

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3646292号

(P3646292)

(45) 発行日 平成17年5月11日(2005.5.11)

(24) 登録日 平成17年2月18日(2005.2.18)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 L 21/3065

H O 1 L 21/302 I O 1 B

B O 1 J 19/08

B O 1 J 19/08 H

C 2 3 C 16/52

C 2 3 C 16/52

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-216730 (P2001-216730)
 (22) 出願日 平成13年7月17日(2001.7.17)
 (65) 公開番号 特開2003-31559 (P2003-31559A)
 (43) 公開日 平成15年1月31日(2003.1.31)
 審査請求日 平成15年7月8日(2003.7.8)

(73) 特許権者 593165487
 学校法人金沢工業大学
 石川県石川郡野々市町扇が丘7番1号
 (74) 代理人 100090712
 弁理士 松田 忠秋
 (72) 発明者 作道 訓之
 石川県金沢市泉本町5丁目40-1-10
 11
 審査官 橋本 憲一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体の加工処理方法と、その装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

真空槽内の反応ガスを電離させて生成するプラズマを介して真空槽内の被処理物体を加工処理するに際し、被処理物体の加工処理プロセスの進行中に真空槽内の反応ガスの圧力を 0.1 Pa 超過の高圧値とプラズマの維持が不可能な低圧値との間に周期的に変動させ、低圧値に保持する時間幅をプラズマのアフタグロー時間より小さくすることによりプラズマ中の活性種の存在比率を制御することを特徴とする物体の加工処理方法。

【請求項2】

真空槽内の反応ガスの圧力をパルス状に変動させることを特徴とする請求項1記載の物体の加工処理方法。

【請求項3】

真空槽の排気弁の開度を変化させて真空槽内の反応ガスの圧力を変動させることを特徴とする請求項1または請求項2記載の物体の加工処理方法。

【請求項4】

真空槽の排気弁に同期して反応ガスの導入弁を開閉させることを特徴とする請求項3記載の物体の加工処理方法。

【請求項5】

被処理物体を収容する真空槽と、該真空槽に反応ガスを供給する反応ガス供給源と、前記真空槽内の反応ガスを電離させてプラズマを生成させる電力供給源とを備えてなり、前記真空槽は、被処理物体の加工処理プロセスの進行中に反応ガスの圧力を 0.1 Pa 超過

の高圧値とプラズマの維持が不可能な低圧値との間に周期的に変動させ、低圧値に保持する時間幅をプラズマのアフタグロウ時間より小さくすることを特徴とする物体の加工処理装置。

【請求項 6】

前記真空槽の排気弁は、非磁性体のケーシング内に回転自在に収納する孔明きのロータを備え、該ロータは、前記ケーシングの外部からの回転磁界によって回転駆動して前記ケーシングの入口ポート、出口ポートの間を周期的に開閉させることを特徴とする請求項 5 記載の物体の加工処理装置。

【請求項 7】

前記排気弁と真空ポンプとの間にリザーバを設置し、該リザーバは、前記排気弁が閉じている間に前記真空ポンプにより真空に排気することを特徴とする請求項 6 記載の物体の加工処理装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、被処理物体に対し、プラズマエッチングやプラズマ CVD などの各種の加工処理を容易に、しかも最適に行なうことができる物体の加工処理方法と、その装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

真空槽内に被処理物体を置いてプラズマを発生させると、被処理物体の近傍にイオンリッチなイオンシースと呼ばれる領域が形成され、イオンシース中の電界によってイオンが被処理物体の表面に向けて垂直に加速される。そこで、この現象を利用することにより、任意の被処理物体の表面をエッチング処理したり、イオンドーピング処理したり、薄膜を形成したりすることができる（たとえば特公昭 53 - 44795 号公報）。なお、以下の説明において、これらの処理を一括して物体の加工処理という。

【0003】

従来のこの種の加工処理装置は、被処理物体を収容する真空槽内に反応ガスを連続的に導入し、数 10 ~ 数 100 MHz の高周波電力または数 GHz のマイクロ波電力を投入して反応ガスを連続的に電離させ、加工処理用のプラズマ、いわゆるプロセスプラズマを真空槽内に生成させている。

30

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

かかる従来技術によるときは、反応ガスは、真空槽内に連続的に導入され、投入される電力によって連続的に電離されるので、プラズマ中の活性種または解離種（以下、特に断らない限り、両者を総称して単に活性種という）の存在比率は、反応ガスの種類と投入電力密度によってほぼ決定され、加工処理プロセスの内容によって活性種の存在比率を最適に設定することが必ずしも容易でないという問題があった。

【0005】

たとえば、反応ガスとして CF_4 を使用するシリコンウェーハのエッチング処理において、プラズマによって反応ガスが分解して生じる活性種 F、CF、 CF_2 、 CF_3 と、それらのイオンは、F が多い程シリコンウェーハの表面層の原子と反応し易く、揮発性の SiF_4 を作ってエッチングが進行する。この場合、それぞれの活性種によってエッチング速度が異なるばかりでなく、F が少ない活性種は、逆にデポジションを生じることもある。そこで、アスペクト比の大きな微細穴をエッチングする場合、各活性種の存在比率を最適にし、穴の側壁に適量の保護膜をデポジットさせながらエッチングを進行させる必要がある。また、ダイヤモンドライクカーボンをワーク上に成膜させる場合、炭化水素系のガスを反応ガスとして使用するが、プラズマ中の解離種（フラグメント）の存在比率により膜の特性が大きく変動する。

40

【0006】

50

そこで、この発明の目的は、かかる従来技術の問題に鑑み、加工処理プロセスの進行中に真空槽内の反応ガスの圧力を変動させることによって、プラズマ中の活性種の存在比率を制御し、各種の加工処理を容易に、しかも最適に行なうことができる物体の加工処理方法と、その装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するためのこの出願に係る第1発明（請求項1に係る発明をいう、以下同じ）の構成は、真空槽内の反応ガスを電離させて生成するプラズマを介して真空槽内の被処理物体を加工処理するに際し、被処理物体の加工処理プロセスの進行中に真空槽内の反応ガスの圧力を0.1 Pa 超過の高圧値とプラズマの維持が不可能な低圧値との間に周期的に変動させ、低圧値に保持する時間幅をプラズマのアフタグロウ時間より小さくすることによりプラズマ中の活性種の存在比率を制御することをその要旨とする。

10

【0008】

なお、真空槽内の反応ガスの圧力をパルス状に変動させることができる。

【0009】

また、真空槽の排気弁の開度を変化させて真空槽内の反応ガスの圧力を変動させてもよく、真空槽の排気弁に同期して反応ガスの導入弁を開閉させてもよい。

【0010】

第2発明（請求項5に係る発明をいう、以下同じ）の構成は、被処理物体を収容する真空槽と、真空槽に反応ガスを供給する反応ガス供給源と、真空槽内の反応ガスを電離させてプラズマを生成させる電力供給源とを備えてなり、真空槽は、被処理物体の加工処理プロセスの進行中に反応ガスの圧力を0.1 Pa 超過の高圧値とプラズマの維持が不可能な低圧値との間に周期的に変動させ、低圧値に保持する時間幅をプラズマのアフタグロウ時間より小さくすることをその要旨とする。

20

【0011】

なお、真空槽の排気弁は、非磁性体のケーシング内に回転自在に収納する孔明きのロータを備え、ロータは、ケーシングの外部からの回転磁界によって回転駆動してケーシングの入口ポート、出口ポートの間を周期的に開閉させることができる。

【0012】

また、排気弁と真空ポンプとの間にリザーバを設置し、リザーバは、排気弁が閉じている間に真空ポンプにより真空に排気してもよい。

30

【0013】

【作用】

かかる第1発明の構成によるときは、加工処理プロセスの進行中において真空槽内の反応ガスの圧力を変動させ、プラズマ中の活性種の存在比率を適切に制御することにより、たとえばアスペクト比の大きな微細穴をエッチングする場合であっても、過大なオーバヘッドやアングカットを生じることなく、高精度の仕上りを得ることができる。殊に、圧力をパルス状に変動させ、その時間平均値に着目すれば、定常プラズマによって実現不可能な活性種の存在比率をも実現することが可能である。

【0014】

なお、以上のようなこの発明の骨子は、真空槽内のプラズマ中の活性種の存在比率が反応ガスの圧力変動に伴って変化するという新しい知見に基づいている（たとえば図9）。ただし、同図は、反応ガスとして CF_4 を使用するとき、反応ガスの圧力 P （Pa）に対し、活性種 CF 、 CF_2 、 CF_3 の存在比率 R_i （ $i = 1, 2, 3$ ）（%）の質量分析計による実測値をプロットしたものである。ただし、一般に、圧力 $P < 0.1$ Paの領域では、プラズマを安定に維持することができないため、ここでは、プラズマが消滅するまでの微少時間（アフタグロウ時間）内に存在比率 R_i を測定している。

40

【0015】

いま、真空槽内の反応ガスの圧力 P を時間的に図10のように変化させ、周期 $T = T_1 + T_2$ ごとに圧力 P を高圧値 $P_1 > 0.1$ Pa、低圧値 $P_2 < 0.1$ Paの間にパルス状に

50

変化させる。ただし、 T_1 、 T_2 は、それぞれ高圧値 P_1 、低圧値 P_2 に保持する時間幅であり、低圧値 P_2 に保持する時間幅 T_2 は、アフタグロー時間 T_{ag} に対し、 $T_2 < T_{ag}$ に定めるものとする。

【0016】

圧力 $P = P_1$ 、 P_2 における真空槽内のプラズマ密度をそれぞれ n_1 、 n_2 とし、そのときの活性種 CF_i ($i = 1, 2, 3$) の存在比率をそれぞれ R_{i1} 、 R_{i2} ($i = 1, 2, 3$) とすると、図10のように圧力 P を変動させるときの平均プラズマ密度 n_0 は、

$$n_0 = (n_1 T_1 + n_2 T_2) / (T_1 + T_2) \quad \dots\dots (1)$$

である。また、活性種 CF_i の平均の存在比率 R_{io} は、

$$R_{io} = (R_{i1} \cdot n_1 T_1 + R_{i2} \cdot n_2 T_2) / (n_1 T_1 + n_2 T_2) \quad \dots\dots (2) \quad 10$$

となる。したがって、活性種 CF_i の平均密度 $n_0 R_{io}$ は、

$$n_0 R_{io} = (R_{i1} \cdot n_1 T_1 + R_{i2} \cdot n_2 T_2) / (T_1 + T_2) \quad \dots\dots (3)$$

と表わすことができる。

【0017】

したがって、 $T_1 < T_2 < T_{ag}$ のような条件でプラズマを点火すると、圧力 P が一定の条件ではプラズマを維持できないような圧力 $P = P_2$ における活性種 CF_i の存在比率 R_{i2} に近い平均の存在比率 R_{io} を安定に実現することが可能である。

【0018】

真空槽の排気弁の開度を変化させれば、真空槽内の反応ガスの圧力を最も簡単に変動させることができる。排気弁の出口側は、真空ポンプにより必要十分な真空度に引かれているからである。 20

【0019】

真空槽の排気弁に同期して反応ガスの導入弁を開閉させると、真空槽内の圧力を一層速やかに変動させることができる。ただし、導入弁は、排気弁が閉じるときに開き、反応ガスを真空槽内に導入する一方、排気弁が開くときに閉じ、反応ガスの導入を停止させるものとする。

【0020】

第2発明の構成によるときは、真空槽は、反応ガスの圧力を変動させることにより、反応ガスの電離によって生じるプラズマ中の活性種の存在比率を制御して、第1発明を容易に実施することができる。なお、真空槽内の反応ガスの圧力は、たとえば真空槽の排気弁の開度を変化させて変動させる。 30

【0021】

孔明きのロータを備える排気弁は、ロータを回転させて開閉し、真空槽内の反応ガスの圧力を周期的に変動させることができる。なお、ロータは、円板状であってもよく、孔明きのステータと対向する円板状または有底円筒状であってもよい。排気弁は、ロータ側の孔がケーシングの入口側ポート、出口側ポート、またはステータ側の孔と対面するとき、開状態となり、それ以外するとき、閉状態となる。ただし、ロータの孔は、1個であってもよく、2以上の n 個であってもよい。前者によれば、ロータの1回転当たり1回の開閉動作ができ、後者によれば、 n 回の開閉動作が可能である。また、ロータは、シールの便宜上、たとえば非磁性体のケーシングの外部から回転磁界によって回転駆動することが好ましい 40

【0022】

排気弁、真空ポンプの間にリザーバを設置すれば、排気弁を開くことにより、真空槽内の反応ガスの圧力を一層急峻に下降させることができる。ただし、リザーバ内は、真空ポンプにより、十分な真空度に引かれているものとする。なお、リザーバの容積は、真空槽の容積と同等、またはそれ以上であることが好ましい。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、図面を以って発明の実施の形態を説明する。

【0024】

物体の加工処理装置は、真空槽 1 1 と、真空槽 1 1 に反応ガスを供給する反応ガス供給源 2 0 と、真空槽 1 1 内の反応ガスを電離させてプラズマを生成させる電力供給源 3 0 とを備えてなる(図 1)。

【0025】

真空槽 1 1 には、前後のゲート弁 1 2 b、1 2 b を介して前室 1 2 が付設されており、前室 1 2 には、開閉弁 1 2 c を介して真空ポンプ 1 2 d が接続されている。また、真空槽 1 1 には、排気弁 1 3、開閉弁 1 4 を介して真空ポンプ 1 5 が接続されている。さらに、真空槽 1 1 には、真空ゲージ 1 6 が装備され、真空槽 1 1 内には、たとえばシリコンウェーハのような被処理物体 W を載せる試料台 Wa が設置されている。前室 1 2 は、前後のゲート弁 1 2 b、1 2 b を順に開閉することにより、真空槽 1 1 内の真空を完全に破壊することなく、被処理物体 W を真空槽 1 1 に搬出入することができる。

10

【0026】

反応ガス供給源 2 0 は、反応ガス用のポンペ 2 1 にマスフローコントローラ 2 2、導入弁 2 3 を接続して構成されている。導入弁 2 3 の出口側は、コネクタ 2 4 を介して真空槽 1 1 内に開口している。

【0027】

電力供給源 3 0 は、高周波発振器 3 1 に整合回路 3 2 を付設して構成されている。整合回路 3 2 の出力側は、気密の導入窓 3 3 を介し、真空槽 1 1 内に設置するアンテナ 3 4 に接続されている。

【0028】

排気弁 1 3 は、孔 1 3 b 1 を有する円板状のロータ 1 3 b を非磁性体のケーシング 1 3 a 内に収納して構成されている(図 2)。ロータ 1 3 b は、軸 1 3 b 2 を介し、ケーシング 1 3 a 内に回転自在に支持されており、ケーシング 1 3 a の外部からの回転磁界により高速に回転駆動することができる。ただし、軸 1 3 b 2 は、図 2 に拘らず、ケーシング 1 3 a の内部に組み込まれ、ケーシング 1 3 a を貫通していないものとする。ロータ 1 3 b の孔 1 3 b 1 は、ロータ 1 3 b の偏心位置に開口されており、ロータ 1 3 b が回転すると、ケーシング 1 3 a に形成する入口ポート 1 3 a 1、出口ポート 1 3 a 2 の間を周期的に開閉させることができる。すなわち、排気弁 1 3 は、ロータ 1 3 b を回転させ、開度を周期的に変化させることができる。

20

【0029】

真空槽 1 1 は、真空ポンプ 1 5 を作動させて排気弁 1 3、開閉弁 1 4 を開くことにより、所定の真空度に排気される。そこで、マスフローコントローラ 2 2、導入弁 2 3 を介してポンペ 2 1 からの反応ガスを真空槽 1 1 に導入すると、反応ガスは、真空槽 1 1 内の被処理物体 W の周囲に均一に拡散する。一方、高周波発振器 3 1 を作動させると、整合回路 3 2、アンテナ 3 4 を介して高周波電力が真空槽 1 1 内の反応ガスに供給され、反応ガスを電離させてプラズマを生成することができる。このようにしてプラズマ化された反応ガスは、被処理物体 W の周囲にイオンシースを形成し、イオンシース中の電界によりイオンが被処理物体 W の表面に向けて垂直に加速され、被処理物体 W を加工処理することができる。なお、整合回路 3 2 は、高周波発振器 3 1 とアンテナ 3 4 とのインピーダンス整合を図る。

30

【0030】

一方、排気弁 1 3 は、ロータ 1 3 b を回転させることにより、周期的に開閉する(図 3)。そこで、このときの真空槽 1 1 内の反応ガスの圧力 P は、排気弁 1 3 の開閉にほぼ同期して、高圧値 P 1、低圧値 P 2 の間に周期的に変動し、高圧値 P 1、低圧値 P 2 における各活性種の平均密度を実現することができる。すなわち、被処理物体 W の加工処理プロセスの進行中において、真空槽 1 1 内のプラズマ中の活性種の存在比率 R i は、時間平均値として、前記(2)式により実質的に R i = R i 0 に制御することができ、加工処理プロセスに最適な加工処理特性を実現することができる。

40

【0031】

なお、図 3 の圧力 P の変動曲線において、高圧値 P 1 は、反応ガス供給源 2 0 からの反応

50

ガスの供給量によって設定され、低圧値 P_2 は、真空ポンプ 15 による排気流量、反応ガス供給源 20 による反応ガスの供給量などによって決まる圧力平衡点である。また、同図において、排気弁 13 の開閉の周期 T は、ロータ 13 b の回転数によって決まり、周期 T に対する開状態の時間幅 T_2 の割合は、孔 13 b1 の大きさによって決まる。そこで、ロータ 13 b を十分に高速回転させ、時間幅 T_2 をプラズマのアフタグロウ時間より十分小さくすると、圧力 P が高圧値 P_1 から低圧値 P_2 にパルス状に減少し、低圧値 P_2 をたとえば $P_2 = 0.1 \text{ Pa}$ としても、真空槽 11 内のプラズマが消滅することがない。ちなみに、アフタグロウ時間数 $\text{ms} \sim$ 数 10 ms とすると、時間幅 $T_2 = 0.1 \sim 100 \text{ ms}$ 程度にしなければならず、ロータ 13 b の回転周波数は、少なくとも $10 \text{ Hz} \sim 10 \text{ kHz}$ が必要である。

10

【0032】

【他の実施の形態】

排気弁 13 の円板状のロータ 13 b は、円板状のステータ 13 c と同軸状に対向させることができる (図 4)。ロータ 13 b、ステータ 13 c には、それぞれ n ($n \geq 1$) 個の同形同大の孔 13 b1、13 b1 ...、13 c1、13 c1 ... が同径の円周上に等ピッチに形成されている。ロータ 13 b は、軸 13 b2 により回転自在に支持され、ケーシング 13 a の外部からの回転磁界によって回転駆動される。一方、ステータ 13 c は、軸 13 b2 に対して相対回転自在に固定支持されている。ステータ 13 c を固定し、ロータ 13 b を回転させると、排気弁 13 は、ロータ 13 b の 1 回転当り n 回の開閉動作を実現することができる。

20

【0033】

また、排気弁 13 のロータ 13 b、ステータ 13 c は、それぞれ浅い有底円筒状に形成してもよい (図 5)。ロータ 13 b、ステータ 13 c の側壁面には、それぞれ n 個の同形同大の孔 13 b1、13 b1 ...、13 c1、13 c1 ... が等ピッチに形成されており、ロータ 13 b は、ステータ 13 c 内に同軸に収納されている。ステータ 13 c を固定し、ロータ 13 b を回転させると、ロータ 13 b の 1 回転当り n 回の開閉動作を実現することができる。

【0034】

なお、図 2 においても、ロータ 13 b には、 n 個の孔 13 b1、13 b1 ... を形成してもよい。

30

【0035】

真空槽 11 は、排気弁 13 と真空ポンプ 15 との間にリザーバ 17 を設置することができる (図 6)。リザーバ 17 は、排気弁 13 が閉じている間に、真空ポンプ 15 を介して十分な真空度に引かれるため、排気弁 13 が開になると、真空槽 11 内の反応ガスの圧力 P を速やかに低圧値 P_2 に減少させることができる。

【0036】

また、反応ガス供給源 20 の導入弁 23 は、排気弁 13 に同期して開閉させることができる (図 7)。排気弁 13 が開くとき、導入弁 23 を閉じて反応ガスの導入を阻止し、真空槽 11 内の反応ガスの圧力 P を急激に低下させるとともに、排気弁 13 が閉じるとき、導入弁 23 を開いて反応ガスを導入し、圧力 P の上昇を速めることができる。また、圧力 P の低圧値 P_2 を小さくするとともに高圧値 P_1 を大きくし、圧力 P の変動幅 ($P_1 - P_2$) を大きくすることができる。

40

【0037】

以上の説明において、電力供給源 30 は、真空槽 11 内の反応ガスを電離させてプラズマを生成することができればよく、高周波電力に代えて、直流電力、交流低周波電力、マイクロ波電力のいずれを供給するものであってもよい。また、電力供給源 30 は、被処理物体 W の加工処理プロセスの進行中において、反応ガスに供給する電力を一定に維持してもよく、それを変動させてもよい。さらに、電力供給源 30 は、加工処理プロセスの進行中において、連続的または間欠的に作動させることができる。

【0038】

50

一方、排気弁 13 の開度を変化させて真空槽 11 内の反応ガスの圧力 P を変動させるに際し、圧力 P は、被処理物体 W の加工処理プロセスの開始時期 t1 から終了時期 t2 までの加工処理プロセスの進行中において、少なくとも 1 回以上、任意の態様により変動させることができる(たとえば図 8 の曲線(1)~(4))。ただし、同図の曲線(1)は、低圧値 P2 から高圧値 P1 までゆっくりと 1 回変動させ、曲線(2)は、急激に 1 回変動させている。また、曲線(3)は、低圧値 P2 から高圧値 P1 の間において圧力 P を周期的に変動させ、その変動周期をも変化させている。なお、曲線(4)は、図 3 にほぼ対応するように、圧力 P をパルス状に変動させている。また、図 8 の曲線(1)~(4)において、高圧値 P1、低圧値 P2 を入れ替えてもよい。

【0039】

10

すなわち、真空槽 11 内の反応ガスの圧力 P は、被処理物体 W の加工処理プロセスの進行中の各時点において、プラズマ中の活性種の存在比率と、それによる加工処理特性が最適となるように、適切に変動させればよい。なお、圧力 P を周期的に、しかもパルス状に変動させるとき、プラズマ中の活性種の実質的な存在比率は、前記(2)式に従うと考えられる(図 3、図 8 の曲線(4))。

【0040】

【発明の効果】

以上説明したように、この出願に係る第 1 発明によれば、加工処理プロセスの進行中に真空槽内の反応ガスの圧力を変動させ、プラズマ中の活性種の存在比率を制御することによって、適切な加工処理特性を容易に実現することができるから、各種の加工処理を容易に、しかも最適に行なうことができるという優れた効果がある。

20

【0041】

第 2 発明によれば、真空槽、反応ガス供給源、電力供給源を備えることによって、真空槽は、加工処理プロセスの進行中に反応ガスの圧力を変動させ、第 1 発明を容易に実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 全体構成模式説明図

【図 2】 排気弁の模式構成図

【図 3】 動作説明線図

【図 4】 他の実施の形態を示す図 2 相当図

30

【図 5】 他の実施の形態を示す要部斜視図

【図 6】 他の実施の形態を示す要部構成模式図

【図 7】 他の実施の形態を示す動作説明線図(1)

【図 8】 他の実施の形態を示す動作説明線図(2)

【図 9】 動作原理説明線図(1)

【図 10】 動作原理説明線図(2)

【符号の説明】

W ... 被処理物体

P ... 圧力

R_i ... 存在比率

40

11 ... 真空槽

13 ... 排気弁

13b ... ロータ

13b1 ... 孔

15 ... 真空ポンプ

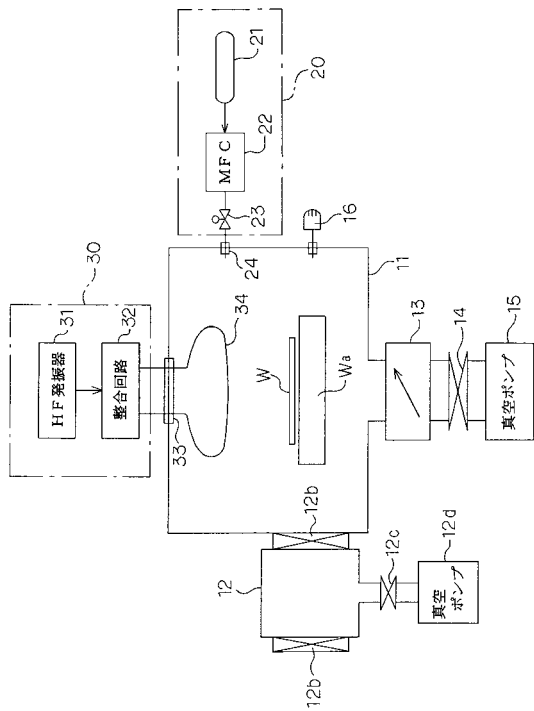
17 ... リザーバ

20 ... 反応ガス供給源

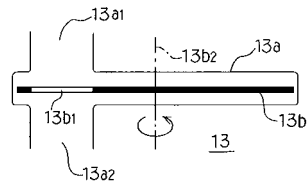
23 ... 導入弁

30 ... 電力供給源

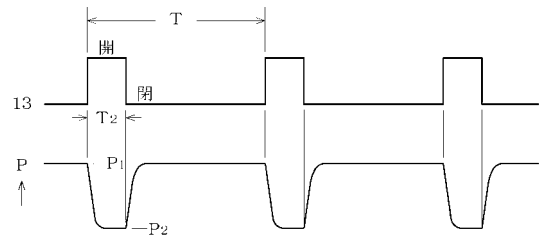
【 図 1 】



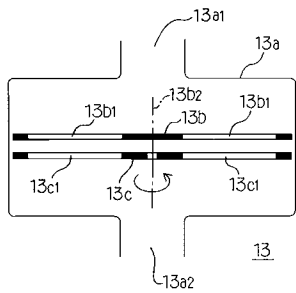
【 図 2 】



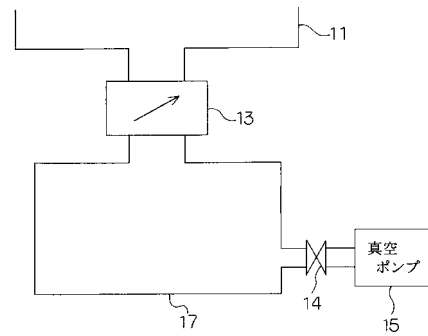
【 図 3 】



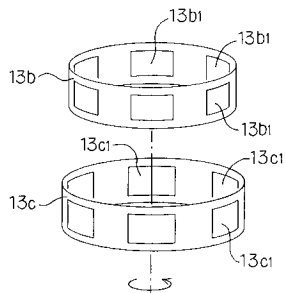
【 図 4 】



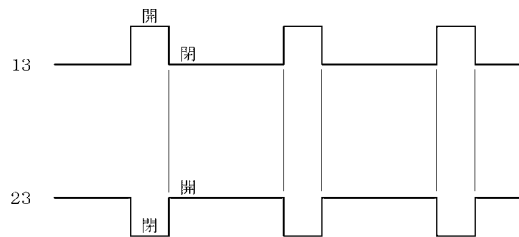
【 図 6 】



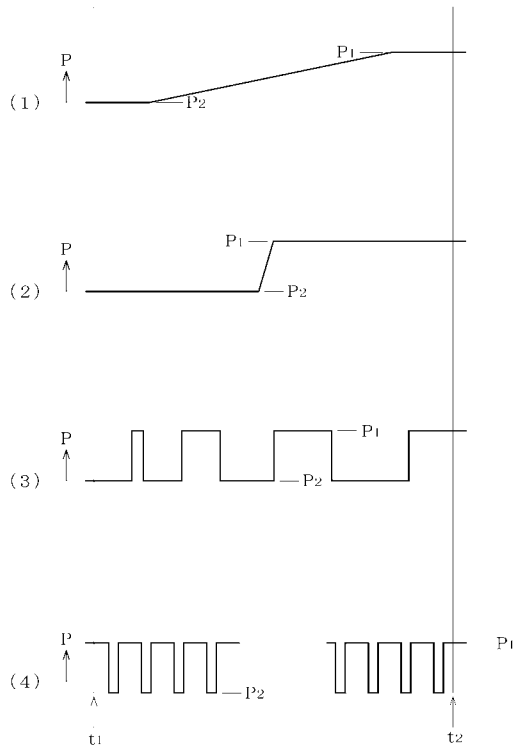
【 図 5 】



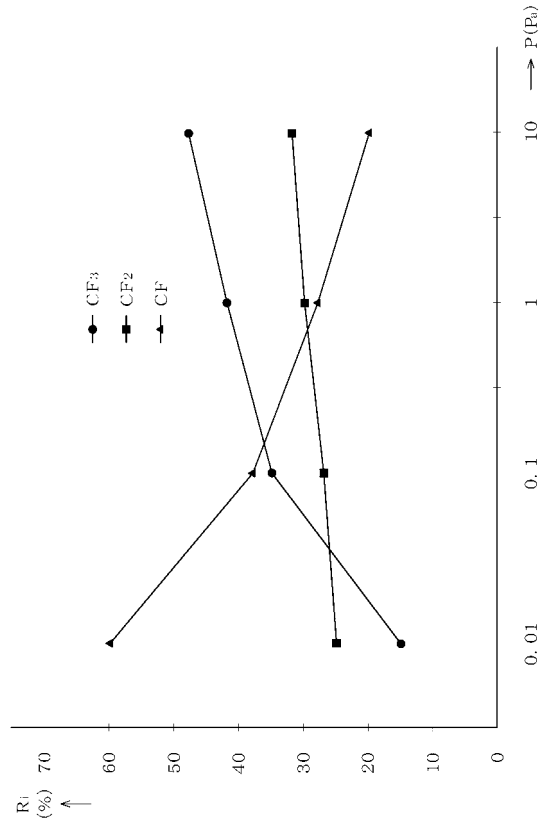
【 図 7 】



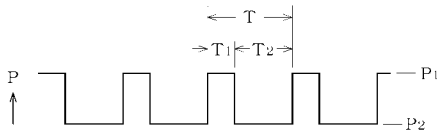
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08 - 083694 (JP, A)

特開昭63 - 104678 (JP, A)

S.Okuji et al., Spatial distributions of ion-species in a large-volume inductively coupled plasma source, Surface and Coatings Technology, 米国, 2001年 2月 2日, Vol.136, p.102-105

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/205

B01J 19/08

C23C 16/52