

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4330737号
(P4330737)

(45) 発行日 平成21年9月16日(2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日(2009.6.26)

(51) Int.Cl.

F 1

C 23 C	14/50	(2006.01)	C 23 C	14/50	A
H 01 L	21/203	(2006.01)	C 23 C	14/50	E
H 01 L	21/205	(2006.01)	H 01 L	21/203	S
H 01 L	21/3065	(2006.01)	H 01 L	21/205	

H 01 L 21/302 1 O 1 Z

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平11-332242

(22) 出願日

平成11年11月24日(1999.11.24)

(65) 公開番号

特開2001-152335(P2001-152335A)

(43) 公開日

平成13年6月5日(2001.6.5)

審査請求日

平成18年9月14日(2006.9.14)

(73) 特許権者 000231464

株式会社アルパック

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(74) 代理人 100106666

弁理士 阿部 英樹

(74) 代理人 100102875

弁理士 石島 茂男

(72) 発明者 玉川 孝一

静岡県裾野市須山1220-14 日本真
空技術株式会社 富士裾野工場 半導体技
術研究所内

(72) 発明者 中島 孝一

静岡県裾野市須山1220-14 日本真
空技術株式会社 富士裾野工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空中で加熱冷却体に処理対象物を静電吸着させて該処理対象物を加熱冷却する工程を有する真空処理方法であって、

前記加熱冷却体上に前記処理対象物を載置する一方、前記加熱冷却体に設けられた吸着電極に対して当該真空処理の際の印加電圧値より低い値の当初電圧を印加し、

前記処理対象物の温度が前記真空処理を行う温度より低い所定の基準温度に到達するまでの間に、前記吸着電極に対する印加電圧の値を、前記当初電圧の値より高い、前記真空処理の際の前記印加電圧値まで増加させることを特徴とする真空処理方法。

【請求項 2】

前記基準温度が、前記真空処理を行う温度の50~80%であることを特徴とする請求項1記載の真空処理方法。

【請求項 3】

前記吸着電極に対する前記印加電圧の値を直線的に増加させることを特徴とする請求項1又は2のいずれか1項記載の真空処理方法。

【請求項 4】

前記吸着電極に対する前記印加電圧の値を段階的に増加させることを特徴とする請求項1又は2のいずれか1項記載の真空処理方法。

【請求項 5】

前記吸着電極にパルス状の前記当初電圧を印加することを特徴とする請求項1又は2のい

すれか 1 項記載の真空処理方法。

【請求項 6】

前記真空処理が、スパッタリングによる成膜である請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の真空処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば真空処理槽内において処理対象物である基板を吸着保持するための静電チャックに関し、特に加熱冷却時の熱応力に起因する基板の割れを防止するための技術に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

従来より、真空中でシリコンウェハ等の基板上に成膜等の処理を行う装置においては、静電気力によって基板を吸着保持する静電チャックが広く用いられている。このような静電チャックとしては、成膜等の処理において基板を所定の温度に維持するため温度制御(加熱又は冷却)可能なホットプレートと一体的に構成されたものが知られている。

【0003】

従来、このような静電チャック付のホットプレートにおいては、誘電体内に設けられた吸着電極に所定の電圧を印加することによって基板のほぼ全面を吸着保持するようしているが、吸着保持後の基板の温度上昇又は温度降下が大きい(250 以上)場合には、静電チャックによって束縛された基板が急激に熱膨張又は熱収縮しようとするため、基板に強い応力が発生して基板が割れてしまうという問題があった。

20

【0004】

従来、この問題を解決する方法として、静電チャックによって基板を吸着保持せずに基板を加熱又は冷却し、基板に割れが生じない温度にまで基板の温度が上昇又は降下した後に吸着電極に電圧を印加して基板を吸着保持する方法が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、静電チャックによって基板を吸着保持せずに基板を加熱又は冷却して基板に割れが生じない温度にまで基板の温度を上昇又は降下させる従来技術においては、基板とホットプレートとの間において熱が伝わりにくく、そのため、基板が所望の温度に達するまで必要以上に時間がかかるという問題があった。

30

【0006】

本発明は、このような従来の技術の課題を解決するためになされたもので、処理対象物に割れを生じさせることなく、しかも効率良く処理対象物を加熱及び冷却して処理可能な真空処理技術を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するためになされた本発明は、請求項 1 に記載されているように、真空中で加熱冷却体に処理対象物を静電吸着させて該処理対象物を加熱冷却する工程を有する真空処理方法であって、前記加熱冷却体上に前記処理対象物を載置する一方、前記加熱冷却体に設けられた吸着電極に対して当該真空処理の際の印加電圧値より低い値の当初電圧を印加し、前記処理対象物の温度が前記真空処理を行う温度より低い所定の基準温度に到達するまでの間に、前記吸着電極に対する印加電圧の値を、前記当初電圧の値より高い、前記真空処理の際の前記印加電圧値まで増加させることを特徴とするものである。

40

本発明にあっては、まず、当該真空処理の際の印加電圧値より低く、例えば、処理対象物の熱膨張又は熱収縮を逃がす(吸收する)ことができる程度の比較的小さな電圧(当初電圧)を吸着電極に印加し、比較的小さな吸着力で処理対象物を加熱冷却体に吸着させることによって、熱膨張又は熱収縮に起因する熱応力が小さく抑えられるので、処理対象物に割れを生じさせることなく処理対象物を加熱又は冷却することができる。

50

しかも、本発明にあっては、静電チャックを働かせずに処理対象物を加熱又は冷却する従来技術の場合に比べ、処理対象物に対し熱が格段に効率よく伝わるため、処理対象物を迅速に加熱又は冷却することができる。

そして、処理対象物の温度が当該真空処理を行う温度より低い所定の基準温度に到達するまでの間に、吸着電極に印加する電圧を前記当初電圧の値より高い、前記真空処理の際の印加電圧値まで増加させることによって、短時間で処理対象物を前記真空処理を行う温度まで加熱又は冷却することができる。

本発明では、請求項2に記載されているように、前記基準温度が、前記真空処理を行う温度の50～80%である場合にも効果的である。

すなわち、前記基準温度が、前記真空処理温度の50～80%である場合には、加熱冷却体に対する必要な吸着力を確保しつつより確実に処理対象物の割れを防止することができる。

また、本発明では、請求項3記載の発明のように、前記吸着電極に対する前記印加電圧の値を直線的に増加させることも効果的である。

さらに、本発明では、請求項4記載の発明のように、前記吸着電極に対する前記印加電圧の値を段階的に増加させることも効果的である。

請求項3又は請求項4記載の発明によれば、比較的小さな電圧を吸着電極に印加している間は、比較的小さな吸着力で処理対象物を吸着するので、熱膨張又は熱収縮に起因する熱応力が小さく抑えられ、これにより処理対象物を所定の温度まで加熱又は冷却する間に蓄積される熱応力の総量を低く抑えることができ、処理対象物に割れを生じさせることができないというメリットがある。

さらにまた、本発明では、請求項5記載の発明のように、前記吸着電極にパルス状の電圧を印加することも効果的である。

請求項5記載の発明によれば、吸着電極への電圧印加オフ時は吸着力が減衰するので、電圧印加時に処理対象物に蓄積された熱応力を電圧印加オフ時に逃がすことができ、これにより処理対象物に割れを生じさせることができないというメリットがある。

さらにまた、本発明では、請求項6記載の発明のように、前記真空処理が、スパッタリングによる成膜である場合にも効果的である。

以上説明したように、本発明によれば、迅速に処理対象物を加熱及び冷却して効率良く処理を行いうる簡素な構成の真空処理装置を得ることができる。

【0008】

【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は、本発明に用いる真空処理装置の一実施の形態であるスパッタリング装置の概略構成を示す図である。

【0009】

図1に示すように、本実施の形態のスパッタリング装置1は、図示しない真空排気系に接続された真空処理槽2を有し、この真空処理槽2の上部に例えば金属からなるターゲット3が配設されている。

【0010】

このターゲット3は、真空処理槽2の外部に設けられた直流電源4に接続され、この直流電源4によって負電圧に印加されるように構成されている。

【0011】

一方、真空処理槽2の下部には、ターゲット3と対向するようにサセプタ5が設けられており、このサセプタ5の上部には、例えばシリコンウェハ等の基板（処理対象物）6を吸着保持するための静電チャック10が固定されている。

【0012】

静電チャック10は、誘電体である例えばセラミックス材料を用いて円板形状に形成された静電チャックプレート11を有し、この静電チャックプレート11の内部には、抵抗発熱体からなるヒーター12と、導電性材料からなる一対の双極型の吸着電極13、14

10

20

30

40

50

が設けられている。

【0013】

ここで、ヒーター12は真空処理槽2の外部に配設されたヒーター電源15に接続され、また、吸着電極13、14は、同様に真空処理槽2の外部に配設された静電チャック電源16に接続されている。

【0014】

この静電チャック電源16には、上記一対の吸着電極13、14への印加電圧を逐次変化させる電圧制御回路16aと、印加電圧の極性を逆にして逆電圧を印加する逆電圧印加回路16bとが設けられ、また、この静電チャック電源16は、電圧印加終了時(チャックオフ時)において吸着電極13、14を直ちに接地させるように構成されている。 10

【0015】

なお、静電チャックプレート11内には、例えば水等の冷却媒体を循環させることによって静電チャックプレート11を冷却できるように構成され(図示せず)、これにより静電チャック10は加熱冷却体又は加熱冷却装置としての機能を有している。

【0016】

このような構成を有する本実施の形態においては、まず、真空処理槽2を真空排気して予め真空状態にしておくとともに、ヒーター12に通電して静電チャックプレート11を所定の温度に加熱した状態で、真空処理槽2内に基板6を搬入する。そして、図示しない昇降機構によって基板6を静電チャックプレート11上の所定の位置に載置する。 20

【0017】

次に、静電チャック電源16を起動し、一対の吸着電極13、14に対してそれぞれ正負の電圧を印加して静電吸着力を発生させ、基板6を静電チャックプレート11の表面に密着させる。これにより、基板6は静電チャックプレート11からの熱伝導によって加熱される。

【0018】

本発明の場合は、電圧印加当初において、基板6の温度が以後の温度上昇では割れが生じない所定の温度に到達するまで、吸着電極13、14に印加する電圧を基板6の熱膨張又は熱収縮を吸収できる程度の比較的小さな値に設定する。

【0019】

図2は、本発明の第1の実施の形態を示すもので、吸着電極に対する印加電圧のパターンと基板の温度との関係を示すグラフである。 30

【0020】

図2に示すように、本実施の形態においては、基板6の温度が所定の基準温度T₁に到達するまで、吸着電極13、14に対する印加電圧の値を直線的に増加させ、これにより当該印加電圧が累積的に増加するようとする。

【0021】

この場合、基準温度T₁は、スパッタリングの際ににおける基板6の加熱温度T₂の50~80%とすることが好ましく、より好ましくは、60~70%である。

【0022】

そして、印加電圧を所定の高い電圧値V₁に設定して保持させる。これにより、基板6の温度は、短時間で所定の加熱温度T₂まで上昇する。 40

【0023】

本実施の形態によれば、それ以後の温度上昇又は温度降下では基板6の割れが生じない基準温度T₁へ基板6の温度が到達するまでの間ににおいて、吸着電極13、14に対する印加電圧の値を直線的に増加させて比較的小さな吸着力で基板6を吸着させることから、熱膨張又は熱収縮に起因する熱応力が小さく抑えられ、基板6に割れを生じさせることがない。

【0024】

その一方、本実施の形態の場合は、ある程度の吸着力で基板6を静電チャックプレート11に吸着させているので、従来技術に比べて基板6に対し熱を効率良く伝えることがで 50

きる。

【0025】

その結果、本実施の形態によれば、基板6を静電チャックプレート11上に載置した後、短時間で所定の温度 T_1 まで上昇させることができ、さらに、その後は所定の高い電圧値 V_1 を印加することによって迅速に基板6を加熱温度 T_2 まで昇温させることができるるので、スパッタリングを開始するまでの時間を大幅に短縮することができる。

【0026】

特に本実施の形態の場合は、基板6の温度が所定の基準温度 T_1 に到達するまで、吸着電極13、14に対する印加電圧の値を直線的に増加させることによって、比較的小さな電圧を吸着電極13、14に印加している間は、比較的小さな吸着力で基板6を吸着するので、熱膨張又は熱収縮に起因する熱応力が小さく抑えられ、これにより基板6を所定の温度まで加熱又は冷却する間に蓄積させる熱応力の総量を低く抑えることができ、基板6に割れを生じさせることがないというメリットがある。

【0027】

その後、真空処理槽2内に例えば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4を起動してターゲット3に負電圧を印加すると、真空処理槽2内にプラズマが生成され、ターゲット3の表面においてスパッタリングが行われる。

【0028】

そして、基板6の表面に所定の厚さの薄膜が形成された後に直流電源4を停止させ、プラズマを消滅させる。

10

【0029】

さらに、静電チャック電源16を停止させ、吸着電極13、14への電圧印加を終了させる。このとき、静電チャック電源16を介して吸着電極13、14を接地させ、基板6と各吸着電極13、14の間に蓄積された電荷を放出させる。

【0030】

しかし、各吸着電極13、14を接地させただけでは、静電吸着時に発生した電荷は完全には消滅せず、残留電荷として残ってしまう。

【0031】

そこで、本実施の形態においては、静電チャック電源16を再起動し、図1及び2に示すように、静電チャック電源16の逆電圧印加回路16bから上述した静電吸着時とは逆極性の電圧を、各吸着電極13、14に対して所定時間印加する。

20

【0032】

この逆極性の電圧の印加により、上述した残留電荷と逆極性の電荷が基板6と各吸着電極13、14の間に発生し、正負の電荷が相殺されるため、基板6と各吸着電極13、14の間に蓄積された電荷が短時間で減少し、これに伴い静電チャック10の残留吸着力が減少する。

【0033】

その後、静電チャック電源16を再び停止させる。本実施の形態の場合は、上述したように静電チャック10の残留吸着力が減少しているので、図示しない昇降機構によって基板6を静電チャックプレート11から容易に離脱させることができる。

30

【0034】

このように、本実施の形態のスパッタリング装置1によれば、簡素な構成で成膜処理のスループットを向上させることができる。

40

【0035】

図3(a)(b)は、本発明の第2及び第3の実施の形態を示すもので、静電チャックの吸着電極に対する印加電圧のパターンの他の例を示すグラフである。

【0036】

本発明においては、図3(a)に示すように、基板6の温度が基準温度 T_1 に到達するまでの間において、各吸着電極13、14に対する印加電圧を段階的に増加させることによって、各吸着電極13、14に対する印加電圧を徐々に増加させることもできる。

50

【0037】

本実施の形態によれば、上述の実施の形態と同様に、基板6を静電チャックプレート11上に載置した後、迅速に基板6を加熱温度T₂まで昇温させることができることに加え、比較的小さな電圧を吸着電極13、14に印加している間は、比較的小さな吸着力で基板6を吸着するので、熱膨張又は熱収縮に起因する熱応力が小さく抑えられるため、基板6を所定の温度まで加熱又は冷却する間に蓄積させる熱応力の総量を低く抑えることができ、基板6に割れを生じさせることができないというメリットがある。

【0038】

また、本発明においては、図3(b)に示すように、基板6の温度が基準温度T₁に到達するまでの間において、各吸着電極13、14にパルス状の電圧を印加することによって、各吸着電極13、14に対する印加電圧を徐々に増加させることもできる。

10

【0039】

本実施の形態によれば、上述の実施の形態と同様に、基板6を静電チャックプレート11上に載置した後、迅速に基板6を加熱温度T₂まで昇温させることができることに加え、吸着電極13、14への電圧印加オフ時は吸着力が減衰するので、電圧印加時に基板6に蓄積された熱応力を電圧印加オフ時に逃がすことができ、これにより基板6に割れを生じさせることができないというメリットがある。

その他の構成及び作用効果については上記実施の形態と同一であるのでその詳細な説明を省略する。

【0040】

20

なお、本発明は上述の実施の形態に限られることなく、種々の変更を行うことができる。

例えは、上述の実施の形態においては、処理対象物を加熱する際に吸着電極に対する印加電圧を累積的に増加させるようにしたが、本発明はこれに限らず、所定の温度差をもって処理対象物を冷却する場合にも適用することができる。

【0041】

また、上述の実施の形態においては、スパッタリング装置(方法)に例をとって説明したが、本発明はこれに限らず、静電チャック機構を用いるすべての装置(方法)に適用しうるものである。

【0042】

30

【実施例】

以下、本発明の実施例を比較例とともに詳細に説明する。

<実施例1>

図1に示す静電チャック10を用い、基板6として8インチサイズの室温のシリコンウェハを本発明の方法によって500℃に昇温させ、スパッタリングによりAl膜を形成した後に基板6を静電チャックプレート11から離脱させた。この場合の吸着電極13、14への印加電圧とシリコンウェハの温度変化を図4に示す。

【0043】

まず、500℃以上に加熱された静電チャックプレート11上に室温のシリコンウェハを設置し、吸着電極13、14に正負の電圧を印加して静電吸着力を発生させ、シリコンウェハを静電チャックプレート11に吸着させて昇温させた。

40

【0044】

この場合の印加電圧は、印加開始から15秒まで連続して直線的に上昇させ(図中部分a)、15秒経過後からは一定値に保持した。

【0045】

図4に示すように、印加開始から15秒後には、シリコンウェハの温度は350℃に達しており、印加電圧を一定値に保持してから10秒経過後(印加開始から25秒経過後)には、シリコンウェハの温度は500℃の一定温度になった。

【0046】

次いで、真空処理槽2内にアルゴンガスを導入し、直流電源4を起動してターゲット3

50

に所定の負電圧を印加してシリコンウェハの表面にA1膜の成膜を60秒間行った後、直流電源4を停止させた。

【0047】

次に、静電チャック電源16を一旦停止させ、吸着電極13、14への電圧印加を終了させた後、静電チャック電源16を再起動し、前記静電吸着時とは逆極性で絶対値が等しい電圧を2秒間印加し、その後、静電チャック電源16を再び停止させた。

【0048】

さらに、静電チャック電源16の再停止から5秒後に、図示しない昇降機構によってシリコンウェハを静電チャックプレート11から離脱させた。

【0049】

以上の加熱試験を繰り返し行ったところ、シリコンウェハに割れは全く生じなかった。

10

【0050】

<実施例2>

基板6の温度が350℃に到達するまでの間(15秒間)において、各吸着電極13、14に対する印加電圧を段階的に増加させた(図3(a)参照)他は実施例1と同様の方法によってスパッタリングを行った。

【0051】

本実施例においても、シリコンウェハの温度上昇は実施例1の場合とほぼ同一であった。また、シリコンウェハの割れも全く生じなかった。

【0052】

20

<比較例1>

図1に示すスパッタリング装置1を用い、500℃以上に加熱された静電チャックプレート11上に実施例と同一のシリコンウェハを設置し、実施例1における最大電圧V₁と同一の電圧を設置後直ちに吸着電極13、14に印加してシリコンウェハを500℃に昇温させた。この場合の吸着電極13、14への印加電圧とシリコンウェハの温度変化を図4に示す。

【0053】

図5に示すように、この場合は、電圧印加開始から20秒後には、500℃の一定温度になった。その結果、比較例1の場合は、加熱試験を行ったうちの半数以上のシリコンウェハに割れが生じた。

30

【0054】

次に、上記実施例と同一の条件でシリコンウェハの表面にA1膜の成膜を60秒間行った後、静電チャック電源16を停止させ、この停止から7秒後に、図示しない昇降機構によってシリコンウェハを静電チャックプレート11から離脱させた。その結果、離脱試験を行ったうちの15%のシリコンウェハに割れが生じた。

【0055】

<比較例2>

図1に示すスパッタリング装置1を用い、500℃以上に加熱された静電チャックプレート11上に実施例と同一のシリコンウェハを設置し、各吸着電極13、14に電圧を印加せずにシリコンウェハを昇温させた。この場合のシリコンウェハの温度上昇を図6に示す。

40

【0056】

図6に示すように、比較例2の場合は、シリコンウェハの温度が250℃に達するまでに約180秒の時間を要した。

【0057】

次に、実施例1における最大電圧V₁と同一の電圧を吸着電極13、14に印加してシリコンウェハを500℃に昇温させた。その結果、シリコンウェハに割れは全く生じなかった。

【0058】

さらに、上記実施例と同一の条件でシリコンウェハの表面にA1膜の成膜を60秒間行

50

った後、静電チャック電源 16 を停止させ、各吸着電極 13、14 への電圧印加を終了させた。

【0059】

この状態でシリコンウェハを静電チャックプレート 11 上に 60 秒間保持した後に、図示しない昇降機構によってシリコンウェハを静電チャックプレート 11 から離脱させた。その結果、離脱試験を行ったうちの 5 % のシリコンウェハに割れが生じた。

【0060】

以上の実施例及び比較例から理解されるように、本発明によれば、基板 6 に割れを生じさせることなく、基板 6 を迅速に加熱し又は静電チャックプレート 11 から離脱できることが明らかになった。

10

【0061】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、処理対象物に割れを生じさせることなく処理対象物を迅速に加熱又は冷却することができる。

したがって、本発明によれば、効率良く真空処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に用いる真空処理装置の一実施の形態であるスパッタリング装置の概略構成図

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態を示すもので、吸着電極に対する印加電圧のパターンと基板の温度との関係を示すグラフ

20

【図 3】(a)：本発明の第 2 の実施の形態を示すもので、静電チャックの吸着電極に対する印加電圧のパターンの他の例を示すグラフ

(b)：本発明の第 3 の実施の形態を示すもので、静電チャックの吸着電極に対する印加電圧のパターンのさらに他の例を示すグラフ

21

【図 4】本発明の実施例 1 の結果を示すもので、吸着電極に対する印加電圧のパターンと基板の温度との関係を示すグラフ

【図 5】本発明の比較例 1 の結果を示すもので、吸着電極に対する印加電圧のパターンと基板の温度との関係を示すグラフ

【図 6】本発明の比較例 2 の結果を示すもので、吸着電極に対する印加電圧のパターンと基板の温度との関係を示すグラフ

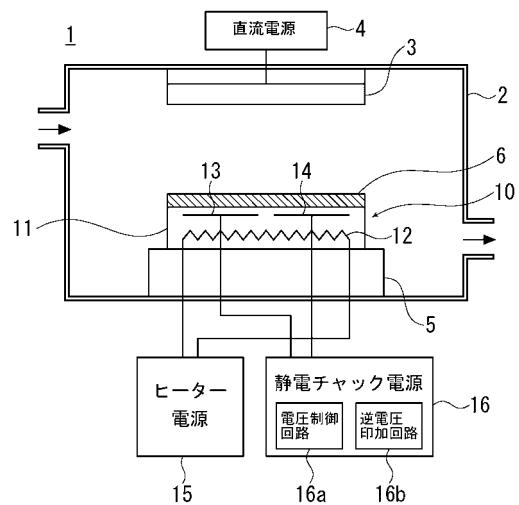
22

【符号の説明】

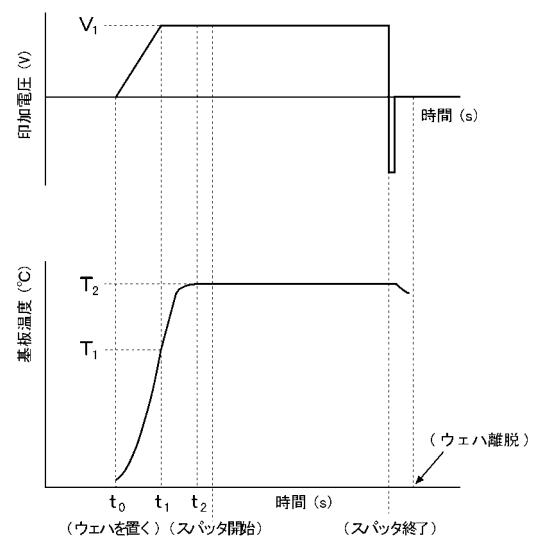
1 … スパッタリング装置 2 … 真空処理槽 6 … 基板（処理対象物） 10 … 静電チャック（加熱冷却体） 11 … 静電チャックプレート 12 … ヒーター 13、14 … 吸着電極 16 … 静電チャック電源

23

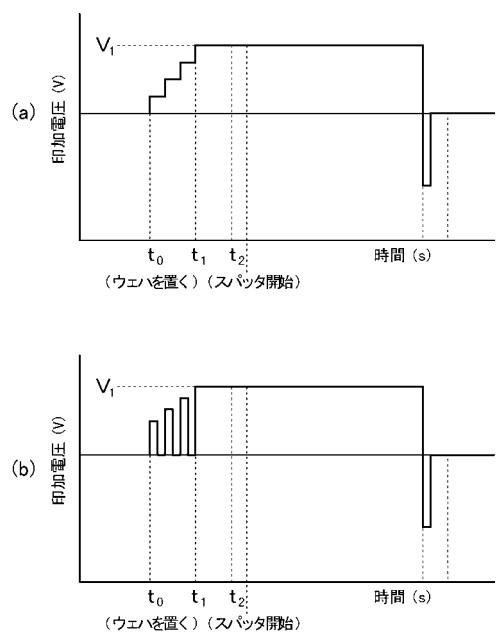
【図1】



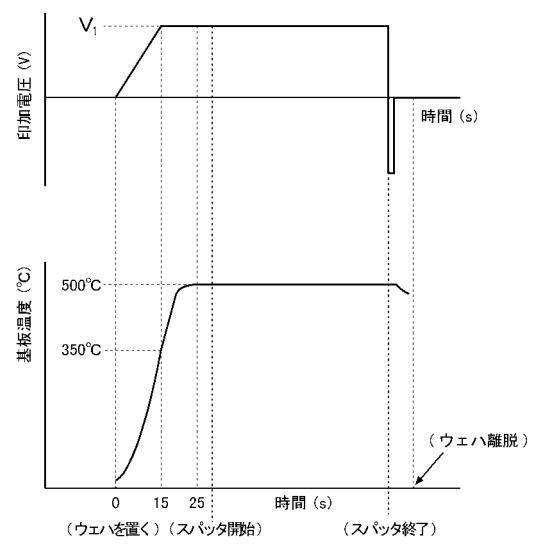
【図2】



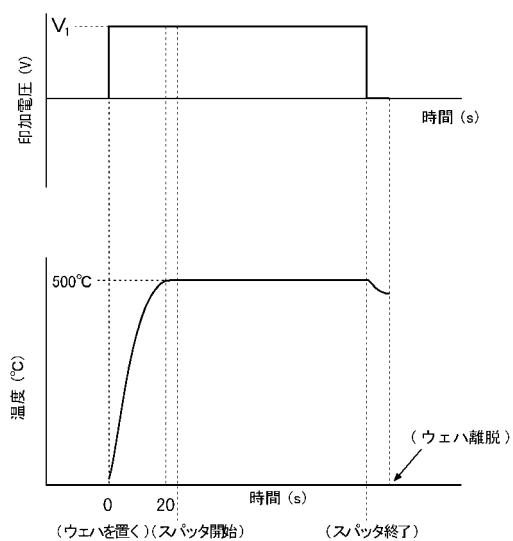
【図3】



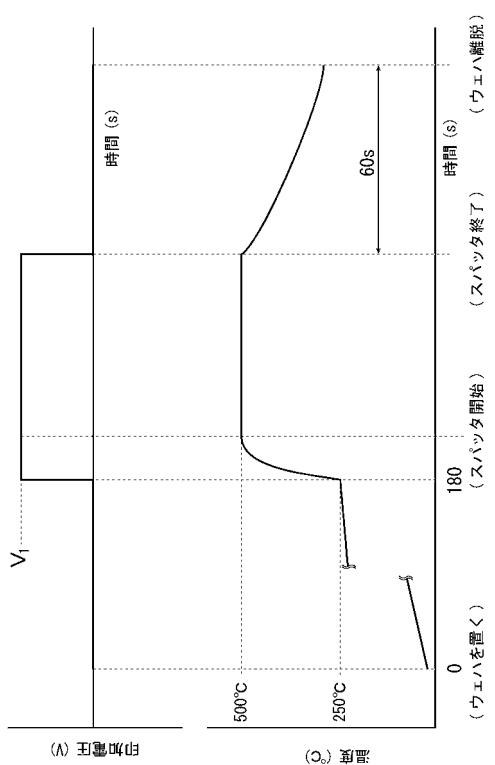
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 森本 直樹

静岡県裾野市須山1220-14 日本真空技術株式会社 富士裾野工場内

審査官 宮澤 尚之

(56)参考文献 特開2000-260855(JP,A)

特開平10-163308(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/00-16/56

H01L 21/20-21/3065

H01L 21/68