

(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2007-144494

(P2007-144494A)

(43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/12 (2006.01)	B 2 3 K 26/12	4 E O 6 8
H O 1 S 3/00 (2006.01)	H O 1 S 3/00	5 F 1 7 2
B 2 3 K 26/42 (2006.01)	B 2 3 K 26/42	
H O 1 L 21/301 (2006.01)	H O 1 L 21/78	B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2005-345723 (P2005-345723)	(71) 出願人	000219967 東京エレクトロン株式会社
(22) 出願日	平成17年11月30日(2005.11.30)		東京都港区赤坂五丁目3番6号
		(74) 代理人	100091513 弁理士 井上 俊夫
		(74) 代理人	100109863 弁理士 水野 洋美
		(72) 発明者	西屋 憲 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放 送センター 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	古閑 法久 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放 送センター 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

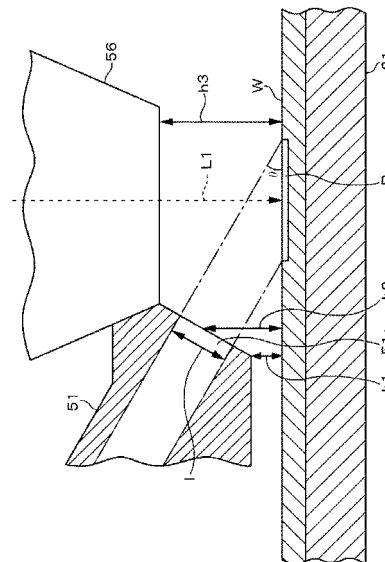
(54) 【発明の名称】 レーザー処理装置及びレーザー処理方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基板に液体を供給しながらレーザー光による処理を行う際に、前記液体中に発生する気泡の影響が抑えられ、被処理位置へのレーザー光の照射を高精度で行うこと。

【解決手段】 基板Wの被処理位置にレーザー光L1を照射する光照射部と、液体供給源と、液体供給路を介して液体供給源に接続され、その口径が0.4～1.0mmである液体吐出口51aを有し、液体供給源から供給された液体を基板Wに流速20～30m/sで20～35度の俯角方向から供給する供給ノズル51と、吐出された液体の案内部材56と、レーザー光の照射スポットの中心が、前記供給ノズル51の液体吐出口51aを吐出方向に延長したときの基板Wの投影領域Rに収まった状態で基板保持部21と、前記光照射部、案内部材56及び供給ノズル51とを相対的に水平方向に移動させる移動機構と、を備えた処理装置を用いる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を水平に保持する基板保持部と、

基板への被処理位置にレーザー光を照射して基板表面に対して処理を行う光照射部と、
液体を圧送して供給するための液体供給源と、

液体供給路を介して液体供給源に接続され、その口径が 0.4 mm～1.0 mm である液体吐出口を有し、前記液体供給源から供給された液体を、基板保持部に保持された基板に流速 20 m/s～30 m/s で 20 度～35 度の俯角方向から吐出する液体供給ノズルと、

前記基板の上方に設けられ、前記供給ノズルから吐出された液体がその下面と前記基板の表面との間を通過するように案内し、前記光照射部からのレーザー光を透過する透明体よりなる案内部材と、

光照射部から照射されたレーザー光の照射スポットの中心が、前記供給ノズルの液体吐出口を吐出方向に延長したときの基板表面における投影領域に収まった状態で当該照射スポットが基板表面を移動するように前記基板保持部と、前記光照射部、案内部材及び供給ノズルとを相対的に水平方向に移動させる移動機構と、を備えたことを特徴とするレーザー処理装置。

【請求項 2】

基板に液体を供給する際における液体吐出口の中心から基板までの高さが 0.5 mm～1.5 mm であることを特徴とする請求項 1 記載のレーザー処理装置。

【請求項 3】

基板を水平に保持する基板保持部と、

基板への被処理位置にレーザー光を照射して基板表面に対して処理を行う光照射部と、
液体を圧送して供給するための液体供給源と、

液体供給路を介して前記液体供給源に接続され、その液体吐出口から前記基板上に液体供給源から供給された液体を供給する液体供給ノズルと、

前記基板の上方に設けられ、前記液体供給ノズルから供給された液体がその下面と前記基板の表面との間を通過するように案内し、前記光照射部からのレーザー光を透過する透明体よりなる案内部材と、

前記液体供給路を通過する液体の脱気を行う脱気ユニットと、

前記基板の表面におけるレーザー光の照射スポットを移動させるために、前記基板保持部と、前記光照射部及び案内部材とを相対的に水平方向に移動させるための移動機構と、を備えたことを特徴とするレーザー処理装置。

【請求項 4】

前記液体供給源は、液体貯留部にガス供給源からのガスを供給して当該液体貯留部の液体を圧送する第 1 の液体供給源と、工場用力からなる第 2 の液体供給源とからなり、
第 1 の液体供給源には、第 1 の液体供給路を介してレーザー光による基板の被処理物を押し流すための第 1 の供給ノズルが接続され、

第 2 の液体供給源には、第 1 の液体供給ノズルの両側に夫々位置し、第 1 の液体供給ノズルからの液流を制御する、対をなす第 2 の液体供給ノズルが接続され、

第 1 の液体供給路及び第 2 の液体供給路は、夫々第 1 の脱気ユニット及び第 2 の脱気ユニットを備えた請求項 3 記載のレーザー処理装置

【請求項 5】

基板保持部に基板を水平に載置する工程と、

その口径が 0.4 mm～1.0 mm である液体吐出口を有し、液体供給路を介して、液体を圧送して供給するための液体供給源に接続された液体供給ノズルより、液体供給源から当該供給ノズルに供給された液体を流速 20 m/s～30 m/s で 20 度～35 度の俯角方向から基板に供給する工程と、

前記基板の上方に設けられ、前記光照射部からのレーザー光を透過する透明体よりなる案内部材により、前記供給ノズルから吐出された液体を当該案内部材の下面と前記基板の

10

20

30

40

50

表面との間を通過するように案内した状態で光照射部からレーザー光を案内部材を介して照射する工程と、

レーザー光の照射スポットの中心が、前記供給ノズルの液体吐出口を吐出方向に延長したときの基板表面における投影領域に収まった状態で当該照射スポットが基板表面を移動するように前記基板保持部と、前記光照射部、案内部材及び供給ノズルとを相対的に水平方向に移動させる工程と、を備えたことを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 6】

基板保持部に基板を水平に載置する工程と、
液体を圧送して供給するための液体供給源から液体供給路を介して当該液体供給源に接続された液体供給ノズルに液体を供給して、当該液体を液体供給ノズルの液体吐出口から前記基板上に吐出する工程と、
前記液体供給路を通過する液体の脱気を行う工程と、

前記基板の上方に設けられ、前記光照射部からのレーザー光を透過する透明体よりなる案内部材により、前記供給ノズルから吐出された液体を当該案内部材の下面と前記基板の表面との間を通過するように案内する工程と、

前記基板の表面におけるレーザー光の照射スポットを移動させるために、前記基板保持部と、前記光照射部及び案内部材とを相対的に水平方向に移動させる工程と、を備えたことを特徴とするレーザー処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板を水平方向に移動させ、前記基板の表面に液体を供給した状態でレーザー光を照射して、当該表面に対して所定の処理を行うレーザー処理装置及びレーザー処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置を製造する一連の工程の中にレーザー光を用い、例えば半導体ウエハ（以下ウエハという）や液晶ディスプレイ用ガラス基板などの基板に対して処理を行うプロセスが知られている。例えば特許文献 1 には、レーザー光を基板表面に沿って走査させることによりダイシングラインを形成する技術が記載されている。また特許文献 2 にはウエハの露光処理前においてウエハに予め形成された、ウエハの位置取りの基準となるアライメントマークを覆うレジスト膜を、レーザー光を照射することにより除去して当該マークを露出させる技術が記載されている。レーザー光はエネルギーが大きく、また高精度な位置合わせができることから、これらのような処理には好適である。

【0003】

前記レーザー光により基板表面の膜を処理すると、被処理物である膜の削り屑が当該基板表面に付着し、また処理された部分の周囲の膜がレーザー光により加熱されてその後の基板の処理が影響を受けるおそれがある。そこでこのような削り屑の付着や膜への熱影響を抑えるために基板表面に純水などの液体を供給して液膜を形成し、この液膜を介してレーザー光を当該基板表面に照射する場合がある。

【0004】

前記特許文献 2 には表面にレジスト膜が形成されたウエハに、既述のように液膜を介してレーザー光を照射することによって被処理位置（膜除去位置）のレジスト膜を除去して前記アライメントマークを露出させるレーザー処理装置について記載されている。図 18（a）を参照しながら簡単にこのレーザー処理装置の構成を説明する。図中 11 はウエハ W を保持するチャックであり、支持部 12 を介して不図示の駆動部に接続されており、水平に移動自在に構成されている。図中 13 はメインノズルであり、ウエハ W の被処理位置 10 に向けて例えば N₂（窒素）ガスなどの圧送用ガスにより加圧された純水を吐出するようになっている。図中 14 は案内部材であり、レーザー処理時に被処理位置 10 上に配置されてメインノズル 13 と後述のサブノズルから供給される液流をガイドする役割を持

10

20

30

40

50

ち、支持部材 14 a を介してメインノズル 13 に接続されている。またこの案内部材 14 はレーザー光を透過させるように例えば石英で構成されている。図中 16 はレーザー光照射部であり、図中点線で示すように被処理位置 10 に向けてレーザー光を照射する。

【0005】

また図中 17, 18 は夫々案内部材 14 に設けられたサブノズルである。これらのサブノズル 17, 18 は案内部材 14 の下面に開口しており、図 18 (b) に示すように上方から見た場合メインノズル 13 を挟んで夫々対称に配設され、被処理位置 10 に向けてメインノズル 13 よりも低い流速で純水を吐出してメインノズル 13 からの液流の広がりを抑える役割を有する。また図中 19 は液体回収部であり、各ノズル 13, 17, 18 から供給され、案内部材 14 の下方を通過した液流を吸引してウエハ W から除去する。

10

【0006】

このようなレーザー処理装置を用いてウエハ W に処理を行う場合は、案内部材 14 を被処理位置 10 の上部に移動させ、各ノズル 13, 17, 18 から純水を吐出させる一方で回収ノズル 19 から吸引を行い、ウエハ W と案内部材 14 との間に液流 10 a を形成した後、レーザー光照射部 16 からレーザー光を照射して被処理位置 10 の膜を切削する。そして切削された膜の削り屑は純水に押し流され、液体回収部 19 により当該純水とともにウエハ W から除去される。

【0007】

ところでレーザー光はパルスとして断続的に例えば $20 \mu\text{s}$ 毎に 1 回、被処理位置 10 に向けて打ち込まれるが、1 回のレーザー光のパルスの打ち込みにより被処理位置 10 の膜の成分の蒸発が起こるとともにこの蒸発物が打ち込まれたレーザー光のパルスのエネルギーを吸収することによって被処理位置 10 上でプラズマが発生する。このプラズマが周囲に存在する液体を急激に圧縮して、被処理位置 10 上に例えばその径が 1 mm 程度の気泡が発生する。このような気泡が被処理位置 10 上に存在している状態で続けてレーザー光のパルスが当該被処理位置 10 に向けて打ち込まれてこの気泡に衝突すると、レーザー光は光学散乱を起こして、被処理位置 10 に照射されずにその被処理位置 10 の周囲に照射されるおそれがある。その結果として被処理位置 10 の膜の加工が十分に行われず、被処理位置 10 の周囲の膜が損傷し、さらに前記液流 10 a の圧力を受けてその損傷した箇所の周囲の膜の剥離（デラミネーション）が起こるおそれがある。図 23 はこのような様子を模式的に示した図であり 19 a は基板表面部、19 b はレーザー光、19 c はダイシングライン、19 d は気泡である。

20

30

【0008】

このようなレーザー光の乱反射を防ぐためにはウエハ W のレーザー光の照射位置及び当該液流を供給する各ノズルを夫々適切に設計して、被処理位置から速やかに前記プラズマにより発生した気泡を押し流して取り除く必要がある。

【0009】

また前記レーザー処理装置において膜の削り屑を十分に液流により押し流してウエハ W 上から除去するために、メインノズル 13 から吐出される純水はある程度の流速を有するように加圧されている必要がある。そしてこのメインノズル 13 からの純水の流速を速くすれば既述のプラズマにより発生した気泡も被処理位置 10 上から速やかに押し流すことができ、この気泡によるレーザーの光学散乱を抑えることができると考えられる。

40

【0010】

しかし流速を速くした場合、純水がメインノズル 13 からウエハ W 上に吐出される際に純水が受ける圧力変化が大きくなり、当該純水中に溶解していたガスが液流中に細かな気泡（マイクロバブル）となって現れる、いわゆるキャビテーションが起こりやすくなる。このマイクロバブルにレーザー光が衝突した場合もそのレーザー光は既述のプラズマにより発生した気泡に衝突した場合と同様に光学散乱を起こして、被処理位置 10 に十分に照射されずにその被処理位置 10 の周囲に照射されてしまうおそれがある。

なおこれらのような問題は既述の特許文献 1 及び 2 には示唆されておらず、その解決手段も記載されていない。

50

【特許文献１】特開２００２－２２４８７８（図１）

【特許文献２】特開２００３－２４９４２７（段落００９６～００９９ 図２２～２４）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

本発明はこのような事情の下になされたものであり、その目的は、基板に液体を供給しながらレーザー光による処理を行う際に、前記液体中に発生する気泡の影響が抑えられ、基板の被処理位置へのレーザー光の照射を高精度で行うことができるレーザー処理装置及びレーザー処理方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

本発明のレーザー処理装置は、基板を水平に保持する基板保持部と、基板への被処理位置にレーザー光を照射して基板表面に対して処理を行う光照射部と、液体を圧送して供給するための液体供給源と、液体供給路を介して液体供給源に接続され、その口径が０．４mm～１．０mmである液体吐出口を有し、前記液体供給源から供給された液体を、基板保持部に保持された基板に流速２０m/s～３０m/sで２０度～３５度の俯角方向から供給する液体供給ノズルと、前記基板の上方に設けられ、前記供給ノズルから吐出された液体がその下面と前記基板の表面との間を通過するように案内し、前記光照射部からのレーザー光を透過する透明体よりなる案内部材と、光照射部から照射されたレーザー光の照射スポットの中心が、前記供給ノズルの液体吐出口を吐出方向に延長したときの基板表面における投影領域に収まった状態で当該照射スポットが基板表面を移動するように前記基板保持部と、前記光照射部、案内部材及び供給ノズルとを相対的に水平方向に移動させる移動機構と、を備えたことを特徴とする。このレーザー処理装置において例えば、基板に液体を供給する際における液体吐出口の中心から基板までの高さは０．５mm～１．５mmである。

【００１３】

また他の発明のレーザー処理装置は、基板を水平に保持する基板保持部と、基板への被処理位置にレーザー光を照射して基板表面に対して処理を行う光照射部と、液体を圧送して供給するための液体供給源と、液体供給路を介して前記液体供給源に接続され、その液体吐出口から前記基板上に液体供給源から供給された液体を供給する液体供給ノズルと、前記基板の上方に設けられ、前記液体供給ノズルから供給された液体がその下面と前記基板の表面との間を通過するように案内し、前記光照射部からのレーザー光を透過する透明体よりなる案内部材と、前記液体供給路を通過する液体の脱気を行う脱気ユニットと、前記基板の表面におけるレーザー光の照射スポットを移動させるために、前記基板保持部と、前記光照射部及び案内部材とを相対的に水平方向に移動させるための移動機構と、を備えたことを特徴とする。

【００１４】

前記レーザー処理装置は、例えば前記液体供給源は、液体貯留部にガス供給源からのガスを供給して当該液体貯留部の液体を圧送する第１の液体供給源と、工場用力からなる第２の液体供給源とからなり、第１の液体供給源には、第１の液体供給路を介してレーザー光による基板の被処理物を押し流すための第１の供給ノズルが接続され、第２の液体供給源には、第１の液体供給ノズルの両側に夫々位置し、第１の液体供給ノズルからの液流を制御する、対をなす第２の液体供給ノズルが接続され、第１の液体供給路及び第２の液体供給路は、夫々第１の脱気ユニット及び第２の脱気ユニットを備えている。

【００１５】

本発明のレーザー処理方法は、基板保持部に基板を水平に載置する工程と、その口径が０．４mm～１．０mmである液体吐出口を有し、液体供給路を介して、液体を圧送して供給するための液体供給源に接続された液体供給ノズルより、液体供給源から当該供給ノズルに供給された液体を流速２０m/s～３０m/sで２０度～３５度の俯角方向から基板に供給する工程と、前記基板の上方に設けられ、前記光照射部からのレーザー光を透過

10

20

30

40

50

する透明体よりなる案内部材により、前記供給ノズルから吐出された液体を当該案内部材の下面と前記基板の表面との間を通過するように案内した状態で光照射部からレーザー光を案内部材を介して照射する工程と、レーザー光の照射スポットの中心が、前記供給ノズルの液体吐出口を吐出方向に延長したときの基板表面における投影領域に収まった状態で当該照射スポットが基板表面を移動するように前記基板保持部と、前記光照射部、案内部材及び供給ノズルとを相対的に水平方向に移動させる工程と、を備えたことを特徴とする。

【0016】

また他の発明のレーザー処理方法は、基板保持部に基板を水平に載置する工程と、液体を圧送して供給するための液体供給源から液体供給路を介して当該液体供給源に接続された液体供給ノズルに液体を供給して、当該液体を液体供給ノズルの液体吐出口から前記基板上に吐出する工程と、前記液体供給路を通過する液体の脱気を行う工程と、前記基板の上方に設けられ、前記光照射部からのレーザー光を透過する透明体よりなる案内部材により、前記供給ノズルから吐出された液体を当該案内部材の下面と前記基板の表面との間を通過するように案内する工程と、前記基板の表面におけるレーザー光の照射スポットを移動させるために、前記基板保持部と、前記光照射部及び案内部材とを相対的に水平方向に移動させる工程と、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、基板表面に案内部材により案内された液体を介在させてレーザー光を照射して所定の処理を行うにあたり、0.4mm～1.0mmの口径を有する液体吐出口を持つ液体供給ノズルから流速20m/s～30m/sで、基板に20度～35度の俯角方向から液体を供給し、さらに光照射部から照射されたレーザー光の照射スポットの中心が前記供給ノズルの液体吐出口を吐出方向に延長したときの基板表面におけるへの投影領域に収まった状態で当該照射スポットが基板表面を移動するように基板への処理が行われる。このように処理が行われることで、基板へのレーザー照射により発生するプラズマに起因して液体中に発生する気泡が基板の照射スポット（被処理位置）から効率良く押し流され、レーザー光の光学散乱を抑えることができる。その結果として基板の被処理位置へのレーザー光の照射を高精度で行うことができる。

【0018】

また別の発明によれば、基板表面に案内部材により案内された液体を介在させてレーザー光を照射して所定の処理を行うにあたり、液体供給路を介して液体供給ノズルに接続された液体供給源から圧送された液体は、液体供給路に設けられた脱気ユニットにより当該供給路を通過する際に脱気されるので、液体供給ノズルから吐出される液体については、液体を圧送するために用いられるような、当該液体に溶解した気体が除去されているため、吐出時にキャビテーションが起こることが抑えられる。その結果として基板上に供給された液体中に気泡が発生することが抑えられ、この気泡によるレーザー光の光学散乱を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明のレーザー処理装置の実施の形態の一例として基板であるウエハWに例えばダイシングなどの所定の処理を行うレーザー処理装置について説明する。図1は、このレーザー処理装置の全体構成図である。図中21は、ウエハWを水平に吸着保持する基板保持部をなすチャックである。このチャック21は、ウエハWの撓みを防止するために、ウエハWと平面的にほぼ同じ大きさに形成されている。ここで平面的にほぼ同じ大きさとは、ウエハWが撓みが生じない程度に、両者が同じ大きさに形成されているということであり、例えばチャック21の直径がウエハWの直径±10mm程度に設定されていれば、両者が平面的に同じ大きさであるという。

【0020】

このチャック21は、上面が開口した略円筒状に形成されたカップ22内に配置され、

10

20

30

40

50

カップ 2 2 の底部中央に設けられた駆動部 2 1 a により鉛直軸回りに回転することができ、また昇降できるように構成されている。またチャック 2 1 例えばカップ 2 2 に接続されており、後述する X-Y ステージ 8 によりカップ 2 2 とともに水平に移動できるようになっている。前記カップ 2 2 の底部には、ウエハ W からこぼれ落ちた液体例えば純水を排出すると共に、カップ 2 2 内を排気するための排出ポート 2 3 が設けられている。さらにチャック 2 1 に保持されるウエハ W の直ぐ下方位置にてチャック 2 1 を囲むようにリング状の水平プレート部 2 4 が設けられ、この水平プレート部 2 4 の外縁部を下方側に屈曲して筒状部 2 5 が形成されている。

【0021】

更にこのレーザー処理装置は、ウエハ W のレーザーの照射領域にレーザーを照射するためのレーザー光照射部 3 と、ウエハ W 上に液膜を形成するための液膜形成部 4 とを備えている。レーザー光照射部 3 は、レーザー処理装置の外装体をなす図示しないケース体に固定されており、例えば YAG レーザーやエキシマレーザーなどの加工用レーザーを例えば 50 kHz で発振するレーザー光発振器 3 1 と、この発振器 3 1 からのレーザー光を例えば鉛直下方向に向かうように屈折させてウエハ W 表面に向かわせるハーフミラー 3 2 と、ハーフミラー 3 2 の下流側に設けられた、ウエハ W 上にレーザー光を結像させるためのレーザー結像加工光学系ユニット（以下「光学系ユニット」という）3 3 とを備えている。また図中 3 4 は撮像手段である CCD (charge coupled device) カメラであり、予めウエハ W の所定位置に形成されたノッチやオリフラレーション等の位置合わせ部位を検出する役割を有している。またこの CCD カメラ 3 4 は、ハーフミラー 3 2 からウエハ W の表面に向かうレーザー光の光軸を L 1 とすると例えばその CCD カメラの光軸 L 2 が前記 L 1 と一致するように前記レーザー処理装置のケース体に固定されている。

【0022】

液膜形成部 4 は、ウエハ W 上に例えば純粋などの液体やパージガスを供給するための例えば供給管により構成される供給路を夫々有し、複数の吐出ノズルを備えたノズルユニット 4 1 と、ウエハ W の表面におけるレーザー光の照射位置を通過した液体を回収する液体回収部 4 2 と、を備えている。前記ノズルユニット 4 1 は、例えば図 2 の斜視図、図 3 の斜め下方側から見た斜視図、図 4 の断面図、図 5 の略平面図に示すように、液体供給ノズルである 1 本のメインノズル 5 1 と、メインノズル 5 1 の両側に設けられ互いに対となる 2 本のサブノズル 5 2, 5 3 とを備えている。このメインノズル 5 1 及びサブノズル 5 2, 5 3 は後述するようにレーザー処理時においてウエハ W の被処理位置を通過する液流を形成することにより、被処理位置の周囲がレーザー光の熱により受ける影響を抑えとともにレーザー光によるウエハ W の表面の膜の除去物（被処理物）を押し流して、その除去物がウエハ W に付着することを押さえる役割を有している。なおメインノズル 5 1 は、請求の範囲でいう第 1 の液体供給ノズルに、サブノズル 5 2, 5 3 は第 2 の液体供給ノズルに夫々相当する。

【0023】

またノズルユニット 4 1 は、ウエハ W 及び後述の案内部材 5 6 にパージガスを供給するための 2 本のパージノズル 5 4, 5 5 と、前記メインノズル 5 1 及びサブノズル 5 2, 5 3 から吐出されてウエハ W 上を流れる液体を案内して液膜を形成する案内部材 5 6 と、を備えており、これらのノズル 5 1 ~ 5 5 はノズル本体 4 3 の内部に設けられている。前記案内部材 5 6 は、レーザー光を透過させるために、透明体である例えば石英ガラスを用いて例えば下面が平坦な逆円錐状に形成されている。

【0024】

前記ノズル本体 4 3 は略半円状の平面形状をなし、筒状を半割りにした構造体として、各ノズル 5 1 ~ 5 5 を一体的に成形したものであり、例えばポリ塩化ビニル (PVC) やポリテトラフルオロエチレン等の樹脂により形成されている。このノズル本体 4 3 の中央領域には、平面形状が略半円状の開口部 4 4 が形成されており、この開口部 4 4 に前記案内部材 5 6 が配置されるようになっている。

図中 5 5 は、案内部材 5 6 をノズル本体 4 3 に固定するための、例えばポリ塩化ビニルや

ポリテトラフルオロエチレン等の樹脂やセラミックスにより形成された固定部材である。なお各ノズル51～55はこのようにノズル本体43として一体的に成形されていなくても良いことはもちろんである。

【0025】

この固定部材45の中央領域には、例えば案内部材56の下面よりも大きく、上面よりも小さい開口部45aが形成されており、この開口部45aに案内部材56を挿入することにより、案内部材56の上部側が開口部45aに挟まった状態で固定部材45に装着され、この固定部材45をノズル本体43に形成された段部57に装着することにより、案内部材56がノズル本体43の所定位置に配置されることになっている。

【0026】

そして前記メインノズル51、サブノズル52、53、パージノズル54、55は、ノズル本体43に配置された案内部材56の下面近傍領域に向けて、夫々液体やパージガスを供給するように、案内部材56の外側に吐出口が形成されている。ここで51a、52a、53a、54a、55aは、夫々メインノズル51、サブノズル52、53、パージノズル54、55の吐出口である。各吐出口51a～55aは例えば円形に開口している。

【0027】

前記メインノズル51は、例えば案内部材56がノズル本体43に配置されたときに、案内部材56の下面の直下のほぼ中央に吐出口51aが位置するように設けられている。サブノズル52、53は、メインノズル51を中心にして互いに対称に夫々の吐出口52a、53aが位置し、パージノズル54、55は、夫々サブノズル52、53の外側に、メインノズル51を中心にして互いに対称に夫々の吐出口54a、55aが位置するように、夫々配置されている。具体的には、サブノズル52、53は、メインノズル51と案内部材56の下面の中央を結ぶ線L3を中心線として、この中心線から例えば $30^\circ \leq \theta_1 \leq 55^\circ$ 程度の角度で互いに対称に離れるように配置されており、またパージノズル54、55は、前記線L3を中心線として、この中心線L3から例えば $65^\circ \leq \theta_2 \leq 85^\circ$ 程度の角度で互いに対称に離れるように配置されている。つまりメインノズル51の吐出口51aは案内部材56の下面中央近傍に位置しており、サブノズル52、53、パージノズル54、55は、夫々の吐出口52a、53a、54a、55aが案内部材56の下面の周囲に位置するように、各々が設けられている。

【0028】

前記ノズルユニット41及び光学系ユニット33は支持部材47aを介して保持アーム47に固定されている。この保持アーム47の基端側は、当該保持アーム47を昇降させる昇降機構48に接続されており、また保持アーム47の先端側は後述する液体回収ノズル42aに接続されている。昇降機構48は保持アーム47を伴って、図1における紙面の表裏方向に伸びるレール49に沿って移動できるように設けられている。このように構成されることによりノズルユニット41、光学系ユニット33、液体回収ノズル42aが、ウエハWにレーザー光照射を行う処理位置とカップ22の外側の待機位置との間で移動自在に構成されている。また前記光学系ユニット33とノズルユニット41とは、前記処理位置に配置されたときに、レーザー光発振器31からのレーザー光が光学系ユニット33及び案内部材56を介してウエハWの表面に照射されるようになっている。

【0029】

図6～図7は前記処理位置に配置されたノズルユニット41のメインノズル51とチャック21に載置されたウエハWのレーザー光が照射される被処理位置との位置関係及び前記メインノズル51の構成を示した図である。図7中h1で示すメインノズル51の下端からウエハWまでの高さは、ウエハWとメインノズル51との接触を防ぐために例えば0.2mm以上であることが好ましい。

【0030】

またウエハWのレーザー光照射の際に生じるプラズマに起因した気泡によるレーザー光の乱反射を抑えるためにメインノズル51は次に説明するように構成される。前記メイン

10

20

30

40

50

ノズル 5 1 は図中鎖線で示すように俯角方向に純水を吐出するように設けられており、この純水の吐出方向とウエハ W とがなす角 θ は 20 度～35 度であり、既述のように円形に開口された吐出口 5 1 a の口径 l は 0.4 mm～2.0 mm である。なお θ の値が 35 度を超えるとこのメインノズル 5 1 の構造上、加工ができなくなるおそれがあり、 θ の値が 20 度よりも小さいと当該メインノズル 5 1 とウエハ W の加工点（被処理位置）との距離が長くなることで純水の抗力の影響を受けて流速が遅くなるおそれがある。純水が例えば所定の流速で吐出口 5 1 a から吐出される場合はこの吐出口 5 1 a が大きいほどウエハ W のレーザー光の照射領域に供給される純水の量が多くなり、前記気泡が処理領域上から押し流されやすくなるため有利であるが口径 l が 2.0 mm を超えると使用する純水の量が多くなりすぎてこのレーザー光による処理を行うためのコストが高くなるおそれがある。また口径 l が 0.4 mm よりも小さくなると気泡を十分に押し流すことができず、本発明の十分な効果を達成できなくなるおそれがある。 10

【0031】

この吐出口 5 1 a の中心からウエハ W までの高さ h_2 は好ましくは 0.5 mm～1.5 mm である。 h_2 が 1.5 mm を超えるとメインノズル 5 1 と加工点との距離が長くなるため水の抗力を受けて、流速が低下するおそれがあり 0.5 mm よりも小さいとメインノズル 5 1 の下面とウエハ W とが接触するおそれがある。また図中 R はこの吐出口 5 1 a のウエハ W への投影領域を示しており、レーザー光発振器 3 1 から照射されたレーザー光は、光学系ユニット 3 3 及び案内部材 5 6 を介してその光軸 L 1 がこの投影領域 R に向かうように照射される。なおウエハ W から案内部材 5 6 までの高さ h_3 は例えば 2 mm 程度である。 20

【0032】

図 8 はレーザー光が被処理位置に照射された場合における前記投影領域 R を上から見た図であり、前記レーザー光によりウエハ W 上に例えば円形の照射スポット（被処理位置）S が形成されるものとする、この照射スポット S の中心はこの投影領域 R に収まるようになっている。なお図 8（a）に示すようにスポット S 全体が投影領域 R に収まっていなくても例えば図 8（b）に示すようにスポット S の中心が投影領域 R に収まっていればスポット S の端部が投影領域 R からはみ出していてもよい。なおこのスポット S の直径は例えば 50 μm ～100 μm である。

【0033】

続いて液体回収部 4 2 について説明する。この液体回収部 4 2 は、例えば図 9 に示すように略直方体形状をなし、ウエハ W 上に形成された帯状の液流を回収できるように先端に吸引口 4 2 b を有する回収ノズル 4 2 a と、この回収ノズル 4 2 a に対して液体回収路 4 2 c を介して吸引力を作用させるエジェクタなどの吸引手段 4 2 d と、を備えている。 30

【0034】

ここで前記ノズルユニット 4 1 と回収ノズル 5 2 a とは、ノズルユニット 4 1 に設けられた案内部材 5 6 と回収ノズル 5 2 a とが互いに対向し、両者間の距離が例えば 100 mm 程度となるように夫々設けられている。なおノズルユニット 4 1 と回収ノズル 4 2 a とは、ノズルユニット 4 1 が前記処理位置にあるときに回収ノズル 4 2 a の下端が例えばウエハ W から 1 mm 程度上方側に配置されるような位置関係で夫々保持アーム 4 7 に固定されている。 40

【0035】

前記メインノズル 5 1 には純水を当該メインノズル 5 1 に供給するための第 1 の液体供給路 6 1 の一端が接続されており、またサブノズル 5 2, 5 3 には純水を当該サブノズル 5 2, 5 3 に供給するための第 2 の液体供給路 6 2 の一端が接続されている。この液体供給路 6 1 の他端は、バルブ V 1、液体供給機器群 6 1 a、第 1 の脱気ユニット 6 1 b をこの順に介して純水の貯留部である純水貯留タンク 6 1 c に接続されている。また貯留タンク 6 1 c の気相部分には純水を液体供給路 6 1 の下流側に供給するための圧送用ガスの供給路 6 1 d の一端側が開口しており、このガス供給路 6 1 d の他端側は、N₂ガスが貯留されたガス供給源 6 1 e に接続されている。なお純水貯留タンク 6 1 c、供給路 6 1 d 及 50

びガス供給源 6 1 e は請求の範囲でいう第 1 の液体供給源を構成している。

【0036】

また液体供給路 6 2 の他端は、バルブ V 2、液体供給機器群 6 2 a、第 2 の脱気ユニット 6 2 b、バルブ V 2 1 をこの順に介して液体供給源であり、液体供給路 6 2 に純水を加圧して供給するための第 2 の液体供給源である純水供給源 6 2 c に接続されており、この純水供給源 6 2 c は、例えば工場の用力により構成され、バルブ V 2 及び V 2 1 が開かれるとこの純水供給源 6 2 c からサブノズル 5 2、5 3 に純水が供給されるようになっている。なお工場の用力とはこのレーザー処理装置が設置される工場において納入された様々な設備装置を稼働させるために工場に備えられた、各種の処理用ガスや作動用ガスなどの気体や純水、冷却水、処理液などの液体を供給したり、排液や排気などを行ったりする設備のことである。 10

【0037】

前記脱気ユニット 6 1 b、6 2 b は例えば各々同様に構成されている。図 10 は脱気ユニット 6 1 b の縦断側面図であり、図中 7 1 は上流側の液体供給路 6 1 に接続された入口側継手であり、図中 7 2 は下流側の液体供給路 6 1 に接続された出口側継手である。図中 7 3 は継手 7 1、7 2 を介してその両端部が各々液体供給路 6 1 に接続された多数の細管であり、各細管 7 3 は例えば四フッ化エチレン樹脂からなる微細孔を有する気体透過膜材により構成されている。図中 7 4 はチャンバであり、細管 7 3 の周囲を囲み密閉空間 7 5 を形成している。チャンバ 7 4 には前記密閉空間 7 5 に連通する脱気用配管 7 6 の一端が接続されており、この脱気用配管 7 6 の他端は調圧バルブ 7 7 を介して例えばエジェクターポンプなどの排気手段 7 8 に接続されている。 20

【0038】

そして前記調圧バルブ 7 6 が開かれると、その調圧バルブ 7 6 の開度に従って密閉空間 7 5 が負圧化されて例えば所定の圧力になり、このような状態で上流側の液体供給路 6 1 から各細管 7 3 に純水が流入するとこの純水中に溶存している圧送用ガスとして用いた N₂ ガスなどの気体が細管 7 3 の微細孔を通過して前記密閉空間 7 5 に流れ込み、純水中から除去される。このようにして気体が除去された純水が、細管 7 3 から下流側の液体供給路 6 1 に流れ込むようになっている。

【0039】

また前記パージノズル 5 4、5 5 にはパージガス供給路 6 3 の一端が接続されており、パージガス供給路 6 3 の他端はバルブ V 3、ガス供給機器群 6 3 a をこの順に介して例えばパージガスである空気の供給源 6 3 b に接続されている。 30

【0040】

なお液体供給機器群 6 1 a、6 2 a 及びガス供給機器群 6 3 a は、例えばマスフローコントローラやポンプなどを含み、液体供給路 6 1、6 2 及びガス供給路 6 3 を流れる純水及びパージガスの流量を夫々制御する。

【0041】

そしてウエハ W へのレーザー処理時においては、バルブ V 1 が開かれ、N₂ ガス供給源 6 1 e から N₂ ガスが純水貯留タンク 6 1 c に供給され、タンク 6 1 c 内の圧力が高まり、純水が液体供給路 6 1 を下流側に流通し、メインノズル 5 1 から吐出される。また例えばバルブ V 1 が開かれると略同時にバルブ V 2、V 2 1 が開かれ、工場の用力により純水が液体供給路 6 2 を下流側に流通し、サブノズル 5 2、5 3 から純水が吐出される。このとき液体供給機器群 6 1 a を介してメインノズル 5 1 から吐出される純水の流速が 20 m/s ～ 30 m/s となるように制御される。この流速が 20 m/s よりも低いとレーザー処理により純水中に発生する気泡が十分に押し流すことができないおそれがあり、この流速が 30 m/s を超えると液流によりウエハ W の表面の膜が傷つけられるおそれがある。また液体供給機器群 6 1 b はサブノズル 5 2、5 3 から吐出される純水の流速をメインノズル 5 1 から吐出される流速よりも小さく例えば 1 m/s になるように制御する。 40

【0042】

ウエハ W にレーザー処理を行う際にこのように純水が各ノズル 5 1 ～ 5 3 から吐出され 50

ると図12に示すようにサブノズル52, 53から吐出された液流は、メインノズル51から吐出された液流との圧力差によってこのメインノズル51から吐出された液流に合流する。またメインノズル51から吐出された液流はこのサブノズル52, 53からの液流によって拡散することが抑えられ、合流した液流91はウエハWと案内部材56との間に液膜を形成し、図中矢印で示すように案内部材56の下方を通過した後、既述の回収ノズル42aに向かいこの回収ノズル52aから吸引されてウエハW上から除去される。このような液流を形成することによりレーザー光照射によるウエハW表面からの除去物を拡散させずに当該液流とともに除去することができるようになっている。

【0043】

またバルブV3を開いてパージガス供給路72にパージガスを通流させることにより、パージノズル54, 55から、案内部材56の下面に向けてパージガスが供給されるようになっている。

【0044】

更にまたこのレーザー処理装置は、図1において一点鎖線で示すように、カップ22及びチャック21を水平面に沿って移動させるための移動機構であるX-Yステージ8を備えている。このX-Yステージ8は、図12に示すようにカップ22を載置するステージ81と、このステージ81をX方向に移動させる駆動機構を備えたステージ82とからなる。ステージ82は、レーザー処理装置における既述の外装体をなすケース体(図示せず)に固定された基台83上をY方向に移動できるように構成されている。

【0045】

次に既述のレーザー処理装置を用いてその表面にポリイミド膜が形成され、例えばそのポリイミド膜に既に集積回路が形成されたウエハWのダイシングを行う手順について図13を参照しながら説明する。先ず前記ウエハWを図示しない搬送アームから、受け渡し位置にあるカップ22内のチャック21に受け渡す。この受け渡しは例えばチャック21を昇降させることにより行われる。そしてCCDカメラ34がチャック21に載置されたウエハW上に形成された位置合わせ部位であるオリエンテーションフラットまたはノッチあるいはターゲットマーク等を検出し、その検出位置に基づいてウエハWの位置合わせを行う。次いでチャック21及びカップ22をX-Yステージ8により移動させ、ウエハW上のダイシング開始ポイントをレーザー光照射部3の光軸L1上に位置させる。

【0046】

チャック21及びカップ22の移動後、昇降機構48が保持アーム47を介して、光学系ユニット33、ノズルユニット41及び回収ノズル42aを待機位置から既述の処理位置に移動させ、ノズルユニット41は、既述のようにレーザー光照射部3からウエハWにレーザー光が照射された場合に、そのレーザー光の照射スポットSの中心がメインノズル51の吐出口51aを吐出方向に延長したときのウエハWの表面における投影領域に収まるように配置される。次にバルブV1が開かれるとともに、ガス供給源61eから貯留タンク61cにN2ガスが供給され、純水が供給路61に流れ込む。供給路61に流れ込んだ純水は夫々既述のように脱気ユニット61bにより脱気され、さらに液体供給機器群61aにより流量制限を受け、メインノズル51から例えば流速20m/sでウエハWに吐出される。また例えばバルブV1が開かれるのと略同時にバルブV2, V21が開かれ、工場の用力により供給路62を下流側に流通した純水が脱気ユニット62bにより脱気され、さらに液体供給機器群62aにより流量制限を受け、メインノズル51から純水が吐出されるのと略同時にサブノズル52, 53から例えば流速1m/sでウエハWに吐出される。各ノズル51~53から吐出された純水は前記図11で示した回収ノズル42aへ向かう液流91を形成し、ウエハWと案内部材56との間に液膜が形成される(図13(a))。なお例えばバルブV1, V2, V21を開くと同時に液体回収部42の吸引手段42dを動作させておくことにより回収ノズル42aに向かった液流91は吸引され、ウエハWから除去される。

【0047】

そしてこのようにウエハW上に液流91を形成した状態でレーザー光照射部3からレー

10

20

30

40

50

レーザー光を、案内部材 5 6 を通じてウエハ W の表面に照射しながら、例えば図 1 4 に示すように、X-Y ステージ 8 によりチャック 2 1 及びカップ 2 2 を先ず例えば Y 方向に移動させ、続いて X 方向に移動させてレーザー光によりウエハ W の表面をさいの目状に走査する。このとき図 1 3 中点線で示す矢印の方向に液流 9 1 が形成される。この結果ウエハ W の表面がレーザー光により切削され、いわばウエハ W がハーフカットされてダイシングラインが形成される（図 1 3 (b)）。なおダイシングラインが形成されたウエハ W は、後工程でウエハ W の裏面側からダイシングラインに沿ってカットされてチップに分断されることになる。またレーザー光により切削された削り屑は液流 9 1 に乗って回収ノズル 4 2 a から回収される。なおメインノズル 5 1、サブノズル 5 2、5 3 から供給された純水の大部分は回収ノズル 4 2 a から回収されるが、回収されなかった純水はカップ 2 2 内にこぼれ落ち、カップ 2 2 内にこぼれ落ちた純水は排出ポート 2 3 から排出される。

10

【0048】

レーザー光によるダイシングラインの形成処理が終了すると、バルブ V 1、V 2 が閉じられ各ノズル 5 1～5 3 からの純水の吐出が停止する。続けて排出ポート 2 3 から排気が行われながら、駆動部 2 1 a を介してチャック 2 1 が高速で回転して、ウエハ W 上に残留している純水を振り切って乾燥させる。

【0049】

こうして一連の工程が終了した後、ノズルユニット 4 1 や案内部材 5 6 を前記待機位置に移動させ、チャック 2 1 が上昇してウエハ W が図示しない搬送アームに受け渡される。続いて次のウエハ W がチャック 2 1 に受け渡される前にノズルユニット 4 1 又はチャック 2 1 を、図 1 5 に示すようにノズルユニット 4 1 がチャック 2 1 の外縁近傍領域に位置するように移動させる。次にバルブ V 3 を開いてガス供給源 6 3 b のパージガスをパージガス供給路 6 3 を介してパージノズル 5 4、5 5 からチャック 2 1 の外端面近傍領域に向けて吐出させ、またチャック 2 1 を所定の回転数例えば 1000 rpm 程度の回転数にて回転させる。吐出されたパージガスは案内部材 5 6 の下面を通過してチャック 2 1 の外端面近傍領域に吹き付けられることにより、案内部材 5 6 の下面及びチャック 2 1 の外端面近傍領域に付着した純水が飛散して、これらの各部が乾燥される（図 1 3 (c)）。例えば所定時間パージガスを供給して前記乾燥が終了した後バルブ V 3 が閉じられパージガスの供給が停止される。

20

【0050】

上記の実施の形態によれば、0.4 mm～1.0 mm の口径を有する吐出口 5 1 a を持つメインノズル 5 1 を備え、当該メインノズル 5 1 から流速 20 m/s～30 m/s で、ウエハ W に 20 度～35 度の俯角方向から純水を供給し、さらにレーザー光照射部 3 から照射されたレーザー光の照射スポット S の中心が前記メインノズル 5 1 の吐出口 5 1 a を吐出方向に延長したときのウエハ W の表面における投影領域に収まった状態で当該照射スポット S がウエハ W 表面を移動するように、ウエハ W を保持するチャック 2 1 を移動させる X-Y ステージ 8 を備えている。このようにレーザー処理装置を構成することによってウエハ W へのレーザー照射により被処理位置である、レーザー光の照射スポット S 上にプラズマが発生して、そのプラズマにより純水中において前記スポット S 上に気泡が発生しても、その気泡はウエハ W の被処理位置であるレーザー光の照射スポット S 上から効率良く押し流され、後述する評価試験が示すようにレーザー光の乱反射を抑えることができる。その結果としてウエハ W の被処理位置へのレーザー光の照射を高精度で行うことができる。

30

40

【0051】

また上記実施形態によれば、メインノズル 5 1 は純水の貯留タンク 6 1 c に液体供給路 6 1 を介して接続され、液体供給路 6 1 には脱気ユニット 6 1 b が介設されている。またサブノズル 5 2、5 3 は液体供給路 6 2 を介して工場の用力により構成される液体供給源 6 2 c に接続され、液体供給路 6 2 には脱気ユニット 6 2 b が接続されている。これにより貯留タンク 6 1 c にガス供給源 6 1 e から窒素ガスを供給して純水をメインノズル 5 1 に圧送するにあたって純水中に溶存した窒素ガスが脱気されて除去されると共に工場の用

50

力により液体供給路 6 2 を下流側に圧送された純水中に含まれる溶存ガスが脱気されて除去される。従って純水が各ノズルから吐出される際にキャビテーションが起こることが抑えられる。その結果としてウェハ W 上に供給された純水中に気泡が発生することが抑えられ、この気泡によるレーザー光の光学散乱を抑えることができる。

【0052】

以上において本発明は、上述のダイシングラインを形成するレーザー処理の他、例えばマスクの修正や、マーキング等のレーザー処理に適用することができる。

【0053】

なお上記実施形態において脱気ユニット 6 1 b, 6 2 b としては液体供給路 6 1, 6 2 を流通する純水を脱気できればよく、既述のような構成に限られない。例えばより確実に脱気を行うために前記脱気ユニット 6 1 b の細管 7 3 に超音波を照射して N₂ガスと純水との分離が行われるような構成であってもよい。

また圧送用ガスとしては N₂ガスの他に空気や Ar (アルゴン) ガスなどを用いてもよい。

【0054】

またサブノズル 5 2, 5 3 に純水を供給するのは工場の用力によることに限られず、図 1 6 に示すようにレーザー処理装置を構成してもよい。このレーザー処理装置におけるサブノズル 5 2, 5 3 に接続された液体供給路 6 2 の他端は、バルブ V 2、液体供給機器群 6 2 a、脱気ユニット 6 2 b をこの順に介して純水の貯留部である純水貯留タンク 6 4 に接続され、また貯留タンク 6 4 の気相部分には純水を液体供給路 6 2 の下流側に供給するための圧送用ガスの供給路 6 5 の一端側が開口しており、このガス供給路 6 5 の他端側は、N₂ガスが貯留されたガス供給源 6 6 に接続されているような構成であってもよい。このような装置においては例えば既述のレーザー処理装置のようにバルブ V 1 が開かれメインノズル 5 1 から純水が吐出されるのと略同時にバルブ V 2 が開かれ、さらにガス供給源 6 6 から N₂ガスが圧送され純水貯留タンク 6 4 の純水がサブノズル 5 2, 5 3 に供給される。なおこのような差異を除いてこのレーザー処理装置は図 1 に示すレーザー処理装置と同様に構成される。

【0055】

(評価試験)

既述の実施形態で説明したものと同様のレーザー処理装置を用いて、既述の手順に従い、表面にポリイミド膜が形成された Si (シリコン) 基板であるウェハ W にレーザー光を照射しながら X-Y ステージ 8 を所定方向に所定距離を移動させてポリイミド膜を削り取ることによって前記ウェハ W 表面に直線状のダイシングライン (溝) を形成し、そのダイシングラインの形状及びダイシングラインの周囲におけるポリイミド膜の損傷を評価する評価試験を行った。

【0056】

評価試験 1 としては図 7 中 1 で示した吐出口 5 1 a の口径が 0.4 mm であるメインノズル 5 1 を用い、またレーザー処理時において図 7 中 h 2 で示す吐出口 5 1 a の中心とウェハ W との距離を 1.5 mm に設定した。そして吐出口 5 1 a から吐出する純水の流速及び図 7 中 θ で示すノズルの角度を夫々処理を行うウェハ W 毎に変化させてダイシングラインの形成を行った。なおレーザー光の照射スポット S の中心は吐出口 5 1 a を吐出方向に延長したときの投影領域 R 内に位置するようにした。なお以降の各評価試験についてもレーザー光の照射スポット S は、この評価試験 1 と同様に前記投影領域 R 内に位置するようにした。

【0057】

前記評価試験 1 において流速を 20 m/s、 θ を 20 度としたものを実施例 1-1、流速を 20 m/s、 θ を 35 度としたものを実施例 1-2、流速を 30 m/s、 θ を 35 度としたものを実施例 1-3、流速を 30 m/s、 θ を 20 度としたものを実施例 1-4 とした。

また評価試験 1 において流速を 15 m/s、 θ を 20 度としたものを比較例 1-1、流

速を 15 m/s 、 θ を 35 度としたものを比較例 1-2、流速を 20 m/s 、 θ を 15 度としたものを比較例 1-3、流速を 30 m/s 、 θ を 15 度としたものを比較例 1-4、流速を 20 m/s 、 θ を 40 度としたものを比較例 1-5、流速を 35 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 1-6 とした。

【0058】

このように形成されたダイシングラインの評価については、図 17 (a) ~ (c) に示すようにそのダイシングラインが均一な幅を持ち、ダイシングラインの周囲のポリイミド膜の損傷や剥離が見られず、ダイシングラインが鮮明に形成されているものを合格（評価○）とし、また図 17 (d) ~ (f) に示すようにダイシングラインの周囲のポリイミド膜が損傷し、剥離することによってダイシングラインの幅が不均一であるかまたはダイシングラインが不鮮明であったものを不合格（評価×）とした。表 1 はこれら実施例 1-1 ~ 1-4 及び比較例 1-1 ~ 1-6 の結果を表にしたものである。この表に示されるように評価の結果、実施例 1-1 ~ 1-4 においては合格であったが、比較例 1-1 ~ 1-6 においては不合格であった。

【0059】

【表 1】

口径 $l = 0.4 \text{ mm}$ 距離 $h_2 = 1.5 \text{ mm}$

	流速 (m/s)	角度 θ	評価
実施例 1-1	20	20	○
実施例 1-2	20	35	○
実施例 1-3	30	35	○
実施例 1-4	30	20	○
比較例 1-1	15	20	×
比較例 1-2	15	35	×
比較例 1-3	20	15	×
比較例 1-4	30	15	×
比較例 1-5	20	40	×
比較例 1-6	35	20	×

【0060】

続いて評価試験 2 としてメインノズル 51 の吐出口 51a の口径 l を 1.0 mm とし、また吐出口 51a の中心とウエハ W との距離 h_2 を 0.5 mm とした。そして評価試験 1 と同様に吐出口 51a から吐出する純水の流速及びノズルの角度 θ を処理を行うウエハ W 毎に変化させてダイシングラインの形成を行った。

【0061】

前記評価試験 2 において流速を 20 m/s 、 θ を 20 度としたものを実施例 2-1、流速を 20 m/s 、 θ を 35 度としたものを実施例 2-2、流速を 30 m/s 、 θ を 35 度としたものを実施例 2-3、流速を 30 m/s 、 θ を 20 度としたものを実施例 2-4 と

した。

また評価試験 2 において流速を 15 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 2-1、流速を 15 m/s 、 θ を 35 度としたものを比較例 2-2、流速を 20 m/s 、 θ を 15 度としたものを比較例 2-3、流速を 30 m/s 、 θ を 15 度としたものを比較例 2-4、流速を 20 m/s 、 θ を 40 度としたものを比較例 2-5、流速を 35 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 2-6 とした。

【0062】

表 2 はこれら実施例 2-1～2-4 及び比較例 2-1～2-6 の結果を表にしたものである。この表に示されるように実施例 2-1～2-4 のダイシングラインの評価はいずれも合格であり、比較例 2-1～2-6 のダイシングラインの評価はいずれも不合格であった。

10

【0063】

【表 2】

口径 $l = 1.0 \text{ mm}$ 距離 $h_2 = 0.5 \text{ mm}$

	流速 (m/s)	角度 θ	評価
実施例 2-1	20	20	○
実施例 2-2	20	35	○
実施例 2-3	30	35	○
実施例 2-4	30	20	○
比較例 2-1	15	20	×
比較例 2-2	15	35	×
比較例 2-3	20	15	×
比較例 2-4	30	15	×
比較例 2-5	20	40	×
比較例 2-6	35	20	×

20

30

【0064】

続いて評価試験 3 として吐出口 51a の中心とウエハ W との距離 h_2 を 0.5 mm とし、評価試験 1 と同様に吐出口 51a の口径 l を 0.4 mm とした。そして各ウエハ W 毎に吐出口 51a から吐出する純水の流速及び角度 θ を変化させてダイシングラインの形成を行った。

40

【0065】

前記評価試験 3 において流速を 20 m/s 、 θ を 20 度としたものを実施例 3-1、流速を 20 m/s 、 θ を 35 度としたものを実施例 3-2、流速を 30 m/s 、 θ を 35 度としたものを実施例 3-3、流速を 30 m/s 、 θ を 20 度としたものを実施例 3-4 とした。

また評価試験 3 において流速を 15 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 3-1、流

50

速を 15 m/s 、 θ を 35 度としたものを比較例 3-2、流速を 20 m/s 、 θ を 15 度としたものを比較例 3-3、流速を 30 m/s 、 θ を 15 度としたものを比較例 3-4、流速を 20 m/s 、 θ を 40 度としたものを比較例 3-5、流速を 35 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 3-6 とした。

【0066】

表 3 はこれら実施例 3-1～3-4 及び比較例 3-1～3-6 の結果を表にしたものである。この表に示されるように実施例 3-1～3-4 のダイシングラインの評価はいずれも合格であり、比較例 3-1～3-6 のダイシングラインの評価はいずれも不合格であった。

【0067】

【表 3】

口径 $1 = 0.4 \text{ mm}$ 距離 $h2 = 0.5 \text{ mm}$

	流速 (m/s)	角度 θ	評価
実施例 3-1	20	20	○
実施例 3-2	20	35	○
実施例 3-3	30	35	○
実施例 3-4	30	20	○
比較例 3-1	15	20	×
比較例 3-2	15	35	×
比較例 3-3	20	15	×
比較例 3-4	30	15	×
比較例 3-5	20	40	×
比較例 3-6	35	20	×

【0068】

続いて評価試験 4 として吐出口 51a の中心とウエハ W との距離 $h2$ を 1.5 mm とし、評価試験 2 と同様に吐出口 51a の口径 1 を 1.0 mm とした。そして既述の各評価試験と同様に各ウエハ W 毎に吐出口 51a から吐出する純水の流速及び角度 θ を変化させてダイシングラインの形成を行った。

【0069】

前記評価試験 4 において流速を 20 m/s 、 θ を 20 度としたものを実施例 4-1、流速を 20 m/s 、 θ を 35 度としたものを実施例 4-2、流速を 30 m/s 、 θ を 35 度としたものを実施例 4-3、流速を 30 m/s 、 θ を 20 度としたものを実施例 4-4 とした。

また評価試験 4 において流速を 15 、 θ を 20 としたものを比較例 4-1、流速を 15

10

20

30

40

50

m/s、 θ を35度としたものを比較例4-2、流速を20m/s、 θ を15度としたものを比較例4-3、流速を30m/s、 θ を15度としたものを比較例4-4、流速を20m/s、 θ を40度としたものを比較例4-5、流速を35m/s、 θ を20度としたものを比較例4-6とした。

【0070】

表4はこれら実施例4-1～4-4及び比較例4-1～4-6の結果を表にしたものである。この表に示されるように実施例4-1～4-4のダイシングラインの評価はいずれも合格であり、比較例4-1～4-6のダイシングラインの評価はいずれも不合格であった。

【0071】

【表4】

口径 $l=1.0\text{ mm}$ 距離 $h_2=1.5\text{ mm}$

	流速 (m/s)	角度 θ	評価
実施例 4-1	20	20	○
実施例 4-2	20	35	○
実施例 4-3	30	35	○
実施例 4-4	30	20	○
比較例 4-1	15	20	×
比較例 4-2	15	35	×
比較例 4-3	20	15	×
比較例 4-4	30	15	×
比較例 4-5	20	40	×
比較例 4-6	35	20	×

【0072】

続いて評価試験5として吐出口51aの中心とウエハWとの距離 h_2 を0.5mmとし、口径 l を0.2mmとした。そして既述の各評価試験と同様に各ウエハW毎に吐出口51aから吐出する純水の流速及び角度 θ を変化させてレーザー処理を行った。

この評価試験5において流速を20m/s、 θ を20度としたものを比較例5-1、流速を20m/s、 θ を35度としたものを比較例5-2、流速を30m/s、 θ を35度としたものを比較例5-3、流速を30m/s、 θ を20度としたものを比較例5-4、流速を15m/s、 θ を20度としたものを比較例5-5、流速を15m/s、 θ を35度としたものを比較例5-6、流速を20m/s、 θ を15度としたものを比較例5-7、流速を30m/s、 θ を15度としたものを比較例5-8、流速を20m/s、 θ を40度としたものを比較例5-9、流速を35m/s、 θ を20度としたものを比較例5-10とした。表5はこれら比較例5-1～5-10の結果を表にしたものであり、この表

に示されるように比較例 5-1～5-10 のダイシングラインの評価はいずれも不合格であった。

【0073】

【表 5】

口径 $l=0.2\text{ mm}$ 距離 $h_2=0.5\text{ mm}$

	流速 (m/s)	角度 θ	評価
比較例 5-1	20	20	×
比較例 5-2	20	35	×
比較例 5-3	30	35	×
比較例 5-4	30	20	×
比較例 5-5	15	20	×
比較例 5-6	15	35	×
比較例 5-7	20	15	×
比較例 5-8	30	15	×
比較例 5-9	20	40	×
比較例 5-10	35	20	×

10

20

30

【0074】

続いて評価試験 6 として吐出口 51a の中心とウエハ W との距離 h_2 を 0.5 mm とし、口径 l を 1.5 mm とし、各ウエハ W 毎に吐出口 51a から吐出する純水の流速及び角度 θ を変化させてダイシングラインの形成を行った。

また評価試験 6 において流速を 20 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 6-1、流速を 20 m/s 、 θ を 35 度としたものを比較例 6-2、流速を 30 m/s 、 θ を 35 度としたものを比較例 6-3、流速を 30 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 6-4、流速を 15 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 6-5、流速を 15 m/s 、 θ を 35 度としたものを比較例 6-6、流速を 20 m/s 、 θ を 15 度としたものを比較例 6-7、流速を 30 m/s 、 θ を 15 度としたものを比較例 6-8、流速を 20 m/s 、 θ を 40 度としたものを比較例 6-9、流速を 35 m/s 、 θ を 20 度としたものを比較例 6-10 とした。表 6 はこれら比較例 6-1～6-10 の結果を表にしたものであり、この表に示されるように比較例 6-1～6-10 のダイシングラインの評価はいずれも不合格であった。

40

【0075】

【表 6】

口径 $1 = 1.5 \text{ mm}$ 距離 $h_2 = 0.5 \text{ mm}$

	流速 (m/s)	角度 θ	評価
比較例 6-1	20	20	×
比較例 6-2	20	35	×
比較例 6-3	30	35	×
比較例 6-4	30	20	×
比較例 6-5	15	20	×
比較例 6-6	15	35	×
比較例 6-7	20	15	×
比較例 6-8	30	15	×
比較例 6-9	20	40	×
比較例 6-10	35	20	×

10

20

30

【0076】

続いて評価試験7として口径1を0.6mmとし、純水の流速を20m/sとした。また角度 θ を30度とし、そしてこれまでの評価試験と異なり吐出口51aの中心とウエハWとの距離 h_2 を変化させてダイシングラインの形成を行った。 h_2 が0.3mmであるものを実施例7-1、0.6mmであるものを実施例7-2、0.9mmであるものを実施例7-3、1.2mmであるものを実施例7-4、1.5mmであるものを実施例7-5とした。1.8mmであるものを実施例7-6、2.1mmであるものを実施例7-7とした。

表7はこれら実施例7-1～7-7の結果を表にしたものであり、この表に示されるように実施例7-2～7-5のダイシングラインの評価は合格であり、7-1、7-6、7-7のダイシングライン評価は不合格であった。

40

【0077】

【表 7】

口径 $1 = 0.6 \text{ mm}$ 流速 $= 20 \text{ (m/s)}$ 角度 $\theta = 30^\circ$

	距離 $h2 \text{ (mm)}$	評価
実施例 7-1	0.3	×
実施例 7-2	0.6	○
実施例 7-3	0.9	○
実施例 7-4	1.2	○
実施例 7-5	1.5	○
実施例 7-6	1.8	×
実施例 7-7	2.1	×

10

20

【0078】

以上の各評価試験の結果から、基板へ吐出される純水の角度、メインノズルの吐出口の中心と基板との高さ、メインノズルから吐出される純水の流速、メインノズルの吐出口の口径といったパラメータを調整してレーザー処理を行うことは、レーザー光によるプラズマが原因で発生した気泡の影響を抑えてウエハに精度の高いレーザー処理を行う上で有効

30

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図 1】本発明に係るレーザー処理装置の一実施の形態の全体構成を示す縦断面図である。

【図 2】前記レーザー処理装置に設けられるノズルユニットの一例を示す斜視図である。

【図 3】前記ノズルユニットを示す斜視図である。

【図 4】前記ノズルユニットを示す断面図である。

【図 5】前記ノズルユニットの一部を示す平面図である。

【図 6】前記ノズルユニットに設けられたメインノズルの基板への投影領域と基板に照射されるレーザー光の光軸との位置関係を示した説明図である。

40

【図 7】前記メインノズルの各部の寸法及びメインノズルの基板への投影領域と前記光軸との位置関係を示した説明図である。

【図 8】前記投影領域と基板上のレーザー光のスポットとの位置関係を示した説明図である。

【図 9】上記の実施の形態に用いられる回収ノズルを示す概略斜視図である。

【図 10】上記の実施の形態に用いられる脱気ユニットの構成を示した説明図である。

【図 11】前記ノズルユニットから供給される液流の様子を示した説明図である。

【図 12】上記の実施の形態におけるカップ及び移動機構を示す概略斜視図である。

【図 13】図 1 のレーザー処理装置において液膜を介在させてレーザー処理と、ページガ

50

スによる案内部材の乾燥を行う様子を示す説明図である。

【図 1 4】図 1 のレーザー処理装置において液膜を介在させてレーザー処理を行う様子を示す斜視図である。

【図 1 5】図 1 のレーザー処理装置において、パージガスによる案内部材の乾燥とチャック外端面の乾燥とを行う様子を示す斜視図である。

【図 1 6】本発明に係るレーザー処理装置の他の実施の形態の全体構成を示す縦断面図である。

【図 1 7】評価試験においてウエハに形成されたダイシングラインの評価基準を示した写真である。

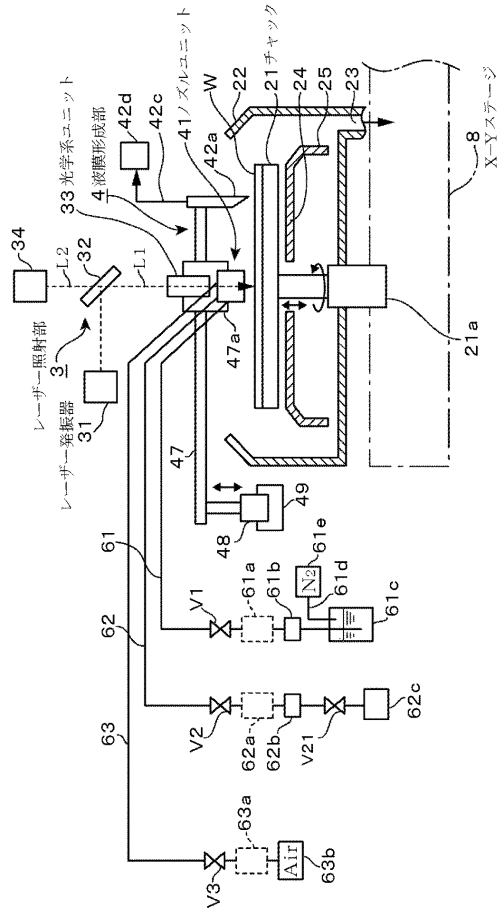
【図 1 8】レーザー処理時において基板の膜の表面が剥離される様子を示した説明図である。 10

【符号の説明】

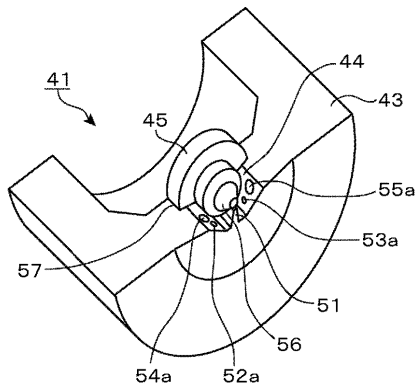
【0080】

W ウエハ
21 チャック
3 レーザー光照射部
4 液膜形成部
41 ノズルユニット
51 メインノズル
51a 吐出口
43 ノズル本体
52, 53 サブノズル
54, 55 パージノズル
61, 62 液体供給路
61b, 62b 脱気ユニット
8 X-Yステージ

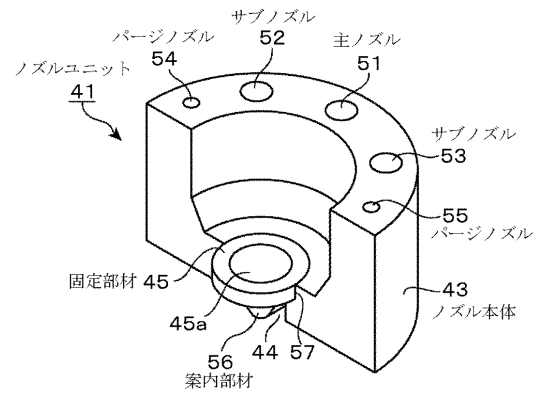
【図 1】



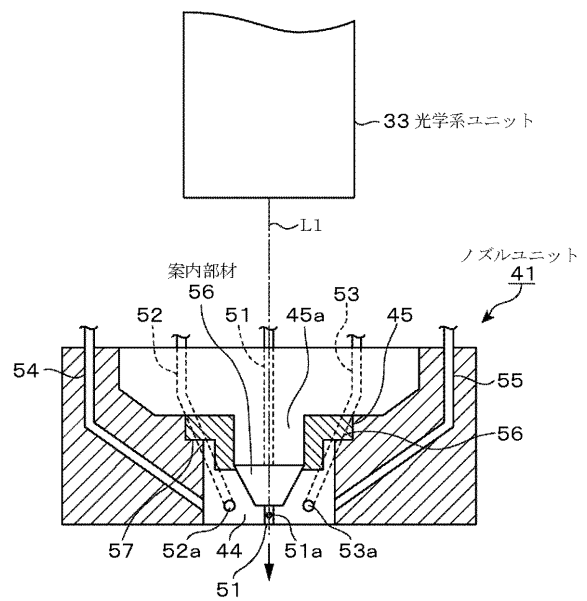
【図 3】



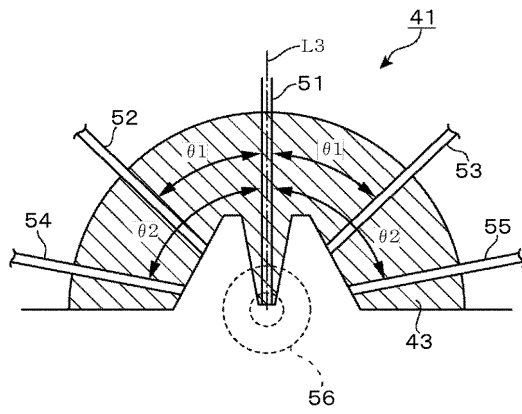
【図 2】



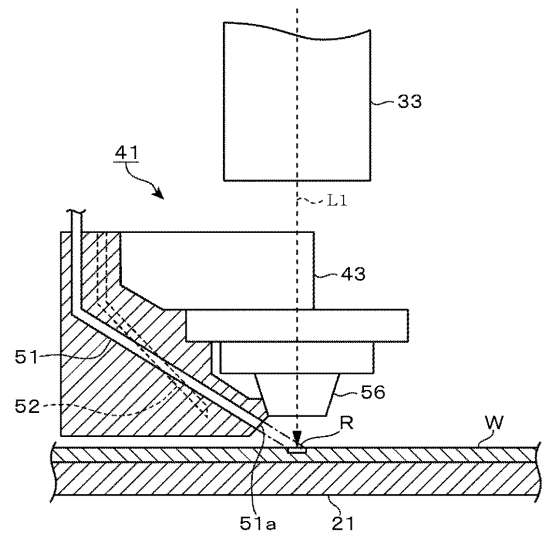
【図 4】



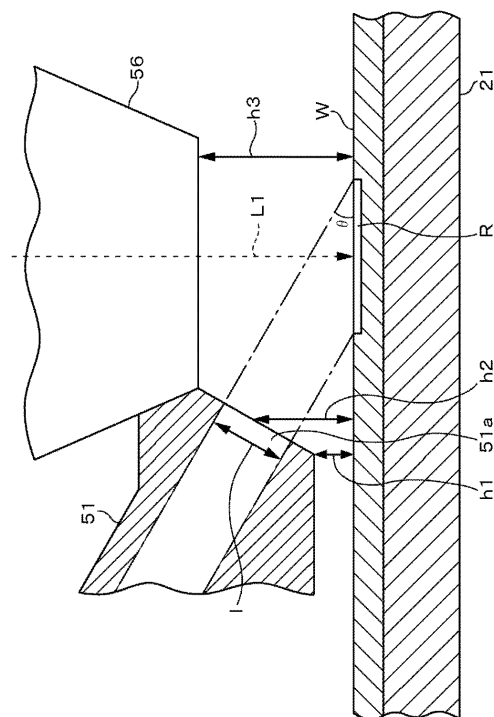
【図 5】



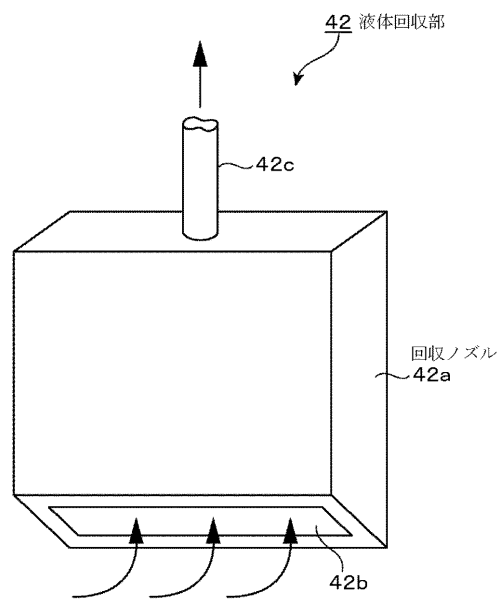
【図 6】



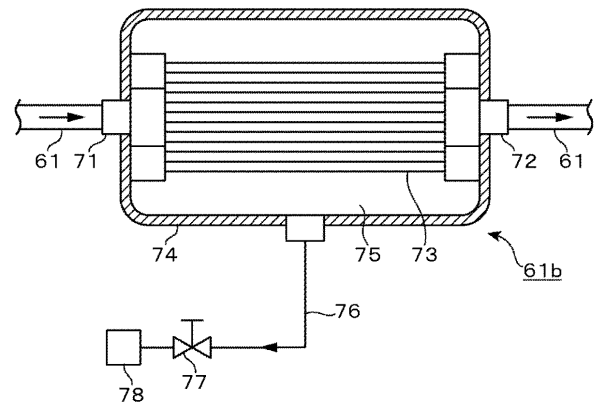
【図 7】



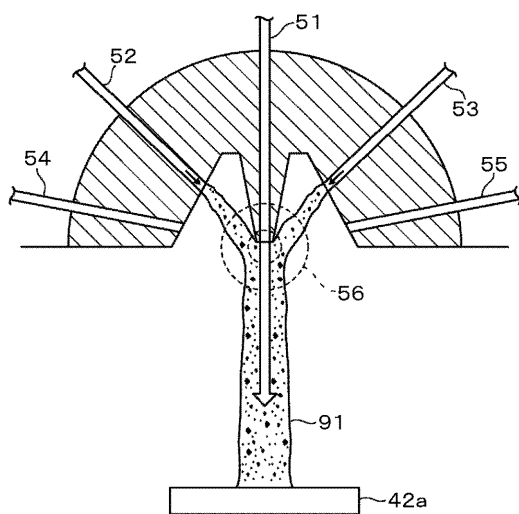
【図 9】



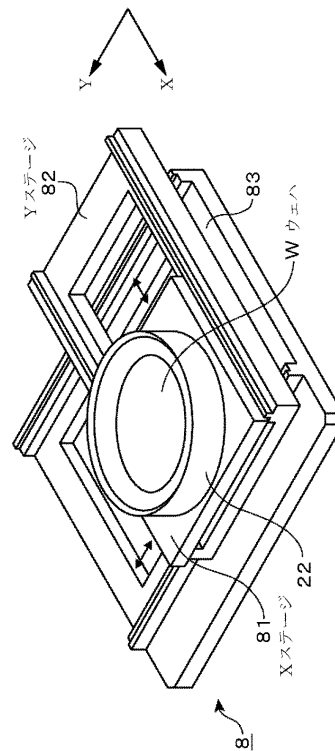
【図 10】



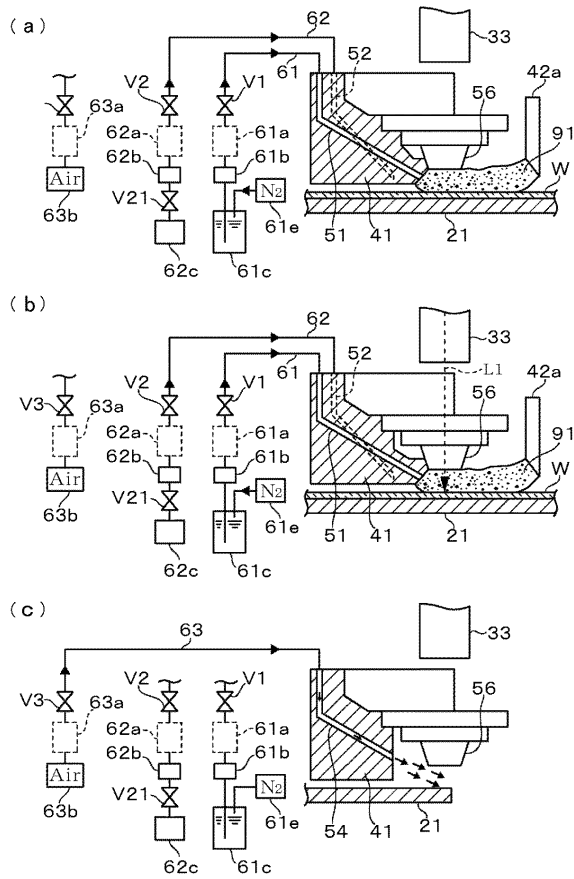
【図 11】



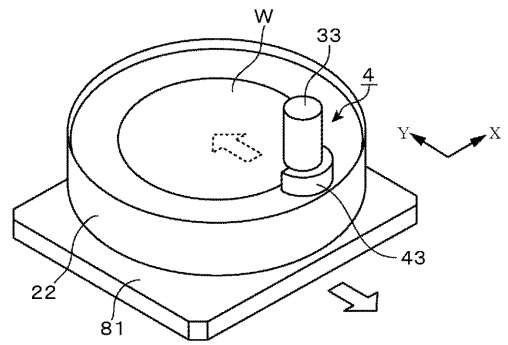
【図 12】



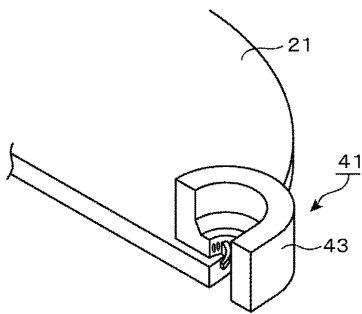
【図 13】



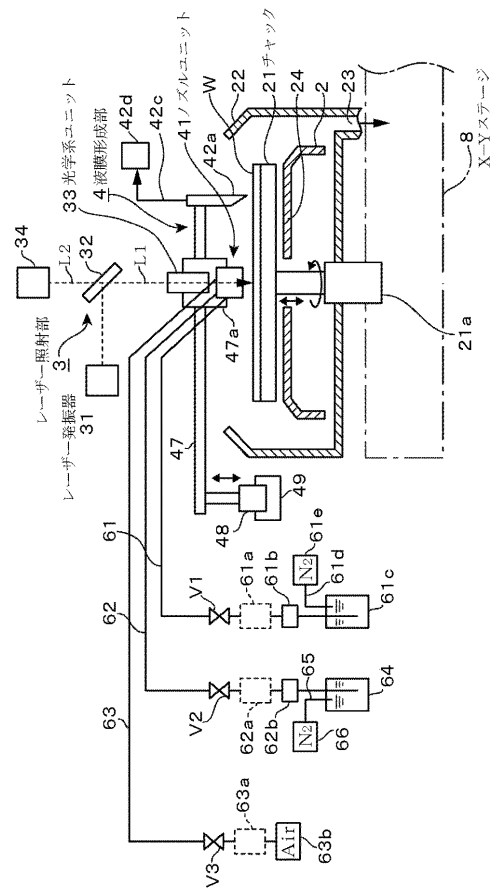
【図 14】



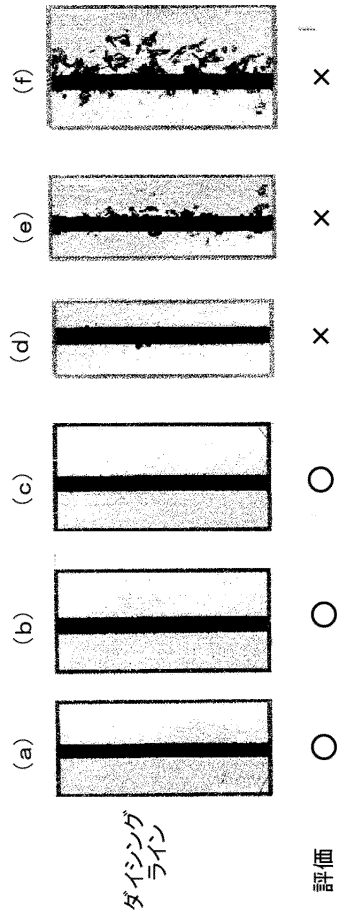
【図 15】



【図 16】

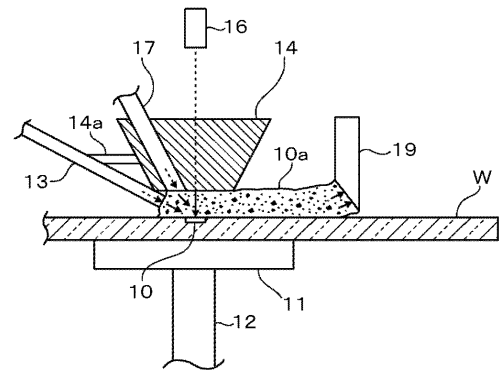


【図 17】

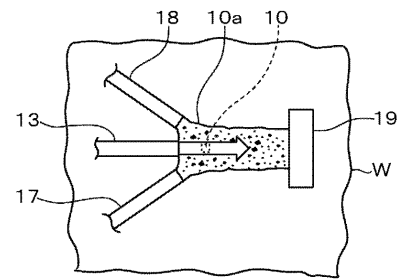


【図 18】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 吉高 直人

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

Fターム(参考) 4E068 AH00 CA13 CE04 CG00 CH05 CH07 CH08 CJ07

5F172 ZZ01