

(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  
22. Mai 2009 (22.05.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/062831 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01T 1/202** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/064397
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Oktober 2008 (23.10.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2007 054 700.7  
14. November 2007 (14.11.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FORSCHUNGSINSTITUT FÜR MINERALISCHE UND METALLISCHE WERKSTOFFE EDELSTEINE/EDELMETALLE GMBH** [DE/DE]; Struthstrasse 2, 55743 Idar-Oberstein (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RACK, Alexander** [DE/DE]; Dievenowstr. 2, 14199 Berlin (DE). **COUCHAUD, Maurice** [FR/FR]; Charvolet, F-38160 Izeron (FR). **MARTIN, Thierry** [FR/FR]; 8 rue Grange de l'or, F-38120 Fontanil Cornillon (FR). **DUPRÉ, Klaus** [DE/DE]; Amethyststrasse 7, 55743 Idar-Oberstein (DE).
- (74) Anwälte: **KÖPPEN, Manfred** usw.; Weber, Seiffert, Lieke, Postfach 61 45, 65051 Wiesbaden (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

(54) Title: SCINTILLATOR ELEMENT AND SOLID BODY RADIATION DETECTOR HAVING THE SAME

(54) Bezeichnung: SZINTILLATORELEMENT SOWIE FESTKÖRPERSTRAHLUNGSDETEKTOR MIT SOLICHEM

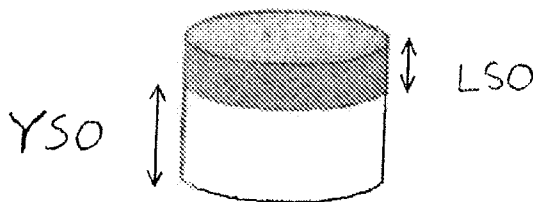


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a scintillator element and a solid body detector, allowing an image display with a very high local resolution, having the greatest possible absorption force for the ionized radiation to be detected, and emitting the absorbed energy in a light pulse that is as brief as possible at a high conversion rate and at minimal luminescence, and also being substantially transparent to the wavelength of the maximum emission thereof. In order to attain this aim, the invention proposes that the scintillator element be made from a multi-layer structure having a passive carrier layer made from non-scintillating material and an active layer made of scintillating material that is applied onto the carrier layer.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Szintillatorelement bzw. einen Festkörperdetektor, der eine Abbildung mit sehr hoher Ortsauflösung erlaubt, eine möglichst große Absorptionskraft für die nachzuweisende ionisierende Strahlung besitzt und dabei die absorbierte Energie in einem möglichst kurzen Lichtpuls bei hoher Konversionsrate und mit minimalem Nachleuchten abgibt und der zu dem im wesentlichen transparent für die Wellenlänge seiner maximalen Emission ist. Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß das Szintillatorelement aus einer Mehrschichtstruktur mit einer passiven Trägerschicht aus nicht szintillierendem Material und einer auf der Trägerschicht aufgetragenen aktiven Schicht aus szintillierendem Material besteht.



WO 2009/062831 A1

-----  
**Szintillatorelement sowie Festkörperstrahlungsdetektor mit solchem**  
-----

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Szintillatorelement zur Umwandlung von hochenergetischer Strahlung oder geladenen Teilchen in niederenergetische Strahlung.

5 Als Szintillatorelement wird ein Element angesehen, welches durch hochenergetische Strahlung, wie z. B.  $\gamma$ -Strahlung oder Röntgenstrahlung, sowie durch geladene Teilchen angeregt werden kann und die Anregungsenergie durch elektromagnetische Strahlung niedrigerer Energie, in der Regel Licht im UV- oder sichtbaren Bereich wieder abgibt. Durch Messung der Lichtmenge kann auf die in den Szintillator eingebrachte Energie geschlossen werden.

10 Die Erfindung betrifft des weiteren einen Strahlungsdetektor mit solch einem Szintillatorelement. Unter einem Strahlungsdetektor wird ein Element zur Messung elektromagnetischer Strahlung verstanden. Beispielsweise kann der Strahlungsdetektor ein Röntgendetektor sein. Bei den bildgebenden Röntgensystemen, wie z. B. der Computertomographie, durchdringt Röntgenstrahlung eine zu  
15 untersuchende Person. Die Röntgenstrahlung wird durch das Gewebe und/oder die Knochen geschwächt und die geschwächte Röntgenstrahlung dann orts aufgelöst detektiert.

Grundsätzlich wird bei der orts aufgelösten Detektion von ionisierender Strahlung zwischen direkten und indirekten Detektoren unterschieden. Die direkten Detektoren wandeln die einfallende, ionisierende Strahlung direkt in elektronische Ladung um, wohingegen die indirekten Detektoren zunächst  
20 die einfallende, ionisierende Strahlung mittels eines Lumineszenzschirms in optische Photonen umwandeln und diese dann in einem weiteren Schritt detektieren.

Direkte Detektoren weisen im allgemeinen eine hohe Energieauflösung auf. Indirekte Detektoren erreichen dagegen deutlich höhere Ortsauflösungen, was unter anderem daran liegt, daß das sichtbare Licht mit üblichen Optiken aus der Lichtmikroskopie abgebildet werden kann.

Die Effizienz sowie die Bildqualität eines indirekten Detektors hängt von den verwendeten Szintillatormaterialien ab. Szintillatormaterialien sind im allgemeinen Festkörper, die durch hochenergetische Strahlung, wie z. B.  $\gamma$ -Strahlung angeregt werden und diese Energie als UV-Strahlung oder sichtbares Licht wieder abgeben. Der ideale Szintillator besitzt eine hohe Absorptionskraft für die verwendete ionisierende Strahlung, setzt die absorbierte Energie zu einem größtmöglichen Anteil in sichtbares  
30

Licht um, welches zeitlich nahe am Moment der Absorption des Strahlungsquants in einen Kurzpuls emittiert wird, und ist für die Wellenlänge seiner maximalen Emission transparent.

5 Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Szintillatorelement bzw. einen Festkörperdetektor bereitzustellen, der eine Abbildung mit sehr hoher Ortsauflösung erlaubt, eine möglichst große Absorptionskraft für die nachzuweisende ionisierende Strahlung besitzt und dabei die absorbierte Energie in einem möglichst kurzen Lichtpuls bei hoher Konversionsrate und mit minimalem Nachleuchten abgibt und der zu dem im wesentlichen transparent für die Wellenlänge seiner maximalen Emission ist.

10 Diese Aufgabe wird gelöst durch ein eingangs genanntes Szintillatorelement, bei dem das Szintillatorelement eine Mehrschichtstruktur mit einer passiven Trägerschicht aus nicht szintillierendem Material und einer auf der Trägerschicht aufgetragenen aktiven Schicht aus szintillierendem Material ist.

15 Die zur Abbildung des emittierten Lichtes verwendeten Mikroskopoptiken haben im allgemeinen eine begrenzte Tiefenschärfe, die mit zunehmender Vergrößerung, d. h. höheren Auflösungen, abnimmt. Entsprechend muß bei mikroskopischen Auflösungen nahe an der Wellenlänge des vom Szintillatorelement emittierten sichtbaren Lichtes die aktive Leuchtschicht genau den Tiefenschärfenbereich der Optik ausfüllen, um ein Optimum an Effizienz und minimaler Bildunschärfe zu erhalten. Grundsätzlich gilt, daß die Absorption mit der Dicke des Kristalls zunimmt. Gleichzeitig nimmt jedoch die Bildunschärfe zu, wenn die Dicke der aktiven Schicht größer als die Tiefenschärfe der abbildenden Optik wird. Aus diesem Grund ist es wesentlich, die aktive Schicht auf einem nicht szintillierendem Substrat auszubilden, da vom Substrat emittiertes Licht außerhalb des Tiefenschärfebereiches erzeugt werden würde und so den Kontrast und die Schärfe der Abbildung verringern würde.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform ist die aktive Schicht derart ausgewählt, daß die hochenergetische Strahlung, vorzugsweise Röntgenstrahlung in sichtbares oder ultraviolettes Licht umgewandelt wird.

30 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die passive Trägerschicht einkristallin. Das Trägermaterial kann nach einem üblichen Kristallzüchtungsverfahren, z. B. dem Czochralskiverfahren, als Volumenkristall aus einer Schmelze hergestellt werden. Durch Sägen, Schleifen und Polieren des Volumenkristalls wird das benötigte Substrat hergestellt. Dabei hat die Trägerschicht vorzugsweise die Form einer runden oder vieleckigen Scheibe mit planparallelen Seiten und weist vorzugsweise eine Dicke zwischen 0,1 und 2mm und besonders bevorzugt von < 0,5mm auf.

35

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht die passive Trägerschicht aus  $M_xN_ySiO_5$ , wobei M und N Elemente der Reihe Y, La, Gd, Yb, Lu sind und x und y die Anteile des jeweiligen Elementes sind, wobei  $x + y = 2$  gilt.

- 5 Das Trägermaterial hat sich als besonders einfach herzustellen herausgestellt. Darüber hinaus ist das Trägermaterial für sichtbares, ultraviolettes Licht nahezu transparent und es ist nicht möglich, das Trägermaterial durch hochenergetische Strahlung zur Emission im sichtbaren UV-Bereich anzuregen.
- 10 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die aktive Schicht kristallin, vorzugsweise einkristallin ausgebildet. Durch die kristalline Ausbildung der aktiven Schicht wird eine hohe Homogenität innerhalb der aktiven Schicht ermöglicht, wodurch die Ortsauflösung verbessert wird.
- Vorzugsweise wird die aktive Schicht auf der passiven Trägerschicht aufgewachsen, wobei besonders bevorzugt die aktive Schicht dieselbe kristallographische Orientierung wie die passive Trägerschicht hat.
- 15 Eine einkristalline aktive Schicht hat eine hohe optische Qualität und kann im allgemeinen für Auflösungen bis unter  $1\mu\text{m}$  verwendet werden.
- 20 Die aktive Schicht kann beispielsweise durch Flüssigphasenepitaxie, gegebenenfalls auch durch ein anderes Kristallzüchtungsverfahren, auf das Trägermaterial in der benötigten Stärke aufgebracht werden. In diesem Prozeß dient die passive Trägerschicht als kristalline Unterlage, auf die die aktive Schicht kristallografisch orientiert aufgewachsen wird. Beispielsweise kann das Szintillatormaterial in der benötigten Zusammensetzung in einem Hochtemperaturlösungsmittel, z. B. Bleioxid ( $PbO$ ) oder Bleimolybdat ( $PbMoO_4$ ) bei Temperaturen über  $1000^\circ\text{C}$  gelöst werden. Das Aufbringen der aktiven Schicht auf das Substrat wird dann durch Eintauchen des Substrates in die Lösung bei geeigneter Temperatur gestartet.
- 25 Die endgültige Schichtdicke wird durch die Prozeßdauer bestimmt. Bei dem beschriebenen Verfahren wird das Substrat beidseitig mit einer aktiven Schicht beschichtet. Durch einseitiges Abtragen mittels Schleifen und Polieren wird eine der aktiven Schichten entfernt und der Träger auf die anwendungsgemäß notwendige Dicke gebracht.
- 30 Typischerweise hat die aktive Schicht eine Dicke zwischen  $0,001$  und  $0,5$  mm.
- 35

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die aktive Schicht strukturiert, wobei die Strukturierung vorzugsweise aus in die aktive Schicht eingebrachten Gräben besteht. Dabei haben die Gräben vorzugsweise eine Tiefe, die größer oder gleich der Dicke der aktiven Schicht ist.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform hat die Strukturierung die Form eines regelmäßigen Gitters, vorzugsweise eines rechteckigen oder quadratischen Gitters. Es hat sich gezeigt, daß die Gräben am Besten eine Breite zwischen 0,1 und 20µm und vorzugsweise von weniger als 5µm haben.

10 Weiterhin ist es von Vorteil, wenn benachbarte Gräben einen Abstand voneinander haben, der zwischen 1 und 500µm und vorzugsweise weniger als 50µm und besonders bevorzugt von weniger als 10µm beträgt.

15 Diese Maßnahmen erlauben es, noch dickere und damit höher absorbierende Szintillatorelemente mit den mikroskopischen Auflösungen zu kombinieren. Im Grunde genommen erhält die aktive Schicht dadurch eine säulenartige Mikrostruktur. Licht, das durch Szintillation in einer Säule entsteht, wird an den Säulenwänden durch Totalreflexion in seiner Ausbreitungsrichtung eingeschränkt, was ein Verschmieren des Bildes verringert.

20 Die Strukturierung kann beispielsweise durch Abtragen von Material über die Stärke der aktiven Schicht, eventuell auch bis in das Substrat hinein erfolgen. Als Strukturierungsverfahren sind chemisches Ätzen, Ionenätzen, mechanisches Abtragen, laserunterstütztes Abtragen und andere geeignete Verfahren möglich.

25 In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß auf der aktiven Schicht und/oder der passiven Trägerschicht eine reflexionsvermindernde Schicht aufgebracht ist. Durch diese Maßnahme werden Lichtreflexe weiter verringert. Die Beschichtung kann ein- oder beidseitig erfolgen. Beispielsweise kann eine materialangepaßte, sehr dünne dielektrische Schicht aus  $MgF_2$ ,  $TaO_2$ ,  $SiO_2$  aufgedampft werden, wodurch der Reflexionsgrad der Oberflächen von circa 8% auf unter 0,1% gesenkt werden kann. Vorzugsweise wird die reflexionsvermindernde Schicht auf  
30 die Trägerschicht an der der aktiven Schicht abgewandten Seite aufgebracht.

Das erfindungsgemäße Szintillatorelement wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform innerhalb eines Festkörperstrahlungsdetektors verwendet, der neben dem Szintillatorelement noch eine Wandlereinrichtung zum Umwandeln von sichtbarem und/oder ultraviolettem Licht in elektrische  
35 Signale sowie eine Abbildungsoptik zur Abbildung der aktiven Schicht des Szintillatorelements auf die Wandlereinrichtung aufweist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen sowie der dazugehörigen Figuren. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Szintillatorelementes,

5

Figur 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Szintillatorelementes,

Figur 3 eine Prinzipskizze, die die Reflexionsverhältnisse ohne und mit Strukturierung verdeutlicht, und

10

Figur 4 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Festkörperstrahlungsdetektor.

In Figur 1 ist eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Szintillatorelementes dargestellt. Ein zylinderförmiges Substrat mit einer Dicke von 150 bis 500µm aus YSO (Yttrium-Oxoorthosilikat –  $Y_2SiO_5$ ) dient als Träger für die dünne aktive Schicht aus LSO (Lutetium-Oxoorthosilikat –  $Lu_2SiO_5$ ), die eine Dicke von nur 1 bis 100µm aufweist. Da die inaktive Trägerschicht einkristallin ist und die dünne aktive Schicht ebenfalls einkristallin ist, kann man sie auf dem Substrat aufwachsen lassen, so daß sie dieselbe kristallographische Orientierung aufweist wie die Trägerschicht.

15

20

Um die Reflexionen zu verringern, kann die aktive Schicht strukturiert sein, wie in Figur 2 zu sehen ist. Im Grunde genommen besteht hier die aktive Schicht aus einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten quaderförmigen Säulen, da die aktive Schicht mit einem ein Quadratgitter bildendes Grabensystem strukturiert wurde.

25

Wie in Abbildung 3a zu erkennen ist, kann es bei der nicht strukturierten aktiven Schicht vorkommen, daß einzelne Lichtstrahlen mit großem Winkel auf die Grenzfläche zwischen aktiver Schicht und passiver Trägerschicht auftreffen, so daß sie bei der Grenzschicht zwischen Substrat und Umgebung total reflektiert werden. Diese Lichtstrahl wird nicht oder am falschen Ort detektiert, was die Bildschärfe verringert.

30

In Figur 3b ist zu erkennen, daß im Falle einer strukturierten aktiven Schicht die Lichtstrahlen durch Totalreflexion innerhalb der Säulen (ähnlich wie die Lichtausbreitung innerhalb einer Glasfaser) weitergeleitet werden, so daß der Anteil der Lichtreflexionen geringer wird.

35

Schließlich ist in Figur 4 ein Beispiel für einen Festkörperdetektor dargestellt. Röntgenstrahlen 1 treffen auf das erfindungsgemäße Szintillatorelement 2, werden dort in sichtbares oder UV-Licht

umgewandelt, welches dann durch eine handelsübliche Abbildungsoptik 3 über einen Spiegel 4 auf eine CCD-Kamera 5 abgebildet wird.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform wird YbSO (Ytterbium-Oxoorthosilikat –  
5  $\text{Yb}_2\text{SiO}_5$ ) als Trägerschicht oder aktive Schicht verwendet.

**Patentansprüche**

1. Szintillatorelement zur Umwandlung von höherenergetischer Strahlung oder geladenen Teilchen in niederenergetische Strahlung, dadurch gekennzeichnet, daß das Szintillatorelement aus einer Mehrschichtstruktur mit einer passiven Trägerschicht aus nicht szintillierendem Material und einer auf der Trägerschicht aufgebrachtten aktiven Schicht aus szintillierendem Material besteht.
2. Szintillatorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Schicht derart aufgebaut ist, daß die hochenergetische Strahlung, vorzugsweise Röntgenstrahlung, in sichtbares oder ultraviolettes Licht umgewandelt wird.
3. Szintillatorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die passive Trägerschicht einkristallin ist.
4. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die passive Trägerschicht aus  $M_xN_ySiO_5$  besteht, wobei M und N Elemente aus der Gruppe Y, La, Gd, Yb, Lu sind und  $x + y = 2$  gilt.
5. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerschicht die Form einer runden oder vieleckigen Scheibe mit planparallelen Seiten hat und vorzugsweise eine Dicke zwischen 0,1 und 2 mm und besonders bevorzugt von kleiner als 0,5 mm hat.
6. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die aktive Schicht kristallin, vorzugsweise einkristallin ist.
7. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Schicht auf der passiven Trägerschicht aufgewachsen ist, wobei vorzugsweise die aktive Schicht dieselbe kristallographische Orientierung wie die passive Trägerschicht hat.
8. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Schicht aus  $M_xN_ySiO_5$  besteht, wobei M für Elemente aus der Gruppe Ce, Tb, Eu, Sm und N für Elemente aus der Gruppe Y, La, Gd, Yb, Lu sind,  $x + y = 2$  sowie  $0,001 < x < 0,6$  und  $1,4 < y < 1,999$  gilt.
9. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Schicht eine Dicke zwischen 0,001 und 0,5 mm hat.

10. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Schicht strukturiert ist, wobei die Strukturierung vorzugsweise aus in die aktive Schicht eingebrachten Gräben besteht.
- 5
11. Szintillatorelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gräben eine Tiefe haben, die größer oder gleich der Dicke der aktiven Schicht ist.
12. Szintillatorelement nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturierung die Form eines regelmäßigen Gitters, vorzugsweise eines rechteckigen oder quadratischen Gitter einnimmt.
- 10
12. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Gräben eine Breite zwischen 0,1 und 20  $\mu\text{m}$  und vorzugsweise  $< 5 \mu\text{m}$  haben.
- 15
13. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Gräben einen Abstand voneinander haben, der zwischen 1 und 500  $\mu\text{m}$  liegt, vorzugsweise  $< 50\mu\text{m}$  und besonders bevorzugt  $< 10 \mu\text{m}$  ist.
- 20
14. Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß auf der aktiven Schicht und/oder der passiven Trägerschicht eine reflexionsvermindernde Schicht aufgebracht ist.
- 25
15. Festkörperstrahlungsdetektor mit einem Szintillatorelement nach einem der Ansprüche 1 bis 14, einer Wandlereinrichtung zum Umwandeln von sichtbaren und/oder ultravioletten Licht in elektrische Signale und einer Abbildungsoptik, zur Abbildung der aktiven Schicht des Szintillatorelements auf die Wandlereinrichtung.
- 30

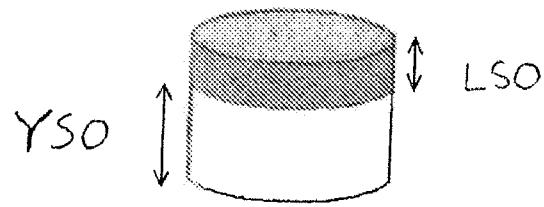


Fig. 1

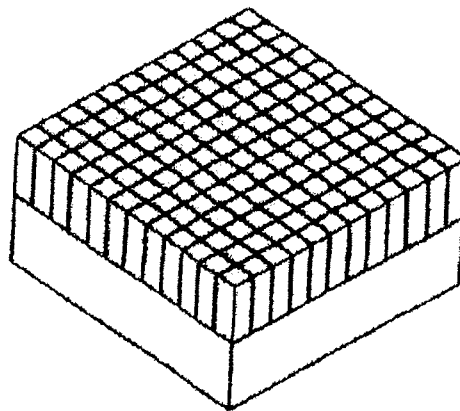


Fig. 2

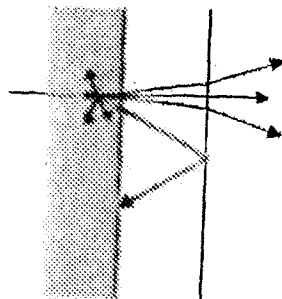


Fig. 3a

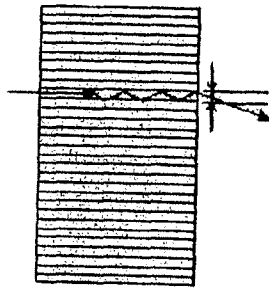
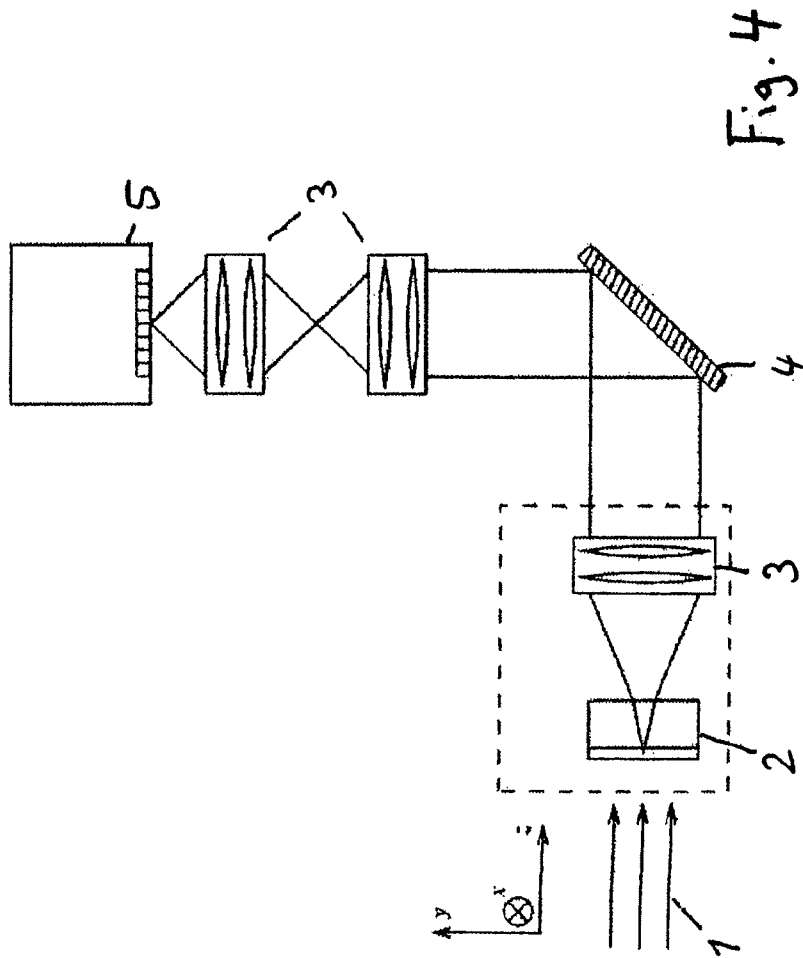


Fig. 3b



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/064397

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01T1/202		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01T C09K 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 practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 655 748 A (MINNESOTA MINING & MFG [US] IMATION CORP [US]) 31 May 1995 (1995-05-31) page 3, line 22 - line 23 page 4, line 29 - line 39 page 4, line 53 - line 56; tables page 5, line 38 - line 40 -----	1-9
X	US 4 103 173 A (DANIELMEYER HANS-GUNTER ET AL) 25 July 1978 (1978-07-25) column 2, line 2 - line 3 column 2, line 22 - line 23 column 3, line 8 - line 10 -----  -/--	1-3,6,7, 9
<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 document 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  <p style="text-align: center;">26 Februar 2009</p>	Date of mailing of the international search report  <p style="text-align: center;">05/03/2009</p>	
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  <p style="text-align: center;">Eberle, Katja</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/064397

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 519 227 A (KARELLAS ANDREW [US]) 21 May 1996 (1996-05-21) column 7, line 13 - line 15 column 8, lines 10,18 column 8, line 35 - line 46; claims; figures -----	1,2,5-7, 10-13
X	US 6 288 399 B1 (ANDREACO MARK S [US] ET AL) 11 September 2001 (2001-09-11) column 4, line 46 - line 48; figures column 5, line 20 -----	1,2,4,6, 8,10-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2008/064397
---

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0655748	A	31-05-1995	DE 69326155 D1 DE 69326155 T2 JP 7198898 A US 5540947 A	30-09-1999 15-02-2001 01-08-1995 30-07-1996
US 4103173	A	25-07-1978	DE 2507877 A1 FR 2301845 A1 GB 1544705 A JP 52010882 A	02-09-1976 17-09-1976 25-04-1979 27-01-1977
US 5519227	A	21-05-1996	AU 3365995 A WO 9605505 A1 US 5572034 A	07-03-1996 22-02-1996 05-11-1996
US 6288399	B1	11-09-2001	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2008/064397

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. G01T/202		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01T C09K 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, INSPEC, COMPENDEX, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 655 748 A (MINNESOTA MINING & MFG [US] IMATION CORP [US]) 31. Mai 1995 (1995-05-31) Seite 3, Zeile 22 - Zeile 23 Seite 4, Zeile 29 - Zeile 39 Seite 4, Zeile 53 - Zeile 56; Tabellen Seite 5, Zeile 38 - Zeile 40	1-9
X	US 4 103 173 A (DANIELMEYER HANS-GUNTER ET AL) 25. Juli 1978 (1978-07-25) Spalte 2, Zeile 2 - Zeile 3 Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 23 Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 10	1-3,6,7,9
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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* älteres Dokument, 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 anderen 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
26. Februar 2009		05/03/2009
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  Eberle, Katja

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/064397

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 5 519 227 A (KARELLAS ANDREW [US])                      21. Mai 1996 (1996-05-21)                      Spalte 7, Zeile 13 - Zeile 15                      Spalte 8, Zeilen 10,18                      Spalte 8, Zeile 35 - Zeile 46; Ansprüche;                      Abbildungen</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1,2,5-7,                      10-13</p>
X	<p>US 6 288 399 B1 (ANDREACO MARK S [US] ET                      AL) 11. September 2001 (2001-09-11)                      Spalte 4, Zeile 46 - Zeile 48; Abbildungen                      Spalte 5, Zeile 20</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1,2,4,6,                      8,10-15</p>

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/064397

Im Rechenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0655748	A	31-05-1995	DE 69326155 D1	30-09-1999
			DE 69326155 T2	15-02-2001
			JP 7198898 A	01-08-1995
			US 5540947 A	30-07-1996
US 4103173	A	25-07-1978	DE 2507877 A1	02-09-1976
			FR 2301845 A1	17-09-1976
			GB 1544705 A	25-04-1979
			JP 52010882 A	27-01-1977
US 5519227	A	21-05-1996	AU 3365995 A	07-03-1996
			WO 9605505 A1	22-02-1996
			US 5572034 A	05-11-1996
US 6288399	B1	11-09-2001	KEINE	