

明 細 書

発明の名称：基板乾燥装置、基板処理装置および基板の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、基板を乾燥させる基板乾燥装置、およびそれを備える基板処理装置、並びに基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体ウェハなどの各種の基板（以下、「基板」という。）を所定の薬液で処理したあと、純水等の洗浄液で洗浄し、その後、基板を乾燥させる基板乾燥装置が知られている（例えば、特許文献１）。

[0003] 特許文献１の基板乾燥装置は、いわゆるマランゴニ乾燥を利用した乾燥装置である。具体的には、基板を純水に浸漬させてから、水面にイソプロピルアルコール（以下、「IPA」という。）を添加して薄いIPA膜を形成する。その後、純水の中から基板を引き上げる際に、水面に形成されたIPA膜が基板の表面に付着した純水を置換して、基板表面のIPAが蒸発することで、基板の表面を乾燥させる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開第２００１－７４３７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１の基板乾燥装置で複数の基板をバッチ処理する場合に、隣り合う基板同士が液体の表面張力によって吸い寄せられて付着する場合がある。付着した箇所は乾燥が不十分となり、基板を均一に乾燥させることができない。昨今では、基板の厚みが薄くなるとともに、基板同士のピッチが狭くなる傾向にあるため、基板同士が付着しやすくなる。このため、基板を均一に乾燥させることに関して改善の余地があるといえる。

[0006] 従って、本発明の目的は、基板をより均一に乾燥させることができる基板

乾燥装置、基板処理装置および基板の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、この発明の一態様に係る基板乾燥装置は、複数の基板を所定ピッチで配列した状態で配置する乾燥槽と、前記乾燥槽へ処理液を供給する処理液供給部と、前記乾燥槽へ有機溶剤を供給する有機溶剤供給部と、前記乾燥槽へ不活性ガスを供給する不活性ガス供給部と、を備え、前記乾燥槽には、前記複数の基板を支持する基板支持部と、前記基板支持部で支持された前記複数の基板の端部に近接して基板同士の間隔を確保するように駆動される間隔確保部材とが設けられる。

[0008] また、この発明の一態様に係る基板処理装置は、前記基板乾燥装置と、前記基板乾燥装置に対して連結される基板処理モジュールとを備える。

[0009] また、この発明の一態様に係る基板の製造方法は、乾燥槽へ処理液を供給するステップと、複数の基板を所定ピッチで配列した状態で前記乾燥槽に配置し、前記乾燥槽に設けた基板支持部により前記複数の基板を支持するステップと、前記乾燥槽へ有機溶剤を供給するステップと、前記乾燥槽に設けた間隔確保部材を、前記基板支持部で支持された前記複数の基板の端部に近接させて前記複数の基板同士の間隔を確保するステップと、前記乾燥槽に供給された処理液を排出するステップと、前記乾燥槽へ不活性ガスを供給するステップと、を含む。

発明の効果

[0010] この発明によれば、基板をより均一に乾燥させることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1A]実施形態1にかかる基板処理装置を概略的に示す斜視図

[図1B]実施形態1にかかる基板乾燥装置の縦断面を概略的に示す図

[図2A]実施形態1にかかる基板を収容したキャリアおよび基板支持部の概略斜視図

[図2B]実施形態1にかかる間隔確保部材の一部を拡大して示す図

[図3A]実施形態1にかかる基板押さえ部と基板を示す概略正面図（退避状態

)

[図3B]実施形態1にかかる基板押さえ部と基板を示す概略平面図(退避状態)

)

[図4A]実施形態1にかかる基板押さえ部と基板を示す概略正面図(近接状態)

)

[図4B]実施形態1にかかる基板押さえ部と基板を示す概略平面図(近接状態)

)

[図5]実施形態1にかかる基板乾燥方法の一例を示すフローチャート

[図6A]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6B]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6C]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6D]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6E]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6F]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6G]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6H]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6I]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6J]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6K]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6L]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6M]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6N]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6O]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6P]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図6Q]図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図7]実施形態2にかかる基板乾燥方法の一例を示すフローチャート

[図8A]図7のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図8B]図7のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図8C]図7のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図8D]図7のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図8E]図7のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図8F]図7のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図

[図9]変形例にかかる間隔確保部材の駆動範囲を示す概略正面図

発明を実施するための形態

[0012] 以下に、本発明にかかる実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。

[0013] (実施形態1)

[0014] 図1Aは、本発明の実施形態1にかかる基板処理装置100の縦断面を概略的に示す斜視図である。

[0015] 基板処理装置100は、キャリアに保持された複数枚の基板4に対して各種の処理を施すためのモジュールを少なくとも1つ備える。基板4は、具体的には例えば、半導体基板、液晶表示装置用ガラス基板、フォトリソ用ガラス基板、光ディスク用基板、MEMSセンサー基板、太陽電池用パネルなどである。モジュールは、規格化された筐体120を有し、第2方向(X軸方向、基板処理装置100の長手方向であり、以下、「第2方向」という)に着脱可能(交換可能)に構成されている。モジュールの上部には、ファンフィルタユニット124が配設されている。ファンフィルタユニット124は、クリーンルーム内の空気を取り込んでモジュール内に送り出すためのファンおよびフィルタを備える。ファンフィルタユニット124は、モジュール内の処理空間に清浄空気のダウンフローを形成する。ファンフィルタユニット124を配設する代わりに、クリーンルーム内の清浄な空気を取り込む別の構成にすることもできる。

[0016] 図1Aに示すように、基板処理装置100は、例えば、搬入モジュール105と、ケミカルモジュール107(基板処理モジュール)と、乾燥モジュール2(基板乾燥装置2A)と、搬出モジュール108と、第2搬送機構109とを備える。搬入モジュール105と、ケミカルモジュール107と、

乾燥モジュール２と、搬出モジュール１０８とは、第２方向に沿って隣接して配設され、第２方向に着脱可能に連結される。これにより、処理プロセスの変更ニーズに対してフレキシブルに対応でき、拡張性が高くなる。

[0017] 第２搬送機構１０９は、第２方向に延在して、図２Ａに示す複数枚の基板４を保持するキャリア３０を第２方向に搬送する。第２搬送機構１０９は、搬入モジュール１０５と、ケミカルモジュール１０７と、乾燥モジュール２と、搬出モジュール１０８とにおける第１方向（Ｙ軸方向、基板処理装置１００の短手方向であり、以下、「第１方向」という）の後方側の上部に配設されている。

[0018] 基板処理装置１００は、制御部２３を有する。制御部２３は、例えば、基板処理装置１００の各要素の動作制御およびデータ演算を行う。制御部２３は、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）と、ＲＡＭ（Random Access Memory）と、ＲＯＭ（Read Only Memory）とを有する。ＣＰＵは、ＲＯＭに格納されたプログラムに従った制御を実行する。

[0019] 搬入モジュール１０５では、搬入部１２６を介して、処理前の基板４が、キャリア３０を１つの単位として装置内に搬入される。ケミカルモジュール１０７では、基板４の洗浄処理が、キャリア３０を１つの単位として実行される。乾燥モジュール２では、例えば、ＩＰＡ（イソプロピルアルコール）などによる基板４の乾燥処理が、キャリア３０を１つの単位として実行される。搬出モジュール１０８では、搬出部１２７を介して、洗浄処理後の基板４が、キャリア３０を１つの単位として装置外に搬出される。

[0020] 実施形態１では特に、乾燥モジュール２において、複数の基板４をより均一に乾燥させるための工夫を行っている。以下、乾燥モジュール２の一例としての基板乾燥装置２Ａについて説明する。

[0021] 図１Ｂは、実施形態１にかかる基板乾燥装置２Ａの縦断面を概略的に示す図である。

[0022] 図１Ｂに示す基板乾燥装置２Ａは、複数の基板４をバッチ処理で乾燥させるための乾燥装置である。基板乾燥装置２Ａは特に、マランゴニ乾燥によっ

て複数の基板 4 を乾燥させる。図 1 B に示すように、基板乾燥装置 2 A は、乾燥槽 6 と、給排液管 8 と、処理液供給配管 10 と、排気配管 12 と、オーバーフロー槽 14 と、有機溶剤貯留槽 16 と、不活性ガス供給部 18 と、蓋 22 と、を備える。

[0023] 乾燥槽 6 は、複数枚の基板 4 を配置して乾燥させるための槽である。乾燥槽 6 の底部には開口 24 が形成され、開口 24 を通じて給排液管 8 が接続される。給排液管 8 は、乾燥槽 6 に純水等の処理液 W を給液／排液するための配管であり、処理液供給配管 10 および排気配管 12 が接続されている。

[0024] 処理液供給配管 10 は、給排液管 8 に処理液 W を給液／排液するための配管である。処理液供給配管 10 は、図示しない処理液 W の供給源に接続される。

[0025] 排気配管 12 は、処理液 W が充填されていない状態の乾燥槽 6 の内部の雰囲気を廃棄するための配管である。排気配管 12 は特に、蒸気状の有機溶剤（以下、「有機溶剤蒸気 C V」という。）を含む雰囲気 X を排気するために設けられる。排気配管 12 は、図示しない真空源に接続されてもよい。

[0026] 処理液供給配管 10 および排気配管 12 にはそれぞれ弁 10 A および弁 12 A が設けられている。弁 10 A、12 A は、制御部 23 によって開閉制御される。

[0027] オーバーフロー槽 14 は、乾燥槽 6 に供給された処理液 W がオーバーフローする分（処理液 W 1）を受けるための槽である。オーバーフロー槽 14 は乾燥槽 6 の周囲に配置される。

[0028] 有機溶剤貯留槽 16 は、イソプロピルアルコール（以下、「IPA」という。）等の液状の有機溶剤 C を貯留する槽である。有機溶剤貯留槽 16 には、不活性ガス供給配管 17 が接続される。不活性ガス供給配管 17 は、有機溶剤貯留槽 16 に窒素等の不活性ガス N を供給する。有機溶剤貯留槽 16 に不活性ガス N を供給して液状の有機溶剤 C をバブリングすることで、不活性ガス N と有機溶剤蒸気 C V を混合した混合蒸気が発生させることができる。発生した混合蒸気は乾燥槽 6 の上方の気相へ吐出される。有機溶剤貯留槽 1

6および不活性ガス供給配管17は、乾燥槽6に有機溶剤蒸気CVを供給する有機溶剤供給部である。なお、有機溶剤供給部は、有機溶剤貯留槽16と不活性ガス供給配管17を備える構成に限らず、乾燥槽6に有機溶剤を供給できるものであれば、任意の構成であってもよい。また、有機溶剤Cおよび不活性ガスNは加温してもよい。

[0029] 不活性ガス供給部18は、前述した不活性ガス供給配管17と同様に窒素等の不活性ガスNを供給するための部材である。不活性ガス供給部18は、乾燥槽6の上方の気相へ不活性ガスNを吐出する。実施形態1の不活性ガス供給部18は、蓋22の下面側に設けられた複数の吐出口を形成する。乾燥槽6内の処理液Wが排出された状態で不活性ガス供給部18が不活性ガスNを下方へ吐出することで、乾燥槽6に配置された基板4の表面を乾燥させることができる。なお、不活性ガス供給部は、蓋22の下面側に設けられた複数の吐出口を形成する構成に限らず、乾燥槽6に不活性ガスNを供給できるものであれば任意の構成であってもよい。例えば、蓋22とは異なる箇所に、不活性ガスNを吐出する吐出口を追加的／代替的に設けてもよい。

[0030] 蓋22は、乾燥槽6の上方の開口部28を開閉する部材であり、前述した不活性ガス供給部18が備え付けられている。蓋22は、開口部28に対して着脱可能に設けられ、蓋22が開口部28を覆うと、乾燥槽6の内部空間が外部に対して密閉される。

[0031] 制御部23は、基板乾燥装置2Aの各構成要素に対して電氣的に接続されており、各構成要素の駆動を制御する。

[0032] 実施形態1では、複数の基板4は、キャリア30に保持された状態で基板乾燥装置2Aへ供給される。キャリア30は、複数の基板4を並べた状態で収容可能な部材であり、一对の爪部を有する基板搬送部32によって保持される。基板搬送部32は、キャリア30およびキャリア30に収容された複数の基板4を一体的に搬送する。

[0033] キャリア30および複数の基板4が乾燥槽6の上方まで搬送されると、乾燥槽6に収容された上下駆動部200にキャリア30が受け渡し可能となる

。蓋 22 が取り除かれた状態で上下駆動部 200 が上昇すると、基板搬送部 32 からキャリア 30 を受け取り可能となり、キャリア 30 を受け取った上下駆動部 200 が下降すると、開口部 28 を通じてキャリア 30 および複数の基板 4 が乾燥槽 6 に配置される。図 1 B では、基板搬送部 32 がキャリア 30 を保持し、上下駆動部 200 にキャリア 30 を受け渡す前の状態を例示する。

[0034] 図 1 B では、上下駆動部 200 が上方に延びた複数の棒状部材として例示しているが、このような構成に限らず、キャリア 30 を受け取って上下動可能なものであれば、任意の構成を用いてもよい。図 1 B 以外の図面では、上下駆動部 200 の図示を省略する。

[0035] 図 1 B に示すように、乾燥槽 6 にはさらに、基板支持部 34 と、間隔確保部材 36、37 とが設けられる。

[0036] 基板支持部 34 は、複数の基板 4 を下方から支持する部材である。実施形態 1 の基板支持部 34 は上方に突出した複数の突出部で構成されており、キャリア 30 に形成された隙間 38 を通じて複数の基板 4 に当接する。ここで、キャリア 30 および基板支持部 34 の構成について、図 2 A を用いて説明する。

[0037] 図 2 A は、複数の基板 4 を配置したキャリア 30 および基板支持部 34 を示す概略斜視図である。図 2 A に示すように、複数の基板 4 は、キャリア 30 の内壁面に設けられた溝に配置されて位置決めされる。複数の基板 4 は、互いの主面同士を対向させながら、当該主面に直交する配列方向 L に沿って間隔を空けて、所定のピッチ P1 で配列される。

[0038] 基板 4 の厚みは例えば 0.05 mm ~ 1 mm (好ましくは 0.3 mm ~ 0.8 mm) であり、ピッチ P1 は例えば 2 mm ~ 8 mm (好ましくは 3 mm ~ 7 mm) である。基板 4 は例えば、TAIKO (登録商標) ウェハを用いてもよい。ピッチ P1 は完全に一定でなくてもよく、基板 4 の組合せ毎に異なってもよい。複数の基板 4 における平均ピッチをピッチ P1 として扱ってもよい。

- [0039] 実施形態1の基板乾燥装置2Aは、ピッチP1が5mm以下の「狭ピッチ」に対応しており、狭ピッチに対応した基板4およびキャリア30を用いてマランゴニ乾燥を実施することができる。
- [0040] キャリア30における下側には隙間38が形成され、上側には隙間40が形成される。隙間38、40のそれぞれから基板4が露出する。下側の隙間38から露出する基板4に対しては、基板支持部34が当接可能である。上側の隙間40から露出する基板4に対しては、図1Bに示した間隔確保部材36、37（図2Aでは図示を省略）が近接可能である。
- [0041] 図2Aに示すように、実施形態1の基板支持部34は、3つの突出部50、52、54を有する。中央に位置する突出部50と、突出部50の両側に位置する突出部52、54とで、複数の基板4のそれぞれを下方から3点支持する。
- [0042] 図2Aに示すように、突出部52には、複数の凹部52Aと、複数のスリット52Bとが設けられる。凹部52Aは、基板4の端部を受けるための凹部であり、配列方向Lに沿って等間隔で複数設けられる。スリット52Bは、凹部52Aに連続的に形成されたスリットであって、凹部52A毎に設けられるとともに、下方に向かって延びる。スリット52Bは、基板4の表面から流れてくる処理液や有機溶剤等の液体を下方に案内する機能を有する。スリット52Bを流れた液体は、突出部50、52の間に形成された開口から下方に落ちる。突出部50、54にも同様の2種類の溝部が形成されている（符号および説明を省略）。
- [0043] 基板支持部34は図2Aに示す形状に限らず、基板4を支持できれば任意の形状であってもよい。例えば、上方に突出する突出部に限らず、水平方向に延在する複数の棒状部材であってもよく、本数も3本に限定しない。また、三角柱状や円柱形状などであってもよく、図2Aに示すスリット52Bのようにスリットが入っていてもよく、スリットがなくてもよい。基板支持部34の材質は、有機溶剤に対する耐食性を有するものであれば、任意の材質であってもよい（例えばPEEK）。基板支持部34の表面は、親水化処理し

ていても疎水化処理していてもよく、フッ素樹脂でコーティングしてもよい。

[0044] ここで、図 1 B に示す間隔確保部材 3 6、3 7 の構成・動作について、図 2 B、図 3 A～図 4 B を用いて説明する。

[0045] 図 2 B は、間隔確保部材 3 6、3 7 の一部を拡大して示す概略図である。図 3 A、図 3 B はそれぞれ、間隔確保部材 3 6、3 7 と基板 4 を示す概略正面図、概略平面図であり、間隔確保部材 3 6、3 7 が基板 4 から退避した「退避状態」を示す。図 4 A、図 4 B はそれぞれ、間隔確保部材 3 6、3 7 と基板 4 を示す概略正面図、概略平面図であり、間隔確保部材 3 6、3 7 が基板 4 に近接した「近接状態」を示す。

[0046] 図 2 B および図 3 A～図 4 B に示すように、間隔確保部材 3 6、3 7 はそれぞれ、基板 4 の端部 4 1（すなわち、基板 4 の外周端面）に近接して基板 4 同士の間隔を確保するための部材であり、図 3 A、図 4 A に示す駆動部 2 0 2、2 0 4 によって回転駆動される。間隔確保部材 3 6、3 7 が複数の基板 4 の間隔を確保することで、基板 4 が狭ピッチで配列される場合でも、隣接する基板 4 同士が液体の表面張力によって互いに付着することを防止することができる。これにより、基板 4 を均一に乾燥させやすくなる。

[0047] 実施形態 1 では、第 1 間隔確保部材 3 6 と、第 2 間隔確保部材 3 7 を設けている。2 種類の間隔確保部材 3 6、3 7 を設けることで、基板 4 の端部 4 1 における異なる箇所に選択的に近接することができ、基板 4 の持ち替えも可能となる。

[0048] また実施形態 1 では、第 1 間隔確保部材 3 6 を駆動するための第 1 駆動部 2 0 2 と、第 2 間隔確保部材 3 7 を駆動するための第 2 駆動部 2 0 4 を別に設けている。駆動部 2 0 2、2 0 4 は例えば、間隔確保部材 3 6、3 7 をそれぞれ回転駆動するためのモータ等を有して構成される。駆動部 2 0 2、2 0 4 は、間隔確保部材 3 6、3 7 を回転駆動する機能を有するものであれば、任意の構成を用いてもよい。駆動部 2 0 2、2 0 4 の動作はそれぞれ、制御部 2 3 によって制御され、それぞれが独立して動作可能である。制御部 2

3は例えば、予め定めた第1のタイミングで、第1駆動部202を動作させて第1間隔確保部材36を駆動し、第1のタイミングとは異なる第2のタイミングで、第2駆動部204を動作させて第2間隔確保部材37を駆動する。これにより、基板4の持ち替えを行うことができる。

[0049] 図3A～図4Bに示すように、第1間隔確保部材36は、回転軸36Aと、第1部分36Bと、第2部分36Cとを有する。同様に、第2間隔確保部材37は、回転軸37Aと、第1部分37Bと、第2部分37Cとを有する。

[0050] 第1間隔確保部材36は、回転軸36Aを中心に回転駆動され、先端側に位置する第1部分36Bおよび第2部分36Cが、基板4の端部41から退避した退避位置（図3A、図3B）と、基板4の端部41に近接する近接位置（図4A、図4B）との間を移動する。

[0051] 第2間隔確保部材37も同様に、回転軸37Aを中心に回転駆動され、先端側に位置する第1部分37Bおよび第2部分37Cが、基板4の端部41から退避した退避位置（図3A、図3B）と、基板4の端部41に近接する近接位置（図4A、図4B）との間を移動する。

[0052] 第1間隔確保部材36の第1部分36Bは、図3B、図4Bに示すように、基板4の配列方向Lに沿って延びた形状を有する。第2部分36Cは、第1部分36Bから基板4に向かって外側に突出する形状を有し、配列方向Lに間隔を空けて複数設けられる。図4Bに示すように、第2部分36CのピッチP2は、基板4のピッチP1と概ね同じに設定される。複数の第2部分36Cが基板4の端部41に近接したときに、第2部分36Cのそれぞれが基板4同士の隙間に配置されるように位置が設定される。

[0053] 同様に、第2間隔確保部材37の第1部分37Bは、基板4の配列方向Lに沿って延びた形状を有する。第2部分37Cは、第1部分37Bから基板4に向かって外側に突出する形状を有し、配列方向Lに間隔を空けて複数設けられる。第2部分37CのピッチP3は、基板4のピッチP1と概ね同じに設定されるとともに、基板4の端部41に近接したときに、第2部分37

Cのそれぞれが基板4同士の隙間に配置されるように位置が設定される。

[0054] 図2Bに示すように、実施形態1の間隔確保部材36、37において、第2部分36C、37Cは、第1部分36B、37Bに挿入して固定される棒状の形状を有する。第2部分36C、37Cの先端部36D、37Dは、先細りの形状を有し、隣接する先端部36D、37Dの間のスペースが広がっている。この広がったスペースに基板4の端部41が配置され、隣接する基板4同士の付着を防止して間隔を確保することができる。図2Bでは、基板4を2つのみ図示して簡略化している。

[0055] 間隔確保部材36、37は、基板4同士の間隔を確保する機能があればよく、基板4の端部41に当接しても当接しなくてもよい。間隔確保部材36、37が基板4の端部41に当接しない場合でも、隣接する基板4同士が液体の表面張力によって付着しようとするときに、間隔確保部材36、37の第2部分36C、37Cに接触する。間隔確保部材36、37は、「基板押さえ部」と称してもよい。

[0056] 第2部分36C、37Cは、基板4と接触する面積が小さい方がよく、例えば針状、円錐状であってもよい。第2部分36C、37Cは、例えばSU-8製基材に樹脂コーティングがされていてよく、樹脂の成型品であってもよい。当該樹脂は、有機溶剤に耐えうるものであれば任意のものであってよく、フッ素樹脂、PEEK、PP、PE等が挙げられる。

[0057] 図4Aに示すように、第1間隔確保部材36と第2間隔確保部材37は、基板4における異なる高さ位置の端部41に近接する。第1間隔確保部材36は、基板4の第1端部42に近接し、第2間隔確保部材37は、基板4の第2端部44に近接する。第1端部42の高さ位置H1および第2端部44の高さ位置H2はいずれも、基板4の高さ方向の中心位置HCよりも上方に設定される。これにより、キャリア30との干渉を容易に回避しながら、間隔確保部材36、37を基板4の端部41に近接させることができる。また、第1端部42の高さ位置H1は、第2端部44の高さ位置H2よりも低く設定される。間隔確保部材36、37が近接する基板4の端部42、44の

高さ位置H1、H2を異ならせることで、基板4を浸漬する処理液Wの高さに応じて、2つの間隔確保部材36、37を選択的に駆動して乾燥効率を向上させる動作が可能となる。詳細については後述する。

[0058] 図4Aでは、第1間隔確保部材36と第2間隔確保部材37がともに基板4の端部41に近接している状態を例示するが、このような状態に限らず、2つの駆動部202、204を用いて間隔確保部材36、37を独立して駆動することで、異なる状態とすることもできる。例えば、2つの間隔確保部材36、37のうちの一方を基板4の端部41に近接させ、他方は基板4の端部41から離間した状態とすることもできる。

[0059] 上記構成を有する基板乾燥装置2Aを用いて、複数の基板4の乾燥処理を行う動作について、図5および図6A～図6Oを参照して説明する。図5は、基板乾燥方法の一例を示すフローチャートであり、図6A～図6Oは、図5のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図である。図5のフローチャートに示す各ステップは例えば、制御部23の制御によって実行される。

[0060] 制御部23は、まず、処理液Wを供給する(S0)。具体的には、図6Aに示すように、処理液供給配管10および給排液管8を通じて、乾燥槽6へ処理液Wを供給する。処理液Wを継続的に供給することで、乾燥槽6において処理液Wがオーバーフローする。オーバーフローした処理液W1はオーバーフロー槽14に流れる。なお、開口部28を覆うように蓋22が取り付けられている。また、第2間隔確保部材37は水平姿勢に維持されており、蓋22との干渉を防止するとともに、処理液Wに浸漬しない状態となっている。

[0061] 制御部23は、キャリア30と基板4を乾燥槽6の上方に配置する(S1)。具体的には、図6Bに示すように、複数の基板4を収容した状態のキャリア30を基板搬送部32で搬送し、蓋22の上方に位置させる。

[0062] 制御部23は、キャリア30と基板4を下降させて乾燥槽6に配置する(S2)。具体的には、図6Cに示すように、蓋22を取り除いて開口部28

を開放するとともに、図示しない上下駆動部200（図1B参照）にキャリア30を受け渡して、キャリア30および基板4を下降させる。このとき、キャリア30との干渉を防ぐため、第2間隔確保部材37は水平姿勢から鉛直姿勢まで回転駆動させておく。キャリア30および基板4は、乾燥槽6の処理液Wに浸漬される。

[0063] 図6Dに示すように、乾燥槽6に配置された基板4は、基板支持部34によって支持される（S3）。キャリア30による基板4の支持は解除されるが、キャリア30は基板4の近傍に配置する。基板4の近傍に配置されたキャリア30は、後述する第1間隔確保部材36が駆動するまでの間、複数の基板4同士の間隔を確保する機能を発揮する。

[0064] 実施形態1では、基板支持部34が上下動する機能がなく固定された構成である場合を例示するが、基板支持部34が上下動して、基板4を上下動させる上下駆動部として機能してもよい。その場合、キャリア30は乾燥槽6内において所定高さに維持されてもよい。

[0065] 制御部23は、処理液Wの供給を停止する（S4）。具体的には、図6Eに示すように、処理液供給配管10の弁10Aを閉じて、乾燥槽6への処理液Wの供給を停止する。

[0066] 制御部23は、第1間隔確保部材36を駆動する（S5）。具体的には、図6Fに示すように、第1間隔確保部材36を回転駆動して、第1間隔確保部材36の第2部分36Cを基板4の第1端部42に近接させる。第2部分36Cは、図4Bに示したように基板4同士の隙間に入ることによって、複数の基板4の間隔を維持し、隣接する基板4同士が付着することを防止する。これにより、基板4の表面において処理液Wに浸漬される面積を最大限に広く確保することができ、乾燥処理の均一性を向上させることができる。また、キャリア30を退避させても基板4の間隔を確保できる状態となる。

[0067] さらに、第2間隔確保部材37を回転駆動して、水平姿勢としておく。これにより、開口部28を覆う位置に蓋22を取り付けても第2間隔確保部材37が干渉せず、蓋22を取り付けることが可能となる。なお、蓋22を取

り付けても第2間隔確保部材37が干渉しない場合は、第2間隔確保部材37を鉛直姿勢に維持したままでもよく、段階的に回転駆動させなくてもよい。

[0068] 制御部23は、有機溶剤貯留槽16へ不活性ガスNを供給する(S6)。具体的には、図6Gに示すように、開口部28を覆うように蓋22を取り付けるとともに、不活性ガス供給配管17を通じて有機溶剤貯留槽16へ不活性ガスNを供給する。これにより、不活性ガスNによって有機溶剤Cがバブリングされ、不活性ガスNと有機溶剤Cの混合蒸気である有機溶剤蒸気CVが発生し、乾燥槽6の気相に供給される。

[0069] 有機溶剤蒸気CVの供給により、乾燥槽6における処理液Wの水面に有機溶剤膜C1が形成される。

[0070] 制御部23は、処理液Wの排出を開始する(S7)。具体的には、図6Hに示すように、処理液供給配管10の弁10Aを開くことで、給排液管8および処理液供給配管10を通じて、乾燥槽6の処理液Wを排液する。乾燥槽6における処理液Wは、有機溶剤膜C1の形成状態を維持しながら、液面レベルが低下する。処理液Wの液面レベルが低下すると、基板4の上端から順に処理液Wの外部に露出して、有機溶剤蒸気CVが充満した空間に曝される。露出した基板4の表面では、処理液Wが有機溶剤Cによって置換される。その後、表面に付着した有機溶剤Cが蒸発することで、基板4が乾燥されていく。

[0071] 制御部28は、キャリア30を下降させる(S8)。具体的には、図6Iに示すように、処理液Wの排出開始に伴って、図示しない上下駆動部200を用いてキャリア30を下降させる。キャリア30は、基板支持部34に支持された状態の基板4同士の間隔を確保する機能を担っていたが、第1間隔確保部材36が基板4に近接したことに伴い、基板4の端部41から退避させても、第1間隔確保部材36により基板4同士の間隔を確保した状態を維持できる。

[0072] 制御部23は、第2間隔確保部材37を駆動する(S9)。具体的には、

図6 Jに示すように、第2間隔確保部材37を回転駆動して、水平姿勢から、第2間隔確保部材37の第2部分37Cが基板4の第2端部44に近接する位置まで回転させる。これにより、一時的に、第1間隔確保部材36と第2間隔確保部材37の両方が基板4の端部41に近接した状態となる。

[0073] ステップS9による第2間隔確保部材37の駆動は、第1端部42が処理液Wに浸漬し、且つ第2端部44は処理液Wから露出したタイミングで実行する。処理液Wから露出した第2端部44の表面では、処理液Wが有機溶剤Cで置換される。

[0074] 第2間隔確保部材37を駆動するタイミングは例えば、図示しない液面センサで処理液Wの液面が所定レベルになったことを検知した時や、処理液Wの排出(S7)を開始してから所定時間経過した時等、任意の基準を採用してもよい。

[0075] 制御部23は、第1間隔確保部材36を退避させる(S10)。具体的には、第2間隔確保部材37が基板4の第2端部44に近接した後、図6 Kに示すように、第1間隔確保部材36を基板4から退避する方向に回転駆動する。これにより、第1間隔確保部材36による基板4の間隔確保を解除して、第2間隔確保部材37のみで基板4の間隔を確保した状態とする。なお、キャリア30は、ステップS8のタイミングで予め下降させておく場合に限らず、ステップS10による第1間隔確保部材36の退避とともに下降する等、処理液Wの排出中の異なるタイミングで下降させてもよい。

[0076] ステップS10による第1間隔確保部材36の退避は、ステップS9による第2間隔確保部材37の駆動と同様に、第1端部42が処理液Wに浸漬し、且つ第2端部44が処理液Wから露出したタイミングで実行する。第1間隔確保部材36の退避によって、第1端部42は処理液Wに浸漬される。その後、処理液Wの液面レベルの下降に応じて、第1端部42が処理液Wから露出すると、第1端部42に付着する処理液Wも有機溶剤に置換される。

[0077] 上記動作によれば、複数の基板4に対して間隔確保部材36、37の少なくとも一方を近接させることで、基板4同士の間隔を空けた状態を保ちつつ

、基板4における第1端部42と第2端部44の両方を処理液Wに曝して有機溶剤Cで置換することができる。これにより、基板4の表面において乾燥不十分となる箇所を減らすことができ、基板4を均一に乾燥させやすくなり、基板4の乾燥品質を向上させることができる。

[0078] 第1間隔確保部材36を駆動するタイミングは例えば、図示しない液面センサで処理液Wの液面が所定レベルになったことを検知した時や、処理液Wの排出(S8)を開始してから所定時間経過した時、あるいは第2間隔確保部材37の駆動(ステップS9)から所定時間経過した時等、任意の基準を採用してもよい。

[0079] その後、図6Lに示すように、処理液Wの排出が完了する(S11)。このとき、不活性ガス供給配管17からの不活性ガスNの供給も停止する。

[0080] 制御部23は、不活性ガスNを供給し、乾燥槽6の雰囲気Xを排気する(S12)。具体的には、図6Mに示すように、乾燥槽6から処理液Wがなくなったことに応じて、不活性ガス供給部18を通じて、乾燥槽6の上方空間へ不活性ガスNを供給し、且つ、排気配管12の弁12Aを開くことで、給排液管8および排気配管12を通じて乾燥槽6の雰囲気Xを排気する。

[0081] これにより、乾燥槽6の内部から徐々に、有機溶剤蒸気CV及び基板4の表面から発散した有機溶剤Cを含んだガスが減少していき、基板4の表面に付着した有機溶剤Cが除去されていく。これにより、基板4の乾燥が進む。

[0082] 制御部23は、キャリア30を上昇させて、基板4に近接させる(S13)。具体的には、図6Nに示すように、不活性ガス供給部18からの不活性ガスNの供給を継続しながら、図示しない上下駆動部200を用いてキャリア30を上昇させて、基板4に近接させる。基板支持部34で基板4を支持した状態を維持しながら、キャリア30を基板4に近接させることで、キャリア30が基板4同士の間隔を確保できる状態とする。これにより、第2間隔確保部材37を退避させても基板4の間隔を確保できる状態となる。

[0083] 制御部23は、第2間隔確保部材37を退避させる(S14)。具体的には、図6Oに示すように、第2間隔確保部材37を基板4から離れる方向に

回転駆動して、水平姿勢まで退避させる。間隔確保部材 3 6、3 7 がいずれも基板 4 の端部 4 1 から退避した状態において、基板 4 に近接したキャリア 3 0 が基板 4 同士の間隔を維持する。

[0084] 第 2 間隔確保部材 3 7 を退避させると、基板 4 の第 2 端部 4 4 が露出する。第 2 端部 4 4 は、図 6 J に示したように、処理液 W から露出した後に第 2 間隔確保部材 3 7 が近接しているため、有機溶剤への置換が済んでいる。乾燥槽 6 の雰囲気 X を排気しながら第 2 間隔確保部材 3 7 を退避させることで、第 2 端部 4 4 における有機溶剤の蒸発が進み、第 2 端部 4 4 を乾燥させることができる。

[0085] 制御部 2 3 は、キャリア 3 0 をさらに上昇させて、キャリア 3 0 で基板 4 を支持する (S 1 5)。具体的には、図 6 O に示すように、不活性ガス供給部 1 8 からの不活性ガス N の供給を継続しながら、図示しない上下駆動部 2 0 0 を用いてキャリア 3 0 をさらに上昇させる。これにより、基板支持部 3 4 による基板 4 の支持を解除して、キャリア 3 0 によって基板 4 を支持した状態とする。

[0086] 基板支持部 3 4 からキャリア 3 0 に基板 4 を持ち替えることで、基板 4 における基板支持部 3 4 と接触していた箇所 (図 2 A に示す凹部 5 2 A 等に配置される端部 4 1) を露出させて、乾燥させることができる。基板支持部 3 4 との接触によって乾燥が進行していない箇所まで乾燥させることができ、基板 4 の全体をより均一に乾燥させることができる。

[0087] 制御部 2 3 は、不活性ガス N の供給を停止し、雰囲気 X の排気を停止する (S 1 6)。具体的には、図 6 P に示すように、不活性ガス供給部 1 8 による不活性ガス N の供給を停止し、排気配管 1 2 の弁 1 2 A を閉じることで雰囲気 X の排気を停止して、基板 4 の乾燥処理を終了させる。

[0088] 制御部 2 3 は、キャリア 3 0 と基板 4 を搬出する (S 1 7)。具体的には、図 6 Q に示すように、開口部 2 8 から蓋 2 2 を取り外すとともに、第 2 間隔確保部材 3 7 を水平姿勢から鉛直姿勢まで回転駆動した後、図示しない上下駆動部を用いて、乾燥処理が施された複数の基板 4 を収容したキャリア 3

0（図示せず）を乾燥槽6の外部へ搬出する。

[0089] 上記動作によれば、マランゴニ乾燥法によって複数の基板4をバッチ処理で乾燥させて、乾燥処理済みの複数の基板4を製造することができる。実施形態1の基板乾燥装置2Aは特に、処理液Wを排出して基板4を乾燥させる過程において、間隔確保部材36、37の少なくとも一方が基板4の端部41に近接するように駆動を制御しており、基板4同士の間隔を確保した状態で乾燥工程を実施することができる。これにより、隣接する基板4同士が液体の表面張力によって付着することを防止することができ、基板4をより均一に乾燥させることができる。さらに、2つの間隔確保部材36、37を選択的に駆動して持ち替えを行うことで、間隔確保部材36、37が近接する端部42、44を含めて基板4の全面を乾燥させやすくなり、基板4をより均一に乾燥させることができる。さらに、不活性ガスNの供給による乾燥途中において、基板支持部34からキャリア30へ基板4を持ち替えて乾燥処理を継続することで、基板4における基板支持部34と接触していた箇所を含めて乾燥させることができ、基板4をより均一に乾燥させることができる。

[0090] その後、別バッチの基板4を乾燥槽6に配置してステップS1～S17を実行すれば、同様の乾燥処理を行うことができる。

[0091] （実施形態1の作用・効果）

上述したように、実施形態1の基板乾燥装置2Aは、複数の基板4をピッチP1（所定ピッチ）で配列した状態で配置する乾燥槽6と、乾燥槽6へ処理液Wを供給する処理液供給配管10（処理液供給部）と、乾燥槽6へ有機溶剤蒸気CV（有機溶剤）を供給する有機溶剤貯留槽16および不活性ガス供給配管17（有機溶剤供給部）と、乾燥槽6へ不活性ガスNを供給する不活性ガス供給部18と、を備え、乾燥槽6には、複数の基板4を支持する基板支持部34と、基板支持部34で支持された複数の基板4の端部41に近接して基板4同士の間隔を確保するように駆動される間隔確保部材36、37とが設けられる。

- [0092] このような構成によれば、間隔確保部材 3 6、3 7 で基板 4 同士の間隔を確保することで、基板 4 同士の付着を抑制しながら乾燥工程を実施することが可能となり、基板 4 の表面を均一に乾燥させやすくなる。
- [0093] また、実施形態 1 の基板乾燥装置 2 A では、間隔確保部材 3 6、3 7 は、複数の基板 4 の第 1 端部 4 2 に近接する第 1 間隔確保部材 3 6 と、複数の基板 4 の第 2 端部 4 4 に近接する第 2 間隔確保部材 3 7 と、を備える。このような構成によれば、間隔確保部材 3 6、3 7 を 2 つ設けることで、基板 4 の持ち替えを行うことができる。
- [0094] また、実施形態 1 の基板乾燥装置 2 A では、第 1 端部 4 2 は、第 2 端部 4 4 よりも低い位置にあり、第 1 間隔確保部材 3 6 を駆動する第 1 駆動部 2 0 2 と、第 2 間隔確保部材 3 7 を駆動する第 2 駆動部 2 0 4 と、をさらに備える。このような構成によれば、基板 4 の異なる高さの端部 4 2、4 4 にそれぞれ近接する間隔確保部材 3 6、3 7 を独立して駆動して、処理液 W の高さの変化に応じて適切なタイミングで基板 4 の持ち替えを行うことが可能となる。
- [0095] また、実施形態 1 の基板乾燥装置 2 A は、制御部 2 3 をさらに備え、制御部 2 3 は、第 1 駆動部 2 0 2 と第 2 駆動部 2 0 4 を異なるタイミングで動作させる。このような構成によれば、処理液 W の高さの変化に応じて適切なタイミングで基板 4 の持ち替えを行うことができる。
- [0096] また、実施形態 1 の基板乾燥装置 2 A では、制御部 2 3 をさらに備え、制御部 2 3 は、第 1 間隔確保部材 3 6 を第 1 端部 4 2 に近接させ（S 5：第 1 間隔確保ステップ）と、第 1 間隔確保部材 3 6 が第 1 端部 4 2 に近接した状態で、第 2 間隔確保部材 3 7 を第 2 端部 4 4 に近接させ（S 9：第 2 間隔確保ステップ）と、第 2 間隔確保部材 3 7 が第 2 端部 4 4 に近接した状態で、第 1 間隔確保部材 3 6 を第 1 端部 4 2 から退避させる（S 10：第 3 間隔確保ステップ）ように、第 1 間隔確保部材 3 6 および第 2 間隔確保部材 3 7 の駆動を制御する。このような制御によれば、2 つの間隔確保部材 3 6、3 7 により基板 4 の持ち替えを行うことで、乾燥工程の途中で第 1 端部 4 2 と第

2 端部 4 4 をそれぞれ露出させて、第 1 端部 4 2 と第 2 端部 4 4 を含めて処理液 W から有機溶剤 C への置換を行い、乾燥させることができる。

[0097] また、実施形態 1 の基板乾燥装置 2 A では、第 1 端部 4 2 は、第 2 端部 4 4 よりも低い位置にあり、制御部 2 3 は、乾燥槽 6 に供給された処理液 W を排出する過程において、第 1 端部 4 2 と第 2 端部 4 4 がともに処理液 W に浸漬された状態で、第 1 間隔確保部材 3 6 を第 1 端部 4 2 に近接させ（S 5）、第 1 端部 4 2 が処理液 W に浸漬され、且つ第 2 端部 4 4 は処理液 W から露出した状態で、第 2 間隔確保部材 3 7 を第 2 端部 4 4 に近接させ（S 9）、その後、第 1 間隔確保部材 3 6 を第 1 端部 4 2 から退避させる（S 10）ように、第 1 間隔確保部材 3 6 および第 2 間隔確保部材 3 7 の駆動を制御する。このような制御によれば、処理液 W の排出過程で基板 4 の持ち替えを行うことで、間隔確保部材 3 6、3 7 が近接する基板 4 の第 1 端部 4 2 と第 2 端部 4 4 をそれぞれ露出させて乾燥させることができ、第 1 端部 4 2 と第 2 端部 4 4 を含めて基板 4 の全面を均一に乾燥させやすくなる。

[0098] また、実施形態 1 の基板乾燥装置 2 A では、ピッチ P 1 は、5 mm 以下である。このような構成によれば、基板 4 のピッチ P 1 が狭い場合（いわゆる狭ピッチの場合）は、基板 4 同士が付着しやすいところ、間隔確保部材 3 6、3 7 を設けて基板 4 同士の付着を抑制しながら乾燥工程を実行することで、基板 4 を均一に乾燥させることができる。

[0099] また、実施形態 1 の基板乾燥装置 2 A では、間隔確保部材 3 6、3 7 は、複数の基板 4 の配列方向 L に延びて複数の基板 4 の端部 4 1 に近接する第 1 部分 3 6 B、3 7 B と、第 1 部分 3 6 B、3 7 B から突出して複数の基板 4 同士の隙間に配置される複数の第 2 部分 3 6 C、3 7 C と、を備える。このような構成によれば、基板 4 同士の付着をより確実に防止することができる。

[0100] また、実施形態 1 の基板乾燥装置 2 A では、複数の基板 4 は、キャリア 30 に收容された状態で乾燥槽 6 に配置され、基板支持部 3 4 は、キャリア 30 に形成された下側の隙間 3 8 から複数の基板 4 に当接し、間隔確保部材 3

6、37は、キャリア30に形成された上側の隙間40から複数の基板4に近接する。このような構成によれば、基板4をキャリア30に収容した状態では、基板4の全面を乾燥させることが難しくなるところ、間隔確保部材36、37を設けて基板4同士の付着を抑制しながら乾燥工程を実行することで、基板4をより均一に乾燥させることができる。

[0101] また、実施形態1の基板乾燥装置2Aでは、複数の基板4は、キャリア30に収容された状態で乾燥槽6に配置され、制御部23は、乾燥槽6における処理液Wの排出後に不活性ガス供給部18から不活性ガスNを供給する過程(S12～S16)において、複数の基板4を基板支持部34で支持し、キャリア30を退避させた状態で、複数の基板4を乾燥させ(S12：第1乾燥ステップ)と、複数の基板4を基板支持部34からキャリア30に持ち替えた状態で、複数の基板4を乾燥させる(S15：第2乾燥ステップ)ように制御する。このような制御によれば、基板4における基板支持部34に接触する箇所を含めて露出させて乾燥させることができ、乾燥されにくい箇所も含めて基板4の全体を均一に乾燥させることができる。

[0102] また、実施形態1の基板乾燥装置2Aでは、間隔確保部材36、37が近接する複数の基板4の端部41は、複数の基板4の高さ方向の中心位置HCよりも上方に位置する。このような構成によれば、キャリア30との干渉を容易に回避しながら、間隔確保部材36、37を基板4の端部41に近接させることができる。

[0103] また、実施形態1の基板乾燥装置2Aは、乾燥槽6の内部で複数の基板4を上下動させるように駆動する上下駆動部200をさらに備え、制御部23は、乾燥槽6における処理液Wの排出後に不活性ガス供給部18から不活性ガスNを供給する過程において、基板支持部34に支持されている複数の基板4を、基板支持部34に対して上方に離間する位置まで上昇させるように、上下駆動部200を制御する。このような構成によれば、基板4において基板支持部34と接触していた箇所を露出させて乾燥を促進することができ、基板4をより均一に乾燥させることができる。

[0104] また、実施形態1の基板処理装置100は、基板乾燥装置2A（乾燥モジュール2）と、基板乾燥装置2Aに対して連結されるケミカルモジュール7（基板処理モジュール）とを備える。このような構成によれば、基板4の乾燥品質の高い基板処理装置100を実現することができる。

[0105] 上述したように、実施形態1の基板4の製造方法は、乾燥槽6へ処理液Wを供給するステップ（S0）と、複数の基板4をピッチP1で配列した状態で乾燥槽6に配置し、乾燥槽6に設けた基板支持部34により複数の基板4を支持するステップ（S3）と、乾燥槽6へ有機溶剤蒸気CV（有機溶剤）を供給するステップ（S6）と、乾燥槽6に設けた間隔確保部材36、37を、基板支持部34で支持された複数の基板4の端部41に近接させて複数の基板4同士の間隔を確保するステップ（S5、S9、S10）と、乾燥槽6に供給された処理液Wを排出するステップ（S7～S11）と、乾燥槽6へ不活性ガスNを供給するステップ（S12）と、を含む。このような方法によれば、間隔確保部材36、37で基板4同士の間隔を確保することで、基板4同士の付着を抑制しながら乾燥工程を実施することが可能となり、基板4の表面を均一に乾燥させやすくなる。

[0106] （実施形態2）

図7、図8A～図8Fを参照して、実施形態2の基板乾燥装置2Aの動作について説明する。実施形態2においては、実施形態1と同一または同様の構成については同じ名称や符号を付して説明する。また、実施形態2では、実施形態1と重複する記載は省略する。

[0107] 図7は、実施形態2の基板乾燥装置2Aが実行する基板乾燥方法の一例を示すフローチャートであり、図8A～図8Fは、図7のフローチャートによる基板乾燥方法を説明するための概略図である。図7のフローチャートに示す各ステップは例えば、制御部23の制御によって実行される。

[0108] 実施形態2では、図5に示したフローチャートのステップS1～S17の中で、ステップS10とステップS11の間に、複数の基板4を基板支持部34から一時的に上昇させる点で、実施形態1と異なる。

- [0109] 図7に示すように、制御部23は、ステップS10により第1間隔確保部材36を退避させた後に、キャリア30を上昇させて、基板4に近接させる(S21)。具体的には、図8Aに示すように、処理液Wの排出および有機溶剤蒸気CVの供給を継続しながら、図示しない上下駆動部200を用いてキャリア30を上昇させて、基板4に近接させる。基板支持部34で基板4を支持した状態を維持しながら、キャリア30を基板4に近接させることで、第2間隔確保部材37を退避させてもキャリア30で基板4同士の間隔を確保した状態とすることができる。
- [0110] 制御部23は、第2間隔確保部材37を退避させる(S22)。具体的には、図8Bに示すように、第2間隔確保部材37を基板4から離れる方向に回転駆動して、水平姿勢まで退避させる。間隔確保部材36、37がいずれも基板4の端部41から退避した状態において、基板4に近接したキャリア30が基板4同士の間隔を維持する。
- [0111] 制御部23は、キャリア30をさらに上昇させて、キャリア30で基板4を支持する(S23)。具体的には、図8Cに示すように、処理液Wの排出および有機溶剤蒸気CVの供給を継続しながら、図示しない上下駆動部200を用いてキャリア30をさらに上昇させる。これにより、基板支持部34による基板4の支持を解除して、キャリア30によって基板4を支持した状態とする。基板支持部34と基板4の間には間隔が生じて非接触状態となる。
- [0112] 基板支持部34からキャリア30に基板4を持ち替えることで、基板4において基板支持部34と接触していた箇所(図2Aに示す凹部52A等に配置される端部41)を露出させて、有機溶剤Cに置換することができる。基板支持部34との接触によって有機溶剤Cへの置換が進みにくい箇所まで有機溶剤Cに置換することができ、基板4のより均一な乾燥につながる。また、基板4と基板支持部34を離間させることによって、基板支持部34の表面に付着している処理液Wも有機溶剤Cに置換することができ、その後、基板4と接触するときにも処理液Wを再付着させない効果がある。

- [0113] ステップS 2 3でキャリア3 0を上昇させるタイミングは、基板4において基板支持部3 4と接触する箇所が有機溶剤膜C 1あるいは有機溶剤蒸気C Vに曝されている状態であれば、任意のタイミングであってもよい。これにより、基板4の該当箇所において有機溶剤Cへの置換を促進することができる。
- [0114] 制御部2 3は、キャリア3 0を下降させる（S 2 4）。具体的には、図8 Dに示すように、処理液Wの排出および有機溶剤蒸気C Vの供給を継続しながら、図示しない上下駆動部2 0 0を用いてキャリア3 0を下降させる。これにより、キャリア3 0に收容された基板4を基板支持部3 4に再度支持させる。キャリア3 0による基板4の支持は解除されるが、キャリア3 0は基板4の近傍に配置することで、複数の基板4同士の間隔を確保する機能を有する。
- [0115] ステップS 2 3～ステップS 2 4までの期間、すなわち、複数の基板4を基板支持部3 4に対して上方に離間させている期間は、基板4の該当箇所が有機溶剤Cに置換されるのに十分な時間であれば任意の時間に設定してもよく、例えば3 0秒間～6 0秒間の範囲内で設定してもよい。
- [0116] 制御部2 3は、第2間隔確保部材3 7を駆動する（S 2 5）。具体的には、図8 Eに示すように、第2間隔確保部材3 7を回転駆動して、水平姿勢から、第2間隔確保部材3 7の第2部分3 7 Cが基板4の第2端部4 4に近接する位置まで回転させる。これにより、第2間隔確保部材3 7とキャリア3 0の両方が複数の基板4同士の間隔を確保した状態となる。
- [0117] 制御部2 3は、キャリア3 0をさらに下降させる（S 2 6）。具体的には、図8 Fに示すように、図示しない上下駆動部2 0 0を用いてキャリア3 0を下降させて、基板支持部3 4の近傍から退避させる。これにより、図6 Lに示した状態に戻すことができ、処理液の排出を完了することができる（S 1 1）。その後、ステップS 1 2～S 1 7を同様に実行して、複数の基板4を乾燥させればよい。
- [0118] ステップS 2 6でキャリア3 0を下降させるタイミングは、ステップS 2

5の後に処理液Wを排出している間であれば任意のタイミングであってもよい。

[0119] 上述した実施形態2の動作によれば、有機溶剤蒸気CVを供給しながら処理液Wを排出する過程において、基板支持部34に支持されている複数の基板4を基板支持部34から一時的に離間させることで(S23)、基板4において基板支持部34と接触していた箇所を露出させて有機溶剤Cへの置換を促進することができる。

[0120] また実施形態2では、複数の基板4を一時的に上昇させた後に下降させて、基板支持部34に再度支持させている。これにより、上昇前の状態に戻して、続く不活性ガスNの供給による乾燥工程(S12～S16)にスムーズに移行することができる。

[0121] また不活性ガスNの供給による乾燥工程(S12～S16)においても、基板支持部34に支持されている複数の基板4を一時的に上昇させる動作を実行する(S15)。このため、ステップS23で有機溶剤Cに置換した基板4の箇所を露出させてより確実に乾燥させることができる。

[0122] このようにして、基板4の表面全体をより均一に乾燥させることができる。

[0123] なお、処理液Wの排出が完了する前に基板4を基板支持部34に再度支持させる場合に限らず、基板4を基板支持部34から上方に離間した位置に配置したまま、処理液の排出を完了して、続く不活性ガスNの供給による乾燥工程に移行してもよい。この場合、乾燥工程を実行している間に複数の基板4を下降させて基板支持部34に支持させることで、基板4とキャリア30が接触していた箇所を乾燥させることができる。

[0124] (実施形態2の作用・効果)

実施形態2の基板乾燥装置2Aは、乾燥槽6の内部で複数の基板4を上下動させるように駆動する上下駆動部200をさらに備え、制御部23は、乾燥槽6に供給された処理液Wを排出する過程において、基板支持部34に支持されている複数の基板4を、基板支持部34に対して上方に離間する位置

まで上昇させるように、上下駆動部200を制御する(S21、S23)。

[0125] このような構成によれば、基板4の表面全体をより均一に乾燥させることにつながる。

[0126] なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その他種々の態様で実施できる。例えば、上記実施形態では、複数の基板4をキャリア30に収容した状態で乾燥させる場合を例示したが、このような場合に限らない。例えば、複数の基板4をキャリア30に収容しない、いわゆる「キャリアレス」の場合であってもよい。キャリアレスの場合、基板搬送部32や上下駆動部200が複数の基板4に直接接触して把持／支持してもよい。

[0127] また、上記実施形態では、2種類の間隔確保部材36、37を設ける場合について説明したが、このような場合に限らず、1つ又は3つ以上の間隔確保部材を設ける場合であってもよい。

[0128] また、上記実施形態では、処理液Wとして純水を用いて、有機溶剤CとしてIPAを用いる場合について説明したが、このような場合に限らず、他の種類の液体を用いてもよい。

[0129] また、上記実施形態では、間隔確保部材36、37の駆動範囲が左右非対称である場合について説明したが、このような場合に限らない。例えば、図9に示すように、第1間隔確保部材136の駆動範囲が、第2間隔確保部材37の駆動範囲と概ね左右対称であってもよい。すなわち、第1間隔確保部材136と第2間隔確保部材37の両方が基板4の上方領域を移動する。図9では、間隔確保部材136、37が基板4の端部41に近接する状態を実線で示し、基板4の端部41から退避する状態を点線で示す。

[0130] 図9に示す第1間隔確保部材136は、回転軸136Aと、第1部分136Bと、第2部分136Cとを有する。実施形態と同様に、第2部分136Cが近接する基板4の端部142の高さ位置H4と、第2部分37Cが近接する基板4の端部44の高さ位置H2は、基板4の高さ方向の中心位置HCよりも高い位置に設定される。また、高さ位置H4は、高さ位置H2よりも低く設定されている。高さ位置H4、H2の高さを異ならせるために、間隔

確保部材 136、37 の大きさ・形状を異ならせてもよい。図 9 に示す間隔確保部材 136、37 によれば、図 5、図 7 のフローチャートに示す処理と同様の処理（基板 4 の持ち替えを含む。）を実行することができる。

[0131] なお、上記様々な実施形態のうちの任意の実施形態を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。

[0132] 本発明は、複数の基板を乾燥させる基板乾燥装置、およびそれを備える基板処理装置、並びに基板の製造方法に適用することができる。

[0133] 本発明は、添付図面を参照しながら好ましい実施形態に関連して十分に記載されているが、この技術の熟練した人々にとっては種々の変形や修正は明白である。そのような変形や修正は、添付した請求の範囲による本開示の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

符号の説明

- [0134] 2 乾燥モジュール
- 2 A 基板乾燥装置
- 4 基板
- 6 乾燥槽
- 8 給排液管（処理液供給部）
- 10 処理液供給配管（処理液供給部）
- 16 有機溶剤貯留槽（有機溶剤供給部）
- 17 不活性ガス供給配管（有機溶剤供給部）
- 18 不活性ガス供給部
- 34 基板支持部
- 36 第 1 間隔確保部材
- 37 第 2 間隔確保部材
- 41 端部
- 42 第 1 端部
- 44 第 2 端部
- 100 基板処理装置

2 0 0 上下駆動部

2 0 2 第 1 駆動部

2 0 4 第 2 駆動部

請求の範囲

- [請求項1] 複数の基板を所定ピッチで配列した状態で配置する乾燥槽と、
前記乾燥槽へ処理液を供給する処理液供給部と、
前記乾燥槽へ有機溶剤を供給する有機溶剤供給部と、
前記乾燥槽へ不活性ガスを供給する不活性ガス供給部と、を備え、
前記乾燥槽には、前記複数の基板を支持する基板支持部と、前記基板支持部で支持された前記複数の基板の端部に近接して基板同士の間隔を確保するように駆動される間隔確保部材とが設けられる、基板乾燥装置。
- [請求項2] 前記間隔確保部材は、前記複数の基板の第1端部に近接する第1間隔確保部材と、前記複数の基板の第2端部に近接する第2間隔確保部材と、を備える、請求項1に記載の基板乾燥装置。
- [請求項3] 前記第1端部は、前記第2端部よりも低い位置にあり、
前記第1間隔確保部材を駆動する第1駆動部と、
前記第2間隔確保部材を駆動する第2駆動部と、をさらに備える、
請求項2に記載の基板乾燥装置。
- [請求項4] 制御部をさらに備え、
前記制御部は、
前記第1駆動部と前記第2駆動部を異なるタイミングで動作させる、請求項3に記載の基板乾燥装置。
- [請求項5] 制御部をさらに備え、
前記制御部は、
前記第1間隔確保部材を前記第1端部に近接させ、
前記第1間隔確保部材が前記第1端部に近接した状態で、前記第2間隔確保部材を前記第2端部に近接させ、
前記第2間隔確保部材が前記第2端部に近接した状態で、前記第1間隔確保部材を前記第1端部から退避させるように、
前記第1間隔確保部材および前記第2間隔確保部材の駆動を制御する

、請求項 2 に記載の基板乾燥装置。

[請求項6] 前記第 1 端部は、前記第 2 端部よりも低い位置にあり、
前記制御部は、前記乾燥槽に供給された処理液を排出する過程において、

前記第 1 端部と前記第 2 端部がともに処理液に浸漬された状態で、
前記第 1 間隔確保部材を前記第 1 端部に近接させ、

前記第 1 端部が処理液に浸漬され前記第 2 端部は処理液から露出した状態で、前記第 2 間隔確保部材を前記第 2 端部に近接させ、その後、前記第 1 間隔確保部材を前記第 1 端部から退避させるように、

前記第 1 間隔確保部材および前記第 2 間隔確保部材の駆動を制御する、請求項 5 に記載の基板乾燥装置。

[請求項7] 前記所定ピッチは、5 mm 以下である、請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の基板乾燥装置。

[請求項8] 前記間隔確保部材は、前記複数の基板の配列方向に延びて前記複数の基板の端部に近接する第 1 部分と、前記第 1 部分から突出して前記複数の基板の隙間に配置される複数の第 2 部分と、を備える、請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の基板乾燥装置。

[請求項9] 前記複数の基板は、キャリアに收容された状態で前記乾燥槽に配置され、

前記基板支持部は、前記キャリアに形成された下側の隙間から前記複数の基板に当接し、前記間隔確保部材は、前記キャリアに形成された上側の隙間から前記複数の基板に近接する、請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の基板乾燥装置。

[請求項10] 前記複数の基板は、キャリアに收容された状態で前記乾燥槽に配置され、

制御部は、前記乾燥槽における処理液の排出後に前記不活性ガス供給部から不活性ガスを供給する過程において、

前記複数の基板を前記基板支持部で支持し、前記キャリアを退避

させた状態で、前記複数の基板を乾燥させ、

前記複数の基板を前記基板支持部から前記キャリアに持ち替えた状態で、前記複数の基板を乾燥させる、ように制御する、請求項 1 から 9 のいずれか 1 つに記載の基板乾燥装置。

[請求項11] 前記間隔確保部材が近接する前記複数の基板の前記端部は、前記複数の基板の高さ方向の中心位置よりも上方に位置する、請求項 1 から 10 のいずれか 1 つに記載の基板乾燥装置。

[請求項12] 前記乾燥槽の内部で前記複数の基板を上下動させるように駆動する上下駆動部をさらに備え、

前記制御部は、前記乾燥槽に供給された処理液を排出する過程において、

前記基板支持部に支持されている前記複数の基板を、前記基板支持部に対して上方に離間する位置まで上昇させるように、

前記上下駆動部を制御する、請求項 1 から 11 のいずれか 1 つに記載の基板乾燥装置。

[請求項13] 前記乾燥槽の内部で前記複数の基板を上下動させるように駆動する上下駆動部をさらに備え、

前記制御部は、前記乾燥槽における処理液の排出後に前記不活性ガス供給部から不活性ガスを供給する過程において、

前記基板支持部に支持されている前記複数の基板を、前記基板支持部に対して上方に離間する位置まで上昇させるように、

前記上下駆動部を制御する、請求項 1 から 11 のいずれか 1 つに記載の基板乾燥装置。

[請求項14] 請求項 1 から 13 のいずれか 1 つに記載の前記基板乾燥装置と、前記基板乾燥装置に対して連結される基板処理モジュールとを備える、基板処理装置。

[請求項15] 乾燥槽へ処理液を供給するステップと、
複数の基板を所定ピッチで配列した状態で前記乾燥槽に配置し、前

記乾燥槽に設けた基板支持部により前記複数の基板を支持するステップと、

前記乾燥槽へ有機溶剤を供給するステップと、

前記乾燥槽に設けた間隔確保部材を、前記基板支持部で支持された前記複数の基板の端部に近接させて前記複数の基板同士の間隔を確保するステップと、

前記乾燥槽に供給された処理液を排出するステップと、

前記乾燥槽へ不活性ガスを供給するステップと、を含む、基板の製造方法。