

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 1 月 11 日 (11.01.2001)

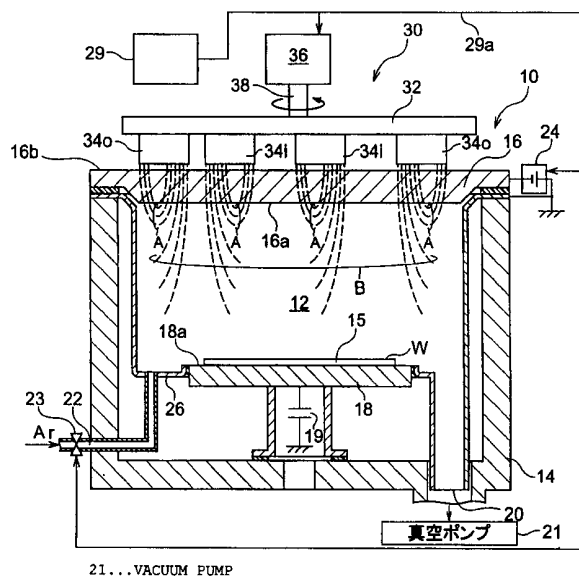
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/02619 A1

- (51) 国際特許分類: C23C 14/35 Hisashi) [JP/JP]. 恒岡正年 (TSUNEOKA, Masatoshi) [JP/JP]; 〒286-8516 千葉県成田市新泉14-3 アプライドマテリアルズジャパン株式会社内 Chiba (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/04511
- (22) 国際出願日: 2000 年 7 月 6 日 (06.07.2000) (74) 代理人: 弁理士 長谷川芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.) ; 〒104-0061 東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
特願平11/191702 1999 年 7 月 6 日 (06.07.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アプライドマテリアルズ インコーポレイテッド (APPLIED MATERIALS INC.) [US/US]; 95054 カリフォルニア, サンタクララ, バウアーズアベニュー 3050 California (US). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 相田 恒 (AIDA, 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SPUTTERING DEVICE AND FILM FORMING METHOD

(54) 発明の名称: スパッタリング装置および成膜方法



(57) Abstract: A sputtering device comprising a vacuum chamber, a pedestal for supporting a substrate within the vacuum chamber, a target provided so that its erosion surface faces the substrate supported by the pedestal, a gas supply means for supplying a process gas into the vacuum chamber, a depressurizing means for depressurizing the vacuum chamber, and a magnetron unit disposed on the side opposite to the erosion surface. The magnetron unit is provided with a sub-unit for generating a magnetic field along a reference axis connecting the erosion surface with the surface of the substrate. A stable self-sputtering is effected because of the ionization of particles to be sputtered promoted by the magnetic field.

[続葉有]



(57) 要約:

真空チャンバと、真空チャンバ内において基板を支持するためのペディスタルと、ペディスタルによって支持される基板にエロージョン面が対面するように設けられたターゲットと、真空チャンバ内にプロセスガスを供給するためのガス供給手段と、真空チャンバを減圧するための減圧手段と、エロージョン面とは反対の側に配置されたマグネトロンユニットとを備えるスパッタリング装置。マグネトロンユニットは、エロージョン面と基板の表面とを結ぶ基準軸に沿った磁場を発生するようなサブユニットを備える。磁場により被スパッタリング粒子のイオン化が促進されセルフスパッタリングが安定して起こる。

明細書

スパッタリング装置および成膜方法

5 技術分野

本発明は、スパッタリング装置および当該スパッタリング装置を用いた成膜方法に関する。

背景技術

10 近年の半導体デバイスの高集積化や、配線パターンの微細化に伴い、スパッタリング法を用いてコンタクト孔およびビア孔等に効率よく配線膜を形成することが困難になりつつある。

標準的なマグネトロン式スパッタリング装置において、上記の微細な孔を有する半導体ウェハ表面に成膜を行った場合、孔の入り口部分にオーバーハングが生じ、ボトムカバリッジ率が損なわれるという問題がある。

15 この問題を解決するためにコリメーションスパッタリング法、遠隔スパッタリング法等の技術が開発されている。また、セルフスパッタリング（自己スパッタリング）法も、コリメーションスパッタリング法および遠隔スパッタリング法にない長所を有しているので、このような問題を解決する今後の技術として有望である。

20 セルフスパッタリング現象は、ターゲットをスパッタリングする粒子が、ターゲットからスパッタリングされた粒子自体によって行われる現象をいう。この現象を成膜に利用するためには、まず、アルゴンをプロセスガスとして導入して、スパッタリング粒子を発生させる。セルフスパッタリングに移行した後に、プロセスガスの供給を停止して、セルフスパッタリングのみによってスパッタリング

25 が進行するようにすることが必要である。

しかしながら、セルフスパッタリングの発生メカニズムには解明されていない部分もあるので、セルフスパッタリングを安定して制御することが課題として残されている。

そこで、本発明の目的は、セルフスパッタリングを安定に生じさせるために適切な磁場を発生可能なスパッタリング装置を提供することにある。

発明の開示

発明者は、セルフスパッタリングを成膜技術に適用するために様々な試行錯誤を行ってきた。その結果として、発明者は、以下のことを見出した。

従来のスパッタリング装置では、スパッタリング用ターゲット表面に平行な方向の磁場成分を高めるように設計を行っていた。しかしながら、セルフスパッタリングを発生し易くするためには、ターゲット表面に垂直方向の磁場成分を水平方向の磁場成分に比べて高くすることが必要である。

一方、セルフスパッタリングを発生し易い垂直方向の磁場成分を高くすると、アルゴンの放電電圧を低電圧化し難くなる。このため、スパッタリングを維持するために必要なプラズマの発生がセルフスパッタリングに移行する途中で途切れしてしまう場合があることが分かった。

したがって、発明者は、このような問題を解決するためには、スパッタリングのための磁場を適切に発生し、また制御することが必要であるとの結論に至った。そこで、本発明を以下のような構成とした。

本発明に係わるスパッタリング装置は、(1)真空チャンバと、(2)チャンバを減圧するための減圧手段と、(3)真空チャンバ内にプロセスガスを供給するためのガス供給手段と、(4)基板支持部と、(5)スパッタリングターゲットと、(6)マグネトロユニットと、を備える。

このようなスパッタリング装置において、基板支持部は、真空チャンバ内において基板を支持するように設けられている。スパッタリングターゲットは、基板

支持部にエロージョン面が対面するように設けられている。マグネトロンユニットは、ターゲットに関して基板支持部と反対側に設けられている。マグネトロンユニットは、複数のサブユニットを含む。

5 以下に示されるようなマグネトロンユニットの形態は、スパッタリングターゲットからスパッタされた粒子がスパッタリングターゲットからスパッタを引き起こすために好適である。

10 本発明に係わるスパッタリング装置では、第1のマグネット部は第1のマグネットを有し、この第1のマグネットは第1の磁極を示す一端をターゲットに向けて配置されている。第2のマグネット部は第2のマグネットを有し、この第2のマグネットは第2の磁極を示す一端をターゲットに向けて配置されている。各サブユニットは、第1および第2のマグネットを支持する第1の磁性部材を含むことができる。第1および第2のマグネットは、第1の磁性部材を介して磁気回路を構成する。

15 また、本発明に係わるスパッタリング装置では、第1のマグネット部は、第3のマグネットおよび第2の磁性部材を備えることができる。第3のマグネットは、第1の磁極を示す一端をターゲットに向けて第1のマグネットに隣接するように配置されている。第2の磁性部材は、第3のマグネットを支持している。

20 このようなマグネトロンユニットにおいて、複数のサブユニットの各々は、第1のマグネット部および第2のマグネット部を有している。第1のマグネット部は、第2のマグネット部の磁気量よりも大きい磁気量を有している。このため、第1のマグネット部からの磁束の一部は、第2のマグネット部に到達する。この磁束に基づく磁場は、ターゲットのエロージョン面の近傍において、主に、このエロージョン面に平行な磁場成分を有する。一方、上記磁束の残りの部分に基づく磁場は、主に、エロージョン面に垂直な磁場成分を有する。

25 さらに、本発明に係わるスパッタリング装置では、複数のサブユニットの各々は、第1のマグネットと、第2のマグネットと、第1の磁性部材と、第4のマグ

ネットと、第5のマグネットと、第3の磁性部材とを含む。

第1のマグネットは、第1の磁極を示す一端をターゲットに向けて配置されている。第2のマグネットは、第2の磁極を示す一端をターゲットに向けて配置されている。第1および第2のマグネットは、第1の磁性部材によって支持され、
5 この第1の磁性部材を介して磁気回路を構成する。第4のマグネットは、第1の磁極を示す一端をターゲットに向けて配置され、第1のマグネットに隣接するように設けられている。第5のマグネットは、第2の磁極を示す一端をターゲットに向けて設けられている。第4および第5のマグネットは、第3の磁性部材によって支持され、この第3に支持部材を介して磁気回路を構成する。なお、第5の
10 マグネットを第4のマグネットに関して第1のマグネットの反対側に配置することもできる。

第1のマグネットの一端に関連する磁束は、第2のマグネットの一端に到達する。また、第4のマグネットの一端に関連する磁束は第5のマグネットの一端に到達する。これらの磁束は、ターゲットのエロージョン面の近傍において、この
15 エロージョン面に平行な方向に伸びる。このため、これらの磁束に基づく磁場は、主に、エロージョン面に平行な磁場成分を有する。第1および第4のマグネットの一端は、それぞれ同じ磁極を示し、隣接するように設けられている。このため、これらのマグネットのそれぞれ隣接部分からの磁束は、相互に影響し合ってエロージョン面に垂直な方向へ伸びる。この磁束に基づく磁場は、主に、エロージョ
20 ン面に垂直な磁場成分を有する。

さらに、本発明の係わるスパッタリング装置では、複数のサブユニットの各々は、第6のマグネット、第7のマグネット、第6および第7のマグネットを支持する第4の磁性部材、並びに第5の磁性部材を有する。

第6のマグネットは、第1の磁極を示す一端および第2の磁極を示す他端を有し、その一端をターゲットに向けて配置されている。第7のマグネットは、第2
25 の磁極を示す一端をターゲットに向けて配置されている。

第5の磁性部材は、第6のマグネットの一端部および他端部を磁氣的に結合するように設けられている。このため、第6のマグネットの一端部からの磁束の一部は、真空チャンバ内を通過することなく、第5の磁気部材内を通してその他端部に到達する。上記磁束の残りの部分に基づく磁場は、第7のマグネットの一端
5 に到達する。この磁束に基づく磁場は、ターゲットのエロージョン面の近傍において、主に、このエロージョン面に平行な磁場成分を有する。一方、第7のマグネットの一端に関連する残りの磁束に基づく磁場は、主に、エロージョン面に垂直な磁場成分を有する。

このようなスパッタリング装置では、プロセスガスは、マグネトロユニット
10 によってエロージョン面の近傍においてプラズマ化される。このプラズマによって、エロージョン面からターゲット粒子がスパッタリングされる。それぞれのサブユニットは、エロージョン面に垂直方向の磁場成分が水平方向の磁場成分に比べて大きいような磁場をエロージョン面の近傍とは異なる領域に発生する。スパッタされた粒子は、磁場の垂直成分が水平成分に比べて優勢な真空チャンバ内の
15 領域において効率的にイオン化される。イオン化された粒子は、エロージョン面に向けて加速され、エロージョン面に衝突すると別のスパッタリング粒子を生成する。故に、セルフスパッタリングが連続的に生じる。

本発明におけるマグネトロユニットでは、エロージョン面が伸びる方向に沿って複数のサブユニットが配置されている。マグネトロユニットは、エロージ
20 ヨン面から基板支持部に向かう軸方向に沿って順に位置する第1および第2の領域に関して以下の特徴を有する。第1の領域においては、エロージョン面に平行な方向の磁場成分がエロージョン面に垂直な方向の磁場成分より大きい。第2の領域においては、エロージョン面に垂直な方向の磁場成分がエロージョン面に平行な方向の磁場成分より大きい。

25 本発明に係わるスパッタリング装置では、スパッタリングターゲットは、銅、パラジウムおよび金の少なくともいずれかを含むことができる。これらに元素は、

セルフスパッタリング現象を生じやすい。

本発明に係わるスパッタリング装置では、プラズマが生じた後にプロセスガスの供給量を減少させるための制御手段をさらに備えることができる。これによって、セルフスパッタリングへの移行可能になる。

- 5 また、本発明に係わるスパッタリング装置では、スパッタリングによる成膜の際にプロセスガスの供給を停止するための制御手段をさらに備えることができる。これによって、プロセスガスが存在しない空間を移動したセルフスパッタ粒子が基板へ与えられる。

- 10 本発明に係わるスパッタリング装置では、ガス供給手段およびマグネトロユニットの作動を制御するための制御ユニットをさらに備えることができる。制御ユニットを備えるようにすれば、ガス供給手段およびマグネトロユニットの作動を相互に関連させて制御するを可能になる。このため、セルフスパッタリングを効率的に生じさせるための条件およびセルフスパッタリングへスムーズに移行させるための条件をきめ細かく設定可能になる。

- 15 本発明に係わる成膜方法は、真空チャンバ内に設けられたターゲットからスパッタリングされた粒子によってターゲットからスパッタリングされる粒子を用いて膜を形成する方法に関し、以下の工程を備える。この方法は、(1)ターゲットと基板支持部とを結ぶ基準軸に直交する方向の磁場成分が基準軸に沿った方向の磁場成分より大きな磁場をエロージョン面の近傍領域において発生し、基準軸に沿った方向の磁場成分が基準軸に直交する方向の磁場成分より大きな磁場をターゲットと基板との間の領域に発生するマグネトロユニットを準備する工程と、(2)成膜されるべき表面を有する基板を真空チャンバ内に配置する工程と、(3)真空チャンバ内にプロセスガスを供給する工程と、(4)エロージョン面の近傍においてプロセスガスのプラズマを形成して、ターゲットからスパッタリング粒子を発生させる工程と、(5)プロセスガスの供給を停止した状態でターゲットからスパッタリング粒子を堆積し基板に成膜する工程と、を備える。
- 20
- 25

このように、プロセスガスのプラズマをエロージョン面近傍に形成すると、エロージョン面からスパッタリングされた粒子が生成される。エロージョン面と基板支持部とを結ぶ基準軸に沿った磁場をターゲットと基板との間の領域に発生すると、ターゲットからスパッタリングされた粒子がイオン化される。イオン化された粒子がエロージョン面に達すると、スパッタリングによって別の粒子を生成する。このようにして、プロセスガスの供給を停止してもセルフスパッタリングが連続的に進行する。ターゲットからセルフスパッタリングされた粒子の一部は上記基準軸の沿って進行する。基板の成膜されるべき表面に到達すると、スパッタリング粒子が順次に基板の表面に堆積される。

別の面によれば、本発明に係るスパッタリング装置は、チャンバ内に配設されたスパッタリングターゲットと、チャンバ内を減圧する減圧手段と、チャンバ内にプロセスガスを供給するガス供給手段と、スパッタリングターゲットに電圧を印可し、チャンバ内に供給されたプロセスガスをプラズマ状態とするプラズマ化手段と、スパッタターゲットに沿うように配設されたマグネトロンユニットとを備え、マグネトロンユニットは、環状に配置された、第1の極性を有する第1のマグネット部と、第1のマグネット部を囲むように環状に配置され、第1の極性とは異なる第2の極性を有すると共に、この第1のマグネット部の総磁気量よりも大なる総磁気量を有する第2のマグネット部とを備えており、ガス供給手段はプロセスガスがプラズマ状態となった後に、チャンバ内に供給するプロセスガスの供給量を減少させることを特徴とする。

第1のマグネット部の総磁気量よりも大なる総磁気量を有する第2のマグネット部を、第1のマグネット部を囲むように配して構成する。これにより、第2のマグネット部から発せられる磁力線のうち、一部は第1のマグネット部との間に閉じた磁気回路を形成し、残りは、スパッタターゲットに相対して配設されるウエハ側に向かって延びる状態となる。このウエハ側に向かって延びる磁力線は、発生したプラズマとチャンバ側壁との間に存在する状態となるので、スパッタリ

ングによってスパッタターゲットから出る高いエネルギーを持った電子（２次電子）のうち、エロージョン面に表出する磁場に捕集された電子が、例えばチャンバ側壁側に設けられたシールド部材などの基準電位部材側へ流出してしまう現象を十分に抑制することができ、スパッタターゲット近傍の領域内に電子を効果的に閉じ込めるように作用する。

さらに、第１のマグネット部に対して外側に位置する第２のマグネット部の総磁気量を、第１のマグネット部に比べて大とすることで、スパッタターゲットからウエハ側に延びる磁力線が形成され、この磁力線は、ウエハ側に向かう被スパッタ粒子から電子を脱離させて被スパッタ粒子のイオン化を促進するように作用する。そして、イオン化された被スパッタ粒子は、スパッタターゲットに電圧が印可されることによって形成される電界の作用により、スパッタターゲットへ向かうように運動方向を変え、加速されてスパッタターゲットに衝突する。この衝突時のエネルギーによってスパッタターゲットがスパッタリングされ、いわゆるセルフスパッタリングの状況となる。

セルフスパッタリングが生じ始めると、プロセスガスのプラズマ化に起因した通常のスパッタリングと、セルフスパッタリングが共存した状態（遷移状態）となる。この状態から、ガス供給手段によって、チャンバ内に供給するプロセスガスの供給量を減少させることで、プロセスガスのプラズマ化に起因した通常のスパッタリングが減少傾向となる。この際、スパッタターゲットからウエハ側に延びる様に形成された磁力線の作用によって、被スパッタ粒子のイオン化が促進され、より効果的にセルフスパッタリングを維持させることができる。

本発明のさらに他の面は成膜方法に向けられている。この成膜方法で用いられるスパッタリング装置は、チャンバ内に配設されたスパッタリングターゲットと、チャンバ内を減圧する減圧手段と、チャンバ内にプロセスガスを供給するガス供給手段と、スパッタリングターゲットに電圧を印可し、チャンバ内に供給されたプロセスガスをプラズマ状態とするプラズマ化手段と、スパッタターゲットに沿

うように配設されたマグネトロユニットとを備え、マグネトロユニットは、環状に配置された、第1の極性を有する第1のマグネット部と、第1のマグネット部を囲むように環状に配置され、第1の極性とは異なる第2の極性を有すると共に、この第1のマグネット部の総磁気量よりも大なる総磁気量を有する第2の
5 マグネット部とを備えている。本成膜方法は、減圧雰囲気下のチャンバ内にプロセスガスを供給すると共に、プロセスガスをプラズマ状態としてスパッタリングターゲットから被スパッタリング粒子を飛散させる第1工程と、この第1工程によってプロセスガスをプラズマ状態とした後に、チャンバ内に供給するプロセスガスの供給量を減少させる第2工程とを備えることを特徴とする。

10 第1のマグネット部の総磁気量よりも大なる総磁気量を有する第2のマグネット部を、第1のマグネット部を囲むように配して構成する。これにより、第2のマグネット部から発せられる磁力線のうち、一部は第1のマグネット部との間に閉じた磁気回路を形成し、残りは、スパッタターゲットに相対して配設されるウエハ側に向かって延びる状態となる。このウエハ側に向かって延びる磁力線は、
15 発生したプラズマとチャンバ側壁との間に存在する状態となるので、スパッタリングによってスパッタターゲットから出る高いエネルギーを持った電子（2次電子）のうち、エロージョン面に表出する磁場に捕集された電子が、例えばチャンバ側壁側に設けられたシールド部材などの基準電位部材側へ流出してしまう現象を十分に抑制することができ、スパッタターゲット近傍の領域内に電子を効果的に閉じ込めるように作用する。
20

さらに、第1のマグネット部に対して外側に位置する第2のマグネット部の総磁気量を、第1のマグネット部に比べて大とすることで、スパッタターゲットからウエハ側に延びる磁力線が形成され、この磁力線は、ウエハ側に向かう被スパッタ粒子から電子を脱離させて被スパッタ粒子のイオン化を促進するように作用する。そして、イオン化された被スパッタ粒子は、スパッタターゲットに電圧が
25 印可されることによって形成される電界の作用により、スパッタターゲットへ向

かうように運動方向を変え、加速されてスパッタターゲットに衝突する。この衝突時のエネルギーによってスパッタターゲットがスパッタリングされ、いわゆるセルフスパッタリングの状況となる。

5 セルフスパッタリングが生じ始めると、プロセスガスのプラズマ化に起因した通常のスパッタリングと、セルフスパッタリングが共存した状態（遷移状態）となる。この状態から、ガス供給手段によって、チャンバ内に供給するプロセスガスの供給量を減少させることで、プロセスガスのプラズマ化に起因した通常のスパッタリングが減少傾向となる。この際、スパッタターゲットからウエハ側に延びる様に形成された磁力線の作用によって、被スパッタ粒子のイオン化が促進され、より効果的にセルフスパッタリングを維持させることができる。

10 従って、第2工程によって、チャンバ内に供給するプロセスガスの供給量を減少させることにより、通常のスパッタリングが減少傾向となり、プロセスガスの供給を停止した状況下では、セルフスパッタリングのみによって成膜が行われる状況となる。

15 本発明の上記およびその他の特徴や利点は、添付図面を参照しての以下の詳細な説明を読むことで、当業者にとり明らかとなろう。

図面の簡単な説明

図1は、本発明のマグネトロン式スパッタリング装置の概略構成図である。

20 図2は、各マグネトロンユニットの配置位置を示すための平面図である。

図3は、サブユニット部分を拡大したマグネトロンユニットの拡大図である。

図4は、サブユニット部分を拡大したマグネトロンユニットの拡大図である。

図5は、サブユニット部分を拡大したマグネトロンユニットの拡大図である。

図6は、サブユニット部分を拡大したマグネトロンユニットの拡大図である。

25 図7は、本発明のスパッタリング装置に形成される磁場を示す構成図である。

図8は、本発明のスパッタリング装置に形成される磁場を示す構成図である。

図 9 は、スパッタリング装置を操作するタイミングチャートを示している。

図 10 A は、通常スパッタリング状態を説明するための模式図である。

図 10 B は、遷移状態を説明するための模式図である。

図 10 C は、セルフスパッタリング状態を説明するための模式図である。

5 図 11 は、他の実施形態にかかるマグネトロン式スパッタリング装置の概略構成図である。

図 12 A および図 12 B は、図 11 のマグネトロンユニットにおけるマグネットおよびベースプレートと、スパッタターゲットとの位置関係を平面的に示す説明図である。

10 図 13 は図 11 に示したマグネトロンユニットを示す分解斜視図である。

図 14 は他の実施形態にかかるマグネトロンユニットのマグネットおよびベースプレートと、スパッタターゲットとの位置関係を平面的に示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

15 以下、図面と共に本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、全図を通して同一または相当部分には同一符号を付す。

本発明の実施の形態に係るスパッタリング装置について説明する。図 1 は、本発明に従うマグネトロン式スパッタリング装置の概略構成図である。図 2 は、複数のサブユニットの配置を示したマグネトロンユニットの概略構成図である。図

20 2 は、図 1 の I - I 断面における断面図でもある。

スパッタリング装置 10 は、内部に真空チャンバ 12 を形成するハウジング 14 と、ハウジング 14 の上部開口部を閉じるように配置されたターゲット 16 を備えている。ハウジング 14 およびターゲット 16 は両方とも導電性材料から作られているので、ハウジング 14 とターゲット 16 との間には絶縁部材 13 a が挟まれている。図 1 に示す実施の形態では、ハウジング 14 は円形状の底面と、この円形状の底面の周辺から所定の距離だけ延び出した管状部を有し、例えば管

状部は円柱殻形状を有する。ターゲット 16 の形状は円盤形である。ターゲット 16 の円形状の一表面 16 a (以下、下面という) は、スパッタリングによってエロージョンを受けるエロージョン面となっている。

真空チャンバ 12 内には、基板支持手段(基板支持部ともいう)としてペディスタル 18 が配置されている。ペディスタル 18 は、真空チャンバ 12 内において基板 15 を支持する。このため、ペディスタル 18 は、処理されるべき基板 15、例えば半導体ウエハ W またはガラス基板、をその一表面 (以下、上面という) 18 a 上において保持する。ペディスタル 18 の上面 18 a は、ターゲット 16 の下面(エロージョン面) 16 a に対面するように設けられている。ペディスタル 18 上の所定の位置に保持された基板 15 (ウエハ W) の堆積されるべき面 15 a は、ターゲット 16 の下面 16 a に対して平行に配置される。基板 15 は、その中心がターゲット 16 の中心に合うように、つまり同軸に配置されている。この中心は、形成された膜の面内均一性を向上させるために、マグネトロンユニットの回転中心を一致していることが好ましい。本実施の形態では、ターゲット 16 の寸法、およびペディスタル 18 とターゲット 16 との間隔については、従来の標準的なスパッタリング装置と同様の値を有することができる。

スパッタリング装置 10 は、被スパッタリング粒子から真空チャンバ 12 の内壁面を保護するために、被スパッタリング粒子が内壁面に到達するのを防止するシールド 26 を有している。シールド 26 の一辺の縁部はハウジング 14 と絶縁部材 13 a とによって挟まれ、シールド 26 の一辺はハウジングの上部開口部の縁端において固定されている。シールド 26 の別の辺は、ペディスタル 18 の側面に至る。別辺の縁部はペディスタル 18 の側面に沿って絶縁部材 13 b を介して固定されている。このため、シールド 26 は、ペディスタル 18 と電氣的に絶縁されている。シールド 26 は、基準電位に接続されている。ペディスタル 18 は、キャパシタ 19 を介して基準電位、例えば接地電位に接続されている。

ハウジング 14 には排気ポート 20 が形成されている。本実施の形態の場合に

は、排気ポート 20 には、クライオポンプ等の真空ポンプ 21 が接続されている。
この真空ポンプ 21 を作動させることによって、真空チャンバ 12 内を減圧する
ことができる。排気ポート 20 および真空ポンプ 21 は減圧手段を構成する。プ
ロセスガスとして、アルゴンガスが、供給ポート 22 を通してプロセスガス供給
5 源 25 から真空チャンバ 12 内に供給される。供給ポート 22 は、バルブ 23 に
よって開閉可能である。このバルブ 23 を開閉すると、プロセスガスの供給の有
無および供給量並びに供給タイミングを制御できる。供給ポート 22 およびプ
ロセスガス供給源 25 は、プロセスガス供給手段を構成する。

ターゲット 16 およびシールド 26 には、プラズマ化手段として加速用電源 2
10 4 の陰極および陽極がそれぞれ接続されている。真空チャンバ 12 内にプロセスガ
ス(アルゴンガス)を導入して、ターゲット 16 とシールド 18 との間に電圧を加
えると、グロー放電が起こりプラズマ状態となる。この放電によって発生したア
ルゴンイオンがターゲット 16 の下面 16 a に衝突すると、ターゲット 16 を構
成する原子(被スパッタリング粒子)がはじき出される。このターゲット原子が
15 ウエハ W 上に到達して堆積されると、ウエハ W 上に膜が形成されていく。

ターゲット 16 の下面 16 a と対向する面、つまりターゲット 16 の上面 16
b に対面して、マグネトロンユニット 30 が配置されている。マグネトロンユニ
ットは、ターゲット 16 のエロージョン面近傍のプラズマ密度を高めるように機
能する。

図 2 は、各マグネトロンユニットの配置位置を示すための平面図である。図 1
および図 2 を参照すると、マグネトロンユニット 30 は、円形のベースプレート
32 と、ベースプレート 32 上に所定の配列で固定された複数のサブユニット(マ
グネット)34 と、を備える。ベースプレート 32 は、ターゲット 16 の上方に配
置され、その上面の中心には駆動用モータ 36 の回転軸 38 が接続されている。
したがって、駆動モータ 36 を作動させてベースプレート 32 を回転させると、
25 各マグネット 34 はターゲット 16 の上面に沿って旋回して、マグネット 34 に

よって発生される磁界が一カ所に静止することを防止することができる。

図3～図6は、スパッタリング装置10に適用可能なサブユニットを例示的に示す。

図3は、1個のサブユニットの部分を拡大したマグネトロンユニットの断面図である。各サブユニット34は、図3に明示するように、磁性部材40aおよび棒磁石42a、44aから構成されている。磁性部材40aは、磁性体から成る平板状のヨーク部材であることができる。棒磁石42a、44aの各々は、一端にS極および他端にN極を有する。棒磁石42aはS極を示す一端をターゲット16に向けて配置され、棒磁石44aはN極を示す一端をターゲットに向けて配置されている。棒磁石42aはN極を示す他端を磁性部材40aに接触させ、棒磁石44aはS極を示す他端を磁性部材40aに接触させて、磁性部材40aの各端部に固着されている。2本の棒磁石42a、44aは同一方向に延び、マグネット34の全体形状は略U字状となっている。一方の棒磁石42aの自由端はN極、他方の棒磁石44aの自由端はS極となっている。また、磁石42a、44aおよび磁性部材40aは磁気回路を構成するので、これらは、異なる磁極が同一方向に向けられた一体の磁性体として機能する磁石手段を構成する。

図3に示されたサブユニットでは、第1のマグネット部は磁石44aを備え、第2のマグネット部は磁石42aを備える。第1のマグネット部(磁石44a)の磁気量は、第2のマグネット部(磁石42a)の磁気量より大きい。このため、磁石42aの磁気量は、磁石44aよりも小さい。このため、磁石44aの自由端N極に関連する磁力線の一部は、N極から伸び出しエロージョン面16aの近傍を通過して、磁石42aの自由端S極に到達する。磁石44aの自由端N極に関連する磁力線の残りの磁力線は、N極からエロージョン面16aに垂直な方向に伸び出し真空チャンバ12内(図1参照)を通過して再び磁石44aのS極に至る。

図4は、1個のサブユニットの部分を拡大したマグネトロンユニットの断面図である。各サブユニット34は、図4に明示するように、磁性部材40b、40

c、棒磁石 4 2 b、4 4 b、4 2 c から構成されている。磁性部材 4 0 b、4 0 c は、磁性体から成る平板状のヨーク部材であることができる。棒磁石 4 2 b、4 4 b、4 2 c の各々は、一端に S 極および他端に N 極を有する。棒磁石 4 2 b、4 4 b、4 2 c は、同じ磁気量を有することができる。棒磁石 4 2 b、4 2 c は N 極を示す一端をターゲット 1 6 に向けて配置され、棒磁石 4 4 b は S 極を示す一端をターゲットに向けて配置されている。棒磁石 4 2 b は S 極を示す他端を磁性部材 4 0 b に接触させ、棒磁石 4 4 b は N 極を示す他端を磁性部材 4 0 b に接触させて、磁性部材 4 0 b の各端部に固着されている。棒磁石 4 2 c は S 極を示す他端を磁性部材 4 0 c に接触させて、磁性部材 4 0 c、例えばその一端部、に固着されている。2 本の棒磁石 4 2 b、4 4 b、4 2 c は、共に同一方向に延びている。棒磁石 4 2 b の自由端は N 極であり、棒磁石 4 4 b の自由端は S 極であり、追加の棒磁石 4 2 c の自由端は N 極である。また、磁石 4 2 b、4 4 b および磁性部材 4 0 b は磁気回路を構成するので、これらは異なる磁極が同一方向に向けられた一体の磁性体として機能する磁石手段を構成する。磁石 4 2 b の自由端から伸び出した磁力線は、磁石 4 4 b の自由端に到達する。磁石 4 2 c および磁性部材 4 0 c は磁気回路を構成するので、これらは一体の磁性体として機能する磁石手段である。磁石 4 2 c の自由端 N から伸び出した磁力線は、磁性部材 4 0 c に到達する。

図 4 に示されたサブユニットでは、磁石 4 2 c は、磁石 4 2 b に平行に配置されている。第 1 のマグネット部は磁石 4 2 b、4 2 c を備え、第 2 のマグネット部は磁石 4 4 b を備える。第 2 のマグネット部(磁石 4 4 b)の磁気量は、第 1 のマグネット部(磁石 4 2 b、4 2 c)の磁気量より小さい。このため、第 1 のマグネット部(磁石 4 2 b、4 2 c)の自由端 N 極に関連する磁力線の一部は、N 極から伸び出しエロージョン面 1 6 a の近傍を通過して、第 2 のマグネット部(磁石 4 4 b)の自由端 S 極に到達する。第 1 のマグネット部から伸び出した磁力線の残りの部分は、第 2 のマグネット部へ到達することなく、エロージョン面 1 6 a に垂

直な方向、つまりターゲット 16 から基板支持部 18 へ向かう方向に伸び、真空チャンバ 12 内(図 1 参照)を通過して再び第 1 のマグネット部に戻る。

図 5 は、1 個のサブユニットの部分を拡大したマグネトロユニットの断面図である。各サブユニット 34 は、図 5 に明示するように、磁性部材 40 d、40 e および棒磁石 42 d、42 e、44 c、44 d から構成されている。磁性部材 40 d、40 e は、磁性体から成る平板状のヨーク部材であることができる。棒磁石 42 d、42 e、44 c、44 d の各々は、一端に S 極および他端に N 極を有する。

棒磁石 42 d(44 d)は N 極を示す一端をターゲット 16 に向けて配置され、棒磁石 44 c(42 e)は S 極を示す一端をターゲットに向けて配置されている。棒磁石 42 d(42 d)は S 極を示す他端を磁性部材 40 d(40 e)に接触させ、棒磁石 44 c(42 c)は N 極を示す他端を磁性部材 40 d(40 e)に接触させて、磁性部材 40 d(40 e)の各端部に固着されている。2 本の棒磁石 42 d(44 d)、44 c(42 e)は同一方向に延び、マグネット 34 の全体形状は略 U 字状磁石となっている。一方の棒磁石 42 d(44 d)の自由端は N 極、他方の棒磁石 44 c(42 e)の自由端は S 極となっている。また、磁石 42 d(44 d)、44 c(42 e)および磁性部材 40 d(40 e)は磁気回路を構成するので、これらは異なる磁極が同一方向に向けられた一体の磁性体として機能する磁石手段を構成する。

また、図 5 に示されたサブユニットは、磁石 42 d、44 c および磁性部材 40 d からなるマグネットアセンブリと、磁石 42 e、44 d および磁性部材 40 e からなるマグネットアセンブリとを備える。これらのマグネットアセンブリは、同じ磁極をターゲットへ向けた棒磁石 42 d、44 d を対面させ、例えば一列に、配列されている。各マグネットアセンブリは同じ磁気特性である場合でも、同じ磁極を示す磁石 42 d および磁石 44 d とが隣接して平行に配置されているので、自由端 N 極から伸び出す磁力線の一部は、同じ極性を示す磁石が配置されている方向には広がらずに、エロージョン面 16 a に垂直な方向に伸び出し真空チャン

バ内(図1の12)を通過してそれぞれの磁気回路の自由端S極に至る。磁石42d、44dの自由端N極に関連する磁力線の残りの部分は、それぞれ、N極から伸び出しエロージョン面16aの近傍を通過して、磁石42e、44cの自由端S極に到達する。

5 図6は、1個のサブユニットの部分を拡大したマグネトロンユニットの断面図である。各サブユニット34は、図6に明示するように、磁性部材40f、40gおよび棒磁石42f、44eから構成され、図5に示されたマグネットアセンブリと同様の構造のマグネットアセンブリと磁性部材40gとを有する。磁性部材40gは、磁石42fの一方の磁極を示す一端部から他方の磁極を示す他端部に沿って配置される。このため、磁性部材40gは、磁石42fの一端部(S極)を磁性部材40fに磁氣的に結合するように作用する。つまり、磁石42fの自由端に関連する磁力線の一部は、磁性部材40g内を通過し磁石42fの固定端に到達する。このため、磁石42fの磁力線の一部は、真空チャンバ12内に伸び出すことなく閉じる。これに応じて、磁石44eの関連する磁力の一部は、N極からエロージョン面16aに垂直な方向に伸び出し真空チャンバ内(図1の12)を通過し磁気部材40gを介して再び磁石44eのS極に至る。磁石44eの自由端N極に関連する磁力線の残りの部分は、N極から伸び出しエロージョン面16aの近傍を通過して、磁石44eの自由端S極に到達する。

20 再び、図2を参照すると、各サブユニット34(34o、34i)は、これらの自由端がそれぞれターゲット16の下面16aに対向する面16bと対面するようにターゲット16の上方に配置されている。このようなサブユニット34は、ヨーク部材40a~40fの背面をベースプレート32に接触させた状態で適当な固定手段、例えばねじ46等によってベースプレート32に固定されている。かかる構成では、サブユニット34は固定位置を自由に変更することが可能である。

25 サブユニット34の配置は種々考えられるが、実施の形態では、サブユニット

34は図2に示されるように二重の環状配列に成っている。全環状マグネットは、内側環状マグネット34i群（添え字iは内側の環状配列を表す）および外側環状マグネット34o群（添え字oは外側の環状配列を表す）からなる。各サブユニット34i、34oは、ターゲット16の下面16a近傍の空間に磁界を形成することによって、当該空間に形成されるプロセスガスのプラズマを制御することができる。

図7は、図3、図4および図6に示されたサブユニットをスパッタリング装置10に適用したときに発生される磁場を概略的に示している。図8は、図5に示されたサブユニットをスパッタリング装置10に適用したときに発生される磁場を概略的に示している。図7および図8では、各サブユニット34によって発生される磁場を破線で示している。それぞれのサブユニットが発生する磁場Hは、エロージョン面16aの近傍においては、この面16aに平行な方向の成分（平行成分Hh）を主に有し、エロージョン面16aから離れた空間では、ターゲット16から基板支持部18に向かう軸（基準軸）方向の成分（垂直成分Hv）を主に有する。

各サブユニットは、エロージョン面16aとペディスタル18の上面18aとの間にある真空チャンバ12内の空間（以下、セルフスパッタリング空間という）に形成される磁場Hの垂直成分Hvの水平成分Hhに対する比率を支配する。なお、マグネトロユニット30は駆動モータ36によって回転されるので、各サブユニット34i、34oによって発生される磁場は実際のスパッタリング装置では駆動軸38の周りに回転している。このため、セルフスパッタリング空間に基準軸と平行な磁場成分が効率的に発生される。

このようなスパッタリング装置では、マグネトロユニット30によってプロセスガスはエロージョン面16aの近傍においてプラズマ化される。このため、ターゲット16のエロージョン面16aから被スパッタリング粒子が生成される。また、図3～図6に示したようなサブユニットをマグネトロユニットに配置し

たので、エロージョン面 16 a に垂直方向の磁場成分が水平方向の磁場成分に比べて大きいような磁場がエロージョン面 16 a の近傍とは異なる領域に発生される。スパッタされた粒子は、垂直成分が水平成分に比べて優勢な真空チャンバ 12 内の領域において効率的にイオン化される。このため、イオン化された被スパッタリング粒子は、エロージョン面 16 a に向けて加速されエロージョン面 16 a に衝突すると、別の被スパッタリング粒子を生成する。このため、セルフスパッタリングが連続的に生じる。

再び、図 1 を参照すると、スパッタリング装置 10 は、制御器 29 を備える。制御器 29 はマイクロコンピュータ、タイマ等を有しているので、電流のオンおよびオフの制御、電流値の変更等を時間的な制御も含めて行うことができる。制御器 29 は、バルブ 23、加速用電源 24、および駆動用モータ 36 にも制御線 29 a を介して接続されている。制御器 29 は、これらの機器を相互に関連させながら制御することができる。このため、プロセスガスの供給、プロセスガスプラズマの発生、セルフスパッタリングへの移行、等を所定のタイミングに対して同期して制御することができる。

以下の説明では、ターゲットは銅を主構成元素としている場合について説明する。つまり、ウエハ W 上には、銅薄膜がスパッタリングによって堆積される。しかしながら、本実施の形態のスパッタリング装置 10 が適用されるターゲット材料としては、銅に限られるものではない。このほかの元素、Pd、Au 等でもセルフスパッタリングを利用して成膜可能である。

マグネトロンユニット 30 が有する各サブユニット 34 (34 i、34 o) は、図 7 および図 8 において破線を用いて示されるように、トロイダル磁場 A を形成する。この環状の磁場 A は、ターゲット 16 のエロージョン面 16 a 近傍においては、この面 16 a に平行な磁場の成分 H_{ah} (水平成分) が主要な成分である。この磁場成分 H_{ah} は、ターゲット 16 のエロージョン面 16 a 近傍にアルゴンの放電によって形成されるプラズマ密度を高めるように作用するので、この磁場成

分 H_{ah} が大きい領域（図1の破線領域P）では、アルゴンによるスパッタリングが促進される。ところが、この磁場成分 H_{ah} は、被スパッタリング粒子Cuに対してはイオン化、つまりプラズマ化を促進しない。

一方、エロージョン面16aの近傍領域とは異なる場所にあるセルフスパッタリング空間には、サブユニット34が磁場Bを生成する。磁場Bは、この空間において、基準軸方向に向く磁場成分（垂直成分） H_{bv} が主要な成分となる。この成分は、エロージョン面16aに対して垂直な磁場成分 H_{bv} である。この磁場成分 H_{bv} は、エロージョン面16aに対して垂直な速度成分を有する銅原子Cu（被スパッタリング粒子）から電子を脱離させて銅原子Cuのイオン化を促進する作用がある。このため、磁場Bは、以下のように作用する。

まず、アルゴンによってスパッタリングされた銅原子Cuは、セルフスパッタリング空間をウエハWに向かって進んでいく。この途中で、磁場Bの垂直成分 H_{bv} の作用を受けて、銅原子Cuはある割合でイオン化され銅イオンCu⁺を生成する。イオン化された銅Cu⁺は、シールド26からターゲット16へ向かう電界と相互作用してクーロン力を受ける。このため、イオン化した時に持っていた運動エネルギーがポテンシャルエネルギーに比較して小さい原子は、ターゲット16のエロージョン面16aの向きに運動方向を変える。そして、それぞれのCu⁺のポテンシャルエネルギーに応じて加速されて、イオン化された時の運動エネルギーと、イオン化された時のポテンシャルエネルギーとの和エネルギーに応じた運動エネルギーでエロージョン面16aに衝突する。この衝突の際のエネルギーがターゲットから別の原子をスパッタリングさせるために十分であるときは、Cu⁺によるスパッタリングによって次の被スパッタリング原子が生成される。この原子は、その初速度に応じて、セルフスパッタリング空間をウエハWに向かって進んでいく。

つまり、(1)スパッタリングによる銅原子Cuの生成、(2)生成された銅原子の磁場中の飛行、(3)このCu原子の垂直磁場成分によるイオン化、(4)銅イオンCu⁺の電界による加速、(5)この銅イオンCu⁺のターゲット16への衝突、(6)セ

セルフスパッタリングによる別の銅原子の生成、(7) 生成された銅原子の磁場中の飛行、という順にプロセスが進行する。生成された銅粒子の一部は、イオン化されたものおよびイオン化されなかったものも含めて、ウエハWの表面に到達し、そこに堆積される。

- 5 このようなプロセスが進行して、イオン化された銅イオン数が、イオン化されていない銅原子数よりも多くなると、セルフスパッタリングが維持される。しかし、アルゴンガスの供給を停止してプロセスガスによって生成される銅原子の数をなくしてしまうと、銅原子および銅イオンの数が十分でなくなりセルフスパッタリングが起こらなくなってしまう場合もある。一方、プロセスガスを供給しな
- 10 くても、イオン化された銅イオン数がイオン化されていない銅原子数よりも多い状態が維持されると、セルフスパッタリングが維持される。この状態になると、プロセスガスとしてアルゴンガスを供給しなくても、スパッタリングが進行する。つまり、セルフスパッタリングが進行している。このような条件を整えるために、ターゲットに対して垂直方向の磁場成分が存在するという条件は重要である。また、この状態にいたるまで、アルゴンガスを適切にプラズマ化して、初期的に銅
- 15 原子を供給することもまた重要である。

このようなセルフスパッタリング現象を本実施の形態のスパッタリング装置において、好適に実現する方法を説明する。図9は、スパッタリング装置を操作するタイミングチャートを示している。図9は、バルブ23によって行われるアル

20 ゴン流量の制御、電源24によって行われるターゲット16とシールド26との間に電力（パワー）の制御、を横軸に時間軸をとって示している。

図9を参照すると、時刻 t_0 において、ターゲット16とシールド26との間に電源24から電圧を加える。時刻 t_1 において、バルブ23を開けて真空チャンバ12内にプロセスガス（アルゴンガス）の供給を開始する。時刻 t_2 において、グロー放電するために好適な真空度に達したので、バルブ23を固定する。

25 ここまでの過程において、また、今後も、真空ポンプによって真空排気は連続的

に行われている。図 9 には示さないが、マグネトロユニット 30 を動作させると、アルゴンのプラズマがエロージョン面 16 a 近傍（図 1 の P 領域）に効率よく形成される。このときに、電源 24 からは、パワー P1 が投入されている。アルゴンプラズマの働きによって、ターゲット 16 のエロージョン面 16 a からは

5 スパッタリングされた銅原子が発生される。この状態は、図 10 A に模式的に示されている。つまり、アルゴンイオンがターゲットに衝突して、銅原子がスパッタリングされる（通常スパッタリング状態）。

次いで、時刻 t3 から時刻 t4 にかけて、電源 24 からさらにパワーを上昇する。時刻 t4 におけるパワーは、P2 である。このときの、アルゴンによるスパッタリングは維持されている。

10

続いて、このような過程では、磁場 B の存在のもとで、セルフスパッタリングが起こり出す。このとき、スパッタリングされた銅原子は、アルゴンイオンによるものと、銅イオン自体によるものとがある。しかしながら、磁場 B が適切な向きになるように発生されているので、セルフスパッタリングが維持される条件が

15 満たされている。この状態は、図 10 B に模式的に示されている。つまり、アルゴンイオンがターゲットに衝突して銅原子がスパッタリングされる場合と、銅イオンがターゲットに衝突して銅原子がスパッタリングされる場合とが共存している（遷移状態）。

一方、時刻 t5 からアルゴンの流量を減らしはじめて、時刻 t6 においてアルゴンの供給を停止する。時刻 t6 において、プロセスガスの供給が完全に停止されると、セルフスパッタリングのみによって銅原子は供給される。この状態は、図 10 C に模式的に示されている。つまり、銅イオンがターゲットに衝突して、銅原子がスパッタリングされる（セルフスパッタリング状態）。

20

以上、プロセスガスのプラズマを発生して、このプラズマによってスパッタリング粒子をした後に、垂直磁場によって被スパッタリング粒子をイオン化させるようにした。このため、通常スパッタリング状態から遷移状態に移行できる。遷

25

移状態においては、プロセスガスのプラズマ領域と被スパッタリング粒子のイオン化領域が異なっているので、相互に干渉することなくセルフスパッタリングが安定して進行する。故に、プロセスガスのプラズマを除いても、セルフスパッタリング状態が維持される。

- 5 以上、説明したように、セルフスパッタリング方法では、真空チャンバ12内にプロセスガスを供給した後に、ターゲット16のエロージョン面16aの近傍領域においてプロセスガスをプラズマ化するようにしたので、エロージョン面16aから被スパッタリング粒子が生成される。また、エロージョン面16aと略直交する基準軸に沿った磁場を上記の近傍領域とは異なる真空チャンバ12内の領域に発生させるようにしたので、基準軸と平行な方向の磁場成分がこれと直交する成分に比べて優勢な領域が真空チャンバ内12に形成される。この領域内では、被スパッタリング粒子は容易にイオン化される。イオン化された粒子はターゲット16に向けて加速されて、この粒子がエロージョン面16aに到達すると、別の被スパッタリング粒子を発生させる。このため、通常のスパッタリングと共に、セルフスパッタリングが連続的に進行する。
- 10
- 15

- また、プロセスガスの供給を停止すると、プロセスガスの分圧だけ真空度が高くなる。一方、サブユニットによって所定の磁場が発生されているので、プロセスガスの供給がなくてもセルフスパッタリングによって被スパッタリング粒子の生成を維持される。また、プロセスガスの粒子がスパッタリング粒子と衝突することがなくなる。このため、セルフスパッタリングによって発生された粒子が順次に基板の表面に堆積される。したがって、ボトムカバリッジが良好な膜が基板上に堆積される。
- 20

- このようなセルフスパッタリングを成膜方法に適用すると、次のようになる。真空チャンバ内に設けられたターゲットからスパッタリングされた粒子によってターゲットからスパッタリングされる粒子を用いて膜を形成する成膜方法であって、成膜されるべき表面を有する基板を真空チャンバ内に配置する工程と、真空
- 25

チャンバ内にプロセスガスを供給する供給工程と、エロージョン面の近傍においてプロセスガスのプラズマを形成して、ターゲットからスパッタリング粒子を発生させるプラズマ工程と、ターゲットのエロージョン面と基板の表面とを結ぶ基準軸に沿った磁場をターゲットのエロージョン面と基板の表面との間の空間に発生して、セルフスパッタリングによってターゲットからスパッタリング粒子を発生するセルフスパッタリング工程と、セルフスパッタリング工程の後に、プロセスガスの供給を停止する停止工程と、を備える。

このように、セルフスパッタリングによって発生された粒子が順次に基板の表面に堆積させると、ボトムカバリッジが良好な膜が基板上に堆積される。また、プロセスガスの供給がなくても、適切な磁場および電流が加えられているので、セルフスパッタリングによって被スパッタリング粒子の生成を維持される。一方、プロセスガスの供給を停止すると、プロセスガスの分圧だけ真空度が高くなる。このため、プロセスガスの粒子がスパッタリング粒子と衝突することがなくなるので、ボトムカバリッジ率がさらに向上する。

ここで、このようなセルフスパッタリングによる成膜を行い得るスパッタリング装置の他の実施形態について説明する。

図11に、別の実施形態にかかるのスパッタリング装置11を示す。なお、図1に示したスパッタリング装置10と同様な機能を有する部材には、同一の符号を付して示す。図11では、図1におけるマグネトロンユニット30に代えて、マグネトロンユニット31を配設している。

図12Aおよび図13に、マグネトロンユニット31およびスパッタターゲット16を取り出して示す。

マグネトロンユニット31は、磁性材料によって形成したベースプレート33、複数のマグネット43、各マグネット43の配列位置の位置決めを行うインナーベルトBin、アウターベルトBout、および、環状に配列された各マグネットの先端部に固定される磁性部材49、47などによって構成している。

ベースプレート 33 は円形領域と矩形領域とを接合させた形状を呈しており、各マグネット 43 は円形領域側に配列され、円形領域と矩形領域との接合領域付近に、ベースプレート 33 を回転駆動する回転軸 38 の一端部が固定されている。

5 インナーベルト Bin およびアウターベルト Bout は、マグネット 43 の位置決め部材として用いられ、非磁性材料によって形成しており、それぞれのベルト部にはマグネット 43 の外径に等しい開口を所定の間隔で形成している。各開口内にマグネット 43 を挿入することで、各マグネット 43 は、同心的に配置されたインナーベルト Bin およびアウターベルト Bout に沿って、2 列の環状に点在する状態で配列される。ここでは一例として、インナーベルト Bin 側のマグネット
10 43 は S 極が、またアウターベルト Bout 側のマグネット 43 は N 極が、それぞれスパッタターゲット 16 に向くようにして配列している。また、ベースプレート 33 とインナーベルト Bin およびアウターベルト Bout との間には、非磁性材料によるスペーサ S が介在しており、これによりインナーベルト Bin およびアウターベルト Bout は、ベースプレート 33 から離間した状態となっている。

15 このように環状に配列されたマグネット 43 のうち、インナーベルト Bin によって配列された各マグネット 43 の端面（スパッタターゲット 16 側に対向する端面）には、ボールピース或いはヨークなどによって形成された環状の磁性部材 49 が磁力によって固着されており、これにより、隣り合う各マグネット 43 の S 極は互いに接続され、リング状の S 極が形成される状態となる。また、同様に、
20 アウターベルト Bout によって配列された各マグネット 43 の端面（スパッタターゲット 16 側に対向する端面）にも、磁性材料によって形成された磁性部材 47 が磁力によって固着されており、これにより、隣り合う各マグネット 43 の N 極は互いに接続され、リング状の N 極が形成される状態となる。そして、磁性部材 49 およびインナーベルト Bin は、これらを通する、非磁性材料の固定ピン
25 （図示せず）によってベースプレート 33 に対して固定されており、また同様に、磁性部材 47 およびアウターベルト Bout は、これらを通する、非磁性材料の

固定ピン（図示せず）によってベースプレート 3 3 に対して固定されている。

このようにしてインナー側に配列された全マグネット 4 3 と、アウター側に配列された全マグネット 4 3 によって、ドーナツ状に閉じた磁気回路が形成される。

5 なお、図 1 2 A では、マグネット 4 3 を楕円の円周上に沿って配列した場合について図示したが、この例に限定するものではなく、例えば、図 1 2 B に示すように、より真円に近い円周上に沿ってマグネット 4 3 を配列する構成を採用することもできる。この場合、インナーベルト Bin、アウターベルト Bout、磁性部材 4 9、4 7 などの対応する部材を、円環状に形成すればよい。

10 また、マグネトロンユニットを図 1 4 に示すように構成することもできる。このマグネトロンユニット 1 0 0 は、磁性材料によって形成されたベースプレート 3 3 の表面に、直径が異なる円柱型の 2 種のマグネットを磁力によって固定している。例えば直径が大きい方の大径マグネットの直径は約 1. 7 c m、直径が小さい方の小径マグネットの直径は約 1. 4 c m 程度である。2 種のマグネットとも高さは同一であり、例えば約 3. 3 c m 程度である。大径マグネットから発せ
15 される磁力は、大径マグネットの一端から 2 c m 離れた空間で、1 5 0 ~ 2 0 0 ガウス程度であり、小径マグネットから発せされる磁力は、大径マグネットの 6 0 ~ 7 0 % 程度である。

20 図 1 4 に示すように、スパッタターゲット 1 6 の中心部から最も離れた部位となる、ベースプレート 3 3 の外縁部に、6 個の大径マグネット 1 1 0 N を円周上沿って配列させ、さらにこの 6 個の大径マグネット 1 1 0 N を挟むように、その左右両側にそれぞれ 9 個の小径マグネット 1 2 0 N を同一の円周上に沿って配列させている。従って、これらの大径マグネット 1 1 0 N および小径マグネット 1 2 0 N の全体によって、ベースプレート 3 3 の円形領域が囲まれるような状態となっている。図 1 4 の例では、これら大径マグネット 1 1 0 N および小径マグネット 1 2 0 N は、N 極をスパッタターゲット 1 6 に向けて配列させており、大径
25 マグネット 1 1 0 N および小径マグネット 1 2 0 N の端面（スパッタターゲット

1 6 に対向する端面) には、この配列に沿うようにリング状に形成した、ヨークなどによる磁性部材 1 3 0 を磁力によって固着している。

これに対し、ベースプレート 3 3 の中央部には、1 0 個の大径マグネット 1 1 0 S を集合させた状態に配列させており、各大径マグネット 1 1 0 S は S 極をスパッタターゲット 1 6 に向けた状態となっている。そして、各大径マグネット 1 1 0 S の端面 (スパッタターゲット 1 6 に対向する端面) には、磁性部材 1 3 0 と同じ材質で形成され、大径マグネット 1 1 0 S の集合領域を覆うような円板状を呈する磁性部材 1 4 0 を、磁力によって固着している。

図 1 4 に示す実施形態においても、各マグネット 1 1 0 N、1 1 0 S、1 2 0 N の配列には、すでにインナーベルト Bin 等として例示した、非磁性材料による位置決め部材 (図示せず) が用いられており、この位置決め部材によって位置決めされた状態でベースプレート 3 3 の表面に配列されている。

マグネトロンユニットを図 1 4 に示すように構成することにより、ベースプレート 3 3 の外縁部に配列した全マグネットで発生される磁気量は、ベースプレート 3 3 の中央部に配列した全マグネットで発生される磁気量に比べて大きくなる。この結果、スパッタによってスパッタターゲット 1 6 から出る高いエネルギーを持った電子 (2 次電子) のうち、エロージョン面 1 6 a に表出する磁場に捕集された電子が、真空チャンバ 1 2 の側壁側に位置するシールド 2 6 へ流出してしまう現象を十分に抑制することができ、スパッタターゲット近傍の領域内に電子を効果的に閉じ込めることができる。

また、このようにベースプレート 3 3 の中央部に比べて外縁部の磁力線が大となるので、スパッタターゲット 1 6 からウエハ W 方向に延びる磁力線が、スパッタターゲット 1 6 から離れるに連れて広がらないように作用するため、スパッタターゲット 1 6 とウエハ W との間に形成されるスパッタリング空間内に、電子を有効に閉じ込めることができる。さらに、スパッタターゲット 1 6 からウエハ W 方向に延びる磁力線が、ウエハ W 側に向かう被スパッタ粒子から電子を脱離させ

て被スパッタ粒子のイオン化を促進させる。イオン化された被スパッタ粒子は、スパッタターゲット16ーシールド26間の電界の作用により、スパッタターゲット16へ向かうように運動方向を変え、加速されてスパッタターゲット16に衝突する。この衝突時のエネルギーによってスパッタターゲット16がスパッタリングされ、いわゆるセルフスパッタリングの状況となる。

さらに、ベースプレート33上の、スパッタターゲット16の中心部から最も離れた部位、すなわち真空チャンバ12の側壁側に、磁力の大きい6個の大径マグネット110Nを配列させたことにより、ベースプレート33が回転軸38を中心に回転駆動された場合にも、この6個の大径マグネット110Nは、常に真空チャンバ12の側壁側に位置する状態となる。従って、真空チャンバ12の側壁側となるスパッタターゲット16の外縁部から、ウエハW側に延びる磁力線は、ウエハW側に進むに連れて、真空チャンバ12の中央に向かうように延びる状態となり、真空チャンバ12の側壁側に位置するシールド26へ流れ出てしまう電子流を低減し、電子の閉じ込め性向上に寄与する。

また、ベースプレート33上の、スパッタターゲット16の中心部から最も離れた部位に磁力の大きい6個の大径マグネット110Nを配列させたことにより、発生するプラズマが、スパッタターゲット16の表面に沿って、真空チャンバ12の側壁側へ引き延ばされるようになり、その結果、エロージョン領域がスパッタターゲット16の中央部に集中する傾向を抑制することができる。

加えて、スパッタターゲット16の半分の領域にマグネットが配置されるので、その位置を調整してプラズマ形成領域を小さくすることが可能になる。このように縮小された領域に電力を投入できるので、投入電力を上げることなくプラズマ密度を高めることができる。

産業上の利用可能性

以上詳細に説明したように、本発明に係わるスパッタリング装置では、プロセ

スガスは、エロージョン面の近傍においてマグネトロユニットの磁場によってプラズマ化される。このため、ターゲットのエロージョン面からターゲット粒子がスパッタリングされる。また、サブユニットによって、エロージョン面に垂直方向の磁場成分が水平方向の磁場成分に比べて大きいような磁場が真空チャンバ内においてエロージョン面の近傍とは異なる領域に発生される。スパッタリングされた粒子は、このような垂直成分が水平成分に比べて優勢な真空チャンバ内の領域において効率的にイオン化される。このため、磁場の垂直方向成分によってイオン化された粒子は、エロージョン面に向けて加速され、エロージョン面に衝突すると別のスパッタリング粒子が生成される。故に、セルフスパッタリングが連続的に生じる。

つまり、本発明に係わるスパッタリング装置によれば、プロセスガスのプラズマ化と、被スパッタリング粒子のイオン化とを空間的に分離して行うことが可能な磁場を形成することができる。また、被スパッタリング粒子のイオン化に好適な磁場が、プロセスガスのプラズマ化にあまり影響を及ぼすことなく発生可能である。このため、プロセスガスの放電を比較的低い電圧において発生させることができる。また、セルフスパッタリングへの移行中にも、この放電が切れてしまうことが防止される。

また、本発明に係わるスパッタリング装置を用いて成膜を行えば、セルフスパッタリングによって発生された粒子が順次に基板の表面に堆積される。したがって、ボトムカバリッジが良好な膜が基板上に堆積される。

したがって、セルフスパッタリングを安定に生じさせるために適切な磁場を発生できるスパッタリング装置およびそのスパッタリング装置を用いた成膜方法が提供される。

この結果、本発明によれば、半導体デバイス等のエレクトロマイクロデバイスの製造分野において、デバイスの高性能化に対応可能となる。

請求の範囲

1. 真空チャンバと、
前記チャンバを減圧するための減圧手段と、
- 5 前記真空チャンバ内にプロセスガスを供給するためのガス供給手段と、
前記真空チャンバ内において基板を支持するための基板支持部と、
前記基板支持部にエロージョン面が対面するように設けられたスパッタリング
ターゲットと、
複数のサブユニットを有し、前記エロージョン面に関して前記基板支持部と反
10 対側に設けられたマグネロンユニットと、を備え、
前記複数のサブユニットの各々は、第1の磁極を示す一端を前記ターゲットに
向けて配置された第1のマグネットを含む第1のマグネット部、第2の磁極を示
す一端を前記ターゲットに向けて配置された第2のマグネットを含む第2のマグ
ネット部、前記第1および第2のマグネットを支持する第1の磁性部材を有し、
15 前記第1のマグネット部の磁気量は前記第2のマグネット部の磁気量よりも大
きい、スパッタリング装置。
2. 前記第1のマグネット部は、前記第1の磁極を示す一端を前記ターゲットに
向けて前記第1のマグネットに隣接するように配置された第3のマグネット、並
びに前記第3のマグネットを支持する第2の磁性部材を含む、請求項1に記載の
20 スパッタリング装置。
3. 前記スパッタリングターゲットは、銅、パラジウムおよび金の少なくともい
ずれかを含む、請求項1に記載のスパッタリング装置。
4. プラズマが生じた後に前記プロセスガスの供給量を減少させるための制御手
段をさらに備える、請求項1に記載のスパッタリング装置。
- 25 5. スパッタリングによる成膜の際に前記プロセスガスの供給を停止するための
制御手段をさらに備える、請求項1に記載のスパッタリング装置。

6. 前記マグネトロンユニットでは、前記エロージョン面が伸びる方向に沿って前記複数のサブユニットが配置され、

前記マグネトロンユニットは、前記エロージョン面から前記基板支持部に向かう軸方向に沿って順に位置する第1および第2の領域に関して、前記第1の領域においては前記エロージョン面に垂直な方向の磁場成分より大きな前記エロージョン面に平行な方向の磁場成分を有する磁場を発生し、前記第2の領域においては前記エロージョン面に平行な方向の磁場成分より大きな前記エロージョン面に垂直な方向の磁場成分を有する磁場を発生するように設けられている、請求項1に記載のスパッタリング装置。

7. 真空チャンバと、

前記チャンバを減圧するための減圧手段と、

前記真空チャンバ内にプロセスガスを供給するためのガス供給手段と、

前記真空チャンバ内において基板を支持するための基板支持部と、

前記基板支持部にエロージョン面が対面するように設けられたスパッタリングターゲットと、

複数のサブユニットを有し、前記エロージョン面に関して前記基板支持部と反対側に設けられたマグネトロンユニットと、を備え、

前記複数のサブユニットの各々は、第1の磁極を示す一端を前記ターゲットに向けて配置された第1のマグネット、第2の磁極を示す一端を前記ターゲットに向けて配置された第2のマグネット、前記第1および第2のマグネットを支持する第1の磁性部材、第1の磁極を示す一端を前記ターゲットに向けて前記第1のマグネットに隣接するように配置された第4のマグネット、第2の磁極を示す一端を前記ターゲットに向けて配置された第5のマグネット、並びに前記第4および第5のマグネットを支持する第3の磁性部材を含む、スパッタリング装置。

8. 前記スパッタリングターゲットは、銅、パラジウムおよび金の少なくともいずれかを含む、請求項7に記載のスパッタリング装置。

9. プラズマが生じた後に前記プロセスガスの供給量を減少させるための制御手段をさらに備える、請求項7に記載のスパッタリング装置。

10. スパッタリングによる成膜の際に前記プロセスガスの供給を停止するための制御手段をさらに備える、請求項7に記載のスパッタリング装置。

5 11. 前記マグネトロユニットでは、前記エロージョン面が伸びる方向に沿って前記複数のサブユニットが配置され、

10 前記マグネトロユニットは、前記エロージョン面から前記基板支持部に向かう軸方向に沿って順に位置する第1および第2の領域に関して、前記第1の領域においては前記エロージョン面に垂直な方向の磁場成分より大きな前記エロージョン面に平行な方向の磁場成分を有する磁場を発生し、前記第2の領域においては前記エロージョン面に平行な方向の磁場成分より大きな前記エロージョン面に垂直な方向の磁場成分を有する磁場を発生するように設けられている、請求項7に記載のスパッタリング装置。

12. 真空チャンバと、

15 前記チャンバを減圧するための減圧手段と、

前記真空チャンバ内にプロセスガスを供給するためのガス供給手段と、

前記真空チャンバ内において基板を支持するための基板支持部と、

前記基板支持部にエロージョン面が対面するように設けられたスパッタリングターゲットと、

20 複数のサブユニットを有し、前記エロージョン面に関して前記基板支持部と反対側に設けられたマグネトロユニットと、を備え、

25 前記複数のサブユニットの各々は、第1の磁極を示す一端部および第2の磁極を示す他端部を有し前記一端を前記ターゲットに向けて配置された第6のマグネット、前記第2の磁極を示す一端を前記ターゲットに向けて配置された第7のマグネット、前記第6および第7のマグネットを支持する第4の磁性部材、並びに前記第6のマグネットの前記一端部および他端部を磁気的に結合する第5の磁性

部材を有する、スパッタリング装置。

1 3. 前記スパッタリングターゲットは、銅、パラジウムおよび金の少なくともいずれかを含む、請求項 1 2 に記載のスパッタリング装置。

5 1 4. プラズマが生じた後に前記プロセスガスの供給量を減少させるための制御手段をさらに備える、請求項 1 2 に記載のスパッタリング装置。

1 5. スパッタリングによる成膜の際に前記プロセスガスの供給を停止するための制御手段をさらに備える、請求項 1 2 に記載のスパッタリング装置。

1 6. 前記マグネトロンのユニットでは、前記エロージョン面が伸びる方向に沿って前記複数のサブユニットが配置され、

10 前記マグネトロンのユニットは、前記エロージョン面から前記基板支持部に向かう軸方向に沿って順に位置する第 1 および第 2 の領域に関して、前記第 1 の領域においては前記エロージョン面に垂直な方向の磁場成分より大きな前記エロージョン面に平行な方向の磁場成分を有する磁場を発生し、前記第 2 の領域においては前記エロージョン面に平行な方向の磁場成分より大きな前記エロージョン面に垂直な方向の磁場成分を有する磁場を発生するように設けられている、請求項 1 2
15 に記載のスパッタリング装置。

1 7. チャンバ内に配設されたスパッタリングターゲットと、

前記チャンバ内を減圧する減圧手段と、

前記チャンバ内にプロセスガスを供給するガス供給手段と、

20 前記スパッタリングターゲットに電圧を印可し、前記チャンバ内に供給されたプロセスガスをプラズマ状態とするプラズマ化手段と、

前記スパッタターゲットに沿うように配設されたマグネトロンのユニットとを備え、

前記マグネトロンのユニットは、

25 環状に配置された、第 1 の極性を有する第 1 のマグネット部と、

前記第 1 のマグネット部を囲むように環状に配置され、前記第 1 の極性とは異

なる第2の極性を有すると共に、この第1のマグネット部の総磁気量よりも大なる総磁気量を有する第2のマグネット部とを備えており、

前記ガス供給手段は、前記プロセスガスがプラズマ状態となった後に、前記チャンバ内に供給するプロセスガスの供給量を減少させることを特徴とするスパッタリング装置。

18. スパッタリング装置を用いた成膜方法であって、

前記スパッタリング装置は、

チャンバ内に配設されたスパッタリングターゲットと、

前記チャンバ内を減圧する減圧手段と、

前記チャンバ内にプロセスガスを供給するガス供給手段と、

前記スパッタリングターゲットに電圧を印可し、前記チャンバ内に供給されたプロセスガスをプラズマ状態とするプラズマ化手段と、

前記スパッタターゲットに沿うように配設されたマグネトロユニットとを備え、

前記マグネトロユニットは、

環状に配置された、第1の極性を有する第1のマグネット部と、

前記第1のマグネット部を囲むように環状に配置され、前記第1の極性とは異なる第2の極性を有すると共に、この第1のマグネット部の総磁気量よりも大なる総磁気量を有する第2のマグネット部とを備えており、

前記成膜方法は、

減圧雰囲気下の前記チャンバ内に前記プロセスガスを供給すると共に、前記プロセスガスをプラズマ状態として前記スパッタリングターゲットから被スパッタリング粒子を飛散させる第1工程と、

この第1工程によって前記プロセスガスをプラズマ状態とした後に、前記チャンバ内に供給するプロセスガスの供給量を減少させる第2工程とを備えることを特徴とするスパッタリング装置を用いた成膜方法。

図1

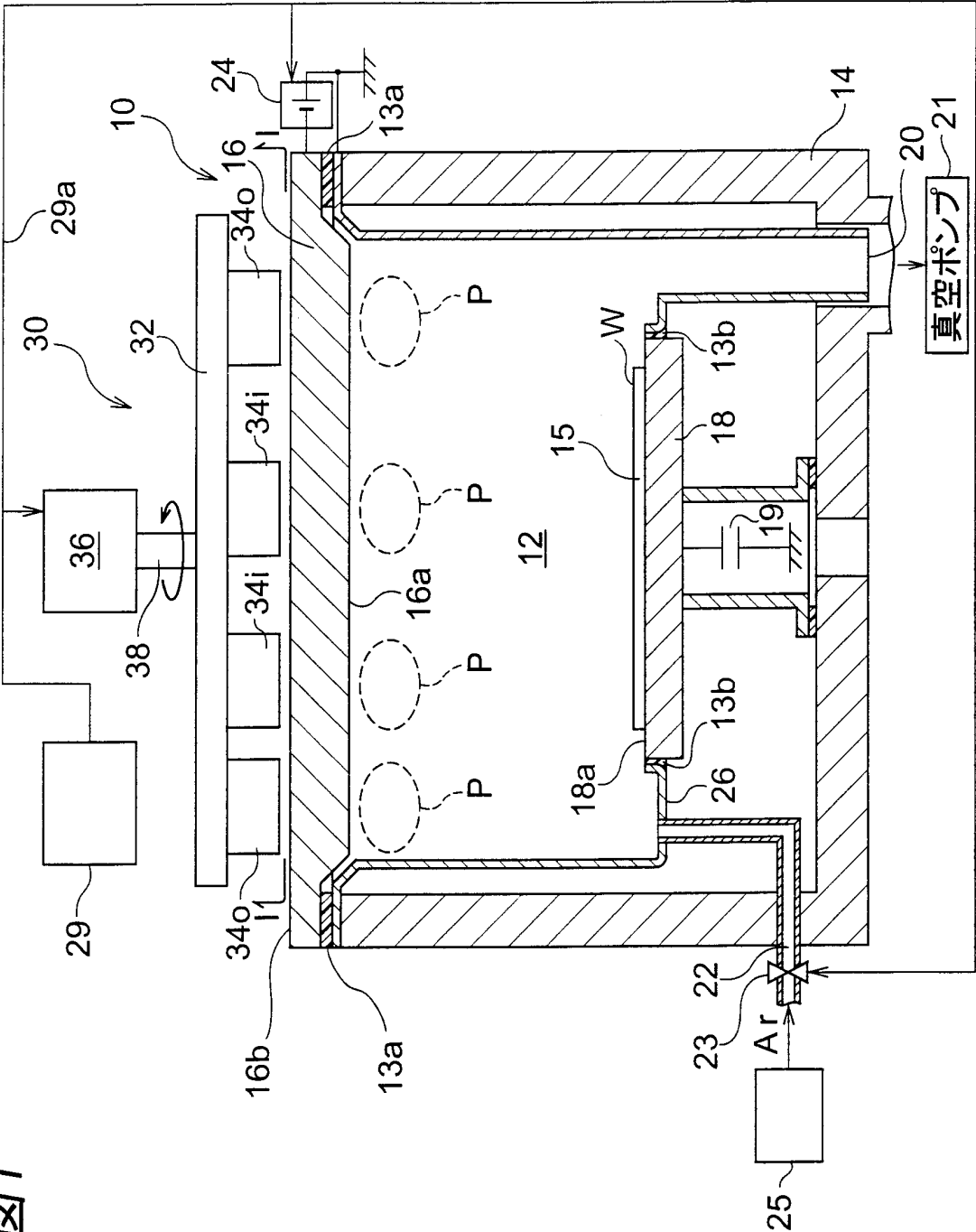


図2

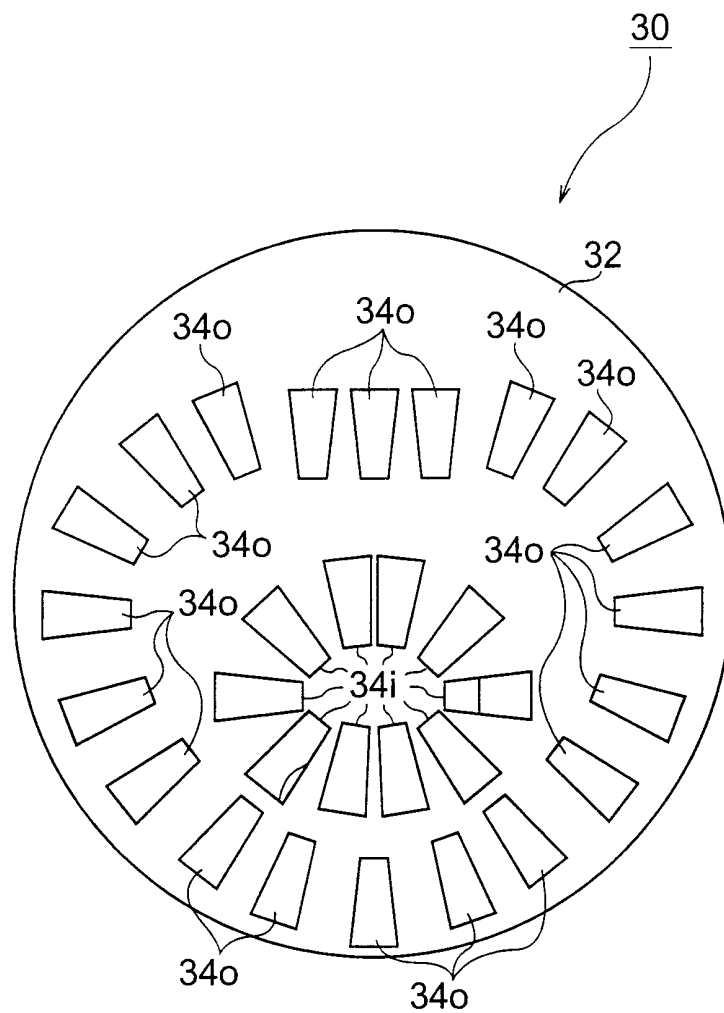


図3

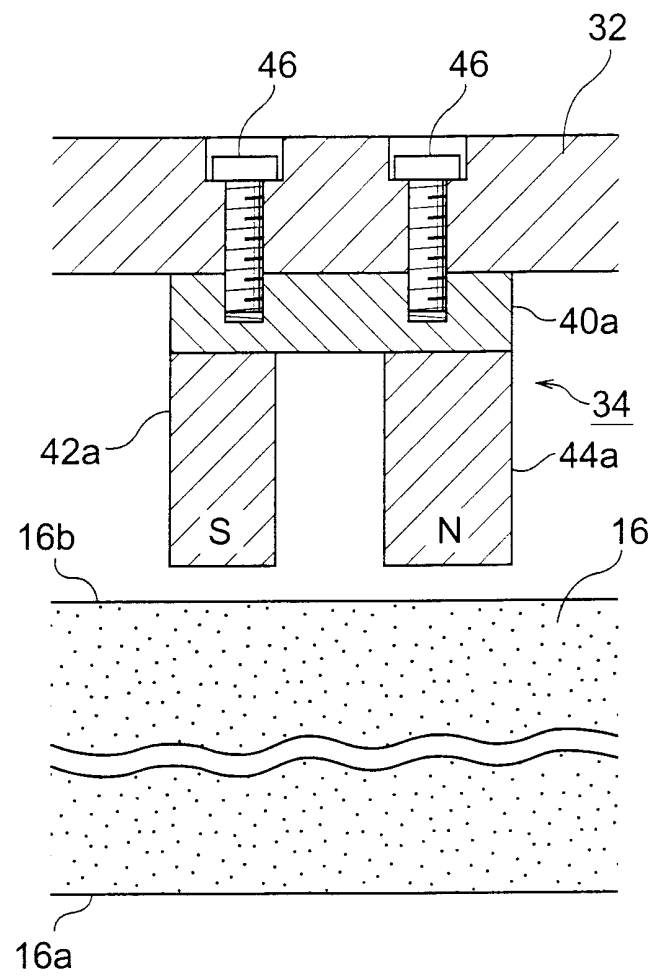


図4

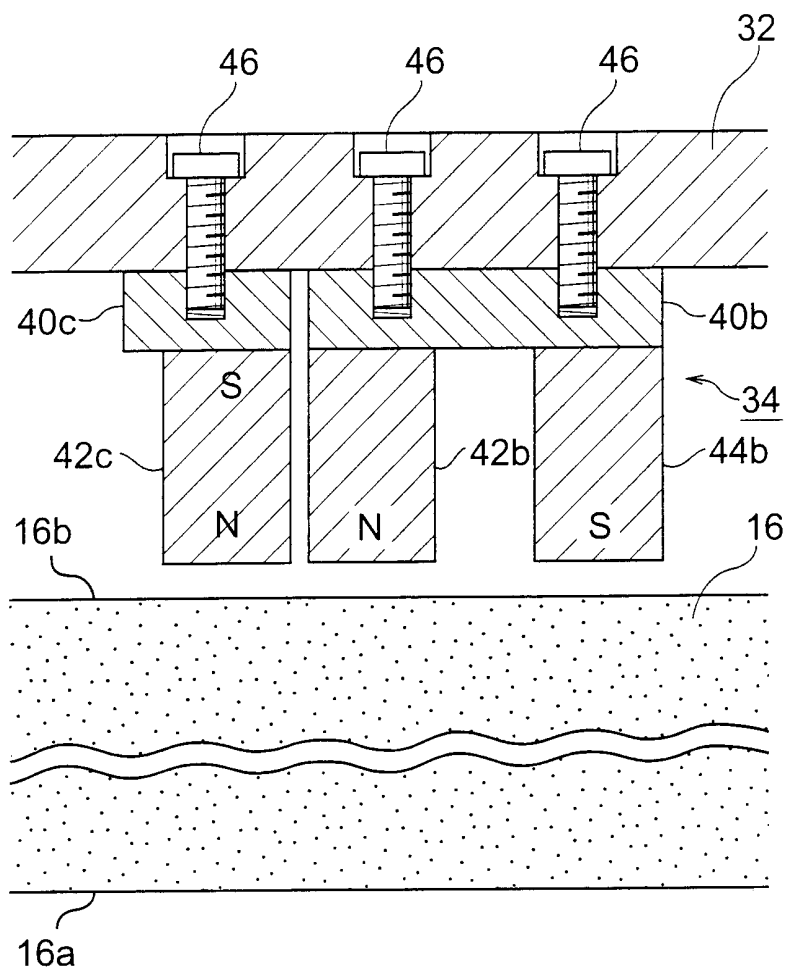


図5

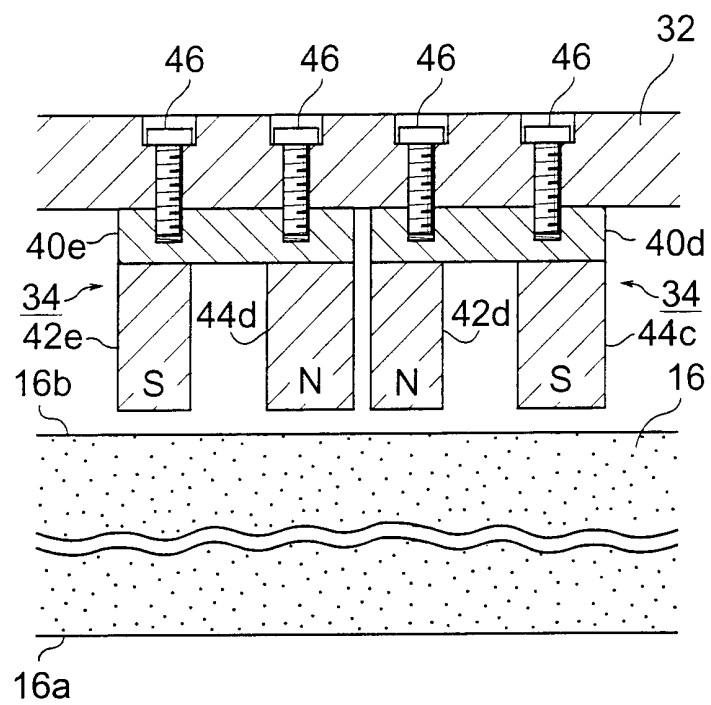
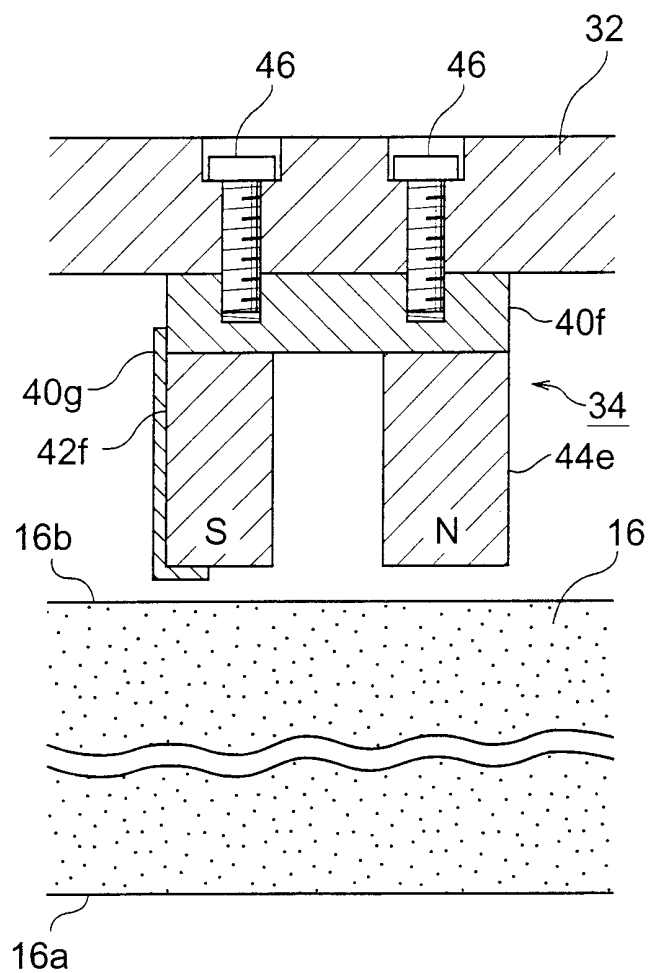
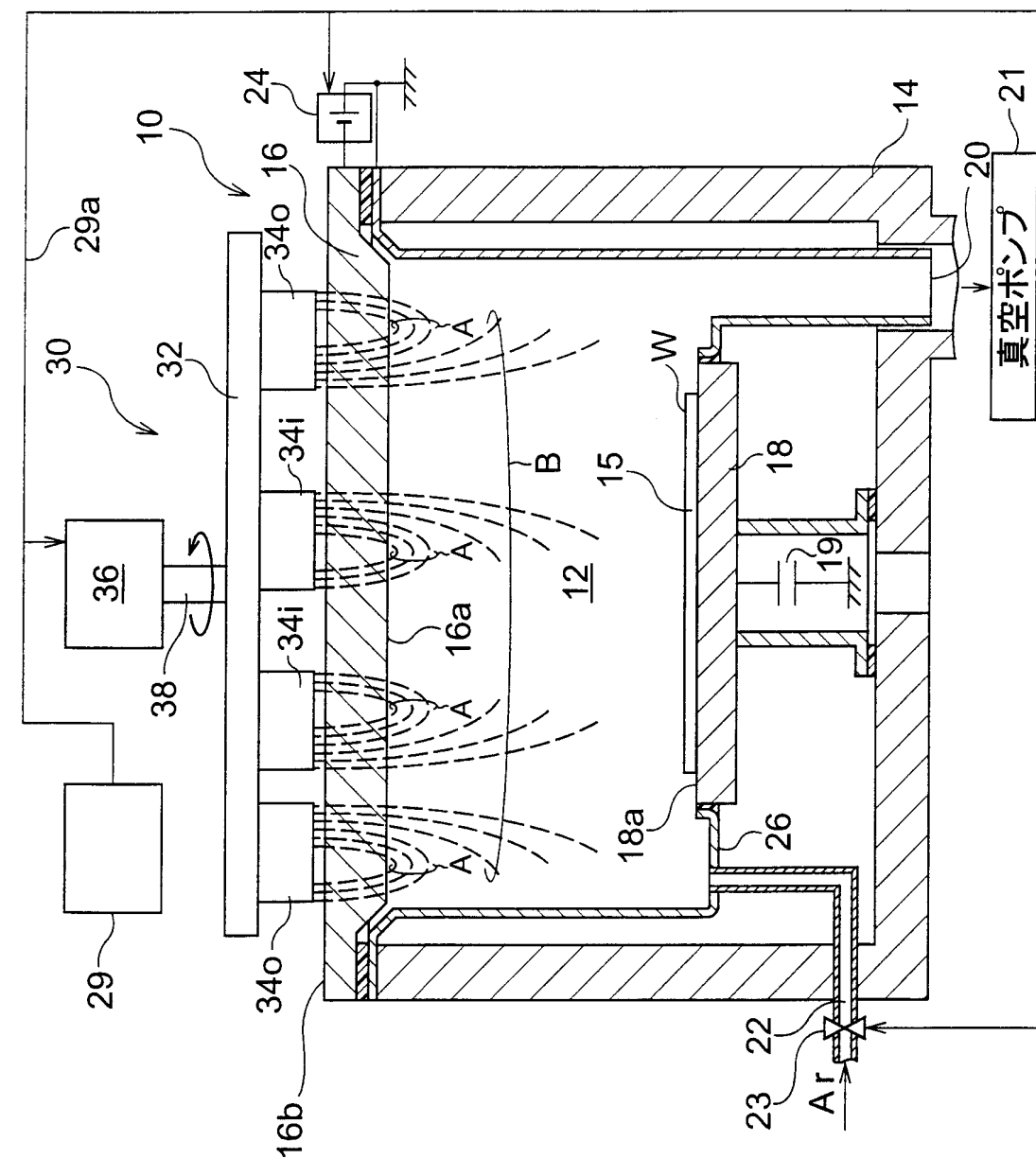


図6





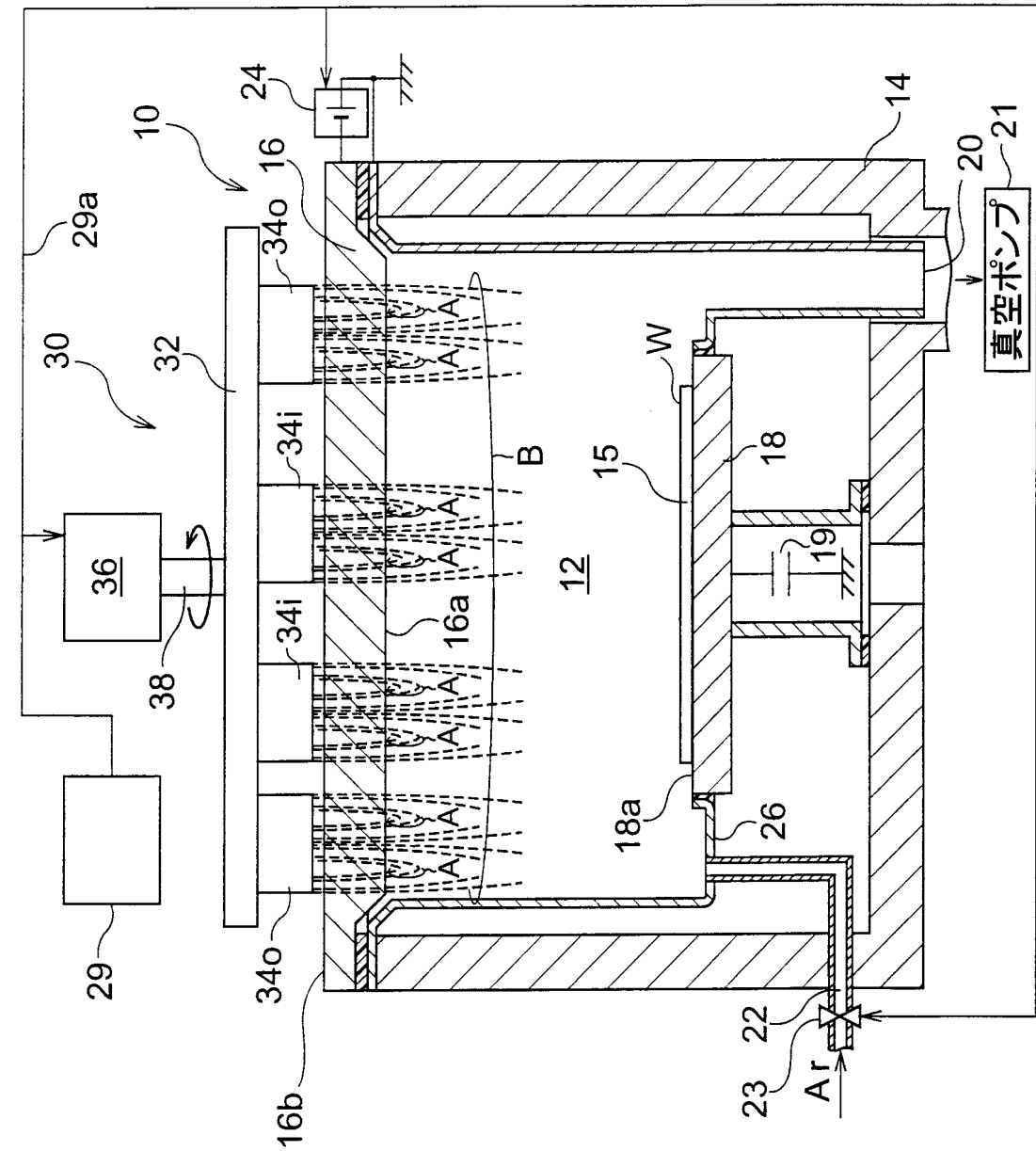


図9

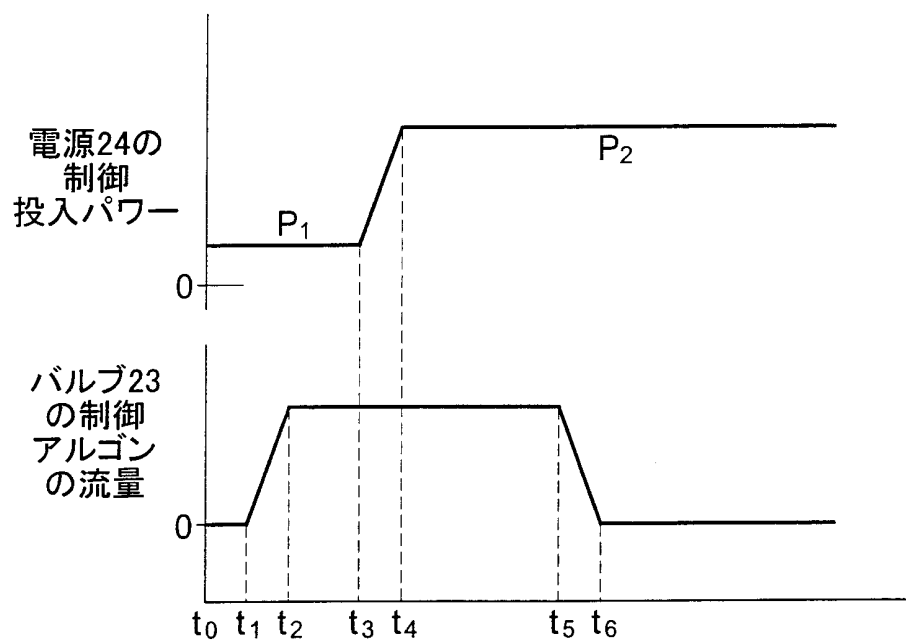


図 10A

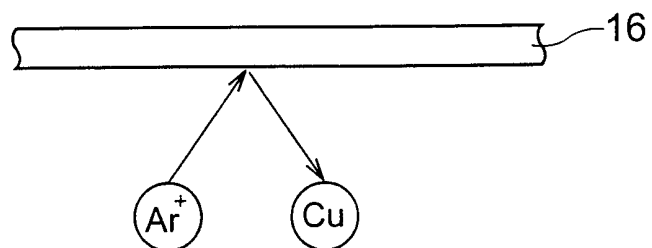


図 10B

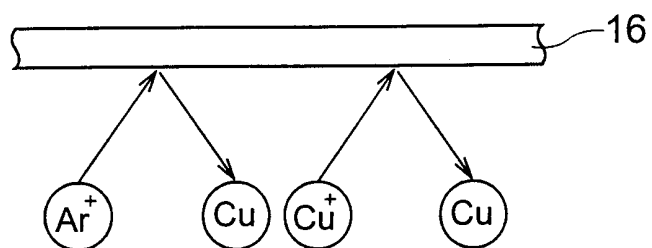
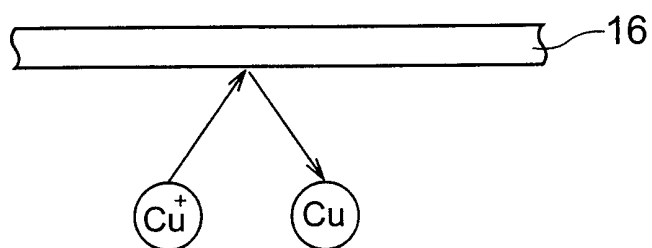
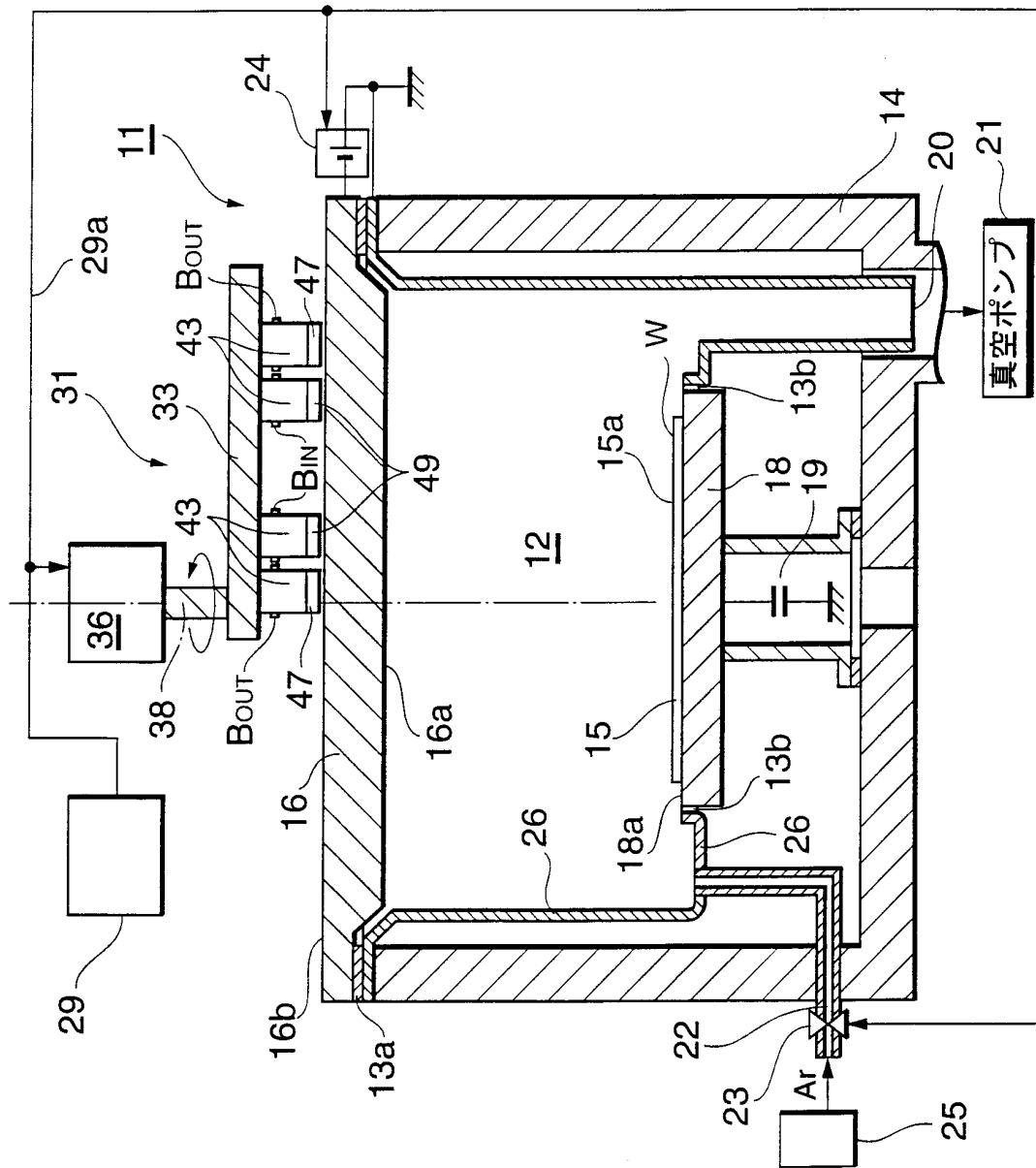


図 10C





11
✕

図12A

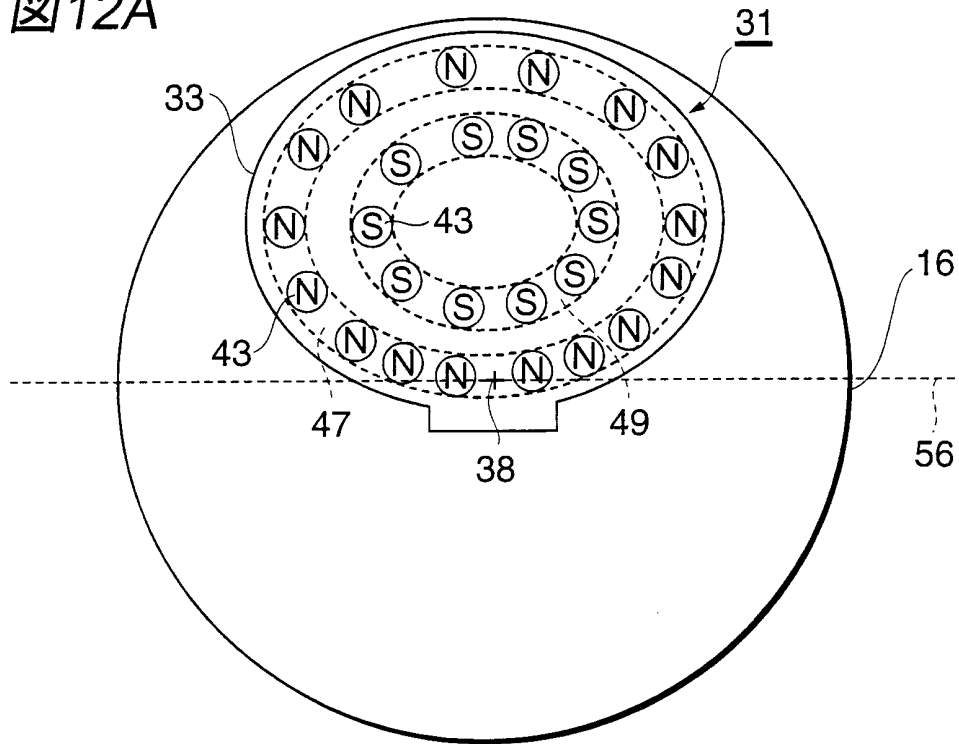
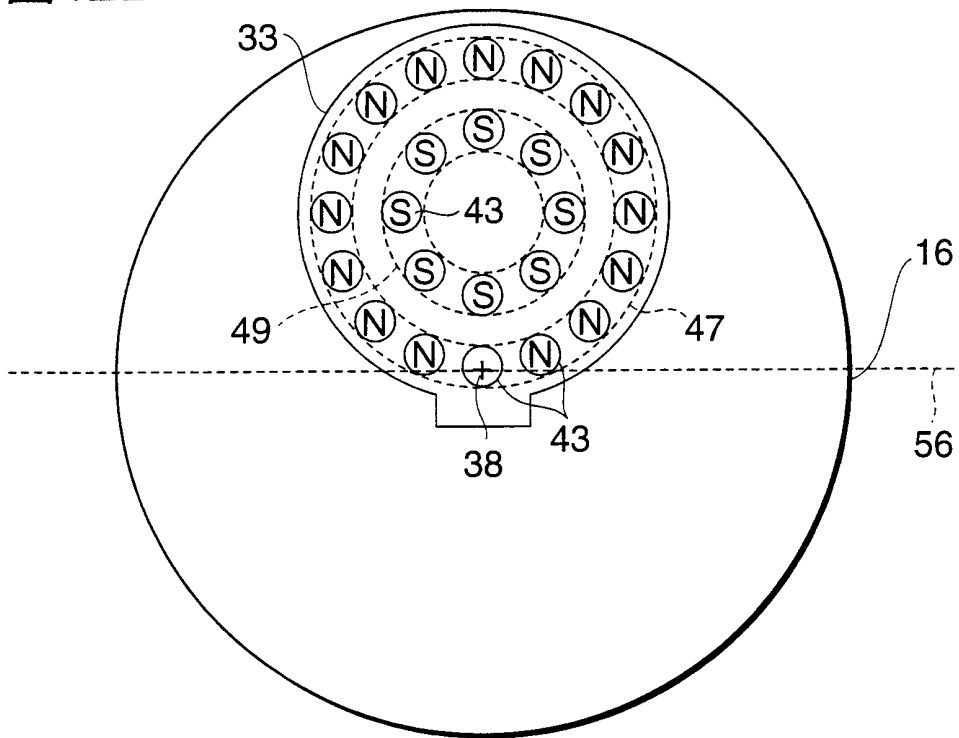


図12B



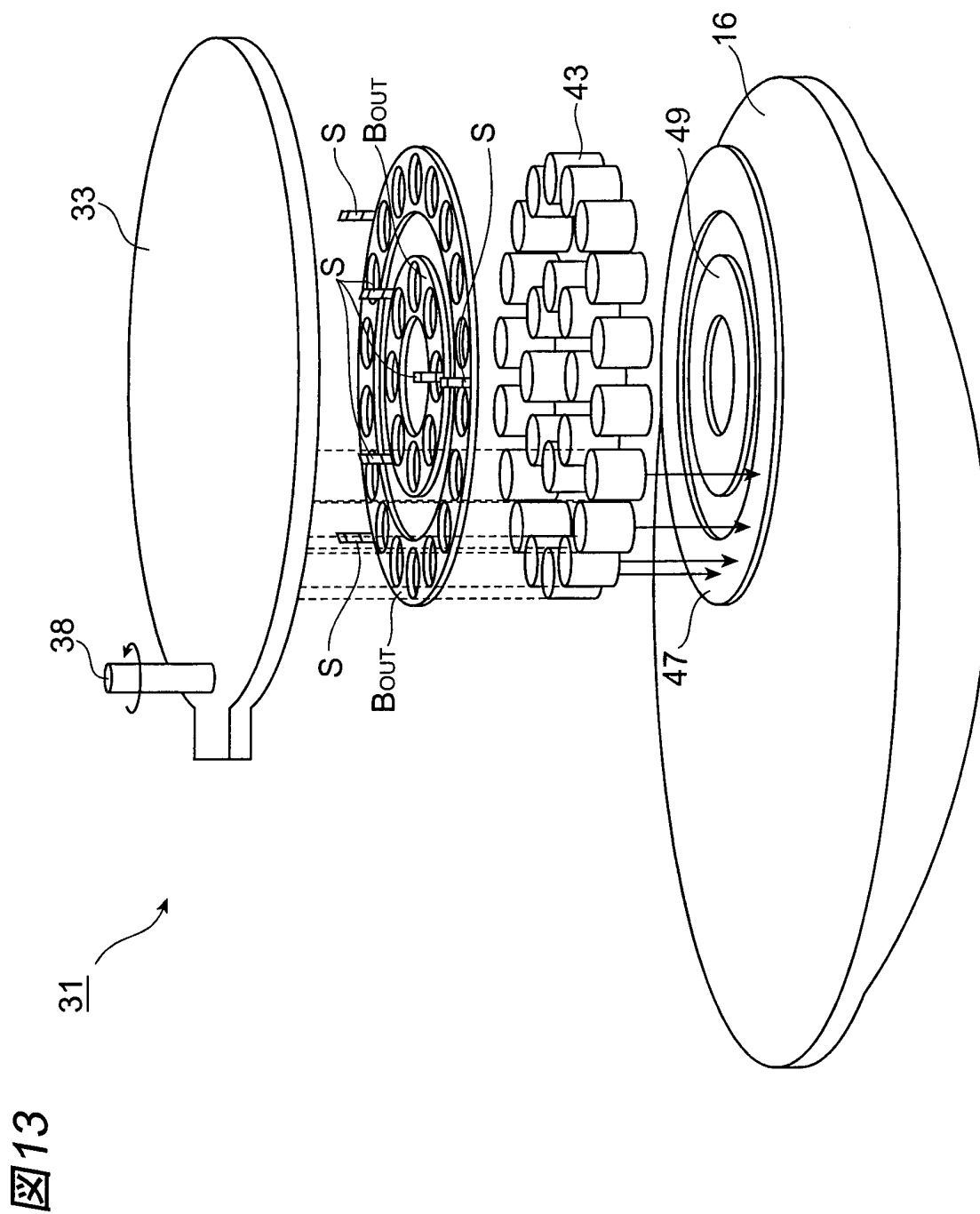
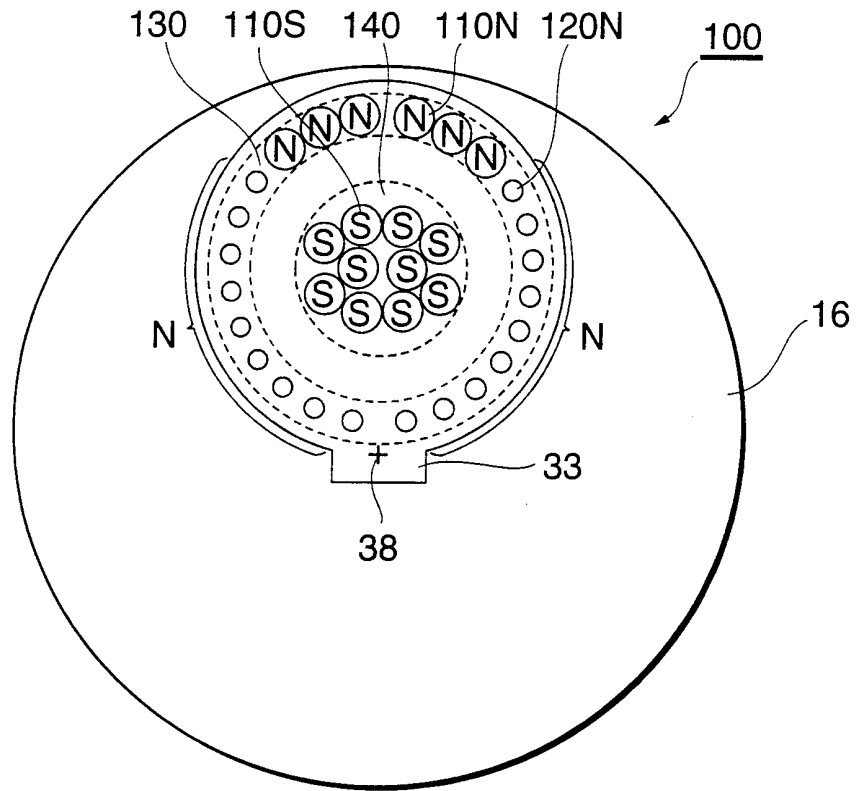


図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ C23C14/35		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ C23C14/00-14/58		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JOIS (selfsputtering) (in Japanese)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 7-305166, A (Institute of Physics Academy of Sciences of the Czech Republic) 21 November, 1995 (21.11.95) Claims; Par. Nos. 12, 22; implementation example 1; Fig. 2 (Family: none)	1, 3-5
X	JP, 8-74051, A (Fujitsu Limited) 19 March, 1996 (19.03.96) Par. Nos. 10-11; Figs. 1, 2 (Family: none)	1
A	JP, 11-315374, A (Ulvac Japan Ltd.) 16 November, 1999 (16.11.99) See the full text (Family: none)	1-18
A	US, 4746417, A (Leybolt-Heraeus GmbH) 24 May, 1988 (24.05.88), Claims; Fig. 1 & JP, 63-259078, A (Leybold-Heraeus GmbH) 26 October, 1988 (26.10.88) Claims; Fig. 1 & EP, 0248244, A1	1-18
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 October, 2000 (03.10.00)		Date of mailing of the international search report 10 October, 2000 (10.10.00)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04511

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5897752, A (Applied Materials, Inc.) 27 April, 1999 (27.04.99) Claims; Fig. 1 & JP, 11-100668, A (Applied Materials, Inc.) 13 April, 1999 (13.04.99) Claims; Fig. 1	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. ⁷ C 23 C 14 / 35

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. ⁷ C 23 C 14 / 00 - 14 / 58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2000年
日本国登録実用新案公報 1994-2000年
日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
JOIS (セルフスパッタリング+自己スパッタリング+selfsputtering)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 7-305166, A (インスティテュート オブ フィジク ス オブ ジ アカデミー オブ サイエンス オブ ザ チ ェッコ リパブリック) 21. 11月. 1995 (21. 11. 95) 特許請求の範囲、段落番号12、22、実施例1、図2 (ファミリーなし)	1, 3-5
X	J P 8-74051, A (富士通株式会社) 19. 3月. 1996 (19. 03. 96) 段落番号10-11、図1、図2 (ファミリーなし)	1

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
03. 10. 00

国際調査報告の発送日
17.10.00

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
瀬良 聡機



4 G 9046

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP11-315374, A (日本真空技術株式会社) 16. 11月. 1999 (16. 11. 99) 全文参照 (ファミリーなし)	1-18
A	US4746417, A (Leybolt-Heraeus GmbH) 24. 5月. 1988 (24. 05. 88) claims, Fig. 1 & JP63-259078, A (ライボルトーヘレーウス・ゲゼル シャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング) 26. 10月. 1988 (26. 10. 88) 特許請求の範囲, Fig. 1 & EP0248244, A1	1-18
A	US5897752, A (Applied Materials, Inc.) 27. 4月. 1999 (27. 04. 99) claims, Fig. 1 & JP11-100668, A (アプライド マテリアルズ イン コーポレイテッド) 13. 4月. 1999 (13. 04. 99) 特許請求の範囲, Fig. 1	1-18