

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3463159号

(P 3 4 6 3 1 5 9)

(45)発行日 平成15年11月5日(2003.11.5)

(24)登録日 平成15年8月22日(2003.8.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
H05H 1/46		H05H 1/46	A
			B
C23C 14/54		C23C 14/54	B

請求項の数 5 (全6頁)

(21)出願番号	特願平10 - 91749	(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
(22)出願日	平成10年4月3日(1998.4.3)	(72)発明者	作道 訓之 石川県金沢市泉本町5丁目40 - 1 - 1011
(65)公開番号	特開平11 - 297493	(72)発明者	粟津 薫 石川県松任市水島町17番地
(43)公開日	平成11年10月29日(1999.10.29)	(74)代理人	100090712 弁理士 松田 忠秋
審査請求日	平成12年10月6日(2000.10.6)		
前置審査		審査官	山口 敦司

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

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 三次元の複雑形状の被処理物体の表面に均一な加工処理をするに際し、被処理物体を収容する真空槽に一定の加工処理用の原料ガスを導入し、真空槽内の原料ガスの圧力を間欠的に変化させるとともに原料ガスを間欠的に電離させてプラズマを生成し、原料ガスの圧力変化に対し、原料ガスが被処理物体の周囲に均一に拡散するに要する時間相当だけ遅らせて原料ガスの電離の開始時期を同期させることを特徴とする物体の加工処理方法。

【請求項2】 原料ガスを電離させた後、被処理物体に負のパルス電圧を印加す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】 三次元の複雑形状の被処理物体の表面に均一な加工処理をするための物体の加工処理装置であっ

2

て、被処理物体を収容する真空槽と、該真空槽に一定の加工処理用の原料ガスを供給する原料ガス供給源と、前記真空槽内の原料ガスを間欠的に電離させてプラズマを生成する電力供給源と、前記真空槽内の原料ガスの圧力を間欠的に変化させる圧力変化手段とを備えてなり、前記電力供給源は、原料ガスの圧力変化に対し、原料ガスが被処理物体の周囲に均一に拡散するに要する時間相当だけ遅らせて原料ガスの電離の開始時期を同期させるように作動することを特徴とする物体の加工処理装置。

10 【請求項4】 前記真空槽内の被処理物体に負のパルス電圧を印加する電源装置を付加することを特徴とする請求項3記載の物体の加工処理装置。

【請求項5】 前記電力供給源は、高周波発振器、マイクロ波発振器の一方または双方を備えることを特徴とする請求項3または請求項4記載の物体の加工処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】この発明は、三次元の複雑形状の被処理物体であっても、表面に均一な薄膜を形成し、または均一なイオンドーピング処理等を行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。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】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、イオンシースを介し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、複雑形状の三次元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 5 3 - 4 4 7 9 5 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。

【 0 0 0 3 】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原料ガスを連続的に導入し、数 1 0 ~ 数 1 0 0 MHz の高周波電力または数 GHz のマイクロ波電力を投入することによって原料ガスを連続的に電離させ、プラズマを生成させるものである。なお、金属イオンを利用するときは、アルゴンなどのイオンまたはプラズマにより金属材料をスパッタリングして金属イオンを放出させ、金属イオンビームとして真空槽内の被処理物体に衝突させる方法も知られている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】かかる従来技術の前者によるときは、原料ガスは、真空槽内に連続的に導入され、プラズマ界面において連続的に分解するので、その近傍の被処理物体の表面のみが選択的に加工処理され、被処理物体の表面全体を均一に加工処理することが容易でないという問題があった。また、後者によるときは、金属イオンビームは、電場や磁場を介して被処理物体に導く必要があるため、全体装置が大形化し、複雑化する上、金属イオンビームに方向性があるため、複雑形状の被処理物体の均一な加工処理が困難であり、原料ガス中の金属等が被処理物体以外の部分にも付着して安定な長時間操業が難しいという問題がある。

【 0 0 0 5 】そこで、この発明の目的は、かかる従来技術の問題に鑑み、真空槽内の原料ガスを間欠的に電離させてプラズマを生成することによって、金属イオンを利用する場合であっても、複雑形状の被処理物体に対して均一な加工処理を容易に、しかも安定に実現する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。

【 0 0 0 6 】

【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 発明の構成は、三次元の複雑形状の被処理物体の表面に均一な加工処理をするに際し、

被処理物体を収容する真空槽に一定の加工処理用の原料ガスを導入し、真空槽内の原料ガスの圧力を間欠的に変化させるとともに原料ガスを間欠的に電離させてプラズマを生成し、原料ガスの圧力変化に対し、原料ガスが被処理物体の周囲に均一に拡散するに要する時間相当だけ遅らせて原料ガスの電離の開始時期を同期させることをその要旨とする。

【 0 0 0 7 】なお、原料ガスを電離させた後、被処理物体に負のパルス電圧を印加してもよい。

10 【 0 0 0 8 】第 2 発明の構成は、三次元の複雑形状の被処理物体の表面に均一な加工処理をするための物体の加工処理装置であって、被処理物体を収容する真空槽と、真空槽に一定の加工処理用の原料ガスを供給する原料ガス供給源と、真空槽内の原料ガスを間欠的に電離させてプラズマを生成する電力供給源と、真空槽内の原料ガスの圧力を間欠的に変化させる圧力変化手段とを備えてなり、電力供給源は、原料ガスの圧力変化に対し、原料ガスが被処理物体の周囲に均一に拡散するに要する時間相当だけ遅らせて原料ガスの電離の開始時期を同期させるように作動することをその要旨とする。

20 【 0 0 0 9 】なお、真空槽内の被処理物体に負のパルス電圧を印加する電源装置を付加してもよい。

【 0 0 1 0 】さらに、電力供給源は、高周波発振器、マイクロ波発振器の一方または双方を備えることができる。

【 0 0 1 1 】

【作用】かかる第 1 発明の構成によるときは、原料ガスは、真空槽内に導入され、真空槽内の被処理物体の周囲に均一に拡散された後、電離されてプラズマを生成し、イオンシースを介して所定のイオンが被処理物体の表面に向けて加速され、被処理物体に対して所定の加工処理をすることができる。すなわち、原料ガスの電離の開始時期は、原料ガスの拡散に要する時間相当のオフ時間において、原料ガスの電離、イオンシースの形成、イオンの加速に要する時間相当のオン時間を有するように設定すればよい。

【 0 0 1 2 】ただし、ここでいう「間欠的」とは、一定または不定の周期による繰返し動作を意味する他、単発動作をも含むものとする。

40 【 0 0 1 3 】なお、原料ガスは、各種の有機金属化合物や、ハロゲン化金属などの他、いわゆる CVD (chemical vapour deposition) 技術に適用可能なあらゆるガスが単体ガスまたは混合ガスとして使用可能である。また、原料ガスを電離させるには、誘導結合または容量結合により、原料ガス中に所定の電力密度以上の高周波電力またはマイクロ波電力を投入すればよい。

50 【 0 0 1 4 】真空槽内の原料ガスの圧力を間欠的に変化させれば、原料ガスの圧力変化の時期と、原料ガスの電離の開始時期とを同期させることにより、一層均一加

工処理が可能である。原料ガスは、その圧力が所定値以上に高くなることにより、被処理物体の周囲に均一に拡散していることが保証されるからである。なお、ここでいう「同期」とは、原料ガスの圧力変化に対し、一定の時間遅れを有して原料ガスの電離の開始時期が同期する場合を含むものとする。

【 0 0 1 5 】また、原料ガスの圧力を間欠的に変化させるには、原料ガスを真空槽に対して間欠的にパルス状に導入する他、原料ガスを真空槽に連続的に導入するとともに真空槽の排気系の排気速度を時間的に変化させてもよく、これらの双方を併用してもよい。

【 0 0 1 6 】原料ガスを電離させた後、被処理物体に負のパルス電圧を印加すれば、パルス電圧は、プラズマ中のイオンを電氣的に加速し、イオンミキシングによる改質効果を実現することができる。

【 0 0 1 7 】なお、この発明は、原料ガスを間欠的に電離させることにより、原料ガスをプラズマ中に導入せず、真空槽内の原料ガスがプラズマ化していないときに原料ガスを導入するから、原料ガス中の金属等が導入口の近傍などに付着してしまう不都合を最少に抑えることができる。

【 0 0 1 8 】第 2 発明の構成によるときは、原料ガス供給源は、被処理物体を収容する真空槽に原料ガスを供給し、電力供給源は、真空槽内の原料ガスを間欠的に電離させる。すなわち、電力供給源による原料ガスの電離の開始時期を適切に設定することにより、第 1 発明を容易に実施することができる。なお、ここでいう「間欠的」とは、第 1 発明におけるそれと同様の意味である。

【 0 0 1 9 】圧力変化手段を付加すれば、圧力変化手段は、真空槽内の原料ガスの圧力を間欠的に変化させる。そこで、圧力変化手段による原料ガスの圧力変化に対し、電力供給源による原料ガスの電離の開始時期を同期させることにより、一層均一な加工処理が可能である。なお、ここでいう「同期」とは、第 1 発明におけるそれと同様の意味である。また、圧力変化手段は、原料ガスを真空槽に間欠的にパルス状に導入し、または、原料ガスを真空槽に連続的に導入して真空槽の排気速度を時間的に変化させ、あるいは、これらの双方を併用することができる。

【 0 0 2 0 】電源装置を付加すれば、電源装置は、真空槽内の原料ガスが電離した後、被処理物に負のパルス電圧を印加し、イオンミキシングによる改質効果を実現することができる。

【 0 0 2 1 】高周波発振器、マイクロ波発振器の一方または双方を備える電力供給源は、原料ガスに投入する電力密度、原料ガスの電離効率等の観点から、高周波発振器、マイクロ波発振器の利点を最適に組み合わせることができる。

【 0 0 2 2 】

【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。

【 0 0 2 3 】物体の加工処理装置は、真空槽 1 1 と、真空槽 1 1 に一定の加工処理用の原料ガスを供給するガス供給源 2 0 と、真空槽 1 1 内の原料ガスを電離させる電力供給源 3 0 とを備えてなる（図 1）。

【 0 0 2 4 】真空槽 1 1 は、台座 Wa を介し、二次元、三次元の任意の形状の被処理物体 W を収容することができる。真空槽 1 1 には、排気弁 1 2 を介して真空ポンプ 1 3 が連結されており、排気弁 1 2、真空ポンプ 1 3 は、他の付属機器とともに真空槽 1 1 の排気系を形成している。また、真空槽 1 1 には、真空ゲージ 1 4 が付設されている。

【 0 0 2 5 】原料ガス供給源 2 0 は、原料ガス用のポンペ 2 1 に流量調整弁 2 2 を付設して構成されている。流量調整弁 2 2 の出口側は、コネクタ 2 0 a を介して真空槽 1 1 内に開口している。

【 0 0 2 6 】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。高周波発振器 3 1 には、制御器 4 1 が接続されており、整合回路 3 2 の出力側は、気密の導入窓 1 1 a を介し、真空槽 1 1 内に配設するアンテナ 3 3 に接続されている。

【 0 0 2 7 】真空槽 1 1 は、真空ポンプ 1 3 を作動させて排気弁 1 2 を開くことにより、所定の真空度に排気することができる。そこで、流量調整弁 2 2 を開いてポンペ 2 1 からの原料ガスを真空槽 1 1 に導入すると、原料ガスは、真空槽 1 1 内の被処理物体 W の周囲に均一に拡散するから、その後、制御器 4 1 を介して高周波発振器 3 1 を作動させると、高周波発振器 3 1 は、整合回路 3 2、アンテナ 3 3 を介して真空槽 1 1 内の原料ガスに高周波電力を供給し、原料ガスを電離させてプラズマを生成することができる。よって、このようにしてプラズマ化された原料ガスは、被処理物体 W の周囲にイオンシースを形成し、イオンシースを介して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 を均一に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 3 とのインピーダンス整合を図る。

【 0 0 2 8 】制御器 4 1 は、高周波発振器 3 1 を周期 $T = T_1 + T_2$ により間欠的に作動させる（図 2）。ただし、オフ時間 T_2 は、真空槽 1 1 内に導入される原料ガスが被処理物体 W の周囲に均一に拡散するに要する時間相当にとり、オン時間 T_1 は、電離されてプラズマ化した原料ガスが被処理物体 W の周囲にイオンシースを形成し、イオンが被処理物体 W に向けて加速されるに要する時間相当にとればよい。なお、周期 T は、必ずしも一定でなくてもよく、制御器 4 1 による高周波発振器 3 1 の動作は、繰返し動作ではなく、単発動作であってもよい。

【 0 0 2 9 】

【他の実施の形態】ガス供給源 2 0 の流量調整弁 2 2

は、制御器 4 1 によって開閉制御するコントロール弁 2 3 に代えることができる(図 3)。

【0030】制御器 4 1 は、コントロール弁 2 3 を間欠的に開閉することにより(図 4)、ポンペ 2 1 からの原料ガスを真空槽 1 1 に間欠的にパルス状に導入するとともに、高周波発振器 3 1 を間欠的に作動させる。ただし、高周波発振器 3 1 は、コントロール弁 2 3 を介して導入される原料ガスが被処理物体 W の周囲に均一に拡散するに要する時間相当の時間遅れ Td1 だけ遅れてコントロール弁 2 3 に同期して作動する。また、コントロール弁 2 3 は、開時間 T3、閉時間 T4、周期 T = T3 + T4 = T1 + T2 に従って開閉させている。

【0031】図 3、図 4 において、コントロール弁 2 3 は、周期 T、開時間 T3、閉時間 T4 に従って開閉することにより、真空槽 1 1 内の原料ガスの圧力を間欠的に変化させる圧力変化手段を形成している。そこで、かかる圧力変化手段は、図 1 において、排気弁 1 2、真空ポンプ 1 3 からなる排気系の排気速度を間欠的に変化させてもよい。また、圧力変化手段は、コントロール弁 2 3 の開閉制御と、排気系の排気速度の変化制御との双方を併用してもよい。

【0032】被処理物体 W を支持する台座 Wa は、絶縁物 Wb を介して真空槽 1 1 から電氣的に絶縁し、電源装置 4 2 に接続することができる(図 3)。電源装置 4 2 は、制御器 4 1 によって制御されており、被処理物体 W に対して負のパルス電圧 V を印加することができる。

【0033】電源装置 4 2 は、高周波発振器 3 1 の作動から時間遅れ Td2 だけ遅れて作動し(図 5)、被処理物体 W に負のパルス電圧 V を印加することにより、プラズマ中のイオンを被処理物体 W に向けて電氣的に加速し、イオンミキシングによる改質効果を実現することができる。なお、電源装置 4 2 からのパルス電圧 V は、V = -(1 ~ 20) kV、パルス幅 T5 = 10 μs のオーダである。また、時間遅れ Td2 は、イオンシースを介してイオンが加速され、被処理物体 W 上にイオンが十分にデポジットされるに要する時間相当に設定すればよい。

【0034】以上の説明において、アンテナ 3 3、整合

回路 3 2 は、高周波発振器 3 1 からの高周波電力を誘導結合によって原料ガスに供給する。そこで、アンテナ 3 3 は、真空槽 1 1 内に配設する適当な電極板に代え、容量結合によって高周波電力を供給してもよい。また、電力供給源 3 0 は、高周波発振器 3 1 に代えてマイクロ波発振器を使用し、図示しない導波管を介してマイクロ波電力を真空槽 1 1 内の原料ガスに供給してもよく、高周波発振器 3 1 とマイクロ波発振器とを併用してもよい。

【0035】

10 【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、真空槽内の原料ガスを間欠的に電離させてプラズマを生成することによって、原料ガスは、被処理物体の周囲に均一に拡散されてプラズマ化されるから、三次元の複雑形状の被処理物体に対して均一な加工処理を容易に実現することができる上、原料ガスがプラズマ中に導入されることがないから、金属イオンを利用する場合であっても、金属が導入口の近傍などに付着したり、それによって操業の安定性が損われたりするおそれがないという優れた効果がある。

20 【0036】第 2 発明によれば、真空槽と、原料ガス供給源と、電力供給源とを組み合わせることによって、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】 全体ブロック系統図

【図 2】 動作説明線図(1)

【図 3】 他の実施の形態を示す要部ブロック系統図

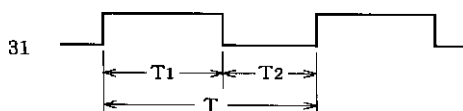
【図 4】 動作説明線図(2)

【図 5】 動作説明線図(3)

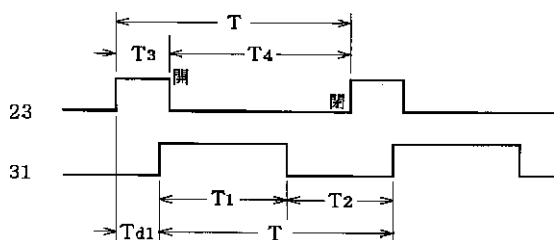
【符号の説明】

- 30 W...被処理物体
- V...パルス電圧
- 1 1 ...真空槽
- 2 0 ...ガス供給源
- 3 0 ...電力供給源
- 3 1 ...高周波発振器
- 4 2 ...電源装置

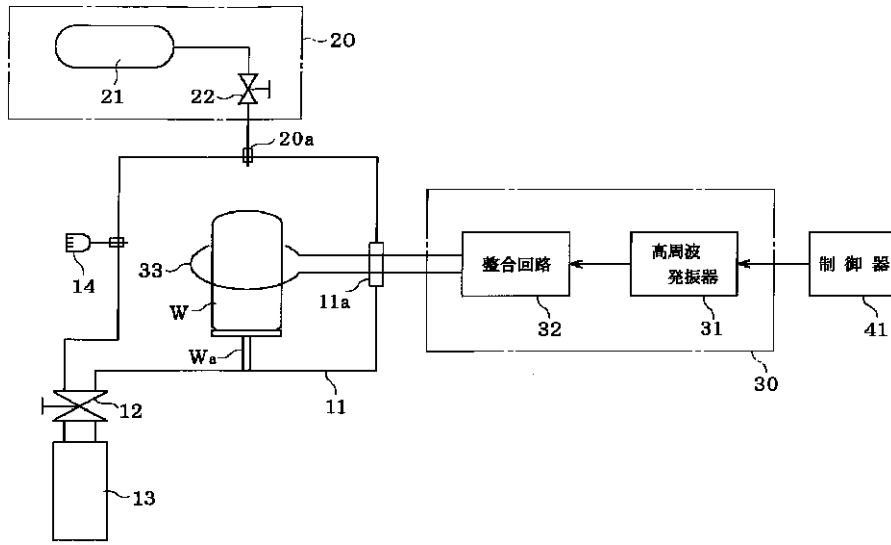
【図 2】



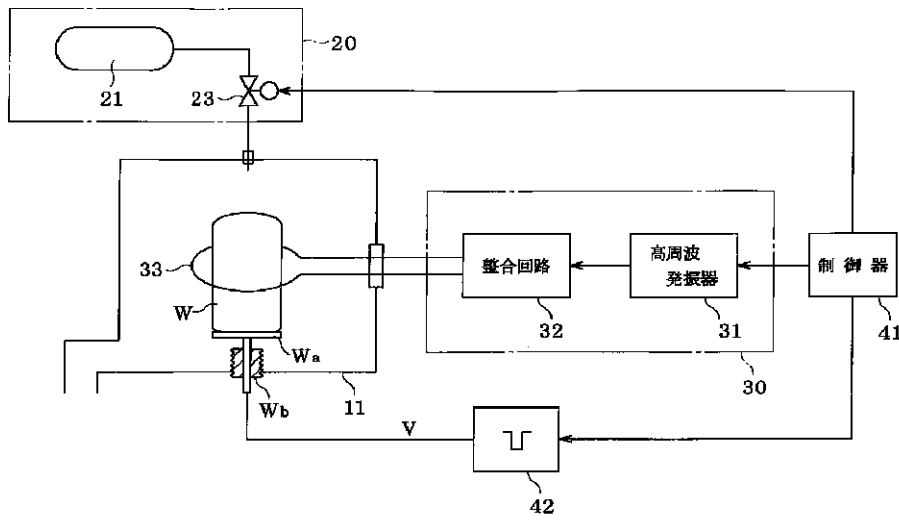
【図 4】



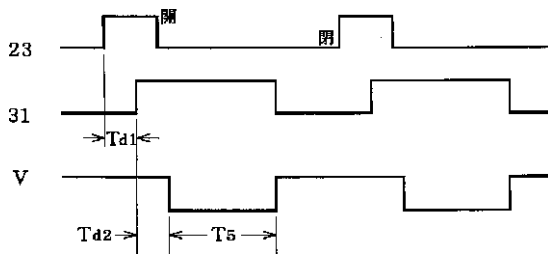
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平 5 - 267226 (J P , A)
特開 平 2 - 105413 (J P , A)
特開 平 2 - 164441 (J P , A)
特開 平 9 - 330915 (J P , A)
特開 平 4 - 174514 (J P , A)
特開 平 10 - 5579 (J P , A)
特開 平 6 - 256943 (J P , A)
特開 平 2 - 11762 (J P , A)
特開 平 11 - 260276 (J P , A)
特開 平 6 - 192834 (J P , A)
特開 平 4 - 280055 (J P , A)
N . Sakubo et al . ,
Development of hybrid pulse plasma coating system , Surface and Coatings Technology , 2001年 , 136 , 23
- 27

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷ , D B 名)
H05H 1/46
C23C 14/54