

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5650168号  
(P5650168)

(45) 発行日 平成27年1月7日(2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月21日(2014.11.21)

(51) Int.Cl.

G 0 1 T 7/00 (2006.01)  
A 6 1 B 6/00 (2006.01)

F 1

G 0 1 T 7/00  
A 6 1 B 6/00 3 0 0 W

請求項の数 10 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2012-167419 (P2012-167419)  
 (22) 出願日 平成24年7月27日 (2012.7.27)  
 (65) 公開番号 特開2014-25846 (P2014-25846A)  
 (43) 公開日 平成26年2月6日 (2014.2.6)  
 審査請求日 平成26年2月24日 (2014.2.24)

(73) 特許権者 306037311  
 富士フィルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100079049  
 弁理士 中島 淳  
 (74) 代理人 100084995  
 弁理士 加藤 和詳  
 (74) 代理人 100099025  
 弁理士 福田 浩志  
 (72) 発明者 渡野 弘隆  
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地  
 富士フィルム株式会社内

審査官 林 靖

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線画像撮影装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

放射線が電気信号に変換される光電変換素子を有する放射線検出パネルと、  
 前記放射線検出パネルに対向して配設され、前記放射線検出パネルによって得られた電  
 気信号に対して信号処理が行われる信号処理基板と、  
 前記放射線検出パネルと前記信号処理基板との間にこれらを支持して設けられた支持部  
 材と、

前記放射線検出パネルと前記信号処理基板との間に設けられたベースフィルムに配置さ  
 れ、配置密度が低い領域及び当該配置密度が低い領域に対して配置密度が高い領域を有する  
 配線と、この配線に電気的に接続された電子部品とを有するフレキシブル基板と、

前記放射線検出パネル、前記信号処理基板、前記支持部材及び前記フレキシブル基板が  
 内部に収納される筐体と、

前記支持部材及び前記筐体の少なくともいずれか一方と前記フレキシブル基板の前記配  
 置密度が低い領域との間に配設され、前記フレキシブル基板の前記配置密度が低い領域を  
 前記いずれか一方に固定する固定材と、

を備えた放射線画像撮影装置。

## 【請求項 2】

前記電子部品は第1電子部品とこの第1電子部品に比べてサイズが小さい第2電子部品  
 及び第3電子部品とを備え、

前記第1電子部品、前記第2電子部品、前記第3電子部品のそれぞれは前記配線の延在

10

20

方向に順次配列されると共に、前記第1電子部品と前記第2電子部品との間は前記配置密度が高い領域であり、前記第2電子部品と前記第3電子部品との間は前記配置密度が低い領域であり、

前記固定材は少なくとも前記第2電子部品と前記第3電子部品との間に設けられた請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項3】

前記固定材は、前記フレキシブル基板の前記電子部品が搭載された領域にも設けられた請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項4】

前記固定材は、前記フレキシブル基板の前記配置密度が低い領域から前記電子部品が搭載された領域まで連続して設けられた請求項3に記載の放射線画像撮影装置。 10

【請求項5】

前記固定材は放熱性を有する請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項6】

前記固定材は、前記支持部材に固定された第1固定材と、前記筐体に固定された第2固定材とを備えた請求項5に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項7】

前記固定材は、シリコンゲル、ウレタンゲル及びアクリルゲルの少なくともいずれか1つの材料により構成された請求項6に記載の放射線画像撮影装置。 20

【請求項8】

前記電子部品は、前記支持部材の前記信号処理基板側の表面に重複する領域において、前記フレキシブル基板上に設けられた請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項9】

前記第1電子部品は、前記放射線検出パネルからの前記電気信号にアナログデジタル信号処理を行い、アナログ信号をデジタル信号に変換する機能を有し、

前記第2電子部品、前記第3電子部品は、いずれも前記第1電子部品に供給される電源のノイズを低減する機能を有し、

前記第2電子部品と前記第3電子部品との間の前記配置密度が低い領域には、前記第1電子部品と前記第3電子部品との間を接続する電源配線が配置された請求項2に記載の放射線画像撮影装置。 30

【請求項10】

前記第1電子部品は、放射線検出パネルの出力信号線毎に接続された複数のサンプルホールド回路と、前記複数のサンプルホールド回路の出力に入力が接続されたマルチプレクサと、前記マルチプレクサの出力に入力が接続されると共に出力が前記信号処理基板に接続されたアナログデジタル変換器と、を備え、

前記第2電子部品、前記第3電子部品は、いずれも前記第1電子部品に供給される前記電源間に電気的に並列に接続されたコンデンサである請求項9に記載の放射線画像撮影装置。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線画像撮影装置に関し、特に放射線検出パネルと信号処理基板とがフレキシブル基板によって接続された放射線画像撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

TFT (Thin Film Transistor) アクティブマトリクス基板上に配置された放射線感應層によって、放射線が直接デジタルデータに変換されるFPD (Flat Panel Detector) 等の放射線検出器が実用化されている。この放射線検出器を用いた放射線画像撮影装置で 50

は、従来のX線フィルムやイメージングプレートを用いた放射線画像撮影装置に比べて、即時に画像を確認することができる。また、この放射線画像撮影装置では、放射線画像の連続撮影を行う透視撮影（動画撮影）が可能である。

#### 【0003】

この種の放射線検出器には種々のタイプが提案されている。例えば、間接変換方式を採用する放射線検出器では、シンチレータを用いて放射線が光に変換され、変換された光はフォトダイオード等のセンサ部によって電荷に変換されている。この電荷はX線撮影によって得られた撮影画像情報である。放射線画像撮影装置では、放射線検出器により変換された電荷がアナログ信号として読み出され、このアナログ信号はアンプによって増幅された後にアナログデジタル（A/D）変換器によってデジタルデータに変換されている。

10

#### 【0004】

下記特許文献1には、X線検出パネルと、このX線検出パネルのX線入射面とは反対側の面に設けられた回路基板とがフレキシブル基板によって接続されたX線画像検出器が開示されている。フレキシブル基板はX線検出パネルの端部から屈曲させて回路基板の端部に接続可能であるため、配線自由度が高い。フレキシブル基板の中央部にはゲートドライバや積分増幅器等の集積回路が搭載されており、COF（Chip On Film）タイプのフレキシブル基板が使用されている。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

20

【特許文献1】特開2011-128000号公報

【特許文献2】特開2007-155433号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

アナログデジタル変換処理の機能を有する集積回路（電子部品）がフレキシブル基板に搭載された場合、集積回路の近傍においてフレキシブル基板にコンデンサ（電子部品）が搭載されることが有効である。コンデンサは、集積回路に供給される電源間に電気的に並列に接続されており、電源ノイズを低減する平滑コンデンサとしての機能を有している。コンデンサは複数搭載されている。集積回路に近い位置に搭載されたコンデンサは、集積回路に接続された信号配線が多数配置され、配線の配置密度が高い領域に延在された電源間に接続されている。集積回路に遠い位置に搭載されたコンデンサは、上記近い位置に搭載されたコンデンサを迂回して延在された電源間に接続されている。この電源は配線の配置密度が低い領域に延在されている。

30

#### 【0007】

X線撮影中やその直前に、被検体（患者）に対する放射線画像検出器の位置調整や被検体の姿勢調整が行われている。このとき、放射線画像検出器に被検体が接触したり衝突したりすると、放射線画像検出器に外力が加わったことになり、この外力によってフレキシブル基板にそのフレキシブル性による変形や振動が生じる。フレキシブル基板がCOFタイプの場合、集積回路の重量によりフレキシブル基板の変形量や振幅が助長されてしまう。

40

#### 【0008】

このため、フレキシブル基板の配置密度が高い領域では、配線の剛性によってフレキシブル基板の変形量や振幅が抑制されるものの、フレキシブル基板の配置密度が低い領域では、変形量や振幅が大きくなり、配線の折れや断線等、配線の損傷の原因になる。電源配線に折れや断線が生じた場合には、この電源によって駆動されるアナログデジタル変換器の動作に不具合が生じ、このアナログデジタル変換器を通して出力される放射線画像撮影情報が失われる。すなわち、このアナログデジタル変換器に接続された放射線検出パネルの検出ラインにおける放射線画像撮影情報が失われるので、線欠陥の原因となる。

#### 【0009】

50

上記特許文献 2 には、フレキシブル基板の防振対策を可能にすると共に、読取光の光学精度をも確保する放射線検出用カセッテが開示されている。しかしながら、この放射線検出用カセッテでは、フレキシブル基板の変形や振動に起因する配線の損傷に関して、配慮がなされていない。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記事実を考慮し、外力によるフレキシブル基板の変形や振動に伴う配線の損傷を効果的に抑制又は防止することができる放射線画像撮影装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記課題を解決するため、本発明に係る放射線画像撮影装置は、放射線が電気信号に変換される光電変換素子を有する放射線検出パネルと、放射線検出パネルに対向して配設され、放射線検出パネルによって得られた電気信号に対して信号処理が行われる信号処理基板と、放射線検出パネルと信号処理基板との間にこれらを支持して設けられた支持部材と、放射線検出パネルと信号処理基板との間に設けられたベースフィルムに配置され、配置密度が低い領域及び配置密度が低い領域に対して配置密度が高い領域を有する配線と、この配線に電気的に接続された電子部品とを有するフレキシブル基板と、放射線検出パネル、信号処理基板、支持部材及びフレキシブル基板が内部に収納される筐体と、支持部材及び筐体の少なくともいずれか一方とフレキシブル基板の配置密度が低い領域との間に配設され、フレキシブル基板の配置密度が低い領域をいずれか一方に固定する固定材と、を備えている。

10

20

【 0 0 1 2 】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、取り扱いのときに外力が加わると、フレキシブル基板に変形や振動が生じる。電子部品の重量によってフレキシブル基板の変形量や振幅が助長されるので、配線に加わる応力が増加される。特に、フレキシブル基板の配線の配置密度が低い領域では、フレキシブル基板の変形量や振幅が、配線の配置密度が高い領域に対して大きくなる。ここで、支持部材及び筐体の少なくともいずれか一方と少なくともフレキシブル基板の配線の配置密度が低い領域との間に固定材が設けられており、固定材によりフレキシブル基板の一部が支持部材及び筐体の少なくともいずれか一方に固定されている。フレキシブル基板の変形量や振幅が増加される要因となる部分が固定材によって支持部材又は筐体に固定されることにより、折れや断線等の配線への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

30

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る放射線画像撮影装置において、電子部品は第 1 電子部品とこの第 1 電子部品に比べてサイズが小さい第 2 電子部品及び第 3 電子部品とを備え、第 1 電子部品、第 2 電子部品、第 3 電子部品のそれぞれは一方向に順次配列されると共に、第 1 電子部品と第 2 電子部品との間の配線の配置密度に対して第 2 電子部品と第 3 電子部品との間の配線の配置密度が低く設定されており、固定材は少なくとも第 2 電子部品と第 3 電子部品との間に設けられていることが好ましい。

40

【 0 0 1 4 】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、フレキシブル基板上において、サイズが大きい第 1 電子部品とサイズが小さい第 2 電子部品との間は配線の配置密度が高い領域である。一方、互いにサイズが小さい第 2 電子部品と第 3 電子部品との間は配線の配置密度が低い領域である。ここで、固定材は少なくとも第 2 電子部品と第 3 電子部品との間の配線の配置密度が低い領域に設けられている。このため、フレキシブル基板の配置密度が低い領域において変形量や振幅が抑制されているので、折れや断線等の配線への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明に係る放射線画像撮影装置において、固定材は、フレキシブル基板の電子部品が

50

搭載された領域にも設けられていることが好ましい。

【0016】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、フレキシブル基板の配置密度が低い領域に加えて、フレキシブル基板の電子部品が搭載された領域にも固定材が設けられている。フレキシブル基板の変形量や振幅が増加される要因となる部分が固定材により支持部材又は筐体に固定されているので、折れや断線等の配線への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

【0017】

本発明に係る放射線画像撮影装置において、固定材は、フレキシブル基板の配置密度が低い領域から電子部品が設けられた領域まで連続して設けられていることが好ましい。

10

【0018】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、フレキシブル基板の配置密度が低い領域から電子部品が設けられた領域までの広い範囲に渡って固定材が設けられている。このため、フレキシブル基板の変形量や振幅が増加される要因となる部分を含む広い範囲が固定材により支持部材又は筐体に固定されているので、折れや断線等の配線への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

【0019】

本発明に係る放射線画像撮影装置において、固定材は放熱性を有していることが好ましい。

【0020】

20

本発明に係る放射線画像撮影装置では、フレキシブル基板の電子部品が搭載された領域が固定材を介して支持部材又は筐体に固定されている。電子部品の動作によって生じる熱は放熱性を有する固定材を通して支持部材又は筐体に放出されているので、放熱性が向上されている。

【0021】

本発明に係る放射線画像撮影装置において、固定材は、支持部材に固定された第1固定材と、筐体に固定された第2固定材とを備えていることが好ましい。

【0022】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、電子部品の動作によって生じる熱が、第1固定材を通して支持部材に放出されると共に、第2固定材を通して筐体に放出されている。このため、放熱性がより一層向上されている。

30

【0023】

本発明に係る放射線画像撮影装置において、固定材は、シリコンゲル、ウレタンゲル及びアクリルゲルの少なくともいずれか1つの材料により構成されていることが好ましい。

【0024】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、固定材がシリコンゲル、ウレタンゲル又はアクリルゲルの少なくともいずれか1つの材料により構成されている。これらの材料は適度な弾性率を有しているので、フレキシブル基板の変形や振動を効果的に抑制又は防止することができる。加えて、これらの材料は放熱性を持っているので、放熱性を向上することができる。

40

【0025】

本発明に係る放射線画像撮影装置において、電子部品は、支持部材の信号処理基板側の表面に重複する領域においてフレキシブル基板上に設けられていることが好ましい。

【0026】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、支持部材の信号処理基板側の表面に重複する領域においてフレキシブル基板上に電子部品が設けられている。放射線が入射される放射線検出パネル側とは支持部材を介在して反対側に電子部品が設けられているので、電子部品は放射線による誤動作を生じ難い。

【0027】

本発明に係る放射線画像撮影装置において、第1電子部品は、放射線検出パネルからの

50

電気信号にアナログデジタル信号処理を行い、アナログ信号をデジタル信号に変換する機能を有し、第2電子部品、第3電子部品は、いずれも第1電子部品に供給される電源のノイズを低減する機能を有し、第2電子部品と第3電子部品との間の配置密度が低い領域には、第1電子部品と第3電子部品との間を接続する電源配線が配置されていることが好ましい。

【0028】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、第2電子部品と第3電子部品との間の配置密度が低い領域に設けられ、第1電子部品と第3電子部品との間を接続する電源配線の機械的強度が固定材により高められている。固定材により電源配線の損傷（折れや断線）が効果的に抑制又は防止されているので、第2電子部品、第3電子部品によりノイズが低減された電源が第1電子部品に供給されている。このため、第1電子部品において放射線検出パネルからの電気信号にアナログデジタル信号処理が行われるので、放射線画像撮影情報の欠陥の発生（特に、線欠陥の発生）を防止することができる。

10

【0029】

本発明に係る放射線画像撮影装置において、第1電子部品は、放射線検出パネルの出力信号線毎に接続された複数のサンプルホールド回路と、複数のサンプルホールド回路の出力に入力が接続されたマルチプレクサと、マルチプレクサの出力に入力が接続されると共に出力が信号処理基板に接続されたアナログデジタル変換器と、を備え、第2電子部品、第3電子部品は、いずれも第1電子部品に供給される電源間に電気的に並列に接続されたコンデンサであることが好ましい。

20

【0030】

本発明に係る放射線画像撮影装置では、第2電子部品と第3電子部品との間の配置密度が低い領域に設けられた、第1電子部品と第3電子部品との間を接続する電源配線の機械的強度が固定材により高められている。固定材により電源配線の損傷（折れや断線）が効果的に抑制又は防止されているので、第2電子部品、第3電子部品により平滑化がなされた電源が第1電子部品に供給されている。このため、第1電子部品において放射線検出パネルからの電気信号にアナログデジタル信号処理が行われるので、放射線画像撮影情報の欠陥の発生（特に、線欠陥の発生）を防止することができる。

【発明の効果】

【0031】

30

本発明は上記構成としたので、外力によるフレキシブル基板の変形や振動に伴う配線の損傷を効果的に抑制又は防止することができる放射線画像撮影装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置の全体構成を説明する概略側面図である。

【図2】第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器（電子カセッテ）の筐体の一部を便宜的に取り除いた斜視図である。

【図3】第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置の全体のブロック回路図である。

40

【図4】図3に示す放射線検出パネルの検出素子及びフレキシブル基板に搭載された信号処理部の要部の回路図である。

【図5】図3に示す放射線検出パネルの光電変換素子及び蛍光体の装置構造を示す模式的な縦構造断面図である。

【図6】図3に示す放射線検出パネルのTFT及び光電変換素子の具体的な装置構造を示す要部縦構造断面図である。

【図7】（A）は放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図であり、（B）は（A）に示すフレキシブル基板の平面図である。

【図8】（A）～（C）は第1実施の形態に係る放射線画像検出器の筐体の構造を示す斜視図である。

50

【図9】(A)は本発明の第2実施の形態に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図であり、(B)は(A)に示すフレキシブル基板の平面図である。

【図10】(A)は本発明の第3実施の形態に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図であり、(B)は(A)に示すフレキシブル基板の平面図である。

【図11】(A)は本発明の第4実施の形態に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図であり、(B)は(A)に示すフレキシブル基板の平面図である。

【図12】(A)は本発明の第5実施の形態に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図であり、(B)は(A)に示すフレキシブル基板の平面図である。

【図13】(A)は本発明の第6実施の形態に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図であり、(B)は(A)に示すフレキシブル基板の平面図である。

【図14】本発明の第7実施の形態に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器のフレキシブル基板の平面図である。

【図15】(A)は本発明の第8実施の形態に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図であり、(B)は(A)に示すフレキシブル基板の平面図である。

【図16】本発明の第9実施の形態の第1変形例に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図である。

【図17】本発明の第9実施の形態の第2変形例に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図である。

【図18】本発明の第9実施の形態の第3変形例に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図である。

【図19】本発明の第9実施の形態の第4変形例に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図である。

【図20】本発明の第9実施の形態の第5変形例に係る放射線画像撮影装置の放射線画像検出器の具体的な構造を示す側面断面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0033】

以下、添付の図面を参照しながら本発明に係る実施の形態を説明する。なお、図面において同一機能を有する構成要素には同一符号が付されており、重複する説明は適宜省略されている。

##### 【0034】

##### (第1実施の形態)

本発明の第1実施の形態は放射線画像撮影装置を構築する可搬型放射線画像検出器、所謂電子カセットに本発明を適用した例を説明するものである。

##### 【0035】

##### [放射線画像撮影装置の全体構成]

図1に示されるように、第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10は、放射線照射装置12と、放射線画像検出器(電子カセット)14と、コンソール16とを備えて構築されている。放射線照射装置12は、放射線Rを発生し、被検体(例えば、放射線画像を撮影する患者)18に放射線Rを照射する。放射線画像検出器14は被検体18を透過した放射線Rによって得られる放射線画像情報を生成する。放射線画像検出器14は持ち運び自在な可搬型である。コンソール16は、放射線照射装置12及び放射線画像検出器14の動作制御を司っており、放射線画像検出器14において生成された放射線画像情報を記憶し、放射線画像情報を表示する等の機能を有する。

##### 【0036】

10

20

30

40

50

なお、第1実施の形態において、放射線画像検出器14は、放射線画像情報を記憶する機能を備えていても、又備えていなくてもよい。

【0037】

[放射線画像検出器の外観構成]

図2に示されるように、放射線画像検出器14は放射線Rの照射方向に所定の厚みを持つ平板形状を有する筐体140を備えている。筐体140は放射線照射装置12に対面する側の表面に照射面140Aを有し、この照射面140Aは少なくとも放射線Rを透過する材料によって製作されている。

【0038】

筐体140の内部には放射線検出パネル142及び信号処理基板144が収納されている。放射線検出パネル142は照射面140A側つまり放射線照射装置12に対面する側に配設されており、信号処理基板144は照射面140Aに対向する非照射面140B側に配設されている。放射線検出パネル142は、放射線照射装置12から照射され被検体18を透過した放射線Rに基づいて放射線画像情報を生成する機能を有する。信号処理基板144は、放射線検出パネル142の動作制御を司っており、放射線検出パネル142において生成された放射線画像情報をコンソール16へ送信する機能を有する。

【0039】

[放射線画像検出器のシステム構成]

1. 放射線検出パネルのシステム構成

図3に示されるように、放射線画像検出器14の放射線検出パネル142はTFTマトリックス基板116を備えている。TFTマトリックス基板116には、ゲート線（走査信号線）110及びデータ線（画像情報出力信号線）112が配列されている。ゲート線110は、ゲート線延在方向（例えば行方向）に延在され、データ線延在方向（例えば列方向）に一定間隔において複数本配列されている。データ線112は、データ線延在方向に延在され、ゲート線延在方向に一定間隔において複数本配列されている。ゲート線110とデータ線112との交差部には検出素子100が配置されている。検出素子100では、放射線Rから変換された光（放射線画像情報）が検出されており、この検出された光が電気信号に変換されている。

【0040】

検出素子100は、TFT（薄膜トランジスタ）102と光電変換素子106とを備えており、TFT102と光電変換素子106との直列回路により構成されている。TFT102の一方の主電極（ドレイン電極。図6中、符号102Eが付されている。）はデータ線112に接続されている。他端の主電極（ソース電極。図6中、符号102Dが付されている。）は光電変換素子106の一方の電極（図5中及び図6中、符号106Aが付されている。）に接続されている。TFT102のゲート電極（図6中、符号102Aが付されている。）はゲート線112に接続されている。TFT102は、ゲート電極に供給される駆動信号（走査信号）に従って導通動作（ON）と非導通動作（OFF）との切換えを行うスイッチング素子である。光電変換素子106の他方の電極（図5中及び図6中、符号106Eが付されている。）は固定電位に接続されている。光電変換素子106では、放射線Rから変換された放射線画像情報としての光信号が電気信号に変換され、この電気信号を電荷（放射線画像情報）として一時的に記憶することができる。

【0041】

2. 信号処理基板のシステム構成

図3に示されるように、放射線画像検出器14の信号処理基板144は、ゲート線ドライバ部200と、信号処理部202と、温度センサ204と、画像メモリ206と、検出器制御部208と、通信部210と、電源部212と、を備えている。ここで、信号処理部202の一部又はそのすべての機能は、信号処理基板144ではなく、後述するフレキシブル基板182に搭載可能である。

【0042】

ゲート線ドライバ部200は、TFTマトリックス基板116を延在するゲート線11

10

20

30

40

50

0に接続されており、ゲート線110にTFT102の駆動信号を供給する。ゲート線ドライバ部200は、図3中、作図上、TFTマトリックス基板116の一辺(ここでは左辺)に沿ってそれよりも外側に配設されている。実際には、放射線検出パネル142に対向して信号処理基板144が配設されているので、ゲート線ドライバ部200は、TFTマトリックス基板116の一辺に沿ってその非照射面140B側にTFTマトリックス基板116と重複して配設されている。また、ゲート線ドライバ部200はTFTマトリックス基板116の一辺及びそれに対向する他の一辺に配置されていてもよい。

#### 【0043】

信号処理部202はTFTマトリックス基板116を延在するデータ線112に接続されている。信号処理部202では、検出素子100から読み出される放射線画像情報がデータ線112を通して取得されている。信号処理部202が信号処理基板144に設けられている場合、ゲート線ドライバ部200と同様に、信号処理部202は、図3中、作図上、TFTマトリックス基板116の一辺に隣接する他の一辺(ここでは下辺)に沿ってそれよりも外側に配設されている。実際には、放射線検出パネル142に対向して信号処理基板144が配設されているので、信号処理部202は、TFTマトリックス基板116の他の一辺に沿ってその非照射面140B側にTFTマトリックス基板116と重複して配設されている。また、信号処理部202はTFTマトリックス基板116の他の一辺及びそれに対向する更に他の一辺に配置されていてもよい。なお、ゲート線ドライバ部200及び信号処理部202以外においても、信号処理基板144に搭載された素子、回路及びシステムは、TFTマトリックス基板116に重複して配設されている。なお、第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板182に信号処理部202の一部又はすべての機能が設けており、フレキシブル基板182における信号処理部202の構成は後に述べる。

#### 【0044】

放射線画像が撮影され、放射線検出パネル142に放射線画像情報が蓄積されると、まずゲート線ドライバ部200を用いてゲート線110が選択され、このゲート線110に駆動信号が供給される。駆動信号の供給によってこのゲート線110に接続されたすべての検出素子100のTFT102が導通状態になり、光電変換素子106に一時的に蓄積された放射線画像情報がデータ線112を通して信号処理部202に読み出される。信号処理部202においては、データ線112毎に対応して設けられたサンプルホールド回路(チャージアンプ。図4中、符号220が付されている。)に電荷が蓄積される。

#### 【0045】

信号処理部202は、ゲート線延在方向において順次サンプルホールド回路220を選択し、サンプルホールド回路220に蓄積された放射線画像情報を順次読み出す。選択されたゲート線110に接続されたすべての検出素子100に蓄積された放射線画像情報が読み出されると、ゲート線ドライバ部200はデータ線延在方向の次段のゲート線110を選択する。同様の処理手順において、信号処理部202は、サンプルホールド回路220を順次選択し、選択されたゲート線110に接続された検出素子100に蓄積された放射線画像情報の読み出しを行う。放射線検出パネル142に蓄積されたすべての放射線画像情報が読み出されると、撮影された二次元の放射線画像が電気信号(電子情報)として取得可能となる。

#### 【0046】

図4に示されるように、第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10において、信号処理部202はフレキシブル基板182に設けられている。ここで、信号処理部202は1つの電子部品(第1電子部品)、具体的には集積回路(I.C.)としてフレキシブル基板182上に実装されている。信号処理部202はサンプルホールド回路220、マルチブレクサ230、アナログデジタル(A/D)変換器232を備えている。

#### 【0047】

サンプルホールド回路220は、データ配線112毎に配設され、オペアンプ220A、コンデンサ220B及びスイッチ220Cを備えている。コンデンサ220B、スイッ

10

20

30

40

50

チ 2 2 0 C はいずれもオペアンプ 2 2 0 A の入出力間に電気的に並列に接続されている。検出素子 1 0 0 からデータ配線 1 1 2 を通して伝送された放射線画像情報（電荷信号）はサンプルホールド回路 2 2 0 に保持される。サンプルホールド回路 2 2 0 はオペアンプ 2 2 0 A 及びコンデンサ 2 2 0 B によって電荷信号をアナログ信号（電圧信号：放射線画像情報）に変換する。つまり、サンプルホールド回路 2 2 0 は検出素子 1 0 0 に蓄積された電荷を電圧に変換するチャージアンプとしての機能を有する。サンプルホールド回路 2 2 0 のスイッチ 2 2 0 C はコンデンサ 2 2 0 B に蓄積された電荷信号の放電を行うリセット回路として使用されている。

#### 【 0 0 4 8 】

サンプルホールド回路 2 2 0 において変換されたアナログ信号（出力信号）はマルチブレクサ 2 3 0 にシリアルに入力されている。このマルチブレクサ 2 3 0 はアナログデジタル変換器 2 3 2 にアナログ信号をシリアルに出力する。アナログデジタル変換器 2 3 2 はアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換処理機能を備えている。すなわち、アナログデジタル変換器 2 3 2 では、シリアルに入力されたアナログ信号が順次デジタル信号（放射線画像情報）に変換されている。

#### 【 0 0 4 9 】

信号処理部 2 0 2 には信号処理基板 1 4 4 から電源が供給されている。この電源はフレキシブル基板 1 8 2 上に配置された電源配線 2 4 6 及び 2 4 8 を通して供給されている。電源配線 2 4 6 はここでは回路駆動電圧（V）を供給しており、電源配線 2 4 8 は回路基準電圧（GND）を供給している。

10

20

#### 【 0 0 5 0 】

電源配線 2 4 6 と電源配線 2 4 8 との間（電源間）には電子部品としてのコンデンサ 2 4 2 A、2 4 2 B、…、2 4 2 F が各々電気的に並列に接続されている。コンデンサ 2 4 2 A 等は電源ノイズを低減する平滑コンデンサとして機能している。信号処理部 2 0 2 特にアナログデジタル変換器 2 3 2 に供給される電源ノイズがコンデンサ 2 4 2 A 等によって減少されることにより、アナログデジタル変換処理の処理精度が高められる。コンデンサ 2 4 2 A は、信号処理部 2 0 2 に近い位置に配置されている方が電源ノイズの減少効果が高められるので、第 1 実施の形態において、フレキシブル基板 1 8 2 上に搭載されている。

#### 【 0 0 5 1 】

30

図 3 に示されるように、信号処理部 2 0 2 は画像メモリ 2 0 6 に接続されている。信号処理部 2 0 2 のアナログデジタル変換器 2 3 2 においてデジタル信号に変換された放射線画像情報は画像メモリ 2 0 6 にシリアルに記憶されている。画像メモリ 2 0 6 は所定枚数分の放射線画像情報を記憶可能な記憶容量を備えており、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放射線画像情報を画像メモリ 2 0 6 に順次記憶されている。

#### 【 0 0 5 2 】

検出器制御部 2 0 8 は、ゲート線ドライバ部 2 0 0 、信号処理部 2 0 2 、温度センサ 2 0 4 、画像メモリ 2 0 6 、通信部 2 1 0 、電源部 2 1 2 のそれぞれに接続されており、これらの制御を司っている。検出器制御部 2 0 8 にはマイクロコンピュータが備えられており、マイクロコンピュータは C P U (中央演算処理ユニット) 2 0 8 A 、メモリ 2 0 8 B 及び記憶部 2 0 8 C を備えて構築されている。メモリ 2 0 8 B は、放射線画像検出器 1 4 の制御を実行する処理プログラム等を格納する R O M (Read Only Memory) 、各種処理プログラムや処理中のデータ等を一時的に格納する R A M (Random Access Memory) を備えている。記憶部 2 0 8 C は、画像メモリ 2 0 6 に格納された放射線画像情報等のデータを記憶する不揮発性のフラッシュメモリ等によって構築されている。

40

#### 【 0 0 5 3 】

温度センサ 2 0 4 では、放射線画像検出器 1 4 の温度、第 1 実施の形態においては蛍光体 1 4 8 の下面（非照射面 1 4 0 B 側の面）の中央部分の温度が測定されている。温度センサ 2 0 4 において測定された温度の情報は検出器制御部 2 0 8 に送られている。

#### 【 0 0 5 4 】

50

通信部 210 は、検出器制御部 208 からの制御に基づいて、外部機器との間において各種情報の送受信を行っている。この形式に限定されるものではないが、第 1 実施の形態に係る通信部 210 は、I E E E (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11a / b / g 等に代表される無線 L A N (Local Area Network) 規格に対応した無線通信部である。具体的には、通信部 210 は、検出器制御部 208 とコンソール 16 との間において放射線画像の撮影に関する制御を行う各種情報の送受信、検出器制御部 208 からコンソール 16 への放射線画像情報の送信等を無線通信により行っている。

#### 【 0 0 5 5 】

電源部 212 はゲート線ドライバ部 200、信号処理部 202、画像メモリ 206、検出器制御部 208、通信部 210 の各種回路に電力を供給している。第 1 実施の形態において、電源部 212 には、放射線画像検出器 14 の可搬性を高めるためにバッテリ、(充電可能な二次電池) が内蔵されている。各種回路にはこのバッテリから電力が供給されている。バッテリは、放射線画像検出器 14 の非使用時等に、図示しない充電器を通して電源に接続されており、これによって充電が行われている。

#### 【 0 0 5 6 】

第 1 実施の形態に係る放射線画像検出器 14 では、放射線画像の撮影の開始に同期させてコンソール 16 から制御信号が受信され、動作制御が開始されている。これに加えて、放射線画像検出器 14 では、放射線発生装置 12 から照射される放射線 R を感知することによって自動的に動作制御が開始されている。つまり、放射線画像検出器 14 は非同期型(同期フリー型)を採用している。放射線 R の感知には、検出素子 100 の配列中に埋め込まれこの検出素子 100 と同一構造を有する感知センサの出力、又は検出素子 100 の配列外に配置された感知センサの出力が使用されている。また、放射線 R の感知には、放射線 R から変換された光を検出するフォトセンサの出力が使用されてもよい。なお、本発明は、非同期型を採用する放射線画像検出器 14 に限定されるものではなく、放射線画像の撮影の開始に同期させてコンソール 16 から制御信号を受信して動作制御を開始する同期型を採用する放射線画像検出器に適用してもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

##### [ コンソールのシステム構成 ]

図 3 に示されるように、コンソール 16 は、サーバコンピュータとして構築され、ディスプレイ 161 及び操作パネル 162 を備えている。ディスプレイ 161 は放射線画像撮影装置 10 の操作メニュー、撮影された放射線画像等を表示するモニターである。操作パネル 162 は、複数の操作キー、スイッチ等を備えており、各種情報や操作指示の入力を行えるようになっている。コンソール 16 は、C P U 163 と、R O M 164 と、R A M 165 と、ハードディスクドライブ( H D D ) 166 と、ディスプレイドライバ 168 と、操作入力検出部 169 と、通信部 167 とを備えている。

#### 【 0 0 5 8 】

C P U 163 はコンソール 16 の全体の動作の制御を司っている。R O M 164 にはコンソール 16 の動作を制御する制御プログラムを含む各種プログラム等が格納されている。R A M 165 には各種データが一時的に記憶されている。ハードディスクドライブ 166 には各種データが記憶されている。ディスプレイドライバ 168 ではディスプレイ 161 の各種情報の表示の制御が行われている。操作入力検出部 169 では操作パネル 162 に対する操作状態の検出が行われている。通信部 167 では、放射線発生装置 12 との間において曝射条件等の各種情報の送受信が行われると共に、放射線画像検出器 14 との間において放射線画像情報等の各種情報の送受信が行われている。通信部 167 では、放射線画像検出器 14 の通信部 210 と同様に、無線通信によってデータの送受信が行われている。

#### 【 0 0 5 9 】

コンソール 16 において、C P U 163、R O M 164、R A M 165、H D D 166、ディスプレイドライバ 168、操作入力検出部 169 及び通信部 167 はシステムバス

10

20

30

40

50

(共通バス配線) 170を通して相互に接続されている。従って、CPU163はシステムバス170を通してROM164、RAM165、HDD166のそれぞれにアクセスを行える。また、CPU163は、システムバス170及びディスプレイドライバ168を通してディスプレイ161において各種情報の表示の制御を行える。また、CPU163は、操作入力検出部169及びシステムバス170を通して操作パネル162に対するユーザの操作状態を把握可能である。更に、CPU163は、システムバス170及び通信部167を通して、放射線発生装置12、放射線画像検出器14のそれぞれとの間において、各種情報の送受信の制御を行える。

#### 【0060】

##### [放射線発生装置のシステム構成]

図3に示されるように、放射線発生装置12は、放射線源121と、線源制御部122と、通信部123とを備えている。通信部123ではコンソール16との間において曝射条件等の各種情報の送受信が行われている。線源制御部122では通信部123を通して受信された曝射条件に基づいて放射線源121の制御が行われている。

#### 【0061】

線源制御部122は前述の放射線画像検出器14の検出器制御部208と同様にマイクロコンピュータを備えている。このマイクロコンピュータのメモリには通信部123を通して受信された曝射条件等の情報が格納されている。曝射条件には例えば管電圧、管電流、曝射時間を含む情報が少なくとも含まれている。このような曝射条件に基づいて、線源制御部122は放射線源121から放射線Rを照射する制御を行っている。

#### 【0062】

##### [放射線検出パネルの装置構造]

###### 1. 放射線検出パネルの全体構造

第1実施の形態に係る放射線画像検出器14の放射線検出パネル142は、図5に示されるように、TFTマトリックス基板116と、TFTマトリックス基板116上に配設された蛍光体(シンチレータ)148とを備えている。TFTマトリックス基板116には検出素子100が配設されている。ここでは、便宜的に1個の検出素子100が等価回路として図示されている。1つの検出素子100は最小の解像度の単位になる1画像である。検出素子100は、絶縁性基板116Aに配設され、この絶縁性基板116A上に配設されたTFT102上に光電変換素子106を積層した構造を備えている。

#### 【0063】

###### 2. 蛍光体(シンチレータ)の構造

図5に示されるように、TFTマトリックス基板116の最上層には透明絶縁膜116Cが配設されており、この透明絶縁膜116C上に蛍光体148が配設されている。蛍光体148はTFTマトリックス基板116の略全域に配設されている。蛍光体148は、光電変換素子106上に透明絶縁膜116Cを介して配設されているので、蛍光体148側(図5中、上側)から入射された放射線Rを吸収して光に変換可能である。更に、蛍光体148は、絶縁性基板116A側(図5中、下側)から入射された放射線Rも吸収して光に変換可能である。

#### 【0064】

蛍光体148が発する光の波長域は光電変換素子106の受光感度により設定されている。一例として、光電変換素子106にはアモルファスシリコン(a-Si)を用いたフォトダイオードやMIS(Metal Insulator Semiconductor)トランジスタが使用されている。この場合、a-Siの受光感度特性から、光の波長域を可視光域(波長360nm～830nm)に設定することができる。放射線画像検出器14において、放射線画像の撮影を可能とするためには、a-Siを光電変換素子106に採用した場合に、蛍光体148が発する光にa-Siの受光感度が最大となる緑色の波長域を含むことが好ましい。

#### 【0065】

放射線RとしてX線を使用しX線画像を撮影する場合、ヨウ化セシウム(CsI)を含む蛍光体148を使用することが好ましい。更に、X線照射時の発光スペクトルが400

10

20

30

40

50

nm ~ 700 nm の波長域にあるタリウムが添加されたヨウ化セシウムCsI(Tl)、酸硫化ガドリウムGd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S: Tb 等により蛍光体148が形成されることが特に好ましい。CsI(Tl)の可視光域における発光ピーク波長は565 nmである。なお、本発明において、放射線Rは、X線に限定されるものではなく、少なくとも医療に利用される 線、電子線、中性子線、陽子線、重粒子線等の放射線を含む意味において使用されている。

【0066】

ここで、第1実施の形態において、蛍光体148は、基本的にはTFTマトリックス基板116つまり放射線検出パネル142に対して別部材(別部品)として製作されている。蛍光体148は、放射線画像検出器14の製作過程(組立工程)において、放射線検出パネル142に装着されている。

【0067】

3. 光電変換素子の構造

図5及び図6に示されるように、第1実施の形態に係る検出素子100には、PIN構造を有し、間接変換方式を採用する光電変換素子106が使用されている。光電変換素子106はTFTマトリックス基板116の絶縁性基板116A上に配設されている。光電変換素子106は、一方の電極(下部電極)106Aと、第1半導体層106Bと、第2半導体層106Cと、第3半導体層106Dと、他方の電極(上部電極)106Eとを順次積層した積層構造により構成されている。

【0068】

電極106Aは、絶縁性基板116A上に絶縁膜116Bを介在して配設されており、検出素子100毎(検出部毎又は画素部毎)に分割されている。絶縁膜116Bは、第1実施の形態において、図6に示されるように、TFT保護膜116B1と、その上層に形成された平坦化膜116B2との積層膜により構成されている。TFT保護膜116B1には例えばCVD(Chemical Vapor Deposition)法により成膜されたSiNx膜が使用されている。平坦化膜116B2には例えば低誘電率を有する感光性の有機材料により成膜された塗布型絶縁膜が使用されている。

【0069】

電極106Aは、第1半導体層106B～第3半導体層106Dの膜厚が1 μm前後と厚い場合には導電性を有する材料であれば透明性、不透明性の制限を殆ど受けない。従って、電極106Aには透明又は不透明な導電性材料を使用することができる。透明導電性材料には、例えば酸化錫インジウム(ITO: Indium Tin Oxide)等を使用することができる。不透明な導電性材料には、例えばアルミニウム、アルミニウム合金、銀等を使用することができる。一方、第1半導体層106B～第3半導体層106Dの膜厚が薄い場合(例えば、0.2 μm～0.5 μmの範囲)、第1半導体層106B～第3半導体層106Dにおいて光を十分に吸収することができない。この光がTFT102に照射されると、TFT102の主電極102D、102E間のリーク電流の増加の原因となる。従って、電極106Aには不透明性つまり遮光性のある導電性材料又はその積層膜を使用することが好ましい。

【0070】

第1半導体層106Bは電極106A上に配設され、第2半導体層106Cは第1半導体層106B上に配設され、第3半導体層106Dは第2半導体層106C上に配設されている。第1実施の形態に係る光電変換素子106ではPIN構造が採用されているので、第1半導体層106Bはn+型a-Si層により構成されている。第2半導体層106Cはi型a-Si層により構成されている。第3半導体層106Dはp+型a-Si層により構成されている。第2半導体層106Cでは、蛍光体148により変換された光から電荷(一対の自由電子と自由正孔)が発生する。第1半導体層106Bは、コンタクト層として使用されており、電極106Aに電気的に接続されている。第3半導体層106Dは、同様にコンタクト層として使用されており、電極106Eに電気的に接続されている。

## 【0071】

電極 106E は第3半導体層 106E 上において検出素子 100 毎に個別に配設されている。電極 106E には、透明性が高い、例えばITO、酸化亜鉛インジウム (IZO) 等の導電性材料が使用されている。図5及び図6において図示が省略されているが、電極 106E には固定電位を供給する配線が接続されている。

## 【0072】

第1実施の形態では、第1半導体層 106B ~ 第3半導体層 106D に加えて電極 106A 及び 106E を含み、光電変換素子 106 が構築されている。また、光電変換素子 106 には MIS 構造が採用されてもよい。

## 【0073】

## 4. TFTの構造

10

図6に示されるように、検出素子 100 の TFT 102 は、光電変換素子 106 の電極 106A に対応したその下方の領域であって、絶縁性基板 116A 上に配設されている。TFT 102 は、絶縁性基板 116A の表面に対して鉛直方向から見た平面視において、光電変換素子 106 の電極 106A に重複する領域に配設されている。つまり、TFT 102 と光電変換素子 106 とは絶縁性基板 116A 上に立体的に積層されている。このため、検出素子 100 の絶縁性基板 116A の表面と同一平面方向において、検出素子 100 の占有面積が縮小されている。

## 【0074】

TFT 102 は、ゲート電極 102A と、ゲート絶縁膜 102B と、活性層（チャネル層） 102C と、一方の主電極（例えばドレン電極） 102E 及び他方の主電極（例えばソース電極） 102D を備えている。ゲート電極 102A は絶縁性基板 116A の表面上に配設されている。ゲート電極 102A は、第1実施の形態において、ゲート線 110 と同一導電層において同一導電性材料によって形成されている。ゲート絶縁膜 102B は、絶縁性基板 116A の表面上の略全域にゲート電極 102A を介して配設されている。活性層 102C は、ゲート絶縁膜 102B の表面上において、ゲート電極 102A に重複して配設されている。主電極 102D 及び 102E は、活性層 102C 上に配設されており、ゲート電極 102A 上において互いに離間されている。主電極 102D 及び 102E は、第1実施の形態において、同一導電層において同一導電性材料によって形成されている。

20

## 【0075】

第1実施の形態に係る放射線画像検出器 14 において、TFT 102 の活性層 102C は a-Si により構成されている。また、活性層 102C は非晶質酸化物により形成してもよい。非晶質酸化物には In、Ga 及び Zn のうちの少なくとも 1 つを含む酸化物（例えば In-O）が使用されている。また、非晶質酸化物には、In、Ga 及び Zn のうちの少なくとも 2 つを含む酸化物（例えば In-Zn-O、In-Ga 若しくは Ga-Zn-O）を使用することが好ましい。更に、In、Ga 及び Zn を含む酸化物を使用することがより好ましい。具体的には、In-Ga-Zn-O 系非晶質酸化物であって、結晶状態における組成が  $In_xGa_yO_3 (ZnO)_m$  ( $m$  は 6 未満の自然数) で表される非晶質酸化物が好ましい。特に、InGaZnO4 がより好ましい。活性層 102C が非晶質酸化物により形成された TFT 102 では、X 線等の放射線 R が吸収されず、又は吸収されたとしても極めて微量に留まるので、ノイズの発生が効果的に抑えられる。

30

## 【0076】

第1実施の形態において、絶縁性基板 116A には液晶用としての無アルカリガラスが使用されている。ここで、TFT 102 の活性層 102C に非晶質酸化物を採用し、光電変換素子 106 の第1半導体層 106B ~ 第3半導体層 106D に代えて有機光電変換材料を採用することが可能である。この場合、活性層 102C 及び有機光電変換材料のそれぞれの成膜が低温プロセスにおいて可能となる。従って、半導体基板、石英基板、ガラス基板等の耐熱性の高い基板に限定されず、絶縁性基板 116A にはプラスチック等の可撓性基板、アラミド（全芳香族ポリアミド）、バイオナノファイバ等の使用が可能である。

40

50

具体的には、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリイミド、ポリシクロオレフィン、ノルボルネン樹脂、ポリ(クロロトリフルオロエチレン)等の可撓性基板が絶縁性基板 116A として使用可能となる。このようなプラスチック製の可撓性基板が採用されると、放射線画像検出器 14 の軽量化を実現することができる。軽量化によって、例えば持ち運び、取り扱い等の可搬性が高められる。

#### 【0077】

また、絶縁性基板 116A には、絶縁性を確保するための絶縁層、水分や酸素の透過を抑制するためのガスバリア層、平坦性或いは電極等との密着性を向上するためのアンダーコート層等を配設することができる。

10

#### 【0078】

一方、絶縁性基板 116A として使用可能なアラミドは、200度以上の温度の高温プロセスを採用することができるので、透明電極材料を高温度において硬化可能となる。このため、透明電極材料の低抵抗化を実現することができる。また、200度以上の高温度の半田リフロー工程を含む、ゲート線ドライブ部 200 を構築するドライバ IC の自動実装プロセスにも対応することができる。また、ITO やガラス基板の熱膨張係数に対して、アラミドの熱膨張係数が近いので、製造プロセス終了後の絶縁性基板 116A の反りを減少することができ、絶縁性基板 116A に割れが生じ難い。また、アラミドはガラス基板等の機械的強度に対して高い機械的強度を持っているので、絶縁性基板 116A の薄型化を実現することができる。なお、絶縁性基板 116A は、単層基板構造に限定されるものではなく、超薄型ガラス基板にアラミドを積層した複合基板構造を採用してもよい。

20

#### 【0079】

また、絶縁性基板 116A として使用可能なバイオナノファイバはバクテリア(酢酸菌 : Acetobacter Xylinum)により産出されるセルロースミクロフィブリル束(バクテリアセルロース)と透明樹脂との複合物である。セルロースミクロフィブリル束には、例えば可視光波長に対して 1/10 程度の 50 nm の微細な幅サイズを有し、かつ高強度、高弾性及び低熱膨張を有する特性がある。バクテリアセルロースにアクリル樹脂、エポキシ樹脂等の透明樹脂を含浸させ硬化させることによって、繊維を 60 ~ 70 % も含有しながら、波長 500 nm において約 90 % の光透過率を示すバイオナノファイバを製作することができる。バイオナノファイバは、シリコン結晶に匹敵する低い熱膨張係数(3 ppm ~ 7 ppm)を有し、鋼鉄並の強度(460 MPa)及び高弾性(30 GPa)を有し、かつフレキシブル性を備えている。従って、ガラス基板等に比べて、絶縁性基板 116A の薄型化を実現することができる。

30

#### 【0080】

TFT102 の主電極 102D 及び 102E を含む絶縁性基板 116A 上の全域には層間絶縁膜 116B が配設されている。光電変換素子 106 の電極 106A は層間絶縁膜 116B に配設された接続孔 116H を通して主電極 102D に電気的に接続されている。

#### 【0081】

##### [放射線検出器の装置構造]

40

##### 1. 放射線画像検出器の全体の概略構造

図 7(A) に示されるように、放射線画像検出器 14 は、放射線検出パネル 142 と、信号処理基板 144 と、蛍光体 148 と、支持部材 180 と、信号処理基板 144 と、フレキシブル基板 182 と、筐体 140 とを備えている。照射面 140A 側から非照射面 140B 側に向かって放射線検出パネル 142、蛍光体 148、支持部材 180、信号処理基板 144 のそれぞれが順次配設されている。これらは相互に重複して配置されている。フレキシブル基板 182 の一端は放射線検出パネル 142 に電気的に接続されており、他端は信号処理基板 144 に電気的に接続されている。筐体 140 の内部には放射線検出パネル 142、蛍光体 148、支持部材 180、信号処理基板 144 及びフレキシブル基板 182 が収納されている。

50

## 【0082】

第1実施の形態に係る放射線画像検出器14では放射線Rから変換された光を放射線Rの照射面140A側から読み取るISS(Irradiation Side Sampling: TFT基板面入射)方式が採用されている。従って、筐体140の内部において、放射線検出パネル142は、図5及び図6に示す絶縁性基板116Aを照射面140A側に向け、蛍光体148を非照射面140B側に向けて、照射面140Aの裏側になる天板内面側に装着されている。放射線検出パネル142を天板内面に直接装着する場合、装着には例えば両面粘着テープが使用されている。また、放射線検出パネル142は支持部材180を介在して機械的に筐体140に装着されている。なお、放射線画像検出器14は、ISS方式に限定されるものではなく、放射線Rから変換された光を放射線Rの照射面140Aとは反対の非照射面140B側から読み取るシンチレータ面入射方式を採用してもよい。

## 【0083】

支持部材180は主に筐体140の機械的強度を高める補強材としての機能を有している。支持部材180は、筐体140の厚さ方向の中央部分に配設され、筐体140の照射面140A及び非照射面140Bに対して略平行に配設されている。平面視で見た支持部材180のサイズ(縦寸法×横寸法)は、同一方向から見た照射面140A及び非照射面140Bのサイズに対して一回り小さい。また、ここでは、支持部材180のサイズは、同一方向から見た放射線検出パネル142、蛍光体148、信号処理基板144のそれぞれのサイズに対して大きい。

## 【0084】

図7(A)には詳細な断面構造が示されていないが、支持部材180は、シャーシと、補強板と、蒸着基板とを備え、これらを非照射面140Bから照射面140Aに向かって順次積層した3層構造により構成されている。シャーシは例えばアルミニウムにより構成されている。補強板180Bは例えばカーボンにより構成されている。蒸着基板は例えばアルミニウムにより構成されている。

## 【0085】

放射線検出パネル142は支持部材180の照射面140A側に蛍光体148を介して配設されている。ここで、放射線検出パネル142の厚さは、特に限定されるものではないが、例えば0.6mm~0.8mmに設定されている。また、蛍光体148の厚さは例えば0.5mm~0.7mmに設定されている。

## 【0086】

一方、信号処理基板144は支持部材180の非照射面140B側に配設されている。図7(A)において、信号処理基板144は、1つの構成要素(部品)として模式的に示されているが、実際には前述の図3に示すゲート線ドライバ部200等を構築する各種回路が実装された配線基板である。回路には集積回路(IC)、抵抗素子、容量素子、コンデンサ等が含まれる。また、配線基板には例えばプリント配線基板が使用されている。なお、回路は複数枚の配線基板に分散して実装されていてもよい。

## 【0087】

## 2. 筐体の構造

図7に示されるように、筐体140は、天板となる照射面140Aと、それに離間され対向する底板となる非照射面140Bと、照射面140A及び非照射面140Bの周縁に沿って配設された側部(側板)とを有する中空直方体である。第1実施の形態に係る放射線画像検出器14においては、外部からの電磁ノイズの影響を最小限に留めるために、筐体140の少なくとも外側表面及び内側表面が絶縁体である。ここで、少なくとも表面が絶縁体とは、筐体140の全体が絶縁体である場合、筐体140の母体を導電体としてその表面を絶縁体とした(表面に絶縁処理を施した)場合のいずれも含む意味において使用されている。例えば、前者の例としては、絶縁性樹脂によって製作された筐体140が該当する。後者の例としては、例えばアルミニウム製母体の表面に酸化性被膜を形成し製作した筐体140、同母体の表面に絶縁性塗料のコーティングを行って製作した筐体140等が該当する。

10

20

30

40

50

## 【0088】

第1実施の形態においては、筐体140には、放射線画像検出器14の取り扱い性能を向上するために、軽量化並びに高剛性化を実現することができる材料が選択されている。このような要求に対して、カーボン繊維が絶縁性樹脂によってコーティングされたカーボン繊維強化プラスチック（CFRP:Carbon Fiber Reinforced Plastics）が筐体140には使用されている。絶縁性樹脂には例えばエポキシ樹脂が使用されている。

## 【0089】

## 3. フレキシブル基板の構造

図7（A）及び図7（B）に示されるように、フレキシブル基板182には図4に示される信号処理部（電子部品又は第1電子部品）202が実装されている。ここで、信号処理部202は、筐体140の非照射面140Bの内壁面に対向するフレキシブル基板182の表面上に搭載されている。フレキシブル基板182は放射線検出パネル142のデータ線112と信号処理部202との間及び信号処理部202と信号処理基板144との間を電気的に接続する配線ケーブルである。第1実施の形態において、フレキシブル基板182は、ベースフィルム182Bに配線182L1、配線182L2及び配線182L3を設けたCOFタイプにより構成されている。配線182L1上～配線182L3上にはソルダーレジスト182Rがコーティングされている。

## 【0090】

ベースフィルム182Bには、少なくともフレキシブル性（可撓性）を有し、かつ絶縁性を有する樹脂フィルムが使用されている。具体的には、20μm～50μmの範囲内の厚さと、2GPa～8GPaの弾性率を有するポリイミド樹脂フィルムがベースフィルム182Bとして使用されている。配線182L1～配線182L3には、電気伝導性並びに熱伝導性に優れた、3μm～15μmの範囲内の厚さを有する銅（Cu）配線が使用されている。

## 【0091】

詳細な図示を省略しているが、フレキシブル基板182の一端（外部端子。符号は省略する。）は放射線検出パネル142の周辺部まで引き出されたデータ線112の外部端子に電気的に接続されている。この電気的な接続には、例えば異方性導電コネクタ、異方導電性シート、異方導電性フィルム、異方導電性ゴム等の接続媒体を介在し、熱を加えて圧着する熱圧着接続法が使用されている。フレキシブル基板182において一端と信号処理部202との間は配線182L1によって電気的に接続されている。また、フレキシブル基板182の他端は信号処理基板144の周辺部まで引き出された外部端子（符号246、248等。）に電気的に接続されている。この電気的な接続には上記熱圧着接続法が使用されている。フレキシブル基板182において信号処理部202と他端との間は配線182L2及び配線182L3によって電気的に接続されている。

## 【0092】

更に、信号処理部202が搭載された表面と同一の表面上において、フレキシブル基板182には、信号処理部202と他端との間に第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fが搭載されている。信号処理部202、第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fは配線182L2及び配線182L3の延在方向に順次配列されている。第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fは、いずれも、外部端子246に接続された配線182L2、182L3と、外部端子248に接続された配線182L2、182L3との間に電気的に並列に接続されたコンデンサである。個々の第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fの平面視におけるサイズは、信号処理部（第1電子部品）202の平面視におけるサイズに対して小さい。具体的には数十分の1程度のサイズである。従って、個々の第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fの重量は信号処理部202の重量に対して軽い。

## 【0093】

外部端子246には信号処理基板144から電源、例えば回路駆動電源Vccが供給さ

10

20

30

40

50

れており、配線 182L2、182L3 が電源配線として使用されている。外部端子 248 には信号処理基板 144 から異なる電源、例えば回路基準電源（接地電源）GND が供給されており、配線 182L2、182L3 が電源配線として使用されている。すなわち、コンデンサは、電源配線間に挿入された平滑コンデンサとして使用されており、信号処理部 202 に供給される電源ノイズを減少する機能を有している。必ずしもこの搭載個数に限定されるものではないが、第 1 実施の形態に係るフレキシブル基板 182 では、第 2 電子部品 242A～242D が 4 個、第 3 電子部品 242E、242F が 2 個の合計 6 個が搭載されている。

#### 【0094】

図 7 (B) に示されるように、第 2 電子部品 242A～242D は信号処理部 202 側に配列されており、第 3 電子部品 242E、242F は他端側の外部端子側（信号処理基板 144 側）に配列されている。第 2 電子部品 242A～242D は、信号処理部 202 から他端側の外部端子に向かう方向（配線 182L2 の延在方向。図中、上下方向。）に対して交差する方向、ここでは直交する方向に順次配列されている。同様に、第 3 電子部品 242E、242F は、第 2 電子部品 242A～242D の配列方向に略並行に配列されている。

#### 【0095】

フレキシブル基板 182 の中央部は、放射線検出パネル 142 の側面及び信号処理基板 144 の側面から筐体 140 の側部の内壁に向かってループ状に突出し、フレキシブル性を利用して円弧を描くように湾曲し折り返して引き回されている。放射線画像検出器 14 に外力が生じない状態のとき（静止状態のとき）、フレキシブル基板 182 は、少なくとも支持部材 180 及び筐体 140 の側部の内壁との間に僅かな隙間を持っており、それらに接触しない。隙間は例えば数 mm に設定されている。

#### 【0096】

図 7 (A) に示されるように、信号処理基板 144 の側面に対して、支持部材 180 の側面が外側に突出されており、この支持部材 180 と信号処理基板 144 とが重複されない領域が生成されている。この領域において支持部材 180 と筐体 140 の非照射面 140B の内側との間に、フレキシブル基板 182 の信号処理部（第 1 電子部品）202、第 2 電子部品 242A～242D 及び第 3 電子部品 242E、242F が配置されている。このため、支持部材 182 が放射線 R に対する遮蔽壁として機能されているので、信号処理部 202 等の放射線 R の照射量が減少されている。この結果、放射線 R の照射に起因する信号処理部 202 の誤動作が効果的に抑制されている。

#### 【0097】

なお、図 7 (A) 中、フレキシブル基板 182 は左右 2 本しか図示されていないが、実際には放射線検出パネル 142 の一辺に沿って複数本のフレキシブル基板 182 が配列されている。また、フレキシブル基板 182 にはテープオートメイティッドボンディング（TAB : Tape Automated Bonding）を使用することができる。

#### 【0098】

更に、ここでは図示が省略されているが、放射線検出パネル 142 のゲート線 110 と信号処理基板 144 との間がフレキシブル基板によって電気的に接続されている。このフレキシブル基板には、フレキシブル基板 182 と同様に COF タイプが採用されており、ゲート線ドライバ部 200 が電子部品（集積回路）として搭載されている。

#### 【0099】

### 4. 補強材の構造

図 7 (B) に示されるように、フレキシブル基板 182 の一端側（放射線検出パネル 142 側）の外部端子から信号処理部（第 1 電子部品）202 までの領域では、配線 182L1 の配置本数が非常に多く、単位面積当たりに占める配線 182L1 の平面面積の割合が大きくなっている。このため、この領域は配置密度が高い領域である。信号処理部 202 から第 2 電子部品 242A～242D までの領域では、信号処理部 202 からフレキシブル基板 182 の他端側（信号処理基板 144 側）の外部端子に向かって配線 182L2

10

20

30

40

50

の配置本数が多く、又配線幅の大きな配線 182L2 が配置されている。このため、この領域は、単位面積当たりに占める配線 182L2 の平面面積の割合が大きくなっているので、配置密度が高い領域 184A である。これに対して、第 2 電子部品 242A ~ 242D から第 3 電子部品 242E、242F までの領域では、配線密度が高い領域 184A から第 2 電子部品 242A ~ 242D を迂回して他端側の外部端子に至るレイアウトになっているので、配線 182L3 の配置本数は非常に少ない。つまり、この領域は、単位面積当たりに占める配線 182L3 の平面面積の割合が小さくなっているので、配置密度が低い領域 184B である。

#### 【0100】

第 1 実施の形態に係る放射線検出パネル 14 では、フレキシブル基板 182 の配置密度が低い領域 184B において少なくとも配線 182L3 上に補強材 186A が設けられている。補強材 186A は、配置密度が低い領域 184B に配置された配線 182L3 の機械的強度を高めている。少なくとも電子部品間、具体的には第 2 電子部品 242A ~ 242D と第 3 電子部品 242E、242F との間には、配置密度が低い領域 184B であるために、補強材 186A が設けられている。ここでは、第 2 電子部品 242A ~ 242D 上、第 3 電子部品 242E、242F 上及びそれらの間に連続して補強材 186A が設けられている。

#### 【0101】

フレキシブル基板 182 のフレキシブル性を損なうことなく、配置密度が低い領域 184B の配線 182L3 の機械的強度を高めるために、補強材 186A の引張弾性率は 1 MPa 以上であってフレキシブル基板 182 の引張弾性率よりも低く設定されている。加えて、補強材 186A の厚さはフレキシブル基板 182 の厚さよりも厚く設定されている。ここで、フレキシブル基板 182 の引張弾性率とは、フレキシブル基板 182 の全体の引張弾性率を支配するベースフィルム 182B の引張弾性率という意味で使用されている。また、同様に、フレキシブル基板 182 の厚さとはベースフィルム 182B の厚さという意味で使用されている。第 1 実施の形態において、補強材 186A は、スチレン重合体、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂及びシリコン樹脂の少なくともいずれか 1 つの材料により構成されている。例えば、補強材 186A にスチレン重合体が使用される場合、補強材 186A の弾性率は 20 MPa ~ 50 MPa の範囲内になる。また、補強材 186A の厚さは 100 μm ~ 1000 μm の範囲内に設定されることが好ましい。ここでは、補強材 186A の厚さは均一に設定されている。なお、補強材 186A は、上記材料のうち 2 種類以上の材料を積層して用いてもよい。

#### 【0102】

##### [放射線画像撮影装置の動作]

前述の図 1 に示す放射線画像撮影装置 10 では、放射線画像の撮影前の取り扱い、或いは撮影中やその直前に被検体 18 に対する位置調整や被検体 18 の姿勢調整に伴う接触、衝突によって放射線画像検出器 14 に外力による加減速度や振動が加わる。この加減速度や振動により、放射線画像検出器 14 においては、放射線検出パネル 142、信号処理基板 144 及び筐体 140 の剛性体の位置変化に対してフレキシブル基板 182 の位置変化を追従させることができない。このため、フレキシブル性によってフレキシブル基板 182 に変形や振動が生じる。フレキシブル基板 182 が COF の場合、信号処理部（第 1 電子部品）202、第 2 電子部品 242A ~ 242D 及び第 3 電子部品 242E、242F が振動モデルの質量となり、変形量や振幅が助長される。

第 1 実施の形態に係るフレキシブル基板 182 では、配置密度が低い領域 184B に補強材 186A が設けられており、配置密度が低い領域 184B に配置された配線 182L3 の機械的強度が高められている。このため、図 7 (B) に符号 B を付して囲まれた領域において、配線 182L3 の折れや断線等の損傷を効果的に抑制又は防止することができる。ここで、領域 B に延在された配線 182L3 は信号処理部 202 に電源を供給する電源配線である。補強材 186A によって配線 182L3 の損傷が効果的に抑制又は防止されているので、信号処理部 202 のアナログデジタル変換器 232 等は正常な動作を行え

10

20

30

40

50

る。従って、放射線画像撮影情報が失われることがなくなるので、線欠陥等の不具合が解消される。

【0103】

[放射線画像検出器の筐体の種類]

前述の第1実施の形態に係る放射線画像検出器14の筐体140は、図8(A)に示すように、フレームレスのモノコック構造により構成されている。この種の筐体140は、本来フレームに持たせる機械的強度を表皮(表面、裏面及び側面)に持たせ、軽量化に適している。この筐体140は、外力による全体的な変形を生じ易く、フレキシブル基板182の変形や振動を生じ易い。このため、第1実施の形態に係る補強材186Aはこのモノコック構造に有効である。

10

【0104】

図8(B)に示す筐体140は、筐体本体140Cと、その片側においてヒンジを中心を開閉する蓋140Dとを備えている。この種の筐体140は、内部への放射線検出パネル142を含むユニットの装着並びに収納されたユニットの外部への脱着を簡易に行える。このため、メンテナンス性に優れている。

【0105】

図8(C)に示す筐体140は、筐体本体140Cと、その両側において各々差込により開閉する蓋140D及び140Eとを備えている。蓋140D及び140Eのそれぞれから突出するアーム部が筐体本体140Cの内壁に係合して差込位置において固定されている。この種の筐体140は、図8(B)に示す筐体140と同様に、メンテナンス性に優れている。

20

【0106】

[第1実施の形態の作用効果]

以上説明したように、第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、取り扱いのときに外力が加わると、フレキシブル基板182に変形や振動が生じる。電子部品(信号処理部202等)が設けられたフレキシブル基板182では、電子部品の重量によってフレキシブル基板182の変形量や振幅が助長されるので、配線182L3に加わる応力が増加される。特に、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bでは、フレキシブル基板182の変形量や振幅が、配置密度が高い領域184Aに対して大きくなる。ここで、少なくともフレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bに補強材186Aが設けられているので、この補強材186Aによって配置密度が低い領域184Bでの配線182L3の機械的強度が高められている。このため、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bでの変形量や振幅が抑制されるので、折れや断線等の配線182L3への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

30

【0107】

また、第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板182の電子部品(第2電子部品242A~242D、第3電子部品242E、242F)が設けられた領域の機械的強度に対して、フレキシブル基板182の電子部品間の領域の機械的強度は電子部品が存在しないことにより低くなっている。フレキシブル基板182の電子部品間の領域であって配置密度が低い領域184Bに補強材186Aが設けられることによって、フレキシブル基板182の変形量や振幅が抑制されるので、折れや断線等の配線182L3への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

40

【0108】

また、第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bに加えて、少なくとも電子部品(第2電子部品242A~242D、第3電子部品242E、242F)が設けられた領域まで連続して補強材186Aが設けられている。フレキシブル基板182の電子部品が設けられた領域では、電子部品が存在することによって機械的強度が高められており、更に補強材186Aによって機械的強度が高められている。この電子部品が設けられた領域と配置密度が低い領域184Bとに連続して補強材186Aが設けられることによって、特に配置密度が低い領域18

50

4 B での配線 1 8 2 L 3 の機械的強度がより一層高められる。

【 0 1 0 9 】

また、第 1 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 1 0 では、フレキシブル基板 1 8 2 上において、サイズが大きい（重い）信号処理部（第 1 電子部品）2 0 2 とサイズが小さい（軽い）第 2 電子部品 2 4 2 A ~ 2 4 2 D との間は配置密度が高い領域 1 8 4 A である。一方、互いにサイズが小さい第 2 電子部品 2 4 2 A ~ 2 4 2 D と第 3 電子部品 2 4 2 E、2 4 2 F との間は配置密度が低い領域 1 8 4 B である。ここで、補強材 1 8 6 A は少なくとも第 2 電子部品 2 4 2 A ~ 2 4 2 D と第 3 電子部品 2 4 2 E、2 4 2 F との間の配置密度が低い領域 1 8 4 B に設けられている。このため、フレキシブル基板 1 8 2 の配置密度が低い領域 1 8 4 B において変形量や振幅が抑制されるので、折れや断線等の配線 1 8 2 L 3 への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。 10

【 0 1 1 0 】

また、第 1 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 1 0 では、補強材 1 8 6 A の引張弾性率が 1 M p a 以上であってフレキシブル基板 1 8 6 の引張弾性率よりも低く設定されている。このため、配線 1 8 2 L 3 の機械的強度が高められると共に、フレキシブル基板 1 8 2 のフレキシブル性を維持することができる。

【 0 1 1 1 】

また、第 1 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 1 0 では、フレキシブル基板 1 8 2 の引張弾性率に比べて低い（柔軟性がある）補強材 1 8 6 A がフレキシブル基板 1 8 2 の厚さよりも厚く設けられている。このため、補強材 1 8 6 A では、フレキシブル基板 1 8 2 のフレキシブル性（曲がり特性）が維持されると共に、配線 1 8 2 L 3 の機械的強度が高められる。 20

【 0 1 1 2 】

また、第 1 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 1 0 では、補強材 1 8 6 A がスチレン重合体等の少なくともいずれか 1 つの材料により構成されている。このため、補強材 1 8 6 A の引張弾性率がフレキシブル基板 1 8 2 の引張弾性率よりも低く設定されているので、配線 1 8 2 L 3 の機械的強度が高められると共に、フレキシブル基板 1 8 2 のフレキシブル性を維持することができる。

【 0 1 1 3 】

また、第 1 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 1 0 では、フレキシブル基板 1 8 2 の配置密度が低い領域 1 8 4 B に設けられた電源配線（配線 1 8 2 L 2 ）の機械的強度が補強材 1 8 6 A により高められている。補強材 1 8 6 A により電源配線の損傷が効果的に抑制又は防止されているので、第 2 電子部品 2 4 2 A ~ 2 4 2 D、第 3 電子部品 2 4 2 E、2 4 2 F によりノイズが低減された電源が第 1 電子部品（信号処理部 2 0 2 ）に供給されている。このため、第 1 電子部品において放射線検出パネル 1 4 2 からの電気信号にアナログデジタル信号処理が行われるので、放射線画像撮影情報の欠陥の発生（特に、線欠陥の発生）を防止することができる。 30

【 0 1 1 4 】

また、第 1 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 1 0 では、フレキシブル基板 1 8 2 の配置密度が低い領域 1 8 4 B に設けられた電源配線（配線 1 8 2 L 3 ）の機械的強度が補強材 1 8 6 A により高められている。補強材 1 8 6 A により電源配線の損傷が効果的に抑制又は防止されているので、第 2 電子部品 2 4 2 A ~ 2 4 2 D、第 3 電子部品 2 4 2 E、2 4 2 F により平滑化がなされた電源が第 1 電子部品（信号処理部 2 0 2 ）に供給されている。このため、第 1 電子部品において放射線検出パネル 1 4 2 からの電気信号にアナログデジタル信号処理が行われるので、放射線画像撮影情報の欠陥の発生（特に、線欠陥の発生）を防止することができる。 40

【 0 1 1 5 】

（第 2 実施の形態）

本発明の第 2 実施の形態は、前述の第 1 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 1 0 の放射線画像検出器 1 4 において補強材の平面形状を変えた例を説明するものである。 50

## 【0116】

## [放射線画像検出器の装置構造]

図9(A)及び図9(B)に示されるように、第2実施の形態に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182上に補強材186Bが設けられている。この補強材186Bは、配置密度が低い領域184B上に加えて、配置密度が高い領域184A上、信号処理部(第1電子部品)202上、第2電子部品242A～242D上、第3電子部品242E、242F上にも設けられている。しかも、補強材186Bはこれらの上に連続して配置されている。

## 【0117】

補強材186Bの具体的な材料や製作条件は前述の第1実施の形態に係る補強材186Aの具体的な材料等と同様である。

10

## 【0118】

また、補強材186Bの厚さを増して補強材186Bが筐体140の内壁(ここでは非照射面140Bの内壁)に接触されてもよい。補強材186Bは熱伝導性に優れているので、特に信号処理部202の動作により発生する熱を補強材186Bを通して筐体140に放熱することができる。これにより、放熱性が向上されている。

## 【0119】

## [第2実施の形態の作用効果]

第2実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、前述の第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10と同様の作用効果を得ることができる。

20

## 【0120】

更に、第2実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bに加えて、配置密度が高い領域184A、電子部品(信号処理部202、第2電子部品242A～242D、第3電子部品242E、242F)が設けられた領域まで連続して補強材186Aが設けられている。フレキシブル基板182の電子部品が設けられた領域では、電子部品が存在することによって機械的強度が高められており、更に補強材186Bによって機械的強度が高められている。この電子部品が設けられた領域と、配置密度が高い領域184Aと、配置密度が低い領域184Bとに連続して補強材186Bが設けられることによって、特に配置密度が低い領域184Bでの配線182L3の機械的強度がより一層高められる。

30

## 【0121】

## (第3実施の形態)

本発明の第3実施の形態は、前述の第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10の放射線画像検出器14において補強材186Aに加えて固定材187Aを備えた例を説明するものである。

## 【0122】

## [放射線画像検出器の装置構造]

図10(A)及び図10(B)に示されるように、第3実施の形態に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182の少なくとも配置密度が低い領域184Bに補強材186Aが設けられると共に、信号処理部(第1電子部品)202が搭載された領域に固定材187Aが設けられている。固定材187Aはここではフレキシブル基板182の信号処理部202が搭載された領域の裏面と支持部材180との間に配設されており、固定材187Aによってフレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bが支持部材180に固定(接着)されている。

40

## 【0123】

固定材187Aは、例えばシリコンゲル、ウレタンゲル及びアクリルゲルの少なくともいずれか1つの材料により構成されている。これらの材料は、接着性を有すると共に、熱伝導性に優れている。なお、固定材187Aは、上記材料のうち2種類以上の材料を積層して用いてもよい。

## 【0124】

50

## [第3実施の形態の作用効果]

第3実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、前述の第1実施の形態に係る放射線画像撮影装置10と同様の作用効果を得ることができる。

## 【0125】

更に、第3実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、取り扱いのときに外力が加わると、フレキシブル基板182に変形や振動が生じる。電子部品(信号処理部202、第2電子部品242A～242D、第3電子部品242E、242F)の重量によってフレキシブル基板182の変形量や振幅が助長されるので、配線182L3に加わる応力が増加される。特に、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bでは、フレキシブル基板182の変形量や振幅が、配置密度が高い領域184Aに対して大きくなる。10ここで、少なくともフレキシブル基板182の信号処理部(第1電子部品)202が設けられた領域と支持部材180との間に固定材187Aが設けられており、固定材187Aによりこの領域が支持部材180に固定されている。フレキシブル基板182の変形量や振幅が助長される要因となる部分が固定材187Aによって支持部材180に固定されていることにより、フレキシブル基板182が部分的に変形や振動を生じないようになっている。このため、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bでの変形量や振幅が抑制されているので、折れや断線等の配線182L3への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

## 【0126】

また、第3実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板に搭載された電子部品(特に信号処理部202)の動作によって生じる熱が放熱性を有する固定材187Aを通して支持部材180に放出されるので、放熱性を向上することができる。20

## 【0127】

また、第3実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、固定材187Aがシリコングル、ウレタングル又はアクリルグルの少なくともいずれか1つの材料により構成されている。これらの材料は適度な弾性率を有しているので、フレキシブル基板の変形や振動を効果的に抑制又は防止することができる。加えて、これらの材料は放熱性を持っているので、放熱性を向上することができる。

## 【0128】

## (第4実施の形態)

本発明の第4実施の形態は、前述の第3実施の形態に係る放射線画像撮影装置10の放射線画像検出器14において補強材186Aの形状を変えた例を説明するものである。30

## 【0129】

## [放射線画像検出器の装置構造]

図11(A)及び図11(B)に示されるように、第4実施の形態に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182上に補強材186Cが設けられている。この補強材186Cは、配置密度が低い領域184B上に加えて、フレキシブル基板182の他端側の外部端子(信号処理基板144側)に至るまでの領域に設けられている。しかも、補強材186Cはこれらの上に連続して配置されている。

## 【0130】

補強材186Cの具体的な材料や製作条件は前述の第1実施の形態に係る補強材186Aの具体的な材料等と同様である。40

## 【0131】

## [第4実施の形態の作用効果]

第4実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、前述の第3実施の形態に係る放射線画像撮影装置10と同様の作用効果を得ることができる。

## 【0132】

また、第4実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bから他端側の外部端子に至るまでの領域に補強材186Cが設けられている。ここで、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bから他50

端側の外部端子に至るまでの領域はやはり配置密度が低い領域に属する。このため、これらの配置密度が低い領域を含みフレキシブル基板 182 の機械的強度が高められるので、配線 182L3 の損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

【0133】

(第5実施の形態)

本発明の第5実施の形態は、前述の第2実施の形態に係る放射線画像撮影装置10の放射線画像検出器14において補強材186Bの厚さを変えた例を説明するものである。

【0134】

[放射線画像検出器の装置構造]

図12(A)及び図12(B)に示されるように、第5実施の形態に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182上に補強材186Dが設けられている。この補強材186Dは、配置密度が低い領域184B上及び配置密度が高い領域184A上に設けられており、配置密度が低い領域184Bと配置密度が高い領域184Aとで厚さに違いを持っている。具体的には、配置密度が低い領域184Bから配置密度が高い領域184Aに向かって線形又は非線形において補強材186Dの厚さが薄くされている。ここで、線形とは、補強材186Dの厚さが直線的に薄くされるという意味で使用されている。また、非線形とは、補強材186Dの厚さが曲線的に薄くされるという意味で使用されている。要するに、補強材186Dの厚さが徐々に薄くされているという意味である。

10

【0135】

例えば塗布装置を用いてスチレン重合体等の材料を塗布することにより、補強材186Dが形成されている。この塗布量は自在に調節可能である。従って、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bにおいて塗布量が多くされ、配置密度が高い領域184Aに至るに従い塗布量が徐々に少なくされることによって、補強材186Dの厚さが調整されている。なお、補強材186Dの厚さは少なくとも2段階以上に段階的に変化させてもよい。

20

【0136】

補強材186Dの具体的な材料や製作条件は前述の第1実施の形態に係る補強材186Aの具体的な材料等と同様である。

【0137】

[第5実施の形態の作用効果]

30

第5実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、前述の第2実施の形態に係る放射線画像撮影装置10と同様の作用効果を得ることができる。

【0138】

また、第5実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bにおいて配線182L3の機械的強度が高められると共に、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bから配置密度が高い領域184Aに向かって徐々に配線182L3の機械的強度が減少されている。すなわち、外力によってフレキシブル基板182に加わる応力を均一に分散することができるので、応力の発生斑が抑制されて配線182L3の損傷を効果的に抑制又は防止することができる。また、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bから配置密度が高い領域184Aに向かって補強材186Dの厚さが薄くされるので、補強材186Dの使用量を削減することができる。

40

(第6実施の形態)

本発明の第6実施の形態は、前述の第3実施の形態又は第4実施の形態に係る放射線画像撮影装置10の放射線画像検出器14において固定材によってフレキシブル基板182の変形や振動を効果的に抑制又は防止した例を説明するものである。

【0139】

[放射線画像検出器の装置構造]

図13(A)及び図13(B)に示されるように、第6実施の形態に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182上に固定材187Bが設けられている。前述第1

50

実施の形態に係る補強材 186A 等はフレキシブル基板 182 には設けられていない。固定材 187B は、フレキシブル基板 182 の少なくとも配置密度が低い領域 184B と支持部材 180との間に設けられており、フレキシブル基板 182 の配置密度が低い領域 184B が支持部材 180 に固定（接着）されている。ここでは、フレキシブル基板 182 の第 2 電子部品 242A～242D、第 3 電子部品 242E、242F のそれぞれと支持部材 180 との間に固定材 187B が設けられている。

【0140】

固定材 187B の具体的な材料や製作条件は前述の第 3 実施の形態に係る固定材 187A の具体的な材料等と同様である。

【0141】

[第 6 実施の形態の作用効果]

第 6 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 10 では、前述の第 3 実施の形態又は第 4 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 10 と同様の作用効果を得ることができる。

【0142】

また、第 6 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 10 では、取り扱いのときに外力が加わると、フレキシブル基板 182 に変形や振動が生じる。電子部品（信号処理部 202、第 2 電子部品 242A～242D、第 3 電子部品 242E、242F）の重量によってフレキシブル基板 182 の変形量や振幅が助長されるので、配線 182L3 に加わる応力が増加される。特に、フレキシブル基板 182 の配置密度が低い領域 184B では、フレキシブル基板 182 の変形量や振幅が、配置密度が高い領域 184A に対して大きくなる。ここで、支持部材 180 と少なくともフレキシブル基板 182 の配置密度が低い領域 184B との間に固定材 187B が設けられており、固定材 187B によりフレキシブル基板 182 の配置密度が低い領域 184B が支持部材 180 に固定されている。フレキシブル基板 182 の変形量や振幅が増加される要因となる部分が固定材 187B によって支持部材 180 に固定されることにより、折れや断線等の配線 182L3 への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

【0143】

また、第 6 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 10 では、フレキシブル基板 182 上において、サイズが大きい信号処理部（第 1 電子部品）202 とサイズが小さい第 2 電子部品 242A～242D との間は配置密度が高い領域 184A である。一方、互いにサイズが小さい第 2 電子部品 242A～242D と第 3 電子部品 242E、242F との間は配置密度が低い領域 184B である。ここで、固定材 187B は少なくとも第 2 電子部品 242A～242D と第 3 電子部品 242E、242F との間の配置密度が低い領域 184B に設けられている。このため、フレキシブル基板 182 の配置密度が低い領域 184B において変形量や振幅が抑制されるので、折れや断線等の配線 182L3 への損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

【0144】

また、第 6 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 10 では、固定材 187B により支持部材 180 にフレキシブル基板 182 が固定されている。この支持部材 180（放射線検出パネル 142 及び信号処理基板 144 が含まれる）及びフレキシブル基板 182 は固定後に筐体 140 内に収納されている。このため、筐体 140 内にフレキシブル基板 182 を収納した後に筐体 140 とフレキシブル基板 182 とを固定する場合に比べて、放射線画像撮影装置 10 の組立性を向上することができる。

【0145】

第 6 実施の形態に係る放射線画像撮影装置 10 では、フレキシブル基板 182 の電子部品（第 2 電子部品 242A～242D と第 3 電子部品 242E、242F）が設けられた領域が固定材 187B を介して支持部材 180 に固定されている。電子部品の動作によって生じる熱は、放熱性を有する固定材 187B を通して支持部材 180 に放出されるので、放熱性を向上することができる。

（第 7 実施の形態）

10

20

30

40

50

本発明の第7実施の形態は、前述の第6実施の形態に係る放射線画像撮影装置10の放射線画像検出器14において固定材187Bの変形例を説明するものである。

【0146】

[放射線画像検出器の装置構造]

図14に示されるように、第7実施の形態に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182上に固定材187Bが設けられている。固定材187Bは、第1固定材187aと、第2固定材187bと、第3固定材187cとを備えている。第1固定材187aはフレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bに設けられている。第2固定材187bはフレキシブル基板182の配置密度が高い領域184Aに設けられている。第3固定材187cはフレキシブル基板182の配置密度が低い領域184Bと他端側の外部端子との間の配置密度が低い領域に設けられている。第1固定材187a、第2固定材187b及び第3固定材187cはいずれも支持部材180にフレキシブル基板182を固定している。ここでは、フレキシブル基板182の信号処理部202、第2電子部品242A～242D、第3電子部品242E、242Fのそれぞれの領域には固定材187Bが設けられていない。

【0147】

固定材187Bの具体的な材料や製作条件は前述の第3実施の形態に係る固定材187Aの具体的な材料等と同様である。

【0148】

[第7実施の形態の作用効果]

第7実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、前述の第6実施の形態に係る放射線画像撮影装置10と同様の作用効果を得ることができる。

【0149】

また、第7実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184B、配置密度が高い領域184A等を含む広い範囲に固定材187Bが設けられている。このため、フレキシブル基板182の変形量や振幅が増加される要因となる部分が固定材187Bによって支持部材180に固定されているので、配線182L3の損傷を効果的に抑制又は防止することができる。

(第8実施の形態)

本発明の第8実施の形態は、前述の第6実施の形態に係る放射線画像撮影装置10の放射線画像検出器14において固定材187Aの形状を変えた例を説明するものである。

【0150】

[放射線画像検出器の装置構造]

図15(A)及び図15(B)に示されるように、第8実施の形態に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182上に固定材187Cが設けられている。固定材187Cは、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184B及び配置密度が高い領域184Aに設けられると共に、信号処理部202、第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fが搭載された領域にも設けられている。

【0151】

固定材187Cの具体的な材料や製作条件は前述の第3実施の形態に係る固定材187Aの具体的な材料等と同様である。

【0152】

[第8実施の形態の作用効果]

第8実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、前述の第6実施の形態に係る放射線画像撮影装置10と同様の作用効果を得ることができる。

【0153】

また、第8実施の形態に係る放射線画像撮影装置10では、フレキシブル基板182の配置密度が低い領域184B、配置密度が高い領域184A、電子部品が設けられた領域を含む広い範囲に固定材187Cが設けられている。このため、フレキシブル基板182の変形量や振幅が増加される要因となる部分が固定材187Cによって支持部材180に

10

20

30

40

50

固定されているので、配線 182L2 の損傷を効果的に抑制又は防止することができる。  
(第9実施の形態)

本発明の第9実施の形態は、前述の第8実施の形態に係る放射線画像撮影装置10の放射線画像検出器14において固定材の変形例を説明するものである。

【0154】

[第1変形例に係る放射線画像検出器の装置構造]

図16に示されるように、第9実施の形態の第1変形例に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182の支持部材180に対向する表面上に信号処理部202、第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fが搭載されている。固定材187Cは、これら信号処理部202等を覆い、フレキシブル基板182と支持部材180との間に設けられている。  
10

【0155】

第1変形例に係る放射線画像撮影装置10では、特に発熱量の大きな信号処理部202の動作で発生する熱が固定材187Cを通して直接的に支持部材180に放出されている。従って、放熱性が向上されている。

[第2変形例に係る放射線画像検出器の装置構造]

図17に示されるように、第9実施の形態の第2変形例に係る放射線画像検出器14では、筐体140の非照射面140Bの内壁に対向する、フレキシブル基板182の表面上に信号処理部202、第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fが搭載されている。固定材187Dは、これら信号処理部202等を覆い、フレキシブル基板182と筐体140の非照射面140Bの内壁との間に設けられている。固定材187Dは内壁に接触されている。  
20

【0156】

第2変形例に係る放射線画像撮影装置10では、特に発熱量の大きな信号処理部202の動作で発生する熱が固定材187Dを通して直接的に筐体140に放出されている。従って、放熱性が向上されている。

[第3変形例に係る放射線画像検出器の装置構造]

図18に示されるように、第9実施の形態の第3変形例に係る放射線画像検出器14では、フレキシブル基板182の支持部材180に対向する表面上に信号処理部202、第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fが搭載されている。固定材187Dは、これら信号処理部202等が設けられたフレキシブル基板182の表面とは反対の表面と筐体140の非照射面140Bの内壁との間に設けられている。固定材187Dは内壁に接触されている。  
30

【0157】

第3変形例に係る放射線画像撮影装置10では、特に発熱量の大きな信号処理部202の動作で発生する熱が固定材187Dを通して直接的に筐体140に放出されている。従って、放熱性が向上されている。

[第4変形例に係る放射線画像検出器の装置構造]

図19に示されるように、第9実施の形態の第4変形例に係る放射線画像検出器14では、筐体140の非照射面140Bの内壁に対向する、フレキシブル基板182の表面上に信号処理部202、第2電子部品242A～242D及び第3電子部品242E、242Fが搭載されている。固定材187Dは、これら信号処理部202等を覆い、フレキシブル基板182と筐体140の非照射面140Bの内壁との間に設けられている。固定材187Dは内壁に接触されている。そして、フレキシブル基板182と支持部材180との間に固定材187Cが設けられている。  
40

【0158】

第4変形例に係る放射線画像撮影装置10では、特に発熱量の大きな信号処理部202の動作で発生する熱が固定材187Dを通して直接的に筐体140に放出されると共に、固定材187Cを通して支持部材180に放出されている。従って、放熱性がより一層向上されている。  
50

## [ 第 5 変形例に係る放射線画像検出器の装置構造 ]

図 20 に示されるように、第 9 実施の形態の第 5 変形例に係る放射線画像検出器 14 では、フレキシブル基板 182 の支持部材 180 に対向する表面上に信号処理部 202、第 2 電子部品 242A ~ 242D 及び第 3 電子部品 242E、242F が搭載されている。固定材 187C は、これら信号処理部 202 等を覆い、フレキシブル基板 182 と支持部材 180 との間に設けられている。そして、フレキシブル基板 182 と筐体 140 の非照射面 140B の内壁との間にも固定材 187D が設けられている。

## 【 0159 】

第 5 変形例に係る放射線画像撮影装置 10 では、特に発熱量の大きな信号処理部 202 の動作で発生する熱が固定材 187C を通して支持部材 180 に放出されると共に、固定材 187D を通して直接的に筐体 140 に放出されている。従って、放熱性がより一層向上されている。

## 【 0160 】

## ( その他の実施の形態 )

以上、本発明を複数の実施の形態並びに複数の変形例を用いて説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。

## 【 0161 】

例えば、本発明は、ゲート線ドライバ部が搭載されたフレキシブル基板に適用することができる。具体的には、フレキシブル基板の配線の配置密度が低い領域等に少なくとも補強材、固定材又はそれらの双方が設けられる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0162 】

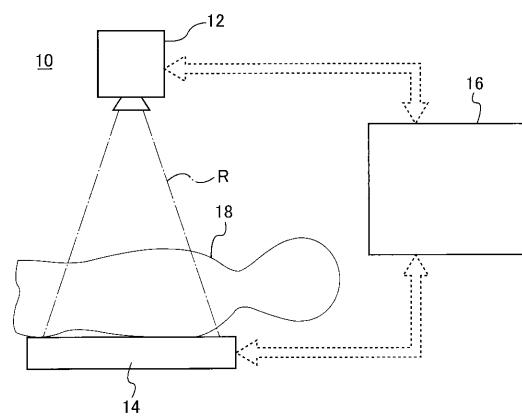
10	放射線画像撮影装置	10
12	放射線照射装置	
14	放射線画像検出器 ( 電子カセット )	
140	筐体	
142	放射線検出パネル	
144	信号処理基板	
148	蛍光体 ( シンチレータ )	30
16	コンソール	
100	検出素子	
102	TFT	
106	光電変換素子	
110	ゲート線	
112	データ線	
180	支持部材	
182	フレキシブル基板	
182B	ベースフィルム	
182L1 ~ 182L3	配線	40
184A	配置密度が高い領域	
184B	配置密度が低い領域	
186A ~ 186D	補強材	
187A ~ 187D	固定材	
200	ゲート線ドライバ部	
202	信号処理部 ( 又は電子部品若しくは第 1 電子部品 )	
204	温度センサ	
206	画像メモリ	
208	検出器制御部	
210	通信部	50

2 1 2 電源部

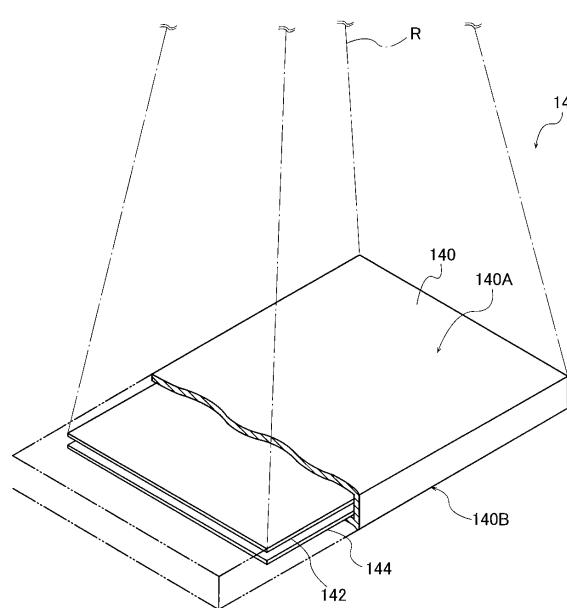
2 4 2 A ~ 2 4 2 D 第2電子部品(コンデンサ)

2 4 2 E、2 4 2 F 第3電子部品(コンデンサ)

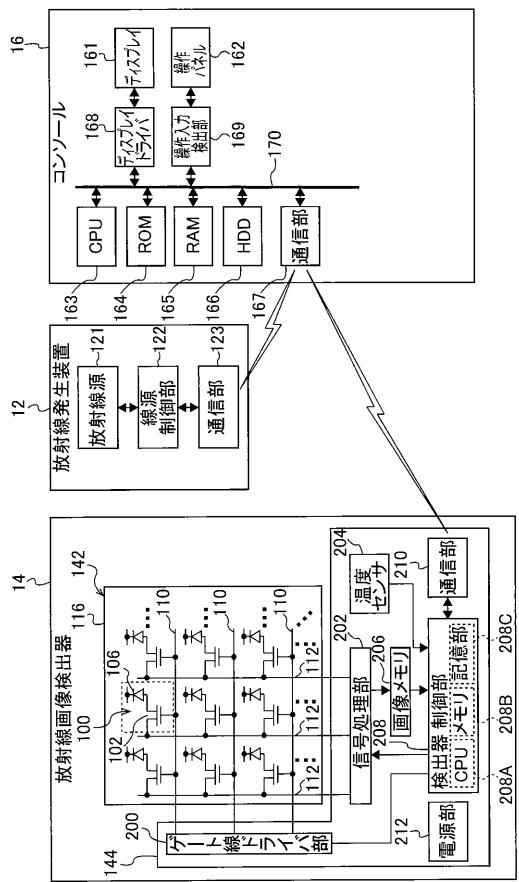
【図1】



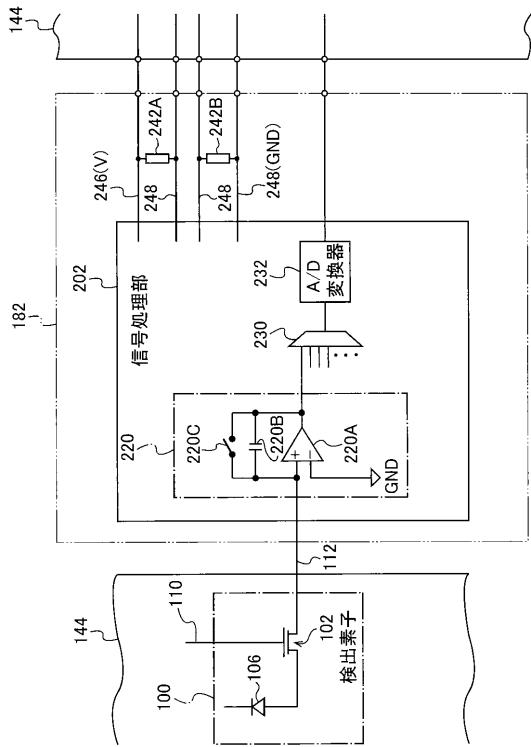
【図2】



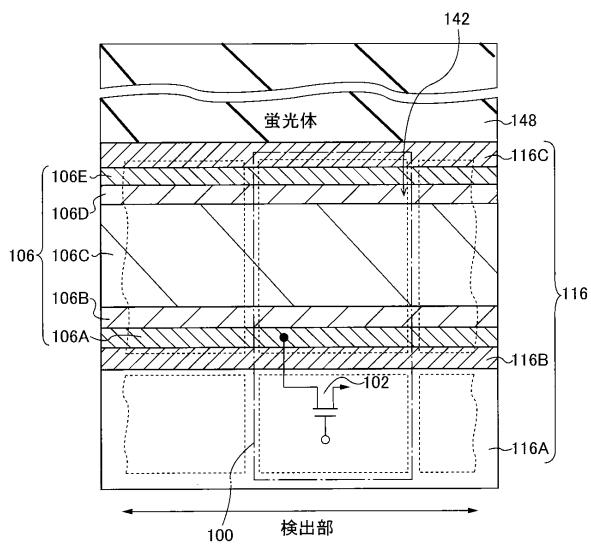
【図3】



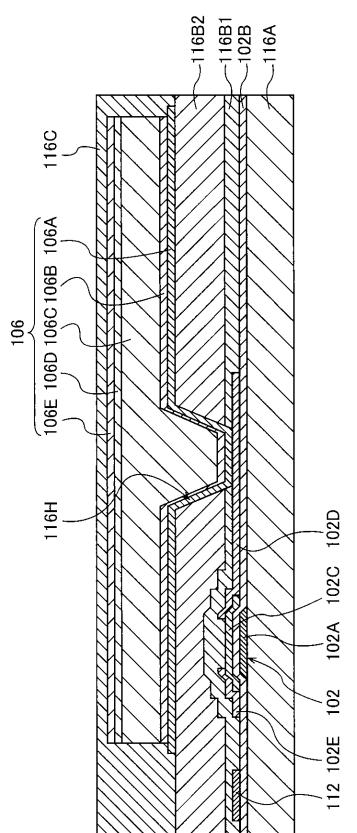
【図4】



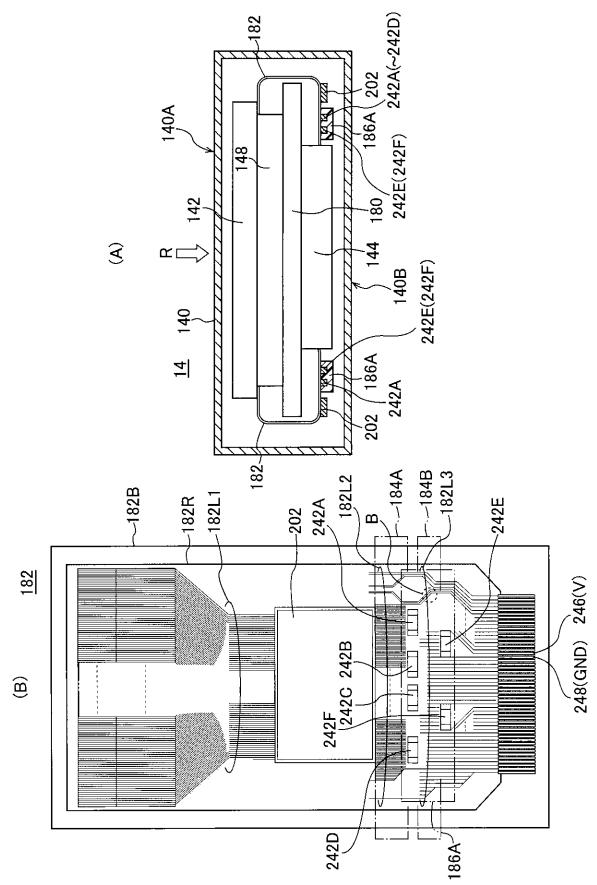
【図5】



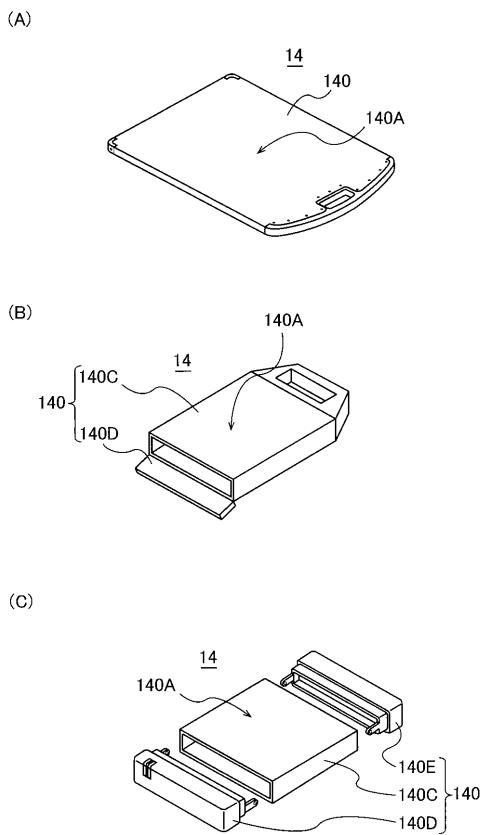
【図6】



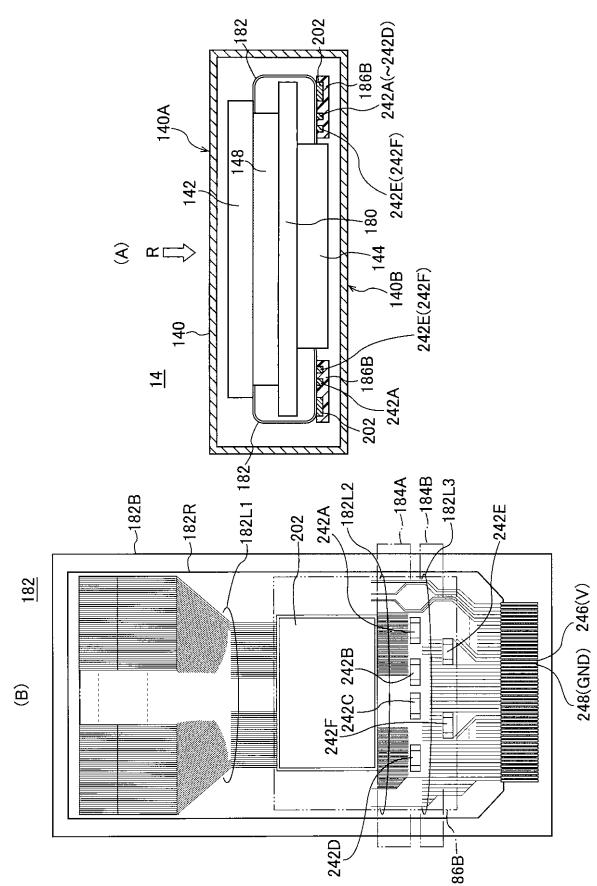
【 四 7 】



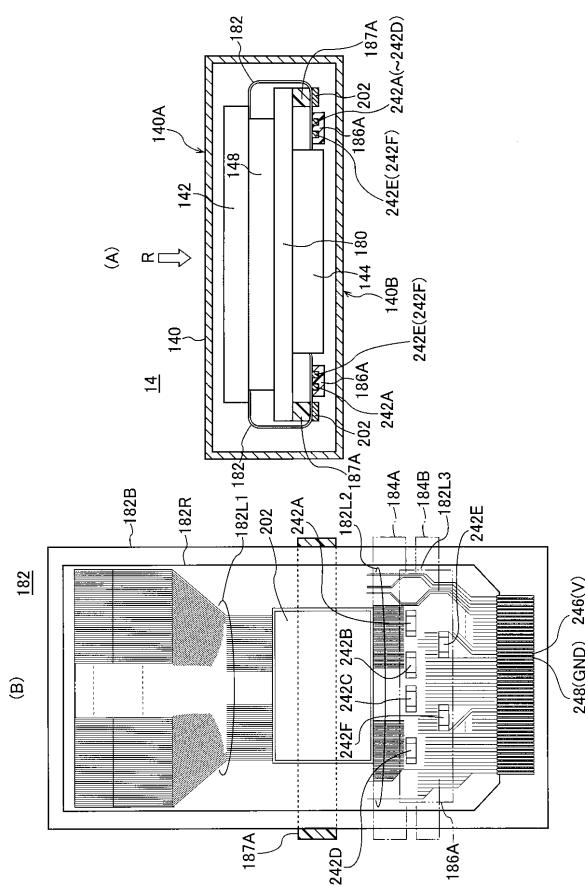
【 四 8 】



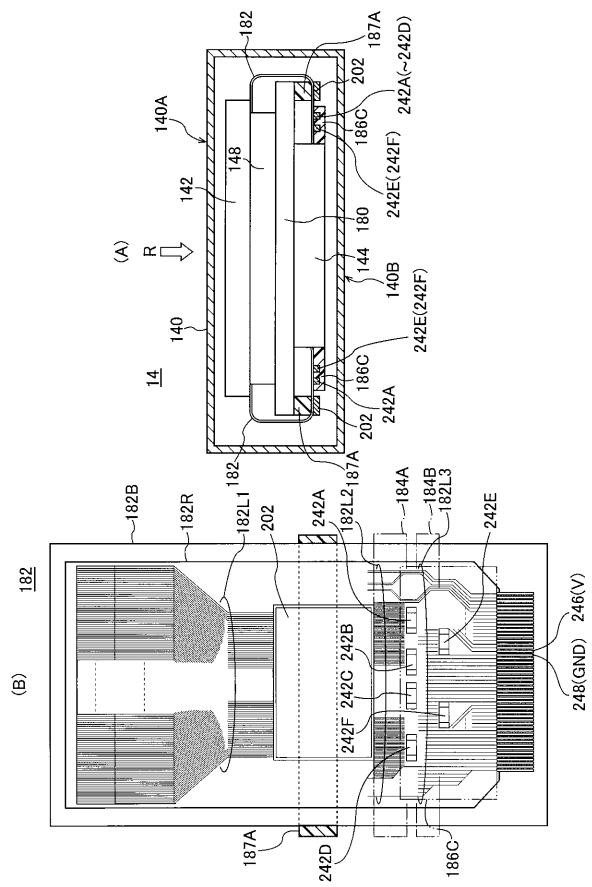
【図9】



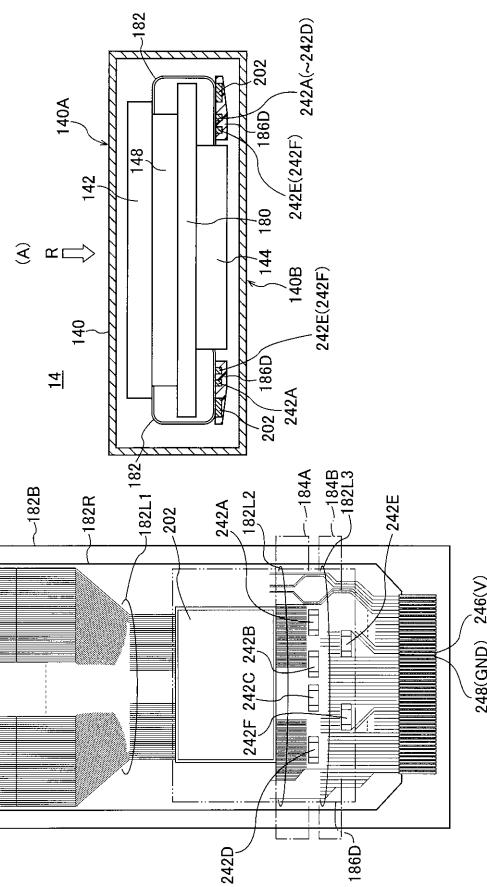
【図10】



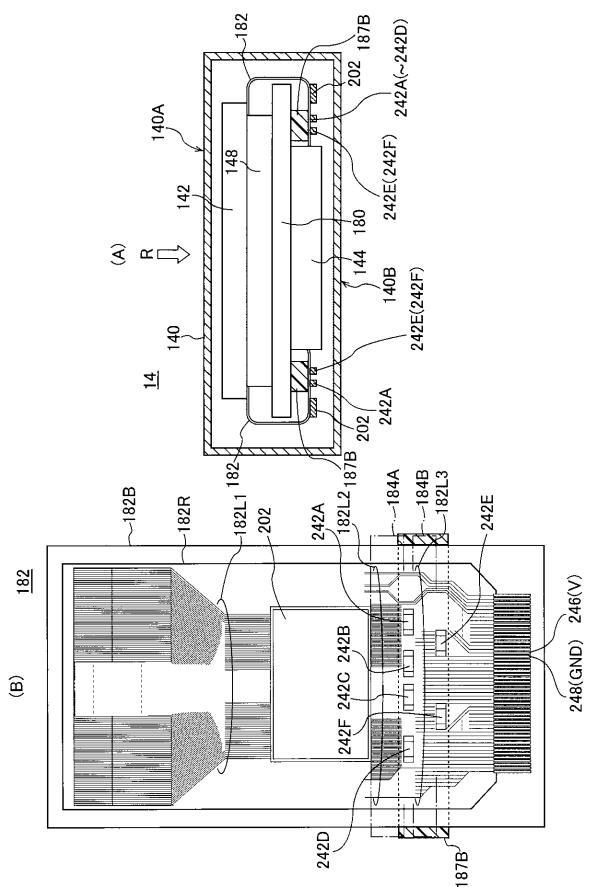
【図11】



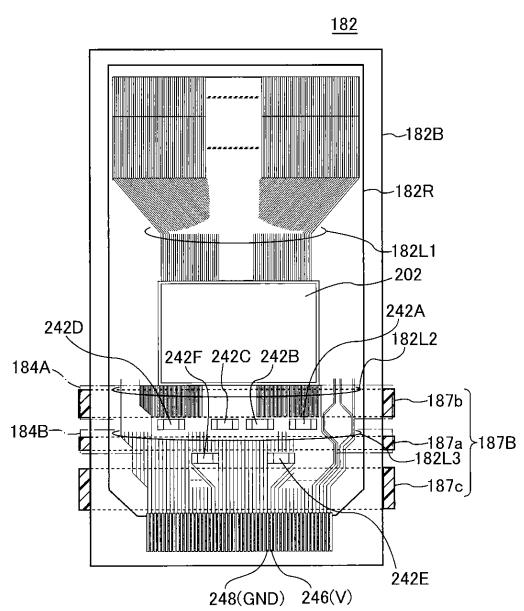
【図12】



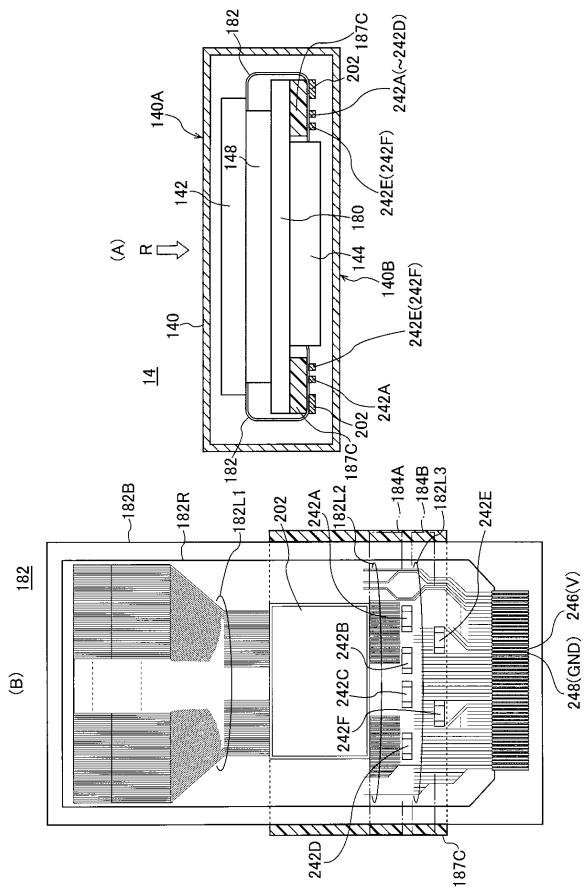
【図13】



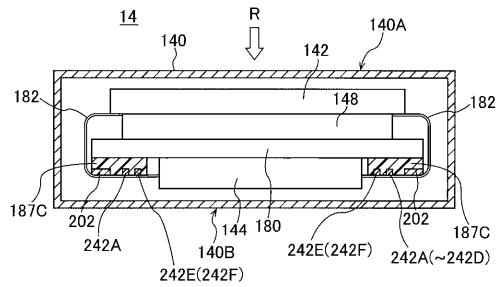
【図14】



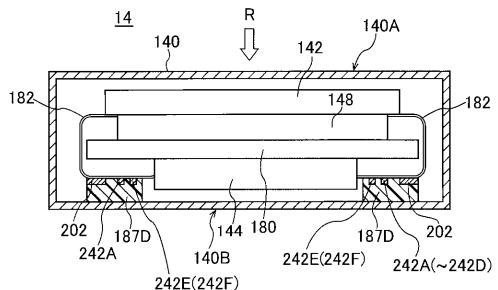
【図15】



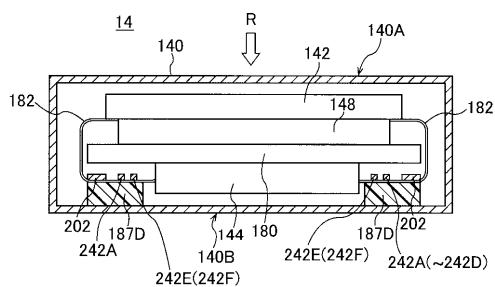
【図16】



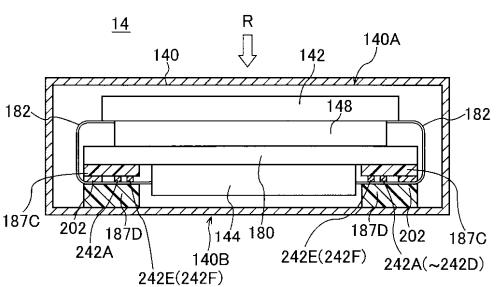
【図17】



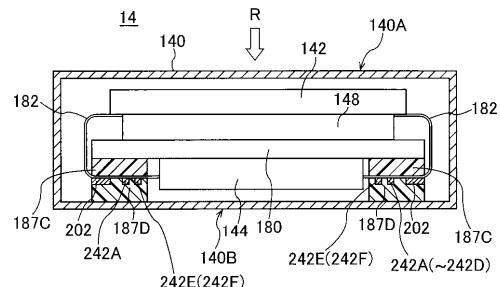
### 【図18】



【 図 2 0 】



【図19】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-035781(JP,A)  
特開2012-083170(JP,A)  
特開2002-131437(JP,A)  
特開2002-186604(JP,A)  
特開平11-345956(JP,A)  
特開2005-283262(JP,A)  
特開2006-215028(JP,A)  
特開2007-155433(JP,A)  
特開2011-128000(JP,A)  
特開2010-197404(JP,A)  
特開2014-025847(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 T 1 / 0 0 - 7 / 1 2  
A 6 1 B 6 / 0 0