(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3585591号
(P3585591)
(45)発行日　平成16年11月4日(2004.11.4)　(24)登録日　平成16年8月13日(2004.8.13)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H01L 21/3065	H01L	21/302	C
C23F 4/00	C23F	4/00	A
H05H 1/46	H05H	1/46	M
	H01L	21/302	H

請求項の数 8　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願平7-212536
(22)出願日　平成7年7月29日(1995.7.29)
(65)公開番号　特開平9-45671
(43)公開日　平成9年2月14日(1997.2.14)
審査請求日　平成14年7月25日(2002.7.25)

(73)特許権者　000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷３９８番地
(74)代理人　100116159
弁理士　玉城　信一
(72)発明者　山崎　舜平
神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官　関　和郎

(56)参考文献　特開平０３－２２２４１５（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０６２９３５（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１０６４３２（ＪＰ，Ａ）
特表平０９－５０３３５０（ＪＰ，Ａ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】エッチング装置及びエッチング方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
８インチφ以上の基板上あるいは各辺が２００ｍｍ以上の矩形基板上に形成された薄膜のエッチングを行うプラズマエッチング装置であって、
基板面と垂直な電界を印加するためのエッチング電源と、
プラズマ反応空間の周囲に前記基板面に対して平行に電界を印加できるように配置された複数の電極を有する攪拌電界系と、
前記基板面に対して平行に磁界を印加できるように配置された複数の磁石を有する攪拌磁界系とを具備し、
前記複数の電極のうち向かい合う１組の電極により印加される電界は高周波電界であり、他の電極により印加される電界は低周波電界であることを特徴とするプラズマエッチング装置。
【請求項２】
８インチφ以上の基板上あるいは各辺が２００ｍｍ以上の矩形基板上に形成された薄膜のエッチングを行うプラズマエッチング装置であって、
基板面と垂直な電界を印加するためのエッチング電源と、
プラズマ反応空間の周囲に前記基板面に対して平行に電界を印加できるように配置され、かつ増幅器を介して攪拌電源と接続された複数の電極を有する攪拌電界系と、
前記基板面に対して平行に磁界を印加できるように配置された複数の磁石を有する攪拌磁界系とを具備し、

前記複数の電極のうち向かい合う１組の電極により印加される電界は高周波電界であり、他の電極により印加される電界は低周波電界であることを特徴とするプラズマエッチング装置。

【請求項３】

８インチφ以上の基板上あるいは各辺が２００ｍｍ以上の矩形基板上に形成された薄膜のエッチングを行うプラズマエッチング装置であって、

基板面と垂直な電界を印加するためのエッチング電源と、

プラズマ反応空間の周囲に前記基板面に対して平行に電界を印加できるように配置され、かつ増幅器を介して位相制御器が接続された攪拌電源と接続された複数の電極を有する攪拌電界系と、

前記基板面に対して平行に磁界を印加できるように配置された複数の磁石を有する攪拌磁界系とを具備し、

前記複数の電極のうち向かい合う１組の電極により印加される電界は高周波電界であり、他の電極により印加される電界は低周波電界であることを特徴とするプラズマエッチング装置。

【請求項４】

請求項１乃至請求項３において、前記磁石は電磁石であり、前記電磁石により回転磁界を発生させることを特徴とするプラズマエッチング装置。

【請求項５】

基板上に形成された薄膜のプラズマエッチングを行うエッチング方法であって、

基板面と垂直な電界を印加するためのエッチング電源とは別に、プラズマ反応空間の周囲に設置された複数の電極から前記基板面に対して平行に電界を印加し、かつプラズマ反応空間の周囲に設置された複数の磁石から前記基板面に対して平行に磁界を印加し、

前記複数の電極のうち向かい合う１組の電極により印加される電界は高周波電界であり、他の電極により印加される電界は低周波電界であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項６】

８インチφ以上の基板上あるいは各辺が２００ｍｍ以上の矩形基板上に形成された薄膜のプラズマエッチングを行うエッチング方法であって、

基板面と垂直な電界を印加するためのエッチング電源とは別に、プラズマ反応空間の周囲に設置された複数の電極から前記基板面に対して平行に電界を印加し、かつプラズマ反応空間の周囲に設置された複数の磁石から前記基板面に対して平行に磁界を印加し、

前記複数の電極のうち向かい合う１組の電極により印加される電界は高周波電界であり、他の電極により印加される電界は低周波電界であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項７】

請求項５又は請求項６において、前記磁石は電磁石であり、前記電磁石により回転磁界を発生させることを特徴とするエッチング方法。

【請求項８】

請求項５乃至請求項７において、エッチングに使用するガスは$SiCl_4$，Cl_2，BCl_3のうちから選ばれたもの、もしくはそれらの混合ガスを使用することを特徴とするエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、半導体膜や絶縁膜のドライエッチングを行うためのエッチング装置およびエッチング方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

高密度に集積された半導体集積回路の製造を可能にするためにドライエッチング技術は、必要不可欠であり、反応性イオンエッチング（略称ＲＩＥ）やマグネトロンＲＩＥ、電子サイクロトロン共鳴（略称ＥＣＲ）を利用したエッチング方法ならびにエッチング装置が

ある。
【０００３】
図１はマグネトロンＲＩＥの原理を示す模式図である。真空容器１には、ガス流量制御器２を通して反応用ガス３が導入され、排気流量制御用弁４と排気系５によって適切な圧力に保持される。真空容器１の中にはアノード（陽極）６とカソード（陰極）７が設置されている。カソード７には基板８を保持するための基板台の役目もある。カソード７には、整合器９を介して高周波電源１０に接続されていて、アノード６とカソード７の間で高周波放電を起こすことが出来る。真空容器１の外側には位相の異なる対抗する電磁石１１が配置されており、高真空中での放電を容易にしている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
上記のようなマグネトロンＲＩＥや電子サイクロトロン共鳴を利用したエッチング方法やエッチング装置では基板が６インチφや６インチ角程度の大きさであれば問題は少ないが、８インチ、１０インチ、１２インチ更にそれ以上の大きさの基板に対しては、マグネトロンＲＩＥでは電子がドリフトして戻るという本来のマグネトロン放電になっておらずいわゆる電子のたまりが生じ、基板全域に渡ってプラズマ密度を均一にする事が難しく、プラズマ密度の偏りが発生し、その偏りによって酷い場合はイオン損傷等によって試料を部分的に破損してしまうことが多く、特に薄いゲート酸化膜などが損傷を受けやすい。また、ＥＣＲ式では、ＥＣＲ条件用の磁場コイルを用いるために基板が大型化していくと装置の巨大化、重量化が否めない。　また、ガスをプラズマ放電内で攪拌することができないためにプラズマ放電内に導入するガスの流れとプラズマ放電内から排気することを精密に制御する必要があるためにガスの導入方法および排気方法に格段の精密さが要求され、装置を複雑にかつ大きくすることになっていた。
【０００５】
【課題を解決するために手段】
本発明は、ＲＩＥ型のエッチング装置において、基板面に対して垂直に電界が印加されるように配置された電極の他に、基板面に対して平行に電界が印加されるような電極も配置し、低周波電界を基板面と平行に印加した場合は電子もイオンもその電界に追従し動き、高周波電界を基板面と平行に印加した場合は電子はその電界に追従しうるがイオンは追従できないような現象となること利用してプラズマ中の電子やイオンを基板面と平行な方向で単に電子をドリフトさせるのではなく電子のみあるいは電子とイオン双方を攪拌し、それによって基板面全域でのプラズマ密度の均一性を向上させ８インチ以上の基板に対しても均一なエッチングを可能とし、さらにプラズマの偏りによる基板の破損を減少させるようなエッチング方法とそれを実現させるための装置を小型化、軽量化できうる構成をしている。
【０００６】
基板面と垂直に配置した複数の電極には周波数発生器とその発生した周波数を増幅するための増幅器と他の電極に接続されている周波数発生器との位相を制御するための位相制御器とから構成されている。例えば４つの電極の場合で２組の平行平板型電極を直交して設け、この２組の電極からリサージュ波形を有する高周波電界を印加させることによって、主に電子を攪拌することで反応ガスの活性化を助長させプラズマ密度を均一化しエッチング速度とエッチングの均一性の向上を得るものである。また６つの電極の場合ではその電極を６角形に配置しその中の向かい合う１組の電極には高周波電界を印加し他の４つの電極には位相をずらした低周波電界を印加することで、高周波電界で電子を基板面と平行な方向に動かし、低周波電界によって正イオンならびに負イオンを基板面と平行な方向に動かし電子とイオンを攪拌することで反応ガスの活性化を助長させプラズマ密度を均一化しエッチング速度とエッチングの均一性の向上を得るものである。この攪拌用の基板面に平行な方向に電界を印加するための電極は２つ以上であれば理論的にはいくつでよい、またその数は偶数個でも奇数個でもかまわないことは当然である。また、ＥＣＲのごとき磁場コイルを必要とせず小型軽量の構成にすることができる。

【０００７】
また、イオンシースによって基板面に垂直方向に正イオンを加速することいがいに電子・イオン攪拌用の基板面に平行な方向に電界を印加するための電極の外側に、基板面と平行な方向に磁界を印加することで正イオンをローレンツ力によって基板面に垂直方向に加速する力が働き更に効果的に反応ガスの活性化を助長させプラズマ密度を均一化しエッチング速度とエッチングの均一性の向上を得ることができる。特に磁界を回転磁界として基板面に平行な電界も回転磁界の回転に同期する周波数と位相にするとその効果は大きい。また、ＥＣＲ条件に用いるような大きく重量のある磁場コイルは必要とせず、小型軽量の構成にすることができる。
【０００８】
さらに、本発明は公知のエッチング装置のように反応性ガスの流れを基板表面にてどのように流すかを精密にコントロールしなくとも、電界または磁界あるいは電界＋磁界によってイオン、電子を攪拌しプラズマ密度を均一にすることでひいてはガス自体を攪拌することと同様のことが可能なために、ガスの導入方法や排気方法に制限が少ない。そのために、磁気浮上型ターボポンプのようにポンプの取付け位置が上向きでも下向きでも横でも斜めでもよいようなポンプを使用する場合は、メンテナンス性の高い場所に取りつけることが可能であり、装置が故障などした場合の、いわゆる装置の停止時間を大幅に短縮できる。また、ガスの導入に関しても、今までのようにアノードあるいはカソードに複雑なガス導入用の構造を用いる必要もない。もちろん、ガスの導入および排気を精密にコントロールすればさらによいことは言うまでもない。
【０００９】
本発明は、公知のクラスター型マルチチャンバーや廊下型マルチチャンバーへ応用することも容易である。マルチチャンバーへ応用する場合は、反応室としてエッチング室、アッシング室、成膜室を備えた装置にする事で、フォトリソ工程によってパターニングされたレジストをマスクとしてエッチング室において膜をエッチングし、アッシング室にてレジストを除去し、成膜室にて別の膜をパターニングされた膜の上に成膜することができるために、所望のパターンの上が清浄表面のうちに成膜することできるために、膜と膜の界面の清浄度が重要となる半導体製造工程では特に有効である。アッシング後に別の膜を成膜する前に、パターニングされた膜の表面をスパッタクリーニングを行った後に成膜をすると、その上に成膜する膜の密着性も向上する。また、アッシング後に別の膜を成膜する前に、パターニングされた膜に対して水素アニールを熱またはプラズマあるいは熱＋プラズマで行うことでダングリングボンドの如き欠陥をターミネートし、その後に窒化膜の如き緻密な膜を成膜することで、いわゆる水素抜けなどがないものを作製することができる。
【００１０】
【作用】
基板面と垂直な電界を印加できる電極の他に、基板面に平行に電界を印加できる複数の電極あるいはさらに基板に平行に磁界を印加できる手段をあわせもつエッチングを行うことでことで効果的に反応ガスの活性化を助長させプラズマ密度を均一化しエッチング速度とエッチングの均一性の向上を得ることができる。また、その手段が小型軽量であるために装置を小型化することが可能であり、電界または電界＋磁界によってガスを攪拌するためにメンテナンス性が高く、複雑な構造を必要としない装置を構成できる。
【００１１】
【実施例】
〔実施例１〕
本実施例の装置の構成を図２と図３に示す。図２のＸ－Ｙで切った断面を図３に示してある。真空容器１１０にはガス導入系１２０、排気系１３０、エッチング電源１４０、攪拌電界系１５０、攪拌磁界系１６０が備わっている。
【００１２】
ガス導入系１２０には反応ガスを導入するガス導入口１２１があり流量制御器１２２を通して反応ガス導入される。流量制御器１２２としては、マスフローコントローラーやニー

ドルバルブなどが用いられる。ガス導入口１２１を通った反応ガスはガス噴出小穴１２３を通って反応空間１７０に均一になるように噴出される。均一に噴出するためには、ガス噴出小穴１２３があるアノード１２４内にて、ガスを拡散させるようにしてある。

【００１３】

排気系１３０には、ガスを基板１８０表面にて均一に流れるようにガス導入系１２０から導入された反応ガスを均一に排気するように、基板１８０の周囲に配置させた排気口１３１と、排気口１３１を通って排気されるガスの流量を制御することで反応空間１７０の圧力をほぼ一定に保つための排気流量制御弁１３２が接続されている。排気流量制御弁１３２としては、バタフライバルブ、可変オリフィス、ニードルバルブなどコンダンクタンスを可変できるものを用いる。排気流量制御弁１３２には、排気ポンプ１３３が接続されガスを引いている。排気ポンプとしては、ターボポンプ、メカニカルポンプ、ロータリーポンプ、スクリューポンプ等、使用するガスの種類、使用するガスの流量、反応圧力、使用するガスの腐食性、バックグランド圧力等を考えて様々な真空ポンプの中からその目的に合ったものを選ぶ必要がある。

【００１４】

エッチング電源１４０には、基板１８０の保持台も兼ねるカソード（陰極）１４１と整合器１４２を介してカソード電源１４３が接続されている。カソード電源１４３としては、１３．５６ＭＨｚなどの周波数の高周波電源、１ＭＨｚ以下の中周波電源や１ｋＨｚ以下の低周波電源等が用いられる。どの電源を用いた場合も、反応空間１７０で発生したイオンを基板表面に導くことをその目的としている。

【００１５】

攪拌電界系１５０には、攪拌電極１５１を備えており本実施例では攪拌電極１５１として電極ａ１５１ａ、電極ｂ１５１ｂ、電極ｃ１５１ｃ、電極ｄ１５１ｄの４つがある。攪拌電極１５１には、攪拌電源１５２が増幅器１５３を介して接続されている。攪拌電源１５２と増幅器１５３は一体となった電源をしようしてもよいが、本実施例では攪拌電源１５２の周波数を幅広く変化させるためにいわゆるファンクションジェネレーター（周波数発生器）を用いるために増幅器１５３が必要である。攪拌電源１５２は、攪拌電極１５１のそれぞれの電極である電極ａ１５１ａ、電極ｂ１５１ｂ、電極ｃ１５１ｃ、電極ｄ１５１ｄに対応して周波数発生器ａ１５２ａ、周波数発生器ｂ１５２ｂ、周波数発生器ｃ１５２ｃ、周波数発生器ｄ１５２ｄを用いた。それぞれの周波数発生器の周波数帯域は０～１５ＭＨｚのものを用いた。増幅器１５３も、それぞれの電極、周波数発生器に対応してアンプａ１５３ａ、アンプｂ１５３ｂ、アンプｃ１５３ｃ、アンプｄ１５３ｄからなる。攪拌電源１５２のそれぞれの位相差に関係付けが必要な場合にその位相を制御するための位相制御器１５４が攪拌電源１５２に接続されておりそれぞれの周波数発生器に対応してフェーズシフターａ１５４ａ、フェーズシフターｂ１５４ｂ、フェーズシフターｃ１５４ｃ、フェーズシフターｄ１５４ｄが接続されている。

【００１６】

攪拌磁界系１６０としては、本実施例では磁石１６１を用いており磁石１６１としては電磁石ａ１６１ａ、電磁石ｂ１６１ｂ、電磁石ｃ１６１ｃ、電磁石ｄ１６１ｄを使用している。

【００１７】

ガス導入口１２１から流量制御器１２２を介して入った反応ガスはアノード１２４の中で拡散されてガス噴出噴出小穴１２３から反応空間１７０へ導かれる。反応空間１７０から基板１８０表面へ達した反応ガスは排気口１３１へ流れ、排気ポンプ１３３と排気口１３１との間にある排気流量制御弁１３２のコンダクタンスを制御することで反応空間１７０の圧力は所望の圧力に保持される。

【００１８】

本実施例では、基板１８０としてコーニング７０５９ガラス１５０ｍｍ×１５０ｍｍ×１．１ｍｍ、２００ｍｍ×２００ｍｍ×１．１ｍｍ、３５０ｍｍ×３５０ｍｍ×１．１ｍｍ、５００ｍｍ×５００ｍｍ×１．１ｍｍ、の上にａ－Ｓｉを２μｍ成膜したものを用いて

、エッチングの均一性、形状を比較した。ガスとしてはSF_6とCl_2の混合ガスを用いた。ガスの比率としては、SF_6/Cl_2＝２／８～１０／０の間で行った。

【００１９】

カソード１４１は基板に実験に用いた基板サイズに対応して２００ｍｍ×２００ｍｍ、２５０ｍｍ×２５０ｍｍ、４００ｍｍ×４００ｍｍ、５５０ｍｍ×５５０ｍｍの４サイズを用いた。　カソード電源１４３としては１３．５６ＭＨｚの高周波電源と５００ｋＨｚの中周波電源を用いた。電源のパワーとしては０．１～３　Ｗ／ｃｍ^2　の間で行い、カソード１４１とアノード１２４の距離は７０ｍｍに固定して行った。

【００２０】

排気系１３０としては、真空容器１１０が約７５リットルあり、反応圧力を５０～３００ｍＴｏｒｒに調整できるようにするために１８００リットル／ｓの排気速度のものを用いた。反応ガスを含めたガスの総流量を約５００～２０００ＳＣＣＭとした。

【００２１】

攪拌電界系１５０としては、隣合う電極の位相が９０°づつずれるように各フェーズシフターを制御した。周波数発生器は１ｋＨｚと５ＭＨｚで行った。１　ｋＨｚではイオンを平面内にて攪拌する効果をみるためであり、５ＭＨｚは電子を平面ないにて攪拌する効果をみるためである。攪拌するための電力としては０．０３～１　Ｗ／ｃｍ^2　にて行った。

【００２２】

攪拌磁界系としては、真空容器１１０の内壁で２０００ガウスで中央部にいくほど指数関数的に減少して基板上では最大１００ガウス程度になる磁界を電磁石にて静磁界と回転磁界を発生させた。結果的には回転磁界の方が若干効果が大きいが、静磁界でも磁界がないよりかなり効果があるので、装置の大きさ等を考慮して静磁界でよいときは電磁石ではなく永久磁石でもよい。

【００２３】

実験結果とては、エッチングレート、エッチング形状はほとんどがエッチング電源１４０の条件と反応ガス比によって決定してしてしまい攪拌電界系１５０と攪拌磁界系１６０の効果は見えなかった。異方性エッチングを行うための典型的な条件としては、SF_6　＝１０００ＳＣＣＭ、Cl_2　＝２５０ＳＣＣＭ、圧力２００ｍＴｏｒｒ、カソード電源周波数１３．５６ＭＨｚで電力０．８Ｗ／ｃｍ^2　のときにａ－Ｓｉのエッチングレートが平均６２００Å／分であった。

【００２４】

しかし、エッチングの均一性に関しては、攪拌電界系１５０と攪拌磁界系１６０の効果が見られた。表１に、その効果をエッチングレートの基板面内バラツキとして表す。

【００２５】

【表１】

条件	150mm □	200mm □	350mm □	500mm □
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　無し	±４．０％	±４．５％	±５．５％	±７．３％
攪拌磁界系　有り 攪拌電界系　無し	±４．０	±４．５	±５．１	±６．５
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　有り	±４．０	±４．２	±４．４	±４．８
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　有り	±４．０	±４．２	±４．４	±４．５

【００２６】
表１にはエッチングレートの基板面内バラツキ表のに表したデータは攪拌電界系１５０としては、隣合う電極の位相が９０°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は５ＭＨｚで行った。。攪拌電源１５２電力としては０．５Ｗ／ｃｍ^2　にて行った。周波数１ｋＨｚの場合は、余りよい効果は見られなかった、これは混合ガス系の場合には、イオンの種類、質量が大きく異なるために、エッチングの化学的効果を落とすためであり、一元系のガスを用いる場合は大きな効果がある。
【００２７】
実験結果から明らかなように、攪拌電界系１５０の効果の大きいことがわかる。特に１５０ｍｍ□基板では大きな差は、見受けられないが、基板が２００ｍｍ□以上に大きくなると著しくその効果がわかる。また、５００ｍｍ□の基板の全面にＭＯＳトランジスタが搭載された２インチφＳｉウェハを置いて、本実施例の反応ガスの代わりに、ヘリウムガスを用いて、プラズマを発生させ、基板を取り出してトランジスタの絶縁破壊した素子の数を測定したところ、攪拌電界系１５０がある場合は、無い場合に比較して破壊された素子数が約１／２しかなく、プラズマ密度の偏りによるイオン損傷が小さいことがわかる。
【００２８】
〔実施例２〕
実施例１では、ガス導入系と排気系において、ガスの流れを精密にコントロールした系を用いたが、実施例２では図４、図５に示すような装置を用いた。図４のＸ－Ｙで切った断面を図５に示してある。真空容器２１０にはガス導入系２２０、排気系２３０、エッチング電源２４０、攪拌電界系２５０、攪拌磁界系２６０が備わっている。
【００２９】
ガス導入系２２０には反応ガスを導入するガス導入口２２１があり流量制御器２２２を通して反応ガス導入される。流量制御器２２２としては、マスフローコントローラーやニー

ドルバルブなどが用いられる。ガス導入口２２１を通った反応ガスはガス噴出小穴２２３を通って反応空間２７０に噴出される。特に均一に噴出するための処理はされていない。

【００３０】

排気系２３０には、ガス導入系２２０から導入された反応ガスを排気するように、基板２８０の横に配置させた排気口２３１と、排気口２３１を通って排気されるガスの流量を制御することで反応空間２７０の圧力をほぼ一定に保つための排気流量制御弁２３２が接続されている。しかしながら、特に基板表面でガスが均一に流れるように基板周囲に排気口を設けていない。排気流量制御弁２３２としては、バタフライバルブ、可変オリフィス、ニードルバルブなどコンダンクタンスを可変できるものを用いる。排気流量制御弁２３２には、排気ポンプ２３３が接続されガスを引いている。排気ポンプとしては、ターボポンプ、メカニカルポンプ、ロータリーポンプ、スクリューポンプ等、使用するガスの種類、使用するガスの流量、反応圧力、使用するガスの腐食性、バックグランド圧力等を考えて様々な真空ポンプの中からその目的に合ったものを選ぶ必要がある。

【００３１】

エッチング電源２４０には、基板２８０の保持台も兼ねるカソード（陰極）２４１と整合器２４２を介してカソード電源２４３が接続されている。カソード電源２４３としては、１３．５６ＭＨｚなどの周波数の高周波電源、１ＭＨｚ以下の中周波電源や１ｋＨｚ以下の低周波電源等が用いられる。どの電源を用いた場合も、反応空間２７０で発生したイオンを基板表面に導くことをその目的としている。

【００３２】

攪拌電界系２５０には、攪拌電極２５１を備えており本実施例では攪拌電極２５１として電極ａ２５１ａ、電極ｂ２５１ｂ、電極ｃ２５１ｃ、電極ｄ２５１ｄの４つがある。攪拌電極２５１には、攪拌電源２５２が増幅器２５３を介して接続されている。攪拌電源２５２と増幅器２５３は一体となった電源を使用してもよいが、本実施例では攪拌電源２５２の周波数を幅広く変化させるために、いわゆるファンクションジェネレーター（周波数発生器）を用いることができるように、増幅器２５３が必要である。攪拌電源２５２は、攪拌電極２５１のそれぞれの電極である電極ａ２５１ａ、電極ｂ２５１ｂ、電極ｃ２５１ｃ、電極ｄ２５１ｄに対応して周波数発生器ａ２５２ａ、周波数発生器ｂ２５２ｂ、周波数発生器ｃ２５２ｃ、周波数発生器ｄ２５２ｄを用いた。それぞれの周波数発生器の周波数帯域は０～１５ＭＨｚのものを用いた。増幅器２５３も、それぞれの電極、周波数発生器に対応してアンプａ２５３ａ、アンプｂ２５３ｂ、アンプｃ２５３ｃ、アンプｄ２５３ｄからなる。攪拌電源２５２のそれぞれの位相差に関係付けが必要な場合にその位相を制御するための位相制御器２５４が攪拌電源２５２に接続されておりそれぞれの周波数発生器に対応してフェーズシフターａ２５４ａ、フェーズシフターｂ２５４ｂ、フェーズシフターｃ２５４ｃ、フェーズシフターｄ２５４ｄが接続されている。

【００３３】

攪拌磁界系２６０としては、本実施例では磁石２６１を用いており磁石２６１としては電磁石ａ２６１ａ、電磁石ｂ２６１ｂ、電磁石ｃ２６１ｃ、電磁石ｄ２６１ｄを使用している。

【００３４】

ガス導入口２２１から流量制御器２２２を介して入った反応ガスはアノード２２４の中で拡散されてガス噴出噴出小穴２２３から反応空間２７０へ導かれる。反応空間２７０から基板２８０表面へ達した反応ガスは排気口２３１へ流れ、排気ポンプ２３３と排気口２３１との間にある排気流量制御弁２３２のコンダクタンスを制御することで反応空間２７０の圧力は所望の圧力に保持される。

【００３５】

本実施例では、基板２８０としてコーニング７０５９ガラス１５０ｍｍ×１５０ｍｍ×１．１ｍｍ、２００ｍｍ×２００ｍｍ×１．１ｍｍ、３５０ｍｍ×３５０ｍｍ×１．１ｍｍ、５００ｍｍ×５００ｍｍ×１．１ｍｍ、の上にａ－Ｓｉを２μｍ成膜したものを用いて、エッチングの均一性、形状を比較した。ガスとしてはSF_6　とCl_2　の混合ガスを

用いた。ガスの比率としては、SF_6 ／Cl_2 ＝２／８～１０／０の間で行った。

【００３６】

カソード２４１は基板に実験に用いた基板サイズに対応して２００ｍｍ×２００ｍｍ、２５０ｍｍ×２５０ｍｍ、４００ｍｍ×４００ｍｍ、５５０ｍｍ×５５０ｍｍの３サイズを用いた。 カソード電源２４３としては１３．５６ＭＨｚの高周波電源と５００ｋＨｚの中周波電源を用いた。電源のパワーとしては０．１～３ Ｗ／cm^2 の間で行い、カソード２４１とアノード２２４の距離は７０ｍｍに固定して行った。

【００３７】

排気系２３０としては、真空容器２１０が約７５リットルあり、反応圧力を５０～３００ｍＴｏｒｒに調整できるようにするために１８００リットル／ｓの排気速度のものを用いた。反応ガスを含めたガスの総流量を約５００～２０００ＳＣＣＭとした。

【００３８】

攪拌電界系２５０としては、隣合う電極の位相が９０°づつずれるように各フェーズシフターを制御した。周波数発生器は１ｋＨｚと５ＭＨｚで行った。１ ｋＨｚではイオンを平面内にて攪拌する効果をみるためであり、５ＭＨｚは電子を平面ないにて攪拌する効果をみるためである。攪拌するための電力としては０．０３～１ Ｗ／cm^2 にて行った。

【００３９】

攪拌磁界系としては、真空容器２１０の内壁で２０００ガウスで中央部にいくほど指数関数的に減少して基板上では最大１００ガウス程度になる磁界を電磁石にて静磁界と回転磁界を発生させた。結果的には回転磁界の方が若干効果が大きいが、静磁界でも磁界がないよりかなり効果があるので、装置の大きさ等を考慮して静磁界でよいときは電磁石ではなく永久磁石でもよい。。

【００４０】

実験結果とては、エッチングレート、エッチング形状はほとんどがエッチング電源２４０の条件と反応ガス比によって決定してしてしまい攪拌電界系２５０と攪拌磁界系２６０の効果は見えなかった。異方性エッチングを行うための典型的な条件としては、SF_6 ＝１０００ＳＣＣＭ、Cl_2 ＝２５０ＳＣＣＭ、圧力２００ｍＴｏｒｒ、カソード電源周波数１３．５６ＭＨｚで電力０．８Ｗ／cm^2 のときにａ－Ｓｉのエッチングレートが平均６０００Å／分であった。

【００４１】

しかし、エッチングの均一性に関しては、攪拌電界系２５０と攪拌磁界系２６０の効果が見られた。その効果をエッチングレートの基板面内バラツキとして、表２に示す。

【００４２】

【表２】

条件	150mm □	200mm □	350mm □	500mm □
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　無し	± 7.0　%	±13.0　%	±24.2　%	±36.4　%
攪拌磁界系　有り 攪拌電界系　無し	± 7.0	±12.5	±21.2	±32.0
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　有り	± 6.9	± 8.5	±11.1	±15.3
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　有り	± 6.9	± 8.3	±10.5	±15.0

【００４３】
表２に表したデータは攪拌電界系２５０としては、隣合う電極の位相が９０°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は５ＭＨｚで行った。。攪拌電源２５２電力としては０．５Ｗ／ｃｍ^2　にて行った。周波数１ｋＨｚの場合は、余りよい効果は見られなかった、これは混合ガス系の場合には、イオンの種類、質量が大きく異なるために、エッチングの化学的効果を落とすためであり、一元系のガスを用いる場合は大きな効果がある。
【００４４】
実験結果から明らかなように、攪拌電界系２５０の効果の大きいことがわかる。特に１５０ｍｍ□基板では大きな差は、見受けられないが、基板が２００ｍｍ□以上に大きくなると著しくその効果がわかる。しかしながら、全くガスの流れを考慮しない本実施例のような場合は、攪拌電界の効果は大きいが、基板内のエッチングレートの均一性が５００ｍｍ□内で±１５％を上回っており、実際にはある程度のガス流の流し方を制御する必要がある。ただ、基板サイズ、装置サイズが大きくなっていった場合に装置の設計マージンは、攪拌電界系２５０がある方が広いことは確かである。また、５００ｍｍ□の基板の全面にＭＯＳトランジスタが搭載された２インチφＳｉウェハを置いて、本実施例の反応ガスの代わりに、ヘリウムガスを用いて、プラズマを発生させ、基板を取り出してトランジスタの絶縁破壊した素子の数を測定したところ、攪拌電界系２５０がある場合は、無い場合に比較して破壊された素子数が約１／２しかなく、プラズマ密度の偏りによるイオン損傷が小さいことがわかる。
【００４５】
〔実施例３〕
図６に実施例３を示す。本実施例は実施例１の図２で示された真空容器が四角形をもとにしているが、それが五角形になっている。真空容器３１０には、攪拌電界系、攪拌磁界系

が備わっている。図示していないが、実施例１と同様にエッチング電源、ガス導入系、排気系が具備されている。

【００４６】

ガス導入系には反応ガスを導入するガス導入口があり流量制御器を通して反応ガス導入される。流量制御器としては、マスフローコントローラーやニードルバルブなどが用いられる。ガス導入口を通った反応ガスはガス噴出小穴を通って反応空間に均一になるように噴出される。均一に噴出するためには、ガス噴出小穴があるアノード内にて、ガスを拡散させるようにしてある。

【００４７】

排気系には、ガスを基板表面にて均一に流れるようにガス導入系から導入された反応ガスを均一に排気するように、基板の周囲に配置させた排気口と、排気口を通って排気されるガスの流量を制御することで反応空間の圧力をほぼ一定に保つための排気流量制御弁が接続されている。排気流量制御弁としては、バタフライバルブ、可変オリフィス、ニードルバルブなどコンダンクタンスを可変できるものを用いる。排気流量制御弁には、排気ポンプが接続されガスを引いている。排気ポンプとしては、ターボポンプ、メカニカルポンプ、ロータリーポンプ、スクリューポンプ等、使用するガスの種類、使用するガスの流量、反応圧力、使用するガスの腐食性、バックグランド圧力等を考えて様々な真空ポンプの中からその目的に合ったものを選ぶ必要がある。

【００４８】

エッチング電源には、基板３８０の保持台も兼ねるカソード（陰極）３４１と整合器を介してカソード電源が接続されている。カソード電源としては、１３．５６ＭＨｚなどの周波数の高周波電源、１ＭＨｚ以下の中周波電源や１ｋＨｚ以下の低周波電源等が用いられる。どの電源を用いた場合も、反応空間で発生したイオンを基板表面に導くことをその目的としている。

【００４９】

攪拌電界系には、攪拌電極３５１を備えており本実施例では攪拌電極３５１として５つの電極がある。攪拌電極３５１には、攪拌電源３５２が増幅器３５３を介して接続されている（　図面には一組しか示していないが、５つの電極全てに接続されている）。攪拌電源３５２と増幅器３５３は一体となった電源をしようしてもよいが、本実施例では攪拌電源３５２の周波数を幅広く変化させるためにいわゆるファンクションジェネレーター（周波数発生器）を用いるために増幅器３５３が必要である。攪拌電源３５２は、攪拌電極３５１のそれぞれの電極である電極に対応して周波数発生器が用いられている。それぞれの周波数発生器の周波数帯域は０～１５ＭＨｚのものを用いた。攪拌電源３５２のそれぞれの位相差に関係付けが必要な場合にその位相を制御するための位相制御器３５４が攪拌電源３５２に接続されている。

【００５０】

攪拌磁界系３６０としては、本実施例では磁石３６１を用いており磁石３６１としては図に示すように５つの電磁石を用いている。

【００５１】

流量制御器を通ってガス導入口から入った反応ガスはアノードの中で拡散されてガス噴出噴出小穴から反応空間へ導かれる。反応空間から基板表面へ達した反応ガスは排気口へ流れ、排気ポンプと排気口との間にある排気流量制御弁のコンダクタンスを制御することで反応空間の圧力は所望の圧力に保持される。

【００５２】

本実施例では、基板３８０としてＳｉウェハ６インチφ、８インチφ、１２インチφの上にＡｌを２μｍ成膜したものを用いて、エッチングの均一性、形状を比較した。ガスとしては$SiCl_4$、Cl_2、BCl_3の混合ガスを用いた。ガスの比率としては、$SiCl_4$／Cl_2／BCl_3＝１／１／４～３／１／１５の間で行った。

【００５３】

カソード３４１は基板に実験に用いた基板サイズに対応して１８０ｍｍφ、２３０ｍｍφ

、３５０ｍｍφの３サイズを用いた。　カソード電源としては１３．５６ＭＨｚの高周波電源と５００ｋＨｚの中周波電源を用いた。電源のパワーとしては０．１～３　Ｗ／ｃｍ^2　の間で行い、カソード３４１とアノードの距離は７０ｍｍに固定して行った。

【００５４】

排気系としては、真空容器３１０が約５０リットルあり、反応圧力を５０～３００ｍＴｏｒｒに調整できるようにするために１８００リットル／ｓの排気速度のものを用いた。反応ガスを含めたがすの総流量を約５００～２０００ＳＣＣＭとした。

【００５５】

攪拌電界系としては、隣合う電極の位相が７２°づつずれるように各フェーズシフターを制御した。周波数発生器は１ｋＨｚと５ＭＨｚで行った。１　ｋＨｚではイオンを平面内にて攪拌する効果をみるためであり、５ＭＨｚは電子を平面ないにて攪拌する効果をみるためである。攪拌するための電力としては０．０３～１　Ｗ／ｃｍ^2　にて行った。

【００５６】

攪拌磁界系としては、真空容器３１０の内壁で２０００ガウスで中央部にいくほど指数関数的に減少して基板上では最大１００ガウス程度になる磁界を電磁石にて静磁界と回転磁界を発生させた。結果的には回転磁界の方が若干効果が大きいが、静磁界でも磁界がないよりかなり効果があるので、装置の大きさ等を考慮して静磁界でよいときは電磁石ではなく永久磁石でもよい。。

【００５７】

実験結果は、エッチングレート、エッチング形状はほとんどがエッチング電源の条件と反応ガス比によって決定してしてしまい攪拌電界系と攪拌磁界系の効果は見えなかった。異方性エッチングを行うための典型的な条件としては、$SiCl_4$　＝８０ＳＣＣＭ、Cl_2　＝８０ＳＣＣＭ、BCl_3　＝７２０ＳＣＣＭ、圧力１００ｍＴｏｒｒ、カソード電源周波数１３．５６ＭＨｚで電力１．５Ｗ／ｃｍ^2　のときにＡｌのエッチングレートが平均５０００Å／分であった。

【００５８】

しかし、エッチングの均一性に関しては、攪拌電界系と攪拌磁界系の効果が見られた。その効果をエッチングレートの基板面内バラツキとして表３に示す。

【００５９】

【表３】

条件	6インチφ基板	8インチφ基板	12インチ φ基板
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　無し	±３．５％	±４．３％	±７．６％
攪拌磁界系　有り 攪拌電界系　無し	±３．５	±４．１	±７．４
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　有り	±３．４	±３．６	±４．８
攪拌磁界系　無し 攪拌電界系　有り	±３．４	±３．５	±４．５

【００６０】
表３に表したデータは攪拌電界系としては、隣合う電極の位相が７２°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は５ＭＨｚで行った。。攪拌電源３５２電力としては０．５Ｗ／ｃｍ^2　にて行った。周波数１ｋＨｚの場合は、余りよい効果は見られなかった、これは混合ガス系の場合には、イオンの種類、質量が大きく異なるために、エッチングの化学的効果を落とすためであり、一元系のガスを用いる場合は大きな効果がある。
【００６１】
実験結果から明らかなように、攪拌電界の効果の大きいことがわかる。特に６インチφ基板では大きな差は、見受けられないが、基板が８インチφ以上に大きくなると著しくその効果がわかる。また、１２インチφの基板の全面にＭＯＳトランジスタが搭載されたＳｉウェハを置いて、本実施例の反応ガスの代わりに、ヘリウムガスを用いて、プラズマを発生させ、基板を取り出してトランジスタの絶縁破壊した素子の数を測定したところ、攪拌電界系がある場合は、無い場合に比較して破壊された素子数が約１／２しかなく、プラズマ密度の偏りによるイオン損傷が小さいことがわかる。
【００６２】
本実施例からもわかるように、攪拌電界系の中の攪拌電極の具体的な数は、複数であればどのような数であってもその効果はある。特に基板サイズが８インチφ以上に大きくなったときにその効果が著しいことがわかった。
【００６３】
〔実施例４〕
マルチチャンバーへの応用として、図７にその略構成を示す。図７は、ロボット室４３０として基本形を四角形としたものである。
【００６４】

図７は、ロード室４１０、アンロード室４２０、ロボット室４３０、エッチンング室４４０、アッシング室４５０、処理室４６０、成膜室４７０から構成されている。それぞれの室は全て他の室と遮断ー開放ができるゲート弁を介して接続されている。

【００６５】

本実施例では、５００□のガラス基板上にエッチストッパーＳｉＮｘ付ボトムゲート型ＴＦＴのソース・ドレイン電極をパターニングして、その後、水素化処理を行って、最後に保護膜としてａ―ＳｉＮｘを成膜して完成させるプロセスを行なった。

【００６６】

ロード室４１０にセットされた基板は、ロボット室４３１内のロボットにてエッチング室４４０に搬送される。エッチング室４４０では、本発明をもちいた攪拌電界系を具備したエッチングシステムがあり、ソースドレイン電極であるＡｌを$SiCl_4$、Cl_2、BCl_3の反応ガスを用いてＡｌをエッチングした。エッチング条件は実施例３に準じる条件にて行なった。Ａｌエッチング終了後、その下のｎ型ａ－Ｓｉを続けてエッチングするためにがすをSF_6、Cl_2にして実施例１に準じる条件にて行なった。

【００６７】

エッチング終了後、アッシング室４５０に基板を搬送して、酸素プラズマにてフォトレジストをアッシングして取り除いた。アッシングには、本発明の攪拌電界系を具備したシステムを用いてもよいが、全面にあるフォトレジスを全て取り除くことができればよいので、通常の平行平板型のプラズマ反応システムとした。

【００６８】

アッシングが終了したのちに、処理室４６０へ基板を搬送して、フォトレジストの残差が有る場合は、Ａｒ等によってスパッタクリーニングを行い、特に残差の無い場合は直ちに、プラズマ水素化処理を行なう。水素化処理は基板温度１００～２５０℃、水素２００～８００ＳＣＣＭ、高周波電力０．２～０．８Ｗ／cm^2で処理した。水素化処理は、本発明の攪拌電界系を用いることは有効であり、特に一元系のガスなので、攪拌電源としては低周波電源が有効であった。隣合う電極の位相が９０°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は１ｋＨｚで行った。。攪拌電源電力としては０．５Ｗ／cm^2にて行った。ここでエッチング以外の処理においても攪拌電界系を具備することが有効であることがわかった。

【００６９】

処理室４６０での処理が終了したのちにロボット室４３２のロッボットにて成膜室４７０へ搬送される。成膜室４７０では、保護膜としてSiN_xを成膜する。成膜条件としては、基板温度２００～２５０℃、SiH_4／NH_3／N_2＝１／５／２０で総流量５００～１５００ＳＣＣＭ、高周波電力０．５～１．０Ｗ／cm^2で成膜した。成膜室４７０にても本発明の攪拌電界系を用いることは有効であり、攪拌電源としては高周波電源が有効であった。隣合う電極の位相が９０°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は５ＭＨｚで行った。。攪拌電源電力としては０．５Ｗ／cm^2にて行った。ここでエッチング以外の処理においても攪拌電界系を具備することが有効であることがわかった。成膜終了後にアンロード室４２０へ基板は搬送される。

【００７０】

〔実施例５〕

図８はマルチチャンバーへの応用をとしてロボット室５３０として五角形を基本としたもので、ロード・アンロード室５１０、ロボット室５３０、エッチンング室５４０、アッシング室５５０、処理室５６０、成膜室５７０から構成されている。それぞれの室は全て他の室と遮断ー開放ができるゲート弁を介して接続されている。

【００７１】

本実施例では、１２インチφのＳｉウェハ上に積層構造があり最上部の配線をパターニングして、その後、表面処理を行って、最後に保護膜としてａ―SiO_xを成膜して完成させるプロセスを行なった。

【００７２】

ロード・アンロード室５１０にセットされた基板は、ロボット室５３０内のロボットにてエッチング室５４０に搬送される。エッチング室５４０では、本発明をもちいた攪拌電界系を具備したエッチングシステムがあり、配線電極であるＡｌを$SiCl_4$、Cl_2、BCl_3の反応ガスを用いてＡｌをエッチングした。エッチング条件は実施例３に準じる条件にて行なった。

【００７３】

エッチング終了後、アッシング室５５０に基板を搬送して、酸素プラズマにてフォトレジストをアッシングして取り除いた。アッシングには、本発明の攪拌電界系を具備したシステムを用いてもよいが、全面にあるフォトレジスを全て取り除くことができればよいので、通常の平行平板がたのプラズマ反応システムとした。

【００７４】

アッシングが終了したのちに、処理室５６０へ基板を搬送して、フォトレジストの残差が有る場合は、Ａｒ等によってスパッタクリーニングを行い、特に残差の無い場合は直ちに、プラズマ水素化処理を行なう。水素化処理は基板温度１００～２５０℃、水素２００～８００ＳＣＣＭ、高周波電力０．２～０．８Ｗ／cm^2で処理した。水素化処理は、本発明の攪拌電界系を用いることは有効であり、特に一元系のガスなので、攪拌電源としては低周波電源が有効であった。隣合う電極の位相が７２°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は１ｋＨｚで行った。。攪拌電源電力としては０．５Ｗ／cm^2にて行った。ここでエッチング以外の処理においても攪拌電界系を具備することが有効であることがわかった。

【００７５】

処理室５６０での処理が終了したのちにロボット室５３０のロッボットにて成膜室５７０へ搬送される。成膜室５７０では、保護膜としてＳｉＯｘを成膜する。成膜条件としては、基板温度２００～２５０℃、ＴＥＯＳ／Ｏ２＝１／１０で総流量５００～１５００ＳＣＣＭ、高周波電力０．５～１．０Ｗ／cm^2で成膜した。成膜室５７０にても本発明の攪拌電界系を用いることは有効であり、攪拌電源としては高周波電源が有効であった。隣合う電極の位相が７２°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は５ＭＨｚで行った。。攪拌電源電力としては０．５Ｗ／cm^2にて行った。ここでエッチング以外の処理においても攪拌電界系を具備することが有効であることがわかった。成膜終了後にアンロード室５２０へ基板は搬送される。

【００７６】

〔実施例６〕

図９はマルチチャンバーの応用としてロボット室６３０を六角形としたもので、ロード室６１０、アンロード室６２０、ロボット室６３０、エッチンング室６４０、アッシング室６５０、処理室６６０、成膜室６７０から構成されている。それぞれの室は全て他の室と遮断ー開放ができるゲート弁を介して接続されている。

【００７７】

本実施例では、５００□のガラス基板上にエッチストッパーＳｉＮｘ付ボトムゲート型ＴＦＴのソース・ドレイン電極をパターニングして、その後、水素化処理を行って、最後に保護膜としてａ―ＳｉＮｘを成膜して完成させるプロセスを行なった。

【００７８】

ロード室６１０にセットされた基板は、ロボット室６３０内のロボットにてエッチング室６４０に搬送される。エッチング室６４０では、本発明をもちいた攪拌電界系を具備したエッチングシステムがあり、ソースドレイン電極であるＡｌを$SiCl_4$、Cl_2、BCl_3の反応ガスを用いてＡｌをエッチングした。エッチング条件は実施例３に準じる条件にて行なった。Ａｌエッチング終了後、その下のｎ型ａ－Ｓｉを続けてエッチングするためにがすをSF_6、Cl_2にして実施例２に準じる条件にて行なった。

【００７９】

エッチング終了後、アッシング室６５０に基板を搬送して、酸素プラズマにてフォトレジストをアッシングして取り除いた。アッシングには、本発明の攪拌電界系を具備したシス

テムを用いてもよいが、全面にあるフォトレジスを全て取り除くことができればよいので、通常の平行平板がたのプラズマ反応システムとした。

【００８０】

アッシングが終了したのちに、処理室６６０へ基板を搬送して、フォトレジストの残差が有る場合は、Ａｒ等によってスパッタクリーニングを行い、特に残差の無い場合は直ちに、プラズマ水素化処理を行なう。水素化処理は基板温度１００～２５０℃、水素２００～８００ＳＣＣＭ、高周波電力０．２～０．８Ｗ／ｃｍ^2　で処理した。水素化処理は、本発明の攪拌電界系を用いることは有効であり、特に一元系のガスなので、攪拌電源としては低周波電源が有効であった。隣合う電極の位相が６０°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は１ｋＨｚで行った。。攪拌電源電力としては０．５Ｗ／ｃｍ２にて行った。ここでエッチング以外の処理においても攪拌電界系を具備することが有効であることがわかった。

【００８１】

処理室６６０での処理が終了したのちにロボット室６３０のロッボットにて成膜室６７０へ搬送される。成膜室６７０では、保護膜としてＳｉＮ$_x$　を成膜する。成膜条件としては、基板温度２００～２５０℃、ＳｉＨ$_4$　／ＮＨ$_3$　／Ｎ$_2$　＝１／５／２０で総流量５００～１５００ＳＣＣＭ、高周波電力０．５～１．０Ｗ／ｃｍ^2　で成膜した。成膜室６７０にても本発明の攪拌電界系を用いることは有効であり、攪拌電源としては高周波電源が有効であった。隣合う電極の位相が６０°づつずれるように各フェーズシフターを制御し、周波数発生器は５ＭＨｚで行った。攪拌電源電力としては０．５Ｗ／ｃｍ^2　にて行った。ここでエッチング以外の処理においても攪拌電界系を具備することが有効であることがわかった。成膜終了後にアンロード室６２０へ基板は搬送される。

【００８２】

【効果】

ＲＩＥ型のエッチング装置に攪拌電界系を具備することにより、８インチ以上の基板においてそのエッチングレートの均一性が、攪拌電界系を具備しない場合よりも向上した。また、装置の大型化に伴い装置のガス流の精密制御に対して、製造マージンをあたえることができ、装置の小型軽量化とメンテナンス性の高い装置を作製することができた。しかも、マルチチャンバーへの応用も簡易にできる。攪拌電界系を具備することで、エッチング以外のプラズマ処理にも同様の効果を見た。

【図面の簡単な説明】

【図１】従来例のマグネトロンＲＩＥ型エッチング装置の概要図である。

【図２】実施例１のエッチング装置の構成図である。

【図３】図２のＸ－Ｙで切った断面図である。

【図４】実施例２のエッチング装置の構成図である。

【図５】図５のＸ－Ｙで切った断面図である。

【図６】実施例３のＲＩＥ型エッチング装置の構成図である。

【図７】実施例４のマルチチャンバー型のエッチング装置の概要構成図である。

【図８】実施例５のマルチチャンバー型のエッチング装置の概要構成図である。

【図９】実施例６のマルチチャンバー型のエッチング装置の概要構成図である。

【符号の説明】

１１０　真空容器

１２０　ガス系

１２１　ガス導入口

１２２　流量制御器

１２３　ガス噴出口

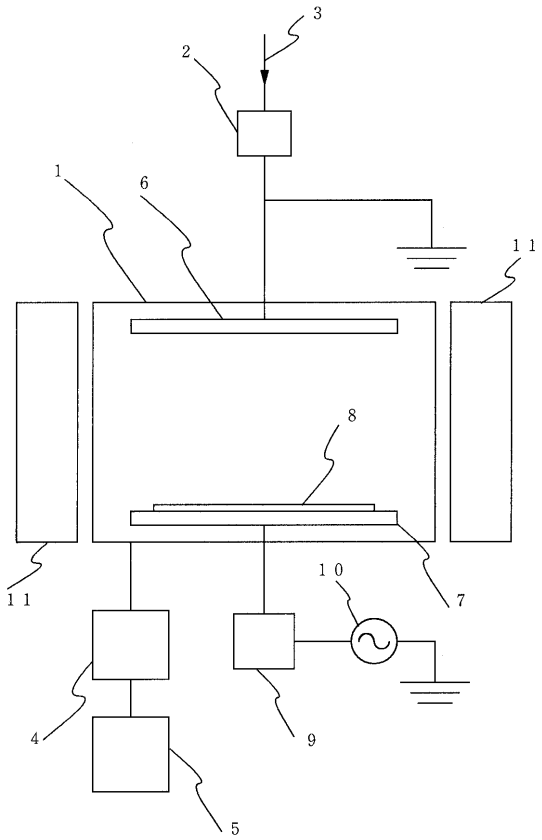
１２４　アノード　　１３０　排気系

１３１　ガス排気口

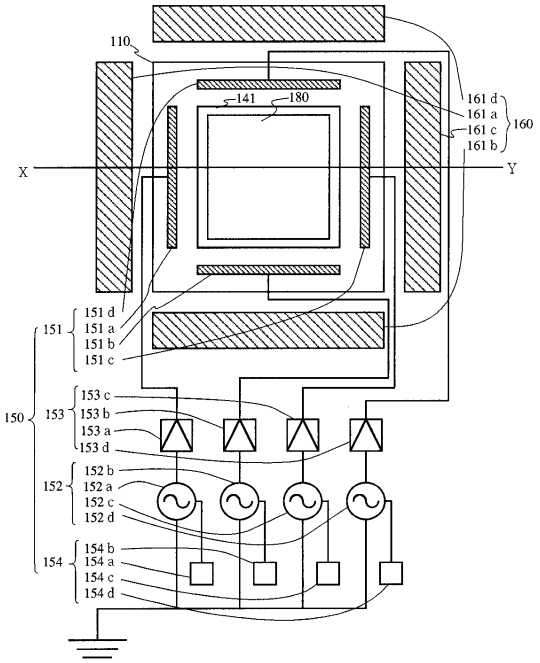
１３２　排気流量制御弁

１３３　排気ポンプ
１４０　エッチング電源
１４１　カソード
１４２　整合器
１４３　カソード電源
１５０　攪拌電界系
１５１　攪拌電極
１５１ａ　電極ａ
１５１ｂ　電極ｂ
１５１ｃ　電極ｃ
１５１ｄ　電極ｄ
１５２　攪拌電源
１５２ａ　周波数発生器ａ
１５２ｂ　周波数発生器ｂ
１５２ｃ　周波数発生器ｃ
１５２ｃ　周波数発生器ｃ
１５３　増幅器
１５３ａ　アンプａ
１５３ｂ　アンプｂ
１５３ｃ　アンプｃ
１５３ｄ　アンプｄ
１５４　位相制御器
１５４ａ　フェーズシフターａ
１５４ｂ　フェーズシフターｂ
１５４ｃ　フェーズシフターｃ
１５４ｄ　フェーズシフターｄ
１６０　攪拌磁界系
１６１　磁石
１６１ａ　電磁石ａ
１６１ｂ　電磁石ｂ
１６１ｃ　電磁石ｃ
１６１ｄ　電磁石ｄ
１７０　反応空間
１８０　基板

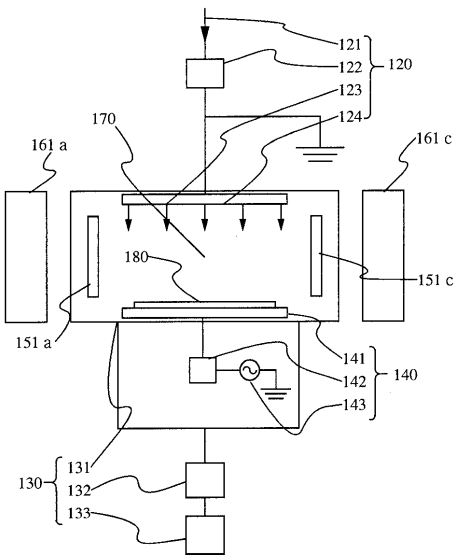
【図１】


3
2
1
6
11
8
10
7
11
4
9
5

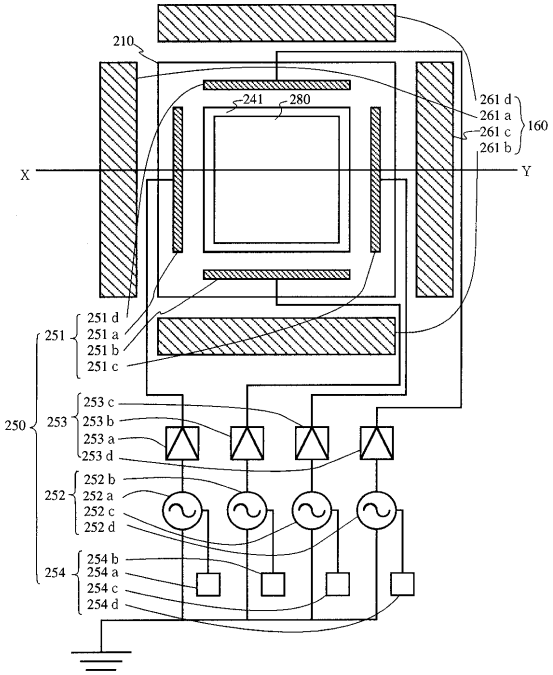
【図２】


110
141
180
161d
161a
161c
161b
160
X
Y
151
151d
151a
151b
151c
150
153
153c
153b
153a
153d
152
152b
152a
152c
152d
154
154b
154a
154c
154d

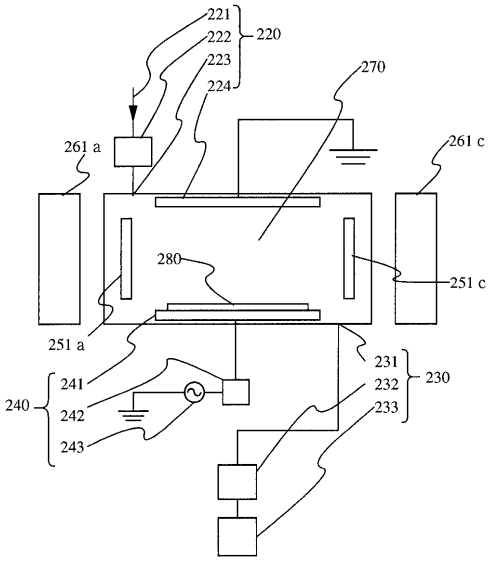
【図３】


121
122
120
123
124
170
161a
161c
180
151c
151a
141
142
140
143
130
131
132
133

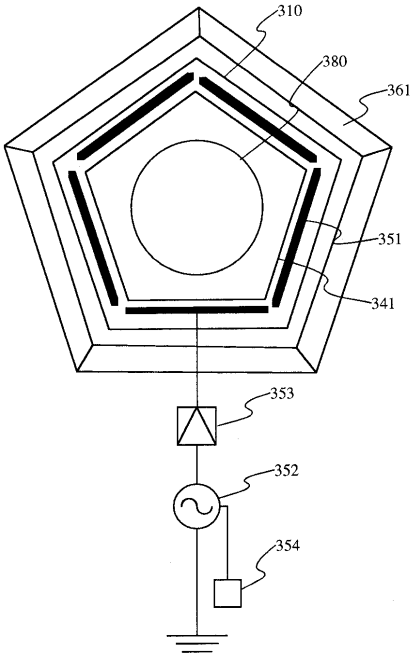
【図４】


210
241
280
261d
261a
261c
261b
160
X
Y
251
251d
251a
251b
251c
250
253
253c
253b
253a
253d
252
252b
252a
252c
252d
254
254b
254a
254c
254d

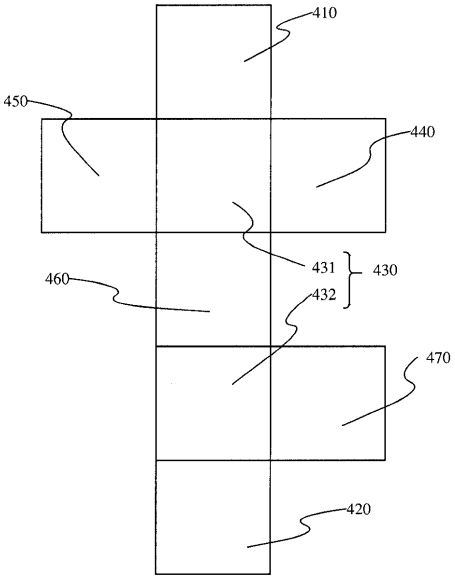
【図５】


221
222
223
224
220
270
261 a
261 c
280
251 c
251 a
241
242
243
240
231
232
233
230

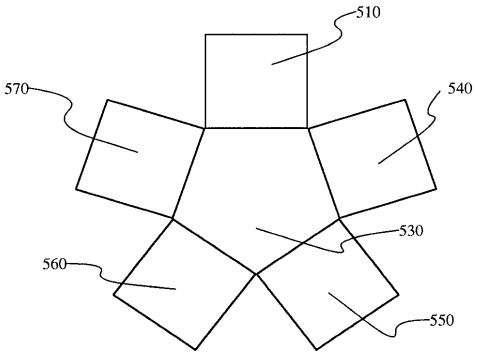
【図６】


310
380
361
351
341
353
352
354

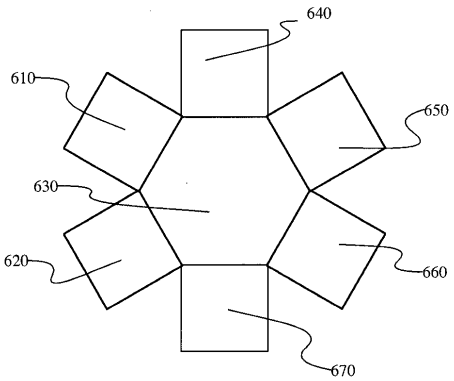
【図７】


410
450
440
431
430
460
432
470
420

【図８】


510
570
540
530
560
550

【図９】


640
610
650
630
620
660
670

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
H01L 21/3065