

(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
2014年10月2日(02.10.2014)



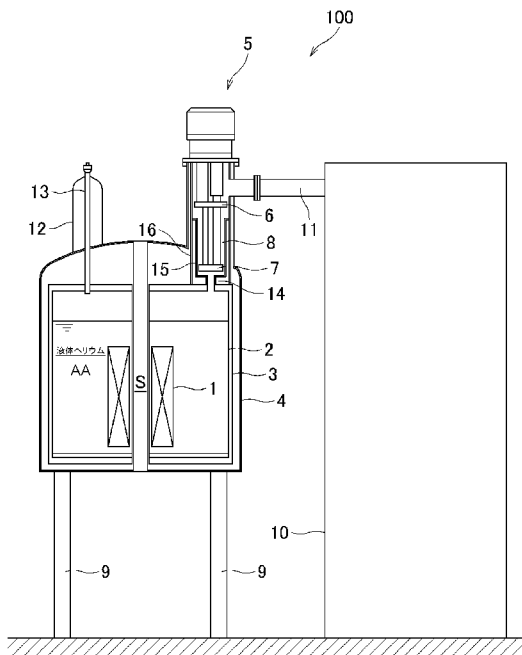
(10) 国際公開番号
WO 2014/156561 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 39/04 (2006.01) F25D 3/10 (2006.01)
F25B 9/00 (2006.01) H01F 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/055966
- (22) 国際出願日: 2014年3月7日(07.03.2014)
- (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 2013-066832 2013年3月27日(27.03.2013) JP
- (71) 出願人: ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社(JAPAN SUPERCONDUCTOR TECHNOLOGY, INC.) [JP/JP]; 〒6512271 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 田子 和仁(TAGO, Kazuhito); 〒6512271 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社内 Hyogo (JP). 大塚 昭弘(OTSUKA, Akihiro); 〒6512271 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人梶・須原特許事務所(KAJI, SUHARA & ASSOCIATES); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5-14-22 リクルート新大阪ビル Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, 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, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: CRYOSTAT

(54) 発明の名称: クライオスタット



AA Liquid helium

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to reduce vibration derived from a refrigeration machine. A cryostat comprises: a helium tank (2) which stores liquid helium; a refrigeration machine (5) which is provided above the helium tank (2) and re-liquefies the vaporized liquid helium in the helium tank (2); a cylindrical member (15) which houses the lower part of the refrigeration machine (5) and forms a liquefaction chamber (8) communicating with the helium tank (2); and a buffer tank (10) which stores helium gas and communicates with at least either the space above the surface of the liquid helium in the helium tank (2) or the liquefaction chamber (8). The gas-phase volumes of the helium tank (2) and the liquefaction chamber (8) increase by having the buffer tank (10) communicate with the helium tank (2) and the liquefaction chamber (8).

(57) 要約: 冷凍機に由来する振動を低減させることができるようにする。液体ヘリウムを収容するヘリウム槽2と、ヘリウム槽2の上方に設けられ、ヘリウム槽2内で蒸発した液体ヘリウムを再液化させる冷凍機5と、冷凍機5の下部を収容してヘリウム槽2に連通する液化室8を形成する筒状部材15と、ヘリウム槽2内における液体ヘリウムの液面よりも上方の空間、および、液化室8の少なくとも一方に連通し、ヘリウムガスを収容するバッファタンク10と、を有する。ヘリウム槽2や液化室8にバッファタンク10を連通させることで、ヘリウム槽2や液化室8の気相容積が大きくなる。



WO 2014/156561 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 國際調查報告 (條約第 21 條(3))

明 細 書

発明の名称：クライオスタット

技術分野

[0001] 本発明は、超電導マグネット等を冷却するためのクライオスタットに関する。

背景技術

[0002] NMR装置等に適用される超電導マグネット装置においては、冷媒である液体ヘリウムの消費をゼロにするために、蒸発した冷媒を再凝縮する冷凍機が用いられる。しかし、冷凍機からの振動で磁場擾乱が発生するために、NMR装置で得られるNMR信号にノイズが発生するという問題がある。

[0003] そこで、特許文献1には、冷凍機が発生させる音響波の波長よりも直径が十分に小さい孔が多数設けられたプラグを、冷凍機の下部を収容する液化室と、液体ヘリウムを収容する冷媒槽とをつなぐ通路に設けたクライオスタットアセンブリが開示されている。冷媒槽内で液体ヘリウムが蒸発することで生じたヘリウムガスは、多数の孔を通過して液化室に入る。液化室内でヘリウムガスが再液化することで生じた液体ヘリウムは、多数の孔を通過して冷媒槽に戻る。そして、冷凍機で発生した音響波は、多数の孔を通過する際に減衰されることとなる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-184280号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1のプラグには、以下のような問題点がある。即ち、冷凍機のメンテナンス時に、冷媒槽は一時的に開放される。このときに、冷媒槽内に微少な空気が混入する可能性がある。冷媒槽内に混入した空気は冷媒で冷却されて凝縮し、冷媒槽内に留まる。この凝縮した空気が、万一

プラグの多数の孔を閉塞させた場合には、冷媒槽と液化室との通路が遮断され、再凝縮機能に致命的な不全が生じる。

[0006] 本発明の目的は、冷凍機に由来する振動を低減させることが可能なクライオスタットを提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明におけるクライオスタットは、液体の冷媒を収容する冷媒槽と、前記冷媒槽の上方に設けられ、前記冷媒槽内で蒸発した冷媒を再液化させる冷凍機と、前記冷凍機の下部を収容して前記冷媒槽に連通する液化室を形成する筒状部材と、前記冷媒槽内における液体の冷媒の液面よりも上方の空間、および、前記液化室の少なくとも一方に連通し、気体の冷媒を収容する収容手段と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、気体の冷媒を収容する収容手段を、冷媒槽内における液体の冷媒の液面よりも上方の空間、および、液化室の少なくとも一方に連通させることで、冷媒槽や液化室の気相容積が大きくなる。ここで、冷凍機からの音響振動（圧力変動）は、冷凍機の液化サイクルにより引き起こされるが、単位時間当たりの液化量に対して気相容積が大きいほど圧力変動は抑制される傾向にある。そこで、冷媒槽や液化室そのものを大きくすることで、気相容積を大きくすることが考えられる。しかし、冷媒槽や液化室そのものを大きくすると、クライオスタットが大型化し、より大きな設置面積が必要となる。また、クライオスタットの表面積が大きくなることで熱侵入が増加し、冷凍機への負荷が大きくなる。そこで、気体の冷媒を収容する収容手段を冷媒槽や液化室に接続し、収容手段で気相容積を大きくすることで、冷凍機からの圧力変動を抑制する。これにより、冷凍機に由来する振動を低減させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]クライオスタットの内部構造を示す側面図である。

[図2]圧力変動の計算値および実測値を示す図である。

[図3]圧力変動の時間変化の測定結果を示す図である。

[図4A]NMR信号を示す図である。

[図4B]NMR信号を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

[0011] (クライオスタットの構成)

本発明の第1実施形態によるクライオスタット100は、図1に示すように、液体の冷媒である液体ヘリウムを収容するヘリウム槽（冷媒槽）2と、ヘリウム槽2の上方に設けられた冷凍機5と、ヘリウム槽2に連通する液化室8を形成する筒状部材15と、液化室8に連通するバッファタンク（収容手段）10と、を有している。なお、本実施形態のクライオスタット100は、NMR装置に用いられるものであるが、これに限定されず、例えば、MRI装置に用いられるものであってもよい。また、冷媒はヘリウムに限定されない。

[0012] ヘリウム槽2にはガス放出口（図示せず）が設けられている。このガス放出口は、冷凍機5の能力を喪失した際にヘリウムガスが蒸発する経路であり、後述する筒部材13の上端部に設けられている。このガス放出口の上側には、外部からヘリウム槽2内への空気の混入を防止するための逆止弁が取り付けられている。そのため、ヘリウム槽2内のヘリウムガスが冷凍機5によって冷却されて液化してもヘリウム槽2内の総ヘリウム量は変化しない。また、ヘリウム槽2内への空気の混入を防止するために、ヘリウム槽2内の圧力は、大気圧よりも僅かに高い正圧に制御されている。ヘリウム槽2の材質としては、アルミニウム、ステンレスなどが挙げられる。

[0013] ヘリウム槽2内には、超電導マグネット1が収容されている。超電導マグネット1は、超電導線材を巻枠（図示せず）に螺旋状に巻回してなるものである。超電導線材は、金属系超電導線材であってもよいし、酸化物系超電導線材であってもよい。また、ヘリウム槽2の中心部には、鉛直方向に延びる円筒空間S（ボア）が設けられている。この円筒空間Sに試料が入れられ、

様々な分析・実験が行われる。

[0014] ヘリウム槽 2 は、放射シールド 3 で囲まれている。この放射シールド 3 は、冷熱をより逃がさないようにするための、ヘリウムガスの有する冷熱で冷却されるシールド容器である。また、放射シールド 3 は、冷凍機 5 の後述する第 1 冷却ステージ 6 により強制冷却されている。放射シールド 3 の材質としては、アルミニウム、銅などが挙げられる。

[0015] また、ヘリウム槽 2 および放射シールド 3 は、真空容器 4 内に収容されている。この真空容器 4 は、その内部を高真空に保持され、超電導マグネット 1 やヘリウム槽 2 への熱侵入を抑制する容器である。真空容器 4 の上部には、内部に筒部材 1 3 を有するネック部材 1 2 が取り付けられている。筒部材 1 3 は、電流リード（図示せず）の挿入通路として用いられ、ヘリウム槽 2 内への液体ヘリウムの補充通路として用いられ、また、真空容器 4 は、複数のスタンド 9 によって床上に支持されている。真空容器 4 の材質としては、アルミニウム、ステンレスなどが挙げられる。

[0016] 冷凍機 5 は、ヘリウム槽 2 内で蒸発した液体ヘリウムを再液化させるためのものであり、本実施形態ではパルスチューブ冷凍機が用いられている。冷凍機 5 の鉛直方向における中途部には第 1 冷却ステージ 6（1ndステージ）が設けられ、冷凍機 5 の下端部には第 2 冷却ステージ 7（2ndステージ）が設けられている。第 1 冷却ステージ 6 および第 2 冷却ステージ 7 は、いずれもフランジ状の形態を有しており、冷凍機 5 により冷却されて、それぞれ、例えば約 40 K および約 4 K になる。第 1 冷却ステージ 6 および第 2 冷却ステージ 7 の材質は、主に銅や銅合金である。なお、冷凍機 5 は、パルスチューブ冷凍機に限定されず、GM 冷凍機やスターリング冷凍機などであってもよい。

[0017] 筒状部材 1 5 は、冷凍機 5 における第 2 冷却ステージ 7 を含む下部を収容している。この筒状部材 1 5 の外側にはさらに筒状部材 1 6 が配置されている。この筒状部材 1 5 の内部空間が液化室 8 であり、この液化室 8 とヘリウム槽 2 とは、筒状部材 1 5 よりも小径の筒状の連通部材 1 4 で連通されてい

る。

[0018] バッファタンク10は、ヘリウム槽2や液化室8よりも気相容積が大きく、気体の冷媒であるヘリウムガスを収容している。本実施形態において、液化室8の気相容積が3.5Lであるのに対して、バッファタンク10の気相容積は250Lである。このバッファタンク10は、床上に設置されている。このようなバッファタンク10が連通路11を介して液化室8に連通されることで、液化室8の気相容積が大きくされている。バッファタンク10の材質としては、アルミニウム、ステンレスなどが挙げられる。

[0019] ここで、冷凍機5からの音響振動（圧力変動）は、冷凍機5の液化サイクルにより引き起こされる。ところが、単位時間当たりの液化量に対して気相容積が大きいほど圧力変動は抑制される傾向にある。そこで、ヘリウム槽2や液化室8そのものを大きくすることで、気相容積を大きくすることが考えられる。しかし、ヘリウム槽2や液化室8そのものを大きくすると、クライオスタット100が大型化し、より大きな設置面積が必要となる。また、クライオスタット100の表面積が大きくなることで熱侵入が増加し、冷凍機5への負荷が大きくなる。

[0020] そこで、本実施形態においては、液化室8にバッファタンク10を接続し、バッファタンク10で液化室8の気相容積を大きくすることで、冷凍機5からの圧力変動を抑制している。

[0021] なお、ヘリウム槽2内における液体ヘリウムの液面よりも上方の空間にバッファタンク10を連通させて、ヘリウム槽2の気相容積を大きくしても、冷凍機5からの圧力変動を抑制することができる。ただし、液化室8はヘリウム槽2よりも容量が小さいために、ヘリウム槽2よりも圧力変動が伝わりやすい。よって、圧力変動を伝わりにくくするには、ヘリウム槽2側の気相容積を大きくするよりも、液化室8側の気相容積を大きくする方が効果的である。

[0022] （圧力変動評価）

次に、液化室8側の気相容積を変化させたときの冷凍機5からの圧力変動

の値を評価した。まず、計算モデルを用いて圧力変動の計算値を求めた。その結果を表 1 に示す。

[0023] [表1]

液化室側気相容積(L)	圧力変動(Pa) (計算値)
4	11.00
10	9.00
20	7.00
30	5.75
40	5.00
50	4.25
70	3.43
100	2.60
150	1.88
200	1.45
250	1.20
300	1.00
350	0.88
400	0.78
450	0.70
500	0.63

[0024] 次に、実際に液化室 8 側の気相容積を変化させて、圧力変動の実測値を測定した。その結果を表 2 に示す。

[0025] [表2]

液化室側気相容積(L)	圧力変動(Pa) (実測値)
3.5	8
50	4
250	1.3

[0026] 圧力変動の計算値および実測値を図 2 に示す。液化室 8 側の気相容積が大きいほど圧力変動は抑制される傾向にあることがわかる。

[0027] (圧力変動の時間変化)

次に、バッファタンク 10 を液化室 8 に接続したときと、接続しないときとで、ヘリウム槽 2 内の圧力変動の時間変化を測定した。測定条件として、

バッファタンク10の容量（気相容積）を250Lとし、ヘリウム槽2内の液体ヘリウムの液面高さをヘリウム槽2内部の全高の69%とし、ヘリウム槽2のベース圧力を2.3kPaとした。測定結果を図3に示す。

[0028] バッファタンク10を液化室8に接続しないときの圧力変動のピークピーク値が6Pa程度であるのに対して、バッファタンク10を液化室8に接続したときの圧力変動のピークピーク値は1.3Pa程度であった。このことから、バッファタンク10で液化室8の気相容積を大きくすることで、圧力変動が抑制されることがわかる。

[0029] （NMR信号のノイズ評価）

次に、バッファタンク10を液化室8に接続したときと、接続しないときとで、NMR信号に現れるノイズを評価した。その結果を図4Aおよび図4Bに示す。

[0030] バッファタンク10を液化室8に接続しないときには、図4Aに示すように、NMR信号に大きなノイズが現れたのに対して、バッファタンク10を液化室8に接続したときには、図4Bに示すように、NMR信号に現れるノイズが低減した。このことから、バッファタンク10で液化室8の気相容積を大きくして、冷凍機5に由来する振動を低減させることで、NMR信号に現れるノイズが低減することがわかる。

[0031] （効果）

以上に述べたように、本実施形態に係るクライオスタット100によると、ヘリウムガスを収容するバッファタンク10を、ヘリウム槽2内における液体ヘリウムの液面よりも上方の空間、および、液化室8の少なくとも一方に連通させることで、ヘリウム槽2や液化室8の気相容積が大きくなる。ここで、冷凍機5からの音響振動（圧力変動）は、冷凍機5の液化サイクルにより引き起こされるが、単位時間当たりの液化量に対して気相容積が大きいほど圧力変動は抑制される傾向にある。そこで、ヘリウム槽2や液化室8そのものを大きくすることで、気相容積を大きくすることが考えられる。しかし、ヘリウム槽2や液化室8そのものを大きくすると、クライオスタット1

00が大型化し、より大きな設置面積が必要となる。また、クライオスタット100の表面積が大きくなることで熱侵入が増加し、冷凍機5への負荷が大きくなる。そこで、ヘリウム槽2や液化室8にバッファタンク10を接続し、バッファタンク10で気相容積を大きくすることで、冷凍機5からの圧力変動を抑制する。これにより、冷凍機5に由来する振動を低減させることができる。

[0032] また、バッファタンク10を液化室8に連通させる。液化室8はヘリウム槽2よりも気相容積が小さいために、ヘリウム槽2よりも圧力変動が伝わりやすい。よって、圧力変動を伝わりにくくするには、ヘリウム槽2側の気相容積を大きくするよりも、液化室8側の気相容積を大きくする方が効果的である。そこで、液化室8にバッファタンク10を連通させて、液化室8側の気相容積を大きくする。これにより、冷凍機5からの圧力変動を好適に抑制することができる。

[0033] また、ヘリウム槽2内に超電導マグネット1を収容して高分解能NMRに用いた際に、冷凍機5に由来する振動を低減させることで、NMR信号に現れるノイズを低減させることができる。

[0034] 以上、本発明の実施形態を説明したが、具体例を例示したに過ぎず、特に本発明を限定するものではなく、具体的構成などは、適宜設計変更可能である。また、発明の実施の形態に記載された、作用及び効果は、本発明から生じる最も好適な作用及び効果を列挙したに過ぎず、本発明による作用及び効果は、本発明の実施の形態に記載されたものに限定されるものではない。

[0035] 例えば、本実施形態では、ヘリウムガスを収容する収容手段としてバッファタンク10を用いているが、収容手段は容器に限定されず、袋や気密室などであってもよい。

[0036] また、本実施形態では、液化室8にバッファタンク10を連通させているが、ヘリウム槽2と液化室8の両方にバッファタンク10を連通させてもよい。

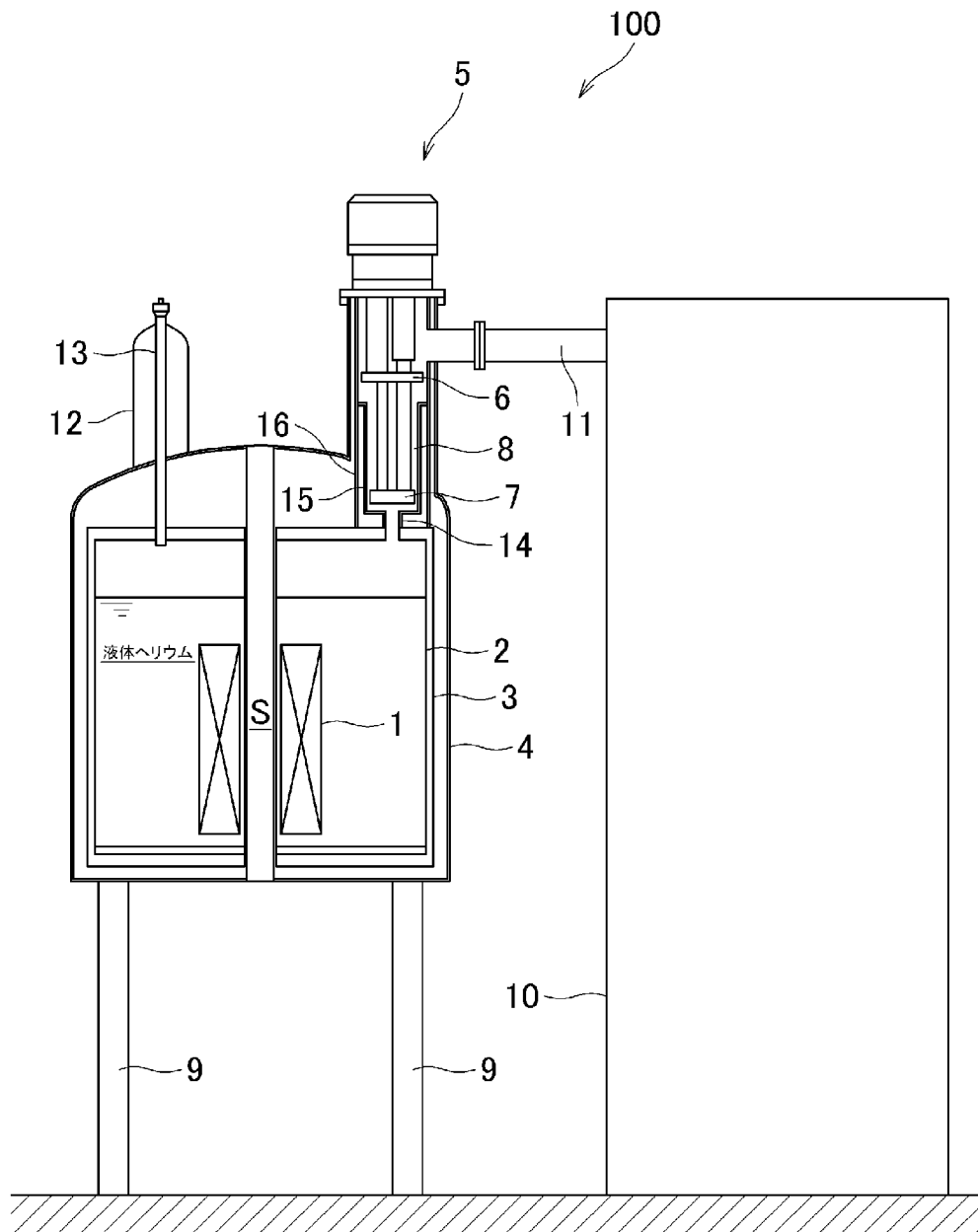
符号の説明

- [0037]
- 1 超電導マグネット
 - 2 ヘリウム槽（冷媒槽）
 - 3 輻射シールド
 - 4 真空容器
 - 5 冷凍機
 - 6 第1冷却ステージ
 - 7 第2冷却ステージ
 - 8 液化室
 - 9 スタンド
 - 10 バッファタンク（収容手段）
 - 11 連通路
 - 12 ネック部材
 - 13 筒部材
 - 14 連通部材
 - 15 筒状部材
 - 16 筒状部材
 - 100 クライオスタット

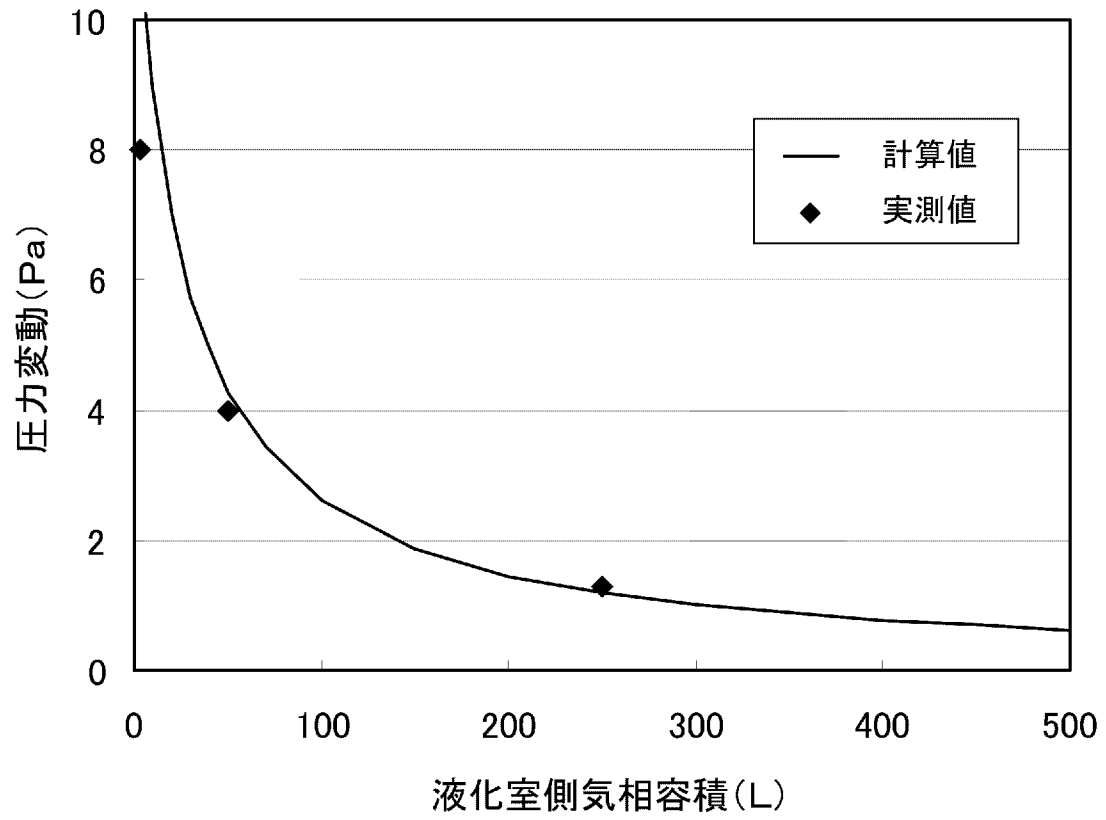
請求の範囲

- [請求項1] 液体の冷媒を収容する冷媒槽と、
前記冷媒槽の上方に設けられ、前記冷媒槽内で蒸発した冷媒を再液化させる冷凍機と、
前記冷凍機の下部を収容して前記冷媒槽に連通する液化室を形成する筒状部材と、
前記冷媒槽内における液体の冷媒の液面よりも上方の空間、および、前記液化室の少なくとも一方に連通し、気体の冷媒を収容する収容手段と、
を有することを特徴とするクライオスタット。
- [請求項2] 前記収容手段が、前記液化室に連通されていることを特徴とする請求項1に記載のクライオスタット。
- [請求項3] 前記冷媒槽内に超電導マグネットが収容されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のクライオスタット。

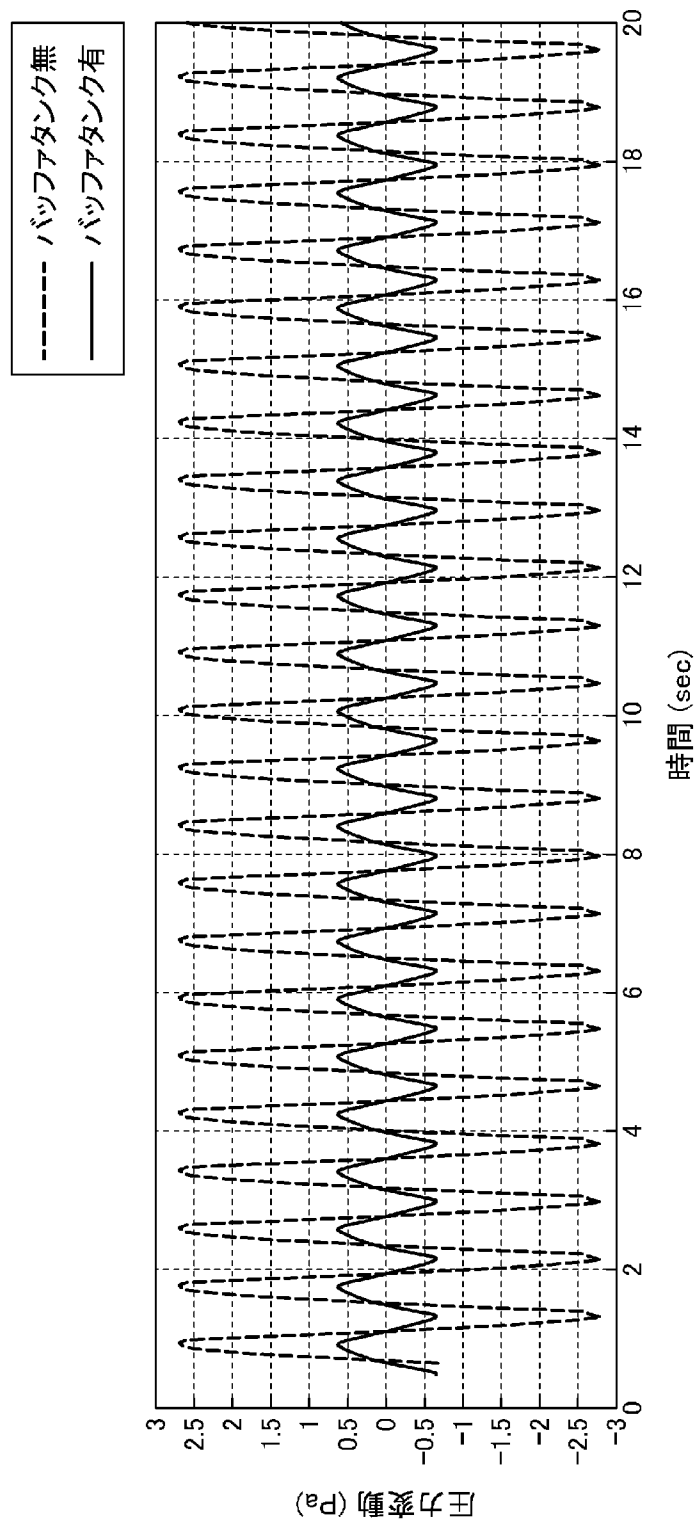
[図1]



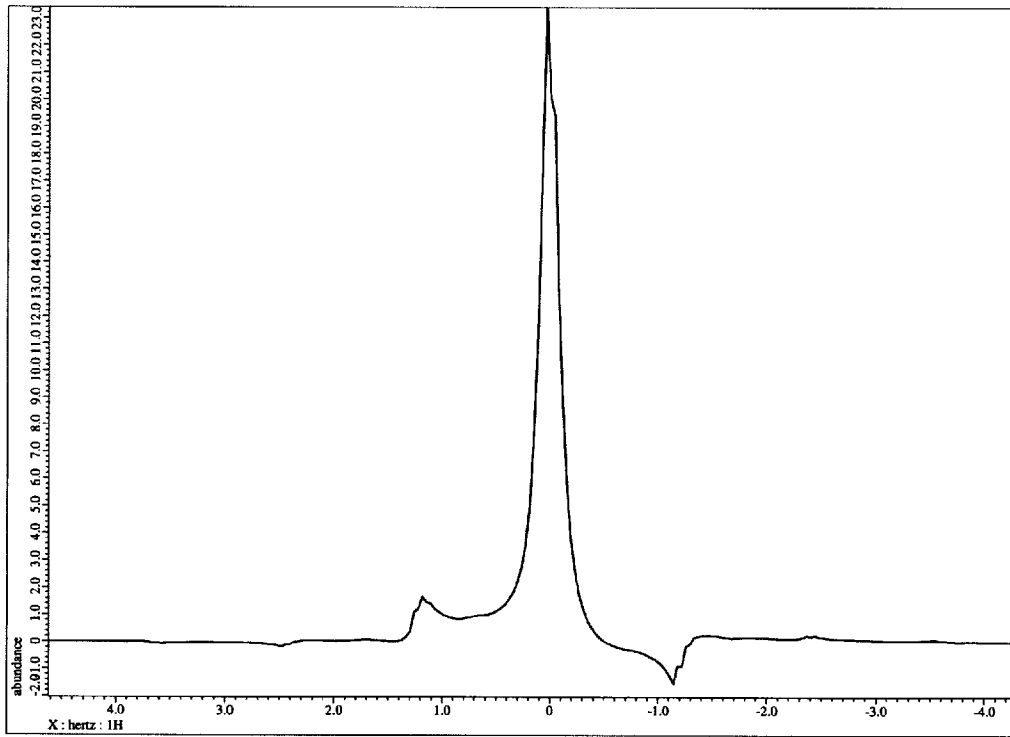
[図2]



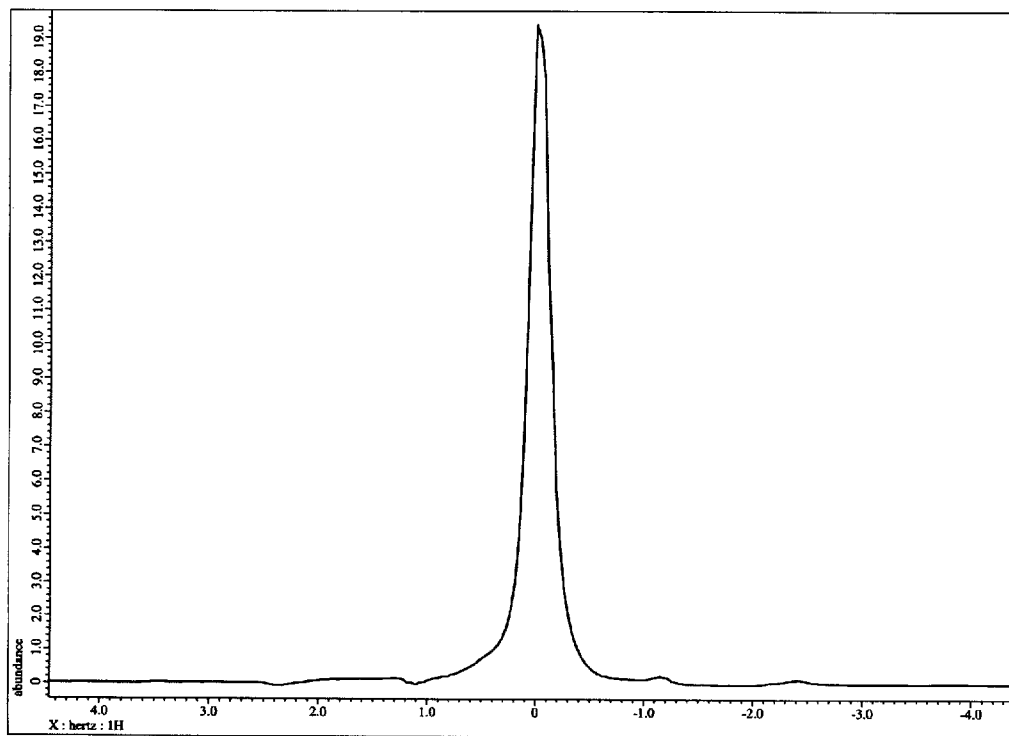
[図3]



[4A]



[4B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L39/04(2006.01)i, F25B9/00(2006.01)i, F25D3/10(2006.01)i, H01F6/00(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)

H01L39/04, F25B9/00, F25D3/10, H01F6/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X	JP 64-65185 A (Itsuro KANETANI), 10 March 1989 (10.03.1989), page 2, upper left column, lines 9 to 16; page 3, lower left column, line 14 to lower right column, line 12; page 5, upper left column, lines 2 to 8; fig. 1 (Family: none)	1-3
X	JP 9-129938 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 16 May 1997 (16.05.1997), paragraphs [0026] to [0036], [0041] to [0042], [0051]; fig. 1, 7 (Family: none)	1, 3

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
21 May, 2014 (21.05.14)

Date of mailing of the international search report
03 June, 2014 (03.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055966

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-184280 A (Oxford Instruments Superconductivity Ltd.), 13 July 2006 (13.07.2006), paragraphs [0003] to [0019]; fig. 3 & US 2006/0137363 A1 & EP 1675138 A1 & CN 1808026 A	1-3
A	JP 2008-151387 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 03 July 2008 (03.07.2008), paragraphs [0002] to [0008]; fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 4-180203 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 June 1992 (26.06.1992), entire text; fig. 1 to 2 & US 5150578 A & GB 2247942 A & DE 4129522 A	1-3

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01L39/04(2006.01)i, F25B9/00(2006.01)i, F25D3/10(2006.01)i, H01F6/00(2006.01)i</p>												
<p>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）） Int.Cl. H01L39/04, F25B9/00, F25D3/10, H01F6/00</p>												
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2014年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2014年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2014年	日本国実用新案登録公報	1996-2014年	日本国登録実用新案公報	1994-2014年		
日本国実用新案公報	1922-1996年											
日本国公開実用新案公報	1971-2014年											
日本国実用新案登録公報	1996-2014年											
日本国登録実用新案公報	1994-2014年											
<p>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）</p>												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 64-65185 A（金谷逸郎）1989.03.10, 2 ページ左上欄 9-16 行, 3 ページ左下欄 14 行-右下欄 12 行, 5 ページ左上欄 2-8 行, 第 1 図 (ファミリーなし)</td> <td>1-3</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 9-129938 A（東京電力株式会社）1997.05.16, 段落[0026]-[0036], [0041]-[0042], [0051], 図 1, 7 (ファミリーなし)</td> <td>1, 3</td> </tr> </tbody> </table>			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	JP 64-65185 A（金谷逸郎）1989.03.10, 2 ページ左上欄 9-16 行, 3 ページ左下欄 14 行-右下欄 12 行, 5 ページ左上欄 2-8 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-3	X	JP 9-129938 A（東京電力株式会社）1997.05.16, 段落[0026]-[0036], [0041]-[0042], [0051], 図 1, 7 (ファミリーなし)	1, 3	
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	JP 64-65185 A（金谷逸郎）1989.03.10, 2 ページ左上欄 9-16 行, 3 ページ左下欄 14 行-右下欄 12 行, 5 ページ左上欄 2-8 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-3										
X	JP 9-129938 A（東京電力株式会社）1997.05.16, 段落[0026]-[0036], [0041]-[0042], [0051], 図 1, 7 (ファミリーなし)	1, 3										
<p><input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>												
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <table border="0"> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「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）</td> <td>「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</td> </tr> <tr> <td>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>			「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	「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	「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	「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	「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）	「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	「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献	「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
「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	「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											
「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	「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											
「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）	「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											
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献											
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願												
<p>国際調査を完了した日 21.05.2014</p>	<p>国際調査報告の発送日 03.06.2014</p>											
<p>国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号</p>	<p>特許庁審査官（権限のある職員） 早川 朋一</p>	<table border="1"> <tr> <td>5 F</td> <td>9 7 3 3</td> </tr> </table>	5 F	9 7 3 3								
5 F	9 7 3 3											
<p>電話番号 03-3581-1101 内線 3516</p>												

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
A	JP 2006-184280 A (オックスフォード インストルメンツ スーパー コンダクティビティ リミテッド) 2006. 07. 13, 段落[0003]-[0019], 図 3 & US 2006/0137363 A1 & EP 1675138 A1 & CN 1808026 A	1-3
A	JP 2008-151387 A (住友重機械工業株式会社) 2008. 07. 03, 段落[0002]-[0008], 図 1 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 4-180203 A (三菱電機株式会社) 1992. 06. 26, 全文, 第 1-2 図 & US 5150578 A & GB 2247942 A & DE 4129522 A	1-3