



(10) **DE 10 2011 051 389 A1** 2012.03.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 051 389.2**

(22) Anmeldetag: **28.06.2011**

(43) Offenlegungstag: **01.03.2012**

(51) Int Cl.: **G21K 4/00 (2012.01)**

H01L 31/115 (2012.01)

G01T 1/29 (2012.01)

(30) Unionspriorität:

12/826,808 30.06.2010 US

(71) Anmelder:

General Electric Company, Schenectady, N.Y., US

(74) Vertreter:

Rüger, Barthelt & Abel, 73728, Esslingen, DE

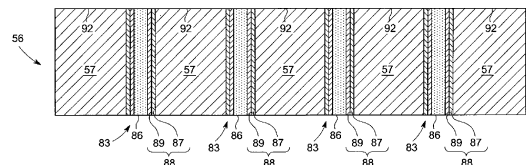
(72) Erfinder:

**Howard, Andrea Jeanne, Niskayuna, N.Y., US;
McEvoy, Kevin Paul, Niskayuna, N.Y., US; Short,
Jonathan David, Niskayuna, N.Y., US; Rose,
James Wilson, Niskayuna, N.Y., US; Palleschi,
Michael James, Niskayuna, N.Y., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Szintillatorarrays und Verfahren zur Herstellung derselben**

(57) Zusammenfassung: Es sind ein Szintillatorarray und ein Verfahren zur Herstellung desselben geschaffen. Das Array weist einen zweischichtigen Reflektor auf und weist ferner eine konforme Glättungsschicht und eine Spiegelschicht auf. Der zweischichtige Reflektor weist kein dazwischen befindliches Reduktionsmittel oder keine dazwischenliegende Haftschiicht auf und/oder weist Aluminium auf. Ferner kann die Spiegelschicht über Gasphasenmetallisierung aufgebracht werden, was eine Anwendung auf sehr enge Räume ermöglicht. Ein Detektorarray, das das Szintillatorarray aufweist, ist ebenfalls geschaffen.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Die offenbarten Ausführungsformen betreffen allgemein Festkörper-Röntgendetektoren und insbesondere leistungsstarke CT-Reflektoren für Szintillatorarrays und Verfahren zur Herstellung derselben.

[0002] In Computertomographie(CT)-Bildgebungssystemen werden eine Röntgenquelle und ein Detektorarray rings um eine Gantry innerhalb einer Bildgebungsebene und um das Objekt herum gedreht. Die Röntgenquelle, gewöhnlich Röntgenröhren, sendet einen fächerförmigen Strahl in Richtung auf ein Subjekt oder Objekt, wie beispielsweise einen Patienten oder ein Gepäckstück. Der Strahl trifft, nachdem er durch das Objekt abgeschwächt worden ist, auf ein Array von Strahlungsdetektoren auf.

[0003] Röntgendetektoren enthalten gewöhnlich einen Kollimator zur Kollimation von an dem Detektor empfangenen Röntgenstrahlen, ein Szintillatorarray und Photodioden. Im Betrieb wandelt jeder Szintillator eines Szintillatorarrays Röntgenstrahlen in Lichtenergie um, die jeder Szintillator anschließend zu der zu diesem benachbarten Photodiode abgibt. Jede Photodiode detektiert die zugeführte Lichtenergie und erzeugt ein entsprechendes elektrisches Signal. Die Ausgaben der Photodioden werden dann zu dem Datenverarbeitungssystem zur Bildrekonstruktion übertragen.

KURZE BESCHREIBUNG

[0004] Es ist ein Szintillatorarray mit mehreren Szintillatoren geschaffen, das wenigstens zwei zweischichtige Reflektoren aufweist, die zwischen wenigstens zwei benachbarten Szintillatoren dazwischenliegend angeordnet sind. Die zweischichtigen Reflektoren weisen eine konforme Glättungsschicht und eine Spiegelschicht auf, wobei die Spiegelschicht Aluminium aufweist.

[0005] In einem weiteren Aspekt ist ein Szintillatorarray mit mehreren Szintillatoren geschaffen, das wenigstens zwei zweischichtige Reflektoren aufweist, die zwischen wenigstens zwei benachbarten Szintillatoren dazwischenliegend angeordnet sind. Die zweischichtigen Reflektoren weisen eine konforme Glättungsschicht und eine Spiegelschicht auf, wobei die zweischichtigen Reflektoren kein dazwischen befindliches Reduktionsmittel oder keine dazwischenliegende Haftschrift aufweisen.

[0006] In einem weiteren Aspekt ist ein Verfahren zur Erzeugung eines zweischichtigen Reflektors an mehreren 3D-Szintillatoren geschaffen. Das Verfahren weist ein Aufbringen einer konformen Glättungsschicht auf die 3D-Szintillatoren und Aufbringen einer

reflektierenden Schicht unmittelbar auf die konforme Glättungsschicht auf.

[0007] Ein Detektorarray ist ebenfalls geschaffen. Das Detektorarray weist ein Szintillatorarray und mehrere Detektoren auf. Das Szintillatorarray weist mehrere Szintillatoren auf, die wenigstens zwei zweischichtige Reflektoren aufweisen, die zwischen wenigstens zwei benachbarten Szintillatoren dazwischenliegend angeordnet sind. Die zweischichtigen Reflektoren weisen eine konforme Glättungsschicht und eine Spiegelschicht auf, wobei die Spiegelschicht Aluminium aufweist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden, wenn die folgende detaillierte Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in denen gleiche Bezugszeichen überall in den Zeichnungen gleiche Teile bezeichnen, worin zeigen:

[0009] [Fig. 1A](#) eine schematisierte Darstellung einer Seitenansicht eines Abschnitts eines Szintillatorarrays gemäß einer Ausführungsform;

[0010] [Fig. 1B](#) eine schematisierte Darstellung einer Seitenansicht eines Abschnitts eines Szintillatorarrays gemäß einer Ausführungsform;

[0011] [Fig. 2A–Fig. 2E](#) eine schematisierte Darstellung einer Seitenansicht eines Abschnitts eines Szintillatorarrays, während es eine Ausführungsform des Verfahrens durchläuft;

[0012] [Fig. 3](#) eine Perspektivansicht eines Detektorarrays eines CT-Systems, das ein Szintillatorarray aufweist, gemäß einer Ausführungsform; und

[0013] [Fig. 4](#) eine Perspektivansicht eines Detektors in einer Ausführungsform eines Szintillatorarrays.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0014] Die vorstehende Kurzbeschreibung legt Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar, damit die detaillierte Beschreibung, die folgt, besser verstanden werden kann und damit die vorliegenden Beiträge zu der Technik besser erkannt werden können. Es gibt natürlich weitere Merkmale der Erfindung, die hier nachstehend beschrieben sind und die dem Gegenstand der beigefügten Ansprüche zukommen.

[0015] In dieser Hinsicht wird, bevor verschiedene Ausführungsformen der Erfindung im Einzelnen erläutert werden, verstanden, dass die verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung in ihrer Anwen-

nung nicht auf die Einzelheiten des Aufbaus und der Anordnungen der Komponenten, wie sie in der folgenden Beschreibung ausgeführt oder in den Zeichnungen veranschaulicht sind, beschränkt sind. Die Erfindung ist zu anderen Ausführungsformen fähig und in der Lage, auf verschiedene Arten in die Praxis umgesetzt und ausgeführt zu werden. Ferner ist es zu verstehen, dass die Ausdrucksweise und Terminologie, wie sie hierin verwendet werden, dem Zwecke der Beschreibung dienen und nicht als beschränkend angesehen werden sollten.

[0016] Die Ausdrücke „erste“, „zweite“ und dergleichen, wie sie hierin verwendet werden, bezeichnen keine Reihenfolge, Menge oder Wichtigkeit, sondern werden vielmehr dazu verwendet, ein Element von einem anderen zu unterscheiden. Die Ausdrücke „ein“ und „eine“ bedeuten hier keine Mengenbeschränkung, sondern zeigen vielmehr die Gegenwart wenigstens eines der in Bezug genommenen Elemente an. Die Bestimmung „etwa“, wie sie in Verbindung mit einer Menge verwendet wird, schließt den angegebenen Wert mit ein und hat die durch den Kontext bestimmte Bedeutung (z. B. enthält den mit der Messung der bestimmten Menge verbundenen Fehlergrad). Der Zusatz „(en)“, wie er hierin verwendet wird, soll sowohl die Einzahl als auch die Mehrzahl des Begriffs, den er modifiziert, umfassen, so dass dadurch ein oder mehrere von dem Begriff enthalten ist/sind.

[0017] Eine Bezugnahme in der gesamten Offenbarung auf „eine einzelne Ausführungsform“ oder „eine Ausführungsform“ bedeutet, dass ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte Struktur oder Eigenschaft, die in Verbindung mit einer Ausführungsform beschrieben ist, in wenigstens einer Ausführungsform enthalten ist. Somit beziehen sich die auftretenden Formulierungen „in einer einzelnen Ausführungsform“ oder „in einer Ausführungsform“ an verschiedenen Stellen überall in der Offenbarung nicht notwendigerweise auf die gleiche Ausführungsform. Ferner können die speziellen Merkmale, Strukturen oder Eigenschaften auf jede beliebige geeignete Weise in einer oder mehreren Ausführungsformen miteinander kombiniert werden.

[0018] Indem nun auf [Fig. 1A](#) Bezug genommen wird, ist ein Querschnitt eines Abschnitts eines Szintillatorarrays gemäß einer Ausführungsform veranschaulicht. Das Szintillatorarray **56** enthält mehrere gleichmäßig beabstandet verteilte Szintillatoren **57**. Zwischen benachbarten Szintillatoren **57** dazwischenliegend beabstandet oder angeordnet ist eine Reflexionseinheit **83**. Die Reflexionseinheit **83** ist dazu bestimmt, eine relativ hohe Lichtleistung für jeden Szintillator **57** aufrechtzuerhalten sowie ein Übersprechen von Licht und Röntgenstrahlen zwischen Szintillatoren **57** zu verhindern. Jede Reflexionseinheit **83** weist wenigstens zwei zweischichtige Reflek-

toren **88** auf. In einigen Ausführungsformen, wie beispielsweise in der in [Fig. 1](#) veranschaulichten Ausführungsform weist die Reflexionseinheit ferner eine Verbundschicht **86** auf, die zwischen zwei zweischichtigen Reflektoren **88** eingefügt ist.

[0019] Die Szintillatoren **57** können aus weit vielfältigen Szintillatormaterialien ausgebildet sein, wie sie für Fachleute auf dem Gebiet allgemein bekannt sind. Derartige Materialien umfassen medizinische Bildgebungsszintillatoren, die aus Seltenerdoxiden oder Gadoliniumoxysulfid sowie Einkristallen aus Cäsiumoxid, Bismutgermanat oder Lutetiumsilikat hergestellt sind. Außerdem sind auch Szintillatoren verwendbar, die in erster Linie in der physikalischen Forschung verwendet werden, wie beispielsweise Blei-Wolframat und Natriumiodid. Ein kommerziell verfügbarer Szintillator ist HiLite[®], wie er von General Electric Medical Systems erhältlich ist.

[0020] Alternativ kann das in den Szintillatoren **57** verwendete Material gebildet sein aus einem transparenten Seltenerd-Granat-Keramikkmaterial, das die Formel $(G_{1-x-y}A_xRe_y)_wD_zO_{12}$ aufweist, worin G ein Metall ist, das aus der Gruppe bestehend aus Tb und Lu ausgewählt ist; A ist ein Seltenerdmetall, das aus der Gruppe von Y, La, Gd, Lu und Yb ausgewählt ist, wenn G Tb ist; A ist ein Seltenerdmetall, das aus der Gruppe bestehend aus Y, La, Gd, Tb und Yb ausgewählt ist, wenn G Lu ist; Re ist wenigstens ein Seltenerdmetall, das aus der Gruppe bestehend aus Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Dy, Ho, Er und Tm ausgewählt ist; D ist ein Metall, das aus der Gruppe bestehend aus Al, Ga und In ausgewählt ist; w ist ein Bereich von etwa 2,8 bis etwa 3,1%; x ist ein Bereich von etwa 0 bis etwa 0,5%; y ist ein Bereich von etwa 0,0005 bis zu etwa 0,2%, und z ist ein Bereich von etwa 4 bis etwa 5,1%. Zwei spezielle Beispiele für Keramik-Granate gemäß dieser Formel, die sich zur Verwendung in Szintillatoren **57** eignen, enthalten Terbium-Aluminium-Granat („TAG“, $Tb_{2,992}Ce_{0,012}Al_{4,996}O_{12}$) und Terbium-Lutetium-Aluminium-Granat („LuTAG“, $Tb_{2,198}Lu_{0,8}Ce_{0,01}Al_{4,992}O_{12}$).

[0021] In dem Fall einkristalliner Szintillatormaterialien, wie beispielsweise Cäsiumiodid (CsI), sind die Kristalle senkrecht zu der Ebene der (nicht veranschaulichten) Glassubstratplatte ausgerichtet, und sie wirken als kurze optische Fasern um sicherzustellen, dass in den Kristallen entstehende Lichtphotonen an den Enden der Kristalle austreten und in ihr (nicht veranschaulichtes) amorphes Siliziumarray eintreten, anstatt sich innerhalb der CsI-Schicht auszubreiten.

[0022] Jede Reflexionseinheit **83** weist wenigstens zwei zweischichtige Reflektoren **88** auf. Insbesondere weist jeder zweischichtige Reflektor **88** eine Glättungsschicht **87** benachbart zu dem Szintillator **57** und eine Spiegelschicht **89** auf, die über der Glätt-

tungsschicht **87** liegt. Die Glättungsschicht **87** reduziert, z. B. durch Auffüllen, die Oberflächenrauheit der Oberflächen des Szintillators **57** innerhalb der Lücken **96**. Die verringerte Rauheit wirkt sich auf die nachfolgend aufgebrachte Spiegelschicht **89** aus. Die erhöhte Glattheit der Spiegelschicht **89** kann wiederum ein höheres Reflexionsvermögen der Spiegelschicht **89** zur Folge haben.

[0023] Die Glättungsschicht **87** kann ein beliebiges Polymermaterial niedriger Viskosität oder ein beliebiges polymeres anorganisches Material oder eine Kombination von Materialien aufweisen, die die gewünschten Leistungscharakteristika hinsichtlich der optischen (Brechungsindex und Absorption) und physikalischen Eigenschaften (thermische Stabilität) zeigen. Wünschenswerterweise ist die Glättungsschicht **87** bei der Emissionswellenlänge der Szintillatoren **57** im Wesentlichen transparent. Geeignete Beispiele für derartige Materialien enthalten Silizium-Hartstoffschichten, Styrol-Akrylat-Beschichtungen, ultraviolett härtbare Hartstoffschichten, Polyvinylidenchlorid, Epoxysilan-Hartstoffschichten oder Kombinationen von diesen. In einigen Ausführungsformen weist die Glättungsschicht **87** eine Epoxysilan-Hartstoffschicht auf.

[0024] Die Glättungsschicht **87** kann mit jedem beliebigen bekannten Prozess zur Aufbringung einer dünnen Filmschicht aufgebracht werden und kann zum Beispiel unter Verwendung eines nasschemischen Verfahrens, wie beispielsweise eines Lösungsflut-Beschichtungsprozesses oder eines Rotationsbeschichtungsprozesses aufgebracht werden. In einigen Ausführungsformen weist die Glättungsschicht **87** eine Dicke von etwa 0,1 bis etwa 5 Mikrometer oder von etwa 0,5 Mikrometer bis etwa 3 Mikrometer auf.

[0025] In einigen Ausführungsformen wird die Spiegelschicht **89** unmittelbar auf die Glättungsschicht **87**, d. h. ohne ein dazwischenliegendes Reduktionsmittel oder eine dazwischenliegende Haftschrift, aufgebracht. Die Spiegelschicht **89** weist wünschenswerterweise Materialien auf, die ein hohes Reflexionsvermögen bei den Wellenlängen des durch die Szintillatoren **57** emittierten Lichts aufweisen. Zum Beispiel würden ultraviolettes Licht emittierende Szintillatoren **57** ein Material, das ultraviolettes Licht reflektiert, beispielsweise Aluminium, erfordern. Für Szintillatoren **57**, die rotes oder infrarotes Licht emittieren, sind goldmetallische Schichten erwünscht, da Gold einen hohen Reflexionsgrad in diesen Spektrumbereichen zeigt. Andere Materialien, die in der Spiegelschicht **89** verwendet werden können, umfassen Silber, Kupfer, Rhodium und Magnesium. In einigen Ausführungsformen weist die Spiegelschicht **89** Aluminium auf. In einigen Ausführungsformen weist die Spiegelschicht Aluminiummetall auf. In derartigen Ausführungsformen kann das Aluminiummetall wünschenswerterweise einen minimalen Reflexionsgrad

von 90% in dem Bereich von etwa 500 nm bis etwa 70 nm erzielen. Außerdem kann der Einsatz eines Aluminiummetalls insofern vorteilhaft sein, als dieses die Verringerung des Reflexionsgrads, der bei einer Alterung gesehen werden kann, wie sie einige Materialien, die herkömmlich in Spiegelschichten verwendet werden, z. B. Silber, zeigen, reduzieren oder eliminieren kann. In einigen Ausführungsformen kann eine Haftschrift, die z. B. Titan, Wolfram, Chrom und/oder Zirkonium aufweist, verwendet werden, falls dies erwünscht oder erforderlich ist.

[0026] Die Spiegelschicht **89** wird auf eine Dicke von wenigstens etwa 0,1 Mikrometer bis etwa 5 Mikrometer oder von etwa 0,5 Mikrometer bis etwa 3 Mikrometer durch für Fachleute auf dem Gebiet allgemeine Methoden aufgebracht. Die gewählte Methode kann in gewissem Maße von der Zusammensetzung der Spiegelschicht abhängen. Wünschenswerterweise wird die Spiegelschicht unter Verwendung eines Prozesses mit Mehrwegeausbreitung, wie z. B. der chemischen Dampfphasenabscheidung, der physikalischen Dampfphasenabscheidung, durch Sputtern, über chemische Reduktion aus einer Flüssigphase oder durch Metallisierung aus der Gasphase, aufgebracht. In einigen Ausführungsformen kann die Spiegelschicht **89** unter Verwendung einer Gasphasenmetallisierung aufgebracht werden.

[0027] In einigen Ausführungsformen, wie beispielsweise in der in **Fig. 1** veranschaulichten Ausführungsform, weist die Reflexionseinheit ferner eine Verbundschicht **86** auf, die zwischen zwei zweischichtigen Reflektoren **88** angeordnet ist. Die Verbundschichten **86** sind dazu bestimmt, Licht zu absorbieren, das von einem Szintillator zu einem benachbarten Szintillator ausgesandt wird, wodurch ein optisches Übersprechen zwischen den Szintillatoren reduziert oder sogar beseitigt wird. Die Verbundschichten können außerdem eingerichtet sein, um Röntgenphotonen, die zwischen Szintillatoren übertragen werden, zu absorbieren.

[0028] Die Verbundschichten **86** können ein Polymer niedriger Viskosität aufweisen. Es kann ein beliebiges von einer Anzahl kommerziell verfügbarer Epoxidharze niedriger Viskosität, beispielsweise Polyurethan, in der Verbundschicht **86** verwendet werden. In einigen Ausführungsformen weist das niederviskose Polymer eine relativ hohe Strahlungsbeständigkeit auf. Die Verbundschicht **86** kann eine Dicke von etwa 50 Mikrometer bis etwa 100 Mikrometer aufweisen. Dagegen weist jeder Doppelschichtreflektor **88** wünschenswerterweise eine Dicke von etwa 15 Mikrometer bis etwa 50 Mikrometer auf.

[0029] **Fig. 1B** zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, in der die Reflektoren **88** zusätzlich eine Passivierungsschicht **91** aufweisen kön-

nen. Die Passivierungsschicht **91** kann z. B. UV-Hartschichten, Styrol-Akrylat-Beschichtungen, Oligomer-Beschichtungen, amorphe Teflon-Beschichtungen oder Kombinationen von diesen aufweisen. Das heißt, obwohl eine einzelne Passivierungsschicht in **Fig. 1B** veranschaulicht ist, können, falls dies erwünscht ist, mehrere Passivierungsschichten **91** verwendet werden. Die Passivierungsschicht **91** kann durch ein beliebiges bekanntes geeignetes Verfahren und mit einer beliebigen gewünschten Dicke aufgebracht werden, wobei sie gewöhnlich mit einer Dicke von etwa 0,1 bis etwa 5 Mikrometer aufgebracht wird.

[0030] Indem nun auf **Fig. 2** Bezug genommen wird, werden nun Stufen eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform in größeren Einzelheiten beschrieben. Eine Stufe **201** der Herstellungsmethode beginnt mit der Erzeugung eines Szintillatorsubstrats **94**. Das Szintillatorsubstrat **94** weist ein oder mehrere Materialien auf, die dazu bestimmt sind, beim Empfang von Röntgenstrahlen oder einer anderen Energie zur radiographischen Bildgebung zu erleuchten und Licht auszugeben. Das Substrat **94** kann gemäß einem von einer Anzahl allgemein bekannter Halbleiterfertigerungsverfahren gefertigt werden. Die Stufe **201** enthält ferner ein Schleifen des Substratgrundmaterials zu einem Wafer mit einer gewünschten Dicke sowie Schleifen oder andere Prozesse, um das Substrat hinsichtlich seiner Abmessungen zu definieren.

[0031] In einer Stufe **202** des Verfahrens wird das Substrat **94** einem von einer Anzahl von Pixelungsprozessen unterworfen, um eine Anzahl von Szintillatoren **57** in dem Substrat **94** zu definieren. Zum Beispiel kann das Substrat **94** mit einem Drahtsägewürfelschneider oder einer anderen Würfelschneideinrichtung in Würfel geschnitten werden. Außerdem können die einzelnen Szintillatoren **57** mit Ionenstrahl-Fräsen, chemischer Ätzung, Dampfabscheidung oder einer beliebigen von anderen allgemein bekannten Substratschneidmethoden definiert werden. Vorzugsweise werden die einzelnen Szintillatoren **57** derart definiert, dass eine Lücke **96** zwischen benachbarten Szintillatoren erzeugt ist. Außerdem werden die Szintillatoren **57** vorzugsweise dreidimensional an dem Szintillatorsubstrat **94** definiert. Vorzugsweise erstrecken sich die Lücken **96** zwischen einzelnen Szintillatoren **57** sowohl in der x- als auch in der z-Richtung, und sie weisen eine Weite von ungefähr 100 bis 200 Mikrometer je nach Effizienzanforderungen auf. Die Tiefe der Lücken **96** hängt von dem gewünschten Unterdrückungsvermögen ab und variiert entsprechend der Szintillatorsubstratzusammensetzung.

[0032] Nach der Erzeugung oder Definition der einzelnen Szintillatoren **57** werden in einer Stufe **203** zweischichtige Reflektoren **88** in die Szintillatoren **57** und in die Lücken **96** eingegossen. Insbeson-

dere kann zunächst eine Glättungsschicht **87** auf die Lücken **96** über ein nasschemisches Verfahren, wie beispielsweise einen Lösungsflut-Beschichtungsprozess oder einen Rotationsbeschichtungsprozess, angewandt werden. In einigen Ausführungsformen weist die Glättungsschicht **87** eine Dicke von etwa 0,5 bis 5 Mikrometer auf. Dann wird die gewünschte Spiegelschicht **89** unter Verwendung eines Prozesses mit Mehrwegeausbreitung, wie z. B. chemischer Dampfphasenabscheidung, physikalischer Dampfphasenabscheidung, Sputtern, über chemische Reduktion aus einer Flüssigphase oder Gasphasenmetallisierung, aufgebracht. In einigen Ausführungsformen kann die Spiegelschicht **89** unter Verwendung einer Gasphasenmetallisierung aufgebracht werden. Nach Beendigung der Stufe **203** bleiben die Lücken **96**.

[0033] Die Glättungsschicht **87** und/oder die Spiegelschicht **89** können, falls dies erwünscht oder erforderlich ist, vor der Aufbringung der benachbarten Schicht oder dem nächsten Verarbeitungsschritt gehärtet werden. Nach jedem derartigen gewünschten Härtevorgang wird die obere Fläche oder der obere Teil des Szintillatorarrays maschinell bearbeitet, um eine obere reflektierende Schicht **90** zu hinterlassen, die eine gewünschte Dicke, z. B. von etwa 100 Mikrometer bis 200 Mikrometer, aufweist.

[0034] Eine lichtabsorbierende Verbundschicht **96** kann in einer Stufe **204** in jede Lücke **96** abgelagert werden. Vorzugsweise weist die lichtabsorbierende Verbundschicht **96** ein Metall auf, das aufgrund seines hohen Röntgenstrahlunterdrückungsvermögens ausgewählt ist. Vorzugsweise liegt das Metall in Form eines Pulvers mit einer Teilchengröße von etwa 0,5 Mikrometer bis etwa 5 Mikrometer vor. Die lichtabsorbierende Verbundschicht **86** kann ferner ein niederviskoses Polymer, wie beispielsweise ein Epoxid, Polyuretan, aufweisen, das als ein Bindemittel für das Metallpulver dient. In derartigen Ausführungsformen, in denen die Verwendung eines Polymers niedriger Viskosität erwünscht ist, kann etwa 40 bis etwa 60 Vol. % des gewünschten Metallpulvers mit dem flüssigen Polymer niedriger Viskosität vermischt werden. Die lichtabsorbierende Verbundzusammensetzung wird anschließend in die Lücken **96** eingegossen. Nach dem Gießen kann die lichtabsorbierende Verbundschicht **86** härten gelassen werden.

[0035] Ein Fachmann auf dem Gebiet wird erkennen, dass andere Verfahren verwendet werden können, um die lichtabsorbierende Verbundschicht **86** zwischen den zweischichtigen Reflektoren **88** einzubringen. Z. B. können die Metallteilchen mit einem Klebebindermaterial, beispielsweise einer thermoplastischen Polymerbeschichtung, überzogen werden. Die überzogenen Metallpartikel würden anschließend in die Lücken **96** mit einer geringen Menge eines Lösungsmittels, wie beispielsweise Alkohol,

eingegossen werden. Das Lösungsmittel kann dann verdampft werden, und das resultierende getrocknete Material kann erhitzt werden, um die thermoplastische Beschichtung aufzuschmelzen, wodurch die Metallpartikel aneinander gebunden werden. Ein weiteres Verfahren enthält eine Beschichtung der Metallpartikel mit Wolfram oder mit einem Niedertemperatur-Lotfilm. Der Lotfilm wird anschließend aufgeschmolzen, nachdem die Zusammensetzung in die Lücke eingegossen worden ist. Nachdem der lichtabsorbierende Verbundstoff durch das gewünschte Verfahren eingebracht worden ist, wird das Szintillatorarray an der oberen Fläche geschliffen oder gefräst, um jedes überschüssige lichtabsorbierende Verbund- und Doppelschichtreflektormaterial zu entfernen.

[0036] Nachdem die zwischen den zweischichtigen Reflektoren **88** dazwischenliegend angeordnete lichtabsorbierende Verbundschicht **86** härten gelassen worden ist, wird das Szintillatorarray **56** anschließend in einer Stufe **205** auf ein End- und Wunschmaß maschinell bearbeitet. Außerdem wird der untere Abschnitt **99** des Szintillatorsubstrats maschinell bearbeitet oder geschliffen, um zusätzlichen Szintillator zu entfernen und eine endgültige und gewünschte Dicke zu erhalten. Zum Beispiel liegt die endgültige Dicke je nach der Art des hergestellten Szintillators im Bereich von etwa 1,5 mm bis etwa 3 mm. Die bearbeitete Oberfläche kann anschließend entsprechend allgemein bekannter Montagetechnik bei der CT-Detektorherstellung mit einer Photodiode optisch gekoppelt werden.

[0037] Es ist auch ein Detektorarray, das das Szintillatorarray aufweist, geschaffen. Wie in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) veranschaulicht, enthält das Detektorarray **18** mehrere Szintillatoren **57**, die ein Szintillatorarray **56** bilden. Ein (nicht veranschaulichter) Kollimator ist oberhalb des Szintillatorarrays **56** positioniert, um Röntgenstrahlbündel **16** zu kollimieren, bevor derartige Strahlbündel auf das Szintillatorarray **56** auftreten.

[0038] [Fig. 3](#) zeigt ein Detektorarray, das ein Szintillatorarray gemäß einer Ausführungsform enthält. Wie in [Fig. 3](#) veranschaulicht, enthält das Detektorarray **18** 57 Detektoren **20**, wobei jeder Detektor **20** eine Arraygröße von 16×16 aufweist. Im Ergebnis weist das Array **18** 16 Reihen und 912 Spalten (16×57 Detektoren) auf, was eine gleichzeitige Erfassung von 16 Datenschichten bei jeder Umdrehung des Detektorarrays **18** ermöglicht. [Fig. 4](#) veranschaulicht einen Detektor **20**. Wie in dem weggeschnittenen Detail nach [Fig. 4](#) veranschaulicht, sind die Photodioden **60** als ein im Wesentlichen ebenes Array, gewöhnlich aus einem einzigen Siliziumwafer, ausgebildet. Das Szintillatorarray **56** ist mittels eines (nicht veranschaulichten) optisch transparenten Klebstoffs positioniert und an die Photodioden **60** angebunden, wobei die unbeschichtete Stirnfläche der fluchtend ausgerichteten

Szintillatoren **57** dem passenden Array von Photodioden **60** unmittelbar zugewandt ist. Auf diese Weise wird das innerhalb jedes der Szintillatoren **57** erzeugte Licht zu einer zugehörigen Photodiode **60** übertragen. Es sollte beachtet werden, dass jeder Detektor **20** die ungefähre Geometrie eines rechtwinkligen Prismas, d. h. Paare von parallelen, orthogonalen, flachen Flächen, aufweist.

[0039] [Fig. 3](#) veranschaulicht ein Detektorarray **18**. Um die gekrümmte Geometrie des Detektorarrays zu erzeugen, werden mehrere Detektoren **20** jeweils an dem Detektorrahmen **77** als benachbarte Sehnen des durch den Detektorrahmen **77** definierten Bogens gesichert. Wie in [Fig. 3](#) veranschaulicht, werden die Detektoren **20** an der Stirnfläche des Detektorrahmens mit dem größeren Krümmungsradius (d. h. der Rückseite des Rahmens, wie in [Fig. 3](#) veranschaulicht) montiert.

[0040] In [Fig. 4](#) veranschaulichte Schalterarrays **80** und **82** sind mehrdimensionale Halbleiterarrays, die zwischen den Szintillatorarrays **56** und einem (nicht veranschaulichten) Datenakquisitionssystem, das relativ zu dem Szintillatorarray **56** betriebsmäßig angeordnet ist, angeschlossen sind. Die Schalterarrays **80** und **82** enthalten mehrere (nicht veranschaulichte) Feldeffekttransistoren (FETs), die als ein mehrdimensionales Feld angeordnet sind. Das FET-Array enthält eine Anzahl elektrischer Zuleitungen, die mit jeder der jeweiligen Photodioden **60** verbunden sind, und eine Anzahl von Ausgangsleitungen, die mit dem Datenakquisitionssystem über eine flexible elektrische Schnittstelle **84** elektrisch verbunden sind. Insbesondere sind ungefähr die Hälfte der Photodiodenausgänge mit dem Schalterarray **80** elektrisch verbunden, während die andere Hälfte der Photodiodenausgänge mit dem Schalterarray **82** elektrisch verbunden sind. Außerdem ist die (in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) nicht veranschaulichte) zweischichtige Reflektorschicht zwischen allen Szintillatoren **57** eingefügt, um eine Lichtstreuung von benachbarten Szintillatoren zu reduzieren. Jeder Detektor **20** ist durch Halteklammern **79** an einem Detektorrahmen **77** gesichert, [Fig. 3](#).

[0041] Die Schalterarrays **80** und **82** enthalten ferner einen (nicht veranschaulichten) Dekodierer, der Photodiodenausgänge gemäß einer gewünschten Anzahl von Schichten oder Schichtauflösungen für jede Schicht aktiviert, deaktiviert oder kombiniert. In einigen Ausführungsformen kann der Dekodierer ein Dekodierchip oder eine FET-Steuereinrichtung sein, wie sie in der Technik bekannt sind. Der Dekodierer enthält ferner mehrere Ausgänge und Steuerleitungen, die mit den Schalterarrays **80** und **82** und dem Datenakquisitionssystem verbunden sind. In einer Ausführungsform, die als ein 16-Schicht-Modus definiert ist, aktiviert der Dekodierer die Schalterarrays **80** und **82**, so dass alle Reihen des Photodiodenarrays **52** ak-

tiviert sind, was 16 gleichzeitige Datenschichten zur Verarbeitung durch das Datenakquisitionssystem ergibt. Natürlich sind viele andere Schichtkombinationen möglich. Zum Beispiel kann der Dekodierer auch aus anderen Schichtmodi, einschließlich Ein-, Zwei- und Vier-Schicht-Modi, auswählen.

[0042] Fachleute auf dem Gebiet werden erkennen, dass die Konzeption, auf der der Offenbarungsgegenstand basiert, leicht als eine Basis verwendet werden kann, um andere Strukturen, Verfahren und/oder Systeme zur Ausführung der verschiedenen Zwecke der vorliegenden Erfindung zu gestalten. Es ist deshalb wichtig, dass die Ansprüche derart betrachtet werden, dass sie derartige äquivalente Konstruktionen insofern umfassen, als diese nicht von dem Rahmen und Umfang der vorliegenden Erfindung abweichen.

[0043] Während die offenbarten Ausführungsformen des hierin beschriebenen Gegenstands mit einer Genauigkeit und mit Einzelheiten in Verbindung mit verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen in den Zeichnungen veranschaulicht und vorstehend umfassend beschrieben worden sind, ist es für Fachleute auf dem Gebiet erkennbar, dass viele Modifikationen, Veränderungen und Weglassungen möglich sind, ohne dass materiell von den neuen Lehren, den Prinzipien und Konzepten, wie sie hierin dargelegt sind, und den Vorteilen des in den beigefügten Ansprüchen angegebenen Gegenstands abgewichen wird. Somit sollte der richtige Umfang der offenbarten Neuerungen nur durch die breiteste Interpretation der beigefügten Ansprüche bestimmt werden, um so all derartige Modifikationen, Veränderungen und Weglassungen mit zu umfassen. Außerdem kann die Reihenfolge oder Ablauffolge jeglicher Prozess- oder Verfahrensschritte gemäß alternativen Ausführungsformen variiert oder neu der Reihe nach geordnet werden.

[0044] Es sind ein Szintillatorarray und ein Verfahren zur Herstellung desselben geschaffen. Das Array weist einen zweischichtigen Reflektor auf und weist ferner eine konforme Glättungsschicht und eine Spiegelschicht auf. Der zweischichtige Reflektor weist kein dazwischen befindliches Reduktionsmittel oder keine dazwischenliegende Haftschrift auf und/oder weist Aluminium auf. Ferner kann die Spiegelschicht über Gasphasenmetallisierung aufgebracht werden, was eine Anwendung auf sehr enge Räume ermöglicht. Ein Detektorarray, das das Szintillatorarray aufweist, ist ebenfalls geschaffen.

Patentansprüche

1. Szintillatorarray (56) mit mehreren Szintillatoren (57), das ferner aufweist:
einen zweischichtigen Reflektor (88), der zwischen wenigstens zwei benachbarten Szintillatoren (57) dazwischenliegend angeordnet ist, wobei der zwei-

schichtige Reflektor (88) eine konforme Glättungsschicht (87) und eine Spiegelschicht (89) aufweist, wobei die Spiegelschicht Aluminium aufweist.

2. Szintillatorarray nach Anspruch 1, das ferner einen lichtabsorbierenden Verbundstoff aufweist, der zwischen zwei zweischichtigen Reflektoren angeordnet ist.

3. Szintillatorarray nach Anspruch 1, wobei die Spiegelschicht ein Aluminiummetall aufweist.

4. Szintillatorarray nach Anspruch 3, wobei das Aluminiummetall einen minimalen Reflexionsgrad von 90% in dem Bereich von etwa 500 nm bis etwa 70 nm ergibt.

5. Szintillatorarray (56) mit mehreren Szintillatoren (57), das ferner aufweist:

einen zweischichtigen Reflektor (88), der zwischen wenigstens zwei benachbarten Szintillatoren (57) dazwischenliegend angeordnet ist, wobei der zweischichtige Reflektor (88) eine konforme Glättungsschicht (87) und eine Spiegelschicht (89) aufweist und wobei der zweischichtige Reflektor (88) kein dazwischen befindliches Reduktionsmittel oder keine dazwischen befindliche Haftschrift aufweist.

6. Szintillatorarray nach Anspruch 5, wobei die Spiegelschicht Silber, Gold, Kupfer, Rhodium, Magnesium, Aluminium oder Kombinationen von diesen aufweist.

7. Verfahren zur Erzeugung eines zweischichtigen Reflektors (88) auf mehreren dreidimensionalen Szintillatoren (57), das aufweist:

Aufbringen einer konformen Glättungsschicht (87) auf die dreidimensionalen Szintillatoren (57); und
Aufbringen einer Spiegelschicht (89) unmittelbar auf die konforme Glättungsschicht (87).

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Spiegelschicht unter Verwendung einer Gasphasenmetallisierung aufgebracht wird.

9. Detektorarray (18), das aufweist:

ein Szintillatorarray (56) mit mehreren Szintillatoren (57), wobei das Szintillatorarray (56) ferner einen zweischichtigen Reflektor (88) aufweist, der zwischen wenigstens zwei benachbarten Szintillatoren (57) dazwischenliegend angeordnet ist, wobei der zweischichtige Reflektor (88) eine konforme Glättungsschicht (87) und eine Spiegelschicht (89) aufweist, wobei die Spiegelschicht (89) Aluminium aufweist; und
mehrere Detektoren (20).

10. Detektorarray nach Anspruch 9, das ferner mehrere Schalterarrays aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

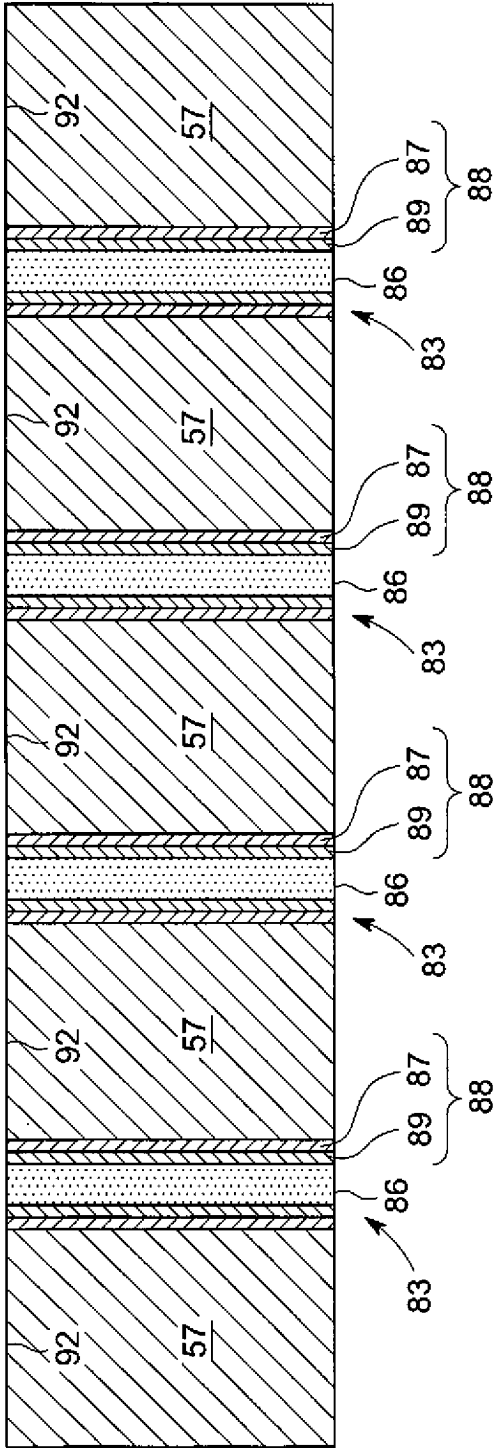


FIG. 1A

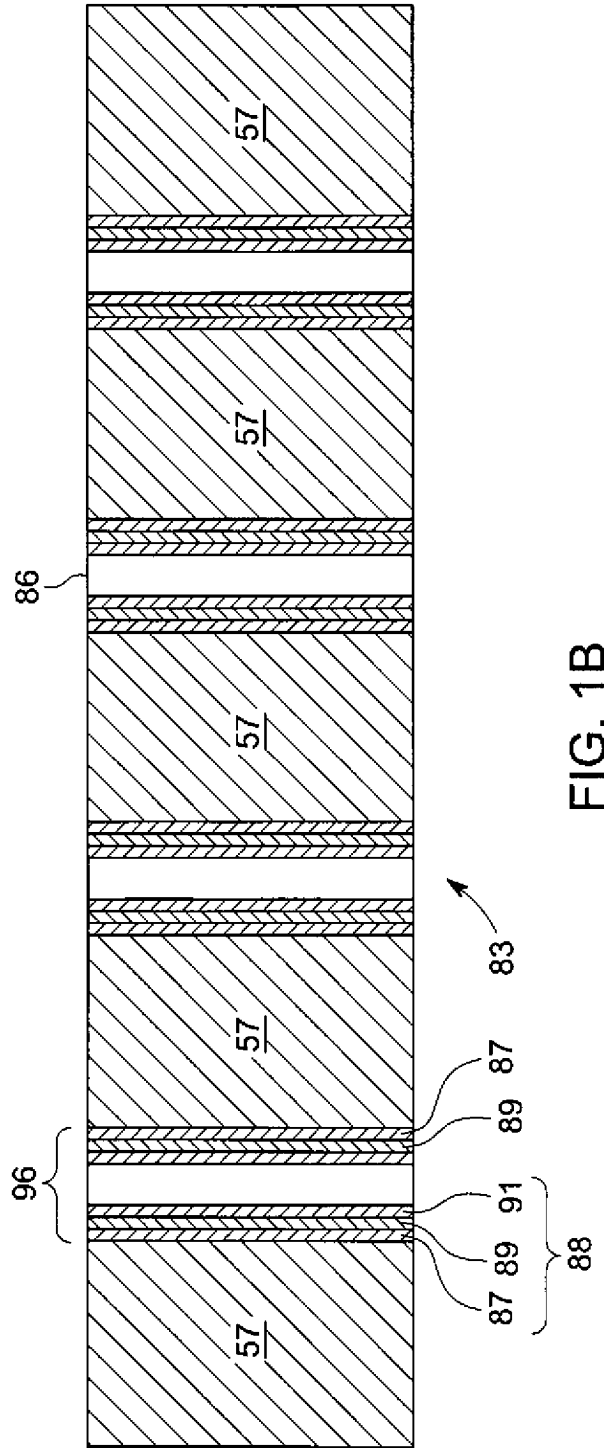


FIG. 1B

201

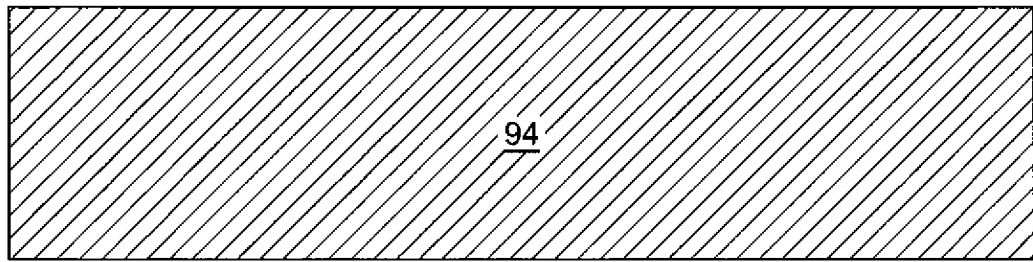


FIG. 2A

202

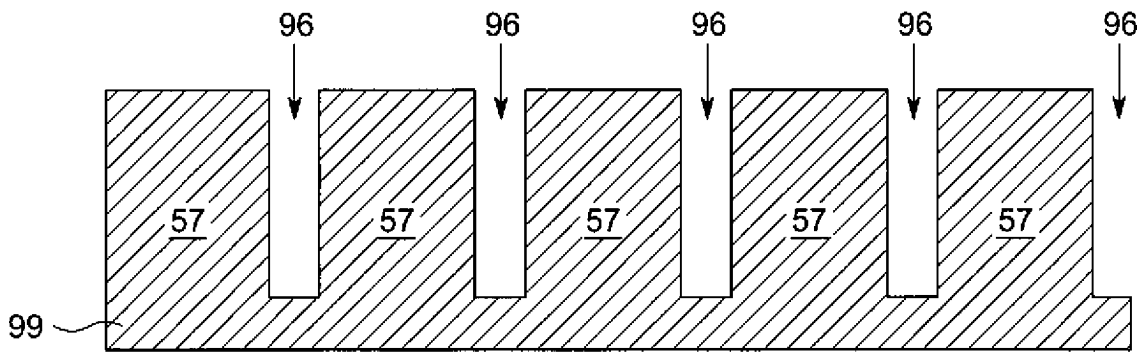


FIG. 2B

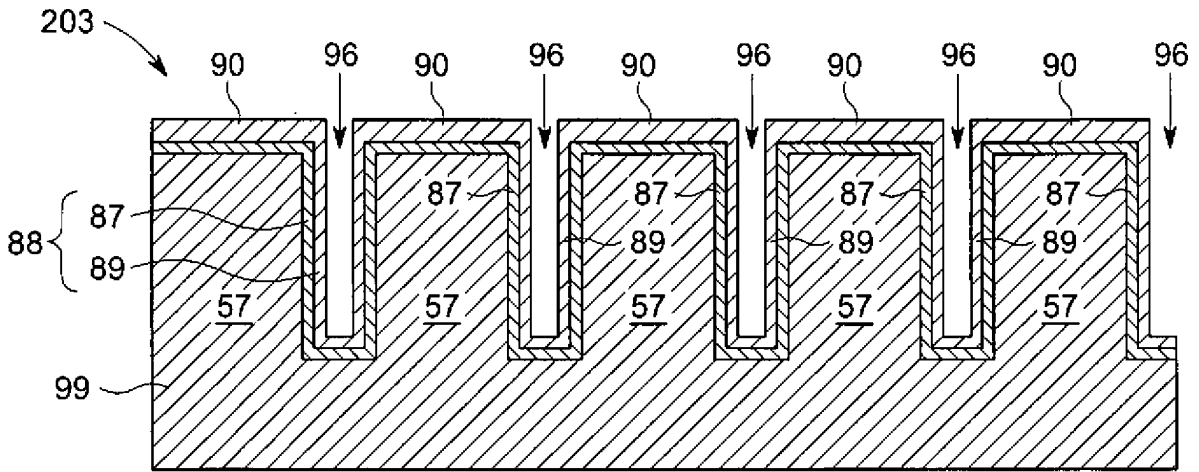


FIG. 2C

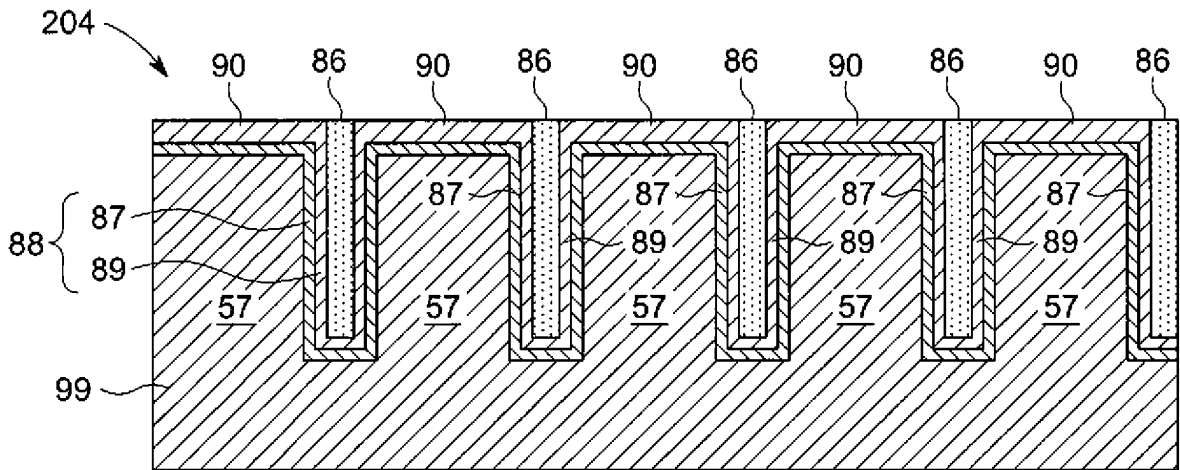


FIG. 2D

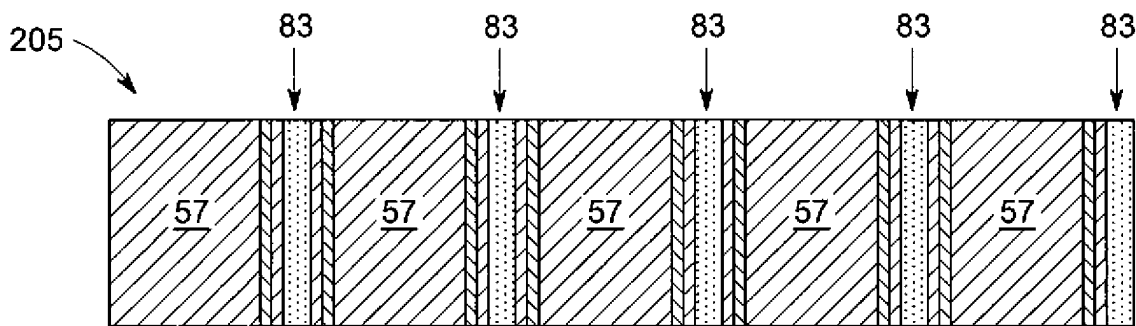


FIG. 2E

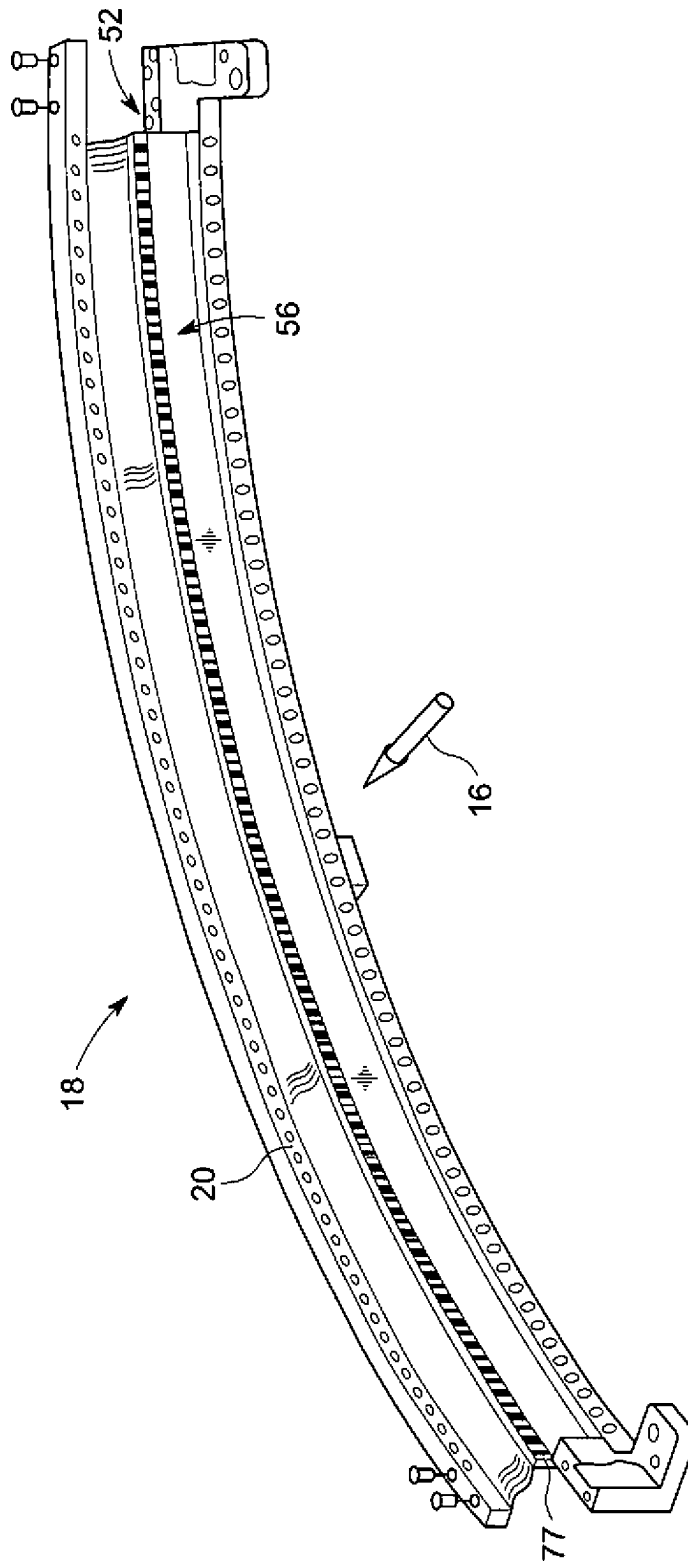


FIG. 3

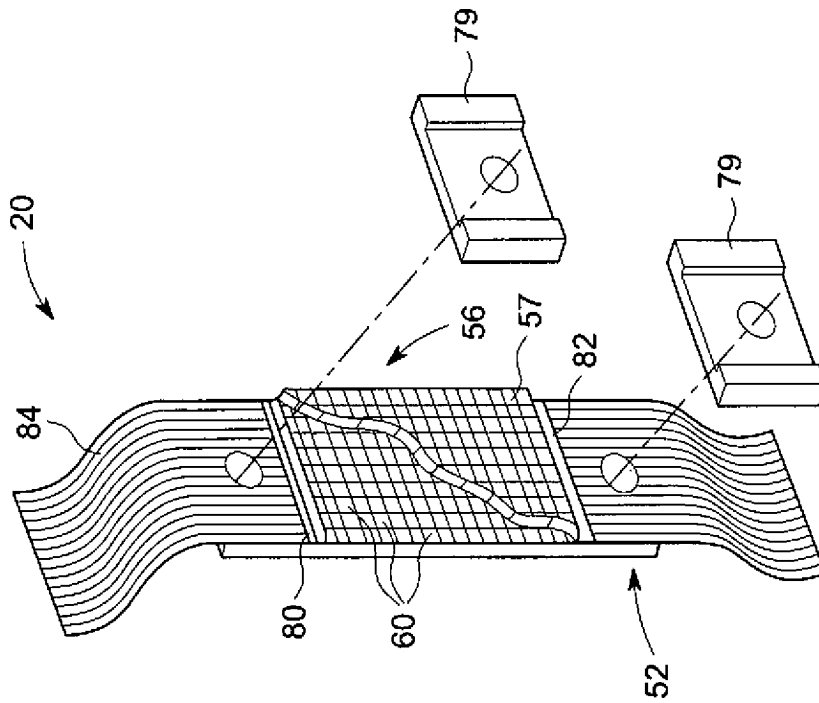


FIG. 4