

(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2009-141014

(P2009-141014A)

(43) 公開日 平成21年6月25日(2009.6.25)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O 1 C 5 F 0 0 4
 HO 5 H 1/46 (2006.01) HO 5 H 1/46 L

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-313836 (P2007-313836)
 (22) 出願日 平成19年12月4日(2007.12.4)

(71) 出願人 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目24番14号
 (74) 代理人 110000442
 特許業務法人 武和国際特許事務所
 (72) 発明者 阿部 敬浩
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式
 会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内
 (72) 発明者 吉開 元彦
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式
 会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内
 Fターム(参考) 5F004 AA16 BA20 BB07 BB13 BB22
 CA03 CA09 FA08

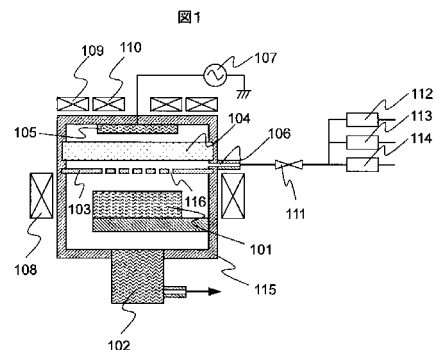
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及び処理方法

(57) 【要約】

【課題】プラズマ処理装置において、静電吸着用電圧を印加することによりプラズマの着火性を向上させる。

【解決手段】真空処理室115と、該真空処理室内に配置され試料台101と、前記真空処理室内に高周波電力を供給してプラズマを生成するアンテナ電極105を備え、前記生成されたプラズマにより前記試料台上に配置した試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記試料台101は、試料載置面に絶縁された静電吸着用電極を備え、前記アンテナ電極に高周波電力を供給してプラズマを生成させる前の所定期間に、前記静電吸着用電極に所定の直流電圧を供給して充電してプラズマの着火性を向上させた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

真空処理室と、
該真空処理室内に配置され試料台と、
前記真空処理室内に高周波電力を供給してプラズマを生成するアンテナ電極を備え、
前記生成されたプラズマにより前記試料台上に配置した試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、
前記試料台は、試料載置面に絶縁された静電吸着用の電極を備え、前記アンテナ電極に高周波電力を供給してプラズマを生成させる前の所定期間に、前記静電吸着用の電極に所定の直流電圧を供給して充電してプラズマの着火性を向上させたことを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、
前記静電吸着用の電極は、正電圧および負電圧が供給される少なくとも 2 つの電極を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

真空処理室と、
該真空処理室内に配置され試料台と、
前記真空処理室内に高周波電力を供給してプラズマを生成するアンテナ電極を備え、
前記生成されたプラズマにより前記試料台上に配置した試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、
前記アンテナ電極に高周波電力を供給してプラズマを生成させる前の所定期間に、前記試料台に形成された静電吸着用の電極に所定の直流電圧を供給して前記電極を充電してプラズマの着火性を向上させたことを特徴とするプラズマ処理方法。

20

【請求項 4】

請求項 3 記載のプラズマ処理方法において、
前記静電吸着用の電極は、正電圧および負電圧が供給される少なくとも 2 つの電極を備えたことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 5】

請求項 3 記載のプラズマ処理方法において、
静電吸着用の電極に直流電圧を印加する電源はアンテナ電極に高周波電力を供給する前に遮断することを特徴とするプラズマ処理方法。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、プラズマ処理技術に係り、特にプラズマ処理装置の着火性を向上させることのできるプラズマ処理技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体デバイスの微細化に伴ない、プラズマ処理装置においては、装置の性能を向上させるために様々な条件でプラズマを生成することが求められている。しかし、処理圧力を低圧にするなどした処理条件によっては、プラズマが着火しない場合がある。

40

【0003】

ウエハを載置する試料台である下部電極と該電極に対向する上部電極が、同一の真空処理室内に設置されるプラズマ処理装置の場合は、上部電極に高圧直流電圧を印加することでプラズマの着火性を改善する方法が知られている（特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2003 - 124198 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

しかし、真空処理室内にウエハを載置する試料台である電極を有し、かつ該電極に対向する上部電極を真空処理室内に持たない装置においては、試料台にウエハを載置した状態でウエハを静電吸着するために直流電圧を印加しながら高周波電力を印加しても、処置室を低圧とする処理条件などではプラズマが着火しない場合が発生する。

【0005】

このようにプラズマが着火しない場合、プラズマ処理開始に、短時間だけ処理条件を変えることによりプラズマ着火性を改善することができる。しかし、処理圧力やプロセスガス種の変更などは、瞬時に制御できないため、プラズマ処理の処理結果に及ぼす影響が大きく、装置性能を低下させることになる。

【0006】

本発明でこれらの問題点を鑑みてなされたもので、プラズマの着火性を向上させることのできるプラズマ処理装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は上記課題を解決するため、次のような手段を採用した。

【0008】

真空処理室と、該真空処理室内に配置され試料台と、前記真空処理室内に高周波電力を供給してプラズマを生成するアンテナ電極を備え、前記生成されたプラズマにより前記試料台上に配置した試料にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記試料台は、試料載置面に絶縁された静電吸着用の電極を備え、前記アンテナ電極に高周波電力を供給してプラズマを生成させる前の所定期間に、前記静電吸着用の電極に所定の直流電圧を供給して充電してプラズマの着火性を向上させた。

【発明の効果】

【0009】

本発明は、以上の構成を備えるため、プラズマ処理装置におけるプラズマの着火性を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、最良の実施形態を添付図面を参照しながら説明する。図1は、本実施形態にかかるプラズマ処理装置を説明する図である。図において処理室115は、例えば、表面を陽極酸化処理したアルミ製の真空容器である。処理室115は、処理室内の圧力を調整する圧力調整機構を備えた真空排気設備102、および被処理物である半導体ウエハを載置するための試料台101を備える。

【0011】

処理室115は、高周波電源107より出力される高周波電力を処理室内に導入するアンテナ105を備え、石英板104およびシャワープレート103を経由して真空室内に高周波電力を導入する。高周波電源107の周波数は特に限定されないが、一般的には数百kHzから数百MHzである。

【0012】

処理室115の周りには、ソレノイドコイル108、109、110を備え、これらのソレノイドコイルに図示しないコイル用直流電源から電流を供給することにより磁場を発生させる。また、処理室115には、マスフローコントローラ112、113、114およびバルブ111を経由し、さらにガス導入口106を介して石英板104とシャワープレート103の間にプロセスガスを供給し、シャワープレートのガス穴116介して処理室内に導入する。

【0013】

供給されるプロセスガスは、プラズマクリーニング、エッチング、除電などの処理内容にしたがって、マスフローコントローラ112、113、114を使い分けることにより選択的に供給される。プロセスガスを処理室に導入した後、高周波電力と磁場を相互作用させることによりプラズマを発生させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

図 2 は、図 1 に示す試料台の構造を説明する図である。試料台は、誘電体材料 2 0 4 がコーティングされた金属材料の電極 2 1 5 を備え、前記電極 2 1 5 には、プラズマ 2 0 1 から被処理物である半導体ウエハ 2 0 2 に入射するイオンのエネルギーを制御する目的で、数百 k H z から数十 M H z の周波数のウエハバイアス電源 2 0 9 が接続されている。

【 0 0 1 5 】

また、誘電体材料 2 0 4 の中には、静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 が埋設されている。静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に、直流電源 2 1 3 , 2 1 4 により数百 V から数千 V の直流電圧を印加すると、静電気力によって被処理物の半導体ウエハ 2 0 2 は吸着されて保持される。

10

【 0 0 1 6 】

プラズマ 2 0 1 によって加熱される半導体ウエハ 2 0 2 の温度を一定に保つため、電極 2 1 5 に形成した冷媒流路 2 0 7 の中には、チラー 2 1 2 によって温調された冷媒が流れる。低下下では、接触面の熱伝達が悪いため、伝熱促進のために H e 等の非反応性ガスが、マスフローコントローラ 2 1 1、バルブ 2 1 0、冷却ガス導入口を介して誘電体材料 2 0 4 に形成した冷却ガス溝 2 0 3 に充填される。半導体ウエハ載置面以外の試料台の表面は、絶縁材で形成したサセプタ 2 1 6 等によってプラズマあるいは反応性ガスから保護される。

【 0 0 1 7 】

図 3 は本実施形態にかかるプラズマ処理装置の処理シーケンスを説明する図、図 4 は従来のプラズマ処理装置の処理シーケンスを説明する図である。

20

【 0 0 1 8 】

図 3 および図 4 は、プラズマ処理方法の一例として、クリーニングガス (a)、エッチングガス (b)、除電放電用ガス (c)、ソレノイドコイル 1 0 8 , 1 0 9 , 1 1 0 による磁場 (d)、高周波電源 1 0 7 の出力電力 (e)、ウエハ冷却ガス (f)、試料台 1 0 1 に埋設された静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 へ供給する静電吸着用直流電圧 (g)、試料台 1 0 1 の上に載置された半導体ウエハ 2 0 2 の有無 (h) を示したタイムチャートである。

【 0 0 1 9 】

図 3 に示すように、本実施形態のプラズマ処理方法では、試料台 1 0 1 の上に半導体ウエハがない状態 (h) で直流電源 2 1 3 , 2 1 4 から静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に静電吸着用直流電圧 (g) を印加し、条件設定した所定の電圧と時間が経過した後に前記静電吸着用直流電圧 (g) の印加を停止する。なお、このとき静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に印加する静電吸着用直流電圧および時間は、図示しない制御装置に条件設定することより複数のステップで可変させることができる。

30

【 0 0 2 0 】

静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 への静電吸着用直流電圧 (g) の印加を終えた後、マスフローコントローラ 1 1 2 によって流量制御されたクリーニングガスが、バルブ 1 1 1 とプロセスガス導入口 1 0 6 を経由して、シャワープレート 1 0 3 のガス穴 1 1 6 より処理室へ導入 (a) され、圧力調整機構を備えた真空排気設備 1 0 2 によって圧力調整が行なわれる。また、ソレノイドコイル 1 0 8 , 1 0 9 , 1 1 0 によって磁場 (d) を発生させ、高周波電源 1 0 7 からアンテナ 1 0 5 を経由して高周波電力 (e) を印加することで、磁場と高周波の相互作用によりプラズマを励起し、条件設定した所定の *i n - s i t u* クリーニング (反応系中でのクリーニング) を行なう。その後、マスフローコントローラ 1 1 2 から供給するクリーニングガス (a)、ソレノイドコイルによる磁場 (d)、高周波電源 1 0 7 による高周波電力 (e) をそれぞれ停止して *i n - s i t u* クリーニングを終了する。

40

【 0 0 2 1 】

i n - s i t u クリーニング終了後、試料台 1 0 1 の上に半導体ウエハがない状態 (h) で、直流電源 2 1 3 , 2 1 4 から静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に静電吸着用直流

50

電圧 (g) を印加して、条件設定した電圧と時間が経過した後に静電吸着用直流電圧の印加を停止する。

【 0 0 2 2 】

静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 への静電吸着用直流電圧 (g) の印加を終えた後、ウエハ押し上げピン 2 1 7 を上昇させた状態で半導体ウエハ 2 0 2 を処理室の外から試料台 1 0 1 の上に搬入する。搬入が完了すると押し上げピンを下降させて、直流電源 2 1 3 , 2 1 4 から静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に静電吸着用直流電圧 (g) を印加し、半導体ウエハ 2 0 2 を試料台 1 0 1 に静電吸着させる。その後、マスフローコントローラ 2 1 1 によって流量制御されたウエハ冷却用ガス (f) が、バルブ 2 1 0 とウエハ冷却ガス導入路 2 0 8 を経由して、ウエハ冷却ガス溝 2 0 3 を伝わって半導体ウエハ 2 0 2 の裏面全体に導入されて一定圧力に制御される。

10

【 0 0 2 3 】

次に、マスフローコントローラ 1 1 3 によって流量制御されたエッチングガス (b) がバルブ 1 1 1 とプロセスガス導入口 1 0 6 を経由して、シャワープレート 1 0 3 のガス穴 1 1 6 より処理室へ導入され、圧力調整機構を備えた真空排気設備 1 0 2 によって圧力調整が行なわれる。また、ソレノイドコイル 1 0 8 , 1 0 9 , 1 1 0 によって磁場 (d) を発生させて、高周波電源 1 0 7 よりアンテナ 1 0 5 を経由して高周波電力 (e) を処理室内に印加して、前記磁場と高周波電力の相互作用によってプラズマを励起することで半導体ウエハ 2 0 2 のエッチング処理を行なう。

20

【 0 0 2 4 】

エッチング終了時にプラズマを励起した状態を継続しながらマスフローコントローラ 1 1 3 より供給されるエッチングガス (b) を停止し、マスフローコントローラ 1 1 4 によって流量制御されるガスを除電放電用ガス (c) に切り替え、静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に印加する静電吸着用直流電圧 (g) を OFF して、静電吸着された半導体ウエハ 2 0 2 および試料台 1 0 2 に帯電した電荷を除電して静電気力を取り除く。条件設定された所定の条件で除電を終えた後、マスフローコントローラ 1 1 4 から供給する除電ガス (c) とソレノイドコイル 1 0 8 , 1 0 9 , 1 1 0 による磁場 (d) 、高周波電源 1 0 7 による高周波電力 (e) をそれぞれ停止して除電を終了する。

【 0 0 2 5 】

除電終了後、ウエハ押し上げピン 2 1 7 を上昇させて、半導体ウエハ 2 0 2 を試料台 1 0 1 の上から処理室の外へ搬出する。

30

【 0 0 2 6 】

このように、*in-situ* クリーニングあるいはエッチングで放電 (e) する前に、試料台 1 0 1 に埋設された静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に直流電圧 (g) を印加して再び直流電圧を OFF することで、*in-situ* クリーニングやエッチング処理などのプラズマ着火が向上する。

【 0 0 2 7 】

なお、本実施形態によれば、半導体ウエハ 2 0 2 を試料台 1 0 1 に載置する前に静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に直流電圧を印加する。このため前記電圧を印加したときに試料台 1 0 1 に異物を付着させやすい。しかし、被処理物である半導体ウエハ 2 0 2 を試料台 1 0 1 に載せる前に *in-situ* クリーニングを行なうことで試料台 1 0 1 に付着した異物を処理室外へ排出することができるため、試料台 1 0 1 に付着した異物がウエハ 2 0 2 のエッチングを阻害することを回避することができる。

40

【 0 0 2 8 】

図 4 は、非エッチング中に静電吸着直流電圧を印加しない従来例を示す図である。図 3 に示す本実施形態の方法と図 4 に示す従来例の方法を用いて、プラズマの着火性を確認したところ、図 4 に示す従来例の方法では、処理圧力が 0 . 2 Pa と低圧のときにはプラズマが着火しないが、図 3 に示す本実施形態の方法では、再現性よくプラズマが着火することを確認できた。なお、ウエハ 2 0 2 を試料台 1 0 1 に搬送するときには静電吸着用双極電極 2 0 5 , 2 0 6 に印加する静電吸着用直流電圧を OFF にしているため、ウエハ 2 0 2

50

の搬送には支障がない。また、試料台 101 に埋設された静電吸着用双極電極 205, 206 への静電吸着用直流電圧の印加については、放電する条件によって印加時間と印加電圧を適宜に設定するとよい。

【0029】

図 5 は、本実施形態にかかるプラズマ処理装置を用いた処理（クリーニング処理およびエッチング処理）を説明する図である。

【0030】

まず、試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 がないことを確認する（ステップ 101）。このとき、試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 がある場合は、ウエハ押上げピン 217 を上昇または下降させながら、搬送装置により半導体ウエハ 202 を試料台 101 の上から処理室外へ搬出する（ステップ 102）。ウエハ押上げピン 217 が、試料台 101 の表面上に飛び出してなく下がっていることを確認する（ステップ 103）。このとき、ウエハ押上げピン 217 が下がっていない場合は、ウエハ押上げピン 217 を下げる（ステップ 104）。

【0031】

試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 がないこと、およびウエハ押上げピン 217 が下がっていることを確認した後、試料台 101 に埋設された静電吸着用双極電極 205, 206 に直流電源 213, 214 から静電吸着用直流電圧を印加する（ステップ 105）。静電吸着用直流電圧が設定値であることを確認し（ステップ 106）、静電吸着用直流電圧の印加時間が設定時間を経過したことを確認する（ステップ 107）と、試料台 101 に埋設された静電吸着用双極電極 205, 206 への静電吸着用直流電圧の印加を停止する（ステップ 108）。静電吸着用双極電極 205, 206 へ静電吸着用直流電圧の印加を終えた後、試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 がない状態で *in-situ* クリーニングを行なう。

【0032】

In-situ クリーニング終了後、再び試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 がないことを確認する（ステップ 110）。このとき、試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 がある場合は、ウエハ押上げピン 217 を上昇または下降させながら、搬送装置によりウエハ 202 を試料台 101 の上から処理室外へ搬出する（ステップ 111）。試料台 101 に組み込まれたウエハ搬送用のウエハ押上げピン 217 が、試料台 101 の表面上に飛び出してなく下がっていることを確認する（ステップ 112）。このとき、ウエハ押上げピン 217 が下がっていない場合は、ウエハ押上げピン 217 を下げる（ステップ 113）。

【0033】

試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 がないこと、およびウエハ押上げピン 217 が下がっていることを確認した後、試料台 101 に埋設された静電吸着用双極電極 205, 206 に静電吸着用直流電圧を印加する（ステップ 114）。静電吸着用直流電圧が設定値であるか確認し（ステップ 115）、静電吸着用直流電圧の印加時間が設定時間を経過したことを確認すると（ステップ 116）、静電吸着用直流電圧の印加を停止する（ステップ 117）。試料台 101 に埋設された静電吸着用双極電極 205, 206 への静電吸着用直流電圧の印加を終えた後、ウエハ押上げピン 217 を上昇または下降させながら、搬送装置により試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 を搬入する（ステップ 118）。

【0034】

試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 を載置した状態で静電吸着用双極電極 205, 206 に静電吸着用直流電圧を印加すると、試料台 101 に半導体ウエハ 202 が静電吸着されてしまう。このため、半導体ウエハ 202 を試料台 101 の上に載置してエッチングして除電するとき以外において、試料台 101 に埋設された静電吸着用双極電極 205, 206 に直流電圧を印加する場合には、試料台 101 の上に半導体ウエハ 202 が載置されていないことを確認する必要がある。もしも、半導体ウエハ 202 が試料台 101 の上に載置されている場合には、試料台 101 に埋設された静電吸着用双極電極 205, 2

10

20

30

40

50

06へ静電吸着用直流電圧を印加する前に半導体ウエハ202を処理室101から搬出する。

【0035】

試料台101の上に半導体ウエハ202を搬入した後、試料台101に組み込まれたウエハ搬送用のウエハ押上げピン217が、試料台101の表面上に飛び出してなく下がっていることを確認する(ステップ119)。このとき、ウエハ押上げピン217が下がっていない場合は、ウエハ押上げピン217を下げる(ステップ120)。その後、エッチング処理(ステップ121)を行ない、さらに試料台101に静電吸着された半導体ウエハ202の吸着力を除去する除電(ステップ122)を行なって、ウエハ押上げピン217を上昇または下降させながら半導体ウエハ202を搬送装置により試料台101の上から処理室の外へ搬出する(ステップ123)。

10

【0036】

以上説明したように、本実施形態によれば、真空容器内の試料台にウエハを保持してプラズマを用いて処理するプラズマ処理装置において、in-situクリーニングあるいはエッチングで放電する前に、試料台101に埋設された静電吸着用双極電極205, 206に直流電圧を印加して再び直流電圧をOFFすることで、in-situクリーニングやエッチング処理などのプラズマ着火を向上することができる。

【0037】

すなわち、静電吸着用電極(双電極が望ましい)への給電により、ウエハ吸着用の誘電体膜に電荷を蓄積しておき、この蓄積された電荷により形成された電位が処理室内に供給された電界内の電子の移動量を大きくして、着火性を向上させることになる。

20

【0038】

なお、プラズマを生成するに際しては、通常、弱い強度のプラズマを生成した状態からプラズマの強度を上昇させて強強度のプラズマを生成させる(強度を強強度に設定しておいてプラズマを生成させることは装置の特性を悪化させることから通常は行われぬ)。このようにプラズマの強度を上昇させて強強度のプラズマを生成する場合、初期の弱い強度のプラズマでは正常な処理を施すことができないため、通常プラズマの点火時にはバイアスを印加しない。

【図面の簡単な説明】

【0039】

30

【図1】本実施形態にかかるプラズマ処理装置を説明する図である。

【図2】図1に示す試料台の構造を説明する図である。

【図3】プラズマ処理装置の処理シーケンスを説明する図である。

【図4】従来のプラズマ処理装置の処理シーケンスを説明する図である。

【図5】プラズマ処理装置を用いた処理(クリーニング処理およびエッチング処理)を説明する図である。

【符号の説明】

【0040】

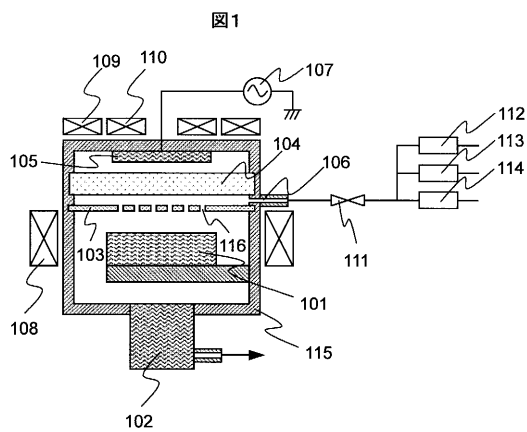
- 101 試料台
- 102 真空排気設備
- 103 シャワープレート
- 104 石英板
- 105 アンテナ
- 106 プロセスガス導入口
- 107 高周波電源
- 108, 109, 110 ソレノイドコイル
- 111 バルブ
- 112, 113, 114 マスフローコントローラ
- 115 処理室
- 116 ガス穴

40

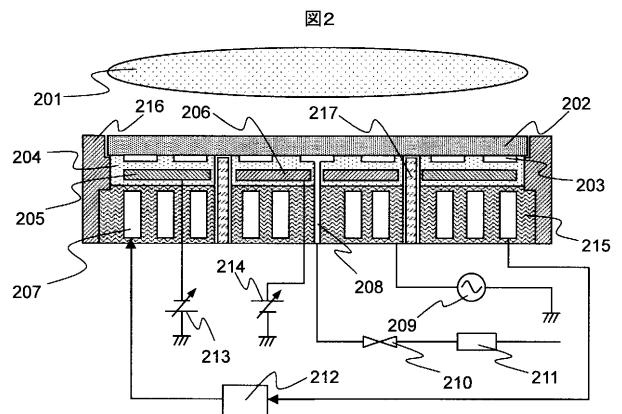
50

- 201 プラズマ
- 202 半導体ウエハ
- 203 ウエハ冷却ガス溝
- 204 誘電体材料
- 205, 206 静電吸着用双極電極
- 207 冷媒流路
- 208 ウエハ冷却ガス導入路
- 209 ウエハバイアス電源
- 210 バルブ
- 211 冷却ガス用マスフローコントローラ
- 212 チラー
- 213, 214 静電吸着用直流電源
- 215 電極
- 216 サセプタ
- 217 ウエハ押上げピン

【 図 1 】

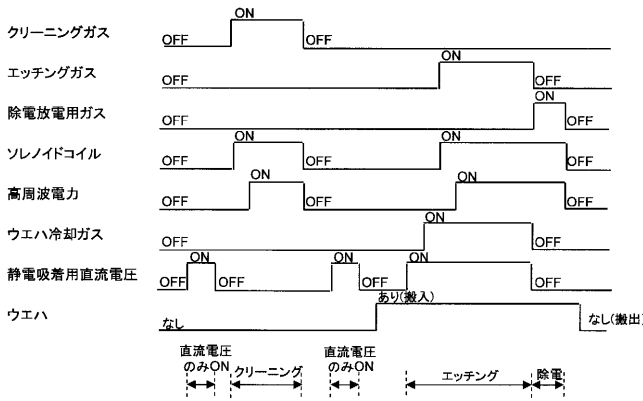


【 図 2 】



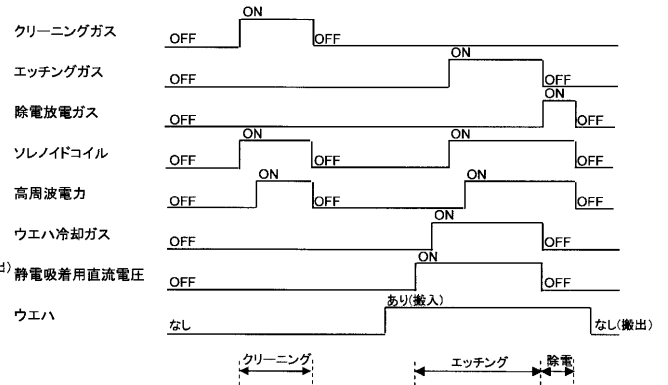
【 図 3 】

図3



【 図 4 】

図4



【 図 5 】

図5

