

(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
2012 年 8 月 2 日(02.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/102341 A1

- (51) 国際特許分類:
H02G 15/34 (2006.01) *H01L 39/04* (2006.01)
H01B 12/12 (2006.01) *H01R 4/68* (2006.01)
H01B 12/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051660
- (22) 国際出願日: 2012 年 1 月 26 日(26.01.2012)
- (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 2011-014664 2011 年 1 月 27 日(27.01.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 古河電気工業株式会社 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP). 公益財団法人国際超電導産業技術研究センター (INTERNATIONAL SUPERCONDUCTIVITY TECHNOLOGY CENTER) [JP/JP]; 〒1350062 東京都江東区東雲一丁目 1 0 番 1 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 八木 正史 (YAGI, Masashi) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 三觥 隆治 (MITSUHASHI, Taka-

haru) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 野村 朋哉 (NOMURA, Tomoya) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 松岡 太郎 (MATSUOKA, Taro) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 荒船 博司, 外 (ARAFUNE, Hiroshi et al.); 〒1620832 東京都新宿区岩戸町 1 8 番地 日交神楽坂ビル 5 階 光陽国際特許法律事務所内 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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,

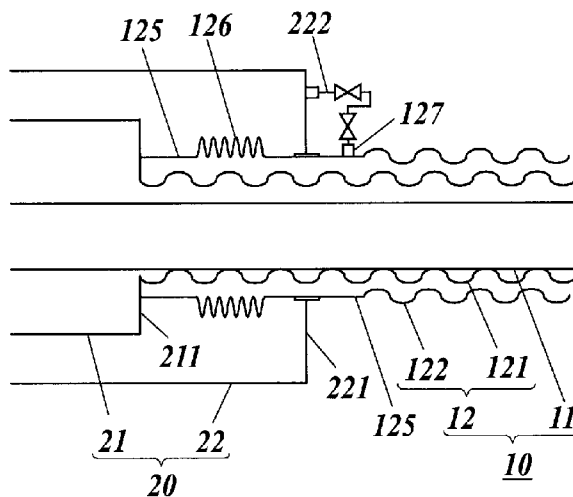
[続葉有]

(54) Title: CONNECTION STRUCTURE FOR SUPERCONDUCTIVE CABLE, METHOD FOR INSTALLING SAID CONNECTION STRUCTURE, AND AIR PURGE METHOD FOR CONNECTION STRUCTURE FOR SUPERCONDUCTIVE CABLE

(54) 発明の名称: 超電導ケーブルの接続構造及びその布設方法並びに超電導ケーブルの接続構造の真空引き方法

[図3]

FIG.3



(57) Abstract: An insulated pipe (12) has a double structure comprising an insulated inner pipe (121) and an insulated outer pipe (122). A middle connection unit (20) has a double structure comprising an outer container (22) and an inner container (21). The insulated inner pipe and the insulated outer pipe penetrate the wall surface of the outer container and are pulled in at least to the wall surface of the inner container. The area between the insulated inner pipe and the insulated outer pipe is hermetically sealed by joining the pulled-in end of the insulated inner pipe and the pulled-in end of the insulated outer pipe. A sinuous tubular part (126) having a pipe wall that is thinner than the insulated outer pipe positioned outside the tubular part (126) is disposed on a section of the insulated outer pipe further inward than the wall surface of the outer container. A vacuum outlet (127, 222) for purging the air within the insulated pipe and the middle connection unit is disposed on the insulated pipe and the middle connection unit. As a consequence, it is possible to reduce the amount of heat entering the inside and to achieve high insulating properties.

(57) 要約:

[続葉有]



MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

断熱管 12 を断熱内管 121 と断熱外管 122 の二重構造とし、中間接続部 20 を外部容器 22 と内部容器 21 による二重構造とし、断熱内管と断熱外管とは、外部容器の壁面を貫通し、少なくとも内部容器の壁面まで引き込まれており、断熱内管の引き込み端部と断熱外管の引き込み端部とを接合して断熱内管と前記断熱外管の間の領域を密閉し、断熱外管の外部容器の壁面より内側となる引き込み部位に、外部の断熱外管よりも管壁の薄い波付き管状部 126 を設け、断熱管と中間接続部とに、各々の内部の真空引きを行うための真空口 127, 222 を設けている。これにより、内部への熱侵入量を低減し、高い断熱性能を得ることが出来る。

明 細 書

発明の名称：

超電導ケーブルの接続構造及びその布設方法並びに超電導ケーブルの接続構造の真空引き方法

技術分野

[0001] 熱侵入の低減のための超電導ケーブルの接続構造及びその布設方法並びに超電導ケーブルの接続構造の真空引き方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、極低温で超電導状態になる超電導線材を導体として用いた超電導ケーブルが知られている。超電導ケーブルは、大電流を低損失で送電可能な電力ケーブルとして期待されており、実用化に向けて開発が進められている。

[0003] 超電導ケーブルの一例を図2に示す。図2に示す超電導ケーブル10は、断熱管12内に一心のケーブルコア11が収納された単心型の超電導ケーブルである。

ケーブルコア11は、フォーマ111、超電導導体層112、電気絶縁層113、超電導シールド層114、常電導シールド層115、保護層116等で構成される。超電導導体層112は、フォーマ111の上に複数条の超電導線材を螺旋状に巻回することにより形成される。同様に、超電導シールド層114は、電気絶縁層113の上に複数条の超電導線材を螺旋状に巻回することにより形成される。

[0004] 超電導導体層112及び超電導シールド層114を形成する超電導線材は、例えば、テープ状の金属基板上に中間層、超電導層、保護層が順に形成された積層構造を有している。超電導層を構成する超電導体としては、例えば液体窒素温度(大気圧で -196°C)以上で超電導を示すRE系超電導体(RE：希土類元素)やビスマス系超電導体がある。RE系超電導体では、特に、化学式 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ で表されるイットリウム系超電導体(以下、Y系超電導体)が代表的である。また、金属マトリクス中に超電導体が形成されて

いるテープ状の超電導線材でもよい。超電導体には、ビスマス系超電導体、例えば化学式 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$)、 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$) を適用できる。なお、化学式中の δ は酸素不定比量を示す。

[0005] 断熱管 12 は、内管 121 と外管 122 からなる二重管構造を有している。内管 121 と外管 122 の間には、多層断熱層（スーパーインシュレーション）123 が介在され、かつ真空引きされている。また、外管 122 の外周はポリ塩化ビニル（PVC）やポリエチレンなどの防食層 124 で被覆されている。

超電導ケーブル 10 の定常運転時には、内管 121 の内部に液体窒素などの冷媒が循環され、極低温状態で超電導導体層 112 に送電電流が流れることとなる。

[0006] 上記超電導ケーブル 10 は、工場から出荷され、中間接続部により複数の超電導ケーブル 10 が連結されて線路が構築される。

従来の超電導ケーブルでは、真空部の区切りが無く、真空部は終端部もケーブルも中間接続部も全てつながっている。あるいは、図 14 に示すように、超電導ケーブル 10 の断熱管 12 の内部を製造段階で真空化し、断熱管 12 の端部において、一定の長さ（例えば 3~5m 程度）について真空の区分け部分 129 を形成する（符号 129a は区分けによる仕切り部）。そして、現地で接続部を組み立てる際には、区分け部分 129 のみを切断して真空を破壊し、断熱管 12 全体は真空状態を維持したまま、中間接続部としての二重構造の断熱容器 130 に連結し、当該断熱容器 130 を用いて他の超電導ケーブルとの連結を図ることにより布設作業を行う方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開 2010-165552 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、真空の区切りを設けない場合は中間接続部や終端接続部を組み立てるたびに真空状態が壊れるため、ケーブル全体の真空を引くのは、組立が全て完了した後に行うため、作業時間が長くなる。一方、特許文献 1 に記載の超電導ケーブルは、布設時に必要とする長さが前述した区分け部分 1 2 9 の切断により調節可能な範囲内でなければならず、その使用可能な長さに制限があるという問題があった。

また、特許文献 1 に記載の超電導ケーブルの布設作業では、断熱管の区分け部分 1 2 9 は、断熱容器 1 3 0 の断熱領域に連通され、断熱領域と共に真空引きが行われる。その結果、真空が破壊された区分け部分 1 2 9 からの熱の侵入は回避することが可能である。しかしながら、断熱管 1 2 を構成する内管 1 2 1 と外管 1 2 2 には、その過酷な温度変化などにおける耐久性の問題から金属管が使用され、高い熱伝導のため、上記区分けによる仕切り部 1 2 9 a が断熱容器 1 3 0 の入り口の近くに位置していると、外管 1 2 2 の b 部分から仕切り部 1 2 9 a を介して断熱管 1 2 の内部に熱が侵入してしまうという問題があった。さらに、区分けされたケーブルには真空口がないため、真空引きが出来ず、断熱層のアウトガスで徐々に真空は悪くなる。また、接続部の真空を上げるためには、各接続部に真空ポンプを常設する必要がある。

[0009] 本発明は、超電導ケーブルの接続構造において、熱侵入の低減を図ることをその目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 請求項 1 に記載の発明は、フォーマと超電導導体層を有するケーブルコアが、断熱管内で冷媒と共に收容されてなる超電導ケーブル同士を中間接続部により接続する接続構造であって、前記超電導ケーブルの断熱管は、それぞれが波付き管である断熱内管と断熱外管とによる二重構造を採ると共に、前記中間接続部は、外部容器と内部容器による二重構造を採り、前記断熱内管と前記断熱外管とは、前記外部容器の壁面を貫通し、少なくとも前記内部容器

の壁面まで引き込まれており、前記断熱内管の引き込み端部と前記断熱外管の引き込み端部とを、例えば溶接で、接合して前記断熱内管と前記断熱外管の間の領域を密閉し、前記断熱外管の前記外部容器の壁面より内側となる引き込み部位に、外部の前記断熱外管よりも管壁の薄い波付き管状部を設け、前記断熱管と前記中間接続部とに、各々の内部の真空引きを行うための真空口を設けたことを特徴とする。

[0011] 請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の発明と同様の構成を備えると共に、前記中間接続部の真空口は、前記断熱外管が貫通する側の外部容器の外側の壁面に有し、前記断熱管の真空口は、前記外部容器の外側にある前記外管の外周に有することを特徴とする。

[0012] 請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載の発明と同様の構成を備えると共に、前記断熱外管の引き込み部位の波付き管状部は、前記断熱外管の長手方向に沿った断面形状が、外側の前記断熱外管よりも振幅が大きく、波のピッチが小さい波形であることを特徴とする。

[0013] 請求項 4 記載の発明は、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の発明と同様の構成を備えると共に、前記断熱管の真空口と前記中間接続部の真空口は、いずれも開閉の切り替えが可能な切り替えバルブを備えることを特徴とする。

[0014] 請求項 5 記載の発明は、請求項 4 記載の発明と同様の構成を備えると共に、前記断熱管の真空口と前記中間接続部の真空口は、互いに接続可能であることを特徴とする。

[0015] 請求項 6 記載の発明は、請求項 1 記載の超電導ケーブルの接続構造の布設方法であって、前記超電導ケーブルが前記中間接続部に接続するための長さに調整され、前記断熱内管と前記断熱外管の間が密閉された後に、当該断熱管の真空口から真空引きを開始し、当該真空引きと並行して、他の布設作業を行うことを特徴とする。

[0016] 請求項 7 記載の発明は、請求項 4 記載の超電導ケーブルの接続構造の真空引き方法であって、複数の前記超電導ケーブルと複数の前記中間接続部とが

交互に接続され、互いに接続された前記超電導ケーブル及び前記中間接続部の前記真空口同士を連結すると共に前記切り替えバルブを開いた状態で前記複数の超電導ケーブルと前記複数の中間接続部とについて同時に真空引きを行うことを特徴とする。

発明の効果

[0017] 本発明は、超電導ケーブルの布設時において、断熱管の切断位置の制限がなく、従って、超電導ケーブルを任意の長さに調節することが可能である。

また、断熱内管と断熱外管は、互いの先端部をつないで外部と仕切った後に、中間接続部内へ引き込む構造であることから、断熱内管と断熱外管とを予め仕切る場合に比べて、仕切り部を伝って断熱内管の内部への熱の侵入量を低く抑えることができ、高い断熱性を得ることが可能である。

さらに、断熱外管の引き込み部位にその外側の断熱外管よりも管壁の薄い波付き管状部を備えるので、熱の伝達経路が長く且つ薄いことにより、内部への熱の侵入をさらに効果的に低減することが可能である。

さらに、中間接続部の真空口を断熱外管が貫通する側の外部容器の外側の壁面に設け、断熱管の真空口を外部容器の外側にある断熱外管の外周に設けた場合には、超電導ケーブルと中間接続部の真空領域を簡易にそれぞれの真空口を通じて接続することが可能となると共に、真空口を通じた熱侵入量を低減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施形態に係る超電導ケーブルの接続構造を適用した超電導ケーブルの布設例を示す概略図である。

[図2]終端接続部が施工される超電導ケーブルの一例を示す図である。

[図3]超電導ケーブルと中間接続部の接続構造を示す概略図である。

[図4]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における製造の現場で行う作業を示す図である。

[図5]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における製造の現場で行う作業であって図4の次の作業を示す図である。

[図6]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における製造の現場で行う作業であって図5の次の作業を示す図である。

[図7]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における製造の現場で行う作業であって図6の次の作業を示す図である。

[図8]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における製造の現場で行う作業であって図7の次の作業を示す図である。

[図9]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における布設の現場で行う作業を示す図である。

[図10]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における布設の現場で行う作業であって図9の次の作業を示す図である。

[図11]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における布設の現場で行う作業であって図10の次の作業を示す図である。

[図12A]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における製造の現場で行う作業の他の例を示しており、プーリングアイ構造を設ける超電導ケーブルの一方の端部側の構造を示す図である。

[図12B]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における製造の現場で行う作業の他の例を示しており、超電導ケーブルの他方の端部側の構造を示す図である。

[図13]超電導ケーブルの接続構造の布設方法における製造の現場で行う作業の他の例であって、図12Aと図12Bの次の作業を示す図である。

[図14]従来の超電導ケーブルと中間接続部の接続構造を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0019] (実施形態の概略)

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図1は実施形態に係る超電導ケーブルの接続構造を適用した超電導ケーブルの布設例を示す概略図、図2は布設される超電導ケーブルの一例を示す図である。

図1に示すように、超電導ケーブル10の布設は、電力の供給元と供給先

とに配設した終端接続部 30、30の間を複数の超電導ケーブル 10で接続し、超電導ケーブル 10と超電導ケーブル 10とは中間接続部 20で連結される。また、終端接続部 30には、冷凍機を備えたポンプ Pが併設されており、各超電導ケーブル 10の後述する断熱管 12に沿って冷却した液体冷媒を循環させてケーブルコア 11（後述）の冷却を行っている。

本実施形態は、超電導ケーブル 10と中間接続部 20との接続構造に関するものである。

[0020] （超電導ケーブル）

図 2 に示す超電導ケーブル 10は、断熱管 12内に一心のケーブルコア 11が収納された単心型の超電導ケーブルである。ケーブルコア 11は、フォーマ 111、超電導導体層 112、電気絶縁層 113、超電導シールド層 114、常電導シールド層 115、保護層 116等により構成される。

[0021] フォーマ 111は、ケーブルコア 11を形成するための巻心であり、例えば銅線等の常電導線材を撚り合わせて構成される。フォーマ 111には、短絡事故時に超電導導体層 112に流れる事故電流が分流される。

[0022] 超電導導体層 112は、フォーマ 111の上に複数条の超電導線材を螺旋状に巻回することにより形成される。図 2 では、超電導導体層 112を 4 層の積層構造としている。超電導導体層 112には、定常運転時に送電電流が流れる。

超電導導体層 112を構成する超電導線材は、例えば、テープ状の金属基板上に中間層、超電導層、保護層等が順に形成された積層構造を有している。超電導層を構成する超電導体には、液体窒素温度以上で超電導を示す RE 系超電導体（RE：希土類元素）、例えば化学式 $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ で表される Y 系超電導体を適用できる。また、金属マトリクス中に超電導体が形成されているテープ状の超電導線材でもよい。超電導体には、ビスマス系超電導体、例えば化学式 $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ (Bi2212), $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+\delta}$ (Bi2223) を適用できる。なお、化学式中の δ は酸素不定比量を示す。

[0023] 電気絶縁層 113 は、例えば絶縁紙、絶縁紙とポリプロピレンフィルムを接合した半合成紙、高分子不織布テープなどで構成され、超電導導体層 112 の上に巻回することにより形成される。

[0024] 超電導シールド層 114 は、電気絶縁層 113 の上に複数条の超電導線材を螺旋状に巻回することにより形成される。図 2 では、超電導シールド層 114 を 2 層の積層構造としている。超電導シールド層 114 には、定常運転時に電磁誘導によって導体電流とほぼ同じ電流が逆位相で流れる。超電導シールド層 114 を構成する超電導線材には、超電導導体層 112 と同様のものを適用できる。

[0025] 常電導シールド層 115 は、超電導シールド層 114 の上に銅線などの常電導線材を巻回することにより形成される。常電導シールド層 115 には、短絡事故時に超電導シールド層 114 に流れる事故電流が分流される。

保護層 116 は、例えば絶縁紙、高分子不織布などで構成され、常電導シールド層 115 の上に巻回することにより形成される。

[0026] 断熱管 12 は、ケーブルコア 11 を収容するとともに冷媒（例えば液体窒素）が充填される断熱内管 121 と、断熱内管 121 の外周を覆うように配設された断熱外管 122 からなる二重管構造を有している。

断熱内管 121 及び断熱外管 122 は、例えばステンレス製のコルゲート管（波付き管）である。断熱内管 121 と断熱外管 122 の間には、例えばアルミを蒸着したポリエチレンフィルムの積層体で構成された多層断熱層（スーパーインシュレーション）123 が介在され、真空状態に保持される。また、断熱外管 122 の外周はポリ塩化ビニル（PVC）やポリエチレンなどの防食層 124 で被覆されている。

[0027] （中間接続部）

図 3 は超電導ケーブル 10 と中間接続部 20 の接続構造を示す概略図である。

中間接続部 20 は、内側の内部容器としての接続部用断熱内管 21 と、外側の外部容器としての接続部用断熱外管 22 からなる二重構造を有し、接続

部用断熱内管 2 1 と接続部用断熱外管 2 2 はステンレスから形成されている。

接続部用断熱外管 2 2 は、筒状であってその中心線方向の両端部に端部壁面 2 2 1 が形成されており（図 3 では一方のみ図示）、接続部用断熱内管 2 1 は、接続部用断熱外管 2 2 の内部中央に配設され、筒状であって、その中心線方向の両端部に端部壁面 2 1 1 が形成されている（図 3 では一方のみ図示）。

接続部用断熱外管 2 2 には、両方の端部壁面 2 2 1（断熱外管 1 2 2 が貫通する側の接続部用断熱外管 2 2 の外側の壁面）に開閉の切り替えが可能な切り替えバルブを備えた真空引きを行うための真空口 2 2 2 が装備されている。この真空口 2 2 2 は、超電導ケーブル 1 0 の布設時の接続構造の組み立ての際には、接続部用断熱外管 2 2 の真空引きに利用される。

そして、中間接続部 2 0 は、その布設時に、接続部用断熱外管 2 2 と接続部用断熱内管 2 1 との間の領域に対して真空口 2 2 2 から真空引きが行われて断熱構造が施される。この中間接続部 2 0 は、その両端部に連結される二つの超電導ケーブル 1 0 の端部がそれぞれ引き込まれており（図 1 参照）、各超電導ケーブル 1 0 の断熱内管 1 2 1 の内部領域と接続部用断熱内管 2 1 の内部領域とが端部壁面 2 1 1 を介して連通し、これらの内部領域には冷媒が充填される。また、接続部用断熱内管 2 1 の内部において、各超電導ケーブル 1 0 のケーブルコア 1 1 の端部同士が接続される。

[0028]（超電導ケーブルの接続構造の概要）

前述したように、中間接続部 2 0 には両端側からそれぞれ超電導ケーブル 1 0 が引き込まれて接続されるが、各々の超電導ケーブル 1 0 の接続構造は同一であるため、一方の超電導ケーブル 1 0 と中間接続部 2 0 との接続構造についてのみ説明を行う。

[0029] 超電導ケーブル 1 0 の断熱内管 1 2 1 と断熱外管 1 2 2 とは、いずれも中間接続部 2 0 の接続部用断熱内管 2 1 の端部壁面 2 1 1 まで引き込まれており、互いの引き込み端部において、例えば、溶接により封止され、断熱内管

１２１と断熱外管１２２との間の領域を密閉状態となるように形成している。

そして、断熱内管１２１は、中間接続部２０の引き込み部位も含めて一様にコルゲート管により形成されている。一方、断熱外管１２２は、中間接続部２０の外側は主にコルゲート管で形成され、中間接続部２０の手前から引き込み部位にかけて波のない直管１２５（以下、接続用直管１２５とする）で形成されている。

[0030] そして、接続用直管１２５は、接続部用断熱外管２２の内側となる部位に波付き管状部としてのベローズ管１２６が形成されている。かかるベローズ管１２６は、断熱外管１２２における中間接続部２０の外側のコルゲート管よりも管の半径方向の振幅（波形状の振幅）が大きく、波ピッチ（波形状の周期）は小さく設定されている。また、ベローズ管１２６は、断熱外管１２２における中間接続部２０の外側のコルゲート管よりも管壁が薄く形成されている。

[0031] また、接続用直管１２５の接続部用断熱外管２２の外側となる部位には、開閉の切り替えが可能な切り替えバルブを備えた真空引きを行うための真空口１２７が装備されている。この真空口１２７は、超電導ケーブル１０の布設時の接続構造の組み立ての際には、当該超電導ケーブル１０の断熱管１２の真空引きに利用される。

また、布設後は、この真空口１２７と中間接続部２０の接続部用断熱外管２２に設けられた真空口２２２とを連結して直通可能とする。前述したように、中間接続部２０は接続部用断熱外管２２の両側の端部壁面２２１に真空口２２２を備えるので、中間接続部２０の両側において、真空口同士を接続することにより、中間接続部２０に両側に接続された二つの超電導ケーブル１０の断熱管１２の内部（断熱外管１２２と断熱内管１２１の間の領域）を、中間接続部２０の接続部用断熱外管２２に形成された真空口２２２と断熱外管１２２に形成された真空口１２７とを介して連通した状態とすることが可能となる。従って、連結されている全ての超電導ケーブル１０と中間接続

部 20 について、上記接続を行うことにより、全ての超電導ケーブル 10 の断熱管 12 が連通した状態となり、経年使用により真空度の低下を生じた場合のメンテナンス時には、一端部側から真空引きを行うことで全ての超電導ケーブル 10 について断熱管 12 の真空引きを行うことが可能である。

また、各真空口 127, 222 には、いずれも開閉可能な切り替えバルブが設けられているので、バルブを閉じた状態で真空口 127 と 222 とを切り離して、個々の超電導ケーブル 10 の断熱管 12 や個々の中間接続部 20 の接続部用断熱外管 22 について、真空度の検査や、真空の低下時の真空引きを行ったり、異常が生じた超電導ケーブル 10 や中間接続部 20 を単独で切り離したりすることが可能である。

[0032] (超電導ケーブルの接続構造の布設方法)

以下、上記構成からなる超電導ケーブル 10 の接続構造の布設方法について図面と共に順を追って説明する。

まず、超電導ケーブル 10 の製造の現場（例えば工場）で行う予め行う作業について、図 4 から図 8 に基づいて説明する。

図 4 に示すように、超電導ケーブル 10 の両端部において、断熱管 12 の端部を切断する。

次に、図 5 に示すように、切断された断熱管 12 の断熱内管 121 と断熱外管 122 との間の領域を封止するために、断熱内管 121 の先端に直管 401a を、断熱外管 122 の先端に直管 401b を溶接し、直管 401a と直管 401b の先端を溶接することで封じ切り、先端部が閉塞された二重構造の直管 401 を接続する。なお、この直管 401 の内側の直管 401a は断熱内管 121 と管壁の厚さが等しく、直管 401 の外側の直管 401b は断熱外管 122 と管壁の厚さが等しいものが使用される。そして、この直管 401 の外側の直管 401b には真空口 402 が設けられており、当該真空口 402 から断熱管 12 の内部の真空引きを行う。

[0033] 次に、図 6 に示すように、超電導ケーブル 10 の一端部において、断熱管 12 の断熱内管 121 の内部領域を略円錐台形状の蓋体 403 により閉塞す

る。かかる蓋体403も溶接により直管401に接合される。この蓋体403は先端部に向かうにつれて縮径した形状であり、当該先端部には真空口404が装備されている。

[0034] また、超電導ケーブル10の逆側の端部には、プーリングアイ構造405を形成する。このプーリングアイ構造405は、具体的には、特許第4330008号公報（日本国特許）に開示されている特許発明のプーリングアイ構造を形成するためのものである。即ち、図7に示すように、超電導ケーブル10のケーブルコア11から露出させたフォーマ111にスリーブ406を溶接により接合し、スリーブ406の外端部から延出された円形直管407を直管401の内管を介して断熱内管121と溶接により接合する。なお、この円形直管407は、断熱内管121よりも管壁の厚さが大きく、スリーブ406よりも厚さが小さいものが使用される。

かかる円形直管407を接合した時点で、超電導ケーブル10の断熱管12の断熱内管121の内部領域は密閉状態となるので、図6に示した蓋体403の真空口404から真空引きを実行する。

[0035] 次に、図8に示すように、プーリングアイ構造405の先端部に保護管408を溶接により接合し、さらに、保護管408と断熱外管122とを円形直管407により溶接により接合する。なお、この円形直管409は、断熱外管122よりも管壁の厚さが大きく、保護管408よりも厚さが小さいものが使用される。これにより、プーリングアイ構造405が完成する。

[0036] そして、断熱内管121が真空引きにより真空度が十分に高くなったら、真空口404から露点温度の低い乾燥ガス（例えば、 N_2 ガス）を充填し、内部を大気圧より高い所定の正圧状態にする。これによって、真空引きにより内部の水分が除去された状態を維持する。

また、断熱管12の断熱内管121と断熱外管122との間の領域については、真空度が十分に高くなったら、真空引きを完了し、そのまま真空状態を維持しても良いし、断熱内管121の内部領域と同様に、真空口402から露点温度の低い乾燥ガス（例えば、 N_2 ガス）を充填し、内部を大気圧より

高い所定の正圧状態にしても良い。これによって、真空引きにより内部の水分が除去された状態を維持する。

ここまでの、製造の現場で行われる前処理であり、これ以降、超電導ケーブル 10 は、布設現場に輸送される。

[0037] 次に、布設現場において、プーリングアイ構造 405 を用いて超電導ケーブル 10 の引込みを行い布設作業を実施する。

そして、超電導ケーブル 10 の断熱内管 121 の内部の正圧圧力を測定し、当初の正圧圧力との差により漏れ等の異常を検査する。また、断熱管 12 の断熱内管 121 と断熱外管 122 との間の領域に乾燥ガスを充填した場合には、断熱内管 121 の内部と同様の検査を実施する。また、断熱管 12 の断熱内管 121 と断熱外管 122 との間の領域を真空に保ったまま運搬した場合には、当該内部領域に露点温度の低い乾燥ガス（例えば、N₂ ガス）を充填して大気圧まで戻してやる。

[0038] 次に、図 9 に示すように、プーリングアイ構造 405 を超電導ケーブル 10 の先端部から除去する。このとき、断熱内管 121 に対して断熱外管 122 は、接続用直管 125 の取り付け代となる分だけ切除する。但し、断熱内管 121 と断熱外管 122 とは端部を揃えてもよい。その場合には、断熱外管 122 に接続用直管 125 を接合する際に、断熱内管 121 にも直管を接続する。

[0039] 次に、図 10 に示すように、断熱管 12 にベローズ管 126 と真空口 127 を備えている既設の接続用直管 125 を接合する。このとき、接続用直管 125 の先端部（超電導ケーブル 10 の接続端部側）の内縁部は、断熱内管 121 の先端部に隙間なく溶接し、接続用直管 125 の後端部は断熱外管 122 の先端部に隙間なく溶接する。

なお、超電導ケーブル 10 の逆側の端部（図 6 参照）についても、直管 401 を含む断熱管 12 の一部を超電導ケーブル 10 の先端部から除去する。このとき、断熱内管 121 に対して断熱外管 122 は、接続用直管 125 の取り付け代となる分だけ切除する。次に、断熱管 12 にベローズ管 126 と

真空口 1 2 7 とが既設の接続用直管 1 2 5 を接合する。

超電導ケーブル 1 0 の両端部において、接続用直管 1 2 5 が接合されると、断熱管 1 2 は、断熱内管 1 2 1 と断熱外管 1 2 2 との間の領域が密閉された状態となるので、その時点で真空口 1 2 7 により真空引きを実施する。なお、超電導ケーブル 1 0 は、既に真空引きを実施すると共に露点温度の低い乾燥ガスで大気圧に戻しているため、真空引きの遅滞原因となる内部の湿気が除去されており、このため、この二回目の真空引きは通常よりも短時間で完了させることが可能である。

[0040] 上記断熱管 1 2 の真空引きが行われている間、当該超電導ケーブル 1 0 のケーブルコア 1 1 と、中間接続部 2 0 に接続されるもう一方の超電導ケーブル 1 0 のケーブルコア 1 1 との連結作業が行われる。

そして、上記連結作業が終わると、図 1 1 に示すように、中間接続部 2 0 を形成する。即ち、接続用直管 1 2 5 の先端部の外縁部 1 2 5 a、断熱内管 1 2 1 の先端部の外縁部 1 2 1 a と接続部用断熱内管 2 1 の端部壁面 2 1 1 の内縁部とが溶接により接合される。

また、接続用直管 1 2 5 のベローズ管 1 2 6 と真空口 1 2 7 との間の位置 1 2 5 b が、接続部用断熱外管 2 2 の端部壁面 2 2 1 の内縁部と溶接により接合される。これにより、中間接続部 2 0 の接続部用断熱内管 2 1 と接続部用断熱外管 2 2 との間の領域が密閉された状態となる。

上記接続用直管 1 2 5、接続部用断熱内管 2 1 及び接続部用断熱外管 2 2 の溶接時には、各部が加熱されて熱歪みを発生しうるが、ベローズ管 1 2 6 は伸縮を吸収することが可能であるため、熱歪みの発生を回避することが可能である。

[0041] そして、断熱管 1 2 の断熱内管 1 2 1 と断熱外管 1 2 2 との間の領域における真空引きによって、真空度が所定の値に達したら、真空口 1 2 7 の切り替えバルブを閉じ、次いで、中間接続部 2 0 の真空口 2 2 2 から真空引きを実施する。

そして、中間接続部 2 0 の真空度が断熱管 1 2 の真空度と同程度となった

ら、真空口 2 2 2 の切り替えバルブを一旦閉じて、断熱管 1 2 の真空口 1 2 7 と中間接続部 2 0 の真空口 2 2 2 とを連結する（図 3 参照）。その後、各真空口 1 2 7, 2 2 2 の切り替えバルブをいずれも開放し、断熱管 1 2 の断熱外管 1 2 2 と断熱内管 1 2 1 の間の領域と中間接続部 2 0 の接続部用断熱外管 2 2 と接続部用断熱内管 2 1 の間の領域が連通される。

[0042] そして、全ての超電導ケーブル 1 0 について、中間接続部 2 0 との接続構造が形成されると、各超電導ケーブル 1 0 の断熱内管 1 2 1 と中間接続部 2 0 の接続部用断熱内管 2 1 の内部領域に液体の冷媒（例えば、液体窒素）が充填され、超電導ケーブルの接続構造の布設作業が完了する。

なお、上記液体窒素の充填時に、断熱管 1 2 は収縮するが、その際の収縮もベローズ管 1 2 6 が吸収し、歪みを低減することが可能である。

[0043] （発明の実施形態による技術的効果）

上記の超電導ケーブル 1 0 の接続構造によれば、超電導ケーブル 1 0 の布設時において、断熱管 1 2 の切断位置の制限がなく、超電導ケーブル 1 0 を任意の長さに調節することが可能である。

また、断熱内管 1 2 1 と断熱外管 1 2 2 は、中間接続部 2 0 内へ引き込まれた各々の引き込み端部同士を封止して断熱管 1 2 を密閉する構造であることから、断熱内管 1 2 1 と断熱外管 1 2 2 とを接合する仕切り部を途中に設ける従来の構造に比べて、仕切り部を伝って断熱内管 1 2 1 の内部への熱の侵入を防止することができ、断熱内管 1 2 1 の内側に対して、高い断熱性を得ることが可能である。

[0044] さらに、断熱外管 1 2 2 の引き込み部位にその外側の断熱外管 1 2 2 よりも管壁の薄いベローズ管 1 2 6 を備えるので、熱の伝達経路が長く且つ薄いことにより、内部への熱の侵入を効果的に低減することが可能である。

特に、ベローズ管 1 2 6 は、その管の中心線方向に沿った断面形状が、中間接続部 2 0 の外側の断熱外管 1 2 2 のコルゲート管よりも振幅が大きく、波のピッチが小さい波形であることから、内部への熱の侵入をさらに効果的に低減する。

また、ベローズ管 126 は、布設時の溶接作業による加熱時の周囲の熱膨張を吸収するだけでなく、冷媒の注入或いは排出時における温度変化の際の熱伸縮も吸収し、超電導ケーブル 10 及び中間接続部 20 の内部に生じる応力を効果的に低減することが可能である。

[0045] ここで、ベローズ管 126 について、寸法及び材質についてより具体的な例示を行うと、図 13 の接続用直管 125 の材質を SUS とし、中間接続部 20 の端部壁面 211 から端部壁面 221 までの距離を 200mm、接続用直管の外径を 150mm、厚みを 1mm とした場合、ベローズ管 126 を設けない場合の侵入熱は 5W であるのに対して、ベローズ管 126 の厚みを 0.1mm、長さを 100mm（有効長さ 1m、振幅 50mm、周期 10mm、10cycle）として設けた場合の侵入熱は 0.1W に下げることが可能であった。このように、ベローズ管 126 は、熱侵入に対して優れた防止効果を奏することが実証されている。

[0046] また、断熱管 12 の真空口 127 を接続用直管 125 の接続部用断熱外管 22 の外側となる部位の外周に設け、中間接続部 20 の真空口 222 を断熱外管 122 が貫通する接続部用断熱外管 22 の端部壁面 221 に設けたので、超電導ケーブル 10 と中間接続部 20 の真空領域を簡易にそれぞれの真空口 127、222 を通じて接続することが可能となると共に、真空口 127、222 を通じた熱侵入量を低減することが可能となる。

また、断熱管 12 の真空口 127 と中間接続部 20 の真空口 222 は、いずれも開閉の切り替えが可能な切り替えバルブを備えていることから、真空口 127 と真空口 222 を連結した場合には、全超電導ケーブル 10 の一端から系内全ての断熱領域内に対する真空引きを一度に行うことが可能となる。

さらに、各真空口 127、222 を適宜選択して開閉操作することにより、故障復旧場所の発見も容易である。この場合、全ての区画を閉にしておき、各部位の真空度をモニタリングすればよい。さらに、故障復旧時には、該当箇所以外の真空区画を閉にしておけば、復旧に伴う真空引き箇所を限定する事が出来る。

[0047] また、上記超電導ケーブル１０の接続構造の布設時において、超電導ケーブル１０を中間接続部２０に接続する長さに調整するために切断され、真空が破壊された断熱管１２が再び密閉されると、当該断熱管１２の真空口１２７から真空引きを開始し、当該真空引きと並行して、他の布設作業（ケーブルコア１１の接続、中間接続部２０の形成等）を行うことから、作業時間の低減を図ることが可能となる。

[0048] （布設作業における他の例）

なお、前述した超電導ケーブル１０の接続構造の布設作業の例では、製造の現場（工場）の段階では、超電導ケーブル１０に接続用直管１２５及びベローズ管１２６は取り付けずに、布設現場において取り付けを行っていたが、接続を行う超電導ケーブル１０の長さが予め正確に分かっている場合には、製造の現場（工場）の段階で断熱管１２の長さを調節し、接続用直管１２５及びベローズ管１２６の取り付けを行い、断熱管１２の内部の真空引きを行っても良い。その場合、図１２Ａに示すように、接続用直管１２５及びベローズ管１２６が取り付けられた状態の超電導ケーブル１０に対して、接続用直管１２５及びベローズ管１２６が円形直管４０９の内側となるようにプーリングアイ構造４０５を施した上で、工場から布設現場に出荷することが望ましい。なお、図１２Ａに示す超電導ケーブル１０の逆側は、図１２Ｂのように、切断された断熱管１２の断熱内管１２１に蓋体４０３が溶接により接続され、断熱外管１２２にはベローズ管１２６と真空口１２７とが既設の接続用直管１２５が溶接により接続されている。

また、上記超電導ケーブル１０の布設時には、図１３に示すように、プーリングアイ構造４０５を除去すると共に、接続用直管１２５と断熱内管１２１との接合部よりも先端側の断熱内管１２１（破線部分）を除去した後に中間接続部２０の形成作業を実施することが望ましい。

[0049] （その他）

以上、本発明者によってなされた発明を実施形態に基づいて具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱

しない範囲で変更可能である。

例えば、上記ベローズ管 1 2 6 は、温度変化に対する耐久性などの問題をクリアすることが可能であれば、金属材料以外を使用しても良い。例えば、テフロン（登録商標）の様な非金属で形成してもよい。その場合には、熱伝導が金属より小さいので、ベローズ管 1 2 6 の管中心線方向における長さをより短くすることも可能である。また、ベローズ管 1 2 6 は金属で形成し、接続用直管 1 2 5 のベローズ管 1 2 6 以外の部分をFRPなどの非金属で形成しても良い。

[0050] また、上記の実施形態では単心型超電導ケーブル 1 0 の接続構造について説明したが、本発明は、3心のケーブルコアを一括して断熱管内に収納した3心一括型超電導ケーブルの中間接続部 2 0 に対する接続構造においても適用できる。

[0051] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0052] ケーブルコアが断熱管内で冷媒と共に收容される超電導ケーブルを中間接続部に接続する分野において利用可能性がある。

符号の説明

- [0053] 1 0 超電導ケーブル
1 1 ケーブルコア
1 1 1 フォーマ
1 1 2 超電導導体層
1 1 3 電気絶縁層
1 1 4 超電導シールド層
1 1 5 常電導シールド層
1 1 6 保護層

- 1 2 断熱管
 - 1 2 1 断熱内管
 - 1 2 2 断熱外管
 - 1 2 3 多層断熱層
 - 1 2 4 防食層
 - 1 2 5 接続用直管
 - 1 2 6 ベローズ管（波付き管状部）
 - 1 2 7 真空口
- 2 0 中間接続部
 - 2 1 接続部用断熱内管（内部容器）
 - 2 2 1 端部壁面（外側の壁面）
 - 2 2 接続部用断熱外管（外部容器）
 - 2 2 2 真空口

請求の範囲

[請求項1] フォーマと超電導導体層を有するケーブルコアが、断熱管内で冷媒と共に收容されてなる超電導ケーブル同士を中間接続部により接続する接続構造であって、

前記超電導ケーブルの断熱管は、それぞれが波付き管である断熱内管と断熱外管とによる二重構造を採ると共に、前記中間接続部は、外部容器と内部容器による二重構造を採り、

前記断熱内管と前記断熱外管とは、前記外部容器の壁面を貫通し、少なくとも前記内部容器の壁面まで引き込まれており、前記断熱内管の引き込み端部と前記断熱外管の引き込み端部とを接合して前記断熱内管と前記断熱外管の間の領域と前記外部容器と内部容器の間の領域のそれぞれを密閉し、

前記断熱外管の前記外部容器の壁面より内側となる引き込み部位に、外部の前記断熱外管よりも管壁の薄い波付き管状部を設け、

前記断熱管と前記中間接続部とに、各々の内部の真空引きを行うための真空口を設けたことを特徴とする超電導ケーブルの接続構造。

[請求項2] 前記中間接続部の真空口は、前記断熱外管が貫通する側の外部容器の外側の壁面に設けられ、

前記断熱管の真空口は、前記外部容器の外側にある前記断熱外管の外周に設けられていることを特徴とした請求項1の超電導ケーブルの接続構造。

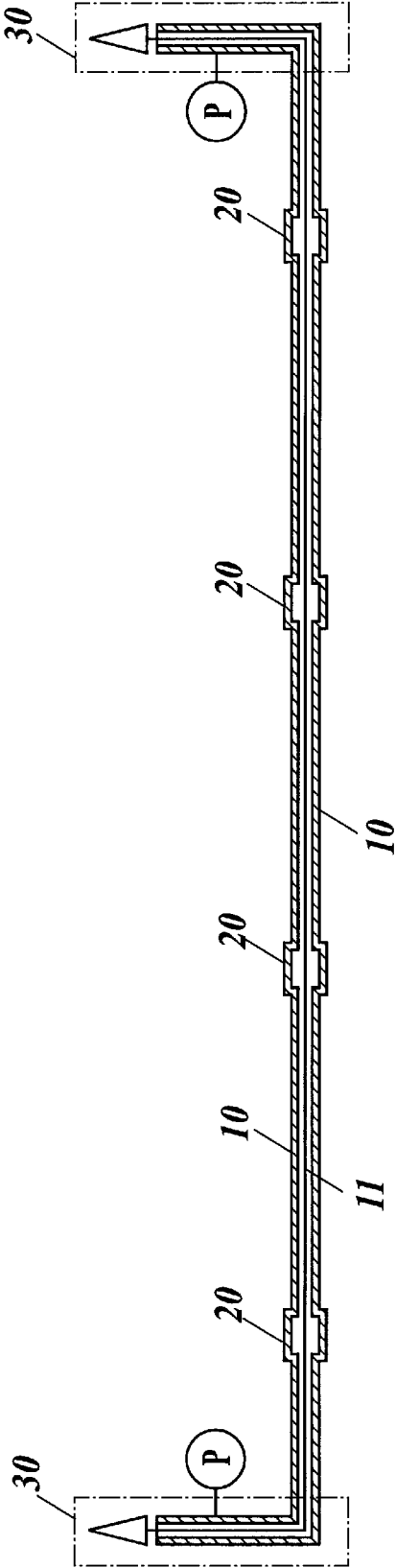
[請求項3] 前記断熱外管の引き込み部位の波付き管状部は、前記断熱外管の長手方向に沿った断面形状が、外側の前記断熱外管よりも振幅が大きく、波のピッチが小さい波形であることを特徴とする請求項1又は2記載の超電導ケーブルの接続構造。

[請求項4] 前記断熱管の真空口と前記中間接続部の真空口は、いずれも開閉の切り替えが可能な切り替えバルブを備えることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の超電導ケーブルの接続構造。

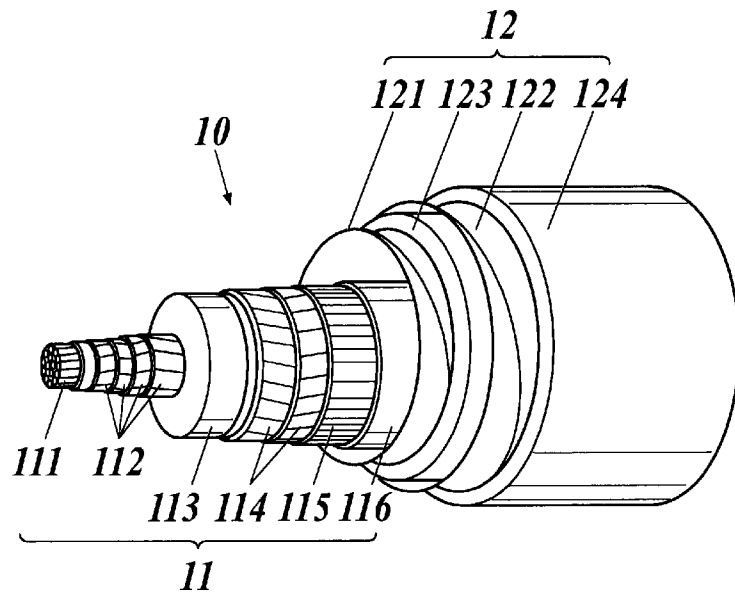
- [請求項5] 前記断熱管の真空口と前記中間接続部の真空口は、互いに接続可能であることを特徴とする請求項4記載の超電導ケーブルの接続構造。
- [請求項6] 請求項1記載の超電導ケーブルの接続構造の布設方法であって、
前記超電導ケーブルが前記中間接続部に接続するための長さに調整され、前記断熱内管と前記断熱外管の間が密閉された後に、当該断熱管の真空口から真空引きを開始し、当該真空引きと並行して、他の布設作業を行うことを特徴とする超電導ケーブルの接続構造の布設方法。
- [請求項7] 請求項4記載の超電導ケーブルの接続構造の真空引き方法であって、
複数の前記超電導ケーブルと複数の前記中間接続部とが交互に接続され、
互いに接続された前記超電導ケーブル及び前記中間接続部の前記真空口同士を連結すると共に前記切り替えバルブを開いた状態で前記複数の超電導ケーブルと前記複数の中間接続部とについて同時に真空引きを行うことを特徴とする超電導ケーブルの接続構造の真空引き方法。

[図1]

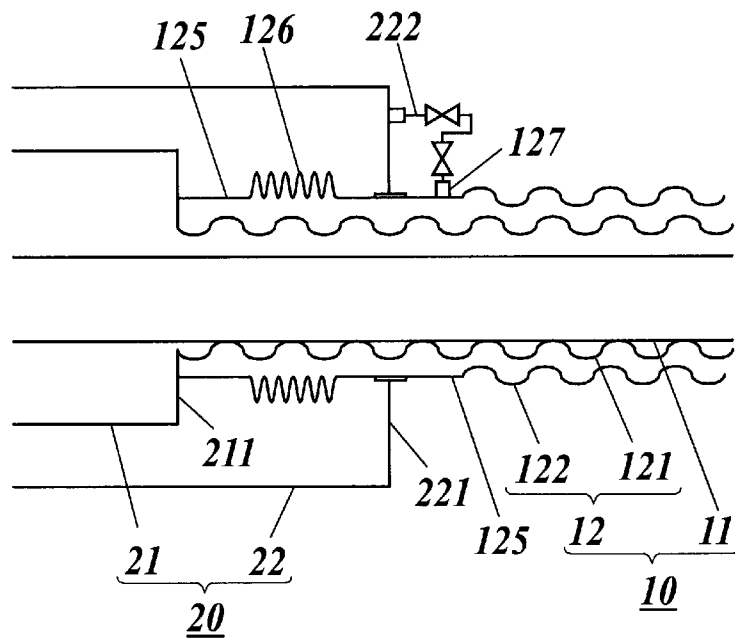
FIG.1



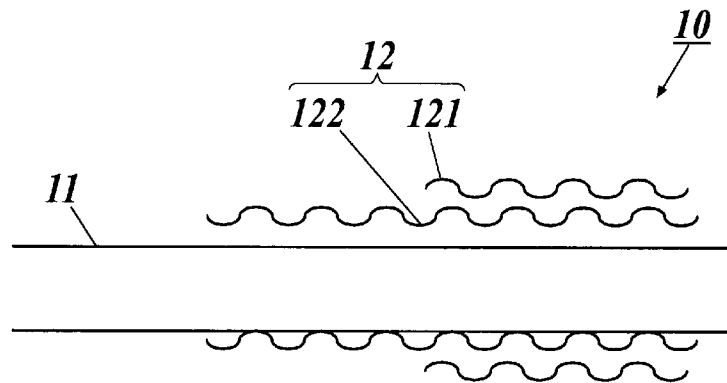
[図2]

FIG.2

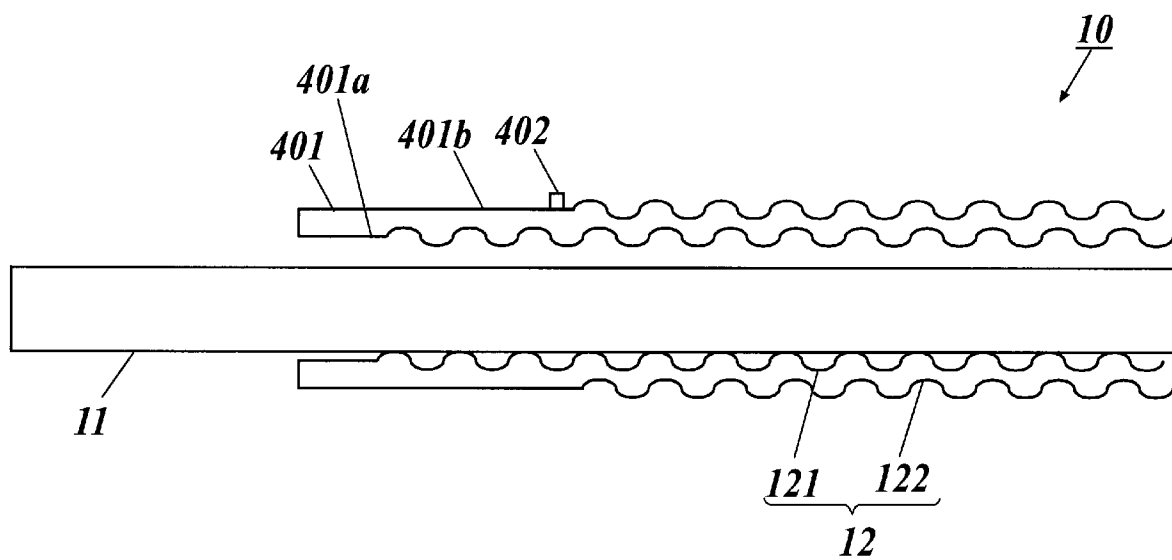
[図3]

FIG.3

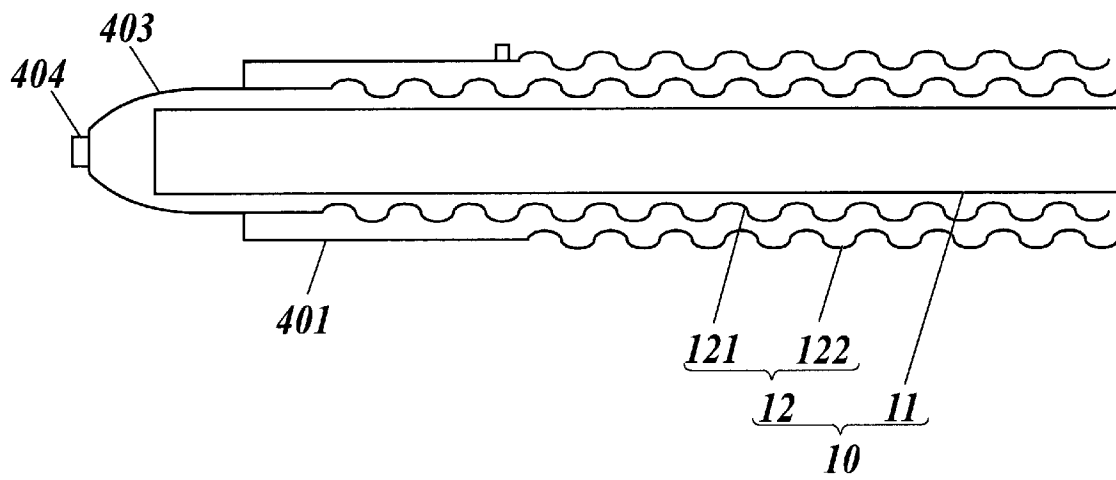
[図4]

FIG.4

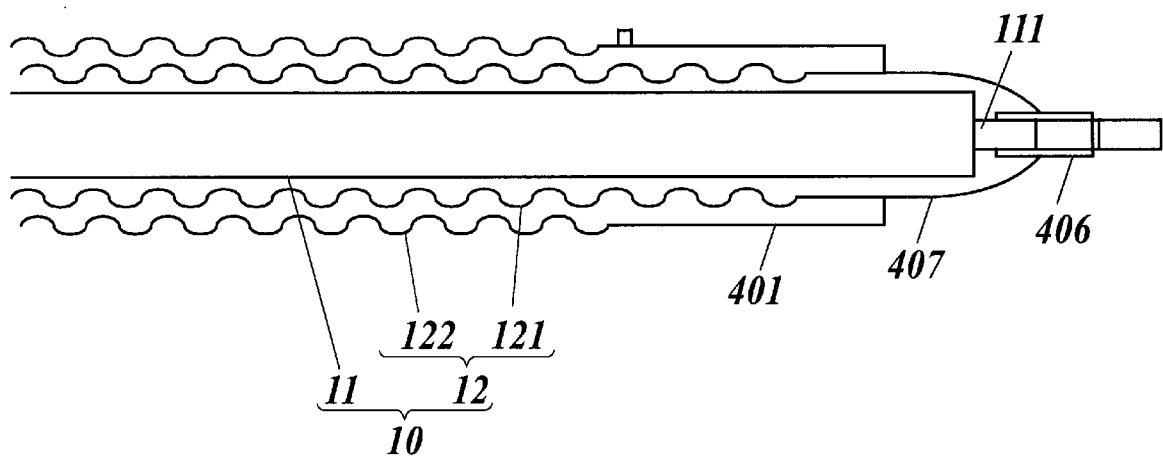
[図5]

FIG.5

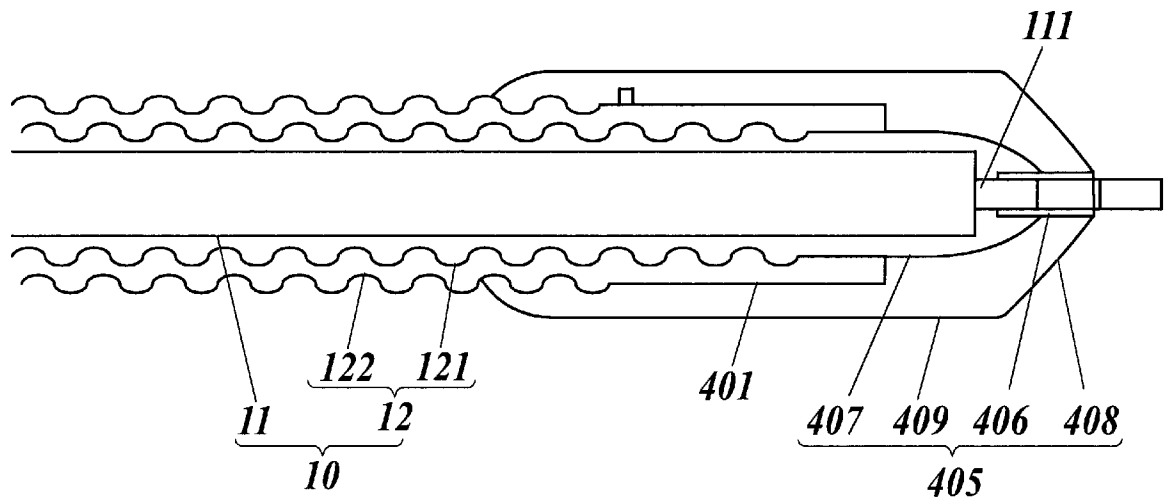
[図6]

FIG.6

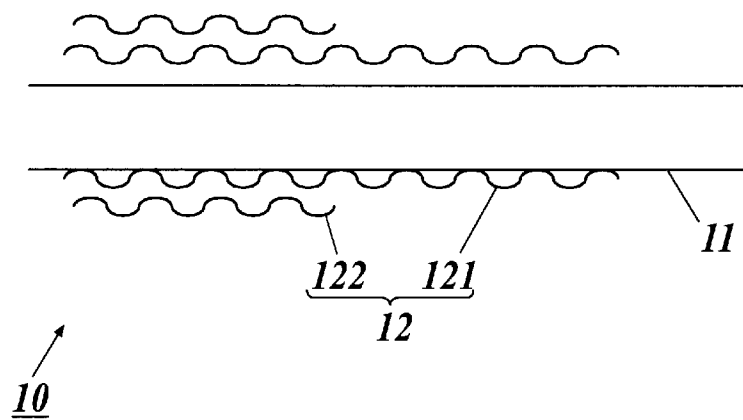
[図7]

FIG.7

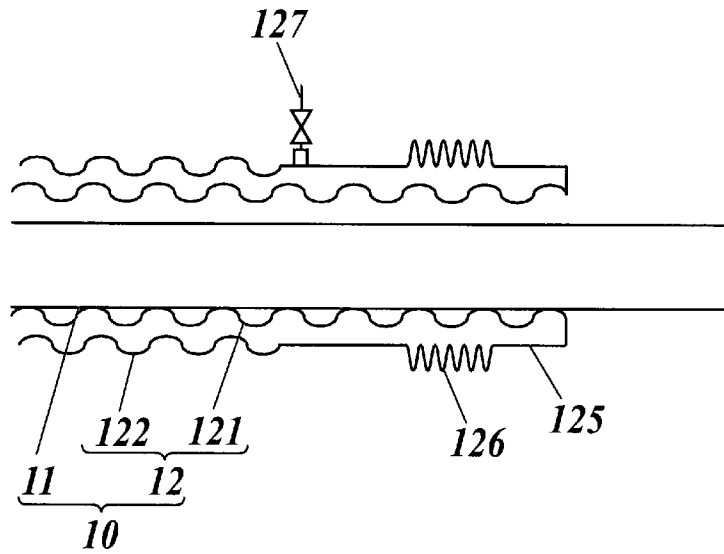
[図8]

FIG.8

[図9]

FIG.9

[図10]

FIG.10

[図11]

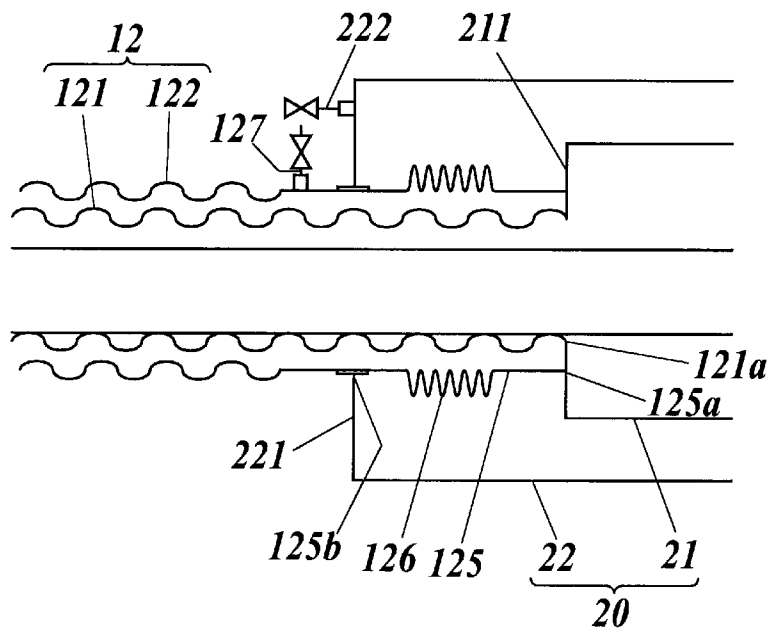
FIG.11

FIG. 12A

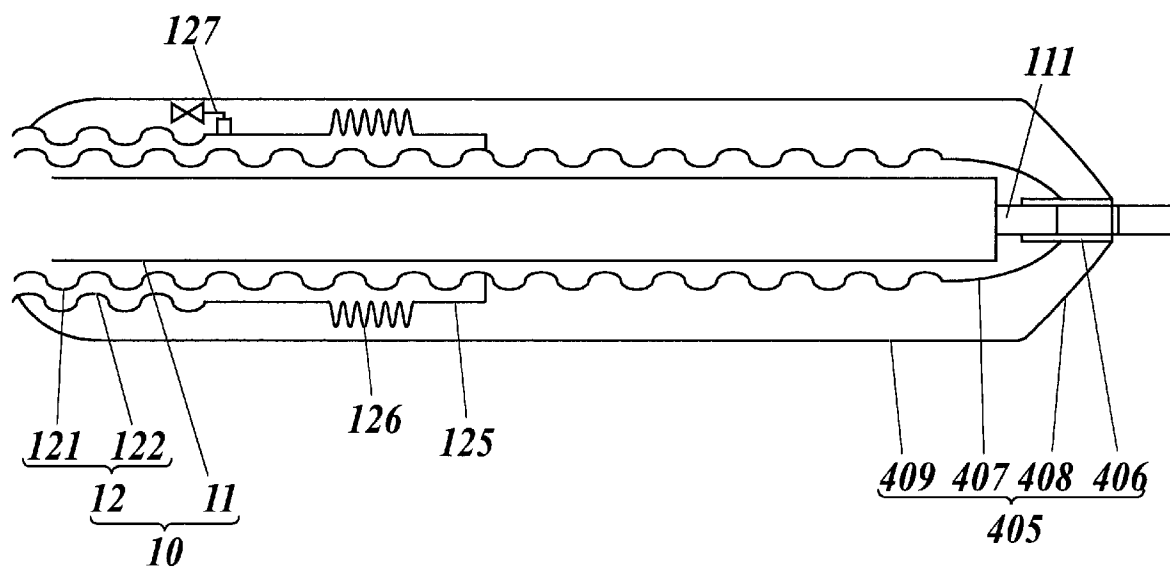


FIG. 12B

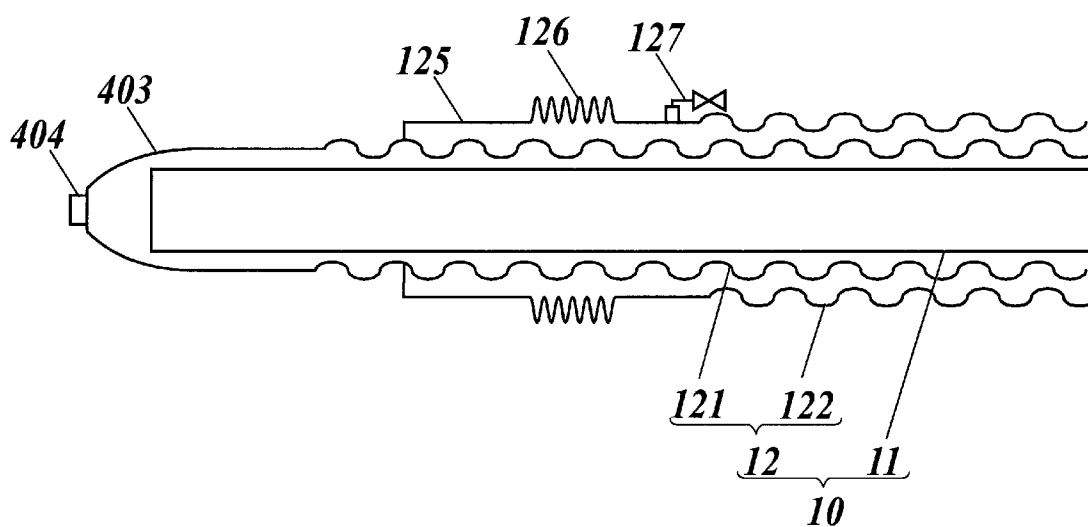


FIG.13

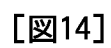
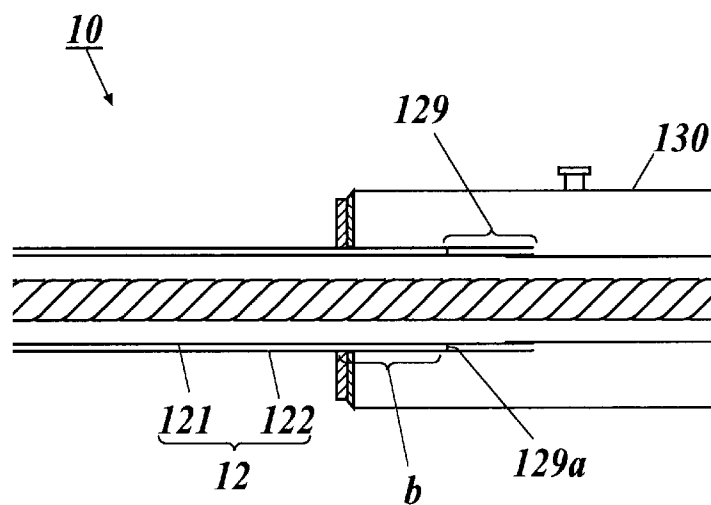


FIG.14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051660

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02G15/34(2006.01)i, H01B12/12(2006.01)i, H01B12/14(2006.01)i, H01L39/04(2006.01)i, H01R4/68(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02G15/34, H01B12/12, H01B12/14, H01L39/04, H01R4/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-340274 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 08 December 2000 (08.12.2000), paragraphs [0001], [0012] to [0019]; fig. 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 50-74185 A (Fujikura Electric Wire Corp.), 18 June 1975 (18.06.1975), page 2, upper left column, line 3 to lower left column, line 3; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 February, 2012 (21.02.12)

Date of mailing of the international search report
28 February, 2012 (28.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051660

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-77594 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 April 2009 (09.04.2009), paragraphs [0001] to [0002], [0022] to [0023]; fig. 1, 5 (Family: none)	1-7
Y	JP 2010-187520 A (LS Cable Ltd.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraphs [0001], [0018] to [0025]; fig. 2 & US 2010/0199689 A1 & KR 10-2010-0092109 A & CN 101807456 A	3-5, 7
Y	JP 63-257136 A (Hitachi Cable, Ltd.), 25 October 1988 (25.10.1988), page 1, right column, lines 8 to 13; page 2, upper right column, lines 10 to 18; page 3, lower right column, line 7 to the last line; page 4, lower left column, lines 9 to 15; fig. 1 (Family: none)	5, 7
Y	JP 2006-179355 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 06 July 2006 (06.07.2006), paragraphs [0001], [0005] to [0009] (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02G15/34(2006.01)i, H01B12/12(2006.01)i, H01B12/14(2006.01)i, H01L39/04(2006.01)i, H01R4/68(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. H02G15/34, H01B12/12, H01B12/14, H01L39/04, H01R4/68

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 2000-340274 A (住友電気工業株式会社) 2000.12.08, 段落【0001】, 【0012】 - 【0019】, 図1 (ファミリーなし)	1 - 7
Y	JP 50-74185 A (藤倉電線株式会社) 1975.06.18, 第2頁左上欄第3行-左下欄第3行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1 - 7
Y	JP 2009-77594 A (住友電気工業株式会社) 2009.04.09, 段落【0001】 - 【0002】, 【0022】 - 【0023】, 図1, 5 (ファミリーなし)	1 - 7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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矛盾するものではなく、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

2 1 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

南 正樹

5 B

3 7 8 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 5

C (続き) . 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	JP 2010-187520 A (エルエス ケーブル リミテッド) 2010.08.26, 段落【0001】, 【0018】 - 【0025】, 図 2 & US 2010/0199689 A1 & KR 10-2010-0092109 A & CN 101807456 A	3 - 5, 7
Y	JP 63-257136 A (日立電線株式会社) 1988.10.25, 第 1 頁右欄第 8 行-第 13 行, 第 2 頁右上欄第 10 行-第 18 行, 第 3 頁右下欄第 7 行-末行, 第 4 頁左下欄第 9 行-第 15 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	5, 7
Y	JP 2006-179355 A (住友電気工業株式会社) 2006.07.06, 段落【0001】, 【0005】 - 【0009】 (ファミリーなし)	6