

(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
2021年1月14日(14.01.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/006304 A1

(51) 国際特許分類:

G01T 1/20 (2006.01) H04N 5/32 (2006.01)
H01L 27/144 (2006.01) H04N 5/369 (2011.01)
H01L 27/146 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/026746

(22) 国際出願日: 2020年7月8日(08.07.2020)

(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 2019-127738 2019年7月9日(09.07.2019) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 牛倉 信一 (USHIKURA, Shinichi); 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台79

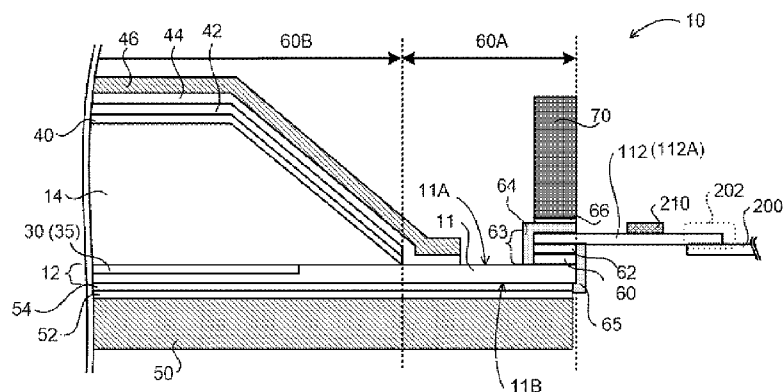
8番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 加藤 宗貴(KATO, Munetaka); 〒2588535 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 谷本達教(TANIMOTO, Tatsunori); 〒2588535 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: RADIATION DETECTOR AND RADIOGRAPHIC IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 放射線検出器及び放射線画像撮影装置



(57) Abstract: In the present invention, a sensor substrate includes a flexible base that has a first surface, in which a pixel area has a plurality of pixels formed therein and a terminal area has a terminal part to which a cable is electrically connected. A conversion layer is provided on the base except the terminal area and converts radiation to light. A reinforcing member is provided on a second surface of the base to reinforce the strength of the base. The present invention thereby provides a radiation detector and a radiation imaging device that have a stress neutral surface adjustment member. The adjustment member is provided at least in a portion that corresponds to the terminal area portion of a cable electrically connected to the terminal part, within the terminal area. The adjustment member adjusts the position of a stress neutral surface in an area that corresponds to a stack of the reinforcing member, the terminal part of the sensor substrate, and the cable electrically connected to the terminal part. The adjustment member can thus easily reduce the cutting of the electrical connection of the cable and the terminal part.

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：センサ基板は、可撓性の基材の第1の面の画素領域に複数の画素が形成されかつ、第1の面の端子領域にケーブルを電氣的に接続するための端子部が設けられている。変換層は、基材の端子領域外に設けられ、放射線を光に変換する。補強部材は、基材の第2の面に設けられ、基材の強度を補強する。応力中立面調整部材は、端子領域内で、かつ端子部に電氣的に接続されたケーブルの端子領域内に対応する少なくとも一部に設けられ、補強部材、センサ基板の端子部、及び端子部に電氣的に接続されたケーブルが積層された積層体に対応する領域における応力中立面の位置を調整し、ケーブルと端子部の電氣的な接続が切断されるのを簡便に抑制することができる、放射線検出器及び放射線画像撮影装置を提供する。

明 細 書

発明の名称：放射線検出器及び放射線画像撮影装置

技術分野

[0001] 本発明は、放射線検出器及び放射線画像撮影装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、医療診断を目的とした放射線撮影を行う放射線画像撮影装置が知られている。このような放射線画像撮影装置には、被写体を透過した放射線を検出し放射線画像を生成するための放射線検出器が用いられている。

[0003] 放射線検出器としては、放射線を光に変換するシンチレータ等の変換層と、変換層で変換された光に応じて発生した電荷を蓄積する複数の画素が設けられた基板と、を備えたものがある。

[0004] 放射線検出器の端部が反る方向に力が働く場合があり、放射線検出器の端部に電氣的に接続されたケーブルに応力がかかり、放射線検出器とケーブルとの電氣的な接続が切断されるという問題が知られている。本問題を解決する技術として、例えば、特開２０１８－１１９８９１号公報に記載の技術では、放射線検出器の端部とケーブル（フレキシブル配線基板）を基台の側面に固定することで、放射線検出器の端部の反りを抑制している。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、放射線検出器として、基板に可撓性の基材を用いたものが知られている。可撓性の基材を用いることにより、例えば、放射線検出器及び放射線画像撮影装置を軽量化でき、また、被写体の撮影が容易となる場合がある。

[0006] 可撓性の基材を用いた基板は撓み易い。特に放射線画像撮影装置の製造工程の途中等において、放射線検出器に設けられた端子部に電氣的にケーブルが接続された状態では、基板が撓み易い。特開２０１８－１１９８９１号公報に記載の技術では、可撓性の基材を用いた基板を備えた放射線検出器にお

ける反り（撓み）を十分に抑制できない場合があった。

[0007] 本開示は、ケーブルと端子部の電氣的な接続が切断されるのを簡便に抑制することができる、放射線検出器及び放射線画像撮影装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の第1の態様の放射線検出器は、可撓性の基材の第1の面の画素領域に、放射線から変換された光に応じて発生した電荷を蓄積する複数の画素が形成されかつ、第1の面の端子領域に、ケーブルを電氣的に接続するための端子部が設けられた基板と、基材の第1の面における端子領域外に設けられた、放射線を光に変換する変換層と、基材の第1の面と反対側の第2の面に設けられた、基材の強度を補強する補強部材と、かつ端子部に電氣的に接続されたケーブルの端子領域内に対応する少なくとも一部に設けられ、補強部材、基板の端子部、及び端子部に電氣的に接続されたケーブルが積層された積層体に対応する領域における応力中立面の位置を調整する応力中立面調整部材と、を備える。

[0009] また、本開示の第2の態様の放射線検出器は、第1の態様の放射線検出器において、応力中立面調整部材は、応力中立面の積層体の積層方向における位置を、端子部に電氣的にケーブルが接続された界面から予め定められた範囲内に調整する。

[0010] また、本開示の第3の態様の放射線検出器は、第2の態様の放射線検出器において、予め定められた範囲内となる位置は、積層体内の位置である。

[0011] また、本開示の第4の態様の放射線検出器は、第1の態様から第3の態様のいずれか1態様の放射線検出器において、応力中立面調整部材の曲げ剛性は、 540 Pa cm^4 以上、 140000 Pa cm^4 以下である。

[0012] また、本開示の第5の態様の放射線検出器は、第1の態様から第4の態様のいずれか1態様の放射線検出器において、応力中立面調整部材は、曲げ弾性率が 150 MPa 以上、 2500 MPa 以下である。

[0013] また、本開示の第6の態様の放射線検出器は、第1の態様から第5の態様のいずれか1態様の放射線検出器において、基板には複数の端子部が設けら

れており、応力中立面調整部材は、少なくとも1つ以上の端子部に渡って設けられている。

[0014] また、本開示の第7の態様の放射線検出器は、第1の態様から第6の態様のいずれか1態様の放射線検出器において、ケーブルと端子部との電氣的な接続を強化する強化部材をさらに備え、応力中立面調整部材は、強化部材に覆われたケーブルの少なくとも一部に設けられている。

[0015] また、本開示の第8の態様の放射線検出器は、第7の態様の放射線検出器において、強化部材は、さらに防湿性を有する。

[0016] また、本開示の第9の態様の放射線検出器は、第1の態様から第6の態様のいずれか1態様の放射線検出器において、応力中立面調整部材は、さらに、ケーブルと端子部との電氣的な接続を強化する。

[0017] また、本開示の第10の態様の放射線検出器は、第9の態様の放射線検出器において、応力中立面調整部材は、さらに防湿性を有する。

[0018] また、本開示の第11の態様の放射線検出器は、第1の態様から第10の態様のいずれか1態様の放射線検出器において、応力中立面調整部材は、さらに変換層の端部にかかる。

[0019] また、本開示の第12の態様の放射線検出器は、第1の態様から第11の態様のいずれか1態様の放射線検出器において、変換層における基材側の面と反対側の面に設けられ、基材よりも剛性が高い補強層をさらに備える。

[0020] また、本開示の第13の態様の放射線画像撮影装置は、第1の態様から第12の態様のいずれか1態様の放射線検出器と、複数の画素に蓄積された電荷を読み出すための制御信号を出力する制御部と、ケーブルを介して、放射線検出器の端子部に電氣的に接続され、制御信号に応じて、複数の画素から電荷を読み出すための駆動信号を出力する駆動部と、ケーブルを介して、放射線検出器の端子部に電氣的に接続され、複数の画素から読み出された電荷に応じた電気信号が入力され、入力された電気信号に応じた画像データを生成して出力する信号処理部と、を備える。

[0021] また、本開示の第14の態様の放射線画像撮影装置は、第13の態様の放

放射線画像撮影装置において、放射線が照射される照射面を有し、放射線検出器におけるセンサ基板及び変換層のうち、センサ基板が照射面と対向する状態に放射線検出器を収納する筐体をさらに備える。

発明の効果

[0022] 本開示によれば、ケーブルと端子部の電氣的な接続が切断されるのを簡便に抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]実施形態の放射線画像撮影装置における電気系の要部構成の一例を示すブロック図である。

[図2]実施形態の放射線検出器の一例を基材の第1の面側からみた平面図である。

[図3A]図2に示した放射線検出器のA－A線断面図である。

[図3B]図2に示した放射線検出器のB－B線断面図である。

[図4A]応力中立面調整部材の作用を説明するための模式図である。

[図4B]応力中立面調整部材の作用を説明するための模式図である。

[図5]応力中立面調整部材の作用を説明するための模式図である。

[図6A]実施形態の放射線検出器の製造方法の一例を説明する図である。

[図6B]実施形態の放射線検出器の製造方法の一例を説明する図である。

[図6C]実施形態の放射線検出器の製造方法の一例を説明する図である。

[図6D]実施形態の放射線検出器の製造方法の一例を説明する図である。

[図6E]実施形態の放射線検出器の製造方法の一例を説明する図である。

[図7]変形例1の放射線検出器のB－B線断面図である。

[図8A]変形例2の放射線検出器の一例のB－B線断面図である。

[図8B]変形例2の放射線検出器の他の例のB－B線断面図である。

[図9]変形例3の放射線検出器の一例を基材の第1の面側からみた平面図である。

[図10]変形例4の放射線検出器の一例のA－A線断面図である。

[図11]変形例5の放射線検出器の一例のA－A線断面図である。

[図12]放射線検出器の他の例を基材の第1の面側からみた平面図である。

[図13]放射線検出器の他の例のA－A線断面図である。

[図14]筐体に収納された状態の実施形態の放射線画像撮影装置の一例の断面図である。

[図15]筐体に収納された状態の実施形態の放射線画像撮影装置の他の例の断面図である。

[図16]筐体に収納された状態の実施形態の放射線画像撮影装置の他の例の断面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、本実施形態は本発明を限定するものではない。

[0025] 本実施形態の放射線検出器は、被写体を透過した放射線を検出して被写体の放射線画像を表す画像情報を出力する機能を有する。本実施形態の放射線検出器は、センサ基板と、放射線を光に変換する変換層と、を備えている（図2、放射線検出器10のセンサ基板12及び変換層14参照）。本実施形態のセンサ基板12が、本開示の基板の一例である。

[0026] まず、図1を参照して本実施形態の放射線画像撮影装置における電気系の構成の一例の概略を説明する。図1は、本実施形態の放射線画像撮影装置における電気系の要部構成の一例を示すブロック図である。

[0027] 図1に示すように、本実施形態の放射線画像撮影装置1は、放射線検出器10、制御部100、駆動部102、信号処理部104、画像メモリ106、及び電源部108を備える。

[0028] 放射線検出器10は、センサ基板12と、放射線を光に変換する変換層（図2参照）と、を備える。センサ基板12は、可撓性の基材11と、基材11の第1の面11Aに設けられた複数の画素30と、を備えている。なお、以下では、複数の画素30について、単に「画素30」という場合がある。

[0029] 図1に示すように本実施形態の各画素30は、変換層が変換した光に応じて電荷を発生して蓄積するセンサ部34、及びセンサ部34にて蓄積された

電荷を読み出すスイッチング素子 32 を備える。本実施形態では、一例として、薄膜トランジスタ（TFT : Thin Film Transistor）をスイッチング素子 32 として用いている。そのため、以下では、スイッチング素子 32 を「TFT 32」という。本実施形態では、センサ部 34 及び TFT 32 が形成され、さらに平坦化された層として基材 11 の第 1 の面 11 A に画素 30 が形成された層が設けられる。

[0030] 画素 30 は、センサ基板 12 の画素領域 35 に、一方向（図 1 の横方向に対応する走査配線方向、以下「行方向」ともいう）及び行方向に対する交差方向（図 1 の縦方向に対応する信号配線方向、以下「列方向」ともいう）に沿って二次元状に配置されている。図 1 では、画素 30 の配列を簡略化して示しているが、例えば、画素 30 は行方向及び列方向に 1024 個×1024 個配置される。

[0031] また、放射線検出器 10 には、画素 30 の行毎に備えられた、TFT 32 のスイッチング状態（オン及びオフ）を制御するための複数の走査配線 38 と、画素 30 の列毎に備えられた、センサ部 34 に蓄積された電荷を読み出される複数の信号配線 36 と、が互いに交差して設けられている。複数の走査配線 38 の各々は、それぞれケーブル 112 A（図 2 参照）を介して、駆動部 102 に接続されることにより、駆動部 102 から出力される、TFT 32 を駆動してスイッチング状態を制御する駆動信号が、複数の走査配線 38 の各々に流れる。また、複数の信号配線 36 の各々が、それぞれケーブル 112 B（図 2 参照）を介して、信号処理部 104 に接続されることにより、各画素 30 から読み出された電荷が、電気信号として信号処理部 104 に出力される。信号処理部 104 は、入力された電気信号に応じた画像データを生成して出力する。

[0032] 信号処理部 104 には後述する制御部 100 が接続されており、信号処理部 104 から出力された画像データは制御部 100 に順次出力される。制御部 100 には画像メモリ 106 が接続されており、信号処理部 104 から順次出力された画像データは、制御部 100 による制御によって画像メモリ 1

０６に順次記憶される。画像メモリ１０６は所定の枚数分の画像データを記憶可能な記憶容量を有しており、放射線画像の撮影が行われる毎に、撮影によって得られた画像データが画像メモリ１０６に順次記憶される。

[0033] 制御部１００は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１００Ａ、ＲＯＭ（Read Only Memory）とＲＡＭ（Random Access Memory）等を含むメモリ１００Ｂ、及びフラッシュメモリ等の不揮発性の記憶部１００Ｃを備えている。制御部１００の一例としては、マイクロコンピュータ等が挙げられる。制御部１００は、放射線画像撮影装置１の全体の動作を制御する。

[0034] なお、本実施形態の放射線画像撮影装置１では、画像メモリ１０６及び制御部１００等は、制御基板１１０に形成されている。

[0035] また、各画素３０のセンサ部３４には、各画素３０にバイアス電圧を印加するために、共通配線３９が信号配線３６の配線方向に設けられている。共通配線３９が、センサ基板１２の外部のバイアス電源（図示省略）に接続されることにより、バイアス電源から各画素３０にバイアス電圧が印加される。

[0036] 電源部１０８は、制御部１００、駆動部１０２、信号処理部１０４、画像メモリ１０６、及び電源部１０８等の各種素子や各種回路に電力を供給する。なお、図１では、錯綜を回避するために、電源部１０８と各種素子や各種回路を接続する配線の図示を省略している。

[0037] さらに、放射線画像撮影装置１について詳細に説明する。図２は、本実施形態の放射線検出器１０を、基材１１の第１の面１１Ａ側からみた平面図の一例である。また、図３Ａは、図２における放射線検出器１０のＡ－Ａ線断面図の一例である。さらに、図３Ｂは、図２における放射線検出器１０のＢ－Ｂ線断面図の一例である。

[0038] 基材１１の第１の面１１Ａは、端子部６０が設けられた端子領域６０Ａと、端子部６０が設けられていない端子領域外６０Ｂとに分けられる。端子領域外６０Ｂには、上述の画素３０が設けられた画素領域３５が設けられている。

[0039] 基材 11 は、可撓性を有し、例えば、PI (PolyImide: ポリイミド) 等のプラスチックを含む樹脂シートである。基材 11 の厚みは、材質の硬度、及びセンサ基板 12 の大きさ (第 1 の面 11A または第 2 の面 11B の面積) 等に応じて、所望の可撓性が得られる厚みであればよい。可撓性を有する例としては、矩形状の基材 11 単体の場合に、基材 11 の 1 辺を固定した状態で、固定した辺より 10 cm 離れた位置で基材 11 の自重による重力で 2 mm 以上、基材 11 が垂れ下がる (固定した辺の高さよりも低くなる) ものを指す。基材 11 が樹脂シートの場合の具体例としては、厚みが $5\ \mu\text{m}$ ~ $125\ \mu\text{m}$ のものであればよく、厚みが $20\ \mu\text{m}$ ~ $50\ \mu\text{m}$ のものであればより好ましい。

[0040] なお、基材 11 は、画素 30 の製造に耐え得る特性を有しており、本実施形態では、アモルファスシリコン TFT (a-Si TFT) の製造に耐え得る特性を有している。このような、基材 11 が有する特性としては、 300°C ~ 400°C における熱膨張率 (CTE: Coefficient of Thermal Expansion) が、アモルファスシリコン (Si) ウェハと同程度 (例えば、 $\pm 5\ \text{ppm/K}$) であることが好ましく、具体的には、 $20\ \text{ppm/K}$ 以下であることが好ましい。また、基材 11 の熱収縮率としては、厚みが $25\ \mu\text{m}$ の状態において 400°C における熱収縮率が 0.5% 以下であることが好ましい。また、基材 11 の弾性率は、 300°C ~ 400°C 間の温度領域において、一般的な PI が有する転移点を有さず、 500°C における弾性率が 1 GPa 以上であることが好ましい。

[0041] また、本実施形態の基材 11 は、自身による後方散乱線を抑制するために、平均粒子径が $0.05\ \mu\text{m}$ 以上、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下の、後方散乱線を吸収する無機の微粒子を含む微粒子層を有することが好ましい。なおこのような無機の微粒子としては、樹脂性の基材 11 の場合、原子番号が、基材 11 である有機物を構成する原子よりも大きく、かつ 30 以下である無機物を用いることが好ましい。このような微粒子の具体例としては、原子番号が 14 の Si の酸化物である SiO_2 、原子番号が 12 の Mg の酸化物である MgO、原

子番号が13のAlの酸化物である Al_2O_3 、及び原子番号が22のTiの酸化物である TiO_2 等が挙げられる。このような特性を有する樹脂シート of 具体例としては、XENOMAX（登録商標）が挙げられる。

[0042] なお、本実施形態における上記の厚みについては、マイクロメーターを用いて測定した。熱膨張率については、JIS K7197:1991に則して測定した。なお測定は、基材11の主面から、15度ずつ角度を変えて試験片を切り出し、切り出した各試験片について熱膨張率を測定し、最も高い値を基材11の熱膨張率とした。熱膨張率の測定は、MD (Machine Direction) 方向およびTD (Transverse Direction) 方向のそれぞれについて、 $-50^{\circ}C \sim 450^{\circ}C$ において $10^{\circ}C$ 間隔で行い、 $(ppm/^{\circ}C)$ を (ppm/K) に換算した。熱膨張率の測定には、MACサイエンス社製 TMA4000S装置を用い、サンプル長さを10mm、サンプル幅を2mm、初荷重を34.5g/mm²、昇温速度を $5^{\circ}C/min$ 、及び雰囲気をアルゴンとした。

[0043] 所望の可撓性を有する基材11としては、樹脂シート等、樹脂製のものに限定されない。例えば、基材11は、厚みが比較的薄いガラス基板等であってもよい。基材11がガラス基板の場合の具体例としては、一般に、一辺が43cm程度のサイズでは、厚さが0.3mm以下ならば可撓性を有しているため、厚さが0.3mm以下のものであれば所望のガラス基板であってもよい。

[0044] 図2及び図3Aに示すように、複数の画素30は、基材11の第1の面11Aにおける端子領域外60Bの内側の一部の領域に設けられている。また、本実施形態のセンサ基板12では、基材11の第1の面11Aにおける端子領域60Aには、画素30が設けられていない。本実施形態では、基材11の第1の面11Aにおける画素30が設けられた領域を画素領域35としている。

[0045] また、図2及び図3Aに示すように、本実施形態の変換層14は、画素領域35を覆っている。本実施形態では、変換層14の一例としてCsI（ヨ

ウ化セシウム)を含むシンチレータを用いている。このようなシンチレータとしては、例えば、X線照射時の発光スペクトルが400nm~700nmであるCsI:Tl(タリウムが添加されたヨウ化セシウム)やCsI:Na(ナトリウムが添加されたヨウ化セシウム)を含むことが好ましい。なお、CsI:Tlの可視光域における発光ピーク波長は565nmである。

[0046] 図3Aに示すように、本実施形態の変換層14の上には、粘着層40、反射層42、接着層44、及び保護層46が設けられている。

[0047] 粘着層40は、変換層14の表面全体を覆っている。粘着層40は、反射層42を変換層14上に固定する機能を有する。粘着層40は、光透過性を有していることが好ましい。粘着層40の材料として、例えば、アクリル系粘着剤、ホットメルト系粘着剤、及びシリコン系接着剤を用いることが可能である。アクリル系粘着剤としては、例えば、ウレタンアクリレート、アクリル樹脂アクリレート、及びエポキシアクリレート等が挙げられる。ホットメルト系粘着剤としては、例えば、EVA(エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂)、EAA(エチレンとアクリル酸の共重合樹脂)、EEA(エチレン-エチルアクリレート共重合樹脂)、及びEMMA(エチレン-メタクリル酸メチル共重合体)等の熱可塑性プラスチックが挙げられる。粘着層40の厚さは、2μm以上7μm以下であることが好ましい。粘着層40の厚さを2μm以上とすることで、反射層42を変換層14上に固定する効果を十分に発揮することができる。更に、変換層14と反射層42との間に空気層が形成されるリスクを抑制することができる。変換層14と反射層42との間に空気層が形成されると、変換層14から発せられた光が、空気層と変換層14との間、及び空気層と反射層42との間で反射を繰り返す多重反射を生じるおそれがある。また、粘着層40の厚さを7μm以下とすることで、MTF(Modulation Transfer Function)及びDQE(Detective Quantum Efficiency)の低下を抑制することが可能となる。

[0048] 反射層42は、粘着層40の表面全体を覆っている。反射層42は、変換層14で変換された光を反射する機能を有する。反射層42は有機系材料に

よって構成されていることが好ましい。反射層42の材料として、例えば、白PET (Polyethylene Terephthalate : ポリエチレンテレフタレート)、 TiO_2 、 Al_2O_3 、発泡白PET、ポリエステル系高反射シート、及び鏡面反射アルミ等を用いることができる。白PETとは、PETに、 TiO_2 や硫酸バリウム等の白色顔料を添加したものであり、発泡白PETとは、表面が多孔質になっている白PETである。また、ポリエステル系高反射シートとは、薄いポリエステルのシートを複数重ねた多層構造を有するシート（フィルム）である。反射層42の厚さは、 $10\mu m$ 以上、 $40\mu m$ 以下であることが好ましい。

[0049] 接着層44は反射層42の表面全体を覆っている。接着層44の端部は、センサ基板12の表面にまで延在している。すなわち、接着層44は、その端部においてセンサ基板12に接着している。接着層44は、反射層42及び保護層46を変換層14に固定する機能を有する。接着層44の材料として、粘着層40の材料と同じ材料を用いることが可能であるが、接着層44が有する接着力は、粘着層40が有する接着力よりも大きいことが好ましい。

[0050] 保護層46は、変換層14の全体を覆うとともに、その端部がセンサ基板12の一部を覆うように設けられている。保護層46は、変換層14への水分の浸入を防止する防湿膜として機能する。保護層46の材料として、例えば、PET、PPS (PolyPhenylene Sulfide : ポリフェニレンサルファイド)、OPP (Oriented PolyPropylene : 二軸延伸ポリプロピレンフィルム)、PEN (PolyEthylene Naphthalate : ポリエチレンナフタレート)、PI等の有機材料を含む有機膜や、パリレン（登録商標）を用いることができる。また、保護層46として、樹脂フィルムと金属フィルムとの積層膜を用いてもよい。樹脂フィルムと金属フィルムとの積層膜としては、例えば、アルペット（登録商標）のシートが挙げられる。

[0051] また、図3A及び図3Bに示すように、本実施形態の放射線検出器10のセンサ基板12における、基材11の第2の面11B側には、帯電防止層5

4 及び粘着剤 5 2 を介して、補強部材 5 0 が設けられている。

- [0052] 補強部材 5 0 は、基材 1 1 の強度を補強する機能を有する。本実施形態の補強部材 5 0 は、基材 1 1 よりも曲げ剛性が高く、変換層 1 4 と対向する面に対して垂直方向に加えられる力に対する、寸法変化（変形）が、基材 1 1 の第 2 の面 1 1 B に対して垂直方向に加えられる力に対する、寸法変化よりも小さい。具体的には、補強部材 5 0 の曲げ剛性は、基材 1 1 の曲げ剛性の 1 0 0 倍以上であることが好ましい。また、本実施形態の補強部材 5 0 の厚みは、基材 1 1 の厚みよりも厚い。例えば、基材 1 1 として、XENOMAX（登録商標）を用いる場合、補強部材 5 0 の厚みは 0.2 mm ~ 0.25 mm 程度が好ましい。
- [0053] 具体的には、本実施形態の補強部材 5 0 は、曲げ弾性率が 150 MPa 以上、2500 MPa 以下の素材を用いることが好ましい。補強部材 5 0 は、基材 1 1 の撓みを抑制する観点からは、基材 1 1 よりも曲げ剛性が高いことが好ましい。なお、曲げ弾性率が低くなると曲げ剛性も低くなり、所望の曲げ剛性を得るためには、補強部材 5 0 の厚みを厚くしなくてはならず、放射線検出器 1 0 全体の厚みが増大してしまう。上述の補強部材 5 0 の材料を考慮すると、 $140000 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^4$ を越える曲げ剛性を得ようとする場合、補強部材 5 0 の厚みが、比較的厚くなってしまいう傾向がある。そのため、適切な剛性が得られ、かつ放射線検出器 1 0 全体の厚みを考慮すると、補強部材 5 0 に用いる素材は、曲げ弾性率が 150 MPa 以上、2500 MPa 以下であることがより好ましい。また、補強部材 5 0 の曲げ剛性は、 $540 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^4$ 以上、 $140000 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^4$ 以下であることが好ましい。
- [0054] また、本実施形態の補強部材 5 0 の熱膨張率は、変換層 1 4 の材料の熱膨張率に近い方が好ましく、より好ましくは、変換層 1 4 の熱膨張率に対する補強部材 5 0 の熱膨張率の比（補強部材 5 0 の熱膨張率 / 変換層 1 4 の熱膨張率）が、0.5 以上、2 以下であることが好ましい。このような補強部材 5 0 の熱膨張率としては、 30 ppm/K 以上、 80 ppm/K 以下であることが好ましい。例えば、変換層 1 4 が CsI : Tl を材料とする場合、熱

膨張率は、 50 ppm/K である。この場合、変換層14に比較的近い材料としては、熱膨張率が $60 \text{ ppm/K} \sim 80 \text{ ppm/K}$ であるPVC (Polyvinyl Chloride: ポリ塩化ビニル)、熱膨張率が $70 \text{ ppm/K} \sim 80 \text{ ppm/K}$ であるアクリル、熱膨張率が $65 \text{ ppm/K} \sim 70 \text{ ppm/K}$ であるPET、熱膨張率が 65 ppm/K であるPC (Polycarbonate: ポリカーボネート)、及び熱膨張率が $45 \text{ ppm/K} \sim 70 \text{ ppm/K}$ であるテフロン(登録商標)等が挙げられる。さらに、上述した曲げ弾性率を考慮すると、補強部材50の材料としては、PET、及びPCの少なくとも一方を含む材料であることがより好ましい。

[0055] 補強部材50は、弾力性の観点からは、降伏点を有する材料を含むことが好ましい。なお、本実施形態において「降伏点」とは、材料を引っ張った場合に、応力が一旦、急激に下がる現象をいい、応力とひずみとの関係を表す曲線上で、応力が増えずにひずみが増える点のことをいい、材料について引っ張り強度試験を行った際の応力-ひずみ曲線における頂部を指す。降伏点を有する樹脂としては、一般的に、硬くて粘りが強い樹脂、及び柔らかくて粘りが強く、かつ中程度の強度の樹脂が挙げられる。硬くて粘りが強い樹脂としては、例えば、PC等が挙げられる。また、柔らかくて粘りが強く、かつ中程度の強度の樹脂としては、例えば、ポリプロピレン等が挙げられる。

[0056] 本実施形態の補強部材50は、プラスチックを材料とした基板である。補強部材50の材料となるプラスチックは、上述した理由から熱可塑性の樹脂であることが好ましく、PC、PET、スチロール、アクリル、ポリアセターゼ、ナイロン、ポリプロピレン、ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)、エンブラ、及びポリフェニレンエーテルの少なくとも一つが挙げられる。なお、補強部材50は、これらのうち、ポリプロピレン、ABS、エンブラ、PET、及びポリフェニレンエーテルの少なくとも一つであることが好ましく、スチロール、アクリル、ポリアセターゼ、及びナイロンの少なくとも一つであることがより好ましく、PC及びPETの少なくとも一つであることがさらに好ましい。

[0057] 一方、本実施形態の放射線検出器 10 の端子領域 60 A には、複数（本実施形態では合計 16 個）の端子部 60 が設けられている。図 2 に示すように、端子領域 60 A は、矩形状のセンサ基板 12（基材 11）の、交差する 2 辺の各々に設けられている。なお、端子領域 60 A とは、基材 11 の第 1 の面 11 A における、複数の端子部 60 が設けられる領域をいい、少なくとも端子部 60 が第 1 の面 11 A に接する領域を含む。一例として、本実施形態では、センサ基板 12（基材 11）における、端子部 60 が設けられた辺の全体に亘り、端子部 60 が第 1 の面 11 A に接する領域を少なくとも含む領域を端子領域 60 A という。

[0058] 図 2 に示すように、基材 11 の端子領域 60 A に設けられた端子部 60 の各々には、ケーブル 112 が電氣的に接続されている。具体的には、図 2 に示すように、基材 11 の一辺に設けられた複数（図 2 では 8 個）の端子部 60 の各々に、ケーブル 112 A が熱圧着されている。ケーブル 112 A は、いわゆる COF（Chip on Film）であり、ケーブル 112 A には、駆動 IC（Integrated Circuit）210 が搭載されている。駆動 IC 210 は、ケーブル 112 A に含まれる複数の信号線（図 4、信号線 113 参照）に接続されている。なお、本実施形態では、ケーブル 112 A 及び後述するケーブル 112 B について、各々を区別せずに総称する場合、単に「ケーブル 112」という。

[0059] ケーブル 112 A における、センサ基板 12 の端子部 60 と電氣的に接続された一端と反対側の他端は、駆動基板 200 の接続領域 202 に、電氣的に接続される。一例として、本実施形態では、ケーブル 112 A に含まれる複数の信号線（図 4 A、信号線 113 参照）は、駆動基板 200 に熱圧着されることにより、駆動基板 200 に搭載された回路及び素子等（図示省略）と接続される。なお、駆動基板 200 とケーブル 112 A とを電氣的に接続する方法は、本実施形態に限定されず、例えば、コネクタにより、電氣的に接続する形態としてもよい。このようなコネクタとしては、ZIF（Zero Insertion Force）構造のコネクタや、Non-ZIF 構造のコネクタ等が挙げ

られる。

[0060] 本実施形態の駆動基板200は、可撓性のPCB (Printed Circuit Board) 基板であり、いわゆるフレキシブル基板である。また、駆動基板200に搭載される回路部品(図示省略)は主にデジタル信号の処理に用いられる部品(以下、「デジタル系部品」という)である。デジタル系部品は、後述するアナログ系部品よりも、比較的面積(大きさ)が小さい傾向がある。デジタル系部品の具体例としては、デジタルバッファ、バイパスコンデンサ、プルアップ／プルダウン抵抗、ダンピング抵抗、及びEMC (Electro Magnetic Compatibility) 対策チップ部品、及び電源IC等が挙げられる。なお、駆動基板200は、必ずしもフレキシブル基板でなくてもよく、非可撓性のリジッド基板であってもよいし、リジッドフレキ基板を用いてもよい。

[0061] 本実施形態では、駆動基板200と、ケーブル112Aに搭載された駆動IC210とにより、駆動部102が実現される。なお、駆動IC210には、駆動部102を実現する各種回路及び素子のうち、駆動基板200に搭載されているデジタル系部品と異なる回路が含まれる。

[0062] 一方、ケーブル112Aが電氣的に接続された基材11の一辺と交差する辺に設けられた複数(図2では8個)の端子部60の各々には、ケーブル112Bが電氣的に接続されている。ケーブル112Bは、ケーブル112Aと同様に、いわゆるCOF (Chip on Film) であり、ケーブル112Bには、信号処理IC310が搭載されている。信号処理IC310は、ケーブル112Bに含まれる複数の信号線(図4、信号線113参照)に接続されている。

[0063] ケーブル112Bにおける、センサ基板12の端子部60と電氣的に接続された一端と反対側の他端は、信号処理基板300の接続領域302に、電氣的に接続される。一例として、本実施形態では、ケーブル112Bに含まれる複数の信号線(図4A、信号線113参照)は、信号処理基板300に熱圧着されることにより、信号処理基板300に搭載された回路及び素子等(図示省略)と接続される。なお、信号処理基板300とケーブル112B

とを電氣的に接続する方法は、本実施形態に限定されず、例えば、コネクタにより、電氣的に接続する形態としてもよい。このようなコネクタとしては、Z I F (Zero Insertion Force) 構造のコネクタや、N o n - Z I F 構造のコネクタ等が挙げられる。また、ケーブル 1 1 2 A と駆動基板 2 0 0 とを電氣的に接続する方法と、ケーブル 1 1 2 B と信号処理基板 3 0 0 とを電氣的に接続する方法は、同様で有ってもよいし、異なってもよい。例えば、ケーブル 1 1 2 A と駆動基板 2 0 0 とは、熱圧着により電氣的に接続し、ケーブル 1 1 2 B と信号処理基板 3 0 0 とはコネクタにより電氣的に接続する形態としてもよい。

[0064] 本実施形態の信号処理基板 3 0 0 は、上述した駆動基板 2 0 0 と同様に、可撓性の P C B 基板であり、いわゆるフレキシブル基板である。信号処理基板 3 0 0 に搭載される回路部品（図示省略）は主にアナログ信号の処理に用いられる部品（以下、「アナログ系部品」という）である。アナログ系部品の具体例としては、チャージアンプ、アナログデジタルコンバータ（A D C）、デジタルアナログコンバータ（D A C）、及び電源 I C 等が挙げられる。また、本実施形態の回路部品は、比較的部品サイズが大きい電源周りのコイル、及び平滑用大容量コンデンサも含む。なお、信号処理基板 3 0 0 は、必ずしもフレキシブル基板でなくてもよく、非可撓性のリジッド基板であってもよいし、リジッドフレキ基板を用いてもよい。

[0065] 本実施形態では、信号処理基板 3 0 0 と、ケーブル 1 1 2 B に搭載された信号処理 I C 3 1 0 とにより、信号処理部 1 0 4 が実現される。なお、信号処理 I C 3 1 0 には、信号処理部 1 0 4 を実現する各種回路及び素子のうち、信号処理基板 3 0 0 に搭載されているアナログ系部品と異なる回路が含まれる。

[0066] なお、本実施形態では、駆動基板 2 0 0 及び信号処理基板 3 0 0 が各々、複数（図 2 では 2 つずつ）設けられている形態について説明したが、駆動基板 2 0 0 及び信号処理基板 3 0 0 の数は、本実施形態に限定されない。例えば、駆動基板 2 0 0 及び信号処理基板 3 0 0 のいずれか一方を、1 つの基板

とした形態であってもよい。

[0067] 一方、図3A及び図3Bに示すように、本実施形態の放射線検出器10では、接続層62を介してケーブル112を端子部60に熱圧着することにより、ケーブル112が端子部60に電氣的に接続される。なお、図3A及び図3Bは、ケーブル112Aと放射線検出器10との電氣的な接続に関する構造の一例を示す図であるが、本実施形態のケーブル112Bと放射線検出器10との電氣的に接続に関する構造も、図3A及び図3Bに例示した形態と同様である。

[0068] 接続層62は、端子部60とケーブル112とを電氣的に接続させる機能を有している。接続層62としては、例えば、異方性導電膜等が挙げられ、熱によって硬化する接着剤に導電性粒子（図4A、導電性粒子62A参照）を分散させたACF（Anisotropic Conductive Film）を用いることができる。

[0069] 図3A及び図3Bに示すように、端子部60、接続層62、及びケーブル112が積層された積層体63における基材11の第1の面11A側は、強化部材64により覆われている。また、端子部60、接続層62、及びケーブル112が積層された積層体の側面及び基材11の側面は、強化部材65により覆われている。強化部材64及び強化部材65は、端子部60とケーブル112との電氣的な接続を強化する機能を有する。また、本実施形態の強化部材64及び強化部材65は、防湿性を有している。強化部材64及び強化部材65としては、例えば、防湿絶縁膜を用いることができ、FPD（Flat Panel Display）用防湿絶縁材料であるタフイー：Tuffy（登録商標）等が利用可能である。なお強化部材64及び強化部材65の各々は、同様の材料による部材であってもよいし、異なる材料による部材であってもよい。

[0070] さらに、図3A及び図3Bに示すように、強化部材64によって覆われた、積層体63の上には、粘着剤66を介して応力中立面調整部材70が設けられている。応力中立面調整部材70は、放射線検出器10を撓ませた場合

における、放射線検出器 10 の積層体 63 が設けられた領域における応力中立面 71（図 5 参照、詳細後述）の積層体 63 の積層方向 P に対する位置を調整する。本実施形態では、応力中立面調整部材 70 の一例として PET を用いており、白 PET や発泡白 PET 等を用いてもよい。また、応力中立面調整部材 70 の他の例としては、PC、LDPE（Low Density Polyethylene：低密度ポリエチレン）、PPS、OPP、PEN、及び PI 等の有機膜等が挙げられる。

[0071] また、本実施形態の応力中立面調整部材 70 は、曲げ弾性率が 150 MPa 以上、2500 MPa 以下の素材を用いることが好ましい。曲げ弾性率の測定方法は、例えば JIS K 7171：2016 準拠に基づく。応力中立面調整部材 70 は、基材 11 の撓みを抑制する観点からは、基材 11 よりも曲げ剛性が高いことが好ましい。なお、ここでいう曲げ剛性とは、曲げ難さを意味し、曲げ剛性が高いほど曲げ難いことを表している。曲げ弾性率が低くなると曲げ剛性も低くなり、所望の曲げ剛性を得るためには、応力中立面調整部材 70 の厚みを厚くしなくてはならず、放射線検出器 10 全体の厚みが増大してしまう。上述の応力中立面調整部材 70 の材料を考慮すると、 $140000 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^4$ を越える曲げ剛性を得ようとする場合、応力中立面調整部材 70 の厚みが、比較的厚くなってしまいう傾向がある。そのため、適切な剛性が得られ、かつ放射線検出器 10 全体の厚みを考慮すると、応力中立面調整部材 70 に用いる素材は、曲げ弾性率が 150 MPa 以上、2500 MPa 以下であることがより好ましい。また、応力中立面調整部材 70 の曲げ剛性は、 $540 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^4$ 以上、 $140000 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^4$ 以下であることが好ましい。

[0072] また、本実施形態の応力中立面調整部材 70 の熱膨張率は、変換層 14 の材料の熱膨張率に近い方が好ましく、より好ましくは、変換層 14 の熱膨張率に対する応力中立面調整部材 70 の熱膨張率の比（応力中立面調整部材 70 の熱膨張率／変換層 14 の熱膨張率）が、0.5 以上、4 以下であることが好ましい。このような応力中立面調整部材 70 の熱膨張率としては、30

ppm/K以上、200 ppm/K以下であることが好ましい。例えば、変換層14がCsI：Tlを材料とする場合、熱膨張率は、50 ppm/Kである。この場合、熱膨張率が100 ppm/K～200 ppm/KであるLDPE、熱膨張率が60 ppm/K～80 ppm/KであるPVC、熱膨張率が70 ppm/K～80 ppm/Kであるアクリル、熱膨張率が65 ppm/K～70 ppm/KであるPET、熱膨張率が65 ppm/KであるPC、及び熱膨張率が45 ppm/K～70 ppm/Kであるテフロン(登録商標)等が、応力中立面調整部材70の材料として挙げられる。

[0073] さらに、上述した曲げ弾性率を考慮すると、応力中立面調整部材70の材料としては、PET、PC、及びLDPEの少なくとも一つを含む材料であることがより好ましい。

[0074] なお、応力中立面調整部材70は、応力中立面の位置を調整する機能の他、帯電防止機能や、防湿機能等のその他の機能も有することが好ましい。

[0075] 本実施形態の放射線検出器10における応力中立面調整部材70の作用について、図4A、図4B、及び図5を参照して説明する。なお、図4A、図4B、及び図5では、簡略化するため、放射線検出器10のうち、応力中立面調整部材70の作用の説明に必要な構成のみを模式的に図示している。

[0076] 図4Aに示すように、接続層62は、導電性粒子62Aを含んでいる。導電性粒子62Aが基材11の第1の面11Aに設けられた端子部60と信号線113との間に配置されることにより、端子部60とケーブル112の信号線113とが電氣的に接続される。

[0077] 図4Bは、本実施形態の応力中立面調整部材70が設けられていない状態について示している。図4Bに示すように、センサ基板12（基材11）の第2の面11Bに補強部材50が設けられた状態では、例えば、積層体63の積層方向に荷重Wがかかった場合や、膜応力が作用することによりセンサ基板12及び補強部材50が撓む。補強部材50が設けられており、応力中立面調整部材70が設けられていない状態では、センサ基板12及び補強部材50が撓んだ場合において生じる応力中立面71の積層方向Pにおける位

置が、端子部 60 と接続層 62 の導電性粒子 62A とが接する界面 67 よりも、補強部材 50 側に近寄った位置となる。図 4B に示した例では、補強部材 50 内に応力中立面 71 が位置している状態を示している。なお、「応力中立面 71」とは、センサ基板 12 及び補強部材 50 が撓んでも伸びも縮みもしない面、換言すると積層方向 P と交差する方向の面のことをいう。応力中立面 71 では、応力が 0 となる。

[0078] 図 4B に示した例では、応力中立面 71 の位置が、界面 67 から比較的離れた位置であるため、センサ基板 12 及び補強部材 50 の撓みに応じて端子部 60 も撓む。具体的には、界面 67 が撓む。そのため、図 4B に示すように、端子部 60 と導電性粒子 62A とが非接触状態となり、端子部 60 とケーブル 112 との電氣的な接続が切断される。端子部 60 とケーブル 112 との電氣的な接続が切断された場合、放射線検出器 10 により得られる放射線画像の画質が低下する場合があります、例えば、いわゆる線欠陥が生じる場合がある。

[0079] 一方、本実施形態の放射線検出器 10 では、応力中立面調整部材 70 を積層体 63 の上に設けたため、応力中立面 71 の位置は、応力中立面調整部材 70 を設けない場合よりも積層体 63 側に移動する。

[0080] 図 5 に示すように、応力中立面調整部材 70 を設けた場合、応力中立面 71 と界面 67 との間隔を、応力中立面調整部材 70 を設けない場合（図 4B の場合）よりも小さくすることができる。換言すると、応力中立面調整部材 70 を設けた場合、応力中立面 71 の位置と界面 67 の位置との差を、応力中立面調整部材 70 を設けない場合（図 4B の場合）よりも小さくすることができる。応力中立面 71 の位置を界面 67 の位置に近づけることにより、センサ基板 12 及び補強部材 50 が撓んだ場合の界面 67 における応力を小さくすることができるため、端子部 60 と接続層 62 の導電性粒子 62A とが非接触状態となり難くなる。従って、端子部 60 とケーブル 112 との電氣的な接続が切断され難くなる。

[0081] なお、応力中立面 71 の位置は、積層体 63 内の位置であることが好まし

い。応力中立面 7 1 の位置について、本実施形態における積層体 6 3 内が、本開示の予め定められた範囲内の一例である。

[0082] また、図 5 に示すように、応力中立面 7 1 の位置と、界面 6 7 の位置とが一致していることがより好ましい。この場合、センサ基板 1 2 及び補強部材 5 0 が撓んだ場合でも、界面 6 7 における応力を 0 とすることができるため、端子部 6 0 と接続層 6 2 の導電性粒子 6 2 A とがより非接触状態となり難くなる。従って、端子部 6 0 とケーブル 1 1 2 との電氣的な接続がより切断され難くなる。

[0083] このように、本実施形態の放射線検出器 1 0 では、応力中立面調整部材 7 0 をセンサ基板 1 2 (基材 1 1) の第 1 の面 1 1 A における、端子部 6 0、接続層 6 2、及びケーブル 1 1 2 が積層された積層体 6 3 上に設けることにより、応力中立面 7 1 の積層方向 P における位置を、界面 6 7 の近傍に調整することができる。これにより、本実施形態の放射線検出器 1 0 では、センサ基板 1 2 及び補強部材 5 0 が撓んだ場合に、界面 6 7 に生じる応力を 0 に近付けることができるため、端子部 6 0 とケーブル 1 1 2 との電氣的な接続が切断され難くなる。

[0084] なお、応力中立面調整部材 7 0 の厚みは、応力中立面 7 1 の界面 6 7 からの位置として許容できる範囲に応じて定まる。許容できる範囲としては、例えば、上述のように積層体 6 3 内が挙げられる。具体的な応力中立面調整部材 7 0 の厚みは、接続層 6 2 の導電性粒子 6 2 A と端子部 6 0 との接触が非接触状態となり易さ、及び想定される撓みの程度等に応じて定められる。例えば、補強部材 5 0 の厚みが厚いほど、応力中立面調整部材 7 0 の厚みも厚くすることが好ましい。

[0085] 本実施形態の放射線検出器 1 0 の製造方法について図 6 A ~ 図 6 E を参照して説明する。

[0086] 図 6 A に示すように、基材 1 1 に比べて厚さの厚いガラス基板等の支持体 4 0 0 に、剥離層 4 0 2 を介して、基材 1 1 が形成される。例えば、ラミネート法により基材 1 1 を形成する場合、支持体 4 0 0 上に、基材 1 1 となる

シートを貼り合わせる。基材 11 の第 2 の面 11 B が剥離層 402 に接する。なお、基材 11 を形成する方法は、本実施形態に限定されず、例えば、塗布法で基材 11 を形成する形態であってもよい。

[0087] さらに、基材 11 の第 1 の面 11 A の端子領域外 60B に、画素 30 が形成される。なお、本実施形態では、一例として、基材 11 の第 1 の面 11 A に、SiN 等を用いたアンダーコート層（図示省略）を介して、画素 30 が形成される。

[0088] さらに、画素 30 が形成された層（以下、単に「画素 30」という）の上に、変換層 14 が形成される。本実施形態では、センサ基板 12 上に直接、真空蒸着法、スパッタリング法、及び CVD (Chemical Vapor Deposition) 法等の気相堆積法によって柱状結晶として CsI の変換層 14 が形成される。この場合、変換層 14 における画素 30 と接する側が、柱状結晶の成長方向基点側となる。

[0089] なお、変換層 14 として CsI のシンチレータを用いる場合、本実施形態と異なる方法で、センサ基板 12 に変換層 14 を形成することもできる。例えば、アルミの板等に気相堆積法によって CsI を蒸着させたものを用意し、CsI のアルミの板と接していない側と、センサ基板 12 の画素 30 とを粘着性のシート等により貼り合わせることににより、センサ基板 12 に変換層 14 を形成してもよい。この場合、アルミの板も含めた状態の変換層 14 全体を保護層 46 により覆った状態のものを、センサ基板 12 の画素 30 と貼り合わせることが好ましい。なお、この場合、変換層 14 における画素 30 と接する側が、柱状結晶の成長方向の先端側となる。

[0090] また、本実施形態の放射線検出器 10 と異なり、変換層 14 として CsI に替わり、GOS ($Gd_2O_2S:Tb$) 等を用いてもよい。この場合、例えば、GOS を樹脂等のバインダに分散させたシートを、白 PET 等により形成された支持体に粘着層等により貼り合わせたものを用意し、GOS の支持体が貼り合わせられていない側と、センサ基板 12 の画素 30 とを粘着性のシート等により貼り合わせることににより、センサ基板 12 に変換層 14 を形

成することができる。なお、変換層 14 に CsI を用いる場合の方が、GOS を用いる場合に比べて、放射線から可視光への変換効率が高くなる。

[0091] また、センサ基板 12 に形成された変換層 14 の上に、粘着層 40 を介して反射層 42 を設けられ、さらに、接着層 44 を介して保護層 46 を設けられる。また、基材 11 の第 1 の面 11A の端子領域 60A に、端子部 60 が形成される。

[0092] 次に、図 6B に示すように、端子部 60 に接続層 62 を介してケーブル 112 を熱圧着させて、端子部 60 と接続層 62 とを電氣的に接続する。さらに、強化部材 64 により、積層体 63 を覆う。

[0093] 次に、図 6C に示すように、強化部材 64 で覆われた積層体 63 の上に、粘着剤 66 により応力中立面調整部材 70 を設ける。

[0094] 応力中立面調整部材 70 を設けた後、変換層 14 及び端子部 60 にケーブル 112 が電氣的に接続された状態のセンサ基板 12 を支持体 400 から剥離し、図 6D に示した状態にする。例えば、ラミネート法では、センサ基板 12（基材 11）の四辺のいずれかを剥離の起点とし、起点となる辺から対向する辺に向けて徐々にセンサ基板 12 を支持体 400 から引きはがすことにより、メカニカル剥離を行う。

[0095] さらに、支持体 400 からセンサ基板 12 を剥離した後、図 6E に示すように、基材 11 の第 2 の面 11B に、帯電防止層 54 及び粘着剤 52 を介して、貼り付け等により補強部材 50 が形成される。このようにして、本実施形態の放射線検出器 10 が製造される。

[0096] なお、本実施形態の放射線検出器 10 は、例えば、以下の変形例 1～変形例 5 に示す形態としてもよい。なお、変形例 1～変形例 5 の各々を適宜、組み合わせた形態としてもよい。

[0097] （変形例 1）

図 7 には、上記図 3B に示した放射線検出器 10 の B-B 線断面図に相当する、本変形例の放射線検出器 10 の断面図の一例を示す。なお、図 7 では、粘着剤 52、帯電防止層 54、及び粘着剤 66 の記載を省略している。

[0098] 上記図 3 B に示した放射線検出器 10 では、強化部材 64 が、積層体 63 毎、換言すると端子部 60 毎に覆っていたが、図 7 に示すように、本変形例の放射線検出器 10 では、強化部材 64 が、複数の積層体 63 毎にまとめて全体を覆っている。そのため、強化部材 64 により、積層体 63 同士の間が埋められた状態となっている。従って、本変形例の放射線検出器 10 では、複数の積層体 63 が一体的に、センサ基板 12 に固定された状態となる。なお、強化部材 64 がいくつの積層体 63 をまとめて覆うかについては特に限定されない。例えば、ケーブル 112 によって電氣的に接続される駆動基板 200 または信号処理基板 300 が同一の積層体 63 同士をまとめて強化部材 64 が覆う形態としてもよい。また例えば、センサ基板 12（基材 11）の一辺に設けられた全ての端子部 60 による積層体 63 をまとめて強化部材 64 が覆う形態としてもよい。

[0099]（変形例 2）

図 8 A 及び図 8 B には、上記図 3 B に示した放射線検出器 10 の B-B 線断面図に相当する、本変形例の放射線検出器 10 の断面図の一例を示す。なお、図 8 A 及び図 8 B では、粘着剤 52、帯電防止層 54、及び粘着剤 66 の記載を省略している。

[0100] 図 8 A に示した本変形例の放射線検出器 10 では、応力中立面調整部材 70 により、強化部材 64 により覆われた積層体 63 同士の間が埋められた状態となっており、応力中立面調整部材 70 が、センサ基板 12（基材 11）の第 1 の面 11 A にまで至る。

[0101] 基材 11 の第 1 の面 11 A にまで至る応力中立面調整部材 70 により、積層体 63 同士の間が埋められた状態とすることにより、応力中立面調整部材 70 により、端子部 60 とケーブル 112 の電氣的な接続が強化される。

[0102] なお、図 8 B に示すように、強化部材 64 を設けずに、応力中立面調整部材 70 が複数の積層体 63 毎にまとめて全体を覆う状態としてもよい。図 8 B に示した形態の場合、応力中立面調整部材 70 は、上述した材料による部材に限定されず、強化部材 64 と同等の材料による部材であってもよい。す

なわち、図 8 B に示した形態の場合、強化部材 6 4 を、応力中立面調整部材 7 0 として用いてもよい。

[0103] (変形例 3)

図 9 には、上記図 2 示した放射線検出器 1 0 の平面図に相当する、本変形例の放射線検出器 1 0 の平面図の一例を示す。

[0104] 上記図 2 に示した放射線検出器 1 0 では応力中立面調整部材 7 0 が、センサ基板 1 2 (基材 1 1) の、端子領域 6 0 A に対応する各辺毎に設けられていた。換言すると、図 2 に示した放射線検出器 1 0 では応力中立面調整部材 7 0 が、ケーブル 1 1 2 A に対応する積層体 6 3 (図 3 B 等参照)、及びケーブル 1 1 2 B に対応する積層体 6 3 (図 3 B 等参照) 毎に設けられていた。

[0105] しかしながら、応力中立面調整部材 7 0 は少なくとも 1 つ以上の積層体 6 3 (端子部 6 0) に亘って設けられておればよく、その数は限定されない。例えば、図 9 に示した本変形例の放射線検出器 1 0 では、ケーブル 1 1 2 A 側、及びケーブル 1 1 2 B 側の各々について、2 つずつ応力中立面調整部材 7 0 が設けられた状態を示している。なお、本変形例に限定されず、各積層体 6 3 (端子部 6 0) 毎に応力中立面調整部材 7 0 が設けられた状態としてもよい。複数の積層体 6 3 (端子部 6 0) に亘って、応力中立面調整部材 7 0 が設けられることにより、端子部 6 0 とケーブル 1 1 2 とが電氣的に切断されるのをより抑制することができる。一方、複数の応力中立面調整部材 7 0 を設けることにより、応力中立面調整部材 7 0 を軽量化することができるため、放射線検出器 1 0 全体を軽量化することができる。

[0106] このように、応力中立面調整部材 7 0 は、端子領域 6 0 A 全体に設けられていなくてもよい。また、応力中立面調整部材 7 0 が、個々の積層体 6 3 の上面の全体に設けられていなくてもよい。

[0107] (変形例 4)

図 1 0 には、上記図 3 A に示した放射線検出器 1 0 の A - A 線断面図に相当する、本変形例の放射線検出器 1 0 の断面図の一例を示す。

[0108] 図10に示すように、本変形例の放射線検出器10では、保護層46で覆われた変換層14上に、補強層48がさらに設けられている。

[0109] 補強層48は、基材11よりも曲げ剛性が高く、変換層14と対向する面に対して垂直方向に加えられる力に対する、寸法変化（変形）が、基材11の第1の面11Aに対して垂直方向に加えられる力に対する、寸法変化よりも小さい。また、本変形例の補強層48の厚みは、基材11の厚みよりも厚い。

[0110] 補強層48として好ましい特性は、上述した補強層48と同様の特性である。本変形例の補強層48は、曲げ弾性率が150MPa以上、2500MPa以下の素材を用いることが好ましい。補強層48は、基材11の撓みを抑制する観点からは、基材11よりも曲げ剛性が高いことが好ましい。なお、曲げ弾性率が低くなると曲げ剛性も低くなり、所望の曲げ剛性を得るためには、補強層48の厚みを厚くしなくてはならず、放射線検出器10全体の厚みが増大してしまう。補強層48の材料を考慮すると、 140000 Pa cm^4 を越える曲げ剛性を得ようとする場合、補強層48の厚みが、比較的厚くなってしまう傾向がある。そのため、適切な剛性が得られ、かつ放射線検出器10全体の厚みを考慮すると、補強層48に用いる素材は、曲げ弾性率が150MPa以上、2500MPa以下であることがより好ましい。また、補強層48の曲げ剛性は、 540 Pa cm^4 以上、 140000 Pa cm^4 以下であることが好ましい。

[0111] また、補強層48の熱膨張率は、変換層14の材料の熱膨張率に近い方が好ましく、より好ましくは、変換層14の熱膨張率に対する補強層48の熱膨張率の比（補強層48の熱膨張率／変換層14の熱膨張率）が、0.5以上、2以下であることが好ましい。このような補強層48の熱膨張率としては、 30 ppm/K 以上、 80 ppm/K 以下であることが好ましい。例えば、変換層14がCsI：Tlを材料とする場合、熱膨張率は、 50 ppm/K である。この場合、変換層14に比較的近い材料としては、PVC、アクリル、PET、PC、及びテフロン（登録商標）等が挙げられる。さらに

、上述した曲げ弾性率を考慮すると、補強層４８の材料としては、ＰＥＴ、及びＰＣの少なくとも一方を含む材料であることがより好ましい。また、補強層４８は、弾力性の観点からは、降伏点を有する材料を含むことが好ましい。

[0112] 本変形例の補強層４８は、プラスチックを材料とした基板である。補強層４８の材料となるプラスチックは、上述した理由から熱可塑性の樹脂であることが好ましく、ＰＣ、ＰＥＴ、スチロール、アクリル、ポリアセターゼ、ナイロン、ポリプロピレン、ＡＢＳ、エンブラ、及びポリフェニレンエーテルの少なくとも一つが挙げられる。なお、補強層４８は、これらのうち、ポリプロピレン、ＡＢＳ、エンブラ、ＰＥＴ、及びポリフェニレンエーテルの少なくとも一つであることが好ましく、スチロール、アクリル、ポリアセターゼ、及びナイロンの少なくとも一つであることがより好ましく、ＰＣ及びＰＥＴの少なくとも一つであることがさらに好ましい。

[0113] なお、補強層４８と補強部材５０との具体的な特性、及び材料等は、同一であってもよいし、異なってもよい。

[0114] 変換層１４を気相堆積法を用いて形成した場合、図１０及び上記図３Ａに示すように、変換層１４は、その外縁に向けて厚さが徐々に薄くなる傾斜を有して形成される。以下において、製造誤差及び測定誤差を無視した場合の厚さが略一定とみなせる、変換層１４の中央領域を中央部という。また、変換層１４の中央部の平均厚さに対して例えば９０％以下の厚さを有する、変換層１４の外周領域を周縁部という。すなわち、変換層１４は、周縁部においてセンサ基板１２に対して傾斜した傾斜面を有する。図１０に示すように、本変形例の補強層４８は、変換層１４の中央部全体、及び周縁部の一部を覆う。換言すると、補強層４８の外縁が、変換層１４の周縁部の傾斜面上に位置する。

[0115] なお、補強層４８を設ける位置等は、本変形例に限定されない。例えば、補強層４８が、変換層１４の全体を覆う形態であってもよい。また例えば、図１０に示すように、本変形例では補強層４８が変換層１４の傾斜部に沿っ

て曲がった状態に設けられているが、曲がらずに板状に、変換層 14 の傾斜部と補強層 48 との間に空間が設けられる状態としてもよい。

[0116] このように、変換層 14 上に補強層 48 を設けることにより、基材 11 の強度がより補強される。

[0117] また、本変形例では、補強層 48 と、応力中立面調整部材 70 とを別個に設けることで、例えば、応力中立面調整部材 70 を変換層 14 の上部にまで伸ばして補強層 48 としての機能も有するとした場合に比べて、放射線検出器 10 を軽量化している。

[0118] (変形例 5)

図 11 には、上記図 3A に示した放射線検出器 10 の A-A 線断面図に相当する、本変形例の放射線検出器 10 の断面図の一例を示す。

[0119] 図 11 に示すように、本変形例の放射線検出器 10 では、保護膜 49 により、変換層 14、積層体 63、及び応力中立面調整部材 70 が設けられたセンサ基板 12 (基材 11) の第 1 の面 11A 側全体を覆っている。図 11 に示すように、本変形例の放射線検出器 10 では、粘着層 57 により変換層 14 に保護膜 49 が設けられ、粘着層 72 により応力中立面調整部材 70 に保護膜 49 が設けられている。

[0120] 保護膜 49 は、厚みが比較的薄い、防湿機能を有する膜である。例えば、上記変形例 4 の放射線検出器 10 における補強層 48 に比べて、厚みが比較的薄い。保護膜 49 としては、例えば、パリレン (登録商標)、ポリエチレンテレフタレート等の絶縁性のシート、及びアルペット (登録商標) のシート等の防湿膜が用いられる。なお、保護膜 49 は、防湿機能に代えて、または防湿機能と共に帯電防止機能を有していてもよい。

[0121] このように、変換層 14、積層体 63、及び応力中立面調整部材 70 が設けられたセンサ基板 12 (基材 11) の第 1 の面 11A 側全体を保護膜 49 により覆うことにより、放射線検出器 10 全体の防湿性が向上する。

[0122] また、本変形例の放射線検出器 10 によれば、保護膜 49 により応力中立面調整部材 70 が変換層 14 と連結されるため、応力中立面調整部材 70 に

よる応力中立面 7 1 の調整機能を向上させることができる。

[0123] 以上説明したように、上記各形態の放射線検出器 1 0 は、センサ基板 1 2 と、変換層 1 4 と、補強部材 5 0 と、応力中立面調整部材 7 0 とを備える。センサ基板 1 2 には、可撓性の基材 1 1 の第 1 の面 1 1 A の画素領域 3 5 に、放射線から変換された光に応じて発生した電荷を蓄積する複数の画素 3 0 が形成されかつ、第 1 の面 1 1 A の端子領域 6 0 A に、ケーブル 1 1 2 を電氣的に接続するための端子部 6 0 が設けられている。変換層 1 4 は、基材 1 1 の第 1 の面 1 1 A における端子領域外 6 0 B に設けられ、放射線を光に変換する。補強部材 5 0 は、基材 1 1 の第 1 の面 1 1 A と反対側の第 2 の面 1 1 B に設けられ、基材 1 1 の強度を補強する。応力中立面調整部材 7 0 は、端子領域 6 0 A 内で、かつ端子部 6 0 に電氣的に接続されたケーブル 1 1 2 の端子領域 6 0 A 内に対応する少なくとも一部に設けられ、補強部材 5 0 、センサ基板 1 2 の端子部 6 0 、及び端子部 6 0 に電氣的に接続されたケーブル 1 1 2 が積層された積層体 6 3 に対応する領域における応力中立面 7 1 の位置を調整する。

[0124] センサ基板 1 2 に可撓性の基材 1 1 を用いた放射線検出器 1 0 では、補強部材 5 0 を設けることにより、センサ基板 1 2 及び補強部材 5 0 が撓むことに起因して端子部 6 0 とケーブル 1 1 2 との電氣的な接続が切断され易くなる場合がある。

[0125] これに対して、本実施形態及び上記各変形例の放射線検出器 1 0 によれば、積層体 6 3 上に応力中立面調整部材 7 0 が設けられているため、応力中立面 7 1 の位置を、端子部 6 0 と接続層 6 2 の導電性粒子 6 2 A とが接する界面 6 7 の近傍とすることができる。これにより、本実施形態及び上記各変形例の放射線検出器 1 0 によれば、界面 6 7 における応力を小さくすることができるため、端子部 6 0 と接続層 6 2 の導電性粒子 6 2 A とが非接触状態となり難くなる。

[0126] 従って、本実施形態及び上記各変形例の放射線検出器 1 0 によれば、端子部 6 0 とケーブル 1 1 2 との電氣的な接続が切断されるのを簡便に抑制する

ことができる。特に、本実施形態及び上記各変形例の放射線検出器 10 では、センサ基板 12 及び補強部材 50 が撓んだ場合であっても、端子部 60 とケーブル 112 との電氣的な接続が切断されるのを抑制することができる。

[0127] なお、放射線検出器 10 は、本実施形態及び上記各変形例で説明した形態に限定されるものではない。例えば、上述した放射線検出器 10 では、ケーブル 112 A と電氣的に接続される端子部 60 による積層体 63 上に設けられる応力中立面調整部材 70 と、ケーブル 112 B と電氣的に接続される端子部 60 による積層体 63 上に設けられる応力中立面調整部材 70 との各々が、同様の材料による部材であってもよいし、異なる材料による部材であってもよい。

[0128] また、上述した放射線検出器 10 では、ケーブル 112 A と電氣的に接続される端子部 60 による積層体 63、及びケーブル 112 B と電氣的に接続される端子部 60 による積層体 63 の両方について、応力中立面調整部材 70 を設ける形態としたが、いずれか一方のみに応力中立面調整部材 70 を設ける形態としてもよい。この場合、図 12 に示すように、アナログ系部品はデジタル系部品に比べて重い傾向があるため、アナログ系部品であるある信号処理基板 300 及び信号処理 IC 310 と電氣的に接続するためのケーブル 112 B が電氣的に接続される端子部 60 に対して応力中立面調整部材 70 を設けることが好ましい。

[0129] また、図 13 に示した一例のように、応力中立面調整部材 70 が、さらに変換層 14 の端部にかかる状態に設けられていてもよい。変形例 2（図 8 B 参照）で上述したように、応力中立面調整部材 70 が例えば、上述のタフイー（登録商標）のように、塗布時において流動性を有する場合、積層体 63 上を越えて、端子領域 60 A 全面に亘り、さらに図 13 に示すように変換層 14 の端部にかかる場合がある。このように応力中立面調整部材 70 が変換層 14 の端部にかかる形態であってもよい。なお、「変換層 14 の端部」とは、上述した変換層 14 の傾斜部を少なくとも含み、変換層 14 の中央部における、画素領域 35 と対応する領域よりも外縁に至る領域をさらに含ん

でいてもよい。

[0130] なお、上記本実施形態及び各変形例の放射線検出器 10 等を用いた放射線画像撮影装置 1 は、図 14～図 15 に示すように、筐体 120 に収納された状態で使用される。

[0131] 図 14 には、基材 11 の第 2 の面 11B 側から放射線が照射される I S S (Irradiation Side Sampling) 方式の放射線画像撮影装置 1 の一例の断面図を示す。図 14 に示すように、筐体 120 内には、放射線検出器 10、電源部 108、及び制御基板 110 が放射線の入射方向と交差する方向に並んで設けられている。放射線検出器 10 は、被写体を透過した放射線が照射される筐体 120 の照射面 120A 側に、センサ基板 12 における基材 11 の第 1 の面 11A 側が対向する状態に配置されている。

[0132] また、図 15 には、変換層 14 側から放射線が照射される P S S (Penetration Side Sampling) 方式の放射線画像撮影装置 1 の一例の断面図を示す。図 15 に示すように、筐体 120 内には、放射線検出器 10、電源部 108、及び制御基板 110 が放射線の入射方向と交差する方向に並んで設けられている。放射線検出器 10 は、被写体を透過した放射線が照射される筐体 120 の照射面 120A 側に、センサ基板 12 における基材 11 の第 2 の面 11B 側が対向する状態に配置されている。

[0133] 制御基板 110 と駆動基板 200 とは、ケーブル 220 によって電氣的に接続されている。また、図 14 及び図 15 では記載が省略されているが、制御基板 110 と信号処理基板 300 とは、ケーブルによって電氣的に接続されている。

[0134] また、制御基板 110 は、電源線 115 により、制御基板 110 に形成された画像メモリ 106 や制御部 100 等に電源を供給する電源部 108 と接続されている。

[0135] 図 14 及び図 15 に示した放射線画像撮影装置 1 の筐体 120 内には、放射線検出器 10 を透過した放射線が出射される側にシート 116 がさらに設けられている。シート 116 としては、例えば、銅製のシートが挙げられる

。銅製のシートは入射放射線によって２次放射線を発生し難く、よって、後方、すなわち変換層１４側への散乱を防止する機能を有する。なお、シート１１６は、少なくとも変換層１４の放射線が出射する側の面全体を覆い、また、変換層１４全体を覆うことが好ましい。

[0136] また、図１４及び図１５に示した放射線画像撮影装置１の筐体１２０内には、放射線が入射される側（照射面１２０Ａ側）に保護層１１７がさらに設けられている。保護層１１７としては、絶縁性のシート（フィルム）に、アルペット（登録商標）のシート、パリレン（登録商標）膜、及びポリエチレンテレフタレート等の絶縁性のシート等の防湿膜が適用できる。保護層１１７は、画素領域３５に対する防湿機能及び帯電防止機能を有している。そのため、保護層１１７は、少なくとも画素領域３５の放射線が入射される側の面全体を覆うことが好ましく、放射線が入射される側のセンサ基板１２の面全体を覆うことが好ましい。

[0137] 図１４及び図１５に示す例のように、電源部１０８及び制御基板１１０の各々の方が、放射線検出器１０よりも厚みを有している場合が多い。このような場合、図１６に示す例のように、電源部１０８及び制御基板１１０の各々が設けられている筐体１２０の部分の厚みよりも、放射線検出器１０が設けられている筐体１２０の部分の厚みの方が薄くてもよい。なお、このように、電源部１０８及び制御基板１１０の各々が設けられている筐体１２０の部分と、放射線検出器１０が設けられている筐体１２０の部分とで、厚みを異ならせる場合、両部分の境界部に段差が生じていると境界部１２０Ｂに接触した被検者に違和感等を与える懸念があるため、境界部１２０Ｂの形態は傾斜を有する状態とすることが好ましい。

[0138] これにより、放射線検出器１０の厚さに応じた極薄型の可搬型電子カセットを構成することが可能となる。

[0139] また例えば、この場合、電源部１０８及び制御基板１１０の各々が設けられている筐体１２０の部分と、放射線検出器１０が設けられている筐体１２０の部分とで、筐体１２０の材質が異なってもよい。さらに、例えば、

電源部 108 及び制御基板 110 の各々が設けられている筐体 120 の部分と、放射線検出器 10 が設けられている筐体 120 の部分とが、別体として構成されていてもよい。

[0140] また、上述したように、筐体 120 は、放射線、特に X 線の吸収率が低く、且つ高剛性であることが好ましく、弾性率が十分に高い材料により構成されることが好ましいが、筐体 120 の照射面 120A に対応する部分について、放射線の吸収率が低く、且つ高剛性であり、弾性率が十分に高い材料で構成し、その他の部分については、照射面 120A に対応する部分と異なる材料、例えば、照射面 120A の部分よりも弾性率が低い材料で構成してもよい。

[0141] また、上記各実施形態では、図 1 に示したように画素 30 がマトリクス状に 2 次元配列されている態様について説明したがこれに限らず、例えば、1 次元配列であってもよいし、ハニカム配列であってもよい。また、画素の形状も限定されず、矩形であってもよいし、六角形等の多角形であってもよい。さらに、画素領域 35 の形状も限定されないことはいうまでもない。

[0142] その他、上記各実施形態で説明した放射線画像撮影装置 1 及び放射線検出器 10 等の構成や製造方法等は一例であり、本発明の主旨を逸脱しない範囲内において状況に応じて変更可能であることはいうまでもない。

2019 年 7 月 9 日出願の日本国特許出願 2019-127738 号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

符号の説明

- [0143] 1 放射線画像撮影装置
10 放射線検出器
11 基材、11A 第 1 の面、11B 第 2 の面
12 センサ基板

- 1 4 変換層
- 3 0 画素
- 3 2 T F T (スイッチング素子)
- 3 4 センサ部
- 3 5 画素領域
- 3 6 信号配線
- 3 8 走査配線
- 3 9 共通配線
- 4 0、5 7、7 2 粘着層
- 4 2 反射層
- 4 4 接着層
- 4 6 保護層
- 4 8 補強層
- 4 9 保護膜
- 5 0 補強部材
- 5 2 粘着剤
- 5 4 帯電防止層
- 6 0 端子部、6 0 A 端子領域、6 0 B 端子領域外
- 6 2 接続層、6 2 A 導電性粒子
- 6 3 積層体
- 6 4、6 5 強化部材
- 6 6 粘着剤
- 6 7 界面
- 7 0 応力中立面調整部材
- 7 1 応力中立面
- 1 0 0 制御部、1 0 0 A C P U、1 0 0 B メモリ、1 0 0 C 記憶部
- 1 0 2 駆動部
- 1 0 4 信号処理部

106 画像メモリ
108 電源部
110 制御基板
112、112A、112B、220 ケーブル
113 信号線
115 電源線
116 シート
117 保護層
120 筐体、120A 照射面、120B 境界部
200 駆動基板
202、302 接続領域
210 駆動IC
300 信号処理基板
310 信号処理IC
400 支持体
402 剥離層
P 積層方向
W 荷重

請求の範囲

- [請求項1] 可撓性の基材の第1の面の画素領域に、放射線から変換された光に応じて発生した電荷を蓄積する複数の画素が形成されかつ、前記第1の面の端子領域に、ケーブルを電氣的に接続するための端子部が設けられた基板と、
- 前記基材の前記第1の面における前記端子領域外に設けられた、前記放射線を光に変換する変換層と、
- 前記基材の前記第1の面と反対側の第2の面に設けられた、前記基材の強度を補強する補強部材と、
- かつ前記端子部に電氣的に接続されたケーブルの前記端子領域内に対応する少なくとも一部に設けられ、前記補強部材、前記基板の前記端子部、及び前記端子部に電氣的に接続された前記ケーブルが積層された積層体に対応する領域における応力中立面の位置を調整する応力中立面調整部材と、
- を備えた放射線検出器。
- [請求項2] 前記応力中立面調整部材は、前記応力中立面の前記積層体の積層方向における位置を、前記端子部に電氣的に前記ケーブルが接続された界面から予め定められた範囲内に調整する、
- 請求項1に記載の放射線検出器。
- [請求項3] 前記予め定められた範囲内となる位置は、前記積層体内の位置である、
- 請求項2に記載の放射線検出器。
- [請求項4] 前記応力中立面調整部材の曲げ剛性は、 $540\text{ Pa}\cdot\text{cm}^4$ 以上、 $14000\text{ Pa}\cdot\text{cm}^4$ 以下である、
- 請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の放射線検出器。
- [請求項5] 前記応力中立面調整部材は、曲げ弾性率が 150 MPa 以上、 2500 MPa 以下である、
- 請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の放射線検出器。

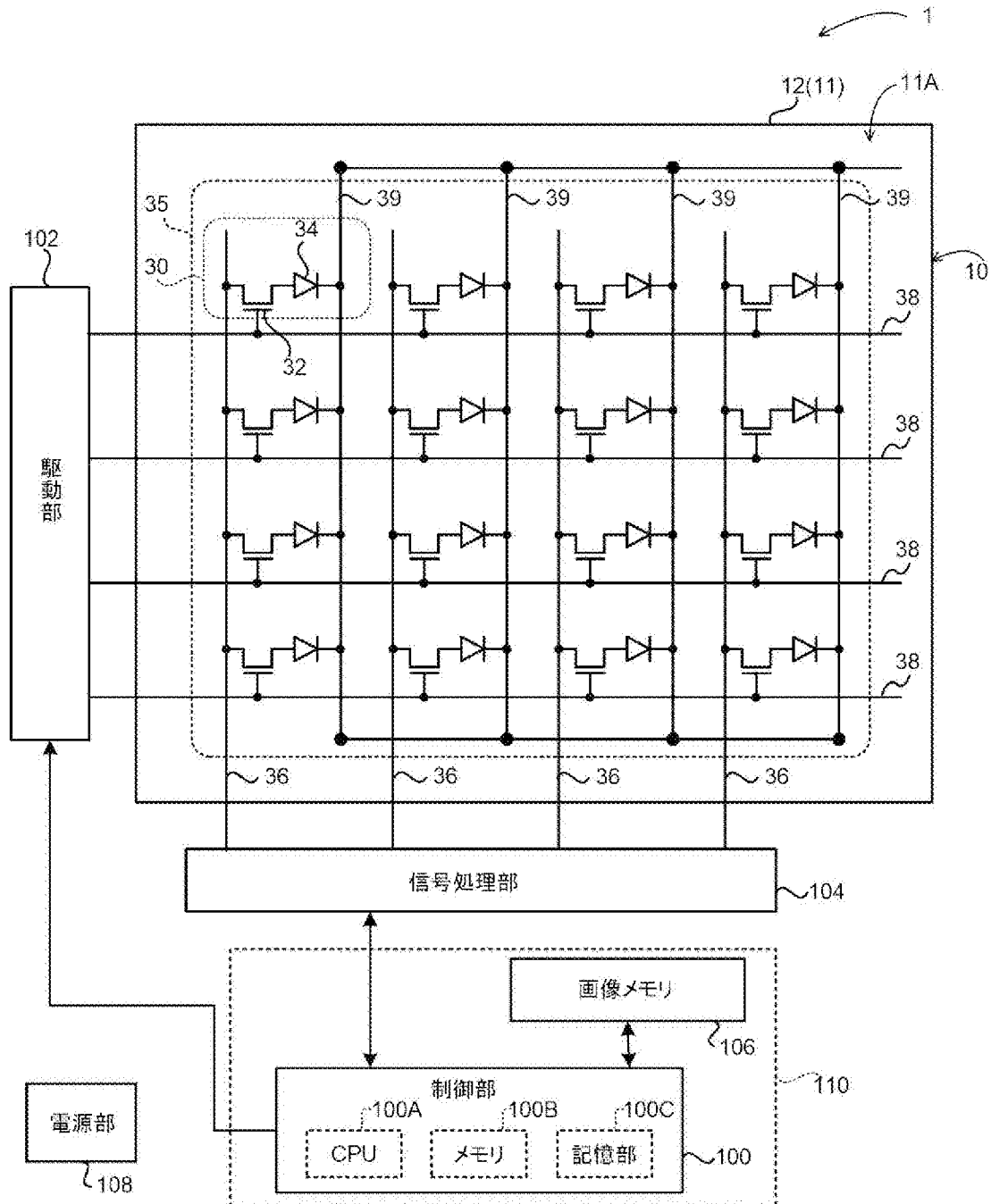
- [請求項6] 前記基板には複数の前記端子部が設けられており、
前記応力中立面調整部材は、少なくとも1つ以上の前記端子部に渡って設けられている、
請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の放射線検出器。
- [請求項7] 前記ケーブルと前記端子部との電氣的な接続を強化する強化部材をさらに備え、
前記応力中立面調整部材は、前記強化部材に覆われた前記ケーブルの少なくとも一部に設けられている、
請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の放射線検出器。
- [請求項8] 前記強化部材は、さらに防湿性を有する、
請求項7に記載の放射線検出器。
- [請求項9] 前記応力中立面調整部材は、さらに、前記ケーブルと前記端子部との電氣的な接続を強化する、
請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の放射線検出器。
- [請求項10] 前記応力中立面調整部材は、さらに防湿性を有する、
請求項9に記載の放射線検出器。
- [請求項11] 前記応力中立面調整部材は、さらに前記変換層の端部にかかる、
請求項1から請求項10のいずれか1項に記載の放射線検出器。
- [請求項12] 前記変換層における前記基材側の面と反対側の面に設けられ、前記基材よりも剛性が高い補強層をさらに備える、
請求項1から請求項11のいずれか1項に記載の放射線検出器。
- [請求項13] 請求項1から請求項12のいずれか1項に記載の放射線検出器と、
前記複数の画素に蓄積された電荷を読み出すための制御信号を出力する制御部と、
ケーブルを介して、前記放射線検出器の端子部に電氣的に接続され、前記制御信号に応じて、前記複数の画素から電荷を読み出すための駆動信号を出力する駆動部と、
ケーブルを介して、前記放射線検出器の端子部に電氣的に接続され

、前記複数の画素から読み出された電荷に応じた電気信号が入力され、
入力された前記電気信号に応じた画像データを生成して出力する信号処理部と、

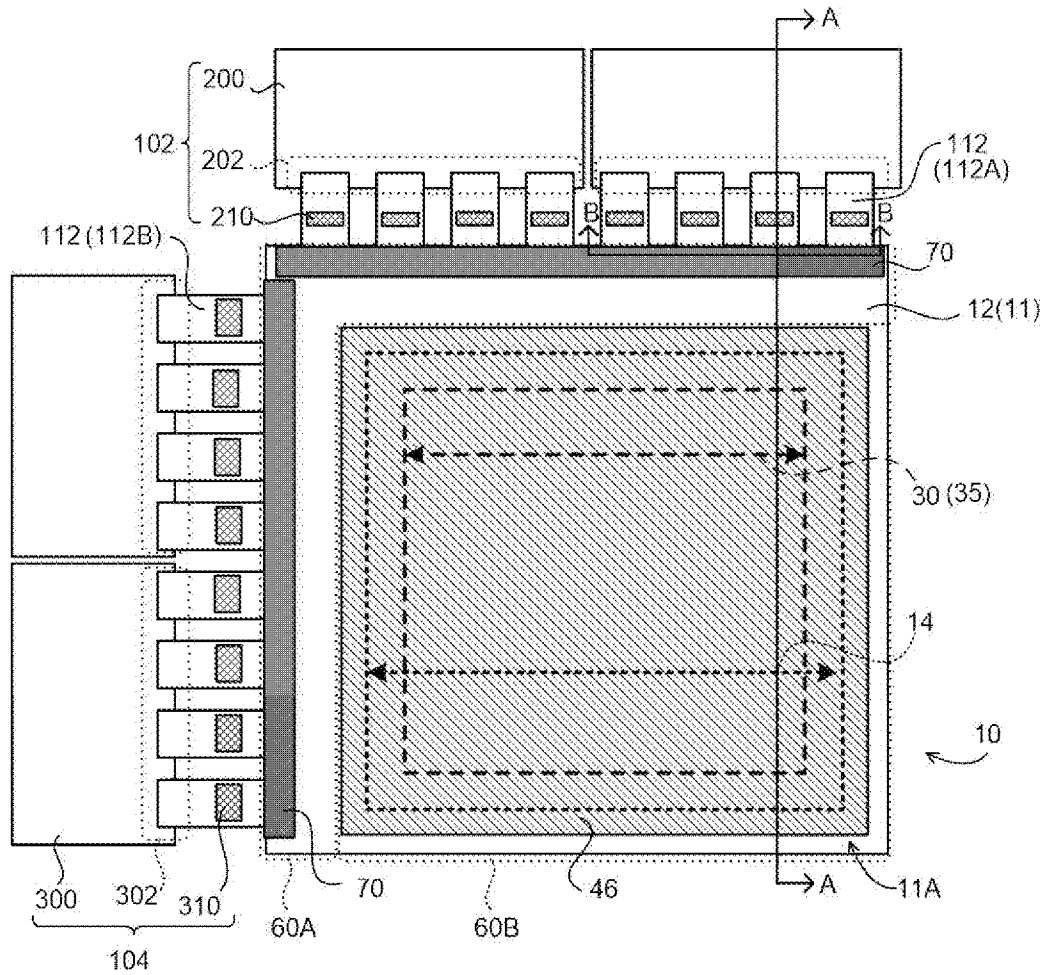
を備えた放射線画像撮影装置。

[請求項14] 放射線が照射される照射面を有し、前記放射線検出器におけるセンサ基板及び変換層のうち、前記センサ基板が前記照射面と対向する状態に前記放射線検出器を収納する筐体をさらに備えた、
請求項13に記載の放射線画像撮影装置。

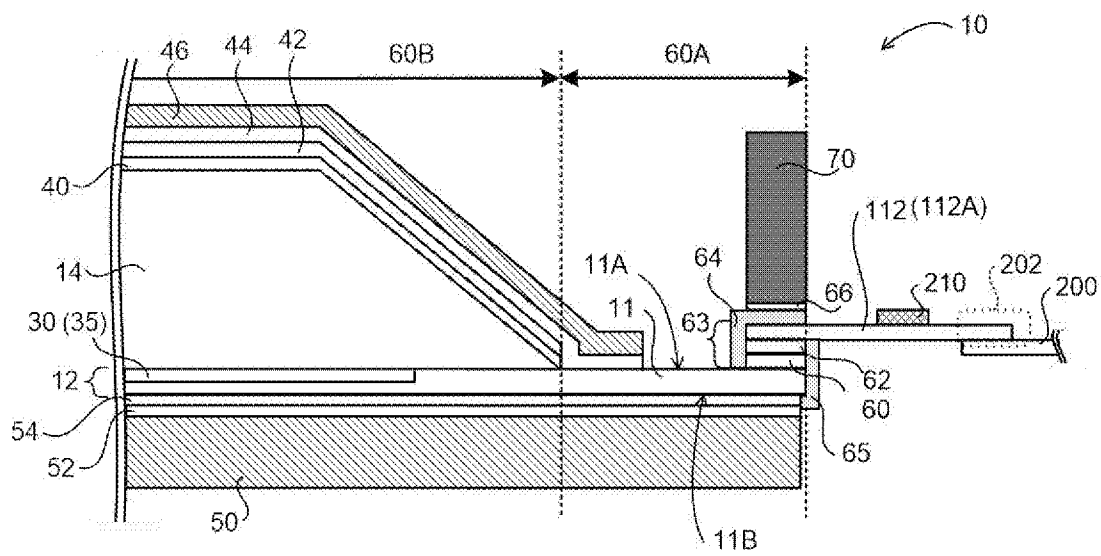
[図1]



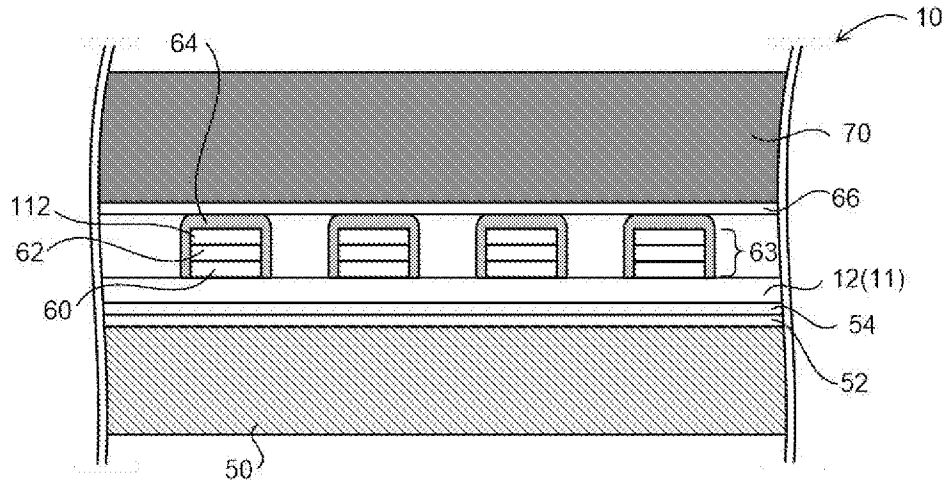
[図2]



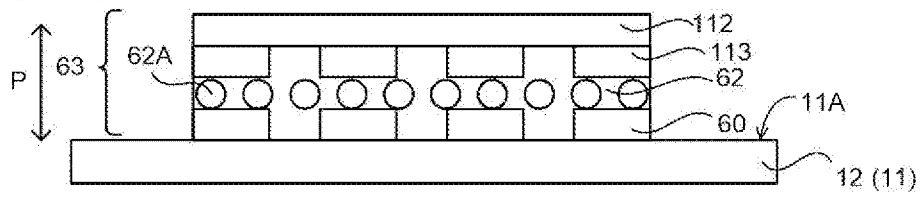
[図3A]



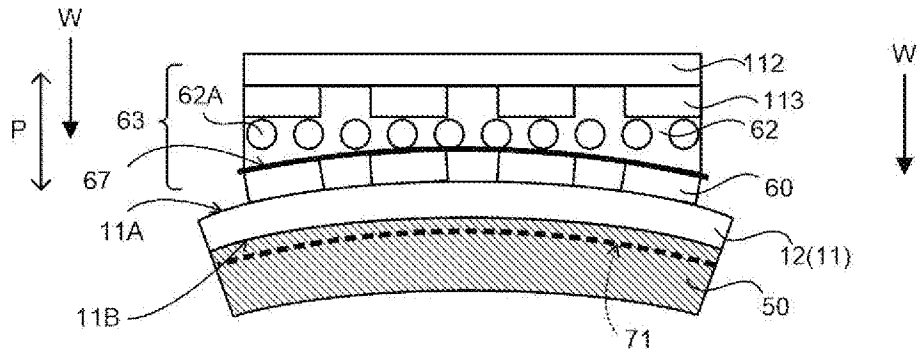
[図3B]



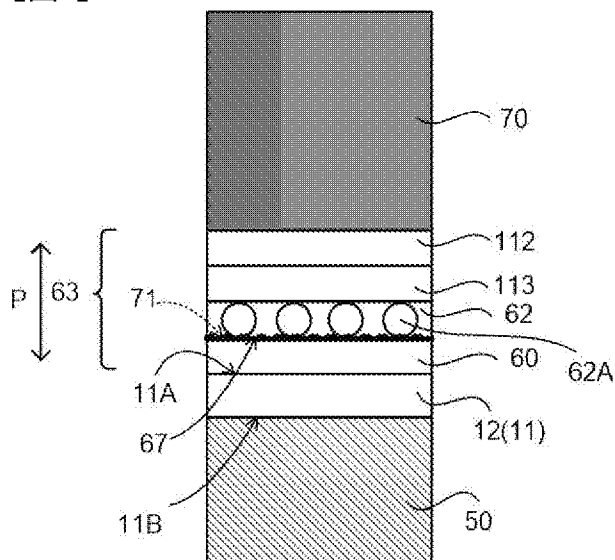
[図4A]



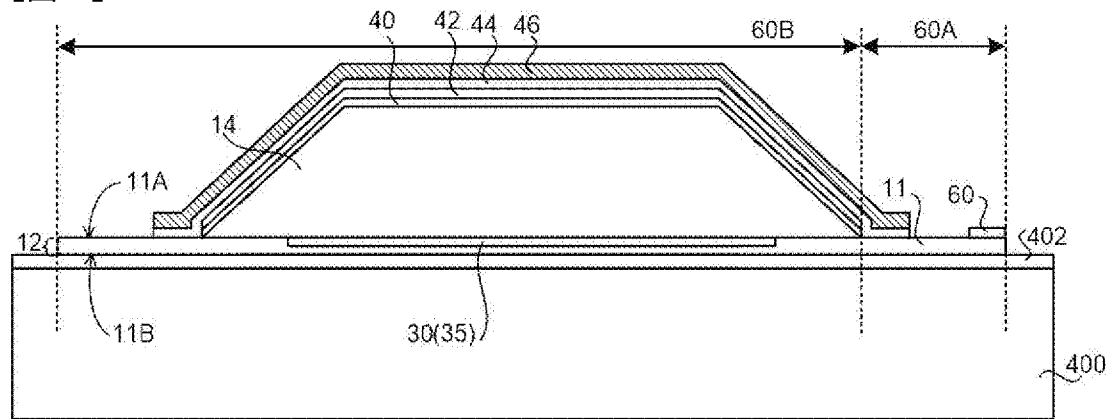
[図4B]



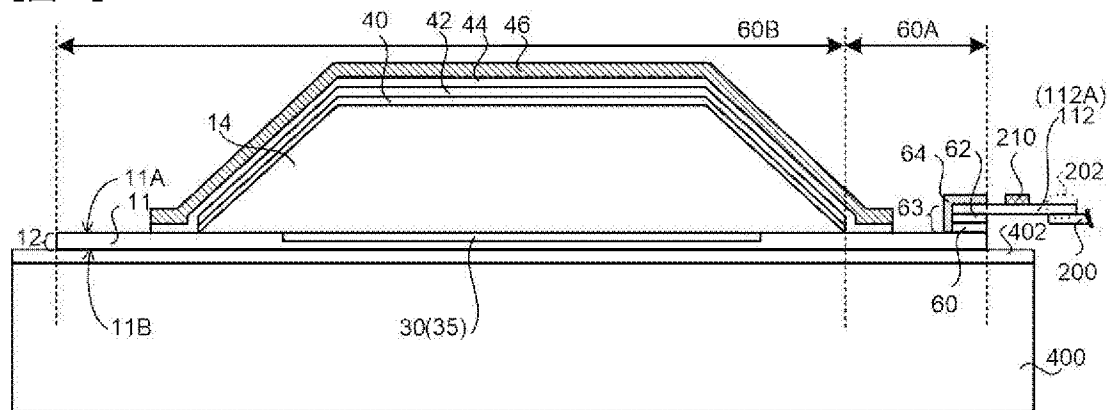
[図5]



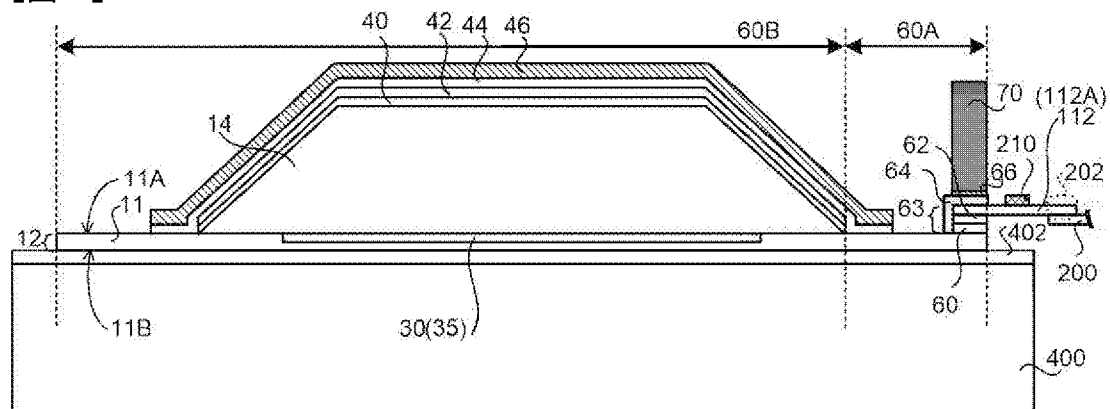
[図6A]



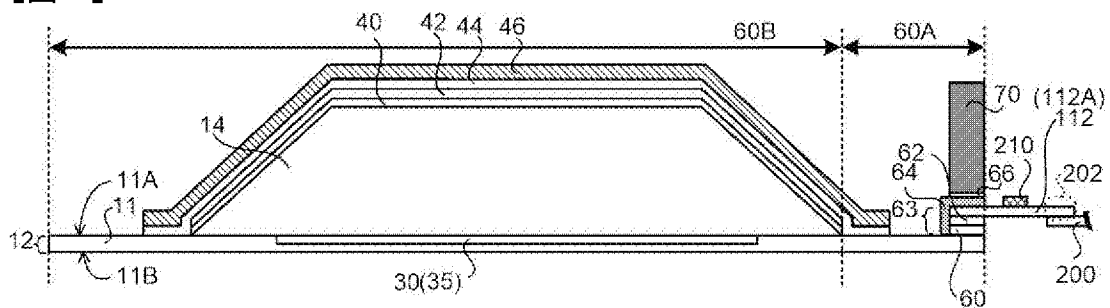
[図6B]



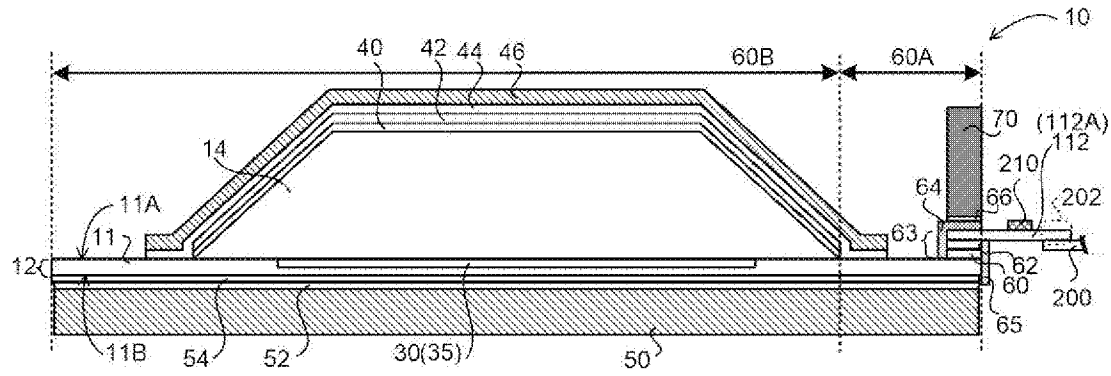
[図6C]



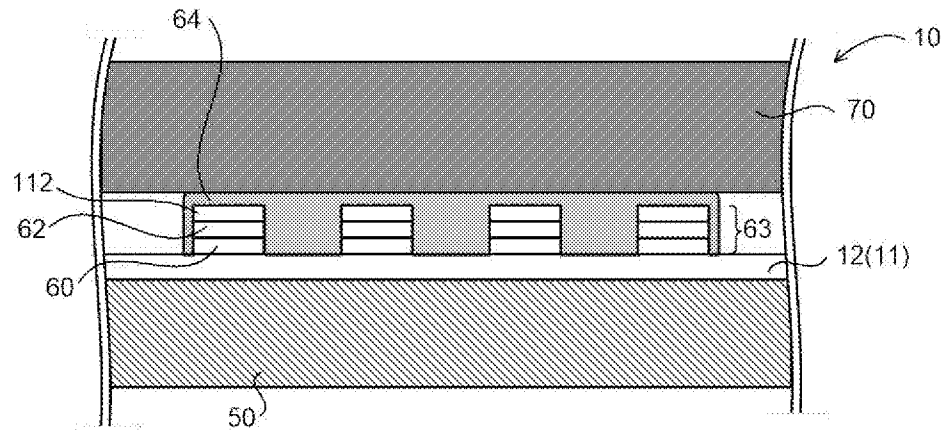
[図6D]



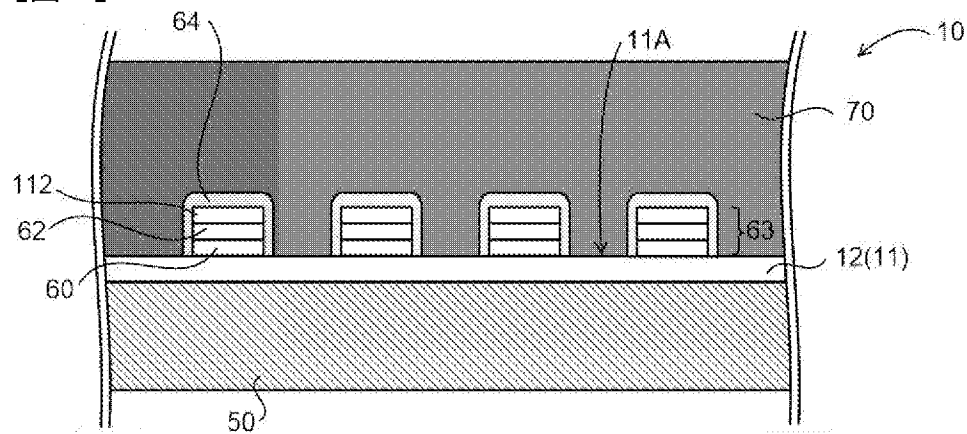
[図6E]



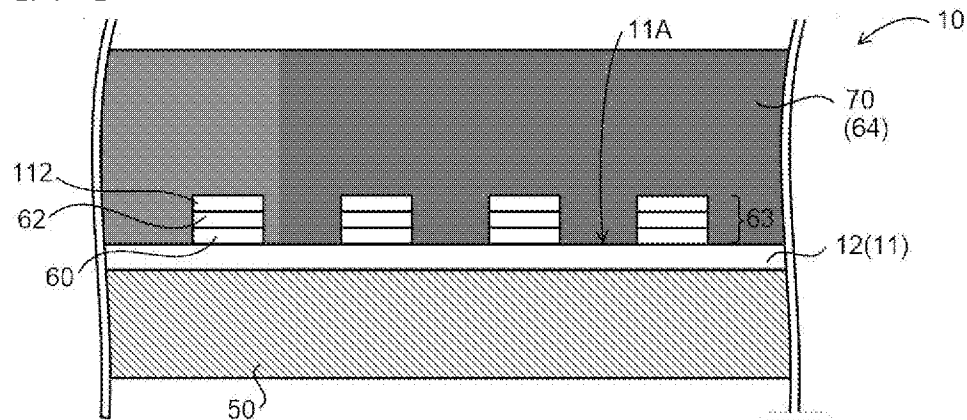
[図7]



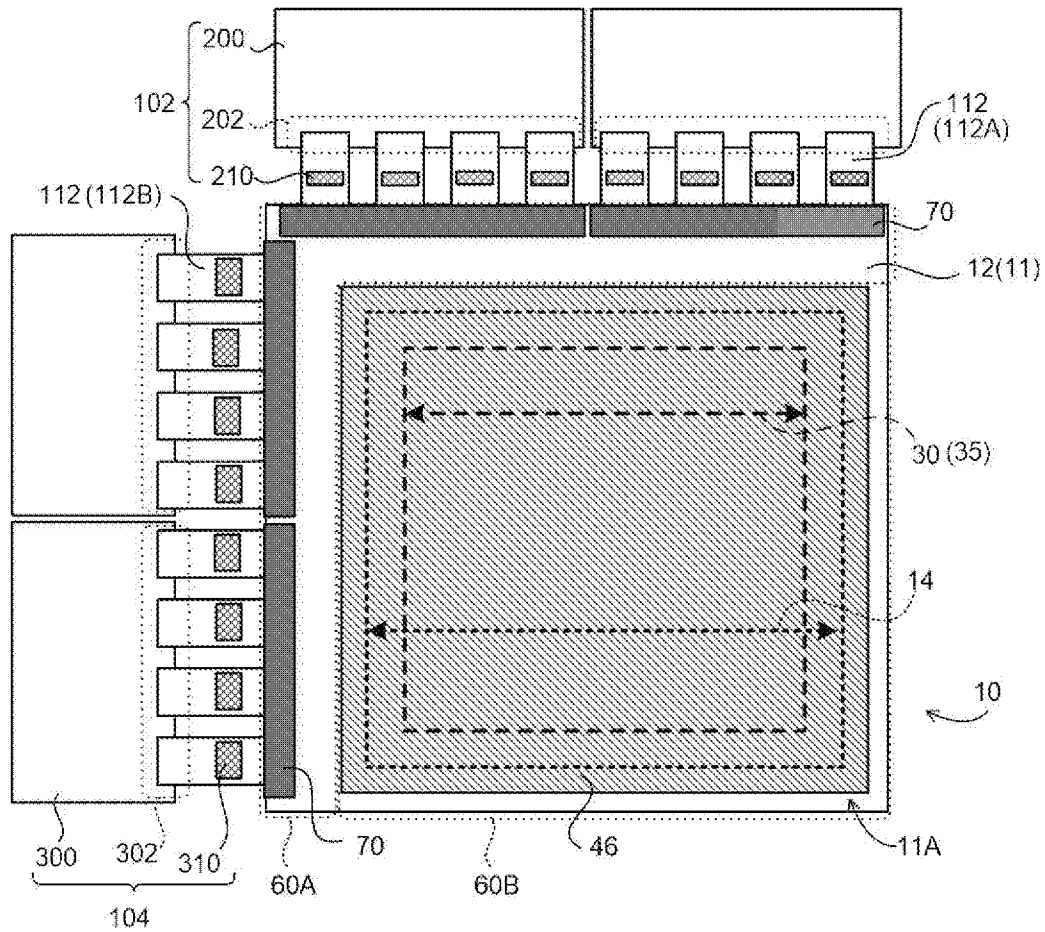
[図8A]



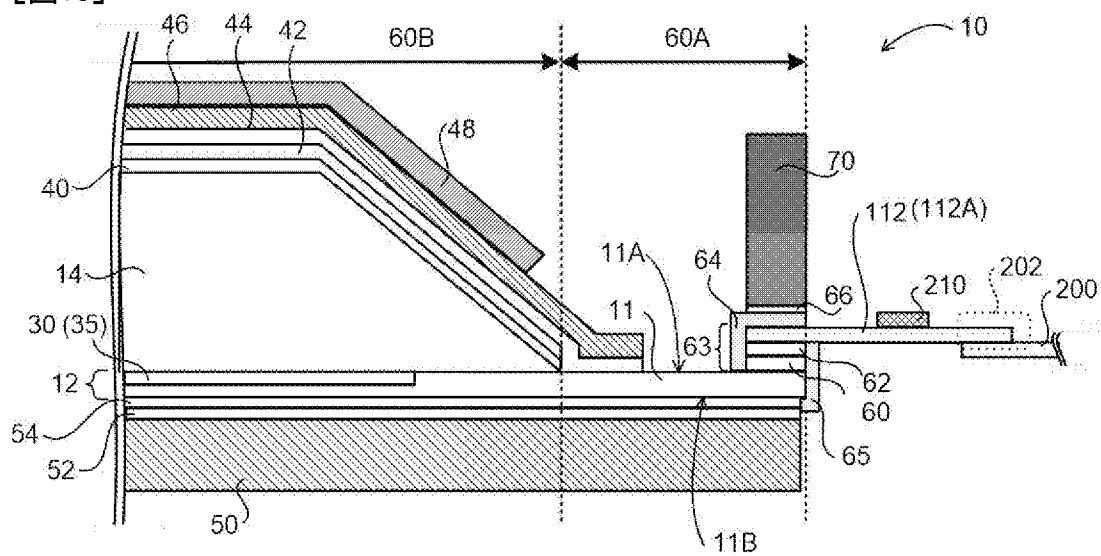
[図8B]



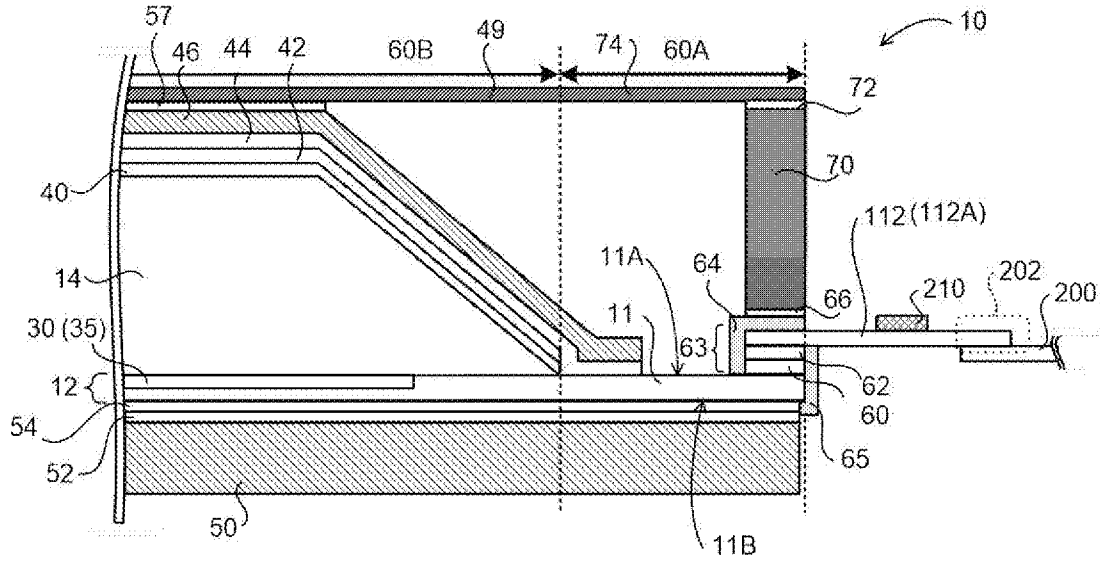
[図9]



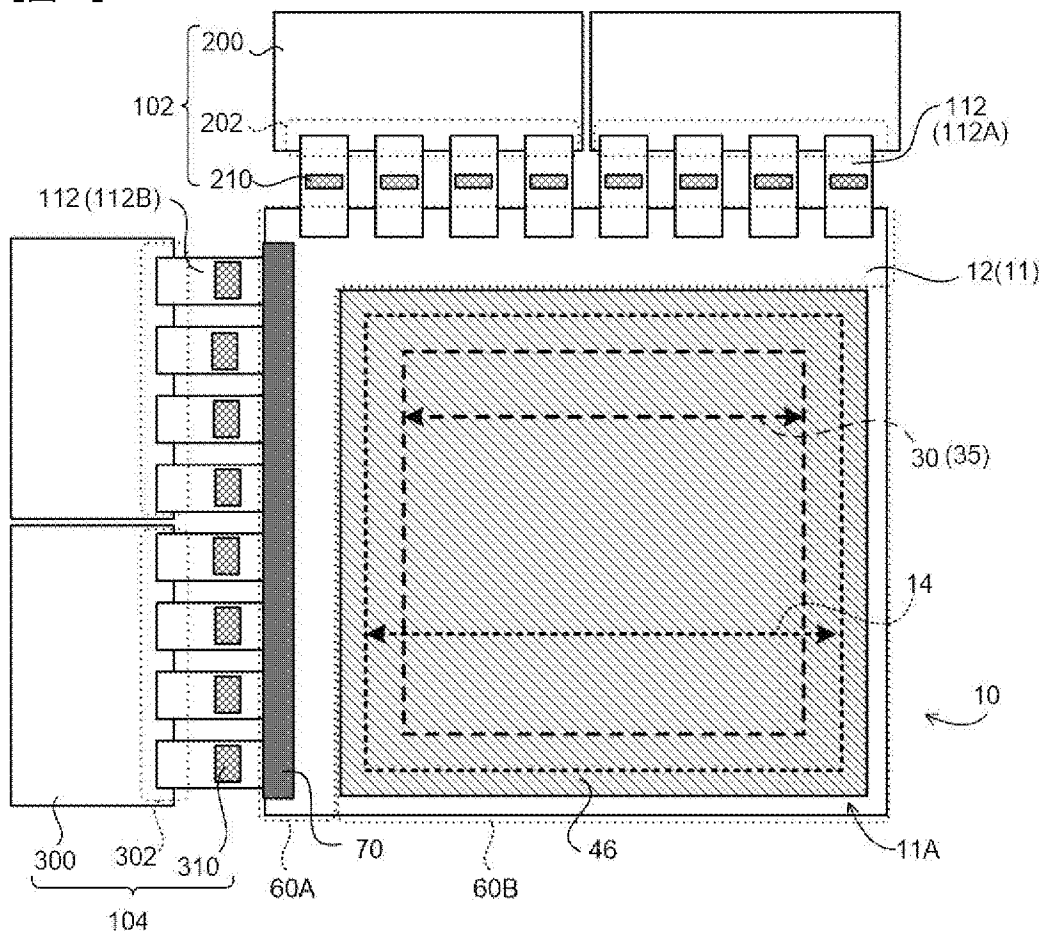
[図10]



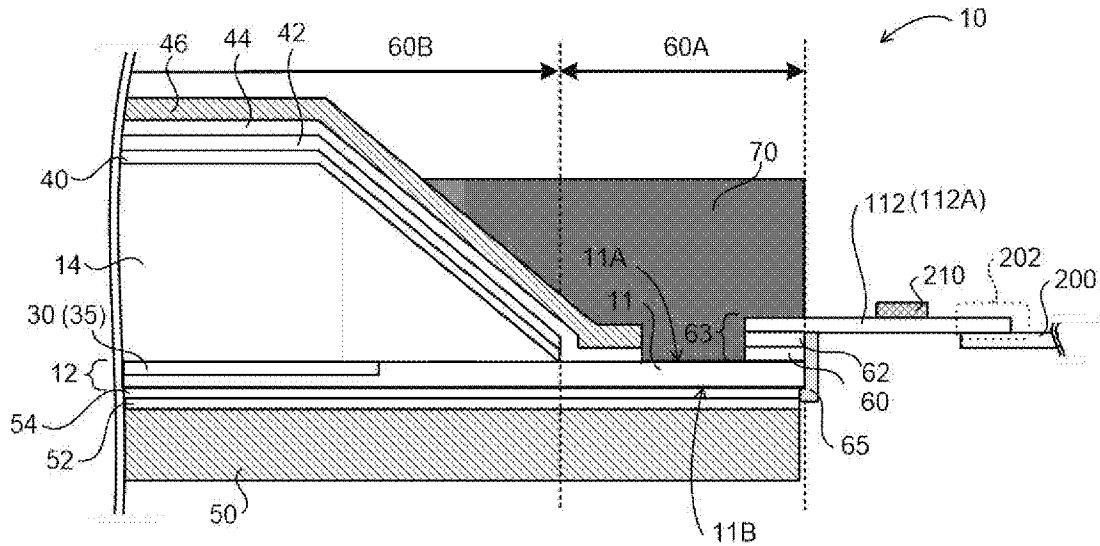
[図11]



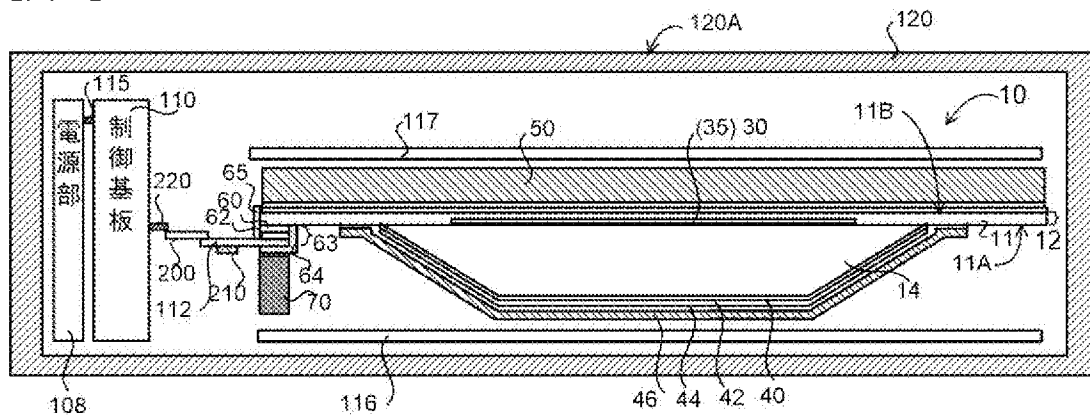
[図12]



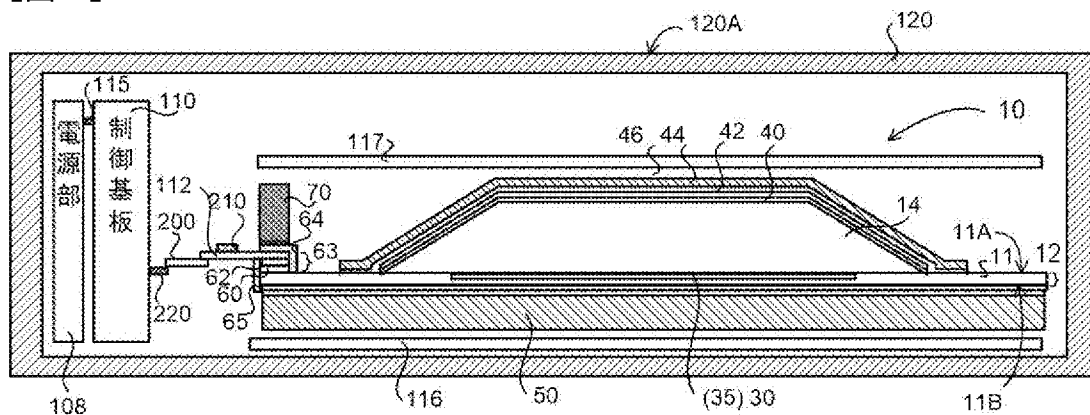
[図13]



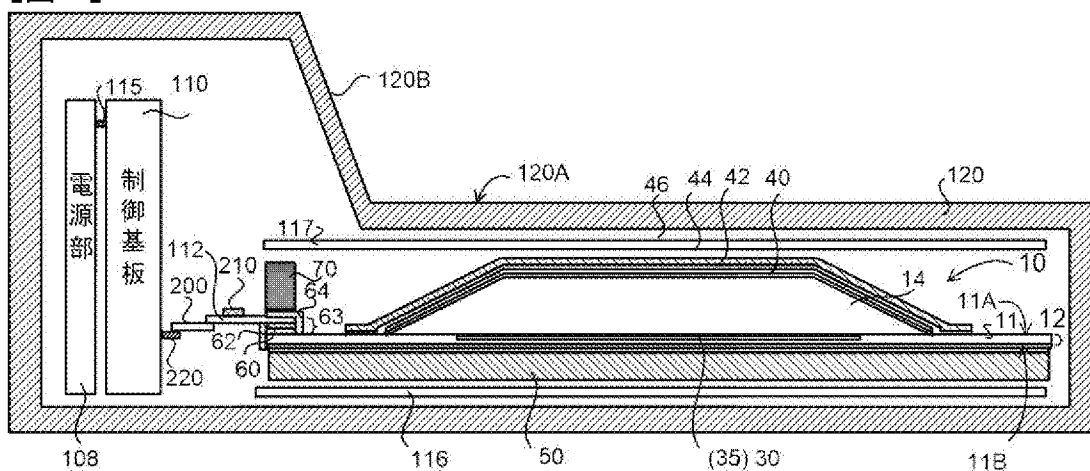
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/026746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T 1/20(2006.01)i; H01L 27/144(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i; H04N 5/32(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i

FI: G01T1/20 L; G01T1/20 E; G01T1/20 G; H04N5/32; H04N5/369;
H01L27/146 D; H01L27/146 C; H01L27/144 K

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; H01L27/144; H01L27/146; H04N5/32; H04N5/369

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
A	WO 2018/173894 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 27.09.2018 (2018-09-27) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2007-324502 A (FUJIFILM CORPORATION) 13.12.2007 (2007-12-13) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2014-025847 A (FUJIFILM CORPORATION) 06.02.2014 (2014-02-06) entire text, all drawings	1-14

☐ 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

"I" 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
25 September 2020 (25.09.2020)

Date of mailing of the international search report
06 October 2020 (06.10.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/026746

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/173894 A1	27 Sep. 2018	US 2018/0313962 A1 whole document CN 108966641 A TW 201835605 A	
JP 2007-324502 A	13 Dec. 2007	(Family: none)	
JP 2014-025847 A	06 Feb. 2014	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01T 1/20(2006.01)i; H01L 27/144(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i; H04N 5/32(2006.01)i; H04N 5/369(2011.01)i FI: G01T1/20 L; G01T1/20 E; G01T1/20 G; H04N5/32; H04N5/369; H01L27/146 D; H01L27/146 C; H01L27/144 K		
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）） G01T1/20; H01L27/144; H01L27/146; H04N5/32; H04N5/369		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
A	WO 2018/173894 A1 (富士フイルム株式会社) 27.09.2018 (2018-09-27) 全文、全図	1-14
A	JP 2007-324502 A (富士フイルム株式会社) 13.12.2007 (2007-12-13) 全文、全図	1-14
A	JP 2014-025847 A (富士フイルム株式会社) 06.02.2014 (2014-02-06) 全文、全図	1-14
☐ 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抵触するものではなく、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 25.09.2020		国際調査報告の発送日 06.10.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 関口 英樹 2G 4841 電話番号 03-3581-1101 内線 3226

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/026746

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/173894	A1	27.09.2018	US 2018/0313962 A1 whole document CN 108966641 A TW 201835605 A	
JP	2007-324502	A	13.12.2007	(ファミリーなし)	
JP	2014-025847	A	06.02.2014	(ファミリーなし)	