

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年6月25日(25.06.2015)



(10) 国際公開番号  
WO 2015/093167 A1

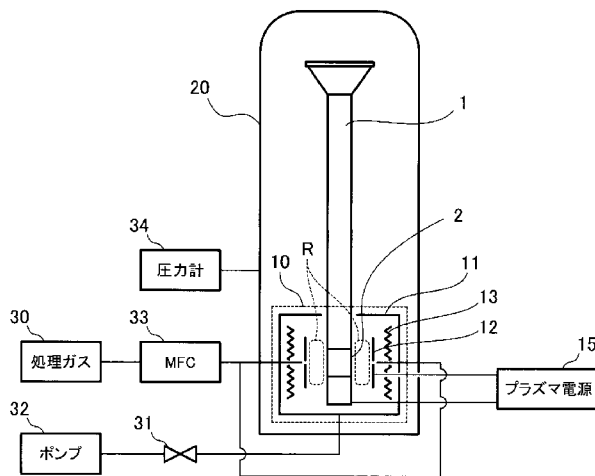
- (51) 国際特許分類:  
C23C 8/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/079303
- (22) 国際出願日: 2014年11月5日(05.11.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-260995 2013年12月18日(18.12.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 亀谷 則光 (KAMEYA, Norimitsu); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 淵上 健児 (FUCHIGAMI, Kenji); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: PLASMA NITRIDING APPARATUS

(54) 発明の名称: プラズマ窒化装置

[図1]



- 15 Plasma power supply
- 30 Treatment gas
- 32 Pump
- 34 Pressure meter

(57) Abstract: This plasma nitriding apparatus is provided with: a surface treatment section (10), which includes a treatment tank (11) that contains a part of a subject to be treated (1) that includes a surface treatment region (2), and which nitrifies, in the treatment tank (11), the surface treatment region (2) by means of plasma of a treatment gas (30); and an outer container (20), which is supplied with the treatment gas (30), and which contains the subject to be treated (1) and the treatment tank (11) in a state wherein subject to be treated (1) parts other than the part are exposed from the treatment tank (11).

(57) 要約: プラズマ窒化装置は、表面処理領域(2)を含む被処理体(1)の一部を収容する処理槽(11)を含み、処理槽(11)の内部で処理ガス(30)のプラズマによる表面処理領域(2)の窒化処理を行う表面処理部(10)と、処理ガス(30)が供給され、被処理体(1)と処理槽(11)とを、被処理体(1)の前記一部以外の部位が処理槽(11)から露出した状態で収容する外部容器(20)とを備える。

WO 2015/093167 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： プラズマ窒化装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、被処理体の表面の一部を窒化するプラズマ窒化装置に関する。

### 背景技術

[0002] 金属表面の耐摩耗性を向上させる表面処理の1つとして、硬度の高い窒化化合物の層を表面に形成する窒化処理が知られている。窒化処理は主に、ガス窒化処理とプラズマ（イオン）窒化処理に分類される。ガス窒化処理では、被処理体の周囲にアンモニアガスなどの窒素含有ガスを供給し、被処理体を加熱することで表面に窒素含有ガス由来の窒素を拡散させる。拡散した窒素は表面原子と結合し、窒化化合物の層が形成される。一方、プラズマ窒化処理では、陰極としての被処理体と陽極の間に窒素含有ガスを供給した状態で、これらの中に放電を発生させてプラズマを生成する。生成されたプラズマ中の窒素イオンは被処理体の表面に衝突し、窒素イオンが表面原子と結合する。その結果、被処理体の表面には窒化化合物の層が形成される（特許文献1参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-84793号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] ガス窒化処理では、窒化化合物の生成を促進させるため、被処理体を500℃以上に加熱している。一般に加熱は局所的なものではなく、被処理体全体に対して行われる。つまり、被処理体が大型で、且つ、窒化領域が比較的小さい場合、加熱に掛かるコストの大半は、窒化しない領域の加熱に費やされることになる。また、被処理体は、窒素含有ガスを充填した容器に收容されている。従って、非窒化領域にはスズめっきなどのマスキングを施すこと

で窒化化合物の生成を抑制している。非窒化領域が広範囲に亘る場合、マスクキングの形成及び剥離に要する作業が増加するため、製造コストが嵩んでしまう。

[0005] プラズマ窒化処理でも、ガス窒化処理と同様に被処理体を加熱している。しかしながら、窒素イオンはプラズマ中の電場によって加速されるため、ガス窒化処理の時ほど温度を上げる必要は無い。しかしながら、従来のプラズマ窒化処理では、上記のガス窒化処理と同様に、被処理体の全体を、非窒化領域にマスクキングを施した状態で、窒素含有ガスが充填された容器に收容する。従って、非窒化領域が広範囲に亘る場合は、多量のマスクキングの交換及び破棄、多量の窒素含有ガスの消費、プラズマに係る電力消費などの要因による製造コストの増加が憂慮される。

[0006] 上記の事情を鑑み、本発明は、製造コストの増加を抑制することが可能なプラズマ窒化装置の提供を目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様はプラズマ窒化装置であって、表面処理領域を含む被処理体の一部を收容する処理槽を含み、前記処理槽の内部で処理ガスのプラズマによる前記表面処理領域の窒化処理を行う表面処理部と、前記処理ガスが供給され、前記被処理体と前記処理槽とを、前記被処理体の前記一部以外の部位が前記処理槽から露出した状態で收容する外部容器とを備えることを要旨とする。

[0008] 前記表面処理部は、前記表面処理領域と対向するように前記処理槽内に設置され、前記被処理体との間で前記プラズマを生成する電極を含んでもよい。

[0009] 前記表面処理部は、前記表面処理領域を加熱する加熱手段を含んでもよい。

[0010] 前記加熱手段は、前記表面処理領域から離間する前記処理槽の側面に設置される電熱ヒータであってもよい。

### 発明の効果

[0011] 本発明によれば、製造コストの増加を抑制することが可能なプラズマ窒化装置を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態に係るプラズマ窒化装置の概略構成図である。

[図2]図1に示す表面処理部の詳細な構成を示す図である。

[図3]本発明の実施形態に係るプラズマ窒化装置に被処理体を設置する手順を説明する図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施形態に係るプラズマ窒化装置について添付図面に基づいて説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

[0014] 図1は、本実施形態のプラズマ窒化装置の概略構成図であり、図2は図1に示す表面処理部の詳細な構成を示す図である。図1に示すように、本実施形態のプラズマ窒化装置は、被処理体1の表面処理領域2に対して窒化処理を行う表面処理部10と、表面処理部10を収容する外部容器20とを備える。なお、本実施形態では、被処理体1として、長さmをもつ中空且つ円筒状の金属部材を想定している。このような部材には、例えば、航空機エンジンにおけるタービンのシャフトが挙げられる。図1において、表面処理領域2は被処理体1の下端部近傍に位置する円周面上に設定されている。

[0015] 図2に示すように、表面処理部10は、処理槽11と、電極12と、加熱手段としての電熱ヒータ13とを備える。表面処理部10は、処理槽11の内部で処理ガス30のプラズマによる被処理体1の表面処理領域2の窒化処理を行う。なお、加熱手段は、外部容器20の外側で赤外線を発生し、当該赤外線を表面処理領域2に照射する装置（所謂赤外線導入加熱装置）であってもよい。

[0016] 処理槽11は例えば円筒状の容器であり、その上面に開口部11aを有する。処理槽11の寸法（即ち、直径や高さなど）は、表面処理領域2の寸法及び形状に合わせて必要最小限な値に設定されることが望ましい。開口部1

1 aは、表面処理領域2を含む被処理体1の一部を処理槽11内に收容するように、被処理体1の断面に対応した形状に形成されている。本実施形態では、開口部11aは被処理体1を挿入する丸穴として一箇所だけ形成されている。なお、開口部11aの寸法（直径）は、被処理体1が挿入可能な程度の値に設定されている。なお、処理槽11には、更に処理ガス30の流入、流出を促進させるための開口（図示せず）を更に設けてもよい。

[0017] 電極12は、表面処理領域2と対向するように処理槽11内に設置されている。具体的には、電極12は、セラミックなどの絶縁部材14を介して処理槽11の下面に設置されている。電極12は、プラズマ電源15の正極に接続されており、被処理体1との間の空間Rで処理ガス30のプラズマを生成するための陽極として機能する。本実施形態の電極12は、表面処理領域2の外側を囲むように円筒状に形成される。ただし、電極12の形状及び位置は、表面処理領域2の形成箇所に応じて変形可能である。例えば、被処理体として円筒状あるいは環状の部材を選び、表面処理領域がその内面に設定されている場合、電極12は当該内面よりも当該部材の中心軸側に設けられる。この場合、電極はこの中心軸上に延伸する棒状、あるいは当該中心軸を中心とした円筒状に形成される。なお、図1及び図2の空間Rを示す点線は説明の便宜上示したに過ぎず、プラズマの発生領域を限定的に示しているわけではない。生成したプラズマは、電極12から表面処理領域2に亘って分布している。

[0018] 電極12には、空間Rに処理ガス30を導入するための導入口12aが形成されている。導入口12aは、電極12において処理ガス30の導入管35の出口と対向する位置に形成され、処理ガス30は、この導入口12aを通じて、導入管35から直接空間Rに到達する。従って、空間Rにおいてプラズマの生成に必要な処理ガス30の濃度を迅速に得ることができる。また、プラズマが生成されない空間への処理ガス30の流出量を低減できるため、処理ガス30の消費量を抑制できる。なお、導入口12a及び導入管35の数は処理槽11（空間R）の大きさに応じて設定される。

- [0019] 電熱ヒータ 13 は、窒化処理中の表面処理領域 2 を加熱する。電熱ヒータ 13 は、周知の電熱線を用いて構成されており、表面処理領域 2 から離間する処理槽 11 の側面に設置されている。即ち、電熱ヒータ 13 は、処理槽 11 の側面と電極 12 との間に設置されている。電熱ヒータ 13 にはヒータ電源 16 が接続されている。温度計 17 は、電熱ヒータ 13 の温度を計測する。温度計 17 の計測結果は、制御部（図示せず）に送信される。制御部（図示せず）は、この計測結果に基づき、電熱ヒータ 13 の温度を所定の温度に設定するようにヒータ電源 16 の出力を制御する。なお、電熱ヒータ 13 は、後述の断熱材 18 内に埋設されていてもよい。
- [0020] 図 2 に示すように、処理槽 11 の内面は断熱材 18 で覆われている。断熱材 18 は、処理槽 11 内の温度低下を防止し、且つ、電熱ヒータ 13 の輻射熱が外部に伝達することを防止する。断熱材 18 は、ガスの放出量が少なく、不燃性の材料を用いて形成される。例えば、炭素繊維の不織布（カーボンフェルト）やセラミック板などで構成される。
- [0021] 外部容器 20 は、仕切り弁 31 を介したポンプ 32 によって排気される真空容器である。外部容器 20 は、被処理体 1 と処理槽 11 とを、被処理体 1 の上記一部以外の部位が処理槽 11 から露出した状態で収容する。外部容器 20 には、マスフローコントローラ 33 を介して、窒化処理に用いる処理ガス 30 が供給される。処理ガス 30 は窒素を含有するガスであり、例えば窒素と水素の混合ガス、アンモニアガス等である。外部容器 20 には圧力計 34 が設置されている。圧力計 34 は、外部容器 20 内の圧力を計測する。マスフローコントローラ 33 は、圧力計 34 が計測した圧力に基づいて、処理ガス 30 の流量を制御する。なお、窒素ガスと水素ガスは個別のマスフローコントローラによって独立に供給されてもよい。また、外部容器 20 には、別のマスフローコントローラを用いて水素やアルゴンのクリーニング用ガスが動作状況に応じて供給される。
- [0022] 図 3 に示すように、外部容器 20 は、処理槽 11 を収容する下側容器 21 と、処理槽 11 から露出した被処理体 1 の部位を収容する上側容器 22 とか

ら構成される。処理槽 11 は、所定の支持部材（図示せず）によって、外部容器 20 に固定されている。下側容器 21 の鉛直方向の高さは、処理槽 11 の高さと同程度に設定され、上方からの上側容器 22 及び被処理体 1 の着脱を容易にしている。なお、上側容器 22 を下側容器 21 に固定する際には、両者のフランジ 21 a、22 a をボルトなどの固定部材（図示せず）によって締め付ける。このとき、フランジ 21 a に保持された O リング 23 が押し潰されて、外部容器 20 内の空間が密封される。上述した処理ガス 30 は、電極 12 の導入口 12 a の近傍まで挿入された導入管 35 から供給される。また、使用済みのガスは、ポンプ 32 によって排気される。なお、後述の通り、下側容器 21 のフランジ 21 a には、取付治具 40 の位置を規定する位置決めピン 26 が、フランジ 21 a の周方向に複数固定されている。

[0023] 図 3 に示すように、上側容器 22 は、処理槽 11 から突出した被処理体 1 の部位と、それを支持する取付治具 40 とを収容する。上側容器 22 は略円筒形に形成されており、上部にはアイボルトなどの吊り上げ部材（図示せず）が取り付けられている。上側容器 22 の高さは、上部が被処理体 1 の上端部に近接、且つ、干渉しない程度の値に設定されている。上側容器 22 の直径も、取付治具 40 に近接、且つ、干渉しない程度の値に設定されている。即ち、上側容器 22 の容積は、処理槽 11 から突出した単体の被処理体 1 の部位及び取付治具 40 を収容するために、必要且つ十分な値に設定される。これにより、真空排気に要する時間が短縮され、且つ、処理ガス 30 の過剰な充填が抑制される。また、一台の被処理体 1 のみのプラズマ窒化処理を実行するように設計されるので、処理槽 11 の容積やプラズマの空間 R を小さく設定することが可能になる。

[0024] プラズマ窒化処理に際して、被処理体 1 の下端にはマスキングカバー 3 が取り付けられる。マスキングカバー 3 は、表面処理領域 2 の形状に応じて形成され、被処理体 1 における表面処理領域 2 以外の表面の窒化を防止している。マスキングカバー 3 は、被処理体 1 と熱膨張率が同一あるいは近い導電性材料で円筒状に形成されている。被処理体 1 の下端は、このマスキングカ

バー 3 に挿入される。このとき、被処理体 1 はマスキングカバー 3 と電氣的に接触する。また、マスキングカバー 3 は、プラズマ電源 15 の負極に接続され、電極 12 に対する被処理体 1 の電位を規定している。温度計 17 は、マスキングカバー 3 の温度を計測することで、表面処理領域 2 の温度を間接的に計測している。

[0025] プラズマ窒化処理に際して、被処理体 1 における表面処理領域 2 から上側の部位には、シールリング 4 が取り付けられている。シールリング 4 は、マスキングカバー 3 と同様の円筒状に形成されている。被処理体 1 は、このシールリング 4 に挿入される。この挿入により、シールリング 4 は、表面処理領域 2 以外の表面の窒化を防止する。つまり、シールリング 4 は、窒化処理される部分と窒化処理されない部分の境界を規定するマスク（マスキング）である。本実施形態において、被処理体 1 は、取付治具 40 の円筒カバー 41 に挿入されている。円筒カバー 41 は、被処理体 1 から電氣的に絶縁されており、シールリング 4 と同様に、表面処理領域 2 以外の表面の窒化を防止し、且つ、被処理体 1 の輻射冷却を抑制する保温部材としても機能する。ただし、円筒カバー 41 の下部端縁は、シールリング 4 の下部端縁よりも表面処理領域 2 から離間している。即ち、シールリング 4 は円筒カバー 41 の下部端縁から露出するように、被処理体 1 に取り付けられている。シールリング 4 は被処理体 1 と電氣的に接触しており、プラズマ窒化処理において、表面処理領域 2 に近い部分は窒化される。

[0026] 取付治具 40 は、処理槽 11 に挿入される被処理体 1 を支持し、外部容器 20 内の被処理体 1 の位置を規定する。取付治具 40 は、被処理体 1 が挿入される上述の円筒カバー 41 と、円筒カバー 41 の上端を支持する円板 42 と、鉛直方向において電極 12 に対する表面処理領域 2 の高さを規定するガイド棒 43 とを備える。円板 42 の中央には、被処理体 1 が挿入される開口部 42a が形成されている。開口部 42a の端縁に、円筒カバー 41 の上端が固定されている。ガイド棒 43 の上端は円板 42 における開口部 42a の外側に固定され、ガイド棒 43 の下端には位置決めピン 26 が挿入される位

置決め孔43aが形成されている。上述の通り、ガイド棒43の長さは、表面処理領域2が電極12に正対するように設定される。

[0027] 以下、プラズマ窒化処理の手順について説明する。

[0028] まず、シールリング4を被処理体1に固定する。次に、取付治具40の開口部42aに被処理体1を挿入し、被処理体1を取付治具40に取り付ける。被処理体1は、取付治具40に単に載置するだけでもよく、ボルト等の固定部材を用いて取付治具40に固定してもよい。本実施形態の被処理体1は、その上端にフレア部1aを有する。フレア部1aは被処理体1の上端に向けて直径が大きくなるように形成されている。本実施形態の開口部42aの直径は、フレア部1aの最小直径から最大直径まで範囲内に設定されている。従って、開口部42aにフレア部1aを載置するだけで、被処理体1は取付治具40に安定に保持される。この結果、シールリング4の一部および被処理体1の表面処理領域2が、円筒カバー41の下端から露出する。

[0029] 次に、被処理体1が取付治具40に取り付けられた状態で、取付治具40を下側容器21のフランジ21aに載置する。このとき、フランジ21a上の位置決めピン26を、ガイド棒43の位置決め孔43aに挿入する。この挿入によって、外部容器20（処理槽11）に対する被処理体1（表面処理領域2）の位置が規定される。取付治具40をフランジ21aに載置した後、上側容器22を下側容器21に固定し、外部容器20内の空間を密封する。

[0030] さらに、ポンプ32及びマスフローコントローラ33を用いて、外部容器20内の空気を窒素ガスに置換する。具体的には、外部容器20内の圧力が大気圧のときに仕切り弁31が開き、その後、ポンプ32が起動する。ポンプ32は外部容器20内の空気を排気し、この排気によって、外部容器20内の圧力は低下する。圧力計34が所定の圧力を検知すると、仕切り弁31が閉じ、マスフローコントローラ33は、窒素ガスを外部容器20に充填する。これにより外部容器内の水分が除去される。窒素ガスの充填によって外部容器20内の圧力が大気圧に達すると、マスフローコントローラ33は窒

素ガスの供給を停止し、仕切り弁31が再び開く。その結果、外部容器20内は再び真空状態に達する。なお、上記の排気および窒素ガスの充填を複数回行ってもよい。

[0031] ポンプ32の再排気によって、外部容器20内の圧力が所定の圧力まで低下すると、マスフローコントローラ33は処理ガス30を外部容器20内に充填する。この充填は、プラズマ窒化処理が行われている間、外部容器20内の圧力を処理圧力に維持するように持続的に行われる。ここで、処理圧力とは、電極12と表面処理領域2の間のプラズマを発生可能及び維持可能な程度の圧力をいう。具体的には、 $10 \sim 10^3$  Pa程度の圧力である。

[0032] 外部容器20内の圧力が処理圧力に達すると、ヒータ電源16は電熱ヒータ13への電力供給を開始する。なお、電熱ヒータ13の温度は温度計17によって常時監視され、ヒータ電源16の出力電力の制御に用いられる。これにより、表面処理領域2は所望の温度に加熱され、窒化化合物の生成が促進される。

[0033] 電熱ヒータ13の温度が上昇し、所望の温度（例えば600℃）に達すると、プラズマ電源15は被処理体1と電極12との間に放電電圧を印加する。このときの表面処理領域2の温度は200～300℃程度であり、一定である。また、放電電圧は例えば500Vであり、周期的に印加される。放電電圧が印加されると、被処理体1と電極12との間に初期放電が誘発され、その後、初期放電は処理ガス30のプラズマに成長する。プラズマ中の窒素イオンは、陰極としての被処理体1に向けて加速され、表面処理領域2に衝突する。この衝突と上述の加熱によって、窒素イオンは表面原子との窒化化合物を生成する。

[0034] 窒化化合物層の厚さ（深さ）は、表面処理領域2の温度が一定の下ではプラズマの生成時間に比例する。従って、所望の厚さが得られる時間に達した場合、プラズマ電源15は放電電圧の印加を停止し、ヒータ電源16は電熱ヒータ13への電力供給を停止する。また、これに併せて、仕切り弁31が閉じ、マスフローコントローラ33は処理ガス30の供給を停止する。つま

り、処理圧力の下で、表面処理領域 2 の冷却が開始される。その後、電熱ヒータ 13 の温度が所定の温度まで低下すると、マスフローコントローラ 33 は外部容器 20 内の圧力が大気圧に達するまで窒素ガスを供給する。この窒素ガスの供給により表面処理領域 2 の冷却が促進され、その後、所定の手順により被処理体 1 が外部容器 20 から取り出される。

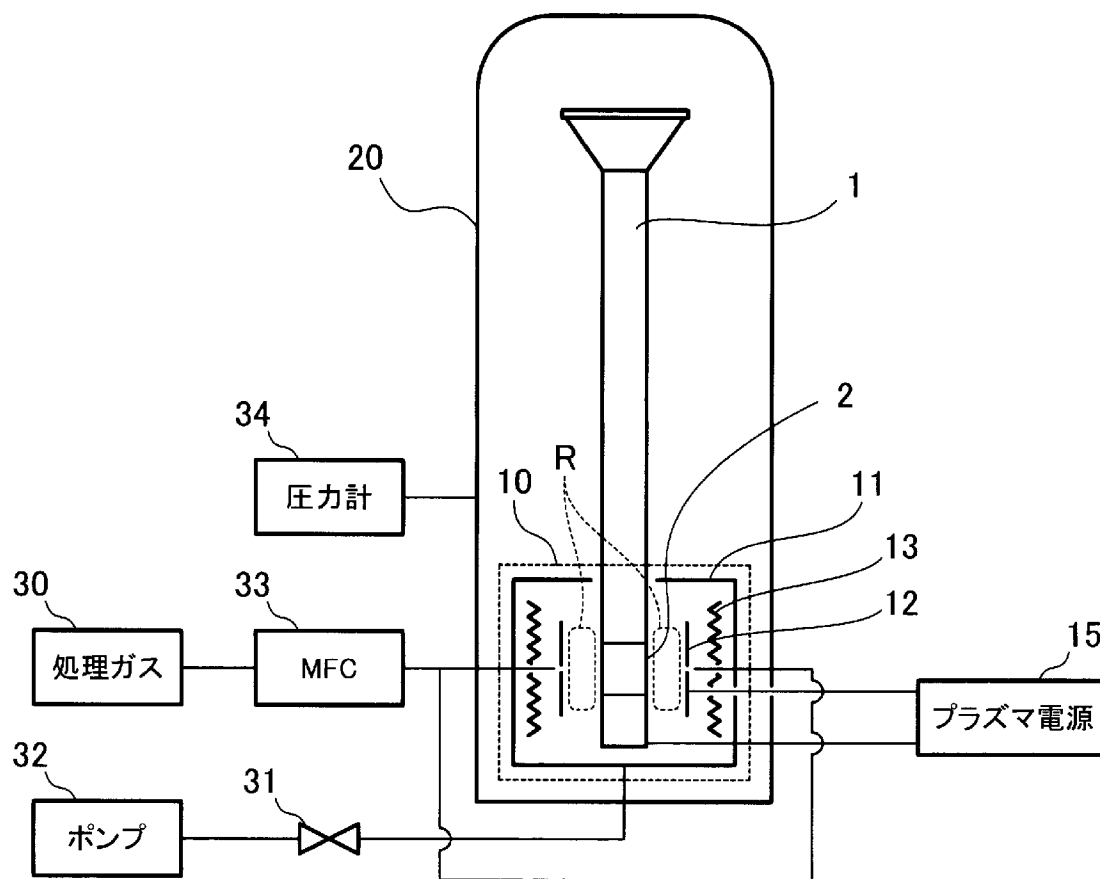
[0035] 以上、本実施形態によれば、被処理体が大型であっても、その表面処理領域が局所的である場合、当該表面処理領域及びその周囲にプラズマを発生させるだけで、当該表面処理領域のプラズマ窒化処理が可能である。即ち、表面処理領域及びその周囲のみを収容する処理槽を設けることで、処理ガスの消費が抑制される。また、プラズマの発生領域が小さくなるので、当該プラズマの発生及び維持に必要な電力も低減できる。これにより、マスキングが必要な領域を最小限に抑えることができるため、マスキングの交換及び破棄に係るコストを削減できる。さらに、プラズマ窒化処理の対象は、単体の被処理体だけである。即ち、外部容器には一台の被処理体だけが収容され、この被処理体の一部のみによりプラズマ窒化処理が行われる。従って、真空排気や窒化処理後の冷却などに必要な時間を削減できる。また、複数の被処理体を加工後、これらを同時に窒化処理する従来の方法に比べ、被処理体の加工後、直ちにプラズマ窒化処理を行うことが可能である。つまり、加工直後から酸化などの表面改質が著しい被処理体に対しても、改質を防止するためのマスキングを施すことなく、プラズマ窒化処理を速やかに行うことができる。従って、本実施形態によれば、窒化表面処理時の製造コストを抑制することが可能なプラズマ窒化装置の提供が可能である。

[0036] なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

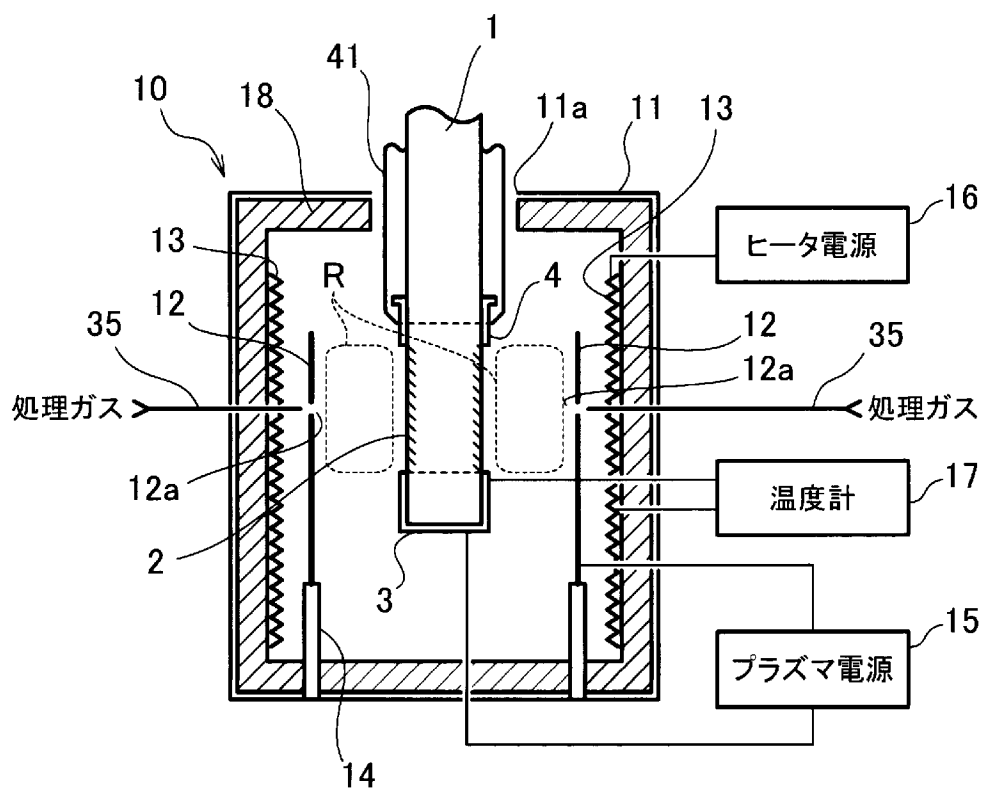
## 請求の範囲

- [請求項1] 表面処理領域を含む被処理体の一部を収容する処理槽を含み、前記処理槽の内部で処理ガスのプラズマによる前記表面処理領域の窒化処理を行う表面処理部と、
- 前記処理ガスが供給され、前記被処理体と前記処理槽とを、前記被処理体の前記一部以外の部位が前記処理槽から露出した状態で収容する外部容器と
- を備えることを特徴とするプラズマ窒化装置。
- [請求項2] 前記表面処理部は、前記表面処理領域と対向するように前記処理槽内に設置され、前記被処理体との間で前記プラズマを生成する電極を含むことを特徴とする請求項1に記載のプラズマ窒化装置。
- [請求項3] 前記表面処理部は、前記表面処理領域を加熱する加熱手段を含むことを特徴とする請求項2に記載のプラズマ窒化装置。
- [請求項4] 前記加熱手段は、前記表面処理領域から離間する前記処理槽の側面に設置される電熱ヒータであることを特徴とする請求項3に記載のプラズマ窒化装置。

[図1]



[図2]





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/079303

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
C23C8/36(2006.01) i

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)  
C23C8/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 02-213460 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 24 August 1990 (24.08.1990), claims; page 3, upper left column, line 8 to page 4, lower right column, line 4; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-3 4
X Y	JP 08-158038 A (Kawasaki Steel Corp.), 18 June 1996 (18.06.1996), claims; paragraphs [0024] to [0051]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-3 4

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 January 2015 (16.01.15)	Date of mailing of the international search report 27 January 2015 (27.01.15)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/079303

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
$\frac{X}{Y}$	JP 35-017303 B1 (Elektrophysikalische Anstalt Bernhard Berghaus), 25 November 1960 (25.11.1960), page 2, left column, line 21 to page 5, right column, line 34; fig. 2 (Family: none)	$\frac{1-3}{4}$
Y	JP 52-098633 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 18 August 1977 (18.08.1977), claims; page 1, lower right column, lines 1 to 5; page 2, upper right column, line 18 to lower left column, line 9; fig. 1 & US 4342918 A                      & US 4371787 A & GB 1567929 A                      & DE 2657078 A1 & FR 2337206 A                      & AU 2071476 A & CA 1113425 A                      & CA 1110201 A & IT 1074299 B                      & AU 502496 B	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C23C8/36(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C23C8/36		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
<u>X</u>	JP 02-213460 A (住友金属工業株式会社) 1990.08.24, 特許請求の範囲, 第3頁 左上欄 第8行-第4頁 右下欄 第4行, 第1-4図 (ファミリーなし)	<u>1-3</u>
Y		4
<u>X</u>	JP 08-158038 A (川崎製鉄株式会社) 1996.06.18, 【特許請求の範囲】、【0024】-【0051】、【図1】、【図2】 (ファミリーなし)	<u>1-3</u>
Y		4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 16.01.2015	国際調査報告の発送日 27.01.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 柰屋 健太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3425	4E 3635

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
<u>X</u>	JP 35-017303 B1 (エレクトロヒジカリシエ、アンスタルト、ベルン ハード、ベルグハウス) 1960. 11. 25,	<u>1-3</u>
Y	第2頁 左欄 第21行-第5頁 右欄 第34行, 第2図 (ファミリーなし)	4
Y	JP 52-098633 A (川崎重工業株式会社) 1977. 08. 18, 特許請求の範囲, 第1頁 右下欄 第1-5行, 第2頁 右上欄 第18行-左下欄 第9行, 第1図 & US 4342918 A & US 4371787 A & GB 1567929 A & DE 2657078 A1 & FR 2337206 A & AU 2071476 A & CA 1113425 A & CA 1110201 A & IT 1074299 B & AU 502496 B	4