

(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2015-190853

(P2015-190853A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 2 1 K 4/00 (2006.01)	G 2 1 K 4/00	A 2 G 0 8 3
G 0 1 T 1/20 (2006.01)	G 0 1 T 1/20	B 2 G 1 8 8
	G 0 1 T 1/20	D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-68362 (P2014-68362)
 (22) 出願日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(71) 出願人 000005083
 日立金属株式会社
 東京都港区芝浦一丁目2番1号
 (72) 発明者 新田 英雄
 大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号 日立金属株式会社内
 (72) 発明者 塩田 諭
 大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号 日立金属株式会社内
 (72) 発明者 長友 浩之
 大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号 日立金属株式会社内
 (72) 発明者 重川 祥
 大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号 日立金属株式会社内

最終頁に続く

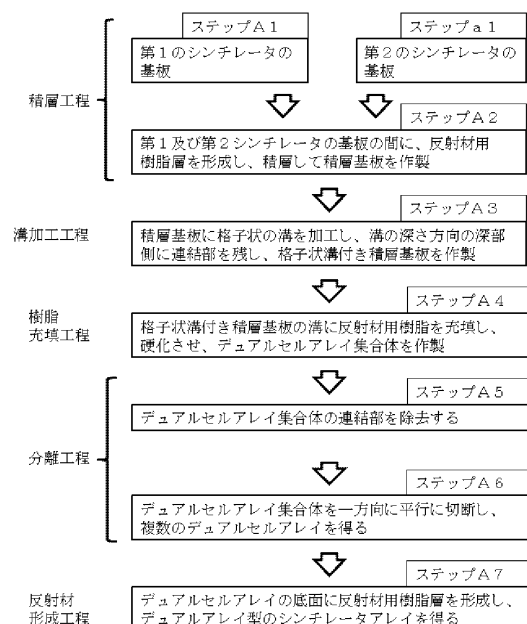
(54) 【発明の名称】 シンチレータアレイの製造方法

(57) 【要約】

【課題】デュアルアレイ型のシンチレータアレイを効率良く製造する方法を提供する。

【解決手段】第1のシンチレータ及び第2のシンチレータの基板を、反射材用樹脂層を介して積層し、積層基板を形成する積層工程と、前記積層基板に格子状の溝を形成して、第1及び第2のシンチレータのセルが前記反射材用樹脂層を介して積層した形状を有するデュアルセルが林立した格子状溝付き積層基板を形成する溝加工工程と、少なくとも前記格子状の溝に反射材用樹脂を充填し、デュアルセルアレイ集合体を形成する樹脂充填工程と、前記格子状の溝のうち、一方向の反射材用樹脂を充填した溝に沿って切断し、デュアルセルアレイ集合体から、デュアルセルが配列したデュアルセルアレイに切り離す分離工程と、を有することでデュアルアレイ型のシンチレータアレイを製造する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

デュアルレイ型のシンチレータアレイを製造する方法であって、

第 1 のシンチレータ及び第 2 のシンチレータの基板を、反射材用樹脂層を介して積層し、積層基板を形成する積層工程と、

前記積層基板に格子状の溝を形成して、第 1 及び第 2 のシンチレータのセルが前記反射材用樹脂層を介して積層した形状を有するデュアルセルが林立した格子状溝付き積層基板を形成する溝加工工程と、

少なくとも前記格子状の溝に反射材用樹脂を充填し、デュアルセルアレイ集合体を形成する樹脂充填工程と、

前記格子状の溝のうち、一方向の反射材用樹脂を充填した溝に沿って切断し、デュアルセルアレイ集合体から、デュアルセルが配列したデュアルセルアレイに切り離す分離工程と、

を有することを特徴とするシンチレータアレイの製造方法。

【請求項 2】

前記溝加工工程において、第 1 及び第 2 のシンチレータのうち、溝の深さ方向の深部側にあるシンチレータの一部を連結部として残留させ、前記分離工程の前もしくは後で、前記デュアルセルアレイ集合体を、前記溝の深さ方向の逆方向から除去していき、連結部を除去することを特徴とする請求項 1 に記載のシンチレータアレイの製造方法。

【請求項 3】

前記分離工程において、前記格子状の溝に充填した反射材用樹脂をデュアルセルアレイ近傍に残して切断することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のシンチレータアレイの製造方法。

【請求項 4】

前記分離工程後にデュアルセルアレイに反射材用樹脂を追加形成する反射材形成工程を有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のシンチレータアレイの製造方法。

【請求項 5】

前記樹脂充填工程において、格子状溝付き積層基板を支持プレートに接着し、支持することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のシンチレータアレイの製造方法。

【請求項 6】

前記樹脂充填工程において、前記支持プレートに接着する際に熱剥離型の接着シートを使用することを特徴とする請求項 5 に記載のシンチレータアレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、放射線検出器用のデュアルレイ型のシンチレータアレイを効率良く製造する方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

放射線検査装置の 1 つにコンピュータ断層撮影装置 [Computed Tomography (CT) 装置] がある。CT 装置は、X 線ファンビームを放射する X 線管と、多数の放射線検出素子を併設した放射線検出器とを有する。X 線管と放射線検出器は、測定対象を中心にして対向するように配置される。X 線管から放射された X 線ファンビームは測定対象を透過し、放射線検出器で検出される。照射角度の異なる測定対象の X 線吸収データを収集し、コンピュータ解析により測定対象の断層面における個々の位置の X 線吸収率を算出し、X 線吸収率に応じた画像を構成する。放射線検出素子として、シンチレータと受光素子を組み合わせた検出器が用いられ、受光素子としてはシリコンフォトダイオードや光電子増倍管などが用いられている。前記放射線検出素子は多数配列して用いるため

10

20

30

40

50

、予め複数のシンチレータを配列し、受光素子と組み合わせる一面以外の面を反射材で覆ったものをシンチレータアレイとして、放射線検出器に用いられている。

【0003】

X線吸収率が異なる2のシンチレータのセルを用いたデュアルエネルギーの検出器は、例えば特許文献1及び特許文献2に開示されている。特許文献1は、一方のシンチレータセルの発光を一方のダイオードで受光し、他方のシンチレータセルの発光を他方のダイオードで受光するデュアルエネルギーの検出器を開示している。特許文献2は、上部及び下部のシンチレータ、第1及び第2の光検出器を有する放射線検出器であって、上部のシンチレータは、低エネルギーの放射線を光に変換し、高エネルギーの放射線を透過するようにX線源に対向して備えられ、下部のシンチレータは、高エネルギーの放射線を光に変換するように、X線源から上部のシンチレータより遠位側に、隣接して備えられ、上部及び下部のシンチレータの光をそれぞれ受け入れ、電気信号に変換するように第1及び第2の光検出器が光学的に結合された放射線検出器が開示されている。これらの検出器を利用することにより、X線のエネルギーごとに透過係数が異なる部位を透過した後のX線の強度を、分離しつつ、かつ同時に検出することができるため、一度のX線の照射で多くの情報を得ることができる。

10

【0004】

特許文献3は、幅の異なるシンチレータセルを組合せた1次元又は多次元の検出器アレイを製造する方法を開示している。この方法は、(a)放射線に対して敏感な材料を含有するセンサ層及び基層からなる複合層を形成し、(b)センサ層を互いに絶縁された個々のエレメントに分割するために、基層と反対側から複合層の材料を切断することにより、隔壁をセンサ層に形成している。

20

【0005】

特許文献4は、X線吸収率の異なる2つのシンチレータ素子がX線の透過方向に配置されており、各シンチレータ素子に対応する光検出素子とそのシンチレータ素子に垂直な方向に配置されており、複数のシンチレータ素子及び複数の光検出素子が列をなしているX線検出器アレイを開示している。ここで複数のシンチレータ素子は光反射性物質で一体的にモールドされている。

【0006】

特許文献5は、シンチレーションセラミックのウェハを作製し、セラミックウェハの上面に直交する2方向の複数のスリットを形成し、セラミックウェハの表面の一部を酸化して反射層を形成することによりシンチレーションアレイを製造する方法を開示している。ここで個々のピクセルの間隙を形成するスリットも同様に反射層で充填される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許4,511,799号

【特許文献2】WO2006/114715(特表2008-538966号公報)

【特許文献3】特開2002-236182号公報(米国特許6,793,857号)

【特許文献4】特開2001-174564号公報

【特許文献5】特表2009-524015号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1及び2には、具体的なシンチレーションアレイの製造方法を開示していない。特許文献3の方法では、セルの数が増えるにつれて工数が増大してしまう。特許文献4も、X線検出器アレイの製造方法を具体的に開示していない。特許文献5に記載のシンチレーションアレイは1つのシンチレーションセラミックにより形成するものであり、2つのシンチレーションセルを配列する技術を開示していない。

【0009】

50

本発明の目的は、X線吸収率が異なる2つのシンチレータセルを用いたデュアルレイ型のシンチレータアレイを、効率良く製造する方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のシンチレータアレイの製造方法は、デュアルレイ型のシンチレータアレイを製造する方法であって、第1のシンチレータ及び第2のシンチレータの基板を、反射材用樹脂層を介して積層し、積層基板を形成する積層工程と、前記積層基板に格子状の溝を形成して、第1及び第2のシンチレータのセルが前記反射材用樹脂層を介して積層した形状を有するデュアルセルが林立した格子状溝付き積層基板を形成する溝加工工程と、少なくとも前記格子状の溝に反射材用樹脂を充填し、デュアルセルアレイ集合体を形成する樹脂充填工程と、前記格子状の溝のうち、一方向反射材用樹脂を充填した溝に沿って切断し、デュアルセルアレイ集合体から、デュアルセルが配列したデュアルセルアレイを切り離す分離工程と、を有する。

10

【0011】

前記溝加工工程において、第1及び第2のシンチレータのうち、溝の深さ方向の深部側にあるシンチレータの一部を連結部として残留させ、前記分離工程の前もしくは後で、前記デュアルセルアレイ集合体を、前記溝の深さ方向の逆方向から除去していき、連結部を除去することが好ましい。

【0012】

さらに、前記分離工程において、前記格子状の溝に充填した反射材用樹脂をデュアルセルアレイ近傍に残して切断することが好ましい。

20

【0013】

前記分離工程後にデュアルセルアレイに反射材用樹脂を追加形成する反射材形成工程を有することが好ましい。

【0014】

前記樹脂充填工程において、格子状溝付き積層基板を支持プレートに接着し、支持することが好ましい。

【0015】

前記樹脂充填工程において、前記支持プレートに接着する際に熱剥離型の接着シートを使用することが好ましい。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明の方法によれば、2のシンチレータを用いたデュアルレイ型のシンチレータアレイを、効率良く製造することができる。特に、格子状の溝によって2のシンチレータの位置を同時に決めることができ、位置決めのための手間を省けることが優れている。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1の実施形態によるシンチレータアレイの製造方法を示すフローチャートである。

【図2】第1の実施形態のステップA1における、第1のシンチレータの基板を概略的に示す斜視図である。

40

【図3】第1の実施形態のステップa1における、第2のシンチレータの基板を概略的に示す斜視図である。

【図4】第1の実施形態のステップA2における、反射材用樹脂層を介して第1のシンチレータの基板と第2のシンチレータの基板とを積層した積層基板を概略的に示す斜視図である。

【図5】第1の実施形態のステップA3における連結部を残留して格子状の溝を形成した格子状溝付き積層基板を概略的に示す斜視図である。

【図6】第1の実施形態のステップA4において、支持プレートと熱剥離型シートを用いて格子状の溝に反射用樹脂を充填し、支持プレートをはずす前の状態を概略的に示す斜視

50

図である。

【図 7】第 1 の実施形態のステップ A 4 において、格子状の溝に反射用樹脂を充填した後を概略的に示す斜視図である。

【図 8】第 1 の実施形態のステップ A 5 において、デュアルセルアレイ集合体の連結部を研削して除去することを概略的に示す斜視図である。

【図 9】第 1 の実施形態のステップ A 6 における、格子状の溝のうち、一方向の反射材用樹脂を充填した溝に沿って切断し、デュアルセルアレイに切り離す状態を概略的に示す斜視図である。

【図 10】第 1 の実施形態のステップ A 6 における、(a) 分離するための切断位置、(b) 必要なセルを残して端部を切断する位置、をそれぞれ概略的に示す平面図である。

【図 11】第 1 の実施形態のステップ A 7 において、デュアルセルアレイの底面を樹脂で被覆した状態を概略的に示す斜視図である。

【図 12】第 2 の実施形態によるシンチレータアレイの製造方法の一部を示すフローチャートである。

【図 13】第 2 の実施形態のステップ A 3 ' において、格子状の溝を形成した格子状溝付き積層基板を概略的に示す斜視図である。

【図 14】第 2 の実施形態のステップ A 4 において、格子状の溝に反射用樹脂を充填した後を概略的に示す斜視図である。

【図 15】第 2 の実施形態のステップ A 4 において、反射材用樹脂を充填した後に支持プレート除去した後を概略的に示す斜視図である。

【図 16】第 3 の実施形態によるシンチレータアレイの製造方法の一部を示すフローチャートである。

【図 17】第 3 の実施形態のステップ A 7 ' において、デュアルセルアレイ集合体の底面を樹脂で被覆した状態を概略的に示す斜視図である。

【図 18】第 3 の実施形態のステップ A 6 ' ' における、格子状の溝のうち、一方向の反射材用樹脂を充填した溝に沿って切断し、デュアルセルアレイに切り離す状態を概略的に示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の実施形態を図面を参照して以下詳細に説明するが、本発明はそれらに限定されるものではない。各実施形態の説明は、特に断りがなければ他の実施形態にも適用される。

【0019】

以下の説明では、X 線のエネルギーごとに透過係数が異なる部位を透過した後の X 線の強度を、分離しつつ、かつ同時に検出できる検出器を構成するためのシンチレータアレイをデュアルアレイ型のシンチレータアレイとしている。第 1 のシンチレータは、第 2 のシンチレータとは X 線吸収率が異なり、例えば材料組成や厚さ寸法などが異なっている。そして、X 線照射方向に沿って X 線が照射される基板面積を同じにして、単位体積あたりの X 線吸収率を比較した場合、第 2 のシンチレータの X 線吸収率は、第 1 のシンチレータの X 線吸収率よりも高いことが好ましい。なお、前記 X 線吸収率は、第 1 又は第 2 のシンチレータに照射した全波長域の X 線と、前記全波長域の X 線のうち第 1 又は第 2 のシンチレータで吸収された X 線とに係る強度の比率に相当する。そして、与えられるエネルギー（或いはそれに対応する X 線の波長）によって、X 線吸収率の大きさは変わる。

【0020】

[1] 第 1 の実施形態

第 1 の実施形態による製造方法のフローチャートを図 1 に示す。本発明の第 1 の実施形態は、大きく分けて積層工程、溝加工工程、樹脂充填工程、分離工程の 4 つの工程を経てデュアルアレイ型のシンチレータアレイが形成される。デュアルアレイ型のシンチレータアレイとは、異なるエネルギーの X 線を検出するために、X 線吸収率の異なる 2 のシンチレータを用いて、X 線透過方向に第 1 のシンチレータのセル及び第 2 のシンチレータのセ

10

20

30

40

50

ルを上下2段に配置したデュアルセルが、所定の位置に複数配列されているシンチレータアレイである。以下の説明では、X線が透過する方向、すなわちシンチレータのセルを上下2段に配置した方向をZ方向とし、それに対して垂直であって、複数の第1のシンチレータのセル及び第2のシンチレータのセルが配列している方向をY方向とし、Z方向及びY方向に対して垂直な方向をX方向とする。また、セルとは単位体積あたりのX線を検出するシンチレータ素子を示し、受光素子と組み合わせることによって放射線検出器を構成する。

【0021】

シンチレータアレイのセルは、透過したX線を正確に検出するために、前記第1のシンチレータ及び第2のシンチレータの高い位置精度が要求される。本発明では、積層工程において、上下2段の第1のシンチレータ及び第2のシンチレータの間隔（Z方向の距離）を決め、溝加工工程においてX線透過方向と垂直な方向（Y方向及びX方向）の位置精度を得ている。このとき、複数の列を同時に形成できるように、第1のシンチレータの基板及び第2のシンチレータの基板は十分な面積を有することが好ましい。それにより、樹脂充填工程及び分離工程では複数のシンチレータアレイの反射材を同時に形成できる。そのため、第1のシンチレータのセル及び第2のシンチレータのセルを一つずつ配列してシンチレータアレイを製造するより、効率良く製造できる。

10

【0022】

まず、積層工程について以下に説明する。最初に、ステップA1にて積層に使用する第1のシンチレータの基板1及び第2のシンチレータの基板2を準備する。前記第1のシンチレータ及び第2のシンチレータは、位置決めの際に変形したり、加工時に動くことの無い程度の硬度を有する材料で構成することが好ましい。例えば高密度、高硬度のセラミックス材料などのシンチレータが好ましい。また、使用するシンチレータの材料に応じて、加工精度が良く、加工時間の短い加工方法を選択することが好ましい。例えば前記セラミックス材料を用いる場合、ダイヤモンド等の砥粒を用いた回転砥石による加工や、ワイヤーソーによる加工方法を選択することが好ましい。

20

【0023】

積層工程の一例として、図2に第1のシンチレータの基板1（以下、基板1という）、図3に第2のシンチレータの基板2（以下、基板2という）を示す。基板は図示したように矩形形状であれば、加工などによって切り落とすなどのシンチレータアレイとして使用しない領域を減らせるため好ましい。基板1のY方向の辺L1は、完成後のシンチレータアレイにおいてセルが並ぶY方向の辺の長さより長いことが好ましい。さらに基板1のY方向の辺の長さL1と基板2のY方向の辺の長さL2が同じ長さである方が、シンチレータアレイとして使用しない領域を減らせるため好ましい。また、基板1のX方向の幅W1、及び基板2のX方向の幅W2についてはシンチレータアレイの取れ数に応じて任意に決定することができるが、Y方向の辺の長さと同様に、同じ長さである方が、シンチレータアレイとして使用しない領域を減らせるため好ましい。

30

【0024】

基板1、2のZ方向の辺の高さH1及びH2については、シンチレータアレイの第1のシンチレータのセル及び第2のシンチレータのセルのZ方向の設計寸法に応じて任意に決めることができる。また、溝加工工程において基板1または基板2に、連結部を設ける場合には、基板1または基板2のZ方向寸法を大きめに設定しても良い。ここでは、基板2に連結部を設けるためにH2を、シンチレータアレイの第2のシンチレータのセルのZ方向の寸法より大きめに設定した。前記H2は連結部21として残した際の強度を考慮した上で、できるだけ小さくしておくほうが連結部21の研削時間の短縮や、加工による廃棄部分が少なく済むため好ましい。

40

【0025】

次に、ステップA2において、第1および第2のシンチレータの基板の間に、反射材用樹脂層4を形成し、反射材用樹脂層4を介して基板1と基板2を積層して接合した積層基板3を図4に示す。反射材用樹脂層4は、第1のシンチレータの蛍光周波数領域、及び第

50

2のシンチレータの蛍光周波数領域の、両方の周波数領域で、反射率が高く、且つ、基板1及び基板2の位置がずれないように固定できることが望ましい。例えば、可視光の周波数領域における屈折率の高い酸化チタンの微粒子を混合した液状熱硬化性エポキシ樹脂などを用いることができる。例えば、第1のシンチレータと第2のシンチレータとの間隔を正確に決めるために、液状の反射材用樹脂を用いて、スクリーン印刷、バーコーター、スピンコーター、スプレーコーターなどの一定の厚さで均一に塗布できる方法を用いて、正確な寸法の反射材用樹脂層4を形成することが望ましい。前述したいずれかの方法で、基板2に、一定の厚さで形成した液状の反射材用樹脂を硬化した後、前記硬化した樹脂の上に液状の樹脂を薄く塗布して、基板1を接合する方法や、基板1又は基板2に正確な寸法の反射材用樹脂層4を形成した後に、一定の間隔で維持できるピンやボール等を基板間に挟み、支持しながら硬化する方法でも良い。以上の方法等により、積層工程においてデュアルセルの、第1のシンチレータ及び第2のシンチレータの正確なZ方向の寸法を決める。

10

20

30

40

50

【0026】

次にステップA3の溝加工工程について説明する。溝加工工程では、第1のシンチレータのセル1'及び第2のシンチレータのセル2'の形成と、シンチレータアレイにおけるセルの間の寸法を決めること、を同時に行うことを目的として、前記積層基板3に格子状の溝を形成して、第1及び第2のシンチレータのセルが前記反射材用樹脂層4を介して積層した形状を有するデュアルセルが林立した格子状溝付き積層基板を形成する。それによりシンチレータアレイのセルの簡易的な位置決め手法として、加工そのものを利用できるため、効率を上げることができる。

【0027】

図5のように砥石8を用いて溝9を形成し、溝とセルとのX方向の正確な寸法を決め、砥石6を用いて溝7を形成し、溝とセルとのY方向の正確な寸法を決めることで、シンチレータアレイにおけるセルの位置を精度良く決めることができる。ここで溝とはセル間の空隙を示しており、格子状溝付き積層基板におけるデュアルセル間に形成する反射材を充填するための空隙のことである。加工の方法は、基板の加工に用いた方法と同じく、使用するシンチレータ基板の材料に応じて、加工精度が良く、加工時間の短い方法で行なうことが好ましい。加工手段としては回転砥石以外に、格子状に平行な複数の溝を形成するため、複数のワイヤーを張ったマルチワイヤーソーなどを用いて同時に溝を形成すると、効率が良い。また、回転砥石を用いる場合、プログラム制御可能なダイシングマシンなどを用いることで、加工精度をさらに高めつつ、かつ複数の平行な溝を効率的に加工できるため好ましい。溝9は隣り合うシンチレータアレイを、受光面と背面反射材面とに切り離すために、溝7とは異なる寸法で加工しても良い。

【0028】

加工方法として、例えば回転砥石などを用い、シンチレータアレイのセルの間の寸法に合わせた幅の回転砥石6を用いてX方向の溝7を形成し、X方向に形成する反射材用樹脂の厚さと分離工程における切りしろを考慮した幅の回転砥石8を使用してY方向の溝9を形成する。正確な溝幅を形成できる加工方法を選択することで、積層基板3に正確な寸法の格子状の溝が形成でき、かつ溝の深さ方向の深部側にあるシンチレータの一部を連結部21として残留させることでシンチレータセルの位置が決められた格子状溝付き積層基板5を作製できる。格子状溝付き積層基板5は格子状溝付き第1のシンチレータ1'、格子状溝付き第2のシンチレータ2'、格子状溝付き樹脂層4'から構成される。

【0029】

次にステップA4において樹脂充填工程を進める。この工程では、前記格子状の溝に反射材用樹脂を充填し、デュアルセルアレイ集合体を形成する。溝加工工程において連結部21による位置決めがなされており、格子状の溝とセルの位置を正確に維持したまま、反射材用樹脂を充填できるため、位置精度の高いデュアルセルアレイ集合体を形成できる。例えば、図6のように支持プレート10と型枠11を用いて、型枠内に液状の反射材用樹脂12を流し込み、溝内に反射材用樹脂12を充填する。また、支持プレート10及び型

枠 1 1 は樹脂が付着しても剥離しやすいように、フッ素樹脂等のフィルムやテープで表面を覆ったり、あるいは支持プレート 1 0 や型枠 1 1 そのものをフッ素樹脂等で構成することが好ましい。あるいは、林立したデュアルセルの周囲に、シンチレータアレイのセルとして使用しない部分を有した格子状溝付き積層基板である場合、支持プレート 1 0 を使用せず型枠 1 1 だけで前記格子状溝付き積層基板を囲い、溝内に反射材用樹脂を充填しても良い。充填する樹脂は積層工程で用いた樹脂と同様に第 1 のシンチレータ及び第 2 のシンチレータの発光を効率よく反射できる反射材用樹脂が好ましい。充填した樹脂が硬化した後に、支持プレート 1 0 や型枠 1 1 を取り除き、図 7 に示すデュアルセルアレイ集合体 1 3 を得る。

【 0 0 3 0 】

ステップ A 5 で、分離工程の切断するときの格子状の溝の位置を確認するために、溝に充填した反射材用樹脂が見えるように連結部 2 1 を加工する。このときの加工方法は基板を加工したときと同様にダイヤモンドの回転砥石などで連結部を切断して除去しても良い。また、格子状の溝の深さ方向の逆方向から連結部を除去していく方法として、平面を加工できる平面研削機や縦型研削機などを用いて、図 8 のように連結部を研削して除去しても良い。さらに、遊離砥粒を用いた研磨加工して除去しても良く、この場合、樹脂を同時に加工しても固定砥粒のような被加工物の目詰まりを起こしにくい。得られた樹脂充填溝付き積層基板 1 3 の上面 1 5 が平坦になっていない場合、先に上面を同様の方法で加工して平面にしておくことで、底面 1 4 を加工し易くなる。

【 0 0 3 1 】

次に、ステップ A 6 では、図 9 に示すように、ステップ A 5 で加工したデュアルセルアレイ集合体 1 3 を反転し、底面 1 4 を上にして樹脂充填溝 9 ' の位置を確認しながら回転砥石 1 6 で切断し、デュアルセルアレイを得る。このときに切断位置を図 1 0 (a) に示すように、底面 1 4 から見える第 2 のシンチレータのセル 2 ' と反射材用樹脂 9 ' の境界を含むように回転砥石 1 6 で切断することで、デュアルセルアレイの背面に背面反射材用樹脂 1 7 が残るので、デュアルセルアレイの背面反射材を形成しつつ、複数のデュアルセルアレイを分離できるため好ましい。また、樹脂とシンチレータの硬度が極端に異なる場合などは、少なくともデュアルセルアレイ近傍の反射材樹脂を切断することで、同様の効果を得られる。これらの効果を得るための構成として、分離工程における切断に用いる砥石は、格子状溝の Y 方向切断時に用いる砥石に比べて、加工幅の小さい砥石を用いることが好ましい。例えば背面に 1 mm の厚さで背面反射材用樹脂を残しつつ、デュアルセルアレイへの切断のために 0 . 5 mm の厚さの砥石を用いるとすると、格子状に溝加工するための砥石は 1 . 5 mm 以上の加工幅であることが好ましい。また、このとき同時に、図 1 0 (b) に示すように、デュアルセルアレイの Y 方向に配列するセルのうち、必要なセルを残して端部を切断しておいても良い。端部を切断したときも同様に、デュアルセルアレイに必要な側面の反射材用樹脂を残しつつ切断すると、後工程で反射材を配する必要がなくなるため好ましい。

【 0 0 3 2 】

ステップ A 7 では、得られたデュアルセルアレイの底面 1 4 ' に底面反射材用樹脂 1 8 を形成する。図 1 1 に示すように、反射材用樹脂を事前に一定厚さで板状に硬化しておき、液状の反射材用樹脂でデュアルセルアレイの底面 1 4 ' に接着して設けたり、液状の反射材用樹脂を一定厚さに塗布し、硬化して設けても良い。それにより、第 1 のシンチレータ及び第 2 のシンチレータのセルの周囲 5 面が反射材で覆われ、放射線検出器として受光素子と貼り合せて組み立てる際の受光面 1 9 のみが反射材用樹脂で覆われていないデュアルアレイ型のシンチレータアレイが完成する。

【 0 0 3 3 】

これまでの説明において第 2 のシンチレータの基板に連結部 2 1 を形成したが、同様に第 1 のシンチレータの基板に連結部 2 1 を形成することも可能であり、第 1 のシンチレータの基板と第 2 のシンチレータの基板との加工性に応じて任意に選択しても良い。また、格子状溝付き積層基板の連結部 2 1 を支持プレートに固定して、格子状の溝に樹脂を充填

10

20

30

40

50

し、硬化した後に連結部 2 1 を加工したが、格子状溝付き積層基板の連結部 2 1 の反対側の面を支持プレートに固定し、セル間寸法を維持しつつ、連結部 2 1 を加工してから、格子状の溝に樹脂を充填しても良い。

【 0 0 3 4 】

これまでに説明した方法を用いて、下記の条件でデュアルレイ型のシンチレータアレイを作製した。第 1 のシンチレータとして、イットリウム ガドリニウム アルミニウム ガーネットのセラミックシンチレータ焼結体からなる基板と、第 2 のシンチレータとして、GOS のセラミックシンチレータ焼結体からなる基板を使用した。加工方法はダイヤモンドの砥粒の砥石を使用し、積層工程においては基板上にパーコーターで塗布した反射材用樹脂を硬化させた後に、前記硬化した樹脂の上に液状の反射材用樹脂を薄く塗布して第 2 のシンチレータの基板を接着した。反射材用の樹脂として、白色の酸化チタン粉末を含有する熱硬化性エポキシ樹脂を用いた。以上の条件により得られたシンチレータアレイにおいて、デュアルレイは十分に高い寸法精度を有していた。シンチレータセルを個々に並べていく方法に比べて、効率よくシンチレータセルを配列し、デュアルレイ型のシンチレータアレイを作製できた。

10

【 0 0 3 5 】

[2] 第 2 の実施形態

デュアルセルの位置決め支持プレートなどの位置決め手段を用いた第 2 の実施形態について図 1 2 のフローチャートを参照して説明する。まずステップ A 2 までは第 1 の実施形態と同じ方法で行い、積層基板を得る。次にステップ A 3 ' において、第 1 の実施形態における連結部の代わりに、支持手段を用いてデュアルセルの位置を維持する。支持手段とは、溝加工工程及び樹脂充填工程などにおいて、格子状の溝の幅やピッチなどの寸法を維持しつつ、反射材用の樹脂を溝内に充填し、硬化してデュアルセルアレイ集合体を得られる方法であれば良い。

20

【 0 0 3 6 】

具体的には、例えば図 1 3 のようにガラス板などの平坦な支持プレート 1 0 上に粘着シート 2 0 などで支持する支持手段によって積層基板 3 の位置を維持したまま格子状の溝を加工し、さらに図 1 4 のように支持プレート 1 0 の周囲に型枠 1 1 を形成して樹脂を充填することが考えられる。もしくは、第 1 の実施形態のように、連結部 2 1 を残して格子状の溝を形成した後に、連結部とは反対側を支持プレート 1 0 に固定し、連結部 2 1 を除去することで、格子状の溝の幅やピッチなどの寸法を維持しても良い。得られたデュアルアレイ集合体は、ステップ A 5 ' において、支持プレート 1 0 を除去するだけで、図 1 5 のようにデュアルセルアレイを切断する準備ができる。ステップ A 6 以降は第 1 の実施形態と同様である。この例では、支持プレート 1 0 の除去が容易に得られるようにしておくことで、第 1 の実施形態のように加工によって連結部 2 1 を除去する手間が省けるため、効率が良い。

30

【 0 0 3 7 】

[3] 第 3 の実施形態

ステップ A 5 以降の工程では、得られたシンチレータアレイを用いて放射線検出器を構成する際の構成に応じて、様々な形態をとりうる。第 3 の実施形態として、その一部の例を図 1 6 のフローチャートを参照して説明する。まず、他の実施形態などにより、ステップ A 5 で連結部を除去したデュアルセルアレイ集合体を得る。

40

【 0 0 3 8 】

ステップ A 7 ' として、図 1 7 に示すように、前記デュアルセルアレイ集合体の底面 1 4 ' に反射材用樹脂を一定の厚さで形成する。このとき加工位置を確認するために、シンチレータアレイのセルとして使用しない領域の溝と、溝に充填した樹脂が見えるように、底面 1 4 ' に反射材用樹脂を形成すると好ましい。続くステップ A 6 ' ' では形成した反射材用樹脂ごと切断することで、複数のデュアルレイ型のシンチレータアレイが得られるため効率が良い。

【 0 0 3 9 】

50

他に第1の実施形態のステップA7を省略する方法として、ステップA6にてデュアルセルアレイを用いて放射線検出器に構成することもできる。例えば、事前にデュアルセルアレイの発光面と受光素子の受光面を対向させて貼りあわせた後に、反射材樹脂で形成した板の上面に、液状の反射材樹脂で接着し、配列する。これによりデュアルセルアレイを用いて、シンチレータアレイと放射線検出器を一度に構成できるため効率が良い。これらの工程は切り離れたデュアルセルアレイの形態に応じて、適宜選択される。

【0040】

[4] 第4の実施形態

第4の実施形態では、ステップA4において反射材用樹脂を格子状の溝に充填する際に、粘着シート20として熱剥離型の接着シートを使用する。熱剥離型の接着シートとは設定された温度まで加熱することによって、粘着力が低下し、剥離しやすくなる機能を有する接着シートで、特に反射材用樹脂を硬化した後に剥離するためには、接着材の中に発泡剤を含むものが好ましい。それにより、シンチレータアレイの製造方法全体としては、第2の実施形態で得られる効果に加え、樹脂を硬化した後に熱を加えるだけで剥離しやすくなる効果を得られる。

10

【0041】

ステップA3までは第2の実施形態と同じ方法で行い、図6のステップA4において、格子状溝付き積層基板5と接着する支持プレート10の面に熱剥離型の両面接着シート20を貼り付ける。このとき、少なくとも格子状溝付き積層基板5との接着面は熱剥離型の接着面となすが、さらに、支持プレート10との接着面も熱剥離型にすると、支持プレートを再利用できるため好ましい。

20

【0042】

尚、型枠11は熱剥離型の接着テープを格子状溝付き積層基板15を囲むように支持プレート10の上面に垂直に立てるように貼り付けても良いし、支持プレート10の側面にそれぞれ貼り付けて枠のようにしても良い。いずれの場合においても、反射材用樹脂に接触する側が、熱剥離型の接着面となるように配することで、樹脂硬化後の剥離が容易となるため、効率よくシンチレータアレイを形成できる。

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明は、医療用CT装置の検出器又は手荷物検査用のCT装置の検出器に用いるX線吸収率が異なる2のシンチレータセルを用いたデュアルアレイ型のシンチレータアレイの製造に好適である。

30

【符号の説明】

【0044】

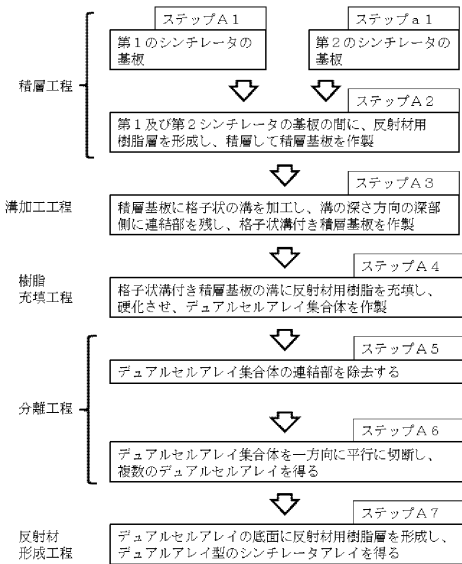
- 1・・・第1のシンチレータの基板
- L1・・・第1のシンチレータの基板のY方向の辺の長さ
- H1・・・第1のシンチレータの基板のZ方向の辺の高さ
- W1・・・第1のシンチレータの基板のX方向の辺の幅
- 2・・・第2のシンチレータの基板
- L2・・・第2のシンチレータの基板のY方向の辺の長さ
- H2・・・第2のシンチレータの基板のZ方向の辺の高さ
- W2・・・第2のシンチレータの基板のX方向の辺の幅
- 3・・・積層基板
- 4・・・樹脂層
- 5・・・格子状溝付き積層基板
- 6・・・回転砥石
- 7・・・X方向溝
- 8・・・回転砥石
- 9・・・Y方向溝
- 10・・・支持プレート

40

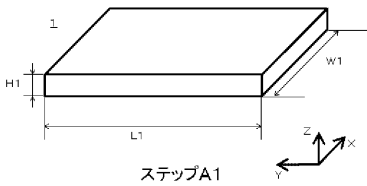
50

- 1 1 . . . 型 枠
- 1 2 . . . 樹 脂
- 1 3 . . . デュアルセルアレイ集合体
- 1 4 . . . 底 面
- 1 5 . . . 上 面
- 1 6 . . . 回 転 砥 石
- 1 7 . . . 背 面 反 射 材 用 樹 脂
- 1 8 . . . 底 面 反 射 材 用 樹 脂
- 1 9 . . . 受 光 面
- 2 0 . . . 粘 着 シ ー ト
- 2 1 . . . 連 結 部

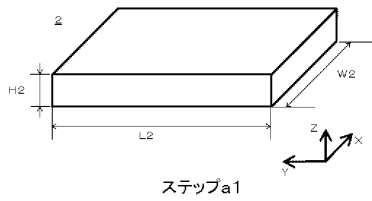
【 図 1 】



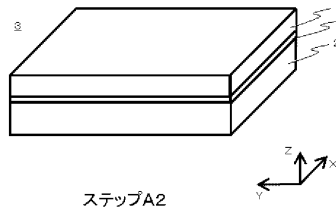
【 図 2 】



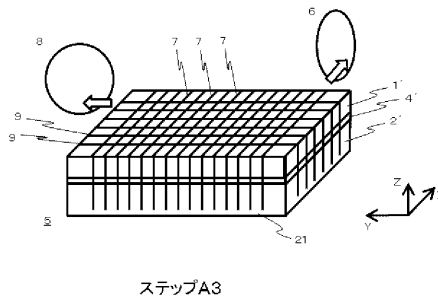
【 図 3 】



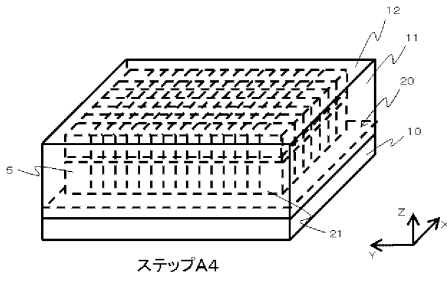
【 図 4 】



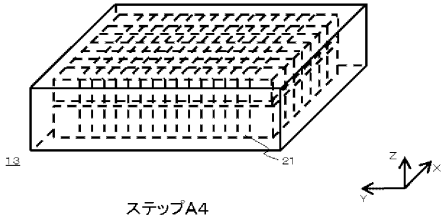
【 図 5 】



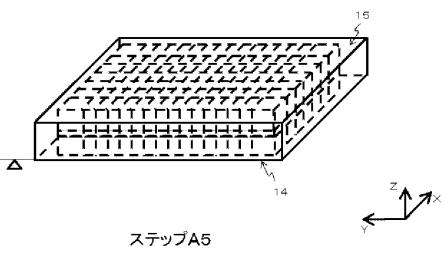
【図6】



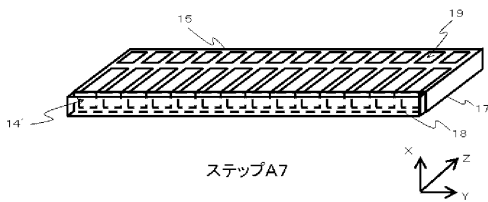
【図7】



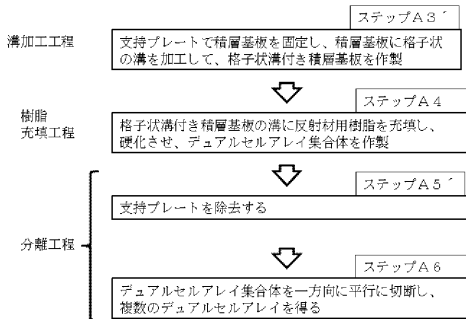
【図8】



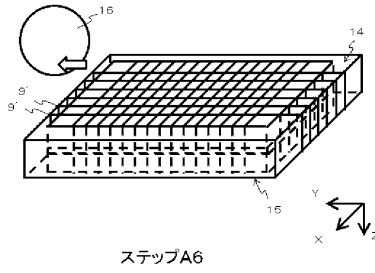
【図11】



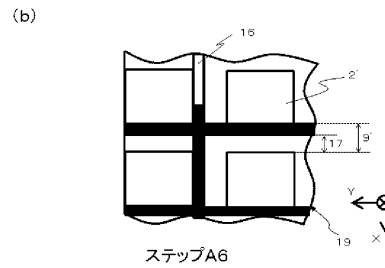
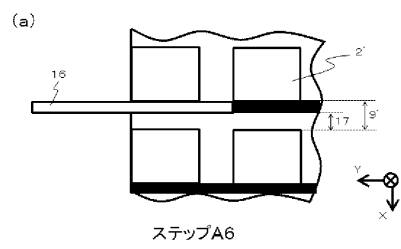
【図12】



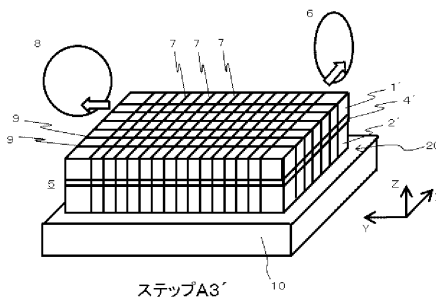
【図9】



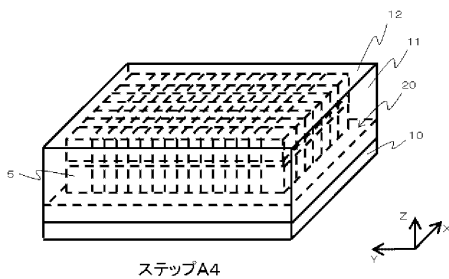
【図10】



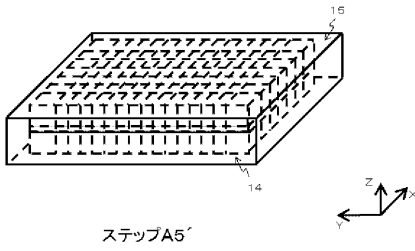
【図13】



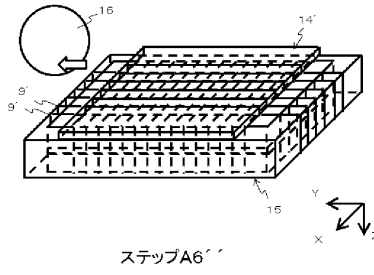
【図14】



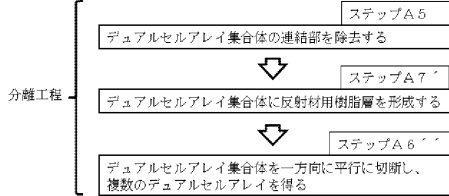
【 図 1 5 】



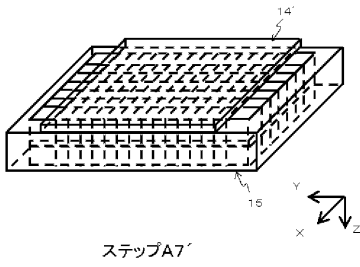
【 図 1 8 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G083 AA04 BB01 CC02 CC05 DD02 EE10
2G188 CC15 CC16 CC22 DD42 DD43 DD45 EE29