

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
27. Dezember 2013 (27.12.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/189673 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*G21K 4/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/060186

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. Mai 2013 (16.05.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 210 487.9 21. Juni 2012 (21.06.2012) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: FUCHS, Manfred; Wodanstraße 16, 90461  
Nürnberg (DE). KORINTH, Jürgen; Löhestr. 39, 91054  
Erlangen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,  
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,  
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

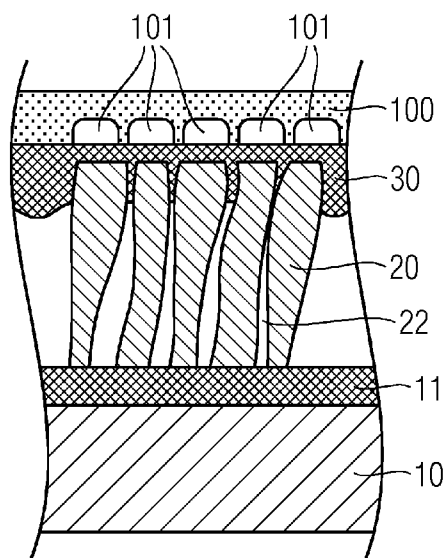
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) Title: SCINTILLATOR PLATE

(54) Bezeichnung : SZINTILLATORPLATTE

FIG 4



(57) Abstract: The invention relates to a scintillator plate which comprises a substrate, a buffer layer, a scintillator layer arranged on the buffer layer, and a protective layer. The buffer layer and/or the protective layer is colored. The invention further relates to a method for the production of said scintillator plate.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Szintillatorplatte, die ein Substrat, eine Pufferschicht, eine Szintillatorschicht, welche auf der Pufferschicht angeordnet ist, und eine Schutzschicht umfasst. Die Pufferschicht und/oder die Schutzschicht ist eingefärbt. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung einer Szintillatorplatte.



WO 2013/189673 A1

Beschreibung

Szintillatorplatte

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Szintillatorplatte zur Detektion von Röntgenstrahlen gemäß Patentanspruch 7 sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Szintillatorplatte gemäß Patentanspruch 1. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Szintillatorplatte, die ein Substrat, eine Szintillator-  
10 schicht sowie eine Schutzschicht aufweist.

Aus dem Stand der Technik sind derartige Szintillatorplatten geläufig. Sie dienen zur Umwandlung von Röntgen- oder Gammastrahlung in sichtbares Licht und finden Anwendung in der Me-  
15 dizintechnik und zerstörungsfreien Werkstoffprüfung. Üblicherweise umfassen derartige Szintillatorplatten ein Substrat, auf dem eine Szintillatorschicht angeordnet ist. Das Material einer Szintillatorschicht ist dazu geeignet, hochenergetische Photonen von Röntgen- und Gammastrahlung zu ab-  
20 sorbieren und die Energie des hochenergetischen Photons in Form einer Vielzahl niederenergetischen Photonen, bevorzugter Weise im sichtbaren Bereich (im Folgenden daher als Lichtphotonen bezeichnet) wieder abzugeben. Damit ist es möglich, die Information der Röntgen-oder Gammastrahlung mit üblichen op-  
25 tischen Sensoren zu verarbeiten. Insbesondere die zweidimensionale Erfassung eines Bildes ist bei Verwendung einer Matrix von Fotodetektoren möglich, wie zum Beispiel CCD-Sensoren aus kristallinem Silizium oder Fotodiodenarrays aus amorphem Silizium.

30

Um eine hohe Auflösung des Bildes zu erreichen, ist es erforderlich, dass möglichst viele der durch ein einzelnes hochenergetisches Photon erzeugten Lichtphotonen von einem einzigen Fotodetektor der Matrix empfangen werden, um die Informa-  
35 tion über die räumliche Zuordnung zu erhalten.

Eines der verwendeten Szintillatormaterialien ist Cäsiumiodid (im Folgenden mit CsI bezeichnet). Eine Szintillatorschicht

aus CsI wird üblicherweise durch Aufdampfen von CsI im Vakuum auf ein Substrat erzeugt. Das CsI neigt unter geeigneten Herstellungsbedingungen dazu, voneinander getrennte, säulenartige Mikrostrukturen bzw. Nadeln auszubilden, die von dem Substrat weg in die Höhe wachsen. Die Mikrostrukturen weisen in lateraler Richtung typisch Strukturgrößen in der Größenordnung von 10  $\mu\text{m}$  auf. Aufgrund des bekannten Effekts der Totalreflexion sind diese Mikrostrukturen dazu geeignet, einen Großteil der in ihrem Inneren erzeugten Photonen entlang der Mikrostruktur zu leiten, vergleichbar einem Lichtleiter. Lediglich Lichtphotonen, die unter einem zu großen Winkeln auf die Oberfläche treffen, verlassen die jeweilige Mikrostruktur und streuen in einem weiteren Umkreis.

Wird die Schichtdicke der Szintillatorschicht größer gewählt, so neigen die Mikrostrukturen dazu, zusammenzuwachsen und in Kontakt miteinander zu gelangen. Dieser Effekt tritt insbesondere ab Schichtdicken von 300  $\mu\text{m}$  auf. An derartigen Kontaktstellen liegen teilweise die Bedingungen für eine Totalreflexion nicht mehr vor, sodass zusätzliche Lichtphotonen aus den Mikrostrukturen heraus gestreut werden. Solche Schichtdicken werden vor allem dann benötigt, wenn Röntgen- oder Gammastrahlung mit höheren Energien eingesetzt wird, damit der zunehmenden Energie die Absorption in dem CsI abnimmt und die Szintillatorschicht dicker ausgeführt werden muss, um den Großteil der Röntgen- oder Gammaphotonen zu absorbieren. Übliche Schichtdicken können dann zwischen 500 und 2000  $\mu\text{m}$  liegen. Bei diesen Schichtdicken ist folglich das räumliche Auflösungsvermögen durch die aus den Mikrostrukturen seitlich austretenden Lichtphotonen erheblich reduziert.

Um diesem Effekt entgegenzutreten, wurde, wie aus der Offenlegungsschrift DE 10242006 A1 bekannt ist, versucht die Szintillatorschicht gezielt zu strukturieren. Wie bereits erwähnt, neigt diese jedoch ab einer Dicke von 300  $\mu\text{m}$  wieder zusammen zu wachsen, so dass bei größeren Schichtdicken der gewünschte Effekt nicht erzielt werden kann.

Aus den Offenlegungsschriften DE 4433132 A1 und der DE 10116803 A1 sind Versuche bekannt, die Oberfläche der Mikrostrukturen einzufärben, um seitlich aus der Mikrostruktur austretende Lichtphotonen zu absorbieren. Das Einfärben be-  
5 schränkt sich jedoch nicht nur auf die Oberfläche, sondern erstreckt sich auch in das Innere der Mikrostrukturen. Damit ist auch ein erhöhte Absorption der Lichtphotonen im Inneren der Mikrostruktur verbunden, was zu einer Reduzierung des ge-  
wünschten Signals führt.

10

Die Veröffentlichung „Structured CsI(Tl) Scintillators for X-Ray Imaging Applications“ V.V. Nagarkar, IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 45, No. 3, June 1998 lehrt ebenfalls, die Mikrostrukturen mit einer optisch absorbierenden Schutz-  
15 schicht abzudecken.

20

Aus der Patentschrift EP 1 793 457 B1 ist es weiterhin be-  
kannt, die Mikrostrukturen völlig von der Basis bis zur Spitze mit einem Lichtphotonen absorbierenden Hüllmaterial zu  
überziehen. Ein derartiger Überzug hat einen Brechungsindex, der nahe an dem des Cäsiumiodids liegt und damit die Totalre-  
flexion auf flachere Einfallswinkel zur Grenzschicht zwischen Cäsiumiodid und Hüllmaterial beschränkt, wodurch mehr Licht-  
photonen in das Hüllmaterial eintreten und dort absorbiert  
25 werden.

25

Schutzschichten aus Parylen sind aus der Patentschrift US 4123308 und der Offenlegungsschrift DE 19509438 A1 be-  
kannt.

30

Der vorliegenden Erfindung liegt demnach das Problem zugrun-  
de, dass bei den bekannten Szintillatorplatten der Kontrast beziehungsweise die Auflösung mit zunehmender Dicke der Szin-  
tillatorschicht abnimmt.

35

Auf der Grundlage der geschilderten Problemstellung liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Szintilla-  
torplatte bereit zu stellen, die einen verbesserten Kontrast,

eine größere Konversionseffizienz und/oder eine höhere Auflösung bei vergleichbarer Dicke der Szintillatorschicht aufweist.

- 5 Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Szintillatorplatte zu schaffen.

10 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Herstellung einer Szintillatorplatte gemäß Anspruch 1 und durch eine Szintillatorplatte gemäß Anspruch 6 gelöst.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Szintillatorplatte weist zunächst den Schritt des Bereitstellen eines Substrats auf. Auf das Substrat wird eine Pufferschicht aufgebracht. Als weiterer Schritt ist das Aufbringen einer Szintillatorschicht auf das Substrat vorgesehen. In einem zusätzlichen Schritt wird eine Schutzschicht auf die Szintillatorschicht aufgebracht. In einem anderen Schritt wird die  
20 Pufferschicht und/oder die Schutzschicht durch Tempern eingefärbt.

Die erfindungsgemäße Lösung weist wesentliche Vorteile auf. Indem die Pufferschicht und/oder die Schutzschicht durch Tempern eingefärbt wird, besteht keine Gefahr, dass Farbstoffe  
25 in die Szintillatorschicht gelangen und dort durch Absorption der ausbreitenden Lichtphotonen die Effizienz der Szintillatorschicht reduzieren. Demgegenüber weist die Schutzschicht durch das Einfärben eine erhöhte Absorption für gestreute  
30 Lichtphotonen auf, insbesondere wenn die Lichtphotonen nicht auf kürzestem Weg die Schutzschicht durchlaufen, sondern sich unter einem Winkel zur Ausbreitungsrichtung des erzeugenden Gamma- bzw. Röntgenphotons ausbreiten und einen längeren Weg in der Schutzschicht zurücklegen. So wird durch die Absorption dieser nicht gerichteten Lichtphotonen der Kontrast und  
35 die Auflösung der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte verbessert. Auf gleiche Weise verringert eine eingefärbte Pufferschicht die Zahl der Lichtphotonen, die die Szintillator-

schicht in Richtung des Substrats unter einem Winkel verlas-  
sen und von dem Substrat zurück reflektiert in Richtung eines  
Detektors fallen. Da auch diese Lichtphotonen diffus um den  
ursprünglichen Erzeugungsort verteilt sind, wird durch deren  
5 Absorption in der Pufferschicht die Auflösung und der Kon-  
trast der Szintillatorplatte ebenfalls verbessert.

Die Szintillatorplatte nach Anspruch 6 umfasst ein Substrat,  
eine Pufferschicht auf einer Oberfläche des Substrats, eine  
10 Szintillatorschicht, welche auf der Pufferschicht angeordnet  
ist, sowie eine Schutzschicht. Die Pufferschicht und/oder die  
Schutzschicht weisen einen Anteil an Carbonylgruppen auf, so-  
dass die Pufferschicht und/oder die Schutzschicht eine gelb-  
liche Verfärbung aufweisen.

15

Die erfindungsgemäße Szintillatorplatte weist eine Vielzahl  
von Vorteilen auf. Durch die gelbliche Verfärbung der Schutz-  
schicht weist diese eine erhöhte Absorption für gestreute  
Lichtphotonen auf, insbesondere wenn die Lichtphotonen nicht  
20 auf kürzestem Weg die Schutzschicht durchlaufen, sondern sich  
unter einem Winkel zur Ausbreitungsrichtung des erzeugenden  
Gamma- bzw. Röntgenphotons ausbreiten und einen längeren Weg  
in der Schutzschicht zurücklegen. So wird durch die Absorpti-  
on dieser nicht gerichteten Photonen der Kontrast und die  
25 Auflösung der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte verbes-  
sert. Auf gleiche Weise verringert eine verfärbte Puffer-  
schicht die Zahl der Lichtphotonen, die die Szintillator-  
schicht in Richtung des Substrats unter einem Winkel verlas-  
sen und von dem Substrat zurück reflektiert in Richtung eines  
30 Detektors fallen. Da auch diese Lichtphotonen diffus um den  
ursprünglichen Erzeugungsort verteilt sind, wird durch deren  
Absorption die Auflösung und der Kontrast der Szintilla-  
torplatte ebenfalls verbessert. Die gelbliche Verfärbung der  
Pufferschicht und/oder der Schutzschicht durch die Carbo-  
35 nylgruppen kann beispielsweise durch Tempern an einer sauer-  
stoffhaltigen Atmosphäre erzeugt werden. Solche Verfärbungen  
können bei Carbonylanteilen von beispielsweise mehr als 5000  
ppm auftreten, wobei die Verfärbung und die erhöhten Sauer-

stoffanteile auf Bereiche der Schicht begrenzt sein können. Die Verfärbung ist besonders vorteilhaft, da eine Absorption von Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich bereitgestellt wird, ohne die Schutzschicht durch Pigmente oder Farbstoffe zu verändern. Die Carbonylgruppen entstehen dabei in der Puffer- bzw. Schutzschicht selbst und gelangen nicht in die Szintillatorschicht, wo sie deren Konversionseffizienz reduziert würden.

10 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gegeben.

So ist es möglich, dass die Schutzschicht aus einem Parylen aus der Stoffgruppe der Poly-p-xylylene, im speziellen aus einem von Parylen C, Parylen N und Parylen D gebildet wird.

Parylen C beispielsweise lässt sich aus einer Gasphase abscheiden und benötigt kein Wasser oder Lösungsmittel zum Aufbringen. Es bildet einen wasserundurchlässigen Schutzfilm, der die Szintillatorschicht vor Feuchtigkeit schützt. Dies ist insbesondere für das hygroskopische Cäsiumiodid von Bedeutung. Darüber hinaus ist Parylen C durch die Abscheidung aus der Gasphase in der Lage, sich auch in Zwischenräumen abzulagern.

25

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird das Tempern in einem Temperaturbereich von 190°C bis 240°C unter sauerstoffhaltiger Atmosphäre ausgeführt. In dem genannten vorteilhaftesten Temperaturbereich ist die Szintillatorschicht stabil, während sich geeignete Schutzschichten bei diesen Temperaturen und unter Sauerstoffzufuhr verfärben.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Szintillatorschicht bildet diese Mikrostrukturen derart aus, dass sich Zwischenräume zwischen den Mikrostrukturen im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche des Szintillatorplatte hin zu dem Substrat erstrecken.

35

Die Szintillatorschicht weist eine Vielzahl von Vorteilen auf. Die Mikrostruktur mit den sich im Wesentlichen senkrecht von der Oberfläche der Szintillatorplatte hin zu dem Substrat erstreckenden Zwischenräumen leitet die durch Umwandlung der Röntgen- und Gammastrahlen erzeugten Lichtphotonen mittels Totalreflexion an Grenzflächen der Mikrostrukturen innerhalb der Szintillatorschicht bevorzugt in Richtung hin zur Oberfläche der Szintillatorplatte. Durch geringe Abmessungen der Mikrostruktur in Richtung parallel zur Oberfläche der Szintillatorplatte werden vorteilhafter Weise die innerhalb einer Mikrostruktur erzeugten Lichtphotonen auf eine Fläche geleitet, die den geringen Abmessungen der Mikrostruktur entspricht. Indem die Schutzschicht, welche sich in die Zwischenräume zwischen den Mikrostrukturen erstreckt, eine nennenswerte Absorption für Lichtphotonen aufweist, absorbiert diese mit einer hohen Wahrscheinlichkeit aus der Mikrostruktur herausgestreute Lichtphotonen und verbessert dadurch den Kontrast und die Auflösung der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte. Da sich die Schutzschicht nur teilweise in die Zwischenräume zwischen den Mikrostrukturen erstreckt und ein Bereich, der der Pufferschicht benachbart ist, frei bleibt, sind die Grenzflächen der Mikrostruktur in diesem Bereich nicht in Kontakt mit der Schutzschicht. Weil sich der Brechungsindex des Materials der Szintillatorschicht von der Umgebung stärker als von dem Material der Schutzschicht unterscheidet, ist der Grenzwinkel für eine Totalreflexion in dem Bereich, in den sich die Schutzschicht nicht erstreckt, größer. Auf vorteilhafte Weise wird deshalb in diesem Bereich ein größerer Anteil der in der Mikrostruktur von den Röntgen- oder Gammaphotonen erzeugten Lichtphotonen an der Grenzfläche in die Mikrostruktur zurückreflektiert und in der Mikrostruktur weg vom Substrat geleitet.

Es ist in einer Ausführungsform des Verfahrens vorgesehen, dass die Szintillatorschicht Cäsiumiodid umfasst und auf der Pufferschicht abgeschieden wird. Cäsiumiodid zeichnet sich durch einen guten Konversionswirkungsgrad für Röntgenphotonen in Lichtphotonen aus. Darüber hinaus neigt Cäsiumiodid beim



Ablagern auf dem Substrat dazu, sich selbstständig in nadelartigen Mikrostrukturen senkrecht zur Oberfläche des Substrats anzuordnen, die vorteilhafter Weise als Lichtleiter wirken und die Mehrzahl der in ihrem Inneren erzeugten Lichtphotonen zur Oberfläche leiten.

Auch in einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte kann es vorgesehen sein, dass die Szintillatorplatte Mikrostrukturen mit Zwischenräumen aufweist, wobei sich die Zwischenräume im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Szintillatorplatte hin zu dem Substrat erstrecken. Die Mikrostruktur leitet auf vorteilhafte Weise die durch Umwandlung der Röntgen- und Gammastrahlen erzeugten Lichtphotonen mittels Totalreflexion an Grenzflächen der Mikrostrukturen innerhalb der Szintillatorschicht bevorzugt in Richtung hin zur Oberfläche der Szintillatorplatte. Durch geringe Abmessungen der Mikrostruktur in Richtung parallel zur Oberfläche der Szintillatorplatte werden vorteilhafter Weise die innerhalb einer Mikrostruktur erzeugten Lichtphotonen dabei auf eine Fläche geleitet, die den geringen Abmessungen der Mikrostruktur entspricht.

In einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte ist es vorgesehen, dass die Szintillatorschicht Cäsiumiodid umfasst. Cäsiumiodid zeichnet sich durch einen guten Konversionswirkungsgrad für Röntgenphotonen in Lichtphotonen aus. Darüber hinaus neigt Cäsiumiodid aufgrund der Selbstorganisation dazu, in nadelartigen Mikrostrukturen angeordnet zu sein, die senkrecht zur Oberfläche des Substrats ausgerichtet sind.

Weiterhin ist es möglich, dass die Pufferschicht und/oder die Schutzschicht eines von Parylen C, Parylen N oder Parylen D aufweist. Eine Puffer- bzw. Schutzschicht aus Parylen C ist wasserundurchlässig und dazu ausgelegt, die Mikrostrukturen der Szintillatorschicht vor Feuchtigkeit zu schützen. Dies ist insbesondere für das hygroskopische Cäsiumiodid von Bedeutung. Darüber hinaus ist Parylen C dafür geeignet, bei ei-

ner Abscheidung aus der Gasphase sich auch in Zwischenräume im Substrat, oder wie zwischen den Mikrostrukturen, zu erstrecken.

5 Es ist in einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass die Pufferschicht und/oder die Schutzschicht aus Parylen einen Anteil an Carbonylgruppen aufweist, von beispielsweise mehr als 5000 ppm aufweist, der eine gelbliche Verfärbung verursacht, wobei die Verfärbung und die erhöhten Sauerstoff-  
10 anteile auf Bereiche der Schicht begrenzt sein können. Die Verfärbung ist besonders vorteilhaft, da eine Absorption von Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich bereitgestellt wird, ohne die Pufferschicht und/oder Schutzschicht durch Pigmente oder Farbstoffe zu verändern.

15

Im Folgenden wird ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Szintillatorplatte anhand der Zeichnungen näher erläutert, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein.

20

Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Szintillatorplatte mit geringer Dicke der Szintillatorschicht aus dem  
25 Stand der Technik,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine Szintillatorplatte mit großer Dicke der Szintillatorschicht aus dem  
Stand der Technik,

30

Fig. 3 eine Ausschnitt mit einer schematischen Detailansicht aus Fig. 2,

Fig. 4 einen schematischen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Szintillatorplatte und  
35

Fig. 5 Transmissionsspektren einer Schicht aus Parylen vor und nach einem Tempern.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht  
5 werden, werden deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen erläutert werden.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch eine Szintillatorplatte 1 aus dem Stand der Technik. Die Szintillatorplatte 1 weist ein Substrat 10 auf, auf dem eine Szintillatorschicht 20 angeordnet ist. Handelt es sich bei dem Material der Szintillatorschicht 20 um Cäsiumiodid, so bildet das Material beim Aufwachsen auf dem Substrat 10 Mikrostrukturen in  
10 Form von Säulen oder Nadeln aus, die sich von dem Substrat 10 weg erstrecken. Die Szintillatorschicht 20 ist relativ dünn, üblicherweise dünner als z.B. 300  $\mu\text{m}$ , sodass die einzelnen Säulen beziehungsweise Nadeln voneinander separiert sind. Auf der Szintillatorschicht 20 ist eine Schutzschicht 30 angeordnet, welche die Szintillatorschicht 20 vor Umwelteinflüssen  
15 schützen soll. Solche Umwelteinflüsse können Verunreinigungen, Flüssigkeiten, Gase oder auch Feuchtigkeit sein.

Fig. 2 zeigt demgegenüber eine Szintillatorplatte 1 mit einer Szintillatorschicht 20 aus Cäsiumiodid, wie sie für eine Dicke von 1000  $\mu\text{m}$  typisch ist. Die einzelnen Mikrostrukturen in Form von Säulen beziehungsweise Nadeln neigen bei dieser Dicke dazu, miteinander in Kontakt an Kontaktstellen 21 zu gelangen.  
25

Fig. 3 stellt in einem Detailausschnitt der Fig. 2 dar, wie in der Szintillatorschicht 20 einfallende Röntgenstrahlung in sichtbares Licht konvertiert wird und wie sich dieses Licht ausbreitet. Ein Röntgenphoton 60 wechselwirkt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit mit den Elektronen der Szintillatorschicht 20 (Absorption, Comptoneffekt). Durch die dadurch herbeigeführten Änderungen in Elektronenhüllen von Atomen der Szintillatorschicht 20 werden Photonen 62, 63 mit Energien im  
30

Bereich des sichtbaren Lichts von den Atomen emittiert. Ein Teil der Lichtphotonen 62 trifft in einem steilen Winkel auf äußere Grenzflächen der Mikrostrukturen der Szintillatorschicht 10, sodass diese Lichtphotonen 62 die Mikrostruktur verlassen. Ein anderer Teil der Lichtphotonen 61 trifft unter einem Winkel kleiner als der Winkel für eine Totalreflexion auf die äußere Grenzfläche Mikrostruktur und wird vollständig in die Mikrostruktur zurück reflektiert. Diese Lichtphotonen 61 werden daher von der Mikrostruktur wie von einem Lichtleiter entlang der Mikrostruktur geleitet. Ist die äußere Grenzfläche jedoch in Kontakt mit einer anderen Mikrostruktur, so kann ein Lichtphotonen 63 auch in eine benachbarte Mikrostruktur überwechseln. Sowohl die Lichtphotonen 62, die Mikrostruktur verlassen, als Lichtphotonen 63, die in andere Mikrostrukturen wechseln, lassen die Szintillatorschicht in einem Abstand 64 zu der Mikrostruktur, in welcher das Röntgenphoton konvertiert wurde. Diese Lichtphotonen 62, 63 verschlechtern daher sowohl die räumliche Auflösung als auch den Kontrast der mittels der Szintillatorschicht 1 erzeugten Abbildung.

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Szintillatorschicht 1. Diese umfasst ebenfalls ein Substrat 10, auf welchem eine Pufferschicht 11 aufgebracht ist. Darauf ist die Szintillatorschicht 20 angeordnet. Die Szintillatorschicht 20 ist in Mikrostrukturen strukturiert, zwischen welchen sich Zwischenräume 22 von einer dem Fotodetektor 100 zugewandten Oberseite hin zu dem Substrat 10 erstrecken. Die Zwischenräume 22 erstrecken sich im wesentlichen senkrecht zu der Oberfläche des Substrats 10.

Die Schutzschicht 30 ist auf der dem Fotodetektor 100 zugewandten Oberseite aufgebracht und erstreckt sich in die Zwischenräume 22 zwischen den Mikrostrukturen der Szintillatorschicht 20. Dabei ist es möglich, dass sich die Schutzschicht 30 in die Zwischenräume 22, bei dünnen Schichten bis hin zur Pufferschicht 11 erstreckt. Es ist auch denkbar, dass sich die Schutzschicht 30 nur einen Teil der Strecke von der dem

Fotodetektor 100 zugewandten Oberseite bis hin zur Pufferschicht 11 in die Zwischenräume 22 erstreckt. So wäre es denkbar, dass sich die Schutzschicht 30 von der Oberseite bis zu 500 µm in die Zwischenräume 22 erstreckt.

5

Die Schutzschicht 30 ist eingefärbt, so dass sie sichtbares Licht nennenswert absorbiert. Die Einfärbung betrifft sowohl einen Bereich der Schutzschicht 30, der auf der dem Fotodetektor 100 zugewandten Oberseite aufgebracht ist, als auch  
10 einen Bereich der Schutzschicht 30, der sich in die Zwischenräume 22 zwischen den Mikrostrukturen der Szintillatorschicht 20 erstreckt. Nennenswert ist hier so zu verstehen, dass ein erheblicher bis überwiegender Anteil von Lichtphotonen 62, 63, die die Mikrostrukturen der Szintillatorschicht 20 ver-  
15 lassen, innerhalb der Dimensionen der Szintillatorschicht 20 von der Schutzschicht 30 absorbiert werden. Dies könnte beispielsweise eine Einfärbung sein, bei der mindestens 10 % des Lichts bei einem Ausbreitungsweg von 1000 µm absorbiert wird.

20 Es ist auch denkbar, dass auch oder nur die Pufferschicht 11 eingefärbt ist. Eine eingefärbte Pufferschicht 11 reduziert die Anzahl der Lichtphotonen, die sich in Richtung des Substrats 10 ausbreiten und an diesem reflektiert werden. Durch die Winkelverteilung und den großen Weg, den diese Lichtphotonen bis zu einem Detektor auf der vom Substrat abgewandten  
25 Seite der Szintillatorplatte 1 zurücklegen müssen, sind diese über einen weiten Bereich verteilt. Werden diese Lichtphotonen jedoch in der eingefärbten Pufferschicht 11 absorbiert, steigert sich entsprechend die Auflösung und der Kontrast der  
30 erfindungsgemäßen Szintillatorplatte 1.

Die Einfärbung kann beispielsweise durch eine Ausbildung von Carbonylgruppen in der Pufferschicht 11 und/oder der Schutzschicht 30 hervorgerufen werden, wenn diese beispielsweise  
35 aus Parylen gebildet ist. Die Carbonylgruppen machen sich insbesondere durch eine gelbliche Verfärbung bemerkbar, die auch bis in einen bräunlichen Farbton übergehen kann. Ein möglicher Weg zur Erzeugung der Carbonylgruppen wird im nach-

folgend dargelegten Verfahren dargestellt. Beispielsweise kann die Verfärbung durch einen Carbonylanteil in der Schutzschicht von mehr als 5000 ppm bereitgestellt werden. Auch lässt sich das Vorhandensein der Carbonylgruppen in einem Infrarotspektrum von Parylen durch eine Absorption bei der Wellenzahl von  $1700\text{ cm}^{-1}$  nachweisen. Fig. 5 zeigt ein entsprechendes Transmissionsspektrum 110 einer Parylenschicht vor dem Tempern und ein Transmissionsspektrum 120 nach dem Tempern. Auf der y-Achse ist die Transmission in Prozent aufgetragen, auf der x-Achse die Wellenlänge des Infrarotlichts in Form der Wellenzahl. In dem Spektrum 120 ist ein Absorptionspeak 121 bei einer Wellenzahl von ca.  $1700\text{ cm}^{-1}$  ersichtlich, der von den Carbonylgruppen verursacht wird und im Spektrum 110 vor dem Tempern nicht sichtbar ist. Um eine relative Konzentration der Carbonylgruppen zu bestimmen, ist es möglich, ein Verhältnis der Amplitude des Peaks zu der Amplitude einer Absorptionslinie des Parylen zu bilden, die durch das Tempern nicht verändert wird. Dafür bietet sich der Absorptionspeak 112, 122 bei der Wellenzahl  $820\text{ cm}^{-1}$  an, der einer out-of-plane Deformationsschwingung der C-H-Bindung im aromatischen Ring des Parylen entspricht.

Insbesondere liegt eine entsprechende Verfärbung vor, wenn ein Quotienten aus der relativen Absorption bei dem Absorptionspeak der Wellenzahl  $820\text{ cm}^{-1}$  durch die relative Absorption bei dem Absorptionspeak der Wellenzahl  $1700\text{ cm}^{-1}$  von kleiner 10 ist.

Auf der von dem Substrat 10 abgewandten Oberseite der Szintillatorschicht 20 mit der Schutzschicht 30 ist ein Fotodetektor 100 angeordnet. Der Fotodetektor 100 kann beispielsweise eine 2-dimensionale CCD-Matrix zur Aufnahme eines 2-dimensionalen Röntgenbildes sein. Die CCD-Matrix kann aktive Elemente aus kristallinen Halbleitern aufweisen. Es wär aber auch denkbar, dass als Fotodetektor 100 eine eindimensionale Detektorzeile über die Szintillatorplatte 1 bewegt wird. Es sind auch Fotodiodenarrays aus amorphem Silizium als Fotodetektor 100 denkbar. Eine maximale Auflösung wird erreicht, wenn die einzelnen Detektorelemente 101 in ihren Abmessungen

dem Querschnitt der Mikrostrukturen in der Szintillatorschicht 20 an der Oberseite entsprechen. Kleinere Detektorelemente führen zu keiner höheren Auflösung, da bei den Totalreflexionen der Lichtphotonen in der Mikrostruktur die Ortsinformation über das Röntgenphoton in der Mikrostruktur verlorengeht.

Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass das Substrat selbst dünn genug und durchsichtig oder eine Faseroptikplatte ist, sodass der Fotodetektor auf der von der Szintillatorschicht 20 abgewandten Seite des Substrats 10 angeordnet. Bei einem geeigneten Fotodetektor, der die Prozessschritte zur Erzeugung der Szintillatorschicht 20 ohne erhebliche Verschlechterung der Detektionseigenschaften übersteht, wäre es auch denkbar, die Szintillatorschicht 20 unmittelbar oder auf einer Schicht 11 auf den Fotodetektor aufzubringen.

Im Folgenden wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Szintillatorplatte 1 beschrieben.

Zunächst ist die Bereitstellung eines geeigneten Substrats 10 erforderlich. Als Substrat sind grundsätzlich alle Materialien geeignet, die eine ausreichend saubere und gleichmäßige Oberfläche für ein Aufwachsen einer Szintillatorschicht 20 aufweisen. Gleichzeitig ist es erforderlich, dass das Substrat für die Röntgenstrahlung 60 durchlässig ist. Beispielsweise findet Glas, Aluminium oder amorpher Kohlenstoff als Material für das Substrat Anwendung.

Dabei ist es denkbar, dass eine Pufferschicht 11 auf eines der genannten Basismaterialien des Substrats 10 aufgebracht wird. Die Pufferschicht 11 kann aus den gleichen Stoffen wie die Schutzschicht 30 gebildet werden, die im Folgenden zur Schutzschicht 30 noch näher dargelegt werden und sich wegen ihrer besonders guten Eigenschaften sowohl dazu eignen, eine darauffolgende Szintillatorschicht 20 vor Umwelteinflüssen zu schützen und eine geeignete Grundlage für deren Abscheidung zu bilden.

Weiterhin ist es möglich, die Pufferschicht 11 mit einem der zur Schutzschicht 30 erläuterten Verfahren einzufärben.

5 Wie bereits dargelegt, wäre es aber auch denkbar, dass der Fotodetektor 100 als Substrat 10 Verwendung findet.

In einem weiteren Schritt wird eine Szintillatorschicht 20 auf das Substrat 10 aufgebracht. In einer bevorzugten Ausführungsform dient Cäsiumiodid als Szintillatormaterial. Cäsiumiodid lässt sich unter Vakuum verdampfen und scheidet sich auf dem Substrat ab. Bei der Abscheidung wächst das Cäsiumiodid von der Oberfläche des Substrats 10 in säulen- bzw. nadel-  
10 förmigen Mikrostrukturen senkrecht weg. Wie bereits zu Szintillatorplatte 10 dargelegt, sind diese Mikrostrukturen von besonderem Vorteil für die Abbildungseigenschaften. Darüber hinaus zeichnet sich Cäsiumiodid, insbesondere wenn es mit Thallium dotiert ist, durch eine besonders effektive Umwandlung der Röntgenstrahlung in sichtbares Licht aus.

20

Im Rahmen der Erfindung sind auch andere Materialien möglich, die geeignet sind, Röntgenstrahlung in sichtbares Licht zu verwandeln. Wenn diese selbst nicht zu einer Mikrostrukturierung neigen, wäre es weiterhin denkbar, mit technischen Mitteln eine derartige Strukturierung vorzusehen, beispielsweise durch photolithographische Methoden der Halbleitertechnik.  
25 Denkbar wäre beispielsweise die Verwendung von  $Gd_2O_2S$ .

In einem weiteren Schritt wird eine Schutzschicht 30 auf die Szintillatorschicht 20 aufgebracht. Insbesondere ist Cäsiumiodid hygroskopisch und benötigt einen Schutz vor Berührung mit Feuchtigkeit.  
30

In einer bevorzugten Ausführung wird als Schutzschicht 30 Parylen C aufgebracht, das wie die anderen Parylene zu der Gruppe der Poly-p-xylylene gehört. Das Abscheiden von Parylen C erfolgt aus einer Gasphase ohne Lösungsmittel. Die Ausgangsmoleküle polymerisieren unmittelbar auf der Oberfläche  
35



der Szintillatorschicht 20 zu einer Schutzschicht 30. Dabei sind die einzelnen, gasförmigen Ausgangsmoleküle auch in der Lage, in Zwischenräume 22 der Szintillatorschicht 20 zu dringen und auch dort eine Schutzschicht 30 auszubilden, die sich  
5 in die Zwischenräume 22 erstreckt.

Es sind aber auch andere Materialien für die Schutzschicht 30 denkbar, sofern sie mit den jeweiligen Materialien der Szintillatorschicht 20 verträglich und in der Lage sind, eine  
10 sich in die Zwischenräume 22 zwischen den Mikrostrukturen erstreckende Schutzschicht auszubilden. Dies können beispielsweise andere Stoffe aus der Stoffgruppe der Poly-p-xylylene wie Parylen D oder Parylen N oder auch Epoxidharze sein.

15 In der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem weiteren Schritt die Schutzschicht 30 durch Tempern eingefärbt. Durch Erhitzen der Schutzschicht 30 auf eine Temperatur in einem Bereich zwischen 190°C und 240°C in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre verfärbt sich die  
20 Schutzschicht aus Parylen C ins gelbliche bis gelbbräunliche, je nach Temperatur und Dauer der Wärmebehandlung. Unterhalb der 190°C erfolgt die Verfärbung so langsam, dass eine sinnvolle Fertigung nicht möglich ist. Oberhalb der 240°C ist die strukturelle Stabilität und damit die Schutz-  
25 wirkung der Schutzschicht aus Parylen C nicht mehr gegeben. Durch das Tempern unter den genannten Bedingungen erfolgt eine Oxidation des Parylens, sodass Sauerstoff als Carbonylgruppen in die Parylenschicht eingebaut wird und zu der gewünschten gelblichen oder bräunlichen Verfärbung führt. In  
30 einer Ausführungsform kann der Anteil der Carbonylgruppen in der Schutzschicht 30 oder in Teilbereichen der Schutzschicht 30 mehr als 5000 ppm betragen.

Durch die damit erzielte Verfärbung werden Lichtphotonen in den Zwischenräumen 22 absorbiert und dadurch, wie bereits  
35 dargelegt, der Kontrast und die Auflösung verbessert.

Ein Einfärben durch Tempern ist auch bei anderen Schutzschichten 30 als der genannten aus Parylen C denkbar, wobei die Prozessparameter Dauer, Temperatur und Atmosphärenzusam-

mensetzung von den jeweiligen Materialien der Schutzschicht 30 abhängig sind. Ein mögliches Material für die Schutzschicht 30 könnte beispielsweise auch ein Epoxidharz sein.

5 Es wäre aber auch möglich, dass die Schutzschicht 30 bereits beim Aufbringen eingefärbt wird. Dies wäre beispielsweise bei einer Gasabscheidung möglich, indem eine weitere Komponente bei der Erzeugung der Schutzschicht 30 beigefügt wird. Es ist lediglich notwendig, dass diese nicht die Szintillator-  
10 schicht 20 selbst einfärbt,

Weiterhin wäre es möglich, die Schutzschicht 30 nach dem Aufbringen mit einem geeigneten Färbeverfahren einzufärben. Es könnte die Schutzschicht 30 zum Beispiel einer weiteren gasförmigen Komponente ausgesetzt werden, sofern diese nicht die Szintillatorschicht 20 schädigt.  
15

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist  
20 die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Szintillatorplatte (1),  
wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
  - 5 - Bereitstellen eines Substrats (10),
  - Aufbringen einer Pufferschicht (11) auf das Substrat (10),
  - Aufbringen einer Szintillatorschicht (20) auf die Pufferschicht (11),
  - 10 - Aufbringen einer Schutzschicht (30) auf die Szintillatorschicht (20),dadurch gekennzeichnet, dass die Pufferschicht (11) und/oder die Schutzschicht (30) nach dem Aufbringen durch Tempern eingefärbt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei die Schicht (11; 30) aus einem von Parylen C, Parylen N und Parylen D gebildet wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
wobei das Tempern in einem Temperaturbereich von 190°C bis 240°C unter sauerstoffhaltiger Atmosphäre erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
25 wobei die Szintillatorschicht (20) Mikrostrukturen derart ausbildet, dass sich Zwischenräume (22) zwischen den Mikrostrukturen im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Szintillatorplatte (1) hin zu dem Substrat (10) erstrecken,  
30 wobei die Schutzschicht (30) beim Aufbringen in die Zwischenräume (22) eindringt.
5. Verfahren nach Anspruch 4,  
wobei die Szintillatorschicht (20) Cäsiumiodid umfasst.
- 35 6. Szintillatorplatte , umfassend:
  - ein Substrat (10),

- eine Pufferschicht (11), welche auf dem Substrat (10) angeordnet ist,
  - eine Szintillatorschicht (20), welche auf Pufferschicht (11) angeordnet ist, und
  - 5 - eine Schutzschicht (30),
- wobei die Pufferschicht (11) und/oder die Schutzschicht(30) einen Anteil an Carbonylgruppen aufweist, derart, dass die Pufferschicht 11 und/oder die Schutzschicht 30 eine gelbliche Verfärbung aufweist.

10

7. Szintillatorplatte nach Anspruch 6, wobei die Szintillatorschicht (20) Mikrostrukturen derart aufweist, dass sich Zwischenräume (22) zwischen den Mikrostrukturen im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche
- 15 der Szintillatorplatte (1) hin zu dem Substrat (10) erstrecken, und die Schutzschicht (30) sich in die Zwischenräume (22) erstreckt.

15

8. Szintillatorplatte nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei die Szintillatorschicht (30) Cäsiumiodid umfasst.

20

9. Szintillatorplatte nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Pufferschicht (11) und/oder die Schutzschicht(30) aus einem von Parylen aus der Stoffgruppe
- 25 der Poly-p-xylylen gebildet ist.

25

10. Szintillatorplatte nach Anspruch 9, wobei die Pufferschicht (11) und/oder die Schutzschicht(30) aus einem von Parylen C, Parylen D oder Parylen N gebildet ist.

30

11. Szintillatorplatte nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei die die Pufferschicht (11) und/oder die Schutzschicht(30) einen Anteil an Carbonylgruppen größer als
- 35 5000 ppm aufweist.

35

FIG 1

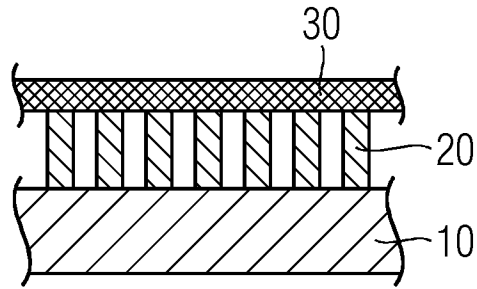


FIG 2

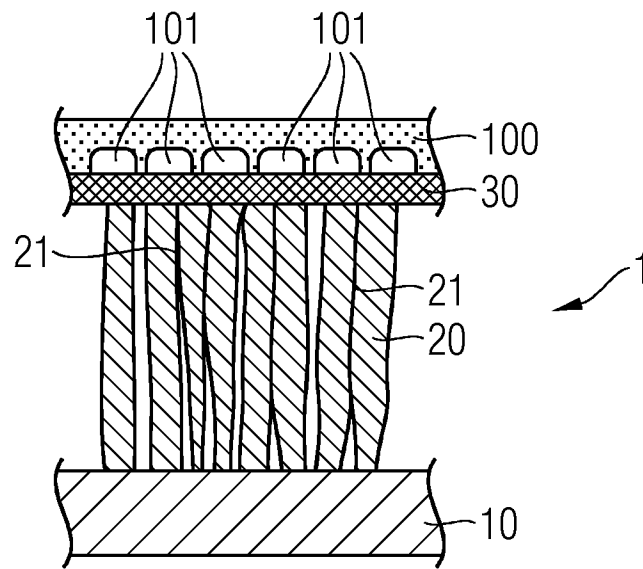


FIG 3

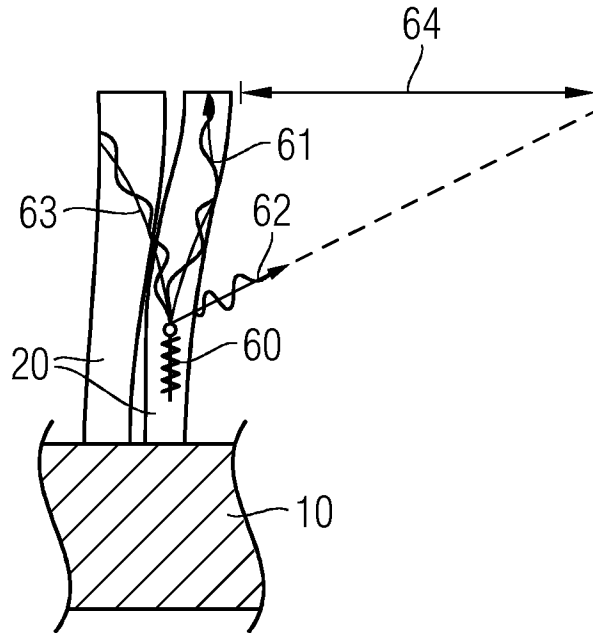


FIG 4

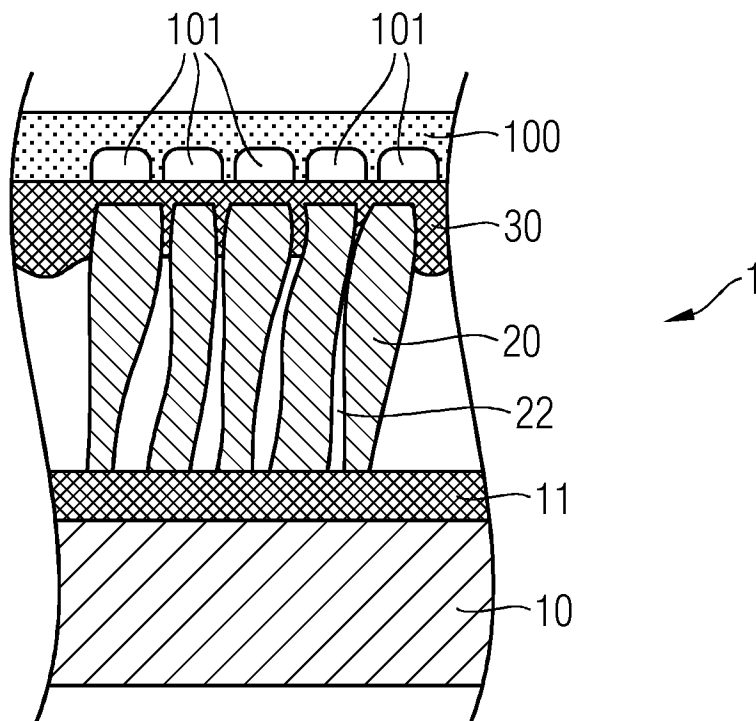
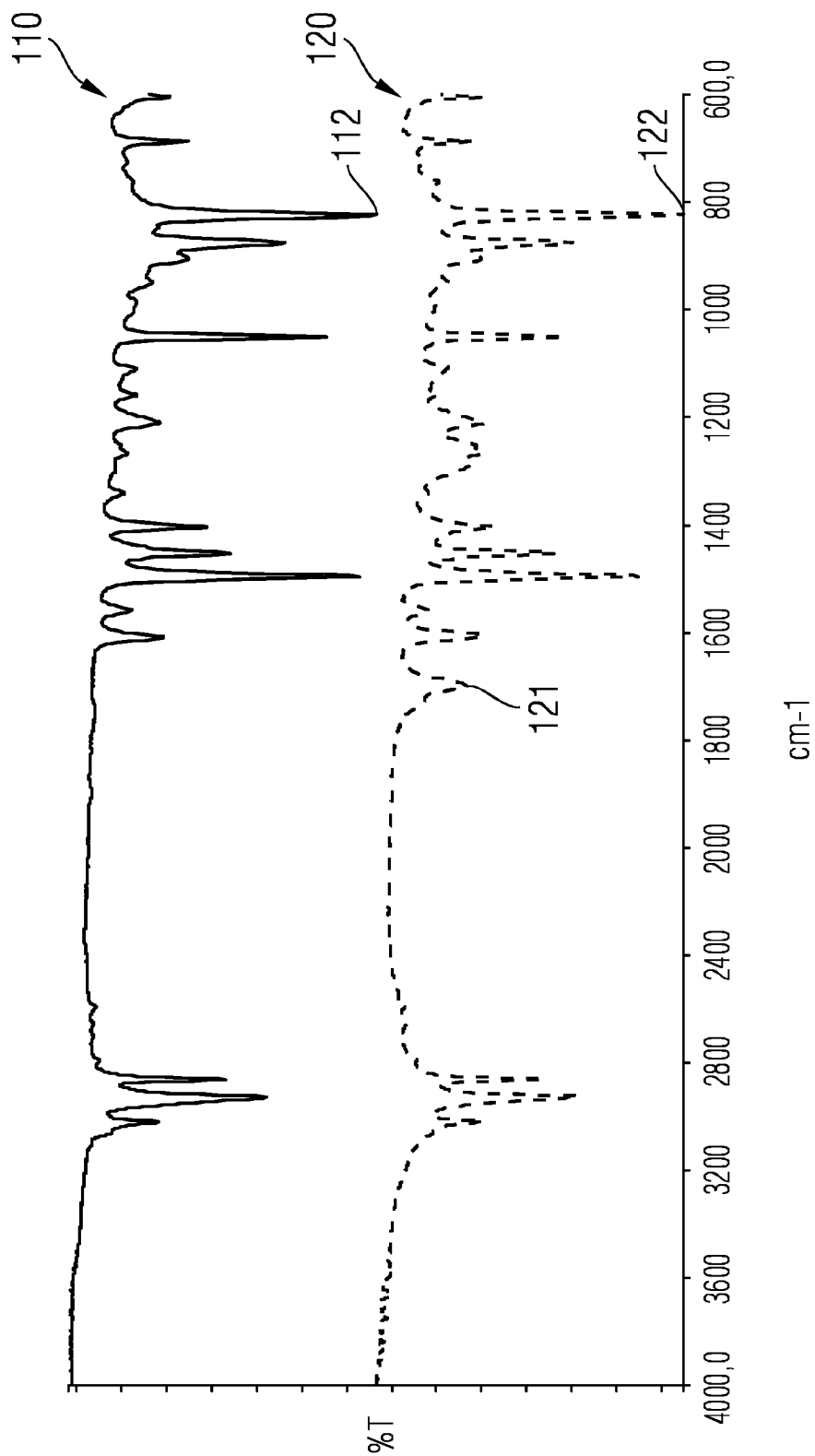


FIG 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/060186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G21K4/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G21K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/131844 A1 (SIEMENS AG [DE]; FUCHS MANFRED [DE]; HENSELER DEBORA [DE]; WITTMANN GE) 22 November 2007 (2007-11-22)	7-11
A	the whole document	1-6
X	US 2003/038249 A1 (HACKENSCHMIED PETER [DE] ET AL) 27 February 2003 (2003-02-27)	7-11
A	paragraphs [0085], [0086]	1-6
A	EP 1 997 866 A1 (AGFA HEALTHCARE NV [BE]) 3 December 2008 (2008-12-03)	1-11
A	the whole document	
A	US 2011/017912 A1 (GOTO NARITO [JP] ET AL) 27 January 2011 (2011-01-27)	1-11
	the whole document	
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
31 July 2013	09/08/2013	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Kövecz, Monika	



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/060186

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/026789 A1 (KONICA MINOLTA MED & GRAPHIC [JP]; GOTO NARITO [JP]; KASAI SHIGETAMI []) 11 March 2010 (2010-03-11) the whole document	1-11
A	----- DATABASE INSPEC [Online] THE INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB; February 2007 (2007-02), USUI T ET AL: "60 mm diameter Lu <sub>0.4</sub> Gd <sub>1.6</sub> SiO <sub>5</sub> : Ce (LGSO) single crystals and their improved scintillation properties", XP002707990, Database accession no. 9313737 abstract -----	1-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/060186

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007131844 A1	22-11-2007	DE 102006022138 A1 US 2009065705 A1 WO 2007131844 A1	15-11-2007 12-03-2009 22-11-2007
-----			
US 2003038249 A1	27-02-2003	NONE	
-----			
EP 1997866 A1	03-12-2008	EP 1997866 A1 US 2008290296 A1	03-12-2008 27-11-2008
-----			
US 2011017912 A1	27-01-2011	US 2011017912 A1 WO 2010007807 A1	27-01-2011 21-01-2010
-----			
WO 2010026789 A1	11-03-2010	NONE	
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2013/060186

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. G21K4/00  
ADD.  
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE  
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
G21K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/131844 A1 (SIEMENS AG [DE]; FUCHS MANFRED [DE]; HENSELER DEBORA [DE]; WITTMANN GE) 22. November 2007 (2007-11-22)	7-11
A	das ganze Dokument	1-6
X	US 2003/038249 A1 (HACKENSCHMIED PETER [DE] ET AL) 27. Februar 2003 (2003-02-27)	7-11
A	Absätze [0085], [0086]	1-6
A	EP 1 997 866 A1 (AGFA HEALTHCARE NV [BE]) 3. Dezember 2008 (2008-12-03)	1-11
A	US 2011/017912 A1 (GOTO NARITO [JP] ET AL) 27. Januar 2011 (2011-01-27)	1-11
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
31. Juli 2013	09/08/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Kövecz, Monika
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2010/026789 A1 (KONICA MINOLTA MED & GRAPHIC [JP]; GOTO NARITO [JP]; KASAI SHIGETAMI []) 11. März 2010 (2010-03-11) das ganze Dokument -----	1-11
A	DATABASE INSPEC [Online] THE INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB; Februar 2007 (2007-02), USUI T ET AL: "60 mm diameter Lu <sub>0.4</sub> Gd <sub>1.6</sub> SiO <sub>5</sub> : Ce (LGSO) single crystals and their improved scintillation properties", XP002707990, Database accession no. 9313737 Zusammenfassung -----	1-11

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/060186

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007131844 A1	22-11-2007	DE 102006022138 A1 US 2009065705 A1 WO 2007131844 A1	15-11-2007 12-03-2009 22-11-2007
-----			
US 2003038249 A1	27-02-2003	KEINE	
-----			
EP 1997866 A1	03-12-2008	EP 1997866 A1 US 2008290296 A1	03-12-2008 27-11-2008
-----			
US 2011017912 A1	27-01-2011	US 2011017912 A1 WO 2010007807 A1	27-01-2011 21-01-2010
-----			
WO 2010026789 A1	11-03-2010	KEINE	
-----			