

(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 12 月 20 日(20.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/172630 A1

- (51) 国際特許分類:
H05H 1/24 (2006.01) *F02F 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/063518
- (22) 国際出願日: 2011 年 6 月 13 日(13.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小林 岳人 (KOBAYASHI, Takehito) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社 内 Aichi (JP). 上野 紀幸 (UENO, Noriyuki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社 内 Aichi (JP). 倉地克弥 (KURACHI, Katsuya) [JP/JP]; 〒4910827 愛知県一宮市三ツ井 6 丁目 5-29 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 恩田 博宣, 外 (ONDA, Hironori et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1 Gifu (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, JP, 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, RO, RS, RU, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: SURFACE PROCESSING DEVICE AND SURFACE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 表面加工装置及び表面加工方法

[図1]

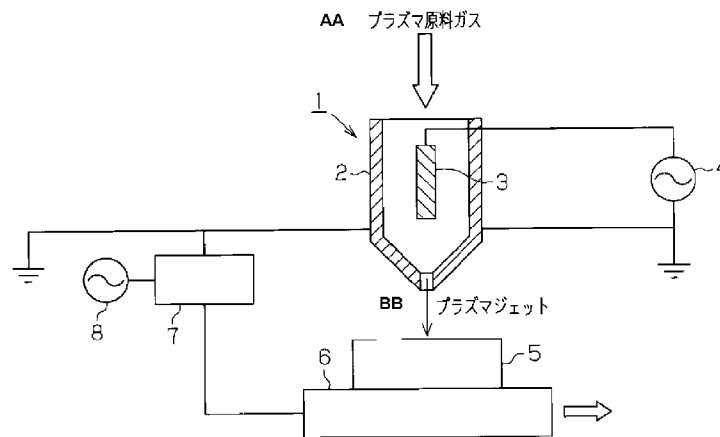


FIG. 1:
AA Plasma starting material gas
BB Plasma jet

(57) Abstract: In the present invention, the form in which roughness is formed on the surface of an article being processed (5) through plasma exposure is controlled by varying the frequency for a main voltage applied to two discharge electrodes, a conductive housing (2) and a rod shaped electrode (3), provided in a plasma generating section (1) and the frequency for a bias voltage applied between the conductive housing (2) and the article being processed (5).

(57) 要約: プラズマ発生部 (1) に設けられる導電性ハウジング (2) と棒状電極 (3) との 2 つの放電電極間に印加される主電圧の周波数と、導電性ハウジング (2) と被加工物 (5) との間に印加されるバイアス電圧の周波数とを異ならせることで、プラズマの照射を通じて被加工物 (5) の表面に形成される凹凸の形成態様を制御するようにした。



WO 2012/172630 A1

WO 2012/172630 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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： 表面加工装置及び表面加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマの照射により被加工物の表面を加工する装置及び方法に関するものである。

背景技術

[0002] 内燃機関のシリンダーブロックのボア部分に装着されるシリンダーライナーは、ピストンとの摺接を受けることから高い耐摩耗性を要求される。こうしたシリンダーライナーのような摺動部材の耐摩耗性の向上には、耐焼き付き性の向上や摩擦抵抗の低減、潤滑油消費量の抑制が求められ、そのためには、その表面を平滑面とするよりも、ある程度の凹凸を有した粗面とすることが望ましいとされている。そしてそのための表面加工方法として、プラズマの照射によって表面の粗面加工を行う技術が知られている。

[0003] プラズマを照射するプラズマ照射装置としては、管状の導電性ハウジング内に棒状電極を配置したガン型ノズルを用いたものや、板状の電極を対向して配置した平行平板型のものなどが知られている。そして従来、特許文献1～4には、放電電極と被加工物との間に、バイアス電圧を印加することで、大気圧下でのプラズマの発生を安定させたり、プラズマの威力を増大させたりする技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-010373号公報

特許文献2：特開2002-018276号公報

特許文献3：特開2006-216468号公報

特許文献4：特開平08-203869号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、発明者らが実験を行った結果、図5に示すような、深さ0.5マイクロメートル以下の微小な凹部の形成された表面に、略1ミリメートル間隔で深さ5マイクロメートルのより深い凹部を形成したものが耐摩耗性の向上に好適であることが確かめられている。ただし、毛細管現象によって凹部の深部までオイルを浸透させるには、凹部の最深部が鋭角となっていなければならない、マシニングセンターやレーザー加工機では、そうした微細な加工は困難となっている。

[0006] 一方、プラズマ照射を用いれば、最深部が鋭角の凹部を形成することが可能ではある。しかしながら、上記のような従来のプラズマ処理技術では、一定の深さの凹部を形成することしかできず、浅い凹部と深い凹部とが混在する表面の加工まではできないのが現状となっている。

[0007] 本発明の目的は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、プラズマ照射によって被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に制御することのできる表面加工装置及び表面加工方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明に従う表面加工装置は、プラズマの照射により被加工物の表面を加工する装置であって、2つの電極間の電圧の印加に応じてプラズマを発生させるプラズマ発生部と、前記プラズマ発生部の前記2つの電極間に印加される主電圧を供給する第1の電源と、前記プラズマ発生部の前記電極の一方と前記被加工物との間に印加されるバイアス電圧を供給する第2の電源と、を備え、前記バイアス電圧の電圧波形の設定により、前記プラズマの照射を通じて前記被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を制御するようにしている。

[0009] バイアス電圧の電圧波形によっては、被加工物に照射されるプラズマの強弱の変化パターンが変わり、ひいては被加工物の表面に形成される凹凸の形成パターンが変わる。そのため、バイアス電圧の電圧波形を適宜設定することで、プラズマの照射を通じて被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易かつ適宜に制御することができる。したがって、上記構成によれば、

プラズマ照射によって被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に制御することができる。

[0010] 上記目的を達成するため、本発明に従うもう一つの表面加工装置は、プラズマの照射により被加工物の表面を加工する装置であって、2つの電極間の電圧の印加に応じてプラズマを発生させるプラズマ発生部と、前記プラズマ発生部の前記2つの電極間に印加される主電圧を供給する第1の交流電源と、前記プラズマ発生部の前記電極の一方と前記被加工物との間に印加されるバイアス電圧を供給する第2の交流電源と、を備え、前記バイアス電圧の周波数及び振幅の少なくとも一方の設定により、前記プラズマの照射を通じて前記被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を制御するようにしている。

[0011] バイアス電圧の周波数を主電圧の周波数と異なる周波数とすれば、被加工物に照射されるプラズマの威力が周期的に変化するようになり、被加工物の表面に形成される凹部の深さを周期的に変化させることができる。またバイアス電圧の振幅を変化させることでも、被加工物に照射されるプラズマの威力が変化して、被加工物の表面に形成される凹部の深さを変化させることができる。そしてそうした凹部の形成パターンは、バイアス電圧の周波数や振幅を変化させることで、容易に変化させることができる。したがって、上記構成によれば、プラズマ照射によって被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に制御することができる。

[0012] こうした本発明の表面加工装置において、被加工物の表面に第1の凹部を形成するとともに、同被加工物の表面に一定の間隔で第1の凹部よりも深い第2の凹部を形成するように凹凸の形成態様の制御を行えば、被加工物の表面の耐摩耗性を向上することができる。そして第2の凹部の深さを5マイクロメートルとし、同第2の凹部の間隔を1ミリメートルとすれば、被加工物の表面の耐摩耗性を特に高くすることができる。

[0013] こうした本発明の表面加工装置において、被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に調整可能としたいのであれば、バイアス電圧の電圧波

形を可変とする波形可変部を備えるようにすれば良い。

[0014] また上記目的を達成するため、本発明に従う更なる表面加工装置は、プラズマの照射により被加工物の表面を加工する装置であって、2つの電極間の電圧の印加に応じてプラズマを発生させるプラズマ発生部と、前記プラズマ発生部の前記2つの電極間に印加される主電圧を供給する第1の交流電源と、前記プラズマ発生部の前記電極の一方と前記被加工物との間に印加される、前記主電圧とは異なる周波数のバイアス電圧を供給する第2の交流電源と、を備えている。

[0015] バイアス電圧の周波数を主電圧の周波数と異なる周波数とすれば、被加工物に照射されるプラズマの威力が周期的に変化するようになり、被加工物の表面に形成される凹部の深さを周期的に変化させることができる。そしてそうした凹部の形成パターンは、バイアス電圧の周波数を変化させることで、容易に変化させることができる。したがって、上記構成によれば、プラズマ照射によって被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に制御することができる。

[0016] なお、被加工物の表面の耐摩耗性を向上するには、被加工物の表面に第1の凹部を形成するとともに、同被加工物の表面に一定の間隔で前記第1の凹部よりも深い第2の凹部を形成するように、主電圧の周波数及びバイアス電圧の周波数を設定することが望ましい。そして第2の凹部の深さを5マイクロメートルとし、同第2の凹部の間隔を1ミリメートルとすれば、被加工物の表面の耐摩耗性を特に高くすることができる。

[0017] こうした本発明の表面加工装置において、被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に調整可能としたいのであれば、第2の交流電源の周波数を可変とする周波数可変部を備えるようにすると良い。

[0018] なお上記のような本発明の表面加工装置は、例えば内部に空間の形成された導電性ハウジングと、そのハウジングの内部に配設された棒状電極とを上記2つの電極として備え、前記導電性ハウジングと前記棒状電極との間に前記主電圧を印加した状態で前記導電性ハウジング内にプラズマ原料ガスを注

入することでプラズマを発生させるようにプラズマ発生部を構成することでその実現が可能である。また平行に対向された1対の平板電極を上記2つの電極として備え、それらの平板電極間に主電圧を印加した状態でそれらの間にプラズマ原料ガスを注入することでプラズマを発生させるようにプラズマ発生部を構成することでもその実現が可能である。

[0019] また、円管形状に形成された被加工物の内周面の表面加工を効率的に行いたいのであれば、円管形状に形成された被加工物の内部にプラズマ発生部を挿入するとともに、同被加工物とプラズマ発生部とを相対回転させることで被加工物の内周面を加工するようにすると良い。そして回転部材に固定され、かつその回転部材の回転方向外周に向けてプラズマを照射可能に配設されたプラズマ発生部を、円管形状に形成された被加工物の内部に挿入するとともに、プラズマ発生部からプラズマを照射させながら回転部材を回転させることで、被加工物の内周面を加工するようにすれば、その加工効率を高くすることができる。また更に加工効率を高めたければ、回転部材にプラズマ発生部を複数固定するようにすると良い。そして中空に形成された回転部材の回転軸を、プラズマ発生部へのプラズマ原料ガスの供給経路とすれば、回転するプラズマ発生部へのプラズマ原料ガスの供給が容易となる。

[0020] なお、こうした本発明の表面加工装置は、被加工物の摺動面の加工に適している。また本発明の表面加工装置は、アルミニウム合金製のエンジン部品の加工に適しており、特にエンジンのシール部品、例えばエンジンのシリンダーライナーの加工に最適である。

[0021] また上記目的を達成するため、本発明に従う表面加工方法は、2つの電極間への主電圧の印加に応じて発生されたプラズマを被加工物の表面に照射してその表面の加工を行う方法であって、前記2つの電極の一方と前記被加工物との間に印加されるバイアス電圧の電圧波形の設定を通じて、前記プラズマの照射を通じて被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を制御するようにしている。

[0022] バイアス電圧の電圧波形によっては、被加工物に照射されるプラズマの強

弱の変化パターンが変わり、ひいては被加工物の表面に形成される凹凸の形成パターンが変わる。そのため、バイアス電圧の電圧波形を適宜設定することで、プラズマの照射を通じて被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易かつ適宜に制御することができる。したがって、上記表面加工方法によれば、プラズマ照射によって被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に制御することができる。

[0023] また上記目的を達成するため、本発明に従うもう一つの表面加工方法は、2つの電極間への主電圧の印加に応じて発生されたプラズマを被加工物の表面に照射してその表面の加工を行う方法であって、前記2つの電極の一方と前記被加工物との間にバイアス電圧を印加するとともに、交流電圧として供給される前記主電圧の周波数、及び同じく交流電圧として供給される前記バイアス電圧の周波数の設定により、前記プラズマの照射を通じて前記被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を制御するようにしている。

[0024] バイアス電圧の周波数を主電圧の周波数と異なる周波数とすれば、被加工物に照射されるプラズマの威力が周期的に変化するようになり、被加工物の表面に形成される凹部の深さを周期的に変化させることができる。そしてそうした凹部の形成パターンは、バイアス電圧の周波数を変化させることで、容易に変化させることができる。したがって、上記表面加工方法によれば、プラズマ照射によって被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に制御することができる。

[0025] なお、被加工物の表面の耐摩耗性を向上するには、被加工物の表面に第1の凹部を形成するとともに、同被加工物の表面に一定の間隔で第1の凹部よりも深い第2の凹部を形成するように凹凸の形成態様の制御を行うようにすると良い。そして第2の凹部の深さを5マイクロメートルとし、同第2の凹部の間隔を1ミリメートルとするようにすれば、被加工物の表面の耐摩耗性を特に高くすることができる。

[0026] また、こうした本発明の表面加工方法において、被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に調整可能としたいのであれば、バイアス電圧の

電圧波形を変更可能とすると良い。

[0027] また上記目的を達成するため、本発明に従う更なる表面加工方法は、2つの電極間への主電圧の印加に応じて発生されたプラズマを被加工物の表面に照射してその表面の加工を行う方法であって、前記2つの電極の一方と前記被加工物との間にバイアス電圧を印加するとともに、交流電圧として供給される前記主電圧の周波数と、同じく交流電圧として供給される前記バイアス電圧の周波数とを異ならせるようにしている。

[0028] バイアス電圧の周波数を主電圧の周波数と異なる周波数とすれば、被加工物に照射されるプラズマの威力が周期的に変化するようになり、被加工物の表面に形成される凹部の深さを周期的に変化させることができる。そしてそうした凹部の形成パターンは、バイアス電圧の周波数を変化させることで、容易に変化させることができる。したがって、上記表面加工方法によれば、プラズマ照射によって被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に制御することができる。

[0029] なお、被加工物の表面の耐摩耗性を向上するには、被加工物の表面に第1の凹部を形成するとともに、同被加工物の表面に一定の間隔で第1の凹部よりも深い第2の凹部を形成するように凹凸の形成態様の制御を行うようにすると良い。そして第2の凹部の深さを5マイクロメートルとし、同第2の凹部の間隔を1ミリメートルとするようにすれば、被加工物の表面の耐摩耗性を特に高くすることができる。

[0030] また、こうした本発明の表面加工方法において、被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に調整可能としたいのであれば、バイアス電圧の周波数を変更可能とすると良い。

[0031] 以上のような本発明の表面加工方法は、例えば内部に空間の形成された導電性ハウジングと、そのハウジングの内部に配設された棒状電極とを2つの電極とするとともに、前記導電性ハウジングと前記棒状電極との間に主電圧を印加した状態で導電性ハウジング内にプラズマ原料ガスを注入することでプラズマを発生させるようにすることでその実現が可能である。また平行に

対向された 1 対の平板電極を 2 つの電極とするとともに、平板電極間に主電圧を印加した状態でそれらの間にプラズマ原料ガスを注入することでプラズマを発生させるようにすることでもその実現が可能である。

[0032] なお、こうした本発明の表面加工方法は、被加工物の摺動面の加工に適している。また本発明の表面加工装置は、アルミニウム合金製のエンジン部品の加工に適しており、特にエンジンのシール部品、例えばエンジンのシリンダーライナーの加工に最適である。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明の第 1 実施形態に係る表面加工装置の構成を模式的に示す略図。

[図2]本発明の第 2 実施形態に係る表面加工装置の構成を模式的に示す略図。

[図3]本発明の第 3 実施形態に係る表面加工装置の構成を模式的に示す略図。

[図4]図 3 の A - A 線に沿ったプラズマ発生部の断面構造を示す断面図。

[図5]高い耐摩耗性を有した表面の凹凸形状を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0034] (第 1 実施形態)

以下、本発明を具体化した第 1 実施形態を、図 1 を参照して詳細に説明する。本実施形態の表面加工装置、表面加工方法は、プラズマ照射によって、被加工物の摺動面に、耐摩耗性を向上するための表面処理を施すことを目的とし、例えばアルミニウム合金製シリンダーライナーのようなエンジンのシール部品の摺動面の表面加工に使用されるものとなっている。

[0035] 図 1 に示すように、本実施形態の表面加工装置のプラズマ発生部 1 は、先細りとなった略円管形状をなして内部に空間の形成された導電性ハウジング 2 と、その導電性ハウジング 2 の内部に配設された棒状電極 3 との 2 つの放電電極を備えている。導電性ハウジング 2 と棒状電極 3 との間には、第 1 の電源、あるいは第 1 の交流電源としての第 1 交流電源 4 の発生する正弦波交流の主電圧が印加されるようになっている。

[0036] プラズマ発生部 1 の下方には、可動テーブル 6 が配置され、その上面に被加工物 5 が配設されるようになっている。そして、可動テーブル 6 及び被加

工物 5 と上記導電性ハウジング 2 との間には、第 2 の電源、あるいは第 2 の交流電源としての第 2 交流電源 8 の発生する正弦波交流のバイアス電圧が印加されるようになっている。なお、本実施形態では、可動テーブル 6 及び被加工物 5 と上記導電性ハウジング 2 との間に印加されるバイアス電圧の周波数が、波形可変部あるいは周波数可変部としてのインバーター 7 により変更可能となっている。

[0037] 次に、以上のように構成された本実施形態の作用について説明する。

[0038] 被加工物 5 の表面加工に際しては、プラズマ発生部 1 の導電性ハウジング 2 と棒状電極 3 との間には、主電圧が印加される。またこれとともに、導電性ハウジング 2 と被加工物 5 との間には、可動テーブル 6 を介して、主電圧とは異なる周波数のバイアス電圧が印加される。

[0039] この状態でプラズマ発生部 1 の上部から導電性ハウジング 2 の内部にプラズマ原料ガスを供給すると、導電性ハウジング 2 と棒状電極 3 との間に印加される主電圧によってプラズマが発生する。そしてそのプラズマがプラズマ発生部 1 の先端から被加工物 5 に向けて放出される。なお、本実施形態では、プラズマ原料ガスとして圧縮空気が用いられている。

[0040] こうして被加工物 5 にプラズマジェットを照射しながら、可動テーブル 6 を所定の速度で移動させることで、プラズマ発生部 1 と被加工物 5 との相対位置を変位させて、被加工物 5 の表面のプラズマ照射位置を移動させることで、被加工物 5 の表面加工が行われる。

[0041] ここで、この表面加工装置では、導電性ハウジング 2 と被加工物 5 との間にバイアス電圧が印加されているため、プラズマ発生部 1 で発生したプラズマがそのバイアス電圧によって被加工物 5 に引き寄せられる。そのため、バイアス電圧を印加しなかった場合に比して、強力なプラズマジェットが被加工物 5 の表面に照射されるようになる。またバイアス電圧が交流電圧であることから、被加工物 5 の表面に照射されるプラズマジェットに強弱が生じ、これにより被加工物 5 の表面に比較的小さい凹凸が形成される。

[0042] 更に本実施形態では、バイアス電圧の周波数が主電圧の周波数と異ならさ

れているため、バイアス電圧と主電圧との周波数差によって、一定の周期で瞬間的にプラズマジェットの勢いが増大するようになる。そしてこのときの強いプラズマジェットにより、被加工物5の表面に一定の間隔で比較的深い凹部が形成される。

[0043] 本実施形態では、主電圧の周波数を20kHz、バイアス電圧の周波数を17kHzとし、可動テーブル6の移動速度を10ミリメートル毎秒として被加工物5の表面加工を行っている。こうした場合、図5に示すような、深さ0.5マイクロメートル以下の微小な凹部の形成された表面に、略1ミリメートル間隔で、深さ5マイクロメートルの深い凹部を形成することができた。ちなみに、こうした表面加工によっては、アルミニウム合金のビッカース硬さが、処理前の100～110から180～190へと変化することが確認されている。

[0044] 以上の本実施形態によれば、次の効果を奏することができる。

[0045] (1) 主電圧とバイアス電圧の周波数を変えることで、微小な凹部の形成された被加工物5の表面に、一定の間隔で深い凹部を形成することができる。こうした表面では、毛細管現象によって、その深い凹部の深部にオイルが浸透するため、オイルの保持性が高まり、ひいては耐摩耗性が向上するようになる。

[0046] (2) 本実施形態では、バイアス電圧の周波数を変えるだけで、プラズマジェットの強弱パターンを、そしてひいては被加工物5の表面に形成される凹凸のパターンを変化させることができるため、被加工物5の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に制御することができる。

[0047] (3) 0.5マイクロメートル以下の微小な第1の凹部の形成された被加工物5の表面に、深さ5マイクロメートルのより深い第2の凹部を1ミリメートル間隔で形成するようにプラズマ照射による表面加工を施すことで、被加工物5の耐摩耗性を大幅に向上することができる。

[0048] (第2実施形態)

続いて本発明を具体化した第2実施形態を、図2を参照して詳細に説明す

る。本実施形態にあって、上記実施形態と同様の構成については、共通の符号を付してその詳細な説明は省略する。なお、本実施形態の表面加工装置は、第1実施形態の装置に対して、そのプラズマ発生部の構成が変更されたものとなっている。

[0049] 図2に示すように、本実施形態の表面加工装置のプラズマ発生部10は、平行に対向された1対の平板電極11、12を2つの放電電極として備え、それら平板電極11、12間に主電圧を印加した状態でそれらの間にプラズマ原料ガスを注入することでプラズマを発生させるものとなっている。また、この表面加工装置では、平板電極の一方(11)と被加工物5との間に、第2交流電源8の発生するバイアス電圧が印加されるようになっている。そして、そのバイアス電圧の周波数は、インバーター7により変更可能とされている。

[0050] このように構成されたプラズマ発生部10を備える表面加工装置でも、第1実施形態の装置と同様の表面加工を行うことができる。したがって、主電圧の周波数とは異なる周波数のバイアス電圧を印加することで、被加工物5に照射されるプラズマジェットの勢いに強弱を付け、微小な第1の凹部の形成された被加工物5の表面に、より深い第2の凹部を一定の間隔で形成することができるようになる。

[0051] (第3実施形態)

続いて本発明を具体化した第3実施形態を、図3及び図4を参照して詳細に説明する。本実施形態にあって、上記実施形態と同様の構成については、共通の符号を付してその詳細な説明は省略する。なお、本実施形態の表面加工装置は、例えばシリンダーライナーのような円管形状の部品の内周面の加工に適したものとなっている。

[0052] 図3に示すように、本実施形態の表面加工装置のプラズマ照射装置20は、複数のプラズマ発生部28が固定された円筒状の回転部材21と、その回転部材21と一体となって回転する中空円管形状の回転軸22とを備えている。回転部材21は、回転軸22と一体に回転可能かつその回転軸方向に変

位可能とされており、その軸方向の変位に応じて被加工物であるシリンダーライナー 24 の内部に挿入可能とされている。なお、本実施形態では、各プラズマ発生部 28 には、中空に形成された回転軸 22 の内部を通してプラズマ原料ガスがそれぞれ供給されるようになっている。

[0053] この表面加工装置では、回転部材 21 に設けられた各プラズマ発生部 28 の、後述する 2 つの放電電極には、第 1 交流電源 23 の発生する正弦波交流の主電圧が印加されるようになっている。またそうしたプラズマ発生部 28 の放電電極の一つ（導電性ハウジング 26）とシリンダーライナー 24 との間には、第 2 交流電源 25 の発生する正弦波交流のバイアス電圧が印加されるようになっている。

[0054] 図 4 に示すように、回転部材 21 の内部には、その回転軸周りにそれぞれ 90° の間隔をおいて 4 つのプラズマ発生部 28 が固定されている。各プラズマ発生部 28 は、先細りとなった略円管形状をなして内部に空間の形成された導電性ハウジング 26 と、その導電性ハウジング 26 の内部に配設された棒状電極 27 との 2 つの放電電極をそれぞれ備えている。なお、この表面加工装置では、こうした 4 つのプラズマ発生部 28 が回転部材 21 の回転軸方向に 3 列設けられ、都合 12 個のプラズマ発生部 28 が回転部材 21 に固定された構成となっている。

[0055] 次に、以上のように構成された本実施形態の作用について説明する。

[0056] シリンダーライナー 24 の内周面の表面加工に際しては、プラズマ照射装置 20 の回転部材 21 がシリンダーライナー 24 の内部に挿入される。そしてプラズマ発生部 28 の導電性ハウジング 26 と棒状電極 27 との間に主電圧を印加した状態で、回転軸 22 を供給経路としてプラズマ原料ガスを各プラズマ発生部 28 に注入することで、各プラズマ発生部 28 の先端からプラズマジェットを放出させる。そして回転部材 21 をその回転軸方向に変位させながら回転させることで、シリンダーライナー 24 の内周面に順次プラズマが照射されるようになる。

[0057] このとき、この表面加工装置では、プラズマ発生部 28 の導電性ハウジン

グ 2 6 とシリンダーライナー 2 4 との間にバイアス電圧が印加されている。そのため、プラズマ発生部 2 8 で発生したプラズマが、そのバイアス電圧によってシリンダーライナー 2 4 に引き寄せられるようになり、バイアス電圧を印加しなかった場合に比して、強力なプラズマジェットがシリンダーライナー 2 4 の内周面に照射されるようになる。またバイアス電圧が交流電圧であることから、シリンダーライナー 2 4 の内周面に照射されるプラズマジェットに強弱が生じ、これによりシリンダーライナー 2 4 の内周面に比較的小さい凹凸が形成されるようになる。

[0058] 更に本実施形態では、バイアス電圧の周波数が主電圧の周波数と異なされているため、バイアス電圧と主電圧との周波数差によって、一定の周期で瞬間的にプラズマジェットの勢いが増大する。そしてこのときの強いプラズマジェットにより、シリンダーライナー 2 4 の内周面に一定の間隔で比較的深い凹部が形成されるようになる。

[0059] こうした本実施形態では、主電圧の周波数は 2 0 k H z に、バイアス電圧の周波数は 1 7 k H z にそれぞれ設定されている。またプラズマ発生部 2 8 とシリンダーライナー 2 4 との相対移動の速度が 1 0 ミリメートル毎秒となるように、回転部材 2 1 の回転速度が設定されている。そのため、本実施形態においても、図 5 に示すような、深さ 0. 5 マイクロメートル以下の微小な凹部の形成された表面に、略 1 ミリメートル間隔で、深さ 5 マイクロメートルの深い凹部を形成することができる。

[0060] 以上の本実施形態によれば、上記 (1) ～ (3) に記載の効果に加え、更に次の効果を奏することができる。

[0061] (4) 本実施形態では、円管形状に形成されたシリンダーライナー 2 4 内部にプラズマ発生部 2 8 を挿入するとともに、シリンダーライナー 2 4 とプラズマ発生部 2 8 とを相対回転させることでシリンダーライナー 2 4 の内周面を加工している。より詳しくは、回転部材 2 1 に固定され、かつその回転部材 2 1 の回転方向外周に向けてプラズマを照射可能に配設されたプラズマ発生部 2 8 を、円管形状に形成されたシリンダーライナー 2 4 の内部に挿入

するようにしている。そしてプラズマ発生部 28 からプラズマを照射させながら回転部材 21 を回転させることで、シリンダーライナー 24 の内周面の加工を行っている。更に本実施形態では、回転部材 21 に複数のプラズマ発生部 28 を固定している。そのため、円管形状に形成されたシリンダーライナー 24 の内周面を効率的に加工することができる。

[0062] (5) 本実施形態では、中空に形成された回転部材 21 の回転軸 22 を、プラズマ発生部 28 へのプラズマ原料ガスの供給経路としているため、回転されるプラズマ発生部 28 へのプラズマ原料ガスの供給を容易かつ的確に行うことができる。

[0063] (6) シリンダーライナー 24 の内周面の全体を短時間で加工することができ、生産性を向上することができる。

[0064] 以上説明した各実施形態は、次のように変更して実施することもできる。

[0065] ・第 3 実施形態では、中空に形成された回転軸 22 の内部を供給経路として、各プラズマ発生部 28 にプラズマ原料ガスを供給するようにしていたが、可能であれば他の経路からプラズマ原料ガスの供給を行うようにしても良い。

[0066] ・第 3 実施形態では、12 個のプラズマ発生部 28 を回転部材 21 に固定していたが、回転部材 21 に固定されるプラズマ発生部 28 の数や位置は、任意適宜に変更しても良い。

[0067] ・第 3 実施形態では、プラズマ発生部 28 として、管状の導電性ハウジング 26 の内部に棒状電極 27 を配置したガン型ノズルを用いていたが、第 2 実施形態のような平行平板型のものなど、他のタイプのプラズマ発生部を採用しても良い。

[0068] ・第 3 実施形態では、シリンダーライナー 24 の内周面の表面加工を行う場合を説明したが、同実施形態の表面加工装置及び表面加工方法は、円管形状に形成されたものであれば、シリンダーライナー 24 以外の被加工物の内周面の表面加工にもその適用が可能である。

[0069] ・上記実施形態では、深さ 0.5 マイクロメートル以下の微小な凹部の形

成された表面に、略1ミリメートル間隔で、深さ5マイクロメートルの深い凹部を形成するようにしていたが、被加工物の表面をそれ以外の形状に加工することも可能である。すなわち、本発明の表面加工装置、表面加工方法によれば、プラズマの照射を通じて被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を、容易に調整することができ、必要に応じた表面性状を容易に得ることが可能となる。

[0070] ・上記実施形態では、主電圧の周波数を20kHz、バイアス電圧の周波数を17kHzとしたが、これらの周波数には、必要とする表面性状に応じて適宜に変更しても良い。

[0071] ・上記実施形態では、被加工物に対するプラズマ発生部の相対移動速度を10ミリメートル毎秒としていたが、そうした相対変位速度は、必要とする表面性状に応じて適宜に変更しても良い。

[0072] ・上記実施形態では、バイアス電圧の周波数を可変としていたが、加工対象が定まっている場合には、バイアス電圧の周波数が固定となっても良い。その場合であれ、バイアス電圧の周波数が主電圧の周波数と異なっていれば、被加工物に照射されるプラズマの勢いを周期的に変化させ、被加工物の表面に形成される凹凸のパターンを周期的に変化させることができる。そして主電圧の周波数とバイアス電圧の周波数とが適宜に設定されていれば、高い耐摩耗性が確保されるように表面加工を行うことができる。

[0073] ・上記実施形態では、バイアス電圧の周波数により、プラズマの照射を通じて被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を制御していたが、バイアス電圧の振幅を変化させることでもその制御を行うことができる。例えば主電圧の周波数及び振幅を一定とした状態、バイアス電圧の振幅を周期的に変化させれば、被加工物に照射されるプラズマの強度が周期的に変化して、被加工物の表面に形成される凹部の深さが周期的に変化されるようになる。

[0074] ・上記実施形態では、主電圧、バイアス電圧に正弦波交流の電圧を用いるようにしていたが、これらの電圧波形は、矩形波交流、三角波交流など、任意の波形の電圧に変更しても良い。いずれにせよ、バイアス電圧の電圧波形

を変更すれば、プラズマ発生部で発生されるプラズマの強弱の変化パターンが変わり、ひいては被加工物の表面に形成される凹凸の形成パターンが変わる。そのため、バイアス電圧の電圧波形を適宜設定することで、プラズマの照射を通じて被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易かつ適宜に制御することができる。なお、そうした場合にも、バイアス電圧の電圧波形を可変としておけば、被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を容易に変更することが可能となる。

[0075] ・上記実施形態では、プラズマ原料ガスとして、圧縮空気を使用していたが、ヘリウム、ネオン、アルゴン、窒素などの他の気体を使用するようにしても良い。

[0076] ・本発明の表面加工装置及び表面加工方法は、例えばシリンダーライナーのようなアルミニウム合金製のエンジン部品やエンジンのシール部品の表面加工に適しているが、それ以外の被加工物、例えば鉄のようなアルミニウム合金以外の材質からなる被加工物の表面加工にもその適用が可能である。

符号の説明

[0077] 1…プラズマ発生部、2…導電性ハウジング（2つの電極）、3…棒状電極（2つの電極）、4…第1交流電源（第1の電源、第1の交流電源）、5…被加工物、6…可動テーブル、7…インバーター（波形可変部、周波数可変部）、8…第2交流電源（第2の電源、第2の交流電源）、10…プラズマ発生部、11…平板電極（2つの電極）、12…平板電極（2つの電極）、20…プラズマ照射装置、21…回転部材、22…回転軸、23…第1交流電源（第1の電源、第1の交流電源）、24…シリンダーライナー（被加工物、アルミニウム合金製のエンジン部品、エンジンのシール部品）、25…第2交流電源（第2の電源、第2の交流電源）、26…導電性ハウジング（2つの電極）、27…棒状電極（2つの電極）、28…プラズマ発生部。

請求の範囲

[請求項1]

プラズマの照射により被加工物の表面を加工する装置であって、
2つの電極間の電圧の印加に応じてプラズマを発生させるプラズマ発生部と、
前記プラズマ発生部の前記2つの電極間に印加される主電圧を供給する第1の電源と、
前記プラズマ発生部の前記電極の一方と前記被加工物との間に印加されるバイアス電圧を供給する第2の電源と、
を備え、
前記バイアス電圧の電圧波形の設定により、前記プラズマの照射を通じて前記被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様が制御される
ことを特徴とする表面加工装置。

[請求項2]

プラズマの照射により被加工物の表面を加工する装置であって、
2つの電極間の電圧の印加に応じてプラズマを発生させるプラズマ発生部と、
前記プラズマ発生部の前記2つの電極間に印加される主電圧を供給する第1の交流電源と、
前記プラズマ発生部の前記電極の一方と前記被加工物との間に印加されるバイアス電圧を供給する第2の交流電源と、
を備え、
前記バイアス電圧の周波数及び振幅の変化の少なくとも一方の設定により、前記プラズマの照射を通じて前記被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様が制御されてなる
ことを特徴とする表面加工装置。

[請求項3]

前記凹凸の形成態様の制御は、前記被加工物の表面に第1の凹部を形成するとともに、同被加工物の表面に一定の間隔で前記第1の凹部よりも深い第2の凹部を形成するように行われる

請求項 1 又は 2 に記載の表面加工装置。

[請求項4] 前記第 2 の凹部の深さは 5 マイクロメートルとされ、同第 2 の凹部の間隔は 1 ミリメートルとされた

請求項 3 に記載の表面加工装置。

[請求項5] 前記バイアス電圧の電圧波形を可変とする波形可変部を備える
請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項6] プラズマの照射により被加工物の表面を加工する装置であって、
2 つの電極間の電圧の印加に応じてプラズマを発生させるプラズマ発生部と、

前記プラズマ発生部の前記 2 つの電極間に印加される主電圧を供給する第 1 の交流電源と、

前記プラズマ発生部の前記電極の一方と前記被加工物との間に印加される、前記主電圧とは異なる周波数のバイアス電圧を供給する第 2 の交流電源と、

を備えることを特徴とする表面加工装置。

[請求項7] 前記主電圧の周波数及び前記バイアス電圧の周波数は、前記被加工物の表面に第 1 の凹部を形成するとともに、同被加工物の表面に一定の間隔で前記第 1 の凹部よりも深い第 2 の凹部を形成するように設定されてなる

請求項 6 に記載の表面加工装置。

[請求項8] 前記第 2 の凹部の深さは 5 マイクロメートルとされ、同第 2 の凹部の間隔は 1 ミリメートルとされた

請求項 7 に記載の表面加工装置。

[請求項9] 前記第 2 の交流電源の周波数を可変とする周波数可変部を備える
請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項10] 前記プラズマ発生部は、内部に空間の形成された導電性ハウジングと、そのハウジングの内部に配設された棒状電極とを前記 2 つの電極として備え、前記導電性ハウジングと前記棒状電極との間に前記主電

圧を印加した状態で前記導電性ハウジング内にプラズマ原料ガスを注入することでプラズマを発生させる

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項11] 前記プラズマ発生部は、平行に対向された 1 対の平板電極を前記 2 つの電極として備え、前記平板電極間に前記主電圧を印加した状態でそれらの間にプラズマ原料ガスを注入することでプラズマを発生させる

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項12] 円管形状に形成された前記被加工物の内部に前記プラズマ発生部を挿入するとともに、同被加工物と前記プラズマ発生部とを相対回転させることで前記被加工物の内周面を加工する

請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項13] 回転部材に固定され、かつその回転部材の回転方向外周に向けて前記プラズマを照射可能に配設された前記プラズマ発生部を、円管形状に形成された前記被加工物の内部に挿入するとともに、

前記プラズマ発生部から前記プラズマを照射させながら前記回転部材を回転させることで、前記被加工物の内周面を加工する

請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項14] 前記回転部材には、前記プラズマ発生部が複数固定されてなる
請求項 13 に記載の表面加工装置。

[請求項15] 中空に形成された前記回転部材の回転軸が、前記プラズマ発生部へのプラズマ原料ガスの供給経路とされてなる

請求項 13 又は 14 に記載の表面加工装置。

[請求項16] 当該表面加工装置は、前記被加工物の摺動面を加工する

請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項17] 前記被加工物は、アルミニウム合金製のエンジン部品である

請求項 1 ～ 16 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項18] 前記被加工物は、エンジンのシール部品である

請求項 1 ～ 1 7 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項19] 前記被加工物は、エンジンのシリンダーライナーである

請求項 1 ～ 1 8 のいずれか 1 項に記載の表面加工装置。

[請求項20] 2 つの電極間への主電圧の印加に応じて発生されたプラズマを被加工物の表面に照射してその表面の加工を行う方法であって、

前記 2 つの電極の一方と前記被加工物との間に印加されるバイアス電圧の電圧波形の設定を通じて、前記プラズマの照射を通じて被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を制御すること

を特徴とする表面加工方法。

[請求項21] 2 つの電極間への主電圧の印加に応じて発生されたプラズマを被加工物の表面に照射してその表面の加工を行う方法であって、

前記 2 つの電極の一方と前記被加工物との間にバイアス電圧を印加するとともに、交流電圧として供給される前記主電圧の周波数、及び同じく交流電圧として供給される前記バイアス電圧の周波数の設定により、前記プラズマの照射を通じて前記被加工物の表面に形成される凹凸の形成態様を制御すること

を特徴とする表面加工方法。

[請求項22] 前記凹凸の形成態様の制御は、前記被加工物の表面に第 1 の凹部を形成するとともに、同被加工物の表面に一定の間隔で前記第 1 の凹部よりも深い第 2 の凹部を形成するように行われる

請求項 2 0 又は 2 1 に記載の表面加工方法。

[請求項23] 前記第 2 の凹部の深さを 5 マイクロメートルとし、同第 2 の凹部の間隔を 1 ミリメートルとする

請求項 2 2 に記載の表面加工方法。

[請求項24] 前記バイアス電圧の電圧波形を変更可能とした

請求項 2 0 ～ 2 3 のいずれか 1 項に記載の表面加工方法。

[請求項25] 2 つの電極間への主電圧の印加に応じて発生されたプラズマを被加工物の表面に照射してその表面の加工を行う方法であって、

前記 2 つの電極の一方と前記被加工物との間にバイアス電圧を印加するとともに、交流電圧として供給される前記主電圧の周波数と、同じく交流電圧として供給される前記バイアス電圧の周波数とを異ならせるようにした

ことを特徴とする表面加工方法。

[請求項26] 前記主電圧の周波数及び前記バイアス電圧の周波数を、前記被加工物の表面に第 1 の凹部を形成するとともに、同被加工物の表面に一定の間隔で前記第 1 の凹部よりも深い第 2 の凹部を形成するように設定した

ことを特徴とする請求項 25 に記載の表面加工方法。

[請求項27] 前記第 2 の凹部の深さを 5 マイクロメートルとし、同第 2 の凹部の間隔を 1 ミリメートルとする

請求項 26 に記載の表面加工方法。

[請求項28] 前記バイアス電圧の周波数を変更可能とした

請求項 25 ～ 27 のいずれか 1 項に記載の表面加工方法。

[請求項29] 内部に空間の形成された導電性ハウジングと、そのハウジングの内部に配設された棒状電極とを前記 2 つの電極とするとともに、前記導電性ハウジングと前記棒状電極との間に前記主電圧を印加した状態で前記導電性ハウジング内にプラズマ原料ガスを注入することでプラズマを発生させる

請求項 20 ～ 28 のいずれか 1 項に記載の表面加工方法。

[請求項30] 平行に対向された 1 対の平板電極を前記 2 つの電極とするとともに、前記平板電極間に前記主電圧を印加した状態でそれらの間にプラズマ原料ガスを注入することでプラズマを発生させる

請求項 20 ～ 28 のいずれか 1 項に記載の表面加工方法。

[請求項31] 当該表面加工方法により、前記被加工物の摺動面を加工する

請求項 20 ～ 30 のいずれか 1 項に記載の表面加工方法。

[請求項32] 前記被加工物は、アルミニウム合金製のエンジン部品である

請求項 2 0 ～ 3 1 のいずれか 1 項に記載の表面加工方法。

[請求項33]

前記被加工物は、エンジンのシール部品である

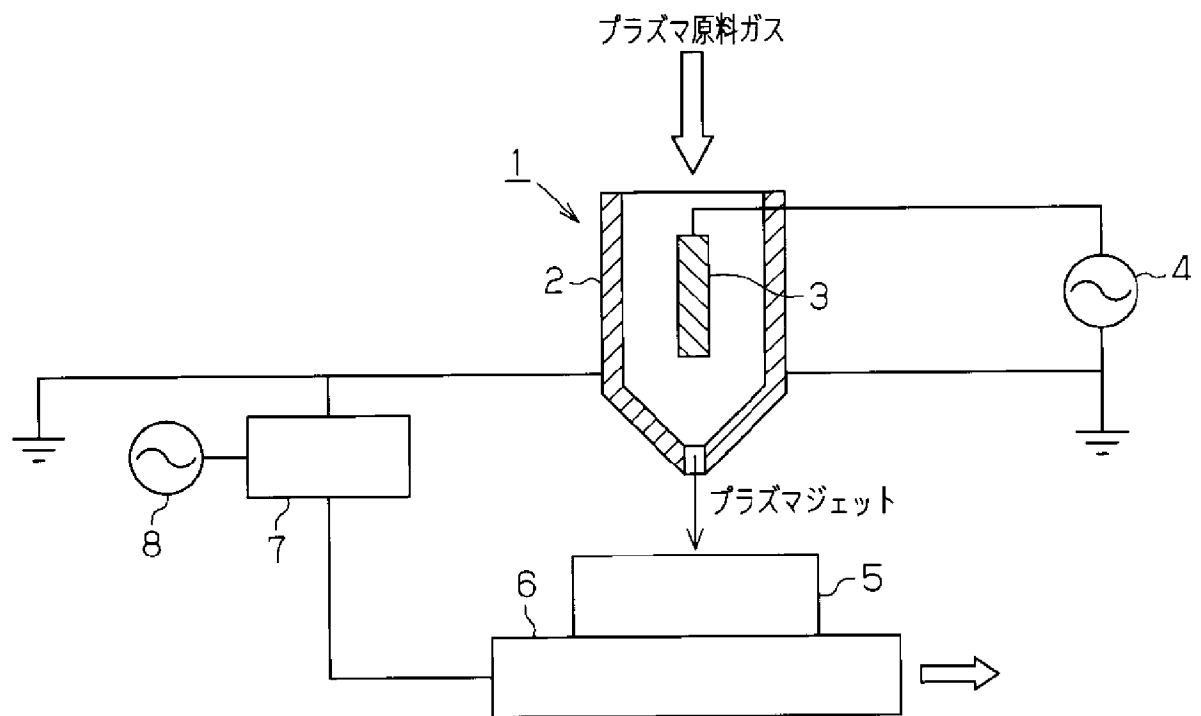
請求項 2 0 ～ 3 2 のいずれか 1 項に記載の表面加工方法。

[請求項34]

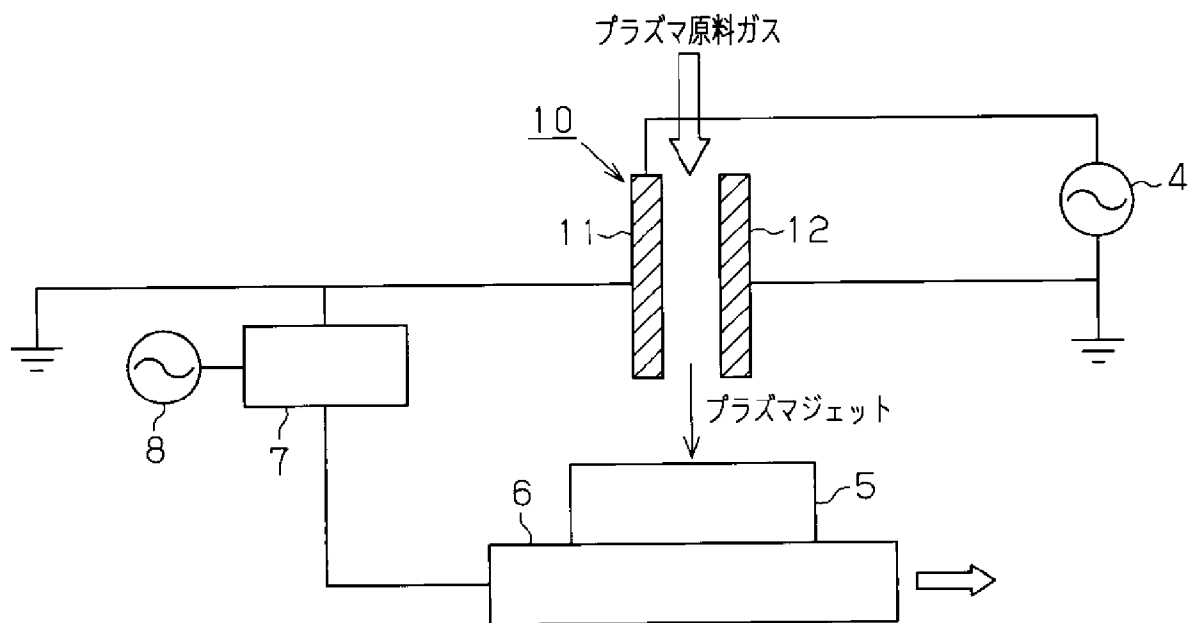
前記被加工物は、エンジンのシリンダーライナーである

請求項 2 0 ～ 3 3 のいずれか 1 項に記載の表面加工方法。

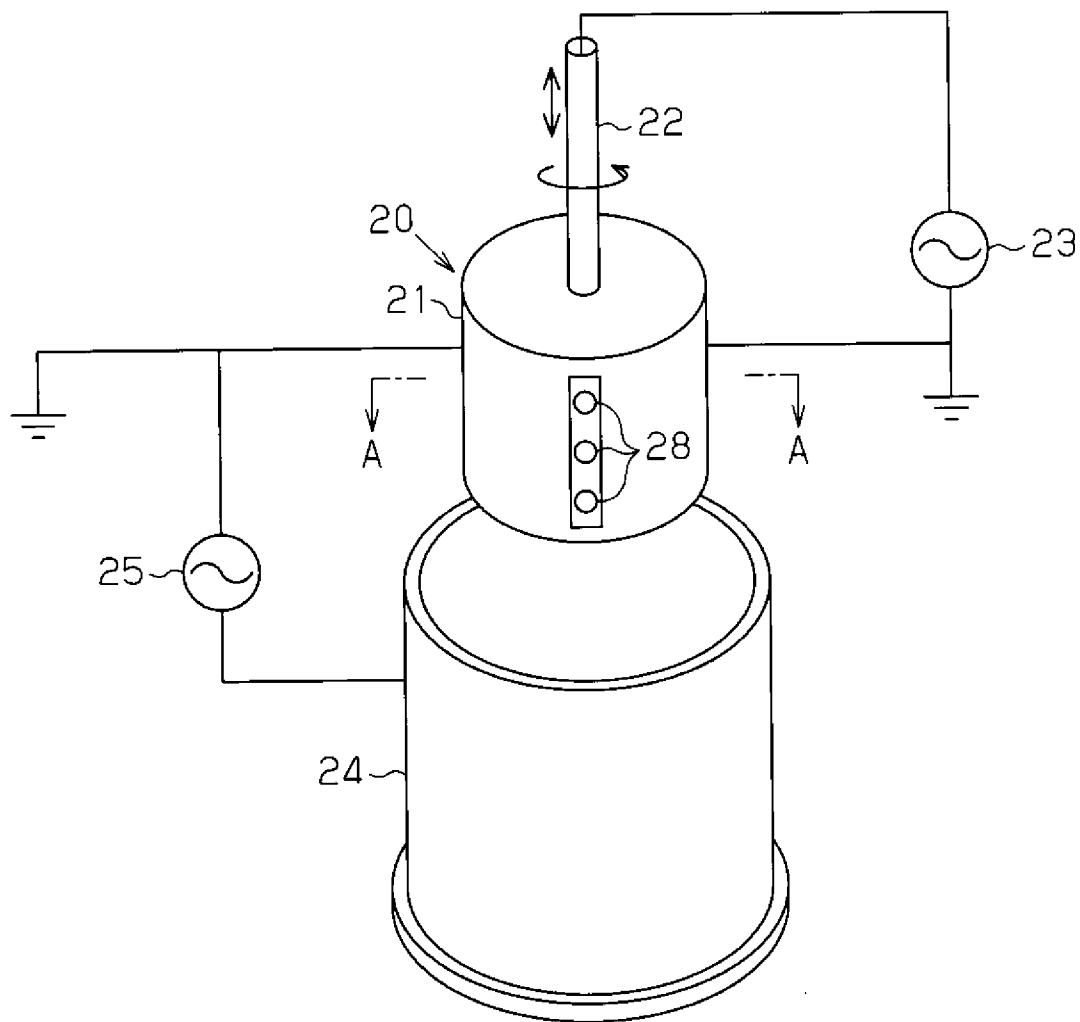
[図1]



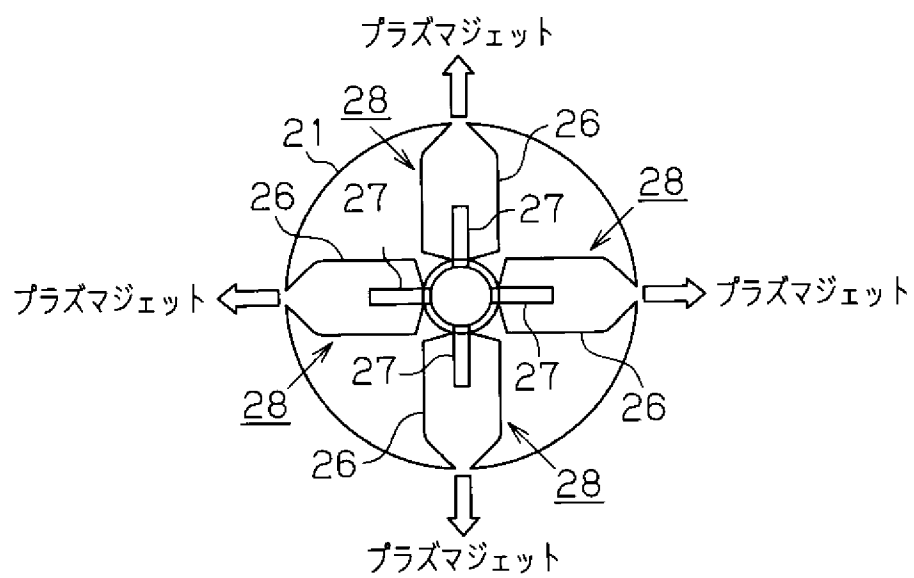
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05H1/24(2006.01) i, F02F1/00(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)

H05H1/24, F02F1/00

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
Y	JP 2011-17277 A (Toyota Motor Corp.), 27 January 2011 (27.01.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-34
Y	JP 2010-103455 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 May 2010 (06.05.2010), paragraphs [0001], [0010] to [0017], [0023]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-34
Y	JP 1-184922 A (Canon Inc.), 24 July 1989 (24.07.1989), page 2, upper left column, lines 1 to 5; page 5, upper left column, line 2 to lower left column, line 4; fig. 4 & US 5024716 A & US 5034086 A	1-34



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

16 August, 2011 (16.08.11)

Date of mailing of the international search report

23 August, 2011 (23.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063518

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 61-157875 A (Teikoku Piston Ring Co., Ltd.), 17 July 1986 (17.07.1986), page 2, upper left column, lines 3 to 6; page 4, upper right column, line 18 to lower right column, line 4; fig. 5 (Family: none)	3-4, 7-8, 22-23, 26-27
Y	JP 2009-302134 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 24 December 2009 (24.12.2009), paragraphs [0001], [0016] to [0029]; fig. 1, 3 (Family: none)	11, 30

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H05H1/24(2006.01)i, F02F1/00(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. H05H1/24, F02F1/00

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
Y	JP 2011-17277 A (トヨタ自動車株式会社) 2011.01.27, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-34
Y	JP 2010-103455 A (三菱電機株式会社) 2010.05.06, 段落【0001】、【0010】～【0017】、【0023】、図1、図3 (ファミリーなし)	1-34

☒ 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

1 6 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 8 . 2 0 1 1

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)

林 靖

2 I

3 4 8 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

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
Y	JP 1-184922 A (キヤノン株式会社) 1989.07.24, 第2頁左上欄第1行～第5行、第5頁左上欄第2行～左下欄第4行、第4図 & US 5024716 A & US 5034086 A	1-34
Y	JP 61-157875 A (帝国ピストンリング株式会社) 1986.07.17, 第2頁左上欄第3行～第6行、第4頁右上欄第18行～右下欄第4行、第5図 (ファミリーなし)	3-4, 7-8, 22-23, 26-27
Y	JP 2009-302134 A (積水化学工業株式会社) 2009.12.24, 段落【0001】、【0016】～【0029】、図1、図3 (ファミリーなし)	11, 30