



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2010 036 752.4
(22) Anmelddatag: 29.07.2010
(43) Offenlegungstag: 03.02.2011
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16.06.2016

(51) Int Cl.: **H01L 31/0248 (2006.01)**
H01L 31/08 (2006.01)
H01L 27/14 (2006.01)
G01T 1/24 (2006.01)
G01N 23/04 (2006.01)
G21K 4/00 (2006.01)
H05G 1/02 (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)

Innerhalb von neun 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. 1 Patentkostengesetz).

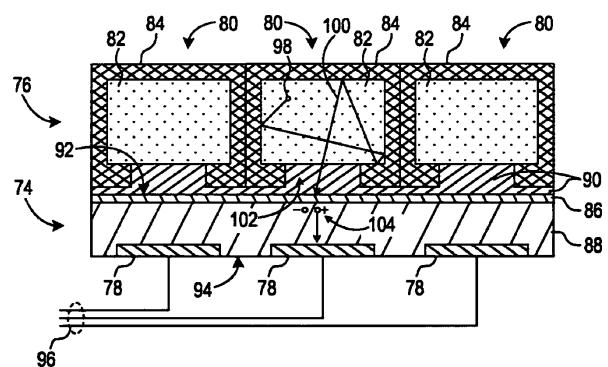
(30) Unionspriorität:
12/512,714 30.07.2009 US
(73) Patentinhaber:
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US
(74) Vertreter:
Rüger, Barthelt & Abel, 73728 Esslingen, DE

(72) Erfinder:
Li, Wen, Clifton Park, N.Y., US; Short, Jonathan David, Saratoga Springs, N.Y., US; Possin, George Edward, Niskayuna, N.Y., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:
US 6 707 046 B2

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Reduzierung eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten einer Photodiode**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung, umfassend:
ein Halbleitergrundmaterial (88), das eine Lichtausleuchtungsseite (92) aufweist und zu dem gehörigen:
eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Lochdiffusionslängenwert zu passen; und
eine Dicke, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Photodiodenschichtdicke einer Photodiodenbeschicht (78) zu passen;
eine Totschicht (86), die mit der Lichtausleuchtungsseite (92) des Halbleitergrundmaterials (88) verbunden ist, wobei die Totschicht (86) eine Dicke aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Dickewert zu passen; und
wobei ein von der Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße des Halbleitergrundmaterials (88) abhängiger Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem von der Dicke der Totschicht (86) abhängigen Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten zu passen.



Beschreibung**HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein diagnostische Bildgebung und speziell eine Vorrichtung zur Reduzierung eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten einer Photodiode in einer Photodiodenmatrix.

[0002] Im Falle von computertomographischen Bildgebungssystemen (CT-Bildgebungssystemen) emittiert eine Röntgenstrahlenquelle typischerweise einen fächerförmigen Strahl auf eine Person oder ein Objekt, beispielsweise auf einen Patienten oder ein Gepäckstück. Nachstehend sollen die Begriffe "Person" und "Objekt" beliebige Objekte einbeziehen, an denen sich eine Bildgebung durchführen lässt. Der Strahl fällt, nachdem er durch das Objekt geschwächt wurde, auf ein Array von Strahlungsdetektoren ein. Die Intensität der geschwächten Strahlung, die an dem Detektorarray empfangen wird, hängt gewöhnlich von der Schwächung des Röntgenstrahls durch das Objekt ab. Jedes Detektorelement des Detektorarrays erzeugt ein gesondertes elektrisches Signal, das den geschwächten Strahl kennzeichnet, der durch das jeweilige Detektorelement empfangen wurde. Die elektrischen Signale werden zur Analyse an ein Datenverarbeitungssystem übertragen, das schließlich ein Bild erzeugt.

[0003] Im Allgemeinen werden die Röntgenstrahlenquelle und das Detektorarray innerhalb einer Bildgebungsebene und rund um den Gantryrahmen um das Objekt herum gedreht. Röntgenstrahlenquellen enthalten gewöhnlich Röntgenröhren, die den Röntgenstrahl an einem Brennpunkt abstrahlen. Röntgendetektoren enthalten gewöhnlich einen Kollimator, um Röntgenstrahlen zu kollimieren, die an dem Detektor aufgenommen sind, einen Szintillator, der dazu dient, Röntgenstrahlen benachbart zu dem Kollimator in Lichtenergie umzuwandeln, und Photodioden, um die Lichtenergie von dem benachbarten Szintillator entgegen zu nehmen und daraus elektrische Signale zu erzeugen.

[0004] Typischerweise wandelt jeder Szintillator eines Szintillatormaterials Röntgenstrahlenergie in Lichtenergie um. Jeder Szintillator gibt an eine ihm benachbarte Photodiode Lichtenergie ab. Jede Photodiode erfasst die Lichtenergie und erzeugt ein entsprechendes elektrisches Signal. Die Ausgangssignale der Photodioden werden anschließend zur Bildrekonstruktion an das Datenverarbeitungssystem übermittelt.

[0005] Beispielsweise beschreibt US 6 707 046 B2 einen Mehrschicht-CT-Röntgendetektor mit einer Szintillatoranordnung und einem Photodiodenarray zur rückseitigen Beleuchtung. Das Photodiodenarray enthält ein Photodiodengrundmaterial, beispiels-

weise Silizium, das eine Lichtausleuchtungsseite aufweist, eine n+-dotierte Totschicht, die mit der Lichtausleuchtungsseite des Halbleitergrundmaterials verbunden ist, und p+-dotierte Bereiche, die auf der zu der Lichtausleuchtungsseite gegenüberliegenden Seite des Photodiodengrundmaterials angeordnet sind und entsprechende Photodioden repräsentieren. Das Photodiodengrundmaterial weist eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge und eine Dicke auf, die im Wesentlichen einer Dicke eines Photodiodenarrays entspricht und etwa 100 µm beträgt. Die Totschicht weist eine Dicke auf, die die laterale Diffusion von Löchern ausgehend von einem Auftreffpunkt auf dem Photodiodenarraychip bestimmt und in etwa 0,5 µm beträgt.

[0006] Die Güteanforderungen an einen CT-Detektor hinsichtlich eines Differenzsignalfehlers von Kanal-zu-Kanal oder von Pixel-zu-Pixel, insbesondere für den zentralen Abschnitt des Detektorrings, sind gewöhnlich streng. Beispielsweise beträgt die Toleranz für den Differenzsignalfehler von Pixel-zu-Pixel möglicherweise nur 200 ppm. Einer der typischen Beiträge zu dem Differenzsignalfehler des Detektors ist aufgrund des Vorhandenseins eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten ("Verstärkungsgradtemperaturkoeffizient") der Diode und aufgrund von Temperaturschwankungen in und zwischen Diodenmatrices auf die Photodiodenmatrices zurückzuführen. Um diesen Beitrag zu minimieren, sind CT-Detektoren mit Blick auf geringe Temperaturschwankung an den Diodenmatrices konstruiert. Mit der Steigerung der Detektorabmessung, um immer größere Überstreichungsbereiche zu ermöglichen, wird dieser thermische Ansatz zunehmend komplizierter. Andere Verfahren zum Minimieren von Beiträgen, die auf Temperaturschwankungen zurückzuführen sind, beinhalten Wärmemanagement-/Kühlsysteme, die darauf eingerichtet sind, überschüssige Temperatur von den CT-Detektoren abzuführen. Diese Wärmemanagementsysteme sind jedoch häufig sperrig und steigern das Gewicht und die Komplexität des CT-Gantrysystems.

[0007] Folglich besteht Bedarf, eine Vorrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, aufgrund von Temperaturschwankungen auftretende Differenzsignalfehler in einer Photodiodenmatrix beliebiger Abmessung gering zu halten.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0008] Gemäß der Erfindung enthält eine Vorrichtung ein Halbleitergrundmaterial mit einer Lichtausleuchtungsseite. Das Halbleitergrundmaterial weist eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Lochdiffusionslängenwert zu passen, und eine Dicke auf, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Photodioden-

schichtdicke zu passen. Die Vorrichtung enthält ferner eine Totschicht, die mit der Lichtausleuchtungsseite des Halbleitergrundmaterials verbunden ist, wobei die Totschicht eine Dicke aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Dickewert zu passen, und wobei ein Absolutbetrag eines von der Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße abhängigen thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten des Halbleitergrundmaterials dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem von der Dicke der Totschicht abhängigen Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten zu passen.

[0009] Ein Verfahren zur Herstellung der obigen erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die Schritte enthalten: Auswählen eines Photodiodengrundmaterials, das eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Minoritätsladungsträgerdiffusionslängenwert zu passen; und Entfernen eines Teils des ausgewählten Photodiodengrundmaterials, um eine Photodiodeschicht mit einer Dicke auszubilden, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Photodiodeschichtdicke zu passen. Das Verfahren beinhaltet ferner den Schritt, auf einer Lichtausleuchtungsfläche der Photodiodeschicht eine Totschicht auszubilden, so dass eine Dicke der Totschicht dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Totschichtdicke zu passen, und so dass ein von der Dicke der Totschicht abhängiger thermischer Verstärkungsgradkoeffizient dazu eingerichtet ist, einen von der Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge des Photodiodengrundmaterials abhängigen thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten im Wesentlichen aufzuheben.

[0010] Ein Verfahren zum Herstellen einer hintergrundbeleuchteten Photodiode kann den Schritt enthalten, eine gewünschte Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge, eine gewünschte Photodiodenwaferdicke und eine gewünschte Totschichtdicke so zu berechnen, dass ein aufgrund der gewünschten Totschichtdicke vorhandener thermischer Verstärkungsgradkoeffizient einen aufgrund der gewünschten Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge vorhandenen thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten im Wesentlichen aufhebt. Das Verfahren beinhaltet ferner den Schritt des Erzeugens eines Photodiodengrundmaterials, das eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu dem gewünschten Minoritätsladungsträgerdiffusionslängenwert zu passen, und das ausgewählte Photodiodengrundmaterial abzutragen, um eine Photodiodeschicht mit einer Dicke auszubilden, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu der gewünschten Photodiodenwaferdicke zu passen. Das Verfahren beinhaltet ferner den Schritt, eine Totschicht auf einer Lichtausleuchtungsfläche der Pho-

todiodeschicht geeignet zu dotieren, so dass eine Dicke der Totschicht im Wesentlichen zu der gewünschten Totschichtdicke passt.

[0011] Vielfältige weitere Merkmale und Vorteile werden nach dem Lesen der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen offensichtlich.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Die Zeichnungen veranschaulichen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, das gegenwärtig für eine Verwirklichung der Erfindung in Betracht gezogen wird.

[0013] In den Zeichnungen zeigt:

[0014] **Fig. 1** eine anschauliche Ansicht eines CT-Bildgebungssystems;

[0015] **Fig. 2** ein Blockschaltbild des in **Fig. 1** veranschaulichten Systems;

[0016] **Fig. 3** eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Detektormatrix des CT-Systems;

[0017] **Fig. 4** eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Detektors;

[0018] **Fig. 5** eine Querschnittsansicht einer Photodioidenmatrix und eines Szintillatorpacks gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0019] **Fig. 6** in einem Graph eine Beziehung zwischen einem Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten und einer Totschichtdicke einer Photodioidenmatrix gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0020] **Fig. 7** in einem Graph eine Beziehung zwischen einem Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten, einer Diodenschichtdicke und einer Lochdiffusionslänge einer Photodioidenmatrix gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0021] **Fig. 8** in einem Flussdiagramm ein Verfahren zum Herstellen einer Photodioidenmatrix, das nicht zu der beanspruchten Erfindung gehört;

[0022] **Fig. 9** in einem Flussdiagramm ein weiteres Verfahren zum Herstellen einer Photodioidenmatrix, das nicht zu der beanspruchten Erfindung gehört;

[0023] **Fig. 10** eine anschauliche Ansicht eines CT-Systems für den Einsatz in einem nicht invasiven Paket-/Gepäck-Inspizierungssystem.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0024] Die Betriebsumgebung der Erfindung ist mit Bezug auf ein Vierundsechzig-Schicht-Computer-tomographie-(CT)-System beschrieben. Allerdings wird dem Fachmann verständlich sein, dass die Erfindung gleichermaßen für den Einsatz in sonstigen Multischichtkonfigurationen anwendbar ist. Darüber hinaus wird die Erfindung anhand der Detektion und Umwandlung von Röntgenstrahlen beschrieben. Allerdings ist einem Fachmann ferner klar, dass die Erfindung auch für die Detektion und Umwandlung einer anderen elektromagnetischen HF-Energie anwendbar ist. Die Erfindung wird anhand eines CT-Scanners der "dritten Generation" beschrieben, kann jedoch auch in Verbindung mit anderen CT-Systemen verwendet werden.

[0025] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** ist ein Computertomographie-(CT)-Bildgebungssystem **10** mit einer Gantry **12** gezeigt, die einen CT-Scanner der "dritten Generation" repräsentiert. Die Gantry **12** enthält eine Röntgenstrahlenquelle **14**, die ein Bündel von Röntgenstrahlen in Richtung einer Detektoranordnung oder eines Kollimators **16** an der gegenüberliegenden Flanke der Gantry **12** projiziert. Mit Bezugnahme auf **Fig. 2** wird die Detektoranordnung **16** durch mehrere Detektoren **18** und ein Datenakquisitionssystem (DAS) **20** gebildet. Die Anzahl von Detektoren **18** erfassen die projizierten Röntgenstrahlen **22**, die einen Patienten **24** durchqueren, und das DAS **20** wandelt die Daten in digitale Signale um, um diese anschließend zu verarbeiten. Jeder Detektor **18** erzeugt ein analoges elektrisches Signal, das für die Intensität eines einfallenden Röntgenstrahls und folglich für den auf dem Weg durch den Patienten **24** geschwächten Strahl kennzeichnend ist. Während eines Scanvorgangs zum Akquirieren von Röntgenprojektionsdaten, drehen sich der Gantryrahmen **12** und die daran angebrachten Komponenten um eine Rotationsachse **26**.

[0026] Die Drehung der Gantry **12** und der Betrieb der Röntgenstrahlenquelle **14** werden durch eine Steuervorrichtung **28** des CT-Systems **10** gesteuert. Die Steuervorrichtung **28** enthält einen Röntgenstrahlcontroller **30**, der Leistungs- und Zeittaktsignale an eine Röntgenstrahlenquelle **14** ausgibt, und einen Gantrytriebscontroller **32**, der die Drehgeschwindigkeit und Position des Gantryrahmens **12** steuert. Ein Bildrekonstruktur **34** nimmt abgetastete und digitalisierte Röntgenstrahldaten von dem DAS **20** auf und führt eine Hochgeschwindigkeitsrekonstruktion durch. Das rekonstruierte Bild wird einem Computer **36** als Eingabe zugeführt, der das Bild in einem Massenspeichergerät **38** speichert.

[0027] Der Computer **36** nimmt außerdem Steuerbefehle und Scanparameter von einem Anwender über eine Konsole **40** entgegen, die eine beliebige Bedien-

erschnittstelle aufweist, beispielsweise eine Tastatur, Maus, sprachgesteuerte Steuereinrichtung, oder eine beliebige sonstige Eingabevorrichtung. Ein zugeordnetes Display **42** ermöglicht es der Bedienperson, das rekonstruierte Bild und andere von dem Computer **36** ausgegebene Daten zu beobachten. Die von der Bedienperson eingegebenen Steuerbefehle und Parameter werden von dem Rechner **36** genutzt, um Steuersignale und Daten an das DAS **20**, den Röntgenstrahlcontroller **30** und den Gantrytriebscontroller **32** auszugeben. Darüber hinaus steuert der Rechner **36** einen Tisch- bzw. Liegenantriebscontroller **44**, der eine motorisch angetriebene Liege **46** steuert, um den Patienten **24** und die Gantry **12** zu positionieren. Speziell bewegt der Tisch **46** den Patienten **24** ganz oder teilweise durch einen in **Fig. 1** gezeigten Gantrytunnel **48**.

[0028] Wie in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt, enthält die Detektoranordnung **16** ein Paar Schienen **50** zwischen denen mehrere bündelnde Blenden oder Platten **52** angeordnet sind. Die Platten **52** sind geeignet angeordnet, um Röntgenstrahlen **22** zu bündeln, bevor sie beispielsweise auf den Detektor **18** einfallen, der auf der Detektoranordnung **16** positioniert ist. In einem Ausführungsbeispiel enthält die Detektoranordnung **16** siebenundfünfzig Detektoren **18**, wobei jeder Detektor **18** eine Anzahl von Detektorelementen **54** aufweist, die in einem Pack **56** angeordnet sind, und eine Matrixabmessung von 64×16 Pixelelementen **54** aufweist. Auf diese Weise hat die Detektoranordnung **16** vierundsechzig Zeilen und neunhundertzwölf Spalten (16×57 Detektoren), so dass es möglich ist, mit jeder Umdrehung der Gantry **12** vierundsechzig simultane Datenschichten zu sammeln.

[0029] Der Detektor **18** enthält das DAS **20** und eine Paar Stifte **60**, die in dem Pack **56** in Bezug auf die Detektorelemente **54** angeordnet sind. Das Pack **56** ist auf einer hintergrundbeleuchteten Diodenmatrix **62** positioniert, die eine Vielzahl von Diode **64** aufweist. Die hintergrundbeleuchtete Diodenmatrix **62** ist wiederum auf einem mehrschichtigen Substrat **66** positioniert. Auf dem mehrschichtigen Substrat **66** sind ein Paar Abstandhalter **68** angeordnet. Die Detektorelemente **54** sind mit der hintergrundbeleuchteten Diodenmatrix **62** optisch gekoppelt, und die hintergrundbeleuchtete Diodenmatrix **62** ist ihrerseits elektrisch mit dem mehrschichtigen Substrat **66** verbunden. Mehrere flexible Leiterplatten **70** sind an einer Stirnfläche **72** des mehrschichtigen Substrats **66** und an dem DAS **20** angebracht. Die Detektoren **18** sind mittels der Stifte **60** in der Detektoranordnung **16** positioniert.

[0030] Während des Betriebs eines Ausführungsbeispiels erzeugen Röntgenstrahlen, die in den Detektorelementen **54** einfallen, optische Photonen, die das Pack **56** überqueren, wobei sie dadurch an einer Diode in der hintergrundbeleuchteten Diodenma-

trix **62** ein analoges elektrisches Ladungssignal erzeugen. Das erzeugte analoge Signal wird durch das mehrschichtige Substrat **66** hindurch über die flexiblen Leiterplatten **70** zu dem DAS **20** übertragen, in dem das analoge Signal in ein digitales Signal umgewandelt wird.

[0031] Fig. 5 zeigt in einer Querschnittsansicht eine Photodiodenmatrix **74** und ein Szintillatorpack **76** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Matrix **74** und das Pack **76** veranschaulichten Ausführungsbeispiele einer Anzahl von Photodioden **78** und Szintillatordetektorelementen **80**, die in dem CT-Bildgebungssystem **10** und insbesondere in der hintergrundbeleuchteten Diodenmatrix **62** und dem Detektorpack **56** des in Fig. 4 veranschaulichten Detektors **18** genutzt werden können. Jedes Szintillationselement **80** weist ein Szintillatormaterial **82** auf, an dem eine lichtreflektierende Beschichtung **84** angebracht ist. Die Photodiodenmatrix **74** enthält eine Totschicht **86**, ein Photodiodengrundmaterial **88**, beispielsweise Silizium, und die Photodioden **78**. Die Photodiodenmatrix **74** ist über einen transparenten Optokoppler **90** mit dem Szintillatorpack **76** verbunden.

[0032] Die Photodiodenmatrix **74** ist eine hintergrundbeleuchtete Photodiodenmatrix. Eine benachbart zu der Totschicht **86** angeordnete Rück- oder Lichtausleuchtungsseite **92** der Matrix **74** befindet sich entgegengesetzt zu einer benachbart zu der Photodiodenanschlussstelle **78** angeordneten Vorderseite **94** der Matrix **74**. Die von den Photodioden **78** ausgehenden Ausgangsanschlussleitungen **96** erstreckten sich von den Photodioden **78** und von der Vorderseite **94** der Photodiodenmatrix **74** her. Wenn ein Röntgenstrahl **98** auf das Szintillatormaterial **82** einfällt, entsteht aus ihm ein Lichtsignal **100**, der mittels der lichtreflektierenden Beschichtung **84** reflektiert und durch eine Öffnung **102** in der Beschichtung **84** und durch den transparenten Optokoppler **90** hindurch in Richtung der Rückseite **92** der Photodiodenmatrix **74** gelenkt wird. Ein freier Ladungsträger **104**, der in der Photodiodenmatrix **74** in Reaktion auf das Lichtsignal **100** erzeugt wird, bewegt sich in Richtung der Vorderseite **94** der Photodiodenmatrix **74**, und es wird ein Signal erzeugt, wenn der freie Ladungsträger **104** an der Diodenanschlussstelle **78** aufgenommen wird.

[0033] Ein Verstärkungsgradtemperaturkoeffizient der Photodiode und sonstige Faktoren, beispielsweise Temperaturschwankungen in und zwischen den Photodioden in den Photodiodenmatrices, kann zu Differenzsignalfehlern führen. Beiträge zu dem Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten von hintergrundbeleuchteten Photodioden beinhalten einen Geometrieterm und einen Rekombinationssterm. Der Verstärkungsgradtemperaturkoeffizient kann mittels der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$\text{Verstärkungsgradtemperaturkoeffizient } (\text{ND}, \text{Wn}, \text{W_Si}, \text{I}, \text{Lp}) = \text{Gg}(\text{Wn}, \text{I}) + \text{Gr} \quad (\text{Gl. 1}), \\ (\text{ND}, \text{W_Si}, \text{I}, \text{Lp})$$

mit ND gleich der dem Wafer eigenen Dotierungsdichte, W_Si gleich der Waferdicke, Wn gleich der N+-Dotierungstiefe der Rückseite, I gleich der Wellenlänge des von dem Szintillatormaterial ausgehenden Lichts und Lp gleich der Lochdiffusionslänge.

[0034] Der Geometrieterm Gg(Wn, I) wird durch die Dicke der auf der Lichtausleuchtungsseite angeordneten Totschicht bestimmt und ist immer negativ. Fig. 6 veranschaulicht in einem Graphen eine Beziehung zwischen dem Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten und der Totschichtdicke einer Photodiodenmatrix in Abhängigkeit von dem Geometrieterm gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Geometrieterm erfasst den Temperaturkoeffizienten eines auf die N+-Totschicht zurückzuführenden Signalverlusts. Er wird durch den Temperaturkoeffizienten des Lichtabsorptionskoeffizienten (da)/(dT) bestimmt. Der Geometrieterm kann mittels der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$G_g(W_n, \lambda) = \left(\frac{dn}{da} \right) \cdot \left(\frac{da}{dT} \right) / \eta \quad (\text{Gl. 2}),$$

mit α gleich dem Absorptionskoeffizienten, T gleich dem Temperaturkoeffizienten und η gleich dem Quantenwirkungsgrad QE(Wn, W_Si, Lp, α).

[0035] Der Rekombinationssterm Gr(ND, W_Si, I, Lp) ist aufgrund der temperaturabhängigen Rekombination von Elektronen und Löchern vorhanden, wenn die Minoritätsladungsträger durch die Diodendicke hindurch diffundieren, bevor sie durch die Photodioden gesammelt werden. Der Rekombinationssterm erfasst den Temperaturkoeffizienten des aufgrund der Rekombination von Elektronen und Löchern auftretenden Signalverlusts. Der Rekombinationssterm ist immer positiv und wird anhand der Lochdiffusionslänge oder Lebensdauer der Minoritätsladungsträger und der Diodendicke ermittelt. Fig. 7 veranschaulicht in einem Graphen eine Beziehung zwischen dem Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten, der Diodenschichtdicke und der Lochdiffusionslänge einer Photodiodenmatrix in Abhängigkeit von dem Rekombinationssterm gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Kurvenlinien **106**, **108** und **110** veranschaulichen die Beziehung zwischen dem Rekombinationssterm-Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten und der Diodenschichtdicke für ein Photodiodengrundmaterial mit einer Lochdiffusionslänge von 1 mm, 2 mm bzw. 3 mm. Der Rekombinationssterm kann mittels der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$G_r(\text{ND}, \text{W_Si}, \lambda, \text{Lp}) = \left(\frac{dn}{dLp} \right) \cdot \left(\frac{dLp}{dT} \right) / \eta \\ = \left(\frac{dn}{dLp} \right) \cdot \left[\frac{\text{Lp}}{2} \cdot \frac{1}{T} \cdot \left(\frac{dT}{dT} \right) \right] / \eta \quad (\text{Gl. 3}),$$

mit

$$\tau = \frac{Lp^2}{Dp}$$

[0036] Mittels geeignet ausgewählter Diodenparameter (Totschicht und Diodendicke sowie Diffusionslänge der Minoritätsladungsträger) können der Geometrie- und Rekombinationssterm des Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten so eingerichtet werden, dass sie einander aufheben. Daraus ergibt sich eine CT-Photodiodenmatrix, die einen Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten von Null oder nahe Null aufweist, was eine Entlastung der Anforderungen an die Temperaturregulierung für die CT-Diodenmatrix ermöglicht. In einem Beispiel kann die Anforderung an die Temperaturregulierung auf einen Grenzwert eingestellt werden, um einen Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten herkömmlicher CT-Photodiodenmatrices von +/-200 ppm/°C auszugleichen. Wie nachfolgend in Zusammenhang mit **Fig. 8** beschrieben, ermöglichen Ausführungsbeispiele der Erfindung die Konstruktion und Herstellung einer CT-Photodiodenmatrix, die die Anforderung eines Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten von +/-30 ppm/°C erfüllt oder übererfüllt. Beispielsweise ist es möglich, eine CT-Photodiodenmatrix gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung so herzustellen, dass der Verstärkungsgradtemperaturkoeffizient im Bereich von +/-20 ppm/°C liegt. Dementsprechend heben die in Abhängigkeit von dem Geometrieterm vorhandenen Beiträge des Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten die aufgrund des Rekombinationssterm vorhandenen Beiträge des Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten im Wesentlichen auf oder eliminieren sie. In dem hier verwendeten Sinne beinhaltet ein Verstärkungsgradtemperaturkoeffizient von Null oder nahe Null einen Bereich von +/-30 ppm/°C, so dass ein Absolutbetrag der Beiträge des in Abhängigkeit von dem Geometrieterm vorhandenen Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten 30 ppm/°C des Absolutbetrags der Beiträge des aufgrund des Rekombinationssterms vorhandenen Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten nicht überschreitet.

[0037] **Fig. 8** veranschaulicht in einem Flussdiagramm ein Verfahren **112** zum Herstellen einer hintergrundbeleuchteten Photodiodenmatrix, beispielsweise der Photodiodenmatrix **74** von **Fig. 5**, das als solches nicht zu der beanspruchten Erfindung gehört. Das Verfahren **112** beinhaltet in Block **114** ein Ermitteln einer gewünschten Totschichtdicke für die Photodiodenschicht. Die gewünschte Totschichtdicke kann beispielsweise auf der Grundlage eines gewünschten Quantenwirkungsgrads für die Diode bestimmt werden. In Block **116** wird eine gewünschte Photodiodenschichtdicke bestimmt. Die gewünschte Photodiodenschichtdicke kann basierend auf einem

Übersprechschwellwert bestimmt werden. Beispielsweise kann die gewünschte Photodiodenschichtdicke auf 100 µm eingestellt werden, so dass der Pegel des in der Photodiodenschicht auftretenden Übersprechens einen gewissen Wert unterschreitet. In Block **118** kann die gewünschte Lochdiffusionslänge, die basierend auf den aufgrund des Geometrie- und Rekombinationssterms vorhandenen Beiträgen des Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten einen Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten von Null oder nahe Null ergibt, auf der Grundlage des gewünschten Totschichtdickewerts, des gewünschten Photodiodenschichtdickewerts und der Gleichungen 1–3 bestimmt werden.

[0038] Nachdem der ermittelte gewünschte Lochdiffusionslängenwert vorliegt, werden in Block **120** Photodiodenwafer aus einem Photodiodengrundmaterial ausgewählt, das einen Lochdiffusionslängenwert aufweist, der dem gewünschten Lochdiffusionslängenwert entspricht. Gemäß einem Ausführungsbeispiel können die Photodiodenwafer so hergestellt werden, dass sie den speziellen gewünschten Lochdiffusionslängenwert aufweisen. In Block **122** wird die Dicke des Photodiodengrundmaterials, falls erforderlich, bis zu der gewünschten Photodiodenschichtdicke abgetragen. Als Nächstes wird in Block **124** in eine Fläche des Photodiodenmaterials eine N+-Totschicht dotiert. Die Totschicht wird in die Rückseite oder Lichtausleuchtungsseite der Photodiodenschicht dotiert. In Block **126** werden P+-Photodioden in der Vorderseite der Photodiodenschicht ausgebildet. In Block **128** wird eine Detektoranordnung ausgebildet, indem die Photodiodenschicht mittels eines transparenten Optokopplers mit einer Szintillatorschicht oder einem Szintillatorpack verbunden wird.

[0039] Das Verfahren **112**, wie es im Vorausgehenen beschrieben ist, ermittelt die unbekannte Lochdiffusionslängenvariable, nachdem zunächst die unbekannten Variablen der Totschichtdicke und der Photodiodenschichtdicke bestimmt oder eingestellt sind. Allerdings wird in Betracht gezogen, beliebige zwei der unbekannten Variablen zu bestimmen, bevor die übrige unbekannte Variable ermittelt wird. Beispielsweise veranschaulicht **Fig. 9** in einem Flussdiagramm ein Verfahren **130** zum Herstellen einer hintergrundbeleuchteten Photodiodenmatrix, beispielsweise der Photodiodenmatrix **74** von **Fig. 5**, das als solches nicht zu der beanspruchten Erfindung gehört. Das Verfahren **130** beginnt, indem es in Block **132** die Lochdiffusionslänge eines Photodiodengrundmaterials ermittelt. Das Photodiodengrundmaterial kann ein Material sein, das verfügbar ist oder das geeignet hergestellt werden kann, um die ermittelte Lochdiffusionslänge aufzuweisen.

[0040] In einem Ausführungsbeispiel **134** kann die gewünschte Totschichtdicke in Block **136** beispielsweise auf der Grundlage eines gewünschten Quan-

tenwirkungsgrads für die Totschicht bestimmt werden. Anschließend kann in Block **138** die unbekannte gewünschte Photodiodenschichtdicke, die basierend auf den von den Geometrie- und Rekombinationsstermen abhängigen Beiträgen des Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten einen Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten von Null oder nahe Null ergibt, auf der Grundlage der Lochdiffusionslänge des Photodiodegrundmaterials, des gewünschten Totschichtdickewerts und der Gleichungen 1–3 bestimmt werden.

[0041] In Block **140** wird die Dicke des Photodiodegrundmaterials, falls erforderlich, bis zu der gewünschten Photodiodenschichtdicke abgetragen. Als Nächstes wird in Block **142** in eine Fläche des Photodiodenmaterials eine N+-Totschicht dotiert. Die Totschicht wird in die Rückseite oder Lichtausleuchtungsseite der Photodiodenschicht dotiert. In Block **144** werden in der Vorderseite der Photodiodenschicht P+-Photodioden ausgebildet. In Block **146** wird eine Detektoranordnung ausgebildet, indem die Photodiodenschicht mittels eines transparenten Optokopplers mit einer Szintillatorschicht oder einem Szintillatorpack verbunden wird.

[0042] In noch einem Ausführungsbeispiel **148** kann in Block **150** die gewünschte Photodiodenschichtdicke beispielsweise auf der Grundlage eines gewünschten Übersprechschwellwerts bestimmt werden. Anschließend kann in Block **152** die unbekannte gewünschte Totschichtdicke, die basierend auf den von den Geometrie- und Rekombinationsstermen abhängigen Beiträgen des Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten einen Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten von Null oder nahe Null ergibt, auf der Grundlage der Lochdiffusionslänge des Photodiodegrundmaterials, des gewünschten Photodiodenschichtdickewerts und der Gleichungen 1–3 bestimmt werden. Das Verfahren **130** fährt anschließend, wie im Vorausgehenden beschrieben, mit den Blöcken **140–146** fort.

[0043] Fig. 10 zeigt eine anschauliche Ansicht eines Röntgenbildgebungssystems **154** für den Einsatz in einem nicht invasiven Paket-/Gepäck-Inspizierungssystem. Das Röntgensystem **154** enthält eine Gantry **156**, in der ein Tunnel **158** ausgebildet ist, den mehrere Pakete oder Gepäckstücke **160** durchlaufen können. In der Gantry **156** ist eine Detektoranordnung **162** und eine elektromagnetische Energiequelle hoher Frequenz, z. B. eine Röntgenröhre **164**, untergebracht. Außerdem ist ein Förderbandsystem **166** vorgesehen, das ein durch eine Konstruktion **170** getragenes Förderband **168** aufweist, um zu scannende Pakete oder Gepäckstücke **160** automatisch und kontinuierlich durch den Tunnel **158** zu befördern. Die Objekte **160** werden mittels des Förderbands **168** dem Tunnel **158** zugeführt, sodann werden Bildgebungsdaten gewonnen, und das Förder-

band **168** entfernt die Pakete **160** aus dem Tunnel **158** in einer gesteuerten und kontinuierliche Weise. Auf diese Weise ist es Postpaket- und Gepäckabfertigungspersonal sowie sonstigem Sicherheitspersonal möglich, den Inhalt von Paketen **160** mit Blick auf Explosivstoffe, Messer, Waffen, Schmuggelware, usw. zerstörungsfrei zu inspizieren. Der Fachmann wird erkennen, dass die Gantry **156** stationär oder drehbar sein kann. Im Falle einer drehbaren Gantry **156** kann das System **154** dazu eingerichtet sein, als ein CT-System für das Scannen von Gepäckstücken oder für andere industrielle oder medizinische Anwendungen zu arbeiten.

[0044] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung enthält eine Vorrichtung ein Halbleitergrundmaterial mit einer Lichtausleuchtungsseite. Das Halbleitergrundmaterial weist eine Minoritätsladungsträger-diffusionslängengröße, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Lochdiffusionslängenwert zu passen, und eine Dicke auf, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Photodiodenschichtdicke zu passen. Die Vorrichtung enthält ferner eine Totschicht, die mit der Lichtausleuchtungsseite des Halbleitergrundmaterials verbunden ist, wobei die Totschicht eine Dicke aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Dickenwert zu passen, und wobei ein von der Minoritätsladungsträger-diffusionslängengröße abhängiger Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten des Halbleitergrundmaterials dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem von der Dicke der Totschicht abhängigen Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten zu passen.

[0045] Ein Verfahren beinhaltet die Schritte: Auswählen eines Photodiodegrundmaterials, das eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Minoritätsladungsträgerdiffusionslängenwert zu passen; und Entfernen eines Teils des ausgewählten Photodiodegrundmaterials, um eine Photodiodenschicht mit einer Dicke auszubilden, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Photodiodenschichtdicke zu passen. Das Verfahren beinhaltet ferner den Schritt, auf einer Lichtausleuchtungsfläche der Photodiodenschicht eine Totschicht auszubilden, so dass eine Dicke der Totschicht dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Totschichtdicke zu passen, und so dass ein von der Dicke der Totschicht abhängiger thermischer Verstärkungsgradkoeffizient dazu eingerichtet ist, einen von der Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge des Photodiodegrundmaterials abhängigen thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten im Wesentlichen aufzuheben.

[0046] Ein Verfahren zum Herstellen einer hintergrundbeleuchteten Photodiode beinhaltet den Schritt,

eine gewünschte Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge, eine gewünschte Photodiodenwaferdicke und eine gewünschte Totschichtdicke so zu berechnen, dass ein aufgrund der gewünschten Totschichtdicke vorhandener thermischer Verstärkungsgradkoeffizient einen aufgrund der gewünschten Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge vorhandenen thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten im Wesentlichen aufhebt. Das Verfahren beinhaltet ferner den Schritt des Erzeugens eines Photodiodegrundmaterials, das eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslänge aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu dem gewünschten Minoritätsladungsträgerdiffusionslängenwert zu passen, und das ausgewählte Photodiodegrundmaterial abzutragen, um eine Photodiodeschicht mit einer Dicke auszubilden, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu der gewünschten Photodiodenwaferdicke zu passen. Das Verfahren beinhaltet ferner den Schritt, eine Totschicht auf einer Lichtausleuchtungsfläche der Photodiodeschicht so zu dotieren, dass eine Dicke der Totschicht im Wesentlichen zu der gewünschten Totschichtdicke passt.

[0047] Die vorliegende Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfahrung, einschließlich des besten Modus zu beschreiben, und um außerdem jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfahrung in der Praxis einzusetzen, beispielsweise beliebige Vorrichtungen und Systeme herzustellen und zu nutzen, und beliebige damit verbundene Verfahren durchzuführen.

[0048] Eine Vorrichtung zur Reduzierung eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten einer Photodiode enthält ein Halbleitergrundmaterial mit einer Lichtausleuchtungsseite. Das Halbleitergrundmaterial weist eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Lochdiffusionslängenwert zu passen, und eine Dicke auf, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Photodiodeschichtdicke zu passen. Die Vorrichtung enthält ferner eine Totschicht **86**, die mit der Lichtausleuchtungsseite des Halbleitergrundmaterials verbunden ist, wobei die Totschicht **86** eine Dicke aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Dickewert zu passen, und wobei ein von der Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße abhängiger Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten des Halbleitergrundmaterials dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem von der Dicke der Totschicht **86** abhängigen Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten zu passen.

Bezugszeichenliste

10	CT-Bildgebungssystem
12	Gantry
14	Röntgenstrahlenquelle
16	Kollimator
18	Anzahl von Detektoren
20	Datenakquisitionssystem (DAS, Data Acquisition System)
22	projizierte Röntgenstrahlen
24	Patient
26	Rotationszentrum
28	Steuervorrichtung
30	Röntgenstrahlcontroller
32	Gantryantriebscontroller
34	Bildrekonstruktor
36	Computer
38	Massenspeichergerät
40	Bedienperson über Konsole
42	zugeordnetes Display
44	Tischantriebscontroller
46	motorisch angetriebener Tisch
48	Gantrytunnel
50	Schienen
52	Platten
54	Pixelemente
56	Pack
60	Stifte
62	hintergrundbeleuchtete Diodenmatrix
64	Anzahl von Dioden
66	mehrschichtiges Substrat
68	Abstandhalter
70	flexible Leiterplatten
72	Stirnfläche
74	Photodiodenmatrix
76	Szintillatorpack
78	Photodiode
80	Szintillationselement
82	Szintillatormaterial
84	lichtreflektierende Beschichtung
86	Totschicht
88	Photodiodegrundmaterial
90	transparenter Optokoppler
92	Lichtausleuchtungsseite
94	Vorderseite
96	Ausgangsanschlussleitungen
98	Röntgenstrahl
100	Lichtsignal
102	Öffnung/Tunnel
104	positiver Ladungsträger
106	erste Kurvenlinie
108	zweite Kurvenlinie
110	dritte Kurvenlinie
112	Verfahren
114	Bestimmen einer Totschichtdicke
116	Bestimmen einer gewünschten Photodiodeschichtdicke
118	Bestimmen eines Geometrieterm-Verstärkungsgradtemperaturkoeffizienten

120	Auswählen eines Photodiodengrundmaterials
122	Grundmaterial für eine dünne Photodiode
124	Dotieren der Totschicht
126	Ausbilden von Photodioden
128	Ausbilden einer Detektoranordnung
130	Verfahren
132	Bestimmen einer Lochlänge des Grundmaterials
134	Ausführungsbeispiel
136	Bestimmen einer Totschichtdicke
138	Bestimmen einer gewünschten Photodiodeschichtdicke
140	Grundmaterial für eine dünne Photodiode
142	Dotieren der Totschicht
144	Ausbilden von Photodioden
146	Ausbilden einer Detektoranordnung
148	Ausführungsbeispiel
150	Bestimmen einer gewünschten Photodiodeschichtdicke
152	Bestimmen einer Totschichtdicke
154	Röntgenbildgebungssystem
156	Gantry
158	Öffnung/Tunnel
160	Pakete oder Gepäckstücke
162	Detektoranordnung
164	elektromagnetische Energiequelle hoher Frequenz
166	Förderbandsystem
168	Förderband
170	Konstruktion

Patentansprüche

1. Vorrichtung, umfassend:
ein Halbleitergrundmaterial (88), das eine Lichtausleuchtungsseite (92) aufweist und zu dem gehören:
eine Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Lochdiffusionslängenwert zu passen; und
eine Dicke, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einer vorbestimmten Photodiodeschichtdicke einer Photodiodeschicht (78) zu passen;
eine Totschicht (86), die mit der Lichtausleuchtungsseite (92) des Halbleitergrundmaterials (88) verbunden ist, wobei die Totschicht (86) eine Dicke aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem vorbestimmten Dickewert zu passen; und
wobei ein von der Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße des Halbleitergrundmaterials (88) abhängiger Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten dazu eingerichtet ist, im Wesentlichen zu einem von der Dicke der Totschicht (86) abhängigen Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten zu passen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Differenz zwischen dem von der Minoritätsladungsträgerdiffusionslängengröße des Halbleitergrundma-

terials (88) abhängigen Absolutbetrag des thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten und dem von der Dicke der Totschicht (86) abhängigen Absolutbetrag eines thermischen Verstärkungsgradkoeffizienten nicht größer als 30 ppm/°C ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Differenz nicht größer als 20 ppm/°C ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Totschicht (86) eine N+-Schicht (86) aufweist, die in das Halbleitergrundmaterial (88) dotiert ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, die ferner mehrere Photodioden (78) aufweist, die in der Photodiodeschicht (78) auf einer zweiten Fläche ausgebildet sind, die der Lichtausleuchtungsseite (92) gegenüberliegt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei jede Photodiode (78) eine P+-Schicht (78) aufweist, die in das Halbleitergrundmaterial (88) dotiert ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, zu der ferner gehören:

eine drehbare Gantry (12, 156), die eine Öffnung (48, 158) aufweist, um ein zu scannendes Objekt (24, 160) aufzunehmen;

eine zur Projektion hochfrequenter elektromagnetischer Energie dienende Quelle (14, 164), die dazu eingerichtet ist, einen hochenergetischen elektromagnetischen HF-Strahl (22) in Richtung des Objekts (24, 160) zu projizieren;

mit einem Szintillatorarray (76), das mehrere Szintillatorenzellen (80) aufweist, die benachbart zu der Lichtausleuchtungsfläche der Photodiodeschicht (78) angebracht sind, wobei jede Zelle (80) dazu eingerichtet ist, elektromagnetische Energie hoher Frequenz zu erfassen, die das Objekt (24, 160) durchdringt;

ein Datenakquisitionssystem (DAS) (20), das mit den mehreren Photodioden (78) verbunden ist und das dazu eingerichtet ist, von den mehreren Photodioden (78) Ausgangssignale aufzunehmen; und

ein Bildrekonstruktur (34), der mit dem DAS (20) verbunden ist und der dazu eingerichtet ist, ein Bild des Objekts (24, 160) anhand der durch das DAS (20) aufgenommenen Photodiodesausgangssignale zu rekonstruieren.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

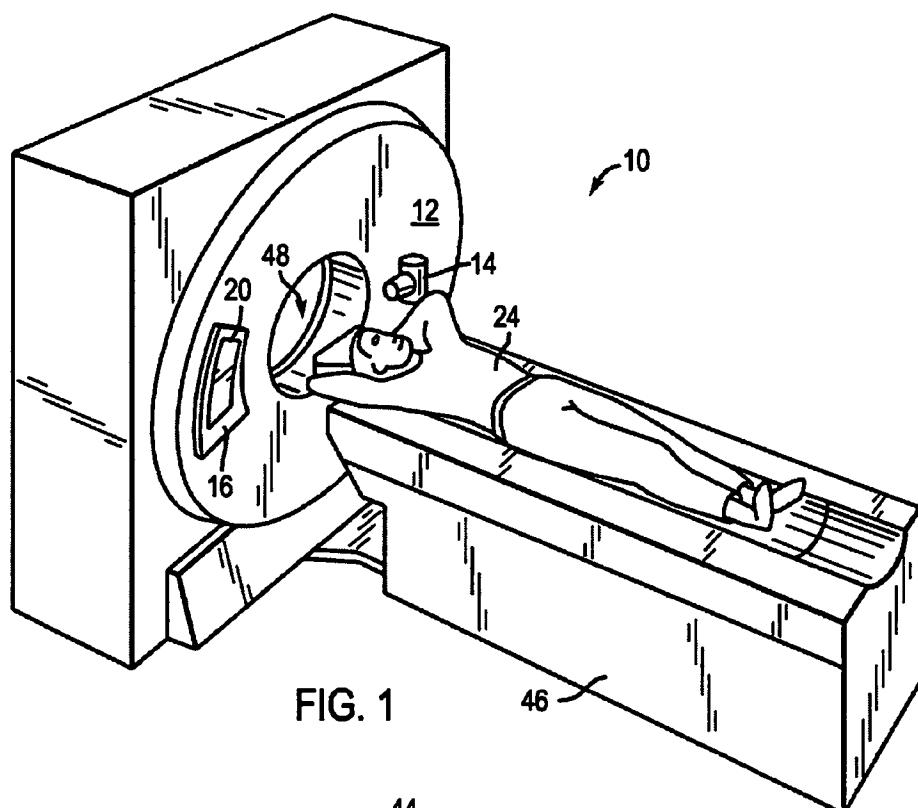


FIG. 1

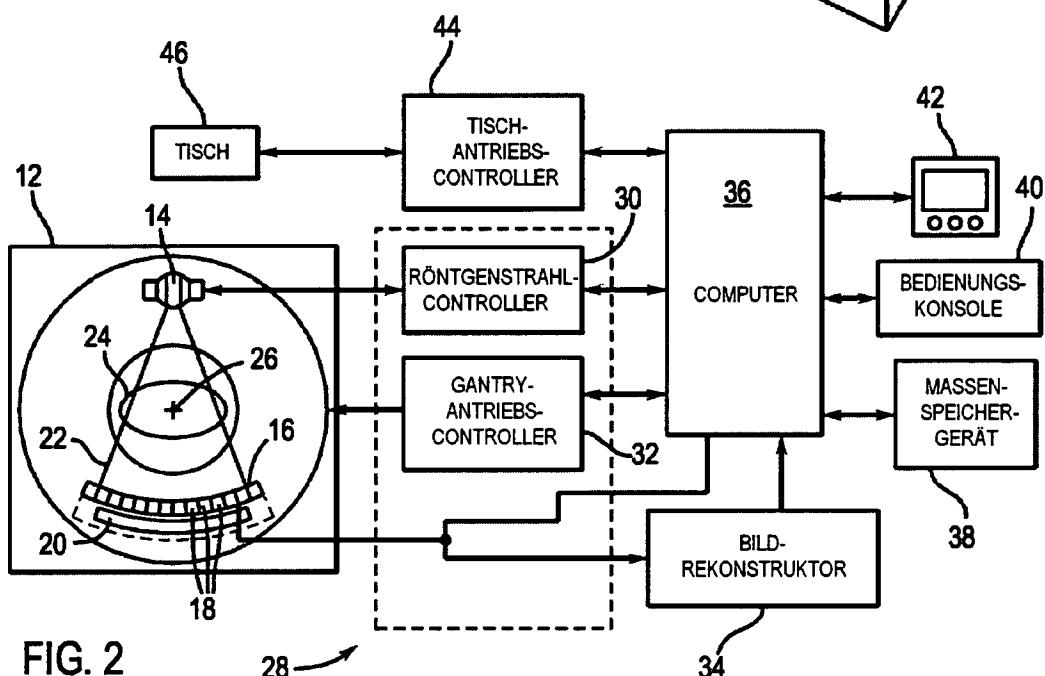


FIG. 2

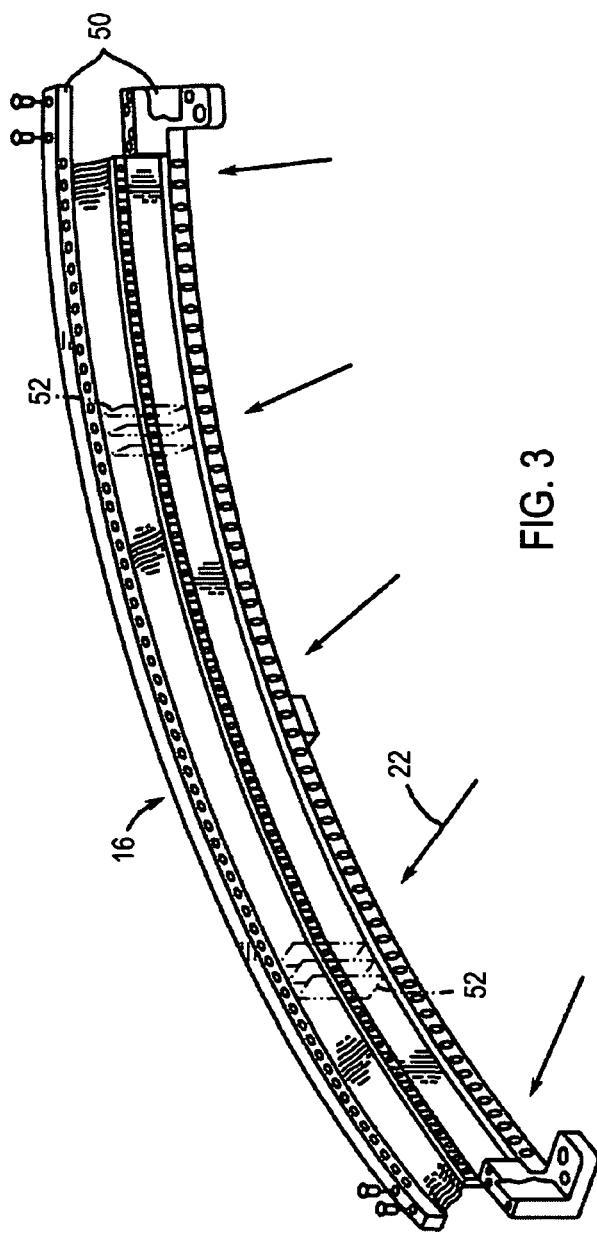


FIG. 3

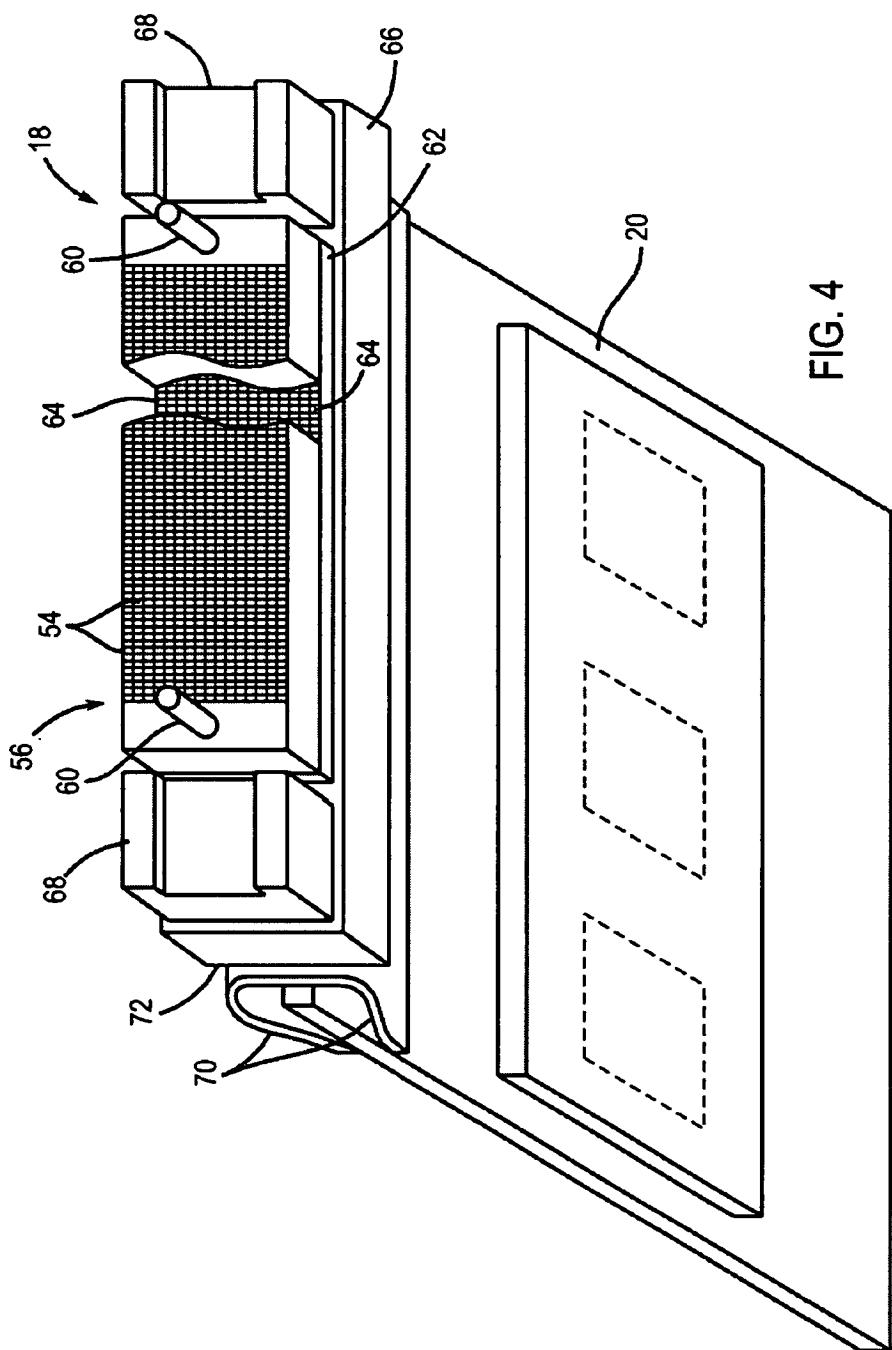


FIG. 4

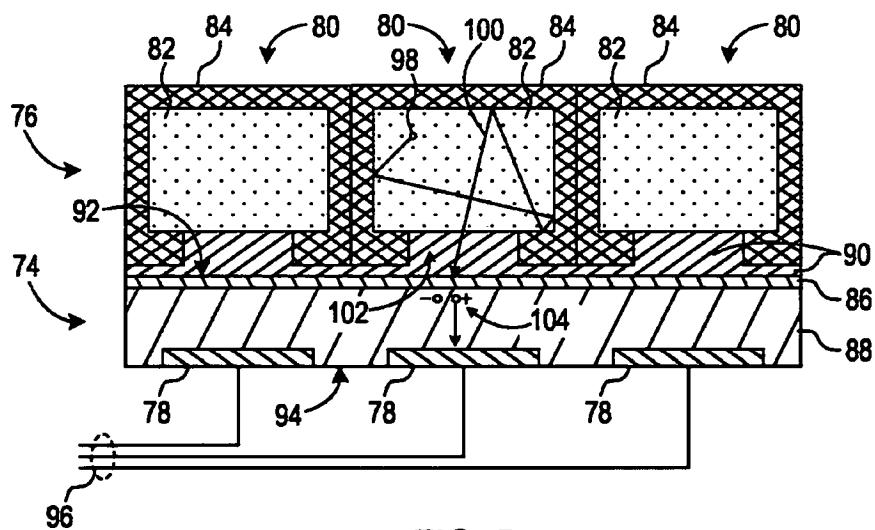


FIG. 5

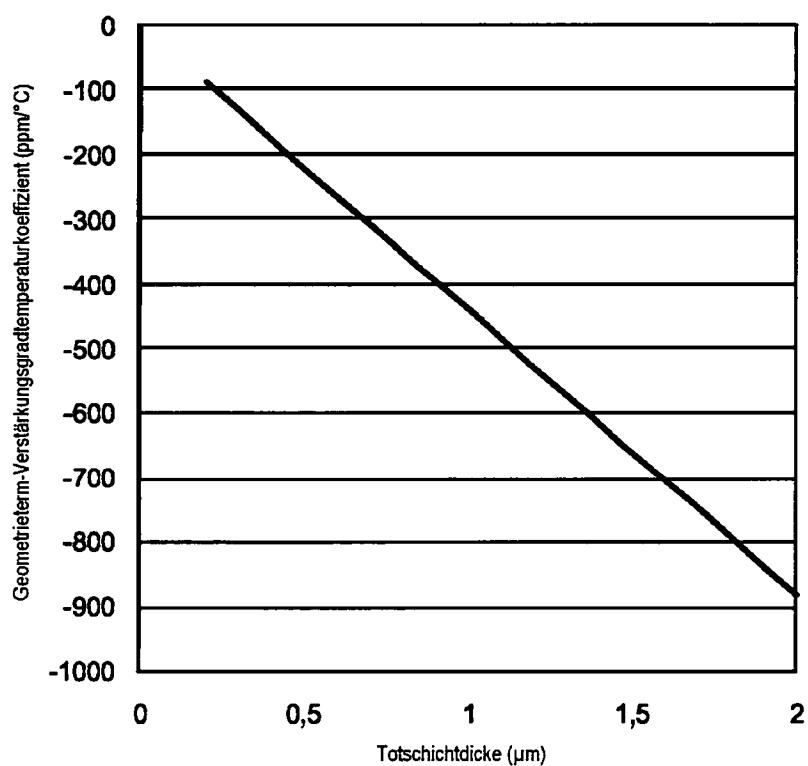


FIG. 6

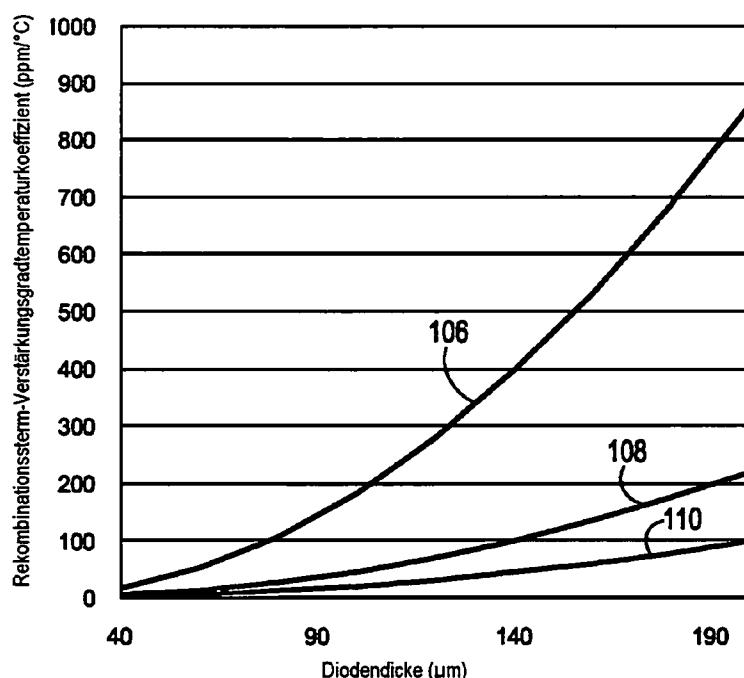


FIG. 7

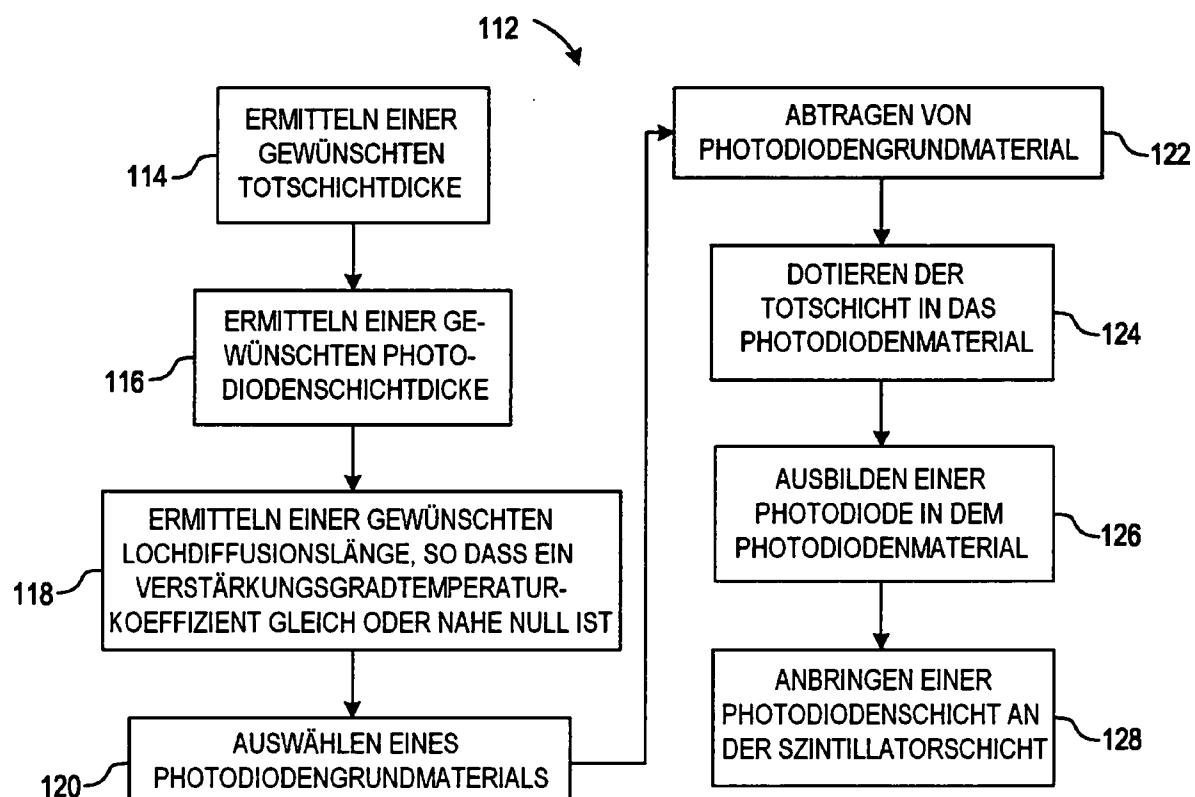


FIG. 8

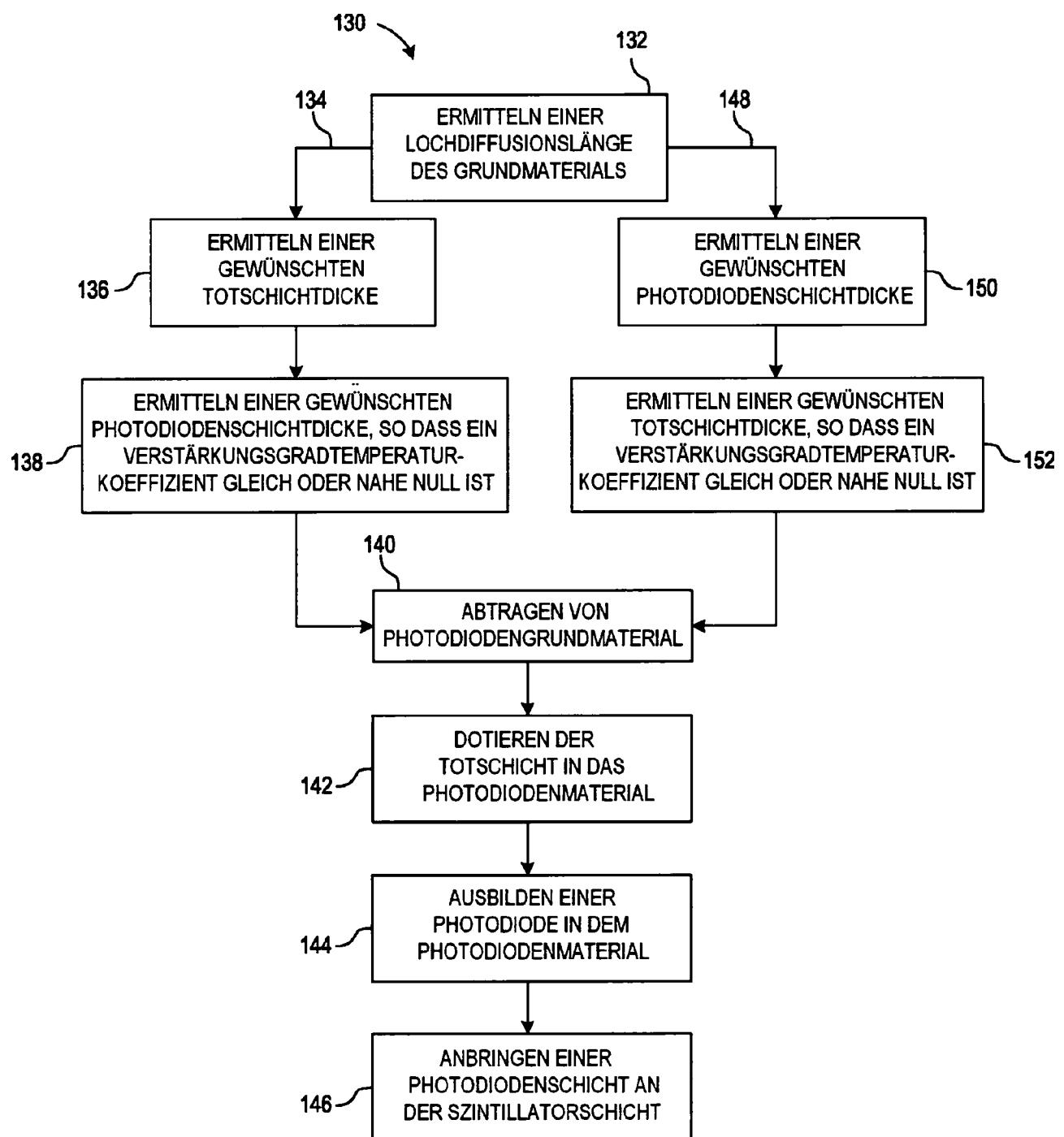


FIG. 9

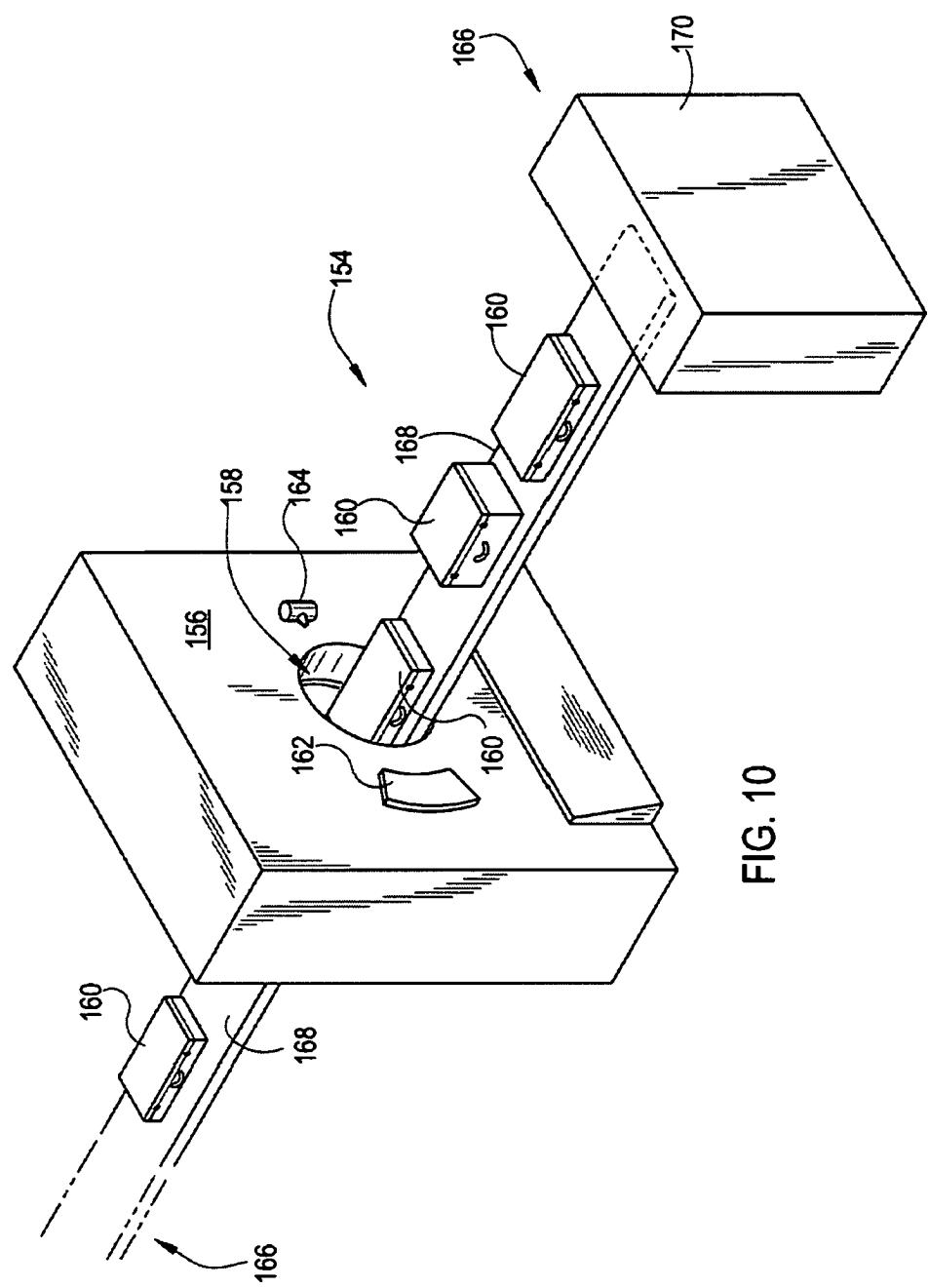


FIG. 10