

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3640204号
(P3640204)

(45) 発行日 平成17年4月20日(2005.4.20)

(24) 登録日 平成17年1月28日(2005.1.28)

(51) Int.C1.⁷

F 1

H 01 L 21/3065
B 01 J 19/08
B 01 J 19/12
C 23 C 16/511
C 23 F 4/00H 01 L 21/302
B 01 J 19/08
B 01 J 19/12
C 23 C 16/511
C 23 F 4/00B
E
F
A

請求項の数 4 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-112601 (P2000-112601)
 (22) 出願日 平成12年4月13日 (2000.4.13)
 (65) 公開番号 特開2000-357683 (P2000-357683A)
 (43) 公開日 平成12年12月26日 (2000.12.26)
 審査請求日 平成16年4月14日 (2004.4.14)
 (31) 優先権主張番号 特願平11-106226
 (32) 優先日 平成11年4月14日 (1999.4.14)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100068504
 弁理士 小川 勝男
 (72) 発明者 池川 正人
 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 手束 勉
 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】

電磁波を第1板に供給し、第1板とこれに対向して配置した第2板との間の真空雰囲気
にプラズマを生成させ、前記第2板の上に設置した基板を処理するプラズマ処理装置において、

前記第1板の外周部に電磁波を伝播させる誘電体の窓を設け、この窓の中に、前記第1
板と離して電気的導体もしくは誘電体製の電磁波分布補正体を、該電磁波分布補正体の少
なくとも側面及び下面が前記真空雰囲気露出しないようにして埋設したことを特徴とする
プラズマ処理装置。

【請求項2】

真空を保持する真空チャンバと、該チャンバに所定の流量のガスを導入して所定の圧力を
保持する機構と、導入されたガスをプラズマ化するための電磁波を導入する機構と、前記
真空チャンバ内に前記電磁波を導入させる窓と、前記真空チャンバ内に磁場を生成する
磁場発生機構とを備えたプラズマ処理装置において、

前記真空チャンバ内に基板が載置される第2板を設置し、該第2板と対向させて設置し
た第1板の外周部に電磁波を伝播させる誘電体の窓を設け、この窓の中に、前記第1板と
離して電気的導体もしくは誘電体製の電磁波分布補正体を、該電磁波分布補正体の少なく
とも側面及び下面が前記真空チャンバに露出しないようにして埋設したことを特徴とする
プラズマ処理装置。

【請求項3】

電磁波を第1板に供給し、第1板とこれに対向して配置した第2板との間の真空雰囲気 10
にプラズマを生成させ、前記第2板の上に設置した基板を処理するプラズマ処理方法において、

前記第2板の上に基板が載置された雰囲気を真空雰囲気にするステップと、

前記真空雰囲気にガスを導入するステップと、

前記第1板の外周部に設けられ内部に前記第1板と離して電気的導体もしくは誘電体製の電磁波分布補正体が設けられた誘電体の窓を通して、前記真空雰囲気に、100～900MHzの電磁波を導入し、プラズマを生成するステップと、

該プラズマを利用して前記第2板の上に設置した前記基板をエッティングするステップと、

前記基板を前記真空雰囲気から取り出すステップを含むことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項4】

真空を保持する真空チャンバと、該真空チャンバに導入されたガスをプラズマ化するための電磁波を導入する機構と、前記真空チャンバ内に前記電磁波を導入させる誘電体の窓と、前記真空チャンバ内に磁場を生成する磁場発生機構とを備えたプラズマ処理装置による基板のプラズマ処理方法において、

第2板の上に基板が載置された前記真空チャンバを真空雰囲気に排気するステップと、

前記真空チャンバにガスを導入するステップと、

前記第2板と対向して設置された第1板の外周部に配置され内部に前記第1板と離して電気的導体もしくは誘電体製の電磁波分布補正体が設けられた前記誘電体の窓を通して、前記真空雰囲気に、100～900MHzの電磁波を導入し、プラズマを生成するステップと、

該プラズマを利用して、前記第2板の上に設置した前記基板をエッティングするステップと、

前記基板を前記真空チャンバから取り出すステップを含む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、プラズマを利用したエッティング装置またはCVD装置に係わり、半導体素子基板や液晶基板等の試料に対し、プラズマにより解離したガスを利用して基板を処理するに際し、基板内の処理速度の分布制御を図るのに好適なプラズマ処理装置及びこの装置を利用して基板表面を処理するプラズマ処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のプラズマ処理装置は、例えば、電磁波をマイクロ波導入窓からチャンバ内に導入し、別途処理室に磁場を形成し、プラズマを生成させる。

【0003】

従来のマイクロ波プラズマ生成装置においては、例えば日本の特開平5 263274号公報に見られるようなマイクロ波プラズマ装置では、マイクロ波導入窓と基板までの距離を増加させてプラズマを拡散することにより、基板上のプラズマ分布特にイオンフラックス分布の均一化が行われてきた。さらに特開平6 104210号公報では、処理室の中に誘電体を複数個設置して、それらの間に窓から入射したマイクロ波を分配することにより、マイクロ波によって生成されるラジカルの分布を処理室内で均一になるように工夫していた。

【0004】

さらに特開平6 104210号公報では、マイクロ波プラズマ発生室からプラズマ反応室を遮蔽する遮蔽板をこれらの室の間に設け、かつこれらの室を細孔で連通させるようにしていた。また、特開平7 263348号公報では、プラズマ発生室とマイクロ波導入

手段とを仕切るマイクロ波導入窓材のマイクロ波入射面上に複数の誘電体片を配置し、プラズマ発生室内に放射されるマイクロ波強度分布を制御するようになっていた。さらに特開平9 148097号公報では、電磁波伝送部と放電室を隔離する誘電体窓を電磁波伝送部に設け、この誘電体窓の放電室側に電磁波反射板を設け、放電室にリング状プラズマを生成させるようになっていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

最近の半導体メモリ、例えば256MDRAM(Dynamic Random Access Memory)以降のデバイスでは、微細コンタクトホール形成等のために、SiO₂膜エッチングでのSiO₂/SiN選択比を大きく、例えば20以上にすることが要求されている。一方、半導体メモリの製造に使用される基板(ウエハ)の口径は年々大きくなり、例えば300mmのものが採用されつつある。このような、大きな口径の基板をプラズマ処理するにあたっては、プラズマの径方向での均一性確保が重要な課題である。

【0006】

プラズマ処理装置として、例えば450MHzの電磁波でプラズマを生成させるものは、例えば2.45GHzの電磁波の場合と比較して、プラズマ中の電磁波伝播理論により、29倍の高電子密度、5.4倍の高圧力条件のプラズマの中を電磁波が伝播することになる。一方、高密度、高圧力ほどプラズマ中の電磁波の減衰(吸収)が大きい。従って450MHzの電磁波はプラズマ中に入射するとECR面に届かぬ前に直に減衰するようになる。また、ECR面より低い磁界領域でも、減衰した電界が存在する。このように、アンテナ直下のシース近傍で電磁波はプラズマ中に吸収される。中心高の電界が生成し、中高のパワーデポジション、その結果中高の電子密度分布が得られている。

【0007】

前記従来技術では、チャンバの高さを低くした場合、パワーが低いと、全体的に中心に集中したプラズマが十分周辺に拡散しないため、基板へのイオンフラックスが外周ほど低下する不具合が発生した。また、基板と対向する壁(石英窓)にバイアス電圧を負荷するための電極を設置する構造を持つ装置では、磁界の条件によっては、マイクロ波がその電極の下に集中し、生成するプラズマ密度が半径方向に不均一になる不具合が生じた。

【0008】

また、マイクロ波プラズマ処理装置において、マイクロ波を吸収する部材または反射する部材を導波管内に固定して設け、プラズマ発生室内に入射ならびに乱反射して再入射するマイクロ波のプラズマ発生室での電磁界強度分布の均一化を図った構造及び、窓のマイクロ波入射面上に複数の誘電体片を配置し、プラズマ発生室内に放射されるマイクロ波強度分布を制御するような構造、またはマイクロ波導入窓材の放電室側に電磁波反射板を設けた構造などが提案されているが、中心部に電極を持つ構造に適用すると、電磁波反射板または誘電体片が中心部の電極面から離れる構造となり、または、プラズマから離れた構造となり、電極の外周付近の電界を強める効果は小さいという問題があった。また、電磁波反射板または誘電体片が直接プラズマに接触していると、ガスの種類によってはそれらの角部に電磁波が集中して局所的に強いプラズマが生成し、電磁波反射板または誘電体片が消耗したり、その摩耗分が飛散して基板を汚染する問題が生じた。

【0009】

本発明の目的は、チャンバ内に電磁波を導入してプラズマを形成するプラズマ処理装置において、プラズマの密度分布が中心部に偏るのを補正し、チャンバ内に均一に分布させて、大きな口径の基板をプラズマ処理する際に、基板面内の均一な処理を可能にす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。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、電磁波を第1板に供給し、第1板とこれに対向して配置した第2板との間の真空雰囲気にプラズマを生成させ、第2板の上に設置した基板を処理するプラズマ処理装置において、前記第1板の外周部に電磁波を伝播させる誘電体の

10

20

30

40

50

窓を設け、この窓の中に、前記第1板と離して電気的導体もしくは誘電体製の電磁波分布補正体を、該磁波分布補正体の少なくとも側面及び下面が前記真空雰囲気に露出しないようにして埋設したことを特徴とする。

【0011】

本発明の他の特徴は、電磁波を第1板に供給し、第1板とこれに対向して配置した第2板との間の真空雰囲気にプラズマを生成させ、前記第2板の上に設置した基板を処理するプラズマ処理方法において、前記第2板の上に前記基板が載置された雰囲気を真空雰囲気にするステップと、前記真空雰囲気にガスを導入するステップと、前記第1板の外周部に設けられ内部に前記第1板と離して電気的導体もしくは誘電体製の電磁波分布補正体が設けられた誘電体の窓を通して、前記真空雰囲気に、100～900MHzの電磁波を導入し、10 プラズマを生成するステップと、該プラズマを利用して前記第2板の上に設置した前記基板をエッチングするステップと、前記基板を前記真空雰囲気から取り出すステップを含むことにある。

【0012】

本発明によれば、第1板の外径付近の電磁波が導入される窓の中に、電磁波の分散を変化させる物質、例えば、導体のリングを挿入することにより、電磁波の中心集中を抑え、20 プラズマの半径方向の密度分布を制御でき、大きな口径の基板をプラズマ処理する際に、基板面内の均一な処理を可能にす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ができる。

【0013】

【発明の実施の形態】20
本発明の第1の実施例を図1～図4により説明する。図1は本発明の方法によるプラズマ処理装置の断面図である。図2は実施例の詳細断面図である。図3、図4は本実施例の効果を示す概念図である。ここではエッチング処理を事例として説明する。

【0014】

図1、図2において、チャンバ1の内部に、第1板2と対向させて配置した第2板3の上に基板4が載せてある。第1板2には、100～900MHz、例えば450MHzの電磁波を供給する同軸ケーブル11が設けてあり、450MHzの電源（図示せず）と結ばれている。30 450MHzの電磁波はチャンバ1と同軸ケーブル11の間を伝播し、石英ブロック12を通過して処理室6内に導入される。チャンバ1と同軸ケーブル11の間の空間は、電磁波が伝播しやすいように誘電体16が詰められていても良い。また、電磁波の周波数は、UHF帯、VHF帯、マイクロ波帯、RF帯などの周波数でも良い。

【0015】

チャンバ1の外には電磁コイル13が設置されており、磁界を発生する。電磁波の周波数が300～600MHzのうち450MHzの場合、磁界強度は0.0161テスラ（161ガウス）で電子サイクロトロン共鳴（ECR）が起きる。このようにして、第1板2と第2板3との間の処理室6内にはプラズマ7が生成され、基板4を処理するようになっている。第1板2及び第2板3にはそれぞれバイアス電圧が負荷されるようRF（高周波）補助電源5a、5bが接続されている。

【0016】

チャンバ1の外には電磁コイル13が設置されており、磁界を発生する。電磁波の周波数が300～600MHzのうち450MHzの場合、磁界強度は0.0161テスラ（161ガウス）で電子サイクロトロン共鳴（ECR）が起きる。このようにして、第1板2と第2板3との間の処理室6内にはプラズマ7が生成され、基板4を処理するようになっている。40 第1板2及び第2板3にはそれぞれバイアス電圧が負荷されるようRF（高周波）補助電源5a、5bが接続されている。これらの補助電源5a、5bにより、周波数が100kHzから14MHzの高周波電力を第1板2、第2板3及び基板4に単位面積あたり0.5W/cm²から8W/cm²印加するようになっている。

【0017】

第1板2の中心部は、多数のガス穴2aが開いており、ガス供給手段8と接続されて、い

50

わゆるシャワーヘッドを形成している。また、第2板3の外周に排気口9が設けられ、真空ポンプ(図示せず)により排気されている。また、第1板2の材質には、カーボンやシリコン等が用いられる。

【0018】

エッティング用のプラズマ生成ガスとしては、アルゴンとCF₄またはC₄F₈等のフロロカーボン系のガスの混合ガスや、Cl₂、BCl₃、SF₆、HBr等のガスが、被エッティング膜によって使い分けられる。

【0019】

以上の装置構成において、本実施例では、石英ブロック12に設けられた環状の凹部に導体リングからなる電磁波分布補正体14が配置固定されている点に特徴がある。図2は、図1におけるA-A断面図である。石英ブロック12は、電磁波分布補正体14を包んで一体として形成されても良い。しかし、これらを一体成形することは一般的に製作が困難であるので、好ましくは、石英ブロック12を複数に分割し電磁波分布補正体14を挿入後、一体に組み立てる構造とするのが良い。

10

【0020】

ここでは、電磁波分布補正体(導体リング)14はアルミや銅、鉄などの導体で出来たりング状の形状をしており、この導体リング14は、第1板2及びチャンバ1とは電気的には接続されていないフローティング状態である。

【0021】

また、石英ブロック12は導体リング14を完全に覆わなくても良く、導体リング14が直接プラズマ中に曝されないように、プラズマと接触する面が石英板などで覆われていれば良い。すなわち、導体リング14の少なくとも側面及び下面がプラズマ雰囲気に曝されないようにするために、チャンバの表面と導体リング14の間に挿入される石英の厚みは、例えば6mm前後に設定される。第1板2の直径は、使用される条件によりいろいろな径が設計されるが、例えば基板直径の1.2倍より小さく設定される。導体リング14は、第1板2の外径近くにある間隔を空けて設置される。この間隔は例えば10mm前後である。多くの場合、導体リング14は第1板2の横に設置される。すなわち、導体リング14と第1板2は、プラズマに対向する面の軸方向高さがほぼ同じに設定される。

20

【0022】

本実施例によれば、電磁波は、図3に示すように第1板2に沿って中央部へ向う伝播以外に、電磁波分布補正体である導体リング14の内側と外側に沿っても伝播する。

30

【0023】

ここで、従来型のプラズマ処理装置と本発明の導体リングを具備したプラズマ処理装置に対して、シミュレーションを行った。その結果得られた、UHF電界強度E_{ab}、パワーデポジション、電子密度分布の等高線図を、図4に示した。従来型では、中心高の電界が生成し、中高のパワーデポジション、その結果中高の電子密度分布が得られている。

【0024】

一方、導体リングを採用すると、外周部の導体の直下に補助電界が保持され、そこにパワーデポジションがプラスされ、W型の電子密度分布となり、半径方向に均一化の効果がある。これらの結果より、導体リングは、中高のプラズマ分布の外周を高くする効果が高いことがわかる。

40

【0025】

このように、導体リングを採用することにより、第1板2の下の電界と共に導体リング14の下にも強電界が保持される。従って、図3に示すように、第1板2の中央部でのパワーデポジション15aと同様に導体リング14の下にも補助パワーデポジション15bが行われ、それぞれプラズマ生成が行われる為、中心付近で最大となるプラズマ分布の外周部を増加させ、プラズマ分布を均一化させる。このリングの材質は、石英ブロック12と異なる誘電率を持つ誘電媒質でもよい。このように構成することにより、導体リング14の誘電率を選ぶことにより、この下に保持出来る電界の強さを調節出来る効果がある。

【0026】

50

従って、本発明によれば、200mm～350mmの大きな口径の基板を、面内均一にプラズマ処理することが出来る。

【0027】

なお、導体リングの材料は固体とは限らず、液体であっても良い。この液体としては、例えば、窓の温度調節を兼ねた水や冷媒であっても良い。このように構成することにより、プラズマ分布が均一でかつ経時変化の少ない装置を提供できる効果がある。また、導体の場合、外側の殻だけで中が空の形状でも良い。このように構成することにより、軽量でプラズマ分布が均一なプラズマ処理装置を提供できる効果がある。

【0028】

また、導体リング14と、第1板2またはチャンバ1とをスイッチ(図示せず)を介して電線で接続しても良い。このような構成でスイッチをオンにすると、導体リング14と第1板2またはチャンバ1とは電気的に導通し同電位となる。このような動作で、導体リング14の下に形成される電界の強さを制御することにより、チャンバ内のプラズマの分布を任意に制御することができる効果がある。また、このような導体リング14を径方向に複数個設置しても良い。これらの導体リング14の幅と間隔を変化させることにより、導体リング14の下に保持される電界の強さの分布を変化させることができる効果がある。

【0029】

次に、図5は、本発明の他の実施例を示す図であり、電磁波分布補正体、すなわち導体リング14の厚みが第1板2の厚みよりも厚く、上面が第1板の上面と同じ高さに配置された導体リング14の下面が、第1板の下面位置より、下方まで突き出ている。

【0030】

図6は本発明のもう一つの実施例を示す図であり、電磁波分布補正体、すなわち導体リング14の厚みが第1板2の厚みよりも薄く、従って、導体リング14の下面是第1板の下面位置より、上方に引っ込んでいる。図5の例のように導体リング14の下面が下方に突きだすと、電磁波の電界が導体リング14の下に保持されやすくなり、導体リング14下でのプラズマ密度が高くなる。逆に図6の例のように導体リング14の下面が引っ込むと、導体リング14下での電界が弱くなり、導体リング14下のプラズマ密度が低下する。

【0031】

図5、図6の実施例のように配置位置を変えた場合の、導体リングの特性を調べるため、アンテナ径、導体リングの材質(誘電率)、導体リングの厚みを変えて、基板に入射するイオン電流密度(ICF)の分布をシミュレーションで調べた。石英の比誘電率は3.5とした。その結果を図7に示す。シミュレーションによれば、リングは下へ突き出した厚肉形状のものが、ICFの外周を増加させる効果が大きいことがわかった。

【0032】

図8は本発明のもう一つの実施例を示す図であり、電磁波分布補正体としての導体リング14が石英ブロック12の下部に位置している。すなわち、導体リング14の上面が第1板2aの下面相当位置にある。このように導体リング14を構成することにより、小型で効率良く電界を保持できる効果がある。

【0033】

図9は、薄型導体リングの外周隙間の効果を示す図である。また、外周隙間とは、図8において導体リング14の外周と石英ブロック12の外周の半径方向の隙間Gを言う。外周隙間を小さく、例えば13mm程度以下にすることにより、導体リング直下の電界の強さ、その結果としてのパワーデポ、その結果としての補助プラズマ密度を変化させられることが分かる。もし、強磁界条件を常用する場合は、導体リングの外周隙間を大きくすれば良い。

【0034】

図10は本発明のもう一つの実施例の断面図であり、電磁波分布補正体14が一続きのリングではなく、周方向に分割され等間隔に配置された複数の導体片からなっている。このように電磁波分布補正体14を複数の導体片とすることにより、電磁波分布補正体の単体の大きさを小型にでき加工コストの低減が図れる効果がある。

10

20

30

40

50

【0035】

図11は本発明のもう一つの実施例の断面図であり、石英ブロック12の空洞14a内に設置された導体リングからなる電磁波分布補正体14には移動機構17が接続され、上下に動けるようになっている。このように構成することにより、電磁波分布補正体14の下部に保持する電界の強さを変化させることができ、プラズマの径方向の分布を制御できる効果がある。

【0036】

図12は本発明のもう一つの実施例の断面図であり、チャンバ1と同軸ケーブル11、第1板2で挟まれる空間には、誘電体16が挿入されており、電磁波分布補正体14は、補正体本体14aと補助板14bから構成されており、補助板14bは誘電体16内に突き出ている。補助板14bは導体で形成されている。この補助板14bは補正体本体14aに接続されても、微小な距離離れていても良い。

10

【0037】

このような軽量の部材からなる補助板14bの追加によりプラズマの径方向の分布を制御できる効果がある。すなわち、補助板14bの表裏を電磁波が分配されて補正体本体14aに導かれるため、第1板の下に形成される電界と電磁波分布補正体14の下部に保持する電界の強さの比を変化させることができ、プラズマの径方向の分布を制御できる効果がある。

【0038】

また、この電磁波分布補正体14の補正体本体14aと補助板14bは薄い導体膜で形成しても良い。アルミナなどの誘電体板にアルミ等の導体膜を蒸着して補正体本体14aと補助板14bを形成してもよい。このような構成により、軽量かつ低コストの装置が得られる効果がある。

20

【0039】

図13は本発明のもう一つの実施例の断面図であり、チャンバ1と第1板2及び石英ブロック12で挟まれる第1板2上の誘電体16部分の空間は、隙間変更板1aにより、軸方向隙間が半径方向で変化している。特に、電磁波分布補正体14の上の軸方向隙間が他より狭くなっている。このように構成することにより、電磁波分布補正体14と隙間変更板1aとの間に形成される電磁波の電界が強くなるため、第1板の下に保持される電界に対し、電磁波分布補正体14の下部に保持する電界の強さの比を大きくさせることができ、電磁波分布補正体14の下に生成されるプラズマの密度を高める効果がある。

30

【0040】

図14は本発明のもう一つの別な実施例の断面図であり、第1板2の第2板3と対向する面にシャワーヘッドが形成された石英ブロック12が設置されている。石英ブロック12の外周に電磁波分布補正体14が挿入されている。このような、装置構成は基板と対向する面に直接電極が露出するのを嫌う装置の場合に適用される。このような構成により、電極の消耗が抑えられ、装置寿命が長くなる効果がある。

【0041】

図15は本発明のもう一つの別な実施例の断面図である。電磁波分布補正体14は装置の中心に対向した板14aとこれに接続された板14bで構成されている。このように構成すると、装置の中心に対向した面14aの側に生成される補助パワーデポジション15bが装置の中心に形成されるパワーデポジション15aの近くに生成される。板14bは導体で形成されており、チャンバ1及び第1板2との間隔を調整し、板14aの面に強い電界を導くようにする働きを持つものである。このように構成することにより、小さい半径内に半径方向に均一で高密度のプラズマを形成でき、省エネルギーの効果がある。

40

【0042】

図16(a)(b)は本発明のもう一つの別な実施例の断面図である。電磁波分布補正体14は装置の中心に対向した第1補正板14aとこれに接続された第2補正板14bで断面が略L字型に構成されている。すなわち、電磁波分布補正体は、第1板と90度±45度以内の角度1をなす第1補正板14aとこの第1補正板と90度±45度以内の角度2で交

50

わる第2補正板とからなっている。1と2は、90度の時、電磁波分布補正体14やこれを囲む石英ブロック12を制作し易いが、補助パワーデジション15bを第1板2に対して斜めに生成させて径を広げるように設計する場合、1は90度以上に設定される。

【0043】

電磁波分布補正体14をこのように略L字型に構成すると、装置の中心に対向した第1補正板14aの側に生成される補助パワーデポジション15bが装置の中心に形成されるパワーデポジション15aの近くに生成される。第2補正板14bは導体で形成されており、チャンバ1及び第1板2との間隔を調整し、第1補正板14aの面に強い電界を導くようにする働きを持つものである。このように構成することにより、小さい半径内に半径方向に均一で高密度のプラズマを形成でき、省エネルギーの効果があると同時に、図15の実施例に比べ、構造が簡単となり、石英ブロック12との組み立てが容易となり、製造コストが低減する効果がある。

10

【0044】

図17は、縦形補助プラズマを生成するための導体リングの加工性の検討から生まれた電磁波分布補正体14の構造とそれらのシミュレーション結果を示す。UHF電界分布は等高線と電界のベクトルを併せて示した。羽がアンテナ裏まで伸びると構造が複雑である。そこで、図17aの横羽付きヒャク型導体リングを考案した。さらに、簡単な構造を検討するなかで、図17bの略L型導体リングでも同等な性能をもつことが判明した。

【0045】

図18は本発明のもう一つの別な実施例の断面図である。図16に示した略L型の電磁波分布補正体を図14に示すような電極構造に適用したものである。第1板2の第2板3と対向する面にシャワーヘッドが形成された石英ブロック12が設置されている。石英ブロック12は石英ブロック12aとそれからプラズマ中に突き出した石英ブロック12bからなっている。略L型の電磁波分布補正体14は石英ブロック12bに中に挿入されている。石英ブロック12aと石英ブロック12bは別体でも、一体でも良い。石英ブロック12の分割方法は、部品の組み立て易さから決定される。このような装置構成は基板と対向する面に直接電極が露出するのを嫌う装置の場合に適用される。このような構成により、電極の消耗が抑えられ、装置寿命が長くなる効果がある。

20

【0046】

図19は本発明のもう一つの別な実施例の断面図である。電磁波分布補正体14のさらに外側のチャンバ1の壁面に、電磁波分布補正体14に対して間隙を置いて、外周リング18を設けたものである。このように構成することにより、電磁波分布補正体14の外側をチャンバ1の壁面に沿って排気口9へ漏出する電磁波の量を少なくし、パワーデポジション15の強度を高める効果がある。

30

【0047】

図20は本発明のもう一つの別な実施例の断面図である。電磁波分布補正体14は装置の中心に対向した板14aとこれに接続された複数板の板14b、14cで構成されている。複数板の板14b、14cは軸方向に間隙を置いて配置されている。電磁波分布補正体14をこのように構成すると、装置の中心に対向した面14aの側に生成される補助パワーデポジション15bの強度が高まり、高密度のプラズマを形成でき、省エネルギーの効果がある。

40

【0048】

また、本発明を適用したプラズマ処理装置を、半導体基板を処理しLSIを製造する方法に用いると、プラズマの不均一によるダメージが発生しないため、非常に信頼性の高い製品が得られる効果がある。

【0049】

以上は、UHF電磁波ECRプラズマ装置への実施例であるが、本発明は、他に無磁界のUHFプラズマ装置や2.45GHzのマイクロ波プラズマ装置などの波動励起プラズマ装置にも共通に実施出来る。例えば、図21～図24は、無磁場のUHFプラズマ装置へ本発明を適用した実施例である。

50

【0050】

まず、図21～図22の実施例において、第1板2は、スパーク2cを有するスパークアンテナを構成している。このように構成することにより、磁界発生用コイルを必要とせず、部品点数の少ない安価なプラズマ装置を製造できる効果がある。

【0051】

また、図23～図24の実施例において、第1板2は複数の開口を有し、チャンバ1の壁面まで広がったアンテナを構成している。このように構成することにより、図21の実施例より、プラズマの均一な径を大きくできる効果がある。

【0052】

さらに、図25は表面波プラズマ装置へ本発明を適用した実施例である。電磁波は、空間16'に表面波として入射し、スロット19、20から電磁波が石英ブロック12を介して、処理室6に入射してプラズマを生成するようになっている。このように構成することにより、均一で安定なプラズマを発生することができ、処理速度の基板面内の均一性の悪化を防止できる効果がある。また、プラズマCVD装置やスパッタ装置の場合にも、適用できる。また、平行平板容量結合型プラズマ装置や誘導結合式プラズマ装置にも適用できる。100MHz以下の周波数の電源を用いる場合、電気的にフローティングされた電磁波分布補正体においてプラズマと対向した面には、電荷が誘起され、電界が発生し、補助プラズマを生成する。

【0053】

【発明の効果】

本発明によれば、大きな口径の基板をプラズマ処理する際に、基板面内の均一な処理を可能にす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ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例になるプラズマ処理装置の断面図である。

【図2】 図1のプラズマ処理装置のA-A断面図である。

【図3】 図1のプラズマ処理装置の作用効果を説明する概念図である。

【図4】 従来型のプラズマ処理装置と本発明の一実施例になる導体リングを具備したプラズマ処理装置に対して、シミュレーションを行って得られた、UHF電界強度E_{ab}、パワーデポジション、電子密度分布の等高線を示す図である。

【図5】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図6】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図7】 図5、図6の実施例の装置における導体リングの特性を調べるために、アンテナ径、導体リングの材質(誘電率)、導体リングの厚みを変えて、ICFの分布をシミュレーションで調べた結果を示す図である。

【図8】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図9】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図10】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図11】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図12】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図13】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図14】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図15】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図16】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図17】 電磁波分布補正体14の構造とそれらのシミュレーション結果を示す図である。

【図18】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図19】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図20】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図21】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

【図22】 図21のB-B断面である。

10

20

30

40

50

【図23】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

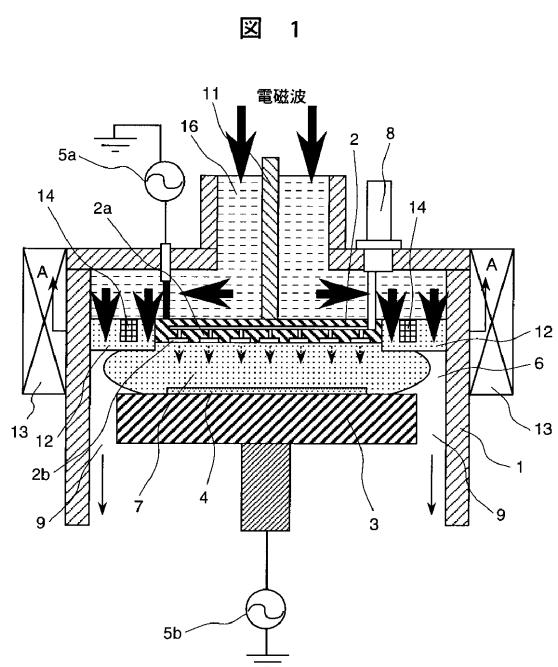
【図24】 図23のB-B断面である。

【図25】 本発明のもう一つの実施例の説明図である。

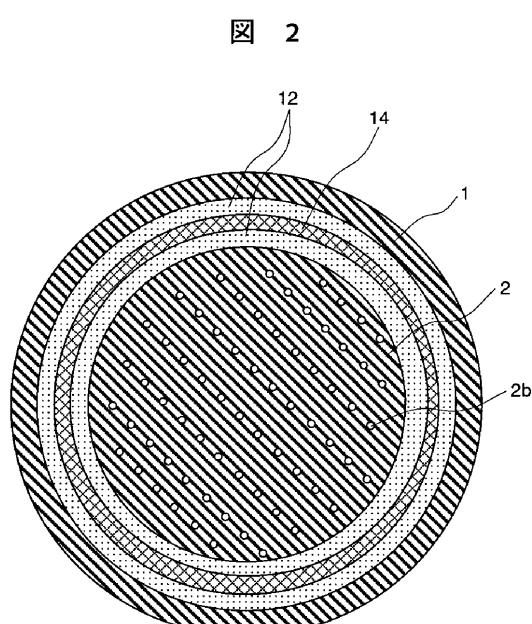
【符号の説明】

1 … チャンバ、 2 … 第 1 板、 2 a … ガス孔、 2 c … スポーク、 3 … 第 2 板、 4 … 基板、 5 a、 5 b … 電源、 6 … 処理室、 7 … プラズマ、 8 … ガス供給手段、 9 … 排気口、 11 … アンテナ、 12 … 石英ブロック、 13 … 電磁コイル、 14、 14 a、 14 b、 14 c … 電磁波分布補正体、 15 a、 b … パワーデポジション、 16 … 誘電体、 16' … 空間、 17 … 移動機構、 18 … 外周リング、 19、 20 … スロット

〔 図 1 〕

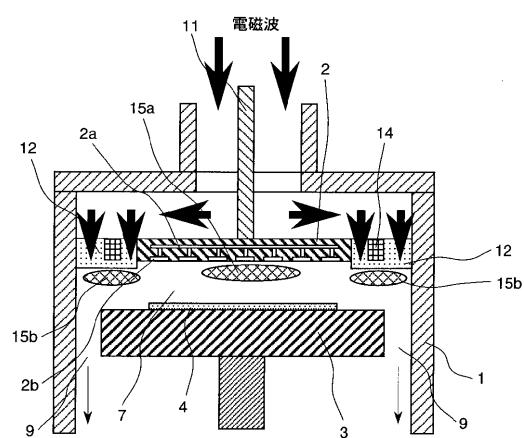


【図2】



【図3】

図 3



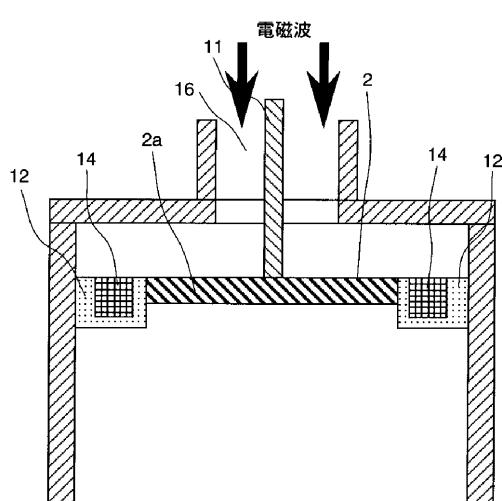
【図4】

図 4

	従来型	導体リング型
UHF電界	中高の電界 第1板	導体リング 第1板 補助電界が保持
パワーデポ	主パワーデポ	主パワーデポ 補助パワーデポ
電子密度	中高	W型

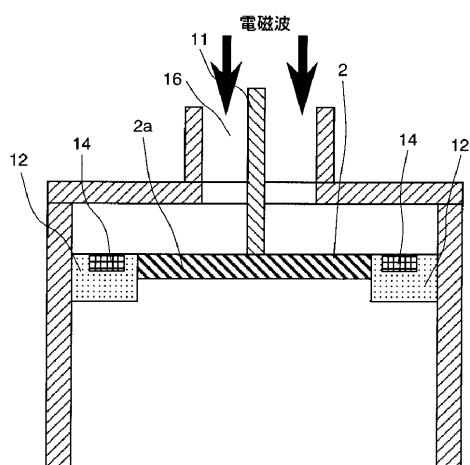
【図5】

図 5



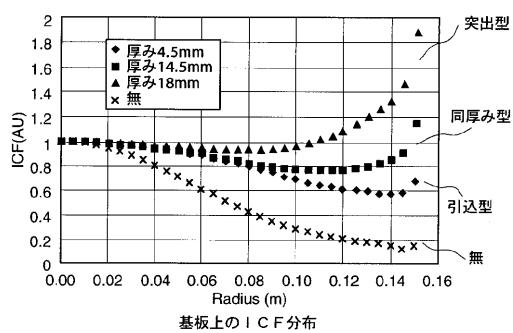
【図6】

図 6



【図7】

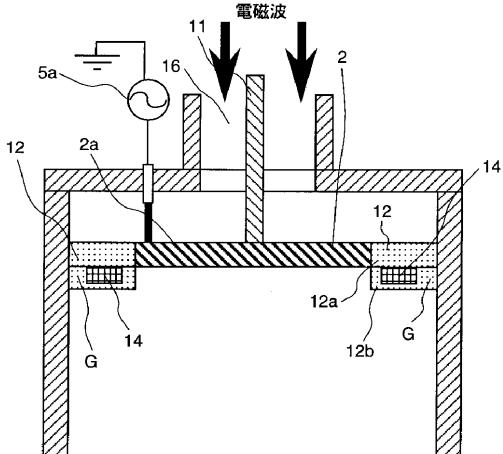
図 7



導体リング形状	構造
突出型	中心 第1板 导体リング厚み18mm 処理室 基板
同厚み型	導体リング厚み14.5mm
引込型	導体リング厚み4.5mm
無	

【図8】

図 8



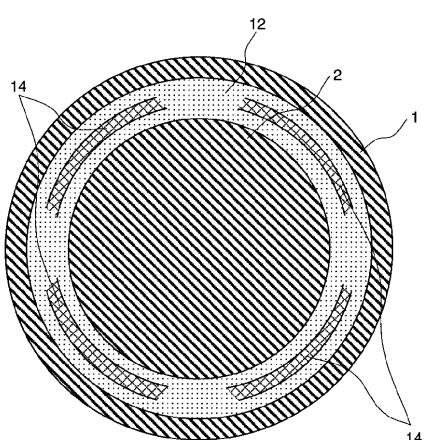
【図9】

図 9

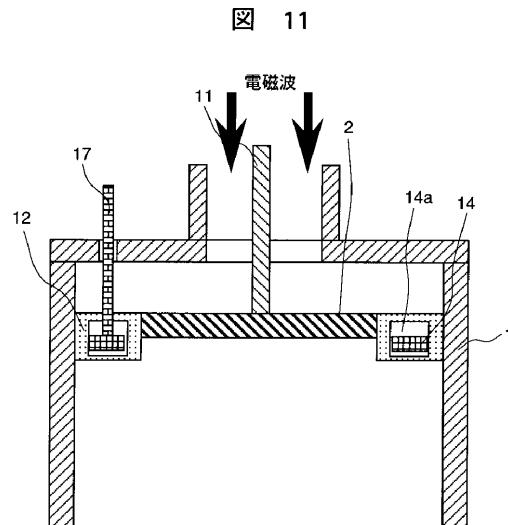
	外周隙間 $t_0=40mm$	外周隙間 $t_0=13.5mm$
UHF 電界	第1板 導体リング 主電界 補助電界	外周隙間 主電界 補助電界
パワーデポ	主パワーデポ 補助パワーデポ	主パワーデポ 補助パワーデポ
電子密度	中高 分布 密度 低い	均一 分布 密度 増加

【図10】

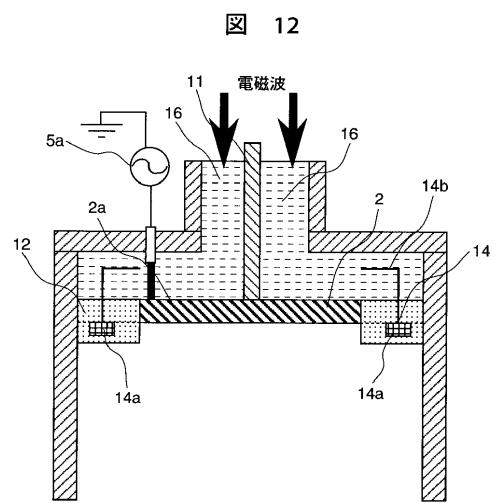
図 10



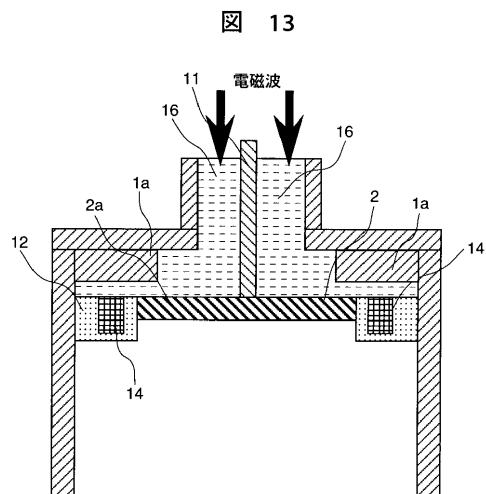
【図11】



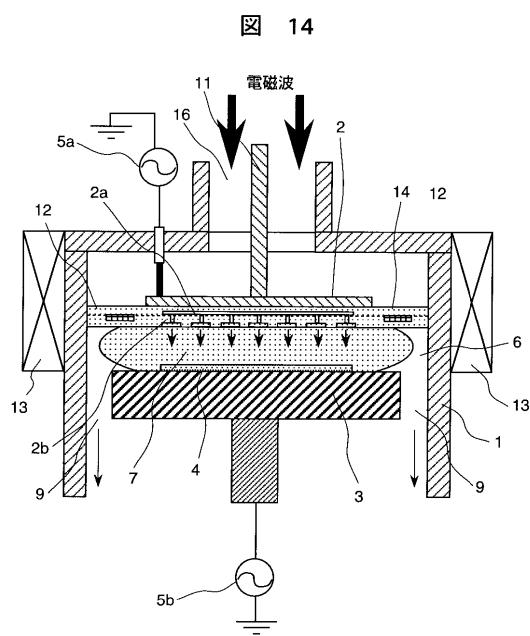
【図12】



【図13】



【図14】



【 図 15 】

【図16】

図 15

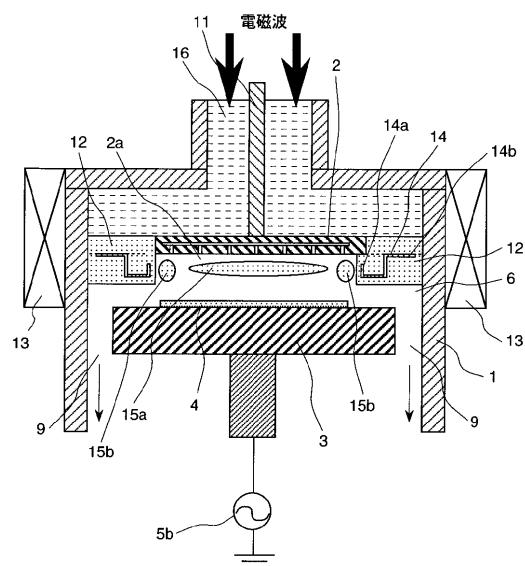
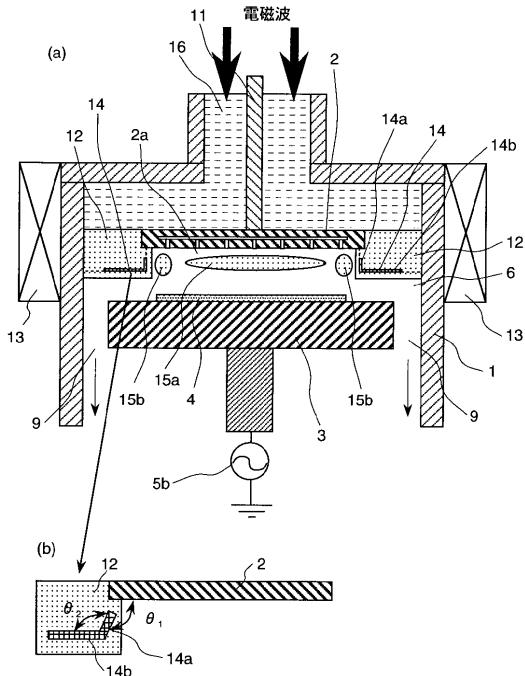


図 16



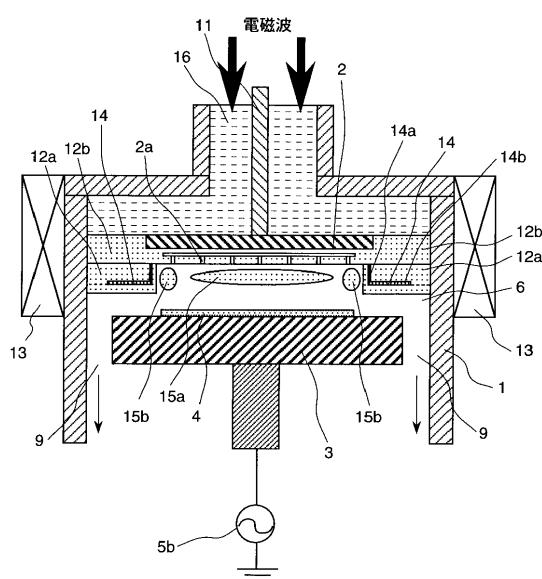
【図17】

【 図 1 8 】

17

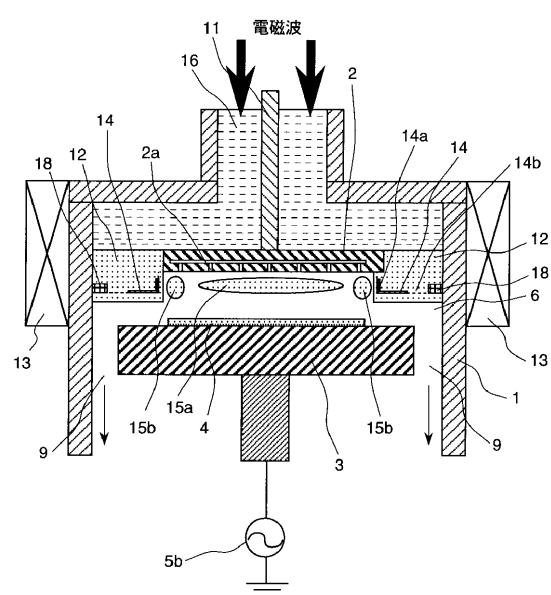
	a ヒシャク型	b L型
UHF電界		
パワーデボ		
電子密度		

図 18



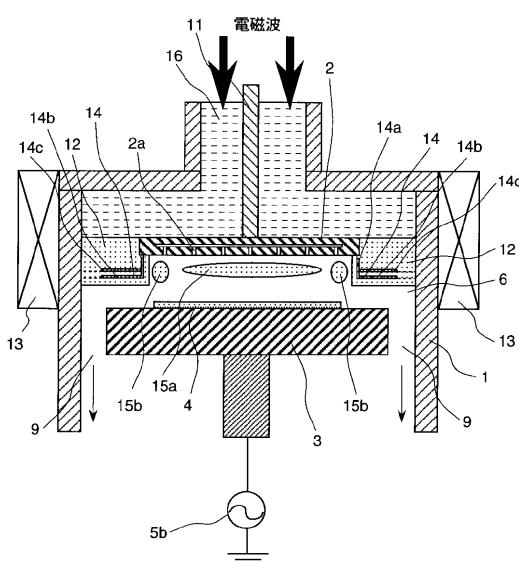
【図19】

図19



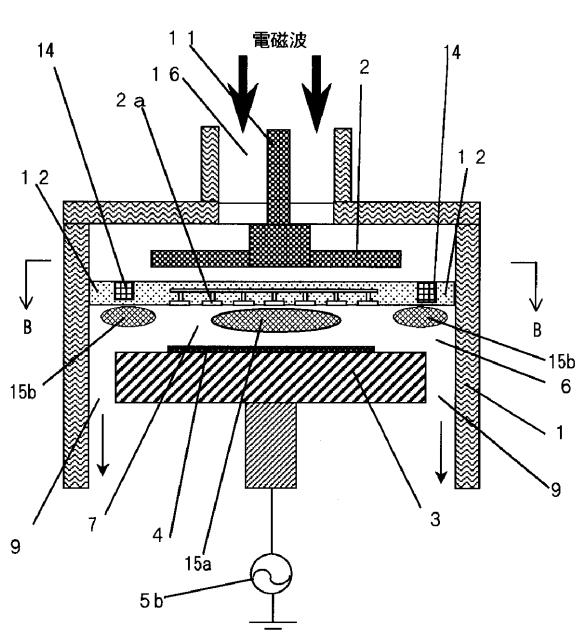
【図20】

図20



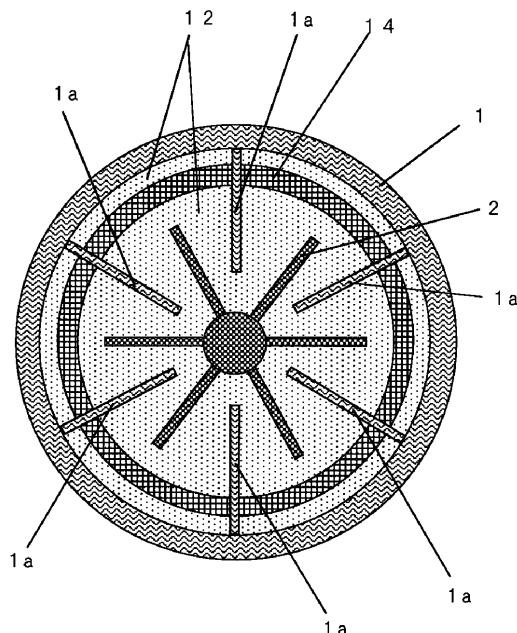
【図21】

図21



【図22】

図22



【 図 2 3 】

【 図 2 4 】

图 2 3

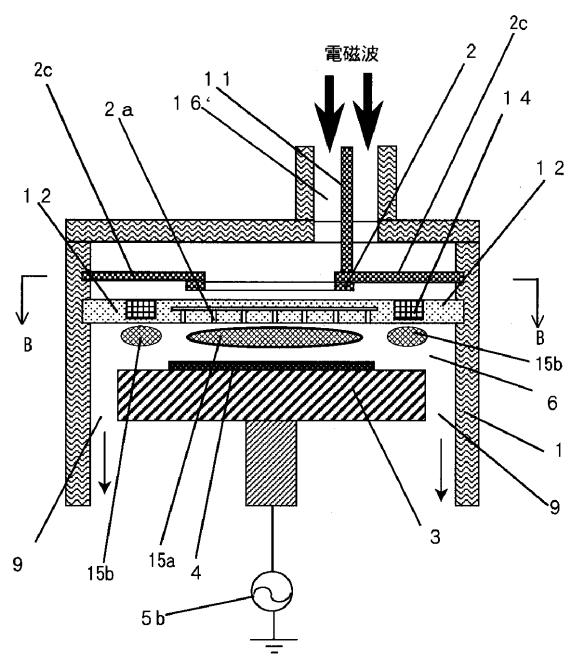
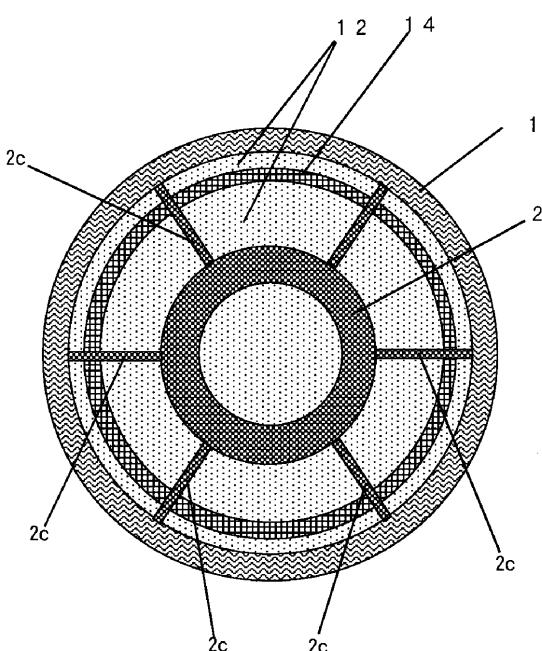
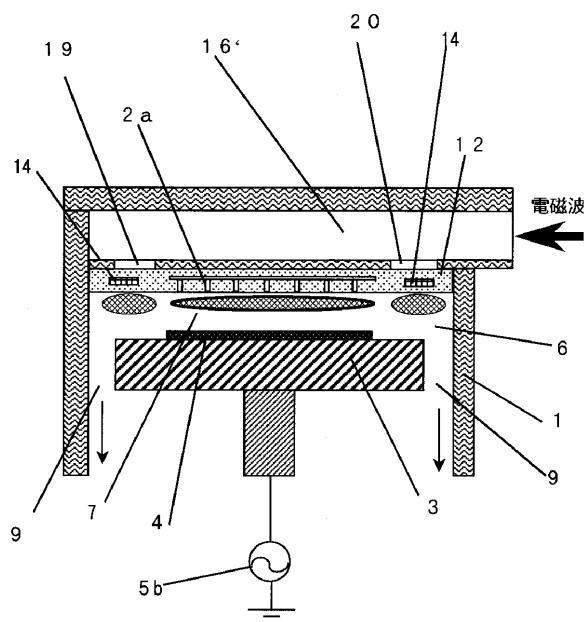


図24



【図25】

図25



フロントページの続き(51)Int.Cl.⁷H 0 1 L 21/205
H 0 5 H 1/46

F I

H 0 1 L 21/205
H 0 5 H 1/46
H 0 5 H 1/46B
C

(72)発明者 佐々木 一郎

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 臼井 建人

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 川原 博宣

山口県下松市大字東豊井794番地

株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

審査官 橋本 憲一郎

(56)参考文献 特開平09-106900 (JP, A)

特開平11-045876 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)H01L 21/3065
B01J 19/08
B01J 19/12
C23C 16/511
C23F 4/00
H01L 21/205
H05H 1/46