

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4226101号
(P4226101)

(45) 発行日 平成21年2月18日(2009.2.18)

(24) 登録日 平成20年12月5日(2008.12.5)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 L	21/683	(2006.01)	HO 1 L	21/68	R
B 2 3 Q	3/15	(2006.01)	B 2 3 Q	3/15	D
HO 2 N	13/00	(2006.01)	HO 2 N	13/00	D

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平10-127998	(73) 特許権者	000231464
(22) 出願日	平成10年5月12日(1998.5.12)		株式会社アルバック
(65) 公開番号	特開平11-330217		神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
(43) 公開日	平成11年11月30日(1999.11.30)	(74) 代理人	100102875
審査請求日	平成17年1月25日(2005.1.25)		弁理士 石島 茂男
		(74) 代理人	100106666
			弁理士 阿部 英樹
		(72) 発明者	不破 耕
			神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本
			真空技術株式会社内
		(72) 発明者	前平 謙
			神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本
			真空技術株式会社内
		審査官	植村 森平
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電チャックプレート表面からの基板離脱方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体内に一对の電極が配置された双極型静電チャックプレート上に基板を配置し、前記一对の電極に正負の電圧を印加して前記基板を静電吸着した状態で前記基板を真空雰囲気中で処理し、

次いで、前記一对の電極に、前記静電吸着時とは極性が逆の逆電圧を印加して残留電荷を減少させた後、

前記基板を前記双極型チャックプレート上から離脱させる基板離脱方法であって、

前記一对の電極に同じ印加量の前記逆電圧を印加する場合に、一方の電極の残留電荷がゼロになる逆電圧を印加すると、他方の電極の残留電荷がゼロにならない双極型静電チャックプレートに対し、

前記基板の種類や前記処理の内容に応じ、予め、前記逆電圧の印加量と、印加後の残留電荷量の関係を前記電極毎に個別に求めておき、

前記関係から、前記逆電圧の印加量であって、前記各電極に印加すると、前記各電極の残留電荷量がゼロではなく同符号で絶対値が等しい値になる印加量を求め、前記双極型静電チャックプレート上に基板を配置した状態で、前記一对の電極の各電極に求めた印加量の逆電圧を印加することを特徴とする基板離脱方法。

【請求項2】

前記各電極に対する前記逆電圧印加量の絶対値と前記残留電荷量との関係をグラフにし、その交点から前記印加量を求めることを特徴とする請求項1記載の基板離脱方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板を静電チャックプレート上に固定する(チャック)する技術にかかり、特に静電吸着解除後、静電チャックプレート表面から基板を離脱させる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、薄膜形成やプラズマエッチング等を行う真空処理装置では、その真空槽内に静電チャックプレートを配置し、静電チャックプレート表面に基板を静電吸着し、静電チャックプレート内のヒータや冷却装置で基板の温度制御を行いながら真空雰囲気内で処理している。

10

【0003】

図4(a)の符号102は模式的に示した静電チャックプレートであり、その表面には、ガラス基板や半導体ウェハ等から成る基板103が配置されている。

【0004】

静電チャックプレート102内にはリフトピン104が挿通されており、基板103を真空雰囲気に置き、静電チャックプレート2内の電極に電圧を印加し、静電吸着力によって静電チャックプレート102表面に基板を密着させながらプロセス処理を行い、次いで、静電吸着を解除した後、リフトピン104を上方に移動させ、基板103を静電チャックプレート102上から離脱させるようになっている。

20

【0005】

図4(b)の符号113は、リフトピン104上に正常に乗せられた基板を示しており、その状態で、リフトピン104間に基板搬送口ポットのアームを挿入し、リフトピン104を降下させると、基板113をアーム上に移し替えることができる。

このような静電チャックプレート102を用いれば、真空雰囲気内で基板を静電吸着できるので、複雑な基板保持機構や密着機構が不要となっている。

【0006】

しかしながら、電極への電圧印加を停止し、静電吸着を解除しても、静電チャックプレート102と基板103の間に蓄積された電荷は完全には消滅せず、電荷が残留してしまう。その残留電荷により、基板103と静電チャックプレート102間に静電吸着力が残留し、基板103を静電チャックプレート102上から離脱させる際に、基板が振動したり、基板が位置ずれを起こす等の問題がある。

30

【0007】

図4(c)の符号123は、リフトピン104で静電チャックプレート102上から持ち上げられる際に、残留吸着力の影響で跳ね上がり、リフトピン104上から脱落してしまった基板を示している。また、図4(d)の符号133は、残留吸着力によってリフトピン104上で振動し、位置ずれを起こした基板を示している。

【0008】

上記のような脱落や位置ずれを防止するために、静電吸着を解除した後、静電チャックプレート102内の電極に、静電吸着時とは逆極性の電圧を印加し、残留電荷を低減させる方法が考えられる。

40

【0009】

本発明の発明者等は、静電チャックプレート102表面から基板103を離脱させる際に、残留電荷に起因する静電誘導電流パルス、及びその時間積分値から、残留電荷量とその極性を知る方法を提案した(特願平10-66132、66133)。

【0010】

しかし、静電チャックプレートが双極方式を採用している場合、その内部の2枚の電極間に正負の電圧を印加して基板を静電吸着するため、プロセス処理の終了後、静電吸着を解除すると、正電圧を印加していた電極上の静電チャックプレートと基板間の残留電荷量と、負電圧を印加していた電極上の残留電荷量とが異なることを見出した。

50

【 0 0 1 1 】

例えば、プロセス処理がスパッタやエッチング等であり、基板上にプラズマを生成して処理する場合には、基板がマイナスに帯電するため、プロセス処理中では正電圧を印加している電極上での静電吸着力が強くなる。その結果、正負両電極の上での残留電荷量にも差が生じてしまい、正負の電極に、同じ印加量の逆電圧を印加しても、両電極上での残留電荷量の減少量にも差が生じてしまうことがあった。

【 0 0 1 2 】

例えば逆バイアスの印加により、正電極上の残留電荷量は消滅したが、負電極上には残留電荷があった場合、負電極上ではその残留電荷による静電吸着力が生じており、そのため、基板を離脱させようとする、正電極上では抵抗なく基板が離脱するのに対し、負電極上では残留電荷によりウエハーが吸着されており、そのため、基板が引っかかったように傾いて上がる、いわゆる片上がりの状態となってしまう。その結果、基板がリフトピン上で振動してしまい、極端な場合にはリフトピンから脱落してしまうことになる。

10

【 0 0 1 3 】

さらに悪い場合としては、リフトピンあるいはロボットアームなどで、強い力を加えて基板を離脱させようとしているため、基板が破損してしまうことがある。

【 0 0 1 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

本発明は、上記課題を解決するために創作されたものであり、正電極の残留電荷と負電極の残留電荷の間に差がある場合であっても、基板を静電チャックプレートからスムーズに離脱させることができる技術を提供することにある。

20

【 0 0 1 5 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明の発明者等は、静電チャックプレートが正負一對の電極を有している場合に、静電吸着時とは逆極性の電圧(逆電圧)を印加しても、離脱させる際に基板が振動したり、静電チャックプレート上から飛び上がる原因は、正負電極間の残留電荷量の片寄りにあると考え、その片寄りを小さくしたところ、静電チャックプレート上から基板がスムーズに離脱することを見出した。

【 0 0 1 6 】

本発明は、上記知見に基づいて創作されたものであり、請求項1記載の発明は、誘電体内に一對の電極が配置された双極型静電チャックプレート上に基板を配置し、前記一對の電極に正負の電圧を印加して前記基板を静電吸着した状態で前記基板を真空雰囲気中で処理し、次いで、前記一對の電極に、前記静電吸着時とは極性が逆の逆電圧を印加して残留電荷を減少させた後、前記基板を前記双極型チャックプレート上から離脱させる基板離脱方法であって、前記一對の電極に同じ印加量の前記逆電圧を印加する場合に、一方の電極の残留電荷がゼロになる逆電圧を印加すると、他方の電極の残留電荷がゼロにならない双極型静電チャックプレートに対し、前記基板の種類や前記処理の内容に応じ、予め、前記逆電圧の印加量と、印加後の残留電荷量の関係を前記電極毎に個別に求めておき、前記関係から、前記逆電圧の印加量であって、前記各電極に印加すると、前記各電極の残留電荷量がゼロではなく同符号で絶対値が等しい値になる印加量を求め、前記双極型静電チャックプレート上に基板を配置した状態で、前記一對の電極の各電極に求めた印加量の逆電圧を印加することを特徴とする。

30

40

【 0 0 1 7 】

また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の基板離脱方法であって、前記各電極に対する前記逆電圧印加量の絶対値と前記残留電荷量との関係をグラフにし、その交点から前記印加量を求めることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

【 0 0 1 9 】

【 0 0 2 0 】

本発明は上記のように構成されており、双極型、又は単極型の静電チャックプレートの誘

50

電体内に配置された電極に電圧を印加し、真空雰囲気内で基板を静電吸着した状態で、スパッタリングやエッチング等の処理を行うようになっている。

【0021】

静電吸着プレートには、誘電体内に一对の電極(正電極と負電極)が配置された双極型の静電チャックプレートと、一枚の電極が配置された単極型の静電チャックプレートがある。双極型の静電チャックプレートの場合は、一方の電極に正電圧を印加し、他方の電極に負電圧を印加して基板を静電吸着するが、静電吸着を解除した後は、正電圧を印加した電極上では負電荷が残留し、負電圧を印加した電極上には正電荷が残留してしまう場合が多い。

【0022】

このような残留電荷は、基板を静電吸着した後の基板の熱膨張により、エキソ電子が放出されたり、あるいは電圧印加に伴うウエハーと静電チャックプレート間の電子放出(電界放射)が原因で発生すると推定されるが、その因果関係はここでは述べない。

【0023】

いずれにしろ、静電吸着を解除した後、静電チャックプレート表面から基板を離脱させる前に、電極に、静電吸着時とは逆極性の電圧を印加すると、残留電荷量が減少することが知られている。

【0024】

しかしながら、一对の電極間の残留電荷量(絶対値)は等しいとは限らず、そのため、各電極に同じ量の逆電圧を印加すると、一方の電極の残留電荷は消滅しても、他方の電極の残留電荷が残る場合がある。また、逆電圧の印加量が大きすぎると、今度は逆に電荷を注入してしまい、極性が逆の残留電荷が発生してしまう。

従って、基板に印加する逆電圧は適切な印加量に設定する必要がある。

【0025】

本発明の場合、逆電圧の印加量と、印加後の残留電荷量との関係を、予め電極毎に求めておき、その関係から、各電極の残留電荷量が略等しくなる逆電圧の印加量を求め、真空処理を行った後、その印加量の逆電圧を印加するようにする。

【0026】

上記のようにすると、残留電荷量自体が小さくなるばかりでなく、正負電極上での残留電荷による吸着力が等しくなるので、離脱の際に基板が片寄って吸着されず、スムーズな基板離脱を行うことができる。

【0027】

各電極に印加する逆電圧の印加量の絶対値を略等しくする場合、逆電圧の印加量の絶対値と、逆電圧印加後の残留電荷量との関係を、各電極毎にグラフに書き、2つのグラフの交点の印加量を読みとればよい。逆電圧の印加量は電圧値と印加時間とにより決まるので、印加時間と電圧値のいずれか一方を固定すると、他方の大きさを求めることが可能になる。

【0028】

誘電体内に一枚の電極が配置される単極型の静電チャックプレートの場合は、静電吸着は、その電極と、真空槽等の接地電位に置かれた部材との間に電圧が印加されることで行われると考えられる。接地電位に置かれた部材は、常に残留電荷量がゼロであるから、誘電体内の電極について、逆電圧の印加量と、印加後の残留電荷量との関係をグラフに書き、そのグラフと、残留電荷がゼロである直線との交点を求めればよい。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

図1の符号1は、本発明を適用できる真空処理装置の一例であり、真空槽10を有している。

真空槽10の天井側にはスパッタリングターゲット5が配置されており、底壁上には、載置台11が配置されている。

10

20

30

40

50

【0030】

載置台11上には、誘電体7を有し、該誘電体7内に一对の電極 8_1 、 8_2 が配置された双極型の静電チャックプレート2が固定されている。静電チャックプレート2の下側には、リフトピン4が配置されており、その上端部は、誘電体7に設けられた孔9内に挿通されている。

【0031】

真空槽10の外部には、直流電源21と、静電チャック電源22と、基板昇降機構17と、コンピュータ23とが配置されており、リフトピン4の下端部は、真空槽10外に気密に導出され、基板昇降機構17に取り付けられている。基板昇降機構17内にはモータ等が配置されており、真空槽10内の真空雰囲気を持続したまま、リフトピン4を昇降させられるように構成されている。

10

【0032】

真空槽10底壁の外部位置には絶縁碍子 12_1 、 12_2 が気密に取り付けられており、静電チャック電源22は、絶縁碍子 12_1 、 12_2 を介して各電極 8_1 、 8_2 に接続されている。ここでは、静電チャック電源22の正電圧側に一方の電極 8_1 が接続され、負電圧側に他方の電極 8_2 が接続されているものとする。静電チャック電源22は、電圧印加終了時(チャックOFF時)には、チャック電極を直ちに設置させるようになっている。

また、直流電源21は、ターゲット5に接続されており、真空槽10を接地電位に置いた状態で、ターゲット5に負電圧を印加できるように構成されている。

【0033】

この真空処理装置1に対して本発明の基板離脱方法を適用する場合には、予め、基板やプロセスの種類に応じ、各電極 8_1 、 8_2 の残留電荷を個別に測定しておく。

その測定方法を説明すると、真空槽10内を真空排気した後、真空槽10内に基板を搬入し、静電チャックプレート2上に載置する。図1の符号3はその状態の基板を示している。

20

【0034】

基板昇降機構17と、直流電源21と、静電チャック電源22は、コンピュータ23に接続されており、コンピュータ23の制御に従って動作するように構成されており、基板3の載置後、コンピュータ23は静電チャック電源22を起動し、一对の電極 8_1 、 8_2 に正負の電圧をそれぞれ印加し、静電吸着力を発生させ、基板3を静電チャックプレート2の誘電体7表面に密着させる。

30

【0035】

その状態で真空槽10内にアルゴンガス等のスパッタリングガスを導入し、直流電源21を起動してターゲット5に負電圧を印加すると、真空槽10内にプラズマが生成し、ターゲット5のスパッタリングが行われる。

基板3表面に所定膜厚の薄膜が形成されたら、直流電源21を停止させ、プラズマを消滅させる。

【0036】

次いで、静電チャック電源22を停止させ、一对の電極 8_1 、 8_2 への電圧印加を終了させる。このとき、静電チャック電源22内で、各電極 8_1 、 8_2 を接地電位に接続し、基板3と各電極 8_1 、 8_2 間に蓄積された電荷を放出させる。

40

【0037】

しかし、各電極 8_1 、 8_2 を接地電位に接続しただけでは、静電吸着時の電荷は完全には消滅せず、残留電荷が残ってしまう。しかも、基板3上でプラズマが生成されていたため、正負の電極 8_1 、 8_2 に蓄積された残留電荷は異なる大きさになっている。

【0038】

その状態でリフトイン4を上方に移動させると、各電極 8_1 、 8_2 と基板間に残留電荷が存在している場合には、電極 8_1 、 8_2 とアース間に残留電荷量に比例した静電誘導電流が流れる。電流計 13_1 、 13_2 でそれぞれ計測される電流値は、各電極 8_1 、 8_2 上の残留電荷量に比例した電流が流れる。

50

【 0 0 3 9 】

静電チャック電源 2 2 と各電極 8₁、8₂の間には、電流計 1 3₁、1 3₂がそれぞれ挿入されており、それら電流計 1 3₁、1 3₂はコンピュータ 2 3 に接続され、ており、各電流計 1 3₁、1 3₂を流れる電流の大きさは、コンピュータ 2 3 によって自動的に記録できるように構成されている。

従って、基板 3 を離脱させる際に各電極 8₁、8₂を流れる電流は、電流計 1 3₁、1 3₂によって測定され、その値はコンピュータ 2 3 内に記録される。

【 0 0 4 0 】

ここではプロセス終了後、逆電圧を印加せずに基板 3 を離脱させた場合の電流(放出された電荷量)が測定されたものとする、次に、他の基板 3 を真空槽 1 0 内に搬入し、上記と同じ大きさの電圧を電極 8₁、8₂に印加し、同様にスパッタリングを行い、基板 3 表面に所定膜厚の薄膜を形成する。

10

【 0 0 4 1 】

静電吸着を解除した後、静電チャック電源 2 2 によって、各電極 8₁、8₂に静電吸着時とは逆極性の電圧を所望の印加量で印加する(静電吸着時には、正電圧を印加していた電極 8₁には負電圧を、負電圧を印加していた電極 8₂には正電圧を印加する。)。

【 0 0 4 2 】

次いで、リフトピン 4 を上昇させ、基板 3 を静電チャックプレート 2 表面から離脱させ、その際に電流計 1 3₁、1 3₂に流れる電流値を、逆電圧の印加量と対応させてコンピュータ 2 3 内に記録する。

20

【 0 0 4 3 】

複数の基板に対し、印加量が異なる逆電圧を印加し、基板を離脱させて電流値を測定し、逆電圧の印加量と対応付けてコンピュータ 2 3 に記録する。逆電圧の印加量は、逆電圧の大きさと印加時間によって決まるが、ここでは逆電圧の印加時間を一定値にし、逆電圧の大きさを異ならせた。

【 0 0 4 4 】

図 1 は、印加した逆電圧値と電流計 1 3₁、1 3₂によって測定した残留電荷量の関係を示すグラフであり、静電吸着時に正電圧を印加した電極 8₁を正電極、負電圧を印加した電極 8₂を負電極として記載してある。

【 0 0 4 5 】

この図 1 のグラフを求めたときの基板 3 は、裏面に膜厚 1 μm のシリコン酸化膜が形成されたシリコンウエハーであり、スパッタリングは、静電チャックプレート 2 内部のセラミックヒータに通電し、基板 3 を 3 0 0 に昇温させた状態で行った。

30

【 0 0 4 6 】

また、静電吸着時には、電極 8₁、8₂に + 1 0 0 V と - 1 0 0 V の電圧を印加した。静電吸着時間は 6 0 秒に設定した。また、静電吸着を解除した後の逆電圧の印加時間は 3 秒間に固定し、逆電圧印加の終了後、1 5 秒経過したときに基板 3 を静電チャックプレート 2 上から離脱させた。

【 0 0 4 7 】

図 2 のグラフ横軸は、印加した逆電圧の大きさの絶対値を示しており(正電極に対しては印加した負電圧の大きさ、負電極に対しては印加した正電圧の大きさ)、縦軸は、印加後、基板 3 を離脱させる際に流れた電流値から求めた残留電荷量を示している。

40

【 0 0 4 8 】

このグラフでは、± 1 3 0 V の電圧を印加したときに、正電極 8₁の残留電荷はゼロになるが、負電極 8₂には、1 . 5 μC の残留電荷が残っている。従って、± 1 3 0 V の逆電圧を印加すると、基板 3 は 1 . 5 μC の力で負電極 8₂に吸着されていることになる。

【 0 0 4 9 】

他方、正負の各電極 8₁、8₂のグラフは、1 5 0 V のところで交差している。従って、正負の電極 8₁、8₂のそれぞれに、- 1 5 0 V、+ 1 5 0 V の逆電圧を印加すれば、各電極 8₁、8₂上の残留電荷量は等しくなる(約 0 . 8 μクーロン)。

50

【0050】

上記真空処理装置1を使用して、多数の基板に連続して薄膜を形成する場合、予めコンピュータ23内に設定される逆電圧印加量を $\pm 150\text{V} \times 3$ 秒間にし、実際に薄膜を形成する基板に対し、上記と同じ条件で静電吸着しながらターゲット5をスパッタリングし、静電吸着の解除後、コンピュータ23内に設定された条件で各電極 8_1 、 8_2 に逆電圧を印加すると、各電極 8_1 、 8_2 の残留電荷量は等しくなる。

従って、その状態でリフトピン4を上昇させると、基板をスムーズに静電チャックプレート2上から離脱させることが可能になる。

【0051】

以上説明したように、本発明の基板離脱方法によれば、正電極(電極 8_1)の残留電荷量と負電極(電極 8_2)の残留電荷量とが等しくなり、残留電荷による静電吸着力は基板に均等に加わるようになるので、振動や、リフトピン4上からの脱落がなくなる。

10

【0052】

また、上記のように、電極 8_1 、 8_2 に対し、最適な印加量の逆電圧を印加すると、基板の離脱後に静電チャックプレート2上に残る残留電荷量は極めて小さくなる($0.1\mu\text{C}$ 以下)。

従って、本発明の基板離脱方法により、多数の基板を連続して処理する場合には、静電チャックプレート2の除電処理が不要になる。

【0053】

なお、上記図2のグラフでは、各電極 8_1 、 8_2 の残留電荷はゼロにはならなかったが、プロセス条件や基板の種類によっては図3に示すように、残留電荷量がゼロのところグラフの交点になる場合もある。この図3のグラフでは、 -200V 、 $+200\text{V}$ を印加すると、電極 8_1 、 8_2 の残留電荷が消滅する。

20

【0054】

以上は、印加時間を固定し、逆電圧の大きさを変えてグラフを作成し、そのグラフの交点から最適な逆電圧の印加量(電圧値 \times 印加時間)を求めたが、その逆、すなわち逆電圧の大きさを固定し、印加時間を変えてグラフを作成した場合でも、逆電圧の印加量は同じ値になる。

【0055】

上記実施例は双極型の静電チャックプレート2についての基板離脱方法を説明したが、静電チャックプレートの種類によっては、1枚の電極で基板を静電吸着する単極型の方式を採用するものがある。その単極型の静電チャックプレートの場合に、逆電圧の大きさと印加時間のいずれか一方を固定し、他方を変化させると、1つの曲線から成るグラフが得られる。

30

【0056】

単極型の静電チャックプレートでは、静電チャックプレート内の電極と、真空槽等のアース電位に置かれた部材との間で一對の電極が形成されていると考えることができるから、残留電荷がゼロの直線(図2、3では横軸)を仮想的な電極の曲線と考え、その直線との交点の印加量を求めればよい。

【0057】

なお、上記例ではグラフから交点を求めたが、コンピュータ23により、スプライン法等の数値計算で交点を求めてもよい。

40

その場合、プロセスを開始する前に、コンピュータ23によって逆電圧の印加量と残留電荷量の関係を求めておき、各基板に、正負電極の残留電荷量が同じ大きさになる印加量の逆電圧を印加するようにしてもよい。

【0058】

上記は、スパッタリング法によって薄膜を形成する真空処理装置1について説明したが、本発明はそれに限定されるものではなく、CVD装置、エッチング装置、蒸着装置、アニール装置等の静電チャックプレートを用いる全ての装置で有効である。

【0059】

50

上記例では、静電チャックプレートから基板を離脱させる際にリフトピンを用いる方法を説明したが、Z軸方向(上下方向)への移動機構を有する搬送ロボットを用いて基板を離脱させる場合も本発明に含まれる。

【0060】

【発明の効果】

本発明によれば、残留電荷による不均一な静電吸着がなくなるので、基板の跳ね上がりや脱落がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を適用できる真空処理装置の一例

【図2】逆電圧印加量と残留電荷量の関係を示すグラフの一例

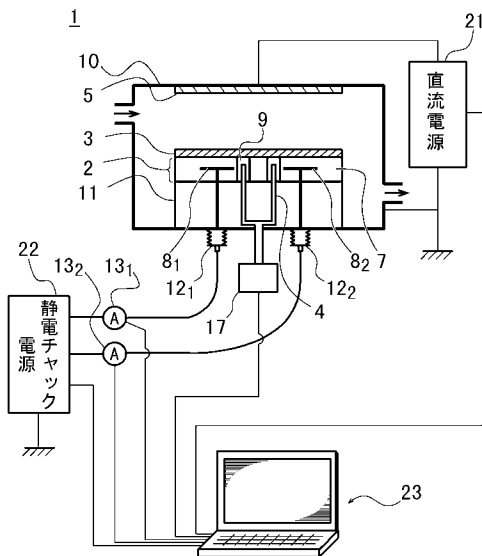
【図3】逆電圧印加量と残留電荷量の関係を示すグラフの他の例

【図4】(a)~(d)：基板の離脱状態を説明するための図

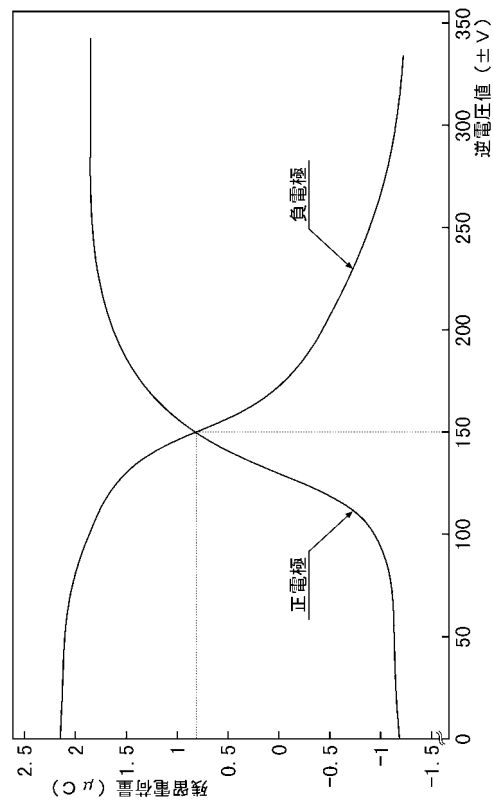
【符号の説明】

7 誘電体 8₁、8₂..... 電極 2 静電チャックプレート 3 基板

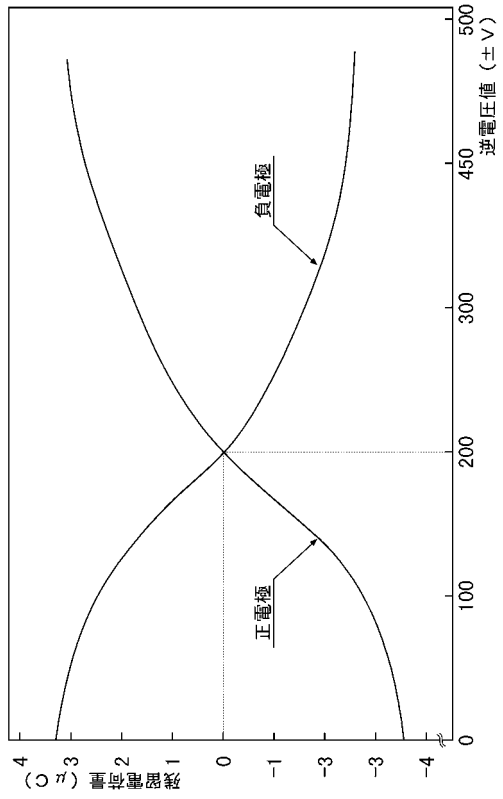
【図1】



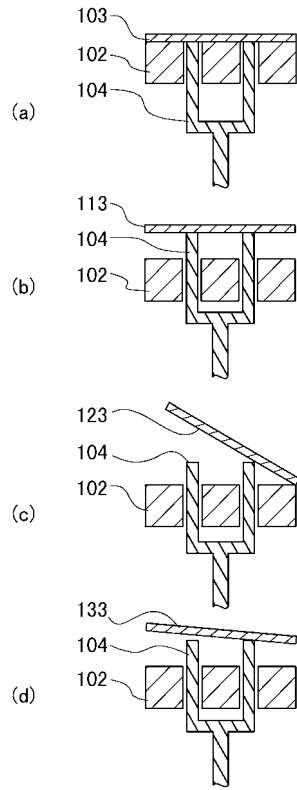
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03 - 270841 (JP, A)
特開平02 - 285980 (JP, A)
特開平08 - 017808 (JP, A)
特開平10 - 027567 (JP, A)
特開平06 - 085045 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/67-21/687

B23Q 3/15

H02N 13/00