

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電池に使用されるセパレータが筒状のコアに捲回されたセパレータ捲回体を保持する保持機構と、

上記セパレータ捲回体に対し電磁波を照射する線源部と、

上記線源部から上記セパレータ捲回体に照射された上記電磁波を検出するセンサ部とを有し、

上記セパレータ捲回体は、上記線源部に対し相対的に移動し、

上記センサ部は、上記セパレータ捲回体に対し、上記相対的に移動する前後で上記電磁波を検出する欠陥検査装置。

10

【請求項 2】

上記セパレータ捲回体は、上記コアに捲回された上記セパレータの上記線源部に近い側の面の像が得られるように、上記線源部に対し相対的に移動する請求項 1 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 3】

上記セパレータ捲回体は、上記線源部に対し相対的に、当該セパレータ捲回体の中心を回転中心とする回転運動をする請求項 1 又は 2 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 4】

上記線源部の照射面から、上記セパレータ捲回体の両側面のうち上記センサ部側の第 2 側面までの距離を $D1$ とし、上記線源部の照射面から上記センサ部の検出面までの距離を $D2$ とすると、 $D2/D1$ は 1 より大きく 40 以下である請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の欠陥検査装置。

20

【請求項 5】

上記センサ部が検出した電磁波に基づく撮影画像を生成する撮影画像生成部を有し、

上記撮影画像生成部は、上記セパレータ捲回体が相対的に移動する前に生成した撮影画像と、上記セパレータ捲回体が相対的に移動した後に生成した撮影画像とを一部が重なるように合成する請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の欠陥検査装置。

【請求項 6】

上記撮影画像の少なくとも一部には、上記コアの一部、又は、上記セパレータの外周面の一部が含まれている請求項 5 に記載の欠陥検査装置。

30

【請求項 7】

上記電磁波は X 線である請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の欠陥検査装置。

【請求項 8】

上記撮影画像に基づいて検出すべき欠陥は金属異物である請求項 5 又は 6 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 9】

電池に使用されるセパレータが筒状のコアに捲回されたセパレータ捲回体に対し線源部から電磁波を照射する照射ステップと、

上記セパレータ捲回体に照射された上記電磁波を検出する検出ステップとを含み、

上記検出ステップでは、上記線源部に対し相対的に移動される上記セパレータ捲回体の移動前後で、上記電磁波を検出する欠陥検査方法。

40

【請求項 10】

請求項 9 の欠陥検査方法によって上記セパレータ捲回体の、コアに捲回されたセパレータ内の欠陥を検査する欠陥検査工程を含むことを特徴とするセパレータ捲回体の製造方法。

【請求項 11】

上記セパレータよりも幅が広い原反から上記セパレータをスリットするスリット工程と、

上記スリット工程にてスリットされた上記セパレータを、上記コアに捲回することで上記セパレータ捲回体を製造するセパレータ捲回工程と、

50

上記セパレータ捲回工程にて製造された上記セパレータ捲回体を包装する包装工程とを有し、

上記欠陥検査工程は、上記スリット工程の後、上記包装工程の前に設けられていることを特徴とする請求項 10 に記載のセパレータ捲回体の製造方法。

【請求項 12】

上記欠陥検査工程では、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物の有無を検査することを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載のセパレータ捲回体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、セパレータ捲回体の欠陥検査装置、欠陥検査方法、及びセパレータ捲回体の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン二次電池の内部において、正極及び負極は、多孔質のセパレータによって分離される。リチウムイオン二次電池の製造には、このセパレータを円筒形状のコアに捲回したものであるセパレータ捲回体を用いられる。セパレータを製造している際、異物も一緒に巻き込んでしまうなど欠陥が発生する場合があるため、欠陥の有無を検査する必要がある。特に、欠陥が金属等の導電性異物である場合は、リチウムイオン二次電池内部で短絡の原因となる恐れがある。

【0003】

特許文献 1 には、搬送されるシート状物の表面に可視光と赤外光とを照射し、それぞれの反射光の受光量に応じた撮像データに基づいて、上記シート状物の表面の欠陥の種類が金属であるか否かを判定する欠陥検査装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 5673621 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 の欠陥検査装置は、搬送されているシート状物の表面に付着している欠陥の検査を行っている。しかし、当該欠陥もシート状物と一緒に移動していくため、正確に欠陥の有無を判定することができない。

【0006】

また、特許文献 1 の欠陥検査装置によると、欠陥検査をする対象物が、検出器よりも面積が大きい場合、当該対象物における十分な範囲の欠陥検査を行うことができない。このため、検査漏れが発生する可能性がある。

【0007】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、広範囲でかつ正確な欠陥検査を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る欠陥検査装置は、電池に使用されるセパレータが筒状のコアに捲回されたセパレータ捲回体を保持する保持機構と、上記セパレータ捲回体に対し電磁波を照射する線源部と、上記線源部から上記セパレータ捲回体に照射された上記電磁波を検出するセンサ部とを有し、上記セパレータ捲回体は、上記線源部に対し相対的に移動し、上記センサ部は、上記セパレータ捲回体に対し、上記相対的に移動する前後で上記電磁波を検出する。

【0009】

10

20

30

40

50

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る欠陥検査方法は、電池に使用されるセパレータが筒状のコアに捲回されたセパレータ捲回体に対し線源部から電磁波を照射する照射ステップと、上記セパレータ捲回体に照射された上記電磁波を検出する検出ステップとを含み、上記検出ステップでは、上記線源部に対し相対的に移動される上記セパレータ捲回体の移動前後で、上記電磁波を検出する。

【発明の効果】

【0010】

本発明の一態様によれば、広範囲でかつ正確な欠陥検査を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

10

【0011】

【図1】本発明の実施形態1に係るスリット装置の概略構成を表す図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るセパレータ捲回体の構成を示す模式図であって、(a)はコアからセパレータが巻き出される前の状態を示し、(b)はコアからセパレータが巻き出された状態を示し、(c)はセパレータが巻き出され、取り除かれた後のコアの状態を示し、(d)は(b)の状態を別角度から示す。

【図3】本発明の実施形態1に係る欠陥検査装置の概略構成を表す図である。

【図4】本発明の実施形態1に係る欠陥検査装置の保持機構に保持されているセパレータ捲回体が撮影された撮影画像を表す図である。

【図5】図4に示すセパレータ捲回体を θ 方向に所定角度だけ回転させた様子を表す図である。

20

【図6】本発明の実施形態1に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【図7】本発明の実施形態2に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【図8】本発明の実施形態3に係る欠陥検査装置の概略構成を表す図である。

【図9】本発明の実施形態3に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【図10】本発明の実施形態4に係る欠陥検査装置の概略構成を表す図である。

【図11】本発明の実施形態4に係る欠陥検査装置の保持機構に保持されているセパレータ捲回体が撮影された撮影画像を表す図である。

30

【図12】図11に示すセパレータ捲回体をYZ軸方向に所定距離だけ移動させた様子を表す図である。

【図13】本発明の実施形態4に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【図14】本発明の実施形態1に係る線源部2の概略構成を表す図である。

【図15】本発明の実施形態1に係る欠陥検査装置を高倍率で測定したときと低倍率で測定したときの様子を表す図である。

【図16】本発明の実施形態5に係る欠陥検査装置1Eの概略構成を表す図である。

【図17】図17は、本発明の実施形態6に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

40

【図18】本発明の実施形態7に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【図19】本発明の実施形態8に係る欠陥検査装置の概略構成を表す図である。

【図20】本発明の実施形態8に係る保持機構に保持されているセパレータ捲回体が撮影された撮影画像を表す図である。

【図21】図20の状態から角度 3θ 分セパレータ捲回体を回転させた様子を表す図である。

【図22】本発明の実施形態9に係る欠陥検査装置の構成を表す図である。

【図23】本発明の実施形態9の変形例に係る欠陥検査装置の構成を表す図である。

50

【図 2 4】本発明の実施形態 9 に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【図 2 5】本発明の実施形態 1 の変形例に係る欠陥検査装置の構成を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

〔実施形態 1〕

（セパレータ捲回体の製造工程）

図 1 を用いて、まず、本発明の実施形態 1 に係るセパレータ捲回体の製造工程について説明する。

【0013】

図 1 は、セパレータをスリットするスリット装置 6 の構成を示す模式図であって、（a）は全体の構成を示し、（b）は原反をスリットする前後の構成を示す。

【0014】

セパレータ 1 2 は、リチウムイオン二次電池等の正極であるカソードとアノードとの間を分離しつつ、これらの間におけるリチウムイオンの移動を可能にする多孔質フィルムである。セパレータ 1 2 は、その材料として、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィンを含む。

【0015】

セパレータ 1 2 は、多孔質フィルムと、当該多孔質フィルムの表面に設けられた耐熱層とを有することで耐熱性を有していてもよい。当該耐熱層は、その材料として、例えば全芳香族ポリアミド（アラミド樹脂）を含んでもよい。

【0016】

セパレータ 1 2 は、ポリオレフィンを含む多孔質フィルムと、接着層または耐熱層などの機能層とを備える積層多孔質フィルムであってもよい。機能層は樹脂を含む。当該樹脂としては、ポリエチレン、ポリプロピレンなどのポリオレフィン；ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、ポリテトラフルオロエチレン、フッ化ビニリデンーヘキサフルオロプロピレンの共重合体などの含フッ素高分子；芳香族ポリアミド；スチレンーブタジエン共重合体およびその水素化物、メタクリル酸エステル共重合体、アクリロニトリルーアクリル酸エステル共重合体、スチレンーアクリル酸エステル共重合体などのゴム類；融点又はガラス転移温度が 180℃以上の高分子；ポリビニルアルコール、ポリエチレングリコール、セルロースエーテル、アルギン酸ナトリウム、ポリアクリル酸、ポリアクリルアミド、ポリメタクリル酸などの水溶性高分子；などが挙げられる。また、機能層は、有機物または無機物からなるフィラーを含んでもよい。無機フィラーとしては、シリカ、酸化マグネシウム、アルミナ、水酸化アルミニウム、ベーマイト等の無機酸化物等が挙げられる。当該アルミナには、 α 、 β 、 γ 、 θ 等の結晶形が存在するが、何れも使用することができる。上記の樹脂およびフィラーは 1 種類のみを用いてもよく、2 種類以上を組み合わせてもよい。上記機能層がフィラーを含む場合、フィラーの含有量は、機能層の 1 体積%以上 99 体積%以下とすることができる。

【0017】

また、セパレータ 1 2 は、後述する欠陥検査に与える影響を少なくするために、セパレータ 1 2 に含まれる水分は少ないほうが良い。後述する欠陥検査工程における欠陥検査では、X線などの電磁波を、セパレータ 1 2 を透過させることで、コアに捲回されたセパレータ 1 2 内に混入した異物等の有無を検査する。しかし、水分は、X線などの電磁波の透過率を下げるため、セパレータ 1 2 に多くの水分が含まれていると、欠陥検査の精度が下がるため好ましくない。

【0018】

セパレータ 1 2 に含まれる水分は、2000ppm以下程度であることが好ましい。これにより、後述する欠陥検査工程において、X線などの電磁波の透過率の低下を抑制しつつ、精度よく、コアに捲回されたセパレータ内の欠陥を検査することができる。

【0019】

セパレータ 12 は、リチウムイオン二次電池等の応用製品に適した幅（以下「製品幅」）であることが好ましい。しかし、生産性を上げるために、まずセパレータは、その幅が製品幅以上となるように製造される。そして、一旦製造された後、セパレータは、製品幅に切断（スリット）される。

【0020】

なお、「セパレータの幅」とは、セパレータの長手方向と厚み方向とに対し略垂直である方向の、セパレータの長さを意味する。以下では、スリットされる前の幅広のセパレータを「原反」と称する。また、スリットとは、セパレータを長手方向（製造におけるフィルムの流れ方向（搬送方向）、MD: Machine direction）に沿って切断することを意味し、カットとは、セパレータを横断方向（TD: transverse direction）に沿って切断することを意味する。横断方向（TD）とは、セパレータの長手方向（MD）と厚み方向とに対し略垂直である方向を意味する。

【0021】

スリット装置 6 は原反をスリットする装置である。スリット装置 6 は、回転可能に支持された円柱形状の、巻出ローラー 61 と、ローラー 62 ～ 69 と、複数の巻取ローラー 70U・70L とを備える。

【0022】

スリット装置 6 では、原反を巻きつけた円筒形状のコア c が、巻出ローラー 61 に嵌められている。

【0023】

そして、原反は、コア c から経路 U または L へ巻き出される。巻き出された原反は、ローラー 63 ～ 67 を経由し、ローラー 68 へ搬送される。ローラー 67 からローラー 68 に搬送される工程において原反は、複数のセパレータにスリットされる（スリット工程）。なお、ローラー 68 近傍には、原反を複数のセパレータにスリットする切断装置（不図示）が配置されている。

【0024】

スリット工程の後、原反から複数のスリットされたセパレータの一部は、それぞれ、巻取ローラー 70U に嵌められた円筒形状の各コア u（ボビン）へ巻き取られ、他の一部は、それぞれ、巻取ローラー 70L に嵌められた円筒形状の各コア l（ボビン）へ巻き取られる（セパレータ捲回工程）。

【0025】

なお、原反からスリットされた後のセパレータが、コア（ボビン）にロール状に巻き取られた物を「セパレータ捲回体」と称する。本実施形態では、このセパレータ捲回工程にてセパレータ捲回体が製造された後、後述する欠陥検査工程にて、コアに捲回されたセパレータ内に異物が混入していないか否かを検査する。上述したスリット工程では、例えば、金属からなるスリット刃の一部が欠けてスリットされたセパレータの表面に付着する等、異物が発生しやすい。このため、欠陥検査工程は、スリット工程の後に設けることが好ましい。これにより、異物が発生しやすいスリット工程で発生した異物を、欠陥検査工程により効率的に検査することができる。

【0026】

そして、欠陥検査工程にて良品と判定されたセパレータ捲回体は、その後、包装工程にて複数個まとめて包装されて保管される。

【0027】

ここで、スリット工程にてスリットされ、コアに捲回されたセパレータ 12 の幅（TD の長さ）は、例えば、30mm 以上、100mm 以下程度であることが好ましい。セパレータ 12 の幅が大きくなりすぎると、後述する欠陥検査工程における欠陥検査にて、X 線などの電磁波がセパレータ 12 を透過しにくくなり、欠陥検査の精度が下がる。そこで、セパレータ 12 の幅を 100mm 以下程度とすることで、後述する欠陥検査工程において、X 線などの電磁波の透過率の低下を抑制しつつ、精度よく、コアに捲回されたセパレータ内の欠陥を検査することができる。

【0028】

(セパレータ捲回体の構成)

図2は、本発明の実施形態1に係るセパレータ捲回体10の構成を示す模式図であって、(a)はコア8からセパレータ12が巻き出される前の状態を示し、(b)はコア8からセパレータ12が巻き出された状態を示し、(c)はセパレータ12が巻き出され、取り除かれた後のコア8の状態を示し、(d)は(b)の状態を別角度から示す。

【0029】

図2に示すように、セパレータ捲回体10は、セパレータ12を巻いたコア8を備える。このセパレータ12は、上述のように原反からスリットされている。セパレータ捲回体10のうち、ロール状にまかれたセパレータ12の外周面を外周面S1と称する。

10

【0030】

コア8は、外側円筒部81と、内側円筒部82と、複数のリブ83とを備え、上述のコア8と同じである。

【0031】

外側円筒部81は、その外周面S2にセパレータ12を巻くための円筒部材である。内側円筒部82は、その内周面に巻取ローラー等を嵌めるための中心穴8aが設けられた円筒部材である。リブ83は、外側円筒部81の内周面と、内側円筒部82の外周面との間に延び、外側円筒部81を内周面から支持する支持部材である。

【0032】

コア8の材料は、ABS樹脂を含む。ただし、本発明の実施形態1に係るコア8の材料はこれに限定されない。コア8の材料として、ABS樹脂の他に、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリスチレン樹脂、および塩化ビニール樹脂等の樹脂を含んでもよい。コア8の材料は、金属、紙、フッ素樹脂でないことが好ましい。

20

【0033】

図2の(b)(d)に示すように、セパレータ12の一端は、接着テープ130によってコア8と貼り付けられている。具体的には、セパレータ12の一端は、接着剤を備えた接着テープ130によって、コア8の外周面S2に固定されている。セパレータ12の一端を外周面S2に固定する手段は、接着テープ130の他、接着剤をセパレータ12の一端に直接塗布して固定する、またはクリップで固定する、等であってもよい。

【0034】

(欠陥検査装置1の構成)

図3は、本発明の実施形態1に係る欠陥検査装置1の概略構成を表す図である。欠陥検査装置1は、欠陥検査工程にて、セパレータ捲回体10に欠陥が発生していないか否かを検査するための装置である。本実施形態では、欠陥検査装置1は、捲回されたセパレータ12内に異物が混入していないか否かを検査する装置であるものとして説明する。

30

【0035】

欠陥検査装置1は、電磁波4を照射する線源部2と、線源部2が照射した電磁波4を検出するセンサ部3と、セパレータ捲回体10を保持する保持機構20とを備えている。さらに、欠陥検査装置1は、線源部2、センサ部3、保持機構20それぞれの駆動制御を含め欠陥検査装置1全体の駆動を制御する制御部30を備えている。

40

【0036】

制御部30は、線源部2の駆動を制御する線源制御部31と、保持機構20の駆動を制御する保持機構制御部32と、センサ部3の駆動を制御したり、センサ部3からの検出情報に基づく撮像画像を得たりするセンサ制御部(撮影画像生成部)33とを備えている。

【0037】

なお、図3には図示しないが、欠陥検査装置1は、取り扱う電磁波が外部に漏れないように、少なくとも、線源部2と、保持機構20と、センサ部3を含む周囲は、鉛等が含まれる電磁波が透過しにくい壁で覆われている。当該壁は、少なくとも線源部2、センサ部3、及び、保持機構20を囲む構成であればよい。

【0038】

50

本実施形態では、線源部 2 の電磁波 4 の照射方向を X 軸方向（紙面左右方向）とし、X 軸に垂直に交わる鉛直方向（紙面上下方向）を Z 軸方向とする。

【0039】

保持機構 20 は、検査対象であるセパレータ捲回体 10 を、X 軸方向及び Z 軸方向に移動可能に保持する。すなわち、保持機構 20 は、線源部 2 に対しセパレータ捲回体 10 を相対的に移動させる。なお、保持機構 20 は、X 軸方向及び Z 軸方向に垂直に交わる Y 軸方向（紙面奥手前方向）にも移動可能であってもよい。

【0040】

保持機構 20 は X 軸方向に延伸した形状であり、先端部が、セパレータ捲回体 10 の中心穴 8 a に挿入されて当該セパレータ捲回体 10 を保持する。これにより、セパレータ捲回体 10 は、欠陥検査装置 1 において、線源部 2 と、センサ部 3 との間に、コア 8 に捲回されたセパレータ 12 の一部が少なくとも介在するようにセットされる。

【0041】

なお、保持機構 20 は、金属異物の発生の防止の観点から、少なくとも摺動部は樹脂で構成されていることが好ましい。樹脂の種類に制限はなく、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリスチレン樹脂、塩化ビニール樹脂、アクリル樹脂、ABS、ポリエステル等の汎用樹脂、ポリアセタール、ポリアミド、ポリカーボネート、変性ポリフェニレンエーテル等のエンジニアリングプラスチック、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリイミド、ポリエーテルイミド等のスーパーエンジニアリングプラスチック等が用いられる。中でも摺動部に用いることから摩擦に強いスーパーエンジニアリングプラスチックが好ましく、ポリエーテルエーテルケトンがより好ましい。なお、後述する本願実施形態 3 では、保持機構 20 は全て樹脂からなることが好ましい。

【0042】

保持機構 20 に、セパレータ捲回体 10 を取り付けする方法としては、欠陥検査前のセパレータ捲回体 10 を載置しているストッカーまたはベルトコンベア等の場所から、ロボットアーム又は人力によってセパレータ捲回体 10 を移動させて、セパレータ捲回体 10 を保持機構 20 に挿入することで取り付けの方法が挙げられる。

【0043】

また、セパレータ捲回体 10 を保持している保持機構 20 から、セパレータ捲回体 10 を取り外す方法としては、欠陥検査後のセパレータ捲回体 10 を、ロボットアームまたは人力によって取り外す方法が挙げられる。保持機構 20 から取り外されたセパレータ捲回体 10 は、ストッカーまたはベルトコンベア等の場所に載置される。

【0044】

なお、ロボットアームが保持機構 20 としての機能を有してもよい。このロボットアームが保持機構 20 としての機能を有する構成については、図 25 を用いて後述する。

【0045】

保持機構 20 にセパレータ捲回体 10 がセットされると、欠陥検査装置 1 において、線源部 2、セパレータ捲回体 10、及び、センサ部 3 が、X 軸方向に、この順に並んで配置されることになる。保持機構 20 にセットされたセパレータ捲回体 10 の両側面のうち、一方の側面は線源部 2 の照射面 2 a と対向し、他方の側面はセンサ部 3 の検出面 3 a と対向する。セパレータ捲回体 10 の両側面のうち、線源部 2 に近い側を第 1 側面 A 1 と称し、センサ部 3 に近い側を第 2 側面 A 2 と称する。

【0046】

本実施形態に係る欠陥検査装置 1 は、保持機構 20 が保持するセパレータ捲回体 10 を所定角度だけ θ 方向に回転させて撮影し、また、セパレータ捲回体 10 を所定角度だけ θ 方向に回転させて撮影することを繰り返して、コア 8 に捲回された円環状のセパレータ 12 全体を撮影する。なお、この具体的な撮影方法については、図 4 等を用いて後述する。

【0047】

図 3 に示すように、センサ部 3 は、線源部 2 が照射した電磁波を検出面 3 a にて検出可

10

20

30

40

50

能な検出器である。センサ部 3 は、線源部 2 が照射した電磁波を検出すると、検出した電磁波の強度に応じた電気信号をセンサ制御部 33 に出力する。センサ制御部 33 は、センサ部 3 から上記電気信号を取得すると、当該電気信号に基づいて撮影画像を生成する。

【0048】

センサ部 3 は、線源部 2 が照射する波長帯の電磁波を検出可能な検出器であればよい。例えば、センサ部 3 は、線源部 2 が X 線を照射する場合は X 線を検出可能な検出器であればよく、線源部 2 が γ 線を照射する場合は γ 線を検出可能な検出器であればよく、線源部 2 が可視光を照射する場合は可視光を検出可能な検出器であればよい。

【0049】

本実施形態では、センサ部 3 は、X 線の検出が可能であり、画素がマトリクス状に配置されたフラットパネルディテクタ (FPD) であるものとする。センサ部 3 は、縦横 1500×1500 画素や 2000×2000 画素等の FPD であり、検出対象である異物のサイズに応じて、1 画素 20 μm ~ 2000 μm 等、最適な大きさの画素ものを選択する。

【0050】

なお、センサ部 3 の検出面 3a の面積は、セパレータ捲回体 10 の側面の面積より小さくてもよい。これは、セパレータ捲回体 10 を回転させてコア 8 上の円環状に積層されたセパレータ 12 の一部ずつを撮影していき、それらから必要な領域を抽出して繋ぎ合わせることで全体の撮影画像を得るためである。

【0051】

線源部 2 は、本実施形態では、セパレータ捲回体 10 において、幅 W のセパレータ 12 を横断方向 (TD) に透過する電磁波 4 を照射するものとする。このような電磁波 4 としては、波長が 1 μm ~ 10 nm の電磁波を挙げることができる。

【0052】

この中でも、線源部 2 が照射する電磁波 4 としては、X 線が好ましい。これにより、コストを増大させず、取扱いがし易い欠陥検査装置を得ることができる。

【0053】

線源部 2 が照射する電磁波 4 の強度は、1 W 以上であることが好ましい。これにより、確実に、電磁波 4 をセパレータ 12 の横断方向 (TD) に透過させることができる。ここで、電磁波 4 の強度の強度が小さいと、露光時間が長く必要となる。そこで、線源部 2 が照射する電磁波 4 の強度は 10 W 以上であることが、より好ましい。これにより、露光時間を短くすることができる。

【0054】

また、電磁波 4 の強度が強すぎると、線源部 2 の寿命が短くなる可能性がある。そこで、線源部 2 が照射する電磁波 4 の強度は 100 W 以下であることが好ましい。これにより、線源部 2 の寿命が短くなることを抑制することができる。

【0055】

また、セパレータ捲回体 10 の内部の欠陥ではなく、セパレータ 12 の巻ズレなど、捲回されたセパレータ 12 の側面表面を検査する場合は、線源部 2 が照射する電磁波は、赤外線、可視光、又は、紫外線などであってもよい。

【0056】

この場合、センサ部 3 も、赤外線、可視光、又は、紫外線の検出が可能なものを用い、さらに、セパレータ捲回体 10 の両側面のうち、センサ部 3 を、線源部 2 が配置されている側と同じ側に配置する必要がある。これにより、線源部 2 が照射した赤外線、可視光、又は、紫外線が、セパレータ捲回体 10 の側面で反射され、センサ部 3 は、当該反射光を検出する。これにより、セパレータ捲回体 10 の側面の欠陥検査画像を得ることができる。

【0057】

線源部 2 のうち電磁波 4 の照射面 2a は、欠陥検査装置 1 にセットされたセパレータ捲回体 10 を介して、センサ部 3 の検出面 3a と対向するように配置されている。

【0058】

本実施形態における電磁波4が、波長が1 pm～10 nmの電磁波である場合、線源部2のうち、電磁波4を放射状に照射する点源を特に焦点2cということがある。焦点2cの中心2dは照射面2aの中心2bと重なるように配置されているものとする。

【0059】

図14は本発明の実施形態1に係る線源部2の概略構成を表す図である。この焦点2cは、点光源であることが理想であるが、通常、焦点2cの直径2caは、1～20 μm程度の大きさを有する。

【0060】

ここで、図3及び図15に示すように、セパレータ捲回体10の両側面における、線源部2側の面を第1面A1とし、センサ部3側の面を第2面A2とする。そして、焦点2cからセパレータ捲回体10の第2面A2までの距離をD1とし、焦点2cからセンサ部3の検出面3aまでの距離をD2とする。

【0061】

図15に示すように、欠陥検査装置1において、測定を高倍率で実施する場合は、焦点2aの大きさに起因するズレの影響が大きくなる。この測定を高倍率で実施する場合とは、D1に対するD2 ($D2/D1$) を大きくした場合での測定であり、測定を低倍率で実施する場合とは、D1に対するD2 ($D2/D1$) を小さくした場合での測定である。

【0062】

図3に示すように、線源部2は、電磁波4をセパレータ捲回体10の側面に向けて照射する。セパレータ捲回体10のセパレータ12の横断方向(TD)の長さを幅Wとすると、線源部2は、線源制御部31からの指示により、セパレータ12の幅Wを通過する強度の電磁波4を照射する。

【0063】

そして、センサ部3は、線源部2が照射し、セパレータ捲回体10を透過した電磁波4を検出する。これにより、セパレータ捲回体10内に混入した異物等、セパレータ捲回体10内で欠陥が発生しているか否かを検査することができる。

【0064】

このように、欠陥検査装置1によると、セパレータ捲回体10が製造された後、コアに捲回されたセパレータ12内の欠陥の有無を検査することができる。このため、スリット工程にて原反から複数にスリットされたシート状のセパレータ毎に、欠陥の有無を検査する装置を配置する必要がない。このため、欠陥検査装置の台数が増大してしまうことを防止することができる。

【0065】

また、線源部2は、保持機構20が保持しているセパレータ捲回体10に対して電磁波4を照射し、センサ部3は、その電磁波4を検出している。このため、搬送中のセパレータ12を撮影する必要はなく、静止している状態でのセパレータ捲回体10を撮影することができる。これにより、十分に露光時間を確保することができるため、鮮明な撮影画像を得ることができ、正確に欠陥検査を行うことができる。

【0066】

なお、シグナルーノイズ比(SN比)を改善するためには露光時間を長く取ることが好ましいが、露光は連続露光であってもよく、短時間の露光を繰り返す複数露光であっても良い。短時間の露光を繰り返す複数露光で撮影した場合は、その後画像を重ねあわせる。連続露光に比べ複数露光の方がノイズの影響をより低減できるため好ましい。

【0067】

また、欠陥検査装置1は、搬送中のセパレータ12を全長にわたって撮影する必要がなく、巻き取られた塊であるセパレータ捲回体10として検査することができるため短時間に欠陥検査を行うことができる。

【0068】

また、X線またはγ線等のエネルギーが高い電磁波を取り扱う場合、人体への影響を避

10

20

30

40

50

けるため、線源およびセンサの周囲を鉛等が含まれる壁で囲う必要がある。このため、搬送中のセパレータ又はセパレータ捲回体に対してX線を照射して欠陥検査を行うには、周囲に設けられる壁も大きくなり、大掛かりな装置となってしまう。

【0069】

一方、欠陥検査装置1によると、電磁波4としてX線または γ 線を用いたとしても、保持機構20が保持しているセパレータ捲回体10の撮影を行うため、線源部2及びセンサ部3の周囲を囲む壁は、比較的小さくて済み、装置全体として比較的小さな装置として構成することができる。

【0070】

線源部2は、セパレータ捲回体10に対し、側面側から電磁波4を照射する。これにより、セパレータ捲回体10のうち、コア8に捲回されているセパレータ12だけを透過した電磁波4に基づく撮影画像を得ることができる。このため、特に、コア8に捲回されたセパレータ12内を撮影した鮮明な撮影画像を得ることができる。

【0071】

線源部2は、コア8に捲回されたセパレータ12だけでなく、コア8にも照射されるように電磁波4をセパレータ捲回体10に照射する。そして、センサ部3が電磁波4aを検出することで撮影した撮影画像には、セパレータ12の像に加え、コア8の像も含まれていることが好ましい。このように、セパレータ捲回体10における広い範囲の撮影画像を得ることができる。これにより、撮影回数を減らすことができると共に、セパレータ捲回体10において、漏れなく全体的に欠陥検査を行うことができる。

【0072】

ここで、電磁波4としてX線または γ 線を用いた場合、線源部2の焦点2cから照射された電磁波4は、放射角度B0を持って放射状に照射される。このため、線源部2の照射面2aのうち中心2bから照射された電磁波4、すなわち、焦点2cから照射された電磁波4のうち、照射面2aに対して垂直に照射された電磁波4は、コア8に捲回されているセパレータ12の膜面と平行にセパレータ捲回体10内を進行し、センサ部3の検出面3aに垂直に入射する。一方、線源部2の照射面2aのうち中心2bから離れるに従い、すなわち、焦点2cから照射された電磁波4のうち、照射面2aに対して垂直に照射された電磁波4から傾斜していくにつれ、線源部2の照射面から照射された電磁波4は、コア8に捲回されているセパレータ12の膜面に対して斜めにセパレータ捲回体10内を進行し、センサ部3の検出面3aに斜めに入射する。

【0073】

捲回されたセパレータ12の撮影画像のうち、セパレータ12の膜面に対して斜めに捲回されたセパレータ12内を進行した電磁波4によって得られた領域と比べて、セパレータ12の膜面に対して平行に捲回されたセパレータ12内を進行した電磁波4によって得られた領域には、輝線が映ってしまう場合がある。この輝線が映ると、捲回されたセパレータ12内の異物等の欠陥の像が見えにくくなり、欠陥の検出漏れ発生の原因となる場合がある。撮影画像に輝線が映ったときは、線源部2とセパレータ12との位置関係を変えて再度前記輝線が観察された部位の画像を撮影することで欠陥の検出漏れの発生を防ぐことができる。具体的には、セパレータ12の外周側の領域を撮影した後に、前記外周側の輝線が生じた領域が重複するように内周側の領域を再度撮影することによって、外周側の領域に輝線が生じた場合であっても欠陥の検出漏れなく検査することができる。また、このように線源部2とセパレータ12との位置関係を変えて領域が重複するように複数回撮影する事で、外接球の直径が100 μ m以上の異物の中でも扁平状のような薄い形状の異物の検出漏れを防ぐことができる。

【0074】

また、輝線の映り込みを防ぐ観点からは、線源部2は、照射面2aの中心2bが、保持機構20に保持されているセパレータ捲回体10の側面うち、捲回されているセパレータ12とは対向しない位置に配置されていることが好ましく、捲回されているセパレータ12によって構成されている円環部分よりも中心側であるコア8の側面と対向するように配

置されていることがより好ましい。

【0075】

これにより、照射面2aの中心2bから照射された電磁波4は、セパレータ捲回体10のうち、セパレータ12ではなく、コア8内を進行し、センサ部3の検出面3aに入射する。このため、セパレータ12の撮影画像に輝線が発生することがない。

【0076】

また、X線は、焦点2cの中心2dを中心として放射状に照射されるため、捲回されているセパレータ12内を進行した電磁波4は、セパレータ12の膜面に対して斜めになるように、セパレータ12内を進行し、センサ部3の検出面3aに入射する。このため、撮影画像のうち、捲回されているセパレータ12の像の部分に輝線が発生することを防止することができる。これにより、撮影回数を増やさずに欠陥の検出漏れ発生を防止することができる。

10

【0077】

さらに、輝線の映り込みを防ぐ観点からは、線源部2は、焦点2cが、保持機構20に保持されているセパレータ捲回体10のうち、捲回されているセパレータ12とは対向しない位置に配置されていることが好ましく、捲回されているセパレータ12によって構成されている円環部分よりも中心側であるコア8の側面と対向するように配置されていることがより好ましい。これによると、より確実に、セパレータ12の撮影画像に輝線が発生することがない。

【0078】

欠陥検査装置1においては、線源部2と保持機構20が保持するセパレータ捲回体10との間、および保持機構20が保持するセパレータ捲回体10とセンサ部3の検出面3aとの間には、構造物が配置されておらず、存在するのは空気のみである。

20

【0079】

これにより、セパレータ捲回体と、センサ部の受光面との間に、構造物が配置されている場合と比べて、欠陥検査装置1によると、より鮮明なセパレータ捲回体10の撮影画像を得ることができる。このため、精度良く、セパレータ捲回体10内の欠陥の有無の検査を行うことができる。

【0080】

一例として、欠陥検査装置1では、X軸方向に延伸する保持機構20の先端部をセパレータ捲回体10のコアの中心穴8aに通すことで保持機構20がセパレータ捲回体10の中心部を保持し、セパレータ捲回体10を介在させて、線源部2と、センサ部3とが対向配置された構成である。

30

【0081】

これによって、線源部2と、センサ部3との間に、検査対象であるセパレータ捲回体10のみが配置された構成とすることができる。これによると、セパレータ捲回体10以外の構成が撮影画像に映り込まないため、欠陥検査をし易い撮影画像を得ることができる。

【0082】

また、欠陥検査装置1を用いたセパレータ捲回体10内の欠陥の有無の検査は、欠陥検査装置1をクリーンルームに配置する等により、クリーンな環境で行うことが好ましい。クリーンな環境としては、例えばクラス10万以下が好ましい。このような環境下で行う事により、検査中および検査後に異物が新たに付着する可能性を低減する事ができる。さらに、欠陥検査装置1の装置内または装置外であって、鉛等の壁で囲まれた領域もこのような、クリーンな環境であることが好ましい。これにより、欠陥検査装置1を用いて、精度よく、コアに捲回されたセパレータ12内の欠陥の有無の検査を行うことができる。

40

【0083】

なお、セパレータ捲回体10とセンサ部3の検出面3aとの間には、構造物が配置されていない事が好ましいが、上記クリーンな環境でセパレータ捲回体12を包装したものを検査してもよい。

【0084】

50

上述したように、焦点 2 c からセパレータ捲回体 1 0 の第 2 面 A 2 までの距離を D 1 とし、焦点 2 c からセンサ部 3 の検出面 3 a までの距離を D 2 としたとき、 $D 2 / D 1$ を測定倍率と定義する。

【0085】

本願の目的の一つは、検査対象の全領域において解像度の高い X 線像を短時間に得ることである。セパレータ捲回体 1 0 の検査に必要な時間は下記式で与えられ、この時間が最小となる D 2 を設定する必要がある。

(露光時間 + 移動時間) × 撮影回数 (式 1)

D 2 / D 1 を固定した条件に置いて、焦点 2 c とセパレータ捲回体 1 0 との距離、すなわち D 1 が X 倍になると、検出面 3 a における (時間・面積) あたりの線量が $1 / (X^2)$ になる。すなわち、D 1 が X 倍の条件下においては、検出面 3 a において同じ線量を得ようとした場合、露光時間は X の 2 乗に比例させる必要がある。従って、露光時間については D 1 が小さいほど有利である。一方で、D 1 を小さくすると、セパレータ捲回体 1 0 の撮影範囲は狭くなる。このため、露光時間を短くできるものの、全領域を撮影するための撮影回数が増加し撮影間の移動が増えるため欠陥検査の時間が増大することになる。

【0086】

また、D 2 を小さくすると、その分セパレータ捲回体 1 0 の撮影画像の解像度が向上するものの、測定倍率が低下するため分解能が高いセンサ部 3、すなわち、画素サイズが小さいセンサ部 (FPD) が必要となる。一方で、D 2 を大きくすると、センサ部 3 の画素サイズの制約は少なくなるものの、センサ部自体のサイズが大きくなったり、欠陥検査装置のサイズが大きくなるため空間コストが高くなる。なお、波長が $1 \text{ pm} \sim 10 \text{ nm}$ の電磁波は線源から放射状に照射されるため、検出対象である異物の実サイズに対してセンサ部 3 に投影される異物のサイズは常に大きくなる。センサ部 3 の画素サイズは、検出対象である異物を何画素で検出するかを考慮したうえで決定すればよい。例えば、大きさが $100 \text{ }\mu\text{m}$ である異物を 3 画素以上で検出する場合、画素サイズは $100 \text{ }\mu\text{m} \div 3 = 33 \text{ }\mu\text{m}$ を下限として選択すればよい。

【0087】

これらの事情を考慮すると、D 1 は幅 W の 1.5 倍以上 4 倍以下であることが好ましく、D 2 は 0.3 m 以上 10 m 以下であることが好ましく、 $D 2 / D 1$ は 1 より大きく 40 以下であることが好ましい。また、センサ部 (FPD) の画素サイズは $20 \text{ }\mu\text{m}$ 以上 $2000 \text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。これにより、セパレータ捲回体 1 0 の欠陥検査に要する時間を短縮しつつ、より精度よく欠陥検査を行うことができる。

【0088】

また、1 回の撮影時間は、セパレータ捲回体 1 0 の 1 個当たりの検査に要する時間、センサ部 3 のセンサ感度、処理検体数 (検査するセパレータ捲回体 1 0 の数) 等によって検出すべきサイズの欠陥を撮影することができる範囲内で適宜調整すればよい。

【0089】

さらに、セパレータ捲回体 1 0 の 1 個当たりの検査に要する時間、センサ部 3 のセンサ感度、処理検体数 (検査するセパレータ捲回体 1 0 の数) 等によっては、例えば、複数のセパレータ捲回体 1 0 を重ねて同時に撮影したり、複数のセパレータ捲回体 1 0 を並べて同時に撮影したりすることで、複数のセパレータ捲回体 1 0 を同時に検査してもよい。

【0090】

(欠陥検査方法)

次に、図 3、図 4 ~ 図 7 を用いて、欠陥検査装置 1 による欠陥検査方法について説明する。

【0091】

図 4 は、保持機構 2 0 に保持されているセパレータ捲回体 1 0 が撮影された撮影画像を表す図である。なお、図 4 では、セパレータ捲回体 1 0 の全体が撮影された様子を示しているが、セパレータ捲回体 1 0 のうち、後述する着目領域 3 b だけ、又は、着目領域 3 b を含むセパレータ捲回体 1 0 の一部だけが撮影されていてもよい。

【0092】

センサ制御部33は、セパレータ捲回体10の撮影画像のうち、実際に欠陥の有無を判定するために、撮像画像のうち着目する着目領域3bを設定する。

【0093】

ここで、セパレータ捲回体10に対する電磁波4の入射角度、線源部2の照射面2aからセンサ部3の検出面3aに至る電磁波4が進行した経路長の違い等から、撮影画像には、鮮明な像が映っている領域と、映っている像が不鮮明な領域とが存在する。このため、撮影画像のうち、鮮明な像が映っている領域を使って、欠陥検査を行った方が、検査漏れが少なく、精度よく欠陥検査を行うことができる。

【0094】

そこで、センサ制御部33は、撮影画像において鮮明な像が映る領域を、着目領域3bとして設定しておく。

【0095】

なお、撮影画像の範囲や位置が着目領域3bと同じであれば、撮影画像をそのまま着目領域3bとして用いればよい。

【0096】

本実施形態では、センサ制御部33は、着目領域3bとして、コア8の外周面S2の一部と、セパレータ12の外周面S1の一部を含む四角形の領域を設定する。すなわち、着目領域3bには、コア8の一部と、捲回されているセパレータ12の厚さ方向（紙面上下方向）の全てが含まれている。

【0097】

図3において、線源部2の照射面2aの中心2bからセンサ部3の検出面3aに垂直に引いた線を中心線CEとする。

【0098】

着目領域3bの上下方向の距離は、電磁波4のうち、中心線CEから、セパレータ捲回体10の第2側面A2における外周面S1が含まれる程度の放射角度B1で放射状に照射された電磁波4aがセパレータ捲回体10を透過してセンサ部3に入射したときの距離である。

【0099】

中心線CEは、セパレータ捲回体10のうち、セパレータ12よりも中心側に位置するコア8を通過する。

【0100】

図4に示すように、センサ制御部33が着目領域3bを設定すると、欠陥検査装置1は、セットされたセパレータ捲回体10を撮影する。

【0101】

なお、撮影するとは、線源制御部31からの指示により線源部2が電磁波4を照射し、センサ部3が、線源部2が照射しセパレータ捲回体10を透過した電磁波4を検出し、当該検出した電磁波4の強度に応じた電気信号をセンサ制御部33に出力し、センサ制御部33が、センサ部3から上記電気信号を取得して、当該電気信号に基づく撮影画像を生成することである。

【0102】

次に、センサ制御部33は、生成した撮影画像から、着目領域3bに該当する第1領域R1を抽出する。

【0103】

図4では、第1領域R1に、検出すべき欠陥として異物5が含まれている。異物5の材質は、種々のものが考えられるが、例えば、金属、及び、カーボン等を挙げることができる。検出すべき異物5のサイズとしても、種々のサイズが考えられるが、一例として、100 μm 、厚みが50 μm 程度のサイズのものが考えられる。本明細書において、異物のサイズに厚みや幅などの特定がないとき、つまり単に100 μm 等の長さのみが記載されているときには、当該長さは異物の外接球の直径の長さを意味する。

10

20

30

40

50

【0104】

検出すべき欠陥である異物5は、比重が大きい方が小さいサイズまで検出できる傾向がある。検出すべき欠陥が金属異物である場合、例えばある検査条件の下において、比重が6程度の金属が100 μ m程度まで検出できるときに、比重2程度の金属は、300 μ m程度まで検出することができる。欠陥検査装置1において、適宜、検出対象である金属異物の種類（すなわち比重）によって、検出対象とする異物5のサイズを設定すればよい。

【0105】

なお、欠陥検査装置1において、露光時間を延ばす、セパレータ捲回体10における同じ領域を複数回撮影する等により、検査に要する時間を延ばせば、サイズが小さい異物5を検出することができる。このため、上記のような、検出対象とする金属異物の比重とサイズとの関係は、検査に要する時間を同じにした場合の関係である。

10

【0106】

なお、代表的な金属の比重としては、Fe；7.8程度、Al；2.7程度、Zn；7.1程度、SUS7.7程度、Cu8.5程度、真鍮8.5程度等が例示されるがこの限りではない。

【0107】

図5は、図4に示すセパレータ捲回体10を θ 方向に所定角度だけ回転させた様子を表す図である。

【0108】

センサ制御部33が、撮影画像から、着目領域3bに該当する第1領域R1を抽出した後、保持機構制御部32は、図5に示すように、保持機構20を θ 方向に所定角度回転させる。これにより、保持機構20及びセパレータ捲回体10は θ 方向に所定角度だけ回転して停止する。なお、センサ制御部33が、撮影毎に撮影画像から着目領域3bに該当する抽出した各領域を領域Rと称する。

20

【0109】

保持機構制御部32が、保持機構20及びセパレータ捲回体10を θ 方向に回転させる所定角度とは、保持機構20及びセパレータ捲回体10を360度回転させて撮影したときに得られる複数の領域Rを重ねた時に、セパレータ捲回体10の第1側面A1に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる角度以下の角度である。

【0110】

これにより、効率よく、セパレータ捲回体10の全体を撮影することができる。なおこのとき、線源部2は、照射面2aの中心2bが、センサ部3と対向するように配置されていることがより好ましい。このような配置にあると、セパレータ捲回体10の第1側面A1に未撮影領域が存在しないときに、同時に、第2側面A2にも未撮影領域が存在しなくなる。従って、セパレータ捲回体10の全体をより好適に撮影することができる。

30

【0111】

そして、保持機構制御部32が、保持機構20及びセパレータ捲回体10を θ 方向に所定角度回転させて停止させると、欠陥検査装置1は、回転後のセパレータ捲回体10を撮影する。

【0112】

次に、センサ制御部33は、生成した撮影画像から、着目領域3bに該当する第2領域R2を抽出する。

40

【0113】

第2領域R2と、回転後の第1領域R1とは、隙間がなく重なり、互いの角度が異なっている。

【0114】

このように、撮影と、セパレータ捲回体10の θ 方向への所定角度の回転と、着目領域3bに該当する回転後の領域の抽出とを繰り返していく。

【0115】

図6は、本発明の実施形態1に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図で

50

ある。

【0116】

図6に示すように、円環状のセパレータ12の一周に渡って、着目領域3bに該当する領域を抽出して組み合わせた第1領域R1～第18領域R18からなる欠陥検査画像が生成されている。円環状のセパレータ12は、第1領域R1～第18領域R18（全領域R）内に含まれている。

【0117】

保持機構20及びセパレータ捲回体10を360度回転させて撮影して得られた第1領域R1～第18領域R18（全領域R）は、隣接する領域R同士を重ねた時に、セパレータ捲回体10の第1側面A1に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる角度以下となるように、所定角度だけ、互いの角度が異なっている。

10

【0118】

このように、保持機構20がθ方向に所定角度ずつ回転することで、セパレータ捲回体10は、コア8に捲回されたセパレータ12の全体の像が得られるように、線源部2に対し相対的に移動する。これにより、セパレータ12の全体の欠陥検査を行うことができる。

【0119】

なお、保持機構20は動かず、線源部2およびセンサ部3がセパレータ捲回体10の中心を回転中心としてθ方向に所定角度ずつ回転することで、セパレータ捲回体10が線源部2に対し相対的に移動するようにしてもよい。

20

【0120】

各第1領域R1～第18領域R18は、隣接する領域と隙間が無く、かつ、重なる部分の面積が最小となるように、互いの角度が異なっている。

【0121】

このようにして、円環状のセパレータ12の全体分を抽出した画像を組み合わせた欠陥検査画像を生成することができる。

【0122】

本実施形態では、撮影と、撮影画像における着目領域3bの抽出と、セパレータ捲回体10のθ方向への所定角度の回転との流れを18回繰り返すことで、円環状のセパレータ12の全体を表す欠陥検査画像を生成しているが、この繰り返し回数は任意に変更すればよい。

30

【0123】

この後、欠陥検査装置1は、欠陥検査画像を、図示しないディスプレイに表示するようにしてもよい。また、欠陥検査装置1は、この欠陥検査画像を画像処理する等により、検出すべき欠陥の有無を判定し、判定結果を作業者に通知するようにしてもよい。

【0124】

このように、セパレータ捲回体10は、線源部2に対し相対的に移動し、線源部2は、セパレータ捲回体10に対し、相対的に移動する前後で電磁波4を照射する。

【0125】

これにより、セパレータ捲回体10が相対的に移動する前後で、セパレータ捲回体10に対し、異なる領域に電磁波4が照射されることになる。これにより、センサ制御部33は、セパレータ捲回体10が相対的に移動する前後で異なる領域の撮影画像を得ることができる。

40

【0126】

また、セパレータ捲回体10が線源部2に対し相対的に移動する前後で、電磁波4の照射をオンオフする代わりに、センサ部3での検出をオンオフしてもよい。すなわち、電磁波4を継続的に照射した状態として、センサ部3の検出を切り替えるようにしてもよい。これにより、電磁波4を断片的に照射した場合と同様、センサ制御部33は異なる領域Rの撮影画像を得ることができる。なお、セパレータ捲回体10が相対的に移動する前後では、センサ部3の検出を切り替える方が好ましい。X線源を頻繁にオンオフすると、照射

50

される X 線が安定しない、X 線源の寿命が短くなる、等の不具合が生じる恐れがあるためである。

【0127】

このように、センサ部 3 の検出面 3b が小さくても、センサ制御部 33 は、セパレータ捲回体 10 における広い面積の撮影画像を得ることができる。これにより、セパレータ捲回体 10 における広い範囲の欠陥検査をすることができる。よって、欠陥検査に要する時間が増大することを防止することができる。

【0128】

また、線源部 2 は、セパレータ捲回体 10 に対し、相対的に移動する前後で電磁波 4 を照射する。このため、センサ制御部 33 は、セパレータ捲回体 10 が静止している状態で
10
の撮影画像を得ることができる。このため、移動中のセパレータ捲回体を撮影する場合とは異なり、露光時間を長くとることができ、明るくて鮮明な撮影画像を得ることができる。これによると、より正確に欠陥検査を行うことができる。

【0129】

このように、欠陥検査装置 1 によると、欠陥検査に要する時間を抑えつつ、正確に欠陥検査を行うことができる。

【0130】

また、セパレータ捲回体 10 は、線源部 2 に対し相対的に、セパレータ捲回体 10 の中心を回転中心とする回転運動をする。そして、センサ制御部 33 は、回転運動をするセパ
20
レータ捲回体 10 の撮影画像を生成する。

【0131】

そして、センサ制御部 33 は、セパレータ捲回体 10 が相対的に移動する前に生成した撮影画像と、セパレータ捲回体 10 が相対的に移動した後に生成した撮影画像とを一部が重なるように合成する。これにより、漏れなく、セパレータ捲回体 10 の広い面積の撮影画像を得ることができる。このため、効率よく、セパレータ捲回体 10 の広い領域の撮影画像を得ることができる。

【0132】

また、セパレータ捲回体 10 の撮影画像同士の一部を重ねるに当たり、セパレータ捲回体 10 は、線源部 2 に対し相対的にセパレータ捲回体 10 の中心を回転中心とする回転運動をし、センサ制御部 33 は、回転運動をするセパレータ捲回体 10 の撮影画像を生成し
30
、当該撮影画像同士の一部を重ねることが好ましい。これにより、撮影画像同士を同じように重ねていくことができるため、効率が良い。

【0133】

また、撮影画像には、コア 8 の一部が含まれていることが好ましい。これにより、セパレータ捲回体 10 におけるコア 8 に最も近い最内周のセパレータ 12 についても漏れなく、セパレータ捲回体 10 の広い面積の撮影画像を得ることができる。

【0134】

また、撮影画像には、外周面 S1 よりも外側の空間領域が含まれていることが好ましい。これにより、セパレータ捲回体 10 における外周面 S1 を構成する最外周のセパレータ 12 についても漏れなく、セパレータ捲回体 10 の広い面積の撮影画像を得ることができ
40
る。

【0135】

また、欠陥検査装置 1 は、線源部 2 が照射する電磁波として、電磁波 4 を用いている。これにより、比較的容易に、コア 8 に捲回されたセパレータ 12 の内部の欠陥の有無を確認することができる。

【0136】

また、欠陥検査装置 1 は、セパレータ捲回体 10 における一度撮影した領域を、線源部 2 とセパレータ捲回体 10 との相対位置を変更して複数回撮影してもよい。線源部 2 とセパレータ捲回体 10 との角度を変えて、セパレータ捲回体 10 における 1 度撮影した領域を 2 回等、複数回撮影することで、セパレータ捲回体 10 に含まれる異物の位置（セパ
50

ータ捲回体 10 における TD の位置) を特定したり、セパレータ捲回体 10 に含まれる異物の全体形状を特定したり、厚みが薄い異物であっても検出したりすることができる。

【0137】

セパレータ捲回体 10 を 2 回目に撮影する際、セパレータ捲回体 10 全体を再度撮影してもよいが、必要な領域だけ撮影してもよい。例えば、図 4～図 6 を用いて説明したような、または、実施形態 2 以降で説明するような方法によって、セパレータ捲回体 10 の全体を撮影した後、撮影画像から、セパレータ捲回体 10 のうち異物が含まれている領域又は異物と思われる物体が写っている領域を特定し、セパレータ捲回体 10 のうち当該領域だけを再度撮影してもよい。

【0138】

なお、異物がかなり小さい(厚みが薄い)場合は、セパレータ捲回体 10 を 1 回撮影しただけでは、存在を確認することができない場合がある。このため、検査対象である異物がかなり小さい(厚みが薄い)場合は、線源部 2 とセパレータ捲回体 10 との角度を変えて、セパレータ捲回体 10 全体を複数回撮影することが好ましい。これにより、小さい(厚みが薄い)異物であっても検出することができる。

【0139】

また、欠陥検査装置 1 によると、セパレータ捲回体 10 の 1 個当たりの検査に要する時間、センサ部 3 のセンサ感度、処理検体数(検査するセパレータ捲回体 10 の数)等によって、検出すべき異物 5 のサイズを調整することができる。

【0140】

例えば、欠陥検査装置 1 を、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物 5 を検出するように設定し、欠陥検査装置 1 によりセパレータ捲回体 10 の欠陥検査を行うことで、セパレータ捲回体 10 の製造工程にて製造される、様々なサイズの異物が含まれる(含まれる可能性がある)様々なセパレータ捲回体 10 から、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物 5 が含まれるセパレータ捲回体 10 だけを選別することができる。

【0141】

そして、欠陥検査装置 1 によって $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物 5 が検出されたセパレータ捲回体 10 を、製造工程から排除することによって、様々なサイズの異物が含まれる(含まれる可能性がある)様々なセパレータ捲回体 10 から、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物 5 が少ないか、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物 5 が含まれないセパレータ捲回体 10 を選別することができる。

【0142】

換言すると、セパレータ捲回体 10 の製造工程において、欠陥検査装置 1 を用いた欠陥検査工程を組み込むことで、様々なサイズの異物が含まれる(含まれる可能性がある)様々なセパレータ捲回体 10 から、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物 5 が少ないか、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物 5 が含まれないセパレータ捲回体 10 を製造することができる。

【0143】

特に、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物 5 が少ないセパレータ捲回体 10 は、セパレータ 12 に付着した異物 5 によって不良が発生する可能性を低くすることができる。

【0144】

このように、セパレータ捲回体 10 の製造工程において、欠陥検査装置 1 を用いた欠陥検査工程を組み込むことで、異物 5 の混入など欠陥が少ないセパレータ捲回体を製造することができる。

【0145】

また、上述のように、欠陥検査工程は、セパレータ捲回体 10 の製造工程において、スリット工程の後、包装工程の前に設けることが好ましい。これにより、スリット工程にて発生した異物 5 を効率よく検査することができる。

【0146】

また、セパレータ捲回体 10 の製造工程において欠陥検査工程を設けることにより、セパレータ捲回体 10 の包装工程以降、コア 8 に捲回されたセパレータ 12 を用いて電池を組み立てる製造工程において、セパレータ 12 に付着した異物 5 の有無を検査する手間を

10

20

30

40

50

省くことができる。

【0147】

また、制御部30は、1個のセパレータ捲回体10の撮影を終了し、次のセパレータ捲回体10の撮影を開始する前（1つの撮影サイクル終了後）に、セパレータ捲回体10の撮影のために移動した各部（保持機構20等）を初期状態に戻すことが好ましい。これにより、検査漏れや重複検査を防止したり、撮影途中に次の撮影に入るなどの誤作動も防止する事もできる。なお、この1つの撮影サイクル終了後に各部を初期状態に戻すことが好ましいことは、実施形態2以降に説明する各欠陥検査装置においても同様である。

【0148】

（変形例）

図25は、本発明の実施形態1の変形例に係る欠陥検査装置1Lの構成を表す図である。

10

【0149】

図25は、本発明の実施形態1の変形例に係る欠陥検査装置1Lの概略構成を示す上面図である。図25に示すように、欠陥検査装置1Lは、線源部2と、センサ部3と、制御部30Lと、壁47と、検査前ストッカー201と、検査後ストッカー202と、ロボットアーム（保持機構）203とを備えている。なお、ロボットアーム203は保持機構20（図3参照）の機能を兼ねるため、欠陥検査装置1Lは、保持機構20を有していない。

【0150】

壁47は、取り扱う電磁波が外部に漏れないように、鉛等が含まれる電磁波が透過しにくい壁面から構成される。壁47は、図示しない扉の開閉させることにより、セパレータ捲回体10の搬入・搬出が可能になっている。

20

【0151】

制御部30Lは、制御部30が有していた保持機構制御部32に換えて、ロボットアーム制御部32Lを有する点で、制御部30と相違する。制御部30Lの他の構成は制御部30と同様である。ロボットアーム制御部32Lは、ロボットアーム制御部32Lの駆動を制御する。なお、制御部30Lは、壁47で囲まれた領域内に配置されていてもよいし、壁47で囲まれた領域外に配置されていてもよい。

【0152】

検査前ストッカー201は、欠陥検査装置1Lでの欠陥検査前のセパレータ捲回体10を載置するための載置部である。検査前ストッカー201は、セパレータ捲回体10の第1側面A1側からコア8の中心穴8a（図2参照）に保持部材を挿入してセパレータ捲回体10を保持する。検査後ストッカー202は、欠陥検査装置1Lでの欠陥検査後のセパレータ捲回体10を載置するための載置部である。検査後ストッカー202は、セパレータ捲回体10の第1側面A1側からコア8の中心穴8a（図2参照）に保持部材を挿入してセパレータ捲回体10を保持する。

30

【0153】

なお、ストッカーは、必ずしも、検査前ストッカー201と、検査後ストッカー202とを別々に設ける必要はない。例えば、1台のストッカーを上下2段に分けて、上段側又は下段側の一方に検査前のセパレータ捲回体10を載置し、上端側又は下段側の他方に検査後のセパレータ捲回体10を載置する等、欠陥検査前の載置部と、欠陥検査後の載置部とを、1台のストッカーで兼用させてもよい。

40

【0154】

ロボットアーム203は、ロボットアーム制御部32Lからの指示により、検査前ストッカー201及び検査後ストッカー202との間でセパレータ捲回体10の受け渡しを行う装置である。さらに、本実施形態では、ロボットアーム203は、欠陥検査装置1Lでの欠陥検査中のセパレータ捲回体10を保持する保持機構でもある。

【0155】

ロボットアーム203は、セパレータ捲回体10を保持する先端部203aを有する。先端部203aは、セパレータ捲回体10のうち、コア8を把持する等によってセパレー

50

タ 1 2 に触れることなくセパレータ捲回体 1 0 を保持することが可能であると共に、保持するセパレータ捲回体 1 0 を所定角度毎に回転可能な構成となっている。

【0156】

ロボットアーム 2 0 3 は、検査前ストッカー 2 0 1 に載置されたセパレータ捲回体 1 0 の第 2 側面 A 2 側からコア 8 を把持して、検査前ストッカー 2 0 1 からセパレータ捲回体 1 0 を取り出す。そして、検査前ストッカー 2 0 1 から取り出されたセパレータ捲回体 1 0 は、第 1 面 A 1 が線源部 2 と対向し、第 2 面 A 2 がセンサ部 3 と対向するように、線源部 2 とセンサ部 3 との間に配置及び保持する。このとき、ロボットアーム 2 0 3 は、セパレータ捲回体 1 0 のうち撮影する領域に重ならないようにする。そして、図 3、図 4～図 7 を用いて説明したようにセパレータ捲回体 1 0 の欠陥検査を行う。

10

【0157】

欠陥検査後、ロボットアーム 2 0 3 は、保持しているセパレータ捲回体 1 0 を検査後ストッカー 2 0 2 へ渡す。

【0158】

検査後ストッカー 2 0 2 は、検査後のセパレータ捲回体 1 0 をロボットアーム 2 0 3 から受け取る。具体的には、検査後ストッカー 2 0 2 は、検査後のセパレータ捲回体 1 0 の第 1 側面 A 1 側から、コア 8 の中心穴 8 a (図 2 参照) に保持部材 (不図示) を挿入して、検査後のセパレータ捲回体 1 0 を受け取る。

【0159】

このようにして、ロボットアーム 2 0 3、検査前ストッカー 2 0 1 及び検査後ストッカー 2 0 2 は、セパレータ 1 2 に直接触れることなく、セパレータ捲回体 1 0 の受け渡しを行う。

20

【0160】

さらに、ロボットアーム 2 0 3 は、検査前ストッカー 2 0 1 及び検査後ストッカー 2 0 2 と、セパレータ捲回体 1 0 を受け渡しすると共に、セパレータ捲回体 1 0 の欠陥検査中にセパレータ捲回体 1 0 を保持する保持機構としての役割 (保持機構 2 0 と同じ役割) も果たす。

【0161】

なお、欠陥検査装置 1 L において、壁 4 7 の内部に配置される、線源部 2、センサ部 3、ロボットアーム 2 0 3、検査前ストッカー 2 0 1 及び検査後ストッカー 2 0 2 を含む欠陥検査ユニットは 1 組でもよく、2 組以上であってもよい。

30

【0162】

〔実施形態 2〕

本発明の実施形態 2 について、主に、図 6 及び図 7 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施形態 1 にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【0163】

図 7 は、本発明の実施形態 2 に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【0164】

40

図 7 に示すセパレータ捲回体 1 0 A のように、セパレータ捲回体 1 0 (図 6 参照) よりも円環状のセパレータ 1 2 の厚さが厚く、着目領域 3 b 内に捲回されたセパレータ 1 2 の厚さ方向 (半径方向) 全てが入らない場合、厚さ方向 (半径方向) に複数回に分けて撮影する。

【0165】

この場合、まず、図 6 を用いて説明したように、内周側の第 1 領域 R 1～第 1 8 領域 R 1 8 を取得する。各第 1 領域 R 1～第 1 8 領域 R 1 8 (領域 R) は、コア 8 の外周面 S 2 を含み、隣接する領域 R 同士を重ねた時に、セパレータ捲回体 1 0 の第 1 側面 A 1 に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる角度以下となるように、所定角度だけ、互いの角度が異なっている。

50

【0166】

次に、保持機構制御部32は、セパレータ捲回体10を保持している保持機構20をマイナスZ方向（図3に示す紙面下方）に所定の距離下げる。保持機構制御部32が保持機構20を下げる所定の距離とは、着目領域3bにセパレータ12の外周面S1が含まれ、かつ、着目領域3bが、第1領域R1～第18領域R18の何れかと重なる程度の距離である。

【0167】

そして、セパレータ捲回体10の撮影と、撮影画像における着目領域3bの抽出と、セパレータ捲回体10の θ 方向への所定角度の回転との流れを19回繰り返すことで、内周側の第1領域R1～第18領域R18を得た方法と同様に、外周側の第1領域R21～第19領域R39を得る。

10

【0168】

各第1領域R21～第19領域R39（領域R）は、セパレータ12の外周面S1を含み、隣接する領域R同士を重ねた時に、セパレータ捲回体10の第1側面A1に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる角度以下となるように、所定角度だけ互いの角度が異なっている。

【0169】

なお、外周側においても繰り返し回数は19回に限定されず、任意に変更すれば良い。

【0170】

〔実施形態3〕

20

本発明の実施形態3について、主に、図8及び図9に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施形態1、2にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【0171】

図8は、本発明の実施形態3に係る欠陥検査装置1Cの概略構成を表す図である。

【0172】

欠陥検査装置1Cは、欠陥検査装置1（図3参照）が備えていたセンサ部3、保持機構20、及び制御部30に換えて、センサ部3C、保持機構20、及び制御部30Cを備えている。

【0173】

30

センサ部3Cは、センサ部3よりもサイズが大きく、セパレータ捲回体10全体の像が入る程度の検出面3Caを有している。センサ部3Cは、センサ部3を複数個並べて構成してもよい。

【0174】

保持機構20Cは、保持機構20から、 θ 方向に回転するモータ22を省略した構成である。保持機構20Cは、保持するセパレータ捲回体10を θ 方向に回転させない。これは、センサ部3Cの検出面3Caが、セパレータ捲回体10全体の像が入る程度大きく、セパレータ捲回体10におけるセパレータ12の全体像を得るために、セパレータ捲回体10を回転等、移動させる必要が無いためである。

【0175】

40

保持機構20Cは、保持機構制御部32からの指示により、X軸方向、及びZ軸方向に移動することができる。保持機構20Cは、さらに、X軸方向及びZ軸方向に垂直なY軸方向に移動可能であってもよい。

【0176】

線源部2は、照射面2aの中心線CEが、保持機構20Cの中心軸と一致するように配置されている。これにより、線源部2が照射した電磁波4は、セパレータ捲回体10に均等に照射され、セパレータ捲回体10を透過した電磁波4はセンサ部3Cの検出部3Caにて検出される。

【0177】

センサ制御部33Cは、センサ部3Cが電磁波4を検出したことで得られた電気信号に

50

基づいて、セパレータ捲回体 10 の全体の撮影画像を生成する。

【0178】

図 9 は、本発明の実施形態 3 に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【0179】

図 9 に示すように、センサ制御部 33C は、撮影画像から、セパレータ捲回体 10 の周囲の不要な部分を除いた欠陥検査画像 3bC を得る。

【0180】

欠陥検査画像 3bC の上下方向の距離は、図 8 に示すように、電磁波 4 のうち、中心線 CE を中心として、セパレータ捲回体 10 の第 1 側面 A1 における外周面 S1 が含まれる程度 of 放射角度 B1C で放射状に照射された電磁波 4a がセパレータ捲回体 10 を透過してセンサ部 3C の検出面 3Ca における一部領域である検出面 3Cb に入射したときの、検出面 3Cb の上下方向の距離である。

【0181】

〔実施形態 4〕

本発明の実施形態 4 について、主に、図 10～図 13 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施形態 1～3 にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【0182】

図 10 は、本発明の実施形態 4 に係る欠陥検査装置 1D の概略構成を表す図である。

【0183】

欠陥検査装置 1D は、欠陥検査装置 1（図 3 参照）の保持機構 20 及び制御部 30 に換えて、保持機構 20D 及び制御部 30D を備えている点で相違する。制御部 30D は、制御部 30 の保持機構制御部 32 に換えて、保持機構制御部 32D を備えている点で相違する。欠陥検査装置 1D の他の構成は欠陥検査装置 1 と同様である。

【0184】

保持機構 20D は、保持機構 20 から、 θ 方向に回転するモータ 22 を省略した構成である。保持機構 20D は、保持するセパレータ捲回体 10 を θ 方向に回転させない。保持機構 20D は、保持機構制御部 32D からの指示により、X 軸方向と、Z 軸方向と、X 軸方向及び Z 軸方向に垂直な Y 軸方向に移動可能である。本実施形態では、保持機構 20D は、セパレータ捲回体 10 を、 θ 方向に回転させず、ZY 方向に移動させることで、セパレータ捲回体 10 を、線源部 2 に対して相対的に移動させる。

【0185】

図 11 は、保持機構 20D に保持されているセパレータ捲回体 10 が撮影された撮影画像を表す図である。なお、図 11 では、セパレータ捲回体 10 の全体が撮影された様子を示しているが、セパレータ捲回体 10 のうち、着目領域 3b だけ、又は、着目領域 3b を含むセパレータ捲回体 10 の一部だけが撮影されていてもよい。

【0186】

センサ制御部 33 は、着目領域 3b として、コア 8 の外周面 S2 の一部と、セパレータ 12 の外周面 S1 の一部を含む四角形の領域を設定する。すなわち、着目領域 3b には、コア 8 の一部と、捲回されているセパレータ 12 の厚さ方向（紙面上下方向）の全てが含まれている。

【0187】

センサ制御部 33 が着目領域 3b を設定すると、欠陥検査装置 1 は、セットされたセパレータ捲回体 10 を撮影する。

【0188】

次に、センサ制御部 33 は、生成した撮影画像から、着目領域 3b に該当する第 1 領域 R41 を抽出する。

【0189】

図 11 では、第 1 領域 R41 に、検出すべき欠陥として異物 5 が含まれている。

【0190】

図12は、図11に示すセパレータ捲回体10をYZ軸方向に所定距離だけ移動させた様子を表す図である。

【0191】

センサ制御部33が、撮影画像から、着目領域3bに該当する第1領域R41を抽出した後、保持機構制御部32Dは、図12に示すように、保持機構20をYZ軸方向に所定距離移動させる。これにより、保持機構20D及びセパレータ捲回体10はYZ軸方向に所定距離だけ移動して停止する。

【0192】

保持機構制御部32Dが、保持機構20D及びセパレータ捲回体10を、YZ軸方向に移動させる所定距離とは、保持機構20及びセパレータ捲回体10を θ 方向に回転させず、円環状のセパレータ12に沿ってYZ軸方向に移動させて撮影したときに得られる複数の領域Rを重ねた時に、セパレータ捲回体10の第1側面A1に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる距離以下の距離である。本実施形態では、各領域Rには、外周面S1・S2が含まれている。これにより、効率よく、セパレータ捲回体10の全体を撮影することができる。

【0193】

そして、保持機構制御部32Dが、保持機構20D及びセパレータ捲回体10をYZ軸方向に所定距離移動させて停止させると、欠陥検査装置1Dは、移動後のセパレータ捲回体10を撮影する。

【0194】

次に、センサ制御部33は、生成した撮影画像から、着目領域3bに該当する第2領域R42を抽出する。

【0195】

第2領域R42と、移動後の第1領域R41とは、隙間がなく重なり、互いに平行移動されている。

【0196】

このように、撮影と、セパレータ捲回体10のYZ軸方向への所定距離の移動と、着目領域3bに該当する移動後の領域の抽出とを繰り返していく。

【0197】

図13は、本発明の実施形態4に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【0198】

図13に示すように、円環状のセパレータ12の一周に渡って、着目領域3bに該当する領域を抽出して組み合わせた第1領域R41～第27領域R68からなる欠陥検査画像が生成されている。円環状のセパレータ12は、第1領域R41～第27領域R68内に含まれている。

【0199】

このように、保持機構20DがYZ軸方向に所定距離ずつ移動することで、セパレータ捲回体10は、コア8に捲回されたセパレータ12の全体の像が得られるように、線源部2に対し相対的に移動する。これにより、セパレータ12の全体の欠陥検査を行うことができる。

【0200】

なお、保持機構20Dは動かず、線源部2がYZ軸方向に所定距離ずつ移動することで、セパレータ捲回体10が線源部2に対し相対的に移動するようにしてもよい。

【0201】

保持機構20及びセパレータ捲回体10を θ 方向に回転させず、円環状のセパレータ12に沿ってYZ軸方向に移動させて撮影して得られた各第1領域R41～第27領域R68（各領域R）は、隣接する領域R同士を重ねた時に、セパレータ捲回体10の第1側面A1に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる距離以下となるように、所定距

10

20

30

40

50

離だけ互いの位置が異なっている。

【0202】

このようにして、円環状のセパレータ12の全体分を抽出した画像を組み合わせた欠陥検査画像を生成することができる。

【0203】

本実施形態では、撮影と、撮影画像における着目領域3bの抽出と、セパレータ捲回体10のYZ軸方向への所定距離の移動との流れを27回繰り返すことで、円環状のセパレータ12の全体を表す欠陥検査画像を生成しているが、この繰り返し回数は任意に変更すればよい。

【0204】

この後、欠陥検査装置1は、欠陥検査画像を、図示しないディスプレイに表示するようにしてもよい。また、欠陥検査装置1は、この欠陥検査画像を画像処理する等により、検出すべき欠陥の有無を判定し、判定結果を作業者に通知するようにしてもよい。

【0205】

〔実施形態5〕

本発明の実施形態5について、主に、図16に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施形態1～4にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【0206】

図16は、本発明の実施形態5に係る欠陥検査装置1Eの概略構成を表す図である。

【0207】

図16に示す欠陥検査装置1Eは、欠陥検査装置1（図3参照）の構成に、捲回体検出部40及び捲回体検出制御部34を備えている。

【0208】

欠陥検査装置1Eが備える制御部30Eは、制御部30（図3参照）の構成に、捲回体検出制御部34を加えた構成である。

【0209】

捲回体検出制御部34からの指示によって捲回体検出部40は、セパレータ捲回体10の欠陥検査装置1E内における位置を検出する。そして捲回体検出部40は、検出した位置を示す検出情報を捲回体検出制御部34に出力する。捲回体検出制御部34は、捲回体検出部40から取得した検出情報に基づいて、セパレータ捲回体10が欠陥検査装置1E内の所定の位置に配置されたか否かを判定する。例えば、図示しないディスプレイに、この捲回体検出制御部34の検出結果を表示してもよいし、作業者に音などで検出結果を知らせてもよい。

【0210】

これにより、空運転を防止することができる。

【0211】

また、セパレータ捲回体10が欠陥検査装置1E内のズレた位置に配置されたまま欠陥検査がなされると、未検査領域が生じる可能性があるが、欠陥検査装置1Eによると、それを防止することができる。

【0212】

さらに、セパレータ捲回体10が欠陥検査装置1E内のズレた位置に配置されたまま欠陥検査がなされると、可動部分と干渉して装置を破損する恐れがあるが、欠陥検査装置1Eによると、それも防止することができる。

【0213】

〔実施形態6〕

本発明の実施形態6について、主に、図17に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施形態1～5にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【0214】

図 17 は、本発明の実施形態 6 に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。本実施形態に係る欠陥検査装置は、実施形態 1 にて説明した欠陥検査装置 1（図 3 参照）と同じ構成である。

【0215】

欠陥検査装置 1 にセットされるセパレータ捲回体は、図 17 に示すセパレータ捲回体 10F のように、コア 8 に捲回されているセパレータ 12F の厚み 12Fa が着目領域 3b に比べて、かなり小さい場合がある。

【0216】

この場合、欠陥検査装置 1 は、1 回目の撮影で着目領域 3b に対応する第 1 領域 R71 を抽出したあと、次に、セパレータ捲回体 10F を θ 方向に回転させる際、保持機構 20 は、実施形態 1 で説明した角度よりも大きい角度 $\theta 1$ まで回転させる。

10

【0217】

角度 $\theta 1$ は、第 1 領域 R71 におけるセパレータ捲回体 10 の半径方向に平行な両辺 R71a・R71b のうち、回転方向後方側の辺 R71b と、次に撮影する着目領域 3b に対応する第 2 領域 R72 におけるセパレータ捲回体 10 の半径方向に平行な両辺 R72a・R72b のうち、回転方向前方側の辺 R72a と、セパレータ捲回体 10 の外周面 S1 とが重なる角度である。

【0218】

これにより、撮影回数を減らすことができる。

【0219】

20

なお、このセパレータ捲回体 10F におけるセパレータ 12F の厚み 12Fa、すなわち、セパレータ捲回体 10F の外径は、手動、又は、自動で検出し、その大きさに応じて最適な回転角度（角度 $\theta 1$ ）に変更すればよい。このセパレータ捲回体 10F の外径を自動で検出する場合、センサ制御部 33 がセンサ 3 からの撮影画像に基づいて計測してもよいし、別途、欠陥検査装置 1 に、セパレータ捲回体 10F の外形を計測する計測機構を設けてもよい。

【0220】

〔実施形態 7〕

本発明の実施形態 7 について、主に、図 18 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施形態 1～6 にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

30

【0221】

図 18 は、本発明の実施形態 7 に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。本実施形態に係る欠陥検査装置は、実施形態 1 にて説明した欠陥検査装置 1（図 3 参照）と同じ構成である。

【0222】

欠陥検査装置 1 にセットされるセパレータ捲回体は、図 18 に示すセパレータ捲回体 10G のように、コア 8 に捲回されているセパレータ 12G の厚み 12Ga が着目領域 3b に比べて、かなり大きい場合がある。

【0223】

40

このような、着目領域 3b 内に捲回されたセパレータ 12G の厚さ方向（半径方向）全てが入らない場合、厚さ方向（半径方向）に複数回に分けて撮影する。

【0224】

図 18 では、セパレータ 12G の厚さ 12Ga は、着目領域 3b を半径方向に 3 個互いに重なる程度に並べたときに、当該並べた着目領域 3b 内に収まる厚さである。

【0225】

この場合、実施形態 1 にて説明したように、まず、センサ制御部 33 は、コア 8 の外周面 S2 を含み、隣接する領域 R 同士を重ねた時に、セパレータ捲回体 10G の第 1 側面 A1 に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる角度以下となるように、所定角度だけ互いの角度が異なる第 1 周目の各領域 Rn1（各領域 R）を取得する。

50

【0226】

次に、保持機構制御部32は、セパレータ捲回体10GをZ方向にずらし、センサ制御部33は、セパレータ12Gのみを含み、隣接する領域R同士を重ねた時に、セパレータ捲回体10Gの第1側面A1に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる角度以下となるように、所定角度だけ互いの角度が異なる第2周目の各領域R_{n2}（各領域R）を取得する。

【0227】

そして、次に、保持機構制御部32は、セパレータ捲回体10Gをさらに、Z方向にずらし、センサ制御部33は、セパレータ12Gの外周面S1を含み、隣接する領域R同士を重ねた時に、セパレータ捲回体10Gの第1側面A1に未撮影領域が存在せず、且つ撮影枚数が最小になる角度以下となるように、所定角度だけ互いの角度が異なる第3周目の各領域R_{n3}（各領域R）を取得する。

【0228】

これにより、セパレータ12Gの全領域を撮影することができる。

【0229】

〔実施形態8〕

本発明の実施形態8について、主に、図19～図21に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施形態1～7にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【0230】

図19は、本発明の実施形態8に係る欠陥検査装置1Hの概略構成を表す図である。

【0231】

図19に示す欠陥検査装置1Hは、欠陥検査装置1（図3参照）の構成におけるセンサ部3及び制御部30に換えて、センサ部3H1・3H2及び制御部30Hを備えた構成である。制御部30Hは、制御部30のセンサ制御部33に換えてセンサ制御部33Hを備えた構成である。欠陥検査装置1Hの他の構成は欠陥検査装置1と同様である。

【0232】

センサ制御部33Hは、2個のセンサ部3H1・3H2の駆動を制御する点で、センサ制御部33と相違する。

【0233】

センサ部3H1・3H2は、保持機構20に保持されたセパレータ捲回体10の回転中心に対して円周状に横並びに配置されている。

【0234】

図20は、本実施形態に係る保持機構20に保持されているセパレータ捲回体10が撮影された撮影画像を表す図である。

【0235】

図20に示すように、センサ制御部33Hが、センサ部3H1における着目領域3b1を設定し、センサ部3H2における着目領域3b2を設定する。そして、欠陥検査装置1Hは、セットされたセパレータ捲回体10を撮影する。そして、センサ制御部33Hは、生成した撮影画像から、着目領域3b1に該当する領域R101を抽出し、着目領域3b2に該当する領域R102を抽出する。

【0236】

そして、保持機構20は、所定角度だけセパレータ捲回体10をθ方向に回転させる。このとき、保持機構20は、領域R102が、着目領域3b1と、着目領域3b2とに均等に重なる角度1θでセパレータ捲回体10を回転させる。

【0237】

換言すると、この角度1θとは、着目領域3b1と着目領域3b2のうち、回転方向後側の着目領域3b2に基づく領域Rが、着目領域3b1と着目領域3b2とに均等に重なるようにセパレータ捲回体10を回転させる角度である。

【0238】

10

20

30

40

50

次に、角度 1θ で回転させたセパレータ捲回体 10 を撮影する。そして、センサ制御部 33H は、生成した撮影画像から、着目領域 3b1 に該当する領域 R103 を抽出し、着目領域 3b2 に該当する領域 R104 を抽出する。

【0239】

図 21 は、図 20 の状態から角度 3θ 分セパレータ捲回体 10 を回転させた様子を表す図である。

【0240】

次に、撮影回数を最小にするために、保持機構 20 は、角度 3θ だけセパレータ捲回体 10 を回転させる。角度 3θ は角度 1θ の 3 倍の角度である。そして、角度 3θ で回転させたセパレータ捲回体 10 を、撮影する。そして、センサ制御部 33H は、生成した撮影画像から、着目領域 3b1 に該当する領域 R105 を抽出し、着目領域 3b2 に該当する領域 R106 を抽出する。領域 R105 は、隣接する領域 R104 と重なっている。

【0241】

このように、セパレータ捲回体 10 を、角度 1θ 、 3θ 、 1θ 、 3θ と順に回転していき、セパレータ捲回体 10 における 1 周分のセパレータ 12 の全体を撮影することができる。

【0242】

欠陥検査装置 1H によると、効率よく、セパレータ 12 の全体撮影を行うことができ、この結果、効率よく欠陥検査を行うことができる。

【0243】

なお、欠陥検査装置 1H が備えるセンサ部の個数は 2 個に限定されず、3 個以上のセンサ部が、保持機構 20 に保持されたセパレータ捲回体 10 の回転中心に対して円周状に横並びに配置されていてもよい。これにより、さらに、効率よく欠陥検査を行うことができる。

【0244】

〔実施形態 9〕

本発明の実施形態 9 について、主に、図 22 ～ 図 24 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、実施形態 1 ～ 8 にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

【0245】

図 22 は、本発明の実施形態 9 に係る欠陥検査装置 1J の構成を表す図である。図 22 に示すように、欠陥検査装置 1J は、欠陥検査装置 1C (図 8 参照) が備えていたセンサ部 3C 及び制御部 30C に換えて、センサ部 3J1・3J2 及び制御部 30J を備えた構成である。制御部 30J は、制御部 30C のセンサ制御部 33C に換えてセンサ制御部 33J を備えている点で相違する。欠陥検査装置 1J の他の構成は欠陥検査装置 1C と同様である。センサ制御部 33J は 2 個のセンサ部 3J1・3J2 の駆動を制御する。

【0246】

センサ部 3J1・3J2 は、保持機構 20 に保持されたセパレータ捲回体 10 の回転中心を対象に上下に配置されている。

【0247】

図 24 は、本発明の実施形態 9 に係るセパレータ捲回体の欠陥検査画像の様子を表す図である。

【0248】

図 24 に示すように、センサ制御部 33J が、センサ部 3J1 における着目領域 3b1 を設定し、センサ部 3H2 における着目領域 3b2 を設定する。そして、欠陥検査装置 1J は、セットされたセパレータ捲回体 10 を撮影する。そして、センサ制御部 33J は、生成した撮影画像から、着目領域 3b1 に該当する領域 R101 (領域 R) を抽出し、着目領域 3b2 に該当する領域 R102 (領域 R) を抽出する。これによると、1 回の撮影で 2 つの領域 R を得ることができるため、セパレータ捲回体 10 を 1 周ではなく、半周させることで、セパレータ 12 の全体を撮影することができる。このため、効率よく欠陥検

10

20

30

40

50

査を行うことができる。

【0249】

図23は、本発明の実施形態9の変形例に係る欠陥検査装置1Kの構成を表す図である。欠陥検査装置1Kは、欠陥検査装置1Jにおいて線源部を2個配置した構成である。

【0250】

欠陥検査装置1Kは、欠陥検査装置1Jにおける線源部2、センサ部3J1・3J2、及び制御部30Jに換えて、線源部2K1・2K2、センサ部3K1・3K2、及び制御部30Kを備えている。

【0251】

線源部2K1・2K2における照射面2K1a・2K2a、照射面2K1a・2K2aの中心2K1b・2K2b、焦点2K1c・2K2c、焦点2K1c・2K2cの中心2K1d・2K2dは、それぞれ、線源部2における照射面2a、照射面2aの中心2b、焦点2c、焦点2cの中心2dに対応する。センサ部3K1・3K2は、センサ部3J1・3J2に対応する。センサ制御部33Kはセンサ部3K1・3K2を駆動制御する。

【0252】

欠陥検査装置1Kは、センサ部3K1・3K2が、保持機構20に保持されたセパレータ捲回体10の回転中心を対象に上下に配置されていることに加え、線源部2K1・2K2も、保持機構20に保持されたセパレータ捲回体10の回転中心を対象に上下に配置されている。

【0253】

欠陥検査装置1Kによっても、欠陥検査装置1Jと同様に、図24に示したような撮影画像を得ることができる。

【0254】

欠陥検査装置1J（図22参照）は、1つの線源部2で欠陥検査が可能である。しかし、内側はコア8を通過した電磁波4で欠陥検査するため、撮影画像の解像度が低くなる傾向がある。

【0255】

一方、欠陥検査装置1K（図23参照）は、2つの線源部2K1・2K2で、電磁波4をコア8を通過させずに、欠陥検査が可能である。しかし、上下の線源部2K1・2K2が干渉しないように、線源部2K1・2K2間に鉛などの仕切りが必要である。このとき、線源部2K1・2K2の照射面に隣接して、意図しない方向への電磁波を遮蔽する遮蔽板を設ければ、装置内を狭くすることなく干渉を防ぐことができる。

【0256】

なお、欠陥検査装置1Kが備えるセンサ部の個数は2個に限定されず、3個以上のセンサ部が、保持機構20に保持されたセパレータ捲回体10の回転中心に対して点対称に配置されていればよい。

【0257】

〔まとめ〕

本発明の態様1に係る欠陥検査装置は、電池に使用されるセパレータが筒状のコアに捲回されたセパレータ捲回体を保持する保持機構と、上記セパレータ捲回体に対し電磁波を照射する線源部と、上記線源部から上記セパレータ捲回体に照射された上記電磁波を検出するセンサ部とを有し、上記セパレータ捲回体は、上記線源部に対し相対的に移動し、上記センサ部は、上記セパレータ捲回体に対し、上記相対的に移動する前後で上記電磁波を検出する。

【0258】

上記構成によると、上記セパレータ捲回体が相対的に移動する前後で、当該セパレータ捲回体に対し、異なる領域に上記電磁波が照射されることになる。これにより、上記セパレータ捲回体が相対的に移動する前後で異なる領域の撮影画像を得ることができる。このため、上記センサ部の上記電磁波を検出する検出面が小さくても、上記セパレータ捲回体における広い面積の撮影画像を得ることができる。このため、上記セパレータ捲回体にお

10

20

30

40

50

ける広い範囲の欠陥検査をすることができるため、正確に欠陥検査を行うことができる。

【0259】

また、上記センサ部は、上記セパレータ捲回体に対し、上記相対的に移動する前後で上記電磁波を検出する。このため、上記セパレータ捲回体が静止している状態での撮影画像を得ることができる。このため、搬送中のセパレータ捲回体を撮影する場合とは異なり、露光時間を長くとることができ、明るくて鮮明な撮影画像を得ることができる。これによ

【0260】

このように、上記構成によると、欠陥検査に要する時間を抑えつつ、正確に欠陥検査を行うことができる。

【0261】

本発明の態様2に係る欠陥検査装置は、上記態様1において、上記セパレータ捲回体は、上記コアに捲回された上記セパレータの上記線源部に近い側の面の像が得られるように、上記線源部に対し相対的に移動することが好ましい。上記構成によると、上記セパレータ捲回体のうちのセパレータ全体の欠陥検査を行うことができる。

【0262】

本発明の態様3に係る欠陥検査装置は、上記態様1又は2において、上記セパレータ捲回体は、上記線源部に対し相対的に、当該セパレータ捲回体の中心を回転中心とする回転運動をすることが好ましい。上記構成により、効率よく、上記セパレータ捲回体の広い領域の撮影画像を得ることができる。

【0263】

本発明の態様4に係る欠陥検査装置は、上記態様1～3において、上記線源部の照射面から、上記セパレータ捲回体の両側面のうち上記センサ部側の第2側面までの距離をD1とし、上記線源部の照射面から上記センサ部の検出面までの距離をD2とすると、 $D2/D1$ は1より大きく40以下であることが好ましい。

【0264】

上記構成によると、セパレータ捲回体の欠陥検査に要する時間を短縮しつつ、より精度よく欠陥検査を行うことができる。

【0265】

本発明の態様5に係る欠陥検査装置は、上記態様1～4において、上記センサ部が検出した電磁波に基づく撮影画像を生成する撮影画像生成部を有し、上記撮影画像生成部は、上記セパレータ捲回体が相対的に移動する前に生成した撮影画像と、上記セパレータ捲回体が相対的に移動した後に生成した撮影画像とを一部が重なるように合成することが好ましい。

【0266】

上記構成によると、漏れなく、上記セパレータ捲回体の広い面積の撮影画像を得ることができる。

【0267】

本発明の態様6に係る欠陥検査装置は、上記態様4において、上記撮影画像の少なくとも一部には、上記コアの一部、又は、上記セパレータの外周面の一部が含まれていることが好ましい。

【0268】

上記構成により、漏れなく、上記セパレータ捲回体の広い面積の撮影画像を得ることができる。

【0269】

本発明の態様7に係る欠陥検査装置は、上記態様1～6において、上記電磁波はX線であることが好ましい。上記構成により、比較的容易に、上記コアに捲回されたセパレータの内部の欠陥の有無を確認することができる。

【0270】

本発明の態様8に係る欠陥検査装置は、上記態様5又は6において、上記撮影画像に基

10

20

30

40

50

づいて検出すべき欠陥は金属異物であることが好ましい。上記構成により、金属異物の有無を検査することができる。

【0271】

本発明の態様9に係る欠陥検査方法は、電池に使用されるセパレータが筒状のコアに捲回されたセパレータ捲回体に対し線源部から電磁波を照射する照射ステップと、上記セパレータ捲回体に照射された上記電磁波を検出する検出ステップとを含み、上記検出ステップでは、上記線源部に対し相対的に移動される上記セパレータ捲回体の移動前後で、上記電磁波を照射する。上記構成によると、欠陥検査に要する時間を抑えつつ、正確に欠陥検査を行うことができる。

【0272】

本発明の態様10に係るセパレータ捲回体の製造方法は、上記態様9の欠陥検査方法によってセパレータ捲回体の、コアに捲回されたセパレータ内の欠陥を検査する欠陥検査工程を含むことが好ましい。上記構成により、セパレータ捲回体の、コアに捲回されたセパレータ内に、異物の混入等、欠陥が少ないセパレータ捲回体を製造することができる。

【0273】

本発明の態様11に係るセパレータ捲回体の製造方法は、上記態様10において、上記セパレータよりも幅が広い原反から上記セパレータをスリットするスリット工程と、上記スリット工程にてスリットされた上記セパレータを、上記コアに捲回することで上記セパレータ捲回体を製造するセパレータ捲回工程と、上記セパレータ捲回工程にて製造された上記セパレータ捲回体を包装する包装工程とを有し、上記欠陥検査工程は、上記スリット工程の後、上記包装工程の前に設けられていることが好ましい。

【0274】

上記構成によると、異物が発生しやすいスリット工程で発生した異物を、上記欠陥検査工程により効率的に検査することができる。さらに、セパレータ捲回体を包装した後工程にて、上記セパレータに付着した異物を検査する手間を省くことができる。

【0275】

本発明の態様12に係るセパレータ捲回体の製造方法は、上記態様10または11において、上記欠陥検査工程では、 $100\mu\text{m}$ 以上の異物の有無を検査することが好ましい。

【0276】

上記構成により、 $100\mu\text{m}$ 以上の異物が少ないか、 $100\mu\text{m}$ 以上の異物が含まれないセパレータ捲回体を製造することができる。

【0277】

本発明の態様13に係るセパレータ捲回体は、上記態様9～12のセパレータ捲回体の製造方法によって製造されてもよい。これにより、異物の混入等、欠陥が少ないセパレータ捲回体を得ることができる。

【0278】

本発明の態様14に係るセパレータ捲回体は、電池に使用されるセパレータが筒状のコアに捲回されたセパレータ捲回体であって、当該コアに捲回されたセパレータ内に、 $100\mu\text{m}$ 以上の異物が含まれていないことを特徴とする。これにより、セパレータに付着した異物によって不良が発生する可能性が低いセパレータ捲回体を得ることができる。

【0279】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0280】

1・1C・1D・1E・1H・1J～1L 欠陥検査装置

2 線源部

2a 照射面

2b 中心

10

20

30

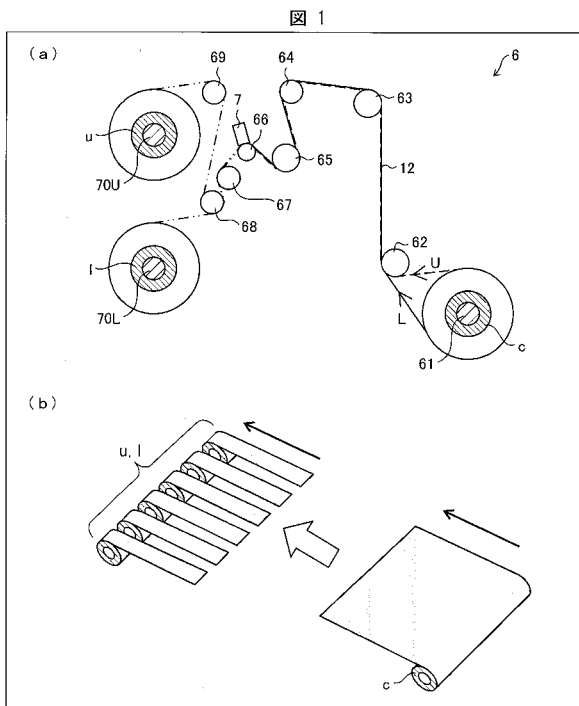
40

50

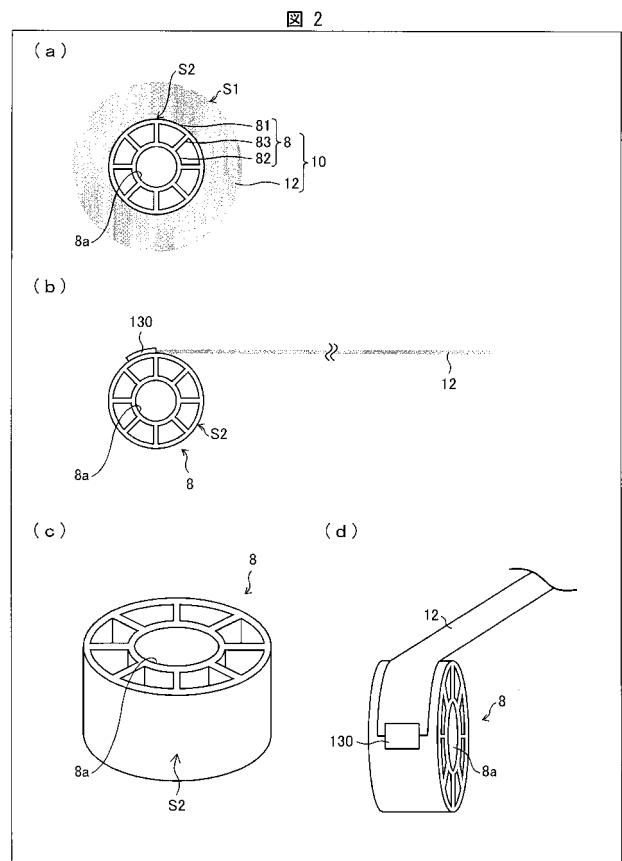
3・3C・3H1・3H2・3J1・3J2・3K1・3K2 センサ部
 3b・3b1・3b2 着目領域
 3bC 欠陥検査画像
 4・4a 電磁波
 5 異物
 6 スリット装置
 8 コア
 8a 中心穴
 10・10A・10F・10G セパレータ巻回体
 12・12F・12G セパレータ
 20・20C・20D 保持機構
 30、30C～30E、30H、30J～30L 制御部
 31 線源制御部
 32・32D 保持機構制御部
 33・33C・33H・33J センサ制御部
 203 ロボットアーム（保持機構）

10

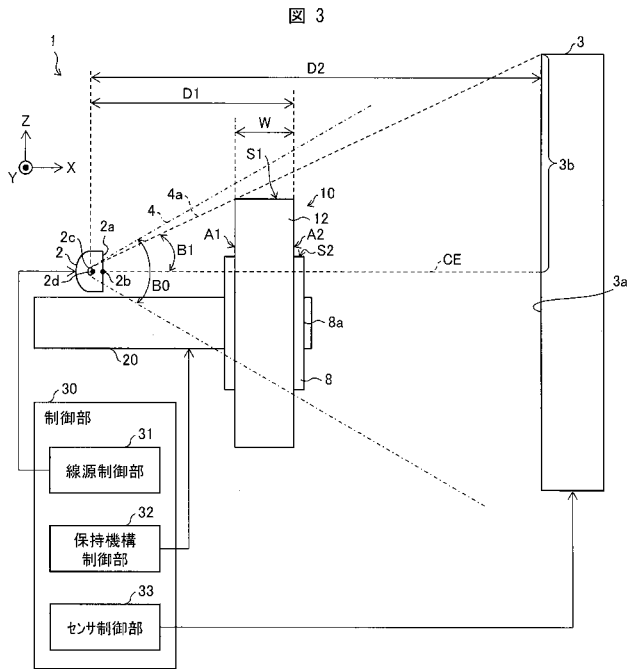
【図1】



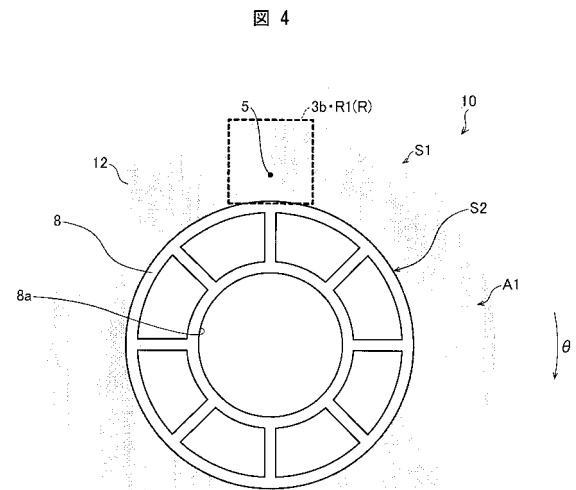
【図2】



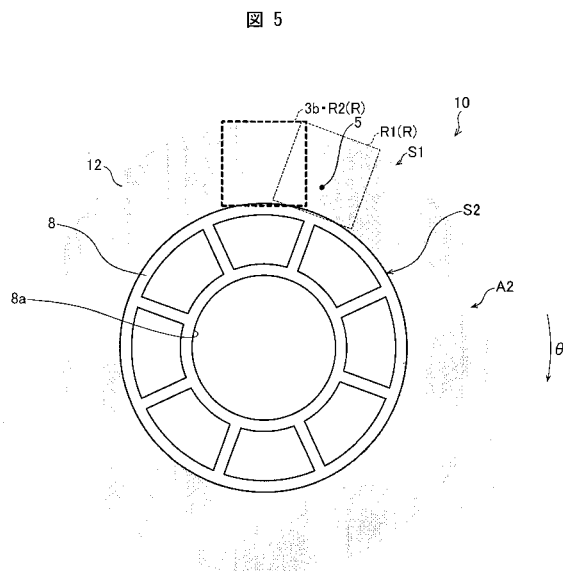
【図 3】



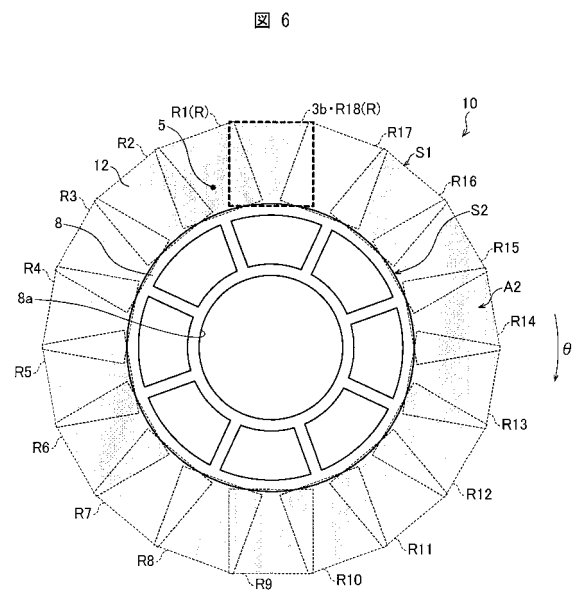
【図 4】



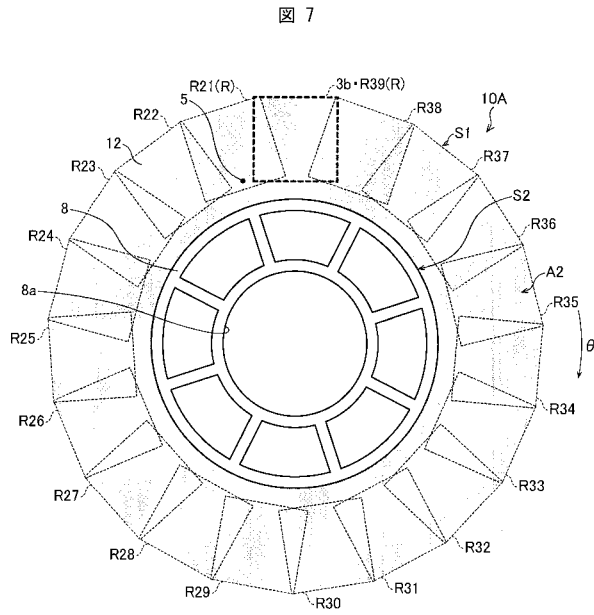
【図 5】



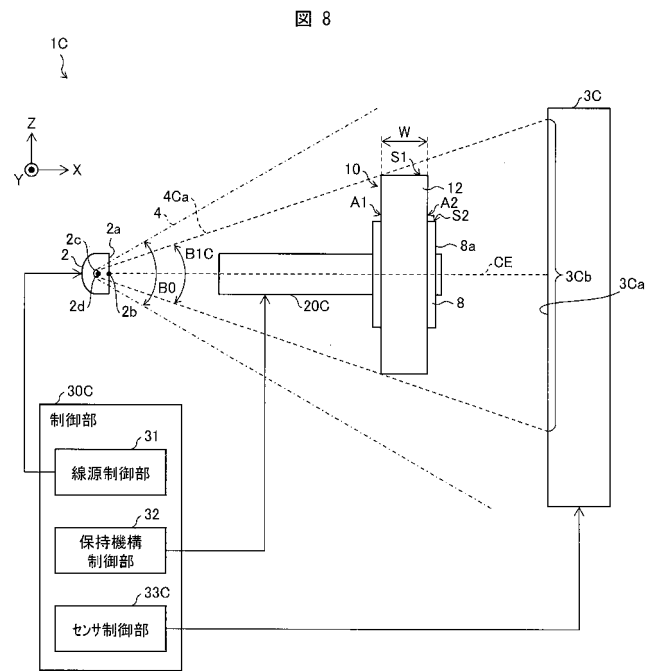
【図 6】



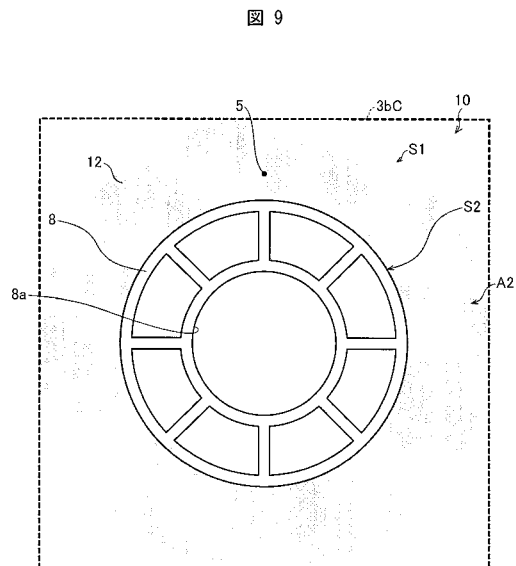
【図 7】



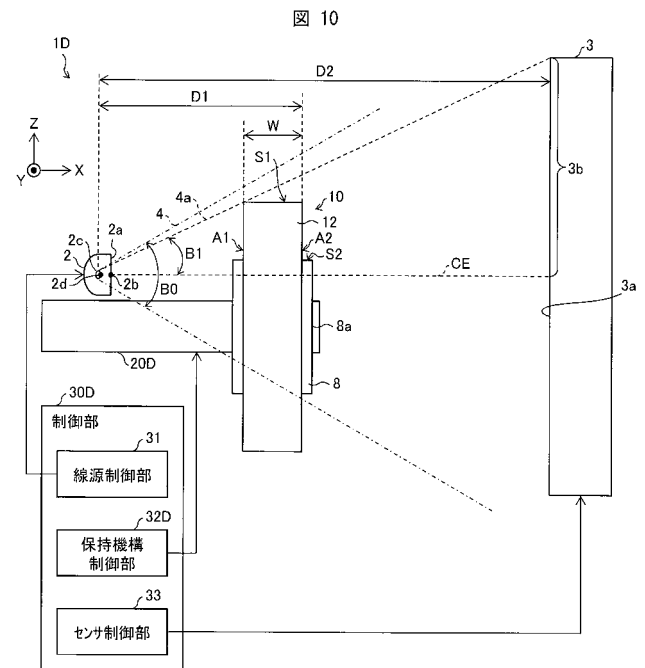
【図 8】



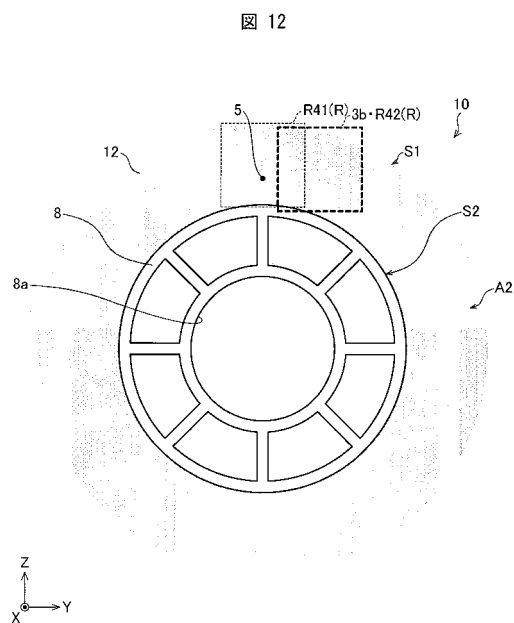
【図 9】



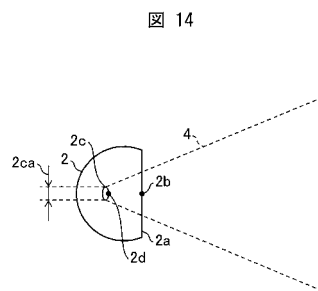
【図 10】



【図 1 2】



【図 14】



【図 15】

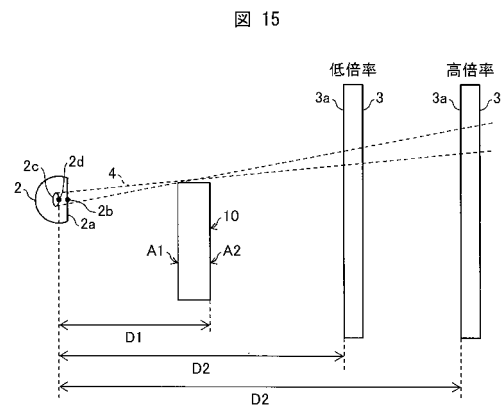


图 17

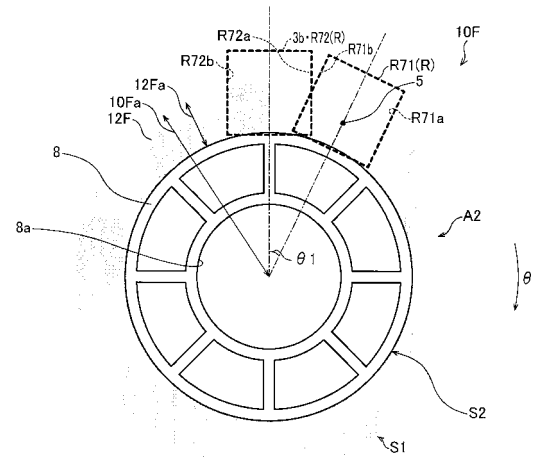


图 18

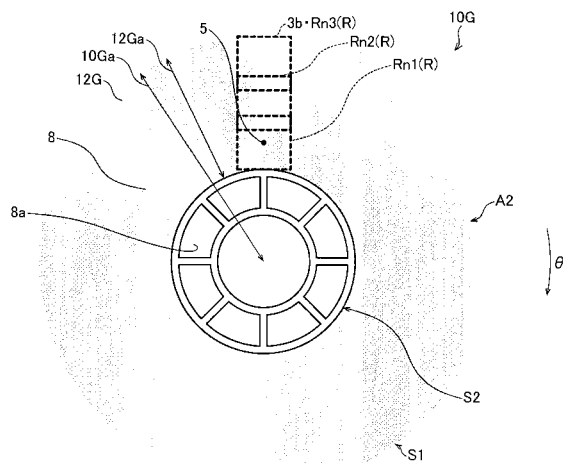
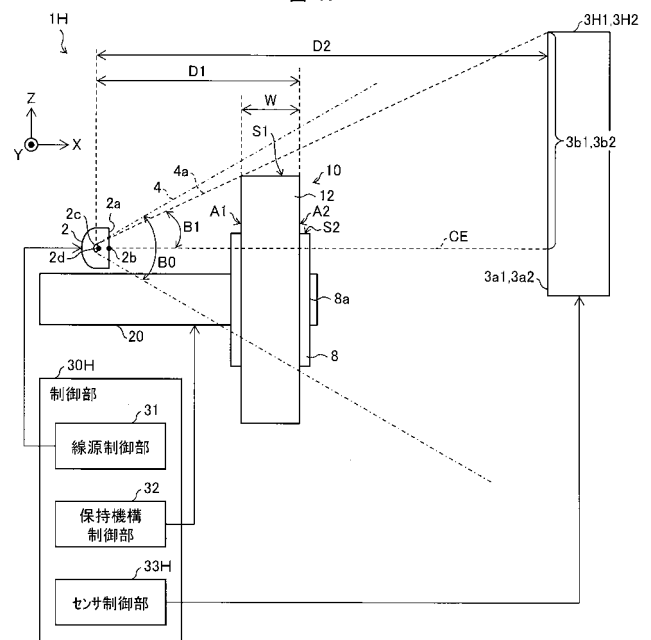
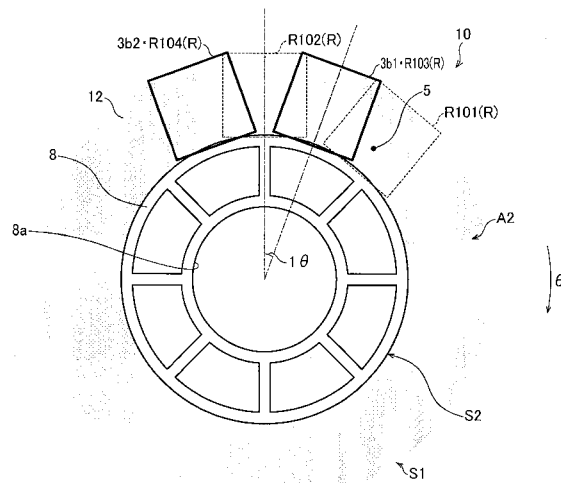


图 19



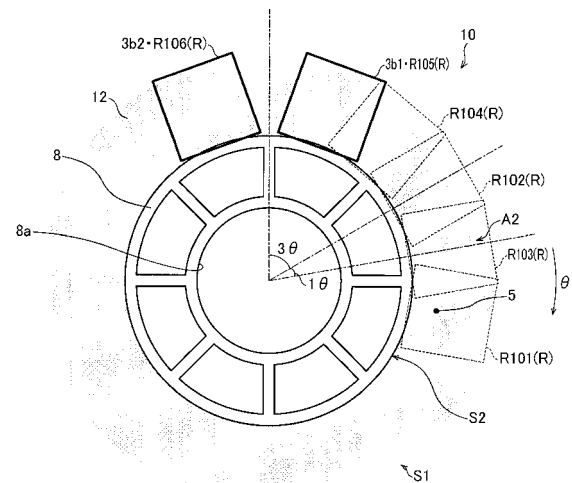
【図 20】

図 20



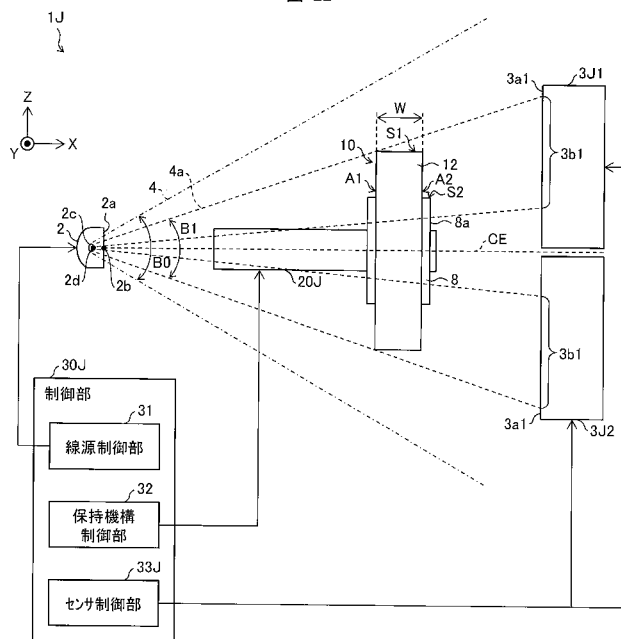
【図 21】

図 21



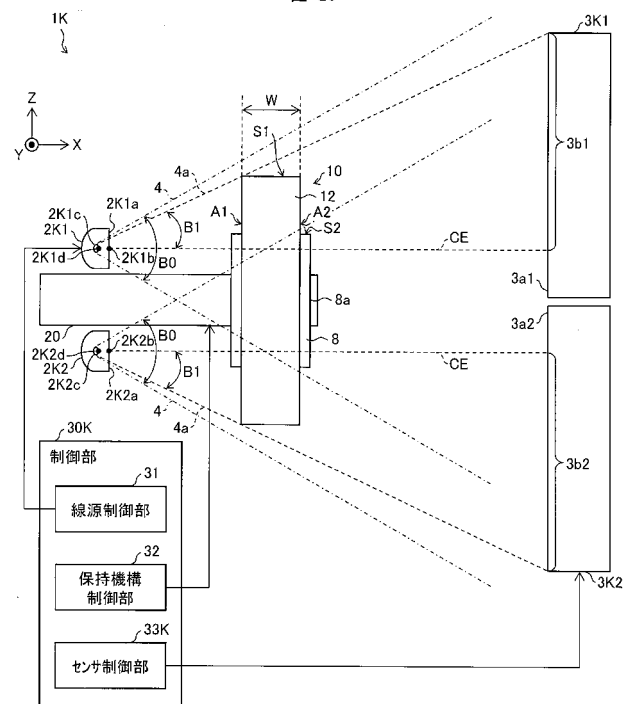
【図 22】

図 22



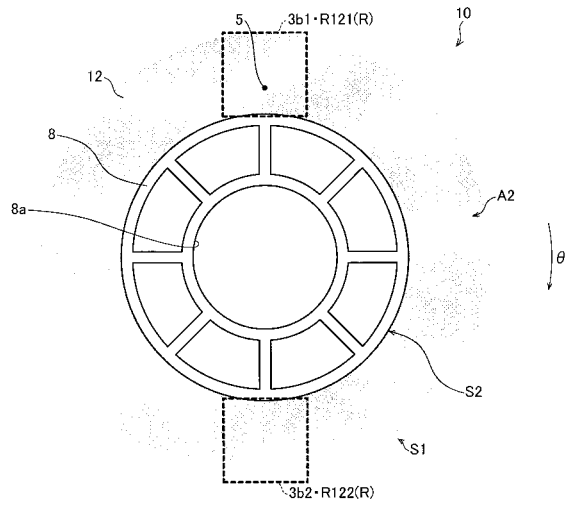
【図 23】

図 23



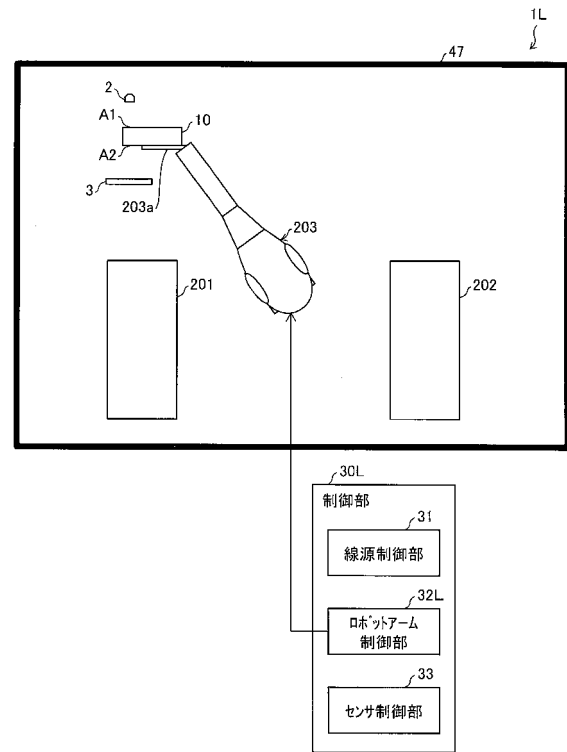
【图 2 4】

图 24



【図 25】

図 25



フロントページの続き

(72)発明者 加集 功士

愛媛県新居浜市大江町 1 番 1 号 住友化学株式会社内

Fターム(参考) 2G001 AA01 AA02 BA11 CA01 CA02 GA01 JA08 JA09 KA01 KA03
LA11 MA08 PA02
2G051 AA32 AA41 AA90 AB20 BA01 BA05 BA06 CA03 CA04 CA07
CB01 DA03 DA05 DA13 EA25 EB09 ED01 GD01
5H021 AA09 BB04 BB15 BB19 BB20 HH03 HH10