

(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
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/115039 A1

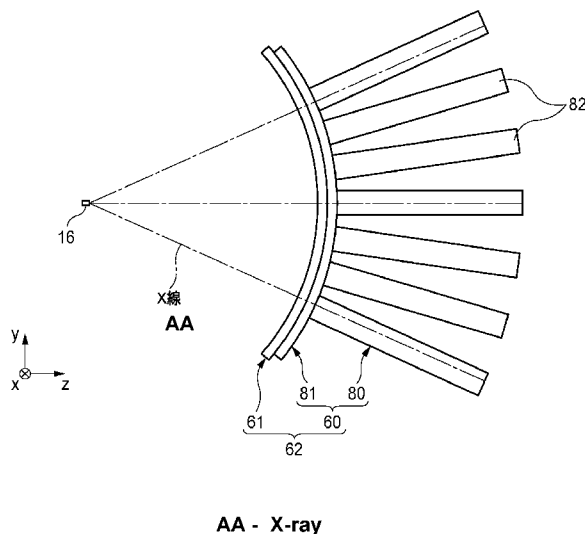
- (51) 国際特許分類:
G01T 1/20 (2006.01) *A61B 6/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053970
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 20 日(20.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-035227 2011 年 2 月 21 日(21.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士
フィルム株式会社 (FUJIFILM Corporation) [JP/JP];
〒1060031 東京都港区西麻布 2 丁目 2 番 3 0
号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 金子 泰久
(KANEKO Yasuhisa). 中津川 晴康 (NAKATSUG-
AWA Haruyasu).
- (74) 代理人: 高松 猛, 外 (TAKAMATSU Takeshi et al.);
〒1050003 東京都港区西新橋一丁目 7 番 1 3 号
虎ノ門イーストビルディング 9 階 航栄特許事
務所 Tokyo (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, 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,
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, 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) 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユー
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, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(54) Title: RADIOLOGICAL IMAGE DETECTION APPARATUS AND RADIOGRAPHY APPARATUS

(54) 発明の名称: 放射線画像検出装置及び放射線撮影装置

[図12]

FIG. 12



(57) Abstract: In the present invention, when causing the sensor panel of a radiological image detection apparatus to curve to improve the sharpness of an image, damage to phosphors is prevented. A radiological image detection apparatus (3) is provided with the following: a phosphor (60) containing a fluorescent substance that produces fluorescence by radiation exposure; and a sensor panel (61) that is provided in close contact with the phosphor and that detects fluorescence produced by the phosphor. The phosphor includes a columnar section comprising a collection of columnar liquid crystals (82) formed by liquid crystals of the fluorescent substance that have grown into a columnar shape. A radiation incidence face is provided on the side of the sensor panel opposite the phosphor. The sensor panel is flexible and curves so that the center of curvature is positioned on the radiation incidence face side.

(57) 要約: 放射線画像検出装置のセンサパネルを湾曲させて画像の鮮鋭度を向上させるにあたって、蛍光体の損傷を防止する。放射線露光によって蛍光を発する蛍光物質を含有した蛍光体 60 と、前記蛍光体が密接して設けられ、前記

光体が発する蛍光を検出するセンサパネル 61 と、を備える放射線画像検出装置 3 であって、前記蛍光体は、前記蛍光物質の結晶が柱状に成長してなる柱状結晶 82 の集合体からなる柱状部を含み、前記センサパネルの前記蛍光体とは反対側に放射線入射面が設けられ、前記センサパネルは、可撓性を有し、前記放射線入射面側に曲率中心が位置するように湾曲されている。

明 細 書

発明の名称：放射線画像検出装置及び放射線撮影装置

技術分野

[0001] 本発明は、放射線画像検出装置及び放射線撮影装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、放射線画像を検出してデジタル画像データを生成するFPD（Flat Panel Detector）を用いた放射線画像検出装置が実用化されており、従来のイメージングプレートに比べて即時に画像を確認できるといった理由から急速に普及が進んでいる。この放射線画像検出装置には種々の方式のものがあり、その一つとして、間接変換方式のものが知られている。

[0003] 間接変換方式の放射線画像検出装置は、放射線露光によって蛍光を発するCsIやNaIなどの蛍光物質によって形成されたシンチレータと、光電変換素子の2次元配列を有するセンサパネルとを備えている。被写体を透過した放射線は、シンチレータによって一旦光に変換され、シンチレータの蛍光はセンサパネルの光電変換素子の群によって光電変換され、それにより電気信号（デジタル画像データ）が生成される。

[0004] 上記の放射線画像検出装置において、感度の向上を目的とし、CsIなどの蛍光物質の柱状結晶の群によってシンチレータを形成する技術も知られている（例えば、特許文献2参照）。柱状結晶は、典型的には、気相堆積法により蛍光物質の結晶を支持体上で柱状に成長させて形成される。支持体としては、センサパネルや適宜な基板が用いられ、センサパネルを支持体とした場合には、センサパネルに柱状結晶の群が直接に形成される。また、適宜な基板を支持体とした場合には、基板に形成された柱状結晶の群はセンサパネルに貼り合わされる。気相堆積法によって形成される柱状結晶は、結合剤等の不純物を含まず、また、そこで発生した蛍光を結晶の成長方向に導光する光ガイド効果を有しており、蛍光の拡散を抑制する。それにより、放射線画

像検出装置の感度の向上が図られると共に、画像の鮮鋭度の向上が図られる。

[0005] 柱状結晶は、支持体表面に対して略垂直に成長し、センサパネルを支持体とした場合は無論のこと、基板に形成された柱状結晶の群をセンサパネルに貼り合わせる場合も、各柱状結晶は、センサパネルの表面に対して略垂直に設けられる。センサパネルが平坦であると、放射線は、その照射野の中心から外れる程に、センサパネルの表面に対して垂直に設けられた柱状結晶への入射角度が大きくなる。そのため、複数の柱状結晶に跨って進行し、画像の鮮鋭度の低下をもたらす。

[0006] そこで、特許文献2に記載された放射線画像検出装置は、可撓性のセンサパネルを用い、放射状に広がる放射線に対して各柱状結晶が平行となるようにセンサパネルが湾曲されている。照射野の各部において、放射線に対して各柱状結晶が平行となり、画像の鮮鋭度の低下が防止される。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開2010-025620号公報

特許文献2：日本国特開2011-017683号公報

特許文献3：日本国特開2004-064087号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献2に記載された放射線画像検出装置は、放射線がシンチレータ側から入射する、いわゆる裏面読取型（PSS：Penetration Side Sampling）の放射線画像検出装置である。PSS型の放射線画像検出装置において、放射線に対してシンチレータの各柱状結晶が平行となるようにセンサパネルを湾曲させた場合に、柱状結晶の群の先端部間の隙間は狭まり、隣り合う柱状結晶の先端部同士が接触して損傷する虞がある。そのため、センサパネルを湾曲させる際の曲率半径が制限され、撮影距

離（S I D : S o u r c e - I m a g e D i s t a n c e）が比較的短い場合に、放射線に対して各柱状結晶を平行に配置することができず、画像の鮮鋭度を十分に得ることができない。

[0009] 本発明は、上述した課題に鑑みなされたものであり、放射線画像検出装置のセンサパネルを湾曲させて画像の鮮鋭度を向上させるにあたって、蛍光体の損傷を防止することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] (1) 放射線露光によって蛍光を発する蛍光物質を含有した蛍光体と、前記蛍光体が密接して設けられ、前記蛍光体が発する蛍光を検出するセンサパネルと、を備える放射線画像検出装置であって、前記蛍光体は、前記蛍光物質の結晶が柱状に成長してなる柱状結晶の集合体からなる柱状部を含み、前記センサパネルの前記蛍光体とは反対側に放射線入射面が設けられ、前記センサパネルは、可撓性を有し、前記放射入射面側に曲率中心が位置するように湾曲された放射線画像検出装置。

(2) 上記(1)の放射線画像検出装置と、前記放射線画像検出装置に向けて放射線を照射する放射線源と、を備え、前記センサパネルの曲率中心が、前記放射線源の焦点に一致している放射線撮影装置。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、放射入射面側に曲率中心が位置するように湾曲されたセンサパネルに対して、蛍光体はその外径側に配置され、蛍光体を形成する柱状結晶の集合体の先端部間の隙間は拡大される。よって、隣り合う柱状結晶の先端部同士の接触が回避され、柱状結晶の損傷が防止される。それにより、撮影距離が比較的短い場合にも、撮影距離に合わせて放射線に対して各柱状結晶を平行に配置することができ、画像の鮮鋭度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態を説明するための、放射線画像検出装置及び放射線撮影装置の一例の構成を示す図である。

[図2]図1の放射線撮影装置の制御ブロックを示す図である。

[図3]本発明の実施形態を説明するための、放射線画像検出装置の検出部の構成を示す図である。

[図4]図3の検出部のセンサパネルの構成を示す図である。

[図5]図3の検出部の蛍光体の構成を示す図である。

[図6]図5の蛍光体のVI - VI線断面を示す図である。

[図7]図5の蛍光体のVII - VII線断面を示す図である。

[図8]図3の検出部の製造方法の一例を示す図である。

[図9]図3の検出部の製造方法の他の例を示す図である。

[図10]図1の放射線画像検出装置の湾曲部の構成を示す図である。

[図11]図10の湾曲部の構成を示す図である。

[図12]図1の放射線画像検出装置の検出部が湾曲された状態を示す図である。

[図13]図1の放射線画像検出装置の変形例を示す図である。

[図14]図1の放射線画像検出装置の他の変形例を示す図である。

[図15]図1の放射線画像検出装置の他の変形例を示す図である。

[図16]図15の放射線画像検出装置の検出部が湾曲された状態を示す図である。

[図17]図1の放射線画像検出装置及び放射線撮影装置の変形例を示す図である。

[図18]図17の放射線画像検出装置の湾曲部の構成を示す図である。

[図19]図18の放射線画像検出装置の検出部が湾曲された状態を示す図である。

[図20]図1の放射線画像検出装置の他の変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 図1は、本発明の実施形態を説明するための、放射線画像検出装置及び放射線撮影装置の一例の構成を示し、図2は、図1の放射線撮影装置の制御ブロックを示す。

[0014] X線撮影装置 1 は、被写体（患者）H を立位状態で撮影する X 線診断装置であって、被写体 H にコーンビーム X 線を放射する X 線源 2 と、X 線源 2 に対向配置されて X 線源 2 から被写体 H を透過した X 線を検出して画像データを生成する X 線画像検出装置 3 と、操作者の操作に基づいて X 線源 2 の曝射動作や X 線画像検出装置 3 の撮影動作を制御するとともに、X 線画像検出装置 3 により取得された画像データを処理するコンソール 4 とに大別される。X 線源 2 は、天井から吊り下げられた X 線源保持装置 5 により保持されている。X 線画像検出装置 3 は、床に設置されたスタンド 6 により保持されている。

[0015] X 線源 2 は、X 線源制御部 10 の制御に基づき、高電圧発生器 11 から印加される高電圧に応じて X 線を発生する X 線管 12 と、X 線管 12 から発生された X 線のうち、被写体 H の検査領域に寄与しない部分を遮蔽するように照射野を制限する可動式のコリメータ 13 を有するコリメータユニット 14 とから構成されている。X 線管 12 は、陽極回転型であり、電子放出源（陰極）としてのフィラメント（図示せず）から電子線を放出して、所定の速度で回転する回転陽極 15 に衝突させることにより X 線を発生する。この回転陽極 15 の電子線の衝突部分が X 線焦点 16 となる。

[0016] X 線源保持装置 5 は、天井に設置された天井レール 20 に沿って水平方向（z 方向）に移動自在に構成された台車部 21 と、互いに連結されて台車部 21 から下方向に延伸する複数の支柱部 22 と、台車部 21 を天井レールに沿って移動させるための駆動機構及び支柱部 22 を伸縮させるための駆動機構とを備えている。X 線源 2 は、支柱部 22 の先端部に取り付けられている。X 線源保持装置 5 が天井レール 20 に沿って移動することにより、X 線源 2 と X 線画像検出装置 3 との間の水平方向に関する距離 S1D が変更され、また、支柱部 22 が伸縮することによって、X 線源 2 の上下方向に関する位置が変更される。両駆動機構は、操作者の設定操作に基づき、コンソール 4 により制御される。

[0017] X 線源保持装置 5 には、天井レールに沿った台車部 21 の移動量を計測す

ることにより、X線源2の水平方向に関する位置を検出するポテンシオメータ等の位置センサ（図示せず）が設けられている。この位置センサの検出値は有線又は無線通信によってコンソール4に供給される。

[0018] スタンド6は、床に設置された本体30と、本体30に上下方向に移動自在に取り付けられた保持部31と、保持部31を上下移動させるための駆動機構を備えている。X線画像検出装置3は、保持部31に取り付けられている。駆動機構は、操作者の設定操作に基づき、後述するコンソール4の制御装置40により制御される。

[0019] スタンド6には、保持部31の移動量を計測することにより、X線画像検出装置3の上下方向に関する位置を検出するポテンシオメータ等の位置センサ（図示せず）が設けられている。この位置センサの検出値は、有線又は無線通信によってコンソール4に供給される。

[0020] コンソール4には、CPU、ROM、RAM等からなる制御装置40が設けられている。制御装置40には、操作者が撮影指示やその指示内容を入力する入力装置41と、X線画像検出装置3により取得された画像データを処理してX線画像を生成する画像処理部42と、X線画像を記憶する画像記憶部43と、X線画像等を表示するモニタ44と、X線撮影装置1の各部と接続されるインターフェース（I/F）45とを備えている。制御装置40、入力装置41、画像処理部42、記憶部43、モニタ44、及びI/F45は、バス46を介して接続されている。

[0021] 入力装置41の操作により、X線源2－X線画像検出装置3間距離（撮影距離）SIDや管電圧等のX線撮影条件、撮影タイミング等が入力される。制御装置40は、X線源保持装置5から供給されるX線源2の水平方向位置に基づいて、上記の入力された撮影距離SIDとなる位置にX線源2を移動させるように、X線源保持装置5を駆動する。また、制御装置40は、スタンド6から供給されるX線画像検出装置3の上下方向位置に基づいて、X線画像検出装置3に対向する上下方向位置にX線源2を移動させるようにX線源保持装置5を駆動する。

[0022] X線画像検出装置3は、X線露光によって蛍光を発する蛍光物質を含有したシンチレータ（蛍光体）60と、シンチレータ60が発する蛍光を光電変換する光電変換素子70の2次元配列を有するセンサパネル61と、を備えている。シンチレータ60は、シンチレータ60と光電変換素子70の群とを光学的に結合させる樹脂層を介してセンサパネル61に密着している。シンチレータ60がセンサパネル61に密着してなる検出部62は、支持体63に支持され、筐体64内に收容されている。

[0023] 以下、検出部62について説明する。

[0024] 図3は、検出部62の構成を模式的に示し、図4は検出部62のセンサパネル61の構成を模式的に示す。

[0025] 検出部62は、いわゆるISS型であり、シンチレータ60が貼り合わされたセンサパネル61において、センサパネル61がX線源2側に配置されている。X線は、センサパネル61を透過してシンチレータ60に入射する。X線が入射したシンチレータ60において蛍光が発生し、ここで発生した蛍光がセンサパネル61の光電変換素子70の群によって光電変換される。このように構成されたX線画像検出装置3においては、蛍光を多く発生させるシンチレータ60の放射線入射側がセンサパネル61に隣設されるため、感度が向上する。

[0026] センサパネル61は、絶縁性のフレキシブル基板上に薄膜トランジスタ（TFT:Thin Film Transistor）からなるスイッチ素子71が形成されたフレキシブルTFT基板72を有しており、光電変換素子70の群はフレキシブルTFT基板72上に形成されている。そして、フレキシブルTFT基板72上には、光電変換素子70の群を覆い、フレキシブルTFT基板72の表面を平坦化するための平坦化層75が形成されている。平坦化層75は、シンチレータ60と光電変換素子70の群とを光学的に結合させる上記の樹脂層に含まれる。平坦化層75としては、ポリイミドやパリレンなどの樹脂を用いることができ、製膜性が良好なポリイミドを用いることが好ましい。なお、樹脂層の厚みは、感度、及び画像の鮮鋭度の観

点から、 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $5\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ であることがより好ましい。

[0027] 光電変換素子 70 は、シンチレータ 60 の蛍光が入射されることにより電荷を生成する光導電層 73 と、この光導電層 73 の表裏面に設けられた一対の電極とで構成されている。光導電層 73 のシンチレータ 60 側の面に設けられた電極 74 a は、光導電層 73 にバイアス電圧を印加するためのバイアス電極であり、反対側の面に設けられた電極 74 b は、光導電層 73 で生成された電荷を収集する電荷収集電極である。

[0028] スイッチ素子 71 は、光電変換素子 70 の 2 次元配列に対応してフレキシブル T F T 基板 72 に 2 次元に配列されており、各光電変換素子 70 の電荷収集電極 74 b は、対応するスイッチ素子 71 に接続されている。電荷収集電極 74 b に収集された電荷は、スイッチ素子 71 を介して読み出される。

[0029] フレキシブル T F T 基板 72 には、一方向（行方向）に延設され、各スイッチ素子をオン／オフさせるための複数本のゲート線 76 と、ゲート線 76 と直交する方向（列方向）に延設され、オン状態のスイッチ素子 71 を介して電荷を読み出すための複数の信号線 77 とが設けられている。そして、フレキシブル T F T 基板 72 の周縁部には、各ゲート線 76 及び各信号線 77 が接続された接続端子 78 が配置されている。この接続端子 78 は、接続回路 79 を介して回路基板（図示せず）に接続される。この回路基板は、外部回路としてのゲートドライバ、及び信号処理部を有する。

[0030] スイッチ素子 71 は、ゲートドライバからゲート線 76 を介して供給される信号によって行単位で順にオン状態とされる。そして、オン状態とされたスイッチ素子 71 によって読み出された電荷は、信号線 77 を介して伝送され、信号処理部に入力される。これにより、電荷が行単位で順に読み出され、上記の信号処理部において電気信号に変換され、デジタル画像データが生成される。

[0031] 次に、シンチレータ 60 について説明する。

[0032] 図 5 は、シンチレータ 60 の構成を模式的に示す。

- [0033] シンチレータ 60 を形成する蛍光物質には、例えば、CsI : Tl（タリウム賦活ヨウ化セシウム）、NaI : Tl（タリウム賦活ヨウ化ナトリウム）、CsI : Na（ナトリウム賦活ヨウ化セシウム）、等を用いることができ、なかでも、発光スペクトルが a-Si フォトダイオードの分光感度の極大値（550 nm 付近）と適合する点で、CsI : Tl が好ましい。
- [0034] シンチレータ 60 は、柱状部 80 と、柱状部 80 のセンサパネル側に設けられた非柱状部 81 とで構成されている。柱状部 80 及び非柱状部 81 は、層状に重なって連続的に形成されており、詳細は後述するが、気相堆積法によって形成することができる。そして、シンチレータ 60 は、非柱状部 81 をセンサパネル 61 に密着させている。
- [0035] 柱状部 80 は、上記の蛍光物質の結晶が柱状に成長してなる柱状結晶 82 の群によって形成されている。各柱状結晶 82 は、センサパネル 61 の表面に対して略垂直に設けられている。そして、隣り合う柱状結晶 82 の間には隙間が置かれ、各柱状結晶 82 は互いに独立して存在する。
- [0036] 非柱状部 81 は、蛍光物質の結晶が比較的小さい結晶の群によって形成されている。比較的小径の結晶の群によって形成される非柱状部 81 においては、結晶同士が不規則に結合したり重なり合ったりするため、結晶間に明確な隙間は生じ難い。なお、非柱状部 81 には、上記の蛍光物質の非晶質体が含まれる場合もある。
- [0037] 各柱状結晶 82 に発生した蛍光は、柱状結晶 82 とその周囲の隙間（空気）との屈折率差に起因して柱状結晶 82 内で全反射を繰り返すことで拡散を抑制され、その柱状結晶 82 が対向する光電変換素子 70 に導光される。それにより、画像の鮮鋭度が向上する。
- [0038] また、比較的小径の結晶若しくはその凝集体によって形成される非柱状部 81 は、柱状部 80 に比べて緻密であって空隙率は小さい。シンチレータ 60 が、この非柱状部 81 をセンサパネル 61 に密着させていることにより、シンチレータ 60 とセンサパネル 61 との密着性が向上する。それにより、シンチレータ 60 がセンサパネル 61 から剥離することが防止される。

[0039] 図6は、シンチレータ60の図5におけるV I - V I断面を示す電子顕微鏡写真である。

[0040] 図6に明らかなように、柱状部80においては、柱状結晶82が結晶の成長方向に対しほぼ均一な断面径を示し、かつ、柱状結晶82の周囲に間隙を有し、柱状結晶82が互いに独立して存在することがわかる。柱状結晶82の結晶径（柱径）は、光ガイド効果、機械的強度、そして画素欠陥防止の観点から、 $2\mu\text{m}$ 以上 $8\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。結晶径が小さすぎると、柱状結晶82の機械的強度が不足し、衝撃等により損傷する懸念があり、結晶径が大きすぎると、光電変換素子70毎の柱状結晶82の数が少なくなり、結晶にクラックが生じた際にその素子が欠陥となる確率が高くなる懸念がある。

[0041] ここで、柱径は、柱状結晶82の成長方向上面から観察した結晶の最大径を示す。具体的な測定方法としては、柱状結晶82の成長方向上面からSEM（走査型電子顕微鏡）で観察することで柱径を測定する。柱状結晶82が100本から200本観察できる倍率（約2000倍程度）で観察し、1撮影に含まれる結晶全てに対し、柱径の最大値を測定して平均した値を採用している。柱径（ μm ）は小数点以下2桁まで読み、平均値をJIS Z 8401に従い小数点以下2桁目を丸めた値とする。

[0042] また、柱状部80の厚みは、放射線のエネルギーにもよるが、柱状部80における十分な放射線吸収及び画像の鮮鋭度の観点から、 $200\mu\text{m}$ 以上 $700\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。柱状部80の厚みが小さすぎると、放射線を十分に吸収することができず、感度が低下する虞があり、厚みが大きすぎると光拡散が生じ、柱状結晶の光ガイド効果によっても画像の鮮鋭度が低下する懸念がある。

[0043] 図7は、シンチレータ60の図5におけるV I I - V I I断面を示す電子顕微鏡写真である。

[0044] 図7に明らかなように、非柱状部81においては、結晶同士が不規則に結合したり重なり合ったりして結晶間の明確な隙間は、柱状部80ほどは認め

らない。非柱状部 8 1 を形成する結晶の径は、密着性の観点から、 $7.0\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。結晶径が大きすぎると、平坦性が低下し、センサパネル 6 1 との密着性が低下する懸念がある。

[0045] ここで、結晶同士が結合している場合の結晶径の測定は、隣接する結晶間に生じる窪み（凹）同士を結んだ線を結晶間の境界と見なし、結合した結晶同士を最小多角形となるように分離して柱径及び柱径に対応する結晶径を測定し、柱状部 8 0 における結晶径と同様にして平均値をとり、その値を採用した。

[0046] 非柱状部 8 1 の厚みは、センサパネル 6 1 との密着性及び画質の観点から、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。非柱状部 8 1 の厚みが小さすぎると、センサパネル 6 1 との十分な密着性が得られない虞があり、また厚みが大きすぎると、非柱状部 8 1 における蛍光の寄与、及び非柱状部 8 1 での蛍光の拡散が増大し、画像の鮮鋭度が低下する懸念がある。

[0047] 次に、上述したシンチレータ 6 0 の製造方法について説明する。

[0048] 図 8 は、シンチレータ 6 0 の製造方法の一例を模式的に示す。

[0049] 図 8 に示すシンチレータ 6 0 の製造方法は、気相堆積法によってセンサパネル 6 1 の表面にシンチレータ 6 0 を直接形成するものである。気相堆積法によれば、柱状部 8 0 及び非柱状部 8 1 を連続して一体に形成することができる。以下では、蛍光物質として CsI : Tl を用いた場合を例に説明する。

[0050] 気相堆積法によるシンチレータ 6 0 の形成は、例えば真空度 $0.01 \sim 10\ \text{Pa}$ の環境下、CsI : Tl を抵抗加熱式のるつぼに通電するなどの手段で加熱して気化させ、センサパネル 6 1 の温度を室温 (20°C) $\sim 300^\circ\text{C}$ として CsI : Tl をセンサパネル 6 1 上に堆積させる。

[0051] センサパネル 6 1 上に CsI : Tl の結晶相を形成する際、当初は比較的小径の結晶を堆積させて非柱状部 8 1 を形成する (FIG. 8B)。そして、真空度及びセンサパネル 6 1 の温度の少なくとも一方の条件を変更し、非柱状部 8 1 を形成した後に連続して柱状部 8 0 を形成する。具体的には、真

空度を上げる、及び／又はセンサパネル 61 の温度を高くすることによって、柱状結晶 82 を成長させる (FIG. 8C)。

[0052] 以上により、非柱状部 81 においてセンサパネル 61 に密着した状態に、シンチレータ 60 がセンサパネル 61 上に形成され、検出部 62 が構成される。

[0053] 図 9 は、シンチレータ 60 の製造方法の他の例を模式的に示す。

[0054] 図 9 に示すシンチレータ 60 の製造方法は、基板 83 を用い、この基板 83 の表面にシンチレータ 60 を形成し、その後に基板 83 に形成されたシンチレータ 60 をセンサパネル 61 に貼り合わせるものである。

[0055] 基板 83 としては、カーボン板、CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic)、ガラス板、石英基板、サファイア基板、鉄やスズやクロムやアルミニウムなどの金属シート、等を用いることができるが、その上にシンチレータ 60 を形成することができる限りにおいて上記のものに限定されない。

[0056] 本例においても、シンチレータ 60 の形成は、気相堆積法による。真空度 0.01 ~ 10 Pa の環境下、CsI : Tl を抵抗加熱式のるつぼに通電するなどの手段で加熱して気化させ、支持体 11 の温度を室温 (20℃) ~ 300℃として CsI : Tl を基板 83 上に堆積させる。

[0057] 基板 83 上に CsI : Tl の結晶相を形成する際、当初は柱状結晶 82 を成長させ、柱状部 80 を形成する (FIG. 9B)。そして、真空度を下げる、及び／又は基板 83 の温度を低くすることによって、柱状部 80 を形成した後に連続して非柱状部 81 を形成する (FIG. 9C)。

[0058] 基板 83 上にシンチレータ 60 を形成した後、接着層を介在させ、非柱状部 81 においてシンチレータ 60 をセンサパネル 61 に密着させる (FIG. 9D)。そして、基板 83 を剥離し、検出部 62 を構成する (FIG. 9E)。接着層としては、シンチレータ 60 の蛍光を減衰させることなくセンサパネル 61 に到達させ得るものであれば特に制限はなく、例えば、UV 硬化接着剤や加熱硬化型接着剤や室温硬化型接着剤やホットメルト型接着剤な

どの接着剤、若しくはゴム系粘着剤やシリコン系粘着剤やアクリル系粘着剤などの粘着剤、又はこれらの接着剤や粘着剤が両面に設けられた両面接着／粘着シート、等によって形成することができる。なお、接着剤としては、画像の鮮鋭度を低下させないという観点から、素子サイズに対して十分に薄い接着層を形成し得る低粘度エポキシ樹脂製の接着剤を用いることが好ましい。また、粘着剤としては、光や酸化による劣化が少ないアクリル系粘着剤が好ましい。なお、接着層によってシンチレータ60とセンサパネル61とを密着させる場合に、この接着層は、シンチレータ60とセンサパネル61の光電変換素子70の群とを光学的に結合させる上記の樹脂層に含まれる。

[0059] X線画像検出装置3は、以上により構成される検出部62を湾曲させるための湾曲部65を更に備えている。以下、湾曲部65について説明する。

[0060] 図10及び図11は、湾曲部65の構成を示す。

[0061] 湾曲部65は、検出部62を支持する支持体63と、この支持体63に設けられ、物理的刺激に応じて湾曲する被駆動部材90と、この被駆動部材90に上記の物理的刺激を与える駆動部91とを含んでいる。

[0062] 支持体63は、遮光性を有し、検出部62のシンチレータ60側、即ち、X線入射側とは反対側を覆うカバー部92と、検出部62の一組の辺（図示の例ではy方向に沿う一組の辺）に係止する係止部93とで構成されている。支持体63は、自己支持可能な程度の可撓性を有する材料で形成されており、例えば、ゴムやピッチ系炭素繊維などを好適に用いることができる。

[0063] 被駆動部材90は、本例においては、物理的刺激としての熱によって湾曲する帯状のバイメタル90が用いられている。バイメタル90は、カバー部92の裏面に複数添設されており、これらのバイメタル90は、互いに平行にy方向に延在し、x方向に適宜な間隔をおいて設けられている。

[0064] 駆動部91は、各バイメタル90に適宜な電流を印加する。駆動部91より電流が印加されたバイメタル90は、その抵抗による自己発熱によって、検出部62におけるX線入射側に曲率中心が位置するように湾曲する。そして、駆動部91は、コンソール4にて設定された撮影距離SIDに応じて各

バイメタル 90 に電流を印加するように構成されており、駆動部 91 より電流を印加されたバイメタル 90 は、X 線焦点 16 を通る x 方向に平行な直線を中心軸とした円筒面にほぼ沿うように湾曲する。

[0065] バイメタル 90 が湾曲するのに伴って、支持体 63、及びこれに支持された検出部 62 もまた湾曲する。バイメタル 90 が、X 線焦点 16 を通る x 方向に平行な直線を中心軸とした円筒面にほぼ沿うように湾曲することで、検出部 62 もまた、同様に湾曲し、その曲率中心は、X 線焦点 16 にほぼ一致した位置に配置される。

[0066] 図 12 は、湾曲した検出部 62 を模式的に示す。

[0067] シンチレータ 60 の各柱状結晶 82 は、上述の通り、その周囲に隙間をおいて互いに独立して存在する。センサパネル 61 の湾曲によっても、各柱状結晶 82 は、その周囲の隙間を拡縮して、センサパネル 61 の表面に対して垂直を保つ。そして、センサパネル 61 は、X 線焦点 16 を通る x 方向に平行な直線を中心軸とした略円筒面に沿うように湾曲されている。よって、各柱状結晶 82 は、上記の中心軸を指向し、平面視においてそこに入射する X 線に対してほぼ平行とされる。それにより、X 線が複数の柱状結晶 82 に跨ってシンチレータ 60 内を進行することが軽減され、画像の鮮鋭度が向上する。

[0068] そして、X 線入射面側に曲率中心が位置するように湾曲された検出部 62 において、シンチレータ 60 は外径側に位置しており、検出部 62 の上記のような湾曲に伴って、柱状結晶 82 の群の先端部間の隙間は拡大される。それにより、隣り合う柱状結晶 82 の先端部同士の接触が回避され、柱状結晶 82 の損傷が防止される。

[0069] また、シンチレータ 60 は、柱状部 80 に比べて空隙率が小さい非柱状部 81 においてセンサパネル 61 に密着しており、その密着性が高められている。それにより、センサパネル 61 の湾曲によってシンチレータ 60 が剥離することが防止される。

[0070] なお、上述した X 線画像検出装置 3 においては、露呈した検出部 62 (シ

ンチレータ 60 及びセンサパネル 61) を支持体 63 で直接支持して湾曲させるものであり、支持体 63 が検出部 62 を覆って遮光するものとして説明したが、図 13 に示すように、検出部 62 が遮光性を有する柔軟なケース 100 に収納されている場合には、支持体 63 に遮光性は不要である。

[0071] また、図 13 に示す例では、ゲート線 76 (図 4 参照) や信号線 77 (図 4 参照) が電氣的に接続する外部回路としてのゲートドライバ及び信号処理部を有する回路基板を収納した制御部 101 が、検出部 62 の一辺に沿って設けられている。ゲートドライバや信号処理部には、典型的にはシリコン等の無機半導体材料で形成された硬質な IC が用いられ、これらを収納する制御部全体を湾曲させることは困難である。そこで、この場合には、X 線焦点 16 を通る x 方向に平行な直線を中心軸とした円筒面にほぼ沿うように湾曲する支持体 63 に対して、制御部 101 が並設される検出部 62 の一辺を x 方向と平行に配し、検出部 62 のみを支持体 63 によって支持して、検出部 62 のみを湾曲させればよい。

[0072] また、ゲートドライバについては、無機半導体材料で形成された硬質な IC に替えて柔軟な有機 TFT でゲートドライバ回路を形成することもできる。そこで、図 14 に示すように、センサパネル 61 のフレキシブル TFT 基板 72 に有機 TFT からなるゲートドライバ回路 102 を設けてもよく、その場合に、ゲートドライバ回路 102 が柔軟であることから、検出部 62 の湾曲が阻害されることはない。

[0073] また、上述した X 線画像検出装置 3 においては、バイメタル 90 に通電し、その自己発熱によってバイメタル 90 を湾曲させる例を説明したが、例えば、ペルチェ素子などの調温素子を用いてバイメタル 90 の温度を制御するようにしてもよい。また、物理的刺激としての熱により湾曲する被駆動部材として、バイメタル 90 を用いた例を説明したが、形状記憶合金を用いることもできる。

[0074] 図 15 及び図 16 は、上述した X 線画像検出装置 3 の変形例を示す。

[0075] 図 15 及び図 16 に示す X 線画像検出装置 103 において、検出部 62 を

支持する支持体 63 のカバー部 92 には、そのほぼ全体を覆う大きさに形成された一つのバイメタル 90 が設けられている。コンソール 4 にて設定された撮影距離 S I D に応じて駆動部 91 から電流を印加されたバイメタル 90 は、X 線焦点 16 を中心とする球面に沿うように湾曲する。バイメタル 90 が湾曲するのに伴って、支持体 63、及びこれに支持された検出部 62 もまた、X 線焦点 16 を中心とする球面に沿うように湾曲する。それにより、各柱状結晶 82 は、X 線焦点 16 を指向し、そこに入射する X 線に対してほぼ平行とされる。それにより、X 線が複数の柱状結晶 82 に跨ってシンチレータ 60 内を進行することが防止され、画像の鮮鋭度がより向上する。

[0076] 図 17 は、上述した X 線撮影装置 1 の変形例を示し、図 18 は、図 17 の X 線撮影装置の X 線画像検出装置の構成を示す。

[0077] X 線撮影装置 201 は、複数の X 線源 202 を有している。コンソール 4 の制御装置 40 による制御によって、これらの X 線源 202 から X 線が順次放射され、X 線焦点位置は、X 線源 202 の切り換えに伴って順次移動する。

[0078] X 線画像検出装置 203 において、検出部 62 を支持する支持体 63 のカバー部 92 は、複数の領域に区分されており、各領域にバイメタル 90 が設けられている。図示の例では、x 方向及び y 方向に、それぞれ 3 つの領域に区分されており、各領域にバイメタル 90 が設けられている。そして、駆動部 91 は、X 線焦点位置に応じて、各バイメタル 90 への印加電流をバイメタル 90 毎に独立して制御するように構成されている。

[0079] 図 19 は、X 線画像検出装置 203 における検出部 62 の湾曲を模式的に示す。

[0080] 駆動部 91 から各バイメタル 90 に独立に制御された電流が印加されることによって、検出部 62 の曲率半径、及び検出部 62 の中心と曲率中心とを結ぶ直線の方法を種々に変化させることができる。

[0081] 例えば、各領域のバイメタル 90 への印加電流が等しい場合には、検出部 62 の中心部に関して略対称に検出部 62 が湾曲する。その際の検出部 62

の中心部とこの中心部における曲率中心とを結ぶ直線は、 z 方向に略沿っている（F I G. 19 A）。一方、 y 方向に関して中央の列領域のバイメタル90への印加電流に対して、いずれか一方の側の列領域のバイメタル90への印加電流を大きくし、他方の側の列領域のバイメタル90への印加電流を小さくした場合には、検出部62の中心に関して非対称に検出部62が湾曲する。その際の検出部62の中心と曲率中心とを結ぶ直線は、 z 方向に対して傾斜する（F I G. 19 B, C）。

[0082] このように、X線焦点位置に応じて各バイメタル90への印加電流を独立して制御することにより、X線源202の切り換えに伴って順次移動するX線焦点位置に検出部62の曲率中心を一致させることができる。それにより、異なるX線焦点位置から放射線に対して、シンチレータ60の各柱状結晶82を、そこに入射するX線に対してほぼ平行とすることができる。

[0083] 図20は、上述したX線画像検出装置3の他の変形例を示す。

[0084] 上述したX線画像検出装置3及びその変形例においては、検出部62を湾曲させるための被駆動部材として、外部刺激としての熱により湾曲するバイメタル等を用いた例を説明したが、外部刺激により伸縮する被駆動部材を用いることができ、そのような被駆動部材としては、例えば高分子ゲルの体積相転移を利用した人工筋肉やピエゾ素子が例示でき、これらは、外部刺激としての印加電圧によって伸縮する。

[0085] 図18に示すX線画像検出装置303において、検出部62を支持する支持体63の外周部は、筐体64の内壁に固定されている。そして、支持体63のカバー部92の中央部に人工筋肉390が設けられている。

[0086] 人工筋肉390は、その伸縮方向の一端を支持体63に接続され、他端を支持体63に対向する筐体64の内壁に固定されている。駆動部（図示せず）は、撮影距離SIDに応じて、人工筋肉390への印加電圧を制御するように構成されている。撮影距離SIDに応じて駆動部91から電圧を印加された人工筋肉390が収縮することによって、支持体63は、X線焦点16を中心とする球面に沿うように湾曲し、これに支持された検出部62もまた

、X線焦点16を中心とする球面に沿うように湾曲する。それにより、各柱状結晶82は、X線焦点16を指向し、そこに入射するX線に対してほぼ平行とされる。

[0087] なお、支持体63のカバー部92の中心部を筐体64に固定し、支持体63の外周部を複数の人工筋肉390によって支持するように構成し、各人工筋肉390への印加電圧を人工筋肉390毎に独立して制御するように構成することもできる。それによれば、上述したX線撮影装置201におけるX線画像検出装置203と同様に、X線焦点位置に応じて各人工筋肉390への印加電圧を独立して制御することによって、X線源202の切り換えに伴って順次移動するX線焦点位置に検出部62の曲率中心を一致させることができる。

[0088] 上述の各放射線画像検出装置は、放射線画像を高感度、高精細に検出するため、低放射線照射量で鮮鋭な画像を検出することを要求される、マンモグラフィなどの医療診断用のX線撮影装置をはじめ、様々な装置に組み込んで使用することができる。例えば、工業用のX線撮影装置として非破壊検査に用いたり、或いは、電磁波以外の粒子線（ α 線、 β 線、 γ 線）の検出装置として用いたりすることができ、その応用範囲は広い。

[0089] 以下、センサパネル61を構成する各要素に用いることのできる材料について説明する。

[0090] [光電変換素子]

上述した光電変換素子70の光導電層73（図3参照）としては、例えばアモルファスシリコン等の無機半導体材料が用いられることが多いが、例えば特開2009-32854号公報に記載された有機光電変換（OPC；Organic photoelectric conversion）材料も用いることができる。このOPC材料により形成された膜（以下、OPC膜という）を光導電層73として使用できる。OPC膜は、有機光電変換材料を含み、蛍光体層から発せられた光を吸収し、吸収した光に応じた電荷を発生する。このように有機光電変換材料を含むOPC膜であれば、可視域に

シャープな吸収スペクトルを持ち、蛍光体層による発光以外の電磁波がOPC膜に吸収されることがほとんどなく、X線等の放射線がOPC膜で吸収されることによって発生するノイズを効果的に抑制することができる。

[0091] OPC膜を構成する有機光電変換材料は、蛍光体層で発光した光を最も効率良く吸収するために、その吸収ピーク波長が、蛍光体層の発光ピーク波長と近いほど好ましい。有機光電変換材料の吸収ピーク波長と蛍光体層の発光ピーク波長とが一致することが理想的であるが、双方の差が小さければ蛍光体層から発された光を十分に吸収することが可能である。具体的には、有機光電変換材料の吸収ピーク波長と、蛍光体層の放射線に対する発光ピーク波長との差が、10nm以内であることが好ましく、5nm以内であることがより好ましい。

[0092] このような条件を満たすことが可能な有機光電変換材料としては、例えば、アリーリデン系有機化合物、キナクリドン系有機化合物、及びフタロシアニン系有機化合物が挙げられる。例えばキナクリドンの可視域における吸収ピーク波長は560nmであるため、有機光電変換材料としてキナクリドンを用い、蛍光体層の材料としてCsI(Tl)を用いれば、上記ピーク波長の差を5nm以内にすることが可能となり、OPC膜で発生する電荷量をほぼ最大にすることができる。

[0093] バイアス電極74a及び電荷収集電極74bの間に設けられる有機層の少なくとも一部をOPC膜によって構成することができる。この有機層は、より具体的には、電磁波を吸収する部位、光電変換部位、電子輸送部位、正孔輸送部位、電子ブロッキング部位、正孔ブロッキング部位、結晶化防止部位、電極、及び層間接触改良部位等の積み重ね若しくは混合により形成することができる。

[0094] 上記有機層は、有機p型化合物又は有機n型化合物を含有することが好ましい。有機p型半導体（化合物）は、主に正孔輸送性有機化合物に代表されるドナー性有機半導体（化合物）であり、電子を供与しやすい性質がある有機化合物をいう。更に詳しくは2つの有機材料を接触させて用いたときにイ

オン化ポテンシャルの小さい方の有機化合物をいう。したがって、ドナー性有機化合物としては、電子供与性のある有機化合物であればいずれの有機化合物も使用可能である。例えば、トリアリールアミン化合物、ベンジジン化合物、ピラゾリン化合物、スチリルアミン化合物、ヒドラゾン化合物、トリフェニルメタン化合物、カルバゾール化合物、ポリシラン化合物、チオフェン化合物、フタロシアニン化合物、シアニン化合物、メロシアニン化合物、オキソノール化合物、ポリアミン化合物、インドール化合物、ピロール化合物、ピラゾール化合物、ポリアリーレン化合物、縮合芳香族炭素環化合物（ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、フェナントレン誘導体、テトラセン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、フルオランテン誘導体）、含窒素ヘテロ環化合物を配位子として有する金属錯体等を用いることができる。なお、これらに限らず、*n*型（アクセプター性）化合物として用いた有機化合物よりもイオン化ポテンシャルの小さい有機化合物であればドナー性有機半導体として用いることができる。

[0095] 有機 *n* 型半導体（化合物）は、主に電子輸送性有機化合物に代表されるアクセプター性有機半導体（化合物）であり、電子を受容しやすい性質がある有機化合物をいう。更に詳しくは2つの有機化合物を接触させて用いたときに電子親和力の大きい方の有機化合物をいう。したがって、アクセプター性有機化合物は、電子受容性のある有機化合物であればいずれの有機化合物も使用可能である。例えば、縮合芳香族炭素環化合物（ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、フェナントレン誘導体、テトラセン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、フルオランテン誘導体）、窒素原子、酸素原子、硫黄原子を含有する5ないし7員のヘテロ環化合物（例えばピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、キノリン、キノキサリン、キナゾリン、フタラジン、シンノリン、イソキノリン、プテリジン、アクリジン、フェナジン、フェナントロリン、テトラゾール、ピラゾール、イミダゾール、チアゾール、オキサゾール、インダゾール、ベンズイミダゾール、ベンゾトリアゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、カルバゾール、プ

リン、トリアゾロピリダジン、トリアゾロピリミジン、テトラザインデン、オキサジアゾール、イミダゾピリジン、ピラリジン、ピロロピリジン、チアジアゾロピリジン、ジベンズアゼピン、トリベンズアゼピン等)、ポリアリーレン化合物、フルオレン化合物、シクロペンタジエン化合物、シリル化合物、含窒素ヘテロ環化合物を配位子として有する金属錯体などが挙げられる。なお、これらに限らず、ドナー性有機化合物として用いた有機化合物よりも電子親和力の大きな有機化合物であればアクセプター性有機半導体として用いることができる。

[0096] p型有機色素又はn型有機色素としては、公知のものを用いることができるが、好ましくは、シアニン色素、スチリル色素、ヘミシアニン色素、メロシアニン色素（ゼロメチンメロシアニン（シンプルメロシアニン）を含む）、3核メロシアニン色素、4核メロシアニン色素、ロダシアニン色素、コンプレックスシアニン色素、コンプレックスメロシアニン色素、アロポーラー色素、オキソノール色素、ヘミオキソノール色素、スクアリウム色素、クロコニウム色素、アザメチン色素、クマリン色素、アリーリデン色素、アントラキノン色素、トリフェニルメタン色素、アゾ色素、アゾメチン色素、スピロ化合物、メタロセン色素、フルオレノン色素、フルギド色素、ペリレン色素、フェナジン色素、フェノチアジン色素、キノン色素、インジゴ色素、ジフェニルメタン色素、ポリエン色素、アクリジン色素、アクリジノン色素、ジフェニルアミン色素、キナクリドン色素、キノフタロン色素、フェノキサジン色素、フタロペリレン色素、ポルフィリン色素、クロロフィル色素、フタロシアニン色素、金属錯体色素、縮合芳香族炭素環系色素（ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、フェナントレン誘導体、テトラセン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、フルオランテン誘導体）等が挙げられる。

[0097] 1対の電極間に、p型半導体層とn型半導体層とを有し、該p型半導体とn型半導体の少なくともいずれかが有機半導体であり、かつ、それらの半導体層の間に、該p型半導体及びn型半導体を含むバルクヘテロ接合構造層を中間層として有する光電変換膜（感光層）を好適に用いることができる。こ

のように、光電変換膜において、バルクヘテロ接合構造層を含ませることにより有機層のキャリア拡散長が短いという欠点を補い、光電変換効率を向上させることができる。なお、上記バルクヘテロ接合構造については、特開 2005-303266 号公報において詳細に説明されている。

[0098] 光電変換膜の厚みは、蛍光体層からの光を吸収する点では膜厚は大きいほど好ましいが、電荷分離に寄与しない割合を考慮すると、30 nm 以上 300 nm 以下が好ましく、より好ましくは、50 nm 以上 250 nm 以下、特に好ましくは 80 nm 以上 200 nm 以下である。

上述した OPC 膜に関するその他の構成は、例えば、特開 2009-32854 号公報の記載が参考となる。

[0099] [スイッチ素子]

スイッチ素子 71 の活性層としては、例えばアモルファスシリコン等の無機半導体材料が使われることが多いが、例えば特開 2009-212389 号公報に記載されたように、有機材料を使用することができる。有機 TFT はいかなるタイプの構造でもよいが、最も好ましいのは電界効果型トランジスタ (FET) 構造である。この FET 構造は、絶縁性基板上面の一部にゲート電極を設け、更に該電極を覆い、かつ電極以外の部分で基板と接するように絶縁体層を設けている。更に絶縁体層の上面に半導体活性層を設け、その上面の一部に透明ソース電極と透明ドレイン電極とを隔離して配置している。なお、この構成はトップコンタクト型素子と呼ばれるが、ソース電極とドレイン電極とが半導体活性層の下部にあるボトムコンタクト型素子も好ましく用いることができる。また、キャリアが有機半導体膜の膜厚方向に流れる縦型トランジスタ構造であってもよい。

[0100] (活性層)

ここでいう有機半導体材料とは、半導体の特性を示す有機材料のことであり、無機材料からなる半導体と同様に、正孔 (ホール) をキャリアとして伝導する p 型有機半導体材料 (あるいは単に p 型材料、正孔輸送材料とも言う。) と、電子をキャリアとして伝導する n 型有機半導体材料 (あるいは単に

n型材料、電子輸送材料とも言う。)がある。有機半導体材料は一般にp型材料の方が良好な特性を示すものが多く、また、一般に大気下でのトランジスタ動作安定性もp型トランジスタの方が優れているため、ここでは、p型有機半導体材料について説明する。

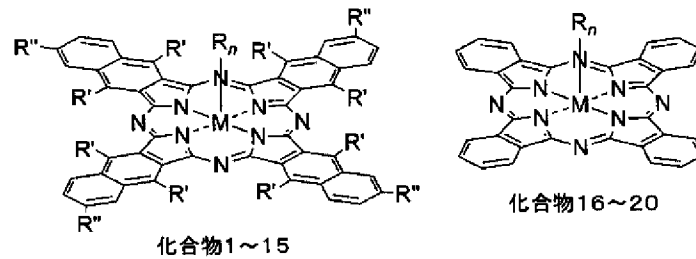
[0101] 有機薄膜トランジスタの特性の一つに、有機半導体層中のキャリアの動きやすさを示すキャリア移動度（単に移動度とも言う） μ がある。用途によっても異なるが、一般に移動度は高い方がよく、 $1.0 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましく、 $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがより好ましく、 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが更に好ましい。移動度は電界効果トランジスタ（FET）素子を作製したときの特性や飛行時間計測（TOF）法により求めることができる。

[0102] 前記p型有機半導体材料は、低分子材料でも高分子材料でも良いが、好ましくは低分子材料である。低分子材料は、昇華精製や再結晶、カラムクロマトグラフィーなどの様々な精製法が適用できるため高純度化が容易であること、分子構造が定まっているため秩序の高い結晶構造を取りやすいこと、などの理由から高い特性を示すものが多い。低分子材料の分子量は、好ましくは100以上5000以下、より好ましくは150以上3000以下、更に好ましくは200以上2000以下である。

[0103] このようなp型有機半導体材料としては、フタロシアニン化合物又はナフタロシアニン化合物を例示することができ、具体例を以下に示す。なお、Mは金属原子、Buはブチル基、Prはプロピル基、Etはエチル基、Phはフェニル基をそれぞれ表す。

[0104]

[化1]



化合物	M	R	n	R'	R''
1	Si	OSi(<i>n</i> -Bu) ₃	2	H	H
2	Si	OSi(<i>i</i> -Pr) ₃	2	H	H
3	Si	OSi(OEt) ₃	2	H	H
4	Si	OSiPh ₃	2	H	H
5	Si	O(<i>n</i> -C ₈ H ₁₇)	2	H	H
7	Ge	OSi(<i>n</i> -Bu) ₃	2	H	H
8	Sn	OSi(<i>n</i> -Bu) ₃	2	H	H
9	Al	OSi(<i>n</i> -C ₆ H ₁₃) ₃	1	H	H
10	Ga	OSi(<i>n</i> -C ₆ H ₁₃) ₃	1	H	H
11	Cu	—	—	O(<i>n</i> -Bu)	H
12	Ni	—	—	O(<i>n</i> -Bu)	H
13	Zn	—	—	H	<i>t</i> -Bu
14	V=O	—	—	H	<i>t</i> -Bu
15	H ₂	—	—	H	<i>t</i> -Bu
16	Si	OSiEt ₃	2	—	—
17	Ge	OSiEt ₃	2	—	—
18	Sn	OSiEt ₃	2	—	—
19	Al	OSiEt ₃	1	—	—
20	Ga	OSiEt ₃	1	—	—

[0105] (活性層以外のスイッチ素子の構成要素)

ゲート電極、ソース電極、又はドレイン電極を構成する材料としては、必要な導電性を有するものであれば特に制限はないが、例えば、ITO（インジウムドープ酸化スズ）、IZO（インジウムドープ酸化亜鉛）、SnO₂、ATO（アンチモンドープ酸化スズ）、ZnO、AZO（アルミニウムドープ酸化亜鉛）、GZO（ガリウムドープ酸化亜鉛）、TiO₂、FTO（フッ素ドープ酸化スズ）などの透明導電性酸化物、PEDOT/PSS（ポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン）/ポリスチレンスルホン酸）などの透明導電性ポリマー、カーボンナノチューブなどの炭素材料が挙げられる。これらの電極材料は、例えば真空蒸着法、スパッタリング、溶液塗布法等の方法で成膜することができる。

[0106] 絶縁層に用いられる材料としては、必要な絶縁効果を有するものであれば

特に制限はないが、例えば、二酸化ケイ素、窒化ケイ素、アルミナなどの無機材料、ポリエステル（PEN（ポリエチレンナフタレート）、PET（ポリエチレンテレフタレート）など）、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリアクリレート、エポキシ樹脂、ポリパラキシリレン樹脂、ノボラック樹脂、PVA（ポリビニルアルコール）、PS（ポリスチレン）、などの有機材料が挙げられる。これらの絶縁膜材料は、例えば真空蒸着法、スパッタリング、溶液塗布法等の方法で成膜することができる。

上述した有機TFEに関するその他の構成は、例えば、特開2009-212389号公報の記載が参考となる。

[0107] また、スイッチ素子71の活性層には、例えば特開2010-186860号公報に記載された非晶質酸化物も使用することができる。ここで、特開2010-186860号に記載された電界効果型トランジスタが有する非晶質酸化物含有の活性層について示す。この活性層は、電子又はホール移動する電界効果型トランジスタのチャネル層として機能する。

[0108] 活性層は、非晶質酸化物半導体を含んだ構成とされている。この非晶質酸化物半導体は、低温で成膜可能であるために、可撓性のある基板上に好適に形成される。活性層に用いられる非晶質酸化物半導体としては、好ましくはIn、Sn、Zn、又はCdよりなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を含む非晶質酸化物であり、より好ましくは、In、Sn、Znよりなる群より選ばれる少なくとも1種を含む非晶質酸化物、更に好ましくは、In、Znよりなる群より選ばれる少なくとも1種を含む非晶質酸化物である。

[0109] 活性層に用いられる非晶質酸化物としては、具体的には、 In_2O_3 、ZnO、 SnO_2 、CdO、Indium-Zinc-Oxide (IZO)、Indium-Tin-Oxide (ITO)、Gallium-Zinc-Oxide (GZO)、Indium-Gallium-Oxide (IGO)、Indium-Gallium-Zinc-Oxide (IGZO) が挙げられる。

[0110] 活性層の成膜方法としては、酸化物半導体の多結晶焼結体をターゲットと

して、気相成膜法を用いるのが好ましい。気相成膜法の中でも、スパッタリング法、パルスレーザー蒸着法（PLD法）が適している。更に、量産性の観点から、スパッタリング法が好ましい。例えば、RFマグネトロンスパッタリング蒸着法により、真空度及び酸素流量を制御して成膜される。

[0111] 成膜された活性層は、周知のX線回折法によりアモルファス膜であることが確認される。活性層の組成比は、RBS（ラザフォード後方散乱）分析法により求められる。

[0112] また、この活性層の電気伝導度は、好ましくは $10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ 以上 10^2 S cm^{-1} 未満であり、より好ましくは $10^{-1} \text{ S cm}^{-1}$ 以上 10^2 S cm^{-1} 未満である。この活性層の電気伝導度の調整方法としては、公知の酸素欠陥による調整方法や、組成比による調整方法、不純物による調整方法、酸化物半導体材料による調整方法が挙げられる。

上述した非晶質酸化物に関するその他の構成は、例えば、特開2010-186860号公報の記載が参考となる。

[0113] [絶縁性フレキシブル基板]

絶縁性フレキシブル基板としては、プラスチックフィルムなどが挙げられる。プラスチックフィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）等からなるフィルム等が挙げられる。また、これらのプラスチックフィルムに、有機あるいは無機のフィラーを含有させてもよい。また、フレキシブルでかつ低熱膨張、高強度といった、既存のガラスやプラスチックでは得られない特性を有するアラミド、バイオナノファイバーなどを用いて形成されたフレキシブル基板も好適に使用しうる。

[0114] （アラミド）

アラミド材料は、ガラス転移温度 315°C という高い耐熱性、ヤング率が

10 GPaという高い剛性、熱膨張率が $-3 \sim 5 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ という高い寸法安定性を有する。このため、アラミド製のフィルムを用いると、一般的な樹脂フィルムを用いる場合と比べて、半導体層の高品質の成膜が容易に行える。また、アラミド材料の高耐熱性により、電極材料を高温硬化させて低抵抗化できる。更に、ハンダのリフロー工程を含むICの自動実装にも対応できる。また更に、ITO (indium tin oxide) やガス・バリア膜、ガラス基板と熱膨張係数が近いために、製造後の反りが少ない。そして、割れにくい。ここで、ハロゲンを含まないハロゲンフリー (JPCA-ES01-2003の規定に適合) なアラミド材料を用いることが環境負荷低減の点で好ましい。アラミドフィルムは、ガラス基板やPET基板と積層されてもよいし、デバイスの筐体に貼り付けられてもよい。

[0115] アラミドの分子間の凝集力 (水素結合力) の高さによる溶媒への低溶解性を分子設計によって解決することにより、無色透明で薄いフィルムへの成形が容易とされたアラミド材料についても、好適に用いることができる。モノマーユニットの秩序性、及び芳香環上の置換基種・位置を制御する分子設計により、アラミド材料の高剛性や寸法安定性に繋がる直線性の高い棒状の分子構造を維持しつつ、溶解性が良い成形の容易さが得られる。この分子設計により、ハロゲンフリーをも実現できる。

[0116] また、フィルムの面内方向の特性が最適化されたアラミド材料についても、好適に用いることができる。成型中に逐次変化するアラミドフィルムの強度に応じて、溶液キャスト、縦延伸、横延伸の工程ごとに張力条件を制御することにより、直線性の高い棒状分子構造であって物性に異方性が生じやすいアラミドフィルムの面内方向の特性をバランスできる。

[0117] 具体的に、溶液キャスト工程では、溶媒の乾燥速度の制御による面内厚み方向の物性の等方化、溶媒を含んだ状態のフィルムの強度とキャスト・ドラムからの剥離強度の最適化、を図る。縦延伸工程では、延伸中に逐次変化するフィルムの強度、溶媒の残留量に応じた延伸条件を精密に制御する。横延伸工程では、加熱によって変化するフィルム強度の変化に応じた横延伸の条

件の制御、フィルムの残留応力を緩和するための横延伸の条件の制御を図る。このようなアラミド材料の使用により、成型後のアラミドフィルムがカーリングしてしまう問題を解決できる。

[0118] 上記の成形容易さに対する工夫、及びフィルム面内方向の特性のバランスに対する工夫のいずれにおいても、アラミドならではの直線性の高い棒状の分子構造が維持されているので、熱膨張係数を低く維持できる。製膜時の延伸条件の変更などにより、熱膨張係数を更に低減することも可能である。

[0119] (バイオナノファイバー)

ナノファイバーは、光の波長に対して十分に小さなコンポーネントは光散乱を生じないことから、透明でフレキシブルな樹脂材料の補強として用いることができる。そして、ナノファイバーの中でも、バクテリア（酢酸菌、*Acetobacter Xylinum*）が産出するセルロースマイクロフィブリル束は、幅50nmと、可視光波長に対して約1/10のサイズでかつ、高強度、高弾性、低熱膨である特徴を有しており、このバクテリアセルロースと透明樹脂との複合材料（バイオナノファイバーということがある）を好適に用いることができる。

[0120] バクテリアセルロースシートにアクリル樹脂、エポキシ樹脂等の透明樹脂を含浸・硬化させることで、繊維を約60～70%と高い比率で含有しながら、波長500nmで約90%の光透過率を示す透明バイオナノファイバーが得られる。このバイオナノファイバーにより、シリコン結晶に匹敵する低い熱膨張係数（約3～7ppm）、鋼鉄並の強度（約460MPa）、及び高弾性（約30GPa）が得られる。

上述したバイオナノファイバーに関する構成は、例えば、特開2008-34556号公報の記載が参考となる。

[0121] 以上、説明したように、本明細書には、下記（1）から（13）の放射線画像検出装置が開示されている。

[0122] （1） 放射線露光によって蛍光を発する蛍光物質を含有した蛍光体と、前記蛍光体が密接して設けられ、前記蛍光体が発する蛍光を検出するセンサ

パネルと、を備える放射線画像検出器であって、前記蛍光体は、前記蛍光物質の結晶が柱状に成長してなる柱状結晶の集合体からなる柱状部を含み、前記センサパネルの前記蛍光体とは反対側に放射線入射面が設けられ、前記センサパネルは、可撓性を有し、前記放射線入射面側に曲率中心が位置するように湾曲された放射線画像検出装置。

(2) 上記(1)の放射線画像検出装置であって、前記センサパネルを支持し、曲率中心の位置を可変に前記センサパネルを湾曲させる湾曲部を更に備える放射線画像検出装置。

(3) 上記(2)の放射線画像検出装置であって、前記湾曲部は、前記センサパネルの曲率半径を可変に前記センサパネルを湾曲させる放射線画像検出装置。

(4) 上記(2)又は(3)の放射線画像検出装置であって、前記湾曲部は、前記センサパネルの中心と曲率中心とを結ぶ直線の方法を可変に前記センサパネルを湾曲させる放射線画像検出装置。

(5) 上記(2)から(4)のいずれか一つの放射線画像検出装置であって、前記湾曲部は、物理的剌激に応じて湾曲し、前記センサパネルに添着される少なくとも一つの被駆動体を含む放射線画像検出装置。

(6) 上記(5)の放射線画像検出装置であって、前記被駆動体は、バイメタルである放射線画像検出装置。

(7) 上記(6)の放射線画像検出装置であって、前記湾曲部は、前記バイメタルに電流を印加する駆動部を有する放射線画像検出装置。

(8) 上記(2)から(4)のいずれか一つの放射線画像検出装置であって、前記湾曲部は、物理的剌激に応じて伸縮し、一端を前記センサパネルに接続され、他端を固定された少なくとも一つの被駆動体を含む放射線画像検出装置。

(9) 上記(5)から(8)のいずれか一つの放射線画像検出装置であって、前記湾曲部は、複数の前記被駆動体を有し、各被駆動体に対して独立に前記物理的剌激を与える放射線画像検出装置。

(10) 上記(5)から(9)のいずれか一つの放射線画像検出装置であって、前記湾曲部は、前記センサパネルにおいて前記蛍光体に密接する面とは反対側の面を覆うカバー部、及び前記センサパネルの縁部を係止する係止部を含んで構成され、前記センサパネルを支持する支持体を有しており、前記被駆動体は、前記カバー部に設けられている放射線画像検出装置。

(11) 上記(10)の放射線画像検出装置であって、前記支持体は、可撓性を有する放射線画像検出装置。

(12) 上記(1)から(11)のいずれか一つの放射線画像検出装置であって、前記蛍光体は、前記柱状部に比べて空隙率が小さい非柱状部を更に含み、前記非柱状部において前記センサパネルに密接している放射線画像検出装置。

(13) 上記(12)の放射線画像検出装置であって、前記非柱状部の厚みは、 $5\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ である放射線画像検出装置。

[0123] また、本明細書には、下記(14)及び(15)の放射線撮影装置が開示されている。

[0124] (14) 上記(1)から(13)のいずれか一つの放射線画像検出装置と、前記放射線画像検出装置に向けて放射線を照射する放射線源と、を備え、前記センサパネルの曲率中心が、前記放射線焦点に一致している放射線撮影装置。

(15) 上記(2)から(9)のいずれか一つの放射線画像検出装置と、前記放射線画像検出装置に向けて放射線を照射する放射線源と、前記放射線画像検出装置に対する前記放射線源の相対位置を検出する検出手段と、を備え、前記湾曲部は、前記検出手段によって検出される放射線源の相対位置に応じて前記センサパネルの曲率中心の位置が変化するように、前記センサパネルを湾曲させる放射線撮影装置。

産業上の利用可能性

[0125] 本発明によれば、放射入射面側に曲率中心が位置するように湾曲されたセンサパネルに対して、蛍光体はその外径側に配置され、蛍光体を形成する柱

状結晶の集合体の先端部間の隙間は拡大される。よって、隣り合う柱状結晶の先端部同士の接触が回避され、柱状結晶の損傷が防止される。それにより、撮影距離が比較的短い場合にも、撮影距離に合わせて放射線に対して各柱状結晶を平行に配置することができ、画像の鮮鋭度を向上させることができる。

[0126] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2011年02月21日出願の日本特許出願（特願2011-035227）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

符号の説明

[0127]	1	X線撮影システム
	2	X線源
	3	X線画像検出装置
	4	コンソール
	5	X線源保持装置
	6	スタンド
	10	X線源制御部
	11	高電圧発生器
	12	X線管
	13	コリメータ
	14	コリメータユニット
	15	回転陽極
	16	X線焦点
	20	天井レール
	21	台車部
	22	支柱部

3 0	本体
3 1	保持部
4 0	制御装置
4 1	入力装置
4 2	画像処理部
4 3	記憶部
4 4	モニタ
4 6	バス
6 0	シンチレータ
6 1	センサパネル
6 2	検出部
6 3	支持体
6 4	筐体
6 5	湾曲部
7 0	光電変換素子
7 1	スイッチ素子
7 2	フレキシブル T F T 基板
7 3	光導電層
7 4 a	バイアス電極
7 4 b	電荷収集電極
7 5	平坦化層
7 6	ゲート線
7 7	信号線
7 8	接続端子
7 9	接続回路
8 0	柱状部
8 1	非柱状部
8 2	柱状結晶

- 8 3 基板
- 9 0 バイメタル（被駆動部材）
- 9 1 駆動部
- 9 2 カバー部
- 9 3 係止部

請求の範囲

- [請求項1] 放射線露光によって蛍光を発する蛍光物質を含有した蛍光体と、
前記蛍光体が密接して設けられ、前記蛍光体が発する蛍光を検出するセンサパネルと、
を備える放射線画像検出器であって、
前記蛍光体は、前記蛍光物質の結晶が柱状に成長してなる柱状結晶の集合体からなる柱状部を含み、
前記センサパネルの前記蛍光体とは反対側に放射線入射面が設けられ、
前記センサパネルは、可撓性を有し、前記放射入射面側に曲率中心が位置するように湾曲された放射線画像検出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の放射線画像検出装置であって、
前記センサパネルを支持し、曲率中心の位置を可変に前記センサパネルを湾曲させる湾曲部をさらに備える放射線画像検出装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の放射線画像検出装置であって、
前記湾曲部は、前記センサパネルの曲率半径を可変に前記センサパネルを湾曲させる放射線画像検出装置。
- [請求項4] 請求項2又は3に記載の放射線画像検出装置であって、
前記湾曲部は、前記センサパネルの中心と曲率中心とを結ぶ直線の方法を可変に前記センサパネルを湾曲させる放射線画像検出装置。
- [請求項5] 請求項2から4のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、
前記湾曲部は、物理的刺激に応じて湾曲し、前記センサパネルに添着される少なくとも一つの被駆動体を含む放射線画像検出装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の放射線画像検出装置であって、
前記被駆動体は、バイメタルである放射線画像検出装置。
- [請求項7] 請求項6に記載の放射線画像検出装置であって、
前記湾曲部は、前記バイメタルに電流を印加する駆動部を有する放

射線画像検出装置。

[請求項8] 請求項2から4のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、

前記湾曲部は、物理的刺激に応じて伸縮し、一端を前記センサパネルに接続され、他端を固定された少なくとも一つの被駆動体を含む放射線画像検出装置。

[請求項9] 請求項5から8のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、

前記湾曲部は、複数の前記被駆動体を有し、各被駆動体に対して独立に前記物理的刺激を与える放射線画像検出装置。

[請求項10] 請求項5から9のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、

前記湾曲部は、前記センサパネルにおいて前記蛍光体に密接する面とは反対側の面を覆うカバー部、及び前記センサパネルの縁部を係止する係止部を含んで構成され、前記センサパネルを支持する支持体を有しており、

前記被駆動体は、前記カバー部に設けられている放射線画像検出装置。

[請求項11] 請求項10に記載の放射線画像検出装置であって、

前記支持体は、可撓性を有する放射線画像検出装置。

[請求項12] 請求項1から11のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、

前記蛍光体は、前記柱状部に比べて空隙率が小さい非柱状部をさらに含み、前記非柱状部において前記センサパネルに密接している放射線画像検出装置。

[請求項13] 請求項12に記載の放射線画像検出装置であって、

前記非柱状部の厚みは、 $5\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ である放射線画像検出装置。

- [請求項14] 請求項 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置と、
前記放射線画像検出装置に向けて放射線を照射する放射線源と、
を備え、
前記センサパネルの曲率中心が、前記放射線源の焦点に一致している放射線撮影装置。
- [請求項15] 請求項 2 から 9 のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置と、
前記放射線画像検出装置に向けて放射線を照射する放射線源と、
前記放射線画像検出装置に対する前記放射線源の相対位置を検出する検出手段と、
を備え、
前記湾曲部は、前記検出手段によって検出される放射線源の相対位置に応じて前記センサパネルの曲率中心の位置が変化するように、前記センサパネルを湾曲させる放射線撮影装置。

補正された請求の範囲
[2012年5月21日(21.05.2012) 国際事務局受理]

【請求項1】(補正後) 放射線露光によって蛍光を発する蛍光物質を含有した蛍光体と、
前記蛍光体が密接して設けられ、前記蛍光体が発する蛍光を検出するセンサパネルと、

を備える放射線画像検出器であって、

前記蛍光体は、前記蛍光物質の結晶が柱状に成長してなる柱状結晶の集合体からなる柱状部を含み、

前記柱状結晶は、該柱状結晶の成長方向の一方の端部を前記センサパネルにそれぞれ接合され、他方の端部間の間隙を拡張可能に設けられており、

前記センサパネルの前記蛍光体とは反対側に放射線入射面が設けられ、

前記センサパネルは、可撓性を有し、前記放射線入射面側に曲率中心が位置するように湾曲された放射線画像検出装置。

【請求項2】 請求項1に記載の放射線画像検出装置であって、

前記センサパネルを支持し、曲率中心の位置を可変に前記センサパネルを湾曲させる湾曲部をさらに備える放射線画像検出装置。

【請求項3】 請求項2に記載の放射線画像検出装置であって、

前記湾曲部は、前記センサパネルの曲率半径を可変に前記センサパネルを湾曲させる放射線画像検出装置。

【請求項4】 請求項2又は3に記載の放射線画像検出装置であって、

前記湾曲部は、前記センサパネルの中心と曲率中心とを結ぶ直線の方法を可変に前記センサパネルを湾曲させる放射線画像検出装置。

【請求項5】 請求項2から4のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、

前記湾曲部は、物理的刺激に応じて湾曲し、前記センサパネルに添着される少なくとも一つの被駆動体を含む放射線画像検出装置。

【請求項6】 請求項5に記載の放射線画像検出装置であって、

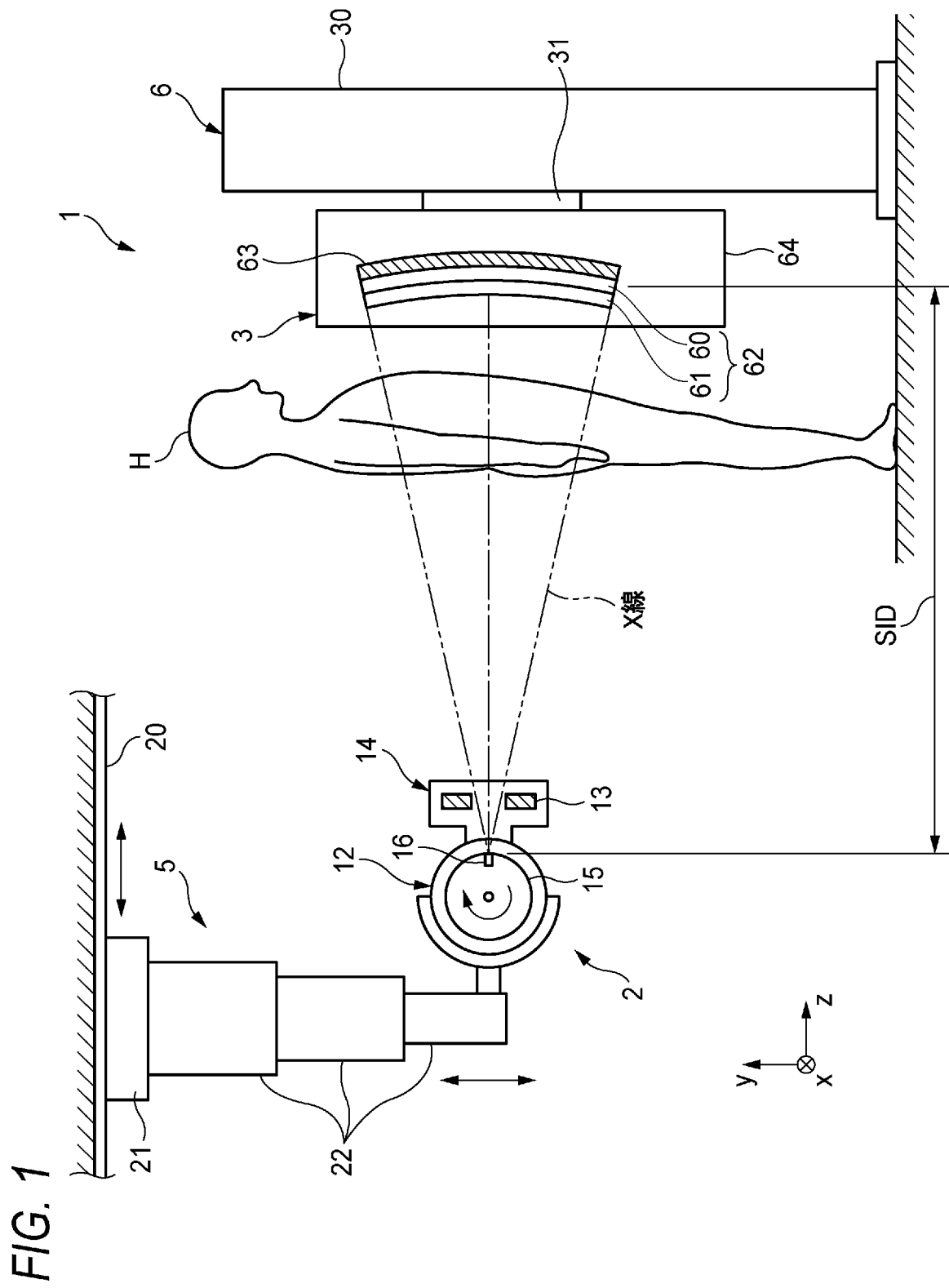
前記被駆動体は、バイメタルである放射線画像検出装置。

- 【請求項7】 請求項6に記載の放射線画像検出装置であって、
前記湾曲部は、前記バイメタルに電流を印加する駆動部を有する放射線画像検出装置。
- 【請求項8】 請求項2から4のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、
前記湾曲部は、物理的刺激に応じて伸縮し、一端を前記センサパネルに接続され、他端を固定された少なくとも一つの被駆動体を含む放射線画像検出装置。
- 【請求項9】 請求項5から8のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、
前記湾曲部は、複数の前記被駆動体を有し、各被駆動体に対して独立に前記物理的刺激を与える放射線画像検出装置。
- 【請求項10】 請求項5から9のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、
前記湾曲部は、前記センサパネルにおいて前記蛍光体に密接する面とは反対側の面を覆うカバー部、及び前記センサパネルの縁部を係止する係止部を含んで構成され、前記センサパネルを支持する支持体を有しており、
前記被駆動体は、前記カバー部に設けられている放射線画像検出装置。
- 【請求項11】 請求項10に記載の放射線画像検出装置であって、
前記支持体は、可撓性を有する放射線画像検出装置。
- 【請求項12】 請求項1から11のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置であって、
前記蛍光体は、前記柱状部に比べて空隙率が小さい非柱状部をさらに含み、前記非柱状部において前記センサパネルに密接している放射線画像検出装置。
- 【請求項13】 請求項12に記載の放射線画像検出装置であって、
前記非柱状部の厚みは、 $5\ \mu\text{m}$ ～ $50\ \mu\text{m}$ である放射線画像検出装置。

【請求項14】 請求項1から13のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置と、
前記放射線画像検出装置に向けて放射線を照射する放射線源と、
を備え、
前記センサパネルの曲率中心が、前記放射線源の焦点に一致している放射線撮影装置。

【請求項15】 請求項2から9のいずれか一項に記載の放射線画像検出装置と、
前記放射線画像検出装置に向けて放射線を照射する放射線源と、
前記放射線画像検出装置に対する前記放射線源の相対位置を検出する検出手段と、
を備え、
前記湾曲部は、前記検出手段によって検出される放射線源の相対位置に応じて前記センサパネルの曲率中心の位置が変化するように、前記センサパネルを湾曲させる放射線撮影装置。

[図1]



[図2]

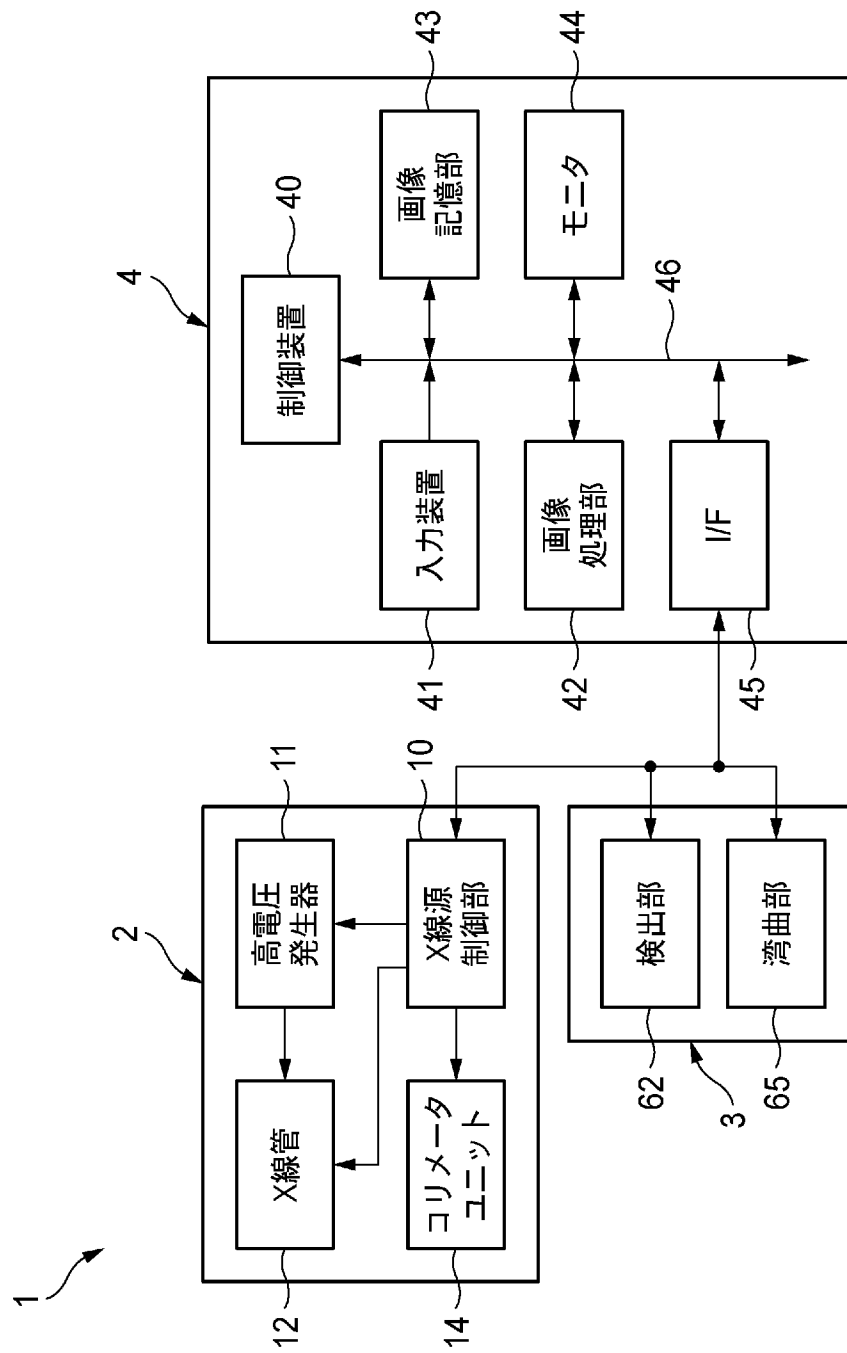
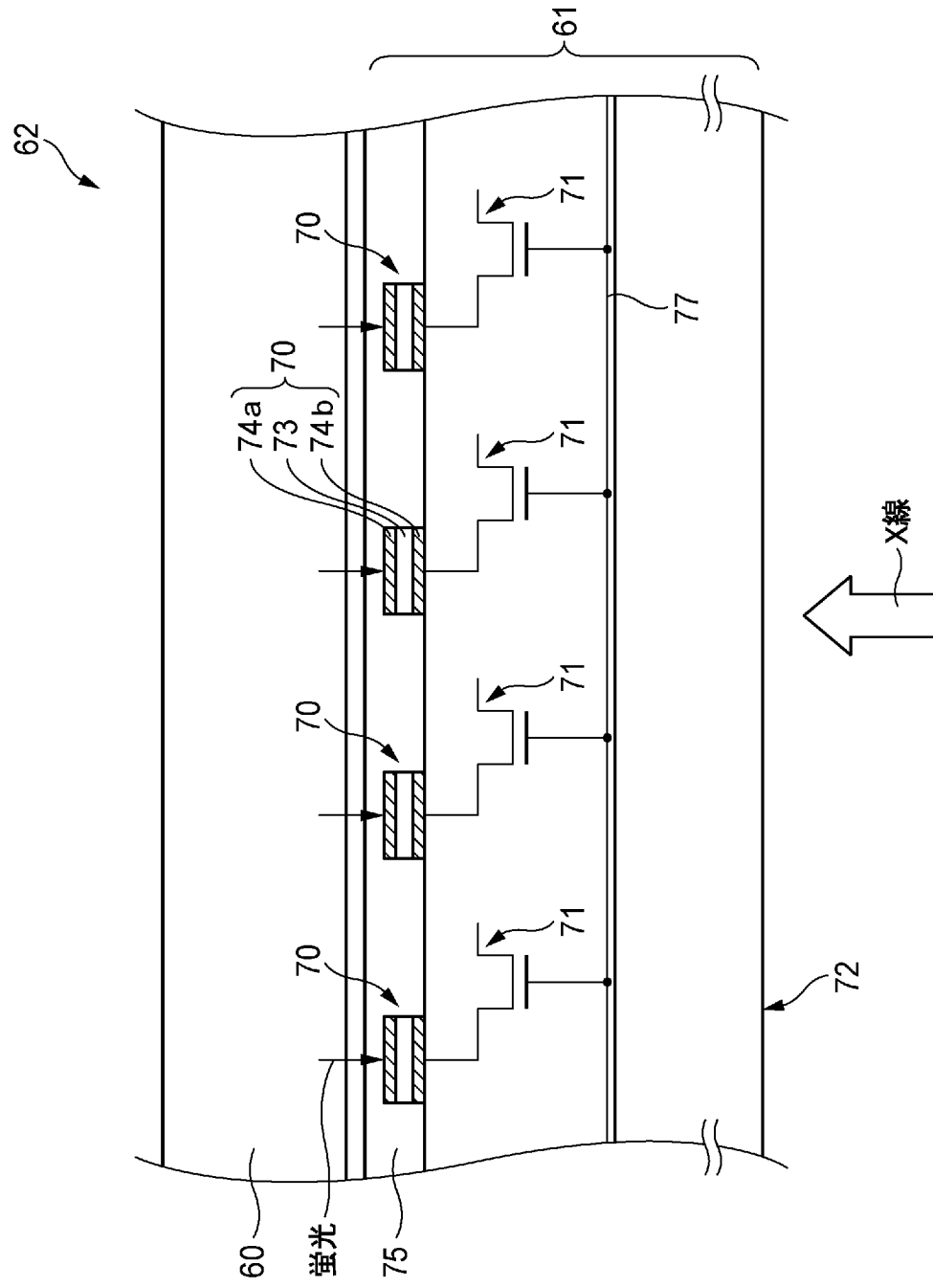


FIG. 2

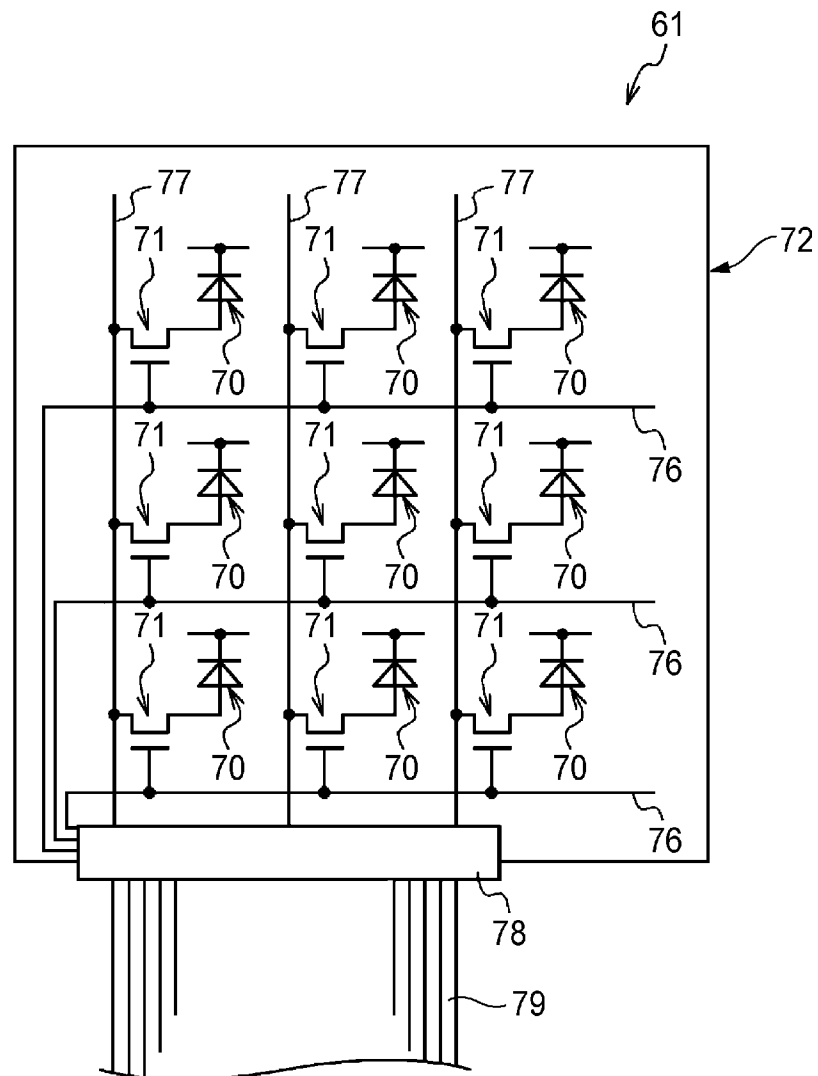
[図3]

FIG. 3



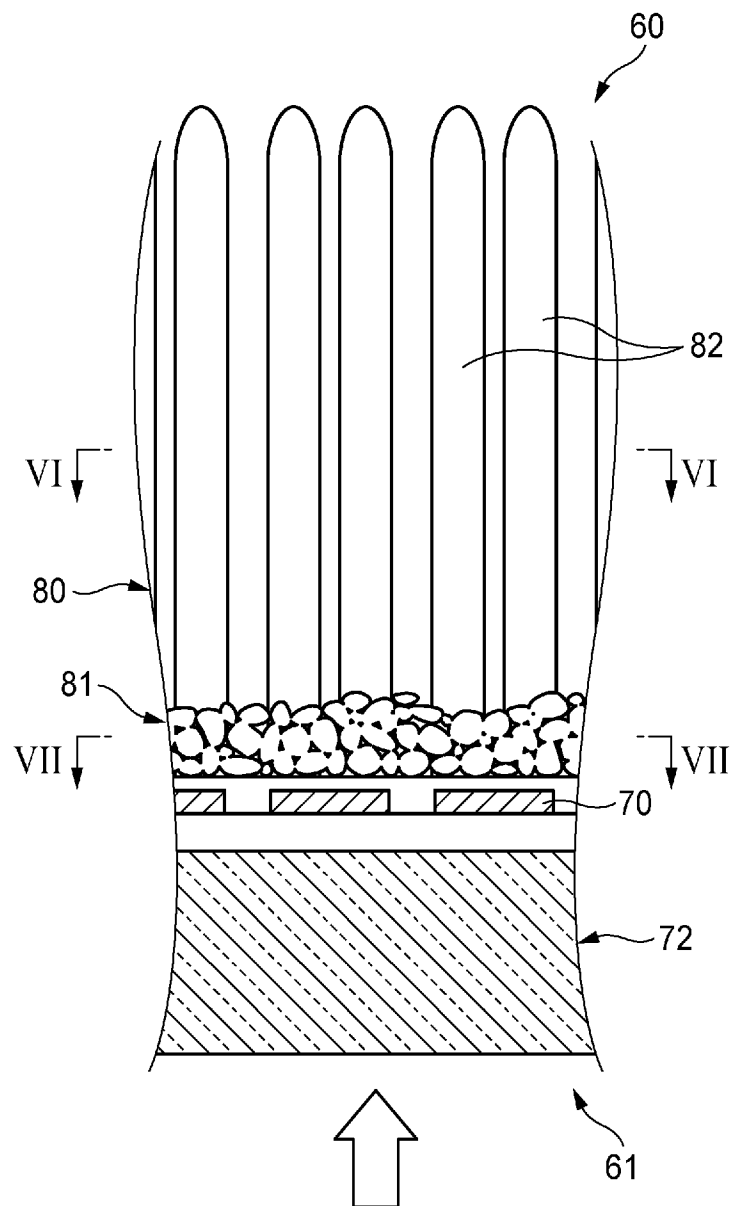
[図4]

FIG. 4



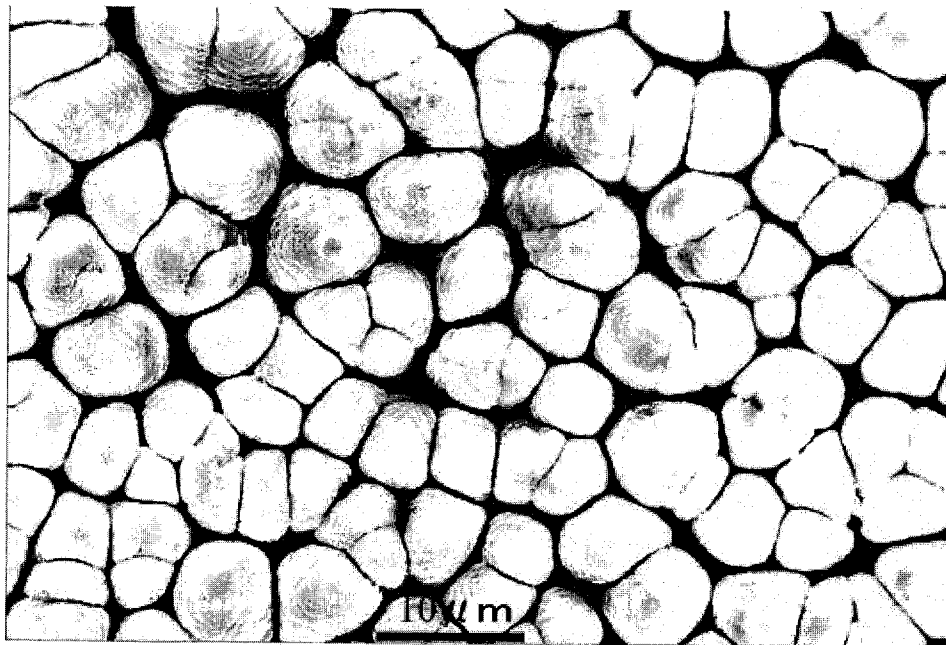
[図5]

FIG. 5



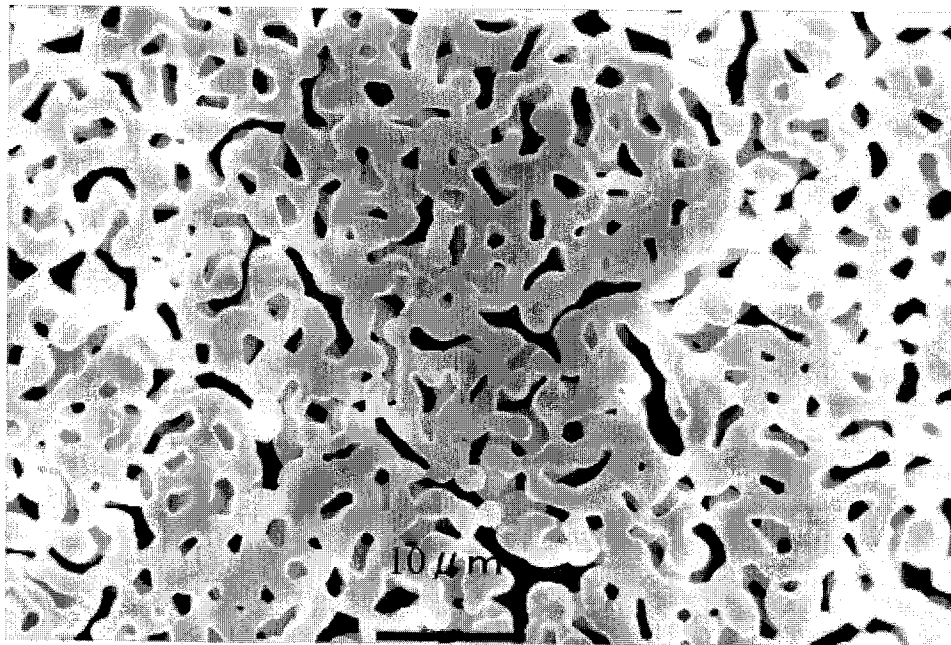
[図6]

FIG. 6



[図7]

FIG. 7



[図8]

FIG. 8A



FIG. 8B

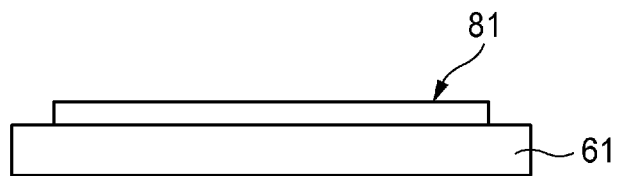
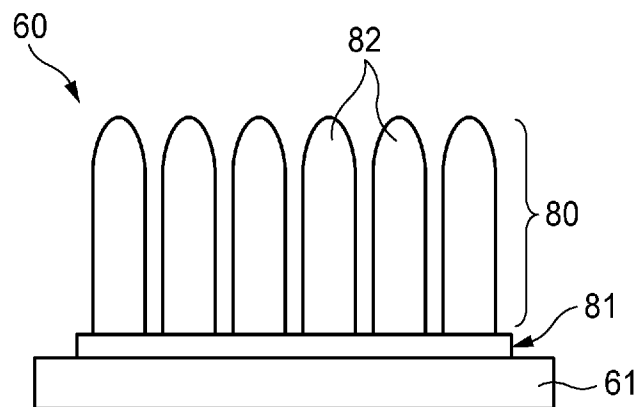


FIG. 8C



[図9]

FIG. 9A

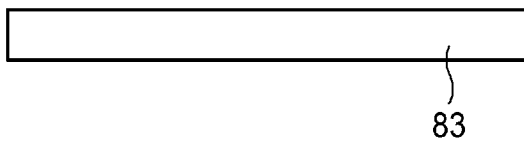


FIG. 9B

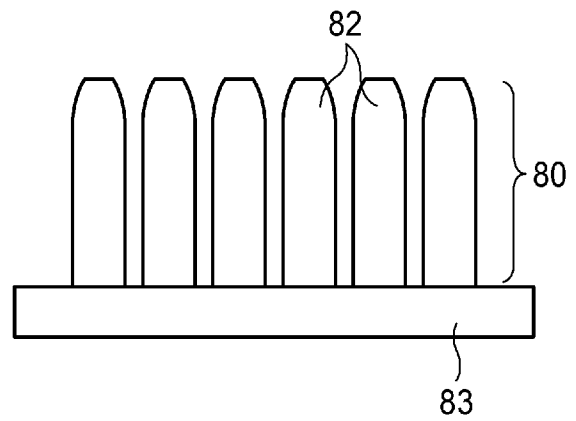


FIG. 9C

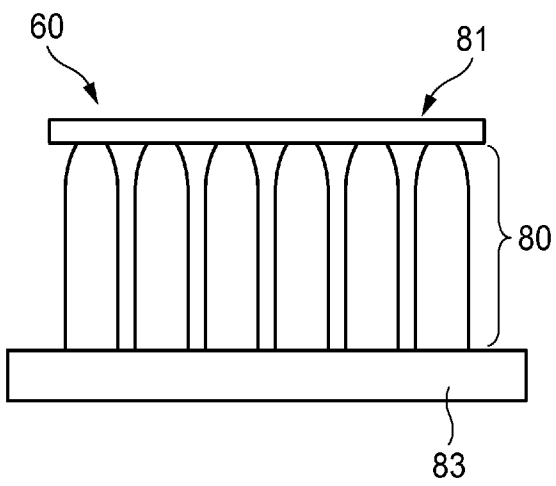


FIG. 9D

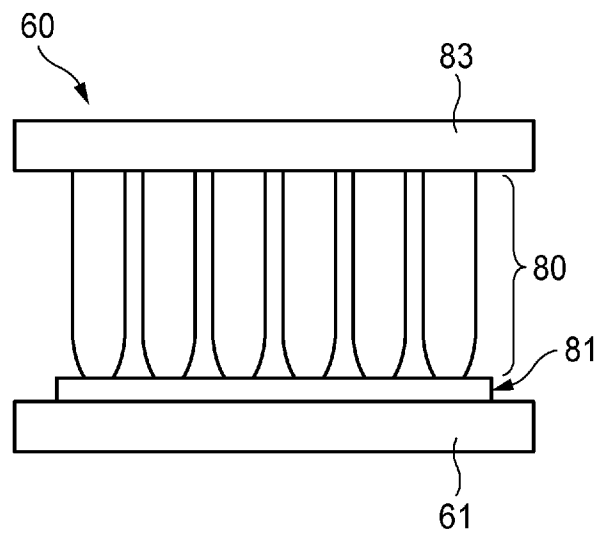
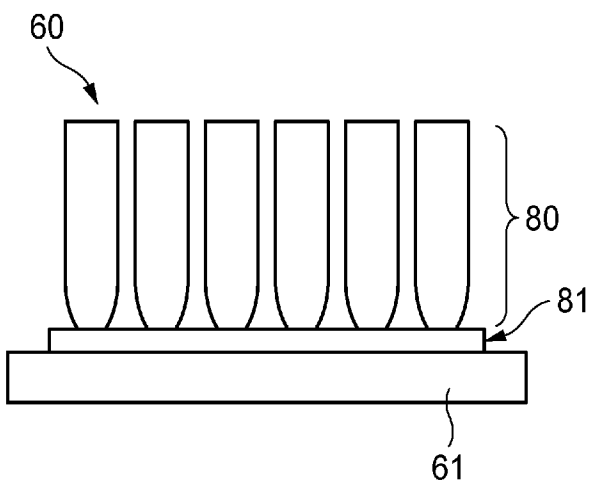
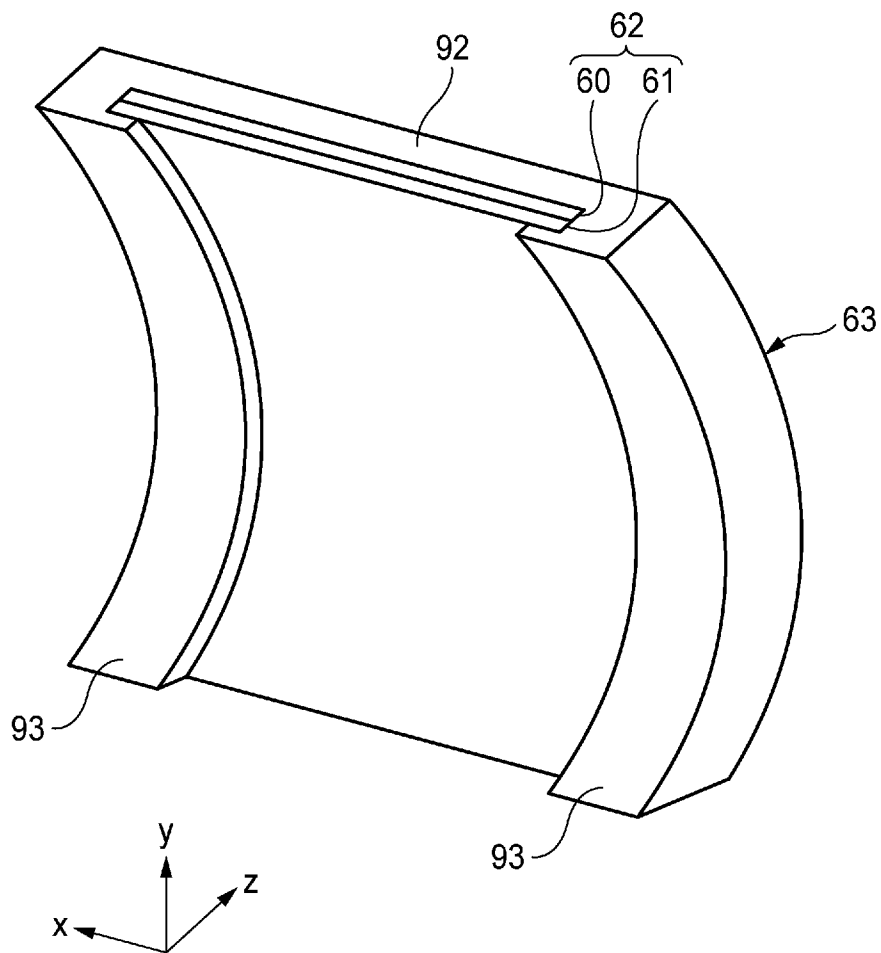


FIG. 9E



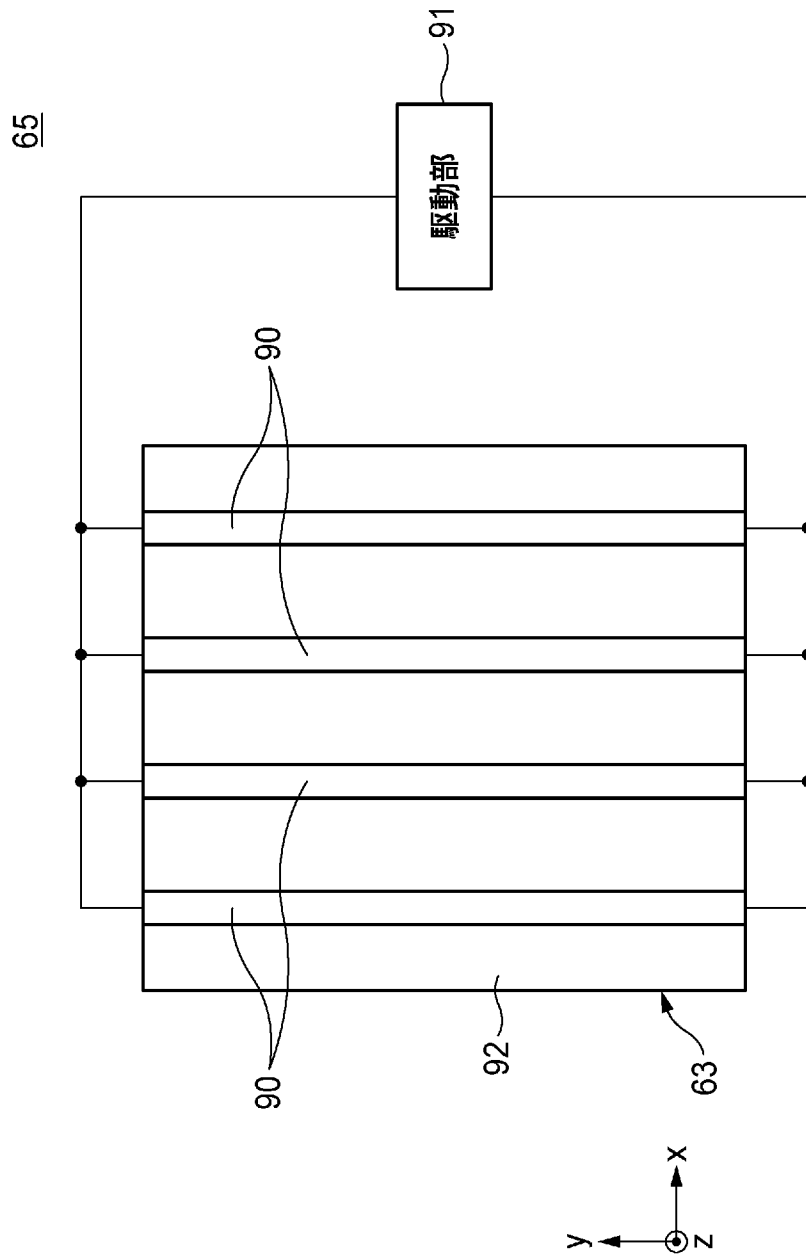
[図10]

FIG. 10



[図11]

FIG. 11



[図12]

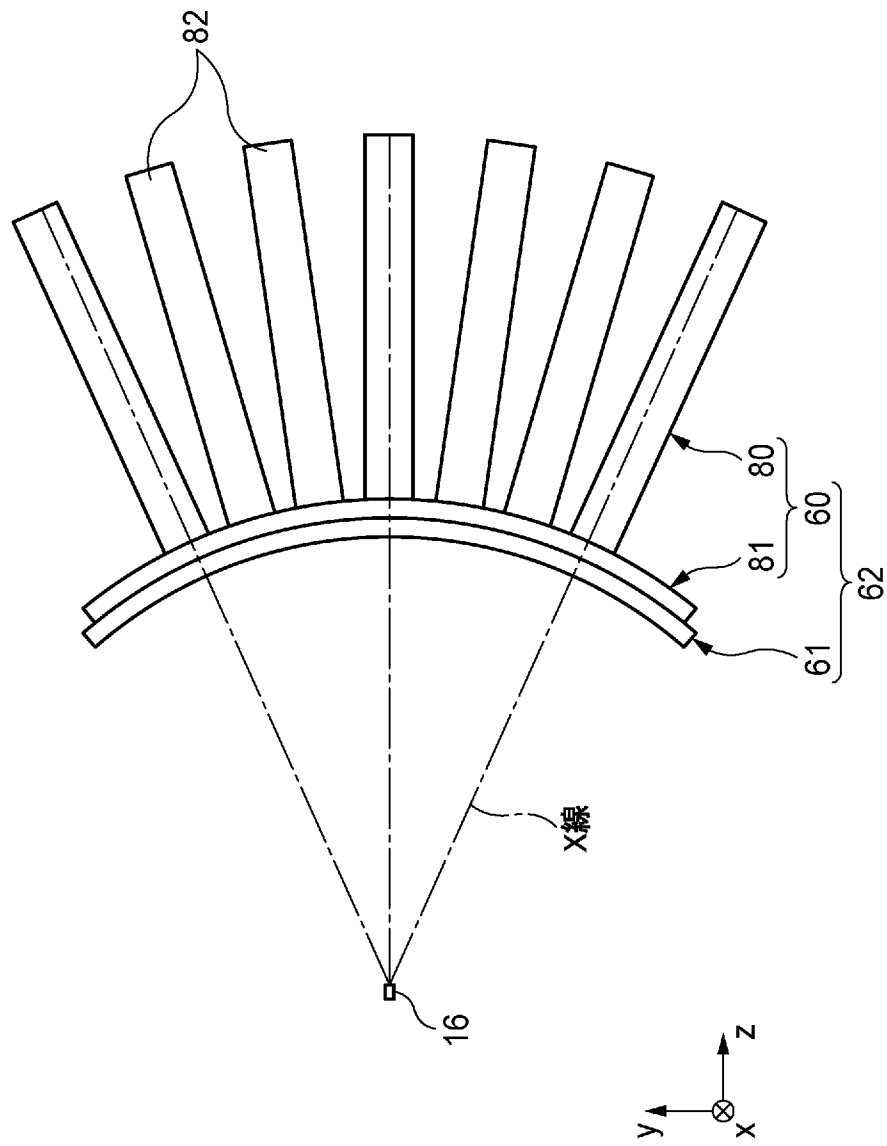
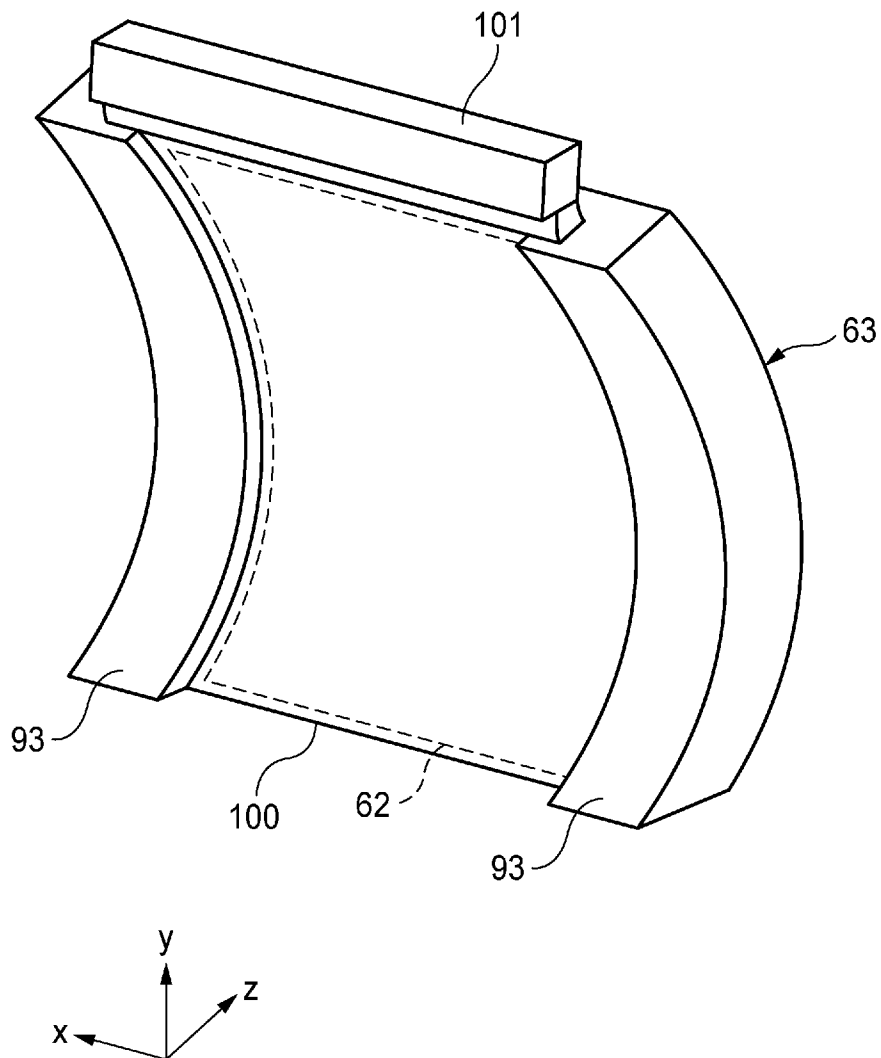


FIG. 12

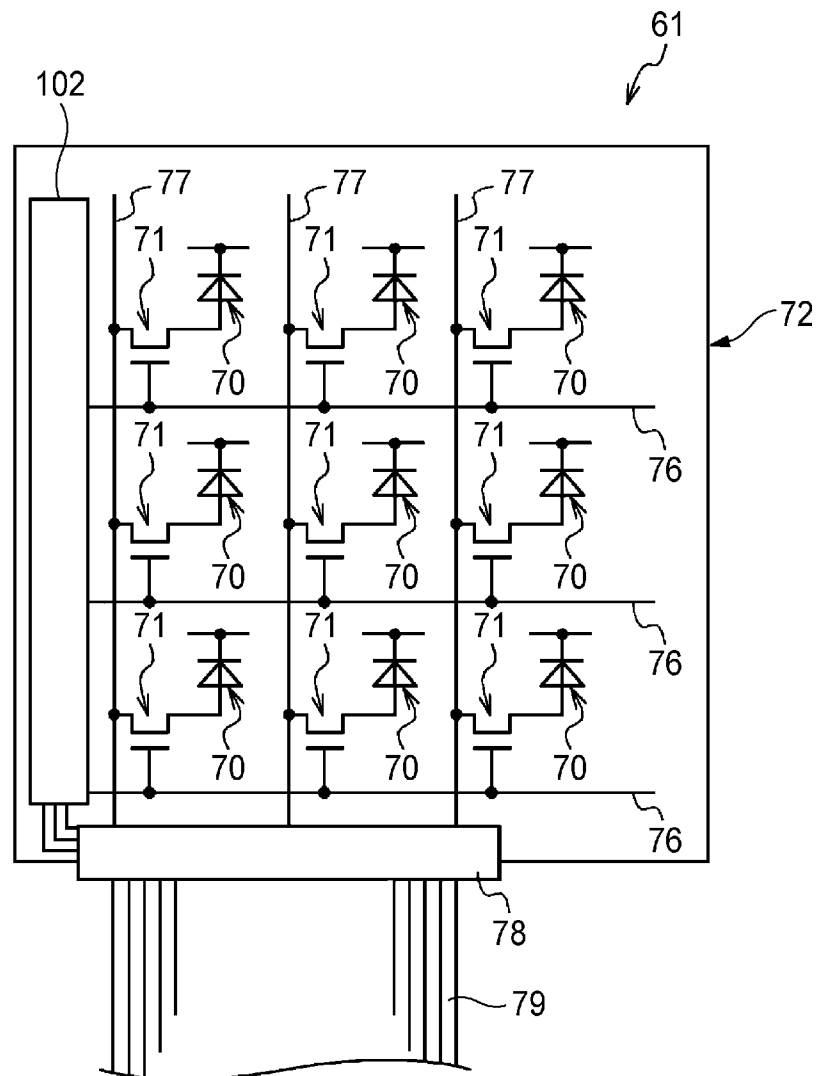
[図13]

FIG. 13



[図14]

FIG. 14



[図15]

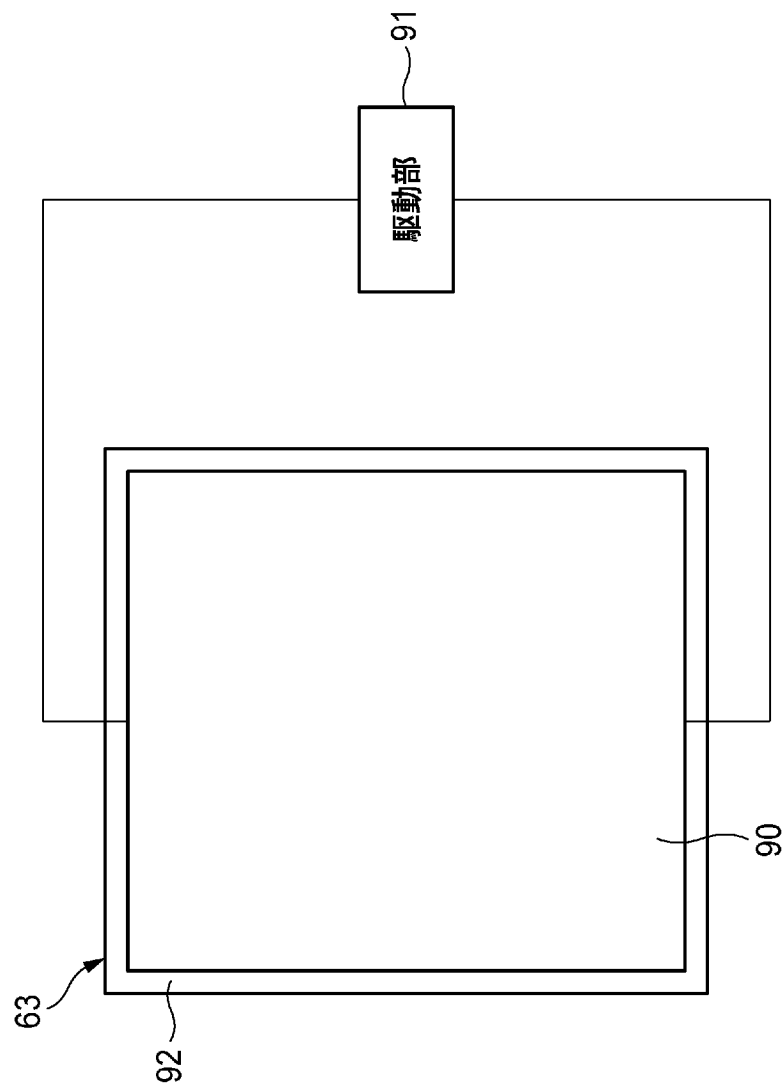
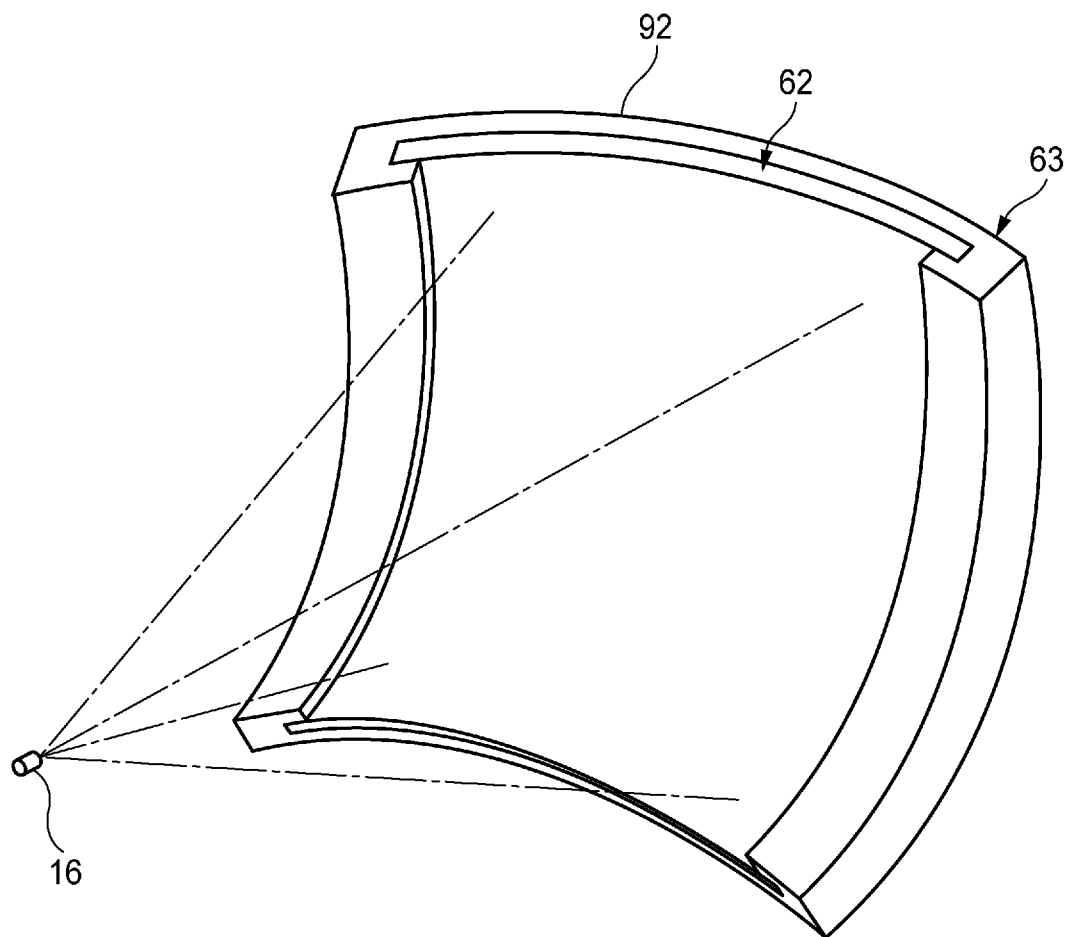


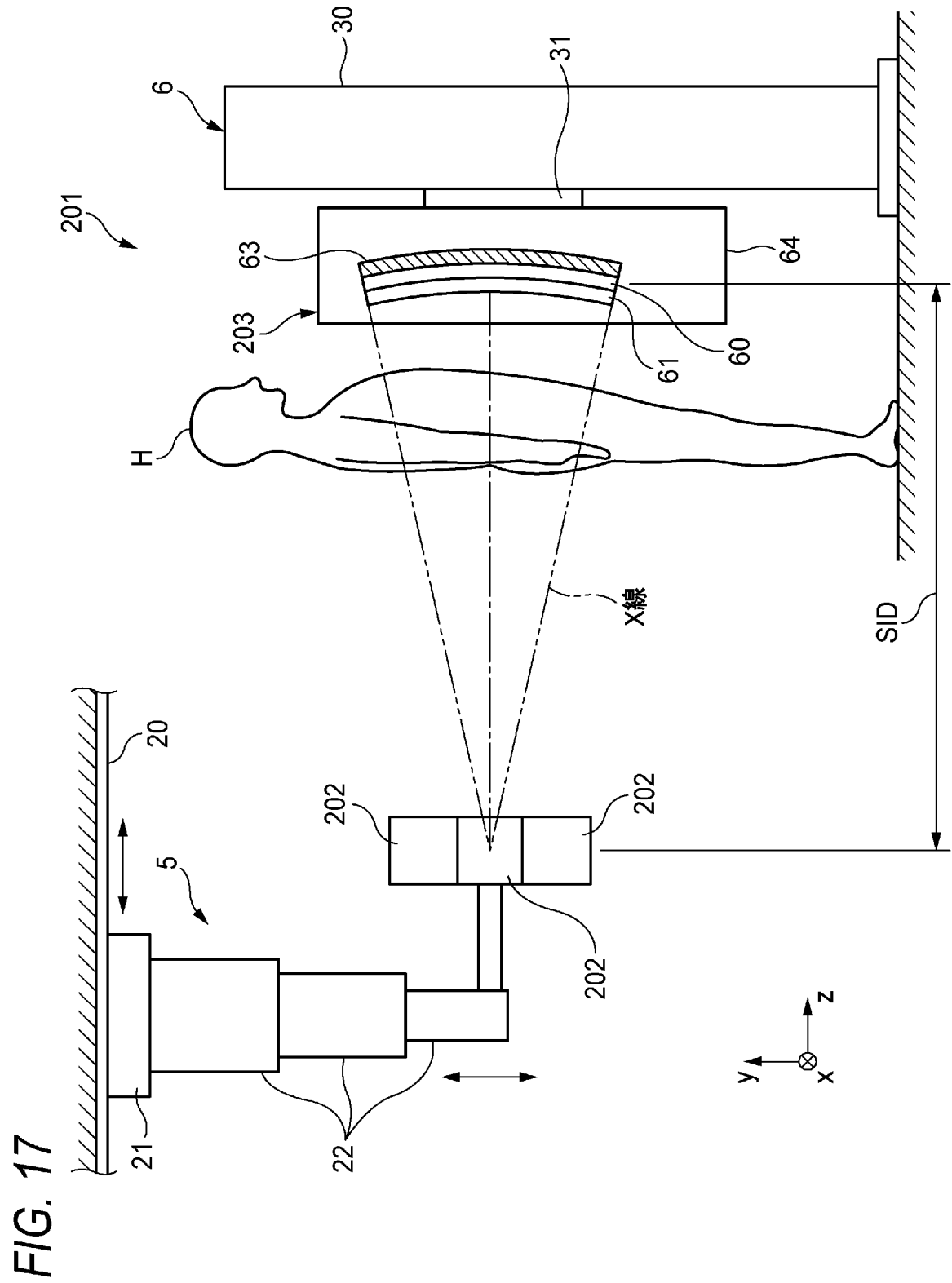
FIG. 15

[図16]

FIG. 16



[図17]



[図18]

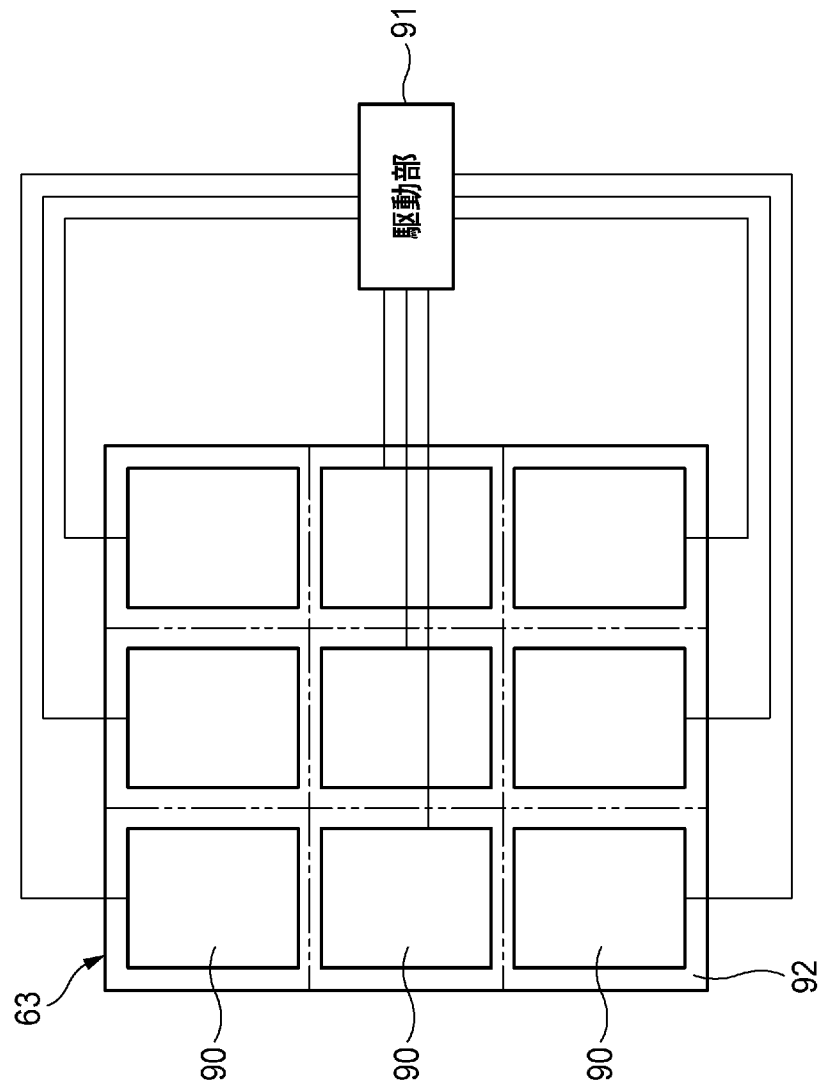


FIG. 18

[図19]

FIG. 19A

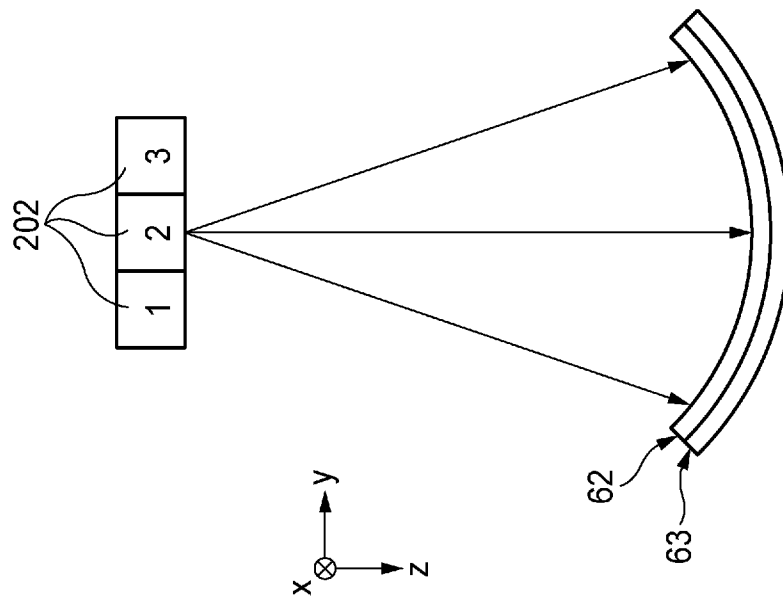


FIG. 19B

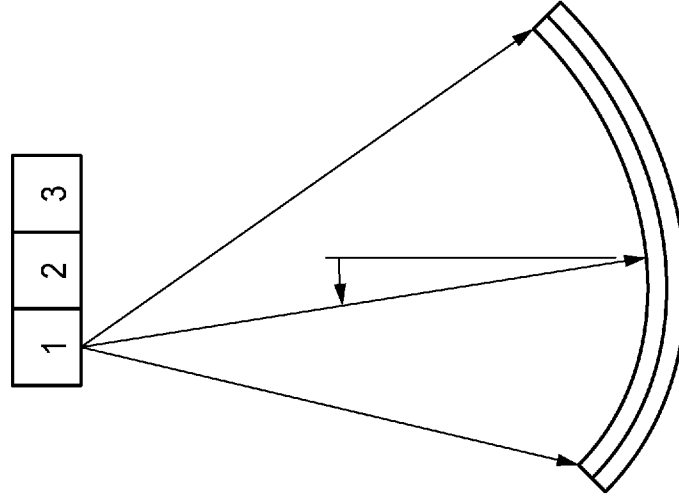
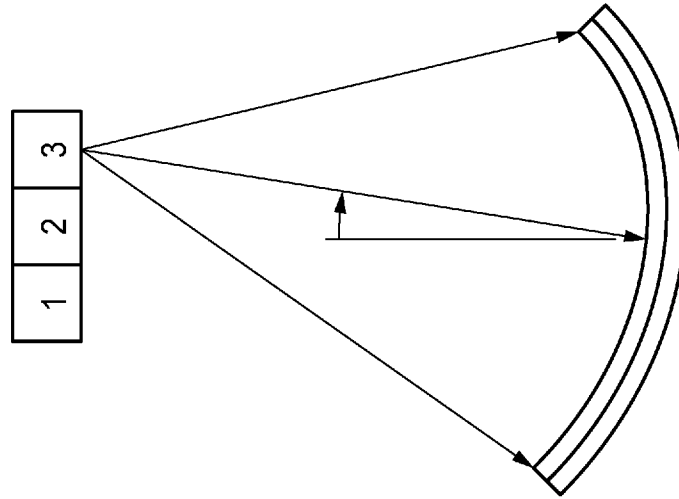
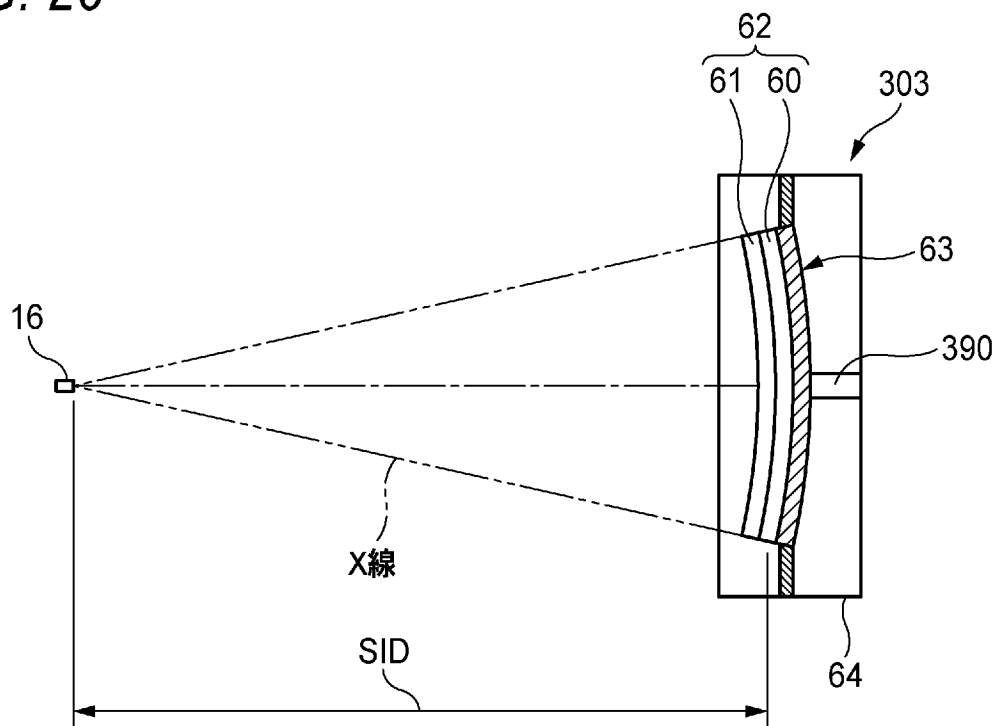


FIG. 19C



[図20]

FIG. 20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/20(2006.01) i, A61B6/00(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, A61B6/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X Y	JP 2009-133837 A (Canon Inc.), 18 June 2009 (18.06.2009), paragraphs [0010] to [0020], [0054] to [0057]; fig. 3 to 7, 18 to 20 & US 2010/0193691 A1 & EP 2223339 A & WO 2009/060968 A2 & KR 10-2010-0072363 A & CN 101842901 A	1, 14 2-13, 15
Y	JP 2001-95789 A (Shimadzu Corp.), 10 April 2001 (10.04.2001), paragraph [0023]; fig. 5 (Family: none)	2-13, 15
Y	WO 2010/95188 A1 (Panasonic Corp.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraph [0037]; fig. 8 & JP 2010-192671 A	6-7, 12-13

☒ 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
05 March, 2012 (05.03.12)

Date of mailing of the international search report
13 March, 2012 (13.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053970

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 2005-337962 A (Canon Inc.), 08 December 2005 (08.12.2005), paragraphs [0021] to [0022]; fig. 4 (Family: none)	12-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053970

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 is not considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1 (JP 2009-133837 A), and does not have a special technical feature. Consequently, unity of invention is lack between the invention of claim 1 and the inventions of claims 2-15.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01T1/20(2006.01)i, A61B6/00(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 (I P C))

Int.Cl. G01T1/20, A61B6/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X Y	JP 2009-133837 A (キヤノン株式会社) 2009.06.18, 段落[0010]-[0020], [0054]-[0057], 図 3-7, 18-20 & US 2010/0193691 A1 & EP 2223339 A & WO 2009/060968 A2 & KR 10-2010-0072363 A & CN 101842901 A	1, 14 2-13, 15
Y	JP 2001-95789 A (株式会社島津製作所) 2001.04.10, 段落[0023], 図 5 (ファミリーなし)	2-13, 15

☒ 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

0 5 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

村川 雄一

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

2 I

3 6 0 8

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	WO 2010/95188 A1 (パナソニック株式会社) 2010. 08. 26, 段落[0037], 図 8 & JP 2010-192671 A	6-7, 12-13
Y	JP 2005-337962 A (キヤノン株式会社) 2005. 12. 08, 段落[0021]-[0022], 図 4 (ファミリーなし)	12-13

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、文献1（JP 2009-133837 A）に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。よって、請求項1に係る発明と請求項2-15に係る発明との間に発明の単一性が欠如している。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。