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.
15/377,842	03/13/2018	9917563	SKYWRKS.280C3	1052

20995 7590 02/21/2018

KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614

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 0 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):

Ping Li, Dunstable, MA;
SKYWORKS SOLUTIONS, INC., Woburn, MA;
Paul T. DiCarlo, Marlborough, MA;

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The USA offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to encourage and facilitate business investment. To learn more about why the USA is the best country in the world to develop technology, manufacture products, and grow your business, visit SelectUSA.gov.

PTO/SB/47 (03-09)
Approved for use through 05/31/2015. OMB 0651-0016
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.

"FEE ADDRESS" INDICATION FORM

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

- OR -

Fax to:
571-273-6500

INSTRUCTIONS: The issue fee must have been paid for application(s) listed on this form. In addition, only an address represented by a Customer Number can be established as the fee address for maintenance fee purposes (hereafter, fee address). A fee address should be established when correspondence related to maintenance fees should be mailed to a different address than the correspondence address for the application. **When to check the first box below**: If you have a Customer Number to represent the fee address. **When to check the second box below**: If you have no Customer Number representing the desired fee address, in which case a completed Request for Customer Number (PTO/SB/125) must be attached to this form. For more information on Customer Numbers, see the Manual of Patent Examining Procedure (MPEP) § 403.

For the following listed application(s), please recognize as the "Fee Address" under the provisions of 37 CFR 1.363 the address associated with:

☑ Customer Number: 96,879

OR

☐ The attached Request for Customer Number (PTO/SB/125) form.

PATENT NUMBER (if known)	APPLICATION NUMBER
	15/377,842

Completed by (check one):

☐ Applicant/Inventor

/David Trossen/
Signature

☑ Attorney or Agent of record 59,406 (Reg. No.)

David Trossen
Typed or printed name

☐ Assignee of record of the entire interest. See 37 CFR 3.71. Statement under 37 CFR 3.73(b) is enclosed. (Form PTO/SB/96)

415-954-4114
Requester's telephone number

☐ Assignee recorded at Reel _____ Frame _____

January 31, 2018
Date

NOTE: Signatures of all the inventors or assignees of record of the entire interest or their representative(s) are required. Submit multiple forms if more that one signature is required, see below*.

☑ * Total of 1 forms are submitted.

This collection of information is required by 37 CFR 1.363. 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 5 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 COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS.
SEND TO: Mail Stop M Correspondence, 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.

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 disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
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 inspection 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:	15377842
Filing Date:	13-Dec-2016
Title of Invention:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
First Named Inventor/Applicant Name:	Ping Li
Filer:	David R. Trossen/Alanna Wai
Attorney Docket Number:	SKYWRKS.280C3

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

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	960	960

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
			Total in USD ($)	**960**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	31661675
Application Number:	15377842
International Application Number:	
Confirmation Number:	1052
Title of Invention:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
First Named Inventor/Applicant Name:	Ping Li
Customer Number:	20995
Filer:	David R. Trossen/Christina Graul
Filer Authorized By:	David R. Trossen
Attorney Docket Number:	SKYWRKS.280C3
Receipt Date:	31-JAN-2018
Filing Date:	13-DEC-2016
Time Stamp:	17:34:45
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	CARD
Payment was successfully received in RAM	$960
RAM confirmation Number	020118INTEFSW17352900
Deposit Account	111410
Authorized User	Christina Graul

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

37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

37 CFR 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

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_SKYWRKS-280C3.pdf	177066 7c549a132f809efeff3b1e8626cbb1a8674b6080	no	1
Warnings:					
Information:					
2	Post Allowance Communication - Incoming	Comments_SKYWRKS-280C3.pdf	19900 aa71bcfff6f9d12a63846070ca92c86fd877c158	no	2
Warnings:					
Information:					
3	Maintenance Fee Address Change	FeeAddress_SKYWRKS-280C3.pdf	126265 90e037c91ffc42b104a6109fe39f2ca64492ba45	no	2
Warnings:					
Information:					
4	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30606 156e065acf7be51c2e15776418aef0b5cbd21d8f	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	353837		

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.

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)

20995 7590 11/01/2017
KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614

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.
15/377,842	12/13/2016	Ping Li	SKYWRKS.280C3	1052

TITLE OF INVENTION: APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$960	$0	$0	$960	02/01/2018

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
NGUYEN, HIEU P	2842	455-550100

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 KNOBBE MARTENS
2 OLSON & BEAR LLP
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: SKYWORKS SOLUTIONS, INC.

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY): WOBURN, MA

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 credits any overpayment, to Deposit Account Number 11-1410 (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)
☐ Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29
NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see forms PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.
☐ Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27
NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.
☐ Applicant changing to regular undiscounted fee status.
NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature /David Trossen/ Date January 31, 2018
Typed or printed name David Trossen Registration No. 59,406

PTOL-85 Part B (10-13) Approved for use through 10/31/2013. OMB 0651-0033 U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

EX-1002 0009
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors	:	Ping Li et al.
App. No.	:	15/377,842
Filed	:	December 13, 2016
For	:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
Examiner	:	Nguyen, Hieu P.
Art Unit	:	2842
Conf. No.	:	1052

COMMENTS ON EXAMINER'S STATEMENT OF REASONS FOR ALLOWANCE

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

Dear Commissioner:

Applicant appreciates the finding of the pending claims to be allowable. In the Notice of Allowance dated November 1, 2017, the Examiner indicates on pages 2-3 of the Notice of Allowability various features of the claims that are not disclosed by the art of record.

Applicant assumes that, pursuant to M.P.E.P. § 1302.14, the Examiner has stated some, but not all of the reasons for allowance of the claims. As a result, the statements noted above do not necessarily relate to or completely set out all the reasons for allowance of each and every claim. Furthermore, the patentability of the dependent claims does not solely depend upon the patentability of their respective base claims. Rather, each dependent claim recites further distinguishing features of particular utility.

EX-1002 0010
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

To the extent that the Examiner's paraphrasing of the subject matter of the claims deviates from the actual language of the claims, Applicant respectfully notes that patentability of each claim is derived from the claim as a whole and the reasons for allowance are not limited to the features explicitly discussed by the Examiner.

Respectfully submitted,

KNOBBE, MARTENS, OLSON & BEAR, LLP

Dated: January 31, 2018

By: /David Trossen/

David Trossen
Registration No. 59,406
Registered Practitioner
Customer No. 20995
(415) 954-4114

27328627

EX-1002 0011
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

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

20995 7590 11/01/2017

KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614

EXAMINER
NGUYEN, HIEU P

ART UNIT	PAPER NUMBER
2842	

DATE MAILED: 11/01/2017

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
15/377,842	12/13/2016	Ping Li	SKYWRKS.280C3	1052

TITLE OF INVENTION: APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$960	$0	$0	$960	02/01/2018

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 ENTITY STATUS shown above. If the ENTITY STATUS is shown as SMALL or MICRO, verify whether entitlement to that entity status still applies.

If the ENTITY STATUS is the same as shown above, pay the TOTAL FEE(S) DUE shown above.

If the ENTITY STATUS is changed from that shown above, on PART B - FEE(S) TRANSMITTAL, complete section number 5 titled "Change in Entity Status (from status indicated above)".

For purposes of this notice, small entity fees are 1/2 the amount of undiscounted fees, and micro entity fees are 1/2 the amount of small entity fees.

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: Maintenance fees are due in utility patents issuing on applications filed on or after Dec. 12, 1980. It is patentee's responsibility to ensure timely payment of maintenance fees when due. More information is available at www.uspto.gov/PatentMaintenanceFees.

PTOL-85 (Rev. 02/11)

EX-1002 0012
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

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)

20995 7590 11/01/2017
KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614

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.
15/377,842	12/13/2016	Ping Li	SKYWRKS.280C3	1052

TITLE OF INVENTION: APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$960	$0	$0	$960	02/01/2018

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
NGUYEN, HIEU P	2842	455-550100

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 credits any overpayment, to Deposit Account Number _____ (enclose an extra copy of this form).

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)
- ❑ Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29 — NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see forms PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.
- ❑ Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27 — NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.
- ❑ Applicant changing to regular undiscounted fee status. — NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature _____ Date _____

Typed or printed name _____ Registration No. _____

PTOL-85 Part B (10-13) Approved for use through 10/31/2013. OMB 0651-0033 U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

EX-1002 0013
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

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.
15/377,842	12/13/2016	Ping Li	SKYWRKS.280C3	1052

20995 7590 11/01/2017

KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614

EXAMINER	
NGUYEN, HIEU P	

ART UNIT	PAPER NUMBER
2842	

DATE MAILED: 11/01/2017

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

The Office has discontinued providing a Patent Term Adjustment (PTA) calculation with the Notice of Allowance.

Section 1(h)(2) of the AIA Technical Corrections Act amended 35 U.S.C. 154(b)(3)(B)(i) to eliminate the requirement that the Office provide a patent term adjustment determination with the notice of allowance. See Revisions to Patent Term Adjustment, 78 Fed. Reg. 19416, 19417 (Apr. 1, 2013). Therefore, the Office is no longer providing an initial patent term adjustment determination with the notice of allowance. The Office will continue to provide a patent term adjustment determination with the Issue Notification Letter that is mailed to applicant approximately three weeks prior to the issue date of the patent, and will include the patent term adjustment on the patent. Any request for reconsideration of the patent term adjustment determination (or reinstatement of patent term adjustment) should follow the process outlined in 37 CFR 1.705.

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.

EX-1002 0014
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

OMB Clearance and PRA Burden Statement for PTOL-85 Part B

The Paperwork Reduction Act (PRA) of 1995 requires Federal agencies to obtain Office of Management and Budget approval before requesting most types of information from the public. When OMB approves an agency request to collect information from the public, OMB (i) provides a valid OMB Control Number and expiration date for the agency to display on the instrument that will be used to collect the information and (ii) requires the agency to inform the public about the OMB Control Number's legal significance in accordance with 5 CFR 1320.5(b).

The information collected by PTOL-85 Part B 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.

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 disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
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 inspection 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.

Notice of Allowability	Application No. 15/377,842	Applicant(s) LI ET AL.	
	Examiner HIEU NGUYEN	Art Unit 2842	AIA (First Inventor to File) Status No

-- 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 *10/13/2017*.

   ☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on_____.

2. ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.

3. ☒ The allowed claim(s) is/are *1-5,7,9-11, 14-16 and 18-25*. As a result of the allowed claim(s), you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov .

4. ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

   Certified copies:

   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.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.

   ☐ 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. ☐ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date _____
3. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material
4. ☐ Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date _____ .
5. ☐ Examiner's Amendment/Comment
6. ☒ Examiner's Statement of Reasons for Allowance
7. ☐ Other ____.

/HIEU NGUYEN/
Primary Examiner, Art Unit 2842

The present application is being examined under the pre-AIA first to invent provisions.

DETAILED ACTION

Terminal Disclaimer

The terminal disclaimer filed on 10/13/2017 has been reviewed and is accepted.

Allowable Subject Matter

Claims 1-5, 7, 9-11, 14-16, and 18-25 are allowed.

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

Claims 1-5, 7, 9 and 10 are allowed over the prior art of record. The prior art of record considered individually or in combination, fails to fairly teach or suggest the claimed circuit comprising, among other limitations and unobvious limitations of "...and to mirror the control current to generate a correction current..." structurally and functionally interconnected with other limitations in the manner as cited in the claim.

Claims 11 and 22-25 are allowed over the prior art of record. The prior art of record considered individually or in combination, fails to fairly teach or suggest the claimed method comprising, among other limitations and unobvious limitations of "...mirroring the control current to generate a correction current using the gain correction circuit..." structurally and functionally interconnected with other limitations in the manner as cited in the claim.

Claims 14-16 and 18-21 are allowed over the prior art of record. The prior art of record considered individually or in combination, fails to fairly teach or suggest the claimed circuit comprising, among other limitations and unobvious limitations of "...and to mirror the control

current to generate a correction current…" structurally and functionally interconnected with other limitations in the manner as cited in the claim.

Conclusion

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."

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to Hieu P. Nguyen whose telephone number is 571-272-8577. The examiner can normally be reached on M-F: 8 A.M - 5P.M.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Robert Pascal can be reached on 571-272-1769. 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).

/Hieu Nguyen/
Primary Examiner
Group Art Unit: 2842

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	15377842	LI ET AL.
	Examiner	Art Unit
	HIEU NGUYEN	2842

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
330	285	02/17/2017	hn
330	296	02/17/2017	hn
330	288	02/17/2017	hn
330	289	02/17/2017	hn

* See search history printout included with this form or the SEARCH NOTES box below to determine the scope of the search.

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
EAST	02/17/2017	hn
EAST UPDATE SEARCH	07/11/2017	hn
EAST UPDATE SEARCH	10/26/2017	hn

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner
US-PGPUB		10/26/2017	hn

	/HIEU NGUYEN/ Primary Examiner, Art Unit 2842

OK TO ENTER!
HN

SKYWRKS.280C3 PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors	:	Ping Li et al.
App. No.	:	15/377,842
Filed	:	December 13, 2016
For	:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
Examiner	:	Nguyen, Hieu P.
Art Unit	:	2842
Conf. No.	:	1052

AMENDMENT AND RESPONSE TO FINAL OFFICE ACTION

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

Dear Commissioner:

In response to the Final Office Action dated July 17, 2017, please consider the following items:

Amendments to the Claims are reflected in the listing of claims which begins on page 2 of this paper.

Remarks begin on page 7 of this paper.

EX-1002 0021
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

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. 1052

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE RULE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.
15/377,842	12/13/2016	455	2842	SKYWRKS.280C3

APPLICANTS

SKYWORKS SOLUTIONS, INC., Woburn, MA;

INVENTORS

Ping Li, Dunstable, MA;
Paul T. DiCarlo, Marlborough, MA;

**** CONTINUING DATA ***************************

This application is a CON of 14/825,053 08/12/2015 PAT 9667203
which is a CON of 14/242,150 04/01/2014 PAT 9136803
which is a CON of 13/468,749 05/10/2012 PAT 8717101
which claims benefit of 61/486,186 05/13/2011

**** FOREIGN APPLICATIONS ***************************

**** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ****

12/21/2016

Foreign Priority claimed	☐ Yes ☑ No	☐ Met after Allowance	STATE OR COUNTRY	SHEETS DRAWINGS	TOTAL CLAIMS	INDEPENDENT CLAIMS
35 USC 119(a-d) conditions met	☐ Yes ☑ No		MA	7	20	3
Verified and Acknowledged	/HIEU P NGUYEN/ Examiner's Signature	hn Initials				

ADDRESS

KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614
UNITED STATES

TITLE

APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS

FILING FEE RECEIVED		
1600	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

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	15377842	LI ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	HIEU NGUYEN	2842

✓	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	02/17/2017	07/11/2017	10/26/2017						
1	1	✓	✓	=						
2	2	✓	✓	=						
3	3	✓	✓	=						
4	4	✓	✓	=						
5	5	✓	✓	=						
	6	✓	-	-						
6	7	✓	✓	=						
	8	✓	-	-						
7	9	✓	✓	=						
8	10	✓	✓	=						
9	11	✓	✓	=						
	12	✓	-	-						
	13	✓	-	-						
14	14	✓	✓	=						
15	15	✓	✓	=						
16	16	✓	✓	=						
	17	✓	-	-						
17	18	✓	✓	=						
18	19	✓	✓	=						
19	20	✓	✓	=						
20	21		✓	=						
10	22		✓	=						
11	23		✓	=						
12	24		✓	=						
13	25		✓	=						

EX-1002 0023
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	321	(burst|boost|transient|start$up) and mirror and 330/285,296,298,288-289.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/10/26 16:38
L2	472	(burst|boost|transient) and EVM	USPAT	OR	OFF	2017/10/26 16:40
L3	199	(burst|boost|transient|start$up) and bias$4 and (RC|(time adj constant)) and 330/285,296,298,288-289.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/10/26 16:42
L4	86	(burst|boost|transient|start$up) and mirror and (RC|(time adj constant)) and 330/285,296,298,288-289.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/10/26 16:59
L5	62	(burst|boost|transient) and EVM and 330/$.ccls.	USPAT	OR	OFF	2017/10/26 16:59
L6	50	(boost$4 with current) and 330/285,296,289.ccls.	USPAT	OR	OFF	2017/10/26 17:04

EAST Search History (Interference)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L13	1	(gain adj correction adj circuit) with (control adj current).clm.	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2017/10/26 17:10

10/26/2017 5:10:45 PM
C:\Users\hnguyen35\Documents\EAST\Workspaces\15377842.wsp

EX-1002 0024
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	15377842	LI ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	HIEU NGUYEN	2842

CPC						
Symbol					**Type**	**Version**
H03G		3	/	3042	F	2013-01-01
H03F		3	/	195	I	2013-01-01
H03F		3	/	213	I	2013-01-01
H04B		1	/	3827	I	2013-01-01
H03F		2200	/	451	A	2013-01-01
H03F		2200	/	18	A	2013-01-01
H03F		2200	/	336	A	2013-01-01
H03F		2200	/	387	A	2013-01-01
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			
			/			

CPC Combination Sets							
Symbol					**Type**	**Set**	**Ranking**	**Version**
			/					
			/					

NONE		**Total Claims Allowed:**	
(Assistant Examiner)	(Date)	20	
/HIEU NGUYEN/ Primary Examiner.Art Unit 2842	10/26/2017	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	3B

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	15377842	LI ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	HIEU NGUYEN	2842

US ORIGINAL CLASSIFICATION		INTERNATIONAL CLASSIFICATION												
CLASS	SUBCLASS	CLAIMED								NON-CLAIMED				
330	296	H	0	3	G	3 / 30 (2006.01.01)								
		H	0	3	F	3 / 213 (2006.01.01)								
CROSS REFERENCE(S)		H	0	3	F	3 / 195 (2006.01.01)								
CLASS	SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)													
330	289													

NONE		Total Claims Allowed:	
(Assistant Examiner)	(Date)	20	
/HIEU NGUYEN/ Primary Examiner.Art Unit 2842	10/26/2017	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	3B

EX-1002 0026
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	15377842	LI ET AL.
	Examiner	**Art Unit**
	HIEU NGUYEN	2842

☐ 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												
2	2	17	18												
3	3	18	19												
4	4	19	20												
5	5	20	21												
	6	10	22												
6	7	11	23												
	8	12	24												
7	9	13	25												
8	10														
9	11														
	12														
	13														
14	14														
15	15														
16	16														

NONE (Assistant Examiner)	(Date)	**Total Claims Allowed:** 20	
/HIEU NGUYEN/ Primary Examiner.Art Unit 2842 (Primary Examiner)	10/26/2017 (Date)	O.G. Print Claim(s) 1	O.G. Print Figure 3B

U.S. Patent and Trademark Office

Part of Paper No. 20171026

PTO/SB/06 (09-11)
Approved for use through 1/31/2014. 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 15/377,842	Filing Date 12/13/2016	☐ To be Mailed

ENTITY: ☒ LARGE ☐ SMALL ☐ MICRO

APPLICATION AS FILED – PART I

FOR	(Column 1) NUMBER FILED	(Column 2) NUMBER EXTRA	RATE ($)	FEE ($)
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A	
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A	
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	x $ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	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 $310 ($155 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	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT	10/13/2017	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 20	Minus	** 20	= 0	x $80 =	0
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 3	Minus	***3	= 0	x $420 =	0
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
						TOTAL ADD'L FEE	0

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

LIE
MARCUS PRIDGEN

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.

Doc Code: DIST.E.FILE **Document Description: Electronic Terminal Disclaimer - Filed**	PTO/SB/26 U.S. Patent and Trademark Office Department of Commerce

Electronic Petition Request	**TERMINAL DISCLAIMER TO OBVIATE A DOUBLE PATENTING REJECTION OVER A "PRIOR" PATENT**
Application Number	15377842
Filing Date	13-Dec-2016
First Named Inventor	Ping Li
Attorney Docket Number	SKYWRKS.280C3
Title of Invention	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS

☒ Filing of terminal disclaimer does not obviate requirement for response under 37 CFR 1.111 to outstanding Office Action

☒ This electronic Terminal Disclaimer is not being used for a Joint Research Agreement.

Owner	Percent Interest
Skyworks Solutions, Inc.	100%

The owner(s) with percent interest listed above in the instant application hereby disclaims, except as provided below, the terminal part of the statutory term of any patent granted on the instant application which would extend beyond the expiration date of the full statutory term of prior patent number(s)

9136803

as the term of said prior patent is presently shortened by any terminal disclaimer. The owner hereby agrees that any patent so granted on the instant application shall be enforceable only for and during such period that it and the prior patent are commonly owned. This agreement runs with any patent granted on the instant application and is binding upon the grantee, its successors or assigns.

In making the above disclaimer, the owner does not disclaim the terminal part of the term of any patent granted on the instant application that would extend to the expiration date of the full statutory term of the prior patent, "as the term of said prior patent is presently shortened by any terminal disclaimer," in the event that said prior patent later:
- expires for failure to pay a maintenance fee;
- is held unenforceable;
- is found invalid by a court of competent jurisdiction;
- is statutorily disclaimed in whole or terminally disclaimed under 37 CFR 1.321;
- has all claims canceled by a reexamination certificate;
- is reissued; or
- is in any manner terminated prior to the expiration of its full statutory term as presently shortened by any terminal disclaimer.

◉ Terminal disclaimer fee under 37 CFR 1.20(d) is included with Electronic Terminal Disclaimer request.

○	I certify, in accordance with 37 CFR 1.4(d)(4), that the terminal disclaimer fee under 37 CFR 1.20(d) required for this terminal disclaimer has already been paid in the above-identified application.

Applicant claims the following fee status:

○ Small Entity

○ Micro Entity

◉ Regular Undiscounted

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.

THIS PORTION MUST BE COMPLETED BY THE SIGNATORY OR SIGNATORIES

I certify, in accordance with 37 CFR 1.4(d)(4) that I am:

◉ An attorney or agent registered to practice before the Patent and Trademark Office who is of record in this application

Registration Number 59406

○ A sole inventor

○ A joint inventor; I certify that I am authorized to sign this submission on behalf of all of the inventors as evidenced by the power of attorney in the application

○ A joint inventor; all of whom are signing this request

Signature	/David Trossen/
Name	David Trossen

*Statement under 37 CFR 3.73(b) is required if terminal disclaimer is signed by the assignee (owner).
Form PTO/SB/96 may be used for making this certification. See MPEP § 324.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	15377842
Filing Date:	13-Dec-2016
Title of Invention:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
First Named Inventor/Applicant Name:	Ping Li
Filer:	David R. Trossen/Imran Ahmed
Attorney Docket Number:	SKYWRKS.280C3

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
STATUTORY OR TERMINAL DISCLAIMER	1814	1	160	160
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
			Total in USD ($)	**160**

Doc Code: DISQ.E.FILE
Document Description: Electronic Terminal Disclaimer – Approved

Application No.: 15377842

Filing Date: 13-Dec-2016

Applicant/Patent under Reexamination: Li

Electronic Terminal Disclaimer filed on October 13, 2017

☒ APPROVED

This patent is subject to a terminal disclaimer

☐ DISAPPROVED

Approved/Disapproved by: Electronic Terminal Disclaimer automatically approved by EFS-Web

U.S. Patent and Trademark Office

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	30650525
Application Number:	15377842
International Application Number:	
Confirmation Number:	1052
Title of Invention:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
First Named Inventor/Applicant Name:	Ping Li
Customer Number:	20995
Filer:	David R. Trossen/Imran Ahmed
Filer Authorized By:	David R. Trossen
Attorney Docket Number:	SKYWRKS.280C3
Receipt Date:	13-OCT-2017
Filing Date:	13-DEC-2016
Time Stamp:	14:30:56
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	CARD
Payment was successfully received in RAM	$160
RAM confirmation Number	101617INTEFSW14305200
Deposit Account	111410
Authorized User	Imran Ahmed

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

37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

37 CFR 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Terminal Disclaimer-Filed (Electronic)	eTerminal-Disclaimer.pdf	33511 d69b9e56dd4d775edb548049280e64816e579eb5	no	2
Warnings:					
Information:					
2	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30536 59cb599f48e1962059c684edd4830b34d45f1beb	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	64047		

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.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors	:	Ping Li et al.
App. No.	:	15/377,842
Filed	:	December 13, 2016
For	:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
Examiner	:	Nguyen, Hieu P.
Art Unit	:	2842
Conf. No.	:	1052

AMENDMENT AND RESPONSE TO FINAL OFFICE ACTION

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

Dear Commissioner:

In response to the Final Office Action dated July 17, 2017, please consider the following items:

Amendments to the Claims are reflected in the listing of claims which begins on page 2 of this paper.

Remarks begin on page 7 of this paper.

EX-1002 0036
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

AMENDMENTS TO THE CLAIMS

Please amend claim 18 and 19.

1. (Previously Presented) A mobile device comprising:

a transceiver configured to generate a radio frequency signal and a power amplifier enable signal;

a power amplifier configured to provide amplification to the radio frequency signal, the power amplifier configured to receive a bias signal that biases the power amplifier; and

a bias circuit configured to receive the power amplifier enable signal and to generate the bias signal, the bias circuit including a gain correction circuit configured to generate a control current in response to activation of the power amplifier enable signal and to mirror the control current to generate a correction current, and a primary biasing circuit configured to generate the bias signal based on the correction current and the power amplifier enable signal.

2. (Original) The mobile device of claim 1 wherein the primary bias circuit includes a first transistor, the correction current configured to change a current flowing through the first transistor.

3. (Original) The mobile device of claim 2 wherein the primary bias circuit further includes a resistor, the first transistor configured to receive the power amplifier enable signal via the resistor.

4. (Original) The mobile device of claim 2 wherein the primary bias circuit further includes a second transistor electrically coupled to the first transistor and configured to provide the bias signal to the power amplifier.

5. (Original) The mobile device of claim 1 wherein the power amplifier includes an output configured to provide a wireless local area network signal, the power amplifier enable signal operable to pulse the output of the power amplifier.

EX-1002 0037
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

6. (Canceled)

7. (Previously Presented) The mobile device of claim 1 wherein the gain correction circuit includes a current mirror configured to generate the correction current by mirroring the control current, the current mirror configured to receive the power amplifier enable signal.

8. (Canceled)

9. (Previously Presented) The mobile device of claim 1 wherein the gain correction circuit includes a time-dependent signal generator that receives the power amplifier enable signal at an input and generates the control current at an output, the time-dependent signal generator including a capacitor and a first resistor electrically connected in a first electrical path from the input to the output.

10. (Original) The mobile device of claim 9 wherein the time-dependent signal generator further includes a second resistor electrically connected in a second electrical path from the input to the output.

11. (Previously Presented) A method of power amplifier biasing, the method comprising:

generating a radio frequency signal and a power amplifier enable signal using a transceiver;

providing amplification to the radio frequency signal using a power amplifier;

generating a control current in response to activation of the power amplifier enable signal using a gain correction circuit;

mirroring the control current to generate a correction current using the gain correction circuit;

generating a bias signal based on the correction current and the power amplifier enable signal using a primary biasing circuit; and

biasing the power amplifier using the bias signal.

EX-1002 0038
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

12. (Canceled)

13. (Canceled)

14. (Previously Presented) A packaged module comprising:

a package substrate; and

an integrated circuit attached to the package substrate and including a power amplifier configured to provide amplification to a radio frequency signal and a bias circuit configured to receive a power amplifier enable signal and to generate a bias signal that biases the power amplifier, the bias circuit including a gain correction circuit configured to generate a control current in response to activation of the power amplifier enable signal and to mirror the control current to generate a correction current, and a primary biasing circuit configured to generate the bias signal based on the correction current and the power amplifier enable signal.

15. (Original) The packaged module of claim 14 wherein the primary bias circuit includes a first transistor, the correction current configured to change a current flowing through the first transistor.

16. (Original) The packaged module of claim 15 wherein the primary bias circuit further includes a resistor, the first transistor configured to receive the power amplifier enable signal via the resistor.

17. (Canceled)

18. (Currently Amended) The packaged module of claim 14 [[17]] wherein the gain correction circuit includes a current mirror configured to generate the correction current by mirroring the control current, the current mirror configured to receive the power amplifier enable signal.

EX-1002 0039
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

19. (Currently Amended) The packaged module of claim 14 [[17]] wherein the gain correction circuit includes a time-dependent signal generator that receives the power amplifier enable signal at an input and generates the control current at an output, the time-dependent signal generator including a capacitor and a first resistor electrically connected in a first electrical path from the input to the output.

20. (Original) The packaged module of claim 19 wherein the time-dependent signal generator further includes a second resistor electrically connected in a second electrical path from the input to the output.

21. (Previously Presented) The packaged module of claim 15 wherein the primary bias circuit further includes a second transistor electrically coupled to the first transistor and configured to provide the bias signal to the power amplifier.

22. (Previously Presented) The method of claim 11 wherein generating the bias signal includes changing a current flowing through a first bipolar transistor of the primary biasing circuit based on the correction current, and providing the power amplifier enable signal to a collector and a base of the first bipolar transistor via a first resistor of the primary biasing circuit.

23. (Previously Presented) The method of claim 22 wherein generating the bias signal further includes providing the power amplifier enable signal to an emitter of the first bipolar transistor via a second resistor of the primary biasing circuit.

24. (Previously Presented) The method of claim 22 wherein generating the bias signal further includes generate a bias current using an emitter of a second bipolar transistor of the primary biasing circuit, the second bipolar transistor including a base coupled to the base of the first bipolar transistor.

25. (Previously Presented) The method of claim 11 wherein mirroring the control current includes receiving the control current at an input of a current mirror and providing the

EX-1002 0040
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

correction current at an output of the current mirror, the method further including controlling the current mirror using the power amplifier enable signal.

EX-1002 0041
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

REMARKS

This paper is filed in response to the non-final Office Action dated July 17, 2017. The Office Action rejected claims 1-5, 7, 9-11, 14-16, and 18-25 on the ground of nonstatutory obviousness-type double patenting. Applicant respectfully requests reconsideration of the application in view of the above-identified amendments and the following remarks.

Double Patenting

The Office Action indicates that 1-5, 7, 9-11, 14-16, and 18-25 are rejected on the ground of nonstatutory obviousness type double patenting over claims 1-20 of U.S. Patent No. 9,136,803.

Applicants have submitted an eTerminal disclaimer via EFS-web. As such, Applicants respectfully request withdrawal of the rejection.

While Applicants have submitted a terminal disclaimer to expedite issuance of the present application, Applicants do not agree or acquiesce that the claims of U.S. Patent No. 9,136,803 are obvious in view of the claims of the present application or that the claims of the present application are obvious in view of U.S. Patent No. 9,136,803.

No Disclaimers or Disavowals

Although the present communication may include alterations to the application or claims, or characterizations of claim scope or referenced art, Applicant is not conceding in this application that previously pending claims are not patentable over the cited references. Rather, any alterations or characterizations are being made to facilitate expeditious prosecution of this application. Applicant reserves the right to pursue at a later date any previously pending or other broader or narrower claims that capture any subject matter supported by the present disclosure, including subject matter found to be specifically disclaimed herein or by any prior prosecution. Accordingly, reviewers of this or any parent, child or related prosecution history shall not reasonably infer that Applicant has made any disclaimers or disavowals of any subject matter supported by the present application.

EX-1002 0042
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

Co-Owned Applications of Assignee

Applicant wishes to draw the Examiner's attention to the following co-owned applications of the present application's assignee.

Docket No.	**Application No.** ***(Patent No.)***	**Title**	**Filed** ***(Issued)***
SKYWRKS.280A	13/468,749 *(US 8,717,101)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	05-10-2012 *(05-06-2014)*
SKYWRKS.280C1	14/242,150 *(US 9,136,803)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING A POWER AMPLIFIER	04-01-2014 *(09-15-2015)*
SKYWRKS.280C2	14/825,053 *(US 9,667,203)*	APPARATUS AND METHODS FOR POWER AMPLIFIER BIASING	08-12-2015 *(05-30-2017)*
SKYWRKS.280WO	PCT/US2012/037065	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	05-19-2012
SKYWRKS.280CN	CN 201280033348.X *(ZL201280033348.X)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	01-03-2014 *(09-21-2016)*
SKYWRKS.280HK	14104216.4	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	05-02-2014
SKYWRKS.280KR	KR 10-2013-7031862 *(10-1767298)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	11-29-2013 *(11-29-2013)*
SKYWRKS.280TW	TW 101117000 *(I519061)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	05-11-2012 *(01-21-2016)*
SKYWRKS.280TWD1	TW 104133412	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	10-12-2015

Please charge any additional fees, including any fees for additional extension of time, or credit overpayment to Deposit Account No. 11-1410.

Respectfully submitted,

KNOBBE, MARTENS, OLSON & BEAR, LLP

Dated: October 13, 2017

By: /David Trossen/

David Trossen
Registration No. 59,406
Registered Practitioner
Customer No. 20995
(415) 954-4114

26410444

EX-1002 0043
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	30654670
Application Number:	15377842
International Application Number:	
Confirmation Number:	1052
Title of Invention:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
First Named Inventor/Applicant Name:	Ping Li
Customer Number:	20995
Filer:	David R. Trossen/ThuyQuyen Nguyen
Filer Authorized By:	David R. Trossen
Attorney Docket Number:	SKYWRKS.280C3
Receipt Date:	13-OCT-2017
Filing Date:	13-DEC-2016
Time Stamp:	16:56:18
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		FOAR_SKYWRKS-280C3.pdf	46256 21bfb9f9dc08c95ac80939b402a74ea5328058d3	yes	8

	Multipart Description/PDF files in .zip description		
	Document Description	**Start**	**End**
	Response After Final Action	1	1
	Claims	2	6
	Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment	7	8
Warnings:			
Information:			
	Total Files Size (in bytes):	46256	

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.
15/377,842	12/13/2016	Ping Li	SKYWRKS.280C3	1052

20995 7590 07/17/2017

KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614

EXAMINER
NGUYEN, HIEU P

ART UNIT	PAPER NUMBER
2842	

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
07/17/2017	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):

jayna.cartee@knobbe.com
efiling@knobbe.com

EX-1002 0046
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

Office Action Summary	Application No. 15/377,842	Applicant(s) LI ET AL.	
	Examiner HIEU NGUYEN	Art Unit 2842	AIA (First Inventor to File) Status No

-- 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* MONTHS 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 *05/16/2017*.

☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.

2a)☒ This action is **FINAL**. 2b)☐ This action is non-final.

3)☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.

4)☐ 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*

5)☒ Claim(s) *1-5,7,9-11,14-16 and 18-25* is/are pending in the application.

5a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.

6)☐ Claim(s) _____ is/are allowed.

7)☒ Claim(s) *1-5, 7, 9-11, 14-16, and 18-25* is/are rejected.

8)☐ Claim(s) _____ is/are objected to.

9)☐ Claim(s) _____ are subject to restriction and/or election requirement.

* If any claims have been determined allowable, you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.

Application Papers

10)☐ The specification is objected to by the Examiner.

11)☐ The drawing(s) filed on _____ 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).

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).

Certified copies:

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)).

** 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) ☒ Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08a and/or PTO/SB/08b) Paper No(s)/Mail Date *05/16/2017 and 02/28/2017*.

3) ☐ Interview Summary (PTO-413) Paper No(s)/Mail Date. _____ .

4) ☐ Other: _____.

The present application is being examined under the pre-AIA first to invent provisions.

DETAILED ACTION

Claim Objections

Claims 18-20 are objected to because of the following informalities: Claim 18 is dependent upon a cancelled claim 17.

Appropriate correction is required.

Double Patenting

Claims 1-5, 7, 9 -11, 14-16, and 18-25 are rejected on the ground of nonstatutory obviousness-type **double patenting** as being unpatentable over claims 1-20 of U.S. Patent No. 9,136,803. Although the conflicting claims are not identical, they are not patentably distinct from each other because all of the limitations of the present claims are present in the patented claims.

Conclusion

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to HIEU NGUYEN whose telephone number is 571-272-8577. The examiner can normally be reached on M-F: 8 A.M - 5P.M.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Robert Pascal can be reached on 571-272-1769. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 703-872-9306.

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).

/Hieu Nguyen/
Primary Examiner
Group Art Unit: 2842

/H.P.N/

PTO/SB/08 Equivalent

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	Application No.	15/377,842
	Filing Date	December 13, 2016
	First Named Inventor	Ping Li
	Art Unit	2842
(Multiple sheets used when necessary)	Examiner	NGUYEN, HIEU P.
SHEET 1 OF 2	Attorney Docket No.	SKYWRKS.280C3

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials	Cite No.	Document Number *Number - Kind Code (if known)* Example: 1,234,567 B1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
/H.P.N/	1	6,331,799	12-18-2001	Miyazawa	
/H.P.N/	2	6,873,211	03-29-2005	Thompson et al.	
/H.P.N/	3	7,064,614	06-20-2006	Feng et al.	
/H.P.N/	4	7,215,203	05-08-2007	Matsunaga et al.	
/H.P.N/	5	7,345,547	03-18-2008	Wang et al.	
/H.P.N/	6	7,439,806	10-21-2008	Dow	
/H.P.N/	7	7,567,123	07-28-2009	Leung et al.	
/H.P.N/	8	7,777,566	08-17-2010	Drogi et al.	
/H.P.N/	9	7,795,980	09-14-2010	Griffiths et al.	
/H.P.N/	10	7,821,335	10-26-2010	Shiramizu et al.	
/H.P.N/	11	7,869,775	01-11-2011	Alon et al.	
/H.P.N/	12	7,876,157	01-25-2011	Kang et al.	
/H.P.N/	13	7,928,804	04-19-2011	Yamamoto et al.	
/H.P.N/	14	8,666,339	03-04-2014	Yu et al.	
/H.P.N/	15	8,717,101	05-06-2014	Li et al.	
/H.P.N/	16	9,136,803	09-15-2015	Li et al.	
/H.P.N/	17	9,503,026	11-22-2016	Li et al.	
/H.P.N/	18	2003/0016082	01-23-2003	Matsunaga et al.	
/H.P.N/	19	2005/0032488	02-10-2005	Pehlke et al.	
/H.P.N/	20	2005/0134374	06-23-2005	Hench et al.	
/H.P.N/	21	2007/0024372	02-01-2007	Hagen	
/H.P.N/	22	2008/0180169	07-31-2008	Ripley et al.	
/H.P.N/	23	2009/0195318	08-06-2009	Kang et al.	
/H.P.N/	24	2010/0156539	06-24-2010	Ha et al.	
/H.P.N/	25	2011/0134664	06-09-2011	Berghegger	
/H.P.N/	26	2012/0286873	11-15-2012	Li	
/H.P.N/	27	2013/0141167	06-06-2013	Kim et al.	
/H.P.N/	28	2013/0307625	11-21-2013	Hershberger et al.	
/H.P.N/	29	2013/0307627	11-21-2013	Hershberger	

Examiner Signature	/HIEU P NGUYEN/	Date Considered	07/12/2017

***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.

T[1] - Place a check mark in this area when an English language Translation is attached.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /H.P.N/

/H.P.N/

PTO/SB/08 Equivalent

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	Application No.	15/377,842
	Filing Date	December 13, 2016
	First Named Inventor	Ping Li
	Art Unit	2842
(Multiple sheets used when necessary)	Examiner	NGUYEN, HIEU P.
SHEET 2 OF 2	Attorney Docket No.	SKYWRKS.280C3

U.S. PATENT DOCUMENTS

Examiner Initials	Cite No.	Document Number *Number - Kind Code (if known)* Example: 1,234,567 B1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
/H.P.N/	30	2015/0035605	02-05-2015	Lam	
/H.P.N/	31	2015/0077187	03-19-2015	Lam et al.	
/H.P.N/	32	2015/0180518	06-25-2015	Whittaker	
/H.P.N/	33	2015/0349730	12-03-2015	Li et al.	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initials	Cite No.	Foreign Patent Document *Country Code-Number-Kind Code* Example: JP 1234567 A1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[1]
/H.P.N/	34	CN 101414805 A	04-22-2009	RENESAS TECH CORP.		Abstract
/H.P.N/	35	JP 2000-252766	09-14-2000	FUJITSU QUANTUM DEVICE KK		Abstract
/H.P.N/	36	JP 2007-019784	01-25-2007	Renesas Technology Corp.		Abstract
/H.P.N/	37	TW 200746621	12-16-2007	QUALCOMM INCORPORATED		Abstract
/H.P.N/	38	TW 200810347	02-16-2008	REALTEK SEMICONDUCTOR CORP.		Abstract

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Examiner Initials	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.	T[1]
/H.P.N/	39	YOON, S., KIM, C. "2.4 GHz WLAN InGaP/GaAs Power Amplifier with Temperature Compensation Technique" ETRI Journal, Vol. 31, No. 5., October 2009, 3 pages.	
/H.P.N/	40	SiGe Semiconductor, Inc. "5 GHz Power Amplifier with Power Detector", SE2537L, DST-00097, Rev 1.5, March 22, 2010, 10 pages.	
/H.P.N/	41	SEARCH REPORT AND WRITTEN OPINION of November 28, 2012 for International Application No. PCT/US2012/037065. Attorney Docket No. SKYWRKS.280WO. 11 pages.	

25359127
022817

Examiner Signature	/HIEU P NGUYEN/	Date Considered	07/12/2017

***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.

T[1] - Place a check mark in this area when an English language Translation is attached.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /H.P.N/

PTO/SB/08 Equivalent

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	Application No.	15/377,842
	Filing Date	December 13, 2016
	First Named Inventor	Ping Li et al.
	Art Unit	2842
(Multiple sheets used when necessary)	Examiner	Nguyen, Hieu P.
SHEET 1 OF 1	Attorney Docket No.	SKYWRKS.280C3

U.S. PATENT DOCUMENTS

Examiner Initials	Cite No.	Document Number *Number - Kind Code (if known)* Example: 1,234,567 B1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
/H.P.N/	1	9,667,203	05-30-2017	Li et al.	
/H.P.N/	2	2009/0212863	08-27-2009	Ishimaru	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initials	Cite No.	Foreign Patent Document *Country Code-Number-Kind Code* Example: JP 1234567 A1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[1]

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Examiner Initials	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.	T[1]

25837434
051617

Examiner Signature	/HIEU P NGUYEN/	Date Considered	07/12/2017

***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.

T[1] - Place a check mark in this area when an English language Translation is attached.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /H.P.N/

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. 1052

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE RULE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.
15/377,842	12/13/2016	455	2842	SKYWRKS.280C3

APPLICANTS

SKYWORKS SOLUTIONS, INC., Woburn, MA;

INVENTORS

Ping Li, Dunstable, MA;
Paul T. DiCarlo, Marlborough, MA;

**** CONTINUING DATA ***************************

This application is a CON of 14/825,053 08/12/2015 PAT 9667203
which is a CON of 14/242,150 04/01/2014 PAT 9136803
which is a CON of 13/468,749 05/10/2012 PAT 8717101
which claims benefit of 61/486,186 05/13/2011

**** FOREIGN APPLICATIONS ***************************

**** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ****

12/21/2016

Foreign Priority claimed	STATE OR COUNTRY	SHEETS DRAWINGS	TOTAL CLAIMS	INDEPENDENT CLAIMS
☐ Yes ☑ No	MA	7	20	3

35 USC 119(a-d) conditions met ☐ Yes ☑ No ☐ Met after Allowance

Verified and Acknowledged /HIEU P NGUYEN/ Examiner's Signature

hn Initials

ADDRESS

KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614
UNITED STATES

TITLE

APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS

FILING FEE RECEIVED	FEES: Authority has been given in Paper	
1600	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

Index of Claims	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	15377842	LI ET AL.
	Examiner	Art Unit
	HIEU NGUYEN	2842

✓	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	02/17/2017	07/11/2017							
	1	✓	✓							
	2	✓	✓							
	3	✓	✓							
	4	✓	✓							
	5	✓	✓							
	6	✓	-							
	7	✓	✓							
	8	✓	-							
	9	✓	✓							
	10	✓	✓							
	11	✓	✓							
	12	✓	-							
	13	✓	-							
	14	✓	✓							
	15	✓	✓							
	16	✓	✓							
	17	✓	-							
	18	✓	✓							
	19	✓	✓							
	20	✓	✓							
	21		✓							
	22		✓							
	23		✓							
	24		✓							
	25		✓							

EX-1002 0054
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	441	(burst|boost|transient) and EVM	USPAT	OR	OFF	2017/07/11 14:23
L2	320	(burst|boost|transient|start$up) and mirror and 330/285,296,298,288-289.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/07/11 14:24
L3	197	(burst|boost|transient|start$up) and bias$4 and (RC|(time adj constant)) and 330/285,296,298,288-289.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/07/11 14:25
L4	86	(burst|boost|transient|start$up) and mirror and (RC|(time adj constant)) and 330/285,296,298,288-289.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; FPRS; EPO; JPO; DERWENT; IBM_TDB	OR	ON	2017/07/11 14:34
L5	62	(burst|boost|transient) and EVM and 330/$.ccls.	USPAT	OR	OFF	2017/07/11 14:35

EAST Search History (Interference)

< This search history is empty>

7/11/2017 2:36:04 PM
C:\Users\hnguyen35\Documents\EAST\Workspaces\15377842.wsp

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	15377842	LI ET AL.
	Examiner	Art Unit
	HIEU NGUYEN	2842

CPC- SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

CPC COMBINATION SETS - SEARCHED		
Symbol	Date	Examiner

US CLASSIFICATION SEARCHED			
Class	Subclass	Date	Examiner
330	285	02/17/2017	hn
330	296	02/17/2017	hn
330	288	02/17/2017	hn
330	289	02/17/2017	hn

SEARCH NOTES		
Search Notes	Date	Examiner
EAST	02/17/2017	hn
EAST UPDATE SEARCH	07/11/2017	hn

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner

	/HIEU NGUYEN/ Primary Examiner, Art Unit 2842

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors	:	Ping Li et al.
App. No.	:	15/377,842
Filed	:	December 13, 2016
For	:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
Examiner	:	Nguyen, Hieu P.
Art Unit	:	2842
Conf. No.	:	1052

AMENDMENT AND RESPONSE TO NON-FINAL OFFICE ACTION

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

Dear Sir:

In response to the Office Action dated February 27, 2017, please consider the following items:

Amendments to the Claims are reflected in the listing of claims which begins on page 2 of this paper.

Remarks begin on page 7 of this paper.

EX-1002 0057
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

AMENDMENTS TO THE CLAIMS

Please amend claims 1, 7, 9, 11, 14, 18, and 19. Please cancel claims 6, 8, 12, 13, and 17. Please add claims 21-25.

1. (Currently Amended) A mobile device comprising:

a transceiver configured to generate a radio frequency signal and a power amplifier enable signal;

a power amplifier configured to provide amplification to the radio frequency signal, the power amplifier configured to receive a bias signal that biases the power amplifier; and

a bias circuit configured to receive the power amplifier enable signal and to generate the bias signal, the bias circuit including a gain correction circuit configured to generate a control current ~~correction current~~ in response to activation of the power amplifier enable signal and to mirror the control current to generate a correction current, and a primary biasing circuit configured to generate the bias signal based on the correction current and the power amplifier enable signal.

2. (Original) The mobile device of claim 1 wherein the primary bias circuit includes a first transistor, the correction current configured to change a current flowing through the first transistor.

3. (Original) The mobile device of claim 2 wherein the primary bias circuit further includes a resistor, the first transistor configured to receive the power amplifier enable signal via the resistor.

4. (Original) The mobile device of claim 2 wherein the primary bias circuit further includes a second transistor electrically coupled to the first transistor and configured to provide the bias signal to the power amplifier.

EX-1002 0058
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

5. (Original) The mobile device of claim 1 wherein the power amplifier includes an output configured to provide a wireless local area network signal, the power amplifier enable signal operable to pulse the output of the power amplifier.

6. (Canceled)

7. (Currently Amended) The mobile device of claim [[6]] 1 wherein the gain correction circuit ~~current amplifier~~ includes a current mirror configured to generate the correction current by mirroring the control current, the current mirror configured to receive the power amplifier enable signal.

8. (Canceled)

9. (Currently Amended) The mobile device of claim [[6]] 1 wherein the gain correction circuit includes a time-dependent signal generator that receives the power amplifier enable signal at an input and generates the control current at an output, the time-dependent signal generator including a capacitor and a first resistor electrically connected in a first electrical path from the input to the output.

10. (Original) The mobile device of claim 9 wherein the time-dependent signal generator further includes a second resistor electrically connected in a second electrical path from the input to the output.

11. (Currently Amended) A method of power amplifier biasing, the method comprising:

generating a radio frequency signal and a power amplifier enable signal using a transceiver;

providing amplification to the radio frequency signal using a power amplifier;

generating a control ~~correction~~ current in response to activation of the power amplifier enable signal using a gain correction circuit;

EX-1002 0059
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

mirroring the control current to generate a correction current using the gain correction circuit;

generating a bias signal based on the correction current and the power amplifier enable signal using a primary biasing circuit; and

biasing the power amplifier using the bias signal.

12. (Canceled)

13. (Canceled)

14. (Currently Amended) A packaged module comprising:

a package substrate; and

an integrated circuit attached to the package substrate and including a power amplifier configured to provide amplification to a radio frequency signal and a bias circuit configured to receive a power amplifier enable signal and to generate a bias signal that biases the power amplifier, the bias circuit including a gain correction circuit configured to generate a control current ~~correction current~~ in response to activation of the power amplifier enable signal and to mirror the control current to generate a correction current, and a primary biasing circuit configured to generate the bias signal based on the correction current and the power amplifier enable signal.

15. (Original) The packaged module of claim 14 wherein the primary bias circuit includes a first transistor, the correction current configured to change a current flowing through the first transistor.

16. (Original) The packaged module of claim 15 wherein the primary bias circuit further includes a resistor, the first transistor configured to receive the power amplifier enable signal via the resistor.

17. (Canceled)

EX-1002 0060
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

18. (Currently Amended) The packaged module of claim 17 wherein the gain correction circuit ~~current-amplifier~~ includes a current mirror configured to generate the correction current by mirroring the control current, the current mirror configured to receive the power amplifier enable signal.

19. (Currently Amended) The packaged module of claim 17 wherein the gain correction circuit includes a time-dependent signal generator that receives the power amplifier enable signal at an input and generates the control ~~correction~~ current at an output, the time-dependent signal generator including a capacitor and a first resistor electrically connected in a first electrical path from the input to the output.

20. (Original) The packaged module of claim 19 wherein the time-dependent signal generator further includes a second resistor electrically connected in a second electrical path from the input to the output.

21. (New) The packaged module of claim 15 wherein the primary bias circuit further includes a second transistor electrically coupled to the first transistor and configured to provide the bias signal to the power amplifier.

22. (New) The method of claim 11 wherein generating the bias signal includes changing a current flowing through a first bipolar transistor of the primary biasing circuit based on the correction current, and providing the power amplifier enable signal to a collector and a base of the first bipolar transistor via a first resistor of the primary biasing circuit.

23. (New) The method of claim 22 wherein generating the bias signal further includes providing the power amplifier enable signal to an emitter of the first bipolar transistor via a second resistor of the primary biasing circuit.

24. (New) The method of claim 22 wherein generating the bias signal further includes generate a bias current using an emitter of a second bipolar transistor of the primary biasing

EX-1002 0061
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

circuit, the second bipolar transistor including a base coupled to the base of the first bipolar transistor.

25. (New) The method of claim 11 wherein mirroring the control current includes receiving the control current at an input of a current mirror and providing the correction current at an output of the current mirror, the method further including controlling the current mirror using the power amplifier enable signal.

EX-1002 0062
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

REMARKS

This paper is filed in response to the non-final Office Action dated February 27, 2017. The Office Action rejected claims 1-6, 8-12, 14-17, 19, and 20 under pre-AIA 35 U.S.C. §103(a) and rejected claims 1-20 on the grounds of nonstatutory double patenting.

As set forth above, claims 1, 7, 9, 11, 14, 18, and 19 have been amended. Additionally, claims 6, 8, 12, 13, and 17 have been canceled and claims 21-25 have been added. Support for the amendments can be found throughout the application as filed, including, for example, in figures 4 and 5 and in paragraphs [0065]-[0083] of the specification. No new matter is being added. Applicant respectfully requests entry of the amendments and reconsideration of the application in view of the following remarks.

Discussion of Rejections under pre-AIA 35 U.S.C § 103(a)

The Office Action rejected claims 1-6, 8-12, 14-17, 19 and 20 under pre-AIA 35 U.S.C. § 103(a) as being unpatentable over Wakita et al. (US 8,692,619).

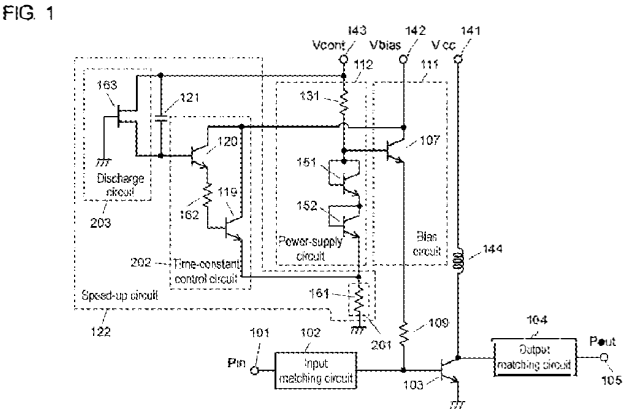
Claim 1

The cited art does not disclose or suggest the combination of features recited in amended claim 1. For example, amended claim 1 recites "a bias circuit configured to receive the power amplifier enable signal and to generate the bias signal, the bias circuit including a gain correction circuit configured to generate a control current in response to activation of the power amplifier enable signal and to mirror the control current to generate a correction current, and a primary biasing circuit configured to generate the bias signal based on the correction current and the power amplifier enable signal."

In rejecting prior claim 1, the Office Action asserted that elements 111, 112, and/or 203 shown in Figure 1 of Wakita (reproduced below) can be read as the claimed bias circuit or its functional equivalent. (Office Action at 3).

EX-1002 0063
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

FIG. 1



However, Wakita does not disclose or suggest "a bias circuit configured to receive the power amplifier enable signal and to generate the bias signal, the bias circuit including a gain correction circuit configured to generate a control current in response to activation of the power amplifier enable signal and to mirror the control current to generate a correction current, and a primary biasing circuit configured to generate the bias signal based on the correction current and the power amplifier enable signal," as recited in claim 1.

Moreover, Applicant respectfully asserts that **Wakita does not qualify as prior art**. For example, the Office Action indicates that the "present application is being examined under the pre-AIA first to invent provisions." (Office Action at 2). However, Wakita does not appear to quality as prior art under any section of pre-AIA 35 U.S.C § 102.

For example, U.S. 8,692,619 to Wakita published on April 8, 2014, which is after the effective filing date of the present application. Thus, Wakita is <u>not</u> prior art under pre-AIA 35 U.S.C. § 102(a) or pre-AIA 35 U.S.C. § 102(b).

Furthermore, Wakita does not appear to qualify as prior art any other section of pre-AIA 35 U.S.C § 102.

For example, "The prior art date of a reference under pre-AIA 35 U.S.C. 102(e) may be the international filing date if the international filing date was on or after November 29, 2000, the international application designated the United States, and the international application was published by the World Intellectual Property Organization (WIPO) under the Patent Cooperation Treaty (PCT) Article 21(2) in the **English language**." (MPEP § 706.02(a)(2), emphasis added). Although Wakita claims priority to PCT/JP2012/000758, filed February 6, 2012, and to Japanese app. no. 2011-029168, filed February 4, 2011, the priority applications do not appear to have

EX-1002 0064
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

been published in English. Thus, U.S. 8,692,619 to Wakita does not appear to qualify as prior art to the present application under pre-AIA 35 U.S.C. § 102(e).

For at least all of the reasons set forth above, Applicant respectfully requests withdrawal of the rejection of claim 1.

Claims 2-5, 7, 9-11, 14-16, and 18-25

For at least all of the reasons discussed above, claims 2-5, 7, 9-11, 14-16, and 18-25 are also allowable. As such, Applicant respectfully requests withdrawal of the rejections and the allowance of claims 1-5, 7, 9-11, 14-16, and 18-25.

Discussion of Non-Statutory Double Patenting Rejections

The Office Action rejected claims 1-20 on the ground of nonstatutory double patenting as being unpatentable over claims 1-20 of U.S. Patent No. 9,136,803.

Applicant will address this non-statutory double patenting rejection at a time when all pending claims are determined to be otherwise allowable. Accordingly, Applicant respectfully requests that the Examiner hold the non-statutory double patenting rejections in abeyance.

No Disclaimers or Disavowals

Although the present communication may include alterations to the application or claims, or characterizations of claim scope or referenced art, Applicant is not conceding in this application that previously pending claims are not patentable over the cited references. Rather, any alterations or characterizations are being made to facilitate expeditious prosecution of this application. Applicant reserves the right to pursue at a later date any previously pending or other broader or narrower claims that capture any subject matter supported by the present disclosure, including subject matter found to be specifically disclaimed herein or by any prior prosecution. Accordingly, reviewers of this or any parent, child or related prosecution history shall not reasonably infer that Applicant has made any disclaimers or disavowals of any subject matter supported by the present application.

EX-1002 0065
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

Co-Owned Applications of Assignee

Applicant wishes to draw the Examiner's attention to the following co-owned applications of the present application's assignee.

Docket No.	**Application No.** ***(Patent No.)***	**Title**	**Filed** ***(Issued)***
SKYWRKS.280A	13/468,749 *(US 8,717,101)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	05-10-2012 *(05-06-2014)*
SKYWRKS.280C1	14/242,150 *(US 9,136,803)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING A POWER AMPLIFIER	04-01-2014 *(09-15-2015)*
SKYWRKS.280C2	14/825,053	APPARATUS AND METHODS FOR POWER AMPLIFIER BIASING	08-12-2015
SKYWRKS.280WO	PCT/US2012/037065	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	05-19-2012
SKYWRKS.280CN	201280033348.X *(ZL201280033348.X)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	01-03-2014 *(09-21-2016)*
SKYWRKS.280HK	14104216.4	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	05-02-2014
SKYWRKS.280KR	10-2013-7031862	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	11-29-2013
SKYWRKS.280TW	TW 101117000 *(I519061)*	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	05-11-2012 *(01-21-2016)*
SKYWRKS.280TWD1	TW 104133412	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING POWER AMPLIFIERS	10-12-2015

Please charge any additional fees, including any fees for additional extension of time, or credit overpayment to Deposit Account No. 11-1410.

Respectfully submitted,

KNOBBE, MARTENS, OLSON & BEAR, LLP

Dated: May 16, 2017

By: /David Trossen/
David Trossen
Registration No. 59,406
Attorney of Record
Customer No. 20995
(415) 954-4114

25363426

EX-1002 0066
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Inventors	:	Ping Li et al.
App. No.	:	15/377,842
Filed	:	December 13, 2016
For	:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
Examiner	:	Nguyen, Hieu P.
Art Unit	:	2842
Conf. No.	:	1052

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

References and Listing

Pursuant to 37 CFR 1.56, an Information Disclosure Statement listing references is provided herewith. Copies of any listed foreign and non-patent literature references are being submitted.

No Disclaimers

To the extent that anything in the Information Disclosure Statement or the listed references could be construed as a disclaimer of any subject matter supported by the present application, Applicant hereby rescinds and retracts such disclaimer.

Timing of Disclosure

This Information Disclosure Statement is being filed after receipt of a First Office Action, but before the mailing date of a Final Action and before the mailing date of a Notice of Allowance. This Statement is accompanied by the fees set forth in 37 CFR 1.17(p). The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required or to credit any overpayment to Account No. 11-1410.

Respectfully submitted,

KNOBBE, MARTENS, OLSON & BEAR, LLP

Dated: May 16, 2017

By: /David Trossen/
David Trossen
Registration No. 59,406
Attorney of Record
Customer No. 20995
(415) 954-4114

25837444
051617

EX-1002 0068
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	Application No.	15/377,842
	Filing Date	December 13, 2016
	First Named Inventor	Ping Li et al.
	Art Unit	2842
(Multiple sheets used when necessary)	Examiner	Nguyen, Hieu P.
SHEET 1 OF 1	Attorney Docket No.	SKYWRKS.280C3

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials	Cite No.	Document Number *Number - Kind Code (if known)* Example: 1,234,567 B1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	9,667,203	05-30-2017	Li et al.	
	2	2009/0212863	08-27-2009	Ishimaru	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials	Cite No.	Foreign Patent Document *Country Code-Number-Kind Code* Example: JP 1234567 A1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	**T**[1]

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials	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.	**T**[1]

25837434
051617

Examiner Signature	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.

T[1] - Place a check mark in this area when an English language Translation is attached.

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	15377842
Filing Date:	13-Dec-2016
Title of Invention:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
First Named Inventor/Applicant Name:	Ping Li
Filer:	David R. Trossen/Alanna Wai
Attorney Docket Number:	SKYWRKS.280C3

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

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:	29220371
Application Number:	15377842
International Application Number:	
Confirmation Number:	1052
Title of Invention:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
First Named Inventor/Applicant Name:	Ping Li
Customer Number:	20995
Filer:	David R. Trossen/Gustavo Lopez
Filer Authorized By:	David R. Trossen
Attorney Docket Number:	SKYWRKS.280C3
Receipt Date:	16-MAY-2017
Filing Date:	13-DEC-2016
Time Stamp:	13:33:05
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	CARD
Payment was successfully received in RAM	$180
RAM confirmation Number	051617INTEFSW13341400
Deposit Account	111410
Authorized User	Gustavo Lopez

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

37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees)

37 CFR 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		OAR_SKYWRKS-280C3.pdf	97109 79d50fffef130bde53e4d4224e6711d2b34c840c	yes	10

Multipart Description/PDF files in .zip description		
Document Description	**Start**	**End**
Amendment/Req. Reconsideration-After Non-Final Reject	1	1
Claims	2	6
Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment	7	10

Warnings:

Information:

2		IDS_SKYWRKS-280C3.pdf	47523 b2865dad6e8b55c1a1060fa881d69135b71ac410	yes	3

Multipart Description/PDF files in .zip description		
Document Description	**Start**	**End**
Transmittal Letter	1	2
Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	3	3

Warnings:

Information:

3	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30732 898031843d718871082970cdae33bd7c13ab1936	no	2

Warnings:

Information:

Total Files Size (in bytes):	175364

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 (09-11)
Approved for use through 1/31/2014. 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 15/377,842	Filing Date 12/13/2016	☐ To be Mailed

ENTITY: ☒ LARGE ☐ SMALL ☐ MICRO

APPLICATION AS FILED – PART I

FOR	(Column 1) NUMBER FILED	(Column 2) NUMBER EXTRA	RATE ($)	FEE ($)
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A	
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (i), or (m))	N/A	N/A	N/A	
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A	
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	minus 20 =	*	x $ =	
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	minus 3 =	*	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 $310 ($155 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	

APPLICATION AS AMENDED – PART II

AMENDMENT	05/16/2017	(Column 1) CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT		(Column 2) HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	(Column 3) PRESENT EXTRA	RATE ($)	ADDITIONAL FEE ($)
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 20	Minus	** 20	= 0	x $80 =	0
	Independent (37 CFR 1.16(h))	* 3	Minus	***3	= 0	x $420 =	0
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))						
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))						
						TOTAL ADD'L FEE	**0**

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

LIE
/MARSHA RICHARDS/

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

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
15/377,842	12/13/2016	Ping Li	SKYWRKS.280C3

CONFIRMATION NO. 1052

20995
KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
2040 MAIN STREET
FOURTEENTH FLOOR
IRVINE, CA 92614

PUBLICATION NOTICE



Title:APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS

Publication No.US-2017-0093355-A1
Publication Date:03/30/2017

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 (571) 272-3150 or (800) 972-6382, by facsimile at (571) 273-3250, 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

EX-1002 0076
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT		
	Application No.	15/377,842
	Filing Date	December 13, 2016
	First Named Inventor	Ping Li
	Art Unit	2842
(Multiple sheets used when necessary)	Examiner	NGUYEN, HIEU P.
SHEET 1 OF 2	Attorney Docket No.	SKYWRKS.280C3

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials	Cite No.	Document Number *Number - Kind Code (if known)* Example: 1,234,567 B1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	6,331,799	12-18-2001	Miyazawa	
	2	6,873,211	03-29-2005	Thompson et al.	
	3	7,064,614	06-20-2006	Feng et al.	
	4	7,215,203	05-08-2007	Matsunaga et al.	
	5	7,345,547	03-18-2008	Wang et al.	
	6	7,439,806	10-21-2008	Dow	
	7	7,567,123	07-28-2009	Leung et al.	
	8	7,777,566	08-17-2010	Drogi et al.	
	9	7,795,980	09-14-2010	Griffiths et al.	
	10	7,821,335	10-26-2010	Shiramizu et al.	
	11	7,869,775	01-11-2011	Alon et al.	
	12	7,876,157	01-25-2011	Kang et al.	
	13	7,928,804	04-19-2011	Yamamoto et al.	
	14	8,666,339	03-04-2014	Yu et al.	
	15	8,717,101	05-06-2014	Li et al.	
	16	9,136,803	09-15-2015	Li et al.	
	17	9,503,026	11-22-2016	Li et al.	
	18	2003/0016082	01-23-2003	Matsunaga et al.	
	19	2005/0032488	02-10-2005	Pehlke et al.	
	20	2005/0134374	06-23-2005	Hench et al.	
	21	2007/0024372	02-01-2007	Hagen	
	22	2008/0180169	07-31-2008	Ripley et al.	
	23	2009/0195318	08-06-2009	Kang et al.	
	24	2010/0156539	06-24-2010	Ha et al.	
	25	2011/0134664	06-09-2011	Berghegger	
	26	2012/0286873	11-15-2012	Li	
	27	2013/0141167	06-06-2013	Kim et al.	
	28	2013/0307625	11-21-2013	Hershberger et al.	
	29	2013/0307627	11-21-2013	Hershberger	

Examiner Signature	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.

T[1] - Place a check mark in this area when an English language Translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT	Application No.	15/377,842
	Filing Date	December 13, 2016
	First Named Inventor	Ping Li
	Art Unit	2842
(Multiple sheets used when necessary)	Examiner	NGUYEN, HIEU P.
SHEET 2 OF 2	Attorney Docket No.	SKYWRKS.280C3

U.S. PATENT DOCUMENTS					
Examiner Initials	Cite No.	Document Number *Number - Kind Code (if known)* Example: 1,234,567 B1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	30	2015/0035605	02-05-2015	Lam	
	31	2015/0077187	03-19-2015	Lam et al.	
	32	2015/0180518	06-25-2015	Whittaker	
	33	2015/0349730	12-03-2015	Li et al.	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS						
Examiner Initials	Cite No.	Foreign Patent Document *Country Code-Number-Kind Code* Example: JP 1234567 A1	Publication Date MM-DD-YYYY	Name	Pages, Columns, Lines Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T[1]
	34	CN 101414805 A	04-22-2009	RENESAS TECH CORP.		Abstract
	35	JP 2000-252766	09-14-2000	FUJITSU QUANTUM DEVICE KK		Abstract
	36	JP 2007-019784	01-25-2007	Renesas Technology Corp.		Abstract
	37	TW 200746621	12-16-2007	QUALCOMM INCORPORATED		Abstract
	38	TW 200810347	02-16-2008	REALTEK SEMICONDUCTOR CORP.		Abstract

NON PATENT LITERATURE DOCUMENTS			
Examiner Initials	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.	T[1]
	39	YOON, S., KIM, C. "2.4 GHz WLAN InGaP/GaAs Power Amplifier with Temperature Compensation Technique" ETRI Journal, Vol. 31, No. 5., October 2009, 3 pages.	
	40	SiGe Semiconductor, Inc. "5 GHz Power Amplifier with Power Detector", SE2537L, DST-00097, Rev 1.5, March 22, 2010, 10 pages.	
	41	SEARCH REPORT AND WRITTEN OPINION of November 28, 2012 for International Application No. PCT/US2012/037065. Attorney Docket No. SKYWRKS.280WO. 11 pages.	

25359127
022817

Examiner Signature	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.

T[1] - Place a check mark in this area when an English language Translation is attached.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Inventors	:	Ping Li et al.
App. No.	:	15/377,842
Filed	:	December 13, 2016
For	:	APPARATUS AND METHODS FOR BIASING OF POWER AMPLIFIERS
Examiner	:	NGUYEN, HIEU P.
Art Unit	:	2842
Conf. No.	:	1052

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

References and Listing

Pursuant to 37 CFR 1.56, an Information Disclosure Statement listing references is provided herewith. Copies of any listed foreign and non-patent literature references are being submitted. Any foreign references may also include English abstracts, but no representation is made as to their accuracy.

If the Examiner would like additional information regarding these references or if anything is unclear, the Examiner is invited to contact the undersigned for assistance.

No Disclaimers

To the extent that anything in the Information Disclosure Statement or the listed references could be construed as a disclaimer of any subject matter supported by the present application, Applicant hereby rescinds and retracts such disclaimer.

Timing of Disclosure

This Information Disclosure Statement is being filed within three months of the filing date, and no fee is believed to be required.

The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required, or credit any overpayment, to Account No. 11-1410.

Respectfully submitted,

KNOBBE, MARTENS, OLSON & BEAR, LLP

Dated: February 28, 2017

By: /David Trossen/

David Trossen
Registration No. 59,406
Attorney of Record
Customer No. 20995
(415) 954-4114

25359142
022817

EX-1002 0080
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

Espacenet

Bibliographic data: CN101414805 (A) — 2009-04-22

Semiconductor integrated circuit with variable gain amplifier

Inventor(s): NOBUHIRO SHIRAMIZU [JP]; TORU MASUDA [JP] ± (SHIRAMIZU NOBUHIRO, ; MASUDA TORU)

Applicant(s): RENESAS TECH CORP [JP] ± (RENESAS TECH CORP)

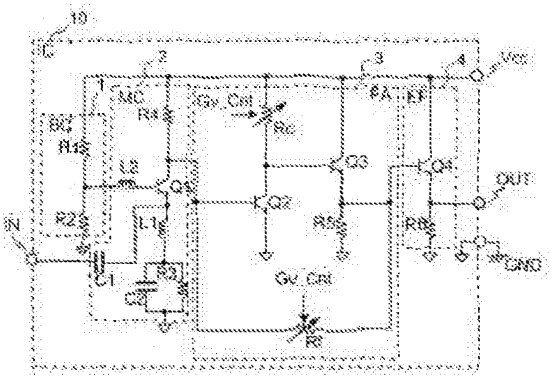
Classification: **- international:** ***H03F1/34; H03F3/189***
- cooperative: **H03F1/342; H03F3/195; H03F3/50; H03G1/0023;** H03F2200/135; H03F2200/18; H03F2200/294; H03F2200/451; H03F2203/5036

Application number: CN20081166541 20081017

Priority number (s): JP20070271119 20071018

Also published as: CN101414805 (B) US2009102552 (A1) US7821335 (B2) JP2009100337 (A)

Abstract of CN101414805 (A)



Provided is a semiconductor integrated circuit of a variable gain amplifier. The variable gain amplifier includes a bias circuit (BC) 1, a matching circuit (MC) 2, a variable gain resistive feedback amplifier (FA) 3 and an output follower (EA) 4. The resistance values of the load resistance Rc and feedback resistance Rf are changed in cooperation. In a case of making the load resistance Rc a high resistance to set the low noise amplifier to a high gain, the feedback resistance Rf is also made a high resistance, the feedback time constant taufb(c1) PRG 2pi.RfCbe/(1+gmRc) of the closed loop of the resistive negative feedback amplifier 3 becomes substantially constant, and then the amplifier has a gain small in frequency dependency over a wide bandwidth.; In a case of making the load resistance Rc a low resistance to set the low noise amplifier to a low gain, the feedback resistance Rf is also made a low resistance. The feedback resistance Rf with

EX-1002 0081
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

the low resistance increases the negative feedback quantity, and thus the amplifier is set to a low gain. Also, the load resistance Rc is made a low resistance, and the feedback time constant taufb(c1) becomes substantially constant. The gain is not lowered further in a high frequency region.

EX-1002 0082
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H03F 1/34 (2006.01)
H03F 3/189 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810166541.6

[43] 公开日 2009 年 4 月 22 日

[11] 公开号 CN 101414805A

[22] 申请日 2008.10.17
[21] 申请号 200810166541.6
[30] 优先权
[32] 2007.10.18 [33] JP [31] 2007 - 271119
[71] 申请人 株式会社瑞萨科技
地址 日本东京都
[72] 发明人 白水信弘 增田彻

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
代理人 王茂华

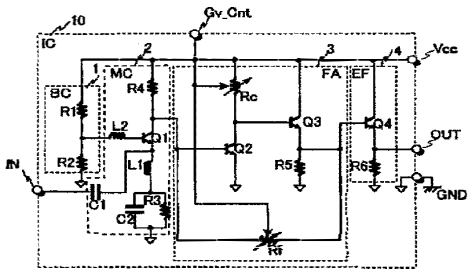
权利要求书 6 页 说明书 24 页 附图 5 页

[54] 发明名称

内置可变增益放大器的半导体集成电路

[57] 摘要

一种内置有可变增益放大器的半导体集成电路，该可变增益放大器具有偏置电路(BC)(1)、匹配电路(MC)(2)、可变增益电阻反馈放大器(FA)(3)、输出跟随器(EA)(4)。负载电阻(Rc)和反馈电阻(Rf)的电阻值协调性地改变。由于使低噪声放大器为高增益，因而处于负载电阻的高电阻时反馈电阻也为高电阻，可变增益电阻反馈放大器(3)的闭环的反馈时间常数 $\tau_{fb(c1)} \fallingdotseq 2\pi \cdot RfCbe/(1+gmRc)$ 大致恒定，在宽带下具有频率依赖性较小的增益。由于使低噪声放大器为低增益，因而处于负载电阻的低电阻时反馈电阻也为低电阻。负反馈量随着低电阻的反馈电阻而增大，成为低增益。负载电阻也为低增益，反馈时间常数 $\tau_{fb(c1)}$ 大致恒定，在高频区域下不会进一步降低增益。



EX-1002 0083
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

1.一种半导体集成电路，其特征在于，具有可变增益电阻反馈放大器，该可变增益电阻反馈放大器包含放大晶体管、负载电阻和反馈电压跟随器，

上述增益晶体管的发射极或源极的公共电极与规定的基准电位相连接，

向上述放大晶体管的基极或栅极的输入电极提供输入信号，

在上述放大晶体管的集电极或漏极的输出电极与电源电压之间连接有上述负载电阻，

在上述放大晶体管的上述输出电极上连接有上述反馈电压跟随器的输入，

在上述反馈电压跟随器的输出与上述放大晶体管的上述输入电极之间连接有上述反馈电阻，

在上述可变增益电阻反馈放大器中，上述负载电阻的电阻值与上述反馈电阻的电阻值响应增益控制信号而协调变更，

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器为高增益的上述增益控制信号而将上述负载电阻控制为高负载电阻时，上述反馈电阻也被控制为高反馈电阻，

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器为低增益的上述增益控制信号而将上述负载电阻控制为低于上述高负载电阻的低负载电阻时，上述反馈电阻也被控制为低于上述高反馈电阻的低反馈电阻。

2.一种半导体集成电路，其特征在于，具有可变增益电阻反馈放大器，该可变增益电阻反馈放大器具有放大晶体管、负载电阻和反馈电阻，

上述放大晶体管的发射极或源极的公共电极与规定的基准电位相连接，

向上述放大晶体管的基极或栅极的输入电极提供输入信号，

EX-1002 0084
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

在上述放大晶体管的集电极或漏极的输出电极与电源电压之间连接有上述负载电阻，

在上述放大晶体管的上述输出电极与上述放大晶体管的上述输入电极之间连接有上述反馈电阻，

在上述可变增益电阻反馈放大器中，上述负载电阻的电阻值与上述反馈电阻的电阻值响应增益控制信号而协调变更，

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器为高增益的上述增益控制信号而将上述负载电阻控制为高负载电阻时，上述反馈电阻也被控制为高反馈电阻，

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器为低增益的上述增益控制信号而将上述负载电阻控制为低于上述高负载电阻的低负载电阻时，上述反馈电阻也被控制为低于上述高反馈电阻的低反馈电阻。

3.根据权利要求 1 所述的半导体集成电路，其特征在于，提供给上述放大晶体管的上述输入电极的上述输入信号至少包括从大致 3GHz 到大致 10GHz 的频带。

4.根据权利要求 1 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述放大晶体管是发射极接地双极晶体管，上述反馈电压跟随器包含射极跟随双极晶体管。

5.根据权利要求 4 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述发射极接地双极晶体管和上述射极跟随双极晶体管分别为硅锗异质结双极晶体管。

6.根据权利要求 1 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述放大晶体管是源极接地场效应晶体管，上述反馈电压跟随器包含源极跟随场效应晶体管。

7.根据权利要求 6 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述源极接地场效应晶体管和上述源极跟随场效应晶体管分别为 MOS 晶体管。

8.根据权利要求 5 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述高

EX-1002 0085
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

负载电阻的平方的电阻值与上述高反馈电阻的电阻值大致成比例，上述低负载电阻的平方的电阻值与上述低反馈电阻的电阻值大致成比例。

9.一种半导体集成电路，其特征在于，具有可变增益电阻反馈放大器，该可变增益电阻反馈放大器具有匹配电路、放大晶体管、负载电阻、反馈电压跟随器和反馈电阻，

向上述匹配电路提供由无线系统的接收机的天线所接收的 RF 输入信号，

上述放大晶体管的发射极或源极的公共电极与规定的基准电位相连接，

向上述放大晶体管的基极或栅极的输入电极提供来自上述匹配电路的输出信号，

在上述放大晶体管的集电极或漏极的输出电极与电源电压之间连接有上述负载电阻，

在上述放大晶体管的上述输出电极上连接有上述反馈电压跟随器的输入，

在上述反馈电压跟随器的输出与上述放大晶体管的上述输入电极之间连接有上述反馈电阻，

在上述可变增益电阻反馈放大器中，上述负载电阻的电阻值与上述反馈电阻的电阻值响应增益控制信号而协调变更，

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器为高增益的上述增益控制信号而将上述负载电阻控制为高负载电阻时，上述反馈电阻也被控制为高反馈电阻，

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器为低增益的上述增益控制信号而将上述负载电阻控制为低于上述高负载电阻的低负载电阻时，上述反馈电阻也被控制为低于上述高反馈电阻的低反馈电阻。

10.一种半导体集成电路，其特征在于，具有可变增益电阻反馈放大器，该可变增益电阻反馈放大器具有匹配电路、放大晶体管、负载

EX-1002 0086
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

电阻和反馈电阻，

向上述匹配电路提供由无线系统的接收机天线所接收的 RF 输入信号，

上述放大晶体管的发射极或源极的公共电极与规定的基准电位相连接，

向上述放大晶体管的基极或栅极的输入电极提供来自上述匹配电路的输出信号，

在上述放大晶体管的集电极或漏极的输出电极与电源电压之间连接有上述负载电阻，

在上述放大晶体管的上述输出电极与上述放大晶体管的上述输入电极之间连接有上述反馈电阻，

在上述可变增益电阻反馈放大器中，上述负载电阻的电阻值与上述反馈电阻的电阻值响应增益控制信号而协调变更，

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器为高增益的上述增益控制信号而将上述负载电阻控制为高负载电阻时，上述反馈电阻也被控制为高反馈电阻，

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器为低增益的上述增益控制信号而将上述负载电阻控制为低于上述高负载电阻的低负载电阻时，上述反馈电阻也被控制为低于上述高反馈电阻的低反馈电阻。

11.根据权利要求 9 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述匹配电路包含基极接地双极晶体管，进行上述天线与输入阻抗的匹配，该基极接地双极晶体管的基极被施加有基极偏置电压，发射极被提供通过上述天线而接收到的上述 RF 输入信号，集电极与上述放大晶体管相连接。

12.根据权利要求 11 所述的半导体集成电路，其特征在于，被提供给上述匹配电路的上述基极接地双极晶体管的上述发射极的上述 RF 输入信号，是至少包括从大致 3GHz 至大致 10GHz 的频带的超宽带 RF 输入信号。

EX-1002 0087
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

13.根据权利要求 9 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述放大晶体管是发射极接地双极晶体管，上述反馈电压跟随器包含射极跟随双极晶体管。

14.根据权利要求 13 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述基极接地双极晶体管、上述发射极接地双极晶体管以及上述射极跟随双极晶体管分别为硅锗异质结双极晶体管。

15.根据权利要求 9 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述放大晶体管是源极接地场效应晶体管，上述反馈电压跟随器包含源极跟随场效应晶体管。

16.根据权利要求 15 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述源极接地场效应晶体管和上述源极跟随场效应晶体管分别为 MOS 晶体管。

17.根据权利要求 14 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述高负载电阻的平方的电阻值与上述高反馈电阻的电阻值大致成比例，上述低负载电阻的平方的电阻值与上述低反馈电阻的电阻值大致成比例。

18.根据权利要求 9 所述的半导体集成电路，其特征在于，还具有输出电压跟随器、接收混频器、基带信号处理单元和接收信号强度指示器，

向上述输出电压跟随器提供有上述可变增益电阻反馈放大器的输出信号，

向上述接收混频器提供有输出电压跟随器的输出信号，

向上述基带信号处理单元提供有来自上述接收混频器的接收基带信号，

通过向上述接收信号强度指示器提供来自上述接收混频器的上述接收基带信号，来生成由上述接收信号强度指示器提供给上述可变增益电阻反馈放大器的上述增益控制信号。

19.根据权利要求 18 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述输出电压跟随器包含输出射极跟随双极晶体管。

EX-1002 0088
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

20.根据权利要求 19 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述输出射极跟随双极晶体管也是硅锗异质结双极晶体管。

21.根据权利要求 18 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述输出电压跟随器包含输出源极跟随场效应晶体管。

22.根据权利要求 21 所述的半导体集成电路，其特征在于，上述输出源极跟随场效应晶体管也是 MOS 晶体管。

EX-1002 0089
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

内置可变增益放大器的半导体集成电路

技术领域

本发明涉及内置了安置在无线通信或有线通信的收发器上的可变增益放大器的半导体集成电路，尤其涉及用于提供宽带下具有频率依赖性较小的增益的可变增益放大器而较为有效的技术。

背景技术

低噪声放大器是在无线或有线通信系统的接收系统中最先具有增益的起始电路块，因而会使系统的噪声指数原样增加低噪声放大器的噪声指数（NF）。另外，在接收系统中，为了获得尽可能大的信号功率，需要进行天线与低噪声放大器的共轭匹配。即，将低噪声放大器设计为具有 50 欧姆的电阻分量输入阻抗。

在下面的非专利文献 1 中介绍了各种设计思想下的低噪声放大器。第 1 种电阻终端技术中具有输入接口的实际电阻中有害效果导致的较贫乏的噪声特性。第 2 种 1/gm 终端方法（也被称作栅极接地终端方法）中为了获得较低的噪声指数性能，相比互补性金属氧化物半导体（CMOS）而更优选双极晶体管。第 3 种技术中的串行分流（shunt series）反馈中，获得同等的噪声性能时相比其他方法要增加功耗。第 4 种技术的电感源极衰减（inductive source degeneration）方法将电感用于源极端子，来对输入阻抗生成实数项。该方法常伴随串迭（cascode）晶体管进行使用，凭借良好的噪声性能、逆向绝缘、高实现增益而广泛用于低噪声放大器的设计之中。

另外后述的非专利文献 1 还记载了并用串迭晶体管和串行分流反馈的电感源极衰减低噪声放大器及其衍生的完全差动低噪声放大器。进而后述的非专利文献 1 还记载了为实现低噪声放大器的可变增益，将 N 型附加 MOS 晶体管与串迭晶体管并联的技术。

EX-1002 0090
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

另外，在后述的非专利文献 2 中，记载着用于 3.1GHz 到 10.6GHz 的超宽带（UWB）系统的电感衰减源极接地低噪声放大器。该低噪声放大器中也使用了串迭晶体管。为提高设计自由度，在源极接地晶体管的栅极串联有电感，在晶体管的栅极和源极之间连接有电容。该低噪声放大器为了在从 3.1GHz 到 10.6GHz 的整个带宽下使输入阻抗的电感项谐振，使用了双重终端带通切比雪夫滤波器。其结果，在后述非专利文献 2 所述的低噪声放大器中，使用共计 5 个电感。

进而，在后述的非专利文献 2 中记载有为了提高低噪声放大器的性能，把源极接地晶体管的源极和基板（主体）连接起来的技术。源极接地晶体管是 N 沟道 MOS 晶体管，是通过三阱（Triple-well）设备而制作的。三阱设备使用 P 型基板、形成于该 P 型基板中的 N 型阱和形成在该 N 型阱中的 P 型阱。

另外，在后述的非专利文献 3 中记载的低噪声放大器用于所使用的电感较少仅为 2 个的从 3.1GHz 到 10.6GHz 的超宽带(UWB)系统。该低噪声放大器使用 SiGe 异质结双极晶体管。该低噪声放大器的宽带输入匹配是通过可在 10.6GHz 以下的 UWB 频率范围下良好的噪声匹配阻抗的基极接地输入极来实现的。该基极接地输入极在原理上与后述非专利文献 1 记载的 1/gm 终端方法（栅极接地终端方法）相同。通过耦合电容向基极接地晶体管的发射极提供 RF 输入信号，同时基极接地晶体管的发射极通过作为第 1 个电感的发射极偏置电感和 CR 并联电路与接地电压相连。基极接地晶体管的基极通过作为第 2 个电感的基极终端电感被施加有基极偏置电压。通过基极终端电感的增加而基极接地输入极的增益增加至通过基极终端电感与基极接地晶体管的基极输入电容之积确定的谐振频率。伴随该增益的增加，输入换算噪声电压减少，噪声指数得以改善。该低噪声放大器中第 2 级的增益级是通过由发射极接地晶体管、集电极负载电阻、反馈射极跟随器和反馈电阻构成的可变增益电阻反馈放大器来构成的。另外，低噪声放大器包含第 3 级的输出射极跟随器。

另一方面，在后述专利文献 1 中记载的宽带放大器连接有开关晶

EX-1002 0091
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

体管，该开关晶体管向放大晶体管的基极偏置电路提供导通/截止切换电压。当开关晶体管处于截止状态下，基极偏置电压变高，放大晶体管的集电极电流变大，且由发射极流向基极的负反馈变大，失真变小，适用于强电场信号的放大。当开关晶体管处于导通状态下，基极偏置电压变低，放大晶体管的集电极电流变低，且由发射极流向基极的负反馈变小，增益上升，噪声指数得以改善，适用于弱电场或中电场信号的放大。

[专利文献 1]日本特开 2005-348101 号公报

[非专利文献 1] Chetty Garuda et al, "A 3-5 GHz Fully Differential CMOS LNA with Dual-gain mode for Wireless UWB Application",2005, 48th Midwest Symposium on Circuits and Systems, Vol.1, pp.790-793,7-10,Aug 2005

[非专利文献 2] Andrea Bevilacqua et al, "An Uitrawideband CMOS Low-Noise Amplifier for 3.1-10.6-GHz Wireless Receivers",IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS,VOL.39, NO.12 ,DECEMBER 2004,pp.2259-2268.

[非专利文献 3] Nobuhiro Shiramizu et al, "A 3-10GHz Bandwidth Low-Noise and Low-Power Amplifier for Full-Band UWB Communications in 0.25-μm SiGe BiCMOS Technology",2005 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium,pp.39-42.

发明内容

本发明人等在创造本发明之前从事于用于多带（MB）的正交频分复用（OFDM）的 UWB 通信系统的半导体集成电路的研究/开发。

该 UWB 频率被分割为从以 3432MHz 为中心频率而具有 528MHz 的带宽宽度的第 1 子带到以 10296MHz 为中心频率而具有 528MHz 的带宽宽度的第 14 子带。因此，用于 MB OFDM 对应的 UWB 通信系统的半导体集成电路需要收发从大约 3GHz 到大约 10GHz 的超宽带区域的 RF 信号。其结果，在 MB ·OFDM 对应的 UWB 通信系统的接收

EX-1002 0092
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

系统中，需要对从大约 3GHz 到大约 10GHz 的 UWB· RF 接收信号进行放大的低噪声放大器。

如上述非专利文献 2 所述那样，通过使用应用了带通切比雪夫滤波器的电感衰减源极接地低噪声放大器，从而可以对从大约 3GHz 到大约 10GHz 的整个带域下的 UWB· RF 接收信号进行放大。

本发明人等对上述非专利文献 2 进行了详细研究，根据上述非专利文献 2 所述的低噪声放大器的芯片图片而明晰了如下事项。

上述非专利文献 2 所述的低噪声放大器除了需要源极端子的衰减电感之外，还需要带通切比雪夫滤波器的 3 个电感。还在串迭 MOS 晶体管的漏极与负载电阻之间连接有漏极端子的电感。其结果可知，共计 5 个螺旋电感的芯片占有面积远大于串迭 MOS 晶体管的有源部分的芯片占有面积。

另外，通过使用上述非专利文献 3 所述的由第 1 级基极接地输入极和第 2 级可变增益电阻反馈放大器构成的低噪声放大器，从而可以通过较少的电感数来对从大约 3GHz 到大约 10GHz 的整个带域下的 UWB·RF 接收信号进行放大。

另一方面，MB·OFDM 对应的 UWB 通信系统根据使用环境而 UWB· RF 接收信号电平会发生较大变化。MB · OFDM 对应的 UWB 通信系统的接收系统的低噪声放大器需要对从极低的电平下的 RF 接收信号到极高的电平下的 RF 接收信号进行放大。如果低噪声放大器无法对极低的电平下的 RF 接收信号进行放大，则由低噪声放大器提供给接收混频器的 RF 接收放大信号的 S/N 比会变差。另外，当 RF 接收信号成为极高电平时，需要响应这种情况来降低低噪声放大器的增益。如果不这样做，就会由于低噪声放大器的负载而产生 RF 接收放大信号的波形限制导致的波形失真，成为其后的 OFDM 解调中的解调误差的原因。

因此，在本发明人等在进行本发明之前所作的半导体集成电路的研究/开发之中，探索了以上述非专利文献 3 所述低噪声放大器为基础而追加用于消除波形失真的增益切换的功能。

EX-1002 0093
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

本发明人等首先通过利用上述非专利文献 1 所述的低噪声放大器的可变增益的模拟，研究了将第 2 级的可变增益电阻反馈放大器的发射极接地晶体管的集电极负载电阻进行高低切换的情况。但是，模拟的结果可知，一旦将集电极负载电阻从高电阻切换到低电阻，则低频区域下的增益增加，高频区域侧的增益降低。高频区域侧的增益降低将成为高频区域下的 S/N 比变差的原因。

接着，本发明人等通过利用上述专利文献 1 所述的宽带放大器的负反馈量控制的模拟，研究了对第 2 级可变增益电阻反馈放大器的射极跟随器的输出与发射极接地晶体管的基极输入之间的反馈电阻进行高低切换的情况。但是，模拟的结果，可知一旦把反馈电阻从高电阻切换为低电阻，则增益会在高频区域下增加且在低频区域下降低。增益在低频区域下降低就成为低频区域下的 S/N 比变差的原因。

图 1 是表示本发明人等在进行本发明之前所研究的半导体集成电路（IC）10 中构成的低噪声放大器的图。图 1 的低噪声放大器与上述非专利文献 3 所述的低噪声放大器同样地具有由基极接地输入极构成的匹配电路（MC）2、可变增益电阻反馈放大器（FA）3、输出射极跟随器（EA）4，还具有偏置电路（BC）1。

通过输入端子 IN 和耦合电容 C1 向匹配电路 2 的基极接地晶体管 Q1 的发射极提供 RF 输入信号，同时基极接地晶体管 Q1 的发射极通过作为第 1 个电感的发射极偏置电感 L1 和 CR 并联电路 C2、R3 与接地电压 GND 相连。通过作为第 2 个电感的基极终端电感 L2 向基极接地晶体管 Q1 的基极施加基极偏置电压。

基极偏置电压是通过在偏置电路 1 中串联在电源电压 Vcc 和接地电压 GND 之间的偏置电阻 R1、R2 的连接节点生成的。通过基极终端电感 L2 的增加，使匹配电路 2 的基极接地输入极的增益增加至由基极终端电感 L2 与基极接地晶体管 Q1 的基极输入电容 C1 之积确定的谐振频率。伴随该增益的增加，输入换算噪声电压减少，噪声指数得以改善。

该低噪声放大器的第 2 级增益级是通过由发射极接地晶体管 Q2、

EX-1002 0094
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

集电极负载电阻 Rc、反馈射极跟随器 Q3 和反馈电阻 Rf 构成的可变增益电阻反馈放大器 3 构成的。可变增益电阻反馈放大器 3 的放大信号通过由射极跟随器晶体管 Q4 和发射极电阻 R6 构成的输出射极跟随器 4 来传递给输出端子 OUT 的。该低噪声放大器的晶体管 Q1~Q4 由截止频率 f_T 大致为 90MHz 的 SiGe 异质结双极晶体管构成。

通过上述非专利文献 1 的模拟，如图 1 所示，将第 2 级可变增益电阻反馈放大器 3 的发射极接地晶体管 Q2 的集电极负载电阻 Rc 在用于高增益的高电阻和用于低增益的低电阻上切换。用于高增益的高电阻为 300 欧姆，用于低增益的低电阻为 220 欧姆。此时反馈电阻 Rf 的电阻值被设定为 1200 欧姆。

图 2 是表示将图 1 的低噪声放大器的发射极接地晶体管 Q2 的集电极负载电阻 Rc 在高电阻和低电阻上切换而实现的低噪声放大器的增益的频率特性的图。其结果取决于工作站的模拟。图 2 中，特性 High_Rc 表示集电极负载电阻 Rc 为 300 欧姆的情况下的频率特性，特性 Low_Rc 表示集电极负载电阻 Rc 为 220 欧姆的情况下的频率特性。即，如果将集电极负载电阻 Rc 从 300 欧姆的高电阻切换到 220 欧姆的低电阻，则如图 2 的特性 Low_Rc 所示，增益在高频区域降低。增益在高频区域降低成为高频区域下 S/N 比变差的原因。

通过上述专利文献 1 的模拟，如图 1 所示，把第 2 级的可变增益电阻反馈放大器 3 的射极跟随器 Q3 的输出与发射极接地晶体管 Q2 的基极输入之间的反馈电阻 Rf 在高低间切换。用于高增益的高电阻为 1200 欧姆，用于低增益的低电阻为 700 欧姆。此时集电极负载电阻 Rc 的电阻值被设定为高电阻的 300 欧姆。

图 3 是表示将图 1 的可变增益电阻反馈放大器 3 的反馈电阻 Rf 在高电阻和低电阻上切换而实现的低噪声放大器的增益的频率特性的图。其结果取决于工作站的模拟。图 3 中，特性 High_Rf 表示反馈电阻 Rf 为 1200 欧姆的情况下的频率特性，特性 Low_Rf 表示反馈电阻 Rf 为 700 欧姆的情况下的频率特性。即，如果将反馈电阻 Rf 从 1200 欧姆的高电阻切换到 700 欧姆的低电阻，则如图 3 的特性 Low_Rf 所

EX-1002 0095
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

示，增益在低频区域降低。增益在低频区域降低成为低频区域下 S/N 比变差的原因。

本发明是由本发明人等在进行本发明之前如上研究而完成的。因此本发明的目的在于提供一种新的可变增益放大器。本发明的另一个目的在于提供一种在宽带下具有频率依赖性较小的增益的可变增益放大器。

另外，本发明又一个目的在于提供一种在宽带下具有频率依赖性较小的增益的可变增益低噪声放大器。

通过本说明书的叙述和附图可明晰本发明的上述目的、其他目的以及新的特征。

如下所述简单说明本申请所公开的发明中代表性的内容。

即，在本发明中代表性的内置于半导体集成电路中的可变增益放大器的可变增益电阻反馈放大器（3）中，负载电阻（Rc）的电阻值与反馈电阻（Rf）的电阻值是响应增益控制信号（Gv_Cnt）来协调性地改变的。

换言之，当负载电阻（Rc）的电阻值较大时反馈电阻（Rf）的电阻值也较大，当负载电阻（Rc）的电阻值较小时反馈电阻（Rf）的电阻值也较小。

如下简单说明本申请所公开的发明中代表性的内容获得的效果。即可以提供新的可变增益放大器。进而可以提供在宽带下具有频率依赖性较小的增益的可变增益放大器。

附图说明

图 1 是表示本发明人等在进行本发明之前所研究的构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的图。

图 2 是表示把图 1 的低噪声放大器的发射极接地晶体管的集电极负载电阻在高电阻和低电阻上进行切换实现的低噪声放大器的增益的频率特性的图。

EX-1002 0096
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

图 3 是表示把图 1 的可变增益电阻反馈放大器的反馈电阻在高电阻和低电阻上进行切换实现的低噪声放大器的增益的频率特性的图。

图 4 是表示本发明的一个实施方式下构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的图。

图 5 是表示图 4 的构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的增益的值通过增益控制信号而在较大的状态和较小的状态间变化时的频率特性的图。

图 6 也是表示图 4 的构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的增益的值通过增益控制信号而在较大的状态和较小的状态间变化时的频率特性的图。

图 7 是表示本发明的另一个实施方式下构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的图。

图 8 是表示图 7 的构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的增益的频率特性的图。

图 9 是表示本发明的又一个实施方式下构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的图。

图 10 是表示图 4 的构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的集电极负载电阻 Rc 和反馈电阻 Rf 中使用的可变电阻器的结构的图。

图 11 是表示本发明的再一个实施方式下构成于半导体集成电路中的低噪声放大器的图。

图 12 是表示本发明又一个实施方式下多带（MB）的正交频分复用（OFDM）对应的 UWB 通信系统的结构的图。

图 13 是表示采用了 MB·OFDM 方式的 UWB 无线通信系统的频率配置的图。

具体实施方式

《代表性实施方式》

首先说明本申请中公开的发明的代表性实施方式的概要。在关于代表性实施方式的概要说明中赋予括弧进行参照的附图中的参照编

EX-1002 0097
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

号仅举例表示附加有该编号的构成要素的概念中所包含的内容。

（1）本发明中代表性实施方式下的半导体集成电路具备可变增益电阻反馈放大器（3），该可变增益电阻反馈放大器（3）具有放大晶体管（Q2）、负载电阻（Rc）、反馈电压跟随器（Q3、R5）和反馈电阻（Rf）。

上述放大晶体管（Q2）的发射极或源极的公共电极与规定的基准电位（GND）相连。

向上述放大晶体管（Q2）的基极或栅极的输入电极提供输入信号。

在上述放大晶体管（Q2）的集电极或漏极的输出电极与电源电压（Vcc）之间连接有上述负载电阻（Rc）。

在上述放大晶体管（Q2）的上述输出电极上连接有上述反馈电压跟随器（Q3、R5）的输入。

在上述反馈电压跟随器（Q3、R5）的输出与上述放大晶体管（Q2）的上述输入电极之间连接有上述反馈电阻（Rf）。

在上述可变增益电阻反馈放大器（3）中，上述负载电阻（Rc）的电阻值与上述反馈电阻（Rf）的电阻值响应增益控制信号（Gv_Cnt）而协调变更。

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器（3）为高增益的上述增益控制信号（Gv_Cnt），把上述负载电阻（Rc）控制为高负载电阻（Rc_H）时，上述反馈电阻（Rf）也被控制为高反馈电阻（Rf_H）。

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器（3）为低增益的上述增益控制信号（Gv_Cnt），把上述负载电阻（Rc）控制为低于上述高负载电阻（Rc_H）的低负载电阻（Rc_L）时，上述反馈电阻（Rf）也被控制为低于上述高负载电阻（Rf_H）的低负载电阻（Rf_L）（参见图4）。

根据上述实施方式，在使可变增益电阻反馈放大器（3）为高增益时，负载电阻（Rc）响应增益控制信号（Gv_Cnt）被控制为高负载电阻（Rc_H），同时反馈电阻（Rf）也被控制为高反馈电阻（Rf_H）。

因此，电阻负反馈放大器 3 的闭环的反馈时间常数 $\tau fb(c1) \fallingdotseq 2\pi f$

EX-1002 0098
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

•RfCbe/(1+gmRc)的分子与分母都变大，闭环的反馈时间常数τfb(c1)大致恒定。其结果，电阻负反馈放大器3的闭环的频带几乎不产生变化，高频下的增益不会降低。另外，通过反馈电阻Rf为高电阻，从而低频区域下的负反馈量降低，低频区域下的增益会增大。

而且根据上述实施方式，当可变增益电阻反馈放大器（3）为低增益时，负载电阻（Rc）响应增益控制信号（Gv_Cnt）被控制为低负载电阻（Rc_L），同时反馈电阻（Rf）也被控制为低反馈电阻（Rf_L）。

因此，反馈电阻（Rf）为低反馈电阻（Rf_L）使得低频区域下的负反馈量增加，低频区域下的增益降低。另外，通过使负载电阻（Rc）为低负载电阻（Rc_L），闭环的反馈时间常数τfb(c1)式子中的分子与分母都变小，闭环的反馈时间常数τfb(c1)大致恒定。其结果，可变增益电阻反馈放大器3的闭环的频带几乎不产生变化，高频区域下的增益不会继续降低。

另外，根据上述实施方式，在上述放大晶体管（Q2）的上述输出电极上连接有上述反馈电压跟随器（Q3、R5）的输入，在上述反馈电压跟随器（Q3、R5）的输出与上述放大晶体管（Q2）的上述输入电极之间连接有上述反馈电阻（Rf）。

因此，通过上述反馈电压跟随器（Q3、R5），可以确保负载电阻（Rc）的电阻值的控制下的可变增益电阻反馈放大器（3）的开环增益控制、与反馈电阻（Rf）的电阻值的控制下的可变增益电阻反馈放大器（3）的负反馈量控制的独立性。

在本发明的优选实施方式之中，提供到上述放大晶体管（Q2）的上述输入电极中的上述输入信号至少包括从大致3GHz到大致10GHz的频带。

在本发明的更为优选的实施方式之中，上述放大晶体管（Q2）是发射极接地双极晶体管，上述反馈电压跟随器具有射极跟随双极晶体管（Q3）。

在本发明的更为优选的实施方式之中，上述发射极接地双极晶体管和上述射极跟随双极晶体管分别为硅锗（SiGe）异质结双极晶体管。

EX-1002 0099
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

在本发明的另一个更为优选的实施方式之中，上述放大晶体管（Q2）是源极接地场效应晶体管，上述反馈电压跟随器具有源极跟随场效应晶体管（Q3）。

在本发明的又一个更为优选的实施方式之中，上述源极接地场效应晶体管和上述源极跟随场效应晶体管分别为 MOS 晶体管。

在本发明的具体实施方式之中，上述高负载电阻（Rc_H）的平方的电阻值与上述高反馈电阻（Rf_H）的电阻值大致成比例，上述低负载电阻（Rc_L）的平方的电阻值与上述低反馈电阻（Rf_L）的电阻值大致成比例。

（2）本发明的其他观点下的代表性实施方式中的半导体集成电路具有可变增益电阻反馈放大器（3），该可变增益电阻反馈放大器（3）具有匹配电路（1）、放大晶体管（Q2）、负载电阻（Rc）、反馈电压跟随器（Q3、R5）和反馈电阻（Rf）。

向上述匹配电路（1）提供由无线系统的接收机的天线所接收的 RF 输入信号。

上述放大晶体管（Q2）的发射极或源极的公共电极与规定的基准电位（GND）相连。

向上述放大晶体管（Q2）的基极或栅极的输入电极提供来自上述匹配电路（1）的输出信号。

在上述放大晶体管（Q2）的集电极或漏极的输出电极与电源电压（Vcc）之间连接有上述负载电阻（Rc）。

上述放大晶体管（Q2）的上述输出电极连接有上述反馈电压跟随器（Q3、R5）的输入。

在上述反馈电压跟随器（Q3、R5）的输出与上述放大晶体管（Q2）的上述输入电极之间连接有上述反馈电阻（Rf）。

在上述可变增益电阻反馈放大器（3）中，上述负载电阻（Rc）的电阻值与上述反馈电阻（Rf）的电阻值响应增益控制信号（Gv_Cnt）而协调变更。

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器（3）为高增益的上

EX-1002 0100
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

述增益控制信号（Gv_Cnt），把上述负载电阻（Rc）控制为高负载电阻（Rc_H）时，上述反馈电阻（Rf）也被控制为高反馈电阻（Rf_H）。

当响应用于使上述可变增益电阻反馈放大器（3）为低增益的上述增益控制信号（Gv_Cnt），把上述负载电阻（Rc）控制为低于上述高负载电阻（Rc_H）的低负载电阻（Rc_L）时，上述反馈电阻（Rf）也被控制为低于上述高负载电阻（Rf_H）的低负载电阻（Rf_L）（参见图4）。

在本发明的优选实施方式中，上述匹配电路（1）具有基极接地双极晶体管（Q1），该基极接地双极晶体管（Q1）的基极被施加有基极偏置电压，发射极被提供有通过上述天线所接收的上述 RF 输入信号。

被提供给上述匹配电路（1）的上述基极接地双极晶体管（Q1）的上述发射极的上述 RF 信号是至少包括从大致 3GHz 到大致 10GHz 的频带的超宽带 RF 输入信号。

在本发明的更为优选的实施方式中，上述放大晶体管（Q2）是发射极接地双极晶体管，上述反馈电压跟随器具有射极跟随双极晶体管（Q3）。

在本发明的更为优选的实施方式中，上述基极接地双极晶体管和上述发射极接地双极晶体管以及上述射极跟随双极晶体管分别为硅锗（SiGe）异质结双极晶体管。

在本发明的另一个优选的实施方式中，上述放大晶体管（Q2）是源极接地场效应晶体管，上述反馈电压跟随器具有源极跟随场效应晶体管（Q3）。

在本发明的另一个优选的实施方式中，上述源极接地场效应晶体管和上述源极跟随场效应晶体管分别为 MOS 晶体管。

在本发明的具体实施方式之中，上述高负载电阻（Rc_H）的平方的电阻值与上述高反馈电阻（Rf_H）的电阻值大致成比例，上述低负载电阻（Rc_L）的平方的电阻值与上述低反馈电阻（Rf_L）的电阻值大致成比例。

EX-1002 0101
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

在本发明的更为具体的实施方式下的半导体集成电路还具备输出电压跟随器（4）、接收混频器（45）、基带信号处理单元（51）和接收信号强度指示器（48）。

向上述输出电压跟随器（4）提供有上述可变增益电阻反馈放大器（3）的输出信号。

向上述接收混频器（45）提供输出电压跟随器（4）的输出信号（OUT）。

向上述基带信号处理单元（51）提供来自上述接收混频器（45）的接收基带信号。

通过向上述接收信号强度指示器（48）提供来自上述接收混频器（45）的上述接收基带信号，从而生成由上述接收信号强度指示器（48）提供给上述可变增益电阻反馈放大器（3）的上述增益控制信号（Gv_Cnt）（参见图 12）。

在本发明的另一更为具体的实施方式下的半导体集成电路中，上述输出电压跟随器（4）具有输出射极跟随双极晶体管（Q4）。

在本发明最为具体的实施方式下的半导体集成电路中，上述输出射极跟随双极晶体管（Q4）也是硅锗（SiGe）异质结双极晶体管。

在本发明的又一更为具体的实施方式下的半导体集成电路中，上述输出电压跟随器（4）具有输出源极跟随场效应晶体管（Q4）。

在本发明最为具体的实施方式下的半导体集成电路中，上述输出源极跟随场效应晶体管（Q4）也是 MOS 晶体管。

《实施方式的说明》

下面进一步详细描述实施方式。

《MB· OFDM 对应的低噪声放大器的结构》

图 4 是表示本发明的一个实施方式下构成于半导体集成电路（IC）10 中的低噪声放大器的图。图 4 的低噪声放大器与图 1 的低噪声放大器同样具有由基极接地输入极构成的匹配电路（MC）2、可变增益电阻反馈放大器（FA）3、输出射极跟随器（EA）4，还具有偏置电路（BC）1。

EX-1002 0102
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

向匹配电路 2 的基极接地晶体管 Q1 的发射极提供由无线系统的接收机的天线通过输入端子 IN 和耦合电容 C1 接收到的 RF 输入信号。该基极接地晶体管的发射极 Q1 通过作为第 1 个电感的发射极偏置电感 L1 和 CR 并联电路 C2、R3，与接地电压 GND 相连。

该 RF 输入信号是从以 3432MHz 为中心频率且具有 528MHz 的带宽的第 1 子带至以 10296MHz 为中心频率且具有 528MHz 的带宽的第 14 子带的某个带的 UWB 频率信号。并且耦合电容 C1 被设定为 5pF 的电容值，发射极偏置电感 L1 被设定为 5nH 的电感，CR 并联电路的电容 C2 和电阻 R3 分别被设定为 5pf 的电容值和 400 欧姆的电阻值。RF 频带下的发射极偏置电感 L1 的高阻抗使提供给输入端子 IN 的 RF 输入信号中泄漏到接地电压 GND 的 RF 泄漏分量减少。

通过作为第 2 个电感的基极终端电感 L2 向基极接地晶体管 Q1 的基极施加有基极偏置电压。基极终端电感 L2 被设定为 0.3nH 的电感，基极偏置电压被设定为 1.66 伏。

基极偏置电压是通过偏置电路 1 中串联在电源电压 Vcc 与接地电压 GND 之间的偏置电阻 R1、R2 的连接节点而生成的。通过基极终端电感 L2 的增加，匹配电路 2 的基极接地输入极的增益增加至基极终端电感 L2 和基极接地晶体管 Q1 的基极输入电容 C1 之积所确定的谐振频率。通过该增益的增加，输入换算噪声电压减少，噪声指数得以改善。

该低噪声放大器的第 2 级增益级是由可变增益电阻反馈放大器 3 构成的，该可变增益电阻反馈放大器 3 具有发射极接地晶体管 Q2、集电极负载电阻 Rc、反馈射极跟随器晶体管 Q3 和反馈电阻 Rf。可变增益电阻反馈放大器 3 的放大信号通过由晶体管 Q4 和发射极电阻 R6 构成的输出射极跟随器 4 而传递到输出端子 OUT。该低噪声放大器的晶体管 Q1~Q4 由截止频率 f_T 大致为 90MHz 的 SiGe 异质结双极晶体管构成。并且发射极偏置电感 L1 与基极终端电感 L2 分别通过构成有 SiGe 异质结双极晶体管的半导体集成电路上的单片螺旋电感构成。

EX-1002 0103
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

图 4 的构成于半导体集成电路 10 的低噪声放大器中，集电极负载电阻 Rc 的电阻值与反馈电阻 Rf 的电阻值通过提供到半导体集成电路 10 的控制输入端子的增益控制信号 Gv_Cnt 而协调性地改变。

即，当集电极负载电阻 Rc 的电阻值通过低电平的增益控制信号 Gv_Cnt 而变大时，反馈电阻 Rf 的电阻值变大；当集电极负载电阻 Rc 的电阻值通过高电平的增益控制信号 Gv_Cnt 而变小时，反馈电阻 Rf 的电阻值变小。集电极负载电阻 Rc 的较大电阻值和较小电阻值分别被设定为 300 欧姆和 220 欧姆，反馈电阻 Rf 的较大电阻值和较小电阻值分别被设定为 1200 欧姆和 700 欧姆。被控制为较大电阻值和较小电阻值的集电极负载电阻 Rc 和反馈电阻 Rf 可例如构成为图 10 那样。

图 10 是表示图 4 的构成于半导体集成电路 10 中的低噪声放大器的集电极负载电阻 Rc 和反馈电阻 Rf 中使用的可变电阻器的构成的图。

如图 10 所示，在可变电阻器的一个端子 T1 和另一个端子 T2 之间连接有第 1 电阻 R10，在这些端子之间串联有第 2 电阻 R11 和 CMOS 模拟开关。该 CMOS 模拟开关是通过分别设定为较小导通电阻的 N 沟道 MOS 晶体管 Qn1 和 P 沟道 MOS 晶体管 Qp1 的并联而构成的。

CMOS 模拟开关的 N 沟道 MOS 晶体管 Qn1 的栅极是通过控制输入端子 Tc 的控制信号来直接驱动的，CMOS 模拟开关的 P 沟道 MOS 晶体管 Qp1 的栅极是通过反相器的反转输出信号来驱动的，该反相器的输入被提供控制输入端子 Tc 的控制信号。

控制输入端子 Tc 的控制信号为低电平的情况下，CMOS 模拟开关为截止，可变电阻器一个端子 T1 与另一个端子 T2 之间的电阻通过第 1 电阻 R10 而成为高电阻。

控制输入端子 Tc 的控制信号为高电平的情况下，CMOS 模拟开关导通，可变电阻器一个端子 T1 与另一个端子 T2 之间的电阻通过第 1 电阻 R10 和第 2 电阻 R12 的并联而成为低电阻。并且，反相器为通过串联于电源电压 Vcc 和接地电压 GND 之间的 P 沟道 MOS 晶体管

EX-1002 0104
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

Qp2 和 N 沟道 MOS 晶体管 Qn2 构成的 CMOS 反相器。

如上所述，在图 4 的构成于半导体集成电路 10 的低噪声放大器中，集电极负载电阻 Rc 的电阻值和反馈电阻 Rf 的电阻值通过提供给半导体集成电路 10 的控制输入端子的增益控制信号 Gv_Cnt 而协调性地改变。

即，当集电极负载电阻 Rc 的电阻值通过低电平的增益控制信号 Gv_Cnt 而为较大的 300 欧姆时，反馈电阻 Rf 的电阻值为较大的 1200 欧姆。另外，当集电极负载电阻 Rc 的电阻值通过高电平的增益控制信号 Gv_Cnt 而为较小的 220 欧姆时，反馈电阻 Rf 的电阻值为较小的 700 欧姆。

另外，当集电极负载电阻 Rc 的电阻值和反馈电阻 Rf 的电阻值都通过低电平的增益控制信号 Gv_Cnt 而为较大的值时，低噪声放大器被控制为高增益的状态。当集电极负载电阻 Rc 的电阻值和反馈电阻 Rf 的电阻值都通过高电平的增益控制信号 Gv_Cnt 而为较小的值时，低噪声放大器被控制为低增益的状态。

《低噪声放大器的增益频率特性》

图 5 是表示图 4 的构成于半导体集成电路 10 中的低噪声放大器的增益的值通过增益控制信号 Gv_Cnt 而在较大的状态和较小的状态间变化时的频率特性的图。其结果也取决于工作站所进行的模拟。

图 5 的特性 High_Rc&High_Rf 是较大电阻 300 欧姆的集电极负载电阻 Rc 和较大电阻 1200 欧姆的反馈电阻 Rf 下的高增益状态的频率特性，图 5 的特性 High_Rc&High_Rf 与图 2 的特性 High_Rc 和图 4 的特性 High_Rf 对应。图 5 的特性 High_Rc&High_Rf 是下降 3dB 的频带为大致 1GHz 到大致 22.5GHz 的超宽带，而且表示出从大致 5GHz 到大致 17GHz 几乎平坦的高增益极为良好的频率特性。

图 5 的特性 Low_Rc&Low_Rf 是较小电阻 220 欧姆的集电极负载电阻 Rc 和较小电阻 700 欧姆的反馈电阻 Rf 下的低增益状态的频率特性。图 5 的特性 Low_Rc&Low_Rf 是下降 3dB 的频带为大致 1GHz 到大致 24GHz 的超宽带，而且表示出从大致 5GHz 到大致 17GHz 几乎

EX-1002 0105
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

平坦的低增益极为良好的频率特性。

与此相对，图 5 还表示了集电极负载电阻 Rc 为较小的电阻 220 欧姆、反馈电阻 Rf 为较大的电阻 1200 欧姆的情况下的特性 Low_Rc&High_Rf，和集电极负载电阻 Rc 为较大的电阻 300 欧姆、反馈电阻 Rf 为较小的电阻 700 欧姆的情况下的特性 High_Rc&Low_Rf。

图 5 的特性 Low_Rc&High_Rf 可理解为下降 3dB 的频带是大致 1GHz 到大致 19GHz 的较窄的窄带，尤其在大致 5GHz 以上的频带的增益降低较大。并且图 5 的特性 Low_Rc&High_Rf 对应于图 2 的特性 Low_Rc。图 5 的特性 High_Rc&Low_Rf 可理解为下降 3dB 的频带是大致 2GHz 到大致 23.5GHz 的较宽的宽带，尤其在大致 18GHz 以下的频带的增益降低较大。并且图 5 的特性 High_Rc&Low_Rf 对应于图 4 的特性 Low_Rf。

图 6 也是表示图 4 的构成于半导体集成电路 10 中的低噪声放大器的增益的值通过增益控制信号 Gv_Cnt 而在较大的状态和较小的状态间变化时的频率特性的图。

但是图 6 是为了易于再现结果，没有使用工作站而使用了个人计算机，简化晶体管模型而表示出模拟结果的图。图 6 所示的增益的频率依赖性大小小于图 5 所示的增益的频率依赖性大小，然而倾向都相同。

如图 5 所示，关于当集电极负载电阻 Rc 为低电阻而反馈电阻 Rf 为高电阻的情况下的特性 Low_Rc&High_Rf 在高频区域下增益降低，当集电极负载电阻 Rc 为高电阻而反馈电阻 Rf 为低电阻的情况下的特性 High _Rc&Low_Rf 在低频区域下增益变大的情况，将在下面进行说明。

《增益的频率依赖性原理》

众所周知，通过传递函数 H（s）的前馈和传递函数 G（s）的反馈构成的负反馈系统的闭环传递函数是如 H(s)/(1+H(s)G(s))那样，使前馈传递函数 H（s）除以(1+H(s)G(s))得到的。

EX-1002 0106
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

图 4 的构成于半导体集成电路 10 之中的低噪声放大器的电阻负反馈放大器 3 的前馈传递函数 H（s）为 gmRc。gm 是集电极电流 Ic 的变化与发射极接地晶体管 Q2 的基极/发射极电压 Vbe 的变化之比 ΔIC/Δvbe 的电导，Rc 是发射极接地晶体管 Q2 的集电极负载电阻 Rc 的电阻值。由直流工作区域到低频工作区域的电阻负反馈放大器 3 的反馈传递函数 G（s）为 G（s）≒1。这是由于在该工作频率区域中，发射极接地晶体管 Q2 的基极 发射极电容 Cbe（大致 50fF）的阻抗远大于反馈电阻 Rf 的阻抗。

另一方面，图 4 的构成于半导体集成电路 10 之中的低噪声放大器的电阻负反馈放大器 3 的开环的反馈时间常数 τ fb(op)为 τ fb(op)≒2π•RfCbe。因此，低噪声放大器的电阻负反馈放大器 3 的闭环的反馈时间常数 τ fb(c1)就为 τ fb(c1)= τ fb(op)/（1+H(s)G(s)）。

因此，电阻负反馈放大器 3 的闭环的反馈时间常数 τ fb(c1)如下所示。

τ fb(c1)≒2π•RfCbe/(1+gmRc)　…式（1）

如图 5 的特性 Low_Rc&High_Rf 所示，通过使集电极负载电阻 Rc 为低电阻且使反馈电阻 Rf 为高电阻，从而上述式（1）的分子和分母分别变大变小，上述式（1）赋予的闭环的反馈时间常数 τ fb(c1)变大。其结果，电阻负反馈放大器 3 的闭环下的频带变小，高频下的增益降低。但是通过反馈电阻 Rf 为高电阻，从而低频区域下的负反馈量降低，低频区域下的增益增大。

如图 5 的特性 High_Rc&Low_Rf 所示，通过使集电极负载电阻 Rc 为高电阻而反馈电阻 Rf 为低电阻，从而上述式（1）的分子与分母分别变小变大，上述式（1）赋予的闭环的反馈时间常数 τ fb(c1)变小。其结果，电阻负反馈放大器 3 的闭环下的频带变大，高频下的增益增加。但是通过反馈电阻 Rf 为低电阻，从而低频区域下的负反馈量增大，低频区域下的增益降低。

如图 5 的特性 High_Rc&High_Rf 所示，通过使集电极负载电阻 Rc 为高电阻而电阻负反馈放大器 3 的开环增益增加。另外，通过使

EX-1002 0107
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

集电极负载电阻Rc为高电阻而反馈电阻Rf为高电阻，从而上述式(1)的分子与分母都变大，上述式(1)赋予的闭环的反馈时间常数τfb(c1)大致恒定。其结果，电阻负反馈放大器3的闭环下的频带几乎不发生变化，高频区域下的增益不会降低。另外，通过反馈电阻Rf为高电阻，从而低频区域下的负反馈量降低，低频区域下的增益增加。

如图5的特性Low_Rc&Low_Rf所示，通过使反馈电阻Rf为低电阻，低频区域下的负反馈量增加，低频区域下的增益降低。另外，通过使集电极负载电阻Rc为低电阻，从而上述式（1）的分子与分母都变小，上述式（1）赋予的闭环的反馈时间常数τfb(c1)大致恒定。其结果，电阻负反馈放大器3的闭环下的频带几乎不发生变化，高频区域下的增益也不会继续降低。

并且，在300欧姆的高集电极电阻Rc_H和1200欧姆的高反馈电阻Rf_H之间、220欧姆的低集电极电阻Rc_L和700欧姆的低反馈电阻Rf_L之间分别成立如下的关系。

$$Rc_H^2=\alpha_H \cdot Rf_H \quad \text{...式（2）}$$

$$Rc_L^2=\alpha_L \cdot Rf_L \quad \text{...式（3）}$$

实际上，如果代入数值，则$\alpha_H=90000/1200=75$，$\alpha_L=48400/700=69.14$，因此$\alpha_H \fallingdotseq \alpha_L$的关系成立。该关系式并非根据作为反馈时间常数τfb(c1)的近似式的式（1）导出的，而是对包含图4电路的寄生元件在内的复杂的传递函数式进行模拟，以更高的精度计算出来的。按照近似式（1）使Rc与Rf之比恒定，按照式（2）、式（3）和式（4）设计高增益时和低增益时各自的电阻值，就可以在高增益时和低增益时各自的状态下扩大成为大致平坦的增益的频率范围。

《其他结构的低噪声放大器的构成》

图7是表示本发明的另一个实施方式下构成于半导体集成电路（IC）10中的低噪声放大器的图。图7的低噪声放大器与图4的低噪声放大器的不同之处在于，图4的可变增益电阻反馈放大器3的反馈射极跟随器晶体管Q3在图7中被置换为由差动对晶体管Q3A、Q3B、

EX-1002 0108
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

负载电阻 R7、缓冲晶体管 Q3C 构成的反馈电压跟随器。

《其他结构的低噪声放大器的增益的频率特性》

图 8 是表示图 7 的构成于半导体集成电路 10 中的低噪声放大器的增益的频率特性的图。其结果也取决于个人计算机进行的模拟。图 7 的低噪声放大器中反馈电路由高性能反馈电压跟随器（Q3A、Q3B、R7、Q3C）构成，因此图 8 的增益的频率依赖性小于图 6 的增益的频率依赖性，它们的倾向都相同。

《又一个其他结构下的低噪声放大器的结构》

图 9 是表示本发明的又一个实施方式下构成于半导体集成电路（IC）10 中的低噪声放大器的图。图 9 的低噪声放大器与图 4 的低噪声放大器的不同之处在于，省略了图 4 的可变增益电阻反馈放大器 3 的反馈射极跟随器晶体管 Q3，把晶体管 Q2 的输出电极与反馈电阻 Rf 连接起来。本结构之中，由于可以削减晶体管 Q3 所消耗的电流，因而可以减少功耗。另一方面，Q2 的输出电极的寄生电容与反馈电阻 Rf 之间无法进行电压跟随器进行的分离，因此反馈时间常数 $\tau_{fb(c1)}$ 通过 Q2 的输出电极的寄生电容导致的时间常数的追加而增大。因此，相比图 4 的电路结构，图 6 所示的大致平坦的频率范围趋向更低频率范围变窄，然而电阻控制的效果与图 6 的倾向相同。

图 11 是表示本发明的再一个实施方式下构成于半导体集成电路（IC）10 中的低噪声放大器的图。图 11 的低噪声放大器与图 4 的低噪声放大器的不同之处在于，通过图 4 的可变增益电阻反馈放大器 3 和输出射极跟随器 4 的 SiGe 异质结双极晶体管构成的晶体管 Q2~Q4 被置换为 N 沟道 MOS 晶体管。并且，该 N 沟道 MOS 晶体管可以使用 CMOS 的 N 沟道型 MOS 晶体管。

图 11 的低噪声放大器中，匹配电路 2 为了获得良好的噪声指数性能，使用了由 SiGe 异质结双极晶体管构成的基极接地晶体管 Q1。在允许噪声指数性能些许变差的情况下，匹配电路 2 的基极接地晶体管 Q1 也可以置换为 N 沟道 MOS 晶体管的栅极接地 MOS 晶体管。

《MB·OFDM 对应的 UWB 通信系统的结构》

EX-1002 0109
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

图 12 是表示本发明又一个实施方式下多带（MB）的正交频分复用（OFDM）对应的 UWB 通信系统的结构的图。

图 13 是表示采用了 MB· OFDM 方式的 UWB 无线通信系统的频率配置的图。如图 13 所示，UWB 频率被分割为从以 3432MHz 为中心频率且具有 528MHz 带宽的第 1 子带到以 10296MHz 为中心频率且同样具有 528MHz 带宽的第 14 子带。

这 15 个子带在 3 个子带中分别被分组，通过第 1 到第 3、第 4 到第 6、第 7 到第 9、第 10 到第 12、第 13 和第 14 所形成的 5 个组构成。各子带的中心频率按从低到高的顺序为 3432、3960、4488、5016、5544、6072、6600、7128、7656、8184、8712、9240、9768、10296（单位：MHz）。

这 15 个子带中的某个子带的 RF 信号将被图 12 的 MB·OFDM 对应的 UWB 通信系统的天线（ANT）41 来接收。天线 41 通过收发切换的开关（SW）42 与用于收发信号处理的半导体集成电路 52 连接。

开关 42 在接收时把接收信号输入端子 RXin 与天线 41 连接起来，发送时把发送信号输出端子 TXout 和天线 41 连接起来。开关 42 由如此区分发送信号和接收信号来适当耦合接收信号输入端子 Rxin 和发送信号输出端子 TXout 的双工器构成。

图 12 的半导体集成电路 52 作为接收系统具有可变增益宽带低噪声放大器（LNA）43、向下转换混频器（MIX）45、接收模拟基带电路（RxBB）49。可变增益宽带低噪声放大器 43 使用图 4、图 7、图 9、图 11 中的某个低噪声放大器。可变增益宽带低噪声放大器 43 对由开关 42 提供给接收信号输入端子（RXin）的 RF 接收输入信号进行放大。

即天线 41 所接收的 RF 接收输入信号通过开关 42 被提供到低噪声放大器 43。通过低噪声放大器 43，所提供的 RF 接收输入信号被尽可能放大到低噪声且为线性。向下转换混频器 45 中，来自可变增益宽带低噪声放大器 43 的 RF 接收放大信号和来自局部振荡器 46 的接收局域信号进行混合，从而由向下转换混频器 45 生成接收模拟基带

EX-1002 0110
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

信号。

接收模拟基带电路 49 具有把接收模拟基带信号转换为接收数字基带信号的 A/D 转换器。接收模拟基带电路 49 的 A/D 转换器所转换的接收数字基带信号通过数字基带信号处理单元 51 进行处理，由接收信号输出端子 RXout 生成接收信号。该处理是按照正交相移键控（QPSK）或正交频分复用（OFDM）等规定的调制解调方式来进行的解调处理。

图 12 的半导体集成电路 52 具有用于收发的数字基带信号处理单元（DSP）51 和局部振荡器（LO）46。半导体集成电路 52 作为发送系统具有发送模拟基带电路（TxBB）50、向上转换混频器（MIX）47、发送 RF 功率放大器（PA）44。另外，半导体集成电路 52 还具有接收信号强度指示器（RSSI）48。

发送时，利用数字基带信号处理单元 51 以规定的调制解调方式对提供到发送信号输入端子 TXin 的发送信号进行调制，从而生成接收数字基带信号。由数字基带信号处理单元 51 生成的接收数字基带信号，通过发送模拟基带电路 50 的 D/A 转换器而转换为接收模拟基带信号。通过在向上转换混频器 47 中混合来自发送模拟基带电路 50 的发送模拟基带信号和来自局部振荡器 46 的发送局域信号，从而由向上转换混频器 47 生成 RF 接收信号。来自向上转换混频器 47 的 RF 接收信号被发送 RF 功率放大器 44 放大，来自发送 RF 功率放大器 44 的 RF 发送放大信号通过发送信号输出端子 TXout 和开关 42 被提供到天线 41。

图 12 的 MB·OFDM 对应的 UWB 通信系统的接收工作中，接收信号强度指示器（RSSI）48 根据向下转换混频器 45 的接收模拟基带信号来测量 RF 接收输入信号强度，该测量值被提供给数字基带信号处理单元 51。数字基带信号处理单元 51 响应该测量值，生成用于接收系统的可变增益宽带低噪声放大器 43 的增益控制信号 Gv_Cnt，并将其提供给可变增益宽带低噪声放大器 43。

当接收信号强度指示器 48 的测量值为弱信号强度的情况下，数

EX-1002 0111
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

字基带信号处理单元51把低电平的增益控制信号Gv_Cnt提供给可变增益宽带低噪声放大器 43。其结果，通过低电平的增益控制信号Gv_Cnt使得可变增益宽带低噪声放大器43的集电极负载电阻Rc为较大的300欧姆，反馈电阻Rf也为较大的1200欧姆。可变增益宽带低噪声放大器43如上被控制为高增益状态。

当接收信号强度指示器 48 的测量值为强信号强度的情况下，数字基带信号处理单元51把高电平的增益控制信号Gv_Cnt提供给可变增益宽带低噪声放大器 43。其结果，通过高电平的增益控制信号Gv_Cnt使得可变增益宽带低噪声放大器43的集电极负载电阻Rc为较小的220欧姆，反馈电阻Rf为较小的700欧姆。

可变增益宽带低噪声放大器 43 如上被控制为低增益状态。因此可以减少强信号强度情况下的可变增益宽带低噪声放大器 43 的波形限制导致的波形失真。另外，在把可变增益宽带低噪声放大器 43 的增益控制为高或低时，可以减少增益的频率依赖性。

以上根据实施方式具体说明了本发明人所实施的发明，然而本发明不限于此，当然可以在不脱离其主旨的范围内进行各种变更。

例如，本发明的宽带可变放大器还可以应用于光纤接收机的变压阻抗放大器。在光纤接收机中，被光纤接收的光通过逆偏置光电二极管而转换为电流。

该转换电流可在通过变压阻抗放大器转换为电压时进行电压放大。该变压阻抗放大器通过可变增益放大器向峰值监测器进行提供。可应用本发明的宽带可变放大器作为该变压阻抗放大器或可变增益放大器。

其中，由于光纤接收机中不存在天线，所以不需要用于与天线匹配的匹配电路 2。即，在光纤接收机中，在图 4、图 7、图 9、图 11 的所有低噪声放大器中都省略了匹配电路 2，光电二极管的转换电流可以被提供到可变增益电阻反馈放大器 3 的发射极接地晶体管 Q2 的基极端子上。

作为数据传送速度在 20Gb/s 以上的光纤接收机的变压阻抗放大

EX-1002 0112
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

器或可变增益放大器，频率带宽需要 20GHz 以上的宽带。可使用本发明的宽带可变放大器作为这种具有 20GHz 以上的频带宽度的变压阻抗放大器或可变增益放大器。

另外，本发明的宽带可变放大器还可以应用于 MB·OFDM 对应的 UWB 通信系统之外的无线 LAN 等各种 RF 线通信电路或串列型有线通信电路等。

进而，本发明的宽带可变低噪声放大器的集电极负载电阻 Rc 和反馈电阻 Rf 中所用的可变电阻器，除了在 1 位的控制信号为低电平和高电平下被控制为高电阻和低电阻这 2 个等级之外，还可以通过多位的控制信号以多值来控制电阻值。

EX-1002 0113
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

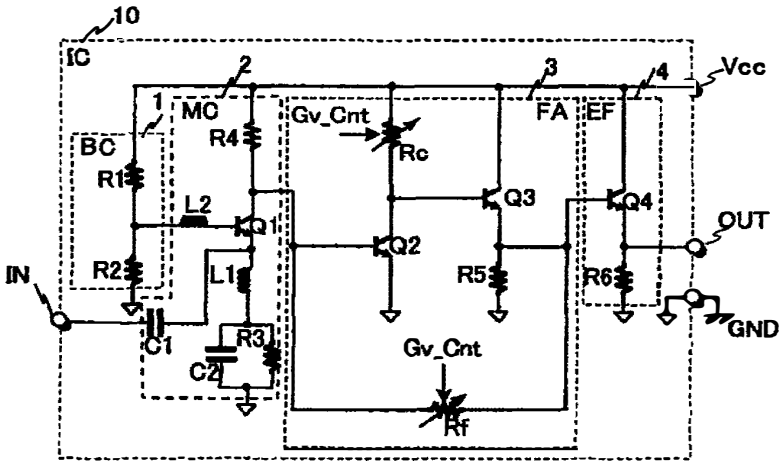


图 1

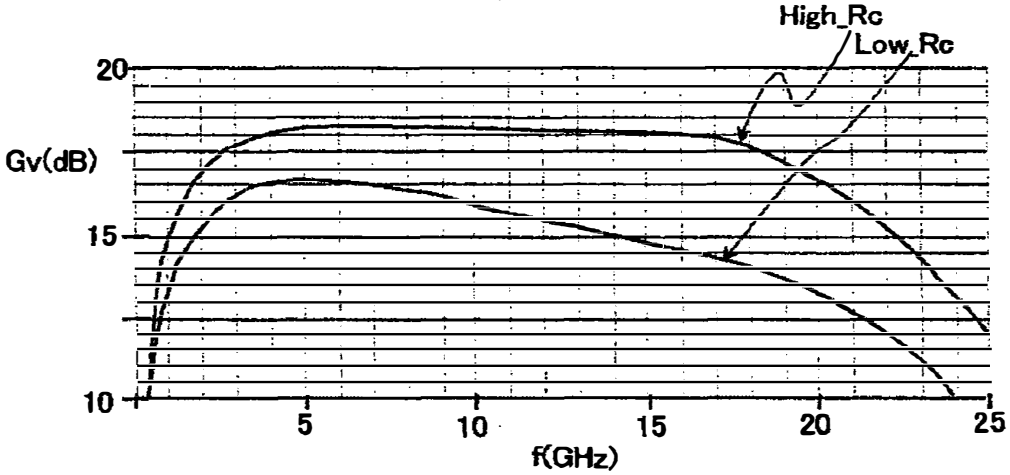


图 2

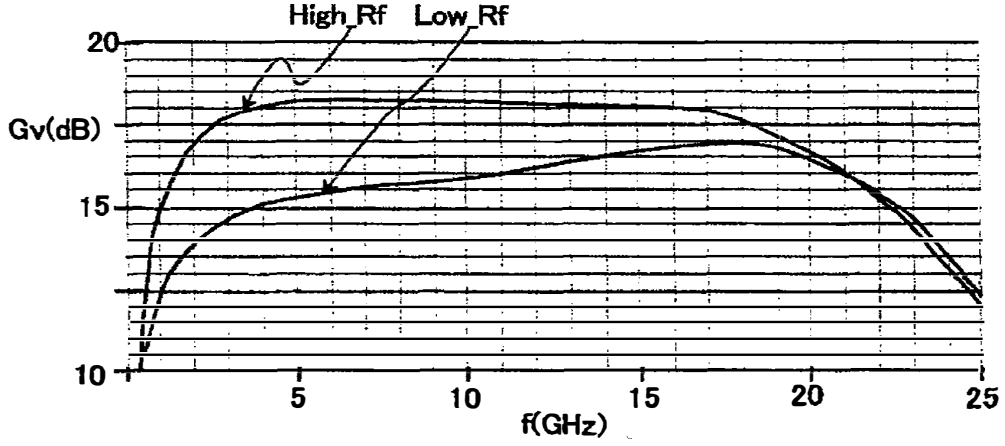


图 3

EX-1002 0114
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

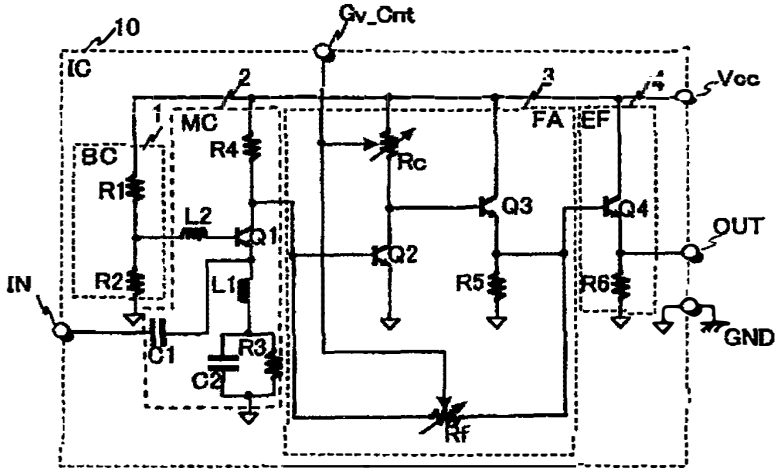


图 4

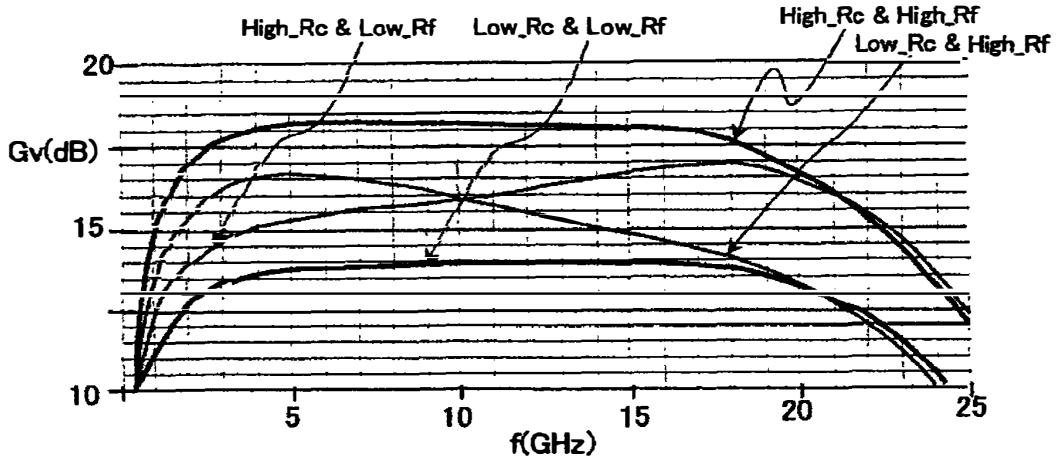


图 5

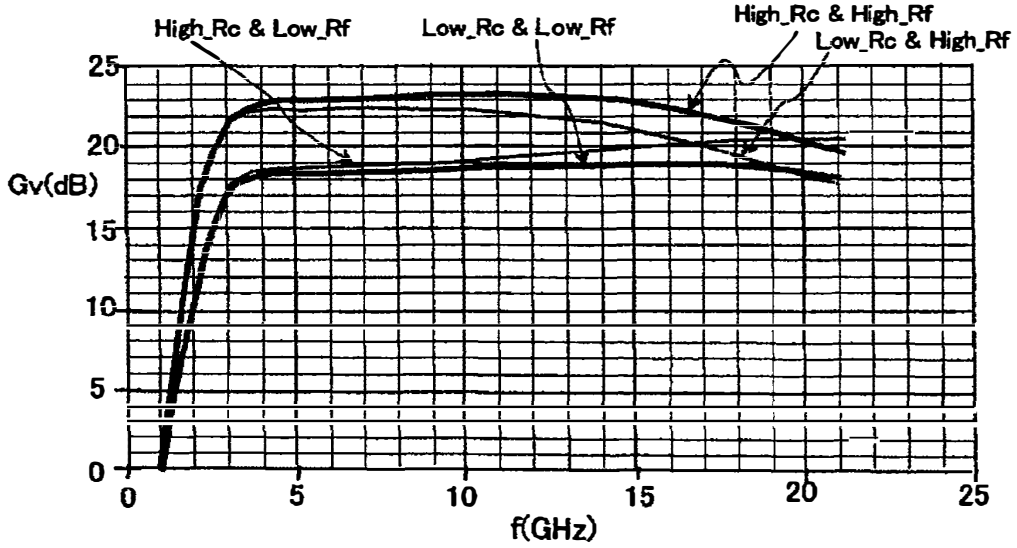


图 6

EX-1002 0115
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

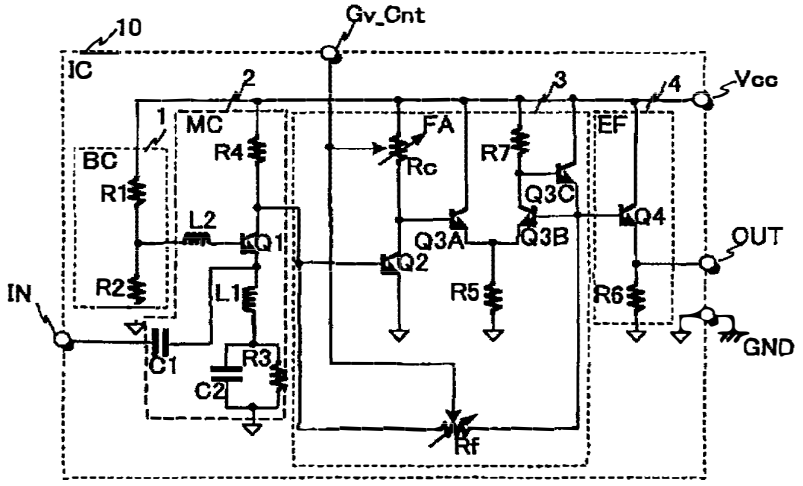


图 7

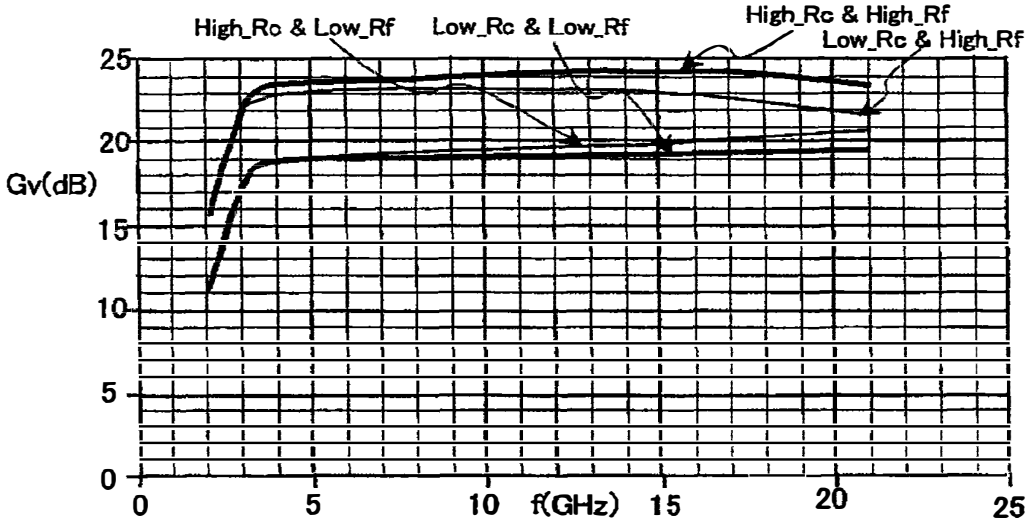


图 8

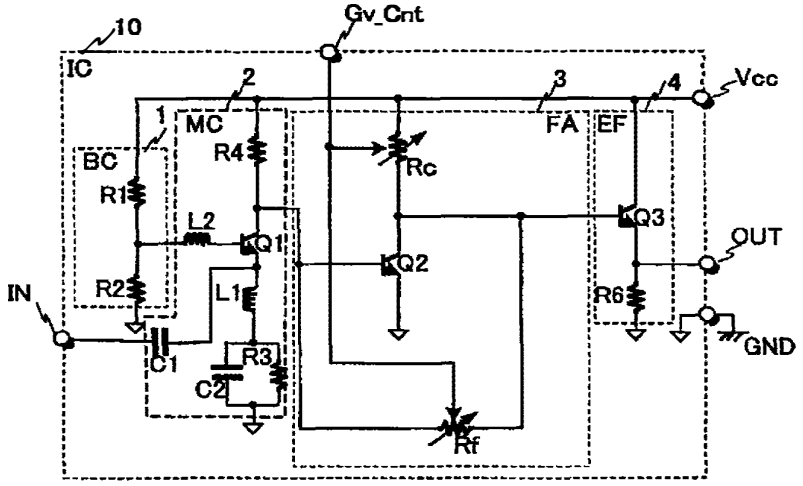


图 9

EX-1002 0116
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

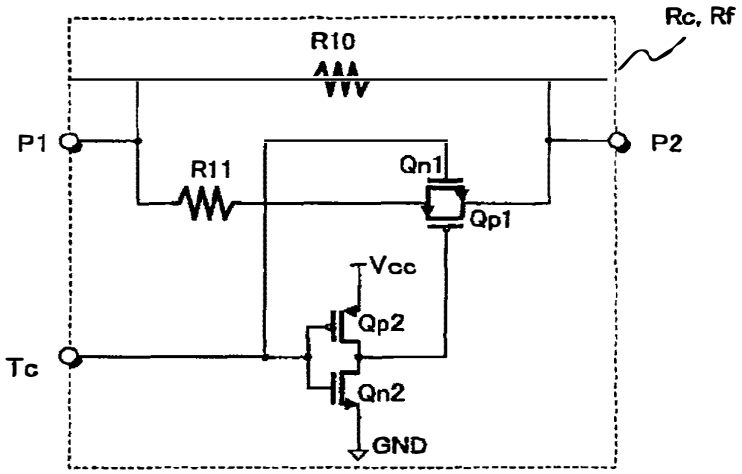


图 10

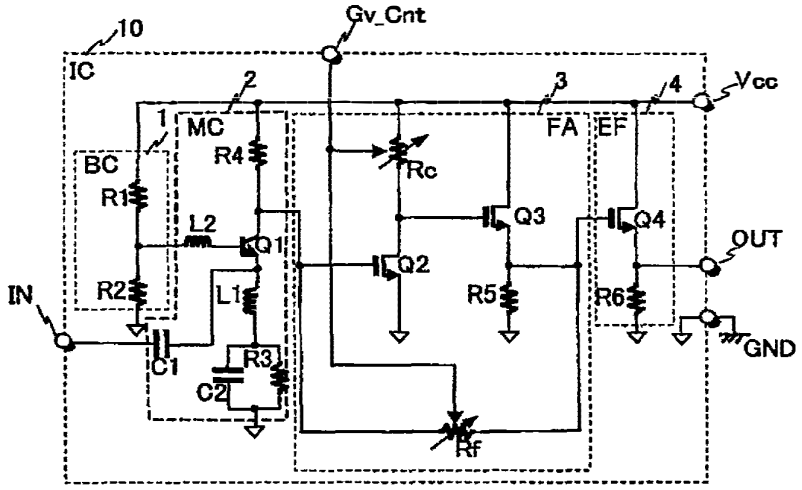


图 11

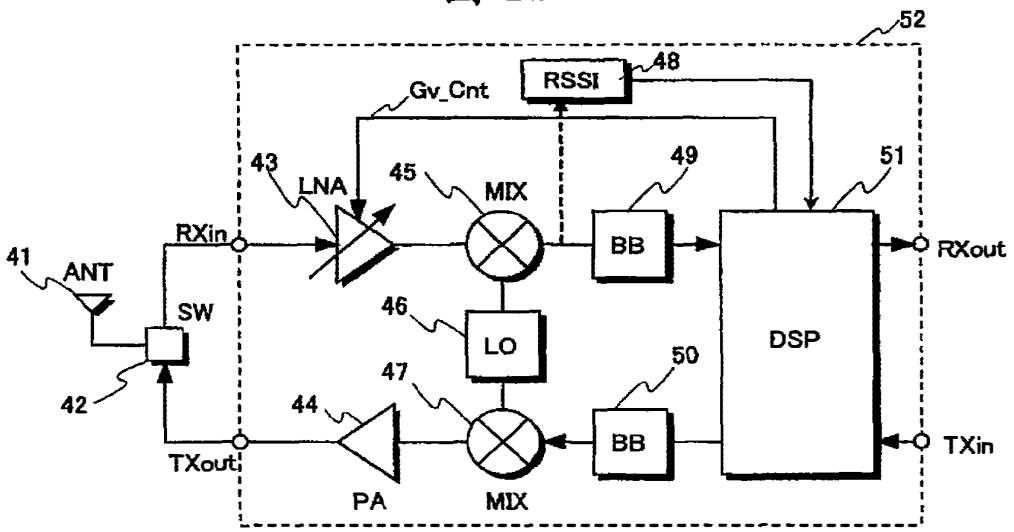


图 12

EX-1002 0117
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

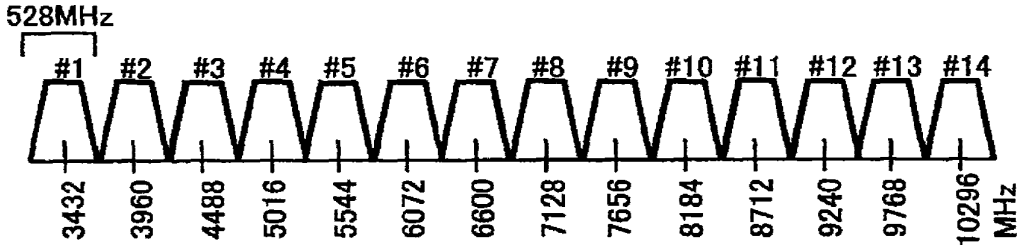


图 13

EX-1002 0118
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-252766
(43)Date of publication of application : 14.09.2000

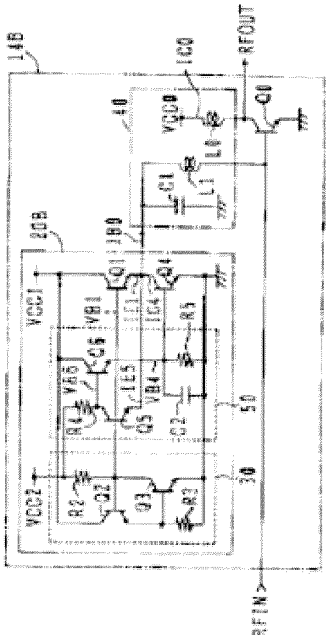
(51)Int.Cl. H03F 3/21
H03F 1/02
H03F 1/32

(21)Application number : 11-051772
(22)Date of filing : 26.02.1999

(71)Applicant : FUJITSU QUANTUM DEVICE KK
(72)Inventor : MIYAZAWA NAOYUKI

(54) POWER AMPLIFIER CIRCUIT AND ITS BIAS CIRCUIT

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent degradation in an efficiency or linearity of a power transistor(TR) due to amplitude fluctuation in an RF input power.
SOLUTION: A current source TR Q4 is connected in series with an emitter of an emitter follower TR Q1 in a Q0 bias circuit 20B, and a base level of the TR Q4 is adjusted by a current source control circuit 50 in a way that an emitter current IE1 of the TR Q1 is made nearly constant even when a base bias current IB0 of a power TR Q0 is changed. Or a resistor may be connected respectively between the emitter of the TR Q1 and a base of the power TR Q0 and between a collector of the TR Q4 and a base of the power TR Q0 in place of an RF signal cut coil L1. The connected position of a current source may be between the base of the TR Q1 and a ground level point.



EX-1002 0119
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報**（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2000－252766
（P2000－252766A）
(43)公開日　平成12年９月14日(2000.9.14)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ		テーマコード（参考）
Ｈ０３Ｆ	3/21	Ｈ０３Ｆ	3/21	５Ｊ０９０
	1/02		1/02	５Ｊ０９１
	1/32		1/32	５Ｊ０９２

審査請求　未請求　請求項の数20　ＯＬ　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願平11－51772

(22)出願日　平成11年２月26日(1999.2.26)

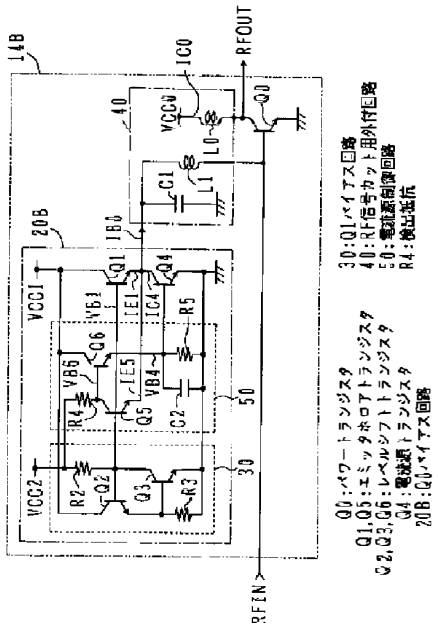
(71)出願人　000154325
富士通カンタムデバイス株式会社
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地
(72)発明者　宮沢　直行
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地　富士通カンタムデバイス株式会社内
(74)代理人　100092587
弁理士　松本　眞吉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　パワーアンプ回路及びそのバイアス回路

(57)【要約】
【課題】ＲＦ入力電力の振幅変動によるパワートランジスタの効率又は直線性の悪化を防止する．
【解決手段】●０バイアス回路２０Ｂでは、エミッタホロアトランジスタ●１のエミッタに電流源トランジスタ●４が直列接続され、トランジスタ●４のベース電位は、電流源制御回路５０により、パワートランジスタ●●のベースバイアス電流ＩＢ０が変化してもトランジスタ●１のエミッタ電流ＩＥ１が略一定になるように調整される．ＲＦ信号カット用コイルＬ１の替わりに、トランジスタ●１のエミッタとパワートランジスタ●０のベースとの間及びトランジスタ●４のコレクタとパワートランジスタ●●のベースとの間にそれぞれ抵抗を接続してもよい．電流源の接続位置は、トランジスタ●１のベースとグランド電位との間であってもよい．

本発明の第１実施形態のパワーアンプ回路を示す図



EX-1002 0120
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

【特許請求の範囲】

【請求項１】　パワートランジスタの制御入力端のバイアスを出力トランジスタの電流路一端から出力するパワートランジスタ用バイアス回路において、
該出力トランジスタの該電流路一端に直列接続され、制御入力端の電位に応じた電流が流れる電流源と、
該出力トランジスタの該電流路の電流の変化に対応して変化する電位を検出し、この電位に応答して、該パワートランジスタの該制御入力端へ流れる電流と該電流源に流れる電流との和が略一定になるように、該電流源の該制御入力端の電位を制御する電流源制御回路と、
を有することを特徴とするパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項２】　上記パワートランジスタ及び上記出力トランジスタはいずれもバイポーラトランジスタであり、上記バイアスはベースバイアス電流であり、上記出力トランジスタの電流路一端はエミッタホロアトランジスタのエミッタであることを特徴とする請求項１記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項３】　上記電流源制御回路は、
上記エミッタホロアトランジスタのコレクタ電流の変化に対応して変化する電位を検出する検出回路と、
該検出された電位をレベルシフトさせて上記電流源の上記制御入力端に供給するレベルシフト回路と、
を有することを特徴とする請求項２記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項４】　上記レベルシフト回路は、
コレクタ、ベース及びエミッタがそれぞれ電源配線、上記検出された電位の導体及び上記電流源の上記制御入力端に接続されたレベルシフトトランジスタと、
該レベルシフトトランジスタのエミッタと該電流源の他端との間に接続された負荷素子と、
を有することを特徴とする請求項３記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項５】　上記検出回路は、上記パワートランジスタのコレクタ電流の直流成分に略比例した電流が流され、一端の電位が上記検出電位である負荷素子を有することを特徴とする請求項３記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項６】　上記検出回路はさらに、ベース及びエミッタがそれぞれ上記エミッタホロアトランジスタのベース及びエミッタに接続された第２エミッタホロアトランジスタを有し、
上記負荷素子は、該第２エミッタホロアトランジスタのコレクタと電源供給導体との間に接続されれている、
ことを特徴とする請求項５記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項７】　上記負荷素子は、上記エミッタホロアトランジスタのコレクタと電源供給導体との間に接続されていることを特徴とする請求項５記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項８】　上記負荷素子に上記パワートランジスタのコレクタバイアス電流が流れることを特徴とする請求項５記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項９】　上記パワートランジスタの入力段に前置トランジスタが縦続接続され、
上記負荷素子に該前置トランジスタのコレクタバイアス電流が流れる、
ことを特徴とする請求項５記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項１●】　上記パワートランジスタのベースに供給される信号の一部をモニタして増幅するモニタトランジスタをさらに有し、
上記負荷素子に、該モニタトランジスタで増幅された電流が流れる、
ことを特徴とする請求項５記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項１１】　上記エミッタホロアトランジスタのエミッタと上記パワートランジスタのベースとの間に接続され、該パワートランジスタの入力抵抗値よりも大きい抵抗値の信号成分カット用第１抵抗と、
上記電流源の電流入力端と該パワートランジスタのベースとの間に接続され、該パワートランジスタの入力抵抗値よりも大きい抵抗値の信号成分カット用第２抵抗と、
をさらに有することを特徴とする請求項２乃至１●のいずれか１つに記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項１２】　パワートランジスタの制御入力端のバイアスを出力トランジスタの電流路一端から出力するパワートランジスタ用バイアス回路において、
電源供給導体と該出力トランジスタの制御入力端との間に接続されたバイアス抵抗と、
該出力トランジスタの該制御入力端に電流路一端が接続され、制御入力端の電位に応じた電流が流れる電流源と、
該出力トランジスタの該電流路の電流の変化に対応して変化する電位を検出し、この電位に応答して、該電流源を流れる電流の変化がこの電流路の電流の変化と逆になるように該電流源の該制御入力端の電位を制御する電流源制御回路と、
を有することを特徴とするパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項１３】　上記パワートランジスタ及び上記出力トランジスタはいずれもバイポーラトランジスタであり、該パワートランジスタの上記制御入力端のバイアスはベースバイアス電流であり、上記出力トランジスタの電流路一端はエミッタホロアトランジスタのエミッタであることを特徴とする請求項１２記載のパワートランジスタ用バイアス回路。

【請求項１４】　上記電流源制御回路は、

EX-1002 0121
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

上記エミッタホロアトランジスタのコレクタ電流の変化に対応して変化する電位を検出する検出回路と、
該検出された電位をレベルシフトさせて上記電流源の上記制御入力端に供給するレベルシフト回路と、
を有することを特徴とする請求項１３記載のパワートランジスタ用バイアス回路．

【請求項１５】　上記レベルシフト回路は、
コレクタ、ベース及びエミッタがそれぞれ電源配線、上記検出された電位の導体及び上記電流源の上記制御入力端に接続されたレベルシフトトランジスタと、
該レベルシフトトランジスタのエミッタと該電流源の上記電流路の他端との間に接続された負荷素子と、
を有することを特徴とする請求項１４記載のパワートランジスタ用バイアス回路．

【請求項１６】　上記検出回路は、上記パワートランジスタのコレクタ電流の直流成分に略比例した電流が流され、一端の電位が上記検出電位である負荷素子を有することを特徴とする請求項１４記載のパワートランジスタ用バイアス回路．

【請求項１７】　上記負荷素子は、上記エミッタホロアトランジスタのコレクタと電源供給導体との間に接続されていることを特徴とする請求項１６記載のパワートランジスタ用バイアス回路．

【請求項１８】　上記電流源は、上記エミッタホロアトランジスタのベースと電源供給導体との間に、ベースが上記制御入力端であるトランジスタと電流制限用抵抗とが直列接続されていることを特徴とする請求項１３乃至１７のいずれか１つに記載のパワートランジスタ用バイアス回路．

【請求項１９】　上記エミッタホロアトランジスタのベースと上記パワートランジスタのエミッタとの間に、順方向電流が流れるように２つのＰＮ接合が直列接続されていることを特徴とする請求項２乃至１８のいずれか１つに記載のパワートランジスタ用バイアス回路．

【請求項２０】　請求項１乃至１９のいずれか１つに記載のパワートランジスタ用バイアス回路と、
制御入力端に該パワートランジスタ用バイアス回路の上記出力トランジスタの電流路一端が結合されたパワートランジスタと、
を有することを特徴とするパワーアンプ回路．

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、ＲＦ信号が供給されるパワーアンプ回路及びそのバイアス回路に関する．

【０００２】

【従来の技術】図１２は、従来の携帯電話の概略構成を示すブロック図である．

【０００３】音声を送信する場合、まず、音声が音声処理回路１０でサンプリングされ、デジタル化され、ベースバンド回路１１で拡散変調され、次いでＩＦ＆ＲＦ回路１２により中間周波数を用いて直交変調され、さらにＲＦ周波数に変換され、ＲＦ入力電力ＲＦＩＮとしてＲＦフロントエンド回路１３のパワーアンプ回路１４に供給される．パワーアンプ回路１４のＲＦ出力電力ＲＦ●ＵＴは、デュプレクサ１５を介してアンテナ１６に供給される．

【０００４】アンテナ１６で受信した信号は、デュプレクサ１５を介してローノイズアンプ１７に供給され、ＩＦ＆ＲＦ回路１２、ベースバンド回路１１及び音声処理回路１０で上記と逆の処理が行われて、音声が再生される．

【０００５】図１３は、図１２中のパワーアンプ回路１４の従来構成を示す．

【０００６】パワートランジスタＱ●は、そのエミッタが接地され、コレクタがＲＦカット用コイルＬ●を介して電源電位ＶＣＣ●に接続されている．パワートランジスタＱ●のベースには、一方では高周波デジタル変調信号であるＲＦ入力電力ＲＦＩＮが供給され、他方では動作点を定めるベースバイアス電流ＩＢ●がＱ０バイアス回路２０のトランジスタＱ１のエミッタからコイルＬ１を介して供給される．コイルＬ１は、ＲＦ入力電力ＲＦＩＮがＱ●バイアス回路２０へ伝達するのを阻止するためのものであり、コイルＬ１を通過した僅かのＲＦ信号は、さらにキャパシタＣ１で吸収される．パワートランジスタＱ０のコレクタから、ＲＦ入力電力ＲＦＩＮを電力増幅したＲＦ出力電力ＲＦ●ＵＴが取り出される．

【０００７】トランジスタＱ１は、そのコレクタが電源電位ＶＣＣ１に接続され、ベースがＱ１バイアス回路３●の出力端に接続され、エミッタが抵抗Ｒ１を介してグランド線に接続されている．トランジスタＱ１及びパワートランジスタＱ０に対し温度ドリフトを補償するために、トランジスタＱ１及びＱ０のベース・エミッタ間のＰＮ接合の直列接続に対応して、トランジスタＱ２及びＱ３のベース・エミッタ間のＰＮ接合が直列接続されている．ＰＮ接合の順方向飽和電圧は１．３Ｖ程度であり、トランジスタＱ１のベース電位は２．６Ｖ程度になる．温度が上昇するとベースバイアス電流ＩＢ●が増加しようとするが、トランジスタＱ２及びＱ３のベース・エミッタ間電圧が低下してトランジスタＱ１のベース電位が低下するので、この増加が抑えられる．抵抗Ｒ２及びＲ３はそれぞれトランジスタＱ２及びＱ３用のバイアス抵抗である．

【０００８】携帯電話では、消費電力低減のために通信状態に応じてＲＦ出力電力を低下させる必要があり、また、音質劣化を防止する必要があるので、パワートランジスタＱ０の高い電力利用効率と高直線性とが広い電力範囲にわたって要求される．パワートランジスタＱ●の動作点は、相反する高効率と高直線性の要求を満たすために通常、ＡＢ級に設定される．

【０００９】ＲＦ入力電力ＲＦＩＮの振幅が増加する

と、パワートランジスタQ●のコレクタバイアス電流IC●が増加し、これに比例して、パワートランジスタQ0のベースバイアス電流IB●が増加する。電流IB0の増加によりトランジスタQ1のエミッタ電流IE1が増加して、ベース・エミッタ間電圧VBE1が上昇するために、パワートランジスタQ0のベースバイアス電圧が低下する。例えばベースバイアス電流IB0が10倍程度増加すると、該電圧が数10mV低下するため、効率と線型性が最適になるように設定されたパワートランジスタQ0の動作点が、線型性が悪化する方向へずれる。

【0010】そこで、これを防止するため抵抗R1の抵抗値を小さくして、抵抗R1に流れるI1をベースバイアス電流IB●に比し大きくすることにより、電流IE1=I1+IB●の変動率を低減して、ベース・エミッタ間電圧VBE1の低下を抑えていた。しかし、RF増幅に寄与しない比較的大きな電流I1を抵抗R1に流す必要があるため、効率が悪化する。

【0011】図14は、従来の他のパワーアンプ回路14Aを示す。

【0012】この回路のQ0バイアス回路20Aでは、図13の抵抗R1の替わりに、ダイオード接続されたトランジスタQ4が定電圧源として用いられている。しかし、数十mVの電圧変化をトランジスタQ4で抑えるためには、PN接合の電流密度変化を低減する必要があるので、トランジスタQ4のサイズが大きくなる。このため、Q0バイアス回路20AとパワートランジスタQ●とを含む半導体集積回路のチップ面積が増大して、製品コストが高くなる。

【0013】RF出力電力が最大振幅のときの線型性の悪化を避けるために、トランジスタQ1のベースバイアス電圧を予め高く設定しておくと、この振幅が小さいときにパワートランジスタQ●の増幅がA級に近くなるため、効率が低下する。

【0014】パワートランジスタとして、PNP形やエンハンスメント形FETを用いた場合にも、上記同様の問題が生ずる。

【0015】また、特開昭59-182757号公報には、サーマルプリンティングヘッド用電源装置において、電源電流を抵抗に流して電流を端子間電圧に変換し、この電圧が所定値になるようにフィードバック制御することにより、電流増加による電源電圧の低下を抑制する電圧安定化回路が開示されている。

【0016】しかし、この回路は、10A程度の大きな電流に対する複雑な定電圧回路であり、数十mVのベースバイアス電圧変化を簡単な回路で抑制するのには不適である。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、このような問題点に鑑み、RF入力電力の振幅変動によるパワートランジスタの効率又は直線性の悪化を防止することが可能な小形かつ低消費電力のパワーアンプ回路及びそのバイアス回路を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段及びその作用効果】請求項1では、例えば図1に示す如く、パワートランジスタ（Q●）の制御入力端のバイアスを出力トランジスタ（Q1）の電流路一端から出力するパワートランジスタ用バイアス回路において、該出力トランジスタの該電流路一端に直列接続され、制御入力端の電位に応じた電流が流れる電流源（Q4）と、該出力トランジスタの該電流路の電流の変化に対応して変化する電位を検出し、この電位に応答して、該パワートランジスタの該制御入力端へ流れる電流と該電流源に流れる電流との和が略一定になるように、該電流源の該制御入力端の電位を制御する電流源制御回路（50）とを有する。

【0019】このパワートランジスタ用バイアス回路によれば、パワートランジスタの制御入力端へ供給される信号の振幅が増加して、パワートランジスタの電流路（コレクタ・エミッタ間又はドレイン・ソース間）に流れるバイアス電流が増加しても、該和が略一定になるように制御されるので、出力トランジスタを流れる電流も略一定になって、パワートランジスタの制御入力端電位が低下することによる直線性の悪化が防止される。

【0020】また、該和が略一定であるので、電流源に流れる電流の最大値が、パワートランジスタの制御入力端へ流れる電流の最大値に制限されて、低消費電力となる。

【0021】さらに、この制限により、該和を略一定にするために必要な電流源トランジスタのサイズは、出力トランジスタのサイズと同程度でよく、パワートランジスタ用バイアス回路を小形化することができる。

【0022】請求項2のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項1において例えば図1に示す如く、上記パワートランジスタ及び上記出力トランジスタはいずれもバイポーラトランジスタであり、上記バイアスはベースバイアス電流であり、上記出力トランジスタの電流路一端はエミッタホロアトランジスタのエミッタである。

【0023】請求項3のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項2において例えば図1に示す如く、上記電流源制御回路は、上記エミッタホロアトランジスタのコレクタ電流の変化に対応して変化する電位を検出する検出回路（R4）と、該検出された電位をレベルシフトさせて上記電流源の上記制御入力端に供給するレベルシフト回路（Q6及びR5）とを有する。

【0024】請求項4のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項3において例えば図1に示す如く、上記レベルシフト回路は、コレクタ、ベース及びエミッタがそれぞれ電源配線、上記検出された電位の導体及び上

記電流源の上記制御入力端に接続されたレベルシフトトランジスタ（Ｑ６）と、該レベルシフトトランジスタのエミッタと該電流源の他端との間に接続された負荷素子（Ｒ５）とを有する．

【００２５】請求項５のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項３において例えば図１に示す如く、上記検出回路は、上記パワートランジスタのコレクタ電流の直流成分（ＩＣ０）に略比例した電流が流され、一端の電位が上記検出電位である負荷素子（Ｒ４）を有する．

【００２６】請求項６のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項５において例えば図１に示す如く、上記検出回路はさらに、ベース及びエミッタがそれぞれ上記エミッタホロアトランジスタのベース及びエミッタに接続された第２エミッタホロアトランジスタ（Ｑ５）を有し、上記負荷素子（Ｒ４）は、該第２エミッタホロアトランジスタのコレクタと電源供給導体との間に接続されれている．

【００２７】このパワートランジスタ用バイアス回路によれば、比較的小電流が流れるこの電源供給導体の電源電位（ＶＣＣ２）を変化させることにより、パワートランジスタ用バイアス回路の電流が遮断されるので、大容量の電源遮断スイッチを用いる必要がない．

【００２８】請求項７のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項５において例えば図５に示す如く、上記負荷素子は、上記エミッタホロアトランジスタ（Ｑ１）のコレクタと電源供給導体（ＶＣＣ１）との間に接続されている．

【００２９】請求項８のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項５において例えば図６に示す如く、上記負荷素子（Ｒ４）に上記パワートランジスタのコレクタバイアス電流（ＩＣ●）が流れる．

【００３０】請求項９のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項５において例えば図７に示す如く、上記パワートランジスタの入力段に前置トランジスタ（Ｑ７）が縦続接続され、上記負荷素子（Ｒ４）に該前置トランジスタのコレクタバイアス電流（ＩＣ７）が流れる．

【００３１】請求項１０のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項５において例えば図８に示す如く、上記パワートランジスタのベースに供給される信号の一部をモニタして増幅するモニタトランジスタ（Ｑ８）をさらに有し、上記負荷素子（Ｒ４）に、該モニタトランジスタで増幅された電流（ＩＣ８）が流れる．

【００３２】請求項１１のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項２乃至１０のいずれか１つにおいて例えば図９に示す如く、上記エミッタホロアトランジスタ（Ｑ１）のエミッタと上記パワートランジスタ（Ｑ０）のベースとの間に接続され、該パワートランジスタの入力抵抗値よりも大きい抵抗値の信号成分カット用第１抵抗（Ｒ８）と、上記電流源（Ｑ４）の電流入力端と該パワートランジスタのベースとの間に接続され、該パワートランジスタの入力抵抗値よりも大きい抵抗値の信号成分カット用第２抵抗（Ｒ●）とをさらに有する．

【００３３】このパワートランジスタ用バイアス回路によれば、パワートランジスタのベースバイアス電流（ＩＢ０）が変化しても、第１抵抗を通る電流（ＩＢ０４＝ＩＥ１＋ＩＥ５）は上述のように略一定となるので、パワートランジスタのベース電位が略一定となる．第１及び第２抵抗は半導体集積回路の一部として形成することができるので、外付回路部品が少なくなってさらなる小型化が可能となる。

【００３４】請求項１２では、例えば図１０に示す如く、パワートランジスタ（Ｑ●）の制御入力端のバイアスを出力トランジスタ（Ｑ１）の電流路一端から出力するパワートランジスタ用バイアス回路において、電源供給導体（ＶＣＣ２）と該出力トランジスタの制御入力端との間に接続されたバイアス抵抗（Ｒ２）と、該出力トランジスタの該制御入力端に電流路一端が接続され、制御入力端の電位に応じた電流が流れる電流源（５２）と、該出力トランジスタの該電流路の電流の変化に対応して変化する電位を検出し、この電位に応答して、該電流源を流れる電流の変化がこの電流路の電流の変化と逆になるように該電流源の該制御入力端の電位を制御する電流源制御回路（５０Ａ）とを有する．

【００３５】このパワートランジスタ用バイアス回路によれば、パワートランジスタの入力信号の振幅が増加すると、パワートランジスタの制御入力端のバイアス電流が増加し、電流源を流れる電流が減少する．この電流はバイアス抵抗（Ｒ２）を介して供給されるので、この抵抗を流れる電流が減少して、出力トランジスタ（Ｑ１）の電流路一端の電位変動が抑えられ、パワートランジスタ（Ｑ●）の線形性の悪化が防止される．

【００３６】請求項１３のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項１２において例えば図１●に示す如く、上記パワートランジスタ及び上記出力トランジスタはいずれもバイポーラトランジスタであり、該パワートランジスタの上記制御入力端のバイアスはベースバイアス電流であり、上記出力トランジスタの電流路一端はエミッタホロアトランジスタのエミッタである．

【００３７】請求項１４のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項１３において例えば図１０に示す如く、上記電流源制御回路は、上記エミッタホロアトランジスタ（Ｑ１）のコレクタ電流の変化に対応して変化する電位を検出する検出回路（Ｒ４）と、該検出された電位をレベルシフトさせて上記電流源の上記制御入力端に供給するレベルシフト回路（Ｑ６及びＲ５）とを有する．

【００３８】請求項１５のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項１４において例えば図１０に示す如

く、上記レベルシフト回路は、コレクタ、ベース及びエミッタがそれぞれ電源配線（ＶＣＣ１）、上記検出された電位の導体及び上記電流源の上記制御入力端に接続されたレベルシフトトランジスタ（Ｑ６）と、該レベルシフトトランジスタのエミッタと該電流源の上記電流路の他端との間に接続された負荷素子（Ｒ５）とを有する．

【００３９】請求項１６のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項１４において例えば図１●に示す如く、上記検出回路は、上記パワートランジスタのコレクタ電流の直流成分に略比例した電流が流され、一端の電位が上記検出電位である負荷素子（Ｒ４）を有する．

【００４０】請求項１７のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項１６において例えば図１●に示す如く、上記負荷素子は、上記エミッタホロアトランジスタ（Ｑ１）のコレクタと電源供給導体（ＶＣＣ１）との間に接続されている．

【００４１】請求項１８のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項１３乃至１７のいずれか１つにおいて例えば図１０に示す如く、上記電流源は、上記エミッタホロアトランジスタ（Ｑ１）のベースと電源供給導体との間に、ベースが上記制御入力端であるトランジスタ（Ｑ９）と電流制限用抵抗（Ｒ７）とが直列接続されている．

【００４２】請求項１９のパワートランジスタ用バイアス回路では、請求項２乃至１８のいずれか１つにおいて、上記エミッタホロアトランジスタ（Ｑ１）のベースと上記パワートランジスタ（Ｑ●）のエミッタとの間に、順方向電流が流れるように２つのＰＮ接合（Ｑ２及びＱ３のベース・エミッタ間）が直列接続されている．

【００４３】請求項２０のパワーアンプ回路では、請求項１乃至１９のいずれか１つに記載のパワートランジスタ用バイアス回路と、制御入力端に該パワートランジスタ用バイアス回路の上記出力トランジスタの電流路一端が結合されたパワートランジスタ（Ｑ●）とを有する．

【００４４】請求項２０のパワーアンプ回路は、例えば半導体チップに形成されている．また、請求項２０記載のパワーアンプ回路は、例えば通信装置のＲＦフロントエンド回路に備えられている．

【００４５】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する．図中のトランジスタは全てＮＰＮ形であるが、ＮＰＮ形をＰＮＰ形に変更し、電源配線に供給される高電位と低電位とを逆にした構成であってもよい．この場合、電流の流れは逆向きになり、対応するノード電位の上昇と下降とがＮＰＮ形トランジスタ回路の場合と逆になる。

【００４６】［第１実施形態］図1は、本発明の第１実施形態のパワーアンプ回路１４Ｂを示す．図１４と同一構成要素には、同一符号を付してその説明を省略する．

【００４７】Ｑ●バイアス回路２０Ｂでは、図１４の電圧源として機能するダイオード接続されたトランジスタＱ４の替わりに、ベース電位に応じた電流を流す電流源として機能するトランジスタＱ４を用いている．このベース電位は、電流源制御回路５０により、パワートランジスタＱ●のベースバイアス電流ＩＢ●が変化してもトランジスタＱ１のエミッタ電流ＩＥ１が略一定になるように調整される．

【００４８】電流源制御回路５０では、トランジスタＱ１のエミッタ電流ＩＥ１に比例したエミッタ電流ＩＥ５を抵抗Ｒ４に流すために、トランジスタＱ５のベース及びエミッタがそれぞれトランジスタＱ１のベース及びエミッタに接続され、トランジスタＱ５のコレクタが抵抗Ｒ４を介して電源電位ＶＣＣ２に接続されている．エミッタ電流ＩＥ５とＩＥ１との比は、トランジスタＱ５とＱ１のサイズ比になり、また、エミッタ電流ＩＥ１とＩＥ５の和は、ベースバイアス電流ＩＢ●とトランジスタＱ４のコレクタ電流ＩＣ４との和に等しくなる．

【００４９】抵抗Ｒ４の電流出力端の電位は、ほぼＶＣＣ２－ＩＥ５・Ｒ４となり、トランジスタＱ６のベースに供給されて、トランジスタＱ６のベース・エミッタ間電圧ＶＢＥ６だけ下げられ、これがトランジスタＱ４のベースに供給される．この電圧ＶＢＥ６を飽和状態にするために、トランジスタＱ６のコレクタ及びエミッタはそれぞれ電源電位ＶＣＣ１及びグランド線に接続され、トランジスタＱ６と抵抗Ｒ５とでレベルシフト回路が構成されている．抵抗Ｒ５に並列接続されたキャパシタＣ２は、交流成分をグランド線へバイパスさせて発振を防止するためのものである．

【００５０】他の構成は、図１４のそれと同一である．

【００５１】上記構成において、パワートランジスタＱ０のベースには、一方では高周波デジタル変調信号であるＲＦ入力電力ＲＦＩＮが供給され、他方では動作点を定めるベースバイアス電流ＩＢ●がＱ●バイアス回路２０ＢからＲＦカット用コイルＬ１を介して供給される．

【００５２】ＲＦＩＮの振幅が増加すると、コレクタバイアス電流ＩＣ●が増加し、これに比例してベースバイアス電流ＩＢ●が増加する．図２（Ａ）及び（Ｂ）はそれぞれ、ＲＦＩＮの振幅に対するコレクタバイアス電流ＩＣ●及びベースバイアス電流ＩＢ０の変化の具体例を示す．ベースバイアス電流ＩＢ●の増加により、抵抗Ｒ４に流れる電流が増加しようとする．この増加により、トランジスタＱ６のベース電位ＶＢ６が低下するので、トランジスタＱ４のベース電位ＶＢ４が低下して、コレクタ電流ＩＣ４が減少する．図３は、ＲＦＩＮの振幅に対するトランジスタＱ６及びＱ４のベース電位ＶＢ６及びＶＢ４の変化を示す．

【００５３】ベースバイアス電流ＩＢ０の増加によりコレクタ電流ＩＣ４が減少するので、両者の和（ＩＢ●＋ＩＣ４）の変化は小さくなり、エミッタ電流ＩＥ１及びＩＢ５の変化も小さくなる．

【００５４】図４は、トランジスタＱ４のコレクタ電流ＩＣ４、パワートランジスタＱ●のベースバイアス電流ＩＢ●並びにトランジスタＱ１及びＱ５のエミッタ電流和（ＩＥ１＋ＩＥ５）の変化を示す。

【００５５】このような動作により、ＲＦＩＮの振幅変化に対しパワートランジスタＱ●のベースバイアス電位が略一定になり、これが低下することによる直線性の悪化が防止される。

【００５６】ベースバイアス電流ＩＢ●が大きく変化しても、電流ＩＢ●とＩＣ４との和を略一定にするために必要なトランジスタＱ４のサイズは、トランジスタＱ１とＱ５のサイズの和程度である。また、レベルシフトトランジスタＱ６は、電位をレベルシフトしてトランジスタＱ４のベースに供給すればよいので、出力トランジスタＱ１に比し小さなサイズにすることができる。

【００５７】したがって、図１４のトランジスタＱ４のように大形のものを用いる必要はなく、Ｑ０バイアス回路２●Ｂとパワートランジスタ Ｑ●とを同一の半導体チップに形成しても、そのチップ専有面積の増加は少ない。

【００５８】また、小電流の電源電位ＶＣＣ２を●Ｖに落とすことにより、トランジスタＱ●～Ｑ６がオフになり、ベースバイアス電流ＩＢ●も●になるので、パワーアンプ回路１４Ｂの電流を遮断するのに大容量の電源遮断スイッチを用いる必要がない。

【００５９】回路定数の具体例は、次の通りである。

【００６０】ＶＣＣ０＝３．５Ｖ、ＶＣＣ１＝３．５Ｖ、ＶＣＣ２＝２．８Ｖ
Ｒ２＝１００Ω、Ｒ３＝１ｋΩ、Ｒ４＝１００Ω、Ｒ５＝３ｋΩ
トランジスタＱ●～Ｑ６のサイズ比は、
Ｑ●：Ｑ１：Ｑ２：Ｑ３：Ｑ４：Ｑ５：Ｑ６＝６０：５：１：１：６：１：１

［第２実施形態］図５は、本発明の第２実施形態のパワーアンプ回路１４Ｃを示す。

【００６１】Ｑ０バイアス回路２０Ｃの電流源制御回路５０Ａでは、図１のトランジスタＱ５が省略され、抵抗Ｒ４が電源電位ＶＣＣ１とトランジスタＱ１のコレクタとの間に接続され、抵抗Ｒ４の電流出力端がトランジスタＱ６のベースに接続されている。他の構成は、図１のそれと同一である。

【００６２】この回路の動作は、図１のそれと同様である。ただし、図１のエミッタ電流ＩＥ５が０であるので、ＩＥ１＝ＩＣ４＋ＩＢ●が成立する。また、電源電位ＶＣＣ２を●Ｖに落としてもトランジスタＱ６が動作するので、パワーアンプ回路１４Ｃの電流を遮断するためには電源電位ＶＣＣ１とＶＣＣ２とを共に０Ｖに落とす必要がある。

【００６３】［第３実施形態］図６は、本発明の第３実施形態のパワーアンプ回路１４Ｄを示す。

【００６４】この回路では、抵抗Ｒ４が、電源電位ＶＣＣ●とコイルＬ●との間に接続され、その電流出力端がコイルＬ２を介してトランジスタＱ６のベースに接続され、抵抗Ｒ４とレベルシフト回路５１とで電流源トランジスタＱ４に対する制御回路が構成されている。抵抗Ｒ４の電流出力端とグランド線との間にはキャパシタＣ３が接続され、パワートランジスタＱ●のコレクタからコイルＬ●を通過した僅かなＲＦ信号は、コイルＬ２及びキャパシタＣ３で吸収される。外付回路４０Ａは、図５の外付回路４●に抵抗Ｒ４、コイルＬ２及びキャパシタＣ３を加えたものである。他の構成は、図５のそれと同一である。

【００６５】ベースバイアス電流ＩＢ０が増加すると、コレクタバイアス電流ＩＣ●が増加してトランジスタＱ６のベース電位ＶＢ６が低下するので、図５の場合と同様な動作が行われる。

【００６６】［第４実施形態］図７は、本発明の第４実施形態のパワーアンプ回路１４Ｅを示す。

【００６７】この回路では、パワートランジスタＱ０の前段にトランジスタＱ７が縦続接続されている。すなわち、トランジスタＱ●のベースがインピーダンス整合回路６０を介してトランジスタＱ７のコレクタに接続されている。トランジスタＱ７のエミッタはトランジスタＱ０と同様に接地され、トランジスタＱ７のベースにＲＦＩＮが供給される。トランジスタＱ７のコレクタバイアスは、電源電位ＶＣＣ３から抵抗Ｒ４及びコイルＬ２を介して供給される。抵抗Ｒ４の電流出力端は、トランジスタＱ６のベースに接続されている。他の構成は、図５のそれと同一である。

【００６８】ＲＦＩＮの振幅が増加すると、抵抗Ｒ４を流れる電流ＩＣ７が増加してトランジスタＱ６のベース電位が低下し、図５の場合と同様な動作が行われる。

【００６９】［第５実施形態］図８は、本発明の第５実施形態のパワーアンプ回路１４Ｆを示す。

【００７０】この回路では、ベースバイアス電流ＩＢ●の一部をサンプリングしてモニタするために、パワートランジスタＱ●のベースが電流制限用抵抗Ｒ６を介してトランジスタＱ８のベースに接続されている。抵抗Ｒ６としては、１Ωより小さいパワートランジスタＱ●の入力抵抗値の１０倍程度のものを用いれば充分である。トランジスタＱ８は、そのコレクタが抵抗Ｒ４を介して電源電位ＶＣＣ４に接続され、エミッタが接地されている。抵抗Ｒ４の電流出力端は、ＲＦ信号カット用コイルＬ２を介してトランジスタＱ６のベースに接続されている。他の構成は、図５のそれと同一である。

【００７１】ＲＦＩＮの振幅が増加すると、ベースバイアス電流ＩＢ０が増加し、抵抗Ｒ６を流れる電流が増加してトランジスタＱ６のベース電位が低下するので、図５の場合と同様な動作が行われる。

【００７２】なお、コイルＬ２を省略し、コイルを抵抗

Ｒ６と直列接続してもよい．

【００７３】［第６実施形態］図９は、本発明の第６実施形態のパワーアンプ回路１４Ｇを示す．

【００７４】図１において、コイルＬ１の替わりに抵抗を用いてＲＦＩＮがＱ●バイアス回路２０Ｇへ伝達するのをカットすれば、この抵抗を半導体チップ内に形成することができるので、外付け回路部品を少なくしてパワーアンプ回路１４Ｇをさらに小型化することが可能となる．しかし、コイルＬ１を単に抵抗で置き換えたとしても、ベースバイアス電流ＩＢ０の増加によりパワートランジスタＱ●のベース電位が低下して線形性が悪化するので、不適当である．

【００７５】そこで、図９の回路では、トランジスタＱ１のエミッタとパワートランジスタＱ●のベースとの間にＲＦ信号カット用抵抗Ｒ８が接続され、トランジスタＱ４のコレクタとパワートランジスタＱ●のベースとの間にＲＦ信号カット用抵抗Ｒ９が接続されている．Ｑ●バイアス回路２●Ｇは、トランジスタＱ１のエミッタとトランジスタＱ４のコレクタとが直接接続されていない点で、図１のＱ０バイアス回路２●と異なる．他の構成は、図１のそれと同一である．

【００７６】このようにすれば、ベースバイアス電流ＩＢ●が変化しても、抵抗Ｒ８を通る電流ＩＢ●４＝ＩＥ１＋ＩＥ５は上述のように略一定となるので、パワートランジスタＱ０のベース電位が略一定となる．トランジスタＱ１のエミッタとグランド線との間にはキャパシタＣ１が接続され、抵抗Ｒ８で減衰されたＲＦ信号はさらにキャパシタＣ１で吸収される．

【００７７】このパワーアンプ回路１４Ｇによれば、外付回路４０Ｂはコイル１●のみとなり、パワーアンプ回路１４Ｇを図１の場合よりも小型化することが可能となる．

【００７８】［第７実施形態］図１０は、本発明の第７実施形態のパワーアンプ回路１４Ｈを示す．

【００７９】Ｑ●バイアス回路２０Ｈでは、トランジスタＱ１のベースとグランド線との間に電流源５２が接続されている．電流源５２は、トランジスタＱ９と電流制限用抵抗Ｒ７とが直列接続されており、電流源５２にはトランジスタＱ９のベース電位に応じた電流が流れる．このベース電位は、電流源制御回路５０Ａのトランジスタ Ｑ６のエミッタ電位により調整される．回路５０Ａは、図５のそれと同一である．トランジスタＱ１のエミッタは、抵抗Ｒ１を介してグランド線に接続されている．以下の動作により、抵抗Ｒ１は図１３のそれよりも大きい値のものを用いることができる．他の構成は、図５のそれと同一である．

【００８０】ＲＦＩＮの振幅が増加すると、ベースバイアス電流ＩＢ０が増加し、抵抗Ｒ４を流れる電流が増加してトランジスタＱ６及びＱ９のベース電位が低下し、電流源５２を流れる電流が減少する．この電流は抵抗Ｒ２を介して供給されるので、抵抗Ｒ２を流れる電流が減少して、トランジスタＱ１のベース電位が上昇する．

【００８１】したがって、ベースバイアス電流ＩＢ●の増加によりトランジスタＱ１のベース・エミッタ間電圧が上昇してパワートランジスタＱ●のベース電位が低下しようとすると、トランジスタＱ１のベース電位が上昇してこの低下が抑えられ、パワートランジスタＱ●の線形性の悪化が防止される．

【００８２】通信状態が良好でパワートランジスタＱ●が小さいＲＦ電力を出力し、ベースバイアス電流ＩＢ０が減少した場合には、ベース電位ＶＢ９が上昇して電流源５２及び抵抗Ｒ２に流れる電流が増加するので、トランジスタＱ１のベース電位が低下し、パワートランジスタＱ０のベース電位も低下する．ＲＦＩＮが小振幅の場合にはパワートランジスタＱ０のベース電位が低下してもクリッピングによる歪が生じないので問題は無く、逆に、パワートランジスタＱ０の消費電力が低減されるので好ましい．

【００８３】図１１は、図１０の回路と図５の回路について、ＲＦＩＮの振幅に対するパワートランジスタＱ●のコレクタバイアス電流ＩＣ●の変化を示す．

【００８４】なお、本発明には外にも種々の変形例が含まれる．

【００８５】例えば図１０の回路において、電流源制御回路５０Ａの替わりに図１の電流源制御回路５０又は図６～８のレベルシフト回路５１と抵抗Ｒ４との組み合わせを用いた構成であってもよい．図５～８において、ＲＦカット用コイルの替わりに図９のＲＦカット用抵抗Ｒ８及びＲ９を採用した構成であってもよい．

【００８６】また、負荷素子としては、抵抗に限定されず、ダイオード（ダイオード接続されたトランジスタを含む）であってもよい．

【００８７】また、バイアス回路のトランジスタはバイポーラトランジスタの替わりにＦＥＴを用いてもよい．ＦＥＴを用いた場合、エミッタホロア回路はソースホロア回路に対応する．パワートランジスタは、バイポーラトランジスタの替わりにエンハンスメント形ＦＥＴを用いてもよい．

【００８８】さらに、本発明のパワーアンプ回路は、高周波が用いられる情報携帯端末や無線ＬＡＮなどの無線通信装置にも適用可能である．

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１実施形態のパワーアンプ回路を示す図である．

【図２】（Ａ）及び（Ｂ）はそれぞれ、パワートランジスタＱ０のベースに供給されるＲＦ入力電力ＲＦＩＮの振幅に対するパワートランジスタＱ●のコレクタバイアス電流ＩＣ●及びベースバイアス電流ＩＢ●の変化の概略を示す線図である．

【図３】ＲＦ入力電力ＲＦＩＮの振幅に対する図１の回

路中のトランジスタ●６及び●４のベース電位ＶＢ６及びＶＢ４の変化を示す線図である。

【図４】ＲＦ入力電力ＲＦＩＮの振幅に対する図１の回路中のトランジスタ●４のコレクタ電流ＩＣ４、パワートランジスタ●●のベースバイアス電流ＩＢ●及び両者の和に等しい電流（ＩＥ１＋ＩＥ５）の変化を示す図である。

【図５】本発明の第２実施形態のパワーアンプ回路を示す図である。

【図６】本発明の第３実施形態のパワーアンプ回路を示す図である。

【図７】本発明の第４実施形態のパワーアンプ回路を示す図である。

【図８】本発明の第５実施形態のパワーアンプ回路を示す図である。

【図９】本発明の第６実施形態のパワーアンプ回路を示す図である。

【図１０】本発明の第７実施形態のパワーアンプ回路を示す図である。

【図１１】図１０の回路と図５の回路について、ＲＦ入力電力ＲＦＩＮの振幅に対するパワートランジスタ●０のコレクタバイアス電流ＩＣ●の変化を示す線図である。

【図１２】従来の携帯電話の概略構成を示すブロック図である。

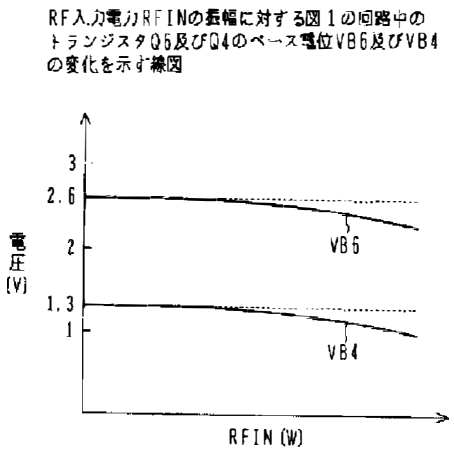
【図１３】図１２中のパワーアンプ回路の従来構成を示す図である。

【図１４】従来の他のパワーアンプ回路を示す図である。

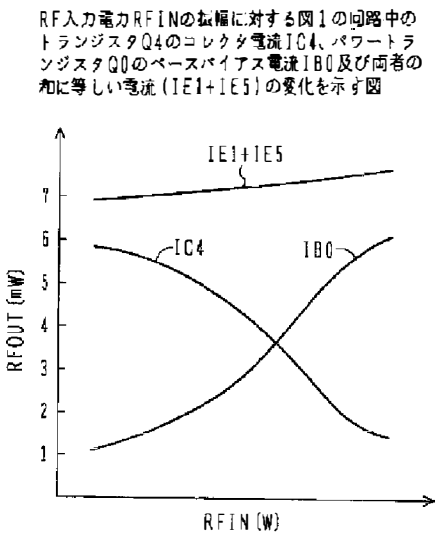
【符号の説明】

●●～●９　トランジスタ
１０　音声処理回路
１１　ベースバンド回路
１２　ＩＦ＆ＲＦ回路
１３　ＲＦフロントエンド回路
１４、１４Ａ～１４Ｈ　パワーアンプ回路
１５　デュプレクサ
１６　アンテナ
１７　ローノイズアンプ
２０、２０Ａ～２０Ｈ　●０バイアス回路
３０　●１バイアス回路
４０、４０Ａ、４０Ｂ　外付回路
５０、５０Ａ　電流源制御回路
５１　レベルシフト回路
５２　電流源
６０　インピーダンス整合回路
ＶＣＣ●～ＶＣＣ３　電源電位
Ｌ●～Ｌ２　コイル
Ｃ１～Ｃ３　キャパシタ
Ｒ１～Ｒ９　抵抗
ＩＣ●、ＩＣ７、ＩＣ８　コレクタバイアス電流
ＩＣ４、ＩＣ７　コレクタ電流
ＩＢ●　ベースバイアス電流
ＩＢ●４　エミッタ電流
ＩＥ１、ＩＥ５　エミッタ電流
ＶＢ１、ＶＢ４、ＶＢ６、ＶＢ９　ベース電位
ＲＦＩＮ　ＲＦ入力電力
ＲＦ●ＵＴ　ＲＦ出力電力

【図３】

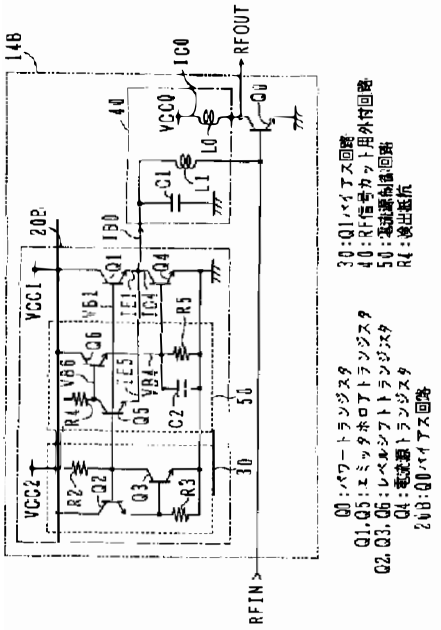


【図４】



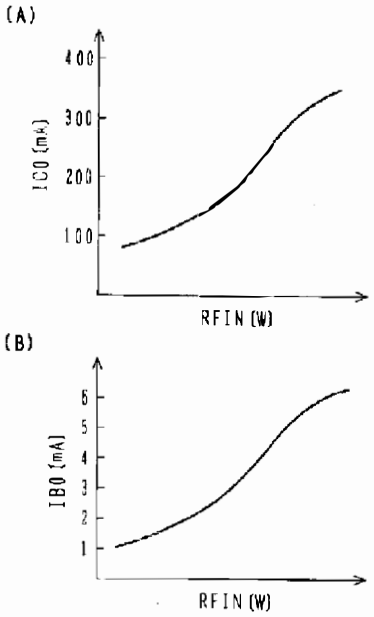
【図1】

本発明の第1実施形態のパワーアンプ回路を示す図



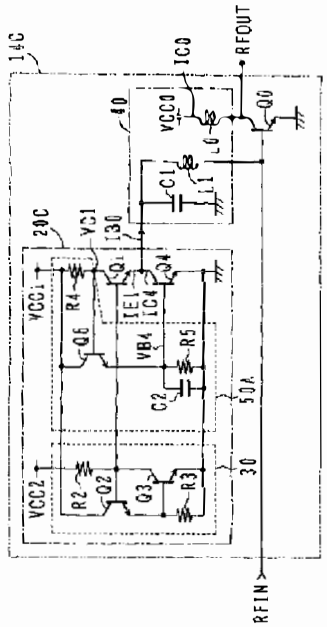
【図2】

(A)及び(B)はそれぞれ、パワートランジスタのベースに供給されるRF入力電力RFINの振幅に対する該パワートランジスタのコレクタバイアス電流ICQ及びベースバイアス電流IBQの変化の概略を示す線図



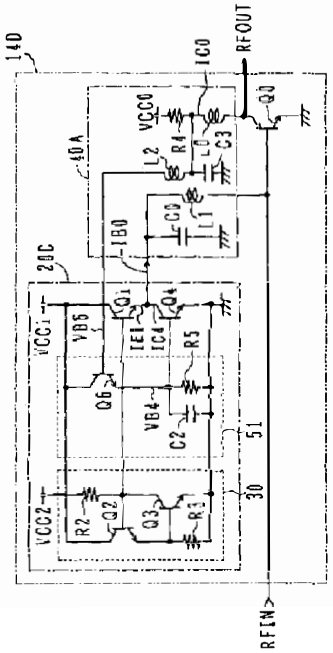
【図5】

本発明の第2実施形態のパワーアンプ回路を示す図



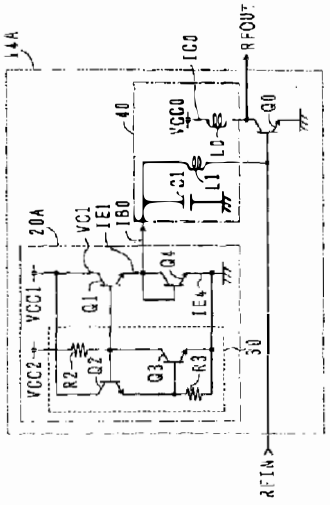
【図6】

本発明の第3実施形態のパワーアンプ回路を示す図



【図14】

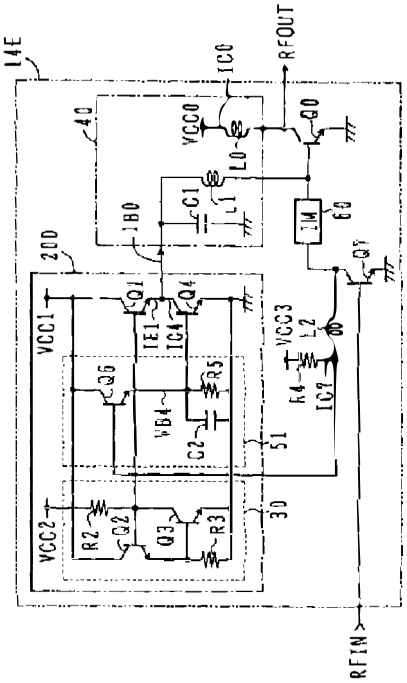
従来の他のパワーアンプ回路を示す図



EX-1002 0129
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

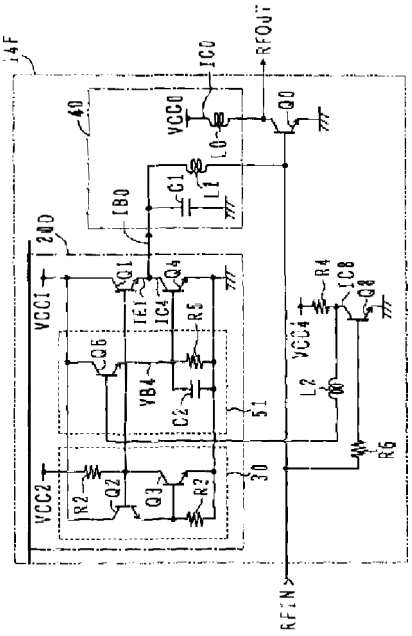
【図7】

本発明の第4実施形態のパワーアンプ回路を示す図



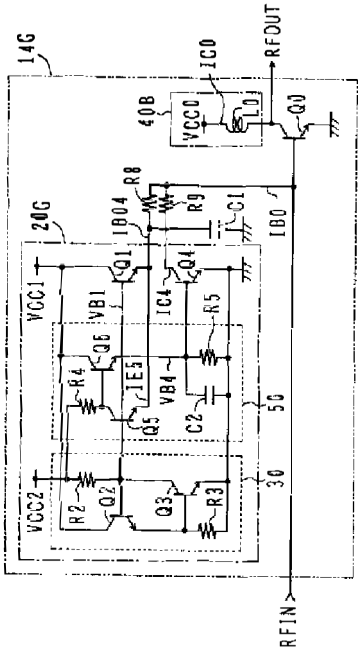
【図8】

本発明の第5実施形態のパワーアンプ回路を示す図



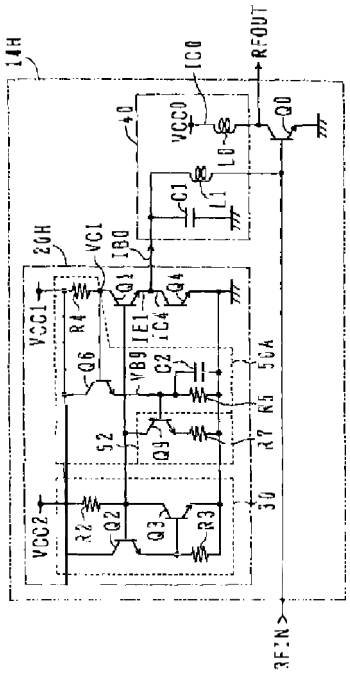
【図9】

本発明の第6実施形態のパワーアンプ回路を示す図



【図10】

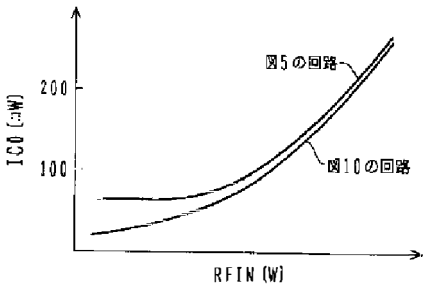
本発明の第7実施形態のパワーアンプ回路を示す図



EX-1002 0130
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

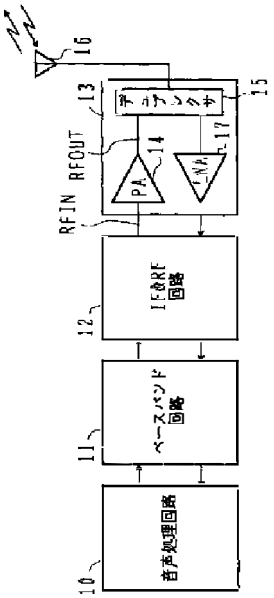
【図11】

図10の回路と図5の回路について、RF入力電力RFINの振幅に対するパワートランジスタQ0のコレクタバイアス電流IC0の変化を示す線図



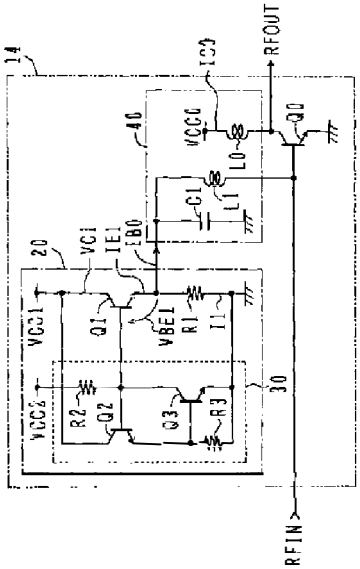
【図12】

従来の携帯電話の概略構成を示すブロック図



【図13】

図12中のパワーアンプ回路の従来構成を示す図



フロントページの続き

Ｆターム(参考)　5J090 AA01 AA41 CA21 CA36 FA05
GN01 HA02 HA25 HA29 HA33
KA06 KA12 KA18 KA28 KA29
MA01 MA22 SA14 TA01 TA02
5J091 AA01 AA41 CA21 CA36 FA05
HA02 HA25 HA29 HA33 KA00
KA06 KA12 KA18 KA28 KA29
MA01 MA22 SA14 TA01 TA02
5J092 AA01 AA41 CA21 CA36 FA05
GR09 HA02 HA25 HA29 HA33
KA06 KA12 KA18 KA28 KA29
MA01 MA22 SA14 TA01 TA02

Espacenet

Bibliographic data: JP2007019784 (A) — 2007-01-25

HIGH FREQUENCY POWER AMPLIFIER AND OPERATION VOLTAGE CONTROL CIRCUIT

Inventor(s): FURUYA TOMIO; TOMONO HIDEJI; ISHIMOTO KAZUHIKO; TANAKA HIROYUKI ± (FURUYA TOMIO, ; TOMONO HIDEJI, ; ISHIMOTO KAZUHIKO, ; TANAKA HIROYUKI)

Applicant(s): RENESAS TECH CORP ± (RENESAS TECHNOLOGY CORP)

Classification: **- international:** ***H03F1/26; H03G1/04; H03G3/00;*** *H03F3/189; H03F3/20*

- cooperative:

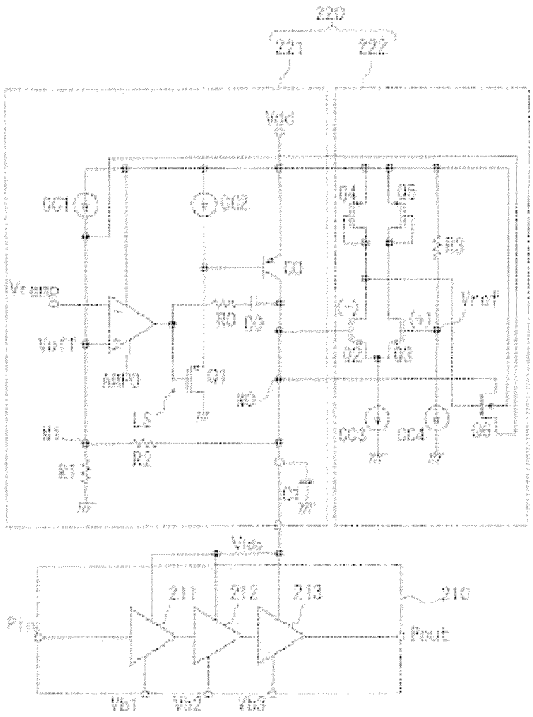
Application number: JP20050198409 20050707

Priority number (s): JP20050198409 20050707

Abstract of JP2007019784 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an output power control technique capable of reducing leakage of a signal to a reception band in a high frequency power amplification circuit which fixes a bias voltage applied to a control terminal of an amplification element and varies an operation voltage (source voltage) in accordance with a signal indicating an output level, to control an output power. ;SOLUTION: In high frequency power amplifiers (210 and 220) including an operation voltage control circuit (220) which varies an operation voltage (Vdo) supplied to amplification elements (211 to 213) in accordance with a signal (Vramp) indicating the output level, to control the output power, a bipolar transistor is used as a transistor (Q0) for power control which outputs the operation voltage to be supplied to amplification elements. Furthermore, a clamp circuit (222) is provided which clamps an output voltage of the transistor for power control so that the transistor doesn't enter the saturation region even in the case that the signal indicating the output level is set to a maximum level within its variable range. ;COPYRIGHT: (C)2007,JPO&INPIT

EX-1002 0133
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.



EX-1002 0134
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2007-19784
(P2007-19784A)
(43)公開日　平成19年1月25日(2007.1.25)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H03G	1/04	(2006.01)	H03G	1/04		5J100
H03F	1/26	(2006.01)	H03F	1/26		5J500
H03G	3/00	(2006.01)	H03G	3/00	Z	
H03F	3/189	(2006.01)	H03F	3/189		
H03F	3/20	(2006.01)	H03F	3/20		

審査請求 未請求　請求項の数 10　OL　（全 15 頁）

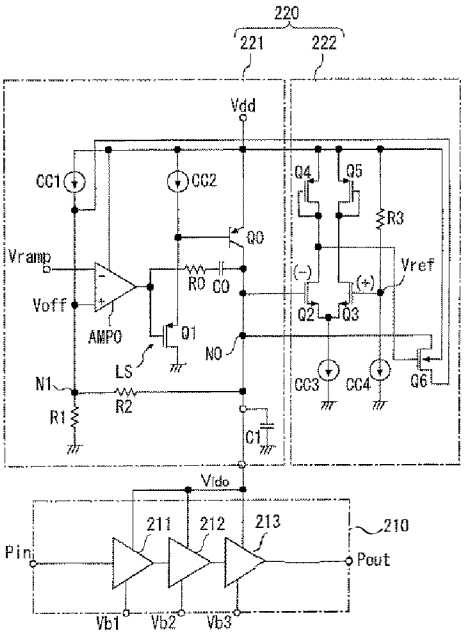
(21)出願番号　特願2005-198409 (P2005-198409)
(22)出願日　平成17年7月7日 (2005.7.7)

(71)出願人　503121103
株式会社ルネサステクノロジ
東京都千代田区丸の内二丁目４番１号
(74)代理人　100085811
弁理士　大日方　富雄
(72)発明者　古屋　富男
東京都千代田区丸の内二丁目４番１号　株式会社ルネサステクノロジ内
(72)発明者　伴野　秀司
東京都千代田区丸の内二丁目４番１号　株式会社ルネサステクノロジ内
(72)発明者　石本　一彦
東京都千代田区丸の内二丁目４番１号　株式会社ルネサステクノロジ内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】高周波電力増幅器および動作電圧制御回路

(57)【要約】　（修正有）
【課題】　増幅素子の制御端子に印加されるバイアス電圧を一定にして、出力レベルを指示する信号に応じて動作電圧（電源電圧）を変化させて出力電力を制御する高周波電力増幅回路において、受信帯への信号の漏れを低減させることができる出力電力制御技術を提供する。
【解決手段】　出力レベルを指示する信号（Vramp）に応じて増幅素子（２１１～２１３）に供給される動作電圧（Vldo）を変化させて出力電力を制御する動作電圧制御回路（２２０）を備えた高周波電力増幅器（２１０、２２０）において、増幅素子に供給される動作電圧を出力する電源制御用トランジスタ（Q0）にバイポーラ・トランジスタを用いる。また、出力レベルを指示する信号がその可変範囲の最大レベルにされた場合にも、上記電源制御用トランジスタが飽和領域に入らないように制限するクランプ回路（２２２）を設けるようにした。
【選択図】　図1



EX-1002 0135
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

【特許請求の範囲】
【請求項1】
高周波電力増幅回路の増幅素子に供給される動作電圧を、出力レベルを指示する制御信号に応じて変化させて出力電力を制御する動作電圧制御回路であって、
電源電圧を受けて前記増幅素子に供給される動作電圧を出力する電源制御用トランジスタと、前記制御信号に応じて該電源制御用トランジスタを駆動する制御回路とを備え、前記電源制御用トランジスタとしてバイポーラ・トランジスタが用いられ、前記制御回路は、前記制御信号の可変範囲において前記電源制御用トランジスタが常に線形領域で動作するように制御する動作電圧制御回路。
【請求項2】
前記制御回路は、前記制御信号を一方の入力端子に受け前記電源制御用バイポーラ・トランジスタの出力電圧に応じたフィードバック電圧を他方の入力端子に受ける第１の差動増幅回路と、前記電源制御用バイポーラ・トランジスタの出力電圧を一方の入力端子に受け基準となる電圧と比較してその電位差に応じた電圧により前記フィードバック電圧を変位させる第２の差動増幅回路とを備える請求項１に記載の動作電圧制御回路。
【請求項3】
高周波電力増幅回路の増幅素子に供給される動作電圧を、出力レベルを指示する制御信号に応じて変化させて出力電力を制御する動作電圧制御回路であって、
電源電圧を受けて前記増幅素子に供給される動作電圧を出力する電源制御用バイポーラ・トランジスタと、前記制御信号に応じて該トランジスタを駆動する駆動回路と、前記トランジスタの出力電圧を該トランジスタが飽和領域で動作しないようにクランプするクランプ回路と、を備えていることを特徴とする動作電圧制御回路。
【請求項4】
前記駆動回路は、前記制御信号を一方の入力端子に受け前記電源制御用バイポーラ・トランジスタの出力電圧に応じたフィードバック電圧を他方の入力端子に受ける第１の差動増幅回路からなり、
前記クランプ回路は、前記電源制御用バイポーラ・トランジスタの出力電圧を一方の入力端子に受け基準となる電圧と比較してその電位差に応じた電圧により前記フィードバック電圧を変位させる第２の差動増幅回路からなる請求項３に記載の動作電圧制御回路。
【請求項5】
前記フィードバック電圧は、前記第１の差動増幅回路の前記他方の入力端子と基準電位との間に接続された第１の抵抗と、前記前記電源制御用バイポーラ・トランジスタの出力端子と前記第１の差動増幅回路の前記他方の入力端子との間に接続された第２の抵抗とによって抵抗分割されて生成され、前記第２の差動増幅回路の出力トランジスタは前記第１の抵抗に電流を流して前記フィードバック電圧を変位させるように構成されている請求項４に記載の動作電圧制御回路。
【請求項6】
前記第２の差動増幅回路の差動入力トランジスタに流れる電流と前記出力トランジスタに流れる電流の比は、１：１０以下である請求項５に記載の動作電圧制御回路。
【請求項7】
複数の増幅素子と該増幅素子の制御端子にバイアス電圧を与えるバイアス回路を備えた高周波電力増幅回路と、前記バイアス電圧が固定された状態で送信出力レベルを指示する制御信号に応じて前記増幅素子に供給すべき動作電圧を変化させて出力電力を制御する動作電圧制御回路とを有する高周波電力増幅器であって、
前記動作電圧制御回路は、電源電圧を受けて前記増幅素子に供給される動作電圧を出力する電源制御用バイポーラ・トランジスタと、前記制御信号に応じて該トランジスタを駆動する駆動回路と、前記トランジスタの出力電圧を該トランジスタが飽和領域で動作しないようにクランプするクランプ回路と、を備えている高周波電力増幅器。
【請求項8】

前記駆動回路は、前記制御信号を一方の入力端子に受け前記電源制御用バイポーラ・トランジスタの出力電圧に応じたフィードバック電圧を他方の入力端子に受ける第１の差動増幅回路からなり、

前記クランプ回路は、前記電源制御用バイポーラ・トランジスタの出力電圧を一方の入力端子に受け基準となる電圧と比較してその電位差に応じた電圧により前記フィードバック電圧を変位させる第２の差動増幅回路からなる請求項７に記載の高周波電力増幅器。

【請求項９】

前記フィードバック電圧は、前記第１の差動増幅回路の前記他方の入力端子と基準電位との間に接続された第１の抵抗と、前記前記電源制御用バイポーラ・トランジスタの出力端子と前記第１の差動増幅回路の前記他方の入力端子との間に接続された第２の抵抗とによって抵抗分割されて生成され、前記第２の差動増幅回路の出力トランジスタは前記第１の抵抗に電流を流して前記フィードバック電圧を変位させるように構成されている請求項８に記載の高周波電力増幅器。

【請求項10】

前記動作電圧制御回路と前記増幅素子とが同一の半導体チップ上に形成され、前記電源制御用バイポーラ・トランジスタは外付け素子として接続されていることを特徴とする請求項７～９のいずれかに記載の高周波電力増幅器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波信号を増幅して出力する高周波電力増幅回路さらには出力レベルを指示する信号に応じて増幅素子の動作電圧（電源電圧）を変化させて出力電力を制御するオープンループ方式の高周波電力増幅回路に適用して有効な技術に関し、例えば携帯電話機に使用される高周波電力増幅回路およびそれを組み込んだ電子部品（パワーモジュール）に利用して有効な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、携帯電話機等の無線通信装置（移動体通信装置）における送信側出力部には、変調後の送信信号を増幅する高周波電力増幅回路（パワーアンプ）が設けられている。従来の無線通信装置においては、基地局から供給される送信要求レベルに応じて高周波電力増幅回路の出力電力増幅率を制御するため、ＡＰＣ（Automatic Power Control）回路と呼ばれる回路から出力される制御電圧に応じて、高周波電力増幅素子の制御端子に印加されるバイアス電圧を生成し、ゲインを制御する構成が採用されている。ＡＰＣ回路は、高周波電力増幅回路の出力電力を検波回路等で検出した信号とベースバンド回路等からの出力レベル指示信号とに基づいて、通話に必要な出力電力となるように増幅素子のゲインを制御するための信号を生成する。このような制御方式の無線通信装置は、例えば特許文献１に開示されている。

【0003】

ところで、従来、携帯電話機における通信方式の一つにＧＳＭ（Global System for Mobile Communication）と呼ばれる方式がある。このＧＳＭ方式は、変調方式に搬送波の位相を送信データに応じてシフトするＧＭＳＫ（Gaussian Minimum Shift Keying ）と呼ばれる位相変調方式が用いられている。ＧＳＭ方式の通信システムでは位相変調された信号を要求出力レベルに応じて増幅して出力すれば良い。そこで、このＧＳＭ方式の携帯電話機においては、一般に、入力信号の振幅を固定してバイアス回路で高周波電力増幅回路の各増幅素子のアイドル電流を出力レベルを指示する信号に応じて制御して出力電力をフィードバック制御することが行なわれている。このような制御方式は一般にクローズドループ方式と呼ばれている。

【0004】

しかしながら、上記クローズドループ方式による出力電力の制御方式は、ＡＰＣ回路を設ける必要があるため、その分回路規模が大きくなり機器の小型化を妨げるという問題点がある。そこで、出力レベルを指示する信号に基づいて、該信号に比例して出力レベルが

変化するように増幅素子の動作電圧（電源電圧）を制御することによって増幅素子をリニア動作させ、高周波電力増幅回路の出力のリニアリティを保証するようにした方式が提案されている（例えば、特許文献２参照）．この方式は、オープンループ方式と呼ばれ、クローズドループ方式に比べて回路規模を小さくできるという利点がある．

【特許文献1】特開２００－１５１３１号公報

【特許文献2】特開２００５－０２０３８３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献２で使用されている動作電圧制御回路は、ＰＮＰバイポーラ・トランジスタを用いて高周波電力増幅素子の電源電圧端子（ドレイン端子もしくはコレクタ端子）に印加される動作電圧を生成する．また、上記ＰＮＰトランジスタは比較的大きな電流を流すので、送信出力レベルを指示する信号Vrampで直接上記ＰＮＰトランジスタのベースを駆動せずに、バッファアンプを用いて駆動するようにしている．なお、高周波電力増幅素子の動作電圧を生成するのに、バイポーラ・トランジスタを使用せずＰチャネルＭＯＳＦＥＴを用いるようにした動作電圧制御回路も提案されている．

【0006】

ところで、近年、ＧＳＭの規格においては、高速データ伝送を可能にするため、変調方式として搬送波の位相と振幅を送信データに応じてシフトする８－ＰＳＫ変調を使用したＥＤＧＥ（Enhanced Data Rates for GMS Evolution）と呼ばれる通信方式が規定されている．このＥＤＧＥ方式では、動作電圧制御回路はＧＭＳＫ変調の場合よりも高速でVrampの変化に追従して動作する必要がある．従って、ＥＤＧＥ方式を有するシステムでは、動作電圧制御回路の電源制御用トランジスタとしては、ＭＯＳＦＥＴよりもバイポーラ・トランジスタの方が適している。

【0007】

しかしながら、ＥＤＧＥ方式を有するシステムの動作電圧制御回路で、電源制御用トランジスタとしてバイポーラ・トランジスタを用いると、Vrampをその許容可変範囲の最大電圧から立ち下げる際に、送信周波数帯から２００ＭＨｚ離れた受信周波数帯への信号の漏れが、ＧＳＭの規格で規定されている－７９ｄＢｍ以下を満足できない．そこで、本発明者らは、その原因について検討を行なった．

【0008】

その結果、Vrampが最大電圧にされた際に、動作電圧制御回路の電源制御用のバイポーラ・トランジスタが飽和領域に入ってしまう．そのため、Vrampを立ち下げたときにトランジスタがその変化に直ちに追従することができず、ベース・コレクタ間容量に残っている電荷によって瞬間的な電流が流れ、その電流によって図１０に示すように、出力電圧Vddにグリッジが発生する．そして、そのグリッジが電源ラインを介して受信系回路に回り込むことが、受信帯ノイズを劣化させる原因であることを見出した．なお、図１０において（Ｂ）は（Ａ）の一点鎖線Ｂの部分を拡大して示したものである．

【0009】

この発明の目的は、高周波電力増幅素子の制御端子に印加されるバイアス電圧を一定にして、出力レベルを指示する信号に応じて動作電圧（電源電圧）を変化させて出力電力を制御する高周波電力増幅器（パワーモジュール）において、受信帯への信号の漏れを低減させることができる出力電力制御技術を提供することにある．

【0010】

この発明の他の目的は、位相および振幅変調された送信信号の振幅制御を動作電圧制御方式で行なう無線通信システムに好適な動作電圧制御回路とそれを備えた高周波電力増幅器（パワーモジュール）を提供することにある．

この発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴については、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう．

【課題を解決するための手段】

【0011】
本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を説明すれば、下記のとおりである。
すなわち、出力レベルを指示する信号に応じて増幅素子に供給される動作電圧を変化させて出力電力を制御する動作電圧制御回路を備えた高周波電力増幅器において、増幅素子に供給される動作電圧を出力する電源制御用トランジスタにバイポーラ・トランジスタを用いる。また、出力レベルを指示する信号がその可変範囲の最大レベルにされた場合にも、上記電源制御用トランジスタが飽和領域に入らないように制限するクランプ回路を設けるようにした。ここで、望ましくは、前記クランプ回路は、出力レベルを指示する信号が急激に変化したとしても電源制御用トランジスタを緩やかにクランプさせるソフトクランプ回路として構成する。
【0012】
かかるソフトクランプ回路としては、例えば出力電圧と基準となる電圧とを比較する差動増幅回路と、その出力を制御端子に受けるトランジスタとからなり、該トランジスタにより、上記電源制御用トランジスタのベース端子を駆動するバッファにフィードバックをかけ、オフセット電圧をシフトさせるように構成した回路がある。
【0013】
上記した手段によれば、クランプ回路によって動作電圧制御回路の電源制御用トランジスタが飽和領域に入る前にクランプをかけることができる。そのため、出力レベルを指示する信号（Vramp）の変化に追従して電源制御用トランジスタを動作させ、Vrampが急激に立ち下がったとしても該トランジスタに瞬間的に流れる電流を抑えることができる。これによって、受信周波数帯への信号の漏れを低減させることができるようになる。
【発明の効果】
【0014】
本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば下記のとおりである。
すなわち、本発明に従うと、高周波電力増幅素子の制御端子に印加されるバイアス電圧を一定にして、出力レベルを指示する信号に応じて動作電圧（電源電圧）を変化させて出力電力を制御する高周波電力増幅器において、受信周波数帯への信号の漏れを低減させることができるという効果がある。
【発明を実施するための最良の形態】
【0015】
以下、本発明の好適な実施例を図面に基づいて説明する。
図１は、高周波電力増幅回路とその動作電圧を生成して出力電力を制御する動作電圧制御回路（可変動作電圧発生回路）とからなる本発明の高周波電力増幅器（パワーモジュール）の一実施例を示したものである。
【0016】
この実施例の高周波電力増幅器の高周波電力増幅回路２１０は、各々ＦＥＴやバイポーラ・トランジスタのような増幅素子を含む３個の増幅段２１１，２１２，２１３が直列に設けられてなる。そして、各増幅段２１１，２１２，２１３の増幅素子の制御端子（ゲート端子もしくはベース端子）には、図示しないバイアス回路からの固定バイアス電圧Ｖｂ１，Ｖｂ２，Ｖｂ３が印加されている。固定バイアス電圧Ｖｂ１，Ｖｂ２，Ｖｂ３は、各増幅段２１１，２１２，２１３の増幅用トランジスタを飽和領域で動作させるようなレベルに設定されている。通常は、Ｖｂ１＜Ｖｂ２＜Ｖｂ３となるように設定される。
【0017】
動作電圧制御回路２２０は、電源電圧Ｖｄｄを受け、図示しないベースバンド回路から供給される出力レベル指示信号Vrampに比例した動作電圧Vddを出力する電源変換回路２２１と、該電源変換回路２２１の出力をクランプするクランプ回路２２２とからなり、１つの半導体基板上に半導体集積回路として形成される。
【0018】

このうち、電源変換回路２２１は、Vrampを反転入力端子に受ける差動アンプＡＭＰ０と、該差動アンプＡＭＰ０の後段に設けられたレベルシフト回路ＬＳと、レベルシフト回路ＬＳによってベース端子が駆動されるＰＮＰバイポーラ・トランジスタＱ●とを備え、Vrampに応じて上記増幅段２１１～２１３の動作電圧Vldoを生成する．レベルシフト回路ＬＳは、定電流源ＣＣ２とＭ●ＳＦＥＴ　Ｑ１とからなり、差動アンプＡＭＰ●の駆動力不足を補うとともに信号のレベルをシフトする機能を備える．

【0019】

このレベルシフト回路ＬＳは、差動アンプＡＭＰ●の出力段とみなすこともできる．つまり、図１の差動アンプＡＭＰ●とレベルシフト回路ＬＳを、１つのアンプの記号で表わした回路も本実施例の回路と同一と見ることができる．また、電源変換回路２２１は、上記差動アンプＡＭＰ●の非反転入力端子に印加するオフセット電圧Voffを生成する、直列形態の定電流源ＣＣ１と抵抗Ｒ１とを有する．

【0020】

さらに、電源変換回路２２１は、出力端子●ＵＴに接続された安定化容量Ｃ１と、上記定電流源ＣＣ１と抵抗Ｒ１との接続ノードＮ１と電源制御用トランジスタＱ●のコレクタ端子との間に接続された抵抗Ｒ２と、Ｑ●のコレクタ端子と差動アンプＡＭＰ●の出力端子との間に接続された抵抗Ｒ●および容量Ｃ●とを有する．抵抗Ｒ●および容量Ｃ●は発振を防止する位相補償回路として機能する．電源変換回路２２１を構成する上記素子のうち、出力ＰＮＰトランジスタＱ●と安定化容量Ｃ１、位相補償用の抵抗Ｒ●および容量Ｃ０は、差動アンプＡＭＰ０やクランプ回路２２２が形成されている半導体チップに、外付け素子として接続されている．

【0021】

抵抗Ｒ１とＲ２の接続ノードＮ１の電位が差動アンプＡＭＰ●の非反転入力端子に印加されることにより、差動アンプＡＭＰ●は、抵抗Ｒ１とＲ２の接続ノードＮ１の電位を出力レベル指示信号Vrampに一致させるように、電源制御用トランジスタＱ０を駆動する．これにより、電源制御用トランジスタＱ●のコレクタ電圧は出力レベル指示信号Vrampに比例し、電源電圧Ｖｄｄよりもそのオン抵抗による電圧降下分だけ低い電圧となる．これが安定化容量Ｃ１で平滑されて動作電圧Vldoとして増幅段２１１～２１３へ供給される。

【0022】

抵抗Ｒ１とＲ２の接続ノードＮ１の電位を差動アンプＡＭＰ●の非反転入力端子に印加しているのは、次のような理由からである．すなわち、製造ばらつき等の原因によりベースバンド回路が出力電力を「０」にしようとしても、出力レベル指示信号Vrampが完全に０Ｖにならないことがある．そして、それによって電源変換回路２２１が有意なレベルの動作電圧Vldoを出力して、増幅段２１１～２１３が増幅動作してしまうのを回避すべくオフセットを与えるためである．差動アンプＡＭＰ●の非反転入力端子にオフセット電圧Voffが与えられることによって、上記動作電圧Vldoは、図２に示すように、VrampがVoffを越えた時点からVrampに比例して増加するようになる．

【0023】

クランプ回路２２２は、電源変換回路２２１の出力電圧をゲート端子に受ける差動入力Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ２と、Ｑ２とソース共通接続され基準となる電圧Vrefをゲート端子に受ける差動入力Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ３とを有する差動増幅段と、Ｑ２のドレイン電圧がゲート端子に印加された出力Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ６とを備える．差動入力Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ２，Ｑ３の共通ソース端子には定電流源ＣＣ３が接続され、Ｑ２，Ｑ３のドレイン端子と電源電圧Ｖｄｄが印加される電源端子との間には、ゲートとドレインが結合されたダイオード接続の負荷Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ４，Ｑ５が接続されている．Ｑ２，Ｑ３はＮチャネル型、Ｑ４，Ｑ５，Ｑ６はＰチャネル型のＭ●ＳＦＥＴである．

【0024】

上記Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ３のゲート端子に印加される基準電圧Vrefは、抵抗Ｒ３と定電流源ＣＣ４とで生成され、例えば電源電圧Ｖｄｄよりも●．２Ｖ程度低い電圧が選択され

る．出力Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ６のドレイン端子はトランジスタＱ●のコレクタ端子すなわち電源変換回路２２１の出力ノードＮ０に接続され、Ｑ６のソース端子はオフセット電圧Ｖoffを生成する定電流源ＣＣ１と抵抗Ｒ１との接続ノードＮ１に接続されている．

【0025】

さらに、Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ２とＱ６は、サイズが１：５のような比にされており、これにより入力の僅かな変化に対して比較的大きな電流をＱ６から出力させることができる．また、Ｑ２のサイズを小さくして電源変換回路２２１の出力に対するクランプ回路２２２の影響を小さくすることができる．さらに、Ｑ２とＱ６のサイズが１：５とされることにより、一般的な差動増幅回路よりもゲインが小さくされ、それによって後述のようにＶrampの急激な変化に対する出力Ｖ1d●の変化が緩やかにされる．出力Ｖ1d●の変化を緩やかにするための条件としてのＱ２とＱ６に流れる電流の比の望ましい範囲は１：１０以下である．

【0026】

次に、上記クランプ回路２２２の作用を、図１及び図４を用いて説明する．

本実施例におけるクランプ回路２２２は差動増幅回路で構成され、その非反転入力端子に電源電圧Ｖｄｄよりも●．２Ｖ程度低い基準電圧Ｖrefが印加されている．また、電源変換回路２２１の電源制御用トランジスタＱ●は、飽和領域ではコレクタ電圧がＶｄｄよりも約０．１Ｖ低い電位となる．そのため、Ｖrampが上昇されて電源変換回路２２１の出力電圧が（Ｖｄｄ－０．２Ｖ）を越えると、Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ２に電流が流れ始める．これによって、Ｑ２のドレイン電圧が下がりＱ６がオンされて、抵抗Ｒ１に電流が流し込まれる．そのため、電源変換回路２２１の差動アンプＡＭＰ●の非反転入力端子に印加されるオフセット電圧Ｖ●ffが上がる．

【0027】

すると、ＡＭＰ●の出力電圧が上がり、前記ＡＭＰ●の出力電圧をゲートで受けるＭ●ＳＦＥＴ　Ｑ１のソース・ドレイン間抵抗が上昇するので、電源制御用トランジスタＱ●のベース電位が高くされてコレクタ電流が減少し、その結果、出力Ｖ1doが下がる方向に動作する．これにより、電源制御用トランジスタＱ●が飽和領域に入るのを回避することができる．そして、このように、Ｖrampが最大レベルの場合にも電源制御用トランジスタＱ●が飽和しないため、Ｖrampが最大レベルから下がる際にもその変化に追従して直ちにＱ●の電流が減少するように動作する．その結果、図４（Ａ）の一点鎖線Ｂで囲まれた部分の拡大波形を示す図４（Ｂ）のように、電源制御用トランジスタＱ●に瞬間的な電流が流れて出力電圧Ｖ1d●にグリッジＧが発生するようなこともなくなる．また、これによって、受信帯への信号の漏れを低減させることができるようになる．

【0028】

図５（Ａ）は、本実施例を適用した高周波電力増幅回路において、Ｖrampを最大電圧である２Ｖ近傍から●Ｖまで下げたときの送信信号の変化をシミュレーションによって調べた結果を示す．また、比較のため、本実施例を適用しない高周波電力増幅回路において、Ｖrampを２Ｖ近傍から●Ｖまで下げたときの送信信号の変化を図５（Ｂ）に示す．図５より、本実施例を適用した場合には、Ｖrampを２Ｖ近傍から●Ｖまで下げたときに送信信号にノイズが発生しないが、本実施例を適用しない場合には、送信信号に大きなノイズが発生することが分かる．

【0029】

なお、図１の実施例のクランプ回路２２２では、出力Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ６のドレイン端子は電源変換回路２２１の出力ノードＮ●に接続されているが、Ｑ６のドレイン端子を電源電圧Ｖｄ●が印加されている電源端子に接続するようにしても良い．ただし、Ｑ６のドレイン端子を電源端子に接続すると、Ｖrampが下がって出力Ｖ1doが立ち下がる際に、Ｍ●ＳＦＥＴ　Ｑ２とＱ４の接続ノードに電荷が残っていて、Ｑ６がオフ状態へ移行すべきときにオフしないおそれがある．これに対し、Ｑ６のドレイン端子が電源変換回路２２１の出力端子に接続されていると、このような場合にもＱ６を確実にオフさせることができる．

EX-1002 0141
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

【0030】
図３には、電源変換回路２２１とその出力をクランプするクランプ回路２２２とからなる動作電圧制御回路２２０の他の実施例を示す。この実施例は、電源変換回路２２１の出力端子と接地点との間に、直列形態の複数のダイオードＤ１，Ｄ２……Ｄｎと抵抗Ｒｓとからなるクランプ回路２２２を設けたものである。クランプ電圧は、前記実施例と同様に、電源電圧Ｖｄｄよりも約０．２Ｖ低い電圧である。かかる電圧が得られるように、ダイオードＤ１～Ｄｎの順方向電圧と接続数"n"が決定される。抵抗Ｒｓは、ダイオードＤ１～Ｄｎに過大な電流が流れないようにする保護素子である。ダイオードＤ１～Ｄｎとしては、例えばショットキーバリア・ダイオードあるいはツェナーダイオードが適している。
【0031】
この実施例を適用した場合、前記第１の実施例とほぼ同様な効果が得られるが、Ｖrampの上昇に伴うクランプと、Ｖrampの降下に伴うクランプ解除が、前記実施例よりも急峻に実行されることとなり、そのスイッチング動作で若干のノイズが発生するおそれがある。したがって、第１の実施例を適用した方が、Ｖrampの最大値Ｖramp(max)の近傍における出力Ｖdoの変化が緩やかになり、発生するスイッチングノイズも低減される。
【0032】
図６は、本発明を適用した高周波電力増幅器のうち高周波電力増幅回路２１０の詳細な構成を示したものである。
この実施例の高周波電力増幅回路２１０は、３個の電力増幅用ＦＥＴ２１１、２１２、２１３を備え、このうち後段のＦＥＴ２１２，２１３はそれぞれ前段のＦＥＴ２１１，２１２のドレイン端子にゲート端子が接続され、全体で３段の増幅回路として構成されている。また、各段のＦＥＴ２１１，２１２，２１３のゲート端子には、バイアス回路２３０から供給されるゲートバイアス電圧Ｖｂ１，Ｖｂ２，Ｖｂ３（Ｖｂ１＜Ｖｂ２＜Ｖｂ３）が印加され、これらの電圧に応じたドレイン電流が各ＦＥＴ２１１，２１２，２１３にそれぞれ流されるようにされている。
【0033】
各段のＦＥＴ２１１，２１２，２１３のドレイン端子にはそれぞれインダクタＬ１，Ｌ２，Ｌ３を介して図１に示されているような構成を有する動作電圧制御回路２２●からの動作電圧Ｖdoが印加されている。初段のＦＥＴ２１１のゲート端子と入力端子Ｉｎとの間には、インピーダンス整合回路２４１および直流カットの容量素子Ｃ１１が設けられ、これらの回路及び素子を介して高周波信号ＰｉｎがＦＥＴ２１１のゲート端子に入力される。
【0034】
初段のＦＥＴ２１１のドレイン端子と２段目のＦＥＴ２１２のゲート端子との間には、インピーダンス整合回路２４２および直流カットの容量素子Ｃ１２が接続されている。また、２段目のＦＥＴ２１２のドレイン端子と最終段のＦＥＴ２１３のゲート端子との間には、インピーダンス整合回路２４３および直流カットの容量素子Ｃ１３が接続されている。そして、最終段のＦＥＴ２１３のドレイン端子がインピーダンス整合回路２４４および容量素子Ｃ１４を介して出力端子●ＵＴに接続されており、高周波入力信号Ｐｉｎの直流成分をカットし交流成分を増幅した信号Ｐoutを出力する。
【0035】
バイアス回路２３●は、特に制限されるものでないが、抵抗Ｒ１１～Ｒ１６などからなり、定電圧Ｖｃｎｔを所定の抵抗比で分割してゲートバイアス電圧Ｖｂ１，Ｖｂ２，Ｖｂ３を生成する抵抗分圧回路で構成されている。なお、図６の抵抗分圧回路は正確な回路を示したものではなく、回路の概念として示したものであり、図示の回路に制限されるものではない。バイアス回路２３０を構成する抵抗Ｒ１１～Ｒ１６は、高周波電力増幅回路２１０の増幅用ＦＥＴ２１１、２１２、２１３および動作電圧制御回路２２０（電源制御用トランジスタＱ●と安定化容量Ｃ１と位相補償用の抵抗Ｒ●および容量Ｃ●を除く）と共に１つの半導体チップ上に半導体集積回路として構成されている。
【0036】

そして、本実施例では、高周波電力増幅回路２１０の増幅用ＦＥＴ２１１、２１２、２１３と動作電圧制御回路２２０とバイアス回路２３０が形成された半導体チップが、安定化容量Ｃ１や直流カットの容量Ｃ１１～Ｃ１４などの外付け素子と共に絶縁基板上に実装されてモジュール（以下、ＲＦパワーモジュール）として構成されている。なお、本明細書においては、表面や内部にプリント配線が施されたセラミック基板のような絶縁基板に複数の半導体チップとディスクリート部品が実装されて上記プリント配線やボンディングワイヤで各部品が所定の役割を果たすように結合されることであたかも一つの電子部品として扱えるように構成されたものをモジュールと称する。

【0037】

インダクタＬ１～Ｌ３は、本実施例では、半導体チップのパッド間に接続されたボンディングワイヤで構成されているが、モジュール基板上に形成されたマイクロストリップラインなどにより形成することができる。３段目の増幅用ＦＥＴ２１３は、別個の半導体素子として形成されているものを用いても良い。これにより、動作電圧制御回路２２０が最終段の増幅用ＦＥＴ２１３が発生するノイズの影響を受けにくくすることができる。また、抵抗Ｒ１１～Ｒ１６も外付け素子を用いることができる。

【0038】

図７は、バイアス回路２３０の他の回路例を示す。

この実施例では、増幅用ＦＥＴ２１３のゲート端子に、抵抗Ｒｂ３を介してカレントミラー接続されたバイアス用のトランジスタＱｂ３が設けられており、このトランジスタＱｂ３に電流生成回路２３１からバイアス電流Ｉｂ３が流されることにより、トランジスタＱｂ３とＱａ３のサイズ比に比例したドレイン電流が増幅用ＦＥＴ２１３にアイドル電流として流されるようにされている。前段の増幅用トランジスタにも同様にカレントミラー接続されたバイアス用のトランジスタ（Ｑｂ１，Ｑｂ２）が設けられており、これらのトランジスタにも電流生成回路２３１からバイアス電流Ｉｂ１，Ｉｂ２が流されるようにされている。電流生成回路２３１とバイアス用のトランジスタＱｂ１，Ｑｂ２，Ｑｂ３とによってバイアス回路２３０が構成される。

【0039】

電流生成回路２３１は、定電圧Ｖｃｎｔを非反転入力端子に受ける差動アンプＡＭＰ２と、該差動アンプＡＭＰ２の出力をゲート端子に受けるＭ●ＳＦＥＴ　Ｑ３０、Ｑ３０と直列に接続された抵抗Ｒ３０、Ｑ３０と同一のゲート電圧を受けるＭ●ＳＦＥＴ　Ｑ３１，Ｑ３２，Ｑ３３からなる。そして、Ｑ３０とＲ３０の接続ノードＮ３の電位が差動アンプＡＭＰ２の反転入力端子にフィードバックされることで、接続ノードＮ３の電位がＶｃｎｔと一致するようにＭ●ＳＦＥＴ　Ｑ３０が駆動され、Ｑ３１，Ｑ３２，Ｑ３３に定電圧Ｖｃｎｔに比例した電流が流される。

【0040】

そして、この電流が増幅用素子２１１、２１２、２１３とカレントミラー接続されたバイアス用トランジスタＱｂ１，Ｑｂ２，Ｑｂ３へバイアス電流Ｉｂ１，Ｉｂ２，Ｉｂ３として流される。トランジスタＱ３０とＱ３１，Ｑ３２，Ｑ３３、あるいは２１１とＱｂ１，２１２とＱｂ２，２１３とＱｂ３を予め所定のサイズ比に設定しておくことにより、定電圧Ｖｃｎｔに比例した所望の大きさの電流を増幅用素子２１１，２１２，２１３に流すことができる。通常はＩｂ１＜Ｉｂ２＜Ｉｂ３とされる。

【0041】

図８は、上記実施例の高周波電力増幅器を適用した無線通信システムの一応用例を示す。特に制限されるものでないが、この応用例は、ＧＳＭと１７１０～１７８５ＭＨｚ帯のＤＣＳ（Digital Cellular System）の２つの方式による送受信が可能なデュアルバンド方式の無線通信システムとして構成されている。

【0042】

図８において、１００はフロントエンド・モジュール、２００は上記実施例の高周波電力増幅器を適用したＲＦパワーモジュール、３００は音声信号をベースバンド信号に変換したり受信信号を音声信号に変換したり変調方式切替え信号ＭＯＤＥやバンド切替え信号ＢＡＮＤ

EX-1002 0143
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

、送信開始信号TXONを生成したりするベースバンド回路である。また、４００は受信信号をダウンコンバートして復調しベースバンド信号を生成したり送信信号を変調したりする変復調用ＬＳＩ、ＦＬＴ１，ＦＬＴ２は受信信号からノイズや妨害波を除去するフィルタである。

【0043】

なお、これらのうち例えばフィルタＦＬＴ１はＧＳＭ用の回路、フィルタＦＬＴ２はＤＣＳ用の回路とされる。ベースバンド回路３００は、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）やマイクロプロセッサ、半導体メモリなど複数のＬＳＩやＩＣで構成することができる。図６には示されていないが、ＲＦパワーモジュール２００には、同様な構成を有する２つの高周波電力増幅回路２１０ａ，２１０ｂが設けられている。そして、高周波電力増幅回路２１０ａは８８０～９１５ＭＨｚ帯の周波数を使用するＧＳＭ方式の送信信号を増幅し、高周波電力増幅回路２１０ｂは１７１０～１７８５ＭＨｚ帯の周波数を使用するＤＣＳ方式の送信信号を増幅するようにされる。

【0044】

また、この応用例に使用されるＲＦパワーモジュール２００では、上記バイアス回路２３０および動作電圧制御回路２２０は、高周波電力増幅回路２１０ａと高周波電力増幅回路２１０ｂにそれぞれ対応して２つ設けられる。ただし、一部の素子を共有して共通の回路として設けるようにしても良い。なお、ベースバンド回路３００からの出力レベル指示信号Vrampは、変復調用ＬＳＩ４００を経由してＲＦパワーモジュール２００へ供給されるように構成しても良い。

【0045】

フロントエンド・モジュール１００は、ＲＦパワーモジュール２００の送信出力端子に接続されてインピーダンスの整合を行なうインピーダンス整合回路１２１，１２２、高調波を減衰させるロウパスフィルタ１３１，１３２、送受信切替え用のスイッチ回路１４１，１４２などを備える。さらに、受信信号から直流成分をカットする容量１５１，１５２、９００ＭＨｚ帯のＧＳＭ方式の信号と１．８ＧＨｚ帯のＤＣＳ方式の信号の分波を行なう分波器１６０を備、これらの回路および素子が１つのセラミック基板上に実装されてモジュールとして構成されている。送受信切替え用のスイッチ回路１４１，１４２の切替え信号ＣＮＴ１，ＣＮＴ２はベースバンド回路３００から供給される。

【0046】

なお、前記実施例の動作電圧制御回路２２０は、位相変調成分のみ有するＧＭＳＫ変調された送信信号のみならず、位相変調成分および振幅変調成分を有する８－ＰＳＫ変調された送信信号を増幅するＥＤＧＥ（Enhanced Data Rates for GMS Evolution）対応の高周波電力増幅器に適用すると特に有効である。

【0047】

図９に、ＥＤＧＥ対応の高周波電力増幅回路の構成例が示されている。この実施例では、高周波電力増幅回路２１０の前段に位相変調成分および振幅変調成分を有する送信信号から位相変調成分と振幅変調成分を分離する位相振幅分離回路４３０が設けられている。これとともに、動作電圧制御回路２２０の前段には、ベースバンド回路からの出力レベル指示信号Vrampまたは位相振幅分離回路４３０により分離された振幅成分を含む信号ＶＡＭを選択する切替えスイッチＳＷ１が設けられている。

【0048】

このスイッチＳＷ１は、ベースバンド回路から供給されるモードを示す信号MODEがＧＭＳＫ変調された送信信号を増幅するＧＳＭモードであることを示しているときはVrampを選択して動作電圧制御回路２２０に供給する。一方、モード信号MODEが８－ＰＳＫ変調された送信信号を増幅するＥＤＧＥモードであることを示しているときは、位相振幅分離回路４３０により分離された振幅成分を含む信号ＶＡＭがスイッチＳＷ１によって選択されて、動作電圧制御回路２２０に供給される。

【0049】

これにより、動作電圧制御回路２２０はＧＳＭモードのときはVrampに比例した動作電

圧Ｖ1doを生成して高周波電力増幅回路２１●へ与える．一方、ＥＤＧＥモードのときは振幅成分を含む信号ＶAMに応じた動作電圧Ｖ1doを生成して高周波電力増幅回路２１０へ与える．なお、Ｅ◗ＧＥモードのときは位相振幅分離回路４３０の前段の回路において、出力レベル指示信号Ｖrampに応じた振幅を有する送信信号が生成され、入力信号ＩＮとして位相振幅分離回路４３●へ供給される．

【0050】

そして、位相変調成分のみ有する信号Ｐｉｎが高周波電力増幅回路２１０へ入力される．そのため、高周波電力増幅回路２１０は、振幅成分ＶAMに応じて変化する動作電圧Ｖ1doに応じて入力信号Ｐｉｎを増幅して出力する．このように、振幅制御を動作電圧Ｖ1doで行なう場合、動作電圧Ｖ1doの変化速度が速いことが必要とされるため、前述した動作電圧制御回路２２０のように、電源制御用トランジスタにバイポーラ・トランジスタを用いた回路を使用するのが有効となる。

【0051】

以上本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない．例えば、前記実施例では、増幅用ＦＥＴを３段接続しているが、２段構成あるいは4段以上であっても良い．また、実施例では、電力増幅素子２１１～２１３として、Ｍ●ＳＦＥＴが使用されているが、バイポーラ・トランジスタ、ＧａＡｓＭＥＳＦＥＴ、ヘテロ接合バイポーラ・トランジスタ（ＨＢＴ）、ＨＥＭＴ（High Electron Mobility Transistor）等他のトランジスタを用いても良い．

【産業上の利用可能性】

【0052】

以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野であるＧＭＳＫ変調と８－ＰＳＫ変調が可能なＥ◗ＧＥ対応のＧＳＭ系の無線通信システムを構成するパワーモジュールに適用した場合を説明したが、本発明はそれに限定されるものでない．例えば、Ｃ◗ＭＡ方式の携帯電話機などに用いられるパワーモジュールにも利用することができる．

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本発明を適用した高周波電力増幅器の一実施例を示す回路構成図である．

【図2】実施例の動作電圧制御回路における出力レベル指示信号Ｖrampと出力される動作電圧Ｖ1doとの関係を示すグラフである．

【図3】動作電圧制御回路の他の実施例を示す回路図である．

【図4】図４（Ａ）は実施例の動作電圧制御回路に入力される出力レベル指示信号Ｖrampと出力される動作電圧Ｖ1doの変化の様子を示す波形図、図４（Ｂ）はその一部拡大説明図である．

【図5】図５（Ａ）は、本実施例を適用した高周波電力増幅回路において、Ｖrampを２Ｖ近傍から０Ｖまで下げたときの送信信号の変化をシミュレーションによって調べた結果を示す波形図、図５（Ｂ）は、本実施例を適用しない高周波電力増幅回路において、Ｖrampを２Ｖ近傍から０Ｖまで下げたときの送信信号の変化を示す波形図である．

【図6】高周波電力増幅回路のより具体的な構成例を示す回路構成図である．

【図7】高周波電力増幅回路の他の構成例を示した回路構成図である．

【図8】実施例の高周波電力増幅器（ＲＦパワーモジュール）を適用した無線通信システムの一応用例を示すブロック図である．

【図9】Ｅ◗ＧＥ対応の高周波電力増幅器の構成例を示すブロック図である．

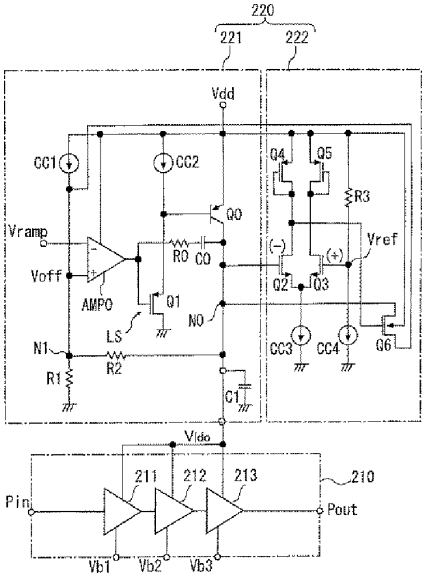
【図10】図１０（Ａ）は従来の動作電圧制御回路に入力される出力レベル指示信号Ｖrampと出力される動作電圧Ｖ1doの変化の様子を示す波形図、図１０（Ｂ）はその一部拡大説明図である．

【符号の説明】

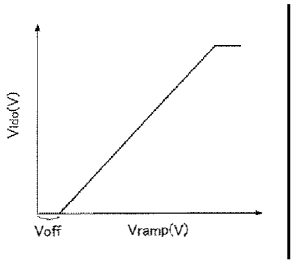
【0054】

●●　電源制御用トランジスタ
２●●　高周波電力増幅器（ＲＦパワーモジュール）
２１０　高周波電力増幅回路
２１１，２１２，２１３　増幅素子（電力増幅用トランジスタ）
２２０　動作電圧制御回路
２２１　電源変換回路
２２２　クランプ回路
２３０　バイアス回路
２４１～２４４　インピーダンス整合回路

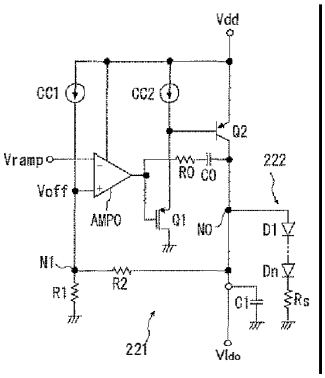
【図1】



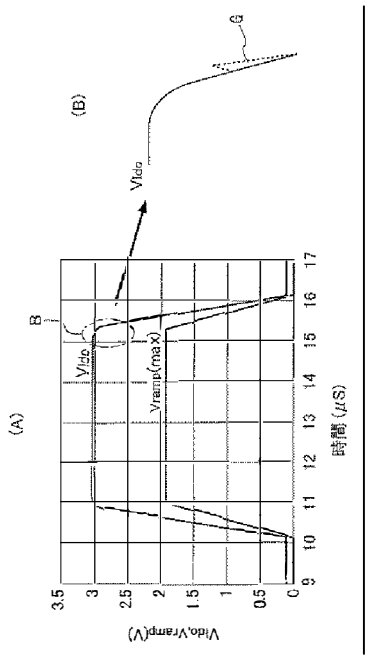
【図2】



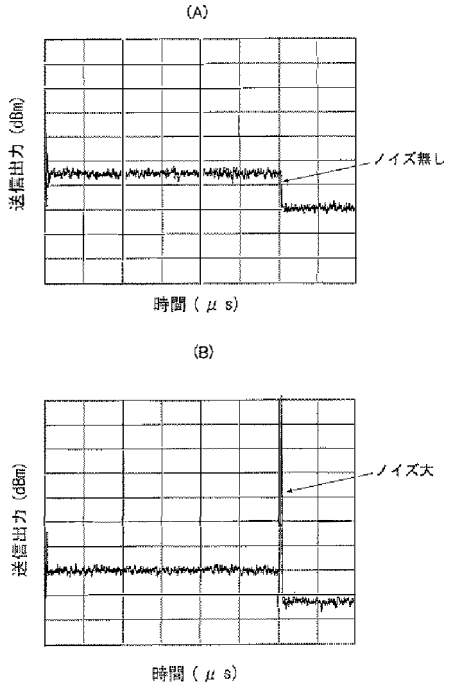
【図3】



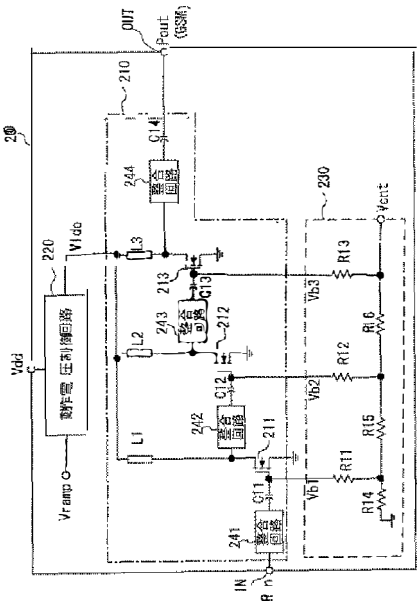
【図4】


(A)
(B)
C
B
Vldo
Vramp(max)
Vldo,Vramp(V)
時間（μS）

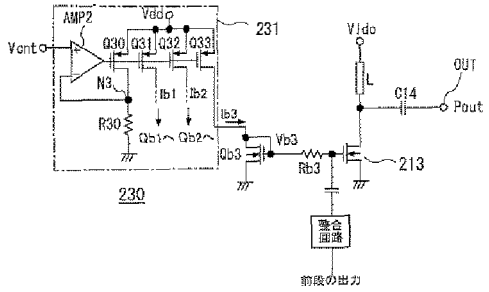
【図5】


(A)
送信出力（dBm）
ノイズ無し
時間（μs）
(B)
送信出力（dBm）
ノイズ大
時間（μs）

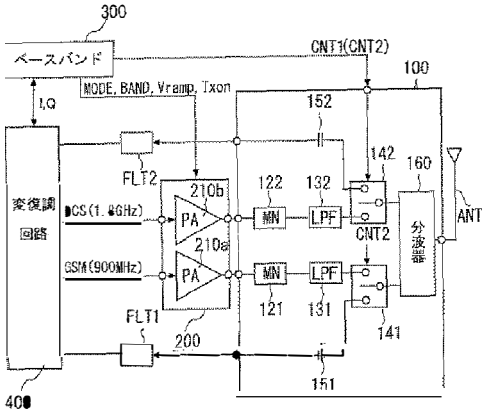
【図6】


OUT
Pout (GSM)
210
C14
244
整合回路
220
Vldo
L3
213
C13
Vb3
R13
243
整合回路
212
L2
R12
R6
C12
Vb2
Vdd
L1
242
整合回路
211
R11
R15
C11
Vb1
R14
241
整合回路
IN
Pin
Vramp
動作電圧制御回路
230
Vcnt

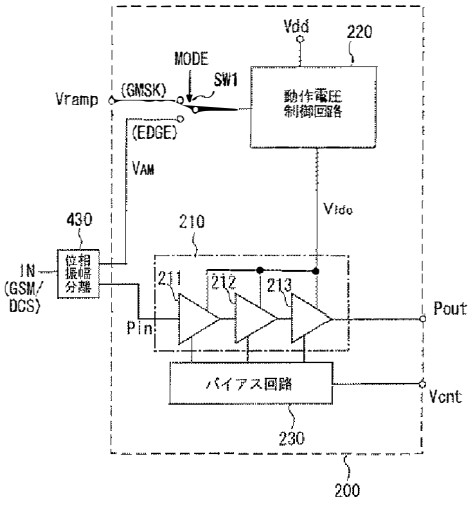
【図7】


AMP2
Vdd
231
Vcnt
Q30
Q31
Q32
Q33
N3
Ib1
Ib2
Ib3
R30
Qb1
Qb2
Qb3
Vb3
Rb3
213
Vldo
L
C14
OUT
Pout
230
整合回路
前段の出力

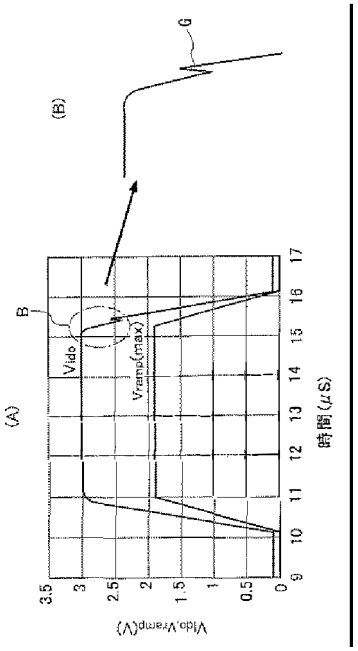
【図8】


300
ベースバンド
CNT1(CNT2)
100
I,Q
MODE, BAND, Vramp, Txon
152
142
160
FLT2
210b
122
132
変復調回路
DCS(1.8GHz)
PA
MN
LPF
CNT2
ANT
分波器
210a
GSM(900MHz)
121
131
141
FLT1
200
151
400

【図9】


Vdd
220
MODE
SW1
Vramp
(GMSK)
(EDGE)
動作電圧
制御回路
VAM
Vtdo
430
210
位相
振幅
分離
IN
(GSM/
DCS)
211
212
213
Pin
Pout
バイアス回路
Vcnt
230
200

【図10】


C
(B)
B
(A)
Vtdo
Vramp(max)
Vtdo,Vramp(V)
時間(μS)

(72)発明者　田中　弘之
東京都千代田区丸の内二丁目４番１号　株式会社ルネサステクノロジ内

Ｆターム(参考) 5J100 AA15 BA01 BB01 BC04 CA01 CA02 CA03 CA05 CA07 CA12
CA18 CA22 DA06 EA02 FA01
5J500 AA01 AA41 AA58 AC44 AC46 AC50 AC81 AF02 AF10 AF17
AF20 AH09 AH19 AH25 AH29 AH39 AK01 AK02 AK05 AK11
AK12 AK21 AM08 AM13 AS14 AT06 LV08 RF07

Search terms：(1) 200746621 【印出】

Patent/Publication No.	200746621
Title	Dynamic bias control in power amplifier
Publication Date	2007/12/16
Application Date	2007/03/22
Application No.	096109925 Espacenet
Priority Number	20060322 US 20060784539P 20070308 US 20070683913
Abstract	An RF output power amplifier (PA) of a cellular telephone includes first and second Class AB amplifier circuits. If the cellular telephone is to operate in a high power operating mode, then the first amplifier drives the PA output terminal. The power transistor(s) in the first amplifier is/are biased at a first DC current and a first DC voltage so as to optimize efficiency and linearity at high output powers. If the cellular telephone is to operate in a low power operating mode, then the second amplifier drives the output terminal. The power transistor(s) in the second amplifier is/are biased at a second DC current and a second DC voltage so as to optimize efficiency and linearity at low output powers. By sizing the power transistors in the amplifiers appropriately, emitter current densities are maintained substantially equal so that PA power gain is the same in the two operating modes.
Individual	F

Information on this system is for reference only, it cannot be used as grounds for approval or rejection.
In all instances of discrepancy, official publication from TIPO shall prevail and should be consulted.

EX-1002 0150
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

發明專利說明書

200746621

（本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※ 申請案號：96109925

※ 申請日期： 96.3.22 ※IPC 分類：H03G 3/20 (2006.01)
H03F 3/20 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

功率放大器中動態偏壓控制

DYNAMIC BIAS CONTROL IN POWER AMPLIFIER

二、申 請 人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

美商高通公司

QUALCOMM INCORPORATED

代表人：（中文/英文）

喬治 A 懷坦

WHITTEN, GEORGE A.

住居所或營業所地址：（中文/英文）

美國加州聖地牙哥市摩豪斯大道5775號

5775 MOREHOUSE DRIVE SAN DIEGO, CA 92121-1714, U. S. A.

國 籍：（中文/英文）

美國 U.S.A.

EX-1002 0151
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

三、發明人：（共 2 人）

姓　名：（中文/英文）

1. 丁嘉森
DENG, JUNXIONG

2. 普雷沙　古登
GUDEM, PRASAD

國　籍：（中文/英文）

1. 中華人民共和國　P.R.C.

2. 印度　INDIA

EX-1002 0152
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為：　年　月　日。

☑ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號　順序註記】

☑ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年03月22日；60/784,539

2. 美國；2007年03月08日；11/683,913

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號　順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼　順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼　順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

EX-1002 0153
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

五、中文發明摘要：

一蜂巢式電話之一RF輸出功率放大器(PA)包括第一AB類放大器電路及第二AB類放大器電路。若該蜂巢式電話在一高功率操作模式中操作，則該第一放大器驅動該PA輸出端子。以一第一DC電流及一第一DC電壓來偏壓該第一放大器中之功率電晶體以便以高輸出功率最佳化效率及線性。若該蜂巢式電話在一低功率操作模式中操作，則該第二放大器驅動該輸出端子。以一第二DC電流及一第二DC電壓來偏壓該第二放大器中之功率電晶體以便以低輸出功率最佳化效率及線性。藉由對該等放大器中之該等功率電晶體適當設定大小，使得發射極電流密度大體上保持相等從而使PA功率增益在兩種操作模式中相同。

六、英文發明摘要：

EX-1002 0154
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

96109955

~~24~~

DYNAMIC BIAS CONTROL IN POWER AMPLIFIER

ABSTRACT

An RF output power amplifier (PA) of a cellular telephone includes first and second Class AB amplifier circuits. If the cellular telephone is to operate in a high power operating mode, then the first amplifier drives the PA output terminal. The power transistor(s) in the first amplifier is/are biased at a first DC current and a first DC voltage so as to optimize efficiency and linearity at high output powers. If the cellular telephone is to operate in a low power operating mode, then the second amplifier drives the output terminal. The power transistor(s) in the second amplifier is/are biased at a second DC current and a second DC voltage so as to optimize efficiency and linearity at low output powers. By sizing the power transistors in the amplifiers appropriately, emitter current densities are maintained substantially equal so that PA power gain is the same in the two operating modes.

案號：MALP	國外相應案 ☑見申請書 ☐其他：		
中說份數CD-ROM	☐改中文 Title	☐細則§17 但書	字數：
☑原文說明書檔名：p:\Foreign Spec\		-filing	存檔人：
譯者：	審稿者：	代表圖：	化學式：

EX-1002 0155
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 4 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

131	偏壓電路
132	偏壓電路
133	偏壓電路
134	偏壓電路
135	電流增益輔助電路
136	電流鏡緩衝器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

（無）

EX-1002 0156
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

所揭示實施例係關於RF功率放大器，且更特定言之係關於用於行動通信設備(諸如蜂巢式電話手機)中的RF功率放大器。

【先前技術】

需要延長蜂巢式電話可關於單次電池充電進行操作之時間長度。功率放大器為蜂巢式電話之一組件，其消耗蜂巢式電話所消耗之所有DC功率之顯著部分。因此，增加功率放大器之平均功率效率為需要的。平均功率效率(APE)為傳遞至天線之RF能量與自電池擷取之能量的比率。為了增加蜂巢式電話可關於單次電池充電進行操作之時間量，功率放大器之APE將需要增加。可使操作中的蜂巢式電話以許多不同功率輸出位準中之一者來傳輸。舉例而言，在寬頻分碼多向近接(WCDMA)蜂巢式電話中，可使蜂巢式電話在"通話"模式或在"等待"(有時稱作"空閒")模式操作。在等待模式中，使用者資料(例如，語音)不處於通信狀態，但蜂巢式電話之發射器仍然傳輸最小量之管理資訊以維持蜂巢式電話與基地台之間的無線鏈路。在通話模式中，可使蜂巢式電話之發射器傳輸多達一瓦特之輸出功率以進行使用者資料之通信。在通話模式中傳輸之RF功率的量亦可視各種因素(諸如，與基地台之距離)而稍有減少。若蜂巢式電話接近基地台，則蜂巢式電話不必以在其遠離基地台之情況下使用的高輸出功率位準來傳輸。與蜂巢式

EX-1002 0157
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

電話接近基地台時之空閒模式相比，蜂巢式電話遠離基地台時之通話模式中需要多得多的RF功率來傳輸，但蜂巢式電話很少處於高功率通話模式中。使蜂巢式電話在其操作期間自一種輸出功率模式切換至另一種輸出功率模式，且其功率放大器在每一模式中的操作將盡可能有效以使得整個APE盡可能大。

可使具有給定實體尺寸之電晶體的典型功率放大器偏壓而以若干類別中之一者操作：A類、AB類、B類或C類。該等類別係按放大器之電晶體所傳導之輸入信號週期之比例而彼此不同。該比例通常稱作"傳導角"。360度之傳導角意謂電晶體在整個輸入信號週期中為傳導的。180度之傳導角意謂電晶體對於一半輸入信號週期為傳導的。通常，傳導角愈大，放大器產生輸出功率之效率愈低。相反，傳導角愈大，放大器的線性度愈大。蜂巢式電話功率放大器之非線性可導致不需要的傳輸進入由其他蜂巢式電話使用之鄰近通信通道中。因此所使用之通信標準提出了特定線性需求。因此，在功率放大器之設計中需要有效地進行線性取捨。歸因於線性及效率問題，蜂巢式電話中之功率放大器通常以AB類來操作，此係因為此種模式之操作剛好具有應用所需的線性。因此效率得到最佳化。

若用相對較小幅度之輸入信號來驅動普通的AB類放大器且該AB類放大器具有固定功率增益，則放大器之輸出信號將被剪輯以使得電晶體之傳導角具有在180度與360度之間的值。然而，若輸入信號之幅度變得更大而使得放大

EX-1002 0158
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

器將輸出更大功率，則輸出信號通常將被剪輯而得到更大角度。因此，放大器之電晶體的傳導角減小，藉此降低線性。在為蜂巢式電話設計具有可達成的最佳效率及足夠線性之功率放大器中需考慮此等各種相互作用的效應。

在一種習知設計方法中，功率放大器經設計以藉由偏壓功率放大器以使其剛好在全功率下具有足夠線性，而在以其最高輸出功率操作時特別有效。若功率放大器以此方式經偏壓，然後輸入信號之幅度減少以使得蜂巢式電話可在較低功率模式中操作，則過量DC功率將消耗於功率放大器中。若放大器需要較少RF輸出功率，則需要較少DC功率。效率為所傳遞之RF功率與由放大器所消耗之DC功率之量的比率。因此，當功率放大器將在低功率模式中操作時，送至功率放大器之DC功率減少相應的量以使得在較低功率模式中操作時不浪費功率。通常使用兩種技術中之一者以減少在蜂巢式電話功率放大器之低功率模式中的DC功率消耗。

第一種技術稱作"動態電流偏壓"。存在流過功率放大器之電晶體的DC偏壓電流。該DC偏壓電流在低功率模式中減少。不幸地，改變放大器之電晶體中的電流密度可導致放大器增益的變化。將輸入信號供應給功率放大器之在功率放大器上游之電子設備應能夠控制功率放大器之功率輸出。因為通常必須存在自功率放大器返回至上游電子設備之反饋信號以便利功率控制迴路，所以改變功率放大器之功率增益增加了上游電子設備之複雜性。提供此功率控制

EX-1002 0159
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

迴路可能並非無關緊要。用於供應反饋信號之機構亦增加了功率放大器之成本。此外，若功率放大器之製造者與驅動電子設備之製造者為不同組織，則歸因於現有及固定協定及積體電路設計，幾乎不可能有提供用於反饋資訊之通信的機構。

第二種技術稱作"動態電壓偏壓"。不同於藉由減少DC偏壓電流來減少DC功率消耗，此技術係使功率放大器內之電晶體集電極上的DC偏壓電壓減少。以有效方式提供減少的DC偏壓電壓通常涉及使用DC-DC轉換器及其相關聯之大的晶片外組件。此對於小特徵尺寸之蜂巢式電話手機不具吸引力。由於晶片外組件之存在，此方案通常亦非一種積體式解決方案。提供DC-DC轉換器(不管晶片上還是晶片外)增加了總體設計之實質成本。

【發明內容】

行動通信設備(例如，蜂巢式電話)之RF輸出功率放大器(PA)包括功率放大器輸入端子、驅動級、類比多工器、第一AB類放大器電路、第二AB類放大器電路、功率放大器輸出端子及用於接收控制信號之輸入端子。功率放大器接收該控制輸入端子上之一數位控制信號。該數位控制信號之數位值指示蜂巢式電話的操作模式。一種操作模式可能(例如)要求功率放大器輸出比第二操作模式更高的平均功率位準。若蜂巢式電話在該較高輸出功率操作模式中操作，則該數位控制信號具有第一數位邏輯值，而若蜂巢式電話在該較低輸出功率操作模式中操作，則該數位控制信

EX-1002 0160
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

號具有第二數位邏輯值。

若該數位控制信號具有第一數位值，則該類比多工器將驅動級之輸出耦合至第一AB類放大器電路之輸入。第一AB類放大器電路驅動功率放大器之輸出端子。以第一DC偏壓集電極電流及第一DC偏壓發射極-集電極電壓來偏壓第一AB類放大器電路中之功率電晶體(由多個並接電晶體組成)。另一方面，若在該控制輸入端子上之數位控制信號具有第二數位邏輯值，則該類比多工器將驅動級之輸出耦合至第二AB類放大器電路之輸入以使得第二AB類放大器電路驅動功率放大器之輸出端子。以第二DC偏壓集電極電流及第二DC偏壓發射極-集電極電壓來偏壓第二AB類放大器電路中之功率電晶體(由多個並接電晶體組成)。

在第一操作模式為涉及與第二操作模式相比以較高輸出功率操作功率放大器之模式的情況下，第一DC偏壓集電極電流大於第二DC偏壓集電極電流，且第一DC偏壓集電極-發射極電壓大於第二DC偏壓集電極-發射極電壓。藉由對第一AB類放大器電路及第二AB類放大器電路中之功率電晶體適當設定大小，使得第一AB類放大器電路與第二AB類放大器電路之功率電晶體的發射極電流密度在兩種操作模式中大體上相等，從而使整個功率放大器之功率增益在兩種操作模式中之每一者中大體上相同。自一種操作模式切換至另一種操作模式不會改變功率放大器之功率增益。

使用不同AB類放大器電路以在複數個不同操作模式中

EX-1002 0161
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

之每一者中驅動功率放大器輸出端子之技術可擴大以包括三個或三個以上不同AB類放大器電路。該新穎功率放大器無需為離散功率放大器積體電路。舉例而言。蜂巢式電話之發射器鏈的驅動放大器可使用根據上文所陳述之新穎技術的多個不同AB類放大器電路。藉由使用包括多個不同AB類放大器電路之新穎技術，蜂巢式電話中之功率放大器的平均功率效率(APE)可得到改良，藉此延長蜂巢式電話可用於單次電池充電之時間量。

上述內容為概述且因此必然含有簡化、概括及對細節的省略；因此，熟習此項技術者應瞭解該概述僅為說明性的且不用以達成限制目的。完全由申請專利範圍界定之本文所述設備及/或方法之其他態樣、發明性特徵及優勢將在本文中所陳述之非限制性實施方式中變得顯而易見。

【實施方式】

圖1為蜂巢式電話1之極簡化的高階方塊圖。蜂巢式電話1包括天線2、射頻(RF)收發器電路3及數位基頻積體電路4。數位基頻積體電路4主要包括一數位電路且包括一數位處理器。RF收發器電路3主要包括一類比電路。

圖2為RF收發器電路3之更詳細的圖式。該電路包括RF收發器積體電路3A及額外離散組件5至8。該等離散組件包括天線轉換器(switchplexer)5、雙工器6、表面聲波(SAW)濾波器7及功率放大器8。因為該電路包括一發射器以及一接收器，所以其被稱作"收發器"。該接收器包括稱作"信號鏈"9之組件以及本地振盪器(LO)10。該信號鏈包括低雜

EX-1002 0162
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

訊放大器(LNA)11、混頻器12及基頻濾波器13。LNA 11自天線2接收高頻率及低幅度信號且放大該信號。混頻器12執行解調變以將高頻信號降頻轉換至低頻信號。基頻濾波器13接收低頻信號、濾出雜訊且將所得資訊作為類比信號輸出至數位基頻積體電路4。數位基頻積體電路4中之類比數位轉換器14自RF收發器電路3接收類比信號且將類比信號數位化為數位資訊。基頻積體電路4中之數位處理器接著處理該數位資訊。

RF收發器電路3之發射器部分亦包括信號鏈15及本地振盪器(LO)21。信號鏈15包括基頻濾波器16、混頻器17、可變增益放大器(VGA)18及功率放大電路。該功率放大電路包括驅動放大器19、SAW濾波器7及功率放大器8。數位資訊源於數位基頻積體電路4中且由數位基頻積體電路4中之數位類比轉換器20轉換為類比形式。發射器信號鏈15中之基頻濾波器16濾出數位雜訊。混頻器17將基頻信號調變至高頻載波上。VGA 18及功率放大電路放大高頻信號以用於驅動天線2。

在本文中所說明之具體實施例中，SAW濾波器7及功率放大器8為連同RF收發器積體電路3A一起安置於印刷電路板上之離散組件。此僅僅為整合之一種形式。可根據系統之特定目標應用、目標效能及目標成本而以不同方式整合圖2之各種組件的功能。舉例而言，可將整個發射器信號鏈15整合至RF收發器積體電路3A中。

圖3為在0.25微米矽鍺(SiGe)雙載子互補金氧半導體

EX-1002 0163
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

(BiCMOS)製程中實施之功率放大器(PA)8的簡化電晶體階圖。PA 8為系統100之部分，系統100包括模型信號源101、輸入匹配網路102、輸出匹配網路103及模型負載104。在圖2之實施例中，模型信號源101代表供PA 8接收輸入信號之SAW濾波器7。模型負載104代表由PA 8將所得放大信號驅動進來之天線轉換器5或雙工器6。

PA 8包括第一級(在此稱作"驅動級")105、級間匹配網路106、類比多工器電路107、第二級及輸出求和網路108。該第二級包括第一AB類放大器電路109及第二AB類放大器電路110。(類比多工器電路107實際上為解多工器，但其在此稱作多工器)。

參考數字111標識功率放大器輸入端子。其為含有積體電路晶片112之封裝的端子。參考數字113標識用於將輸入信號接收於積體電路晶片112上之結合襯墊。電感器符號114表示將輸入端子111耦合至結合襯墊113之接線的電感。來自源101之輸入信號經由輸入匹配網路102及電感114耦合至驅動級105的輸入。輸入匹配網路102用以使源101與驅動級105進行阻抗匹配。

參考數字115標識用於自積體電路晶片112輸出一輸出信號之結合襯墊。電感器符號116表示將結合襯墊115耦合至功率放大器封裝之輸出端子117之接線的電感。結合襯墊115上的輸出信號由輸出匹配網路103經由一匹配阻抗而通信至負載104上。

PA 8具有在1.92 GHz至1.98 GHz範圍之操作頻率且以約

EX-1002 0164
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

+26 dBm之最大輸出功率、約18 dB之最大功率增益放大在該範圍中之輸入信號。雙工器6引入2 dB功率損失。

電壓偏壓：

第一AB類放大器電路109為經偏壓以具有電源電壓Vcc之DC偏壓集電極電壓的電壓。在DC條件下，輸出匹配網路103之電感器118及電感116基本上為短路，而電容器119及結合襯墊電容120基本上為開路。因此，電源電壓Vcc DC電壓會偏壓第一AB類放大器電路109之矽鍺(SiGe)HBT(異質接面雙極電晶體)電晶體121的集電極。

電晶體121中之每一HBT發射極的尺寸為48微米乘0.44微米。電晶體121包括並接之一百(100)個此等HBT電晶體。(在該專利文獻中的其他地方電晶體121共同地稱作單功率電晶體)。在每一HBT電晶體之發射極中提供一鎮流電阻器以增加發射極電阻R_E以防止熱耗散。防止熱耗散之R_E的下界由以下等式(1)給出。

$$R_E \geq \frac{kT}{qI_C}[(0.05I_C)\theta_{th}V_C - 1] \qquad (1)$$

在等式(1)中，I_C及V_C分別為DC集電極偏壓電流及電壓。$\theta_{th}=\Delta T/I_C V_C$為熱電阻。假定$\theta_{th}$=0.33 C/mW，$I_C$=110 mA且$V_C$=3 V，則等式(1)顯示$R_E \geq 1.1\ \Omega$確保熱穩定性。

第二AB類放大器電路110為經偏壓以具有為約一半之電源電壓Vcc之DC偏壓集電極-發射極電壓的電壓。在DC條件下，電感122及123基本上為短路。因此，全電源電壓Vcc落在SiGe HBT電晶體124之集電極及發射極與SiGe

EX-1002 0165
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

HBT電晶體125之集電極及發射極之間。假定串接電晶體124及125中之每一者在其集電極與其發射極之間與另一電晶體約略地降落相同電壓，則在第二AB類放大器電路之電晶體上之集電極-發射極電壓降落約略為Vcc/2。稱作電晶體124之組件實際上包括上文與第一AB類放大器電路109結合所述之HBT結構的二十(20)個並接SiGe HBT電晶體。類似地，稱作電晶體125之組件實際上包括二十個此等並接SiGE HBT電晶體。

電流偏壓：

應使導線126上之DC控制偏壓電壓Vbias2具有一量值以使得第一AB類放大器電路109之雙極電晶體121的總DC集電極電流為約100毫安培。因此，第一AB類放大器電路109稱作以100毫安培偏壓之電流。

第二AB類放大器電路110經電流偏壓如下。首先，設定導線127上之DC控制偏壓電壓Vbias4使其具有約2.1伏特的量值。其次，設定導線128上之DC控制偏壓電壓Vbias3以使得約20毫安培之總DC集電極電流自Vcc結合襯墊129串聯流過電感122、電晶體124、電感123、電晶體125及接地導線130。

圖4為分別產生控制偏壓電壓Vbias4、Vbias3、Vbias2及Vbias1之四個偏壓電路131至134的圖式。電路131為電阻分壓器。三個偏壓電路132至134中的每一者具有相同電路拓撲結構。每一者包括電流增益輔助電路(beta helper)135及電流鏡緩衝器136。為了達成較佳線性，低DC基極阻抗

EX-1002 0166
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

用於驅動級105且用於第一AB類放大器電路109。因為第二AB類放大器電路110中之DC電流性質由電晶體125確定，所以在電晶體125之基極處提供低DC阻抗。以此方式，當輸入功率增加時，電晶體124及125中的DC電流亦增加。因此，第二AB類放大器電路110之線性得到改良。另一方面，第二AB類放大器電路110之電晶體124經由一電阻器以固定偏壓電壓偏壓至電晶體124之基極，藉此消除對額外偏壓電感器的需要，此係因為線性需求在低功率下易於滿足。因此，偏壓電路132至134提供恆定電壓偏壓且使低頻分量終止以改良線性。

觀察偏壓電路132至134中之一者之輸出(偏壓電路之輸出阻抗)的DC阻抗Z_{bias}為約：

$$Z_{bias}(\Delta\omega) \approx \frac{1}{g_{m.M3} g_{m.Q2} r_{o.Q2}} \qquad (2)$$

$g_{m.M3}$為M3電晶體之轉導。$g_{m.Q2}$為Q2電晶體之轉導。$r_{o.Q2}$為電晶體Q2之輸出電阻。$Zbias(\Delta\omega)\approx 0$ ($\Delta\omega \leq 5$ MHz)(亦即，WCDMA手機PA之通道頻寬)。

AB類電路操作：

圖5為說明用以將放大器確定為與A類、B類或C類放大器相對之AB類放大器之方法的圖式。在圖5之圖式中，輸入信號由正弦曲線表示。電晶體傳導性由較粗的灰色線指示。A類放大器之電晶體在輸入信號之整個週期(360度)中傳導電流。在圖5之左上部的A類放大器實例中，較粗的灰色線自0度至360度覆蓋輸入信號之整個週期。A類為四種

EX-1002 0167
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

所說明組態中效率最低的組態。

B類放大器之電晶體在輸入信號之大致一半的週期中傳導電流。應注意，在圖5之右上部之B類操作的圖式中，較粗的灰色線僅在90度至270度範圍中出現。電晶體在輸入信號之一半週期中並不傳導電流。B類放大器比A類放大器更有效率。

C類放大器之電晶體在小於輸入信號之一半週期中傳導電流。應注意，在圖5之右下部之C類操作的圖式中，較粗的灰色線僅在約100度至約250度範圍中出現。C類放大器為所說明放大器組態中最有效率的組態，但C類放大器在所說明之放大器組態中具有最高的非線性(失真)。

在圖5之左下部的最後圖式為AB類放大器。AB類放大器之電晶體在自約180度至約360度之輸入信號的週期中的任何地方傳導電流。應注意，在AB類操作之圖式中，較粗的灰色線僅在約80度至約280度範圍中出現。因此，在該實例中灰色線在總共360度輸入信號之中的200度中傳導。AB類放大器比A類放大器更有效率且比B類放大器具有更小的非線性(失真)。

圖3之功率放大器8的第一AB類放大器電路109及第二AB類放大器電路110經偏壓以操作為AB類放大器。

蜂巢式電話操作模式：

圖1之蜂巢式電話1可在若干操作模式中的一者中操作。在此等操作模式中之每一者中，蜂巢式電話1將以不同平均RF輸出功率位準來傳輸RF能量。因此，功率放大器8將

EX-1002 0168
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.

在不同操作模式中之每一者中輸出不同平均功率至負載104。此等操作模式之實例可包括"通話模式"及"等待"模式(有時稱作"空閒"模式)。在下文操作描述中，第一操作模式中之操作將比第二操作模式中之操作涉及更高的平均輸出功率位準。若蜂巢式電話在第一操作模式中操作，則信號Vcon具有數位邏輯高位準值，而若蜂巢式電話在第二操作模式中操作，則信號Vcon具有數位邏輯低位準值。在一實施例中，數位基頻積體電路4(參見圖1)產生信號Vcon且經由信號導線137及輸入端子138將其供應給功率放大器8。在另一實施例中，數位基頻積體電路4不產生信號Vcon，而是使功率偵測器139定位於發射器鏈中之某位置處。在圖2之實例中，功率偵測器139定位於驅動放大器19中。若偵測到驅動放大器19所輸出之功率高於一預定位準，則功率偵測器139將信號Vcon確定為數位邏輯高位準值，否則功率偵測器139將信號Vcon保持為數位邏輯低位準值。假定功率放大器8具有固定功率增益，則可使由功率偵測器139偵測到之預定位準對應於功率放大器8之任何所要的功率輸出位準。

在第一操作模式中，功率放大器8以較高的平均輸出功率驅動負載104。信號Vcon具有數位高位準。因此，信號Vcon促使類比多工器電路107將節點140耦合至第一AB類放大器電路109之輸入節點141且使節點140自第二AB類放大器電路110之輸入節點142去耦。第二AB類放大器電路110被認為去能的。N-通道電晶體143及144為傳導的(接

EX-1002 0169
Kangxi Communication Technologies (Shanghai) Co., Ltd. v. Skyworks Solutions, Inc.