(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3877082号
(P3877082)
(45)発行日　平成19年2月7日(2007.2.7)　(24)登録日　平成18年11月10日(2006.11.10)

(51)Int.Cl.　F I
H01L 21/3065 (2006.01)　H01L 21/302 101E
H05H 1/46 (2006.01)　H05H 1/46 A

請求項の数 26　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平8-199863
(22)出願日　平成8年7月10日(1996.7.10)
(65)公開番号　特開平9-115865
(43)公開日　平成9年5月2日(1997.5.2)
審査請求日　平成14年11月1日(2002.11.1)
(31)優先権主張番号　特願平7-225797
(32)優先日　平成7年8月10日(1995.8.10)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番６号
(74)代理人　100095957
弁理士　亀谷　美明
(74)代理人　100096389
弁理士　金本　哲男
(72)発明者　今橋　一成
東京都港区赤坂５丁目３番６号　東京エレクトロン株式会社内

審査官　長谷部　智寿

最終頁に続く

(54)【発明の名称】研磨装置及び研磨方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ウエハの被処理面を研磨する研磨方法であって、

前記ウエハの被処理面を研磨することが可能な１０００ｒｐｍ～７０００ｒｐｍの範囲のいずれかの速度で回転させながら、プラズマ発生室の開放端に設けた照射口から照射された所定の処理ガスのプラズマ流を前記ウエハの外径よりも内側であってウエハの被処理面の中央近傍に向かって照射することにより、前記ウエハの被処理面の回転によって生じる遠心力により、前記プラズマ流を前記ウエハの外周方向に導き、層流状態で前記被処理面上を拡散させながら前記被処理面を研磨すること特徴とする、研磨方法。

【請求項２】

前記開放端は、前記ウエハの被処理面より小さいことを特徴とする、請求項１に記載の研磨方法。

【請求項３】

前記ウエハを回転自在に保持する回転載置台は、前記ウエハを載置した状態で、回転しながら前記ウエハの被処理面に平行となる方向に揺動することを特徴とする、請求項１又は請求項２のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項４】

前記回転載置台の揺動速度は、前記プラズマ流の照射口を設けた前記プラズマ発生室の開放端が前記ウエハの外径に近くなるほど遅くしていくことを特徴とする、請求項３に記載の研磨方法。

【請求項５】
前記ウエハの前記被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記ウエハの回転数が１０００ｒｐｍ以上の任意の回転数になった時に行われることを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の研磨方法。
【請求項６】
前記ウエハの回転数は、１０００ｒｐｍ～７０００ｒｐｍの範囲内で設定されることを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の研磨方法。
【請求項７】
前記ウエハの回転数は、４０００ｒｐｍ～６０００ｒｐｍの範囲内で設定されることを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の研磨方法。
【請求項８】
前記プラズマ流を照射する照射口を設けた前記プラズマ発生室の開放端の面積は、前記ウエハの面積の１／１００以下であることを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の研磨方法。
【請求項９】
前記ウエハの被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理面と前記プラズマ流を照射するプラズマ発生室の照射口との距離が５０ｍｍ以下で行われることを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の研磨方法。
【請求項１０】
前記ウエハの被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理面と前記プラズマ流を照射するプラズマ発生室の照射口との距離が５ｍｍ～３０ｍｍの範囲内で行われることを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の研磨方法。
【請求項１１】
前記ウエハの周囲に整流機構を設け、この整流機構により、前記ウエハの被処理面の外周域を擬似的に拡張することを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の研磨方法。
【請求項１２】
前記ウエハの研磨中に、前記ウエハの被処理面に平行となる方向へ向けてプラズマ流が排気されるように、前記ウエハの周囲から吸気することを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の研磨方法。
【請求項１３】
ウエハの表面を研磨する研磨装置であって、
前記ウエハを回転自在に保持する回転載置台と、
所定の処理ガスをプラズマ化することにより生成されたプラズマ流を、回転する前記ウエハの外径よりも内側であって前記ウエハの被処理面の中央近傍に向かって照射するプラズマ発生室と、
を備え、
前記回転載置台は、前記ウエハの被処理面の回転によって生じる遠心力により、前記プラズマ流を前記ウエハの外周方向に導き、層流状態で前記被処理面上を拡散させながら前記被処理面を研磨することが可能な１０００ｒｐｍ～７０００ｒｐｍの範囲のいずれかの速度で回転されることを特徴とする、研磨装置。
【請求項１４】
前記プラズマ流は、前記プラズマ発生室の開放端に設けた照射口から照射し、
前記開放端は、前記ウエハの被処理面より小さいことを特徴とする、請求項１３に記載の研磨装置。
【請求項１５】
前記回転載置台は、前記ウエハを載置した状態で、回転しながら前記ウエハの被処理面に平行となる方向に揺動することを特徴とする揺動機構を備えたことを特徴とする、請求項１３又は請求項１４のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項１６】
前記揺動機構による前記回転載置台の揺動速度は、前記プラズマ発生室の開放端が前記

ウエハの外径に近くなるほど遅くしていくことを特徴とする、請求項１３～１５のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項１７】
前記ウエハの前記被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記回転載置台の回転数が１０００ｒｐｍ以上の任意の回転数になった時に行われることを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項１８】
前記回転載置台による前記ウエハの回転数は、１０００ｒｐｍ～７０００ｒｐｍの範囲内で設定されることを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項１９】
前記回転載置台による前記ウエハの回転数は、４０００ｒｐｍ～６０００ｒｐｍの範囲内で設定されることを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項２０】
前記プラズマ流の照射口を設けた前記プラズマ発生室の開放端の面積は、前記ウエハの面積の１／１００以下であることを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項２１】
前記ウエハの被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理面と前記プラズマ照射手段のプラズマ流の照射口との距離が５０ｍｍ以下で行われることを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項２２】
前記ウエハの被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理面と前記プラズマ流を照射するプラズマ発生室の照射口との距離が５ｍｍ～３０ｍｍの範囲内で行われることを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項２３】
前記ウエハの周囲に整流機構を設け、この整流機構により、前記ウエハの被処理面の外周域を擬似的に拡張することを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項２４】
前記ウエハの周囲に配設された側壁に吸気口を設け、前記ウエハの研磨中に、前記側壁内の空気を前記吸気口から前記ウエハの処理面に平行となる方向から吸気することを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項２５】
前記回転載置台の回転中心は、移動可能であることを特徴とする、請求項１３～１６のいずれかに記載の研磨装置。
【請求項２６】
前記回転載置台は、前記回転載置台を揺動する揺動機構により、その回転中心を移動可能としたことを特徴とする、請求項２５に記載の研磨装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、研磨装置及び研磨方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、半導体製造プロセスにおいては、プロセスの高度化、複雑化に伴う被処理体、例えば、半導体ウェハ（以下、単にウェハと称する。）の凹凸面を平滑化するために、化学研磨剤やパッドなどを使用してウェハ表面を機械的に研磨する、いわゆるＣＭＰ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｍｅｃａｎｉｃａｌ　Ｐｏｌｉｓｈｉｎｇ）法が広く用いられている。
【０００３】
図１１及び図１２には、従来のＣＭＰ装置の一例が示されている。このＣＭＰ装置は、表

面に研磨用パッド２が設置された回転テーブル４に対して、ウェハ保持機構６に保持されたウェハ８を所定の圧力で圧接し、ノズル１０より、例えばシリカを主成分とするスラリー状の化学研磨液を研磨用パッド２の表面に供給しながら、回転テーブル４を回転させるとともにウェハ保持機構６をモータ１２（図１２）により回転させ、化学研磨液／研磨用パッドとウェハ表面（被研磨面）との機械的摩擦力によりウェハ表面を研磨するものである。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のＣＭＰ装置は、化学研磨液を使用してウェットな雰囲気で処理を行う研磨装置なので、研磨液の飛散防止機構や廃液の回収機構が必要となる上、研磨処理後にウェハを洗浄する後処理が必要であるという問題を有している。

【０００５】

また、従来のＣＭＰ装置では、研磨処理時にウェハの被研磨面に対して研磨用パッドが圧接されるので、ウェハ表面における研磨の進行状態を直接観察することができない。従って、処理の終点検出を行うことが困難であり、加えて圧接圧力、回転テーブルやウェハ保持機構の回転数、研磨液の供給量、研磨時間などの制御パラメータも多く、最適な研磨を行うには多大な経験とノウハウを必要としている。

【０００６】

本発明は、ウェハの研磨装置にかかる如上の問題点に鑑み成されたものであり、本発明の目的は、研磨液を使用しないドライな雰囲気で、しかも実質的に大気圧雰囲気での処理が可能な新規なドライ式の研磨装置及び研磨方法を提供することであり、それにより、従来のウェット式の研磨装置が抱える問題点をドラスティックに解決しようとするものである。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、被処理体の被処理面を研磨する研磨方法であって、被処理体を回転させながら、その被処理面に所定の処理ガスのプラズマ流を照射することにより研磨すること特徴とする研磨方法が提供される。

【０００８】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、被処理体の表面を研磨する研磨装置であって、被処理体を回転自在に保持する回転載置台と、所定の処理ガスをプラズマ化するとともに回転する被処理体の被処理面にプラズマ流を照射するプラズマ発生手段とを備えたことを特徴とする研磨装置が提供される。

【０００９】

また、上記研磨方法又は研磨装置におけるプラズマ流は、実質的に大気圧雰囲気であることが好ましく、また被処理体の外径よりも内側に照射されることが好ましい。

【００１０】

また、上記研磨方法又は研磨装置においては、被処理体を研磨することが可能な速度で高速回転させて、その回転によって生じる遠心力により、プラズマ流を被処理体の外周方向に導き、略層流状態で被処理面上を拡散させながら被処理面を研磨するようにしてもよい。

【００１１】

また、上記研磨方法又は研磨装置におけるプラズマ流は、プラズマ発生手段の開放端に設けた照射口から照射し、開放端は、実質的に被処理体の被処理面より小さくなるように構成してもよい。

【００１２】

また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体を回転自在に保持する回転載置台は、被処理体を載置した状態で、回転しながら被処理体の被処理面に実質的に平行となる方向に揺動するように構成してもよい。また、上記プラズマ流は、回転載置台の揺動により、被処理体の被処理面に対して均一に照射されるようにすることが好ましく、また上記回

転載置台の揺動速度は、プラズマ流の照射口を設けたプラズマ発生手段の開放端が被処理体の周縁部に近くなるほど遅くしていくことが好ましい。

【００１３】

また、上記研磨方法又は研磨装置におけるプラズマ流は、被処理体の被処理面に実質的に平行な層流となるようにすることが好ましく、またプラズマ流は、被処理体の被処理面における凸部に衝突するように発生させることが好ましい。さらにプラズマは、高周波誘導結合によって発生させてもよい。

【００１４】

また、上記研磨方法又は研磨装置における被処理体の被処理面へのプラズマ流の照射は、被処理体の回転数が１０００ｒｐｍ以上の状態になると行われるようにしてもよい。また、被処理体の回転数は、１０００ｒｐｍ～７０００ｒｐｍの範囲内で設定されることが好ましく、また少なくとも４０００ｒｐｍ以上の範囲内で設定されることが好ましく、また４０００ｒｐｍ～６０００ｒｐｍの範囲内で設定されることがより好ましい。

【００１５】

また、上記研磨方法又は研磨装置において、プラズマ流を照射する照射口を設けたプラズマ発生手段の開放端の面積は、被処理体の面積の１／１００以下であることが好ましい。

【００１６】

また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体の被処理面へのプラズマ流の照射は、被処理面とプラズマ流を照射するプラズマ発生手段の照射口との距離が５０ｍｍ以下で行われることが好ましく、５ｍｍ～３０ｍｍの範囲内で行われることがより好ましい。

【００１７】

また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体の被処理面の研磨が終了する時点を検出し、終了時点が検出されると、被処理面の研磨を終了するようにしてもよい。また、研磨終了時点は、被処理体の被処理面を観察することにより検出するようにしてもよい。

【００１８】

また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体の周囲に整流機構を設け、この整流機構により、被処理体の被処理面の外周域を擬似的に拡張するようにしてもよい。

【００１９】

また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体の研磨中に、被処理体の被処理面に実質的に平行となる方向へ向けてプラズマ流が排気されるように、被処理体の周囲から吸気するようにしてもよい。

【００２０】

また、上記研磨方法又は研磨装置において、少なくとも回転載置台による被処理体の回転を含む回転載置台についての駆動系の制御は、中央演算処理装置から伝達される信号により行うようにしてもよい。

また、上記研磨方法又は研磨装置において、少なくとも処理ガスの供給系の制御は、中央演算処理装置から伝達される信号により行うようにしてもよい。

【００２１】

また、上記研磨装置における回転載置台の回転中心は、移動可能とすることが好ましい。この回転載置台の回転中心は、回転載置台を揺動する揺動機構により移動可能としてもよい。

【００２２】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照しながら本発明をプラズマ研磨装置に適用した実施の一形態について詳細に説明する。

【００２３】

本実施の形態にかかるプラズマ研磨装置１００は、図１及び図２に示すように、回転軸１０２上に軸止された回転載置台１０４を備えている。この回転載置台１０４は、モータのような回転駆動機構１０６から回転軸１０２を介して回転を伝達することにより、高速で回転することができる。研磨処理時において、後述するように、プラズマ発生室１２２内

で発生したプラズマ流が開放端１２２ａから回転載置台１０４上に載置されたウェハＷの被研磨面に照射され、回転により生じた遠心力に吸引されて、ウェハＷの被研磨面に略平行な層流となって、外周方向に流れていき、そのプロセスでウェハＷの表面を研磨し、平滑化していく構成であるため、ウェハＷに対する単位面積当たりの研磨効率を考慮し、ウェハＷの回転速度、すなわち回転載置台の回転速度は１０００～７０００ｒｐｍの範囲内で設定されることが望ましく、さらに４０００～６０００ｒｐｍの範囲内で設定されることが望ましい。

【００２４】

また、回転駆動機構１０６は、レール１０８ａ（図２）及び不図示の駆動機構から成る揺動機構１０８上に載置されており、研磨処理時に左右に揺動させることにより、回転載置台１０４の回転中心を移動させることができる。これにより、ウェハＷの被研磨面に対してプラズマ流を均一に照射することが可能となり、その揺動速度は、後述の開放端１２２ａがウェハＷの半径方向に２～４秒間の範囲で１往復するように設定することが望ましい。なお、ウェハＷの周縁部ほど、開口端１２２ａの面積に対する被研磨面の揺動されるべき面積比が大きくなるため、回転駆動機構１０６の揺動速度は一定とせず、ウェハＷの略中心から周縁部に移動させる際には、その揺動速度を遅くしていくことが望ましい。そして、あらかじめウェハＷの被研磨面の凹凸がわかっている場合には、その凸部分の多い場所で回転駆動機構１０６の揺動速度を遅くすることができる。

【００２５】

回転載置台１０４の載置面にはウェハＷを保持する保持機構、例えば真空チャック１１０が設けられており、ウェハＷを回転載置台１０４上に固定して、例えば５０００ｒｐｍの高速で回転させることができる。なお回転軸１０２及び回転載置台１０４は不図示の昇降機構、例えばエアシリンダなどにより昇降自在に構成されている。従って、ウェハ搬送／搬出時には、その下方位置にまで下降して、不図示の搬送装置との間でウェハＷの受け渡しを行うことができる。また、研磨処理時には、天板１１２との間隔が最適となる位置にまで、ウェハＷを上昇させることができる。

【００２６】

回転駆動機構１０６、揺動機構１０８及び不図示の昇降機構は、中央演算処理装置ＣＰＵ１０９等に接続されており、その中央演算処理装置ＣＰＵ１０９にインプットされている任意のプログラムによって、それらの回転速度、移動速度などを正確に制御することが可能なように構成されている。

【００２７】

回転載置台１０４の載置面（または、ウェハＷの被研磨面）の上方には、その載置面（または、被研磨面）と略平行な面を成すように天板１１２が設置されている。この天板１１２の略中央、すなわち、静止位置にある（すなわち、揺動機構１０８がニュートラル位置にある）回転載置台１０４の回転中心のほぼ延長線上には、プラズマ発生装置１２０が設置されている。また、天板１１２には光学センサ１１３が設けられており、ウェハＷの被研磨面を実時間で観察し、所定の平滑度が得られた時点で、光学センサ１１３から終点信号が中央演算処理装置ＣＰＵ１０９に送られ、研磨処理が終了するように構成されている。なお回転載置台１０４（または、ウェハＷ）とプラズマ発生装置１２０との位置関係については、後述するように、プラズマ発生装置１２０からウェハＷの被研磨面に照射されるプラズマ流が、ウェハＷの回転面（被研磨面）に生じる遠心力に吸引されて、層流となって外周方向に均一に流れるように配置すればよく、本実施の形態のように、プラズマ発生装置１２０の鉛直方向中心線と回転載置台１０４の回転中心線とが一致している必要はない。さらに、回転載置台１０４上に載置されるウェハＷとプラズマ発生装置１２０の開放端１２２ａとの距離は、例えば８インチのウェハＷを用いて研磨処理を行う場合、上記最適なウェハＷの回転数及び後述の開放端１２２ａの直径の範囲を考慮すると、５０ｍｍ以下が好ましく、さらに５～３０ｍｍの範囲内にあることが好ましい。

【００２８】

さて、本実施の形態において使用されるプラズマ発生装置１２０は、プラズマトーチとも

称されるもので、石英やシリコンカーバイドなどの誘電性材料から成るプラズマ発生室１２２と、そのプラズマ発生室１２２の外側に数ターンにわたり巻回された高周波アンテナ１２４とから主に構成されている。プラズマ発生室１２２は、一方端（ウェハW側）が開放し他方端が閉止した中空シリンダ形状をしている。その開放端１２２ａは天板１１２を貫通して、ウェハWの被研磨面に面している。そして、研磨処理時において、後述するように、プラズマ発生室１２２内で発生したプラズマ流が開放端１２２ａから回転載置台１０４上に載置されたウェハWの被研磨面に照射され、回転により生じた遠心力に吸引されて、ウェハWの被研磨面に略平行な層流となって、外周方向に流れていき、そのプロセスでウェハWの表面を研磨し、平滑化していく構成であるため、開放端１２２ａの直径は、ウェハWの外径の十分の一以下とし、開放端１２２ａの面積としては、ウェハWの面積の百分の一以下とすることで、プラズマ流をウェハWの被研磨面全域に拡散させることが可能となる。すなわち、プラズマの発生効率や使用効率、さらに研磨効率などを考慮すると、プラズマ発生室１２２の内径及び開放端１２２ａの直径は、例えば８インチのウェハWを用いて研磨処理を行う場合、５～３０ｍｍの範囲内にあることが好ましく、さらに１０～２０ｍｍの範囲内にあることが好ましい。なお、プラズマ発生室１２２と天板１１２とは封止部材１１４により気密に接続されている。またプラズマ発生室１２２の閉止端１２２ｂには第１及び第２の処理ガス供給系統１２６、１２８が、適当なガスケットを介して気密に接続されている。

【００２９】

プラズマ発生室１２２の閉止端１２２ｂの頂部に接続される第１の処理ガス供給系１２６は、ガス源１２６ａからマスフローコントローラ（ＭＦＣ）とも称される流量制御器１２６ｂを介して、不活性ガス、例えばアルゴンなどのプラズマ励起用ガスを導入するものである。また、プラズマ発生室１２２の閉止端１２２ｂの周辺部に接続される第２の処理ガス供給系１２８は、ガス源１２８ａから流量制御器（ＭＦＣ）１２８ｂを介して、エッチャントガスを導入するものである。エッチャントガスの流量は、全ガスの流量の１～２％の範囲でプラズマ発生室１２２内に導入されるとよい。さらに、エッチャントガスは、研磨面の材質に応じて選択することができる。例えば、シリコン酸化膜の平滑化を行う場合には、フッ素系ガスをエッチャントガスとして使用することができる。また、タングステンやアルミニウムなどの金属膜の平滑化を行う場合には、塩素系ガスをエッチャントガスとして使用することができる。なお、図示の例では、不活性ガスとエッチャントガスを別経路にてプラズマ発生室１２２に導入しているが、これらのガスを導入経路内にて混合した後、混合ガスをプラズマ発生室１２２に導入することもできる。また、エッチャントガスが不要な場合には、不活性ガスのみをプラズマ化し、例えばアルゴンプラズマのみによって研磨処理を行うこともできる。なお、流量調節器１２６ｂ及び１２８ｂは、中央演算処理装置ＣＰＵ１０９等に接続されており、その中央演算処理装置ＣＰＵ１０９にインプットされている任意のプログラムによって、処理ガスの流量を所望の状態に正確に制御することが可能なように構成されている。

【００３０】

さて、上記の如きプラズマ発生室１２２の外周には、高周波アンテナ１２４が数ターンにわたり巻回されている。この高周波アンテナには、適当なマッチング回路（不図示）を介して、高周波電源１３０が接続されており、例えば、１３．５６ＭＨｚの高周波を高周波アンテナ１２４に印加することができる。高周波アンテナ１２４は、図１の例では、約３ターンのコイル状の銅線を使用しているが、本発明はかかる実施の形態に限定されない。プラズマ発生装置１２０によりプラズマを生成するには、印加された高周波によりプラズマ発生室１２２内に交番磁場を形成できればよく、高周波アンテナ１２４のターン数および形状については、設計の範囲内で任意に設定できる。特に高周波アンテナ１２４の形状については、板状のものを使用することもできる。また、高周波アンテナ１２４は高周波の印加により過熱するので、例えば、図３に示すように、高周波アンテナ１２４として中空コイルを使用し、その中空部１２４ａに冷却水を通水する構成を採用することもできる。

【００３１】
次に、図３を参照しながら、上記プラズマ発生装置１２０によるプラズマ生成の機構について簡単に説明する。このプラズマ発生装置１２０は、高周波誘導結合を利用してプラズマを生成するものであり、プラズマ発生室１２２内に不活性ガスやエッチャントガスなどの処理ガス１３２を流しながら、高周波アンテナ（誘導コイル）１２４を通して例えば、１３．５６ＭＨｚの高周波をかけると、図中点線１３４で示すような交番磁場を生じ、その磁束のまわりに電場が発生して電子が加速される。このとき加速された電子が処理ガス１３２の原子と衝突してイオン化し、プラズマ放電が生じる。このようにして生成したプラズマ流１３８は、プラズマ発生室１２２の開放端１２２ａより、図１及び図２に示すように、回転載置台１０４上に載置されたウェハＷの被研磨面に照射され、回転により生じた遠心力に吸引されて、ウェハＷの被研磨面に略平行な層流となって、外周方向に流れていき、そのプロセスでウェハＷの表面を研磨し、平滑化していく。
【００３２】
なお、プラズマ流１３８が照射されるプラズマ発生室１２２の開放端１２２ａとウェハＷの回転面との位置関係は、プラズマ流１３８がウェハＷの外径よりも内側に照射されるように調整される。例えば、ウェハＷの外径の十分の一程度の領域に向かってプラズマ流１３８を照射することができれば、ウェハＷの回転により生じた遠心力によりプラズマ流はその回転面に沿って十分に拡散し、ウェハＷの被研磨面全体にわたり均一な研磨処理を行うことができる。また、図３に示すような高周波誘導結合型のプラズマ発生装置１２０により生成されたプラズマの密度むらを補償するために、揺動機構１０８により回転載置台１０２の回転中心を左右に揺動させ、ウェハＷの表面を流れるプラズマ流を平均化し、研磨処理の均一化を図ることも可能である。
【００３３】
また、図１～図４の例では、プラズマ発生装置１２０のプラズマ流１３８の照射口は開放端１２２ａとして構成されているが、図７及び図８に示すように、プラズマ発生室１２２の開放端１２２ａにパンチングメタル１６０ａやメッシュ１７０ａを取り付けて、プラズマ発生室１２２の開放端１２２ａから照射されるプラズマ流１３８のプラズマ密度の均一化を図ることもできる。但し、ここで使われるパンチングメタルやメッシュなどは充分な被膜処理が施されたものでなければならない。
【００３４】
以上のように、本実施の形態にかかる高周波誘導結合を利用したプラズマ発生装置１２０によれば、実質的に大気圧雰囲気の常圧プラズマを生成することが可能である。かかる常圧プラズマは、低圧雰囲気で生成される低圧プラズマよりもイオンや電子の平均自由行程が短いので、被研磨面の凹部に入りにくく、被研磨面の凸部に衝突しやすいという特性を有している。本実施の形態によれば、このような特性を有する常圧プラズマが、ウェハＷの被研磨面に略平行な層流となって流れるので、効率的にしかも高い精度でウェハＷ表面の平滑化処理を行える。しかも、本実施の形態では、大気圧雰囲気でしかもドライな環境で研磨処理を行うことができるので、ウェット式の従来の研磨処理に比較して、ある程度開放的な空間で処理を行うことができ、装置の簡素化を図ることができる。さらに、本実施の形態では、被研磨面が研磨パッドなどで覆われず開放しているので、例えば光学センサによりウェハＷの表面からの反射光を実時間で観察することが可能であり、最適な終点検出を行うことができ、研磨処理の精度をより高めることができる。
【００３５】
以上説明したように、本実施の形態によるプラズマ研磨装置１００は、従来のウェット式ＣＭＰ装置に比較して、ある程度開放的な空間で処理を行うことができるが、実際運用にあたっては、図４に示すような、処理チャンバ１５０内に収容されて、１つのユニットとして構成することができる。処理チャンバ１５０は、図示のように、例えば略６方体形状をしており、その上部天板１５０ａの略中央にプラズマ発生装置１２０が取り付けられている。また処理チャンバ１５０の一方の側壁には、開閉自在の開口部１５０ｂが形成されており、不図示の搬送手段により、ウェハＷの搬入搬出を行うことができる。さらに処理

チャンバ１５０の他方の側壁には、排気口１５０ｃが設けられており、排気ファン１５０ｄなどにより、処理チャンバ１５０内の排気を行うことができる。本実施の形態では、既に説明したように常圧プラズマを使用して研磨処理を行うので、真空ポンプなどにより減圧排気を行う必要はなく、排気ファン１５０ｄ程度の排気手段を使用することが可能であり、装置構成を簡略化できる。さらに、上記処理チャンバ１５０を規格化されたユニットと構成することにより、複数の処理装置を組み合わせて構成されるマルチチャンバ方式の処理システムを構築したり、連続プロセスシーケンスの１ユニットとすることが可能である。なお、上記実施の形態において、処理チャンバ１５０の形状を略６方体として説明したが、本発明はかかる構成に限定されず、いかなる形状であっても適用することが可能であり、例えば略円形の形状であってもよい。

【００３６】

次に、上記のように構成された本実施の形態にかかるプラズマ研磨装置により図５（ａ）に示すようなシリコン酸化膜よりなる層間絶縁膜が形成されたウェハの表面を研磨する場合の動作について説明する。このウェハは、図５（ａ）に示すように、シリコン層２０２の上に配線部をなす金属層２０４、例えばアルミニウム層が形成され、その表面全体に絶縁膜２０８が形成されている。

【００３７】

まず、中央演算処理装置１０９の制御信号によって、回転載置台１０４を下方のウェハ受け入れ位置にまで下降させ、図５（ａ）に示すように、表面が凹凸面２０８である未処理のウェハＷを搬送装置により、回転載置台１０４上に載置する。そして、真空チャック１１０によりウェハＷを真空吸着するとともに、回転載置台１０４を研磨処理位置にまで上昇させる。さらに、回転載置台１０４、すなわちウェハＷを、例えば５０００ｒｐｍの高速で回転させる。次いで、プラズマ発生室１２２内に処理ガス、例えばアルゴンガスとＣＦ４ガスを導入しながら、高周波電源１３０より、例えば１３．５６ＭＨｚの高周波を高周波アンテナ１２４に印加し、プラズマ発生室１２２内にプラズマを生成する。プラズマ発生室１２２内のプラズマは、室内が若干陽圧であることと、ウェハＷの回転による吸引力により、開口部１２２ａよりプラズマ流１３８としてウェハＷの表面に向かって照射される。その後、プラズマ流は、ウェハＷの回転により外周方向に層流となって流れ、図５（ｂ）に示すように、ウェハＷの凹凸面２０８を平滑面２１０に研磨していく。

【００３８】

ウェハＷの被研磨面は、光学センサ１１３により実時間で観察されており、所定の平滑度が得られた時点で、光学センサは終点信号を装置の中央演算処理装置ＣＰＵ１０９に送り、研磨処理が終了する。研磨処理終了後、中央演算処理装置ＣＰＵ１０９の制御信号により、回転載置台１０４の回転が停止されるとともに、プラズマも停止される。その後、回転載置台１０４はウェハ搬出位置にまで下降し、不図示の搬送手段により研磨済みのウェハＷを搬出して一連の処理が終了する。

【００３９】

以上の実施の形態においては、シリコン酸化膜を平滑化する工程を説明したが、本発明は、シリコン酸化膜以外の、例えばシリコンナイトライド膜を研磨する場合にも適用することができる。さらに、本発明は、図６（ａ）に示すように、コンタクトホール２２０が形成された絶縁膜２２２、例えばシリコン酸化膜の表面全体に、例えばチタンナイトライド膜よりなる薄いバリヤ層２２４を介して金属膜２２６、例えばタングステン膜が形成されたウェハＷを、図６（ｂ）に示すように、絶縁膜２２２が露出するまで金属膜２２６及びバリヤ層２２４をエッチバックするような処理に対しても適用することができる。

【００４０】

以上の説明から明らかなように、本発明は、ウェハＷの回転によりプラズマ流を被研磨面に略平行な層流として流すことにより、ウェハＷの被研磨面全体にわたり均一に研磨しようとするものである。しかしながら、ウェハＷの外周域に発生する乱流が処理に悪影響を与える場合には、図９及び図１０に示すような構成を採用して、層流の均一な流れを保持することができる。例えば、図９に示す実施例では、ウェハＷの外径よりも大径の回転載

置台１０４’を用い、さらにウェハＷを囲むように、ウェハＷの回転面の外周域を擬似的に延長させるような整流機構２４０を設置して、ウェハＷの外周域における乱流を防止することができる。あるいは、図１０に示すように、隔壁に２５０により回転載置台１０４の周囲を囲み、隔壁２５０の側壁部に多数の吸気口２５０ａを設けることで、ウェハＷの外周域おいて層流を乱すことなく、吸気口２５０ａから吸気する構成とすることができる。

【００４１】

以上、本発明の好適な実施の形態について図面に即して説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載した技術的思想の範疇において、様々な変更及び修正に想到することが可能であり、それらについても、本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【００４２】

例えば、上記実施の形態では、半導体ウェハを研磨する場合を例に挙げて説明したが、本発明はかかる例に限定されず、ＬＣＤ基板などの被処理体の表面を研磨する場合にも適用することができる。また、上記実施の形態では、大気圧雰囲気で生成された常圧プラズマにより研磨処理を行う例を示したが、研磨装置を気密チャンバ内に収容し、気密チャンバ内を減圧雰囲気に保持して、減圧プラズマにより研磨処理を行うことも可能であることは言うまでもない。さらにまた、上記実施の形態では、プラズマ発生装置１２０として高周波誘導結合型のプラズマトーチを採用したが、本発明はかかる例に限定されず、各種プラズマ発生装置、例えばマイクロ波プラズマ発生装置、ＥＣＲプラズマ発生装置などにより生成したプラズマを研磨処理に利用することが可能である。

【００４３】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、プラズマ発生装置から被処理体の回転面に照射されたプラズマ流を、回転により回転面に略平行な層流として流すことが可能であり、そのプラズマ流により被研磨面を研磨することにより、ドライな雰囲気で研磨処理を行うことができる。このように、本発明によれば、従来の研磨装置のように、ウェットな雰囲気で処理を行う必要がないので、研磨液の飛散防止機構や廃液回収機構を省略し、装置構成を簡略化することができる。さらに、被処理体をウェットな雰囲気に曝すことなく研磨処理を行えるので、被処理体の後処理を省略することが可能となり、プロセスの工程数を減らすことができる。さらにまた、本発明によれば、被処理体の研磨面に対して研磨パッドなどを押圧する必要がないので、研磨面を光学センサなどでリアルタイムで観察することが可能となり、より正確な終点検出を行え、研磨精度の向上を図ることができる。また、マルチチャンバ方式の処理システムによる連続プロセス装置におけるプロセスの一環として、研磨工程を組み込むことが可能となる。

【００４４】

特に、大気圧雰囲気で生成した常圧プラズマを利用して研磨処理を行った場合には、プラズマ流をより効率的に研磨面の凸部に衝突させることが可能となり、より高速でかつ平滑度の高い処理を行うことができる。そして、常圧プラズマを利用することにより、処理チャンバの機密性を下げ、また排気機構も簡略化することもできるので装置のイニシャルコストを軽減することができる。さらに大気圧雰囲気で処理を行うことにより真空チャックの吸着力も高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の一形態にかかるプラズマ処理装置の概略的構成を示す略断面図である。

【図２】図１に示すプラズマ処理装置の概略を示す見取図である。

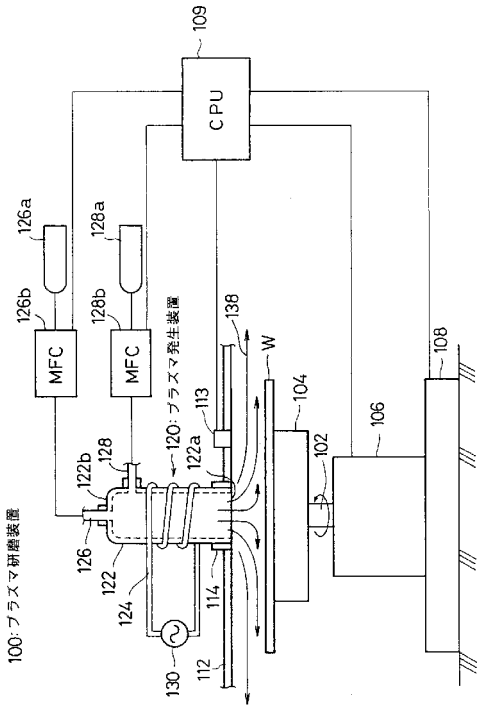
【図３】本発明に適用可能なプラズマ発生装置によるプラズマ発生メカニズムを示す説明図である。

【図４】本発明の実施の一形態にかかるプラズマ処理装置を収納可能な処理チャンバの一例を示す見取図である。

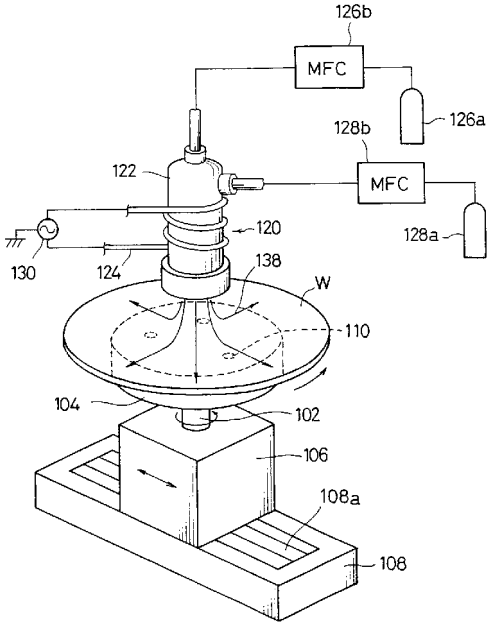
【図５】本発明を適用可能なウェハ表面の積層構造を示す説明図であり、図５（ａ）研磨処理前の様子、図５（ｂ）は研磨処理後の様子をそれぞれ示している。
【図６】本発明を適用可能な別のウェハ表面の積層構造を示す説明図であり、図６（ａ）研磨処理前の様子、図６（ｂ）は研磨処理後の様子をそれぞれ示している。
【図７】本発明を適用可能なプラズマ発生装置のプラズマ照射口の別の実施の形態を示す説明図である。
【図８】本発明を適用可能なプラズマ発生装置のプラズマ照射口のさらに別の実施の形態を示す説明図である。
【図９】本発明を適用可能なプラズマ研磨装置の別の実施の形態を示す説明図である。
【図１０】本発明を適用可能なプラズマ研磨装置のさらに別の実施の形態を示す説明図である。
【図１１】従来のＣＭＰ方式の研磨装置の一例を示す見取図である。
【図１２】従来のＣＭＰ方式の研磨装置の一例を示す側面図である。
【符号の説明】

Ｗ	ウェハ
１００	プラズマ研磨装置
１０２	回転軸
１０４	回転載置台
１０６	回転駆動機構
１０８	揺動機構
１０９	中央演算処理装置
１１２	天板
１１３	光学センサ
１２０	プラズマ発生装置
１２２	プラズマ発生室
１２２ａ	プラズマ照射口
１２４	高周波アンテナ
１２６	第１の処理ガス供給経路
１２８	第２の処理ガス供給経路
１３０	高周波電源

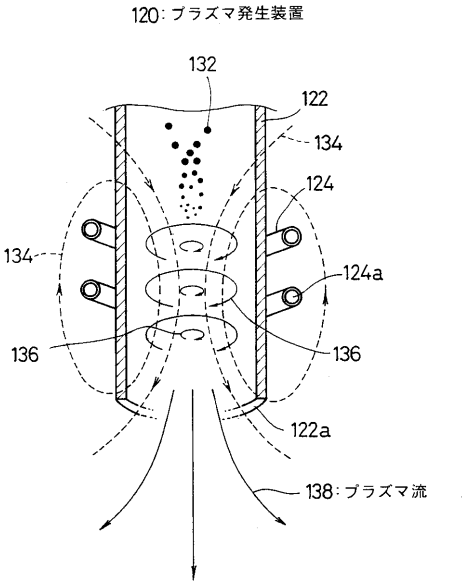
【図１】


109
CPU
126a
128a
126b
128b
MFC
MFC
100:プラズマ研磨装置
120:プラズマ発生装置
138
W
104
106
108
113
122a
102
128
122b
126
122
124
114
130
112

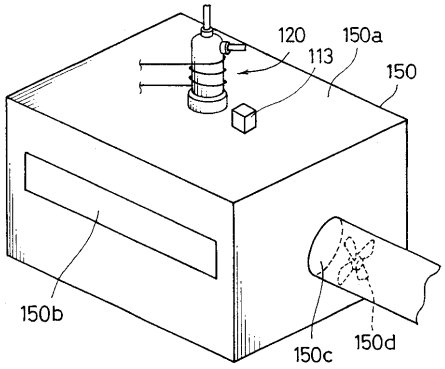
【図２】


126b
MFC
126a
128b
MFC
128a
122
120
130
124
138
W
110
104
102
106
108a
108

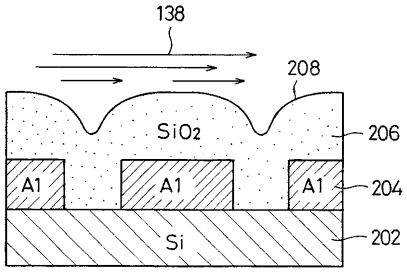
【図３】


120:プラズマ発生装置
132
122
134
124
134
124a
136
136
122a
138:プラズマ流

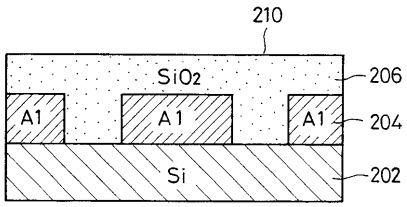
【図４】


120
150a
113
150
150b
150c
150d

【図５】

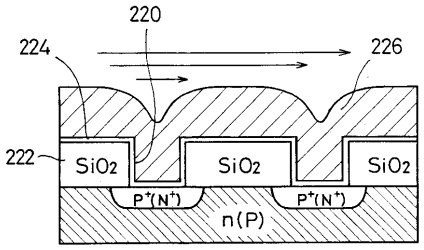


(a)

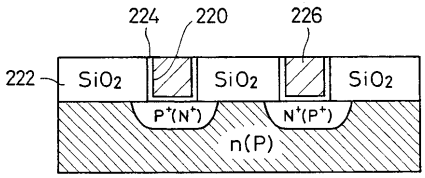


(b)

【図６】

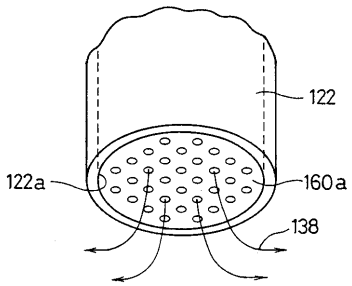


(a)

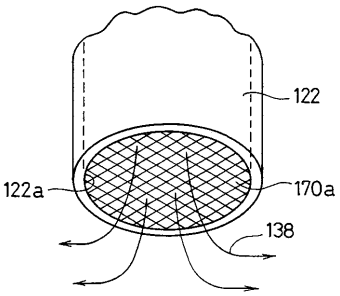


(b)

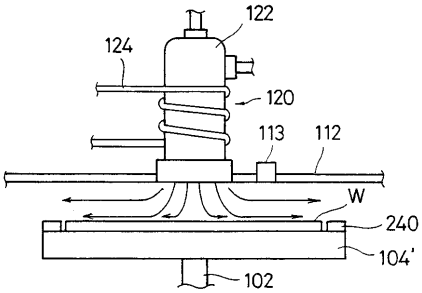
【図７】



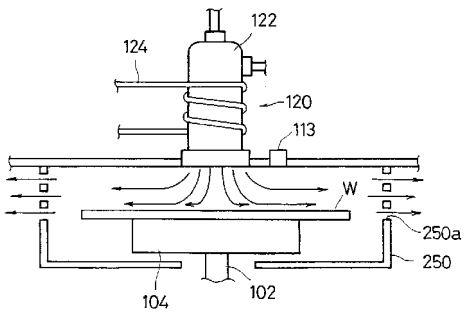
【図８】



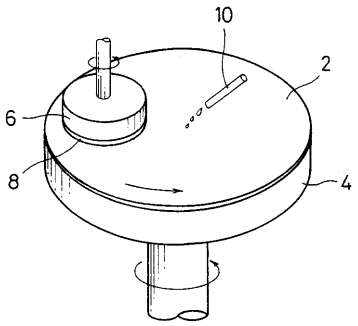
【図９】



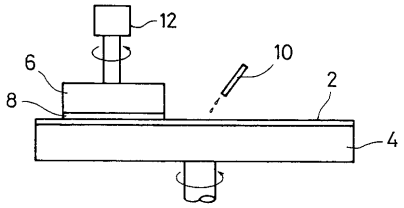
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０１－０９６０４０（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０２７４８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０８５０５９（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１６６３７５（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－００５５７１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/3065
H05H 1/46
H01L 21/205
C23F 4/00
H01L 21/304
B24B 1/00