

(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  
2024年2月29日(29.02.2024)



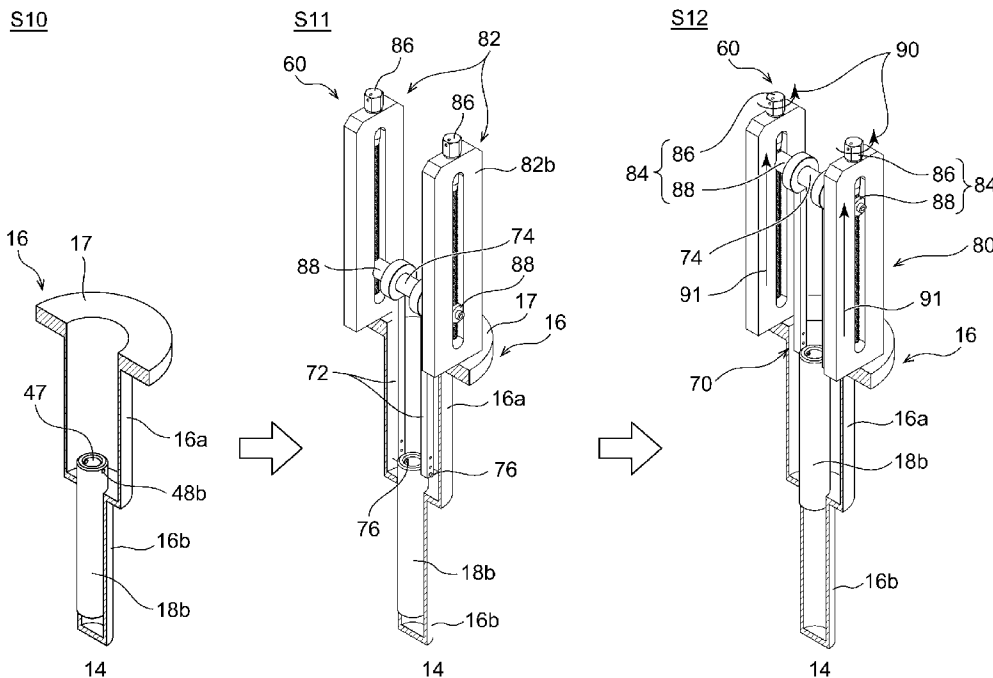
(10) 国際公開番号

WO 2024/042860 A1

- (51) 国際特許分類:  
F25B 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/024273
- (22) 国際出願日: 2023年6月29日(29.06.2023)
- (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 2022-133296 2022年8月24日(24.08.2022) JP
- (71) 出願人: 住友重機械工業株式会社 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川上 翔(KAWAKAMI Sho); 〒1888585 東京都西東京市谷戸町二丁目1番1号住友重機械工業株式会社田無製造所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA Sakaki); 〒1530061 東京都目黒区中目黒1-8-1 VORT中目黒13階 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: DISASSEMBLY METHOD FOR TWO-STAGE COLD HEAD, AND DISPLACER REMOVAL JIG

(54) 発明の名称: 二段式コールドヘッドの分解方法、およびディスプレーサ取出ジグ



(57) Abstract: This disassembly method for a two-stage cold head (14) includes attaching a displacer removal jig (60) to a two-stage displacer (18b) remaining inside a cold head (14), and operating the displacer removal jig (60) such that the two-stage displacer (18b) is pulled out from the cold head (14). The displacer removal jig (60) comprises a gripping tool (70) capable of engaging the two-stage displacer (18b), and a lifter (80) configured so as to raise and lower the gripping tool (70).

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

---

(57) 要約: 二段式のコールドヘッド(14)の分解方法は、コールドヘッド(14)内に残置された二段ディスプレイサ(18b)にディスプレイサ取出ジグ(60)を取り付けることと、二段ディスプレイサ(18b)がコールドヘッド(14)から引き抜かれるようにディスプレイサ取出ジグ(60)を操作することと、を備える。ディスプレイサ取出ジグ(60)は、二段ディスプレイサ(18b)に係合可能な把持具(70)と、把持具(70)を昇降させるように構成されたリフター(80)と、を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

二段式コールドヘッドの分解方法、およびディスプレイサ取出ジグ

### 技術分野

[0001] 本発明は、二段式コールドヘッドの分解方法、およびディスプレイサ取出ジグに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、極低温冷凍機をクライオスタットなどの極低温真空容器に装着するために、スリーブを備えた装着構造を使用することが知られている。極低温真空容器内には例えば超伝導コイルなどの被冷却物が収容され、この被冷却物はスリーブ末端に熱接触している。極低温冷凍機のコールドヘッドはスリーブの内部に装着されており、スリーブを介して被冷却物を冷却する。

[0003] 極低温冷凍機を長期的に運転するなかで、極低温冷凍機のメンテナンスが定期的に必要なとされうる。コールドヘッドはスリーブに対していくらか移動可能であるので、コールドヘッドとスリーブの熱接触を解除することができる。コールドヘッドは例えば室温などメンテナンス作業に都合のよい温度に昇温される一方、被冷却物は極低温に維持することができる。極低温冷凍機のメンテナンスのために被冷却物の昇温と再冷却をする必要がなく、これにより極低温冷凍機のメンテナンス所要時間は短縮される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-134006号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] メンテナンスの際にコールドヘッドは分解される。たとえば二段式のギフォード・マクマホン（Gifford-McMahon；GM）冷凍機であれば、一段ディスプレイサおよび二段ディスプレイサからなるディスプレイサ組立体がコールド

ドヘッドから引き抜かれる。こうして取り外されたディスプレイサ組立体には、消耗部品の交換などメンテナンスが施され、または新品と交換され、コールドヘッドは再び組み立てられる。

[0006] しかしながら、現場で起こりうる異常事態の例として、二段ディスプレイサと二段シリンダが何らかの原因で噛み込みを起こし、二段ディスプレイサが二段シリンダに嵌まり込んで動かなくなるケースがある。その結果、分解のためにディスプレイサ組立体を引き抜こうとする際に、一段ディスプレイサと二段ディスプレイサの連結部に過剰な力が働いて破損し、一段ディスプレイサだけが引き抜かれ、二段ディスプレイサがコールドヘッド内に残り残されてしまうことがある。こうしてコールドヘッド内に残置された二段ディスプレイサを現場で取り外すことができなければ、コールドヘッドのメンテナンスを完了できなくなり、極低温冷凍機の運転を再開することもできなくなる。

[0007] 本発明のある態様の例示的な目的のひとつは、二段式コールドヘッド内に残置された二段ディスプレイサを取り出すことを可能にする二段式コールドヘッドの分解方法およびこの方法に適するディスプレイサ取出ジグを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明のある態様によると、二段式コールドヘッドの分解方法は、二段式コールドヘッド内に残置された二段ディスプレイサにディスプレイサ取出ジグを取り付けることと、二段ディスプレイサが二段式コールドヘッドから引き抜かれるようにディスプレイサ取出ジグを操作することと、を備える。

[0009] 本発明のある態様によると、二段式コールドヘッドの分解方法が提供される。二段式コールドヘッドは、一段ディスプレイサと二段ディスプレイサを備えるディスプレイサ組立体と、一段ディスプレイサと連結されたディスプレイサ駆動軸とを備える。分解方法は、ディスプレイサ駆動軸にディスプレイサ取出ジグを取り付けることと、ディスプレイサ組立体が二段式コールドヘッドから引き抜かれるようにディスプレイサ取出ジグを操作することと、

を備える。

[0010] 本発明のある態様によると、ディスプレイサ取出ジグは、二段式コールドヘッドの二段ディスプレイサに係合可能な把持具と、把持具を昇降させるように構成されたりフターと、を備える。

### 発明の効果

[0011] 本発明によれば、二段式コールドヘッド内に残置された二段ディスプレイサを取り出すことを可能にする二段式コールドヘッドの分解方法およびこの方法に適するディスプレイサ取出ジグを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態に係る極低温冷凍機を概略的に示す図である。

[図2]実施の形態に係る極低温冷凍機を概略的に示す図である。

[図3]図1および図2に示されるディスプレイサ組立体における一段ディスプレイサと二段ディスプレイサの連結構造の例を模式的に示す分解斜視図である。

[図4]図4(a)から図4(c)は、実施の形態に係るディスプレイサ取出ジグを概略的に示す図である。

[図5]図5(a)および図5(b)は、実施の形態に係るディスプレイサ取出ジグを概略的に示す図である。

[図6]実施の形態に係るコールドヘッドの分解方法を示す概略図である。

[図7]実施の形態に係るコールドヘッドの分解方法を示す概略図である。

[図8]図8(a)および図8(b)は、実施の形態に係るディスプレイサ取出ジグの把持具の他の例を概略的に示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。説明および図面において同一または同等の構成要素、部材、処理には同一の符号を付し、重複する説明は適宜省略する。図示される各部の縮尺や形状は、説明を容易にするために便宜的に設定されており、特に言及がない限り限定的に解釈されるものではない。実施の形態は例示であり、本発

明の範囲を何ら限定するものではない。実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0014] 図1および図2は、実施の形態に係る極低温冷凍機10を概略的に示す図である。図1には、極低温冷凍機10の外観を示し、図2には、極低温冷凍機10の内部構造を示す。極低温冷凍機10は、一例として、二段式のギフォード・マクマホン（Gifford-McMahon；GM）冷凍機である。

[0015] 極低温冷凍機10は、圧縮機12と二段式のコールドヘッド14とを備える。圧縮機12は、極低温冷凍機10の作動ガスをコールドヘッド14から回収し、回収した作動ガスを昇圧して、再び作動ガスをコールドヘッド14に供給するよう構成されている。コールドヘッド14は、膨張機とも呼ばれる。作動ガスは、冷媒ガスとも称され、通例はヘリウムガスであるが、適切な他のガスが用いられてもよい。

[0016] なお、一般に、圧縮機12からコールドヘッド14に供給される作動ガスの圧力と、コールドヘッド14から圧縮機12に回収される作動ガスの圧力は、ともに大気圧よりかなり高く、それぞれ第1高圧及び第2高圧と呼ぶことができる。説明の便宜上、第1高圧及び第2高圧はそれぞれ単に高圧及び低圧とも呼ばれる。典型的には、高圧は例えば2～3MPaである。低圧は例えば0.5～1.5MPaであり、例えば約0.8MPaである。理解のために、作動ガスの流れる方向を矢印で示す。

[0017] コールドヘッド14は、冷凍機シリンダ16と、ディスプレイサ組立体18とを備える。冷凍機シリンダ16は、ディスプレイサ組立体18の直線往復運動をガイドするとともに、ディスプレイサ組立体18との間に作動ガスの膨張室（32、34）を形成する。また、コールドヘッド14は、膨張室への作動ガスの吸気開始タイミングおよび膨張室からの作動ガスの排気開始タイミングを定める圧力切替バルブ40を備える。

[0018] 本書では、極低温冷凍機10の構成要素間の位置関係を説明するために、便宜上、ディスプレイサの軸方向往復動の上死点に近い側を「上」、下死点に近い側を「下」と表記することとする。上死点は膨張空間の容積が最大と

なるディスプレイサの位置であり、下死点は膨張空間の容積が最小となるディスプレイサの位置である。極低温冷凍機10の運転時には軸方向上方から下方へと温度が下がる温度勾配が生じるので、上側を高温側、下側を低温側と呼ぶこともできる。

[0019] 冷凍機シリンダ16は、一段シリンダ16a、二段シリンダ16bを有する。一段シリンダ16aと二段シリンダ16bは、一例として、円筒形状を有する部材であり、二段シリンダ16bが一段シリンダ16aよりも小径である。一段シリンダ16aと二段シリンダ16bは同軸に配置され、一段シリンダ16aの下端が二段シリンダ16bの上端に剛に連結されている。

[0020] ディスプレーサ組立体18は、互いに連結された一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bを備え、これらは一体に移動する。一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bは、一例として、円筒形状を有する部材であり、二段ディスプレイサ18bが一段ディスプレイサ18aよりも小径である。一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bは同軸に配置されている。

[0021] 一段ディスプレイサ18aは、一段シリンダ16aに収容され、二段ディスプレイサ18bは、二段シリンダ16bに収容されている。一段ディスプレイサ18aは、一段シリンダ16aに沿って軸方向に往復移動可能であり、二段ディスプレイサ18bは、二段シリンダ16bに沿って軸方向に往復移動可能である。

[0022] 図2に示されるように、一段ディスプレイサ18aは、第1蓄冷器26を収容する。第1蓄冷器26は、一段ディスプレイサ18aの筒状の本体部の中に、例えば銅などの金網またはその他適宜の第1蓄冷材を充填することによって形成されている。一段ディスプレイサ18aの上蓋部および下蓋部は一段ディスプレイサ18aの本体部とは別の部材として提供されてもよく、一段ディスプレイサ18aの上蓋部および下蓋部は、締結、溶接など適宜の手段で本体に固定され、それにより第1蓄冷材が一段ディスプレイサ18aに収容されてもよい。

[0023] 同様に、二段ディスプレイサ18bは、第2蓄冷器28を収容する。第2蓄冷器28は、二段ディスプレイサ18bの筒状の本体部の中に、例えばビスマスなどの非磁性蓄冷材、 $\text{HoCu}_2$ などの磁性蓄冷材、またはその他適宜の第2蓄冷材を充填することによって形成されている。第2蓄冷材は粒状に成形されていてもよい。二段ディスプレイサ18bの上蓋部および下蓋部は二段ディスプレイサ18bの本体部とは別の部材として提供されてもよく、二段ディスプレイサ18bの上蓋部および下蓋部は、締結、溶接など適宜の手段で本体に固定され、それにより第2蓄冷材が二段ディスプレイサ18bに収容されてもよい。

[0024] ディ스플레이サ組立体18は、室温室30、第1膨張室32、第2膨張室34を冷凍機シリンダ16の内部に形成する。極低温冷凍機10によって冷却すべき所望の物体または媒体との熱交換のために、コールドヘッド14は、第1冷却ステージ33と第2冷却ステージ35を備える。室温室30は、一段ディスプレイサ18aの上蓋部と一段シリンダ16aの上部との間に形成される。第1膨張室32は、一段ディスプレイサ18aの下蓋部と第1冷却ステージ33との間に形成される。第2膨張室34は、二段ディスプレイサ18bの下蓋部と第2冷却ステージ35との間に形成される。第1冷却ステージ33は、第1膨張室32を取り囲むように一段シリンダ16aの下部に固着され、第2冷却ステージ35は、第2膨張室34を取り囲むように二段シリンダ16bの下部に固着されている。第1冷却ステージ33および第2冷却ステージ35は、例えば純銅（例えば、無酸素銅、タフピッチ銅など）、または他の高熱伝導金属で形成される。

[0025] 第1蓄冷器26は、一段ディスプレイサ18aの上蓋部に形成された作動ガス流路36aを通じて室温室30に接続され、一段ディスプレイサ18aの下蓋部に形成された作動ガス流路36bを通じて第1膨張室32に接続されている。第2蓄冷器28は、一段ディスプレイサ18aの下蓋部から二段ディスプレイサ18bの上蓋部へと形成された作動ガス流路36cを通じて第1蓄冷器26に接続されている。また、第2蓄冷器28は、二段ディス

レーサ 18 b の下蓋部に形成された作動ガス流路 36 d を通じて第 2 膨張室 34 に接続されている。

[0026] 第 1 膨張室 32、第 2 膨張室 34 と室温室 30 との間の作動ガス流れが、冷凍機シリンダ 16 とディスプレイサ組立体 18 との間のクリアランスではなく、第 1 蓄冷器 26、第 2 蓄冷器 28 に導かれるようにするために、第 1 シール 38 a、第 2 シール 38 b が設けられていてもよい。第 1 シール 38 a は、一段ディスプレイサ 18 a と一段シリンダ 16 a との間に配置されるように一段ディスプレイサ 18 a の上蓋部に装着されてもよい。第 2 シール 38 b は、二段ディスプレイサ 18 b と二段シリンダ 16 b との間に配置されるように二段ディスプレイサ 18 b の上蓋部に装着されてもよい。

[0027] 図 1 に示されるように、コールドヘッド 14 は、圧力切替バルブ 40 を収容する冷凍機ハウジング 20 を備える。冷凍機ハウジング 20 は、冷凍機シリンダ 16 と結合され、それにより、圧力切替バルブ 40 およびディスプレイサ組立体 18 を収容する気密容器が構成される。冷凍機ハウジング 20 および冷凍機シリンダ 16 は、気密容器として内外の圧力差に耐えるように、例えばステンレス鋼などの金属材料またはその他の適する高強度材料で形成される。

[0028] 圧力切替バルブ 40 は、図 2 に示されるように、高圧バルブ 40 a と低圧バルブ 40 b を備え、冷凍機シリンダ 16 内に周期的圧力変動を発生させるように構成されている。圧縮機 12 の作動ガス吐出口が高圧バルブ 40 a を介して室温室 30 に接続され、圧縮機 12 の作動ガス吸入口が低圧バルブ 40 b を介して室温室 30 に接続されている。高圧バルブ 40 a と低圧バルブ 40 b は、選択的かつ交互に開閉するように（すなわち、一方が開いているとき他方が閉じるように）構成されている。

[0029] 圧力切替バルブ 40 は、ロータリーバルブの形式をとってもよい。すなわち、圧力切替バルブ 40 は、静止したバルブ本体に対するバルブディスクの回転摺動によって高圧バルブ 40 a と低圧バルブ 40 b が交互に開閉されるように構成されていてもよい。その場合、膨張機モータ 42 が圧力切替バル

ブ40のバルブディスクを回転させるように圧力切替バルブ40に連結されていてもよい。たとえば、圧力切替バルブ40は、バルブ回転軸が膨張機モータ42の回転軸と同軸となるように配置される。

[0030] あるいは、高圧バルブ40aと低圧バルブ40bはそれぞれ個別に制御可能なバルブであってもよく、その場合、圧力切替バルブ40は、膨張機モータ42に連結されていなくてもよい。

[0031] コールドヘッド14は、膨張機モータ42と運動変換機構43とを備える。膨張機モータ42は、コールドヘッド14を駆動する駆動源であり、例えば、三相交流で駆動する電気モータである。膨張機モータ42は、冷凍機ハウジング20に取り付けられている。運動変換機構43は、圧力切替バルブ40と同様に、冷凍機ハウジング20に收容されている。

[0032] 膨張機モータ42は、たとえばスコッチヨーク機構などの運動変換機構43を介してディスプレイサ駆動軸44に連結されている。運動変換機構43は、膨張機モータ42が出力する回転運動をディスプレイサ駆動軸44の直線往復運動に変換する。ディスプレイサ駆動軸44は、運動変換機構43から室温室30の中へと延び、一段ディスプレイサ18aの上蓋部に固定されている。膨張機モータ42の回転は運動変換機構43によってディスプレイサ駆動軸44の軸方向往復動に変換され、ディスプレイサ組立体18は冷凍機シリンダ16内を軸方向に直線的に往復する。

[0033] 以上の構成により、極低温冷凍機10は、圧縮機12および膨張機モータ42が運転されるとき、第1膨張室32および第2膨張室34において周期的な容積変動とこれに同期した作動ガスの圧力変動を発生させる。典型的には、吸気工程においては、低圧バルブ40bが閉じ高圧バルブ40aが開くことによって、高圧の作動ガスが圧縮機12から高圧バルブ40aを通じて室温室30に流入し、第1蓄冷器26を通じて第1膨張室32に供給され、第2蓄冷器28を通じて第2膨張室34に供給される。こうして、第1膨張室32、第2膨張室34は低圧から高圧へと昇圧される。このとき、ディスプレイサ組立体18が下死点から上死点へと上動され第1膨張室32と第2

膨張室 3 4 の容積が増加される。高圧バルブ 4 0 a が閉じると吸気工程は終了する。

[0034] 排気工程においては、高圧バルブ 4 0 a が閉じ低圧バルブ 4 0 b が開くことによって、高圧の第 1 膨張室 3 2、第 2 膨張室 3 4 が圧縮機 1 2 の低圧の作動ガス吸入口に開放される。それにより、作動ガスが第 1 膨張室 3 2、第 2 膨張室 3 4 で膨張し、その結果低圧となった作動ガスが第 1 膨張室 3 2、第 2 膨張室 3 4 から第 1 蓄冷器 2 6、第 2 蓄冷器 2 8 を通じて室温室 3 0 へと排出される。このとき、ディスプレイサ組立体 1 8 が上死点から下死点へと下動され第 1 膨張室 3 2 と第 2 膨張室 3 4 の容積が減少される。作動ガスはコールドヘッド 1 4 から低圧バルブ 4 0 b を通じて圧縮機 1 2 に回収される。低圧バルブ 4 0 b が閉じると排気工程は終了する。

[0035] このようにして、たとえば GM サイクルなどの冷凍サイクルが構成され、第 1 冷却ステージ 3 3 および第 2 冷却ステージ 3 5 が所望の極低温に冷却される。第 1 冷却ステージ 3 3 は、例えば約 3 0 K ~ 約 7 0 K の範囲にある第 1 冷却温度に冷却されることができる。第 2 冷却ステージ 3 5 は、第 1 冷却温度より低い第 2 冷却温度（例えば、約 1 K ~ 約 4 K）に冷却されることができる。

[0036] 図 3 は、図 1 および図 2 に示されるディスプレイサ組立体 1 8 における一段ディスプレイサ 1 8 a と二段ディスプレイサ 1 8 b の連結構造の例を模式的に示す分解斜視図である。図示されるように、一段ディスプレイサ 1 8 a の低温端（図 1 および図 2 における下蓋部）には、一段ディスプレイサ 1 8 a の中心軸と同軸に円筒状の凹部 4 6 が設けられている。凹部 4 6 は、上側に小径部 4 6 a、下側に大径部 4 6 b を有する。一段ディスプレイサ 1 8 a の低温端にはさらに、一段ディスプレイサ 1 8 a の中心軸と直交して径方向に一段ディスプレイサ 1 8 a および凹部 4 6 の小径部 4 6 a を貫通する一段ディスプレイサピン穴 4 8 a が設けられている。

[0037] また、二段ディスプレイサ 1 8 b の高温端（図 1 および図 2 における上蓋部）には、二段ディスプレイサ 1 8 b の中心軸と同軸に円筒状の凹部 4 7（

図6参照)が設けられている。二段ディスプレイサ18bの高温端にはさらに、二段ディスプレイサ18bの中心軸と直交して径方向に二段ディスプレイサ18bおよび凹部47を貫通する二段ディスプレイサピン穴48bが設けられている。

[0038] 一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bの間には、短い円柱状の連結体50が設けられている。連結体50の一方の端部(図3において上端)には、連結体50の中心軸と直交して径方向に貫通する第1ピン穴50aが設けられ、連結体50の他方の端部(図3において下端)には、連結体50の中心軸と直交して径方向に貫通する第2ピン穴50bが設けられている。第1ピン穴50aと第2ピン穴50bは、連結体50の中心軸に沿って異なる位置で、互いに直交するように設けられている。

[0039] 連結体50の一方の端部は、一段ディスプレイサ18aに設けられた凹部46の小径部46aに挿入可能であり、連結体50が挿入されたとき第1ピン穴50aが一段ディスプレイサピン穴48aと連通する。第1連結ピン52aが一段ディスプレイサピン穴48aおよび第1ピン穴50aに挿入され、それにより、連結体50は一段ディスプレイサ18aと連結される。また、連結体50の他方の端部は、二段ディスプレイサ18bの凹部に挿入可能であり、連結体50が挿入されたとき第2ピン穴50bが二段ディスプレイサピン穴48bと連通する。第2連結ピン52bが二段ディスプレイサピン穴48bおよび第2ピン穴50bに挿入され、それにより、連結体50は二段ディスプレイサ18bと連結される。このようにして、一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bとが連結体50を介して連結される。

[0040] なお、一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bの連結構造は、他の構成もとりうる。例えば、連結体50を用いることは必須ではなく、一段ディスプレイサ18aの凹部46に二段ディスプレイサ18bが挿入され、一本の連結ピンで一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bが連結されてもよい。

[0041] 本書の冒頭で述べたように、極低温冷凍機10のメンテナンスのために、

コールドヘッド14が分解されることがある。このとき、冷凍機ハウジング20と冷凍機シリンダ16の締結が解除され、冷凍機ハウジング20が冷凍機シリンダ16から持ち上げられる。冷凍機ハウジング20内の膨張機モータ42および運動変換機構43などのディスプレイサ駆動機構とともに、ディスプレイサ組立体18も冷凍機シリンダ16に対し引き上げられる。こうして一段ディスプレイサ18aおよび二段ディスプレイサ18bがそれぞれ一段シリンダ16aおよび二段シリンダ16bから引き抜かれ、最終的に冷凍機ハウジング20およびディスプレイサ組立体18がコールドヘッド14から取り外される。

[0042] しかしながら、現場で起こりうる異常事態の例として、二段ディスプレイサ18bと二段シリンダ16bが何らかの原因で噛み込みを起こし、二段ディスプレイサ18bが二段シリンダ16b内に嵌まり込んで動かなくなるケースがある。その結果、分解のためにディスプレイサ組立体18を冷凍機シリンダ16から引き抜こうとする際に、一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bの連結部に過剰な力が働き、連結部が破損する（例えば、第2連結ピン52bが折れる）ことがある。一段ディスプレイサ18aだけが引き抜かれ、二段ディスプレイサ18bが二段シリンダ16bに取り残されてしまうことがある。二段ディスプレイサ18bがコールドヘッド14内に残置されたままでは、コールドヘッド14のメンテナンスを完了できず、極低温冷凍機10の運転を再開することもできない。

[0043] そこで、この実施の形態では、現場で容易に行えるコールドヘッド14の分解方法が提案される。この方法では、以下に説明するディスプレイサ取出ジグ60を使用して、コールドヘッド14内に残置された二段ディスプレイサ18bを取り出すことが可能となる。

[0044] 図4(a)から図4(c)は、実施の形態に係るディスプレイサ取出ジグ60を概略的に示す図である。図4(a)にはディスプレイサ取出ジグ60の正面図、図4(b)にはディスプレイサ取出ジグ60の側面図、図4(c)にはディスプレイサ取出ジグ60の一部切り欠き斜視図が示される。

- [0045] ディスプレーサ取出ジグ60は、コールドヘッド14の二段ディスプレイサ18bと係合可能な把持具70と、把持具70を昇降させるように構成されたリフター80と、を備える。
- [0046] 把持具70は、縦方向（図において上下方向）に互いに平行に延在する2本の縦ロッド72と、縦方向に垂直な方向である横方向に延在しこれら縦ロッド72を支持する横架ロッド74とを備える。各縦ロッド72は、基部72aと先端部72bとを備える。縦ロッド72は、この例では矩形断面を有するが、他の断面形状を有してもよい。
- [0047] 縦ロッド72の基部72aは、その中心部に横架ロッド74を受け入れる貫通穴を有するリング状の形状を有する。縦ロッド72の基部72aのこの貫通穴に横架ロッド74が挿し込まれることで、縦ロッド72は、横架ロッド74に対して横方向に移動可能となるように横架ロッド74と連結されている。この例では、横架ロッド74は円形断面を有し、縦ロッド72の基部72aの貫通穴も同じ円形断面を有しており、これにより、縦ロッド72は、横架ロッド74まわりに回動可能でもある。なお、横架ロッド74は矩形断面など他の断面形状を有してもよく、縦ロッド72の基部72aの貫通穴もこれに対応する形状を有してもよい。
- [0048] また、把持具70は、二段ディスプレイサピン穴48bに挿し込むことができるように定められた形状を有する把持ピン76を備える。よって、把持ピン76は、二段ディスプレイサピン穴48bに対応する形状を有する。例えば、二段ディスプレイサピン穴48bが丸穴である場合、これに対応して把持ピン76は円柱状のピンである。
- [0049] 把持ピン76は各縦ロッド72に設けられており、すなわちこの実施の形態では、把持具70には2本の把持ピン76が設けられている。縦ロッド72の先端部72bには、把持ピン76が挿し込まれる把持ピン穴が設けられている。この把持ピン穴は、縦ロッド72の先端部72bを横方向に貫通している。把持ピン76は、この把持ピン穴に挿し込まれることで縦ロッド72に装着される。

- [0050] 把持ピン76は、交換可能である。つまり、把持ピン76は、取り外し可能に縦ロッド72に装着されている。必要に応じて、装着された把持ピン76を把持ピン穴から引き抜いて、別の把持ピン76（例えば、新品の把持ピン76）を新たに把持ピン穴に挿し込んで縦ロッド72に装着することができる。後述するコールドヘッド分解方法では、二段ディスプレイサ18bを二段シリンダ16bから引き抜くとき、把持ピン76に大きな力が働き、把持ピン76は変形しうる。変形した使用済みの把持ピン76を未変形の別の把持ピン76と交換することにより、同じディスプレイサ取出ジグ60を次のコールドヘッド分解作業にも使用することができる。
- [0051] リフター80は、支持体82と、支持体82に組み込まれた送りねじ機構84と、を備える。支持体82は、図示されるように、縦方向に互いに平行に延在する2本の支持ロッドからなり、各支持ロッドは、基部82aと先端部82bとを備える。各支持ロッドには、基部82aから先端部82bへと縦方向に延びるスリット82cが設けられている。
- [0052] 送りねじ機構84は、支持体82に回転可能に支持された送りねじ86と送りねじ86に螺合するナット部88とを有し、支持体82に対する送りねじ86の回転によりナット部88が支持体82に対して移動するように構成されている。図4(c)では、理解を容易にするために、送りねじ86の中心軸および横架ロッド74の中心軸を通る平面で、支持体82のうち片側の支持ロッドを切り欠いて図示している。送りねじ86は、支持ロッドの先端部82bに回転可能に支持され、スリット82c内を縦方向に延在している。送りねじ86のねじ頭86aが支持ロッドの先端部82b上に設けられ、このねじ頭86aを作業者が回転させることにより、送りねじ機構84を操作可能である。送りねじ86のねじ部86bは、スリット82c内に配置されている。
- [0053] ナット部88は、横架ロッド74の両端に設けられ、横架ロッド74の一部となっている。図示の状態では、支持ロッドの基部82aに近接する送りねじ86のねじ部86bの先端部で、送りねじ86がナット部88に螺合し

ている。ナット部88は、送りねじ86と螺合した状態で支持体82のスリット82cに配置され、送りねじ86の回転によりスリット82cに沿って縦方向に移動可能である。ナット部88すなわち横架ロッド74の縦方向移動により、横架ロッド74に支持された縦ロッド72および把持ピン76も縦方向移動する。このようにして、把持具70は、ナット部88と一体に移動するようにナット部88に連結されている。

[0054] 図5(a)および図5(b)は、実施の形態に係るディスプレイサ取出ジグ60を概略的に示す図である。図5(a)にはディスプレイサ取出ジグ60の正面図、図5(b)にはディスプレイサ取出ジグ60の斜視図が示される。図4(a)から図4(c)には、ディスプレイサ取出ジグ60の展開状態が示されるのに対して、図5(a)および図5(b)には、ディスプレイサ取出ジグ60の格納状態が示される。

[0055] 図5(a)および図5(b)に示される格納状態では、図4(a)から図4(c)に示される展開状態と比較して、把持具70の縦ロッド72が横架ロッド74まわりに約180度回転されてリフター80へと折り畳まれている。このように、実施の形態に係るディスプレイサ取出ジグ60は、折り畳み可能である。これにより、格納状態におけるディスプレイサ取出ジグ60の縦方向の長さは、展開状態に比べておよそ半分に短くなる。このようにして、折り畳みによってディスプレイサ取出ジグ60をコンパクトにすることによって、ディスプレイサ取出ジグ60の収納スペースを小さくすることができる。これは、不使用時のディスプレイサ取出ジグ60の保管に役立つ。なお、ディスプレイサ取出ジグ60を折り畳むことに代えて、ディスプレイサ取出ジグ60は、リフター80から把持具70を取り外す等、分解されて保管されてもよい。

[0056] 図6は、実施の形態に係るコールドヘッド14の分解方法を示す概略図である。理解を容易にするために、図6では、冷凍機シリンダ16はその中心軸を含む平面で切断して図示している。

[0057] この分解方法は、図6の左部に示すように、冷凍機シリンダ16の二段シ

リング16bに二段ディスプレイサ18bのみが取り残された状態から開始される(S10)。この状態は、上述のように、一段ディスプレイサ18aと二段ディスプレイサ18bの連結部が破損して一段ディスプレイサ18aのみが一段シリンダ16aから引き抜かれた結果である。

[0058] たいていの場合、二段ディスプレイサ18bの二段ディスプレイサピン穴48bに挿し込まれていた第2連結ピン52b(図3参照)は、一段ディスプレイサ18aとともに連結体50が引き上げられるとき折れてしまい、二段ディスプレイサピン穴48bから抜け落ちていると想定される。しかし、もし第2連結ピン52bが二段ディスプレイサピン穴48bに残存している場合には、この段階で第2連結ピン52bは二段ディスプレイサピン穴48bから取り除かれる。

[0059] 次に、図6の中央部に示すように、ディスプレイサ取出ジグ60が準備され、以下に説明するように、残置された二段ディスプレイサ18bにディスプレイサ取出ジグ60が取り付けられる(S11)。

[0060] S11では、まず、ディスプレイサ取出ジグ60の支持体82が冷凍機シリンダ16に載置される。冷凍機シリンダ16は、一段シリンダ16aの上端(二段シリンダ16bとは反対側の端部)にシリンダフランジ17を備える。シリンダフランジ17は、一段シリンダ16aの上端から径方向外側に延出している。支持体82、つまり2本の支持ロッドの基部82aが、シリンダフランジ17の上面に載置される。

[0061] なお、支持体82は、シリンダフランジ17に置かれているにすぎず、支持体82はシリンダフランジ17に固定されてはいない。しかし、必要に応じて、支持体82はシリンダフランジ17に例えばねじ止めなど適宜の手法により固定されてもよい。また、支持体82をシリンダフランジ17に載置または固定することに代えて、支持体82を載置または固定するための台座が冷凍機シリンダ16の両側に用意されてもよく、この台座に支持体82が載置または固定されてもよい。

[0062] このとき、ディスプレイサ取出ジグ60は展開状態にあり、縦ロッド72

は、支持ロッドの先端部82bとは反対側（図において下側）に向かって横架ロッド74から延びている。縦ロッド72どうしの間隔は、縦ロッド72を横架ロッド74に対してスライドさせて、あらかじめ調整される。縦ロッド72の間隔は、これら縦ロッド72を一段シリンダ16aに挿入するために、一段シリンダ16aの内径よりも小さくなるように調整される。また、縦ロッド72の間隔は、先端部72bに取り付けられた把持ピン76と二段ディスプレイサ18bの干渉を避けるために、把持ピン76の先端どうしの間隔が二段ディスプレイサ18bの外径より大きくなるように調整される。

[0063] よって、支持体82をシリンダフランジ17に近づけることで、縦ロッド72が一段シリンダ16a内に挿入される。縦ロッド72の縦方向長さは一段シリンダ16aの深さと概ね同じ長さに設定されている。そのため、支持体82がシリンダフランジ17に載置されたとき、縦ロッド72に取り付けられた把持ピン76は、一段シリンダ16aの底部に配置され、残置された二段ディスプレイサ18bの上端部の二段ディスプレイサピン穴48bの近傍に位置することになる。

[0064] 把持ピン76と二段ディスプレイサピン穴48bの縦方向の位置合わせは、送りねじ86を回転させてナット部88つまり横架ロッド74の位置を縦方向に微調整することによって可能となる。また、把持ピン76と二段ディスプレイサピン穴48bの周方向の位置合わせは、ディスプレイサ取出ジグ60をシリンダフランジ17上で移動させることによって可能となる。このようにして、2本の把持ピン76が二段ディスプレイサピン穴48bの両側に位置するように把持ピン76と二段ディスプレイサピン穴48bとの位置関係を調整することができる。

[0065] そして、二段シリンダ16bを挟み込むようにして2本の縦ロッド72を互いに横方向に近づけるように横架ロッド74に対してスライドさせることで、2本の把持ピン76がそれぞれ二段ディスプレイサピン穴48bに挿し込まれる。このようにして、把持具70が二段ディスプレイサ18bと係合され、ディスプレイサ取出ジグ60は、二段ディスプレイサ18bに取り付

けられる。

- [0066] なお、別の取り付け方も可能である。把持ピン76が取り付けられた2本の縦ロッド72の先端部72bが二段ディスプレイサ18bの凹部47に挿入されてもよい。そして、これら縦ロッド72の間隔を広げるように横架ロッド74に対して縦ロッド72がスライドされ、把持ピン76が二段ディスプレイサピン穴48bへと内側から挿し込まれてもよい。
- [0067] 続いて、図6の右部に示すように、二段ディスプレイサ18bが冷凍機シリンダ16から引き抜かれるようにディスプレイサ取出ジグ60が操作される(S12)。具体的には、送りねじ86を回転させることで(矢印90)、ナット部88すなわち横架ロッド74を上昇させ(矢印91)、それにより把持具70に把持された二段ディスプレイサ18bを二段シリンダ16bから引き抜くことができる。
- [0068] このようにして、リフター80の送りねじ機構84を操作することによって、二段シリンダ16bとともに把持具70を引き上げることができる。この後、ディスプレイサ取出ジグ60自体をシリンダフランジ17から持ち上げることにより、二段シリンダ16bを冷凍機シリンダ16から引き抜き、取り除くことができる。機能する別のディスプレイサ組立体18(例えば、新品のディスプレイサ組立体18)を準備し、これを用いてコールドヘッド14を現場で再び組み立てることができる。
- [0069] したがって、実施の形態によれば、ディスプレイサ取出ジグ60を使用することにより、コールドヘッド14内に残置された二段ディスプレイサ18bを取り出すための、ディスプレイサ取出ジグ60を使用したコールドヘッド14の分解方法を提供することができる。二段ディスプレイサ18bが冷凍機シリンダ16に取り残されてしまった場合であっても、コールドヘッド14が取り付けられた極低温装置からコールドヘッド14をまるごと取り外すことなく、コールドヘッド14のメンテナンスを現場で完了し、極低温冷凍機10の運転を再開することができる。
- [0070] 図7は、実施の形態に係るコールドヘッド14の分解方法を示す概略図で

ある。ディスプレイサ取出ジグ60は、冷凍機シリンダ16内に残置された二段ディスプレイサ18bだけではなく、破損していないディスプレイサ組立体18の取り出しにも利用可能である。以下では、ディスプレイサ取出ジグ60を使用して、ディスプレイサ組立体18をコールドヘッド14から取り出す方法を説明する。

[0071] ディ스플레이サ組立体18を駆動するための運動変換機構43の典型例は、スコッチヨーク機構である。この場合、一段ディスプレイサ18aと連結されたディスプレイサ駆動軸44は、スコッチヨーク板45を有する。スコッチヨーク板45には、スコッチヨーク機構のクランクピン（図示せず）の往復動のための横長窓45aが設けられている。

[0072] 図7に示される分解方法は、同図の左部に示すように、冷凍機シリンダ16内にディスプレイサ組立体18が収められた状態から開始される（S20）。よって、一段ディスプレイサ18aは一段シリンダ16a内にあり、二段ディスプレイサ18bは二段シリンダ16b内にある。スコッチヨーク板45を有するディスプレイサ駆動軸44が、一段ディスプレイサ18aから冷凍機シリンダ16の外へと突き出している。

[0073] 次に、図7の中央部に示すように、ディスプレイサ取出ジグ60が準備され、スコッチヨーク板45にディスプレイサ取出ジグ60が取り付けられる（S21）。図7の方法では、図6の方法とは異なり、横架ロッド74から縦ロッド72が取り外されている。図示されるように、横架ロッド74がスコッチヨーク板45の横長窓45aに挿し込まれた状態で、送りねじ機構84が支持体82に組み付けられる（つまり、横架ロッド74の両端のナット部88がそれぞれ対応する送りねじ86と螺合する）。支持体82は、シリンダフランジ17に載置される。

[0074] 続いて、図7の右部に示すように、ディスプレイサ組立体18が冷凍機シリンダ16から引き抜かれるようにディスプレイサ取出ジグ60が操作される（S22）。具体的には、送りねじ86を回転させることで（矢印90）、ナット部88すなわち横架ロッド74を上昇させ（矢印91）、それによ

リスコッチヨーク板45およびディスプレイサ組立体18を冷凍機シリンダ16から引き上げることができる。この後、ディスプレイサ取出ジグ60自体をシリンダフランジ17から持ち上げることにより、ディスプレイサ組立体18を冷凍機シリンダ16から引き抜き、取り除くことができる。

[0075] 以上、本発明を実施例にもとづいて説明した。本発明は上記実施形態に限定されず、種々の設計変更が可能であり、様々な変形例が可能であること、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは、当業者に理解されるところである。ある実施の形態に関連して説明した種々の特徴は、他の実施の形態にも適用可能である。組合せによって生じる新たな実施の形態は、組み合わせられる実施の形態それぞれの効果をあわせもつ。

[0076] 上述の実施の形態では、ディスプレイサ取出ジグ60の把持具70は、縦ロッド72の先端部72bに把持ピン76を取り付ける構成を採用しているが、他の構成も可能である。例えば、図8(a)に示されるように、把持具70は、1本の縦ロッド72を備え、この縦ロッド72が二段ディスプレイサ18bと結合されてもよく、例えば、縦ロッド72の先端が二段ディスプレイサ18bの凹部47に嵌め込まれてもよい。縦ロッド72の先端にはねじ部が形成されていてもよく、このねじ部を二段ディスプレイサ18bの凹部47の内壁面に食い込ませることによって、縦ロッド72が二段ディスプレイサ18bと結合されてもよい。

[0077] あるいは、図8(b)に示されるように、把持具70は、把持ワイヤ78を有してもよく、この把持ワイヤ78を二段ディスプレイサピン穴48bに差し込むことによって、二段シリンダ16bが把持具70に把持されてもよい。

[0078] 実施の形態にもとづき、具体的な語句を用いて本発明を説明したが、実施の形態は、本発明の原理、応用の一側面を示しているにすぎず、実施の形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を逸脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が認められる。

**産業上の利用可能性**

[0079] 本発明は、二段式コールドヘッドの分解方法、およびディスプレイサ取出ジグの分野における利用が可能である。

#### 符号の説明

[0080] 14 コールドヘッド、 18b 二段ディスプレイサ、 60 ディスプレサ取出ジグ、 70 把持具、 76 把持ピン、 80 リフター、 82 支持体、 84 送りねじ機構、 86 送りねじ、 88 ナット部。

## 請求の範囲

- [請求項1] 二段式コールドヘッドの分解方法であって、  
前記二段式コールドヘッド内に残置された二段ディスプレイサにディスプレイサ取出ジグを取り付けることと、  
前記二段ディスプレイサが前記二段式コールドヘッドから引き抜かれるように前記ディスプレイサ取出ジグを操作することと、を備えることを特徴とする方法。
- [請求項2] 前記ディスプレイサ取出ジグは、前記二段ディスプレイサに係合可能な把持具と、前記把持具を昇降させるように構成されたリフターと、を備え、  
前記取り付けることは、前記把持具を前記二段ディスプレイサに係合させることを備え、  
前記操作することは、前記把持具を引き上げるように前記リフターを操作することを備えることを特徴とする請求項1に記載の方法。
- [請求項3] 前記把持具は、前記二段ディスプレイサのピン穴に挿し込まれる把持ピンを備えることを備えることを特徴とする請求項2に記載の方法。
- [請求項4] 前記把持ピンは、交換可能であることを備えることを特徴とする請求項3に記載の方法。
- [請求項5] 前記把持具は、前記二段ディスプレイサのピン穴に挿し込まれる把持ワイヤを備えることを備えることを特徴とする請求項2に記載の方法。
- [請求項6] 前記把持具は、縦ロッドを備え、  
前記取り付けることは、前記縦ロッドの先端を前記二段ディスプレイサに嵌め込むことを備えることを特徴とする請求項2に記載の方法。
- [請求項7] 前記リフターは、支持体と、前記支持体に回転可能に支持された送りねじと前記送りねじに螺合するナット部とを有し、前記支持体に対

する前記送りねじの回転により前記ナット部が前記支持体に対して移動するように構成された送りねじ機構と、を備え、

前記把持具は、前記ナット部と一体に移動するように前記ナット部に連結されており、

前記操作することは、前記送りねじを回転させることを備えることを特徴とする請求項2に記載の方法。

[請求項8] 前記二段ディスプレイサに前記ディスプレイサ取出ジグを取り付ける前に、前記ディスプレイサ取出ジグを展開することをさらに備えることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の方法。

[請求項9] 二段式コールドヘッドの分解方法であって、前記二段式コールドヘッドは、一段ディスプレイサと二段ディスプレイサを備えるディスプレイサ組立体と、前記一段ディスプレイサと連結されたディスプレイサ駆動軸とを備え、前記分解方法は、

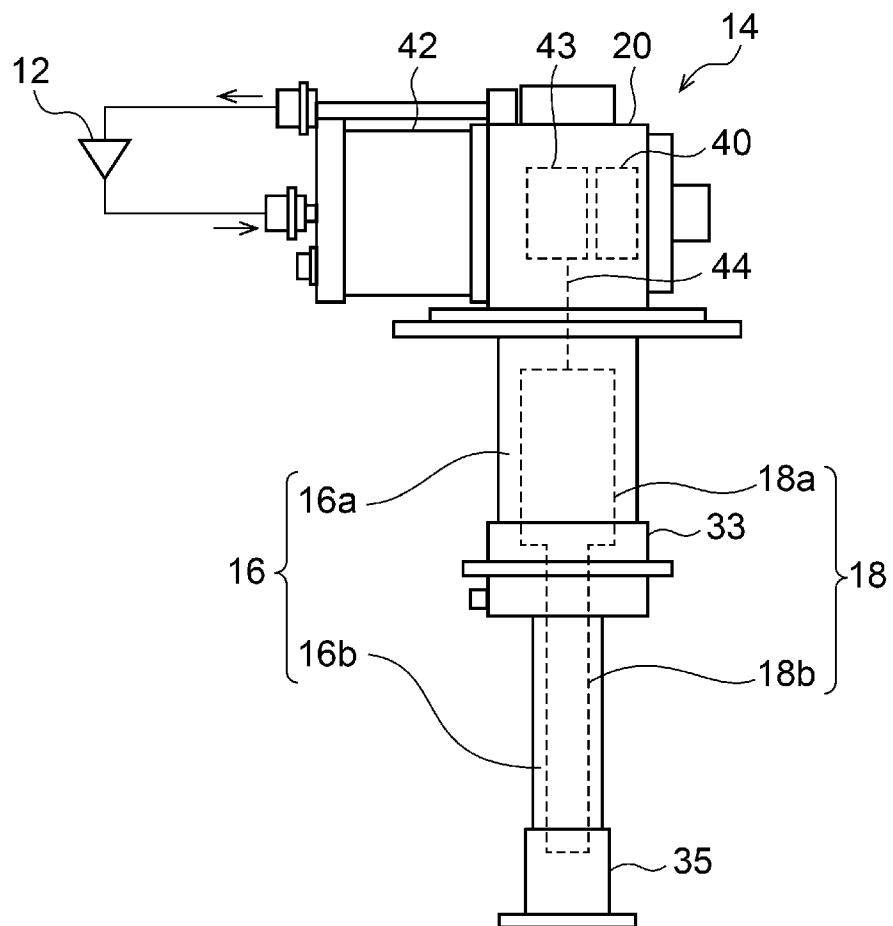
前記ディスプレイサ駆動軸にディスプレイサ取出ジグを取り付けることと、

前記ディスプレイサ組立体が前記二段式コールドヘッドから引き抜かれるように前記ディスプレイサ取出ジグを操作することと、を備えることを特徴とする方法。

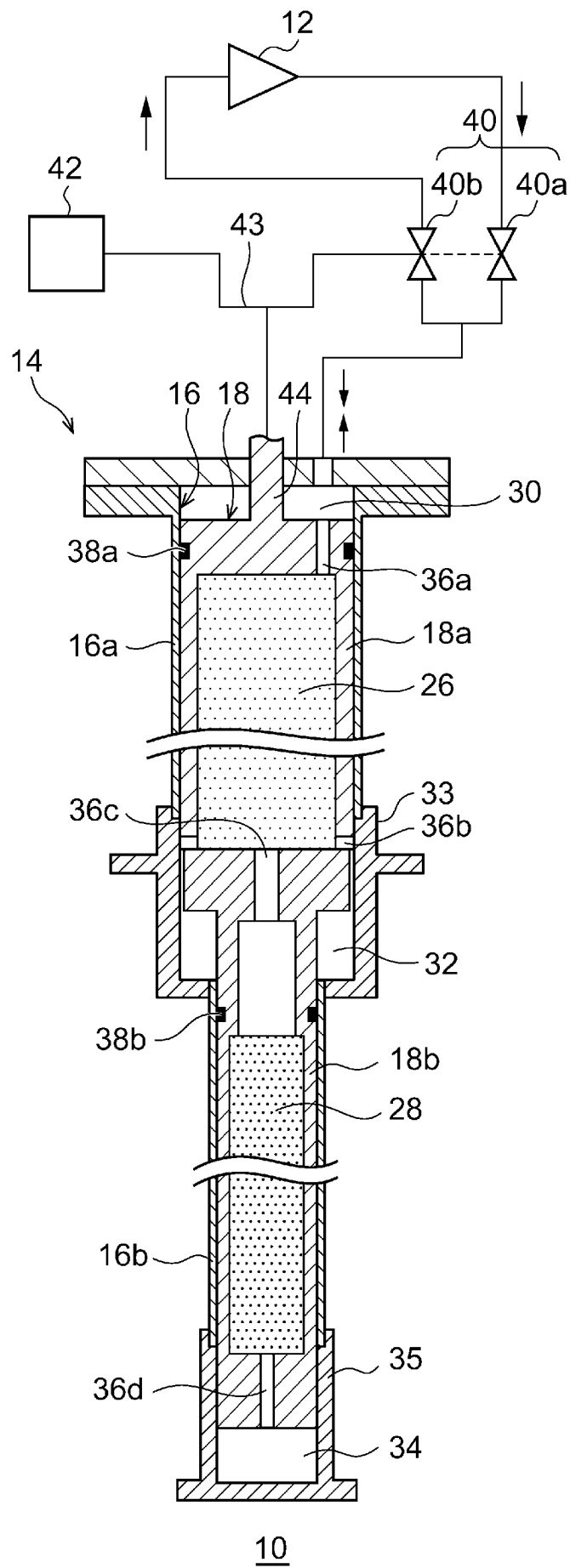
[請求項10] 二段式コールドヘッドの二段ディスプレイサに係合可能な把持具と、

前記把持具を昇降させるように構成されたリフターと、を備えることを特徴とするディスプレイサ取出ジグ。

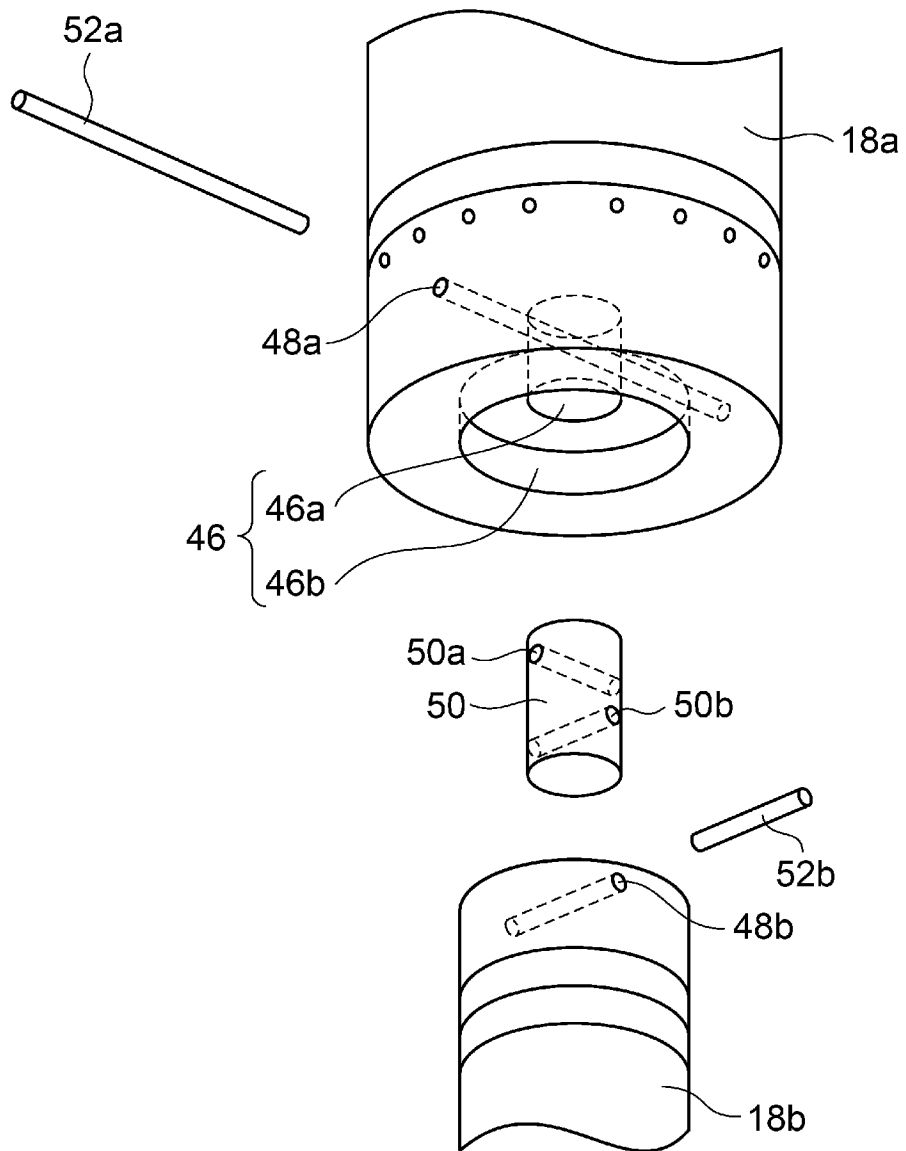
[図1]



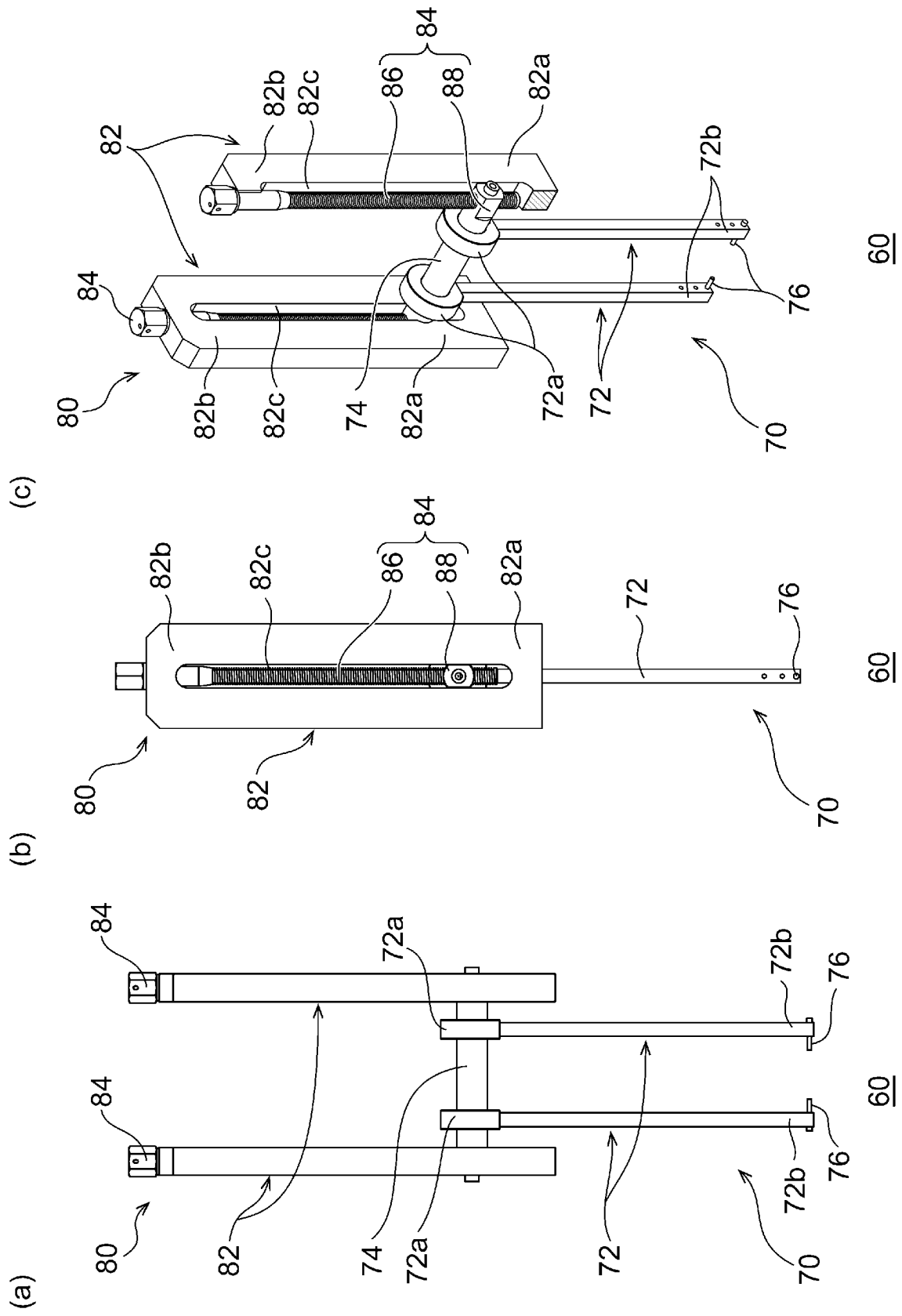
[図2]



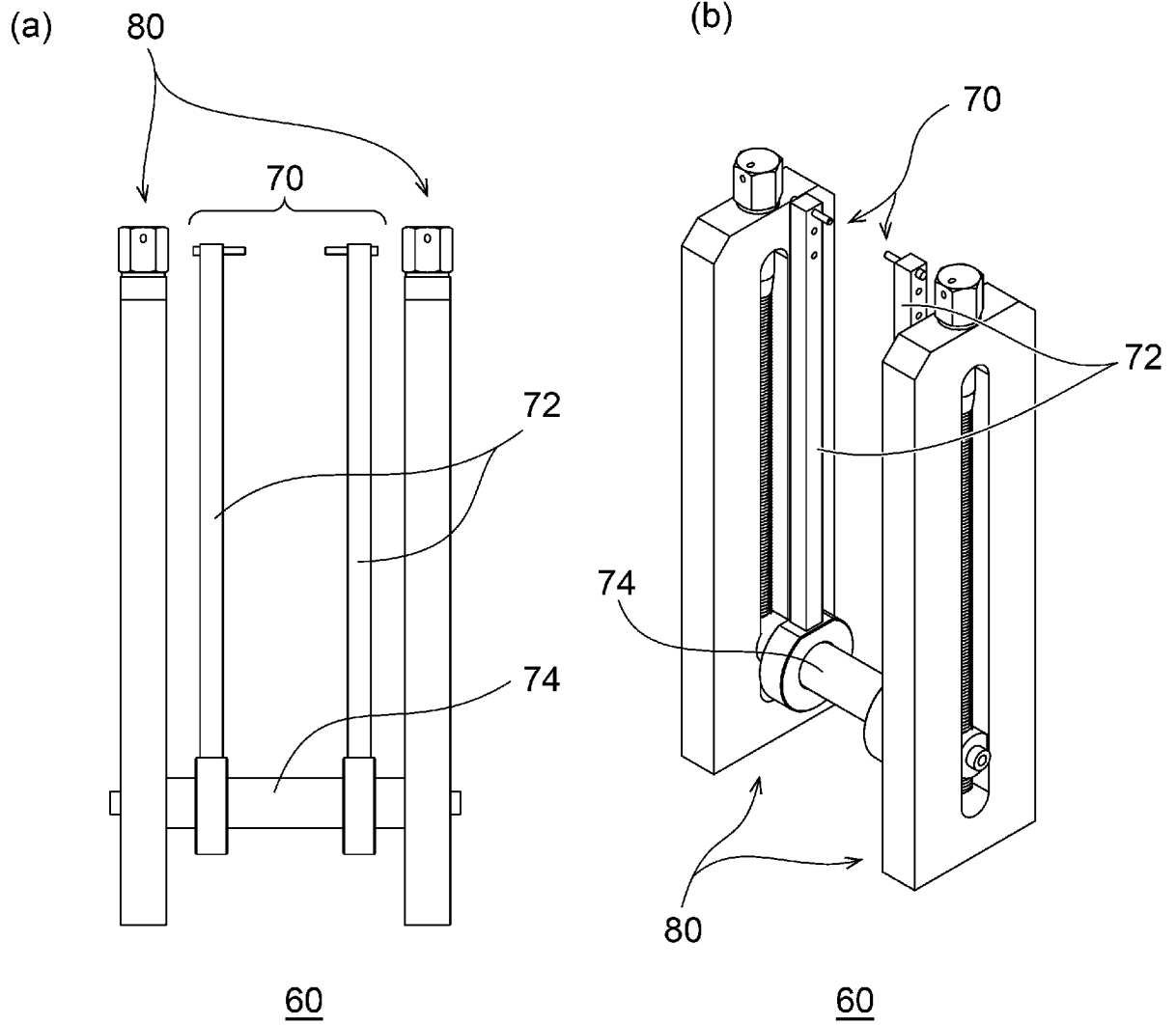
[図3]



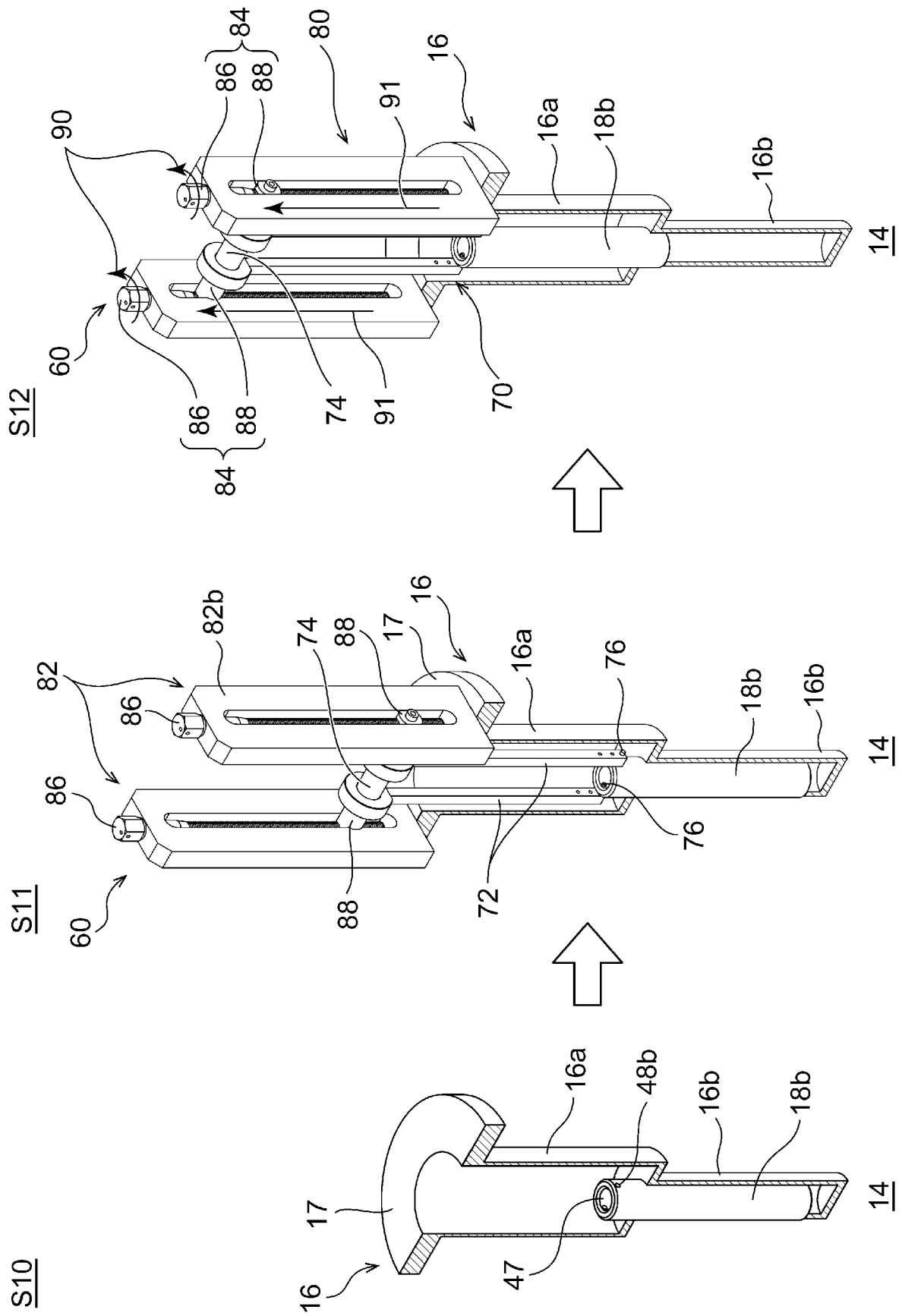
[図4]



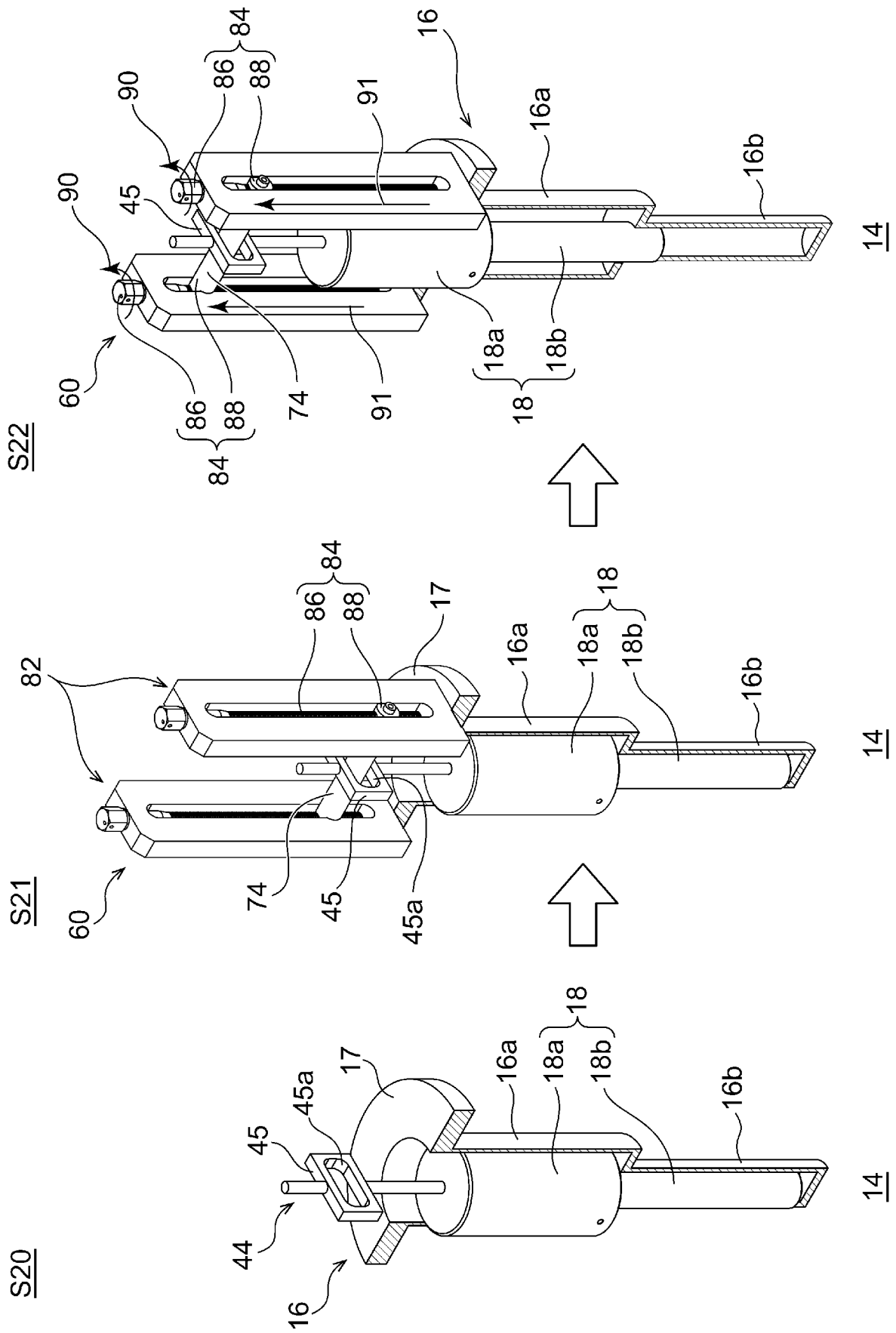
[図5]



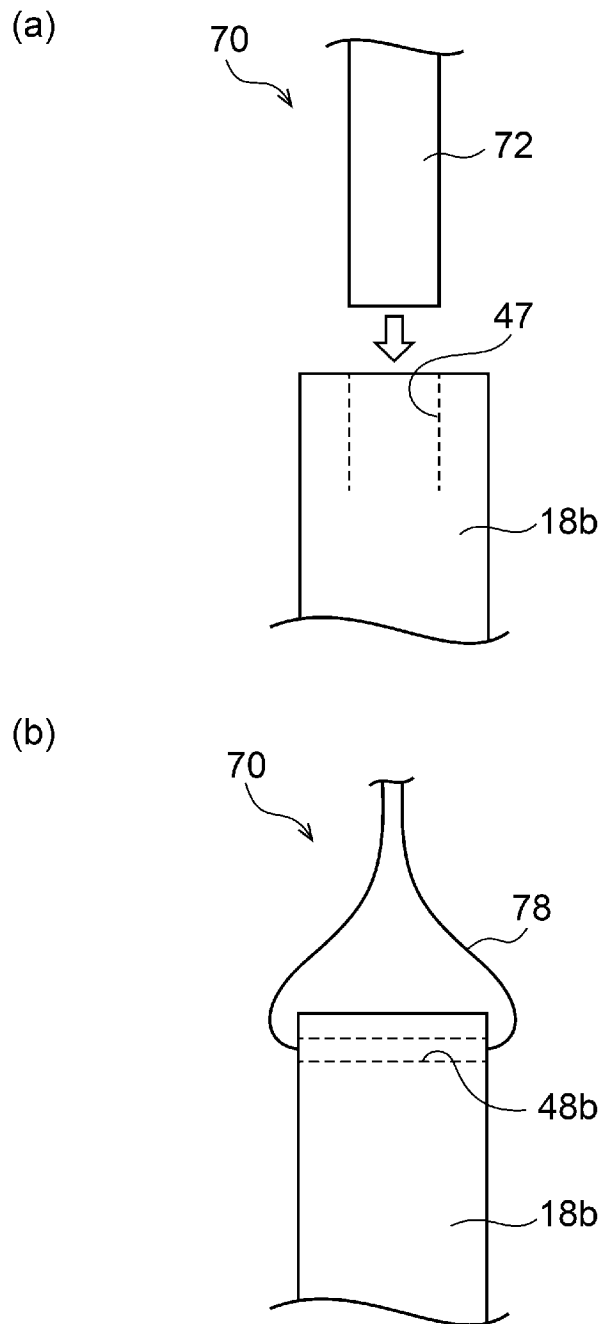
[図6]



[7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024273

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F25B 9/00</i> (2006.01) FI: F25B9/00 Z; F25B9/00 H		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F25B9/00-11/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2020-134006 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 31 August 2020 (2020-08-31) paragraphs [0018], [0049]-[0073], fig. 6-12	10
A	entire text, all drawings	1-9
A	JP 2015-166665 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 24 September 2015 (2015-09-24) paragraph [0042]	1-10
A	JP 2005-123313 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 12 May 2005 (2005-05-12) entire text, all drawings	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>12 September 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>19 September 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/024273**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-134006	A	31 August 2020	US 2020/0262013 A1 paragraphs [0029], [0060]- [0084], fig. 6-12 EP 3699516 A2 CN 111571517 A	
JP	2015-166665	A	24 September 2015	(Family: none)	
JP	2005-123313	A	12 May 2005	US 2005/0166600 A1 entire text, all drawings KR 10-2005-0036682 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F25B 9/00(2006.01)i FI: F25B9/00 Z; F25B9/00 H		
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）） F25B9/00-11/04 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
X A	JP 2020-134006 A（住友重機械工業株式会社）31.08.2020（2020-08-31） 段落0018, 0049-0073及び図6-12 全文,全図	10 1-9
A	JP 2015-166665 A（住友重機械工業株式会社）24.09.2015（2015-09-24） 段落0042	1-10
A	JP 2005-123313 A（住友重機械工業株式会社）12.05.2005（2005-05-12） 全文,全図	1-10
<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	12.09.2023	国際調査報告の発送日 19.09.2023
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）  五十嵐 公輔 3M 4795  電話番号 03-3581-1101 内線 3377	

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/JP2023/024273

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-134006 A	31.08.2020	US 2020/0262013 A1 段落0029, 0060- 0084及び図6-12 EP 3699516 A2 CN 111571517 A	
JP 2015-166665 A	24.09.2015	(ファミリーなし)	
JP 2005-123313 A	12.05.2005	US 2005/0166600 A1 全文,全図 KR 10-2005-0036682 A	