

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-95592
(P2014-95592A)

(43) 公開日 平成26年5月22日(2014.5.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1T 1/20 (2006.01)	GO1T 1/20	L 2G088
GO1T 1/161 (2006.01)	GO1T 1/20	G 2G188
	GO1T 1/20	B 4C188
	GO1T 1/161	C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-246405 (P2012-246405)
(22) 出願日 平成24年11月8日 (2012.11.8)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成24年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構共同研究 (*), 産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願) (*) がん超早期診断・治療機器の総合研究開発/超早期高精度診断システムの研究開発: 画像診断システムの研究開発/高機能画像診断機器の研究開発

(71) 出願人 000001993
株式会社島津製作所
京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(74) 代理人 100093056
弁理士 杉谷 勉
(74) 代理人 100142930
弁理士 戸高 弘幸
(74) 代理人 100175020
弁理士 杉谷 知彦
(74) 代理人 100180596
弁理士 栗原 要
(72) 発明者 戸波 寛道
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内

最終頁に続く

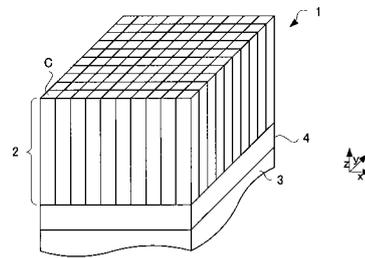
(54) 【発明の名称】 放射線検出器

(57) 【要約】

【課題】 磁場中でも正常に動作しMRI装置にも影響を与えず、安全性が担保された放射線検出器を提供する。

【解決手段】 本発明の放射線検出器1を構成する金属製の部材は、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより面方向に絶縁された板から構成されているのである。この様にするこゝで、本発明の放射線検出器1が磁場の変化に晒されても金属製の部材から渦電流に由来する磁場の発生が抑制され、正常に動作することができる。また、本発明の放射線検出器1の近くにMRI装置を設置したとしても、MRI装置が放射線検出器1の金属製の部材から発する磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。そして、渦電流を抑制すれば、放射線検出器1を移動させようとする力も発生しないので放射線検出器1の安全性も担保される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

放射線を蛍光に変換するシンチレータと、
蛍光を検出するとともに前記シンチレータと光学的に接続された光検出器と、
(A1) 前記シンチレータを覆うことにより前記光検出器に迷光が入射することを防止するケースとを備え、
(B1) 前記ケースは、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板から構成されていることを特徴とする放射線検出器。

【請求項 2】

放射線を蛍光に変換するシンチレータと、
蛍光を検出するとともに前記シンチレータと光学的に接続された光検出器と、
(A2) 前記光検出器を支持する支持部材とを備え、
(B2) 前記支持部材は、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板から構成されていることを特徴とする放射線検出器。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の放射線検出器において、
前記金属製の部材は、非磁性金属から構成されることを特徴とする放射線検出器。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の放射線検出器において、
前記板は、複数の金属片から構成される金属層と迷光を遮蔽する絶縁性の中間層と複数の金属片から構成される金属層とがこの順に積層された積層体となっていることを特徴とする放射線検出器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、消滅放射線対を検出する放射線検出器に係り、特に、MRI 装置の近傍に置かれることが前提となっている放射線検出器に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来の放射線薬剤の分布をイメージングするポジトロンエミッショントモグラフィ装置 (PET) の具体的な構成について説明する。従来の PET 装置は、放射線を検出する放射線検出器が円環状に並んで構成される検出器リングが備えられている。この検出器リングは、被検体内の放射性薬剤から放出される互いが反対方向となっている一対の放射線 (消滅放射線対) を検出する。

【0003】

放射線検出器 51 の構成について説明する。放射線検出器 51 は、図 23 に示すように、シンチレータ結晶が 3 次元的に配列されたシンチレータ 52 と、シンチレータ 52 に吸収された放射線から発した蛍光を検出する光検出器 53 とを備えている。光検出器 53 は、多数の光検出素子がマトリックス上に配列された検出面を備えている。そして、光検出器 53 の検出面とシンチレータ 52 の一面とが光学的に接続されている。

【0004】

放射線検出器 51 には、図 23 に示すようにシンチレータ 52 を覆うようにケース 56 と、光検出器 53 を支持する支持部材 58 とを備えている。ケース 56 は、装置外部からシンチレータ 52 に向けて入射する迷光を確実に遮断する目的で金属で構成され、支持部材 58 は、重量が大きい放射線検出器 51 の主要部を確実に支持できる堅牢性が求められることから金属で構成される。複数の放射線検出器 51 は、リング状に並べられて検出器リングを構成する。この検出器リングが PET 装置においては放射線を検出するセンサとなっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

この様な P E T 装置は、M R I (Magnetic Resonance Imaging) 装置と組み合わせて使用される場合がある。P E T 装置で得られる P E T 画像は、被検体内における放射性薬剤の分布を示す機能画像であるのに対し、M R I 装置で得られる M R I 画像は、被検体内の構造画像である。したがって、これら互いに性質の異なる画像を重ね合わせれば、より診断を的確にすることができる。このような P E T 装置と M R I 装置とを組み合わせた装置は、被検体を極力移動させないで P E T 画像と M R I 画像とを撮影できるように工夫されている。両画像を重ね合わせる際の被検体の位置ズレを極力抑制する必要があるからである。したがって、この様な装置では M R I 装置の磁場発生コイルのすぐ近くに放射線検出器 5 1 が配列して構成される P E T 装置が配備されるような構成を採用する（例えば、特許文献 1 参照）。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 0 8 - 5 2 5 1 6 1 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、従来の放射線検出器には次のような問題点がある。すなわち、従来の放射線検出器は、強磁場に対する配慮が十分でない。

20

【 0 0 0 8 】

従来の放射線検出器は金属製の部品を有している。これら部品は、M R I より発生する磁場の影響を受ける。すなわち、金属が磁性を帯びたり、金属に生じた渦電流の影響で 2 次的な磁場が発生してしまったりする。つまり、M R I 装置が断層画像を取得する際に発生させる磁場は、P E T 装置の放射線検出器が発する 2 次的な磁場により乱れてしまうのである。

【 0 0 0 9 】

すると、M R I 装置は、P E T 装置の放射線検出器が配備されていない場合と比べて多くのノイズを捉えてしまう。この M R I 装置が捉えるノイズの正体は、M R I 装置が発生させた磁場の影響を受けて放射線検出器の金属製の部材が発した 2 次的な磁場である。

30

【 0 0 1 0 】

したがって、M R I 装置の近傍に配備される放射線検出器は、極力金属を使用しないで構成されることが望ましいということになる。しかしながら、部材としての機能を確実に確保する必要性から放射線検出器に金属部品を使用することが避けられないという事情がある。

【 0 0 1 1 】

また、放射線検出器の金属部品が磁性を帯びたり、渦電流由来の 2 次的な磁場を発生したりすると、P E T 装置が取得する P E T 画像にも影響が出る。放射線検出器には、電子回路が搭載されている。このような電子回路に放射線検出器の金属部品から発せられた 2 次的な磁場が影響すると、放射線検出器は正確に放射線を検出することができなくなるのである。

40

【 0 0 1 2 】

さらに、強力な静磁場を発生させている M R I 装置に P E T 装置を取り付けようとする場合や逆に取り外そうとする場合に、P E T 装置の放射線検出器を構成する金属製の部材は、静磁場の影響を受けて渦電流を発生させる。すると、P E T 装置が M R I 装置から離れる方向または、近づく方向に磁力が生じ、P E T 装置を移動させようとする想定外の力がかかる。このような力が発生すると M R I 装置と P E T 装置とが衝突したり、P E T 装置に作業者が衝突する事故が引き起こされる可能性が出てくる。

【 0 0 1 3 】

本発明は、この様な事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、磁場中でも正常

50

に動作しMRI装置にも影響を与えず、安全性が担保された放射線検出器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は上述の課題を解決するために次のような構成をとる。

すなわち、本発明に係る放射線検出器は、放射線を蛍光に変換するシンチレータと、蛍光を検出するとともにシンチレータと光学的に接続された光検出器と、(A1)シンチレータを覆うことにより光検出器に迷光が入射することを防止するケースとを備え、(B1)ケースは、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板から構成されていることを特徴とするものである。

10

【0015】

[作用・効果]本発明の放射線検出器は、光検出器に迷光が入射することを防止するケースが設けられている。このケースは金属製となっているので、迷光を確実に遮断できる。さらに、本発明は、ケースに工夫をすることで放射線検出器に強い磁場がかけられても問題なく動作するように構成されている。すなわち、ケースは、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板から構成されているのである。この様にするので、ケースが外界の磁場の変化に晒されても強い渦電流が発生しない。したがって、本発明の放射線検出器によれば、外界の磁場の変化に晒されてもケースから渦電流に由来する二次的な磁場の発生が抑制され、正常に動作することができる。また、本発明の放射線検出器の近くにMRI装置を設置したとしても、MRI装置が放射線検出器のケースから発する二次的な磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。

20

【0016】

また、強力な静磁場を発生させているMRI装置に本発明の放射線検出器を取り付けようとする場合や逆に取り外そうとする場合に、放射線検出器を構成する金属製の部材は、渦電流を発生させない。すると、放射線検出器を動かそうとする磁力も発生せず、この磁力に起因する事故が抑制される。この様な構成とすることで、放射線検出器の安全性は担保される。この様な放射線検出器がMRI装置に取り付けたり取り外されたりする具体例としては、PET装置をMRI装置に取り付けたり、取り外されたりする場合がある。

30

【0017】

また、本発明に係る放射線検出器は、放射線を蛍光に変換するシンチレータと、蛍光を検出するとともにシンチレータと光学的に接続された光検出器と、(A2)光検出器を支持する支持部材とを備え、(B2)支持部材は、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板から構成されていることを特徴とするものである。

【0018】

[作用・効果]本発明の放射線検出器は、光検出器を支持する支持部材が設けられている。この支持部材は金属製となっているので、堅牢性は十分であり光検出器は確実に支持される。さらに、本発明は、支持部材に工夫をすることで放射線検出器に強い磁場がかけられても問題なく動作するように構成されている。すなわち、支持部材は、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板から構成されているのである。この様にするので、支持部材が外界の磁場の変化に晒されても強い渦電流が発生しない。したがって、本発明の放射線検出器によれば、外界の磁場の変化に晒されても支持部材から渦電流に由来する二次的な磁場の発生が抑制され、正常に動作することができる。また、本発明の放射線検出器の近くにMRI装置を設置したとしても、MRI装置が放射線検出器の支持部材から発する二次的な磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。

40

【0019】

また、上述の放射線検出器において、金属製の部材は、非磁性金属から構成されればよ

50

り望ましい。

【0020】

〔作用・効果〕上述の構成は、本発明の放射線検出器をより具体的に表している。金属製の部材が非磁性金属から構成されれば、放射線検出器が強い磁場に晒されても部材が磁化することがない。したがって、本発明の放射線検出器によれば、強い磁場に晒されても金属製の部材が磁化することに由来する磁場の発生が抑制され、正常に動作することができる。また、本発明の放射線検出器の近くにMRI装置を設置したとしても、MRI装置が放射線検出器の金属製の部材から発する磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。

【0021】

また、上述の放射線検出器において、板は、複数の金属片から構成される金属層と迷光を遮蔽する絶縁性の中間層と複数の金属片から構成される金属層とがこの順に積層された積層体となっていればより望ましい。

【0022】

〔作用・効果〕上述の構成は、本発明の放射線検出器をより具体的に表している。板が、複数の金属片から構成される金属層と迷光を遮蔽する絶縁性の中間層と複数の金属片から構成される金属層とがこの順に積層された積層体となっていれば、例えば迷光が金属層を通過しても中間層で吸収されるので、ケースの遮光性は向上する。本発明のケースは、複数の金属片が組み合わされることにより製造されるので、隣接する金属片の間にクリアランスが生じる場合がある。中間層を備える構成とすれば、このクリアランスを迷光が通過したとしても確実に迷光を遮断することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明の放射線検出器は、金属製の部材に工夫をすることで放射線検出器に強い磁場がかけられても問題なく動作するように構成されている。すなわち、放射線検出器を構成する金属製の部材は、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板から構成されているのである。この様にするすることで、本発明の放射線検出器が外界の磁場の変化に晒されても金属製の部材から渦電流に由来する二次的な磁場の発生が抑制され、正常に動作することができる。また、本発明の放射線検出器の近くにMRI装置を設置したとしても、MRI装置が放射線検出器の金属製の部材から発する二次的な磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。そして、渦電流を抑制すれば、放射線検出器1を移動させようとする力も発生しないので放射線検出器1の安全性も担保される。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施例1に係る放射線検出器の全体構成を説明する斜視図である。

【図2】実施例1に係る放射線検出器の構成を説明する断面図である。

【図3】実施例1に係る光検出器の構成を説明する平面図である。

【図4】実施例1に係るケースの構成を説明する平面図である。

【図5】実施例1に係るケースの構成を説明する断面図である。

【図6】実施例1に係るケースの構成を説明する断面図である。

【図7】実施例1に係るケースの構成が有する効果を説明する模式図である。

【図8】実施例1に係るケースの構成が有する効果を説明する模式図である。

【図9】実施例1に係るケースの構成が有する効果を説明する模式図である。

【図10】実施例1に係るケースの製造方法を説明する平面図である。

【図11】実施例1に係るケースの製造方法を説明する斜視図である。

【図12】実施例2に係る放射線検出器の構成を説明する断面図である。

【図13】実施例2に係る放射線検出器の構成を説明する平面図である。

【図14】実施例2に係る放射線検出器の構成を説明する断面図である。

【図15】実施例2に係る支持部材の構成を説明する分解斜視図である。

【図16】実施例2に係る支持部材の構成を説明する断面図である。

- 【図 17】本発明の 1 変形例を説明する断面図である。
 【図 18】本発明の 1 変形例を説明する断面図である。
 【図 19】本発明の 1 変形例を説明する断面図である。
 【図 20】本発明の 1 変形例を説明する断面図である。
 【図 21】本発明の 1 変形例を説明する断面図である。
 【図 22】本発明の 1 変形例を説明する断面図である。
 【図 23】従来構成の放射線検出器を説明する断面図である。

【実施例 1】

【0025】

<放射線検出器の全体構成>

10

まず、放射線検出器の全体構成について説明する。図 1 に示すように、実施例 1 に係る放射線検出器 1 は、シンチレータ結晶 C が縦横に配列されて構成されたシンチレータ 2 と、シンチレータ 2 の下面に設けられ、シンチレータ 2 から発する蛍光を検知する光検出器 3 と、シンチレータ 2 と光検出器 3 との間に介在する位置に配置されたライトガイド 4 とを備える。シンチレータ結晶 C の各々は、Ce が拡散した $Lu_{2(1-x)}Y_{2x}SiO_5$ (以下、LYSO とよぶ) によって構成されている。シンチレータ 2 に放射線が入射すると、放射線は蛍光に変換される。

【0026】

光検出器 3 は、シンチレータ 2 で生じた蛍光を検出する。この光検出器 3 は、位置弁別機能を有しており、シンチレータ 2 で生じた蛍光がどのシンチレータ結晶 C に由来するかを弁別することができるようになっている。ライトガイド 4 は、シンチレータ 2 で生じた蛍光を光検出器 3 に導くために設けられている。したがって、ライトガイド 4 は、シンチレータ 2 と光検出器 3 とに光学的に結合されている。光検出器 3 は、ライトガイド 4 を通じてシンチレータ 2 と光学的に接続されている。

20

【0027】

光検出器 3 は、蛍光を入射させる検出面 3 a を有している。検出面 3 a は、図 2 に示すようにライトガイド 4 に直結されている。図 3 は、検出面 3 a を模式的に表している。検出面 3 a は、蛍光を検出する検出素子 3 b が 2 次元状に配列されて構成される。この検出素子 3 b は、アパランシェダイオードを備えた半導体素子から構成される。半導体素子は、比較的強磁場の影響を受けずに蛍光の検出を忠実に行うことができる。

30

【0028】

図 2 に示す反射フィルム 5 は、シンチレータ 2 を覆う部材であり、シンチレータ 2 で生じた蛍光を反射することで蛍光の損失を防ぐ機能を有している。シンチレータ 2 で生じた蛍光は、この反射フィルム 5 に阻まれてシンチレータ 2 の外部に向けて出射することができない。したがって、蛍光は、シンチレータ 2 におけるライトガイド 4 が設けられている側面から出射するしかない。このようにしてライトガイド 4 に導かれた蛍光は、光検出器 3 に向かい、そこで検出される。この様に反射フィルム 5 を設けられることで、シンチレータ 2 で生じた蛍光を確実に光検出器 3 に集めるようになっている。

【0029】

この光検出器 3 は、シンチレータ 2 から発する僅かな蛍光を検出できる程度に高い感度を有している。したがって、放射線検出器 1 が消滅放射線対を検出する際に、検査室の照明光などの光が放射線検出器 1 のシンチレータ 2 に入射すると、この光はシンチレータ 2 を通じて光検出器 3 に向かい、光検出器 3 がこれを検出してしまう。このような放射線検出器 1 の外部からシンチレータ 2 に向けて入射する光が迷光であり、放射線検出器 1 が放射線を検出する際に検出の正確性を妨げる原因となる。すなわち、このような迷光を光検出器 3 が検出すると、放射線検出器 1 は、蛍光が実際には入射していないのに、蛍光が入射したものと動作してしまい、放射線の入射が実際より多く見積もられてしまう。シンチレータ 2 には反射フィルム 5 が設けられているものの、反射フィルム 5 では迷光を完全に遮断するのに不十分である。

40

【0030】

50

図2は、放射線検出器1の外部からシンチレータ2に向けて迷光が入射することを防止するケース6について説明している。ケース6は、光学的に接続されたシンチレータ2、光検出器3、ライトガイド4、シンチレータ2を覆う反射フィルム5から構成される放射線検出器1の主要部を包含するように構成されている箱型の部材である。ケース6は、シンチレータ2等の主要部を覆うことにより光検出器3に迷光が入射することを防止している。ケース6は、上述の主要部の形状に倣って直方体となっている。ケース6は迷光を通過させない構成となっているので、シンチレータ2に外部から迷光が入射することはない。このケース6は、アルミなどの非磁性金属と光を通さない遮光フィルムとから構成される。このケース6の構成は本発明の最も特徴的な部分であり、その詳細は後述のものとする。ケース6と反射フィルム5との間には空隙が設けられている。

10

【0031】

このケース6は、放射線検出器1の外部で発生する電場や磁場から放射線検出器1の主要部を保護する電磁シールドの役割もしている。放射線検出器1が強い磁場に置かれても、放射線検出器1の主要部がこのケース6で保護されているので、放射線検出器1は、外界の磁場の影響を受けずに正確に放射線の検出ができる。

【0032】**< ケースの構成 >**

続いて、ケース6の構成について説明する。従来装置のケースは、アルミ板を組み立てて構成されているが、本発明のケース6は、このような構成を採用しない。すなわち、ケース6は、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板7から構成されている。具体的には、図4に示すような板7を組み立ててケース6が構成されているのである。すなわち、ケース6は、複数のアルミ片7aから構成されるアルミ層L1、L2と迷光を遮蔽する絶縁性の樹脂フィルム7cと複数のアルミ片7aから構成されるアルミ層L1、L2とがこの順に積層された板7から構成されているのである(図5参照)。板7は、本発明の積層体に相当する。

20

【0033】

板7は、図4に示すように長手方向および短手方向を有する短冊状のアルミ片7aが短手方向に配列されて構成されている。これらアルミ片7aは互いに電氣的に絶縁されている。また、アルミ片7aは、迷光を確実に遮断する。迷光がアルミ片7aに当たると、迷光はアルミ片7aと透過できないのである。したがって、迷光は、板7や板7から構成されるケース6を通過できない。アルミ片7aは、本発明の金属片に相当する。

30

【0034】

図5は、図4の板7をAで示す直線に沿って切断したときに現れる断面を表している。図5を参照すれば、板7は、複数の層で構成されていることが分かる。すなわち、板7は、複数のアルミ片7aから構成されるアルミ層L1と、迷光を遮蔽する黒色の樹脂フィルム7cと、もう一つのアルミ層L2とがこの順に積層されて構成されている。樹脂フィルム7cは、電気を導通させない絶縁性の材料から構成されている。樹脂フィルム7cは、本発明の中間層に相当する。

【0035】

図6は、樹脂フィルム7cの機能について説明している。図6の矢印に示すように迷光がアルミ層L1のアルミ片7aの継ぎ目に入射したとする。アルミ片7aの継ぎ目には、隣接するアルミ片7a同士の絶縁性を保つ目的で、クリアランスが設けられている。このクリアランスは、空気が介在してもよいし、接着剤で充填されていてもよい。いずれの場合であっても、アルミ片7aの継ぎ目に入射した迷光は、クリアランスを通じて図5で説明したアルミ層Lを透過してしまう。しかし、このような迷光は、樹脂フィルム7cに吸収され、やはり板7を透過できない。

40

【0036】

この様に、樹脂フィルム7cは、アルミ層L1が僅かに透過させた迷光をも透過させない目的で設けられている。板7に入射した迷光は、ほとんどがアルミ片7aによって吸収される。アルミ片7aは、金属で構成されることから迷光の遮蔽性は優れている。しかし

50

、アルミ片 7 a の継ぎ目にはクリアランスが設けられているので、アルミ片 7 a は全ての迷光を遮蔽できるわけではない。したがって、樹脂フィルム 7 c が必要となるのである。

【 0 0 3 7 】

このようにアルミ層 L 1 , L 2 について迷光の遮蔽性を損なわせてまでアルミ片 7 a の継ぎ目にクリアランスを設けた理由は、アルミ片 7 a 同士の電氣的な絶縁性を保つことにある。アルミ片 7 a の絶縁性は本発明の特徴であり、これによって得られる効果の詳細は、後述する。アルミ層 L 1 , L 2 は、本発明の金属層に相当する。

【 0 0 3 8 】

アルミ層 L 1 , L 2 に属するアルミ片 7 a と樹脂フィルム 7 c との間には、電気を導通させない絶縁性の粘着剤 7 b が介在している。この粘着剤により各アルミ片 7 a と樹脂フィルム 7 c とが一体化し板 7 が構成されていることになる。

10

【 0 0 3 9 】

アルミ層 L 2 は、アルミ層 L 1 と同様な構造となっている。すなわち、長手方向および短手方向を有する短冊状のアルミ片 7 a が短手方向に配列されて構成されている。これらアルミ片 7 a は互いに電氣的に絶縁されている。しかも、アルミ層 L 2 におけるアルミ片 7 a の配列方向は、アルミ層 L 1 におけるアルミ片 7 a の配列方向に一致している。そして、アルミ層 L 1 , L 2 には、アルミ片 7 a が同一ピッチで配列している。しかし、アルミ層 L 1 , L 2 の間でアルミ片 7 a の配列方向におけるアルミ片 7 a の継ぎ目の位置が互いに異なっている。

20

【 0 0 4 0 】

アルミ片 7 a の継ぎ目の位置をアルミ層 L 1 , L 2 の間で違えたことにより、板 7 が有する迷光の遮蔽性が更に高まる。図 6 に示すようにアルミ層 L 1 におけるアルミ片 7 a の継ぎ目のクリアランスから進入した迷光があったとする。このような迷光のほとんどは樹脂フィルム 7 c に吸収されるが、ごく一部は樹脂フィルム 7 c を透過する。このようなアルミ層 L 1 と樹脂フィルム 7 c とを通過した僅かな迷光は、アルミ層 L 2 に入射する。この迷光はアルミ層 L 2 により確実に遮蔽される。図 6 によれば迷光は、アルミ層 L 2 を構成するアルミ片 7 a の中央の位置に入射し、継ぎ目の位置に入射できないからである。このように、アルミ層 L 1 , L 2 が有するクリアランスの位置を互いに異なるようにすることで、一方のアルミ層 L のクリアランスを透過した迷光がもう一方のアルミ層 L のクリアランスを透過できないようにしているのである。

30

【 0 0 4 1 】

この様な板 7 の製造方法について説明する。板 7 を製造するには、アルミテープが用意される。このアルミテープは、オモテ面がアルミ材で、ウラ面が粘着材で構成される 2 層構造となっている。板 7 は、樹脂フィルム 7 c にアルミテープを貼り付けることで製造される。

【 0 0 4 2 】

この様に製造された板 7 を構成するアルミ片 7 a の各々は互いに電氣的に絶縁がされている。まず、互いに隣接するアルミ片 7 a は、両者の間のクリアランスにより絶縁性が保たれている。また、アルミ片 7 a は、絶縁性の粘着剤 7 b を介して樹脂フィルム 7 c に取り付けられているので、アルミ片 7 a 同士が電氣的に接続される機会はない。

40

【 0 0 4 3 】

< 磁場により発生する渦電流について >

ケース 6 を互いに絶縁されたアルミ片 7 a を有する板 7 で構成されることによる効果について説明する。それにはまず、外界の磁場により発生する渦電流について説明する必要がある。図 7 は、金属板に交流磁場 B がかけられた様子について説明している。図 7 の構成は、従来の放射線撮影装置のケースについて説明するものであり、実施例 1 の構成ではない。交流磁場とは、磁場が強まったり弱まったりを繰り返す磁場の一種である。

【 0 0 4 4 】

図 7 のように金属板に対し直交する磁力線を有する交流磁場 B がかけられたとする。この磁力線は交流磁場に由来し、変動するものなので、金属板には、磁力線を周回するよう

50

な渦電流が発生することになる。この渦電流は、金属板全域に亘って発生するので、渦電流全体の電流値は相当大きなものとなる。

【 0 0 4 5 】

図 8 は、図 7 の金属板を A で示す直線に沿って切断したときに現れる断面を表している。図 8 における渦電流 I は、図 8 の紙面の裏側から紙面の表側に向けて進む方向に流れているものとする。すると、この渦電流を取りまくような磁力線を有する新たな磁場 B が発生する。この磁場 B は、金属板そのものから発生する 2 次的な磁場である。したがって、従来のケースにおいて渦電流に由来する 2 次的な磁場が発生すると、ケースの内部もこの 2 次的な磁場の影響を受ける。確かに放射線検出器におけるケースは、外界からの磁場を放射線検出器の主要部に到達させない構成とはなっている。しかし、ケースは、自身から発生する 2 次的な磁場まで遮蔽することはできない。したがって、放射線検出器の主要部は、ケースから発生する 2 次的な磁場により影響を受けてしまう。放射線検出器の主要部に対する影響としては、例えば、光検出器 3 を構成する各回路に対するノイズの増大などである。結果、放射線検出器は正確な放射線の検出ができなくなる。

10

【 0 0 4 6 】

また、放射線検出器が M R I 装置の近傍に置かれた場合について考える。このとき、M R I 装置が交流磁場を発生すると放射線検出器のケースは渦電流由来の 2 次的な磁場を発生させる。すると、M R I 装置がこのケースから発生する 2 次的な磁場を捉えてしまう。つまり、この 2 次的な磁場が M R I 装置の断層画像を劣化させてしまうのである。

【 0 0 4 7 】

この様に、放射線検出器のケースで渦電流が起こると、放射線の検出にとって悪影響が現れるのみならず M R I 装置の撮影にとっても有害である。しかし、問題はこれだけに止まらない。渦電流は放射線検出器自体を移動させようとする磁力を生じるさせるのである。このように放射線検出器に無理な力がかかることは装置の安全性を考えた場合に望ましくはない。

20

【 0 0 4 8 】

さらに、M R I 装置は、非常に強い静磁場を発生させている。静磁場は、交流磁場とは異なり磁場が強弱しないのでたとえケースにかけられても渦電流を発生させないはずである。しかし、静磁場も渦電流の発生源となってしまう。すなわち、M R I 装置に対し放射線検出器を接近・離反させた場合、放射線検出器のケースにとって磁場のかかり方が変化する。つまり、ケースは外界の磁場の変化に晒されることになる。すると、ケースから 2 次的な磁場が発生することになる。この M R I 装置の静磁場は、簡単にオン・オフができない。従って、M R I 装置に対し P E T 装置を取り付けようとする、静磁場を発生させた状態の M R I 装置に P E T 装置を近づけることになる。すると、P E T 装置にかかる静磁場は、M R I 装置に近づくほど次第に強くなる。となると、P E T 装置を構成する放射線検出器のケースは、外界の磁場の変化を捉えて渦電流を発生させ、結果、ケースから 2 次的な磁場が発生してしまう。すると、P E T 装置を移動させようとする力が発生し、P E T 装置の安全な取り付けを妨げる。

30

【 0 0 4 9 】

また、P E T 装置には、画質の向上を目的に放射線検出器を装置内で移動できるように構成されているものがある。図 2 0 に示す後述の変形例は、当該 P E T 装置を具体的に表している。この様な装置において静磁場中の放射線検出器を移動させると放射線検出器にかかる磁場が変化する。すると、放射線検出器は、外界の磁場の変化に晒され、ケースから 2 次的な磁場が発生してしまう。放射線検出器の移動は P E T 装置が放射線を検出している最中にも行われるので、放射線検出器の検出は、ケース由来の 2 次的な磁場により乱されてしまうことになる。

40

【 0 0 5 0 】

< 渦電流の防止 >

実施例 1 の板 7 は、上述の渦電流を極力防止できる構成になっている。図 9 は、板 7 に交流磁場がかけられたときの様子について説明している。アルミ片 7 a は、交流磁場の影

50

響を受けてアルミ片 7 a の中で渦電流が発生する。しかし、アルミ片 7 a 同士は電氣的に絶縁されているので、隣接するアルミ片 7 a を跨ぐような渦電流は発生しない。板 7 は、面方向に絶縁されており、渦電流は、広い平面に亘って発生することがないからである。結果、板 7 に交流磁場がかけられてもアルミ片 7 a の内部で小さな渦電流しか発生せず、その電流値は図 7 の場合と比べて極端に小さい。渦電流の発生が抑制されると、それだけ図 8 で説明した 2 次的な磁場の発生も抑制されると言うことになる。

【 0 0 5 1 】

ところで板 7 が有する樹脂フィルム 7 c は、板 7 の全域亘っている部材であるので、この樹脂フィルム 7 c で渦電流が発生すると、相当に大きな電流値の渦電流が発生してしまうはずである。しかし、樹脂フィルム 7 c は、絶縁性の部材で構成されているので、樹脂フィルム 7 c から渦電流が発生する余地はないと言える。本発明に係る放射線検出器 1 は、渦電流を発生させない板 7 から構成されるので、渦電流に由来する諸問題の全てが抑制されている。

10

【 0 0 5 2 】

< ケースの組み立て >

この様な板 7 がどのように組み立てられてケース 6 となるのかについて説明する。図 10 は、板 7 から斜線で示す十字形の部分が切り出される様子を示している。こうして得られた十字形の部材の形状はケース 6 の展開図の一部となっている。部材を組み立てることにより図 11 に示すようなケース 6 が製造される。板 7 を構成するアルミ片 7 a の延伸方向と十字形の部材の各辺の延伸方向とは特に一致させる必要はない。

20

【 0 0 5 3 】

以上のように、本発明の放射線検出器 1 は、光検出器 3 に迷光が入射することを防止するケース 6 が設けられている。このケース 6 は金属製となっているので、迷光を確実に遮断できる。さらに、本発明は、ケース 6 に工夫をすることで放射線検出器 1 に強い磁場がかけられても問題なく動作するように構成されている。すなわち、ケース 6 は、互いに電氣的に絶縁している複数のアルミ片 7 a が組み合わせられることにより複数の導体で分割された平面を有する板 7 から構成されているのである。この様にすることで、ケース 6 が外界の磁場の変化に晒されても強い渦電流が発生しない。したがって、本発明の放射線検出器 1 によれば、外界の磁場の変化に晒されてもケース 6 から渦電流に由来する 2 次的な磁場の発生が抑制され、正常に動作することができる。また、本発明の放射線検出器 1 の近くに M R I 装置を設置したとしても、M R I 装置が放射線検出器 1 のケース 6 から発する 2 次的な磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。

30

【 0 0 5 4 】

また、強力な静磁場を発生させている M R I 装置に本発明の放射線検出器 1 を取り付けようとする場合や逆に取り外そうとする場合に、放射線検出器 1 を構成する金属製のケース 6 は、渦電流を発生させない。すると、放射線検出器 1 を動かそうとする磁力も発生せず、この磁力に起因する事故が抑制される。この様な構成とすることで、放射線検出器 1 の安全性は担保される。

【 0 0 5 5 】

また、上述のように、アルミ片 7 a などの金属製の部材が非磁性金属から構成されれば、放射線検出器 1 が外界からの強い磁場に晒されても部材が磁化することがない。したがって、本発明の放射線検出器 1 によれば、強い磁場に晒されても金属製の部材が磁化することに由来する磁場の発生が抑制され、正常に動作することができる。また、本発明の放射線検出器 1 の近くに M R I 装置を設置したとしても、M R I 装置が放射線検出器 1 の金属製の部材から発する 2 次的な磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。

40

【 0 0 5 6 】

また、ケース 6 が、複数のアルミ片 7 a から構成されるアルミ層 L 1 , L 2 と迷光を遮蔽する絶縁性の樹脂フィルム 7 c と複数のアルミ片 7 a から構成されるアルミ層 L 1 , L 2 とがこの順に積層された板 7 から構成されれば、例え迷光がアルミ層 L 1 , L 2 を通過しても樹脂フィルム 7 c で吸収されるので、ケース 6 の遮光性は向上する。本発明のケー

50

ス6は、複数のアルミ片7aが組み合わされることにより製造されるので、隣接するアルミ片7aの間にクリアランスが生じる場合がある。樹脂フィルム7cを備える構成とすれば、このクリアランスを迷光が通過したとしても確実に迷光を遮断することができる。

【実施例2】

【0057】

続いて、実施例2に係る放射線検出器について説明する。実施例2の放射線検出器の基本的な構造は、実施例1の放射線検出器の構成と同じである。ただし、放射線検出器が有するケース6は、実施例1の構成を用いてもよいし、従来通りの構成を用いてもよい。

【0058】

実施例2の放射線検出器には、放射線検出器をPET装置に固定する支持部材が備えられている。放射線検出器は、この支持部材を介してPET装置本体に支持される。

【0059】

図12は、実施例2に係るPET装置30を簡単に示している。このPET装置30は、リング状のガントリ31と、ガントリ31内部に収められた検出器リング32とを有している。

【0060】

PET装置30のガントリ31には、被検体を挿入させる貫通孔が設けられており、MRI装置20に隣接して設けられる。MRI装置20は、リング状のガントリ21と、ガントリ21内部に収められた超伝導コイル22とを有している。MRI装置20のガントリ21には、被検体を挿入させる貫通孔が設けられており、PET装置30は、ガントリ31の貫通孔がMRI装置20のガントリ21の貫通孔を延長するように設けられている。従って、検出器リング32と超伝導コイル22との中心軸zは互いに一致している。

【0061】

被検体を載置する天板23は、ガントリ21, 31に挿通されており、ガントリ21, 31の中心軸z方向に進退移動ができるようになっている。

【0062】

また、PET装置30は、MRI装置20に対してガントリ21, 31の中心軸z方向に進退移動ができるように構成されている。これにより、PET装置30は、検査室の床面に備え付けられたMRI装置20に対し、図12の矢印に示すように接近・離反することができる。

【0063】

図13は、検出器リング32の構成を説明している。検出器リング32は、中空が設けられたドーナツ状の円板32aに放射線検出器1が円環状に配列されて構成されている。放射線検出器1の各々は、放射線検出器1が有する後述の支持部材8が円板32aに固定されることにより円環状に配列される。

【0064】

検出器リング32は、被検体に予め投与された陽電子放出型の放射性薬剤が発する消滅放射線対を検出する目的で設けられている。

【0065】

図14は、実施例2の支持部材8について説明している。支持部材8は、ケース6の外側に設けられている部材であり、光検出器3は、ケース6を介して支持部材8に接続されている。支持部材8は、光検出器3を支持する部材である。検出器リング32は、円板32a上に支持部材8を固定することで構成されるのである。支持部材9は、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わされることにより複数の導体で分割された平面を有する板9から構成されている。

【0066】

図15は、支持部材8を構成する板9の構成について説明している。板9は、図15に示すように、長手方向および短手方向を有する短冊状のアルミ片9aが短手方向に配列されて構成されている。これらアルミ片9aは互いに電氣的に絶縁されている。また、図15を参照すれば、板9は、複数の層で構成されていることが分かる。すなわち、板9は、

10

20

30

40

50

複数のアルミ片 9 a から構成されるアルミ層 L 1 ともう一つのアルミ層 L 2 とが積層されて構成されている。アルミ片 9 a は、本発明の金属片に相当する。

【 0 0 6 7 】

アルミ層 L 1 に属するアルミ片 9 a とアルミ層 L 2 に属するアルミ片 9 a との間には、電気を導通させない絶縁性の粘着剤 9 b が介在している。この粘着剤により各アルミ片 9 a が一体化し板 9 が構成されていることになる。

【 0 0 6 8 】

アルミ層 L 2 は、アルミ層 L 1 と同様な構造となっている。すなわち、長手方向および短手方向を有する短冊状のアルミ片 9 a が短手方向に配列されて構成されている。これらアルミ片 9 a は互いに電氣的に絶縁されている。アルミ層 L 1 , L 2 には、アルミ片 9 a が同一ピッチで配列している。しかも、アルミ層 L 2 におけるアルミ片 9 a の配列方向は、アルミ層 L 1 におけるアルミ片 9 a の配列方向に直交している。支持部材 8 は、互いに電氣的に絶縁している複数のアルミ片 9 a が組み合わせられることにより構成されている。

10

【 0 0 6 9 】

図 1 6 は、板 9 の断面の構造を表している。図 1 6 に示すように、板 9 は、アルミ片 9 a 同士が交差するように構成されているので、高い強度を実現できる。

【 0 0 7 0 】

この様な板 9 の製造方法について説明する。板 9 を製造するには、アルミテープが用意される。このアルミテープは、オモテ面がアルミ材で、ウラ面が粘着材で構成される 2 層構造となっている。板 9 は、アルミ片 9 a の配列にアルミテープを貼り付けることで製造される。

20

【 0 0 7 1 】

この様に製造された板 9 を構成するアルミ片 9 a の各々は互いに電氣的に絶縁がされている。まず、互いに隣接するアルミ片 9 a は、両者の間のクリアランスにより絶縁性が保たれている。また、アルミ片 9 a は、絶縁性の粘着剤 9 b を介して他のアルミ片 9 a と一体化しているので、アルミ片 9 a 同士が電氣的に接続される機会はない。

【 0 0 7 2 】

このような板 9 から製造された支持部材 8 は、互いに電氣的に絶縁された複数のアルミ片 9 a から構成されるので、支持部材 8 が外界の磁場の変化に晒されても、支持部材 8 には大きな渦電流が発生せず、支持部材 8 より 2 次的な磁場の発生が抑制される。これにより M R I 装置 2 0 , P E T 装置 3 0 とともに 2 次的な磁場の影響を受けずノイズの少ない断層画像を取得することができる。

30

【 0 0 7 3 】

以上のように、本発明の放射線検出器 1 は、光検出器 3 を支持する支持部材 8 が設けられている。この支持部材 8 は金属製となっているので、堅牢性は十分であり光検出器 3 は確実に支持される。さらに、本発明は、支持部材 8 に工夫をすることで放射線検出器 1 に強い磁場がかけられても問題なく動作するように構成されている。すなわち、支持部材 8 は、互いに電氣的に絶縁している複数の金属製の部材が組み合わせられることにより複数の導体で分割された平面を有する板から構成されているのである。この様にすることで、支持部材 8 が外界の磁場の変化に晒されても強い渦電流が発生しない。したがって、本発明の放射線検出器 1 によれば、外界の磁場の変化に晒されても支持部材 8 から渦電流に由来する 2 次的な磁場の発生が抑制され、正常に動作することができる。また、本発明の放射線検出器 1 の近くに M R I 装置を設置したとしても、M R I 装置が放射線検出器 1 の支持部材 8 から発する 2 次的な磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。

40

【 0 0 7 4 】

また、強力な静磁場を発生させている M R I 装置に本発明の放射線検出器 1 を取り付けようとする場合や逆に取り外そうとする場合に、放射線検出器 1 を構成する金属製の支持部材 8 は、渦電流を発生させない。すると、放射線検出器 1 を動かそうとする磁力も発生せず、この磁力に起因する事故が抑制される。この様な構成とすることで、放射線検出器 1 の安全性は担保される。

50

【 0 0 7 5 】

本発明は、上述の構成に限られず、下記のように変形実施することができる。

【 0 0 7 6 】

(1) 上述の実施例において、アルミ片 7 a , 9 a は、アルミニウムで構成されていたが、本発明はこの構成に限られない。アルミ片 7 a , 9 a を他の非磁性金属で構成することもできる。この様にする事で、放射線検出器 1 を構成する金属製の部材が強い磁場に晒されても磁化することがなく、放射線検出器 1 は外界の磁場に影響されず、正常に動作することができる。また、放射線検出器 1 の近傍に置かれた M R I 装置も放射線検出器 1 を構成する金属製の部材から発する磁場をノイズとして捉えてしまうことがない。

【 0 0 7 7 】

(2) 上述の実施例において、アルミ層 L 1 , L 2 にはアルミ片 7 a , 9 a が同一ピッチで配列していたが、アルミ層 L 1 , L 2 の間で配列のピッチを違えるようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

(3) 上述した実施例 1 において、板 7 は、樹脂フィルム 7 c を備える構成としていたが、本発明はこの構成に限られず、図 1 7 に示すように樹脂フィルム 7 c を省いた構成とすることもできる。

【 0 0 7 9 】

(4) 上述した実施例 1 において、板 7 を構成するアルミ片 7 a の継ぎ目の位置をアルミ層 L 1 , L 2 の間で違えるように構成していたが、本発明はこの構成に限られず、樹脂フィルム 7 c の遮光性が十分に担保されるのであれば、図 1 8 に示すように、板 7 を構成するアルミ片 7 a の継ぎ目の位置をアルミ層 L 1 , L 2 の間で一致させるように構成してもよい。

【 0 0 8 0 】

(5) 上述した実施例 1 において、アルミ層 L 2 におけるアルミ片 7 a の配列方向は、アルミ層 L 1 におけるアルミ片 7 a の配列方向と一致していたが、本発明の構成はこれに限られず、板 7 の遮光性が十分に担保される程度において、配列方向同士がなす角の角度を自由に変更することができる。

【 0 0 8 1 】

(6) 上述した実施例 2 において、板 9 は、2層のアルミ層 L 1 , L 2 から構成されていたが、これを図 1 9 のように複数のアルミ層を有する構成としてもよい。

【 0 0 8 2 】

(7) 上述した実施例 2 において、アルミ層 L 2 におけるアルミ片 7 a の配列方向は、アルミ層 L 1 におけるアルミ片 7 a の配列方向に直交していたが、本発明の構成はこれに限られず、板 9 の強度が十分に担保される程度において、配列方向同士がなす角の角度を自由に変更することができる。

【 0 0 8 3 】

(8) 上述した実施例 2 は、O型の検出器リング 3 2 を有する構成となっていたが、本発明はこの構成に限られず、図 2 0 に示すように検出器リング 3 2 をC型としてもよい。本変形例に係る P E T 装置の具体的構成について説明する。本変形例に係る P E T 装置 3 0 は、図 2 0 に示すように、C型の検出器リング 3 2 とそれを支持する支持体 3 3 と支持体 3 3 を支持する支柱 3 4 と、支柱 3 4 を支持する基台 3 5 とを備えている。支柱 3 4 は、矢印に示すように鉛直方向に伸縮自在となっている。また、基台 3 5 は、矢印に示すように水平方向に移動可能となっている。基台 3 5 の移動方向と検出器リング 3 2 の延びる方向(中心軸方向)とは互いに直交する。

【 0 0 8 4 】

検出器リング 3 2 は、図 2 1 に示すように、2つの円弧部材 3 2 p , 3 2 q が仮想円 V A 上に配列して構成されている。この円弧部材 3 2 p は、図 2 1 の矢印および点線が示すように、支持体 3 3 に対して仮想円 V A に沿って移動可能となっている。円弧部材 3 2 q も支持体 3 3 に対して仮想円 V A に沿った移動が可能となっている。円弧部材 3 2 p , 3

10

20

30

40

50

2 q は互いに独立して移動させることもできるし、鏡像対称に移動させることもできる。このように検出器リング 3 2 が変形することで、検査目的に応じて適切な放射線の検出が可能となる。円弧部材 3 2 p , 3 2 q は、図 1 3 で説明した円板 3 2 a の一部のような扇形の板材に放射線検出器 1 を円弧状に配列して構成される。

【 0 0 8 5 】

図 2 2 は、本変形例に係る P E T 装置 3 0 が M R I 装置 2 0 に装着される様子を表している。P E T 装置 3 0 は、被検体 M の移動方向である z 方向とは直交する方向に進退される。この様に M R I 装置 2 0 に対して P E T 装置 3 0 を移動可能とすることで、検査の目的に合わせて装置構成を変更をすることができる。P E T 装置 3 0 を用いて検査を行うときは、P E T 装置 3 0 の基台 3 5 を床面に対して移動させるとともに、支柱 3 4 を伸縮させることにより、M R I 装置 2 0 が有する超伝導コイル 2 2 の中心軸と検出器リング 3 2 の中心軸とが一致する位置まで検出器リング 3 2 を移動させる。このとき、超伝導コイル 2 2 は、静磁場を発生した状態のままである。検出器リング 3 2 が所望の位置まで移動すると、P E T 装置 3 0 は、図示しない付属のレバーを用いて検査室の床面に固定される。これにより、検査中 P E T 装置 3 0 が M R I 装置 2 0 の静磁場の影響を受けて移動してしまうことがない。

10

【 0 0 8 6 】

また、必要に応じて検出器リング 3 2 の円弧部材 3 2 p , 3 2 q は、支持体 3 3 に対して図 2 1 で説明したように移動される。

【 0 0 8 7 】

つまり、本変形例に係る P E T 装置 3 0 は、強い静磁場の中で検出器リング 3 2 や検出器リング 3 2 を構成する放射線検出器 1 を移動させることを前提としている。この様な過酷な状況にあっても、本発明に係る放射線検出器 1 は、磁場の影響を受けずに正常に動作し、M R I 装置 2 0 に影響を与えず、安全に移動させることができる。

20

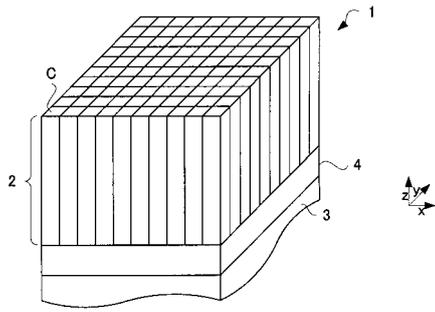
【 符号の説明 】

【 0 0 8 8 】

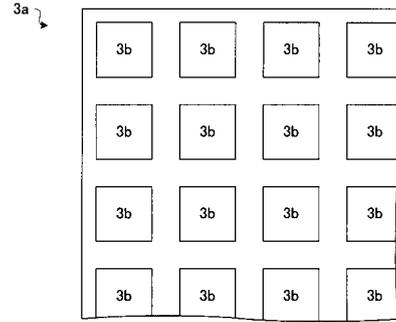
1	放射線検出器
2	シンチレータ
3	光検出器
6	ケース
7	板（積層体）
7 a	アルミ片（金属片）
7 c	樹脂フィルム（中間層）
8	支持部材
9	板
9 a	アルミ片（金属片）
L 1 , L 2	アルミ層（金属層）

30

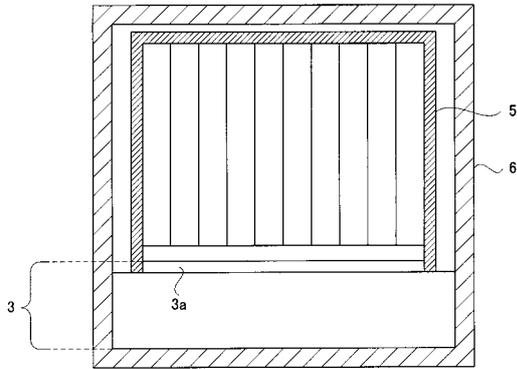
【 図 1 】



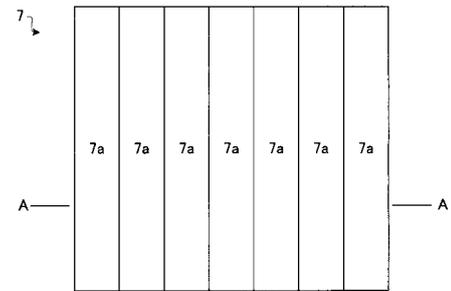
【 図 3 】



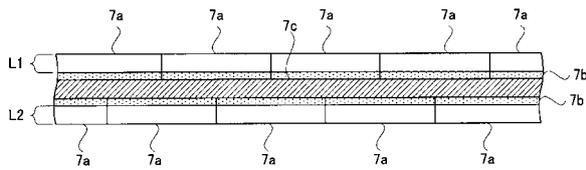
【 図 2 】



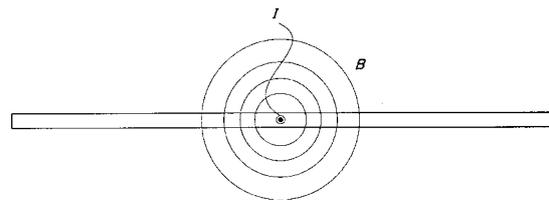
【 図 4 】



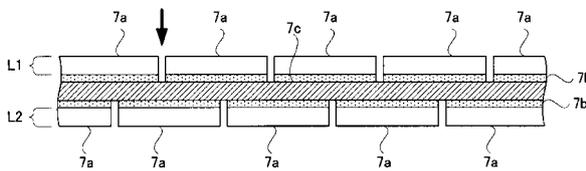
【 図 5 】



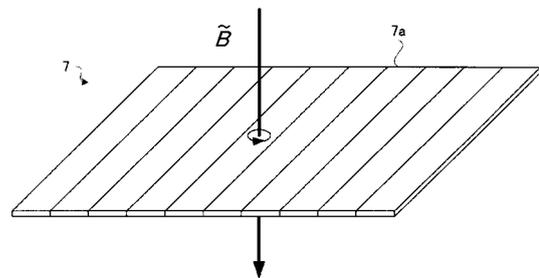
【 図 8 】



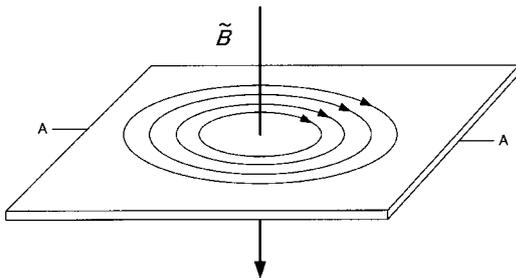
【 図 6 】



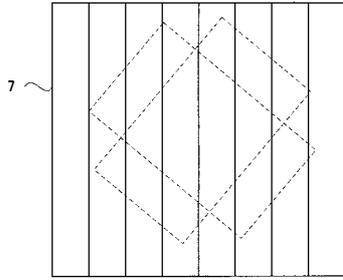
【 図 9 】



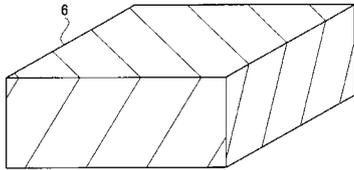
【 図 7 】



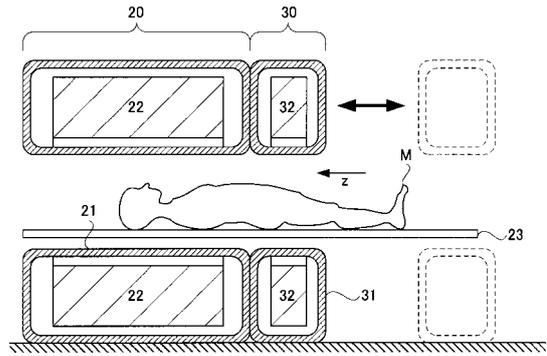
【図10】



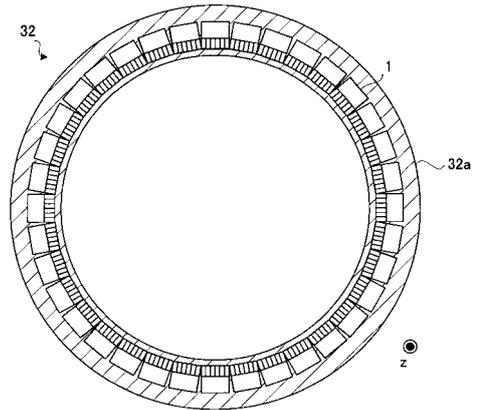
【図11】



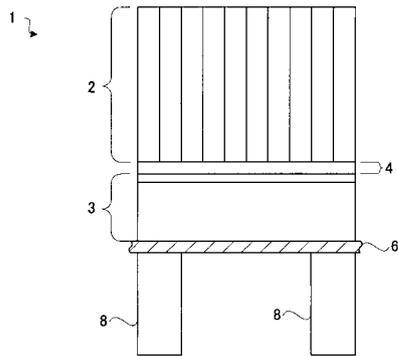
【図12】



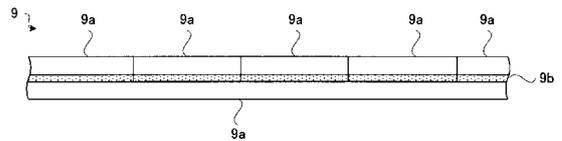
【図13】



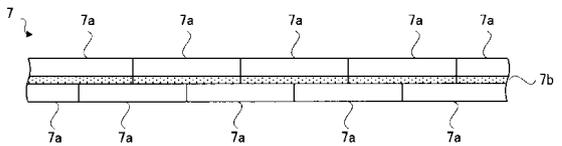
【図14】



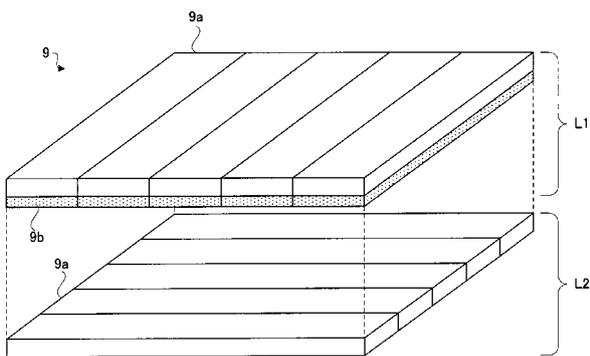
【図16】



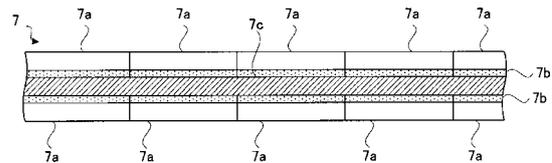
【図17】



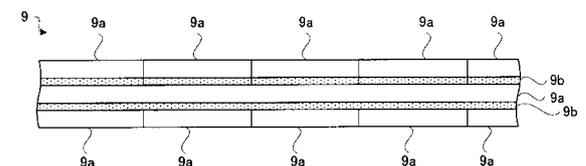
【図15】



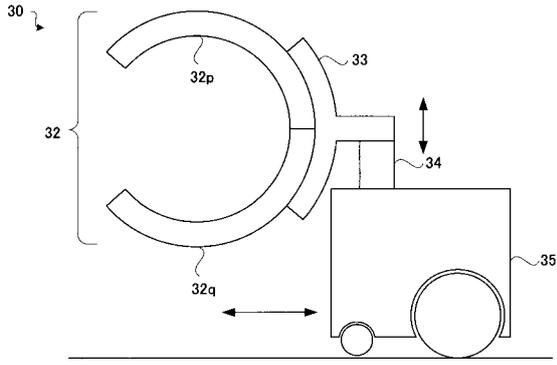
【図18】



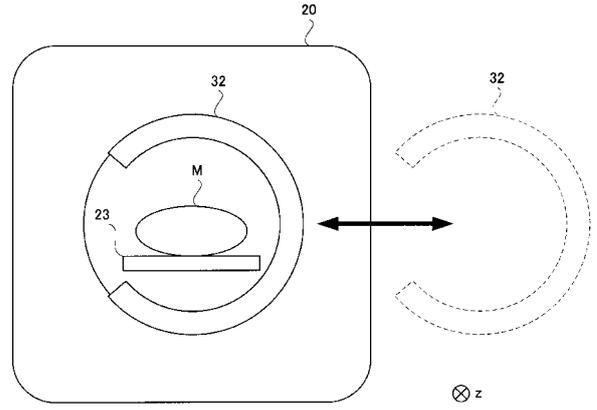
【図19】



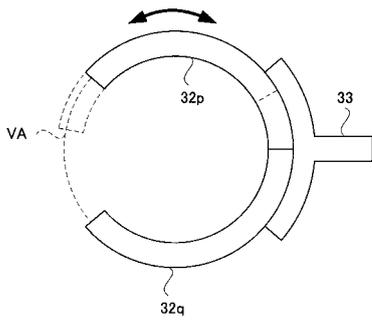
【 図 2 0 】



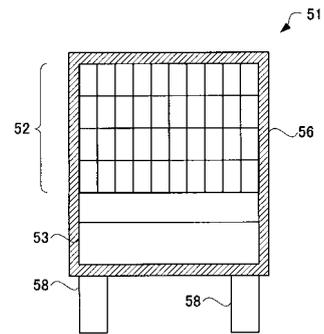
【 図 2 2 】



【 図 2 1 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G088 GG13 GG14 GG16 GG19 JJ05 JJ09 JJ37 LL24
2G188 AA02 BB00 BB07 CC12 CC15 CC16 CC23 CC26 DD01 DD02
DD05 DD07 DD10 DD11 DD14 DD23 DD24 DD42 DD43 DD45
EE29 FF00 FF11 FF13 FF14 GG06
4C188 GG13 GG14 GG16 GG19 JJ05 JJ09 JJ37 LL24