

(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2007-190828

(P2007-190828A)

(43) 公開日 平成19年8月2日(2007.8.2)

(51) Int. Cl.

B 2 8 B 3/20 (2006.01)

F I

B 2 8 B 3/20

D

テーマコード (参考)

4 G 0 5 4

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-11573 (P2006-11573)

(22) 出願日 平成18年1月19日 (2006.1.19)

(71) 出願人 000003067

T D K 株式会社

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

(74) 代理人 100097180

弁理士 前田 均

(74) 代理人 100099900

弁理士 西出 眞吾

(74) 代理人 100111419

弁理士 大倉 宏一郎

(74) 代理人 100117927

弁理士 佐藤 美樹

(72) 発明者 秋本 勝美

東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T

D K 株式会社内

最終頁に続く

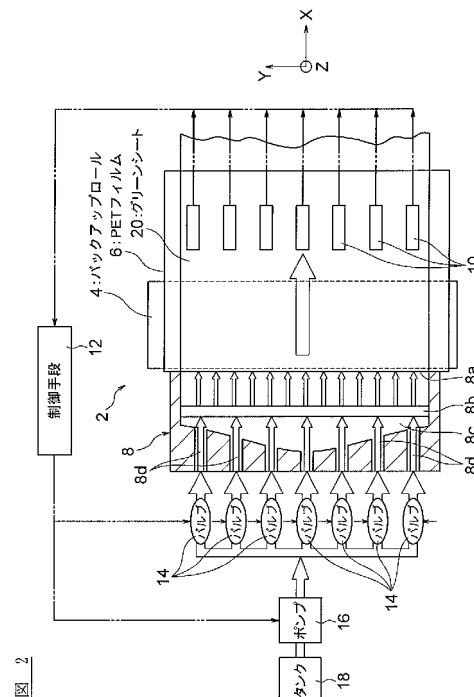
(54) 【発明の名称】 グリーンシートの製造方法および製造装置

(57) 【要約】

【課題】シート成形材料としてのスラリーの粘度が変化したとしても、塗布ヘッドなどのシート成形材料吐出部材を交換することなく、しかもノズル口を手動で調整することなく、シートの幅方向に厚みムラが生ぜず、均一な厚みの幅広なグリーンシートを製造することができるグリーンシートの製造方法および製造装置を提供すること。

【解決手段】塗布ヘッド8のノズル口8aから吐出されたシート成形体20の厚みを、シート成形体20の幅方向Yに沿って複数の検出位置で測定する。幅方向Yに沿って複数の検出位置で測定されたシート成形体20の厚みデータに基づき、ヘッド8のノズル口8aの上流側に形成してあるスラリー溜まり8bへ向かう複数の個別流路8dに供給されるスラリーの流量を制御手段12で制御する。スラリー溜まり8bからノズル口8aを通してスラリーをシート状に吐出してシート成形体20を形成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シート成形材料吐出部材のノズル口から吐出されたシート成形体の厚みを、シート成形体の幅方向に沿って複数の検出位置で測定する工程と、
幅方向に沿って複数の検出位置で測定された前記シート成形体の厚みデータに基づき、前記シート成形材料吐出部材のノズル口の上流側に形成してあるスラリー溜まりへ向かう複数の個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する工程と、
前記スラリー溜まりから前記ノズル口を通して前記成形材料をシート状に吐出して前記シート成形体を形成する工程と、を有するグリーンシートの製造方法。

【請求項 2】

10

前記シート成形体の幅方向に沿って測定されるシート成形体の複数位置と、
前記シート成形材料吐出部材のスラリー溜まりへ向かう複数の前記個別流路の幅方向位置とが、ほぼ一致していることを特徴とする請求項 1 に記載のグリーンシートの製造方法。

【請求項 3】

複数の前記検出位置で測定された厚みデータが、全て同一の基準値に近づくように、前記検出位置に対応する前記個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する請求項 1 または 2 に記載のグリーンシートの製造方法。

【請求項 4】

前記シート成形材料吐出部材の個別流路の上流側には、それぞれ制御バルブが装着してあり、
各制御バルブの開度を制御することにより、前記個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のグリーンシートの製造方法。

20

【請求項 5】

前記シート成形材料吐出部材の個別流路の上流側には、それぞれ容量可変ポンプが装着してあり、
各容量可変ポンプから吐出される流量を制御することにより、前記個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のグリーンシートの製造方法。

【請求項 6】

前記吐出口に対して所定距離離れて送り込まれる支持シートの表面に、前記ノズル口から前記成形材料をシート状に吐出して前記シート成形体を形成し、
形成された前記シート成形体の表裏面から非接触式にレーザ光を照射することにより、前記複数の検出位置で、シート成形体の厚みを測定することの特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のグリーンシートの製造方法。

30

【請求項 7】

ノズル口からシート成形材料をシート状に吐出してシート成形体を形成するシート成形材料吐出部材と、

前記ノズル口から吐出されたシート成形体の厚みを、シート成形体の幅方向に沿って複数の検出位置で測定する厚み測定センサと、

前記厚み測定センサにより複数の前記検出位置で測定された前記シート成形体の厚みデータに基づき、前記シート成形材料吐出部材のノズル口の上流側に形成してあるスラリー溜まりへ向かう複数の個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する制御手段と、
を有するグリーンシートの製造装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、グリーンシートの製造方法および製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

バンドパスフィルタ、積層インダクタ、積層コンデンサなどのチップ状電子部品を製造

50

するには、グリーンシートを製造する工程が不可欠である（特許文献1および2参照）。

【0003】

グリーンシートを製造する方法として、たとえばPETフィルムなどの支持フィルム上に、塗布ヘッドなどの成形材料吐出部材のノズル口からシート状に成形材料を吐出する方法が知られている（特許文献3参照）。支持フィルム上に塗布ヘッドのノズル口から成形材料をシート状に吐出する際には、支持フィルムは、一定速度で送られ、次の乾燥ステージへと送られる。

【0004】

チップ状電子部品の小型化に伴い、グリーンシートの厚みは、ますます薄く成りつつある。しかも、グリーンシートの厚みがばらつくと、電子部品における電気特性（静電容量やインダクタンス値など）のバラツキにつながり、グリーンシートの厚みのバラツキは極力避けなければならない。たとえばバンドパスフィルタなどの分野では、グリーンシートの厚みが $20\mu\text{m}$ で、 $\pm 1\mu\text{m}$ 以内の厚みバラツキにする必要がある。

10

【0005】

ところが、従来の方法では、たとえば特許文献3に示すように、塗布ヘッドにおけるスラリー吐出圧力を制御することにより、シートの厚みムラを低減する技術は知られているが、この技術では、以下に示す課題を有している。

【0006】

すなわち、特許文献3に示す方法では、特定粘度のスラリーを用いた場合に、シートの長手方向に沿ったシートの厚みムラは、ある程度低減することができるが、スラリーの粘度が変化した場合に、シートの幅方向の厚みムラを低減することが困難である。なぜなら、従来の塗布ヘッドでは、ポンプから供給されるスラリーは、一カ所の供給口から幅方向拡散流路を通り、スラリー溜まりへと至り、そこからノズル口へ送られて、支持シート上に吐出されるからである。

20

【0007】

塗布ヘッド内における幅方向拡散流路の形状は、特定のスラリー粘度に合わせて設計され、幅方向に細長いノズル口からシート状に吐出されるスラリーの幅方向吐出圧力が均一になるように設計されている。そのため、スラリーの種類が変化した場合や、環境温度が変化した場合などには、スラリーの粘度が変化し、その結果、幅方向拡散流路において、幅方向に均一な圧力でスラリーをスラリー溜まりへ送り込むことが困難になり、スラリーの幅方向吐出圧力が不均一になる。

30

【0008】

その結果、スラリー溜まりからノズル口へ向かい、ノズル口からシート状に吐出されるスラリーの吐出圧力が、幅方向に不均一になり、シートの幅方向に厚みムラが生じてしまう。特に、グリーンシートの幅が大きい場合において、シートの幅方向の厚みムラが顕著である。

【0009】

このような不都合を避けるためには、スラリー粘度に合わせて設計された塗布ヘッド毎に塗布ヘッドを交換して使用するか、あるいは、ノズル口の流路断面積などを手動で調整する必要がある、その作業が煩雑である。

40

【特許文献1】特開平7-88820号公報

【特許文献2】特開2004-265971号公報

【特許文献3】特開平9-129505号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、このような実状に鑑みてなされ、その目的は、シート成形材料としてのスラリーの粘度が変化したとしても、塗布ヘッドなどのシート成形材料吐出部材を交換することなく、しかもノズル口を手動で調整することなく、シートの幅方向に厚みムラが生ぜず、均一な厚みの幅広なグリーンシートを製造することができるグリーンシートの製造方法

50

および製造装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明に係るグリーンシートの製造方法は、シート成形材料吐出部材のノズル口から吐出されたシート成形体の厚みを、シート成形体の幅方向に沿って複数の検出位置で測定する工程と、幅方向に沿って複数の検出位置で測定された前記シート成形体の厚みデータに基づき、前記シート成形材料吐出部材のノズル口の上流側に形成してあるスラリー溜まりへ向かう複数の個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する工程と、前記スラリー溜まりから前記ノズル口を通して前記成形材料をシート状に吐出して前記シート成形体を形成する工程と、を有する。 10

【0012】

上記目的を達成するために、本発明に係るグリーンシートの製造装置は、ノズル口からシート成形材料をシート状に吐出してシート成形体を形成するシート成形材料吐出部材と、前記ノズル口から吐出されたシート成形体の厚みを、シート成形体の幅方向に沿って複数の検出位置で測定する厚み測定センサと、前記厚み測定センサにより複数の前記検出位置で測定された前記シート成形体の厚みデータに基づき、前記シート成形材料吐出部材のノズル口の上流側に形成してあるスラリー溜まりへ向かう複数の個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する制御手段と、 20を有する。

【0013】

本発明において、厚み測定センサとしては、シート成形体の幅方向に沿って複数の検出位置でシート厚みを測定することができるものであれば、特に限定されない。複数の厚み測定センサがシートの幅方向に沿って配置してあっても良く、あるいは、単一の厚み測定センサがシートの幅方向に沿って移動することにより、シート成形体の幅方向に沿って複数の検出位置でシート厚みを測定することができるものでもよい。

【0014】

本発明に係るグリーンシートの製造方法および製造装置によれば、幅方向に沿って複数の検出位置で測定されたシート成形体の厚みデータに基づき、シート成形材料吐出部材のノズル口の上流側に形成してあるスラリー溜まりへ向かう複数の個別流路に供給されるシート成形材料（スラリー）の流量を制御する。そのため、本発明では、シート成形材料としてのスラリーの粘度が変化したとしても、塗布ヘッドなどのシート成形材料吐出部材を交換することなく、しかもノズル口を手動で調整することなく、シートの幅方向に厚みムラが生ぜず、均一な厚みの幅広なグリーンシートを製造することができる。 30

【0015】

好ましくは、前記シート成形体の幅方向に沿って測定されるシート成形体の複数位置（厚み測定センサの測定位置）と、前記シート成形材料吐出部材のスラリー溜まりへ向かう複数の前記個別流路の幅方向位置とが、ほぼ一致している。 40

【0016】

このように、厚み測定センサの測定位置と個別流路の幅方向位置とがほぼ一致することで、厚みムラが生じるおそれがある部分に対応する個別流路の流量を正確に制御することが可能になり、幅方向により均一な厚みのグリーンシートを製造することができる。

【0017】

好ましくは、複数の前記検出位置（厚み測定センサの測定位置）で測定された厚みデータが、全て同一の基準値に近づくように、前記検出位置に対応する前記個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する。このような制御を行うことで、幅方向により均一な厚みのグリーンシートを製造することができる。

【0018】

好ましくは、前記シート成形材料吐出部材の個別流路の上流側には、それぞれ制御バルブが装着してあり、
各制御バルブの開度を制御することにより、前記個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御する。

【0019】

個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御するには、各制御バルブの開度を制御する方法が考えられる。たとえば、厚み測定センサにより測定された厚みが、基準値よりも薄い場合には、その検出位置に対応する制御バルブの開度を制御して、シート成形材料の流量を大きくする。また、厚み測定センサにより測定された厚みが、基準値よりも厚い場合には、その検出位置に対応する制御バルブの開度を制御して、シート成形材料の流量を小さくする。その結果、その幅方向位置に対応する部分のシート成形体の厚みは、基準値に近づく方向に制御される。

10

【0020】

また本発明では、前記シート成形材料吐出部材の個別流路の上流側には、それぞれ容量可変ポンプが装着してあり、
各容量可変ポンプから吐出される流量を制御することにより、前記個別流路に供給されるシート成形材料の流量を制御しても良い。この場合には、容量可変ポンプが、制御バルブの代わりになる。

【0021】

好ましくは、前記吐出口に対して所定距離離れて送り込まれる支持シートの表面に、前記ノズル口から前記成形材料をシート状に吐出して前記シート成形体を形成し、
形成された前記シート成形体の表裏面から非接触式にレーザ光を照射することにより、前記複数の検出位置で、シート成形体の厚みを測定する。

20

【0022】

支持シートは、たとえばPETフィルムなどの透明シートで構成されることから、レーザ光をシート成形体の表裏面からレーザ光を照射することにより、複数の検出位置で、シート成形体の厚みを非接触式に測定することができる。

【0023】

本発明において、グリーンシートとしては、特に限定されず、セラミック粒子が含まれるセラミックグリーンシートに限らず、樹脂粒子グリーンシート、金属粒子グリーンシートなどが例示され、本発明では、樹脂粒子が含まれるグリーンシートなどの複合樹脂シートもグリーンシートの範疇に含まれる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づき説明する。
図1は本発明の一実施形態に係るグリーンシートの製造装置の概略断面構成図、
図2は図1に示すII-II線に沿う概略断面構成図である。

【0025】

図1および図2に示すように、本発明の一実施形態に係るグリーンシートの製造装置2は、バックアップロール4を有する。バックアップロール4の外周には、支持フィルムとしてのPETフィルム6が所定の巻き付き角度範囲 $\theta 1$ で巻き付けられ、送り方向X（水平方向）に送り込まれるようになっている。巻き付き角度範囲 $\theta 1$ は、90度～180度である。

40

【0026】

PETフィルム6の膜厚は、特に限定されないが、通常、50～75 μm である。また、PETフィルム6の幅寸法は、特に限定されないが、130～350mmである。

【0027】

バックアップロール4は、時計方向R1回りに回転し、PETフィルム6を水平な送り方向Xに送り出すようになっており、バックアップロール4の左側水平位置（図1参照）には、塗布ヘッド（シート成形材料吐出部材）8が配置してある。塗布ヘッド8のノズル

50

口 8 a は、回転するバックアップロール 4 の所定位置において、P E T フィルム 6 の表面との間にコーティングギャップ G 1 を形成し、そこからグリーンシート用成形材料（スラリー）を吐出し、送り方向 X に送り出される P E T フィルムの表面に、所定厚みのセラミックグリーンシート（シート成形体）2 0 を形成するようになっている。P E T フィルム 6 の送り速度は、特に限定されないが、たとえば 6 m / 分程度である。

【0028】

図 1 および図 2 に示すように、送り方向 X に送り出される P E T フィルム 2 0 の表面に形成されたセラミックグリーンシート 2 0 の厚みを、シート 2 0 の幅方向 Y（図 2 参照）に沿って複数の検出位置で測定するように、複数の厚み測定センサ 1 0 が所定間隔で配置してある。各厚み測定センサ 1 0 は、グリーンシート 2 0 の表裏面から非接触式にレーザ光を照射することにより、幅方向 Y の複数の検出位置で、グリーンシートの厚みを測定するセンサである。P E T フィルム 6 は、透明なので、各厚み測定センサ 1 0 は、グリーンシート 2 0 の厚みのみを測定することができる。

10

【0029】

塗布ヘッド 8 には、ノズル口 8 a の上流側に、スラリー溜まり 8 b が形成してある。スラリー溜まり 8 b は、図 1 に示すように、その横断面が略半円形状になっており、ノズル口 8 a の流路高さ（図 1 において Z 軸方向の高さ）よりも広い高さを有している。スラリー溜まり 8 b は、シート 2 0 の幅方向 Y に沿って同じ横断面を有し、スラリーの圧力を幅方向 Y に沿って均一になるように調整する。

【0030】

20

塗布ヘッド 8 内では、スラリー溜まり 8 b の上流側に、幅方向拡散流路 8 c が形成してある。この実施形態では、幅方向拡散流路 8 c の平面形状は、図 2 に示すように、幅方向 Y に沿って中央部で流路方向（送り方向 X）の長さが最大となり、幅方向 Y に沿ってヘッド 8 の両端部で流路方向（送り方向 X）の長さが最小となる形状に設計してある。幅方向拡散流路 8 c の Z 軸方向の高さは、スラリー溜まり 8 b の高さよりも小さく、幅方向 Y に沿って同じであるが、流路方向に沿って漸次変化させても良い。幅方向拡散流路 8 c は、シート 2 0 の幅方向 Y に沿って連通している。

【0031】

幅方向拡散流路 8 c の上流側には、厚み測定センサ 1 0 の幅方向 Y の配置位置に対応して、幅方向 Y に分離して個別流路 8 d が形成してある。たとえば厚み測定センサ 1 0 が、幅方向 Y に沿って 3 0 mm のピッチ間隔で 1 0 個配置してある場合には、個別流路 8 d も、幅方向 Y に沿って 3 0 mm のピッチ間隔で 1 0 個配置してある。各個別流路 8 d は、流路方向（送り方向 X）に延び、幅方向拡散流路 8 c に連通するようになっている。

30

【0032】

なお、流路方向とは、ヘッド 8 の内部において、ノズル口 8 a に対して最短で向かう方向であり、この実施形態では、シート 2 0 の送り方向に一致するが、これらが一致しない場合もあり得る。また、この実施形態では、幅方向拡散流路 8 c の平面形状を全体として三角形形状にしたが、本発明では、これに限定されず、長方形形状、その他の形状であっても良い。

【0033】

40

ヘッド 8 に形成された各個別流路 8 d の上流側には、それぞれ配管などを介して制御バルブ 1 4 が装着してある。各制御バルブ 1 4 の上流側には、配管などを介してポンプ 1 6 およびタンク 1 8 が接続してある。タンク 1 8 には、シート成形材料となるスラリーが貯留してあり、ポンプ 1 6 によりスラリーが各制御バルブ 1 4 方向へと送られるようになっている。

【0034】

ポンプ 1 6 の出力、および各制御バルブ 1 4 の開度は、制御手段 1 2 により制御される。制御手段 1 2 は、たとえば中央処理装置（C P U）と、プログラムなどが記憶してあるメモリとから成る。制御手段 1 2 には、各厚み測定センサ 1 0 で測定された厚みデータが入力されるようになっている。

50

【0035】

各制御バルブ14の開度は、各厚み測定センサ10で測定された厚みデータに基づき制御される。本実施形態では、複数の厚み測定センサ10の測定位置で測定された厚みデータが、全て同一の基準値に近づくように、検出位置に対応する個別流路8dに供給されるスラリーの流量を制御する。

【0036】

たとえば何れかの厚み測定センサ10により測定された厚みが、基準値よりも薄い場合には、その検出位置に対応する特定の制御バルブ14の開度を制御して、特定の個別流路8dを通るスラリーの流量を大きくする。また、特定の厚み測定センサ10により測定された厚みが、基準値よりも厚い場合には、その検出位置に対応する制御バルブ14の開度のみを制御して、特定の個別流路8dを通るスラリーの流量を小さくする。その結果、特定の幅方向Y位置に対応する部分のシート20の厚みは、基準値に近づく方向に制御され、結果として、幅方向Yに沿って均一な厚みのシート20を成形することができる。

【0037】

本実施形態に係るグリーンシートの製造方法および製造装置2によれば、センサ10により幅方向に沿って複数の検出位置で測定されたグリーンシート20の厚みデータに基づき、塗布ヘッド8のノズル口8aの上流側に形成してあるスラリー溜まり8bへ向かう複数の個別流路8dに供給されるスラリーの流量を制御する。そのため、本実施形態では、スラリーの粘度が変化したとしても、塗布ヘッド8を交換することなく、しかもノズル口8aを手動で調整することなく、シート20の幅方向Yに厚みムラが生ぜず、均一な厚みの幅広なグリーンシートを製造することができる。たとえば200mm以上、好ましくは300mm以上ほどに幅広で、所定厚み（たとえば20 μ m）のグリーンシート20を、 $\pm 1\mu$ m以下の厚みムラ範囲内で成形することができる。

【0038】

なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

【0039】

たとえば、上述した実施形態では、厚み測定センサ10の測定位置と個別流路8dの幅方向Y位置とをほぼ一致させたが、本発明では、厚み測定センサ10の測定位置と個別流路8dの幅方向Y位置とは、多少ずらしても良い。あるいは、厚み測定センサ10の測定位置数と、個別流路8dの幅方向Yの配置個数とを異ならせてもよい。

【0040】

また、塗布ヘッド8の配置位置は、バックアップロール4の水平位置に限定されず、Z軸方向の最上部位置、あるいはその他の位置であっても良い。

【0041】

さらに本発明では、塗布ヘッド8の個別流路8dの上流側には、制御バルブ14の代わりに、それぞれ容量可変ポンプを装着しても良い。その場合には、図示するポンプ16は不要となり、各容量可変ポンプから吐出される流量を制御することにより、個別流路8dに供給されるスラリーの流量を制御する。

【0042】

さらにまた、本発明では、シート成形材料吐出部材としては、図示する塗布ヘッド8に限定されず、その他のシート成形材料吐出部材などであっても良い。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】図1は本発明の一実施形態に係るグリーンシートの製造装置の概略断面構成図である。

【図2】図2は図1に示すII-II線に沿う概略断面構成図である。

【符号の説明】

【0044】

2… グリーンシートの製造装置

10

20

30

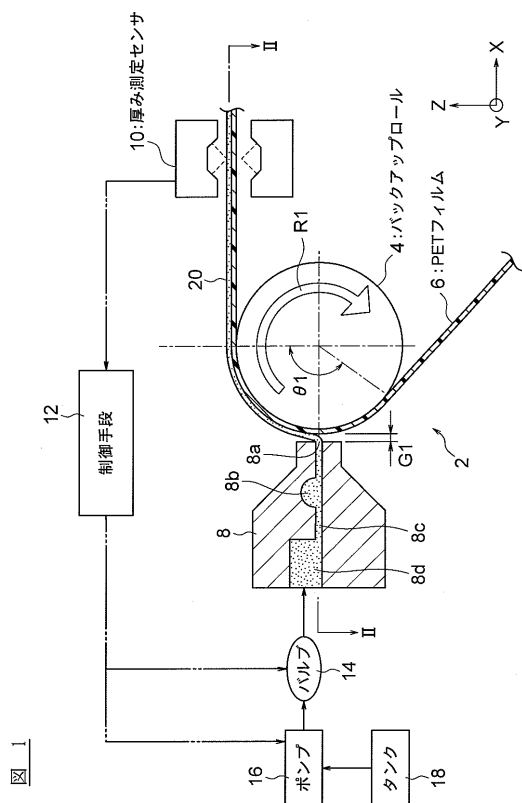
40

50

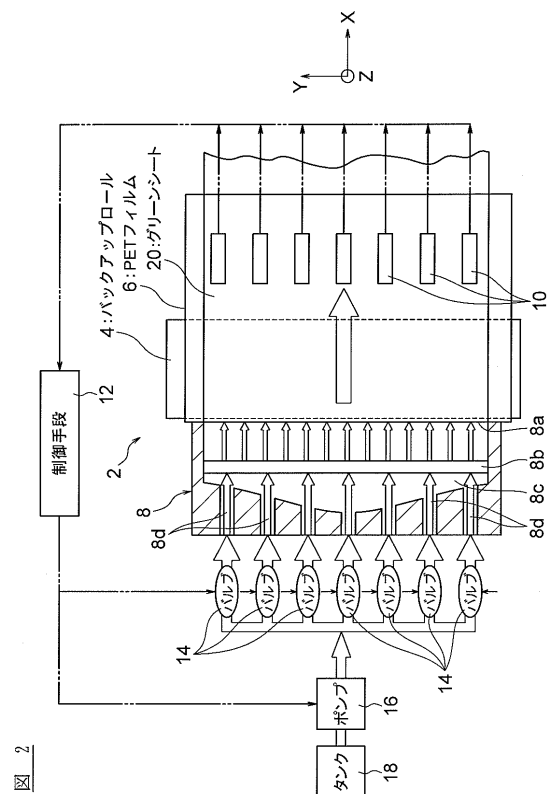
- 4 … バックアップロール
- 6 … P E Tフィルム
- 8 … 塗布ヘッド
 - 8 a … ノズル口
 - 8 b … スラリー溜まり
 - 8 c … 幅方向拡散流路
 - 8 d … 個別流路
- 10 … 厚み測定センサ
- 12 … 制御手段
- 14 … 制御バルブ
- 16 … ポンプ
- 18 … タンク
- 20 … グリーンシート

10

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 岡崎 幸一郎

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内

Fターム(参考) 4G054 AA05 BD01 DA06