



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 014 041 B4** 2006.04.06

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 014 041.3**
(22) Anmeldetag: **19.03.2004**
(43) Offenlegungstag: **13.10.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.04.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01S 7/481** (2006.01)
G01S 17/93 (2006.01)
G01S 17/10 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Spies, Martin, 86558 Hohenwart, DE; Spies,
Johann, 85276 Pfaffenhofen, DE**

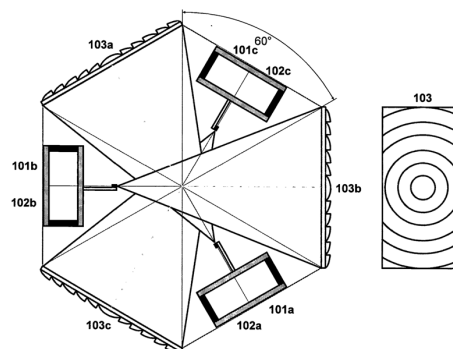
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 197 17 399 C2
DE 196 05 218 C1
DE 195 07 957 C1
DE 101 14 362 C2
DE 101 62 668 B4
DE 197 57 849 A1
DE 101 46 692 A1
DE 101 11 826 A1
DE 41 27 168 A1
DE 38 25 081 A1
US 52 10 586 A

(54) Bezeichnung: **Sensor zur Hinderniserkennung**

(57) Hauptanspruch: Sensor zur Hinderniserkennung für Boden und Luftfahrzeuge mit mindestens einer nach dem Laufzeitverfahren arbeitenden Mehrkanalentfernungsmessseinrichtung, die in einem rotierenden Sensorkopf (1a) untergebracht ist und mehrere Komponenten (101, 103, 104, 107) umfasst, wobei die Komponenten in axialer Richtung derart verschiebbar sind, dass unterschiedliche Elevationswinkelbereiche abgetastet werden.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Zur Hinderniserkennung für Boden- und Luftfahrzeuge sind folgende Sensoren bekannt: Radarsensoren mit Einzel- oder umlaufender Antenne.

[0002] Optische Sensoren nach dem Laufzeitverfahren mit Spiegelabtastung z. B.

- DE 197 57 849 A1
- DE 101 14 362 C2
- DE 101 11 826 A1
- DE 195 07 957 C1
- DE 196 05 218 C1
- DE 38 25 081 A1

[0003] In der DE 197 57 849 A1 ist eine Anordnung beschrieben, bei der ein rotierender Teil Lasersender und einen Laserempfänger in coaxialer Anordnung enthält. Ein Sensor nach dieser Beschreibung ist im Regen oder Dunst nicht einsetzbar, da Rückstreuungen aus dem Nahbereich die Signale verfälschen. Die DE 38 25 081 A1 beschreibt einen Scanner mittels einer zur Vibration gebrachten Glasfaser.

[0004] Überdies gibt es Sensoren die auf Transponderbasis arbeiten.

[0005] Alle diese Sensoren haben den Nachteil, dass sie kleine Hindernisse wie Drähte oder Segelflugzeuge mit sehr kleiner Frontfläche nicht erkennen.

Aufgabenstellung

Aufgabe der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Sensor zu erstellen, der kleine Hindernisse über eine Entfernungsmessung nach z. B. dem Pulslaufzeitverfahren elektromagnetischer Strahlung erkennt und zuordnet, darüber hinaus eine hohe Winkelauflösung in allen Abtastbereichen, z. B. 30°–60° in der Elevation und 360° im Azimut, aufweist und eine hohe Energiedichte am Ort des Hindernisses erzeugt und zugleich mit wenig Volumen und Gewicht darstellbar ist. Diese Aufgabe wird mit einem Sensor gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2 gelöst.

Ausführungsbeispiel

[0007] Die Erfindung wird anhand der **Fig. 1** bis **Fig. 6** beschrieben.

[0008] Entsprechend **Fig. 1** besteht der Sensor aus einem Sensorkopf **1a** der um seine Achse **1b** rotiert. Im Sensorkopf befindet sich z. B. eine Laserzeile mit mehreren Einzellasern **101** zur Erzeugung von

Lichtimpulsen die von der Treiberelektronik **102** angesteuert wird. Die Laserzeile wird über die Optik **103** auf die Umgebung abgebildet. Die von Hindernissen rückgestreute Energie wird über die Optik **107** empfangen und auf die Empfängerzeile **104** z. B. bestehend aus einer Reihe von Fotodioden abgebildet. Die weitere Signalkonditionierung erfolgt in der Elektronik **105**. Durch einen Strahlteiler **106** der für die Wellenlänge des Lasers **101** durchlässig ist und zugleich als Filter für den Empfänger **104** dient, wird derjenige Wellenlängenbereich des Lichtes, der nicht der Laserwellenlänge zugeordnet ist, auf den Bild- oder Zeilensensor **108** geleitet und über die Elektronik **109** ausgewertet. Zur gesamten Signalauswertung und Spannungsversorgung für alle Komponenten im Sensorkopf **1a** dienen die Elektronikplatinen **112a** und **112b**.

[0009] Die Entfernungsmessung zum Hindernis hin erfolgt durch die Bestimmung der Laufzeit z. B. nach einem der durch die Schriften

- DE 197 17 399 C2
- DE 101 62 668 B4
- DE 41 27 168 A

bekannten und beschriebenen Verfahren.

[0010] Die Versorgung des rotierenden Teiles erfolgt mit aus der DE 101 14 362 C2 bekannten Energieübertragung durch induktive Koppelung. Die Datenübertragung in und aus dem Sensorkopf **1a** erfolgt über die optischen Sende- und Empfangsgruppen **113** und **114**. Der Antrieb erfolgt z. B. über den Zahnkranz **118** und dem Motor **120** über sein Ritzel **119**. Der Motor gibt z. B. durch Schrittsteuerung direkt die Winkelinkremente vor und diese sind damit durch die Motorsteuerung bestimmt und bekannt. Die Signalverarbeitung, Steuerung des Motors, Stromversorgung und Schnittstelle zum Fahrzeug oder Fluggerät erfolgt in der Elektronik **117**. Gegen Umwelteinflüsse ist das System mit dem transparenten Gehäuse **121** geschützt. Die übrigen Komponenten sind durch das Gehäuse **122** geschützt. Das System wird am Gerät mit dem Flansch **123** befestigt. Die Linsensysteme **107** und **103** sind in einem gesonderten Rahmen **110** und **111** befestigt und können mit diesem über einen Hubmotor **124** in axiale Richtung verschoben werden. Damit können mehrere Winkelbereiche abgescannt werden oder der Elevationswinkel kann statisch oder dynamisch dem geplanten Flug- oder Fahrmanöver angepasst werden.

[0011] Die Abtastung der Umgebung erfolgt gemäß **Fig. 2**. Im Sensorsystem **121** sind drei Abtastsysteme gemäß **Fig. 1** untergebracht, die den Azimut jeweils z. B. um 120° versetzt abtasten, so dass mit einem Umlauf nacheinander die Bereiche **205**, **206** und **207** abgetastet werden. Jeder Bereich wird über die Einzellaser **202**, die in der Laserzeile **201** zusammengefasst ist beleuchtet. Die Zuordnung der Infor-

mation zu den einzelnen Winkelbereichen erfolgt durch sequentielles Ansteuern der einzelnen Laserdioden oder zumindest durch sequentielles Ansteuern einzelner Laserdiodengruppen. Die drei aufgezzeichneten um 120° verdrehten Abtastbereiche **205**, **206** und **207** sowie **208**, **209** und **210** können parallel abgetastet werden. Nach einem Umlauf wird der Hubmotor **124** gemäß **Fig. 1** betätigt und die Linsengruppen verschoben, so dass dann die Elevationsbereiche **208**, **209** und **210** abgetastet werden. Dies ist nur als Beispiel dargestellt. Es können durch den Hubmotor **124** mehrere Positionen angefahren werden.

[0012] Der jeweilige Elevationsbereich **205** bis **210** ist Sendeseitig z. B. entsprechend **201** in 16 Sendestrahlbereiche **202**, erzeugt durch die einzelnen Laserdioden, aufgeteilt. Die Empfangsbereiche **203** enthalten Empfangsflächen **204** in denen die Sendestrahlbereiche **202** etwas kleiner abgebildet werden. Damit werden Justagetoleranzen und Laufzeitunterschiede während der Abtastung und Drehbewegung ausgeglichen. Die einzelnen Entfernungsbereiche **202** werden während des Umlaufs sequentiell oder teilweise parallel dargestellt.

[0013] Der passive Empfangsteil **108/109** besteht z. B. aus einem CMOS-Sensor mit einer hohen Zahl an Bildpunkten für den sichtbaren Bereich des Lichtes. Dieser ist entweder analog dem Empfänger **104** als Zeile **204** mit 10 bis 3000 Bildpunkten ausgebildet oder als Fläche **211** mit 100 bis 10 Millionen Bildpunkten der in der Lage so justiert ist, dass die Senderabbildungen **202** etwa in der Mitte angeordnet sind. Anstatt des sichtbaren Bereiches des Lichtes kann auch der Infrarotbereich z. B. 8–12 µm benutzt werden um die Wärmestrahlung der Hindernisse auszuwerten.

[0014] Um das Gesamtsystem möglichst klein und leicht zu gestalten sind die drei Abtastsysteme entsprechend **Fig. 3** ineinandergeschachtelt. Die Sendeeinheit besteht damit aus den Optiken **103a**, **103b** und **103c** die jeweils um 120° verdreht sind und jeweils die Lasergruppen **101a/102a**, **101b/102b** und **101c/102c** auf die Umgebung abbilden. Analog dazu ist die Abbildung der Umgebung auf die Empfänger entsprechend **Fig. 4** gestaltet. Hier bilden die Optiken **107a**, **107b** und **107c** die Umgebung und die von den Laser beleuchteten Bereichen jeweils auf die Empfangsgruppen **104a/105a**, **104b/105b**, und **104c/105c** ab. Die Strahlengänge sind gemäß **Fig. 4** ineinandergeschachtelt. Um gerade die für die Laufzeitmessung nötige schnelle Signalverarbeitung nicht durch Übertragungswege zu beeinträchtigen, wird die gesamte Entfernungsauswertung im rotierenden Sensorkopf vorgenommen.

[0015] Das Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Systems ist in **Fig. 5** dargestellt. Im rotierenden Teil

501 befinden sich neben den in der **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschriebenen Komponenten die Videoaufbereitung **502**, die das Timing in Abhängigkeit von der Laserabtastung steuert und aus den Schwarz-Weiß- bzw. Farbkontrasten relevante Objekturnrisse oder Lichtquellen der Objekte auswertet. Ebenso ist die Signalakquisition und Signalaufbereitung für die Abstandsmessung und das Pre-Tracking, das bereits die Signale sortiert und den Winkelbereichen zuordnet und den Vergleich mit dem Videosignal durchführt im rotierenden Teil **501** enthalten. Außerdem befindet sich im rotierenden Teil **501** auch die Hubmotorsteuerung. Im stehenden Teil **510** befinden sich neben der in **Fig. 1** beschriebenen Komponenten die Gesamtsteuerung mit dem Gesamt-Tracking und der Datenaufbereitung **511** sowie die Stromversorgung und die Schnittstelle zum Gesamtsystem **512**.

[0016] Im einfachsten Fall erfolgt die Auswertung der Lage von Hindernissen durch die Auswertung der gewonnenen Entfernungsinformationen, die durch die Lage der Abtastflächen, die Zuordnung zum jeweiligen System und durch den Drehwinkel sowie den Elevationswinkel des Hubmotors definiert sind. Durch die mehrfache Abtastung von Hindernissen mit, durch die Erfindung ermöglichten, kleinen Flächen ist die Detektionswahrscheinlichkeit von Hindernissen wie Drähten und Hindernissen sehr hoch. Mit Hilfe des jeweiligen Kamerasystems, das zugleich die Umgebung abtastet, können sowohl Schwarz-Weiß als auch Farbkontraste der Hindernisse ermittelt und ausgewertet werden. Auch aktive Lichtquellen wie Positionsleuchten von Luftfahrzeugen und deren Blitzlichter, sowie Warnleuchten z. B. von Antennen können ausgewertet werden. Durch die Korrelation dieser Daten mit der Entfernungsmessung ergibt sich eine sehr sichere Erkennung von Hindernissen.

[0017] Eine Weiterbildung des Sensorsystems ist in **Fig. 6** dargestellt.

[0018] Da unterschiedliche Hindernisse eine gute Rückstreuung bei unterschiedlichen Wellenlängen aufweisen und die Umgebung für unterschiedliche Wellenlängen unterschiedliche Dämpfungswerte aufweist, werden in der Weiterbildung der Erfindung zwei Sender **602** und **604** mit ihren Optiken **601** und **603** auf die Umgebung entsprechend **Fig. 2** abgebildet. Die Sender haben z. B. 905 nm Wellenlänge für den Sender **602** und z. B. 10 µm für den Sender **604**. Die Empfangseinheit verwendet die Optik **107**, die für beide Wellenlängen geeignet ist. Der Strahlteiler **605** ist z. B. für 905 nm Wellenlänge durchlässig und auch für diese Wellenlänge ein selektiver Filter. Damit wird die rückgestreute Energie aus dem Sender mit 905 nm Wellenlänge auf den Detektor **606** geleitet. Der Strahlteiler kann dabei so ausgeführt werden, dass nur Energie mit z. B. 10 µm Wellenlänge auf den Detektor **607** gelangt.

[0019] Die Sender **602** und **604** und die Empfänger **606** und **607** und die Strahlteiler **605** können natürlich auch auf andere elektromagnetische Wellenlängen ausgelegt werden.

[0020] Mit der Anordnung nach **Fig. 6** ist es aber auch möglich die Dichte der Abtastpunkte in unterschiedlichen Wellenlängen anders zu gestalten, die in etwa sonst gleiche Eigenschaften aufweisen um damit die Erkennungswahrscheinlichkeit zu erhöhen oder im Bereich der längeren Wellenlängen die optische Auflösung oder die Kosten zu berücksichtigen.

Patentansprüche

1. Sensor zur Hinderniserkennung für Boden und Luftfahrzeuge mit mindestens einer nach dem Laufzeitverfahren arbeitenden Mehrkanalentfernungsmesseinrichtung, die in einem rotierenden Sensorkopf (**1a**) untergebracht ist und mehrere Komponenten (**101, 103, 104, 107**) umfasst, wobei die Komponenten in axialer Richtung derart verschiebbar sind, dass unterschiedliche Elevationswinkelbereiche abgetastet werden.

2. Sensor zur Hinderniserkennung für Boden und Luftfahrzeuge mit mindestens zwei nach dem Laufzeitverfahren arbeitenden Mehrkanalentfernungsmesseinrichtungen, die in einem rotierenden Sensorkopf (**1a**) untergebracht sind und den Azimut jeweils versetzt abtasten, derart dass mit einem Umlauf nacheinander unterschiedliche Elevationswinkelbereiche (**205, 206, 207** bzw. **208, 209, 210**) abgetastet werden.

3. Sensor nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem die Strahlengänge der Mehrkanalentfernungsmesseinrichtungen zur Gewichts- und Platzersparnis ineinander verschachtelt ausgeführt sind.

4. Sensor nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem alle Auswertungen, die eine schnelle Signalverarbeitung erfordern, im rotierenden Sensorkopf (**1a**) untergebracht sind und nur die vorverarbeitete Information vom rotierenden Sensorkopf (**1a**) zum stehenden Teil übertragen wird.

5. Sensor nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem die Entfernungsmessung in mindestens zwei Wellenlängenbereichen parallel erfolgt.

6. Sensor nach Anspruch 5, bei dem die abbildenden Optiken zugleich für die mindestens zwei Wellenlängenbereiche benutzt werden.

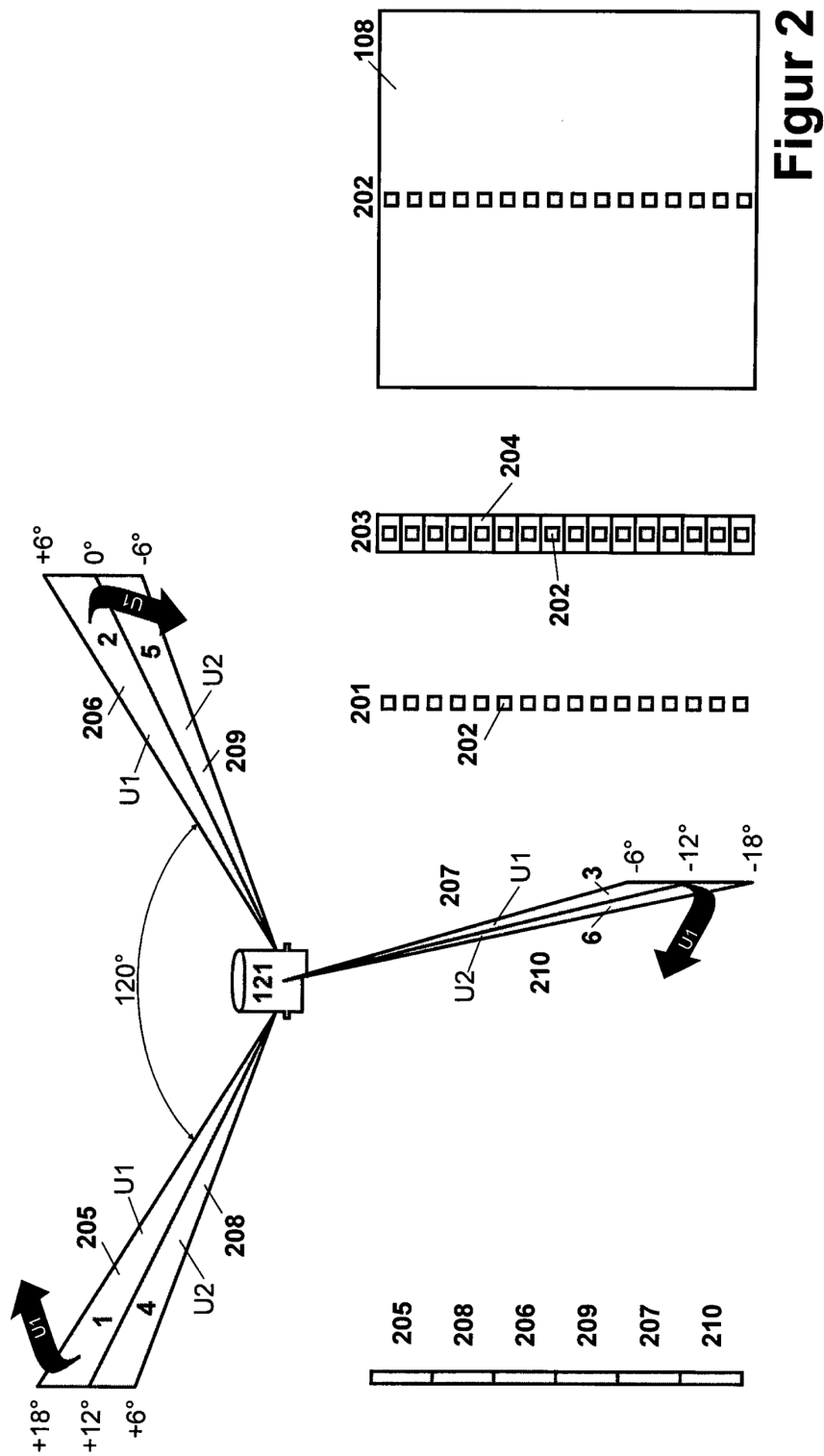
7. Sensor nach einem der vorigen Ansprüche mit einem Bildsensor (**108**), der im rotierenden Sensorkopf (**1a**) angeordnet ist und zum Aufnehmen von passiven, flächenhaften Bildern dient, aus denen Farbkontraste und aktive Lichtquellen ermittelt und

ausgewertet werden.

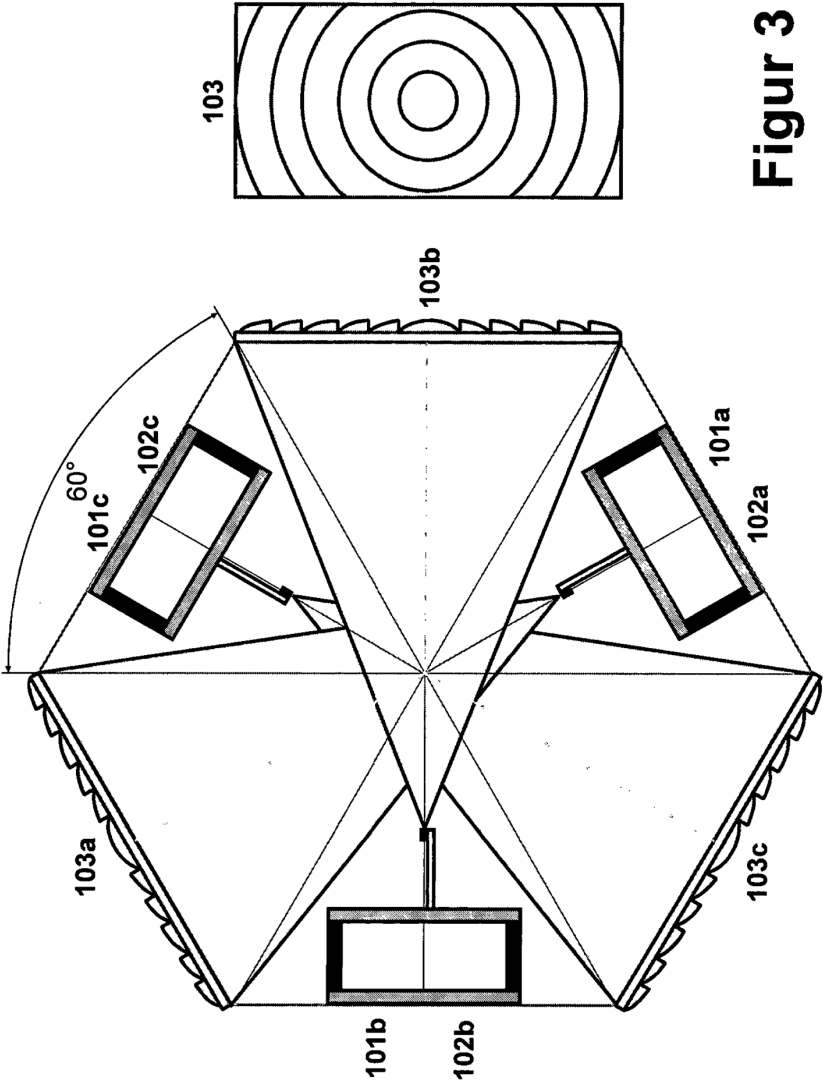
8. Sensor nach einem der vorigen Ansprüche mit einem transparenten Gehäuse (**121**), das als Zylinderlinse im Strahlengang der Einzeloptiken (**103, 107**) dient.

9. Sensor nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem die Sendestrahlbereiche (**202**) der Mehrkanalentfernungsmesseinrichtungen etwas kleiner abgebildet werden als deren Empfangsbereiche (**203**), so dass Laufzeitunterschiede und Justagetoleranzen ausgeglichen werden.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

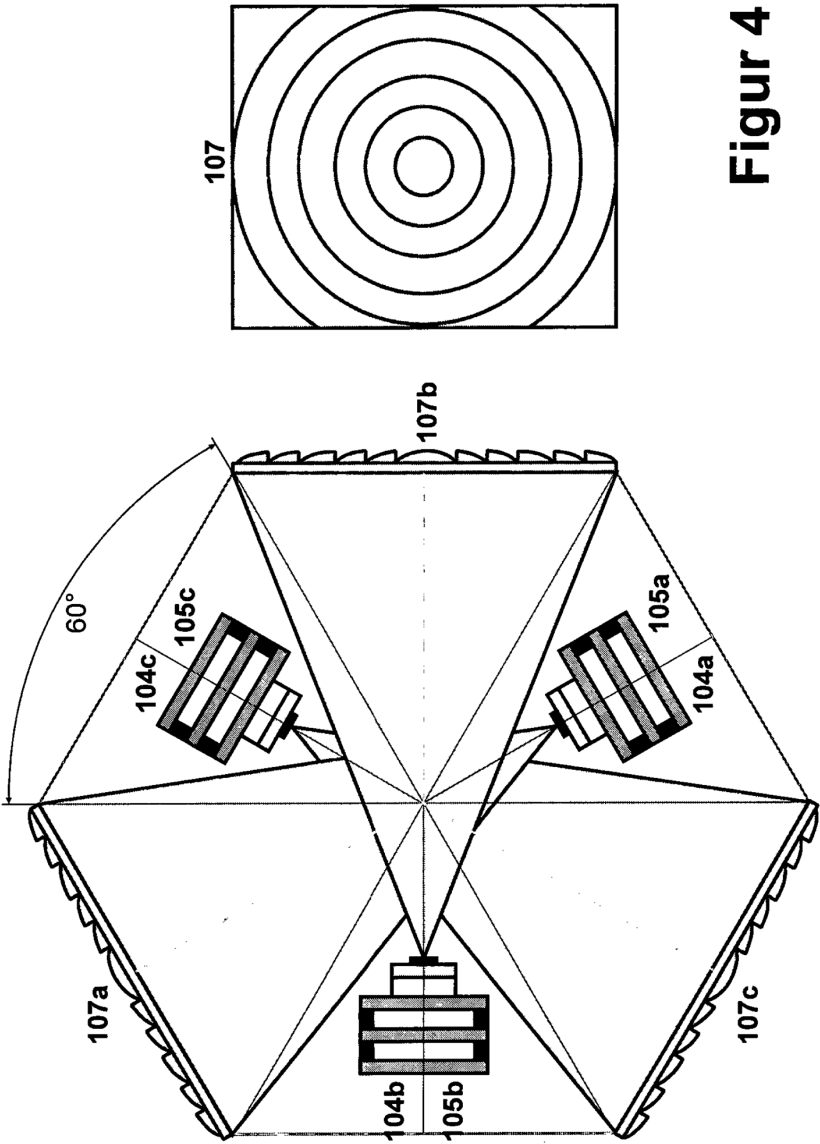


48 Kanal Sendeeinheit

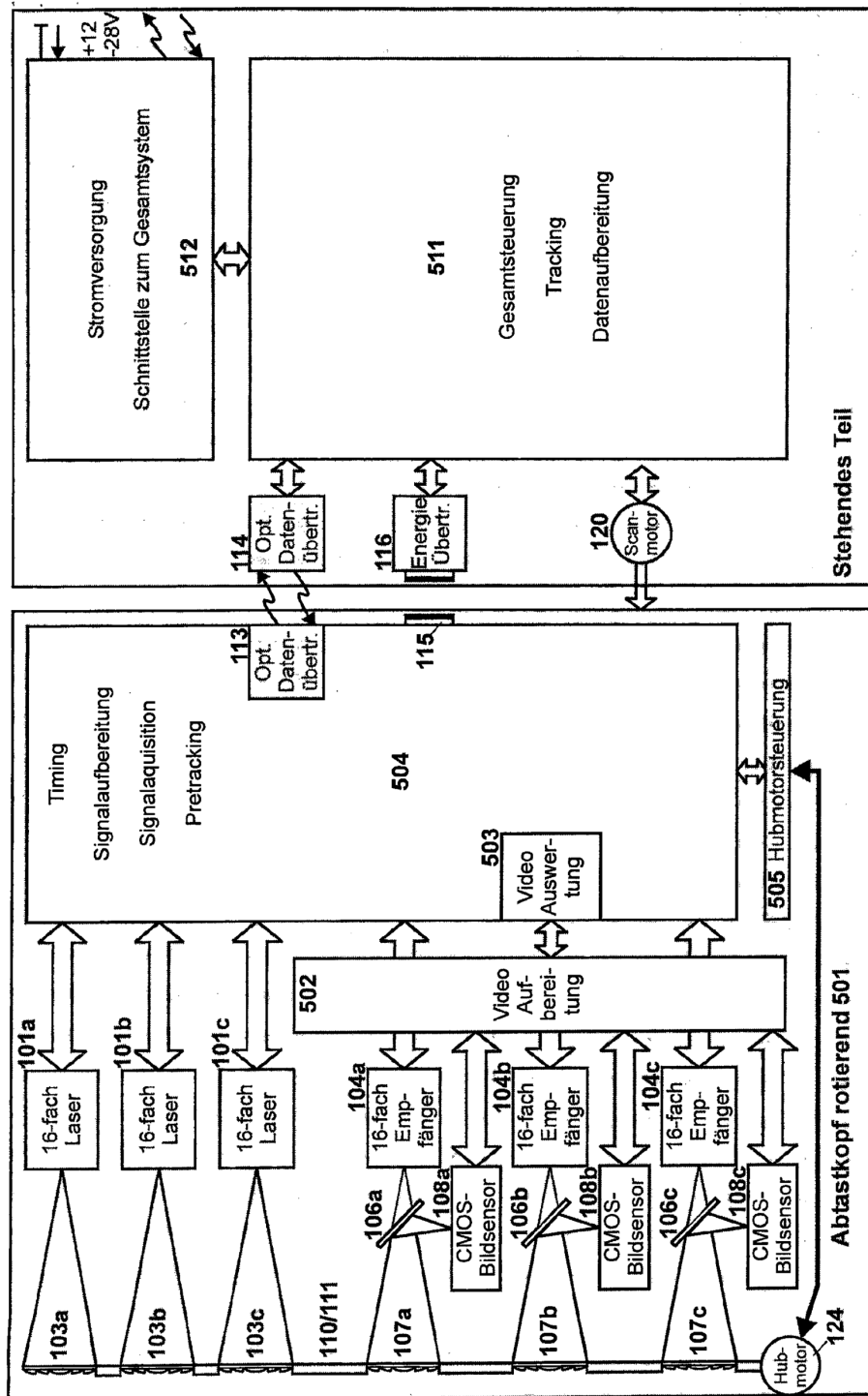


Figur 3

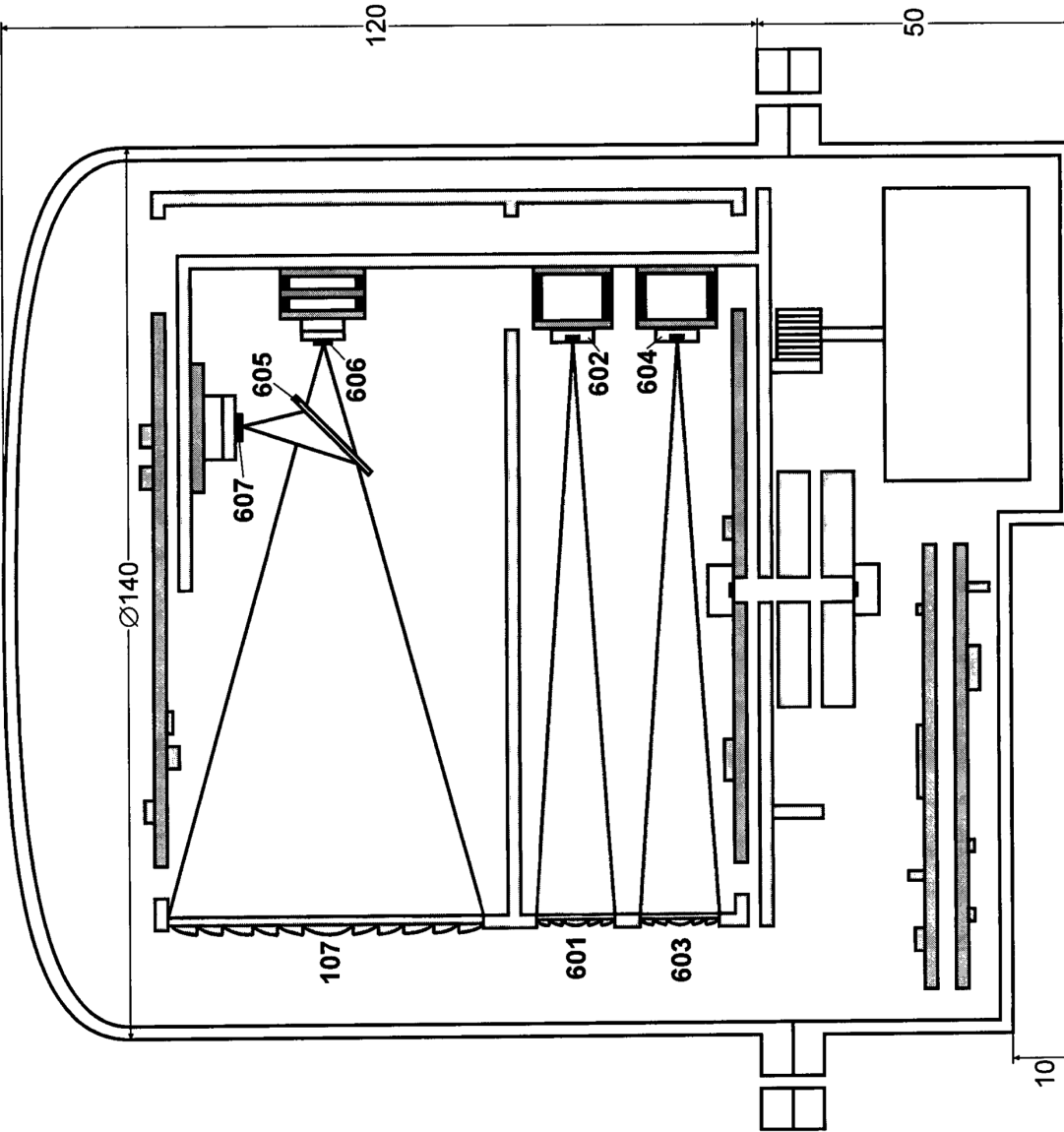
48 Kanal Empfangseinheit



Figur 4



Figur 5



Figur 6