

(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2009-94115

(P2009-94115A)

(43) 公開日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(51) Int.Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

F I

H01L 21/302 I04H

テーマコード (参考)

5F004

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-260569 (P2007-260569)  
 (22) 出願日 平成19年10月4日 (2007. 10. 4)

(71) 出願人 000001122  
 株式会社日立国際電気  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 (74) 代理人 110000039  
 特許業務法人アイ・ピー・エス  
 (72) 発明者 檜山 真  
 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株  
 式会社日立国際電気内  
 Fターム(参考) 5F004 BA01 BC05 BC06 BD01 CA02  
 CA03 DA00 DA24 DA25 DA26  
 DB26 DB28 EA28 FA02

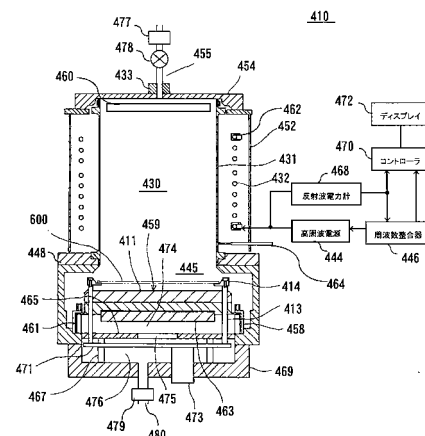
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】高ドーズイオンが注入されたレジストを良好に除去することができる除去工程を有する半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】少なくとも酸素分子及び水素分子を含む反応ガスをプラズマ処理し、ウエハ600からレジスト中の有機成分を除去する第1の除去工程と、第1の除去工程に続いて、少なくとも水素分子を含む反応ガスをプラズマ処理し、ウエハ600からドーパント析出物を除去する第2の除去工程とを経て、ウエハ600から高ドーズイオンが注入されたレジストの除去がなされる。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板から高ドーズイオンが注入されたレジストを除去する除去工程を有し、  
前記除去工程は、

少なくとも酸素分子及び水素分子を含む反応ガスをプラズマ処理し、基板からレジスト中の有機成分を除去する第 1 の除去工程と、

前記第 1 の除去工程に続いて、少なくとも水素分子を含む反応ガスをプラズマ処理し、基板からドーパント析出物を除去する第 2 の除去工程と、  
を有する半導体装置の製造方法。

**【請求項 2】**

前記第 2 の除去工程は、酸素を含む反応ガスをプラズマ処理する請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 3】**

前記第 2 の除去工程は、10 パーセント以下の酸素を含む反応ガスをプラズマ処理する請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、基板から高ドーズイオンが注入されたレジストを除去する除去工程を有する半導体装置の製造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

半導体装置の製造方法であって、パターンマスクとして使用したレジスト（レジスト膜）を除去するドライアッシングによる除去工程を有し、この除去工程で、気密な処理室内に基板を装填し、処理室の例えば上部に設けられたプラズマ源に反応ガスを供給しながら高周波電力を印加してプラズマを発生させ、プラズマ中で生成される反応性活性種（ラジカル）によって基板上のレジストを、酸化、気化して除去する技術が知られている。この技術では、レジストが有機膜である為、一般的には  $O_2$ 、又は  $O_2$  を主体とした反応ガスが用いられる（例えば、特許文献 1）。

**【0003】**

【特許文献 1】特開 2003 - 77893 号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、基板へのイオン注入工程のマスクとして使用されたレジストを除去する場合に、 $O_2$ 、又は  $O_2$  を主体とした反応ガスを用いると、レジストの有機成分は除去できるものの、基板へのイオン注入工程でレジストが高ドーズイオンの注入された状態となり、レジスト中に注入された、例えば、P（リン）、As（ヒ素）、Br（臭素）等のドーパントを十分に除去することは、ドーパントの酸化物の揮発性が低いために難しく、また、たとえ除去できたとしても非常に長い処理時間が必要となるとの問題点があった。

レジスト除去後に、基板上に析出したドーパント及びその酸化物を湿式洗浄によって除去することは可能である。しかしながら、ドーパント等の洗浄に用いることで、洗浄液の交換頻度が増すとの新たな問題が生じてしまう

**【0005】**

本発明の目的は、高ドーズイオンが注入されたレジストを良好に除去することができる除去工程を有する半導体装置の製造方法を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本発明の特徴とするところは、基板から高ドーズイオンが注入されたレジストを除去する除去工程を有し、前記除去工程は、少なくとも酸素分子及び水素分子を含む反応ガスを

10

20

30

40

50

プラズマ処理し、基板からレジスト中の有機成分を除去する第１の除去工程と、前記第１の除去工程に続いて、少なくとも水素分子を含む反応ガスをプラズマ処理し、基板からドーパント析出物を除去する第２の除去工程と、  
を有する半導体装置の製造方法にある。

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、高ドーズイオンが注入されたレジストを良好に除去することができる除去工程を有する半導体装置の製造方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００８】

次に、本発明の好ましい実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。本発明の好ましい実施例においては、半導体製造装置として用いられるアッシャ装置により、半導体装置の製造方法が実現される。

図１は、本発明の好ましい実施例のアッシャ装置を説明するための概略横断面図であり、図２、図３は、本発明の好ましい実施例のアッシャ装置を説明するための概略縦断面図である。図１、図２に示されるように、アッシャ装置１０は、カセットトランスファー部１００と、ロードロックチャンバ部２００と、トランスファーモジュール部３００と、アッシング処理がなされる処理室として用いられるプロセスチャンバ部４００とを備えている。

【０００９】

カセットトランスファー部１００は、第１の搬送部として用いられるカセットトランスファーユニット１１０、１２０を備え、カセットトランスファーユニット１１０、１２０は、基板として用いられるウエハ６００を支持するカセット５００を載置するカセットテーブル１１１、１２１と、カセットテーブル１１１、１２１のＹ軸１３０、Ｚ軸１４０をそれぞれ動作させるＹ軸アセンブリ１１２、１２２、Ｚ軸アセンブリ１１３、１２３を、それぞれが備えている。

【００１０】

ロードロックチャンバ部２００は、ロードロックチャンバ２５０、２６０と、カセットテーブル１１１、１２１に載置されたカセット５００からウエハ６００をそれぞれ受け取り、ウエハ６００をロードロックチャンバ２５０、２６０内でそれぞれ保持するバッファユニット２１０、２２０を備えている。バッファユニット２１０、２２０は、バッファフィンガーアセンブリ２１１、２２１とその下部のインデックスアセンブリ２１２、２２２とを備えている。バッファフィンガーアセンブリ２１１（２２１）と、その下部のインデックスアセンブリ２１２（２２２）は、軸２１４（２２４）により同時に回転する。

【００１１】

トランスファーモジュール部３００は、搬送室として用いられるトランスファーモジュール３１０を備えており、先述のロードロックチャンバ２５０、２６０は、ゲートバルブ３１１、３１２を介して、トランスファーモジュール３１０に取り付けられている。トランスファーモジュール３１０には、第２の搬送部として用いられる真空アームロボットユニット３２０が設けられている。

【００１２】

プロセスチャンバ部４００は、処理室として用いられるプロセスチャンバ４１０、４２０と、その上部に設けられたプラズマ発生室４３０、４４０とを備えている。プロセスチャンバ４１０、４２０は、ゲートバルブ３１３、３１４を介してトランスファーモジュール３１０に取り付けられている。

【００１３】

プロセスチャンバ４１０、４２０は、ウエハ６００を載置するサセプタテーブル４１１、４２１を備えている。サセプタテーブル４１１、４２１をそれぞれ貫通してリフターピン４１３、４２３が設けられている。リフターピン４１３は、Ｚ軸４１２、４２２の方向に、それぞれ上下する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

プラズマ発生室 4 3 0、4 4 0 は、反応容器 4 3 1、4 4 1 をそれぞれ備え、反応容器 4 3 1、4 4 1 の外部には、共振コイル 4 3 2、4 4 2 が設けられている。高周波コイル 4 3 2、4 4 2 に高周波電力を印加して、ガス導入口 4 3 3、4 4 3 から導入されたアッシング処理用の反応ガスをプラズマ化（プラズマ処理）し、そのプラズマを利用してサセプタテーブル 4 1 1、4 2 1 上に載置されたウエハ 6 0 0 上のレジストをアッシングする。

## 【 0 0 1 5 】

以上のように構成されたアッシャ装置 1 0 においては、カセットテーブル 1 1 1（1 2 1）からロードロックチャンバ 2 5 0（2 6 0）へとウエハ 6 0 0 が搬送される。この際、まず、図 2、図 3 に示されるように、カセットテーブル 1 1 1（1 2 1）にカセット 5 0 0 を搭載して Z 軸 1 4 0 が下方向に動作する。Z 軸 1 4 0 が下にある状態でバッファフィンガーアセンブリ 2 1 1（2 2 1）の Y 軸 1 3 0 がカセット 5 0 0 の方向に動作する。I 軸 2 3 0 の動作により 2 5 枚のウエハ 6 0 0 をバッファフィンガーアセンブリ 2 1 1（2 2 1）のバッファフィンガー 2 1 3（2 2 3）がカセット 5 0 0 から受け取る。受け取った状態で Y 軸 1 3 0 がもとの位置まで下がる。

## 【 0 0 1 6 】

ロードロックチャンバ 2 5 0（2 6 0）においては、ロードロックチャンバ 2 5 0（2 6 0）内にバッファユニット 2 1 0（2 2 0）によって、保持されているウエハ 6 0 0 を、真空アームロボットユニット 3 2 0 のフィンガー 3 2 1 に搭載する。軸 3 2 5 方向で真空アームロボットユニット 3 2 0 を回転し、さらに Y 軸 3 2 6 方向にフィンガーを延伸し、プロセスチャンバ 4 1 0（4 2 0）内のサセプタテーブル 4 1 1（4 2 1）上に移載する。

## 【 0 0 1 7 】

ここで、ウエハ 6 0 0 を、フィンガー 3 2 1 からサセプタテーブル 4 1 1（4 2 1）へ移載する工程を説明する。

## 【 0 0 1 8 】

真空アームロボットユニット 3 2 0 のフィンガー 3 2 1 とリフターピン 4 1 3（4 2 3）との協働により、ウエハ 6 0 0 をサセプタテーブル 4 1 1（4 2 1）上に移載する。また、逆の動作により、処理が終了したウエハ 6 0 0 をサセプタテーブル 4 1 1（4 2 1）から、真空アームロボットユニット 3 2 0 によって、ロードロックチャンバ 2 5 0（2 6 0）内のバッファユニット 2 1 0（2 2 0）にウエハ 6 0 0 を移載する。

## 【 0 0 1 9 】

図 4 には、プロセスチャンバ 4 1 0 の詳細が示されている。尚、先述のプロセスチャンバ 4 2 0 は、プロセスチャンバ 4 1 0 と同じ構成である。

プロセスチャンバ 4 1 0 は、半導体基板や半導体素子に乾式処理でアッシングを施す高周波無電極放電型のプロセスチャンバである。プロセスチャンバ 4 1 0 は、図 4 に示すように、先述のプラズマを生成するためのプラズマ発生室 4 3 0、半導体基板などのウエハ 6 0 0 を収容する処理室 4 4 5、プラズマ発生室 4 3 0（特に共振コイル 4 3 2）に高周波電力を供給する高周波電源 4 4 4、及び高周波電源 4 4 4 の発振周波数を制御する周波数整合器 4 4 6 を備えている。例えば、架台としての水平なベースプレート 4 4 8 の上部に前記のプラズマ発生室 4 3 0 を配置し、ベースプレート 4 4 8 の下部に処理室 4 4 5 を配置して構成される。また、共振コイル 4 3 2 と外側シールド 4 5 2 とで、螺旋共振器が構成される。

## 【 0 0 2 0 】

プラズマ発生室 4 3 0 は、減圧可能に構成され且つプラズマ用の反応ガスが供給される、先述の反応容器 4 3 1 と、反応容器の外周に巻回された共振コイル 4 3 2 と、共振コイル 4 3 2 の外周に配置され且つ電氣的に接地された外側シールド 4 5 2 とから構成される。

## 【 0 0 2 1 】

反応容器 4 3 1 は、通常、高純度の石英硝子やセラミックスにて円筒状に形成された所謂チャンバである。反応容器 4 3 1 は、通常、軸線が垂直になるように配置され、トッププレート 4 5 4 及び処理室 4 4 5 によって上下端が気密に封止される。反応容器 4 3 1 の下方の処理室 4 4 5 の底面には、複数（例えば 4 本）の支柱 4 6 1 によって支持されるサセプタ 4 5 9 が設けられ、サセプタ 4 5 9 には、サセプタテーブル 4 1 1 及びサセプタ上のウエハを加熱する基板加熱部 4 6 3 が具備される。

サセプタ 4 5 9 の下方に、排気板 4 6 5 が配設される。排気板 4 6 5 は、ガイドシャフト 4 6 7 を介して底基板 4 6 9 に支持され、底基板 4 6 9 は処理室 4 4 5 の下面に気密に設けられる。昇降基板 4 7 1 がガイドシャフト 4 6 7 をガイドとして昇降自在に動くように設けられる。昇降基板 4 7 1 は、少なくとも 3 本のリフターピン 4 1 3 を支持している。

10

#### 【 0 0 2 2 】

リフターピン 4 1 3 は、サセプタ 4 5 9 を貫通する。そして、リフターピン 4 1 3 の頂には、ウエハ 6 0 0 を支持するリフターピン支持部 4 1 4 が設けられている。

リフターピン支持部 4 1 4 は、サセプタ 4 5 9 の中心方向に延出している。リフターピン 4 1 3 の昇降によって、ウエハ 6 0 0 をサセプタテーブル 4 1 1 に載置し、あるいはサセプタテーブル 4 1 1 から持ち上げることができる。

底基板 4 6 9 には、昇降駆動部（図示略）の昇降シャフト 4 7 3 は昇降基板 4 7 1 に連結されている。昇降駆動部が昇降シャフト 4 7 3 を昇降させることで、昇降基板 4 7 1 とリフターピン 4 1 3 を介して、リフトピン支持部 4 1 4 が昇降する。

20

#### 【 0 0 2 3 】

サセプタ 4 5 9 と排気板 4 6 5 の間に、円筒状のバッフルリング 4 5 8 が設けられる。バッフルリング 4 5 8、サセプタ 4 5 9、排気板 4 6 5 で第一排気室 4 7 4 が形成される。円筒状のバッフルリング 4 5 8 は、円筒側面に通気孔が多数均一に設けられている。従って、第一排気室 4 7 4 は、処理室 4 4 5 と仕切られ、また通気孔によって、処理室 4 4 5 と連通している。

#### 【 0 0 2 4 】

排気板 4 6 5 の中央に、排気連通孔 4 7 5 が設けられる。排気連通孔 4 7 5 によって、第一排気室と第二排気室 4 7 6 が連通される。第二排気室 4 7 6 には、排気管 4 8 0 が連通されており、排気管 4 8 0 には排気装置 4 7 9 が設けられている。

30

#### 【 0 0 2 5 】

反応容器 4 3 1 の上部のトッププレート 4 5 4 には、図示を省略するガス供給設備から伸長され且つ所要のプラズマ用の反応ガスを供給するためのガス供給管 4 5 5 が、ガス導入口 4 3 3 に付設されている。ガス供給管 4 5 5 には、流量制御部であるマスフローコントローラ 4 7 7 及び開閉弁 4 7 8 が設けられている。マスフローコントローラ 4 7 7 及び開閉弁 4 7 8 を制御することで、ガスの供給量を制御する。

また、反応容器 4 3 1 内には、反応ガスを反応容器 4 3 1 の内壁に沿って流れるようにするための略円板形で、石英からなるバッフル板 4 6 0 が設けられている。

尚、流量制御部及び排気装置 4 7 9 によって供給量、排気量を調整することにより、処理室 4 4 5 の圧力が調整される。

40

#### 【 0 0 2 6 】

共振コイル 4 3 2 は、所定の波長の定在波を形成するため、一定波長モードで共振するように巻径、巻回ピッチ、巻数が設定される。すなわち、共振コイル 4 3 2 の電気的長さは、高周波電源 4 4 4 から供給される電力の所定周波数における 1 波長の整数倍（1 倍、2 倍、...）又は半波長もしくは 1 / 4 波長に相当する長さに設定される。

例えば、1 波長の長さは、1 3 . 5 6 M H z の場合約 2 2 メートル、2 7 . 1 2 M H z の場合約 1 1 メートル、5 4 . 2 4 M H z の場合約 5 . 5 メートルになる。

1 波長でコイルを設定した場合、プラズマ発生室 4 3 0 の高さが高くなる。これにより、処理ガスがプラズマ化される時間を長くすることができ、結果的に、確実にガスのプラズマ化を促進することができる。また、1 波長ではなく、半波長もしくは 1 / 4 波長の場

50

合、コイルそのものが短くなるため、プラズマ処理室の高さが１波長に比べて低くなるというメリットを有する。

【００２７】

具体的には、共振コイル４３２は、印加する電力や発生させる磁界強度又は適用する装置の外形などを勘案し、例えば、８００ｋＨｚ～５０ＭＨｚ、０．５～５ＫＷの高周波電力によって０．０１～１０ガウス程度の磁場を発生し得るように、５０～３００ｍｍ<sup>２</sup>の有効断面積であって且つ２００～５００ｍｍのコイル直径に構成され、反応容器４３１の外周側に２～６０回程度巻回される。共振コイル４３２を構成する素材としては、銅パイプ、銅の薄板、アルミニウムパイプ、アルミニウム薄板、ポリマーベルトに銅又はアルミニウムを蒸着した素材などが使用される。共振コイル４３２は、絶縁性材料にて平板状に形成され且つベースプレート４４８の上端面に鉛直に立設された複数のサポートによって支持される。

10

【００２８】

共振コイル４３２の両端は電氣的に接地されるが、共振コイル４３２の少なくとも一端は、装置の最初の設置の際又は処理条件の変更の際に当該共振コイルの電氣的長さを微調整するため、可動タップ４６２を介して接地される。図４中の符号４６４は他方の固定グランドを示す。更に、装置の最初の設置の際又は処理条件の変更の際に共振コイル４３２のインピーダンスを微調整するため、共振コイル４３２の接地された両端の間には、可動タップ４６６によって給電部が構成される。

【００２９】

20

すなわち、共振コイル４３２は、電氣的に接地されたグランド部を両端に備え且つ高周波電源４４４から電力供給される給電部を各グランド部の間に備え、しかも、少なくとも一方のグランド部は、位置調整可能な可変式グランド部とされ、そして、給電部は、位置調整可能な可変式給電部とされる。共振コイル４３２が可変式グランド部及び可変式給電部を備えている場合には、後述するように、プラズマ発生室４３０の共振周波数及び負荷インピーダンスを調整するにあたり、より一層簡便に調整することができる。

【００３０】

更に、共振コイル４３２の一端（もしくは他端または両端）には、位相及び逆位相電流が共振コイル４３２の電氣的 midpoint に関して対称に流れるように、コイル及びシールドから成る波形調整回路が挿入されてもよい。斯かる波形調整回路は、共振コイル４３２の端部を電氣的に非接続状態とするか又は電氣的に等価の状態に設定することにより開路に構成される。また、共振コイル４３２の端部は、チョーク直列抵抗によって非接地とし、固定基準電位に直流接続されてもよい。

30

【００３１】

外側シールド４５２は、共振コイル４３２の外側への電磁波の漏れを遮蔽するとともに、共振回路を構成するのに必要な容量成分を共振コイル４３２との間に形成するために設けられる。外側シールド４５２は、一般的には、アルミニウム合金、銅又は銅合金などの導電性材料を使用して円筒状に形成される。外側シールド４５２は、共振コイル４３２の外周から、例えば５～１５０ｍｍ程度隔てて配置される。そして、通常、外側シールド４５２は、共振コイル４３２の両端と電位が等しくなるように接地されるが、共振コイル４３２の共振数を正確に設定するため、外側シールド４５２の一端又は両端は、タップ位置を調整可能になされたり、あるいは、共振コイル４３２と外側シールド４５２の間には、トリミングキャパシタンスが挿入されたりしてもよい。

40

【００３２】

ウエハ６００を収容する先述の処理室４４５は、例えば短軸の略有底円筒状に形成されている。処理室４４５には、ウエハ６００を水平に保持し短軸円柱状の、先述のサセプタテーブル４１１が設けられる。サセプタテーブル４１１には、一般に使用される静電チャックが備えられていてもよい。

【００３３】

高周波電源４４４としては、共振コイル４３２に必要な電圧及び周波数の電力を供給で

50

きる電源である限り、R f ゼネレータ等の適宜の電源を使用でき、例えば、周波数 80 kHz ~ 800 MHz で 0.5 ~ 5 KW 程度の電力を供給可能な高周波発生器が使用される。

#### 【0034】

また、高周波電源 444 の出力側には反射波電力計 468 が設置され、反射波電力計 468 によって検出された反射波電力が、制御部として用いられるコントローラ 470 に入力される。コントローラ 470 は、単に高周波電源 444 のみを制御するものではなく、アッシャ装置 10 全体の制御を行っている。コントローラ 470 には、表示部であるディスプレイ 472 が接続されている。ディスプレイ 472 は、例えば、反射波電力計 468 による反射波の検出結果等、アッシャ装置 10 に設けられた各種検出部で検出されたデータ等を表示する。尚、コントローラ 470 は、反射波電力の検出に限らず各部の制御も行う。

10

#### 【0035】

以上のように構成されたアッシャ装置 10 では、ロードロックチャンバ 250 (260) へウエハ 600 が搬送され、ロードロックチャンバ 250 (260) 内が真空引き (真空置換) され、ロードロックチャンバ 250 (260) から、トランスファーマジュール 310 を経てウエハ 600 がプロセスチャンバ 410 (420) へと搬送され、プロセスチャンバ 410 (420) でウエハ 600 からレジストの除去がなされ (除去工程)、レジストの除去がなされたウエハ 600 が、トランスファーマジュール 310 を経て再びロードロックチャンバ 250 (260) へ搬送される。

20

#### 【0036】

そして、プロセスチャンバ 410 (420) におけるレジストの除去は、基板処理における前段階の工程であるウエハ 600 へのイオン注入工程でマスクとして使用されたレジストの除去がなされる工程である。除去工程において除去されるレジストは、変質層とバルク層の 2 層構造になっており、ある温度以上 (レジスト材料によるが 120 ~ 160 ) になると気化したバルク層の圧力で変質層が破裂するポッピング現象が生じる虞がある。このため、レジストの除去は、ウエハ 600 の温度を低く制御しながら、O<sub>2</sub> ガス、H<sub>2</sub> ガス、N<sub>2</sub> ガスや、これらの反応ガスの混合ガスによって酸化除去される。ここで、H<sub>2</sub> ガスは、予め 5 % 未満の濃度となるように N<sub>2</sub> ガスと混合した物を使用することで、不活性ガスとしての扱いが可能となるため、設備の簡略化が可能となる。

30

#### 【0037】

また、レジストの除去 (除去工程) は、詳細には、プロセスチャンバ 410 (420) 内において、ウエハ 600 をリフターピン 413 に載置する載置工程と、載置工程に続いてなされる第 1 の除去工程と、第 1 の除去工程に続いてなされる第 2 の除去工程とを経てなされる。以下、載置工程、第 1 の除去工程、及び第 2 の除去工程について説明する。

#### 【0038】

載置工程を説明する。

ウエハ 600 を搭載したフィンガー 321 が、処理室 445 に進入する。それと同時に、リフターピン 413 が上昇する。フィンガー 321 は、上昇されたリフターピン 413 にウエハ 600 を載置する。このとき、ウエハ 600 の温度は、基板加熱部と真空断熱状態であるため、室温 (約 25 度) に維持される。

40

#### 【0039】

第 1 の除去工程を説明する。

搬送工程にて、室温に保持されたウエハ 600 を載置した後、N<sub>2</sub> H<sub>2</sub> ガス、及び O<sub>2</sub> ガスを、ガス供給管 433 からプラズマ発生室 430 に供給する。N<sub>2</sub> H<sub>2</sub> は事前に O<sub>2</sub> ガスと混合されても良いが、プラズマ発生室 430 内で混合されても良い。プラズマ発生室 430 内で混合する場合、ガス供給管はガスの種類の数だけ (ここでは二本) 設けられる。このとき、高周波電源 444 が、共振コイル 432 に電力を供給する。共振コイル 432 内部に励起される誘導磁界によって自由電子を加速し、ガス分子と衝突させることでガス分子を励起してプラズマを生成する。

50

このようにして、供給された  $N_2 H_2$  ガス及び  $O_2$  ガスは、プラズマ化される。

尚、ここではガス供給後にプラズマを励起したが、それに限らず、ガス供給前に高周波電源 444 が共振コイルに電力を供給し、予め磁界を形成しても良い。

【0040】

プラズマ形成時、基板加熱部 463 は 200℃ までウエハ 600 を徐々に加熱する。このとき、ウエハを急激に加熱するとポッピング現象が起きてしまう可能性があるからである。従って、レジスト表面をある程度除去するまでは、徐々にウエハ温度を上昇させる。

【0041】

プラズマ化されたガスは、主にレジスト中の有機成分を除去する。ここで、第1のプラズマ化工程で用いられる反応ガスとしては、 $O_2$  ガス、 $N_2$  ガス及び  $H_2$  ガスを混合した反応ガスが用いられ、 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $H_2$  の流量比は、例えば 3000 : 1000 : 40 とする。

10

ガスの流量は、流量制御部により流量を制御する。

処理圧力は、1 以上 3 Torr 以下に調整する。

【0042】

ここで、 $O_2$  ガスは、主としてレジストを除去するために用いられ、 $H_2$  ガスはポッピングを抑制するために用いられ、 $N_2$  ガスは、 $H_2$  ガスの希釈ガスとして用いられている。すなわち、第1のプラズマ化工程では、反応ガスを高周波で放電させて得られる活性種(主にラジカル)によって、レジスト中の有機成分は酸素と反応し  $CO$ 、 $CO_2$  等の揮発成分となってガスとして排気される。第1の除去工程においては、 $O_2$  の流量比は、10% 以上であることが望ましい。 $O_2$  ガスの流量比を 10% 以上とすることで、レジスト高速で除去することが可能となる。

20

【0043】

第1の除去工程では、レジスト中の有機成分の除去はなされるものの、 $O_2$  と、P(リン)、As(ヒ素)、B(ホウ素)等のドーパントとは結合力が強いため、結合しても蒸気とならずに、ドーパントは残留する。すなわち、第1の除去工程では、レジストに注入されたドーパントと、ドーパントの酸化物とはウエハ 600 の表面に析出し、除去がなされない。

【0044】

続いて、第2の除去工程を説明する。

30

第2の除去工程は、Hの還元性を利用して、ウエハ 600 表面に析出したドーパントの除去がなされる工程である。

第2の除去工程で用いられる反応ガスは、 $O_2$  の混合比は、0% であり、 $O_2$  ガス、 $N_2$  ガス、 $H_2$  ガスの流量比が、0 : 1000 : 40 とする。処理圧力は、第1の除去工程より低い圧力とする。例えば 1.5 Torr とする。

ここで、 $H_2$  ガスは、残渣を除去するために用いられ、 $N_2$  ガスは  $H_2$  ガスの希釈ガスとして用いられる。

第一の除去工程において  $O_2$  ガスを供給していたが、流量制御部により、 $O_2$  の供給が停止され、 $N_2 H_2$  ガスはガス供給管 433 のみプラズマ発生室 430 に供給される。

また、これと同時に、リフターピン 413 を下降させる。ウエハ 600 を基板加熱部 463 に近づけることにより、ウエハの温度を上昇させる。ここでは、例えば、ウエハ温度を 250℃ まで上昇させる。

40

第2の除去工程では、これらの反応ガスの混合ガスを高周波で放電させて得られる、主としてHラジカルからなる活性種によって、ウエハ 600 表面のドーパントの析出物を、 $PH_3$ 、 $AsH_3$ 、 $B_2H_6$  等の揮発成分としてガス化し、排気除去する。

【0045】

ここで、仮に、第2の除去工程で用いられる反応ガスに、 $O_2$  が混合されているとする。例えば、第一段階の  $O_2$  ガスがプラズマ生成室 430に残ってしまい、第2の除去工程で供給された  $N_2 H_2$  に混合される場合が考えられる。

酸化反応によってHラジカルの減少や、Hラジカルとドーパントの反応の阻害が起きる

50



ため析出物の除去効果は低下する。このため、 $O_2$ の混合比は10%以下が必須であり、混合比が低いほどドーパントの除去性は高くなる。すなわち、 $O_2$ ガスの混合量が少ないほど、水素ラジカルHの還元反応による残渣の除去率が高くなる。

【0046】

一方、 $H_2$ ガス、 $N_2$ ガスのみでプラズマを生成すると、Naが発生するものの、 $O_2$ ガスを用いれば、石英からなる反応容器431から発生するNaを抑制することができる。このため、Na汚染を低減させるためには、一定量の酸素を混合することが有効である。

この場合は、第2の除去工程では、 $O_2$ ガスの供給を停止するのではなく、 $O_2$ が10%以下となるように、 $O_2$ ガスの供給量を流量制御部が制御する。

もっとも、石英からなる反応容器431の品質が良ければ、Naの発生が抑制されるため、 $O_2$ ガスは必要ない。

以上より、反応容器431の品質を考慮しつつ、残渣の剥離性とNa汚染の低減とを両立することができる範囲である0~10%に酸素の流量比を定めることが望ましい。なお、 $H_2$ は、 $NH_3$ で代替することが可能であり、 $N_2$ はHe、Ar等の不活性ガスで代替することが可能である。

【0047】

以上で説明をした第1の除去工程と第2の除去工程とでは、ガス流量やガス混合比、圧力が変化する。このため、高周波電源444の負荷インピーダンスが変動してしまうものの、周波数整合器446を有するため、処理温度や圧力の変化にすぐに追従して高周波数電源444の発信周波数を整合することができる。

【0048】

また、以上で説明をしたアッシャ装置10では、共振コイル432と、共振コイル432とで構成される螺旋共振器の発信周波数が、第1の除去工程から第2の除去工程へ変化したときに、反射波電力が最小となるように螺旋共振器が周波数整合器446によって制御される。

【0049】

具体的には次の動作が行われる。

第1の除去工程でプラズマを形成したとき、共振コイル432の共振周波数に収束される。このとき、反射波電力計468が共振コイル432からの反射波を検出し、検出された反射波のレベルを周波数整合器446に送信する。周波数整合器446は、反射波電力がその反射波が最小となるよう、高周波電源444の発信周波数を調整する。発信周波数は、実験により予め求められていると良い。この場合、コントローラ470にそれらのデータ（例えば反射波レベルと、それを最小とするような発信周波数データ）が記憶され、検出された反射波とデータを比較し、データの誤差等から収束する発信周波数を決定する。

各装置で反射波を最小に制御することが理想的であるが、複数台の装置それぞれを制御する場合、制御方法を統一とする、つまり共通したソフトにより制御を行うことが考えられる。このような場合、装置間で反射波を最小にするような発信周波数にずれが生じることもあるため、各装置の反射波が最小となるような値の平均値を予め求め、それに収束するようにしても良い。

【0050】

第2の除去工程で、 $O_2$ の供給を停止、もしくは $O_2$ を10%以下とするように流量制御部により流量を制御する。高周波電源からの電力供給は第一段階に引き続き供給され、放電状態が維持される。

このとき、処理室445のガス流量やガス混合比、圧力が、第1の除去工程に比較して、変動してしまうことがある。これにより、ガス分子の電離特性が大きく変化し、それに伴い共振コイル432の共振周波数が変動し、一時的に反射波が大きくなる。出力された反射波は、反射波電力計468が共振コイル432からの反射波を検出し、検出された反射波のレベルを周波数整合器446に送信する。周波数整合器446は、反射波電力がそ

10

20

30

40

50

の反射波が最小となるよう、高周波電源 444 の発信周波数を調整する。発信周波数は、実験により予め求められていると良い。この場合、コントローラ 470 にそれらのデータ（例えば反射波レベルと、それを最小とするような発信周波数データ）が記憶され、検出された反射波とデータを比較し、データの誤差等から収束する発信周波数を決定する。

ここでも、第 1 の除去工程と同様に、各装置において反射波最小となるような発信周波数を出力しても良いが、複数台の装置の平均値の発信周波数を出力しても良い。

【0051】

このように、コントローラによる連続制御を行うことで、第 1 の除去工程から第 2 の除去工程へ移るとき、プラズマの消失、再着火をしないで連続的に移行することができる。

【0052】

ここで、上記との比較例として、周波数整合器 446、反射波電力計 468 が無い装置を次に説明する。

第 1 の除去工程において、レジストの除去を行う。レジストの除去後、高周波電源 444 による電力供給を一旦停止する。停止後、流量制御部や圧力制御部を制御し、処理室 445 の圧力及びガス流量の再設定を行う。

第 2 の除去工程において、 $H_2N_2$  を、プラズマ発生室 430 へ供給し、残渣の除去を行う。

【0053】

このように、第 1 から第 2 の除去工程に移るとき、放電が失火してしまい、結果的に第 2 の除去工程で再着火を行う必要が出てくる。結果、再着火の時間を要する。

上記本発明の動作のように、周波数整合器 446 及び反射波電力計 468 を使用することにより、再着火のような時間的ロスを省略することができ、スループットの向上を図ることができる。

【0054】

本発明は、特許請求の範囲に記載した事項を特徴とするが、さらに次に記載した事項も含まれる。

(1) 基板から高ドーズイオンが注入されたレジストを除去する除去工程を有し、前記除去工程は、

少なくとも酸素分子及び水素分子を含む反応ガスをプラズマ処理し、基板からレジスト中の有機成分を除去する第 1 の除去工程と、

前記第 1 の除去工程に続いて、少なくとも水素分子を含む反応ガスをプラズマ処理し、基板からドーパント析出物を除去する第 2 の除去工程と、を有する半導体装置の製造方法。

(2) 前記第 2 の除去工程は、酸素を含む反応ガスをプラズマ処理する(1)記載の半導体装置の製造方法。

(3) 前記第 2 の除去工程は、10 パーセント以下の酸素を含む反応ガスをプラズマ処理する(1)記載の半導体装置の製造方法。

(4) 前記第 1 の除去工程で、酸素分子を含む反応ガス、及び希釈ガスを添付した水素ガスの供給がなされる(1)乃至(3)いずれか記載の半導装置の製造方法。

(5) 基板から高ドーズイオンが注入されたレジストを除去する除去工程を有し、

前記除去工程は、単数又は複数の工程を有し、レジスト除去が完了する直前の工程で、希釈ガスが添付された水素成分を有する反応ガスをプラズマ処理し、基板から残渣を除去する半導体装置の製造方法。

(6) 減圧可能に構成された反応容器と、

前記反応容器の外周に巻回された共振コイルと、この共振コイルの外周に配置され且つ電氣的に接地された外側シールドとを有する螺旋共振器と、

前記反応容器に連続して設けられ、且つレジストの除去がなされる基板を収容する処理室と、

前記共振コイルに所定周波数の高周波電力を供給する高周波電源と、

前記反応容器に反応ガスを供給する反応ガス供給部と、

10

20

30

40

50

前記反応ガス供給部から供給される前記反応ガスの流量を制御する流量制御部と、

第一段階として少なくとも酸素分子および水素分子を含む反応ガスを前記反応容器内に供給させ、前記反応容器内でプラズマ処理させて、続いて第二段階として少なくとも水素分子を含む反応ガスを前記反応容器内に供給させ、前記反応容器内でプラズマ処理させるように、少なくとも前記反応ガス供給手段を制御する供給制御部と、

前記第一段階から第二段階へ変化したとき、前記螺旋共振器からの反射電力が最小となるように前記高周波電源の発信周波数を制御する周波数制御部と、  
を有する基板処理装置。

(7) 基板から高ドーゾイオンが注入されたレジストを除去する除去工程を有し、  
前記除去工程は、

少なくとも酸素分子及び水素分子を含む反応ガスをプラズマ化し、基板からレジスト中の有機成分を除去する第1の除去工程と、

前記第1の除去工程に続いて、少なくとも水素分子を含む反応ガスをプラズマ処理し、基板からドーパント析出物を除去する第2の除去工程と、  
を有するインサイチュー処理方法。

(8) 減圧可能に構成された反応容器と、

前記反応容器の外周に巻回された共振コイルと、この共振コイルの外周に配置され且つ電氣的に接地された外側シールドとを有する螺旋共振器と、

前記反応容器に連続して設けられ、且つレジストの除去がなされる基板を収容する処理室と、

前記共振コイルに所定周波数の高周波電力を供給する高周波電源と、

前記反応容器に反応ガスを供給する反応ガス供給部と、

前記反応ガス供給部から供給される前記反応ガスの流量を制御する流量制御部と、

第一段階として少なくとも酸素分子および水素分子を含む反応ガスを前記反応容器内に供給させ、前記反応容器内でプラズマ処理させて、続いて第二段階として少なくとも水素分子を含む反応ガスを前記反応容器内に供給させ、前記反応容器内でプラズマ処理させるように、少なくとも前記反応ガス供給手段を制御する供給制御部と、  
を有するインサイチュー処理装置。

(9) 高ドーゾイオンが注入された基板を収容する処理室に連続して設けられた反応容器に、少なくとも、酸素分子を含む反応ガス、及び水素分子を含む反応ガスを供給する第1の供給工程と、

前記反応容器内で、前記酸素分子を含む反応ガス、及び前記水素分子を含む反応ガスのプラズマ処理がなされた後に、前記反応容器への前記酸素成分を含む反応ガスの供給を停止しつつ、継続して前記反応容器内への前記水素成分を含む反応ガスを供給する第1の供給工程と、

を有する反応ガス供給方法。

(10) 高ドーゾイオンが注入された基板を収容する処理室に連続して設けられた反応容器に、反応ガスを供給する反応ガス供給部と、

前記反応容器に、少なくとも、酸素分子を含む反応ガス、及び水素分子を含む反応ガスを供給し、前記反応容器内で、前記酸素分子を含む反応ガス、及び前記水素分子を含む反応ガスのプラズマ処理がなされた後に、前記反応容器への前記酸素成分を含む反応ガスの供給を停止しつつ、継続して前記反応容器内への前記水素成分を含む反応ガスを供給するように前記反応ガス供給部を制御する反応ガス供給制御部と、  
を有する反応ガス供給装置。

【産業上の利用可能性】

【0055】

以上述べたように、本発明は、基板から、レジストを除去する除去工程を有する半導体装置の製造方法に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の好ましい実施形態のアッシャ装置を説明するための概略横断面図である。

【図 2】本発明の好ましい実施形態のアッシャ装置を説明するための概略縦断面図である。

【図 3】本発明の好ましい実施形態のアッシャ装置を説明するための概略縦断面図である。

【図 4】本発明の好ましい実施例形態のアッシャ装置に用いられるプロセスチャンバを示す断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

10

1 0 ... アッシャ装置

1 0 0 ... カセットトランスファー部

1 1 0、1 2 0 ... カセットトランスファーユニット

1 1 1 ... カセットテーブル

1 1 2、1 2 2 ... Y 軸アセンブリ

1 1 3、1 2 3 ... Z 軸アセンブリ

1 3 0 ... Y 軸

1 4 0 ... Z 軸

2 0 0 ... ロードロックチャンバ部

2 1 0、2 2 0 ... バッファユニット

20

2 1 1、2 2 1 ... バッファフィンガーアセンブリ

2 1 2、2 2 2 ... インデックスアセンブリ

2 1 3 ... バッファフィンガー

2 1 4 ... 軸

2 3 0 ... I 軸

2 5 0、2 6 0 ... ロードロックチャンバ

3 0 0 ... トランスファーモジュール部

3 1 0 ... トランスファーモジュール

3 1 1、3 1 2、3 1 3、3 1 4 ... ゲートバルブ

3 2 0 ... 真空アームロボットユニット

30

3 2 1 ... フィンガー

3 2 5 ... 軸

3 2 6 ... Y 軸

3 3 0 ... ヒータ

4 0 0 ... プロセスチャンバ部

4 1 0、4 2 0 ... プロセスチャンバ

4 1 1、4 2 1 ... サセプタテーブル

4 1 2、4 2 2 ... Z 軸

4 1 3、4 2 3 ... リフターピン

4 3 0、4 4 0 ... プラズマ発生室

40

4 3 1、4 4 1 ... チャンバ

4 3 2、4 4 2 ... 高周波コイル

4 3 3、4 4 3 ... ガス導入口

4 4 5 ... 処理室

4 4 4 ... 高周波電源

4 4 6 ... 周波数整合器

4 4 8 ... ベースプレート

4 3 2 ... 共振コイル

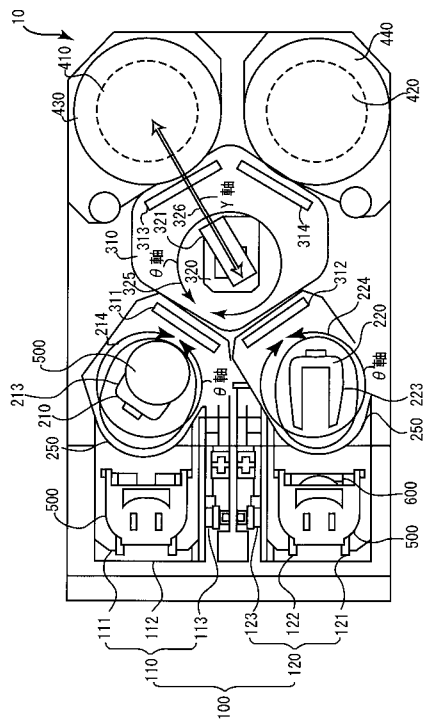
4 5 2 ... 外側シールド

4 5 4 ... トッププレート

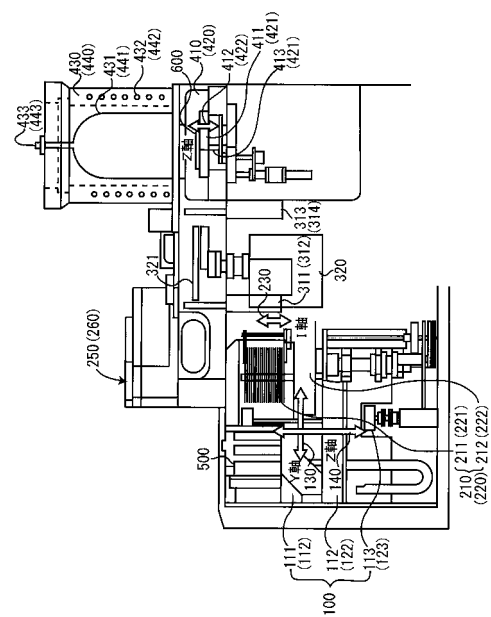
50

- 4 5 5 ... ガス供給管
- 4 5 6 ... 排気管
- 4 5 8 ... バッフルリング
- 4 6 0 ... バッフル板
- 4 6 2 ... 可動タップ
- 4 6 4 ... 固定グランド
- 4 6 6 ... 可動タップ
- 4 6 8 ... 反射波電力計
- 4 7 0 ... コンピュータ
- 4 7 2 ... 表示装置
- 5 0 0 ... カセット
- 6 0 0 ... ウエハ

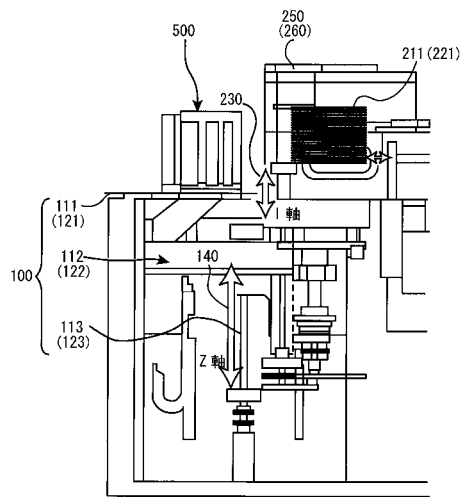
【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】



【図 4】

