



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 022 138 A1** 2007.11.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 022 138.9**

(22) Anmeldetag: **11.05.2006**

(43) Offenlegungstag: **15.11.2007**

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

(71) Anmelder:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Fuchs, Manfred, 90461 Nürnberg, DE; Henseler,  
Debora, Dr., 91052 Erlangen, DE; Wittmann,  
Georg, Dr., 91074 Herzogenaurach, DE**

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

**US 64 29 430 B2**

**EP 13 98 648 A2**

**EP 13 89 783 A2**

**EP 09 32 053 A1**

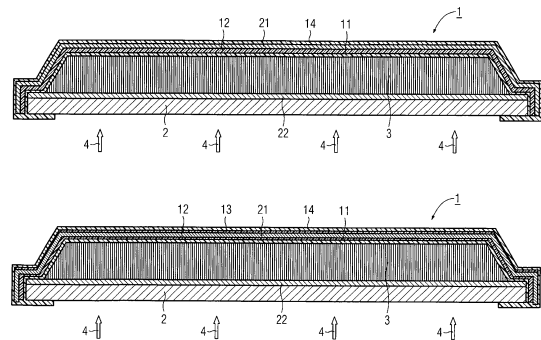
**JP 2000-0 09 846 AA**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Szintillatorplatte**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Szintillatorplatte (1), umfassend ein strahlendurchlässiges und feuchtigkeitsundurchlässiges Substrat (2), einen auf dem Substrat (2) aufbrachten Szintillator (3), eine erste transparente organische Schicht (11), die den Szintillator (3) bedeckt, und eine zweite transparente organische Schicht (12), die auf der ersten transparenten organischen Schicht (11) angeordnet ist, sowie eine transparente anorganische Schicht (21), die auf der zweiten transparenten organischen Schicht (12) angeordnet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Szintillatorplatte.

**[0002]** Eine derartige Szintillatorplatte wird in einem digitalen Röntgendetektor (Flachbilddetektor, Flat Panel Detector) in Kombination mit einer aktiven Matrix verwendet, die in eine Vielzahl von Pixel-Ausleseseinheiten mit Fotodioden unterteilt ist. Die auftretende Röntgenstrahlung wird zunächst im Szintillator der Szintillatorplatte in sichtbares Licht umgewandelt, das von den Fotodioden in elektrische Ladung umgewandelt und orts aufgelöst 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]** Übliche Szintillatoren bestehen aus CsI:TI, CsI:Na, NaI:TI oder ähnlichen Materialien, die Alkali-Halogenide enthalten, wobei sich CsI besonders gut als Szintillatormaterial eignet, da es nadelförmig aufgewachsen werden kann. Dadurch erhält man trotz hoher Schichtdicke, die eine optimale Absorption der Röntgenstrahlung sicherstellt, eine gute Ortsauflösung des Röntgenbildes. Die gute Ortsauflösung resultiert aus dem so genannten "Lichtleitdefekt", der durch die Luftspalte zwischen den CsI-Nadeln erzielt wird.

**[0004]** Die Szintillatormaterialien sind aufgrund ihres Gehalts an Alkali-Halogeniden zumindest leicht hygroskopisch und müssen ausreichend vor schädlichen Umwelteinflüssen (Luftfeuchtigkeit, zu hohe Temperatur) geschützt werden. Unter dem Einfluss von Temperatur Feuchtigkeit und Luft können die CsI-Nadeln beispielsweise "ineinander fließen". Der wichtige Parameter "Luftspalt" wird zumindest stark verringert. Als Folge hiervon wird die Ortsauflösung reduziert. Gleichzeitig kann bei einem Einsatz eines metallischen Substrats oder eines metallischen Spiegels die eindringende Feuchtigkeit zu Korrosion des Substrats führen.

**[0005]** Um das Szintillatormaterial vor äußeren Umwelteinflüssen zu schützen, muss die Szintillatorplatte hermetisch verkapselt werden. In der US 6,429,430 B2 sind hierzu auf einem Szintillator, der auf einem strahlendurchlässigen Substrat aufgebracht und vorzugsweise aus mit TI dotiertem CsI gefertigt ist, zwei bis drei transparente Schichten aufgebracht. Zunächst ist auf dem Szintillator im CVD-Verfahren (CVD – Chemical Vapor Deposition, chemische Gasphasenabscheidung) eine organische Schicht aus Parylen aufgebracht. Auf der Parylen-Schicht ist dann eine anorganische Schicht, z.B. aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder  $\text{SiO}_2$ , angeordnet. Gegebenenfalls ist die anorganische Schicht mit einer weiteren organischen Schicht aus Parylen beschichtet.

**[0006]** Bei der Szintillatorplatte gemäß der US 6,429,430 B2 ist die anorganische Schicht aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder  $\text{SiO}_2$ , welche die hermetische Abdichtung (Kapselung) gewährleistet, direkt auf der Parylen-Schicht aufgebracht. Dies ist fertigungstechnisch schwierig, da die anorganische Schicht auf der Parylen-Schicht schlecht haftet und deshalb die Oberfläche der Parylen-Schicht vor der Beschichtung mit der anorganischen Schicht aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder  $\text{SiO}_2$  einer aufwändigen Plasmabehandlung unterzogen werden muss, um direkt danach die anorganische Schicht aufbringen zu können. Alternativ zur aufwändigen Plasmabehandlung kann die anorganische Schicht auf die Parylen-Schicht auch aufgebracht werden, solange sich die Oberfläche der Parylen-Schicht noch im aktiven Zustand befindet, also bevor die Polymerisation abgeschlossen ist. Die Oberfläche der Parylen-Schicht ist in ihrem aktiven Zustand allerdings hochgradig Staub anziehend, wodurch die Barrierewirkung der aufgetragenen anorganischen Schicht und der gegebenenfalls aufgetragenen weiteren Parylen-Schicht schwächt.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, eine Szintillatorplatte zu schaffen, die einen verbesserten Schutz vor Umwelteinflüssen, insbesondere vor Feuchtigkeit, aufweist und die gegenüber den bekannten Szintillatorplatten einen geringeren technischen Aufwand bei ihrer Herstellung erfordert.

**[0008]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Szintillatorplatte gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte sind jeweils Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

**[0009]** Die Szintillatorplatte gemäß Anspruch 1 umfasst

- ein strahlendurchlässiges und feuchtigkeitsundurchlässiges Substrat,
- einen auf dem Substrat aufgetragenen Szintillator,
- eine erste transparente organische Schicht, die den Szintillator bedeckt,
- eine zweite transparente organische Schicht, die auf der ersten transparenten organischen Schicht angeordnet ist,
- eine transparente anorganische Schicht, die auf der zweiten transparenten organischen Schicht angeordnet ist.

**[0010]** Bei der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte ist die transparente anorganische Schicht, die im Wesentlichen die Effizienz der Kapselung bestimmt, nicht direkt auf der ersten transparenten organischen Schicht angeordnet. Vielmehr ist auf der ersten transparenten organischen Schicht erfindungsgemäß eine zweite transparente organische Schicht aufgebracht. Die erste transparente organische Schicht hat bei der

erfindungsgemäßen Lösung im Wesentlichen die Funktion, die Nadeln des Szintillators einzuhüllen. Dadurch wird eine gute Verankerung des Schutzschichtverbundes erreicht. Erst die zweite transparente organische Schicht, deren wesentliche Funktion die Planarisierung ist, bewirkt – zusammen mit der auf ihr aufgetragenen transparenten anorganischen Schicht – eine hervorragende Barriere gegen den Szintillator schädigende Umwelteinflüsse, insbesondere Feuchtigkeit. Weiterhin bietet die erfindungsgemäße Lösung eine sehr gute Kapselung gegen Sauerstoff und andere Gase. Damit können bei der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte auch empfindliche Materialien, beispielsweise Silber als Substrat für den Szintillator verwendet werden. Auch die Ankopplung der Szintillatorplatte an eine "gasempfindliche" Fotodioden-Matrix (z.B. organische Matrix mit Ca-Kathode) ist ohne Beeinträchtigung der Lebensdauer des Szintillators und damit der Szintillatorplatte möglich.

**[0011]** Eine weitere Verbesserung der Verkapselung der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte wird gemäß Anspruch 3 mit dem Aufbringen einer vierten transparenten organischen Schicht erzielt, die auf der transparenten anorganischen Schicht angeordnet ist.

**[0012]** Die hermetische Verkapselung der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte wird gemäß einer Ausführungsform nach Anspruch 2 durch eine dritte transparente organische Schicht, die auf der transparenten anorganischen Schicht angeordnet ist, nochmals verbessert, wobei gemäß Anspruch 4 für bestimmte Anwendungsfälle auf die dritte transparente organische Schicht eine vierte transparente organische Schicht aufgebracht werden kann.

**[0013]** Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte ist gemäß Anspruch 5 zwischen dem Substrat und dem Szintillator eine transparente organische Zwischenschicht angeordnet.

**[0014]** Eine gute Verkapselung der Szintillatorplatte wird gemäß Anspruch 6 dadurch erreicht, dass die erste transparente organische Schicht das Substrat und den Szintillator abdeckt. Diese Verkapselung wird nochmals verbessert, wenn – wie in Anspruch 7 vorgeschlagen – die erste transparente organische Schicht das Substrat und den Szintillator abdeckt und das Substrat in seinem Randbereich umschließt.

**[0015]** Weist die Szintillatorplatte gemäß einer Ausgestaltung nach Anspruch 3 oder 4 eine vierte transparente organische Schicht auf, so erhält man eine besonders gute Verkapselung, wenn gemäß einer Ausgestaltung nach Anspruch 8 die vierte transparente organische Schicht das Substrat in seinem Randbereich umschließt.

**[0016]** Bei einer weiteren bevorzugten Variante der Szintillatorplatte – wie in Anspruch 9 vorgeschlagen – weisen die erste transparente organische Schicht und/oder die zweite transparente organische Schicht im Randbereich des Substrates einen flachen Kantwinkel von vorzugsweise 30° auf, wobei dann gemäß einer Weiterbildung nach Anspruch 10 die anorganische Schicht die Kanten des Substrates permeationsdicht umschließt.

**[0017]** Vorteilhafte Materialien für die transparenten organischen Schichten sowie für die transparente anorganische Schicht sind jeweils Gegenstand der Ansprüche 11 bis 15.

**[0018]** Bei Parylen handelt es sich um eine vollständig lineare, teilkristalline und unvernetzte Polymergruppe, die eine geometriekonforme Beschichtung ohne Lufteinschlüsse ermöglicht.

**[0019]** Parylen und insbesondere Parylen C besitzt eine der geringsten Permeationsraten für Wasserdampf in Bezug auf organische Schichten. Insbesondere Parylen C (Chloro-poly-para-Xylylen) ist deshalb die für Beschichtungen von Szintillatoren am meisten verwendete Variante. Parylen C führt zu einer guten Kombination von mechanischen und elektrischen Eigenschaften, sowie einer sehr geringen Permeabilität gegenüber Feuchtigkeit und korrosiven Gasen.

**[0020]** Nachfolgend werden zwei Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte anhand der Zeichnung näher erläutert, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein. Es zeigen, jeweils in schematischer Schnittansicht:

**[0021]** [Fig. 1](#) Eine erste Ausführungsform einer Szintillatorplatte,

**[0022]** [Fig. 2](#) eine zweite Ausführungsform einer Szintillatorplatte.

**[0023]** In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist mit **1** eine Szintillatorplatte **1** mit einem Substrat **2** bezeichnet. Das Substrat **2** ist aus einem strahlendurchlässigen und feuchtigkeitsundurchlässigen Material gefertigt. Auf dem Substrat **2**, das beispielsweise eine Schichtdicke von ca. 300 µm bis ca. 700 µm aufweist, ist auf bekannte Weise ein Szintillator **3** mit einer Schichtdicke von ca. 50 µm bis ca. 600 µm aufgebracht (aufgedampft).

**[0024]** In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist mit **4** eine Röntgenstrahlung bezeichnet, die durch das Substrat **2** hindurch tritt und im Szintillator **3** sichtbares Licht erzeugt. Das aus dem Szintillator **2** austretende sichtbare Licht wird in einem nicht dargestellten Fotosensor, der aus einer Vielzahl von Fotodioden besteht, in elektrische Ladung umgewandelt und ortsaufgelöst

gespeichert (so genannte indirekte Konversion).

**[0025]** In den dargestellten Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte **1** kann das Substrat **2** den folgenden, in der Zeitschrift "iew Elektrowärme International 53 (1995) B 4 Nov.", Seiten 215 bis 223, beschriebenen Aufbau aufweisen: Auf einem Band aus Reinst-Aluminium mit einer Schichtdicke von ca. 300 µm bis ca. 700 µm ist durch einen Eloxalprozess eine Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht mit einer Schichtdicke von ca. 1 µm bis ca. 3 µm aufgebracht. Auf diese Eloxalschicht wird eine hochreflektierende Reinst-Aluminiumschicht von etwa 80 nm Dicke abgeschieden. Zur Reflexionserhöhung werden weiterhin eine niedrigbrechende Oxidschicht (SiO<sub>2</sub>) mit einer Schichtdicke von ca. 88 nm und eine hochbrechende Oxidschicht (TiO<sub>2</sub>) von ca. 55 nm abgeschieden, die beide die λ/4-Bedingung erfüllen, so dass Totalreflexionen im Bereich von 95% erreichbar sind.

**[0026]** Die Wirkung eines Substrates auf die Bildqualität der Schichten ist bereits in DE 103 01 284 A1 am Beispiel Speicherleuchtstoff beschrieben.

**[0027]** Es versteht sich in diesem Zusammenhang von selbst, dass das Substrat **2** im Rahmen der Erfindung auch einen anderen Aufbau, beispielsweise nur eine Schicht, aufweisen und/oder aus anderen Materialien bestehen kann.

**[0028]** Bei der in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Szintillatorplatte **1** ist der Szintillator **3** von einer ersten transparenten organischen Schicht **11** mit einer Schichtdicke von ca. 0,5 µm bis ca. 20 µm bedeckt, die vorzugsweise aus Parylen besteht. Weiterhin ist auf der ersten transparenten organischen Schicht **11** eine zweite transparente organische Schicht **12** angeordnet, die eine Schichtdicke von ca. 2 µm bis ca. 20 µm aufweist und die vorzugsweise aus Epoxid besteht. Schließlich ist auf der zweiten transparenten organischen Schicht **12** eine transparente anorganische Schicht **21** angeordnet, die eine Schichtdicke von ca. 20 nm bis ca. 500 nm aufweist und die beispielsweise aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> oder Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> besteht.

**[0029]** Durch die Kombination der Materialien Epoxid und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> erhält man ein gutes Kornwachstum mit engen Korngrenzen von Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> auf dem Epoxid, wodurch eine niedrige Permeationsrate gewährleistet wird.

**[0030]** Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte **1** ist auf die erste transparente anorganische Schicht **21** eine dritte transparente organische Schicht **13** mit einer Schichtdicke von ca. 2 µm bis ca. 10 µm aufgebracht, die vorzugsweise aus Parylen oder Epoxid besteht.

**[0031]** Bei der in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte **1** ist

als äußerste Schicht eine vierte transparente organische Schicht **14** auf der transparenten anorganischen Schicht **21** angeordnet. Auch die vierte transparente organische Schicht **14**, deren Schichtdicke ca. 2 µm bis ca. 10 µm beträgt, besteht wiederum vorzugsweise aus Parylen.

**[0032]** Bei dem in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte **1** ist eine vierte transparente organische Schicht **14** auf der dritten transparenten organischen Schicht **13** angeordnet. Die vierte transparente organische Schicht **14**, die vorzugsweise wiederum aus Parylen besteht, bildet damit auch bei der Szintillatorplatte **1** gemäß [Fig. 2](#) die äußerste Schicht.

**[0033]** Bei den in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Szintillatorplatten **1** ist zwischen dem Substrat **2** und dem Szintillator **3** jeweils eine transparente organische Zwischenschicht **22**, vorzugsweise aus Parylen oder Epoxid, angeordnet. Die Schichtdicke der organischen Zwischenschicht **22** beträgt ca. 0,5 µm bis ca. 20 µm.

**[0034]** Durch die organische Zwischenschicht **22** kann das Substrat **2** zuverlässig vor einer Korrosion geschützt werden, die bei einer punktuell gestörten Spiegelwirkung des Substrates **2**, hervorgerufen durch Staubeinschluss, auftreten kann.

**[0035]** Eine gute Verkapselung wird bei der Szintillatorplatte **1** gemäß den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dadurch erreicht, dass die erste transparente organische Schicht **11** das Substrat **2** und den Szintillator **3** abdeckt und die vierte transparente organische Schicht **14** das Substrat **2** in seinem Randbereich umschließt.

## Patentansprüche

1. Szintillatorplatte (**1**) mit
  - einem strahlendurchlässigen und feuchtigkeitsundurchlässigen Substrat (**2**),
  - einem auf dem Substrat (**2**) aufgetragenen Szintillator (**3**),
  - einer ersten transparenten organischen Schicht (**11**), die den Szintillator (**3**) bedeckt,
  - einer zweiten transparenten organischen Schicht (**12**), die auf der ersten transparenten organischen Schicht (**11**) angeordnet ist,
  - einer transparenten anorganischen Schicht (**21**), die auf der zweiten transparenten organischen Schicht (**12**) angeordnet ist.
2. Szintillatorplatte (**1**) nach Anspruch 1, wobei eine dritte transparente organische Schicht (**13**) auf der transparenten anorganischen Schicht (**21**) angeordnet ist.
3. Szintillatorplatte (**1**) nach Anspruch 1, wobei eine vierte transparente organische Schicht (**14**) auf

der transparenten anorganischen Schicht **(21)** angeordnet ist.

hohen Reflexionsgrad aufweist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

4. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 2, wobei eine vierte transparente organische Schicht **(14)** auf der dritten transparenten organischen Schicht **(13)** angeordnet ist.

5. Szintillatorplatte **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zwischen dem Substrat **(2)** und dem Szintillator **(3)** eine transparente organische Zwischenschicht **(22)** angeordnet ist.

6. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 1, wobei die erste transparente organische Schicht **(11)** das Substrat **(2)** und den Szintillator **(3)** abdeckt.

7. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 1, wobei die erste transparente organische Schicht **(11)** das Substrat **(2)** und den Szintillator **(3)** abdeckt und das Substrat in seinem Randbereich umschließt.

8. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 3 oder 4, wobei die vierte transparente organische Schicht **(14)** das Substrat **(2)** in seinem Randbereich umschließt.

9. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 1, wobei die erste transparente organische Schicht **(11)** und/oder die zweite transparente organische Schicht **(12)** im Randbereich des Substrates **(2)** einen flachen Kantenwinkel von vorzugsweise 30° aufweisen.

10. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 9, wobei die anorganische Schicht **(22)** die Kanten des Substrates **(2)** permeationsdicht umschließt.

11. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 1, wobei die erste transparente organische Schicht **(11)** aus Parylen besteht.

12. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 1, wobei die zweite transparente organische Schicht **(12)** aus Epoxid besteht.

13. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 1, wobei die transparente organische Zwischenschicht **(22)** aus einem Aluminiumoxid oder einem Siliziumoxid besteht.

14. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 2, wobei die dritte transparente organische Schicht **(13)** aus Epoxid besteht.

15. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 3, wobei die vierte transparente organische Schicht **(14)** aus Parylen besteht.

16. Szintillatorplatte **(1)** nach Anspruch 1, wobei das Substrat **(2)** für Licht im sichtbaren Bereich einen

Anhängende Zeichnungen

