

(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2021-93479

(P2021-93479A)

(43) 公開日 令和3年6月17日(2021.6.17)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
H 0 1 L	21/683	(2006.01)	H 0 1 L	21/68	N	3 L 1 1 3
H 0 5 K	7/20	(2006.01)	H 0 5 K	7/20	N	5 E 3 2 2
F 2 6 B	5/04	(2006.01)	F 2 6 B	5/04		5 F 1 3 1

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2019-224332 (P2019-224332)	(71) 出願人	000207551
(22) 出願日	令和1年12月12日 (2019.12.12)		株式会社 S C R E E Nホールディングス
			京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1
		(74) 代理人	100105935
			弁理士 振角 正一
		(74) 代理人	100136836
			弁理士 大西 一正
		(72) 発明者	上野 幸一
			京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 株式会社 S C R E E Nファインテックソリューションズ内

最終頁に続く

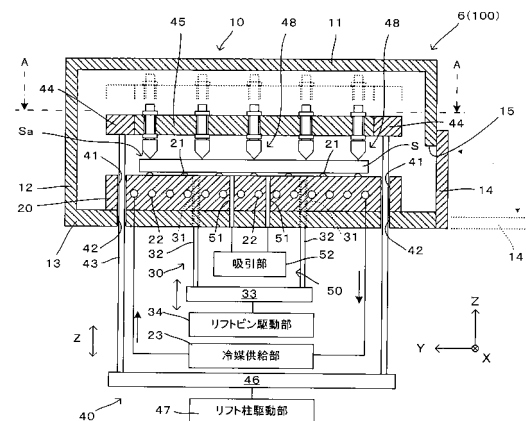
(54) 【発明の名称】 冷却装置、冷却方法および半導体パッケージの製造方法

(57) 【要約】

【課題】加熱処理された矩形形状の基板を短時間で、しかも均一に降温させることができる冷却技術および高品質な半導体パッケージを製造することができる半導体パッケージの製造方法を提供する。

【解決手段】本発明は、冷却位置に位置決めされる基板を下方から冷却するクーリングプレートと、クーリングプレートに対して基板を鉛直方向において冷却位置よりも高い待機位置と冷却位置との間で昇降させる昇降機構と、基板の周縁部の上面に対して当接可能な矯正部材を有する矯正機構とを備え、矯正機構は、冷却位置に位置決めされた基板の四辺の近傍で矯正部材を冷却位置に位置させることで基板の周縁部を冷却位置に矯正して基板の姿勢を制御する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

矩形状の基板を冷却する冷却装置であって、
冷却位置に位置決めされる前記基板を下方から冷却するクーリングプレートと、
前記クーリングプレートに対して前記基板を鉛直方向において前記冷却位置よりも高い待機位置と前記冷却位置との間で昇降させる昇降機構と、
前記基板の周縁部の上面に対して当接可能な矯正部材を有する矯正機構とを備え、
前記矯正機構は、前記冷却位置に位置決めされた前記基板の四辺の近傍で前記矯正部材を前記冷却位置に位置させることで前記基板の前記周縁部を前記冷却位置に矯正して前記基板の姿勢を制御する
ことを特徴とする冷却装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の冷却装置であって、
前記冷却位置に位置決めされた前記矯正部材は、前記基板の冷却中に前記周縁部が前記冷却位置よりも上方に反るのを規制して前記クーリングプレートにより冷却される前記基板の姿勢を制御する冷却装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の冷却装置であって、
前記冷却位置に位置する前記基板の下面の中央部と前記クーリングプレートの上面とに挟まれた空間から空気を排気して前記基板に対して前記クーリングプレート側から負圧を与える排気機構を備え、
前記排気機構は、前記基板の冷却中に前記基板の中央部が前記冷却位置よりも上方に反るのを規制して前記クーリングプレートにより冷却される前記基板の姿勢を制御する冷却装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の冷却装置であって、
前記矯正部材は下端部を先細り形状に仕上げた矯正ピンであり、
前記矯正機構は、前記矯正ピンを複数個有し、前記複数の矯正ピンの上端部を支持部で支持しながら、各矯正ピンの前記下端部を前記基板の上面の周縁部に点接触させて前記基板の姿勢を制御する冷却装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の冷却装置であって、
前記複数の矯正ピンのうちの 4 本はそれぞれ前記基板の上面の四隅と点接触可能に設けられたコーナーピンである冷却装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の冷却装置であって、
前記基板の昇降から独立して、各矯正ピンの前記下端部を前記冷却位置に位置させる下方位置と、各矯正ピンの前記下端部を前記冷却位置よりも高い位置に引き上げた上方位置との間で前記支持部を移動させる移動機構を備える冷却装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の冷却装置であって、
前記移動機構は、前記基板の昇降と同期して、各矯正ピンの前記下端部を前記冷却位置に位置させる下方位置と、各矯正ピンの前記下端部を前記冷却位置よりも高い位置に引き上げた上方位置との間で移動させる冷却装置。

40

【請求項 8】

請求項 4 ないし 7 のいずれか一項に記載の冷却装置であって、
前記複数の矯正ピンはそれぞれ独立して前記支持部に対して着脱自在である冷却装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の冷却装置であって、
前記矯正ピン毎に鉛直方向における前記支持部への前記矯正ピンの装着を調整可能であ

50

る冷却装置。

【請求項 10】

クーリングプレートに対して矩形状の基板を所定の冷却位置に位置決めする工程と、
前記基板の周縁部の上面に対して当接可能な矯正部材を前記冷却位置よりも高い位置から前記冷却位置に位置決めされた前記基板に向けて下降させ、前記基板の四辺の近傍で前記矯正部材を前記冷却位置に位置決めすることで前記基板の前記周縁部を前記冷却位置に矯正する工程と、

前記矯正部材を前記冷却位置に位置決めした状態のまま前記クーリングプレートにより前記基板を冷却する工程と
を備えることを特徴とする冷却方法。

10

【請求項 11】

請求項 10 に記載の冷却方法であって、

前記冷却位置に位置決めされた前記矯正部材により、前記基板の冷却中に前記周縁部が前記冷却位置よりも上方に反るのを規制して前記クーリングプレートにより冷却される前記基板の姿勢を制御する冷却方法。

【請求項 12】

請求項 10 または 11 に記載の冷却方法であって、

前記基板の冷却中に前記冷却位置に位置する前記基板の下面の中央部と前記クーリングプレートの上面とに挟まれた空間から空気を排気して前記基板に対して前記クーリングプレート側から負圧を与えることで前記基板の中央部が前記冷却位置よりも上方に反るのを規制する工程を備える冷却方法。

20

【請求項 13】

第 1 温度に調整された基板の上面に形成された固化膜を露光した後で現像する露光現像工程と、前記露光現像工程前に前記基板の上面に前記固化膜を形成する露光前工程とを備える半導体パッケージの製造方法であって、

前記露光前工程は、

前記固化膜を構成する材料を含む処理液を前記基板の上面に塗布する塗布工程と、

前記処理液が塗布された前記基板を前記第 1 温度よりも高い第 2 温度に加熱して前記固化膜を形成する加熱工程と、

前記固化膜が形成された前記基板をクーリングプレートの上方に位置させて前記基板を前記第 1 温度に降温させる冷却工程と

30

を有することを特徴とする半導体パッケージの製造方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の半導体パッケージの製造方法であって、

前記冷却工程は、

前記クーリングプレートに対して前記基板を所定の冷却位置に位置決めする工程と、

前記基板の周縁部の上面に対して当接可能な矯正部材を前記冷却位置よりも高い位置から前記冷却位置に位置決めされた前記基板に向けて下降させ、前記基板の四辺の近傍で前記矯正部材を前記冷却位置に位置決めすることで前記基板の前記周縁部を前記冷却位置に矯正する工程と、

40

前記矯正部材を前記冷却位置に位置決めした状態のまま前記クーリングプレートにより前記基板を冷却する工程と

を有する半導体パッケージの製造方法。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の半導体パッケージの製造方法であって、

前記冷却工程は、前記冷却位置に位置決めされた前記矯正部材により、前記基板の冷却中に前記周縁部が前記冷却位置よりも上方に反るのを規制して前記クーリングプレートにより冷却される前記基板の姿勢を制御する工程を有する半導体パッケージの製造方法。

【請求項 16】

請求項 14 または 15 に記載の半導体パッケージの製造方法であって、

50

前記冷却工程は、前記基板の冷却中に前記冷却位置に位置する前記基板の下面の中央部と前記クーリングプレートの上面とに挟まれた空間から空気を排気して前記基板に対して前記クーリングプレート側から負圧を与えることで前記基板の中央部が前記冷却位置よりも上方に反るのを規制する工程を有する半導体パッケージの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、矩形状の基板を冷却する冷却装置および冷却方法、ならびに上記基板を用いて半導体パッケージを製造する製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体装置の分野では、装置の小型・薄型化の要求が非常に高まっている。このような要求を満たすため、矩形状の基板を用いて半導体パッケージを製造するパネルレベルのファンアウトパッケージング技術（FOLLP）が注目されている。FOLLP技術を用いて半導体パッケージを製造するために、例えば特許文献1に記載の基板処理装置を利用することが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2019-36654号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の装置では、半導体パッケージの製造の一環として基板に対して露光現像工程を施す前に、次の露光前工程が実行される。この露光前工程では、塗布部により感光性の処理液が基板の表面に塗布される。そして、減圧乾燥部により基板の表面に塗布された当該処理液の溶媒が減圧により蒸発されて基板に対する減圧乾燥が実行される。また、当該減圧乾燥処理が施された基板に対してプリベーク部により加熱処理が施される。これによって、基板表面の処理液が固化されて固化膜が形成される。それに続いて、プリベーク部から露光部への基板の受渡しを行う、いわゆる受渡ステージで一定時間だけ待機させ、その待機中の自然放熱（空冷）により基板の温度を露光部による露光工程の実行に適した温度（以下、「第1温度」という）にまで降温させる。

【0005】

FOLLP技術では、基板は矩形状を有し、しかも大型化している。また、半導体パッケージを製造する間に複数の層が基板の上面に積層される。これらのことから上記露光前工程において基板の反りが大きくなる傾向にある。また、半導体パッケージでは、固化膜が樹脂材を含むことが多く、しかも複数層が基板の上面に積層して配置される。このため、固化膜が積層形成された基板の熱容量は大きくなる傾向がある。その結果、受渡ステージでの基板の降温に時間がかかり、固化膜に対して熱がかかりすぎる、いわゆるオーバーベークが発生することがある。これらのことから良好な膜質の固化膜を基板に形成することが難しく、当該固化膜に対する露光現像工程を経て良好なパターン形状や面内で均一なパターンサイズを形成することが困難となっている。このことが、FOLLP技術による高品質な半導体パッケージの製造を阻害する要因のひとつとなっている。

【0006】

この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、加熱処理された矩形状の基板を短時間で、しかも均一に降温させることができる冷却技術および高品質な半導体パッケージを製造することができる半導体パッケージの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の第1態様は、矩形状の基板を冷却する冷却装置であって、冷却位置に位置決

10

20

30

40

50

めされる基板を下方から冷却するクーリングプレートと、クーリングプレートに対して基板を鉛直方向において冷却位置よりも高い待機位置と冷却位置との間で昇降させる昇降機構と、基板の周縁部の上面に対して当接可能な矯正部材を有する矯正機構とを備え、矯正機構は、冷却位置に位置決めされた基板の四辺の近傍で矯正部材を冷却位置に位置させることで基板の周縁部を冷却位置に矯正して基板の姿勢を制御することを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

また、この発明の第 2 態様は、クーリングプレートに対して矩形状の基板を所定の冷却位置に位置決めする工程と、基板の周縁部の上面に対して当接可能な矯正部材を冷却位置よりも高い位置から冷却位置に位置決めされた基板に向けて下降させ、基板の四辺の近傍で矯正部材を冷却位置に位置決めすることで基板の周縁部を冷却位置に矯正する工程と、矯正部材を冷却位置に位置決めした状態のままクーリングプレートにより基板を冷却する工程とを備えることを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

さらに、この発明の第 3 態様は、第 1 温度に調整された基板の上面に形成された固化膜を露光して現像する露光現像工程と、露光現像工程前に基板の上面に固化膜を形成する露光前工程とを備える半導体パッケージの製造方法であって、露光前工程は、固化膜を構成する材料を含む処理液を基板の上面に塗布する塗布工程と、処理液が塗布された基板を第 1 温度よりも高い第 2 温度に加熱して固化膜を形成する加熱工程と、固化膜が形成された基板をクーリングプレートの上方に位置させて基板を第 1 温度に降温させる冷却工程とを有することを特徴としている。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

以上のように、本発明によれば、加熱処理された矩形状の基板を短時間で、しかも均一に降温させることができる。また、半導体パッケージの製造方法に含まれる露光前工程に基板をクーリングプレートの上方に位置させて基板を降温させる冷却工程が含まれることで半導体パッケージを高品質で製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明に係る冷却装置の第 1 実施形態を装備する基板処理装置の全体構成を示す平面図である。

【図 2】図 1 に示す基板処理装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図 3】基板処理装置による露光前工程を示すフローチャートである。

【図 4】本発明に係る冷却装置の第 1 実施形態を示す図である。

【図 5】図 4 の A - A 線断面図である。

【図 6】支持部に対する矯正ピンの取付を説明するための図である。

【図 7】図 4 に示す冷却装置による冷却動作を示すフローチャートである。

【図 8 A】凹状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。

【図 8 B】凹状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。

【図 8 C】凹状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。

【図 8 D】凹状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。

【図 9 A】凸状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。

【図 9 B】凸状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。

【図 9 C】凸状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。

【図 9 D】凸状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。

【図 1 0】本発明に係る冷却装置の第 3 実施形態を示す図である。

【図 1 1】本発明に係る冷却装置の第 4 実施形態を示す図である。

【図 1 2】本発明に係る冷却装置の第 5 実施形態を示す図である。

【図 1 3】本発明に係る冷却装置の第 6 実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

本発明に係る冷却装置の一例である冷却部を装備する基板処理装置は、半導体パッケージの製造の一環として、基板に対する露光現像工程の前に露光前工程を実行するものである。特に、基板処理装置は後で詳述するように露光前工程の最終段階で矯正機能付の冷却部により基板を冷却するという技術的特徴を有している。以下、基板処理装置の全体構成および概要動作を説明した後で、冷却部の構成および動作を詳述する。

【0013】

図1は本発明に係る冷却装置の第1実施形態を装備する基板処理装置の全体構成を示す平面図である。また、図2は図1に示す基板処理装置の電氣的構成を示すブロック図である。基板処理装置1は、インデクサ部2、塗布部3、減圧乾燥部4、加熱部5、冷却部6として機能する冷却装置100、搬送部7および制御部8を備えている。以下の各図における方向を統一的に示すために、図1に示すようにXYZ直交座標軸を設定する。ここでXY平面が水平面を表す。また、Z軸が鉛直軸を表し、より詳しくは(-Z)方向が鉛直下向き方向を表している。

【0014】

インデクサ部2には、インデクサロボット2Aおよび受渡ステージ2Bが設けられている。また、インデクサ部2の(-X)側側面には、半導体パッケージの製造に用いる矩形状の基板Sを複数枚収納したカセットCが1個または複数個装着可能となっている。インデクサロボット2AはカセットCに収納されている未処理の基板Sを1枚ずつ取り出して受渡ステージ2Bに載置する。また、露光前工程として、塗布部3による塗布処理、減圧乾燥部4による減圧乾燥処理、加熱部5による加熱処理および冷却部6による冷却処理が実行された後、受渡ステージ2Bに載置された基板SをカセットCに収納する。図に矢印で示すように、インデクサロボット2Aは各カセットCへのアクセスのためにY方向に移動可能となっている。

【0015】

基板処理装置1では、冷却部6の上方に加熱部5を積層配置した積層体が設けられている。また、図1に示すように、当該積層体、搬送部7および減圧乾燥部4が受渡ステージ2Bの(+X)側でY方向に配列されている。さらに、搬送部7の(+X)側に塗布部3が配置されている。つまり、搬送部7を取り囲むように受渡ステージ2B、積層体(=加熱部5+冷却部6)、塗布部3および減圧乾燥部4が配置されている。なお、露光前工程に減圧乾燥処理を含める必要がない場合には、減圧乾燥部4を装備しない基板処理装置1を用いてもよい。

【0016】

基板処理装置1の動作を司る制御部8は、予め用意された制御プログラムを実行するCPU(Central Processing Unit)81を備えている。上記した基板処理装置1の各部は、CPU81により実行される制御プログラムに基づき動作する。制御部8にはさらに、CPU81が実行すべき制御プログラムや各種の設定データ等を長期的に記憶するストレージ82、CPU81による制御プログラムの実行において必要なデータを一時的に記憶するメモリ83、外部装置やオペレータとの間で情報交換を行うためのインターフェース84等が設けられている。これら各構成は、一般的なパーソナルコンピュータが有するハードウェアと概ね同じものとすることができる。すなわち、適宜の制御プログラムを準備することで、公知の構成を有するパーソナルコンピュータを制御部8として利用可能である。そして、このように構成された制御部8は制御プログラムに従って装置各部を以下のように制御して露光前工程を実行する。

【0017】

図3は基板処理装置による露光前工程を示すフローチャートであり、1枚の基板に着目したときの露光前工程の具体的内容を図示している。また、同図では、図1に示す基板処理装置1における露光前工程と従来技術における露光前工程とが対比されながら図示されている。基板処理装置1では、同図中の左側フローチャートで示すように、未処理の基板SがカセットCから1枚取り出されて受渡ステージ2Bに移載される(ステップS1)。受渡ステージ2B上の基板Sは搬送部7により塗布部3、減圧乾燥部4、加熱部5および

10

20

30

40

50

冷却部 6 の順序で搬送され、各部で以下の処理が実行される。すなわち、塗布部 3 では基板 S の表面に対して感光性を有するフォトリソ液（以下、単にレジスト液と称する）が塗布される（ステップ S 2：塗布処理）。減圧乾燥部 4 では、基板 S の表面に塗布された当該レジスト液の溶媒が減圧により蒸発される（ステップ S 3：減圧乾燥処理）。加熱部 5 では、減圧乾燥処理を受けた基板 S が加熱され、基板 S 表面のレジスト成分が固化される（ステップ S 4：加熱処理）。これにより、基板 S の表面に処理液の固化膜、すなわちレジスト膜が形成される。この段階では基板 S は露光部による露光工程の実行に適した第 1 温度よりも高い温度（以下「第 2 温度」という）であるため、冷却部 6 により基板 S は冷却されて第 1 温度に降温される（ステップ S 5：冷却処理）。こうしてレジスト膜を有し、しかも第 1 温度となった基板 S は搬送部 7 により冷却部 6 から受渡ステージ 2 B に移載され（ステップ S 6）、さらにインデックスロボット 2 A によりカセット C に収納される（ステップ S 7）。

10

【0018】

一方、従来技術では、同図中の右側フローチャートで示すように、本発明と同様にステップ S 1～S 4 を実行して未処理の基板 S に対してレジスト膜が固化膜として形成されるが、加熱処理を受けた基板 S はそのまま搬送部 7 により受渡ステージ 2 B に移載される（ステップ S 6）。そして、当該受渡ステージ 2 B で基板 S は待機されて自然放熱、いわゆる空冷によって第 1 温度に降温された（ステップ S 8：空冷処理）後に、インデックスロボット 2 A によりカセット C に収納される（ステップ S 7）。

【0019】

20

このように本実施形態では、半導体パッケージの製造の一環として実行される露光前工程において、従来の空冷処理（ステップ S 8）に代えて次に説明する冷却部 6 による冷却処理（ステップ S 5）が実行される。以下、冷却部 6 として機能する冷却装置 100 の構成および動作、ならびに露光前工程において冷却処理を実行することの技術的意義について説明する。

【0020】

図 4 は、本発明に係る冷却装置の第 1 実施形態を示す図である。また、図 5 は図 4 の A-A 線断面図である。図 4 に示すように、冷却装置 100 は基板 S を受け入れるチャンバ 10 を備えている。チャンバ 10 は天板 11、側板 12、底板 13 およびシャッタ 14 を箱型に組み合わせた構造となっている。

30

【0021】

シャッタ 14 は、チャンバ 10 の一方側面に設けられた開口 15 に対して開閉自在に取り付けられており、閉状態ではパッキン（図示省略）を介してチャンバ 10 の側面に押し付けられることで開口 15 を塞ぐ。一方、図 4 において点線で示すシャッタ 14 の開状態では、開放された開口 15 を介して外部との間で基板 S のやり取りを行うことができる。すなわち、搬送部 7（図 1）に保持される基板 S が開口 15 を介してチャンバ 10 内に搬入される。またチャンバ 10 内の冷却処理済みの基板 S が搬送部 7 によって外部へ搬出される。

【0022】

40

チャンバ 10 の底部にはクーリングプレート 20 が設けられている。クーリングプレート 20 の上面には、複数の凹部（図示省略）が設けられ、各凹部に対して凹部の深さよりも若干大径の球体 21 が嵌め込まれている。これらの球体 21 の頂部で基板 S を下方から支持可能となっており、外部から搬入される基板 S はレジスト膜が形成された面を上向きにして球体 21 上に載置される。こうしてクーリングプレート 20 の上面からプロキシミティギャップと呼ばれる微小空間が形成された状態で基板 S が位置決めされる。このように位置決めされて冷却処理される基板 S の位置（本明細書では、鉛直方向 Z における基板 S の上面の高さ位置）を本明細書では「冷却位置」と称する。

【0023】

図 4 に示すように、冷却位置（図 8 A～8 D、図 9 A～9 D 中の符号 P 1）に位置決めされた基板 S に冷却処理を施すために、クーリングプレート 20 の内部には冷却水などの

50

冷媒を流すための流路 2 2 が形成されている。そして、制御部 8 からの冷却指令に応じて冷媒供給部 2 3 により流路 2 2 の一方端に冷媒が供給される。また、流路 2 2 の他方端から排出される冷媒は冷媒供給部 2 3 に戻される。こうした冷媒の循環供給によりクーリングプレート 2 0 が冷やされ、冷却位置 P 1 に位置決めされた基板 S からの輻射熱を効率的に吸収して基板 S を冷却する。このため、受渡ステージ上での空冷処理よりも格段に早く基板 S を降温させることができる。なお、クーリングプレート 2 0 を冷やす具体的な構成としては、冷媒供給以外の構成、例えばペルチェ素子を用いてよい。また、球体 2 1 の個数や位置は、基板 S の平面サイズ等に応じて適宜に設定することができる。

【0024】

冷却装置 100 には、クーリングプレート 2 0 と搬送部 7 (図 1) との間での基板 S の受け渡しをスムーズに行うために昇降機構 30 が設けられている。具体的には、チャンバ 10 の底板 13 およびクーリングプレート 2 0 には鉛直方向 Z に延びる貫通孔 31 が複数設けられており、それらの貫通孔 31 の各々にリフトピン 32 が挿通されている。各リフトピン 32 の下端は昇降部材 33 に固定されている。昇降部材 33 はリフトピン駆動部 34 により上下方向に昇降自在に支持されている。制御部 8 からの昇降指令に応じてリフトピン駆動部 34 が作動して昇降部材 33 を昇降させる。これによって各リフトピン 32 が一体的に昇降し、リフトピン 32 は、その上端がクーリングプレート 2 0 の球体 2 1 よりも上方に突出する上部位置と、上端が球体 2 1 よりも下方に退避した下部位置との間で移動する。

【0025】

図 4 はリフトピンが下部位置にある状態を示しており、この状態ではリフトピン 32 の上端は基板 S から離間している。このため、基板 S は球体 2 1 により下方から支持され、プロキシミティギャップが形成されている。こうして基板 S は冷却位置 P 1 に位置決めされる。一方、リフトピン 32 が上昇すると、リフトピン 32 の上端が基板 S の下面に当接して基板 S を押し上げる。これにより、基板 S が冷却位置 P 1 から上方に離れた待機位置 (同図粒の点線位置) に位置させることで搬送部 7 により基板 S を受渡し可能となっている。一方、基板 S を支持していないリフトピン 32 が上部位置まで上昇すると、搬送部 7 により冷却処理前の基板 S を待機位置に搬入することができる。こうして、搬送部 7 と冷却装置 100 との間での基板 S の受け渡しが可能となる。

【0026】

本実施形態では、基板 S の反りを矯正して基板 S に対する冷却処理を均一に行うために矯正機構 40 が設けられている。具体的には、クーリングプレート 2 0 の四隅部分に貫通孔 41 が鉛直方向 Z に設けられている。また、これら 4 つの貫通孔 41 に対応してチャンバ 10 の底板 13 にも貫通孔 42 が鉛直方向 Z に設けられている。クーリングプレート 2 0 の各コーナーでは、貫通孔 41、42 を貫いてリフト柱 43 が挿通されている。各リフト柱 43 の上端には連結金具 44 が取り付けられている。そして、これら 4 つの連結金具 44 を介して額縁状 (あるいは枠状) の支持部 45 がクーリングプレート 2 0 の上方で支持されている。一方、各リフト柱 43 の下端は昇降部材 46 に固定されている。この昇降部材 46 はリフト柱駆動部 47 により上下方向に昇降自在に支持されている。制御部 8 からの昇降指令に応じてリフト柱駆動部 47 が作動して昇降部材 46 を昇降させる。これによって各リフト柱 43 が一体的に昇降し、鉛直方向 Z に支持部 45 を移動させる。

【0027】

支持部 45 はクーリングプレート 2 0 により冷却処理される基板 S の上方から当該基板 S の上面の周縁部 S a 全体を臨むように配置されている。つまり、支持部 45 の下面 451 (図 6) は周縁部 S a の全周と対向している。そして、支持部 45 の下面 451 から複数の矯正ピン 48 が鉛直下方に垂設されている。

【0028】

図 6 は支持部に対する矯正ピンの取付を説明するための図である。支持部 45 には、複数 (本実施形態では図 5 に示すように 16 個) の貫通孔 452 が穿設されており、各貫通孔 452 に対して矯正ピン 48 が着脱自在となっている。より具体的には、図 6 に示すよ

10

20

30

40

50

うに、矯正ピン４８の下端部４８１は鉛直下方に先細り形状で延設されている。一方、矯正ピン４８の上端部４８２は貫通孔４５２に挿脱自在な太さに仕上げられ、その外周面に雄ネジが螺刻されている。そして、２つのナット４８３、４８４を用いることで、下端部４８１を支持部４５から鉛直下方に向けて突設させた状態で矯正ピン４８は支持部４５に固定される。つまり、矯正ピン４８の上端部４８２に下側ナット４８３を螺着させた状態で矯正ピン４８の上端部４８２を貫通孔４５２に挿入して支持部４５の上面から突出させ、それに続いて突出した部分に上側ナット４８４を装着し、下側ナット４８３および上側ナット４８４とで支持部４５を挟み込むことで矯正ピン４８が支持部４５に支持される。本実施形態では、矯正ピン４８は上記のように構成されていることから、矯正ピン４８の上端部４８２に対する下側ナット４８３および上側ナット４８４の螺着位置を調整することによって支持部４５に対する支持部４５の下端部４８１の垂下量ＤＲを高精度に調整可能となっている。例えば基板Ｓの反り量が比較的大きい場合には、垂下量も比較的大きくなるように調整するのが好適である。

10

【００２９】

なお、図４および図５では、１６個の貫通孔４５２の全てに矯正ピン４８が本発明の「矯正部材」として装着されており、それら１６本の矯正ピン４８のうち支持部４５の四隅に装着された矯正ピン４８ａが本発明の「コーナーピン」に相当している。また、全貫通孔４５２に矯正ピン４８を装着する代わりに、例えば交互に矯正ピン４８を装着するように構成してもよい。

20

【００３０】

このように矯正ピン４８を支持部４５に装着した状態で制御部８から上下移動指令が与えられると、昇降部材４６がＺ方向に昇降して矯正ピン４８を一括して鉛直方向に移動させる。これによって基板Ｓの反りを矯正することが可能となっている。

【００３１】

さらに、冷却装置１００では、矯正ピン４８により矯正することが困難な基板Ｓの中央部の反りを矯正して制御するために排気機構５０が設けられている。具体的には、図４に示すようにチャンバ１０の底板１３およびクーリングプレート２０には鉛直方向Ｚに延びる貫通孔５１が複数設けられている。この実施形態では、これらの貫通孔５１は、各上端開口が冷却位置Ｐ１に位置決めされた基板Ｓの下面中央部の直下に位置するように配置されている。また、各貫通孔５１の下端開口に吸引部５２が接続されている。このため、制御部８からの排気指令に応じて吸引部５２が作動すると、冷却位置Ｐ１に位置する基板Ｓの下面の中央部とクーリングプレート２０の上面とに挟まれた空間ＳＰ（図８Ｃ、図９Ａ等）から空気が貫通孔５１を介して排気される。これによって、基板Ｓに対してクーリングプレート２０側から負圧が与えられ、基板Ｓの冷却処理中に基板Ｓの中央部が冷却位置Ｐ１よりも上方に反るのを規制してクーリングプレート２０により冷却される基板Ｓの姿勢が制御される。つまり、排気機構５０は貫通孔５１と吸引部５２とで構成され、基板Ｓの補助的な矯正機能を担っている。

30

【００３２】

次に、冷却装置１００で実行される冷却処理について、図７、図８Ａ～８Ｄ、図９Ａ～９Ｄを参照しつつ説明する。なお、加熱処理（ステップＳ４）を受けた基板Ｓの反り形状は凹状と凸状との２種類ある。そこで、以下、図７を参照しつつ冷却装置１００で実行される冷却処理を説明しながら、適宜、凹状に反った基板Ｓにおける矯正について図８Ａ～８Ｄを参照しつつ説明するとともに凸状に反った基板Ｓにおける矯正について図９Ａ～９Ｄを参照しつつ説明する。

40

【００３３】

図７は図４に示す冷却装置による冷却動作を示すフローチャートである。また、図８Ａ～８Ｄは凹状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。さらに、図９Ａ～９Ｄは凸状に反った基板に対する冷却動作の主要工程を模式的に示す図である。この冷却処理は、制御部８が上記した制御プログラムを実行し装置各部に所定の動作を行わせることにより実現される。最初に、冷却装置１００の各部が基板Ｓを受け入れるた

50

めの初期状態に初期化される。初期状態においては、シャッタ 14 は閉じられ、冷媒供給部 23 により冷媒が循環供給されてクーリングプレート 20 による冷却準備が行われている。当該冷却準備完了後に基板 S がチャンバ 10 内に搬入される。すなわち、この基板搬入時点では、リフトピン 32 が上部位置に位置決めされるとともに当該リフトピン 32 よりも十分に高い位置（退避位置）に矯正ピン 48 は位置決めされている。そして、シャッタ 14 が開かれることにより、外部から基板 S の搬入を受け入れることができる状態になる。この状態で、搬送部 7（図 1）により基板 S がチャンバ 10 内に搬入され、基板 S は搬送部 7 からリフトピン 32 に受け渡される（ステップ S 51）。

【0034】

こうして、冷却処理前の基板 S は待機位置でリフトピン 32 に支持されながら冷却処理の開始を待っており、搬送部 7 の退避後、シャッタ 14 が閉じられると、リフトピン 32 が所定距離だけ下降し、基板 S を冷却位置 P1 に位置決めする（ステップ S 52）。こうしてクーリングプレート 20 に対して基板 S が近接配置され、クーリングプレート 20 による基板 S の冷却処理が開始される。また、図 8A や図 9A に示すようにリフトピン 32 の下降開始と並行して吸引部 52 が作動して冷却位置 P1 に位置する基板 S の下面の中央部とクーリングプレート 20 の上面とに挟まれた空間 SP からの排気を開始される（ステップ S 53）。なお、本実施形態では、排気開始をリフトピン 32 の下降に連動させているが、基板 S が冷却位置 P1 に下降してくる直前あるいは冷却位置 P1 に位置決めされた後で排気を開始してもよい。

【0035】

冷却位置 P1 への基板 S の位置決めが続いて、支持部 45 が鉛直下方に移動し、冷却位置 P1 に位置決めされている基板 S の上面の周縁部 Sa に向かって矯正ピン 48 が下降する。そして、図 8B や図 9B に示すように、矯正ピン 48 の下端部 481 の先端が冷却位置 P1 に位置した時点で矯正ピン 48 の下降が停止される（ステップ S 54）。そして、冷却位置に位置決めされた矯正ピン 48 が基板 S の冷却中における基板 S の変位を規制して基板 S の姿勢を制御する。というのも、冷却前および冷却中において基板 S が水平方向にフラットな姿勢を有していることは少なく、基板 S が部分的に凹状や凸状に反っていることが多いからである。例えば、矯正ピン 48 の下降開始時点で基板 S が図 8A に示すように凹状（あるいは「谷状」ということもある）に反っている、つまり基板 S の周縁部 Sa が上方に反っていることがある。この場合、周縁部 Sa は矯正ピン 48 の移動中に矯正ピン 48 の下端部 481 により鉛直下方に押し付けられる。その結果、図 8B に示すように、基板 S の周縁部 Sa は冷却位置 P1 に位置決めされる。こうして、矯正ピン 48 による反りの矯正が行われる。一方、矯正ピン 48 の下降開始時点で基板 S が図 9A に示すように凸状（あるいは「山状」ということもある）に反っている、つまり基板 S の周縁部 Sa が下方にお辞儀している場合、矯正ピン 48 は基板 S の周縁部 Sa と接触していない状態で冷却位置 P1 に位置決めされている。

【0036】

矯正ピン 48 の下端部 481 の先端を冷却位置 P1 に位置させたままクーリングプレート 20 による冷却処理が行われている間、基板 S は冷やされて収縮するが、基板 S の下面側と上面側とで収縮に時間差が生じる。より具体的には、図 8C および図 9C に示すように、基板 S の下面側領域が基板 S の上面側領域よりも先に冷やされて収縮する。なお、図 8C および図 9C では、基板各部の温度を視覚的に示すために、冷却された領域にドットを付する一方で冷却されていない領域にハッチングを付している。

【0037】

このように基板 S の下面側領域および上面側領域で冷却の進行が相違することに起因して基板 S の中央部が上方に反ることがある。この反り量は加熱処理時の設定温度、つまり第 2 温度の値や基板 S の構造などに応じて異なるが、当該反り量が大きくなると、基板 S の中央部の冷却に要する時間が長くなってしまふ。しかしながら、本実施形態では、冷却処理中において、基板 S の下面の中央部とクーリングプレート 20 の上面とに挟まれた空間 SP からの排気が継続して行われているため、クーリングプレート 20 側から基板 S の

中央部に対して負圧が与えられて基板 S の中央部の上方への反りが抑制される。その結果、図 8 D や図 9 D に示すように、基板 S はフラットな姿勢に矯正されながら基板 S 全体が第 1 温度に降温される。このように、本実施形態では冷却位置に位置決めされた矯正ピン 4 8 による矯正と排気機構 5 0 による矯正との組み合わせにより冷却中における基板 S の姿勢を制御している。

【 0 0 3 8 】

基板 S 全体の温度が第 1 温度にまで降温されると、ステップ S 5 5 で「 Y E S 」と判定され、吸引部 5 2 による排気が停止されるとともに矯正ピン 4 8 が待機位置（基板 S の受渡位置）よりも上方の位置、つまり上記退避位置に位置される（ステップ S 5 6）。それに続いて、基板 S は外部へアンローディングされる（ステップ S 5 7）。すなわち、リフトピン 3 2 が上昇することで基板 S をクーリングプレート 2 0 から離間させ、シャッター 1 4 が開いて搬送部 7 を進入させることにより、リフトピン 3 2 から搬送部 7 へ基板 S が受け渡されて搬出される。

10

【 0 0 3 9 】

以上のように、本実施形態によれば、矯正ピン 4 8 は基板 S の上面の周縁部 S a に対して当接可能に設けられている。そして、冷却処理において、矯正ピン 4 8 は冷却位置 P 1 に位置決めされた基板 S の四辺の近傍で当該冷却位置に位置している。このため、基板 S の全周縁部 S a または一部が冷却処理前から既に反っていたとしても、矯正ピン 4 8 に当接して冷却位置 P 1 に矯正することができる。また、仮に基板 S の冷却中に基板 S の周縁部が冷却位置 P 1 よりも上方に反ろうとしても、矯正ピン 4 8 への当接によって反りを規制することができる。さらに、基板 S における冷却進行の相違から基板 S の中央部が上方に反ろうとしても、空間 S P からの排気によって当該反りが抑制され、よりフラットな基板姿勢で冷却処理を行うことができる。その結果、基板 S の面内において冷却処理を均一に行うことができる。

20

【 0 0 4 0 】

また、上記冷却装置 1 0 0 を露光前工程における基板 S の冷却に用いることでレジスト膜に対して熱がかかりすぎる、いわゆるオーバーベークを防止することができ、高品質なレジスト膜が得られる。つまり、露光前工程を従来技術に比べて短時間でしかも高品質で行うことができる。

【 0 0 4 1 】

その効果を実証するために、表面にレジスト膜が形成された縦 5 1 0 × 横 5 1 0 × 厚み 1 . 1 mm のガラス基板を準備し、当該ガラス基板を第 2 温度の一例として 1 1 0 ° に加熱した後、そのまま受渡ステージ 2 B 上で自然放熱させた。そして、ガラス基板の中央部と周縁部における温度が第 1 温度（ここでは、4 0 °）に降温するまでに要する時間をそれぞれ計測した。また、冷却されたガラス基板上に形成されたレジスト膜の膜質の均一性を観察した。その計測および観察結果は以下の表 1 の「受渡ステージでの空冷」の欄に示すとおりである。つまり、ガラス基板の中央部および周縁部の冷却に要する時間はいずれも「6 0 0 秒」であった。また、冷却後のレジスト膜の膜質は不均一であり、半導体パッケージの製造に適さないものであった。つまり、当該レジスト膜に対する露光現像工程を経て良好なパターン形状や面内で均一なパターンサイズを形成することが困難な程度であった。

30

40

【 0 0 4 2 】

【表 1】

冷却方法	冷却時間(秒)		膜質の均一性
	中央部	周縁部	
受渡ステージでの空冷	600	600	×
第1実施形態に係る冷却部	80	80	◎
第2実施形態に係る冷却部	160	80	○
クーリングプレート	180	80	△

10

【0043】

これに対し、図4に示す冷却装置100を用いて上記ガラス基板を第2温度(110)から第1温度(40)に降温させたところ、上記表1の「第1実施形態に係る冷却装置」の欄に示すようにガラス基板の中央部および周縁部の冷却に要する時間はいずれも「80秒」であった。このように冷却装置100を用いることにより短時間で露光処理に適した第1温度に降温することができ、オーバーベークを効果的に防止することができる。また、冷却後のレジスト膜の膜質均一性も非常に高く、当該レジスト膜に対する露光現像工程を経て良好なパターン形状や面内で均一なパターンサイズを形成することが可能であった。なお、表1中の「第2実施形態に係る冷却装置」および「クーリングプレート」は後で説明する冷却装置を用いた上記計測および観察結果を示している。

20

【0044】

この第1実施形態では、リフト柱43、昇降部材46およびリフト柱駆動部47が本発明の「移動機構」として機能している。また、ステップS2、ステップS4およびステップS5がそれぞれ本発明の「塗布工程」、「加熱工程」および「冷却工程」に相当している。

【0045】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば第1実施形態では矯正ピン48による矯正と排気機構50による矯正とを組み合わせているが、矯正ピン48による矯正のみによっても露光前工程を従来技術に比べて短時間でしかも高品質で行うことができる。つまり、冷却装置100から排気機構50を取り除いた装置(第2実施形態)を基板処理装置1の冷却部6と用いてもよい。すなわち、空間SPを排気する点を除き、第1実施形態と同様に矯正機構40による基板矯正を行いながら第1実施形態と同様に基板Sの面内において冷却処理を均一に行うことができる。この第2実施形態に係る冷却装置により、例えば上記ガラス基板に対して冷却処理を行うと、上記表1の「第2実施形態に係る冷却装置」の欄に示すように中央部の冷却に要する時間が第1実施形態に比べて多々延びるものの従来技術よりも大幅に短縮することができる。また、冷却後のレジスト膜の膜質均一性も高く、当該レジスト膜に対する露光現像工程を経て良好なパターン形状や面内で均一なパターンサイズを形成することが可能であった。

30

40

【0046】

また、上記第1実施形態および第2実施形態に係る冷却装置では、額縁状の支持部45に対して16本の矯正ピン48を装着しているが、矯正ピン48の本数はこれに限定されるものではなく、基板Sのサイズや形状などに応じて適宜変更可能である。また、支持部45の構成については、例えば図10や図11に示すように、複数の支持部材45A~45Dを組み合わせたものを用いてもよい(第3実施形態、第4実施形態)。また、支持部材45A~45Dを一括して鉛直方向Zに移動させるように構成してもよいし、支持部材

50

45A～45Dを個々に鉛直方向Zに移動させるように構成してもよい。

【0047】

また、上記実施形態に係る冷却装置では、複数の矯正ピン48により基板Sの上面の周縁部Saを基板Sの四辺に沿って離散的に押さえ付けて基板Sの反りを矯正しているが、図12に示すように基板Sの辺部に沿って延設されるとともに延設方向と直交する面内において下端部が先細り形状に仕上げられた矯正ブロック49を用いてもよい（第5実施形態）。この場合、基板Sの上面の周縁部Saを基板Sの辺部に沿って連続的に押さえ付けて基板Sの反りを矯正することができる。なお、同図中の符号491は矯正ブロック49を支持部45に取り付けるための軸部である。

【0048】

また、上記実施形態に係る冷却装置では、矯正部材（矯正ピン48や矯正ブロック49）の下端部を鋭利に仕上げ、基板Sの上面の周縁部Saと点接触あるいは線接触させているが、下端部の形状はこれに限定されるものではない。例えば図13に示すように、矯正ブロック49の下端部が一定幅Wを有する当接面492となるように仕上げてよく、この場合、矯正ブロック49は基板Sの上面の周縁部Saと面接触しながら基板Sの周縁部Saの反りを矯正することができる（第6実施形態）。

【0049】

また、上記実施形態に係る冷却装置では、昇降機構30による基板Sの昇降から独立して、各矯正ピン48を鉛直方向Zに移動させるために移動機構（リフト柱43、昇降部材46およびリフト柱駆動部47）が設けられているが、昇降機構30が基板Sの昇降と同期して矯正ピン48を鉛直方向Zに移動させるように構成してもよい。この場合、移動機構が不要となり、装置構成の簡素化およびコスト低減を図ることができる。

【0050】

また、上記実施形態に係る冷却装置では、プロキシミティギャップを介して冷却処理を行う冷却装置に本発明を適用しているが、クーリングプレート20の上面に基板Sを直接載置して冷却処理を行う冷却装置や冷却処理時に基板の下面を吸着して冷却処理を行う冷却装置等にも本発明を適用することができる。

【0051】

また、上記実施形態に係る冷却装置は、平面視で矩形状を有し、その表面上に半導体チップや配線などが積層された半導体パッケージを製造する基板処理装置の冷却部として用いられているが、基板の材質や積層物の種類については、これに限定されるものではない。また、上記実施形態に係る冷却装置の適用対象は半導体パッケージの製造に用いられる基板Sに限定されるものではなく、矩形状の基板を冷却する装置全般に適用することができる。

【0052】

さらに、基板処理装置1では、半導体パッケージの製造工程の一環として行われる露光前工程中の冷却処理が矯正機構および排気機構を有する冷却装置や矯正機構のみを有する冷却装置を用いて行われる。しかしながら、図4に示す冷却装置100から矯正機構40および排気機構50の両方を取り除いた装置、つまりクーリングプレート20による基板冷却機能のみを有する装置を用いて冷却処理を行うことができる。当該冷却装置により、例えば上記ガラス基板に対して冷却処理を行うと、上記表1の「クーリングプレート」の欄に示すように中央部および周縁部の冷却に要する時間が第1実施形態に比べて延びるものの従来技術よりも大幅に短縮することができる。また、冷却後のレジスト膜の膜質均一性も従来技術、つまり受渡ステージで空冷処理した場合よりもより改善される。したがって、クーリングプレート20による基板冷却機能のみを有する冷却装置を用いて露光前工程中の冷却処理を行ってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0053】

この発明は、矩形状の基板を冷却する基板冷却技術全般および上記基板を用いて半導体パッケージを製造する製造方法全般に適用することができる。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

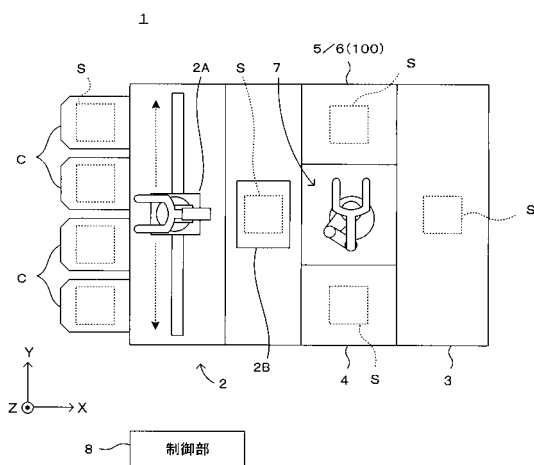
【0054】

- 1 ... 基板処理装置
 6 ... 冷却部（冷却装置）
 8 ... 制御部
 20 ... クーリングプレート
 30 ... 昇降機構
 32 ... リフトピン
 33、46 ... 昇降部材
 34 ... リフトピン駆動部
 40 ... 矯正機構
 43 ... リフト柱
 44 ... 連結金具
 45 ... 支持部
 45A ~ 45D ... 支持部材
 47 ... リフト柱駆動部
 48、48a ... 矯正ピン（矯正部材）
 49 ... 矯正ブロック（矯正部材）
 50 ... 排気機構
 100 ... 冷却装置
 P1 ... 冷却位置
 S ... 基板
 Sa ... 周縁部
 SP ... 空間
 Z ... 鉛直方向

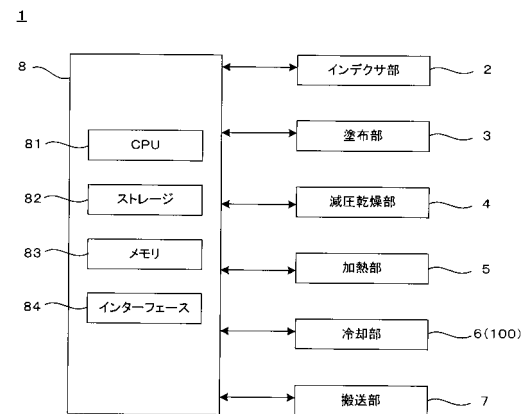
10

20

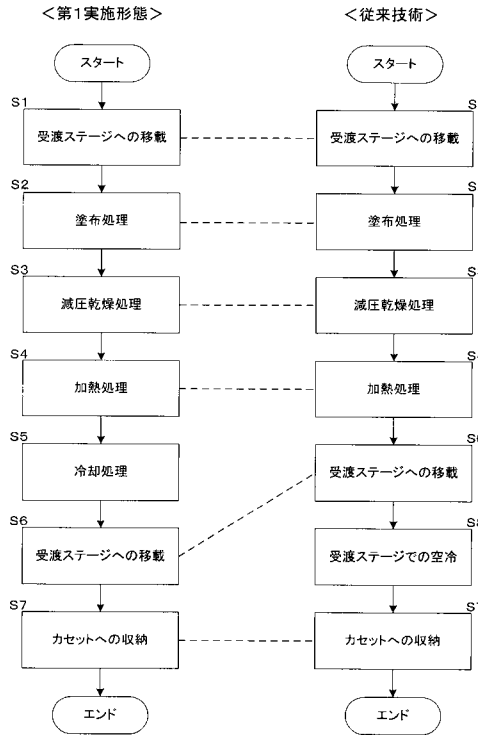
【図1】



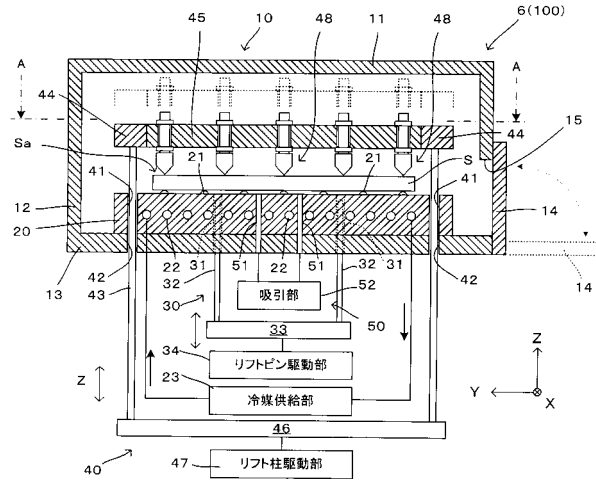
【図2】



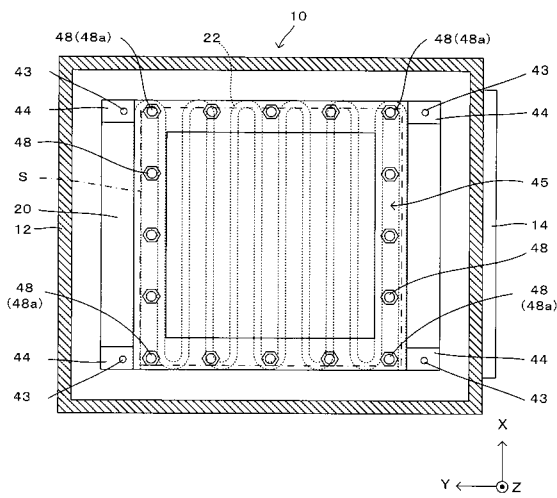
【図 3】



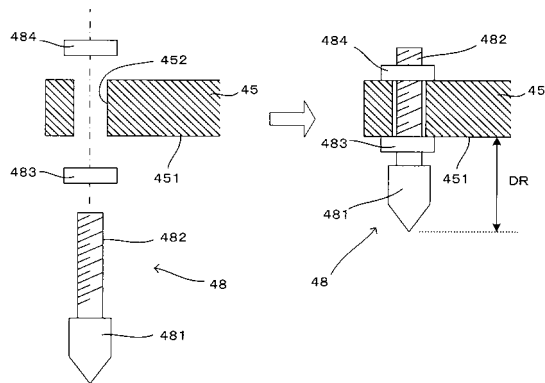
【図 4】



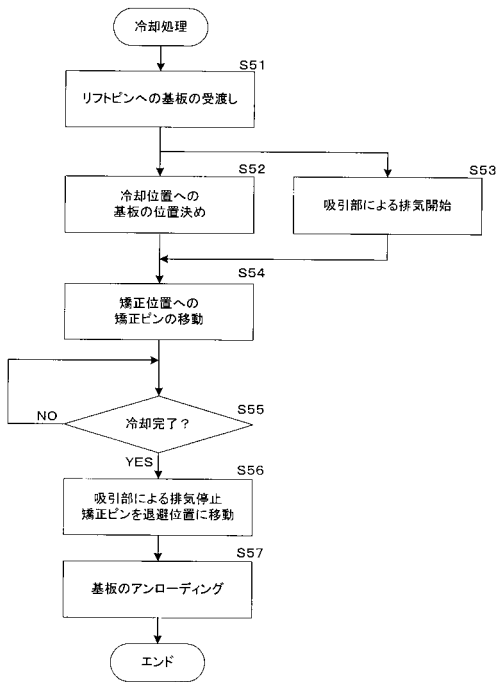
【図 5】



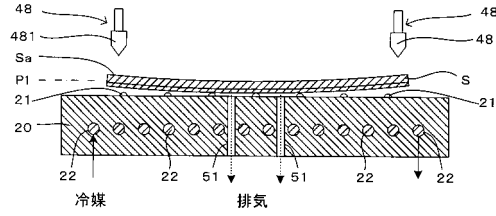
【図 6】



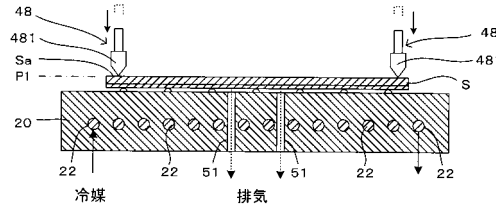
【図 7】



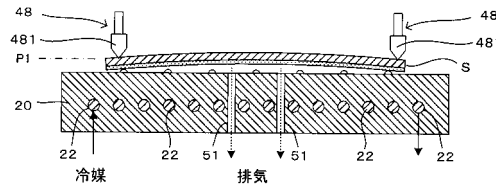
【図 8 A】



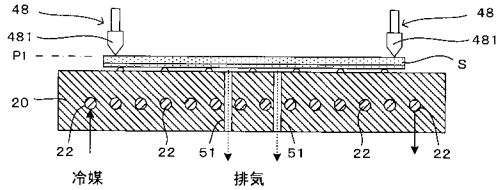
【図 8 B】



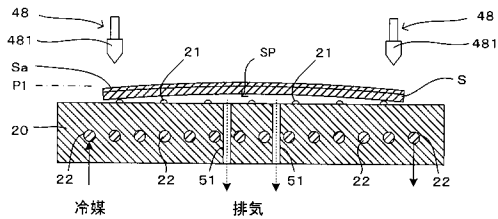
【図 8 C】



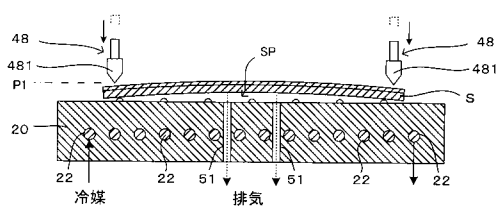
【図 8 D】



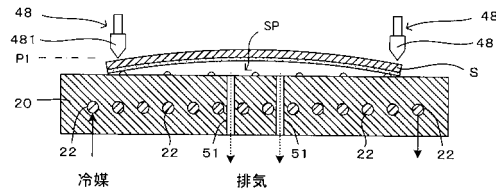
【図 9 A】



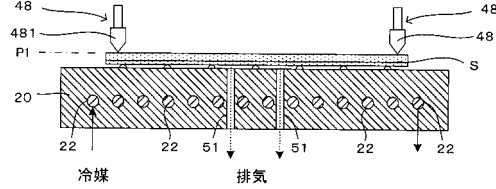
【図 9 B】



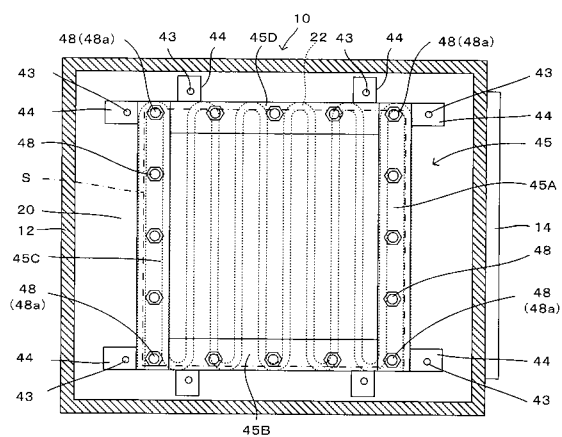
【図 9 C】



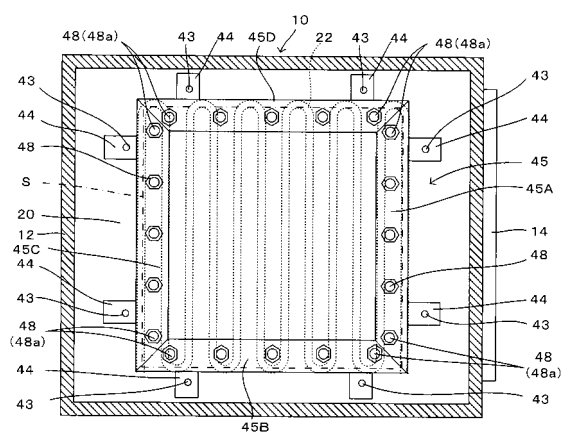
【図 9 D】



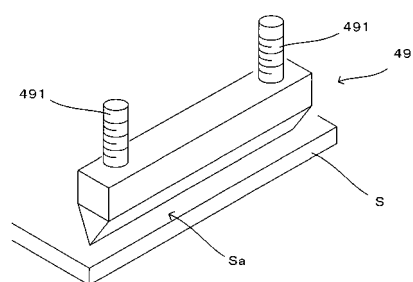
【 図 1 0 】



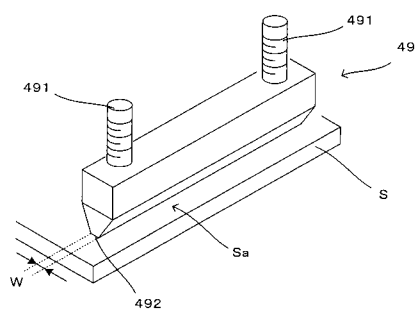
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 梶屋 央子

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENファイン
テックソリューションズ内

Fターム(参考) 3L113 AA03 AC01 AC21 AC23 AC67 BA34 CB13 DA24
5E322 AA05 AB07 AB11 DA04 DC01 EA11 FA01
5F131 AA02 AA03 BA12 BA13 BA14 BA37 CA06 CA38 DA02 DA22
DA32 DA33 DA42 DB62 DB72 DB76 DD12 DD33 EA04 EA23
EB72 EB82 FA14 HA28 KA23 KB42