

(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
2012 年 8 月 9 日(09.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/105641 A1

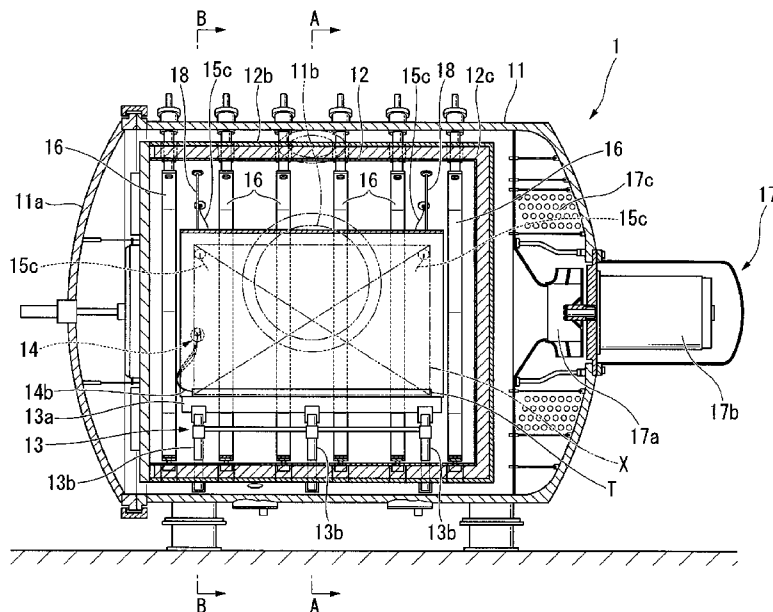
- (51) 国際特許分類:
C23C 8/36 (2006.01) *C21D 1/773* (2006.01)
C21D 1/09 (2006.01) *F27D 11/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052361
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 2 日(02.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-020665 2011 年 2 月 2 日(02.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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). 株式会社 I H I 機械システム (IHI Machinery and Furnace Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南二丁目 1 2 番 3 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 勝俣 和彦 (KATSUMATA Kazuhiko) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南二丁目 1 2 番 3 2 号 株式会社 I H I 機械システム内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 寺本 光生, 外 (TERAMOTO Mitsuo et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置

[図2]



(57) Abstract: This plasma processing device (S1), which, within a vacuum furnace (1), performs surface modification of an article (X) to be processed comprising a metal material by means of plasma, is provided with a mobile electricity-supplying device (14, 15) that can move within the vacuum furnace (1).

(57) 要約: 真空炉 (1) 内部にて金属材料からなる被処理物 (X) に対してプラズマによる表面改質を行うプラズマ処理装置 (S1) であって、プラズマ処理装置 (S1) は、真空炉 (1) 内部にて移動可能とされた可動式給電装置 (14, 15) を備える。



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： プラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマ処理装置に関する。本願は、2011年2月2日に、日本に出願された特願2011-20665号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来から、金属材料からなる被処理物の表面を、プラズマを用いて改質するプラズマ処理装置が用いられている。このプラズマ処理装置は、例えば特許文献1に示すように真空炉を備えており、前記真空炉の内部の低圧環境にてプラズマを発生させ、前記プラズマを用いて浸炭処理等の被処理物の表面改質を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2009-149961号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のようなプラズマ処理装置では、通常、被処理物が導電性のトレーに載置されて真空炉の内部に載置されている。そして、真空炉の内壁を接地し、前記トレーに負電圧を印加する。この結果、内壁と被処理物との間で電界が形成されて、処理ガスがプラズマ化して、被処理物の表面が改質される。

[0005] ところが、プラズマ処理装置にてプラズマ処理される被処理物は多種多様である。このため、被処理物によって真空炉の内壁までの距離が変化する。被処理物から真空炉の内壁までの距離が変化するとは、被処理物と真空炉の内壁との間に形成される電界が変化するを意味する。このため、プラズマ処理の環境が変化することとなり、処理後の被処理物の表面特性がばらつくことになる。

また、同一形状の被処理物を処理する場合も、表面特性を変化させたり、処理時間を変化させたりするために、形成される電界を意図的に変化させたい場合もある。

[0006] しかしながら、従来のプラズマ処理装置では、トレーや真空炉の内壁への給電ポイントを変更することはできない。このため、結果的には上述の電界の変化を任意に変更することができず、被処理物の表面特性のばらつきを抑制したり、被処理物の表面特性を意図的に変化したりすることは困難である。

[0007] 本発明は、上述する問題点に鑑みてなされたもので、真空炉の内部にてプラズマを用いて被処理物の表面改質を行うプラズマ処理装置において、プラズマ生成のための電界強度を任意に変更可能とし、これによって被処理物の表面改質における自由度を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、上記課題を解決するための手段として、以下の構成を採用する。

[0009] 第1の発明は、真空炉内部にて金属材料からなる被処理物に対してプラズマによる表面改質を行うプラズマ処理装置であって、上記被処理物に第1電圧を印加する第1給電装置と、上記被処理物に対して対向配置される金属体に対して上記第1電圧と異なる第2電圧を印加する第2給電装置とを備え、上記第1給電装置及び上記第2給電装置の少なくともいずれか一方は上記真空炉内部にて移動可能とされた可動式給電装置からなるという構成を採用する。

[0010] 第2の発明は、上記第1の発明において、上記可動式給電装置が、真空炉外部から真空炉内部に挿通された導電性の棒部材と、前記棒部材に連結される導電性の綱部材とを備えるという構成を採用する。

[0011] 第3の発明は、上記第2の発明において、上記綱部材が、複数本設置されているという構成を採用する。

[0012] 第4の発明は、上記第1～第3いずれかの発明において、上記可動式給電

装置が、上記真空炉の中央よりも開閉扉寄りに配置されているという構成を採用する。

[0013] 第5の発明は、上記第1～第4いずれかの発明において、上記第2給電装置によって第2電圧が印加される金属体が上記真空炉の内部に出し入れ可能な脱着可能電極であるという構成を採用する。

[0014] 第6の発明は、上記第1～第5いずれかの発明において、上記真空炉内部にて上記被処理物を載置する載置部が絶縁されているという構成を採用する。

[0015] 第7の発明は、上記第1～第6いずれかの発明において、上記真空炉内部に設置されるヒータと、上記真空炉内部に浸炭ガスを供給する浸炭ガス供給装置と、上記真空炉内部を冷却する冷却装置とを備えるという構成を採用する。

発明の効果

[0016] 本発明においては、被処理物に第1電圧を印加する第1給電装置と、被処理物に対して対向配置される金属体に対して第1電圧と異なる第2電圧を印加する第2給電装置との少なくともいずれかが真空炉内部にて移動可能とされた可動式給電装置からなる。

本発明によれば、可動式給電装置を用いることによって、トレーや真空炉の内壁への給電ポイントを変更することが可能となる。また、任意の形状の金属体を被処理物に対向配置して前記金属体に給電することもできる。

このため、本発明によれば、プラズマ生成のための電界強度を任意に変更することが可能となり、これによって被処理物の表面改質における自由度を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態におけるプラズマ処理装置の概略構成図である。

[図2]本発明の一実施形態におけるプラズマ処理装置が備える真空炉の側断面図である。

[図3A]本発明の一実施形態におけるプラズマ処理装置が備える真空炉の正断

面図である。

[図3B]本発明の一実施形態におけるプラズマ処理装置が備える真空炉の正断面図である。

[図4]本発明の一実施形態におけるプラズマ処理装置が備える真空炉の第1給電部を含む要部拡大図である。

[図5A]本発明の一実施形態におけるプラズマ処理装置が備える真空炉の第2給電部を含む要部拡大図である。

[図5B]本発明の一実施形態におけるプラズマ処理装置が備える真空炉の第2給電部を含む要部拡大図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照して、本発明に係るプラズマ処理装置の一実施形態について説明する。なお、以下の説明において、各部材を認識可能な大きさとするために、各部材の縮尺を適宜変更している。

[0019] 図1は、本実施形態のプラズマ処理装置S1の概略構成図である。図1に示すように、本実施形態のプラズマ処理装置S1は、真空炉1と、真空ポンプ2と、処理ガス供給装置3と、冷却ガス供給装置4と、電源装置5と、制御装置6とを備えている。

[0020] 真空炉1は、その内部において金属材料によって形成されたトレーに載置された被処理物Xを処理する。

図2は、真空炉1の側断面図である。また、図3A及び図3Bは真空炉1の正断面図であり、図3Aが図2におけるA-A線断面図、図3Bが図2におけるB-B線断面図である。

図2から図3Bに示すように、真空炉1は、容器11と、側面シールド板12と、載置部13と、第1給電部14（第1給電装置）と、第2給電部15（第2給電装置）と、ヒータ16と、冷却装置17とを備えている。

[0021] 容器11は、真空炉1の外形形状を形作るために略円筒形状を有しており、その内部に載置部13やヒータ16等を収容している。容器11としては、例えば、水冷二重壁のものを採用することが好ましい。

図2に示すように、容器11は、水平方向におけるその一端に、水平方向に開閉可能な開閉扉11aを備えている。そして、開閉扉11aが開放されることによって、真空炉1に対して被処理物Xの出し入れを行うことができる。

[0022] 側面シールド板12は、容器11の内部において、被処理物Xをプラズマ処理する領域（容器11の内部領域における中央部の領域）を囲うように配置されており、熱等が容器11に伝達することを抑制する断熱材12cを押さえている。

なお、側面シールド板12は、図3A及び図3Bに示すように、固定具12aによって容器11に対して固定されたインターナルパネル12bによって、断熱材12cを介して支持されている。

また、側面シールド板12、インターナルパネル12b及び断熱材12cは、処理ガス等の気体が通過可能に貫通孔等の通気領域を有している。

なお、側面シールド板12としては、例えば、厚さ1mm程度のカーボンコンポジット材あるいは厚さ0.3mm程度のモリブデン（Mo）板を用いることができる。

また、インターナルパネル12bとしては、例えば、厚さが4.5mm～5mm程度のSS材あるいはSUS材を用いることができる。

また、断熱材12cとしては、例えば、アルミナ（ Al_2O_3 ）からなるセラミックブランケットを用いることができる。

[0023] また、本実施形態のプラズマ処理装置S1においては、容器11が接地されており、容器11及び側面シールド板12の電圧がグラウンドレベルとされている。

[0024] 載置部13は、真空炉1の内部において被処理物Xが置かれたトレーTを載置し、トレーTが直接載置される載置用梁13aと、載置用梁13aを支持する支持棒13bとを有している。

なお、支持棒13bは、例えば黒鉛等によって形成されている。そして、支持棒13bが過熱状態とならない程度に、支持棒13bの周面に貼付され

るセラミックスや側面シールド板 1 2 に貼付されるセラミックスによって、支持棒 1 3 b が側面シールド板 1 2 に対して絶縁されている。支持棒 1 3 b が側面シールド板 1 2 に対して絶縁されていることにより、載置部 1 3 全体が絶縁された状態となっている。

[0025] 第 1 給電部 1 4 は、被処理物 X に対して負電圧（第 1 電圧）を印加し、真空炉 1 の内部にて移動可能とされた本発明の可動式給電装置として機能する。

詳細には、第 1 給電部 1 4 は、真空炉 1 の外部から真空炉 1 の内部に挿通された導電性の棒部材 1 4 a と、棒部材 1 4 a に連結される導電性の綱部材 1 4 b とを備えている。第 1 給電部 1 4 は、綱部材 1 4 b を、被処理物 X あるいは被処理物 X が載置されたトレー T の任意の箇所に接続可能に構成されている。

[0026] 図 4 は、第 1 給電部 1 4 を含む要部拡大図である。

図 4 に示すように、インターパネル 1 2 b、断熱材 1 2 c 及び側板シールド板 1 2 には、セラミックチューブ 1 2 d が貫通して配置されている。第 1 給電部 1 4 の棒部材 1 4 a は、セラミックチューブ 1 2 d を介して側面シールド板 1 2 の内部まで挿通されている。そして、側面シールド板 1 2 に囲まれた内部空間に位置する先端部 1 4 c には、複数（例えば、本実施形態においては 3 つ）の貫通孔 1 4 d が形成されている。

[0027] 綱部材 1 4 b は、棒部材 1 4 a の先端部に形成された貫通孔 1 4 d を通過して棒部材 1 4 a に括り付けられることにより、棒部材 1 4 a に連結されている。

一本の綱部材 1 4 b は、一つの貫通孔 1 4 d を通過して括り付けられている。つまり、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 においては、棒部材 1 4 a に対して、3 本の綱部材 1 4 b が連結可能とされている。

[0028] 綱部材 1 4 b は、例えば、グラファイトヤーンを用いて形成することができる。

なお、真空炉 1 の内部におけるプラズマ処理環境への影響を排除するため

に、網部材 1 4 b における発熱は出来る限り抑えることが好ましい。

[0029] 網部材 1 4 b の発熱量は、網部材 1 4 b における電流密度に依存する。例えば、真空炉 1 の内部においてプラズマ処理環境への影響を排除するためには、網部材 1 4 b の電流密度は、 1.2 A/mm^2 以下であることが好ましい。

[0030] 表 1 はグラファイトヤーンの物性値、表 2 は網径 d を 10 mm とした場合の各種値を示し、表 3 は網径 d を 20 mm とした場合の各種値を示し、表 4 は網径 d を 30 mm とした場合の各種値を示している。なお、網部材 1 4 b に供給する電力は、電圧が 700 V 、電流が 300 A とする。

[0031] [表1]

糸径 D	0.8 mm	
織度(1000m) d_e	0.8 kg/1000m	800 g/1000m
単繊維径 d	0.007 mm	7 μm
単繊維密度 ρd	1760 kg/m ³	1.76 g/cm ³
固有抵抗 ρ	0.01 $\Omega \cdot \text{mm}$	1000 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$
燃系に含まれる単繊維の本数 N	114 本	
充填率 f	0.90	$f = d_e / (\rho d \cdot 1000 \cdot (\pi/4) \cdot D^2)$
燃系の断面積 S	0.452 mm ²	

[0032] [表2]

網部材径 d	10 mm	
燃系の本数 N_1	13 本	
充填率 f	90 %	
網部材の断面積 S_1	70.69 mm ²	$S_1 = d^2 \cdot (\pi/4) \cdot f_1$
網部材の長さ L	1300 mm	
網部材の抵抗 R	0.184 Ω	$R = L \cdot \rho / S$
網部材の発熱量 W	16.55 kW	$W = RI^2$
網部材の電流密度	4.24 A/mm ²	
網部材の表面負荷密度	29.71 W/cm ²	

[0033]

[表3]

網部材径 d	15 mm
燃糸の本数 N1	19 本
充填率 f	90 %
網部材の断面積 S1	159.04 mm ²
網部材の長さ L	1300 mm
網部材の抵抗 R	0.082 Ω
網部材の発熱量 W	7.36 kW
網部材の電流密度	1.89 A/mm ²
網部材の表面負荷密度	13.20 W/cm ²

[0034] [表4]

網部材径 d	20 mm
燃糸の本数 N1	25 本
充填率 f	90 %
網部材の断面積 S1	282.74 mm ²
網部材の長さ L	1300 mm
網部材の抵抗 R	0.046 Ω
網部材の発熱量 W	4.14 kW
網部材の電流密度	1.06 A/mm ²
網部材の表面負荷密度	7.43 W/cm ²

[0035] 表 1 から表 4 に示すように、網径 d を 20 mm とした場合、網部材の断面積は 282.74 となり、電流密度が 1.06 A/mm² となり、上述の 1.2 A/mm² という条件を満たす。したがって、網径 d を 20 mm とすることによって、一本の網部材 14 b を設けることで、プラズマ処理環境に対して影響を与えることなく被処理物 X に対して給電することができる。

[0036] なお、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 においては、上述のように、棒部材 14 a に対しては、3 本の網部材 14 b を並列して連結可能とされている。このため、網径 d が 20 mm の網部材を一本設けるのではなく、複数の網部材 14 b を設けて一本当たりの重量を低減することが好ましい。

[0037] 具体的には、網部材 14 b を複数本設置する場合には、以下の表 5 及び表 6 に示すように、一本あたりの網部材 14 b の網径 d 2 等を設定すれば良い。

[0038]

[表5]

網部材本数 N2	2 本	$S2=S1/N2$
網部材1本に必要な断面積 S2	141.37 mm ²	
網部材径 d2	13.42 mm	$S2=d2^2 \cdot \pi / 4$ $n2=d2/D$
燃系の必要な本数 n2	17 本	

[0039] [表6]

網部材本数 N2	3 本
網部材1本に必要な断面積 S2	94.25 mm ²
網部材径 d2	10.95 mm
燃系の必要な本数 n2	14 本

[0040] なお、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 において、第 1 給電部 1 4 は、真空炉 1 の中央よりも開閉扉 1 1 a 寄りに配置されている。

具体的には、第 1 給電部 1 4 は、被処理物 X が真空炉 1 に収容された状態でかつ開閉扉 1 1 a が開放された場合に、第 1 給電部 1 4 の網部材 1 4 b に作業者の手が届く位置に配置されている。

[0041] 第 2 給電部 1 5 は、側面シールド板 1 2 を支持し、側面シールド板 1 2 に対してグラウンドレベルの電圧（第 2 電圧）を給電し、真空炉 1 の内部にて移動可能とされた本発明の可動式給電装置として機能する。

図 5 A 及び図 5 B は、第 2 給電部 1 5 を含む拡大図であり、図 5 A が第 2 給電部 1 5 を含む真空炉の一部を拡大した図であり、図 5 B が第 2 給電部 1 5 のみを拡大した図である。

[0042] 図 5 A 及び図 5 B に示すように、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 においては、第 2 給電部 1 5 は、棒部材 1 5 a と、固定部材 1 5 b と、網部材 1 5 c とを備えている。

[0043] 棒部材 1 5 a は、インターパネル 1 2 b、断熱材 1 2 c 及び側板シールド板 1 2 を貫通し、先端部 1 5 a 1 が側板シールド板 1 2 に囲まれた内部空間に配置され、導電部材である。棒部材 1 5 a は、例えば、モリブデン（Mo）材あるいはカーボンコンポジットによって形成されている。

また、棒部材 15 a の先端部 15 a 1 には、綱部材 15 c を挿入するための貫通孔 15 a 2 が複数設けられている。

[0044] 固定部材 15 b は、棒部材 15 a を固定する。固定部材 15 b は、棒部材 15 a をインターパネル 12 b に固定するボルト 15 b 1 と、棒部材 15 a が貫通されると共に側板シールド板 12 の内壁に当接する止め板 15 b 2 と、貫通孔 15 a 2 の 1 つに挿通されて止め板 15 b 2 を介して棒部材 15 a を固定するワイヤ部材 15 b 3 とを備えている。

なお、止め板 15 b 2 は、例えばカーボンコンポジット材によって形成され、ワイヤ部材 15 b 3 はモリブデン (Mo) 材によって形成されている。

[0045] 綱部材 15 c は、一端が棒部材 15 a の先端部 15 a 1 に設けられた貫通孔 15 a 2 に挿通されて固定され、他端が後述する後付けの電極（取付電極 100）に対して接続可能に構成されている。この後付けの電極としては、例えばアーク電極が用いられる。

綱部材 15 c は、真空炉 1 の内部で自由に移動させることができるため、長さのみを考慮することで取付電極 100 の形状に関わらず取付電極 100 に接続することが可能となる。

[0046] なお、例えば、第 2 給電部 15 の数は、各第 2 給電部 15 における電流密度が、真空炉 1 のプラズマ形成環境に影響を与えないように設定されている。

具体的には、綱部材 15 c における電流密度が 1.2 A/mm^2 以下となるように第 2 給電部 15 の数を設定する。

[0047] なお、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 においては、図 5 A に示すように、第 2 給電部 15 に併設して吊り治具 18 が設けられている。

吊り治具 18 は、取付電極 100 を真空炉 1 の内部に吊るすための治具である。吊り治具 18 は、インターナルパネル 12 b から突出して側面シールド板 12 を支持するピン部材 12 c が側面シールド板 12 の内部まで延びることによって、形成されている。なお、吊り治具 18 の先端は、取付電極 100 を吊り易いようにネジ切りされてナットが取り付けられることによって

凹凸を有する形状とされている。

[0048] そして、本実施形態のプラズマ処理装置S 1においては、図3 A及び図3 Bに示すように、真空炉1の内部に対して取付電極100（金属体）が取り付け可能に構成されている。

取付電極100は、上記吊り冶具18によって吊られることによって支持されており、綱部材15cと接続されて第2給電部15からグラウンドレベルの電圧が印加される。

なお、図3 A及び図3 Bに示す取付電極100の形状は、一例であり、被処理物Xの形状等に適用できるように、任意に変更可能である。

[0049] 図2に戻り、説明する。図2に示すように、ヒータ16は、真空炉1の内部に載置された被処理物Xを加熱する。ヒータ16は、真空炉1の開閉扉11a側から見て、複数（例えば、本実施形態においては6つ）配列されている。各ヒータ16は、図3 Aに示すように、被処理物Xをプラズマ処理する領域（容器11の内部領域における中央部の領域）を囲んで環状に配設されている。

[0050] 冷却装置17は、容器11内に供給された冷却ガスを循環及び冷却する。冷却装置17は、冷却ガスを循環するファン17a、ファン17aを回転駆動するモータ17b、冷却ガスを冷却するための熱交換器17c等を備えている。

[0051] 図1に戻り、真空ポンプ2は、容器11の排気口11b（図3 A及び図3 B参照）に接続され、容器11内のガスを排出する。

処理ガス供給装置3は、容器11に接続され、容器11内に処理ガス（浸炭ガス）を供給する。

冷却ガス供給装置4は、容器11内に配設されたヘッダ管等に接続され、容器11内に冷却ガスを供給する。

電源装置5は、第1給電部14に対して電氣的に接続され、第1給電部14を介してトレーTに印加される負電圧を生成する。

制御装置6は、本実施形態のプラズマ処理装置S 1の動作全体を制御する

。制御装置 6 は、真空炉 1 と、真空ポンプ 2 と、処理ガス供給装置 3 と、冷却ガス供給装置 4 と、電源装置 5 とに対して電氣的に接続されている。

[0052] 次に、上記した構成を有する構成された本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 の動作について説明する。

なお、以下の説明においては、取付電極 100 を取り付けてプラズマ処理を行う場合の説明を行う。

[0053] まず、被処理物 X を載置したトレー T を真空炉 1 の内部に収容する。具体的には、載置部 13 に対してトレー T を載置することによって、被処理物 X を真空炉 1 の内部に収容する。

[0054] 続いて、取付電極 100 の取り付けを行う。具体的には、取付電極 100 を吊り冶具 18 に吊り、さらに第 2 給電部 15 の綱部材 15c を取付電極 100 に接続する。

なお、吊り冶具 18 によって吊られた取付電極 100 は、被処理物 X に非接触にて対向配置される。そして、吊られた取付電極 100 に、第 2 給電部 15 を介してグラウンドレベルの電圧が印加される。

[0055] 続いて、第 1 給電部 14 の綱部材 14b をトレー T に接続する。なお、第 1 給電部 14 の綱部材 14b を、コネクタを有するワイヤハーネス形状とし、トレー T に綱部材 14b のコネクタと接合可能なコネクタを設置する。これにより、綱部材 14b を容易にトレー T に対して接続することができる。

[0056] 被処理物 X が真空炉 1 に収容され、取付電極 100 が真空炉 1 に取り付けられ、容器 11 の開閉扉 11a が閉鎖される。続いて、制御装置 6 が、不図示の操作装置等からの指示に基づいて、被処理物 X に対する熱処理、プラズマ処理及び冷却処理を行う。

[0057] 例えば、制御装置 6 は、被処理物 X に対して熱処理を行う際には、ヒータ 16 を用いて被処理物 X の加熱を行う。

具体的には、制御装置 6 は、真空ポンプ 2 によって容器 11 内の空気を排気し、処理ガス供給装置 3 によって容器 11 内に処理ガスを供給する。そして、制御装置 6 は、ヒータ 16 を発熱させて被処理物 X を加熱する。

[0058] また、制御装置 6 は、被処理物 X に対してプラズマ処理を行う際には、電源装置 5 によって、第 1 給電部 14 を介して被処理物 X に対して負電圧を印加する。

この結果、被処理物 X と取付電極 100 との間に発生する電界によって処理ガスがプラズマ化され、被処理物 X の表面がプラズマに晒されてプラズマ処理される。

[0059] また、制御装置 6 は、被処理物 X に対して冷却処理を行う際には、冷却装置 17 を用いて被処理物 X の冷却を行う。

具体的には、制御装置 6 は、真空ポンプ 2 によって容器 11 内の処理ガスを排気し、冷却ガス供給装置 4 によって容器 11 内に冷却ガスを供給する。そして、制御装置 6 は、冷却装置 17 によって冷却ガスを冷却しつつ循環させることによって、被処理物 X を冷却する。

[0060] そして、被処理物 X に対する熱処理、プラズマ処理及び冷却処理が完了すると、容器 11 の内部を大気開放して開閉扉 11a を開放し、被処理物 X をトレー T ごとに取り出す。

[0061] 上記した本実施形態のプラズマ処理装置 S1 においては、被処理物 X に負電圧（第 1 電圧）を印加する第 1 給電部 14 と、被処理物 X に対して対向配置される取付電極 100 に対してグラウンドレベルの電圧（第 2 電圧）を印加する第 2 給電部 15 とは、真空炉 1 内部にて移動可能とされた可動式給電装置からなる。

本実施形態のプラズマ処理装置 S1 によれば、トレー T や取付電極への給電ポイントを容易に変更することが可能となる。このため、プラズマ生成のための電界強度を任意に変更することが可能となる。その結果、被処理物 X の形状変化等に適応した処置を容易に行うことができ、被処理物 X の表面改質における自由度を向上させることが可能となる。

[0062] また、本実施形態のプラズマ処理装置 S1 においては、第 1 給電部 14 が、真空炉 1 外部から真空炉 1 内部に挿通された導電性の棒部材 14a と、棒部材 14a に連結される導電性の綱部材 14b とを備えている。

このため、綱部材 1 4 b の先端を移動させることにより、容易に第 1 給電部 1 4 をトレー T の任意の箇所に接続することができる。

[0063] また、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 においては、綱部材 1 4 b が複数本設置されている。

このため、一本当たりの綱部材 1 4 b を軽量化することが可能となる。

[0064] また、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 においては、第 1 給電部 1 4 が、真空炉 1 の中央よりも開閉扉 1 1 a 寄りに配置されている。

このため、作業者が第 1 給電部 1 4 とトレー T との接続作業を容易に行うことが可能となる。

[0065] また、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 においては、第 2 給電部 1 5 によって給電される金属体が脱着可能な取付電極 1 0 0 である構成を採用している。

このため、取付電極 1 0 0 と被処理物 X との離間距離、すなわち正電極と負電極との離間距離を狭くすることができる。その結果、取付電極 1 0 0 と被処理物 X との間に発生する電界の強度を高め、効率的にプラズマを生成することができる。

[0066] また、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 においては、真空炉 1 の内部にて被処理物 X を載置する載置部 1 3 が電氣的に絶縁されている。

このため、載置部 1 3 が帯電することを抑制し、載置部 1 3 に対して埃等が付着することを抑止することができる。

[0067] また、本実施形態のプラズマ処理装置 S 1 は、真空炉 1 内部に設置されるヒータ 1 6 と、真空炉 1 内部に処理ガス（浸炭ガス）を供給する処理ガス供給装置 3（浸炭ガス供給装置）と、真空炉 1 内部を冷却する冷却装置 1 7（冷却装置）とを備える。

このため、プラズマ処理が安定して行える温度までヒータ 1 6 を用いて昇温できる。その結果、単一のプラズマ処理装置 S 1 で被処理物 X に対する熱処理、プラズマ処理及び冷却処理を行うことができる。

[0068] 以上、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、

本発明は上記実施形態に限定されるものではない。上述した実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

[0069] 例えば、上記実施形態においては、真空炉 1 が 1 つのみの単室型のプラズマ処理装置である構成について説明した。

しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、複数の真空炉 1 を備え、複数の被処理物 X に対して並列してプラズマ処理が行える多室型のプラズマ処理装置に適用することも可能である。

[0070] また、上記実施形態においては、例えば、本発明の可動式給電装置が、綱部材 14 b, 15 b を備えることによって真空炉 1 の内部を移動可能な構成を採用した。

しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、棒部材を回転可能あるいはスライド可能に構成したり、綱部材に換えて可撓性を有する板部材や棒部材を用いたり、紐部材を用いることによって可動式給電装置が真空炉 1 の内部を移動可能な構成を採用することもできる。

[0071] また、上記実施形態においては、全ての綱部材 14 b をトレー T に繋げ、全ての綱部材 15 c を取付電極 100 に繋げることを前提に説明した。

しかしながら、必ずしも全ての綱部材 14 b をトレー T に繋げ、全ての綱部材 15 c を取付電極 100 に繋げる必要はない。

ただし、トレー T に繋がっていない綱部材 14 b あるいは取付電極 100 に繋がっていない綱部材 15 c が、被処理物 X の処理中に暴れることを抑制するために、繋がっていない綱部材 14 b, 15 c を巻き取るあるいは繋がっていない綱部材 14 b, 15 c にカウンターウェイトを取り付ける対応を行うことが好ましい。

[0072] また、上記実施形態においては、負電荷が印加された被処理物 X に対してグラウンドレベルの電荷が印加された取付電極 100 を取り付けることによって、取付電極 100 を正電極とする構成について説明した。

しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、取付電極 100

を取り付けず、側面シールド板 1 2 を正電極として用いることも可能である。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明によれば、可動式給電装置を用いることによって、トレーや真空炉の内壁への給電ポイントを変更することが可能となる。また、任意の形状の金属体を被処理物に対向配置して前記金属体に給電することもできる。また、プラズマ生成のための電界強度を任意に変更することが可能となり、被処理物の表面改質における自由度を向上させることが可能となる。

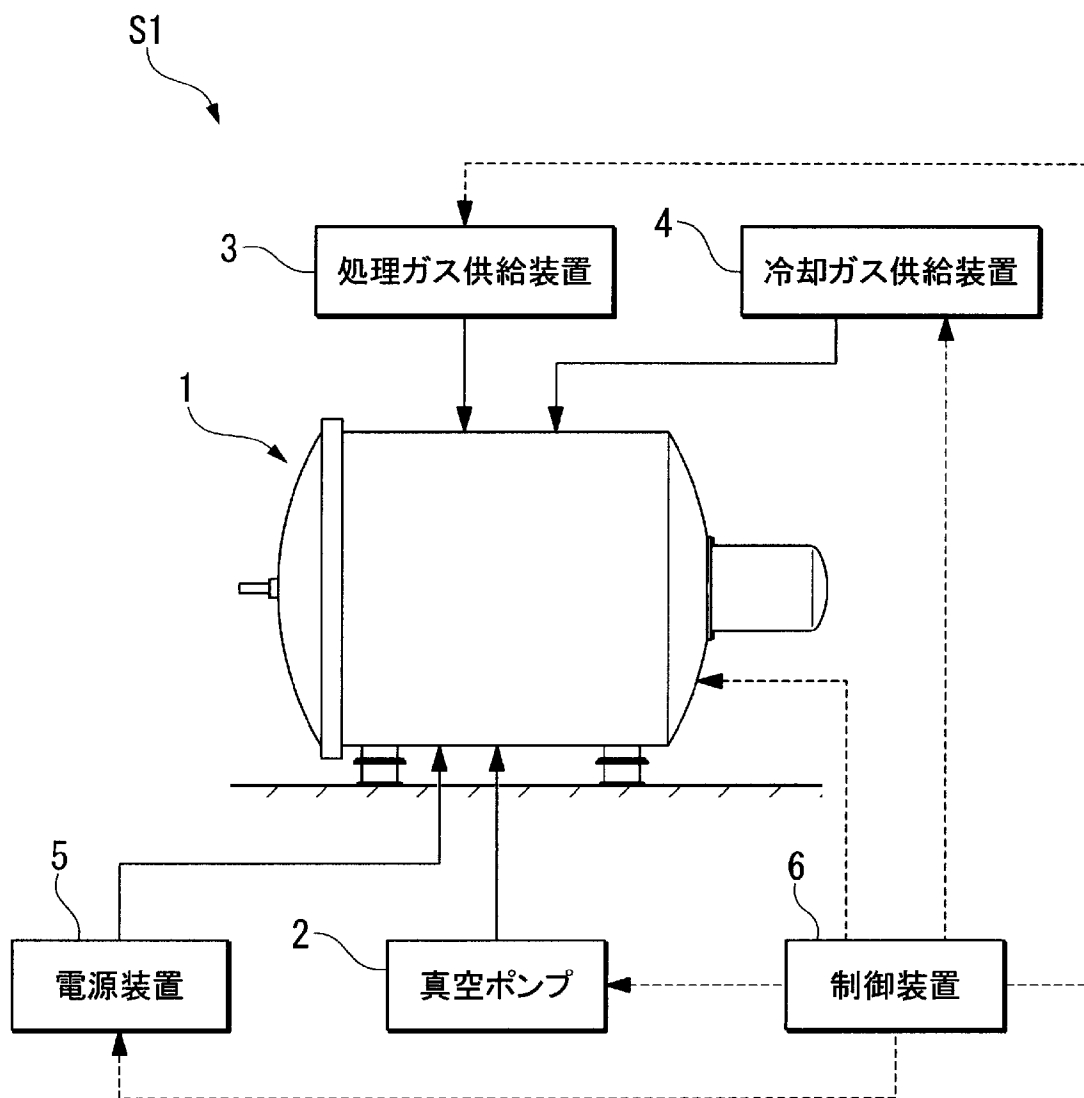
符号の説明

[0074] S 1 ……プラズマ処理装置、1 ……真空炉、3 ……処理ガス供給装置（浸炭ガス供給装置）、1 1 ……容器、1 1 a ……開閉扉、1 2 ……側面シールド板、1 3 ……載置部、1 4 ……第 1 給電部（第 1 給電装置）、1 4 a ……棒部材、1 4 b ……綱部材、1 5 ……第 2 給電部（第 2 給電装置）、1 6 ……ヒータ、1 7 ……冷却装置（冷却装置）、T ……トレー、X ……被処理物

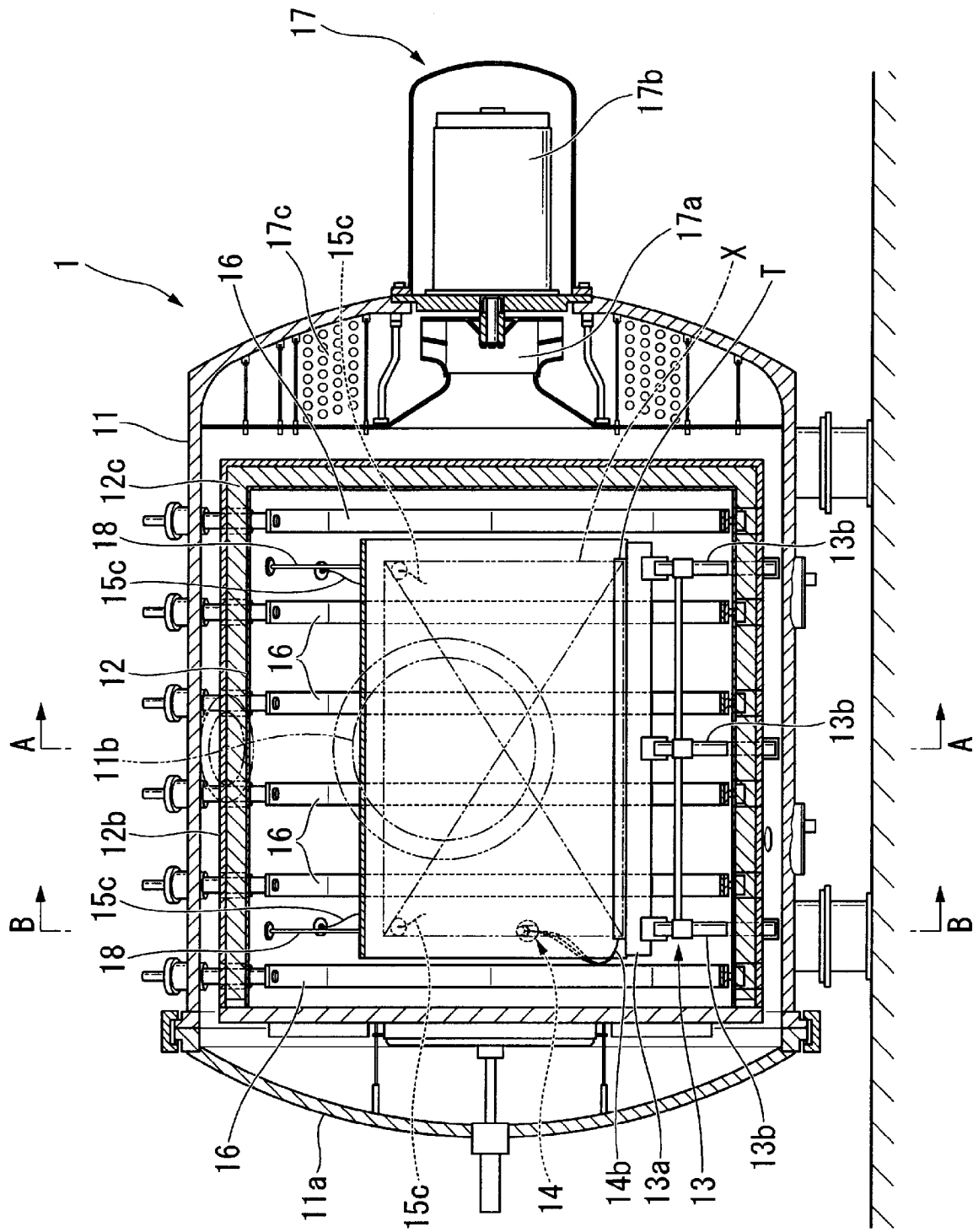
請求の範囲

- [請求項1] 真空炉内部にて金属材料からなる被処理物に対してプラズマによる表面改質を行うプラズマ処理装置であって、
- 前記被処理物に第1電圧を印加する第1給電装置と、前記被処理物に対して対向配置される金属体に対して前記第1電圧と異なる第2電圧を印加する第2給電装置とを備え、前記第1給電装置及び前記第2給電装置の少なくともいずれか一方は前記真空炉内部にて移動可能とされた可動式給電装置からなるプラズマ処理装置。
- [請求項2] 前記可動式給電装置は、真空炉外部から真空炉内部に挿通された導電性の棒部材と、棒部材に連結される導電性の綱部材とを備える請求項1記載のプラズマ処理装置。
- [請求項3] 前記綱部材が、複数本設置されている請求項2記載のプラズマ処理装置。
- [請求項4] 前記可動式給電装置は、前記真空炉の中央よりも開閉扉寄りに配置されている請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項5] 前記第2給電装置によって第2電圧が印加される金属体が前記真空炉の内部に出し入れ可能な脱着可能電極である請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項6] 前記真空炉内部にて前記被処理物を載置する載置部が絶縁されている請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項7] 前記真空炉内部に設置されるヒータと、前記真空炉内部に浸炭ガスを供給する浸炭ガス供給装置と、前記真空炉内部を冷却する冷却装置とを備える請求項1に記載のプラズマ処理装置。

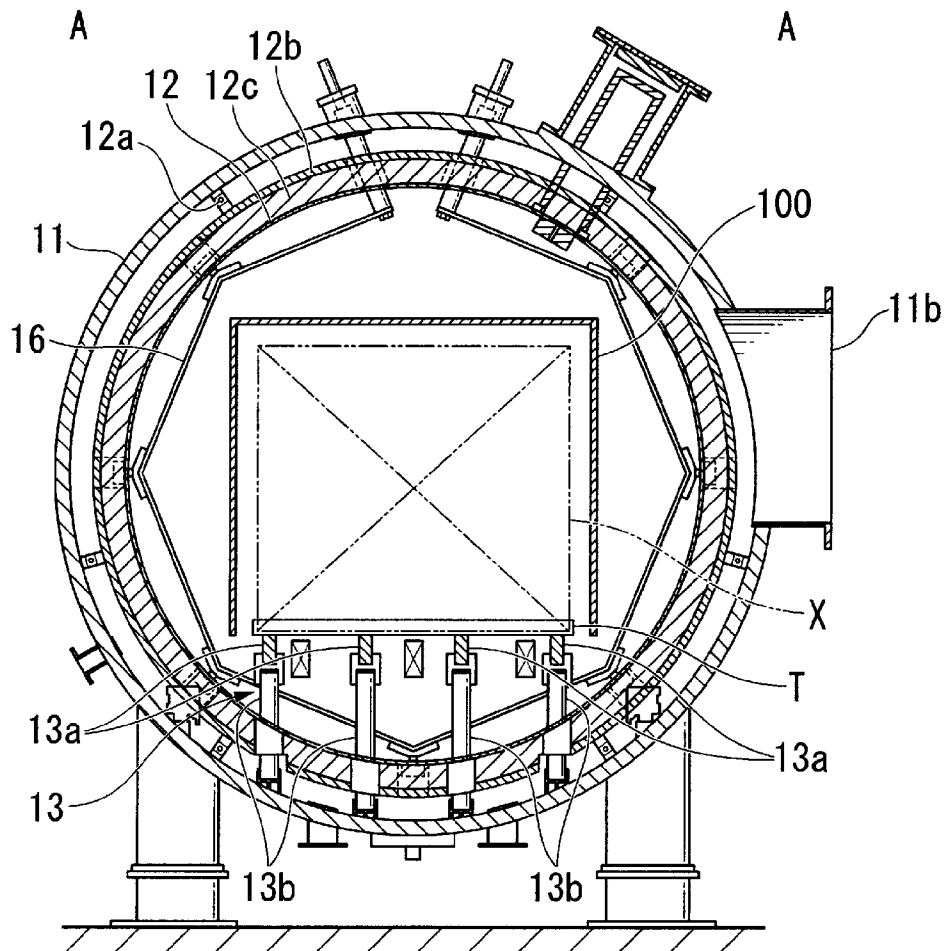
[図1]



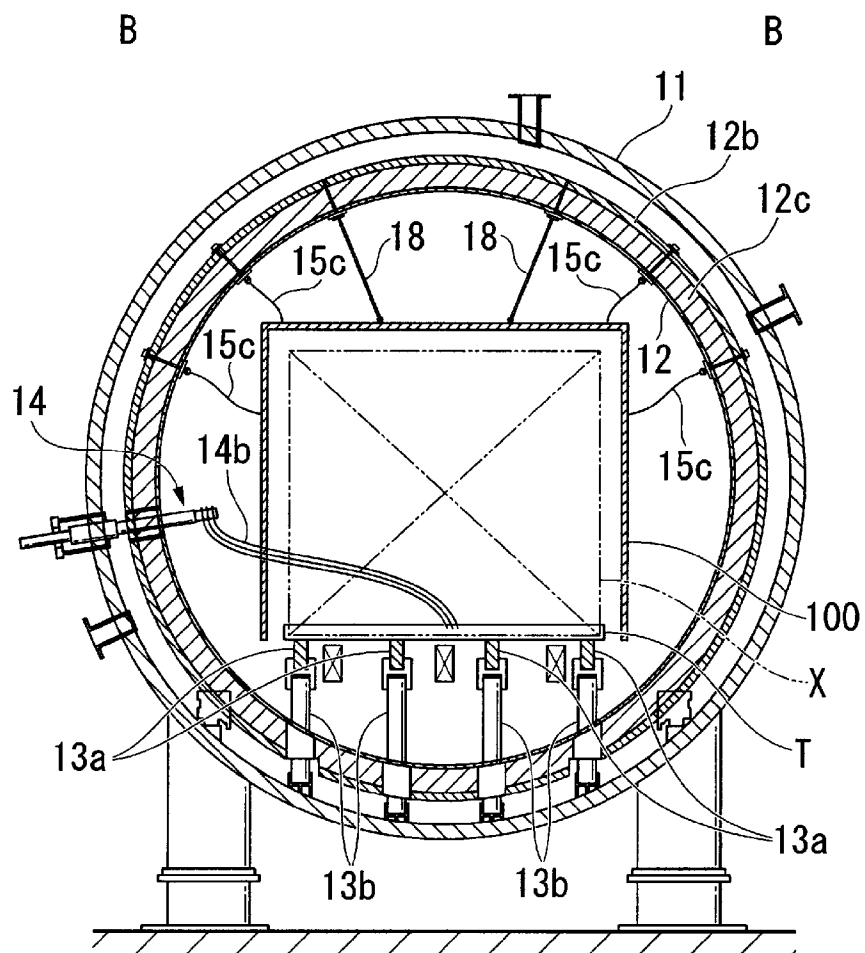
[図2]



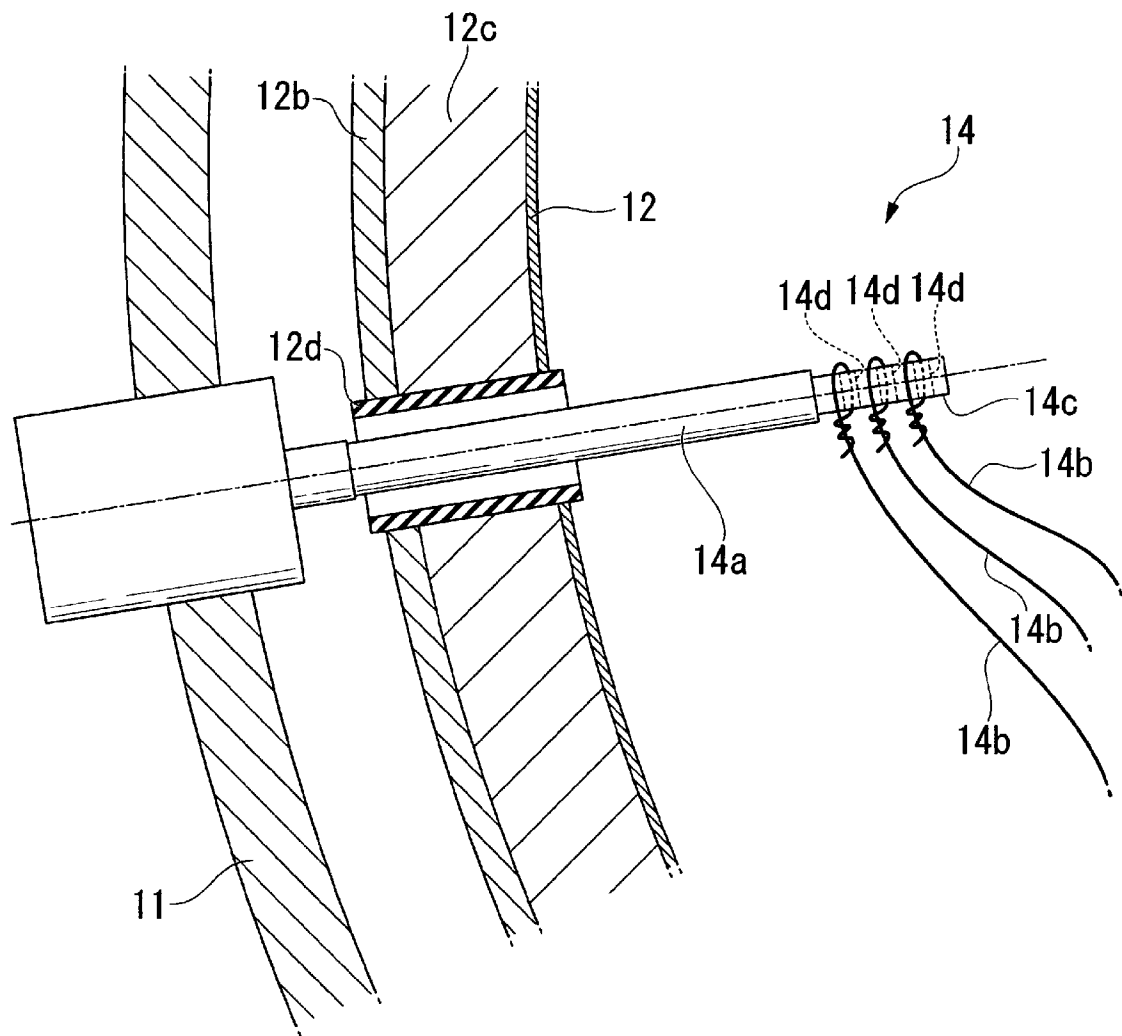
[図3A]



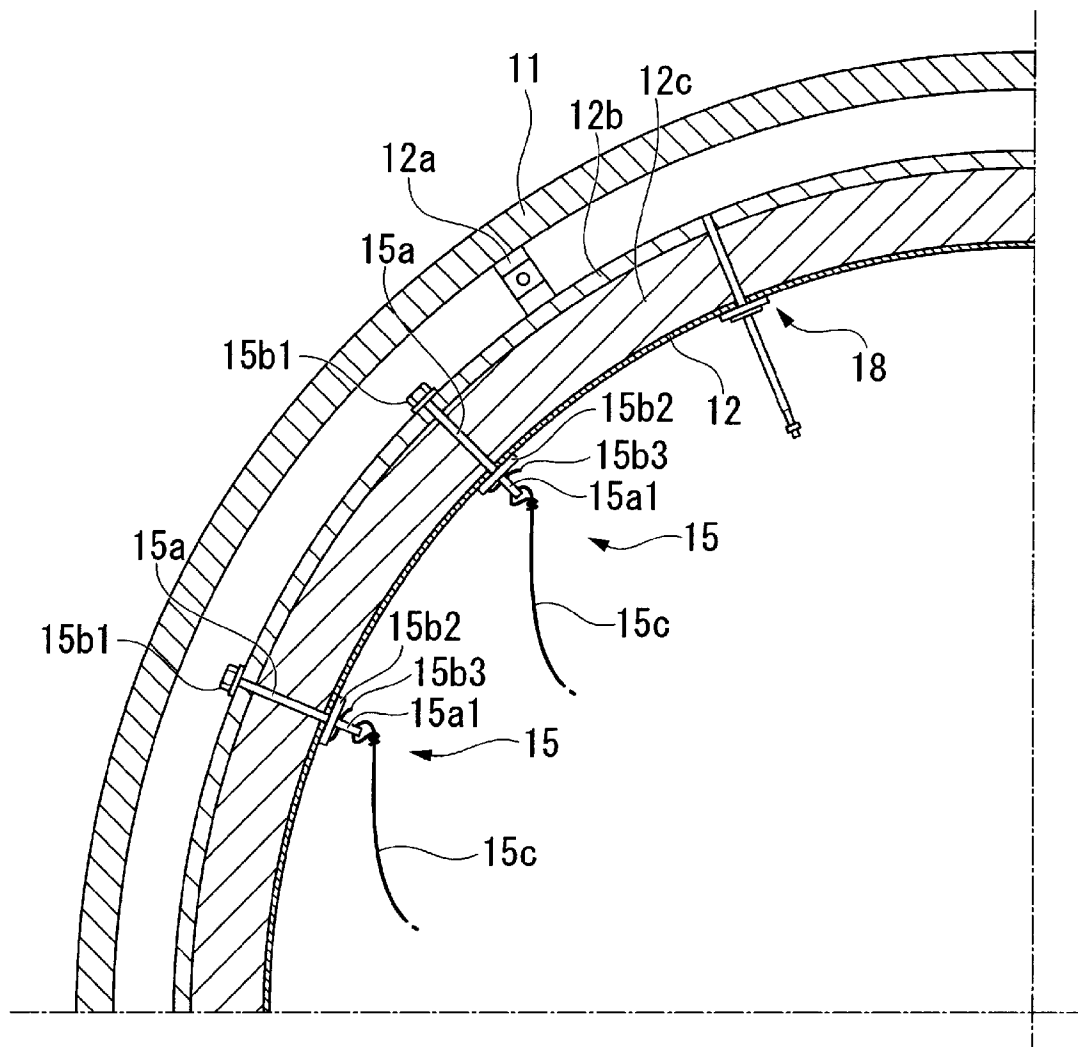
[図3B]



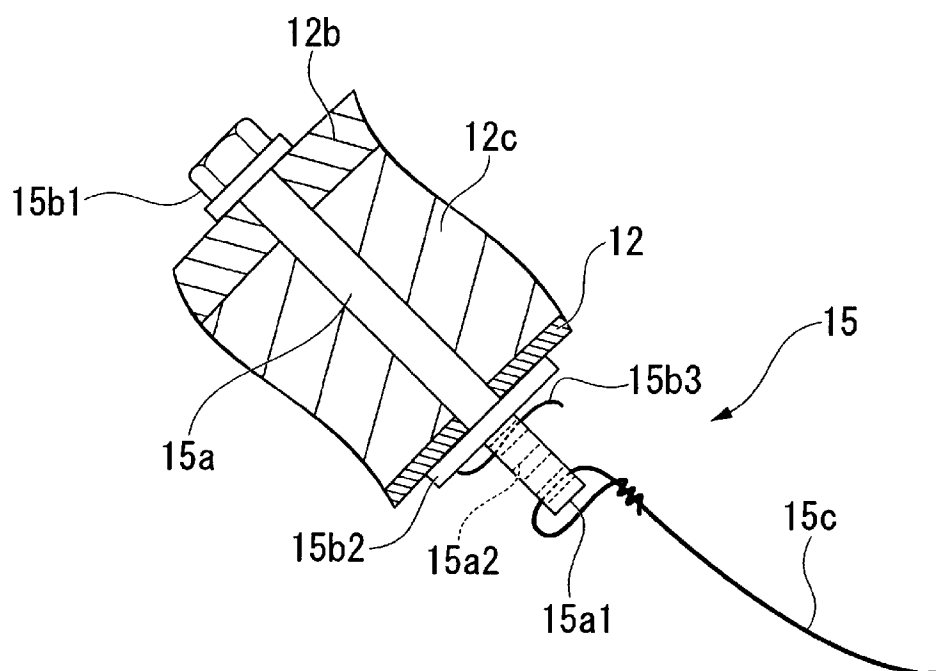
[図4]



[図5A]



[図5B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052361

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C8/36(2006.01)i, C21D1/09(2006.01)i, C21D1/773(2006.01)i, F27D11/08(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, C21D1/09, C21D1/773, F27D11/08

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
<u>Y</u> A	JP 2009-267048 A (Sharp Corp.), 12 November 2009 (12.11.2009), claims; paragraphs [0012], [0013], [0018], [0021], [0025], [0053]; fig. 1 to 7, 11, 12 & WO 2009/131048 A1	<u>1-6</u> 7
<u>Y</u> A	Edited by The Surface Finishing Society of Japan, Hyomen Gijutsu Binran, 1st edition, 1st print, The Nikkan Kogyo Shinbun, Ltd., 27 February 1998 (27.02.1998), page 794	<u>1-6</u> 7
A	JP 60-125366 A (Hitachi, Ltd.), 04 July 1985 (04.07.1985), page 4, upper left column to lower right column; page 6, upper right column; fig. 5 to 7 (Family: none)	7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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 application or patent 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

05 March, 2012 (05.03.12)

Date of mailing of the international search report

13 March, 2012 (13.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C23C8/36(2006.01)i, C21D1/09(2006.01)i, C21D1/773(2006.01)i, F27D11/08(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 (I P C))

Int.Cl. C23C8/36, C21D1/09, C21D1/773, F27D11/08

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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>Y</u>	JP 2009-267048 A (シャープ株式会社) 2009.11.12,	<u>1 - 6</u>
A	【特許請求の範囲】、【0012】、【0013】、【0018】、 【0021】、【0025】、【0053】、【図1】 - 【図7】、 【図11】、【図12】 & WO 2009/131048 A1	7
<u>Y</u>	社団法人表面技術協会編、表面技術便覧、初版1刷、日刊工業新聞 社、1998.02.27,	<u>1 - 6</u>
A	p. 794	7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

の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

0 5 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

称屋 健太郎

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5

4 E

3 6 3 5

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
A	JP 60-125366 A (株式会社日立製作所) 1985.07.04, 第4頁 左上欄ー右下欄, 第6頁 右上欄, 第5図ー第7図 (ファミリーなし)	7