

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5429797号  
(P5429797)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月13日(2013.12.13)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 N 23/225 (2006.01)** GO 1 N 23/225  
**GO 1 T 1/29 (2006.01)** GO 1 T 1/29 C

請求項の数 9 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-196289 (P2009-196289)                  (22) 出願日 平成21年8月27日 (2009.8.27)                  (65) 公開番号 特開2011-47786 (P2011-47786A)                  (43) 公開日 平成23年3月10日 (2011.3.10)                  審査請求日 平成24年8月13日 (2012.8.13)</p>	<p>(73) 特許権者 503359821                  独立行政法人理化学研究所                  埼玉県和光市広沢2番1号                  (74) 代理人 100087000                  弁理士 上島 淳一                  (72) 発明者 小林 峰                  埼玉県和光市広沢2番1号 独立行政法人                  理化学研究所内                  審査官 藤田 都志行</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置敏感時間分析型検出器、その作製方法およびそれを用いた三次元中エネルギーイオン散乱装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワイヤアノードを直交して配置した検出領域を備え、該検出領域に粒子が入射することにより、該粒子の到達位置ならびに到達時間を計測するための信号を出力する位置敏感時間分析型検出器において、

所定の第1の間隔を開けて配置した一对の第1の絶縁体と、

前記所定の第1の間隔を開けて配置した一对の第2の絶縁体と、

前記一对の第1の絶縁体に当接するようにして、互いに所定の第2の間隔を開け、かつ、同一方向に所定の回数だけ前記一对の第1の絶縁体に巻回され、前記一对の第1の絶縁体間に張設された一方のワイヤアノードと、

前記一对の第2の絶縁体に当接するようにして、互いに所定の第2の間隔を開け、かつ、同一方向に前記所定の回数だけ前記一对の第2の絶縁体に巻回され、前記一对の第2の絶縁体間に張設された他方のワイヤアノードと

を有し、

前記一方のワイヤアノードと前記他方のワイヤアノードとが互いに直交するように配置してなる位置敏感時間分析型検出器であって、

前記一对の第1の絶縁体と前記一对の第2の絶縁体とは、前記一方のワイヤアノードと前記他方のワイヤアノードとをそれぞれ巻回した際において、前記一方のワイヤアノードと前記他方のワイヤアノードとがそれぞれ当接する距離が同一となり、かつ、前記一对の第1の絶縁体に巻回された前記一方のワイヤアノードにより形成される空間内に、前記一

対の第2の絶縁体に巻回された前記他方のワイヤアノードが接触することなく配置可能な形状を備えた

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器。

【請求項2】

請求項1に記載の位置敏感時間分析型検出器において、

前記一对の第1の絶縁体は、楕円柱を楕円の長軸で切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第1の間隔を開けて配置され、

前記一对の第2の絶縁体は、前記楕円柱と同一寸法の楕円柱を楕円の短軸で切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第1の間隔を開けて配置された

10

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器。

【請求項3】

請求項1に記載の位置敏感時間分析型検出器において、

前記一对の第1の絶縁体は、矩形柱を矩形の対向する短辺の midpoint において切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第1の間隔を開けて配置され、

前記一对の第2の絶縁体は、前記矩形柱と同一寸法の矩形柱を矩形の対向する長辺の midpoint において切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第1の間隔を開けて配置された

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器。

20

【請求項4】

請求項1に記載の位置敏感時間分析型検出器において、

前記一对の第1の絶縁体は、矩形形状の四角に対して同じ曲率のR加工が施された略矩形形状の断面を有する略矩形柱を、略矩形形状の対向する短辺の midpoint において切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第1の間隔を開けて配置され、

前記一对の第2の絶縁体は、前記略矩形柱と同一寸法の略矩形柱を、略矩形形状の対向する長辺の midpoint において切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第1の間隔を開けて配置された

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器。

30

【請求項5】

ワイヤアノードを直交して配置した検出領域を備え、該検出領域に粒子が入射することにより、該粒子の到達位置ならびに到達時間を計測するための信号を出力する位置敏感時間分析型検出器の作製方法において、

所定の第1の間隔を開けて配置される一对の第1の絶縁体を形成し、

前記所定の第1の間隔を開けて配置される一对の第2の絶縁体を形成し、

一方のワイヤアノードを、前記一对の第1の絶縁体に当接するようにして、互いに所定の第2の間隔を開け、かつ、同一方向に所定の回数だけ前記一对の第1の絶縁体に巻回して前記一对の第1の絶縁体間に張設し、

他方のワイヤアノードを、前記一对の第2の絶縁体に当接するようにして、互いに所定の第2の間隔を開け、かつ、同一方向に前記所定の回数だけ前記一对の第2の絶縁体に巻回して前記一对の第2の絶縁体間に張設し、

40

前記一方のワイヤアノードと前記他方のワイヤアノードとが互いに直交するように配置する位置敏感時間分析型検出器の作製方法であって、

前記一对の第1の絶縁体と前記一对の第2の絶縁体とを、前記一方のワイヤアノードと前記他方のワイヤアノードとをそれぞれ巻回した際において、前記一方のワイヤアノードと前記他方のワイヤアノードとがそれぞれ当接する距離が同一となり、かつ、前記一对の第1の絶縁体に巻回された前記一方のワイヤアノードにより形成される空間内に、前記一对の第2の絶縁体に巻回された前記他方のワイヤアノードが接触することなく配置可能に形成する

50

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器の作製方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の位置敏感時間分析型検出器の作製方法において、

前記一对の第 1 の絶縁体は、楕円柱を楕円の長軸で切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第 1 の間隔を開けて配置し、

前記一对の第 2 の絶縁体は、前記楕円柱と同一寸法の楕円柱を楕円の短軸で切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第 1 の間隔を開けて配置した

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器の作製方法。

10

【請求項 7】

請求項 5 に記載の位置敏感時間分析型検出器の作製方法において、

前記一对の第 1 の絶縁体は、矩形柱を矩形の対向する短辺の midpoint において切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第 1 の間隔を開けて配置し、

前記一对の第 2 の絶縁体は、前記矩形柱と同一寸法の矩形柱を矩形の対向する長辺の midpoint において切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第 1 の間隔を開けて配置した

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器の作製方法。

20

【請求項 8】

請求項 5 に記載の位置敏感時間分析型検出器の作製方法において、

前記一对の第 1 の絶縁体は、矩形形状の四角に対して同じ曲率の R 加工が施された略矩形形状の断面を有する略矩形柱を、略矩形形状の対向する短辺の midpoint において切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第 1 の間隔を開けて配置し、

前記一对の第 2 の絶縁体は、前記略矩形柱と同一寸法の略矩形柱を、略矩形形状の対向する長辺の midpoint において切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して前記所定の第 1 の間隔を開けて配置した

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器の作製方法。

30

【請求項 9】

検出された信号を処理して、試料の表面または界面の構造解析を行う位置敏感時間分析型検出器を用いた三次元中エネルギーイオン散乱装置において、

内部に試料が載置される真空チャンバと、

前記試料に中エネルギーのパルスイオンビームを照射するビーム照射手段と、

前記真空チャンバ内において前記試料と所定の間隔を空けて配置されるとともに、前記試料から散乱する散乱粒子の到達位置と前記散乱粒子の到達時間とを測定するための信号を検出する検出部と

を有し、

前記検出部は、マイクロチャンネルプレートと請求項 1、2、3 または 4 のいずれか 1 項に記載の位置敏感時間分析型検出器とにより構成される

40

ことを特徴とする位置敏感時間分析型検出器を用いた三次元中エネルギーイオン散乱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置敏感時間分析型検出器、その作製方法およびそれを用いた三次元中エネルギーイオン散乱装置に関し、さらに詳細には、直交して配設されたワイヤアノードにより 2 次元の検出領域が形成され、当該検出領域に入射した粒子の到達位置および到達時間を計測するための信号を検出する位置敏感時間分析型検出器、その作製方法およびそれを用いた三次元中エネルギーイオン散乱装置に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、物質の表面や界面の構造解析を行う手段として、例えば、三次元中エネルギーイオン散乱(Three-dimensional Medium-energy Ion Scattering)法を用いることが知られている。

## 【0003】

ここで、こうした三次元中エネルギーイオン散乱(以下、「三次元中エネルギーイオン散乱」を「3D-MEIS」と適宜に称することとする。)法を用いて、物質の表面や界面の構造解析を行う三次元中エネルギーイオン散乱装置(3D-MEIS装置)を図1乃至図4を参照しながら説明する。

10

## 【0004】

なお、図1には、3D-MEIS装置を示す概略構成説明図が示されており、また、図2(a)には、マイクロチャンネルプレートを示す概略構成斜視説明図が示されており、また、図2(b)には、各チャンネルにおける2次電子の発生状態を模式的に示すマイクロチャンネルプレートの説明図が示されており、また、図3(a)には、3D-MEIS装置に使用される従来の位置敏感時間分析型検出器を示す概略構成斜視説明図が示されており、また、図3(b)には、図3(a)のA矢視説明図が示されており、また、図4には、現在使用されている図3(a)(b)に示す構造を備えた従来の位置敏感時間分析型検出器を斜め上方から撮影した写真が示されている。

## 【0005】

20

この3D-MEIS装置100は、内部に試料102が載置される真空チャンバ104と、試料102に中エネルギー(例えば、100keV程度である。)のパルスイオンビームを照射するビーム照射手段106と、真空チャンバ104内において試料102と所定の間隔を開けて配置されるとともにビーム照射手段106によるパルスイオンビームの照射により試料102を構成する原子によって散乱された散乱粒子(イオン)を検出する検出部108とを有して構成されている。

## 【0006】

ここで、検出部108は、複数のチャンネルを形成されるとともに当該チャンネルの開

口部が位置する入射面110aを試料102と対向して配置して各チャンネル内に入射された粒子から2次電子を生じさせて増倍させる円形状のマイクロチャンネルプレート(Micro Channel Plate: MCPs)110(図2(a)を参照する。)と、マイクロチャンネルプレート110の各チャンネル内において増倍した2次電子を射出する射出面110bと対向して配置されるとともに、マイクロチャンネルプレート110により増倍して生成された2次電子を検出する位置敏感時間分析型検出器(Position Sensitive Time Resolving Detector)120とを有して構成されている。

30

## 【0007】

この位置敏感時間分析型検出器120は、軸線方向を平行に配置した略円柱形状を備えた一対の絶縁体122に対して互いに所定の間隔を開け、かつ、同一方向に所定の回数だけ巻回されて一対の絶縁体122間に張設された2本のワイヤアノード(Wire anodes)124、126と、絶縁体122より小径に形成されるとともに軸線方向を平行に配置した略円柱形状を備えた一対の絶縁体128に対して互いに所定の間隔を開け、かつ、同一方向に所定の回数だけ巻回されて一対の絶縁体128間に張設された2本のワイヤアノード130、132とを有して構成されている(図3(a)を参照する。)

40

## 【0008】

これらワイヤアノード124、126、130、132は、全て同径であり、絶縁体128に巻回されたワイヤアノード130、132は、絶縁体122に巻回されたワイヤア

50

ノード124、126により形成された空間S1内を通るように配置され(図3(b)を参照する。)、ワイヤアノード124、126とワイヤアノード130、132とが互いに接触することなく直交して配置されている。

【0009】

位置敏感時間分析型検出器120においては、このワイヤアノード124、126とワイヤアノード130、132とが互いに接触することなく直交している領域が2次元の検出領域となり、当該検出領域に対向するようにしてマイクロチャンネルプレート110の出射面110bが配置されている。

【0010】

即ち、2次元の検出領域をXY平面とすると、例えば、ワイヤアノード124、126がX方向の一方のワイヤアノードとなり、一方、ワイヤアノード130、132がY方向の他方のワイヤアノードとなる。

【0011】

そして、マイクロチャンネルプレート110に設けられた全てのチャンネルが当該検出領域上に位置するように、検出部108の各種の寸法が設定されている。

【0012】

なお、互いに隣り合うように絶縁体122に順次に巻回されているワイヤアノード124とワイヤアノード126とは、隣り合うワイヤアノード124とワイヤアノード126とが所定の間隔、例えば、0.5mmの間隔を空けて絶縁体122に巻回されている。

【0013】

同様に、互いに隣り合うように絶縁体128に順次に巻回されているワイヤアノード130とワイヤアノード132とは、隣り合うワイヤアノード130とワイヤアノード132とが所定の間隔、例えば、0.5mmの間隔を空けて絶縁体128に巻回されている。

【0014】

なお、図3(a)(b)においては、上記した説明の理解を容易にするために、隣接するワイヤアノード同士の間隔を実際よりも広げて図示している。

【0015】

ここで、絶縁体122に巻回されているワイヤアノード124とワイヤアノード126とは、いずれか一方が信号用のワイヤアノードとなされており、他方がリファレンス用のワイヤアノードとなされている。

【0016】

同様に、絶縁体128に巻回されているワイヤアノード130とワイヤアノード132とは、いずれか一方が信号用のワイヤアノードとなされており、他方がリファレンス用のワイヤアノードとなされている。

【0017】

なお、このように信号用とリファレンス用との2本のワイヤアノードを巻回する理由は、以下の通りである。

【0018】

即ち、位置敏感時間分析型検出器120においては、信号用のワイヤアノードに電圧を加えて電子を収集するため、信号用のワイヤアノードは高電圧コンデンサーを介して信号を取り出さなければならない。

【0019】

このため、信号用のワイヤアノードだけでは信号の取り出しができないので、リファレンス用のワイヤアノードが信号用のワイヤアノードとともに巻回されているものである。

【0020】

また、信号用とリファレンス用との2本のワイヤアノードへそれぞれ電圧を印加する際には、一般的には、信号用のワイヤアノードへは520Vの電圧を印加し、リファレンス

10

20

30

40

50

用のワイヤアノードへは480Vの電圧を印加している。

【0021】

なお、上記した信号用とリファレンス用との2本のワイヤアノードとを用いて信号を取り出す技術は、本願出願時に公知の技術であるので、その詳細な説明は省略する。

【0022】

以上の構成において、3D-MEIS装置100により試料102の表面や界面の構造解析を行うには、ビーム照射手段106から所定のパルス幅のパルスイオンビームを、高真空に設定された真空チャンバ104内に載置された試料102に対し照射する。

【0023】

上記のようにして、試料102にパルスイオンビームが照射されると、試料102を構成する原子と衝突して粒子(イオン)が散乱し(図5(a)を参照する。)、その散乱粒子が検出部108によって検出される。

【0024】

図6の3D-MEIS装置100における信号処理システムを表すブロック構成説明図に示すように、この検出部108の検出結果を示す信号が、コンピューターシステムにより構築された公知の処理部200へ送出され、処理部200においては当該検出した信号に基づいて、公知の処理ステップにより散乱粒子の2次元の検出領域における到達位置と到達時間とを算出するとともに、算出した散乱粒子の2次元の検出領域における到達位置に基づき、図5(b)に示すような散乱粒子の収量の2次元位置分布を作成する。

【0025】

上記のようにして得られた散乱粒子の到達時間と2次元位置分布とを利用して、試料102の表面または界面の構造解析を行うものである。

【0026】

この際、検出部108においては、まず、マイクロチャンネルプレート110のいずれかのチャンネル内に散乱粒子が入射すると、入射した散乱粒子がチャンネル内壁に衝突して2次電子を生じ、生じた2次電子が再びチャンネル内壁に衝突して、さらに2次電子を生じるということを繰り返すことにより、電子を増倍させる(図2(b)を参照する。)

【0027】

このようにして増倍された電子は、マイクロチャンネルプレート110の出射面110b側から出射されて、位置敏感時間分析型検出器120の2次元の検出領域へ入射される。

【0028】

この位置敏感時間分析型検出器120の2次元の検出領域に電子が入射すると、入射した電子がワイヤアノードに衝突し、衝突した位置から電流が生じて当該ワイヤアノードの両端部に流れることとなり、こうした電流がワイヤアノードの両端部において信号として検出される。

【0029】

このとき、処理部200において、検出部108に入射した散乱粒子の2次元の検出領域における到達位置が、ワイヤアノード124、126およびワイヤアノード130、132のそれぞれの両端部に現れた信号の時間差によって算出され、また、散乱粒子の到達時間(飛行時間)はワイヤアノード124、126およびワイヤアノード130、132のそれぞれの両端部に現れた時間の和によって算出されることとなる。

【0030】

つまり、散乱粒子の到達位置(入射位置)および到達時間は時間情報から求められるものであり、こうした時間情報は、例えば、時間/デジタル変換器(図示せず。)によって測定すればよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 1 】

さらに、散乱粒子の到達時間、即ち、散乱粒子の飛行時間は、その散乱粒子のエネルギーに変換でき、当該エネルギーは散乱が起こった深さあるいはなにによって散乱したかに変換することができる。

## 【 0 0 3 2 】

上記のようにして、3D-MEIS装置100の処理部200においては、散乱粒子の2次元の検出領域における到達位置（入射位置）および到達時間（飛行時間）を算出し、算出した到達位置およびその到達位置に到達した散乱粒子の収量などから2次元位置分布を作製して散乱粒子のブロッキングパターンを取得するとともに、取得したブロッキング

10

## 【 0 0 3 3 】

なお、処理部200は、CPU202、入力装置204、表示装置206、増幅器（Amplifier）208、コンスタントフラクシオンディスクリミネーター（CFD）210、ゲートジェネレーター（Gate generator）212、高電圧パルスジェネレーター（High-voltage pulse generator for beam pulser）214、光ケーブル遅延回路（Optical cable delay）216、トリガー回路（Trigger）218、インターラプトおよび

20

## 【 0 0 3 4 】

ところで、ワイヤアノード124、126およびワイヤアノード130、132のそれぞれの両端部に現れた信号の時間情報によって、散乱粒子の到達位置や到達時間を検出する位置敏感時間分析型検出器120においては、ワイヤアノード124、126とワイヤアノード130、132とが接触することがないようにするために、絶縁体122の径に比べて絶縁体128の径が小さく設計されている。

30

## 【 0 0 3 5 】

ここで、ワイヤアノードを伝達する信号の速さについては、絶縁体（誘電体）中やワイヤアノードが絶縁体と接している部分を伝達する際の速さと、ワイヤアノードが絶縁体と接していない、即ち、ワイヤアノードの中空に張られている部分を伝達する際の速さとは、両者においてその速さが異なる。

## 【 0 0 3 6 】

なお、誘電体中を伝搬する信号の速度は、以下のように表すことができる。

## 【 0 0 3 7 】

$$V_p = c / \epsilon_s$$

$V_p$  : 電磁波の速度 (m/s)

$c$  : 真空中の光速の定義 (m/s) =  $2.99792458 \times 10^8$

$\epsilon_s$  : 誘電体の比誘電率 ( $\epsilon_s$  1)

上記の比誘電率は、温度によって変化する温度特性を持つ。

## 【 0 0 3 8 】

従来の位置敏感時間分析型検出器120においては、ワイヤアノード124、126が巻回された絶縁体122の径とワイヤアノード130、132が巻回された絶縁体128の径とが異なり、絶縁体122の径に比べて絶縁体128の径が小さいため、ワイヤアノード124、126が絶縁体122に接している長さに対して、ワイヤアノード130、

50

1 3 2 が絶縁体 1 2 8 に接している長さのほうが短くなってしまい、ワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 およびワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 のそれぞれの両端部に現れる信号の時間情報に関して、ワイヤアノードにおける絶縁体との接触部分の長さの違いや温度変化による絶縁体（誘電体）の比誘電率の変化に起因する差異が生じてしまうこととなっていた。  
【 0 0 3 9 】

上記した差異の生じた信号の時間情報をそのまま処理して 2 次元位置分布を作成すると、当該作成した 2 次元位置分布の像が歪んでしまい、正確に試料 1 0 2 の表面または界面の構造解析ができなくなってしまうので、従来においては、位置敏感時間分析型検出器 1 2 0 で検出された信号の時間情報を適当な補正係数によって補正する処理を行っていた。  
【 0 0 4 0 】

しかしながら、こうした複数の要因に起因する差異を含んだ信号の時間情報を補正するには、補正係数を求めるための処理を行う必要があり、処理工程が多くなって処理が複雑になってしまい、解析作業が繁雑になるという問題点が指摘されていた。  
【 0 0 4 1 】

なお、上記した補正係数を求めるための処理としては、例えば、以下に説明するような処理がある。  
【 0 0 4 2 】

即ち、図 7 に示すように、所定の穴径（穴径は、例えば、4 mm である。）を備えた円形開口部 3 0 2 を X 方向と Y 方向とにそれぞれ所定の間隔 G（間隔 G は、例えば、7 . 5 mm 間隔である。）を開けて複数整列させて穿設したプレート 3 0 0 を準備し、そのプレート 3 0 0 をマイクロチャンネルプレート 1 1 0 の前方に配置して散乱イオン測定を行う。

【 0 0 4 3 】

ここで、円形開口部 3 0 2 は規則正しい間隔で穿設されていることにより、本来的には散乱イオン測定により得られるイメージも規則正しい位置に信号が現れなければならない。

【 0 0 4 4 】

しかしながら、実際に得られたイメージは、上記した本来得られるはずのイメージとはずれたものとなるもので、このずれを解消する補正值を補正係数として求めるものである。

【 0 0 4 5 】

なお、本願出願人が特許出願のときに知っている先行技術は、文献公知発明に係る発明ではないため、本願明細書に記載すべき先行技術文献情報はない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 4 6 】

本発明は、上記したような従来技術の有する種々の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、検出された信号の時間情報に対する補正処理を必要としない位置敏感分析型検出器、その作製方法およびそれをを用いた三次元中エネルギーイオン散乱装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 4 7 】

上記目的を達成するために、本発明は、2 組の一对の絶縁体のそれぞれにワイヤアノードを張設して当該ワイヤアノード同士が互いに直交するように配置した際に、ワイヤアノードが絶縁体とそれぞれ当接する距離が同一となり、かつ、一方の一对の絶縁体に張設されたワイヤアノードにより形成される空間内に、他方の一对の絶縁体に張設されたワイヤアノードが配置可能なように、2 組の一对の絶縁体を構成したものである。



## 【 0 0 4 8 】

即ち、本発明は、ワイヤアノードを直交して配置した検出領域を備え、該検出領域に粒子が入射することにより、該粒子の到達位置ならびに到達時間を計測するための信号を出力する位置敏感時間分析型検出器において、所定の第1の間隔を開けて配置した一对の第1の絶縁体と、上記所定の第1の間隔を開けて配置した一对の第2の絶縁体と、上記一对の第1の絶縁体に当接するようにして、互いに所定の第2の間隔を開け、かつ、同一方向に所定の回数だけ上記一对の第1の絶縁体に巻回され、上記一对の第1の絶縁体間に張設された一方のワイヤアノードと、上記一对の第2の絶縁体に当接するようにして、互いに所定の上記第2の間隔を開け、かつ、同一方向に上記所定の回数だけ上記一对の第2の絶縁体に巻回され、上記一对の第2の絶縁体間に張設された他方のワイヤアノードとを有し、上記一方のワイヤアノードと上記他方のワイヤアノードとが互いに直交するように配置してなる位置敏感時間分析型検出器であって、上記一对の第1の絶縁体と上記一对の第2の絶縁体とは、上記一方のワイヤアノードと上記他方のワイヤアノードとをそれぞれ巻回した際において、上記一方のワイヤアノードと上記他方のワイヤアノードとがそれぞれ当接する距離が同一となり、かつ、上記一对の第1の絶縁体に巻回された上記一方のワイヤアノードにより形成される空間内に、上記一对の第2の絶縁体に巻回された上記他方のワイヤアノードが接触することなく配置可能な形状を備えるようにしたものである。

10

## 【 0 0 4 9 】

また、本発明は、上記した発明において、上記一对の第1の絶縁体は、楕円柱を楕円の長軸で切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置され、上記一对の第2の絶縁体は、上記楕円柱と同一寸法の楕円柱を楕円の短軸で切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置されたようにしたものである。

20

## 【 0 0 5 0 】

また、本発明は、上記した発明において、上記一对の第1の絶縁体は、矩形柱を矩形の対向する短辺の midpoint において切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置され、上記一对の第2の絶縁体は、上記矩形柱と同一寸法の矩形柱を矩形の対向する長辺の midpoint において切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置されたようにしたものである。

30

## 【 0 0 5 1 】

また、本発明は、上記した発明において、上記一对の第1の絶縁体は、矩形形状の四角に対して同じ曲率のR加工が施された略矩形形状の断面を有する略矩形柱を、略矩形形状の対向する短辺の midpoint において切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置され、上記一对の第2の絶縁体は、上記略矩形柱と同一寸法の略矩形柱を、略矩形形状の対向する長辺の midpoint において切断した形状を備えるとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置されたようにしたものである。

## 【 0 0 5 2 】

また、本発明は、上記した発明において、ワイヤアノードを直交して配置した検出領域を備え、該検出領域に粒子が入射することにより、該粒子の到達位置ならびに到達時間を計測するための信号を出力する位置敏感時間分析型検出器の作製方法において、所定の第1の間隔を開けて配置される一对の第1の絶縁体を形成し、上記所定の第1の間隔を開けて配置される一对の第2の絶縁体を形成し、一方のワイヤアノードを、上記一对の第1の絶縁体に当接するようにして、互いに所定の第2の間隔を開け、かつ、同一方向に所定の回数だけ上記一对の第1の絶縁体に巻回して上記一对の第1の絶縁体間に張設し、他方のワイヤアノードを、上記一对の第2の絶縁体に当接するようにして、互いに所定の上記第2の間隔を開け、かつ、同一方向に上記所定の回数だけ上記一对の第2の絶縁体に巻回して上記一对の第2の絶縁体間に張設し、上記一方のワイヤアノードと上記他方のワイヤア

40

50

ノードとが互いに直交するように配置する位置敏感時間分析型検出器の作製方法であって、上記一对の第1の絶縁体と上記一对の第2の絶縁体とを、上記一方のワイヤアノードと上記他方のワイヤアノードとをそれぞれ巻回した際において、上記一方のワイヤアノードと上記他方のワイヤアノードとがそれぞれ当接する距離が同一となり、かつ、上記一对の第1の絶縁体に巻回された上記一方のワイヤアノードにより形成される空間内に、上記一对の第2の絶縁体に巻回された上記他方のワイヤアノードが接触することなく配置可能に形成するようにしたものである。

【0053】

また、本発明は、上記した発明において、上記一对の第1の絶縁体は、楕円柱を楕円の長軸で切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置し、上記一对の第2の絶縁体は、上記楕円柱と同一寸法の楕円柱を楕円の短軸で切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置したものである。

10

【0054】

また、本発明は、上記した発明において、上記一对の第1の絶縁体は、矩形柱を矩形の対向する短辺の midpoint において切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置し、上記一对の第2の絶縁体は、上記矩形柱と同一寸法の矩形柱を矩形の対向する長辺の midpoint において切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置したものである。

20

【0055】

また、本発明は、上記した発明において、上記一对の第1の絶縁体は、矩形形状の四角に対して同じ曲率のR加工が施された略矩形形状の断面を有する略矩形柱を、略矩形形状の対向する短辺の midpoint において切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置し、上記一对の第2の絶縁体は、上記略矩形柱と同一寸法の略矩形柱を、略矩形形状の対向する長辺の midpoint において切断した形状を備えるように形成するとともに、該切断した形状における切断面を対向して上記所定の第1の間隔を開けて配置したものである。

【0056】

また、本発明は、検出された信号を処理して、試料の表面または界面の構造解析を行う位置敏感時間分析型検出器を用いた三次元中エネルギーイオン散乱装置において、内部に試料が載置される真空チャンバと、上記試料に中エネルギーのパルスイオンビームを照射するビーム照射手段と、上記真空チャンバ内において上記試料と所定の間隔を空けて配置されるとともに、上記試料から散乱する散乱粒子の到達位置と上記散乱粒子の到達時間とを測定するための信号を検出する検出部とを有し、上記検出部は、マイクロチャンネルプレートと上記した本発明の位置敏感時間分析型検出器とにより構成されるようにしたものである。

30

【発明の効果】

【0057】

本発明は、以上説明したように構成されているので、検出された信号の時間情報に対する補正処理を必要としないという優れた効果を奏するものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】図1は、三次元中エネルギーイオン散乱装置(3D-MEIS装置)を示す概略構成説明図である。

【図2】図2(a)は、マイクロチャンネルプレートを示す概略構成斜視説明図であり、また、図2(b)は、各チャンネルにおける2次電子の発生状態を模式的に示す説明図である。

【図3】図3(a)は、従来の技術による位置敏感時間分析型検出器を示す概略構成斜視

50

説明図であり、また、図3(b)は、図3(a)のA矢視図である。

【図4】図4は、現在使用されている図3(a)(b)に示す構造を備えた従来の位置敏感時間分析型検出器を斜め上方から撮影した写真である。

【図5】図5(a)は、照射したパルスイオンビームが試料の表面または界面を構成する原子に衝突して粒子を散乱した状態を模式的に示した説明図であり、また、図5(b)は、3D-MEIS装置において取得される2次元位置分布図の一例である。

【図6】図6は、3D-MEIS装置における信号処理システムを表すブロック構成説明図である。

【図7】図7は、従来の位置敏感時間分析型検出器で検出された信号の時間情報を補正するための補正係数を求める処理に用いるプレートの斜視説明図である。

10

【図8】図8(a)は、本発明による位置敏感時間分析型検出器を示す概略構成斜視説明図であり、また、図8(b)は、図8(a)のB矢視図である。

【図9】図9(a)(b)は、本発明による位置敏感時間分析型検出器に用いられる絶縁体を示す概略構成斜視説明図であり、また、図9(c)は、図9(a)のC-C線による断面図であり、また、図9(d)は、図9(b)のD-D線による断面図であり、また、図9(e)は、絶縁体を形成する際に使用する楕円柱形状を備えた絶縁材料を示す概略構成斜視説明図である。

【図10】図10は、本発明による位置敏感時間分析型検出器に用いられる絶縁体の具体例を示す構成説明図であり、図10(a)は、絶縁体の楕円周面を正面としたときの正面図であり、また、図10(b)は、絶縁体の楕円周面を正面としたときの左側面図であり、また、図10(c)は、絶縁体の楕円周面を正面としたときの底面図であり、また、図10(d)は、図10(c)の矢印Pで示す円で囲まれた部分を拡大した拡大説明図であり、図10(e)は、絶縁体の楕円周面を正面としたときの背面図である。

20

【図11】図11は、本発明による位置敏感時間分析型検出器に用いられる絶縁体の具体例を示す構成説明図であり、図11(a)は、絶縁体の楕円周面を正面としたときに正面図であり、また、図11(b)は、絶縁体の楕円周面を正面としたときの左側面図であり、また、図11(c)は、絶縁体の楕円周面を正面としたときの底面図であり、また、図11(d)は、図11(c)の矢印Qで示す円で囲まれた部分を拡大した拡大説明図であり、図11(e)は、絶縁体の楕円周面を正面としたときの背面図である。

【図12】図12は、ステンレスベースの具体例を示す構成説明図であり、図12(a)は、ステンレスベースの正面図であり、また、図12(b)は、ステンレスベースの平面図であり、また、図12(b)は、ステンレスベースの左側面図である。

30

【図13】図13(a)は、発明者によって作製された本発明による位置敏感時間分析型検出器を平面視から撮影した写真であり、また、図13(b)は図13(a)の一部を拡大した写真である。

【図14】図14は、本発明による位置敏感時間分析型検出器に用いられる絶縁体の変形例を示すための説明図であり、図14(a)は、変形例としての絶縁体を形成する際に使用する四角柱形状を備えた絶縁材料を示す概略構成斜視説明図であり、また、図14(b)(c)は、図14(a)に示す絶縁材料を切断した状態の絶縁体の変形例を示す概略構成斜視説明図である。

40

【図15】図15は、本発明による位置敏感時間分析型検出器に用いられる絶縁体の変形例を示すための説明図であり、図15(a)は、変形例としての絶縁体を生成する際に使用する略四角柱形状を備えた絶縁材料を示す概略構成斜視説明図であり、また、図15(b)(c)は、図15(a)に示す絶縁材料を切断した状態の絶縁体の変形例を示す概略構成斜視説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0059】

以下、添付の図面を参照しながら、本発明による位置敏感時間分析型検出器、その作製方法およびそれをを用いた三次元中エネルギーイオン散乱装置の実施の形態の一例を詳細に説明するものとする。

50

## 【 0 0 6 0 】

なお、以下の説明においては、図 1 乃至図 4 を参照しながら説明した従来の位置敏感時間分析型検出器および 3 D - M E I S 装置と同一または相当する構成については、上記において用いた符号と同一の符号を用いて示すことにより、その詳細な構成ならびに作用効果の説明は適宜に省略することとする。

## 【 0 0 6 1 】

まず、図 8 ( a ) ( b ) および図 9 ( a ) ( b ) ( c ) ( d ) ( e ) を参照しながら、本発明による位置敏感時間分析型検出器について説明する。

## 【 0 0 6 2 】

なお、図 8 ( a ) ( b ) においては、図 3 ( a ) ( b ) と同様に、本発明の理解を容易にするために、隣接するワイヤアノード同士の間隔を実際よりも広げて図示している。

## 【 0 0 6 3 】

この図 8 ( a ) に示す位置敏感時間分析型検出器 1 0 は、略円柱形状を備えた一对の絶縁体 1 2 2 に代えて、楕円柱形状を備えた絶縁材料 2 0 を楕円の長軸で切断した形状の一对の絶縁体 1 2 を用いるとともに、略円柱形状を備えた一对の絶縁体 1 2 8 に代えて、楕円柱形状を備えた絶縁材料 2 0 を楕円の短軸で切断した形状の一对の絶縁体 1 4 を用いる点において、図 3 に示す位置敏感時間分析型検出器 1 2 0 と異なっている。

## 【 0 0 6 4 】

そして、位置敏感時間分析型検出器 1 0 においては、軸線方向を平行に配置した一对の絶縁体 1 2 に対して、互いに第 1 の所定の間隔である間隔  $L_1$  を開け、かつ、同一方向に所定の回数である  $n$  回 (「 $n$ 」は、任意の正の整数である。) だけ 2 本のワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 が巻回されており、また、軸線方向を平行に配置した一对の絶縁体 1 4 に対して、互いに間隔  $L_1$  を開け、かつ、同一方向に上記所定の回数たる  $n$  回だけ 2 本のワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 が巻回されている。

## 【 0 0 6 5 】

より詳細には、絶縁体 1 2 と絶縁体 1 4 とは、それぞれ同一寸法の楕円柱形状を備えた絶縁材料 2 0 をそれぞれ加工して形成されている。

## 【 0 0 6 6 】

即ち、絶縁体 1 2 は、楕円柱形状における楕円の長軸で絶縁材料 2 0 を切断して形成することができる (図 9 ( e ) を参照する。 )。

## 【 0 0 6 7 】

上記のようにして楕円の長軸で切断することにより形成された 2 つの部材が、一对の絶縁体 1 2 となるものであり、これら一对の絶縁体 1 2 が、第 2 の所定の間隔である間隔  $L_2$  を開け、かつ、それぞれの切断面 1 2 b を対向するようにして配置されている (図 9 ( a ) を参照する。 )。

## 【 0 0 6 8 】

また、絶縁体 1 4 は、楕円柱形状における楕円の短軸で絶縁材料 2 0 を切断して形成することができる (図 9 ( e ) を参照する。 )。

## 【 0 0 6 9 】

上記のようにして楕円の短軸で切断することにより形成された 2 つの部材が、一对の絶縁体 1 4 となるものであり、これら一对の絶縁体 1 4 が、上記第 2 の所定の間隔である間隔  $L_2$  を開け、かつ、それぞれの切断面 1 4 b を対向するようにして配置されている (図 9 ( b ) を参照する。 )。

## 【 0 0 7 0 】

そして、上記のように配置された一对の絶縁体 1 2 に対し、ワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 が絶縁体 1 2 の楕円周面 1 2 a に当接するようにして  $n$  回だけ巻回され、一对の絶縁体 1 2 間にワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 が張設されている。

10

20

30

40

50

## 【0071】

同様に、上記のように配置された一对の絶縁体14に対し、ワイヤアノード130、132が絶縁体14の楕円周面14aに当接するようにしてn回だけ巻回され、一对の絶縁体14間にワイヤアノード130、132が張設されている。

## 【0072】

ところで、絶縁体12の高さH1は楕円柱形状を備えた絶縁材料20における楕円の長軸に相当し、一方、絶縁体14の高さH2は楕円柱形状を備えた絶縁材料20における楕円の短軸に相当するため、必然的に絶縁体12の高さH1は絶縁体14の高さH2に比べて高く(長く)なる。

10

## 【0073】

このため、絶縁体14に巻回されたワイヤアノード130、132を、絶縁体12に巻回されたワイヤアノード124、126と接することなしに、絶縁体12に巻回されたワイヤアノード124、126により形成された空間S2内に挿入した状態で配置することができ(図8(b)を参照する。)、これによりワイヤアノード124、126とワイヤアノード130、132とが接触することなく直交した状態に位置する2次元の検出領域が形成される。

## 【0074】

ここで、同一寸法の楕円柱形状の絶縁材料20から絶縁体12および絶縁体14を形成しているため、絶縁体12の楕円周面12aの円弧の長さ、絶縁体14の楕円周面14aの円弧の長さとは等しいものとなる。

20

## 【0075】

即ち、ワイヤアノード124、126が一对の絶縁体12と接触している長さ(距離)と、ワイヤアノード130、132が一对の絶縁体14と接触している長さ(距離)とは、互いに等しいものとなる。

## 【0076】

さらに、一对の絶縁体12と一对の絶縁体14とは、それぞれ間隔L2を開けて配置されており、こうした一对の絶縁体12ならびに一对の絶縁体14にそれぞれワイヤアノード124、126とワイヤアノード130、132とが間隔L1を開けてそれぞれn回巻回されているので、絶縁体に巻回されているワイヤアノードの長さ、つまり、ワイヤアノード124、126における点Qから点Rまでの長さ、ワイヤアノード130、132における点Sから点Tまでの長さとは同じ長さとなる。

30

## 【0077】

次に、本発明による位置敏感時間分析型検出器10を作製する際の一例について、具体的な寸法などを示しながら説明する。

## 【0078】

即ち、例えば、楕円柱形状における楕円の長軸の長さが12mm、当該楕円の短軸の長さが8mm、軸方向長さL3が120mmのセラミック製の絶縁材料20から、当該楕円の長軸において軸方向に沿って切断することにより絶縁体12を形成するとともに、当該楕円の短軸において軸方向に沿って切断することにより絶縁体14を形成する(図9(e)を参照する。)

40

## 【0079】

このとき、絶縁体12は高さH1が12mm、幅W1が4mm、長さL4が120mmとなり(図9(a)(c)および図10(a)(b)(c)(d)(e)を参照する。)、絶縁体14は高さH2が8mm、幅W2が6mm、長さがL5が120mmとなる(図9(b)(d)および図11(a)(b)(c)(d)(e)を参照する。)

## 【0080】

50

こうして形成された絶縁体 1 2 の楕円周面 1 2 a に、0.5 mm ピッチで幅 0.25 mm、深さ 0.2 mm の溝 1 2 c を形成する。

【0081】

同様に、上記のようにして形成された絶縁体 1 4 の楕円周面 1 4 a に、0.5 mm ピッチで幅 0.25 mm、深さ 0.2 mm の溝 1 4 c を形成する。

【0082】

上記した溝 1 2 c 内にワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 が巻回されることになり、また、上記した溝 1 4 c 内にワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 が巻回されることになるので、所望する間隔 L 1 の寸法に応じて溝 1 2 c、1 4 c を形成するピッチを調整すればよい。

【0083】

10

そして、一对の絶縁体 1 4 をそれぞれ切断面 1 4 b が間隔 L 2 (間隔 L 2 は、後述するステンレスベース 3 0 の寸法によって決定される。)を開けて対向するようにして、縦 138 mm × 横 138 mm の略四角板形状の非磁性のステンレスベース 3 0 (図 1 2 (a) (b) (c) を参照する。)の対辺に固定的にそれぞれ配設する。

【0084】

なお、ステンレスベース 3 0 の高さ H 3 は、絶縁体 1 4 の高さ H 2 よりも低く(短く)なるように寸法設定されている。

【0085】

絶縁体 1 4 は、ステンレスベース 3 0 に対して、ステンレスベース 3 0 の外周縁面 3 0 a に切断面 1 4 b が当接し、かつ、絶縁体 1 4 の両端部たる端部 1 4 d と端部 1 4 e とが、それぞれ高さ方向においてステンレスベース 3 0 から突出するようにして固定されている。

20

【0086】

それから、ステンレスベース 3 0 を取り囲むようにして、溝 1 4 c 内に位置決めされるようにワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 となる径が 0.2 mm の 2 本の銅線を 1 mm ピッチ(間隔 L 1 = 1 mm)で巻き、ワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 たる 2 本の銅線の両端部を固定する。

【0087】

なお、この具体例においては、間隔 L 2 は、ステンレスベース 3 0 の寸法を適宜に設定することにより適宜に設定することができる。

30

【0088】

次に、一对の絶縁体 1 2 をそれぞれ切断面 1 2 b が間隔 L 2 を開けて対向するようにして、絶縁体 1 4 が取り付けられていないステンレスベース 3 0 の残りの対辺に固定的にそれぞれ配設する。

【0089】

絶縁体 1 2 は、ステンレスベース 3 0 に対して、ステンレスベース 3 0 の外周縁面 3 0 a に切断面 1 2 b が当接し、かつ、絶縁体 1 2 の両端部たる端部 1 2 d と端部 1 2 e とが、それぞれ高さ方向においてステンレスベース 3 0 から突出するようにして固定されている。

40

【0090】

それから、ステンレスベース 3 0 を取り囲むようにして、溝 1 2 c 内に位置決めされるようにワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 となる径が 0.2 mm の 2 本の銅線を 1 mm ピッチ(間隔 L 1 = 1 mm)で巻き、ワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 たる 2 本の銅線の両端部を固定する。

【0091】

これにより、図 1 3 (a) (b) に示すように、ワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 とワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 とが接触することなく直交した状態に位置する 2 次元の検出領域を備えた位置敏感時間分析型検出器を作製することができる。

50

## 【 0 0 9 2 】

換言すれば、絶縁体 1 2 に巻回されたワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 により形成された空間内に、絶縁体 1 4 に巻回されたワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 が接触することなく配設されることになる。

## 【 0 0 9 3 】

こうして作製された位置敏感時間分析型検出器 1 0 において、信号用のワイヤアノードには 5 2 0 V を印加し、リファレンス用のワイヤアノードには 4 8 0 V を印加して散乱された散乱粒子（イオン）を検出する。

## 【 0 0 9 4 】

上記のようして作製された位置敏感時間分析型検出器 1 0 においては、絶縁体 1 2 の楕円周面 1 2 a の円弧の長さ絶縁体 1 4 の楕円周面 1 4 a の円弧の長さとなすため、ワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 が絶縁体 1 2 に接触している長さワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 が絶縁体 1 4 に接触している長さとなす。

## 【 0 0 9 5 】

さらに、ともに所定の間隔 L 2 を開けて配置されている絶縁体 1 2 ならびに絶縁体 1 4 に対し、ワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 ならびにワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 がそれぞれ 1 mm 間隔で所定の回数だけ巻回されているため、絶縁体 1 2 に巻回されている部分のワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 の長さ絶縁体 1 4 に巻回されている部分のワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 の長さとなす。

## 【 0 0 9 6 】

従って、位置敏感時間分析型検出器 1 0 においては、各ワイヤアノードにおいて絶縁体と接触する部分の長さが全て等しくなり、また、各ワイヤアノードにおいて絶縁体と接触していない中空領域の部分の長さも等しくなるため、ワイヤアノードにおいて検出された信号の時間情報に関して各ワイヤアノード間で差異が生じることはないので、信号の時間情報の補正を行う必要がなくなる。

## 【 0 0 9 7 】

つまり、位置敏感時間分析型検出器 1 0 においては、各ワイヤアノード間において、各ワイヤアノードを絶縁体に巻回することに起因する信号の時間情報の差異を生じることがない。

## 【 0 0 9 8 】

さらに、誘電体の比誘電率は温度によって変化するものであるが、位置敏感時間分析型検出器 1 0 によれば、各ワイヤアノードにおいて絶縁体と接触する部分の長さが全て等しくなり、また、各ワイヤアノードにおいて絶縁体と接触していない中空領域の部分の長さも等しくなるため、温度が変化しても何らの補正を行う必要がない。

## 【 0 0 9 9 】

このように、位置敏感時間分析型検出器 1 0 においては、ワイヤアノードと絶縁体との接触部分の長さや温度変化による絶縁体（誘電体）の比誘電率の変化に起因する信号の時間情報に関して、各ワイヤアノードで差異を生じることがない。

## 【 0 1 0 0 】

即ち、各ワイヤアノード間において、従来の技術による位置敏感時間分析型検出器 1 2 0 においては、各ワイヤアノードを絶縁体に巻回することに起因する信号の時間情報の差異を補正する処理と、ワイヤアノードと絶縁体との接触部分の長さや温度変化による絶縁体（誘電体）の比誘電率の変化に起因する信号の時間情報の差異を補正する処理を行う必要があったが、本発明による位置敏感時間分析型検出器 1 0 においては、各ワイヤアノードを絶縁体に巻回することに起因する信号の時間情報の差異を生じることがなく、かつ、ワイヤアノードと絶縁体との接触部分の長さや温度変化による絶縁体（誘電体）の比誘電率の変化に起因する差異が生じない。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 1 】

このため、本発明による位置敏感時間分析型検出器 1 0 によれば、時間情報に関する補正処理を行う必要がなくなり、処理工程を簡素化することができるものである。

## 【 0 1 0 2 】

さらにまた、物質の表面や界面の構造解析を行う際には、散乱粒子を測定したイメージ（２次元位置分布）の回転操作を行って、ブロッキングパターンなどを観察する場合があるが、本発明による位置敏感時間分析型検出器 1 0 においては、検出される信号の時間情報について各ワイヤアノード間で差異を生じないため、こうした際にも補正を行うことなくイメージの回転操作が可能となる。

10

## 【 0 1 0 3 】

また、上記において説明した 3 D - M E I S 装置 1 0 0 において、従来の位置敏感時間分析型検出器 1 2 0 に代えて本発明による位置敏感時間分析型検出器 1 0 を用いるようにして、位置敏感時間分析型検出器 1 0 とマイクロチャンネルプレート 1 1 0 とにより 3 D - M E I S 装置 1 0 0 の検出部 1 0 8 を構成することができる。

## 【 0 1 0 4 】

これにより、検出部 1 0 8 において検出された信号の時間情報に関する補正処理を行う必要がなくなるため、3 D - M E I S 装置 1 0 0 における処理工程が減少して、処理が簡素化されるようになる。

20

## 【 0 1 0 5 】

また、物質の表面の汚染物評価などに用いられる飛行時間型分析二次イオン質量分析において、検出器として本発明による位置敏感時間分析型検出器 1 0 を用いることにより、3 D - M E I S 装置 1 0 0 の場合と同様に、検出された信号の時間情報に関する補正処理を行う必要がなくなるため処理工程が減少して、処理が簡素化されるようになる。

## 【 0 1 0 6 】

なお、上記した実施の形態は、以下の（１）乃至（６）に示すように変形することができるものである。

## 【 0 1 0 7 】

30

（１）上記した実施の形態においては、位置敏感時間分析検出装置 1 0 において、楕円柱形状を備えた絶縁材料 2 0 を楕円の長軸で切断した一对の絶縁体 1 2 と、楕円柱形状を備えた絶縁材料 2 0 を楕円の短軸で切断した一对の絶縁体 1 4 とを用いるようにしたが、これに限られるものではないことは勿論である。

## 【 0 1 0 8 】

例えば、図 1 4 ( a ) に示すように、矩形柱形状の絶縁材料 5 0 を、図 1 4 ( a ) における破線部、即ち、矩形の対向する短辺の midpoint において切断して一对の絶縁体 5 2 を形成し（図 1 4 ( b ) を参照する。）、図 1 4 ( a ) における一点鎖線部、即ち、矩形の対向する長辺の midpoint において切断して一对の絶縁体 5 4 を形成する（図 1 4 ( c ) を参照する。）ようにしてもよい。

40

## 【 0 1 0 9 】

そして、ワイヤアノード 1 2 4、1 2 6 およびワイヤアノード 1 3 0、1 3 2 は、切断面以外の面と当接するようにして、それぞれ絶縁体 5 2 および絶縁体 5 4 に所定の回数だけ巻回すればよい。

## 【 0 1 1 0 】

また、図 1 5 ( a ) に示すように、矩形形状の四角に対して同じ曲率の R 加工が施された略矩形形状の断面を有する略矩形柱の絶縁材料 6 0 を、図 1 5 ( a ) における破線部、即ち、略矩形形状の対向する短辺の midpoint において切断して一对の絶縁体 6 2 を形成し（図 1 5 ( b ) を参照する。）、図 1 5 ( a ) における一点鎖線部、即ち、略矩形形状の対向する長辺の midpoint において切断して絶縁体 6 4 を形成する（図 1 5 ( c ) を参照する。）よ

50



うにしてもよい。

【0111】

そして、ワイヤアノード124、126およびワイヤアノード130、132は、切断面以外の面と当接するようにして、それぞれ絶縁体62および絶縁体64に所定の回数だけ巻回すればよい。

【0112】

なお、図示は省略したが、断面が菱形の柱形状を備えた絶縁材料を、当該菱形における長対角線で切断して一对の絶縁体12に対応する絶縁体を形成し、また、当該菱形における短対角線で切断して一对の絶縁体14に対応する絶縁体を形成するようにしてもよいことは勿論である。

10

【0113】

要するに、一对の絶縁体12と一对の絶縁体14とは、ワイヤアノード124、126とワイヤアノード130、132とをそれぞれ巻回した際において、ワイヤアノード124、126とワイヤアノード130、132とがそれぞれ当接する距離が同一となり、かつ、一方の一对の絶縁体である絶縁体12に巻回されたワイヤアノード124、126により形成される空間内に、他方の一对の絶縁体である絶縁体14に巻回されたワイヤアノード130、132が配置可能なように形状ならびに寸法を設定すればよい。

【0114】

(2) 上記した実施の形態においては、円形状のマイクロチャンネルプレートを用いるようにしていたが、矩形状のマイクロチャンネルプレートを用いるようにしてもよいことは勿論である。

20

【0115】

(3) 上記した実施の形態において示した各種の寸法は一例に過ぎず、適宜に所望の寸法を用いて設計してよいことは勿論である。

【0116】

(4) 上記した実施の形態においては、絶縁材料20を切断して絶縁体12ならびに絶縁体14を形成する場合について説明したが、絶縁体12ならびに絶縁体14は、絶縁材料20を切断して得られる形状と同一の形状を備えていればよいものであり、必ずしも絶縁材料20を切断して形成する必要はない。

【0117】

例えば、絶縁材料20を切断して得られる形状と同一の形状を備えるように、射出成形により絶縁体12や絶縁体14を形成するようにしてもよいし、あるいは、プレス成形により絶縁体12や絶縁体14を形成するようにしてもよい。

30

【0118】

要するに、絶縁体12ならびに絶縁体14は、絶縁材料20を切断して得られる形状と同一の形状を備えていればよいので、絶縁材料20を切断する手法以外に各種の手法を用いて絶縁体12ならびに絶縁体14を形成してもよいことは勿論である。

【0119】

(5) 上記した実施の形態においては、信号用とリファレンス用との2本のワイヤアノードを用いた場合について説明したが、これに限られるものではないことは勿論であり、リファレンス用のワイヤアノードを用いなくてもよい場合には、1本のワイヤアノードのみを用いてこれを信号用とすればよい。

40

【0120】

(6) 上記した実施の形態ならびに上記した(1)乃至(5)に示す変形例は、適宜に組み合わせるようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0121】

本発明は、照射したイオンビームにより生じた散乱粒子を検出して物質の表面や界面を計測する際に用いることができる。

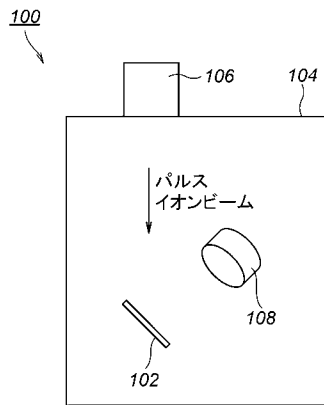
【符号の説明】

50

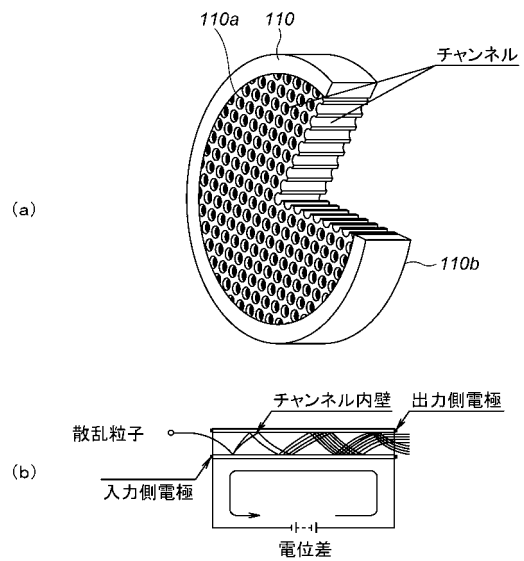
【 0 1 2 2 】

- 1 0、1 2 0            位置敏感時間分析型検出器
- 1 2、1 4、5 2、5 4、6 2、6 4、1 2 2、1 2 8            絶縁体
- 2 0、5 0、6 0            絶縁材料
- 3 0            ステンレスベース
- 1 2 4、1 2 6、1 3 0、1 3 2            ワイヤアノード
- 1 0 0            3 D - M E I S 装置
- 1 0 2            試料
- 1 0 4            真空チャンバ
- 1 0 6            ビーム照射手段
- 1 0 8            検出部
- 1 1 0            マイクロチャンネルプレート
- 2 0 0            処理部

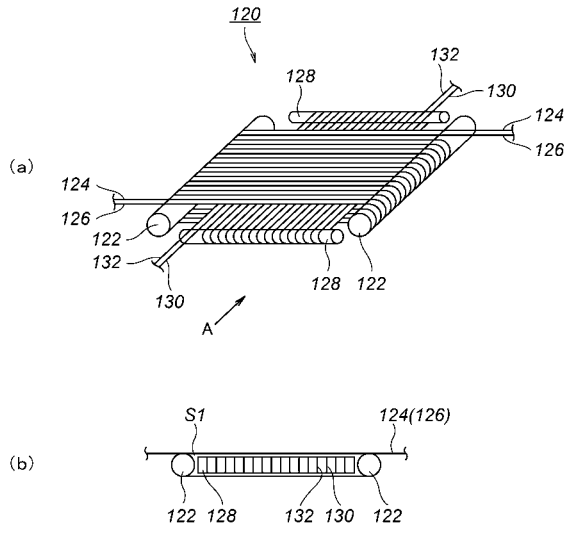
【 図 1 】



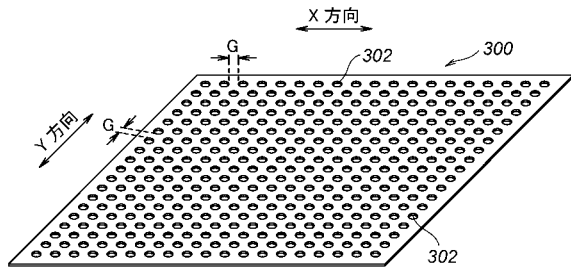
【 図 2 】



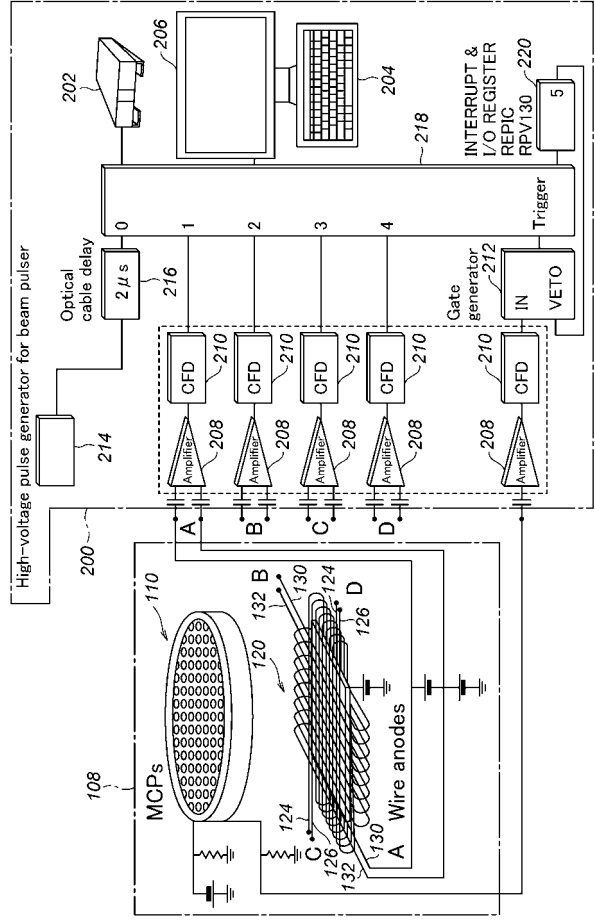
【 図 3 】



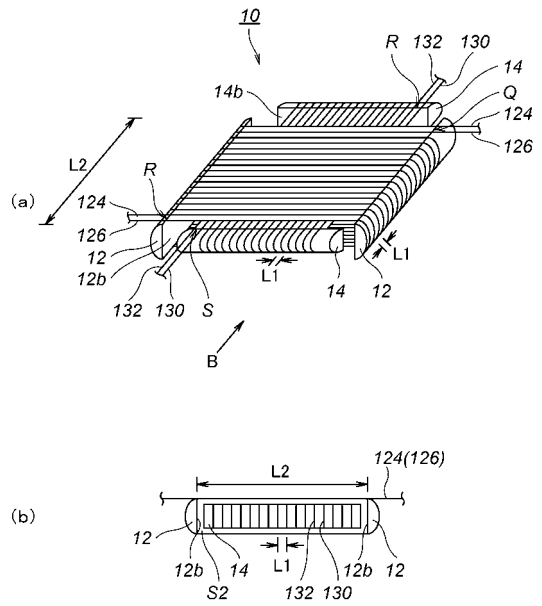
【 図 7 】



【 図 6 】

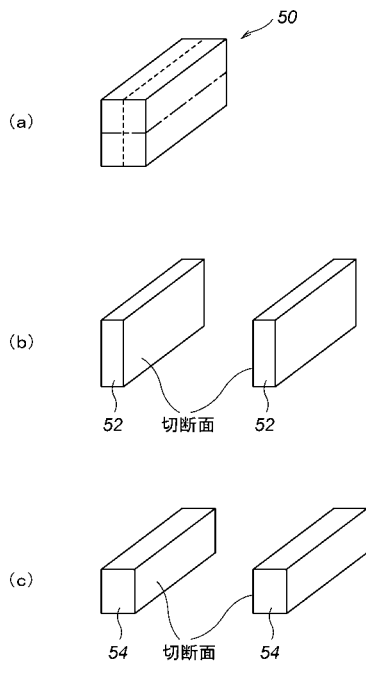


【 図 8 】

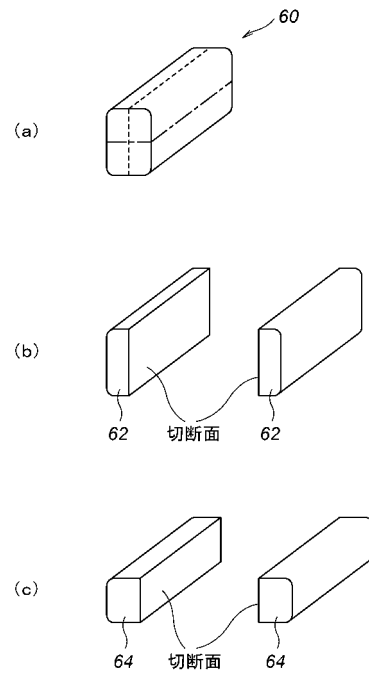




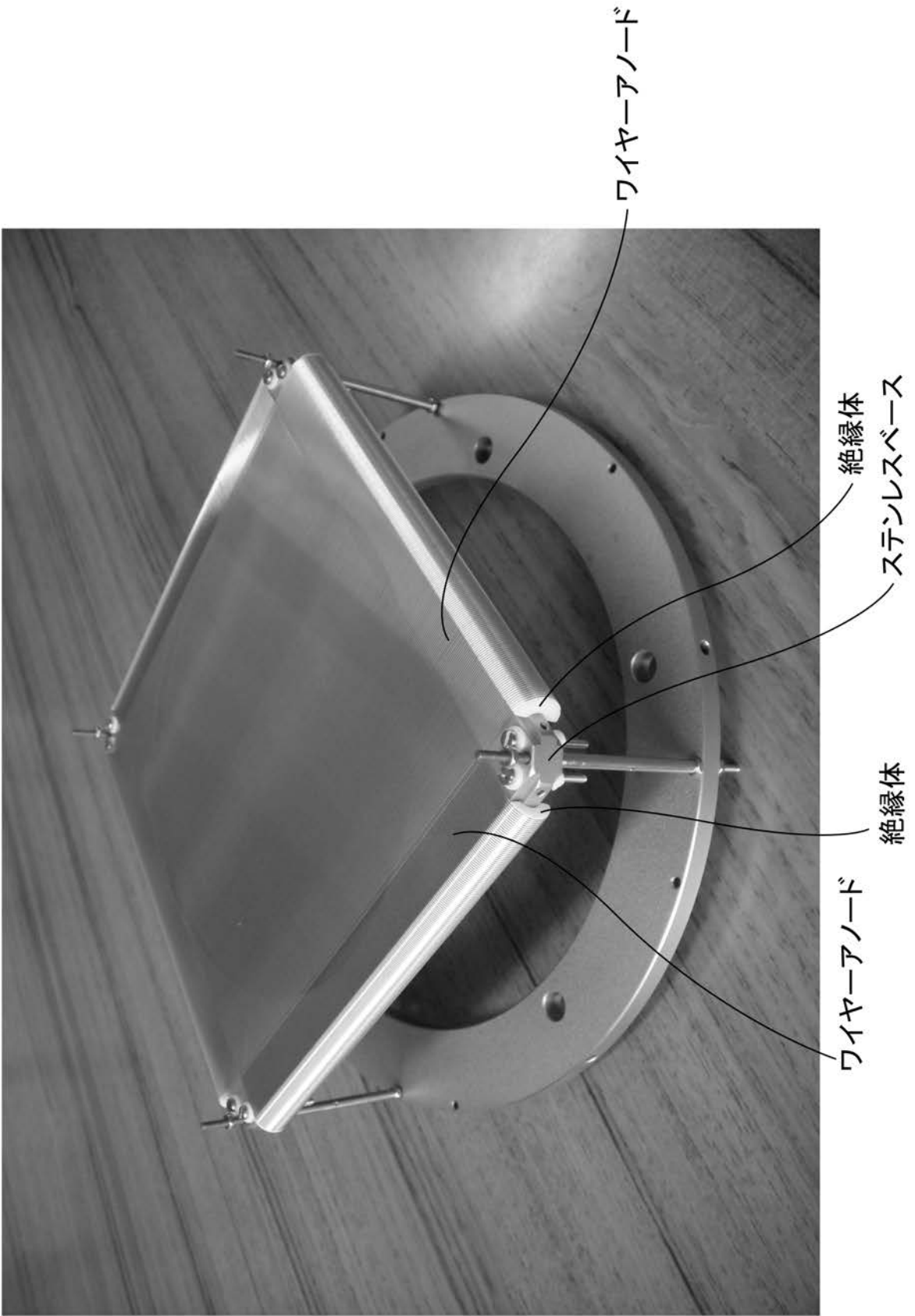
【 图 1 4 】



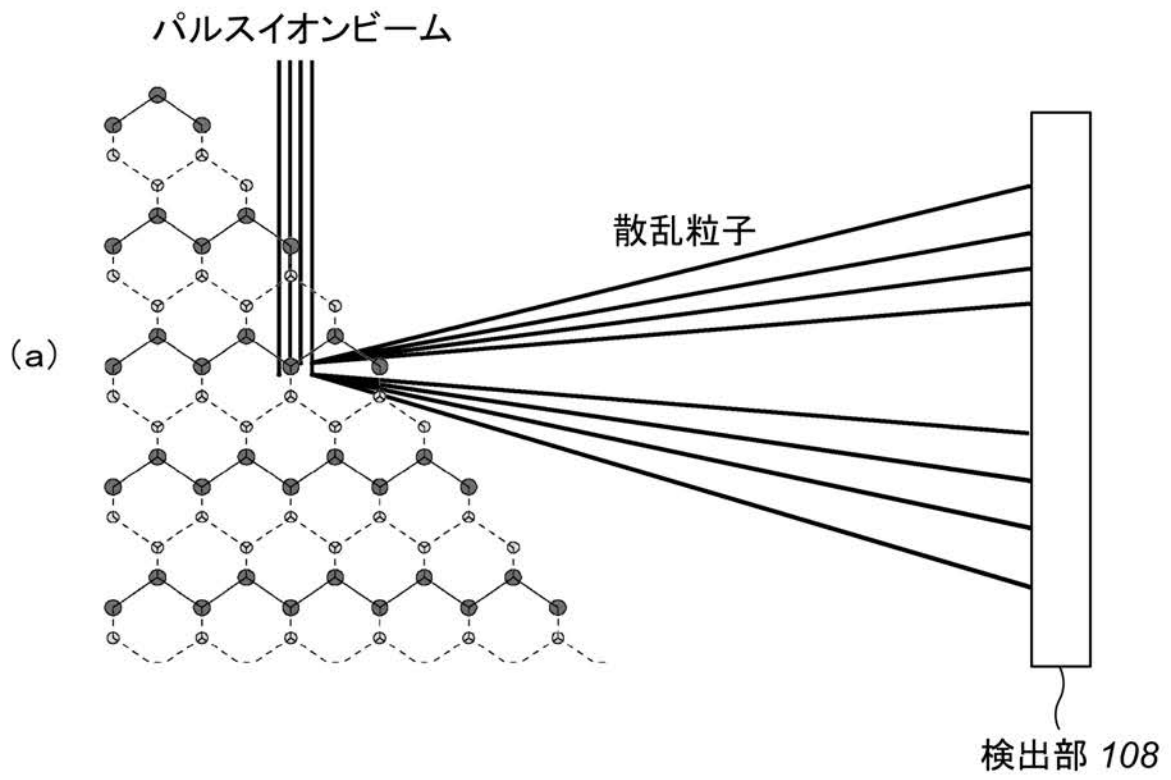
【 图 1 5 】



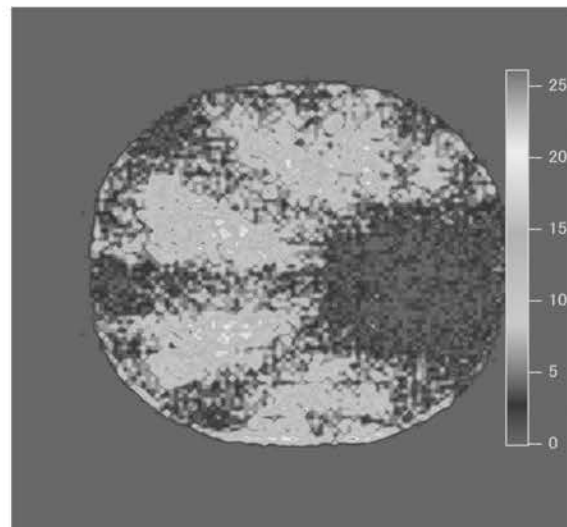
【図4】



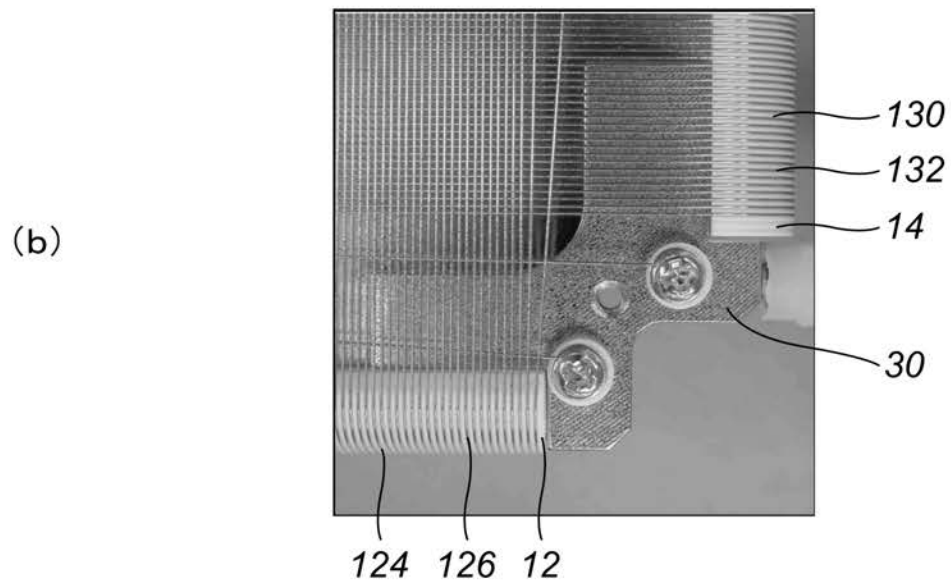
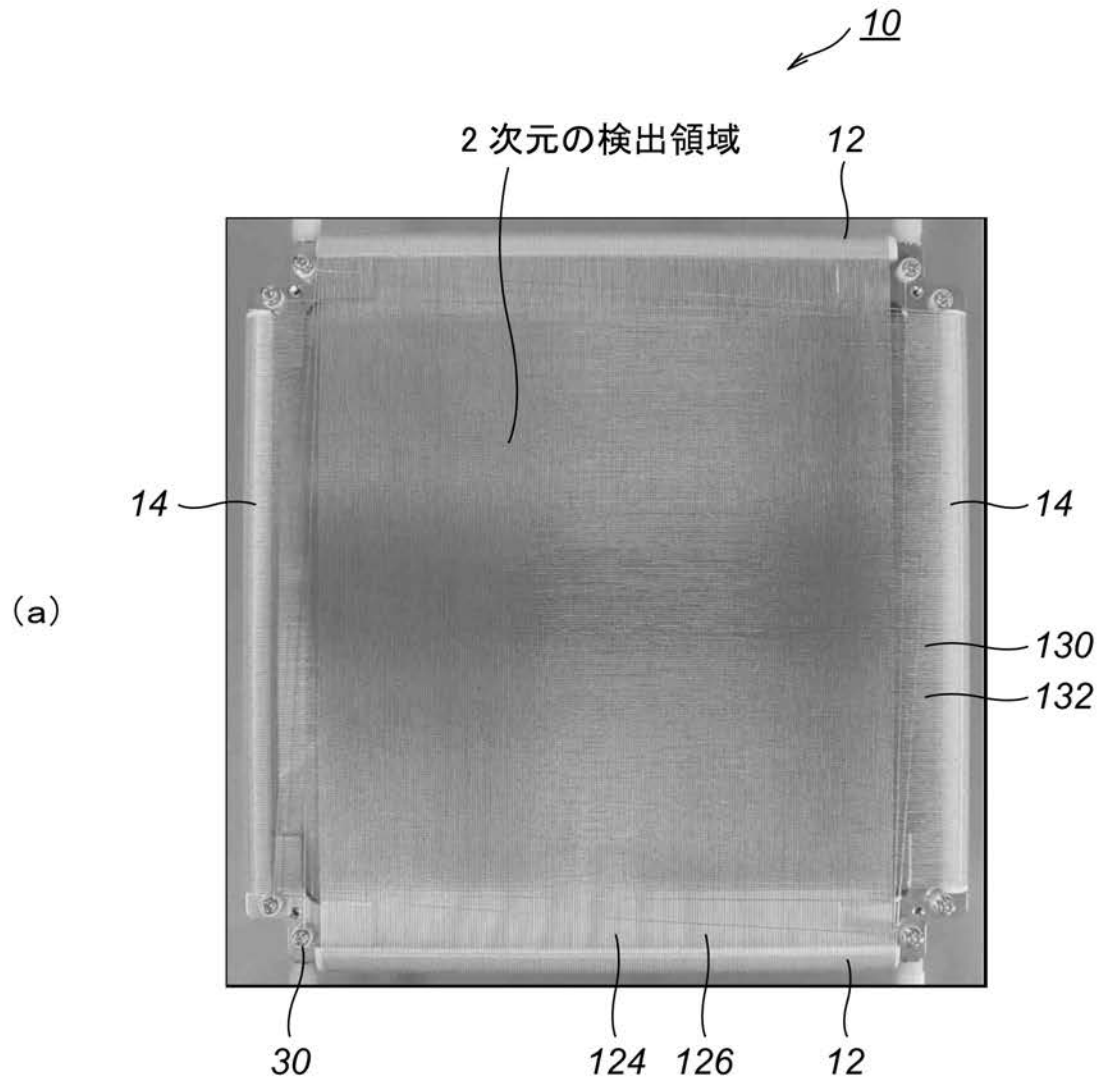
【図5】



(b)



【図13】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-178341(JP,A)  
特開2003-282018(JP,A)  
霜田 進、小林 峰、「30a-Q-8:三次元分析型中エネルギーイオン散乱分光法の開発」,第50回  
応用物理学関係連合講演会講演予稿集,2003年 3月27日,第2分冊,p.715

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
G01N 23/225  
G01T 1/29  
JSTPlus(JDreamIII)  
Cinii