

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4066214号
(P4066214)

(45) 発行日 平成20年3月26日(2008.3.26)

(24) 登録日 平成20年1月18日(2008.1.18)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 I O 1 B
C 2 3 F 4/00 (2006.01)	C 2 3 F 4/00 A
HO 1 L 21/203 (2006.01)	HO 1 L 21/203 S
HO 5 H 1/46 (2006.01)	HO 5 H 1/46 M

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平10-210136	(73) 特許権者	000173658
(22) 出願日	平成10年7月24日(1998.7.24)		財団法人国際科学振興財団
(65) 公開番号	特開2000-40695(P2000-40695A)		茨城県つくば市赤塚字牛ヶ淵586-9
(43) 公開日	平成12年2月8日(2000.2.8)	(74) 代理人	100088096
審査請求日	平成17年7月21日(2005.7.21)		弁理士 福森 久夫
		(72) 発明者	大見 忠弘
			宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2の1の17の301
		(72) 発明者	新田 雄久
			東京都文京区本郷4丁目1番4号 株式会社ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所内
		(72) 発明者	平山 昌樹
			宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉(無番地) 東北大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマプロセス装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平行平板型の2つの電極I、および電極IIを備え、前記電極Iと電極IIは、チャンバ内の両底面のいずれかに位置し、互いにその平面を平行とし、前記電極Iに被処理基体が配置され、プラズマ処理が行われる面に対して水平でかつ一方向性を有する磁場の印加手段を、チャンバの外部側面に設けたプラズマプロセス装置において、前記電極Iと電極IIのいずれかの電極の外周部に補助電極を設置しており、前記補助電極が他方の電極と対向する面と反対側にプラズマを励起可能な空間が設けられており、前記補助電極に高周波電力を印加する手段を有していることを特徴とするプラズマプロセス装置。

【請求項2】

前記電極Iに接続されている高周波電力の周波数f1と前記補助電極に印加する高周波電力の周波数f2は、同じ周波数で逆位相であることを特徴とする請求項1記載のプラズマプロセス装置。

【請求項3】

前記電極Iに接続されている高周波電力の周波数f1とf2 f1なる周波数f2の高周波電力を前記補助電極に印加することを特徴とする請求項1記載のプラズマプロセス装置。

【請求項4】

前記電極Iと前記補助電極を電氣的に短絡していることを特徴とする請求項1記載のプラ

ズマプロセス装置。

【請求項5】

前記電極Iと前記補助電極がコンデンサを介して電氣的に結合していることを特徴とする請求項1記載のプラズマプロセス装置。

【請求項6】

前記補助電極の下面は前記磁場印加手段により導入される磁場に平行であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載のプラズマプロセス装置。

【請求項7】

前記磁場印加手段はダイポールリングマグネットであることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載のプラズマプロセス装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、プラズマプロセス装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

DRAMやMPUなどのチップサイズの大型化に伴い、その基体として用いられるシリコン基板も大口径化される傾向にある。酸化膜やポリシリコンのエッチングは半導体生産において、最も重要な行程の1つであるが、以前使用されてきた通常の平行平板型のRIE装置では、 $1.0\mu\text{m}$ 以下の微細なパターンの加工性に対して要求されるプラズマ性能（例えば、 50mTorr 以下のプロセス圧力、 $1\text{mA}/\text{cm}^2$ 以上のイオン電流密度、 $1 \times 10\text{cm}^{-3}$ 以上の電子密度）に答えられなかった。

【0003】

この問題を解決するため、磁場を導入したプラズマ源が開発され、このプラズマ源を搭載した装置の一例として、ダイポールリングマグネット（以下DRM）を利用したマグネトロンプラズマエッチング装置が公表されている（特開平6-37056号公報）。

【0004】

しかしながら、上記DRMを用いたマグネトロンプラズマ装置では低圧・高密度プラズマの生成は可能だが、基体上に生成するプラズマの高精度な制御は難しいという一面を持っている。すなわち、基体上に水平磁場を導入したことにより、基体上に対するプラズマ密度の均一化及びセルフバイアス電圧の均一化を図ることが困難であった。現状では磁場に勾配を持たせる工夫（特開昭62-21062号公報）やプロセス空間中に導入した磁場を回転させること（特開昭61-208223号公報）により均一化を図る解決法が提案されていた。

【0005】

しかしながら、特開昭62-21062号公報の記載技術の解決法はプロセス圧力などを変えた場合に勾配磁場の最適値が変化してしまうという問題があった。一方、特開昭61-208223号公報の記載技術の解決法には、プロセス中にある基体に対して見かけ上プラズマの均一化が図られてはいるが、磁場を回転させるための機構が必要であり、プラズマ装置全体の小型化が難しいという課題があった。

【0006】

この問題を解決するために、補助電極に高周波電力を印加することで均一水平磁場でプラズマを均一化する解決技術が示されている。この技術はプロセス圧力などを変えた場合でも補助電極に印加する高周波の電力を変化させることでプラズマの均一化を図ることが可能であり、また、磁場を回転させる必要もないため、プラズマ装置の小型化を図ることが可能であった。しかしながら、直径 300mm 以上の基体を処理するプラズマ装置において圧力分布を数パーセント以内に抑えるために基体と上部電極の距離は 30mm 以上に設定する必要がある。このような距離では補助電極に高周波を印加する効果が基体まで作用しないため、プラズマを均一化することが困難となってくる。

【0007】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、基体上の圧力分布を均一に保ったまま、磁場の印加手段を回転させることなく基体表面に対する生成プラズマ密度の均一化及びセルフバイアス電位の均一化を図ることが可能となり、基体に対して均一且つチャージアップダメージのないエッチングプロセスが可能なるプラズマエッチング装置及び基体に対して均一且つ応力の発生しないスパッタリング装置を提供することを目的とする。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

本発明のプラズマプロセス装置は、平行平板型の2つの電極I、および電極IIを備え、前記電極Iと電極IIは、チャンバ内の両底面部のいずれかに位置し、互いにその平面を平行とし、前記電極Iに被処理基体が配置され、プラズマ処理が行われる面に対して水平でかつ一方向性を有する磁場の印加手段を、チャンバの外部側面に設けたプラズマプロセス装置において、前記電極Iと電極IIのいずれかの電極の外周部に補助電極を設置しており、前記補助電極が他方の電極と対向する面と反対側にプラズマを励起可能な空間が設けられており、前記補助電極に高周波電力を印加する手段を有していることを特徴とガス導入口と搬送室ガス排気口を有することを特徴とする。

10

【0009】**【実施例】**

以下に本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、本発明範囲は以下の実施例に限定されるものではない。

20

【0010】**（実施例1）**

図1に実施例1に係るプラズマプロセス装置は、平行平板型の2つの電極I 102およびII 105を備え、前記電極I 102の前記電極II 105と対向する面または前記電極II 105の前記電極I 102と対向する面の上にはプラズマを用いて処理が行われる基体を設置しており、前記基体のプラズマ処理が行われる面に対して水平でかつ一方向性を有する磁場の印加手段110（ダイポールリングマグネット）を設けたプラズマプロセス装置において、前記電極I 102の外周部に補助電極107を設置しており、前記補助電極107が電極II 105と対向する面と反対側にプラズマを励起可能な空間111が設けられており、前記補助電極107は高周波印加手段109を有している。

30

【0011】

本例では、図1に示した平行平板型プラズマエッチング装置を用い、補助電極の下部にプラズマ空間が存在するか否かで電極Iに高周波電力（13.56MHz）を印加した際に生成したセルフバイアス電位及びプラズマ密度分布を調べた。

【0012】

図1に示すチャンバ100はアルミニウム製であり、101は排気手段であり、ターボ分子ポンプ（セイコー精機製STP1000）を用いてチャンバ101内部を減圧としている。また、ガス導入手段112によりアルゴンガスを導入し、所望のチャンバ101内を所望の圧力に設定している。電極I 102は整合回路103を介して周波数13.56MHzの高周波電源104を接続している。また電極II 105はアースに接地してある。また、電極Iはプラズマのセルフバイアス電位およびイオン電流密度を測定するためのプローブ106が17箇所設置してある。電極I 102を上部より見たものを図2に示す。補助電極107は整合回路108を介して周波数13.56MHzの高周波電源109が設置してある。また補助電極107は取り外し可能な構造とした。図1の110は磁場印加手段であり120 Gaussの平行磁場を電極I 102の上に印加している。111はプラズマが励起可能な空間である。

40

【0013】

図4は、セルフバイアス電位を測定した結果である。補助電極107を設置せず、プラズマが励起可能な空間111が存在しない場合すなわち従来のプラズマプロセス装置と同じ構造では電極I上のE極側でセルフバイアス電位が負に大きかったものが、補助電極10

50

7 設置し、プラズマ励起可能な空間が存在する場合には電極 I 上の E 極側のセルフバイアス電位が小さくなり、全体としてセルフバイアス電位が均一になることが分かる。

【 0 0 1 4 】

図 5 は、イオン電流密度によりプラズマ密度を測定した結果である。補助電極下部にプラズマ空間が設けてある場合、E 極側で下がっていたプラズマ密度を均一にすることができる。

【 0 0 1 5 】

(実施例 2)

本例では補助電極に電極 I の高周波電力 (1 3 . 5 6 M H z) と同じ周波数で位相が 1 8 0 度異なるの高周波電力を印加した場合のプラズマ電位および電極 I I の消耗率を測定した。他の点は実施例 1 と同様である。

【 0 0 1 6 】

図 6 は、補助電極に 1 3 . 5 6 M H z を同位相で印加した場合と逆位相で印加した場合のプラズマ電位を示す。同位相で印加した場合は 3 5 V であったプラズマ電位が逆位相にすることで 1 5 V にすることができる。

【 0 0 1 7 】

図 7 は、電極 I I がプラズマによりスパッタされて消耗してしまう量を測定したものを示す。プラズマを 2 4 時間励起した後、電極 I I の厚さの変化を測定した。1 3 . 5 6 M H z を同位相で印加した場合には厚みが 2 4 μ m 減少し、逆位相で印加した場合は 1 μ m 減少した。

【 0 0 1 8 】

この結果から、電極 I と逆位相の高周波電力を補助電極に印加することでプラズマ電位を下げ、その結果、電極 I I や真空容器の消耗を抑えることができる。

【 0 0 1 9 】

(実施例 3)

本例では補助電極に電極 I の高周波電力 (1 3 . 5 6 M H z) よりも高い周波数 (1 0 0 M H z) の高周波電力を印加した場合の補助電極の消耗率を測定した。

【 0 0 2 0 】

他の点は実施例 2 と同様である。

【 0 0 2 1 】

図 8 は、補助電極に 1 3 . 5 6 M H z の高周波電力を印加した場合と 1 0 0 M H z を印加した場合の補助電極がプラズマでスパッタされて消耗した量を測定したものを示す。

【 0 0 2 2 】

プラズマを 2 4 時間励起した後、補助電極の厚さの変化を測定した。1 3 . 5 6 M H z の高周波電力を補助電極に印加した場合には厚みが 0 . 2 2 5 m m 減少し、1 0 0 M H z で印加した場合は 0 . 0 1 1 m m 減少した。

【 0 0 2 3 】

この結果から、電極 I よりも十分高い周波数の高周波電力を補助電極に印加することで真補助電極の消耗を抑えることができる。

【 0 0 2 4 】

(実施例 4)

本例は電極 I と補助電極を電氣的に短絡して、補助電極に接続する高周波電源を省略した例である。

【 0 0 2 5 】

図 9 に示す 9 0 1 は電極 I であり、9 0 2 は補助電極である。9 0 3 は高周波電源であり、整合回路 9 0 4 を介して電極 I と補助電極に接続してある。9 0 5 は短絡板であり、アルミニウムなどの導電性の材料であるが、この材料に限定されるわけではない。また、電極 I と補助電極を一体としてもよいことはいうまでもない。

【 0 0 2 6 】

その他の点は実施例 1 と同様である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

1 0 は電極 I と補助電極を電氣的に短絡して、補助電極に接続する高周波電源を省略した場合とおのにおに高周波電源 (1 3 . 5 6 M H z) を印加した場合のセルフバイアス電圧分布を測定したものである。2 つともほぼ同様な結果であることが分かる。同様な効果を得ながら高周波電源が 1 つ省略できるため、装置全体が簡略化することが可能である。

【 0 0 2 8 】

(実施例 5)

本例は電極 I と補助電極をコンデンサにより電氣的に結合し、補助電極に接続する高周波電源を省略した場合のプラズマ密度分布を調べたものである。

【 0 0 2 9 】

図 1 1 に示す 1 1 0 1 は電極 I であり、1 1 0 2 は補助電極である。1 1 0 3 は高周波電源であり、整合回路 1 1 0 4 を介して電極 I に接続してある。1 1 0 5 はコンデンサであり、電極 I と補助電極の間に設けてある。他の点は実施例 1 と同様である。

【 0 0 3 0 】

図 1 2 は電極 I と補助電極をコンデンサー (2 0 p F) で接続した場合と、短絡の場合のプラズマ密度をイオン電流により測定したものである。

【 0 0 3 1 】

この結果より、短絡した場合よりもコンデンサーで接続した場合のほうがプラズマ密度をより均一にすることができることが分かる。

【 0 0 3 2 】

(実施例 6)

本例は補助電極の下面が導入される磁場に平行にした場合、セルフバイアス電位を最も均一にできる補助電極に印加する高周波電力を調べたものである。

【 0 0 3 3 】

図 1 3 は補助電極の側面図である。1 3 0 0 は磁場印加手段であり、1 3 0 1 は補助電極であり、1 3 0 2 は磁場印加手段により印加される磁場の磁力線を示す。

【 0 0 3 4 】

その他の点は実施例 1 と同様である。

【 0 0 3 5 】

図 1 4 は補助電極の下面が導入される磁場に平行にした場合と平行でない場合のセルフバイアス電位を最も均一にできる補助電極に印加する高周波電力を調べたものである。

【 0 0 3 6 】

磁場に平行でない場合、セルフバイアス電位に均一にできる補助電極に印加する高周波電力は 2 0 0 W であったが、磁場に平行である場合は、1 0 0 W であった。補助電極の下面を磁場に平行にすることで少ない高周波電力でセルフバイアス電位を均一化することが可能である。

【 0 0 3 7 】

(実施例 7)

図 1 5 は本発明のプラズマプロセス装置をプラズマエッチング装置に適應した一例を示す模式的な断面図である。

【 0 0 3 8 】

図 1 5 において 1 5 0 0 はチャンバ、1 5 0 1 は電極 I、1 5 0 2 は電極 I I、1 5 0 3 は補助電極、1 5 0 4 は磁場印加手段、1 5 0 5 および 1 5 0 6 は高周波電源、1 5 0 7 及び 1 5 0 8 は整合回路、1 5 0 9 は被処理基体、1 5 1 0 は電極 I I に内蔵されたプロセスガスを導入する機構、1 5 1 1 は排気手段である。チャンバ 1 5 0 0 および電極 I I 1 5 0 2 はアルミニウム製であり、表面はフッ化処理を行いフッ化アルミニウムを形成させ保護膜としているが、この材料の組み合わせに限定されるわけではない。

【 0 0 3 9 】

チャンバ 1 5 0 0 は排気手段 1 5 1 1 により減圧容器として機能する。補助電極 1 5 0 3 は炭化シリコンを用いたが、アルミニウムなどの導電性材料およびこれらの表面に絶縁膜

10

20

30

40

50

を形成したものでかまわない。磁場印加手段 1604 は 120 Gauss の均一磁場ダイポールリングマグネットを用いた。

【0040】

高周波電源 1505 は 13.56 MHz の高周波電源で整合回路 1507 を介して電極 I 1501 に接続されている。高周波電源 1506 も 13.56 MHz の高周波電源であるが、高周波電源 1505 と同期させて逆位相となるように整合回路 1508 を介して補助電極 1502 に接続されている。

【0041】

被処理体 1509 はシリコンウエーハであり、表面にシリコン酸化膜およびパターンを形成したレジストが形成されている。

【0042】

1510 はプロセスガスを導入する手段であり、シャワープレートと呼ばれる、小さな孔を多数設けた構造とし、均一に被処理体 1509 にプロセスガスを導入できるようにした。また用いたプロセスガスはキセノン、八フッ化四炭素、一酸化炭素及び酸素の混合ガスを用いた。また、チャンバ内の圧力が 30 mTorr となるようにガス流量を設定した。排気手段 1511 はスクリー分子ポンプ (ダイキン製 DMS300) 3 台によりチャンバ 1500 内部を減圧可能とした。

【0043】

図 16 に本例のプラズマエッチング装置を用いてシリコン酸化膜のエッチングレートの被処理基体面内分布を示す。従来のプラズマエッチング装置の場合は被処理基体の中央部と周辺部で 1000 程度の差があるが、本発明ではほとんど差が認められなかった。

【0044】

(実施例 8)

図 17 は本発明のプラズマプロセス装置をスパッタ装置に適応した一例を示す模式的な断面図である。

【0045】

図 17 において 1700 はチャンバ、1701 は電極 I、1702 は電極 II、1703 は補助電極、1704 は磁場印加手段、1705、1706、1707 は高周波電源、1708、1709、1710 は整合回路、1711 は被処理基体、1712 はプロセスガスを導入する機構、1713 は排気手段、1714 は直流電源、1715 はローパスフィルタである。

【0046】

チャンバ 1700 はアルミニウム製であり、表面はフッ化処理を行いフッ化アルミニウムを形成させ保護膜としているが、この材料の組み合わせに限定されるわけではなく、水分などプロセスガス以外のガス放出の極力少ない材料が好ましい。チャンバ 1700 は排気手段 1711 により減圧容器として機能する。

【0047】

電極 I 1701 はターゲット材であり、本例ではタンタルを用いているが、被処理体 1709 の表面に成膜するための材料を用いる。電極 II 1702 は被処理体 1711 を設置している。補助電極 1703 はタンタルを用いた。アルミニウムなどの導電性材料およびこれらの表面に絶縁膜を形成したものでかまわないが、電極 I 1709 と同じ材質が好ましい。

【0048】

磁場印加手段 1706 は 120 Gauss のダイポールリングマグネットを用いた。高周波電源 1705 は 40 MHz の高周波電源で整合回路 1708 を介して電極 I 1701 に接続されている。高周波電源 1706 も 40 MHz の高周波電源であるが、高周波電源 1705 と同期させて逆位相となるように整合回路 1707 を介して補助電極 1702 に接続されている。また高周波電源 1707 は 13.56 MHz の高周波電源であり整合回路 1710 を介して電極 II 1702 に接続されている。直流電源 1714 はローパスフィルタ 1715 を介して電極 I に接続されている。

10

20

30

40

50

【0049】

被処理体1711はシリコンウエーハであり、表面にシリコン酸化膜を形成されている。

【0050】

1712はプロセスガスを導入する手段でありキセノンガスを用いた。チャンバ内の圧力が10mTorrとなるようにガス流量を設定した。排気手段1711はターボ分子ポンプ(セイコー精機製STP2200)によりチャンバ1700内部を減圧可能とした。

【0051】

【発明の効果】

本発明によれば、基体上の圧力分布を均一に保ったまま、磁場の印加手段を回転させることなく基体表面に対する生成プラズマ密度の均一化及びセルフバイアス電位の均一化を図ることが可能となり、基体に対して均一かつチャージアップダメージのないエッチングプロセスが可能なプラズマエッチングおよび基体に対して均一且つ応力の発生しないスパッタ成膜を実現できる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係る、補助電極を設置し、電極IIと対向する面と反対側にプラズマを励起可能な空間を設けたプラズマプロセス装置の断面模式図である。

【図2】実施例1に係る、電極Iを電極II側から見た平面図である。

【図3】実施例1に係る、補助電極を電極II側から見た平面図である。

【図4】実施例1に係る、電極I上におけるプラズマのセルフバイアス電位の分布を測定したグラフである。

20

【図5】実施例1に係る、電極I上におけるプラズマのイオン電流密度の分布を測定したグラフである。

【図6】実施例2に係る、プラズマ電位を測定したグラフである。

【図7】実施例2に係る、電極IIの消耗量を測定したグラフである。

【図8】実施例3に係る、補助電極の消耗量を測定したグラフである。

【図9】実施例4に係る、電極Iと補助電極を電氣的に短絡して補助電極に接続する公衆は電源を省略した一例である。

【図10】実施例4に係る、電極I上におけるプラズマのセルフバイアス電位の分布を測定したグラフである。

【図11】実施例5に係る、電極Iと補助電極をコンデンサにより電氣的に結合し、補助電極に接続する公衆は電源を省略した一例である。

30

【図12】実施例5に係る、電極I上におけるプラズマのイオン電流密度の分布を測定したグラフである。

【図13】実施例6に係る、補助電極の側面図である。

【図14】実施例6に係る、セルフバイアス電位の分布を最も均一にできる補助電極に印加する高周波電力を測定したグラフである。

【図15】実施例7に係る、プラズマエッチング装置の一例を示す模式的な断面図である。

【図16】実施例7に係る、シリコン酸化膜のエッチング速度を測定したグラフである。

【図17】実施例8に係る、スパッタ装置の一例を示す模式的な断面図である。

40

【符号の説明】

100 チャンバ、

101 排気手段、

102 電極I、

103 整合回路、

104 高周波電源、

105 電極II、

106 プローブ、

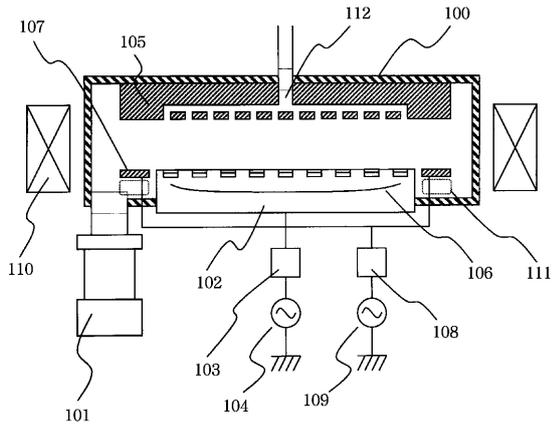
107 補助電極、

108 整合回路、

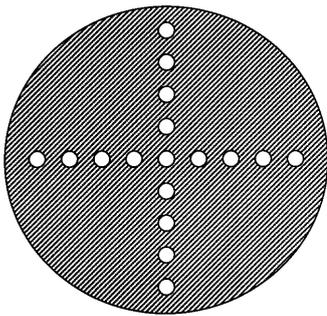
50

1 0 9	高周波電源、	
1 1 0	磁場印加手段、	
1 1 1	プラズマが励起可能な空間、	
1 1 2	ガス導入手段、	
9 0 1	電極 I、	
9 0 2	補助電極、	
9 0 3	高周波電源、	
9 0 4	整合回路、	
9 0 5	短絡板、	
1 1 0 1	電極 I、	10
1 1 0 2	補助電極	
1 1 0 3	高周波電源、	
1 1 0 4	整合回路、	
1 1 0 5	コンデンサ、	
1 3 0 0	磁場印加手段、	
1 3 0 1	補助電極、	
1 3 0 2	磁力線、	
1 5 0 0	チャンバ、	
1 5 0 1	電極 I、	
1 5 0 2	電極 I I、	20
1 5 0 3	補助電極、	
1 5 0 4	磁場印加手段、	
1 5 0 5	高周波電源、	
1 5 0 6	高周波電源、	
1 5 0 7	整合回路、	
1 5 0 8	整合回路、	
1 5 0 9	被処理基体、	
1 5 1 0	ガス導入手段、	
1 5 1 1	排気機構、	
1 7 0 0	チャンバ、	30
1 7 0 1	電極 I、	
1 7 0 2	電極 I I、	
1 7 0 3	補助電極、	
1 7 0 4	磁場印加手段、	
1 7 0 5	高周波電源、	
1 7 0 6	高周波電源、	
1 7 0 7	高周波電源、	
1 7 0 8	整合回路、	
1 7 0 9	整合回路、	
1 7 1 0	整合回路、	40
1 7 1 1	被処理基体、	
1 7 1 2	ガス導入手段、	
1 7 1 3	排気機構、	
1 7 1 4	ローパスフィルタ、	
1 7 1 5	直流電源。	

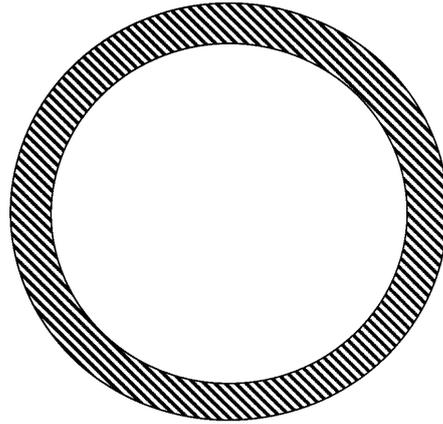
【図1】



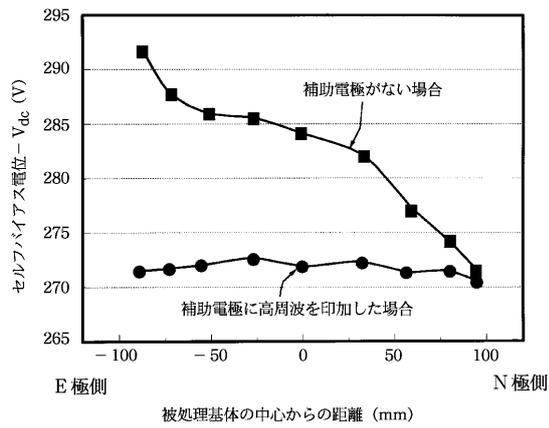
【図2】



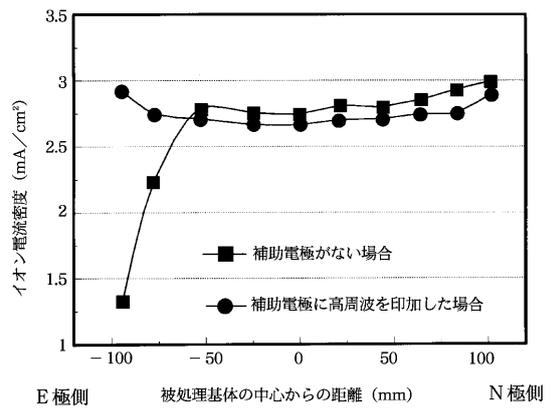
【図3】



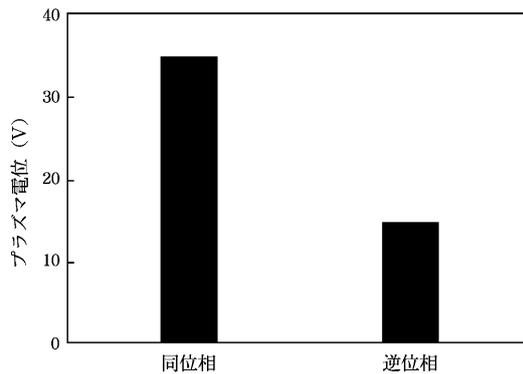
【図4】



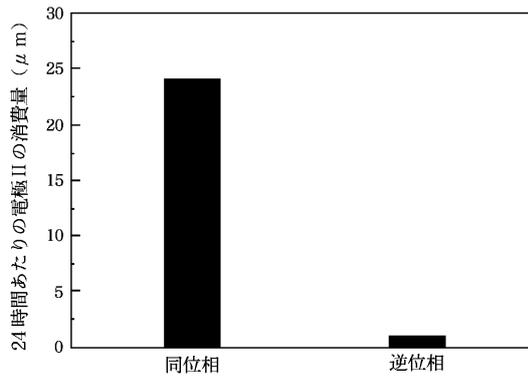
【図5】



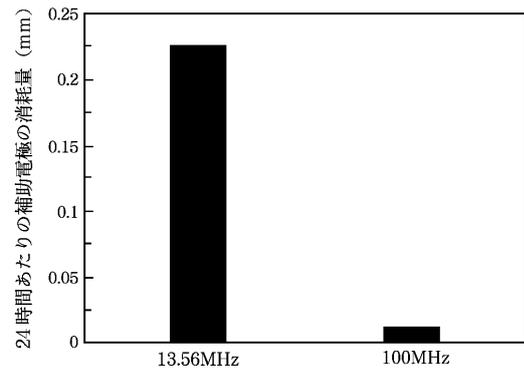
【図6】



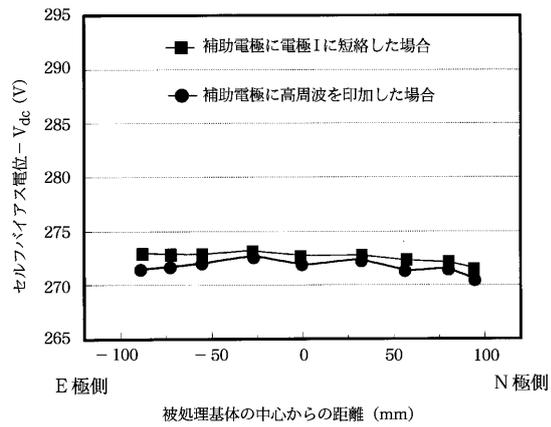
【図7】



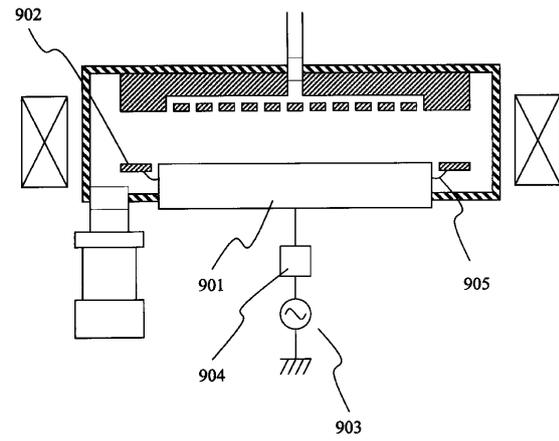
【図8】



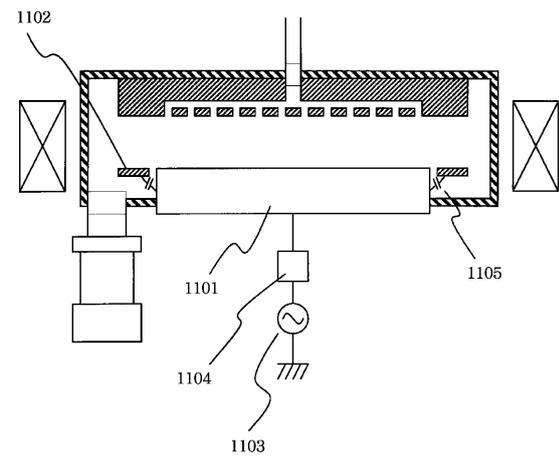
【図10】



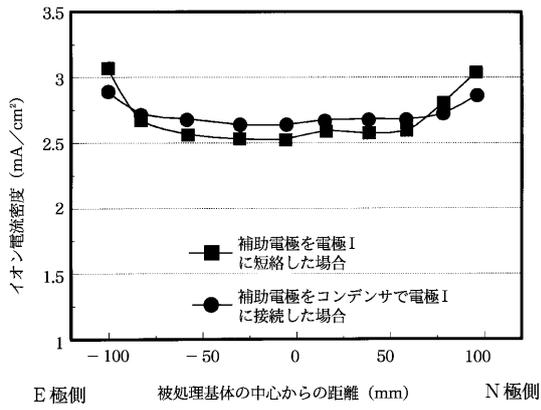
【図9】



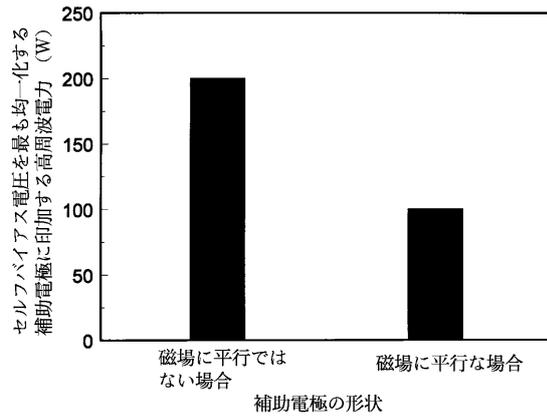
【図11】



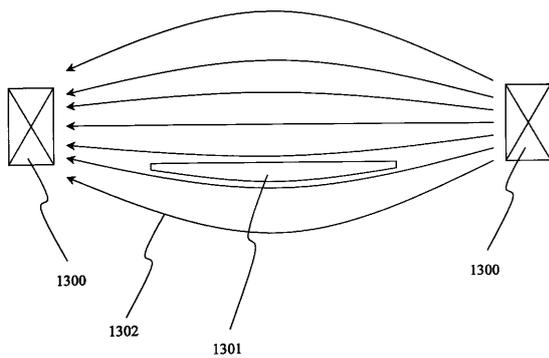
【図12】



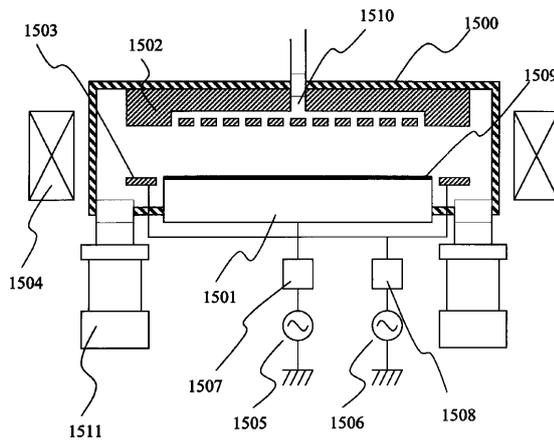
【図14】



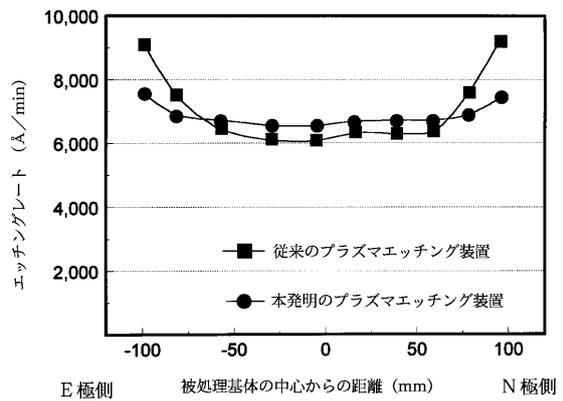
【図13】



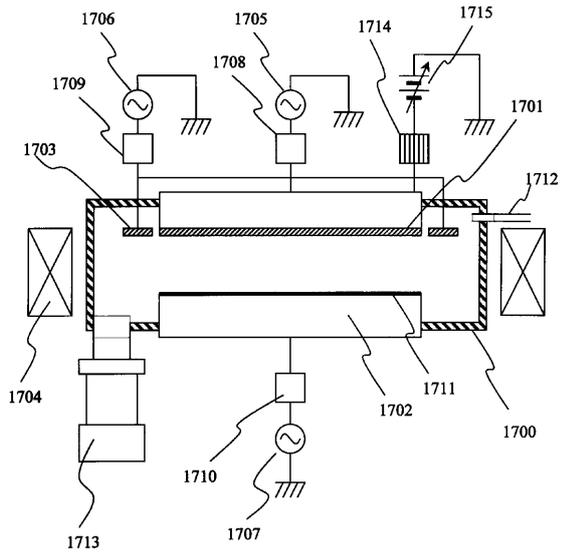
【図15】



【図16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 海原 竜
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉(無番地)東北大学内
- (72)発明者 伊野 和英
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉(無番地)東北大学内

審査官 長谷部 智寿

- (56)参考文献 特開平10-154597(JP,A)
特開平10-144662(JP,A)
国際公開第96/018207(WO,A1)
特開平10-041284(JP,A)
特開平08-003741(JP,A)
特開平04-279044(JP,A)
特開平09-176860(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
C23F 4/00
H01L 21/203
H05H 1/46
H01L 21/205