

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年7月30日(30.07.2020)



(10) 国際公開番号

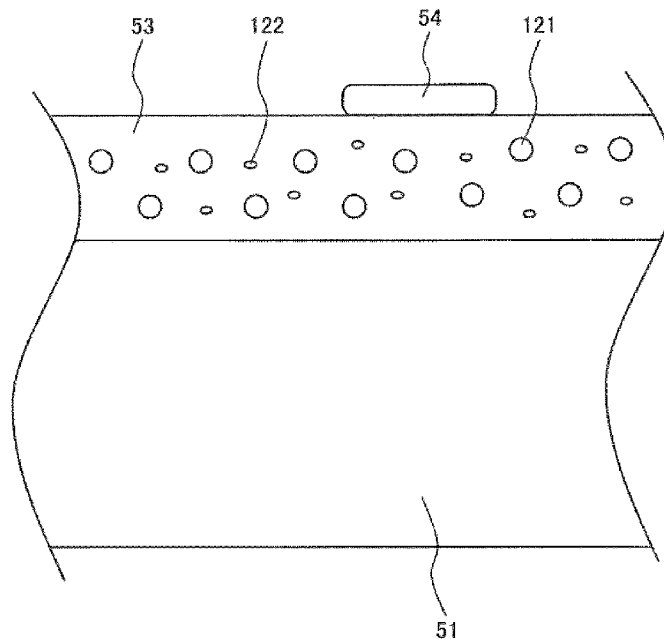
WO 2020/152952 A1

- (51) 国際特許分類:
H02B 13/035 (2006.01) *H02B 13/055* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044297
- (22) 国際出願日: 2019年11月12日(12.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-008385 2019年1月22日(22.01.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 額賀 淳(NUKAGA Jun); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 細野 喬文(HOSONO Takafumi); 〒1008280 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目13番11号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: GAS INSULATED SWITCHGEAR AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: ガス絶縁開閉装置及びその製造方法

図 2



(57) Abstract: Provided is a gas insulated switchgear comprising a grounded tank, and a high-voltage conductor installed inside the tank and insulated from the tank, wherein: a resin layer having a configuration in which a plurality of types of non-linear resistance materials are mixed with resin is formed on the inner surface of the tank; and a first non-linear resistance material, which is at least one type of non-linear resistance material among the plurality of types of non-linear resistance materials, has a higher operating electric field and a higher slope of a non-linear characteristic curve in the range



WO 2020/152952 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of an electric field higher than the operating electric field than a second non-linear resistance material, which is at least one other type of non-linear resistance material among the plurality of types of non-linear resistance materials. As a result, it is possible to reliably suppress the floating of the metallic foreign matter generated inside the gas insulated switchgear and adhering to the inner surface of the tank, and to maintain a high dielectric strength.

(57) 要約 : 接地されているタンクと、タンクの内部に設置されタンクとは絶縁されている高電圧導体と、を有するガス絶縁開閉装置において、タンクの内面には、樹脂に複数種類の非線形抵抗材が混合された構成を有する樹脂層が形成され、複数種類の非線形抵抗材のうち少なくとも一種類の非線形抵抗材である第一の非線形抵抗材は、複数種類の非線形抵抗材のうち少なくとも一種類の他の非線形抵抗材である第二の非線形抵抗材よりも、動作電界が高く、かつ、動作電界より高い電界の範囲で非線形特性曲線の傾きが大きくする。これにより、ガス絶縁開閉装置の内部に発生しタンクの内面に付着する金属異物の浮上を確実に抑制し、高い絶縁耐力を維持することができる。

明 細 書

発明の名称： ガス絶縁開閉装置及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ガス絶縁開閉装置及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] ガス絶縁開閉装置は、受電用断路器、遮断器、母線用断路器等の主回路機器が、六フッ化硫黄（SF₆）などの絶縁性ガスを封入した密閉容器内に收容されている。各機器間は、主回路導体により接続されている。主回路導体は、容器内に設置した絶縁物によりガス中で支持され、接地電位である密閉容器との間で絶縁を保持している。

[0003] 受電用のガス絶縁開閉装置においては、電力ケーブルあるいは架空線により電力系統から電力を引き込み、受電用断路器－遮断器－母線用断路器を経由して母線に給電する。また、給電用のガス絶縁開閉装置の場合は、母線から受電し、母線用断路器－遮断器－給電用断路器を経由して負荷に接続した電力ケーブルあるいは架空線に給電する。三相分を一回線とした1ベイを構成するガス絶縁開閉装置と、隣接する1ベイを構成するガス絶縁開閉装置との間は、母線により電氣的に接続される。

[0004] 絶縁性ガスを封入した密閉容器と、密閉容器の内部に收容された主回路導体と、を有するガス絶縁開閉装置においては、密閉容器の内面に、非線形抵抗材を含む樹脂層を形成することにより、密閉容器の内部で発生する金属異物の周辺に高電界が発生し、金属異物が浮上する、という問題を解決することが検討されている。

[0005] 特許文献1には、絶縁ガスが充填された接地タンクと、接地タンクの内部に配置された中心導体と、接地タンクの下側の内表面に配置され、絶縁材料に非線形抵抗材料が含有されてなる非線形抵抗部と、を有し、非線形抵抗部は、接地タンク側と比較して中心導体側により多くの非線形抵抗材料を含有する、ガス絶縁開閉装置が開示されている。この文献には、上記の構成によ

り、接地タンク内に混入した金属異物の周辺の部分放電を抑制しつつ、接地タンクから金属異物への電荷流入も抑制できる、という効果を奏すると記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2015/136753号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ガス絶縁開閉装置の密閉容器の内部で発生する金属異物の周辺における高電界、及び金属異物の浮上は、密閉容器の内部におけるコロナ放電やストリーマ放電の発生、絶縁耐力の低下等につながる。

[0008] 特許文献1においては、非線形抵抗材料の種類により異なる電界－導電率特性については、十分には検討されていない。

[0009] 非線形性が現れる電界が低い材料は、導電率の上昇率がなだらかで、高電界領域の緩和効果が小さく、部分放電が発生しやすい。また、導電率の上昇率が急峻な材料は、非線形性が現れる電界が比較的高く、低電界時の緩和効果が小さいため、部分放電の抑制のばらつきが大きくなる。

[0010] 本発明の目的は、ガス絶縁開閉装置の内部に発生しタンクの内面に付着する金属異物の浮上を確実に抑制し、高い絶縁耐力を維持することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明のガス絶縁開閉装置は、接地されているタンクと、タンクの内部に設置されタンクとは絶縁されている高電圧導体と、を有し、タンクの内面には、樹脂に複数種類の非線形抵抗材が混合された構成を有する樹脂層が形成され、複数種類の非線形抵抗材のうち少なくとも一種類の非線形抵抗材である第一の非線形抵抗材は、複数種類の非線形抵抗材のうち少なくとも一種類の他の非線形抵抗材である第二の非線形抵抗材よりも、動作電界が高く、かつ、動作電界より高い電界の範囲で非線形特性曲線の傾きが大きい。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ガス絶縁開閉装置の内部に発生したタンクの内面に付着する金属異物の浮上を確実に抑制し、高い絶縁耐力を維持することができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明のガス絶縁開閉装置の全体構成を示す部分断面図である。
[図2]本発明のガス絶縁開閉装置のタンクの一部を示す模式断面図である。
[図3]図2の樹脂層53の配置の例を示す断面図である。
[図4]非線形抵抗材である酸化亜鉛の電界-導電率特性を示すグラフである。
[図5]非線形抵抗材である炭化ケイ素の電界-導電率特性を示すグラフである。
[図6]二種類の非線形抵抗材を混合した場合の電界-導電率特性を示すグラフである。
[図7]非線形抵抗材の添加量をパラメータとした場合の電界-導電率特性を示すグラフである。
[図8]金属異物をタンク内に設置した場合における浮上試験の結果を示すグラフである。
[図9]本発明の樹脂層の形成工程の一例を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

- [0014] 本発明は、ガス絶縁開閉装置のタンク内部のコーティング技術に関し、詳しくは、遮断器及び断路器をガス絶縁密封容器内に設置し、電力系統から受電する受電ユニット、さらに遮断器及び断路器をガス絶縁容器内に設置し、母線を介して電力を負荷側に給電する給電ユニットを有するガス絶縁開閉装置に用いるタンク内部への非線形抵抗材のコーティングに関する。
- [0015] 以下、本発明について図面を参照しつつ説明する。
- [0016] 図1は、本発明のガス絶縁開閉装置の全体構成を示す部分断面図である。
- [0017] 本図において、ガス絶縁開閉装置100は、絶縁ガス(SF₆等)が充填された接地タンク2(以下、単に「タンク」ともいう。)と、接地タンク2の内部に設けられた高電圧導体1と、接地タンク2の内部で高電圧導体1の支

持及び固定をする絶縁スペーサ30（以下、単に「スペーサ」ともいう。）と、を備えている。このほか、ガス絶縁開閉装置100は、遮断器20、断路器21、接地開閉器22、変流器23、変圧器24、母線25、26等を含む。タンク内に充填する絶縁ガスとしては、乾燥空気も用いられる。

[0018] 高電圧導体1は、円柱形状の金属（アルミニウムや銅等）で形成されている。接地タンク2は、円筒形状の金属容器である。高電圧導体1は、接地タンク2の内部で絶縁スペーサ30によって支持・固定され、接地タンク2と絶縁されている。接地タンク2は、接地されているため、通常、電位は0である。

[0019] 本図においては、絶縁スペーサ30としてコーン型のもの（コーンスペーサ）を図示しているが、これ以外にもディスク状のスペーサや柱状のポストスペーサ等、種々の形状がある。

[0020] 図2は、本発明のガス絶縁開閉装置のタンクの一部を示す模式断面図である。

[0021] 本図に示すように、タンク壁51の内面には、樹脂層53が設けられている。樹脂層53は、エポキシ樹脂等に非線形抵抗材121、122を添加し混合したものをコーティングすることにより形成したものである。非線形抵抗材121、122としては、酸化亜鉛（ZnO）、炭化ケイ素（SiC）、チタン酸バリウム（BaTiO₃）、ダイヤモンドなどが用いられる。

[0022] すなわち、本発明においては、非線形抵抗材121、122は、粒子状であり、異なる組成の二種類以上で構成されている。

[0023] なお、タンク壁51の内面には、異物54（金属異物）が付着する場合がある。

[0024] 図3は、図2の樹脂層53の配置の例を示す断面図である。

[0025] 本図においては、タンク壁51の内面のうち下半分の領域に樹脂層53が設けられている。タンク壁51の内面のうち上半分の領域には、非線形抵抗材を含まない樹脂（エポキシ樹脂等）が塗布され、樹脂層131（絶縁樹脂層）が形成されている。金属異物は、重力により下方に落下する場合が多い

ため、樹脂層 5 3 は、下半分の領域に設ければ十分である場合が多い。また、このように樹脂層 5 3 を部分的に設けることにより、製造コストを抑えることができる。

[0026] もちろん、樹脂層 5 3 は、タンク壁 5 1 の内面のうち上半分の領域にも設けてもよい。

場合によっては、下半分の全領域と上半分の領域の一部とに樹脂層 5 3 を設けてもよい。

樹脂層 5 3 は、少なくとも下半分の全領域に設けることが望ましい。

[0027] つぎに、非線形抵抗材 1 2 1、1 2 2 を含む樹脂層 5 3 の作用効果について、図 2 を用いて説明する。

[0028] タンクの内部に異物 5 4（金属異物）が発生した場合、異物 5 4 の近傍に電界が集中し、高電界となる。この範囲にある非線形抵抗材 1 2 1、1 2 2 への電界が上昇すると、非線形抵抗材 1 2 1、1 2 2 の導電率が大きくなり、電氣的に異物 5 4 の先端部の大きさが拡がることと等価となり、異物 5 4 近傍の電界集中が緩和される。この緩和により、異物 5 4 付着時の絶縁耐力が向上する。

[0029] なお、樹脂層 5 3 の厚さは、5 0 μ m 以上が好適である。また、樹脂層 5 3 の厚さは、タンク内の寸法、材料コスト等の面から、1 mm 以下が望ましく、2 0 0 μ m 以下が更に望ましい。

[0030] 以下、実施例について説明する。

実施例

[0031] 図 4 は、非線形抵抗材の一例である酸化亜鉛の電界－導電率特性を示すグラフである。

横軸に電界、縦軸に導電率をとっている。樹脂層における酸化亜鉛の濃度は、1 0 質量%である。

[0032] 本図に示すように、酸化亜鉛は、非線形の電界－導電率特性（非線形特性）を有する。

酸化亜鉛の場合、電界－導電率曲線の急峻な上昇が開始する電界（以下「動

作電界」という。)は、約 7 kV/mm である。すなわち、酸化亜鉛の場合、電界が約 7 kV/mm になると、非線形特性曲線(以下、単に「曲線」ともいう。)の傾きが急になり、曲線が立ち上がり、導電率が急上昇する。

[0033] なお、「動作電界」の更に厳密な定義の一例としては、曲線の傾きの変化率(二次導関数)が所定の値以上に大きくなり始める電界の値としてもよい。この場合に、曲線の近似式を3次以上のTaylor多項式で表し、二次導関数を算出することにより、動作電界を算出することができる。

[0034] 動作電界は、非線形抵抗材の種類だけでなく、樹脂中の非線形抵抗材の濃度によっても変化する。このため、異なる種類の非線形抵抗材について動作電界を比較する場合は、本明細書においては、質量基準で同じ濃度でかつ同じ樹脂と混合したもの同士で測定された非線形特性曲線を比較対象とする。よって、第一の非線形抵抗材は、第二の非線形抵抗材よりも、動作電界が高く、かつ、動作電界より高い電界の範囲で非線形特性曲線の傾きが大きい、といった表現が可能である。

[0035] 図5は、非線形抵抗材である炭化ケイ素の電界-導電率特性を示すグラフである。樹脂層における炭化ケイ素の濃度は、10質量%である。

[0036] 本図に示すように、炭化ケイ素の場合、動作電界が低く、曲線の傾きが比較的緩やかである。曲線の立ち上がり(動作電界)は、約 4 kV/mm であり、約 8 kV/mm 以上では曲線の傾きが緩やかになる。

[0037] 図6は、二種類の非線形抵抗材を混合した場合の電界-導電率特性を示すグラフである。樹脂層における酸化亜鉛の濃度は10質量%であり、炭化ケイ素の濃度は10質量%である。

[0038] 本図においては、動作電界が低い炭化ケイ素の作用により、約 4 kV/mm で曲線の傾きが大きくなり始め、約 7 kV/mm 以上で更に傾きが大きくなっている。

[0039] これにより、印加電圧が低い状態から異物周辺の電界が緩和される。また、高電圧において十分な電界緩和効果が得られる。動作電界が低くなるため、電界緩和のばらつきが小さくなり、低電圧での異物浮上を防止できる。ま

た、非線形特性曲線の傾きが大きくなるため、高電圧での電界緩和効果が大きくなり、部分放電を防止でき、異物の浮上電界を高くすることが可能となる。

[0040] 非線形抵抗材を含む樹脂（コーティング材）のタンク壁51の内面への塗布は、スプレーコーティング若しくは刷毛塗りによりなされる。

[0041] まとめると、図4及び5から、第一の非線形抵抗材である酸化亜鉛は、第二の非線形抵抗材である炭化ケイ素よりも、動作電界が高く、かつ、動作電界より高い電界の範囲で非線形特性曲線の傾きが大きい、と言える。そして、図6の曲線は、図4及び5の曲線を重ね合わせた形状を有する。このため、適切な導電率及び動作電界が得られる。

[0042] 本実施例の樹脂層の動作電界は、 3 kV/mm 以上であることが望ましい。動作電界が低すぎると、樹脂層の絶縁機能が不十分となるからである。また、本実施例の樹脂層の動作電界は、 5 kV/mm 以下であることが望ましい。樹脂層の動作電界は、第二の非線形抵抗材の動作電界の望ましい範囲に対応している。

[0043] 図7は、非線形抵抗材の添加量をパラメータとした場合の電界－導電率特性を示すグラフである。

[0044] 本図においては、樹脂層における酸化亜鉛及び炭化ケイ素の濃度が等しくなるように添加したものであり、それぞれの濃度が、5質量%、10質量%、15質量%の場合を示している。すなわち、酸化亜鉛の濃度が5質量%でかつ炭化ケイ素の濃度が5質量%の場合（各5質量%）、酸化亜鉛の濃度が10質量%でかつ炭化ケイ素の濃度が10質量%の場合（各10質量%）、酸化亜鉛の濃度が15質量%でかつ炭化ケイ素の濃度が15質量%の場合（各15質量%）である。

[0045] 本図に示すように、コーティング材の電界－導電率特性は、非線形抵抗材の添加量により変化する。具体的には、曲線の立ち上がりの始まり（動作電界）が、各5質量%では約 7 kV/mm 、各10質量%では約 5 kV/mm 、各15質量%の場合では約 4 kV/mm である。

- [0046] よって、非線形抵抗材の添加量が少ない場合、異物がタンク壁の内面に存在する場合において、電界集中時の導電率上昇が不十分となり、電界緩和に至らない可能性がある。
- [0047] 上記課題を解決するために、複数種類の非線形抵抗材の添加量の合計は、5質量%から50質量%までの範囲が電界緩和効果、電界導電率特性、及び塗布作業におけるコーティング材の粘度において好適である。非線形抵抗材の添加量としては、5質量%から20質量%までの範囲が更に好適であり、5質量%から15質量%までの範囲が特に好適である。
- [0048] また、動作電界の低い非線形抵抗材（例えば炭化ケイ素）と動作電界の高い非線形抵抗材（例えば酸化亜鉛）との混合率は、1：4から4：1までの間とすることで所望の非線形特性となり、異物の周囲における電界緩和効果が生じ、好適である。この混合率は、1：3から3：1までの間が更に好適であり、1：2から2：1までの間が特に好適である。
- [0049] 図8は、金属異物をタンク内に設置した場合における浮上試験の結果を示すグラフである。縦軸は、破壊電圧の相対値をとっている。ここで、破壊電圧とは、所定の条件において金属異物が浮上する電圧をいう。この電圧は、金属異物浮上電圧ともいう。
- [0050] 本図においては、タンク壁の内面を金属面とした場合（コーティングなし）の異物の浮上電界の値を1.0としている。樹脂のみによる絶縁膜で被覆した場合（樹脂コーティング）、浮上電界は平均値が1.3程度となり、ばらつきは20%程度となる。
- [0051] また、酸化亜鉛単体を添加したコーティング材を塗布した場合（非線形抵抗材コーティング（単体））、平均値は1.5程度と高くなるが、ばらつきは20%程度と樹脂コーティングと同等である。
- [0052] これに対して、本実施例である、二種類の非線形抵抗材（酸化亜鉛及び炭化ケイ素）を添加したコーティング材を塗布した場合（非線形抵抗材コーティング（混合））、浮上電界の平均値が1.6以上となり、かつ、ばらつきが5%程度と小さくなる。これは、ばらつきが小さくなった分、平均値が高

くなり、低い電圧では金属異物の浮上が生じなくなったことを意味する。これにより、タンク内部に金属異物が存在する場合においても、金属異物の浮上を制限し、高い絶縁耐力を維持することができる。

[0053] なお、二種類の非線形抵抗材を一種類ずつに分けてコーティング材を作製し、タンクの内面に塗布することにより、二層の樹脂層を重ねた構成とした場合、金属異物と接触する非線形抵抗材の特性に強く影響されるため、本実施例のような効果を得ることはできない。

[0054] 図9は、本発明の樹脂層の形成工程の一例を示すフロー図である。

[0055] 本図に示すように、まず、表面処理剤と非線形抵抗材を混合する（S101）。この混合物を樹脂に添加する（S102）。これを攪拌する（S103）。これにより、非線形抵抗材の凝集が防止され、非線形抵抗材が一様に分散されたコーティング材となる。なお、表面処理剤の一例としては、シラン系カップリング剤がある。また、工程S102又はS103において、樹脂の硬化剤も混合する。

[0056] 攪拌後のコーティング材をスプレーガンによりタンク壁の内面に塗布する（S104）。塗布されたコーティング材は、所定の条件にて硬化される（S105）。

[0057] 工程S101において表面処理剤を用いることにより、工程S103の攪拌後、非線形抵抗材が樹脂中に一様に分散される。このため、コーティング材を塗布した範囲においては、金属異物の周囲における電界緩和効果が有効となる。これにより、金属異物の浮上電界向上効果が安定する。表面処理剤の添加量は、0.1質量%から5質量%までの範囲が好適である。

[0058] 上記のコーティング材は、非線形抵抗材を含まない絶縁樹脂単体をタンク内面に下塗りとして塗布した後、その塗布面に塗布してもよい。この場合、絶縁樹脂単体の下塗りをした後、一旦硬化し、その後、その塗布面にコーティング材を塗布することが望ましい。これにより、下塗りにより形成された絶縁樹脂層により、タンクから異物への電荷のチャージが妨げられるとともに、非線形抵抗材を含む樹脂層により、電界集中の緩和及び部分放電の抑制

が可能となる。

[0059] 絶縁樹脂層の厚さは、 $30\ \mu\text{m}$ 以上が好適である。また、非線形抵抗材を含む樹脂層（コーティング層）の厚さは、 $50\ \mu\text{m}$ 以上が好適である。これらの層の厚さは、タンク内の寸法、材料コスト等の面から、それぞれ、 $1\ \text{m}$ 以下が望ましく、 $200\ \mu\text{m}$ 以下が更に望ましい。この上限値は、コーティング層のみの場合も同様である。

符号の説明

[0060] 1：高電圧導体、2：接地タンク、20：遮断器、21：断路器、22：接地開閉器、23：変流器、24：変圧器、25、26：母線、30：絶縁スペーサ、51：タンク壁、53：樹脂層、54：異物、100：ガス絶縁開閉装置、121、122：非線形抵抗材、131：樹脂層。

請求の範囲

- [請求項1] 接地されているタンクと、
前記タンクの内部に設置され前記タンクとは絶縁されている高電圧導体と、を有し、
前記タンクの内面には、樹脂に複数種類の非線形抵抗材が混合された構成を有する樹脂層が形成され、
前記複数種類の非線形抵抗材のうち少なくとも一種類の非線形抵抗材である第一の非線形抵抗材は、前記複数種類の非線形抵抗材のうち少なくとも一種類の他の非線形抵抗材である第二の非線形抵抗材よりも、動作電界が高く、かつ、前記動作電界より高い電界の範囲で非線形特性曲線の傾きが大きい、ガス絶縁開閉装置。
- [請求項2] 前記複数種類の非線形抵抗材の添加量の合計は、5質量%から50質量%までの範囲にある、請求項1記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項3] 前記第一の非線形抵抗材と前記第二の非線形抵抗材との混合率は、1：4から4：1までの範囲にある、請求項2記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項4] 前記樹脂層は、表面処理剤を含む、請求項1記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項5] 前記表面処理剤の添加量は、0.1質量%から5質量%までの範囲にある、請求項4記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項6] 前記樹脂層の厚さは、50 μ m以上1mm以下である、請求項1記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項7] 前記タンクの前記内面と前記樹脂層との間には、前記非線形抵抗材を含まない絶縁樹脂層が設けられている、請求項1記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項8] 前記絶縁樹脂層の厚さは、30 μ m以上1mm以下である、請求項7記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項9] 前記樹脂層の厚さは、50 μ m以上1mm以下である、請求項8記

載のガス絶縁開閉装置。

- [請求項10] 前記非線形抵抗材は、酸化亜鉛、炭化ケイ素、チタン酸バリウム及びダイヤモンドからなる群から選択される二種類以上である、請求項1記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項11] 前記第一の非線形抵抗材は、酸化亜鉛であり、
前記第二の非線形抵抗材は、炭化ケイ素である、請求項1記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項12] 前記第二の非線形抵抗材の前記動作電界は、 3 kV/mm 以上 5 kV/mm 以下である、請求項1記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項13] 前記樹脂層は、前記タンクの前記内面のうち、少なくとも下半分の領域に形成されている、請求項1記載のガス絶縁開閉装置。
- [請求項14] 接地されているタンクと、
前記タンクの内部に設置され前記タンクとは絶縁されている高電圧導体と、を有し、
前記タンクの内面には、樹脂に複数種類の非線形抵抗材が混合された構成を有する樹脂層が形成され、
前記複数種類の非線形抵抗材のうち少なくとも一種類の非線形抵抗材である第一の非線形抵抗材は、前記複数種類の非線形抵抗材のうち少なくとも一種類の他の非線形抵抗材である第二の非線形抵抗材よりも、動作電界が高く、かつ、前記動作電界より高い電界の範囲で非線形特性曲線の傾きが大きい、ガス絶縁開閉装置を製造する方法であって、
前記樹脂及び前記複数種類の非線形抵抗材を混合してコーティング材を作製する工程と、
前記コーティング材を前記タンクの前記内面に塗布する工程と、
前記コーティング材を硬化して前記樹脂層を形成する工程と、を含む、ガス絶縁開閉装置の製造方法。
- [請求項15] 前記複数種類の非線形抵抗材の添加量の合計は、5質量%から50

質量%までの範囲にある、請求項14記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項16] 前記第一の非線形抵抗材と前記第二の非線形抵抗材との混合率は、1 : 4 から 4 : 1 までの範囲にある、請求項15記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項17] 前記複数種類の非線形抵抗材に表面処理剤を混合し、その後、更に前記樹脂と混合して前記コーティング材を作製する、請求項14記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項18] 前記表面処理剤の添加量は、0.1質量%から5質量%までの範囲にある、請求項17記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項19] 前記樹脂層の厚さは、50 μ m以上1mm以下である、請求項14記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項20] 前記タンクの前記内面に前記非線形抵抗材を含まない絶縁樹脂単体を塗布して絶縁樹脂層を形成し、その後、前記絶縁樹脂層の表面に前記コーティング材を塗布する、請求項14記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項21] 前記絶縁樹脂層の厚さは、30 μ m以上1mm以下である、請求項20記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項22] 前記樹脂層の厚さは、50 μ m以上1mm以下である、請求項21記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項23] 前記非線形抵抗材は、酸化亜鉛、炭化ケイ素、チタン酸バリウム及びダイヤモンドからなる群から選択される二種類以上である、請求項14記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

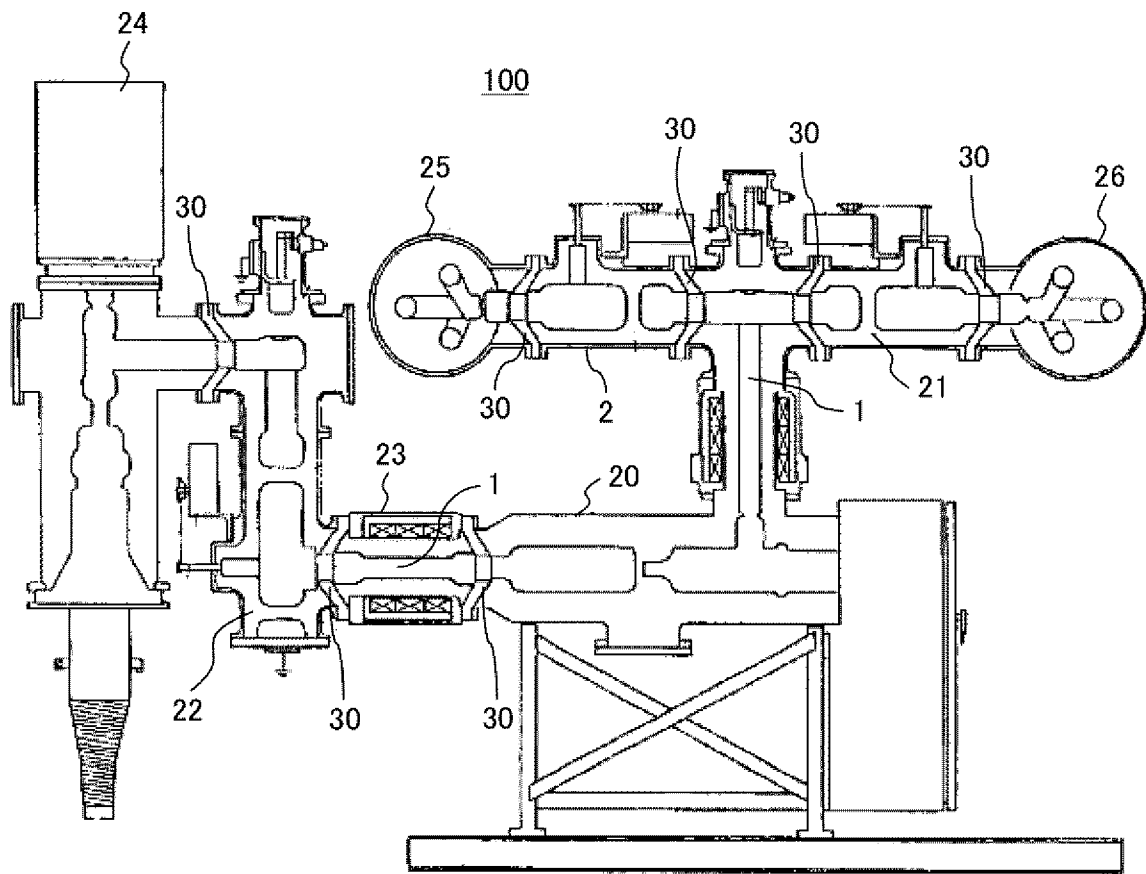
[請求項24] 前記第一の非線形抵抗材は、酸化亜鉛であり、
前記第二の非線形抵抗材は、炭化ケイ素である、請求項14記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

[請求項25] 前記第二の非線形抵抗材の前記動作電界は、3kV/mm以上5kV/mm以下である、請求項14記載のガス絶縁開閉装置の製造方法

-
- [請求項26] 前記樹脂層は、前記タンクの前記内面のうち、少なくとも下半分の領域に形成する、請求項14記載のガス絶縁開閉装置の製造方法。

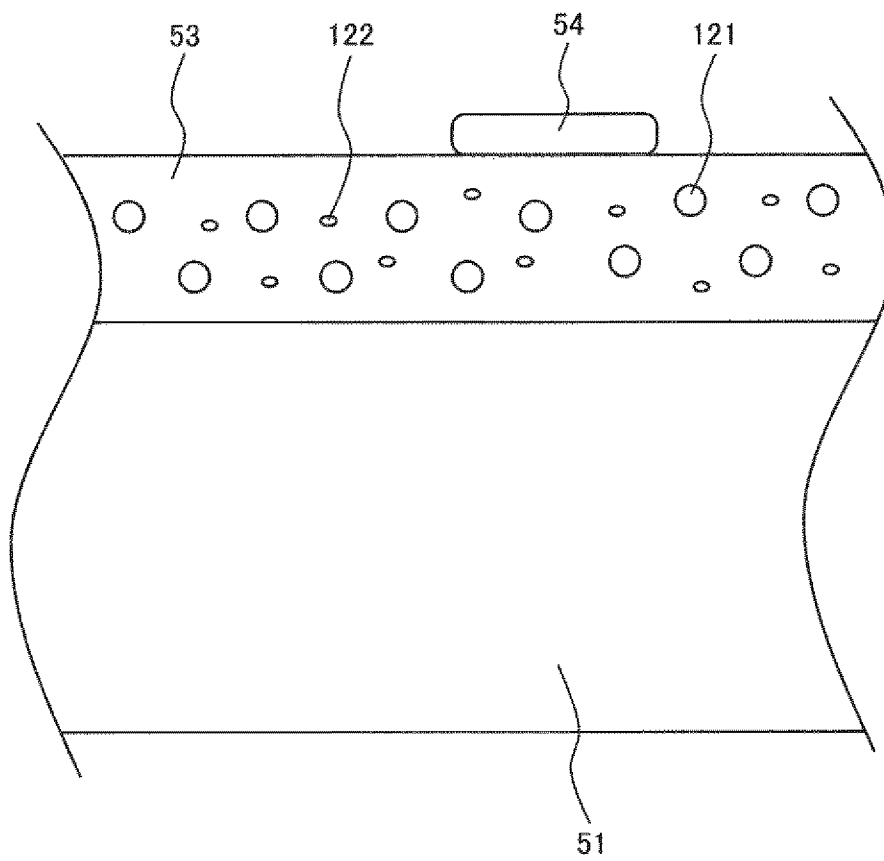
[図1]

図 1



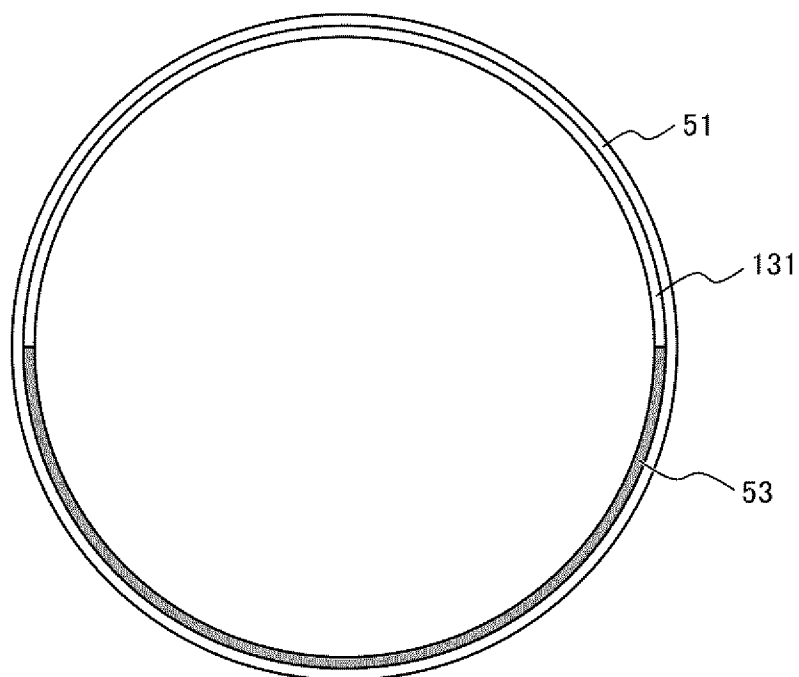
[図2]

図 2



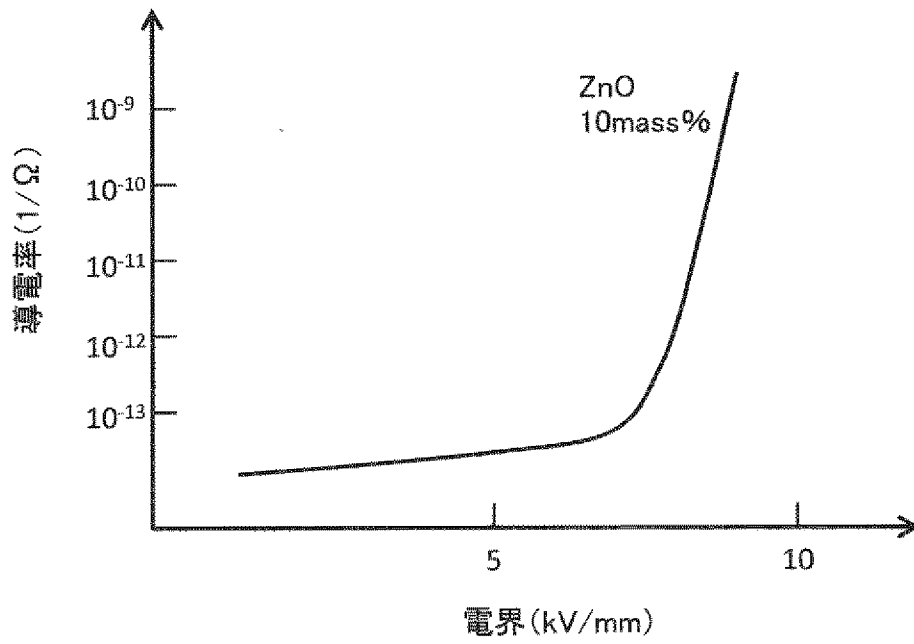
[図3]

図 3



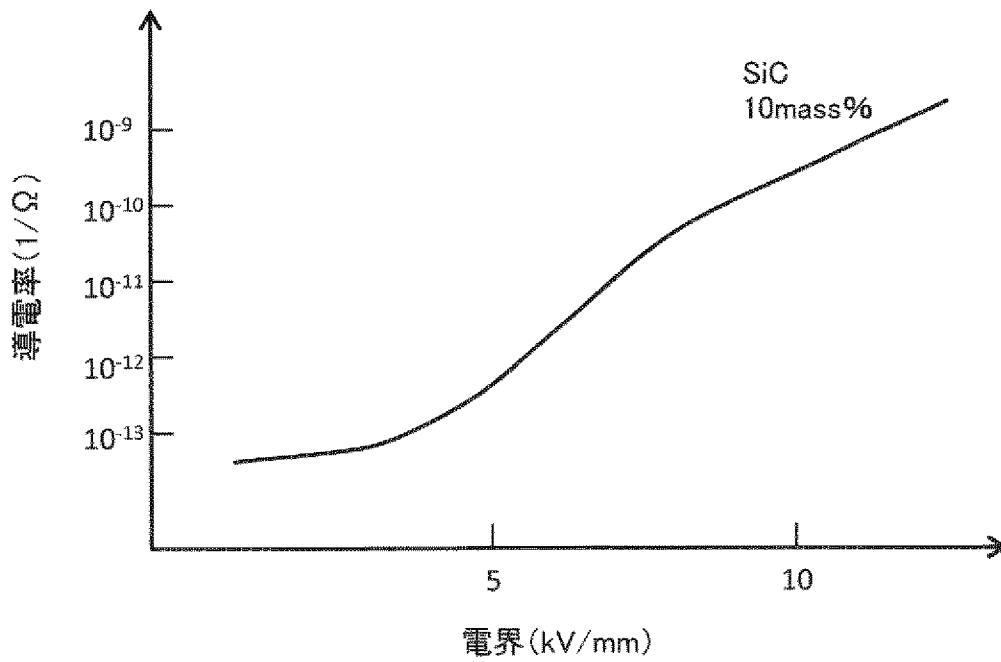
[図4]

図 4



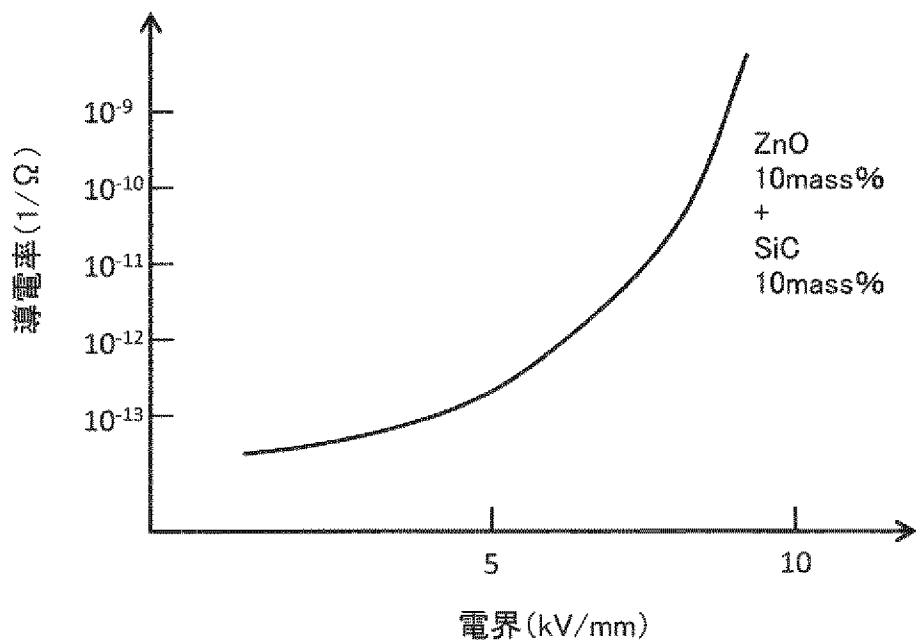
[図5]

図 5



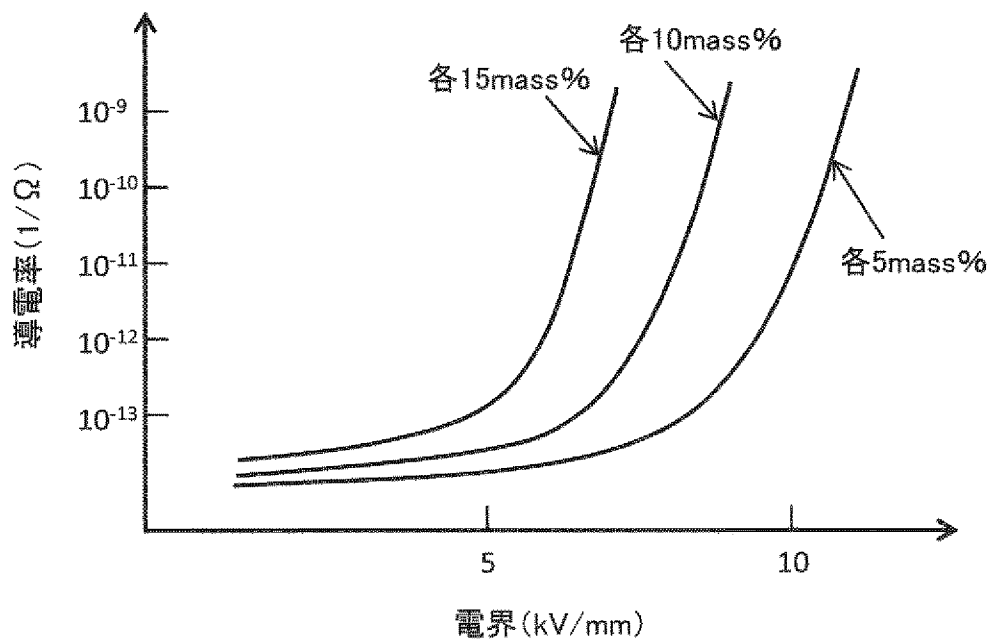
[図6]

図 6



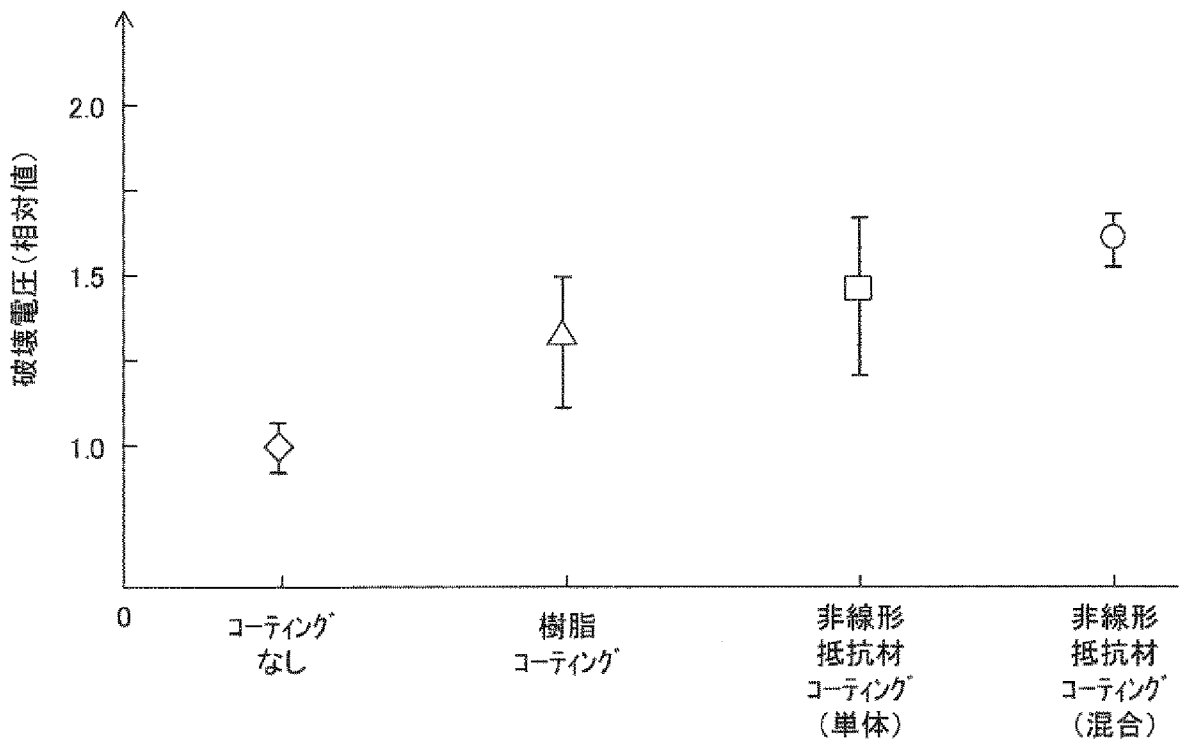
[図7]

図 7



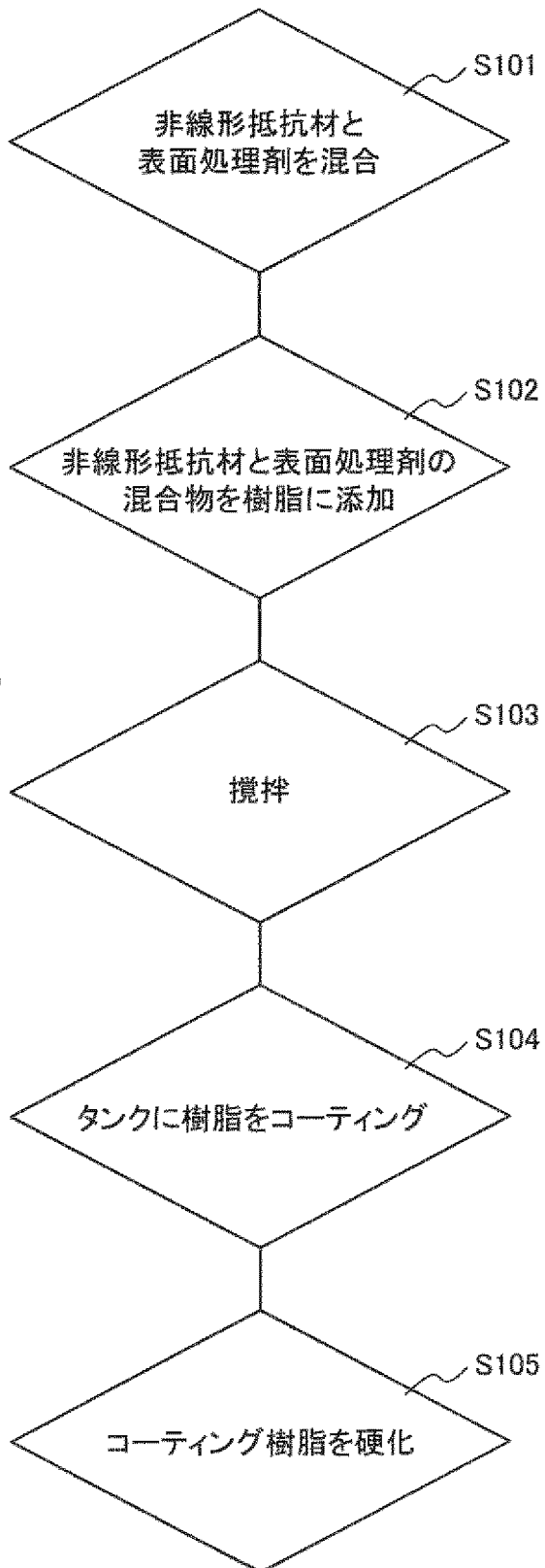
[図8]

図 8



[図9]

図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044297

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02B 13/035 (2006.01) i; H02B 13/055 (2006.01) i FI: H02B13/035 301B; H02B13/035 311C; H02B13/055 C According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>										
<p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02B13/035; H02B13/055</p>										
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:70%;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align:right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align:right;">1971-2020</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align:right;">1996-2020</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align:right;">1994-2020</td> </tr> </table>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020	Registered utility model specifications of Japan	1996-2020	Published registered utility model applications of Japan	1994-2020
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996									
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020									
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020									
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020									
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>										
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
Y A	WO 2015/136753 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 17.09.2015 (2015-09-17) paragraphs [0001]-[0050], fig. 1-14	1, 2, 4, 6, 7, 10-15, 19, 20, 23-26 3, 5, 8, 9, 16, 17, 18, 21, 22								
Y	JP 2018-196280 A (HITACHI, LTD.) 06.12.2018 (2018-12-06) paragraphs [0001], [0060]-[0064]	1, 2, 4, 6, 7, 10-15, 19, 20, 23-26								
Y	JP 2014-156587 A (TOSHIBA CORP.) 28.08.2014 (2014-08-28) paragraphs [0001]-[0010], [0017]-[0047], fig. 3-4	4								
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>										
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>						
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>									
<p>Date of the actual completion of the international search 24 January 2020 (24.01.2020)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 04 February 2020 (04.02.2020)</p>								
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>								

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/044297

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2015/136753 A1	17 Sep. 2015	US 2017/0069448 A1 paragraphs [0001]- [0062], fig. 1-14 EP 3118956 A1	
JP 2018-196280 A	06 Dec. 2018	WO 2018/212124 A1	
JP 2014-156587 A	28 Aug. 2014	US 2015/0325344 A1 paragraphs [0001]- [0011], [0029]- [0061], fig. 3-4 WO 2014/112384 A1 EP 2947125 A1 CN 10493 7046 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02B 13/035(2006.01)i; H02B 13/055(2006.01)i FI: H02B13/035 301B; H02B13/035 311C; H02B13/055 C		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02B13/035; H02B13/055 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2015/136753 A1（三菱電機株式会社）17.09.2015（2015-09-17） 段落【0001】-【0050】，図1-14	1, 2, 4, 6, 7, 10-15, 19, 20, 23-26 3, 5, 8, 9, 16, 17, 18, 21, 22
Y	JP 2018-196280 A（株式会社日立製作所）06.12.2018（2018-12-06） 段落【0001】，【0060】-【0064】	1, 2, 4, 6, 7, 10-15, 19, 20, 23-26
Y	JP 2014-156587 A（株式会社東芝）28.08.2014（2014-08-28） 段落【0001】-【0010】，【0017】-【0047】，図3-4	4
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 24.01.2020	国際調査報告の発送日 04.02.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 関 信之 3T 9249 電話番号 03-3581-1101 内線 3368	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2019/044297

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2015/136753	A1	17.09.2015	US	2017/0069448	A1	
				段落【0001】－【0062】， 図1－14			
				EP	3118956	A1	

JP	2018-196280	A	06.12.2018	WO	2018/212124	A1	

JP	2014-156587	A	28.08.2014	US	2015/0325344	A1	
				段落【0001】－【0011】， 【0029】－【0061】， 図3－4			
				WO	2014/112384	A1	
				EP	2947125	A1	
				CN	104937046	A	
