

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5848626号
(P5848626)

(45) 発行日 平成28年1月27日(2016.1.27)

(24) 登録日 平成27年12月4日(2015.12.4)

(51) Int.Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

F 1

H01L 21/302 104H
H01L 21/302 101H

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-21990 (P2012-21990)
 (22) 出願日 平成24年2月3日 (2012.2.3)
 (65) 公開番号 特開2013-161912 (P2013-161912A)
 (43) 公開日 平成25年8月19日 (2013.8.19)
 審査請求日 平成27年1月30日 (2015.1.30)

(73) 特許権者 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・ウイン
 (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

審査官 溝本 安展

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体装置の製造方法及び基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

石英で構成された反応容器内において、基板が前記反応容器内の処理室に無い状態で、酸素と水素の混合プラズマをプラズマ生成部によって生成し、前記反応容器の内面にOH基を持つ層を形成する第1のプラズマ生成工程と、

前記第1のプラズマ生成工程の後、前記反応容器内において、前記処理室に基板が存在する状態で水素と窒素の混合プラズマを前記プラズマ生成部によって生成し、前記処理室内の基板を処理する基板処理工程と、

前記基板処理工程を予め定められた回数繰り返した後、前記反応容器内において、基板が前記処理室に無い状態で酸素と水素の混合プラズマを前記プラズマ生成部によって生成し、前記反応容器の内面にOH基を持つ層を形成する第2のプラズマ生成工程と、

を有する半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記第1のプラズマ生成工程は、酸素の組成比を1としたときの水素の組成比が2以上、5以下となるように前記処理室に供給された処理ガスを用いて前記混合プラズマを生成する、請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記処理ガスとして、H₂ガスと酸素ガスとが混合されてなる処理ガスを用いる、請求項2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

前記処理ガスとして、H₂Oガスからなる処理ガスを用いる、請求項2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】

前記処理ガスとして、H₂OガスとH₂ガスとが混合されてなる処理ガスを用いる、請求項2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】

前記処理ガスは、N₂ガス、Heガス、Neガス、Arガス、Krガス、Xeガスからなる群から選択された少なくとも1つのガスが混合されてなる、請求項2乃至5いずれか記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】

石英で構成された反応管に供給されたガスを前記反応管内においてプラズマ状態とするプラズマ生成部と、

前記反応管内に設けられ、基板を載置する載置部を有する処理室と、

前記反応管に処理ガスを供給するガス供給部と、

少なくとも前記プラズマ生成部及び前記ガス供給部を制御する制御部と、
を有し、

前記制御部は、

基板が前記処理室に無い状態で、前記ガス供給部を制御して酸素と水素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部を制御して酸素と水素との混合プラズマを生成することにより、前記反応管の内面にOH基を持つ層を形成させ、

酸素と水素との混合プラズマを生成させた後、前記処理室に基板が存在する状態で、前記ガス供給部を制御して水素と窒素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部を制御して水素と窒素との混合プラズマを生成させることで基板を処理させ、

基板の処理を予め定められた回数繰り返した後、基板が前記処理室に無い状態で、前記ガス供給部を制御して酸素と水素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部を制御して酸素と水素との混合プラズマを生成することにより、前記反応管の内面にOH基を持つ層を形成させるよう構成される、

基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置の製造方法、基板処理装置及び基板処理方法に関する。

【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ティ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ため、一般的には酸素（O₂）、又は酸素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】

また、近年のデバイスの微細化、高集積化にともなって、酸素を含有しない反応ガスを用いてレジストの除去を行うことが要求されることがある。酸素を含有しない反応ガスを用いてレジストの除去を行うことが要求されることがある場合としては、例えば、SiO₂等のLow-k（低誘電率）材料を配線間絶縁膜として採用した場合や、イオン打ち込みのマスクに使用されたレジストについて、揮発性の低い酸化物の影響でレジストの剥離性が阻害される場合等が挙げられる。このような、酸素を含有しない反応ガスを用いてレジストの除去を行うプロセスにおいては、一般的に水素（H₂）ガス、アンモニア（NH₃）ガス、窒素（N₂）ガス、ヘリウム（He）ガス、アルゴン（Ar）ガス等の処理ガ

10

20

30

40

50

スが用いられ、最も代表的な処理ガスは、H₂ガスとN₂ガスとの混合ガスである。以下、このような酸素を含有しない反応ガスを用いたプラズマ処理を「水素系プラズマ処理」と呼ぶ。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2005-523586号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

水素系プラズマ処理においては、処理室内の構造物から放出されるナトリウム(Na)を代表とするアルカリ金属が基板を汚染するとの問題が生じることがある。Naを代表とするアルカリ金属は、その多くがプラズマ生成部近傍の石英部品から発生する。特に、石英の円筒状の真空チャンバを有し、その外側に設置されたコイルに高周波電力を供給し、真空チャンバ内部に発生する電磁界によってプラズマを生成するような誘導結合型プラズマアツシング装置等においては、石英の真空チャンバに含有されていたNaが、処理にともなって放出される。そのNaが、基板を汚染する最大の汚染源となる。ここで、水素系プラズマ処理において、石英の真空チャンバ等からNaが放出するのは、活性化された水素によって石英の表面がエッティングされるためである。

【0006】

基板がNaを代表とするアルカリ金属に汚染されると、その基板を用いて製造された半導体素子等の半導体装置に耐圧劣化等が生じる虞があり、半導体装置の信頼性が低下する原因となり得る。ここで、基板がNaを代表とするアルカリ金属に汚染されにくくするために、処理室内で用いられる石英製の部材の材料として、石英中のNa含有量を製造段階から低減した材料である低アルカリ石英を使用するなどの材料面での改善が有効ではある。しかしながら、材料面での改善は石英製の部材が高価になるとの問題がある。また、石英製の部材に含有していて、石英製の部材から拡散したNa等による基板の汚染を抑制することができても、石英製の部材の表面に種々の要因でNa等が付着した場合、この石英製の部材に付着したNa等による基板の汚染は防ぐことができない。

【0007】

本発明の目的は、基板のNa等のアルカリ金属による汚染を抑制することができる半導体装置の製造方法、基板処理装置及び基板処理方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1に係る本発明は、基板が処理室に無い状態で酸素と水素の混合プラズマをプラズマ生成部によって生成する第1のプラズマ生成工程と、前記第1のプラズマ生成工程の後、前記処理室に基板が存在する状態で水素と窒素の混合プラズマを前記プラズマ生成部によって生成する第2のプラズマ生成工程とを有する半導体装置の製造方法である。

【0009】

請求項2に係る本発明は、反応管に供給されたガスをプラズマ状態とするプラズマ生成部と、前記プラズマ生成部に連続して設けられ、基板を載置する載置部を有する処理室と、前記反応管に処理ガスを供給するガス供給部と、少なくとも前記プラズマ生成部及び前記ガス供給部を制御する制御部と、を有し、前記制御部は、基板が前記処理室に無い状態では、前記ガス供給部に酸素と水素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部に酸素と水素との混合プラズマを生成させ、前記処理室に基板が存在する状態では、前記ガス供給部に水素と窒素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部に水素と窒素との混合プラズマを生成させる基板処理装置である。

【0010】

請求項3に係る本発明は、基板が処理室に無い状態で酸素と水素の混合プラズマをプラズマ生成部によって生成する第1のプラズマ生成工程と、前記第1のプラズマ生成工程の

10

20

30

40

50

後、前記処理室に基板が存在する状態で水素と窒素の混合プラズマを前記プラズマ生成部によって生成する第2のプラズマ生成工程とを有する基板処理方法。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、基板のNa等のアルカリ金属による汚染を抑制することができる半導体装置の製造方法、基板処理装置及び基板処理方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態に係るアッシング装置を説明するための概略横断面図である。

【図2】図1に示すアッシング装置の第1の概略縦断面図である。

10

【図3】図1に示すアッシング装置の第2の概略縦断面図である。

【図4】図1に示すアッシング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。

【図5】図1に示すアッシング装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】H₂ガスとN₂ガスとが混合されてなる処理ガス中に含まれる酸素ガスの含有量と、その処理ガスを用いてウエハ600を本処理した際のウエハのNaによる汚染量との関係を測定した結果を示すグラフである。

【図7】前処理を行った場合と、前処理を行わなかった場合とで、本処理後にウエハに生じるNaによる汚染量を測定した結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

20

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、基板処理装置として用いられるアッシング装置により、半導体装置の製造方法が実現され、基板処理方法が実現される。

図1は、本発明の好ましい実施例のアッシング装置10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ング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、アッシング装置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プロセスチャンバ部400とを備えている。

【0014】

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。

【0015】

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。

【0016】

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。

【0017】

40

50

プロセスチャンバ部400は、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生成室430、440とを備えている。プラズマ生成室430、440は、後述する処理室445に供給されるガスを、後述するプラズマ生成部によってプラズマ状態とする空間である。本実施例では、生成されるプラズマとして、酸素と水素の混合プラズマ、酸素と窒素の混合プラズマである。プロセスチャンバ410、420は、ゲートバルブ313、314を介してトランスマジュール310に取り付けられている。

【0018】

プロセスチャンバ410、420は、ウエハ600を載置する載置部として用いられるサセプターブル411、421を備えている。サセプターブル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。

【0019】

プラズマ生成室430、440は、反応管として用いられる反応容器431、441をそれぞれ備えている。反応容器431、441の外部には、共振コイル432、442が設けられている。共振コイル432、442に高周波電力を印加して、ガス導入口433、443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状態とし、そのプラズマを利用してサセプターブル411、421上に載置されたウエハ600上のレジストをプラズマ処理、本実施例においてはアッシング処理をする。

【0020】

以上のように構成されたアッシング装置10においては、カセットテーブル111(121)からロードロックチャンバ250(260)へとウエハ600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111(121)にカセット500を搭載してZ軸140が下方向に動作する。Z軸140が下にある状態でバッファフィンガーアセンブリ211(221)のY軸130がカセット500の方向に動作する。I軸230の動作により25枚のウエハ600をバッファフィンガーアセンブリ211(221)のバッファフィンガーアセンブリ213(223)がカセット500から受け取る。受け取った状態でY軸130がもとの位置まで下がる。

【0021】

ロードロックチャンバ250(260)においては、ロードロックチャンバ250(260)内にバッファユニット210(220)によって、保持されているウエハ600を、真空アームロボットユニット320のフィンガー321に搭載する。軸325方向で真空アームロボットユニット320を回転し、さらにY軸326方向にフィンガーを延伸し、プロセスチャンバ410(420)内のサセプターブル411(421)上に移載する。

【0022】

図4には、プロセスチャンバ410の詳細が示されている。尚、先述のプロセスチャンバ420は、プロセスチャンバ410と同じ構成である。

プロセスチャンバ410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プロセスチャンバである。プロセスチャンバ410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生成室430、半導体基板などのウエハ600を収容する処理室445、プラズマ生成室430(特に共振コイル432)に高周波電力を供給する高周波電源444、及び高周波電源444の発振周波数を制御する周波数整合器446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448の上部に前記のプラズマ生成室430を配置し、ベースプレート448の下部に処理室445を配置して構成される。また、共振コイル432と外側シールド452とで、螺旋共振器が構成される。

【0023】

処理室445は、プラズマ生成室430に連続して設けられていて、後述するサセプターブル459を有する処理室として用いられている。

【0024】

プラズマ生成室430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

10

20

30

40

50

先述の反応容器 431 を有する。反応容器 431 の外周には、反応容器 431 に巻回された共振コイル 432 と、共振コイル 432 の外周に配置され且つ電気的に接地された外側シールド 452 が設けられる。

【0025】

反応容器 431 は、反応管として用いられていて、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り、この実施形態では石英で形成されたものが用いられている。反応容器 431 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 454 及び処理室 445 によって上下端が気密に封止される。反応容器 431 の下方の処理室 445 の底面には、複数（例えば 4 本）の支柱 461 によって支持されるサセプタ 459 が設けられ、サセプタ 459 には、サセプタテーブル 411 及びサセプタ上のウエハを加熱する基板加熱部 463 が具備される。

サセプタ 459 の下方に、排気板 465 が配設される。排気板 465 は、ガイドシャフト 467 を介して底基板 469 に支持され、底基板 469 は処理室 445 の下面に気密に設けられる。昇降基板 471 がガイドシャフト 467 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 471 は、少なくとも 3 本のリフターピン 413 を支持している。

【0026】

リフターピン 413 は、サセプタ 459 を貫通する。そして、リフターピン 413 の頂には、ウエハ 600 を支持するリフターピン支持部 414 が設けられている。

リフターピン支持部 414 は、サセプタ 459 の中心方向に延出している。リフターピン 413 の昇降によって、ウエハ 600 をサセプタテーブル 411 に載置し、あるいはサセプタテーブル 411 から持ち上げることができる。

底基板 469 には、昇降駆動部（図示略）の昇降シャフト 473 は昇降基板 471 に連結されている。昇降駆動部が昇降シャフト 473 を昇降させることで、昇降基板 471 とリフターピン 413 を介して、リフターピン支持部 414 が昇降する。

【0027】

サセプタ 459 と排気板 465 の間に、円筒状のバッフルリング 458 が設けられる。バッフルリング 458、サセプタ 459、排気板 465 で第一排気室 474 が形成される。円筒状のバッフルリング 458 は、円筒側面に通気孔が多数均一に設けられている。したがって、第一排気室 474 は、処理室 445 と仕切られ、また通気孔によって、処理室 445 と連通している。

【0028】

排気板 465 の中央に、排気連通孔 475 が設けられる。排気連通孔 475 によって、第一排気室と第二排気室 476 が連通される。第二排気室 476 には、排気管 480 が連通されており、排気管 480 には排気装置 479 が設けられている。

【0029】

反応容器 431 の上部のトッププレート 454 には、ガス供給部 490 が設けられている。ガス供給部 490 は、反応管として用いられる反応容器 431 に処理ガスを供給するガス供給部として用いられていて、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、複数のガス供給部を有するガス供給管 455 を有し、ガス供給管 455 がガス導入口 433 に付設されている。ガス供給管 455 には、酸素ガスを供給する第 1 のガス供給部、及びその他のガス、ここでは N₂ ガスや H₂ ガスを供給する第二のガス供給部が設けられている。第 1 のガス供給部と第 2 のガス供給部とには、ガスの供給量を制御する供給管流量制御部として用いられるマスフローコントローラ 477、マスフローコントローラ 483 が、それぞれに取り付けられている。また、第 1 のガス供給部と第 2 のガス供給部とには、開閉弁 478 と、開閉弁 484 が、それぞれに取り付けられている。マスフローコントローラ 477、483 及び開閉弁 478、484 を、例えば後述するコントローラ 470 で制御することで、ガスの供給量が制御される。

【0030】

10

20

30

40

50

この実施形態においては、N₂ガス、H₂ガスの供給に、共通する一本のガス供給管を利用しているが、これに替えて、N₂ガスの供給と、H₂ガスの供給とにそれぞれ別の供給管を用い、それぞれの供給管にマスフローコントローラ及び開閉弁を設けても良い。ただし、N₂ガスを、H₂ガスを希釈するために用いる場合は、図示しないガス供給源で、反応容器431に供給する前にガスが混合されることが望ましい。

【0031】

また、反応容器431内には、反応ガスを反応容器431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460が設けられている。尚、流量制御部及び排気装置479によって供給量、排気量を調整することにより、処理室445の圧力が調整することができる。

10

【0032】

共振コイル432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432の電気的長さは、高周波電源444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、13.56MHzの場合約2.2メートル、27.12MHzの場合約1.1メートル、54.24MHz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、プラズマ生成室430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。

20

【0033】

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、50～300mm²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。

30

【0034】

共振コイル432の両端は電気的に接地されるが、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気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。さらに、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。

40

【0035】

すなわち、共振コイル432は、電気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、プラズマ生成室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。

【0036】

さらに、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の電気的中点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

50

部を電気的に非接続状態とするか又は電気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。

【0037】

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。

10

【0038】

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、先述のサセプターブル411が設けられる。サセプターブル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。

【0039】

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

20

この高周波電源444、反射波電力計468、周波数整合器446、共振コイル432をまとめてプラズマ生成部と呼ぶ。

【0040】

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、コントローラ470に入力される。コントローラ470は、少なくとも、プラズマ生成部及びガス供給部490を制御する制御部として用いられていて、単に高周波電源444のみを制御するものではなく、アッシング装置10全体を制御している。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、アッシング装置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。

30

【0041】

以上のように構成されたアッシング装置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、トランスマーカーモジュール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、トランスマーカーモジュール310を経て再びロードロックチャンバ250(260)へ搬送される。

40

【0042】

そして、プロセスチャンバ410(420)におけるレジストの除去処理は、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。また、プロセスチャンバ410(420)における処理は、制御部として用いられているコントローラ470が、少なくともプラズマ生成室430とガス供給部490とを含むプロセスチャンバ410の各部を制御することによりなされる。

【0043】

より具体的には、コントローラ470は、ウエハ600が処理室445に無い状態では

50

、ガス供給部490に酸素と水素とを含む処理ガスを反応容器431へ供給させ、プラズマ生成室430に酸素と水素との混合プラズマを生成させ、ウエハ600が処理室445に存在する状態では、ガス供給部490に酸素と窒素とを含む処理ガスを反応容器431へ供給させ、プラズマ生成室430に酸素と窒素との混合プラズマを生成させる。

また、より具体的には、コントローラ470は、ウエハ600が処理室445に無い状態では、ガス供給部490に酸素と水素とを含む処理ガスを反応容器431へ供給させ、プラズマ生成室430に酸素と水素との混合プラズマを生成させ、酸素と水素との混合プラズマを生成させた後、ウエハ600が処理室445に存在する状態で、ガス供給部490に酸素と窒素とを含む処理ガスを反応容器431へ供給させ、プラズマ生成室430に酸素と窒素との混合プラズマを生成させることでウエハ600をアッシング処理し、基板のアッシングを予め定められた回数、繰り返した後、ウエハ600が処理室445に無い状態で、ガス供給部490に酸素と水素とを含む処理ガスを反応容器431へ供給させ、プラズマ生成室430に酸素と水素との混合プラズマを生成させる、以下、プロセスチャンバ410における処理の詳細を説明する。
10

【0044】

図5は、コントローラ470によるプロセスチャンバ410(420)の制御を示すフローチャートである。図5に示すように、最初の工程であるステップS10において、前処理がなされる。

【0045】

ステップS10における前処理は、処理室445にウエハ600が搬入される前になされる処理であり、後述するステップS30の本処理に先立ってなされる処理である。ステップS10においては、コントローラ470は、ウエハ600が処理室445に無い状態で酸素と水素との混合プラズマをプラズマ生成室430によって生成させる。
20

【0046】

より具体的には、ステップS10において、コントローラ470は、ガス供給部490を制御して、ガス供給部490に、ガス導入口433を介してH₂ガスと酸素ガスとを処理室445に供給させる。ここで、供給させるH₂ガスの流量は、5000sccmであり、供給させる酸素ガスの流量は1250sccmである。この際、処理室445内の圧力は、例えば266Paに調整される。

【0047】

また、ステップS10においては、コントローラ470は、H₂ガスと酸素ガスとを供給させた後、プラズマ生成部を制御し、即ち共振コイル432に電力を供給するように高周波電源444を制御し、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させ、ガス分子と衝突することでガス分子を励起してプラズマを生成させる。このようにして、供給されたH₂ガス及び酸素ガスはプラズマ化される。ここで、共振コイル432には、例えば4000Wが供給され、共振コイル432に電力を供給する時間は、例えば5分である。このようにして、供給されたH₂ガス及び酸素ガスは、プラズマ生成室430内でプラズマ化される。
30

【0048】

そして、O元素とH元素を含む反応ガスで生成したプラズマには、放電によって得られる主としてOHラジカルからなる活性種が含まれる。そして、このOHラジカルが反応容器431内において、例えば反応容器431の内壁部等の石英製の部材と反応し、石英製の部材の表面にOH基を持つ層を形成する。このOH基を持つ層は、後述するステップS30の本処理において、石英製の部材をエッチングされにくくし、石英製の部材がエッチングされることによるNaの発生を抑制し、処理室445内にNaが放出されにくくし、処理室445内に拡散しにくくすることで、処理室445内に載置されたウエハ600のNaによる汚染を抑制する。
40

【0049】

ステップS10において、供給されるH₂ガスと酸素ガスとの混合比は、「H₂：酸素」が「4：1」で最も高い酸化力を有し、最も効果的と考えられる。もっとも、実用上、
50

「H₂：酸素」が「2：1」から「5：1」の範囲であれば、十分な効果を得ることができる。すなわち、ステップS10における前処理においては、酸素の組成比を1としたときの水素の組成比が2以上、5以下となるように処理室445に供給された処理ガスを用いて処理を行うことができる。

【0050】

また、この実施形態においては、ウエハ600が処理室445に無い状態で酸素と水素の混合プラズマをプラズマ生成室430によって生成させる際に、供給される処理ガスとして、H₂ガスと酸素ガスとが混合されてなる処理ガスを用いたが、これに替えて、H₂Oガスを処理ガスとして用いても良いし、H₂OガスとH₂ガスとが混合されてなるガスを処理ガスとして用いても良い。この際、H₂Oガスを用いる場合も、H₂OガスとH₂ガスとが混合されてなる処理ガスを用いる場合も、酸素の組成比を1としたときの水素の組成比が2以上、5以下となるように処理室445に処理ガスを供給することが望ましい。

【0051】

また、ウエハ600が処理室445に無い状態で酸素と水素の混合プラズマをプラズマ生成室430によって生成させる際に、処理ガスとしてH₂ガスと酸素ガスとが混合されてなるガスを用いる場合も、処理ガスとしてH₂Oガスを用いる場合も、処理ガスとして、H₂OガスとH₂ガスとが混合されてなるガスを用いる場合も、これらの処理ガスに、N₂ガス、Heガス、Neガス、Arガス、Krガス、Xeガスからなる群から選択された少なくとも1つのガスを混合し、処理ガスを希釈して使用しても良い。

【0052】

また、ステップS10で処理室445に供給される処理ガスの総流量は、ウエハ600が300mmのSi製のウエハである場合、3s1m以上、15s1m以下であることが望ましい。また、処理ガスを分解するために共振コイル432に供給される高周波電力は、2500W以上、5000W以下の範囲であることが望ましい。また、共振コイル432に高周波電力を供給する時間は、長いほど石英製の部材に形成される保護層の厚みが増すものの一定の時間が経過した後は飽和傾向となるので、極端に長時間にわたり高周波電力を供給したとしても大きな効果は期待できない。このため、共振コイル432に高周波電力を供給する実用的な時間は10分未満で十分である。

そこで、この実施形態においては、先述のようにステップS10において、共振コイル432に4000Wを供給し、共振コイル432に電力を供給する時間を5分としている。

【0053】

次のステップS20では、基板搬入の処理がなされる。

即ち、処理室445内にウエハ600を搬入する処理がなされる。ステップS20では、コントローラ470は、ウエハ600を搭載したフィンガー321を、処理室445に進入させ、それと同時に、リフターピン413が上昇させ、フィンガー321に、上昇されたリフターピン413のリフターピン支持部414にウエハ600を載置させることで、ウエハ600を処理室445内に搬入させる。

【0054】

次のステップS30では本処理がなされる。

ステップS30における本処理は、ウエハ600が処理室445に無い状態で酸素と水素に混合プラズマをプラズマ生成室430によって生成させる処理の後になされる処理であって、処理室445にウエハ600が存在する状態で水素と窒素との混合プラズマをプラズマ生成室430によって生成させる処理である。

【0055】

ステップS30において、コントローラ470は、ガス供給部490を制御して、ガス供給部490に、ガス導入口433を介してH₂ガスとN₂ガスとを処理室445へと供給させる。また、コントローラ470は、処理室445内の圧力を調整させる。また、ステップS10においては、コントローラ470は、H₂ガスとN₂ガスとを供給させた後

10

20

30

40

50

、共振コイル432に電力を供給するように高周波電源444を制御し、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させ、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させる。このようにして、供給されたH₂ガスとN₂ガスとは、プラズマ化される。

【0056】

ここで、ステップS30で処理室445に供給されるH₂ガスの総流量は例えば3s1mとされ、処理室445に供給されるN₂の総流量は例えば12s1mとされる。また、処理室445内の圧力は、例えば300Paに調整され、共振コイル432には、例えば4000Wの高周波電力が供給される。

【0057】

H元素とN元素を含む反応ガスで生成したプラズマには、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が含まれ、このHラジカルがウエハ600に付着した有機膜からなるレジストと反応し、レジストを気化させることで、ウエハ600の表面からレジストが除去される。

【0058】

すなわち、プラズマ中で活性化された水素(Hラジカル)とウエハ600表面の有機膜であるレジストとが以下の反応をすることにより、レジストが気化されて除去される。



【0059】

ステップS30における本処理においては、処理室445内の石英製の部材の表面には、ステップS10における前処理でOH基を持つ層(以下、保護層とする)が形成されている。このため、石英製の部材がエッティングされにくく、石英製の部材がエッティングされることにより生じるNaが処理室445内に放出されにくくなっている。もっとも、保護層中の酸素原子は、Hラジカルによって石英から徐々に引き抜かれる。このため、保護膜中のOH基が減少するとともに、保護膜が石英製の部材をエッティングされにくくする効果は次第に失われていく。

【0060】

次のステップS40では、搬出処理がなされる。

即ち、ステップS30では、コントローラ470は、フィンガー321とリフターピン413とを制御して、レジストが除去されたウエハ600が処理室445内から搬出させる。

【0061】

次のステップS50では、コントローラ470は、ステップS10で前処理を行った後にステップS30で本処理したウエハ600の枚数である累積処理枚数が、予め定められた設定枚数以上であるか否かの判別をする。ここで、設定枚数は、ステップS30における本処理を繰り返すことにより処理室445内の石英製の部材にステップS10で形成された保護膜による石英製の部材のエッティングを抑制する効果が低減することを考慮し、石英製の部材のエッティングを抑制することができる枚数内に定められる。

【0062】

ステップS50において、累積処理枚数が設定枚数よりも少ないと判別された場合、ステップS20にもどり、ウエハ600の本処理が繰り返される。一方、ステップS50において、累積処理枚数が設定枚数以上であるとの判別がなされた場合、ステップS60に進む。

【0063】

ステップS60では、処理を完了させるか否かの判別がなされる。

すなわち、ステップS60では、コントローラ470は、例えばバッファユニット210内の全てのウエハ600の処理が完了したか否か等、処理を予定している全てのウエハ600の処理が完了したか否かを判別する。そして、全てのウエハ600の処理が完了していないとの判別がされた場合は、ステップS10にもどり一連の処理を続ける。一方、全てのウエハ600の処理が完了したと判別がなされた場合、コントローラ470は、一

10

20

30

40

50

連の処理を終了させる。

【0064】

図6は、H₂ガスとN₂ガスとが混合されてなる処理ガス中に含まれる酸素成分の含有量と、その処理ガスを用いてウエハ600を本処理（図5のステップS30を参照）した際のウエハのNaによる汚染量との関係を測定した結果を示すグラフである。

図5に示すように処理ガス中の酸素成分の含有量が0%である場合、ウエハ600の中の汚染量は、330（10⁹atoms/cm²）であり、処理ガス中の酸素成分の含有量が1%である場合、ウエハ600の中の汚染量は、220（10⁹atoms/cm²）であり、処理ガス中の酸素成分の含有量が5%である場合、ウエハ600の中の汚染量は、45（10⁹atoms/cm²）であった。このように、酸素成分を含む処理ガス中では石英製からNaが放出されにくく、拡散しにくいためウエハ600のNaによる汚染が生じにくいことが分かる。これは、酸素成分を含む処理ガスを用いると酸化反応が生じ、酸化反応が石英表面のエッティングを抑制する保護機能を有するためである。

【0065】

図7は、前処理（図5のステップS10を参照）を行った場合と、前処理を行わなかった場合とで、本処理（図5のステップS30を参照）後にウエハ600に生じるNaによる汚染量を測定した結果を示すグラフである。

【0066】

図7に示す条件1では、本処理における処理ガスとしてH₂ガスとN₂ガスとの混合ガスを用い、H₂の流量を300sccmとし、N₂の流量を2700sccmとし、処理室445内の圧力を200Paとし、共振コイル432に3500Wの高周波電力を30秒間供給した。条件1においては、前処理を行った場合は、ウエハ600の中の汚染量は、4（10⁹atoms/cm²）であったのに対して、前処理を行わなかった場合は、ウエハ600の中の汚染量は、18（10⁹atoms/cm²）であった。

【0067】

図7に示す条件2では、本処理における処理ガスとしてH₂ガスとN₂ガスとの混合ガスを用い、H₂の流量を3000sccmとし、N₂の流量を12000sccmとし、処理室445内の圧力を300Paとし、共振コイル432に4000Wの高周波電力を90秒間供給した。条件2においては、前処理を行った場合は、ウエハ600の中の汚染量は、12（10⁹atoms/cm²）であったのに対して、前処理を行わなかった場合は、ウエハ600の中の汚染量は、65（10⁹atoms/cm²）であった。

【0068】

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、さらに次に付記した事項も含まれる。

【0069】

〔付記1〕

基板が処理室に無い状態で酸素と水素の混合プラズマをプラズマ生成部によって生成する第1のプラズマ生成工程と、

前記第1のプラズマ生成工程の後、前記処理室に基板が存在する状態で水素と窒素の混合プラズマを前記プラズマ生成部によって生成する第2のプラズマ生成工程とを有する半導体装置の製造方法。

【0070】

〔付記2〕

前記第1のプラズマ生成工程は、酸素の組成比を1としたときの水素の組成比が2以上、5以下となるように前記処理室に供給された処理ガスを用いて前記混合プラズマを生成する付記1記載の半導体装置の製造方法。

【0071】

〔付記3〕

前記処理ガスとして、H₂ガスと酸素ガスとが混合されてなる処理ガスを用いる付記2記載の半導体装置の製造方法。

10

20

30

40

50

【0072】

〔付記4〕

前記処理ガスとして、H₂Oガスからなる処理ガスを用いる付記2記載の半導体装置の製造方法。

【0073】

〔付記5〕

前記処理ガスとして、H₂OガスとH₂ガスとが混合されてなる処理ガスを用いる付記2記載の半導体装置の製造方法。

【0074】

〔付記6〕

前記処理ガスは、N₂ガス、Heガス、Neガス、Arガス、Krガス、Xeガスからなる群から選択された少なくとも1つのガスが混合されてなる付記2乃至5いずれか記載の半導体装置の製造方法。

【0075】

〔付記7〕

基板が処理室に無い状態で酸素と水素の混合プラズマをプラズマ生成部によって生成する第1のプラズマ生成工程と、

前記第1のプラズマ生成工程の後、前記処理室に基板が存在する状態で水素と窒素の混合プラズマを前記プラズマ生成部によって生成し、基板を処理する基板処理工程と、

前記基板処理工程を予め定められた回数繰り返した後、基板が前記処理室に無い状態で酸素と水素の混合プラズマを前記プラズマ生成部によって生成する第2のプラズマ生成工程と、

を有する半導体装置の製造方法。

【0076】

〔付記8〕

反応管に供給されたガスをプラズマ状態とするプラズマ生成部と、

前記プラズマ生成部に連続して設けられ、基板を載置する載置部を有する処理室と、

前記反応管に処理ガスを供給するガス供給部と、

少なくとも前記プラズマ生成部及び前記ガス供給部を制御する制御部と、

を有し、

前記制御部は、

基板が前記処理室に無い状態では、前記ガス供給部に酸素と水素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部に酸素と水素との混合プラズマを生成させ、

前記処理室に基板が存在する状態では、前記ガス供給部に水素と窒素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部に水素と窒素との混合プラズマを生成させる

基板処理装置。

【0077】

〔付記9〕

反応管に供給されたガスをプラズマ状態とするプラズマ生成部と、

前記プラズマ生成部に連続して設けられ、基板を載置する載置部を有する処理室と、

前記反応管に処理ガスを供給するガス供給部と、

少なくとも前記プラズマ生成部及び前記ガス供給部を制御する制御部と、

を有し、

前記制御部は、

基板が前記処理室に無い状態で、前記ガス供給部に酸素と水素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部に酸素と水素との混合プラズマを生成させ、

酸素と水素との混合プラズマを生成させた後、前記処理室に基板が存在する状態で、前記ガス供給部に水素と窒素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部に水素と窒素との混合プラズマを生成させることで基板を処理させ、

10

20

30

40

50

基板の処理を予め定められた回数繰り返した後、基板が前記処理室に無い状態で、前記ガス供給部に酸素と水素とを含む処理ガスを前記反応管へ供給させ、前記プラズマ生成部に酸素と水素との混合プラズマを生成させる
基板処理装置。

【0078】

【付記10】

基板が処理室に無い状態で酸素と水素の混合プラズマをプラズマ生成部によって生成する第1のプラズマ生成工程と、

前記第1のプラズマ生成工程の後、前記処理室に基板が存在する状態で水素と窒素の混合プラズマを前記プラズマ生成部によって生成する第2のプラズマ生成工程と
を有する半導体装置の製造方法。

10

【産業上の利用可能性】

【0079】

以上述べたように、本発明は、半導体装置の製造方法と基板処理装置とに適用することができる。

【符号の説明】

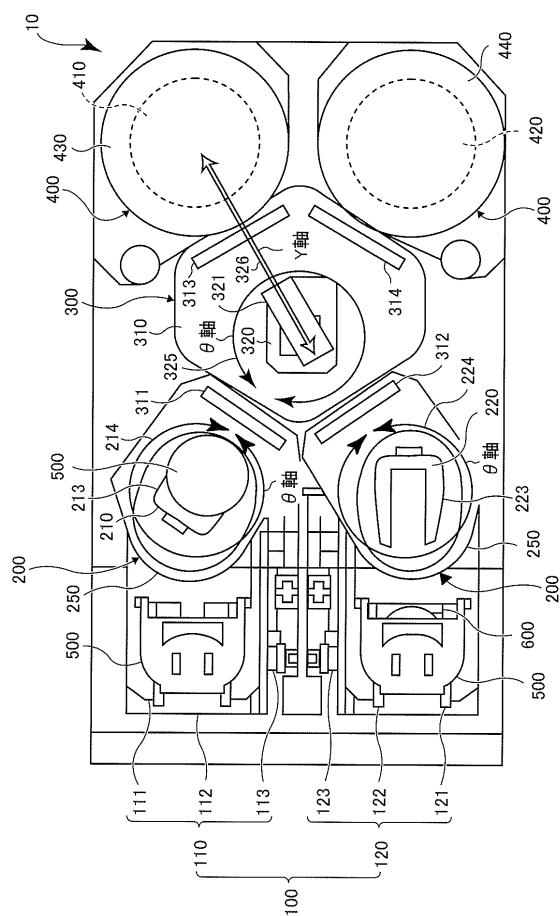
【0080】

10 ... アッティング装置	
100 ... カセットトランスファー部	
110、120 ... カセットトランスファーエニット	20
111 ... カセットテーブル	
112、122 ... Y軸アセンブリ	
113、123 ... Z軸アセンブリ	
130 ... Y軸	
140 ... Z軸	
200 ... ロードロックチャンバ部	
210、220 ... バッファユニット	
211、221 ... バッファフィンガーアセンブリ	
212、222 ... インデックスアセンブリ	
213 ... バッファフィンガー	30
214 ... 軸	
230 ... I軸	
250、260 ... ロードロックチャンバ	
300 ... トランスファーチャンバ部	
310 ... トランスファーチャンバ	
311、312、313、314 ... ゲートバルブ	
320 ... 真空アームロボットユニット	
321 ... フィンガー	
325 ... 軸	
326 ... Y軸	40
330 ... ヒータ	
400 ... プロセスチャンバ部	
410、420 ... プロセスチャンバ	
411、421 ... サセプターテーブル	
412、422 ... Z軸	
413、423 ... リフターピン	
430、440 ... プラズマ生成室	
431、441 ... チャンバ	
432、442 ... 共振コイル	
433、443 ... ガス導入口	50

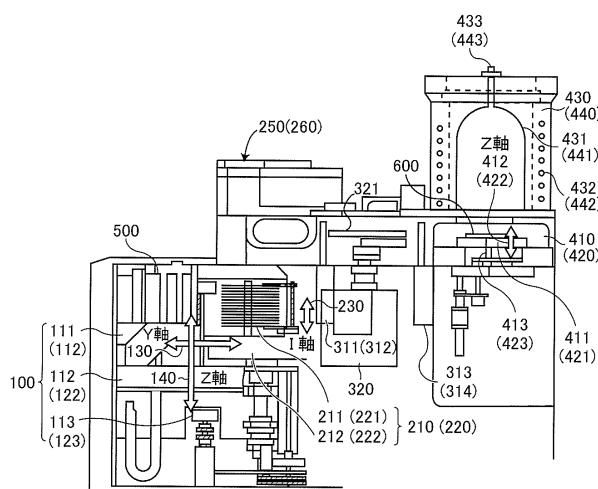
4 4 5 ... 处理室
 4 4 4 ... 高周波電源
 4 4 6 ... 周波数整合器
 4 4 8 ... ベースプレート
 4 5 0 ... 共振コイル
 4 5 2 ... 外側シールド
 4 5 4 ... トッププレート
 4 5 5 ... ガス供給管
 4 5 6 ... 排気管
 4 5 8 ... バッフルリング
 4 6 0 ... バッフル板
 4 6 2 ... 可動タップ
 4 6 4 ... 固定グランド
 4 6 6 ... 可動タップ
 4 6 8 ... 反射波電力計
 4 7 0 ... コンピュータ
 4 7 2 ... 表示装置
 5 0 0 ... カセット
 6 0 0 ... ウエハ

10

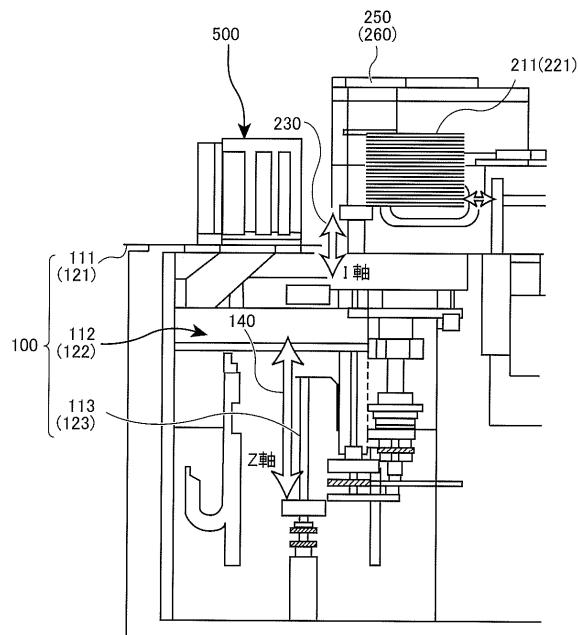
【 四 1 】



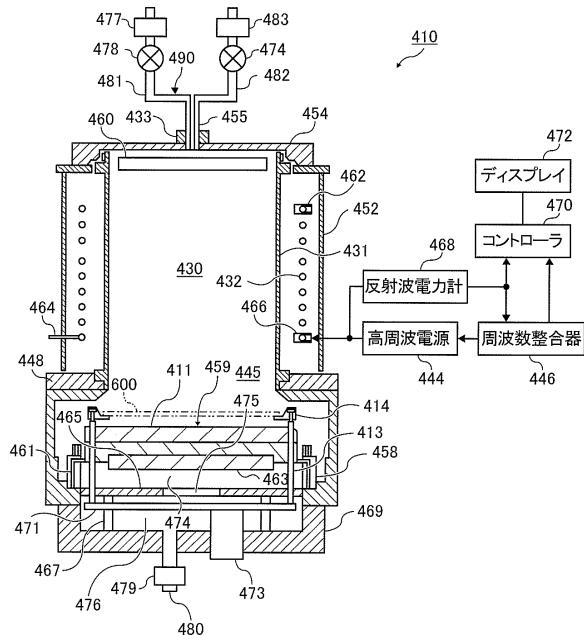
【図2】



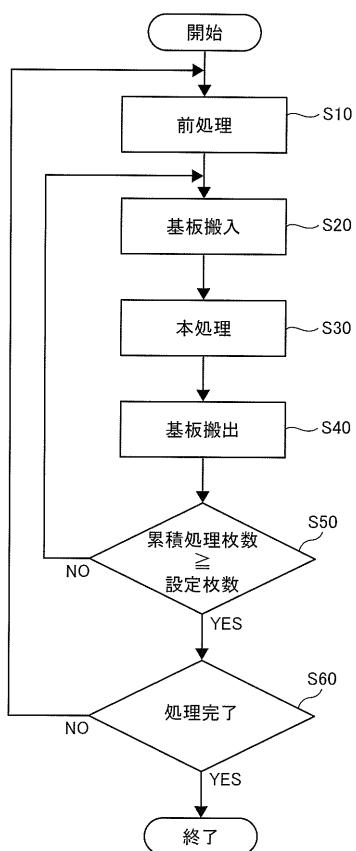
【図3】



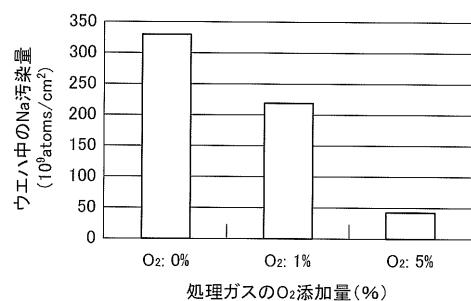
【 四 4 】



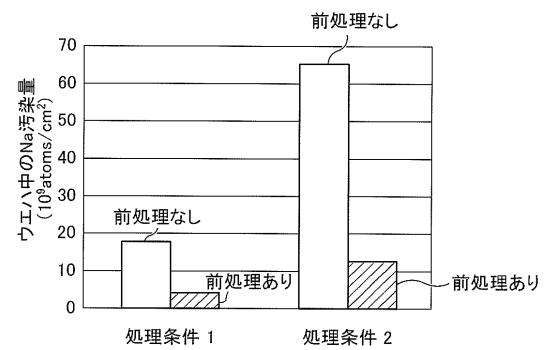
【図5】



【 义 6 】



【 义 7 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2005-523585(JP, A)
国際公開第2006/082724(WO, A1)
国際公開第2010/084909(WO, A1)
特開2010-050310(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/3065