuchtungs- oder Reflexionslicht-Strahlengang eine rotierende oder oszillierende Farbfilterscheibe (16) bringbar ist, die in getrennten Segmenten für zumindest drei verschiedene Farben durchlässig ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Lichtquelle (14) in einem extern der Kamera (1) angeordneten Lichtmodul (12) untergebracht ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche , **dadurch gekennzeichnet,** daß Mittel vorhanden sind, mit denen die in Beziehung zu setzenden 3D- und Video-Bilder in ihrer Größe und Projektionsrichtung angepaßt werden können.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,** daß ein Rechner vorhanden ist, mit dem die Bildüberlagerung durchführbar ist.

Claims

1. Process for computer-assisted restoration of teeth, using a 3D measuring camera with which a monochrome 3D image of the object to be recorded is generated, characterized in that, for better image interpretation of the same object, colour video images are generated, displayed on a screen and superimposed on the monochrome 3D image, both recordings being made with one and the same camera.

2. Device for computer-assisted restoration of teeth using a 3D measuring camera with which on the one hand a monochrome 3D image of the object to be recorded is generated, in that a grating is projected onto the possibly surface-coated object to be measured, is recorded at a parallax angle and is further processed to form the monochrome 3D image, characterized in that the 3D measuring camera is also designed for recording colour video images and for superimposing them on the monochrome 3D image, a light source emitting a white light being present and the 3D measuring camera (1) being provided with a colour CCD (10') and with an attached colour filter mask being respectively transparent to the specific colour of the pixel and to the colour of the measuring system.

3. Device for computer-assisted restoration of teeth, having a 3D measuring camera with which on the one hand a monochrome 3D image of the object to be recorded is generated, in that a grating is projected onto the possibly surface-coated object to be measured, is recorded at a parallax angle and is further processed to form the monochrome 3D image, characterized in that the 3D measuring camera is also designed for recording colour video images and for superimposing them on the monochrome 3D image, the 3D measuring camera including any desired, preferably a monochrome CCD sensor (10) and there being means (16) present by which the object can be sequentially illuminated with at least three colours or the light reflected from the object can be sequentially broken up into at least three colours.

4. Device according to Claim 3, characterized in that at least three pulsed LEDs are provided as the light source.

5. Device according to Claim 3, characterized in that a white-light-emitting light source (14) is provided and a rotating or oscillating colour filter disc (16), which is formed in separate segments transparent to at least three different colours, can be brought into the path of rays of the illuminating or reflection light of the said light source.

6. Device according to one of Claims 2 to 5, characterized in that the light source (14) is accommodated in a light module (12) arranged outside the camera (1).

7. Device according to one of the preceding claims, characterized in that there are means present by which the 3D and video images to be brought into a relationship can be adapted in their size and direction of projection.

8. Device according to one of Claims 2 to 7, characterized in that a computer is present by which the image superimposing can be carried out.

Revendications

1. Procédé de restauration de dents, assistée par ordinateur, moyennant l'utilisation d'une caméra de mesure tridimensionnelle, avec laquelle une image monochrome tridimensionnelle de l'objet à enregistrer est produite, caractérisé en ce que pour une meilleure interprétation de l'image, on forme des images vidéo en couleurs du même objet, on les représente sur un écran et on les superpose à l'image monochrome tridimensionnelle, les deux enregistrements étant exécutés à l'aide d'une même caméra.

2. Dispositif pour la restauration de dents, assistée par ordinateur, moyennant l'utilisation d'une caméra de mesure tridimensionnelle, à l'aide de laquelle

d'une part on forme une image monochrome tridimensionnelle de l'objet à enregistrer en projetant, sur l'objet de mesure dont la surface est éventuellement pourvue d'un revêtement, une grille formée de bandes, on effectue l'enregistrement sous un angle de parallaxe et on exécute ensuite un traitement pour obtenir l'image monochrome tridimensionnelle, caractérisé en ce que la caméra de mesure tridimensionnelle est également agencée pour l'enregistrement d'images vidéo en couleurs et pour leur superposition à l'image monochrome tridimensionnelle, auquel cas il est prévu une source de lumière émettant une lumière blanche et la caméra de mesure tridimensionnelle (1) est pourvue d'un dispositif CCD en couleurs (10') et d'un masque formant filtre coloré disposé en avant, et le masque formé d'un filtre coloré disposé en avant est transparent respectivement pour la couleur spécifique du pixel et pour la couleur du système de mesure.

3. Dispositif pour la restauration de dents, assistée par ordinateur, comportant une caméra de mesure tridimensionnelle, à l'aide de laquelle d'une part on forme une image monochrome tridimensionnelle de l'objet à enregistrer en projetant, sur l'objet de mesure dont la surface est éventuellement pourvue d'un revêtement, une grille formée de bandes, on effectue l'enregistrement sous un angle de parallaxe et on exécute ensuite un traitement pour obtenir l'image monochrome tridimensionnelle, caractérisé en ce que la caméra de mesure tridimensionnelle est également agencée pour l'enregistrement d'images vidéo en couleurs et pour leur superposition avec l'image monochrome tridimensionnelle, et dans lequel la caméra de mesure tridimensionnelle contient un capteur quelconque, de préférence un capteur CCD en noir et blanc (10) et il est prévu des moyens (16) grâce auxquels l'objet est éclairé séquentiellement avec au moins trois couleurs, ou la lumière réfléchie par l'objet peut être subdivisée séquentiellement en au moins trois couleurs.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'au moins trois diodes LED commandées de manière pulsée sont prévues en tant que source de lumière.

5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il est prévu une source de lumière (14) émettant une lumière blanche, et un disque à filtre coloré (16) rotatif ou oscillant, qui est agencé de manière à être transparent, dans des segments séparés, pour au moins trois couleurs différentes, peut être amené dans le trajet du faisceau de la lumière d'éclairement ou de la lumière réfléchie de cette source.

6. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la source de lumière (14) est logée dans un module (12) délivrant une lumière, qui est disposé à l'extérieur de la caméra (1).

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens à l'aide desquels on peut adapter la grandeur et la direction de projection des images tridimensionnelles et des images vidéo, qui doivent être mises réciproquement en rapport.

8. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisé en ce qu'il est prévu un calculateur à l'aide duquel la superposition des images peut être exécutée.

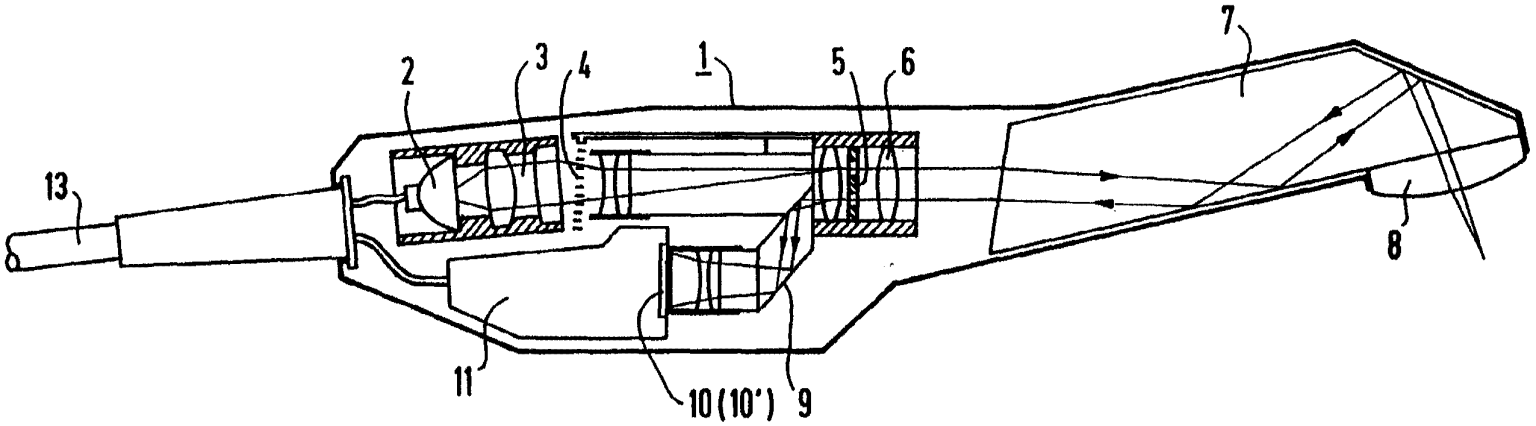


FIG 1

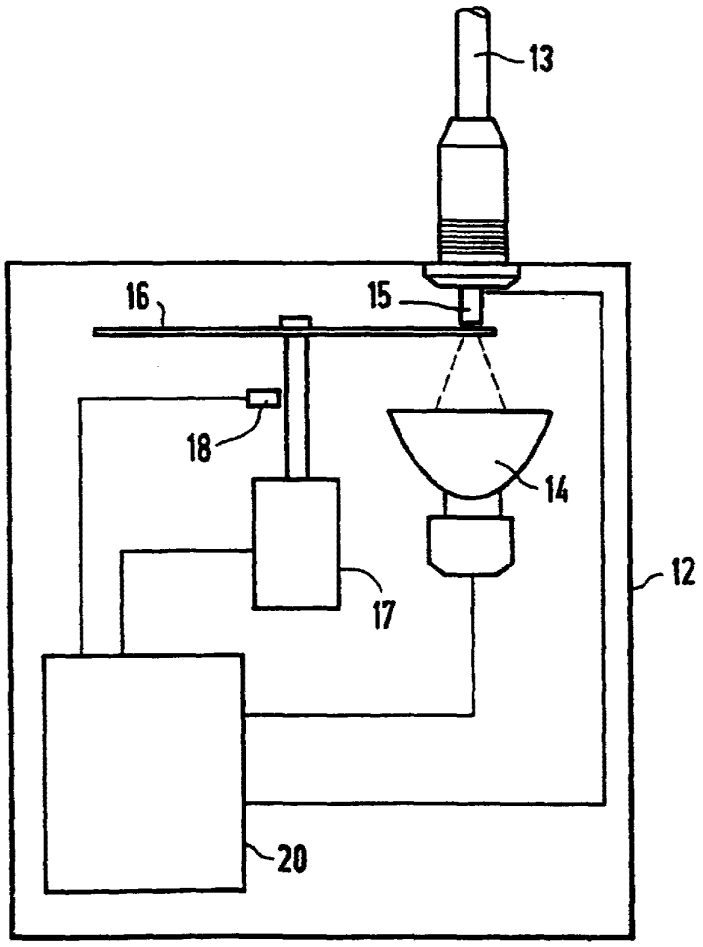


FIG 2

PCT WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 7 :
G01B 11/24, A61C 13/00, 19/04

A1

(11) International Publication Number: **WO 00/08415**

(43) International Publication Date: 17 February 2000 (17.02.00)

(21) International Application Number: PCT/IL99/00431

(22) International Filing Date: 5 August 1999 (05.08.99)

(30) Priority Data:
125659 5 August 1998 (05.08.98) IL

(71) Applicant *(for all designated States except US)*: CADENT LTD. [IL/IL]; Hamelacha Street 14, 60372 Or Yehuda (IL).

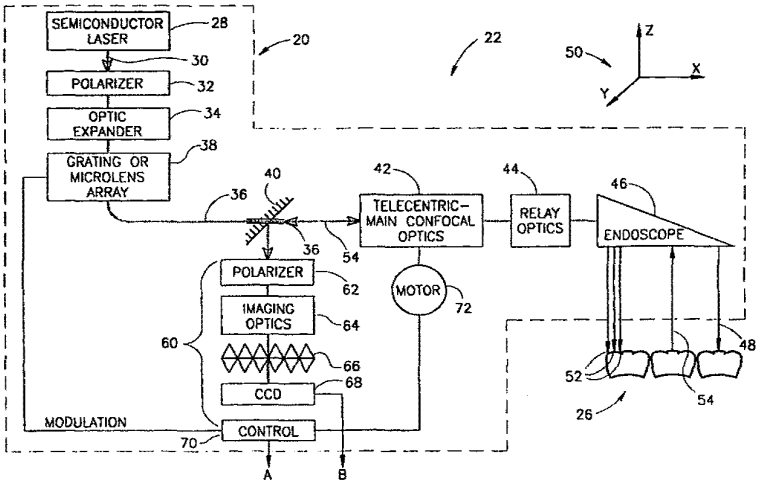
(72) Inventors; and
(75) Inventors/Applicants *(for US only)*: BABAYOFF, Noam [IL/IL]; Laskov Street 25, 58672 Holon (IL). GLASER-INBARI, Isaia [IL/IL]; Hashnayim Street 24, 53230 Givataim (IL).

(74) Agent: REINHOLD COHN AND PARTNERS; P.O. Box 4060, 61040 Tel-Aviv (IL).

(81) Designated States: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published
With international search report.
Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments.

(54) Title: IMAGING A THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE BY CONFOCAL FOCUSSING AN ARRAY OF LIGHT BEAMS



(57) Abstract

Determining surface topology of a portion (26) of a three-dimensional structure is provided. An array of incident light beams (36) passing through a focusing optics (42) and a probing face is shone on said portion. The focusing optics defines one or more focal planes forward the probing face in a position which can be changed (72) by the focusing optics. The beams generate illuminated spots (52) on the structure and the intensity of returning light rays propagating in an optical path opposite to that of the incident light rays is measured (60) at various positions of the focal plane(s). By determining spot-specific positions yielding a maximum intensity of the returned light beams, data is generated which is representative of said topology. Measurement of teeth. Light beams by grating of matrix of pinholes, micro lens array. Simultaneous imaging from three angles. Quicker with three different light components.

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	**ES**	Spain	**LS**	Lesotho	**SI**	Slovenia
AM	Armenia	**FI**	Finland	**LT**	Lithuania	**SK**	Slovakia
AT	Austria	**FR**	France	**LU**	Luxembourg	**SN**	Senegal
AU	Australia	**GA**	Gabon	**LV**	Latvia	**SZ**	Swaziland
AZ	Azerbaijan	**GB**	United Kingdom	**MC**	Monaco	**TD**	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	**GE**	Georgia	**MD**	Republic of Moldova	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagascar	**TJ**	Tajikistan
BE	Belgium	**GN**	Guinea	**MK**	The former Yugoslav Republic of Macedonia	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Greece			**TR**	Turkey
BG	Bulgaria	**HU**	Hungary	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	**IE**	Ireland	**MN**	Mongolia	**UA**	Ukraine
BR	Brazil	**IL**	Israel	**MR**	Mauritania	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Iceland	**MW**	Malawi	**US**	United States of America
CA	Canada	**IT**	Italy	**MX**	Mexico	**UZ**	Uzbekistan
CF	Central African Republic	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**VN**	Viet Nam
CG	Congo	**KE**	Kenya	**NL**	Netherlands	**YU**	Yugoslavia
CH	Switzerland	**KG**	Kyrgyzstan	**NO**	Norway	**ZW**	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Democratic People's Republic of Korea	**NZ**	New Zealand		
CM	Cameroon			**PL**	Poland		
CN	China	**KR**	Republic of Korea	**PT**	Portugal		
CU	Cuba	**KZ**	Kazakstan	**RO**	Romania		
CZ	Czech Republic	**LC**	Saint Lucia	**RU**	Russian Federation		
DE	Germany	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Denmark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Sweden		
EE	Estonia	**LR**	Liberia	**SG**	Singapore		

IMAGING A THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE BY CONFOCAL FOCUSSING AN ARRAY OF LIGHT BEAMS

FIELD OF THE INVENTION

This invention in the field of imaging techniques and relates to a method and an apparatus for non-contact imaging of three-dimensional structures, particularly useful for direct surveying of teeth.

BACKGROUND OF THE INVENTION

A great variety of methods and systems have been developed for direct optical measurement of teeth and the subsequent automatic manufacture of dentures. The term *"direct optical measurement"* signifies surveying of teeth in the oral cavity of a patient. This facilitates the obtainment of digital constructional data necessary for the computer-assisted design (CAD) or computer-assisted manufacture (CAM) of tooth replacements without having to make any cast impressions of the teeth. Such systems typically includes an optical probe coupled to an optical pick-up or receiver such as charge coupled device (CCD) and a processor implementing a suitable image processing technique to design and fabricate virtually the desired product.

One conventional technique of the kind specified is based on a laser-triangulation method for measurement of the distance between the surface of the tooth and the optical distance probe, which is inserted into the

oral cavity of the patient. The main drawback of this technique consists of the following. It is assumed that the surface of the tooth reflects optimally, e.g. Lambert's reflection. Unfortunately, this is not the case in practice and often the data that is obtained is not accurate.

Other techniques, which are embodied in CEREC-1 and CEREC-2 systems commercially available from Siemens GmbH or Sirona Dental Systems, utilize the light-section method and phase-shift method, respectively. Both systems employ a specially designed hand-held probe to measure the three-dimensional coordinates of a prepared tooth. However, the methods require a specific coating (i.e. measurement powder and white-pigments suspension, respectively) to be deposited to the tooth. The thickness of the coating layer should meet specific, difficult to control requirements, which leads to inaccuracies in the measurement data.

By yet another technique, mapping of teeth surface is based on physical scanning of the surface by a probe and by determining the probe's position, e.g. by optical or other remote sensing means, the surface may be imaged.

U.S. Patent No. 5,372,502 discloses an optical probe for three-dimensional surveying. The operation of the probe is based on the following. Various patterns are projected onto the tooth or teeth to be measured and corresponding plurality of distorted patterns are captured by the probe. Each interaction provides refinement of the topography.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention is directed to a method and apparatus for imaging three-dimensional structures. A preferred, non-limiting embodiment, is concerned with the imaging of a three-dimensional topology of a teeth segment, particularly such where one or more teeth are missing. This may allow the generation of data for subsequent use in design and manufacture of,

for example, prosthesis of one or more teeth for incorporation into said teeth segment. Particular examples are the manufacture of crowns or bridges.

The present invention provides, by a first of its aspects, a method for determining surface topology of a portion of a three-dimensional structure, comprising:

(a) providing an array of incident light beams propagating in an optical path leading through a focusing optics and a probing face; the focusing optics defining one or more focal planes forward said probing face in a position changeable by said optics, each light beam having its focus on one of said one or more focal plane; the beams generating a plurality of illuminated spots on the structure;

(b) detecting intensity of returned light beams propagating from each of these spots along an optical path opposite to that of the incident light;

(c) repeating steps (a) and (b) a plurality of times, each time changing position of the focal plane relative to the structure; and

(d) for each of the illuminated spots, determining a spot-specific position, being the position of the respective focal plane, yielding a maximum measured intensity of a respective returned light beam; and

(e) based on the determined spot-specific positions, generating data representative of the topology of said portion.

By a further of its aspects, the present invention provides an apparatus for determining surface topology of a portion of a three-dimensional structure, comprising:

- a probing member with a sensing face;
- an illumination unit for providing an array of incident light beams transmitted towards the structure along an optical path through said probing unit to generate illuminated spots on said portion;

- a light focusing optics defining one or more focal planes forward said probing face at a position changeable by said optics, each light beam having its focus on one of said one or more focal plane ;
- a translation mechanism coupled to said focusing optics for displacing said focal plane relative to the structure along an axis defined by the propagation of the incident light beams;
- a detector having an array of sensing elements for measuring intensity of each of a plurality of light beams returning from said spots propagating through an optical path opposite to that of the incident light beams;
- a processor coupled to said detector for determining for each light beam a spot-specific position, being the position of the respective focal plane of said one or more focal planes yielding maximum measured intensity of the returned light beam, and based on the determined spot-specific positions, generating data representative of the topology of said portion.

The probing member, the illumination unit and the focusing optics and the translation mechanism are preferably included together in one device, typically a hand-held device. The device preferably includes also the detector.

The determination of the spot-specific positions in fact amounts to determination of the in-focus distance. The determination of the spot-specific position may be by measuring the intensity *per se*, or typically is performed by measuring the displacement (S) derivative of the intensity (I) curve (dI/dS) and determining the relative position in which this derivative function indicates a maximum maximum intensity. The term *"spot-specific position (SSP)"* will be used to denote the relative in-focus position regardless of the manner in which it is determined. It should be understood that the SSP is always a relative position as the absolute position depends on the position of the sensing face. However the generation of the surface topology does not require knowledge of the absolute position, as all dimensions in the cubic field of view are absolute.

The SSP for each illuminated spot will be different for different spots. The position of each spot in an **X-Y** frame of reference is known and by knowing the relative positions of the focal plane needed in order to obtain maximum intensity (namely by determining the SSP) , the **Z** or depth coordinate can be associated with each spot and thus by knowing the **X-Y-Z** coordinates of each spot the surface topology can be generated.

In accordance with one embodiment, in order to determine the **Z** coordinate (namely the SSP) of each illuminated spot the position of the focal plane is scanned over the entire range of depth or **Z** component possible for the measured surface portion. In accordance with another embodiment the beams have components which each has a different focal plane. Thus, in accordance with this latter embodiment by independent determination of SSP for the different light components, e.g. 2 or 3 with respective corresponding 2 or 3 focal planes, the position of the focal planes may be changed by the focusing optics to scan only part of the possible depth range, with all focal planes together covering the expected depth range. In accordance with yet another embodiment, the determination of the SSP involves a focal plane scan of only part of the potential depth range and for illuminated spots where a maximum illuminated intensity was not reached, the SSP is determined by extrapolation from the measured values or other mathematical signal processing methods.

The method and apparatus of the invention are suitable for determining a surface topology of a wide variety of three-dimensional structures. A preferred implementation of method and apparatus of the invention are in determining surface topology of a teeth section.

In accordance with one embodiment of the invention, the method and apparatus are used to construct an object to be fitted within said structure. In accordance with the above preferred embodiment, such an object is at least one tooth or a portion of a tooth missing in the teeth section. Specific

examples include a crown to be fitted on a tooth stump or a bridge to be fitted within teeth.

By one embodiment of the invention, the plurality of incident light beams are produced by splitting a parent beam. Alternatively, each incident light beam or a group of incident light beams may be emitted by a different light emitter. In accordance with a preferred embodiment, light emitted from a light emitter passes through a diffraction or refraction optics to obtain the array of light beams.

In accordance with one embodiment, the parent light beam is light emitted from a single light emitter. In accordance with another embodiment, the parent light beam is composed of different light components, generated by different light emitters, the different light components differing from one another by at least one detectable parameter. Such a detectable parameter may, for example be wavelength, phase, different duration or pulse pattern, etc. Typically, each of said light components has its focus in a plane differently distanced from the structure than other light components. In such a case, when the focal plane of the optics is changed, simultaneously the different ranges of depth (or **Z** component) will be scanned. Thus, in such a case, for each illuminated spot there will be at least one light component which will yield a maximum intensity, and the focal distance associated with this light component will then define the **Z** component of the specific spot.

In accordance with an embodiment of the invention the incident light beams are polarized. In accordance with this embodiment, typically the apparatus comprises a polarization filter for filtering out, from the returned light beams, light components having the polarization of the incident light, whereby light which is detected is that which has an opposite polarization to that of the incident light.

The data representative of said topology may be used for virtual reconstruction of said surface topology, namely for reconstruction within the

computer environment. The reconstructed topology may be represented on a screen, may be printed, etc., as generally known *per se*. Furthermore, the data representative of said topology may also be used for visual or physical construction of an object to be fitted within said structure. In the case of the preferred embodiment noted above, where said structure is a teeth section with at least one missing tooth or tooth portion, said object is a prosthesis of one or more tooth, e.g. a crown or a bridge.

By determining surface topologies of adjacent portions, at times from two or more different angular locations relative to the structure, and then combining such surface topologies, e.g in a manner known *per se*, a complete three-dimensional representation of the entire structure may be obtained. Data representative of such a representation may, for example, be used for virtual or physical reconstruction of the structure, may be transmitted to another apparatus or system for such reconstruction, e.g. to a CAD/CAM apparatus. Typically, but not exclusively, the apparatus of the invention comprises a communication port for connection to a communication network which may be a computer network, a telephone network, a wireless communication network, etc.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

In order to understand the invention and to see how it may be carried out in practice, a preferred embodiment will now be described, by way of non-limiting example only, with reference to the accompanying drawings, in which:

Figs. 1A and **1B** are a schematic illustration by way of a block diagram of an apparatus in accordance with an embodiment of the invention (Fig. 1B is a continuation of Fig. 1A);

Fig. 2A is a top view of a probing member in accordance with an embodiment of the invention;

Fig. 2B is a longitudinal cross-section through line II-II in Fig. 2A, depicting also some exemplary rays passing therethrough;

Fig. 3 is a schematic illustration of another embodiment of a probing member ; and

Fig. 4 is a schematic illustration of an embodiment where the parent light beam, and thus each of the incident light beams, is composed of several light components, each originating from a different light emitter.

DETAILED DESCRIPTION OF A PREFERRED EMBODIMENT

Reference is first being made to Figs. 1A and 1B illustrating, by way of a block diagram an apparatus generally designated 20, consisting of an optical device 22 coupled to a processor 24. The embodiment illustrated in Fig. 1 is particularly useful for determining the three-dimensional structure of a teeth segment 26, particularly a teeth segment where at least one tooth or portion of tooth is missing for the purpose of generating data of such a segment for subsequent use in design or manufacture of a prosthesis of the missing at least one tooth or portion, e.g. a crown or a bridge. It should however be noted, that the invention is not limited to this embodiment, and applies, *mutatis mutandis*, also to a variety of other applications of imaging of three-dimensional structure of objects, e.g. for the recordal or archeological objects, for imaging of a three-dimensional structure of any of a variety of biological tissues, etc.

Optical device **22** comprises, in this specific embodiment, a semiconductor laser unit **28** emitting a laser light, as represented by arrow **30**. The light passes through a polarizer **32** which gives rise to a certain polarization of the light passing through polarizer **32**. The light then enters into an optic expander **34** which improves the numerical aperture of the light beam **30**. The light beam **30** then passes through a module **38**, which may, for example, be a grating or a micro lens array which splits the parent beam **30**

into a plurality of incident light beams **36**, represented here, for ease of illustration, by a single line. The operation principles of module **38** are known *per se* and the art and these principles will thus not be elaborated herein.

The light unit **22** further comprises a partially transparent mirror **40** having a small central aperture. It allows transfer of light from the laser source through the downstream optics, but reflects light travelling in the opposite direction. It should be noted that in principle, rather than a partially transparent mirror other optical components with a similar function may also be used, e.g. a beam splitter. The aperture in the mirror **40** improves the measurement accuracy of the apparatus. As a result of this mirror structure the light beams will yield a light annulus on the illuminated area of the imaged object as long as the area is not in focus; and the annulus will turn into a completely illuminated spot once in focus. This will ensure that a difference between the measured intensity when out-of- and in-focus will be larger. Another advantage of a mirror of this kind, as opposed to a beam splitter, is that in the case of the mirror internal reflections which occur in a beam splitter are avoided, and hence the signal-to-noise ratio improves.

The unit further comprises a confocal optics **42**, typically operating in a telecentric mode, a relay optics **44**, and an endoscopic probing member **46**. Elements **42, 44** and **46** are generally as known *per se.* It should however be noted that telecentric confocal optics avoids distance-introduced magnification changes and maintains the same magnification of the image over a wide range of distances in the **Z** direction (the **Z** direction being the direction of beam propagation). The relay optics enables to maintain a certain numerical aperture of the beam's propagation.

The endoscopic probing member typically comprises a rigid, light-transmitting medium, which may be a hollow object defining within it a light transmission path or an object made of a light transmitting material, e.g. a glass body or tube. At its end, the endoscopic probe typically

comprises a mirror of the kind ensuring a total internal reflection and which thus directs the incident light beams towards the teeth segment **26**. The endoscope **46** thus emits a plurality of incident light beams **48** impinging on to the surface of the teeth section.

Incident light beams **48** form an array of light beams arranged in an **X-Y** plane, in the Cartasian frame **50**, propagating along the **Z** axis. As the surface on which the incident light beams hits is an uneven surface, the illuminated spots **52** are displaced from one another along the **Z** axis, at different (X_i,Y_i) locations. Thus, while a spot at one location may be in focus of the optical element **42**, spots at other locations may be out-of-focus. Therefore, the light intensity of the returned light beams (see below) of the focused spots will be at its peak, while the light intensity at other spots will be off peak. Thus, for each illuminated spot, a plurality of measurements of light intensity are made at different positions along the Z-axis and for each of such (X_i,Y_i) location, typically the derivative of the intensity over distance (Z) will be made, the Z_i yielding maximum derivative, Z_0, will be the in-focus distance. As pointed out above, where, as a result of use of the punctured mirror **40**, the incident light forms a light disk on the surface when out of focus and a complete light spot only when in focus, the distance derivative will be larger when approaching in-focus position thus increasing accuracy of the measurement.

The light scattered from each of the light spots includes a beam travelling initially in the **Z** axis along the opposite direction of the optical path traveled by the incident light beams. Each returned light beam **54** corresponds to one of the incident light beams **36**. Given the unsymmetrical properties of mirror **40**, the returned light beams are reflected in the direction of the detection optics generally designated **60**. The detection optics comprises a polarizer **62** that has a plane of preferred polarization oriented normal to the plane polarization of polarizer **32**. The returned

polarized light beam **54** pass through an imaging optic **64**, typically a lens or a plurality of lenses, and then through a matrix **66** comprising an array of pinholes. CCD camera has a matrix or sensing elements each representing a pixel of the image and each one corresponding to one pinhole in the array **66**.

The CCD camera is connected to the image-capturing module **80** of processor unit **24**. Thus, each light intensity measured in each of the sensing elements of the CCD camera, is then grabbed and analyzed, in a manner to be described below, by processor **24**.

Unit **22** further comprises a control module **70** connected to a controlling operation of both semi-conducting laser **28** and a motor **72**. Motor **72** is linked to telecentric confocal optics **42** for changing the relative location of the focal plane of the optics **42** along the Z-axis. In a single sequence of operation, control unit **70** induces motor **72** to displace the optical element **42** to change the focal plane location and then, after receipt of a feedback that the location has changed, control module **70** will induce laser **28** to generate a light pulse. At the same time it will synchronize image-capturing module **80** to grab data representative of the light intensity from each of the sensing elements. Then in subsequent sequences the focal plane will change in the same manner and the data capturing will continue over a wide focal range of optics **44, 44**.

Image capturing module **80** is connected to a CPU **82** which then determines the relative intensity in each pixel over the entire range of focal planes of optics **42, 44**. As explained above, once a certain light spot is in focus, the measured intensity will be maximal. Thus, by determining the Z_i corresponding to the maximal light intensity or by determining the maximum displacement derivative of the light intensity, for each pixel, , the relative position of each light spot along the **Z** axis can be determined. Thus, data representative of the three-dimensional pattern of a surface in the

teeth segment, can be obtained. This three-dimensional representation may be displayed on a display **84** and manipulated for viewing, e.g. viewing from different angles, zooming-in or out, by the user control module **86** (typically a computer keyboard). In addition, the data representative of the surface topology may be transmitted through an appropriate data port, e.g. a modem **88**, through any communication network, e.g. telephone line **90**, to a recipient (not shown) e.g. to an off-site CAD/CAM apparatus (not shown).

By capturing, in this manner, an image from two or more angular locations around the structure, e.g. in the case of a teeth segment from the buccal direction, from the lingal direction and optionally from above the teeth, an accurate three-dimensional representation of the teeth segment may be reconstructed. This may allow a virtual reconstruction of the three-dimensional structure in a computerized environment or a physical reconstruction in a CAD/CAM apparatus.

As already pointed out above, a particular and preferred application is imaging of a segment of teeth having at least one missing tooth or a portion of a tooth, and the image can then be used for the design and subsequent manufacture of a crown or any other prosthesis to be fitted into this segment.

Reference is now being made to Figs. 2A AND 2B illustrating a probing member **90** in accordance with one, currently preferred, embodiment of the invention. The probing member **90** is made of a light transmissive material, typically glass and is composed of an anterior segment **91** and a posterior segment **92**, tightly glued together in an optically transmissive manner at **93**. Slanted face **94** is covered by a totally reflective mirror layer **95.** Glass disk **96** defining a sensing surface **97** is disposed at the bottom in a manner leaving an air gap **98**. The disk is fixed in position by a holding structure which is not shown. Three light rays are

99 are represented schematically. As can be seen, they bounce at the walls of the probing member at an angle in which the walls are totally reflective and finally bounce on mirror 94 and reflected from there out through the sensing face **97**. The light rays focus on focusing plane **100**, the position of which can be changed by the focusing optics (not shown in this figure).

Reference is now being made to Fig. 3, which is a schematic illustration of an endoscopic probe in accordance with an embodiment of the invention. The endoscopic probe, generally designated **101**, has a stem **102** defining a light transmission path (e.g., containing a void elongated space, being made of or having an interior made of a light transmitting material. Probe **102** has a trough-like probe end **104** with two lateral probe members **106** and **108** and a top probe member **110**. The optical fibers have light emitting ends in members **106, 108** and **110** whereby the light is emitted in a direction normal to the planes defined by these members towards the interior of the trough-like structure **104**. The probe is placed over a teeth segment **120**, which in the illustrated case consists of two teeth **122** and **124**, and a stamp **126** of a tooth for placement of a crown thereon. Such a probe will allow the simultaneous imaging of the surface topology of the teeth segment from three angles and subsequently the generation of a three-dimensional structure of this segment.

Reference is now being made to Fig. 4. In this figure, a number of components of an apparatus generally designated **150** in accordance with another embodiment are shown. Other components, not shown, may be similar to those of the embodiment shown in Fig. 1. In this apparatus a parent light beam **152** is a combination of light emitted by a number of laser light emitters **154A, 154B** and **154C**. Optic expander unit **156** then expands the single parent beam into an array of incident light beams **158**. Incident

light beams pass through unidirectional mirror **160**, then through optic unit **162** towards object **164**.

The different light components composing parent beam **152** may for example be different wavelengths, a different one transmitted from each of laser emitters **154A-C**. Thus, parent light beam **152** and each of incident light beams **158** will be composed of three different light components. The image of the optics, or an optical arrangement associated with each of light emitters may be arranged such that each light component focuses on a different plane, $\mathbf{P_A}$, $\mathbf{P_B}$ and $\mathbf{P_C}$, respectively. Thus in the position shown in Fig. 3, incident light beam **158A** bounces on the surface at spot **170A** which in the specific optical arrangement of optics **162** is in the focal point for light component **A** (emitted by light emitter **154A**). Thus, the returned light beam **172A**, passing through detection optics **174** yield maximum measured intensity of light component **A** measured by two-dimensional array of spectrophotometers **176, e.g. a 3 CHIP CCD camera**. Similarly, different maximal intensity will be reached for spots **170B** and **170C** for light components **B** and **C**, respectively.

Thus, by using different light components each one focused simultaneously at a different plane, the time measurement can be reduced as different focal plane ranges can simultaneously be measured.

CLAIMS:

1. A method for determining surface topology of a portion of a three-dimensional structure, comprising:

(a) providing an array of incident light beams propagating in an optical path leading through a focusing optics and through a probing face; the focusing optics defining one or more focal planes forward said probing face in a position changeable by said optics, each light beam having its focus on one of said one or more focal plane; the beams generating a plurality of illuminated spots on the structure;

(b) detecting intensity of returned light beams propagating from each of these spots along an optical path opposite to that of the incident light;

(c) repeating steps (a) and (b) a plurality of times, each time changing position of the focal plane relative to the structure;

(d) for each of the illuminated spots, determining a spot-specific position, being the position of the respective focal plane yielding a maximum measured intensity of a respective returned light beam; and

(e) generating data representative of the topology of said portion.

2. The method according to Claim 1, wherein the plurality of incident light beams are produced by splitting a single parent beam.

3. The method according to Claim 1, wherein step (a) comprises polarizing the incident light beams.

4. The method according to Claim 3, wherein step (b) comprises filtering light having polarization same as the incident light and measuring light of opposite polarization.

5. The method according to any one of Claims 1-4, wherein each of said beams is composed of at least two light components different in at least one parameter.

6. The method according to Claim 5, wherein said at least one parameter is selected from the group consisting of wavelength, phase, light pulse duration and pattern.

7. The method according to Claim 5, comprising. in step (b), determining intensity independently for each of said at least two light components in the return light beams.

8. The method according to Claim 7, wherein each of said at least two light components focuses in a plane differently distanced from the sensing surface.

9. The method according to any one of Claims 1-8, wherein the data representative of said topology is used for constructing an object to be fitted within said structure.

10. The method according to any one of Claims 1-9, wherein the data representative of said topology is converted into a form transmissible through a communication medium to recipient.

11. The method according to any one of the preceding claims, wherein said structure is a teeth segment.

12. The method according to Claim 12, wherein said structure is a teeth segment with at least one missing tooth or a portion of a tooth and said object is said at least one missing tooth or the portion of the tooth.

13. A method for reconstruction of topology of a three-dimensional structure comprising:

(i) determining surface topologies from at least two different positions or angular locations relative to the structure, by the method defined in any one of Claims 1-12;

(ii) combining the surface topologies to obtain data representative of said structure.

14. The method according to Claim 13, for reconstruction of topology of a teeth portion, comprising:

- determining surface topologies of at least a buccal surface and a lingual surface of the teeth portion;
- combining the surface topologies to obtain data representative of a three-dimensional structure of said teeth portion.

15. The method according to Claim 14, for obtaining data representative of a three-dimensional structure of a teeth portion with at least one missing tooth or a portion of a tooth.

16. The method according to Claim 15, wherein said data is used in a process of designing or manufacturing of a prostheses of said at least one missing tooth or a portion of a tooth.

17. The method according to Claim 16, wherein said prostheses is a crown or a bridge.

18. An apparatus for determining surface topology of a portion of a three-dimensional structure, comprising:

- a probing member with a sensing face;
- an illumination unit for providing an array of incident light beams transmitted towards the structure along an optical path through said probing unit to generate illuminated spots on said portion ;
- a light focusing optics defining one or more focal planes forward said probing face at a position changeable by said optics, each light beam having its focus on one of said one or more focal plane;
- a translation mechanism for displacing said focal plane relative to the structure along an axis defined by the propagation of the incident light beams;

- a detector having an array of sensing elements for measuring intensity of each of a plurality of light beamsreturning from said spots propagating through an optical path opposite to that of the incident light beams;
- a processor coupled to said detector for determining for each light beam a spot-specific position, being the position of the respective focal plane of said one or more focal planes yielding maximum measured intensity of the returned light beam, and based on the determined spot-specific positions, generating data representative of the topology of portion.

19. The apparatus according to Claim 18, wherein said illumination unit comprises a source emitting a parent light beam and a beam splitter for splitting the parent beam into said array of incident light beams.

20. The apparatus according to Claim 19, wherein said illumination unit comprises a grating or microlens array.

21. The apparatus according to any one of Claims 18-20, comprising a polarizer for polarizing said incident light beams are polarized.

22. The apparatus according to Claim 21, comprising a polarization filter for filtering out from the returned light beams light components having the polarization of the incident light beams.

23. The apparatus according to any one of Claim 18-22, wherein the illumination unit comprises at least two light sources and each of said incident beams is composed of light components from the at least two light sources.

24. The apparatus according to Claim 23, wherein the at least two light sources emit each a light component of different wavelength.

25. The apparatus according to Claim 24, wherein said light directing optics defines a different focal plane for each light component and the detector independently detects intensity of each light components.

26. The apparatus according to Claim 23, wherein the at least two light sources are located so as to define optical paths of different lengths for the incident light beams emitted by each of the at least two light sources.

27. The apparatus according to any one of Claims 18-26, wherein said focusing optics operates in a telecentric confocal mode.

28. The apparatus according to any one of Claims 18-27, wherein said light directing optics comprises optical fibers.

29. The apparatus according to any one of Claims 18-28, wherein said sensing elements are an array of charge coupled devices (CCD).

30. The apparatus according to Claim 29, wherein, said detector unit comprises a pinhole array, each pinhole corresponding to one of the CCDs in the CCD array.

31. The apparatus according to any one of Claims 18-30, comprising a unit for generating data for transmission to CAD/CAM device.

32. The apparatus according to Claim 31, comprising a communication port of a communication medium.

33. The apparatus according to any one of Claims 18-32, for determining surface topology of a teeth portion, comprising an optical probing memeber for placing proximal to the teeth.

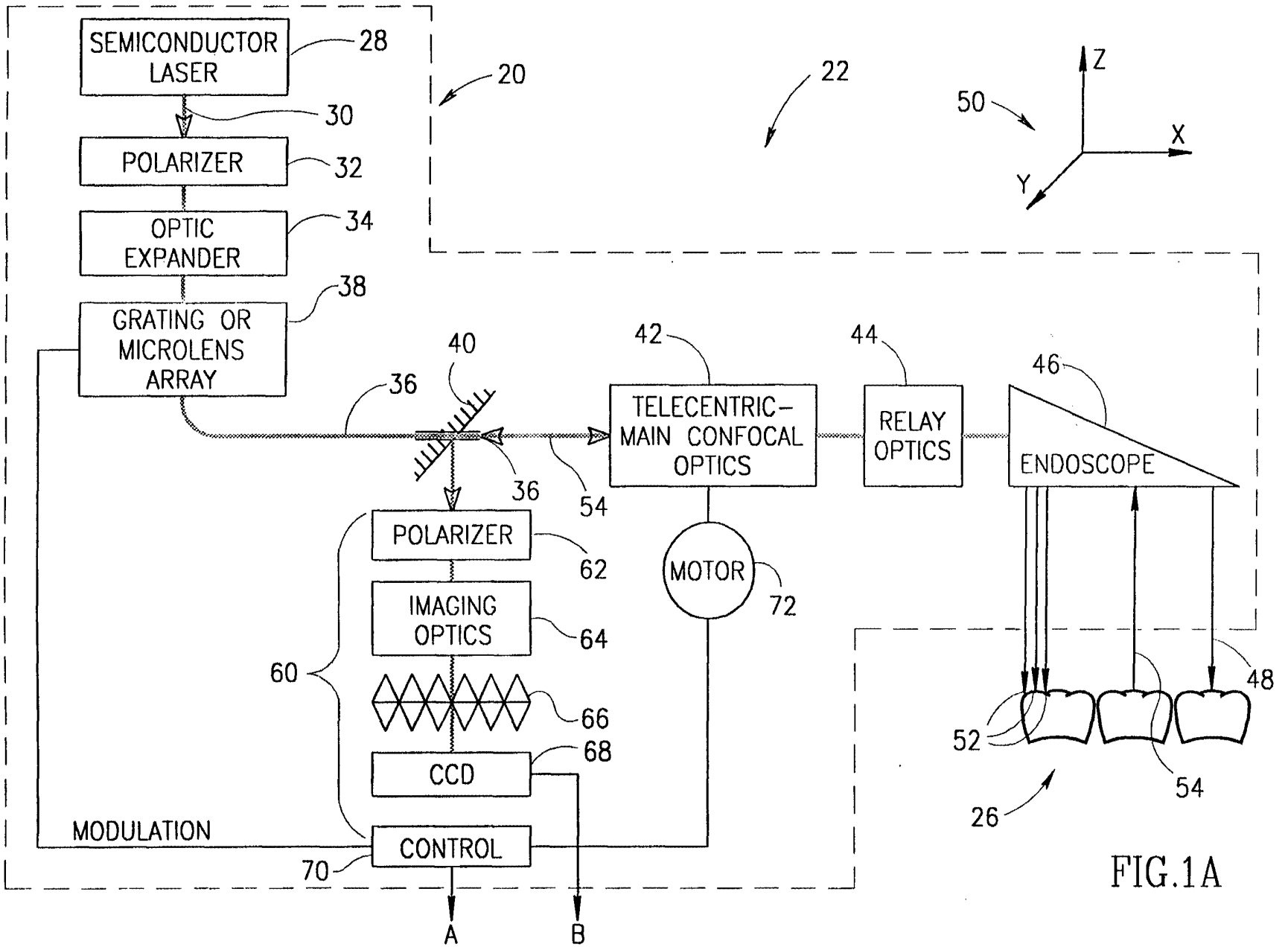

SEMICONDUCTOR LASER
28
20
22
50
Z
X
Y
30
POLARIZER
32
OPTIC EXPANDER
34
GRATING OR MICROLENS ARRAY
38
40
42
44
46
36
TELECENTRIC– MAIN CONFOCAL OPTICS
RELAY OPTICS
ENDOSCOPE
36
54
POLARIZER
62
MOTOR
72
IMAGING OPTICS
64
60
48
66
52
68
CCD
54
26
MODULATION
CONTROL
70
A
B

FIG.1A

1/5

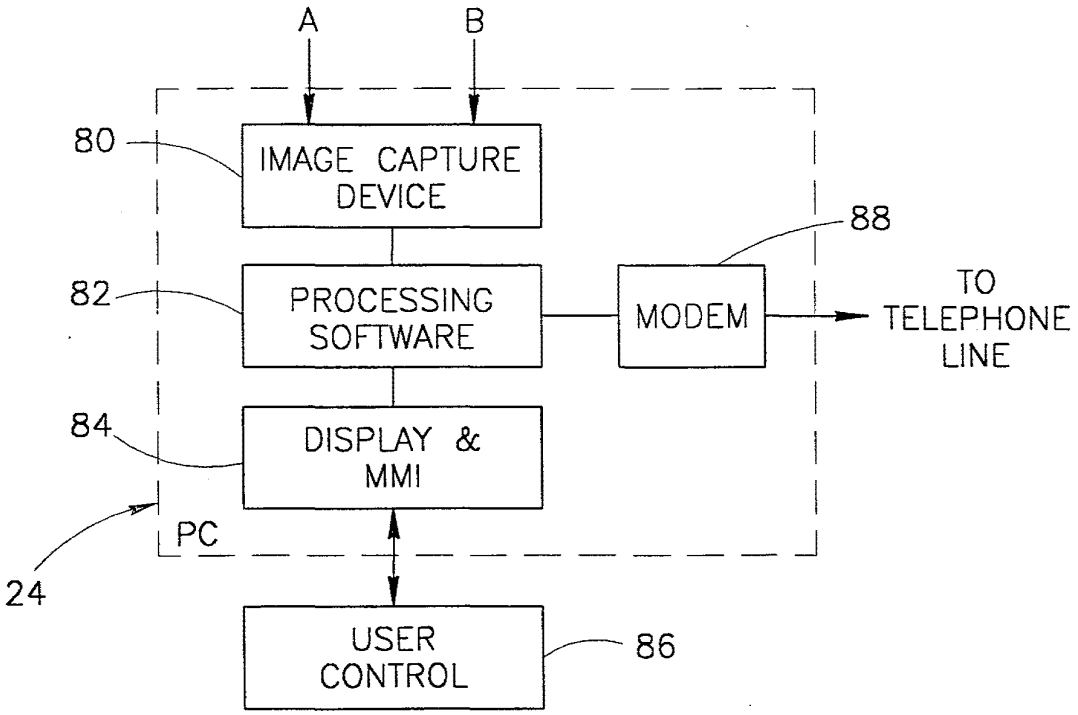

A
B
80
IMAGE CAPTURE DEVICE
88
82
PROCESSING SOFTWARE
MODEM
TO TELEPHONE LINE
84
DISPLAY & MMI
PC
24
USER CONTROL
86

FIG.1B

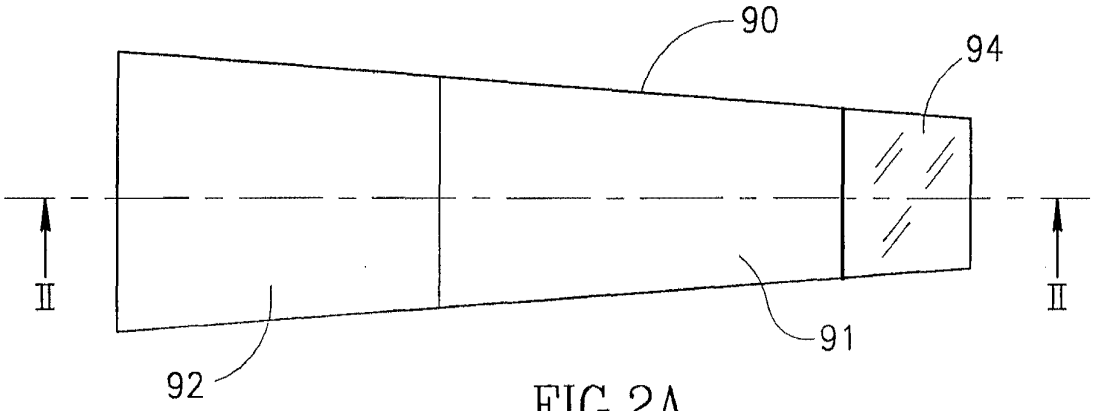


FIG.2A

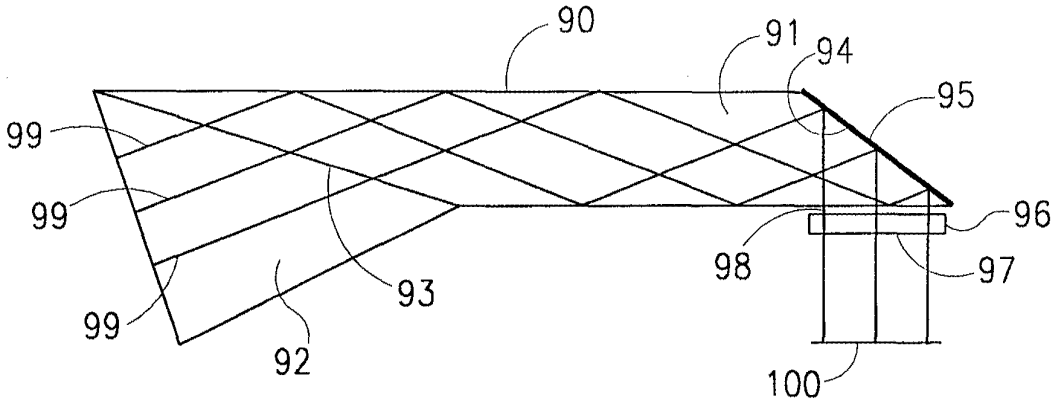


FIG.2B

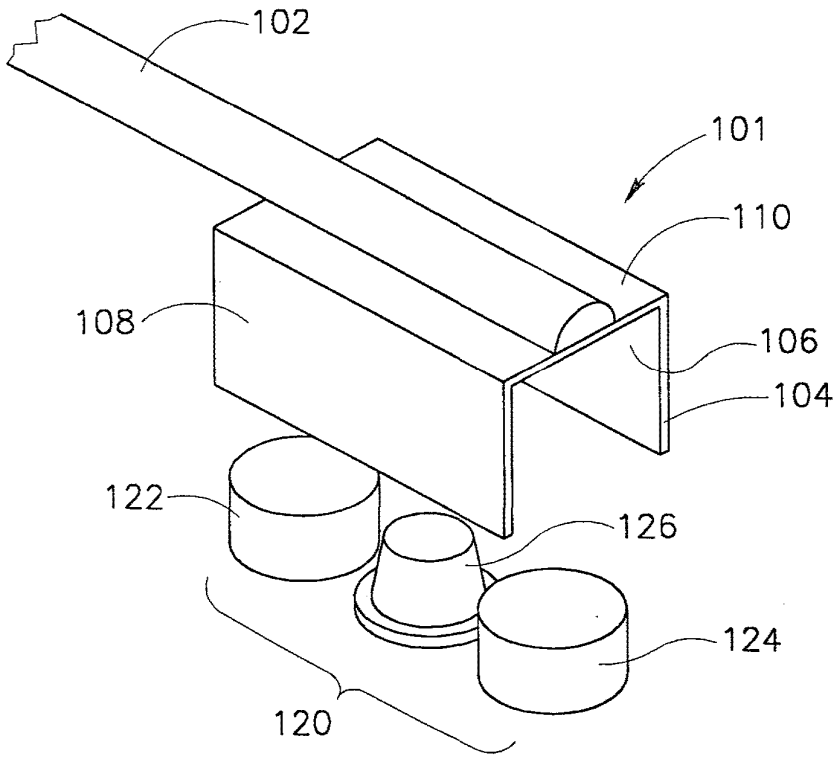


FIG.3

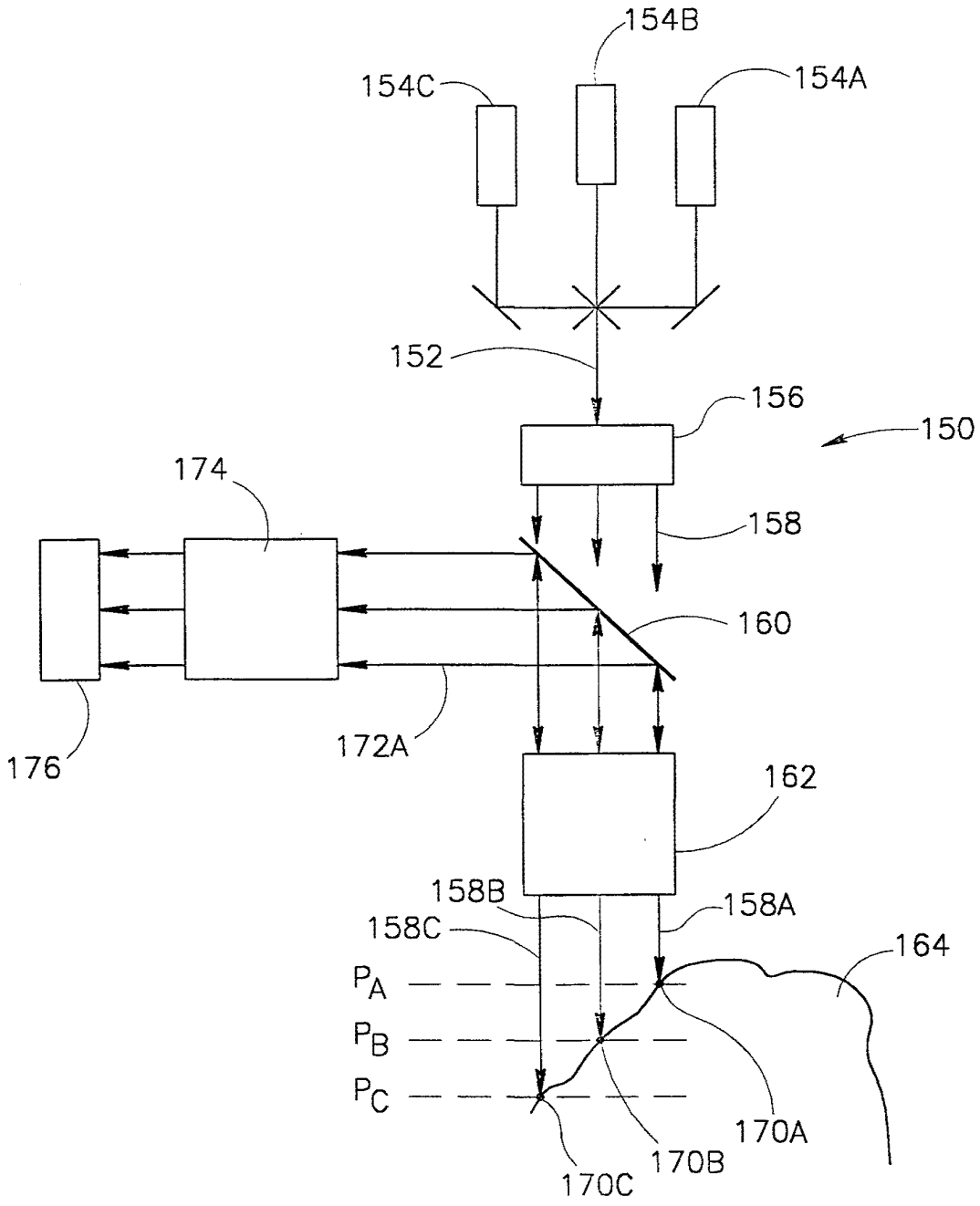

154B
154C
154A
152
156
150
174
158
160
176
172A
162
158B
158A
158C
164
P_A
P_B
P_C
170A
170B
170C

FIG.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No
PCT/IL 99/00431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01B11/24 A61C13/00 A61C19/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01B A61C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 679 864 A (KOMATSU) 2 November 1995 (1995-11-02) column 2, line 9 - line 27; figure 25	1,18
X	GB 2 321 517 A (YOKOGAWA) 29 July 1998 (1998-07-29) figures 3,6,7	1-3, 18-21
A	DE 196 38 758 A (RUBBERT) 19 March 1998 (1998-03-19) figure 4	1,18
A	US 4 575 805 A (MOERMANN ET AL.) 11 March 1986 (1986-03-11) column 9, line 61 -column 10, line 42	13

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 November 1999	06/12/1999

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Mielke, W

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter onal Application No
PCT/IL 99/00431

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 144 537 A (ISTITUTO) 6 March 1985 (1985-03-06) page 2, line 26 - line 49; figure 2	5,23
A	US 5 737 084 A (TAKAOKA) 7 April 1998 (1998-04-07) figures 5-7	20
A	DE 196 50 391 A (LEICA) 10 June 1998 (1998-06-10) figure 1	
A	DE 196 40 495 A (LEICA) 9 April 1998 (1998-04-09) figure 1	
A	WO 97 37264 A (KOMATSU) 9 October 1997 (1997-10-09) figure 1	
A	US 5 381 236 A (OXFORD SENSOR) 10 January 1995 (1995-01-10) column 3, line 21 - line 44; figure 1	

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Interr ...nal Application No
PCT/IL 99/00431

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0679864 A	02-11-1995	US 5659420 A	19-08-1997
		WO 9509346 A	06-04-1995
		JP 7181023 A	18-07-1995
GB 2321517 A	29-07-1998	NONE	
DE 19638758 A	19-03-1998	AU 4111497 A	02-04-1998
		WO 9811403 A	19-03-1998
		EP 0935736 A	18-08-1999
US 4575805 A	11-03-1986	AT 14073 T	15-07-1985
		EP 0054785 A	30-06-1982
		JP 1665145 C	19-05-1992
		JP 3017494 B	08-03-1991
		JP 57173053 A	25-10-1982
GB 2144537 A	06-03-1985	IT 1198660 B	21-12-1988
		DE 3428593 A	14-02-1985
		FR 2550332 A	08-02-1985
US 5737084 A	07-04-1998	JP 9096512 A	08-04-1997
		JP 9126739 A	16-05-1997
		JP 9257440 A	03-10-1997
		US 5946100 A	31-08-1999
DE 19650391 A	10-06-1998	WO 9825171 A	11-06-1998
		EP 0943113 A	22-09-1999
DE 19640495 A	09-04-1998	WO 9814132 A	09-04-1998
WO 9737264 A	09-10-1997	JP 9264720 A	07-10-1997
US 5381236 A	10-01-1995	AU 1195892 A	07-09-1992
		DE 69207176 D	08-02-1996
		DE 69207176 T	04-07-1996
		EP 0571431 A	01-12-1993
		WO 9214118 A	20-08-1992
		JP 6505096 T	09-06-1994
		JP 6506287 T	14-07-1994

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	1255075
Application Number:	11469870
International Application Number:	
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor/Applicant Name:	Eric B. Paley
Customer Number:	43520
Filer:	Robert A. Mazzarese/John Nortrup
Filer Authorized By:	Robert A. Mazzarese
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02
Receipt Date:	16-OCT-2006
Filing Date:	03-SEP-2006
Time Stamp:	16:25:20
Application Type:	Utility

Payment information:

Submitted with Payment	no

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Transmittal letter	BRNT-0004-P02_101606_IDSCommunication.pdf	81875	no	2
Warnings:					

Information:					
2	Information Disclosure Statement (IDS) Filed	BRNT-0004-P02_101606_IDS1449.pdf	125306	no	1
Warnings:					
Information:					
This is not an USPTO supplied IDS fillable form					
3	Foreign Reference	BRNT-0004-P02_101606_EP0837659B1.pdf	379414	no	7
Warnings:					
Information:					
4	Foreign Reference	BRNT-0004-P02_101606_WO00008415A1.pdf	1133837	no	29
Warnings:					
Information:					
5	NPL Documents	BRNT-0002-P01_010106_Reference1.pdf	624419	no	4
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	2344851		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Eric B. Paley	Examiner:	Unknown
Serial No.:	11/469,870	Group Art Unit:	3732
Filed:	September 3, 2006	Docket:	BRNT-0004-P02
Title:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

In compliance with the duty imposed by 37 C.F.R. § 1.56, and in accordance with 37 C.F.R. §§ 1.97 *et. seq.*, the referenced materials are brought to the attention of the Examiner for consideration in connection with the above-identified patent application. Applicant respectfully requests that this Information Disclosure Statement be entered and the documents listed on the attached Form 1449 be considered by the Examiner and made of record. Pursuant to the provisions of MPEP 609, Applicant requests that a copy of the 1449 form, initialed as being considered by the Examiner, be returned to the Applicant with the next official communication.

Pursuant to 37 C.F.R. §1.97(b), it is believed that no fee or statement is required with the Information Disclosure Statement. The Examiner is invited to contact the Applicant's Representative at the below-listed telephone number if there are any questions regarding this communication.

Pursuant to 37 C.F.R. 1.98(a)(2), Applicant believes that copies of cited U.S. Patents and Published Applications are no longer required to be provided to the Office. Notification of this change was provided in the United States Patent and Trademark Office OG Notices dated October 12, 2004. Thus, Applicant has not included copies of any US Patents or Published Applications cited with this submission. Should the Office require copies to be provided, Applicant respectfully requests that notice of such requirement be directed to Applicant's below-

signed representative. Applicant acknowledges the requirement to submit copies of foreign patent documents and non-patent literature in accordance with 37 C.F.R. 1.98(a)(2).

Respectfully submitted,

Strategic Patents, P.C.

Date October 16, 2006

By /John Nortrup/
John H. Nortrup
Reg. No. 59,063
781-453-9993

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371 (c) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTORNEY DOCKET NUMBER
11/469,870	09/03/2006	Eric B. Paley	BRNT-0004-P02

CONFIRMATION NO. 7128

FORMALITIES LETTER

43520
STRATEGIC PATENTS P.C..
C/O PORTFOLIOIP
P.O. BOX 52050
MINNEAPOLIS, MN 55402

Date Mailed: 09/22/2006

NOTICE TO FILE MISSING PARTS OF NONPROVISIONAL APPLICATION

FILED UNDER 37 CFR 1.53(b)

Filing Date Granted

Items Required To Avoid Abandonment:

An application number and filing date have been accorded to this application. The item(s) indicated below, however, are missing. Applicant is given **TWO MONTHS** from the date of this Notice within which to file all required items and pay any fees required below to avoid abandonment. Extensions of time may be obtained by filing a petition accompanied by the extension fee under the provisions of 37 CFR 1.136(a).

- The statutory basic filing fee is missing.
  Applicant must submit $ **75** *to complete the basic filing fee for a small entity.*
- The oath or declaration is missing. *A properly signed oath or declaration in compliance with 37 CFR 1.63, identifying the application by the above Application Number and Filing Date, is required.*
  Note: If a petition under 37 CFR 1.47 is being filed, an oath or declaration in compliance with 37 CFR 1.63 signed by all available joint inventors, or if no inventor is available by a party with sufficient proprietary interest, is required.

The applicant needs to satisfy supplemental fees problems indicated below.

The required item(s) identified below must be timely submitted to avoid abandonment:

- Additional claim fees of **$50** as a small entity, including any required multiple dependent claim fee, are required. Applicant must submit the additional claim fees or cancel the additional claims for which fees are due.
- To avoid abandonment, a surcharge (for late submission of filing fee, search fee, examination fee or oath or declaration) as set forth in 37 CFR 1.16(f) of $65 for a small entity in compliance with 37 CFR 1.27, must be submitted with the missing items identified in this letter.

SUMMARY OF FEES DUE:

Total additional fee(s) required for this application is **$540** for a small entity

- **$75** Statutory basic filing fee.

- **$65** Surcharge.

- The application search fee has not been paid. Applicant must submit **$250** to complete the search fee.
- The application examination fee has not been paid. Applicant must submit **$100** to complete the examination fee for a small entity in compliance with 37 CFR 1.27.

- Total additional claim fee(s) for this application is **$50**

  - **$50** for **2** total claims over 20.

Replies should be mailed to: Mail Stop Missing Parts
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria VA 22313-1450

A copy of this notice MUST be returned with the reply.

Office of Initial Patent Examination (571) 272-4000, or 1-800-PTO-9199, or 1-800-972-6382
PART 3 - OFFICE COPY

REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA

RELATED APPLICATIONS

[0001] This application claims the benefit of commonly-owned U.S. Prov. App. No. 60/761,078 filed on January 20, 2006, the entire contents of which are incorporated by reference.

BACKGROUND

1. Field of the Invention.

[0002] The invention relates to three-dimensional data acquisition and more particularly to uses of superposition as a visualization techniques to aid in capture and refinement of three-dimensional data.

2. Description of the Related Art.

[0003] A wide range of techniques exist for acquiring three-dimensional data from a subject. These techniques range from active techniques that actively control an imaging stimulus such as structured laser illumination, x-rays, ultrasound, or magnetic resonance) to passive techniques that operate directly on video data captured from one or more cameras. One broad category of techniques employs continuous scanning in which incremental three-dimensional data is acquired and assembled into a full three-dimensional model.

[0004] In this latter category, regardless of the particular sensing technology, a scanning process can be divided into abstract steps of incremental data capture, incremental derivation of three-dimensional data, and registration of the incremental data to a common coordinate system. The final registration step brings the incremental data together into a single three-dimensional model of a scan subject.

[0005] Current techniques generally separate acquisition from registration, with registration being performed in a post-processing step separate from data acquisition. While this permits relatively exhaustive processing, it poses a significant disadvantage because accuracy and completeness of the overall scan cannot be evaluated until after the scan has been completed. Unrecoverable errors or gaps in incremental data cannot be identified and fixed without initiating a new scan, possibly a full scan to completely

replace the defective results. In commercial applications, where scheduling a common time and location for a scan subject and scanning hardware may pose logistical difficulties, this may increase the effective cost of scanning and inconvenience any parties involved.

[0006] In certain instances, this difficulty may be addressed by using robotics, independent references, or other techniques to determining the position of a scanning device within a global coordinate system. In addition to imposing further equipment costs, this approach can only be used to continue a previous scan if the subject of the scan has retained its position and orientation within the same global coordinate system.

[0007] There remains a need for real time visual feedback systems to support continuous three-dimensional scanning. There also remains a need for improved guidance and visual feedback systems for use with particular three-dimensional imaging applications, such as digital dentistry.

SUMMARY

[0008] The systems and methods disclosed herein provide real time display of three-dimensional dental data acquired intraorally from a dental patient.

BRIEF DESCRIPTION OF THE FIGURES

[0009] The invention and the following detailed description of certain embodiments thereof may be understood by reference to the following figures.

[0010] Fig. 1 shows a dental image capture system.

[0011] Fig. 2 depicts a view of a user interface for an image capture system.

[0012] Fig. 3 depicts a view of a user interface for an image capture system.

[0013] Fig. 4 depicts a view of a user interface for an image capture system during an acquisition of three-dimensional data.

[0014] Fig. 5 depicts a view of a user interface for an image capture system during an evaluation.

[0015] Fig. 6 depicts a dental model in digital form.

[0016] Fig. 7 depicts a cross-section of a digital dental model.

[0017] Fig. 8 depicts a visualization technique for locating holes in a digital surface representation of dental subject matter.

[0018] Fig. 9 depicts a visualization technique using a simulated external illumination.

DETAILED DESCRIPTION

[0019] The following description relates to an array of visual feedback techniques to assist in acquiring and analyzing three-dimensional data. While the description emphasizes continuous scanning and dental applications, it will be appreciated that the inventive concepts disclosed herein are not limited to the specific embodiments disclosed. For example, the dental visualization systems described herein may be supported by any imaging technology capable of capturing three-dimensional dental data of suitable precision and detail. Similarly, the diagnostically oriented techniques disclosed herein, such as analysis of surface preparations or occlusion of arches, may be useful deployed in other contexts, including medical applications, three-dimensional animation modeling, custom, rapid manufacturing processes, and so forth. In addition, while numerous combinations and variations of imaging technologies and dental applications are described, it will be appreciated that other combinations of the specific scanning, processing, and visualization techniques described herein may be used, and that such variations are intended to fall within the scope of this disclosure.

[0020] In the following description, the term "image" generally refers to a two-dimensional set of pixels forming a two-dimensional view of a subject within an image plane. The term "image set" generally refers to a set of related two dimensional images that might be resolved into three-dimensional data. The term "point cloud" generally refers to a three-dimensional set of points forming a three-dimensional view of the subject, such as might be reconstructed from a number of two-dimensional views. In a three-dimensional image capture system, a number of such point clouds may also be registered and combined into an aggregate point cloud constructed from images captured by, for example, a moving camera. Thus it will be understood that pixels generally refer to two-dimensional data and points generally refer to three-dimensional data, unless another meaning is specifically indicated or otherwise clear from the context.

[0021] The terms "three-dimensional surface representation", "digital surface representation", "three-dimensional surface map", and the like, as used herein, are intended to refer to any three-dimensional surface map of an object, such as a point cloud of surface data, a set of two-dimensional polygons, a particle system, or any other renderable primitives or other data representing all or some of the surface of an object, as might be obtained through the capture and/or processing of three-dimensional scan data, unless a different meaning is explicitly provided or otherwise clear from the context.

[0022] A "three-dimensional representation" may include any of the three-dimensional surface representations described above, as well as volumetric, vector, and/or other representations, unless a different meaning is explicitly provided or otherwise clear from the context.

[0023] In general, the terms "render" or "rendering" refer to a two-dimensional visualization of a three-dimensional object, such as for display on a monitor. However, it will be understood that stereoscopic, three-dimensional, and other rendering technologies exist, and may be usefully employed with the systems and methods disclosed herein to render objects in three dimensions. As such, rendering should be interpreted broadly unless a narrower meaning is explicitly provided or otherwise clear from the context.

[0024] The term "dental object", as used herein, is intended to refer broadly to subject matter specific to dentistry. This may include intraoral structures such as dentition, and more typically human dentition, such as individual teeth, quadrants, full arches, pairs of arches which may be separate or in various types of occlusion, soft tissue, and the like, as well bones and any other supporting or surrounding structures. As used herein, the term "intraoral structures" refers to both natural structures within a mouth as described above and artificial structures such as any of the dental objects described below that might be present in the mouth. Dental objects may include "restorations", which may be generally understood to include components that restore the structure or function of existing dentition, such as crowns, bridges, veneers, inlays, onlays, amalgams, composites, and various substructures such as copings and the like, as well as temporary restorations for use while a permanent restoration is being fabricated. Dental objects may also include a "prosthesis" that replaces dentition with removable or permanent structures, such as dentures, partial dentures, implants, retained dentures, and the like.

Dental objects may also include "appliances" used to correct, align, or otherwise temporarily or permanently adjust dentition, such as removable orthodontic appliances, surgical stents, bruxism appliances, snore guards, indirect bracket placement appliances, and the like. Dental objects may also include "hardware" affixed to dentition for an extended period, such as implant fixtures, implant abutments, orthodontic brackets, and other orthodontic components. Dental objects may also include "interim components" of dental manufacture which may not be intraoral structures as described above, such as dental models (full and/or partial), wax-ups, investment molds, and the like, as well as trays, bases, dies, and other components employed in the fabrication of restorations, prostheses, and the like. Dental objects may be categorized in a number of ways. For example, dental objects may be categorized as natural dental objects such as the teeth, bone, and other intraoral structures described above and artificial dental objects such as the restorations, prostheses, appliances, hardware, and interim components of dental manufacture as described above. Similarly, dental objects may be categorized intraoral dental objects (which may be natural or artificial) and extraoral dental objects (which are generally but not exclusively artificial).

[0025] Terms such as "digital dental model", "digital dental impression" and the like, are intended to refer to three-dimensional representations of dental objects that may be used in various aspects of acquisition, analysis, prescription, and manufacture, unless a different meaning is otherwise provided or clear from the context. Terms such as "dental model" or "dental impression" are intended to refer to a physical model, such as a cast, printed, or otherwise fabricated physical instance of a dental object. Unless specified or otherwise clear from the context, the term "model", when used alone, may refer to either or both of a physical model and a digital model.

[0026] Fig. 1 shows an image capture system. In general, the system 100 may include a scanner 102 that captures images of a subject 104 within an image plane 106, and forwards the images to a computer 108, which may include a display 110 and one or more user input devices such as a mouse 112 or a keyboard 114.

[0027] The scanner 102 may include any camera or camera system suitable for capturing images from which a three-dimensional point cloud may be recovered. For example, the scanner 102 may employ a multi-aperture system as disclosed, for example,

in U.S. Pat. Pub. No. 20040155975 to Hart et al., the entire contents of which is incorporated herein by reference. While Hart discloses one multi-aperture system, it will be appreciated that any multi-aperture system suitable for reconstructing a three-dimensional point cloud from a number of two-dimensional images may similarly be employed, including systems with moving apertures, fixed apertures, and/or electro-mechanically shuttered apertures. In one multi-aperture embodiment, the scanner 102 may include a plurality of apertures including a center aperture positioned along a center optical axis of a lens and any associated imaging hardware. The scanner 102 may also, or instead, include a stereoscopic, triscopic or other multi-camera or other configuration in which a number of cameras or optical paths are maintained in fixed or moving relation to one another to obtain two-dimensional images of an object from a number of slightly different perspectives. The scanner 102 may include suitable processing for deriving a three-dimensional point cloud from an image set or a number of image sets, or each two-dimensional image set may be transmitted to an external processor such as contained in the computer 108 described below. In other embodiments, the scanner 102 may employ structured light, laser scanning, direct ranging (e.g., time of flight in a known direction), or any other technology suitable for acquiring three-dimensional data, or two-dimensional data that can be resolved into three-dimensional data.

[0028] In one embodiment, the scanner 102 is a handheld, freely positionable probe having at least one user input device, such as a button, lever, dial, thumb wheel, switch, or the like, for user control of the image capture system 100 such as starting and stopping scans. In an embodiment, the scanner 102 may be shaped and sized for dental scanning. More particularly, the scanner may be shaped and sized for intraoral scanning and data capture, such as by insertion into a mouth of an imaging subject and passing the imaging plane 106 over one or more intraoral structures at a suitable distance to acquire surface data from teeth, gums, and so forth. The scanner 102 may, through such a continuous acquisition process, capture a point cloud of surface data having sufficient spatial resolution and accuracy to prepare dental objects such as prosthetics, hardware, appliances, and the like therefrom, either directly or through a variety of intermediate processing steps. In other embodiments, surface data may be acquired from a dental

model such as a dental prosthetic, to ensure proper fitting using a previous scan of corresponding dentition, such as a tooth surface prepared for the prosthetic.

[0029] Although not shown in Fig. 1, it will be appreciated that a number of supplemental lighting systems may be usefully employed during image capture. For example, environmental illumination may be enhanced with one or more spotlights illuminating the subject 104 to speed image acquisition and improve depth of field (or spatial resolution depth). The scanner 102 may also, or instead, include a strobe, flash, or other light source to supplement illumination of the subject 104 during image acquisition. In other structured light systems, the illumination may be in the form of an array of laser beams that form a pattern on a surface, which pattern may be employed to recover three-dimensional data from the surface. Other systems employ a single laser beam along with directional information to gather point-by-point direction and range information. All such imaging systems may be usefully employed to acquire three-dimensional data as described herein.

[0030] The subject 104 may be any object, collection of objects, portion of an object, or other subject matter. While illustrated in Fig. 1 as a simple geometric form, the subject 104 may include much more complex surfaces, and any number of separate elements. For example, in a dental imaging application, the subject 104 may include a tooth, a quadrant of teeth, or a full collection of teeth including two opposing arches from which a virtual dental impression is desired. The subject 104 may also, or instead, include a dental prosthesis such as an inlay, a crown, or any other dental prosthesis, implant, or the like. The subject 104 may include a dental model, such as a plaster cast, wax-up, impression, or negative impression of a tooth, teeth, soft tissue, or some combination of these. An optical or textured imaging agent may optionally be applied to surfaces of the subject 104 to improve capture of three dimensional points. In other embodiments, the subject 104 may be a human head, or a portion thereof, from which a three-dimensional model may be acquired for custom fitting of a hearing aid, eyeglasses, goggles, or the like. In other embodiments, the subject 104 may be a physical model of an object for use in digital animation, such as a miniature, physical model for use in a three-dimensional digital animation process. From the preceding examples, it will be apparent that a system using the techniques described herein may be suitably adapted to a

wide range of applications for relatively short range, high resolution three-dimensional image acquisition. However, one skilled in the art will appreciate that suitable adaptations to the image capture system 100 may be made for a variety of other three-dimensional imaging applications based upon multi-aperture or multi-camera systems, as well as other three-dimensional imaging systems and technologies, and all such variations are intended to fall within the scope of this disclosure.

[0031] The image plane 106 may include a two-dimensional field of view of the scanner 102. It will be appreciated that the term "image plane" as used in this paragraph, refers to a plane in the imaging environment rather than a plane within an optical sensor (such as film or sensors) where an image is captured. Though illustrated as a rectangle the image plane 106 may, for example, form a square, a circle, or any other geometry provided by the scanner 102. In general, the scanner 102 will have a depth of field or range of depth resolution that, together with the field of view 106, specifies a measurement volume of the scanner 102. The depth of field may vary with environmental conditions such as lighting (ambient or artificial), the texture or optical properties of the imaging subject, and so forth. It will further be understood that the term "field of view", as used herein may refer to a two-dimensional field such as an internal plane within the optics of an imaging system, an external plane such as a field in an imaging environment, or a region in a display, or may refer to a three-dimensional region such as a current measurement volume in an imaging environment. Thus, "field of view" as used herein should be interpreted in the broadest sense possible, unless a more specific meaning is explicitly provided, or otherwise clear from the context.

[0032] The computer 108 may be, for example, a personal computer or other processing device. In one embodiment, the computer 108 includes a personal computer with a dual 2.8GHz Opteron central processing unit, 2 gigabytes of random access memory, a TYAN Thunder K8WE motherboard, and a 250 gigabyte, 10,000 rpm hard drive. This system may be operated to capture approximately 1,500 points per image set in real time using the techniques described herein, and store an aggregated point cloud of over one million points. As used herein, the term "real time" means generally with no observable latency between processing and display. In a video-based scanning system, real time more specifically refers to processing within the time between frames of video

data, which may vary according to specific video technologies, but may generally be considered to fall between about ten frames per second and about thirty frames per second for many of the applications described herein. More generally, processing capabilities of the computer 108 may vary according to the size of the subject 104, the speed of image acquisition, and the desired spatial resolution of three-dimensional points. The computer 108 may also include peripheral devices such as a keyboard 114, display 110, and mouse 112 for user interaction with the camera system 100. The display 110 may be a touch screen display capable of receiving user input through direct, physical interaction with the display 110.

[0033] Communications between the computer 108 and the scanner 102 may use any suitable communications link including, for example, a wired connection or a wireless connection based upon, for example, IEEE 802.11 (also known as wireless Ethernet), BlueTooth, or any other suitable wireless standard using, e.g., a radio frequency, infrared, ultrasound or other wireless communication medium. In medical imaging or other sensitive applications, wireless image transmission from the scanner 102 to the computer 108 may be secured. The computer 108 may generate control signals to the scanner 102 which, in addition to image acquisition commands, may include conventional camera controls such as focus or zoom.

[0034] In an example of general operation of a three-dimensional image capture system 100, the scanner 102 may acquire two-dimensional image sets at a video rate while the scanner 102 is passed over a surface of the subject. The two-dimensional image sets may be forwarded to the computer 108 for derivation of three-dimensional point clouds. The three-dimensional data for each newly acquired two-dimensional image set may be derived and fitted or "stitched" to existing three-dimensional data using a number of different techniques. One useful example of such a technique is described in commonly-owned U.S. App. No. 11/270,135, filed on November 9, 2005, the entire contents of which is incorporated herein by reference. However, it will be appreciated that this example is not limiting, and that the principles described herein may be applied to a wide range of three-dimensional image capture systems. It will also be understood that terms such as "video" or "video rate" imply a wide range of possible frame rates associated with such video. While most modern video formats employ a frame rate of 25

to 30 frames per second, early video employed frame rates as low as 8 frames per second, and movies of the early 1900's varied from 12 to 18 frames per second. In addition, it is common for specialized imaging equipment to employ a rate adapted to the computational demands of particular imaging and rendering techniques, and some video systems operate with frame rates anywhere from 4 frames per second (for computationally extensive imaging systems) to 100 frames per second or higher (for high-speed video systems). As used herein, the terms video rate and frame rate should be interpreted broadly. Notwithstanding this broad meaning, it is noted that useful and visually pleasing three-dimensional imaging systems have been constructed according to the foregoing with frame rates of at least ten frames per second, frame rates of at least twenty frames per second, and frame rates between 25 and 30 frames per second.

[0035] It will be appreciated that the ability of certain systems, such as multiaperture camera systems, to derive three-dimensional data from two-dimensional video image sets may depend in part on an ability to establish correspondence of surface points between image pairs (or triplets, and so on). The process of establishing point correspondences may be improved by identifying, within the processing system, unique features of the surface upon which correspondence may be based. In certain aspects, distinguishing features of teeth at varying levels of detail may be employed to enhance this process. However, this process depends on an ability to locate such distinguishable features. The process of establishing point correspondences may also, or instead, be enhanced by the addition of optically detectable features thereto, which may be as simple as artificial black dots distributed over a white or relatively light surface. In a dental context, this may be achieved with a spray, powder, mouth rinse, or the like that distributes optically detectable matter across the dentition or other dental object to be scanned. By randomly distributing such small, distinguishable dots across the surface, the likelihood of locating distinguishable features in a particular image set may be significantly improved, thus improving the speed and accuracy of the overall three-dimensional data acquisition process.

[0036] From time to time in continuous or incremental data acquisition systems, the fitting or stitch between two frames may fail for reasons described in greater detail below. In such situations, a user may be notified through visual feedback that a recover

mode has been entered. In the recover mode, the system 100 may seek to reacquire the previous scan by test fitting new scan data to previously acquired data, and providing visual feedback to a user to assist in navigating back to a scan location on the subject where the re-acquisition is being attempted. In a related landing mode, a user may attempt to initiate a new scan registered or connected to an existing three-dimensional model. Similar visual feedback tools may be provided to guide a user to an appropriate scan location, and notify a user when the scan has been reacquired. These techniques are described in greater detail in commonly-owned U.S. App. No. 11/383,623, filed on May 16, 2006, incorporated herein by reference in its entirety. Other suitable techniques may be employed for navigation, controlling scan quality, analyzing scanned subject matter, and manipulating scanned models, various embodiments of which are described in greater detail below.

[0037] The display 110 may include any display suitable for video or other rate rendering at a level of detail corresponding to the acquired data or a rendered version of the acquired data. Suitable displays include cathode ray tube displays, liquid crystal displays, light emitting diode displays, plasma displays, and the like. In some embodiments, the display may include a touch screen interface using, for example capacitive, resistive, or surface acoustic wave (also referred to as dispersive signal) touch screen technologies, or any other suitable technology for sensing physical interaction with the display 110. In addition, where three-dimensional visualization is desired, the display 110 may include a three-dimensional display using a wide variety of techniques including stereo pair imaging, holographic imaging, and multiplanar or volumetric imaging, each with a number of rendering modalities that may be usefully employed with the systems described herein.

[0038] Fig. 2 depicts a view of a user interface for an image capture system. The user interface 200 may include a window 202 rendered on a monitor such as the display 110 of Fig. 1. Within the window 202, a video image may be displayed including a measurement volume of a scanner, such as the image plane 106 of the scanner 102 of Fig. 1. Within the field of view or measurement volume, a video or other image of a subject such as the subject 104 of Fig. 1 may be displayed. However, as depicted in Fig.

2, no image acquisition steps have been initiated, so the window 202 remains blank except for various controls which will be described below.

[0039] Scanning controls may include, for example, a scan control 204, a pause control 206, a stop control 208, a clear control 210, a save control 212, and a retrieve control 214. The scan control 204 may initiate a three-dimensional scan. The pause control 206 may temporarily discontinue a scan in a manner that permits subsequent reacquisition of a continuous scanning process. The paused scan may exhibit a number of visual properties. For example, the video image may be frozen, or the video image may continue to display current video information while a point cloud or other scan data remains frozen, or the screen may go entirely blank, or some combination of these, all according to user preferences or a particular implementation. In general, a paused scan may remain active so that a user may resume the scan. By contrast, if a user activates the stop control 208, the scan may be terminated, such that a user would have to retrieve the scan, such as using the retrieve control 214 in order to continue adding data thereto. The save control 212 may store a scan and any related data for subsequent use. These controls may operate as buttons that a user activates to perform the indicated function, such as through a mouse click or, where the display 110 is a touchscreen, by direct physical interaction with the display 110. It will be appreciated that activation of the control may create a pop-up window, or provide drop down lists, radio buttons, text input fields, and any other controls suitable for parameterizing the particular selection. Thus for example, where a user activates the save control 212, a text box may appear for a user to enter a filename, directory or path information, and the like for saving any related data. Numerous techniques for organizing user interfaces and providing controls within a user interface are known in the art, and may be suitably adapted to the interface 200 described herein.

[0040] A number of navigation controls may be provided, such as a zoom out control 216, a zoom in control 218, a zoom indicator 220, a rotate control 222, a pan control 224, and a reset control 226. These controls may be used to view an acquired three-dimensional representation after a scan has been completed or, where a pause/resume feature is provided, during a scan. The reset control 226 may, for example,

restore a view of a three-dimensional representation to a global coordinate system, or to a most recent view from which data was acquired during a scan.

[0041] A number of range finding visualizations may also be included that provide visual cues related to one or more scanning parameters of an image capture system. These visualizations may be rendered in real time, e.g., at the video rate of the image capture system, to provide real time user feedback and guidance with respect to proper orientation and positioning of a scanner during a scan. The user feedback may improve the quality and speed of data acquisition, particularly during continuous scanning operations that acquire a full three-dimensional representation of a subject as a sequence of fitted three-dimensional surface samples. These visual cues may be particularly useful in continuous three-dimensional data acquisition systems based upon camera motion estimation or similar techniques. In such techniques, sequential frames of data are registered to one another using various processing techniques such as those described in commonly owned U.S. App. No. 11/270,135, filed on November 9, 2005. This works well provided three-dimensional data can be successfully resolved from each sequential frame of image data, and there is sufficiently small displacement of the scanner that the data from sequential frames overlaps in three-dimensional space. However, when this "stitching" of sequential frames is lost, such as due to an operator moving outside the proper scanning distance, it can be very difficult to recover the continuous acquisition. Visualization tools that guide a user toward maintaining proper scanning distance advantageously promote a continuous, uninterrupted acquisition of three-dimensional data for an entire surface of interest.

[0042] For example, within a window 230 that shows a current video image from the image plane 106 of the scanner 102 (which is blank in Fig. 2, as the system has not started a scan), a volume 232 of space, such as the box depicted in Fig. 2, for which quality scan data can be captured may be depicted in perspective. This volume 232 rendered within the imaging space may assist a user in positioning subject matter within the video image appropriately for data acquisition. In addition, sliders 234 may be animated along z-axis edges of the volume 232 to indicate a distance of points of three-dimensional data actually being acquired. This may be based on, for example, a mean distance of some or all of the points, a distance of a central point, a range of distances for

all or some of the points, or a distance of a point at each respective corner of the volume 232, such that the sliders 234 may move independently from one another during a scan. Distance calculations may be based on a current frame of image data, i.e., the most recently acquired data set, or an average of a predetermined number of immediately prior data sets, or upon all three-dimensional points of the three-dimensional surface representation falling within the volume 432 without regard to when they were acquired.

[0043] As another example, a dynamic object 236 such as a sphere or bullseye may be rendered in the center of the window 230. The dynamic object 236 may also, or instead, be positioned at another location within the window; however positioning the dynamic object 236 within the center of the window 230 advantageously permits a user to receive visual feedback from the dynamic object 236 without looking away from current video of the subject being scanned.

[0044] A number of useful animations may be provided by the dynamic object 236 to give user feedback to an operator of the image capture system 100. In one implementation, the dynamic object 236 may be an animated bullseye that is color-coded to provide distance information. The bullseye may, for example be rendered as concentric rings of different colors, such as red, white, and blue, with the central color filling the entire bullseye when a subject is properly distanced from the scanner. When the scanner moves too far from the subject, a red ring may form around the white circle filling a greater portion of the bullseye as the scanner moves further from a subject until the entire bullseye is completely red. Conversely, when the scanner moves too close to a subject, a blue circle may appear within the center of the white circle and grow in size as the scanner moves farther from the subject until the entire circle is blue. In this manner, a user may receive continuous feedback with respect to scan distance – a growing blue central circle as the scanner moves too close, and an engulfing red ring when as the scanner moves too far away – so that the scanner may maintain a proper distance from the subject for continuous acquisition of three-dimensional data in a three-dimensional representation of the subject. One useful model for rendering such a dynamic bullseye employs three co-axial cones of different colors, where the bullseye renders a planar cross-section of the three co-axial cones perpendicular to the common axis, and at a point along the common axis selected according to relative range from the subject.

[0045] In another example of animation, three concentric rings may be continuously displayed within the bullseye, with the radius of each ring independently controlled in proportion to the number of points that are too close, properly distanced, and too far. In another possible animation, the center ring (a circle) may move within the bullseye with an offset corresponding to an x-y displacement in the field of view or measurement volume of a region of the surface having the greatest density of points at a target, or desirable, scanning distance. Of course, it will be appreciated that the selection of colors for such animations is somewhat arbitrary, although significant contrast in hue or intensity may assist a user in recognizing deviations from an optimal scan distance.

[0046] Other visual cues and/or metaphors may also, or instead, be employed, such as a visualization of a plane passing through a sphere, active distance bars, animated text, or other visualizations, any of which may provide animated, visual feedback based on, for example, mean distance, center distance, or some other metric that can be derived from scanner output. More generally, visual cues may provide feedback concerning any scanning parameter such as depth of optimal data acquisition, width of field of view, rate of travel or yaw of the scanner 102, density of data acquisition, and so forth, as well as various combinations of these. These visual cues may provide graduated feedback to assist a user in maintaining proper scan distance, and to inform a user when a scan has been lost.

[0047] Fig. 3 depicts a view of a user interface for an image capture system. This abstracted drawing shows a window 302 of the user interface 300, which may be, for example, the window 230 of Fig. 2, without the visual cues described therein. The window 302 may include a video image from a point of view of a scanner such as the image plane 106 of the scanner 102 described above with reference to Fig. 1. Within the window 302, the video image may include a subject 304. As depicted in Fig. 3 (and not by way of limitation), the subject 304 is a slender cylinder extended from a near end 306 relatively close to the scanner to a distant end 308 relatively far from the scanner. During a continuous surface scan of the subject 304, three-dimensional surface data may have been acquired, as indicated generally by x's, o's, and encircled +'s. Within the window 302, the three-dimensional surface scan may be rendered from the point of view of the scanner, along with shading or other visual effects to indicate shape and surface contours.

The rendered three-dimensional surface scan may be superimposed in a registered fashion directly over the video image (or conversely, the video image may be superimposed on the rendered three-dimensional surface). This superposition alone provides significant user information, such as what surface regions of the subject 304 have been scanned. In addition, the rendered three-dimensional surface scan may be color-coded or otherwise rendered to provide color information concerning, for example, what region is currently being scanned in the continuous data acquisition process, what regions are too close to acquire scan data from, what regions are at a proper distance for acquisition of surface data, and what regions are too far for surface data. For example, if points on or near the near end 306 of the subject 304 are too close to acquire scan data – these points are indicated in Fig. 3 as x's – they may be rendered in a first color. Points at an optimal scanning distance – indicated in Fig. 3 as o's – may be rendered in a second color. Points too distance for acquisition of three-dimensional data – indicated in Fig. 3 as encircled +'s – may be rendered in a third color. Of course, this distance information may not be directly relevant because the rendered points have already been acquired in three-dimensional space. However, this color coding of the surface of the subject 304, as rendered through the acquired three-dimensional digital surface representation, may provide useful information to a user concerning the distance of the subject 304, particularly with respect to regions of the subject 304 that have not yet been scanned.

[0048] It will be appreciated that, while only a dozen or so points have been drawn in Fig. 3, a practical image capture system for use in dentistry and similar applications may require spatial resolution on the order of 100 microns or less for sufficient detail to fabricate properly fitting dental objects. As such, the actual point cloud acquired by the image capture system for a subject such as a dental arch may contain thousands, tens of thousands, hundreds of thousands, or millions of individual three-dimensional points, or more. While the small number of points illustrated in Fig. 3 is intended to assist in explaining the nature of a point cloud distribution and various rendering techniques applicable thereto with reference to the specific points shown (the x's, o's, and encircled x's), the larger number of points available in a typical scan can provide significantly improved visualization of surface contours and the like. It should also be appreciated that the points used to render the digital surface representation for

display may include a subset of points in a full point cloud of acquired three-dimensional data, with the density of points selected according to any suitable design parameters including processing/rendering speed, need for contour visualization, and the like. It will also be understood that the data in the three-dimensional scan may be internally represented as points, particle systems, vectors, or any other suitable representation. Thus, while the data may be rendered as a point cloud of any desired density, this may or may not correspond to the internal representation of scan data. Further, the rendering may employ techniques other than point rendering, such as a polygonal mesh or the like, with suitable adaptations to the techniques described above for visualizing range, scan quality, and the like.

[0049] It will be appreciated that the capability of capturing highly detailed models of dental objects, and in particular, the capability of capturing highly detailed digital surface representations of dentition directly from an intraoral scan, enables an array of subsequent processing steps that may be useful to dentists, dental laboratory technicians, oral surgeons, and the like. A number of such applications are now described in greater detail.

[0050] The embodiments described in reference to Fig. 2 and Fig. 3 emphasize the use of an interface that displays a subject from a point of view of the scanner. However it will be understood that alternative models may be used, such as an interface that renders acquired data from a fixed point of view within a global coordinate system. In an approach employing a fixed point of view, the generally visualization strategy may change, such as by providing continues feedback as to the position of the scanner relative to the subject. However, the visual cues described above may generally be adapted to such an environment, or other environments, in a number of ways as will be readily appreciated by one of skill in the art.

[0051] In general, a system as described herein may have a number of operating modes, such as a file management mode, a model editing mode, a model evaluation and/or analysis mode, a scanning mode, and so forth. Two such modes are described with respect to Figs. 4 and 5 below, which show a scanning mode and an evaluation mode respectively.

[0052] Fig. 4 depicts a view of a user interface for an image capture system during an acquisition of three-dimensional data. The user interface 400 may include a window 402 including range-finding visual cues 404, 406, all as generally described above. Within the window 402, a video image may be displayed, such as a video image from a current point of view of a scanner, such as the scanner 102 described above. As depicted, the video image may include a plurality of teeth 410 and other intraoral structures visible during an intraoral scan. It will be noted that three-dimensional points acquired from the surface, i.e., the current digital surface representation, may be rendered within the user interface 400, and more particularly, may be rendered from the point of view of the scanner and superimposed on the current video image. Although not depicted, it will be understood that in other embodiments, the current digital surface representation may be rendered from a fixed point of view.

[0053] In addition to permitting visual enhancements such as contour shading and feature emphasis, the rendering may provide specific feedback to a user concerning the current scan. For example, regions too close for capture of scan data may include previously acquired points, which may be rendered in the window 402 with a style or color that indicates their relative proximity to the scanner. Conversely, regions of the intraoral structures too far for capture may also, or instead, include previously acquired points, which may be rendered in the window 402 with a style or a color that indicates their relative distance from the scanner. As new surface data is acquired and added to the digital surface representation, the new point data may concurrently, or in real time or near real time, be added to the rendered view of the digital surface representation. In this manner, a user may receive immediate visual feedback, such as the density of rendered points or relative fineness/coarseness of a polygonal mesh, with respect to whether data is being successful acquired from surfaces visible within the window 402. This information may indicate gaps in surface data so that a user can back up and rescan surfaces of the subject for which data has not been captured, or for which inadequate or defective data has been captured. This feedback may in part flow directly from the process of rendering an increasing number of points within the window as new surface data is acquired. The visual feedback may also, or instead, be supplemented by rendering points with a density in the window 402 specifically selected to communicate to a user whether adequate data

has been acquired from within the current view. While specific feedback examples are noted above, it will be understood that more generally, numerous and various uses of brightness, texture, shading, color, and/or rendered point cloud density, or the like may be employed to provide visual feedback to a user concerning scan quality, detail, and the like.

[0054] The visual metaphor may be one of spray painting the video image with a shaded surface map as points are acquired. The point cloud of the digital surface representation (or other representation) may be rendered as a growing constellation of points that forms over the video subject matter as data is acquired. Regions for which a target point density has been achieved may, for example appear as continuous surfaces, while regions with inadequate surface data may be rendered as discrete points having visible gaps therebetween, which gaps may be varied in size according to, e.g., the density of point data in the underlying digital surface representation. As another example, points may be rendered as uniformly spaced surface points, which may be color coded according to density of point data in the underlying digital surface representation.

[0055] In certain embodiments, the acquired digital model may be compared to a statistical, spatial, or other model of expected shapes relevant to dentistry (or other objects, for non-dental applications), using know machine vision and other techniques. This may include relatively subtle variations such as unexpected tooth contours, thicknesses, or the like, as well as gross deviations that are likely a result of user or equipment malfunction or loss of scan data. Where deviations from expectations are detected, these may be visually identified within the window 402 through use of color, shading, and other cues and annotations described generally above. Thus, algorithmically unexpected scan results may be immediately flagged during a scan for any suitable human intervention (which may, of course, be none where the unexpected feature is known by the operator to actually be present).

[0056] Fig. 5 depicts a view of a user interface for an image capture system during an evaluation. The window 500 may include a two-dimensionally rendered perspective view 502 of a stored digital surface representation, as well as a number of navigation controls 504 and other user controls for viewing, manipulating, and evaluating the digital surface representation. As depicted in Fig. 5, the digital surface representation

includes a full arch, although it will be appreciated that any three-dimensional surface may be stored as a digital surface representation, including portions of teeth, one or more full teeth, soft tissue, quadrants, arches, dental objects such as hardware, appliances, prosthetics, and interim components of dental manufacture, as well as, in non-dental applications, any other object or objects.

[0057] In the window, gross errors in a digital model, such as a region 506 of omitted or missing scan data, may be intrinsically identified by the absence of visible point data. Other errors such as excessive variability of surface data may be intrinsically identified by fuzziness or excessive random texture. Visualization of scan quality may also, or instead, be augmented by explicit indicators, such as coloring, shading, surface texturing, or any of the other visual cues described above, which may visually identify regions of incomplete scan data, inaccurate scan data, insufficient scan detail (such as where a restoration will be affixed) and the like.

[0058] Using the navigation controls 504, a user may rotate, pan, zoom in, or otherwise navigate around and within the digital model to more closely inspect areas of interest, or to view the model from a number of perspectives to visually inspect otherwise occluded features. One user control (not shown) may permit a user to return to data acquisition, e.g., the scanning mode of Fig. 4, to acquire additional data where a void or deviation is detected (either automatically or through human visual inspection). This control, or another control, may permit a user to select a specific point on the surface of the digital model (or the scan subject, although the distinction becomes trivial for highly detailed and accurate digital models) where the continuous scan is to be reacquired from the subject, as described for example in commonly-owned U.S. App. No. 11/337,182, filed on January 20, 2006, the entire content of which is incorporate herein by reference.

[0059] It will be appreciated that, while Fig. 5 depicts a two-dimensional rendering based upon a display of discrete surface points, other rendering techniques may be employed, such as a continuous surface map formed of polygons or other regular or irregular planar or non-planar surfaces. More generally, rendering may employ a polygonal mesh, point cloud, particle system, and/or other renderable primitive(s).

[0060] Fig. 6 depicts a dental model in digital form, otherwise referred to herein as a digital surface representation, a three-dimensional representation, or the like. The

dental model may be rendered, for example within a window 600 of the user interface described above with reference to Fig. 2 from a three-dimensional point cloud captured in a continuous intraoral scanning process as described above with reference to Fig. 1. The user interface may be adapted for use by a dentist (or dental laboratory) to review a surface preparation for a crown as depicted in Fig. 6, or more generally to review any artificial or natural, intraoral or extraoral dental object for which a digital surface representation has been acquired. It will be understood that in this mode, new data is not being acquired. Rather, a stored model may be processed through a combination of user interaction and automated analysis controlled through the user interface.

[0061] In operation, a dentist may prepare a tooth surface for a crown using suitable dental tools. The dentist or a dental technician may then acquire a scan from the dental patient's mouth including the prepared surface and any surrounding or opposing tooth structures. The dentist may then specify in the user interface a restoration type such as a crown, a bridge, a veneer, an inlay, an onlay, or the like. After receiving the dentist's specification of restoration type, an automated process may examine the surface preparation and surrounding dentition to ensure adequate physical clearance, taper, appropriate shape, and the like for the specific restoration type. The automated process, which may be performed, for example, by the computer 108 described above, may generate corresponding annotations which may be visual annotations rendering within a display of the model, or textual annotations (which may, for example, be rendered within the display, rendered alongside the display in a separate window, or stored in a file) containing narrative description of conclusions, or a combination of these.

[0062] As depicted in Fig. 6, the three-dimensional representation of dentition may include including portions of two arches 602, 604 in occlusion (although the arches are in occlusion, there may be space between any pair of opposing teeth, as depicted in Fig. 4) and one surface 606 prepared for a crown. The portions of the arches 602, 604 may include single teeth, quadrants, full arches, or any other portions of one or more teeth or tooth surfaces useful for analyzing a crown surface preparation. It will also be understood that, while the arches are depicted in occlusion, the user interface may depict only one arch, or may depict the arches separated. Any automated analysis may be performed on the stored model, which may be manipulated to place the arches in

occlusion, rather than the rendered model in the window, which may be in any configuration useful for display. After automated analysis, one or more regions may be highlighted with annotations or other visual cues such as an arrow 608 or surface effect 610 such as color, texturing, cross-hatching, or the like. For example, the arrow 608 may indicate a region of inadequate taper. As another example, the cross-hatched surface effect 610 may indicate an inadequate reduction of material at the butt joint margin. Other effects, such as use of different colors, different opacity, variations in brightness, or other surface treatment, different levels of surface detail or shading, highlighting, callouts, a trace or line around relevant regions, and so forth, may be similarly employed, either alone, or in combination with other effects. Within the interface, the annotations may be hyperlinked or otherwise active, so that a dentist may click on these annotations and receive narrative, reference materials, or other descriptive feedback. Where physical specifications for a particular restoration require additional removal, the regions to be removed may be depicted within the three-dimensional model using one or more visual cues for identification by the dentist. In certain embodiments, regions recommended for removal may include a number of different possible regions for removal, such as the surface preparation and/or an opposing tooth surface.

[0063] A process of preparing a tooth surface, scanning the tooth surface, and analyzing the tooth surface may be applied iteratively to refine a surface preparation. In an iterative process, a dentist may repeat steps of tooth removal and scanning until a satisfactory surface preparation is achieved.

[0064] It will be understood that correct specifications for a particular restoration may vary from dentist to dentist, from laboratory to laboratory, from manufacturer to manufacturer, and from tooth to tooth (e.g., anterior v. posterior crowns). For example, occlusion and clearance for incisal tooth surfaces may be analyzed differently from occlusion and clearance for molar occlusal surfaces. As another example, different dentists may have different preferences for tightness of fit for a prosthetic to a prepared tooth surface. These variations, whether dictated by context (e.g., particular teeth or a particular patient), objective criteria (e.g., manufacturing specifications), or subjective criteria (e.g., dentist preferences), may be accommodated by an automated analysis during an evaluation of a digital model so that resulting

annotations or visualizations correspond correctly to a particular patient, dentist, and prescription.

[0065] The types of features in a specification may generally relate to features of the prepared surface such as taper (angling of prepared surfaces to accommodate placement of the prosthetic), draw path (taper, as well as physical clearance from neighboring dentition such as adjacent and opposing teeth), reduction of surfaces (to accommodate physical structure of prosthetic), clearance from opposing teeth, adequacy of margin, and so forth. Any features that can be objectively characterized, such as curvature, taper, clearance, and the like, can be tested for against an accurate three-dimensional representation of an actual surface preparation, with suitable visualizations generated to guide a dentist in improving or accepting a preparation. In certain cases, such as a bridge, multiple teeth must be prepared. The analysis described herein may include an analysis of draw path for the multi-tooth preparation that ensures a fit is physically possible. Thus, it will be appreciated that, more generally, analysis of a surface preparation may include a multi-tooth surface preparation for a single dental object.

[0066] While reviewing a crown surface preparation is one useful application of the analysis and visualization tool described above, it will be understood that the techniques above may be similarly applied to a variety of dental objects, including restorations, hardware, appliances, and the like, as well as any region of diagnostic or other significance that can be objectively characterized for automated analysis.

[0067] Fig. 7 depicts a cross-section of a digital dental model. The cross section 700 may be rendered within a window of a user interface, as described generally above. As a visualization tool, the user interface may permit a dentist to review a cross-section of the dental model to permit more accurate assessment of dimensions, orientation, and so forth. The user interface may also permit placement of a virtual prosthetic 702, in this case a posterior crown, onto the digital model 704. A collision 706 between the models, as depicted in Fig. 5 as an inadequate occlusal reduction under the deepest fossea pit 708 of the prosthetic 702, may be displayed in any manner, such as shading, coloring, brightness, texture, or mixing of cross-hatching styles for overlapped models.

[0068] Fig. 8 depicts a visualization technique for locating holes in a digital surface representation of dental subject matter. A window 800 of a user interface, which may include any of the user interfaces described above, may include a two-dimensionally rendered perspective view 802 of a stored digital surface representation, as well as a number of navigation controls 804 and other user controls for viewing, manipulating, and evaluating the digital surface representation. As depicted in Fig. 8, the digital surface representation includes a full arch, although it will be appreciated that any three-dimensional surface may be stored as a digital surface representation, including portions of teeth, one or more full teeth, soft tissue, quadrants, arches, dental objects such as hardware, appliances, prosthetics, and interim components of dental manufacture, or various combinations of any of the foregoing, as well as, in non-dental applications, any other object or objects. The figure shows a visualization of gaps in surface data, which may be used, for example, in an analysis or evaluation mode of the image capture system.

[0069] As shown in Fig. 8, a hole 806 in the digital surface representation may be visualized by simulating an internal illumination of the digital model, with rays 808 of light passing through the hole. The visual effect may, for example, employ a flashlight or other metaphor to simulate internal illumination. The rays 808 may be depicted literally as lines, as shown in the figure, or as a glow emanating from the hole 806, or as a corresponding illumination of a dark background for the view 802, or as a combination of these. Other techniques for visualizing illumination may similarly be employed, such as shadows cast upon neighboring contours and surfaces of the digital model, and so forth. Any such techniques that simulate an internal illumination of the digital surface representation may be suitably employed to indicate the presence, size, and/or shape of holes in the surface data.

[0070] It will be appreciated that a hole is a relative concept, particularly for a digital surface representation formed from a set of discrete three-dimensional points. Holes may be identified, for example, as regions of relatively low point density, or a point density below a predetermined threshold, such as a density adequate for fabricating physical dental models or for performing dental diagnosis or requesting fabrication of a prosthetic. The threshold or other parameters used to identify holes may be user selected, so that data density may be controlled according to, for example, user preferences,

desired scan speed, or an intended end use of the digital model. In addition, the threshold or parameters may be varied over the surface of the digital model, such as by requiring greater point density around a region of a surface preparation for a dental prosthetic.

[0071] Using the navigation controls 804, a user may rotate, pan, zoom in, or otherwise navigate around and within the digital model to more closely inspect areas of interest, or to view the model from a number of perspectives to visually inspect otherwise occluded features. One user control (not shown) may permit a user to return to data acquisition, e.g., the scanning mode of Fig. 4, to acquire additional data where a void or deviation is detected (either automatically or through human visual inspection). This control, or another control, may permit a user to select a specific point on the surface of the digital model (or the scan subject, although the distinction becomes trivial for highly detailed and accurate digital models) where the continuous scan is to be reacquired from the subject, as described for example in commonly-owned U.S. App. No. 11/337,182, filed on January 20, 2006, the entire content of which is incorporated herein by reference.

[0072] Fig. 9 depicts a visualization technique using a simulated external illumination. A window 900 of a user interface, which may be any of the user interfaces described above, may include a two-dimensionally rendered perspective view 902 of a stored digital surface representation, as well as a number of navigation controls 904 and other user controls for viewing, manipulating, and evaluating the digital surface representation. As depicted in Fig. 9, the digital surface representation includes a full arch, although it will be appreciated that any three-dimensional surface may be stored as a digital surface representation, including portions of teeth, one or more full teeth, soft tissue, quadrants, arches, dental objects such as hardware, appliances, prosthetics, and interim components of dental manufacture, or various combinations of any of the foregoing, as well as, in non-dental applications, any other object or objects. The figure shows a visualization of external illumination of the model, which may be used, for example, in an analysis or evaluation mode of the image capture system.

[0073] As shown in Fig. 9, an illumination beam 910 may be visualized as emanating from a scanner 908 or other object within the window 900 and falling upon a region 906 of the view 902 of the digital model. An orientation and position of the scanner 908 may be controlled using the controls 904 within the window 900 of the user

interface. The visual effect may be, for example, that of a flashlight or spotlight, or some other metaphor to simulate a beam of illumination external to the view 902 of the digital model. Rays 910 of illumination may be depicted literally as lines, as shown in the figure, or as a lighted beam emanating from the scanner 908, or as a corresponding illumination of a dark background for the view 902, or as a combination of these. Other techniques for visualizing illumination may similarly be employed, such as shadows cast upon the "illuminated" contours and surfaces of the digital model, and so forth. Any such techniques that simulate an internal illumination of the digital surface representation may be suitably employed.

[0074] The simulated external illumination beam may serve a number of purposes within the user interface. For example, in one scanning model where the view 902 remains fixed, the rays 910 of the illumination beam may be used during an acquisition of three-dimensional data to localize the scanner 908 with respect to the underlying physical model that is the subject of a scan. Thus, the simulated external illumination beam may serve as a navigational tool during a scan by providing visual feedback to a user concerning a location of the scanner with respect to a scan subject. A position and/or orientation of the scanner may be depicted within the interface for user feedback, so that a user knows a current location of the scanner 908. Also, or instead, an image of the scanner 908 rendered within the interface may include an illumination beam, line traces, or other visual effects to depict a current measurement volume for the scanner. In this model, or other models, the illuminated region 906 of the surface may correspond to a region from which data is being acquired. The illuminated region 906 may correspond, for example, to a field of view or measurement volume of the scanner 908. In other embodiments, the illuminated region 906 may correspond to a location selected for reacquiring a paused scan. This localization information may permit a selection of one or more corresponding frames of source scanner data to improve efficiency of a reacquisition process. That is, when reacquiring a scan, the reacquisition may be based on a localized search of surface data in a correct, or nearly correct, orientation. As a significant advantage, this type of visual cue reduces the need for the large computational overhead associated with a generalized registration process.

[0075] As noted above with reference to Fig. 8, a user may operate navigational controls, which may be in a user interface and/or physically located on a scanner to rotate, pan, zoom in, or otherwise navigate around and within the digital model to more closely inspect areas of interest, or to view the model from a number of perspectives to visually inspect otherwise occluded features. One user control (not shown) may permit a user to return to data acquisition, e.g., the scanning mode of Fig. 4, to acquire additional data where a void or deviation is detected (either automatically or through human visual inspection). This control, or another control, may permit a user to select a specific point on the surface of the digital model (or the scan subject, although the distinction becomes trivial for highly detailed and accurate digital models) where the continuous scan is to be reacquired from the subject, as described for example in commonly-owned U.S. App. No. 11/337,182 filed on January 20, 2006, the entire content of which is incorporated herein by reference.

[0076] Numerous additional visualization techniques may be employed with the systems and methods described herein including combinations of the specific techniques described above, as well as combinations of any one or more of the foregoing with additional technologies. By way of example, a second scanner such as a PMD[vision] camera from PMD Technologies may be employed to capture real-time, three-dimensional data on dynamic articulation and occlusion. While this scanner employs different imaging technology (time-of-flight detection from an array of LEDs) than described above, and produces results with resolution generally unsuitable for reconstruction of dental models, such a scanner may be employed to infer motion of, e.g., opposing dental arches with sufficient resolution to select an axis for articulation or otherwise capture dynamic information that can be applied to two or more rigid bodies of a dental object scan. In another aspect, the video-rate three-dimensional data from the second scanner may be employed to capture one or more reference points, which may be used to animate a rendering of highly detailed models or two or more rigid bodies, such as a detailed model of upper and lower arches as described generally above. Thus real-time animated rendering of relative motion may be provided for detailed models of rigid bodies, to provide a rendered view of relative motion for dental arches (or other bodies). This data may be supplemented with more precise alignment data statically captured from

digital or manual bite registration to provide reference or calibration points for continuous, dynamic motion data. Thus in one aspect, there is disclosed herein a technique for capturing, storing, and or rendering dynamic motion data for dental arches using a first scanner to obtain a detailed three-dimensional representation of the dental arches and a second scanner to capture relative motion data that can be mapped to the detailed model from the first scanner.

[0077] It will be appreciated that the processes and methods disclosed above may be realized in hardware, software, or any combination of these suitable for the three-dimensional imaging and modeling techniques described herein. It will also be appreciated that the user interfaces, user interface controls, and methods of using same, as well as the visualizations, digital model processing and analysis, and rendering as described herein may similarly be expressed as methods or processes embodied in hardware, software, and various combinations thereof. This includes realization in one or more microprocessors, microcontrollers, embedded microcontrollers, programmable digital signal processors or other programmable devices, along with internal and/or external memory. The may also, or instead, include one or more application specific integrated circuits, programmable gate arrays, programmable array logic components, or any other device or devices that may be configured to process electronic signals. It will further be appreciated that a realization may include computer executable code created using a structured programming language such as C, an object oriented programming language such as C++, or any other high-level or low-level programming language (including assembly languages, hardware description languages, and database programming languages and technologies) that may be stored, compiled or interpreted to run on one of the above devices, as well as heterogeneous combinations of processors, processor architectures, or combinations of different hardware and software. At the same time, processing may be distributed across devices such as a camera and/or computer in a number of ways or all of the functionality may be integrated into a dedicated, standalone image capture device. All such permutations and combinations are intended to fall within the scope of the present disclosure.

[0078] It will also be appreciated that means for performing the steps associated with the processes described above may include any suitable components of the image

capture system 100 described above with reference to Fig. 1, along with any software and/or hardware suitable for controlling operation of same. The user interfaces described herein may, for example, be rendered within the display 110 of the image capture system 100 of Fig. 1. All such realizations and means for performing the processes disclosed herein are intended to fall within the scope of this disclosure.

[0079] While the invention has been disclosed in connection with certain preferred embodiments, other embodiments will be recognized by those of ordinary skill in the art, and all such variations, modifications, and substitutions are intended to fall within the scope of this disclosure. Thus, the invention is to be understood with reference to the following claims, which are to be interpreted in the broadest sense allowable by law.

CLAIMS:

What is claimed is:

1. A method comprising:

acquiring a three-dimensional representation from a dental patient including a digital surface representation of one or more intraoral structures; and

providing a visual display of the three-dimensional representation at a video rate in real time.

2. The method of claim 1 further comprising superimposing the three-dimensional representation on a two-dimensional video image in real time.

3. The method of claim 1 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth.

4. The method of claim 1 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth surface prepared for a dental prosthetic.

5. The method of claim 1 wherein the one or more intraoral structures include at least one area of soft tissue.

6. The method of claim 1 further comprising:

generating user feedback concerning the one or more intraoral structures; and

providing a visual display of the user feedback at the video rate.

7. The method of claim 6 wherein generating user feedback includes highlighting at least one area in the three-dimensional representation requiring user attention.

8. The method of claim 1 wherein the video rate includes a rate of at least eight frames per second.

9. The method of claim 1 wherein the video rate includes a rate of at least twenty frames per second.

10. The method of claim 1 wherein the video rate includes a rate of between twenty-four and thirty frames per second.

11. A computer program product embodied on a computer readable medium that, when executing on one or more computing devices, performs the steps of:

acquiring a three-dimensional representation from a dental patient including a digital surface representation of one or more intraoral structures; and

providing a visual display of the three-dimensional representation at a video rate in real time.

12. The computer program product of claim 11 further comprising code for performing the step of superimposing the three-dimensional representation on a two-dimensional video image in real time.

13. The computer program product of claim 11 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth.

14. The computer program product of claim 11 wherein the one or more intraoral structures include at least one tooth surface prepared for a dental prosthetic.

15. The computer program product of claim 11 wherein the one or more intraoral structures include at least one area of soft tissue.

16. The computer program product of claim 11 further comprising code for performing the steps of:

generating user feedback concerning the one or more intraoral structures; and

providing a visual display of the user feedback at the video rate.

17. The computer program product of claim 16 wherein generating user feedback includes highlighting at least one area in the three-dimensional representation requiring user attention.

18. A system comprising:

a scanner for acquiring a three-dimensional representation from a dental patient including a digital surface representation of one or more intraoral structures; and

a processor for generating a visual display signal of the three-dimensional representation at a video rate in real time; and

a display for displaying the visual display signal.

19. The system of claim 18 wherein the processor superimposes the three-dimensional representation on a two-dimensional video image in real time.

20. The system of claim 18 wherein the one or more intraoral structures include at least one of a tooth surface prepared for a dental prosthetic, an area of soft tissue, and a tooth.

21. The system of claim 18 wherein the processor generates user feedback concerning the one or more intraoral structures and includes the user feedback in the visual display signal at the video rate.

22. The system of claim 21 wherein the user feedback includes highlighting at least one area in the three-dimensional representation requiring user attention.

ABSTRACT

[0080] The systems and methods disclosed herein provide real time display of three-dimensional dental data acquired intraorally from a dental patient.

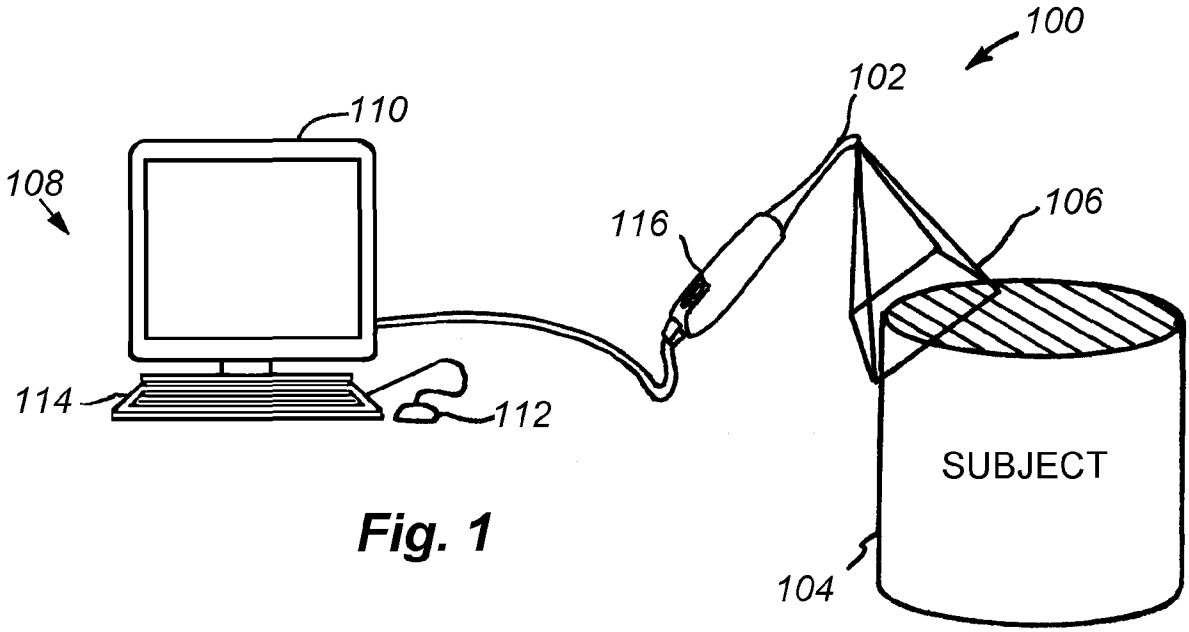


Fig. 1

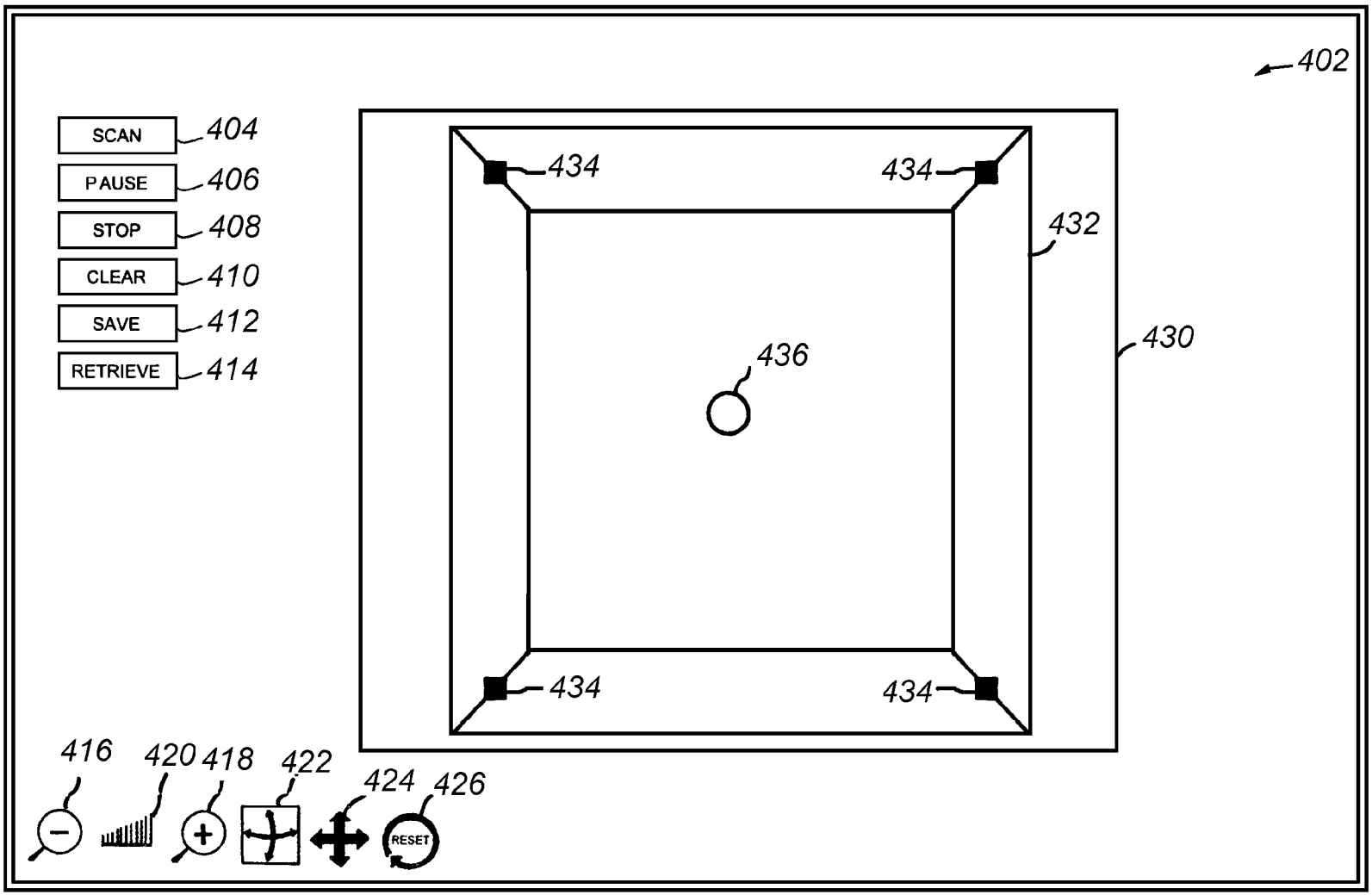

400
402
SCAN
404
PAUSE
406
STOP
408
CLEAR
410
SAVE
412
RETRIEVE
414
434
434
432
430
436
434
434
416
420
418
422
424
426
RESET

Fig. 2

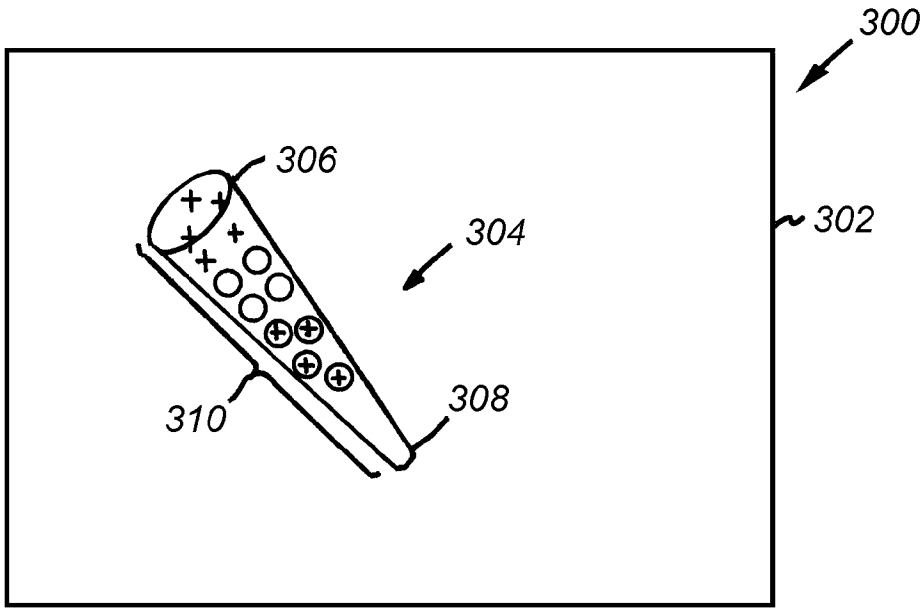


Fig. 3

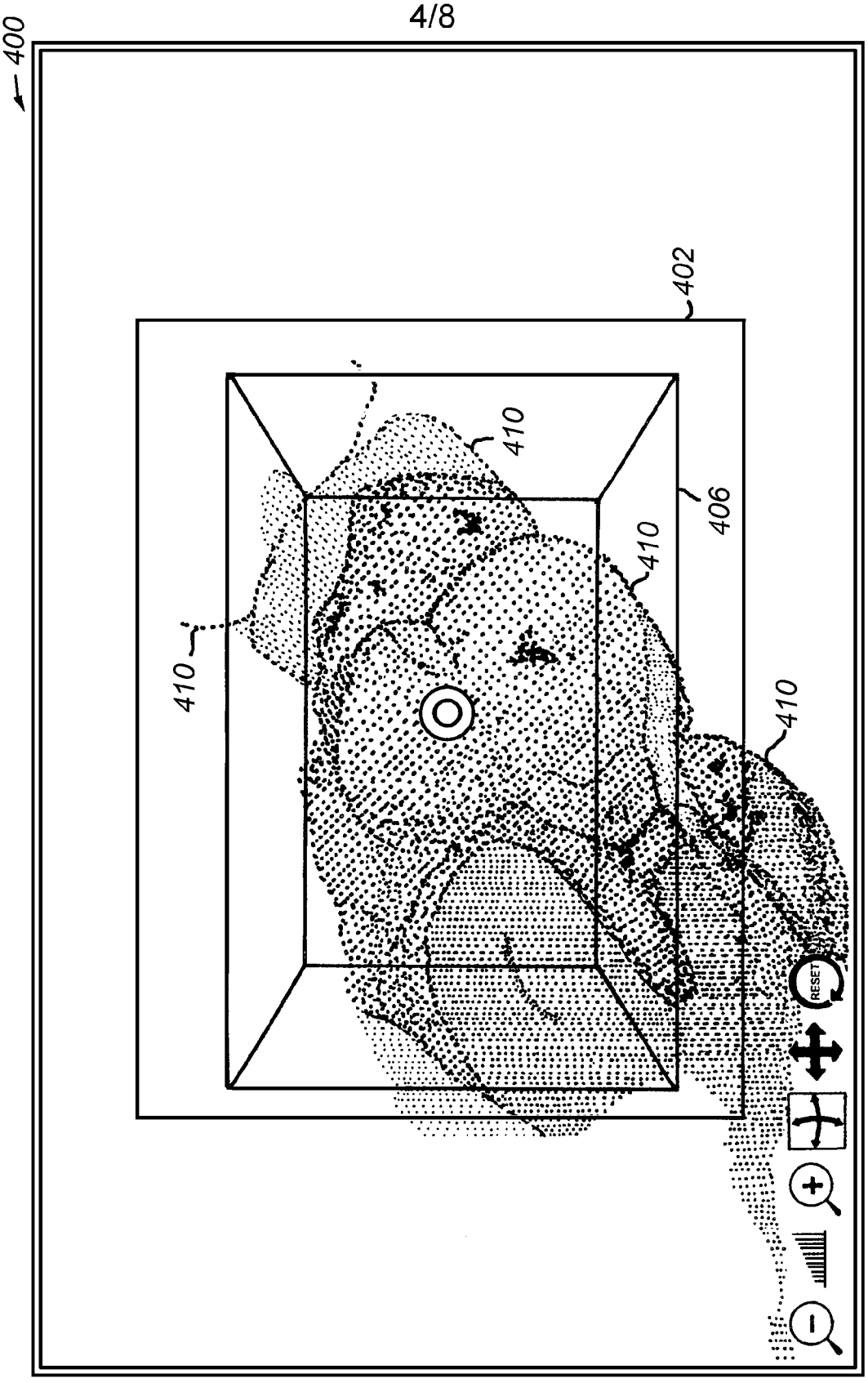


Fig. 4

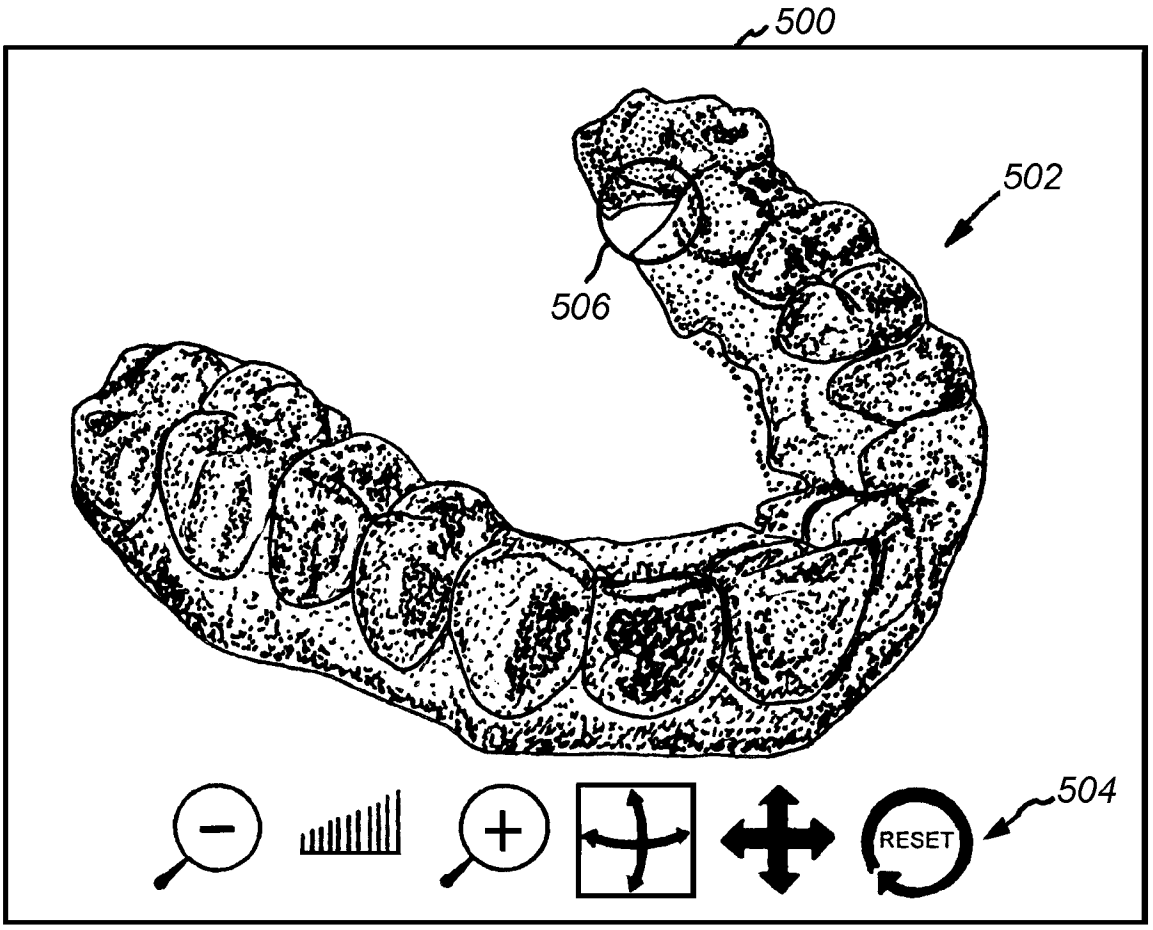


Fig. 5

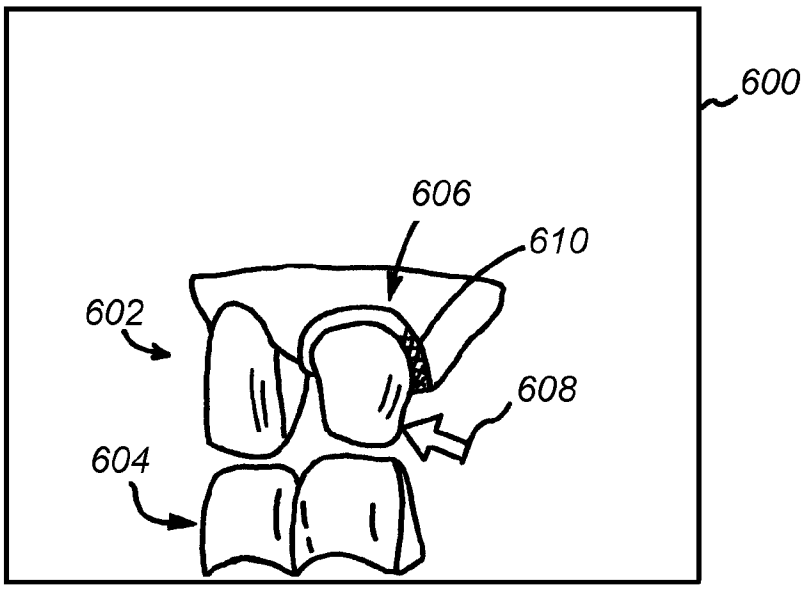


Fig. 6

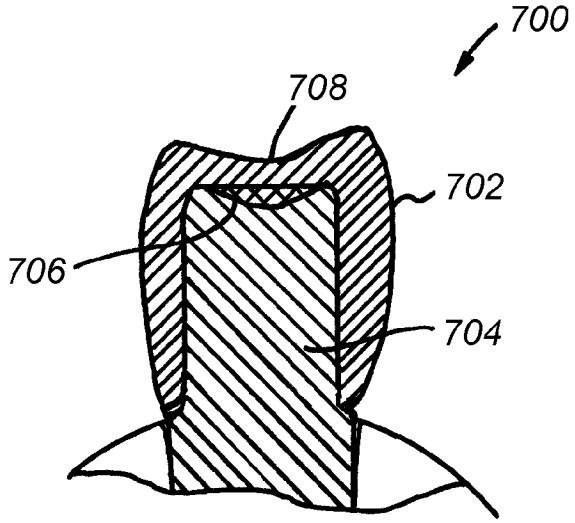


Fig. 7

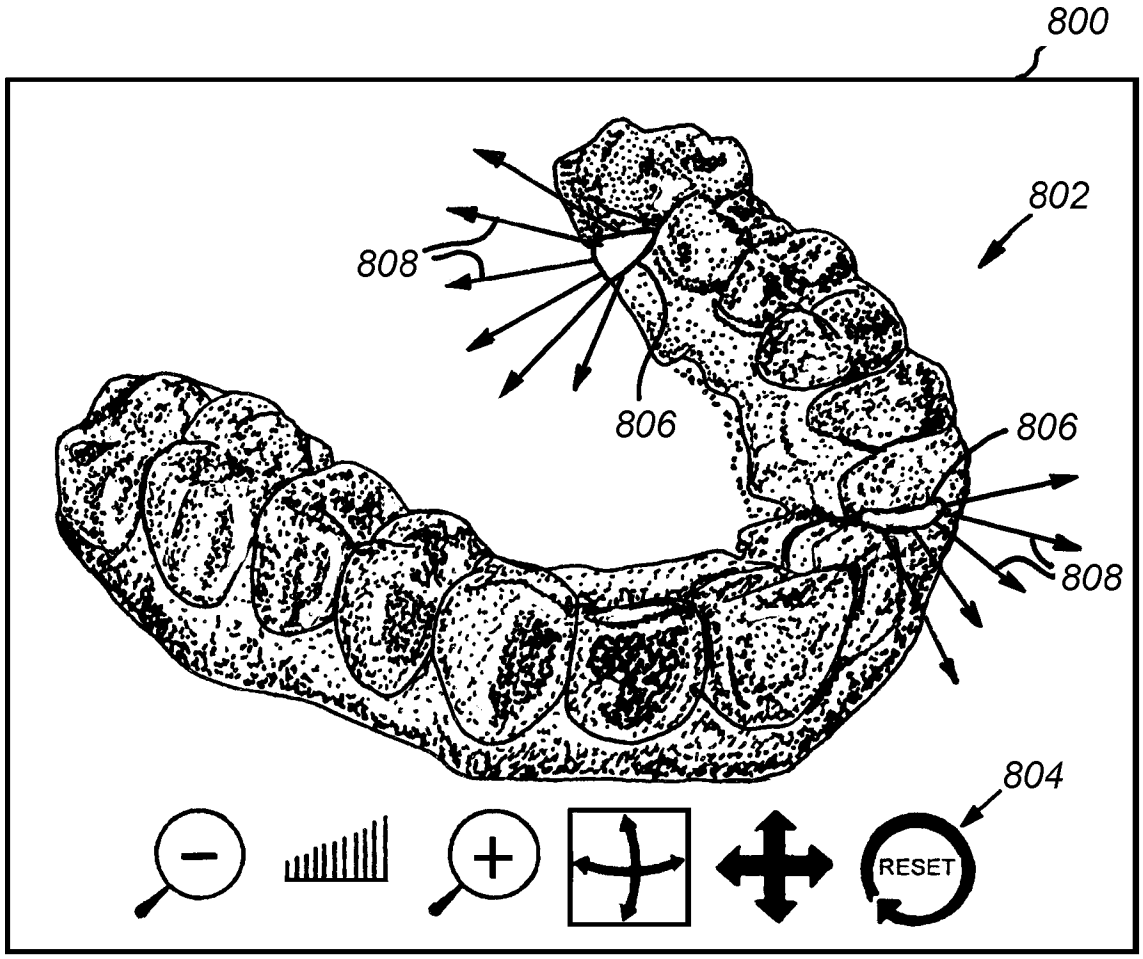


Fig. 8

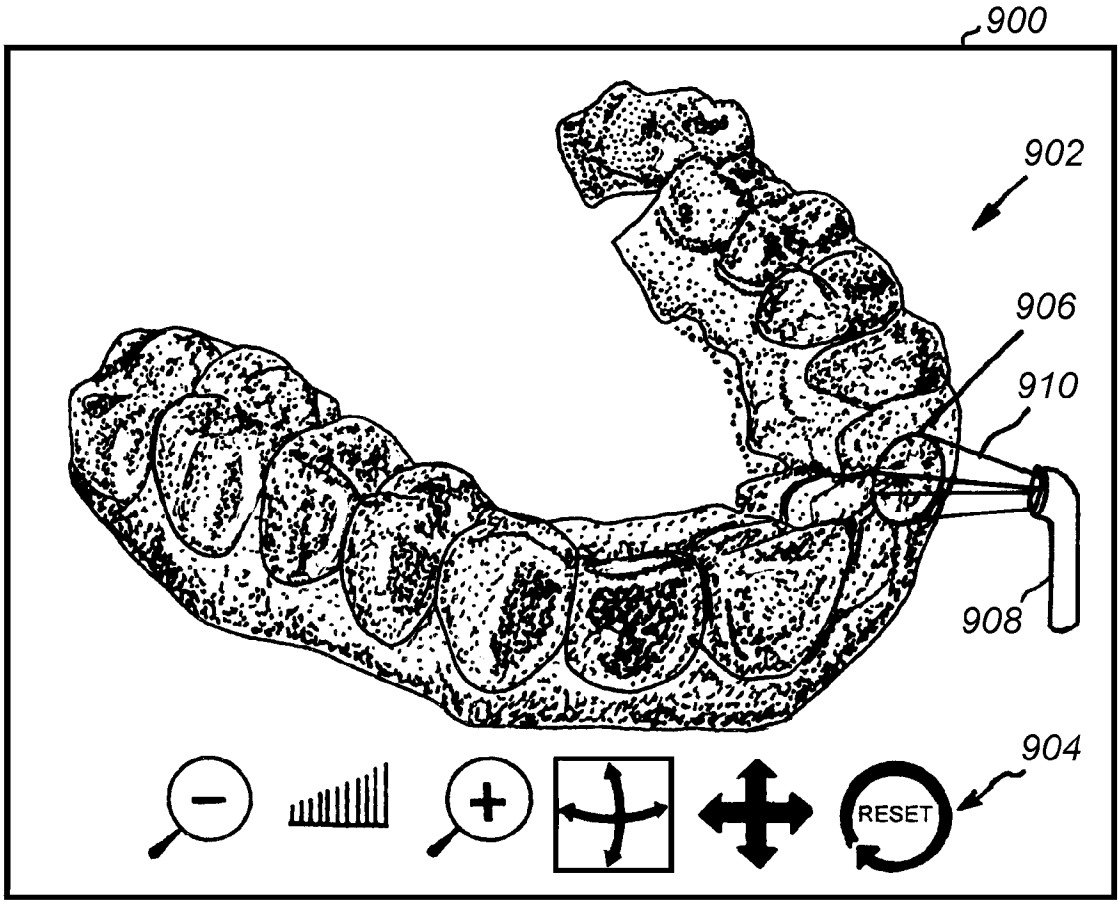


Fig. 9

PTO/SB/14 (08-05)
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	BRNT-0004-P02
	Application Number	
Title of Invention	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA	

The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76.
This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.

Secrecy Order 37 CFR 5.2

☐ Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)

Applicant Information:

Applicant 1 Remove

Applicant Authority ◉ Inventor ○ Legal Representative under 35 U.S.C. 117 ○ Party of Interest under 35 U.S.C. 118

Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix
	Eric	B.	Paley	

Residence Information (Select One) ◉ US Residency ○ Non US Residency ○ Active US Military Service

City	Cambridge	State/Province	MA	Country of Residence i	US

Citizenship under 37 CFR 1.41(b) i: US

Mailing Address of Applicant:

Address 1	
Address 2	

City		State/Province	
Postal Code		Country i	

All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Correspondence Information:

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

☐ **An Address is being provided for the correspondence Information of this application.**

Customer Number	43520		
Email Address	robert@strategic-patents.com	Add Email	Remove Email

Application Information:

Title of the Invention	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA		
Attorney Docket Number	BRNT-0004-P02	Small Entity Status Claimed	☑
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Suggested Class (if any)		Sub Class (if any)	
Suggested Technology Center (if any)			
Total Number of Drawing Sheets (if any)	8	Suggested Figure for Publication (if any)	

PTO/SB/14 (08-05)
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	BRNT-0004-P02
	Application Number	
Title of Invention	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA	

Publication Information:	
☐	Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)
☐	Request Not to Publish. I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application has not been and will not be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32).
Enter either Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the Customer Number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	◉ Customer Number	○ US Patent Practitioner	○ US Representative (37 CFR 11.9)
Customer Number	43520		

Domestic Priority Information:

This section allows for the applicant to claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, or 365(c). Providing this information in the application data sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78(a)(2) or CFR 1.78(a)(4), and need not otherwise be made part of the specification.

Prior Application Status	Pending		Remove
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing Date (YYYY-MM-DD)
	non provisional of	60761078	2006-01-20

Additional Domestic Priority Data may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim benefit of foreign priority and to identify any prior foreign application for which priority is not claimed. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55(a).

Remove

Application Number	Country [i]	Parent Filing Date (YYYY-MM-DD)	Priority Claimed
			◉ Yes ○ No

Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Assignee Information:

Providing this information in the application data sheet does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of the CFR to have an assignment recorded in the Office.

Assignee 1 Remove

If the Assignee is an Organization check here. ☐

PTO/SB/14 (08-05)
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	BRNT-0004-P02
	Application Number	
Title of Invention	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA	

Prefix	**Given Name**	Middle Name	**Family Name**	Suffix

Mailing Address Information:			
Address 1			
Address 2			
City		**State/Province**	
Country [i]		Postal Code	
Phone Number		Fax Number	
Email Address			

Additional Assignee Data may be generated within this form by selecting the **Add** button. Add

Signature:

A signature of the applicant or representative is required in accordance with 37 CFR 1.33 and 10.18. Please see 37 CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Robert Mazzarese/			Date (YYYY-MM-DD)	2006-09-03
First Name	Robert	Last Name	Mazzarese	Registration Number	42852

This collection of information is required by 37 CFR 1.76. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 23 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application data sheet form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.

2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.

3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.

4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).

5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.

6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).

7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.

8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.

9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	
Filing Date:	
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor:	Eric B. Paley
Filer:	Robert A. Mazzarese
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02

Filed as Small Entity

Utility Filing Fees

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Utility filing Fee (Electronic filing)	4011	1	75	75
Utility Search Fee	2111	1	250	250
Utility Examination Fee	2311	1	100	100
Pages:				
Claims:				
Claims in excess of 20	2202	2	25	50
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
		Total in USD ($)		**475**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	1184285
Application Number:	11469870
Confirmation Number:	7128
Title of Invention:	REAL TIME DISPLAY OF ACQUIRED 3D DENTAL DATA
First Named Inventor:	Eric B. Paley
Customer Number:	43520
Filer:	Robert A. Mazzarese
Filer Authorized By:	
Attorney Docket Number:	BRNT-0004-P02
Receipt Date:	03-SEP-2006
Filing Date:	
Time Stamp:	18:46:20
Application Type:	Utility
International Application Number:	

Payment information:

Submitted with Payment	no

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)	Multi Part	Pages
1		BRNT-0004-P02_090306_Specification.pdf	166932	yes	33

	Multipart Description				
	Doc Desc		Start	End	
	Specification		1	29	
	Claims		30	32	
	Abstract		33	33	
Warnings:					
Information:					
2	Drawings	BRNT-0004-P02_090306_Drawings.pdf	585643	no	8
Warnings:					
Information:					
3	Application Data Sheet	BRNT-0004-P02_090306_ADS.pdf	1062555	no	4
Warnings:					
Information:					
4	Fee Worksheet (PTO-875)	fee-info.pdf	8455	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	1823585		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111
If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371
If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.