

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3814012号  
(P3814012)

(45) 発行日 平成18年8月23日(2006.8.23)

(24) 登録日 平成18年6月9日(2006.6.9)

(51) Int.C1.

F 1

HO1L 21/3065 (2006.01)

HO1L 21/302 101C

HO1L 21/205 (2006.01)

HO1L 21/205

HO5H 1/46 (2006.01)

HO5H 1/46 A

HO5H 1/46 M

HO5H 1/46 L

請求項の数 14 (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平8-113782

(22) 出願日

平成8年5月8日(1996.5.8)

(65) 公開番号

特開平9-74089

(43) 公開日

平成9年3月18日(1997.3.18)

審査請求日

平成15年5月2日(2003.5.2)

(31) 優先権主張番号

08/436513

(32) 優先日

平成7年5月8日(1995.5.8)

(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APPLIED MATERIALS, I  
NCORPORATED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 100088155

弁理士 長谷川 芳樹

(74) 代理人 100089978

弁理士 塩田 辰也

(74) 代理人 100092657

弁理士 寺崎 史朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】誘導的かつ多容量的に結合されたプラズマリアクタ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

真空チャンバ内部の半導体ウエハを処理する為の容量性及び誘導性結合高周波プラズマリアクタであって、

前記真空チャンバの一部を横切って互いに対面する一対の平行コンデンサ電極と、

前記真空チャンバの一部の周りに巻かれた誘導コイルと、

第1高周波源と、

前記第1高周波源の高周波パワーを分割する手段と、

第2高周波源と、

を備え、

前記分割された高周波パワーは、前記一対の平行コンデンサ電極にそれぞれ接続され、前記第2高周波源は、前記誘導コイルの中間巻線に接続され、前記誘導コイルの両端は接地されている、プラズマリアクタ。

## 【請求項 2】

前記高周波パワーを分割する手段は、トランスフォーマーを備え、前記トランスフォーマーは、前記第1高周波源に接続された一次巻線と、両端が前記一対の平行コンデンサ電極に接続された二次巻線と、前記二次巻線上の接地用タップと、を備える、請求項1記載のプラズマリアクタ。

## 【請求項 3】

前記高周波パワーを分割する手段は、パワー分割用コンデンサを有し、前記パワー分割

用コンデンサは、前記第1高周波源に接続された共通電極と、前記共通電極に面している第1及び第2平行電極と、を備え、前記第1及び第2平行電極は、前記一対の平行コンデンサ電極にそれぞれ接続されている、請求項1記載のプラズマリアクタ。

**【請求項4】**

真空チャンバ内部の半導体ウエハを処理する為の容量性及び誘導性結合高周波プラズマリアクタであって、

前記真空チャンバの一部を横切って互いに対面する一対の平行コンデンサ電極と、

前記真空チャンバの一部の周りに巻かれた誘導コイルと、

高周波源と、

前記高周波源の高周波パワーを分割する手段と、

を備え、

前記分割された高周波パワーは、前記一対の平行コンデンサ電極及び前記誘導コイルの中間巻線にそれぞれ接続され、前記誘導コイルの両端は接地されている、プラズマリアクタ。

**【請求項5】**

前記高周波パワーを分割する手段は、トランスフォーマーを備え、前記トランスフォーマーは、前記第1高周波源に接続された一次巻線と、両端が前記一対の平行コンデンサ電極に接続された二次巻線と、前記二次巻線上の接地用タップと、前記二次巻線の一端に付加された拡張巻線部分と、を備え、前記拡張巻線部分の端部は、前記誘導コイルの中間巻線に接続されている、請求項4記載のプラズマリアクタ。

**【請求項6】**

前記高周波パワーを分割する手段は、パワー分割用コンデンサを有し、前記パワー分割用コンデンサは、前記第1高周波源に接続された共通電極と、前記共通電極に面している第1、第2及び第3平行電極と、を備え、前記第1、第2及び第3平行電極は、前記一対の平行コンデンサ電極及び前記誘導コイルの中間巻線にそれぞれ接続されている、請求項4記載のプラズマリアクタ。

**【請求項7】**

真空チャンバ内部の半導体ウエハを処理する為の容量性及び誘導性結合高周波プラズマリアクタであって、

前記真空チャンバの一部を横切って互いに対面する一対の平行コンデンサ電極と、

前記真空チャンバの一部の周りに巻かれた誘導コイルと、

第1高周波源及び第2高周波源と、

を備え、

前記第1高周波源は、前記誘導コイルの選択された巻線に接続され、前記誘導コイルの他の選択された巻線は、前記一対の平行コンデンサ電極の第1電極に接続され、前記第2高周波源は、前記一対の平行コンデンサ電極の第2電極に接続され、前記誘導コイルの両端は接地されている、プラズマリアクタ。

**【請求項8】**

前記チャンバはシーリングを備え、前記一対の平行コンデンサ電極の一方は前記シーリング付近の頂部電極である、請求項1～7のいずれか一項に記載のプラズマリアクタ。

**【請求項9】**

前記シーリングは複数径ドーム形状を備え、前記誘導コイルは、

(a) 前記ドーム形状と等角、または

(b) 前記ドーム形状と非等角

のいずれかである、請求項8記載のプラズマリアクタ。

**【請求項10】**

前記一対の平行コンデンサ電極の他方は、ウエハペデスターである、請求項8記載のプラズマリアクタ。

**【請求項11】**

前記頂部電極は、

10

20

30

40

50

( a ) 前記真空チャンバの内側、または

( b ) 前記真空チャンバの外側

のいずれかに存在する、請求項 8 記載のプラズマリアクタ。

**【請求項 12】**

前記頂部電極は、前記真空チャンバの内側にあり、前記シーリングの一体部分 (an integral part)になっている、請求項 11 記載のプラズマリアクタ。

**【請求項 13】**

前記頂部電極は、前記真空チャンバの外側にあり、前記シーリングの頂部に載置されている、請求項 11 記載のプラズマリアクタ。

**【請求項 14】**

前記平行電極の一つと前記一対の平行コンデンサ電極の一つとの間で直列に接続された位相反転コンデンサを更に備える、請求項 3 または 6 記載のプラズマリアクタ。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する分野】**

本発明は、半導体ウエハを処理するための高周波 (RF) プラズマリアクタに関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

かなり簡略化された図 1 の図形で示されたタイプの慣例的な平行板プラズマリアクタは、側壁 12 と、頂部および底部の平行絶縁コンデンサ電極 14、16 を有する真空チャンバ 10 を含む。側壁 12 は接地されていてもよく、電極 14、16 が両方とも高周波パワーに接続されるなら、これらの電極から絶縁されている。また、電極 14、16 の一つが接地されている場合、それは同様に側壁 12 にも接続され、他方の電極は高周波パワーに接続されている。通常、電極 14、16 の一つは、高周波インピーダンス整合回路網 18 を介して高周波パワー発生器 20 に接続され、他の電極は接地されると共に側壁 12 に接続されている。半導体ウエハ 22 はチャンバ 10 内に置かれ、処理ガスがチャンバに導入される。一対の電極 14、16 を横切って印加されている高周波パワーは、チャンバ 10 内でプラズマを着火し、そのプラズマを容量結合により持続させる。

**【0003】**

図 1 の平行板プラズマリアクタは、幾つかの独特的な利点を享有する。特に、広い面積および平行電極 14、16 の接近により、たやすくプラズマを着火し、ウエハ 22 における容量結合およびプラズマイオンエネルギーを精度良く制御することができる。そのようなリアクタのプラズマ処理は、他のタイプのプラズマリアクタと比較して、非常に再現性が良い。平行板プラズマリアクタの一つの欠点は、高周波エネルギーが容量結合を介してプラズマに結合され、そのためプラズマイオン密度は容量結合高周波パワーの増減のみによって増減し得る点である。しかし、そのようなパワーの増加はイオン衝撃エネルギーを増大し、ウエハ上に大きなデバイス損傷を生じさせる。そのため、そのようなリアクタにおけるプラズマ密度は、デバイス損傷が顕著になるプラズマイオンエネルギー・レッシュ・ホールドにより制限される。

**【0004】**

図 2 に示されたタイプの誘導結合型プラズマリアクタは、コイル誘導子 32 により囲まれた真空チャンバ 30 を有する。半導体ウエハ 34 は、ウエハペデスタル 36 上のチャンバ 30 の内側に支持されている。コイル誘導子 32 は、高周波インピーダンス整合回路網 40 を介して高周波パワー発生器 38 に接続されている。処理ガスはチャンバ 30 の内側に導入され、コイル 32 から誘導結合された高周波パワーがチャンバ 30 内でプラズマを着火し持続させる。プラズマイオン密度は、コイル誘導子 32 に印加された高周波パワーを増加させることにより、たやすく増大される。しかし、そのような誘導子 32 に印加された高周波パワーの増加は、ウエハ表面に衝突するイオンエネルギーを付随的に増加させる。そのため、過剰なプラズマイオンエネルギー、顕著な利点のため、デバイス損傷という危険を冒すことなく、プラズマ密度は、図 1 のリアクタ内のプラズマ密度よりもかなり増

10

20

30

40

50

加される。

**【0005】**

**【発明が解決しようとする課題】**

図2の誘導型プラズマリアクタに伴う一つの問題点は、誘導子コイル32がほとんど、或いは全くプラズマイオンエネルギーの制御を与えない点であり、そのため、そのような制御を与える別個の装置が備え付けられていなければならない点である。この問題は、高周波インピーダンス整合回路網44を介して容量結合型独立高周波パワー発生器42からウエハペデスタル36に高周波パワーを印加することにより、慣例的に解決されている。プラズマイオンエネルギーを制御する高周波発生器42は、プラズマイオンエネルギー制御とプラズマイオン密度制御が結合解除するように、プラズマイオン密度を制御する高周波パワー発生器38とは独立して調整されてもよい。

10

**【0006】**

しかし、ウエハペデスタル36に印加されたバイアス高周波パワーは、(図1の平行板プラズマリアクタと比較して)プラズマイオンエネルギーを越える下位の(*inferior*)制御を与え、下位のプロセス再現性を与える。他の問題点は、図2の誘導結合型リアクタは、図1の容量型リアクタと同程度にたやすくプラズマには着火しない点である。

**【0007】**

異なる利点を実現するのに要求される相反すると思われる構造的特徴のため、同一のリアクタにおける図1の容量結合型リアクタと図2の誘導結合型プラズマリアクタの両方の共通点のない(*disparate*)利点が認識できるとは考えられていなかった。

20

**【0008】**

本発明は、図1の容量結合型リアクタと図2の誘導結合型リアクタとの両方の利点の全てをリアクタの中の単一のプラズマリアクタの中で提供することを目的とする。

**【0009】**

さらに、本発明は高周波パワー分割を用いて、最小限の数の高周波発生器を備え良好に制御された形式で、誘導的かつ容量的に高周波パワーを結合し、処理チャンバに伝達することを目的とする。

**【0010】**

また更に、本発明は、図1の容量結合型リアクタと図2の誘導結合型リアクタの双方の利点の全てをリアクタ内の単一プラズマリアクタ内で提供し、そこでは、シーリングの内面上の汚染堆積物がスパッタリングで除去され、シーリングがきれいに保たれる。

30

**【0011】**

また、更なる本発明の目的は、チャンバシーリングからスパッタリング材の途を提供し、チャンバに処理種を供給することである。

**【0012】**

**【課題を解決するための手段】**

本発明の第1態様に係るプラズマリアクタは、真空チャンバ内部の半導体ウエハを処理する為の容量性及び誘導性結合高周波プラズマリアクタであって、前記真空チャンバの一部を横切って互いに対面する一対の平行コンデンサ電極と、前記真空チャンバの一部の周囲に巻かれた誘導コイルと、第1高周波源と、前記第1高周波源の高周波パワーを分割する手段と、第2高周波源と、を備え、前記分割された高周波パワーは、前記一対の平行コンデンサ電極にそれぞれ接続され、前記第2高周波源は、前記誘導コイルの中間巻線に接続され、前記誘導コイルの両端は接地されている。

40

本発明の第2態様に係るプラズマリアクタは、真空チャンバ内部の半導体ウエハを処理する為の容量性及び誘導性結合高周波プラズマリアクタであって、前記真空チャンバの一部を横切って互いに対面する一対の平行コンデンサ電極と、前記真空チャンバの一部の周囲に巻かれた誘導コイルと、高周波源と、前記高周波源の高周波パワーを分割する手段と、を備え、前記分割された高周波パワーは、前記一対の平行コンデンサ電極及び前記誘導コイルの中間巻線にそれぞれ接続され、前記誘導コイルの両端は接地されている。

本発明の第3態様に係るプラズマリアクタは、真空チャンバ内部の半導体ウエハを処理

50

する為の容量性及び誘導性結合高周波プラズマリアクタであって、前記真空チャンバの一部を横切って互いに対面する一対の平行コンデンサ電極と、前記真空チャンバの一部の周りに巻かれた誘導コイルと、第1高周波源及び第2高周波源と、を備え、前記第1高周波源は、前記誘導コイルの選択された巻線に接続され、前記誘導コイルの他の選択された巻線は、前記一対の平行コンデンサ電極の第1電極に接続され、前記第2高周波源は、前記一対の平行コンデンサ電極の第2電極に接続され、前記誘導コイルの両端は接地されている。

本発明は、半導体ウエハを処理するためにプラズマリアクタ内で実施され、そのリアクタは一対の平行コンデンサ電極を処理チャンバのシーリングおよび底部にそれぞれ有し、コンデンサ電極の各々は高周波パワーをチャンバに容量的に結合し、さらに、少なくとも以下の3つの要素の内の2つに印加された高周波信号の間の一定の高周波位相関係に応じて、誘導コイルはチャンバの一部に巻かれ高周波パワーをチャンバに誘導的に結合する：2つの電極およびコイルであって、その容量性および誘導性結合が、プラズマ着火の容易性および高精度なプラズマイオンエネルギー及びプロセス再現性の制御の為に、半導体ウエハの処理中に実行される。一実施例において、2つの信号間の一定の位相関係は、例えば、180度の位相ズレでもよい。

#### 【0013】

独立したパワー制御を与えていたる間に高周波源の数を最小限にするため、本発明はパワー分割を含み、共通のソース又は複数のソースから一対の電極及びコイルに別個にパワーを提供することが好ましい。特に、パワーは、コイル及び一対の電極を構成する3つの要素の内の少なくとも2つの間で、それぞれが分割されている。パワーは、コイル又はトランスフォーマのいずれかを通じて誘導的に分割されてもよく、共通の高周波源に接続された共通の電極を有する一連のコンデンサにより容量的に分割されてもよい。

#### 【0014】

その高周波パワーは、トランスフォーマーを介して誘導的に分割されてもよく、一対の電極は当該トランスフォーマーの二次巻線の反対側に接続されている。この場合、誘導コイルは別々にパワーが供給されてもよい。また、誘導コイルおよび電極の両方は当該トランスフォーマーの二次巻線上の一定のタップに接続される。また更に、高周波パワーは、誘導コイル自身を介して誘導的に分割されてもよい。例えば、パワー分割は、一対の電極の一方または両方を誘導コイルの一つの巻線にタップ接続することにより実行してもよい。

#### 【0015】

頂部電極は、シーリングの汚染堆積物をスパッタリングで取り除き、それをきれいに保つ為に、十分にシーリングに近く、そこに印加される十分な高周波パワーを有することが好ましい。

#### 【0016】

一実施例において、チャンバシーリングは、シーリングでコンデンサ電極の影響の下でプラズマへとスパッタリングされる処理ガスのために、前駆体材料から成る部分を含んでいる。シーリングは複数径ドーム形状でもよいが、コイル誘導子はドーム形シーリングを備えた等角(conformal)又は非等角でもよい。

#### 【0017】

底部のコンデンサ電極はウエハペデスタルであるが、頂部のコンデンサ電極はチャンバの内側かチャンバの外側にあるのが好ましい。頂部電極がチャンバの内側にある場合、頂部電極はシーリングの一体部分(an integral part)でもよい。

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】

図3において、プラズマリアクタは真空チャンバ50を含み、この真空チャンバ50は円筒型側壁52とドーム形シーリング54を含んでいる。床部56はペデスタル58を支持し、このペデスタル58はリアクタにより処理される半導体ウエハ61を支持する底部絶縁コンデンサ電極60を含んでいる。シーリング54は、底部コンデンサ電極60に面する頂部絶縁コンデンサ電極62を含む。頂部および底部コンデンサ電極62、60は、ト

10

20

30

40

50

ランスフォーマー 6 6 の二次巻線 6 4 の反対側でバランスがとられており、トランسفォーマー 6 6 の一次巻線 6 8 はコンデンサ 7 0 を介して高周波電源 7 2 に接続されている。高周波電源 7 2 は、図 1 の高周波発生器 2 0 および高周波インピーダンス整合回路網 1 8 のような高周波パワー発生器および慣例のインピーダンス整合回路網（図示せず）を含む。高周波電源 7 2 は、プラズマイオンエネルギーおよびプラズマに対する容量結合を制御する。誘導結合は、ドーム形シーリング 5 4 の一部に巻かれている誘導コイル 7 4 によって提供される。コイル 7 4 は、コンデンサ 7 6 を介して第 2 高周波電源 7 8 によりエネルギーが与えられ、高周波発生器および高周波インピーダンス整合回路網（図示せず）を含む。電源 7 8 はコンデンサ 7 6 を介して誘導コイル 7 2 の中間巻線に接続されており、コイル 7 4 の両端はパワー損失を最小限にするため、頂部電極 7 2 あるいは側壁 5 2 のどちらかに接地されている。10

#### 【 0 0 1 9 】

高周波パワーの頂部及び底部電極 6 2、6 0 間の分配は、二次巻線 6 4 上の接地用タップ 8 0 の配置により決定される。例えば、接地用タップ 8 0 が二次巻線 6 4 の中間コイルに接続される場合、頂部及び底部電極は高周波源 7 2 から同量の高周波パワーを受ける。他方、接地用タップ 8 0 が頂部電極 6 2 の接続点の近くに配置される場合、より多くの高周波パワーが底部電極 6 0 に印加される。20

#### 【 0 0 2 0 】

図 3 の実施例は、（図 7 を参照して後に説明するように）頂部電極 6 2 がチャンバの外側にありシーリング 5 4 をかぶせるように変形してもよい。20

#### 【 0 0 2 1 】

向かい合う電極 6 0、6 2 の二次巻線 6 4 の反対側端部に対する接続は、向かい合う電極 6 0、6 2 に印加される高周波信号間で 180 度の位相ずれの関係 (out-of-phase relationship) を確立し、それによって、プラズマの高周波パワーの容量結合を最大にする。しかし、他の適切な位相関係が本発明を実行する際に選択されてもよい。

#### 【 0 0 2 2 】

図 3 の実施例の、広く密接に間隔を開けて配置された平行な頂部及び底部平行板コンデンサ電極 6 0、6 2 は、図 1 の平行板プラズマリアクタの全ての利点を提供し、プラズマ着火の大いなる容易性、ウエハ表面における良好なプラズマイオンエネルギーの制御および良好なプロセス再現性を有する。誘導コイル 7 4 は、図 2 の誘導結合プラズマリアクタの全ての利点を同時に提供し、不當にプラズマイオンエネルギーを増加することなく高プラズマイオン密度を提供する能力を有する。30

#### 【 0 0 2 3 】

図 4 は、必要な高周波源の数を減少させるパワー分割特徴を有する図 3 の変形例を示す。特に、第 2 高周波源 7 8 は除去され、拡張巻線部分 6 4 a は、頂部電極 6 2 に対する接続部 6 4' で二次巻線 6 4 に付加されている。拡張部 6 4 a の端部は、誘導コイル 7 4 の中間巻線に接続されている。（図 3 の実施例を参照して上述したように）接地用タップ 8 0 の配置は頂部及び底部電極 6 2、6 0 間のパワーの分配を決定するが、接続部 6 4' の配置は一対の電極 6 0、6 2 と誘導コイル 7 4 間のパワーの分配を決定する。例えば、接続部 6 4' が、誘導コイル 7 4 に接続する拡張コイル部 6 4 a の端部へと移動する場合、頂部電極 6 2 と誘導コイル 7 4 に印加されるパワー量は等しくなる。さらに、同一例において、接地用タップ 8 0 は正確に全体の二次巻線 6 4 の中間に置かれる場合、頂部電極 6 2、底部電極 6 0 および誘導コイル 7 4 に印加されるパワーの量は全て等しい。そのため、3 つの高周波パワーエレメント（すなわち、頂部電極 6 2、底部電極 6 0 および誘導コイル 6 4）の各々に印加された高周波パワーは、別々に（独立ではなく）調節可能であり、顕著な利点を有する。40

#### 【 0 0 2 4 】

図 4 は同様に本発明の他の態様を示し、そこでは誘導コイル 7 4 はドーム形シーリングと非等角 (non-conformal) になっている。好ましくは、ドーム形シーリングは複数径ドームになっており、そこではドームの頂点に向かって半径が増加し、誘導コイルは、図 5 に50

示されるように、部分円筒形になっており、直角円筒部 74a と平坦頂部 74b を含んでいる。複数径ドームシーリングにわたる、そのような非等角誘導コイルは、Gerald Z. Yin 氏等により出願され、現在の譲受人に譲渡された米国特許出願に開示されている。

#### 【0025】

図6は、他のパワー分割の実施例を示し、ここでは、トランスフォーマー 66 は除去され、誘導コイル 74 自身が頂部電極 62 に高周波パワー分割を提供するために用いられている。図6に示されるように、高周波源 72 はコンデンサ 70 を介して誘導コイル 74 の選択された巻線 84 に接続されている。他の選択された誘導コイル 74 の巻線 86 は、頂部電極 60 に接続されている。第2高周波源 78 は底部電極 60 に接続されている。また、選択された巻線 86 は、その代わりとして、底部電極 60 に接続することが可能であり、第2高周波源 78 は頂部電極 62 に接続することが可能である。

10

#### 【0026】

図7は、図4に対応する実施例を示すが、そこでは頂部電極 62 はチャンバ 50 のシーリング 54 から分離しており、シーリング 54 の外側表面の頂部に載置されている。頂部電極 62 は、電極 62 との位置決めにおいて (in registration with) シーリング 54 の内側表面の一部がプラズマによりスパッタされるようにしている。この特徴は、2つの目的の中のどちらかに役立つ。第1に、シーリング 54 の内部表面に堆積する傾向がある生産物による、いかなる汚染或いはプラズマ処理も、このスパッタリング処理によって除去される。第2に、シーリング自身はプロセス材料でもよく、それはたやすく、その為、頂部電極 62 の作用によりチャンバ内のプラズマへと導入される。例えば、フッ素捕集材をチャンバに導入することが望ましい場合、シーリング 54 はシリコンでもよく、シリコン原子がシーリング 54 からプラズマへとスパッタされる。

20

#### 【0027】

高周波源(図3又は図6にて2以上が使用されている場合には複数の源)の高周波周波数は、約 2.0 MHz あるいはそれより低いオーダーのような低い範囲範囲内であることが好ましく、プラズマイオンは、平均プラズマ電位というより遷移外部磁場(transit external field)により直接駆動される。平均プラズマ電位が浮動的であり制御が困難であることから、この選択は好ましい。金属エッチングに対しては、別の高周波源から底部電極 60(ウエハペデスタル)にエネルギーを与えるのが好ましいので、図6の実施例が好ましい。

30

#### 【0028】

図1から図7を参照して上述した実施例は、コイルやトランスフォーマーのような誘導性エレメントを用いる一種の(a species of)反応性高周波パワー分割を用いており、そのため、ここでは誘導性高周波パワー分割として言及されている。図8は、他種の反応性高周波パワー分割、すなわち、容量性高周波パワー分割を用いる本発明の実施例を示す。図8において、パワー分割用コンデンサ 90 は共通の高周波源 72 および複数平行電極 94、96、98 に接続された共通電極 92 を有し、これらは共通電極 92 に面している。平行コンデンサ電極 94、96、98 は、個別に頂部電極 62、コイル 74 および底部電極 60 にそれぞれ接続されている。180度の位相ずれの関係が頂部及び底部電極 60、62 間で維持される場合、位相反転コンデンサ 99 は直列で平行電極 98 と底部電極 60 の間に接続される。

40

#### 【0029】

図9は、いかに図8が平行コンデンサ電極電極 96 を除去するために変形され、コイル 74 が図3の実施例のようにエネルギーが与えられる間だけパワー分割が底部及び頂部電極 60、62 間で行われるかを示す。

#### 【0030】

#### 【発明の効果】

本発明は、以上説明したように構成されるので、従来の容量結合型リアクタと誘導結合型リアクタの両方の利点の全てをリアクタ中の単一プラズマリアクタの中で提供することができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、従来技術の容量結合型高周波プラズマリアクタの図である。

【図 2】図 2 は、従来技術の誘導結合型高周波プラズマリアクタの図である。

【図 3】図 3 は、誘導型高周波パワー分割を用いる本発明の第 1 実施例の図である。

【図 4】図 4 は、本発明の第 2 実施例の図である。

【図 5】図 5 は、本発明を実行するのに用いる誘導コイルの一実施例の図である。

【図 6】図 6 は、本発明の第 3 実施例の図である。

【図 7】図 7 は、本発明の第 4 実施例の図である。

【図 8】図 8 は、容量型パワー分割を用いる本発明の第 5 実施例の図である。

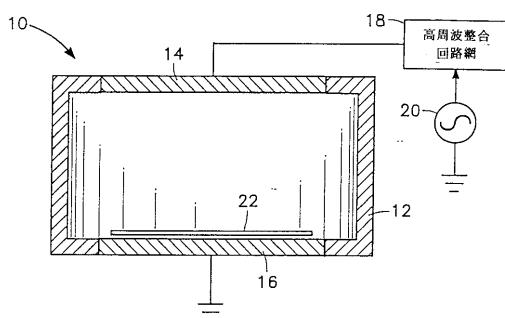
【図 9】図 9 は、本発明の第 6 実施例の図である。

10

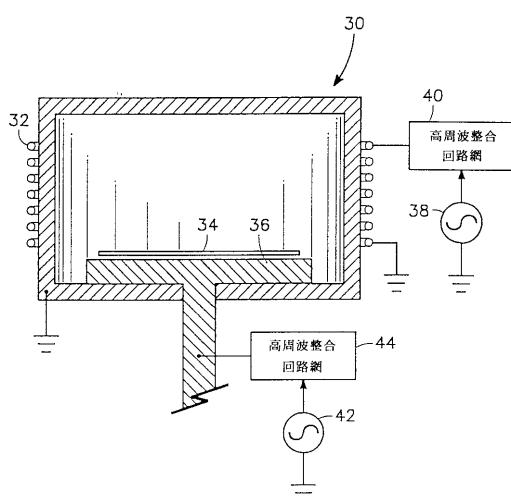
## 【符号の説明】

10 真空チャンバ、12 側壁、14、16 電極、18 高周波インピーダンス整合回路網、20 高周波パワー発生器、22 半導体ウエハ、30 真空チャンバ、32 コイル誘導子、34 半導体ウエハ、36 ウエハペデスタイル、38 高周波パワー発生器、40、44 高周波インピーダンス整合回路網、42 高周波パワー発生器、50 真空チャンバ、52 円筒型側壁、54 ドーム形シーリング、56 床部、58 ペデスタイル、60 底部コンデンサ電極、61 半導体ウエハ、62 頂部コンデンサ電極、64 二次巻線、66 トランスフォーマー、68 一次巻線、70 コンデンサ、72 高周波電源、74 誘導コイル、76 コンデンサ、78 第 2 高周波電源、80 接地用タップ、84、86 卷線、90 パワー分割用コンデンサ、92 共通電極、94、96、98 平行電極、99 位相反転コンデンサ。

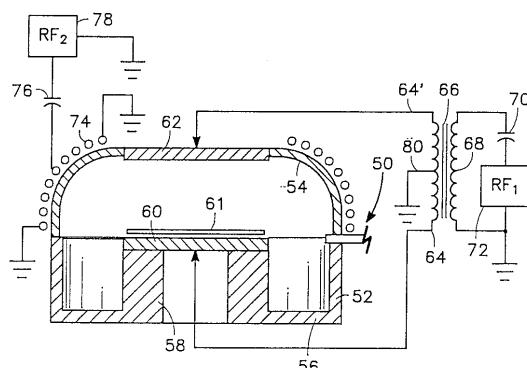
【図 1】



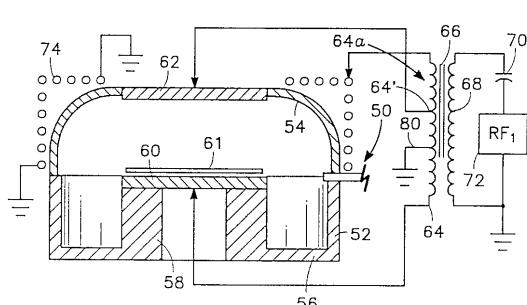
【図 2】



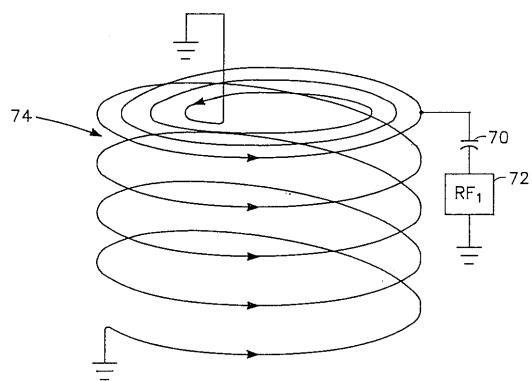
【図 3】



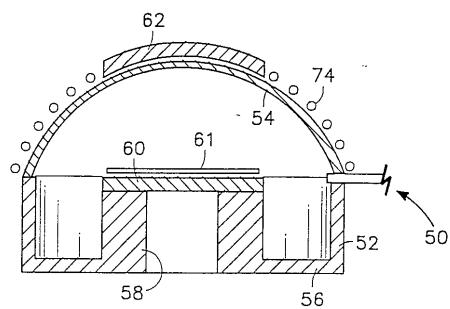
【図 4】



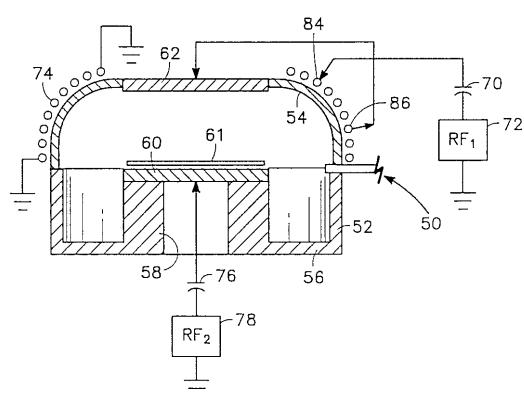
【図5】



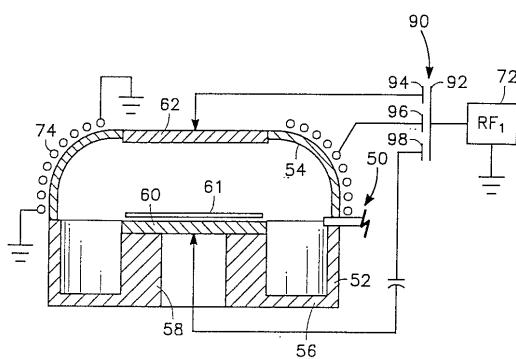
【図7】



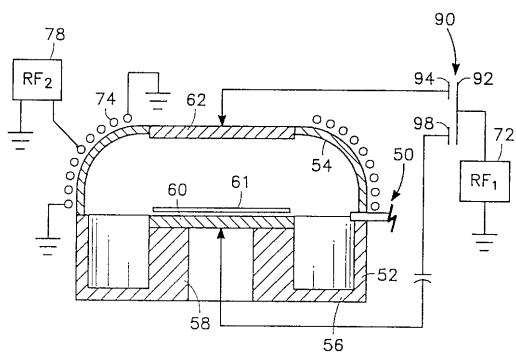
【図6】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100094318

弁理士 山田 行一

(74)代理人 100097320

弁理士 宮川 貞二

(72)発明者 ヤン ヤー

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 95008, キャンプベル, ヴィア サリース 38  
62

(72)発明者 ヒロジ ハナワ

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 94086, サニーヴェール, スブルース ストリー  
ト 696

(72)発明者 ダイアナ シャオビン マ

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 95070, サラトガ, キルト コート 19600

(72)発明者 ジェラルド ジャーヤオ イエン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 94089, サニーヴェール, モース アヴェニュー  
1063 ナンバー17-205

審査官 河本 充雄

(56)参考文献 欧州特許出願公開第00641013(EP, A1)

特開平04-048727(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/205

H05H 1/46