

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6498006号
(P6498006)

(45) 発行日 平成31年4月10日 (2019. 4. 10)

(24) 登録日 平成31年3月22日 (2019. 3. 22)

(51) Int. Cl.

F I

B 0 5 D 1/40 (2006. 01)

B 0 5 D 1/40 A

B 0 5 D 3/04 (2006. 01)

B 0 5 D 3/04 Z

H 0 1 L 21/027 (2006. 01)

H 0 1 L 21/30 5 6 4 D

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-62718 (P2015-62718)
 (22) 出願日 平成27年3月25日 (2015. 3. 25)
 (65) 公開番号 特開2016-182531 (P2016-182531A)
 (43) 公開日 平成28年10月20日 (2016. 10. 20)
 審査請求日 平成29年12月22日 (2017. 12. 22)

(73) 特許権者 000207551
 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 100093056
 弁理士 杉谷 勉
 (74) 代理人 100142930
 弁理士 戸高 弘幸
 (74) 代理人 100175020
 弁理士 杉谷 知彦
 (74) 代理人 100180596
 弁理士 栗原 要

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 塗布方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

塗布ノズルにより基板上に塗布液を吐出する工程と、

保持回転部により前記基板を回転させることで、前記基板上に前記塗布液を広げる工程と、

前記塗布液を広げた後に、余剰の塗布液の少なくとも一部を前記基板の回転に伴う遠心力により前記基板の周縁部に向けて押しやって前記基板の周縁部に沿って余剰の塗布液を盛り上げる工程と、

前記基板の回転により前記基板上の前記塗布液の乾燥が終了する前に、ガスノズルにより前記基板の周縁部に向けてガスを吹き付けて、前記周縁部に盛り上がる余剰の塗布液を前記基板外に排出するガス吹き付け工程と、を備え、

前記塗布液を盛り上げる工程における基板の回転速度は、前記塗布液を広げる工程における基板の回転速度よりも低いことを特徴とする塗布方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の塗布方法において、

前記塗布液を盛り上げる工程において、前記余剰の塗布液を盛り上げる前記基板の回転速度は、5 0 0 r p m 以下であることを特徴とする塗布方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の塗布方法において、

前記ガス吹き付け工程において、前記基板の回転により前記基板上の前記塗布液の乾燥

10

20

が終了する前であつ前記塗布液の吐出終了後に、前記ガスノズルにより前記基板の周縁部に向けてガスを吹き付けることを特徴とする塗布方法。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記ガス吹き付け工程において、前記基板の回転により前記基板上の前記塗布液の乾燥が終了する前であつ前記余剰の塗布液を盛り上げる回転速度に基板を回転した後に、前記ガスノズルにより前記基板の周縁部に向けてガスを吹き付けることを特徴とする塗布方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルにより、予め設定された時間でガスを吹き付けることを特徴とする塗布方法。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルにより、予め設定された圧力でガスを吹き付けることを特徴とする塗布方法。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルにより、予め設定された複数回でガスを吹き付けることを特徴とする塗布方法。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記ガスノズルの吹き付け口は、円形であることを特徴とする塗布方法。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルにより、前記基板の周縁部に、かつ前記基板の内側から外側に向けて、前記ガスを吹き付けることを特徴とする塗布方法。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれかに記載の塗布方法において、

回転により前記基板上の前記塗布液の膜の乾燥が終了した後に、前記基板の周縁部の前記塗布液の膜に対してエッジリンスを行う工程を更に備えることを特徴とする塗布方法。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルの位置は、固定されていることを特徴とする塗布方法。

【請求項 12】

請求項 1 から 10 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルは、前記基板の半径方向であつ前記基板の周縁部の予め設定された幅で移動可能であることを特徴とする塗布方法。

【請求項 13】

請求項 1 から 12 のいずれかに記載の塗布方法において、

前記基板の直径は、300mmであることを特徴とする塗布方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体基板、液晶表示用ガラス基板、フォトリソ用ガラス基板、光ディスク用基板等の基板に対して、塗布液を塗布する塗布方法に関する。

【背景技術】

【0002】

塗布装置は、基板を保持して回転させる保持回転部と、保持回転部に保持された基板上

10

20

30

40

50

に、フォトリソグ（以下、「レジスト」と呼ぶ）等の塗布液を吐出する塗布ノズルとを備えている。塗布装置は、塗布ノズルで基板上に塗布液を吐出し、回転保持部で基板を回転させる。基板の回転により、基板上の塗布液が広げられて、基板上に塗布液の液膜（塗布液膜）が形成される（例えば、特許文献 1，2 参照）。

【0003】

このような塗布装置による塗布動作において、ガス（気体）の吹き付けが行われる。例えば、特許文献 1 には、基板の周縁部のレジスト膜に対して溶剤を吐出してレジスト膜を溶解させ、溶解したレジスト膜を送風手段により基板外に飛散させるエッジリンスの手法が記載されている。特許文献 2 には、薄膜が形成されたウエハの周縁部をエッジリンスした後、エッジリンスによる薄膜の周縁部の盛り上がり部分を、ウエハの周縁部に N_2 ガスを吹き付けて平坦化させることが記載されている。

10

【0004】

また、特許文献 3 には、未乾燥の塗膜が形成された基板の端縁部分に対して、気体を吹き付けて、乾燥を促進させるエッジリンスの手法が記載されている。なお、この手法は、塗膜形成後に行われる気体の吹き付けで有り、気体の吹き付け後であっても、基板の端縁部分以外は、未乾燥のままである。特許文献 4 には、基板上に溶剤を供給し、溶剤の被膜上にインクジェット方式で塗布液を吐出し、最後に、塗布液の凹凸表面に気体を噴射して塗布液の表面を平坦化する手法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0005】

【特許文献 1】特開 2013 - 187497 号公報

【特許文献 2】特開平 09 - 106980 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 181361 号公報

【特許文献 4】特開 2013 - 078748 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年の半導体デバイスの 3 次元化に伴い、高い耐エッチング性能が求められており、レジスト等の厚めの塗布液膜（厚膜）を塗布することが求められている。

30

【0007】

従来は、厚膜を得るために、塗布液の粘度を高くすることで対応し、微調整を、基板の回転速度（回転数：rpm）を変更することで対応していた。粘度を高くする場合は、ポンプの高出力化、供給配管径の大型化、ドレイン配管径の大型化、カップの洗浄、および膜中の微小泡の混入など多数の問題が生じる。そのため、塗布液の粘度を高くせずに粘度を低いままで、回転速度を調整することにより、厚膜を得ることが求められている。

【0008】

塗布液膜は、回転速度が低いほど、厚く形成される。塗布液膜厚みを調整する工程は、レジスト液の吐出終了後から乾燥が終了するまでのメインスピンと呼ばれる工程である。300mm ウエハ（基板）の場合、メインスピンの回転速度の使用可能範囲は、例えば 800 ~ 2000rpm である。この範囲より小さい場合は、ウエハの面内の塗布液膜厚みの均一性が大きく悪化することが問題となっている。すなわち、メインスピンが使用可能範囲内であれば、均一な厚みの塗布液膜が形成されるが、十分な厚みの液膜を得ることができない。そこで、液膜を更に厚くするために、メインスピンを使用可能範囲外の低速回転に設定すると、基板上の塗布液に作用する遠心力が著しく低下するので、基板周縁から塗布液が飛散し難くなる。その結果、基板の周縁部に塗布液が溜まった状態で基板が回転されるので、塗布液が基板の周縁に溜まった状態で乾燥する。そのため、基板の周縁部において、塗布液膜が山のように厚くなり、塗布液膜の厚みの均一性が悪化する。

40

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、回転により、塗布膜の液膜

50

を厚く形成しつつ、その液膜の厚みを均一にできる塗布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】

【0010】

本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、本発明に係る塗布方法は、塗布ノズルにより基板上に塗布液を吐出する工程と、保持回転部により前記基板を回転させることで、前記基板上に前記塗布液を広げる工程と、前記塗布液を広げた後に、余剰の塗布液の少なくとも一部を前記基板の回転に伴う遠心力により前記基板の周縁部に向けて押しやって前記基板の周縁部に沿って余剰の塗布液を盛り上げる工程と、前記基板の回転により前記基板上の前記塗布液の乾燥が終了する前に、ガスノズルにより前記基板の周縁部に向けてガスを吹き付けて、前記周縁部に盛り上がる余剰の塗布液を前記基板外に排出するガス吹き付け工程と、を備え、前記塗布液を盛り上げる工程における基板の回転速度は、前記塗布液を広げる工程における基板の回転速度よりも低いことを特徴とするものである。

10

【0011】

本発明に係る塗布方法によれば、保持回転部により基板を回転させることで、基板上に塗布液を広げる。その後、塗布液を広げるための回転速度よりも低い回転速度で基板を回転させて、余剰の塗布液の少なくとも一部を基板の回転に伴う遠心力により基板の周縁部に向けて押しやって基板の周縁部に沿って余剰の塗布液を盛り上げる。更に、ガスノズルにより基板の周縁部に向けてガスを吹き付けて、周縁部に盛り上がる余剰の塗布液を基板外に排出する。ガスノズルにより基板の周縁部に向けてガスを吹き付けることで、表面張力によって基板外に排出されずに留まって盛り上がる塗布液の均衡状態を崩すことができる。そのため、回転により、塗布液の液膜を厚く形成しつつ、その液膜の厚みを均一にできる。

20

【0012】

また、上述の塗布方法の好ましい一例は、前記塗布液を盛り上げる工程において、前記余剰の塗布液を盛り上げる前記基板の回転速度は、500rpm以下であることである。500rpm以下の回転により、塗布液の液膜を厚く形成しつつ、その液膜の厚みを均一にできる。

【0013】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガス吹き付け工程において、前記基板の回転により前記基板上の前記塗布液の乾燥が終了する前にかつ、前記塗布液の吐出終了後に、前記ガスノズルにより前記基板の周縁部に向けてガスを吹き付けることである。基板上に塗布液を吐出している途中でガスを吹き付けると、塗布液吐出とガス吹き付けの両方を制御しなければならない。しかしながら、塗布液の吐出終了後にガスを吹き付けるので、塗布液吐出とガス吹き付けの一方を制御すればよいので、制御を簡単にすることができる。

30

【0014】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガス吹き付け工程において、前記基板の回転により前記基板上の前記塗布液の乾燥が終了する前にかつ、前記余剰の塗布液を盛り上げる回転速度に基板を回転した後、前記ガスノズルにより前記基板の周縁部に向けてガスを吹き付けることである。余剰の塗布液を盛り上げる回転速度に基板を回転した後の一定の安定した状態において、ガスを吹き付けるので、ガス吹き付けの制御を簡単にできる。

40

【0015】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルにより、予め設定された時間でガスを吹き付けることである。ガスを吹き付けた時間に対応して、基板の周縁部に盛り上がる余剰の塗布液を基板外に排出することができる。

【0016】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルにより、予め設定された圧力でガスを吹き付けることである。吹き付けるガスの圧力に対応して、基板の周縁部に盛り上がる余剰の塗布液を基板外に排出することができる。

50

【 0 0 1 7 】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガス吹き付け工程において、前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルにより、予め設定された複数回でガスを吹き付けることである。例えば、予め設定された時間でガス吹き付けの回数を制御することで、基板外に排出する余剰の塗布液の量を制御することができる。また、間欠的にガスを吹き付けることで、ガスの吹き付けに変化を与えることができる。

【 0 0 1 8 】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガスノズルの開口部は、円形であることである。点でガスを吹き付けることができるので、基板から余剰な塗布液を排出しやすくなる。

【 0 0 1 9 】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルにより、前記基板の周縁部に、かつ前記基板の内側から外側に向けて、前記ガスを吹き付けることである。これにより、基板の周縁部に溜まる塗布液を基板外へ効果的に排出させることができる。

【 0 0 2 0 】

また、上述の塗布方法の一例は、回転により前記基板上の前記塗布液の膜の乾燥が終了した後に、前記基板の周縁部の前記塗布液の膜に対してエッジリンスを行う工程を更に備えることである。比較的厚みが付きやすい基板の周縁部の塗布液膜をエッジリンスで取り除くことで、より平坦な塗布液膜を形成させることができる。また、上述のように、ガスを吹き付けて基板の周縁部に盛り上がる余剰の塗布液を排出することで、均一な厚膜を形成できる。これにより、エッジリンスを実行する幅を抑えることができるので、基板の周縁部の近くまでパターン形成することができる。

【 0 0 2 1 】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルの位置は、固定されていることである。これにより、ガスノズルの制御を簡単にすることができる。

【 0 0 2 2 】

また、上述の塗布方法の一例は、前記ガス吹き付け工程において、前記ガスノズルは、前記基板の半径方向でかつ前記基板の周縁部の予め設定された幅で移動可能であることである。これにより、基板の周縁部に向けたガスの吹き付け位置を変化させることができ、基板の周縁部に溜まった塗布液の排出を促進させることができる。

また、上述の塗布方法の一例は、前記基板の直径が 3 0 0 m m であることである。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明に係る塗布方法によれば、保持回転部により基板を回転させて基板上に塗布液の液膜を形成するとともに、余剰の塗布液の少なくとも一部を基板の回転に伴う遠心力により基板の周縁部に向けて押しやって基板の周縁部に沿って余剰の塗布液を盛り上げる。更に、ガスノズルにより基板の周縁部に向けてガスを吹き付けて、周縁部に盛り上がる余剰の塗布液を基板外に排出する。ガスノズルにより基板の周縁部に向けてガスを吹き付けることで、表面張力によって基板外に排出されずに留まって盛り上がる塗布液の均衡状態を崩すことができる。そのため、回転により、塗布液の液膜を厚く形成しつつ、その液膜の厚みを均一にできる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 実施例に係る塗布装置のブロック図である。

【 図 2 】 塗布動作タイミングを例示する図である。

【 図 3 】 (a)、(b) は、プリウエット工程を説明するための側面図である。

【 図 4 】 (a)、(b) は、塗布液吐出工程を説明するための側面図である。

【 図 5 】 (a) は、ガス吹き付けを説明するための側面図であり、(b) は、(a) の部分拡大図であり、(c) は、(a) の平面図であり、(d) は、(b) の V - V 方向に見

10

20

30

40

50

たガスノズルの吹き付け口を示す図であり、(e)は、ガス吹き付けにより、基板の周縁部に溜まる塗布液膜が平坦になる様子を示す図である。

【図6】回転速度に対する塗布液膜厚みとその均一性を示す図である。

【図7】(a)は、ガス吹き付け無しの場合の基板内の塗布液膜厚みを示す図であり、(b)は、(a)の基板内の測定位置を示す図である。

【図8】ガス吹き付け有りの場合の基板内の塗布液膜厚みを示す図である。

【図9】(a)、(b)は、エッジリンス工程を説明するための図である。

【図10】変形例に係るガス吹き付けを説明するための斜視図である。

【実施例】

【0025】

10

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1は、実施例に係る塗布装置のブロック図である。

【0026】

<塗布装置の構成>

図1を参照する。塗布装置1は、略水平姿勢で基板Wを保持して回転させる保持回転部2と、基板Wに対してレジスト等の塗布液RSを吐出する塗布ノズル3と、基板Wに対してガスGSを吹き付けるガスノズル4とを備えている。また、塗布装置1は、基板Wに対して溶剤等のプリウエット液PWを吐出するプリウエットノズル5と、基板Wの周縁部Eに対して溶剤等のエッジリンス液を吐出するエッジリンスノズル6とを備えている。

【0027】

20

なお、図1において、保持回転部2、塗布ノズル3、ガスノズル4、プリウエットノズル5、エッジリンスノズル6等は側面図で示される。

【0028】

保持回転部2は、例えば真空吸着により基板Wの裏面を保持するスピンチャック9と、スピンチャック9を略垂直方向の回転軸AX周りに回転させ、モータ等で構成される回転駆動部10とを備えている。保持回転部2の周りには、基板Wの側方を囲うように、上下移動可能なカップ11が設けられている。

【0029】

塗布ノズル3、ガスノズル4、プリウエットノズル5およびエッジリンスノズル6は各々、ノズル移動機構13により、水平および上下方向の所定位置に移動されるように構成される。ノズル移動機構13は、例えば、複数の塗布ノズル3のいずれか1つの塗布ノズル3を選択的に把持して、基板Wの外側の待機位置と基板W上方の所定位置との間で、把持した塗布ノズル3を移動させる。ノズル移動機構13は、モータ等で構成される。

30

【0030】

塗布ノズル3には、塗布液供給源15から塗布液配管17を通じて塗布液RSが供給される。塗布液配管17には、サックバック弁SVと開閉弁V1とポンプP1が介在している。開閉弁V1は塗布液RSの供給とその停止を行い、サックバック弁SVは開閉弁V1の動作と組み合わせて、塗布ノズル3内の塗布液RS等を吸引し、また、吸引した塗布液RS等を押し出す。ポンプP1は塗布液RSを塗布ノズル3に送り出す。なお、塗布ノズル3が複数の場合は、各々の塗布ノズル3は、塗布液供給源15、塗布液配管17、サックバック弁SV、開閉弁V1およびポンプP1等の供給系統を備えている。

40

【0031】

ガスノズル4には、ガス供給源19からガス配管21を通じてガスGSが供給される。ガス配管21には、開閉弁V2が介在している。開閉弁V2はガスGSの供給とその停止を行う。ガスノズル4から吹き付けるガスGSは、窒素などの不活性ガス、空気、およびその他気体が用いられる。また、ガスGSは、例えば塗布液RSの溶剤の蒸気(気化した溶剤)を含むガスであってもよい。ガスは、図示しない温調機構により温度が調整されていてもよい。

【0032】

ガスノズル4の吹き付け口4aは、スリットのような長細い開口部でなく、後述する図

50

5 (d) のように、略円形である。略円形には、楕円形および、正多角形等の多角形が含まれる。点でガス G S を吹き付けることができるので、基板 W から余剰な塗布液 R S を排出しやすくなる。また、ガスノズル 4 の配管の内径、すなわち、ガス G S の吹き出し口 4 a の内径は、5 mm 以下であることが好ましい。これにより、ピンポイントで基板 W の周縁部 E にガス G S を吹き付けることで、基板 W から余剰な塗布液 R S を排出しやすくなる。

【0033】

プリウエットノズル 5 には、プリウエット液供給源 2 3 からプリウエット液配管 2 5 を通じてプリウエット液 P W が供給される。プリウエット液配管 2 5 には、開閉弁 V 3 とポンプ P 3 が介在している。開閉弁 V 3 はプリウエット液 P W の供給とその停止を行い、ポンプ P 3 はプリウエット液 P W をプリウエットノズル 5 に送り出す。

10

【0034】

エッジリンスノズル 6 には、エッジリンス液供給源 2 7 からエッジリンス液配管 2 9 を通じてエッジリンス液が供給される。エッジリンス液配管 2 9 には、開閉弁 V 4 とポンプ P 4 が介在している。開閉弁 V 4 はエッジリンス液の供給とその停止を行い、ポンプ P 4 はエッジリンス液をエッジリンスノズル 6 に送り出す。

【0035】

塗布装置 1 は、中央演算処理装置 (CPU) などで構成された制御部 3 1 と、塗布装置 1 を操作するための操作部 3 3 とを備えている。制御部 3 1 は、塗布装置 1 の各構成を制御する。操作部 3 3 は、液晶モニタなどの表示部と、ROM (Read-only Memory)、RAM (Random-Access Memory)、およびハードディスク等の記憶部と、キーボード、マウス、および各種ボタン等の入力部とを備えている。記憶部には、塗布処理の各種条件等が記憶されている。

20

【0036】

< 塗布装置の塗布動作 >

次に、図 2 等を参照して、塗布装置 1 による塗布動作を説明する。図 2 は、塗布動作タイミングを例示する図である。なお、基板 W は、直径 300 mm のもので説明するが、その他の大きさのものであってもよい。

【0037】

本発明の特徴部分の概要を説明する。上述のように、粘度を高くせずに低い粘度のまま、回転速度を調整して塗布液 R S の厚膜を得たいという要望がある。しかしながら、塗布液膜 R S の厚みを調整するためのメインスピンにおいて、基板 W を低速回転させると、基板 W の周縁部 E に塗布液 R S が溜まり、この溜まった部分で塗布液膜 R S が、例えば基板 W の中心部よりも厚くなる。そこで、メインスピンにおいて、回転により基板 W 上の塗布液 R S が流動しなくなる乾燥が終了する前に、ガスノズル 4 により、基板 W の周縁部 E に向けてガス G S を吹き付ける。これにより、表面張力によって基板 W 外に排出されずに留まって盛り上がる塗布液 R S の均衡状態を崩すことができる。そのため、低速回転で厚膜を形成する際に、基板 W の中心部から周縁部 E にかけて、その厚膜を均一にできる。

30

【0038】

塗布動作は、図 2 の時間 t 0 ~ 時間 t 1 4 で行われ、プリウエット工程、塗布液吐出工程、塗布液膜 R S の厚み調整工程 (メインスピン)、ガス吹き付け工程およびエッジリンス工程を備えている。まず、図示しない搬送機構は、保持回転部 2 に基板 W を搬送する。保持回転部 2 は、図 1 のように、基板 W の裏面を保持する。ノズル移動機構 1 3 は、プリウエットノズル 5 を基板 W 上方の所定位置に移動させる。

40

【0039】

〔プリウエット工程〕

図 2 の時間 t 1 から時間 t 2 までの間において、塗布装置 1 は、図 3 (a) のように、プリウエットノズル 5 からプリウエット液 P W を吐出する。なお、プリウエット液 P W の吐出は、基板 W を回転させながら行ってもよい。プリウエット液 P W の吐出後、ノズル移動機構 1 3 は、プリウエットノズル 5 に代えて、基板 W 上方の所定位置に塗布ノズル 3 を

50

配置する。

【 0 0 4 0 】

図 2 の時間 t_2 において、保持回転部 2 は、予め設定された回転速度 R_1 (r p m) で、保持した基板 W を回転させる。この回転により、図 3 (b) のように、基板 W 上に吐出されたプリウエット液 PW は放射状に広げられて、プリウエット液膜 PW が形成される。プリウエット液 PW の吐出後、ノズル移動機構 1 3 は、プリウエットノズル 5 に代えて、基板 W 上方の所定位置に塗布ノズル 3 を配置する。

【 0 0 4 1 】

〔塗布液吐出工程〕

図 2 の時間 t_3 において、塗布装置 1 は、図 4 (a) のように、塗布ノズル 3 により基板 W 上に塗布液 RS を吐出する (吐出の開始)。図 2 の時間 t_4 において、保持回転部 2 は、回転速度を上げて、予め設定された回転速度 R_2 で基板 W を回転させる。回転速度 R_1 , R_2 の回転により、図 4 (b) のように、基板 W 上に吐出された塗布液 RS は放射状に広げられる。なお、塗布液 RS の一部は、基板 W 外に飛散される。また、基板 W 上には、上述のように、プリウエット液膜 PW が形成されているので、塗布液 RS は素早く広がる。図 2 の時間 t_5 において、保持回転部 2 は、回転速度を下げて、予め設定された回転速度 R_3 で基板 W を回転させる。時間 t_6 において、塗布ノズル 3 による塗布液 RS の吐出を終了 (停止) する。

【 0 0 4 2 】

〔塗布液膜の厚み調整工程とガス吹き付け工程〕

塗布液 RS の塗布終了後、時間 t_7 において、塗布装置 1 は、図 5 (a) のように、ガスノズル 4 により基板 W の周縁部 E に向けてガス GS を吹き付ける。このガス GS の吹き付けの説明よりも先に、塗布液膜 RS の厚みを調整する基板 W の回転について説明する。

【 0 0 4 3 】

時間 t_8 において、保持回転部 2 は、回転速度を上げて、予め設定された回転速度 R_4 で基板 W を回転させて、基板 W 上に吐出された塗布液膜 RS の厚みを調整する。上述のように、塗布液 RS の吐出終了後から塗布液 RS の乾燥終了までの工程は、メインスピンと呼ばれる工程である。すなわち、メインスピンは、おおよそ、回転速度 R_4 で基板 W を回転させている間の期間をいう。回転速度 R_4 の大きさにより、その回転速度 R_4 に応じた塗布液膜 RS 厚みが得られる。

【 0 0 4 4 】

従来では、基板 W を回転させることにより、回転基板 W の周縁部 E に沿って余剰の塗布液 RS を盛り上げないようにして、基板 W 上に塗布液膜 RS を形成していた。この点、本発明は、基板 W の回転速度を調整することで、塗布液膜 RS を厚く形成することが望まれている。そこで、まず、本発明は、保持回転部 2 より、基板 W を回転させて基板 W 上に塗布液膜 RS を形成するとともに、余剰の塗布液 RS の少なくとも一部を基板 W の回転に伴う遠心力により基板 W の周縁部 E に押しやって基板 W の周縁部 E に沿って余剰の塗布液 RS を盛り上げる。このときの基板 W の回転は、回転速度 R_4 で行われる。なお、上述の余剰の塗布液 RS を盛り上げる動作は、ガス GS の吹き付けを考慮しない場合の動作である。

【 0 0 4 5 】

基板 W の周縁部 E に余剰の塗布液 RS が盛り上がった状態で塗布液 RS が乾燥すると、厚みの均一性が悪化した塗布液膜 RS が得られることとなる。そのため、塗布装置 1 は、図 5 (a) のように、ガスノズル 4 により基板 W の周縁部 E に向けてガス GS を吹き付ける。

【 0 0 4 6 】

図 5 (b) は、図 5 (a) のガス吹き付け部分を拡大した図である。本実施例では、基板 W の上方に設けられたガスノズル 4 により、基板 W の周縁部 E に、かつ、図 5 (c) のように、基板 W の内側から外側に向けて、ガス GS を吹き付ける。ガス GS は、回転速度 R_4 の回転により基板 W 上の塗布液膜 RS の乾燥が終了する前に、すなわち、塗布液 RS

10

20

30

40

50

が流動する間に、吹き付ける必要がある。ガスGSは、図5(d)のように、点で吹き付ける。なお、ノズル移動機構13は、ガスGSを吹き付ける前までに、ガスノズル4を所定の吹き付け位置に移動させる。

【0047】

基板W外に排出されず、基板Wの周縁部Eに塗布液RSが留まって盛り上がる主な原因は、表面張力である。ガスGSを吹き付けることで、表面張力によって基板外に排出されずに留まって盛り上がる塗布液RSの均衡状態を崩すことができる。そのため、図5(e)のように、周縁部Eに盛り上がる余剰の塗布液RSを基板W外に排出するので、回転により、塗布液膜RSを厚く形成しつつ、その塗布液膜RSの厚みを均一にできる。

【0048】

余剰の塗布液RSを盛り上げる基板Wの回転速度R4は、例えば0rpmより大きく500rpm以下(または未満)が好ましい。500rpm以下の回転速度R4で基板Wを回転させると、基板Wの中心部から120mmより外側に向かって、急激に塗布液膜RSが厚くなる。この点について詳しく説明する。

【0049】

スピン塗布は、基板Wの回転の遠心力により、未乾燥の流動性を持った塗布液RSを基板Wの中心部から周縁部Eに向かって押し出すことで行われる。500rpm(好ましくは800rpm)より大きい高速回転であれば、基板Wの周縁部Eから余剰な塗布液RSが排出される。しかしながら、500rpm以下の低速回転では、塗布液と基板Wによる表面張力のため、余剰な塗布液RSが基板Wの周縁部Eから留まる。そのため、基板Wの周縁部Eに塗布液RSが溜まった状態で乾燥し始める。これにより、周縁部Eに溜まった塗布液RSが乾燥した部分では、山のように塗布液膜RSが厚くなる。なお、図5(c)において、塗布液膜RSが盛り上がった部分を斜線のハッチングで示す。

【0050】

なお、図6は、300mmウエハの場合における、回転速度R4に対する塗布液膜RSの厚み(平均値)と塗布液膜RSの均一性(3σ)を示す図である。回転速度R4が500rpm以下では、塗布液膜RSの厚みとその均一性(3σ)が大きくなっている様子が示される。

【0051】

そこで、周縁部Eで塗布液膜RSが厚くなり塗布液膜RSの厚みが不均一になることを回避するため、塗布装置1は、回転により基板W上の塗布液RSの乾燥が終了する前に、ガスノズル4により基板Wの周縁部Eに向けてガスGSを吹き付けて、周縁部Eに溜まる塗布液RSの全部ではなくその一部を基板W外に排出する補助を行う。すなわち、塗布液膜RSが未乾燥で流動性があるうちに、周縁部Eに溜まった余剰な塗布液RSを基板W外に排出するため、ガスGSを吹き付ける。これにより、「表面張力<遠心力+ガスによる圧力」の関係となり、周縁部Eに溜まった余剰な塗布液RSを基板W外に排出できる。基板Wの周縁部Eに溜まった塗布液RSにより盛り上がって不均一になることを抑制し、低速回転で厚膜を得る際に、基板Wの中心部から周縁部Eにかけて、均一な厚膜を得ることができる。

【0052】

ここで、ガス吹き付けの効果を図7(a)、図7(b)、図8を参照して説明する。図7(a)は、ガス吹き付け無しの場合の基板内の塗布液膜RSの厚みを示す図である。一方、図8は、ガス吹き付け有りの場合の基板内の塗布液膜RSの厚みを示す図である。図7(a)、図8において、塗布液膜RSの厚みを調整するための回転速度R4は、100rpmである。図7(a)では、基板Wの中心部(X方向位置の"0"に相当)から離れた位置において、急激に塗布液膜RSの厚みが大きくなっている。一方、図8では、その厚みが急激に大きくなることが抑えられている。したがって、低速回転で厚膜を形成する際にその厚みを均一にできることがわかる。なお、図8の基板W内の測定位置は、図7(a)と同様であり、図7(b)で示される。

【0053】

図2の時間 t_9 において、回転速度 R_4 の回転により基板 W 上の塗布液 RS が流動しなくなる。これにより、塗布液 RS の乾燥が終了する。時間 t_{10} において、保持回転部2は、回転速度を下げて、予め設定された回転速度 R_5 で基板 W を回転させる。なお、時間 t_{10} において、ガス GS の吹き付けを終了（停止）している。この点、ガス GS の吹き付けは、乾燥終了時（時間 t_9 ）で終了してもよいし、また、後述するエッジリンス液を吐出する時間 t_{11} までに終了するようにしてもよい。

【0054】

〔エッジリンス処理〕

ノズル移動機構13は、エッジリンスノズル6を吐出位置に移動させておく。塗布装置1は、回転速度 R_4 の回転より基板 W 上の塗布液膜 RS の乾燥が終了した後に、基板 W の周縁部 E の塗布液膜 RS に対してエッジリンスを行う。すなわち、図2の時間 t_{11} から時間 t_{12} までの間において、塗布装置1は、図9(a)のように、エッジリンスノズル6によりエッジリンス液を吐出して、図9(b)のように、基板 W の周縁部 E の所定幅の塗布液膜 RS を取り除く。その後、図2の時間 t_{12} において、保持回転部2は、回転速度を上げて、予め設定された回転速度 R_6 で基板 W を回転させる。これにより、エッジリンスノズル6により基板 W 上に吐出したエッジリンス液をスピン乾燥させる。時間 t_{13} において、保持回転部2は、基板 W の回転を停止させる。時間 t_{14} において、基板 W は停止される。

【0055】

以上により、塗布動作は終了する。この後、保持回転部2は、基板 W の保持を解除する。保持回転部2上の基板 W は、図示しない基板搬送機構により、次の処理ユニットに搬送される。

【0056】

本実施例によれば、保持回転部2により、例えば500rpm以下の回転速度で、基板 W を回転させて基板 W 上に塗布液 RS の液膜を形成するとともに、余剰の塗布液 RS の少なくとも一部を基板 W の回転に伴う遠心力により基板 W の周縁部 E に向けて押しやって基板 W の周縁部 E に沿って余剰の塗布液 RS を盛り上げる。更に、ガスノズル4により基板 W の周縁部 E に向けてガス GS を吹き付けて、周縁部 E に盛り上がる余剰の塗布液 RS を基板 W 外に排出する。ガスノズル4により基板 W の周縁部 E に向けてガス GS を吹き付けることで、表面張力によって基板 W 外に排出されずに留まって盛り上がる塗布液 RS の均衡状態を崩すことができる。そのため、回転により、塗布液 RS の液膜を厚く形成しつつ、その液膜の厚みを均一にできる。

【0057】

また、ガス GS の吹き付けの際に、基板 W の回転により基板 W 上の塗布液 RS の乾燥が終了する前にかつ、塗布液 RS の吐出終了後に、ガスノズル4により基板 W の周縁部 E に向けてガス GS を吹き付ける。基板 W 上に塗布液 RS を吐出している途中でガス GS を吹き付けると、塗布液 RS 吐出とガス吹き付けの両方を制御しなければならない。しかしながら、塗布液 RS の吐出終了後にガス GS を吹き付けるので、塗布液 RS 吐出とガス吹き付けの一方を制御すればよいので、制御を簡単にすることができる。

【0058】

また、塗布装置1は、ガス吹き付け工程において、ガスノズル4により、基板 W の周縁部 E に、かつ基板 W の内側から外側に向けて、ガス GS を吹き付けることである。これにより、基板 W の周縁部 E に溜まる塗布液 RS を基板 W 外へ効果的に排出させることができる。

【0059】

また、塗布装置1は、回転により基板 W 上の塗布液膜 RS が乾燥した後に、基板 W の周縁部 E の塗布液膜 RS に対してエッジリンスを行う。比較的厚みが付きやすい基板 W の周縁部 E の塗布液膜 RS をエッジリンスで取り除くことで、より平坦な塗布液膜 RS を形成させることができる。また、上述のように、ガス GS を吹き付けて基板 W の周縁部 E に盛り上がる余剰の塗布液 RS を排出することで、均一な厚膜を形成できる。これにより、エ

10

20

30

40

50

ッジリンスを実行する幅を抑えることができるので、基板Wの周縁部Eの近くまでパターン形成することができる。

【0060】

本発明は、上記実施形態に限られることはなく、下記のように変形実施することができる。

【0061】

(1) 上述した実施例では、ガス吹き付けの際に、ガスノズル4の位置は、固定されている。これにより、ガスノズル4の制御を簡単にすることができる。しかしながら、ガス吹き付けの際に、ガスノズル4は、図10のように、基板Wの半径方向RDでかつ基板Wの周縁部Eの予め設定された幅WDで移動可能であってもよい。すなわち、ガスを吹き付けながらガスノズル4をスキャン(往復または片道移動)させる。

10

【0062】

これにより、基板Wの周縁部Eに向けたガスGSの吹き付け位置を変化させることができ、基板Wの周縁部Eに溜まった塗布液RSの排出を促進させることができる。幅WDは、図10のように、例えば、周縁部Eに溜まる塗布液RSのリング状の盛り部分(斜線のハッチングで示す)の内側と外側との間の長さであってもよい。また、それよりも狭い範囲であってもよい。また、移動は、1回だけでなく複数回行ってもよい。

【0063】

(2) 上述した実施例および変形例(1)において、ガス吹き付けの際に、ガスノズル4により、予め設定された時間でガスGSを吹き付けてもよい。これにより、ガスGSを吹き付けた時間に対応して、基板Wの周縁部Eに盛り上がる余剰の塗布液RSを基板W外に排出することができる。予め設定された時間として、例えば、図2の時間t7から時間t10までの時間が挙げられる。

20

【0064】

(3) 上述した実施例および各変形例において、ガス吹き付けの際に、ガスノズル4により、予め設定された圧力でガスGSを吹き付けてもよい。吹き付けるガスGSの圧力に対応して、基板Wの周縁部Eに盛り上がる余剰の塗布液RSを基板W外に排出することができる。例えば、圧力は、吹き付けた部分の基板W上の塗布液RSをほぼ全て吹き飛ばす程度の圧力ではなく、表面張力によって周縁部Eで留まって盛り上がった塗布液RSの均衡状態が崩せる程度の圧力であればよい。

30

【0065】

(4) 上述した実施例および各変形例において、図2のように、ガスノズル4により、周縁部Eに向けてガスGSを1回吹き付けていた。この点、ガス吹き付けの際に、ガスノズル4により、予め設定された複数回でガスGSを吹き付けてもよい。例えば、予め設定された単位時間でガス吹き付けの回数を制御することで、基板W外に排出する余剰の塗布液RSの量を制御することができる。また、間欠的にガスGSを吹き付けることで、ガスGSの吹き付けに変化を与えることができる。

【0066】

(5) 上述した実施例および各変形例では、図5(b)のように、ガスノズル4により、周縁部EにガスGSを吹き付けていた。この点、周縁部E近傍であってもよい。例えば、図5(b)の矢印ARのように、周縁部Eに溜まる塗布液RSの内側部分(山すそ)であってもよい。

40

【0067】

(6) 上述した実施例および各変形例では、基板Wの上方に設けられたガスノズル4により、ガスGSを吹き付けている。この点、周縁部Eに溜まる塗布液RSの表面張力の均衡を崩せるのであれば、上方以外の例えば基板Wの下方に設けられたガスノズル4からガスを吹き付けてもよい。

【0068】

(7) 上述した実施例および各変形例では、ガスノズル4により、基板Wの内側から外側に向けて、ガスGSを吹き付けている。この点、周縁部Eに溜まる塗布液RSの表面張

50

力の均衡状態を崩せるのであれば、基板Wの内側から外側に向けた方向以外の例えば鉛直下方向でガスGSを吹き付けてもよい。

【0069】

(8) 上述した実施例および各変形例では、図2の時間t7において、ガスの吹き付けを開始していた。これにより、周縁部Eに押しやられる塗布液RSを順次、基板W外に排出することができる。これに対し、ガス吹き付けは、例えば、図2の時間t8aのように、余剰の塗布液RSを盛り上げる回転速度R4に回転した後の一定の安定した状態であってもよい。すなわち、ガス吹き付けの際に、基板Wの回転により基板W上の塗布液RSの乾燥が終了する前にかつ、余剰の塗布液RSを盛り上げる回転速度R4に基板Wを回転した後、ガスノズル4により基板Wの周縁部Eに向けてガスGSを吹き付ける。余剰の塗布液RSを盛り上げる回転速度R4に基板Wを回転した後の一定の安定した状態において、ガスGSを吹き付けるので、ガス吹き付けの制御を簡単にできる。

10

【0070】

(9) 上述した実施例および各変形例では、図2の時間t7において、ガスGSの吹き付けを開始していた。この点、例えば、塗布液RSの吐出開始時(時間t3)であってもよく、塗布液RSの吐出終了時(時間t6)であってもよい。また、回転速度R3から回転速度R4に上げる時間t8であってもよい。また、時間t3後に、回転により塗布液RSが周縁部Eの一部または全部に到達した時であってもよい。すなわち、塗布液RSの乾燥が終了する前の塗布液RSが流動する間に吹き付けを開始する。

20

【0071】

(10) 上述した実施例および各変形例では、図2に塗布動作の一例を示した。しかしながら、図2の塗布動作に限定されない。例えば、回転速度R2~R4は、互いに大小関係が入れ替わってもよく、同じ大きさであってもよい。

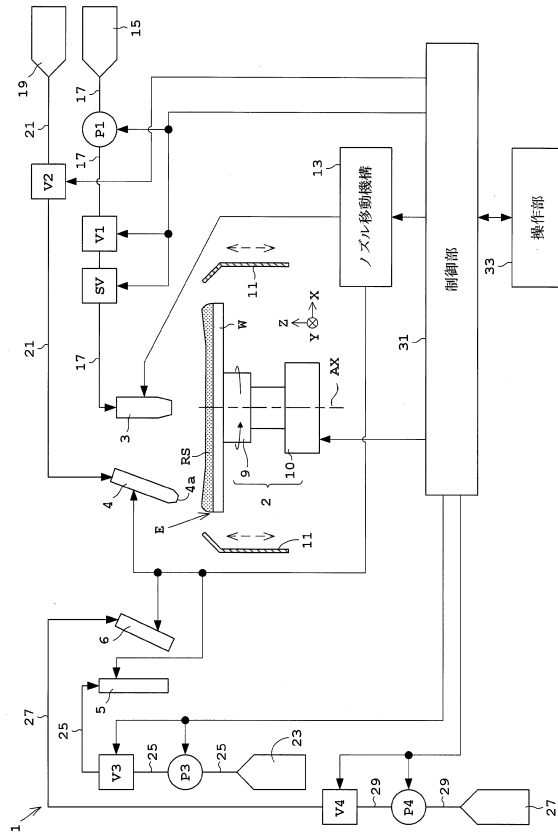
【符号の説明】

【0072】

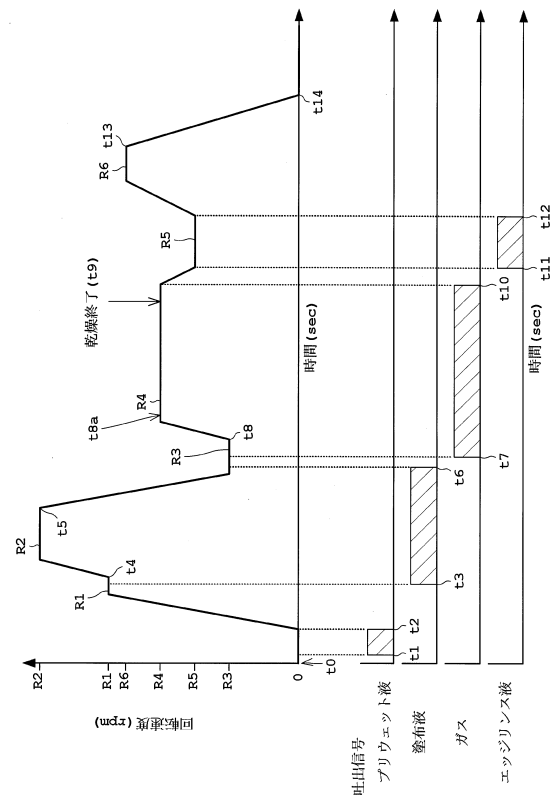
1	...	塗布装置
2	...	保持回転部
3	...	塗布ノズル
4	...	ガスノズル
4a	...	吹き付け口
6	...	エッジリンスノズル
E	...	周縁部
PW	...	プリウエット液(プリウエット液膜)
RS	...	塗布液(塗布液膜)

30

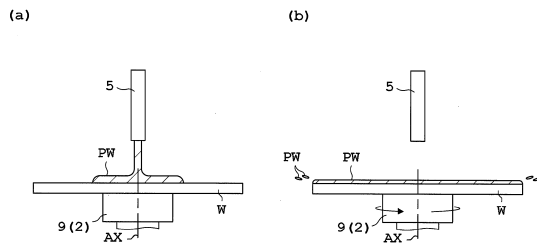
【図 1】



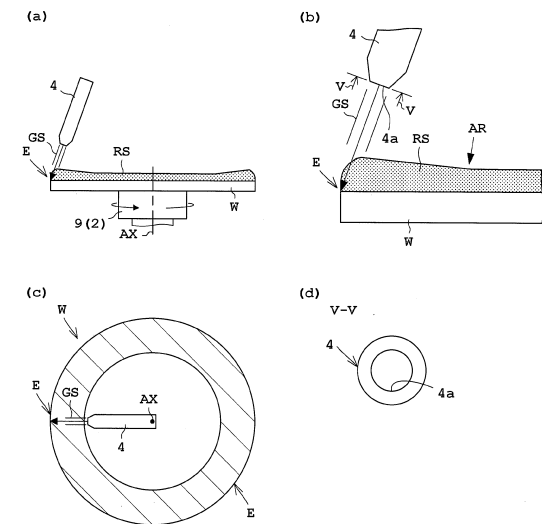
【図 2】



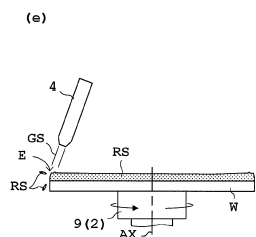
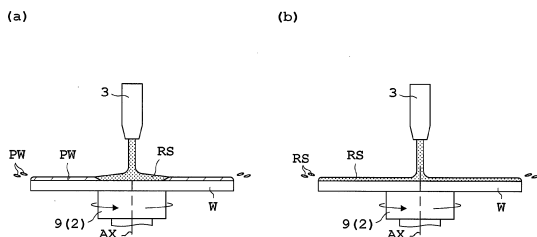
【図 3】



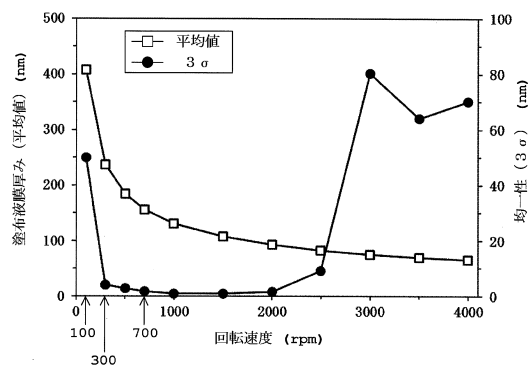
【図 5】



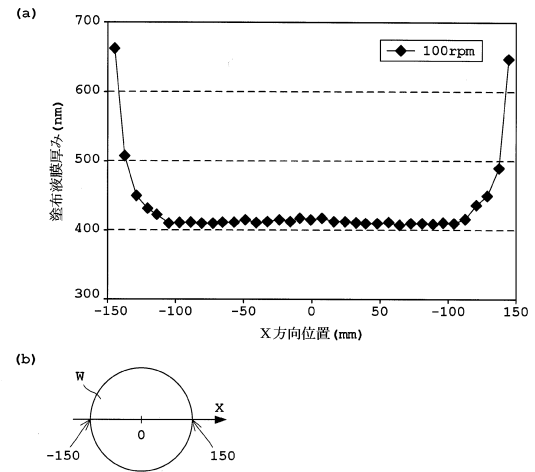
【図 4】



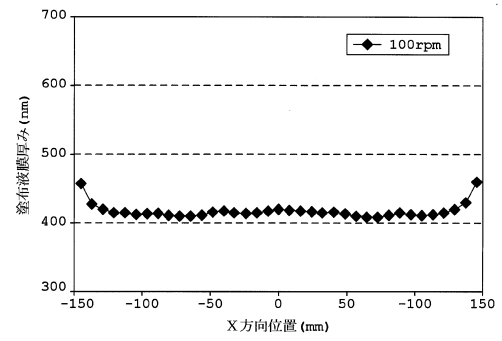
【図 6】



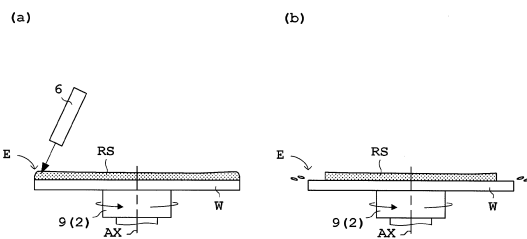
【図 7】



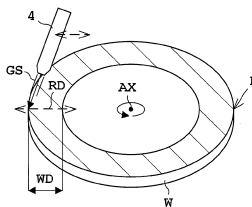
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 春本 将彦

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セミコンダクターソリューションズ内

(72)発明者 田中 裕二

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セミコンダクターソリューションズ内

審査官 團野 克也

(56)参考文献 特開平06-283417(JP,A)

特開2003-007612(JP,A)

特開2007-324153(JP,A)

国際公開第2011/114883(WO,A1)

特開昭64-047474(JP,A)

特開2011-036847(JP,A)

特開2010-099589(JP,A)

特開2003-037053(JP,A)

特開平09-106980(JP,A)

特開昭62-013029(JP,A)

特開2012-256780(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

IPC B05D 1/00 - 7/26

H01L21/027

21/30

21/46