

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4219880号
(P4219880)

(45) 発行日 平成21年2月4日(2009.2.4)

(24) 登録日 平成20年11月21日(2008.11.21)

(51) Int. Cl.		F I			
F 2 5 B	9/00	(2006.01)	F 2 5 B	9/00	Z A A H
H O 1 F	6/04	(2006.01)	H O 1 F	7/22	G
H O 1 L	39/04	(2006.01)	H O 1 L	39/04	

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-299697 (P2004-299697)	(73) 特許権者	000173784 財団法人鉄道総合技術研究所 東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(22) 出願日	平成16年10月14日(2004.10.14)	(73) 特許権者	000158301 岩谷瓦斯株式会社 東京都港区西新橋3丁目21番8号
(65) 公開番号	特開2006-112691 (P2006-112691A)	(74) 代理人	100089635 弁理士 清水 守
(43) 公開日	平成18年4月27日(2006.4.27)	(74) 代理人	100096426 弁理士 川合 誠
審査請求日	平成19年2月19日(2007.2.19)	(72) 発明者	上條 弘貴 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財 団法人 鉄道総合技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) 冷凍機ヘッドに連結される熱伝導体からなる延長棒と、
 (b) 該延長棒の先端に設けられる磁界発生装置と、
 (c) 前記延長棒を囲むように配置される複数の外筒と、
 (d) 該複数の外筒のうちの先端側の外筒の先端部に形成される前記磁界発生装置の真空容器と、

(e) 前記先端側の外筒の先端部の相対位置を変化させる外筒の長さ調整機構とを具備し

、
 (f) 前記外筒の長さ調整機構により前記真空容器の先端部と前記磁界発生装置とのギャップgを調整可能にすることを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

10

【請求項2】

請求項1記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記外筒の長さ調整機構は、複数のボルトで支持されるフランジを有する側面シール部の摺動機構からなることを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

【請求項3】

請求項1記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記外筒の長さ調整機構は、複数のボルトで支持されるフランジを有するペローズ装置からなることを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

【請求項4】

20

請求項 1 記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記外筒の長さ調整機構は、複数のボルトで支持されるフランジを有するテレスコープ式装置からなることを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記磁界発生装置の近傍の外筒と延長棒の間に多層構造の荷重支持部材を具備することを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記多重構造の荷重支持機構は熱絶縁性の FRP 荷重支持部材からなることを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

10

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記延長棒の支持を低熱侵入の荷重支持部材を介して外筒に負担させ、前記延長棒の先端に重量物が設置されても支持可能とすることを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記荷重支持部材を、断面略コの字形の円筒を組み合わせた構造とすることにより、断熱距離を確保しつつ、前記延長棒をバランスよく支持することを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

昨今、超電導バルク体や超電導コイル（超電導磁石）を、液体窒素や液体ヘリウムなどの冷媒を使わず、冷凍機により直接冷却する方法が採用されるようになってきている。

【0003】

30

しかしながら、強磁界中では冷凍機ヘッド（バルブ切替用モータ）などが正常に動作しないため、冷凍機を強磁界中で使用する場合には、冷凍機ヘッドを超電導バルク体や超電導コイル（超電導磁石）から離れた所に設置する必要があるため、銅などの熱伝導性の良い材料を用いて冷凍機ヘッドと超電導バルク体や超電導コイルとの間をつなぐ必要がある。

【特許文献 1】なし

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、その冷凍機ヘッドと超電導バルク体や超電導コイルをつなぐ熱伝導性部材が長くなると、室温でセットした状態と冷却された状態との大きな温度差から発生する熱伝導性部材の熱収縮により、超電導バルク体や超電導コイルなどの磁界発生装置と冷凍装置外槽との位置が相対的に変化し、ギャップが増加するという問題がある。磁界発生を目的とした装置では、このギャップは発生磁界の大きさに影響するため、できるだけ狭い方が望ましい。

40

【0005】

本発明は、上記状況に鑑みて、構造的に強固であり、長さ調整機能を有する磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

本発明は、上記目的を達成するために、

〔 1 〕磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、冷凍機ヘッドに連結される熱伝導体からなる延長棒と、この延長棒の先端に設けられる磁気発生装置と、前記延長棒を囲むように配置される複数の外筒と、この複数の外筒のうちの先端側の外筒の先端部に形成される前記磁界発生装置の真空容器と、前記先端側の外筒の先端部の相対位置を変化させる外筒の長さ調整機構とを具備し、前記延長棒の温度に起因する長さの変化を前記外筒の長さ調整機構により前記真空容器の先端部と前記磁界発生装置とのギャップ g を調整可能にすることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

〔 2 〕上記〔 1 〕記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記外筒の長さ調整機構は、複数のボルトで支持されるフランジを有する側面シール部の摺動機構からなることを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

〔 3 〕上記〔 1 〕記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記外筒の長さ調整機構は、複数のボルトで支持されるフランジを有するベローズ装置からなることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

〔 4 〕上記〔 1 〕記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記外筒の長さ調整機構は、複数のボルトで支持されるフランジを有するテレスコープ式装置からなることを特徴とする磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置。

20

【 0 0 1 0 】

〔 5 〕上記〔 1 〕記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記磁界発生装置の近傍の外筒と延長棒の間に多層構造の荷重支持部材を具備することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

〔 6 〕上記〔 5 〕記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記多重構造の荷重支持機構は熱絶縁性の F R P 荷重支持部材からなることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

〔 7 〕上記〔 5 〕又は〔 6 〕記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記延長棒の支持を低熱侵入の荷重支持部材を介して外筒に負担させ、前記延長棒の先端に重量物が設置されても支持可能とすることを特徴とする。

30

【 0 0 1 3 】

〔 8 〕上記〔 7 〕記載の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、前記荷重支持部材を、断面略コの字形の円筒を組み合わせた構造とすることにより、断熱距離を確保しつつ、前記延長棒をバランスよく支持することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

【 0 0 1 5 】

（ 1 ）磁界発生装置の位置を的確に設定することができる。

40

【 0 0 1 6 】

（ 2 ）磁界発生装置の支持を強固にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置において、冷凍機ヘッドに連結される熱伝導体からなる延長棒と、この延長棒の先端に設けられる磁界発生装置と、前記延長棒を囲むように配置される複数の外筒と、この複数の外筒のうちの先端側の外筒の先端部に形成される前記磁界発生装置の真空容器と、前記先端側の外筒の先端部の相対位置を変化させる外筒の長さ調整機構とを具備し、前記延長棒の温度に起因する長さの変化を前記外筒の長さ調整機構により前記真空容器の先端部と前記磁界発生装置とのギャップ g を調整可能に

50

する。よって、磁界発生装置の位置を的確に設定することができる。

【0018】

また、磁界発生装置の近傍の外筒と延長棒の間に多重円筒構造の荷重支持部材を具備する。よって、磁界発生装置を強固に支持することができる。

【実施例】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0020】

図1は本発明の第1実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の全体構成図、図2はその動作を説明する模式図であり、図2(a)は室温における初期状態、図2(b)は冷却により延長棒が収縮した状態、図2(c)は外筒を収縮させた状態を示す。

10

【0021】

これらの図において、1は高圧及び低圧ガス切り換えバルブ駆動用モータ、2は蓄冷材など含む冷凍機ヘッド、4は第1の延長棒(熱伝導体)、5は延長棒フランジ、7は第2の延長棒(熱伝導体)、8は外筒基部、9はその外筒基部8に連設される第1の延長外筒、10は延長外筒フランジ、11はスライドフランジ、12は外筒移動用フランジ、13は4本の固定ボルト、14は第2の延長外筒、15は多重円筒荷重支持部材としての多重に構成されるFRP荷重支持部材(熱絶縁材)であり、第2の延長棒7がスライド可能となるように配置される、先端が閉じられた筒状の第1のFRP荷重支持要素15A、第2の延長外筒14の内側に配置される筒状の第2のFRP荷重支持要素15Bからなる。また、16は第1のFRP荷重支持要素15Aと第2のFRP荷重支持要素15B間に介在するリング状の調整部材であり、これらのFRP荷重支持部材15を一体に固定する。17は側面シール部、18は第2の延長棒7の先端に固定される磁界発生装置(超電導バルク体や超電導コイル)、19は外筒先端部の真空容器であり、外筒の内部は真空保持可能である。

20

【0022】

そこでまず、図2(a)に示すように、室温にて本発明の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷却装置をセットアップする。このときの真空容器19と磁界発生装置18のギャップ g を a_1 とする。

【0023】

次に、図2(b)に示すように、冷凍機ヘッド2を冷却すると、延長棒4,7は熱収縮するため、真空容器19と磁界発生装置18のギャップ g は広がり a_2 となる。

30

【0024】

ここで、延長棒4,7の温度による収縮量(銅の熱収縮率)は、室温から50Kで約0.3%である。これはつまり、延長棒が例えば1mの場合、3mm収縮することになる。

【0025】

そこで、この広がったギャップ a_2 を狭めるため、外筒移動用フランジ12を図中右方向へスライドさせる。それにより、第2の延長外筒14、FRP荷重支持部材15及び調整部材16、真空容器19も右方向へスライドするため、図2(c)に示すように、真空容器19と磁界発生装置18のギャップ g を初期状態のギャップである a_1 へ戻すことができる。

40

【0026】

このように構成されるので、磁界発生装置18と真空容器19とのギャップ g が冷却による延長棒の熱収縮の影響を受けない。

【0027】

なお、冷凍機ヘッド2と磁界発生装置(超電導バルク体や超電導コイル)18をつなぐ伝導部材(ここでは延長棒4,7)が長くなり、先端部分の磁界発生装置18が重くなると、伝導部材だけでは支持が十分にできなくなる問題を避けるため、本発明では多層構造の荷重支持部材としてのFRP荷重支持部材(熱絶縁材)15を設ける。なお、多層構造の荷重支持部材としては、例えば、多重円筒構造にしたり、図示しないが、軸方向に分割

50

したり、円周に全て形成されるのではなく、円周の一部に分割した荷重支持部材を形成するようにしてもよい。

【0028】

さらに、FRP荷重支持部材15について詳細に説明する。

【0029】

例えば、浮上式鉄道の浮上・推進・案内など、必要な電磁力はすべて極低温領域にある超電導コイルに加わることになる。この超電導コイルに加わった力は、最終的には常温領域に伝達され、車両を推進・浮上させるための力となる。

【0030】

このために、超電導磁石の重要なパーツとして、極低温領域の超電導コイル内槽と常温領域を結ぶ断熱荷重支持部材がある。この断熱荷重支持部材は上記の電磁力を安定して伝達するとともに、極低温領域への熱侵入を可能な限り小さくすることが要求される。

10

【0031】

そのため、本発明においては、この断熱荷重支持部材の一例として、多重円筒構造の荷重支持部材15を採用している。この多重円筒荷重支持部材は、主として複数のFRP (fiber reinforced plastics) 円筒を組み合わせた構造となっており、熱の伝導経路の距離を確保するように配慮されている。なお、液体窒素温度以下の領域では、カーボン繊維を使用したCFRP (carbon fiber reinforced plastics) を、液体窒素温度以上の領域ではガラス繊維を使用したGFRP (glass fiber reinforced plastics) を採用

20

【0032】

最近では、アルミナ繊維を利用したALFRP (aluminium fiber reinforced plastics) の採用が進められている。これは、アルミナ繊維が上記CFRPとGFRPの両者の優れた特性を全温度領域において有しているとともに、剛性強度も大きいという望ましい性質を有しているためである。

【0033】

以上のような材質よりなる断熱支持部材を、本発明では多重円筒構造にすることにより、荷重支持のバランスをとることができる。

30

【0034】

また、本発明では、外筒とその外筒の内部に配置される延長棒との温度差に伴う膨張率の差に起因する機械的ストレスを、外筒と延長棒の間に熱絶縁材としてのFRP荷重支持部材を設けるとともに、延長棒とそのFRP荷重支持部材間をスライド可能に配置することにより熱収縮が起こることによる機械的ストレスの発生を回避するように構成されている。

【0035】

また、延長棒の支持を低熱侵入の荷重支持部材を介して外筒に負担させることで延長棒の先端に重量物が設置されても安定して支持することができる。さらに外筒を支持することにより、より重量物でも冷凍装置への負担なく低熱侵入で支持できる。

40

【0036】

また、荷重支持部材は、コの字形を組み合わせた形状とし、断熱距離を確保しつつ、延長棒をバランスよく支持することができる。また、延長棒が熱収縮しても、余計な応力を発生させることはない。

【0037】

断熱距離が足りない場合には、径の異なる複数の荷重支持材を同心状に重ねることにより熱侵入を抑えることができる。

【0038】

図3は本発明の第2実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の全体構成図、図4はその動作を示す模式図であり、図4(a)は室温における初期状態、図4(b)

50

)は冷却により延長棒が収縮した状態、図4(c)は外筒を収縮させた状態を示す。図1、図2と同じ部分には同じ符号を付してそれらの説明は省略する。

【0039】

この実施例においては、図3に示すように、外筒の長さ調整機構をペローズ装置により行うようにした。すなわち、外筒移動用フランジ12と固定用フランジ21の間には伸長されたペローズ装置(例えば、ステンレス製)22が配置されており、延長棒4,7の熱収縮に対応して外筒を収縮させる場合には、図4(c)に示すように、外筒移動用フランジ12をスライドさせて第2の延長外筒14を移動させ、ペローズ装置22が収縮した状態で4本の固定ボルト13によって固定する。

【0040】

このように、より簡単な構成の、外筒の長さ調整機構を提供することができる。

【0041】

図5は本発明の第3実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の全体構成図、図6はその動作を示す模式図であり、図6(a)は室温における初期状態、図6(b)は冷却により延長棒が収縮した状態、図6(c)は外筒を収縮させた状態を示す。なお、図1と図2と同じ部分には同じ符号を付してそれらの説明は省略する。

【0042】

この実施例においては、図5に示すように、外筒の長さ調整機構をテレスコープ式装置により行うようにした。すなわち、外筒移動用フランジ12と固定用フランジ21の間には伸長されたテレスコープ式装置31、例えば、入れ子式のステンレス製の内筒体32と外筒体33が配置されており、その外筒体33の先端部内側にはガスケット(変形しにくい材料でつくられたパッキン)34が設けられている。

【0043】

外筒を収縮させる場合には、図6(c)に示すように、外筒移動用フランジ12をスライドさせて第2の延長外筒14を移動させ、テレスコープ式装置31が収縮した状態で4本の固定ボルト13によって固定する。

【0044】

このように構成したので、より簡単な構成で、外筒の長さ調整機構を提供することができる。

【0045】

また、磁界発生装置を取り替える場合にも、本発明を適用することにより外筒を変えることなく、磁界発生装置と真空容器間のギャップを小さくすることができ、発生する磁界を有効に利用することができる。

【0046】

本発明の長さ調整機構は延長棒の追加作業においても作業性の向上に有効である。

【0047】

さらに、磁界発生装置の着磁時に強力な磁界を発生させる超電導コイルを使用して着磁するような場合でも、冷凍機ヘッドおよびその高圧及び低圧ガス切り換えバルブ駆動用モータは離れた位置に配置するようにしているので、その超電導コイルの強磁界による冷凍機ヘッドおよびその高圧及び低圧ガス切り換えバルブ駆動用モータへの影響を低減することができる。

【0048】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【産業上の利用可能性】

【0049】

本発明の磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置は、超電導バルク体や超電導コイルなどの磁界発生装置の冷却装置として利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0050】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の第 1 実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の全体構成図である。

【図 2】本発明の第 1 実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の動作を示す模式図である。

【図 3】本発明の第 2 実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の全体構成図である。

【図 4】本発明の第 2 実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の動作を示す模式図である。

【図 5】本発明の第 3 実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の全体構成図である。

10

【図 6】本発明の第 3 実施例を示す磁界発生装置冷却用移動機構付き冷凍装置の動作を示す模式図である。

【符号の説明】

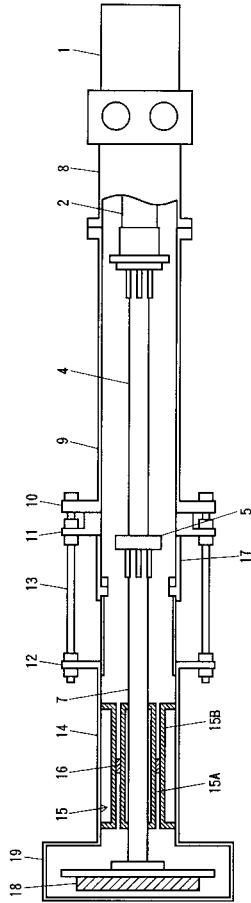
【 0 0 5 1 】

- 1 高圧及び低圧ガス切り換えバルブ駆動用モータ
- 2 冷凍機ヘッド
- 4 第 1 の延長棒 (熱電導体)
- 5 延長棒フランジ
- 7 第 2 の延長棒 (熱電導体)
- 8 外筒基部
- 9 第 1 の延長外筒
- 1 0 延長外筒フランジ
- 1 1 スライドフランジ
- 1 2 外筒移動用フランジ
- 1 3 4 本の固定ボルト
- 1 4 第 2 の延長外筒
- 1 5 F R P 荷重支持部材 (熱絶縁材)
- 1 5 A 筒状の第 1 の F R P 荷重支持要素
- 1 5 B 筒状の第 2 の F R P 荷重支持要素
- 1 6 リング状の調整部材
- 1 7 側面シール部
- 1 8 磁界発生装置 (超電導バルク体や超電導コイル)
- 1 9 真空容器
- 2 1 固定用フランジ
- 2 2 ペローズ装置
- 3 1 テレスコープ式装置
- 3 2 内筒体
- 3 3 外筒体
- 3 4 ガスケット

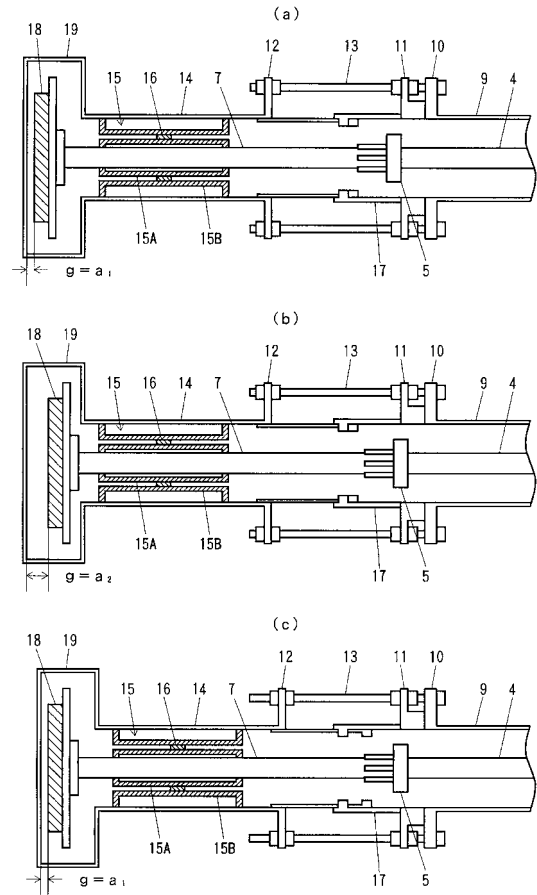
20

30

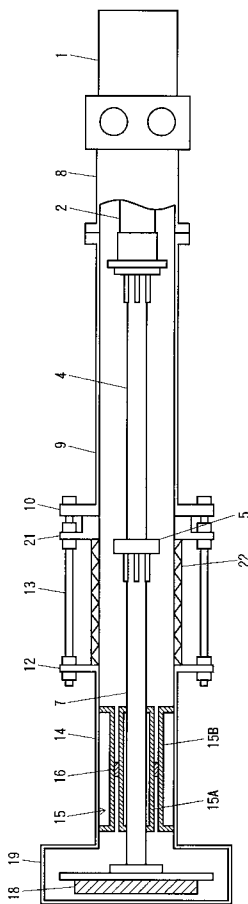
【図1】



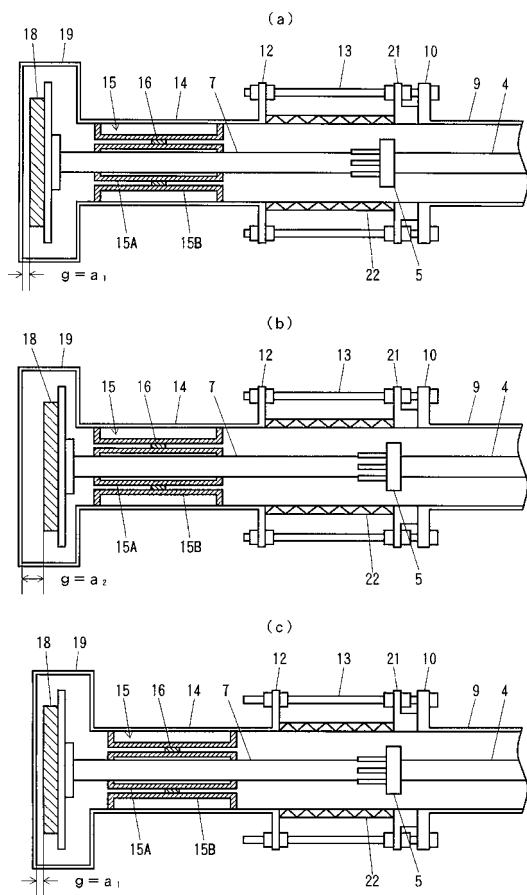
【図2】



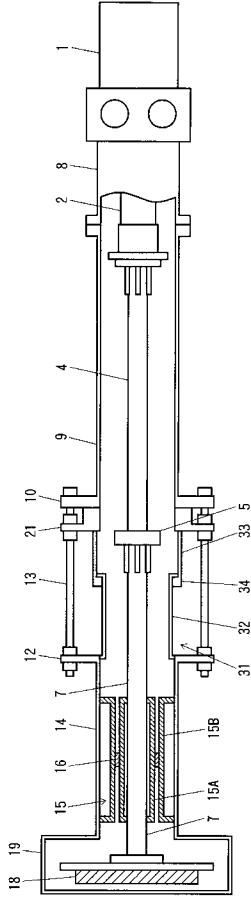
【図3】



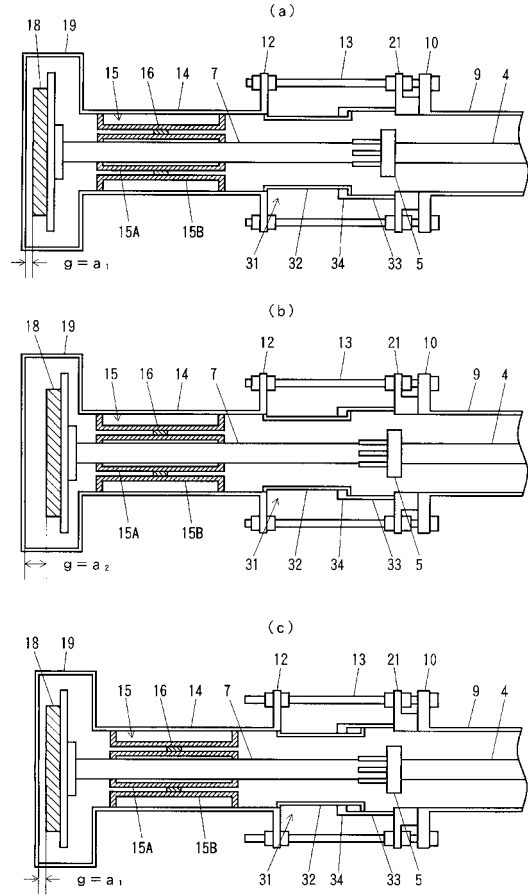
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 研谷 昌一郎
滋賀県守山市勝部4丁目5番1号 岩谷瓦斯株式会社内
- (72)発明者 高浜 裕二
滋賀県守山市勝部4丁目5番1号 岩谷瓦斯株式会社内

審査官 山村 秀政

- (56)参考文献 特開平11-087130(JP,A)
特開2004-226161(JP,A)
特開平07-169997(JP,A)
特開平05-243624(JP,A)
特開平08-288560(JP,A)
特開平10-004221(JP,A)
特開平02-292875(JP,A)
特開昭59-097083(JP,A)
特開平04-324073(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B	9/00
H01F	6/04
H01L	39/04