

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4946865号  
(P4946865)

(45) 発行日 平成24年6月6日(2012.6.6)

(24) 登録日 平成24年3月16日(2012.3.16)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 2 3 H 7/02 (2006.01)</b>	B 2 3 H 7/02 R
<b>B 2 3 H 7/36 (2006.01)</b>	B 2 3 H 7/36 Z
<b>B 2 3 H 11/00 (2006.01)</b>	B 2 3 H 11/00 Z

請求項の数 10 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-513581 (P2007-513581)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成18年10月18日(2006.10.18)	(74) 代理人	100113077 弁理士 高橋 省吾
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/320720	(74) 代理人	100112210 弁理士 稲葉 忠彦
(87) 国際公開番号	W02008/047420	(74) 代理人	100108431 弁理士 村上 加奈子
(87) 国際公開日	平成20年4月24日(2008.4.24)	(74) 代理人	100128060 弁理士 中鶴 一隆
審査請求日	平成21年1月29日(2009.1.29)	(72) 発明者	瓦井 久勝 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電加工装置及び放電加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加工液として水系加工液を用い、電極と被加工物との間に形成される加工間隙に電圧を印加しつつ前記被加工物の加工を行う放電加工装置において、  
前記被加工物を設置する定盤と、前記被加工物とを電氣的に絶縁する絶縁手段と、  
前記加工液の導電率、pH、酸化還元電位のうち少なくとも1種類の状態を計測する加工液質測定器と、  
この加工液質測定器の計測結果に基づき、前記加工液のpHを、8.5~10.5となるように制御する加工液質制御手段と、  
を備えたことを特徴とする放電加工装置。

【請求項2】

加工液質測定器は、水系加工液の導電率を計測する導電率計である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】

加工液質制御手段は、純水化樹脂部、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂が混合された防食樹脂部への通水を制御することにより、加工液のpHを制御する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】

防食樹脂部は、でNa<sup>+</sup>形またはK<sup>+</sup>形あるいはCa<sup>2+</sup>形陽イオン交換樹脂と、OH<sup>-</sup>形陰イオン交換樹脂からなることを特徴とする請求項3に記載の放電加工装置。

10

20

## 【請求項 5】

加工液質制御手段は、純水化樹脂部、OH<sup>-</sup>形陰イオン交換樹脂からなる防食樹脂部への通水を制御することにより、加工液のpHを制御する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 6】

定盤を絶縁体で構成することにより、定盤と被加工物との電氣的に絶縁することを特徴とする請求項 1 乃至 5 何れかに記載の放電加工装置。

## 【請求項 7】

加工液として水系加工液を用い、電極と被加工物との間に形成される加工間隙に電圧を印加しつつ前記被加工物の加工を行う放電加工方法において、

前記加工液の導電率、pH、酸化還元電位のうち少なくとも 1 種類の状態を加工液質測定器に基づき計測する工程と、

この加工液質測定器の計測結果に基づき、前記加工液のpHを、8.5～10.5となるように制御する工程と、

を備え、前記被加工物を設置する定盤と前記被加工物とを電氣的に絶縁した状態で被加工物を加工することを特徴とする放電加工方法。

## 【請求項 8】

加工液質測定器に基づき、水系加工液の導電率を計測し、純水化樹脂部、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂が混合された防食樹脂部への通水を制御することにより、加工液のpHを制御す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】

加工液質測定器に基づき、水系加工液の導電率を計測し、純水化樹脂部、OH<sup>-</sup>形陰イオン交換樹脂からなる防食樹脂部への通水を制御することにより、加工液のpHを制御することを特徴とする請求項 8 に記載の放電加工方法。

## 【請求項 10】

超硬材料、銅材、鉄系材料、亜鉛材を、水系加工液を用い、電極との間に形成される加工間隙に電圧を印加しつつ加工を行う放電加工方法において、

前記加工液の導電率、pH、酸化還元電位のうち少なくとも 1 種類の状態を加工液質測定器に基づき計測する工程と、

この加工液質測定器の計測結果に基づき、前記加工液のpHを、8.5～10.5となるように制御する工程と、

を備え、前記被加工物を設置する定盤と前記被加工物とを電氣的に絶縁した状態で被加工物を加工することを特徴とする放電加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、被加工物が加工液に長時間浸漬されることに伴う防食防止性能を備えた放電加工装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

被加工物に加工液を吹き掛けながら、又は被加工物を加工液に浸漬させ、被加工物と電極との間にパルス電圧を印加して放電を発生させて加工を行う放電加工装置では、加工液として水を利用する場合、電氣的な絶縁性が要求されるため、通常イオン交換水を用いている。

そして、このイオン交換水（加工液）は、例えばH<sup>+</sup>（水素イオン）形陽イオン交換樹脂と、OH<sup>-</sup>（水酸化物イオン）形イオン交換樹脂を混合したイオン交換樹脂に水道水を通水し、不純物を取り除いた放電加工に必要な加工液を生成する。

なお、イオン交換樹脂では、水道水に含まれるナトリウムイオン（Na<sup>+</sup>）やカルシウムイオン（Ca<sup>2+</sup>）などの陽イオンがH<sup>+</sup>形陽イオン交換樹脂と接触することでH<sup>+</sup>と交換され、塩化物イオン（Cl<sup>-</sup>）や硫酸イオン（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）などの陰イオンがOH<sup>-</sup>形陰イオン交換樹脂と

10

20

30

40

50

接触することで $\text{OH}^-$ と交換される結果、水道水に含まれる不純物が取り除かれ、 $\text{H}^+$ と $\text{OH}^-$ が結合し、水 $\text{H}_2\text{O}$ が生成される。

【0003】

このような、水系加工液を用いる放電加工装置では、被加工物が長時間水系の加工液に浸漬されていると、被加工物が腐食して被加工物の品質低下が生じることが知られている。

そのために、被加工物と被加工物近傍に防食電極を取り付け、被加工物と防食電極との間に電圧を印加して、被加工物側の平均電圧が零または負となるように制御することで、被加工物の腐食を防ぐ方法が提案されている。(例えば特許文献1)

また、定盤と被加工物の間に絶縁物を挟み、定盤を陽極とし被加工物を陰極として電圧を印加して被加工物の腐食を防ぐ方法も提案されている。(例えば特許文献2)

10

【0004】

【特許文献1】特開平11-70414

【特許文献2】特開2004-291206号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

イオン交換樹脂により不純物が取り除かれた加工液の導電率は、一般に $70(\mu\text{S}/\text{cm})$ 以下となる。

また、pHは水素イオン濃度で決まるが、炭酸水素イオン( $\text{HCO}_3^-$ )などと交換された $\text{OH}^-$ が加工液中に出るために、水素イオン濃度の極端な変化は無く通常、pHは7である。

20

そして、このような加工液中には、不動態被膜を破壊する作用が強い $\text{Cl}^-$ 等の腐食性イオンはほとんど存在しないが、加工液中の溶存酸素により被加工物が腐食してしまう。

例えば、被加工物が超硬合金(WC-Co)の場合は、結合相であるコバルト(Co)が加工液中に溶出してしまい、鉄(Fe)の場合でも鉄が溶出するため、被加工物表面に腐食生成物が発生してしまう。

【0006】

特許文献1のような方法で被加工物の腐食を防ぐ場合、防食効果範囲が限定されており、防食電極近傍でしか被加工物の腐食を防止できないという問題がある。

また、特許文献2のような方法で被加工物の腐食を防ぐ場合、定盤を陽極とするから、定盤を腐食させてしまうことなどの問題がある。

30

さらに、両特許文献の方法では防食電源なしでは被加工物の腐食を防止することが出来ないという問題がある。

【0007】

この発明は、上述のような問題点を解決するためになされたものであり、加工槽全域において防食効果を発揮し、外部電源を使用することなく長時間にわたって被加工物の腐食を防止できる放電加工装置を得ることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に関わる放電加工装置は、加工液として水系加工液を用い、電極と被加工物との間に形成される加工間隙に電圧を印加しつつ前記被加工物の加工を行う放電加工装置において、被加工物を設置する定盤と、被加工物とを電氣的に絶縁する絶縁手段と、加工液の状態を計測する加工液質測定器と、この加工液質測定器の計測結果に基づき、加工液のpHを、 $8.5 \sim 10.5$ となるように制御する加工液質制御手段と、を備えたものである。

40

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、放電加工に必要な絶縁性(導電率 $70\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下)を有し、pHが $8.5 \sim 10.5$ を有する加工液を用い、定盤と被加工物を電氣的に絶縁することにより、加工槽全域において防食効果を発揮し、外部電源を使用することなく長時間にわたって被加工物の腐食を防止できるといった効果を奏するものである。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1におけるワイヤ放電加工装置の構成図である。

【図2】NaOH水溶液の導電率とpHとの関係を示す図である。

【図3】実施の形態1における制御動作を示すフローチャートである。

【図4】実施の形態2におけるワイヤ放電加工装置の構成図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

実施の形態1 .

図1は、本実施の形態の全体構成を示す構成図である。

具体的には、被加工物を定盤との間に絶縁物を挟んだ状態で設置し、防食樹脂及び液質測定器として導電率計を用いて、加工液のpHを9.0に制御するワイヤ放電加工装置を示している。

ワイヤ放電加工装置は、被加工物1とワイヤ電極2との間に電圧を印加し、上部加工液ノズル4と下部加工液ノズル5より噴出される加工液を介して放電を行わせ、被加工物1を溶融除去することにより加工を進める。

このとき、ワイヤ電極2も放電加工にともない放電部分が溶融、劣化するので、加工の進行とともに新しいワイヤ電極2が加工部に供給されるように、ワイヤボビン3に巻回されたワイヤ電極2が、上部加工液ノズル4、下部加工液ノズル5、回収ローラ6を経由して回収箱7に送り続けられる。

ここで、被加工物1は、ステンレス鋼を利用した定盤11に絶縁体12を介して電氣的に絶縁された状態で設置される。

なお、放電加工に使用するエネルギーは、加工液を満たした加工槽8内に設置された被加工物1及びワイヤ電極2間に加工電源9から供給され、コンタクタ10の導通、非導通状態を制御することで、放電発生の有無を制御する。

【0012】

加工槽8内の加工液は、加工液液質制御装置本体101でスラッジの除去、加工液のpH制御が行われ、加工槽8に還流される。

具体的には、上部加工液ノズル4及び下部加工液ノズル5より噴出し、加工部に生ずるスラッジを流した不純物を多く含有した加工液は、加工槽8に一時蓄えられた後、配管経路により汚液槽102に導かれる。

汚液槽102に蓄えられた加工液は、濾過ポンプ103により吸い上げられた後、濾過フィルタ104でスラッジ等の不純物を濾過し、清液槽105に蓄えられる。

【0013】

清液槽105の加工液は、加工液液質測定器としての導電率計112により導電率が測定され、測定結果が制御部113に送られる。

制御部113では、導電率計112の測定結果と、予め設定された設定値を比較し、純水化樹脂用電磁弁110または防食樹脂用電磁弁111の開閉動作を行う。

純水化樹脂用電磁弁110または防食樹脂用電磁弁111の開閉動作に基づき、樹脂ポンプ109で吸い上げられた加工液が、純水化樹脂が収納されている純水化樹脂塔107、防食樹脂を収納している防食樹脂塔108に供給され、清液槽105に所定のpHとなるように還流される。

また、加工液ポンプ106により、上部加工液ノズル4及び下部加工液ノズル5を介して、被加工物1とワイヤ電極2の間に噴出させる。

【0014】

次に、防食樹脂塔108の詳細について説明する。

防食樹脂塔108は、Na<sup>+</sup>形陽イオン交換樹脂とOH<sup>-</sup>形陰イオン交換樹脂の混合樹脂を使用する。

これによって加工液は希薄なNaOH水溶液となる。

図2に示すように、NaOH水溶液の導電率とpHの関係は一定になるため、加工液の導電率を

10

20

30

40

50

制御することによって加工液のpHも制御できる。

【 0 0 1 5 】

例えば、加工液の設定導電率が $6.2 \mu\text{S}/\text{cm}$ の時、pHは9.0になるので、設定値より高い導電率（pH値）の場合は、純水化樹脂用電磁弁 1 1 0 を作動させ、清液槽 1 0 5 の加工液を配管経路経由で純水化樹脂塔 1 1 7 に送り、放電加工により生じた金属イオンや大気中の炭酸ガスによる炭酸イオン等を取り除き、加工液の導電率（pH値）を低下させる。

また、加工液の導電率（pH値）があらかじめ設定した値より低くなれば、pH値を維持して加工液の防食特性を損なわないようにするため、防食樹脂用電磁弁 1 1 1 を作動させ、清液槽 1 0 5 の加工液を配管経路経由で防食樹脂塔 1 1 8 に送り、加工液の導電率（pH値）を上記のあらかじめ設定した設定値付近に保持するようにしている。

10

図 3 に上述の制御動作と動作フローチャートを示す。

【 0 0 1 6 】

本実施の形態における加工液のpH制御範囲は、被加工物 1 が超硬材料(WC - Coなど)、Cu、Fe（鉄）、Zn（亜鉛）などの場合、防食効果を発揮させるためには、pHの下限を8.5とすることが望ましい。

また、pHが上昇すると加工液の導電率が増加して放電加工性能を低下させてしまうので、pHの上限を10.5とすることが望ましい。

【 0 0 1 7 】

上述の加工液のpHを8.5～10.5に制御する方法としてイオン交換樹脂を利用する方法や薬品を投入する方法、電解水生成器を利用する方法の3つが考えられる。

20

イオン交換樹脂を利用する場合、水道水を純水化樹脂に通水させた後の加工液（ $70 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、pH=7）が対象となる。

そのため、導電率を制御することによってpHも制御する観点から、 $\text{Na}^+$ 形陽イオン交換樹脂と $\text{OH}^-$ 形陰イオン交換樹脂を混合した防食樹脂に通水させることにより加工液は希薄なNaOH水溶液となり所望のpHと導電率を示す。

ここで、防食樹脂は陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂の混合である必要は無く、それぞれ別のイオン交換樹脂塔に封入した2つのイオン交換樹脂塔でも良く、陽イオン交換樹脂として $\text{Na}^+$ 形以外に $\text{K}^+$ 形や $\text{Ca}^{2+}$ 形が考えられ、少なくとも1種類を使用し、陰イオン交換樹脂として $\text{OH}^-$ 形以外に $\text{CO}_3^{2-}$ 形でもよく、少なくとも1種類を使用することができる。

【 0 0 1 8 】

30

薬品を投入する方法を利用する場合は、水酸化ナトリウム（NaOH）や水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）などのアルカリ土類元素を含む薬品が考えられ、水道水を純水化樹脂に通水させた後の加工液（ $70 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、pH=7）に投入すれば良い。

【 0 0 1 9 】

電解水生成器を使用する場合は、水道水を純水化樹脂に通水させた後の加工液（ $70 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、pH=7）を電解によりpHが8.5～10.5の電解水にすれば良い。

【 0 0 2 0 】

上述の3つの方法で、加工液質測定器、例えば導電率計やpH計、酸化還元電位計のうち少なくとも1種類の測定器を使用し、制御部の指令によりpH調整されるが、加工性能を左右する導電率の制御性や被加工物の防食性能を左右するpHの制御性の点からイオン交換樹脂を使う方法が適している。

40

【 0 0 2 1 】

被加工物1を、絶縁物12を介さずに定盤へ設置すると、お互いが異種材料の場合には電位差が生じ、特に被加工物の方が定盤材料よりイオン化傾向が高い場合には被加工物側に腐食が発生する。

被加工物1を定盤11との間に絶縁物12を挟んだ状態で設置することで、上述の腐食の発生を防止できる。

絶縁物12としては加工性能を劣化させないために、アルミナ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）やシリカ（ $\text{SiO}_2$ ）等の高硬度なセラミックスが適している。

【 0 0 2 2 】

50

上述の被加工物の防食方法を具備したワイヤ放電加工装置で、加工液の導電率を $6.2\ \mu\text{S}/\text{cm}$ ( $\text{pH}=9.0$ に対応)に制御することによって、長時間(100時間以上)でも超硬材料(WC-Co)の腐食を防止できた。

また、加工液の導電率を $6.2\ \mu\text{S}/\text{cm}$ ( $\text{pH}=9.0$ に対応)に制御することによって長時間(100時間以上)でも鉄系材料(SKD-11)の腐食を防止できた。

なお、この実施の形態1では、防食樹脂として $\text{Na}^+$ 形陽イオン交換樹脂と $\text{OH}^-$ 形陰イオン交換樹脂の混合物を使用した。純水化樹脂塔107に通水した水の不純物陽イオンの大半が $\text{Na}^+$ なので、導電率と $\text{pH}$ の相関の精度は劣るが、防食樹脂として $\text{OH}^-$ 形陰イオン交換樹脂のみを使用しても良い。

#### 【0023】

実施の形態2

図4は、定盤11を御影石などの絶縁体で構成し、防食樹脂及び加工液質測定器として導電率計を用いて加工液 $\text{pH}$ を9.0に制御するときの本実施の形態2によるワイヤ放電加工装置の構成を示す構成図である。

実施の形態1と同様に、外部電源を使用することなく長時間にわたって被加工物の腐食を防止できるだけでなく、実被加工物1と定盤11との間に絶縁物12を挟む必要がなくなり、段取り性を向上させることができる。

上述の被加工物の防食方法を具備したワイヤ放電加工装置で、加工液の導電率を $6.2\ \mu\text{S}/\text{cm}$ ( $\text{pH}=9.0$ に対応)に制御することによって、長時間(100時間以上)でも超硬材料(WC-Co)の腐食を防止できた。

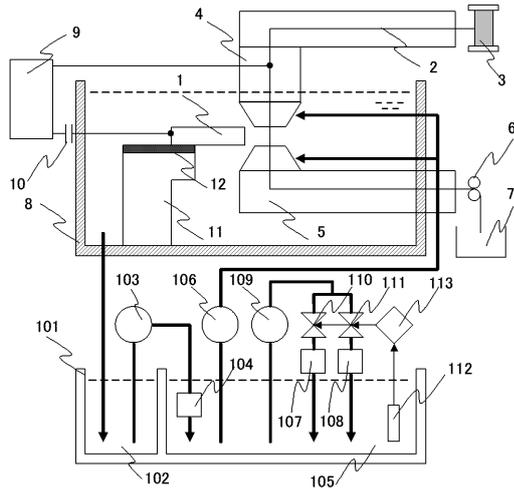
また、加工液の導電率を $6.2\ \mu\text{S}/\text{cm}$ ( $\text{pH}=9.0$ に対応)に制御することによって長時間(100時間以上)でも鉄系材料(SKD-11)の腐食を防止できた。

#### 【産業上の利用可能性】

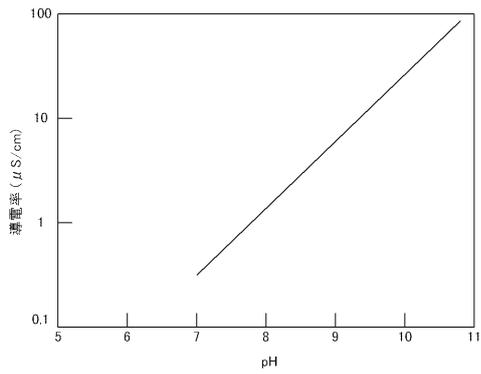
#### 【0024】

本発明は、水系加工液を用いて電圧印加しつつ加工を行うワイヤ放電加工装置の防食技術に適用することに適している。

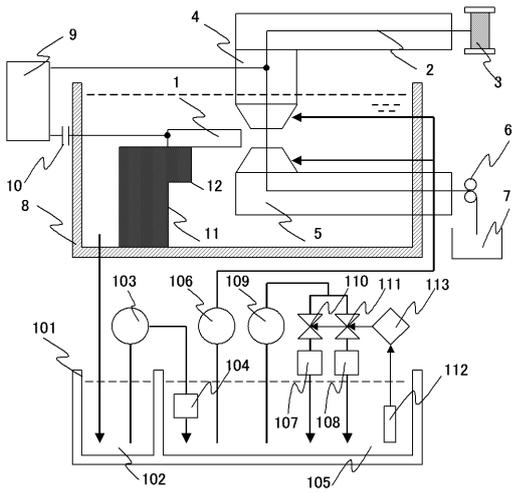
【図1】



【図2】

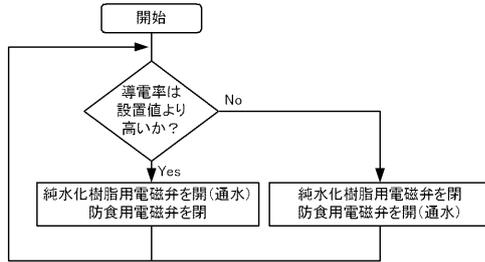


【図4】



【図3】

導電率計の設定値	純水化樹脂用電磁弁	防食樹脂用電磁弁
設定値よりも高い	開(通水)	閉
設定値よりも低い	閉	開(通水)



---

フロントページの続き

- (72)発明者 石原 秀一郎  
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
- (72)発明者 中島 洋二  
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
- (72)発明者 山田 久  
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

審査官 福島 和幸

- (56)参考文献 国際公開第2006/126248(WO, A1)  
特開平5-42414(JP, A)  
特開昭63-191514(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B23H 1/00-11/00