

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5597340号
(P5597340)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月15日(2014.8.15)

(51) Int.Cl.	F I
H05H 1/24 (2006.01)	H05H 1/24
H05H 1/46 (2006.01)	H05H 1/46 L
	H05H 1/46 R

請求項の数 19 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2006-548108 (P2006-548108)	(73) 特許権者	506242810
(86) (22) 出願日	平成17年1月14日 (2005.1.14)		ドクトル・ラウレ・プラスマテヒノロジー
(65) 公表番号	特表2007-518233 (P2007-518233A)		・ゲゼルシャフト・ミト・ベシュレンクテ
(43) 公表日	平成19年7月5日 (2007.7.5)		ル・ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/DE2005/000047		ドイツ連邦共和国、70329 シュトゥ
(87) 国際公開番号	W02005/069703		ットガルト、シュヴァーネンストラーセ、
(87) 国際公開日	平成17年7月28日 (2005.7.28)		12
審査請求日	平成19年12月21日 (2007.12.21)	(74) 代理人	100069556
(31) 優先権主張番号	102004002878.8		弁理士 江崎 光史
(32) 優先日	平成16年1月15日 (2004.1.15)	(74) 代理人	100111486
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		弁理士 鍛冶澤 實
		(72) 発明者	ラウレ・シュテファン
			ドイツ連邦共和国、70329 シュトゥ
			ットガルト、シュヴァーネンストラーセ、
			12

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 大容積の構成要素のプラズマ加工

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1つの真空チャンバ(3)と、少なくとも1つのポンプと、構成要素(1)を前記真空チャンバ(3)内に送る1つの搬送装置(2)と、前記構成要素(1)と前記真空チャンバ(3)との間の絶縁体(4)とを備える、構成要素をプラズマ加工するための装置において、

1つの高周波発生器(5)と、

前記真空チャンバ(3)の外部に接続されていて且つ外部共振回路の調整可能なコンデンサと調整可能なインダクタとを有するこの外部共振回路(7)と、

前記構成要素(1)に前記外部共振回路(7)を接続するための少なくとも1つの接続部とが設けられていること、及び

前記構成要素(1)に流れる交流電流が、この構成要素(1)の周囲に広がる振動磁場に作用し、この振動磁場の経時変化によって前記構成要素(1)の表面に生成された渦電流が、前記構成要素(1)の前記表面にプラズマを発生させることを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記搬送装置は、少なくとも1つのレール(2)及び1つの駆動部を有することを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記レール(2)は、前記構成要素(1)を前記真空チャンバ(3)に対して絶縁する電気絶縁体(4)を有することを特徴とする請求項2に記載の装置。

10

20

【請求項 4】

前記共振回路は、1つ又は複数の高周波線路(8)を有すること、及び、前記真空チャンバ(3)は、高周波管用の電気絶縁体を有する高周波スリーブ(9)を備えることを特徴とする請求項1~3のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 5】

前記真空チャンバ(3)は、金属製の板(10)及び/又は格子を備えることを特徴とする請求項1~4のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 6】

前記高周波発生器(5)は、調整可能なインダクタンスを有する帰還コイル(11)を備えることを特徴とする請求項1~5のいずれか1項に記載の装置。

10

【請求項 7】

スイッチを介して前記共振回路に接続されたコンデンサ(12)及び/又はインダクタンス(14)が、前記共振回路のコンデンサ及び/又はインダクタンスを前記構成要素(1)に対して調整するために設けられていることを特徴とする請求項1~6のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 8】

交流電流を前記共振回路に供給するための発振管(16)が設けられていることを特徴とする請求項1~7のいずれか1項に記載の装置。

【請求項 9】

請求項1~8のいずれか1項に記載の装置を使用することによって構成要素をプラズマ加工するための方法であって、構成要素(1)が、真空チャンバ(3)内に位置決めされ、この真空チャンバが排気される当該方法において、

20

前記構成要素(1)が、高周波発生器(5)を有する共振回路に接続され、この共振回路のインダクタンス及び/又はコンデンサが、この構成要素(1)に対して調整されることを特徴とする方法。

【請求項 10】

前記構成要素(1)と前記共振回路との間の接触が、高周波交流電流を低い出力でこの共振回路に供給することによって検査されることを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項 11】

作動ガスが、前記真空チャンバ(3)内に供給されることを特徴とする請求項9又は10に記載の方法。

30

【請求項 12】

液体が、気化されてバルブを通じて前記真空チャンバ内に供給されることを特徴とする請求項9又は10に記載の方法。

【請求項 13】

0.8~10MHzの交流電圧が、前記高周波発生器(5)によって前記共振回路に印加されることを特徴とする請求項9~12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 14】

前記真空チャンバ(3)は、0.05~0.5Paの圧力に排気されることを特徴とする請求項9~13のいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項 15】

板(10)及び/又は格子が、前記真空チャンバ(3)内に位置決めされることを特徴とする請求項9~14のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 16】

前記構成要素(1)の表面のプラズマが、前記共振回路に交流電流を供給する発振管の陽極電圧を変えることによって調整されることを特徴とする請求項9~15のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 17】

前記共振回路内の追加のコンデンサ(12)及び/又はインダクタンス(14)が、前記共振回路を前記構成要素(1)に対して粗く調整するために使用されることを特徴とす

50

る請求項 9 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 18】

前記共振回路の前記帰還コイル(11)のインダクタンスが、前記共振回路を前記構成要素(1)に対して微調整するために変えられることを特徴とする請求項 9 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 19】

前記構成要素(1)のインダクタンス及び容量が測定されること、及び、前記共振回路のインダクタンス及び容量が、この構成要素の当該インダクタンス及び当該容量に対して調整されることを特徴とする請求項 9 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波の電磁界によって大容積の構成要素をプラズマ加工する装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

構成要素の表面が、プラズマで照射される場合、圧力、温度及びプラズマの組成のようなプラズマパラメータを適切に選択することによって、その表面の機能性及び特性が適切に影響を受け変えられ得る。任意の材料から成る表面を加工し変更し又は被覆する方法が、従来技術から公知である。これらの方法の場合、プラズマから成る粒子流又はエネルギー流が利用される。これに対して、特にプラズマ容射、アークプラズマ溶融、プラズマ加熱加工法、プラズマCVD法及びプラズマ洗浄が挙げられる。加工品の表面の機能性が、プラズマ粒子の適切な侵食によって変えられる。このことは、特定の化学特性を有する粒子との相互作用によって又はプラズマによって放出される放射線的作用によって起こる。

20

【0003】

プラズマを生成するため、プラズマトーチが使用される。アーク・プラズマトーチの場合、流れているガスが、アークによってイオン化されて10,000~20,000 Kの温度に加熱される。高周波プラズマトーチの場合、流れているガスが、高周波の電磁界をシリンダコイルにかけることによってイオン化される。絶縁材から作られているシリンダ状の放電容器内では、高いエネルギー密度の比較的濃いプラズマが発生する。ここでも、20,000 Kまでのプラズマ温度が得られる。

30

【0004】

上述した熱プラズマは、特定の耐温度性に優れている構成要素の加工に対して得られる。最大で100-200 だけの温度に曝されてもよい合成樹脂から成る構成要素又は既にラッカー塗装された構成要素の場合、このような方法は使用できない。

【0005】

比較的僅かなエネルギー密度を有する薄いプラズマを生成するためには、同様に高周波発生器が利用される。この高周波発生器の周波数範囲は、数百キロヘルツ~数十ギガヘルツにある。このプラズマは、電極又はアンテナの表面で湧き水状に生成されて空間内に広がる。プラズマの組成及びプラズマから放出された放射線の強度が、電極間の距離が大きくなるにつれて変化する。

40

【0006】

このようなプラズマ加工は、確かに小さい構成要素では相応しいものの、このようなプラズマ加工は、大きい構成要素に対しては適さない。プラズマが、狭く限定された範囲内だけで発生し、構成要素の全体にわたって発生しない。それ故に、大きい構成要素の全表面をプラズマ加工するためには、プラズマビームを構成要素にわたって移動させる必要がある。このことは、例えば車両の車体のような構成要素の場合に高い時間経費及びコスト経費につながる。

【0007】

50

しかもこれらの公知の方法は、車両の車体で発生する隙間，継目，中空空間及びアンダーカットを加工するためには適さない。プラズマ源から反れた面は、均質なプラズマで照射されていない。プラズマ源に面した面では、均質な加工が強い勾配に起因して保証され得ない。このことは、特に放射線処理によって支配される加工過程に対して成立する。

【0008】

これに対して請求項1の特徴を有する本発明の装置及び請求項6の特徴を有する本発明の方法は、大きい構成要素がその全表面にわたって均質に作用するプラズマで加工され得る。この加工は、外面及び内面の双方をカバーする。隙間，継目，中空空間及びアンダーカットが同様に加工される。このような領域は、特に多数の要素から構成されている構成要素で発生する。

10

【特許文献1】ヨーロッパ特許出願公開第1354640号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2003/217813号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第4781145号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の装置及び本発明の方法は、いろいろな大きさの任意の構成要素で使用され得る。二三の例だけを挙げると、この装置及びこの方法は、特に車両の車体，飛行機の部品及び機械の部品のような大きい構成要素に対して適する。真空チャンバが必要な大きさを有すること、及び、搬送装置が構成要素に適合されていることが、これに対する前提条件である。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

構成要素は、プラズマ加工に対する装置の真空チャンバ内に搬入される。引き続きこの構成要素は、高周波発生器を有する共振回路に連結される。これに対して、共振回路の1つの極又は2つの極が、構成要素に接続される。前者の場合、2番目の極が接地される。したがってこの構成要素は、共振回路の一部を構成する。高周波交流電流が、この構成要素に通電する。この場合、構成要素のインダクタンス及び静電容量が、共振回路のインダクタンス及び静電容量に影響する。構成要素に対する電力の最適な結合を保証するためには、加工すべき構成要素とこの構成要素に固有の容量とインダクタンスとから構成される共振回路が適切に適合される必要がある。このことは、共振回路の容量及びインダクタンスを変えることによって実施される。共振回路の容量及びインダクタンスは、手動で又は自動的に調整できる。自動的な調整の場合、まず構成要素の容量及びインダクタンスが算出される。共振回路の容量及びインダクタンスを変えると、周波数が変化する。

30

【0011】

構成要素の異なる加工が、本発明の装置及び本発明の方法によって可能である。構成要素の表面が、プラズマ粒子の化学的な作用によって化学的に加工できる。表面の物理的な特性が、プラズマ放射線によって影響され得る。これに対しては、例えばUVラッカーのクロスリンクが挙げられる。表面の電気効果が、表面放電を発生させることによって生じる。これらの電気効果は、これらの表面の加工に使用され得る。

40

【0012】

電極配置とは違って、構成要素に対する電極の距離を調整する必要がない。プラズマが、構成要素の表面に渦電流を発生させることによって生成される。

【0013】

構成要素に流れる交流電流が、振動磁場に作用する。これらの振動磁場は、構成要素の幾何学構造に応じてこの構成要素の周囲に広がる。磁場の経時変化が、電場を誘導する。これらの電場は、プラズマを構成要素の周囲に生成し維持する。

【0014】

本発明の好適な構成によれば、搬送装置は、構成要素を真空チャンバ内に搬入するために1つ又は多数のルール及び駆動部を有する。この場合、ルールは、構成要素に適合され

50

得る。構成要素を真空チャンバに対して絶縁するため、電気絶縁体が、レールに沿って又はレールの範囲内に設けられている。

【0015】

本発明の好適な構成によれば、共振回路が、高周波管を有する。高周波管用の電気絶縁体を有するスリーブが、真空チャンバに設けられている。

【0016】

本発明の別の好適な構成によれば、金属板、管及び/又は金属製の格子が、真空室内に設けられている。構成要素は、アンテナを構成する。電磁波が、アンテナから真空室の空間内に放射される。この効果は、その他のアンテナ状の要素によって構成要素の周囲で促進され得る。これには、金属板又は金属製の格子が挙げられる。例えば銅から成る螺旋形に配置された管が、この効果に同様に作用し得る。電磁波が、この部分に結合し、構成要素から特定の距離内にプラズマをさらに生成させる。こうして、構成要素方向のプラズマの放射線の流れが制御され得る。

【0017】

本発明の別の好適な構成によれば、作動ガスが、真空チャンバ内に供給される。これによって、圧力が、真空チャンバ内で上昇可能である。この圧力は、例えば1,000 Paまで達し得る。作動ガスは、構成要素の表面と化学的に相互作用する。いろいろなガスが、要求に応じて作動ガスとして使用され得る。

【0018】

本発明の別の好適な構成によれば、液体が、気化されてバルブを通じて真空チャンバ内に供給される。この液体の気化は、作動ガスと同じ課題を満たす。

【0019】

本発明の別の好適な構成によれば、0.8 ~ 10 MHzの交流電圧が、高周波発生器によって共振回路に印加される。特に好ましくは、交流電圧は、1 ~ 4 MHzにある。

【0020】

本発明の別の好適な構成によれば、真空チャンバが、0.05 ~ 0.5 Paの圧力に排気される。従来の技術から公知の方法とは違って、作動圧力が、用途に応じて数10 mbar に上昇され得る。そのため、加工すべき構成要素の表面と相互作用する粒子の数を制御するための別の器具が使用される。作動ガスを使用する場合、チャンバ内の圧力が遥かに高い。

【0021】

本発明のその他の利点及び好適な構成は、以下の図面の説明及び特許請求の範囲に記載されている。

【0022】

図中には、プラズマ加工する本発明の装置の実施の形態が示されている。以下に、この装置を説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図1及び2は、前及び上から見たプラズマ加工する装置を示す。加工すべき構成要素1が、レール2及び図中で認識不可能な管を通じて真空チャンバ3内に搬入される。構成要素1を真空チャンバ3から絶縁する絶縁体4が、レール2に沿って設けられている。構成要素が、その終端位置に到達することによって、高周波共振回路と構成要素との間の接触部分が閉鎖される。このことは、図中で識別不可能な摺動接触部によって実現される。この摺動接触部は、構成要素1に一体的に固着される。構成要素は、共振回路の一部である。構成要素1以外の共振回路は、図3中に示された帰還コイル11、同軸ケーブル6、外部共振回路7及び高周波管8から構成される。摺動接触部が、高周波管8の端部に設けられている。高周波管8用の高周波スリーブ9が、真空チャンバ3内に設けられている。プラズマ用の反射器10が構成要素の上に設けられている。

【0024】

図3は、図1及び2の装置の回路図を概略的に示す。この回路は、プラズマ加工の最適化を可能にする。高周波発生器5は、同軸ケーブル6を通じて共振回路に交流電流を供給

10

20

30

40

50

する。高周波発生器 5 は、帰還コイル 11 を有する。この帰還コイル 11 のインダクタンスが自動的に調整可能である。3つのコンデンサ 12 が、外部共振回路 7 内に設けられている。全容量を変えるため、これらのコンデンサ 12 の全て又はその一部が、共振回路内に組み込まれ得る。共振回路のインダクタンスは、主に構成要素 1 によって決定される。構成要素 1 は、高周波管 8 を介して外部共振回路 7 に接続されている。共振回路のインダクタンスを構成要素に合わせるため、コイル 13 が、外部共振回路に対して設けられている。さらに、高周波管 8 に沿ったタップを有する別のコイル 14 が、コイル 13 に対して直接設けられている。このコイル 13 は、全インダクタンスの適合に必要な場合にだけに共振回路内に組み込まれる。この場合、高周波管 8a が、高周波管 8 の代わりに使用される。構成要素 1 は、選択的にアース 15 を通じて接地され得る。

10

【0025】

構成要素 1 と共振回路との間の接触が、高周波交流電流を非常に低い出力で供給することによって検査される。この接触が要求を満たした場合、真空チャンバ 3 が排気される。真空チャンバ 3 内の圧力が、加工の種類に依存する特定の値に達した後に、高周波の交流電流が、共振回路に入力される。プラズマが、構成要素 1 の表面で発生する。このプラズマは、構成要素の加工用に必要になる。構成要素の表面のプラズマの影響が、交流電流を共振回路に入力する送信管 16 の陽極電圧を制御することによって制御される。送信管は、図中には示されていない。プラズマ中への電力の結合の効率が、共振回路の送信管 16 の電流 - 電圧特性曲線を監視することによって制御される。プラズマ加工中の共振回路の微調整が、共振回路の帰還コイルのインダクタンスを変えることによって実施される。その前に、追加のインダクタンス 14 又はコンデンサ 12 を共振回路内に挿入することによって、システムを加工すべき構成要素に粗く調整することが可能である。真空チャンバ 3 が、プラズマ加工後に換気される。共振回路に対する接触が解除され、構成要素 1 が、真空チャンバ 3 から搬送される。

20

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図 1】プラズマ加工する装置を前から見た図である。

【図 2】プラズマ加工する装置を上から見た図である。

【図 3】図 1, 2 の装置の回路図である。

【符号の説明】

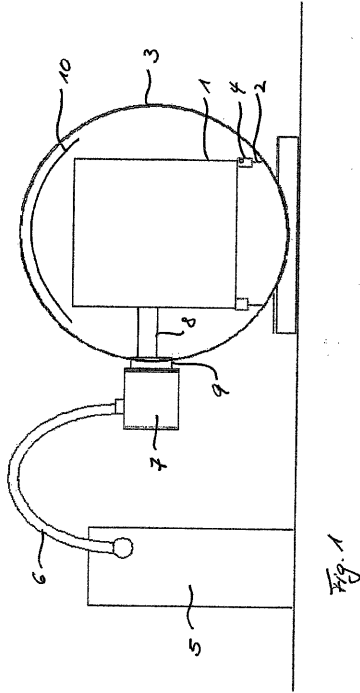
30

【0027】

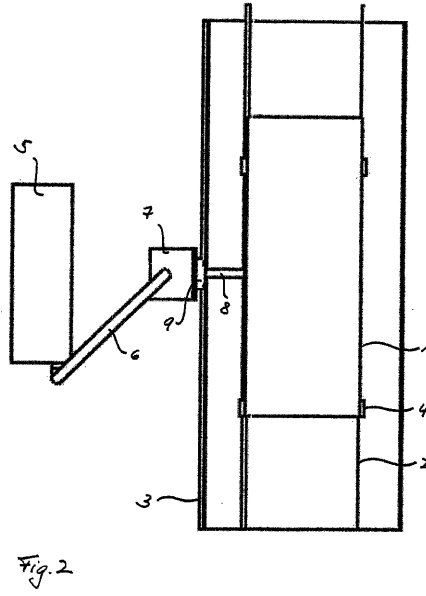
- 1 構成要素
- 2 搬送装置
- 3 真空チャンバ
- 4 電気絶縁体
- 5 高周波発生器
- 6 同軸ケーブル
- 7 外部共振回路
- 8 高周波管
- 9 高周波スリーブ
- 10 反射器
- 11 帰還コイル
- 12 外部共振回路のコンデンサ
- 13 コイル
- 14 コイル
- 15 アース
- 16 送信管

40

【図 1】



【図 2】



【図 3】

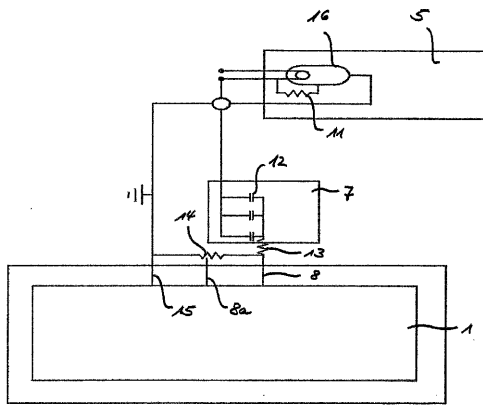


Figure 3

フロントページの続き

審査官 山口 敦司

- (56)参考文献 米国特許第05211995 (US, A)
特開2002-339063 (JP, A)
特開平06-158331 (JP, A)
特開2001-254171 (JP, A)
特開平06-188094 (JP, A)
特開平07-183098 (JP, A)
特開2002-275635 (JP, A)
特開昭60-111348 (JP, A)
特開2003-318162 (JP, A)
特開平08-139038 (JP, A)
特開2000-124149 (JP, A)
特開2002-313785 (JP, A)
特開昭63-044965 (JP, A)
特開2000-096239 (JP, A)
特開2001-118697 (JP, A)
特開平04-210479 (JP, A)
特開2001-326221 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05H 1/46
H05H 1/24
H01L 21/3065
C23C 16/517
C23F 4/00
B08B 1/02
B08B 7/00
B05D 3/04 - 3/06