

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 11 月 17 日(17.11.2016)



(10) 国際公開番号

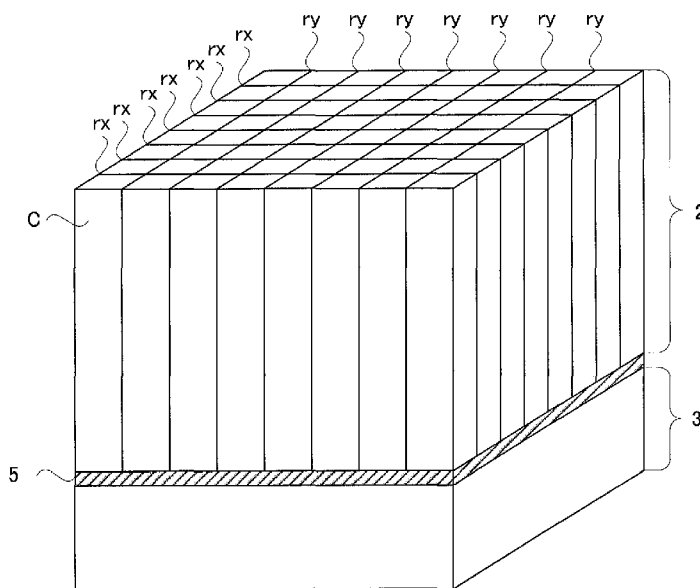
WO 2016/181708 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/20 (2006.01) G01T 1/202 (2006.01)
G01T 1/161 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058851
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 18 日(18.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-099210 2015 年 5 月 14 日(14.05.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 戸波 寛道 (TONAMI Hiromichi); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 津田 倫明 (TSUDA Tomoaki); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 杉谷 勉 (SUGITANI Tsutomu); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 1 丁目 10 番 8 号 西天満第 1 1 松屋ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: RADIATION DETECTOR, AND RADIATION TOMOGRAPHY DEVICE PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称: 放射線検出器およびそれを備えた放射線断層撮影装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a radiation detector with a structure that can be disassembled for easy maintenance. In this radiation detector 1, a scintillator 2 and a photodetector 3 are separably and optically connected by an adhesive sheet 5. Accordingly, if force is applied to the radiation detector 1 so as to separate the scintillator 2 and the photodetector 3 from one another, the adhesive sheet 5 peels away and no longer functions so as to integrate the scintillator 2 and the photodetector 3. In this radiation detector 1, the scintillator 2 and the photodetector 3 can thus be physically separated.

(57) 要約: 分解できるような構成とすることでメンテナンスがしやすい放射線検出器を提供する。本発明の放射線検出器 1 は、シンチレータ 2 と光検出器 3 とが粘着シート 5 により分離可能かつ光学的に結合されている。したがって、シンチレータ 2 と光検出器 3 を互いに引き離すように放射線検出器 1 に力を加えれば、粘着シート 5 が剥がれて、シンチレータ 2 と光検出器 3 とを一体化させるという機能を果たさなくなる。こうして、本発明の放射線検出

器 1 は、シンチレータ 2 と光検出器 3 とを物理的に分離させることが可能である。

明 細 書

発明の名称：

放射線検出器およびそれを備えた放射線断層撮影装置

技術分野

[0001] 本発明は、放射線を蛍光に変換するシンチレータを備えた放射線検出器およびそれを備えた放射線断層撮影装置に関する。

背景技術

[0002] 放射線を検出する放射線検出器としては、従来から図17で示すような構成となっているものがある。このような放射線検出器は、直方体の形状をしているシンチレータ結晶Cが縦横に配列されて構成されるシンチレータ52を備えている。シンチレータ結晶Cは、放射線が入射すると、放射線を蛍光に変換する材料で構成されている。シンチレータ52で生じた蛍光は、シンチレータ52に光学的に結合されている光検出器53で検出される（例えば特許文献1参照）。

[0003] 本発明に係る放射線検出器は、シンチレータ結晶Cが一体化して構成されているシンチレータ52と光検出器53とが光学的に結合されて構成されている。シンチレータ52と光検出器53とを結合するには、液状の接着剤が用いられる。この接着剤は、シンチレータ52と光検出器53との間に注入されたものであり、硬化して接着層となる。この接着層は、シンチレータ52と光検出器53とに挟まれる位置にあり、両者を固着することにより、一体化させている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2008-525161号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の放射線検出器には、次のような問題点がある。

すなわち、本発明によれば、メンテナンスが困難なものとなってしまっている。

[0006] 従来構成の放射線検出器は、分解できるような構成となっていない。放射線検出器の故障は、シンチレータ 5 2 か光検出器 5 3 のいずれかが原因（特に光検出器 5 3）となっていることが多い。したがって、放射線検出器が故障してしまったとしても、シンチレータ 5 2 または光検出器 5 3 を新品のものに交換すると再び正常に動作する場合がある。従来構成の放射線検出器は、シンチレータ 5 2 と光検出器 5 3 とが硬化した接着剤により極めて強固に固着している。したがって、シンチレータ 5 2 と光検出器 5 3 とを無理に引きはがそうとして、故障していなかったシンチレータ 5 2 または光検出器 5 3 が破損してしまうということも起こりえる。

[0007] 従来の放射線検出器は構成する各部品を再利用する点について考慮がなされていない。各部品は強固に一体化されており、部品交換や分解修理ができないようになっている。したがって、放射線検出器を構成する部品の一つが正常に動作しなくなった場合、放射線検出器ごと廃棄しなければならなくなる。このような事情は、放射線検出器を備えた装置のメンテナンスのコストを上昇させている。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、分解できるような構成とすることでメンテナンスがしやすい放射線検出器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は上述の課題を解決するために次のような構成をとる。

すなわち、本発明に係る放射線検出器は、（A）放射線を蛍光に変換するシンチレータ結晶が縦横に配列されて一体化しているシンチレータと、（B）蛍光を検出する光検出器と、（C 1）シンチレータと光検出器とを分離可能かつ光学的に結合させる粘着シートを備えることを特徴とするものである。

[0010] [作用・効果] 本発明によれば、放射線検出器を分解できるような構成と

することでメンテナンスが容易となる。すなわち、本発明の放射線検出器は、シンチレータと光検出器とが粘着シートにより分離可能かつ光学的に結合されている。したがって、シンチレータと光検出器を互いに引き離すように放射線検出器に力を加えれば、粘着シートが剥がれて、シンチレータと光検出器とを一体化させるという機能を果たさなくなる。こうして、本発明の放射線検出器は、シンチレータと光検出器とを物理的に分離させることが可能である。

本発明は、課題を解決する目的で、粘着シートの粘着力がシンチレータを破損させるのに必要な力よりも小さいように設定されている。シンチレータは、シンチレータ結晶が一体化されて構成されており、無理な力を加えるとシンチレータ結晶同士が物理的に分離したり、シンチレータ結晶に亀裂が入ったりしてしまう。本発明によれば、シンチレータと光検出器を互いに引き離すように放射線検出器に力を加えれば、シンチレータが崩壊してしまう前に粘着シートが剥離して光検出器から分離する。従って、本発明の構成によれば、光検出器から分離された無傷のシンチレータを再利用することができる。

[0011] また、上述の放射線検出器は、シンチレータにおける光検出器に結合される面の形状が光検出器におけるシンチレータに結合される面の形状となっている構成とすることもできる。

[0012] また、上述の放射線検出器は、（S）粘着シートのシンチレータに粘着される面は、シンチレータにおける粘着シートが粘着される表面の形状に変形した状態でシンチレータに粘着しており、（H）粘着シートの光検出器に粘着される面は、光検出器における粘着シートが粘着される表面の形状に変形した状態で光検出器に粘着している構成とすることもできる。

[0013] [作用・効果] 上述の構成は、シンチレータがライトガイドを介さずに光検出器に結合している場合について具体的に説明している。光検出器におけるシンチレータに結合される面の形状は、平面となっていない場合がある。そこで、例えば、シンチレータにおける光検出器に結合される面の形状が光

検出器におけるシンチレータに結合される面の形状となっていれば、両部材は、確実に密着した状態で結合される。

また、粘着シートが両部材の形状の違いを吸収するように変形した状態で両部材に粘着していれば、両部材は、確実に密着した状態で結合される。

[0014] また、本発明に係る放射線検出器は、（D 4）光学接着剤を介してシンチレータに光学的に結合されるとともに蛍光を通過させるライトガイドを備え、（C 4）粘着シートがシンチレータおよびライトガイドの結合体と光検出器とを分離可能かつ光学的に結合させるように構成することもできる。

[0015] [作用・効果] 上述の構成は、シンチレータと光検出器とに挟まれる位置にライトガイドを備えるようにした場合であって、特にライトガイドと光検出器との間に粘着シートが配置されている構成について説明している。上述の構成は、粘着シートの粘着力がライトガイドを破損させるのに必要な力よりも小さいように設定されている。ライトガイドに無理な力を加えるとライトガイドを構成する部品同士が物理的に分離したり、ライトガイドに亀裂が入ったりしてしまう。本発明によれば、シンチレータと光検出器を互いに引き離すように放射線検出器に力を加えれば、ライトガイドが崩壊してしまう前に粘着シートが剥離して光検出器から分離する。従って、本発明の構成によれば、光検出器から分離された無傷のライトガイドを再利用することができる。

[0016] また、本発明に係る放射線検出器は、ライトガイドにおける光検出器に結合される面の形状が光検出器におけるライトガイドが結合される面の形状となっている構成とすることもできる。

[0017] また、上述の放射線検出器は、（L）粘着シートのライトガイドに粘着される面は、ライトガイドにおける粘着シートが粘着される表面の形状に変形した状態でライトガイドに粘着しており、（H）粘着シートの光検出器に粘着される面は、光検出器における粘着シートが粘着される表面の形状に変形した状態で光検出器に粘着している構成とすることもできる。

[0018] [作用・効果] 上述の構成は、ライトガイドを備える構成についてより具

体的に説明している。光検出器におけるシンチレータに結合される面の形状は、平面となっていない場合がある。そこで例えば、ライトガイドにおける光検出器に結合される面の形状が光検出器におけるライトガイドが結合される面の形状となっていれば、両部材は、確実に密着した状態で結合される。

また、粘着シートが両部材の形状の違いを吸収するように変形した状態で両部材に粘着していれば、両部材は、確実に密着した状態で結合される。

[0019] また、本発明に係る放射線検出器は、（D 7）光学接着剤を介して光検出器に光学的に結合されるとともに蛍光を通過させるライトガイドを備え、（C 7）粘着シートがシンチレータとライトガイドおよび光検出器の結合体とを分離可能かつ光学的に結合させるように構成することもできる。

[0020] [作用・効果] 上述の構成は、シンチレータと光検出器とに挟まれる位置にライトガイドを備えるようにした場合であって、特にライトガイドとシンチレータとの間に粘着シートが配置されている構成について説明している。このように、本発明は多様な構成を採用することができる。

[0021] また、上述の放射線検出器において、粘着シートが粘着力の強い面と粘着力の弱い面とが設けられた両面粘着性の粘着シートとなっていればより望ましい。

[0022] [作用・効果] 上述の構成によれば、粘着シートを引きはがすときに、粘着シートは、全域が粘着力の強い面が貼り付いている部材に残ろうとする。従って、粘着シートを引きはがすときに粘着シートが破れてしまうことが防止される。

[0023] また、上述の放射線検出器において、粘着シートはシリコン系の粘着シートとなっていればより望ましい。

[0024] [作用・効果] 上述の構成は、本発明の具体的な構成を示している。粘着シートは、シリコン系の粘着シートとなっていれば、より確実にシンチレータを構成することができる。

[0025] また、上述の放射線検出器において、光検出器における蛍光が入射する入射面には、蛍光を検出する受光素子が縦横に配列されていればより望ましい

。

[0026] [作用・効果] 上述の構成は、本発明の具体的な構成を示している。受光素子が縦横荷配列していれば、より確実に蛍光を検出することができる。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、放射線検出器を分解できるような構成とすることでメンテナンスが容易となる。すなわち、本発明の放射線検出器は、シンチレータと光検出器とが粘着シートにより分離可能かつ光学的に結合されている。したがって、シンチレータと光検出器を互いに引き離すように放射線検出器に力を加えれば、粘着シートが剥がれて、シンチレータと光検出器とを一体化させるという機能を果たさなくなる。こうして、本発明の放射線検出器は、シンチレータと光検出器とを物理的に分離させることが可能である。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]実施例1に係る放射線検出器の全体構成を説明する斜視図である。

[図2]実施例1に係るシンチレータの構成を説明する平面図である。

[図3]実施例1に係る反射板を説明する平面図である。

[図4]実施例1に係る反射板枠体を説明する斜視図である。

[図5]実施例1に係る光検出器の構成を説明する平面図である。

[図6]実施例1に係る粘着シートについて説明する平面図である。

[図7]実施例1に係る粘着シートについて説明する平面図である。

[図8]実施例1に係る粘着シートについて説明する平面図である。

[図9]実施例2に係る光検出器について説明する平面図である。

[図10]実施例2に係るシンチレータについて説明する平面図である。

[図11]実施例2に係る放射線検出器について説明する平面図である。

[図12]実施例2に係る放射線検出器の一例について説明する平面図である。

[図13]実施例2に係る放射線検出器の一例について説明する平面図である。

[図14]実施例2に係る放射線検出器の一例について説明する平面図である。

[図15]実施例2に係る放射線検出器の一例について説明する平面図である。

[図16]本発明の1変形例について説明する平面図である。

[図17]従来構成の放射線検出器について説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、発明を実施するための形態について説明する。 γ 線は本発明の放射線に相当する。

実施例 1

[0030] <放射線検出器の全体構成>

放射線検出器1は、図1に示すように γ 線を蛍光に変換するシンチレータ結晶Cが縦横に配列されて一体化しているシンチレータ2と、シンチレータ2の下面に設けられているシンチレータ2から生じた蛍光を検出する光検出器3とを備えている。図1におけるシンチレータ2には、高さ方向に細長状のシンチレータ結晶Cが縦8×横8の二次元マトリックス状に配列されており、合計64個のシンチレータ結晶Cを備えている。

[0031] シンチレータ結晶Cは、セリウム元素を含有する $\text{LGSO}(\text{Lu}, \text{Gd})_2\text{SiO}_5$ で構成されており、 γ 線が入射すると、蛍光を発するような特性を有している。 LGSO に代えてシンチレータ結晶Cを $\text{GSO}(\text{Gd}_2\text{SiO}_5)$ 等の他の材料で構成するようにしてもよい。シンチレータ結晶Cは、 γ 線を蛍光に変換する。

[0032] シンチレータ2は、横方向に伸びる反射板 r_x および縦方向に伸びる反射板 r_y を備えている。反射板 r_x は、縦方向から隣接するシンチレータ結晶Cの間に設けられており、反射板 r_y は、横方向から隣接するシンチレータ結晶Cの間に設けられている。したがって、互いに隣接するシンチレータ結晶Cは、反射板 r_x および反射板 r_y のいずれかによって隔てられることになる。反射板 r_x 、 r_y は、蛍光を反射するESR(Enhanced Specular Reflector)フィルム等の材質で構成されている。

[0033] 図2に示すように、シンチレータ結晶Cおよび反射板 r_y は、蛍光を透過する透過材 t により一体化されている。透過材 t は、シンチレータ結晶Cおよび反射板 r_y の隙間に流し込まれた液状の接着剤が硬化して構成されたものである。この透過材 t により、シンチレータ結晶Cおよび反射板 r_y は互

いに分離しない。透過材 t は、シンチレータ 5 2 の形状を保持する機能を有している。

[0034] 図 2 は、シンチレータ 2 の側面のうち横方向に配列するシンチレータ結晶 C と反射板 r_y とが透過材 t により一体化されている側面について説明したものである。シンチレータ 2 の側面のうち縦方向に配列するシンチレータ結晶 C と反射板 r_x とが透過材 t により一体化されている側面も図 2 と同様な構成である。

[0035] 図 3 は、反射板 r_x 、 r_y について説明している。反射板 r_x は、高さ方向に伸びた溝を複数有している。これらの溝は全て反射板 r_x の底部から伸びている。また、反射板 r_y も高さ方向に伸びた溝を複数有している。これらの溝は全て反射板 r_y の上部から伸びている。

[0036] 反射板 r_x と反射板 r_y とは、互いの溝同士が嵌め合わされることにより、図 4 に示すような反射板枠体を構成する。反射板枠体は、横方向に伸びる 7 枚の反射板 r_x と、縦方向に伸びる 7 枚の反射板 r_y とで構成される。反射板枠体は、シンチレータ結晶 C を収納するセルを有している。シンチレータ 2 は、図 4 に示す反射板枠体が透過材 t を介してシンチレータ結晶 C の各々と一体化されて構成される。

[0037] 図 5 は、光検出器 3 における蛍光が入射する入射面を示している。光検出器 3 の入射面には、蛍光を検出する半導体受光素子 3 a が縦横に配列されている。入射面は、半導体受光素子 3 a が縦 8 × 横 8 の二次元マトリックス状に配列されており、合計 64 個の半導体受光素子 3 a を備えている。

[0038] 図 1 に示す粘着シート 5 は、シンチレータ 2 と光検出器 3 とに挟まれる位置に設けられており、シンチレータ 2 と光検出器 3 とを光学的に結合させる構成である。粘着シート 5 は両面粘着タイプの粘着シートとなっているので、粘着シート 5 は、一面がシンチレータ 2 の出射面に粘着しているとともに、他面が光検出器 3 に粘着している。すなわち、シンチレータ 2 における蛍光を出射させる出射面と光検出器 3 における入射面は、互いの面に挟まれた位置に設けられた粘着シート 5 により接続されている。粘着シート 5 は、透

明であり、蛍光を通過させる性質を有している。従って、シンチレータ 2 と光検出器 3 とは粘着シート 5 を介して光学的に結合されることになる。

[0039] また、粘着シート 5 は透明なシリコン系の粘着シートである。粘着シート 5 は、粘着力の強い面と粘着力の弱い面とを有する両面粘着性の粘着シート 5 となっている。本発明の構成においては、粘着シート 5 の粘着力の強いほうの面がシンチレータ 2 側に、粘着シート 5 の粘着力の弱いほうの面が光検出器 3 側に位置しているものとする。粘着シート 5 の粘着力の強いほうの面が光検出器 3 側に、粘着シート 5 の粘着力の弱いほうの面がシンチレータ 2 側に配置することもできる。

[0040] 粘着とは、J I S Z O 1 0 9 において「接着の一種で、特徴として水、溶剤、熱などを使用せず、常温で短時間、わずかな圧力を加えるだけで接着すること。」という定義がなされている。また、粘着性は、べたべたした物性と弾性とを併せ持った物理的特性である。粘着性を有する物質から構成される材料を粘着対象の固体に押し当てると、当該材料は物性を変化させることなくそのままの状態で固体に貼り付く。一方、一般的な接着性を有する接着剤の場合、初めは柔らかい物性となっているものが化学変化により硬化することで物性の変化を伴った状態で接着対象に貼り付く。粘着性は、硬化現象が生じない点で一般の接着性とは異なるものと言える。

[0041] 図 6 は、粘着シート 5 がシンチレータ 2 および光検出器 3 に粘着している様子を示している。粘着シート 5 は、平面となっているシンチレータ 2 の下端面（出射面）に粘着している。一方、粘着シート 5 におけるシンチレータ 2 側とは反対側の面は、光検出器 3 の入射面の半導体受光素子 3 a に貼り付いている。粘着シート 5 は、光検出器 3 の入射面の全面に貼り付いている。そして、シンチレータ 2 を構成するシンチレータ結晶 C の各々と光検出器 3 の半導体受光素子 3 a の各々が 1 対 1 で光学的に結合されている。

[0042] また、粘着シート 5 は、シンチレータ 2 の下端部表面の透過材 t に接着している。図 6 は、シンチレータ 2 と粘着シート 5 との境目がわかりやすいようにシンチレータ 2 の下端部に透過材が設けられていない構成を示している。

。この様な事情は図7、図8、図16も同様である。この場合、粘着シート5は、シンチレータ2を構成するシンチレータ結晶Cの下端および反射板 r_y の下端部に粘着している。図6は、シンチレータ2の側面のうち横方向に配列するシンチレータ結晶Cの各々が反射板 r_y により隔絶されている側面について説明したものである。シンチレータ2の側面のうち縦方向に配列するシンチレータ結晶Cの各々が反射板 r_x により隔絶されている側面も図6と同様な構成である。粘着シート5が反射板 r_x の下端部に粘着する様子も同様である。

[0043] <本発明の特徴的な構成>

続いて本発明の特徴的な構成について説明する。本発明の放射線検出器は、粘着シート5に特徴がある。すなわち、本発明の粘着シート5は、シンチレータ2および光検出器3を分解可能に結合しているのである。シンチレータ2および光検出器3を互いに引きはがそうとすると、粘着シート5がその力に対して抵抗して粘着を続けようとする。粘着シート5を引きはがそうとする力を次第に強くしていくと、粘着シート5が加えられた力に耐えられなくなり、粘着シート5がシンチレータ2または光検出器3から剥離する。すると、シンチレータ2と光検出器3を結合していた粘着シート5が機能しなくなり、シンチレータ2と光検出器3とが分離する。粘着シート5に引きはがそうとする力を加えるには、放射線検出器のシンチレータ2と光検出器3に対して引き離すような力を加えればよい。

[0044] 粘着シート5を粘着対象から引きはがすのに必要な力は、粘着シート5が有する粘着の強さで決まる。粘着シート5を粘着対象から引きはがすのに必要な力を粘着力と呼ぶことにする。粘着力が大きい粘着シート5ほど粘着対象から引きはがすのに大きな力が必要となる。粘着シート5の粘着力は、シンチレータ2を構成する透過材 t の結合力よりも弱く設定されている。したがって、シンチレータ2および光検出器3を引きはがそうとしてシンチレータ2に力を加えても、シンチレータ2を構成する透過材 t が加わる力に屈してシンチレータ結晶または反射板 r_x 、 r_y から剥離してしまうことがない

。つまり、粘着シート5を剥がすのに必要な力である粘着力は、シンチレータ2を破損させるのに必要な力よりも小さくなるように設定される。また、粘着シート5を剥がすのに必要な力である粘着力は、光検出器3を破損させるのに必要な力よりも小さくなるように設定される。

[0045] 粘着シート5におけるシンチレータ2に粘着している面の粘着力と光検出器3に粘着している面の粘着力は互いに異なっている。例えば、粘着シート5におけるシンチレータ側の面の粘着力を光検出器側の粘着力よりも強くすることができる。

[0046] 図7は、粘着シート5に力を加えて引きはがしたときの様子を示している。粘着シート5におけるシンチレータ側の面の粘着力を光検出器側の粘着力よりも強くしておくと、粘着シート5は、シンチレータ2に貼り付いた状態で光検出器3から剥離する。粘着力に違いをつける構成とすることで、粘着シート5を引きはがすときに、粘着シート5は全域がシンチレータ2側に残ろうとする。粘着シート5の粘着力は、粘着シート5を破るに必要な力よりも小さくしておくと、粘着シート5をシンチレータ2から剥離させるときに、粘着シート5が破れることがなく、粘着シート5をシンチレータ2から除去することが容易となる。

[0047] 図8は、シンチレータ2に残った粘着シート5を剥がしている様子を示している。このとき粘着シート5は、破れることなく物理的一体性を保った状態でシンチレータ2から剥がれる。

[0048] この様にして光検出器3から分離されたシンチレータ2は、無傷であり、放射線検出器として再利用することが可能である。シンチレータ2を再利用する際、シンチレータ2は、故障した光検出器3に代わって新品または修理済みの光検出器3に光学的に結合される。このときシンチレータ2と光検出器3との間には新しい粘着シート5が粘着される。粘着シート5は一度剥がしてしまうと粘着力が弱まってしまう場合がある。シンチレータ2と光検出器3とを光学的に結合する際に新品の粘着シート5を使うようにすれば、シンチレータ2と光検出器3との結合力を担保することができる。

[0049] 以上のように、本発明によれば、放射線検出器 1 を分解できるような構成とすることでメンテナンスが容易となる。すなわち、本発明の放射線検出器 1 は、シンチレータ 2 と光検出器 3 とが粘着シート 5 により分離可能かつ光学的に結合されている。したがって、シンチレータ 2 と光検出器 3 を互いに引き離すように放射線検出器 1 に力を加えれば、粘着シート 5 が剥がれて、シンチレータ 2 と光検出器 3 とを一体化させるという機能を果たさなくなる。こうして、本発明の放射線検出器 1 は、シンチレータ 2 と光検出器 3 とを物理的に分離させることが可能である。

[0050] 本発明は、課題を解決する目的で、粘着シート 5 は、シンチレータ 2 と光検出器 3 とを分離可能に結合する構成となっている。粘着シート 5 の粘着力がシンチレータ 2 を破損させるのに必要な力よりも小さいように設定されている。シンチレータ 2 は、シンチレータ結晶が一体化されて構成されており、無理な力を加えるとシンチレータ結晶同士が物理的に分離したり、シンチレータ結晶に亀裂が入ったりしてしまう。本発明によれば、シンチレータ 2 と光検出器 3 を互いに引き離すように放射線検出器 1 に力を加えれば、シンチレータ 2 が崩壊してしまう前に粘着シート 5 が剥離して光検出器 3 から分離する。従って、本発明の構成によれば、光検出器 3 から分離された無傷のシンチレータ 2 を再利用することができる。

[0051] 光検出器 3 におけるシンチレータ 2 に結合される面の形状は、平面となっていない場合がある。そこで、例えば、シンチレータ 2 における光検出器 3 に結合される面の形状が光検出器 3 におけるシンチレータ 2 に結合される面の形状となっていれば、両部材は、確実に密着した状態で結合される。また、粘着シート 5 が両部材の形状の違いを吸収するように変形した状態で両部材に粘着していれば、両部材は、確実に密着した状態で結合される。

[0052] 上述の構成によれば、粘着シート 5 を引きはがすときに、粘着シート 5 は、全域が粘着力の強い面が貼り付いているシンチレータ 2 に残ろうとする。従って、粘着シート 5 を引きはがすときに粘着シート 5 が破れてしまうことが防止される。

実施例 2

- [0053] 図5によれば、光検出器3として半導体受光素子を用いていたが、本発明はこの構成に限られない。図9に示すような光電子増倍管で構成される光検出器を用いる構成とすることもできる。この様な光検出器は真空管となっているので、蛍光を入射させる入射面が陰圧により凹んだ形状をしている。
- [0054] 図10は、実施例2に係るシンチレータ2を説明している。シンチレータ2は、光検出器3に結合される底面（出射面）が光検出器3の入射面のカーブと同じ形状になるようにシンチレータ結晶Cの各々の相対位置が高さ方向について調整された構成となっている。シンチレータ2における光検出器3に結合される面の形状が光検出器3におけるシンチレータ2に結合される面の形状となっている。
- [0055] 図11は、粘着シート5を介してシンチレータ2と光検出器3とが光学的に結合されている様子を示している。粘着シート5は変形性を有しているので、シンチレータ2と光検出器3とに粘着する粘着シート5は、光検出器3の入射面のカーブに沿って湾曲する。シンチレータ2と光検出器3は、この湾曲した粘着シート5により隙間なく密着した状態で光学的に結合される。
- [0056] 上述の図11の構成は、シンチレータ2の底面（出射面）が光検出器3の入射面のカーブと同じ形状になっていたが、この構成に代えて、図12に示すようにシンチレータ2の底面を平面状にすることもできる。この場合、粘着シート5は十分に厚みを持ったものとなっている。粘着シート5に厚みがあれば、粘着シート5が厚み方向にも変形するようになる。図12で説明する構成によれば、粘着シート5の両端部では、厚みが薄くなっており、粘着シート5の中央部は、厚みが厚くなっている。粘着シート5の厚みが部分的に変化しているのは、表面の形状の異なるシンチレータ2と光検出器3が押し当てられることにより、粘着シート5が変形したからである。シンチレータ2と光検出器3は、この厚みが部分的に異なる粘着シート5により隙間なく密着した状態で光学的に結合される。粘着シート5の光検出器3に粘着される面は、光検出器3における粘着シート5が粘着される表面の形状に変形

した状態で光検出器 3 に粘着している。一方、粘着シート 5 のシンチレータ 2 に粘着される面は、シンチレータ 2 における粘着シート 5 が粘着される表面の形状に変形した状態でシンチレータ 2 に粘着している。

[0057] 図 9 の構成によれば、シンチレータ 2 と光検出器 3 とが直接的に結合された構成となっていたが、図 13 に示すように、シンチレータ 2 と光検出器 3 との間に蛍光を通過させるライトガイド 4 を備えるような構成としてもよい。このライトガイド 4 は、蛍光を透過する透過材と反射板とが組み合わさった構成となっており、複数の部品の集合体である。なお、ライトガイド 4 は、光検出器 3 に結合される底面（出射面）が光検出器 3 の入射面のカーブと同じ形状になるように整形されている。ライトガイド 4 における光検出器 3 に結合される面の形状が光検出器 3 におけるライトガイド 4 が結合される面の形状となっている。一方、ライトガイド 4 のシンチレータ 2 に結合される上面（入射面）はシンチレータ 2 の出射面と同じ平面状である。

[0058] 図 13 の構成によれば、シンチレータ 2 とライトガイド 4 とは、硬化した接着剤により一体化されている。ライトガイド 4 は、光学接着剤を介してシンチレータ 2 に光学的に結合されている。この接着剤は、硬化前は液状であり、シンチレータ 2 とライトガイド 4 との間に注入することができる。接着剤が硬化すると、シンチレータ 2 とライトガイド 4 とは強固に一体化される。

[0059] 粘着シート 5 は、光検出器 3 とライトガイド 4 との間に配置されている。ライトガイド 4 と光検出器 3 とが粘着シート 5 を介して光学的に結合される。これによりシンチレータ 2 と光検出器 3 とが間接的に結合している。

[0060] 図 13 に示す放射線検出器に対して粘着シート 5 を引きはがす力を加えれば、図 13 の矢印に示すようにシンチレータ 2 およびライトガイド 4 の結合体と光検出器 3 とが分離する。このとき、ライトガイド 4 は、シンチレータ 2 に固着されたまま光検出器 3 から分離する。粘着シート 5 の粘着力は、シンチレータ 2 とライトガイド 4 とを結合する接着剤の結合力よりも弱く設定されている。したがって、シンチレータ 2 および光検出器 3 を引きはがそう

としてシンチレータ 2 に力を加えても、シンチレータ 2 とライトガイド 4 との間に位置する硬化した接着剤が加わる力に屈してシンチレータ 2 とライトガイド 4 から剥離してしまうことがない。

[0061] また、粘着シート 5 は、シンチレータ 2 およびライトガイド 4 の結合体と光検出器 3 とを分離可能に結合している。粘着シート 5 の粘着力は、ライトガイド 4 を破損させるのに必要な力よりも小さく設定される。したがって、シンチレータ 2 および光検出器 3 を引きはがそうとしてライトガイド 4 に力を加えても、ライトガイド 4 が加わる力に屈して崩壊してしまうことがない。ライトガイド 4 とシンチレータ 2 とが光学的に結合した結合体は、放射線検出器の製造に再利用することができる。

[0062] 上述の図 1 3 の構成は、ライトガイド 4 の底面（出射面）が光検出器 3 の入射面のカーブと同じ形状になっていたが、この構成に代えて、図 1 4 に示すようにライトガイド 4 の底面を平面状にすることもできる。この場合、粘着シート 5 は十分に厚みを持ったものとなっている。ライトガイド 4 と光検出器 3 は、厚みが部分的に異なる粘着シート 5 により隙間なく密着した状態で光学的に結合される様子は、図 1 2 においてシンチレータ 2 と光検出器 3 とが光学的に結合される様子と同様である。すなわち、粘着シート 5 の光検出器 3 に粘着される面は、光検出器 3 における粘着シート 5 が粘着される表面の形状に変形した状態で光検出器 3 に粘着している。一方、粘着シート 5 のライトガイド 4 に粘着される面は、ライトガイド 4 における粘着シート 5 が粘着される表面の形状に変形した状態でライトガイド 4 に粘着している。

[0063] 粘着シート 5 は、光検出器 3 とライトガイド 4 との間に配置されている。したがって、図 1 4 に示す放射線検出器に対して粘着シート 5 を引きはがす力を加えれば、図 1 4 の矢印に示すようにシンチレータ 2 およびライトガイド 4 の結合体と光検出器 3 とが分離する。シンチレータ 2 および光検出器 3 を引きはがそうとしてシンチレータ 2 に力を加えても、シンチレータ 2 とライトガイド 4 から剥離してしまうことがない点については、図 1 3 で説明した構成と同様である。

[0064] 図13, 14においては粘着シート5が光検出器3とライトガイド4との間に配置されていたが、図15に示すように、粘着シート5をライトガイド4とシンチレータ2との間に配置するようにしてもよい。この場合、光検出器3とライトガイド4とは、硬化した接着剤により一体化されており、ライトガイド4は、光学接着剤を介して光検出器3に光学的に結合されている。この接着剤は、硬化前は液状であり、光検出器3とライトガイド4との間に注入することができる。接着剤が硬化すると、光検出器3とライトガイド4とは強固に一体化される。

[0065] 粘着シート5は、ライトガイド4とシンチレータ2との間に配置されている。ライトガイド4とシンチレータ2とは、粘着シート5を介して光学的に結合される。これにより、シンチレータ2と光検出器3とが間接的に結合している。

[0066] 粘着シート5は、シンチレータ2とライトガイド4および光検出器3の結合体とを分離可能に結合している。したがって、図15に示す放射線検出器に対して粘着シート5を引きはがす力を加えれば、図15の矢印に示すように光検出器3およびライトガイド4の結合体とシンチレータ2とが分離する。このとき、ライトガイド4は、光検出器3に固着されたままシンチレータ2から分離する。粘着シート5の粘着力は、光検出器3とライトガイド4とを結合する接着剤の結合力よりも弱く設定されている。したがって、シンチレータ2および光検出器3を引きはがそうとして光検出器3に力を加えても、光検出器3とライトガイド4との間に位置する硬化した接着剤が加わる力に屈して光検出器3とライトガイド4から剥離してしまうことがない。

[0067] 以上のように、実施例2の構成は、シンチレータ2と光検出器3とに挟まれる位置にライトガイド4を備えるようにした場合であって、特にライトガイド4と光検出器3との間に粘着シート5が配置されている構成について説明している。上述の構成は、粘着シート5の粘着力がライトガイド4を破損させるのに必要な力よりも小さいように設定されている。ライトガイド4に無理な力を加えるとライトガイド4を構成する部品同士が物理的に分離した

り、ライトガイド4に亀裂が入ったりしてしまう。本発明によれば、シンチレータ2と光検出器3を互いに引き離すように放射線検出器1に力を加えれば、ライトガイド4が崩壊してしまう前に粘着シート5が剥離して光検出器3から分離する。従って、本発明の構成によれば、光検出器3から分離された無傷のライトガイド4を再利用することができる。

[0068] 光検出器3におけるシンチレータ2に結合される面の形状は、平面となっていない場合がある。そこで例えば、ライトガイド4における光検出器3に結合される面の形状が光検出器3におけるライトガイド4が結合される面の形状となっていれば、両部材は、確実に密着した状態で結合される。また、粘着シート5が両部材の形状の違いを吸収するように変形した状態で両部材に粘着していれば、両部材は、確実に密着した状態で結合される。

[0069] 本発明は、上述の実施例の構成に限られず、下記のように変形実施することができる。

[0070] (1) 図1によれば、半導体受光素子3aを有する光検出器3とシンチレータ2とが粘着シート5を通じて一体化されていたが、図16に示すように、シンチレータ2と光検出器3との間にライトガイド4を備える構成としてもよい。図16の例では、シンチレータ2とライトガイド4とが接着剤で一体化され、ライトガイド4と光検出器3との間に粘着シート5が位置している。図16の構成に代えて、光検出器3とライトガイド4とが接着剤で一体化され、ライトガイド4とシンチレータ2との間に粘着シート5が位置している構成とすることもできる。

[0071] (2) 本発明の放射線検出器は、PET (Positron Emission Tomography) 装置など医用の放射線撮影装置に搭載することができる。

産業上の利用可能性

[0072] 以上のように、本発明は医用分野に適している。

符号の説明

[0073] 2 シンチレータ
3 光検出器

- 4 ライトガイド
- 5 粘着シート

請求の範囲

- [請求項1] (A) 放射線を蛍光に変換するシンチレータ結晶が縦横に配列されて一体化しているシンチレータと、
- (B) 蛍光を検出する光検出器と、
- (C 1) 前記シンチレータと前記光検出器とを分離可能かつ光学的に結合させる粘着シートを備えることを特徴とする放射線検出器。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の放射線検出器において、
- 前記シンチレータにおける前記光検出器に結合される面の形状が前記光検出器における前記シンチレータに結合される面の形状となっていることを特徴とする放射線検出器。
- [請求項3] 請求項 1 に記載の放射線検出器において、
- (S) 前記粘着シートの前記シンチレータに粘着される面は、前記シンチレータにおける前記粘着シートが粘着される表面の形状に変形した状態で前記シンチレータに粘着しており、
- (H) 前記粘着シートの前記光検出器に粘着される面は、前記光検出器における前記粘着シートが粘着される表面の形状に変形した状態で前記光検出器に粘着していることを特徴とする放射線検出器。
- [請求項4] (A) 放射線を蛍光に変換するシンチレータ結晶が縦横に配列されて一体化しているシンチレータと、
- (B) 蛍光を検出する光検出器と、
- (D 4) 光学接着剤を介して前記シンチレータに光学的に結合されるとともに蛍光を通過させるライトガイドと、
- (C 4) 前記シンチレータおよび前記ライトガイドの結合体と前記光検出器とを分離可能かつ光学的に結合させる粘着シートを備えることを特徴とする放射線検出器。
- [請求項5] 請求項 4 に記載の放射線検出器において、
- 前記ライトガイドにおける前記光検出器に結合される面の形状が前記光検出器における前記ライトガイドが結合される面の形状となつて

いることを特徴とする放射線検出器。

[請求項6] 請求項4に記載の放射線検出器において、

(L) 前記粘着シートの前記ライトガイドに粘着される面は、前記ライトガイドにおける前記粘着シートが粘着される表面の形状に変形した状態で前記ライトガイドに粘着しており、

(H) 前記粘着シートの前記光検出器に粘着される面は、前記光検出器における前記粘着シートが粘着される表面の形状に変形した状態で前記光検出器に粘着していることを特徴とする放射線検出器。

[請求項7] (A) 放射線を蛍光に変換するシンチレータ結晶が縦横に配列されて一体化しているシンチレータと、

(B) 蛍光を検出する光検出器と、

(D 7) 光学接着剤を介して前記光検出器に光学的に結合されるとともに蛍光を通過させるライトガイドと、

(C 7) 前記シンチレータと前記ライトガイドおよび前記光検出器の結合体とを分離可能かつ光学的に結合させる粘着シートを備えることを特徴とする放射線検出器。

[請求項8] 請求項1に記載の放射線検出器において、

前記粘着シートが粘着力の強い面と粘着力の弱い面とが設けられた両面粘着性の前記粘着シートとなっていることを特徴とする放射線検出器。

[請求項9] 請求項1に記載の放射線検出器において、

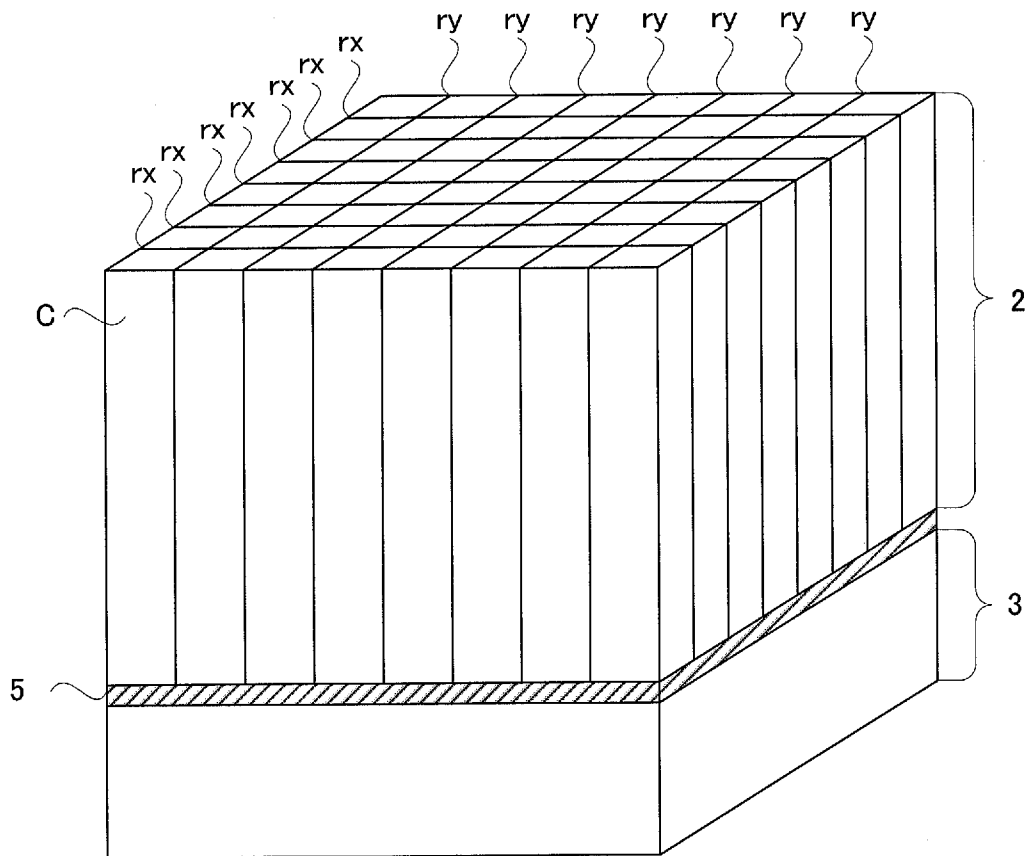
前記粘着シートはシリコン系の前記粘着シートとなっていることを特徴とする放射線検出器。

[請求項10] 請求項1に記載の放射線検出器において、

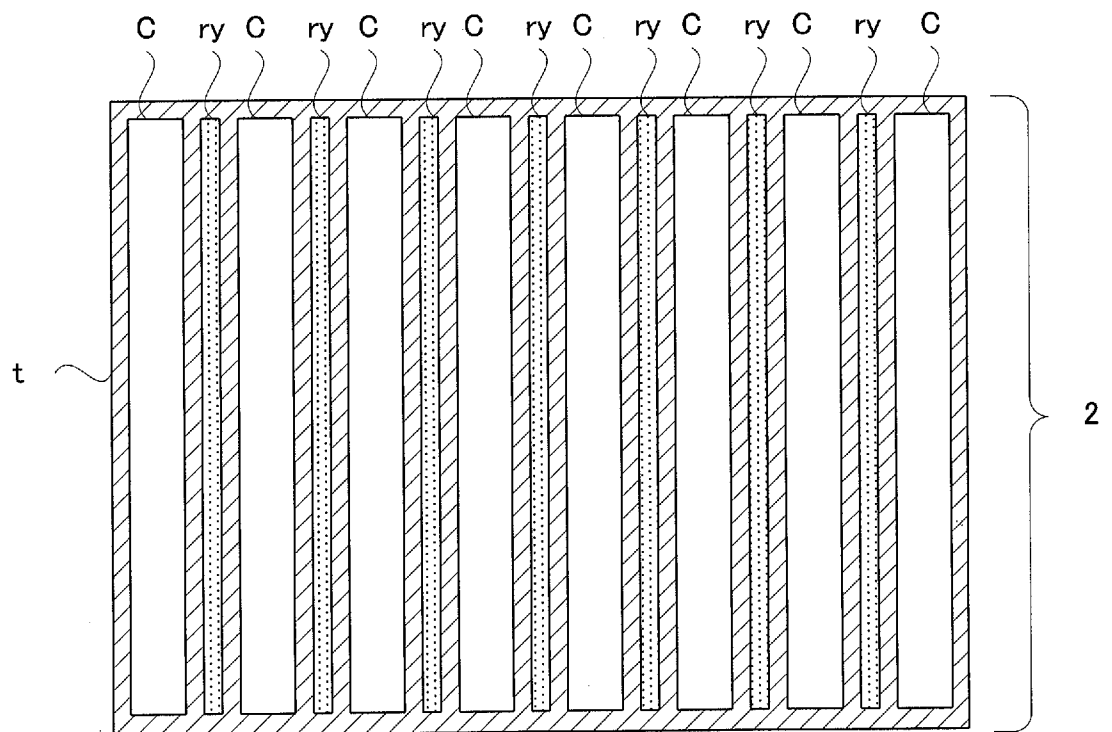
前記光検出器における蛍光が入射する入射面には、蛍光を検出する受光素子が縦横に配列されていることを特徴とする放射線検出器。

[請求項11] 請求項1に記載の放射線検出器を備えることを特徴とする放射線断層撮影装置。

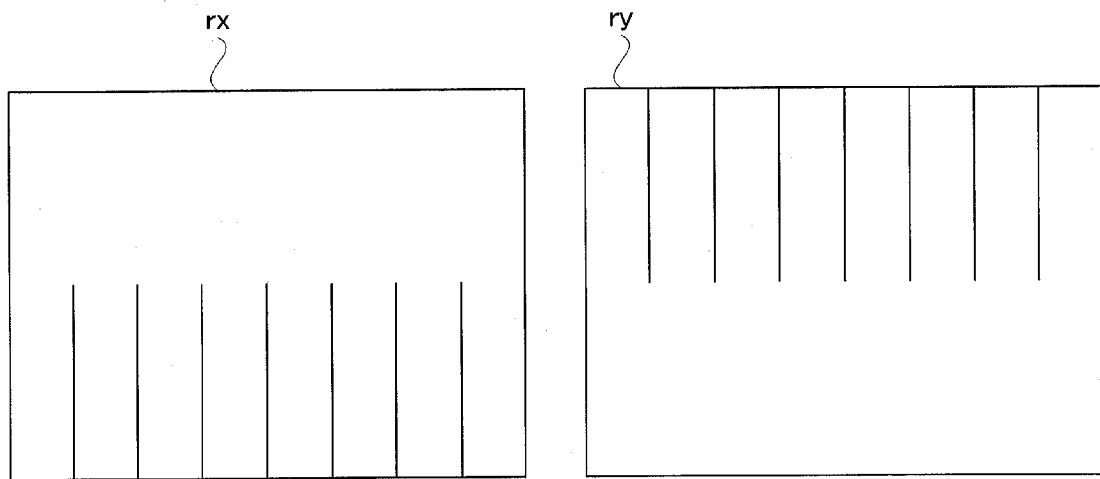
[図1]



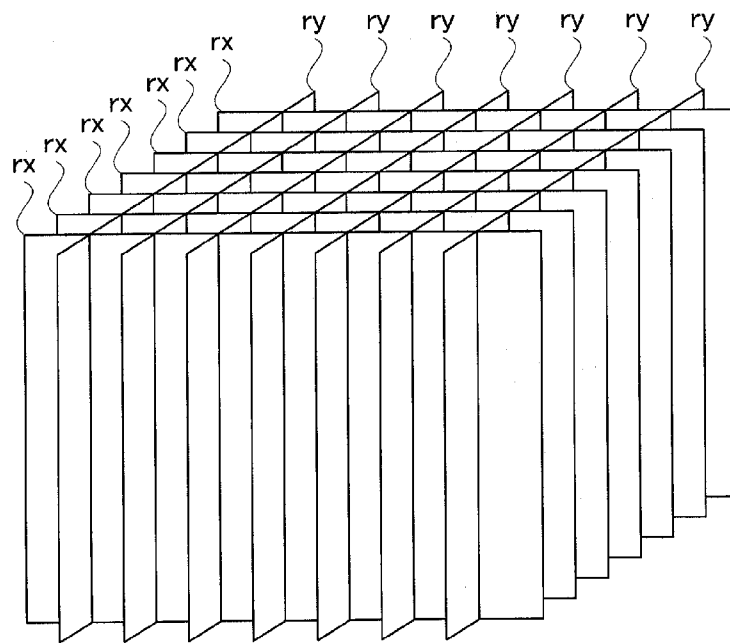
[図2]



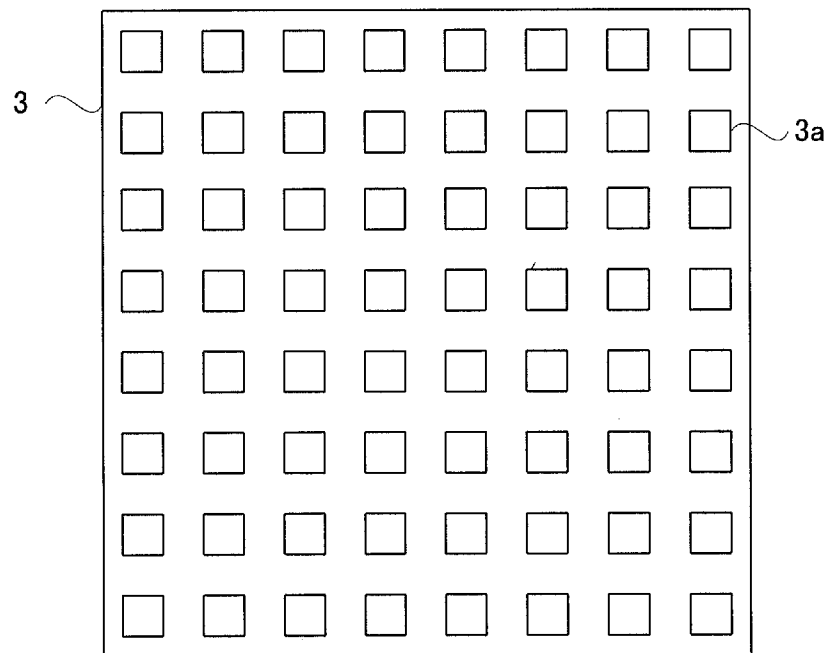
[図3]



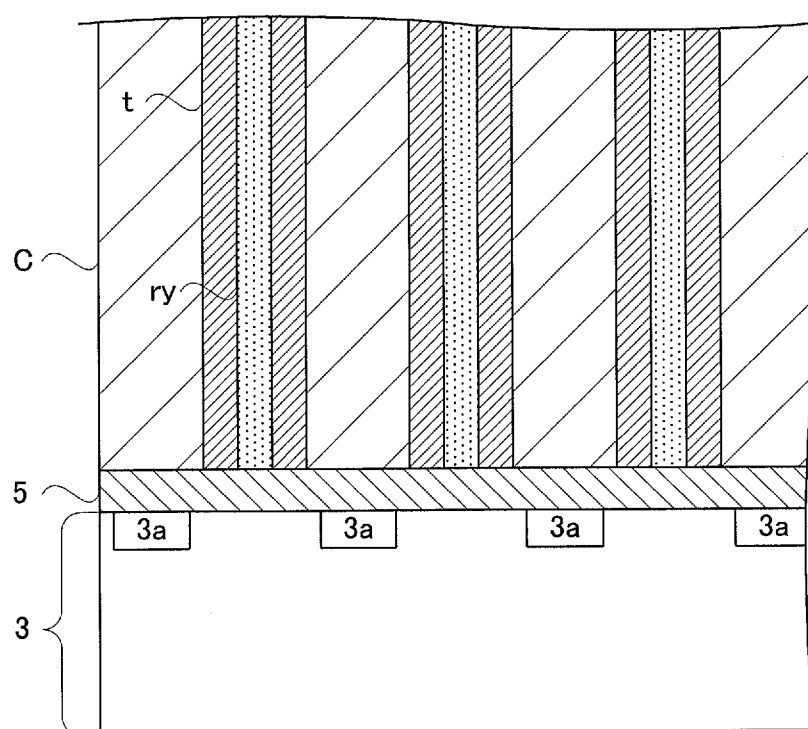
[図4]



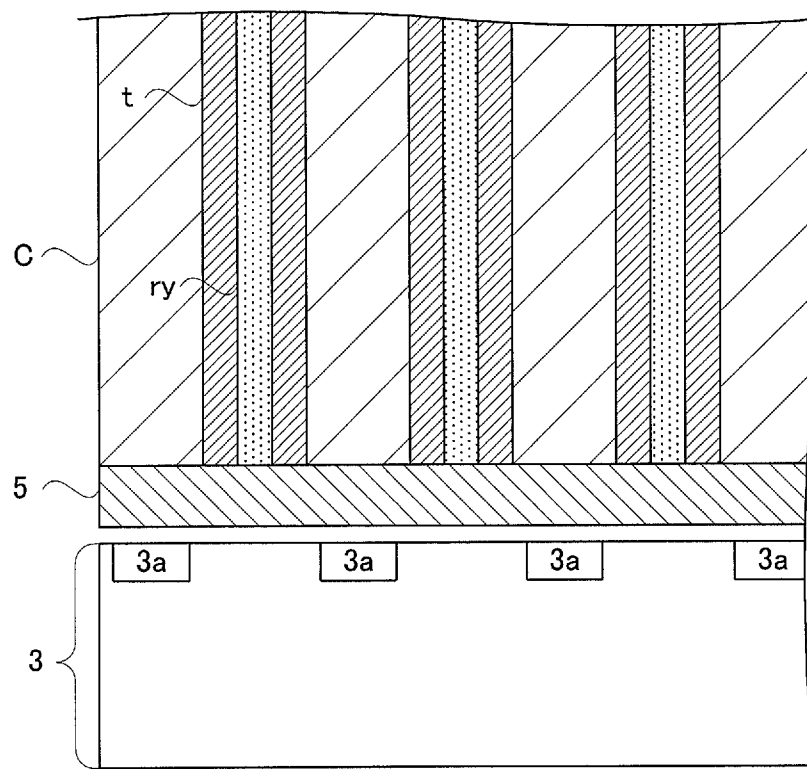
[図5]



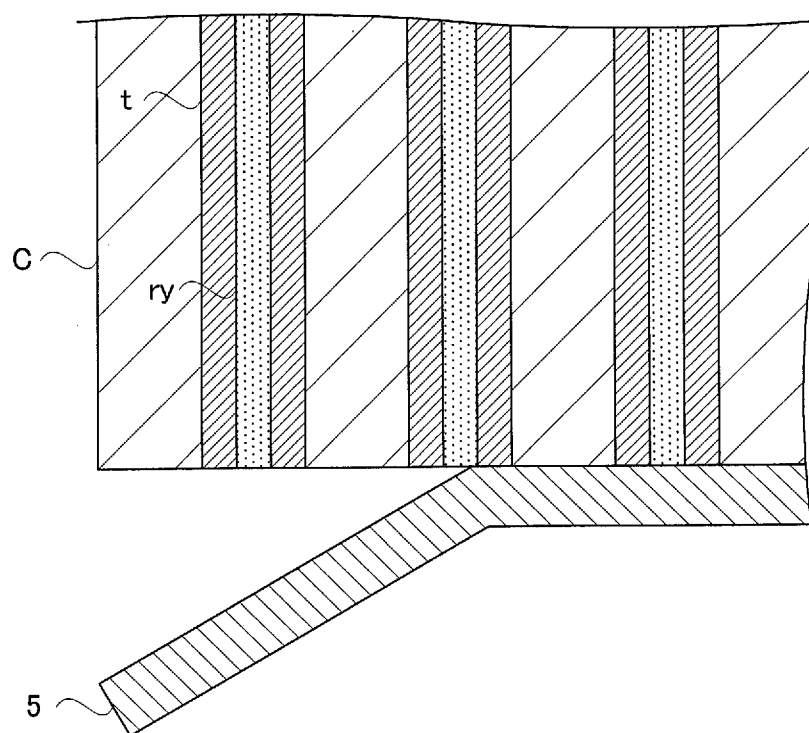
[図6]



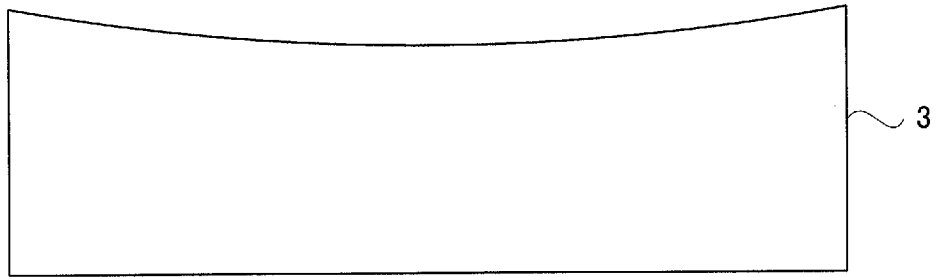
[図7]



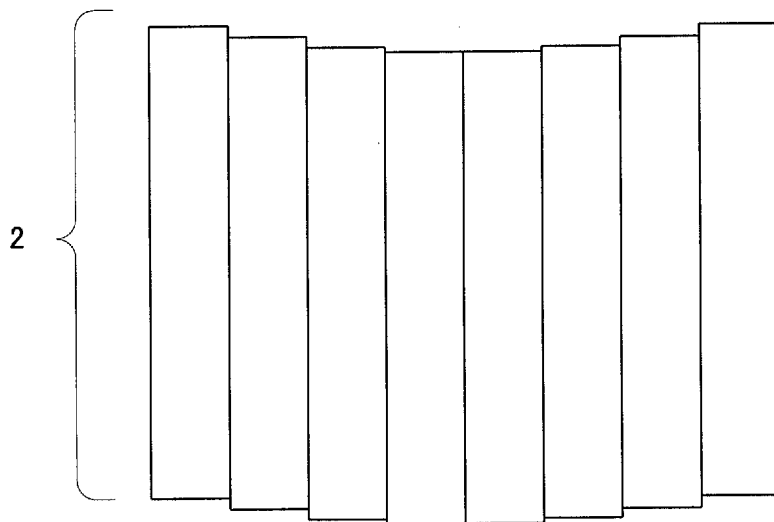
[図8]



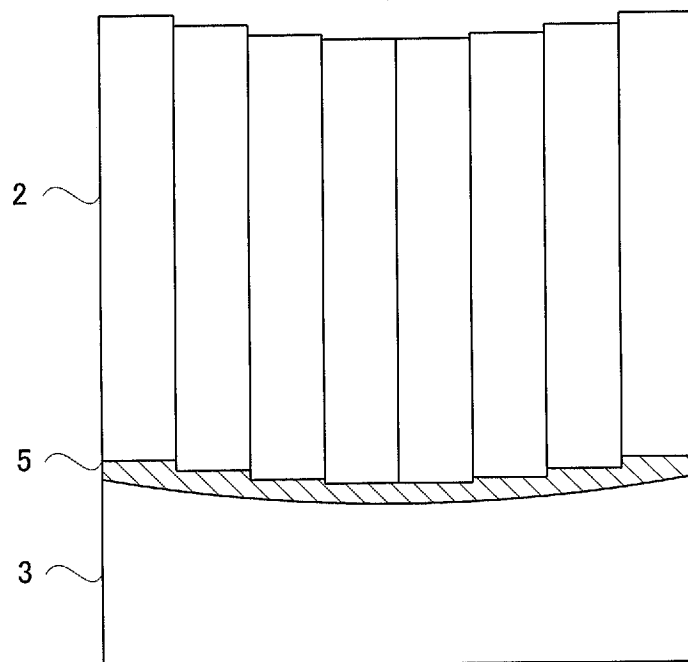
[図9]



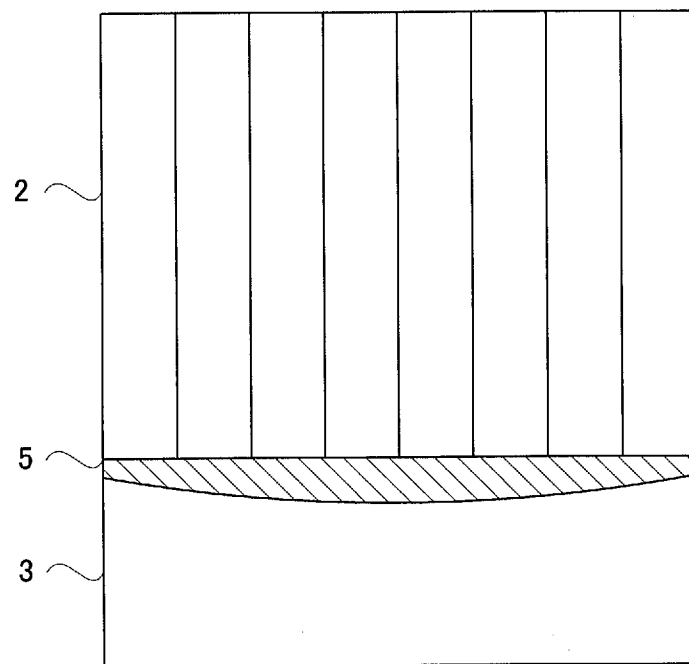
[図10]



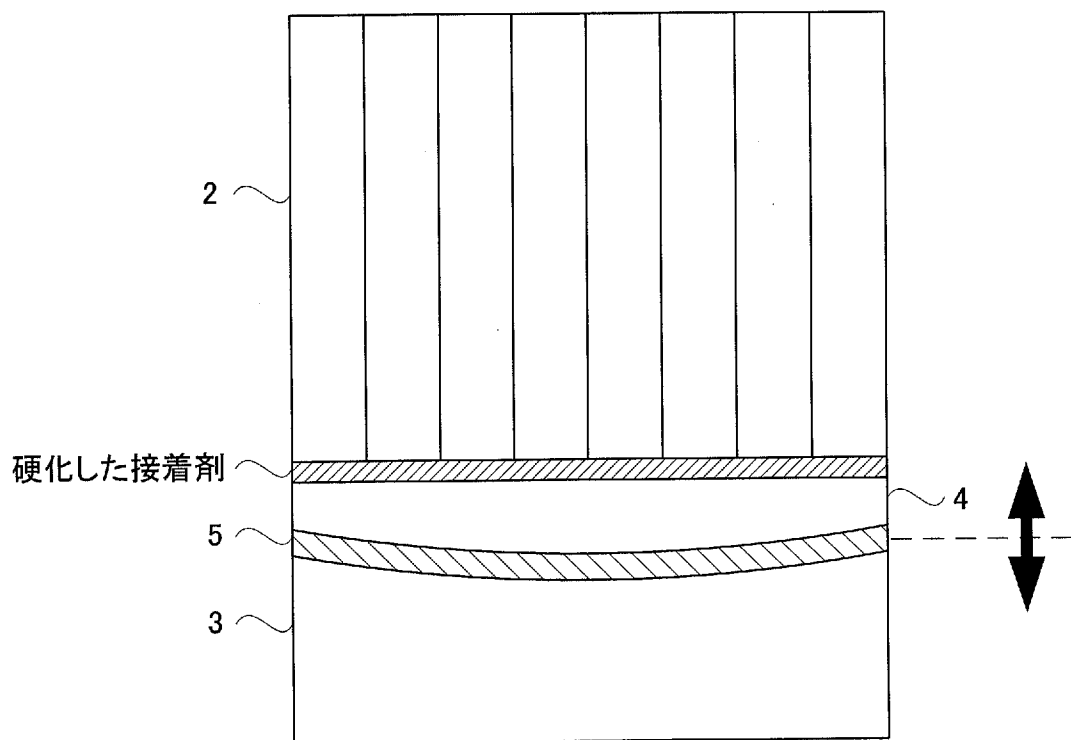
[図11]



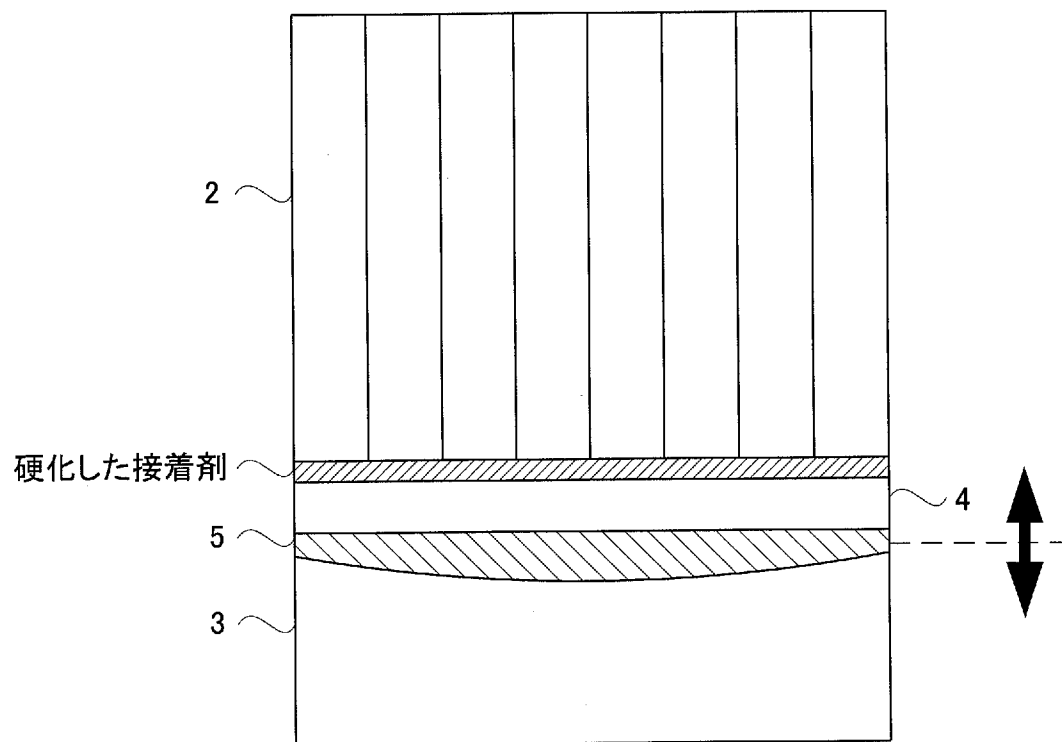
[図12]



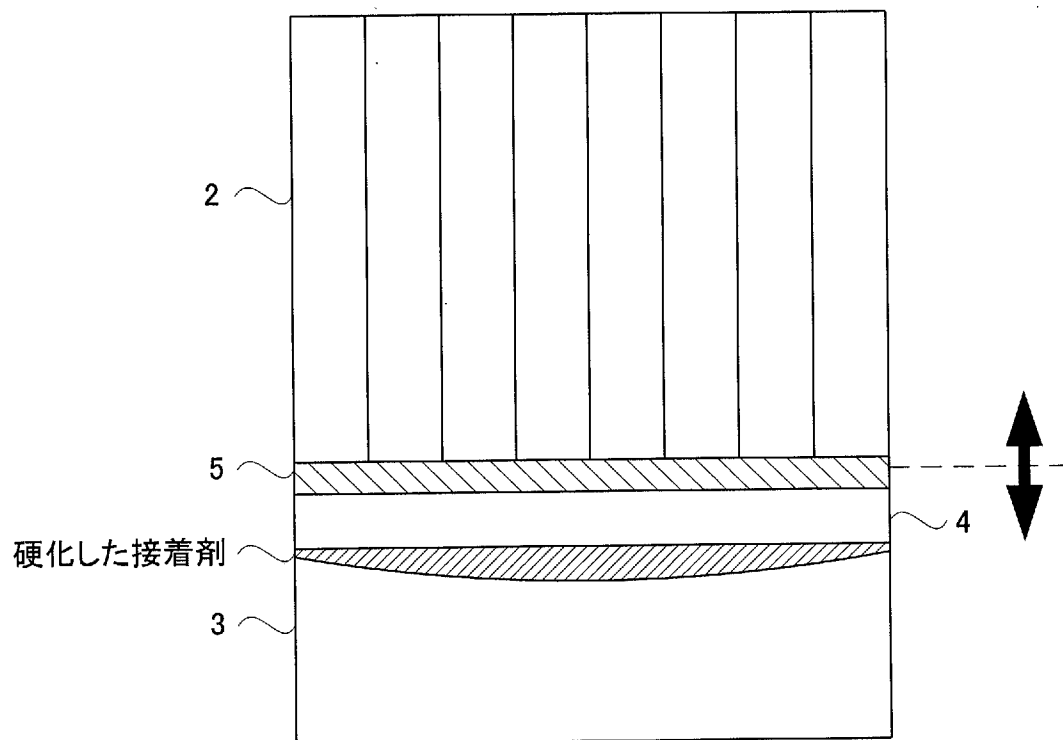
[図13]



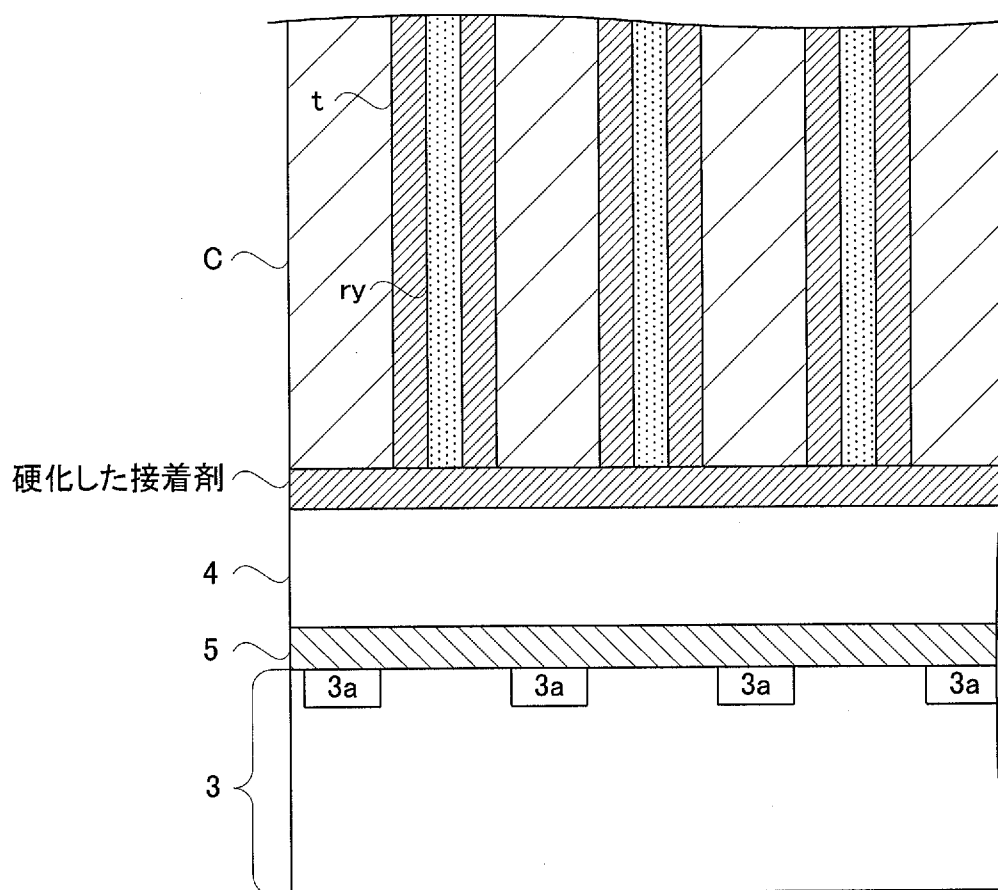
[図14]



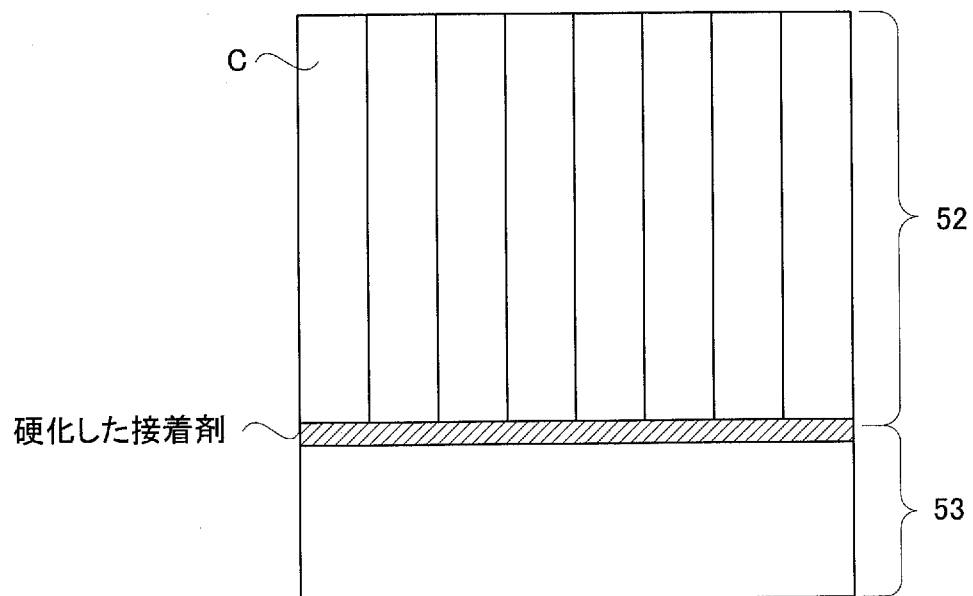
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/20(2006.01)i, G01T1/161(2006.01)i, G01T1/202(2006.01)i

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)

G01T1/20, G01T1/161, G01T1/202

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-61492 A (Hitachi Medical Corp.), 26 February 2004 (26.02.2004), paragraphs [0051], [0059] to [0069]; fig. 7 (Family: none)	1-11
Y	JP 2003-240857 A (Shimadzu Corp.), 27 August 2003 (27.08.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
Y	JP 2012-108048 A (Fujifilm Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0075], [0089], [0112] to [0121]; fig. 10 to 12 (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 April 2016 (28.04.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058851

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-6050 A (Canon Inc.), 09 January 2002 (09.01.2002), fig. 3 (Family: none)	3, 6
Y	JP 2005-274526 A (Shimadzu Corp.), 06 October 2005 (06.10.2005), fig. 1 to 10 & US 2005/0211906 A1 fig. 1 to 10 & US 2007/0290137 A1 & CN 1673773 A	4-7
Y	JP 4-303786 A (Shimadzu Corp.), 27 October 1992 (27.10.1992), fig. 1 to 5 (Family: none)	4-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01T1/20(2006.01)i, G01T1/161(2006.01)i, G01T1/202(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01T1/20, G01T1/161, G01T1/202

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-61492 A (株式会社日立メディコ) 2004. 02. 26, 第【0051】 , 【0059】 - 【0069】 段落、第 7 図 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2003-240857 A (株式会社島津製作所) 2003. 08. 27, 全文および 全図 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2012-108048 A (富士フイルム株式会社) 2012. 06. 07, 第【0075】 , 【0089】 , 【0112】 - 【0121】 段落、第 10-12 図 (ファミリーなし)	1-11

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 04. 2016

国際調査報告の発送日

17. 05. 2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

青木 洋平

21

3104

電話番号 03-3581-1101 内線 3273

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-6050 A (キヤノン株式会社) 2002.01.09, 第3図 (ファミリーなし)	3,6
Y	JP 2005-274526 A (株式会社島津製作所) 2005.10.06, 第1-10図 & US 2005/0211906 A1, 第1-10図 & US 2007/0290137 A1 & CN 1673773 A	4-7
Y	JP 4-303786 A (株式会社島津製作所) 1992.10.27, 第1-5図 (ファミリーなし)	4-7