

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4808330号
(P4808330)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月26日(2011.8.26)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/205	(2006.01)	H01L 21/205
B01J 19/08	(2006.01)	B01J 19/08
C23C 16/455	(2006.01)	C23C 16/455
H01L 21/283	(2006.01)	H01L 21/283
H01L 21/31	(2006.01)	H01L 21/31

H

B

C

請求項の数 13 外国語出願 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-143503 (P2001-143503)

(22) 出願日

平成13年5月14日 (2001.5.14)

(65) 公開番号

特開2002-158179 (P2002-158179A)

(43) 公開日

平成14年5月31日 (2002.5.31)

審査請求日

平成20年5月1日 (2008.5.1)

(31) 優先権主張番号

60/203732

(32) 優先日

平成12年5月12日 (2000.5.12)

(33) 優先権主張国

米国 (US)

(73) 特許権者 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド
A P P L I E D M A T E R I A L S , I
N C O R P O R A T E D
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
054 サンタ クララ バウアーズ ア
ベニュー 3050

(74) 代理人 100109726

弁理士 園田 吉隆

(74) 代理人 100101199

弁理士 小林 義教

(74) 代理人 100104282

弁理士 鈴木 康仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プロセスガス配給装置及び処理チャンバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板処理チャンバ内にプロセスガスを配給するための装置であって、

上側取付面 (256 ; 386) と、内側環状制限壁 (289 ; 384) と外側環状制限壁 (287 ; 382) とを有し、内側環状制限壁 (289 ; 384) が、垂直線からある角度で外側環状制限壁 (287 ; 382) に向かって広がっている、環状部材 (280 ; 380) と、

前記環状部材 (280 ; 380) を装着したガス配給アセンブリ (40) と、
を備え、前記環状部材 (280 ; 380) は、下端の位置が基板の位置に対応する高さになるよう、下方に伸びている、
装置。

【請求項 2】

内側環状制限壁 (289 ; 384) が、垂直線から 30 度 ~ 70 度の角度で広がる請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記ガス配給アセンブリ (40) は、少なくとも 1 つの通気孔 (80) が形成されているガスフィードドラム (46) を備える請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記ガスフィードドラム (46) に取り付けられ、複数の通気孔 (47) が形成された

10

20

プロックカープレート(45)を更に備える請求項3に記載の装置。

【請求項5】

前記上側取付面(386)は平らであり、前記ガス配給アセンブリ(40)の下面に合わせられて、電気的に接続される、請求項1に記載の装置。

【請求項6】

前記環状部材(280;380)が、ガス配給アセンブリ(40)の一体化部分である請求項1に記載の装置。

【請求項7】

処理チャンバであって、

処理キャビティを画すチャンバ本体と、

処理キャビティ内に配置される基板支持部材と、

上側取付面(386)と、内側環状制限壁(384)と外側環状制限壁(382)とを有し、内側環状制限壁(384)が、垂直線からある角度で外側環状制限壁(382)に向かって広がっている、環状部材(380)と、

複数の通気孔が形成されたガス配給アセンブリ(40)であって、縁部に前記環状部材(380)の上側取付面(386)が実装され、外径が前記外側環状制限壁(382)の外径に略等しい、ガス配給アセンブリ(40)と、

前記ガス供給アセンブリ(40)を支持する絶縁リング(70)であって、絶縁リング(70)の上部は、チャンバ本体とガス配給アセンブリ(40)の外縁部との間に介挿され、絶縁リング(70)の下部は前記外側環状制限壁(382)に連結される、絶縁リング(70)と、

を備え、

前記環状部材(380)は、下端の位置が基板の位置に対応する高さになるように、下方に伸びている、

処理チャンバ。

【請求項8】

前記環状部材(380)の内側環状制限壁(384)が、垂直線から30度~70度の角度で広がる請求項7に記載の処理チャンバ。

【請求項9】

処理チャンバであって、

処理キャビティを画するチャンバ本体と、

処理キャビティ内に配置される基板支持部材と、

複数の通気孔が形成されたガス配給アセンブリ(40)と、

前記ガス供給アセンブリ(40)を支持する絶縁リング(70)であって、絶縁リング(70)の一部は、チャンバ本体とガス配給アセンブリ(40)の外縁部との間に介挿される、絶縁リング(70)と、

前記絶縁リング(70)の下面に連結する上側取付面(256)を有する環状部材(280)であって、前記ガス配給アセンブリ(40)の底面の下方へ延長している、環状部材(280)と、

を備え、

前記環状部材(280)は、下端の位置が基板の位置に対応する高さになるように、下方に伸びている、

処理チャンバ。

【請求項10】

前記環状部材(280)は、さらに、内側環状制限壁(289)と外側環状制限壁(287)とを有し、内側環状制限壁が、垂直線から30度~70度の角度で広がる、請求項9に記載の処理チャンバ。

【請求項11】

基板処理チャンバ内にプロセスガスを配給するための装置であって、

ガス配給アセンブリ(40)と、

10

20

30

40

50

前記ガス配給アセンブリ(40)の底面の一部に連結された環状部材(380)であつて、内側環状制限壁(384)と外側環状制限壁(382)とを有し、前記ガス配給アセンブリ(40)の外径が前記外側環状制限壁(382)の外径に略等しい、環状部材(380)と、

前記ガス供給アセンブリ(40)を支持する絶縁リング(70)であつて、絶縁リング(70)の上部は、前記ガス配給アセンブリ(40)の外縁部と前記基板処理チャンバの側壁部との間に介挿され、絶縁リング(70)の下部は前記環状部材(380)の外側環状制限壁(382)に連結される、絶縁リング(70)と、
を備え、

前記環状部材(380)は、下端の位置が基板の位置に対応する高さになるように、下方に伸びている、
装置。

【請求項12】

前記内側環状制限壁(384)が垂直線から30度～70度の角度で外側環状制限壁(382)に向かって広がっている、請求項1_1に記載の装置。

【請求項13】

前記環状部材(380)の上側取付面(386)は、前記ガス配給アセンブリ(40)の縁部に連結される、請求項1に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体処理装置に関する。特に本発明は、プラズマガスを処理チャンバの処理区域内に制限するための装置及び処理チャンバに関する。

【0002】

【従来の技術】

集積回路(I C)やその他の電子デバイスの製造では、電導性、半電導性、誘電性の多数の層が、基板の表面に堆積され、また除去される。集積回路デバイスは、水平及び垂直の導電経路を備えている。水平の導電路ないし相互接続部は典型的には線と呼ばれ、一方、垂直の導電路ないし相互接続部は典型的には、接点またはバイアと呼ばれる。接点は、下にある基板の上のデバイスに伸び、バイアは、下にあるメタル層に伸びる。

30

【0003】

電導性、半電導性、誘電性の薄膜の形成、堆積、除去は、多種の技術による。最新の処理法における共通の堆積技術としては、スパッタリングとしても知られる物理気相堆積(PVD)、化学気相堆積(CVD)、プラズマ励起化学気相堆積(PECVD)、電気めっき等がある。

【0004】

化学気相堆積(CVD)プロセスでは、基板は前駆体ガスに曝露され、この前駆対ガスは基板の表面で反応し、基板の上に反応生成物を堆積して、この上に膜を成長させる。この表面反応は、少なくとも2つの異なる方法により行うことができる。熱プロセスでは、基板は十分に高い温度に加熱され、基板に接している前駆体ガスが反応を引き起こして基板上に層を堆積するに必要な活性化エネルギーを提供する。PECVDプロセスでは、前駆体ガスは、前駆体ガスを励起して、所望の材料を形成するために基板表面の上で反応するイオン及びラジカル等のエネルギーを得た状態にするに十分高い電磁界を受ける。

40

【0005】

PECVDは、様々な基板の上にシリコンカーバイド(SiC)を堆積するため半導体デバイスの製造で用いられる1つのプロセスである。シリコンカーバイドはI Cの用途では、バリア層及びエッチストップとして有用な1つ材料であり、また、プリメタル誘電体(PMD)レベルをはじめとするマルチレベルの反射防止コーティング(アーク)として有用な材料である。SiCを堆積するためのPECVDプロセスでは、処理チャンバにシリカガス(SiH₄)及びメタンガス(CH₄)の導入操作を有し、そこでは、ガスが反応し

50

、チャンバ内に配置される基板の上にシリコンカーバイドの膜層を形成する。ガス分配組立体は、チャンバにガスの導入において基板表面の上に均一にガスを配給するために P E C V D チャンバで一般に利用される。均一なガス配給は、基板の表面の上で均一な S i C 堆積を形成することに優れている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

図 1 は、従来の誘電堆積チャンバ 3 0 の横断面図を示す。堆積チャンバ 3 0 は、ペデスター 10 3 2 と、チャンバ壁 3 4 と、ガス配給組立体ないしシャワーヘッド 4 0 を備えている。シャワーヘッド 4 0 は、典型的にはチャンバ内で電極として機能する平坦な下面を示す。しかし、P E C V D プロセス及び図 1 に示したようなハードウェアでは、プロセスによつては、堆積の均一性、再現性や信頼性における問題を示してきた。例えば図 2 は、図 1 に示す従来のチャンバを用いて処理される基板上の典型的なプラズマ電荷密度を示す。図示のように、プラズマ電荷密度は、基板の全面について均一でない。さらに、参考番号 7 7 で示すように、プラズマ密度は、中心よりも基板の端の方で大きくなっている。典型的には、堆積均一性は、電極の周囲のまわりでプラズマ密度が増大する結果、基板のエッジでは中心と比較してより厚いかより大きい。したがって、堆積プロセスにおけるプラズマエッジ効果を防止して、堆積均一性、再現性及び信頼性を大きく向上させるためのニーズが、コストに有効な解決法のために存在する。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、プラズマガスを基板処理チャンバの処理区域に制限するための装置を提供する。1つの側面では、プラズマを処理チャンバ内に制限するための装置が提供され、これは、環状の電極実装面を有する上側区分と、内側環状制限壁及び外側環状制限壁を有し、上側実装区分と一体的に形成される下側区分とを備えている。内側環状制限壁は、チョークアパー・チャを形成するために外側環状の制限壁の方へ、垂直線からある角度で広がっている。別の側面では、環状の電極表面を有する上側区分と、内側制限壁及び外側制限壁を有し上側区分と一体的に形成される下側区分とを備える装置が提供される。さらに別の側面では、プロセスガスを供給するための装置が提供され、この装置は、ガス入口及びガス出口を有するガス配給組立体と、環状の部材とを備え、この環状の部材は、電極実装表面を有する上側区分と、内側環状制限壁及び外側環状制限壁を有し上側区分と一体的に形成される下側区分とを備える。

【 0 0 0 8 】

また別の側面では、プラズマを処理チャンバに制限するために処理チャンバはが提供される。処理チャンバは、処理キャビティを有するチャンバ本体と、処理キャビティ内に配置される基板支持部材と、少なくとも1つのガス入口及び少なくとも1つのガス出口を有するガス配給組立体と、環状の部材とを備え、この環状の部材は、電極実装表面を有している上側区分と、内側環状制限壁及び外側環状制限壁を有し上側区分と一体的に形成される下側区分とを備える。

【 0 0 0 9 】

上記に挙げた本発明の機能、利点及び目的を達し詳細に理解することができるよう、添付の図面で例示する本発明（簡潔に上に要約した）の特定の説明を、具体例を参照して行う。

【 0 0 1 0 】

しかし注意すべきは、添付の図面は本発明の典型的な実施例を例示するだけのものであり、従って範囲を限定するものではなく、本発明の他の等しく有効な具体例も許される。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

本発明は一般に、基板処理チャンバのプラズマ区域内にチョークアパー・チャを形成する電極延長部材に関する。チョークアパー・チャは、より大きいプラズマ密度が典型的には形成される基板のエッジでプラズマ区域の容量を減らす。延長部材は、少なくともその一部が

10

20

30

40

50

プラズマ区域の周囲に伸び、基板のエッジのまわりのプラズマの容量を減らす。さらに、電極延長部材は下方へ伸びる部分を提供し、これは、プラズマの横の境界を画する。従つて、電極延長部材は処理チャンバの接地された制限壁から離れるようにプラズマを制限し、制限壁への損失を防止する。その結果、より均一な層堆積が基板の全面に対して得られる。

【0012】

多くの基板処理チャンバは、商業的に入手可能である。説明の明瞭さ及び平易のため、以下の説明は主に、米国カリフォルニア州サンタクララのアプライドマテリアルズ社より入手可能でありまた、Zao らの米国特許第 5,558,717 号に説明される CVD DX Z チャンバとして知られる処理チャンバを参照する。

10

【0013】

図 3 は、CVD DX Z チャンバの断面図である。CVD DX Z チャンバ 20 は、チャンバ本体 22 を備え、これは典型的にはアルミニウム製であり、プラズマ処理領域 24 を有する内部の真空チャンバ 23 を画している。チャンバ 20 は、支持面 34 を有するペデスタイル 32 を有し、その上で基板 36 が所望の材料を化学気相堆積するために支持される。垂直に可動のリフトピン 38 は、支持面 34 に対しての基板 36 の出し入れを容易にする。チャンバ 20 は更に、チャンバ 20 にプロセスガス及びパージガスを導入するガス送出組立体 40 と、基板 36 の上に堆積させるためのプロセスガスプラズマを生成し維持するための RF 電源 50 を更に有する。

【0014】

ガス送出組立体 40 は、チャンバ本体 22 の上端でベースプレート 60 の上に配置され、ガス配給フェースプレート 42 (シャワー・ヘッドとしてたびたび参照される) と、電極延長部材 44 と、プロッカープレート 45 と、ガス・フィードドラム 46 とを有している。ガスは、ガス・フィードドラム 46 に形成される中央ガス入口 80 によって、ガス送出組立体 40 に提供される。図示されないが、プロセスガス入口 80 は、1 つ以上の上流側ガスソース及びガスマスクサー等他のガス送出部品の一方又は双方に結合される。プロセスガス入口 80 は、ギャップ 261 と流体連絡し、このギャップはガスフィードドラム 46 の下側の面 263 及びシャワー・ヘッド 42 の上面 255 によって画される。

20

【0015】

プロッカープレート 45 は、ギャップ 261 内に配置され、ガスフィードカバープレート 46 に装着される。プロッカープレート 45 は好ましくは、アルミニウムアロイ製であり、そこに形成されてガス入口 80 からシャワー・ヘッド 42 までガスを分散させるように構成される通路ないしホール 47 を有している。

30

【0016】

シャワー・ヘッド 42 は、プロセス領域 24 に気体流を配給するために構成される複数のホール 48 と、環状のフランジ 49 とを有し、このフランジは、ガス送出組立体 40 を支持するために絶縁リング 70 の上に配置されるシャワー・ヘッド 40 と一体の部品である。シャワー・ヘッド 42 は、実質的にディスク形であり、高度に仕上げられた表面を有するアルミニウムアロイ等の熱伝導率が高く熱接触抵抗 (Rc) の低い材料から造られる。絶縁リング 70 と液体に対して緊密な接点を確保するため、シール 275 が環状の取付けフランジ 49 に配置されることが好ましい。絶縁リング 70 は、セラミックのポリマー材料等の非導電性の材料を備えており、接地されたベースプレート 60 から RF 電力を絶縁する。

40

【0017】

ガスフィードドラム 46 は、ガスフィードドラム 46 の周囲に形成される環状の取付けフランジ 273 を有する。環状の装着フランジ 273 のサイズは、シャワー・ヘッド 42 の周囲の上に配置されるように設定される。シャワー・ヘッド 40 と流体に対して緊密な接点を確保するために、環状の装着フランジ 273 にはシール 271 が配置されることが好ましい。ガスフィードドラムプレート 46 は、アルミニウム又はアルミニウムアロイでできていることが好ましい。またガスフィードドラム 46 は、ガス送出組立体 40 を所望の温度に維持するための水又は他の流体を有するマルチターンの冷却 / 加熱チャンネル (図示さ

50

れず)を有していてもよい。ガスフィードドラム46は、シャワーヘッド42の上に配置され、これに熱的に連絡する。電源50は、プラズマの生成を容易にするため、シャワーヘッド42へ直流(DC)や高周波(RF)等の電力を供給する。

【0018】

電極延長部材44は、環状の部材又はリング形の部材である。一具体例では、電極延長部材44は、図3に示すシャワーヘッド40の周囲に配置される。あるいは下記の図5の説明で述べられるように、電極延長部材44は、基板の表面又はガス送出組立体の下面の一方又は双方に対して共形の形状であってもよい。

【0019】

操作においては、例えばシリコンカーバイド(SiC)膜等の膜が、ロボット(図示されず)とリフトピン38の協働によりペデスタル32上に配置される基板36の上に堆積されてもよい。ペデスタル32は、基板36を上げて、シャワーヘッド42に接近するようになる。例えばトリメチルシラン等を有するプロセスガスと希ガス(ヘリウムやアルゴン等)が、中央ガス入口80を通してチャンバ20内に注入され、そこでは、ガスがプロッカープレート45のホール47を通してシャワーヘッド42の裏面に流入する。矢印で指示するように、プロセスガスは、シャワーヘッド42のホール48を通して処理領域24へ進み、基板36の方へと通過する。基板36に達すれば、プロセスガスはその上面で反応する。その後プロセスガス副生成物は、基板36のエッジを横切って半径方向外向きに流れ、ポンピングチャンネル23に流入し、真空系(図示されず)によってチャンバ20から排気される。SiC膜の堆積中は、チャンバ圧力は3~10 Torrであり、更に好ましくは6~10 Torrである。単一の13.56MHzのRF電源は、約4.3~10 W/cm²の出力密度で約300~700ワット、また更に好ましくは約5.7~8.6 W/cm²の出力密度で約400~600ワットでアノード及びカソードに印加し、シリコンベースのガスによりプラズマをチャンバ内に形成する。RF電源は、チャンバに導入される反応性の種の分解を促進するため、典型的には13.56MHzの高RF周波数及び360 kHzの低RF周波数で電力を供給する混合周波数RF電源であってもよい。基板表面温度は、約200~400、より好ましくは約300~400である。

【0020】

ここに説明される堆積ハードウェアは、SiCの堆積に加えて、任意の堆積材料に対して用いられてもよく、例えば他の誘電反射防止コーティング(DARC)材料、酸化物(Si_xO_y)、炭素ドープ酸化シリコン(Si_xO_y:C)、炭素ドープ窒化シリコン(Si_xN_y:C)や低誘電物質等を挙げることができる。

【0021】

図4は、図3に示すガス送出組立体40の破断横断面図である。ガス送出組立体40はシャワーヘッド42を有し、これはその外周に配置される電極延長部材280を有している。電極延長部材280は、下側区分284と一体的に形成される上側区分282を有している。上側区分282は、上側実装表面283と、内側壁288と、外側壁286を有している。下側区分284は、内側制限壁289と、外側制限壁287とを備えている。外側制限壁287の直径は、上側区分282の外側壁286の直径と同じ又は実質的に同じである。内側制限壁289の直径は、上側区分282の内側壁288の直径と同じ又は実質的に同じであり、垂直線より下側区分282の外側制限壁287の寸法に向かって広がっている。内側制限壁289は、約30度~約70度の角度で広がっている。好ましくは、内側制限壁289は、約45度の角度で広がる。

【0022】

上側区分282の内側制限壁288は、ファスナ298、299(好ましくはボルト)によってシャワーヘッド42の周囲に結合し、良好な電気連絡を確保する。上側区分282は、絶縁リング70の下側面256に適合させるほぼ平坦な上側実装面283を有する。隣接同士をかみ合わせれば、上側実装面283及び下側面256は、ガス送出組立体40の半径方向軸291と平行である境界面を画する。

【0023】

10

20

30

40

50

図5は、電極延長部材380の代替具体例を示す破断横断面図である。電極延長部材380は、横方向の拡張が制限される処理チャンバに用いられることが好ましい。電極延長部材380は、上側実装面386と、内側制限壁384と、外側制限壁382を有している。外側制限壁382の直径は、シャワーヘッド42の直径と同じ又は実質的に同じである。内側制限壁384の直径は、基板(図示されず)の直径と同じ又は実質的に同じであり、垂直線から外側制限壁382の方へ広がる。内側制限壁384は、約30度～約70度の角度で外側制限壁382の方へ広がっている。好ましくは、内側の制限壁384は、外側制限壁382に向かって約45度の角度で広がる。

【0024】

電極延長部材380は、シャワーヘッド42の下側面354上に配置される。電極延長部材380のほぼ平坦な上側実装面386は、良好な電気的連絡を確保するため、ボルトまたは同様のファスナ(図示されず)によってシャワーヘッド42の下側面354に結合する。隣接同士をかみ合わせれば、上側実装表面386と下側面354は、ガス送出組立体349の半径方向の軸391と平行である境界面を画する。

10

【0025】

電極延長部材280及び380は、高度に仕上げられた表面でアルミニウムアロイ等の高熱伝導率及び低熱接触抵抗(Rc)を有する材料から造られる。電極延長部材280及び380は典型的には、それに配置されるシャワーヘッド42と同じ材料から造られる。あるいは、更なる具体例では、このに説明するように、シャワーヘッド42は、電極延長部材280及び380の下方延長部分を有するよう、アルミニウム又はその他の適切な材料の单一体より削り出して作ってもよい。

20

【0026】

図3、図4及び図5に示すガス送出組立体40は、環状の部材又はリング形の部材であるように記述されている。しかし、本発明は特定の形状に限定されない。他の幾何学的構成、例えば環状、平行四辺形や他の形状が想定される。

【0027】

本発明は、さらに以下の非限定的な実例で説明される。

【0028】

実施例1

図3に示される処理チャンバを用いて、基板が処理された。923オングストロームの平均厚さを有するシリコンカーバイドの膜が、シリコン基板上に堆積された。堆積均一性は、UV-145SE薄膜測定システムにより測定された。堆積厚さは、基板の表面の端から端まで1.6%の測定標準偏差を有していた。図6から分かるように、基板はドーナツ型の構成を示さず、堆積は基板の表面の端から端まで均一であった。

30

【0029】

比較例

図1に示す従来のチャンバを用いて、堆積プロセスが実施された。977オングストロームの平均厚さを有するシリコンカーバイドの膜が、シリコン基板上に堆積された。図2に示すように、符号77で示される通り、基板表面の端から端までドーナツ型の構成が存在した。堆積均一性は、同じくUV-145SE薄膜測定システムによって測定された。堆積厚さは、3.8%の測定標準偏差を有していた。

40

【0030】

ここまで述べたことは、本発明の好ましい具体例に関するが、本発明の他の具体例や更に進んだ具体例を、基本範囲から離れずに工夫されてもよく、そしてその範囲は特許請求の範囲によって決められる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、先行技術の従来の誘電堆積チャンバの横断面図である。

【図2】図2は、図1に示す従来の誘電堆積チャンバを用いて処理される基板のプラズマ電荷密度パターンである。

【図3】図3は、米国カリフォルニア州サンタクララのアプライドマテリアルズ社より入

50

手可能な電極延長部材を有する C V D D X Z チャンバの横断面図である。

【図 4】図 4 は、図 3 に示されるガス送出組立体の破断横断面図である。

【図 5】図 5 は、電極延長部材の別の具体例を示すガス送出システムの横断面図である。

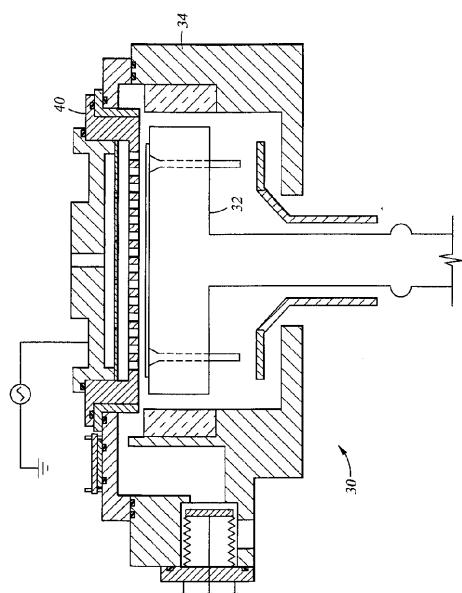
【図 6】図 6 は、環状の電極延長装置を用いた場合の基板のプラズマ電荷密度パターンである。

【符号の説明】

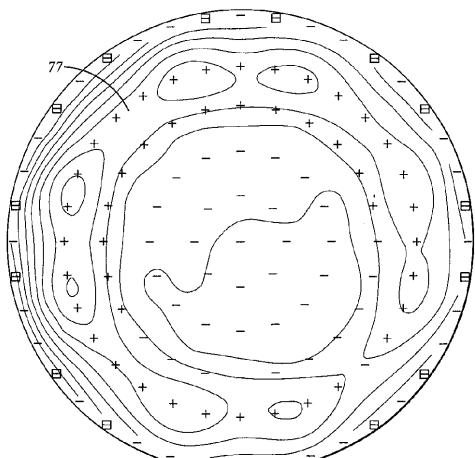
20...チャンバ、22...チャンバ本体、23...真空チャンバ、24...プラズマ処理領域、

32...ペデスタル、34...支持面、36...基板、38...リフトピン、50...R F 電源。

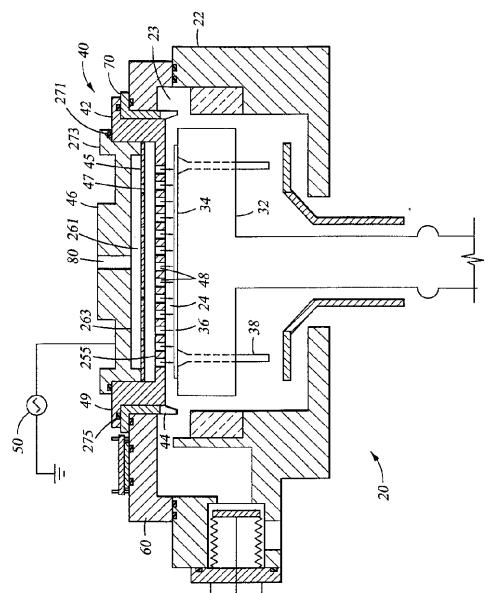
【図 1】



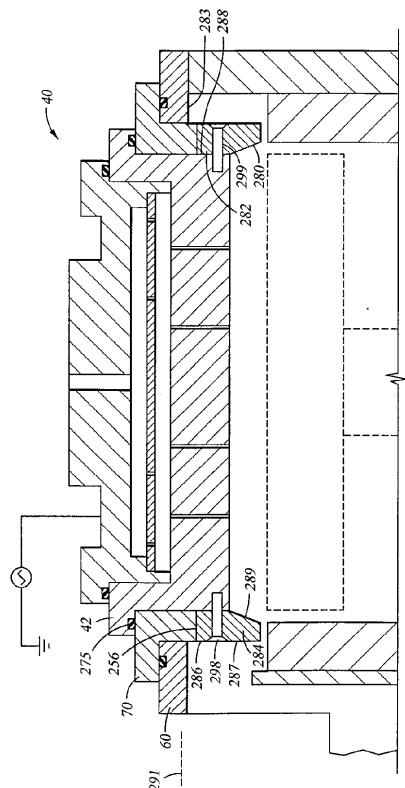
【図 2】



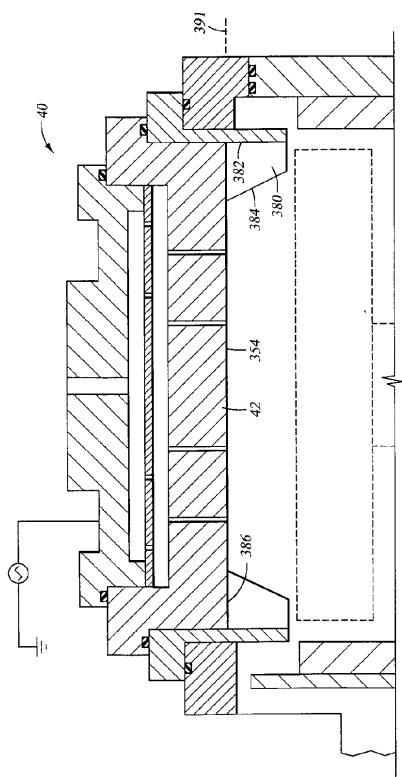
【図3】



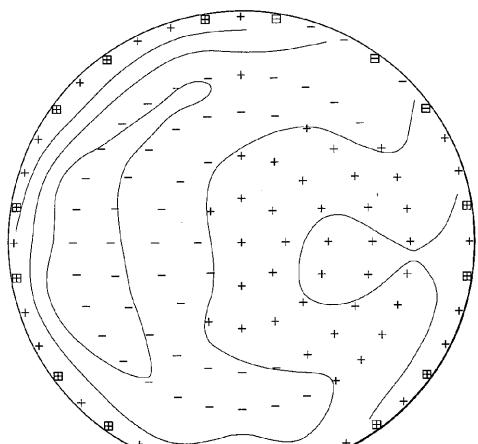
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 05 H 1/46 (2006.01) H 05 H 1/46 M

- (72)発明者 クオ - シー リウ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ミルピタス, サッターウィンド ドライヴ 320
(72)発明者 ラマナ ヴェーラシンガム
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, スコット ヴァレイ, オーク クリーク ブルヴァード 309
(72)発明者 ジ シュー
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, オールバニー, オーロン アヴェニュー 945 ナンバー 951
(72)発明者 ピン シュー
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, フリーモント, クラウン リッジ コモン 4888 8
(72)発明者 マリオ デイヴ シルヴェッティ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, モルガン ヒル, ホワイト オーク コート 345 0
(72)発明者 ギャン シエン
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, マウンテン ヴュー, エスクウェラ アヴェニュー 333 ナンバー 240

審査官 大塚 徹

- (56)参考文献 特開平09-312268 (JP, A)
特開平11-193471 (JP, A)
特開平02-143423 (JP, A)
特開平05-125545 (JP, A)
特開平02-054922 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
H01L 21/31