(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
2014 年 11 月 20 日(20.11.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/185107 A1

(51) 国際特許分類:
B23H 3/04 (2006.01) *B23H 9/14* (2006.01)
B23H 9/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053545

(22) 国際出願日: 2014 年 2 月 14 日(14.02.2014)

(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 2013-104391 2013 年 5 月 16 日(16.05.2013) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 向井 洋介(**MUKAI Yosuke**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 田村 和久(**TAMURA Kazuhisa**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 浅野 伸(**ASANO Shin**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 小林 哲平(**KOBAYASHI Tetsuhei**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 新谷 智史(**SHINTANI Tomofumi**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 森 隆一郎, 外(**MORI Ryuichirou** et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

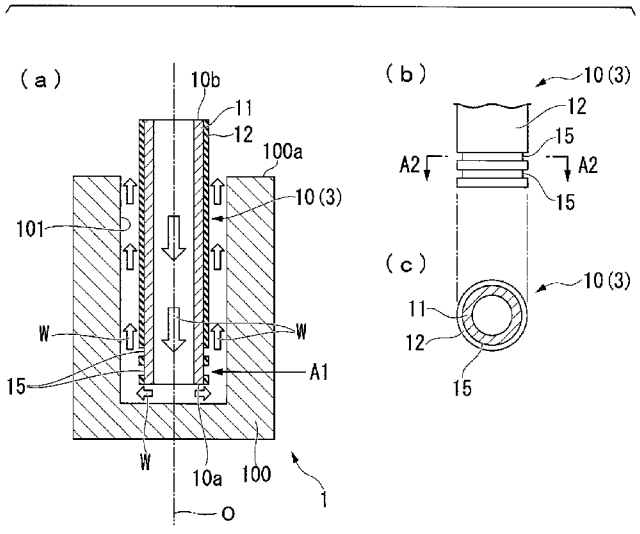
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: ELECTROCHEMICAL MACHINING TOOL, ELECTROCHEMICAL MACHINING SYSTEM, AND METHOD OF MANUFACTURING PERFORATED MEMBER

(54) 発明の名称 : 電解加工工具、電解加工システム、及び孔空き部材の製造方法



(57) **Abstract**: In order to increase the current-carrying area, suppress the frequency of short circuits, and make possible electrochemical machining, this electrochemical machining tool (3) has a tool main body (10) provided with an electrode (11) which is formed from a flexible conductive material having a cylindrical shape extending along the axis (O) and on the inside of which an electrolyte (W) flows towards the leading end (10a), and with an insulation layer (12) which covers the outer peripheral surface of the electrode (11) so as to expose the leading end surface of the electrode (11). A non-insulated part (15) which exposes the outer peripheral surface of the electrode (11) is formed on the tool main body (10), and this non-insulated part (15) is sandwiched on both sides in the direction of the axis (O) by the insulation layer (12).

(57) 要約: 通電面積を増大させつつ、短絡頻度を抑えて電解加工が可能とすべく、本発明の電解加工工具では、軸線（Ｏ）に沿って延びる筒状をなして可撓性を有する導電性材料からなり、内側を先端（１０ａ）側に向かって電解液（Ｗ）が流通する電極（１１）と、電極（１１）の先端面を露出させるように電極（１１）の外周面に被覆された絶縁層（１２）とを有する工具本体（１０）を備え、工具本体（１０）に電極（１１）の外周面を露出させる非絶縁部（１５）が形成され、この非絶縁部（１５）が軸線（Ｏ）方向から絶縁層（１２）に挟まれている電解加工工具（３）とした。

WO 2014/185107 A1

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 ：

電解加工工具、電解加工システム、及び孔空き部材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、電解液を介して電極と被加工材との間を通電することにより、被加工材を電解加工する電解加工工具、及びこの電解加工工具を備えた電解加工システムに関する。

本願は、２０１３年５月１６日に出願された特願２０１３－１０４３９１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] 機械加工が困難な難削材の穿孔加工は、一般的に電解加工法や放電加工法によって行われている。特に高アスペクト比を有する難削材に対して穿孔加工をする際には電解加工法が用いられる（例えば、特許文献１）。

[0003] ところで、電解加工によって被加工材に長孔を加工する際に、加工速度を増大させるためには電流を増加させる必要がある。通常、電流を増加させるためには印加電圧を増加させるが、安全上、省エネ等の観点から印加電圧は小さく抑えることが好ましい。

[0004] このような状況を鑑みて、印加電圧を増加させることなく加工速度を増大させる手法として、電極の肉厚を増やすことで電解加工に用いる電極の通電面積を増大させる手法を用いることが考えられる。ところが、電極の肉厚は加工孔径や電極に供給される電解液量によって制約される。よって、通電面積を増大させるために単純に電極の肉厚を変更することは難しい。

ここで、電極は外周面を絶縁部材によってコーティングされているため、このコーティングを剥離することによっても通電面積を増やすことが可能である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１２－３５３６９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、通電面積を増大させるために電極のコーティングを一様に剥離した場合には、剥離面積が大きくなって電極と被加工材との間での短絡の頻度が増加してしまう可能性がある。

[0007] 本発明は、通電面積を増大させつつ、短絡頻度を抑えて電解加工が可能な電解加工工具、電解加工システム、孔空き部材の製造方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第一の態様に係る電解加工工具は、軸線に沿って延びる筒状をなして可撓性を有する導電性材料からなり、内側を先端側に向かって電解液が流通する電極と、該電極の先端面を露出させるように該電極の外周面に被覆された絶縁層とを有する工具本体を備え、前記工具本体に前記電極の外周面を露出させる非絶縁部が形成され、該非絶縁部が軸線方向及び周方向の少なくとも一方から前記絶縁層に挟まれている。

[0009] このような電解加工工具では、電解液を介して電極の先端面と被加工材の加工孔の内面との間で通電されることにより、被加工材が電解して加工孔がより深く加工されていく。この際、非絶縁部によって外周面での通電が可能となる。このため、工具本体と被加工材との間の通電面積が増大し、印加電圧の上昇を抑制しつつ、加工速度の向上が可能となる。

この非絶縁部は絶縁層に挟まれるようにして形成されているため、非接触部の被加工材への直接接触してしまう頻度を低減できる。

[0010] 本発明の第二の態様に係る電解加工工具では、上記第一の態様における前記非絶縁部は、前記軸線を中心として前記周方向の全域にわたって延びるリング状に形成され、前記軸線方向から前記絶縁層に挟まれていてもよい。

[0011] リング状の非絶縁部を形成することによって、非絶縁部を軸線方向から挟み込む絶縁層が非絶縁部の被加工材への接触を抑制する。従って、通電面積を増大させながら短絡の頻度の抑制が可能である。

また例えば、複数の非絶縁部を軸線方向に絶縁層と交互に配されるように形成することで、リング状の非絶縁部一箇所当たりの面積が小さくとも、トータルの非絶縁部の面積を大きくすることができる。この場合にも通電面積を確保しながら、交互に配された絶縁層によって短絡頻度の抑制が可能となる。

[0012] 本発明の第三の態様に係る電解加工工具では、上記第一の態様における前記非絶縁部は、前記工具本体の前記先端から前記軸線方向後端側に延びるように形成され、前記周方向から前記絶縁層に挟まれていてもよい。

[0013] このように非絶縁部が形成されていることによって、非絶縁部を周方向から挟み込む絶縁層が非絶縁部の被加工材への接触を抑制する。従って、通電面積を増大させるとともに、短絡頻度の抑制が可能である。

[0014] 本発明の第四の態様に係る電解加工工具では、上記第三の態様における前記非絶縁部は、前記周方向に間隔をあけて複数が形成されていてもよい。

[0015] 前記周方向から前記絶縁層に挟まれた非絶縁部を、周方向に複数形成することで、短絡頻度の抑制を可能としながら、通電面積をさらに増大できる。よって、さらなる印加電圧の抑制につながる。

[0016] 本発明の第五の態様に係る電解加工工具では、上記第一の態様における前記非絶縁部は、前記軸線方向に延びるように形成され、前記周方向及び前記軸線方向から前記絶縁層に挟まれていてもよい。

[0017] このように非絶縁部が形成されていることによって、電極の先端の外周面には絶縁層が形成されていることとなる。従って、工具本体が被加工材へ接触し易い先端において短絡が防止され、より短絡頻度を低減することが可能である。

[0018] 本発明の第六の態様に係る電解加工工具では、上記第五の態様における前記非絶縁部は、前記周方向に間隔をあけて複数が形成されていてもよい。

[0019] 非絶縁部を周方向に複数形成することで、短絡頻度の抑制を可能としながら、さらに通電面積を増大させることができる。よって、さらなる印加電圧の抑制につながる。

[0020] 本発明の第七の態様に係る電解加工システムは、上記第一から第六のいずれかの態様における前記電解加工工具と、前記電解加工工具を被加工材に対して所定の進行方向となるように案内するガイド部と、前記電解加工工具を進行させる移動機構とを備えている。

[0021] このような電解加工システムでは、電解加工工具において非絶縁部は絶縁層に挟まれるようにして形成されている。このため、非接触部が被加工材に直接接触する頻度を低減することができる。よって通電面積を増大させながら短絡頻度を抑制して電解加工を行うことが可能となる。

[0022] また、本発明の第八の態様に係る孔空き部材の製造方法は、上記第一から第六のいずれかの態様における前記電解加工工具を用いて被加工材に加工孔を形成する。

[0023] このような孔空き部材の製造方法によると、電解加工工具において非絶縁部は絶縁層に挟まれるようにして形成されている。このため、非接触部が直接被加工材に接触する頻度を低減することができる。よって通電面積を増大させつつ短絡頻度を抑制して電解加工を行うことが可能となる。

発明の効果

[0024] 上記の電解加工工具、電解加工システム、孔空き部材の製造方法によると、非絶縁部が軸線方向及び周方向の少なくとも一方から絶縁層に挟まれていることで、通電面積を増大させつつ短絡頻度を抑えて電解加工が可能となる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の第一実施形態に係る電解加工システムを示す全体概略図である。

[図2]本発明の第一実施形態に係る電解加工システムを示し、（ａ）は電解加工工具及び被加工材を示す縦断面図であって、（ｂ）は（ａ）のＡ１矢視図、（ｃ）は（ｂ）のＡ２－Ａ２断面図である。

[図3]本発明の第二実施形態に係る電解加工システムを示し、（ａ）は電解加工工具及び被加工材を示す縦断面図であって、（ｂ）は（ａ）のＢ１矢視図

、（ｃ）は（ｂ）のＢ２－Ｂ２断面図である。

[図4]本発明の第二実施形態の変形例に係る電解加工システムを示し、（ａ）は電解加工工具及び被加工材を示す縦断面図であって、（ｂ）は（ａ）のＢ１１矢視図、（ｃ）は（ｂ）のＢ２１－Ｂ２１断面図である。

[図5]本発明の第三実施形態に係る電解加工システムを示し、（ａ）は電解加工工具及び被加工材を示す縦断面図であって、（ｂ）は（ａ）のＣ１矢視図、（ｃ）は（ｂ）のＣ２－Ｃ２断面図である。

[図6]本発明の第四実施形態に係る電解加工システムを示し、（ａ）は電解加工工具及び被加工材を示す縦断面図であって、（ｂ）は（ａ）のＤ１矢視図、（ｃ）は（ｂ）のＤ２－Ｄ２断面図である。

[図7]本発明の第五実施形態に係る電解加工システムを示し、（ａ）は電解加工工具及び被加工材を示す縦断面図であって、（ｂ）は（ａ）のＥ１矢視図、（ｃ）は（ｂ）のＥ２－Ｅ２断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] 〔第一実施形態〕

以下、本発明の第一実施形態に係る電解加工システムについて説明する。

電解加工システム１は、被加工材１００に対して、直線状の加工孔１０１を形成する装置である。本実施形態では一例として、被加工材１００はガスタービンのタービン翼であり、被加工材１００の加工孔１０１はタービン翼を冷却するための冷却孔となっている。

以下、加工孔１０１を有する被加工材１００の製造方法、即ち、孔空き部材の製造方法を交えて説明する。

[0027] 図１に示すように、この電解加工システム１は、被加工材１００へ加工孔１０１を形成する複数の電解加工工具３と、この電解加工工具３を進行させる移動機構４と、電解加工工具３を進行させる際にこの電解加工工具３を案内するガイド部５とを備えている。移動機構４は電解加工工具３を回転させる機能を備えていてもよく、電解加工システム１は、複数の電解加工工具３を備えた構成だけでなく、一の電解加工工具３を備えた構成であってもよい

。

[0028] 移動機構４は、電解加工工具３を被加工材１００に対して進退させる。本実施形態の移動機構４は、被加工材１００であるタービン翼の先端１００ａ側に配置され、この先端１００ａに対して進退移動可能になっている。移動機構４は、電解加工工具３を回転させながら進行させてもよい。

[0029] そしてこの移動機構４は、例えば図示しない電動機等の駆動源を用いて、電解加工工具３の進退移動を行なう。

[0030] この移動機構４は、被加工材１００側の面に、電解加工工具３の基端（後述する基端１０ｂ）を把持する複数の把持部４ａを有している。この把持部４ａは、内部が中空状とされた筒状をなしており、その一端側に電解加工工具３の基端が挿入されることで電解加工工具３を把持可能となっている。また、把持部４ａの他端側は、不図示の電解液流通路に接続されており、この電解液流通路を介して把持部４ａの内部に電解液Ｗ（図２参照）が供給される。この電解液Ｗの供給量は、図示しない流量制御装置によって任意に調整可能とされている。電解液Ｗとしては、例えば硫酸、硝酸、食塩水等が用いられる

[0031] ガイド部５は、移動機構４と被加工材１００の先端１００ａ（タービン翼のチップシュラウド）との間に配置されている。ガイド部５は、移動機構４によって進退される電解加工工具３を被加工材１００の先端１００ａに対して所定の進行方向となるように案内する。このガイド部５には、移動機構４側と被加工材１００側とを互いに連通する複数のガイド孔５ａが穿設されている。これらガイド孔５ａにはそれぞれ電解加工工具３が移動機構４側から被加工材１００側に向かって挿通されている。この状態でこれら電解加工工具３が移動機構４によって前進させられることで、ガイド孔５ａの配置に応じて被加工材１００の先端１００ａにおける所望の位置に、かつ、先端１００ａに対して所望の角度で、電解加工工具３を導入することが可能である。

[0032] 次に、電解加工工具３について説明する。

電解加工工具３は、被加工材１００に加工孔（タービン翼の冷却孔）１０

１を電解加工により形成するものである。電解加工工具３は、電極１１、及びこの電極１１を外周から覆う絶縁層１２を有して、全体として筒状をなす工具本体１０を備えている。

また、図２に示すように、この工具本体１０には、外周面の一部が絶縁層１２によって覆われずに電極１１が露出する非絶縁部１５が形成されている。

[0033] 工具本体１０における電極１１は、軸線Ｏに沿って延びる筒状をなしており、例えばステンレス、銅、チタン等の可撓性を有する導電性材料によって形成されている。この電極１１の内側の中空部分（電極１１の内部）は、移動機構４の把持部４ａの中空部分と連通している。これによって、電極１１の内部には、工具本体１０の基端１０ｂ側（移動機構４側）から先端１０ａ側（被加工材１００側）に向かって、電解加工に供される電解液Ｗが流通する。

[0034] 先端１０ａ側での電極１１の端面は、軸線Ｏに直交する平坦状、もしくはテーパ形状をなしている（本実施形態では平坦状）。本実施形態では電極１１は円筒状をなしているが、例えば断面多角形の角筒状をなしていてもよい。

[0035] 工具本体１０における絶縁層１２は例えば電気絶縁性を有するポリエステル系の樹脂等によって形成されている。絶縁層１２は電極１１の外周面に被覆されている。先端１０ａ側での電極１１の端面は絶縁層１２によって覆われずに電極１１が露出している。

[0036] 非絶縁部１５は、工具本体１０の先端１０ａと基端１０ｂとの間の先端１０ａ寄りの中途位置で、電極１１の外周面が周方向の全域にわたって軸線Ｏを中心としてリング状に露出することで、被加工材１００と径方向に対向するように形成されている。即ち、非絶縁部１５は、絶縁層１２に軸線Ｏ方向から挟まれるようにして形成されている。また本実施形態では、非絶縁部１５は、軸線Ｏ方向に間隔をあけて二つが形成されている。なお、非絶縁部１５の数量は本実施形態のような二つの場合に限定されず、少なくとも一つが

形成されていればよい。

[0037] そして、非絶縁部１５は、工具本体１０の先端１０ａから導出される電解液Ｗを介して被加工材１００との間で通電可能となっている。

[0038] このような電解加工システム１においては、電解加工工具３によって、電極１１の内部を流通した電解液Ｗが工具本体１０の先端１０ａから導出される。そして、この導出された電解液Ｗを介して、工具本体１０の先端１０ａの端面と、被加工材１００の加工孔１０１の内面との間が通電し、被加工材１００が電解して加工孔１０１が軸線Ｏ方向に向かってより深く加工されていく。

[0039] 加工の際、非絶縁部１５が形成されていることで、工具本体１０の先端１０ａにおける軸線Ｏ方向を向く端面だけでなく、電極１１の外周面においても被加工材１００との間で通電が可能となる。このため、被加工材１００との間での通電面積が増して、印加電圧の上昇を抑制しつつ、加工速度の向上を図ることができる。

[0040] さらに、非絶縁部１５は軸線Ｏ方向から絶縁層１２によって挟み込まれるようにして形成されている。このため、この絶縁層１２が非絶縁部１５の被加工材１００への接触頻度を低減することができる。ここで、リング状の非絶縁部１５を複数形成することによって、非絶縁部１５一つ当たりの面積が小さくとも、非絶縁部１５のトータルの面積は大きくできる。

[0041] 本実施形態の電解加工システム１によると、絶縁層１２に軸線Ｏ方向から挟まれるように非絶縁部１５が形成されていることで、通電面積を増大させつつ、短絡頻度を抑えて被加工材１００の電解加工が可能となる。

[0042] 〔第二実施形態〕

次に、本発明の第二実施形態に係る電解加工システム２１について説明する。

第一実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

本実施形態では、工具本体１０に形成された非絶縁部２５が第一実施形態

とは異なっている。

[0043] 図３に示すように、非絶縁部２５は、電極１１の外周面において、径方向から見て四角形状をなしている。この非絶縁部２５は、工具本体１０の先端１０ａの端面における電極１１の露出部分に連続するように軸線Ｏ方向に延びて形成されている。これにより非絶縁部２５は、絶縁層１２に周方向から挟まれるようにして形成されていることになる。この非絶縁部２５は、周方向に一定の間隔をあけて絶縁層１２と周方向に交互となるように複数が形成されている。本実施形態では図３（ｂ）に示すように、四つが形成されている。

[0044] 本実施形態の電解加工システム２１によると、非絶縁部２５によって、電極１１の外周面においても被加工材１００との間で通電が可能となる。このため、通電面積を増大できる。さらに、非絶縁部２５を周方向から挟み込む絶縁層１２が、非絶縁部２５の被加工材１００への接触を抑制する。従って、被加工材１００との間の通電面積を確保しながら、短絡頻度の抑制が可能である。

[0045] また、周方向から絶縁層１２に挟まれた非絶縁部２５を、周方向に複数形成したことで、短絡頻度を抑制しながら、さらなる通電面積の増大につながり、印加電圧をさらに抑制できる。

[0046] なお、非絶縁部２５の形状は上述した四角形状に限定されず、径方向から見て円形状や多角形状等、様々な形状としてよい。即ち、少なくとも周方向から絶縁層１２に挟まれるように形成されていればよい。

[0047] 本実施形態では、加工孔１０１の断面形状は非絶縁部２５が形成された位置でのみ拡径するような花形状となる。一方で電解加工工具３を回転させてもよく、この場合には、加工孔１０１は真円に近い断面形状となる。

[0048] ここで図４に示すように、複数の非絶縁部２５Ａが、径方向から見て基端１０ｂ側に向かうに従って周方向の一方側に向って傾斜するように形成されていてもよい。この場合、隣接する非絶縁部２５Ａ同士は軸線Ｏ方向の異なる位置で周方向に重なるように形成されている。これにより、電解加工工具

３を進行させて、加工孔１０１の断面形状を真円にすることができる。

非絶縁部２５Ａは直線的に周方向に傾斜する形状をなしていてもよいし、湾曲してスパイラル状に形成されていてもよい。

[0049] 〔第三実施形態〕

次に、本発明の第三実施形態に係る電解加工システム３１について説明する。

第一実施形態及び第二実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

ここで、上記のように電解加工工具３を回転させる場合には、本実施形態の構成を採用してもよい。

即ち、本実施形態では、工具本体１０に形成された非絶縁部３５が第一実施形態及び第二実施形態とは異なっており、電解加工工具３が回転されながら加工が行われる。

[0050] 図５に示すように、非絶縁部３５は、第二実施形態における非絶縁部２５と同様なものが、一つだけ形成されている。即ち、周方向の一箇所のみに電極１１の外周面が露出する部分が存在して、この露出部分が絶縁層１２に周方向から挟まれている。

[0051] 本実施形態の電解加工システム３１によると、第二実施形態と同様に、非絶縁部３５によって、被加工材１００との間での通電面積を増大できる。そして、非絶縁部３５を周方向から挟み込む絶縁層１２が、非絶縁部３５の被加工材１００への接触を抑制する。従って、被加工材１００との間の通電面積を確保しながら、短絡頻度の抑制が可能である。

[0052] 本実施形態では非絶縁部３５が周方向の一箇所のみに形成されているが、例えば移動機構４での電解加工工具３の回転速度、進行速度を適宜調整することで、加工孔１０１の加工を確実に行うことができる。このため、第二実施形態と比べて非絶縁部３５を形成する手間を省きながら、電解加工が可能となる。

[0053] なお、本実施形態においても第二実施形態と同様に、非絶縁部３５の形状

は、径方向から見て円形状や多角形状等、様々な形状としてよい。

[0054] 〔第四実施形態〕

次に、本発明の第四実施形態に係る電解加工システム４１について説明する。

第一実施形態から第三実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

本実施形態では、工具本体１０に形成された非絶縁部４５が第一実施形態から第三実施形態とは異なっている。

[0055] 図６に示すように、非絶縁部４５は、電極１１の外周面において、径方向から見て四角形状をなしている。そして非絶縁部４５は、工具本体１０の先端１０ａの端面における電極１１の露出部分に対して絶縁層１２を挟んで形成され、軸線Ｏ方向に延びている。また、この非絶縁部４５は、周方向に一定の間隔をあけて絶縁層１２と周方向に交互となるように複数が形成されている。本実施形態では図６（ｂ）に示すように、四つが形成されている。これにより非絶縁部４５は、絶縁層１２に周方向及び軸線Ｏ方向から挟まれるようにして形成されていることとなる。

[0056] 本実施形態の電解加工システム４１によると、非絶縁部４５によって被加工材１００との間での通電面積を増大できるとともに、非絶縁部４５を周方向から挟み込む絶縁層１２によって短絡頻度の抑制が可能である。

[0057] 非絶縁部４５によって、工具本体１０の先端１０ａにおける外周面には絶縁層１２が形成されていることとなる。従って、被加工材１００へ接触し易い工具本体１０の先端１０ａにおいて短絡が発生することがなくなるため、より短絡頻度を低減することが可能である。

[0058] また、周方向から絶縁層１２に挟まれた非絶縁部４５を、周方向に複数形成したことで、短絡頻度を抑制しながら、さらなる通電面積の増大につながり、加工速度の向上を達成できる。

[0059] 非絶縁部４５の形状は上述した四角形状に限定されず、径方向から見て円形状や多角形状等、様々な形状としてよい。即ち、少なくとも周方向から絶

縁層１２に挟まれるように形成されていればよい。

[0060] 非絶縁部４５は、周方向及び軸線Ｏ方向から挟まれていればよく、例えば径方向から見て格子状や、軸線Ｏ方向又は周方向に延びるスリット状等に形成されていてもよい。

[0061] 本実施形態では第二実施形態と同様に、加工孔１０１の断面形状は非絶縁部４５が形成された位置でのみ拡径するような花形状となる。一方で電解加工工具３を回転させてもよく、この場合には、加工孔１０１は真円に近い断面形状となる。

[0062] 〔第五実施形態〕

次に、本発明の第五実施形態に係る電解加工システム５１について説明する。

第一実施形態から第四実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

ここで、上記のように電解加工工具３を回転させる場合には、本実施形態の構成を採用してもよい。

即ち、本実施形態では、工具本体１０に形成された非絶縁部５５が第一実施形態から第四実施形態とは異なっており、電解加工工具３が回転されながら加工が行われる。

[0063] 図７に示すように、非絶縁部５５は、第四実施形態における非絶縁部４５と同様なものが一つだけ形成されている。即ち、周方向に一箇所のみ電極１１の外周面が露出する部分が存在して、この露出部分が絶縁層１２に周方向及び軸線Ｏ方向から挟まれている。

[0064] 本実施形態の電解加工システム５１によると、第四実施形態と同様に、非絶縁部５５によって被加工材１００との間での通電面積を増大でき、短絡頻度の抑制が可能である。

[0065] 本実施形態では非絶縁部５５が周方向の一部にのみ形成されているが、例えば移動機構４での電解加工工具３の回転速度、進行速度を適宜調整することで、加工孔１０１の加工を確実に行うことができる。このため、第四実施

形態と比べて非絶縁部５５を形成する手間を省きながら、電解加工が可能となる。

[0066] 本実施形態においても第二実施形態から第四実施形態と同様に、非絶縁部５５の形状は、径方向から見て円形状や多角形状等、様々な形状としてよい。

[0067] 非絶縁部５５は、周方向及び軸線Ｏ方向から挟まれていればよく、例えば径方向から見て格子状や、軸線Ｏ方向又は周方向に延びるスリット状等に形成されていてもよい。

[0068] 以上、本発明の実施形態について詳細を説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内において、多少の設計変更も可能である。

例えば、第一実施形態から第五実施形態の非絶縁部１５、２５（２５Ａ）、３５、４５、５５を混在させて形成してもよい。

[0069] さらに、非絶縁部１５、２５（２５Ａ）、３５、４５、５５は、上述の実施形態では工具本体１０の先端１０ａ寄りの位置に形成されているが、このような位置に限定されない。また、電極１１の外周面の全範囲に形成してもよく、この場合にはさらなる通電面積の増大につながる。

産業上の利用可能性

[0070] 上記の電解加工工具、電解加工システム、及び孔空き部材の製造方法によると、非絶縁部が軸線方向及び周方向の少なくとも一方から前記絶縁層に挟まれていることで、通電面積を増大させつつ短絡頻度を抑えて電解加工が可能となる。

符号の説明

[0071] １ 電解加工システム

３ 電解加工工具

４ 移動機構

４ａ 把持部

５ ガイド部

５ａ ガイド孔

１０　　工具本体

１０ａ　　先端

１０ｂ　　基端

１１　　電極

１２　　絶縁層

１５　　非絶縁部

１００　　被加工材

１００ａ　　先端

１０１　　加工孔

Ｏ　　軸線

Ｗ　　電解液

２１　　電解加工システム

２５、２５Ａ　　非絶縁部

３１　　電解加工システム

３５　　非絶縁部

４１　　電解加工システム

４５　　非絶縁部

５１　　電解加工システム

５５　　非絶縁部

請求の範囲

[請求項1] 軸線に沿って延びる筒状をなして可撓性を有する導電性材料からなり、内側を先端側に向かって電解液が流通する電極と、該電極の先端面を露出させるように該電極の外周面に被覆された絶縁層とを有する工具本体を備え、

前記工具本体に前記電極の外周面を露出させる非絶縁部が形成され、

該非絶縁部が軸線方向及び周方向の少なくとも一方から前記絶縁層に挟まれている電解加工工具。

[請求項2] 前記非絶縁部は、前記軸線を中心として前記周方向の全域にわたって延びるリング状に形成され、前記軸線方向から前記絶縁層に挟まれている請求項１に記載の電解加工工具。

[請求項3] 前記非絶縁部は、前記工具本体の前記先端から前記軸線方向後端側に延びるように形成され、前記周方向から前記絶縁層に挟まれている請求項１に記載の電解加工工具。

[請求項4] 前記非絶縁部は、前記周方向に間隔をあけて複数が形成されている請求項３に記載の電解加工工具。

[請求項5] 前記非絶縁部は、前記軸線方向に延びるように形成され、前記周方向及び前記軸線方向から前記絶縁層に挟まれている請求項１に記載の電解加工工具。

[請求項6] 前記非絶縁部は、前記周方向に間隔をあけて複数が形成されている請求項５に記載の電解加工工具。

[請求項7] 請求項１から６のいずれか一項に記載の電解加工工具と、

前記電解加工工具を被加工材に対して所定の進行方向となるように案内するガイド部と、

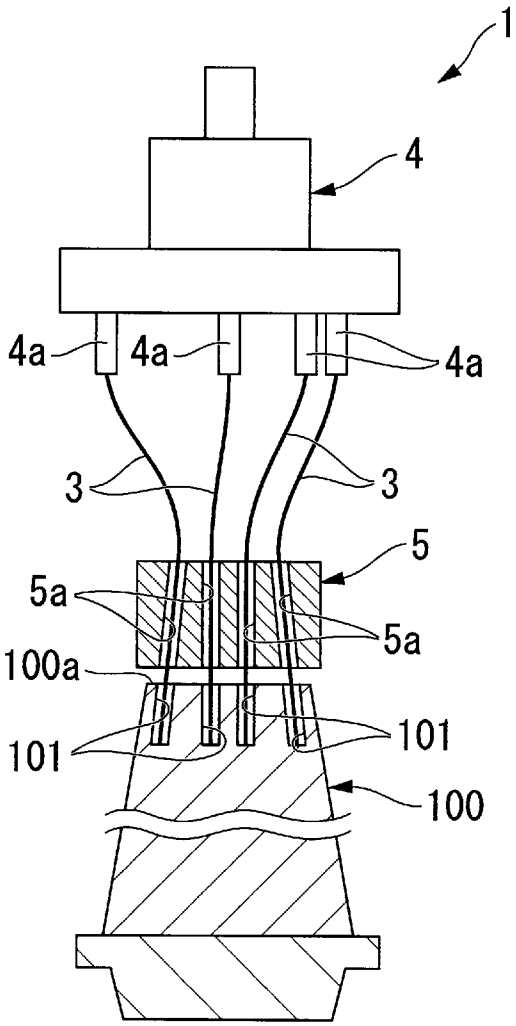
前記電解加工工具を進行させる移動機構と、

を備える電解加工システム。

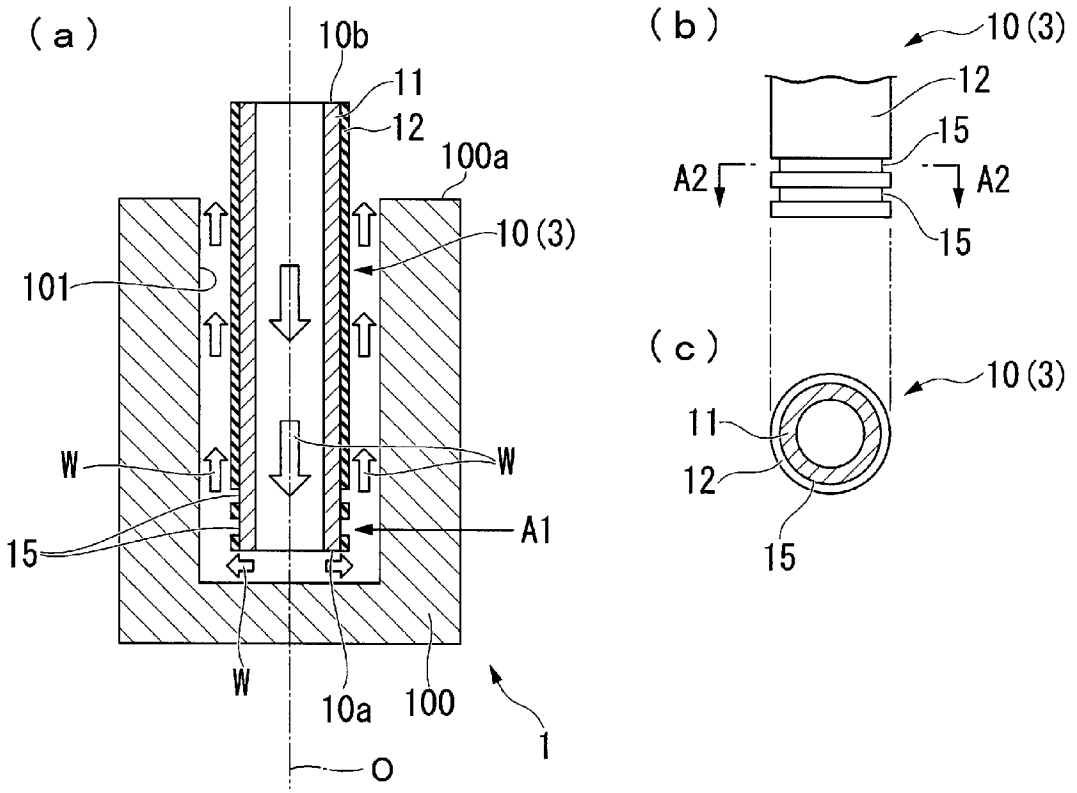
[請求項8] 請求項１から６のいずれか一項に記載の電解加工工具を用いて被加

工材に加工孔を形成する孔空き部材の製造方法。

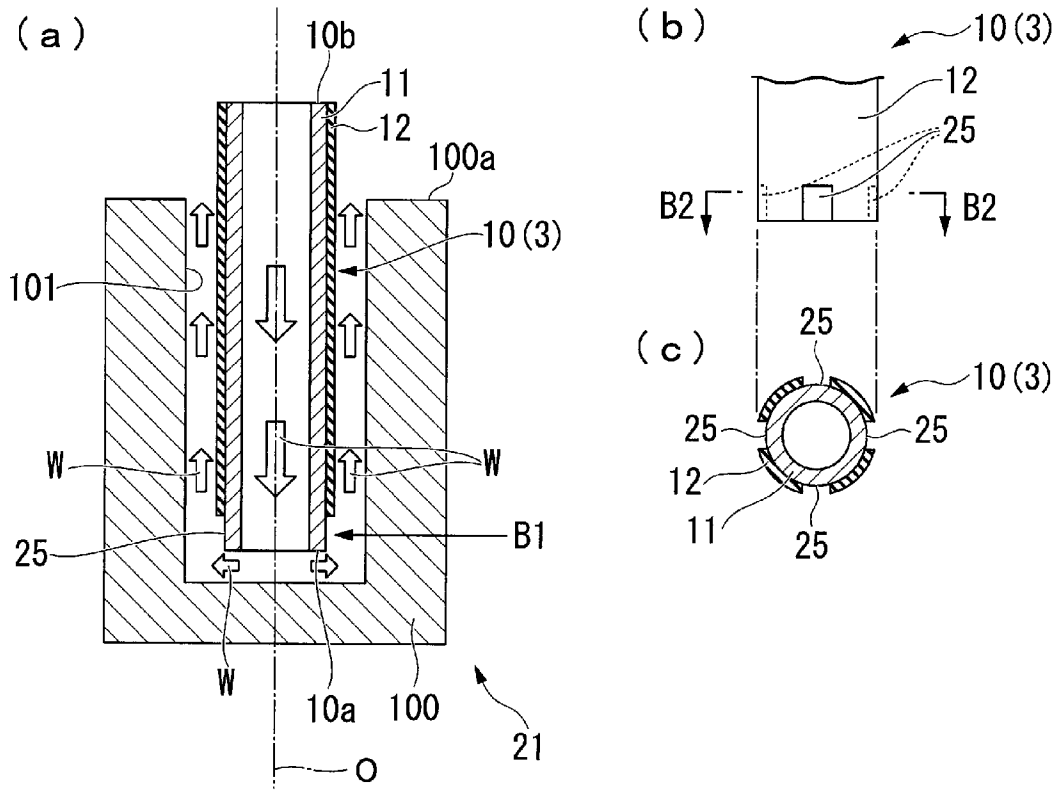
[図1]



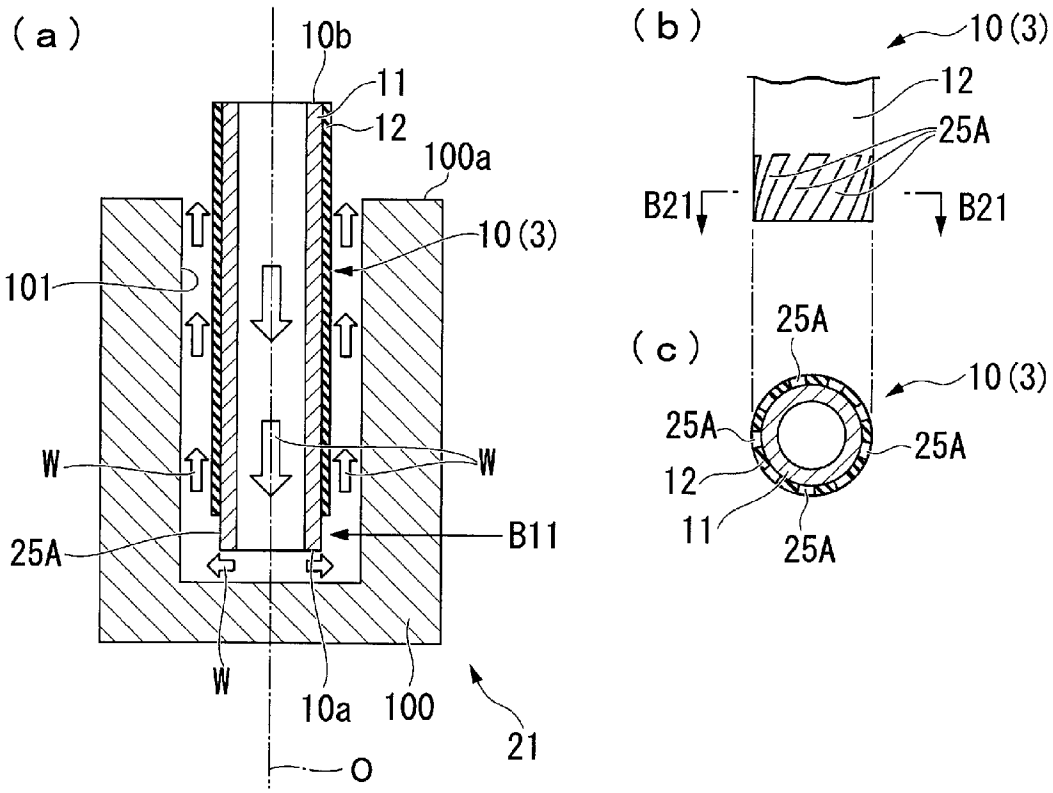
[図2]


(a)
10b
11
12
100a
10(3)
101
W
W
15
A1
W
10a
100
1
O
(b)
10(3)
12
15
A2
A2
15
(c)
10(3)
11
12
15

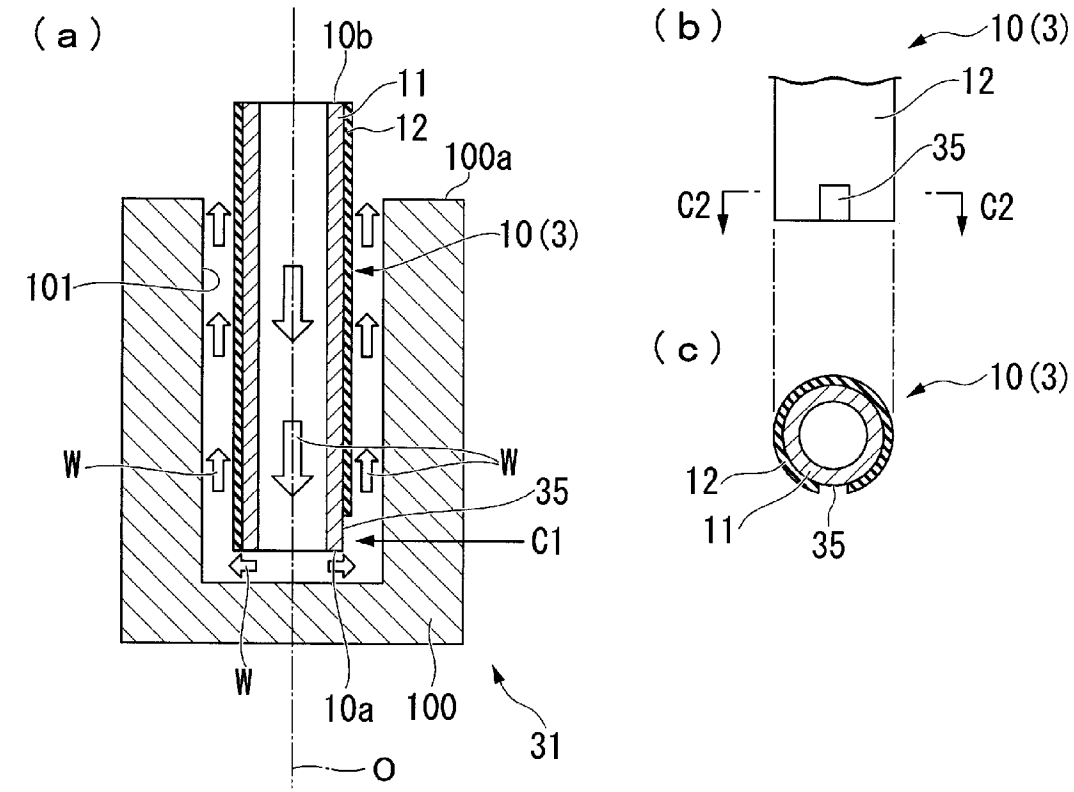
[図3]


(a)
10b
11
12
100a
10(3)
101
W
W
25
B1
W
10a
100
21
O
(b)
10(3)
12
25
B2
B2
(c)
25
10(3)
25
25
12
11
25

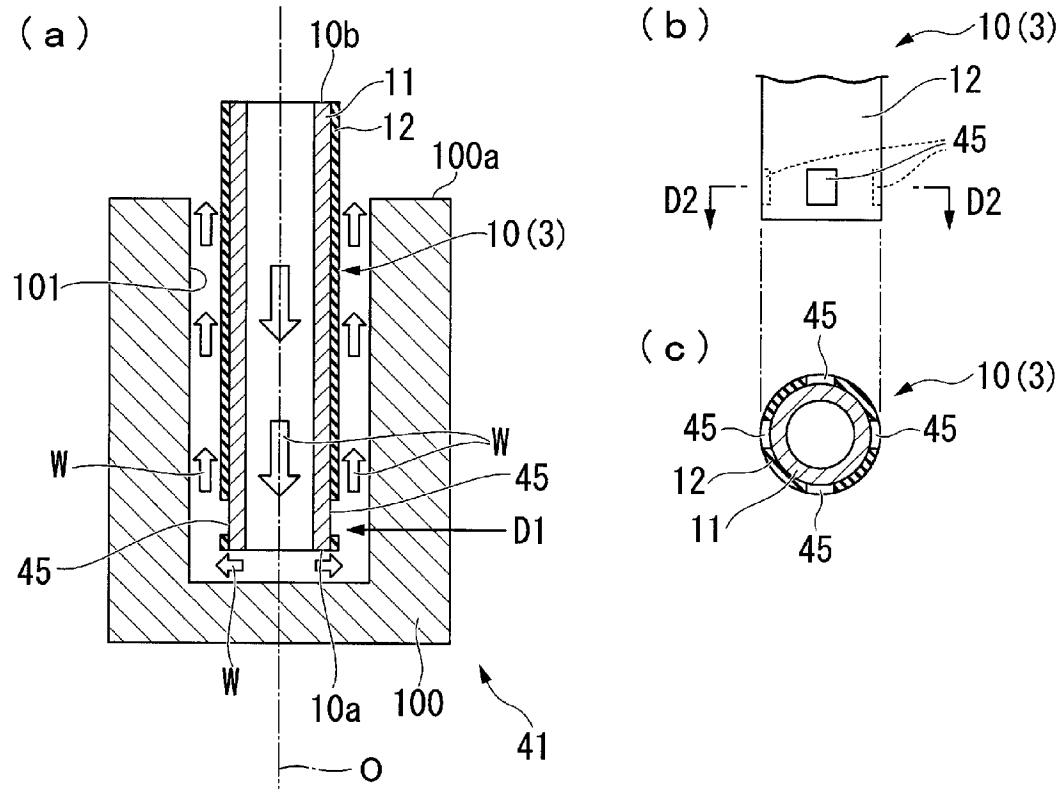
[図4]


(a)
10b
11
12
100a
10(3)
101
W
W
25A
B11
W
10a
100
21
O
(b)
10(3)
12
25A
B21
B21
(c)
25A
10(3)
25A
25A
12
11
25A

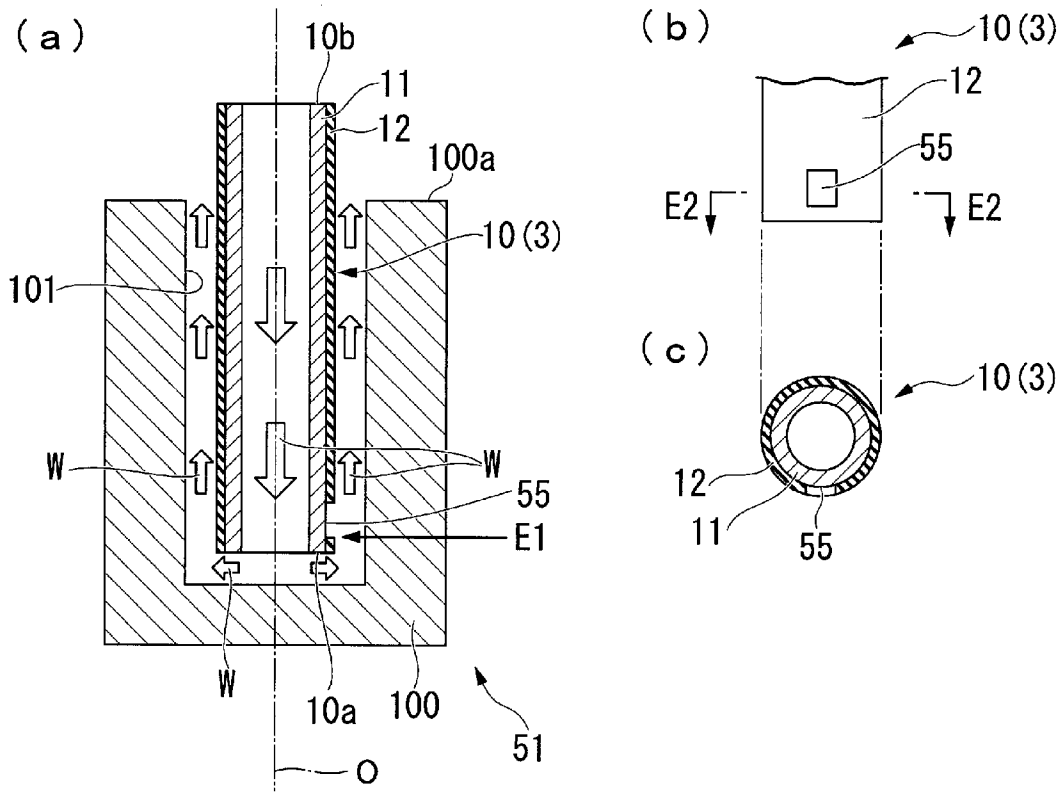
[図5]


(a)
10b
11
12
100a
10(3)
101
W
W
35
C1
W
10a
100
31
O
(b)
10(3)
12
35
C2
C2
(c)
10(3)
12
11
35

[図6]


(a)
10b
11
12
100a
10(3)
101
W
W
45
D1
45
W
10a
100
41
O
(b)
10(3)
12
45
D2
D2
(c)
45
10(3)
45
45
12
11
45

[図7]


(a)
10b
11
12
100a
10(3)
101
W
W
55
E1
W
10a
100
51
O
(b)
10(3)
12
55
E2
E2
(c)
10(3)
12
11
55

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/053545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23H3/04(2006.01)i, *B23H9/10*(2006.01)i, *B23H9/14*(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)
B23H3/04, B23H9/10, B23H9/14

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2002-307249 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 23 October 2002 (23.10.2002), paragraphs [0009] to [0036]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-2,8 7
X Y	US 2009/0277803 A1 (GENERAL ELECTRIC CO.), 12 November 2009 (12.11.2009), paragraphs [0020] to [0047]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1,3-4,8 7
X Y	US 6582584 B2 (GENERAL ELECTRIC CO.), 24 June 2003 (24.06.2003), column 3, lines 6 to 62; fig. 2 to 4 & JP 2003-176704 A & JP 2003-507197 A & EP 1283327 A2 & EP 1220729 A & WO 2001/012372 A1 & KR 10-2003-0014632 A	1,3-6,8 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 17 March, 2014 (17.03.14)	Date of mailing of the international search report 25 March, 2014 (25.03.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/053545

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008-229842 A (General Electric Co.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0007] to [0023]; fig. 1 & US 2008/0230378 A1	1,3-4,8 7
Y	JP 2012-35369 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraphs [0018] to [0077]; fig. 1 to 9 (Family: none)	7
Y	JP 2011-177819 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 September 2011 (15.09.2011), paragraphs [0030] to [0126]; fig. 1 to 8 (Family: none)	7
A	JP 2008-38774 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text; drawings (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５３５４５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23H3/04(2006.01)i, B23H9/10(2006.01)i, B23H9/14(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.　B23H3/04, B23H9/10, B23H9/14

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
X	JP 2002-307249 A (三菱重工業株式会社)	1-2,8
Y	2002.10.23, 段落【0009】-【0036】,図 1-9 (ファミリーなし)	7
X	US 2009/0277803 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY)	1,3-4,8
Y	2009.11.12, paragraph[0020]-[0047],FIG.1-2 (ファミリーなし)	7
X	US 6582584 B2 (GENERAL ELECTRIC COMPANY)	1,3-6,8
Y	2003.06.24, column 3 line6-62,FIG.2-4 & JP 2003-176704 A & JP 2003-507197 A & EP 1283327 A2 & EP 1220729 A & WO 2001/012372 A1 & KR 10-2003-0014632 A	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	国際調査報告の発送日
１７．０３．２０１４	２５．０３．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｐ　４０２５
山崎　孔徳
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

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
X	JP 2008-229842 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ）	1,3-4,8
Y	2008.10.02, 段落【0007】-【0023】,図1 & US 2008/0230378 A1	7
Y	JP 2012-35369 A（三菱重工業株式会社） 2012.02.23, 段落【0018】-【0077】,図1-9（ファミリーなし）	7
Y	JP 2011-177819 A（三菱重工業株式会社）2011.09.15, 段落【0030】-【0126】,図1-8（ファミリーなし）	7
A	JP 2008-38774 A（三菱重工業株式会社）2008.02.21, 全文及び図面（ファミリーなし）	1-8