

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6933598号
(P6933598)

(45) 発行日 令和3年9月8日(2021.9.8)

(24) 登録日 令和3年8月23日(2021.8.23)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 H 33/662 (2006.01) HO 1 H 33/662 R
 HO 1 H 33/66 (2006.01) HO 1 H 33/66 Q

請求項の数 13 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-50985 (P2018-50985)	(73) 特許権者	502129933
(22) 出願日	平成30年3月19日 (2018.3.19)		株式会社日立産機システム
(65) 公開番号	特開2019-164900 (P2019-164900A)		東京都千代田区神田練塀町3番地
(43) 公開日	令和1年9月26日 (2019.9.26)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	令和2年7月1日 (2020.7.1)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	中山 靖章
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	佐藤 隆
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	藪 雅人
			東京都千代田区神田練塀町3番地 株式会社日立産機システム内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体絶縁形の真空開閉器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固定電極および可動電極と、前記固定電極に接続される固定導体と、前記可動電極に接続される可動導体とを有する真空バルブと、

前記可動導体に機械的に接続される絶縁操作ロッドと、

前記絶縁操作ロッドを操作する操作器と、

前記真空バルブを被覆する固体絶縁物と、

を備える固体絶縁形の真空開閉器において、

前記固体絶縁物の外表面を覆う接地層が設けられ、

前記固体絶縁物内において、前記可動導体と前記絶縁操作ロッドとの接続部の周囲を覆う導電性シールドが設けられ、

前記導電性シールドは、前記固体絶縁物の内壁よりも前記接地層に近づけて配置されることを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

【請求項2】

固定電極および可動電極と、前記固定電極に接続される固定導体と、前記可動電極に接続される可動導体とを有する真空バルブと、

前記可動導体に機械的に接続される絶縁操作ロッドと、

前記絶縁操作ロッドを操作する操作器と、

前記真空バルブを被覆する固体絶縁物と、

を備える固体絶縁形の真空開閉器において、

前記固体絶縁物の外表面を覆う接地層が設けられ、
前記固体絶縁物内において、前記可動導体と前記絶縁操作ロッドとの接続部の周囲を覆う導電性シールドが設けられ、

前記固体絶縁物の内壁と前記導電性シールドとの間の前記固体絶縁物の厚さが、前記接地層と前記導電性シールドとの間の前記固体絶縁物の厚さよりも大きいことを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、
前記導電性シールドの先端部は前記接地層に向かって曲がっていることを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

10

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、
前記導電性シールドの先端部に隣接する前記固体絶縁物の内壁表面は、気中側に向けて凸となる曲面を有することを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

【請求項 5】

固定電極および可動電極と、前記固定電極に接続される固定導体と、前記可動電極に接続される可動導体とを有する真空バルブと、

前記可動導体に機械的に接続される絶縁操作ロッドと、

前記絶縁操作ロッドを操作する操作器と、

前記真空バルブを被覆する固体絶縁物と、

を備える固体絶縁形の真空開閉器において、

前記固体絶縁物の外表面を覆う接地層が設けられ、

前記固体絶縁物内において、前記可動導体と前記絶縁操作ロッドとの接続部の周囲を覆う導電性シールドが設けられ、

前記導電性シールドの先端部と前記操作器との間に隣接する前記固体絶縁物の厚さが、前記可動導体と前記絶縁操作ロッドとの前記接続部と、前記導電性シールドの前記先端部との間に隣接する前記固体絶縁物の厚さよりも小さいことを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

20

【請求項 6】

請求項 1 に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、

前記固定導体に接続される第 1 のブッシング導体と、

前記可動導体に接続される第 2 のブッシング導体と、

を備え、

前記第 1 のブッシング導体および前記第 2 のブッシング導体は前記固体絶縁物によって覆われることを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

30

【請求項 7】

固定電極および可動電極と、前記固定電極に接続される固定導体と、前記可動電極に接続される可動導体とを有する真空バルブと、

前記可動導体に機械的に接続される絶縁操作ロッドと、

前記絶縁操作ロッドを操作する操作器と、

前記真空バルブを被覆する固体絶縁物と、

を備える固体絶縁形の真空開閉器において、

前記固体絶縁物の外表面を覆う接地層が設けられ、

前記固体絶縁物内において、前記可動導体と前記絶縁操作ロッドとの接続部の周囲を覆う導電性シールドが設けられ、

前記固定導体に接続される第 1 のブッシング導体と、

前記可動導体に接続される第 2 のブッシング導体と、

を備え、

前記第 1 のブッシング導体および前記第 2 のブッシング導体は前記固体絶縁物によって覆われ、

40

50

前記固定導体または前記可動導体に接続される第3のブッシング導体を備え、
前記第3のブッシング導体は前記固体絶縁物によって覆われることを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

【請求項8】

請求項1に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、
前記固定導体および前記可動導体に接続される複数のブッシング導体を備え、
前記複数のブッシング導体は前記固体絶縁物で覆われ、
前記複数のブッシング導体は、前記可動電極および前記可動導体並びに前記絶縁操作ロッドの可動方向に垂直な方向に設けられることを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

【請求項9】

請求項8に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、
前記可動電極および前記可動導体並びに前記絶縁操作ロッドは同軸に連結されることを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

【請求項10】

請求項1に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、
前記固定導体および前記可動導体に接続される複数のブッシング導体を備え、
前記複数のブッシング導体は前記固体絶縁物で覆われ、
前記複数のブッシング導体は、前記真空開閉器の取り付け平面に平行な方向に突出することを特徴とする真空開閉器。

【請求項11】

請求項1に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、
前記固定導体および前記可動導体に接続される複数のブッシング導体を備え、
前記複数のブッシング導体は前記固体絶縁物で覆われ、
前記複数のブッシング導体は、前記真空開閉器の取り付け平面に垂直な方向に突出することを特徴とする真空開閉器。

【請求項12】

請求項1に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、
前記絶縁操作ロッドと、前記操作器の可動操作軸とが、同軸に連結されることを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

【請求項13】

請求項1に記載の固体絶縁形の真空開閉器において、
前記絶縁操作ロッドと、前記操作器の可動操作軸とが、リンク部を介して非同軸に連結されることを特徴とする固体絶縁形の真空開閉器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体絶縁形の真空開閉器に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道車両に搭載される開閉器は、鉄道車両の屋根上もしくは床下に配置される。そして空気抵抗の低減、トンネル通過時の車両高さ、屋根上もしくは床下スペースの制約等の観点から、開閉器の寸法、特に高さおよび幅寸法が制限される。

【0003】

小形化が可能な開閉器として、特許文献1および特許文献2に記載されるような、固体絶縁形の真空開閉器が知られている。

【0004】

特許文献1に記載の開閉器では、真空バルブと、可動操作軸と、可動操作軸の可動導体との接続部に近接して配置される接点加圧ばね機構と、接点加圧ばね機構を包囲する導電性箱を有し、真空バルブ、および電界緩和のための導電性箱が、絶縁体でモールドされている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 2 の開閉器では、真空バルブの周りに設けられる絶縁層の外周に接地層が設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 2 - 6 9 3 4 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 7 - 2 1 9 3 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 に記載の開閉器では、開閉器の周囲に他の機器を配置する場合に、絶縁距離を要するため、開閉器を含む各種機器の設置スペースが増大してしまう。

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 2 に記載の開閉器では、絶縁層の外周が接地されるため、周辺機器との絶縁距離は抑制できるが、真空バルブの可動導体に連結される絶縁操作ロッドや、絶縁操作ロッドに連結される操作器や、これらの周囲部における絶縁については配慮されていない。

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明は、周辺機器との絶縁距離を低減できるとともに、絶縁特性を向上できる固体絶縁形の真空開閉器を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記の課題を解決するため、本発明による固体絶縁形の真空開閉器は、固定電極および可動電極と、固定電極に接続される固定導体と、可動電極に接続される可動導体とを有する真空バルブと、可動導体に機械的に接続される絶縁操作ロッドと、絶縁操作ロッドを操作する操作器と、真空バルブを被覆する固体絶縁物と、を備えるものであって、固体絶縁物の外表面を覆う接地層が設けられ、固体絶縁物内において、可動導体と絶縁操作ロッドとの接続部の周囲を覆う導電性シールドが設けられ、さらに、次の第 1 ~ 4 の手段のいずれかを備えている。第 1 の手段として、導電性シールドは、固体絶縁物の内壁よりも接地層に近づけて配置される。第 2 の手段として、固体絶縁物の内壁と導電性シールドとの間の固体絶縁物の厚さが、接地層と導電性シールドとの間の固体絶縁物の厚さよりも大きい。第 3 の手段として、導電性シールドの先端部と操作器との間に隣接する固体絶縁物の厚さが、可動導体と絶縁操作ロッドとの接続部と、導電性シールドの先端部との間に隣接する固体絶縁物の厚さよりも小さい。第 4 の手段として、固定導体に接続される第 1 のブッシング導体と、可動導体に接続される第 2 のブッシング導体と、を備え、第 1 のブッシング導体および第 2 のブッシング導体は固体絶縁物によって覆われ、固定導体または可動導体に接続される第 3 のブッシング導体を備え、第 3 のブッシング導体は固体絶縁物によって覆われる。

30

【発明の効果】

40

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、真空開閉器と周辺機器との絶縁距離を低減できるとともに、真空開閉器の絶縁特性を向上できる。

【 0 0 1 2 】

上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】実施例 1 である真空開閉器が搭載される鉄道車両の車両編成の一例を示す。

【図 2】図 1 の鉄道車両のき電回路を示す。

50

【図3】実施例1である真空開閉器が搭載される鉄道車両の車両編成の他の例を示す。

【図4】図3の鉄道車両のき電回路を示す。

【図5】本発明の実施例1である真空開閉器の外観を示す。

【図6】実施例1の真空開閉器を、長手方向に沿って切断した場合の断面図である。

【図7】実施例1の真空開閉器にT型ケーブルヘッドを接続した状態を示す。

【図8】実施例2である真空開閉器を、長手方向に沿って切断した場合の断面図である。

【図9】実施例3である真空開閉器の外観を示す。

【図10】実施例4である真空開閉器の外観を示す。

【図11】実施例5である真空開閉器の外観を示す。

【図12】実施例6である真空開閉器の外観を示す。

10

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の一実施形態である真空開閉器は、表面が接地電位で覆われた固体絶縁形の真空開閉器であり、その長手方向を接地面に平行に、例えば長手方向が鉄道車両の屋根上面もしくは床面において車両進行方向に沿うように設置され、ケーブルを接続するブッシングが長手方向とは垂直の上下左右のいずれかに配置するとともに、操作機構ケースが開閉部である真空バルブと略直線上に配置される。これにより、設置状態における高さ寸法および幅寸法が抑えられる。また、表面が接地電位で覆われるので、真空開閉器と周辺機器との絶縁距離を低減できる。このため、周辺機器の設置スペースを削減できる。

【0015】

20

しかしながら、本発明者の検討によれば、真空開閉器の表面を接地電位で覆うと、真空開閉器内部に高電界となる箇所が生じてしまう。特に、絶縁操作ロッドの周囲は、固体絶縁樹脂などに比べて破壊電界が低い大気で覆われているので、高電界部が生じると絶縁性能が低下する恐れがある。

【0016】

そこで、本発明の一実施形態である真空開閉器では、絶縁操作ロッドの周囲を覆う導電性シールドが設けられ、またこの導電性シールドが表面接地層に近接させて配置される。これにより、表面接地層を設けながらも、開閉器内部における絶縁操作ロッドの周囲の空气中間の電界が緩和されるので、真空開閉器の絶縁特性が向上する。さらに、本発明者の検討によれば、これら表面接地層および導電性シールドによれば、導電性シールドだけ設けるよりも電界緩和効果が大きくなる。

30

【0017】

以下、本発明の実施形態について、下記の実施例1～6により、図面を用いながら説明する。なお、各図において、参照番号が同一のものは同一の構成要件あるいは類似の機能を備えた構成要件を示している。

【実施例1】

【0018】

まず、実施例1である真空開閉器が搭載される鉄道車両について、図1～4を用いて説明する。

【0019】

40

図1は、実施例1である真空開閉器が搭載される鉄道車両の車両編成の一例を示す。

【0020】

図1に示す鉄道車両は、8両編成(1st～8th car)で構成されている。これらの車両の屋根上には、高圧引き通しケーブルRC1, RC2, RC3, RC4, RC5が配置される。高圧引き通しケーブルRC3, RC5は、それぞれパンタグラフPG1, PG2に接続される。鉄道車両は、パンタグラフPG1, PG2によって、き電線(図示せず)から電力を受電し、受電した電力は、高圧引き通しケーブルRC1～RC5を介して、各車両に配電される。

【0021】

各ケーブルは、車両間において、屋根上に位置する直線ジョイントSJ1, SJ2, S

50

J 3 , S J 4 によって接続されるとともに、屋根上においてT分岐ジョイントT J 1 , T J 2 によって車両床下方向に分岐されている。ここで、T分岐ジョイントT J 1 および直線ジョイントS J 2 は、後述する真空開閉器に一体化され、T分岐ジョイントT J 2 および直線ジョイントS J 4 も真空開閉器に一体化されている。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、図 1 の鉄道車両のき電（饋電）回路を示す。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、二両目（ 2^{n d} car ）、四両目（ 4^{t h} car ）、六両目（ 6^{t h} car ）の床下（ Under Floor ）には、それぞれ受電用真空遮断器 V C B 1 , V C B 2 , V C B 3 が設けられるとともに、それぞれ主変圧器 T r 1 , T r 2 , T r 3 が設けられる。

10

【 0 0 2 4 】

二両目（ 2^{n d} car ）の高圧引き通しケーブル R C 1 は、床下に設けられる受電用真空遮断器 V C B 1 の 1 次側に直接接続され、受電用真空遮断器 V C B 1 の 2 次側は主変圧器 T r 1 の 1 次巻線に接続される。主変圧器 T r 1 の 2 次巻線は電動機に電力を供給し、3 次巻線はエアコンや照明などの補機へ電力を供給する。

【 0 0 2 5 】

四両目（ 4^{t h} car ）と六両目（ 6^{t h} car ）のT分岐ジョイントT J 1 , T J 2 で分岐される高圧引き通しケーブルはそれぞれ、床下に設けられる受電用真空遮断器 V C B 2 , V C B 3 の 1 次側に接続され、受電用真空遮断器 V C B 2 , V C B 3 の 2 次側はそれぞれ主変圧器 T r 2 , T r 3 の 1 次巻線に接続される。主変圧器 T r 2 , T r 3 の 2 次巻線は電動機に電力を供給し、3 次巻線は補機へ電力を供給する。

20

【 0 0 2 6 】

なお、電動機や補機へは、主変圧器から電力変換装置を介して電力を供給しても良い。

【 0 0 2 7 】

このように、受電用真空遮断器 V C B 1 , V C B 2 , V C B 3 、並びに主変圧器 T r 1 , T r 2 , T r 3 は、床下に配置されており、それ以外の電気機器（ R C 1 ~ 5 , S J 1 ~ 4 , P G 1 ~ 2 , T J 1 ~ 2 ）は屋根の上に配置されている。V C B 1 ~ 3 , T r 1 ~ 3 が床下に配置されるので、電気機器の据え付けや保守点検の際に、屋根上作業が低減される。また、屋根の上に電気機器を配置する場合、高さ方向でのスペースの制約が大きい

30

が、後述するように、本発明の実施例 1 によれば、真空開閉器の高さ方向の寸法を低減できるので、真空開閉器を容易に屋根上に設置できる。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、実施例 1 である真空開閉器が搭載される鉄道車両の車両編成の他の例を示す。また、図 4 は、図 3 の鉄道車両のき電回路を示す。

【 0 0 2 9 】

図 3、図 4 に示すように、本例においては、高圧引き通しケーブル R C 1 ~ 5、直線ジョイント S J 1 ~ 4、T分岐ジョイント T J 1 ~ 2 が床下（ Under Floor ）に設置される。また、パンタグラフ P G 1 , P G 2 から高圧ケーブルが車内に引き込まれ、それぞれ高圧引き通しケーブル R C 3 , R C 5 に接続される。このように電気機器を床下に設置する場合においても、設置スペースの制約が大きい

40

が、後述する実施例 1 によれば、真空開閉器を容易に床下に設置できる。

【 0 0 3 0 】

図 2 および図 4 に示すように、三両目（ 3^{r d} car ）の高圧引き通しケーブル R C 2 で地絡故障（ F a u l t ）が発生した場合には、外部からの指令により真空開閉器を動作させ、直線ジョイント S J 2 を自動で開放することで、地絡故障（ F a u l t ）の影響を受ける主変圧器 T r 1 およびそれに接続される電動機をき電回路から切り離す。このとき、地絡故障（ F a u l t ）の影響を受けない主変圧器 T r 2 , T r 3 はき電回路に接続されたままであるので、それらに接続される電動機を用いて鉄道車両の運転を続行することができる。

50

【0031】

なお、地絡故障の箇所に応じて、動作させる真空開閉器、すなわち、切り離しを行う直線ジョイント（S J 2またはS J 4）が適宜選択される。これにより、故障箇所を含む高電圧ケーブルと、健全な高電圧ケーブルとを、自動的に電氣的に分離することができる。

【0032】

次に、本発明の実施例1である真空開閉器について、図5～7を用いて説明する。なお、本実施例1の真空開閉器は、上述のように、鉄道車両に搭載される場合、T分岐ジョイント（T J 1，T J 2）と直線ジョイント（S J 2，S J 4）と一体化される。

【0033】

図5は、本発明の実施例1である真空開閉器の外観を示す。図5中の破線は、内部構造を示す。なお、図5は、真空開閉器を、鉄道車両に設置された状態における、平面図である（図6，7も同様）。従って、真空開閉器の長手方向が鉄道車両の長手方向に沿っている。

10

【0034】

図5に示すように、本実施例1の真空開閉器は、ステー83A～83Cを介してベース81に固定された状態で、鉄道車両に搭載される。

【0035】

図6は、実施例1の真空開閉器を、長手方向に沿って切断した場合の断面図である。なお、切断平面は、後述する可動電極5a、気中絶縁操作ロッド20の中心軸を含む平面である。

20

【0036】

図6に示すように、本実施例1の真空開閉器は、固定電極3aと、固定電極3aに対して接触または解離する可動電極5aと、固定電極3aおよび可動電極5aの周囲を覆うアークシールド6と、アークシールド6を支持する外側容器の一部を構成する円筒形状のセラミック絶縁筒7と、ペローズ2とを主要部として構成される真空バルブ1を備えている。

【0037】

真空バルブ1の外側容器は、セラミック絶縁筒7の両端を端板で覆って構成され、内部が真空状態に維持されている。固定電極3aは、固定導体3bに接続されており、固定導体3bは真空バルブ1の外に引き出され、固定導体3b側のプッシング導体12Aと電氣的に接続される。可動電極5aは、可動導体5bに接続されており、可動導体5bは真空バルブ1の外に引き出され、可動導体5b側のプッシング導体12B，12Cと電氣的に接続される。

30

【0038】

真空バルブ1と、固定導体3b側のプッシング導体12Aと、可動導体5b側のプッシング導体12B，12Cは、エポキシ樹脂などからなる固体絶縁物21でモールドされて被覆される。また、固体絶縁物21の表面は、接地層23で覆われる。接地層23には接地電位が与えられる。なお、接地層23は、金属溶射や、導電性塗料の塗布などによって形成される。各プッシング導体の外気側の先端部は固体絶縁物21によってはモールドされず導体部が露出している。これら先端部は、後述するT型ケーブルヘッド（図7）との接続部10A，10B，10Cを構成する。

40

【0039】

真空バルブ1の可動側では、可動導体5bと可動側の端板の間にペローズ2が配置されている。このペローズによって、真空バルブ1の真空状態を維持したまま可動導体5bが可動になる。また、真空バルブ1の可動側には、気中絶縁操作ロッド20を操作する電磁操作器30が設けられている。電磁操作器30の可動操作軸は、操作リンク部31を介して気中絶縁操作ロッド20に同軸に接続される。電磁操作器30、操作リンク部31、電磁操作器30に接続される気中絶縁操作ロッド20の端部は、固体絶縁物21による略円筒状のモールド部に同軸に接する機構ケース82内に格納される。従って、真空開閉器において、電磁操作器30は、気中絶縁操作ロッド20と同軸に配置される。

50

【 0 0 4 0 】

電磁操作器 3 0 においては、例えばバネに永久磁石と電磁石を組み合わせ、電磁石を構成するコイルへの通電を ON / OFF することで駆動力を発生させる。なお、本実施例における電磁操作器 3 0 の構成は公知であり、電磁操作器 3 0 の詳細な説明は省略する。

【 0 0 4 1 】

この電磁操作器 3 0 で、気中絶縁操作ロッド 2 0 と可動導体 5 b を金属アダプタ 2 4 で一体かつ同軸に連結した、いわば可動電極 5 a の駆動軸を操作することで、真空バルブ 1 と電磁操作器 3 0 の間に十分な絶縁距離を確保しながら、可動電極 5 a を、固定電極 3 a に接触させたり、固定電極 3 a から離したりすることができる。さらに、可動導体 5 b とブッシング導体 1 2 B , 1 2 C の間に、可動導体 5 b とともに動く、金属アダプタ 2 4 、および金属アダプタ 2 4 とブッシング導体を電氣的に接続する可撓性導体 2 7 を介在させることで、通電性および可動性が確保される。

10

【 0 0 4 2 】

さらに、本実施例 1 においては、図 6 に示すように、導電性シールド 1 3 が、固体絶縁物 2 1 内において、気中絶縁操作ロッド 2 0 の可動導体 5 b 側の先端部と可動導体 5 b との接続部分の外周を覆うように設けられる。導電性シールド 1 3 は、ブッシング導体 1 2 B , 1 2 C や可撓性導体 2 7 を介して可動導体 5 b と電氣的に接続されている。また、導電性シールド 1 3 の可動導体 5 b 側の端部は、可動導体 5 b 側のブッシング導体 1 2 B および 1 2 C に接触して電氣的に接続される。

20

【 0 0 4 3 】

導電性シールド 1 3 は、固体絶縁物 2 1 内において、可動導体 5 b 側のブッシング導体 1 2 B および 1 2 C との接触部から、電磁操作器 3 0 に向って延びている。これにより、導電性シールド 1 3 は、気中絶縁操作ロッド 2 0 と可動導体 5 b との接続部分である、金属アダプタ 2 4 、ハウジング 2 5 、軸受 2 6 および可撓性導体 2 7 の周囲、すなわち気中絶縁操作ロッド 2 0 と可動導体 5 b との接続部における導体部分の周囲を覆うと共に、金属アダプタ 2 4 との接続部から電磁操作器 3 0 に向って延びる気中絶縁操作ロッド 2 0 の気中露出部の周囲を覆う。

【 0 0 4 4 】

なお、導電性シールド 1 3 は、金属や導電性ゴム等の導電性材料から構成される。

【 0 0 4 5 】

このような導電性シールド 1 3 および前述の接地層 2 3 によれば、ブッシング導体 1 2 B , 1 2 C を介して導電性シールド 1 3 に高電圧が印加されると、電界は導電性シールド 1 3 と接地層 2 3 の間の固体絶縁物 2 1 内に集中し、気中絶縁操作ロッド 2 0 と可動導体 5 b との接続部における導体部分の周囲の気中においては電界集中が緩和される。さらに、導電性シールド 1 3 と接地層 2 3 の間や、導電性シールド 1 3 の電磁操作器 3 0 側の端部における電界集中領域は、気中より絶縁耐力の高い固体絶縁物 2 1 で覆われている。これらにより、接地層 2 3 を設けながらも、真空開閉器の絶縁特性が向上する。従って、本実施例 1 によれば、周辺機器との絶縁距離を低減できるとともに、真空開閉器の絶縁特性が向上する。

30

【 0 0 4 6 】

なお、導電性シールド 1 3 の先端部に近い固体絶縁物内壁 2 2 は気中に接しているため、絶縁弱点部となる恐れが有る。そこで、本実施例 1 においては、図 6 中において破線で囲む A 部が示すように、固体絶縁物内壁 2 2 と導電性シールド 1 3 との間の固体絶縁物 2 1 の厚さ b が、接地層 2 3 と導電性シールド 1 3 との間の固体絶縁物 2 1 の厚さ a よりも大きくする ($b > a$)。これにより、導電性シールド 1 3 は、固体絶縁物 2 1 内において、固体絶縁物内壁 2 2 よりも、固体絶縁物 2 1 の外表面すなわち接地層 2 3 に近いところに配置される。すなわち、導電性シールド 1 3 が、固体絶縁物 2 1 内において、固体絶縁物内壁 2 2 から離すように、もしくは固体絶縁物 2 1 の外表面に近づくように配置されるとともに、固体絶縁物内壁 2 2 と導電性シールド 1 3 との間の固体絶縁物 2 1 の厚さを増加できる。このため、固体絶縁物内壁 2 2 における電界強度を低減できる。なお、厚さ a

40

50

は、導電性シールド 1 3 と接地層 2 3 の間における電界によって固体絶縁物 2 1 が絶縁劣化を起こさない電界強度が得られるような大きさに設定される。

【 0 0 4 7 】

また、本実施例 1 においては、導電性シールド 1 3 の電磁操作器 3 0 側の先端部が、固体絶縁物 2 1 内において、接地層 2 3 に向かって曲がっている。これにより、この先端部が、隣接する固体絶縁物内壁 2 2 から離れるので、電界集中が起きやすいこの固体絶縁物内壁 2 2 において電界集中を緩和できる。

【 0 0 4 8 】

さらに、導電性シールド 1 3 の先端部に隣接する固体絶縁物内壁 2 2 は、真空開閉器内の気中側に向かって凸になる曲面である内壁表面を有する。より具体的には、固体絶縁物内壁 2 2 は、気中絶縁操作ロッド 2 0 と可動導体 5 b との接続部に隣接する部分から導電性シールド 1 3 の先端部に隣接する部分までは内径が略一定の円筒状の第 1 の内壁面を有し、導電性シールド 1 3 の先端部に隣接する部分において、気中側に向かって凸になる曲面を有し、導電性シールド 1 3 の先端部に隣接する部分から電磁操作器 3 0 に向かって延びる部分において、第 1 の内壁面よりも大きな内径を有する内径が略一定の円筒状の第 2 の内壁面を有する。そして、第 1 の内壁面と、気中側に向かって凸になる曲面である内壁表面と、第 2 の内壁面は滑らかに連続している。

【 0 0 4 9 】

なお、第 1 の内壁面に隣接する固体絶縁物 2 1 の総厚みと第 2 の内壁面に隣接する固体絶縁物 2 1 の総厚みは、ほぼ等しく、例えば、図 6 中の A 部における厚さ寸法 a , b および導電性シールド 1 3 の厚さを合わせた厚さ、あるいは厚さ寸法 a , b を合わせた厚さに設定される。これにより、真空開閉器の機械的強度および絶縁性能が向上する。

【 0 0 5 0 】

なお、本実施例 1 では、固体絶縁物 2 1 の総厚みの設定に伴い、固体絶縁物 2 1 において外気に接触する外表面すなわち接地層 2 3 の外表面は、気中絶縁操作ロッド 2 0 と可動導体 5 b との接続部に隣接する部分から導電性シールド 1 3 の先端部に隣接する部分までは外径が略一定の円筒状の第 1 の外表面を有し、導電性シールド 1 3 の先端部に隣接する部分において、外気側に向かって凸になる曲面を有し、導電性シールド 1 3 の先端部に隣接する部分から電磁操作器 3 0 に向かって延びる部分において、第 1 の外表面よりも大きな外径を有する外径が略一定の円筒状の第 2 の外表面を有する。そして、第 1 の外表面と、外気側に向かって凸になる曲面である外表面と、第 2 の外表面は滑らかに連続している。すなわち、固体絶縁物 2 1 および接地層 2 3 の外表面の形状は、固体絶縁物 2 1 の内壁表面と同様の形状を有する。

【 0 0 5 1 】

このような固体絶縁物内壁の形状により、並びに、本形状に伴い導電性シールド 1 3 の電磁操作器 3 0 側の先端部に隣接する固体絶縁物 2 1 における固体絶縁物内壁 2 2 と導電性シールド 1 3 との間の厚さを増加することができることにより、導電性シールドの先端部に隣接する固体絶縁物内壁 2 2 において電界集中を緩和できる。

【 0 0 5 2 】

なお、上述のように、図 6 中に A 部が示す固体絶縁物 2 1 の厚さ a , b を $a < b$ となるように設定して、導電性シールド 1 3 が、固体絶縁物 2 1 の外表面に近いところに配置されることにより、真空開閉器の放熱性が向上する。

【 0 0 5 3 】

図 6 に示すように、本実施例 1 の真空開閉器では、可動電極 5 a 、可動導体 5 b 、金属アダプタ 2 4 、気中絶縁操作ロッド 2 0 を同軸に一体化した可動電極 5 a の駆動軸の動作方向を規制し、かつ摺動の滑らかさを高めるために、ガイド 8 および軸受 2 6 が設けられている。ガイド 8 は、可動電極 5 a の駆動軸を構成する可動導体 5 b を軸支する。また、ハウジング 2 5 に保持される軸受 2 6 は、可動電極 5 a の駆動軸を構成する金属アダプタ 2 4 を軸支する。このように、ガイド 8 と軸受 2 6 の二つの構成部品で軸支することで、同軸に一体化される可動導体 5 b 、金属アダプタ 2 4 および気中絶縁操作ロッド 2 0 の芯

10

20

30

40

50

出し精度が向上するので、摺動の滑らかさが向上する。なお、本実施例 1 では、ガイド 8 と軸受 26 が、短管の一端にフランジを設けた形状を有するが、この形状に限らず、他の形状でも良い。

【0054】

本実施例 1 では、真空開閉器内において、気中絶縁操作ロッド 20 の周囲の空間や、気中絶縁操作ロッド 20 と可動導体 5b との接続部の周囲の空間は、気中であり、雰囲気気体は大気であるが、これに限らず、乾燥空気や SF6 ガスなどの絶縁ガスでも良い。これにより、真空開閉器の絶縁性能が向上する。なお、この場合、固体絶縁物 21 の電磁操作器 30 側の開口部と、これに接する機構ケース 82 の開口部との間をシール材などの封止手段によって封止して、真空開閉器内部に絶縁ガスが封入する。

10

【0055】

図 7 は、本実施例 1 の真空開閉器に T 型ケーブルヘッド 40A, 40B, 40C を接続した状態を示す。

【0056】

ケーブル 42A, 42B, 42C の先端部に、それぞれ接続される T 型ケーブルヘッド 40A, 40B, 40C 内の導体部が、それぞれブッシング導体 12A, 12B, 12C の先端部にボルト締結される。この導体部は、T 字状の絶縁樹脂内に収納される。T 字の頭部は、ブッシング部との嵌合および導体部ボルト締結のために中空部を有するとともに頭部両端が開口している。ボルト締結部側の開口部は、絶縁栓 (41A, 41B, 41C) によって塞がれるので、ブッシング導体と T 型ケーブルヘッドの接続部は、絶縁体で覆われ、外部に露出しない。

20

【0057】

図 7 に示すように、本実施例 1 の真空開閉器では、真空バルブ 1、気中絶縁操作ロッド 20 および電磁操作器 30 が、真空開閉器の長手方向に沿って、同軸に、かつ略一直線上に配置される。また、ブッシング導体 12A, 12B, 12C は、真空開閉器の長手方向に対して垂直な方向、すなわち可動電極 5a、可動導体 5b 並びに気中絶縁操作ロッド 20 の可動方向に垂直な方向、かつベース 81 における真空開閉器を固定する平面に対して平行な方向に突出している。これにより、ケーブルを接続したときに、電磁操作器 30 と T 型ケーブルヘッド 40A, 40B, 40C が干渉しないため、ケーブル接続後における真空開閉器の高さ寸法および幅寸法を低減できる。

30

【0058】

上述のように、本実施例 1 によれば、真空開閉器の構成部分をモールドする固体絶縁物 21 の表面を接地層 23 で覆うとともに、固体絶縁物内において、気中絶縁操作ロッド 20 と可動導体 5b との接続部の周囲を覆うように導電性シールド 13 を設けることにより、接地層 23 を設けながらも、真空開閉器の絶縁性能を向上できる。また、ケーブル接続後の真空開閉器の高さ寸法および幅寸法を低減できるため、鉄道車両などにおける真空開閉器の設置場所の自由度を高めることができる。また、真空開閉器の表面が接地層 23 で覆われていることにより、真空開閉器と周辺機器との間の絶縁距離を低減できるので、真空開閉器と周辺機器とを合わせた総設置スペースを低減できる。

【実施例 2】

40

【0059】

図 8 は、本発明の実施例 2 である真空開閉器を、長手方向に沿って切断した場合の断面図である。以下、主に、実施例 1 と異なる点について説明する。

【0060】

まず、本実施例 2 については、実施例 1 と同様に、固体絶縁物内壁 22 は、気中絶縁操作ロッド 20 と可動導体 5b との接続部に隣接する部分から導電性シールド 13 の先端部に隣接する部分までは内径が略一定の円筒状の第 1 の内壁面を有し、導電性シールド 13 の先端部に隣接する部分において、気中側に向かって凸になる曲面を有し、導電性シールド 13 の先端部に隣接する部分から電磁操作器 30 に向かって延びる部分において、第 1 の内壁面よりも大きな内径を有する内径が略一定の円筒状の第 2 の内壁面を有する。そして、

50

第1の内壁面と、気中側に向って凸になる曲面である内壁表面と、第2の内壁面は滑らかに連続している。

【0061】

本実施例2においては、実施例1と異なり、第2の内壁面に隣接する固体絶縁物21の総厚みは、第1の内壁面に隣接する固体絶縁物21の総厚みよりも小さい。すなわち、第2の内壁面に隣接する固体絶縁物21の総厚みは、例えば、図6中のA部における厚さ寸法a、bおよび導電性シールド13の厚さを合わせた厚さ、あるいは厚さ寸法a、bを合わせた厚さよりも小さな厚さに設定される。

【0062】

すなわち、本実施例2においては、固体絶縁物21において、電界が集中し易い導電性シールド13の先端部に隣接する部分から電磁操作器30側に離れた部分、すなわち導電性シールド13の先端部に隣接する部分よりも電界強度が低くなる部分における固体絶縁物21の厚さが低減される。これにより、真空開閉器の絶縁性能に影響することなく、固体絶縁物21の重量を低減されるので、真空開閉器を軽量化できる。

【実施例3】

【0063】

図9は、本発明の実施例3である真空開閉器の外観を示す。図9中の破線は、内部構造を示す。なお、図9は、真空開閉器を、鉄道車両に設置された状態における、平面図である。従って、真空開閉器の長手方向が鉄道車両の長手方向に沿っている。以下、主に、実施例1と異なる点について説明する。

【0064】

本実施例3では、実施例1と異なり、可動導体5b側において、一個のみのブッシング導体12Bが設けられる。すなわち、本実施例3の真空開閉器は、直線ジョイントおよびT型ジョイントとしての機能の内、ブッシング導体12Aに接続されるケーブル(図7の42Aに相当)とブッシング導体12Bに接続されるケーブル(図7の42Bに相当)を接続する直線ジョイントとしての機能のみを有する。

【0065】

本実施例3によれば、鉄道車両のように、ケーブルの分岐を有する箇所とケーブルの分岐を有さない箇所がある場合に、ケーブルの分岐を有さない箇所において、直線ジョイントと一体化される真空開閉器の絶縁性能を向上できるとともに、真空開閉器と周辺機器との間の絶縁距離を低減できる。また、ケーブル接続後の真空開閉器の高さ寸法および幅寸法を低減できる。

【実施例4】

【0066】

図10は、本発明の実施例4である真空開閉器の外観を示す。図10中の破線は、内部構造を示す。なお、図10は、真空開閉器を、鉄道車両に設置された状態における、平面図である。従って、真空開閉器の長手方向が鉄道車両の長手方向に沿っている。以下、主に、実施例1と異なる点について説明する。

【0067】

本実施例4では、実施例1と同様に、可動電極5a側に2個のブッシング導体12B、12Cが設けられるが、実施例1と異なり、固定電極3a側にも2個のブッシング導体12A、12Dが設けられる。これにより、本実施例3の真空開閉器は、ブッシング導体12Aに接続されるケーブル(図7の42Aに相当)とブッシング導体12Bに接続されるケーブル(図7の42Bに相当)を接続する直線ジョイントとしての機能と、ブッシング導体12Cに接続されるケーブル(図7の42Cに相当)を可動電極5a側で分岐するT型ジョイントとしての機能と、ブッシング導体12Dに接続されるケーブルを固定側で分岐するT型ジョイントとしての機能を有する。

【0068】

本実施例では、可動電極5a側に加え、固定電極3a側でもケーブルを分岐することが可能になるため、き電回路の回路構成の自由度を拡大できる。

10

20

30

40

50

【実施例 5】

【0069】

図11は、本発明の実施例5である真空開閉器の外観を示す。図11中の破線は、内部構造を示す。なお、図11は、真空開閉器を、鉄道車両に設置された状態における、長手方向に沿った側面図である。なお、真空開閉器の長手方向が鉄道車両の長手方向に沿っている。以下、主に、実施例1と異なる点について説明する。

【0070】

本実施例5においては、図11に示すように、気中絶縁操作ロッド20と電磁操作器30は同軸には配置されず、真空開閉器の設置状態において、ベース81からの高さを気中絶縁操作ロッド20と、電磁操作器30の可動操作軸とで異ならしめる。気中絶縁操作ロッド20と、電磁操作器30の可動操作軸とは、操作リンク部31のほか、リンク84を介して接続される。すなわち、気中絶縁操作ロッド20と、電磁操作器30の可動操作軸とは、リンク84を介して、非同軸に連結される。これにより、電磁操作器のストロークと気中絶縁操作ロッド20のストロークを異ならしめることができ、両者の設定の自由度が拡大する。従って、ストローク調整の作業性が向上する。また、リンク84に挺子として動作する機構を備えることにより、電磁操作器30の出力を低減できる。これにより、電磁操作器30を小型化できる。従って、電磁操作器30を機構ケース82に収納できる。

10

【実施例 6】

【0071】

図12は、本発明の実施例6である真空開閉器の外観を示す。図12中の破線は、内部構造を示す。なお、図12は、真空開閉器を、鉄道車両の屋根上に設置された状態における、長手方向に沿った側面図である。真空開閉器の長手方向が鉄道車両の長手方向に沿っている。また、図12は、真空開閉器にT型ケーブルヘッドを接続した状態を示す。以下、主に、実施例1と異なる点について説明する。

20

【0072】

図12に示すように、本実施例6では、真空開閉器のベース81が車両屋根86の上に設置される。また、固定導体3b側の2個のブッシング導体12A, 12Dと可動導体5b側のブッシング導体12Cが、真空開閉器の長手方向に対して垂直な方向、かつベース81の平面に対して垂直方向に設けられる。すなわち、ブッシング導体12A, 12C, 12Dは、真空開閉器の取り付け平面に垂直な方向に突出する。これにより、ブッシング導体12Aは車両屋根86の下の車内側に突き出され、ブッシング導体12Aに接続されるケーブルを車両屋根86の下で引き回すことができる。

30

【0073】

なお、本実施例6のブッシング導体の構成（固定導体側2個、可動導体側1個）によっても（実施例1では、固定導体側1個、可動導体側2個）、真空開閉器は、直線ジョイント機能とT分岐ジョイントの機能を有することができる。

【0074】

なお、ベース81の取り付け場所は、本実施例6のような車両屋根86の上に限らず、車両屋根下、車両床上、車両床下などでもよい。いずれの場合も、ベース81に対して真空開閉器が位置する側とは反対側において、ブッシング導体12Aが突き出され、ケーブルを引き回すことが可能となる。従って、真空開閉器の配置の自由度が拡大する。

40

【0075】

なお、本発明は前述した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、前述した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置き換えをすることが可能である。

【0076】

例えば、本発明による真空開閉器は、鉄道車両用に限らず、各種の受電設備や配電設備に適用できる。また、本発明による真空開閉器は、その長手方向が、設置場所の水平面に

50

対して垂直方向になるように、設置されても良い。

【符号の説明】

【 0 0 7 7 】

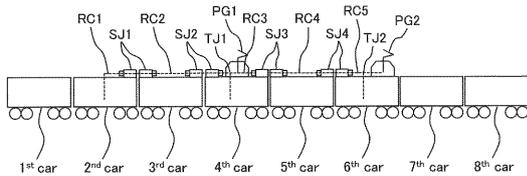
- PG 1 , PG 2 パンタグラフ、
- RC 1 , RC 2 , RC 3 , RC 4 , RC 5 高圧引き通しケーブル、
- SJ 1 , SJ 2 , SJ 3 , SJ 4 直線ジョイント、
- TJ 1 , TJ 2 T分岐ジョイント、
- Tr 1 , Tr 2 , Tr 3 主変圧器、
- VCB 1 , VCB 2 , VCB 3 受電用真空遮断器、
- 1 真空バルブ、 2 ペローズ、 3 a 固定電極、 3 b 固定導体、
- 5 a 可動電極、 5 b 可動導体、 6 アークシールド、
- 7 セラミック絶縁筒、 8 ガイド、
- 10 A , 10 B , 10 C , 10 D 接続部、
- 1 2 , 1 2 A , 1 2 B , 1 2 C , 1 2 D ブッシング導体、
- 1 3 導電性シールド、 2 0 気中絶縁操作ロッド、 2 1 固体絶縁物、
- 2 2 固体絶縁物内壁、 2 3 接地層、 2 4 金属アダプタ、
- 2 5 ハウジング、 2 6 軸受、 2 7 可撓性導体、
- 3 0 電磁操作器、 3 1 操作リンク部、
- 4 0 A , 4 0 B , 4 0 C , 4 0 D T型ケーブルヘッド、
- 4 1 A , 4 1 B , 4 1 C , 4 1 D 絶縁栓、
- 4 2 A , 4 2 B , 4 2 C , 4 2 D ケーブル、
- 8 1 ベース、 8 2 機構ケース、 8 3 A , 8 3 B , 8 3 C ステー、
- 8 4 リンク、 8 6 車両屋根

10

20

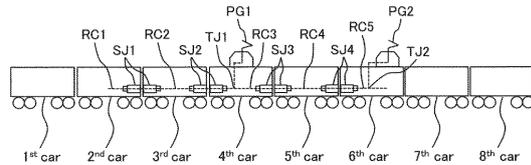
【 図 1 】

図 1



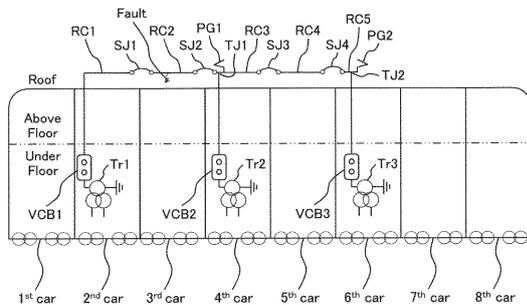
【 図 3 】

図 3



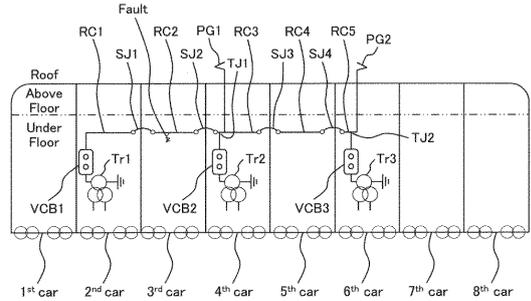
【 図 2 】

図 2



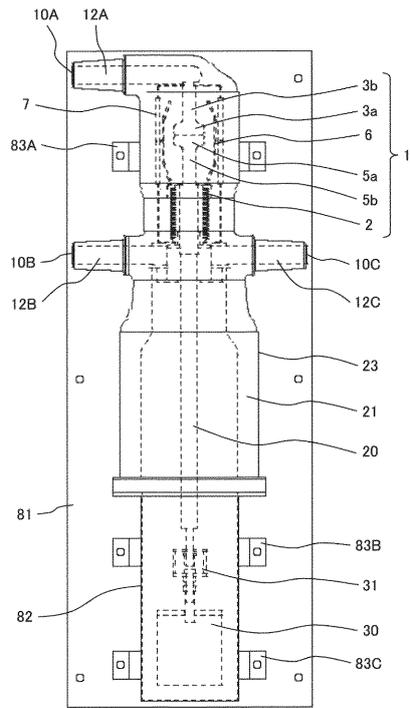
【 図 4 】

図 4



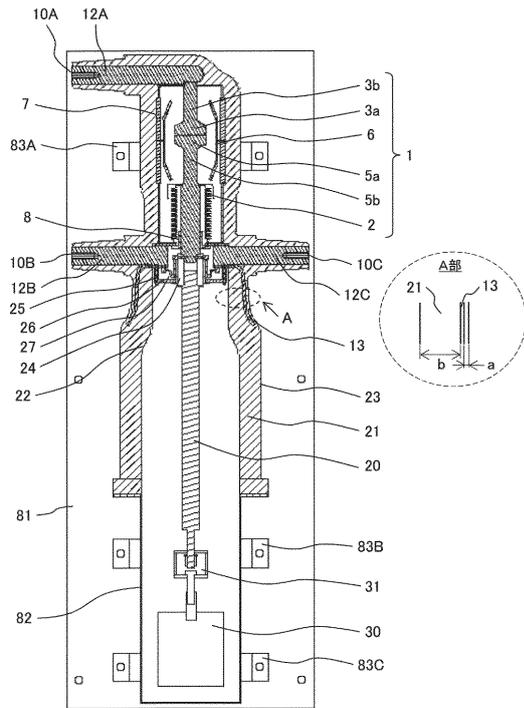
【 図 5 】

図 5



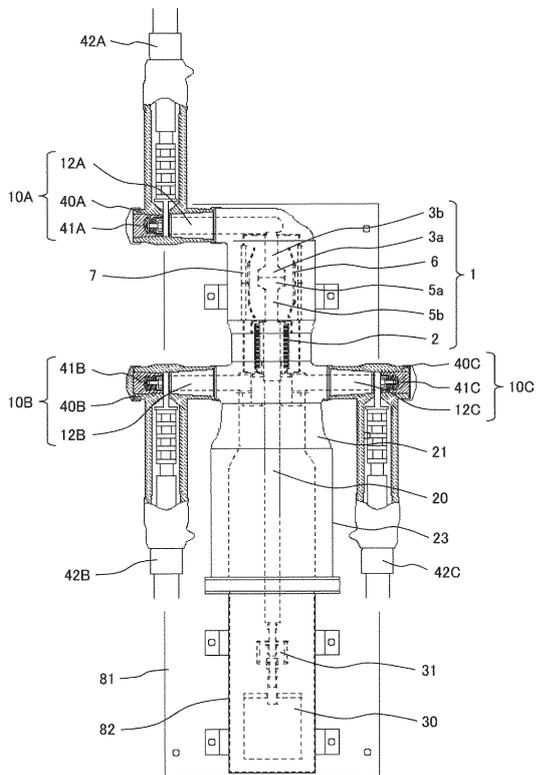
【 図 6 】

図 6



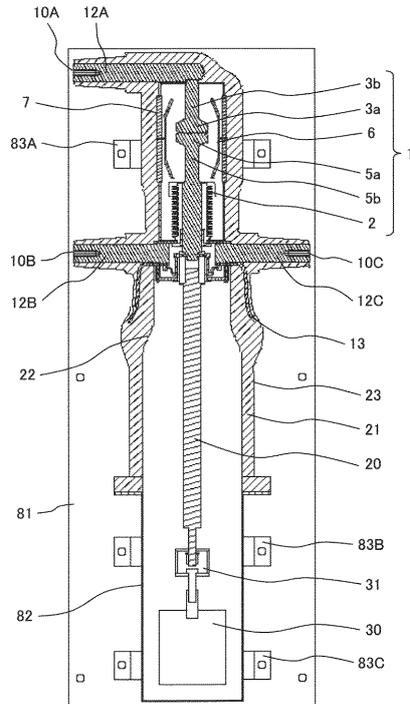
【 図 7 】

図 7



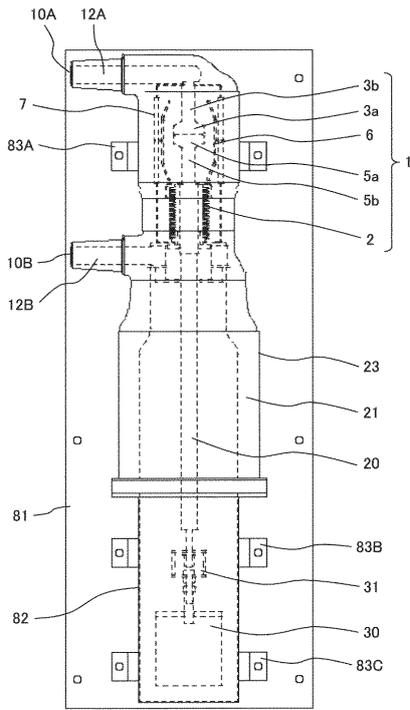
【 図 8 】

図 8



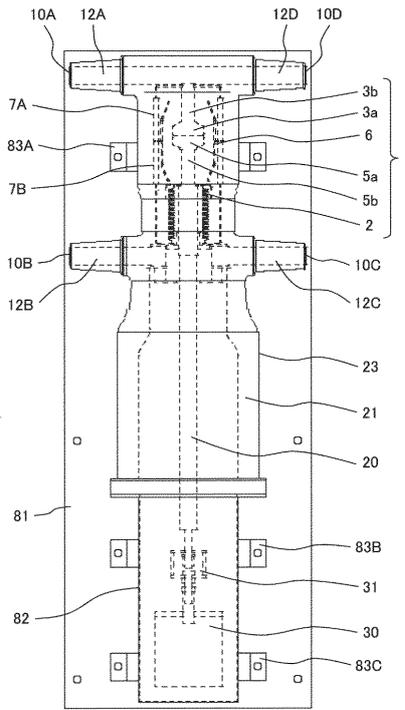
【 図 9 】

図 9



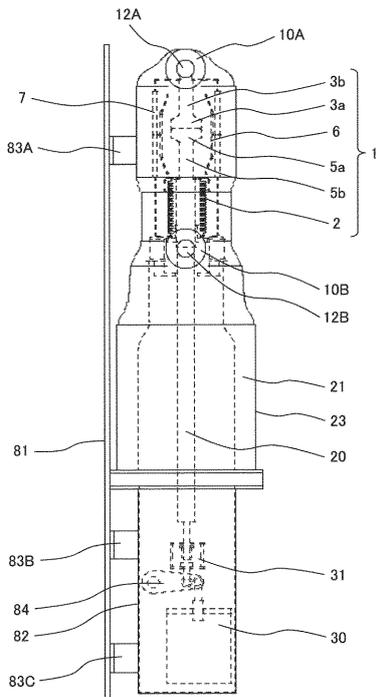
【 図 10 】

図 10



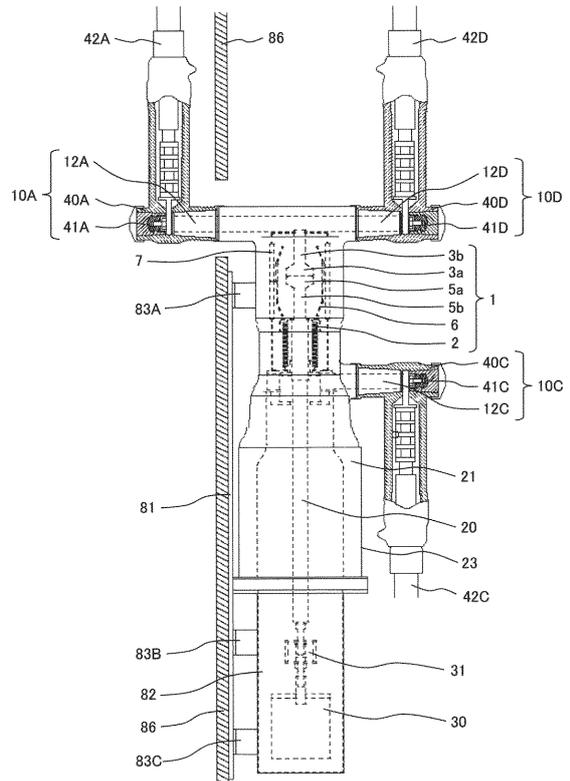
【 図 11 】

図 11



【 図 12 】

図 12



フロントページの続き

- (72)発明者 田村 幸三
東京都千代田区神田練堀町3番地 株式会社日立産機システム内
- (72)発明者 田井 裕己
東京都千代田区神田練堀町3番地 株式会社日立産機システム内

審査官 関 信之

- (56)参考文献 特開2003-111225(JP,A)
国際公開第2012/063501(WO,A1)
特開2002-320305(JP,A)
特開2016-092871(JP,A)
国際公開第2015/178072(WO,A1)
特開2013-048024(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H01H | 33/662 |
| H01H | 33/66 |