

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-100904
(P2010-100904A)

(43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
C 2 1 D	1/09	(2006.01)	C 2 1 D	1/09	B	5 C 0 3 4		
G 2 1 K	5/04	(2006.01)	G 2 1 K	5/04	E			
G 2 1 K	1/00	(2006.01)	G 2 1 K	1/00	E			
H O 1 J	37/305	(2006.01)	H O 1 J	37/305	Z			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-273911 (P2008-273911)
(22) 出願日 平成20年10月24日(2008.10.24)

(71) 出願人 000132725
株式会社ソディック
神奈川県横浜市都筑区仲町台3丁目12番1号
(74) 代理人 100073184
弁理士 柳田 征史
(74) 代理人 100090468
弁理士 佐久間 剛
(74) 復代理人 100152401
弁理士 我妻 慶一
(72) 発明者 松本 格
神奈川県横浜市都筑区仲町台3-12-1
株式会社ソディック本社・技術研修センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面改質装置および表面改質方法

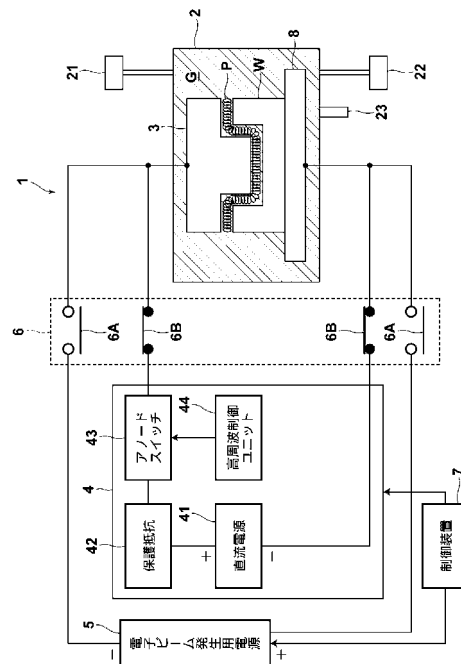
(57) 【要約】

【課題】 電子ビームを被照射体に向けて照射する表面改質装置において、被照射体の被照射面の形状によらず被照射面へ均一に電子ビームを照射する。

【解決手段】

稀ガスG中で電子ビームを被照射体Wに向けて照射して被照射面を改質する表面改質装置において、単一電極3をアノード電極およびカソード電極として共用する。単一電極3をアノード電極として単一電極3周辺の稀ガスを電離させてプラズマPを生成する。このプラズマが単一電極と被照射面との間に充満した後に、単一電極をカソード電極として単一電極3から電子ビームを被照射体Wに向けて照射する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

稀ガス中で電子ビームを被照射体に向けて照射し、該被照射体の被照射面を改質する表面改質装置であって、

アノード電極およびカソード電極として共用される単一電極を備え、

該単一電極がアノード電極として前記単一電極周辺の前記稀ガスを電離させてプラズマを生成し、該プラズマが前記単一電極と前記被照射面との間に充満した後、前記単一電極をカソード電極として前記単一電極から電子ビームを前記被照射体に向けて照射することを特徴とする表面改質装置。

【請求項 2】

前記単一電極をアノード電極として機能させるために、正の高電圧を印加するプラズマ発生電源と、

前記単一電極をカソード電極として機能させるために、負の高電圧に印加する電子ビーム発生電源とを備え、

前記プラズマ発生電源と前記電子ビーム発生電源とを切り換えることにより、前記単一電極に正の高電圧または負の高電圧を印加することを特徴とする請求項 1 に記載の表面改質装置。

【請求項 3】

前記単一電極は、前記照射面と所定の隙間を形成するように配置され、該隙間に前記プラズマが充満すること特徴とする請求項 1 または 2 に記載の表面改質装置。

【請求項 4】

前記単一電極と前記照射面との隙間は、2 mm 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載の表面改質装置。

【請求項 5】

稀ガス中で電子ビームを被照射体に向けて照射し、該被照射体の被照射面を改質する表面改質方法であって、

単一電極をアノード電極として機能させるために、正の高電圧で印加し、

前記単一電極近傍の前記稀ガスを電離させてプラズマを生成し、

該プラズマが前記単一電極と前記照射体との間に充満した後、前記単一電極をカソード電極として機能させるために、負の高電圧で印加し、

前記単一電極から電子ビームを被照射体に向けて照射させることを特徴とする表面改質方法。

【請求項 6】

前記被照射面が凹凸部を有する形状であるときは、前記被照射面の反転形状を有する前記単一電極を使用して電子ビームを前記被照射体に向けて照射させることを特徴とする請求項 5 に記載の表面改質方法。

【請求項 7】

前記被照射面が形彫放電加工で形成された加工穴の全面であるときは、前記形彫放電加工で使用した工具電極で前記単一電極として使用して電子ビームを前記被照射体に向けて照射させることを特徴とする請求項 5 に記載の表面改質方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

稀ガス中で電子ビームを被照射体に向けて照射し、被照射体の被照射面を改質する表面改質装置および表面改質方法に関する。より詳しくは、アノード電極により稀ガスを電離させてプラズマを生成した後に、カソード電極より電子ビームを照射する表面改質装置および表面改質方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来から鉄系金属あるいは非鉄金属の表面へ短時間に高エネルギー密度の大面積の電子

10

20

30

40

50

ビームを照射して被照射面を溶融させることにより、表面張力等の作用により溶融した被照射面の凹凸部が平滑化し、その後自己放冷することで平滑化した状態で凝固させる表面改質方法が知られている。

【0003】

特許文献1には、電子ビームを照射する大径のカソード電極と、電子ビームの照射方向に配置された環状アノード電極と、カソード電極と環状アノード電極との間の電子加速空間に磁場を付与するソレノイド等を備え、環状アノード電極およびカソード電極の周辺にプラズマを発生させ、磁場形成された電子加速空間内に、カソード電極から大面積の電子ビームを照射する技術が提案されている。

【0004】

一般に、電子ビームは、被照射面に凹凸部が存在すると、電子ビームが凸部に集中するように偏向するが、カソード電極と被照射面との距離(以下、極間という。)を短くすることにより、被照射面の表面粗さが数十 μm 程度の凹凸部であれば、均一な照射が可能となる。

【0005】

また、近年、この表面改質方法を放電加工した金型に適用し、従来の手磨き作業工程を置き換えたいとの要求がある。特に、手磨き作業の困難な金型の凹部の表面を改質したいとの要求が強い。

【0006】

一般的に、金型表面上の凹凸部は、最大寸法で数十 mm 程度になり、被照射体とカソード電極との極間調整によっては、凹凸部を有する金型表面上に電子ビームを均一に照射することが困難である。

【0007】

特許文献2には、被照射体の孔の内側の表面改質をするために、ソレノイドと一体化したカソード電極を被照射体の孔に挿入し、被照射体の外側近傍に配設された環状アノード電極でプラズマを発生させて被照射体の孔の内側を表面改質する技術が提案されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献2に提案されている技術では、環状アノード電極を被照射体の孔内に設けることができなため、環状アノード電極とカソード電極との距離が長い場合には、カソード電極と被照射体との間に十分なプラズマを形成することができず、電子ビームを十分に照射できない虞がある。

【0009】

本発明の目的は、上記事情に鑑み、被照射面の形状によらずに被照射面へ均一に電子ビームを照射できる表面改質装置および表面改質方法を提供する。

【特許文献1】特開2005-76061

【特許文献2】特開2008-105065

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明の表面改質装置は、稀ガス中で電子ビームを被照射体に向けて照射し、この被照射体の被照射面を改質する表面改質装置であって、アノード電極およびカソード電極として共用される単一電極を備え、この単一電極がアノード電極として単一電極周辺の稀ガスを電離させてプラズマを生成し、このプラズマが単一電極と被照射面との間に充満した後、単一電極をカソード電極として単一電極から電子ビームを被照射体に向けて照射することを特徴とする。

【0011】

ここで、「稀ガス」とは、不活性ガスを意味し、具体的には、アルゴンガス等を意味する。上記「被照射体」とは、例えば鋼等の鉄系金属や、アルミニウム合金等の非鉄金属を意味する。「被照射面を改質する」とは、被照射面の凹凸部を平滑化して表面粗さを小さ

10

20

30

40

50

くすること、若しくは、被照射面をアモルファス化して耐摩耗性を向上させることを意味する。上記「アノード電極およびカソード電極として共用される」とは、アノード電極として使用される場合とカソード電極として使用される場合の両方の用途を有する意味である。上記「単一電極と被照射面との間に充満する」とは、単一電極の表面と被照射面との間で形成される空間に充満することを意味する。

【0012】

また、本発明の表面改質装置は、単一電極をアノード電極として機能させるために、正の高電圧を印加するプラズマ発生電源と、単一電極をカソード電極として機能させるために、負の高電圧を印加する電子ビーム発生電源とを備え、プラズマ発生電源と電子ビーム発生電源とを切り換えることにより、単一電極に正の高電圧または負の高電圧を印加するものであってもよい。

10

【0013】

ここで、「正の高電圧」とは、1 kV以上の正電圧を意味し、望ましくは、1.2 kV程度の正電圧である。上記「負の高電圧」とは、1 kV以上の負電圧を意味し、望ましくは、30 kV程度の負電圧を意味する。上記「切り換える」とは、各電源と単一電極との配線を切り換えることを意味する。

【0014】

また、単一電極は、被照射面と所定の隙間を形成するように配置され、この隙間にプラズマを充満させるものであってもよい。また、この隙間は、2 mm以下であってもよい。

【0015】

ここで、「隙間は、2 mm以下」とは、単一電極と照射面との隙間の全域が、2 mm以下であることを意味する。

20

【0016】

本発明の表面改質方法は、稀ガス中で電子ビームを被照射体に向けて照射し、この被照射体の被照射面を改質する表面改質方法であって、単一電極をアノード電極として機能させるために、正の高電圧で印加し、単一電極近傍の稀ガスを電離させてプラズマを生成し、このプラズマが単一電極と被照射面との間に充満した後、単一電極をカソード電極として機能させるために、負の高電圧で印加し、単一電極から電子ビームを被照射体に向けて照射させることを特徴とする。

【0017】

また、被照射面が凹凸部を有する形状であるときは、被照射面の反転形状を有する単一電極を使用して電子ビームを被照射体に向けて照射させてもよい。

30

【0018】

ここで、「反転形状」とは、被照射面の凹部には、それと反転する凸部を有し、被照射面の凸部には、それと反転する凹部を有する形状を意味するものである。

【0019】

また、被照射面が形彫放電加工で形成された加工穴の全面であるときは、形彫放電加工で使用した工具電極で加工した加工穴を単一電極として使用して電子ビームを被照射体に向けて照射させてもよい。

【0020】

ここで、「加工穴の全面」とは、加工穴の底面および側面を意味する。上記「使用した工具電極」とは、加工穴を加工するのに使用した工具電極を意味する。

40

【発明の効果】

【0021】

本発明の表面改質装置および表面改質方法は、単一電極をアノード電極およびカソード電極として共用し、この単一電極をアノード電極として使用することで単一電極周辺の稀ガスを電離させてプラズマを生成し、このプラズマが単一電極と被照射面との間に充満した後に、単一電極をカソード電極として使用することで単一電極から電子ビームを被照射体に向けて照射するため、表面改質装置内にアノード電極とカソード電極を其々配置する必要がなく、単一電極を被照射体に近づけることが可能となり、単一電極からの電子ビー

50

ムを被照射面形状によらず均一に被照射面への照射ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明の表面改質装置の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図1は、本発明の表面改質装置1の概略構成図である。

【0023】

表面改質装置1は、密閉されたチャンバ2と、アノード電極およびカソード電極として機能する単一電極3と、プラズマPを発生させるためのプラズマ発生用電源4と、電子ビームを照射するための電子ビーム発生用電源5と、プラズマ発生用電源4と電子ビーム発生用電源との切り替えをするカソードスイッチ6と、表面改質装置1を制御する制御装置7と、被照射体Wが載置されて電子ビームが照射されるコレクタ8とから主に構成される。

10

【0024】

チャンバ2は、単一電極3と、単一電極3を電子ビームの照射方向および照射方向に垂直な面を移動自在とする不図示の移動機構と、コレクタ8とを収容する。チャンバ2は、真空ポンプ21により真空引きされて、チャンバ2内が0.01Pa程度の真空状態となる。その後、ガスポンプ22より稀ガスGがチャンバ2内に導入される。この稀ガスGは、特に限定されるものではないが、本実施形態では、稀ガスをアルゴンガスGとして説明する。チャンバ2内のアルゴンガスGのガス圧は、真空ゲージ23により計測されて所定のガス圧に制御される。具体的には、アルゴンガスGのガス圧は、0.03~0.06Pa程度の範囲であり、望ましくは、0.05Pa程度が良い。

20

【0025】

単一電極3は、後述するとおり、アノード電極およびカソード電極として共用され、本実施形態では、一例として外径が60mm程度の略円形状である。単一電極3の形状は、特に限定されるものではない。単一電極3は、アノード電極として機能することで単一電極の周囲にプラズマPを生成するとともに、カソード電極として機能することで大面積の電子ビームを照射する。なお、単一電極3は、電子の易発性に寄与するように、例えば、チタン(Ti)の針金の結束体が付与されている。また、本実施形態の単一電極3の形状は、被照射体Wに形成された図1に示されるような被照射面の反転形状としている。また、本実施形態の単一電極3は、加工穴を形彫放電加工によって形成したときに形彫放電加工で使用した工具電極を使用している。

30

【0026】

単一電極3を保持する不図示の移動機構は、真空対応のキャンドリニアモータ等により構成されるものであり、単一電極を電子ビームの照射方向および照射方向に垂直な面内を移動自在とさせるものである。なお、単一電極3を固定し、被照射体Wを不図示の移動機構により、移動させることも可能である。

【0027】

プラズマ発生用電源4は、出力電力2.5KW、出力電圧1.2KV程度の直流電源41と、直流電源41からの放電される電流が過電流である場合にこれを保護する保護抵抗42と、直流電源41からの電流を閉開させるアノードスイッチ43と、アノードスイッチ43の開閉を制御する高周波制御ユニット44とから構成される。

40

【0028】

電子ビーム発生用電源5は、3μF程度のコンデンサを有し、このコンデンサを20~60KVに充電し、立ち上がりの高い負の高電圧パルスで単一電極3を印加することにより、単一電極3をカソード電極として機能させる。本実施形態では、上記コンデンサは、30KV程度に充電されるものとして説明する。

【0029】

カソードスイッチ6は、接点6Aおよび6Bから構成され、接点6Aが閉接することにより、プラズマ発生用電源4の陽極と単一電極3、プラズマ発生用電源4の負極とコレクタ8とが所望のタイミングで接続される。また、接点6Bが閉接することにより、電子ビ

50

ーム発生用電源 4 の負極と単一電極 3、電子ビーム発生用電源 4 の陽極とコレクタ 8 とが所望のタイミングで接続される。

【0030】

制御装置 7 は、前述のとおり、表面改質装置 1 を制御するものであり、主に単一電極 3 を不図示の移動機構による所望位置への移動、プラズマ発生用電源 4 および電子ビーム発生用電源の制御、操作および加工条件の設定等がなされる。

【0031】

コレクタ 8 は、前述のとおり、被照射体 W が載置されるものであり、被照射体 W は、コレクタ 8 に設けられた不図示の保持機構により保持される。

【0032】

次に、本発明の表面改質方法について説明する。図 2 は、電子ビーム照射のタイミングチャートを示すものである。

【0033】

まず、不図示の移動機構により、単一電極 3 を被照射体 W の照射面との間に所定の隙間が形成されるように、移動させる。

【0034】

次に、カソードスイッチ 6 の接点 6 A を閉接し、接点 6 B を開放する。

【0035】

次に、高周波制御ユニット 4 4 からの高周波信号に基づいてアノードスイッチ 4 3 を所定時間閉接し、その後開放する。アノードスイッチ 4 3 が閉接することにより、直流電源 4 1 からパルス電流が、保護抵抗 4 2、アノードスイッチ 4 3 および接点 6 A を介して単一電極 3 に流れ、低圧のアルゴンガス 3 内で単一電極 3 の周囲にプラズマ P の形成を伴うグロー放電が発生する。

【0036】

アノードスイッチ 4 3 の開閉時間は、10 ~ 100 μ sec 程度の範囲であり、本実施形態では、例えば高周波制御ユニット 4 4 より 13.56 KHz 程度の高周波信号で指令することで開閉時間が 74 μ sec 程度となる。

【0037】

アノードスイッチ 4 3 が開閉することで直流電源 4 1 は、立ち上がり時間が 10 μ sec 程度、ピーク値が 50 ~ 150 A 程度のパルス電流を放電する。本実施形態でのピーク値は、一例として 75 A 程度とする。なお、パルス電流のパルス幅は、アノードスイッチ 4 3 の開閉時間に基づくものであり、本実施形態では、74 μ sec 程度とする。

【0038】

次に、パルス電流の放電開始から所定時間遅延してカソードスイッチ 6 の接点 6 A を開放し、接点 6 B を閉接する。具体的に、上記遅延時間は、10 ~ 100 μ sec 程度の範囲であり、本実施形態では、一例として 19 μ sec 程度として説明する。上記遅延時間は、特に限定されるものではないが、単一電極 3 と被照射体 W との間に、図 1 に示すように、十分なプラズマ P が形成される時間であればよい。

【0039】

所定時間経過後、再びカソードスイッチ 6 の接点 6 A を閉接し、接点 6 B を開放する。具体的に、上記の開閉時間は、1 ~ 10 μ sec 程度であり、これにより、立ち上がり時間が 5 ~ 10 nsec 程度の負の高電圧が単一電極 3 に印加されて、カソード電極として機能する単一電極 3 から電子ビームが照射される。なお、電子ビームの被照射面への照射が少ない場合は、上記の方法を繰り返し、複数回電極を照射することも可能である。

【0040】

図 3 は、従来の環状アノード電極を有する表面改質装置を用いて、アノード電極の配置によるプラズマ P の生成を確認する実験の概略構成図である。また、図 4 A ~ 図 4 B は、プラズマ P の生成状態を示す図である。なお、図 3 においては、理解を容易にするため、チャンバ等の構成を省略している。

【0041】

10

20

30

40

50

被照射体Wには、材料として合金工具鋼（SKD11）を使用し、径80mm程度の平坦な円板を用いている。各図は、チャンバ2内のアルゴンガスGのガス圧を0.05Paに制御し、電子ビームを10回照射された被照射体Wの被照射面を示している。

【0042】

また、図4A～図4Eは、図3に示す環状アノード電極と被照射面との間（以下、アノード電極間という。）を段階的に変化させたものである。すなわち図4Aは、アノード電極間が2mm程度、図4Bは、アノード電極間が5mm程度、図4Cは、アノード電極間が10mm程度、図4Dは、アノード電極間が20mm程度および図4Eは、アノード電極間が40mm程度の場合の被照射面の改質状態を示す図である。

【0043】

被照射面の改質状態は、図4A～図4Eに示すとおり、アノード電極間に応じて変化する。アノード電極間が近づく程、被照射面の外周方向に照射痕が鮮明に認識できる。これにより、照射痕の周辺、すなわち環状アノード電極の内側と被照射体Wの外周近傍にプラズマPが十分に充満して形成されたことが推定される。よって、プラズマPを被照射体Wとの間に十分に充満させるには、アノード電極間を2mm以下程度とすることが望ましい。

【0044】

本発明では、単一電極3がアノード電極として機能するため、単一電極3を被照射体Wに2mm程度以下に近接することで、単一電極3と被照射体Wとの間にプラズマPが十分に形成できることが推定される。

【0045】

また、図3に示す実験では、被照射体Wを平坦な円板としているが、図1に示すように、被照射面が凹部を有するものであっても、単一電極3が被照射面の凹部に応じた凸部を有する形状にすることにより、前述のとおり、均一且つ十分なプラズマPが形成される程度の極間を設けることで被照射体Wの凹部内にも電子ビームを照射することができる。

【0046】

したがって、本発明の実施形態である表面改質装置1によれば、アノード電極およびカソード電極として共用する単一電極3を設けるため、アノード電極とカソード電極を表面改質装置1内に其々設ける必要がなく、単一電極3を被照射面に、単一電極3と被照射面との間に十分なプラズマPが形成される程度に、近づけて電子ビームを照射できる。これにより、電子ビームの移動距離が短くなり、電子ビームを被照射面の形状によらず均一に被照射面へ照射することができる。

【0047】

また、本発明の実施形態である表面改質装置1によれば、単一電極3がアノード電極およびカソード電極として共用され、単一電極3と被照射体面との距離を短くなることでソレノイドも不要となり、表面改質装置の小型化、コストの低減が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】表面改質装置の概略構成図

【図2】電子ビーム照射のタイミングチャート

【図3】アノード電極の配置によるプラズマ生成を確認する実験の概略構成図

【図4A】アノード電極間2mmの場合の表面改質状態を示す図

【図4B】アノード電極間5mmの場合の表面改質状態を示す図

【図4C】アノード電極間10mmの場合の表面改質状態を示す図

【図4D】アノード電極間20mmの場合の表面改質状態を示す図

【図4E】アノード電極間40mmの場合の表面改質状態を示す図

【符号の説明】

【0049】

G 稀ガス、アルゴンガス

P プラズマ

10

20

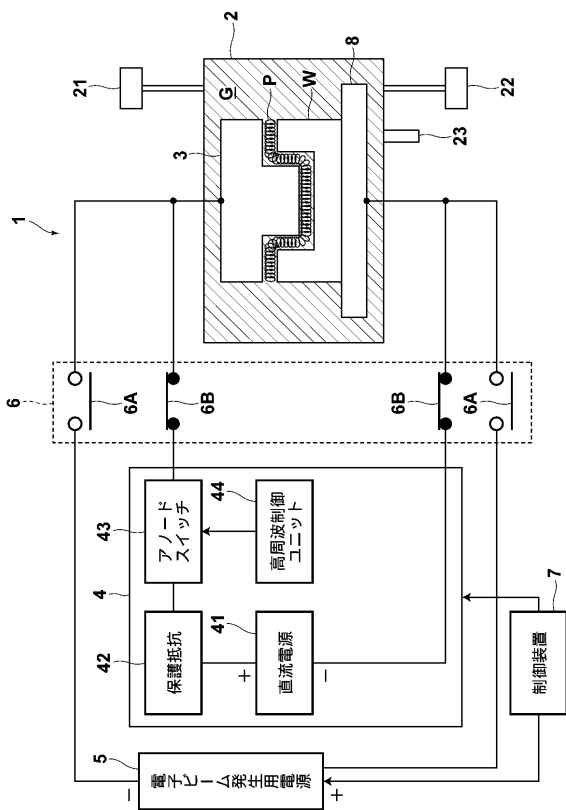
30

40

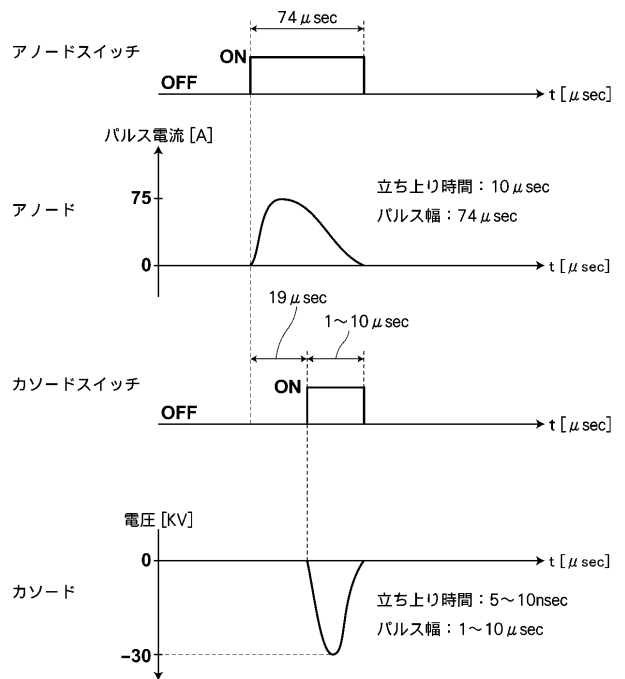
50

- 1 表面改質装置
- 3 単一電極、アノード電極、カソード電極
- 4 プラズマ発生用電源
- 5 電子ビーム発生用電源

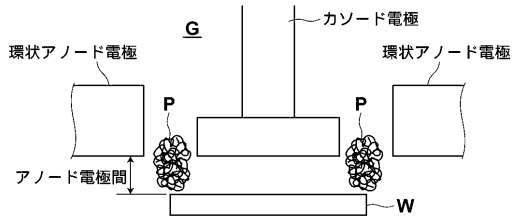
【図1】



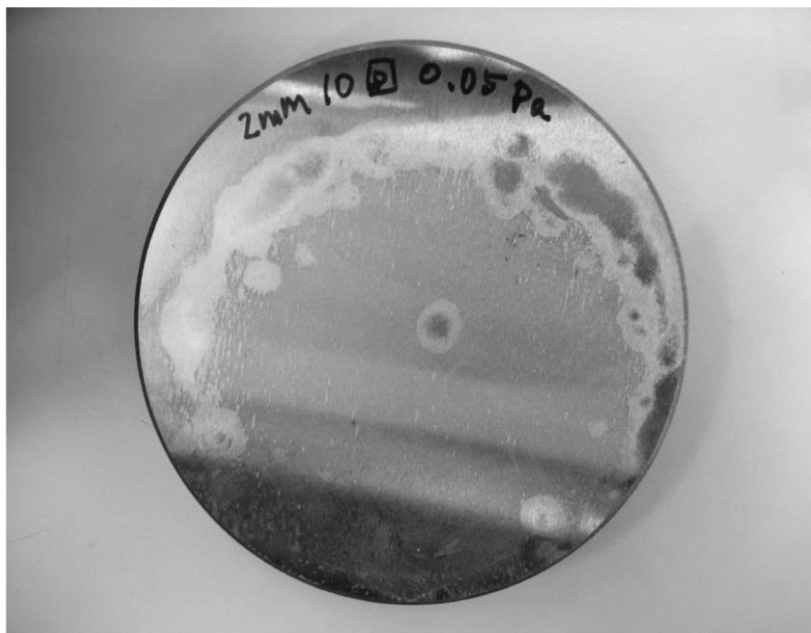
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 A 】



アノード電極間2mm

【 図 4 B 】



アノード電極間5mm

【 図 4 C 】



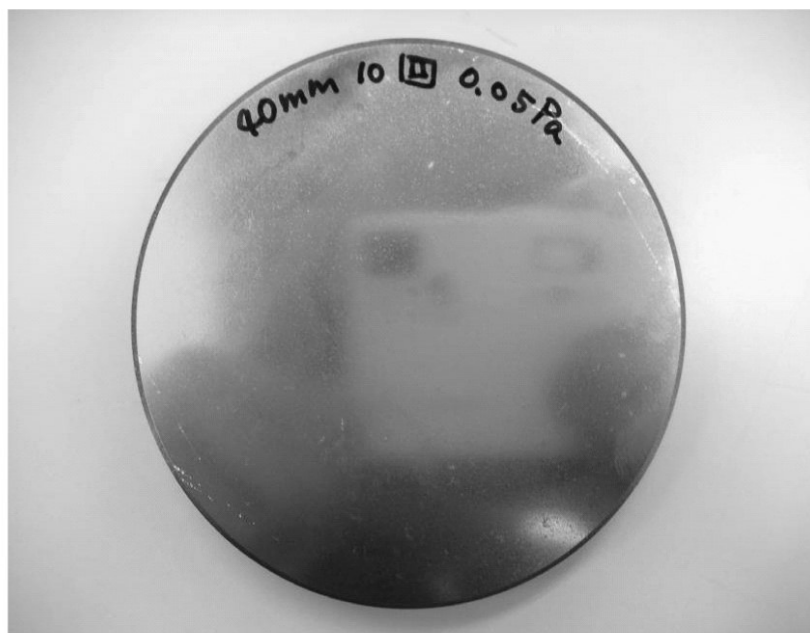
アノード電極間10mm

【図 4 D】



アノード電極間20mm

【図 4 E】



アノード電極間40mm

【手続補正書】

【提出日】平成20年10月27日(2008.10.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 0 7 】

特許文献 2 には、被照射体の孔の内側の表面改質をするために、ソレノイドと一体化したカソード電極を被照射体の孔に挿入し、被照射体の外側近傍に配設された環状アノード電極でプラズマを発生させて被照射体の孔の内側を表面改質する技術が提案されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 7 6 0 6 1

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 1 0 5 0 6 5

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、上記事情に鑑み、被照射面の形状によらずに被照射面へ均一に電子ビームを照射できる表面改質装置および表面改質方法を提供する。

フロントページの続き

(72)発明者 佐野 定男

神奈川県横浜市都筑区仲町台3 - 1 2 - 1 株式会社ソディック本社・技術研修センター内

Fターム(参考) 5C034 BB10