

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4193255号  
(P4193255)

(45) 発行日 平成20年12月10日(2008.12.10)

(24) 登録日 平成20年10月3日(2008.10.3)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 I O 1 C
C 2 3 C 14/34 (2006.01)	C 2 3 C 14/34 T
C 2 3 F 4/00 (2006.01)	C 2 3 F 4/00 A
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31 C
請求項の数 9 (全 8 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願平10-341367  
 (22) 出願日 平成10年12月1日(1998.12.1)  
 (65) 公開番号 特開2000-173985(P2000-173985A)  
 (43) 公開日 平成12年6月23日(2000.6.23)  
 審査請求日 平成17年11月16日(2005.11.16)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100100310  
 弁理士 井上 学  
 (72) 発明者 枝村 学  
 茨城県土浦市神立町502番地  
 株式会社 日立製作所 機械  
 研究所内  
 (72) 発明者 土居 昭  
 茨城県土浦市神立町502番地  
 株式会社 日立製作所 機械  
 研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理チャンバと、前記処理チャンバへの処理用のガスの導入手段および排気手段と、前記処理チャンバ内に設けられ被処理物を載置する電極と、前記処理チャンバ内へ導入した処理用ガスのプラズマを発生させるための高周波電源と、前記高周波電源に接続され前記処理チャンバの外側に設けられたループあるいは、らせん形の誘導コイルを備えたプラズマ処理装置において、

前記処理チャンバは導電性材料によって作られ、かつ前記ループあるいは、らせん形の誘導コイルを横切るように複数のスリットが設けられ、前記スリットに合った形状の絶縁材料からなる絶縁体窓を前記スリットに取り付け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、前記処理チャンバが接地電位と絶縁され、かつ、前記高周波電源と独立して制御できる別の高周波電源と接続されたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】

請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記処理チャンバが接地電位と絶縁され、かつ、直流電力供給手段と接続されたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】

請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記処理チャンバが接地電位と絶縁され、かつ前記ループあるいは、らせん形の誘導コイルと接続された前記高周波電源から分岐回

20

路によって分岐された高周波電力を供給することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記処理チャンバが、アルミニウム、ステンレス、シリコンまたはカーボンのいずれかであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記処理チャンバの外側に温度調節手段を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 7】

処理チャンバと、前記処理チャンバへの処理用のガスの導入手段および排気手段と、前記処理チャンバ内に設けられ被処理物を載置する電極と、前記処理チャンバ内へ導入した処理用ガスのプラズマを発生させるための高周波電源と、前記高周波電源に接続され前記処理チャンバの外側に設けられたループあるいは、らせん形の誘導コイルを備え、前記処理チャンバは導電性材料によって作られ、かつ前記ループあるいは、らせん形の誘導コイルを横切るように複数のスリットが設けられ、前記スリットに合った形状の絶縁材料からなる絶縁体窓を前記スリットに取り付けたプラズマ処理装置を用い、前記被処理物のプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

10

【請求項 8】

請求項 7 記載のプラズマ処理方法において、前記処理チャンバを接地電位と絶縁し、かつ、前記高周波電源と独立して制御できる別の高周波電源または直流電力供給手段とを接続し、前記処理チャンバに直流あるいは交流電圧を生じた状態で前記被処理物のプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

20

【請求項 9】

請求項 7 記載のプラズマ処理方法において、前記処理チャンバの外側に設けた温度調節手段によって前記処理チャンバの温度を制御することを特徴とするプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に係り、特に、半導体や液晶ディスプレイ用基板等の製造におけるエッチング、アッシング、成膜等のプラズマ処理に好適なプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に関するものである。

30

【0002】

【従来の技術】

半導体素子の高集積化、半導体ウエハの大口径化や液晶ディスプレイの大面積化に伴い、これらの処理装置に求められる要求は、ますます厳しくなっている。プラズマエッチング装置、プラズマ CVD 装置、プラズマアッシング装置といったプラズマ処理装置においても、その状況は同じであり、スループット向上のための高プラズマ密度化、被処理物の大面積化への対応、クリーン化等が、重要課題となっている。

現在、これらの装置に用いられるプラズマ源としては、高周波容量結合型プラズマ源、マイクロ波 ECR プラズマ源、高周波誘導結合型プラズマ源等のプラズマ源が、その特徴を生かして様々な処理プロセスごとに使い分けられている。以上述べた 3 つのプラズマ源を備えるプラズマ処理装置のうち、近年、急速に使われはじめたのが、高周波誘導結合型プラズマ処理装置である。誘導結合型プラズマ処理装置は、例えば、特開平 2 - 235332 号公報に示されるような装置であり、チャンバの一部である石英などの絶縁材を介して処理チャンバの外に配置された、一般的には、ループ、コイル、あるいは、らせんといった形状をした高周波誘導コイルに、数 100 kHz から数 100 MHz の高周波電力を給電し、コイルによって形成される誘導磁場によって、処理チャンバ内に導入されたプロセスガスにエネルギーを供給し、プラズマを発生・維持する方式のプラズマ装置である。また、コイルをチャンバ内に設けた構造の高周波誘導結合型プラズマ処理装置もあり、例えば、特開平 7 - 106095 号公報に開示されたプラズマ処理装置では、高周波誘導コイルであるらせん型のコイルを、チャンバ内の、被処理物である半導体ウエハに対向する位置

40

50

に設置している。これらのプラズマ処理装置は、プラズマ中に誘導電流が生じ、電気回路的には、プラズマと高周波コイルが誘導結合している（誘導コイルを一次コイル、プラズマ中の電流を二次コイルとみなしたトランス回路）ため、誘導結合型プラズマ処理装置と呼ばれる。誘導結合型プラズマ処理装置の利点は、(1)単純なコイルと高周波電源という簡単で安価な構成で、数mTorrの低圧下で、 $1E11 \sim 1E12 (cm^{-3})$ という比較的高密度のプラズマを発生できること、(2)処理チャンバ内部がシンプルであるがゆえに、処理中に被処理物上に飛来する異物を少なくできる可能性があること等が挙げられる。これらの装置では、低圧下で、高密度のプラズマを発生することによって、イオンの平均自由行程が大きく、被処理物に入射するイオンの方向性がよいので、微細加工に適しており、かつ高い処理速度が得られている。

10

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、主な被処理物である半導体ウエハは、どんどん大口径化する傾向にあり、したがって、誘導コイルの近傍にある石英などの絶縁材チャンバも大型のものが必要となっている。石英、セラミック等の大型部品は極めて値段が高く、また、実際のプラズマ処理装置においては、これらのチャンバは消耗品なのでコスト的に問題である。また、この絶縁材は、大気圧に耐えるような十分な強度が必要であり、大きさに応じて厚くする必要があり、その結果、誘導コイルとプラズマとの結合が弱まり、プラズマの生成功率が低下する恐れがある。

#### 【0004】

また、もうひとつの問題は、エッチングプロセスにおいては、プラズマを生成する反応室の壁の状態が、プラズマ中のガスや解離種の組成に強い影響を与えることである。したがって、従来から、反応室の壁の温度調節を行い、内壁の化学反応を制御することが行われてきた。しかしながら、一般的な絶縁材料、特に石英は熱伝導率が低く、チャンバ全体を均一な温度に保つのがきわめて困難である。さらに、チャンバ内壁での表面反応には、壁の温度のみならず、壁に入ってくるイオンのフラックスが強い影響を与える。したがって、壁での表面反応を完全にコントロールするためには、このイオンの入射量とエネルギーを制御する必要があるが、従来の絶縁材のチャンバの内表面の電位は、プラズマによる電子とイオンの量のバランスによって決定され、プラズマ次第であるのでイオンのエネルギーを制御する手段を持たない。

20

30

#### 【0005】

本発明の目的は、前述したような従来技術の問題点、すなわち、大型の絶縁材を使用する上でのコストとプラズマ生成効率の問題、また内壁の温度と表面反応の制御の問題を解決し、コストが低く、より安定したプラズマ処理を実現することのできるプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供することにある。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的は、処理チャンバ自体をアルミニウム、ステンレス、シリコン、カーボン等の導電性材料によって製造し、誘導コイルを横切るように小窓あるいはスリットを設け、この部分はリング等を介して、石英やアルミナセラミック等の絶縁材によってシールする。このような構成にすることによって、絶縁材の面積を最小限にすることができ、その結果、絶縁材の厚みも小さくすることができる。また、チャンバ全体が導電性材料で形成されることにより、一般にこれらの材料は熱伝導率が高いので、ヒータ等によってチャンバの温度調節を容易に行うことができる。また、チャンバ全体が導電性なので、チャンバを接地電位から絶縁し、このチャンバに高周波あるいは直流的な電圧を印加することによって、プラズマ中のイオンのチャンバ表面への入射エネルギーを制御し、チャンバ温度以外の手段によって、チャンバ内壁での表面反応を制御することができる。

40

#### 【0007】

##### 【発明の実施の形態】

本発明は、半導体デバイスの製造の分野に限定されるものではなく、液晶ディスプレイの

50

製造や各種材料の成膜，表面処理に適用が可能であるが、ここでは、半導体デバイス製造用のプラズマエッチング装置を例にとり、実施例を説明する。

【0008】

図1は、本発明の一実施例を示す断面図である。図中のベースチャンバ3は、アルミニウムあるいはステンレス製の真空容器である。ベースチャンバ3は、排気手段4、および、被処理物である半導体ウエハ1を搬入出するための搬送システム11を備える。ベースチャンバ3の上には、プラズマを生成し、被処理物进行处理するための処理チャンバ5が載置される。処理チャンバは、たとえばアルミニウム製であり、チャンバ中には、半導体ウエハ1を載置するための電極2が設置される。電極2には、プラズマ処理中に半導体ウエハ1に入射するイオンのエネルギーを制御する目的で、数百kHzから数十MHzの周波数のバイアス用高周波電源12が接続される。

10

【0009】

一方、処理チャンバ5の上部には、ループあるいは、らせん形の誘導コイル7が設置される。図2は、処理チャンバ5を上部から見た図であり、処理チャンバ5には、誘導コイル7を横切るように、放射状に細長いスリット15が設けられる。スリット15には、図3に示すようにシール用のリング溝及びリング16が設けられており、スリット15に合った形状の石英あるいはアルミナセラミック等の絶縁材料の絶縁体窓8が各スリットに取り付けられる。コイルを横切るようにスリット15を設けるのは、チャンバ自体が導電体なので、そうしないと、プラズマではなく、チャンバ自体に誘導電流が流れてしまうためである。図1に示したような構成では、チャンバを接地電位にすると、チャンバ自体がファラデーシールドとして機能する。誘導結合プラズマでは、コイルに流れる電流によって生成する誘導磁場を妨げる方向に生成するプラズマ中の電場によって電子が加速されるが、プラズマ中の電子は、同時にコイルによってできる電場によっても直接加速される（容量結合）。ファラデーシールドは、コイルとプラズマとの間に接地電位の導体を挿入することにより、このコイルとプラズマとの容量結合を防ぐ働きがある。一般に強い容量結合が生じると、エッチングガスの化学的な性質とあいまって、絶縁材の削れを引き起こす。本発明の構成では、処理チャンバ5がファラデーシールドとしても機能するので、絶縁材の削れを押さえることができる。また、チャンバ全体は、加熱手段あるいは冷却手段からなる温度調節手段によって温度調節されるが、アルミニウムの熱伝導率は、石英などに比べてはるかに高いため、チャンバの内表面を正確な温度に温度調節できる。

20

30

【0010】

一般にプラズマエッチングにおいては、 $Cl$ 、 $BCl_3$ 、 $HBr$ 、 $CxFy$ 等、きわめて腐食性の高いガスを用いるため、チャンバ材の金属が腐食され、その結果、被処理物の半導体が金属汚染されることがある。そのため、図1の実施例では、チャンバの材料をアルミニウムとしたが、カーボン、シリコン等を用いた方が好ましい場合もある。また、シリコンの大型チャンバは作るのが困難であるので、図4に示すように、チャンバ自体は、アルミニウムなどで作り、いくつかのピースのシリコンのカバー13をチャンバの内表面に設置してもよい。この際、望ましくは、各カバーとチャンバの間に低圧（10 Torr程度）のHeガスをパージする構造にし、これらのカバーとチャンバの間の熱伝導を促進した方がよい。

40

【0011】

また、図5、図6に示すように、チャンバ全体を絶縁リングによって接地電位から電氣的に浮いた状態にしておき、チャンバに高周波または直流電力の印加手段を接続する構造とし、チャンバの内表面に入射するイオンエネルギーを制御することができる。チャンバへの電力供給は、図5のように誘導コイルに接続される電源から分岐しても、あるいは、図6に示すように別の電源を用いてもよい。このような構造によって、チャンバのほぼ全面に均一なバイアス電圧を生じ、チャンバ内表面に入射するイオンを制御することにより、チャンバの表面反応を制御することができる。

【0012】

一般に、エッチング中のチャンバ内の解離種の割合は、プラズマ生成時の解離の割合のみ

50

ならず、チャンバの表面反応にも強く影響されている。したがって、チャンバの表面反応を制御することにより、より安定したエッチングが可能となる。また、エッチングによって発生した反応生成物は、チャンバ表面に付着するが、 $O_2$ や $SF_6$ 、 $Cl_2$ といったガスによって、プラズマクリーニングを行う際に、チャンバの電圧を高く設定することによって、入射するイオンのエネルギーが増大し、チャンバ付着物を効率よく取り除くことができる。

#### 【0013】

図7は誘導コイルが、チャンバ側面に設置される場合、図8はチャンバがテーパ型の場合の実施例であり、図4に示す実施例と全く同様に本発明が適用可能である。また、これらの実施例では、図5または図6のようにチャンバ全体を絶縁リングによって接地電位から電氣的に浮いた状態にしする。そしてこの場合は処理チャンバ5の外側に温度調節手段9を設け、処理チャンバ5の温度を制御している。本実施例では処理チャンバが導電性で熱の伝導率も良いので、温度管理も容易であり、処理チャンバ内壁への反応生成物の付着を防止するのに有効である。また、図5および図6のようにチャンバに高周波または直流電力の印加手段を接続し、チャンバの内表面に入射するイオンエネルギーを制御する構成を併用しても良い。

#### 【0014】

以上、これら本実施例のこのような構成にすることによって、絶縁材の面積を最小限にすることができ、その結果、絶縁材の厚みも小さくすることができる。また、チャンバ全体が導電性材料で形成されることにより、一般にこれらの材料は熱伝導率が高いので、ヒータ等によってチャンバの温度調節を容易に行うことができる。また、チャンバ全体が導電性なので、チャンバを接地電位から絶縁し、このチャンバに高周波、あるいは直流的な電圧を印加することによって、プラズマ中のイオンのチャンバ表面への入射エネルギーを制御し、チャンバ温度以外の手段によって、チャンバ内壁での表面反応を制御することができる。これにより、プラズマの生成効率が向上するとともに、絶縁材部品が小型化され安くなるので、装置のコスト、ランニングコストが低減される。また、高精度にチャンバの表面反応が制御できることにより、プラズマ処理性能が向上し、微細なエッチング加工、高品質な成膜加工、表面処理等が可能となる。

#### 【0015】

なお、本発明の実施の形態を半導体デバイス製造用のプラズマエッチング装置を例にとり示したが、本発明は、プラズマエッチング装置に限定されることなく、プラズマCVD装置、プラズマアッシング装置、プラズマスパッタ装置などに適用が可能であり、半導体デバイスの処理のみならず、特に大型の被処理物である液晶ディスプレイ基板の処理や、その他、表面処理全般に適用が可能である。また、これらの実施例は被処理物のプラズマ処理時だけでなく、処理チャンバのプラズマクリーニング時にも有効である。

#### 【0016】

##### 【発明の効果】

以上、本発明のプラズマ処理装置によれば、プラズマの生成効率が向上するとともに、絶縁材部品が小型化され安くなるので、装置のコスト、ランニングコストが低減される。また、高精度にチャンバの表面反応が制御できることにより、プラズマ処理性能が向上し、微細なエッチング加工や高品質な成膜加工、表面処理等が可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の一実施例を示す縦断面図である。

【図2】図1の装置の処理チャンバ上部の構造を示す図である。

【図3】図2のスリット付近を拡大した断面図である。

【図4】本発明のプラズマ処理装置の第2の実施例を示す縦断面図である。

【図5】本発明のプラズマ処理装置の第3の実施例を示す縦断面図である。

【図6】本発明のプラズマ処理装置の第4の実施例を示す縦断面図である。

【図7】本発明のプラズマ処理装置の第5の実施例を示す縦断面図である。

【図8】本発明のプラズマ処理装置の第6の実施例を示す縦断面図である。

10

20

30

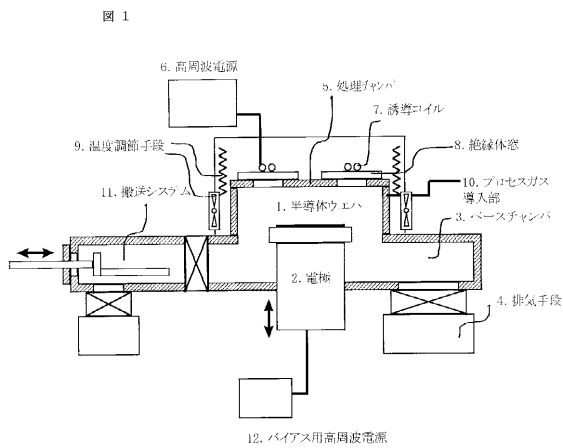
40

50

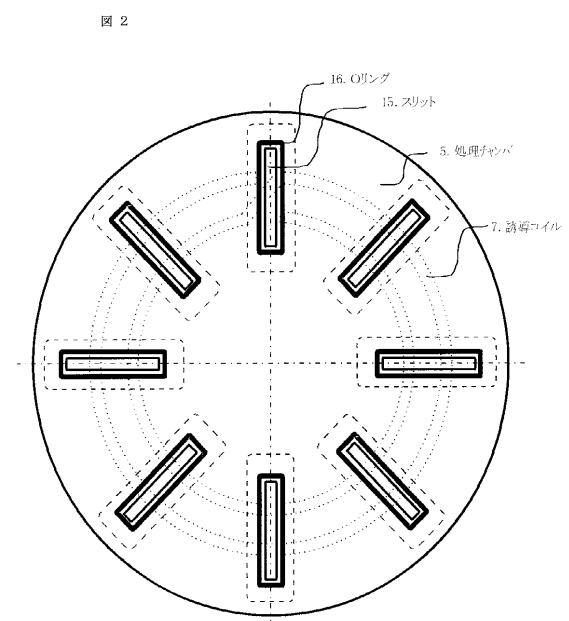
【符号の説明】

1 ... 半導体ウエハ、2 ... 電極、3 ... ベース、4 ... 排気手段、5 ... 処理チャンバ、6 ... 高周波電源、7 ... 誘導コイル、8 ... 絶縁体窓、9 ... 温度調節手段、10 ... プロセスガス導入部、11 ... 搬送システム、12 ... バイアス用高周波電源。13 ... カバー、15 ... スリット、16 ... Oリング、20 ... 絶縁材リング。

【図1】

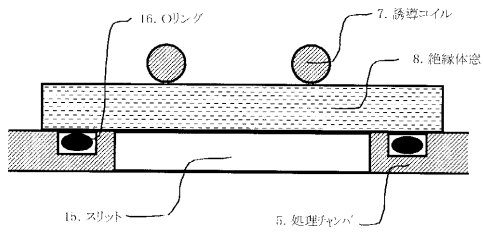


【図2】



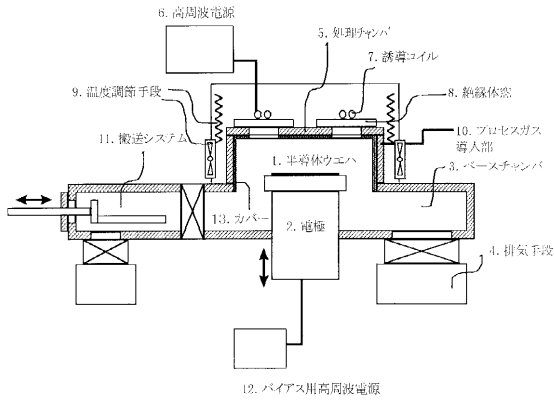
【図3】

図3



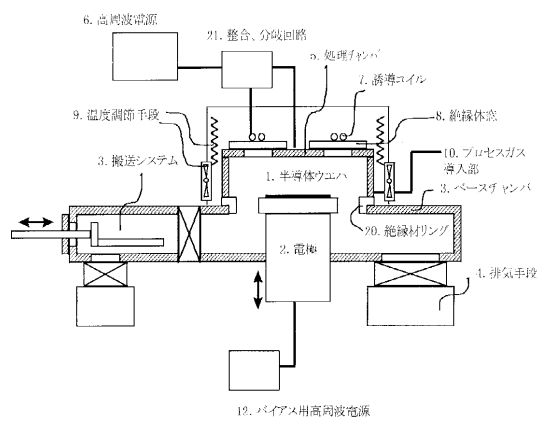
【図4】

図4



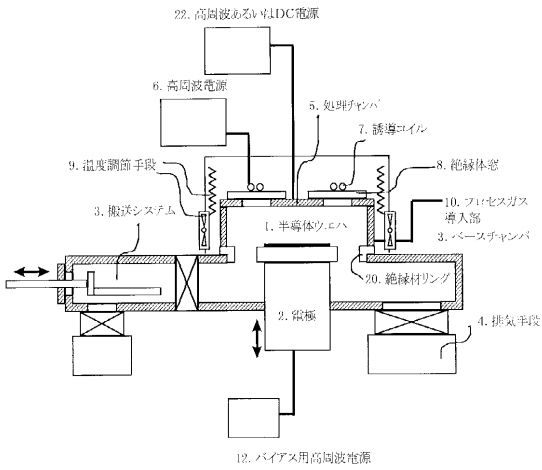
【図5】

図5



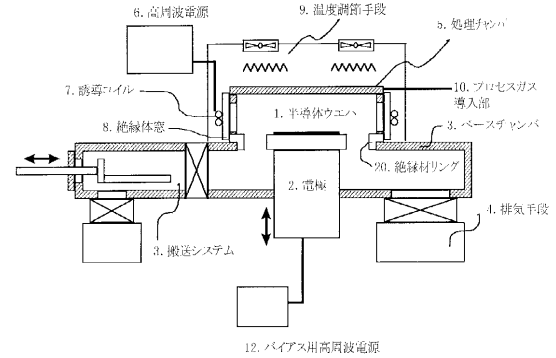
【図6】

図6



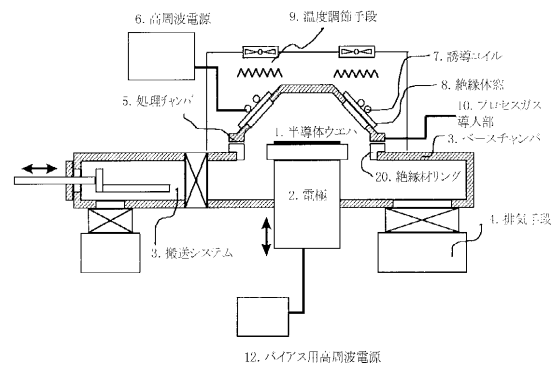
【図7】

図7



【図8】

図8



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 5 H 1/46 (2006.01) H 0 5 H 1/46 B

- (72)発明者 荒井 雅嗣  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内
- (72)発明者 吉岡 健  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立製作所 笠戸工場内
- (72)発明者 坪根 恒彦  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立製作所 笠戸工場内
- (72)発明者 金井 三郎  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社 日立製作所 笠戸工場内

審査官 今井 淳一

- (56)参考文献 特開平10-027782(JP,A)  
特開平09-235677(JP,A)  
特開平08-096990(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065  
C23C 14/34  
C23F 4/00  
H01L 21/205  
H01L 21/31  
H05H 1/46