

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6522967号
(P6522967)

(45) 発行日 令和1年5月29日 (2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日 (2019.5.10)

(51) Int.Cl.

F I

B23K 10/00 (2006.01)

B23K 10/00 504

H05H 1/28 (2006.01)

B23K 10/00 501A

H05H 1/34 (2006.01)

H05H 1/28

H05H 1/34

請求項の数 14 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2015-17463 (P2015-17463)
 (22) 出願日 平成27年1月30日 (2015.1.30)
 (65) 公開番号 特開2016-140871 (P2016-140871A)
 (43) 公開日 平成28年8月8日 (2016.8.8)
 審査請求日 平成29年12月7日 (2017.12.7)

(73) 特許権者 000001236
 株式会社小松製作所
 東京都港区赤坂二丁目3番6号
 (73) 特許権者 394019082
 コマツ産機株式会社
 石川県金沢市大野町新町1番地1
 (74) 代理人 110000202
 新樹グローバル・アイピー特許業務法人
 (72) 発明者 山口 義博
 石川県能美市粟生町西705-1 コマツ
 産機株式会社 ファブテクノセンタ内
 (72) 発明者 近藤 圭太
 石川県能美市粟生町西705-1 コマツ
 産機株式会社 ファブテクノセンタ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマトーチ用センタパイプ、接触子、電極、及びプラズマトーチ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベース部と電極とを有するプラズマ切断用のプラズマトーチに用いられ、前記電極に挿入され、前記電極内に冷却水を供給するためのセンタパイプであって、

前記ベース部を介して前記プラズマトーチ外の電源と電氣的に接続され、冷却水通路を内部に有し、導電体で形成されたパイプ本体と、

前記パイプ本体の外周面に設けられ、前記電極の内周面に接触することで前記電極に通電され、前記パイプ本体の径方向に押圧されることで反力を生じるように弾性を有し、導電体で形成された接触子と、

を備えるプラズマトーチ用センタパイプ。

10

【請求項2】

前記接触子は、前記パイプ本体と別体であり、前記パイプ本体の外周面に取り付けられる、

請求項1に記載のプラズマトーチ用センタパイプ。

【請求項3】

前記パイプ本体の外周面は、前記接触子を取り付けられる凹部を有する、

請求項2に記載のプラズマトーチ用センタパイプ。

【請求項4】

前記接触子は、

第1環部と、

20

前記接触子の軸線方向に前記第 1 環部から離れて配置される第 2 環部と、
前記第 1 環部と前記第 2 環部とを連結し、前記接触子の径方向外方に向かって膨出する複数の湾曲部と、
を有する、
請求項 1 から 3 のいずれかに記載のプラズマトーチ用センタパイプ。

【請求項 5】

前記接触子は、複数の前記湾曲部の間に設けられ、前記接触子の軸線方向に延びる複数のスリットを有する、
請求項 4 に記載のプラズマトーチ用センタパイプ。

【請求項 6】

電極と、前記電極に挿入され前記電極内に冷却水を供給するための冷却水通路を内部に有するパイプ本体と、を有するプラズマ切断用のプラズマトーチに用いられる接触子であって、
前記パイプ本体の外周面に取り付けられる取付部と、
前記電極の内周面に接触させるための接触部と、
を備えるプラズマトーチ用接触子。

【請求項 7】

前記接触部は、前記接触子の径方向に押圧されることで反力を生じるように弾性を有する、
請求項 6 に記載のプラズマトーチ用接触子。

【請求項 8】

前記取付部は、
第 1 環部と、
前記接触子の軸線方向に前記第 1 環部から離れて配置される第 2 環部と、
を有し、
前記接触部は、
前記第 1 環部と前記第 2 環部とを連結し、前記接触子の径方向外方に向かって膨出する複数の湾曲部
を有する、
請求項 6 又は 7 に記載のプラズマトーチ用接触子。

【請求項 9】

前記接触部は、
複数の前記湾曲部の間に設けられ、前記接触子の軸線方向に延びる複数のスリットをさらに有する、
請求項 8 に記載のプラズマトーチ用接触子。

【請求項 10】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の前記センタパイプと、
前記センタパイプが挿入される内部通路を有する電極と、
を備え、
前記内部通路の内周面の少なくとも一部は、前記センタパイプに設けられ弾性を有する接触子と接触する第 1 通電面を形成する、
を備えるプラズマトーチ。

【請求項 11】

前記電極の基端面は、第 2 通電面を含む、
請求項 10 に記載のプラズマトーチ。

【請求項 12】

前記電極の基端の端面は、前記内部通路の入口を含み、
前記内部通路の内周面は、前記内部通路の前記入口に向かって径方向に拡大するテーパ部を含む、
請求項 10 又は 11 に記載のプラズマトーチ。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

前記第1通電面は、前記テーパ部の先端側において前記テーパ部に隣接して配置される、
請求項12に記載のプラズマトーチ。

【請求項 14】

前記電極の先端を含む電極本体部と、
前記電極の基端を含み、前記電極本体部よりも大きな外径を有するフランジ部と、
を備え、
前記電極の軸線方向において、前記テーパ部は、前記フランジ部よりも短い、
請求項12又は13に記載のプラズマトーチ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマトーチ用センタパイプ、接触子、電極、及びプラズマトーチに関する。

【背景技術】

【0002】

プラズマトーチは、アークの発生点となる電極と、電極を被うように配置されるノズルとを有している。電極は、トーチ本体の電極台座に取り付けられる。ノズルは、絶縁ガイドを介して電極に取り付けられる。絶縁ガイドは、ノズルが電極と同心に配置されるようにノズルを位置決めする。プラズマトーチは、ノズルのオリフィスを通じて電極とワークとの間でプラズマアークを発生させる。

20

【0003】

電極は消耗品であるため、トーチ本体の電極台座に着脱可能に取り付けられる。例えば、特許文献1に示されているように、電極は、先端側筒部と、フランジ部と、基端側筒部とを有する。フランジ部は、先端側筒部及び基端側筒部よりも大きな外径を有する。基端側筒部が電極台座の内面と摩擦抵抗力によって接合することで、電極が電極台座に取り付けられる。或いは、電極台座には雌ネジ部が形成され、基端側筒部には、雄ネジ部が形成される。基端側筒部の雄ネジ部が、電極台座の雌ネジ部に螺合することにより、電極が電極台座に取り付けられる。

30

【0004】

電極が電極台座に取り付けられた状態では、フランジ部の軸線方向における端面が、電極台座の先端部に接触する。また、基端側筒部の外周面が電極台座の内周面に接触する。すなわち、電極においては、基端側筒部の外周面と、フランジ部の軸線方向における端面とが、電極台座との通電面となっている。これらの通電面により、電極とトーチ本体とが電氣的に接続される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-47247号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したプラズマトーチでは、基端側筒部と電極台座の内周面とを接続するために、電極或いは電極台座の構造が複雑になるという問題がある。また、基端側筒部と電極台座とがネジ構造によって接続される場合には、電極の着脱に専用の工具が必要となる。さらに、通電不良により、基端側筒部と電極台座との通電面が損傷した場合には、プラズマトーチのトーチ本体を交換しなければならないという問題がある。

【0007】

本発明の課題は、専用の工具無しで容易に電極の着脱が可能であり、電極或いは電極台

50

座の構造を簡素化することができ、さらに通電不良が生じてもトーチ本体の交換が不要なプラズマトーチ用センタパイプ、接触子、電極、及びプラズマトーチを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の態様に係るセンタパイプは、ベース部と電極とを有するプラズマ切断用のプラズマトーチに用いられる。センタパイプは、電極に挿入され、電極内に冷却水を供給する。センタパイプは、パイプ本体と接触子とを備える。パイプ本体は、ベース部を介してプラズマトーチ外の電源と電氣的に接続される。パイプ本体は、冷却水通路を内部に有する。パイプ本体は、導電体で形成される。接触子は、パイプ本体の外周面に設けられ、電極の内周面に接触することで電極に通電する。接触子は、パイプ本体の径方向に押圧されることで反力を生じるように弾性を有する。接触子は、導電体で形成される。

10

【0009】

接触子は、パイプ本体と別体であり、パイプ本体の外周面に取り付けられてもよい。

【0010】

パイプ本体の外周面は、接触子に取り付けられる凹部を有してもよい。

【0011】

接触子は、第1環部と、第2環部と、複数の湾曲部と、を有してもよい。第2環部は、接触子の軸線方向に第1環部から離れて配置されてもよい。複数の湾曲部は、第1環部と第2環部とを連結し、接触子の径方向外方に向かって膨出してもよい。

20

【0012】

接触子は、複数の湾曲部の間に設けられ、接触子の軸線方向に延びる複数のスリットを有してもよい。

【0013】

本発明の第2の態様に係る接触子は、電極とパイプ本体とを有するプラズマ切断用のプラズマトーチに用いられる。パイプ本体は、電極に挿入される。パイプ本体は、電極内に冷却水を供給するための冷却水通路を内部に有する。接触子は、取付部と接触部とを備える。取付部は、パイプ本体の外周面に取り付けられる。接触部は、電極の内周面に接触する。

【0014】

接触部は、接触子の径方向に押圧されることで反力を生じるように弾性を有してもよい。

30

【0015】

取付部は、第1環部と第2環部とを有してもよい。第2環部は、接触子の軸線方向に第1環部から離れて配置されてもよい。接触部は、複数の湾曲部を有してもよい。複数の湾曲部は、第1環部と第2環部とを連結し、接触子の径方向外方に向かって膨出する。

【0016】

接触部は、複数のスリットをさらに有してもよい。複数のスリットは、複数の湾曲部の間に設けられ、接触子の軸線方向に延びてもよい。

【0017】

本発明の第3の態様に係る電極は、センタパイプを有するプラズマ切断用のプラズマトーチに用いられる。センタパイプは、冷却水通路を内部に有する。電極は、センタパイプが挿入される内部通路を備える。内部通路の内周面の少なくとも一部は、第1通電面を形成する。第1通電面は、接触子と接触する。接触子は、センタパイプに設けられ、弾性を有する。

40

【0018】

電極の基端面は、第2通電面を含んでもよい。

【0019】

電極の基端の端面は、内部通路の入口を含んでもよい。内部通路の内周面は、内部通路の入口に向かって径方向に拡大するテーパ部を含んでもよい。

50

【 0 0 2 0 】

第 1 通電面は、テーパ部の先端側においてテーパ部に隣接して配置されてもよい。

【 0 0 2 1 】

電極は、電極本体部とフランジ部とを備えてもよい。電極本体部は、電極の先端を含んでもよい。フランジ部は、電極の基端を含み、電極本体部よりも大きな外径を有してもよい。電極の軸線方向において、テーパ部は、フランジ部よりも短くてもよい。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 4 の態様に係るプラズマトーチは、上述のセンタパイプと上述の電極とを備える。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 2 3 】

本発明では、センタパイプの接触子が電極の内周面に接触することで電極に通電する。従って、上述したような電極の基端側筒部と電極台座の内周面とを接続するための構造が不要となる。このため、電極或いは電極台座の構造を簡素化することができる。また、上述したネジ構造が不要となることで、専用の工具無しで容易に電極の着脱を行うことができる。さらに、通電不良が生じてモータ本体の交換が不要である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 第 1 実施形態に係るプラズマトーチの中心軸線に沿った断面図である。

【 図 2 】 プラズマトーチの分解図である。

20

【 図 3 】 交換部品ユニットの側面図である。

【 図 4 】 交換部品ユニットの中心軸線に沿った断面図である。

【 図 5 】 電極の斜視図である。

【 図 6 】 電極の斜視図である。

【 図 7 】 電極の断面図である。

【 図 8 】 絶縁ガイドの斜視図である。

【 図 9 】 絶縁ガイドの斜視図である。

【 図 1 0 】 絶縁ガイドの断面図である。

【 図 1 1 】 絶縁ガイドを基端側から見た図である。

【 図 1 2 】 連通路の軸線を含む絶縁ガイドの断面図である。

30

【 図 1 3 】 ノズルの斜視図である。

【 図 1 4 】 ノズルの斜視図である。

【 図 1 5 】 ノズルの断面図である。

【 図 1 6 】 絶縁リングの斜視図である。

【 図 1 7 】 絶縁リングの斜視図である。

【 図 1 8 】 絶縁リングの断面図である。

【 図 1 9 】 シールドキャップの斜視図である。

【 図 2 0 】 シールドキャップの斜視図である。

【 図 2 1 】 シールドキャップの断面図である。

【 図 2 2 】 図 2 1 の A - A 断面図である。

40

【 図 2 3 】 センタパイプの斜視図である。

【 図 2 4 】 センタパイプの斜視図である。

【 図 2 5 】 センタパイプの断面図である。

【 図 2 6 】 パイプ本体の斜視図である。

【 図 2 7 】 接触子の斜視図である。

【 図 2 8 】 接触子を軸線方向から見た図である。

【 図 2 9 】 図 1 における交換部品ユニット及びその周囲の構成の拡大図である。

【 図 3 0 】 プラズマトーチの中心軸線に沿った図 1 と異なる断面図である。

【 図 3 1 】 図 3 0 における交換部品ユニットとその周囲の構成の拡大図である。

【 図 3 2 】 第 2 実施形態に係るプラズマトーチの中心軸線に沿った断面図である。

50

【図 3 3】第 2 実施形態に係る交換部品ユニットの断面図である。

【図 3 4】第 2 実施形態に係る交換部品ユニットの斜視図である。

【図 3 5】第 2 実施形態に係る交換部品ユニットの斜視図である。

【図 3 6】第 2 実施形態に係るノズルの斜視図である。

【図 3 7】第 2 実施形態に係るノズルの斜視図である。

【図 3 8】他の実施形態に係るプラズマトーチの中心軸線に沿った断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

1. 第 1 実施形態

1.1 プラズマトーチの構成

以下、図面を参照して実施形態に係るプラズマトーチについて説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係るプラズマトーチ 1 a の中心軸線に沿った断面図である。図 2 は、プラズマトーチ 1 a の分解図である。本実施形態においてプラズマトーチ 1 a は、酸素プラズマ切断用のプラズマトーチ 1 a である。ただし、プラズマトーチ 1 a は、窒素やアルゴンなど酸素を含まないガスを用いるプラズマ切断用のプラズマトーチであってもよい。

【0026】

図 2 に示すように、プラズマトーチ 1 a は、交換部品ユニット 2 a と、トーチ本体 3 と、第 1 リテーナキャップ 4 と、第 2 リテーナキャップ 5 とを有する。交換部品ユニット 2 a と、第 1 リテーナキャップ 4 と、第 2 リテーナキャップ 5 とは、トーチ本体 3 の中心軸線と同心に配置される。

【0027】

図 1 に示すように、交換部品ユニット 2 a は、トーチ本体 3 に取り付けられる。交換部品ユニット 2 a は、電極 6 と、絶縁ガイド 7 と、ノズル 8 と、絶縁リング 9 と、シールドキャップ 10 とを有する。交換部品ユニット 2 a については後に詳細に説明する。

【0028】

トーチ本体 3 は、固定リング 31 を介して接続管 32 に取り付けられている。トーチ本体 3 は、ベース部 33 と、電極台座 34 と、センタパイプ 20 と、ノズル台座 36 と、絶縁スリーブ 37 と、ホルダ 38 とを有する。ベース部 33 と、電極台座 34 と、センタパイプ 20 と、ノズル台座 36 と、絶縁スリーブ 37 と、ホルダ 38 とは、トーチ本体 3 の中心軸線と同心に配置される。

【0029】

ベース部 33 は、円筒状の形状を有する。ベース部 33 は、導電体で形成されている。センタパイプ 20 と電極台座 34 と絶縁スリーブ 37 とは、ベース部 33 の孔に挿入されている。電極台座 34 は、円管状の形状を有する。電極台座 34 は、導電体で形成されている。ベース部 33 は、図示しない電源からのケーブルと電氣的に接続されている。

【0030】

センタパイプ 20 は、電極台座 34 の孔に挿入されている。センタパイプ 20 は、管状の形状を有する。センタパイプ 20 は、導電体で形成されている。センタパイプ 20 の先端は、ノズル台座 36 の先端から突出している。センタパイプ 20 については後に詳細に説明する。

【0031】

絶縁スリーブ 37 は、円管状の形状を有する。絶縁スリーブ 37 は、絶縁体で形成されている。絶縁スリーブ 37 の一部は、ベース部 33 の孔内に配置されている。絶縁スリーブ 37 は、電極台座 34 とノズル台座 36 との間に位置している。

【0032】

ノズル台座 36 は、円管状の形状を有する。ノズル台座 36 の先端部は、先細り形状を有する。ノズル台座 36 は、絶縁体で形成されている。ノズル台座 36 には、ノズルに電氣的に接触する接触子（図示せず）が取り付けられている。接触子は、電源からのケーブルと電氣的に接続されている。ベース部 33 は、ノズル台座 36 の孔に挿入されている。絶縁スリーブ 37 は、ノズル台座 36 の孔に挿入されている。絶縁スリーブ 37 の先端部

10

20

30

40

50

は、ベース部 33 から突出しており、ノズル台座 36 の孔内に配置されている。

【0033】

ホルダ 38 は、円筒状の形状を有する。ホルダ 38 は、接着等の手段により接続管 32 に取り付けられている。ノズル台座 36 は、ホルダ 38 の孔に挿入されている。ノズル台座 36 の先端部は、ホルダ 38 から突出している。

【0034】

第 1 リテーナキャップ 4 は、先端部が先細りした円筒状の形状を有する。第 1 リテーナキャップ 4 は、ノズル台座 36 を覆うように、トーチ本体 3 に取り付けられる。第 1 リテーナキャップ 4 の先端部は、シールドキャップ 10 が挿入される開口 41 を有する。ホルダ 38 とノズル台座 36 とは、第 1 リテーナキャップ 4 内に配置される。ホルダ 38 の外周面には、雄ネジ部 311 が設けられている。第 1 リテーナキャップ 4 の基端部の内周面には、雌ネジ部 42 が設けられている。ホルダ 38 の雄ネジ部 311 が第 1 リテーナキャップ 4 の雌ネジ部 42 に螺合することで、第 1 リテーナキャップ 4 がトーチ本体 3 に取り付けられる。

【0035】

第 2 リテーナキャップ 5 は、先端部が先細りした円筒状の形状を有する。第 2 リテーナキャップ 5 の先端部は、シールドキャップ 10 が挿入される開口 51 を有する。第 2 リテーナキャップ 5 は、第 1 リテーナキャップ 4 を覆うように、第 1 リテーナキャップ 4 に取り付けられる。第 1 リテーナキャップ 4 は、第 2 リテーナキャップ 5 内に配置される。第 1 リテーナキャップ 4 と第 2 リテーナキャップ 5 とは、交換部品ユニット 2a を保持すると共に挟み込む。第 1 リテーナキャップ 4 の外周面には O リング R1 が配置されている。第 1 リテーナキャップ 4 の外周面には雄ネジ 401 が設けられており、第 2 リテーナキャップ 5 の内周面には、雌ネジ 501 が設けられている。第 1 リテーナキャップ 4 の雄ネジ 401 と第 2 リテーナキャップ 5 の雌ネジ 501 とが螺合することで、第 2 リテーナキャップ 5 が第 1 リテーナキャップ 4 に取り付けられる。

【0036】

1.2 交換部品ユニットの構成

次に交換部品ユニット 2a について説明する。図 3 は、交換部品ユニット 2a の側面図である。図 4 は、交換部品ユニット 2a の中心軸線に沿った断面図である。

【0037】

図 3 及び図 4 に示すように、交換部品ユニット 2a は、電極 6 と絶縁ガイド 7 とノズル 8 と絶縁リング 9 とシールドキャップ 10 とが圧入により一体化されたものである。電極 6 と絶縁ガイド 7 とノズル 8 と絶縁リング 9 とシールドキャップ 10 とは、互いに同心に配置される。なお、交換部品ユニット 2a はトーチ本体 3 の中心軸線と同心に配置されるため、電極 6 と絶縁ガイド 7 とノズル 8 と絶縁リング 9 とシールドキャップ 10 とのそれぞれの軸線とは、トーチ本体 3 の中心軸線と一致する。

【0038】

図 5 及び図 6 は、電極 6 の斜視図である。図 7 は電極 6 の断面図である。図 5 から図 6 に示すように、電極 6 は円筒状の形状を有している。電極 6 は、導電体で形成されている。電極 6 は、電極本体部 61 と、接合部 62 と、フランジ部 63 とを有している。

【0039】

電極本体部 61 は、電極 6 の先端を含む。電極 6 の先端面 602 の中央には、耐熱インサート 64 が埋め込まれている。本実施形態において、耐熱インサート 64 は、例えばハフニウム製である。ただし、ハフニウム以外の電極材料が耐熱インサート 64 として用いられてもよい。図 4 に示すように、電極本体部 61 の一部は、絶縁ガイド 7 の孔内に配置されている。電極本体部 61 の先端部は、絶縁ガイド 7 から突出している。電極本体部 61 の先端部は先細りの形状を有する。

【0040】

接合部 62 は、電極本体部 61 の基端側に位置している。接合部 62 は、電極 6 の軸線方向において電極本体部 61 とフランジ部 63 との間に位置する。接合部 62 は、圧入に

10

20

30

40

50

よって絶縁ガイド7と接合される。従って、接合部62は、Oリング無しで流体をシールするように絶縁ガイド7と接合される。

【0041】

接合部62の外周面は、絶縁ガイド7の内周面に係止する凹凸形状を有している。詳細には、接合部62は、凸部621を有する。凸部621は、接合部62の外周面から突出している。凸部621は、接合部62の周方向に延びている。

【0042】

フランジ部63は、接合部62の基端側に位置している。フランジ部63は、電極6の基端を含む。フランジ部63は、接合部62よりも大きな外径を有する。フランジ部63は、電極6の軸線方向において、接合部62よりも長い。フランジ部63の外周面は、電極6の軸線方向に延びている。フランジ部63の外周面は、断面視において凹凸の無い平坦な形状を有する。フランジ部63の外周面の基端部には面取りが施されている。フランジ部63と接合部62との間には、段部66が設けられている。段部66は、電極6の軸線方向に垂直な面である。

【0043】

電極6は、内部通路65を有する。内部通路65には、図1に示すセンタパイプ20が挿入される。電極6の基端面601には、内部通路65の入口が設けられている。内部通路65は、電極6の基端面601から先端へ向かって電極6の軸線方向に沿って延びている。電極6の先端の内部通路65側には、凸部67が設けられている。上述した耐熱インサート64は、凸部67内に配置される。交換部品ユニット2aがトーチ本体3に取り付けられた状態で、凸部67の一部は、センタパイプ20の冷却水路内に配置される。

【0044】

内部通路65の内周面は、直線部651とテーパ部652とを有する。直線部651は、電極6の軸線方向に平行に延びている。テーパ部652は、内部通路65の入口に向かって径方向に拡大している。

【0045】

次に絶縁ガイド7について説明する。図8及び図9は、絶縁ガイド7の斜視図である。図10は、絶縁ガイド7の断面図である。絶縁ガイド7は、電極6とノズル8とを電氣的に絶縁すると共に、電極6とノズル8とを連結する。絶縁ガイド7は、電極6とノズル8とを、軸線方向及び径方向に、互いに位置決めする。

【0046】

絶縁ガイド7は、管状の形状を有する。絶縁ガイド7は、絶縁体で形成されている。絶縁ガイド7は、電極6が挿入される孔706を有する。絶縁ガイド7の孔706は、絶縁ガイド7の軸線方向に絶縁ガイド7を貫通している。

【0047】

絶縁ガイド7は、セラミックの弾性率よりも小さな弾性率を有する材料で形成される。本実施形態において、絶縁ガイド7は、エンジニアプラスティック等の樹脂製である。詳細には、絶縁ガイド7は、連続使用温度が100以上の樹脂製である。さらに、連続使用温度が300以下であることが好ましい。ただし、絶縁ガイド7は樹脂以外の材料で形成されてもよい。

【0048】

図10に示すように、絶縁ガイド7の内周面は、第1内周面71と内側段部72と第2内周面73とを有する。第1内周面71は、絶縁ガイド7の軸線方向に延びており、絶縁ガイド7の先端面701に到達している。第1内周面71は、第2内周面73よりも大きな内径を有する。第1内周面71は、電極本体部61の外周面に対して隙間を隔てて対向する。後述するように、第1内周面71は、電極本体部61の外周面との間にガス通路を構成する。第1内周面71の内径は、ノズル8の内径と略同じである。従って、第1内周面71と電極6との間のガス通路の内径は、ノズル8の内径と略同じである。

【0049】

内側段部72は、第1内周面71の基端側に位置する。内側段部72は、絶縁ガイド7

10

20

30

40

50

の軸線方向において第１内周面７１と第２内周面７３との間に位置する。内側段部７２は、先端側へ向かって径方向に拡大するように、絶縁ガイド７の軸線方向に対して傾斜している。

【００５０】

第１内周面７１と内側段部７２とには、耐熱被膜７０７が形成されている。耐熱被膜７０７は、セラミック系材料で形成されている。耐熱被膜７０７は、例えば、窒化ホウ素で形成される。ただし、耐熱被膜７０７は、窒化ホウ素以外のセラミック系材料で形成されてもよい。或いは、耐熱被膜７０７は、セラミック系材料以外の耐熱性材料で形成されてもよい。或いは、耐熱被膜７０７は省略されてもよい。

【００５１】

第２内周面７３は、内側段部７２の基端側に位置する。第２内周面７３は、絶縁ガイド７の軸線方向に延びており、絶縁ガイド７の基端面７０２に到達している。第２内周面７３は、第１接合部７４を有する。第１接合部７４は、電極６の接合部６２に圧入により接合される。従って、絶縁ガイド７の第１接合部７４は、Ｏリング無しで流体をシールするように電極６と接合される。

【００５２】

図４に示すように、絶縁ガイド７の第１接合部７４が電極６の接合部６２に接合されることにより、電極６と絶縁ガイド７とが径方向に互いに位置決めされる。また、絶縁ガイド７の基端面７０２が、電極６のフランジ部６３の段部６６に接触することで、電極６と絶縁ガイド７とが軸線方向に互いに位置決めされる。

【００５３】

第１接合部７４は、電極６の外周面に係止する凹凸形状を有する。詳細には、第１接合部７４は、凸部７４１を有する。凸部７４１は、第２内周面７３から突出している。凸部７４１は、第２内周面７３の周方向に延びている。絶縁ガイド７の第１接合部７４の凸部７４１は、電極６の接合部６２の凸部６２１に係止する。これにより、絶縁ガイド７が電極６に対して強固に抜け止めされる。

【００５４】

絶縁ガイド７の外周面は、第１外周面７５と、第２外周面７６と、第３外周面７７とを有する。第１外周面７５は、絶縁ガイド７の軸線方向に延びており、絶縁ガイド７の先端面７０１に到達している。第１外周面７５は、ノズル８の第１孔８１１内に配置される。第１外周面７５は、第２接合部７８を有する。第２接合部７８は、ノズル８の内周面に圧入により接合される。従って、絶縁ガイド７の第２接合部７８は、Ｏリング無しで流体をシールするようにノズル８と接合される。

【００５５】

絶縁ガイド７の第２接合部７８は、ノズル８の内周面に係止する凹凸形状を有する。詳細には、絶縁ガイド７の第２接合部７８は、凸部７８１を有する。凸部７８１は、第１外周面７５から突出している。凸部７８１は、第１外周面７５の周方向に延びている。

【００５６】

第２外周面７６は、第１外周面７５の基端側に位置する。第２外周面７６は、絶縁ガイド７の軸線方向に延びている。第２外周面７６は、断面視において、凹凸の無い平坦な形状を有する。第２外周面７６は、絶縁ガイド７の軸線方向において第１外周面７５と第３外周面７７との間に配置される。第２外周面７６は、ノズル８の外部に配置される。第２外周面７６は、第１外周面７５よりも小さな外径を有する。言い換えれば、第１外周面７５の外径は、第２外周面７６の外径よりも大きい。絶縁ガイド７の軸線方向において、第１外周面７５は、第２外周面７６よりも短い。

【００５７】

第３外周面７７は、第２外周面７６の基端側に位置する。第３外周面７７は、第２外周面７６よりも小さな外径を有する。第３外周面７７は、絶縁ガイド７の軸線方向に延びており、絶縁ガイド７の基端面７０２に到達している。絶縁ガイド７の軸線方向において、第２外周面７６は、第３外周面７７より長い。言い換えれば、絶縁ガイド７の軸線方向に

10

20

30

40

50

において、第3外周面77は、第2外周面76より短い。絶縁ガイド7の軸線方向において、第3外周面77は、第1外周面75より短い。

【0058】

絶縁ガイド7の外周面は、外側段部79を有する。外側段部79は、第2外周面76と第3外周面77との間に配置される。外側段部79は、絶縁ガイド7の軸線方向に垂直な面である。

【0059】

図11は、絶縁ガイド7を基端側から見た図である。図9及び図11に示すように、絶縁ガイド7は、複数の連通路703を有する。本実施形態では、絶縁ガイド7は6つの連通路703を有する。ただし、連通路703の数は、6つに限らず、6つより少ない、或いは6つより多くてもよい。

10

【0060】

図12は、1つの連通路703の軸線を含む絶縁ガイド7の断面を示している。図12に示すように、連通路703は、絶縁ガイド7の外部と絶縁ガイド7の孔706内とを連通している。言い換えると、連通路703は、絶縁ガイド7の外部と絶縁ガイド7内のガス通路とを連通している。連通路703は、軸線方向に対して傾斜した方向に延びている。連通路703は、絶縁ガイド7の先端へ向かって絶縁ガイド7の軸線に近づくように傾斜している。絶縁ガイド7の軸線方向に対する連通路703の傾斜角度は、30度以上、60度以下であることが好ましい。例えば、絶縁ガイド7の軸線方向に対する連通路703の傾斜角度は45度である。

20

【0061】

連通路703の一端は、内側段部72に接続される。連通路703の他端は、外側段部79に接続される。連通路703は、絶縁ガイド7の軸線方向における中心よりも基端側の位置において絶縁ガイド7の外周面に接続される、連通路703は、第1連通路704と第2連通路705とを有する。

【0062】

第1連通路704は、第2連通路705よりも大きな流路断面を有する。第1連通路704は、外側段部79に接続される。第1連通路704は、絶縁ガイド7の外部に連通する。第2連通路705は、内側段部72に接続される。第2連通路705は、絶縁ガイド7内のガス通路に連通する。なお、図12では1つの連通路703のみが図示されているが、他の連通路703も図12の連通路703と同様の構造である。

30

【0063】

図11に示すように、複数の連通路703は、周方向及び径方向に対して傾斜している。全ての連通路703は、周方向に対して同方向に傾斜している。全ての連通路703は、径方向に対して同方向に傾斜している。これにより、連通路703から吹き出されたガスは旋回流となる。複数の連通路703は、絶縁ガイド7の周方向において等間隔に配置される。絶縁ガイド7の軸線方向から見て、連通路703の軸線は、連通路703の軸線と平行であり且つ絶縁ガイド7の中心を通る直線から所定距離、離れている。

【0064】

次にノズル8について説明する。図13及び図14は、ノズル8の斜視図である。図15は、ノズル8の断面図である。ノズル8は、先端部が先細り形状を有する円筒状の形状を有する。ノズル8は、絶縁ガイド7が挿入される孔811を有し、絶縁ガイド7と圧入により接合される。詳細には、ノズル8は、第1ノズル部81と第2ノズル部82と第3ノズル部83とを有する。

40

【0065】

第1ノズル部81は、ノズル8の基端を含む。第1ノズル部81は、第1孔811を有する。第2ノズル部82は、第1ノズル部81の先端側に位置する。第2ノズル部82は、ノズル8の軸線方向において第1ノズル部81と第3ノズル部83との間に位置する。ノズル8の軸線方向において、第2ノズル部82は、第1ノズル部81よりも長い。

【0066】

50

第２ノズル部８２は、第１孔８１１に連通する第２孔８２１を有する。第２孔８２１は、第１孔８１１よりも小さな内径を有する。従って、第１ノズル部８１の内周面８１２と第２ノズル部８２の内周面８２２との間には内側段部８４が設けられている。内側段部８４は、ノズル８の軸線方向に垂直な面である。

【００６７】

第２ノズル部８２の外径は、第１ノズル部８１の外径と同じである。従って、第２ノズル部８２の外周面８２３は、第１ノズル部８１の外周面８１３と面一である。第１ノズル部８１の外周面８１３の基端には面取りが施されている。第２ノズル部８２は、第１ノズル部８１よりも大きな径方向の厚さを有している。

【００６８】

第３ノズル部８３は、ノズル８の先端を含む。第３ノズル部８３は、第２ノズル部８２の先端側に位置する。第３ノズル部８３は、噴射孔８３１を有する。噴射孔８３１は、第２孔８２１よりも小さな内径を有する。噴射孔８３１は、ノズル８の軸線方向に延びており、ノズル８の先端面８０１に到達している。ノズル８の軸線方向において、上述した第１孔８１１は、噴射孔８３１よりも短い。

【００６９】

噴射孔８３１は、テーパ孔８３２を介して第２孔８２１に連通している。テーパ孔８３２は、ノズル８の軸線方向において噴射孔８３１と第２孔８２１との間に位置しており、噴射孔８３１と第２孔８２１とを接続している。テーパ孔８３２は、ノズル８の先端に向かって径方向に小さくなっている。

【００７０】

ノズル８の外周面は、第１外周面８５と第２外周面８６と第３外周面８７とを有する。第１外周面８５は、ノズル８の基端面８０２に達している。第１外周面８５は、第１ノズル部８１の外周面８１３と第２ノズル部８２の外周面８２３とによって構成される。第１外周面８５は、断面視において、ノズル８の軸線方向に延びる直線状の形状を有する。言い換えれば、第１外周面８５は、断面視において、凹凸の無い平坦な形状を有する。

【００７１】

第２外周面８６は、第１外周面８５の先端側に位置する。第２外周面８６は、ノズル８の軸線方向において、第１外周面８５と第３外周面８７との間に位置する。第２外周面８６は、第１外周面８５よりも小さな外径を有する。従って、第１外周面８５と第２外周面８６との間には外側段部８８が設けられている。外側段部８８は、ノズル８の軸線方向に垂直な面である。

【００７２】

第３外周面８７は、第２外周面８６の先端側に位置する。第３外周面８７は、ノズル８の先端面８０１に到達している。第３外周面８７は、先端に向かって径方向に小さくなるように傾斜している。

【００７３】

第１ノズル部８１の第１孔８１１には、絶縁ガイド７が挿入される。第２ノズル部８２の第２孔８２１には、電極６が挿入される。図４に示すように、第２ノズル部８２の内周面８２２は、隙間を隔てて電極本体部６１と対向する。電極６の先端は、第３ノズル部８３のテーパ孔８３２と対向している。

【００７４】

第１ノズル部８１は、絶縁ガイド７と接合される。詳細には、第１孔８１１に絶縁ガイド７の第２接合部７８が挿入され、第１ノズル部８１は、絶縁ガイド７の第２接合部７８と圧入により接合される。これにより、第１ノズル部８１の内周面８１２は、Ｏリング無しで流体をシールするように絶縁ガイド７と接合される。

【００７５】

第１ノズル部８１の内周面８１２が絶縁ガイド７の第２接合部７８と接合することにより、ノズル８と絶縁ガイド７とが径方向に互いに位置決めされる。また、絶縁ガイド７の先端面７０１がノズル８の内側段部８４に接触することにより、ノズル８と絶縁ガイド７

10

20

30

40

50

とが軸線方向に互いに位置決めされる。

【 0 0 7 6 】

第 1 ノズル部 8 1 の内周面 8 1 2 は、絶縁ガイド 7 の外周面に係止する凹凸形状を有する。詳細には、第 1 ノズル部 8 1 の内周面 8 1 2 は、凸部 8 1 4 を有する。第 1 ノズル部 8 1 の凸部 8 1 4 は、絶縁ガイド 7 の第 2 接合部 7 8 の凸部 7 8 1 に係止する。これにより、ノズル 8 が絶縁ガイド 7 に対して抜け止めされる。

【 0 0 7 7 】

第 2 外周面 8 6 は、絶縁リング 9 の内周面に係止する凹凸形状を有する。詳細には、第 2 外周面 8 6 は、凸部 8 6 1 を有する。

【 0 0 7 8 】

図 1 6 及び図 1 7 は、絶縁リング 9 の斜視図である。図 1 8 は、絶縁リング 9 の断面図である。図 1 6 から図 1 8 に示すように、絶縁リング 9 は、ノズル 8 が挿入される孔 9 0 3 を有する。絶縁リング 9 の内周面 9 1 は凸部 9 1 1 を有する。絶縁リング 9 の外周面 9 2 は凸部 9 2 1 を有する。

【 0 0 7 9 】

絶縁リング 9 は、フランジ部 9 3 を有する。フランジ部 9 3 は、絶縁リング 9 の外周面 9 2 から突出している。従って、絶縁リング 9 の外周面 9 2 とフランジ部 9 3 との間には段部 9 4 が設けられている。段部 9 4 は、絶縁リング 9 の軸線方向に垂直な面である。

【 0 0 8 0 】

図 4 に示すように、絶縁リング 9 は、ノズル 8 と圧入により接合される。詳細には、絶縁リング 9 の内周面 9 1 は、ノズル 8 の第 2 外周面 8 6 と圧入により接合される。絶縁リング 9 の内周面 9 1 がノズル 8 の第 2 外周面 8 6 と接合されることにより、絶縁リング 9 とノズル 8 とが径方向に互いに位置決めされる。

【 0 0 8 1 】

また、絶縁リング 9 の基端面 9 0 1 がノズル 8 の外側端部 8 8 に接触することにより、絶縁リング 9 とノズル 8 とが軸線方向に互いに位置決めされる。絶縁リング 9 の内周面 9 1 の凸部 9 1 1 は、ノズル 8 の第 2 外周面 8 6 の凸部 8 6 1 に係止する。これにより、絶縁リング 9 がノズル 8 に対して強固に抜け止めされる。

【 0 0 8 2 】

図 1 9 及び図 2 0 は、シールドキャップ 1 0 の斜視図である。図 2 1 は、シールドキャップ 1 0 の断面図である。図 1 9 から図 2 1 に示すように、シールドキャップ 1 0 は孔 1 0 3 を有する。シールドキャップ 1 0 の孔 1 0 3 には、ノズル 8 が挿入される。シールドキャップ 1 0 は噴射孔 1 0 4 を有する。噴射孔 1 0 4 は、孔 1 0 3 と連通しており、シールドキャップ 1 0 の先端面 1 0 1 を軸線方向に貫通している。

【 0 0 8 3 】

シールドキャップ 1 0 は、第 1 内周面 1 1 と第 2 内周面 1 2 とを有する。第 1 内周面 1 1 は、シールドキャップ 1 0 の軸線方向に延びており、シールドキャップ 1 0 の基端面 1 0 2 に到達している。第 1 内周面 1 1 は凸部 1 1 1 を有する。第 2 内周面 1 2 は、第 1 内周面 1 1 の先端側に位置する。第 2 内周面 1 2 は、先端に向かって径方向に小さくなるように傾斜している。

【 0 0 8 4 】

シールドキャップ 1 0 は、第 1 外周面 1 3 と、フランジ部 1 4 と、第 2 外周面 1 5 と、第 3 外周面 1 6 とを有する。第 1 外周面 1 3 は、シールドキャップ 1 0 の軸線方向に延びており、シールドキャップ 1 0 の基端面 1 0 2 に到達している。フランジ部 1 4 は、第 1 外周面 1 3 の先端側に位置する。フランジ部 1 4 は、シールドキャップ 1 0 の軸線方向において、第 1 外周面 1 3 と第 2 外周面 1 5 との間に位置する。フランジ部 1 4 は、第 1 外周面 1 3 から突出している。フランジ部 1 4 は、第 2 外周面 1 5 から突出している。フランジ部 1 4 と第 2 外周面 1 5 との間には、外側段部 1 7 が設けられている。外側段部 1 7 は、シールドキャップ 1 0 の軸線方向に垂直な面である。フランジ部 1 4 の外径は、第 1 リテーナキャップ 4 の開口 4 1 の直径よりも大きい。フランジ部 1 4 の外径は、第 2 リテ

10

20

30

40

50

ーナキャップ 5 の開口 5 1 の直径よりも大きい。

【 0 0 8 5 】

第 2 外周面 1 5 は、フランジ部 1 4 の先端側に位置する。第 2 外周面 1 5 は、第 1 外周面 1 3 よりも小さな外径を有する。第 2 外周面 1 5 は、シールドキャップ 1 0 の軸線方向に延びている。第 3 外周面 1 6 は、第 2 外周面 1 5 の先端側に位置する。第 3 外周面 1 6 は、シールドキャップ 1 0 の先端面 1 0 1 に到達している。第 3 外周面 1 6 は、先端に向かって径方向に小さくなるように、シールドキャップ 1 0 の軸線方向に対して傾斜している。

【 0 0 8 6 】

図 2 2 は、図 2 1 の A - A 断面図である。図 2 1 及び図 2 2 に示すように、シールドキャップ 1 0 は、複数の連通路 1 0 5 を有する。連通路 1 0 5 は、シールドキャップ 1 0 の外部とシールドキャップ 1 0 の孔 1 0 3 内とを連通している。連通路 1 0 5 の一端は第 1 外周面 1 3 に到達している。連通路 1 0 5 の他端は、第 1 内周面 1 1 に到達している。

【 0 0 8 7 】

連通路 1 0 5 は、シールドキャップ 1 0 の周方向に等間隔に配置されている。シールドキャップ 1 0 の軸線方向から見て、連通路 1 0 5 の軸線は、連通路 1 0 5 の軸線と平行であり且つ絶縁ガイド 7 の中心を通る直線から所定距離、離れている。全ての連通路 1 0 5 は、周方向に対して同方向に傾斜している。全ての連通路 1 0 5 は、径方向に対して同方向に傾斜している。これにより、連通路 1 0 5 から吹き出されたガスは旋回流となる。

【 0 0 8 8 】

図 4 に示すように、シールドキャップ 1 0 は、絶縁リング 9 と圧入により接合される。詳細には、シールドキャップ 1 0 の第 1 内周面 1 1 が、絶縁リング 9 の外周面 9 2 と圧入により接合される。シールドキャップ 1 0 の第 1 内周面 1 1 の凸部 1 1 1 は、絶縁リング 9 の外周面 9 2 の凸部 9 2 1 と係合する。これにより、シールドキャップ 1 0 が絶縁リング 9 に対して強固に抜け止めされる。

【 0 0 8 9 】

シールドキャップ 1 0 の第 1 内周面 1 1 が絶縁リング 9 の外周面 9 2 と接合されることにより、シールドキャップ 1 0 と絶縁リング 9 とが、径方向に互いに位置決めされる。これにより、シールドキャップ 1 0 の噴射孔 1 0 4 とノズル 8 の噴射孔 8 3 1 とが同心に配置される。

【 0 0 9 0 】

シールドキャップ 1 0 の基端面 1 0 2 が絶縁リング 9 の段部 9 4 に接触することにより、シールドキャップ 1 0 と絶縁リング 9 とが、軸線方向に互いに位置決めされる。これにより、シールドキャップ 1 0 がノズル 8 に対して隙間を隔てて配置される。詳細には、シールドキャップ 1 0 の第 2 内周面 1 2 が、ノズル 8 の第 3 外周面 8 7 に対して隙間を隔てて配置される。これにより、シールドキャップ 1 0 とノズル 8 との間には後述するガス通路が構成される。シールドキャップ 1 0 の連通路 1 0 5 は、絶縁リング 9 の先端よりも先端側に位置している。シールドキャップ 1 0 の連通路 1 0 5 は、シールドキャップ 1 0 とノズル 8 との間のガス通路に連通している。

【 0 0 9 1 】

次にセンタパイプ 2 0 について説明する。図 2 3 及び図 2 4 は、センタパイプ 2 0 の斜視図である。図 2 5 は、センタパイプ 2 0 の断面図である。センタパイプ 2 0 は、電極 6 の内部通路 6 5 に挿入され、電極 6 内に冷却水を供給する。センタパイプ 2 0 は、導電体で形成されている。センタパイプ 2 0 は、パイプ本体 2 1 と接触子 2 2 とを有する。図 2 6 は、パイプ本体 2 1 の斜視図である。図 2 7 は、接触子 2 2 の斜視図である。

【 0 0 9 2 】

パイプ本体 2 1 は、管状の形状を有する。パイプ本体 2 1 は、導電体で形成される。詳細には、パイプ本体 2 1 の外周面は、フランジ部 2 3 と、第 1 外周面 2 4 と、第 2 外周面 2 5 と、第 3 外周面 2 6 とを有する。フランジ部 2 3 は、パイプ本体 2 1 の基端を含む。フランジ部 2 3 は、第 1 外周面 2 4 から突出している。従って、フランジ部 2 3 と第 1 外

10

20

30

40

50

周面 2 4 との間には段部 2 7 が設けられている。段部 2 7 は、パイプ本体 2 1 の軸線方向に垂直な面である。

【 0 0 9 3 】

第 1 外周面 2 4 は、フランジ部 2 3 の先端側に位置する。第 1 外周面 2 4 は、パイプ本体 2 1 の軸線方向においてフランジ部 2 3 と第 2 外周面 2 5 との間に位置する。第 1 外周面 2 4 は、パイプ本体 2 1 の軸線方向に延びている。

【 0 0 9 4 】

第 2 外周面 2 5 は、第 1 外周面 2 4 の先端側に位置する。第 2 外周面 2 5 は、パイプ本体 2 1 の軸線方向において第 1 外周面 2 4 と第 3 外周面 2 6 との間に位置する。第 2 外周面 2 5 は、パイプ本体 2 1 の軸線方向に延びている。パイプ本体 2 1 の軸線方向において、第 2 外周面 2 5 は、第 1 外周面 2 4 よりも短い。第 2 外周面 2 5 は、第 1 外周面 2 4 よりも小さな外径を有する。

【 0 0 9 5 】

第 3 外周面 2 6 は、第 2 外周面 2 5 の先端側に位置する。第 3 外周面 2 6 は、パイプ本体 2 1 の先端を含む。第 3 外周面 2 6 は、パイプ本体 2 1 の軸線方向に延びている。パイプ本体 2 1 の軸線方向において第 3 外周面 2 6 は、第 1 外周面 2 4 よりも長い。第 3 外周面 2 6 は、第 2 外周面 2 5 よりも小さな外径を有する。第 3 外周面 2 6 の軸線方向における中間部には、凹部 2 6 1 が設けられている。凹部 2 6 1 には、接触子 2 2 が取り付けられる。

【 0 0 9 6 】

パイプ本体 2 1 は、冷却水通路を内部に有する。冷却水通路は、パイプ本体 2 1 を軸線方向に貫通している。冷却水通路は、第 1 通路 2 1 1 と第 2 通路 2 1 2 と第 3 通路 2 3 1 とを有する。第 1 通路 2 1 1 は、パイプ本体 2 1 の基端面 2 0 1 に到達している。第 1 通路 2 1 1 は、先端に向かって径方向に小さくなるように、パイプ本体 2 1 の軸線方向に対して傾斜している。

【 0 0 9 7 】

第 2 通路 2 1 2 は、第 1 通路 2 1 1 の先端側に位置する。第 2 通路 2 1 2 は、パイプ本体 2 1 の軸線方向において、第 1 通路 2 1 1 と第 3 通路 2 3 1 との間に位置する。パイプ本体 2 1 の軸線方向において、第 2 通路 2 1 2 は、第 3 通路 2 3 1 よりも長い。第 2 通路 2 1 2 は、パイプ本体 2 1 の軸線方向に延びている。

【 0 0 9 8 】

第 3 通路 2 3 1 は、第 2 通路 2 1 2 の先端側に位置する。第 3 通路 2 3 1 は、パイプ本体 2 1 の先端面 2 0 2 に到達している。第 3 通路 2 3 1 は、第 2 通路 2 1 2 よりも大きな内径を有する。第 3 通路 2 3 1 内には、上述した電極 6 の凸部 6 7 が配置される。

【 0 0 9 9 】

接触子 2 2 は、パイプ本体 2 1 と別体である。接触子 2 2 は導電体で形成される。接触子 2 2 は、パイプ本体 2 1 に対して着脱可能に取り付けられる。接触子 2 2 は、パイプ本体 2 1 の外周面に取り付けられる。詳細には、接触子 2 2 は、パイプ本体 2 1 の第 3 外周面 2 6 の凹部 2 6 1 に嵌め込まれることで、パイプ本体 2 1 に取り付けられる。

【 0 1 0 0 】

接触子 2 2 は、取付部 2 8 と接触部 2 9 とを有する。取付部 2 8 は、パイプ本体 2 1 の外周面に取り付けられる。取付部 2 8 は、第 1 環部 2 8 1 と第 2 環部 2 8 2 とを有する。第 2 環部 2 8 2 は、接触子 2 2 の軸線方向に第 1 環部 2 8 1 から離れて配置される。第 1 環部 2 8 1 と第 2 環部 2 8 2 とは、それぞれパイプ本体 2 1 の凹部 2 6 1 に嵌め込まれる。

【 0 1 0 1 】

接触部 2 9 は、電極 6 の内周面に接触する。接触部 2 9 は、接触子 2 2 の径方向に押圧されることで反力を生じるように弾性を有する。具体的には、接触部 2 9 は、複数の湾曲部 2 9 1 を有する。湾曲部 2 9 1 は、第 1 環部 2 8 1 と第 2 環部 2 8 2 とを連結している。湾曲部 2 9 1 は、接触子 2 2 の径方向外方に向かって膨出した板状の形状を有する。接

10

20

30

40

50

触部 2 9 は、複数のスリット 2 9 2 を有する。スリット 2 9 2 は、複数の湾曲部 2 9 1 の間に設けられ、接触子 2 2 の軸線方向に延びている。なお、図面においてはスリット 2 9 2 の一部のみに符号 2 9 2 を付して他のスリット 2 9 2 の符号を省略している。

【 0 1 0 2 】

図 2 8 は、接触子 2 2 を軸線方向から見た図である。図 2 8 に示すように、複数の湾曲部 2 9 1 は、接触子 2 2 の周方向に等間隔に配置されている。複数のスリット 2 9 2 も同様に、接触子 2 2 の周方向に等間隔に配置されている。本実施形態では、接触子 2 2 は、8 つの湾曲部 2 9 1 と 8 つのスリット 2 9 2 とを有している。しかし、接触子 2 2 の数は、8 つに限らず、8 つより少ない、或いは 8 つより多くてもよい。同様に、スリット 2 9 2 の数は、8 つに限らず、8 つより少ない、或いは 8 つより多くてもよい。

10

【 0 1 0 3 】

図 1 に示すように、センタパイプ 2 0 のフランジ部 2 3 は、電極台座 3 4 の基端面 3 4 1 と、ベース部 3 3 の孔の底面 3 3 1 との間に配置される。フランジ部 2 3 は、電極台座 3 4 の基端面 3 4 1 に接触している。これにより、センタパイプ 2 0 と電極台座 3 4 とが電氣的に接続されている。また、センタパイプ 2 0 が径方向及び軸線方向に位置決めされる。

【 0 1 0 4 】

図 2 9 は、図 1 における交換部品ユニット 2 a 及びその周囲の構成の拡大図である。図 2 9 に示すように、センタパイプ 2 0 の接触子 2 2 は、電極 6 の内周面に接触している。接触子 2 2 は、電極 6 の内部通路 6 5 に挿入されることで、径方向内方へ向かって弾性変形している。接触子 2 2 は、弾性変形の反力によって電極 6 の内周面に押し付けられている。センタパイプ 2 0 は、電極台座 3 4 と電氣的に接続されている。従って、接触子 2 2 は、電極 6 の内周面に接触することで電極 6 に通電する。

20

【 0 1 0 5 】

電極 6 は、第 1 通電面 6 0 3 と第 2 通電面 6 0 1 とを有する。第 1 通電面 6 0 3 は、内部通路 6 5 の内周面において接触子 2 2 と接触している部分である。電極 6 は、センタパイプ 2 0 と第 1 通電面 6 0 3 とを介して電極台座 3 4 と電氣的に接続される。第 1 通電面 6 0 3 は、テーパ部 6 5 2 の先端側においてテーパ部 6 5 2 に隣接して配置される。第 1 通電面 6 0 3 は、後述する冷却水通路内に位置している。

【 0 1 0 6 】

第 2 通電面 6 0 1 は、電極 6 の基端面 6 0 1 である。第 2 通電面 6 0 1 は、電極台座 3 4 の先端面 3 4 2 に接触している。電極 6 は、第 2 通電面 6 0 1 を介して電極台座 3 4 と電氣的に接続される。第 2 通電面 6 0 1 は、後述する冷却水通路に隣接している。

30

【 0 1 0 7 】

1 . 3 冷却水通路

次に、プラズマトーチ 1 a の冷却水通路について説明する。図 1 において、実線の矢印は、冷却水の流れを示している。図 1 に示すように、ベース部 3 3 には、冷却水供給管 4 5 が接続されている。冷却水供給管 4 5 は、ベース部 3 3 内の第 1 冷却水通路 W 1 を介して、ノズル台座 3 6 内の第 2 冷却水通路 W 2 に接続されている。第 1 冷却水通路 W 1 は、ベース部 3 3 の基端面からベース部 3 3 の外周面に向かって延びている。第 2 冷却水通路 W 2 は、ノズル台座 3 6 の内周面からノズル台座 3 6 の先端部へ向かって延びている。第 2 冷却水通路 W 2 は、第 3 冷却水通路 W 3 に接続されている。第 3 冷却水通路 W 3 は、ノズル台座 3 6 と第 1 リテーナキャップ 4 と交換部品ユニット 2 a とに囲まれた環状の通路である。

40

【 0 1 0 8 】

図 2 9 に示すように、絶縁スリーブ 3 7 の先端面 3 7 1 とノズル 8 の基端面 8 0 2 との間には隙間が設けられており、この隙間は、第 3 冷却水通路 W 3 の一部を構成している。従って、ノズル 8 の基端面 8 0 2 は、第 3 冷却水通路 W 3 内に配置される。また、絶縁スリーブ 3 7 の先端面 3 7 1 とノズル 8 の基端面 8 0 2 との隙間は、絶縁ガイド 7 の第 2 外周面 7 6 まで到達している。従って、絶縁ガイド 7 の第 2 外周面 7 6 の一部は、第 3 冷却

50

水通路W 3内に配置されている。

【 0 1 0 9 】

図 1 に示すように、第 3 冷却水通路 W 3 は、ノズル台座 3 6 内の第 4 冷却水通路 W 4、ノズル台座 3 6 と絶縁スリーブ 3 7 との間の第 5 冷却水通路 W 5、絶縁スリーブ 3 7 内の第 6 冷却水通路 W 6、及び電極台座 3 4 内の第 7 冷却水通路 W 7 を介して、第 8 冷却水通路 W 8 に接続されている。

【 0 1 1 0 】

第 4 冷却水通路 W 4 は、ノズル台座 3 6 の先端からノズル台座 3 6 の内周面に向かって延びている。第 5 冷却水通路 W 5 は、ノズル台座 3 6 と絶縁スリーブ 3 7 との間に設けられた環状の通路である。第 6 冷却水通路 W 6 は、絶縁スリーブ 3 7 の外周面から絶縁スリーブ 3 7 の内周面に向かって径方向に延びる複数の通路である。第 7 冷却水通路 W 7 は、電極台座 3 4 の外周面から電極台座 3 4 の内周面に向かって径方向に延びる複数の通路である。第 8 冷却水通路 W 8 は、電極台座 3 4 とセンタパイプ 2 0 との間の通路である。

【 0 1 1 1 】

第 8 冷却水通路 W 8 は、電極 6 とセンタパイプ 2 0 との間の第 9 冷却水通路 W 9 に接続されている。第 9 冷却水通路 W 9 は、センタパイプ 2 0 の先端部において、センタパイプ 2 0 内の第 1 0 冷却水通路 W 1 0 に連通している。第 1 0 冷却水通路 W 1 0 は、ベース部 3 3 内の第 1 1 冷却水通路 W 1 1 を介して、冷却水排出管 4 6 に接続されている。

【 0 1 1 2 】

冷却水は、冷却水の供給源から、冷却水供給管 4 5、ベース部 3 3 内の第 1 冷却水通路 W 1、ノズル台座 3 6 内の第 2 冷却水通路 W 2 を通って、第 3 冷却水通路 W 3 に供給される。冷却水は、第 3 冷却水通路 W 3 からノズル台座 3 6 内の第 4 冷却水通路 W 4、ノズル台座 3 6 と絶縁スリーブ 3 7 との間の第 5 冷却水通路 W 5、絶縁スリーブ 3 7 内の第 6 冷却水通路 W 6、及び電極台座 3 4 内の第 7 冷却水通路 W 7 を通って、電極台座 3 4 とセンタパイプ 2 0 との間の第 8 冷却水通路 W 8 に供給される。冷却水は、第 8 冷却水通路 W 8 から、電極 6 とセンタパイプ 2 0 との間の第 9 冷却水通路 W 9、センタパイプ 2 0 内の第 1 0 冷却水通路 W 1 0、ベース部 3 3 内の第 1 1 冷却水通路 W 1 1、冷却水排出管 4 6 を通って、プラズマ Torch 1 a の外部に排出される。

【 0 1 1 3 】

1 . 4 ガス通路

次に、プラズマ Torch 1 a のプラズマガス通路について説明する。本実施形態においてプラズマガスは、酸素ガスである。ただし、アルゴン、或いは窒素などの他のガスが用いられてもよい。図 3 0 は、プラズマ Torch 1 a の中心軸線に沿った図 1 と異なる断面図である。図 1 及び図 3 0 において、破線の矢印は、プラズマガスの流れを示している。詳細には、図 3 0 において破線の矢印は、メインガスの流れを示している。図 1 において破線の矢印は、アシストガスの流れを示している。

【 0 1 1 4 】

図 3 0 に示すように、ベース部 3 3 にはメインガス供給管 4 7 が接続されている。メインガス供給管 4 7 は、ベース部 3 3 内の第 1 メインガス通路 M G 1 を介して、ベース部 3 3 と絶縁スリーブ 3 7 との間の第 2 メインガス通路 M G 2 に接続されている。第 1 メインガス通路 M G 1 は、ベース部 3 3 の基端面からベース部 3 3 の内周面の段部 3 3 2 に向かって、軸線方向に延びている。第 2 メインガス通路 M G 2 は、ベース部 3 3 の内周面の段部 3 3 2 と絶縁スリーブ 3 7 の外周面の段部 3 7 2 との間に形成された環状の通路である。

【 0 1 1 5 】

第 2 メインガス通路 M G 2 は、絶縁スリーブ 3 7 内の第 3 メインガス通路 M G 3 を介して第 4 メインガス通路 M G 4 に接続されている。第 3 メインガス通路 M G 3 は、絶縁スリーブ 3 7 の外周面の段部 3 7 2 から軸線方向に延びている。第 4 メインガス通路 M G 4 は、絶縁スリーブ 3 7 と、交換部品ユニット 2 a との間の環状の通路である。

【 0 1 1 6 】

図 3 1 は、図 3 0 における交換部品ユニット 2 a とその周囲の構成の拡大図である。図 3 1 に示すように、第 4 メインガス通路 M G 4 は、絶縁スリーブ 3 7 の内周面と絶縁ガイド 7 の外周面と電極 6 の外周面とによって構成される。

【 0 1 1 7 】

詳細には、絶縁スリーブ 3 7 の内周面には、段部 3 7 3 が設けられている。段部 3 7 3 は、絶縁スリーブ 3 7 の軸線方向に垂直な面である。交換部品ユニット 2 a がトーチ本体 3 に取り付けられた状態で、絶縁ガイド 7 の外側段部 7 9 は、絶縁スリーブ 3 7 の内周面の段部 3 7 3 に対して隙間を隔てて配置される。第 4 メインガス通路 M G 4 は、この絶縁ガイド 7 の外側段部 7 9 と、絶縁スリーブ 3 7 の内周面の段部 3 7 3 との間の隙間を通っている。

10

【 0 1 1 8 】

第 4 メインガス通路 M G 4 は、上述した第 3 冷却水通路 W 3 に対してリング R 2 によってシールされている。リング R 2 は、絶縁スリーブ 3 7 の内周面に設けられた凹部 3 7 4 に嵌め込まれている。リング R 2 は、絶縁ガイド 7 の第 2 外周面 7 6 の一部と接触している。すなわち、絶縁ガイド 7 の第 2 外周面 7 6 は、リングと接触するシール面 7 6 1 を有している。第 2 外周面 7 6 においてシール面 7 6 1 よりも先端側の部分は、第 3 冷却水通路 W 3 内に配置されている。第 2 外周面 7 6 においてシール面 7 6 1 よりも基端側の部分は、第 4 メインガス通路 M G 4 内に配置されている。第 3 外周面 7 7 も、第 2 外周面 7 6 と同様に、第 4 メインガス通路 M G 4 内に配置される。

【 0 1 1 9 】

20

図 2 9 に示すように、第 4 メインガス通路 M G 4 は、上述した第 6 冷却水通路 W 6 及び第 7 冷却水通路 W 7 に対してリング R 3 によってシールされている。リング R 3 は、絶縁スリーブ 3 7 の内周面に設けられた凹部 3 7 5 に嵌め込まれている。リング R 3 は、電極 6 のフランジ部 6 3 の外周面の一部と接触している。すなわち、フランジ部 6 3 の外周面は、リング R 3 と接触するシール面 6 3 1 を有する。フランジ部 6 3 の外周面においてシール面 6 3 1 よりも先端側の部分は、第 4 メインガス通路 M G 4 内に配置されている。

【 0 1 2 0 】

図 3 1 に示すように、第 4 メインガス通路 M G 4 は、絶縁ガイド 7 の複数の連通路 7 0 3 を介して、絶縁ガイド 7 と電極 6 との間の第 5 メインガス通路 M G 5 に接続されている。第 5 メインガス通路 M G 5 は、絶縁ガイド 7 の内周面と電極 6 の外周面との間の環状の通路である。第 5 メインガス通路 M G 5 は、ノズル 8 と電極 6 との間の第 6 メインガス通路 M G 6 に接続されている。第 5 メインガス通路 M G 5 の内径は、第 6 メインガス通路 M G 6 の内径と同じである。第 6 メインガス通路 M G 6 は、ノズル 8 の噴射孔 8 3 1 に連通している。

30

【 0 1 2 1 】

メインガスは、メインガスの供給源から、ベース部 3 3 内の第 1 メインガス通路 M G 1、ベース部 3 3 と絶縁スリーブ 3 7 との間の第 2 メインガス通路 M G 2、絶縁スリーブ 3 7 内の第 3 メインガス通路 M G 3 を通って、絶縁スリーブ 3 7 と交換部品ユニット 2 a との間の第 4 メインガス通路 M G 4 に流れる。メインガスは、第 4 メインガス通路 M G 4 から連通路 7 0 3 を通ることで旋回流となって、第 5 メインガス通路 M G 5 に噴出される。旋回流となったメインガスは、第 6 メインガス通路 M G 6 を通って、ノズル 8 の噴射孔 8 3 1 から噴出される。

40

【 0 1 2 2 】

図 1 に示すように、ベース部 3 3 にはアシストガス供給管 4 8 が接続されている。アシストガス供給管 4 8 は、ベース部 3 3 内の第 1 アシストガス通路 A G 1 を介して、ノズル台座 3 6 内の第 2 アシストガス通路 A G 2 に接続されている。第 1 アシストガス通路 A G 1 は、ベース部 3 3 の基端面からベース部 3 3 の外周面に向かって延びている。第 2 アシストガス通路 A G 2 は、ノズル台座 3 6 の内周面からノズル台座 3 6 の外周面に向かって延びている。

50

【 0 1 2 3 】

第2アシストガス通路AG2は、ホルダ38内の第3アシストガス通路AG3を介して、ホルダ38と第2リテーナキャップ5との間の第4アシストガス通路AG4に接続されている。第3アシストガス通路AG3は、ホルダ38の内周面から外周面に向かって延びている。第4アシストガス通路AG4は、ホルダ38の外周面と第2リテーナキャップ5の内周面との間の環状の通路である。

【 0 1 2 4 】

第4アシストガス通路AG4は、第2リテーナキャップ5内の第5アシストガス通路AG5を介して、第1リテーナキャップ4と第2リテーナキャップ5との間の第6アシストガス通路AG6に接続される。第5アシストガス通路AG5は、第2リテーナキャップ5の内周面から外周面に向かって延びる複数の通路である。第6アシストガス通路AG6は、第1リテーナキャップ4の内周面と第2リテーナキャップ5の外周面との間の環状の通路である。

【 0 1 2 5 】

図29に示すように、第6アシストガス通路AG6は、シールドキャップ10の複数の連通路105を介して、ノズル8とシールドキャップ10との間の第7アシストガス通路AG7に接続されている。第7アシストガス通路AG7は、ノズル8の噴射孔831及びシールドキャップ10の噴射孔104と連通している。

【 0 1 2 6 】

第6アシストガス通路AG6は、上述した第3冷却水通路W3に対して、リングR4によってシールされている。リングR4は、第1リテーナキャップ4の内周面の先端部に設けられた凹部44に嵌め込まれている。リングR4は、シールドキャップ10の第1外周面13に接触している。すなわち、シールドキャップ10の第1外周面13は、リングR4と接触するシール面131を有している。

【 0 1 2 7 】

上述したように絶縁リング9は、圧入によってノズル8に接合されている。また、絶縁リング9は、圧入によってシールドキャップ10に接合されている。このため、第7アシストガス通路AG7は、上述した第3冷却水通路W3に対して、絶縁リング9によってシールされている。

【 0 1 2 8 】

アシストガスは、アシストガスの供給源から、ベース部33内の第1アシストガス通路AG1、ノズル台座36内の第2アシストガス通路AG2、ホルダ38内の第3アシストガス通路AG3、ホルダ38と第2リテーナキャップ5との間の第4アシストガス通路AG4、第2リテーナキャップ5内の第5アシストガス通路AG5を通過して、第1リテーナキャップ4と第2リテーナキャップ5との間の第6アシストガス通路AG6に流れる。アシストガスは、第6アシストガス通路AG6から連通路105を通過することで旋回流となって、第7アシストガス通路AG7に噴出される。旋回流となったアシストガスは、第7アシストガス通路AG7を通過して、メインガスと共に、シールドキャップ10の噴射孔104から噴出される。

【 0 1 2 9 】

1.5 交換部品ユニットの交換方法

次に、交換部品ユニット2aの交換方法について説明する。交換部品ユニット2aは消耗品である。そのため、交換部品ユニット2aは着脱可能にトーチ本体3に取り付けられており、交換が必要な程度に消耗が進むと、新しいものに交換される。図29に示すように、プラズマトーチ1aでは、第2リテーナキャップ5の開口51の縁部によってシールドキャップ10の段部17が軸線方向に押圧されている。また、シールドキャップ10のフランジ部14が、第1リテーナキャップ4の開口41の縁部と第2リテーナキャップ5の開口51の縁部とによって挟み込まれている。これにより、交換部品ユニット2aが固定されている。このため、交換部品ユニット2aの交換時には、まず、第2リテーナキャップ5が取り外される。

【0130】

第2リテーナキャップ5が取り外された状態では、交換部品ユニット2aは、リングR2, R3, R4の弾性力によって保持される。従って、交換部品ユニット2aを第1リテーナキャップ4の開口41から先端側へ引き出すことによって、交換部品ユニット2aの絶縁ガイド7と電極6とが、絶縁スリーブ37から引き出される。その際、センタパイプ20の接触子22は、電極6の内周面に沿って摺動し、電極6がセンタパイプ20から抜き出される。以上のようにして、交換部品ユニット2aをトーチ本体3から一体的に容易に取り外すことができる。

【0131】

なお、交換部品ユニット2aを第1リテーナキャップ4の開口41から先端側へ引き出す前に、第1リテーナキャップ4を緩めるとよい。これにより、シールドキャップ10のフランジ部14が第1リテーナキャップ4の開口41の縁部に引っ掛かって押し出される。これにより、交換部品ユニット2aを容易に取り外すことができる。

10

【0132】

新たな交換部品ユニット2aを取り付ける際には、交換部品ユニット2aを第1リテーナキャップ4の開口41から基端側へ向けて挿入する。これにより、交換部品ユニット2aの電極6と絶縁ガイド7とが、絶縁スリーブ37内に挿入される。その際、センタパイプ20が電極6内に挿入され、センタパイプ20の接触子22は、電極6の内周面に沿って摺動する。

【0133】

20

そして、第2リテーナキャップ5が第1リテーナキャップ4に取り付けられると、第2リテーナキャップ5の開口51の縁部が、シールドキャップ10の段部17を基端側へ向けて押圧する。これにより、電極6の基端面601が電極台座34の先端面342に接触するまで、交換部品ユニット2aが基端側へ向けて押し込まれる。そして、第1リテーナキャップ4の開口41の縁部と、第2リテーナキャップ5の開口51の縁部とによってシールドキャップ10のフランジ部14が挟み込まれて保持されることにより、交換部品ユニット2aが、固定される。

【0134】

以上説明した本実施形態に係るプラズマトーチ1bでは、センタパイプ20の接触子22が電極6の内周面に接触することで電極6に通電する。従って、従来のプラズマトーチのように、電極6の基端側筒部と電極台座34の内周面とを接続するための構造が不要となる。このため、電極6或いは電極台座34の構造を簡素化することができる。また、電極6と電極台座34とを接続するためのネジ構造が不要となることで、専用の工具無しで容易に電極6の着脱を行うことができる。さらに、通電不良が生じてトーチ本体3の交換が不要である。

30

【0135】

接触子22は、パイプ本体21の径方向に押圧されることで反力を生じるように弾性を有している。このため、接触子22は、弾性によって電極6の内周面に付勢されている。このため、接触子22と電極6とを安定的に接触させることができる。これにより、接触子22と電極6とを安定的に通電させることができる。

40

【0136】

接触子22は、パイプ本体21と別体であり、パイプ本体21の外周面に取り付けられる。このため、接触子22が損傷したときには、接触子22のみを交換することができる。これにより、コストを低減することができる。

【0137】

電極6の内部通路65は、内部通路65の入口に向かって径方向に拡大するテーパ部652を含む。このため、内部通路65に接触子22を容易に挿入することができる。

【0138】

第1通電面603は、テーパ部652の先端側においてテーパ部652に隣接して配置される。このため、センタパイプ20を電極6に対して出し入れする際に、接触子22が

50

内部通路 6 5 と摺動する距離を小さくすることができる。これにより、接触子 2 2 及び電極 6 の磨耗を抑えることができる。また、接触子 2 2 は電極 6 内の冷却水通路に挿入されているので、運転中は冷却水の水流により冷却される。そのため、接触子 2 2 が小さな電気導体としての断面積であっても大電流の通電が可能となる。

【 0 1 3 9 】

2 . 第 2 実施形態

次に、第 2 実施形態に係るプラズマトーチ 1 b について説明する。図 3 2 は、第 2 実施形態に係るプラズマトーチ 1 b の中心軸線に沿った断面図である。図 3 3 は、第 2 実施形態に係る交換部品ユニット 2 b の断面図である。図 3 4 及び図 3 5 は、交換部品ユニット 2 b の斜視図である。図 3 6 及び図 3 7 は、第 2 実施形態に係るノズル 8 の斜視図である。

10

【 0 1 4 0 】

図 3 3 に示すように、ノズル 8 の第 1 外周面 8 5 は凹部 8 5 1 を有する。凹部 8 5 1 は、第 2 ノズル部 8 2 に設けられている。凹部 8 5 1 は、ノズル 8 の径方向内方に向かって凹んでおり、ノズル 8 の周方向に延びている。ノズル 8 の軸線方向において、凹部 8 5 1 は、電極 6 の先端と略同じ位置に配置される。凹部 8 5 1 の底部の外径は、ノズル 8 の内周面 8 1 2 の内径よりも小さい。

【 0 1 4 1 】

凹部 8 5 1 は、基端側の第 1 壁面 8 5 2 と、先端側の第 2 壁面 8 5 3 とを有する。第 1 壁面 8 5 2 は、ノズル 8 の径方向に対して傾斜している。第 2 壁面 8 5 3 は、ノズル 8 の径方向に延びている。図 3 2 に示すように、第 1 壁面 8 5 2 は、第 1 リテーナキャップ 4 の傾斜した内周面と平行に延びている。凹部 8 5 1 は、第 3 冷却水通路 W 3 内に配置されている。

20

【 0 1 4 2 】

本実施形態では、第 1 リテーナキャップ 4 には、第 3 冷却水通路 W 3 に連通する複数の孔 4 3 が設けられている。第 1 リテーナキャップ 4 の孔 4 3 は、第 1 リテーナキャップ 4 と第 2 リテーナキャップ 5 との間の環状の冷却水通路 W 1 2 に連通している。ノズル 8 の軸線方向において、凹部 8 5 1 は、第 1 リテーナキャップ 4 の孔 4 3 と略同じ位置に配置される。

【 0 1 4 3 】

交換部品ユニット 2 b 及びプラズマトーチ 1 b の他の構成については第 1 実施形態の交換部品ユニット 2 a 及びプラズマトーチ 1 a と同様である。

30

【 0 1 4 4 】

以上説明した第 2 実施形態では、ノズル 8 に凹部 8 5 1 が設けられているので、ノズル 8 において冷却水と接触する表面積を拡大することができる。そのため、ノズル 8 の冷却性を向上させることができる。また、凹部 8 5 1 が第 1 リテーナキャップ 4 の孔 4 3 と略同じ位置に配置されるので、ノズル 8 の冷却性をさらに向上させることができる。また、冷却水通路 W 1 2 は第 2 リテーナキャップ 5 も水冷できる。このため、本実施形態に係る交換部品ユニット 2 b は、大電流を用いるプラズマ切断に好適である。

【 0 1 4 5 】

40

3 . 他の実施形態

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【 0 1 4 6 】

交換部品ユニット 2 a , 2 b の構造が変更されてもよい。トーチ本体 3、第 1 リテーナキャップ 4、及び第 2 リテーナキャップ 5 の構造が変更されてもよい。パイプ本体 2 1 あるいは接触子 2 2 の構造が変更されてもよい。

【 0 1 4 7 】

電極 6 と絶縁ガイド 7 とノズル 8 とは互いに着脱可能に接合されてもよい。

【 0 1 4 8 】

50

電極 6 と絶縁ガイド 7 とは、圧入ではなく接着によって接合されてもよい。絶縁ガイド 7 とノズル 8 とは、圧入ではなく接着によって接合されてもよい。ノズル 8 と絶縁リング 9 とは、圧入ではなく接着によって接合されてもよい。絶縁リング 9 とシールドキャップ 10 とは、圧入ではなく接着によって接合されてもよい。

【 0 1 4 9 】

絶縁リング 9 とシールドキャップ 10 とは、交換部品ユニット 2 a , 2 b に含まれなくてもよい。すなわち、電極 6 と絶縁ガイド 7 とノズル 8 とによって交換部品ユニットが構成されてもよい。また、絶縁リング 9 とシールドキャップ 10 とは、この交換部品ユニットに対して着脱容易に取り付けられてもよい。

【 0 1 5 0 】

絶縁ガイド 7 内のガス通路の内径は、ノズル 8 の内径よりも大きくてもよい。すなわち、図 3 8 に示すように、絶縁ガイド 7 内の第 5 メインガス通路 M G 5 の内径は、ノズル 8 内の第 6 メインガス通路 M G 6 の内径よりも大きくてもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 5 1 】

本発明によれば、専用の工具無しで容易に電極の着脱が可能であり、電極或いは電極台座の構造を簡素化することができ、さらに通電不良が生じてモータ本体の交換が不要なプラズマモータ用センタパイプ、接触子、電極、及びプラズマモータを提供することができる。

【符号の説明】

【 0 1 5 2 】

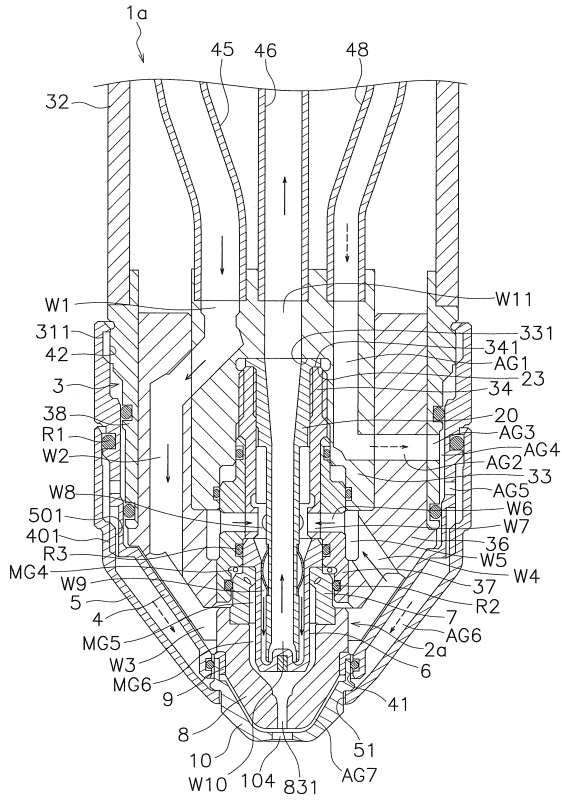
- 2 0 センタパイプ
- 6 電極
- 2 1 パイプ本体
- 2 2 接触子
- 2 6 1 凹部
- 2 8 1 第 1 環部
- 2 8 2 第 2 環部
- 2 9 1 湾曲部
- 2 9 2 スリット
- 2 8 取付部
- 2 9 接触部
- 6 5 内部通路
- 6 0 3 第 1 通電面
- 6 0 1 第 2 通電面
- 6 5 2 テーパ部
- 6 1 電極本体部
- 6 3 フランジ部

10

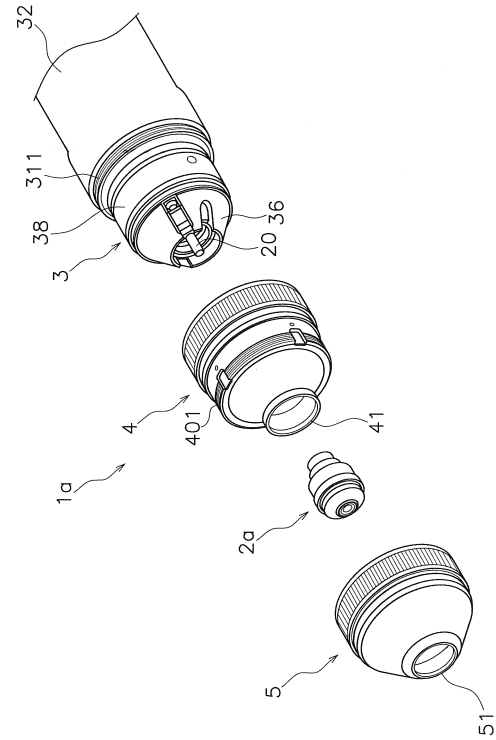
20

30

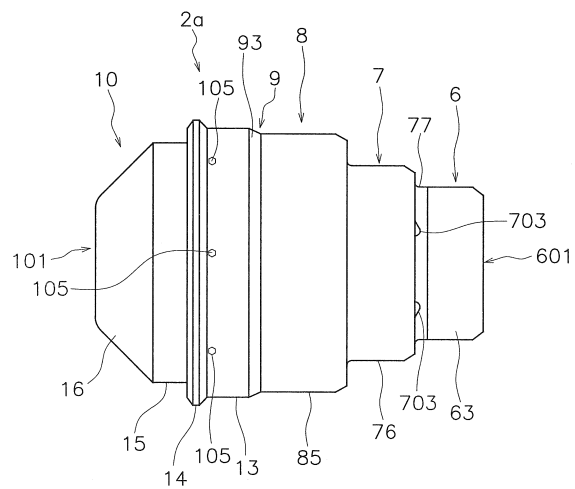
【図 1】



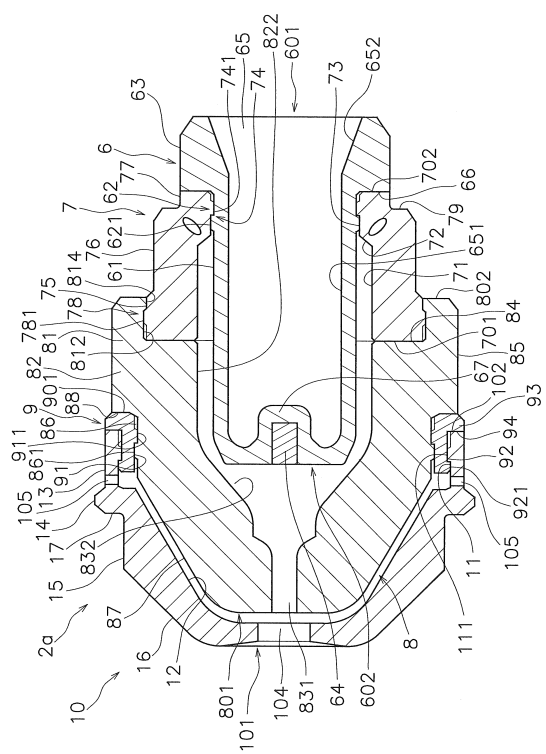
【図 2】



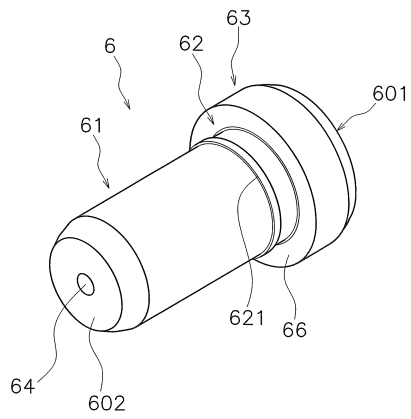
【図 3】



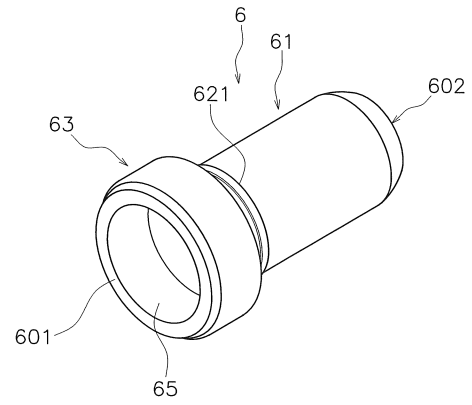
【図 4】



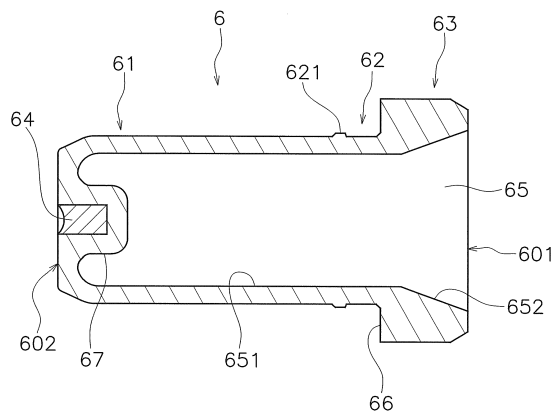
【図 5】



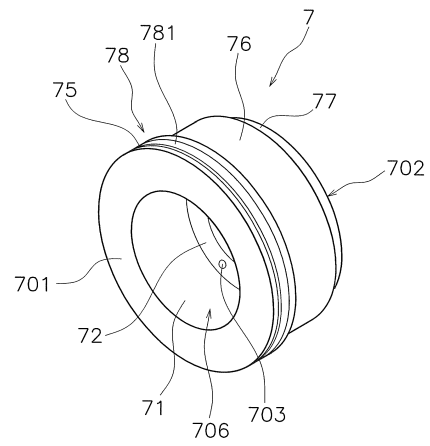
【図 6】



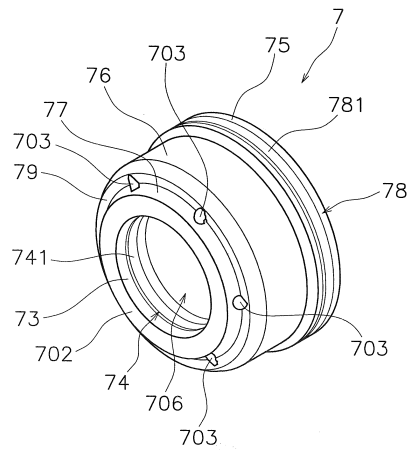
【図 7】



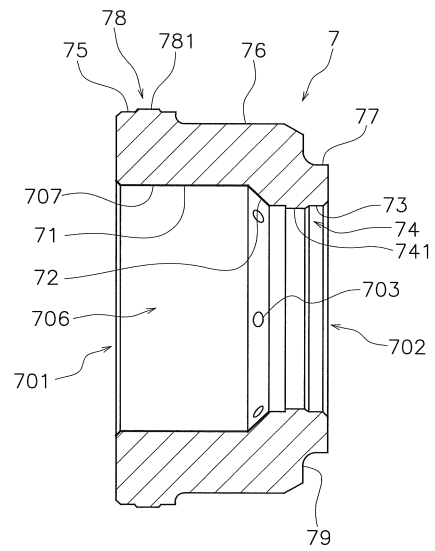
【図 8】



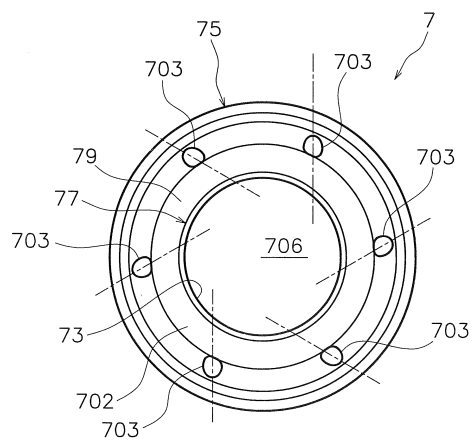
【図 9】



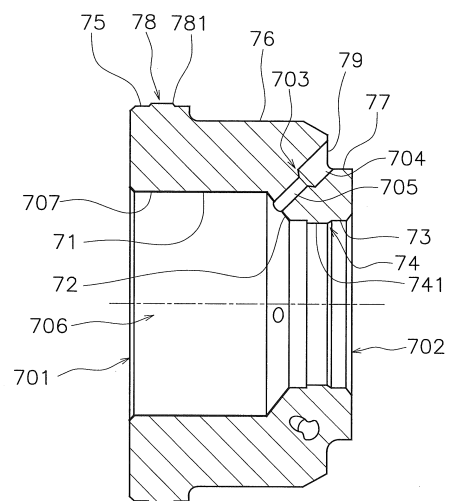
【図 10】



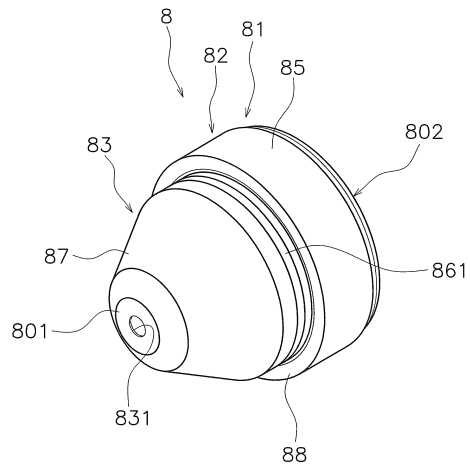
【図 11】



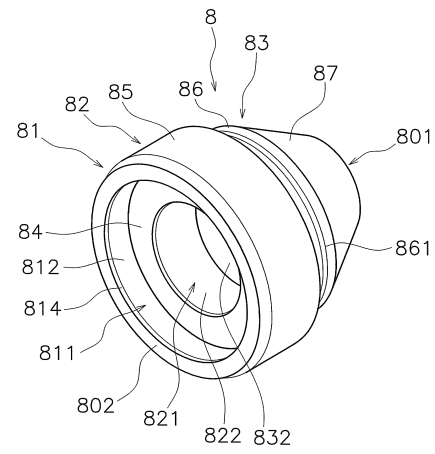
【図 12】



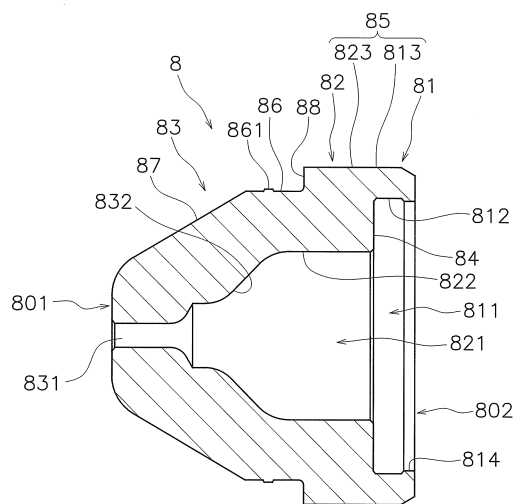
【図 13】



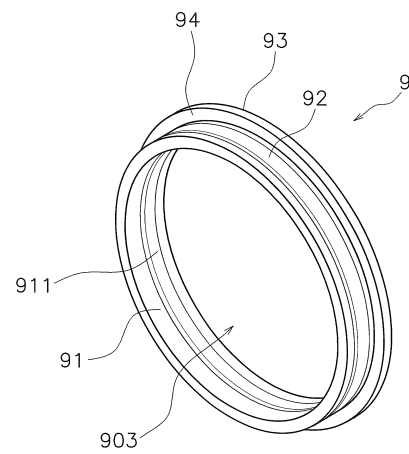
【図 14】



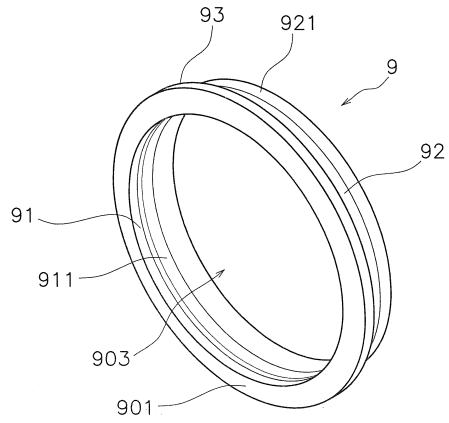
【図 15】



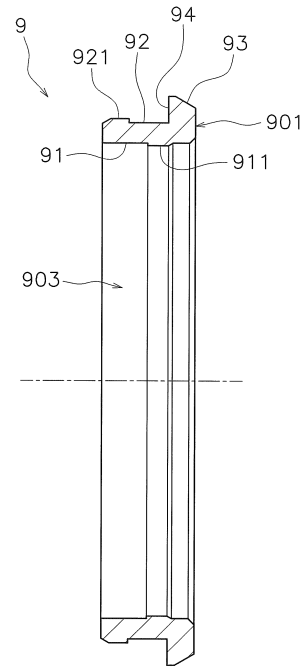
【図 16】



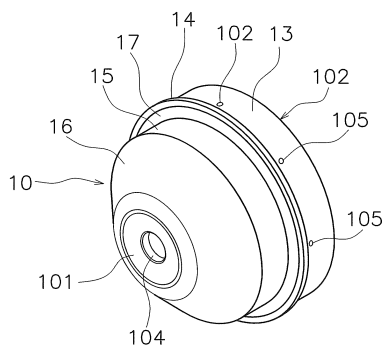
【図 17】



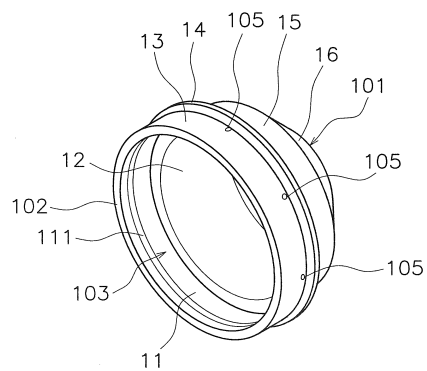
【図 18】



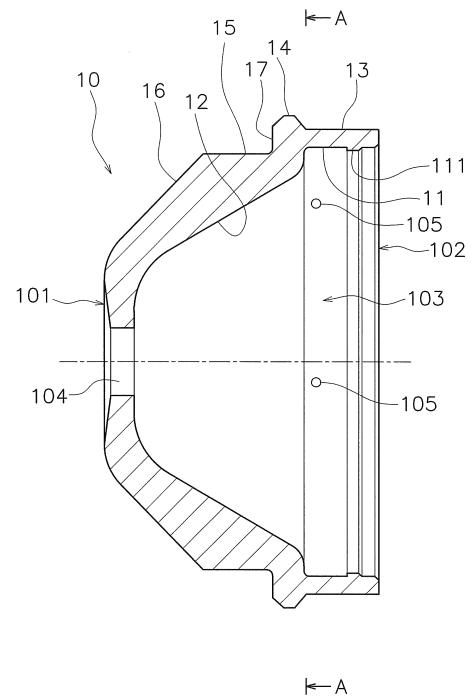
【図 19】



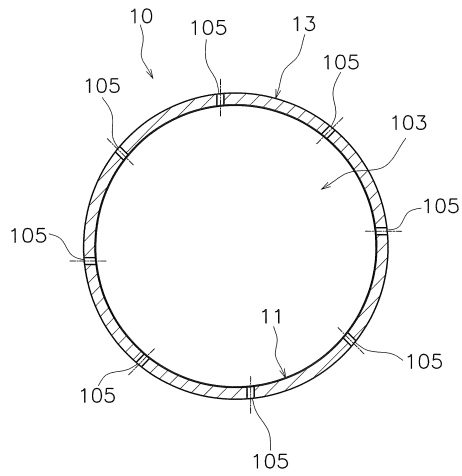
【図 20】



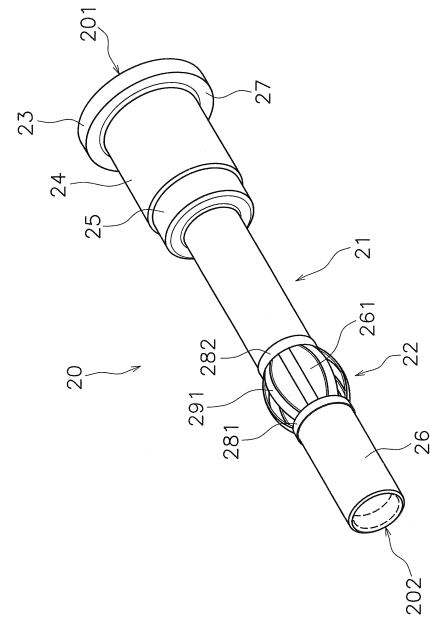
【図 21】



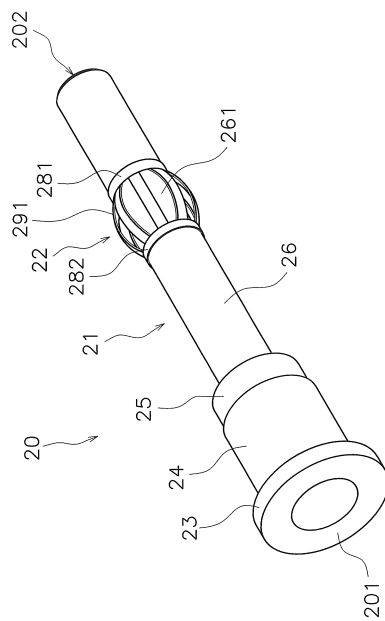
【図 2 2】



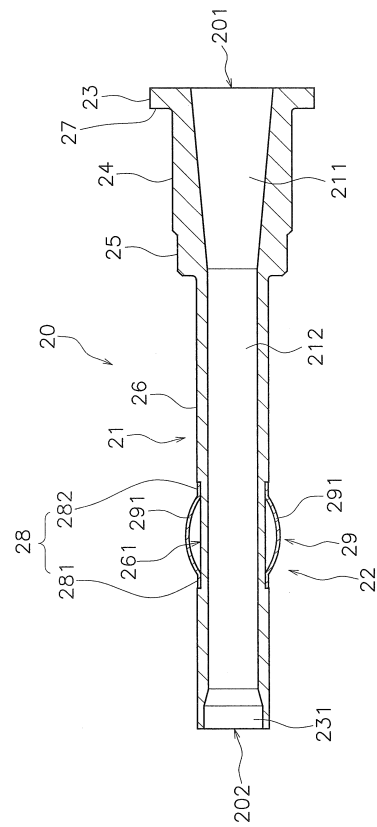
【図 2 3】



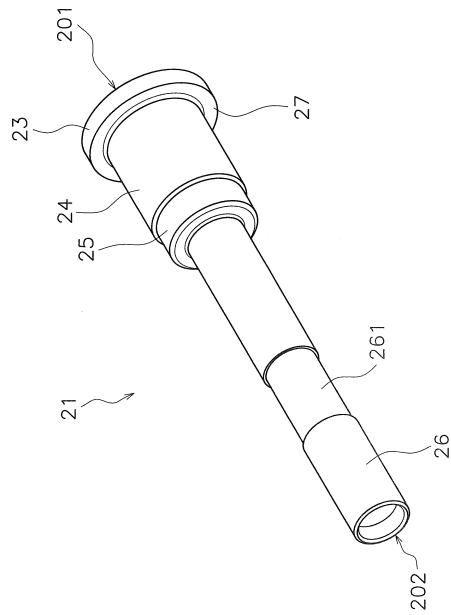
【図 2 4】



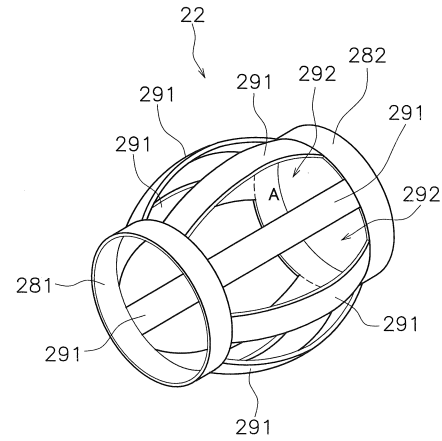
【図 2 5】



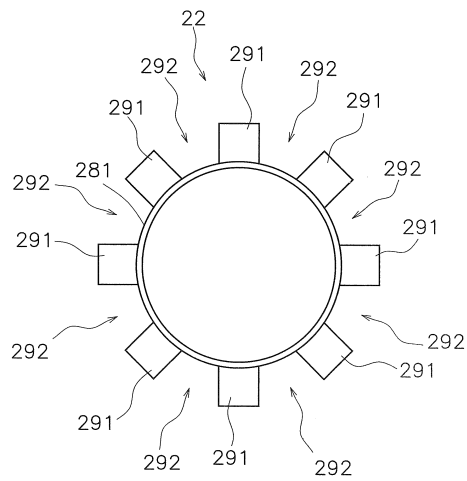
【図 26】



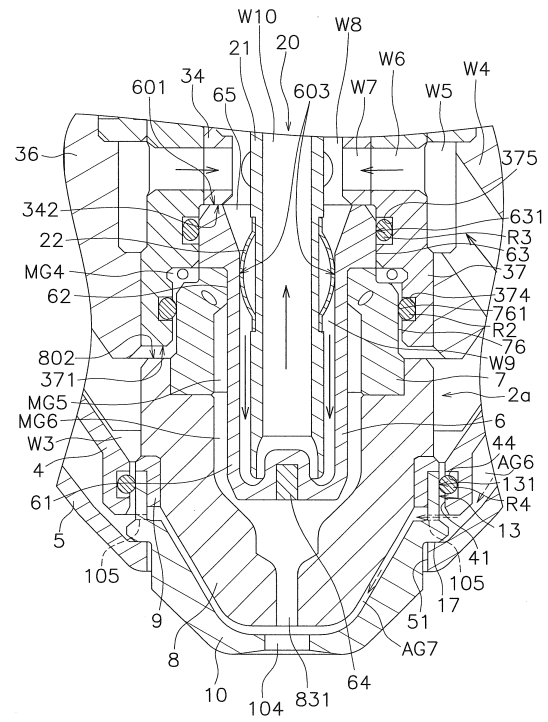
【図 27】



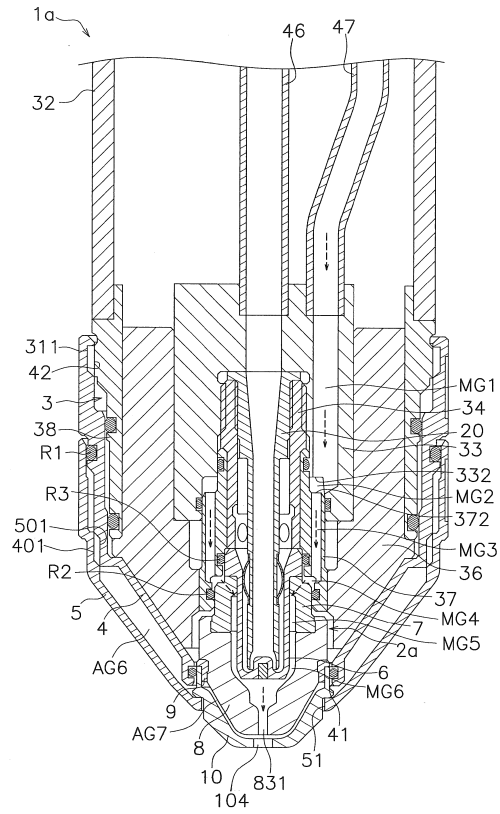
【図 28】



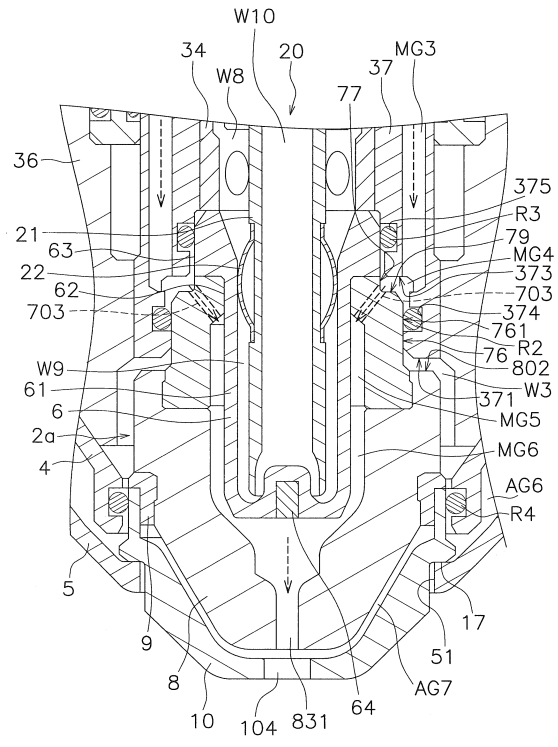
【図 29】



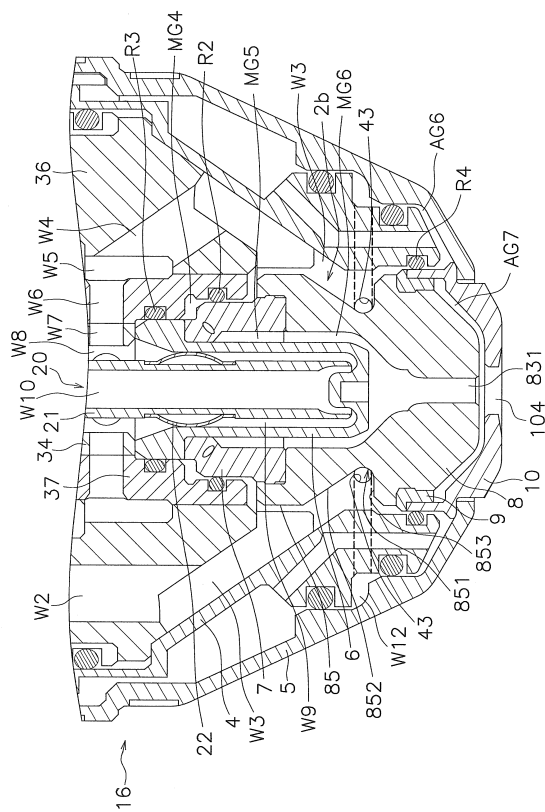
【 図 3 0 】



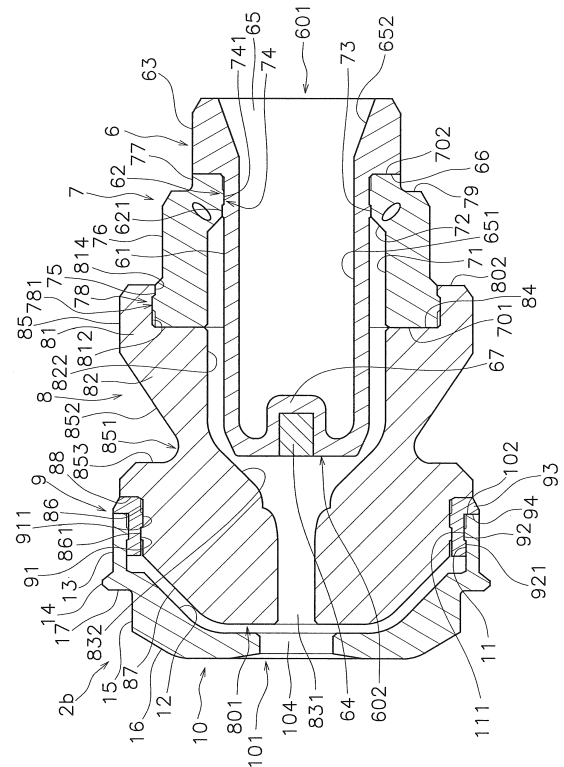
【 図 3 1 】



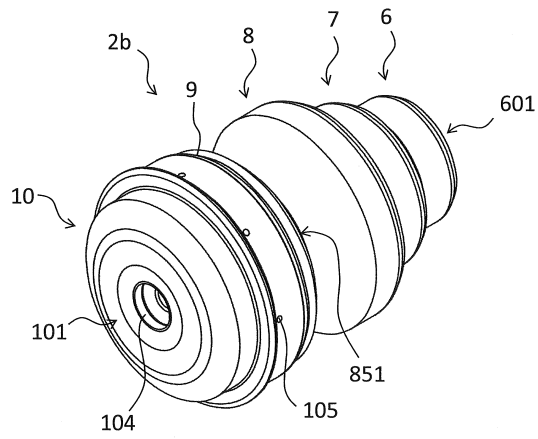
【 図 3 2 】



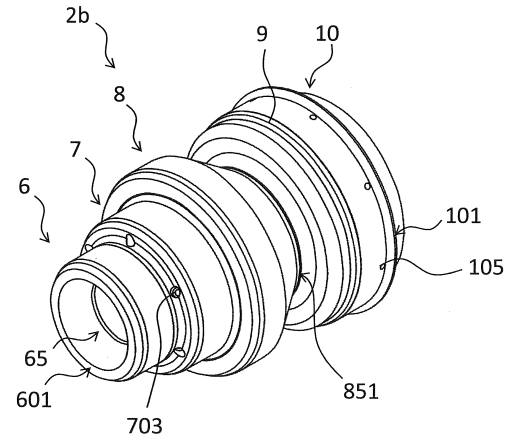
【 図 3 3 】



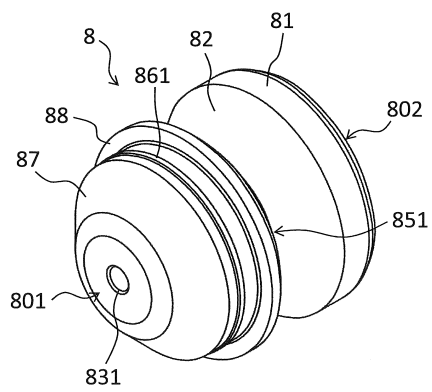
【図 3 4】



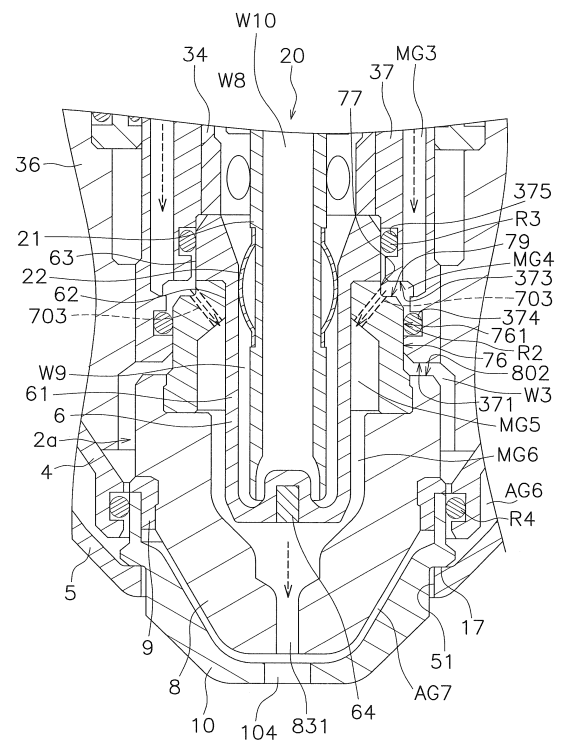
【図 3 5】



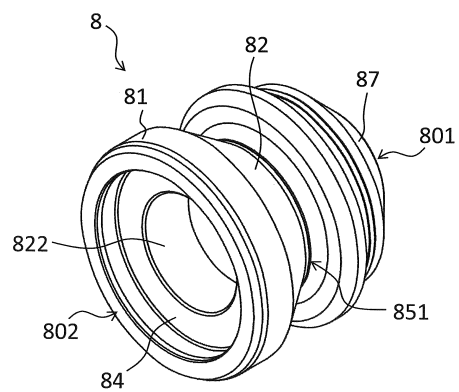
【図 3 6】



【図 3 8】



【図 3 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 森本 茂夫
神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 研究本部内
- (72)発明者 齋尾 克男
神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 研究本部内

審査官 飯田 義久

- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 3 1 4 1 8 1 (J P , A)
米国特許第 5 7 5 6 9 5 9 (U S , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| B 2 3 K | 1 0 / 0 0 |
| H 0 5 H | 1 / 2 8 |
| H 0 5 H | 1 / 3 4 |