

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4443421号
(P4443421)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 T 1/20 (2006.01)
 HO 1 L 31/09 (2006.01)
 HO 1 L 27/14 (2006.01)
 HO 4 N 5/32 (2006.01)

GO 1 T 1/20 L
 GO 1 T 1/20 E
 GO 1 T 1/20 G
 HO 1 L 31/00 A
 HO 1 L 27/14 K

請求項の数 9 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-560515 (P2004-560515)
 (86) (22) 出願日 平成15年12月16日(2003.12.16)
 (65) 公表番号 特表2006-510022 (P2006-510022A)
 (43) 公表日 平成18年3月23日(2006.3.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2003/051016
 (87) 国際公開番号 W02004/055549
 (87) 国際公開日 平成16年7月1日(2004.7.1)
 審査請求日 平成18年11月13日(2006.11.13)
 (31) 優先権主張番号 02/15995
 (32) 優先日 平成14年12月17日(2002.12.17)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 598162056
 トリクセル エス.アー.エス.
 TRI X E L L S. A. S.
 フランス国 38430 モワラン, ゼッ
 ト. イー. サントラルプ
 Z. I. Centr' Alp, 3843
 O Moirans, France
 (74) 代理人 100071054
 弁理士 木村 高久
 (72) 発明者 モニ、ディディエール
 フランス エフ-94117 アルクエイ
 ユ アヴェニュー アリステイド ブリア
 ンド 31-33 テールズ インテレク
 チュアル プロパティ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体X線検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

感光素子がマトリックスに配列された感光センサ(1)と、X線を前記センサが感受できる放射線に変換するシンチレータ(5)と、前記シンチレータ(5)の上流のX線が通過する入射窓(8、9)とを含む固体X線検出器であって、

動作中に前記感光センサ(1)のマトリックスと前記シンチレータ(5)の基板との間に誘導される電界を除去するための手段であり、前記入射窓(8、9)と前記感光センサ(1)との間で電圧を印加するための手段を含むことを特徴とする固体X線検出器。

【請求項 2】

前記シンチレータ(5)が基板(8)およびシンチレーション物質(7)を含むことと、前記基板(8)が前記センサ(1)と別個であることと、前記基板(8)が前記センサ(1)の前記入射窓を形成することとを特徴とする、請求項1に記載のX線検出器。

【請求項 3】

前記シンチレータ(5)がシンチレーション物質(7)を含むことと、前記センサ(1)が前記シンチレーション物質(7)用の基板として用いられることと、前記シンチレータ(5)を保護するためのホイル(9)が前記シンチレーション物質(7)を覆うことと、前記ホイル(9)が前記センサ(1)の前記入射窓を形成することとを特徴とする、請求項1に記載のX線検出器。

【請求項 4】

前記検出器が、前記電圧を前記入射窓(8、9)にほぼ均一に印加するための手段を含

10

20

むことを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の検出器。

【請求項 5】

前記電圧が経時的に変調されることを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の検出器。

【請求項 6】

追加窓 (1 0) が、前記シンチレータ (5) に固定されることなく、前記シンチレータ (5) に配置されることと、不透湿性シール (1 1) が、前記追加窓 (1 0) および前記センサ (1) を固定することとを特徴とする、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の検出器。

【請求項 7】

10

前記電圧をほぼ均一に印加するための前記手段が、前記追加窓 (1 0) を通過する電気接合部 (2 0) を含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の検出器。

【請求項 8】

前記電圧をほぼ均一に印加するための前記手段が、前記シール (1 1) を通過する導電路 (3 0) を含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の検出器。

【請求項 9】

前記電圧をほぼ均一に印加するための前記手段が、前記感光センサ (1) に作製されたトラック (4 0) を含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【 0 0 0 1 】

本発明は、放射線変換器と結合された感光センサを含む固体 X 線検出器に関する。この種の検出器の適用分野は、特に放射線学すなわち放射線写真法、蛍光透視法、乳房 X 線撮影法であるが、非破壊検査にもまた適用される。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

このような放射線検出器は、たとえば仏国特許 F R 2 6 0 5 1 6 6 号明細書から周知であるが、この発明では、アモルファスシリコンフォトダイオードから形成された感光センサが、放射線変換器と結合されている。

【 0 0 0 3 】

30

このような放射線検出器の動作および構造を簡単に振り返る。

【 0 0 0 4 】

感光センサは、一般に、マトリックスに配列された固体感光素子から作製される。感光素子は、通常は C C D かまたは C M O S タイプのセンサ用の単結晶シリコンか、多結晶シリコンまたはアモルファスシリコンの半導体材料から作製される。感光素子には、少なくとも 1 つのフォトダイオード、フォトランジスタまたはフォトレジスタが含まれる。これらの素子は、基板、一般的にはガラス板に被着される。

【 0 0 0 5 】

一般に、これらの素子は、X 線またはガンマ線などの非常に波長の短い放射線を直接的には感受しない。そのような理由で、感光センサは、シンチレーション物質の層を含む放射線変換器と結合されている。この物質には、上記のような放射線によって励起されたときに、たとえば可視光または近可視光など、センサが感受できる、波長のより長い放射線を放射する特性がある。放射線変換器が放射する光が、センサの感光素子を照射し、感光素子が、光電変換を行なって、しかるべき回路で利用可能な電気信号を送出する。本記載の他の部分においては、放射線変換器をシンチレータと称する。

40

【 0 0 0 6 】

アルカリ金属ハロゲン化物類または希土類酸硫化物類の一定のシンチレーション物質が、その良好な性能特性のために頻繁に用いられる。

【 0 0 0 7 】

アルカリ金属ハロゲン化物中では、所望する放射がそれぞれ約 4 0 0 ナノメートルかま

50

たは約550ナノメートルかどうかには依存してナトリウムまたはタリウムでドーブされたヨウ化セシウムが、その強力なX線吸収性と優れた蛍光収率で知られている。それは、支持体上に成長する細針形状をしている。これらの針は、その支持体にほぼ垂直で、センサ方向へ放射される光を部分的に拘束する。その微細さによって、検出器の分解能が決定される。ランタンおよびガドリニウム酸硫化物もまた、同じ理由で非常に広範に用いられている。

【0008】

しかしながら、これらのシンチレーション物質の中には、安定性に欠けるという欠点を有するものもある。すなわち、それらは、水分に曝されると部分的に分解し、その分解により、センサへ向かってかまたはセンサから離れる方へ移動する化学種が放出される。これらの種は、非常に腐食性が強い。ヨウ化セシウムおよびランタン酸硫化物には、特にこの欠点がある。

10

【0009】

ヨウ化セシウムについては、その分解によって水酸化セシウム $\text{Cs}^+ \text{OH}^-$ および遊離ヨウ素 I_2 がもたらされ、次に、これらは、ヨウ化物イオンと結合して、錯体 I_3^- をもたらす。

【0010】

ランタン酸硫化物については、その分解によって、化学的に非常に腐食性が強い硫化水素 H_2S がもたらされる。

【0011】

20

シンチレーション物質の分解は、特に、光検出マトリクス構造におけるリーク電流出現の原因となる可能性があり、このリーク電流によって、検出器が作成する画像の目につく、加えて、進展する悪化が引き起こされる。

【0012】

水分は、排除するのが極めて難しい。周囲空気および検出器の組み立てに用いられる接着剤には、常に水分が含まれている。接着剤に水分が存在するのは、周囲空気のためか、またはよくあることだが、接着剤が2つの化学種の縮合の結果である場合には、重合反応のためである。

【0013】

これらの検出器を作製するときの重要な態様の1つは、検出器の内部に最初から存在してシンチレータと接触する水分量を最小限にすること、およびこの水分がセンサの動作中にセンサの中へ拡散するのを防ぐことである。

30

【0014】

放射線検出器には、シンチレータの上流のX線が通過する入射窓がある。さらに、シンチレーション物質は、一般に、金属基板に被着される。かくして、基板およびシンチレーション物質が、シンチレータを形成する。さらに、入射窓として基板を用いることが周知である。

【0015】

次にセンサに接着されるシンチレータを形成するために、シンチレーション物質が入射窓に直接被着されるときには、入射窓は、被着から生じる熱応力およびシンチレータの処置に、破損されることなく耐えなければならず、好ましくは、その膨張係数は、シンチレータの膨張係数、およびセンサ、特にその基板の膨張係数と大きさが同程度でなければならない。また窓が低弾性係数を有するような対処をして、それによって、一方では窓とシンチレータとの間の、他方では窓とセンサ、または特にセンサ基板との間の差ひずみを除去できるようにしてもよい。かくして、これによって、シンチレータのひび割れおよびセンサ基板破損の危険が除かれる。

40

【0016】

また、検出器を封止する機能だけを提供する追加入射窓を付加することによって、入射窓の機能とシンチレータ基板の機能とを分離することが求められた。かくしてシンチレータ基板が曝された応力が、基板と追加入射窓との間で分配される。シンチレータ基板は、

50

先行技術と同様に、シンチレータ被着のために、同じ反射性および表面仕上げの制約を受けている。しかしながら、それはもはや、封止することおよびシールを支持することの制約は受けない。これらの制約は、追加入射窓に移される。このような構成は、本出願人の名義において、2001年10月26日に出願された特許出願FR 01 / 13899号明細書に開示されている。

【0017】

検出器の封止を改善するためのこれらの予防措置は、シンチレーション物質の分解を完全に止めるためには十分ではない。イオン種の移動が、検出器の動作中に、感光素子のマトリックスとシンチレータ基板との間で誘導される電界の存在によって促進されることが理解されている。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明の目的は、シンチレーション物質の分解を制限することである。この目的のために、本発明の主題は、感光センサと、X線をセンサが感受できる放射線に変換するシンチレータと、を含む固体X線検出器であり、当該検出器には、検出器の動作中に、感光素子のマトリックスとシンチレータ基板との間に誘導される電界を除去するための手段が含まれる。

【0019】

言い換えれば、本発明の主題は、感光センサと、X線をセンサが感受できる放射線に変換するシンチレータと、シンチレータの上流のX線が通過する入射窓とを含む固体X線検出器であって、当該検出器が、入射窓と感光センサとの間に電圧を印加するための手段を含むことを特徴とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明は、シンチレータとセンサを組み立てる方法により、2つの構成で具体化が可能である。

【0021】

接着シンチレータ構成と呼ばれる第1の構成において、シンチレーション物質は、検出すべき放射線が、センサに達する前に通過しなければならない基板に、被着される。基板は、検出器の入射窓を形成する。次に、このアセンブリが、センサに接着される。

30

【0022】

直接被着構成と呼ばれる第2の構成において、センサがシンチレーション物質の基板としての役を果たし、よってシンチレーション物質は、センサと直接かつ密接に接触する。次に、シンチレーション物質は、検出器の入射窓を形成する保護ホイルで覆われる。これら2つの構成には、それぞれ利点と欠点がある。

【0023】

第1の構成によって、シンチレータとセンサを別々に最適化することが可能になる。したがって、熱処理がセンサに合わない場合でも、シンチレータは熱処理を受けることができる。ヨウ化セシウムが、被着のために加熱気化され、基板上に凝結することによって基板に被着される。次に、最適な蛍光収率を達成するために、約300でアニール処理を実行する。直接被着構成と呼ばれる第2の構成において、シンチレーション物質がセンサに直接被着されるときには、センサを損傷しないように、アニール温度に関して妥協しなければならない。

40

【0024】

第1の構成の別の利点として、センサとシンチレータは、それらが検査に合格した場合にのみ組み立てられ、それによって、全体的な製造歩留まりの改善が可能となる。第1の構成では、2つの素子、すなわち一方では自身の基板を備えたシンチレータと、他方ではセンサとを別々に製造することによって、よりよい生産流れ制御が可能となる。直接被着構成と呼ばれる第2の構成においては、シンチレータに欠陥があるたびに、センサは、そ

50

れを再利用する危険は冒せないで、廃棄される。第１の構成で説明した基板のコストは、第２の構成においてシンチレーション物質用基板としての役を果たすセンサのコストよりも低い。したがって、欠陥のあるシンチレーション物質を被着し、シンチレータとその基板の除去に帰着する場合に生じる損失は、より小さいことになる。

【００２５】

第１の構成において、組立工程用の接着剤の厚さによって、Ｘ線検出器の空間分解能および集光の点で、いくらか損失がもたらされる。それとは異なり、センサにシンチレータを直接被着することによって、最適な光学的結合状態が得られる。

【００２６】

最後に、第１の構成は、たとえばFR 2 758 654号明細書およびFR 2 758 656号明細書として公開された仏国特許に説明されているような、共に接合されたいくつかの素子のアレイからなる感光素子に適用可能である。第２の構成は、共に接合されたいくつかの素子からなるこのような感光アレイには適用できないが、その理由は、このようなアレイの寸法的安定性が、300の温度（この温度は、シンチレーション物質がそれ自身の基板に被着された後、その動作のために必要である）において不十分だからである。

【００２７】

例として提供される、本発明のいくつかの実施形態の詳細な説明を読むことによって、本発明はより明白に理解され、他の特徴および利点が明らかとなるであろう。説明は、添付の図面によって例証される。

【００２８】

見やすいように、これらの図面は一定の縮尺で作図されてはいない。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２９】

接着シンチレータ構成と呼ばれる第１の構成を図１に示す。放射線センサは、参照符号１である。このセンサには、感光素子３を支持する、原則としてガラス板の基板２が含まれる。各感光素子３は、アドレス指定が可能となるように、横列導体と縦列導体の間に取り付けられる。簡略化のために、導体は図示していない。感光素子３および導体は、一般に、それらを水分から保護するように意図された保護層４で覆われている。この構成において、センサ１は、この例では、光学接着剤６を介してセンサ１に光学的に結合されているシンチレータ５と協働する。シンチレータ５には、針形状構造で示された、基板８に被着されたシンチレーション物質７が含まれる。したがって、基板８は、シンチレーション物質７を担持する。シンチレーション物質７は、たとえば、湿式酸化に特に敏感なヨウ化セシウムなどのアルカリ金属ハロゲン化物類に属するが、それはまた、ランタン酸硫化物などの一定の員がやはりあまり安定していない希土類酸硫化物類に属することもある。基板８は、検出器の入射窓を形成する。

【００３０】

直接被着構造と呼ばれる、図２に示す第２の構成においては、図１に示すように、シンチレーション物質７を基板８に被着して、シンチレータ５を形成するこのアセンブリをセンサ１に接着する代わりに、シンチレーション物質７は、センサ１に直接被着され、ホイル９が、シンチレーション物質７を覆う。ホイル９は、シンチレーション物質７を保護する役目をし、検出器の入射窓を形成する。簡略化のために、第２の構成において、シンチレーション物質７およびホイル９によって形成されるアセンブリは、参照符号５とし、第１の構成におけるように、シンチレータと称する。

【００３１】

図１および２に示すＸ線検出器において、追加入射窓１０が、シンチレータ５上に配置されているが、それに固定されてはいない。不透過性シール１１が、入射窓１０をセンサ１に、またはより正確には、その基板２に固定する。

【００３２】

本発明によれば、電圧１２が、採用される構成に応じて入射窓８または９と感光センサ

10

20

30

40

50

1 との間に印加される。

【0033】

検出器の動作中に、正電荷が、たとえば感光素子3で増加し、入射窓8または9から感光センサ1に向かう電界を生じがちである。電圧12を印加することによって、この電界は、理想的には除去されやすくなる。必要に応じて、電圧12を変調して、感光センサ1から入射窓8または9に向かう非ゼロの電界を生成するようにしてもよい。その理由は、感光センサには一般に、シンチレータ5によって放射される光子に感受性のあるフォトダイオードかまたはフォトトランジスタに属するpn接合が含まれるからである。pn接合における正電荷の増加は、pn接合の空乏ゾーンを変更し、結果として、センサ1のリーク電流を増加し、それによって、センサの感度を弱める傾向がある。

10

【0034】

電圧12を入射窓8または9に印加することによって、シンチレータ5の分解に起因するイオン種の、センサ1方向への移動を低減することが可能である。

【0035】

電圧12を印加することには、別の利点がある。その理由は、検出器および特にセンサ1が高インピーダンスで動作し、したがって内部または外部の電磁干渉によって容易に妨害される可能性があるからである。入射窓8または9は、それに電圧が印加されると、電磁干渉に対するシールドを形成し、したがって、検出器を保護する。

【0036】

本発明の実施は非常に簡単である。その理由は、検出器が、一般に、その動作に必要な少なくとも1つのDC電圧発生器を含む電子回路(図示せず)によって制御されるからである。本発明の実施は、単に、DC電圧発生器を入射窓8または9に接続することであり得る。本発明を実施することにより消費された電力はほとんどゼロであるので、電圧発生器を変更する必要がない。この利点によって、本発明を、この目的のために設計されていない検出器で簡単に実施することが可能になる。言い換えれば、本発明を実施するために、既存の検出器を改良するのが容易である。

20

【0037】

入射窓8または9に印加される電圧は、DC電圧にするか、または経時的に変調して、センサ1に印加される電位の値にできる限り近似して従うようにしてもよく、またこの電位は、センサ1の内部にあり、センサ1の動作段階に従って変化する。センサ1の2つの段階、すなわち取得段階および読み出し段階が、主として検知可能である。センサ1の動作に関するさらなる詳細については、たとえば仏国特許出願公開第2 760 585号明細書を参照されたい。

30

【0038】

有利なことに、検出器には、電圧を入射窓8および9にほぼ均一に印加するための手段が含まれる。

【0039】

より正確には、電圧は、入射窓8または9の作製に用いられる材料の導電率に応じて1つまたは複数の接続部を介して、入射窓8または9に印加される。たとえば、第1の構成において、基板8がアルミニウム板の場合には、基板8が、化学堆積または溶射によって作製可能な金属層で覆われたポリマー基板によって作製される場合よりも、必要な接続部の数はより少ないであろう。

40

【0040】

図3、4および5は、入射窓8または9が追加窓10で覆われている場合に、入射窓8または9がどのように電気接続されるかの例を示す。これら3つの図は、単一の電気接続部だけを表わす。もちろん、同じ入射窓8または9のためにいくつか類似の接続部を作製し、電圧によって入射窓8または9に印加される電位の均一性を改善するようにすることが可能である。

【0041】

図3aおよび3bにおいて、電圧を印加するための手段には、追加窓10を通過する電

50

気接合部 20 が含まれる。図 3 a は、斜視図で電気接合部 20 を示し、図 3 b は、断面図で、この同じ接合部 20 を示す。

【0042】

より正確には、電気接合部 20 には、たとえば導電接着剤によって、入射窓 8 または 9 に接続される導電材料が含まれる。この材料は、追加窓 10 に作られたホール 21 を満たし、そして追加窓 10 の表面 22 では検出器の外側に現れ、反対側では、入射窓 8 または 9 と接触する表面 23 に至る。材料は、その熱膨張係数が追加窓 10 のそれと近くなるような方法で、有利に選択される。たとえば、追加窓がガラスで作製されている場合には、採用される材料は、たとえばデイルバ (dilver) またはコパールなど、鉄、ニッケルおよびコバルトの合金であってもよい。追加窓 10 を通る電気接合部 20 の通過部は、封止される。封止は、たとえば接着剤によって施される。

10

【0043】

図 4 a および 4 b において、電圧を印加するための手段には、シール 11 を通過する、導電路 (conducting passage) 30 が含まれる。

【0044】

図 4 a は、斜視図で導電路 30 を示し、図 4 b は、断面図で、この同じ通過部 30 を示す。より正確には、導電路 30 は、導電材料で作製され、シール 11 へのその接続部が封止されている。導電路は、たとえば接着によって、検出器の内部で入射窓 8 または 9 に接続される。電圧は、検出器の外側を経て、導電路 30 に印加される。

【0045】

20

図 5 a および 5 b において、電圧を印加するための手段には、感光センサ 1 上に作製されるトラック 40 が含まれる。図 5 a は、斜視図でトラック 40 を示し、図 5 b は、断面図で同じトラック 40 を示す。より正確には、トラック 40 は、たとえばセンサ 1 上に直接作製されるか、またはより正確にはセンサの基板に作製される。トラック 40 は、導電パッド 41 によって、検出器の内部で入射窓 8 または 9 に接続されるが、このパッド 41 は、トラック 40 および入射窓 8 または 9 の両方に接着してもよい。前述のように、電圧は、検出器の外側を経て、トラック 40 に印加される。トラック 40 の回りの封止は、シール 11 によって施される。

【図面の簡単な説明】

【0046】

30

【図 1】第 1 の構成による放射線検出器を示す。

【図 2】第 2 の構成による放射線検出器を示す。

【図 3 a】追加窓を通過する、入射窓の接続部の例を示す。

【図 3 b】追加窓を通過する、入射窓の接続部の例を示す。

【図 4 a】シールを通過する、入射窓の接続部の例を示す。

【図 4 b】シールを通過する、入射窓の接続部の例を示す。

【図 5 a】感光センサの基板を介した、入射窓の接続部の例を示す。

【図 5 b】感光センサの基板を介した、入射窓の接続部の例を示す。

【 図 2 】

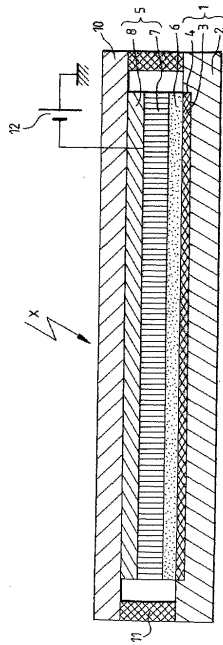


FIG. 1

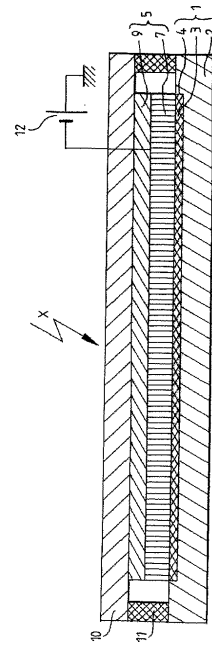


FIG. 2

【 図 3 a 】

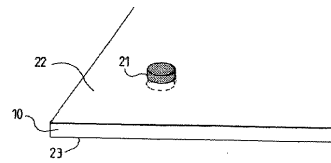
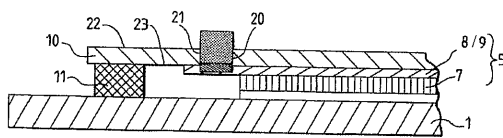


FIG. 3a

【 図 3 b 】



【 図 4 a 】

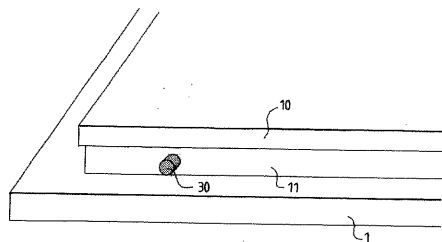
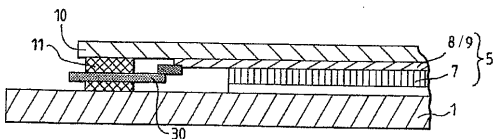


FIG. 4a

【 図 4 b 】



【 図 5 a 】

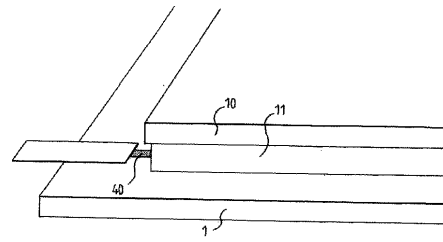
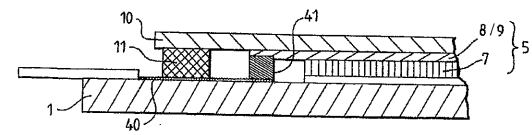


FIG. 5a

【 図 5 b 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/32

(72)発明者 コメール、ブルノ
フランス エフ - 9 4 1 1 7 アルクエイユ アヴェニュー アリスティド プリアンド 3 1 -
3 3 テールズ インテレクチュアル プロパティ-

(72)発明者 ヴィオ、ジェラルド
フランス エフ - 9 4 1 1 7 アルクエイユ アヴェニュー アリスティド プリアンド 3 1 -
3 3 テールズ インテレクチュアル プロパティ-

審査官 木下 忠

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 1 0 7 4 5 8 (J P , A)
特開平 0 4 - 2 1 3 0 9 2 (J P , A)
特開平 0 6 - 3 3 7 3 0 0 (J P , A)
特開平 0 7 - 0 2 7 8 6 3 (J P , A)
国際公開第 0 2 / 0 6 1 4 5 9 (W O , A 1)
特開平 1 1 - 1 1 8 9 3 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G01T1/00-7/12