



(10) **DE 10 2008 013 781 B4** 2010.09.09

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 013 781.2**

(22) Anmeldetag: **12.03.2008**

(43) Offenlegungstag: **24.09.2009**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.09.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G21K 4/00** (2006.01)

G01T 1/203 (2006.01)

G02B 6/00 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

G03B 42/02 (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Heismann, Björn, Dr., 91052 Erlangen, DE;
Kobusch, Manfred, 81739 München, DE

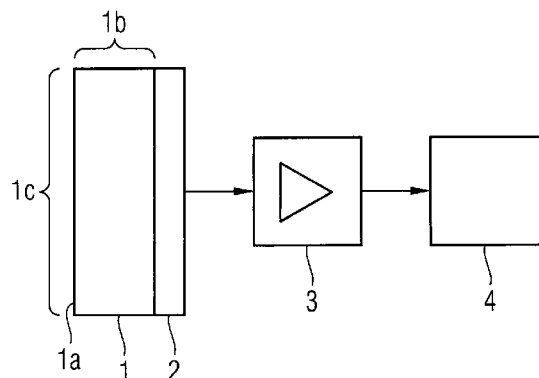
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2007 022518 A1

DE 100 21 938 A1

(54) Bezeichnung: **Szintillator-Komposit mit Lichtleiterfaserverbund**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines Szintillator-Komposits (1), mit den Schritten
Ausbilden einer lichtleitenden Matrix;
Zusammenbringen der Matrix mit einem Licht erzeugenden Szintillatormaterial, wobei die Matrix einen Lichtleiter-Faserverbund aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Matrix gewebt ist und dadurch eine Vorzugsrichtung des Faserverlaufs aufweist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Szintillator-Komposits gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs. Die vorliegende Erfindung betrifft ebenso das auf diese Weise hergestellte Szintillator-Komposit sowie dessen Verwendungen.

[0002] Zur Röntgendetektion in der Computertomographie werden sog. Szintillator-Arrays verwendet. Diese bestehen aus Einzelpixeln eines Szintillator-Materials, wie dies beispielsweise $Gd_2O_2S:Pr$, Ce oder $CdWO_4$ sind. Die optische Trennung der durch Röntgenstrahlung erzeugten Lichtinformation wird durch sogenannte Reflektormaterialien, wie dies beispielsweise TiO_2 ist, in einer Epoxidmatrix herbeigeführt. Es ergeben sich folgende herkömmliche Nachteile:

Einerseits ist die Herstellung eines Szintillator-Arrays aufwändig und damit teuer. Das Szintillator-Material wird in keramischer oder kristalliner Form hergestellt und anschließend mittels Sägeprozessen weiter strukturiert und verfüllt.

[0003] Des Weiteren ist die räumliche Auflösung der Szintillator-Arrays begrenzt. Werden die Pixel zunehmend kleiner ausgeführt, so nimmt die strahleninsensitive Fläche des Reflektors immer mehr Raum ein. Es ergibt sich eine typische Auflösungsgrenze von rund 0,5 bis einem Millimeter Pixelrandmaß.

[0004] Die einzelnen Verfahrensschritte zur Herstellung des Szintillator-Materials und der Pixelierung werden beständig optimiert. Es zeigen sich jedoch Grenzen des grundsätzlichen Ablaufs.

[0005] Es gibt verschiedenartige Ansätze, Szintillator-Material durch Einfügen in eine Kunststoffmatrix gießfähig zu erstellen, um das Szintillator-Material billiger zu Arrays formen zu können. Leider verschlechtern sich dabei die optischen Eigenschaften des Szintillator-Materials im Vergleich zu den herkömmlichen monolithischen Säge-Arrays. Der Grund dafür ist die erhöhte Streuung und damit die vergrößerte Lichtweglänge im Gussmaterial, das sich ebenso negativ auf das Nachleuchten und die Drift auswirkt.

[0006] Die DE 10 2007 022 518 A1 offenbart einen Strahlungswandler zur Wandlung von Röntgenstrahlung in Licht, einen den Strahlungswandler umfassenden Strahlungsdetektor sowie Verfahren zur Herstellung des Strahlungswandlers und des Strahlungsdetektors. Es ist vorgesehen, dass der Strahlungswandler ein Szintillationsmaterial mit darin im Wesentlichen in paralleler Ausrichtung eingebetteten säulenartig ausgebildeten lichtführenden Elementen aufweist.

[0007] Die DE 100 21 938 A1 offenbart ein optisch anisotropes Verbundmaterial, das zwei Materialien enthält, ein transparentes optisches Grundmaterial und innerhalb des Grundmaterials eingebettete strahlungsabsorbierende oder -reflektierende Fasern. Die Fasern sind im Wesentlichen parallel zueinander und führen die Strahlung tendenziell entlang der Faserrichtung. Das Grundmaterial kann ein Szintillator sein, wobei von den Fasern in diesem Fall Szintillationsstrahlung tendenziell entlang der Richtung der Faserrichtung geführt wird.

[0008] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Szintillator Komposit, insbesondere für einen Computertomographen, einfach, kostengünstig und derart bereit zu stellen, dass die räumliche Auflösung wirksam verbessert ist.

[0009] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem Hauptanspruch, Nebenansprüchen, eine Verwendung gemäß einem weiteren Nebenanspruch sowie ein Szintillator-Komposit gemäß einem weiteren Nebenanspruch gelöst.

[0010] Es werden dabei neuartige lichtleitende Szintillator-Komposite vorgeschlagen.

[0011] Komposit (lat. "Compositum", Zusammengesetztes) bezeichnet im Allgemeinen zusammengesetzte Materialien.

[0012] Mit Matrix wird allgemein das Material in Verbundwerkstoffen bezeichnet, in das andere Bestandteile eingebettet sind.

[0013] Ein Szintillatormaterial ist ein Material, das beim Durchgang von geladenen Teilchen und γ -Quanten angeregt wird und die Anregungsenergie in Form von Licht (meist im UV- oder sichtbaren Bereich) wieder abgibt. Über die Messung der Lichtmenge (z. B. mit einem Photomultiplier oder einer Photodiode) kann auf die deponierte Energie geschlossen werden. Indirekt können auch freie Neutronen über Streuprozesse oder Kernreaktionen im Material und die dabei entstehenden geladenen Teilchen nachgewiesen werden.

[0014] Die vorgeschlagenen Lösungen bewirken folgende Vorteile. Es können pulverförmige Szintillator-Materialien verwendet werden. Die dabei auftretenden Streueffekte des erzeugten Lichtes führen zu einer erhöhten Ortsauflösung, aber ebenso zu einer verminderten Lichtausbeute. Durch die erfindungsgemäßen eingebauten, gleichmäßig verteilten Lichtkanäle mit einem angepassten Brechungsindex können Lichtausbeute und Ortsauflösung aufeinander abgestimmt werden. Die Auflösung eines Aufbaus wird durch die Flächengrößen und durch den Flächenanteil von Matrix zu Szintillator-Material bestimmt und kann auf diese Weise sehr einfach, je

nach Anforderungen, optimal eingestellt werden. Der Anteil von Fläche, die beim Auftreffen von Anregungsstrahlung inaktiv ist, wird vermindert. Eine Positionierung auf einem Photosensor kann unabhängig von dessen Pixelierung ausgeführt werden. Es sind keine weiteren formgebenden Bauteile für das Szintillator-Komposit mehr nötig. Der Szintillator-Komposit wird in optimaler Plattengröße gegossen und auf dem Photosensor fixiert. Auf diese Weise treten ebenso keine zusätzlichen inaktiven Flächen auf. Die Szintillator-Materialverluste werden minimiert. Weitere Vorteile dieser Anordnung sind der verminderte Einfall von nicht absorbierte Röntgenstrahlung auf Photosensor und Elektronik sowie die mechanische Stabilisierung durch den Faserverbund. Die Herstellung und Strukturierung sog. UFC-Keramik entfällt. Damit können die derzeitigen Herstellungsverfahren stark vereinfacht und kostengünstiger werden.

[0015] Gemäß einem ersten Aspekt ist die Matrix gewebt und weist dadurch eine Vorzugsrichtung des Faserverlaufs auf.

[0016] Gemäß einem zweiten Aspekt durchlaufen die Fasern der Matrix eine gegossene Form des Szintillator-Komposits, insbesondere eine Platte, schräg in die Höhe der Form.

[0017] Gemäß einem dritten Aspekt wird die lichtleitende Matrix alternativ ausgebildet. Es wird auf eine gewebte Matrix verzichtet. Es werden Faserabschnitte, deren Länge, insbesondere ca. 10 bis 40%, größer als eine Länge einer gegossenen Form eines Szintillator-Komposits, insbesondere einer Platte, sind, verwendet.

[0018] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden in Verbindung mit den Unteransprüchen beansprucht.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Matrix faserförmige lichtleitende Kunststoff- und/oder Glasfasern mit einem Brechungsindex, ähnlich oder gleich dem Brechungsindex des Szintillatormaterials auf. Die Abweichung der Brechungsindizes kann beispielsweise bis 10% des Brechungsindex des Szintillatormaterials sein. Als Kunststoff bezeichnet man einen Festkörper, dessen Grundbestandteil synthetisch oder halbsynthetisch erzeugte Polymere mit organischen Gruppen sind.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erfolgt das Zusammenbringen der Matrix und des Szintillator-Materials vor einem Aushärten des Szintillator-Komposits.

[0021] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erstrecken sich die Fasern aufgrund deren vorgegebenen Länge schräg durch die gegossene

Form hindurch, und zwar schräg entlang der Länge der gegossenen Form.

[0022] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird eine Vorzugsrichtung des Faserverlaufs mittels einer Strömung während des Zusammenbringens erzeugt.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird die Lichtleitende Matrix folgendermaßen ausgebildet. Es werden pulverförmige Anteile der ausgehärteten Polymermatrix beziehungsweise partikelförmiger Grundstoff-/Glasmatrix zu dem Szintillator-Material gegeben. Dadurch wird intrinsisch ein Lichtleiter durch eine zusammenhängende Kette dieser Partikel ausgebildet. Damit kann die Lichtausbeute weiter verbessert werden, da damit prinzipiell jeder Partikel von einem ausreichend dimensionierten Lichtleiter umgeben wird und auf diese Weise ein Netz erzeugt wird, welches in jeweils einem Lichtleiter-Partikel an einem Fotosensor endet.

[0024] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann pulverförmiges Szintillator-Material verwendet werden.

[0025] Die vorliegende Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

[0026] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

[0027] Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer Verwendung eines Szintillator-Komposits.

[0028] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens. In einem Schritt S1 wird eine einen Lichtleiter-Faserverbund aufweisende, Licht weiterleitende Matrix ausgebildet. In einem Schritt S2 wird diese Matrix mit einem lichterzeugenden Szintillator-Material zusammengebracht.

[0029] Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Verwendung eines erfindungsgemäßen Szintillator-Komposits **1**. Dabei ist das Szintillator-Komposit **1** in eine optimale Plattengröße gegossen worden und auf einem Photosensor **2** fixiert worden. Eine gegossene Form **1a** ist also die Platte. Diese weist eine Länge **1b** und eine Höhe **1c** auf. Die Signale des Photosensors **2** werden einer Elektroneinrichtung **3** zugeführt. Die Signale der Elektroneinrichtung **3** werden einer Anzeigeeinrichtung **4** zugeführt. Vorstehend genannte Elemente können beispielsweise Bestandteil eines Computertomographen sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Szintillator-Komposits (**1**), mit den Schritten

Ausbilden einer lichtleitenden Matrix;
Zusammenbringen der Matrix mit einem Licht erzeugenden Szintillatormaterial, wobei die Matrix einen Lichtleiter-Faserverbund aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Matrix gewebt ist und dadurch eine Vorzugsrichtung des Faserverlaufs aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrix eine faserförmige, lichtleitende Kunststoff- und/oder Glasmatrix mit einem zu dem des Szintillatormaterials ähnlichen oder gleichen Brechungsindex ist.

3. Verfahren zur Herstellung eines Szintillator-Komposits (1), mit den Schritten
Ausbilden einer lichtleitenden Matrix;
Zusammenbringen der Matrix mit einem Licht erzeugenden Szintillatormaterial, wobei die Matrix einen Lichtleiter-Faserverbund aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern der Matrix eine gegossene Form (1a) des Szintillator-Komposits (1), insbesondere eine Platte, schräg in die Höhe (1c) der Form (1a) durchlaufen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch das Zusammenbringen der Matrix und des Szintillatormaterials vor einem Aushärten des Szintillator-Komposits (1).

5. Verfahren zur Herstellung eines Szintillator-Komposits (1), mit den Schritten
Ausbilden einer lichtleitenden Matrix;
Zusammenbringen der Matrix mit einem Licht erzeugenden Szintillatormaterial, wobei die Matrix einen Lichtleiter-Faserverbund aufweist, gekennzeichnet durch Verwenden von Faserabschnitten, deren Längen, insbesondere ca. 10–40%, größer als eine Länge (1b) einer gegossenen Form (1a) des Szintillator-Komposits (1), insbesondere einer Platte, sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern aufgrund deren vorgegebenen Länge schräg durch die gegossene Form (1a) hindurchwirken.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, gekennzeichnet durch mittels einer Strömung während des Zusammenbringens erfolgreiches Erzeugen einer Vorzugsrichtung des Faserverlaufs.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Geben von pulverförmigen Anteilen einer ausgehärteten Polymermatrix beziehungsweise partikelförmigen Kunststoff-/Glasmatrix zu dem Szintillatormaterial.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch Verwenden von pulverförmigem Szintillatormaterial.

gem Szintillatormaterial.

10. Verwendung eines Szintillator-Komposits (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit den Schritten

Gießen des Szintillator-Komposits (1) in eine Form (1a);

Fixieren der Form (1a) des Szintillator-Komposits (1) auf einen Fotosensor (2).

11. Szintillator-Komposit (1) hergestellt mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

FIG 1

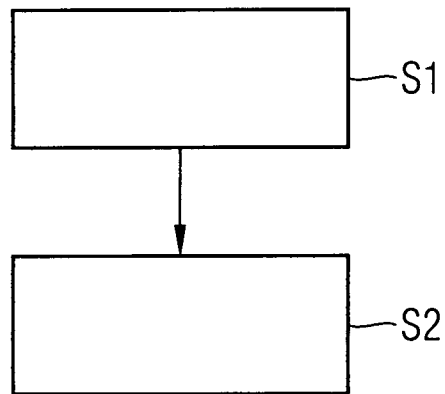


FIG 2

