

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7612893号  
(P7612893)

(45)発行日 令和7年1月14日(2025.1.14)

(24)登録日 令和6年12月27日(2024.12.27)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 1 H 33/915(2006.01) H 0 1 H 33/915

請求項の数 1 (全15頁)

(21)出願番号	特願2023-565796(P2023-565796)	(73)特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(86)(22)出願日	令和3年12月9日(2021.12.9)	(73)特許権者	317015294 東芝エネルギーシステムズ株式会社 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/045297	(74)代理人	110001634 弁理士法人志賀国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2023/105704	(72)発明者	神保 智彦 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
(87)国際公開日	令和5年6月15日(2023.6.15)	(72)発明者	デバシス ビスワス 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査請求日	令和6年5月9日(2024.5.9)	(72)発明者	真島 周也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガス遮断器

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

消弧性ガスが充填された密閉容器と、  
前記密閉容器内に配置された対向接触子と、  
前記密閉容器内に配置され、閉極状態で前記対向接触子に接触するとともに、前記閉極状態から前記対向接触子に対して第1方向に変位することで、前記対向接触子から離間して前記対向接触子との間にアーク放電が発弧するアーク空間を形成する可動接触子と、  
前記可動接触子と一体に変位するとともに、前記可動接触子が前記対向接触子から最も離間した完全開極状態で前記対向接触子および前記アーク空間を囲む筒状に形成されており、前記第1方向とは反対側の第2方向の端部にノズル開口部を有し、前記完全開極状態で前記対向接触子との間に前記アーク空間および前記ノズル開口部を連通させる第1排気流路を形成する絶縁ノズルと、  
前記消弧性ガスを蓄圧するとともに、前記消弧性ガスを前記アーク空間に放出して前記アーク放電に対して吹き付ける蓄圧部と、  
筒状に形成されており、内部空間が前記第1方向に開放されて前記完全開極状態で前記ノズル開口部に連通した排気チャンバと、  
前記可動接触子に結合し、前記アーク空間に連通する内部空間を有し、内外を連通する通気孔が形成され、前記内部空間が前記アーク空間および前記通気孔を連通させる第2排気流路を形成し、前記第2排気流路は縮小部、前記縮小部の前記通気孔側に連なる最小部、および前記最小部の前記通気孔側に連なる拡大部を有し、前記縮小部の流路断面積は前

10

20

記アーク空間側から前記通気孔側に向かうに従い漸次縮小し、前記拡大部の流路断面積は前記通気孔に向かうに従い漸次拡大する、操作ロッドと、

少なくとも一部が前記内部空間に配置され、前記操作ロッドの内面との間に前記拡大部を形成するフローガイドと、

を備え、

前記操作ロッドの内面は、前記縮小部、前記最小部および前記拡大部を形成する絞り部を有し、

前記フローガイドにおける前記第2方向の端部は、前記第1方向および前記第2方向に平行な軸方向において前記絞り部における内径が最も小さい狭小部よりも前記第2方向に位置する、

ガス遮断器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、ガス遮断器に関する。

【背景技術】

【0002】

電力系統において電流開閉を行うガス遮断器は、消弧性ガスを充填する密閉容器内で、遮断過程において接触子を機械的に切り離し、接触子の切り離しによって生じる接触子間のアーク放電を消弧性ガスの吹き付けによって消弧する。ガス遮断器は、アーク放電によって熱せられたガスを接触子間から速やかに除去することで、接触子間の絶縁耐力の回復を図る。熱ガスの円滑な排気が滞ると、接触子間に熱ガスが残留して絶縁耐力および電流遮断性能が低下する可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】日本国特開2018-113189号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、ガスを円滑に排気できるガス遮断器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態のガス遮断器は、密閉容器と、対向接触子と、可動接触子と、絶縁ノズルと、蓄圧部と、排気チャンバと、操作ロッドと、を持つ。密閉容器には、消弧性ガスが充填されている。対向接触子は、密閉容器内に配置されている。可動接触子は、密閉容器内に配置されている。可動接触子は、閉極状態で対向接触子に接触する。可動接触子は、閉極状態から対向接触子に対して第1方向に変位することで、対向接触子から離間して対向接触子との間にアーク放電が発弧するアーク空間を形成する。絶縁ノズルは、可動接触子と一体に変位する。絶縁ノズルは、可動接触子が対向接触子から最も離間した完全開極状態で対向接触子およびアーク空間を囲む筒状に形成されている。絶縁ノズルは、第1方向とは反対側の第2方向の端部にノズル開口部を持つ。絶縁ノズルは、完全開極状態で対向接触子との間にアーク空間およびノズル開口部を連通させる第1排気流路を形成する。蓄圧部は、消弧性ガスを蓄圧する。蓄圧部は、消弧性ガスをアーク空間に放出してアーク放電に対して吹き付ける。排気チャンバは、筒状に形成されている。排気チャンバの内部空間は、第1方向に開放されて完全開極状態でノズル開口部に連通している。操作ロッドは、可動接触子に結合している。操作ロッドは、アーク空間に連通する内部空間を持つ。操作ロッドには、内外を連通する通気孔が形成されている。操作ロッドの内部空間は、アーク空間および通気孔を連通させる第2排気流路を形成する。第2排気流路は縮小部、縮小部の

10

20

30

40

50

通気孔側に連なる最小部、および最小部の通気孔側に連なる拡大部を持つ。縮小部の流路断面積はアーク空間側から通気孔側に向かうに従い漸次縮小している。拡大部の流路断面積は通気孔に向かうに従い漸次拡大している。排気チャンバの地絡の生じやすさに応じて決定された第1排気流路のガス流量、および第2排気流路のガス流量の配分に基づいて、第1排気流路における最小流路断面積、および最小部の流路断面積の比が設定されている。最小部の流路断面積に対する第1排気流路における最小流路断面積の比の関数として、ガス流量の比を設定した。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1の実施形態のガス遮断器を示す縦断面図。

10

【図2】図1に示すガス遮断器の一部を拡大して示す縦断面図。

【図3】第1の実施形態のガス遮断器の作用を示す図。

【図4】第1の実施形態に係るガス遮断器において、遮断動作時のアーク発生後のアーク空間におけるガス温度の変化を示す図。

【図5】第1の実施形態に係るガス遮断器における流路断面積および流量の関係を示す図。

【図6】第2の実施形態に係るガス遮断器の一部を拡大して示す縦断面図。

【図7】第3の実施形態に係るガス遮断器の一部を拡大して示す縦断面図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、実施形態のガス遮断器およびガス遮断器の設計方法を、図面を参照して説明する。なお以下の説明では、同一または類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。そして、それら構成の重複する説明は省略する場合がある。

20

【0008】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態のガス遮断器を示す縦断面図である。なお、図1ではガス遮断器の完全開極状態を示しており、以下の各部材の配置に関する説明では、特に記載のない限り完全開極状態の配置を説明する。

図1に示すように、ガス遮断器1は、電力系統の電気回路を開閉する開閉装置である。ガス遮断器1は、消弧性ガスが充填された密閉容器2と、密閉容器2内に配置された対向ユニット3および可動ユニット4と、を備えている。消弧性ガスは、消弧性能および絶縁性能に優れたガスであり、例えば六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)ガスである。対向ユニット3および可動ユニット4は、密閉容器2に消弧性ガスとともに収納されている。

30

【0009】

密閉容器2は、電気回路を流れる電流の遮断が行われる内部空間を有する。密閉容器2は、金属材料等により形成されている。密閉容器2は、接地されている。密閉容器2の内部には、一对の導体(一方の導体5のみ図示)が密閉容器2の外部から引き込まれている。

【0010】

対向ユニット3および可動ユニット4は、電気回路の一部を構成している。対向ユニット3は、一方の導体5に導通した対向接触子部20を備えている。可動ユニット4は、他方の導体(不図示)に導通した可動接触子部40を備えている。ガス遮断器1は、対向接触子部20および可動接触子部40を互いに接触または離間させることで、電気回路の開閉し、電流を導通または遮断する。以下の説明では、対向接触子部20および可動接触子部40が互いに接触した状態を閉極状態といい、対向接触子部20および可動接触子部40が互いに離間した状態を開極状態という。また、閉極状態のうち平常時に適用される状態を特に投入状態という。また、開極状態のうち、電流の遮断動作が完了した状態を特に完全開極状態という。また、投入状態から完全開極状態に向けて対向接触子部20および可動接触子部40を互いに離間させる過程を開極過程という。

40

【0011】

対向ユニット3および可動ユニット4は、それぞれ複数の円筒状または円柱状の部材により形成されている。円筒状または円柱状の各部材は、共通軸線Oと同軸に配置されてい

50

る。対向ユニット3および可動ユニット4は、共通軸線Oの軸方向で対向するように配置されている。なお、以下の説明では、共通軸線Oの軸方向を単に軸方向と称する。また、共通軸線O回りを周回する方向を周方向と称する。また、共通軸線Oに直交する方向を径方向と称する。本実施形態では、軸方向は水平方向に平行であり、軸方向に沿う1方向を前方(第2方向)と定義し、その反対方向を後方(第1方向)と定義する。

【0012】

対向ユニット3は、可動ユニット4の前方に配置されている。対向ユニット3は、密閉容器2に対して固定的に配置されている。対向ユニット3は、排気チャンバ10と、サポート15と、対向接触子部20と、を備えている。

【0013】

排気チャンバ10は、互いに導通する内筒11および外筒13を有する。内筒11および外筒13は、それぞれ金属材料等により円筒状に形成されている。内筒11および外筒13は、上述した一方の導体5に導通している。

【0014】

内筒11は、周壁部11aと、閉塞部11bと、を備える。周壁部11aは、一定の内径および一定の外径で軸方向に延びている。閉塞部11bは、周壁部11aの前端部を閉塞している。閉塞部11bは、周壁部11aの前端部から径方向の内側に張り出している。これにより、内筒11は、後方に開口した有底筒状に形成されている。ただし、閉塞部11bに貫通孔が形成されていてもよい。

【0015】

内筒11の周壁部11aには、径方向に貫通する貫通孔12が形成されている。貫通孔12は、周方向および軸方向に間隔をあけて複数設けられている。貫通孔12は、内筒11の内外を連通させている。

【0016】

外筒13は、内筒11を囲うように形成されている。外筒13の前端部は、内筒11の前端部の外周面に全周にわたって密接している。外筒13は、後方に開口している。これにより、外筒13と内筒11との間の空間は、前端で閉塞されているとともに、後方に開放されている。外筒13は、後半部13aと、前半部13bと、を備える。

【0017】

後半部13aは、外筒13の後端部から前方に延びている。後半部13aは、外筒13の後端部から前方に向かうに従い漸次拡径している。換言すると、後半部13aの内径は、外筒13の前端部から後方に向かうに従い漸次増大している。

【0018】

前半部13bは、後半部13aよりも前方に配置されている。前半部13bは、外筒13の前端部から後方に延びている。前半部13bの後端部は、後半部13aの前端部に接続している。前半部13bは、一定の内径および一定の外径で軸方向に延びている。前半部13bは、周方向の全体にわたって内筒11の外周面に対して径方向に間隔をあけている。前半部13bは、径方向の外側から見て内筒11に形成された全ての貫通孔12に重なっている。前半部13bには、導体5が結合している。

【0019】

サポート15は、金属材料等により形成されている。外筒13の内周面から径方向の内側に突出している。サポート15は、外筒13における後半部13aと前半部13bとの境界部に結合している。サポート15は、外筒13に導通している。サポート15は、内筒11の周壁部11aを貫通している。サポート15には、内筒11の内側で後述する対向アーク接触子26が結合している。

【0020】

対向接触子部20は、対向通電接触子21と、対向アーク接触子26(対向接触子)と、を備えている。

対向通電接触子21は、金属材料により、円筒状に形成されている。対向通電接触子21は、内筒11の後端部に結合している。対向通電接触子21は、排気チャンバ10より

10

20

30

40

50

も後方に突出している。対向通電接触子 2 1 は、後方に開口している。対向通電接触子 2 1 の後端部は、径方向の内側に向かって膨出している。対向通電接触子 2 1 は、排気チャンバ 1 0 に導通している。

【 0 0 2 1 】

対向アーク接触子 2 6 は、金属材料により、円柱状に形成されている。対向アーク接触子 2 6 は、対向通電接触子 2 1 の内側に配置されている。対向アーク接触子 2 6 は、サポート 1 5 に結合している。対向アーク接触子 2 6 は、サポート 1 5 との結合部から後方に延びている。対向アーク接触子 2 6 の後端面は、半球面状に形成されて丸みを帯びている。対向アーク接触子 2 6 は、サポート 1 5 を介して排気チャンバ 1 0 に導通している。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、図 1 に示すガス遮断器の一部を拡大して示す縦断面図である。

図 2 に示すように、可動ユニット 4 は、操作ロッド 3 0 と、シリンダ 3 4 と、ピストン 3 7 と、可動接触子部 4 0 と、絶縁ノズル 5 0 と、を備えている。

【 0 0 2 3 】

操作ロッド 3 0 は、金属材料等により形成されている。操作ロッド 3 0 は、後端部において絶縁ロッドを介して駆動装置（いずれも不図示）に接続され、密閉容器 2 および対向ユニット 3 に対して軸方向に変位可能になっている。操作ロッド 3 0 は、図示しない他方の導体に導通している。操作ロッド 3 0 は、円筒状に形成され、前方に開口している。操作ロッド 3 0 には、径方向に貫通する通気孔 3 1 が形成されている。通気孔 3 1 は、軸方向の所定の位置で周方向に間隔をあけて並んでいる。通気孔 3 1 は、共通軸線 O を中心として回転対称に配置されている。なお操作ロッド 3 0 のうち通気孔 3 1 よりも後方に位置する部分は中実形成されていてもよい。操作ロッド 3 0 の外周面には、径方向の外側に張り出した外フランジ 3 2 が形成されている。外フランジ 3 2 は、通気孔 3 1 よりも前方に位置する。外フランジ 3 2 は、周方向の全体にわたって連続して延びる円環状に形成されている。

【 0 0 2 4 】

シリンダ 3 4 は、操作ロッド 3 0 に対して固定的に配置されている。シリンダ 3 4 は、操作ロッド 3 0 に連動して、操作ロッド 3 0 と一体に軸方向に変位する。シリンダ 3 4 は、金属材料等により、円筒状に形成されている。シリンダ 3 4 は、操作ロッド 3 0 に導通している。シリンダ 3 4 は、軸方向に沿って延在する周壁 3 4 a と、周壁 3 4 a から径方向の内側に張り出した第 1 フランジ 3 4 b および第 2 フランジ 3 4 c と、を備えている。周壁 3 4 a は、操作ロッド 3 0 を径方向の外側から囲っている。第 1 フランジ 3 4 b は、周壁 3 4 a の前端部から、径方向の内側に向かって張り出している。第 1 フランジ 3 4 b は、円環板状に形成されている。第 1 フランジ 3 4 b の内周縁は、操作ロッド 3 0 の外周面に径方向で対向している。第 1 フランジ 3 4 b は、操作ロッド 3 0 の外フランジ 3 2 よりも前方に位置する。第 1 フランジ 3 4 b の内周部には、軸方向に貫通する排気孔 3 5 が形成されている。排気孔 3 5 は、共通軸線 O を中心として回転対称に形成されている。第 2 フランジ 3 4 c は、第 1 フランジ 3 4 b よりも後方に位置する。第 2 フランジ 3 4 c の内周縁は、操作ロッド 3 0 の外周面に径方向で対向している。第 2 フランジ 3 4 c の内周縁は、操作ロッド 3 0 の外フランジ 3 2 の外周縁に径方向で対向している。第 2 フランジ 3 4 c の内周縁の全体は、操作ロッド 3 0 の外フランジ 3 2 の外周縁に対して径方向に間隔をあけて延びている。

【 0 0 2 5 】

ピストン 3 7 は、円環状に形成されている。ピストン 3 7 は、操作ロッド 3 0 と、シリンダ 3 4 の周壁 3 4 a と、の間に配置されている。ピストン 3 7 は、密閉容器 2 に対して固定的に配置されている。ピストン 3 7 は、シリンダ 3 4 の第 2 フランジ 3 4 c よりも後方に位置する。ピストン 3 7 は、操作ロッド 3 0 の通気孔 3 1 よりも前方に位置する。ピストン 3 7 は、操作ロッド 3 0 と、シリンダ 3 4 の周壁 3 4 a と、の隙間を埋めるように配置されている。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

シリンダ 3 4、ピストン 3 7 および操作ロッド 3 0 は、消弧性ガスを蓄圧する第 1 パッファ室 7 1 および第 2 パッファ室 7 2 (蓄圧部) を画成している。第 1 パッファ室 7 1 は、シリンダ 3 4 の第 2 フランジ 3 4 c とピストン 3 7 との間に形成されている。第 2 パッファ室 7 2 は、シリンダ 3 4 の第 1 フランジ 3 4 b と第 2 フランジ 3 4 c との間に形成されている。第 1 パッファ室 7 1 は、操作ロッド 3 0 の変位に連動して容積可変である。第 1 パッファ室 7 1 は、シリンダ 3 4 および操作ロッド 3 0 の後方の変位に伴って容積が減少することで、内部の消弧性ガスを昇圧する。第 1 パッファ室 7 1 で昇圧した消弧性ガスは、第 2 フランジ 3 4 c と操作ロッド 3 0 の外周面 (外フランジ 3 2) との間を通じて第 2 パッファ室 7 2 に流入する。第 2 パッファ室 7 2 の内部の消弧性ガスは、第 1 パッファ室 7 1 からの消弧性ガスの流入に伴って昇圧する。第 2 パッファ室 7 2 で昇圧した消弧性

10

**【 0 0 2 7 】**

可動接触子部 4 0 は、可動アーク接触子 4 1 (可動接触子) と、可動通電接触子 4 6 とを備えている。

可動アーク接触子 4 1 は、金属材料により円筒状に形成されている。可動アーク接触子 4 1 は、操作ロッド 3 0 に導通している。可動アーク接触子 4 1 の両端は、軸方向に開口している。可動アーク接触子 4 1 の後端縁は、操作ロッド 3 0 の前端縁に全周にわたって結合している。可動アーク接触子 4 1 は、操作ロッド 3 0 を前方に延長するように設けられている。本実施形態では、可動アーク接触子 4 1 は、操作ロッド 3 0 と一体に形成されている。ただし、可動アーク接触子 4 1 は、操作ロッド 3 0 とは別体に設けられて操作ロッド 3 0 の前端部に結合していてもよい。可動アーク接触子 4 1 の内部空間は、操作ロッド 3 0 の内部空間に連通している。可動アーク接触子 4 1 の前端部は、径方向の内側に向かって膨出している。可動アーク接触子 4 1 の前端部の内径は、対向アーク接触子 2 6 の外径と略一致している。可動アーク接触子 4 1 および操作ロッド 3 0 の内径は、可動アーク接触子 4 1 の前端部を除き、通気孔 3 1 よりも前方部分で一定である。

20

**【 0 0 2 8 】**

なお、可動アーク接触子 4 1 には、図示しない複数のスリットが形成されている。複数のスリットは、可動アーク接触子 4 1 の前端縁から後方に切り込まれている。複数のスリットは、周方向に略等間隔に形成されている。これにより、可動アーク接触子 4 1 は、隣り合うスリット間に設けられたフィンガーを複数備えている。フィンガーは、板ばね状に形成され、径方向に撓み変形可能となっている。

30

**【 0 0 2 9 】**

可動アーク接触子 4 1 は、操作ロッド 3 0 に連動して、軸方向に変位する。対向アーク接触子 2 6 および可動アーク接触子 4 1 は、操作ロッド 3 0 の変位に伴って軸方向に互いに接離可能に設けられている。対向アーク接触子 2 6 および可動アーク接触子 4 1 は、閉極状態で互いに接触するとともに、開極状態で互いに離間する。対向アーク接触子 2 6 および可動アーク接触子 4 1 は、対向アーク接触子 2 6 が可動アーク接触子 4 1 の開口に挿入されることで、互いに接触して導通する。開極過程では、対向アーク接触子 2 6 および可動アーク接触子 4 1 が互いに離間して、対向アーク接触子 2 6 および可動アーク接触子 4 1 の間にアーク放電が発弧するアーク空間 7 6 が形成される。可動アーク接触子 4 1 の内部空間は、可動アーク接触子 4 1 の前端部の開口を通じてアーク空間 7 6 に連通する。これにより、可動アーク接触子 4 1 の内部空間は、操作ロッド 3 0 の内部空間とアーク空間 7 6 とを連通させている。可動アーク接触子 4 1 および操作ロッド 3 0 それぞれの内部空間は、アーク空間 7 6 のガスを排気するガス排気流路の一部として、アーク空間 7 6 に連通する可動側ガス流路 9 0 (第 2 排気流路) となる。

40

**【 0 0 3 0 】**

可動通電接触子 4 6 は、金属材料により、円筒状に形成されている。可動通電接触子 4 6 は、可動アーク接触子 4 1 を囲うように配置されている。可動通電接触子 4 6 は、シリンダ 3 4 の第 1 フランジ 3 4 b から前方に突出している。可動通電接触子 4 6 は、シリンダ 3 4 に導通している。可動通電接触子 4 6 の前端部は、前方に開口している。可動通電

50

接触子 4 6 の外径は、対向通電接触子 2 1 の後端部の内径に一致している。

【 0 0 3 1 】

可動通電接触子 4 6 は、シリンダ 3 4 を介して操作ロッド 3 0 に対して固定されている。可動通電接触子 4 6 は、操作ロッド 3 0 に連動して、操作ロッド 3 0 と一体に軸方向に変位する。対向通電接触子 2 1 および可動通電接触子 4 6 は、操作ロッド 3 0 の変位に伴って軸方向に互いに接離可能に設けられている。対向通電接触子 2 1 および可動通電接触子 4 6 は、投入状態で互いに接触するとともに、開極状態で互いに離間する。対向通電接触子 2 1 および可動通電接触子 4 6 は、可動通電接触子 4 6 が対向通電接触子 2 1 の開口に挿入されることで、互いに接触して導通する。対向通電接触子 2 1 および可動通電接触子 4 6 は、開極過程において対向アーク接触子 2 6 および可動アーク接触子 4 1 よりも早く互いに離間する。

10

【 0 0 3 2 】

絶縁ノズル 5 0 は、絶縁材料により、円筒状に形成されている。絶縁ノズル 5 0 は、可動アーク接触子 4 1 と可動通電接触子 4 6 との間において、シリンダ 3 4 の第 1 フランジ 3 4 b から前方に突出している。絶縁ノズル 5 0 は、可動アーク接触子 4 1 および可動通電接触子 4 6 よりも前方に突出している。つまり、絶縁ノズル 5 0 の前端縁は、可動アーク接触子 4 1 の前端縁、および可動通電接触子 4 6 の前端縁よりも前方に位置している。絶縁ノズル 5 0 は、前端部にノズル開口部 5 1 を備える。ノズル開口部 5 1 は、排気チャンバ 1 0 の内側で前方に開口し、内筒 1 1 の内部空間に連通している。絶縁ノズル 5 0 の後端縁は、シリンダ 3 4 の第 1 フランジ 3 4 b に全周にわたって密接している。絶縁ノズル 5 0 の後端開口は、排気孔 3 5 に直接連通している。

20

【 0 0 3 3 】

絶縁ノズル 5 0 の内周面は、スロート部 5 2 と、上流側案内内部 5 3 と、下流側案内内部 5 4 と、を備えている。

スロート部 5 2 は、絶縁ノズル 5 0 において内径が最小の部分を含む。スロート部 5 2 は、絶縁ノズル 5 0 における軸方向の中途部に設けられている。スロート部 5 2 は、可動アーク接触子 4 1 よりも前方に位置する。スロート部 5 2 は、閉極状態で対向アーク接触子 2 6 を囲む。スロート部 5 2 は、開極状態でアーク空間 7 6 を径方向の外側から画成し、アーク放電を囲む。スロート部 5 2 は、完全開極状態で対向アーク接触子 2 6 よりも後方に位置する。

30

【 0 0 3 4 】

上流側案内内部 5 3 は、絶縁ノズル 5 0 における後端部とスロート部 5 2 との間に設けられている。上流側案内内部 5 3 は、可動アーク接触子 4 1 を囲んでいる。上流側案内内部 5 3 は、可動アーク接触子 4 1 の外周面および前端面に対向している。上流側案内内部 5 3 は、全長にわたって可動アーク接触子 4 1 に対して間隔をあけている。上流側案内内部 5 3 は、可動アーク接触子 4 1 の外周面と協働して、排気孔 3 5 を通じて第 2 パuffa 室 7 2 に連通する接続空間 7 7 を画成している。接続空間 7 7 は、アーク空間 7 6 に直接連通している。接続空間 7 7 は、第 2 パuffa 室 7 2 から放出された消弧性ガスをアーク空間 7 6 へ誘導してアーク放電に吹き付ける。

【 0 0 3 5 】

下流側案内内部 5 4 は、絶縁ノズル 5 0 における前端部とスロート部 5 2 との間に設けられている。下流側案内内部 5 4 は、前方に向かうに従い内径が漸次増大するように延びている。下流側案内内部 5 4 は、完全開極状態で対向アーク接触子 2 6 における後端部を囲んでいる。下流側案内内部 5 4 と対向アーク接触子 2 6 との間の空間は、アーク空間 7 6 に直接連通している。下流側案内内部 5 4 と対向アーク接触子 2 6 との間の空間は、アーク空間 7 6 のガスを排気するガス排気流路の一部として、対向側ガス流路 8 0 (第 1 排気流路) となる。

40

【 0 0 3 6 】

完全開極状態において、下流側案内内部 5 4 は、対向アーク接触子 2 6 との間に、流路断面積が極小となる極小部 8 1 と、極小部 8 1 から下流側のノズル開口部 5 1 まで流路断面

50

積が漸次拡大する対向側拡大部 8 2 と、を形成する。これら極小部 8 1 および対向側拡大部 8 2 は、対向側ガス流路 8 0 の一部である。極小部 8 1 は、下流側案内部 5 4 の中途部と対向アーク接触子 2 6 の外周面の後端縁との間に形成されている。なお、流路断面積は、共通軸線 O に直交する断面上で規定される。

#### 【 0 0 3 7 】

フローガイド 6 0 は、操作ロッド 3 0 の内部空間に配置されている。フローガイド 6 0 は、共通軸線 O を中心とする回転体形状に形成されている。フローガイド 6 0 の外径は、軸方向に沿って変化する。フローガイド 6 0 は、前方に先細るように形成されている。フローガイド 6 0 の外径は、後方に向かうに従い漸次増大している。フローガイド 6 0 の前端は、通気孔 3 1 よりも前方に位置している。フローガイド 6 0 の後端は、通気孔 3 1 よりも後方に位置し、操作ロッド 3 0 の内側を閉塞している。すなわち、フローガイド 6 0 は、通気孔 3 1 よりも後方から前方にわたる領域に配置されている。フローガイド 6 0 は、可動側ガス流路 9 0 の流路断面積を軸方向の位置に応じて変化させる。なお、フローガイド 6 0 は、アーク放電により熱せられた高温のガス（熱ガス）に対する耐熱性を有する材料で形成されていることが好ましい。

10

#### 【 0 0 3 8 】

フローガイド 6 0 は、操作ロッド 3 0 の内面との間に、下流側に向かって流路断面積が漸次縮小する縮小部 9 1 と、流路断面積が最小となる最小部 9 2 と、下流側に向かって流路断面積が漸次拡大する拡大部 9 3 と、を形成する。これら縮小部 9 1、最小部 9 2 および拡大部 9 3 は、可動側ガス流路 9 0 の一部である。縮小部 9 1 は、フローガイド 6 0 の前端から通気孔 3 1 の前端縁にわたる範囲に形成されている。拡大部 9 3 は、通気孔 3 1 の前端縁から後端縁にわたる範囲に形成されている。拡大部 9 3 は、軸方向において縮小部 9 1 よりも大きく形成されている。ただし、拡大部 9 3 は、軸方向において縮小部 9 1 以下の大きさに形成されていてもよい。最小部 9 2 は、縮小部 9 1 と拡大部 9 3 との間であり、フローガイド 6 0 における中途部と通気孔 3 1 の前端縁との間に形成されている。ただし、最小部 9 2 は、通気孔 3 1 の前端縁よりも前方に形成されていてもよい。

20

#### 【 0 0 3 9 】

続いて、ガス遮断器 1 の遮断動作について説明する。

投入状態では、可動通電接触子 4 6 が対向通電接触子 2 1 の内側に挿入されて接触し、対向アーク接触子 2 6 が可動アーク接触子 4 1 の内側に挿入されて接触している。これにより、対向ユニット 3 と可動ユニット 4 とが導通する。

30

#### 【 0 0 4 0 】

ガス遮断器 1 は、電流を遮断する場合、操作ロッド 3 0 を後方に変位させ、対向接触子部 2 0 および可動接触子部 4 0 を互いに離間させる。操作ロッド 3 0 を後方に変位させると、可動アーク接触子 4 1、可動通電接触子 4 6、絶縁ノズル 5 0 およびシリンダ 3 4 が操作ロッド 3 0 に連動して後方に変位する。シリンダ 3 4 が後方に変位すると、第 1 パuffa 室 7 1 の容積が減少し、第 1 パuffa 室 7 1 の内部の消弧性ガスが昇圧される。第 1 パuffa 室 7 1 で昇圧した消弧性ガスは、第 2 パuffa 室 7 2 に流入する。これにより、第 2 パuffa 室 7 2 の内部の消弧性ガスが昇圧される。

#### 【 0 0 4 1 】

投入状態から操作ロッド 3 0 を後方に変位させると、対向通電接触子 2 1 と可動通電接触子 4 6 とが離間する。この状態では、対向アーク接触子 2 6 と可動アーク接触子 4 1 とが互いに接触しているため、対向ユニット 3 と可動ユニット 4 とが導通している。

40

#### 【 0 0 4 2 】

さらに操作ロッド 3 0 を後方に変位させると、対向アーク接触子 2 6 と可動アーク接触子 4 1 とが離間し、閉極状態から開極状態に移行する。対向アーク接触子 2 6 と可動アーク接触子 4 1 とが離間すると、対向アーク接触子 2 6 と可動アーク接触子 4 1 との間で、アーク放電が発弧する。アーク放電が発弧すると、アーク空間 7 6 の消弧性ガスが加熱されて高温の熱ガスとなり膨張する。膨張した消弧性ガスの一部は、接続空間 7 7 を通って第 2 パuffa 室 7 2 に流入する。これにより、第 2 パuffa 室 7 2 の内部の消弧性ガスが

50

さらに昇圧される。

#### 【 0 0 4 3 】

遮断動作が進行すると、対向アーク接触子 2 6 と可動アーク接触子 4 1 との距離が開くとともに、電流が電流ゼロ点に向けて小さくなり、アーク放電が小さくなる。アーク放電が小さくなると、アーク空間 7 6 から第 2 パuffa 室 7 2 への消弧性ガスの流入が停止し、電流ゼロ点付近のタイミングで、第 2 パuffa 室 7 2 の圧力が最大となる。このとき、アーク空間 7 6 と第 2 パuffa 室 7 2 との差圧によって第 2 パuffa 室 7 2 から高圧の消弧性ガスが放出される。

#### 【 0 0 4 4 】

図 3 は、第 1 の実施形態のガス遮断器の作用を示す図である。

10

図 3 に示すように、第 2 パuffa 室 7 2 から放出された消弧性ガスは、接続空間 7 7 を通ってアーク放電に吹き付けられる。これにより、アーク放電が消弧に至り、電流が遮断される。そして、可動接触子部 4 0 は、対向接触子部 2 0 から最も離間した位置で完全開極状態に至り、遮断動作が完了する。

#### 【 0 0 4 5 】

アーク放電に吹き付けられた消弧性ガスは、対向側ガス流路 8 0 と可動側ガス流路 9 0 とに分かれてアーク空間 7 6 から排出される。対向側ガス流路 8 0 に流入した消弧性ガスは、ノズル開口部 5 1 から排出される。ノズル開口部 5 1 から排出された消弧性ガスは、内筒 1 1 の内部空間から貫通孔 1 2 を通じて内筒 1 1 と外筒 1 3 との間の空間に至り、最終的には外筒 1 3 の前端開口から密閉容器 2 内に排出される。可動側ガス流路 9 0 に流入した消弧性ガスは、可動アーク接触子 4 1 の前端開口から可動側ガス流路 9 0 を経て、通気孔 3 1 から密閉容器 2 内に排出される。

20

#### 【 0 0 4 6 】

ここで、中小電流遮断過程または大電流遮断過程初期において、アーク空間 7 6 の圧力上昇が比較的小さい場合には、アーク空間 7 6 から可動側ガス流路 9 0 に排出されたガス流は亜音速流れとなる。この場合、可動側ガス流路 9 0 の縮小部 9 1 はノズルとして作用し、ガス流は加速される。その後、ガス流は、最小部 9 2 を通過する際には音速に達するとともに拡大部 9 3 で通気孔 3 1 に向けて拡散し、淀むことなく通気孔 3 1 から密閉容器 2 内に排気される。その結果、アーク空間 7 6 から可動側ガス流路 9 0 を通じて熱ガスを速やかに排出することが可能となる。

30

#### 【 0 0 4 7 】

また、大電流遮断過程において、アーク空間 7 6 の圧力上昇が大きい場合には、操作ロッド 3 0 内のガス流が超音速流れとなる場合がある。この場合、可動側ガス流路 9 0 の縮小部 9 1 はディフューザーとして作用し、ガス流を減速する。その後、ガス流は、最小部 9 2 を通過する際には音速まで低下するとともに拡大部 9 3 で通気孔 3 1 に向けて拡散し、淀むことなく通気孔 3 1 から密閉容器 2 内に排気される。その結果、操作ロッド 3 0 内でチョークが発生しにくくなり、アーク空間 7 6 から可動側ガス流路 9 0 を通じて熱ガスを速やかに排出することが可能となる。

#### 【 0 0 4 8 】

図 4 は、第 1 の実施形態に係るガス遮断器において、遮断動作時のアーク発生後のアーク空間におけるガス温度の変化を示す図である。図 4 に示す横軸は、アーク放電が発弧した時点を起点とした経過時間を表している。縦軸は、アーク空間 7 6 におけるガス温度を表している。

40

図 4 に示すように、消弧性ガスをアーク放電に吹き付けて生じた熱ガスを、可動側ガス流路 9 0 を通じてアーク空間 7 6 から排出することで、アーク空間 7 6 の温度を急激に低下させることができる。その結果、消弧に至るとともに、熱ガスがアーク空間 7 6 から排出されたことで再点弧を抑制することができる。

#### 【 0 0 4 9 】

ここで、本実施形態では、対向側ガス流路 8 0 および可動側ガス流路 9 0 のガス流量の配分に基づいて、対向側ガス流路 8 0 および可動側ガス流路 9 0 それぞれの流路断面積を

50

設定している。対向側ガス流路 80 の流量  $Q_1$  は、絶縁ノズル 50 のノズル開口部 51 よりも下流側における質量流量である。可動側ガス流路 90 の流量  $Q_2$  は、操作ロッド 30 の通気孔 31 よりも下流側における質量流量である。対向側ガス流路 80 の流路断面積  $S_1$  (最小流路断面積) は、極小部 81 (図 2 の A - A 断面で示す位置) における流路断面積である。可動側ガス流路 90 の流路断面積  $S_2$  は、最小部 92 (図 2 の B - B 断面で示す位置) における流路断面積である。

#### 【0050】

図 5 は、第 1 の実施形態に係るガス遮断器における流路断面積および流量の関係を示す図である。図 5 に示す横軸は、可動側ガス流路 90 の流路断面積  $S_2$  に対する対向側ガス流路 80 の流路断面積  $S_1$  の比 ( $S_1 / S_2$ ) を表している。縦軸は、対向側ガス流路 80 の流量  $Q_1$  に対する可動側ガス流路 90 の流量  $Q_2$  の比 ( $Q_2 / Q_1$ ) を表している。

10

図 5 に示すように、流量比 ( $Q_2 / Q_1$ ) は、面積比 ( $S_1 / S_2$ ) の関数である。特に、対向側ガス流路 80 および可動側ガス流路 90 それぞれの圧力が流路断面積を規定する位置で互いに等しい場合、流路断面積を  $S_1 = S_2$  とすると、流量は  $Q_1 = Q_2$  となる。

#### 【0051】

ところで、排気チャンバ 10 内に熱ガスが滞留すると、密閉容器 2 と排気チャンバ 10 との間の絶縁性能が低下し、地絡が生じやすくなる。本実施形態では、対向側ガス流路 80 および可動側ガス流路 90 の流量配分を、対向ユニット 3 における地絡の生じやすさに応じて決定する。対向ユニット 3 における地絡は、電流値が大きくなるに従い生じやすくなる。また、対向ユニット 3 における地絡は、電流の周期が長くなるに従い生じやすくなる。本実施形態では、ガス遮断器 1 の仕様 (電流値や交流周波数等) に基づいて流量比 ( $Q_2 / Q_1$ ) を設定し、面積比 ( $S_1 / S_2$ ) を決定する。

20

#### 【0052】

以上に説明したように、本実施形態のガス遮断器 1 によれば、操作ロッド 30 内のガス流が超音速流れとなる場合、可動側ガス流路 90 の縮小部 91 をディフューザとして作用させてガス流を減速することができる。このため、ガス流は、最小部 92 を通過する際には音速まで低下するとともに拡大部 93 で通気孔 31 に向けて拡散し、淀むことなく通気孔 31 から密閉容器 2 内に排気される。その結果、操作ロッド 30 内でチョークが発生しにくくなり、アーク空間 76 から可動側ガス流路 90 を通じて熱ガスを速やかに排出することが可能となる。したがって、ガスを円滑に排気できるガス遮断器 1 を提供できる。

30

#### 【0053】

また、対向側ガス流路 80 および可動側ガス流路 90 に熱ガスを分配して流すことができるので、ガス遮断器 1 の各部が熱ガスにより損傷することを抑制できる。

#### 【0054】

さらに、対向側ガス流路 80 の極小部 81 における流路断面積  $S_1$ 、および可動側ガス流路 90 の最小部 92 における流路断面積  $S_2$  の比は、対向側ガス流路 80 のガス流量  $Q_1$ 、および可動側ガス流路 90 のガス流量  $Q_2$  の配分に基づいて設定されている。この構成によれば、排気チャンバ 10 内に熱ガスが過度に流入することを抑制できる。したがって、排気チャンバ 10 の地絡の発生を抑制できる。

#### 【0055】

40

また、ガス遮断器 1 は、操作ロッド 30 の内面との間に縮小部 91、最小部 92 および拡大部 93 を形成するフローガイド 60 を備える。この構成によれば、操作ロッド 30 自体が簡素な形状となるため、操作ロッド 30 が製造容易になる。

#### 【0056】

また、フローガイド 60 は、軸方向において通気孔 31 と同じ位置で後方に向かうに従い漸次拡径しているため、フローガイド 60 に沿うガス流を通気孔 31 に向けて案内することができる。したがって、ガスを円滑に排気できる。

#### 【0057】

(第 2 の実施形態)

図 6 は、第 2 の実施形態に係るガス遮断器の一部を拡大して示す縦断面図である。

50

図 6 に示す第 2 の実施形態に係るガス遮断器 1 A は、フローガイド 6 0 に代えて、絞り部 6 1 および閉塞部材 6 2 を備える点で、第 1 の実施形態のガス遮断器 1 と異なる。なお、以下で説明する以外の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 5 8 】

図 6 に示すように、本実施形態のガス遮断器 1 A は、絞り部 6 1 により可動側ガス流路 9 0 に縮小部 9 1、最小部 9 2 および拡大部 9 3 を形成している。絞り部 6 1 は、操作ロッド 3 0 の内面に形成されている。絞り部 6 1 は、径方向の内側に突出し、周方向の全体にわたって一様に延びている。絞り部 6 1 の内径は、軸方向に沿って変化する。絞り部 6 1 は、いわゆるラバールノズル状に形成されている。絞り部 6 1 の全体は、通気孔 3 1 よりも前方に位置している。絞り部 6 1 は、可動側ガス流路 9 0 の流路断面積を軸方向の位置に応じて変化させる。なお、絞り部 6 1 は、熱ガスに対する耐熱性を有する材料で形成されていることが好ましい。絞り部 6 1 は、操作ロッド 3 0 と一体に形成されていてもよいし、操作ロッド 3 0 と別体に設けられていてもよい。

10

【 0 0 5 9 】

閉塞部材 6 2 は、操作ロッド 3 0 の内側を閉塞する。閉塞部材 6 2 は、通気孔 3 1 よりも後方に配置されている。閉塞部材 6 2 は、前方に先細るように形成されている。閉塞部材 6 2 の前端は、通気孔 3 1 の後端よりも前方に位置している。ただし、閉塞部材 6 2 の全体が通気孔 3 1 よりも後方に配置されていてもよい。

【 0 0 6 0 】

以上に説明したように、本実施形態のガス遮断器 1 A によれば、第 1 の実施形態と同様の作用効果を奏する。また、可動側ガス流路 9 0 に縮小部 9 1、最小部 9 2 および拡大部 9 3 を形成する絞り部 6 1 を操作ロッド 3 0 の内面に設けたので、操作ロッド 3 0 の形状変更のみで上述した作用効果を奏するガス遮断器 1 A が得られる。

20

【 0 0 6 1 】

( 第 3 の実施形態 )

図 7 は、第 3 の実施形態に係るガス遮断器の一部を拡大して示す縦断面図である。

図 7 に示す第 3 の実施形態に係るガス遮断器 1 B は、フローガイド 6 0 に加えて、第 2 の実施形態の絞り部 6 1 をさらに備える点で、第 1 の実施形態のガス遮断器 1 と異なる。なお、以下で説明する以外の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 6 2 】

フローガイド 6 0 の前端は、軸方向において絞り部 6 1 の形成範囲内に位置する。フローガイド 6 0 の前端は、軸方向において絞り部 6 1 における内径が最も小さい狭小部と同じ位置にある。ただし、フローガイド 6 0 の前端は、絞り部 6 1 の狭小部よりも前方に位置していてもよい。フローガイド 6 0 および絞り部 6 1 は、縮小部 9 1、最小部 9 2、および拡大部 9 3 を可動側ガス流路 9 0 に形成する。例えば、縮小部 9 1 が絞り部 6 1 により形成され、拡大部 9 3 がフローガイド 6 0 および絞り部 6 1 により協働して形成されている。

30

【 0 0 6 3 】

以上に説明したように、本実施形態のガス遮断器 1 B によれば、第 1 の実施形態と同様の作用効果を奏する。

40

【 0 0 6 4 】

なお、上記実施形態では、排気チャンバ 1 0 が内筒 1 1 および外筒 1 3 を有している。しかし、排気チャンバは、単一の筒体により形成されていてもよい。

【 0 0 6 5 】

また、消弧性ガスは、六フッ化硫黄ガスに限定されない。上記実施形態によれば、排気チャンバ 1 0 の地絡の発生を抑制できるので、消弧性ガスとして、例えば空気や、二酸化炭素、酸素、窒素およびその混合ガス等を適用してもよい。

【 0 0 6 6 】

また、上記実施形態では、対向接触子部 2 0 が密閉容器 2 に対して固定的に配置されているが、この構成に限定されない。対向接触子部は、可動接触子部の軸方向の変位に連動

50

して、可動接触子の変位方向とは反対方向に変位するように形成されていてもよい。

【 0 0 6 7 】

以上説明した少なくともひとつの実施形態によれば、可動側ガス流路は縮小部、縮小部の通気孔側に連なる最小部、および最小部の通気孔側に連なる拡大部を持つ。縮小部の流路断面積はアーク空間側から通気孔側に向かうに従い漸次縮小する。拡大部の流路断面積は通気孔に向かうに従い漸次拡大する。このため、操作ロッド内でチョークが発生しにくくなり、アーク空間から可動側ガス流路を通じて熱ガスを速やかに排出することが可能となる。したがって、ガスを円滑に排気できるガス遮断器を提供できる。

【 0 0 6 8 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明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。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

10

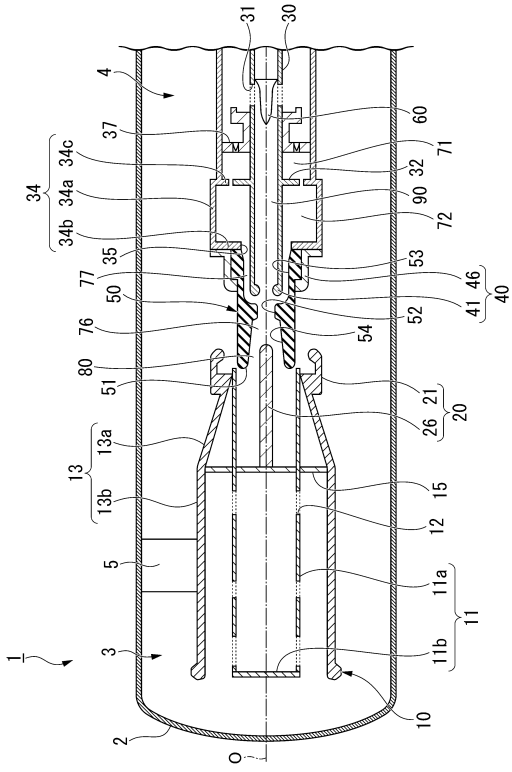
20

30

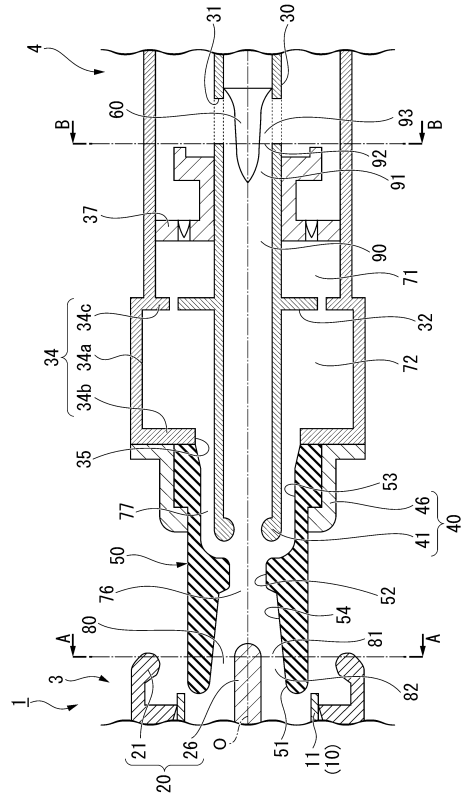
40

50

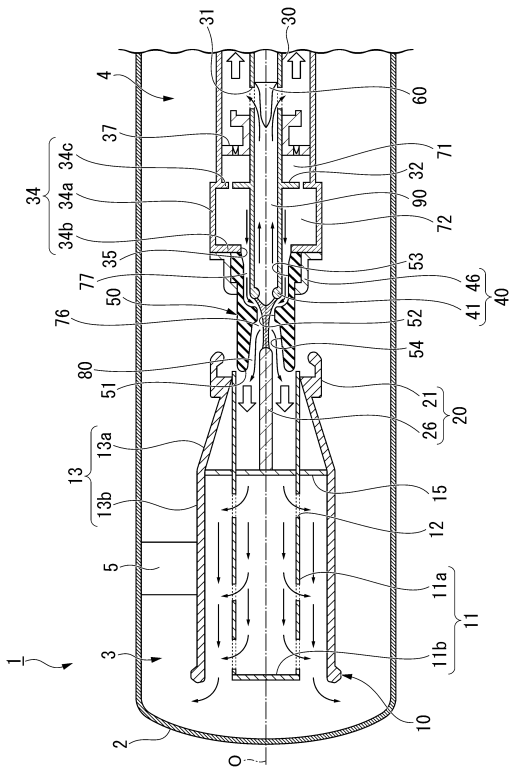
【図面】  
【図 1】



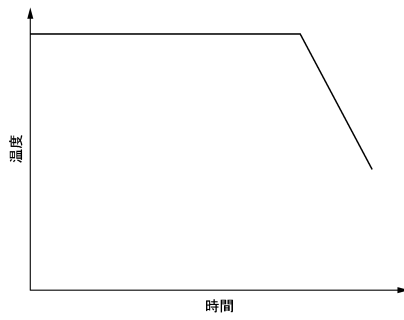
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

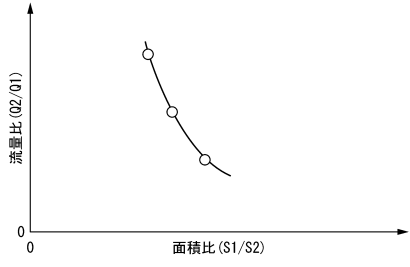
20

30

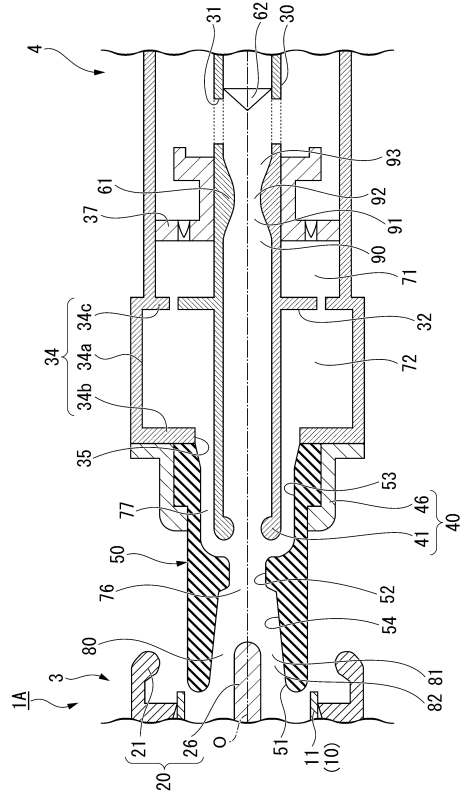
40

50

【図5】



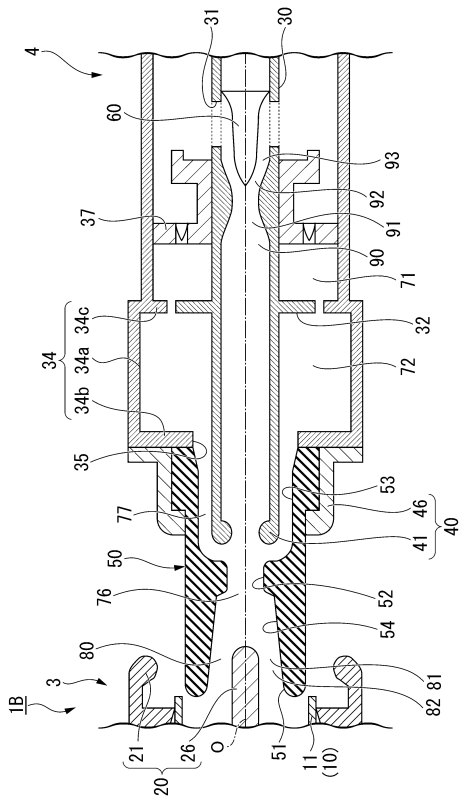
【図6】



10

20

【図7】



30

40

50

## フロントページの続き

- 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内  
(72)発明者 内井 敏之  
神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内  
審査官 山下 寿信  
(56)参考文献 特開2015-162329(JP,A)  
特開2000-268687(JP,A)  
特開平11-111126(JP,A)  
特開2007-258137(JP,A)  
実開昭60-062742(JP,U)  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01H 33/04  
H01H 33/915