



(10) **DE 10 2008 033 759 B4** 2011.01.20

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 033 759.5**
(22) Anmeldetag: **18.07.2008**
(43) Offenlegungstag: **21.01.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **20.01.2011**

(51) Int Cl.⁸: **G21K 4/00** (2006.01)
G01T 1/20 (2006.01)
G01T 1/29 (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

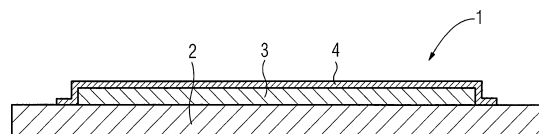
(72) Erfinder:
**Hoheisel, Martin, Dr., 91056 Erlangen, DE; Lowack,
Klaus, Dr., 91077 Dormitz, DE**

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

DE 10 2005 029196 A1
DE 101 50 065 A1
US 68 49 336 B2
US 65 73 506 B2
US 2003/01 16 714 A1

(54) Bezeichnung: **Szintillatorplatte**

(57) Hauptanspruch: Szintillatorplatte (1) mit einem strahlendurchlässigen Substrat (2), auf dem eine Szintillatorschicht (3) aufgebracht ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (2) aus einem zellulären metallischen Werkstoff besteht und eine glatte, geschlossene Außenhaut aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Szintillatorplatte mit einem strahlendurchlässigen Substrat, auf dem eine Szintillatorschicht aufgebracht ist.

[0002] Eine derartige Szintillatorplatte wird beispielsweise in einem digitalen Röntgendetektor (Flachbilddetektor, Flat Panel Detector) in Kombination mit einer aktiven Matrix (zweidimensionale, pixelierte Fotosensoren) verwendet, die in eine Vielzahl von Pixel-Ausleseeinheiten mit Fotosensoren unterteilt ist. Die auftreffende Röntgenstrahlung wird zunächst im Szintillator der Szintillatorplatte in sichtbares Licht umgewandelt, das von den Fotosensoren in elektrische Ladung umgewandelt und ortsaufgelöst gespeichert wird. Diese so genannte indirekte Konversion ist beispielsweise in dem Aufsatz von M. Spahn et al. "Flachbilddetektoren in der Röntgendiagnostik" in "Der Radiologe 43 (2003)", Seiten 340 bis 350, beschrieben.

[0003] Für Detektorflächen größer als 20 cm × 20 cm werden die Fotosensoren typischerweise auf der Basis von amorphem Silizium hergestellt. Bei kleineren Detektorflächen, beispielsweise in der Dentaltechnik, können auch Fotosensoren aus kristallinem Silizium, so genannte CCD-Sensoren oder CMOS-Sensoren, eingesetzt werden.

[0004] Übliche Szintillatorschichten bestehen aus CsI:TI (Cäsiumiodid, mit Thallium dotiert), CsI:Na (Cäsiumiodid, mit Natrium dotiert), NaI:TI (Natriumiodid, mit Thallium dotiert) oder ähnlichen Materialien, die Alkali-Halogenide enthalten, wobei CsI sich besonders gut als Szintillatormaterial eignet, da es nadelförmig aufgebracht werden kann. Durch die nadelartige Struktur des Cäsiumiodids erhält man trotz hoher Schichtdicke, die eine optimale Absorption der Röntgenstrahlung sicherstellt, eine gute Ortsauflösung des Röntgenbildes.

[0005] Durch die US 2003/0116714 A1 ist es bekannt, eine Szintillatorschicht direkt auf einem Fotosensor, z. B. auf einem CCD-Sensor, abzuscheiden. Der Fotosensor dient somit als Substrat für die Szintillatorschicht. Um die optischen Eigenschaften des Cäsiumiodids in gewünschter Weise zu beeinflussen, muss der das Substrat bildende Fotosensor mit der aufgedampften Szintillatorschicht einer thermischen Behandlung unterzogen werden. Bei den hierfür erforderlichen Temperaturen besteht die Gefahr, dass die Fotodioden des Fotosensors degradieren, wodurch sich die Ausfallwahrscheinlichkeit stark erhöht.

[0006] In der US 6,573,506 B2 ist ein Röntgendetektor beschrieben, bei dem die Szintillatorschicht auf einer Faseroptik (FOP, Fiber Optical Plate) aufgedampft und mit einem als CCD- oder CMOS-Chip ausgeführten Fotosensor verklebt ist. Diese Technik

ist aus Kostengründen auf kleine Röntgendetektoren, insbesondere für Mammographie- und Dentalanwendungen (interoral), begrenzt. Durch das Verkleben sind die FOPs mit ihren Szintillatorschichten nicht mehr zerstörungsfrei vom Fotosensor abnehmbar.

[0007] Durch die US 6,849,336 B2 ist es bekannt, einen Röntgendetektor, dessen strahlendurchlässiges Substrat vorzugsweise Kohlenstoff enthält (Glas-Kohlenstoffplatte), mit einer Szintillatorschicht zu versehen. Die Ankopplung eines solchen ebenen Substrats an einen CCD-Sensor erfolgt – wie beispielsweise in der US 6,469,305 B2 beschrieben – mittels eines "Immersionsöls" ("matching oil"), wobei die Abdichtung und Anbindung an den pixelierten Fotosensor mittels eines Kunstharzes erfolgt.

[0008] In der DE 10 2005 029 196 A1 ist ein Röntgendetektor offenbart, bei dem die Szintillatorplatte ein strahlendurchlässiges Substrat aus Aluminium, Titan oder Magnesium umfasst, auf das eine Szintillatorschicht aufgebracht ist. Die Szintillatorplatte ist als Szintillatorhülle ausgeführt und umschließt die Szintillatorschicht an den dem Fotosensor abgewandten Seiten.

[0009] Aus der DE 10 2006 022 138 A1 und der DE 10 2006 024 893 A1 ist jeweils eine Szintillatorplatte für einen Röntgendetektor bekannt. Die Szintillatorplatte umfasst ein strahlendurchlässiges Substrat, auf dem eine Szintillatorschicht aufgebracht ist. Das Substrat besitzt vorzugsweise eine Schichtdicke von ca. 300 µm bis ca. 500 µm. Die aufgedampfte Szintillatorschicht weist eine Dicke von ca. 50 µm bis ca. 600 µm auf.

[0010] Substrate aus Aluminium mit Schichtdicken von ca. 300 µm sind für Detektorflächen bis ca. 25 cm × 25 cm unkritisch. Bei Detektorflächen bis ca. 48 cm × 48 cm verbiegen oder knicken derart dünne Substrate aus Aluminium relativ leicht während der Herstellung der Szintillatorplatten oder bei der Montage der Röntgendetektoren. Diese mechanischen Verformungen können zu Rissen im Substrat führen, wodurch die Absorptionseigenschaften und damit die Strahlendurchlässigkeit des Substrats in nachteiliger Weise verändert werden. Darüber hinaus beeinflussen Risse und/oder Knicke im Substrat in diesen Bereichen den Kontakt der Szintillatorschicht mit den Fotodioden stark, wodurch sich die Ortsauflösung des Strahlungsdetektors entsprechend stark verschlechtert.

[0011] Wählt man Substrate mit Schichtdicken von mehr als 500 µm, so nimmt die Röntgenabsorption entsprechend zu und damit die Röntgentransparenz im gleichen Maß ab. Die Empfindlichkeit derartiger Röntgendetektoren ist somit entsprechend gering.

[0012] Aus der DE 101 50 065 A1 ist eine Szintilla-

torplatte mit einem Substrat aus einem geschäumten Polyethylenterephthalat (PET) bekannt. Das Substrat dient gleichzeitig als Träger und als Reflexionsschicht.

[0013] Röntgentransparente Substrate aus Kunststoff, die in der Regel eine größere mechanische Stabilität aufweisen, halten den beim Herstellungsprozess auftretenden thermischen Belastungen, insbesondere bei der Wärmebehandlung zur Beeinflussung der optischen Eigenschaften, nicht stand.

[0014] Durch die DE 196 15 595 A1 ist ein digitales Bildsystem bekannt, das einen Röntgenbildwandler aufweist. Der digitale Röntgenbildwandler besteht aus einer Fotodioden-Matrix oder aus einem oder mehreren CCD-Bildsensoren, die mit einem Röntgen-Bildverstärker oder einer Szintillatorschicht aus einer gegenüber Röntgenstrahlung empfindlichen Leuchtstoffschicht gekoppelt sind.

[0015] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Szintillatorplatte zu schaffen, die bei guter Strahlendurchlässigkeit eine höhere mechanische Stabilität aufweist.

[0016] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Szintillatorplatte gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte sind jeweils Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

[0017] Die Szintillatorplatte nach Anspruch 1 umfasst ein strahlendurchlässiges Substrat, auf dem eine Szintillatorschicht aufgebracht ist, wobei das Substrat erfindungsgemäß aus einem zellulären metallischen Werkstoff besteht und eine glatte, geschlossene Außenhaut aufweist.

[0018] Das Substrat der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte besteht aus einem zellulären metallischen Werkstoff, wie z. B. Metallschaum oder Metallschwamm. Derartige Werkstoffe sind z. B. aus der WO 2006/119657 A1 bekannt.

[0019] Metallschaum ist ein Werkstoff, bei dem die Hohlräume kein im Wesentlichen vollständig zusammenhängendes Netzwerk ausbilden, sondern vielmehr in Form von Poren ausgebildet sind. Offenporiger Metallschaum ist neben seinem Ausgangsmaterial durch seine Porosität (Poren per Inch und Porengröße) charakterisiert.

[0020] Bei Metallschwamm handelt es sich um ein zusammenhängendes Netzwerk auf metallischer Basis, das über Hohlräume in Form eines im Wesentlichen zusammenhängenden Netzwerks verfügt.

[0021] Aufgrund der geringen Dichte dieser Materialien, vorzugsweise kleiner als 1 g/cm^3 , kann das

Substrat bei der Szintillatorplatte nach Anspruch 1 deutlich dicker ausgeführt werden als bei den bekannten Substraten, die z. B. aus Aluminium (Dichte ca. $2,7 \text{ g/cm}^3$) bestehen. Damit erhält man trotz der großen Schichtdicke eine geringere Strahlenabsorption im Substrat und somit eine entsprechend höhere Strahlendurchlässigkeit des Substrats bei gleichzeitig verbesserter mechanischer Festigkeit, die aus der größeren Schichtdicke resultiert.

[0022] Durch die höhere mechanische Festigkeit des Substrats tritt ein Verbiegen oder ein Knicken während der Herstellung der Szintillatorplatte und bei der Montage des Strahlungsdetektors nicht auf. Risse im Substrat, die in diesem Bereich die Strahlenabsorption erhöhen, also die Strahlendurchlässigkeit verringern, sowie den Kontakt der Substratunterseite mit den Fotodioden stark beeinträchtigen, werden durch die erfindungsgemäße Lösung zuverlässig verhindert. Mit der Szintillatorplatte gemäß Anspruch 1 ist damit bei guter Ortsauflösung auch ein Strahlungsdetektor mit einer Detektorfläche von bis zu $48 \text{ cm} \times 48 \text{ cm}$ und größer problemlos herstellbar.

[0023] Weiterhin ist bei der erfindungsgemäßen Lösung eine gute Temperaturbeständigkeit der aus einem zellulären metallischen Werkstoff bestehenden Substrats gewährleistet, so dass Wärmebehandlungen während des Fertigungsprozesses problemlos möglich sind und Schädigungen des Substrats zuverlässig vermieden werden.

[0024] Durch die glatte, geschlossene Außenhaut ist ein problemloses Aufbringen der Szintillatorschicht auf das Substrat gewährleistet. Das Glätten und Schließen der Außenhaut des Substrats kann durch eine Beschichtung der Außenhaut erfolgen, d. h. wenigstens eine der Außenflächen des Substrats **2** wird beschichtet. Die Außenflächen weisen in den beschichteten Bereichen keine offenporigen Flächen mehr auf. Hierfür geeignete Beschichtungsmaterialien sind z. B. Polyimide und Polybenzoxazole, die eine ausreichende thermische Beständigkeit aufweisen.

[0025] Die Beschichtung von Substraten ist beispielsweise in der DE 10 2006 022 138 A1 und in der DE 103 01 284 A1 am Beispiel von Aluminiumsubstraten beschrieben.

[0026] Die erfindungsgemäße Szintillatorplatte ist sowohl für Röntgendetektoren als auch für andere Strahlungsdetektoren geeignet. Das erfindungsgemäße Substrat kann auch für die Beschichtung mit Speicherleuchtstoffen eingesetzt werden.

[0027] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der zelluläre metallische Werkstoff eine Aluminiumlegierung. Die Aluminiumlegierung enthält hierbei vorzugsweise geringe Anteile aus einem der folgenden

Materialien oder aus einer Kombination dieser Materialien: Silizium, Magnesium, Kupfer, Mangan, Beryllium, Zink.

[0028] Bevorzugte Aluminiumlegierungen sind beispielsweise AlSi6Cu4 (Aluminium mit 6 Gew.-% Silizium und 4 Gew.-% Kupfer) oder AlSi10 (Aluminium mit 10 Gew.-% Silizium) oder AlMg1SiO0,5 (Aluminium mit 1 Gew.-% Magnesium und 0,5 Gew.-% Siliziumoxid).

[0029] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der zelluläre metallische Werkstoff eine Zinklegierung. Die Zinklegierung enthält hierbei vorzugsweise geringe Anteile aus einem der folgenden Materialien oder aus einer Kombination dieser Materialien: Silizium, Magnesium, Kupfer, Mangan, Beryllium.

[0030] Eine bevorzugte Zinklegierung ist ZnCu4 (Zink mit 4 Gew.-% Kupfer).

[0031] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte anhand der Zeichnung näher erläutert, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein. Die einzige Figur zeigt diese Szintillatorplatte in nicht maßstabsgerechter und stark schematisierter Schnittansicht.

[0032] In der Zeichnung ist mit **1** eine Szintillatorplatte bezeichnet, die nach ihrer Fertigstellung auf bekannte Weise in einen Strahlungsdetektor, vorzugsweise einen Röntgendetektor, eingebaut wird.

[0033] Die Szintillatorplatte **1** umfasst ein strahlendurchlässiges Substrat **2**, auf dem auf bekannte Weise eine Szintillatorschicht **3** aus mit Thallium dotiertem Cäsiumiodid (CsI:Tl) aufgebracht ist. Das Substrat **2** besteht erfindungsgemäß aus einem zellulären metallischen Werkstoff, im dargestellten Ausführungsbeispiel Metallschaum, und weist eine glatte, geschlossene Außenhaut auf.

[0034] Das Glätten und Schließen der bei Metallschaum offenporigen Außenhaut des Substrats **2** kann durch eine Beschichtung der Außenhaut des Substrats **2** erfolgen, d. h. wenigstens eine der Außenflächen des Substrats **2** wird beschichtet.

[0035] Aufgrund der Porosität beträgt die Dichte des zellulären metallischen Werkstoffs bei einem offenporigen Metallschaum aus einer Aluminiumlegierung nur ca. 6% bis ca. 15% des Ausgangsmaterials. Geschlossene Metallschäume haben eine Dichte von ca. 0,5 g/cm³ bis ca. 0,7 g/cm³.

[0036] Aufgrund der geringen Dichte von $\rho < 1$ g/cm³ wird bei dem in der Zeichnung dargestellten Substrat **2** deutlich weniger Strahlung absorbiert als bei einem Substrat aus Aluminiumblech ($\rho \approx 2,7$

g/cm³).

[0037] Im dargestellten Ausführungsbeispiel kann für das Substrat **2** aus einem zellulären metallischen Werkstoff damit eine deutlich größere Schichtdicke, z. B. etwa 2 mm, gewählt werden, ohne gegenüber einem Substrat aus 0,5 mm Aluminiumblech die Strahlenabsorption zu erhöhen bzw. die Strahldurchlässigkeit zu verringern, wobei gleichzeitig eine deutlich verbesserte mechanische Stabilität gewährleistet ist.

[0038] Damit erhält man trotz der großen Schichtdicke eine geringere Strahlenabsorption im Substrat **2** und somit eine entsprechend höhere Strahldurchlässigkeit des Substrats **2** bei gleichzeitig verbesserter mechanischer Festigkeit, die aus der größeren Schichtdicke resultiert.

[0039] Durch die höhere mechanische Festigkeit des Substrats **2** tritt ein Verbiegen oder ein Knicken während der Herstellung der Szintillatorplatte **1** und bei der Montage des Strahlungsdetektors nicht auf. Risse im Substrat **2**, die in diesem Bereich die Strahlenabsorption erhöhen, also die Strahldurchlässigkeit verringern, sowie den Kontakt der Szintillatorschicht **3** mit den Fotodioden stark beeinträchtigen, werden zuverlässig verhindert.

[0040] Bei der gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte **1** weist die Szintillatorschicht **3** eine Passivierungsschicht **4** auf, die beispielsweise gemäß den in der DE 10 2006 022 138 A1 und in der DE 10 2006 024 893 A1 beschriebenen Maßnahmen aufgebracht wird.

Patentansprüche

1. Szintillatorplatte (**1**) mit einem strahlendurchlässigen Substrat (**2**), auf dem eine Szintillatorschicht (**3**) aufgebracht ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (**2**) aus einem zellulären metallischen Werkstoff besteht und eine glatte, geschlossene Außenhaut aufweist.

2. Szintillatorplatte (**1**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als zellulärer metallischer Werkstoff ein Metallschaum vorgesehen ist.

3. Szintillatorplatte (**1**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als zellulärer metallischer Werkstoff ein Metallschwamm vorgesehen ist.

4. Szintillatorplatte (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zelluläre metallische Werkstoff eine Aluminiumlegierung ist.

5. Szintillatorplatte (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zelluläre metallische Werkstoff eine Zinklegierung ist.

6. Szintillatorplatte (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung geringe Anteile aus einem der folgenden Materialien oder aus einer Kombination dieser Materialien enthält: Silizium, Magnesium, Kupfer, Mangan, Beryllium, Zink.

7. Szintillatorplatte (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zinklegierung geringe Anteile aus einem der folgenden Materialien oder aus einer Kombination dieser Materialien enthält: Silizium, Magnesium, Kupfer, Mangan, Beryllium.

8. Szintillatorplatte (1) nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Aluminiumlegierung AlSi6Cu4 vorgesehen ist.

9. Szintillatorplatte (1) nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Aluminiumlegierung AlSi10 vorgesehen ist.

10. Szintillatorplatte (1) nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Aluminiumlegierung AlMg1SiO0,5 vorgesehen ist.

11. Szintillatorplatte (1) nach Anspruch 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Zinklegierung ZnCu4 vorgesehen ist.

12. Szintillatorplatte (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenhaut des Substrats (2) durch eine Beschichtung geglättet und geschlossen ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

