

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6161943号
(P6161943)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl. F I
B 0 5 B 7/12 (2006.01) B O 5 B 7/12
B 0 5 B 7/16 (2006.01) B O 5 B 7/16
B 0 5 B 7/22 (2006.01) B O 5 B 7/22
C 2 3 C 4/12 (2016.01) C 2 3 C 4/12

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-89569 (P2013-89569)	(73) 特許権者	513101191
(22) 出願日	平成25年4月22日(2013.4.22)		株式会社セイワマシン
(65) 公開番号	特開2014-213214 (P2014-213214A)		大阪府大阪市西淀川区百島2丁目1-18
(43) 公開日	平成26年11月17日(2014.11.17)		8
審査請求日	平成28年2月3日(2016.2.3)	(74) 代理人	100084146
			弁理士 山崎 宏
		(74) 代理人	100081422
			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100118625
			弁理士 大島 康
		(74) 代理人	100144200
			弁理士 奥西 祐之
		(72) 発明者	横山 秀次
			大阪府大阪市西淀川区百島2丁目1-18
			8 株式会社セイワマシン内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナノ粒子含有スラリー噴霧装置及び溶射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

噴霧媒体を、供給管内を通して先端のノズル部から噴出する、噴出部と、
 前記ノズル部に設けられた貫通開口を通して前記ノズル部にナノ粒子含有スラリーを
 供給する、スラリー供給部と、を備え、
 前記貫通開口は、複数形成されており、
複数の前記貫通開口は、同じ大きさで形成され、ノズル部の周方向において等間隔に位
 置しており、開口面積が拡大縮小可能に構成されていることを特徴とするナノ粒子含有ス
 ラリー噴霧装置。

【請求項 2】

前記ノズル部は、前記供給管の先端に設けられた噴霧ノズルと、
 前記噴霧ノズルに外嵌しており、且つ、前記噴霧ノズルの軸方向への前進後退を案内す
 る、ノズルガイドと、を含んでおり、
 前記噴霧ノズルには、内部に貫通したスリットが軸方向に沿って形成されており、
 前記ノズルガイドは、径方向内方へ突出して前記スリットに嵌合する突出部を備えてお
 り、
 前記貫通開口は、前記スリットにおける前記突出部との非嵌合部分によって、構成され
 ている、

請求項 1 に記載のナノ粒子含有スラリー噴霧装置。

【請求項 3】

10

20

前記供給管を軸方向に移動させることにより、前記噴霧ノズルを前記ノズルガイドに対して軸方向に前進後退させる移動機構を、更に備えており、

前記移動機構は、前記供給管の軸回りに回動可能に配置された回動体と、

前記回動体の径方向内側に設けられており、且つ、前記回動体の内周面の螺溝に一部が螺合しており、且つ、前記供給管に固定されている、移動体と、

前記回動体と前記移動体との間に、前記移動体の軸方向の移動を案内するように設けられており、且つ、前記ノズルガイドに対して移動不能である、ガイド部と、を備えており、

前記回動体が回動すると、前記螺溝に沿って且つ前記ガイド部に案内されて、前記移動体と共に前記供給管が軸方向に移動するようになっている、

請求項2に記載のナノ粒子含有スラリー噴霧装置。

【請求項4】

熱流体を溶射方向に噴出する、溶射ノズルと、

前記熱流体中にナノ粒子含有スラリーを溶射材料として噴霧する、ナノ粒子含有スラリー噴霧装置と、を備えており、

前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置は、

噴霧媒体を、供給管内を通して先端のノズル部から噴出する、噴出部と、

前記ノズル部に設けられた貫通開口を通して前記ノズル部内にナノ粒子含有スラリーを供給する、スラリー供給部と、を備え、

前記貫通開口は、複数形成されており、

複数の前記貫通開口は、同じ大きさで形成され、ノズル部の周方向において等間隔に位置しており、開口面積が拡大縮小可能に構成されていることを特徴とする溶射装置。

【請求項5】

前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置の前記ノズル部が、前記溶射ノズルと同軸に配置されていることを特徴とする、

請求項4に記載の溶射装置。

【請求項6】

前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置の前記ノズル部が、前記溶射ノズルに対して垂直に配置されている、

請求項4に記載の溶射装置。

【請求項7】

前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置の前記ノズル部が、前記溶射ノズルの周囲において複数配置されている、

請求項6に記載の溶射装置。

【請求項8】

複数の前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置の前記ノズル部が、等間隔で配置されている、

請求項7に記載の溶射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ナノ粒子含有スラリーを噴霧する噴霧装置及び該噴霧装置を備えた溶射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ボイドやクラックの発生を抑えながら、被覆材の表面に、耐熱性及び皮膜強度に優れた緻密な溶射皮膜を形成することが、強く望まれるようになってきている。

【0003】

そのための方法としては、耐熱性を有する材料をナノ粒子化し、該ナノ粒子を、プラズマ溶射装置から噴出されるプラズマ噴流の中に、直接に導入する方法が、知られている。

10

20

30

40

50

しかしながら、この方法においては、ナノ粒子をプラズマ噴流に向けて搬送する過程において、ナノ粒子が搬送管の内壁との摩擦によって前記搬送管の内壁に付着し、その結果、搬送管内に狭窄が生じ、ナノ粒子の搬送不良が生じるという問題があった。

【0004】

そこで、ナノ粒子を液体中に分散して懸濁液を作成し、該懸濁液を搬送管によってプラズマ噴流に導入する、という方法が提案されている。しかしながら、この方法においては、搬送管内における狭窄を防止するに、懸濁液の流動性を確保する必要がある、懸濁液の粘度を低く抑える必要があった。その結果、懸濁液中のナノ粒子の分散量を10%以上に増大させることができず、プラズマ噴流へのナノ粒子の導入量が限られることになり、溶射皮膜の成膜速度が低下する、という問題があった。

10

【0005】

これらの問題を解決するために、高濃度のナノ粒子を有機溶媒中に分散させてナノ粒子含有スラリーを生成し、これを溶射材として用いる方法が、提案された。この方法においては、溶射材をミスト化しプラズマ噴流に導入することによって、有機溶媒を焼失させながら、ナノ粒子を被溶射材に溶射できる（非特許文献1）。

【0006】

ところで、ナノ粒子含有スラリーは、チクソ性と称される特殊なレオロジー特性を有しており、せん断力が加わった場合には流動化し、無荷重である場合にはその形状を保つ特性を、有している。したがって、チクソ性を有するナノ粒子含有スラリーをプラズマ噴流へ導入するには、該スラリーにせん断力を加えて流動化して噴霧化する、噴霧装置が、必要となる。

20

【0007】

非特許文献1の噴霧装置は、ナノ粒子含有スラリーが封入されたガス圧駆動のシリンジと、プラズマ噴流に向けてキャリアガスを噴出する噴出管と、を備えている。シリンジの先端部は、噴出管の外周に形成された導入口に、垂直に接続されている。この噴霧装置では、ナノ粒子含有スラリーは、シリンジから噴出管内に押し出され、噴出管内においてキャリアガスによるせん断力を受ける。これにより、ナノ粒子含有スラリーが、流動化してミスト化し、プラズマ噴流に導入される。

【先行技術文献】

【非特許文献】

30

【0008】

【非特許文献1】桐原聡秀著「サーマルナノパーティクルスプレー開発と傾斜機能材料創製への応用」、セラミックス2012年12月号、日本セラミックス協会2012年12月1日発行、p.941~945

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、非特許文献1の噴霧装置では、ナノ粒子含有スラリーを1個の導入口を介して噴出管内に供給しているので、成膜速度を向上させるためには、所要量のナノ粒子含有スラリーを1個の導入口から噴出管内に供給する必要がある。ところで、噴出管内におけるキャリアガスの流れは均一ではなく、すなわち、内周壁部近傍のキャリアガスの流れと、他の部位におけるキャリアガスの流れとは、異なっている。このため、噴出管内に露出したナノ粒子含有スラリーは、先端側部分と基端側（内周壁側）部分において、キャリアガスから受けるせん断力が異なっている。この結果、ナノ粒子含有スラリーから生じるミストは、粒径及びその分布が不均一となる。それ故、非特許文献1の噴霧装置では、溶射皮膜中にボイドやクラック等の欠陥が生じる可能性があった。更に、非特許文献1の噴霧装置は、ミストの粒径を調整できるものではない。

40

【0010】

本発明は、ナノ粒子含有スラリーを、生成するミストが均一な粒径を有し、且つ、均一に分布しているように、ミスト化して噴霧でき、更には、ミストの粒径を調整できる、ナ

50

ノ粒子含有スラリーの噴霧装置を提供すること、及び該噴霧装置を備えた溶射装置を提供すること、を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本願の第1発明に係る噴霧装置は、噴霧媒体を、供給管内を通して先端のノズル部から噴出する、噴出部と、前記ノズル部に設けられた貫通開口を通して前記ノズル部にナノ粒子含有スラリーを供給する、スラリー供給部と、を備え、前記貫通開口は、同じ大きさで複数形成されており、複数の前記貫通開口は、ノズル部の周方向において等間隔に位置しており、且つ、開口面積が拡大縮小可能に構成されていることを特徴としている。

【0012】

上記第1発明に係る噴霧装置は、更に、次のような構成を備えることが好ましい。

【0013】

(A) 前記ノズル部は、前記供給管の先端に設けられた噴霧ノズルと、前記噴霧ノズルに外嵌しており、且つ、前記噴霧ノズルの軸方向への前進後退を案内する、ノズルガイドと、を含んでおり、前記噴霧ノズルには、内部に貫通したスリットが軸方向に沿って形成されており、前記ノズルガイドは、径方向内方へ突出して前記スリットに嵌合する突出部を備えており、前記貫通開口は、前記スリットにおける前記突出部との非嵌合部分によって、構成されている。

【0014】

(B) 前記供給管を軸方向に移動させることにより、前記噴霧ノズルを前記ノズルガイドに対して軸方向に前進後退させる移動機構を、更に備えており、前記移動機構は、前記供給管の軸回りに回転可能に配置された回転体と、前記回転体の径方向内側に設けられており、且つ、前記回転体の内周面の螺溝に一部が螺合しており、且つ、前記供給管に固定されている、移動体と、前記回転体と前記移動体との間に、前記移動体の軸方向の移動を案内するように設けられており、且つ、前記ノズルガイドに対して移動不能である、ガイド部と、を備えており、前記回転体が回転すると、前記螺溝に沿って且つ前記ガイド部に案内されて、前記移動体と共に前記供給管が軸方向に移動するようになっている。

【0015】

また、本願の第2発明に係る溶射装置は、熱流体を溶射方向に噴出する、溶射ノズルと、前記熱流体中にナノ粒子含有スラリーを溶射材料として噴霧する、ナノ粒子含有スラリー噴霧装置と、を備えており、前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置は、噴霧媒体を、供給管内を通して先端のノズル部から噴出する、噴出部と、前記ノズル部に設けられた貫通開口を通して前記ノズル部にナノ粒子含有スラリーを供給する、スラリー供給部と、を備え、前記貫通開口は、同じ大きさで複数形成されており、複数の前記貫通開口は、ノズル部の周方向において等間隔に位置しており、且つ、開口面積が拡大縮小可能に構成されていることを特徴としている。

【0016】

上記第2発明に係る溶射装置は、更に、次のような構成を備えることが好ましい。

【0017】

(a) 前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置の前記ノズル部が、前記溶射ノズルと同軸に配置されている。

【0018】

(b) 前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置の前記ノズル部が、前記溶射ノズルに対して垂直に配置されている。

【0019】

(c) 前項構成(b)において、前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置の前記ノズル部が、前記溶射ノズルの周囲において複数配置されている。

【0020】

(d) 前記構成(c)において、複数の前記ナノ粒子含有スラリー噴霧装置の前記ノズル部が、等間隔で配置されている。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0021】

上記第1発明によれば、ナノ粒子含有スラリーを、スラリー供給部から貫通開口を介してノズル部に供給し、噴霧媒体によるせん断力によって流動化してミスト化できる。

【0022】

その場合において、本発明によれば、貫通開口が複数形成されているので、貫通開口が1個のみ形成されている場合に比して、1個当たりの貫通開口からのナノ粒子含有スラリーの供給量を低減できる。よって、本発明によれば、1個の貫通開口からノズル部に露出するナノ粒子含有スラリーの量を、小さくできる。これにより、露出したナノ粒子含有スラリーが噴霧媒体から受けるせん断力は、スラリーの先端部と基端部とにおいても大差

10

【0023】

また、本発明によれば、複数の貫通開口がノズル部の周方向において等間隔に位置しているので、貫通開口が1カ所のみ形成されている場合に比して、ノズル部の内周囲において均等にミストを生成できる。したがって、本発明によれば、ナノ粒子含有スラリーを、生成するミストが均一に分布するように、ミスト化できる。

【0024】

更に、本発明によれば、貫通開口の開口面積が拡大縮小可能であるので、貫通開口からのナノ粒子含有スラリーの供給量を調整できる。したがって、本発明によれば、ミストの

20

【0025】

上記構成(A)によれば、噴霧ノズルをノズルガイドに対して前進後退させることによって、非嵌合部分の軸方向の長さを調整できるので、貫通開口の開口面積を拡大縮小できる。

【0026】

上記構成(B)によれば、回転体を回転させるだけで、噴霧ノズルをノズルガイドに対して前進後退させることができるので、貫通開口の開口面積を容易に調整できる。

【0027】

上記第2発明によれば、ナノ粒子含有スラリー噴霧装置によって、ナノ粒子含有スラリーを、生成するミストが均一な粒径を有するように、ミスト化して、該ミストを、溶射ノズルから噴出される熱流体中に、噴霧できるので、緻密な溶射皮膜を形成できる。

30

【0028】

しかも、貫通開口の開口面積を拡大縮小して、貫通開口からのナノ粒子含有スラリーの供給量を調整することによって、ミストの粒径を調整できるので、用いるナノ粒子材料に適応して、緻密な溶射皮膜を形成できる。

【0029】

上記構成(a)によれば、ナノ粒子含有スラリー噴霧装置で生成したミストを、熱流体中に、確実に且つ、均一に、分散させることができる。よって、緻密な溶射皮膜を良好に形成できる。

40

【0030】

上記構成(b)によれば、ナノ粒子含有スラリー噴霧装置で生成したミストを熱流体中に噴霧する状態を目視できる。

【0031】

上記構成(c)によれば、熱流体中へのミストの噴霧量を増大できる。

【0032】

ところで、1個のナノ粒子含有スラリー噴霧装置によって、熱流体中へミストを噴霧する場合において、ミストの噴霧量を増大させるためには、貫通開口の開口面積を拡大するか、貫通開口へのナノ粒子含有スラリーの供給量を増大させる必要がある。しかしながら、前者の方法によれば、ミストの粒径が拡大し、後者の方法によれば、ミストの粒径が不

50

均一となる。これに対して、上記構成(c)によれば、貫通開口の開口面積を拡大することなく、且つ、貫通開口へのナノ粒子含有スラリーの供給量を増大させることなく、熱流体中へのミストの噴霧量を増大できる。

【0033】

したがって、上記構成(c)によれば、ミストの粒径が大きくなることなく、且つ、ミストの粒径が不均一になることなく、多量のミストを熱流体中に噴霧できる。したがって、上記構成(c)によれば、緻密で厚い溶射皮膜を形成できる。

【0034】

上記構成(d)によれば、ナノ粒子含有スラリーから生成したミストを、熱流体中に、均一に分散するように、噴霧できる。したがって、上記構成(d)によれば、より緻密な溶射皮膜を形成できる。しかも、各噴霧装置が異なる種類のナノ粒子含有スラリーを用いた場合には、複数種類のナノ粒子を含んだ複合溶射皮膜を形成できる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の第1実施形態に係るナノ粒子含有スラリー噴霧装置を備えた溶射装置の概略図である。

【図2】噴霧装置の縦断面である。

【図3】噴霧ノズルの斜視図である。

【図4】ノズルガイドの斜視図である。

【図5】噴霧ノズルをノズルガイドに組み付けた状態を示す斜視図である。

【図6】図5のA矢視による貫通開口を示す側面図である。

【図7】移動機構を示す分解斜視図である。

【図8】移動機構の動作を示す斜視図である。

【図9】ナノ粒子含有スラリーがミスト化される様子を示す図である。

【図10】貫通開口の開口面積を拡大縮小した場合のミストを示す図である。

【図11】第1実施形態におけるナノ粒子含有スラリーの噴霧状態を示す図である。

【図12】ナノ粒子含有スラリーに作用するせん断力を示す、噴出部の拡大断面図である。

【図13】本発明に係る溶射装置によって形成した溶射皮膜の断面を示す図面に代わる写真である。

【図14】貫通開口の軸方向長さとのミストの粒径との関係を示すグラフである。

【図15】第2実施形態に係る溶射装置の概略図である。

【図16】第3実施形態に係る溶射装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

[第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態に係る溶射装置1を示す概略図である。この溶射装置1は、本発明のナノ粒子含有スラリー噴霧装置を備えている。すなわち、溶射装置1は、プラズマ噴流を被溶射材(図示せず)に向けて噴出する溶射ガン2と、ナノ粒子含有スラリーWをミスト化してプラズマ噴流中に噴霧する噴霧装置(ナノ粒子含有スラリー噴霧装置)3と、を備えている。

【0037】

溶射ガン2は、円筒状の溶射ガン本体11と、リング状のアノード12(陽極)と、先鋭棒状のカソード13(陰極)と、を備えている。溶射ガン本体11は、内部に、作動ガス通路113を有している。作動ガス通路113は、先端に、絞り部111を介してプラズマ噴流の放出口112を有している。アノード12は、放出口112に軸芯を略一致させて放出口112の近傍に配置されている。カソード13は、作動ガス通路113の内部に配置されており、先端部がアノード12の内周面に略対向して位置している。

【0038】

溶射ガン2は、アノード12とカソード13との間に電圧をかけて直流アークを発生さ

10

20

30

40

50

せることにより、作動ガス通路 1 1 3 を通して送給される作動ガス（例えばアルゴンガス）が電離してプラズマを生成し、その結果、放出口 1 1 2 からプラズマ噴流を噴出するように、構成されている。

【 0 0 3 9 】

噴霧装置 3 は、溶射ガン 2 から噴出されるプラズマ噴流に対して、上方から略直交するように、配置されており、保持具（図示しない）により保持されている。以下の説明において、噴霧装置 3 に関しては、噴霧方向を前方とし、反対方向を後方とする。

【 0 0 4 0 】

図 2 は、噴霧装置 3 の軸線に沿った断面図である。噴霧装置 3 は、大別して、ナノ粒子含有スラリー W をミスト化して噴出する噴出部 2 0 と、噴出部 2 0 にナノ粒子含有スラ

10

【 0 0 4 1 】

リー W を供給する供給部 3 0 と、噴出部 2 0 の噴霧ノズル 2 1 を軸方向に前進後退させる移動機構 4 0 と、から構成されている。

【 0 0 4 2 】

噴出部 2 0 は、図 2 に示すように、噴霧ノズル 2 1 と、供給管 2 2 と、ノズルガイド 2 3 と、噴霧アダプタ 2 4 と、を備えており、供給管 2 2 を通って来た噴霧媒体により、噴霧ノズル 2 1 においてスラリー W をミスト化し、該ミストを、噴霧アダプタ 2 4 を通して、プラズマ噴流へ噴霧するようになっている。

20

【 0 0 4 3 】

供給管 2 2 は、後端部に、噴霧媒体供給口 2 1 3 を有している。噴霧媒体供給口 2 1 3 には、噴霧装置 3 を使用するとき、噴霧媒体供給手段 4 が接続される。噴霧媒体供給手段 4 は、噴霧媒体の供給圧力を変更できるように構成されている。

30

【 0 0 4 4 】

図 3 は、噴霧ノズル 2 1 の斜視図である。噴霧ノズル 2 1 は、略円筒状の形態を有しており、前方から、第 1 円筒部 2 1 A、第 2 円筒部 2 1 B、及び第 3 円筒部 2 1 C を、有している。各円筒部の外径は、第 1 円筒部 2 1 A < 第 2 円筒部 2 1 B < 第 3 円筒部 2 1 C である。噴霧ノズル 2 1 は、噴霧媒体通路 2 1 1 と、複数のスリット 2 1 2 と、を有している。噴霧媒体通路 2 1 1 は、供給管 2 2（図 2 参照）に連通している。複数のスリット 2 1 2 は、前端部から軸方向に沿って後方へ延びている。複数のスリット 2 1 2 は、外周部から噴霧媒体通路 2 1 1 に連通するように、貫通して形成されている。複数のスリット 2 1 2 は、全て同じ大きさに形成されており、周方向に均等に配置されている。

【 0 0 4 5 】

図 4 は、ノズルガイド 2 3 の斜視図である。ノズルガイド 2 3 は、略円筒状の形態を有しており、噴霧ノズル 2 1 の先端部に外嵌するように形成されており、前後方向に貫通するノズル嵌合開口 2 3 1 を有している。ノズル嵌合開口 2 3 1 は、大径部 2 3 1 a と、大径部 2 3 1 a から径方向内方へ突出した突出部 2 3 1 c と、突出部 2 3 1 c の径方向内方側の端面部である小径部 2 3 1 b と、から構成されている。

40

【 0 0 4 6 】

大径部 2 3 1 a は、スリット 2 1 2 が形成されている第 1 円筒部 2 1 A の外径 2 1 A 1（図 3 参照）に、略一致する大きさに、形成されている。小径部 2 3 1 b は、噴霧媒体通路 2 1 1 の通路径 2 1 1 a（図 3 参照）に、略一致する大きさに、形成されている。

【 0 0 4 7 】

また、突出部 2 3 1 c の大きさは、噴霧ノズル 2 1 をノズル嵌合開口 2 3 1 に組み付けたときに、突出部 2 3 1 c がスリット 2 1 2 に嵌合するように、設定されている。

【 0 0 4 8 】

50

また、突出部 231c がスリット 212 に嵌合できるので、噴霧ノズル 21 は、ノズルガイド 23 に対して、軸方向に前進後退可能となっている。これにより、噴霧ノズル 21 が後退すると、貫通開口 20a の軸方向長さ H が増大し、よって、開口面積が拡大し、逆に、噴霧ノズル 21 が前進すると、貫通開口 20a の軸方向長さ H が減少し、よって、開口面積が縮小する。

【0049】

小径部 231b (図 4 参照) は、噴霧媒体通路 211 の通路径 211a に略一致する大きさに形成されているので、噴霧ノズル 21 を前進後退させたとしても、噴霧媒体通路 211 は、通路径 211a が常に確保されている。

【0050】

供給部 30 は、図 2 に示すように、略円筒状のシリンジ本体 31 と、シリンジ前部キャップ 32 と、スラリーブッシャ 33 と、シリンジ後部キャップ 34 と、を備えている。シリンジ本体 31 は、噴出部 20 の軸芯周りに配置されている。シリンジ前部キャップ 32 は、ノズルガイド 23 の後部に固定され、且つ、後部がシリンジ本体 31 の前部に固定されている。スラリーブッシャ 33 は、シリンジ本体 31 の内周面を前後方向に摺動可能に構成されている。シリンジ後部キャップ 34 は、移動機構 40 を介してシリンジ本体 31 の後方に配置されている。

【0051】

シリンジ本体 31 とシリンジ前部キャップ 32 とシリンジ後部キャップ 34 とノズルガイド 23 と移動機構 40 との間の各接合部には、O - リングが設けられており、これらの内部は、密閉されている。シリンジ本体 31 とシリンジ前部キャップ 32 とスラリーブッシャ 33 とノズルガイド 23 とで囲まれた空間は、ナノ粒子含有スラリー収容部 30a を形成している。スラリーブッシャ 33 と移動機構 40 とシリンジ後部キャップ 34 とで囲まれた空間は、スラリーブッシャ 33 を前方に押圧するための押圧媒体が供給される押圧室 30b を形成している。

【0052】

シリンジ本体 31 には、ナノ粒子含有スラリー W を、内部に供給するための、又は、内部から排出するための、複数のスラリー給排口 311 が形成されている。複数のスラリー給排口 311 は、供給 / 排出時以外は、着脱可能な封孔部材 312 によって塞がれている。同様に、シリンジ前部キャップ 32 には、スラリー給排口 321 が形成されており、スラリーブッシャ 33 は、封孔部材 322 によって塞がれている。

【0053】

シリンジ後部キャップ 34 には、押圧媒体を供給するための押圧媒体供給口 341 が形成されている。該供給口 341 には、噴霧装置 3 を使用するとき、押圧媒体供給手段 5 が接続される。押圧媒体供給手段 5 は、押圧媒体の供給圧力を変更できるように、構成されている。

【0054】

次に、図 2、図 7、図 8 を参照して、移動機構 40 を説明する。図 7 は、移動機構 40 の分解斜視図である。図 8 は、移動機構 40 の作動を示す斜視図である。なお、図 8 においては、回動体 41 を鎖線で示している。移動機構 40 は、図 2 に示すように、シリンジ本体 31 とシリンジ後部キャップ 34 との間に、配置されており、大別して、それぞれ略円筒状の形態を有する、回動体 41 と移動体 42 とガイド部 43 とを備えており、それらは、供給管 22 に軸芯を略一致させて配置されている。

【0055】

回動体 41 は、図 7 に示すように、外周面の後側に形成された把持部 411 と、外周面の前側に形成された第 1 目盛部 412 と、内周面に螺設された螺旋状の螺溝 413 と、を有している。第 1 目盛部 412 には、周方向に、回転角度を示す数字が付されている。

【0056】

移動体 42 は、図 7 に示すように、外周面から径方向外方へ突出する複数の螺合突出部 421 と、供給管 22 が内部に接合される接合部 422 と、を有している。螺合突出部 4

10

20

30

40

50

21は、回転体41の径方向内方から、螺溝413に螺合するように、構成されている。

【0057】

ガイド部43は、図7に示すように、前部に形成された略円筒状の基端部431と、基端部431の後部に配置された第2目盛部432と、基端部431から後方へ突出するように形成された前進後退ガイド部433と、を有している。前進後退ガイド部433には、後端部から軸線に沿って前方へ延びる複数のスリット433cが形成されている。

【0058】

複数のスリット433cは、移動体42の螺合突出部421に嵌合するように形成されている。第2目盛部432には、周方向に、基準線が付されている。前進後退ガイド部433の外径部433aは、回転体41の内径と同等に又は小さく形成されており、内径部433bは、移動体42の円筒部の外径と同等に又は大きく形成されている。

【0059】

ガイド部43は、図2に示すように、前部がシリンジ本体31に固定されている。ここで、シリンジ本体31はシリンジ前部キャップ32に固定されており、シリンジ前部キャップ32はノズルガイド23に固定されている。すなわち、ガイド部43は、ノズルガイド23に対して移動不能に、配置されている。

【0060】

図8に示すように、鎖線で示す回転体41は、ガイド部43の前進後退ガイド部433の径方向外方に、且つ、基端部431の後端面に略当接するように、配置されている。移動体42は、螺合突出部421をガイド部43の複数のスリット433cに挿通させ、且つ、回転体41の内周の螺溝413に螺合するようにガイド部43の径方向内方に、配置されている。

【0061】

移動体42は、接合部422（図7参照）によって、供給管22に軸芯を一致させて接合されている。すなわち、回転体41は、移動体42を介して供給管22の軸芯周りを回転可能に配置されており、移動体42は、前進後退ガイド部433によって案内されて、前後方向にのみ移動可能に配置されている。

【0062】

図8を参照して、移動機構40の作動について説明する。図8(a)に示す状態から、把持部411を把持して回転体41を回転方向Xへ回転させると、図8(b)に示すように、移動体42は、螺合突出部421と螺溝413との螺合状態を保持しながら、前進後退ガイド部433により案内されて、前進する。逆に、把持部411を把持して回転体41を回転方向Yへ回転させると、図8(c)に示すように、移動体42は後退する。

【0063】

したがって、回転体41を回転させることによって、移動体42を前進後退自在に移動させることができる。この結果、噴霧ノズル21は、移動体42に接合された供給管22を介して、ノズルガイド23に対して前進後退する。これにより、貫通開口20aの軸方向長さHが増減し、貫通開口20aの開口面積が拡大縮小される。

【0064】

また、回転体41のガイド部43に対する回転角度は、ガイド部43の第2目盛部432に付された基準線に対する、回転体41の第1目盛部412に付された回転角度を示す数字の変化量によって、示される。

【0065】

次に、上記構成の噴霧装置3の作動を図9～図11を参照して説明する。図9は、ナノ粒子含有スラリーWがミスト化される様子を示す図である。図10は、貫通開口20aの開口面積を拡大縮小したときのミストを示す図である。図11は、噴霧装置3によってミストがプラズマ噴流中に噴霧された状態を示す図である。

【0066】

まず、図9(a)に示す状態において、ナノ粒子含有スラリーWが、ナノ粒子含有スラリー収容部30aに収容されている。

【 0 0 6 7 】

次に、押圧媒体、例えば圧搾空気が、押圧媒体供給手段 5 から押圧媒体供給口 3 4 1 を介して押圧室 3 0 b に、供給される。そして、押圧室 3 0 b 内の圧力が上昇し、スラリープッシャ 3 3 が前方へ移動する。これによって、図 9 (b) に示すように、ナノ粒子含有スラリー収容部 3 0 a に収容されているナノ粒子含有スラリー W が、複数の貫通開口 2 0 a から噴霧媒体通路 2 1 1 内へ供給される。

【 0 0 6 8 】

次に、噴霧媒体、例えば圧搾空気 Q が、噴霧媒体供給手段 4 から噴霧媒体供給口 2 1 3 を介して更に供給管 2 2 を通して噴霧媒体通路 2 1 1 内に供給される。そして、噴霧媒体通路 2 1 1 に供給されたナノ粒子含有スラリー W は、図 9 (c) に示すように、圧搾空気 Q によるせん断力を受けて、流動化し、更に、圧搾空気 Q によるせん断力を受けて、図 9 (d) に示すように、ミスト化される。すなわち、ミスト N が生成する。

【 0 0 6 9 】

このとき、複数の貫通開口 2 0 a は、周方向に等間隔に形成されているので、ナノ粒子含有スラリー W は、噴霧媒体通路 2 1 1 の内周において均等に供給される。これにより、ミスト N は、均一に分布する。

【 0 0 7 0 】

貫通開口 2 0 a の開口面積が、図 1 0 (a) に示すように、図 9 の場合に比して縮小すると、ナノ粒子含有スラリー W の供給量が減少し、ミスト N の粒径は図 9 の場合よりも小さくなる。一方、貫通開口 2 0 a の開口面積が、図 1 0 (b) に示すように、図 9 の場合に比して拡大すると、ナノ粒子含有スラリー W の供給量が増大し、ミスト N の粒径は図 9 の場合よりも大きくなる。

【 0 0 7 1 】

図 1 1 に示すように、噴霧装置 3 で生成したミスト N は、溶射ガン 2 から噴出されるプラズマ噴流 P 中にロスなく噴霧される。これにより、ミスト N 中の有機溶媒成分が焼失し、被溶射材 9 0 に、ナノ粒子からなる溶射皮膜が形成される。

【 0 0 7 2 】

上記構成の噴霧装置 3 によれば、次の効果を発揮できる。

【 0 0 7 3 】

(1) ナノ粒子含有スラリー W を、供給部 3 0 から複数の貫通開口 2 0 a を介して噴霧ノズル 2 1 内に供給し、噴霧媒体通路 2 1 1 を通して供給される噴霧媒体 Q によるせん断力を加えることによって、流動化してミスト化できる。

【 0 0 7 4 】

(2) 貫通開口 2 0 a が複数形成されているので、貫通開口 2 0 a が 1 個のみ形成されている場合に比して、1 個当たりの貫通開口 2 0 a からのナノ粒子含有スラリー W の供給量を低減できる。つまり、1 個の貫通開口 2 0 a から噴霧ノズル 2 1 内に露出するナノ粒子含有スラリー W の量を、小さくできる。

【 0 0 7 5 】

ここで、噴霧ノズル 2 1 内における噴霧媒体の流れは、図 1 2 に示すように、均一ではなく、すなわち、内周壁部近傍の噴霧媒体の流れと、他の部位における噴霧媒体の流れとは、異なっている。このため、噴霧ノズル 2 1 内に露出したナノ粒子含有スラリー W は、先端側部分と基端側（内周壁側）部分において、噴霧媒体から受けるせん断力が異なっている。つまり、図 1 2 (a) に示すように、ナノ粒子含有スラリー W の噴霧ノズル 2 1 内への露出量が大きいと、噴霧媒体 Q から受けるせん断力が不均一となる。

【 0 0 7 6 】

一方、噴霧装置 3 によれば、噴霧ノズル 2 1 内へのナノ粒子含有スラリー W の露出量を小さくできるので、図 1 2 (b) に示すように、噴霧媒体 Q から受けるせん断力は、スラリー W の先端部と基端部とにおいても大差ないものとなる。したがって、ナノ粒子含有スラリー W を、生成するミスト N が均一な粒径を有するように、ミスト化できる。

【 0 0 7 7 】

(3) 複数の貫通開口 20a が噴霧ノズル 21 の周方向において等間隔に位置しているの
で、貫通開口 20a が 1 カ所のみ形成されている場合に比して、噴霧ノズル 21 の内周
囲において均等にミスト N を生成できる。したがって、ナノ粒子含有スラリー W を、生成
するミスト N が均一に分布するように、ミスト化できる。

【0078】

(4) 回動体 41 を回動させるだけで、噴霧ノズル 21 をノズルガイド 23 に対して前進
後退させることができるので、貫通開口 20a の軸方向長さ H を増減でき、その開口面積
を容易に調整できる。したがって、貫通開口 20a からのナノ粒子含有スラリー W の供給
量を調整できるので、ミスト N の粒径を容易に調整できる。

【0079】

(5) 回動体 41 のガイド部 43 に対する回転角度を、ガイド部 43 の第 2 目盛部 432
に付された基準線に対する、回動体 41 の第 1 目盛部 412 に付された回転角度を示す数
字の変化量から、容易に目視確認することができる。したがって、回転角度を目安にしな
がら、貫通開口 20a の開口面積を容易に調整することができる。

【0080】

上記構成の溶射装置 1 によれば、次の効果を発揮できる。

【0081】

(1) 噴霧装置 3 によって、ナノ粒子含有スラリー W を、生成するミスト N が均一な粒径
を有するように、ミスト化して、該ミスト N を、溶射ガン 2 から噴射されるプラズマ噴流
中に、噴霧できるので、緻密な溶射皮膜を形成できる。

【0082】

(2) 貫通開口 20a の開口面積を拡大縮小して、貫通開口 20a からのナノ粒子含有ス
ラリー W の供給量を調整することによって、ミスト N の粒径を調整できるので、用いるナ
ノ粒子材料に適応して、緻密な溶射皮膜を形成できる。

【実施例】

【0083】

(ナノ粒子含有スラリー W の組成)

液状のアクリル系樹脂に、平均粒径 170 nm の酸化アルミニウム微粒子 (すなわち酸
化アルミニウムのナノ粒子) を 40 % の体積割合で混合して、ナノ粒子含有スラリー W 1
を作製した。ナノ粒子含有スラリー W 1 の組成物の体積比は、ナノ粒子が 40 %、液状樹
脂が 60 % である。このナノ粒子含有スラリー W 1 は、チクソ性を有している。

【0084】

(噴霧条件)

(1) 貫通開口 20a の軸方向長さ H を 0.5 mm に設定した。

(2) 噴霧媒体供給手段 4

圧搾空気の供給圧力を 0.25 MPa に設定した。

(3) 押圧媒体供給手段 5

圧搾空気の供給圧力を 0.30 MPa に設定した。

【0085】

(結果)

上記条件により、被溶射材である SUS304 の表面に、溶射皮膜を形成した。図 13
は、形成された溶射皮膜の断面を、光学顕微鏡によって撮影した写真である。図 13 から
明らかなように、溶射皮膜には、ボイドやクラックの発生が無い。

【0086】

(調整)

上記条件下において、貫通開口 20a の軸方向長さ H (図 6 参照) を種々設定し、ミス
ト N の粒径を求めた。その結果を図 14 に示す。図 14 において、横軸は貫通開口 20a
の軸方向長さ H を示し、縦軸はミスト N の粒径を示している。図 14 から明らかなように
、貫通開口 20a の軸方向長さ H を変更すると、ミスト N の粒径が拡大縮小する。

【0087】

10

20

30

40

50

〔第2実施形態〕

図15は、本発明の第2実施形態に係る溶射装置100を示す概略図である。この溶射装置100は、第1実施形態の溶射装置1に対して、噴霧装置3の溶射ガン2に対する位置関係が異なるだけである。

【0088】

図15に示すように、溶射装置100は、溶射ガン110と噴霧装置3とを有している。溶射ガン110は、カソード130が中空に形成されている点のみが第1実施形態と異なっている。噴霧装置3は、溶射ガン110と軸芯を略一致させて、噴霧アダプタ24を介してカソード130の後部に接続されている。

【0089】

第2実施形態によれば、噴霧装置3で生成したミストを、溶射装置110から噴出されるプラズマ噴流に対して、同軸で噴霧できるので、プラズマ噴流中のミストの分布を確実に均一化できる。したがって、ナノ粒子が均一に分布した溶射皮膜を形成できる。

【0090】

〔第3実施形態〕

図16は、本発明の第3実施形態に係る溶射装置200を示す概略図であり、プラズマ噴流の噴出側から見た図である。この溶射装置200は、第1実施形態の溶射装置1に対して、噴霧装置3の個数が異なるだけである。

【0091】

図16に示すように、溶射装置200は、溶射ガン2と複数（ここでは3個）の噴霧装置3とを有している。3個の噴霧装置3は、プラズマ噴流の周方向に、等間隔で配置されている。各噴霧装置3は、その軸線が溶射ガン2から噴出されるプラズマ噴流に略直交するように、配置されており、プラズマ噴流に対して略直角にミストを噴霧するように、配置されている。

【0092】

第3実施形態によれば、複数の噴霧装置3によってミストをプラズマ噴流中に噴霧するので、ミストの噴霧量を増大できる。ところで、1個の噴霧装置3によって、プラズマ噴流中へミストを噴霧する場合において、ミストの噴霧量を増大させるためには、貫通開口20aの開口面積を拡大するか、貫通開口20aへのナノ粒子含有スラリーWの供給量を増大させる必要がある。

【0093】

しかしながら、前者の方法によれば、ミストの粒径が拡大し、後者の方法によれば、ミストの粒径が不均一となる。これに対して、第3実施形態によれば、貫通開口20aの開口面積を拡大することなく、且つ、貫通開口へのナノ粒子含有スラリーWの供給量を増大させることなく、プラズマ噴流中へのミストの噴霧量を増大できる。したがって、ミストの粒径が大きくなることなく、且つ、ミストの粒径が不均一になることなく、多量のミストをプラズマ噴流中に噴霧できるので、緻密で厚い溶射皮膜を形成できる。

【0094】

しかも、ナノ粒子含有スラリーWから生成したミストを、プラズマ噴流中に、均一に分散するように、噴霧できる。したがって、より緻密な溶射皮膜を形成できる。しかも、各噴霧装置3が異なる種類のナノ粒子含有スラリーを用いた場合には、複数種類のナノ粒子を含んだ複合溶射皮膜を形成できる。

【0095】

〔変形例〕

(1) 以上の実施形態においては、第1目盛部412に付した回転角度を示す数字と、第2目盛部432に付した基準線とによって回転角度を目視確認できるように構成しているが、これに代えて、貫通開口20aの開口面積や軸方向長さHを付しても良い。

【0096】

(2) 以上の実施形態においては、溶射装置をプラズマ溶射装置として説明したが、本発明に係る噴霧装置は、アセチレンバーナーや温風等を利用した各種の溶射装置にも適用で

10

20

30

40

50

きる。

【 0 0 9 7 】

(3) ナノ粒子含有スラリーWを構成する液状の樹脂としては、アクリル系に限らず、ウレタン系、エポキシ系を使用できる。また、ナノ粒子としては、酸化アルミニウムに限らず、酸化ジルコニウム、シリコン、炭化シリコン、炭化タングステン、又はこれらの混合物等を使用できる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 8 】

本発明の噴霧装置は、ナノ粒子含有スラリーを、生成するミストが均一な粒径を有し、且つ、均一に分布しているように、ミスト化して噴霧でき、更には、ミストの粒径を調整

10

【 符号の説明 】

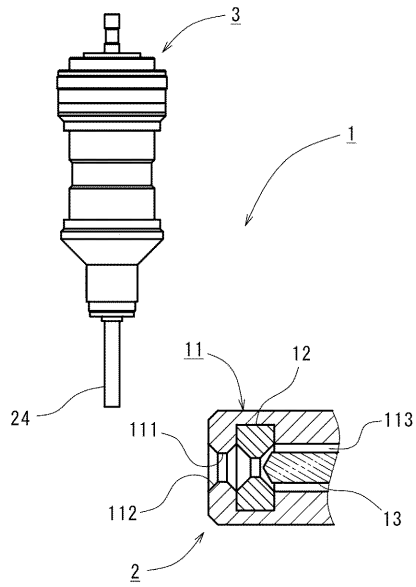
【 0 0 9 9 】

1	溶射装置
2	溶射ガン
3	噴霧装置
2 0	噴出部
2 0 a	貫通開口
2 1	噴霧ノズル
2 1 1	噴霧媒体通路
2 1 2	スリット
2 2	供給管
2 3	ノズルガイド
2 3 1	ノズル嵌合開口
2 3 1 c	スリット
3 0	供給部
3 3	スラリープッシャ
4 0	移動機構
4 1	回動体
4 2	移動体
4 3	ガイド部
N	ミスト
Q	噴霧媒体 (圧搾空気)
P	プラズマ噴流
W	ナノ粒子含有スラリー

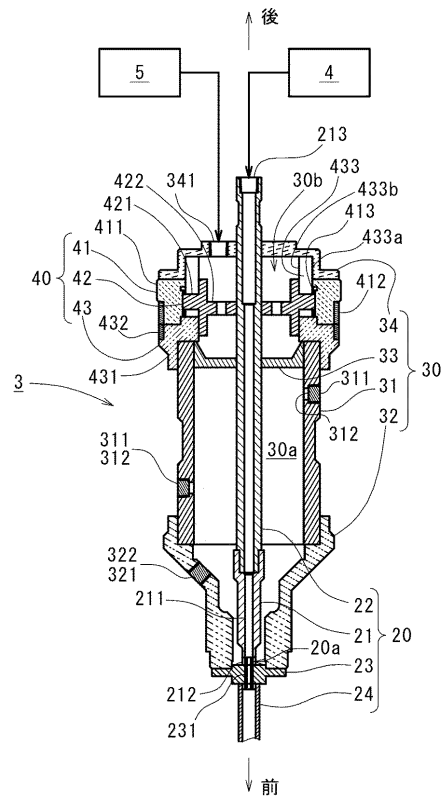
20

30

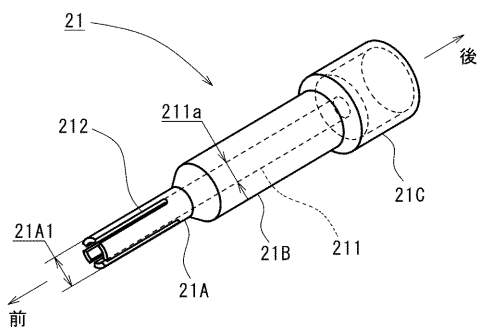
【図 1】



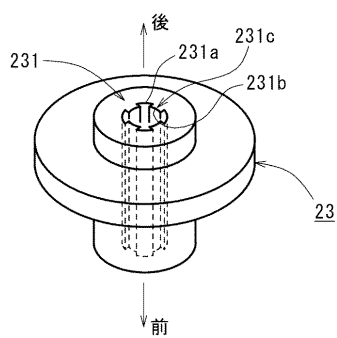
【図 2】



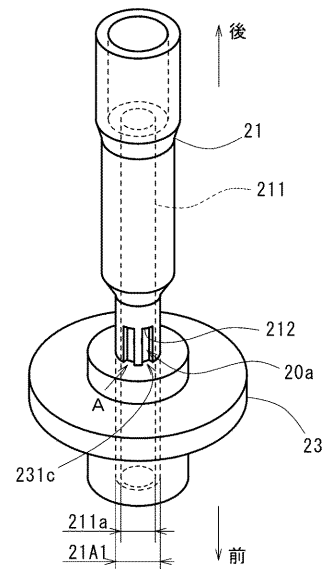
【図 3】



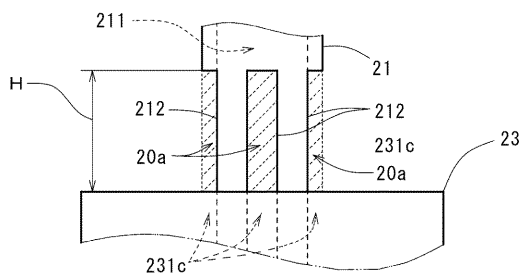
【図 4】



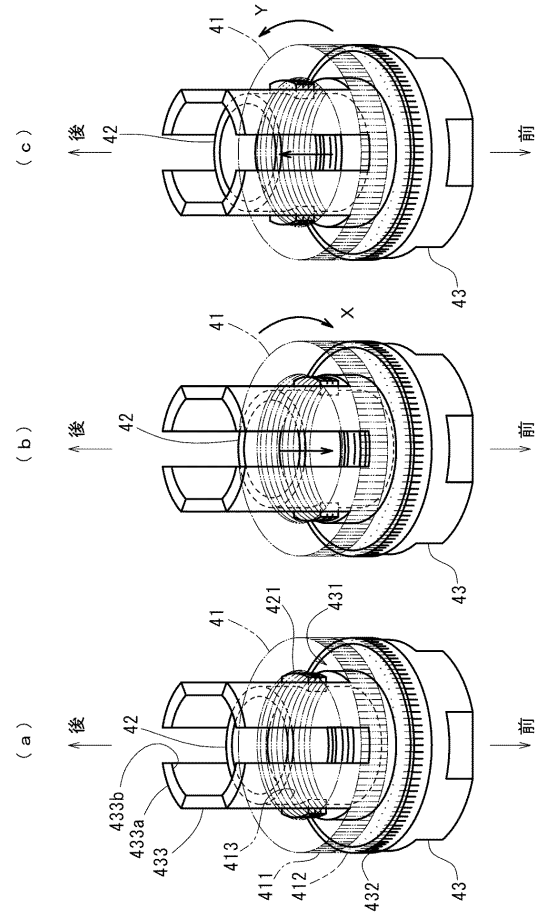
【図 5】



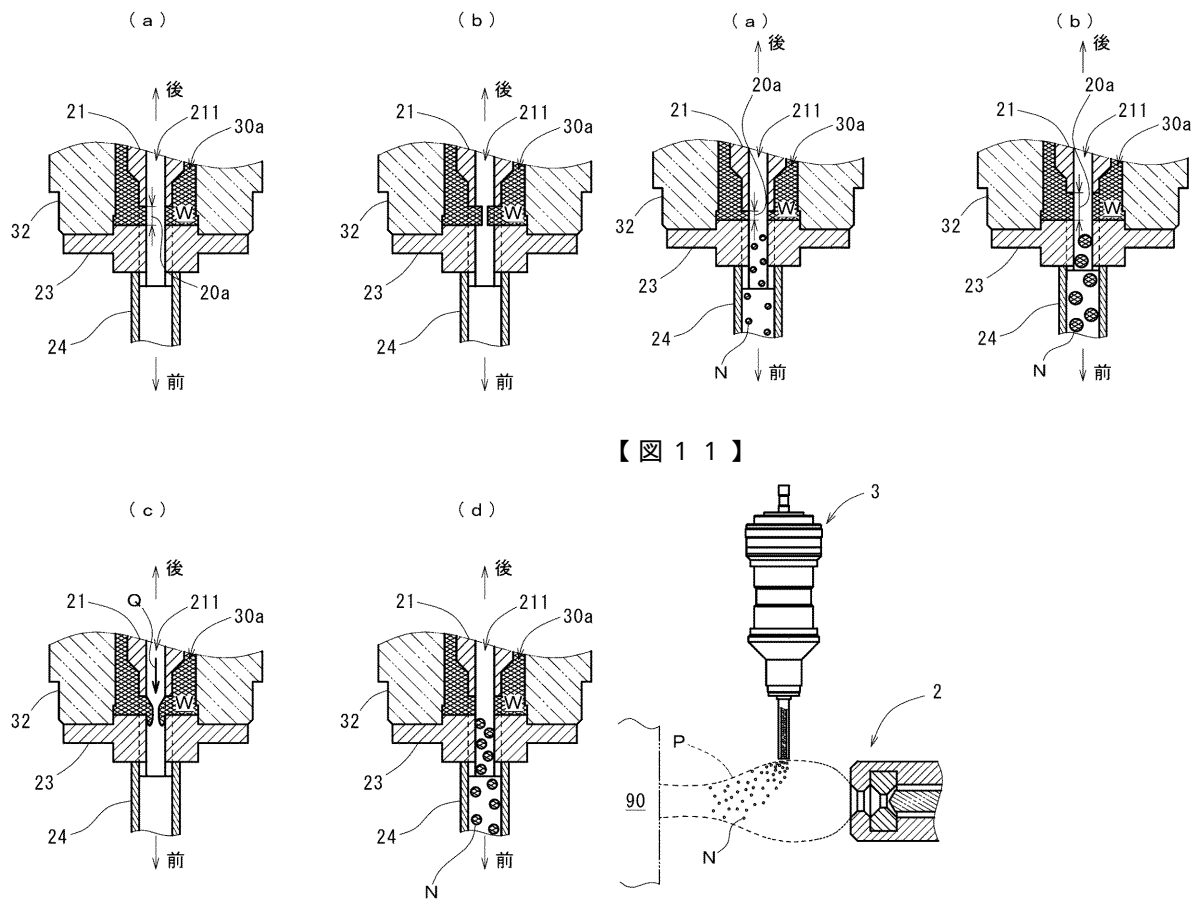
【図 6】



【 図 8 】

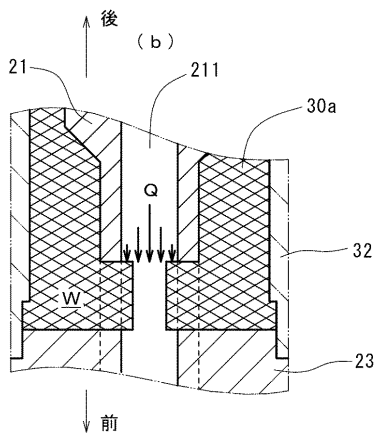
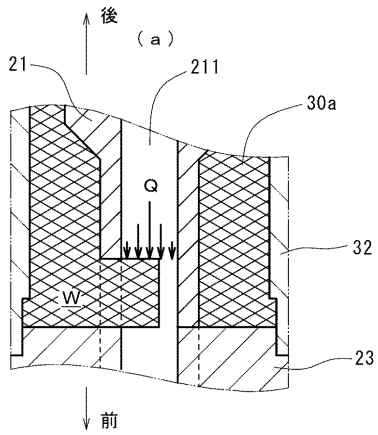


【 図 1 0 】

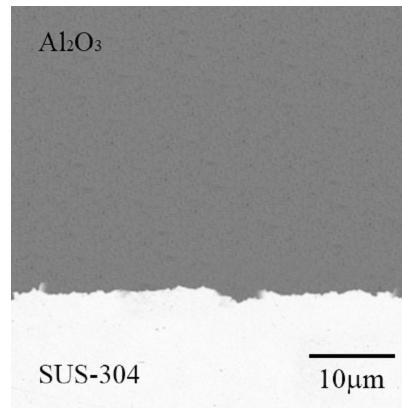


【 図 1 1 】

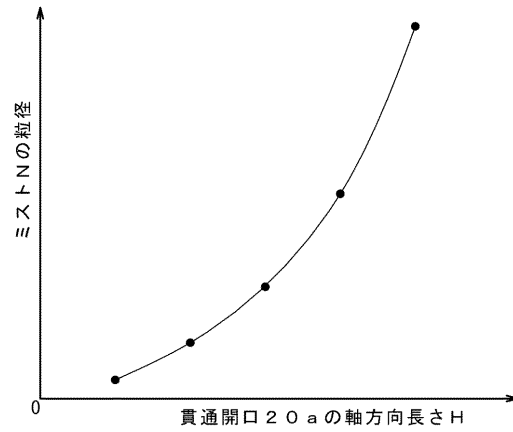
【図 1 2】



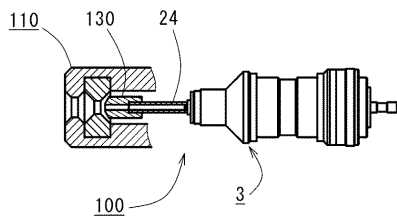
【図 1 3】



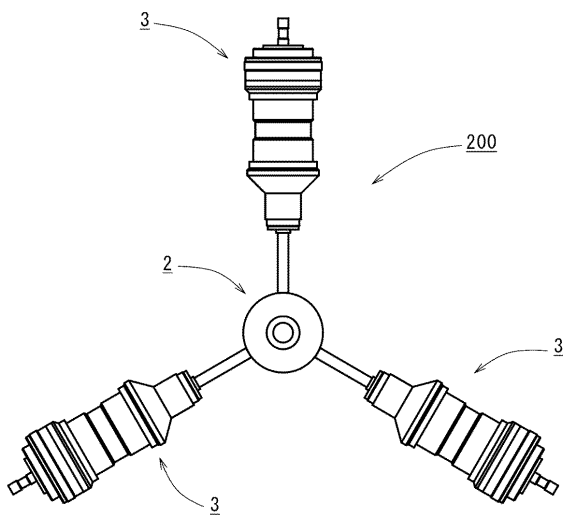
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

(72)発明者 藤野 圭司

大阪府大阪市西淀川区百島2丁目1-188 株式会社セイワマシン内

審査官 安藤 達也

(56)参考文献 特開平07-265752(JP,A)

特開2008-045094(JP,A)

国際公開第2002/004569(WO,A1)

特開2009-161789(JP,A)

国際公開第2013/008563(WO,A1)

特開2010-110669(JP,A)

特表2008-517159(JP,A)

実公昭50-036251(JP,Y1)

セラミックス, , 第47巻12月号(2012年), , P.941-94

溶接学会誌, , Vol.80, No.7, , P.6~P.9

溶射技術, , Vol.30, No.3, , P.44~P.50

溶接技術, , Vol.59, No.2, , P.90~P.95

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B05B1/00~B05B17/08

B05C1/00~B05C21/00

B05D1/00~B05D7/26

C23C4/00~C23C4/18

JSTPlus(JDreamIII)

JST7580(JDreamIII)