

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-505451

(P2007-505451A)

(43) 公表日 平成19年3月8日(2007.3.8)

(51) Int.C1.

H05H 1/46 (2006.01)
C23C 16/511 (2006.01)

F 1

H05H 1/46
C23C 16/511

C

テーマコード(参考)

4K030

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-525621 (P2006-525621)
 (86) (22) 出願日 平成16年9月8日 (2004.9.8)
 (85) 翻訳文提出日 平成18年4月25日 (2006.4.25)
 (86) 國際出願番号 PCT/DE2004/002027
 (87) 國際公開番号 WO2005/027595
 (87) 國際公開日 平成17年3月24日 (2005.3.24)
 (31) 優先権主張番号 10341239.5
 (32) 優先日 平成15年9月8日 (2003.9.8)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 503003485
 ロート・ウント・ラウ・アクチエンゲゼル
 シャフト
 ドイツ連邦共和国、O 9 3 3 7 ホーエン
 シュタイン-エルンストタール、ゲヴェル
 ベリング、3
 (74) 代理人 100069556
 弁理士 江崎 光史
 (74) 代理人 100093919
 弁理士 奥村 義道
 (74) 代理人 100111486
 弁理士 鍛治澤 實

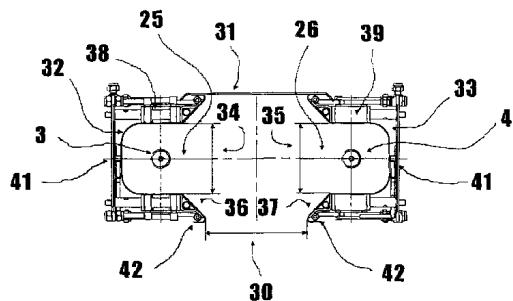
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】直線プラズマ放電開口部を有するE C R プラズマ源

(57) 【要約】

【課題】

本発明は、プラズマ・チャンバから構成された直線プラズマ放電開口部(9, 27, 28, 30)及びこの直線プラズマ放電開口部の領域内に多重極磁場装置を有するE C R プラズマ源に関する。少なくとも2つの個々の分波器(3, 4)が、中心にある分波器として存在する。これらの分波器(3, 4)はそれぞれ、部分プラズマ・チャンバ(1, 2, 21, 22, 32, 23)内に配置されている。直線部分プラズマ放電開口部(7, 8, 23, 24, 34, 35)及び多重極磁場装置(10, 11, 38, 39)が、各部分プラズマ・チャンバ(1, 2, 21, 22, 32, 23)に沿って存在する。少なくとも2つの直線部分プラズマ放電開口部(7, 8, 23, 24, 34, 35)が、E C R プラズマ源の少なくとも1つのプラズマ放電開口部(9, 27, 28, 30)を形成するように、これらの直線部分プラズマ放電開口部(7, 8, 23, 24, 34, 35)は、向き合って配置されている。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

プラズマ・チャンバから構成された直線プラズマ放電開口部(9, 27, 28, 30)及びこの直線プラズマ放電開口部の領域内に多重極磁場装置を有するE C R プラズマ源にあって、中心にある分波器が、プラズマ・チャンバ内に存在し、分波器は、高周波を生成する装置に接続されていて、分波器は、同時に外部導体として作用するE C R プラズマ源において、

- 少なくとも2つの個々の分波器(3, 4)が、中心にある分波器として存在し、
- これらの分波器(3, 4)はそれぞれ、部分プラズマ・チャンバ(1, 2, 21, 22, 32, 23)内に配置されていて、
- この場合、部分プラズマ・チャンバ(1, 2, 21, 22, 32, 33)が、個々の分波器(3, 4)をほぼ同軸に包囲し、各々1つの直線部分プラズマ放電開口部(7, 8, 23, 24, 34, 35)が存在するように、これらの部分プラズマ・チャンバ(1, 2, 21, 22, 32, 33)は、プラズマ・チャンバ内に形成されていること、
- 多重極磁場装置(10, 11, 38, 39)が、各直線部分プラズマ放電開口部(7, 8, 23, 24, 34, 35)に沿って存在すること、及び
- 少なくとも2つの直線部分プラズマ放電開口部(7, 8, 23, 24, 34, 35)が、E C R プラズマ源の少なくとも1つのプラズマ放電開口部(9, 27, 28, 30)を形成するように、これらの直線部分プラズマ放電開口部(7, 8, 23, 24, 34, 35)は、向き合って配置されていることを特徴とするE C R プラズマ源。

10

20

20

30

40

【請求項 2】

個々の分波器(3, 4)個々の分波器(3, 4)と部分プラズマ放電開口部(6, 7)の幅の中心との間の両ラジアル線(7, 8)が、E C R プラズマ源のプラズマ放電開口部(9)のほぼ中心で交差するように、これらのラジアル線(7, 8)は、角度を成して互いに配置されていることを特徴とする請求項1に記載のE C R プラズマ源。

【請求項 3】

両ラジアル線(25, 26)は、共通の軸線内の個々の分波器(3, 4)と部分プラズマ放電開口部(23, 24, 34, 35)の幅の中心との間にあり、E C R プラズマ源の少なくとも1つのプラズマ放電開口部(28, 27, 30)が、横に、特に共通の軸線に對して直角に存在することを特徴とする請求項1に記載のE C R プラズマ源。

【請求項 4】

両ラジアル線(19, 20)は、個々の分波器(3, 4)と部分プラズマ放電開口部(17)の幅の中心との間に互いに平行に配置されていて、E C R プラズマ源のプラズマ放電開口部(18)が、両ラジアル線(19, 20)の方向に存在することを特徴とする請求項1に記載のE C R プラズマ源。

【請求項 5】

多重極磁場装置(15)が、直線部分プラズマ放電開口部(17)の横に隣接する多重極磁場装置として構成されていて、この多重極磁場装置(15)は、両部分プラズマ放電開口部(17)に作用することを特徴とする請求項4に記載のE C R プラズマ源。

【請求項 6】

少なくとも1つの別の多重極磁場装置(12, 29)が、プラズマ・チャンバに対して同軸にかつ外側に、特に部分プラズマ・チャンバに対して同軸に設けられていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のE C R プラズマ源。

【請求項 7】

多重極磁場装置(10, 11, 12, 29)のうちの少なくとも1つの多重極磁場装置が、部分プラズマ・チャンバ(1, 2, 21, 22, 32, 33)に対して摺動され得ることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のE C R プラズマ源。

【請求項 8】

電気伝導性の格子が、E C R プラズマ源のプラズマ放電開口部(3)の領域内に存在することを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載のE C R プラズマ源。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、プラズマ・チャンバに直線プラズマ放電開口部とこの直線プラズマ放電開口部の領域内に多重極磁場装置とを有するE C R プラズマ源に関する。このプラズマ・チャンバは、同時に外部導体として作用する。中心にある分波器が、このプラズマ・チャンバ内に存在する。この分波器は、高周波を生成する装置に接続されている。高周波としては、技術的に利用可能で許容される全ての周波数範囲が考えられる。実際には、特に13.56MHz～2.45GHz の周波数が適することが実証されている。

【背景技術】**【0002】**

多様なプラズマ生成装置が、従来の技術にしたがって公知である。ドイツ連邦共和国特許出願公開第198 12 558号明細書は、直線状に拡張するE C R プラズマ(electron cyclotron resonance plasma)を生成する装置を記す。内部導体が、マイクロ波(910 MHz～2.45 GHz)を生成する装置に接続されていて、良好な伝導性の外部の同軸導波管内に同軸に配置されている。この同軸導波管は、同時にプラズマ・チャンバを限定する。管状のプラズマ・チャンバは、長手軸線に対して平行にスリット形の開口部を有する。静的な磁場を生成する多重極磁場装置が、長手軸線に対して開口部の両側に沿って設けられている。マイクロ波が、内部導体(分波器)を通じてキャリアガスで満たされたプラズマ・チャンバ内に供給される場合、プラズマが、プラズマ・チャンバ内に発生する。スリット形の開口部内では、プラズマは、強い電界成分を有する多重極磁場装置の磁場によって大幅に増幅される。

【0003】

非常に好ましくは直線状に拡散するプラズマが、このような装置によって生成され得る。しかしながら、プラズマ密度が、スリット形の開口部の長手軸線に沿って比較的強く減衰し、かつ長手軸線に対して横に比較的小さい頂点極率半径(Scheitelkruemmungsradius)の放射状の拡張を有することが欠点である。

【特許文献1】ドイツ連邦共和国特許出願公開第198 12 558号明細書**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本発明の課題は、冒頭で述べた種類の直線E C R プラズマ源を提供することにある。広い面の均質なプラズマが、直線E C R プラズマ源によってプラズマ放電開口部で生成され得る。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明は、この課題を請求項1中に記載の特徴によって解決する。

【0006】

本発明の好適な構成は、各従属請求項、以下の本発明の好適な構成の説明及び図面に詳しく記載されている。

【0007】

本発明の本質は、分波器及び多重極磁場装置を有するこのように公知の少なくとも2つの直線E C R プラズマ源が少なくとも1つのプラズマ放電開口部を有する1つの高性能な直線E C R プラズマ源に創造的にさらに改良される点にある。

【0008】

多くの使用状況に対しては、2つの部分プラズマ・チャンバを有する1つのE C R プラズマ源が十分である。しかしながら、本発明のE C R プラズマ源は、特に基板又は基板キャリア上の基板の配置の具体的な形に調整でき、3つ及び多数の部分プラズマ・チャンバを有してもよい。同様に、E C R プラズマ源は、1つ又は2つのプラズマ放電開口部を有してもよく、3つ又は多数の部分プラズマ・チャンバの場合は多数のプラズマ放電開口部

10

20

30

40

50

を有してもよい。

【0009】

請求項2～4によれば、E C R プラズマ源が、特別なプラズマ放電開口部を有する。これらのプラズマ放電開口部は、主に実際にプラズマを生成する部分プラズマ・チャンバの位置及びこれらの部分プラズマ・チャンバの相対位置に依存する。

【0010】

請求項6によれば、部分プラズマ放電開口部の領域内の多重極磁場装置に加えて、1つ又は多数の別の多重極磁場装置が部分プラズマ・チャンバの外側に固定して又は摺動可能に配置されているように、E C R プラズマ源が効果的にさらに構成され得る。したがって、プラズマの発生が、部分プラズマ・チャンバの内部で特別に影響され得る。

10

【0011】

その他の好適な構成を以下の実施の形態で詳しく説明する。

【0012】

本発明のE C R プラズマ源の利点は、特に密で十分に均質なプラズマが少なくとも2つのプラズマの重なりによって生成され得ることにある。大きい基板又は基板配置の有効なプラズマ処理が、このプラズマによって好ましく実施され得る。

【0013】

より大きい直線プラズマでの従来の技術によれば、例えば層の析出時に、層厚が±8%を超える不均質性を有する一方で、本発明のE C R プラズマ源によれば、約800mmのプラズマ出口の長さにわたるシリコン窒化物の層の層厚が、±2%の不均質性で製造され得る。

20

【0014】

この場合、供給される波の出力、部分プラズマ・チャンバの形、多重極磁場装置の磁場の位置及び強さ並びに可変なガス供給を変更することによって、実際に非常に柔軟なプロセスが実施可能である。

【0015】

以下に、本発明を4つの実施の形態にしたがって詳しく説明する。

【0016】

図1は、実施の形態Iの一部を成す、1つのプラズマ放電開口部を有する概略的なE C R プラズマ源の断面を示す。このE C R プラズマ源の場合、個々の分波器と部分プラズマ放電開口部の幅の中心との間のラジアル線が、互いに90°の角度だけ傾いている。

30

【0017】

図2は、実施の形態IIの一部を成す、2つのプラズマ放電開口部を有する概略的なE C R プラズマ源の断面を示す。このE C R プラズマ源の場合、これらのラジアル線は、軸線上の個々の分波器と部分プラズマ放電開口部の幅の中心との間にあり、E C R プラズマ源の2つのプラズマ放電開口部が、これらのラジアル線に対して直角に配置されている。

【0018】

図3は、実施の形態IIIの一部を成す、1つのプラズマ放電開口部を有する概略的なE C R プラズマ源の断面を示す。このE C R プラズマ源の場合、分波器と部分プラズマ放電開口部の幅の中心との間のラジアル線が互いに平行に配置されている。

40

【0019】

図4aは、実施の形態IVの一部を成す、1つのプラズマ放電開口部を有する概略的なE C R プラズマ源の構造の断面を示す。このE C R プラズマ源の場合、これらのラジアル線は、軸線上の個々の分波器と部分プラズマ放電開口部の幅の中心との間にあり、E C R プラズマ源の2つのプラズマ放電開口部が、これらのラジアル線に対して直角に配置されている。図4bは、図4aのE C R プラズマ源の投影図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

実施の形態I

50

実施の形態Ⅰによる本発明のE C R プラズマ源は、主に2つの個別のE C R プラズマ源から構成される。図1は、2つの部分プラズマ・チャンバ1，2を示す。これらの部分プラズマ・チャンバ1，2は、一緒にE C R プラズマ源のプラズマ・チャンバを構成し、図示しなかった真空チャンバ内に配置されている。

【0021】

部分プラズマ・チャンバ1，2は、管状に形成されている。個別の分波器3，4が、同軸状に内側に配置されている。分波器3，4は、公知の解決手段に相当しかつ内部導体から形成される。この内部導体は、特に910MHz～2.45GHzの範囲内のマイクロ波を生成する装置に接続され得る。分波器3，4は、石英ガラスから成る保護管によって包囲されている。保護管の内部空間が、ガスで吹き付けられ、分波器3，4が冷却され得る。

10

【0022】

部分プラズマ・チャンバ1，2の内壁が、マイクロ波に対して外部の同軸導波管として作用し、公知の方式で特に絶縁材料又は伝導性の材料から成る内部の保護内張り部を有する。直線部分プラズマ放電開口部5，6が、それぞれの保護内張り部の長手軸線ごとに管状の部分プラズマ・チャンバ1，2に対して1つずつ存在する。この場合、それぞれの分波器3，4と部分プラズマ放電開口部5，6の幅の中心との間のラジアル線7，8が、互いに90°の角度だけ傾いて配置されている。これらのラジアル線7，8の交点が、E C R プラズマ源のプラズマ放電開口部9のほぼ中心にある。

【0023】

部分プラズマ放電開口部5，6の領域内には、例えば静的磁場を有する多重極磁場装置10，11が、部分プラズマ・チャンバ1，2の外側に1つずつ配置されている。

20

【0024】

その他の多重極磁場装置12が、部分プラズマ・チャンバ1，2の外周に沿って配置されている。

【0025】

多重極磁場装置10，11，12の位置及び磁場線の作用が容易に変更でき、具体的な技術条件に適合できるように、全ての多重極磁場装置10，11，12は、部分プラズマ・チャンバ1，2に対して固定されている。

【0026】

以下に、実施の形態ⅠによるE C R プラズマ源の機能を詳しく説明する。E C R プラズマ源は、真空チャンバ内に存在する。E C R プラズマ源を作動するため、キャリアガス、例えばアルゴンの圧力が、真空チャンバ内で 2×10^{-2} mbarに設定される。両分波器3，4は、例えば915 MHzのマイクロ波を生成する装置に接続される。両分波器3，4は、マイクロ波アンテナとして作用し、マイクロ波を部分プラズマ・チャンバ1，2内に送る。これによって、プラズマが、これらの部分プラズマ・チャンバ1，2内で発生する。多重極磁場装置10，11の領域内では、磁場成分がプラズマに作用する。E C R プラズマ源のプラズマ放電開口部9から放出したプラズマが大幅に増幅される。同様に、多重極磁場装置12の磁場成分もプラズマに作用する。

30

【0027】

部分プラズマ・チャンバ1，2の磁場成分が、具体的な技術条件に応じてE C R プラズマ源のプラズマ放電開口部9に対するプラズマの長さ方向と幅方向の均質な拡大を著しい均質性でもたらすように、多重極磁場配置10，11，12は、位置決めによって部分プラズマ・チャンバ1，2に対して配置される。したがって、プラズマ放電開口部9の前方に位置決め又は敷設される図示しなかった基板のプラズマ処理が、高い効果と最大品質で保証される。

40

【0028】

実施の形態Ⅱ

2つのプラズマ放電開口部27，28を有するE C R プラズマ源が、実施の形態Ⅱの一部を成して図2中に概略的に示されている。実施の形態Ⅰと同じ位置は、図2中では同じ位置番号で示されている。

50

【0029】

分波器3，4を1つずつ有する細長いU字状の2つの部分プラズマ・チャンバ21，22が、内径の幅内に部分プラズマ放電開口部23，24を有する。分波器3，4は、U字状の部分プラズマ・チャンバ21，22の円形部分に対して同心状に内側に配置されている。この場合、ラジアル線25，26が、それぞれの分波器3，4と部分プラズマ放電開口部23，24との間の軸線上にある。

【0030】

2つの逆に作用する直線プラズマ放電開口部27，28が、ラジアル線25，26に対して直角にかつ両側に形成されるように、部分プラズマ放電開口部23，24の距離が選択されている。実施の形態Iの場合と同様に、プラズマの発生に影響するため、多重極磁場装置10，11が、プラズマ放電開口部27，28に配置されていて、多重極磁場装置29が、部分プラズマ・チャンバ21，22に配置されている。10

【0031】

実施の形態IIによるECRプラズマ源の機能は、実施の形態Iに類似する。使用する場合、しかしながら基板が、プラズマ放電開口部27，28の前方の両側に配置され得る。。

【0032】

実施の形態III

1つのプラズマ放電開口部18を有するECRプラズマ源が、実施の形態IIIの一部を成して図3中に概略的に示されている。実施の形態Iと同じ位置は、図3中では同じ位置番号で示されている。20

【0033】

分波器3，4を1つずつ有する細長いU字状の2つの部分プラズマ・チャンバ13，14が、内径の幅内に部分プラズマ放電開口部17を1つずつ有する。この場合、ラジアル線19，20が、それぞれの分波器3，4と部分プラズマ放電開口部17の幅の中心との間に互いに平行に存在し、ECRプラズマ源のプラズマ放電開口部18を形成する。

【0034】

この場合、部分プラズマ放電開口部17の外側にある側面に沿ったU字状の部分プラズマ・チャンバ13，14がそれぞれ、外側に曲げられた1つの延長部16を有する。これらの延長部の長さ及び形は、与えられる技術条件に依存する。30

【0035】

部分プラズマ放電開口部17の均質な個々のプラズマが、ECRプラズマ源のプラズマ放電開口部18で1つの均質なプラズマに一体になるように、互いの両部分プラズマ放電開口部17の距離が選択されている。

【0036】

実施の形態Iと同様に、多重極磁場装置10，11が、部分プラズマ放電開口部17の外面に沿って設けられていて、その他の多重極磁場装置12が、部分プラズマ・チャンバ13，14に沿って設けられている。実施の形態IIIでは、多重極磁場装置15が、請求項5に応じて両部分プラズマ放電開口部17間に設けられる。この多重極磁場装置15は、両部分プラズマ放電開口部17の双方の個々のプラズマに作用する。ECRプラズマ源のプラズマ放電開口部18のプラズマの均質性が、この構成によって好ましく影響され得る。40

【0037】

実施の形態IIIによるECRプラズマ源の機能は、実施に形態Iに類似する。

【0038】

実施の形態IV

図4aは、実施の形態IVの一部を成す、実施の形態IIに類似のECRプラズマ源の構造の断面を示す。図4bは、ECRプラズマ源の投影図である。

【0039】

この実施の形態IVは、実施の形態IIの原理を構成する。すなわち、線25，26が50

軸線上にある。重要な相違は、E C R プラズマ源がプラズマ放電開口部 3 0 を 1 つだけ有する点である。その一方で対向する側面は、金属板 3 1 で覆われている。

【 0 0 4 0 】

具体的な構造の場合、互いの両分波器 3 , 4 の距離は300mm である。8mmの直径の内側管及び30mmの直径の保護管から構成された分波器 3 , 4 は、U字状の部分プラズマ・チャンバ 3 2 , 3 3 内部に配置されている。この場合、U字形は、丸くされた角を有する片面を開けた水平管から形成される。この水平管の内側の幅は、110mm である。すなわち保護管と部分プラズマ・チャンバ 3 2 , 3 3 の内壁との距離は40mmである。E C R プラズマ源のプラズマ放電開口部 3 0 は200mm である。ガイド板 3 6 , 3 7 が、部分プラズマ放電開口部 3 4 , 3 5 とプラズマ放電開口部 3 0 との間に設けられている。

10

【 0 0 4 1 】

部分プラズマ放電開口部 3 4 , 3 5 の両側では、多重極磁場装置 3 8 , 3 9 が、部分プラズマ放電開口部 3 4 , 3 5 に沿って対になって直接配置されている。これらの多重極磁場装置 3 8 , 3 9 は水で冷却されている。これによって、高い周囲温度が、磁束密度を変化させることはない。

20

【 0 0 4 2 】

キャリアガス又はプロセスガスを流入するため、直線状のガス注入部 4 1 が、部分プラズマ放電開口部 3 4 , 3 5 に面していない部分プラズマ・チャンバ 3 2 , 3 3 の側面に沿って存在し、直線状のガス注入部 4 2 が、部分プラズマ放電開口部 3 4 , 3 5 の両側に存在する。

30

【 0 0 4 3 】

好ましくは E C R プラズマが分波器 3 , 4 の領域内に形成されるように、多重極磁場装置 3 8 , 3 9 の磁場が調整される。

【 0 0 4 4 】

マイクロ波を導入するための接続点の近くでは(図 4 b)、E C R プラズマが部分プラズマ放電開口部 3 4 , 3 5 の方向に移動するように、磁場が減衰される。そのため、上昇した電力消費によって接続点 4 0 の近くで発生するプラズマ密度勾配が、プラズマの生成に対するより僅かな磁場の影響によって分波器 3 , 4 で直接補正される。この配置は、部分プラズマ放電開口部 3 4 , 3 5 に沿って均質なプラズマを生成する。この均質なプラズマは、E C R プラズマ源の中心領域を荷電キャリアで満たす。この重なりは、E C R プラズマ源のプラズマ放電開口部 3 0 に対しても所定のプラズマ密度の均質なプラズマ領域をもたらす。

40

【 0 0 4 5 】

E C R プラズマ源は、周囲に対して真空密に吊るされて真空チャンバ内に配置されている。この真空チャンバは1000mmの長さを有し、実際のプラズマ領域の長さは、約950mm である。

40

【 0 0 4 6 】

分波器 3 , 4 を通じて E C R プラズマ源内に供給されたマイクロ波の周波数は、2.45GHz である。各分波器 3 , 4 は、2 kWの電力を生成できるマイクロ波発生器に接続されている。

【 0 0 4 7 】

実施の形態の装置の他の構成では、図示しなかった光子系も、E C R プラズマ源の外側のプラズマ放電開口部 3 0 の領域内に配置され得る。これによって、E C R プラズマ源が、イオンビーム源としても使用され得る。このような構成の場合、好ましくは、電気コイル装置を有する多重極磁場装置が使用される。

【 0 0 4 8 】

本発明の E C R 源を使用する場合、処理すべき基板が、プラズマ放電開口部 3 0 に沿って連続的に通過して移動する。大きい基板面も、このプラズマ放電開口部 3 0 の大きい幅に応じて均質なプラズマによって処理され得る。

【 0 0 4 9 】

50

125mm × 125mm の寸法のシリコン基板上にシリコン窒化物の層を析出させる場合、30個のこのようなシリコン板が、キャリア板上の5行×6スリットのラスター内に存在する。この場合、6つのスリットは、プラズマ放電開口部30の6方向に配置されている。5行の拡張部内のキャリア板が、プラズマ放電開口部30の下を連続的に通過して移動する。

【0050】

シリコン窒化物の層を生成するため、アンモニアガスがガス注入部41内に注入され、気体であるハイドロシリコンが、ガス注入部42を通じて注入される。シリコン基板が、図示しなかったビーム加熱によって所定の温度に加熱される。

【0051】

約80nmの析出すべきシリコン窒化物の層を技術的にプリセットされている厚さによって調整する場合、要求される層厚が1移動サイクルで得られるように、キャリア板の速度が調整される。

【0052】

約800mmの被覆幅の場合、シリコン窒化物の層の層厚の不均質性は、±2%未満である。この場合、連続する比較的均質な層厚において、800mmの大きい被覆幅にわたるシリコン窒化物の層の屈折率も、±1%の許容範囲内にあることが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】2つの部分プラズマ・チャンバ1, 2を示す。

20

【図2】2つのプラズマ放電開口部27, 28を有するECRプラズマ源を示す。

【図3】1つのプラズマ放電開口部18を有するECRプラズマ源を示す。

【図4a】実施の形態IVの一部を成す、実施の形態IIに類似のECRプラズマ源の構造の断面を示す。

【図4b】ECRプラズマ源の投影図である。

【符号の説明】

【0054】

- | | | |
|----|-------------|--|
| 1 | 部分プラズマ・チャンバ | |
| 2 | 部分プラズマ・チャンバ | |
| 3 | 分波器 | |
| 4 | 分波器 | |
| 5 | 部分プラズマ放電開口部 | |
| 6 | 部分プラズマ放電開口部 | |
| 7 | ラジアル線 | |
| 8 | ラジアル線 | |
| 9 | プラズマ放電開口部 | |
| 10 | 多重極磁場装置 | |
| 11 | 多重極磁場装置 | |
| 12 | 多重極磁場装置 | |
| 13 | 部分プラズマ・チャンバ | |
| 14 | 部分プラズマ・チャンバ | |
| 15 | 多重極磁場装置 | |
| 16 | 延長部 | |
| 17 | 部分プラズマ放電開口部 | |
| 18 | プラズマ放電開口部 | |
| 19 | ラジアル線 | |
| 20 | ラジアル線 | |
| 21 | 部分プラズマ・チャンバ | |
| 22 | 部分プラズマ・チャンバ | |
| 23 | 部分プラズマ放電開口部 | |

30

40

50

- 2 4 部分プラズマ放電開口部
 2 5 ラジアル線
 2 6 ラジアル線
 2 7 プラズマ放電開口部
 2 8 プラズマ放電開口部
 2 9 多重極磁場装置
 3 0 プラズマ放電開口部
 3 1 金属板
 3 2 部分プラズマ・チャンバ
 3 3 部分プラズマ・チャンバ
 3 4 部分プラズマ放電開口部
 3 5 部分プラズマ放電開口部
 3 6 ガイド板
 3 7 ガイド板
 3 8 多重極磁場装置
 3 9 多重極磁場装置
 4 0 接続点
 4 1 ガス注入部
 4 2 ガス注入部

10

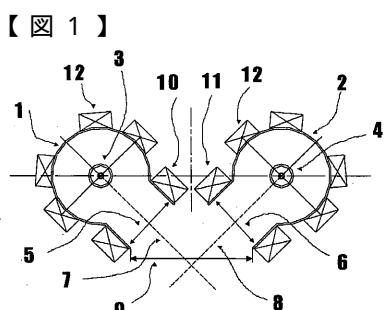


Fig.1

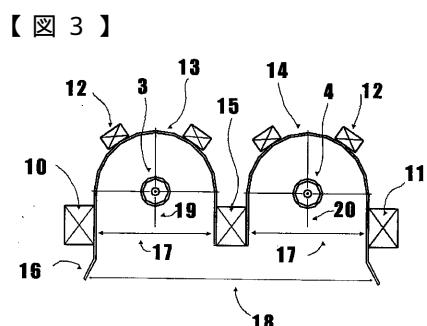


Fig.3

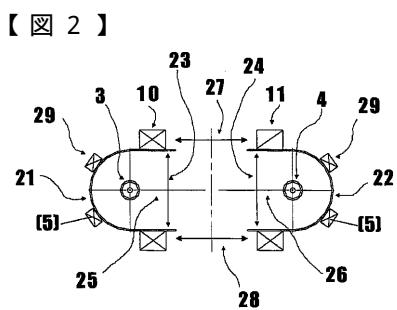


Fig.2

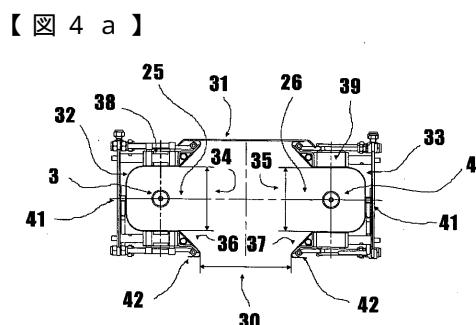


Fig.4a

【図4b】

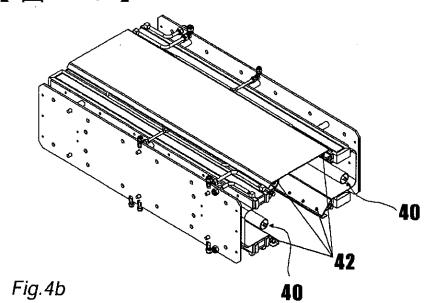


Fig.4b

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/DE2004/002027															
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01J37/32																	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01J C23C																	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category °</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">DE 198 12 558 A1 (ROTH & RAU OBERFLAECHENTECHNIK GMBH) 30 September 1999 (1999-09-30) cited in the application the whole document</td> <td style="padding: 2px;">1-8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">WO 00/75955 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.); 14 December 2000 (2000-12-14) page 14, line 29 - page 15, line 10; figures 11-13, 18-20</td> <td style="padding: 2px;">1-8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 5 149 375 A (MATSUYAMA ET AL) 22 September 1992 (1992-09-22) column 6, line 24 - column 8, line 53; figures 1-6</td> <td style="padding: 2px;">1-8</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">-/-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	DE 198 12 558 A1 (ROTH & RAU OBERFLAECHENTECHNIK GMBH) 30 September 1999 (1999-09-30) cited in the application the whole document	1-8	A	WO 00/75955 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.); 14 December 2000 (2000-12-14) page 14, line 29 - page 15, line 10; figures 11-13, 18-20	1-8	A	US 5 149 375 A (MATSUYAMA ET AL) 22 September 1992 (1992-09-22) column 6, line 24 - column 8, line 53; figures 1-6	1-8		-/-	
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
A	DE 198 12 558 A1 (ROTH & RAU OBERFLAECHENTECHNIK GMBH) 30 September 1999 (1999-09-30) cited in the application the whole document	1-8															
A	WO 00/75955 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.); 14 December 2000 (2000-12-14) page 14, line 29 - page 15, line 10; figures 11-13, 18-20	1-8															
A	US 5 149 375 A (MATSUYAMA ET AL) 22 September 1992 (1992-09-22) column 6, line 24 - column 8, line 53; figures 1-6	1-8															
	-/-																
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.															
° Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the International filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed																	
*T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *& document member of the same patent family																	
Date of the actual completion of the International search 13 April 2005	Date of mailing of the international search report 26/04/2005																
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Zuccatti, S																

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/002027

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/062129 A1 (NI HAO-JAN) 3 April 2003 (2003-04-03) abstract; figures 3,4	1
A	US 5 466 295 A (GETTY ET AL) 14 November 1995 (1995-11-14) abstract; figures 2-6	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 054 (E-583), 18 February 1988 (1988-02-18) & JP 62 200730 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>), 4 September 1987 (1987-09-04) abstract	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/DE2004/002027

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 19812558	A1	30-09-1999	NONE		
WO 0075955	A	14-12-2000	DE 19925493 C1 AU 5398400 A CA 2375677 A1 WO 0075955 A1 EP 1183709 A1 JP 2003501244 T US 6863773 B1		18-01-2001 28-12-2000 14-12-2000 14-12-2000 06-03-2002 14-01-2003 08-03-2005
US 5149375	A	22-09-1992	JP 2025574 A JP 2025575 A JP 2025576 A CN 1040063 A ,C DE 3923390 A1		29-01-1990 29-01-1990 29-01-1990 28-02-1990 25-01-1990
US 2003062129	A1	03-04-2003	TW 521540 B		21-02-2003
US 5466295	A	14-11-1995	NONE		
JP 62200730	A	04-09-1987	JP 2032730 C JP 7070519 B		19-03-1996 31-07-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/002027

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01J37/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)
IPK 7 H01J C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGEGEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 12 558 A1 (ROTH & RAU OBERFLÄCHENTECHNIK GMBH) 30. September 1999 (1999-09-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-8
A	WO 00/75955 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 14. Dezember 2000 (2000-12-14) Seite 14, Zeile 29 – Seite 15, Zeile 10; Abbildungen 11-13, 18-20	1-8
A	US 5 149 375 A (MATSUBAYAMA ET AL) 22. September 1992 (1992-09-22) Spalte 6, Zeile 24 – Spalte 8, Zeile 53; Abbildungen 1-6	1-8 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 - 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist;
 - 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist;
 - 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie aufgeführt);
 - 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht;
 - 'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist;
- 'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist;
- 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden;
- 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist;
- 'Z' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist;

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
13. April 2005	26/04/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5018 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Zuccatti, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/002027

C (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beir. Anspruch Nr.
A	US 2003/062129 A1 (NI HAO-JAN) 3. April 2003 (2003-04-03) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4	1
A	US 5 466 295 A (GETTY ET AL) 14. November 1995 (1995-11-14) Zusammenfassung; Abbildungen 2-6	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 012, Nr. 054 (E-583), 18. Februar 1988 (1988-02-18) & JP 62 200730 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>), 4. September 1987 (1987-09-04) Zusammenfassung	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen PCT/DE2004/002027

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19812558	A1	30-09-1999	KEINE		
WO 0075955	A	14-12-2000	DE 19925493 C1 AU 5398400 A CA 2375677 A1 WO 0075955 A1 EP 1183709 A1 JP 2003501244 T US 6863773 B1		18-01-2001 28-12-2000 14-12-2000 14-12-2000 06-03-2002 14-01-2003 08-03-2005
US 5149375	A	22-09-1992	JP 2025574 A JP 2025575 A JP 2025576 A CN 1040063 A ,C DE 3923390 A1		29-01-1990 29-01-1990 29-01-1990 28-02-1990 25-01-1990
US 2003062129	A1	03-04-2003	TW 521540 B		21-02-2003
US 5466295	A	14-11-1995	KEINE		
JP 62200730	A	04-09-1987	JP 2032730 C JP 7070519 B		19-03-1996 31-07-1995

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,M,D,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 マイ・ヨアヒム
ドイツ連邦共和国、04603 ノービッツ、ヴァルデンブルガー・ストラーセ、58

(72)発明者 ロート・ディートマル
ドイツ連邦共和国、09353 オーバールングヴィッツ、シュトルベルガー・ストラーセ、5
F ターム(参考) 4K030 AA06 AA13 BA40 CA04 CA05 CA12 FA02 KA30 LA02 LA11
LA12