

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6807154号
(P6807154)

(45) 発行日 令和3年1月6日 (2021. 1. 6)

(24) 登録日 令和2年12月9日 (2020. 12. 9)

(51) Int. Cl.	F I
H 0 5 H 1/26 (2006. 01)	H 0 5 H 1/26
B 2 3 K 10/00 (2006. 01)	B 2 3 K 10/00 5 0 3

請求項の数 14 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2015-544452 (P2015-544452)	(73) 特許権者	515135572
(86) (22) 出願日	平成25年11月27日 (2013. 11. 27)		エリコン メテコ アクチェンゲゼルシャ フト、ヴォーレン
(65) 公表番号	特表2016-506025 (P2016-506025A)		スイス国 C H - 5 6 1 0 ヴォーレン、 リーガッカーシュトラーセ 1 6
(43) 公表日	平成28年2月25日 (2016. 2. 25)		
(86) 国際出願番号	PCT/EP2013/074851	(74) 代理人	110000855 特許業務法人浅村特許事務所
(87) 国際公開番号	W02014/086636		
(87) 国際公開日	平成26年6月12日 (2014. 6. 12)	(72) 発明者	リヒティー、フロリアン スイス国、マイスターシュヴァンデン、オ ーバーフェルトシュトラーセ 1
審査請求日	平成28年11月1日 (2016. 11. 1)		
審査番号	不服2019-9061 (P2019-9061/J1)	(72) 発明者	フリーデリー、アルベルト スイス国、ベルリンゲン、ハルデンシュト ラーセ 3 2
審査請求日	令和1年7月5日 (2019. 7. 5)		
(31) 優先権主張番号	12195367. 3		
(32) 優先日	平成24年12月4日 (2012. 12. 4)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ発生装置を作動させる方法及び制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ発生装置を作動させる方法であって、
 プラズマを形成すべきアノード (1 2) とカソード (1 3) との間に維持電圧 (U_A)
 を印加する、前記方法において、
 プラズマを点火するために、前記アノード (1 2) と前記カソード (1 3) との間に点
 火電圧 (U_Z) を印加し、
 前記プラズマが点火したかどうかを点火プロセスの間連続して検査を行い、
 前記点火電圧 (U_Z) を開始点火電圧 ($U_{Z A}$) から単調に増大させて、
 前記プラズマの点火を確認した後、前記アノード (1 2) と前記カソード (1 3) との
 間の電圧を前記維持電圧 (U_A) まで低下させることを特徴とする、プラズマ発生装置を
 作動させる方法。

【請求項 2】

前記プラズマが点火されたかどうか検査するために、前記アノード (1 2) と前記カソ
 ード (1 3) との間に流れる電流を測定することを特徴とする請求項 1 に記載されたプラ
 ズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 3】

前記開始点火電圧 ($U_{Z A}$) が 0 Vであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記
 載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 4】

10

20

前記点火電圧 (U_z) を一定の傾きで増加させることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 5】

前記点火電圧 (U_z) を点火装置 (15) により印加し、該点火装置 (15) を、点火後に前記アノード (12) 及び/又は前記カソード (13) から分離することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 6】

使用するアノード・カソード対 (11) に識別パラメータが関連付けられ、前記識別パラメータに基づいて前記プラズマの点火を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

10

【請求項 7】

前記点火電圧 (U_z) の過程の少なくとも 1 つのパラメータを、前記プラズマの点火まで検出し記憶することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 8】

前記プラズマの点火を確認した最終点火電圧 (U_{zE}) を検出して記憶し、且つ評価することを特徴とする請求項 7 に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 9】

使用するアノード・カソード対 (11) に識別パラメータが関連付けられ、前記識別パラメータに基づいて前記プラズマの点火を行い、

20

前記識別パラメータを前記パラメータと一緒に記憶することを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 10】

前記プラズマの点火に先立って、前記使用するアノード・カソード対 (11) の前記識別パラメータを決定し、前記アノード・カソード対に関連する前記記憶されたパラメータに基づいて点火を行うことを特徴とする請求項 9 に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 11】

前記記憶されたパラメータの時間履歴を評価することを特徴とする請求項 7 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

30

【請求項 12】

現在の決定されたパラメータが関連する比較値から所定の度合いだけ逸脱しているかどうかを監視することを特徴とする請求項 11 に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 13】

前記比較値を、記憶されたパラメータから決定して記憶することを特徴とする請求項 12 に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法。

【請求項 14】

プラズマ発生装置を作動させるための制御装置であって、
 プラズマを形成すべきアノード (12) とカソード (13) との間に維持電圧 (U_A) を印加するための制御装置において、
 プラズマを点火するために、前記アノード (12) と前記カソード (13) との間に点火電圧 (U_z) を印加し、
 前記プラズマが点火されたかどうかを点火プロセスの間、連続的に検査を行い、
 前記点火電圧 (U_z) を開始点火電圧 (U_{zA}) から単調に増大させて、
 前記プラズマの点火を確認した後、前記アノード (12) と前記カソード (13) との間の電圧を前記維持電圧 (U_A) まで低下させることを特徴とする制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、請求項 1 の前文に記載されたプラズマ発生装置を作動させる方法、および請求項 1 5 の前文に記載されたプラズマ発生装置を作動させるための制御装置に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

本出願人が提供する、基板にプラズマ溶射を行う装置は、アノードとカソードとの間のいわゆるプラズマ・トーチで発生したプラズマに、粉末形態の噴霧材料を噴射する。アノードとカソードとの間を通して流れるガスをイオン化させることによって生じたプラズマにより、噴射された粉末を基板表面に吹き付ける。このプラズマ・トーチは、プラズマ発生装置と見なすことができる。

10

【 0 0 0 3 】

プラズマを点火するために、ミリ秒範囲の持続時間および数千ボルトの大きさの予め設定可能な回数のインパルス電圧が、点火電圧としてアノードとカソードとの間に印加される。点火できない場合には、次に、さらなる試みが行われる。

【 0 0 0 4 】

プラズマを維持するために、点火電圧に対してかなり小さい、たとえば約 5 5 ~ 3 0 0 V の一定の維持電圧が、プラズマ点火の開始に先行して、アノードとカソードとの間にすでに印加されている。

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

これに対して、本発明は、プラズマ発生装置の緩やかな動作を可能にする、プラズマ発生装置を作動させる方法及び制御装置を提供することを目的とするものである。本発明によれば、この目的は、請求項 1 に記載された構成を有する方法により、また、請求項 1 5 に記載された構成を有する制御装置によって達せられる。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明によれば、プラズマの点火プロセス中に、点火されたかどうか連続的に検査される。さらに、点火電圧は、初期点火電圧から始まって増加され、プラズマの点火を認識した後に、アノードとカソードの間の電圧が維持電圧まで低減される。

30

【 0 0 0 7 】

点火電圧は、直流電圧、任意の周波数の交流電圧、又は任意のパルス休止比及び任意のパルス形状を有するパルス状の直流電圧として構成することができる。

【 0 0 0 8 】

上記の目的は、プラズマ発生装置を作動させるための制御装置によっても達成される。この制御装置は、プラズマを形成すべきアノードとカソードとの間に維持電圧を印加し、また、アノードとカソードの間に、プラズマを点火する点火電圧を印加するために設けられたものである。本発明によれば、制御装置は、プラズマの点火プロセスの間、点火されたかどうか連続的に検査し、点火電圧を初期点火電圧から増加させ、プラズマが点火したことを認識した後に、アノードとカソードとの間の電圧を維持電圧まで低下させるために設けられる。

40

【 0 0 0 9 】

本発明による方法及び本発明による制御装置を使用することにより点火電圧が印加されるのは、点火プロセスに必要な期間のみであり、そのうえ、不必要に大きい点火電圧が印加されることもなく、むしろ、プラズマを点火するために印加されるのは、実際に必要な点火電圧のみである。高電圧のインパルス印加すると、たとえばプラズマ・トーチといったプラズマ発生装置が損傷する可能性がある。このようなインパルス電圧は、本発明による方法又は本発明による制御装置を用いることでそれぞれ防止され、その結果、電圧インパルスによる損傷が防止でき、プラズマ発生装置の緩やかな動作が可能になる。そのう

50

え、インパルス電圧の繰返しによって電磁波が発生され、プラズマ発生装置の周囲の電子デバイス装置の動作をかなり妨害する可能性がある。本発明による方法及び／又は制御装置を用いることによりインパルス電圧の繰返しが防止され、その結果、妨害電磁波が発生しなくなる。

【 0 0 1 0 】

このプラズマ発生装置は、特に、基板のプラズマ溶射装置のプラズマ・トーチとして構成される。しかしながら、このプラズマ発生装置は、光アーク溶接、プラズマ切断、高速火炎溶射、火炎ワイヤ溶射又は火炎粉末溶射の装置の一部分でもよい。このプラズマ発生装置は、燃焼プロセスの点火に使用することも可能である。

【 0 0 1 1 】

維持電圧は特に維持電圧源によって発生され、点火電圧は別個の点火電圧源によって発生され、どちらもプラズマ発生装置の制御装置によって制御される。しかしながら、維持電圧および点火電圧の両方を発生する１つの電圧源だけを設けることも可能である。

【 0 0 1 2 】

維持電圧は、とりわけ、点火プロセスに先立ってすでに印加されるか、又は点火プロセスと同時に印加される。

【 0 0 1 3 】

すでにプラズマが点火されたかどうか検査するために、特にアノードとカソードとの間の電流が測定される。これに関連して、特に、点火電圧による電流である、いわゆる点火電流を測定することができる。アノードとカソードとの間にプラズマが形成されていない限り、アノードとカソードとは電氣的に絶縁されている。アノードとカソードとの間のガスのイオン化によって、電荷担体がフリーになり、アノードとカソードとの間に電流が流れる。次に、測定された電流が所定の電流閾値を上回ると、プラズマが点火されたことが具体的に認識される。さらに、この認識は、所定の期間にわたって中断することなく上記の電流閾値を超過しなければならないという条件を加えることもできる。

【 0 0 1 4 】

プラズマの点火が認識されると直ちに、点火電圧はもはや増加されず、維持電圧まで低減される。点火を認識した後に、電圧は、特に急激に低下させられる。しかし、点火電圧を、事前決定可能な過程に沿って低下させることも可能である。

【 0 0 1 5 】

初期点火電圧は、具体的には 0 V であるが、別の値にすることも可能である。

【 0 0 1 6 】

点火電圧は、プラズマを点火するために、特に堅調で単調に増大される。点火電圧は、具体的には、たとえば $100\text{ V/ms} \sim 10000\text{ V/ms}$ といった一定の傾きで増大される。しかしながら、点火電圧を、たとえば階段状といった別の増大のさせ方も可能である。

【 0 0 1 7 】

本発明の一具体例によれば、点火電圧を印加する点火装置は、アノード及び／又はカソードの点火後に分離される。具体的には、点火装置とアノード及び／又はカソードとの間に配置された１つ又は２つのスイッチを開くことによって分離される。このスイッチは、特に、プラズマ発生装置の制御装置によっても制御される。点火装置をアノード及び／又はカソードから分離することにより、点火装置とプラズマ発生装置の他の構成要素との間の干渉が起こり得なくなる。

【 0 0 1 8 】

本発明の一具体例によれば、使用するアノード・カソード対に識別パラメータが関連付けられ、識別パラメータに基づいてプラズマが点火される。このようにして、現在のアノード・カソード対に対して点火を調整することができる。これは、たとえば現在のプラズマ・トーチに対して調整することを意味する。たとえば調整された初期点火電圧と、維持電圧の増減に対する点火電圧の調整された過程とを用いることができる。識別パラメータは、具体的にはプラズマ・トーチを特徴付け、たとえばプラズマ・トーチの連続番号又は

10

20

30

40

50

製造番号として実行できる。識別パラメータは、特に自動的に決定することができる。たとえば、プラズマ・トーチが有することのできる独自のトーチ制御装置に識別パラメータが記憶されていて、プラズマ発生装置の制御装置により読み取ることができる。しかしながら、プラズマ発生装置の制御装置に識別パラメータを手動で入力することも可能である。

【 0 0 1 9 】

本発明の一具体例によれば、点火電圧の過程の少なくとも1つのパラメータが、プラズマが点火されるまで記憶され且つ評価される。具体的には、点火が認識された時点における点火電圧を意味する、いわゆる最終点火電圧が記憶される。しかし、その代わりに又はそれに加えて、たとえば点火電圧の傾きなどの他のパラメータも記憶することができる。10
プラズマ発生装置の状態に関する結論が、記憶されたサイズの数から取り出すことができる。パラメータは、具体的には、記憶した後にさらに処理することもできる。たとえば、平均値を計算すること又はフィルタリングを実行することができる。

【 0 0 2 0 】

具体的には、上記の記憶パラメータが、上記のパラメータと一緒に記憶される。このようにして、記憶されたパラメータは、たとえば、説明されている実在するアノード・カソード対を使用して、調整された点火を実行するのに用いることができる。このために、具体的には、用いられるアノード・カソード対の識別パラメータはプラズマを点火する以前に求められ、次に、このアノード・カソード対の記憶されたパラメータに基づいて点火が行われる。20

【 0 0 2 1 】

本発明の一具体例によれば、記憶されたパラメータの時間履歴が評価される。これは、具体的には、異なる点火プロセスに関して決定して記憶されたパラメータが、相互に比較されるものと理解されたい。パラメータの変化から、プラズマ発生装置の特性の変化に関する結論を引き出すことができる。

【 0 0 2 2 】

パラメータの変化は、特に、関連する比較値を参照して決定される。このために、現在求められたパラメータが関連する比較値から事前決定可能な度合いだけ逸脱しているかどうか監視される。逸脱している場合には、たとえばプラズマ発生装置を点検する必要があり、部品の修理又は交換が必要になる可能性がある結論を下すことができる。このために、プラズマ発生装置の制御装置によって、注意を表示するか、又は警報を発することができる。この度合いは、たとえば点火電圧の変化に対する電圧境界といった、事前決定可能な絶対的境界として構成でき、又は、たとえば関連する比較値からの事前決定可能な百分率の偏差として構成できる。30

【 0 0 2 3 】

この比較値は、たとえば特定のタイプのプラズマ発生装置に関して決定して記憶することができる。

【 0 0 2 4 】

比較値は、具体的には、記憶されたパラメータから決定して記憶することもできる。この比較値は、たとえば第1の決定パラメータとして構成することができる。これは、たとえばプラズマを点火するのに必要な第1の点火電圧を意味する。しかし、たとえばプラズマ発生装置の使用を開始した後の事前決定可能なパラメータの数の平均値を比較値として用いることも可能である。40

【 0 0 2 5 】

本発明の他の効果、特徴及び詳細を、以下の実施形態の説明および図面を参照しながら説明する。図面では、同じ要素又は機能的に等しい要素には同じ符号が付されている。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図1】プラズマ発生装置の概略図。

【図2】図1によるプラズマ発生装置に点火する際の電圧過程の図。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0027】

図1を参照すると、プラズマ発生装置10は、たとえば基板をプラズマ溶射するための装置のプラズマ・トーチの一部分として構成でき、アノード・カソード対11を含み、アノード12とカソード13の間でプラズマが形成される。プラズマ・トーチのプラズマ発生装置10の使用に際しては、アノード12とカソード13との間に、たとえばアルゴン、ヘリウム、水素、窒素又はこれらの混合物といったガスを流し、プラズマの形成によってイオン化する。プラズマ形成のためには、アルゴン又は窒素のいずれかが用いられる。点火後にのみ、必要に応じて他のガスが混合される。

【0028】

10

アノード12およびカソード13は、いずれも維持電圧源14及び点火電圧源15に電氣的に接続される。維持電圧源14及び点火電圧源15は、プラズマ発生装置10の制御装置16によって制御される。アノード・カソード対11はトーチ制御装置17をさらに有する。トーチ制御装置17には、とりわけアノード・カソード対11の製造番号の形態の識別パラメータが記憶されている。トーチ制御装置17は、制御装置16と信号通信し、その結果、制御装置16は、この製造番号を読み出すことができ、製造番号に基づいて維持電圧源14及び/又は点火電圧源15を制御することができる。

【0029】

点火電圧源15とアノード12との間に第1のスイッチ18が配置されており、また、点火電圧源15とカソード13との間に第2のスイッチ19が配置されている。これらのスイッチによって、アノード12及び/又はカソード13と点火電圧源15との接続を遮断することができる。スイッチ18およびスイッチ19は、制御装置16によって同様に制御される。

20

【0030】

図2は、点火電圧源15によって発生される点火電圧 U_z の過程および維持電圧源14によって発生される維持電圧 U_A の過程を、プラズマ発生装置10のプラズマの点火に関して時間に対して示している。これらの過程は定性的にのみ示されており、縮尺は実際のものではない。

【0031】

点火プロセスの開始に先立って、制御装置16は、トーチ制御装置17から、アノード・カソード対11の識別パラメータを意味するアノード・カソード対11の製造番号を読み取る。この情報は、一方では、点火プロセスの過程を現在のアノード・カソード対11に整合させるために必要とされ、他方では、点火電圧 U_z の過程のパラメータが、プラズマが点火されるまで検出されて、製造番号と関連して記憶される。

30

【0032】

実際の点火プロセスの準備として、 t_0 の時点で、維持電圧源14によって一定の維持電圧 U_A が発生されてアノード・カソード対11に印加され、このようにしてアノードとカソードとの間に印加される。維持電圧 U_A は、たとえば約100Vである。スイッチ18及び19が開状態である場合、それらは t_0 の時点で閉になってアノード・カソード対11を点火電圧源15に電氣的に接続するように制御される。

40

【0033】

点火電圧源15は、 t_1 の時点で0Vの初期点火電圧 U_{zA} から始めて点火電圧 U_z の発生を開始し、維持電圧 U_A に加えて、点火電圧 U_z がアノード・カソード対11に印加され、このようにしてアノードとカソードとの間に印加される。点火電圧 U_z は、一定の傾きを有する直線に沿って非常に単調に増加される。用いられる傾きは、具体的にはアノード・カソード対11の上記の製造番号に基づいて選択される。このために、点火電圧の傾きを製造番号に関連付ける表が、制御装置16に記憶されている。

【0034】

プラズマが点火されたかどうか、 t_1 の時点から始まって連続的にさらに検査される。このために、点火電圧源15に組み込まれた(単独では示されていない)電流測定装置に

50

よって、点火電圧源 15 を流れるいわゆる点火電流が測定される。点火電流が、アノード・カソード対 11 の上記の製造番号に基づき得る予め決定可能な電流閾値を超えると直ちに、プラズマが点火されたと結論付けられる。これは、図 2 における t_z の時点である。その結果、点火電圧 U_z が 0 V まで急激に減少され、その結果、アノード 12 とカソード 13 との間には維持電圧 U_A のみが存在する。そのうえ、スイッチ 18 及び 19 は、点火電圧源 15 から電氣的に分離されるように制御される。

【0035】

t_z の時点で点火電圧源 15 によって発生されアノード 12 とカソード 13 の間に印加された最終的な点火電圧 U_{ZE} は、点火電圧源 15 によって検出されて制御装置 16 に供給される。最終的な点火電圧 U_{ZE} は、たとえば 6 kV ~ 21 kV である。これに関連して、最終的な点火電圧 U_{ZE} は、プラズマが点火されるまでの点火電圧 U_z の過程のパラメータと見ることができる。最終的な点火電圧 U_{ZE} は、アノード・カソード対 11 の上記の製造番号と一緒に制御装置 16 に記憶される。

10

【0036】

プラズマ点火の後、制御装置 16 は、最終的な点火電圧 U_{ZE} の時間履歴を評価する。このために、現行の最終点火電圧 U_{ZE} が比較値と比較される。現行の最終点火電圧 U_{ZE} が、たとえば約 5 kV ~ 30 kV の予め決定可能な差値だけ逸脱するとき、現行のアノード・カソード対 11 に、たとえば過度の磨耗といった問題があるという結論が引き出され、対応する注意が、制御装置 16 のスクリーン（分離して図示していない）に示される。

20

【0037】

上記比較値は、たとえば特定のタイプのアノード・カソード対に対して、事前に決定できる。この比較値は、プラズマ発生装置の現行のアノード・カソード対を最初に作動させた際に求められた第 1 の最終的な点火電圧として構成することもできる。しかしながら、現行のアノード・カソード対又はプラズマ発生装置を作動させた際の事前決定可能な数の最終的な点火電圧の平均値を、比較値として用いることも可能である。

【 図 1 】

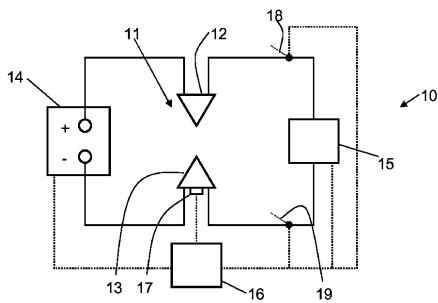


Fig. 1

【 図 2 】

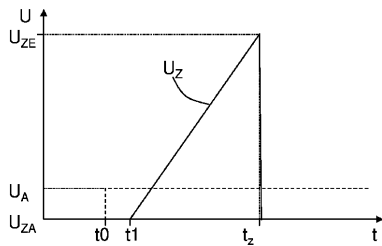


Fig. 2

フロントページの続き

- (72)発明者 コシュニツケ、ハルトムート
スイス国、ヴィンタートゥール、ノイミューレシュトラーク 51
(72)発明者 グレベル、ルネ
スイス国、ディンティコン、アーホルンシュトラーク 30

合議体

審判長 井上 博之

審判官 松川 直樹

審判官 野村 伸雄

- (56)参考文献 特開2011-49103(JP,A)
特開平11-254144(JP,A)
特開2004-237321(JP,A)
特開平1-299771(JP,A)
特開2006-202605(JP,A)
特開2011-124087(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05H1/00-1/54