

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7547848号
(P7547848)

(45)発行日 令和6年9月10日(2024.9.10)

(24)登録日 令和6年9月2日(2024.9.2)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 1 T	1/20 (2006.01)	G 0 1 T	1/20	L	
G 0 1 T	1/202(2006.01)	G 0 1 T	1/20	E	
A 6 1 B	6/42 (2024.01)	G 0 1 T	1/20	G	
		G 0 1 T	1/202		
		A 6 1 B	6/42	5 0 0 S	
					請求項の数 5 (全28頁)
(21)出願番号	特願2020-136141(P2020-136141)				
(22)出願日	令和2年8月12日(2020.8.12)				
(65)公開番号	特開2022-32407(P2022-32407A)				
(43)公開日	令和4年2月25日(2022.2.25)				
審査請求日	令和5年7月13日(2023.7.13)				
(73)特許権者	000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号				
(74)代理人	110001254 弁理士法人光陽国際特許事務所				
(72)発明者	宇都宮 浩 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内				
審査官	佐藤 海				
					最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放射線検出器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも、放射線を光に変換する波長変換部と、前記光を電気信号に変換する光電変換部で構成される放射線検出部と、電子回路基板とを備える放射線検出器であって、
前記光電変換部が、可撓性基板を備え、前記可撓性基板の面上に少なくとも複数の半導体素子を有しており、
当該複数の半導体素子が、前記可撓性基板の前記波長変換部と接する撮像面に配列されており、
前記放射線検出部が、前記電子回路基板側の面に、発泡体で形成されている支持部材を備え、
前記電子回路基板が、複数の層を有し、
前記複数の層のうち少なくとも1層が、グランド層であり、
前記電子回路基板の同じ面に、駆動時に、熱を発生する電気・電子部品と磁界を発生する電気・電子部品が設けられ、
前記熱を発生する電気・電子部品と前記磁界を発生する電気・電子部品が、前記電子回路基板の前記放射線検出部側と反対側の面に設けられ、かつ、
前記電子回路基板と前記放射線検出部とが、前記発泡体の基台の表面と裏面のそれぞれ逆側に固定されている
ことを特徴とする放射線検出器。

【請求項2】

前記グランド層が、筐体のグランドと接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出器。

【請求項 3】

前記波長変換部が、シンチレータを備えていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の放射線検出器。

【請求項 4】

前記シンチレータにヨウ化セシウム結晶（CsI）が用いられていることを特徴とする請求項 3 に記載の放射線検出器。

【請求項 5】

前記光電変換部が、前記可撓性基板の面上に、少なくとも複数の光センサの機能を有する光ダイオードと複数のアドレス指定可能な薄膜トランジスタ（TFT）が配列された光センサパネルの構成を有している

10

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の放射線検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は放射線検出器に関する。より詳しくは、製品の軽量化と内部電子回路に備えられた電気・電子部品に起因する熱及び電磁界の画像に対する影響の低減化とを両立させた放射線検出器に関する。

【背景技術】

20

【0002】

放射線を光に変換する波長変換素子と前記光を電気信号に変換する光電変換素子を含む放射線検出部及び電子回路基板を備える放射線検出器（Flat Panel Detector：FPD）が従来知られている。

従来の放射線検出器は、センサパネルが主にガラスで形成されていた。

このため、例えばベッドに横たわる被検者の下に放射線検出器を敷き被検者の上方から放射線を照射して撮影するような場合に、放射線検出器に被検者の荷重がかかることで放射線検出器がたわみ、中のセンサパネルが割れてしまう可能性があった。

【0003】

また、持ち歩き時に放射線検出器を誤ってぶつけたり落下させたりすることで、放射線検出器が衝撃を受け、センサパネルが割れてしまう可能性もあった。

30

上記のような問題を解決するためには、製品を軽量化することや、柔軟性のある部材を用いることが重要である。

【0004】

上記のように、従来の放射線検出器における放射線検出部には、ガラス製の薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor：以下、「TFT」と略称する。）センサパネルが用いられていたが、これを可撓性を有するTFTセンサパネル（「フレキシブルTFTセンサパネル」ともいう。）とすることで、製品を軽量化することができ、落下衝撃を抑えることができ、堅牢性を高めることができる。

【0005】

40

しかし、可撓性TFTセンサパネルに用いられている可撓性基材は、表面に画素を形成するため、その他構成部材に比べて熱膨張係数が高いという特徴がある。

そのため、可撓性基材が、大きな電流を消費して発熱する電気・電子部品から熱を受けた場合、局所的に膨張し、放射線検出器の波長変換部（例えばシンチレータ）から剥離することがあり、また、画素に熱ノイズやオフセットが生じるため画像に影響がでるという問題を生じることが、本発明者の検討で明らかになった。

【0006】

その他、次のような問題が生じるということも明らかになった。

すなわち、電気・電子部品が、例えばDC-DC電源回路で使用されるインダクタの場合には、熱だけでなく交流磁界も発生し、交流磁界が画素読み出し信号線に作用して交流

50

電流ノイズを発生させ、交流電流がセンサ信号線に誘導電流を生じさせ、信号線が持つインピーダンスにより、画素電圧値に変換されて、画像に横すじが現れることがある。

また、交流磁界から交流電界が生じて寄生容量を介して画素読み出し信号線にノイズとして伝わることもある。

【0007】

上記のような問題を解決するため、熱の影響に関して一般的には、発熱を抑制するために、例えば部材として熱拡散材を追加して熱を拡散させること、断熱材を挿入して熱の伝導を抑制すること、充電時間が長くなってしまうトレードオフを許容して充電電流を絞ること、及び通信機能の通信速度を落とすこと、CPUの演算処理など、処理時間が長くなってしまうトレードオフを許容して処理速度を落とす等が行われてきた。

10

【0008】

また、電磁界の影響に関して一般的には、高透磁率シート又は導体板を追加して電磁界を遮蔽したりすることで悪影響を低減すること等が行われてきた。

【0009】

特許文献1には、断熱材とシールド材を使用して、TFTセンサパネルに対する電気・電子部品からの熱と電磁界の影響を低減する技術が開示されている。

しかし、金属製の筐体等を使用していて堅牢ではあるが、製品重量が重くなるという問題があった。

【0010】

特許文献2には、可撓性基板上に配置された光センサ・アレイにシンチレータが光学的に結合された構成の放射線イメージャが、可撓性がありかつ堅牢性を有するイメージャとして開示されている。

20

しかし、上記イメージャでは、熱と電磁界の影響を低減することについては考慮されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【文献】特開2000-116633号公報

【文献】特開2004-64087号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、上記問題・状況に鑑みてなされたものであり、その解決課題は、製品の軽量化と内部電子回路に備えられた電気・電子部品に起因する熱及び電磁界の画像に対する影響の低減化とを両立させた放射線検出器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者は、上記課題を解決すべく、上記問題の原因等について検討する過程において、放射線検出器の電子回路基板中に設けられる電気・電子部品の配置等が放射線画像等に重大な影響を与えることを見出し、本発明に至った。

40

すなわち、本発明に係る上記課題は、以下の手段により解決される。

【0014】

1. 少なくとも、放射線を光に変換する波長変換部と、前記光を電気信号に変換する光電変換部で構成される放射線検出部と、電子回路基板とを備える放射線検出器であって、前記光電変換部が、可撓性基板を備え、前記可撓性基板の面上に少なくとも複数の半導体素子を有しており、

当該複数の半導体素子が、前記可撓性基板の前記波長変換部と接する撮像面に配列されており、

前記放射線検出部が、前記電子回路基板側の面に、発泡体で形成されている支持部材を備え、

50

前記電子回路基板が、複数の層を有し、
前記複数の層のうち少なくとも1層が、グランド層であり、
前記電子回路基板の同じ面に、駆動時に、熱を発生する電気・電子部品と磁界を発生する電気・電子部品が設けられ、
前記熱を発生する電気・電子部品と前記磁界を発生する電気・電子部品が、前記電子回路基板の前記放射線検出部側と反対側の面に設けられ、かつ、
前記電子回路基板と前記放射線検出部とが、前記発泡体の基台の表面と裏面のそれぞれ逆側に固定されている

ことを特徴とする放射線検出器。

【0018】

2. 前記グランド層が、筐体のグランドと接続されている
ことを特徴とする第1項に記載の放射線検出器。

【0019】

3. 前記波長変換部が、シンチレータを備えている
ことを特徴とする第1項又は第2項に記載の放射線検出器。

【0020】

4. 前記シンチレータにヨウ化セシウム（CsI）結晶が用いられていることを特徴とする第1項から第3項までのいずれか一項に記載の放射線検出器。

【0021】

5. 前記光電変換部が、前記可撓性基板の面上に、少なくとも複数の光センサの機能を有する光ダイオードと複数のアドレス指定可能な薄膜トランジスタ（TFT）が配列された光センサパネルの構成を有している
ことを特徴とする第1項から第4項までのいずれか一項に記載の放射線検出器。

【発明の効果】

【0022】

本発明の上記手段により、製品の軽量化と内部電子回路に備えられた電気・電子部品に起因する熱及び電磁界の画像に対する影響の低減化とを両立させた放射線検出器を提供することができる。

【0023】

本発明の効果の発現機構又は作用機構については、必ずしも明確にはなっていない面があるが、以下のように推察している。

【0024】

製品の軽量化については、一般に、熱・電磁界遮蔽対策部材を使わない手段が考えられるが、本発明においては、電気・電子部品を、前記電子回路基板の前記放射線検出部側と反対側の面に設けることによって、電気・電子部品に起因する熱及び電磁界の画像に対する影響を低減化するとともに、熱・電磁界遮蔽対策部材を使わないことができ、それにより軽量化が実現できたと考えられる。

また、上記方法により電気・電子部品に起因する熱の影響を低減化できたことから、放射線検出部の波長変換部と光電変換部とを含むセンサパネルの熱膨張を低減でき、その結果、波長変換部（例えばシンチレータ）の剥離を防止することが実現できたと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の放射線検出器の一例を示す概念図

【図2】従来の放射線検出器の一例を示す概念図

【図3】本発明の第1，第2実施形態に係る放射線検出器の斜視図

【図4】図3の放射線検出器（第1実施形態の場合）のA-A断面図

【図5】図4の部分断面図

【図6】図3の放射線検出器の一部（光電変換部）の一例を示す平面図

【図7】図3の放射線検出器が備える支持部材の一例を示す側面図

【図8】図3の放射線検出器の製造途中の状態を示す側面図

10

20

30

40

50

【図 9】図 3 の放射線検出器の製造途中の状態を示す斜視図

【図 10】(a) は取付部材の一例を示す斜視図、(b) は支持部材に固定された状態の (a) の取付部材を示す断面図

【図 11】(a) は取付部材の一例を示す斜視図、(b) は支持部材に固定された状態の (a) の取付部材を示す断面図

【図 12】(a) は取付部材の一例を示す斜視図、(b) ~ (d) は支持部材に固定された状態の (a) の取付部材を示す断面図

【図 13】取付部材の一例を示す斜視図

【図 14】図 3 の放射線検出器 (第 2 実施形態の場合) の A - A 断面図

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の放射線検出器は、少なくとも、放射線を光に変換する波長変換部と、前記光を電気信号に変換する光電変換部で構成される放射線検出部と、電子回路基板とを備える放射線検出器であって、前記光電変換部が、可撓性基板を備え、前記可撓性基板の面上に少なくとも複数の半導体素子を有しており、当該複数の半導体素子が、前記可撓性基板の前記波長変換部と接する撮像面に配列されており、前記放射線検出部が、前記電子回路基板側の面に、発泡体で形成されている支持部材を備え、前記電子回路基板が、複数の層を有し、前記複数の層のうち少なくとも 1 層が、グランド層であり、前記電子回路基板の同じ面に、駆動時に、熱を発生する電気・電子部品と磁界を発生する電気・電子部品が設けられ、前記熱を発生する電気・電子部品と前記磁界を発生する電気・電子部品が、前記電子回路基板の前記放射線検出部側と反対側の面に設けられ、かつ、前記電子回路基板と前記放射線検出部とが、前記発泡体の基台の表面と裏面のそれぞれ逆側に固定されていることを特徴とする。

この特徴は、下記各実施形態に共通又は対応する技術的特徴である。

【0027】

本発明の実施形態としては、前記電子回路基板の同じ面に、駆動時に、熱を発生する電気・電子部品と磁界を発生する電気・電子部品が設けられている。

【0028】

また、前記放射線検出部が、前記電子回路基板側の面に、発泡体で形成されている支持部材を備えており、断熱性に優れ、絶縁体でもある発泡材により熱や磁界の影響を低減化できるとともに、軽量化できる。

【0029】

さらに、前記電子回路基板が、複数の層を有し、前記複数の層のうち少なくとも 1 層が、グランド層であることで、熱拡散と磁界遮蔽に優れる。

なお、前記グランド層が、筐体のグランドと接続されていることが、電界遮蔽の観点から好ましい。

【0030】

本発明の実施形態においては、前記波長変換部が、シンチレータを備えていることが、軽量化等の観点から好ましい。

【0031】

前記シンチレータにヨウ化セシウム (CsI) 結晶が用いられていることが、効果発現の観点から好ましい。

【0032】

また、前記光電変換部が、前記可撓性基板の面上に、少なくとも複数の光センサの機能を有する光ダイオードと複数のアドレス指定可能な薄膜トランジスタ (TFT) が配列された光センサパネルの構成を有していることが、軽量化と柔軟性等の観点から好ましい。

【0033】

以下、本発明とその構成要素及び本発明を実施するための形態・態様について説明をする。なお、本願において、「~」は、その前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む意味で使用する。

10

20

30

40

50

【0034】

[本発明の放射線検出器の概要]

本発明の放射線検出器は、少なくとも、放射線を光に変換する波長変換部と、前記光を電気信号に変換する光電変換部で構成される放射線検出部と、電子回路基板とを備える放射線検出器であって、前記光電変換部が、可撓性基板を備え、前記可撓性基板の面上に少なくとも複数の半導体素子を有しており、当該複数の半導体素子が、前記可撓性基板の前記波長変換部と接する撮像面に配列されており、前記放射線検出部が、前記電子回路基板側の面に、発泡体で形成されている支持部材を備え、前記電子回路基板が、複数の層を有し、前記複数の層のうち少なくとも1層が、グランド層であり、前記電子回路基板の同じ面に、駆動時に、熱を発生する電気・電子部品と磁界を発生する電気・電子部品が設けられ、前記熱を発生する電気・電子部品と前記磁界を発生する電気・電子部品が、前記電子回路基板の前記放射線検出部側と反対側の面に設けられ、かつ、前記電子回路基板と前記放射線検出部とが、前記発泡体の基台の表面と裏面のそれぞれ逆側に固定されていることを特徴とする。

10

【0035】

図1は、本発明の放射線検出器の一例を示す概念図である。また、図2は、従来の放射線検出器の一例を示す概念図である。

【0036】

図1に示すように、本発明の放射線検出器は、従来の放射線検出器と異なり、駆動時に熱又は磁界を発生する電気・電子部品を、前記電子回路基板の前記放射線検出部側と反対側の面に設けることにより、電気・電子部品から発せられた熱や磁界の影響を直接的には放射線検出部に与えない配置構成になっている。

20

したがって、波長変換部及び光電変換部を含むセンサパネルの熱による局所的な膨張を抑制することができ、シンチレータ等の波長変換部との貼合界面での剥離を防ぐことができる。

【0037】

なお、図1及び図2において電気・電子部品1(E1)は発熱部品であり、電気・電子部品2(E2)は磁界発生部品である。

【0038】

ここで、「発熱部品」とは、電気・電子部品のうち放射線検出器全体に与える熱の影響が他の電気・電子部品に比べて著しく大きいものをいい、状況に応じて発熱部品を磁界発生部品ととらえることもできる。

30

【0039】

また、「磁界発生部品」とは、電気・電子部品のうち放射線検出器全体に与える磁界の影響が他の電気・電子部品に比べて著しく大きいものをいい、状況に応じて磁界発生部品を発熱部品ととらえることもできる。

【0040】

1. 放射線検出部

本発明に係る放射線検出部は、少なくとも、波長変換部と光電変換部で構成されていることを特徴とする。

40

後述するように、パネル状の波長変換部と光電変換部とが積み重ねられて積層体のセンサパネルを構成する形態であることが好ましい。

以下において、各種機能を有する主要な構成部について説明する。

【0041】

(1.1) 波長変換部

波長変換部は、放射線を、可視光を含む別の波長の電磁波(光)に変換する機能を有する素子、例えばシンチレータ等を備えていることを要する。

ここで、「シンチレータ」とは、放射線により励起されることにより蛍光を発光する特性を示す物質の総称である。

シンチレータとしては、従来、放射線の検出のために用いられている各種シンチレータ

50

を用いることができる。

X線などの放射線を可視光などの異なる波長に変換することが可能な物質であれば、シンチレータとして用いることができる。

これらの物質の中でも、例えばヨウ化セシウム（CsI）は、X線などの放射線エネルギーを可視光に変換する効率が比較的高い。

ヨウ化セシウム（CsI）は蒸着法により、柱状結晶から構成されるシンチレータ薄膜を形成することができる。

柱状結晶は光学特性に優れる反面、熱膨張率（ $54 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ）が小さい。

【0042】

（1.2）光電変換部

本発明に係る光電変換部は、光電効果により、物質の電氣的性質や電子の状態が変化することを利用して、光の持つ情報を電気信号に変換する機能を有する。

本発明に係る光電変換部は、可撓性基板の面上に少なくとも複数の半導体素子を有していることを特徴とする。

【0043】

ここでいう「半導体素子」とは、光を電気信号に変換できる光導電素子、光ダイオード（「フォトダイオード」ともいう。）及びフォトトランジスタ等、並びに電子回路において、電流の増幅やスイッチ等の機能を有するトランジスタ等である。

【0044】

本発明の実施形態としては、例えば前記光電変換部が、前記可撓性基板の面上に、少なくとも複数の光センサの機能を有する光ダイオード（フォトダイオード）と複数のアドレス指定可能な薄膜トランジスタ（TFET）が配列された光センサパネルの構成を有しているいわゆる「TFETセンサパネル」又は「光センサ・アレイ」であることが好ましい。

【0045】

従来の放射線検出器における放射線検出部のTFETセンサパネルは、ガラス製の基板を用いていた。

しかし、TFETセンサパネルを可撓性基板を用いた上記のような構成の可撓性（フレキシブル）TFETセンサパネルにすることが、落下衝撃等によるガラス破損等を防ぎ、堅牢性及び柔軟性が高くなる上に、軽量化できる点で好ましい。

【0046】

一方、可撓性基板は、一般に、その他構成部材に比べて熱膨張係数が大きい。

そのため、大きな電流を消費して発熱する電気部品からの熱を受けた場合、局所的に膨張し、シンチレータ等の波長変換部が剥離することがある。

【0047】

しかし、本発明の放射線検出器では、図1に示すように、電気・電子部品を放射線検出部側と反対側の面に設けることにより、可撓性基板を有する光電変換部に対する熱の影響は、低減することができる。

また、同時に磁界の影響も低減することができる。

【0048】

さらに、熱や磁界の影響を低減するために、従来のような熱拡散材、断熱材、高透磁率シート等を備える必要性が軽減でき、製品の軽量化ができる。

【0049】

2. 電子回路基板と電気・電子部品

本発明に係る「電子回路基板」とは、受動素子（抵抗、コイル、コンデンサ等）と能動素子（トランジスタ、IC、ダイオード等）を使って構成された回路を備えた基板をいう。

具体的には、走査回路、読み出し回路、無線通信回路、制御回路、電源回路、バッテリー、コネクタ等の電子回路又は電気回路を備えた基板をいう。

【0050】

本発明に係る「電気・電子部品」とは、上記電子回路を構成する又は関連して用いられる電子部品及び電気部品をいう。

10

20

30

40

50

【0051】

「電気・電子部品」としては、例えば受動部品として、DC-DC電源回路で使用されるインダクタを挙げることができる。

大きな電流を流す場合は、インダクタが持つ抵抗成分により、ジュール熱が発生する。

また、DC-DC電源回路の後段にある回路を駆動する際に、回路の負荷が時間的に変化することで、交流磁界が発生し、交流磁界が画素読み出し信号線に作用して誘導電流を生じさせ、信号線が持つインピーダンスにより、画素電圧値に変換されて、画像に横すじが現れることがある。

【0052】

また、能動部品として、無線通信用LSIを挙げることができる。

送信時には大きな電流を消費し、発熱源になる。

一方、受信時には比較的消費電流が小さい。

【0053】

TCP (Transmission Control Protocol) のように、通信状況を送信側と受信側で相互にハンドシェイクで確認し合いながら通信をする場合、送信と受信を交互に行うため、大きな交流電流が発生し、前記DC-DC電源回路で使用されるインダクタの説明と同様の作用機序で画像に横すじが現れることがある。

【0054】

(グラウンド層)

本発明の実施形態としては、前記電子回路基板が複数の層を有し、前記複数の層のうち少なくとも1層がグラウンド層すなわちベタグラウンド (ベタGND) である。

ここで、本発明に係る「グラウンド層」とは、電子回路を動作させる上での基準電位となる部分 (層) をいう。

すなわち、電子回路において、基準電位との電位差が0Vである部分のことである。

【0055】

なお、「ベタグラウンド」とは、電子回路基板が有する複数の層のうち絶縁層に設けられ、面的な広がりを持つグラウンド電極である。

実施形態としては、前記グラウンド層が、筐体のグラウンドと接続されていることが電界遮蔽の観点から好ましい。

【0056】

3. 支持部材

本発明に係る放射線検出部は、電子回路基板側の面に、発泡体で形成されている支持部材を備えている形態であり、電気部品の影響の軽減及び放射線検出器の軽量化の点で優れる。

【0057】

発泡体としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、変性ポリフェニレンエーテル、ポリウレタン、アクリル、エポキシ、これらの樹脂のうちの少なくとも二種以上が混合された樹脂からなる発泡体であることが好ましい。

【0058】

一般に、軟質樹脂は、硬質樹脂に比べて剛性が低い。一方、軟質樹脂からなる発泡体は、発泡倍率が低いほど剛性が高いことが知られている。

このため、発泡体を製造する際の発泡倍率を調整することにより必要な剛性を得ることができる。

【0059】

発泡体は軽量であり、断熱性に優れ絶縁体でもあるため、本発明に係る電子回路基板と放射線検出部とを、発泡体の基台の表面と裏面のそれぞれ逆側に固定することで、熱・磁界発生源と画素との間の断熱又は絶縁距離を離すことができ、軽量かつ熱拡散可能であり、電磁界遮蔽もかね備えさせることができる。

【0060】

4. 実施形態

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

しかし、本発明は、図面に図示されたものに限定されるものではない。

【0061】

＜第1実施形態＞

本発明の第1実施形態について、図3～図13を参照しながら説明する。

図3は、放射線検出器（以下、「検出器100」と略記する。）の斜視図である。

図3に示すように、本実施形態に係る検出器100は、例えば筐体110と、内部モジュール120と、を備えている。

さらに、検出器100は、各種スイッチS（電源スイッチ、操作スイッチ等）、インジケータI等をも備えている。

以下において、当該検出器100の各構成要素について説明する。

【0062】

〔1〕筐体

図3において、筐体110は、放射線を光に変換する波長変換部と、前記光を電気信号に変換する光電変換部で構成される放射線検出部、電子回路基板及び電気・電子部品等を含む内部モジュール120を収容するための箱、すなわちフレームを含めた外装である。

図4は、図3の放射線検出器（第1実施形態の場合）のA-A断面図であり、図4に示すように、筐体110は、箱体1と蓋体2とを備えている。

本実施形態に係る筐体110は、矩形のパネル状をしている。

【0063】

（1.1）箱体

図4に示すように、箱体1は、前面部11を有している。

また、本実施形態に係る箱体1は、側面部12をさらに有している。

本実施形態に係る前面部11及び側面部12は一体に形成されている。

なお、前面部11と側面部12とは別部材であってもよい。

【0064】

（1.1.1）前面部

図4に示すように、前面部11は、内部モジュール120が備える後述する撮像面312gと対向するとともに当該撮像面312g（図5及び図6参照。）と平行に広がっている。

なお、図5は、図4の部分断面図である。

また、前面部11の外側表面が検出器100（筐体110）の放射線入射面11a（前面）となる。

【0065】

本実施形態に係る前面部11は、矩形の板状に形成されている。

本実施形態に係る放射線入射面11aには、センサパネル31（図4及び図5参照。）の有効画像領域（複数の半導体素子312b（図6参照。）が配列された領域）の範囲が図示しない枠で示されている。

なお、図6は、図3の放射線検出器の一部（光電変換部）の一例を示す平面図である。

【0066】

前面部11は、放射線を透過する材料で形成されている。

本実施形態に係る筐体110の材料は、炭素繊維強化樹脂（Carbon Fiber Reinforced Plastic：CFRP）、ガラス繊維強化樹脂（Glass Fiber Reinforced Plastic：GFRP）、軽金属、又は軽金属を含む合金である。

【0067】

なお、筐体110の材料は、炭素繊維強化熱可塑性樹脂（Carbon Fiber Reinforced Thermoplastics：CFRTP）であってもよい（図4参照。）。

また、筐体110の材料を炭素繊維強化（熱可塑性）樹脂又はガラス繊維強化樹脂とする場合、プリプレグよりも短い繊維を含む材料であるSMC（Sheet Molding Compound）を用いて形成されたものとしてもよい。

10

20

30

40

50

【0068】

軽金属には、アルミニウムやマグネシウムのような相対的に比重が低い金属が含まれる。

こうすることで、筐体110の剛性を保ちつつ筐体110を軽量化することができる。

特に、炭素繊維強化樹脂は、放射線透過率が大きいため、被検者を透過してきた放射線が途中で減衰することなく内部モジュール120へ到達する。

このため、放射線画像の画質を、筐体110を他の材料とした場合よりも高くすることができる。

【0069】

(1.1.2) 側面部

図4に示すように、側面部12は、前面部11の周縁部から、放射線入射面11aと直交する方向であって背面部21が存在する方向に延設されている。

また、側面部12の外側表面が検出器100（筐体110）の側面となる。

【0070】

(1.2) 蓋体

図4に示すように、蓋体2は、背面部21を有している。

本実施形態に係る蓋体2は、全体が背面部21となっている。

背面部21は、内部モジュール120を挟んで箱体1の前面部11と対向するとともに当該前面部11と平行に広がっている。

また、背面部21の外側表面が検出器100（筐体110）の背面となる。

【0071】

また、本実施形態に係る背面部21は、前面部11とほぼ等しい矩形に形成されている。

本実施形態に係る背面部21の材料は、炭素繊維強化樹脂、ガラス繊維強化樹脂、軽金属、又は軽金属を含む合金である。

なお、背面部21の材料は、箱体1と同じであってもよいし、異なってもよい。

【0072】

このように構成された蓋体2（背面部21）は、箱体1の側面部12に当接するとともに側面部12に取り付けられる。

これにより、側面部12は、前面部11と背面部21とをつなぐことになる。

【0073】

本実施形態に係る蓋体2は、箱体1にネジ止めされる。

このため、検出器100を修理したりメンテナンスしたりする場合に、ネジを緩めて取り外すだけで背面部21を前面部11と側面部12から分離することができる。

すなわち、検出器100をメンテナンスする者は、前面部11と側面部12により収納された内部モジュール120に容易にアクセスすることができる。

【0074】

また、蓋体2と箱体1の間にパッキンを挟んでネジ止め、あるいは接着することにより、防水構造としてもよい。

水分が浸入しないことで、発泡体が吸水してセンサパネルや電気・電子部品に影響することを防止できる。

【0075】

(1.3) その他

なお、図4には、側面部12が前面部11と一体形成された筐体110（箱体1）を例示したが、筐体110は、側面部12が背面部21と一体になったものであってもよいし、前面部11、側面部12及び背面部21がそれぞれ別々の部材となっているものであってもよい。

また、前面部11と背面部21の両方が側面部を備えたものであってもよい。

また、図4には、箱体1と蓋体2とを備える筐体110を例示したが、前面部11と、背面部21と、前面部11の両端と背面部21の両端とをそれぞれつなぐ一対の側面部12と、を有し筒状に形成された筒体と、筒体の開口部を閉塞する蓋体と、を備えたものであってもよい。

10

20

30

40

50

【0076】

また、筐体110は、背面部21における周縁部に凹部が設けられたものであってもよい。

このようにすれば、凹部に指をかけることができるため、検出器100の把持性が向上し、持ち運ぶ人が検出器100を落としにくくなる。

また、筐体110は、表面全体又は材料自体に練りこまれた抗菌加工が施されたものであってもよい。

【0077】

また、筐体110は、角部（前面部11の四隅及び背面部21の四隅のうちの少なくともいずれか）に保護部材が設けられたものであってもよい。

保護部材の材料は、金属であってもよいが、本実施形態に係る検出器100は軽量で、衝突によって受ける衝撃が小さいため、弾性体（樹脂やゴム、エラストマー等）であってもよい。

【0078】

なお、少なくとも一つの保護部材は、色及び形状のうちの少なくとも一方が他の保護部材と異なっているもよい。

このようにすれば、色及び形状のうちの少なくとも一方が他と異なる保護部材の位置によって、検出器100の向きを容易に識別することができる。

【0079】

〔2〕内部モジュール

「内部モジュール120」とは、筐体の内部に収容される放射線を光に変換する波長変換部と、前記光を電気信号に変換する光電変換部、等で構成される放射線検出部、電子回路基板、電気・電子部品及び支持部材等をいう。

【0080】

図4に示すように、内部モジュール120は、筐体110の前面部11の内面に固定されている。

【0081】

内部モジュール120の筐体110への固定方法には、接着剤を用いた接着、粘着テープを用いた粘着、内面に形成された凹部又は凸部への嵌合、内面に形成された係合部への係合等が含まれる。

こうすることで、検出器100の側面とほぼ直交する方向から衝撃を受けたときに、内部モジュール120が移動してしまうことを抑制することができる。

【0082】

また、本実施形態に係る内部モジュール120は、図4に示すように側面部12の内面と所定距離 d だけ離間している。

すなわち、内部モジュール120と側面部12の間には幅が d 以上の空隙が存在する。

【0083】

こうすることで、検出器100は、検出器100の側面とほぼ直交する方向から衝撃を受けたときに、内部モジュール120が側面部12に衝突して破損してしまうことを防ぐことができる。

【0084】

内部モジュール120は、放射線検出部3と、支持部材4と、電子回路基板51及び電気・電子部品53と、を備えている。

【0085】

〔2.1〕放射線検出部

本発明に係る放射線検出部は、少なくとも、波長変換部と光電変換部で構成されている。

図5に示すように、放射線検出部3は、筐体の前面部11と支持部材4との間に設けられている。

本実施形態に係る放射線検出部3は、接着層6を介して前面部11と支持部材4との間に設けられている。

【0086】

放射線検出部3は、図5に示すように、波長変換部311と光電変換部312とからなる積層体のセンサパネル31を備えている。

また、本実施形態に係る放射線検出部3は、放射線遮蔽層32と、電磁界シールド層33と、緩衝材34と、をさらに備えていてもよい。

【0087】

(2.1.1) センサパネル

図5に示すように、本実施形態に係るセンサパネル31は、放射線遮蔽層32と電磁界シールド層33との間に設けられている。

また、本実施形態に係るセンサパネル31は、波長変換部311と光電変換部312とを備えている。

10

【0088】

<波長変換部>

図5に示すように、波長変換部311は、放射線を、可視光を含む別の波長の電磁波（光）に変換する機能を有する素子部であり、例えばシンチレータ等を備えていることを要する。

ここで、「シンチレータ」とは、放射線により励起されることにより蛍光を発光する特性を示す物質（蛍光体）の総称である。

【0089】

本実施形態に係る波長変換部311は、電磁界シールド層33と光電変換部312との間に設けられている。

20

また、本実施形態に係る波長変換部311は、筐体110の放射線入射面11aと平行に広がるように配置されている。

また、本実施形態に係る波長変換部311は、図示しない支持層と蛍光体層とを有している。

【0090】

支持層は、可撓性材料でフィルム状（薄い板状）に形成されている。

可撓性材料には、例えばポリエチレンナフタレート、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリエーテルイミド、アラミド、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、フッ素樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、又はこれらのうちの少なくとも二種以上を混合させた複合材料が含まれる。

30

特に、上記材料のうち、ポリイミド、ポリアミド、ポリエーテルイミド、PTFE、又はこれらの複合材料とするのが、耐熱性を向上させる観点から好ましい。

また、本実施形態に係る支持層は、矩形に形成されている。

【0091】

また、蛍光体層は、支持層の表面に蛍光体で形成されている。

蛍光体は、 α 線、 γ 線、X線等の電離放射線が照射されたときに原子が励起されることにより発光する物質のことである。

すなわち、蛍光体は、放射線を紫外線や可視光に変換するものである。

蛍光体には、例えばヨウ化セシウム（CsI）の柱状結晶等を用いることができる。

40

【0092】

本実施形態に係る蛍光体層は、支持層における光電変換部312と対向する面全体に形成されている。

すなわち、波長変換部311は、矩形に形成されていることになる。

また、本実施形態に係る蛍光体層は、支持層が撓んだときに共に撓む（弾性変形する）ことが可能な厚さとなっている。

【0093】

このように構成された波長変換部311は、可撓性を有する板状をなし、放射線を受けた領域が、受けた放射線の線量に応じた強度で発光する。

【0094】

50

＜光電変換部＞

図 5 に示すように、光電変換部 3 1 2 は、光を電気信号に変換する機能を有する素子部である。

本実施形態に係る光電変換部 3 1 2 は、波長変換部 3 1 1 と放射線遮蔽層 3 2 との間に設けられている。

また、本実施形態に係る光電変換部 3 1 2 は、波長変換部 3 1 1 と平行に広がるように配置されている。

【0095】

図 5 に示すように、光電変換部 3 1 2 は、波長変換部 3 1 1 に貼り合わされている。

また、図 6 に示すように、光電変換部 3 1 2 は、基板 3 1 2 a と、複数の半導体素子 3 1 2 b（例えば光ダイオード）とを有している。

また、本実施形態に係る光電変換部 3 1 2 は、複数の走査線 3 1 2 c と、複数の信号線 3 1 2 d と、複数のスイッチ素子 3 1 2 e（例えば薄膜トランジスタ：TFT）と、複数のバイアス線 3 1 2 f とを有している。

【0096】

基板 3 1 2 a は、可撓性材料でフィルム状（薄い板状）に形成されている。

本実施形態に係る基板 3 1 2 a の正面視形状は、波長変換部 3 1 1 とほぼ等しい矩形となっている。

本実施形態に係る基板 3 1 2 a は、上記波長変換部 3 1 1 の支持層と同じ材料で形成されている。

【0097】

すなわち、本実施形態に係る可撓性基材を用いた光電変換部 3 1 2 が、大きな電流を消費して発熱する電気・電子部品から熱を受けた場合、熱膨張率が大きいために、局所的に膨張し、比較的熱膨張率が小さい波長変換部 3 1 1 から剥離することがあり得る。

【0098】

複数の半導体素子 3 1 2 b は、それぞれ受けた光の強度に応じた量の電荷を発生させるようになっている。

また、複数の半導体素子 3 1 2 b は、基板 3 1 2 a の表面に二次元状に分布するように形成されている。

【0099】

具体的には、複数の半導体素子 3 1 2 b は、基板 3 1 2 a における、波長変換部 3 1 1 と接する（貼り合わされる）面にマトリクス（行列状）に配列されている。

本実施形態に係る複数の半導体素子 3 1 2 b は、撮像面 3 1 2 g の中央部に、マトリクス（行列）状に配列されている。

【0100】

具体的には、基板 3 1 2 a の表面における、等間隔且つ互いに平行に伸びるように形成された図示しない複数の走査線 3 1 2 c と、等間隔且つ走査線と直交するように形成された図示しない複数の信号線 3 1 2 d と、によって囲まれる複数の矩形領域（放射線画像の各画素に対応）内にそれぞれ配置されている。

【0101】

また、各矩形領域内には、スイッチ素子 3 1 2 e がそれぞれ設けられている。スイッチ素子 3 1 2 e は、例えば TFT で構成されており、各スイッチ素子 3 1 2 e のゲートは走査線 3 1 2 c に、ソースは信号線 3 1 2 d に、ドレインは半導体素子 3 1 2 b に、それぞれ接続されている。

【0102】

なお、基板 3 1 2 a における半導体素子 3 1 2 b が形成されている面を「撮像面 3 1 2 g」と称する。

このように構成された光電変換部 3 1 2 は、可撓性を有し、半導体素子 3 1 2 b が形成された撮像面 3 1 2 g が波長変換部 3 1 1 の方を向くように配置されている。

【0103】

(2.1.2) 放射線遮蔽層

放射線遮蔽層 3 2 は、散乱線が電子回路基板 5 1 へ到達するのを防ぐためのものである。
本実施形態に係る放射線遮蔽層 3 2 は、例えば図 5 に示したように、センサパネル 3 1 (光電変換部 3 1 2) と電磁界シールド層 3 3 との間に設けられている構成であってもよい。

また、本実施形態に係る放射線遮蔽層 3 2 は、図示しない取り付け部によってセンサパネル 3 1 を固定している。

【0104】

(2.1.3) 電磁界シールド層

電磁界シールド層 3 3 は、ノイズをシールドするためのものである。

電磁界シールド層 3 3 は、放射線検出部 3 の撮像面 3 1 2 g、及び撮像面 3 1 2 g と反対側の面のうちの少なくとも一方の面側に設けられている。

【0105】

本実施形態に係る電磁界シールド層 3 3 は、撮像面 3 1 2 g 側と反対側の面側の両方にそれぞれ設けられている。

なお、撮像面 3 1 2 g と反対側の面側の電磁界シールド層 3 3 は、支持部材 4 に貼りつけられていてもよい。

【0106】

電磁界シールド層 3 3 は、一部に導電性材料を含む層状部材である。

本実施形態に係る電磁界シールド層 3 3 には、樹脂フィルムの表面に金属層が形成されたもの、透明導電材料 (例えば酸化インジウムスズ (ITO) 等) で形成されたフィルム等が含まれる。

【0107】

金属には、例えばアルミ、銅等が含まれる。

金属層の形成方法には、例えば金属箔を貼りつける方法、金属を蒸着する方法等が含まれる。

電磁界シールド層 3 3 には、アルペット (登録商標、パナック株式会社) のようなフィルムが好適である。

電磁界シールド層 3 3 は、一の面に少なくとも 1 層以上設けられている。

【0108】

撮像面 3 1 2 g 側に電磁界シールド層 3 3 が設けられていれば、前面部側から入り込む外部ノイズをシールドすることができる。

一方、撮像面 3 1 2 g と反対側に電磁界シールド層 3 3 が設けられれば、電子回路基板 5 1 が発生させるノイズをシールドすることができる。

【0109】

なお、電磁界シールド層 3 3 は、例えばグランド (GND) と接続されていてもよい。

このようにすれば、電磁界シールド層 3 3 の電位が一定に保たれ、ノイズのシールド効果をより高めることができる。

【0110】

また、この場合、アルミや銅とのイオン化傾向の差が小さい金属 (例えば、ニッケル) を介在させるようにするのが好ましい。

イオン化傾向の差が小さい金属は、例えば、イオン化傾向の差が小さい金属でメッキされた中間部材や、イオン化傾向の差が小さい金属を導電フィラーとして含む導電テープの形で介在させる。

イオン化傾向の差が大きい金属同士 (例えば、アルミと銅) が接触すると、電蝕が起きてしまう場合があるが、このようにすれば、電食を防止することができる。

【0111】

(2.1.4) 緩衝材

図 5 に示すように、緩衝材 3 4 は、外からの荷重や衝撃を吸収するためのものである。

本実施形態に係る緩衝材 3 4 は、筐体 1 1 0 の前面部 1 1 と電磁界シールド層 3 3 との

10

20

30

40

50

間に設けられている。

こうすることで、前面部 1 1 側から受けた荷重や衝撃がセンサパネル 3 1 に伝わってしまうのを防ぐことができる。

【0 1 1 2】

〔2. 2〕支持部材

支持部材 4 は、放射線検出部 3 を支持するものである（図 4 及び図 5 参照）。

この「支持する」には、前面部 1 1 側から受けた荷重に対し放射線検出部 3 を支えることだけでなく、支持部材 4 上に放射線検出部 3 が設けられていることも含まれる。

【0 1 1 3】

支持部材 4 は、図 4 に示したように、放射線検出部 3 と背面部 2 1 との間に設けられている。

10

こうすることで、筐体 1 1 0 が外から受けた荷重を支持部材 4 が分散させるため、放射線検出部 3（センサパネル 3 1）が撓むのを抑制することができる。

【0 1 1 4】

支持部材 4 は、発泡体で形成されている。

発泡体の材料には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、変性ポリフェニレンエーテル、ポリウレタン、アクリル、エポキシ、これらの樹脂のうちの少なくとも二種以上が混合されたものが含まれる。

【0 1 1 5】

一般に、軟質樹脂は、硬質樹脂に比べて剛性が低い。

20

一方、軟質樹脂からなる発泡体は、発泡倍率が低いほど剛性が高いことが知られている。このため、発泡体を製造する際の発泡倍率を調整することにより必要な剛性を得ることができる。

【0 1 1 6】

発泡倍率は、例えば 3 0 倍以下とすることが好ましい。

このようにすれば、支持部材の一部（例えば表層部）に発泡体よりも剛性の高い材料（例えば繊維強化樹脂や金属）を用いることなく必要な剛性を得つつ、支持部材 4 を軽量化することができる。

【0 1 1 7】

なお、支持部材 4 は、熱膨張率がセンサパネル 3 1 と同じ又は差が所定以下の樹脂で形成されたものであってもよい。

30

また、支持部材 4 は、弾性を有したものであってもよい。

【0 1 1 8】

センサパネル 3 1 は、従来のガラス基板を備えたものに比べて熱膨張率が大きい。

しかし、上述したようにすれば、センサパネル 3 1 が膨張しても、支持部材 4 も同程度に膨張する、又は弾性変形してセンサパネル 3 1 の膨張を吸収するため、センサパネル 3 1 だけが膨張してセンサパネル 3 1 にしわができてしまうのを防ぐことができる。

【0 1 1 9】

支持部材 4 は、第 1 部分 4 a と、第 2 部分 4 b とを有している。

【0 1 2 0】

40

図 4 及び図 5 において、第 1 部分 4 a は、センサパネル 3 1 の光電変換部 3 1 2 における撮像面 3 1 2 g と反対側の面（光電変換部 3 1 2 の撮像面 3 1 2 g と反対側の面側にある電磁界シールド層 3 3 の表面又は接着層 6 の表面）に沿って隙間なく設けられている部分である。

【0 1 2 1】

第 1 部分 4 a は、撮像面 3 1 2 g と反対側の面と直交する方向に所定の厚さを有し、当該面と平行に広がる板状をなしている。

このようにすることで、筐体 1 1 0 が外から受けた荷重を支持部材 4 がより一層分散させるため、放射線検出部 3 のたわみをさらに抑制することができる。

【0 1 2 2】

50

第 2 部分 4 b は、放射線検出部 3 から背面部 2 1 にかけて隙間なく設けられた部分である。

このようにすることで、筐体 1 1 0 が外から受けた荷重を支持部材 4 がより一層分散させるため、放射線検出部 3 のたわみをさらに抑制することができる。

【0 1 2 3】

また、支持部材 4 は、上述した第 1 部分 4 a と第 2 部分 4 b とを有することにより、筐体 1 1 0 の背面部 2 1 と対向する面に凹部 4 c を有することになる。

凹部 4 c の幅、奥行き及び深さは、後述する電子回路基板 5 1 を収容することが可能な大きさとなっている。

本実施形態に係る支持部材 4 には、凹部 4 c が複数（少なくとも電子回路基板 5 1 の数）形成されている。

【0 1 2 4】

本実施形態に係る支持部材 4 は、複数の部材に分割されている。

すなわち、本実施形態に係る支持部材 4 は、第 1 支持部 4 1 と、第 2 支持部 4 2 と、を有している。

【0 1 2 5】

（2. 2. 1）第 1 支持部

第 1 支持部 4 1 は、一方の面が放射線検出部 3 に接し他方の面が電子回路基板 5 1 に接する（図 4 参照。）。

本実施形態に係る第 1 支持部 4 1 は、上述した第 1 部分 4 a に相当する。

本実施形態に係る第 1 支持部 4 1 は、放射線検出部 3 と接する面が平坦になっている。

以下、第 1 支持部 4 1 における放射線検出部 3 に接する一方の面を支持面 4 1 a と称する。

【0 1 2 6】

本実施形態に係る支持面 4 1 a は、センサパネル 3 1 と同じ又はそれよりも一回り大きくなっている。

このため、第 1 支持部 4 1 は、センサパネル 3 1 全体を支持することができる。

第 1 支持部 4 1 の厚さ（支持面 4 1 a とその反対側の面との距離）は、2 ～ 5 mm の範囲内となっていることが好ましい。

このようにすることで、第 1 支持部 4 1 の剛性を確保しつつ、後述する電子回路基板 5 1 を実装するための空間を確保することができる。

【0 1 2 7】

ここで、図 7 は、図 3 の放射線検出器が備える支持部材の一例を示す側面図である。

本実施形態に係る第 1 支持部 4 1 は、剛性が異なる 2 種類の発泡体をそれぞれ含んでいる。

本実施形態に係る第 1 支持部 4 1 は、第 1 発泡体 F_1 と、第 2 発泡体 F_2 と、を有している（図 7（a）参照。）。

第 1 発泡体 F_1 は、放射線検出部 3 又は第 2 支持部 4 2 と接する表層部をなしている。

第 2 発泡体 F_2 は、放射線検出部 3 と第 2 支持部 4 2 とが並ぶ方向において表層部と接する芯部をなしている。

【0 1 2 8】

すなわち、第 1 支持部 4 1 は、発泡倍率の分布が支持面 4 1 a と直交する方向に沿って変化している。

第 1 発泡体 F_1 の発泡倍率は、第 2 発泡体 F_2 よりも小さい。すなわち、第 1 発泡体 F_1 は第 2 発泡体 F_2 よりも剛性が高い。

こうすることで、第 1 支持部 4 1 の曲げに対する剛性を向上させることができる。

その結果、検出器 1 0 0 の曲げに対する剛性を向上させることができる。

【0 1 2 9】

なお、図 4、図 7（a）には、厚さ（支持面 4 1 a と直交する方向の幅）が均一の第 1 支持部 4 1 を例示したが、第 1 支持部 4 1 は、支持面 4 1 a に沿う方向の周縁部が中央部

10

20

30

40

50

より厚くなっているてもよい。

このようにすれば、荷重や衝撃に対する剛性をさらに高めることができる。

また、第1支持部41は、中央部が周縁部より厚くなっているてもよい。

【0130】

(2.2.2) 第2支持部

第2支持部42は、図4に示したように、一方の面が第1支持部41に接し他方の面が背面部21に接する。

すなわち、本実施形態に係る第2支持部42は、図8に示すように、第1支持部41とは別の部材となっている。

本実施形態に係る第2支持部42は、第1支持部41の支持面41aと反対側の面における、後述する電子回路基板51と接しない領域から背面部21へ延びている。

【0131】

このように、第2支持部42は、第1支持部41と異なり、光電変換部312における撮像面312gと反対側の面（光電変換部312の撮像面312gと反対側の面側にある電磁界シールド層33の表面又は接着層6の表面）に沿って一部領域を充填するように形成されるため、背面部21の側方（支持面41aに沿う方向）には、凹部4cが形成される。

【0132】

本実施形態に係る第2支持部42は、上記第1支持部41と同様に、剛性が異なる2種類の発泡体をそれぞれ含む。

本実施形態に係る第2支持部42も、図7(a)に示したように、第1発泡体F₁と、第2発泡体F₂と、を有している。

第2支持部42における第1発泡体F₁は、第1支持部41から背面部21へと延びる表層部をなしている。

第2支持部42における第2発泡体F₂は、背面部21の内面に沿う方向において表層部と接する芯部をなしている。

【0133】

すなわち、第2支持部42は、発泡倍率の分布が支持面41aに沿う方向に沿って変化しており、分布の仕方が第1支持部41と異なっている。

こうすることで、第2支持部42の支持面41aと直交する方向からかかる荷重に対する剛性を向上させることができる。

その結果、検出器100の前面又は背面と直交する方向からかかる荷重に対する剛性を向上させることができる。

【0134】

(2.2.3) 支持部材その他

なお、本実施形態のように、第1支持部41と第2支持部42とで強度に異方性がある（第1発泡体F₁と第2発泡体F₂との並び方向が異なる）場合、厚さ方向（支持面41aと直交する方向）から受ける荷重や衝撃に対する強度が、支持面に沿う方向から受ける荷重や衝撃に対する強度よりも大きくなるようにされていてもよい（図4及び図7参照。）。

【0135】

また、第1発泡体F₁と第2発泡体F₂とで構成されるのは、第1支持部41と第2支持部42のいずれか一方だけでもよい。

その場合、他方は第1発泡体F₁又は第2発泡体F₂のみで形成されていてもよい。

また、第1支持部41、第2支持部42共に、第1発泡体F₁又は第2発泡体F₂のみで形成されていてもよい。

【0136】

また、支持部材4は、図7(b)に示したように、第1支持部41と第2支持部42とが単一の発泡体で一体成形されたものであってもよい。

その場合、凹部4cは、凹部4cとする予定箇所を切削することで形成してもよいし、部分プレスすることで形成してもよいが、部分プレスで形成することが好ましい。

10

20

30

40

50

【0137】

支持部材4における凹部4cの形成箇所は、それ以外の部分（第2部分4b）よりも薄い（支持面41aと直交する方向の幅が小さい）。

しかし、凹部4cを部分プレスで形成した場合、凹部4cの表面は発泡倍率が低下し強度が向上する。

このため、凹部4cにおける支持部材4の剛性を第2部分4bと同等にすることができる。

また、支持部材4は、シート状に形成された発泡体を複数枚積層することで作製されたものであってもよい。

【0138】

〔2.3〕電子回路と電気・電子部品

図4に示すように、放射線検出器は、電子回路基板51と、配線52と、電気・電子部品53と、を備えている。

【0139】

本実施形態に係る電子回路基板51は、支持部材4に取り付けられている。

すなわち、放射線検出部3、支持部材4、電子回路基板51及び電気・電子部品53は、互いに固定された内部モジュール120を構成している。

【0140】

〔2.3.1〕電子回路基板

図4に示すように、電子回路基板51は、支持部材4における支持面41aとは反対側の面に配置されている。

電子回路基板51は、支持部材4の凹部4c（第2支持部42と第2支持部42との間）に収容されている。

【0141】

電子回路基板51は電気・電子部品53とグランド層を有し、電気・電子部品53は、電子回路基板の放射線検出部3側と反対側の面に設けられている。

電子回路基板51と筐体110の背面部21とは離間している。

こうすることで、筐体110が外から受けた荷重が電子回路基板51に伝わってしまうのを抑制することができる。

【0142】

電子回路基板51には、走査回路、読み出し回路、無線通信回路、制御回路、電源回路、バッテリー、コネクタ等が含まれる。

【0143】

走査回路は、各スイッチ素子を制御する回路である。

読み出し回路は、電荷を信号値として読み出す回路である。

無線通信回路は、他の装置と無線通信するための回路である。

制御回路は、各回路を制御して画像データを生成する回路である。

電源回路は、半導体素子に電圧を印加したり、上記回路へ電力を供給したりするための回路である。

【0144】

コネクタは、図3に示したように、他の装置と有線通信するためのケーブルを差し込むことが可能となっている。

【0145】

〔2.3.2〕電子回路の支持部材への取り付け

本実施形態に係る電子回路基板51は、図8に示したように、取付部材7を介して支持部材4に取り付けられている。

なお、図8は、図3の放射線検出器の製造途中の状態を示す側面図である。

本実施形態に係る取付部材7は、例えば図9に示すように、電子回路基板51と接合する板部71と、凸部72と、を有している。

なお、図9は、図3の放射線検出器の製造途中の状態を示す斜視図である。

10

20

30

40

50

また、支持部材４の第１支持部４１には、凸部７２と輪郭が同じ嵌合穴４１ｂが形成されている。

【０１４６】

本実施形態に係る凸部７２は、板部７１の中心から板部７１の径方向に放射状に広がる放射部７２ａが複数形成されている（図９参照。）。

こうすることで、支持部材４に嵌合したときの支持部材４との間の摩擦力が向上し、取付部材７が支持部材４から外れにくくなる。

【０１４７】

また、電子回路基板５１を取付部材７にネジ止めする際に、回転トルクが取付部材７に作用する。

このとき、放射部７２ａのように回転トルクと直交する方向に突出する部分が存在することで、取付部材７自体がネジとともに回転してしまうことを防止できる。

さらに、放射部７２ａのように所定以上の面積をもって支持部材４と係合することで、支持部材４が受ける圧力を下げ、剛性の低い発泡体であっても破損することなく、ネジ止め時の回転トルクを大きくすることができ、その結果ネジ緩みを防止できる。

【０１４８】

なお、取付部材７の構造は、上述したものに限られない。

取付部材７は、例えば図１０に示すように、第１部材７ａと、第２部材７ｂと、を備えたものであってもよい。

なお、図１０（ａ）は、取付部材の一例を示す斜視図であり、図１０（ｂ）は、支持部材に固定された状態の（ａ）の取付部材を示す断面図である。

この取付部材７の第１部材７ａは、筒部７３と、鍔部７４と、を有している。

筒部７３は、第１支持部４１に形成された嵌合穴４１ｂに嵌合するようになっている（図９、図１０（ａ）及び図１０（ｂ）参照）。

鍔部７４は、支持部材４の支持面４１ａに当接するようになっている。

【０１４９】

第２部材７ｂは、雌ネジ部７５と、鍔部７６と、を有している。

なお、第２部材７ｂは、支持部材４と同じ発泡体で形成されていてもよい。

雌ネジ部７５は、筒部７３に嵌合するようになっている。

雌ネジ部７５の中央部にはインサートネジ７５ａが埋め込まれている。

なお、雌ネジ部７５に直接雌ネジが切られていてもよい。

鍔部７６は、第１支持部４１における支持面４１ａと当接するようになっている。

すなわち、取付部材７は、鍔部７４と鍔部７６とで支持部材４を挟みこむようになっている。

【０１５０】

第２部材７ｂが発泡体で形成されている場合、支持部材４を形成するときの熱で、第２部材７ｂを接合することが可能である。

雌ネジ部７５には、電子回路基板５１のネジ孔５１ａに通されたネジＢが螺合するようになっている。

これにより、電子回路基板５１が支持部材４に固定される。

電子回路基板５１が有するグランド配線は、ネジ孔５１ａの周囲まで延びている。

このため、電子回路基板５１を取り付ける際にネジＢで共締めすることにより、ネジ孔５１ａの近傍に設けられたグランド端子に接続することができる。

【０１５１】

また、取付部材７は、例えば図１１に示すように、雌ネジ部７５Ａと、鍔部７６Ａと、を有するものであってもよい。

なお、図１１（ａ）は、取付部材の一例を示す斜視図であり、図１１（ｂ）は、支持部材に固定された状態の（ａ）の取付部材を示す断面図である。

この取付部材７の鍔部７６Ａは、支持部材４の支持面４１ａに当接するようになっている。

10

20

30

40

50

雌ネジ部 75A は、第 1 支持部 41 に形成された嵌合穴 41b に嵌合するようになっている。

雌ネジ部 75A は、側周面が波状になっている。

波の頂と頂との距離 d_2 は、発泡体の粒の径以上となっている。

こうすることで、雌ネジ部 75A の波と波との間に支持部材 4 の発泡体の粒が入り込むため、電子回路基板 51 をネジ B で固定するときに、ネジ B から取付部材 7 に回転トルクが作用しても、取付部材 7 がネジ B と共に回転してしまうのを防ぐことができる。

【0152】

また、図 12 (a) に示すように、雌ネジ部 75B と、板部 71A と、を有するものであってもよい。

雌ネジ部 75B は、図 12 に示したように円筒状になっていてもよいし、図 11 に示したように側周面が波状になっていてもよい。

板部 71A は、雌ネジ部 75 の幅に対して十分に広い接合面 71a を有している。

板部 71A の接合面 71a は、図 12 (b) に示すように、第 1 支持部 41 に接着されるようになっている。

なお、取付部材 7 は、図 12 (c) に示すように、板部 71A における、雌ネジ部 75B が設けられている面と反対側の面が、第 1 支持部 41 に接合されるようになっていてもよい。

また、取付部材 7 は、図 12 (d) に示すように、放射線遮蔽層 32 と接合されていてもよい。

なお、図 12 (a) は、取付部材の一例を示す斜視図であり、図 12 (b)、図 12 (c) 及び図 12 (d) は、支持部材に固定された状態の (a) の取付部材を示す断面図である。

【0153】

また、取付部材 7 は、例えば図 13 に示すように、係合部 77 を有するものであってもよい。

なお、図 13 は、取付部材の一例を示す斜視図である。

係合部 77 は、スナップフィット方式により、電子回路基板 51 に形成されたネジ孔 51a に係合するようになっている。

支持部材 4 を形成する発泡材は回転トルクに弱いいため、電子回路基板 51 をネジ止めしようとするとき、取付部材 7 が回転してしまいやすい。

しかし、このように、スナップフィット方式で電子回路基板 51 を係合するようになれば、電子回路基板 51 を容易に取り付けることができる。

【0154】

なお、電子回路基板 51 の支持部材 4 への取り付けに、取付部材 7 を用いなくてもよい。

すなわち、電子回路基板 51 は、接着剤又は粘着テープにより支持部材 4 に直接固定されていてもよい。

この場合、配線の共締めができないため、端子間を例えば導電テープを用いた配線等で接続するようにしてもよい。

【0155】

(2.3.3) 配線

配線 52 は、例えば可撓性（フレキシブル）プリント配線板（Flexible Printed Circuits）で構成され、光電変換部 312 と、各種電子回路基板 51 と、を接続している。

具体的には、光電変換部 312 の各走査線（スイッチ素子）の端子と走査回路、各信号線（半導体素子 312b）の端子と読み出し回路、各バイアス線の各端子と電源回路、をそれぞれ接続している。

【0156】

<第 2 実施形態>

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。

なお、本実施形態においては、上記第 1 実施形態と同様の構成に同一の符号を付し、そ

10

20

30

40

50

の説明を省略する。

【0157】

図14は、本実施形態に係る図3の放射線検出器（以下、検出器100A）のA-A断面図である。

本実施形態に係る検出器100Aは、筐体110Aの構造が上記第1実施形態と異なる。

【0158】

〔3〕蓋体

本実施形態に係る蓋体2Aは、背面部21Aと、キャップ22と、を備えている（図14参照。）。

【0159】

〔3.1〕背面部

図14において、背面部21Aは、凹部21aを有している。

凹部21aは、背面部21Aの外側から筐体110Aの内部に向かって窪んでいる。

凹部21aの側面には、図示しないスリットが形成されている。

凹部21aの幅、奥行き及び深さは、電子回路基板51を収容することが可能な大きさとなっている。

本実施形態に係る背面部21Aには、凹部21aが複数（電子回路基板51の数）形成されている。

本実施形態に係る凹部21aの底面（最も前面部11に近い面）は平坦になっている。

背面部21Aにおける凹部21aの内壁を形成する部分（凹部21aと凹部21aとの間の部分）は、背面部21Aの背面に沿って形成されるリブとして機能する。

これにより、検出器100が荷重を受けても、筐体110Aがたわんだりねじれたりするのを抑制することができる。

【0160】

〔3.2〕キャップ

図14において、キャップ22は、凹部21aの開口部に嵌合するようになっている。

凹部21aにキャップ22が嵌合すると、凹部21aに収容された電子回路基板51が遮蔽される。

本実施形態に係るキャップ22は、凹部21aに嵌合すると、その外面が、背面部21Aの外面と面一になる。

キャップ22の材料と厚さは、背面部21Aと同じであることが好ましい。このようにすれば、蓋体2Aは、背面部21Aの部分の剛性とキャップ22の部分の剛性との差をなくすることができる。

【0161】

なお、キャップ22は、背面部21Aとの剛性の差をなくするため、背面部21Aより高剛性な材料で薄く形成されていてもよいし、あるいは低剛性な材料で厚く形成されたものであってもよい。

これにより、熱伝導性が良く高剛性な炭素繊維強化樹脂や金属を用いて電子回路の熱を拡散させたり、あるいは低剛性だが電波を透過する樹脂類を用いることにより無線通信に適した構成としたりすることができる。

なお、キャップ22は、その周縁部にパッキンが設けられたものであってもよい。

このようにすれば、凹部21aに塵や液体が入り込むのを防ぎ、電子回路基板51を保護することができる。

本実施形態に係るキャップ22は、背面部21Aに対して着脱可能となっている。こうすることで、検出器100のメンテナンスを行う際に、電子回路基板51に容易にアクセスすることができる。

【0162】

〔4〕支持部材

支持部材4Aは、支持面41aで放射線検出部3を支持し、対向する他方の面が筐体110Aの背面部21Aの内面に接している。

本実施形態に係る支持部材４Ａは、筐体１１０Ａ内における、放射線検出部３と背面部２１とに挟まれる領域（放射線検出部３における撮像面３１２ｇに沿う方向の先にある領域及び側面部１２の内面近傍を除く領域）全体を充填している（図４、図５及び図６参照。）。

このため、支持部材４Ａにおける他方の面（背面部２１Ａとの接触面）の形状は、背面部２１の形状に倣ったものとなっている。

支持部材４Ａは、背面部２１Ａと一体成形されていてもよいし、背面部２１Ａに固定されていてもよい。

支持部材４Ａの背面部２１Ａへの固定方法には、接着剤を用いた接着、粘着テープを用いた粘着、背面部２１Ａの凹部へ自身の凸部を嵌合、背面部２１Ａの凸部を自身の凹部へ嵌合等が含まれる。

【０１６３】

〔５〕電子回路基板

本実施形態に係る電子回路基板５１は、背面部２１Ａの凹部２１ａに収容されている（図１４参照。）。

また、本実施形態に係る電子回路基板５１は、凹部２１ａの底面に取り付けられている。

電子回路基板５１は電気・電子部品５３とグランド層を有し、電気・電子部品５３は、電子回路基板の放射線検出部３側と反対側の面に設けられている。

本実施形態に係る電子回路基板５１の背面部２１Ａへの固定方法には、取付部材７を用いた固定、接着剤を用いた接着、粘着テープを用いた粘着等が含まれる。

電子回路基板５１と筐体１１０Ａのキャップ２２とは離間している。

こうすることで、筐体１１０Ａが外から受けた荷重が電子回路基板５１に伝わってしまうのを抑制することができる。

本実施形態に係る配線５２は、凹部２１ａのスリットに通されている。

【０１６４】

<第１及び第２実施形態の効果>

電気・電子部品５３は、駆動時に熱又は磁界を発生するため、第１及び第２実施形態のように電子回路基板の放射線検出部３側と反対側の面に設けることにより、電気・電子部品５３から発せられた熱や磁界の影響を直接的には放射線検出部３に与えずに済む。

したがって、放射線検出部３中の波長変換部３１１及び光電変換部３１２を含むセンサパネル３の熱による局所的な膨張を抑制することができ、波長変換部３１１との貼合界面での剥離を防ぐことができる。

検出器１００及び１００Ａは、センサパネル３１が可撓性を有している。

このため、筐体１１０及び１１０Ａが荷重や衝撃を受けた場合であっても、センサパネル３１が損傷しにくくなっている。

また、可撓性材料は、一般にガラスよりも軽量であるため、センサパネル３１は、従来のものよりも軽量化されている。

また、センサパネル３１が軽量かつ損傷しにくいものとなったことに伴い、センサパネル３１を支持する支持部材４及び４Ａは、従来ほどの剛性が不要となっている。

このため、支持部材４及び４Ａの形成に用いられる材料を従来よりも低減したり、従来のような高剛性の材料（金属や繊維強化樹脂）を用いたりする必要がない。

その結果、支持部材４及び４Ａを軽量化することができる。

また、支持部材４及び４Ａは発泡体で形成されているためさらに軽いものとなっている。

このため、検出器１００によれば、荷重や衝撃を受けたときの基板の破損のしにくさを維持しつつ、軽量化することができる。

【０１６５】

また、センサパネル３１（可撓性材料）は低周波の振動の影響を受け易い。

このため、低周波の振動が届くと振幅が大きくなり、ノイズを発生させ易くなってしまふ。

しかし、検出器１００及び１００Ａは、発泡体からなる支持部材４及び４Ａでセンサパ

10

20

30

40

50

ネル 3 1 を支持している。

発泡体は低周波の振動を吸収するため、このようにすることで、センサパネル 3 1 が低周波の振動の影響を受けるのを抑制することができる。

この振動抑制効果は、支持部材 4 及び 4 A が筐体 1 1 0 及び 1 1 0 A 内における充填率が高いほど高いものとなる。

【符号の説明】

【 0 1 6 6 】

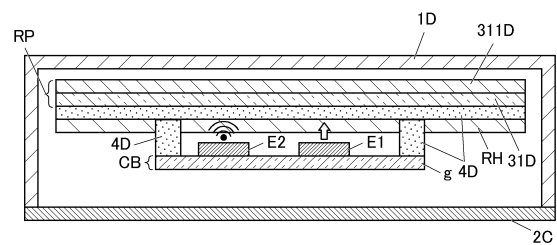
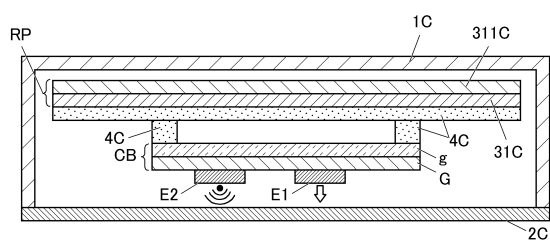
1 0 0 , 1 0 0 A	放射線検出器	
1 1 0 , 1 1 0 A	筐体	
1 , 1 C , 1 D	箱体	10
1 1	前面部	
1 1 a	放射線入射面	
1 2	側面部	
2 , 2 A	蓋体	
2 1 , 2 1 A	背面部	
2 1 a	凹部	
2 2	キャップ	
1 2 0	内部モジュール	
3	放射線検出部	
3 1	センサパネル	20
3 1 1	波長変換部	
3 1 2	光電変換部	
3 1 2 a	基板	
3 1 2 b	半導体素子	
3 1 2 c	走査線	
3 1 2 d	信号線	
3 1 2 e	スイッチ素子	
3 1 2 f	バイアス線	
3 1 2 g	撮像面	
3 2	放射線遮蔽層	30
3 3	電磁界シールド層	
3 4	緩衝材	
4 , 4 A	支持部材	
4 a	第 1 部分	
4 b	第 2 部分	
4 c	凹部	
4 1	第 1 支持部	
4 1 a	支持面	
4 1 b	嵌合穴	
4 2	第 2 支持部	40
5 1	電子回路基板	
5 1 a	ネジ孔	
5 2	配線	
5 3	電気・電子部品	
6	接着層	
7	取付部材	
7 a	第 1 部材	
7 b	第 2 部材	
7 1 , 7 1 A	板部	
7 1 a	接合面	50

- 7 2 凸部
- 7 2 a 放射部
- 7 3 筒部
- 7 4 鍔部
- 7 5, 7 5 A, 7 5 B 雌ネジ部
- 7 5 a インサートネジ
- 7 6, 7 6 A 鍔部
- 7 7 係合部
- B ネジ
- F₁ 第 1 発泡体
- F₂ 第 2 発泡体
- I インジケーター
- S 各種スイッチ
- d₁ 所定距離
- d₂ 距離
- 2 C バック板
- E 1 電気・電子部品 1 (発熱部品)
- E 2 電気・電子部品 2 (磁界発生部品)
- G グランド層
- g ガラスエポキシ層
- C B 電子回路基板
- 4 C 支持部材 1 (発泡体)
- 4 D 支持部材 2 (CFRP 製)
- R H 熱拡散シート
- 3 1 C 可撓性 (フレキシブル) T F T センサパネル
- 3 1 D ガラス製 T F T センサパネル
- 3 1 1 C, 3 1 1 D シンチレータ

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

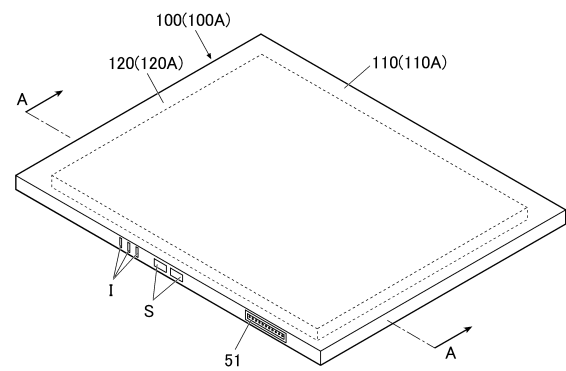
20

30

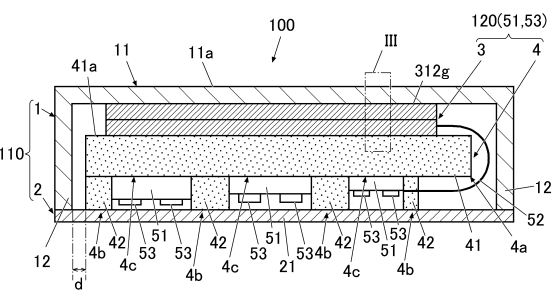
40

50

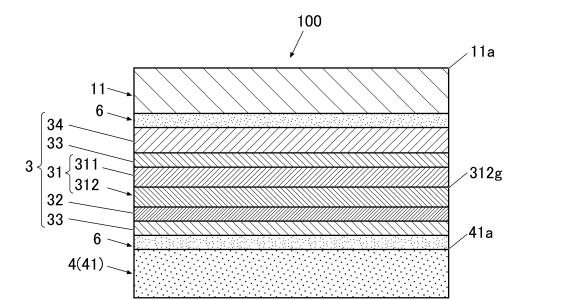
【図 3】



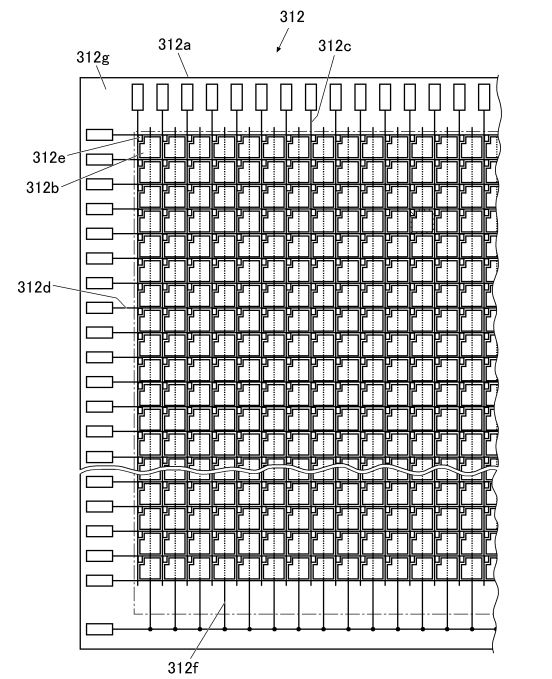
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

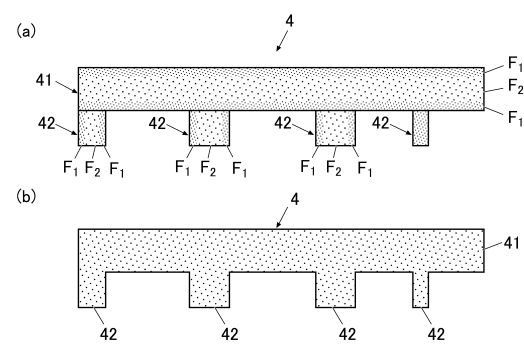
20

30

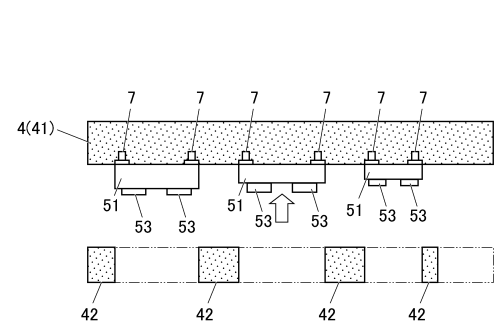
40

50

【図 7】

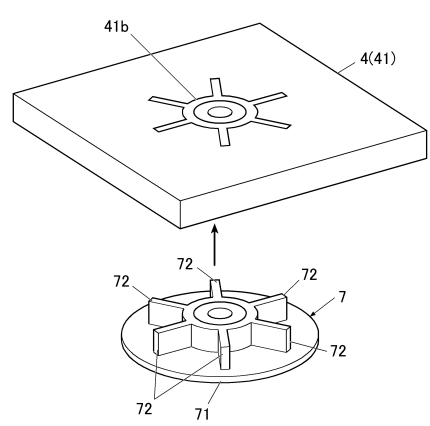


【図 8】

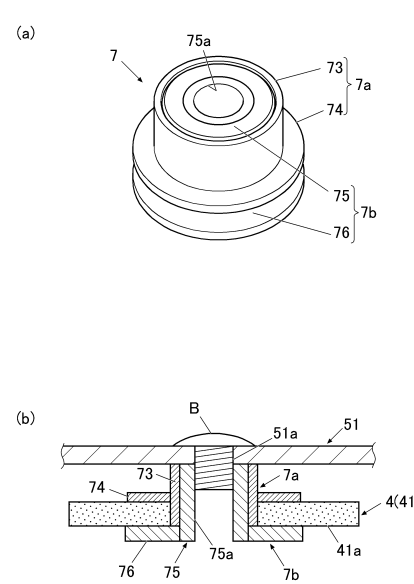


10

【図 9】



【図 10】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-101053 (JP, A)
特開2014-006233 (JP, A)
特開2019-196944 (JP, A)
特開2015-200606 (JP, A)
特開2000-028736 (JP, A)
特開2009-232257 (JP, A)
特開2013-250103 (JP, A)
特開2011-058999 (JP, A)
特開2004-064087 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0320495 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01T 1/00-1/16,
1/167-7/12
A61B 6/42