

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6408904号
(P6408904)

(45) 発行日 平成30年10月17日 (2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月28日 (2018.9.28)

| | | | | |
|---------------------------|--|----------------|--|---------|
| (51) Int.Cl. | | F I | | |
| H O 1 L 21/3065 (2006.01) | | H O 1 L 21/302 | | I O 1 G |
| C 2 3 C 16/44 (2006.01) | | C 2 3 C 16/44 | | Z |
| B O 1 J 3/00 (2006.01) | | B O 1 J 3/00 | | J |
| H O 1 L 21/02 (2006.01) | | H O 1 L 21/02 | | D |

請求項の数 5 (全 12 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2014-263378 (P2014-263378) | (73) 特許権者 | 000219967 |
| (22) 出願日 | 平成26年12月25日 (2014.12.25) | | 東京エレクトロン株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2016-122795 (P2016-122795A) | | 東京都港区赤坂五丁目3番1号 |
| (43) 公開日 | 平成28年7月7日 (2016.7.7) | (74) 代理人 | 100107766 |
| 審査請求日 | 平成29年11月29日 (2017.11.29) | | 弁理士 伊東 忠重 |
| | | (74) 代理人 | 100070150 |
| | | | 弁理士 伊東 忠彦 |
| | | (72) 発明者 | 芳賀 博文 |
| | | | 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i |
| | | | zタワー 東京エレクトロン株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 中尾 亘孝 |
| | | | 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i |
| | | | zタワー 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】 真空引き方法及び真空処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

真空処理室を有する真空処理装置の真空引き方法であって、

前記真空処理室と排気装置とを接続するバルブを開き、該排気装置により第1の所定時間該真空処理室内を真空引きする第1の工程と、

前記第1の工程の後に前記バルブを閉じ、第2の所定時間放置して真空処理室内の昇圧を促す第2の工程と、を有し、

前記第2の工程により、前記真空処理室内の圧力が水の三重点の圧力を下回らないように、前記真空処理室内の圧力が $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ ($5 \text{ Torr} \sim 10 \text{ Torr}$) になるまで前記第1の工程と前記第2の工程とを交互に行い、前記真空処理室内の水分を凝固させることなく降圧する、

真空引き方法。

【請求項2】

前記第1の工程と前記第2の工程とを繰り返し実行する、

請求項1に記載の真空引き方法。

【請求項3】

前記第1の工程と前記第2の工程との実行により、前記真空処理室内を一分間に $333 \text{ Pa} \sim 3359 \text{ Pa}$ ($25.0 \text{ Torr} \sim 25.2 \text{ Torr}$) 降圧する、

請求項1又は2に記載の真空引き方法。

【請求項4】

10

20

前記第 1 の工程と前記第 2 の工程との実行により、前記真空処理室内の水分を凝固させることなく前記真空処理室内の圧力が大気圧から $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ ($5 \text{ Torr} \sim 10 \text{ Torr}$) になるまで降圧する、

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の真空引き方法。

【請求項 5】

真空処理室と制御部とを有する真空処理装置であって、

前記制御部は、

前記真空処理室と排気装置とを接続するバルブを開き、該排気装置に第 1 の所定時間該真空処理室内を真空引きさせる第 1 のステップと、

前記第 1 のステップの後に前記バルブを閉じ、第 2 の所定時間放置して真空処理室内の昇圧を促す第 2 のステップとを制御し、

前記第 2 のステップにより、前記真空処理室内の圧力が水の三重点の圧力を下回らないように、前記真空処理室内の圧力が $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ ($5 \text{ Torr} \sim 10 \text{ Torr}$) になるまで前記第 1 のステップと前記第 2 のステップとを交互に行い、前記真空処理室内の水分を凝固させることなく降圧するように制御する、

真空処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空引き方法及び真空処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

真空処理装置においてエッチング前のマスク寸法に対するエッチング処理後のパターン寸法のシフト量を制御する CD (Critical Dimension) 制御が行われている。ところが、真空処理室内をクリーニングしたメンテナンス後のエッチング処理では、CD 値が設定値からはずれた値になる CD シフトが発生する。これに対して、真空処理室内をクリーニング後にシーズニングすることで、真空処理室内の雰囲気安定させてからエッチング処理を行い、これにより、CD シフトの発生を防止することが考えられる。しかしながら、シーズニングを実行すると、メンテナンス後のエッチング処理の開始が遅れる。そこで、メンテナンス後の真空処理室内における安定稼働とメンテナンス後にエッチング処理を行うまでの時間の短縮とが望まれている。

【0003】

そこで、真空処理室内の真空引きに要する時間を短縮するために、様々な真空引き方法が提案されている。例えば、真空引き開始後に一旦不活性ガスを導入してチャンバ内を大気圧以上の陽圧状態とし、さらに真空引きを継続する方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 249876 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 305953 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献による真空引き方法では、真空処理室内を減圧すると、メンテナンス時に大気に暴露された壁面や構成部品の表面に付着した水分が気化し始める。その後も続けて真空処理室内を減圧すると、断熱膨張によって水分の温度が低下し、やがてその温度は 0 を下回り、 $-15 \sim -30$ 程度まで下がる場合がある。このとき、未だ気化していない真空処理室内の水分は凝固することがある。

【0006】

凝固した水分は、長時間に亘って蒸発し続け、また、凝固していない水分を壁面等の微小な凹部に閉じ込め、真空引き時間の短縮を図ることを困難にさせる。また、凝固した水分はパーティクルの発生、異常放電、構成部品の腐食等、水分を原因とする不具合を引き起こすことがある。

【0007】

上記課題に対して、一側面では、水分を凝固させないように真空処理室内を所定の圧力まで降圧させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、一の態様によれば、真空処理室を有する真空処理装置の真空引き方法であって、前記真空処理室と排気装置とを接続するバルブを開き、該排気装置により第1の所定時間該真空処理室内を真空引きする第1の工程と、前記第1の工程後に前記バルブを閉じ、第2の所定時間放置して真空処理室11内の昇圧を促す第2の工程と、を有し、前記真空処理室内の水分を凝固させることなく前記真空処理室内の圧力が6.7 Pa ~ 13.3 x 10² Paになるまで降圧する真空引き方法が提供される。

【発明の効果】

【0009】

一の側面によれば、水分を凝固させないように真空処理室内を所定の圧力まで降圧させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】一実施形態に係る真空処理装置の縦断面の一例を示す図。

【図2】水分の蒸気圧曲線を示す図。

【図3】一実施形態に係る真空引き処理の一例を示すフローチャート。

【図4】一実施形態に係る真空引きによる真空処理室内の圧力遷移の一例を示す図。

【図5】一実施形態に係る真空引きと比較例による水分量（OH基の発行強度）を示す図。

【図6】一実施形態に係る真空引きと比較例の圧力及び温度の遷移図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の構成については、同一の符号を付することにより重複した説明を省く。

【0012】

〔真空処理装置の全体構成〕

まず、本発明の一実施形態にかかる真空処理装置10の全体構成の一例について、図1を参照しながら説明する。ここでは、真空処理装置10は、真空処理室11内でプラズマを生成し、プラズマの作用により半導体ウェハ（以下と「ウェハW」ともいう。）をエッチング処理等のプラズマ処理を行う装置である。

【0013】

真空処理装置10は、アルミニウム等からなり、内部を密閉可能な筒状の真空処理室11を有している。真空処理室11は、接地電位に接続されている。真空処理室11の内部には、導電性材料、例えばアルミニウム等から構成された載置台12が設けられている。載置台12は、ウェハWを載置する円柱状の台であり、下部電極を兼ねている。

【0014】

真空処理室11の側壁と載置台12の側面との間には、載置台12の上方のガスを真空処理室11外へ排出する経路となる排気路13が形成されている。排気路13の途中には排気プレート14が配置される。排気プレート14は多数の孔を有する板状部材であり、真空処理室11を上部と下部とに仕切る仕切り板として機能する。排気プレート14によって仕切られた真空処理室11の上部は、プラズマ処理が実行される反応室17である。

また、真空処理室 11 下部の排気室（マニホールド）18 には、真空処理室 11 内のガスを排出する排気管 15 が接続されている。排気管 15 には、A P C（Adaptive Pressure Control：自動圧力制御）バルブ 16 が接続されている。排気プレート 14 は、反応室 17 にて生成されるプラズマを捕捉又は反射して排気室 18 への漏洩を防止する。排気管 15 には、A P C バルブ 16 を介して T M P 40（Turbo Molecular Pump）及びドライポンプ 41（Dry Pump）が接続され、これらの排気装置は真空処理室 11 内を真空引きして減圧する。具体的には、ドライポンプ 41 は真空処理室 11 内を大気圧から中真空状態（例えば、 $1.3 \times 10 \text{ Pa}$ （ 0.1 Torr ）以下）まで減圧する。その際、ドライポンプ 41 と真空処理室 11 とを繋ぐ配管（バイパスルート）に設けられたバルブ 43 が開かれ、T M P 40 とドライポンプ 41 とを繋ぐ配管に設けられたバルブ 42 が閉じられる。

10

【0015】

T M P 40 は、ドライポンプ 41 と協働して真空処理室 11 内を中真空状態より低い圧力である高真空状態（例えば、 $1.3 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ （ $1.0 \times 10^{-5} \text{ Torr}$ ）以下）まで減圧する。その際、バルブ 43 が閉じられ、バルブ 42 が開かれる。

【0016】

第 1 の高周波電源 19 は、整合器 20 を介して載置台 12 に接続され、例えば $400 \text{ kHz} \sim 13.56 \text{ MHz}$ のバイアス用の高周波電力（以下、「L F」（Low Frequency）とも表記する。）を載置台 12 に供給する。整合器 20 は、載置台 12 からの高周波電力の反射を抑え、バイアス用の高周波電力 L F の載置台 12 への供給効率を最大にする。

【0017】

20

載置台 12 の上部には、静電電極板 21 を内部に有する静電チャック 22 が配置されている。静電チャック 22 は下部円板状部材の上に、下部円板状部材より直径の小さい上部円板状部材を重ねた形状を有する。なお、静電チャック 22 はアルミニウムからなり、上面にはセラミック等が溶射されている。載置台 12 にウェハ W を載置するとき、ウェハ W は静電チャック 22 の上部円板状部材の上に置かれる。

【0018】

静電電極板 21 には、直流電源 23 が接続されている。静電電極板 21 に正の直流電圧（以下、「H V」（High Voltage）とも表記する。）が印加されると、ウェハ W の裏面（静電チャック 22 側の面）に負電位が発生して静電電極板 21 及びウェハ W の裏面の間に電位差が生じる。ウェハ W は、この電位差に起因するクーロン力又はジョンソン・ラーベック力により、静電チャック 22 における上部円板状部材上に静電吸着され、保持される。

30

【0019】

また、静電チャック 22 には、ウェハ W の周縁部を囲うように、円環状のフォーカスリング 24 が載置される。フォーカスリング 24 は、導電性部材、例えば、シリコンからなり、反応室 17 においてプラズマをウェハ W の表面に向けて収束し、エッチング処理の効率を向上させる。

【0020】

また、載置台 12 の内部には、例えば、円周方向に延在する環状の冷媒室 25 が設けられる。この冷媒室 25 には、冷媒用配管 26 を介してチラーユニットから低温の冷媒、例えば、冷却水やガルデン（登録商標）が循環供給される。該低温の冷媒によって冷却された載置台 12 は静電チャック 22 を介してウェハ W 及びフォーカスリング 24 を冷却する。

40

【0021】

静電チャック 22 における上部円板状部材上のウェハ W が吸着する面（吸着面）には、複数の伝熱ガス供給孔 27 が開口している。これら複数の伝熱ガス供給孔 27 には、伝熱ガス供給ライン 28 を介してヘリウム（He）ガス等の伝熱ガスが供給される。伝熱ガスは、伝熱ガス供給孔 27 を介して静電チャック 22 の吸着面とウェハ W の裏面との間隙に供給される。その間隙に供給された伝熱ガスは、ウェハ W の熱を静電チャック 22 に伝達する。

50

【 0 0 2 2 】

真空処理室 1 1 の天井部には、載置台 1 2 と対向するようにシャワーヘッド 2 9 が配置されている。第 2 の高周波電源 3 1 は、整合器 3 0 を介してシャワーヘッド 2 9 に接続され、例えば 4 0 M H z 程度のプラズマ励起用の高周波電力（以下、「H F」（High Frequency）とも表記する。）をシャワーヘッド 2 9 に供給する。このようにしてシャワーヘッド 2 9 は上部電極としても機能する。なお、整合器 3 0 は、シャワーヘッド 2 9 からの高周波電力の反射を抑え、プラズマ励起用の高周波電力 H F の載置台 1 2 への供給効率を最大にする。なお、第 2 の高周波電源 3 1 及び整合器 3 0 は設けられなくてもよい。

【 0 0 2 3 】

シャワーヘッド 2 9 は、多数のガス穴 3 2 を有する天井電極板 3 3 と、天井電極板 3 3 を着脱可能に釣支するクーリングプレート 3 4 と、クーリングプレート 3 4 を覆う蓋体 3 5 とを有する。また、クーリングプレート 3 4 の内部にはバッファ室 3 6 が設けられ、バッファ室 3 6 にはガス導入管 3 7 が接続されている。シャワーヘッド 2 9 は、ガス導入管 3 7 からバッファ室 3 6 へ供給されたガスを、多数のガス穴 3 2 を介して反応室 1 7 内へ供給する。

【 0 0 2 4 】

シャワーヘッド 2 9 は真空処理室 1 1 に対して着脱自在であり、真空処理室 1 1 の蓋としても機能する。真空処理室 1 1 からシャワーヘッド 2 9 を離脱させれば、作業者は真空処理室 1 1 の壁面や構成部品に直接触れることができる。これにより、作業者は真空処理室 1 1 の壁面や構成部品の表面をクリーニングすることができ、真空処理室 1 1 の壁面等に付着した付着物を除去することができる。

【 0 0 2 5 】

真空処理装置 1 0 では、バイアス用の高周波電力 L F が載置台 1 2 に印加される。プラズマ励起用の高周波電力 H F は印加されてもよいし、印加されなくてもよい。反応室 1 7 内に少なくともバイアス用の高周波電力を印加することにより、シャワーヘッド 2 9 から供給されたガスからプラズマが生成され、そのプラズマによってウェハ W にエッチング等のプラズマ処理が施される。

【 0 0 2 6 】

真空処理装置 1 0 の各構成部品の動作は、真空処理装置 1 0 の全体を制御する制御部 5 0 によって制御される。制御部 5 0 は、C P U、R O M、R A M等を有し、R A M等に記憶されたプラズマ処理の手順を設定するレシピに従いエッチング処理等のプラズマ処理を制御する。

【 0 0 2 7 】

〔 水分の蒸気圧曲線 〕

次に、水分の凝固について図 2 を参照して説明する。図 2 は、水分の蒸気圧曲線を示す図であり、横軸は温度を示し、縦軸は圧力を示す。曲線 A 及び横軸で囲まれる領域 G において水分は気化し、曲線 A 及び直線 B で囲まれる領域 L において水分は液化し、曲線 A、直線 B 及び縦軸で囲まれる領域 S において水分は凝固する。

【 0 0 2 8 】

真空処理室 1 1 内にガスが残留している状態（領域 L における（a））から T M P 4 0 やドライポンプ 4 1 による真空引きが開始され、真空処理室 1 1 内のガスが排出されてしまうと、真空処理室 1 1 の壁面等に付着した水分は沸騰して気化する（曲線 A における（b））。特に、真空処理室 1 1 内の圧力低下が急激である場合には、水分は突発的に沸騰する。

【 0 0 2 9 】

T M P 4 0 やドライポンプ 4 1 による真空引きが継続されると、真空処理室 1 1 内はさらに低圧になる。このため、水分は沸騰したまま温度が低下する（曲線 A における（b）から（c））。そして、温度がほぼ 0 になると（曲線 A における（c）：水の三重点）、まだ気化していない水分は凝固する。水分が凝固すると水分子間の結合が強固となり、圧力を上げて気化が困難な状態となる。すなわち、凝固した水分は容易に気化すること

10

20

30

40

50

がない。さらに圧力が低下すると、温度は - 15 ~ - 30 程度まで低下する（曲線 A における（d））。このとき、未だ気化していない水分は凝固することがある。

【0030】

凝固した水分は、長時間に亘って蒸発し続け、また、真空処理室 11 の壁面等の微小な凹部に凝固していない水分を閉じ込める。このため、凝固した水分の存在は、真空引き時間の短縮を困難にさせる。また、凝固した水分はパーティクルの発生、異常放電、構成部品の腐食等の水分を原因とする不具合を引き起こすことがある。

【0031】

そこで、以下に示すように、本実施形態にかかる真空引き方法では真空処理室 11 内をドライポンプ 41 によって真空引きする際、温度が 0 よりも高くなるように真空処理室 11 内の圧力を制御する。これにより、真空処理室 11 の壁面等に付着した水分が凝固するのを防止しながら、真空処理室 11 内の圧力が、メンテナンス直後の大気圧から $6.7 \text{ Pa} \sim 13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$ ($5 \text{ Torr} \sim 10 \text{ Torr}$) の減圧状態になるまで降圧する。

【0032】

〔真空引き方法〕

次に、本実施形態にかかる真空引き方法について図 3 及び図 4 を参照して説明する。図 3 は、本実施形態にかかる真空引き処理の一例を示すフローチャートである。図 4 は、本実施形態にかかる真空引きによる真空処理室 11 内の圧力遷移の一例を示す。図 4 において横軸は真空引きを開始（時刻 T_0 ）してからの時間を示し、縦軸は真空処理室 11 内の圧力を示す。本実施形態にかかる真空引き方法は、真空処理装置 10 においてエッチング処理が行われた際に真空処理室 11 内に付着した反応生成物を取り除くために真空処理室 11 の壁面等をクリーニングした後に実行される。なお、本実施形態にかかる真空引き処理が開始される際、TMP 40 とドライポンプ 41 との間に設けられたバルブ 42 は閉じられている。

【0033】

本実施形態にかかる真空引き方法では、まず、制御部 50 は、バイパスルートのバルブ 43 を開くように制御する。これにより、ドライポンプ 41 と真空処理室 11 とが連通する。ドライポンプ 41 は、第 1 の所定時間、真空処理室 11 内を真空引きする（ステップ S10：第 1 の工程）。これにより、図 4 に示すように、真空処理室 11 内は真空引きが開始された時刻 t_0 の大気圧の状態から E1 にて示す第 1 の工程中に所定量減圧される。第 1 の所定時間としては、例えば、数十秒～数分であってもよい。

【0034】

ここで、このまま真空引きを継続して急激に減圧すると水分が沸騰したまま温度が低下し、温度がほぼ 0 になるとまだ気化していない水分は凝固してしまう。そこで、図 3 の真空引き方法では、制御部 50 は、第 1 の所定時間経過後（第 1 の工程後）、一旦バルブ 43 を閉じるように制御し、第 2 の所定時間放置して真空処理室 11 内の自然の昇圧を促す（ステップ S12：第 2 の工程）。これにより、図 4 の M1 にて示す第 2 の工程中にバルブ 43 等から自然にガスが漏れ、真空処理室 11 内は徐々に昇圧される。第 2 の所定時間としては、例えば、数分～10 分程度であってもよい。

【0035】

次に、制御部 50 は、真空処理室 11 内の圧力が 10 Torr ($13.3 \times 10^2 \text{ Pa}$) 以下であるかを判定する（ステップ S14）。真空処理室 11 内の圧力が 10 Torr よりも高い場合、再び第 1 の工程（ステップ S10）及び第 2 の工程（ステップ S12）を行い、ステップ S14 にて真空処理室 11 内の圧力が 10 Torr 以下になるまでステップ S10～S14 を繰り返す。

【0036】

次に、ステップ S14 にて真空処理室 11 内の圧力が 10 Torr 以下であると判定された場合、制御部 50 は、バイパスルートのバルブ 43 を開くように制御する。これにより、ドライポンプ 41 と真空処理室 11 とが連通する。ドライポンプ 41 は、真空処理室

11内を真空引きする(ステップS16)。次に、制御部50は、真空処理室11内の圧力が5 Torr (6.7 Pa) 以下であるかを判定する(ステップS18)。真空処理室11内の圧力が5 Torr よりも高いと判定された場合、制御部50は、ステップS16に戻り、ドライポンプ41による排気を続ける。これにより、真空処理室11内が減圧される(図4のE2)。

【0037】

他方、真空処理室11内の圧力が5 Torr 以下であると判定された場合、制御部50は、バイパスルートのバルブ43を閉じ、バルブ42を開ける。これにより、ドライポンプ41による真空引きにおいてAPCバルブ16の開度の調整によって真空処理室11内の圧力を5 Torr ~ 10 Torr (6.7 Pa ~ 13.3 x 10² Pa) に維持する(ステップS20: 図4のM2)。これにより、真空処理室11内の圧力は5 Torr ~ 10 Torr に維持される。

10

【0038】

次に、制御部50は、加熱ガスを真空処理室11内に導入する(ステップS22)。加熱ガスとしては、Heガス、Arガス等の不活性ガスが挙げられる。これにより、真空処理室11内の圧力は急激に昇圧される(図4のP2)。

【0039】

次いで、真空処理室11内が100 Torr ~ 200 Torr (1.3 x 10⁴ Pa ~ 2.7 x 10⁴ Pa) まで急速に昇圧されると、断熱圧縮によって真空処理室11内の雰囲気温度が上昇する。このため、真空処理室11の壁面等に付着した水分が加熱され、該水分の温度が上昇する。したがって、例えば、真空処理室11内の圧力が5 Torr ~ 10 Torr に維持されている間に、その水分の温度が断熱膨張によって三重点の温度近傍まで低下していても、水分の温度が三重点の温度を下回るのを防止することができる。

20

【0040】

次に、図3のステップS24にて、制御部50は、ステップS16 ~ S22をN回繰り返し実行したかを判定する。繰り返し回数Nは、予め定められている。図4では、繰り返し回数Nは、3である。

【0041】

図3に戻り、ステップS16 ~ S22をN回繰り返すと、制御部50は、ステップS26に進み、バイパスルートのバルブ43を開き、ドライポンプ41によって真空処理室11内の真空引きを継続する(図4の時刻t₂ ~ 時刻t₃)。

30

【0042】

次に、制御部50は、真空処理室11内の圧力が0.1 Torr (1.3 x 10 Pa) 以下かを判定する(ステップS28)。真空処理室11内の圧力が0.1 Torr 以下であると判定されると、TMP40を稼働させ、その後(時刻t₃以後)、ドライポンプ41及びTMP40によって真空引きを継続しつつ、クライオポンプを稼働させる(ステップS30)。該クライオポンプは真空処理室11内の水分の分圧を低下させる。次いで、制御部50は、真空処理室11内の圧力が目標圧力1 x 10⁻⁵ Torr (1.3 x 10⁻³ Pa) に到達したかを判定する(ステップS32)。制御部50は、真空処理室11内の圧力が目標圧力1 x 10⁻⁵ Torr (1.3 x 10⁻³ Pa) に到達したと判定した場合、本処理を終了する(図4の時刻t₄)。

40

【0043】

沸騰しながら断熱膨張によって温度が低下する水分が凝固する臨界点である、水分の蒸気圧曲線における三重点(図2の曲線Aにおける(c))の圧力は4.6 Torr (6.1 x 10² Pa) である。よって、真空処理室11内の圧力を5 Torr 以上に制御していれば、真空処理室11内の水分は凝固しない。

【0044】

そこで、本実施形態にかかる真空引き方法では、第1の工程と第2の工程とが設けられる。第1の工程では、バイパスルートのバルブ43を開いて真空処理室11内を真空引きする。このとき真空処理室11内の圧力が下がることで真空処理室11内の温度が下がる

50

。真空処理室 11 内の温度が 0 よりも低くなると真空処理室 11 内の水分が凝固する。そこで、真空処理室 11 内の圧力が、水分の蒸気圧曲線における三重点の圧力よりも大きい 5 Torr になる前に第 2 の工程が実行される。第 2 の工程では、バルブ 43 を閉じて放置する。このとき、バルブ 43 及びその周辺の機械的加工精度からバルブ 43 を閉じて真空処理室 11 は完全には閉塞されない。このため、真空処理室 11 内の圧力が徐々に上昇し、これに応じて真空処理室 11 内の温度も徐々に上昇する。

【0045】

このようにして、本実施形態にかかる真空引き方法では、第 1 の工程と第 2 の工程とを設け、なだらかに真空引きする。これにより、図 4 に示すように段階的にゆっくりと真空処理室 11 内の圧力を下げることができる。例えば、図 4 の時刻 t_0 ~ 時刻 t_1 は、第 1 の工程と第 2 の工程とを繰り返し行った結果、真空処理室 11 内の圧力が三重点の圧力を下回らないようにゆっくりと真空引きが行われたことを示す本実施形態にかかる真空引き方法の提案部分である。このようにして、本実施形態にかかる真空引き方法によれば、真空処理室 11 内の圧力を徐々に低下させて真空処理室 11 内の圧力を大気圧から 5 Torr ~ 10 Torr まで降圧させることができる。その際、真空処理室 11 内の温度は 0 よりも低下しないようにゆっくりと真空引きが行われる。このため、真空処理室 11 の壁面等に付着し且つ未だ気化していない水分は凝固しない。よって、真空処理室 11 の壁面等に付着した水分の気化を継続することができ、これにより、真空処理室 11 内からの水分の排出を促進することができる。

【0046】

なお、図 4 に示すように、第 1 の工程と第 2 の工程とを繰り返す時刻 t_0 ~ 時刻 t_1 では、時刻 t_1 ~ 時刻 t_2 で行う P2 で示した加熱ガスを導入するパージ処理は行わない。パージ処理により温度が上がりすぎてしまうためである。また、第 1 の工程と第 2 の工程とは繰り返し実行してもよく、繰り返さなくてもよい。

(水分の状態)

本実施形態にかかる真空引き方法を実行している間の真空処理室 11 内の水分の状態について図 5 を参照して説明する。図 5 の曲線 C, D は、本実施形態にかかる真空引き方法の場合の真空処理室 11 内の水分量 (OH 基の発行強度) を示す。図 5 の曲線 A, B は、連続的に真空引きする比較例の場合の真空処理室 11 内の水分量 (OH 基の発行強度) を示す。

【0047】

曲線 A は、本実施形態にかかる真空引きより速い時間 (例えば、30 秒) で真空処理室 11 内の圧力を大気圧から 5 Torr ~ 10 Torr の間のいずれかの圧力まで降圧させたときの真空処理室 11 内の水分量を OH 基の発行強度で示す。

【0048】

例えば、本実施形態にかかる真空引き方法を実行しているときの真空処理室 11 内の圧力及び温度の状態について図 6 を参照して説明する。

【0049】

図 6 の (a) の比較例では、ドライポンプ 41 により連続的に排気し、真空処理室 11 内の圧力を急激に降圧させている。これに伴い、真空処理室 11 内の温度が急激に下がる。この結果、排気中に真空処理室 11 内の最低温度 T_{min} が -15 程度まで下がってしまうため、真空処理室 11 内の水分が凝固してしまう。

【0050】

曲線 B は、本実施形態にかかる真空引きより速い 7.5 秒で真空処理室 11 内の圧力を 5 Torr ~ 10 Torr まで降圧させたときの OH 基の発行強度である。曲線 A 及び曲線 B は、連続的に真空引きをした場合 (すなわち、本実施形態の第 2 の工程がない場合) である。

【0051】

曲線 C は、本実施形態にかかる真空引き方法により 30 分で真空処理室 11 内の圧力を 5 Torr ~ 10 Torr まで降圧させたときの OH 基の発行強度で示す。曲線 D は、本

実施形態にかかる真空引き方法により60分で真空処理室11内の圧力を5 Torr ~ 10 Torrまで降圧させたときのOH基の発行強度で示す。

【0052】

図6の(b)では、曲線Cを得るために、本実施形態にかかる真空引き方法が実行される。図6の(b)では、第1の工程及び第2の工程を3回繰り返すことで、30分で真空処理室11内の圧力を5 Torr ~ 10 Torrまで降圧できる。

【0053】

その際、本実施形態にかかる真空引き方法では、第1の工程と第2の工程との実行により真空処理室11内を一分間に3333 Pa ~ 3359 Pa (25.0 Torr ~ 25.2 Torr) 降圧する。これにより、真空処理室11内の温度は急激に下がらない。この結果、真空引き中に真空処理室11内の最低温度が0 を下回らず、真空処理室11内の水分が凝固することを防止できる。

【0054】

図5に示すOH基の発行強度によれば、本実施形態にかかる真空引き方法では、比較例の真空引き方法よりも真空処理室11内のOH基は少なくなり、真空処理室11内の水分が少なくなっていることがわかる。曲線C及び曲線Dでは約30分真空引きすれば、ほとんどのOH基はなくなり、真空処理室11内の水の凝固の恐れはなくなる。

【0055】

以上に説明したように、本実施形態の真空引き方法によれば、水分を凝固させないように真空処理室内を所定の圧力まで降圧させることができる。これにより、真空引き中に真空処理室11の壁面等に付着し且つ未だ気化していない水分は凝固しない。よって、真空処理室11の壁面等に付着した水分の気化を継続することができ、これにより、真空処理室11内からの水分の排出を促進し、排気時間の短縮を図ることができる。

【0056】

以上、真空引き方法及び真空処理装置を上記実施形態により説明したが、本発明にかかる真空引き方法及び真空処理装置は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能である。上記複数の実施形態に記載された事項は、矛盾しない範囲で組み合わせることができる。

【0057】

例えば、本発明にかかる真空引き方法を実行する真空処理装置は、容量結合型プラズマ (CCP:Capacitively Coupled Plasma)装置、誘導結合型プラズマ(ICP:Inductively Coupled Plasma)、ラジアルラインスロットアンテナを用いたCVD (Chemical Vapor Deposition)装置、ヘリコン波励起型プラズマ(HWP:Helicon Wave Plasma)装置、電子サイクロトロン共鳴プラズマ(ECR:Electron Cyclotron Resonance Plasma)装置等であってもよい。

【0058】

また、本発明にかかる真空処理装置により処理される基板は、ウェハに限られず、例えば、フラットパネルディスプレイ (Flat Panel Display)用の大型基板、EL素子又は太陽電池用の基板であってもよい。

【0059】

なお、本発明に係る真空処理装置の真空処理室はアルミニウムから形成され、アルミニウムの表面はアルマイト処理されている。真空処理室のアルマイトの膜には多数の空孔が設けられ、その空孔に水分が溜め込まれる。よって、真空処理室の内壁に隣接して所望のパーツが設けられていると、空孔内の水がガスとして排気され難い。つまり、本発明にかかる真空引き方法は、複雑な内部構造の真空処理室の場合により有効になる。

【符号の説明】

【0060】

- 10：真空処理装置
- 11：真空処理室
- 12：載置台

10

20

30

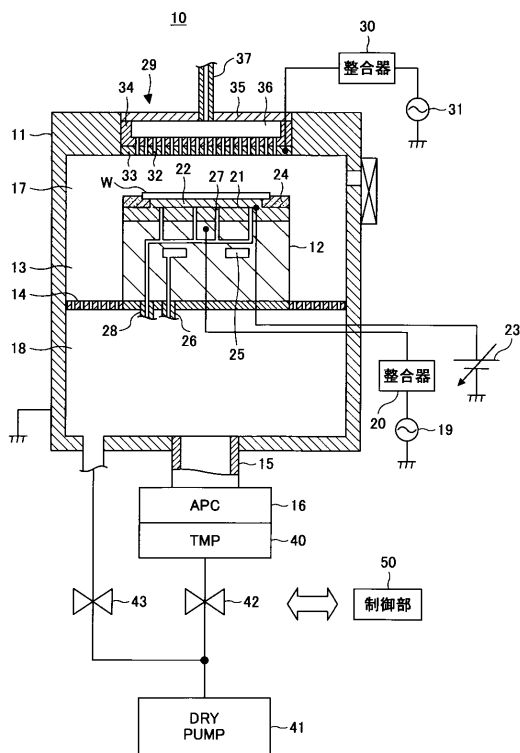
40

50

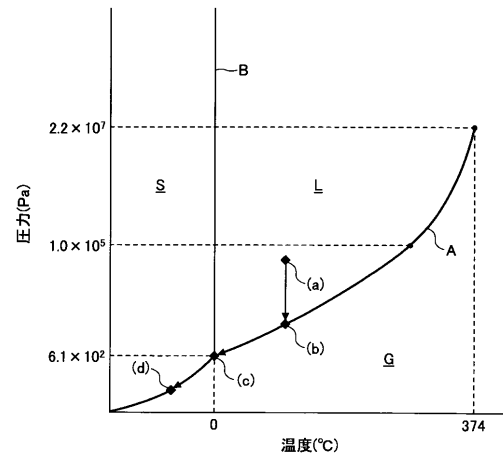
- 1 3 : 排気路
- 1 4 : 排気プレート
- 1 6 : A P C バルブ
- 1 7 : 反応室
- 1 8 : 排気室
- 1 9 : 第 1 の高周波電源
- 2 1 : 静電電極板
- 2 2 : 静電チャック
- 2 3 : 直流電源
- 2 7 : 伝熱ガス供給孔
- 2 9 : シャワーヘッド
- 3 1 : 第 2 の高周波電源
- 4 0 : T M P
- 4 1 : ドライポンプ
- 4 2 , 4 3 : バルブ
- 5 0 : 制御部

10

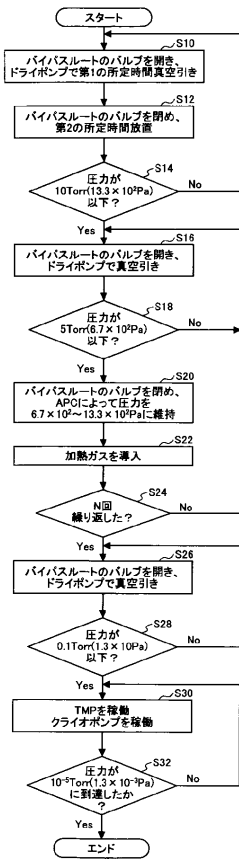
【図 1】



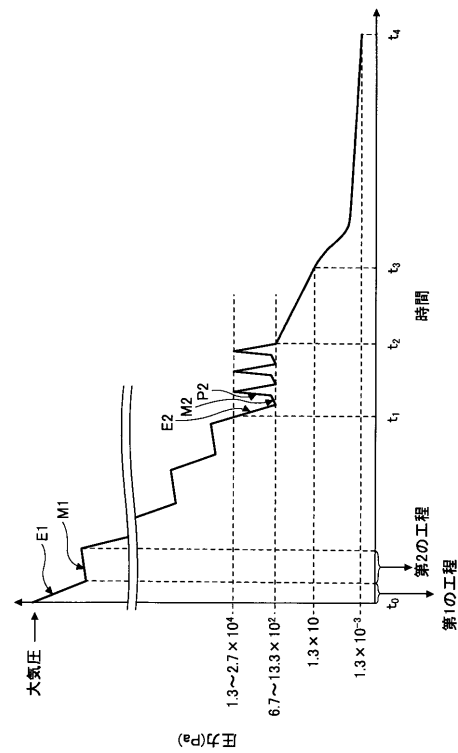
【図 2】



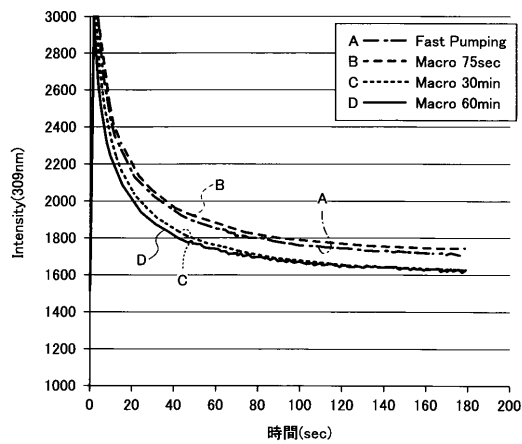
【図3】



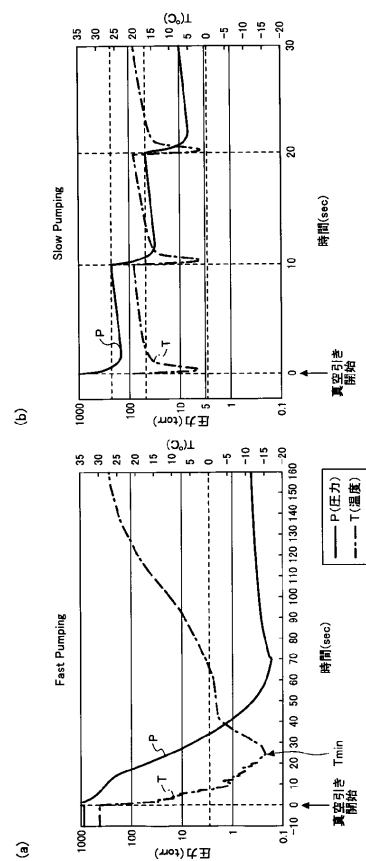
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 薬師寺 秀明

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 佐藤 靖史

(56)参考文献 特開2008-305953(JP,A)

特開2006-210671(JP,A)

特開2001-144020(JP,A)

特開平10-125652(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

B01J 3/00

C23C 16/44

H01L 21/02