

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3711226号

(P3711226)

(45) 発行日 平成17年11月2日(2005.11.2)

(24) 登録日 平成17年8月19日(2005.8.19)

(51) Int. Cl.⁷

F 2 6 B 5/04

F 0 4 B 37/16

F I

F 2 6 B 5/04

F 0 4 B 37/16

A

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-45541 (P2000-45541)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成12年2月23日 (2000. 2. 23)		大日本印刷株式会社
(65) 公開番号	特開2001-235277 (P2001-235277A)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(43) 公開日	平成13年8月31日 (2001. 8. 31)	(74) 代理人	100095463
審査請求日	平成15年3月31日 (2003. 3. 31)		弁理士 米田 潤三
		(74) 代理人	100098006
			弁理士 皿田 秀夫
		(72) 発明者	官川 俊二
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内
		(72) 発明者	中島 泰秀
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空乾燥装置および真空乾燥方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気口を設けた真空チャンパーと、吸引管を介して前記真空チャンパーの排気口に接続された真空ポンプと、該真空ポンプを駆動するための交流モーターと、該交流モーターの入力側に設けられた周波数変換器と、前記真空チャンパー内の真空度を検出し、予め設定した真空度にて前記周波数変換器を調整して前記交流モーターに入る交流周波数を変更する制御装置と、を備え、該制御装置は、前記真空チャンパー内に載置した基板に塗布されている塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度になるまで真空チャンパー内の気体を高速で排気し、その後、真空チャンパー内の気体を低速で排気して前記塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、前記塗布液の溶媒が蒸発した後に真空チャンパー内を大気圧に戻すように予め設定されていることを特徴とする真空乾燥装置。

10

【請求項2】

排気口を設けた真空チャンパーと、開閉バルブを備えた吸引管を介して前記真空チャンパーの排気口に接続された真空ポンプと、該真空ポンプを駆動するためのモーターと、前記真空チャンパー内の真空度を検出し、予め設定した真空度にて前記開閉バルブを調整して前記排気口からの排気速度を変更する制御装置と、を備え、該制御装置は、前記真空チャンパー内に載置した基板に塗布されている塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度になるまで真空チャンパー内の気体を高速で排気し、その後、真空チャンパー内の気体を低速で排気して前記塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、前記塗布液の溶媒が蒸発した後に真空チャンパー内を大気圧に戻すように予め設定されていることを

20

特徴とする真空乾燥装置。

【請求項 3】

排気口を設けた真空チャンバーと、開閉バルブを備えた吸引管を介して前記真空チャンバーの排気口に接続された真空ポンプと、該真空ポンプを駆動するための交流モーターと、該交流モーターの入力側に設けられた周波数変換器と、前記真空チャンバー内の真空度を検出し、予め設定した真空度にて前記周波数変換器を調整して前記交流モーターに入る交流周波数を変更する、および/または、前記開閉バルブを調整して前記排気口からの排気速度を変更する制御装置と、を備え、該制御装置は、前記真空チャンバー内に載置した基板に塗布されている塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度になるまで真空チャンバー内の気体を高速で排気し、その後、真空チャンバー内の気体を低速で排気して前記塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、前記塗布液の溶媒が蒸発した後に真空チャンバー内を大気圧に戻すように予め設定されていることを特徴とする真空乾燥装置。

10

【請求項 4】

所望の塗布液を塗布した基板を真空チャンバー内に載置し、前記塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度になるまで真空チャンバー内の気体を高速で排気し、その後、真空チャンバー内の気体を低速で排気して前記塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、前記塗布液の溶媒が蒸発した後に真空チャンバー内を大気圧に戻すことを特徴とする真空乾燥方法。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、真空乾燥装置および真空乾燥方法に係り、特に乾燥に要する時間の短縮が可能で、かつ、被乾燥体の乾燥面が良好な真空乾燥装置と真空乾燥方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、LCD用カラーフィルタでは、ガラス基板にレジスト液等の塗布液を塗布して乾燥し、フォトリソグラフィ等により所望の 패턴の形成が行われる。塗布液の塗布方式としては、例えば、スピン塗布方式、ナイフ塗布方式、ロール塗布方式およびビード塗布方式等の種々の塗布方式が用いられている。このような何れの塗布方式で塗布した場合でも、パターン形成工程の前に塗布膜の乾燥工程を経る必要がある。従来、塗布液が塗布されたガラス基板等の被乾燥体は、オープンあるいはホットプレートにおいて加熱乾燥がなされていた。

30

【0003】

上記の加熱による方法は乾燥に要する時間が長く、この結果、上述のようなLCD用カラーフィルタの製造工程では、ガラス基板の塗布膜の乾燥工程が全工程の律速段階となっていた。そこで、近年、この乾燥工程の時間短縮を可能とするものとして真空乾燥装置が使用されている。これは、塗布膜が形成されたガラス基板を真空状態に置き、溶剤の蒸発速度を飛躍的に高めたものである。

【0004】

40

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、真空乾燥装置を使用することによっても、乾燥工程が全工程の律速段階であることは変わらず、乾燥工程の更なる時間短縮が重要な課題となっている。

【0005】

一方、LCD用カラーフィルタの製造工程では、単に乾燥時間の短縮が必要であるだけでなく、ガラス基板上の乾燥された塗布膜の表面が平滑であることが要求され、単に急激な減圧による乾燥を行った場合、塗布膜の表面に凹凸等が発生し実用に供し得ないことになる。

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、被乾燥体の乾燥時間の短縮が可

50

能で、かつ、乾燥後の被乾燥体の表面状態が極めて良好である真空乾燥装置と真空乾燥方法とを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、真空乾燥装置の第1の発明は、排気口を設けた真空チャンパーと、吸引管を介して前記真空チャンパーの排気口に接続された真空ポンプと、該真空ポンプを駆動するための交流モーターと、該交流モーターの入力側に設けられた周波数変換器と、前記真空チャンパー内の真空度を検出し、予め設定した真空度にて前記周波数変換器を調整して前記交流モーターに入る交流周波数を変更する制御装置と、を備え、該制御装置は、前記真空チャンパー内に載置した基板に塗布されている塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度になるまで真空チャンパー内の気体を高速で排気し、その後、真空チャンパー内の気体を低速で排気して前記塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、前記塗布液の溶媒が蒸発した後に真空チャンパー内を大気圧に戻すように予め設定されているような構成とした。

10

【0009】

真空乾燥装置の第2の発明は、排気口を設けた真空チャンパーと、開閉バルブを備えた吸引管を介して前記真空チャンパーの排気口に接続された真空ポンプと、該真空ポンプを駆動するためのモーターと、前記真空チャンパー内の真空度を検出し、予め設定した真空度にて前記開閉バルブを調整して前記排気口からの排気速度を変更する制御装置と、を備え、該制御装置は、前記真空チャンパー内に載置した基板に塗布されている塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度になるまで真空チャンパー内の気体を高速で排気し、その後、真空チャンパー内の気体を低速で排気して前記塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、前記塗布液の溶媒が蒸発した後に真空チャンパー内を大気圧に戻すように予め設定されているような構成とした。

20

【0011】

真空乾燥装置の第3の発明は、排気口を設けた真空チャンパーと、開閉バルブを備えた吸引管を介して前記真空チャンパーの排気口に接続された真空ポンプと、該真空ポンプを駆動するための交流モーターと、該交流モーターの入力側に設けられた周波数変換器と、前記真空チャンパー内の真空度を検出し、予め設定した真空度にて前記周波数変換器を調整して前記交流モーターに入る交流周波数を変更する、および/または、前記開閉バルブを調整して前記排気口からの排気速度を変更する制御装置と、を備え、該制御装置は、前記真空チャンパー内に載置した基板に塗布されている塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度になるまで真空チャンパー内の気体を高速で排気し、その後、真空チャンパー内の気体を低速で排気して前記塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、前記塗布液の溶媒が蒸発した後に真空チャンパー内を大気圧に戻すように予め設定されているような構成とした。

30

【0013】

本発明の真空乾燥方法は、所望の塗布液を塗布した基板を真空チャンパー内に載置し、前記塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度になるまで真空チャンパー内の気体を高速で排気し、その後、真空チャンパー内の気体を低速で排気して前記塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、前記塗布液の溶媒が蒸発した後に真空チャンパー内を大気圧に戻すような構成とした。

40

【0014】

上述のような本発明では、塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度まで真空チャンパー内の気体を高速で排気することにより、乾燥の高速化が図れ、その後、真空ポンプを駆動するための交流モーターの回転を低下させ、あるいは、吸引管に設けた開閉バルブを調整して、排気口からの排気速度を低下させることによって真空チャンパー内の気体を低速で排気して塗布液の溶媒を徐々に蒸発させることにより、塗布面質の均一化が図れる。

【0015】

50

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明を行う。

【0016】**真空乾燥装置の第1の発明**

図1は本発明の真空乾燥装置の一実施形態を示す概略構成図である。図1において、本発明の真空乾燥装置21は、真空チャンバー1と、吸引管6を介して真空チャンバー1の排気口に接続された真空ポンプ4と、上記吸引管6に設けられたマニホールド2、このマニホールド2に配管を介して接続された真空計3、真空ポンプ4の交流モーターの入力側に電氣的に接続された周波数変換器5と、上記の真空計3と真空ポンプ4と周波数変換器5とに電氣的に接続された制御装置9とを備えている。

10

【0017】

真空チャンバー1は、図2に示されるように、底部11Aと蓋容器11BとがOリング12を介して気密状態に係合され、底部11Aには複数の排気口13が形成されている。底部11A上には載置台14を介して下板15が設けられ、この下板15上には複数の支持ピン16が設けられている。

【0018】

真空チャンバー1の底部11Aに設けられている排気口13は、吸引管6を介して真空ポンプ4に接続され、この排気口13から真空チャンバー1内の気体が外部に排出され、真空チャンバー1内を所定の真空状態とすることができる。この排気口13は、真空チャンバー1内で気体を均等に排気できる位置に形成されればよく、個数、位置等には特に制限はない。

20

【0019】

真空乾燥装置1を構成する下板15は、アルミニウム、SUS、鉄、銅、樹脂等の材料により形成されたものを使用することができ、下板15の面積は、真空チャンバー1の底面積の70～99%の範囲とすることが好ましい。また、下板15の周辺部と真空チャンバー1の蓋容器11Bの側壁部との距離は、できるだけ均一とすることが好ましく、また、その距離は0.5cm以上に設定することが好ましい。尚、下板15は載置台14によって上下動可能とされてもよく、この場合、下板15の高さh1の調整可能な範囲は、例えば、2～50mm程度とすることができる。

【0020】

下板15上に設けられた支持ピン16は、被乾燥体である塗布液を塗布した基板Sを下板15表面から所望の距離に浮かして保持するためのものであり、円錐形状、円柱形状、角柱形状等任意の形状のものとする事ができる。この支持ピン16の形成個数、形成位置は特に制限はなく、また、支持ピン16の高さh2は、0.5～10mm程度の範囲で設定することができる。支持ピン16は基板Sに傷を与えないような材料を選定して形成されたものを使用でき、下板15の表面に固定して配設することができる。

30

【0021】

このような真空チャンバー1は、支持ピン16上に基板Sを載置したときの基板Sと真空チャンバー1の蓋容器11B内側との距離h3が1～10mmの範囲となる事が好ましい。この距離h3の調整は、例えば、上述のような載置台14による調整、支持ピン16の高さ変更による調整で行うことができる。

40

【0022】

真空乾燥装置21を構成するマニホールド2と、このマニホールド2に配管を介して接続された真空計3は、上記の真空チャンバー1内の真空度を検出して制御装置9に検出信号を送るものであり、従来公知のものを使用することができる。

【0023】

真空乾燥装置21を構成する真空ポンプ4は交流モーターにより駆動されるものであり、この交流モーターの入力側に電氣的に接続された周波数変換器5を調整することにより、交流モーターに入る交流周波数を変更して、真空ポンプ4の吸引能力を制御することができる。このような真空ポンプ4および周波数変換器5は、従来公知のものを使用すること

50

ができる。

【0024】

真空乾燥装置の第2の発明

図3は本発明の真空乾燥装置の他の実施形態を示す概略構成図である。図3において、本発明の真空乾燥装置31は、真空チャンバー1と、吸引管6を介して真空チャンバー1の排気口に接続された真空ポンプ4と、上記吸引管6に設けられたマニホールド2、自動開閉バルブ7、手動開閉バルブ8、上記のマニホールド2に配管を介して接続された真空計3、上記の真空計3と真空ポンプ4と自動開閉バルブ7とに電氣的に接続された制御装置9とを備えている。

【0025】

このような真空乾燥装置31を構成する真空チャンバー1、マニホールド2、真空計3は、上述の真空乾燥装置21を構成する真空チャンバー1、マニホールド2、真空計3と同様であり、ここでの説明は省略する。

【0026】

真空乾燥装置31を構成する真空ポンプ4は、交流モーター駆動、直流モーター駆動のいずれでもよく、従来公知のものを使用することができる。

【0027】

真空乾燥装置31を構成する自動開閉バルブ7は、真空計3からの真空度検出信号を受けた制御装置9により制御され、開閉程度を調整することにより、真空チャンバー1の排気口13からの排気速度を変更するためのものである。このような自動開閉バルブ7は特に限定されるものではなく、従来公知のものを使用することができる。尚、図示例では、手動でも真空チャンバー1の排気口13からの排気速度を変更できるように手動開閉バルブ8が設けられている。この手動開閉バルブ8も特に限定されるものではなく、従来公知のものを使用することができる。

【0028】

真空乾燥装置の第3の発明

図4は本発明の真空乾燥装置の他の実施形態を示す概略構成図である。図4において、本発明の真空乾燥装置41は、真空チャンバー1と、吸引管6を介して真空チャンバー1の排気口に接続された真空ポンプ4と、上記吸引管6に設けられたマニホールド2、自動開閉バルブ7、手動開閉バルブ8、上記のマニホールド2に配管を介して接続された真空計3、真空ポンプ4の交流モーターの入力側に電氣的に接続された周波数変換器5と、上記の真空計3と真空ポンプ4と周波数変換器5と自動開閉バルブ7とに電氣的に接続された制御装置9とを備えている。

【0029】

このような真空乾燥装置41を構成する真空チャンバー1、マニホールド2、真空計3、真空ポンプ4、周波数変換器5は、上述の真空乾燥装置21を構成する真空チャンバー1、マニホールド2、真空計3、真空ポンプ4、周波数変換器5と同様であり、ここでの説明は省略する。また、真空乾燥装置41を構成する自動開閉バルブ7、手動開閉バルブ8は、上述の真空乾燥装置31を構成する自動開閉バルブ7、手動開閉バルブ8と同様であり、ここでの説明は省略する。

【0030】

真空乾燥装置41を構成する制御装置9は、真空計3からの真空度検出信号を受け、予め設定した真空度に達した時点で、周波数変換器5に信号を発生して真空ポンプ4の交流モーターに入る交流周波数を変更させたり、自動開閉バルブ7に信号を発生して開閉程度を変更させることにより、真空チャンバー1の排気口13からの排気速度を変更するためのものである。

【0031】

本発明の真空乾燥方法

次に、本発明の真空乾燥方法の好適な実施形態を、図1に示される本発明の真空乾燥装置21を用いた場合を例として説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

本発明の真空乾燥方法は、所望の塗布液を塗布した基板 S を真空チャンバー 1 内の支持ピン 16 上に載置し、真空チャンバー 1 内の排気速度を 2 段階にして真空乾燥を行うものである。すなわち、第 1 段階として、塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い所定の真空度になるまで真空チャンバー 1 内の気体を高速で排気する。次に、第 2 段階として、上記の所定の真空度に達したことを真空計 3 が検出して真空乾燥装置 21 の制御装置 9 に検出信号を送ると、この検出信号を受けた制御装置 9 は周波数変換器 5 を調整して真空ポンプ 4 を駆動するための交流モーターに入る交流周波数を変更し交流モーターの回転数を減少させて、真空チャンバー 1 内の気体の排気速度を遅くする。これにより、ほぼ一定の真空度で塗布液の溶媒が徐々に蒸発する。次いで、塗布液の溶媒の蒸発が完了し、ほぼ一定であった真空度が再度変化する時点で、直ちに真空チャンバー 1 内を大気圧に戻して、真空乾燥が終了する。

10

【 0 0 3 3 】

図 5 は、このような本発明の真空乾燥方法における真空チャンバー 1 内の排気開始からの時間と真空度の関係を示す図である。図 5 に示されるように、塗布液の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い所定の真空度 v_1 になるまで真空チャンバー 1 内の気体を高速で排気する。これに要する時間は t_1 となる。次に、真空チャンバー 1 内の気体を低速で排気して塗布液の溶媒を徐々に蒸発させ、塗布液の溶媒の蒸発が完了（ほぼ一定であった真空度が再度変化する）して真空度が v_2 になる。これに要する時間は t_2 となる。その後、真空チャンバー 1 内を大気圧に戻し（要する時間は t_3 ）、真空チャンバー 1 内から基板 S を取り出して真空乾燥が完了する。この一連の操作において、第 1 段階、第 2 段階の排気に要する時間 t_1 、 t_2 が短いので、乾燥の高速化が可能となり、また、第 2 段階の低速排気により塗布面質の均一化が図れる。そして、真空乾燥に要する時間 $T = t_1 + t_2 + t_3$ が短いものとなる。これに対して、塗布面質の均一化が可能な範囲の低速排気により真空乾燥を行った場合、図 5 に一点鎖線で示すように、その乾燥に要する時間 $T = t_1 + t_2 + t_3$ は、本発明に比べて大幅に長いものとなる。

20

【 0 0 3 4 】

上述の本発明の真空乾燥方法の実施形態では、図 1 に示される真空乾燥装置 21 を用いた場合を例としているが、図 3 に示される真空乾燥装置 31、図 4 に示される真空乾燥装置 41 を用いた場合も同様にして真空乾燥が行われる。

30

【 0 0 3 5 】

すなわち、図 3 に示される真空乾燥装置 31 を用いた場合、第 1 段階の高速排気により真空チャンバー 1 内の真空度が所定の真空度 v_1 になると、真空計 3 が真空乾燥装置 31 の制御装置 9' に検出信号を送り、この検出信号を受けた制御装置 9' は自動開閉バルブ 7 に信号を発して開閉程度を調整して排気速度を低下させ、この状態で塗布液の溶媒を徐々に蒸発させる。また、図 4 に示される真空乾燥装置 41 を用いた場合、第 1 段階の高速排気により真空チャンバー 1 内の真空度が所定の真空度 v_1 になると、真空計 3 が真空乾燥装置 31 の制御装置 9 に検出信号を送り、この検出信号を受けた制御装置 9 は周波数変換器 5 を調整して真空ポンプ 4 を駆動するための交流モーターに入る交流周波数を変更し交流モーターの回転数を減少させて、および/または、自動開閉バルブ 7 に信号を発して開閉程度を調整して排気流量を低下させて、真空チャンバー 1 内の気体の排気速度を遅くした状態で塗布液の溶媒を徐々に蒸発させる。

40

尚、本発明では、乾燥対象となる塗布液には特に制限はない。

【 0 0 3 6 】

【実施例】

次に、実施例を挙げて本発明を更に詳細に説明する。

まず、下記の組成の塗布液を調製した。

塗布液の組成

- ・固形分含有量 : 20 重量%
- ・使用溶剤 : メトアセテート (沸点 = 171 . 0)

50

次に、この塗布液を厚み 0.7 mm のガラス基板上にスピコート方法により塗布（膜厚 1.8 μm ）した。

【0037】

（実施例）

図2に示されるような真空チャンバーを備えた図1に示されるような真空乾燥装置を準備し、真空チャンバー内の支持ピンに上記の塗布液を塗布したガラス基板を載置した。

- ・チャンバー内部容積 : 7638.4 cm^3
- ・底板形状 : 長方形
- ・チャンバー内高さ : 16 mm
- ・下板面積 : 4554.16 cm^2
- ・下板厚み : 2 mm
- ・下板の高さ h_1 : 2 mm
- ・支持ピンの高さ h_2 : 6 mm
- ・基板から蓋容器までの高さ h_3 : 5 mm
- ・交流真空ポンプ : 櫻山工業（株）製 HC450
- ・周波数変換器の可変周波数 : 40 ~ 70 Hz

10

【0038】

まず、第1段階として、真空チャンバー内の真空度が 1.67 $\times 10^2$ Pa (2.0 torr) になるまで 60 Hz の交流周波数で真空ポンプを駆動した。この第1段階に要した時間 t_1 間（図5の t_1 に相当）は 6.2 秒であった。

20

【0039】

次に、第2段階として、真空チャンバー内の真空度が 1.67 $\times 10^2$ Pa (2.0 torr) となった時点で、周波数変換器が交流モーターに入る交流周波数を 50 Hz に変更し、低速排気による塗布膜の乾燥を開始した。この第2段階で、塗布膜の乾燥が完了して、ほぼ一定であった真空度が再度変化するまでに要した時間 t_2 （図5の t_2 に相当）は 10.4 秒であった。

【0040】

次いで、真空チャンバーのバルブを開放し徐々に外気を導入して大気圧に戻した。これに要した時間 t_3 （図5の t_3 に相当）は 10.2 秒であった。

【0041】

この真空乾燥において、吸引開始から乾燥完了（塗布膜の乾燥が完了して、ほぼ一定であった真空度が再度変化する時点）し、真空チャンバー内を大気圧に戻すまでの全乾燥時間 T ($t_1 + t_2 + t_3$) は 26.8 秒であった。そして、乾燥後の塗布膜の表面状態は良好であった。

30

【0042】

（比較例1）

実施例と同じ真空乾燥装置を使用し、50 Hz の交流周波数で真空ポンプを駆動して塗布膜の乾燥を行った。吸引開始から塗布膜の乾燥が完了して、ほぼ一定であった真空度が再度変化するまでに要した時間 $t_1 + t_2$ （図5の $t_1 + t_2$ に相当）は 19.9 秒であった。

40

【0043】

次いで、真空チャンバーのバルブを開放し徐々に外気を導入して大気圧に戻した。これに要した時間 t_3 （図5の t_3 に相当）は 10.2 秒であった。

【0044】

この真空乾燥後の塗布膜の表面状態は良好であったが、全乾燥時間 T ($t_1 + t_2 + t_3$) は 30.1 秒であり、実施例に比べて 3.3 秒長いものであった。

【0045】

（比較例2）

実施例と同じ真空乾燥装置を使用し、45 Hz の交流周波数で真空ポンプを 32.0 秒間駆動して塗布膜の乾燥を行った。

50

【 0 0 4 6 】

次いで、真空チャンバーのバルブを開放し徐々に外気を導入して大気圧に戻した。これに要した時間 t_3 (図5の t_3 に相当) は 10.2 秒であった。

【 0 0 4 7 】

この真空乾燥では、全乾燥時間に 42.2 秒かけたにもかかわらず、乾燥後の塗布膜は乾燥ムラが発生して悪いものであった。

【 0 0 4 8 】

(比較例3)

実施例と同じ真空乾燥装置を使用し、65 Hz の交流周波数で真空ポンプを駆動して塗布膜の乾燥を行った。吸引開始から塗布膜の乾燥が完了して、ほぼ一定であった真空度が再度変化するまでに要した時間 $t_1 + t_2$ (図5の $t_1 + t_2$ に相当) は 11.7 秒であった。

10

【 0 0 4 9 】

次いで、真空チャンバーのバルブを開放し徐々に外気を導入して大気圧に戻した。これに要した時間 t_3 (図5の t_3 に相当) は 10.2 秒であった。

【 0 0 5 0 】

この真空乾燥では、全乾燥時間 T ($t_1 + t_2 + t_3$) は 21.9 秒であり、実施例に比べて 4.9 秒短いものであったが、乾燥後の塗布膜の表面状態はクレータ状の凹凸 (溶剤の突沸によるムラ) がみられ悪いものであった。

【 0 0 5 1 】

20

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば乾燥時の真空チャンバー内の排気速度を2段階とし、まず、塗布膜の溶媒の蒸発速度が急激に高まる真空度よりもやや低い真空度まで真空チャンバー内の気体を高速で排気し、次いで、真空チャンバー内の気体を低速で排気して塗布液の溶媒を徐々に蒸発させるので、上記の第1段階の排気では乾燥時間の短縮が可能となり、第2段階の排気では塗布面質の均一化が図れる。また、本発明の真空乾燥装置は、周波数変換器を調整して真空ポンプを駆動するための交流モーターに入る交流周波数を変更することにより、および/または、吸引管に設けた開閉バルブを調整して排気口からの排気速度を変更することにより、真空チャンバー内の気体の排気速度を任意に制御することができるので、上記の排気速度の第1段階と第2段階の境界となる真空度を予め設定して排気速度を高速から低速に切り替えることができ、乾燥時間を短縮するとともに、被乾燥体の乾燥後の表面状態を極めて良好なものとするすることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の真空乾燥装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】図1に示される真空乾燥装置の真空チャンバーを示す概略構成図である。

【図3】本発明の真空乾燥装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図4】本発明の真空乾燥装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図5】本発明の真空乾燥方法における真空チャンバー内の排気開始からの時間と真空度の関係を示す図である。

【符号の説明】

40

21, 31, 41 ... 真空乾燥装置

1 ... 真空チャンバー

2 ... マニホールド

3 ... 真空計

4, 4' ... 真空ポンプ

5 ... 周波数変換器

6 ... 吸引管

7 ... 自動開閉バルブ

9, 9', 9'' ... 制御装置

11A ... 底板

50

- 1 1 B ... 蓋容器
- 1 5 ... 下板
- 1 6 ... 支持ピン
- S ... 基板 (被乾燥体)

【 図 1 】

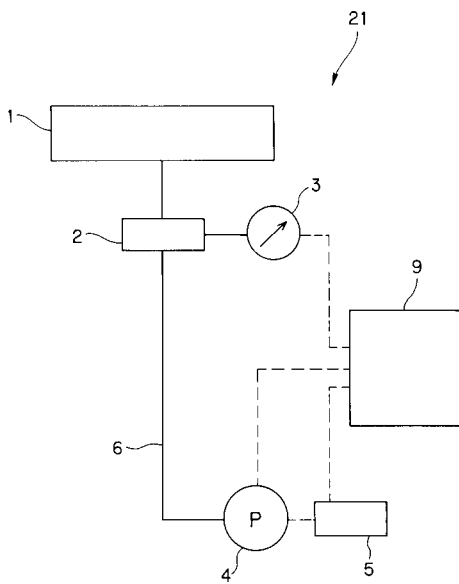


FIG. 1

【 図 2 】

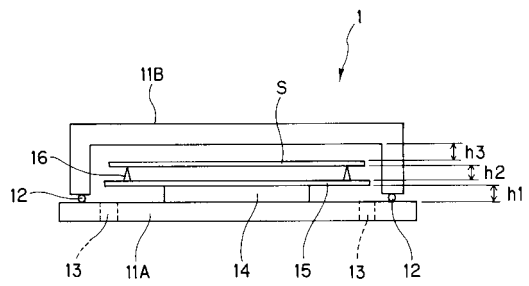


FIG. 2

【 図 3 】

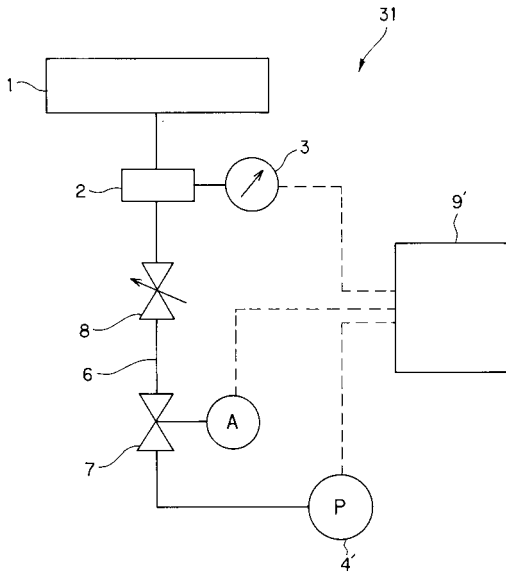


FIG. 3

【 図 4 】

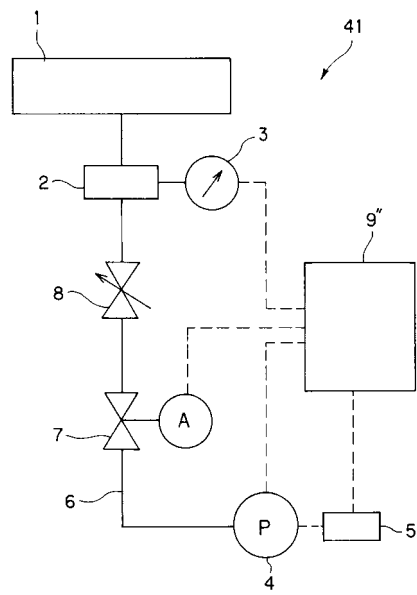


FIG. 4

【 図 5 】

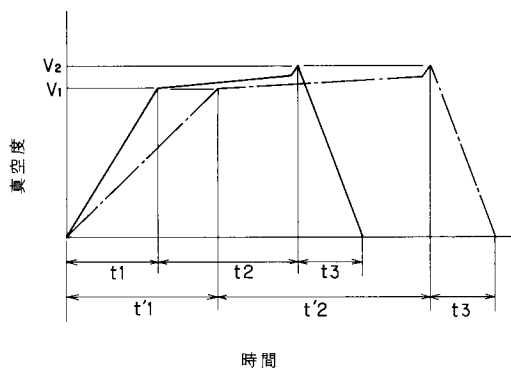


FIG. 5

フロントページの続き

(72)発明者 松尾 壮一
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

審査官 久保 克彦

(56)参考文献 特開平09-317641(JP,A)
特開昭58-124079(JP,A)
特開平07-293439(JP,A)
特開平07-043066(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
F26B 5/04
F04B 37/16