

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-221702

(P2013-221702A)

(43) 公開日 平成25年10月28日(2013.10.28)

(51) Int.Cl.

F 2 5 B 9/00 (2006.01)

F 1

F 2 5 B 9/00 3 1 1

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2012-94324 (P2012-94324)
 (22) 出願日 平成24年4月18日 (2012.4.18)

(71) 出願人 000173784
 公益財団法人鉄道総合技術研究所
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38
 (74) 代理人 100089635
 弁理士 清水 守
 (74) 代理人 100096426
 弁理士 川合 誠
 (72) 発明者 池田 和也
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 公
 益財団法人鉄道総合技術研究所内

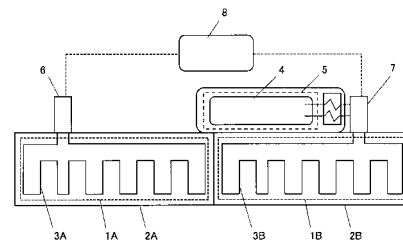
(54) 【発明の名称】 パルス管冷凍機によるシールド板冷却装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 輻射シールド板の温度を冷凍機により77Kよりも低くすることにより、低温超電導磁石の小型化を図り得る、パルス管冷凍機によるシールド板冷却装置を提供する。

【解決手段】 パルス管冷凍機によるシールド板冷却装置において、パルス管冷凍機のクライオコイル型の冷端熱交換配管3A、3Bを超電導磁石の輻射シールド板1A、1Bに這わせて、前記輻射シールド板1A、1Bの温度を均一に77K以下に冷却させる。液体ヘリウムタンク4の輻射シールド板5を冷却する2段パルス管冷凍機7と、前記1段パルス管冷凍機6と前記2段パルス管冷凍機7に接続されるヘリウム圧縮機8とを具備する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パルス管冷凍機のクライオコイル型の冷端熱交換配管を超電導磁石の輻射シールド板に這わせて、前記輻射シールド板の温度を均一に 77 K 以下に冷却させることを特徴とするパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置において、複数の第 1 の超電導コイルと、該第 1 の超電導コイルの内槽と、前記超電導コイルの第 1 の輻射シールド板と、第 1 の外槽と、複数の第 2 の超電導コイルと、該第 2 の超電導コイルの内槽と、前記超電導コイルの第 2 の輻射シールド板と、第 2 の外槽と、前記第 1 の輻射シールド板を冷却する第 1 のクライオコイル型の冷端熱交換配管と、前記第 2 の輻射シールド板を冷却する第 2 のクライオコイル型の冷端熱交換配管と、前記第 1 のクライオコイル型の冷端熱交換配管に接続される 1 段パルス管冷凍機と、前記第 2 のクライオコイル型の冷端熱交換配管に接続されるとともに、液体ヘリウムタンクの輻射シールド板を冷却する 2 段パルス管冷凍機と、前記 1 段パルス管冷凍機と前記 2 段パルス管冷凍機に接続されるヘリウム圧縮機とを具備することを特徴とするパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パルス管冷凍機によるシールド板冷却装置に関するものであり、特に、リニアモーターカーの超電導磁石、NbTi 超電導コイルの輻射シールド板冷却装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

図 3 は従来のリニアモーターカーの超電導磁石のシールド板冷却方式の模式図である。

この図において、101A は複数の第 1 の超電導コイル (NbTi 線材)、102A は複数の第 1 の超電導コイル 101A の内槽、103A は第 1 の窒素シールド板、104A は第 1 の超電導コイル 101A の外槽、101B は複数の第 2 の超電導コイル (NbTi 線材)、102B は複数の第 2 の超電導コイル 101B の内槽、103B は第 2 の窒素シールド板、104B は第 2 の超電導コイル 101B の外槽、105 は液体窒素タンク、106 は液体ヘリウムタンク、107 は液体ヘリウムタンク 106 の窒素シールド板、108 はヘリウム圧縮機、109 はヘリウム圧縮機 108 に接続され、液体窒素タンク 105 の蒸発ガス窒素を液化する 80 K 冷凍機 (単段 GM)、110 は、冷凍機自身のシールド及び液体ヘリウムタンク 106 を冷却する 4 K 冷凍機 (2 段 GM) である。

30

【0003】

ここでは、NbTi 超電導コイル 101A、101B が超電導状態を得るためには、超電導コイル 101A、101B をヘリウム温度近くまで冷却しなければならず、超電導磁石としてクライオスタットを構成するためには、外気温度からの輻射熱除去に、超電導コイル 101A、101B を囲った窒素シールド板 103A、103B に配管を這わせ、液体窒素を循環させたり、液体窒素を充填補給したりして、液体窒素温度 77 K に保持する方式が採られている。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】寺井元昭、他 9 名、「浮上式鉄道用 80 K GM 冷凍システムの開発 (4)」、4 K / 80 K 両用冷凍システム適用 SCM の評価、第 58 回 1998 年度春季低温工学・超電導学会、pp 67

【非特許文献 2】中尾裕行 他 7 名、「浮上式鉄道用超電導磁石の 4 K / 80 K 両用 GM 冷凍システムの開発－窒素自然循環方式熱シールド板の冷却特性－、低温工学、Vol. 34, No. 2 (1999), pp. 65 ~ 72

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記した従来のシールド板冷却方式では「シールド板温度 77 K」という制約の下でクライオスタットを設計することになり、超電導コイル内槽 102 A, 102 B～窒素シールド板 103 A, 103 B、窒素シールド板 103 A, 103 B～超電導コイル外槽 104 A, 104 B の距離が超電導コイル 101 A, 101 B のスペックによって一様に定まることになる。

【0006】

本願発明者は、新たな冷却方式を採用して、1 段 PTC (1 段パルスチューブクライオクーラー) であるパルス管冷凍機によりシールド板の温度を 77 K よりも低くすることにより、低温超電導磁石の小型化を可能とするようにした。

すなわち、本発明は、上記状況に鑑みて、シールド板の温度をパルス管冷凍機により 77 K よりも低くすることにより、低温超電導磁石の小型化を図り得る、パルス管冷凍機によるシールド板冷却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】

【0007】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕パルス管冷凍機によるシールド板冷却装置において、パルス管冷凍機のクライオコイル型の冷端熱交換配管を超電導磁石の輻射シールド板に這わせて、前記輻射シールド板の温度を均一に 77 K 以下に冷却させることを特徴とする。

〔2〕上記〔1〕記載のパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置において、複数の第 1 の超電導コイルと、この第 1 の超電導コイルの内槽と、前記超電導コイルの第 1 の輻射シールド板と、第 1 の外槽と、複数の第 2 の超電導コイルと、該第 2 の超電導コイルの内槽と、前記超電導コイルの第 2 の輻射シールド板と、第 2 の外槽と、前記第 1 の輻射シールド板を冷却する第 1 のクライオコイル型の冷端熱交換配管と、前記第 2 の輻射シールド板を冷却する第 2 のクライオコイル型の冷端熱交換配管と、前記第 1 のクライオコイル型の冷端熱交換配管に接続される 1 段パルス管冷凍機と、前記第 2 のクライオコイル型の冷端熱交換配管に接続されるとともに、液体ヘリウムタンクの輻射シールド板を冷却する 2 段パルス管冷凍機と、前記 1 段パルス管冷凍機と前記 2 段パルス管冷凍機に接続されるガス圧縮機とを具備することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

(1) 従来のパルス管冷凍機における液体窒素、液体窒素タンクが不要となる。そのために、タンク部の外槽が小さくなる。

(2) 輻射シールド板の温度を低くすることで、超電導コイル、液体ヘリウムタンク及び輻射シールド板の距離を短くすることができる。

【0009】

(3) 上記 (1), (2) により、超電導磁石の小型軽量化を図ることができる。

(4) 超電導コイル、液体ヘリウムタンクから輻射シールド板の距離が現行のままで、超電導コイル、液体ヘリウムタンクへの熱輻射量が少なくなり、液体ヘリウムへの熱侵入量が小さくなる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】本発明の実施例を示すパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置の模式図である。

【図 2】図 1 における 1 段パルス管冷凍機の模式図である。

【図 3】従来のリニアモーターカーの超電導磁石のシールド板冷却方式の模式図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0011】

本発明のパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置は、パルス管冷凍機のクライオコイル型の冷端熱交換配管を輻射シールド板に這わせて、前記輻射シールド板の温度を均一に77 K以下に冷却させる。

【実施例】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図1は本発明の実施例を示すパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置の模式図である。

この図において、1Aは超電導コイルの第1の輻射シールド板、2Aは超電導コイルの第1の外槽、1Bは超電導コイルの第2の輻射シールド板、2Bは超電導コイルの第2の外槽、3Aは第1の輻射シールド板1Aを冷却する第1のクライオコイル型の冷端熱交換配管、3Bは第2の輻射シールド板1Bを冷却する第2のクライオコイル型の冷端熱交換配管、4は液体ヘリウムタンク、5は液体ヘリウムタンク4の輻射シールド板、6は第1のクライオコイル型の冷端熱交換配管3Aに接続される1段パルス管冷凍機（1段PTC）、7は第2のクライオコイル型の冷端熱交換配管3Bに接続されるとともに、液体ヘリウムタンク4の輻射シールド板5を冷却する4K2段パルス管冷凍機（2段PTC）、8は1段パルス管冷凍機6と4K2段パルス管冷凍機7に接続されるヘリウム圧縮機である。なお、図1では超電導コイル及び内槽は省略されているが、それらの配置は図3と同様である。また、4K2段パルス管冷凍機7は、1段を輻射シールド板冷却に使用し、2段は従来同様ガスヘリウムの液化に使用する。

【0013】

この実施例では、パルス管冷凍機によるシールド板冷却装置において、パルス管冷凍機6、7に接続されるクライオコイル型の冷端熱交換配管3A、3Bを超電導磁石の輻射シールド板1A、1Bに這わせて、輻射シールド板1A、1Bの温度を均一に77 K以下に冷却させる。

図2は本発明の実施例を示すパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置の1段パルス管冷凍機の模式図である。

【0014】

この図において、第1のクライオコイル型の冷端熱交換配管3Aに接続される1段パルス管冷凍機（1段PTC）6は、超電導コイルの第1の外槽2Aに接続される蓄冷器11と、この蓄冷器11に接続される圧縮機低圧側制御バルブ12と圧縮機高圧側制御バルブ13とヘリウム圧縮機14とを具備し、一方、超電導コイルの第1の外槽2Aに接続される管状のパルス管15と、高圧側バッファタンク制御バルブ16と、低圧側バッファタンク制御バルブ17と、高圧側バッファタンク18と、低圧側バッファタンク19とを具備している。

【0015】

このように、パルス管冷凍機のクライオコイル型の冷端熱交換配管3Aを輻射シールド板1Aに這わせているので、このクライオコイル型の冷端熱交換配管3Aにより熱交換が行われて、輻射シールド板1Aの温度を均一に77 K以下に冷却させることができる。図示しないが、パルス管冷凍機のクライオコイル型の冷端熱交換配管3Bにおいても同様に冷却させることができる。

【0016】

本発明によれば、

（1）従来の液体窒素、液体窒素タンクが不要となり、タンク部の外槽を小さくすることができる。

（2）輻射シールド板の温度を低くすることで、超電導コイル、液体ヘリウムタンク及び輻射シールド板の距離を短くすることができる。

（3）上記（1）、（2）により、超電導コイル（超電導磁石）の小型軽量化を図ることができる。

(4) 超電導コイル、液体ヘリウムタンクから輻射シールドの距離が現行のままでも、超電導コイル、液体ヘリウムタンクへの熱輻射量が少なくなり、液体ヘリウムへの熱侵入量を小さくすることができる。

【0017】

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】

【0018】

本発明のパルス管冷凍機によるシールド板冷却装置は、シールド板の温度を冷凍機により 77 K よりも低くすることにより、低温超電導磁石の小型化を図り得る、パルス管冷凍機によるシールド板冷却装置として利用可能である。

10

【符号の説明】

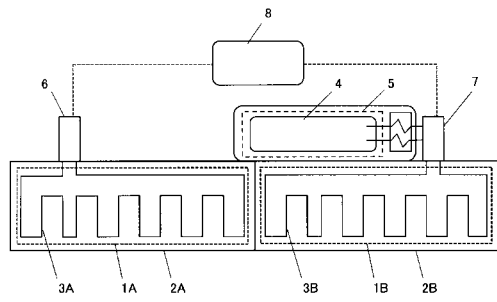
【0019】

- 1 A 超電導コイルの第 1 の輻射シールド板
- 1 B 超電導コイルの第 2 の輻射シールド板
- 2 A 超電導コイルの第 1 の外槽
- 2 B 超電導コイルの第 2 の外槽
- 3 A 第 1 のクライオコイル型の冷端熱交換配管
- 3 B 第 2 のクライオコイル型の冷端熱交換配管
- 4 液体ヘリウムタンク
- 5 液体ヘリウムタンクの輻射シールド板
- 6 1 段パルス管冷凍機 (1 段 P T C)
- 7 4 K 2 段パルス管冷凍機 (2 段 P T C)
- 8, 14 ヘリウム圧縮機
- 11 蓄冷器
- 12 圧縮機低圧側制御バルブ
- 13 圧縮機高圧側制御バルブ
- 15 パルス管
- 16 高圧側バッファタンク制御バルブ
- 17 低圧側バッファタンク制御バルブ
- 18 高圧側バッファタンク
- 19 低圧側バッファタンク

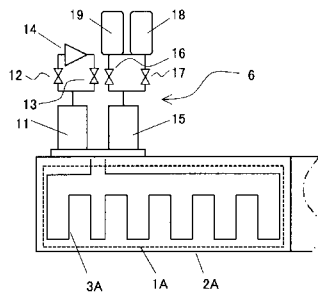
20

30

【図 1】



【図 2】



【図 3】

