

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7642637号
(P7642637)

(45)発行日 令和7年3月10日(2025.3.10)

(24)登録日 令和7年2月28日(2025.2.28)

(51)国際特許分類 F I
 H 0 5 H 1/30 (2006.01) H 0 5 H 1/30
 A 6 1 N 1/44 (2006.01) A 6 1 N 1/44
 A 6 1 C 19/06 (2006.01) A 6 1 C 19/06 Z

請求項の数 9 (全22頁)

(21)出願番号	特願2022-532303(P2022-532303)	(73)特許権者	000002174 積水化学工業株式会社 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号
(86)(22)出願日	令和3年3月17日(2021.3.17)	(74)代理人	100091487 弁理士 中村 行孝
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/010783	(74)代理人	100120031 弁理士 宮嶋 学
(87)国際公開番号	WO2021/256030	(74)代理人	100120617 弁理士 浅野 真理
(87)国際公開日	令和3年12月23日(2021.12.23)	(74)代理人	100127465 弁理士 堀田 幸裕
審査請求日	令和6年1月18日(2024.1.18)	(74)代理人	100210790 弁理士 石川 大策
(31)優先権主張番号	特願2020-106330(P2020-106330)	(72)発明者	松尾 達也 京都府京都市南区上鳥羽上調子町2-2
(32)優先日	令和2年6月19日(2020.6.19)		最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 照射器具及びプラズマ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ発生用ガスが流通するガス供給路を内部に有する内部電極と、
前記内部電極の外側に、前記内部電極と離間して配置される外部電極と、
プラズマおよび前記プラズマによって生じる活性ガスの少なくとも一方を吐出する照射口と、

前記内部電極を保持する保持部材と、

前記内部電極に接続されるとともに前記保持部材の外部へ延び出す電圧供給線と、を備える、照射器具であって、

前記内部電極は、内部に導入された前記プラズマ発生用ガスを排出する排出口を有し、
前記外部電極は、前記排出口よりも、前記照射口の側において、前記内部電極と対向しており、

前記照射器具は、前記プラズマ発生用ガスを前記内部電極に導入するガス管を更に有し、
前記電圧供給線及び前記ガス管は、前記保持部材に設けられた同一の貫通孔を通過して前記保持部材の外部へ延び出す、照射器具。

【請求項2】

前記内部電極は、前記内部電極の軸線方向において、前記照射口の側とは反対側の端部に、前記プラズマ発生用ガスが導入される導入口を有し、

前記ガス管と、前記内部電極の前記ガス供給路と、は、前記導入口を介し、平行に接続されている、請求項1に記載の照射器具。

【請求項 3】

前記内部電極は、前記内部電極の軸線に垂直な径方向の寸法において、前記排出口が形成される部分よりも大きい拡径部を有し、

前記拡径部は、前記内部電極のうち、前記外部電極と対向する部分に形成される、請求項 1 又は 2 に記載の照射器具。

【請求項 4】

前記内部電極は、前記外部電極と対向する部分に、凹凸形状を有する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の照射器具。

【請求項 5】

前記ガス供給路は、前記内部電極の軸線の方に延びる第 1 部分と、前記第 1 部分に対して 90°より大きな角度をなして前記第 1 部分に接続し且つ前記排出口に接続する第 2 部分と、を有する、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の照射器具。

10

【請求項 6】

前記第 2 部分は、前記第 1 部分に対して 135°より大きな角度をなす、請求項 5 に記載の照射器具。

【請求項 7】

前記ガス供給路は、第 1 部分と、前記第 1 部分に接続する第 2 部分と、を有し、前記第 2 部分の延びる方向に延び、前記第 2 部分の中心を通る直線は、前記第 1 部分の延びる方向に延び、前記第 1 部分の中心を通る直線と交わらない、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の照射器具。

20

【請求項 8】

前記第 1 部分は、前記内部電極の軸線の方に延び、前記第 2 部分は、前記第 1 部分に対して 90°より大きな角度をなして前記第 1 部分に接続し且つ前記排出口に接続する、請求項 7 に記載の照射器具。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の照射器具を備える、プラズマ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照射器具及びプラズマ装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

医療の分野にプラズマを利用する技術が提案されている（JP 6304645 B2 参照）。JP 6304645 B2 に開示されたプラズマ発生装置は、患者の患部に向けてプラズマを照射するのに用いられるものである。JP 6304645 B2 のプラズマ発生装置は、先端部にマイクロホローを有する突出部が形成されている第 1 の電極を有する。これによって、マイクロホローの周辺で放電を生じさせてプラズマを生成する。

【発明の開示】

【0003】

プラズマ発生装置には、発生させるプラズマの強さや温度などの条件を、装置の用途に応じて求められる条件に適合させることが求められる。ここで、JP 6304645 B2 の装置は、第 1 の電極のマイクロホローの周辺で放電を生じさせてプラズマを発生させるものである。JP 6304645 B2 の装置の場合、発生させるプラズマの条件を調整するためには、第 1 の電極の表面のうちプラズマ放電に用いられる部分の面積（プラズマ放電面積）を変えるように、第 1 の電極の寸法を変更すればよい。

40

【0004】

ただし、JP 6304645 B2 の装置の場合、求められるプラズマの条件によっては、第 1 の電極の径方向の寸法（第 1 の電極の太さ）を大きくすることが必要になる場合がある。この場合、装置の先端部分の径方向の寸法が大きくなってしまふ。このため、プラズマ発生装置を、例えば口腔の奥に装置の先端部を入り込ませる用途等、装置の先端部の

50

径方向の大きさに制限を伴う用途に使用する場合には、発生させるプラズマの条件を、十分に求められる条件に適合するように調整しきれないおそれがある。

【0005】

本発明は上述の事情に鑑みてなされたものであり、発生させるプラズマの条件の調整の自由度が高い照射器具及びプラズマ装置を提供することを目的とする。

【0006】

本発明による照射器具は、プラズマ発生用ガスが流通するガス供給路を内部に有する内部電極と、前記内部電極の外側に、前記内部電極と離間して配置される外部電極と、プラズマおよび前記プラズマによって生じる活性ガスの少なくとも一方を吐出する照射口と、を備え、前記内部電極は、内部に導入された前記プラズマ発生用ガスを排出する排出口を有し、前記外部電極は、前記排出口よりも、前記照射口の側において、前記内部電極と対向している。

10

【0007】

本発明による照射器具において、前記プラズマ発生用ガスを前記内部電極に導入するガス管を更に有し、前記内部電極は、前記内部電極の軸線方向において、前記照射口の側とは反対側の端部に、前記プラズマ発生用ガスが導入される導入口を有し、前記ガス管と、前記内部電極の前記ガス供給路と、は、前記導入口を介し、平行に接続されていてもよい。

【0008】

本発明による照射器具において、前記内部電極は、前記内部電極の軸線に垂直な径方向の寸法において、前記排出口が形成される部分よりも大きい拡径部を有し、前記拡径部は、前記内部電極のうち、前記外部電極と対向する部分に形成されてもよい。

20

【0009】

本発明による照射器具において、前記内部電極は、前記外部電極と対向する部分に、凹凸形状を有してもよい。

【0010】

本発明による照射器具において、前記ガス供給路は、前記内部電極の軸線方向に延びる第1部分と、前記第1部分に対して90°より大きな角度をなして前記第1部分に接続し且つ前記排出口に接続する第2部分と、を有してもよい。

【0011】

本発明による照射器具において、前記第2部分は、前記第1部分に対して135°より大きな角度をなしてもよい。

30

【0012】

本発明によるプラズマ装置は、上記記載の照射器具を備える。

【0013】

本発明の照射器具及びプラズマ装置によれば、発生させるプラズマの条件の調整の自由度が高い照射器具及びプラズマ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係るプラズマ装置を示す模式図。

40

【図2】本発明の一実施形態に係るプラズマ装置の概略構成を示すブロック図。

【図3】本発明の一実施形態に係る照射器具の断面図。

【図4】図3の照射器具のI-V-I-V線に沿った断面図。

【図5】図3の照射器具のV-V線に沿った断面図。

【図6】比較例に係る照射器具の断面図。

【図7】第1の変形例に係る照射器具の断面図。

【図8】第2の変形例に係る照射器具の断面図。

【図9】第2の変形例に係る照射器具の断面図。

【図10】第3の変形例に係る照射器具の断面図。

【図11】第4の変形例に係る照射器具の断面図。

50

【図 1 2】図 1 1 の照射器具の X I I - X I I 線に沿った断面図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。なお、本件明細書に添付する図面においては、理解のしやすさの便宜上、適宜縮尺および縦横の寸法比等を、実物のそれらから変更し誇張してある。

【 0 0 1 6 】

さらに、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件並びにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」、「直交」、「垂直」等の用語や長さや角度の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈することとする。

10

【 0 0 1 7 】

本発明のプラズマ装置は、プラズマジェット照射装置又は活性ガス照射装置である。プラズマジェット照射装置と活性ガス照射装置はいずれも、プラズマを発生させる。プラズマジェット照射装置は、発生したプラズマと活性種とを被照射物に直接照射する。活性種は、プラズマ中の気体又はプラズマ周辺の気体とプラズマとが反応して生成される。活性種は、例えば、活性酸素種や活性窒素種等である。活性酸素種は、例えば、ヒドロキシルラジカル、一重項酸素、オゾン、過酸化水素、スーパーオキシドアニオンラジカル等である。活性窒素種は、例えば、一酸化窒素、二酸化窒素、ペルオキシナイトライト、過酸化亜硝酸、三酸化二窒素等である。活性ガス照射装置は、活性種を含む活性ガスを被照射物

20

【 0 0 1 8 】

以下、照射器具及びプラズマ装置の一実施形態について説明する。本実施形態のプラズマ装置は、例えば活性ガス照射装置である。図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態の活性ガス照射装置 1 0 0 は、照射器具 1 0 と、供給ユニット 2 0 と、供給源 7 0 と、報知部 8 0 と、制御部 9 0 (演算部) と、を備える。

【 0 0 1 9 】

照射器具 1 0 は、照射器具 1 0 内で発生した活性ガスを吐出する。照射器具 1 0 は、医師等により操作されるものであり、人間の手で操作しやすい形状、大きさ及び重量を有する。図 1 に示す例において、照射器具 1 0 は、ガス管 3 0、接地線 3 1 及び電圧供給線 4 0 を有し、ガス管 3 0、接地線 3 1 及び電圧供給線 4 0 にて、供給ユニット 2 0 と接続されている。

30

【 0 0 2 0 】

ガス管 3 0 と電圧供給線 4 0 は、一本のケーブル 3 2 内に収納されている。供給ユニット 2 0 は、照射器具 1 0 に電力及びプラズマ発生用ガスを供給する。供給ユニット 2 0 は、供給源 7 0 を収容している。供給源 7 0 は、プラズマ発生用ガスを収容している。供給ユニット 2 0 は、例えば、1 0 0 V の家庭用電源等の電力源から電源供給を受ける。また、供給ユニット 2 0 は、内部に電力源として充電可能なバッテリーを搭載してもよい。

【 0 0 2 1 】

40

図 1 に示すように、ガス管 3 0 は、供給ユニット 2 0 から照射器具 1 0 にプラズマ発生用ガスを供給する経路である。ガス管 3 0 の材料は特に制限はなく、公知のガス管に用いる材料を適用できる。ガス管 3 0 の材料としては、例えば、樹脂製の配管、ゴム製のチューブ等を例示でき、可撓性を有する材料が好ましい。

【 0 0 2 2 】

電圧供給線 4 0 は、供給ユニット 2 0 から内部電極 4 に電圧を供給する配線である。電圧供給線 4 0 の材料は特に制限はなく、公知の電圧供給線に用いる材料を適用できる。電圧供給線 4 0 の材料としては、絶縁材料で被覆した金属導線等を例示できる。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、照射器具 1 0 における、照射器具 1 0 の延びる方向に沿う面の断面 (縦断面)

50

図である。図 4 は、図 3 の照射器具 10 の I V - I V 線に沿った断面を示す断面図である。図 5 は、図 3 の照射器具 10 の V - V 線に沿った断面を示す断面図である。なお、図 3 ~ 5 においては、外筒部材 8 及びノズル 9 の図示は省略している。図 3 に示すように、照射器具 10 は、内部電極 4 と、内部電極 4 の外側に内部電極 4 と離間して配置される外部電極 5 と、プラズマおよびプラズマによって生じる活性ガスの少なくとも一方を吐出する照射口 2 とを備える。プラズマ装置が活性ガス照射装置である場合には、照射口 2 は、特にプラズマによって生じる活性ガスを吐出する。

【 0 0 2 4 】

図 3 に示す例において、照射器具 10 は、保持部材 1 と、管状誘電体 3 と、リング 6 a、6 b、6 c と、ガス管 30 と、電圧供給線 40 と、を更に備える。

10

【 0 0 2 5 】

内部電極 4 は、プラズマを生成するための電圧が印加される電極である。図 3 及び図 4 に示す例において、内部電極 4 は、電圧供給線 40 を介して外部の電力源に接続する端子部 4 a を有し、外部の電力源によって電圧が印加される。一例として、端子部 4 a は、内部電極 4 に電圧供給線 40 をはんだ付けした場合における、はんだの部分である。

【 0 0 2 6 】

図 3 に一点鎖線によって示すように、内部電極 4 は軸線 O 1 を有する。なお、内部電極 4 の軸線 O 1 とは、例えば、内部電極 4 の延びる方向 d 1 に延び、方向 d 1 において内部電極 4 が位置する範囲に位置する、仮想の線分である。以下、軸線 O 1 の延びる方向 d 1 を軸線方向 d 1 とも称する。

20

【 0 0 2 7 】

内部電極 4 は、プラズマ発生用ガスが流通するガス供給路 4 g を内部に有する。また、内部電極 4 は、内部に導入されたプラズマ発生用ガスを排出する排出口 4 h を有する。図 3 に示す例において、排出口 4 h は、内部電極 4 のうち細部 4 c に形成されている。また、内部電極 4 は、プラズマ発生用ガスが導入される導入口 4 i を有する。図 3 に示す例では、導入口 4 i は、軸線方向 d 1 において、照射口 2 の側とは反対側の端部に設けられている。ガス供給路 4 g は、排出口 4 h 及び導入口 4 i に接続し、排出口 4 h 及び導入口 4 i を介して内部電極 4 の外部に通じている。

【 0 0 2 8 】

照射器具 10 のガス管 30 は、プラズマ発生用ガスを内部電極 4 に導入するように設けられている。ガス管 30 とガス供給路 4 g とは、導入口 4 i を介して接続されている。図 3 に示す例において、内部電極 4 は、導入口 4 i が設けられている端部に、ガス管 30 が接続される接続部 4 j を有する。そして、接続部 4 j がガス管 30 に挿入されていることによって、ガス管 30 とガス供給路 4 g とが、導入口 4 i を介して接続されている。このため、導入口 4 i を介して、内部電極 4 の内部のガス供給路 4 g にプラズマ発生用ガスを導入することができる。導入口 4 i を介してガス供給路 4 g に導入されたプラズマ発生用ガスは、ガス供給路 4 g を流通し、排出口 4 h を介してガス供給路 4 g の外部に排出される。

30

【 0 0 2 9 】

図 4 に示す例において、接続部 4 j は、複数の略円錐台形状を結合させた形状を有する。より具体的には、接続部 4 j は、底面のうち面積がより大きい方の底面を照射口 2 側に向けて並ぶ複数の略円錐台形状を結合させた形状を有する。これによって、接続部 4 j をガス管 30 に挿入した際に、接続部 4 j がガス管 30 から抜けにくくすることができる。

40

【 0 0 3 0 】

図 3 に示す例において、ガス管 30 とガス供給路 4 g とは、平行に接続されている。ここで、ガス管 30 とガス供給路 4 g とが平行に接続されている、とは、例えば、導入口 4 i の位置において、ガス管 30 の延びる方向とガス供給路 4 g の延びる方向とが平行であることを指す。図 3 に示す例においては、接続部 4 j の位置において、ガス管 30 の延びる方向とガス供給路 4 g の延びる方向とが平行となっている。

【 0 0 3 1 】

50

ガス管 3 0 とガス供給路 4 g とが平行に接続されていることによって、ガス管 3 0 とガス供給路 4 g とが非平行に接続されている場合よりも、ガス管 3 0 からガス供給路 4 g へと流れるプラズマ発生用ガスの圧力損失を抑制することができる。このため、プラズマ発生用ガスを、より小さな圧力で、ガス管 3 0 からガス供給路 4 g へと流すことができる。

【 0 0 3 2 】

また、ガス供給路 4 g は、軸線方向 d 1 に延びる第 1 部分 4 g 1 と、第 1 部分 4 g 1 に対して角度 θ をなして第 1 部分 4 g 1 に接続し且つ排出口 4 h に接続する第 2 部分 4 g 2 と、を有する。一例として、第 2 部分 4 g 2 が第 1 部分 4 g 1 に対してなす角度 θ は、 90° より大きい。第 2 部分 4 g 2 が第 1 部分 4 g 1 に対してなす角度 θ は、 135° よりも大きいことがより好ましい。角度 θ が上記の範囲であることによって、第 1 部分 4 g 1 から第 2 部分 4 g 2 へと流れるプラズマ発生用ガスの圧力損失を抑制することができる。このため、プラズマ発生用ガスを、より小さな圧力で、第 1 部分 4 g 1 から第 2 部分 4 g 2 へと流すことができる。図 3 に示す例において、照射器具 1 0 は一つの排出口 4 h を備え、ガス供給路 4 g は一つの第 2 部分 4 g 2 を有する。図示はしないが、照射器具 1 0 は複数の排出口 4 h を備えてもよい。照射器具 1 0 が複数の排出口 4 h を備える場合、ガス供給路 4 g は、一つの第 1 部分 4 g 1 と、第 1 部分 4 g 1 に接続するとともに複数の排出口 4 h のそれぞれに接続する複数の第 2 部分 4 g 2 とを有してもよい。

10

【 0 0 3 3 】

また、図 3 に示す例において、内部電極 4 は、軸線 O 1 に垂直な径方向 d 2 の外方への突出長さが最も大きくなっている、基部拡径部 4 b を有する。図 3 に示す例において、内部電極 4 は、基部拡径部 4 b と、基部拡径部 4 b よりも照射口 2 の側に位置し、基部拡径部 4 b よりも径方向 d 2 の外方への突出長さが小さい細部 4 c とを有する。そして、基部拡径部 4 b の一部が外部の電力源に接続されて、端子部 4 a となっている。図 3 ~ 5 に示す例において、基部拡径部 4 b 及び細部 4 c は、それぞれ軸線方向 d 1 に延びる略円柱状の形状を有する。

20

【 0 0 3 4 】

内部電極 4 のうち、後述する外部電極 5 に対向する部分の外径 d は、活性ガス照射装置 1 0 0 の用途（即ち、照射器具 1 0 の大きさ）等を勘案して、適宜決定できる。活性ガス照射装置 1 0 0 が口腔内用治療器具である場合、外径 d は、 $0.5\text{ mm} \sim 20\text{ mm}$ が好ましく、 $1\text{ mm} \sim 10\text{ mm}$ がより好ましい。外径 d が上記下限値以上であれば、内部電極 4 を容易に製造できる。加えて、外径 d が上記下限値以上であれば、内部電極 4 の表面積が大きくなり、プラズマをより効率的に発生させて、治癒等をより促進できる。外径 d が上記上限値以下であれば、照射器具 1 0 を過度に大きくすることなく、プラズマをより効率的に発生し、治癒等をより促進できる。

30

【 0 0 3 5 】

内部電極 4 の材料は、導電材であれば特に制限はなく、公知のプラズマ装置の電極に使用できる金属を適用できる。内部電極 4 の材料としては、ステンレス、銅、タングステン等の金属、カーボン等を例示できる。

【 0 0 3 6 】

内部電極 4 に印加される電圧は、内部電極 4 と外部電極 5 との間でプラズマが生成される限り、特に限られない。プラズマ発生用ガスとして、後述する窒素を主成分とするガスをを用いてプラズマを生成する場合、内部電極 4 に印加される電圧は、例えば 0.5 kVpp 以上 20 kVpp 以下である。内部電極 4 に印加される電圧は、より好ましくは 2 kVpp 以上 18 kVpp 以下であり、更に好ましくは 5 kVpp 以上 15 kVpp 以下である。なお、「 kVpp 」のうち「 pp 」は、 peak to peak の略である。

40

【 0 0 3 7 】

外部電極 5 は、内部電極 4 と離間して配置される電極である。図 3 に示すように、外部電極 5 は、排出口 4 h よりも照射口 2 の側において内部電極 4 と対向する。外部電極 5 は、内部電極 4 の一部と対向している。特に、外部電極 5 は、内部電極 4 の軸線 O 1 に垂直な径方向 d 2 において、内部電極 4 と対向している。図 3 及び図 5 に示す例において、外

50

部電極 5 は、内部電極 4 の一部の周囲を周回する筒状の電極である。本実施の形態において、外部電極 5 は、電氣的に接地されている。図示はしないが、外部電極 5 は、例えば接地線に接続されていることによって、電氣的に接地されている。内部電極 4 と外部電極 5 との間には、排出口 4 h から排出されたプラズマ発生用ガスが供給される。内部電極 4 と外部電極 5 との間にプラズマ発生用ガスを供給しつつ、内部電極 4 に電圧を印加することで、プラズマ発生用ガスを電離させてプラズマを生成することができる。

【 0 0 3 8 】

本実施の形態に係る照射器具 1 0 においては、外部電極 5 と対向する内部電極 4 に電圧を印加することで、内部電極 4 と外部電極 5 との間にプラズマを生成する。本実施の形態に係る照射器具 1 0 の場合、内部電極 4 及び外部電極 5 の軸線方向 d 1 における寸法を変更し、内部電極 4 の表面のうち外部電極 5 と対向する部分の面積を変えることによって、発生させるプラズマの条件を調整することができる。このため、先端部にマイクロホローを有する電極を用いる場合と異なって、電極の径方向の寸法を変えることなく、発生させるプラズマの条件を調整することができる。このため、発生させるプラズマの条件の調整の自由度を高くすることができる。特に、照射器具 1 0 を装置の先端部の径方向の大きさに制限を伴う用途に使用する場合においても、発生させるプラズマの条件を調整し易くすることができる。

10

【 0 0 3 9 】

外部電極 5 が、特に内部電極 4 の一部と対向することの効果について説明する。仮に、外部電極 5 が、軸線方向 d 1 における内部電極 4 の全体に対向する場合について考える。この場合、内部電極 4 と外部電極 5 とが対向する面積が、より大きくなる。そして、生成されるプラズマの温度は、用いられる電極の面積が大きいほど高くなる。このため、外部電極 5 が内部電極 4 の全体に対向する場合、生成されるプラズマは、より高温となる。

20

【 0 0 4 0 】

これに対し、外部電極 5 が内部電極 4 の一部に対向することによって、例えば人や動物の歯や肌等への照射に適した、より低温のプラズマを生成することができる。また、電極に、特に高い電圧を印加する場合であっても、生成されるプラズマの高温化を抑制することができる。このため、外部電極 5 が内部電極 4 の一部に対向する形態は、特に電極に高電圧を印加する際において生成されるプラズマの高温化を抑制しようとする場合に適していると言える。

30

【 0 0 4 1 】

外部電極 5 の材料は、導電材であれば特に制限はなく、公知のプラズマ装置の電極に使用する金属を適用できる。外部電極 5 の材料としては、ステンレス、銅、タングステン等の金属、カーボン等を例示できる。

【 0 0 4 2 】

管状誘電体 3 は、内空部 3 a を有する部材である。図 3 及び図 5 に示す例において、管状誘電体 3 は、軸線方向 d 1 に延びる円筒状の部材である。管状誘電体 3 の内空部 3 a には、内部電極 4 が配置される。

【 0 0 4 3 】

図 3 及び図 5 に示す例において、内部電極 4 は、管状誘電体 3 の内面と離間して配置されている。また、外部電極 5 は、管状誘電体 3 の外面に接するように配置されている。そして、管状誘電体 3 の内空部 3 a がプラズマ発生用ガスの流路として用いられる。この場合、プラズマ発生用ガスは、ガス管 3 0 から導入口 4 i を介してガス供給路 4 g に導入され、さらに排出口 4 h を介してガス供給路 4 g から内空部 3 a へと排出され、内空部 3 a を通って内部電極 4 と外部電極 5 との間に供給される。

40

【 0 0 4 4 】

管状誘電体 3 の材料としては、公知のプラズマ装置に使用する誘電体材料を適用できる。管状誘電体 3 の材料は、例えば、ガラス、セラミックス、合成樹脂等である。

【 0 0 4 5 】

管状誘電体 3 の内径 R は、内部電極 4 のうち、外部電極 5 に対向する部分の外径 d を勘

50

案して適宜決定できる。内径 R は、後述する距離 s を所望の範囲とするように決定する。

【 0 0 4 6 】

内部電極 4 と管状誘電体 3 とを離間して配置する場合において、内部電極 4 の外面と管状誘電体 3 の内面との距離 s は、0 . 0 5 mm ~ 5 mm が好ましく、0 . 1 mm ~ 1 mm がより好ましい。距離 s が上記下限値以上であれば、後述するように管状誘電体 3 の内空部 3 a をプラズマ発生用ガスの流路として用いる場合に、所望量のプラズマ発生用ガスを容易に通流できる。距離 s が上記上限値以下であれば、内部電極 4 に印加する電圧を低くすることができるため、低電力でプラズマを生成できる。

【 0 0 4 7 】

内部電極 4 と外部電極 5 との間において生じたプラズマ、およびプラズマによって生じる活性ガスの少なくとも一方は、照射口 2 を介して、管状誘電体 3 の内空部 3 a から管状誘電体 3 の外部へと吐出される。照射口 2 は、プラズマが発生する空間を区画している部材に設けられた、プラズマおよび活性ガスの少なくとも一方をプラズマが発生する空間から吐出するための開口である。図 3 に示す例において、照射口 2 は、後述する保持部材 1 に設けられた開口である。

10

【 0 0 4 8 】

保持部材 1 は、電極を保持する部材である。図 3 に示す例において、保持部材 1 は、第 1 部材 1 a、第 2 部材 1 b 及び第 3 部材 1 c を有する。第 1 部材 1 a、第 2 部材 1 b 及び第 3 部材 1 c は、ともに軸線方向 d 1 に延びる略筒状の部材である。そして、第 1 部材 1 a 及び第 2 部材 1 b によって内部電極 4 が保持されるとともに、第 2 部材 1 b 及び第 3 部材 1 c によって外部電極 5 及び管状誘電体 3 が保持される。また、保持部材 1 のうち第 3 部材 1 c に設けられた開口が、照射口 2 となっている。

20

【 0 0 4 9 】

図 3 に示す例においては、第 1 部材 1 a 及び第 2 部材 1 b は、互いに接触することによって、内部電極 4 の基部拡径部 4 b を収容する収納空間 1 d を形成して、内部電極 4 を保持している。図 3 に示す例において、第 1 部材 1 a は、軸線 O 1 に沿った一方の側（図 3 における右側）から内部電極 4 の基部拡径部 4 b に接触し、内部電極 4 の軸線 O 1 に沿った一方の側への移動を規制している。また、第 2 部材 1 b は、内部電極 4 の基部拡径部 4 b に接触するリング 6 a を介して、内部電極 4 の軸線 O 1 に沿った他方の側（図 3 における左側）への移動を規制している。また、第 2 部材 1 b は、軸線 O 1 に沿った一方の側から外部電極 5 に接触し、外部電極 5 の軸線 O 1 に沿った一方の側への移動を規制している。また、第 3 部材 1 c は、軸線 O 1 に沿った他方の側から外部電極に接触し、外部電極 5 の軸線 O 1 に沿った他方の側への移動を規制している。また、第 2 部材 1 b は、管状誘電体 3 に接触するリング 6 b を介して、管状誘電体 3 の軸線 O 1 に沿った一方の側への移動を規制している。また、第 3 部材 1 c は、管状誘電体 3 に接触するリング 6 c を介して、管状誘電体 3 の軸線 O 1 に沿った他方の側への移動を規制している。

30

【 0 0 5 0 】

リング 6 a は、弾力性のある樹脂部材からなる部材であり、基部拡径部 4 b と第 2 部材 1 b とによって挟み込まれ、基部拡径部 4 b 及び第 2 部材 1 b に密着する。また、リング 6 b、6 c は、弾力性のある樹脂部材からなる部材であり、管状誘電体 3 の外周面に密着するような内径を有する。これによって、内部電極 4、外部電極 5 及び管状誘電体 3 は、軸線方向 d 1 への移動が規制されている状態で保持される。

40

【 0 0 5 1 】

また、図 4 に示す例において、第 2 部材 1 b には、ネジを挿入するためのネジ穴 1 b 1 が設けられている。また、図示はしないが、第 1 部材 1 a にもネジ穴が設けられている。第 1 部材 1 a と第 2 部材 1 b とは、第 1 部材 1 a 及び第 2 部材 1 b のネジ穴に挿入された図示しないネジによって、互いに接触した状態で、互いに対して固定される。

【 0 0 5 2 】

第 3 部材 1 c の、照射器具 1 0 の先端側（図 3 における左側）における先端には開口が設けられ、照射口 2 となっている。図 3 に示す例において、照射口 2 は、管状誘電体 3 の

50

内空部 3 a を、照射器具 1 0 の外部と通じさせている。

【 0 0 5 3 】

図 3 及び図 4 に示す例において、保持部材 1 は、電圧供給線 4 0 が端子部 4 a に接続されるとともに保持部材 1 の外部へ延び出すことができるように、電圧供給線 4 0 の一部を収容する、電圧供給線収容部 1 e を更に有する。

【 0 0 5 4 】

一例として、第 1 部材 1 a、第 2 部材 1 b 及び第 3 部材 1 c の材料には、絶縁性を有する材料が用いられる。これによって、電圧が印加される内部電極 4 を、照射器具 1 0 の外部から電氣的に絶縁することができる。絶縁性の材料は、例えば熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂等である。熱可塑性樹脂は、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、アクリロニトリル - ブタジエン - スチレン樹脂 (A B S 樹脂)、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K)、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E)、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、ポリエーテルイミド (P E I)、ポリアセタール (P O M)、変成ポリフェニレンエーテル (m P P E)、等である。熱硬化性樹脂は、例えば、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、シリコン樹脂等である。その他に、絶縁性の材料として、ポリエチレンテレフタレート (P E T) を主原料に、ガラス短繊維や無機フィラー等を充填複合したものを用いることもできる。このような材料としては、例えばユニチカ株式会社製のユニレート (登録商標) が挙げられる。第 1 部材 1 a、第 2 部材 1 b 及び第 3 部材 1 c の材料としては、P E E K 又は m P P E が、第 1 部材 1 a、第 2 部材 1 b 及び第 3 部材 1 c の材料に適した樹脂の物性を有しているため、より好ましい。

【 0 0 5 5 】

活性ガス照射装置 1 0 0 が口腔内用治療器具である場合、軸線方向 d 1 において内部電極 4 と外部電極 5 とが対向している領域での、径方向 d 2 における照射器具 1 0 の寸法 w 1 は、3 mm 以上 2 0 mm 以下が好ましく、5 mm 以上 1 0 mm 以下がより好ましい。なお、図 3 に示す例において、寸法 w 1 は径方向 d 2 における第 3 部材 1 c の寸法に相当する。

【 0 0 5 6 】

図 1 に示す例において、照射器具 1 0 は、電氣的に接地された外筒部材 8 を備える。一例として、外筒部材 8 は、略筒状の形状を有し、内部に内部電極 4 及び外部電極 5 の全体を収容する、導電性の部材である。照射器具 1 0 が外筒部材 8 を有することによって、照射器具 1 0 が発する電場を抑制し、照射器具 1 0 を扱う使用者の感電を効果的に防ぐことができる。図示はしないが、照射器具 1 0 は、外筒部材 8 を備えなくてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、図 1 に示す例において、照射器具 1 0 は、照射器具 1 0 の先端を構成するノズル 9 を備える。ノズル 9 は、外部電極 5 の先端に取り付けられる。ノズル 9 は、内部に活性ガスの流路を有している。ノズル 9 内の活性ガスの流路は、照射器具 1 0 の内部のプラズマ発生用ガスの流路と連通している。照射器具 1 0 がノズル 9 を有する場合、活性ガスは、内部電極 4 と外部電極 5 との間から照射口 2 を介して吐出された後、ノズル 9 の内部の流路を通して、ノズル 9 の先端に位置するノズル照射口 9 a から照射器具 1 0 の外部に照射される。ノズル 9 は、導電性の部材であってもよく、導電性を有しない樹脂製の部材であってもよい。ノズル 9 が導電性を有する場合には、ノズル 9 によって電極が発する電場を抑制し、照射器具 1 0 を扱う使用者の感電を効果的に防ぐことができる。図示はしないが、照射器具 1 0 は、ノズル 9 を備えなくてもよい。照射器具 1 0 がノズル 9 を備えない場合、照射器具 1 0 は、照射口 2 から照射器具 1 0 の外部に活性ガスを照射する。

【 0 0 5 8 】

本実施の形態に係る発明の作用効果について、特に韓国公開特許 1 0 - 2 0 0 9 - 0 1 1 2 8 3 1 号公報に記載のプラズマ発生装置と比較することによって説明する。韓国公開特許 1 0 - 2 0 0 9 - 0 1 1 2 8 3 1 号公報には、内部が空いている接地電極と、接地電極の内部空間に挿入された内部電極と、接地電極及び内部電極を取り囲むモールドとを有

10

20

30

40

50

するプラズマ発生装置が開示されている。このプラズマ発生装置は、接地電極と内部電極との間に放電空間を形成し、放電空間においてプラズマを生成する。

【0059】

ここで、本実施の形態に係る照射器具10や韓国公開特許10-2009-0112831号公報のように、対向する電極の間においてプラズマを生成する場合、対向する電極の間にプラズマ発生用ガスを供給するための流路をどのように設けるかが問題となる。この点に関し、韓国公開特許10-2009-0112831号公報のプラズマ発生装置は、接地電極及びモールドを貫通するように形成されているガス注入口をさらに有し、ガス注入口を介してガスを放電空間に供給できるようになっている。

【0060】

しかしながら、韓国公開特許10-2009-0112831号公報のプラズマ発生装置のガス注入口は、接地電極及びモールドに設けられ、プラズマ発生装置の延びる方向に対して直交する方向に延びている。このため、ガス管をガス注入口に取り付けると、ガス管が、プラズマ発生装置の延びる方向に対して直交する方向に取り付けられることになる。したがって、使用者がプラズマ発生装置を把持する際にガス管が邪魔になりやすく、プラズマ発生装置の操作性が低下してしまう。仮に、ガス管を、L字継ぎ手等を介してガス注入口に取り付けたとしても、プラズマ発生装置の側面に取り付けられるL字継ぎ手等が邪魔になるために、プラズマ発生装置の操作性は低下してしまう。また、韓国公開特許10-2009-0112831号公報のプラズマ発生装置は、接地電極及びモールドのうち、内部電極の側方に位置する部分にガス注入口を形成しているため、ガス注入口を介して内部電極と外部の物体との間に短絡が生じる懸念がある。

【0061】

これに対して、本実施の形態に係る照射器具10においては、ガス管30とガス供給路4gとが平行に接続されている。特に、内部電極4が軸線方向d1において照射口2の側とは反対側の端部に導入口4iを有し、ガス管30とガス供給路4gとが導入口4iを介して平行に接続されている。このため、使用者が照射器具10を把持する際に、ガス管30が邪魔になりにくくすることができる。また、本実施の形態に係る照射器具10においては、ガス供給路4gが内部電極4の内部に設けられており、外部電極5が排出口4hよりも照射口2の側において内部電極4と対向している。このため、例えば外部電極5や保持部材1等にプラズマ発生用ガスの流路を設ける場合よりも、内部電極4と外部の物体との間の短絡を抑制しつつ、内部電極4と外部電極5との間にプラズマ発生用ガスを供給することができる。

【0062】

本実施の形態に係る発明の更なる作用効果について、比較例と比較することによって説明する。比較例として、保持部材1にプラズマ発生用ガスの流路を設けた照射器具10について考える。図6は、比較例に係る照射器具10を示す断面図である。図6に示す例においては、内部電極4がガス供給路4gを有さず、プラズマ発生用ガスの流路4g'が保持部材1の第1部材1a及び第2部材1bに設けられている。比較例において、流路4g'は、内部電極4の延びる方向に沿うように、軸線方向d1に延びている。この場合、内部電極4の周辺に位置する部分のうち、軸線方向d1における広範囲に、流路4g'が位置することとなる。そして、保持部材1の材料を絶縁体としたとしても、流路4g'が位置する部分においては絶縁体の無い空間が生じてしまう。このため、絶縁体の無い空間を介した内部電極4と外部の物体との間の短絡が生じやすくなり、高電圧に対する絶縁設計上不利となる。特に、比較例においては、基部拡径部4bの周辺に流路4g'が位置している。基部拡径部4bは、内部電極4のうち、特に径方向d2の外方への突出長さが最も大きくなっている部分であるため、保持部材1の外部の物体との距離が短くなりやすい。このため、基部拡径部4bの周辺に流路4g'が位置することによって、内部電極4のうち基部拡径部4bと外部の物体との短絡がより生じやすくなる懸念がある。

【0063】

これに対して、本実施の形態におけるプラズマ発生用ガスの流路であるガス供給路4g

は、内部電極 4 の内部に設けられている。このため、プラズマ発生用ガスの流路に起因して内部電極 4 と外部の物体との間に短絡が生じることを抑制することができる。特に、基部拡径部 4 b の周辺に絶縁体の無い空間が生じないため、基部拡径部 4 b と外部の物体との短絡を抑制することができる。

【 0 0 6 4 】

次に、図 1 を参照して、本実施形態の活性ガス照射装置 1 0 0 のうち照射器具 1 0 以外の部分の詳細について説明する。図 1 に示すような供給ユニット 2 0 は、照射器具 1 0 に電気およびプラズマ発生用ガスを供給する。供給ユニット 2 0 は、内部電極 4 に印加する電圧及び周波数を調節できる。供給ユニット 2 0 は、供給源 7 0 を収容する筐体 2 1 を備えている。筐体 2 1 は、供給源 7 0 を離脱可能に収容する。これにより、筐体 2 1 に収容された供給源 7 0 内のガスがなくなったとき、プラズマ発生用ガスの供給源 7 0 を交換することができる。

10

【 0 0 6 5 】

供給源 7 0 は、内部電極 4 と外部電極 5 との間にプラズマ発生用ガスを供給する。供給源 7 0 は、内部にプラズマ発生用ガスが収容された耐圧容器である。図 2 に示すように、供給源 7 0 は、筐体 2 1 内に配置された配管 7 5 に対して着脱可能に装着されている。配管 7 5 は、供給源 7 0 とガス管 3 0 とを接続している。配管 7 5 には、電磁弁 7 1、圧力レギュレータ 7 3、流量コントローラ 7 4 及び圧力センサ 7 2 (残量センサ) が取り付けられている。

20

【 0 0 6 6 】

電磁弁 7 1 が開状態となると、供給源 7 0 から配管 7 5 を介して照射器具 1 0 のガス管 3 0 にプラズマ発生用ガスが供給される。図示の例では、電磁弁 7 1 は、弁開度が調節できる構成ではなく、開閉の切り替えのみができる構成である。なお電磁弁 7 1 は、弁開度が調節できる構成であってもよい。圧力レギュレータ 7 3 は、電磁弁 7 1 と供給源 7 0 との間に配置されている。圧力レギュレータ 7 3 は、供給源 7 0 から電磁弁 7 1 に向かうプラズマ発生用ガスの圧力を低下 (プラズマ発生用ガスを減圧) させる。

【 0 0 6 7 】

流量コントローラ 7 4 は、電磁弁 7 1 とガス管 3 0 との間に配置されている。流量コントローラ 7 4 は、電磁弁 7 1 を通過したプラズマ発生用ガスの流量 (単位時間当たりの供給量) を調整する。流量コントローラ 7 4 は、プラズマ発生用ガスの流量を、例えば 3 L / m i n に調整する。

30

【 0 0 6 8 】

圧力センサ 7 2 は、供給源 7 0 におけるプラズマ発生用ガスの残量 V 1 を検出する。圧力センサ 7 2 は、残量 V 1 として、供給源 7 0 内の圧力 (残圧) を測定する。圧力センサ 7 2 は、圧力レギュレータ 7 3 と供給源 7 0 との間 (圧力レギュレータ 7 3 よりも一次側) を通過するプラズマ発生用ガスの圧力 (一次圧) を、供給源 7 0 の圧力として測定する。圧力センサ 7 2 としては、例えば、キーエンス社の A P - V 8 0 シリーズ (具体的には、例えば A P - 1 5 S) 等を採用することができる。

【 0 0 6 9 】

なお、供給源 7 0 における実際の残量 V 1 (体積) は、圧力センサ 7 2 が測定する残圧と、供給源 7 0 の容量 (内部容積) と、から算出される。供給源 7 0 として、多様な容量の供給源 7 0 を使用する前提の場合、例えば、実際の供給源 7 0 の容量を、図示しない入力部のシステム画面上で選択することで、演算用の容量を設定してもよい。また、供給源 7 0 として、定用量の供給源 7 0 を使用する前提の場合、制御部 9 0 がその容量を予め記憶しておいてもよい。

40

【 0 0 7 0 】

配管 7 5 の供給源 7 0 側の端部には、継手 7 6 が設けられている。継手 7 6 には、供給源 7 0 が着脱可能に装着されている。供給源 7 0 を継手 7 6 に着脱させることで、電磁弁 7 1、圧力レギュレータ 7 3、流量コントローラ 7 4 及び圧力センサ 7 2 (以下、「電磁弁 7 1 等」という。) を筐体 2 1 に固定したまま、プラズマ発生用ガスの供給源 7 0 を交

50

換することができる。この場合、交換前の供給源 70、交換後の供給源 70 のいずれについても共通の電磁弁 71 等を使用することができる。なお電磁弁 71 等は、供給源 70 に固定され、供給源 70 と一体的に筐体 21 から離脱可能であってもよい。

【0071】

図 2 に示すような制御部 90 は、情報処理装置を用いて構成される。すなわち、制御部 90 は、バスで接続された CPU (Central Processor Unit)、メモリ及び補助記憶装置を備える。制御部 90 は、プログラムを実行することによって動作する。制御部 90 は、例えば、供給ユニット 20 に内蔵されていてもよい。制御部 90 は、照射器具 10、供給ユニット 20 および報知部 80 を制御する。

【0072】

電圧供給線 40 は、上述の通り内部電極 4 に接続しているとともに、不図示のフットスイッチに接続している。そして、制御部 90 には、不図示のフットスイッチが電氣的に接続されている。照射器具 10 の使用者によりフットスイッチが操作されると、フットスイッチから制御部 90 に電気信号が送られる。制御部 90 が電気信号を受け付けると、制御部 90 は電磁弁 71 及び流量コントローラ 74 を作動させ、かつ内部電極 4 に電圧を印加する。

【0073】

本実施形態では、使用者がフットスイッチを 1 回押したときに、制御部 90 が電気信号を受け付ける。すると制御部 90 が、電磁弁 71 を所定の時間、開放して電磁弁 71 を通過したプラズマ発生用ガスの流量を流量コントローラ 74 に調整させ、かつ内部電極 4 に電圧を所定の時間、印加する。その結果、供給源 70 から内部電極 4 と外部電極 5 との間に一定量のプラズマ発生用ガスが供給され、ノズル照射口 9a から活性ガスが一定時間（例えば、数秒から数十秒程度、本実施形態では 30 秒）、継続して吐出される。

【0074】

すなわち、本実施形態では、使用者によるフットスイッチを 1 回押下するあたりの活性ガスの吐出量が定まっている。このような、所定の吐出量の活性ガスを吐出する操作を単位操作と呼ぶ。本実施形態では、単位操作が、使用者によるフットスイッチの 1 回の押下である。単位操作 1 回あたりの活性ガスの吐出量（単位操作 1 回あたりの供給源 70 から内部電極 4 と外部電極 5 との間へのプラズマ発生用ガスの供給量）は、予め設定された固定値であってもよく、図示しない操作盤の操作等により設定可能な変動値であってもよい。

【0075】

制御部 90 は、プラズマ発生用ガスの残回数 N 及び残時間 T のうちの少なくとも一方を残存情報として演算する。本実施形態では、制御部 90 は、残回数 N 及び残時間 T のうちの残回数 N のみを残存情報として演算する。残回数 N は、供給源 70 に残存するプラズマ発生用ガスによって、供給源 70 から内部電極 4 と外部電極 5 との間にプラズマ発生用ガスを供給することができる残りの単位操作の回数である。残時間 T は、供給源 70 に残存するプラズマ発生用ガスによって、供給源 70 から内部電極 4 と外部電極 5 との間にプラズマ発生用ガスを供給することができる残りの時間である。

【0076】

残回数 N 及び残時間 T はいずれも、供給源 70 におけるプラズマ発生用ガスの残量 V1 から算出することができる。残回数 N は、残量 V1 と、フットスイッチの単位操作 1 回あたりのプラズマ発生用ガスの供給量 V2 と、に基づいて演算 ($N = V1 / V2$) することができる。また、直近数回のプラズマ発生用ガスの使用量（供給量）の平均値 V2（平均値）を演算し、その平均値 V2（平均値）をプラズマ発生用ガスの残量 V1 で除することにより、残回数 N を算出する。残時間 T は、残量 V1 と、供給源 70 から内部電極 4 と外部電極 5 との間に単位時間あたり供給されるプラズマ発生用ガスの供給量 V3 と、に基づいて演算 ($T = V1 / V3$) することができる。

【0077】

報知部 80 は、残回数 N および残時間 T のうちの少なくとも一方を報知する。本実施形態では、報知部 80 は、残回数 N を表示する。報知部 80 は、制御部 90 が演算した残回

10

20

30

40

50

数Nを数字で表示する。報知部80として、例えば、任意の数字を表示可能なディスプレイ装置を採用してもよく、機械式のカウンを採用してもよい。

【0078】

なお図示の例では、報知部80は、筐体21の外面に、筐体21と一体に設けられているが、供給ユニット20から独立して設けられていてもよい。また報知部80は、残回数Nを数字とは異なる形態により表示してもよい。例えば報知部80として、文字盤および針により形成されるアナログ表示をする構成を採用してもよい。さらに例えば、報知部80が、色の表示態様や、光の点灯の態様により残回数Nを報知してもよい。

【0079】

さらに報知部80は、音声によって残回数Nを報知してもよい。この場合、報知部80としては、例えばスピーカ等を採用することができる。

10

【0080】

本実施形態のように、使用者がフットスイッチを押したときに、供給源70から内部電極4と外部電極5との間に一定量のプラズマ発生用ガスが供給される場合には、残時間Tを報知することよりも残回数Nを報知することの方が使用者の利便性を高めることができる。

【0081】

次に、活性ガス照射装置100の使用方法を説明する。例えば医師等の使用者は、照射器具10を持って移動させ、ノズル照射口9aを後述する被照射物に向ける。この状態で使用者がフットスイッチを押し、供給源70から照射器具10に電気及びプラズマ発生用ガスを供給する。照射器具10に供給したプラズマ発生用ガスは、管状誘電体3の後端部から管状誘電体3の内空部3aに流入する。プラズマ発生用ガスは、内部電極4と外部電極5とが対向する位置において電離し、プラズマになる。

20

【0082】

本実施形態においては、内部電極4と外部電極5とが、プラズマ発生用ガスの流れる方向と直交する向きに対向している。内部電極4の外周面と外部電極5の内周面とが対向する位置で発生したプラズマは、管状誘電体3の内空部3aを通流しつつガス組成を変化させ、ラジカル等の活性種を含む活性ガスとなる。

【0083】

生じた活性ガスはノズル照射口9aから吐出される。吐出された活性ガスは、ノズル照射口9a近傍の気体の一部をさらに活性化して活性種を生成する。これらの活性種を含む活性ガスは被照射物に照射される。

30

【0084】

被照射物としては、例えば、細胞、生体組織、生物個体等を例示できる。生体組織としては、内蔵等の各器官、体表や体腔の内面を覆う上皮組織、歯肉、歯槽骨、歯根膜及びセメント質等の歯周組織、歯、骨等を例示できる。生物個体としては、ヒト、犬、猫、豚等の哺乳類；鳥類；魚類等のいずれでもよい。

【0085】

プラズマ発生用ガスとしては、例えば、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン等の希ガス；窒素；等である。これらのガスは、1種単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。プラズマ発生用ガスは、窒素を主成分とすることが好ましい。ここで、窒素を主成分とするとは、プラズマ発生用ガスにおける窒素の含有量が50体積%超であることをいう。即ち、プラズマ発生用ガスにおける窒素の含有量は、50体積%超が好ましく、70体積%以上がさらに好ましく、90体積%~100体積%が特に好ましい。プラズマ発生用ガス中、窒素以外のガス成分は、特に制限はなく、例えば、酸素、希ガス等を例示できる。

40

【0086】

活性ガス照射装置100が口腔内用治療器具である場合、管状誘電体3に導入するプラズマ発生用ガスの酸素濃度は、1体積%以下が好ましい。酸素濃度が上限値以下であれば、オゾンの発生を低減できる。

50

【 0 0 8 7 】

管状誘電体 3 に導入するプラズマ発生用ガスの流量は、 $1 \text{ L} / \text{min} \sim 10 \text{ L} / \text{min}$ が好ましい。管状誘電体 3 に導入するプラズマ発生用ガスの流量が下限値以上であると、被照射物における被照射面の温度の上昇を抑制しやすい。プラズマ発生用ガスの流量が上限値以下であると、被照射物の清浄化、賦活化又は治癒をさらに促進できる。

【 0 0 8 8 】

ノズル照射口 9 a から照射する活性ガスの温度は、 50 以下が好ましく、 45 以下がより好ましく、 40 以下がさらに好ましい。ノズル照射口 9 a から照射する活性ガスの温度が上限値以下であると、被照射面の温度を 40 以下にしやすい。被照射面の温度を 40 以下にすることで、被照射部分が患部である場合にも、患部への刺激を低減できる。ノズル照射口 9 a から照射する活性ガスの温度の下限値は、特に制限はなく、例えば、 10 以上である。活性ガスの温度は、ノズル照射口 9 a における活性ガスの温度を熱電対で測定した値である。

10

【 0 0 8 9 】

ノズル照射口 9 a から被照射面までの距離（照射距離）は、例えば、 $0.01 \text{ mm} \sim 10 \text{ mm}$ が好ましい。照射距離が上記下限値以上であれば、被照射面の温度を低くし、被照射面への刺激をさらに緩和できる。照射距離が上記上限値以下であれば、治癒等の効果をさらに高められる。

【 0 0 9 0 】

ノズル照射口 9 a から 1 mm 以上 10 mm 以下の距離で離れた位置の被照射面の温度は、 40 以下が好ましい。被照射面の温度が 40 以下であれば、被照射面への刺激を低減できる。被照射面の温度の下限値は特に制限はないが、例えば 10 以上である。被照射面の温度は、内部電極 4 と外部電極 5 との間に印加する交流電圧、照射する活性ガスの吐出量、内部電極 4 の先端部 4 d からノズル照射口 9 a までの道のり等の組み合わせで調節できる。被照射面の温度は、熱電対を用いて測定できる。

20

【 0 0 9 1 】

活性ガスに含まれる活性種（ラジカル等）としては、ヒドロキシルラジカル、一重項酸素、オゾン、過酸化水素、スーパーオキシドアニオンラジカル、一酸化窒素、二酸化窒素、ペルオキシナイトライト、過酸化亜硝酸、三酸化二窒素等を例示できる。活性ガスに含まれる活性種の種類は、例えば、プラズマ発生用ガスの種類等にさらに調節できる。

30

【 0 0 9 2 】

活性ガス中におけるヒドロキシルラジカルの密度（ラジカル密度）は、 $0.1 \mu\text{mol} / \text{L} \sim 300 \mu\text{mol} / \text{L}$ が好ましい。ラジカル密度が下限値以上であると、細胞、生体組織及び生物個体から選ばれる被照射物の清浄化、賦活化又は異常の治癒を促進しやすい。ラジカル密度が上限値以下であると、被照射面への刺激を低減できる。

【 0 0 9 3 】

ラジカル密度は、例えば、以下の方法で測定できる。DMP O（5, 5 - ジメチル - 1 - ピロリン - N - オキシド） $0.2 \text{ mol} / \text{L}$ 溶液 0.2 mL に対して、活性ガスを 30 秒間照射する。この際、ノズル照射口 9 a から液面までの距離を 5.0 mm とする。活性ガスを照射した溶液について、電子スピン共鳴（ESR）法を利用してヒドロキシルラジカル濃度を測定し、これをラジカル密度とする。

40

【 0 0 9 4 】

活性ガス中における一重項酸素の密度（一重項酸素密度）は、 $0.1 \mu\text{mol} / \text{L} \sim 300 \mu\text{mol} / \text{L}$ が好ましい。一重項酸素密度が下限値以上であると、細胞、生体組織及び生物個体等の被照射物の清浄化、賦活化又は異常の治癒を促進しやすい。上限値以下であると、被照射面への刺激を低減できる。

【 0 0 9 5 】

一重項酸素密度は、例えば、以下の方法で測定できる。TPC（2, 2, 5, 5 - テトラメチル - 3 - ピロリン - 3 - カルボキサミド） $0.1 \text{ mol} / \text{L}$ 溶液 0.4 mL に対して、活性ガスを 30 秒間照射する。この際、ノズル照射口 9 a から液面までの距離を $5.$

50

0 mmとする。活性ガスを照射した溶液について、電子スピン共鳴（ESR）法を利用して一重項酸素濃度を測定し、これを一重項酸素密度とする。

【0096】

ノズル照射口9aから照射する活性ガスの流量は、1 L/min ~ 10 L/minが好ましい。ノズル照射口9aから照射する活性ガスの流量が下限値以上であると、活性ガスが被照射面に作用する効果を十分に高められる。ノズル照射口9aから照射する活性ガスの流量が上限値未満であると、活性ガスの被照射面の温度が過度に高まることを防止できる。加えて、被照射面が濡れている場合には、被照射面の急速な乾燥を防止できる。さらに、被照射面が患部である場合には、患者への刺激を抑制できる。なお、活性ガス照射装置100において、ノズル照射口9aから照射する活性ガスの流量は、管状誘電体3へのプラズマ発生用ガスの供給量で調節できる。

10

【0097】

活性ガス照射装置100によって生じる活性ガスは、外傷や異常の治癒を促進する効果を有する。活性ガスを細胞、生体組織又は生物個体に照射することによって、その被照射部分の清浄化、賦活化、又はその被照射部分の治癒を促進できる。

【0098】

外傷や異常の治癒を促進する目的で活性ガスを照射する場合、その照射頻度、照射回数及び照射期間は特に制限はない。例えば、1 L/min ~ 5.0 L/minの照射量で活性ガスを患部に照射する場合、1日1回 ~ 5回、毎回10秒 ~ 10分、1日 ~ 30日間、等の照射条件が、治癒を促進する観点から好ましい。

20

【0099】

本実施形態の活性ガス照射装置100は、特に口腔内用治療器具、歯科用治療器具として有用である。また、本実施形態の活性ガス照射装置100は、動物治療用器具としても好適である。

【0100】

以上において、具体例を参照しながら一実施の形態を説明してきたが、上述した具体例が一実施の形態を限定することを意図していない。上述した一実施の形態は、その他の様々な具体例で実施されることが可能であり、その要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。

【0101】

以下、図面を参照しながら、変形の一例について説明する。以下の説明および以下の説明で用いる図面では、上述した具体例と同様に構成され得る部分について、上述の具体例における対応する部分に対して用いた符号と同一の符号を用いるとともに、重複する説明を省略する。

30

【0102】

（第1の変形例）

上述の実施の形態においては、内部電極4が基部拡径部4bと細部4cとを有する例について説明した。しかしながら、内部電極4の形状は、これに限られない。図7は、第1の変形例に係る照射器具10を示す断面図である。図7に示す例において、内部電極4は、径方向d2の寸法において、排出口4hが形成される部分よりも大きい拡径部4kを有する。拡径部4kは、内部電極4のうち、外部電極5と対向する部分に形成される。図7に示す例においては、排出口4hが内部電極4のうち細部4cに形成されており、拡径部4kの径方向d2における寸法が細部4cよりも大きくなっている。

40

【0103】

内部電極4が拡径部4kを有することの作用効果について説明する。内部電極4の排出口4hの付近には、径方向d2の外方に突出した突出部が形成される可能性がある。例えば、ドリルを用いて内部電極4に孔を空けて排出口4h及びガス供給路4gを形成する場合には、内部電極4に孔を空けた際に、排出口4hの付近に、径方向d2の外方に突出したバリが生じる可能性がある。内部電極4が、外部電極5と対向する拡径部4kを有することによって、内部電極4のうち外部電極5と対向する部分が、内部電極4のうち排出口

50

4 h が位置する部分よりも、径方向 d 2 の外方に位置するようになる。これによって、内部電極 4 のうち外部電極 5 に対向する部分と外部電極 5 との距離を小さくし、内部電極 4 のうち外部電極 5 に対向する部分と外部電極 5 との間において安定的に放電を生じさせることができる。また、内部電極 4 のうち排出口 4 h が位置する部分と外部電極 5 との距離、及び内部電極 4 のうち排出口 4 h が位置する部分と内部電極 4 の径方向 d 2 の外方に位置する外部電極 5 以外の導体との距離を大きくすることができる。このため、内部電極 4 のうち排出口 4 h の付近にバリ等の突出部が形成されている場合であっても、突出部と外部電極 5 又は外部電極以外の導体との間で放電が生じることを抑制することができる。

【 0 1 0 4 】

(第 2 の変形例)

上述の実施の形態及び変形例においては、内部電極 4 のうち外部電極 5 に対向する部分が円柱状の形状を有する例について説明した。しかしながら、内部電極 4 の形状は、これに限られない。図 8 は、第 2 の変形例に係る照射器具 1 0 の一例を示す断面図である。図 9 は、第 2 の変形例に係る照射器具 1 0 の他の一例を示す断面図である。図 8 及び図 9 に示す例において、内部電極 4 は、外部電極と対向する部分に、凹凸形状を有する。図 8 及び図 9 に示す例において、内部電極 4 は、軸線方向 d 1 において排出口 4 h よりも照射口 2 側の位置に、凹凸形状を有する凹凸部 4 m を有している。図 8 及び図 9 の破線は、凹凸部 4 m の立体的な形状を示している。

【 0 1 0 5 】

図 8 に示す例において、内部電極 4 は、軸線方向 d 1 において排出口 4 h よりも照射口 2 側の位置に、軸線 O 1 を中心とした周囲を周回する螺旋状のねじ山形状を有する。この場合、ねじ山形状のうちねじ山先端部が凹凸形状の凸部に相当し、ねじ山形状のうちねじ山先端部同士の間が凹凸形状の凹部に相当する。図 8 に示す例において、ねじ山形状は、雄ねじと同様の形状である。内部電極 4 は、外周面にねじ山を有することで、ねじ山先端部の電界が局所的に強くなり、放電開始電圧が低くなる。このため、低電力でプラズマを生成し、維持できる。ねじ山の高さ h は、内部電極 4 の外径 d を勘案して適宜決定できる。内部電極 4 のねじ山のピッチ p は、内部電極 4 の長さや外径 d 等を勘案して適宜決定できる。

【 0 1 0 6 】

内部電極 4 としては、J I S B 0 2 0 5 : 2 0 0 1 のメートルねじの規格品 (M 2 、 M 2 . 2 、 M 2 . 5 、 M 3 、 M 3 . 5 等) 、 J I S B 2 0 1 6 : 1 9 8 7 のメートル台形ねじの規格品 (T r 8 × 1 . 5 、 T r 9 × 2 、 T r 9 × 1 . 5 等) 、 J I S B 0 2 0 6 : 1 9 7 3 のユニファイ並目ねじの規格品 (N o . 1 - 6 4 U N C 、 N o . 2 - 5 6 U N C 、 N o . 3 - 4 8 U N C 等) 等と同等の仕様が好ましい。これらの規格品と同等の仕様であれば、コスト面で優位である。

【 0 1 0 7 】

図 9 に示す例において、内部電極 4 は、軸線方向 d 1 において排出口 4 h よりも照射口 2 側の位置に、軸線 O 1 を中心とした周囲を周回する円環状の複数の凹部と、軸線 O 1 を中心とした周囲を周回する円環状の複数の凸部とを有する。複数の凹部と複数の凸部とは、軸線方向 d 1 に交互に並んでいる。内部電極 4 は、外周面に凸部を有することで、凸部の電界が局所的に強くなり、放電開始電圧が低くなる。このため、図 9 に示す例においても、低電力でプラズマを生成し、維持できる。

【 0 1 0 8 】

内部電極 4 が、図 8 又は図 9 に示すような凹凸形状を有することによって、排出口 4 h から排出されて照射口 2 に向かうプラズマ発生用ガスの流れる方向が、凹凸形状によって変更される。このため、内部電極 4 の周囲を周回する方向のプラズマ発生用ガスの流れを生じさせて、プラズマ発生用ガスを内空部 3 a 内に均一に拡散させることができる。

【 0 1 0 9 】

(第 3 の変形例)

上述の実施の形態においては、照射口 2 が、保持部材 1 のうち第 3 部材 1 c に設けられ

10

20

30

40

50

た開口である例について説明した。しかしながら、照射口 2 の形態は、これに限られない。図 10 は、第 3 の変形例に係る照射器具 10 を示す断面図である。図 10 に示す例において、保持部材 1 は第 3 部材 1 c を有さない。また、外部電極 5 が、軸線 O 1 を中心とした周囲から内部電極 4 の先端部 4 d を覆っている。そして、外部電極 5 の先端部 5 a に設けられた開口が照射口 2 となっている。

【0110】

接地された外部電極 5 が、電圧が印加される内部電極 4 の先端部 4 d を、軸線 O 1 を中心とした周囲から覆っていることによって、内部電極 4 の先端部 4 d 側の部分が発する電場を外部電極 5 により抑制することができる。このため、内部電極 4 の先端部 4 d を保持部材 1 等の他の部材によって覆わなくとも、外部電極 5 によって、内部電極 4 の先端部 4 d 側における内部電極 4 と照射器具 10 の外部の導体との短絡を抑制することができる。この場合、内部電極 4 の先端部 4 d を覆う他の部材を省略して、照射器具 10 の照射口 2 側の部分の太さを、より細くすることもできる。

10

【0111】

(第 4 の変形例)

図 11 は、第 4 の変形例に係る照射器具 10 を示す断面図である。図 12 は、図 11 の照射器具 10 の X I I - X I I 線に沿った断面を示す断面図である。第 4 の変形例に係るガス供給路 4 g について、第 1 部分 4 g 1 の延びる方向に延び、第 1 部分 4 g 1 の中心を通る直線を直線 L 1 とする。図 11 及び図 12 に示す例において、直線 L 1 は軸線 O 1 に一致している。また、第 4 の変形例に係るガス供給路 4 g について、第 2 部分 4 g 2 の延びる方向に延び、第 2 部分 4 g 2 の中心を通る直線を直線 L 2 とする。図 12 に、直線 L 2 を破線によって示す。この場合、図 12 に示すように、直線 L 2 は直線 L 1 と交わらない。なお、図 12 に示す例において、第 2 部分 4 g 2 は、第 1 部分 4 g 1 の延びる方向に対して垂直な方向に延びている。図示はしないが、第 2 部分 4 g 2 は、第 1 部分 4 g 1 の延びる方向に対して傾斜した方向に延びていてもよい。

20

【0112】

第 2 部分 4 g 2 の直線 L 2 が第 1 部分 4 g 1 の直線 L 1 と交わらないことによって、排出口 4 h から、内部電極 4 の周囲を周回する方向にプラズマ発生用ガスが排出される。このため、内部電極 4 の周囲を周回する方向のプラズマ発生用ガスの流れを生じさせて、プラズマ発生用ガスを内空部 3 a 内に均一に拡散させることができる。

30

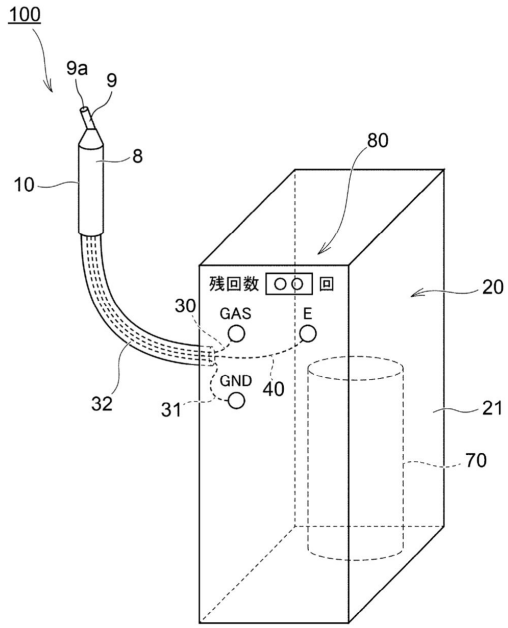
【0113】

本発明の態様は、上述した個々の実施形態に限定されるものではなく、当業者が想到しうる種々の変形も含むものであり、本発明の効果も上述した内容に限定されない。すなわち、特許請求の範囲に規定された内容およびその均等物から導き出される本発明の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更および部分的削除が可能である。

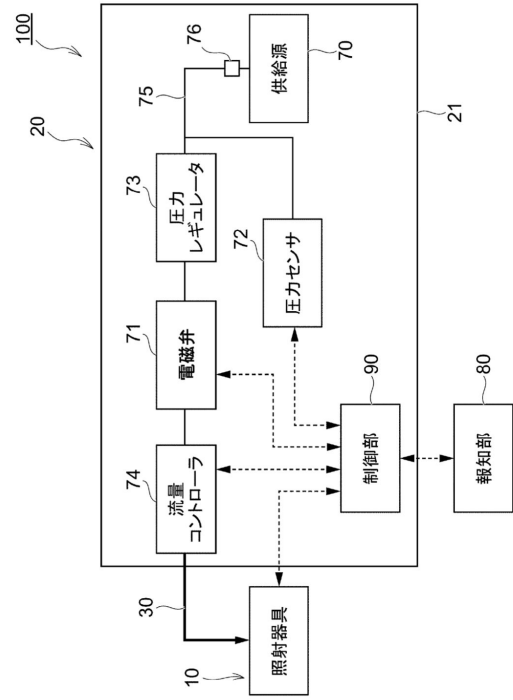
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】



10

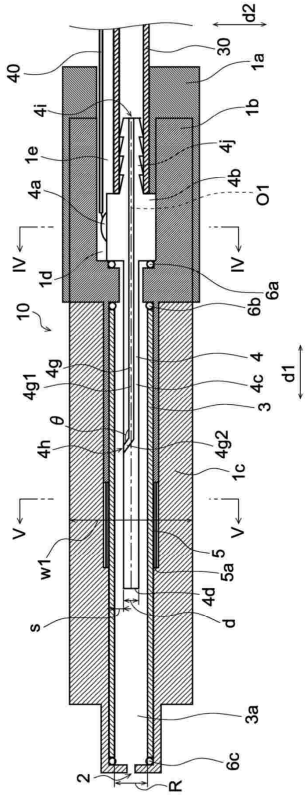
20

30

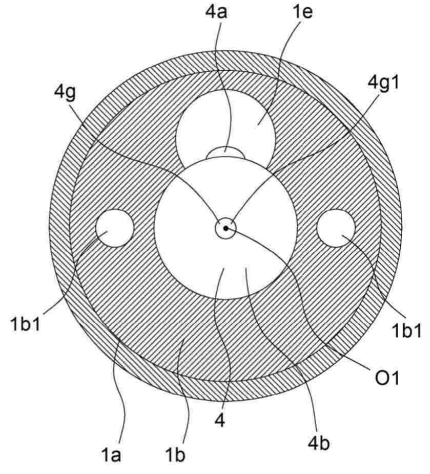
40

50

【図 3】



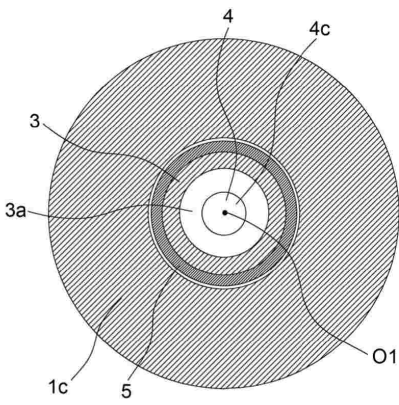
【図 4】



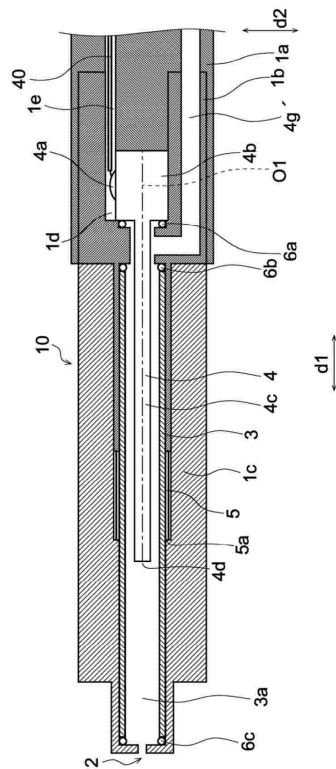
10

20

【図 5】



【図 6】

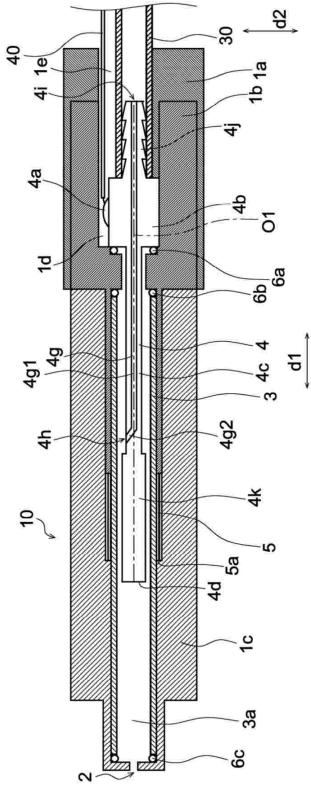


30

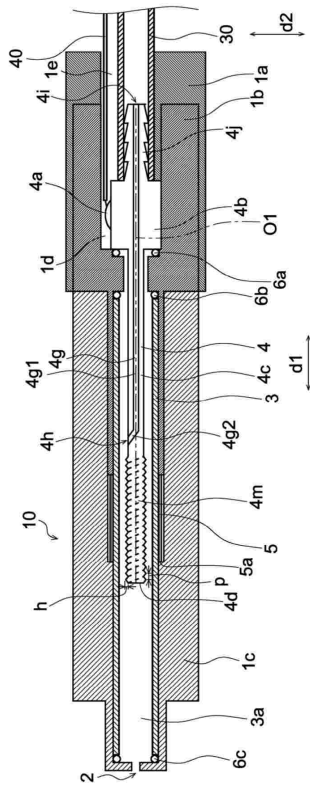
40

50

【 図 7 】



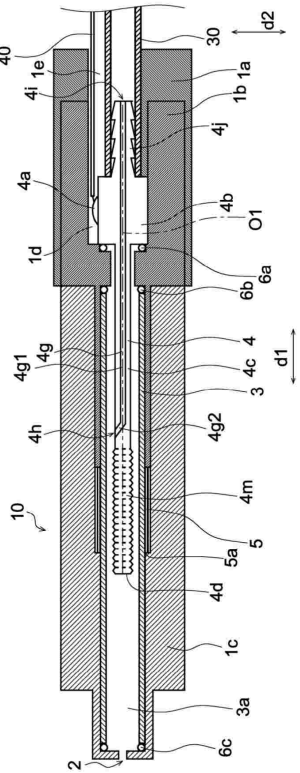
【 図 8 】



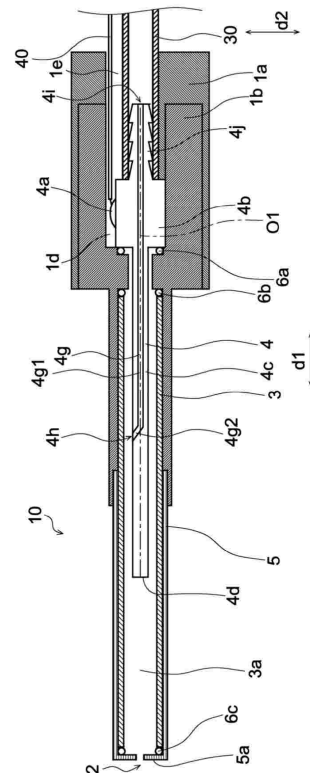
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

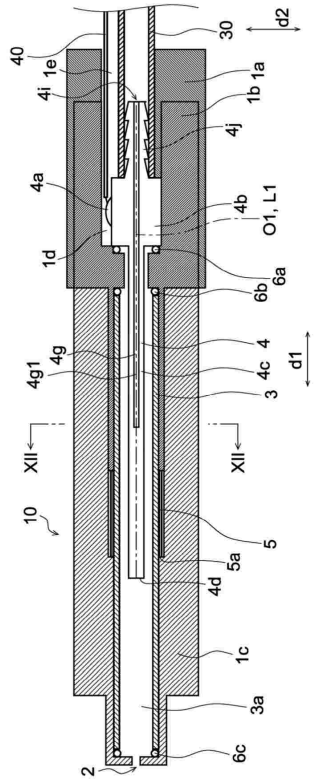


30

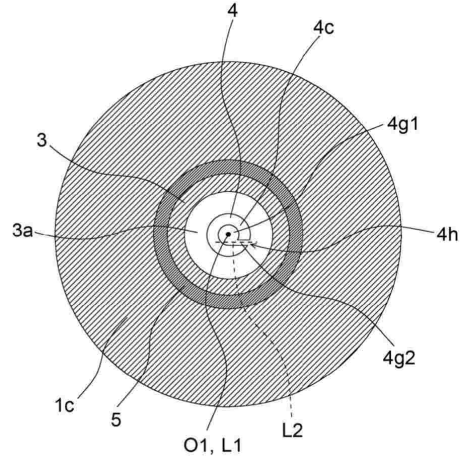
40

50

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 積水化学工業株式会社内
- (72)発明者 長原 悠
京都府京都市南区上鳥羽上調子町2-2 積水化学工業株式会社内
- (72)発明者 大下 貴也
茨城県つくば市和台3-2 積水化学工業株式会社内
- (72)発明者 斎藤 直道
京都府京都市南区上鳥羽上調子町2-2 積水化学工業株式会社内
- 審査官 藤本 加代子
- (56)参考文献 特開2017-073375(JP,A)
特開2006-278191(JP,A)
特開2007-134056(JP,A)
国際公開第2018/230696(WO,A1)
特開2012-104605(JP,A)
特開2017-219680(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0034333(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H05H 1/24 - 1/44
A61N 1/44
A61C 19/06
B23K 10/00 - 10/02