

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5289784号  
(P5289784)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 5 B 9/14 (2006.01)	F 2 5 B 9/14 5 2 0 Z
F 2 5 B 21/02 (2006.01)	F 2 5 B 21/02 Z A A T
H O 1 L 39/04 (2006.01)	H O 1 L 39/04

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-15018 (P2008-15018)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所
(22) 出願日	平成20年1月25日(2008.1.25)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(65) 公開番号	特開2009-174804 (P2009-174804A)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(43) 公開日	平成21年8月6日(2009.8.6)	(72) 発明者	佐保 典英 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株 式会社日立製作所 機械研究所内
審査請求日	平成22年2月12日(2010.2.12)	(72) 発明者	磯上 尚志 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株 式会社日立製作所 機械研究所内
審判番号	不服2012-13229 (P2012-13229/J1)	(72) 発明者	田中 弘之 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株 式会社日立製作所 機械研究所内
審判請求日	平成24年7月11日(2012.7.11)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷凍機一体型低温容器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一の吸熱部、および第一の放熱部を含む圧縮部を有する冷凍機と、  
該冷凍機の該第一の吸熱部を介して極低温に冷却保持する被冷却体を内部に配置して断熱するための真空容器と、  
前記第一の放熱部を冷却するための第二の吸熱部、および第二の放熱部を有する予備冷却手段とを含み、  
前記冷凍機は、ガスを作動媒体とし、前記圧縮部は、該作動媒体を機械的に圧縮するものであり、前記冷凍機および前記第二の吸熱部を前記真空容器の内部に設けるとともに、前記第二の放熱部を含む放熱手段の一部を前記真空容器の外部に露出させたことを特徴とする冷凍機一体型低温容器。

【請求項 2】

前記放熱手段が伝熱部材を含むことを特徴とする請求項 1 記載の冷凍機一体型低温容器。

【請求項 3】

前記予備冷却手段がペルチェ素子であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷凍機一体型低温容器。

【請求項 4】

前記圧縮部と前記真空容器の内壁との間に防振部材を設置したことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の冷凍機一体型低温容器。

## 【請求項 5】

前記第一の吸熱部と前記圧縮部とを細管で接続したことを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載の冷凍機一体型低温容器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、冷凍機一体型低温容器に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

例えば、特許文献 1 には、冷凍機で超電導磁石等の被冷却体を非常に低い温度に冷却する場合、被冷却体をより低温に保持する目的から、室温からの熱侵入を防止するために真空容器内に冷凍機の低温部と被冷却体とを配置する冷凍機システムが開示されている。

10

## 【0003】

ここで、非常に小型の超電導磁石を低温に冷却する場合、使用する冷凍機は非常に小型のものとなる。

## 【0004】

ここで、冷凍機の冷凍性能の例を図 4 に示す。本図は、冷凍機の環境温度、すなわち冷凍機が置かれた環境における冷凍運転中の冷凍機の作動媒体であるヘリウムガスの入口温度をパラメータとした、冷凍機による冷却温度における冷凍性能を示している。例えば、真空容器内の低温部への熱進入量が 0.3 W とすると、冷凍機システムの冷凍機による冷却温度は、超電導磁石の冷却温度は環境温度  $T_r$  が 296 K の場合、48 K となるが、夏場で環境温度が 318 K となる場合、55 K に上昇してしまう。

20

## 【0005】

ここで、超電導磁石が円柱状のイットリウム系の酸化物バルク超電導体で構成され、このバルク超電導体を高い磁場中で着磁して超電導磁石とする場合、着磁される磁場の強さは、バルク超電導体冷却温度が 50 K を超えると急激に低下する特性を示す。例えば、円柱状バルク超電導体の直径が 45 mm の場合、バルク超電導体冷却温度が 48 K である場合の着磁される磁場強度は 6 テスラとなるが、バルク超電導体冷却温度が 55 K である場合の着磁される磁場強度は 4 テスラに低下し、超電導磁石の磁場性能が大幅に低下してしまう。一度、磁場性能が低下すると、この状態で再び冷却温度が 48 K に低下しても磁場強度は 4 テスラのみで、磁場性能は低下したままである。

30

## 【0006】

逆に、冬季で環境温度が 273 K まで低下する場合、超電導磁石の冷却温度は 45 K となり着磁される磁場強度は 6.5 テスラまで向上する。

## 【0007】

上記のように、例えばヘリウムガスを作動媒体とする断熱膨張を利用する冷凍方式の場合、冷凍機の入口温度が低いほど冷凍機の低温部の温度は低くなる。冷凍機に供給されるヘリウムガスが圧縮機で圧縮される工程において圧縮熱で約 353 K に加熱され、この熱が室内に直接的または間接的に排熱される場合、実質的に、図 4 における環境温度が室温より 10 ~ 20 K 程度高くなることがある。

40

## 【0008】

したがって、冷凍機の作動媒体であるヘリウムガスの入口温度は室温より高くなり、冷凍機による冷却温度は冷凍機の入口温度が室温より低い場合に比べて高くなってしまいう問題が生じる。

## 【0009】

ヘリウムガスの入口温度を更に下げて冷凍機の冷凍温度を低下させる場合には、前記の圧縮熱で加熱されたヘリウムガスを室温より低い温度の冷却水で冷却し、ヘリウムガスの入口温度を室温より低くして冷凍機に供給する。

## 【0010】

特許文献 1 に開示されているように、冷凍機入口部は真空容器の外部に配置され、室温

50

部に露出しており、ヘリウムガスの入口温度を室内の露点より低くした場合、その部位に空気中の水分が凝縮し、結露した水が装置外に滴り落ちる問題が発生する。また、当該部に空気中の水分が凝縮することによりヘリウムガスの冷凍機入口温度が上昇し、冷凍機による冷却温度が上昇してしまう問題が発生する。

【0011】

一方、冷却水を使用せず、ペルチェ素子等の電子機器で温度制御を行う例としては、特許文献2に開示されているように、冷媒として二酸化炭素を用いた冷凍サイクルにおいて、膨張機で回収した動力を使用し、ペルチェ素子を用いて大気側の放熱熱交換器と膨張機出口との間で冷媒の熱交換を行う構造がある。

【0012】

また、冷凍機システムの圧縮機の排熱をヒートパイプにより放熱する構造は、例えば、特許文献3に開示されている。特許文献3の場合、雨滴の侵入を防止するため、冷凍機の低温部および高温部を密封筐体に収め、筐体外部にヒートパイプの放熱部を設け、筐体の高温部と放熱部とをヒートパイプで接続してあり、当該高温部の熱をヒートパイプ内の作動媒体を通じて大気室温空気に廃熱するため、当該高温部は室温より常に高い状態の温度に制御される。特許文献3の場合も、温度制御する冷媒が室温より高めになっているため結露の問題は生じない。

【0013】

しかし、冷凍機の作動媒体の入口温度は室温より高くなるため、冷凍機による冷却温度は冷凍機の入口温度が室温より低い場合に比べて高くなってしまいう問題が生じる。また、筐体で密封するため内部の空気温度は絶えず室温より高い状態にあり、冷凍機の低温部には室温の場合よりも大きな熱侵入が生じることになり、さらに冷凍機の冷却部の温度が上昇する問題が生じる。

【0014】

さらに、特許文献3の場合、冷凍機を筐体で密封する場合、冷凍機の低温部を十分に断熱する必要があるため、筐体が大きくなり、冷凍機システム全体の体積および重量が大きくなる問題が生じる。

【0015】

また、筐体で密封する代わりに、発泡剤等で覆って隙間を接着剤等で埋める構造とすることも可能であるが、発泡剤等は可燃性物質が一般的であり、当該箇所が燃焼することを防止できず、防火性が必要とされる場所での安全が確保できないという問題が生じる。

【0016】

【特許文献1】特開平11-87131号公報

【特許文献2】特開2004-144399号公報

【特許文献3】特開2002-181437号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

また、上記従来技術において、冷凍機システムによる冷却温度をより低温にするために、冷凍機の作動媒体であるヘリウムガスの入口温度を室内の露点より低い温度に冷却し、その温度部が大気に露出する場合、大気中の水分が凝集し結露する問題があり、かつ水分の凝縮によって冷却したヘリウムガス温度が再び上昇してしまう問題が生じる。

【0018】

本発明の目的は、被冷却体を極低温に冷却できる冷凍機一体型低温容器に用いる冷凍機の圧縮部の放熱面における温度を室温以下に冷却して冷凍機の効率を向上させるとともに、被冷却体を極低温に冷却できる冷凍機一体型低温容器の外表面に、結露を発生させずに冷凍機の作動媒体の入口温度を室温より低い温度に制御し、かつ、冷凍機に室温部から侵入する熱侵入量を低減させ、冷凍機による冷却温度を低温に維持することである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

10

20

30

40

50

本発明の冷凍機一体型低温容器は、第一の吸熱部および第一の放熱部を有する冷凍機と、該冷凍機の該第一の吸熱部を介して極低温に冷却保持する被冷却体を内部に配置して断熱するための真空容器と、該第一の放熱部を冷却するための第二の吸熱部、および第二の放熱部を有する予備冷却手段とを含み、該第一の放熱部および該第二の吸熱部を該真空容器の内部に設けるとともに、該第二の放熱部を含む放熱手段の一部を該真空容器の外部に露出させたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、被冷却体を極低温に冷却できる冷凍機一体型低温容器に用いる冷凍機の第一の放熱部の放熱面における温度を室温以下に冷却して冷凍機の効率を向上するとともに、予備冷却手段で予冷して室温より低い温度に冷却される冷凍機の圧縮部が真空空間内に配置されているため、大気中の水分が結露することがなく、結露による電気回路の電氣的短絡のトラブルや、運搬時における結露による不具合を防止できる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明による冷凍機一体型低温容器は、ガスを作動媒体とし、該作動媒体を機械的に圧縮する、第一の放熱部を含む圧縮部と、該作動媒体の断熱膨張により寒冷を発生する第一の吸熱部とを有する冷凍機、および該冷凍機により極低温に冷却保持する被冷却体を内部に配置して断熱する真空容器を含み、該第一の放熱部を冷却する予備冷却手段を設置し、該予備冷却手段からの排熱を大気に放熱可能としたことを特徴とする。

20

【0022】

本発明による冷凍機一体型低温容器は、冷凍機一体型低温容器の冷却温度をより低温にするために、ヘリウムガスの冷凍機入口温度を室温より低い温度に冷却するものであって、ヘリウムガスの冷凍機入口部を大気とを隔離する隔離手段を設け、かつ冷凍機入口部と大気とを隔離した隔離手段内の空間を断熱空間として構成し、前記断熱空間の熱伝導媒体を排除することを特徴とする。

【0023】

さらに、本発明による冷凍機一体型低温容器は、冷凍機の作動媒体であるヘリウムガスの冷凍機入口温度を室温より低い温度に冷却する予備冷却手段を前記断熱空間内に配置し、予備冷却手段の室温より温度が高い高温部と、前記隔離手段を構成する大気と接する隔壁とを熱伝導率が高い部材で構成した伝熱部材で熱的に連結し、前記冷却手段の高温部の熱を室温の前記隔壁を通じて大気に放熱することで、ヘリウムガスの冷凍機入口温度を室温より低い温度に冷却する予備冷却手段の冷却部へ室温からの熱の侵入を防止し、ヘリウムガスの冷凍機入口温度の温度上昇を防止することを特徴とする。

30

【0024】

また、本発明による冷凍機一体型低温容器は、断熱空間を真空排気することによって、断熱空間を小さなスペースで構成して断熱機能を確保し、かつ空気を排気遮断することによって、空間内温度が高くなっても引火等の燃焼現象を発生しないことにより、小型で防火性に優れた特徴を有する。

【0025】

以下、本発明の実施例を説明する。

40

【実施例1】

【0026】

図1は、被冷却体が円柱状のイットリウム系のY-Ba-Cu-Oの組成を含むバルク超電導体である小型超電導磁石システムの断面図である。

【0027】

本実施例による冷凍機一体型低温容器は、被冷却体1であるバルク超伝導体を冷却するものであり、小型軽量である。この冷凍機一体型低温容器は、作動媒体であるヘリウムガスを圧縮し、高圧となったヘリウムガスを断熱膨張させることで寒冷を発生する被冷却体1の冷却手段であるスターリング冷凍機を内蔵し、その冷却部2と、圧縮部3と、圧縮部

50

3に含まれ、圧縮部3の圧縮熱を冷凍機外に排熱するための予冷ステージ4と、予冷ステージ4に接する形で設置した熱伝導板5と、熱伝導板5に冷却面を接する形で設置した予備冷却手段であるペルチェ素子6と、ペルチェ素子6の高温排熱面に接する形で設置した熱伝導板7と、真空容器10と、真空容器10の内壁に接する形で設置した熱伝導板9と、熱伝導板7および熱伝導板9に接する形で設置した銅網8とを含む。予冷ステージ4は熱伝導板5とともに、冷凍機の圧縮部3に発生する熱をペルチェ素子6の冷却面に伝達することにより圧縮部3を冷却する。これにより、圧縮部3内部の、膨張前の高温のヘリウムガスを冷却することができる。

【0028】

ここで、冷凍機の冷却部2を第一の吸熱部、冷凍機の圧縮部3に含まれる予冷ステージ4を第一の放熱部、予冷ステージ4を冷却するペルチェ素子6の冷却面を第二の吸熱部、ペルチェ素子6の高温排熱面を第二の放熱部とそれぞれ定義する。

10

【0029】

また、銅網8は、熱伝導板7から熱伝導板9へペルチェ素子6の排熱を伝達するための伝熱部材である。この伝熱部材は、銅網8に限らず、銅線の束、アルミニウムの網や線束など、熱伝導率が高く、柔軟性を併せ持つ部材であればよい。ここで、柔軟性は、冷凍機の振動を吸収し、真空容器10の外部に伝達される振動を軽減するとともに、冷凍機の振動により破壊されないための要件である。

【0030】

本実施例では、熱伝導板9は、ボルト11により真空容器10の内壁に密着させている。真空容器10は、少なくとも放熱面を銅などの熱伝導率の高い金属で構成することが望ましい。

20

【0031】

ここで、ペルチェ素子6の高温排熱面である第二の放熱部と、熱伝導板7と、伝熱部材である銅網8と、熱伝導板9と、真空容器10の放熱面とを併せて放熱手段と定義する。この放熱手段は、ペルチェ素子6の高温排熱面である第二の放熱部を除く、熱伝導板7、伝熱部材である銅網8、熱伝導板9、および真空容器10の放熱面のうち、一個もしくは複数個、またはすべてが欠如していてもよい。すなわち、放熱手段は、第二の放熱部だけで構成される場合も含む。

【0032】

ペルチェ素子6の高温排熱面、熱伝導板5および7は、インジウムシート等を介してボルトで締結するか、半田付けによりそれぞれ接続されている(図示せず)。

30

【0033】

バルク超電導体1は、補強部材および熱伝導部材としての機能を兼ね備えた材料である、アルミニウム、銅またはステンレススチールなどで形成されたホルダー12の内側に接着剤等で固定され、ホルダー12は、例えば熱伝導率の大きなアルミニウムや銅で製作された支持体13とネジなどで接続され、支持体13は、熱伝導率が小さなガラス繊維入りエポキシ樹脂製の支持円筒体14の上部に接着剤等で固定され、支持円筒体14は、その底部で接着剤を用いてフランジ15に固定され、ボルト等(図示せず)で真空容器10の内壁に締結されている。

40

【0034】

支持体13とスターリング冷凍機の冷却部2との間には、可撓性を有し、熱伝導率が高い銅網や銅製の薄板帯状の輪で形成された熱伝導体16を設け、それぞれを半田付け等で接続してある。ここで、半田付け作業は、支持円筒体14に設けた穴17を利用し、半田ゴテを使用して実施することができる。

【0035】

冷凍機の圧縮部3およびペルチェ素子6には、電源ユニット18から配線19a、19bを通じて給電される。

【0036】

真空容器10の上部20は、例えばガラス繊維入りエポキシ樹脂で形成される。真空容

50

器 10 の下部 110 には、溶接や口付けで一体化されたフランジ 21 があり、と真空容器 10 の上部 20 には、真空容器 10 の上部 20 と接着剤で一体化されたフランジ 22 がある。これらのフランジ 21、22 を、Oリング（図示せず）を介してボルト 23 とナット 24 とで接続している。これにより、真空容器 10 の気密性が保持される。

#### 【0037】

冷凍機の圧縮部 3 は、真空容器 10 の内壁に一体化された保持板 25 に、防振ゴム 33 を介して、ボルト（図示せず）で固定されている。真空容器 10 内部の空間 26 は、ノズル 27 から弁 28、配管 29 を通じて真空ポンプ 30 で真空排気される。ここで、防振ゴム 33 は、ゴムに限定されるものではなく、振動の伝達を抑制するための柔軟性のある部材であればよい。このような部材を防振部材と定義する。なお、真空容器 10 の内部には、例えば活性炭粒子 32 を封入し、空間 26 内の空気等の残留ガスを吸着し、真空度を保持するようにしている。

10

#### 【0038】

冷凍機の冷却部 2 先端と支持体 13 底部との距離は、熱変形などの影響で冷凍機運転前と運転中とで異なるが、可撓性を有する熱伝導体 16 を用いることにより冷却部 2 および支持体 13 に大きな熱応力が作用しないようにすることができる。

#### 【0039】

また、冷凍機の圧縮部 3 を、防振ゴム 33 を介して、真空容器 10 の内壁に一体化された保持板 25 に、ボルト（図示せず）で一体化する。スターリング冷凍機の圧縮部 3 は運転時の振動が大きく、この振動が真空容器 10 に直接伝播し、真空容器 10 自体が振動共鳴して騒音を発するため、防振ゴム 33 によりこの振動を低減する。また、真空容器 10 には、排熱性能を向上させるためにフィン 31 が設けられている。

20

#### 【0040】

本実施例において、真空容器 10 の内部にある極低温の領域に侵入する熱侵入量が 0.3 W である場合、冷凍機の圧縮部 3 に発生する圧縮熱 7 W を冷凍機外に排熱する必要がある。冷却熱量 7 W で温度差 50 K を発生する性能を有するペルチェ素子 6 を適用すると、ペルチェ素子 6 で冷却された熱伝導板 5 は 273 K に冷却される。このとき、ペルチェ素子 6 の排熱量は 20 W と見積もられる。ペルチェ素子 6 の高温排熱面と接している熱伝導板 7 の温度は 323 K となり、温度が 10 K 低い室温 313 K の真空容器 10 の放熱面に銅網 8 を介して排熱される。

30

#### 【0041】

上記の場合、真空容器 10 の内部に設置した冷凍機の予冷ステージ 4 の温度は 273 K であり、バルク超電導体 1 の温度は約 45 K に冷却される。円柱状のバルク超電導体 1 の直径が 45 mm の場合、バルク超電導体冷却温度が 48 K である場合の着磁される磁場強度は 6 テスラを上回る 6.5 テスラとなる。

#### 【0042】

従来の技術では、ペルチェ素子 6 を使用しないで圧縮部 5 に発生する圧縮熱 7 W を室温 313 K で排熱する場合、圧縮部 5 を真空容器 10 の外部に露出させて排熱するが、排熱面の面積が狭く、圧縮部 5 の温度は約 318 K となる。これが冷凍機の環境温度となるため、バルク超電導体 1 の冷却温度が 55 K となり、着磁される磁場強度は 4 テスラとなる。

40

#### 【0043】

本実施例では、冷凍機の圧縮部 3 の温度をペルチェ素子 6 で予冷して室温より低い温度とし、冷凍機で冷却されるバルク超電導体 1 を 50 K 以下に冷却できるため、バルク超電導体 1 の着磁できる磁場強度を高めることができる。

#### 【0044】

また、本実施例では、冷凍機の圧縮部 3 を冷却するペルチェ素子 6 が真空容器 10 内部に配置されるため、ペルチェ素子 6 の冷却面に大気中の水分が結露することがなく、結露による電気回路の電氣的短絡や、運搬時の結露水による不具合を防止できる。

#### 【0045】

50

さらに、ペルチェ素子 6 が真空容器 10 内部に配置されているため、ペルチェ素子 6 の低温部が室温部から断熱される。このため、ペルチェ素子 6 の冷却効率が向上し、冷凍機の圧縮部 3 を一層低い温度に冷却でき、冷凍機で冷却されるバルク超電導体 1 を 50 K 以下に冷却することができる。

【0046】

また、ペルチェ素子 6 が真空容器 10 内部に配置されているため、ペルチェ素子 6 の高温部の周辺に空気層がない。このため、ペルチェ素子 6 の高温部の熱が近接する圧縮部 3 に、空気層を介して伝達されることを抑制できる。このため、冷凍機の圧縮部 3 をより低温に冷却でき、冷凍機で冷却されるバルク超電導体 1 を 50 K 以下に冷却することができる。また、着磁性能が向上して一層高い磁場を発生する超電導磁石を提供できる。

10

【実施例 2】

【0047】

図 2 に本発明による他の実施例を示す。本図が図 1 と異なる点は、冷凍機の冷却部 34 と冷凍機の圧縮部 35 とが配管 36 で分離して連結され、スプリット型のスターリング冷凍機を適用していることである。本実施例では、冷凍機の冷却部 34 を、支持板 37 を介して、また、冷凍機の圧縮部 35 を、防振ゴム 33 を介して、真空容器 10 の内壁に一体化された保持板 38 に、ボルト等（図示せず）で固定する。本実施例によれば、冷却部 34 と高温の圧縮部 35 とを管の断面積が小さな細管の配管で離してあるため、圧縮部 35 から冷却部 34 への熱伝導による侵入熱を低減できる。このため、冷却部 34 の温度をさらに低温に冷却でき、バルク超伝導体 1 の温度を低下させて着磁性能を向上させ、一層高い磁場の超電導磁石を提供できる。また、被冷却体であるバルク超伝導体 1 に圧縮部の運転振動が伝播することを低減できる。

20

【0048】

スプリット型冷凍機を適用する場合においても、室温より低い温度となるペルチェ素子 6 が真空容器 10 内部に配置されるため、ペルチェ素子 6 の冷却面に大気中の水分が結露することがなく、結露による電気回路の電氣的短絡や、運搬時の結露水による不具合を防止できる。

【実施例 3】

【0049】

図 3 に本発明による他の実施例を示す。本図が図 1 と異なる点は、真空容器 10 の底部にファン 39 を設けたことである。ファン 39 には、電源 18 より配線 19c で給電され、フィン 31 に送風を行う。これにより、フィン 31 での放熱特性を向上させることができる。

30

【0050】

本実施例によれば、ファン 39 の運転によりフィン 31 における放熱特性が向上するため、熱伝導板 7 の温度が一層低くなり、それによって熱伝導板 5 の温度も低くなる。これにより、冷凍機の冷却部 34 の温度が一層低下し、バルク超伝導体 1 の温度が低下し、着磁性能が向上して更に高磁場を発生する超電導磁石を提供できる。

【0051】

以上の実施例では、被冷却体を冷却する冷凍機としてスターリング冷凍機を適用する場合について説明したが、冷凍機としてギフォード・マクマホン式冷凍機、パルス管式冷凍機、熱音響式冷凍機等の他の冷凍機を適用する場合であっても同様な効果を得ることができる。

40

【0052】

また、本実施例では被冷却体としてバルク超電導体を冷却する場合について説明したが、被冷却体が細胞のサンプルやたんぱく質のサンプルの場合も適用可能である。この場合、低温保存するサンプルを出し入れできるように、一端が大気に開放された構造を有する低温容器が望ましい。この場合も、予備冷却手段によりヘリウムガスの入口温度を室温以下に冷却し、低温容器の温度を一層低くすることができ、予備冷却手段の冷却面に結露を生じさせないという同様な効果を得ることができる。

50

## 【0053】

以上の実施例においては、予備冷却手段であるペルチェ素子6全体をシンク容器10内部に設置したが、第二の吸熱部であるペルチェ素子6の冷却面だけを真空容器10内部に設置し、第二の放熱部であるペルチェ素子6の高温排熱面を真空容器10外部に露出させてもよい。この場合も、第一の放熱部である予冷ステージ4の温度を室内の露点以下とすることができ、結露水の発生も低減できる。

## 【0054】

本発明によれば、被冷却体を極低温に冷却できる冷凍機一体型低温容器に用いる冷凍機の第一の放熱部の放熱面における温度を室温以下に冷却して冷凍機の効率を向上させることができる。

10

## 【0055】

また、本発明によれば、予備冷却手段で予冷して室温より低い温度で冷却される冷凍機の圧縮部が真空空間内に配置されているため、大気中の水分が結露することがなく、結露による電気回路の電氣的短絡のトラブルや、運搬時における結露による不具合を防止できる。また、本発明によれば、冷凍機入口部のヘリウムガス温度を常に室温より低い温度に保持できるため、冷凍機で冷却される被冷却体をより低温に冷却できる。

## 【0056】

また、本発明によれば、真空断熱容器内には酸素がないため防火性に優れており、防火性が必要とされる場所での安全性が確保できる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0057】

【図1】本発明による実施例1の冷凍機一体型低温容器の構造を示す概略断面図である。

【図2】本発明による実施例2の冷凍機一体型低温容器の構造を示す概略断面図である。

【図3】本発明による実施例3の冷凍機一体型低温容器の構造を示す概略断面図である。

【図4】本発明による実施例で使用する冷凍機の冷凍特性を説明するグラフである。

## 【符号の説明】

## 【0058】

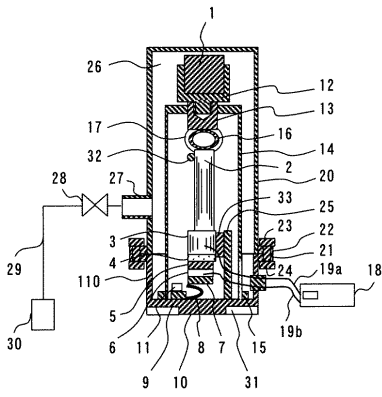
1：バルク超電導体、2：冷却部、3：圧縮部、5：熱伝導板、6：ペルチェ素子、7：熱伝導板、8：銅網、9：熱伝導板、10：真空容器、14：支持円筒体、25：保持板。

30



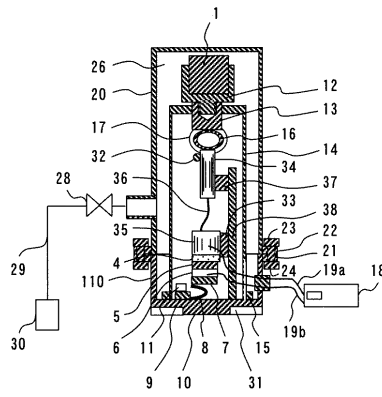
【図1】

図 1



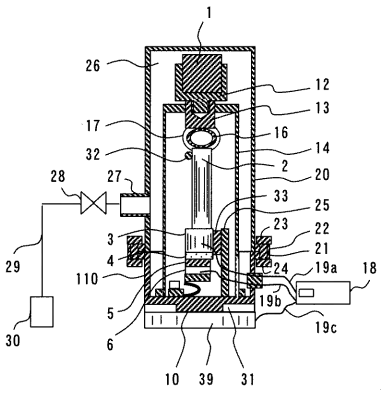
【図2】

図 2



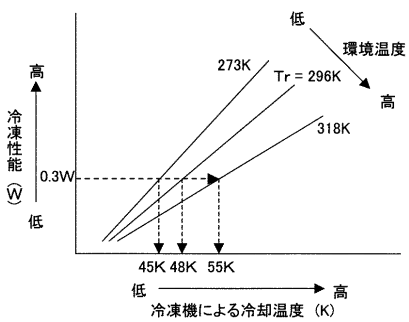
【図3】

図 3



【図4】

図 4



---

フロントページの続き

合議体

審判長 鳥居 稔

審判官 小野 孝朗

審判官 竹之内 秀明

(56)参考文献 特開平3 - 286970 (JP, A)  
特開2000 - 289451 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F25B 9/14