

(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
2020年2月13日(13.02.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/031251 A1

(51) 国際特許分類:
B23H 7/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/029547

(22) 国際出願日: 2018年8月7日(07.08.2018)

(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: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中川 孝幸 (NAKAGAWA, Takayuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 関

本 大介 (SEKIMOTO, Daisuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

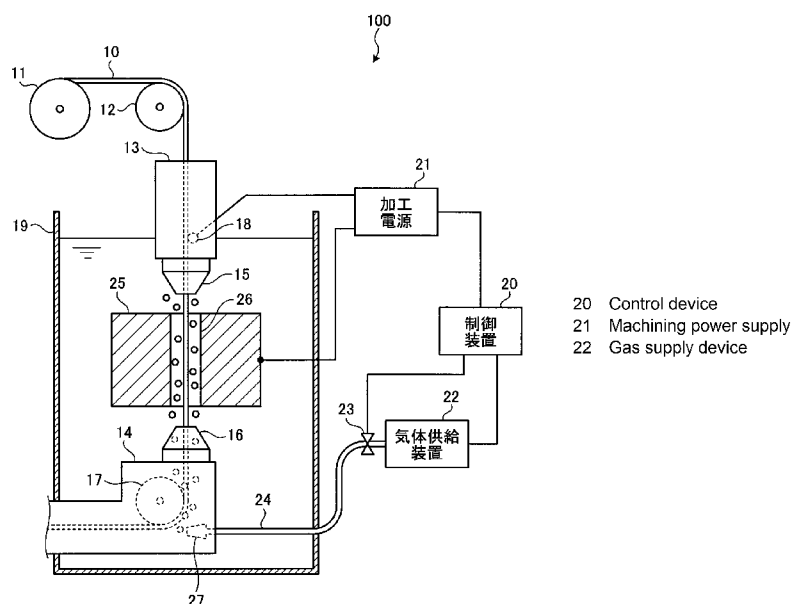
(74) 代理人: 高村 順 (TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: ELECTRIC DISCHARGE MACHINING DEVICE AND ELECTRIC DISCHARGE MACHINING METHOD

(54) 発明の名称: 放電加工装置および放電加工方法

[図1]



(57) Abstract: This electric discharge machining device (100) machines a workpiece (25) by applying a voltage between a wire electrode (10) and the workpiece (25), and generating a discharge in a gap between the wire electrode (10) and the workpiece (25) in a machining liquid. The electric discharge machining device (100) is provided with: a machining control unit that controls first machining for cutting out a target shape at a first dimensional accuracy from the workpiece (25) and second machining for cutting out the target shape at a second dimensional accuracy higher than the first dimensional

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).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

accuracy from the first-machined workpiece (25); and an oxygen amount adjustment unit for performing an adjustment for adjusting the amount of oxygen contained in the machining liquid to be greater in the first machining than in the second machining.

(57) 要約：放電加工装置（100）は、ワイヤ電極（10）と被加工物（25）との間に電圧を印加して、加工液中において、ワイヤ電極（10）と被加工物（25）との間隙に放電を生じさせることによって被加工物（25）を加工する。放電加工装置（100）は、第1の寸法精度で被加工物（25）から目標形状を切り出す第1の加工と、第1の加工が施された被加工物（25）から第1の寸法精度よりも高い第2の寸法精度で目標形状を切り出す第2の加工とを制御する加工制御部と、加工液に含まれる酸素の量を第2の加工よりも第1の加工において多くさせる調整を行う酸素量調整部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：放電加工装置および放電加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、被加工物の放電加工を行う放電加工装置および放電加工方法に関する。

背景技術

[0002] ワイヤ電極と被加工物との間の放電によって発生させた熱を利用して被加工物を溶融し、被加工物を加工する放電加工装置が知られている。特許文献 1 には、酸素を含む微細な気泡を加工液に含ませて加工を行う放電加工装置が開示されている。特許文献 1 の技術によると、放電加工装置は、放電による熱に酸化熱が加わることによって加工液の気化爆発を大きくさせて、加工速度を向上可能とする。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平 2－1 0 0 8 2 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来、放電加工装置は、超硬合金であるタングステンカーバイド（WC）が主成分である被加工物の加工に用いられることがある。放電加工の対象とされる材料の中ではWCの融点はおおよそ 2 9 0 0℃ときわめて高いことから、超硬合金の放電加工において、放電を受けることによって溶融した部分のうち被加工物から除去される割合は 1 0 %未満にとどまるという研究報告がある。超硬合金の放電加工において、溶融した部分のほとんどが再び固化して被加工物に残存することから、放電加工装置は、超硬合金の加工に時間を要することになる。

[0005] 超硬合金の加工において、上記の特許文献 1 の技術と同様に加工液に微細な気泡を含ませた場合、酸素の存在により、WCの融点よりも低い温度にて

WCの分解反応が起こる。融点に比べて常温に近い温度でWCの分解は進行するため、溶融による加工よりも分解による加工のほうが進行し易い。このため、溶融による加工に分解による加工が加わることによって、加工速度の向上が可能となる。放電加工装置は、加工速度の向上によって、超硬合金の加工に要する時間を短くすることができる。しかしながら、分解による加工は被加工物の表面を崩壊させながら進行することから、分解による加工によって、高品質な加工面を得ることが困難となる。このため、被加工物の加工に特許文献1の技術が適用された場合に、加工時間の短縮が可能となる一方で、高品質な加工面を得ることが困難となる場合があるという問題があった。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、加工時間を短縮可能とするとともに高品質な加工面を得ることができる放電加工装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる放電加工装置は、ワイヤ電極と被加工物との間に電圧を印加して、加工液中において、ワイヤ電極と被加工物との間隙に放電を生じさせることによって被加工物を加工する。本発明にかかる放電加工装置は、第1の寸法精度で被加工物から目標形状を切り出す第1の加工と、第1の加工が施された被加工物から第1の寸法精度よりも高い第2の寸法精度で目標形状を切り出す第2の加工とを制御する加工制御部と、加工液に含まれる酸素の量を第2の加工よりも第1の加工において多くさせる調整を行う酸素量調整部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本発明にかかる放電加工装置は、加工時間を短縮可能とするとともに高品質な加工面を得ることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施の形態1にかかる放電加工装置の概略構成を示す図

[図2]図1に示す放電加工装置が有する制御装置の機能構成を示すブロック図

[図3]図 1 に示す放電加工装置が行う放電加工方法の手順を示すフローチャート

[図4]図 1 に示す放電加工装置における気泡の供給のための構成の変形例を示す図

[図5]本発明の実施の形態 2 にかかる放電加工装置の概略構成を示す図

[図6]図 5 に示す放電加工装置が行う放電加工方法の手順を示すフローチャート

[図7]本発明の実施の形態 3 にかかる放電加工装置の概略構成を示す図

[図8]図 7 に示す放電加工装置が行う放電加工方法の手順を示すフローチャート

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の実施の形態にかかる放電加工装置および放電加工方法を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0011] 実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 にかかる放電加工装置 100 の概略構成を示す図である。放電加工装置 100 は、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間に電圧を印加して、加工液中において、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 とが向き合う間に放電を生じさせることによって、超硬合金である被加工物 25 を加工する。被加工物 25 は、WC が主成分であって、結合剤であるコバルト (Co) と混合して焼結した、タングステンカーバイド-コバルト (WC-Co) 系合金である。

[0012] 放電加工装置 100 は、線状のワイヤ電極 10 が繰り出されるワイヤボビン 11 を有する。ワイヤボビン 11 から繰り出されたワイヤ電極 10 は、プーリ 12 に掛けられてから上ガイド部 13 と下ガイド部 14 とへ通される。上ガイド部 13 と下ガイド部 14 は、ワイヤ電極 10 の走行をガイドするガイド部である。ワイヤ電極 10 は、下ガイド部 14 内のプーリ 17 に掛けられてから、下ガイド部 14 の外に設けられているワイヤ回収ボビンにて巻き

取られる。図１では、ワイヤ回収ボビンの図示を省略している。

[0013] 被加工物２５は、加工槽１９内において、上ガイド部１３の上ノズル１５と下ガイド部１４の下ノズル１６との間に配置されるステージに置かれる。ステージは、上ガイド部１３と下ガイド部１４との間におけるワイヤ電極１０の走行方向に直交する面内において移動する。図１では、ステージの図示を省略している。加工槽１９には、加工液である脱イオン水が溜められる。加工槽１９における加工液の液面は、上ガイド部１３に到達している。上ガイド部１３のうち上ノズル１５を含む下端部は、加工液に浸けられている。加工槽１９において、下ガイド部１４とステージと被加工物２５とは、加工液中にて上ノズル１５よりも下方にて沈められている。

[0014] 上ガイド部１３の上ノズル１５と下ガイド部１４の下ノズル１６との少なくとも一方からは、加工溝２６へ向けて加工液が噴射される。図１では、加工液の噴射のための構成の図示を省略している。被加工物２５への放電加工によって、被加工物２５には、上ガイド部１３と下ガイド部１４との間におけるワイヤ電極１０の走行方向に沿った加工溝２６が形成される。

[0015] 上ガイド部１３には、ワイヤ電極１０と加工電源２１とを接続する給電子１８が設けられている。加工電源２１は、給電子１８と被加工物２５とに接続され、給電子１８と被加工物２５との間へパルス状に加工エネルギーを供給する。

[0016] 放電加工装置１００は、加工液に含まれる酸素の量を調整する酸素量調整部である気体供給装置２２と開閉弁２３とを有する。気体供給装置２２は、酸素ガスが充填されたガスポンペを有する。気体供給装置２２は、配管２４へ酸素ガスを送り出すことによって、加工槽１９の内部へ酸素ガスを供給する。配管２４のうち気体供給装置２２とは逆側の端には、酸素ガスを放出させるノズル２７が設けられている。ノズル２７は、下ガイド部１４内において下ノズル１６とプーリ１７との間を走行するワイヤ電極１０の下方に配置される。配管２４に設けられた開閉弁２３は、酸素ガスを通過させる開状態と酸素ガスを遮断する閉状態との切り換えを行う。

- [0017] 制御装置 20 は、放電加工装置 100 の全体を制御する。制御装置 20 は、加工電源 21 によるパルス電圧の印加を制御するとともに、気体供給装置 22 による酸素ガスの供給と、開閉弁 23 の開閉とを制御する。
- [0018] 図 2 は、図 1 に示す放電加工装置 100 が有する制御装置 20 の機能構成を示すブロック図である。制御装置 20 は、被加工物 25 の加工を制御する機能部である加工制御部 31 と、気体供給装置 22 および開閉弁 23 を制御する機能部である気体供給制御部 32 と、ワイヤ電極 10 の供給速度を制御する機能部であるワイヤ供給速度制御部 33 とを有する。
- [0019] ワイヤ供給速度制御部 33 は、ワイヤボビン 11 とワイヤ回収ボビンとの動作の制御によって、ワイヤ電極 10 の供給速度を制御する。加工制御部 31 は、ステージの動作の制御によって、被加工物 25 におけるワイヤ電極 10 の相対位置を制御する。加工制御部 31 は、加工プログラムにしたがい、第 1 の加工である荒加工と第 2 の加工である仕上げ加工とを制御する。荒加工は、第 1 の寸法精度で被加工物 25 から目標形状を切り出す加工である。仕上げ加工は、荒加工が施された被加工物 25 から、第 1 の寸法精度よりも高い第 2 の寸法精度で目標形状を切り出す加工である。
- [0020] 放電加工装置 100 は、荒加工によって、加工が施される前の初期状態における被加工物 25 から、最終形状が得られるまでの除去分が残された大まかな中間形状までの切削を行う。第 1 の寸法精度は、大まかな中間形状が得られる寸法精度であれば良い。仕上げ加工は、荒加工よりも後における最終形状を得るまでの加工である。第 2 の寸法精度は、最終形状を得るために求められる寸法精度である。仕上げ加工には、最終形状を得るための最終仕上げ加工のほか、荒加工と最終仕上げ加工との間に実施される中仕上げ加工も含まれる。
- [0021] 気体供給制御部 32 は、荒加工のときに、気体供給装置 22 から酸素ガスを送り出させるとともに開閉弁 23 を開く操作を行う。気体供給装置 22 から酸素ガスを送り出すとともに開閉弁 23 を開くことによって、ノズル 27 からは酸素ガスの気泡が発生する。酸素ガスの気泡は、 $1\ \mu\text{m}$ から $50\ \mu\text{m}$

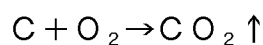
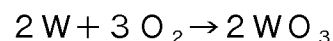
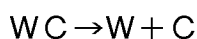
程度の直径の泡であるマイクロバブルよりも大きな泡であって、マイクロバブルに比べて容易に浮上可能であるとともに液面に於て容易に消滅可能な泡である。

[0022] 気泡は、ノズル 27 から下ガイド部 14 内にて放出されると、加工液から受ける浮力によってワイヤ電極 10 に沿って上昇する。下ノズル 16 から出た気泡は、ワイヤ電極 10 と加工溝 26 の壁との間を浮上する。これにより、気体供給装置 22 と開閉弁 23 とは、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙における加工液へ酸素を供給する。

[0023] 気体供給制御部 32 は、仕上げ加工のときに、気体供給装置 22 に酸素ガスの供給を停止させるとともに開閉弁 23 を閉じる操作を行う。気体供給装置 22 と開閉弁 23 とは、ノズル 27 からの気泡の放出を停止させる。

[0024] 気体供給装置 22 と開閉弁 23 とは、荒加工では、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙へ酸素ガスを供給し、仕上げ加工では、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙への酸素ガスの供給を停止する。このようにして、気体供給装置 22 と開閉弁 23 とは、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙において加工液に含まれる酸素の量を、仕上げ加工よりも荒加工において多くさせる調整を行う。実施の形態 1 において、酸素の量とは、加工液中の気泡の量、または加工液中に溶存する酸素の量とする。

[0025] 放電加工装置 100 は、荒加工のとき、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙へ酸素を供給しながら放電を生じさせることによって、WC をタングステン (W) と炭素 (C) とへ分解させる。酸素の存在により、次に示す化学反応式によって表される WC の分解反応が起こる。



[0026] WC の分解反応は、WC の融点であるおよそ 2900℃ よりも低い温度である 600℃ から 700℃ において起こる。融点に比べて常温に近い温度で WC の分解は進行するため、溶融による加工よりも分解による加工のほうが

進行し易い。このため、放電加工装置１００は、荒加工において、溶融による加工に分解による加工が加わることによって、加工速度の向上が可能となる。放電加工装置１００は、荒加工での加工速度の向上によって、被加工物２５の加工に要する時間を短くすることができる。

[0027] 放電加工装置１００は、仕上げ加工のとき、ワイヤ電極１０と被加工物２５との間隙への酸素の供給を停止させる。加工液に含まれる酸素の量は、荒加工の際に加工液へ酸素ガスが供給されるよりも前の元の量に戻される。荒加工のときに加工液中へ放出された気泡は、上述するように容易に消滅可能であることから、気泡を存在させた状況から、気泡が無い状況への切り換えを容易に行うことができる。

[0028] 放電加工装置１００は、仕上げ加工では、荒加工のときよりも酸素の量が少ない加工液中にて放電を生じさせることによって、WCの分解による加工を行わずWCの溶解のみによる加工を行う。放電加工装置１００は、WCの分解による加工を行わずWCの溶解のみによる加工を行うことで、加工面の品質悪化を抑制しながら加工を行うことができる。放電加工装置１００は、仕上げ加工での加工面の品質悪化の抑制により、最終形状において高品質な加工面を得ることができる。

[0029] 放電加工の加工液には水以外に油が使用されることがあるが、水は油に比べて酸素を容易に溶存させ得る。被加工物２５の加工に用いられる加工液が水であることにより、放電加工装置１００は、加工液に含まれる酸素の量を仕上げ加工よりも荒加工において多くさせる調整を容易に行うことができる。

[0030] 図３は、図１に示す放電加工装置１００が行う放電加工方法の手順を示すフローチャートである。ステップＳ１では、放電加工装置１００は、気体供給装置２２から酸素ガスを送り出すとともに開閉弁２３を開くことによって、被加工物２５とワイヤ電極１０との間隙へ酸素ガスの供給を開始する。ステップＳ２では、放電加工装置１００は、加工プログラムにしたがって、被加工物２５の荒加工を行う。

- [0031] 放電加工装置１００は、ステップＳ２の荒加工を終えると、ステップＳ３において、気体供給装置２２からの酸素ガスの送り出しを停止するとともに開閉弁２３を閉じることによって、酸素ガスの供給を停止する。ステップＳ４では、放電加工装置１００は、加工プログラムにしたがって、被加工物２５の仕上げ加工を行う。放電加工装置１００は、ステップＳ４の仕上げ加工を終えると、図３に示す動作を終了する。
- [0032] 放電加工装置１００が有する制御装置２０の機能は、処理回路により実現される。処理回路は、放電加工装置１００の制御装置２０に搭載される専用のハードウェアである。処理回路は、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサであっても良い。
- [0033] 専用のハードウェアである処理回路は、単回路、複合回路、プログラム化されたプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）、又はこれらの組み合わせである。
- [0034] 制御装置２０の機能は、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサによって実現されても良い。プロセッサおよびメモリは、相互に通信可能に接続される。プロセッサは、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、又はＤＳＰ（Digital Signal Processor）である。制御装置２０が有する加工制御部３１と気体供給制御部３２とワイヤ供給速度制御部３３との各機能は、プロセッサと、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。ソフトウェア又はファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリに格納される。メモリは、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）、フラッシュメモリ、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable Read Only Memory）、ＥＥＰＲＯＭ（登録商標）（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）等の不揮発性もしくは揮発性の半導体メモリ等の内蔵メモリである。

- [0035] 制御装置 20 の機能の一部が専用のハードウェアにより実現され、制御装置 20 の機能のその他の部分がソフトウェアあるいはファームウェアにより実現されても良い。このように、制御装置 20 の機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの組み合わせによって実現することができる。
- [0036] ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙へ供給される気体は、純物質である酸素ガスに限られず、酸素を含む混合気体であれば良い。気体供給装置 22 は、空気を供給しても良い。この場合、気体供給装置 22 は、空気を供給することによって、加工液に含まれる酸素の量を調整する。気体供給装置 22 は、放電加工装置 100 の周囲から空気を取り込み、取り込まれた空気を送り出すポンプであっても良い。
- [0037] 下ガイド部 14 へ気泡を供給するための構成は、適宜変更しても良い。図 4 は、図 1 に示す放電加工装置 100 における気泡の供給のための構成の変形例を示す図である。図 4 には、変形例にかかる構成を備える下ガイド部 51 の断面構成を示している。図 4 に示す変形例では、下ガイド部 51 に通されるワイヤ電極 10 の搬送のための構成である通気路 53 と通気口 54 とを、荒加工における空気の供給に流用する。
- [0038] 下ガイド部 51 には、下ノズル 16 からプーリ 17 の先へ向かうワイヤ電極 10 の走行路 55 が設けられている。走行路 55 のうち下ノズル 16 側の端部 52 は、下方へ向かうにしたがい直径が狭くなる漏斗形状をなしている。下ガイド部 51 には、空気が通る通気口 54 と、通気口 54 と端部 52 とをつなぐ通気路 53 とが設けられている。
- [0039] 加工の準備において、ワイヤボビン 11 から繰り出されたワイヤ電極 10 を下ガイド部 51 へ通す際に、通気口 54 に接続された気体供給装置 22 から通気路 53 を経て端部 52 へ空気が送られる。端部 52 へ空気が送られることにより、端部 52 から走行路 55 の先のほうへ加工液が押し出されて、走行路 55 の先のほうへ向かう加工液の流れが発生する。加工液の流れに乗って、ワイヤ電極 10 が走行路 55 の先のほうへ搬送されることによって、

下ガイド部５１にワイヤ電極１０が通される。ワイヤ電極１０を搬送させる場合において、端部５２へ供給される空気の圧力は、走行路５５の先のほうへ空気とともに加工液を進行させ得る圧力に調整される。

[0040] 放電加工装置１００は、荒加工において、ポンプから通気路５３を経て端部５２へ空気を送る。荒加工の場合において、端部５２へ供給される空気の圧力は、ワイヤ電極１０を搬送させる場合よりも弱められる。空気の圧力が弱められることで、通気路５３から端部５２へ放出された気泡の多くは、浮力によって下ノズル１６のほうへ上昇する。これにより、放電加工装置１００は、下ガイド部５１におけるワイヤ電極１０の搬送のための構成を用いて、ワイヤ電極１０と被加工物２５との間隙へ空気を供給する。このように、放電加工装置１００は、ワイヤ電極１０と被加工物２５との間隙において加工液に含まれる空気の量を、仕上げ加工よりも荒加工において多くさせる調整を行うことができる。本変形例によると、放電加工装置１００は、ワイヤ電極１０の搬送のための通気路５３と通気口５４とを荒加工における空気の供給に利用するため、荒加工における空気の供給のための構成を別途設ける場合と比べて、部品点数を少なくすることができる。

[0041] 放電加工装置１００は、ワイヤ電極１０と被加工物２５との間隙へ下方から酸素を供給するものに限られない。放電加工装置１００は、ワイヤ電極１０と被加工物２５との間隙へ上方から気泡を供給しても良い。放電加工装置１００は、上ガイド部１３の上ノズル１５から加工液とともに気泡を噴射させることによって、ワイヤ電極１０と被加工物２５との間隙へ上方から気泡を供給しても良い。放電加工装置１００は、下方からの気泡の供給のために、下ガイド部１４の下ノズル１６から加工液とともに気泡を噴射させても良い。放電加工装置１００は、荒加工において、ワイヤ電極１０と被加工物２５との間隙へ下方と上方との双方から気泡を供給しても良い。放電加工装置１００は、ワイヤ電極１０と被加工物２５との間隙へ下方と上方とのうちの少なくとも一方から気泡を供給することにより、加工液に含まれる酸素の量を、仕上げ加工よりも荒加工において多くさせることができる。

[0042] 実施の形態１によると、放電加工装置１００は、気体供給装置２２と開閉弁２３とによって、加工液に含まれる酸素の量を仕上げ加工よりも荒加工において多くさせる調整を行う。放電加工装置１００は、荒加工では酸素の量を多くさせることで超硬合金の分解を促して、加工速度を向上させる。放電加工装置１００は、仕上げ加工では荒加工のときよりも酸素の量を少なくさせることで超硬合金の分解に代えて超硬合金の溶融による加工を行う。放電加工装置１００は、仕上げ加工では、加工面の品質悪化を抑制しながら加工を行うことができる。これにより、放電加工装置１００は、加工時間を短縮可能とするとともに高品質な加工面を得ることができるという効果を奏する。

[0043] 実施の形態２．

図５は、本発明の実施の形態２にかかる放電加工装置１０１の概略構成を示す図である。放電加工装置１０１は、酸素の量が互いに異なる加工液を供給するための第１のタンク６１と第２のタンク６２とを備える。実施の形態２では、実施の形態１と同一の部分には同一の符号を付し、実施の形態１とは異なる構成について主に説明する。

[0044] 第１のタンク６１には、加工液に含まれる溶存酸素を増加させるためのバブル発生装置が設けられている。第１のタンク６１に貯留される加工液である第１の加工液は、バブル発生装置の作動によって、通常の加工液よりも溶存酸素量が増加している。第２のタンク６２には、溶存酸素の増加が行われない通常の加工液である第２の加工液が貯留される。第１の加工液に含まれる酸素の量は、第２のタンク６２に貯留される第２の加工液よりも多くされる。実施の形態２において、酸素の量とは、加工液中の溶存酸素量とする。

[0045] 放電加工装置１０１は、酸素量調整部であるポンプ６３、６４と開閉弁６５、６６、６７、６８とを備える。ポンプ６３は、第１のタンク６１に貯留されている第１の加工液を配管７１へ送り出す。配管７１は２つに分岐されている。開閉弁６５は、２つに分岐された配管７１のうちの一方に設けられている。開閉弁６６は、２つに分岐された配管７１のうちの他方に設けられ

ている。ポンプ64は、第2のタンク62に貯留されている第2の加工液を配管72へ送り出す。配管72は2つに分岐されている。開閉弁67は、2つに分岐された配管72のうちの一方に設けられている。開閉弁68は、2つに分岐された配管72のうちの他方に設けられている。

[0046] 開閉弁65が設けられている配管71と、開閉弁67が設けられている配管72とは、互いに1つの配管60に合流される。配管60は、上ガイド部13に接続されている。開閉弁66が設けられている配管71と、開閉弁68が設けられている配管72とは、互いに1つの配管70に合流される。配管70は、下ガイド部14に接続されている。上ガイド部13には、配管60を通った第1の加工液と第2の加工液とが供給される。下ガイド部14には、配管70を通った第1の加工液と第2の加工液とが供給される。

[0047] 図2に示す気体供給制御部32は、ポンプ63、64の動作と開閉弁65、66、67、68の開閉とを制御する。荒加工のときに、気体供給制御部32は、ポンプ63を動作させるとともにポンプ64を停止させる。また、気体供給制御部32は、開閉弁65、66を開く操作を行うとともに、開閉弁67、68を閉じる操作を行う。ポンプ63の動作とともに開閉弁65が開かれることにより、上ガイド部13の上ノズル15からは、配管60を通して上ガイド部13へ供給された第1の加工液が噴射される。ポンプ63の動作とともに開閉弁66が開かれることにより、下ガイド部14の下ノズル16からは、配管70を通して下ガイド部14へ供給された第1の加工液が噴射される。

[0048] 仕上げ加工のときに、気体供給制御部32は、ポンプ63を停止させるとともにポンプ64を動作させる。また、気体供給制御部32は、開閉弁65、66を閉じる操作を行うとともに、開閉弁67、68を開く操作を行う。ポンプ64の動作とともに開閉弁67が開かれることにより、上ガイド部13の上ノズル15からは、配管60を通して上ガイド部13へ供給された第2の加工液が噴射される。ポンプ64の動作とともに開閉弁68が開かれることにより、下ガイド部14の下ノズル16からは、配管70を通して下ガ

イド部 14 へ供給された第 2 の加工液が噴射される。

[0049] ポンプ 63, 64 と開閉弁 65, 66, 67, 68 とは、荒加工ではワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙へ第 1 の加工液を供給し、仕上げ加工ではワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙へ第 2 の加工液を供給する。これにより、ポンプ 63, 64 と開閉弁 65, 66, 67, 68 とは、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙において加工液に含まれる酸素ガスの量を、仕上げ加工よりも荒加工において多くさせる調整を行う。

[0050] 図 6 は、図 5 に示す放電加工装置 101 が行う放電加工方法の手順を示すフローチャートである。ステップ S11 では、放電加工装置 101 は、ポンプ 63 を動作させるとともに開閉弁 65, 66 を開くことにより、被加工物 25 とワイヤ電極 10 との間隙への第 1 の加工液の供給を開始する。ステップ S12 では、放電加工装置 101 は、加工プログラムにしたがって、被加工物 25 の荒加工を行う。

[0051] 放電加工装置 101 は、ステップ S12 の荒加工を終えると、ステップ S13 において、ポンプ 63 の動作を停止させるとともに開閉弁 65, 66 を閉じることにより、第 1 の加工液の供給を停止する。また、ステップ S13 において、放電加工装置 101 は、ポンプ 64 を動作させるとともに開閉弁 67, 68 を開くことにより、被加工物 25 とワイヤ電極 10 との間隙への第 2 の加工液の供給を開始する。ステップ S14 では、放電加工装置 101 は、加工プログラムにしたがって、被加工物 25 の仕上げ加工を行う。

[0052] 放電加工装置 101 は、ステップ S14 の仕上げ加工を終えると、ステップ S15 において、ポンプ 64 の動作を停止させるとともに開閉弁 67, 68 を閉じることにより、第 2 の加工液の供給を停止する。これにより、放電加工装置 101 は、図 6 に示す動作を終了する。

[0053] 放電加工装置 101 は、上ガイド部 13 と下ガイド部 14 との双方から第 1 の加工液と第 2 の加工液とを供給するものに限られない。放電加工装置 101 は、上ガイド部 13 と下ガイド部 14 との一方から第 1 の加工液と第 2 の加工液とを供給するものであっても良い。放電加工装置 101 は、上ガイ

ド部 13 と下ガイド部 14 とのうちの少なくとも一方から第 1 の加工液と第 2 の加工液とを供給することにより、加工液に含まれる酸素の量を、仕上げ加工よりも荒加工において多くさせることができる。

[0054] 実施の形態 2 によると、放電加工装置 101 は、荒加工において第 1 の加工液を供給し、仕上げ加工において第 2 の加工液を供給することによって、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙における加工液に含まれる酸素の量を仕上げ加工よりも荒加工において多くさせる調整を行う。これにより、放電加工装置 101 は、加工時間を短縮可能とするとともに高品質な加工面を得ることができるという効果を奏する。

[0055] 実施の形態 3.

図 7 は、本発明の実施の形態 3 にかかる放電加工装置 102 の概略構成を示す図である。放電加工装置 102 は、仕上げ加工よりも荒加工において冷却強度を上げて加工液を冷却する冷却装置 82 を備える。実施の形態 3 では、実施の形態 1 および 2 と同一の部分には同一の符号を付し、実施の形態 1 および 2 とは異なる構成について主に説明する。

[0056] 放電加工装置 102 は、加工液を貯留するタンク 80 を備える。タンク 80 は、冷却装置 82 を通される前の加工液を貯留する。ポンプ 81 は、タンク 80 に貯留されている加工液を、冷却装置 82 を介して配管 73 へ送る。冷却装置 82 は、タンク 80 からの加工液を冷却する。配管 73 は、2 つの配管 60, 70 に分岐されている。配管 60 は、上ガイド部 13 に接続されている。配管 70 は、下ガイド部 14 に接続されている。上ガイド部 13 には、配管 60 を通った加工液が供給される。下ガイド部 14 には、配管 70 を通った加工液が供給される。

[0057] 加工液の温度が低いほど、加工液の溶存酸素量が多くなることが知られている。酸素量調整部である冷却装置 82 は、荒加工では加工液を冷却するとともに仕上げ加工では加工液の冷却を停止することによって、仕上げ加工よりも荒加工において加工液の温度を低くする。冷却装置 82 は、仕上げ加工よりも荒加工において加工液の温度を低くすることで、加工液に含まれる酸

素の量を仕上げ加工よりも荒加工において多くさせる調整を行う。冷却装置 82 は、荒加工と仕上げ加工との双方において加工液を冷却する場合には、仕上げ加工よりも荒加工において冷却強度を上げて加工液を冷却することによって、仕上げ加工よりも荒加工において加工液の温度を低くする。実施の形態 2 において、酸素の量とは、加工液中の溶存酸素量とする。

[0058] 図 2 に示す気体供給制御部 32 は、ポンプ 81 の動作と冷却装置 82 の動作とを制御する。気体供給制御部 32 は、荒加工では冷却装置 82 に冷却を行わせるとともに仕上げ加工では冷却装置 82 による冷却を停止させる。または、気体供給制御部 32 は、荒加工での冷却装置 82 における冷却強度を、仕上げ加工での冷却装置 82 における冷却強度よりも強くする制御を行う。

[0059] 図 8 は、図 7 に示す放電加工装置 102 が行う放電加工方法の手順を示すフローチャートである。ステップ S21 では、放電加工装置 102 は、冷却装置 82 によって冷却された加工液の供給を開始する。放電加工装置 102 は、被加工物 25 とワイヤ電極 10 との間隙へ加工液を供給する。ステップ S22 では、放電加工装置 102 は、加工プログラムにしたがって、被加工物 25 の荒加工を行う。

[0060] 放電加工装置 102 は、ステップ S22 の荒加工を終えると、冷却装置 82 による冷却の強度を弱める。ステップ S23 において、放電加工装置 102 は、強度を弱めて冷却された加工液の供給を開始する。放電加工装置 102 は、被加工物 25 とワイヤ電極 10 との間隙へ加工液を供給する。ステップ S24 では、放電加工装置 102 は、加工プログラムにしたがって、被加工物 25 の仕上げ加工を行う。

[0061] 放電加工装置 102 は、ステップ S24 の仕上げ加工を終えると、ステップ S25 において、冷却装置 82 による加工液の冷却を停止するとともにポンプ 81 による加工液の供給とを停止する。なお、冷却装置 82 は、上述のステップ S23 にて加工液の冷却を停止しても良い。これにより、放電加工装置 102 は、図 8 に示す動作を終了する。

[0062] 放電加工装置 102 は、上ガイド部 13 と下ガイド部 14 との双方から加工液を供給するものに限られない。放電加工装置 102 は、上ガイド部 13 と下ガイド部 14 との一方から加工液を供給するものであっても良い。放電加工装置 102 は、上ガイド部 13 と下ガイド部 14 とのうちの少なくとも一方から加工液を供給するとともに、加工液の温度を変化させることにより、加工液に含まれる酸素の量を、仕上げ加工よりも荒加工において多くさせることができる。

[0063] 実施の形態 3 において、放電加工装置 102 は、仕上げ加工よりも荒加工において加工液の温度を低くすることによって、ワイヤ電極 10 と被加工物 25 との間隙における加工液に含まれる酸素の量を仕上げ加工よりも荒加工において多くさせる調整を行う。これにより、放電加工装置 102 は、加工時間を短縮可能とするとともに高品質な加工面を得ることができるという効果を奏する。

[0064] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0065] 10 ワイヤ電極、11 ワイヤボビン、12, 17 プーリ、13 上ガイド部、14, 51 下ガイド部、15 上ノズル、16 下ノズル、18 給電子、19 加工槽、20 制御装置、21 加工電源、22 気体供給装置、23, 65, 66, 67, 68 開閉弁、24, 60, 70, 71, 72, 73 配管、25 被加工物、26 加工溝、27 ノズル、31 加工制御部、32 気体供給制御部、33 ワイヤ供給速度制御部、52 端部、53 通気路、54 通気口、55 走行路、61 第1のタンク、62 第2のタンク、63, 64, 81 ポンプ、80 タンク、82 冷却装置、100, 101, 102 放電加工装置。

請求の範囲

- [請求項1] ワイヤ電極と被加工物との間に電圧を印加して、加工液中において、前記ワイヤ電極と前記被加工物との間隙に放電を生じさせることによって前記被加工物を加工する放電加工装置であって、
- 第1の寸法精度で前記被加工物から目標形状を切り出す第1の加工と、前記第1の加工が施された前記被加工物から前記第1の寸法精度よりも高い第2の寸法精度で目標形状を切り出す第2の加工とを制御する加工制御部と、
- 前記加工液に含まれる酸素の量を前記第2の加工よりも前記第1の加工において多くさせる調整を行う酸素量調整部と、
- を備えることを特徴とする放電加工装置。
- [請求項2] 前記酸素量調整部は、酸素を含む気体を前記間隙へ供給することにより、前記調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の放電加工装置。
- [請求項3] 前記ワイヤ電極の走行をガイドするガイド部を備え、
- 前記酸素量調整部は、前記第1の加工では酸素を含む気体を前記ガイド部へ供給し、前記第2の加工では酸素を含む気体の供給を停止することによって、前記調整を行うことを特徴とする請求項1または2に記載の放電加工装置。
- [請求項4] 前記ガイド部には、前記ワイヤ電極を搬送するための空気が通る通気路が設けられており、
- 前記酸素量調整部は、酸素を含む前記気体を前記通気路へ供給することを特徴とする請求項3に記載の放電加工装置。
- [請求項5] 前記加工液を貯留する第1のタンクおよび第2のタンクを備え、
- 前記第1のタンクに貯留される前記加工液である第1の加工液に含まれる酸素の量は、前記第2のタンクに貯留される前記加工液である第2の加工液よりも多くされ、
- 前記酸素量調整部は、前記第1の加工において前記間隙へ前記第1

の加工液を供給し、かつ前記第2の加工において前記間隙へ前記第2の加工液を供給することによって、前記調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の放電加工装置。

[請求項6] 前記酸素量調整部は、前記第2の加工よりも前記第1の加工において前記加工液の温度を低くすることによって前記調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の放電加工装置。

[請求項7] ワイヤ電極と被加工物との間に電圧を印加して、加工液中において、前記ワイヤ電極と前記被加工物との間隙に放電を生じさせることによって前記被加工物を加工する放電加工方法において、

前記間隙における加工液に含まれる酸素の量を増大させて、第1の寸法精度で前記被加工物から目標形状を切り出す第1の加工を行う工程と、

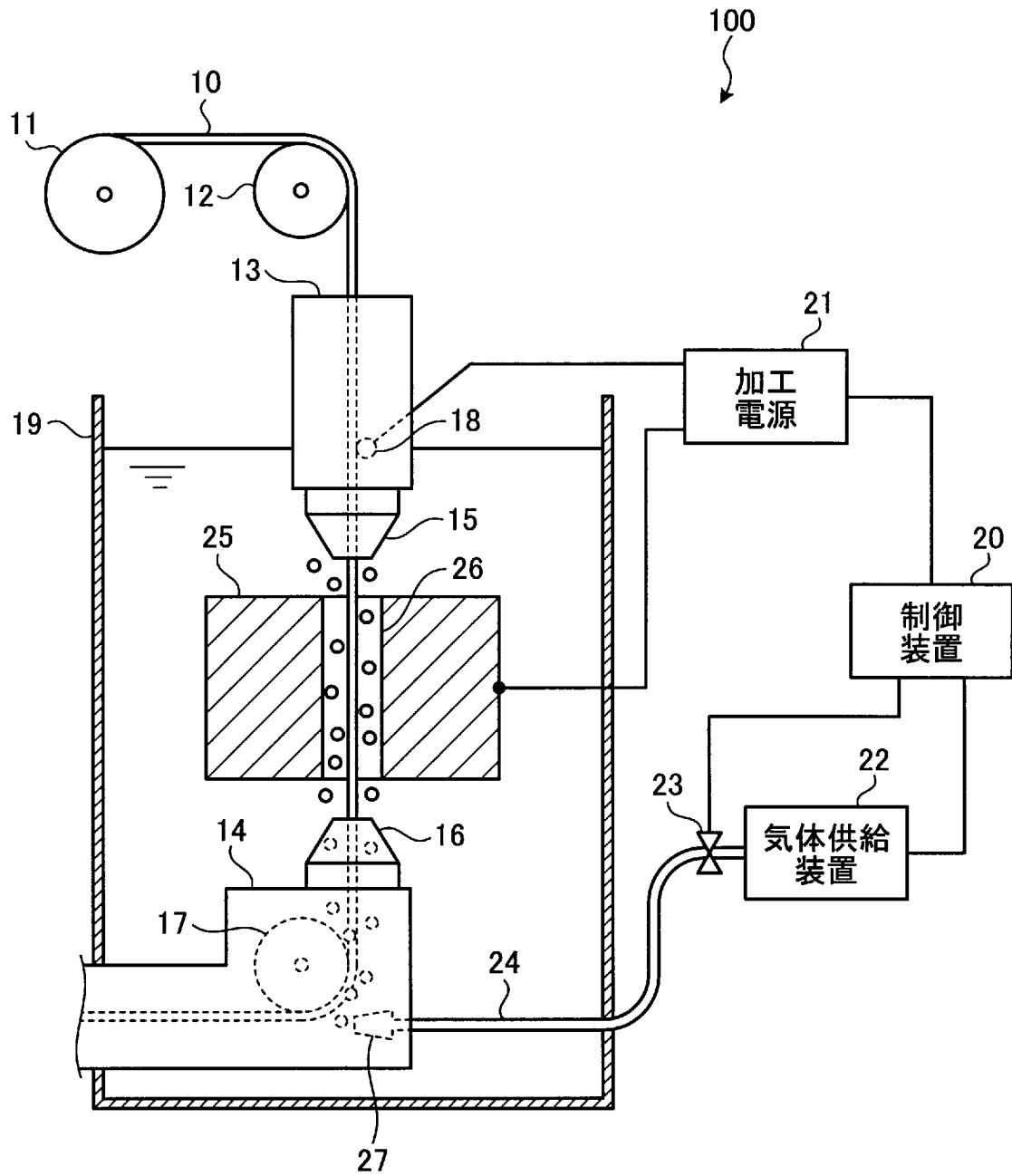
前記間隙における加工液に含まれる酸素の量を前記第1の加工のときよりも減少させて、前記第1の加工が施された前記被加工物から前記第1の寸法精度よりも高い第2の寸法精度で目標形状を切り出す第2の加工を行う工程と、

を含むことを特徴とする放電加工方法。

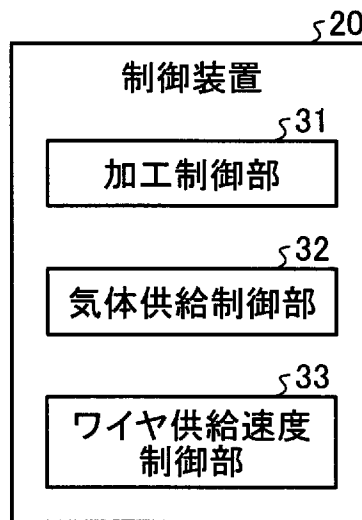
[請求項8] 前記被加工物は超硬合金であることを特徴とする請求項7に記載の放電加工方法。

[請求項9] 前記加工液は水であることを特徴とする請求項7または8に記載の放電加工方法。

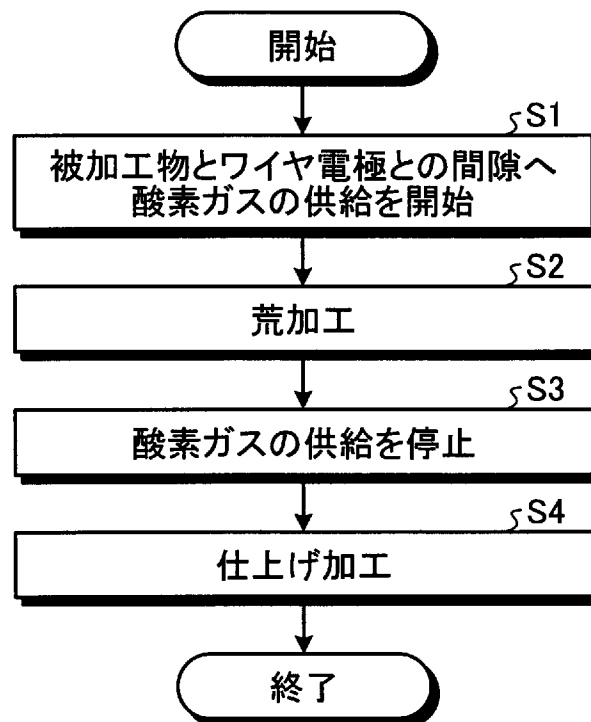
[図1]



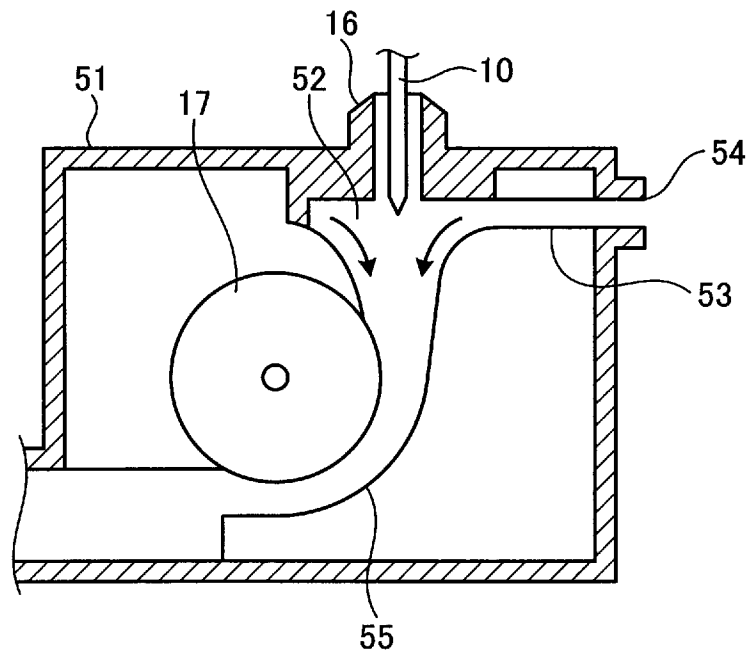
[図2]



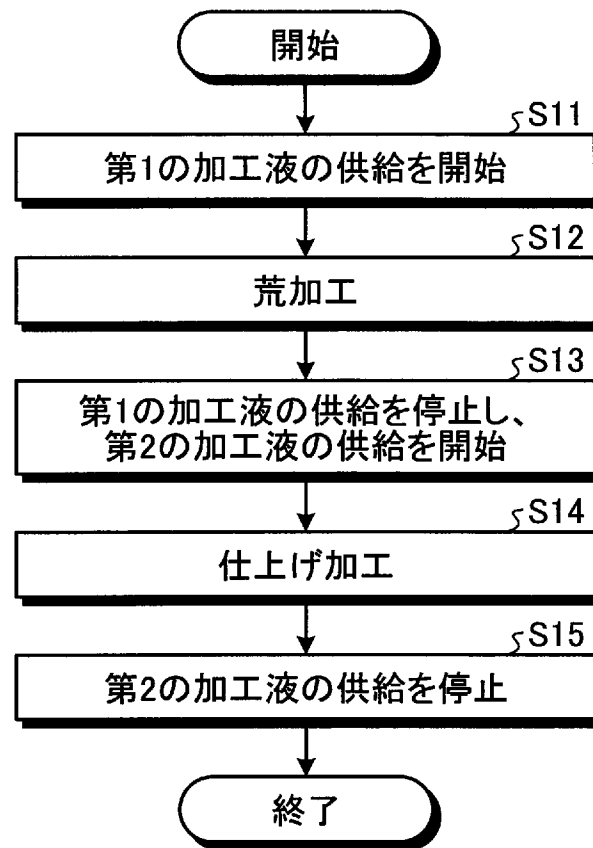
[図3]



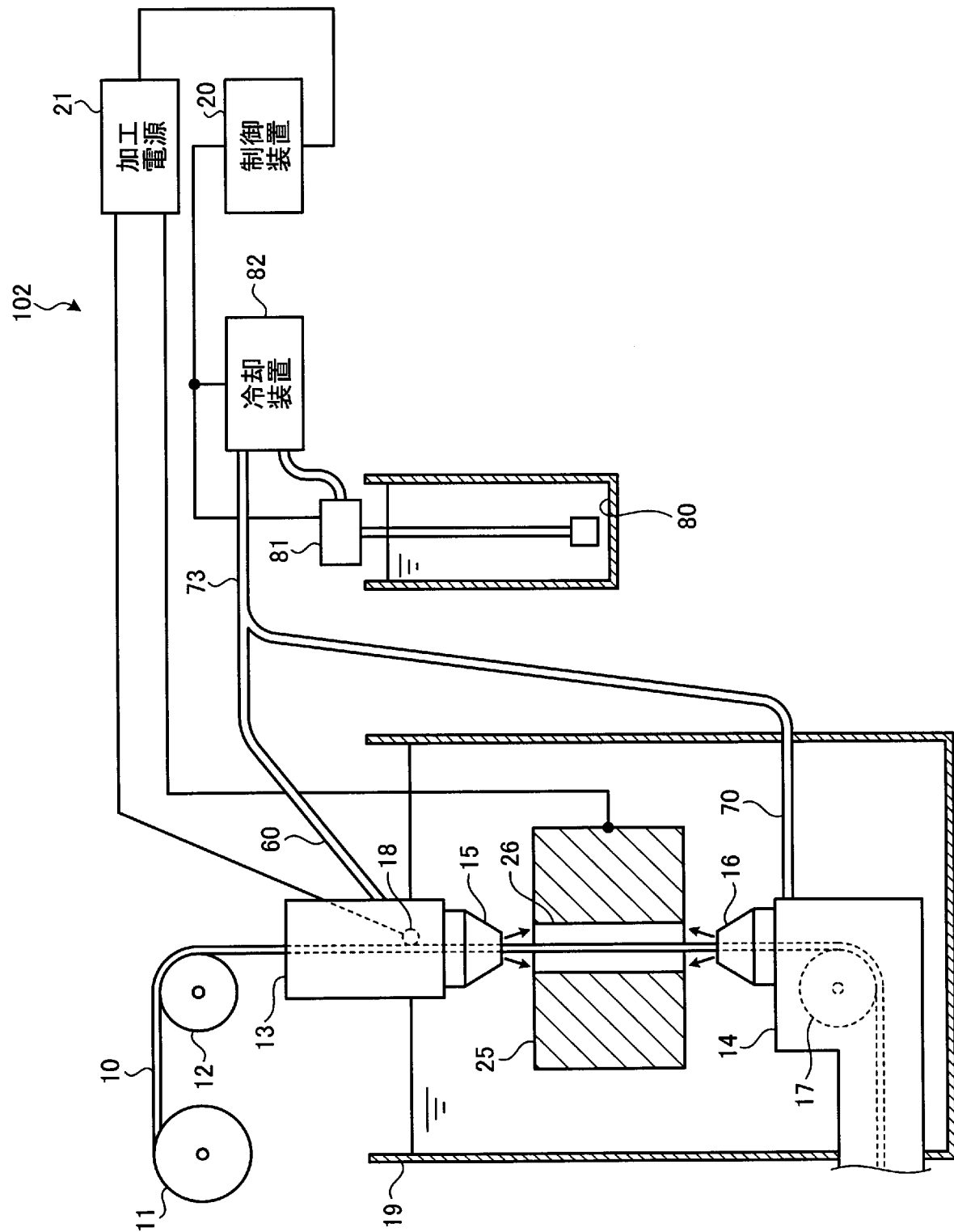
[図4]



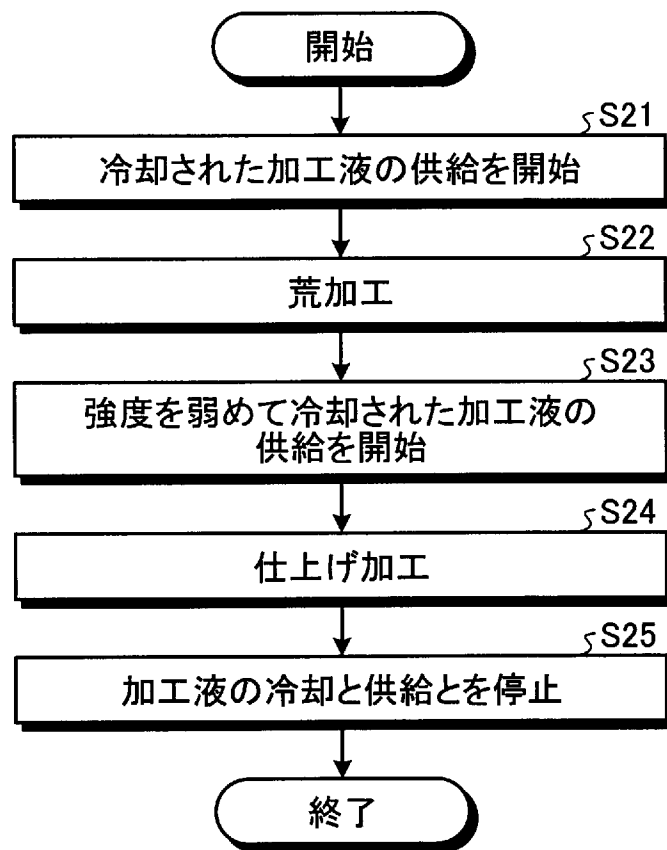
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/029547

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23H7/02 (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)

Int.Cl. B23H7/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2-100823 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 12 April 1990, page 2, upper right column, line 14 to lower right column, line 17, fig. 1-3 (Family: none)	1-2, 5, 7-9
Y	JP 2004-142038 A (SODICK CO., LTD.) 20 May 2004, paragraphs [0017], [0036] (Family: none)	1-2, 5, 7-9
Y	JP 6-182623 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 05 July 1994, paragraphs [0019], [0023], fig. 1 (Family: none)	5



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

24.10.2018

Date of mailing of the international search report

06.11.2018

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/JP2018/029547

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 10-180546 A (HITACHI CABLE LTD.) 07 July 1998, paragraph [0002] (Family: none)	8-9
A	JP 6-47624 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 22 February 1994, paragraphs [0002]-[0006] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23H7/02 (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. B23H7/02

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2-100823 A（三菱電機株式会社）1990.04.12, 第2ページ右上欄 第14行-右下欄第17行, 図1-3（ファミリーなし）	1-2, 5, 7-9
Y	JP 2004-142038 A（株式会社ソディック）2004.05.20, 段落[0017], [0036]（ファミリーなし）	1-2, 5, 7-9
Y	JP 6-182623 A（三菱電機株式会社）1994.07.05, 段落[0019], [0023], 図1（ファミリーなし）	5

☒ 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

24.10.2018

国際調査報告の発送日

06.11.2018

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）

岩見 勤

3 P

6101

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

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 10-180546 A (日立電線株式会社) 1998. 07. 07, 段落[0002] (ファミリーなし)	8-9
A	JP 6-47624 A (三菱電機株式会社) 1994. 02. 22, 段落[0002]-[0006] (ファミリーなし)	1-9