

(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2016-224005

(P2016-224005A)

(43) 公開日 平成28年12月28日(2016.12.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 B 11/02 (2006.01)	G O 1 B 11/02 Z	2 F 0 6 5
G O 1 B 21/02 (2006.01)	G O 1 B 21/02 Z	2 F 0 6 9
B O 5 C 11/00 (2006.01)	B O 5 C 11/00	4 F 0 4 2
H O 1 M 4/04 (2006.01)	H O 1 M 4/04 Z	5 H 0 5 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2015-113324 (P2015-113324)
 (22) 出願日 平成27年6月3日 (2015.6.3)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100103894
 弁理士 冢入 健
 (72) 発明者 高井 宗
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 鈴木 利斉
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

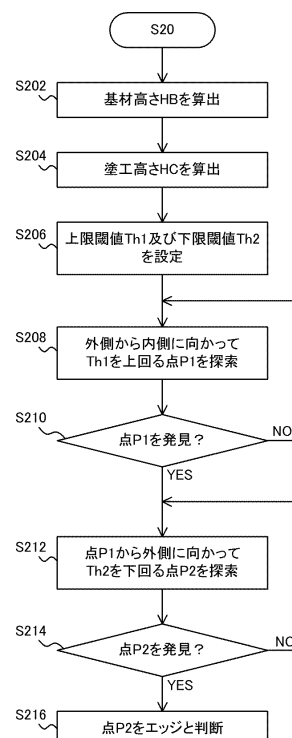
(54) 【発明の名称】 塗膜幅測定方法及び塗膜幅測定装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 塗膜幅を精度よく測定することが可能な塗膜幅測定方法及び塗膜幅測定装置を提供する。

【解決手段】 高さ算出部は、測定プロファイルを用いて、基材高さ及び塗工高さを取得するS202、S204。閾値設定部は、基材高さ及び塗工高さを用いて、第1の閾値及び第2の閾値を設定するS206。エッジ判断部は、測定プロファイルにおいて、塗工部材の幅方向の外側から内側に向かって、第1の閾値を上回る第1の点を探索するS208。エッジ判断部は、測定プロファイルにおいて、第1の点から塗工部材の幅方向の外側に向かって、第2の閾値を下回る第2の点を探索するS212。エッジ判断部は、第2の点を塗膜のエッジと判断するS216。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

帯状基材に塗膜が積層されて形成された塗工部材について、前記塗工部材の幅方向における前記塗膜の両側のエッジの位置をそれぞれ検出し、前記検出された両側のエッジの幅方向の距離を前記塗膜の幅として測定する塗膜幅測定方法であって、

前記塗工部材の幅方向の複数の位置についてそれぞれ測定された、測定基準面を基準とした前記塗工部材の高さを示す測定データを用いて、前記塗工部材の幅方向の位置に対する前記塗工部材の高さを示す第 1 のプロファイルを取得する工程と、

前記第 1 のプロファイルを用いて、測定対象の前記塗膜が塗布された基材の高さに対応する基材高さを取得する工程と、

前記第 1 のプロファイルを用いて、前記測定対象の前記塗膜の高さに対応する塗工高さを取得する工程と、

前記基材高さ及び前記塗工高さに基づいて、前記塗工高さよりも低く、前記基材に対応する位置において前記塗膜のエッジとして誤検出され得る想定ノイズの高さよりも高い第 1 の閾値を設定し、前記第 1 の閾値よりも低く、前記基材高さよりも高く、前記塗膜の幅として測定すべき塗膜の高さに相当する第 2 の閾値を設定する工程と、

前記第 1 のプロファイルにおいて、前記塗工部材の幅方向の外側から内側に向かって、前記第 1 の閾値を上回る高さとなる第 1 の点を探索する工程と、

前記第 1 のプロファイルにおいて、前記第 1 の点から前記塗工部材の幅方向の外側に向かって、前記第 2 の閾値を下回る高さとなる第 2 の点を探索して、前記第 2 の点を前記測定対象の前記塗膜のエッジと判断する第 1 のエッジ判断工程と、

前記測定対象の前記塗膜の両側について前記判断されたエッジの幅方向の距離を、前記測定対象の前記塗膜の幅として算出する工程と

を有する塗膜幅測定方法。

【請求項 2】

前記塗膜幅測定方法は、搬送される前記塗工部材の搬送方向における複数の測定位置について、前記塗工部材の搬送に伴って連続して前記塗膜の幅を測定し、

前記判断された前記塗膜のエッジの前記塗工部材の幅方向の位置に基づいて、前記搬送方向における、前記エッジが判断された測定位置の次の測定位置について、前記基材高さ及び前記塗工高さを算出するための前記塗工部材の幅方向の第 1 の範囲及び第 2 の範囲をそれぞれ設定する工程

をさらに有し、

前記第 1 の範囲において前記基材高さを取得し、前記第 2 の範囲において前記塗工高さを取得する

請求項 1 に記載の塗膜幅測定方法。

【請求項 3】

前記塗工部材は、前記帯状基材に少なくとも第 1 の塗膜及び第 2 の塗膜が積層されて形成されており、

前記第 1 のプロファイルにおいて、前記塗工部材の高さを前記塗工部材の幅方向について微分して、前記塗工部材の幅方向の位置に対応する前記塗工部材の高さの微分値を示す第 2 のプロファイルを取得する工程と、

前記第 2 のプロファイルにおいて、前記塗工部材の幅方向に予め定められた第 1 の間隙を隔てて分割された第 1 の領域及び第 2 の領域それぞれにおける前記微分値の最大値を取得する工程と、

前記第 1 の領域における前記微分値の最大値と前記第 2 の領域における前記微分値の最大値との和が最大となるときの、前記第 1 の領域における前記微分値の最大値をとる前記塗工部材の幅方向の位置を前記第 1 の塗膜のエッジの位置と判断し、前記第 2 の領域における前記微分値の最大値をとる前記塗工部材の幅方向の位置を前記第 2 の塗膜のエッジの位置と判断する第 2 のエッジ判断工程と

を有し、

10

20

30

40

50

前記塗工部材の搬送方向における複数の測定位置のうちの1回目の測定位置については、前記第2のエッジ判断工程によって前記塗膜のエッジを判断し、

前記塗工部材の搬送方向における複数の測定位置のうちのN回目（Nは2以上の整数）の測定位置については、N-1回目の測定位置において判断されたエッジの前記塗工部材の幅方向の位置に基づいて前記第1の範囲及び前記第2の範囲を設定し、前記設定された第1の範囲において前記基材高さを取得し、前記設定された第2の範囲において前記塗工高さを取得して、前記第1のエッジ判断工程によって前記塗膜のエッジを判断する

請求項2に記載の塗膜幅測定方法。

【請求項4】

前記測定プロファイルから、高さ方向の分布を取得する工程

10

をさらに有し、

前記高さ方向の分布に基づいて、前記基材高さ及び前記塗工高さを取得する

請求項1に記載の塗膜幅測定方法。

【請求項5】

带状基材に塗膜が積層されて形成された塗工部材について、前記塗工部材の幅方向における前記塗膜の両側のエッジの位置をそれぞれ検出し、前記検出された両側のエッジの幅方向の距離を前記塗膜の幅として測定する塗膜幅測定装置であって、

測定基準面を基準とした前記塗工部材の高さを前記塗工部材の幅方向の複数の位置についてそれぞれ測定する少なくとも1つのセンサと、

前記塗膜の幅を測定するための処理を行う演算装置と

20

を有し、

前記演算装置は、

前記センサから測定結果を示す測定データを取得し、前記測定データを用いて、前記塗工部材の幅方向の位置に対する前記塗工部材の高さを示す第1のプロファイルを取得するデータ取得部と、

前記第1のプロファイルを用いて、測定対象の前記塗膜が塗布された基材の高さに対応する基材高さと、前記測定対象の前記塗膜の高さに対応する塗工高さとを取得する高さ取得部と、

前記基材高さ及び前記塗工高さに基づいて、前記塗工高さよりも低く、前記基材に対応する位置において前記塗膜のエッジとして誤検出され得る想定ノイズの高さよりも高い第1の閾値を設定し、前記第1の閾値よりも低く、前記基材高さよりも高く、前記塗膜の幅として測定すべき塗膜の高さに相当する第2の閾値を設定する閾値設定部と、

30

前記第1のプロファイルにおいて、前記塗工部材の幅方向の外側から内側に向かって、前記第1の閾値を上回る高さとなる第1の点を探索し、前記第1のプロファイルにおいて、前記第1の点から前記塗工部材の幅方向の外側に向かって、前記第2の閾値を下回る高さとなる第2の点を探索して、前記第2の点を前記測定対象の前記塗膜のエッジと判断するエッジ判断部と、

前記測定対象の前記塗膜の両側について前記判断されたエッジの幅方向の距離を、前記測定対象の前記塗膜の幅として算出する塗膜幅算出部と

を有する

40

塗膜幅測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、塗膜幅測定方法及び塗膜幅測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

金属箔等の带状基材に塗膜が塗布された塗工部材について、塗布された塗膜の幅を測定する技術がある。塗膜幅の測定方法として、例えば、レーザ変位計等のセンサにより、塗工部材の幅方向にかかる塗膜の両エッジの位置を検出し、検出された両エッジの幅方向距

50

離を塗膜の幅方向寸法として算出する技術が開発されている。例えば、搬送される塗工部材について、まず、レーザ変位計等により、塗工部材の幅方向について異なる複数の位置で塗工部材の厚さ方向変位（高さ）を測定し、塗工部材の各幅方向位置に対応する塗工部材の高さのプロファイル（相関図、相関曲線）を取得する。そして、高さの値が、予め設定した閾値と一致する幅方向位置を、それぞれ、塗膜のエッジの幅方向位置として検出する。そして、検出された2つのエッジ間の距離を、塗膜の幅方向寸法として算出する。

【0003】

一方、搬送される帯状基材の表面が平坦でないことがあり、例えば帯状基材の浮き上がり又はバタつきが発生することがある。また、レーザ変位計等を用いて帯状基材の高さを検出する際に、帯状基材の搬送等に起因する振動又はハレーション等によりノイズが発生することがある。このような場合、レーザ変位計等によって測定された塗工部材の高さは、実際の塗工部材の高さと異なってしまうおそれがある。これにより、帯状基材の高さを、実際の高さよりも高く誤検知してしまった場合に、その誤検知した高さの値が上記閾値と一致すると、その位置を塗膜のエッジと誤検知するおそれがある。上記の問題を解決する技術として、特許文献1には、プロファイルにおける帯状基材の浮き上がり又はノイズ成分をキャンセルすることで、塗膜のエッジの幅方向位置を、誤検知することなく正確に検出することができる塗膜幅測定方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-142612号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、塗工部材においては、帯状基材だけでなく、塗膜においても、塗工部材の高さを誤検知する要因が発生するおそれがある。例えば、塗膜には、何らかの影響により、本来の塗膜の高さよりも凹んだ窪みが塗膜に発生することがあり、これによって、塗膜の高さを誤検知するおそれがある。そして、その窪みが上記閾値よりも深く形成されると、その窪みの位置を、塗膜のエッジの位置と誤検出するおそれがある。これによって、塗膜幅を正確に測定することができないおそれがあった。

【0006】

本発明の目的は、帯状基材に塗膜が積層されて形成された塗工部材において、帯状基材及び塗膜の両方に塗工部材の高さを誤検知し得る要因が発生した場合であっても、塗膜幅を精度よく測定することが可能な塗膜幅測定方法及び塗膜幅測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明にかかる塗膜幅測定方法は、帯状基材に塗膜が積層されて形成された塗工部材について、前記塗工部材の幅方向における前記塗膜の両側のエッジの位置をそれぞれ検出し、前記検出された両側のエッジの幅方向の距離を前記塗膜の幅として測定する塗膜幅測定方法であって、前記塗工部材の幅方向の複数の位置についてそれぞれ測定された、測定基準面を基準とした前記塗工部材の高さを示す測定データを用いて、前記塗工部材の幅方向の位置に対する前記塗工部材の高さを示す第1のプロファイルを取得する工程と、前記第1のプロファイルを用いて、測定対象の前記塗膜が塗布された基材の高さに対応する基材高さを取得する工程と、前記第1のプロファイルを用いて、前記測定対象の前記塗膜の高さに対応する塗工高さを取得する工程と、前記基材高さ及び前記塗工高さに基づいて、前記塗工高さよりも低く、前記基材に対応する位置において前記塗膜のエッジとして誤検出され得る想定ノイズの高さよりも高い第1の閾値を設定し、前記第1の閾値よりも低く、前記基材高さよりも高く、前記塗膜の幅として測定すべき塗膜の高さに相当する第2の閾値を設定する工程と、前記第1のプロファイルにおいて、前記塗工部材の幅方向の外側か

ら内側に向かって、前記第 1 の閾値を上回る高さとなる第 1 の点を探索する工程と、前記第 1 のプロファイルにおいて、前記第 1 の点から前記塗工部材の幅方向の外側に向かって、前記第 2 の閾値を下回る高さとなる第 2 の点を探索して、前記第 2 の点を前記測定対象の前記塗膜のエッジと判断する第 1 のエッジ判断工程と、前記測定対象の前記塗膜の両側について前記判断されたエッジの幅方向の距離を、前記測定対象の前記塗膜の幅として算出する工程とを有する。

【0008】

また、本発明にかかる塗膜幅測定装置は、帯状基材に塗膜が積層されて形成された塗工部材について、前記塗工部材の幅方向における前記塗膜の両側のエッジの位置をそれぞれ検出し、前記検出された両側のエッジの幅方向の距離を前記塗膜の幅として測定する塗膜幅測定装置であって、測定基準面を基準とした前記塗工部材の高さを前記塗工部材の幅方向の複数の位置についてそれぞれ測定する少なくとも 1 つのセンサと、前記塗膜の幅を測定するための処理を行う演算装置とを有し、前記演算装置は、前記センサから測定結果を示す測定データを取得し、前記測定データを用いて、前記塗工部材の幅方向の位置に対する前記塗工部材の高さを示す第 1 のプロファイルを取得するデータ取得部と、前記第 1 のプロファイルを用いて、測定対象の前記塗膜が塗布された基材の高さに対応する基材高さと、前記測定対象の前記塗膜の高さに対応する塗工高さとを取得する高さ取得部と、前記基材高さ及び前記塗工高さに基づいて、前記塗工高さよりも低く、前記基材に対応する位置において前記塗膜のエッジとして誤検出され得る想定ノイズの高さよりも高い第 1 の閾値を設定し、前記第 1 の閾値よりも低く、前記基材高さよりも高く、前記塗膜の幅として測定すべき塗膜の高さに相当する第 2 の閾値を設定する閾値設定部と、前記第 1 のプロファイルにおいて、前記塗工部材の幅方向の外側から内側に向かって、前記第 1 の閾値を上回る高さとなる第 1 の点を探索し、前記第 1 のプロファイルにおいて、前記第 1 の点から前記塗工部材の幅方向の外側に向かって、前記第 2 の閾値を下回る高さとなる第 2 の点を探索して、前記第 2 の点を前記測定対象の前記塗膜のエッジと判断するエッジ判断部と、前記測定対象の前記塗膜の両側について前記判断されたエッジの幅方向の距離を、前記測定対象の前記塗膜の幅として算出する塗膜幅算出部とを有する。

【0009】

塗工部材の高さを誤検知し得る要因が発生すると、塗工部材において塗膜が塗布された基材の高さが本来の高さよりも上昇し、塗膜の高さが本来の高さよりも下降するように、塗工部材の高さを誤検知することが起こり得る。本発明は、上記のように構成されていることによって、基材の上昇部分（想定ノイズ）又は塗膜の下降部分に対応する位置を、塗膜のエッジの位置と誤検出することを抑制することが可能である。したがって、本発明は、帯状基材及び塗膜の両方に塗工部材の高さを誤検知し得る要因が発生した場合であっても、塗膜幅を精度よく測定することが可能となる。

【0010】

また、好ましくは、前記塗膜幅測定方法は、搬送される前記塗工部材の搬送方向における複数の測定位置について、前記塗工部材の搬送に伴って連続して前記塗膜の幅を測定し、前記判断された前記塗膜のエッジの前記塗工部材の幅方向の位置に基づいて、前記搬送方向における、前記エッジが判断された測定位置の次の測定位置について、前記基材高さ及び前記塗工高さを算出するための前記塗工部材の幅方向の第 1 の範囲及び第 2 の範囲をそれぞれ設定する工程をさらに有し、前記第 1 の範囲において前記基材高さを取得し、前記第 2 の範囲において前記塗工高さを取得する。

【0011】

本発明は、上記のように構成されていることによって、基材高さを取得するための第 1 の範囲と、塗工高さを取得するための第 2 の範囲とを、より適切に設定することができる。これにより、第 1 の閾値及び第 2 の閾値をより適切に設定することが可能となる。したがって、本発明は、塗膜のエッジをより精度よく検出することが可能となる。

【0012】

また、好ましくは、前記塗工部材は、前記帯状基材に少なくとも第 1 の塗膜及び第 2 の

塗膜が積層されて形成されており、前記第 1 のプロファイルにおいて、前記塗工部材の高さを前記塗工部材の幅方向について微分して、前記塗工部材の幅方向の位置に対応する前記塗工部材の高さの微分値を示す第 2 のプロファイルを取得する工程と、前記第 2 のプロファイルにおいて、前記塗工部材の幅方向に予め定められた第 1 の間隙を隔てて分割された第 1 の領域及び第 2 の領域それぞれにおける前記微分値の最大値を取得する工程と、前記第 1 の領域における前記微分値の最大値と前記第 2 の領域における前記微分値の最大値との和が最大となるときの、前記第 1 の領域における前記微分値の最大値をとる前記塗工部材の幅方向の位置を前記第 1 の塗膜のエッジの位置と判断し、前記第 2 の領域における前記微分値の最大値をとる前記塗工部材の幅方向の位置を前記第 2 の塗膜のエッジの位置と判断する第 2 のエッジ判断工程とを有し、前記塗工部材の搬送方向における複数の測定位置のうちの 1 回目の測定位置については、前記第 2 のエッジ判断工程によって前記塗膜のエッジを判断し、前記塗工部材の搬送方向における複数の測定位置のうちの N 回目（N は 2 以上の整数）の測定位置については、N - 1 回目の測定位置において判断されたエッジの前記塗工部材の幅方向の位置に基づいて前記第 1 の範囲及び前記第 2 の範囲を設定し、前記設定された第 1 の範囲において前記基材高さを取得し、前記設定された第 2 の範囲において前記塗工高さを取得して、前記第 1 のエッジ判断工程によって前記塗膜のエッジを判断する。

10

【0013】

本発明は、上記のように構成されていることによって、塗工部材の搬送方向における 1 回目の測定位置については、基材高さ及び塗工高さを取得することなく塗膜のエッジを検出可能な第 2 のエッジ判断工程によって、精度よくエッジを検出することができる。また、塗工部材の搬送方向における N 回目（N は 2 以上の整数）の測定位置については、N - 1 回目の測定位置において判断されたエッジの塗工部材の幅方向の位置に基づいて第 1 の範囲及び第 2 の範囲を設定して、第 1 のエッジ判断工程によって塗膜のエッジを連続して検出する。これによって、塗工部材の搬送方向における複数の測定位置それぞれにおいて、さらに精度よく塗膜のエッジを検出することが可能となる。

20

【0014】

また、好ましくは、前記測定プロファイルから、高さ方向の分布を取得する工程をさらに有し、前記高さ方向の分布に基づいて、前記基材高さ及び前記塗工高さを取得する。

【0015】

本発明は、上記のように構成されていることによって、第 1 の範囲及び第 2 の範囲を設定することなく、基材高さ及び塗工高さを取得することが可能である。したがって、塗膜のエッジの位置を、より精度よく検出することが可能となる。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、帯状基材に塗膜が積層されて形成された塗工部材において、帯状基材及び塗膜の両方に塗工部材の高さを誤検知し得る要因が発生した場合であっても、塗膜幅を精度よく測定することが可能な塗膜幅測定方法及び塗膜幅測定装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

40

【図 1】実施の形態 1 にかかる塗膜幅測定装置の外観図である。

【図 2】実施の形態 1 にかかる塗膜幅測定装置の断面図及び平面図である。

【図 3】実施の形態 1 にかかる塗膜幅測定方法を示すフローチャートである。

【図 4】実施の形態 1 にかかるエッジ検出部の構成を示す機能ブロック図である。

【図 5】実施の形態 1 にかかるエッジ検出方法を示すフローチャートである。

【図 6】実施の形態 1 にかかる左側の測定プロファイルの詳細を例示する図である。

【図 7】図 6 に示した測定プロファイルの部分拡大図である。

【図 8】実施の形態 1 にかかる基材高さの算出方法を説明するための図である。

【図 9】実施の形態 1 にかかる塗工高さの算出方法を説明するための図である。

【図 10】実施の形態 1 にかかる上限閾値及び下限閾値の設定方法について説明するため

50

の図である。

【図 1 1】実施の形態 1 にかかる塗膜のエッジを判断する方法について説明するための図である。

【図 1 2】実施の形態 1 にかかる塗膜幅を算出する方法を説明するための図である。

【図 1 3】実施の形態 1 にかかる塗工部材の搬送方向の各測定位置について塗膜幅を測定することを説明するための図である。

【図 1 4】比較例にかかる塗膜幅測定方法を示すフローチャートである。

【図 1 5】比較例にかかる塗膜幅測定方法を説明するための図である。

【図 1 6】比較例にかかる問題点を説明するための図である。

【図 1 7】実施の形態 2 にかかるエッジ検出部の構成を示す機能ブロック図である。

10

【図 1 8】実施の形態 2 にかかるエッジ検出方法を示すフローチャートである。

【図 1 9】実施の形態 2 にかかる基材高さ算出範囲及び塗工高さ算出範囲を設定する方法を説明するための図である。

【図 2 0】実施の形態 3 にかかるエッジ検出部の構成を示す機能ブロック図である。

【図 2 1】実施の形態 3 にかかる基材高さ及び塗工高さを決定する方法を示すフローチャートである。

【図 2 2】実施の形態 3 にかかる基材高さ及び塗工高さを決定する方法を説明するための図である。

【図 2 3】実施の形態 4 にかかるエッジ検出部の構成を示す機能ブロック図である。

【図 2 4】実施の形態 4 にかかるエッジ検出方法を示すフローチャートである。

20

【図 2 5】実施の形態 4 にかかるエッジ検出処理を説明するための図である。

【図 2 6】実施の形態 4 にかかるエッジ検出処理を説明するための図である。

【図 2 7】実施の形態 4 にかかるエッジ検出処理を説明するための図である。

【図 2 8】実施の形態 4 にかかるエッジ検出処理を説明するための図である。

【図 2 9】実施の形態 5 にかかるエッジ検出部の構成を示す機能ブロック図である。

【図 3 0】実施の形態 5 にかかるエッジ検出方法を示すフローチャートである。

【図 3 1】変形例にかかる塗工部材を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

(実施の形態 1)

30

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図面において、同一の要素には同一の符号が付されており、必要に応じて重複説明は省略されている。

【0019】

図 1 は、実施の形態 1 にかかる塗膜幅測定装置 1 の外観図である。また、図 2 は、実施の形態 1 にかかる塗膜幅測定装置 1 の断面図及び平面図である。図 2 において、(a) は塗膜幅測定装置 1 の断面図を示し、(b) は塗膜幅測定装置 1 の平面図を示す。また、図 2 において、(c) は測定プロファイル（第 1 のプロファイル）を例示する。測定プロファイルについては後述する。塗膜幅測定装置 1 は、センサ 10、ローラ 30 及び演算装置 100 を有する。ローラ 30 は、矢印 B 方向に回転することによって、塗工部材 50 を矢印 A 方向に搬送する。

40

【0020】

塗工部材 50 は、搬送方向（矢印 A 方向）に長く形成された帯状基材 52 に塗膜が積層されて形成されている。本実施の形態 1 においては、塗工部材 50 は、帯状基材 52 の一方の面（おもて面）に塗膜 54（塗膜 A）が塗布され、帯状基材 52 の他方の面（ローラ 30 に対向する面；裏面）に塗膜 56（塗膜 B）が塗布されて形成されている。ここで、塗工部材 50 は、ローラ 30 によって搬送されるときに、搬送方向に加えられた張力によって、ローラ 30 に密着している。これによって、図 2 に示すように、帯状基材 52 の幅方向（矢印 W 方向）の両端近傍及び塗膜 56 が、ローラ 30 に接触した状態となる。そして、帯状基材 52 の裏面に塗膜 56 が塗布された箇所（図 2 の矢印 W1 で示した範囲）については、ローラ 30 の面に対して高さ方向（図 2 の矢印 H 方向）に盛り上がった状態と

50

なる。なお、塗工部材 50 の搬送方向（矢印 A 方向）は、塗工部材 50 の幅方向（矢印 W 方向）と略直交する。

【0021】

なお、帯状基材 52 は、例えば、金属箔であってもよい。また、塗膜 54 及び塗膜 56 は、例えば、電池の電極材料（活物質粉末など）と結着剤とを有する塗膜（電極合材層）であってもよい。また、塗工部材 50 は、例えば、帯状基材 52 である金属箔の表面に、塗膜 54 及び塗膜 56 である電極合材層が塗工された、電池用電極であってもよい。

【0022】

センサ 10 は、例えばレーザ変位計であって、塗工部材 50 の高さ（厚さ）を測定する。具体的には、センサ 10 は、ローラ 30 の例えば上側に設けられている。センサ 10 は、センサ 10 と対向するローラ 30 の面を測定基準面 30a として、ローラ 30 によって搬送される塗工部材 50 の高さ方向の変位を、塗工部材 50 の幅方向（矢印 W 方向）の異なる複数の位置それぞれについて測定する。これにより、センサ 10 は、塗工部材 50 の幅方向の異なる複数の位置それぞれについて、測定基準面 30a を基準とした塗工部材 50 の高さを測定する。そして、センサ 10 は、測定結果を示す測定データ（塗工部材 50 の幅方向位置 X [mm] に対する高さ Y [μ m] の値）を、演算装置 100 に出力する。

10

【0023】

ここで、センサ 10 は、塗工部材 50 の幅方向に並んで設けられた 2 つのセンサ 10L、10R で構成されている。センサ 10L は塗工部材 50 の幅方向の左側に設けられ、センサ 10R は塗工部材 50 の幅方向の右側に設けられている。センサ 10L は、塗工部材 50 の左側の測定幅 WL における塗工部材 50 の高さを測定する。センサ 10R は、塗工部材 50 の右側の測定幅 WR における塗工部材 50 の高さを測定する。つまり、センサ 10 は、塗工部材 50 の中央近傍の高さについては測定する必要はない。

20

【0024】

演算装置 100 は、例えばコンピュータであって、CPU（Central Processing Unit）等の処理装置、及び RAM（Random Access Memory）及び ROM（Read Only Memory）等の記憶装置等を有する。演算装置 100 は、センサ 10 から測定データを取得して、塗膜 54（塗膜 A）及び塗膜 56（塗膜 B）の幅（塗膜幅）を測定するための処理を行う。また、演算装置 100 は、データ取得部 102 と、エッジ検出部 110 と、塗膜幅算出部 104 とを有する。これらの演算装置 100 の構成要素は、記憶装置に格納されたプログラムを処理装置が実行することで実現され得る（他の実施の形態も同様）。一方、演算装置 100 の各構成要素は、上述したようなソフトウェアとしてではなく、何らかの回路構成等によりハードウェアとして実現されてもよい。なお、演算装置 100 の各構成要素の動作については、図 3 に示したフローチャートと共に説明する。

30

【0025】

図 3 は、実施の形態 1 にかかる塗膜幅測定方法を示すフローチャートである。図 3 に示したフローチャートの各工程は、演算装置 100 によって行われる。まず、演算装置 100 のデータ取得部 102 は、センサ 10 から測定データを取得する（S10）。次に、データ取得部 102 は、取得した測定データを用いて、図 2 の（c）に例示した測定プロファイル 80 を取得する（S12）。ここで、測定プロファイルとは、塗工部材 50 の幅方向位置 X に対する高さ Y を示す曲線（相関曲線、相関図）である。具体的には、データ取得部 102 は、センサ 10L から取得した測定データを用いて、塗工部材 50 の幅方向の左側における測定プロファイル 80L を作成する。また、データ取得部 102 は、センサ 10R から取得した測定データを用いて、塗工部材 50 の幅方向の右側における測定プロファイル 80R を作成する。

40

【0026】

演算装置 100 のエッジ検出部 110 は、測定プロファイル 80L を用いて、塗膜 54（塗膜 A）の左側のエッジ ELa を検出する（S20）。S20 の具体的な処理については後述する。また、S20 の処理と同様にして、エッジ検出部 110 は、測定プロファイル 80R を用いて、塗膜 54（塗膜 A）の右側のエッジ ERa を検出する（S30）。S

50

30の処理については、S20の処理において左右を逆にしたものと実質的に同様であるので、説明を省略する。以降の説明についても、塗膜の左側のエッジの検出処理について説明し、塗膜の右側のエッジの検出処理についての具体的な説明を省略する。

【0027】

演算装置100の塗膜幅算出部104は、検出された塗膜Aの左側のエッジELa及び右側のエッジERa（両側のエッジ）から、塗膜Aの塗膜幅WC（WCa）を算出する（S40）。これにより、塗膜幅測定装置1は、塗膜の塗膜幅WCを測定する。具体的には、塗膜幅算出部104は、予め、センサ10Lとセンサ10Rとの間隔であるセンサ間隔Wsを記憶しており、このセンサ間隔Wsと、エッジELaの幅方向位置XLaと、エッジERaの幅方向位置XRaとから、塗膜幅WCaを算出する。ここで、センサ間隔Wsとは、センサ10Lの測定幅WLの右端に対応する位置とセンサ10Rの測定幅WRの左端に対応する位置との間の距離である。なお、さらなる具体的な方法については後述する。

10

【0028】

また、演算装置100は、S20～S40の処理と同様にして、塗膜56（塗膜B）の塗膜幅WC（WCb）を算出する（S50）。具体的には、エッジ検出部110は、S20の処理と同様にして、測定プロファイル80Lを用いて、塗膜56（塗膜B）の左側のエッジELbを検出する。また、エッジ検出部110は、S30の処理と同様にして、測定プロファイル80Rを用いて、塗膜56（塗膜B）の右側のエッジERbを検出する。そして、塗膜幅算出部104は、S40の処理と同様にして、検出された塗膜Bの左側のエッジELbの幅方向位置XLb及び右側のエッジERbの幅方向位置XRbから、塗膜Bの塗膜幅WC（WCb）を算出する。

20

【0029】

また、演算装置100は、塗工部材50が搬送方向（矢印A方向）に搬送されるにつれて、搬送方向の各測定位置についてS10～S50の処理を繰り返す（S60）。これによって、塗膜幅測定装置1は、塗工部材50の搬送方向の各測定位置について、塗膜幅を測定する。

【0030】

次に、実施の形態1にかかるエッジ検出方法について詳述する。

図4は、実施の形態1にかかるエッジ検出部110の構成を示す機能ブロック図である。エッジ検出部110は、高さ算出部112（高さ取得部）と、閾値設定部114と、エッジ判断部116とを有する。エッジ検出部110の各構成要素の動作については、図5に示したフローチャートと共に説明する。

30

【0031】

図5は、実施の形態1にかかるエッジ検出方法を示すフローチャートである。図5には、図3に示したS20の処理つまり塗膜Aの左側のエッジを検出する方法の詳細が示されている。また、図6は、実施の形態1にかかる左側の測定プロファイル80Lの詳細を示す図である。図6に示すように、測定プロファイル80Lは、横軸を幅方向位置X、縦軸を高さYとし、塗工部材50の幅方向位置Xに対する高さYを示している。

【0032】

測定プロファイル80Lは、塗膜Aの高さに対応する塗膜A塗工高さ部80aと、塗膜Bの高さに対応する塗膜B塗工高さ部80bと、帯状基材52の高さに対応する帯状基材高さ部80cとを有する。ここで、塗膜A塗工高さ部80aにおける高さYは、塗膜Aの厚さと、帯状基材52の厚さと、塗膜Bの厚さとの合計に対応する。塗膜B塗工高さ部80bにおける高さYは、帯状基材52の厚さと、塗膜Bの厚さとの合計に対応する。帯状基材高さ部80cにおける高さYは、帯状基材52の厚さに対応する。

40

【0033】

また、測定プロファイル80Lは、塗膜A塗工高さ部80aと塗膜B塗工高さ部80bとの間に、塗膜Aの立ち上がりの箇所に対応する塗膜A立ち上がり部80eを有する。また、測定プロファイル80Lは、塗膜B塗工高さ部80bと帯状基材高さ部80cとの間

50

に、塗膜 B の立ち上がりの箇所に対応する塗膜 B 立ち上がり部 80 f を有する。塗膜 A 立ち上がり部 80 e の内部又はこの近傍に、塗膜 A の左側のエッジ E L a が含まれると推定される。また、塗膜 B 立ち上がり部 80 f の内部又はこの近傍に、塗膜 B の左側のエッジ E L b が含まれると推定される。

【0034】

なお、測定データは、塗工部材の高さを誤検知し得る要因（例えばノイズ等）により、塗工部材 50 の高さを正確に示していない。したがって、測定プロファイル 80 L において、塗膜 A 塗工高さ部 80 a、塗膜 B 塗工高さ部 80 b、帯状基材高さ部 80 c、塗膜 A 立ち上がり部 80 e 及び塗膜 B 立ち上がり部 80 f それぞれの境界は、明瞭でなくなっている。本実施形態にかかる塗膜幅測定装置 1 は、このような場合であっても、塗膜幅をより正確に検出することができる。

10

【0035】

図 7 は、図 6 に示した測定プロファイル 80 L の部分拡大図である。図 7 には、図 6 の破線で囲んだ部分について拡大された測定プロファイル 80 L が示されている。図 7 に示すように、塗膜 A 塗工高さ部 80 a 及び塗膜 B 塗工高さ部 80 b は、実際には滑らかではなく、ノイズ等によりギザギザな形状となっている。また、塗膜 A 立ち上がり部 80 e についても、ノイズ等により、ギザギザな形状となり得る。以下、測定プロファイル 80 L のうち、この図 7 で示した部分に関する処理、つまり、塗膜 A 立ち上がり部 80 e の近傍に関する処理について説明する。この処理によって、塗膜 A の左側のエッジ E L a が検出される。また、図 7 に示した位置以外の、塗膜 B 立ち上がり部 80 f の近傍についても同様の処理がなされ、塗膜 B の左側のエッジ E L b が検出される。

20

【0036】

演算装置 100 の高さ算出部 112 は、測定プロファイル 80 L を用いて、基材高さ H B を算出する（S 202）。つまり、高さ算出部 112 は、基材高さ H B を取得する。ここで、「基材」とは、測定対象の塗膜（この例では塗膜 54（塗膜 A））が塗布されている物体である。この例では、塗膜 54 の基材は帯状基材 52 のうち裏面に塗膜 B が塗布されている部分である。そして、「基材高さ」とは、測定対象の塗膜（この例では塗膜 54（塗膜 A））が塗布されている基材の高さ Y のことである。したがって、塗膜 54 に関する基材高さ H B は、塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y に対応する。ここで、上述したように、塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y は、ノイズ等の影響により一定ではない。したがって、以下に説明するようにして、高さ算出部 112 は、エッジを検出するために使用される基材高さ H B を算出する。

30

【0037】

図 8 は、実施の形態 1 にかかる基材高さ H B の算出方法を説明するための図である。高さ算出部 112 は、図 8 に示す測定プロファイル 80 L において破線で囲んだ基材高さ算出範囲 82（第 1 の範囲）において、基材高さ H B を算出する。具体的な基材高さ H B の算出方法は、例えば、以下の 2 つの方法がある。第 1 の方法は、基材高さ算出範囲 82 における塗膜 B 塗工高さ部 80 b のうち最も低い点を基材高さ H B とする方法（最小値法）である。この場合、図 8 の一点鎖線 A で示す高さ Y が基材高さ H B となる。第 2 の方法は、基材高さ算出範囲 82 において塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y の平均を算出し、その平均値を基材高さ H B とする方法（平均値法）である。この場合、図 8 の一点鎖線 B で示す高さ Y が基材高さ H B となる。なお、実施の形態 1 においては、基材高さ算出範囲 82 は、任意に指定された固定の範囲であってもよいが、後述する他の実施の形態のように、何らかの方法によって都度設定されてもよい。

40

【0038】

高さ算出部 112 は、測定プロファイル 80 L を用いて、塗工高さ H C を算出する（S 204）。つまり、高さ算出部 112 は、塗工高さ H C を取得する。ここで、「塗工高さ」とは、測定対象の塗膜（この例では塗膜 54（塗膜 A））の高さ Y のことである。塗膜 54 に関する塗工高さ H C は、塗膜 A 塗工高さ部 80 a の高さ Y に対応する。ここで、上述したように、塗膜 A 塗工高さ部 80 a の高さ Y は、ノイズ等の影響により一定ではない

50

。したがって、以下に説明するようにして、高さ算出部 112 は、エッジを検出するために使用される塗工高さ H C を算出する。

【0039】

図 9 は、実施の形態 1 にかかる塗工高さ H C の算出方法を説明するための図である。高さ算出部 112 は、図 9 に示す測定プロファイル 80 L において破線で囲んだ塗工高さ算出範囲 84（第 2 の範囲）において、塗工高さ H C を算出する。具体的な基材高さ H C の算出方法は、例えば、以下の 2 つの方法がある。第 1 の方法は、塗工高さ算出範囲 84 における塗膜 A 塗工高さ部 80 a の最も高い点を塗工高さ H C とする方法（最大値法）である。この場合、図 9 の一点鎖線 A で示す高さ Y が塗工高さ H C となる。第 2 の方法は、塗工高さ算出範囲 84 において塗膜 A 塗工高さ部 80 a の高さ Y の平均を算出し、その平均値を塗工高さ H C とする方法（平均値法）である。この場合、図 9 の一点鎖線 B で示す高さ Y が塗工高さ H C となる。なお、実施の形態 1 においては、塗工高さ算出範囲 84 は、任意に指定された固定の範囲であってもよいが、後述する他の実施の形態のように、何らかの方法によって都度設定されてもよい。

【0040】

演算装置 100 の閾値設定部 114 は、算出された基材高さ H B 及び塗工高さ H C を用いて、上限閾値 T h 1（第 1 の閾値）及び下限閾値 T h 2（第 2 の閾値）を設定する（S 206）。ここで、「上限閾値」及び「下限閾値」の定義について説明する。「上限閾値」は、ハレーション（ノイズ）等の影響によって塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y（基材高さ H B）が高くなってしまった場合の、塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y の上限値に対応する。言い換えると、「上限閾値」は、ハレーション等の影響によって発生すると想定され得る、塗膜 B 塗工高さ部 80 b（基材に対応する位置）において塗膜 A のエッジと誤検出され得るノイズ（想定ノイズ）の高さよりも高い。つまり、ハレーション等の影響によって塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y が高くなってしまった場合であっても、塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y は、上限閾値 T h 1 以下となり得る。また、「下限閾値」は、塗膜 A のエッジを規定する高さに対応する。言い換えると、「下限閾値」は、塗膜 A の幅として測定すべき塗膜 A の高さに相当する。つまり、塗膜 A の塗膜幅に相当する塗膜 A の塗工高さは、この下限閾値よりも高くなり得る。ここで、下限閾値 T h 2 は、上限閾値 T h 1 よりも低くなる。したがって、ハレーション等の影響によって塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y が高くなる場合、塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y は、下限閾値 T h 2 よりも高くなる可能性がある。

【0041】

図 10 は、実施の形態 1 にかかる上限閾値 T h 1 及び下限閾値 T h 2 の設定方法について説明するための図である。閾値設定部 114 は、塗工高さ H C と基材高さ H B との差から、上限閾値 T h 1 及び下限閾値 T h 2 を設定する。図 10 に示すように、閾値設定部 114 は、 $(H C - H B)$ から、塗工高さ H C よりも少し低い位置に上限閾値 T h 1 を設定し、基材高さ H B よりも少し高い位置に下限閾値 T h 2 を設定する。

【0042】

例えば、閾値設定部 114 は、以下の式 1 を用いて上限閾値 T h 1 を設定し、以下の式 2 を用いて下限閾値 T h 2 を設定する。

$$(式 1) : T h 1 = (H C - H B) * C 1 + H B$$

$$(式 2) : T h 2 = (H C - H B) * C 2 + H B$$

なお、C 1 及び C 2 は定数であって、 $1 > C 1 > C 2 > 0$ である。例えば C 1 = 0.7、C 2 = 0.3 であるが、これに限られない。この場合、塗工高さ H C と上限閾値 T h 1 との差、及び、下限閾値 T h 2 と基材高さ H B との差は、 $(H C - H B) * 0.3$ である。また、C 1 及び C 2 は、上述した「上限閾値」及び「下限閾値」の定義を満たすように、予め設定され得る。つまり、C 1 は、「上限閾値」が想定ノイズの高さよりも高くなるように設定され得る。また、C 2 は、「下限閾値」が塗膜 A の幅として測定すべき塗膜 A の高さに相当するように設定され得る。

【0043】

次に、演算装置 100 のエッジ判断部 116 は、測定プロファイル 80 L において、塗工部材 50 の幅方向の外側から内側に向かって、上限閾値 $Th1$ を上回る点 P1（第 1 の点）を探索する（S208）。そして、エッジ判断部 116 は、点 P1 を発見したか否かを判断し（S210）、点 P1 を発見しない場合（S210 の NO）は、点 P1 を発見するまで S208 の処理を繰り返す。

【0044】

点 P1 が発見されると（S210 の YES）、エッジ判断部 116 は、測定プロファイル 80 L において、発見された点 P1 から塗工部材 50 の幅方向の外側に向かって、下限閾値 $Th2$ を下回る点 P2（第 2 の点）を探索する（S212）。そして、エッジ判断部 116 は、点 P2 を発見したか否かを判断し（S214）、点 P2 を発見しない場合（S214 の NO）は、点 P2 を発見するまで S212 の処理を繰り返す。点 P2 が発見されると（S214 の YES）、エッジ判断部 116 は、発見された点 P2 をエッジ ELa と判断する（S216）。以下、図 11 を用いて、S208～S216 の処理について説明する。

【0045】

図 11 は、実施の形態 1 にかかる塗膜のエッジを判断する方法について説明するための図である。ここで、「外側」とは、塗工部材 50 の幅方向の端部側のことであり、図 11 に示した測定プロファイル 80 L において左側である。また、「内側」とは、塗工部材 50 の幅方向の中央側のことであり、図 11 に示した測定プロファイル 80 L において右側である。

【0046】

まず、S208 の処理において、図 11 の矢印 A に示すように、エッジ判断部 116 は、外側から内側に向かって、上限閾値 $Th1$ を上回る点 P1 を探索する。このとき、上述したように、ハレーション等の影響によって塗膜 B 塗工高さ部 80 b（塗膜 A の基材に対応する箇所）の高さ Y が高くなってしまった場合（図 11 の破線で示す）でも、塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さ Y は上限閾値以下である。したがって、エッジ判断部 116 は、塗膜 B 塗工高さ部 80 b においては、上限閾値 $Th1$ を上回る点 P1 を発見しない。このようにして、エッジ判断部 116 は、S208 の処理において、ハレーション等の影響により塗膜 B 塗工高さ部 80 b（塗膜 A の基材に対応する箇所）の高さ Y が実際の高さよりも高くなった位置（図 11 の矢印 C で示す）をエッジと誤検知することを抑制することができる。

【0047】

一方、塗膜 A のエッジ近傍に対応する位置（塗膜 A 立ち上がり部 80 e 又は塗膜 A 塗工高さ部 80 a）においては、塗膜 A の存在により高さ Y が上昇し上限閾値 $Th1$ を超える。したがって、エッジ判断部 116 は、塗膜 A 立ち上がり部 80 e 又は塗膜 A 塗工高さ部 80 a において、上限閾値 $Th1$ を上回る点 P1 を発見する。

【0048】

次に、S212 の処理において、図 11 の矢印 B に示すように、エッジ判断部 116 は、点 P1 から外側に向かって、下限閾値 $Th2$ を下回る点 P2 を探索する。上述したように、点 P1 は、塗膜 A の存在により高さ Y が上昇して上限閾値 $Th1$ を超えた位置に対応する。したがって、この点 P1 よりも外側（帯状基材側）に塗膜 A のエッジが存在する。したがって、エッジ判断部 116 は、点 P1 から外側に向かって下限閾値 $Th2$ を下回る点 P2 を探索することで、点 P2 に対応するエッジ ELa を検出することが可能となる。

【0049】

さらに、点 P1 を始点として外側に向かって下限閾値 $Th2$ を下回る点 P2 を探索することによって、塗膜 A に形成された窪み（図 11 の破線で示す）の位置をエッジ ELa と誤検出することが抑制される。仮に、内側から外側に向かって下限閾値 $Th2$ を下回る点 P2 を探索すると、塗膜 A に形成された窪みの位置（図 11 の矢印 D で示す）の高さ Y が下限閾値 $Th2$ を下回る場合に、その窪みの位置をエッジと誤検出してしまう。一方、本実施の形態においては、下限閾値 $Th2$ を下回る点 P2 を探索する始点は点 P1 であり、

点 P 1 は、窪みが形成された位置よりも外側である。これにより、下限閾値 $T h 2$ を下回る点 P 2（塗膜のエッジ位置）を探索する過程において、窪みが形成された位置について探索することが除外され得る。したがって、本実施の形態においては、塗膜 A に形成された窪みの位置をエッジ E L a と誤検出することが抑制される。

【0050】

なお、上述した説明においては、塗膜 A の左側のエッジ E L a を検出する方法が示されているが、塗膜 B の左側のエッジ E L b についても同様に検出され得る。この場合、塗膜 5 6（塗膜 B）の基材は、測定対象の塗膜 5 6（塗膜 B）が塗布されている物体である、带状基材 5 2 である。そして、塗膜 5 6（塗膜 B）の基材高さ H B は、带状基材高さ部 8 0 c の高さ Y に対応する。また、塗膜 5 6（塗膜 B）の塗工高さ H C は、塗膜 B 塗工高さ部 8 0 b の高さ Y に対応する。

10

【0051】

図 1 2 は、実施の形態 1 にかかる塗膜幅を算出する方法（S 4 0）を説明するための図である。上述したように、エッジ検出部 1 1 0 は、測定幅 W L の測定プロファイル 8 0 L を用いて、幅方向位置 $X = X L a$ におけるエッジ E L a を検出する。同様にして、エッジ検出部 1 1 0 は、測定幅 W R の測定プロファイル 8 0 R を用いて、幅方向位置 $X = X R a$ におけるエッジ E R a を検出する。

【0052】

ここで、測定プロファイル 8 0 L、8 0 R とともに、幅方向位置 X の基準値（0 値）は左側である。また、上述したように、センサ間隔 W s は、センサ 1 0 L の測定幅 W L の右端に対応する位置とセンサ 1 0 R の測定幅 W R の左端に対応する位置との距離である。したがって、演算装置 1 0 0 の塗膜幅算出部 1 0 4 は、以下の式 3 を用いて、塗膜 A の塗膜幅 W C（W C a）を算出する。

20

（式 3）： $W C a = (W L - X L a) + W s + X R a$

【0053】

なお、センサ間隔 W s は、作業者がセンサ 1 0 に接触する等の理由によって、ずれることがある。このような場合、以下のようにして、センサ間隔 W s を調整することが可能である。即ち、予め、塗膜幅 W C が分かっているマスタワークについて、上述した測定を行い、エッジ位置を検出して塗膜幅を測定する。そして、測定結果とマスタワークにおける既知の値とが一致するように、センサ間隔 W s を調整する。つまり、マスタワークの塗膜幅を W C m とし、検出された塗膜の左側のエッジ位置を $X = L$ とし、検出された塗膜の右側のエッジ位置を $X = R$ とすると、式 3 から、式 4 に示すようにして、センサ間隔 W s を設定する。

30

（式 4）： $W s = W C m - (W L - L) - R$

【0054】

図 1 3 は、実施の形態 1 にかかる塗工部材 5 0 の搬送方向の各測定位置について塗膜幅を測定することを説明するための図である。図 3 に示したように、S 6 0 の処理において、演算装置 1 0 0 は、塗工部材 5 0 の搬送方向の各測定位置について塗膜幅を測定する。図 1 3 に示すように、まず、塗膜幅測定装置 1 は、塗工部材 5 0 の長手方向（搬送方向）の端部近傍における 1 回目位置 Z __ 1 をセンサ 1 0 と対向させる。そして、塗膜幅測定装置 1 は、この 1 回目位置 Z __ 1 において、上述したようにして塗膜幅を測定（算出）する。そして、塗膜幅測定装置 1 は、ローラ 3 0 を回転させて矢印 A 方向に塗工部材 5 0 を搬送し、1 回目位置 Z __ 1 よりも塗工部材 5 0 の搬送方向後流側の 2 回目位置 Z __ 2 をセンサ 1 0 と対向させる。そして、塗膜幅測定装置 1 は、この 2 回目位置 Z __ 2 において、上述したようにして塗膜幅を測定（算出）する。

40

【0055】

以下同様にして、塗膜幅測定装置 1 は、ローラ 3 0 を回転させて矢印 A 方向に塗工部材 5 0 を搬送し、N - 1 回目位置 Z __ 1 よりも塗工部材 5 0 の搬送方向後流側の N 回目位置 Z __ N をセンサ 1 0 と対向させる。そして、塗膜幅測定装置 1 は、この N 回目位置 Z __ N において、上述したようにして塗膜幅を測定（算出）する。ここで、N は 2 以上の整数で

50

ある。このようにして、塗膜幅測定装置 1 は、塗工部材 50 の搬送方向における複数の測定位置について、塗工部材 50 の搬送に伴って連続して塗膜幅を測定する。なお、搬送方向における各測定位置の間隔は、一定であってもよい。また、各測定位置の間隔は、ローラ 30 の回転速度と、センサ 10 の速度とに応じて定められ得る。

【0056】

(比較例)

次に、比較例について説明する。図 14 は、比較例にかかる塗膜幅測定方法を示すフローチャートである。また、図 15 は、比較例にかかる塗膜幅測定方法を説明するための図である。比較例にかかる塗膜幅測定方法は、実施の形態 1 と実質的に同様の構成を有する塗膜幅測定装置によってなされる。比較例においても実施の形態 1 と同様に、センサから測定データが取得される (S2)。そして、実施の形態 1 と同様に、測定データから測定プロファイル 80L, 80R が取得される (S4)。ここで、比較例においては、測定プロファイル 80L, 80R と予め定められた閾値 Th との交点が、それぞれ、左側のエッジ EL 及び右側のエッジ ER と検出される (S6)。そして、エッジ EL とエッジ ER との距離が、塗膜幅 WC と測定される (S8)。

【0057】

図 16 は、比較例にかかる問題点を説明するための図である。上述したように、実際の測定プロファイル 80 においては、矢印 A で示すように、帯状基材 52 において浮き上がり又はバタつきが発生し得る。また、矢印 B で示すように、エッジの欠けが発生し得る。また、矢印 C で示すように、ハレーション等のノイズにより測定プロファイル 80 が局所的に極大となり得る。また、矢印 D で示すように、塗膜の窪みが形成され得る。このような場合、エッジ以外の位置で、測定プロファイル 80 が閾値 Th と交点を有してしまう。したがって、比較例においては、エッジを誤検知するおそれがある。したがって、比較例においては、精度よく塗膜幅を測定することが困難である。

【0058】

一方、実施の形態 1 においては、上述した構成によって、エッジを誤検知することが抑制される。したがって、実施の形態 1 においては、帯状基材 52 に積層された塗膜の幅を精度よく測定することが可能である。

【0059】

(実施の形態 2)

次に、実施の形態 2 について説明する。

実施の形態 1 においては、基材高さ HB を算出する際 (図 5 の S202) に用いられる基材高さ算出範囲 82 (図 8) を任意に指定された固定値とした。同様に、塗工高さ HC を算出する際 (図 5 の S204) に用いられる塗工高さ算出範囲 84 (図 9) を任意に指定された固定値とした。

【0060】

一方、実施の形態 2 においては、基材高さ算出範囲 82 及び塗工高さ算出範囲 84 を固定値としない点で、実施の形態 1 と異なる。つまり、実施の形態 2 においては、塗工部材 50 の搬送に伴って連続して塗膜幅を測定する際に、演算装置 100 は、塗工部材 50 の搬送方向の複数の測定位置 (図 13 に示す「N 回目位置 Z_N」等) それぞれについて、都度、基材高さ算出範囲 82 及び塗工高さ算出範囲 84 を設定する。以下、詳述する。

【0061】

図 17 は、実施の形態 2 にかかるエッジ検出部 200 の構成を示す機能ブロック図である。実施の形態 2 においては、図 1 に示したエッジ検出部 110 が、エッジ検出部 200 に置き換えられる。エッジ検出部 200 は、範囲設定部 202 と、高さ算出部 112 と、閾値設定部 114 と、エッジ判断部 116 とを有する。なお、高さ算出部 112、閾値設定部 114 及びエッジ判断部 116 の動作については、実施の形態 1 の各構成要素の動作と実質的に同様であるので、説明を省略する (他の実施の形態においても同様)。範囲設定部 202 の動作については、図 18 に示したフローチャートと共に説明する。

【0062】

10

20

30

40

50

図18は、実施の形態2にかかるエッジ検出方法(S220)を示すフローチャートである。まず、搬送方向における1回目位置Z__1(図13)に関するエッジ検出処理については、演算装置100の範囲設定部202は、基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を、実施の形態1と同様に、任意の固定値に設定する(S222-1)。そして、S20の処理と同様にして、エッジ検出部200は、搬送方向における1回目位置Z__1でエッジ位置を検出する(S224-1)。つまり、1回目位置Z__1に関するエッジ検出処理においては、エッジ検出部200は、実施の形態1と同様にして、基材高さHB及び塗工高さHCを算出し(S202, S204)、これによってS206～S216の処理によりエッジを検出する。

【0063】

次に、搬送方向における2回目位置Z__2に関するエッジ検出処理については、範囲設定部202は、1回目位置Z__1について検出されたエッジ位置から、基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を設定する(S222-2)。そして、エッジ検出部200は、この1回目位置Z__1におけるエッジ位置を用いて設定された基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84によって、S20の処理と同様にして、搬送方向における2回目位置Z__2でエッジ位置を検出する(S224-2)。つまり、2回目位置Z__2に関するエッジ検出処理においては、エッジ検出部200は、S222-2の処理で設定された基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を用いて基材高さHB及び塗工高さHCを算出し(S202, S204)、これによってS206～S216の処理によりエッジを検出する。

【0064】

以下同様にして、搬送方向におけるN回目位置Z__Nに関するエッジ検出処理については、範囲設定部202は、N-1回目位置Z__(N-1)について検出されたエッジ位置から、基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を設定する(S222-N)。そして、エッジ検出部200は、このN-1回目位置Z__(N-1)におけるエッジ位置を用いて設定された基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84によって、S20の処理と同様にして、搬送方向におけるN回目位置Z__Nでエッジ位置を検出する(S224-N)。

【0065】

図19は、実施の形態2にかかる基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を設定する方法を説明するための図である。図19には、N-1回目位置Z__(N-1)における測定プロファイル80-(N-1)が破線で示されており、N回目位置Z__Nにおける測定プロファイル80-Nが実線で示されている。また、N-1回目位置Z__(N-1)におけるエッジ検出処理において、塗膜のエッジELa(N-1)が検出されている。

【0066】

このとき、範囲設定部202は、N回目位置Z__Nにおける基材高さ算出範囲82を、エッジELa(N-1)の位置から左にA[mm]～B[mm]の範囲と設定する。ここで、A及びBは、経験則から予め定められた固定値であって、 $A > B$ である。また、範囲設定部202は、N回目位置Z__Nにおける塗工高さ算出範囲84を、エッジELa(N-1)の位置から右にC[mm]～D[mm]の範囲と設定する。ここで、C及びDは、経験則から予め定められた固定値であって、 $D > C$ である。

【0067】

実施の形態1において塗膜のエッジをより精度よく検出するためには、上限閾値Th1及び下限閾値Th2をより適切に設定する必要がある。また、上限閾値Th1及び下限閾値Th2をより適切に設定するためには、基材高さHB及び塗工高さHCをより精度よく算出する必要がある。そして、基材高さHB及び塗工高さHCをより精度よく算出するためには、それぞれ、基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84をより適切に設定する必要がある。

【0068】

ここで、基材高さHBは、塗膜のエッジ近傍で安定する性質があり、エッジから遠ざか

10

20

30

40

50

るにつれてバタつく傾向がある。また、塗工高さH Cについては、塗膜のエッジ近傍の塗膜と基材との境界でばらつきが大きい性質があるため、適度に離れた箇所塗工高さH Cを算出することが好ましい。つまり、基材高さH B及び塗工高さH Cをより精度よく算出するためには、基材高さ算出範囲8 2及び塗工高さ算出範囲8 4を、エッジの幅方向位置から設定することが好ましい。

【0069】

ここで、塗工部材50の搬送方向におけるN回目位置Z__Nにおける塗膜のエッジの幅方向位置は、塗工部材50の搬送方向におけるN-1回目位置Z__(N-1)について検出された塗膜のエッジの幅方向位置と大きく異なることはないと考えられる。つまり、塗工部材50の搬送方向におけるN-1回目位置Z__(N-1)とN回目位置Z__Nとで、検出される塗膜のエッジの幅方向位置が大きくずれることは、ほとんどないと考えられる。

10

【0070】

したがって、実施の形態2にかかるエッジ検出部200は、塗工部材50の搬送方向におけるN回目位置Z__Nにおいてエッジを検出する際に、塗工部材50の搬送方向におけるN-1回目位置Z__(N-1)について検出された塗膜のエッジの幅方向位置を用いて、基材高さ算出範囲8 2及び塗工高さ算出範囲8 4を設定する。言い換えると、エッジ検出部200は、塗工部材50の搬送方向におけるある測定位置についてエッジを検出（判断）する際に、塗工部材50の搬送方向における前回の測定位置について検出された塗膜のエッジの幅方向位置を用いて、基材高さ算出範囲8 2及び塗工高さ算出範囲8 4を設定する。さらに言い換えると、エッジ検出部200は、塗工部材50の搬送方向におけるある測定位置について検出（判断）された塗膜のエッジの幅方向位置を用いて、塗工部材50の搬送方向における次の測定位置について、基材高さ算出範囲8 2及び塗工高さ算出範囲8 4を設定する。

20

【0071】

このような構成によって、実施の形態2においては、基材高さ算出範囲8 2及び塗工高さ算出範囲8 4をより適切に設定することができ、したがって、基材高さH B及び塗工高さH Cをより精度よく算出することが可能となる。これによって、実施の形態2においては、塗膜のエッジの幅方向位置を、より精度よく検出することが可能となる。

【0072】

（実施の形態3）

次に、実施の形態3について説明する。

上述したように、実施の形態1において塗膜のエッジをより精度よく検出するためには、基材高さH B及び塗工高さH Cをより精度よく検出する必要がある。実施の形態3においては、測定プロファイル80における高さ方向の分布から基材高さH B及び塗工高さH Cを決定する点で、他の実施の形態と異なる。

30

【0073】

図20は、実施の形態3にかかるエッジ検出部300の構成を示す機能ブロック図である。実施の形態3においては、図1に示したエッジ検出部110が、エッジ検出部300に置き換えられる。エッジ検出部300は、高さ分布取得部302と、高さ決定部304（高さ取得部）と、閾値設定部114と、エッジ判断部116とを有する。高さ分布取得部302及び高さ決定部304の動作については、図21に示したフローチャートと共に説明する。

40

【0074】

図21は、実施の形態3にかかる基材高さH B及び塗工高さH Cを決定する方法（S240）を示すフローチャートである。また、図22は、実施の形態3にかかる基材高さH B及び塗工高さH Cを決定する方法を説明するための図である。なお、図21に示したフローチャートの処理は、図5に示した実施の形態1にかかるフローチャートのS202及びS204の処理と置き換えることが可能である。

【0075】

50

まず、演算装置 100 の高さ分布取得部 302 は、測定プロファイル 80 において、各高さ Y における点の数をカウントする (S242)。次に、高さ分布取得部 302 は、カウントされた各高さ Y の分布図 (図 22 の下図に示す) である高さ分布 88 (高さ方向の分布) を取得する (S244)。そして、演算装置 100 の高さ決定部 304 は、高さ分布 88 におけるピーク (極大点) から、各層 (塗膜 A 塗工高さ部 80 a、塗膜 B 塗工高さ部 80 b 及び帯状基材高さ部 80 c) の高さを決定する (S246)。つまり、高さ決定部 304 は、基材高さ H B 及び塗工高さ H C を取得する。

【0076】

図 22 の上図は、図 6 に例示した測定プロファイル 80 の X 軸と Y 軸とを入れ替えたものである。また、図 22 の下図は、高さ分布 88 を示し、横軸は塗工部材 50 の高さ Y であり、縦軸は各高さ Y における分布 (点の数) である。

10

【0077】

図 22 の上図に示すように、塗膜 A 塗工高さ部 80 a においては、ノイズ又はバタつき等の影響により高さ Y が変動するものの、塗膜 A 立ち上がり部 80 e 及び塗膜 B 立ち上がり部 80 f よりも高さ Y の変動は小さい。つまり、塗膜 A 塗工高さ部 80 a においては、塗膜 A 塗工高さ部 80 a に対応する箇所の実際の高さ Y の近傍で幅方向に対して比較的小さく変動する。これに対し、塗膜 A 立ち上がり部 80 e 及び塗膜 B 立ち上がり部 80 f においては、塗膜の立ち上がりによって、高さ Y が幅方向に対して大きく変動する。したがって、塗膜 A 塗工高さ部 80 a における各高さ Y の点の数は、塗膜 A 立ち上がり部 80 e 及び塗膜 B 立ち上がり部 80 f における各高さ Y の点の数よりも大きくなる。そして、図 22 に示した高さ分布 88 は、塗膜 A 塗工高さ部 80 a における実際の高さ又は実際の高さの近傍の $Y = Y_a$ において、ピーク (図 22 の矢印 A で示す) を取り得る。

20

【0078】

また、塗膜 B 塗工高さ部 80 b 及び帯状基材高さ部 80 c においても、同様である。つまり、塗膜 B 塗工高さ部 80 b における各高さ Y の点の数は、塗膜 A 立ち上がり部 80 e 及び塗膜 B 立ち上がり部 80 f における各高さ Y の点の数よりも大きくなる。そして、図 22 に示した高さ分布 88 は、塗膜 B 塗工高さ部 80 b における実際の高さ又は実際の高さの近傍の $Y = Y_b$ において、ピーク (矢印 B で示す) を取り得る。また、帯状基材高さ部 80 c における各高さ Y の点の数は、塗膜 A 立ち上がり部 80 e 及び塗膜 B 立ち上がり部 80 f における各高さ Y の点の数よりも大きくなる。そして、図 22 に示した高さ分布 88 は、帯状基材高さ部 80 c における実際の高さ又は実際の高さの近傍の $Y = Y_c$ において、ピーク (矢印 C で示す) を取り得る。つまり、高さ分布 88 は、塗膜 A 塗工高さ部 80 a、塗膜 B 塗工高さ部 80 b 及び帯状基材高さ部 80 c のそれぞれに対応する 3 個のピークを有し得る。

30

【0079】

したがって、S246 の処理で、高さ決定部 304 は、高さ分布 88 において、高さ Y が最も大きな位置でピーク (矢印 A で示す) を取る時の高さ $Y = Y_a$ を、塗膜 A 塗工高さ部 80 a の高さとして決定する。また、高さ決定部 304 は、高さ分布 88 において、高さ Y が 2 番目に大きな位置でピーク (矢印 B で示す) を取る時の高さ $Y = Y_b$ を、塗膜 B 塗工高さ部 80 b の高さとして決定する。また、高さ決定部 304 は、高さ分布 88 において、高さ Y が最も小さな位置でピーク (矢印 C で示す) を取る時の高さ $Y = Y_c$ を、帯状基材高さ部 80 c の高さとして決定する。したがって、測定対象の塗膜が塗膜 A である場合、高さ決定部 304 は、高さ $Y = Y_a$ を塗工高さ H C と決定し、高さ $Y = Y_b$ を基材高さ H B と決定する。また、測定対象の塗膜が塗膜 B である場合、高さ決定部 304 は、高さ $Y = Y_b$ を塗工高さ H C と決定し、高さ $Y = Y_c$ を基材高さ H B と決定する。

40

【0080】

実施の形態 1 においては、基材高さ H B 及び塗工高さ H C を取得する際に、基材高さ算出範囲 82 及び塗工高さ算出範囲 84 を設定する必要がある。ここで、基材高さ算出範囲 82 及び塗工高さ算出範囲 84 は、実施の形態 1 においては任意の固定された範囲であり、実施の形態 2 においては任意の固定値から設定される。しかしながら、任意の固定され

50

た範囲又は任意の固定値は、経験則から作業者によって定められるので、測定対象の塗工部材 50 に対応していないおそれがある。一方、実施の形態 3 においては、基材高さ算出範囲 82 及び塗工高さ算出範囲 84 を設定することなく、測定対象の塗工部材 50 に関する測定プロファイル 80 から基材高さ H B 及び塗工高さ H C を決定することが可能である。したがって、実施の形態 3 においては、上限閾値 T h 1 及び下限閾値 T h 2 をより適切に設定することができるので、塗膜のエッジの幅方向位置を、より精度よく検出することが可能となる。

【0081】

(実施の形態 4)

次に、実施の形態 4 について説明する。

10

実施の形態 4 においては、測定プロファイル 80 を微分した微分値から塗膜 A のエッジ E L a, E R a 及び塗膜 B のエッジ E L b, E R b を検出する点で、上述した他の実施の形態と異なる。なお、以下の説明では、各塗膜の左側のエッジ (E L a, E L b) を検出する方法を示すが、右側のエッジ (E R a, E R b) についても左右を逆にしただけの実質的に同様の処理が行われる。

【0082】

図 23 は、実施の形態 4 にかかるエッジ検出部 400 の構成を示す機能ブロック図である。実施の形態 4 においては、図 1 に示したエッジ検出部 110 が、エッジ検出部 400 に置き換えられる。エッジ検出部 400 は、微分プロファイル取得部 402 と、領域分割部 404 と、最大値取得部 406 と、最大値合計部 408 と、領域移動部 410 と、エッジ判断部 412 とを有する。なお、エッジ検出部 400 の各構成要素についての説明は、図 24 に示したフローチャートと共に説明する。

20

【0083】

図 24 は、実施の形態 4 にかかるエッジ検出方法 (S 260) を示すフローチャートである。また、図 25～図 28 は、実施の形態 4 にかかるエッジ検出処理を説明するための図である。まず、演算装置 100 の微分プロファイル取得部 402 は、測定プロファイル 80 を塗工部材 50 の幅方向について微分して、微分プロファイル 90 (第 2 のプロファイル) を取得する (S 262)。具体的には、微分プロファイル取得部 402 は、図 6 に例示した測定プロファイル 80 の高さ Y を幅方向位置 X で微分する。そして、微分プロファイル取得部 402 は、図 25 に例示するような、微分プロファイル 90 を取得する。ここで、微分プロファイルとは、測定プロファイルにおける、各幅方向位置 X に対応する、高さ Y の微分値である高さ微分値 dY/dX を示す曲線 (相関曲線、相関図) である。

30

【0084】

図 25 に例示するように、微分プロファイル 90 は、塗膜 A 塗工高さ微分部 90 a と、塗膜 B 塗工高さ微分部 90 b と、帯状基材高さ微分部 90 c と、塗膜 A 立ち上がり微分部 90 e と、塗膜 B 立ち上がり微分部 90 f とを有する。塗膜 A 塗工高さ微分部 90 a は、測定プロファイル 80 の塗膜 A 塗工高さ部 80 a における微分値に対応する。塗膜 B 塗工高さ微分部 90 b は、測定プロファイル 80 の塗膜 B 塗工高さ部 80 b における微分値に対応する。帯状基材高さ微分部 90 c は、測定プロファイル 80 の帯状基材高さ部 80 c における微分値に対応する。塗膜 A 立ち上がり微分部 90 e は、測定プロファイル 80 の塗膜 A 立ち上がり部 80 e における微分値に対応する。塗膜 B 立ち上がり微分部 90 f は、測定プロファイル 80 の塗膜 B 立ち上がり部 80 f における微分値に対応する。

40

【0085】

一般的に、基材の浮き上がりは緩やかであり、塗膜のエッジの立ち上がりは急峻である。つまり、測定プロファイル 80 において、塗膜 A 立ち上がり部 80 e 及び塗膜 B 立ち上がり部 80 f における高さ Y の幅方向位置 X に対する変化量は、塗膜 A 塗工高さ部 80 a、塗膜 B 塗工高さ部 80 b 及び帯状基材高さ部 80 c における高さ Y の幅方向位置 X に対する変化量よりも大きく得る。したがって、塗膜 A 立ち上がり微分部 90 e 及び塗膜 B 立ち上がり微分部 90 f における高さ微分値 dY/dX は、塗膜 A 塗工高さ微分部 90 a、塗膜 B 塗工高さ微分部 90 b 及び帯状基材高さ微分部 90 c における高さ微分値 dY

50

／ dX よりも大きくなり得る。つまり、高さ微分値 dY/dX は、塗膜A立ち上がり微分
部90e及び塗膜B立ち上がり微分部90fにおいて極大となり得る。以下に説明するよ
うに、実施の形態4においては、エッジ検出部400は、塗膜A立ち上がり微分部90e
及び塗膜B立ち上がり微分部90fにおいて高さ微分値 dY/dX が極大となる幅方向位
置 X を、それぞれ、エッジELa及びエッジELbと判断する。

【0086】

演算装置100の領域分割部404は、図26に示すように、微分プロファイル90を
、間隙部92を隔てて右の領域である右領域94R（第1の領域）と左の領域である左領
域94L（第2の領域）とに分割する（S264）。ここで、間隙部92は、塗工部材5
0の幅方向に間隔D1〔mm〕の寸法を有する間隙（第1の間隙）である。また、間隔D
1は、塗膜B塗工高さ微分部90b（塗膜B塗工高さ部80b）における幅方向の長さ
に対応する。なお、間隔D1は、エッジELaの幅方向位置とエッジELbの幅方向位置と
の間に確実に入る距離となるように定められる。間隔D1は、塗工部材50に対応するマ
スタワークにおける塗膜B塗工高さ部80bの幅方向の長さよりも予め定められた長さだ
け短い寸法としてもよい。また、最初のS266の処理においては、間隙部92は、微分
プロファイル90において左端近傍に位置するように設定される。

【0087】

次に、演算装置100の最大値取得部406は、右領域94R及び左領域94Lそれぞ
れにおける高さ微分値 dY/dX の最大値を取得する（S266）。そして、演算装置1
00の最大値合計部408は、右領域94R及び左領域94Lそれぞれにおける高さ微分
値 dY/dX の最大値の和Sumを算出する（S268）。そして、演算装置100の領
域移動部410は、間隙部92が微分プロファイル90の右端まで到達したか否かを判断
する（S270）。そして、間隙部92が微分プロファイル90の右端まで到達していな
い場合（S270のNO）、領域移動部410は、間隙部92を微分プロファイル90の
幅方向位置 X について右（図26及び図27における矢印A方向）に移動する（S272
）。そして、エッジ検出部400は、S264～S268の処理を繰り返す。

【0088】

間隙部92が微分プロファイル90の右端まで到達した場合（S270のYES）、演
算装置100のエッジ判断部412は、和Sumが最大となるときに右領域94Rで最大
値を取る位置を、塗膜A（第1の塗膜）のエッジELaの位置と判断する（S274）。
また、演算装置100のエッジ判断部412は、和Sumが最大となるときに左領域94
Lで最大値を取る位置を、塗膜B（第2の塗膜）のエッジELbの位置と判断する（S
276）。

【0089】

図26に示すように、間隙部92が帯状基材高さ微分部90cにある場合、右領域94
Rにおける高さ微分値 dY/dX の最大値 dY/dX_maxR は、塗膜A立ち上がり微
分部90e及び塗膜B立ち上がり微分部90fそれぞれにおける極大値のうち大きい方
である。一方、このとき、左領域94Lには塗膜A立ち上がり微分部90e及び塗膜B立
ち上がり微分部90fがないので、極大点がない。したがって、左領域94Lにおける高
さ微分値 dY/dX の最大値 dY/dX_maxL は、略0となる。つまり、 $dY/dX_maxR \gg dY/dX_maxL \approx 0$ となる。したがって、このとき、 $Sum = dY/dX_maxR$ となる。なお、このことは、間隙部92が塗膜A塗工高さ微分部90aにある場合においても、左右が逆になることを除いて同様である。

【0090】

一方、図27に示すように、間隙部92が塗膜B塗工高さ微分部90bにある場合、右
領域94Rにおける高さ微分値 dY/dX の最大値 dY/dX_maxR は、塗膜A立ち
上がり微分部90eにおける最大値（極大値）に対応する。また、左領域94Lにお
ける高さ微分値 dY/dX の最大値 dY/dX_maxL は、塗膜B立ち上がり微分部90f
における最大値（極大値）に対応する。したがって、このとき、 $Sum = dY/dX_maxR + dY/dX_maxL$ となる。ここで、和Sumが最大となるときは、 $Sum =$

$dY/dX_{maxR} + dY/dX_{maxL}$ となるときである。したがって、エッジ判断部 412 は、このときに右領域 94R 及び左領域 94L それぞれにおいて高さ微分値の最大値を取る幅方向位置 X を、それぞれ、塗膜 A のエッジ ELa 及び塗膜 B のエッジ ELb と判断する。このように、実施の形態 4 においては、実施の形態 1 と異なり、基材高さ HB 及び塗工高さ HC を算出することなく、塗膜のエッジを検出することが可能である。さらに、領域分割部 404 は、微分プロファイル 90 を塗膜 A 及び塗膜 B の両方のエッジ位置をそれぞれ含むように領域を分割し得る。したがって、実施の形態 4 においては、塗工部材 50 が複数の塗膜を有する場合に、複数の塗膜のそれぞれのエッジを一度に検出することが可能である。

【0091】

10

また、実施の形態 4 は、間隙部 92 を隔てて分割された右領域 94R 及び左領域 94L それぞれの最大値の和が最大となる場合を判断することによって、図 28 に示す場合においても、塗膜 A のエッジ ELa 及び塗膜 B のエッジ ELb を確実に判断することが可能となる。ここで、上述したように、高さ微分値 dY/dX が極大となるのは、塗膜 A のエッジ ELa の位置及び塗膜 B のエッジ ELb の位置である。したがって、微分プロファイル 90 において 2 つの極大値を取る幅方向位置 X をそれぞれ塗膜 A のエッジ ELa 及び塗膜 B のエッジ ELb と判断する第 2 の方法も考えられる。

【0092】

しかしながら、図 28 に例示した微分プロファイル 90 においては、ノイズ等により、塗膜 A 立ち上がり微分部 90e 及び塗膜 B 立ち上がり微分部 90f のそれぞれに複数の極大点が発生する。ここで、微分プロファイル 90 において最も大きな高さ微分値 dY/dX を取る位置は、塗膜 B 立ち上がり微分部 90f における図 28 の矢印 F1 で示す点の位置である。さらに、微分プロファイル 90 において 2 番目に大きな高さ微分値 dY/dX を取る位置も、塗膜 B 立ち上がり微分部 90f における図 28 の矢印 F2 で示す点の位置である。したがって、上記第 2 の方法では、エッジの位置として、塗膜 A 立ち上がり微分部 90e におけるエッジ ELa を検出することができない。一方、実施の形態 4 は、間隙部 92 を隔てて分割された右領域 94R 及び左領域 94L それぞれの最大値の和が最大となる場合を判断するので、塗膜 A のエッジ ELa 及び塗膜 B のエッジ ELb を確実に判断することが可能となる。

20

【0093】

30

なお、上述した実施の形態 4 においては、微分プロファイル 90 において間隙部 92 が左から右に移動するとしたが、これに限られない。間隙部 92 は、幅方向位置 X における全ての位置について移動できれば、右から左に移動するとしてもよいし、ランダムに移動してもよい。

【0094】

(実施の形態 5)

次に、実施の形態 5 について説明する。

実施の形態 4 にかかるエッジの検出方法では、動的な状態つまり塗工部材 50 が搬送されている状態では、帯状基材 52 のバタつき等によって、実施の形態 1 と比較して精度よくエッジを検出できないおそれがある。一方、静的な状態つまり塗工部材 50 が搬送されていない状態では、帯状基材 52 のバタつき等が比較的少ないので、精度よくエッジを検出できる。したがって、実施の形態 5 においては、塗工部材 50 の搬送方向における 1 回目位置 Z_1 においては、実施の形態 4 にかかる方法（第 2 のエッジ判断工程）によって塗膜のエッジを検出し、塗工部材 50 の搬送方向における N 回目位置 Z_N (N は 2 以上の整数) においては、実施の形態 1 及び実施の形態 2 にかかる方法（第 1 のエッジ判断工程）によって塗膜のエッジを検出する。

40

【0095】

図 29 は、実施の形態 5 にかかるエッジ検出部 500 の構成を示す機能ブロック図である。実施の形態 5 においては、図 1 に示したエッジ検出部 110 が、エッジ検出部 500 に置き換えられる。エッジ検出部 500 は、一回目エッジ検出部 502 と、範囲設定部 2

50

02と、高さ算出部112と、閾値設定部114と、エッジ判断部116とを有する。一回目エッジ検出部502は、実施の形態4にかかるエッジ検出部400と実質的に同様の構成を有し、エッジ検出部400と実質的に同様の動作（図24に示したS260の処理）を行う。

【0096】

一回目エッジ検出部502は、塗工部材50の搬送方向における1回目位置Z₁について、塗膜のエッジを検出する。範囲設定部202は、一回目エッジ検出部502によって1回目位置Z₁について検出されたエッジ位置から、2回目位置Z₂にかかる基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を設定する。また、範囲設定部202は、エッジ判断部116によって2回目位置Z₂について検出されたエッジ位置から、3回目位置Z₃にかかる基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を設定する。以降、範囲設定部202は、エッジ判断部116によってN-1回目位置Z_{N-1}について検出されたエッジ位置から、N回目位置Z_Nにかかる基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を設定する。つまり、範囲設定部202、高さ算出部112、閾値設定部114及びエッジ判断部116は、塗工部材50の搬送方向における2回目位置Z₂以降の位置（つまりN回目位置Z_N）について、塗膜のエッジを検出する。

【0097】

図30は、実施の形態5にかかるエッジ検出方法（S280）を示すフローチャートである。まず、一回目エッジ検出部502は、搬送方向における1回目位置Z₁において、図24に示したS260の処理によって、塗膜のエッジを検出する（S282）。搬送方向における2回目位置Z₂以降の位置（つまりN回目位置Z_N）については、実施の形態2にかかるエッジ検出処理（S220）と実質的に同様であるので、説明を省略する。

【0098】

実施の形態2においては、塗工部材50の搬送方向における1回目位置Z₁について塗膜のエッジを検出するときは、この位置以前にエッジが検出されていないので、基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を任意の固定値に設定する必要がある。一方、この任意の固定値は、経験則から作業者によって定められるので、測定対象の塗工部材50に対応していないおそれがある。したがって、実施の形態2においては、1回目位置Z₁について、精度よく塗膜のエッジを検出することが困難となるおそれがある。そして、1回目位置Z₁について精度よく塗膜のエッジを検出できなければ、これ以降の位置（N回目位置Z_N）についても、精度よく塗膜のエッジを検出することが困難となるおそれがある。

【0099】

一方、実施の形態5においては、1回目位置Z₁については、基材高さ算出範囲82及び塗工高さ算出範囲84を設定する必要のない方法（実施の形態4にかかる方法）で塗膜のエッジを検出する。さらに、実施の形態4にかかる方法は、上述したように、塗工部材50が搬送されていない状態つまり1回目位置Z₁において、精度よくエッジを検出できる。したがって、実施の形態5にかかる方法は、1回目位置Z₁において、精度よくエッジを検出することが可能である。さらに、実施の形態5にかかる方法は、1回目位置Z₁において精度よく塗膜のエッジを検出できるので、これ以降の位置（N回目位置Z_N）についても、精度よく塗膜のエッジを検出することが可能となる。

【0100】

（変形例）

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、上述したフローチャートにおける各処理（ステップ）の順序は、適宜、変更可能である。

【0101】

例えば、図3に示したフローチャートにおいて、S20の処理及びS30の処理は、逆であってもよいし、同時に行われてもよい。つまり、塗膜の左側のエッジの検出処理及び

塗膜の右側のエッジの検出処理の順序は任意である。さらに、図3に示したフローチャートにおいて、塗膜Aの塗膜幅を算出した後で塗膜Bの塗膜幅を算出するとしたが、塗膜Bの塗膜幅を算出した後で塗膜Aの塗膜幅を算出してもよいし、塗膜Aの塗膜幅及び塗膜Bの塗膜幅を同時に算出してもよい。同様に、図5に示したフローチャートにおいて、S202の処理及びS204の処理は、順序が逆であってもよいし、同時に行われてもよい。

【0102】

また、上述した実施の形態において、塗工部材50は、帯状基材52の一方の面に塗膜54（塗膜A）が塗布され、帯状基材52の他方の面に塗膜56（塗膜B）が塗布されて形成されているが、このような構成に限られない。例えば、塗工部材50は、帯状基材52の片面に単層の塗膜が塗布されて形成されていてもよい。また、図31に例示するよう

10

【0103】

図31は、変形例にかかる塗工部材50を例示する図である。図31には、帯状基材52の片面に複数の層の塗膜が塗布された塗工部材50が例示されている。図31に例示した塗工部材50は、帯状基材52の上に塗膜56が塗布され、塗膜56の上に塗膜54が塗布されて構成されている。この例において、測定対象の塗膜が塗膜54の場合、塗膜54の塗工高さHCは、塗膜54の厚さと、塗膜56の厚さと、帯状基材52の厚さとの合計に対応する。また、この場合、測定対象である塗膜54の基材は、測定対象の塗膜54が塗布されている物体である、塗膜56である。そして、塗膜54の基材高さHBは、塗

20

【0104】

また、図31の例において、測定対象の塗膜が塗膜56の場合、塗膜56の塗工高さHCは、塗膜56の厚さと帯状基材52の厚さとの合計に対応する。また、この場合、測定対象である塗膜56の基材は、測定対象の塗膜56が塗布されている物体である、帯状基材52である。そして、塗膜56の基材高さHBは、帯状基材52の厚さに対応する。

【0105】

また、実施の形態4においては、微分プロファイル90を2つの領域（右領域94R及び左領域94L）に分割するとしたが、これに限られない。塗膜幅を測定すべき塗膜が3つ以上である場合には、その測定対象の塗膜の数に応じて、適宜、分割する領域の数を3

30

つ以上としてもよい。例えば、塗膜幅を測定すべき塗膜が3つである場合には、分割する領域の数を3つとしてもよい。

【0106】

また、上述した実施の形態においては、塗膜幅測定装置1は2つのセンサを有しているとしたが、このような構成に限られない。センサが塗膜幅全体について塗工部材の高さを精度よく測定することが可能であれば、塗膜幅測定装置1はセンサを1つのみ有してもよい。

【0107】

プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（non-transitory computer readable medium）を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（tangible storage medium）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば光磁気ディスク）、CD-ROM、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ（例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAM（Random Access Memory））を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

40

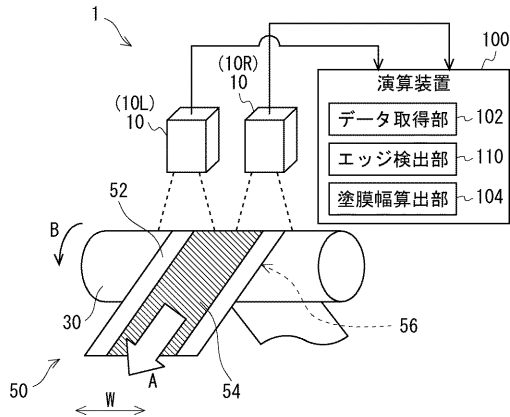
50

【符号の説明】

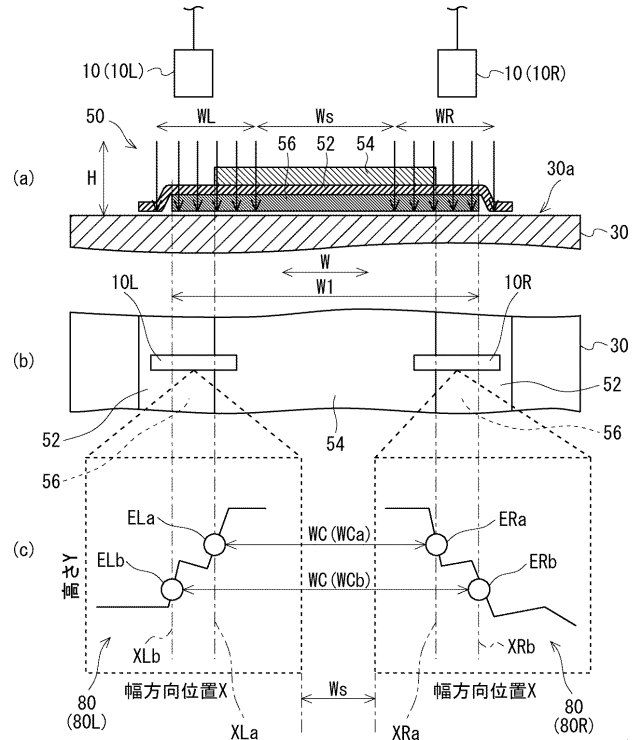
【0108】

1	塗膜幅測定装置	
10	センサ	
30	ローラ	
30a	測定基準面	
50	塗工部材	
52	带状基材	
54	塗膜（塗膜A）	
56	塗膜（塗膜B）	10
80	測定プロファイル	
82	基材高さ算出範囲	
84	塗工高さ算出範囲	
88	高さ分布	
90	微分プロファイル	
92	間隙部	
94L	左領域	
94R	右領域	
100	演算装置	
102	データ取得部	20
104	塗膜幅算出部	
110	エッジ検出部	
112	高さ算出部	
114	閾値設定部	
116	エッジ判断部	
200	エッジ検出部	
202	範囲設定部	
300	エッジ検出部	
302	高さ分布取得部	
304	高さ決定部	30
400	エッジ検出部	
402	微分プロファイル取得部	
404	領域分割部	
406	最大値取得部	
408	最大値合計部	
410	領域移動部	
412	エッジ判断部	
500	エッジ検出部	
502	一回目エッジ検出部	

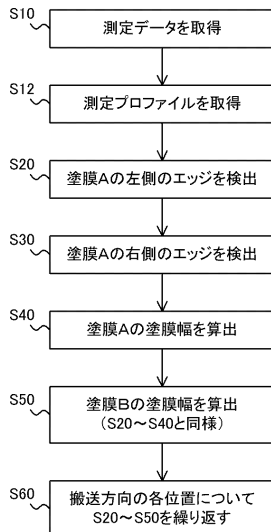
【図 1】



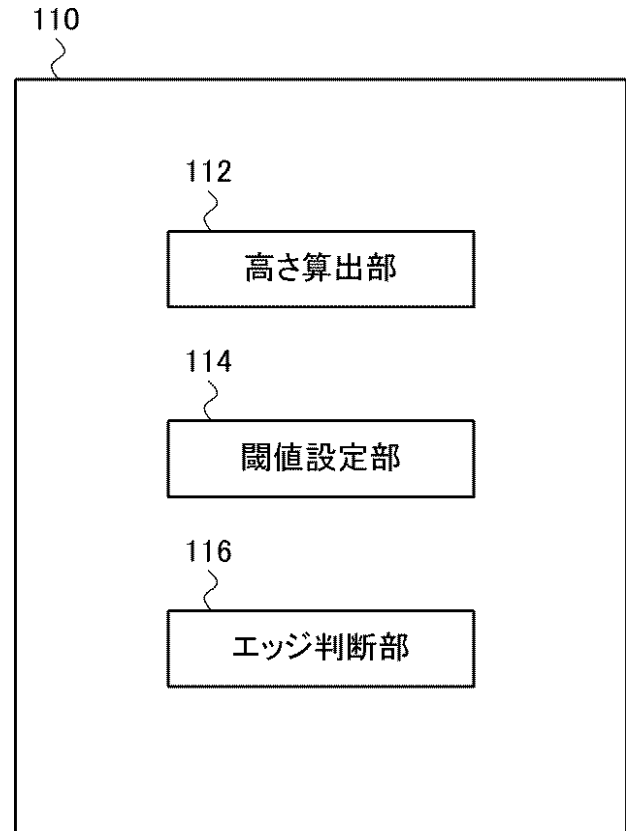
【図 2】



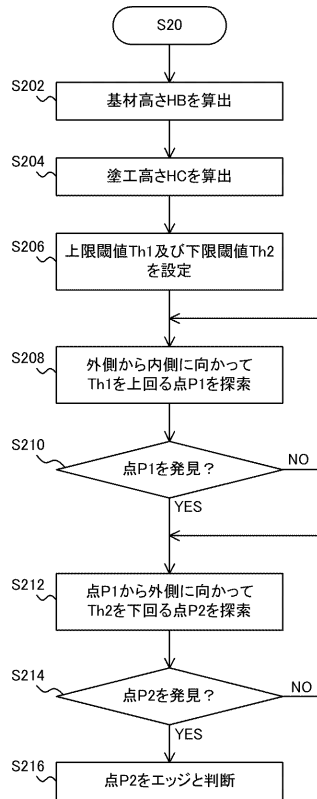
【図 3】



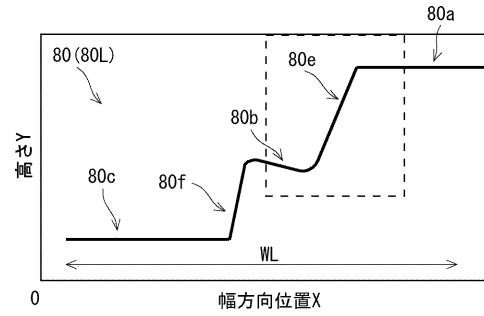
【図 4】



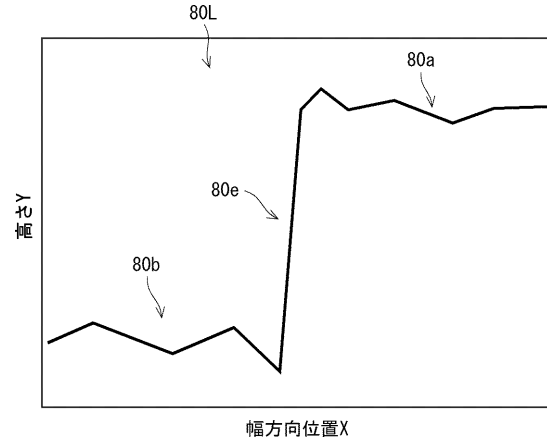
【図 5】



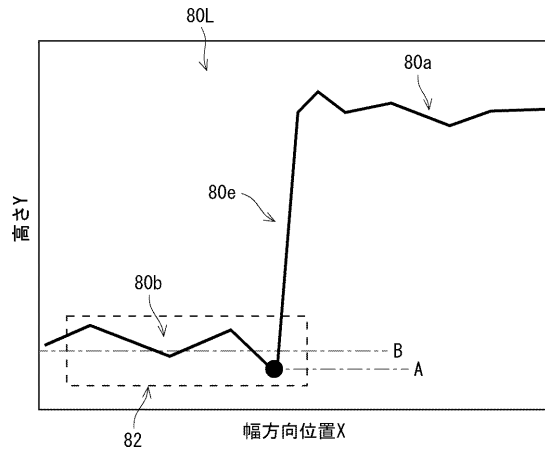
【図 6】



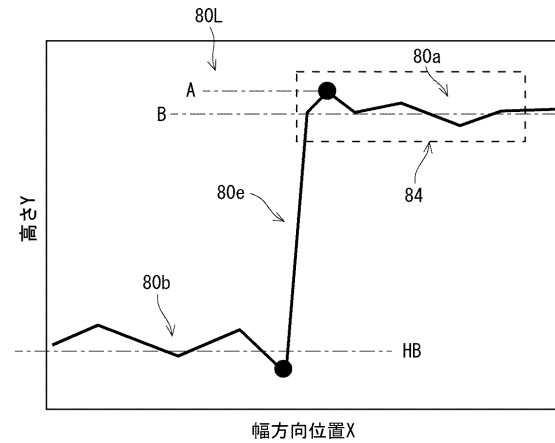
【図 7】



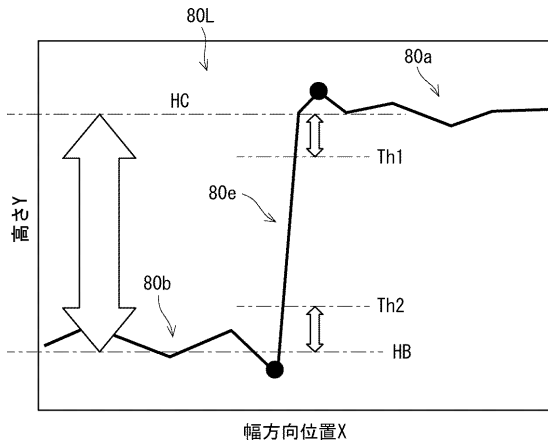
【図 8】



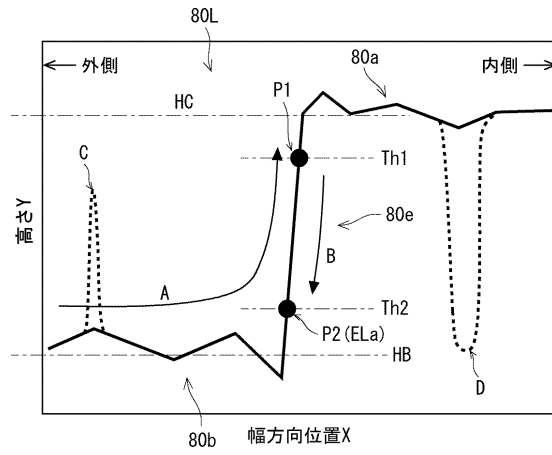
【図 9】



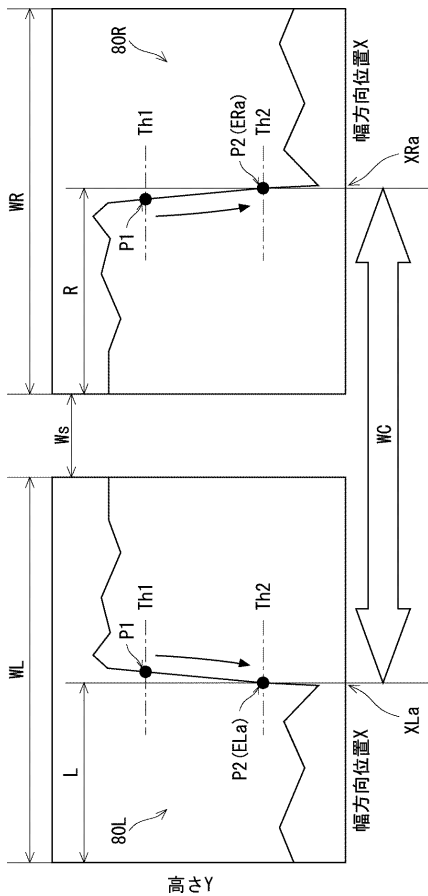
【図 10】



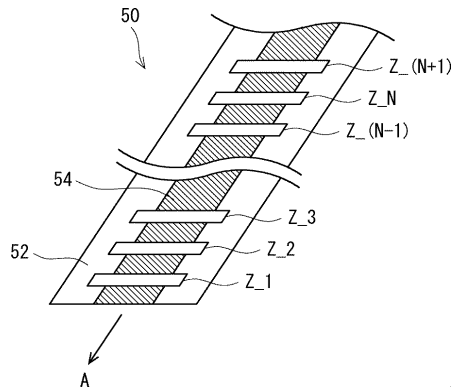
【図 11】



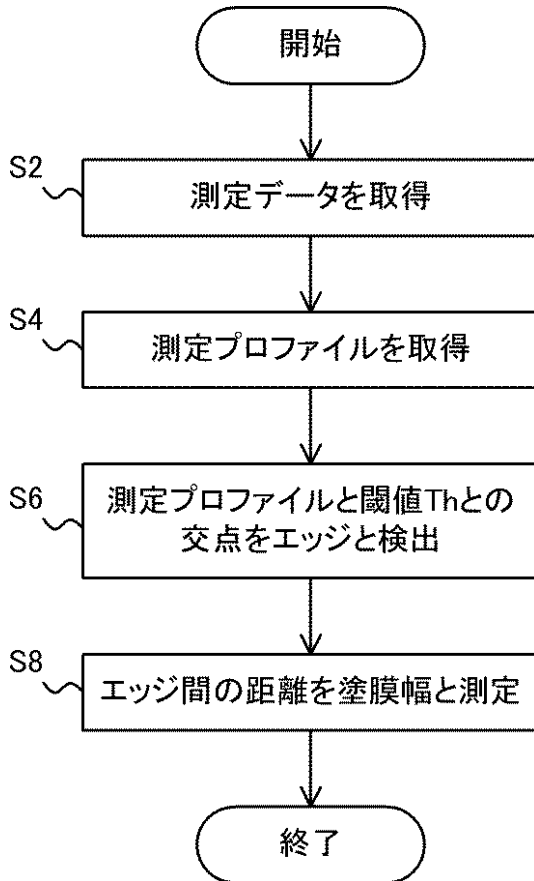
【図 12】



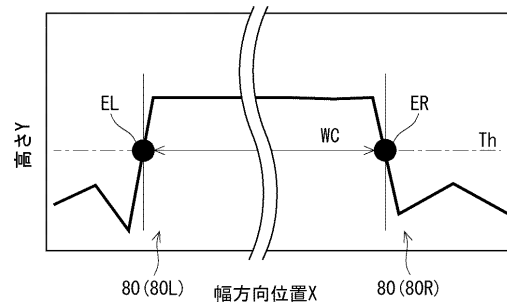
【図 13】



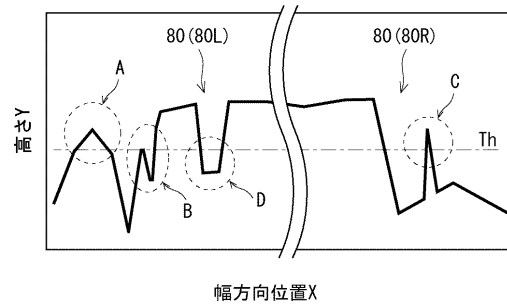
【図 1 4】



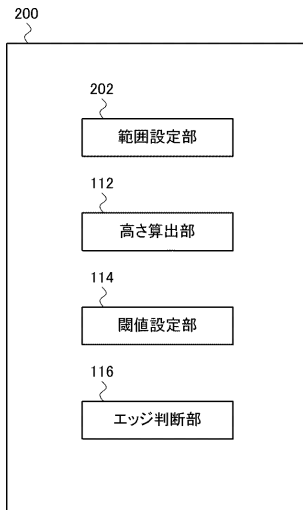
【図 1 5】



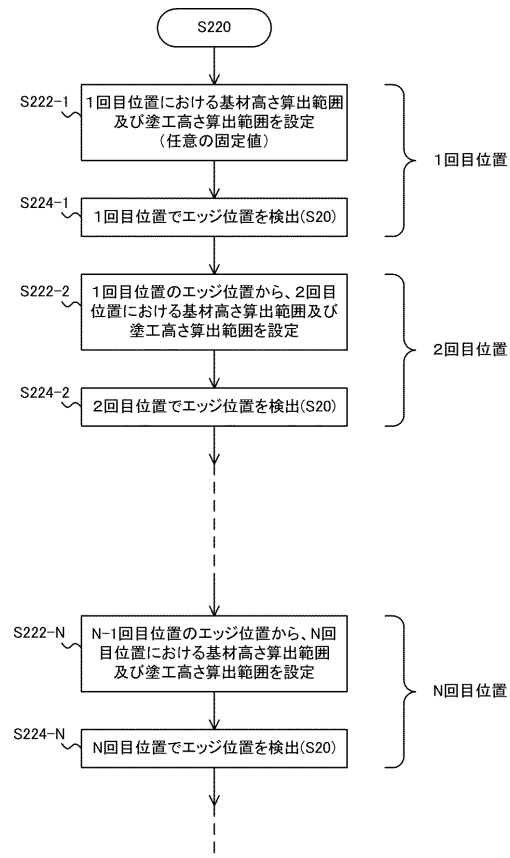
【図 1 6】



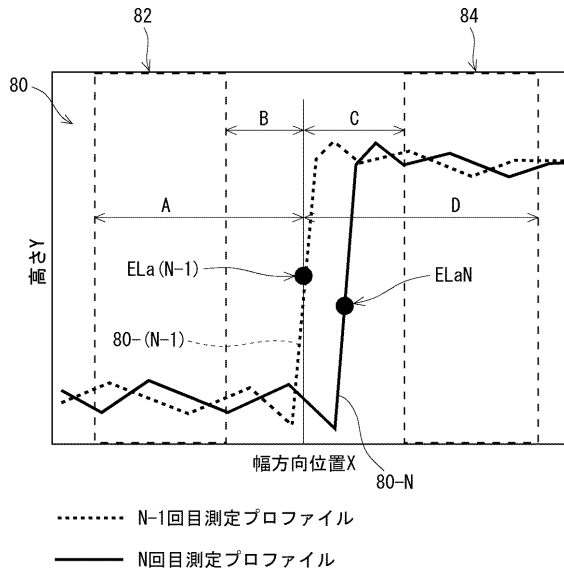
【図 1 7】



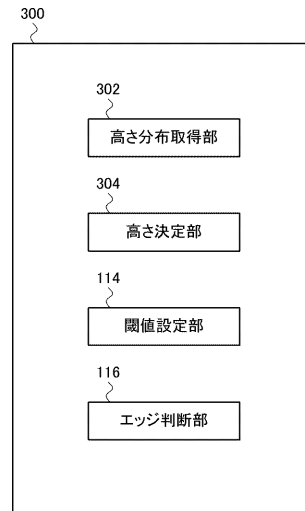
【図 1 8】



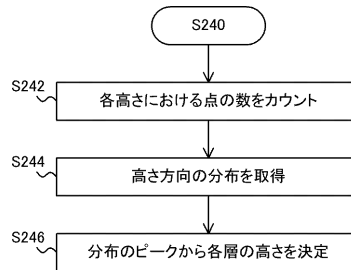
【図 19】



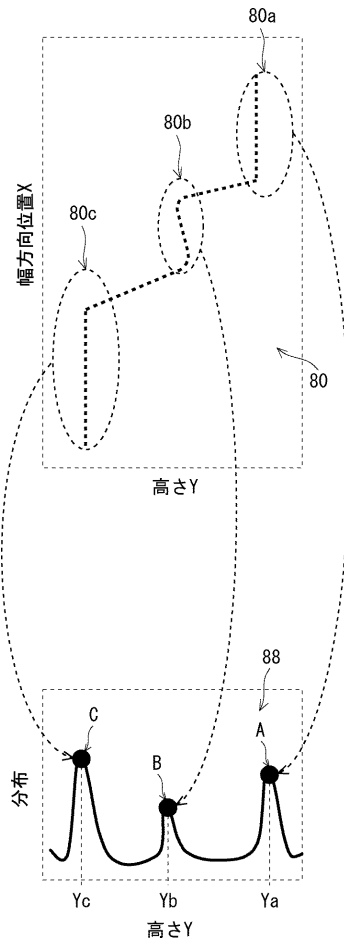
【図 20】



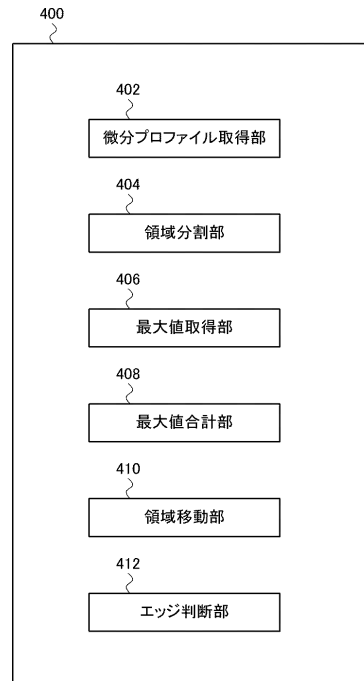
【図 21】



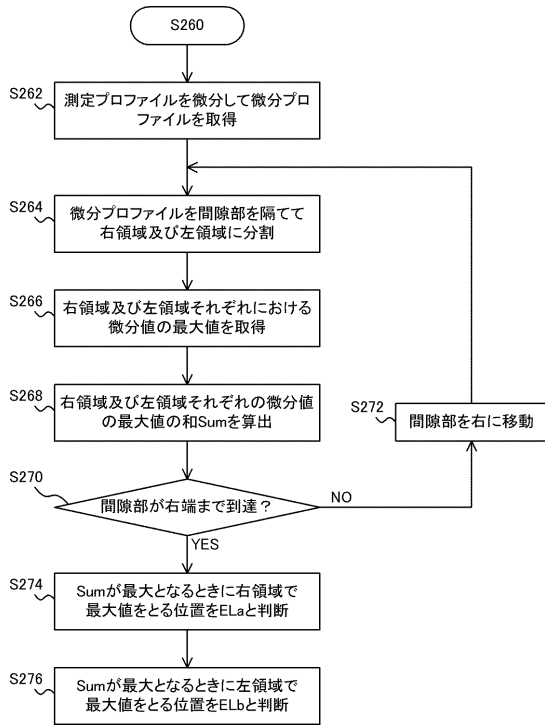
【図 22】



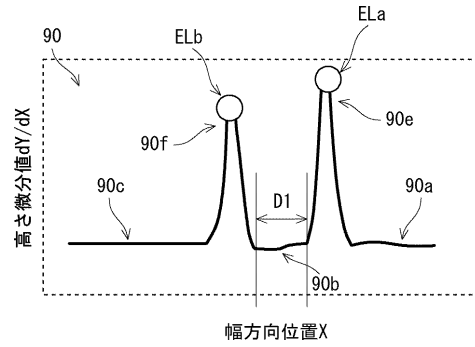
【図 23】



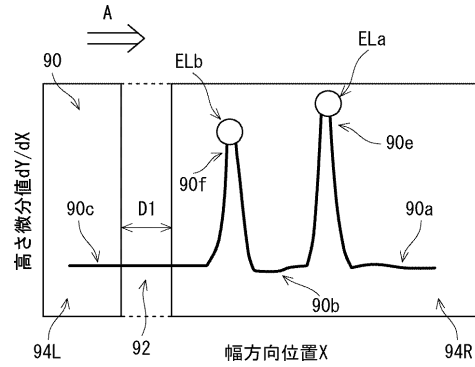
【図 2 4】



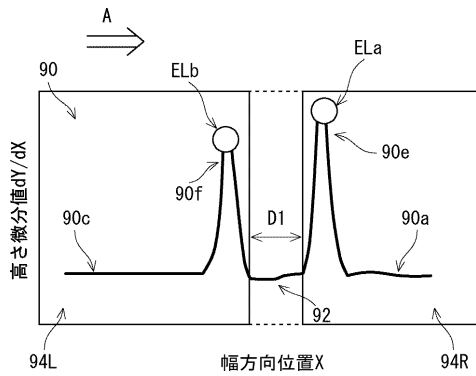
【図 2 5】



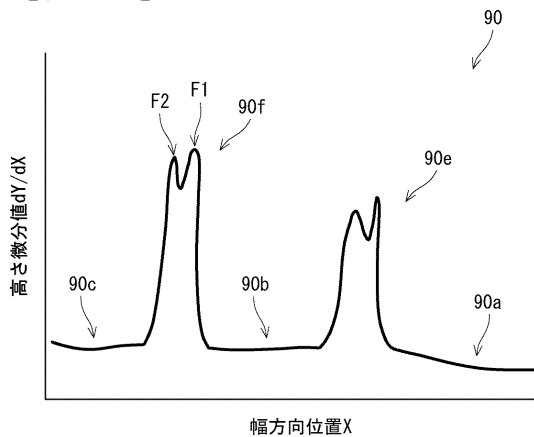
【図 2 6】



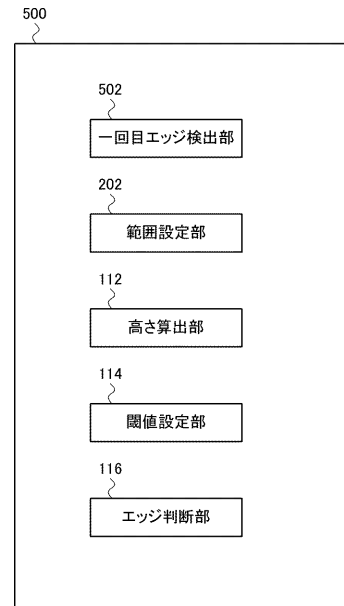
【図 2 7】



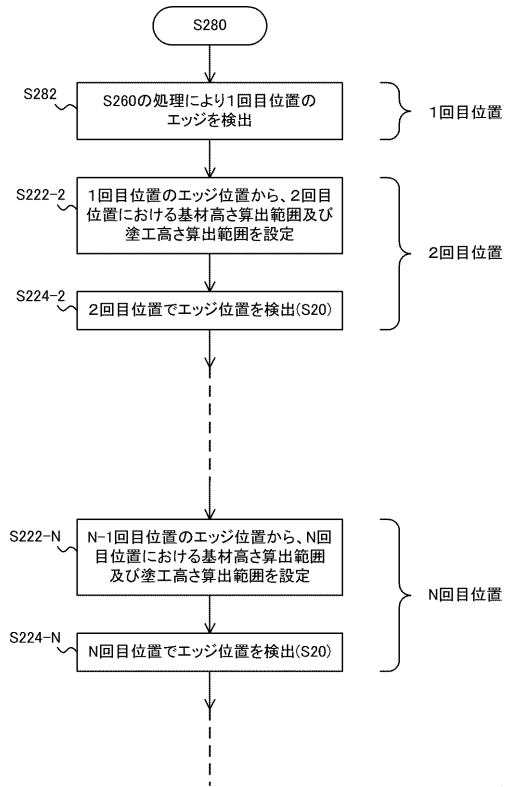
【図 2 8】



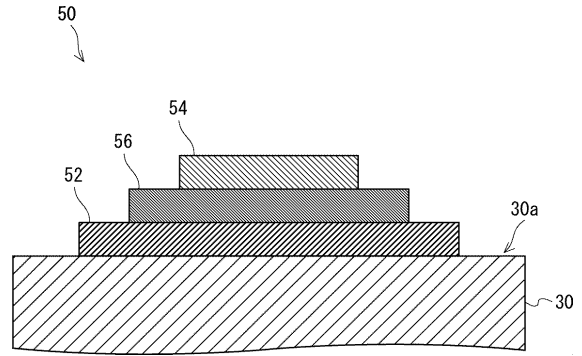
【図 2 9】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA12 AA22 AA24 AA30 AA52 BB13 BB15 BB17 CC25 CC31
DD03 FF04 FF09 GG04 GG06 JJ03 JJ05 JJ26 MM03 PP16
QQ08 QQ13 QQ27 QQ29 QQ42 QQ51
2F069 AA15 AA42 AA49 AA62 BB20 BB34 CC06 DD19 GG04 GG07
GG58 HH09 JJ13 NN05 NN09 NN26
4F042 AA22 DH09
5H050 AA19 GA22 GA28 HA04 HA12