

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4790660号
(P4790660)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年7月29日(2011.7.29)

(51) Int. Cl.	F I				
B60M 7/00	(2006.01)	B60M	7/00	L	
B60L 13/04	(2006.01)	B60L	13/04	S	
H01F 6/04	(2006.01)	H01F	7/22	G	
B61B 13/08	(2006.01)	B61B	13/08	B	

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-126543 (P2007-126543)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成19年5月11日(2007.5.11)		公益財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2008-279917 (P2008-279917A)		東京都国分寺市光町二丁目8番地38
(43) 公開日	平成20年11月20日(2008.11.20)	(74) 代理人	100089635
審査請求日	平成21年11月12日(2009.11.12)		弁理士 清水 守
		(74) 代理人	100096426
			弁理士 川合 誠
		(72) 発明者	長嶋 賢
			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
		(72) 発明者	岩松 勝
			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】 磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両を一定時間以上停車させておく車両基地、停車場、車庫などの停留箇所に冷凍設備を配置し、車両に搭載された超電導コイルが超電導状態となる温度まで前記冷凍設備により冷却を行い、前記停留箇所外を走行しているときには前記超電導コイルの冷却を能動的に行わないように運用することを特徴とする磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システム。

【請求項2】

請求項1記載の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、前記超電導コイルに超電導状態となる温度以下に保持する熱容量を持たせるようにすることを特徴とする磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システム。

【請求項3】

請求項2記載の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、前記超電導コイルを超電導状態となる温度以下に保持する車載用冷凍機と圧縮機ユニットを具備し、前記停留箇所で前記車載用冷凍機を運転して前記超電導コイルを超電導状態となる温度以下まで冷却し、前記停留箇所外を走行しているときには前記車載用冷凍機の運転を行わないように運用することを特徴とする磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システム。

【請求項4】

請求項2記載の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、前記超電導コイルを超電導状態となる温度以下に保持する車載用冷凍機を具備し、前記停留箇所で該

停留箇所に設置した圧縮機ユニットと前記車載用冷凍機とを接続し、該車載用冷凍機を運転して前記超電導コイルを超電導状態となる温度以下まで冷却し、前記停留箇所外を走行しているときには前記車載用冷凍機の運転を行わないように運用することを特徴とする磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システム。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 記載の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、前記超電導コイルが希土類元素系高温超電導体からなることを特徴とする磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用は、車両に車載用冷凍機と圧縮機ユニットを具備し、車両基地、停車場、車庫などの停留箇所に限らず、超電導コイルの冷却のための車載用冷凍機と圧縮機ユニットの運転を行うようにしている。

【0003】

図 4 は従来の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石（低温 S C M）の模式図、図 5 はその磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石システムの模式図、図 6 はかかる超電導磁石を有する磁気浮上式鉄道車両の断面図である。

20

【0004】

図 4 において、101 は Nb T i 合金超電導コイル、102 は超電導コイル締付金具、103 は内槽、104 は左右荷重支持材、104 B は上下荷重支持材、105 は輻射シールド板、106 は外槽、107 は車載冷凍機、108 は液体ヘリウムタンク、109 は液体窒素タンクである。

【0005】

このように従来の磁気浮上式鉄道車両には車載用冷凍機と圧縮機ユニットが搭載されるように構成されている。

【0006】

30

また、図 5 において、111 は磁気浮上式鉄道車両に搭載されるヘリウム圧縮機、112 は外槽、113 は輻射シールド板、114 は Nb T i 合金超電導コイル、115 は電流リード、116 は永久電流スイッチ、117 は窒素冷凍機、118 はヘリウム冷凍機、119 は窒素タンク、120 はヘリウムタンクである。

【0007】

図 6 は従来の超電導磁石を有する磁気浮上式鉄道車両の右側の半分を示す断面図である。

【0008】

この図に示すように、車体 170 の下部には台車 172 が構成されており、台車枠 173 には Nb T i 合金超電導コイル 161、クライオスタット 162 等を具備する超電導磁石 160 が搭載され、更に、補助案内装置 174、緊急着地装置 176 などが設けられる。また、軌道 130 の両側壁 131 の凹所 132 には、地上コイル 141、142 が配置され、ヌルフラックス線 145 が接続される。ここで、軌道 130 の両側壁 131 の高さは H_1 である。

40

【特許文献 1】米国特許第 5,724,820 号公報

【非特許文献 1】「超電導コイル応用」, 石山 敦士, 長屋 重夫, I E E J J o u r n a l V o l . 1 2 6 , N o . 5 , 2 0 0 6 , p p . 2 8 6 - 2 8 7

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

上記したように従来の磁気浮上式鉄道車両は、車載用冷凍機と圧縮機ユニットを具備し、常時、超電導コイルを冷却するように運用しているため、車両に搭載する冷凍システム（冷凍機と圧縮機）の重量が大きくなる、あるいは運転に伴う車上の消費電力が大きくなるといった問題があった。

【0010】

本発明は、上記状況に鑑みて、信頼性が高く、軽量で、低コストな磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システム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】

【0011】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、車両を一定時間以上停車させておく車両基地、停車場、車庫などの停留箇所に冷凍設備を配置し、車両に搭載された超電導コイルが超電導状態となる温度まで前記冷凍設備により冷却を行い、前記停留箇所外を走行しているときには前記超電導コイルの冷却を能動的に行わないように運用することを特徴とする。

10

【0012】

〔2〕上記〔1〕記載の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、前記超電導コイルに超電導状態となる温度以下に保持する熱容量を持たせるようにすることを特徴とする。

【0013】

〔3〕上記〔2〕記載の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、前記超電導コイルを超電導状態となる温度以下に保持する車載用冷凍機と圧縮機ユニットを具備し、前記停留箇所で前記車載用冷凍機を運転して前記超電導コイルを超電導状態となる温度以下まで冷却し、前記停留箇所外を走行しているときには前記車載用冷凍機の運転を行わないように運用することを特徴とする。

20

【0014】

〔4〕上記〔2〕記載の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、前記超電導コイルを超電導状態となる温度以下に保持する車載用冷凍機を具備し、前記停留箇所でこの停留箇所に設置した圧縮機ユニットと前記車載用冷凍機とを接続し、この車載用冷凍機を運転して前記超電導コイルを超電導状態となる温度以下まで冷却し、前記停留箇所外を走行しているときには前記車載用冷凍機の運転を行わないように運用することを特徴とする。

30

【0015】

〔5〕上記〔1〕から〔4〕記載の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムにおいて、前記超電導コイルが希土類元素系高温超電導体からなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、信頼性の高い磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石システムが構成可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0017】

本発明の磁気浮上式鉄道用超電導磁石の運用システムは、車両を一定時間以上停車させておく車両基地、停車場、車庫などの停留箇所に冷凍設備を配置し、車両に搭載された超電導コイルが超電導状態となる温度まで前記冷凍設備により冷却を行い、前記停留箇所外を走行しているときには前記超電導コイルの冷却を能動的に行わないように運用することを特徴とする。

【実施例】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0019】

50

図1は本発明の第1実施例を示す磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の模式図、図2はそれを用いた磁気浮上式鉄道車両の右側の半分を示す断面図である。

【0020】

図1に示すように、図4～図6に示した従来の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石から冷凍機及び圧縮機ユニットを除去するようにした。その代わりに車両を一定時間以上停車させておく車両基地、停車場、車庫などの停留箇所に冷凍設備を配置し、車両に搭載された超電導コイルが超電導状態となる温度までその冷凍設備により冷却を行い、停留箇所外を走行しているときには超電導コイルの冷却を能動的に行わないように運用する。

【0021】

図1において、1は外槽、2は超電導コイル、3は内槽、4は超電導コイル2の熱絶縁支持部材、5は電流端子、6は電流リード、7は熱スイッチ、8はPL(パワーリード)熱アンカ冷却伝熱板、9はコイル冷却伝熱板、10は排気ポートである。冷凍設備である冷凍機及び圧縮機ユニットは磁気浮上式鉄道車両には搭載されないように構成されている。なお、ここでは、熱スイッチ7がオフとなっている。

10

【0022】

ここで、超電導コイル2には、一旦冷却されたら少なくとも所定時間は超電導状態となる温度以下に保持される熱容量を持つものを用いる。

【0023】

なお、超電導コイル2としては、希土類元素系高温超電導コイルを用いると種々の利点がある。なお、ここで、希土類元素の例としては、Gd、Dy、Nd、Eu、Sm、Yなどが挙げられる。

20

【0024】

ここで用いる希土類元素系高温超電導コイルは、希土類元素系線材であり、希土類元素-Ba-Cu-O材料を使用した高温超電導テープ線材である。

【0025】

かかる磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石システムは図2に示すように構成されている。

【0026】

図2に示すように、車体11の下部には台車13が構成されており、台車枠14には希土類元素系高温超電導コイル15、クライオスタット16等を具備する高温超電導磁石20が搭載され、更に、補助案内装置21、緊急着地装置23などが設けられる。また、軌道30の両側壁31の凹所32には、地上コイル41、42が配置され、ヌルフラックス線45が接続される。

30

【0027】

そして、上記したようにこの磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石システムでは、車上に冷凍機及び圧縮機ユニットは搭載せず、車両基地、停車場、車庫などの停留箇所で冷却を行う。これにより、磁気浮上式鉄道車両の超電導磁石装置の構造が簡単になり、信頼性の高い磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムを提供することができる。

【0028】

このように構成するようにしたので、軌道30の両側壁31の高さ H_2 は、図6に示す従来の軌道130の両側壁131の高さ H_1 に対して大幅に低減することができる。

40

【0029】

図3は本発明の第2実施例を示す磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の模式図である。

【0030】

この図において、51は外槽、52は超電導コイル、53は内槽、54は超電導コイル52の熱絶縁支持部材、55は一段冷凍機、56は電流端子、57は電流リード、58は熱スイッチ、59はPL(パワーリード)熱アンカ冷却伝熱板、60はコイル冷却伝熱板、61は排気ポートである。ここでは、圧縮機ユニットは磁気浮上式鉄道車両には搭載されないように構成されている。

【0031】

この実施例では、上記したように、磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石には、一段冷凍機

50

5 5 は搭載されているが、圧縮機ユニットは搭載されていない。その代わりに車両基地、停車場、車庫などの停留箇所に圧縮機ユニットを配置しておく。そして磁気浮上式鉄道車両が停留箇所に停車中、一段冷凍機 5 5 は熱スイッチ 5 8 をオンとなし、また、圧縮機ユニットと一段冷凍機 5 5 が接続され、車両に搭載された超電導コイルが超電導状態となる温度まで冷却を行うことができる。

【 0 0 3 2 】

したがって、磁気浮上式鉄道車両には一段冷凍機 5 5 のみを搭載するだけで、車両が停留箇所外を走行しているときには、超電導コイルの冷却を能動的に行わないようにすることができる。

【 0 0 3 3 】

希土類元素系高温超電導体からなる超電導コイルを有する磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石は、これまでの NbTi 合金線材を用いた超電導コイルを有する磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石と比べて下記のメリットがある。

(1) 希土類元素 - Ba - Cu - O 材料を使用した高温超電導テープ線材は、曲げ半径を 10 mm 程度にまで低減できる。つまり曲げに対して強い超電導コイルを製作することができる。

(2) 希土類元素 - Ba - Cu - O 材料を使用した高温超電導テープ線材からなる超電導コイルは高い応力にも耐えられる。

(3) 希土類元素 - Ba - Cu - O 材料を使用した高温超電導テープ線材は、高温、高磁場中での臨界電流密度を大きくできる。

【 0 0 3 4 】

このような希土類元素 - Ba - Cu - O 材料による線材のメリットを活かせば、図 1 に示すように、構造が簡単であり、信頼性の高い磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石システムが構成可能である。特に、交通機関の車上装置に求められることは安全性・信頼性と軽量化であるが、構成要素を減らすことは軽量化と同時に信頼性（安全性）の向上に役立つ。

【 0 0 3 5 】

具体的には、下記の理由により、単純な構成の高温超電導磁石システムを構成することができる。

【 0 0 3 6 】

(1) 運転温度上昇 (50 K 以上) により、熱容量を増大させることができる。それによって、車上に冷凍機及び圧縮ユニット、又は圧縮ユニットのみを搭載せず、車両基地、停車場、車庫などの停留箇所で冷凍を行う磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石として使用することができる。なお、走行中は超電導コイルの熱容量で温度上昇を抑制することができる。

【 0 0 3 7 】

また、低温で磁気エネルギーを開放しても温度上昇が少ないので保護回路をなくすことができる。

【 0 0 3 8 】

(2) 冷凍システム削減を図ることができる。つまり、従来の図 5 に示された窒素冷凍機やヘリウム冷凍機、ヘリウム圧縮機、窒素タンクやヘリウムタンク及び配管をなくすことができる。

【 0 0 3 9 】

これにより、磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の重量低減、製造コスト低減、信頼性向上を図ることができる。

【 0 0 4 0 】

(3) フラックスポンプによる励磁により、電流リードをなくし、熱侵入量を低減することができる。冷凍保持時間の増大を図ることができる。

【 0 0 4 1 】

(4) 配管をなくすことができ、外槽の高さを低減することができる。これにより、磁気浮上式鉄道車両の案内輪の低位置化を図ることができるとともに、ガイドウェイの高さ

10

20

30

40

50

を低減し、建設費低減化を図ることができる。

【0042】

(5) 小さな曲げ半径で超電導コイルを構成することができ、高温高磁場特性の向上を図ることができる。よって、超電導コイル形状の矩形化(ラダー化)を図り、超電導磁石の構成の単純化を図ることができる。

【0043】

さらには、起磁力を増大(1000kA)することにより、車両走行時の地上コイルの通電電流を低減し、地上コイルの長寿命化乃至メンテナンスコストの低減を図ることができる。

【0044】

本発明の希土類元素系HTS-SCMは、以下のように構成することができる。

(1) 希土類元素系HTS-超電導磁石の重量を1トン以下にする。なお、現在の超電導磁石は1.6トン(圧縮機含み)となっている。

(2) 運用温度を50K以上とする。なお、輻射シールド板は省略することもできる。

(3) 現在の圧縮機は240kg、消費電力は8kWである。液体窒素用冷凍機の動力も含むと12kWとなる。

(4) 夜間は車両基地で希土類元素系HTS-超電導磁石の冷凍(8時間)を行い、昼間(16時間)は冷凍なしで運用する。

【0045】

例えば、冷凍機を引き抜き構造とし、冷凍機を下ろせば、圧縮機分240kgの重量低減が可能である。

【0046】

また、車上電源も8kW/SCMの電力低減となる。つまり、1車両当たり16kWの電力の低減となる。

(5) 起磁力を1000kATとする。

【0047】

なお、本発明は、現在の低温SCMの運用においても適用でき、高温SCM構成とすると種々の利点が挙げられ望ましい。

【0048】

また、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】

本発明の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の運用システムは、構造が簡易であり、軽量で信頼性の高い磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石として利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の第1実施例を示す磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の模式図である。

【図2】本発明の第1実施例を示す磁気浮上式鉄道車両の右側の半分を示す断面図である。

【図3】本発明の第2実施例を示す磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石システムの模式図である。

【図4】従来の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石の模式図である。

【図5】従来の磁気浮上式鉄道車両用超電導磁石システムの模式図である。

【図6】従来の超電導磁石を有する磁気浮上式鉄道車両の右側の半分を示す断面図である。

【符号の説明】

【0051】

- 1, 51 外槽
2, 52 超電導コイル

10

20

30

40

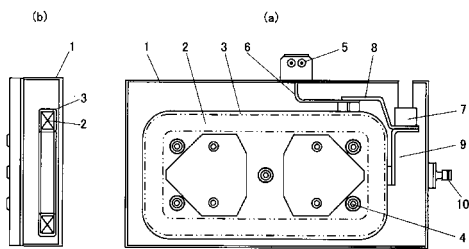
50

- 3 , 5 3 内槽
- 4 , 5 4 超電導コイルの熱絶縁支持部材
- 5 , 5 6 電流端子
- 6 , 5 7 電流リード
- 7 , 5 8 熱スイッチ
- 8 , 5 9 PL (パワーリード) 熱アンカ冷却伝熱板
- 9 , 6 0 コイル冷却伝熱板
- 1 0 , 6 1 排気ポート
- 1 1 車体
- 1 2 空気バネ
- 1 3 台車
- 1 4 台車枠
- 1 5 , 1 7 希土類元素系高温超電導コイル
- 1 6 , 1 8 クライオスタット
- 2 0 高温超電導磁石
- 2 1 補助案内装置
- 2 2 補助支持装置
- 2 3 緊急着地装置
- 3 0 軌道
- 3 1 軌道の両側壁
- 3 2 凹所
- 4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 地上コイル
- 4 5 , 4 6 ヌルフラックス線
- 5 5 一段冷凍機

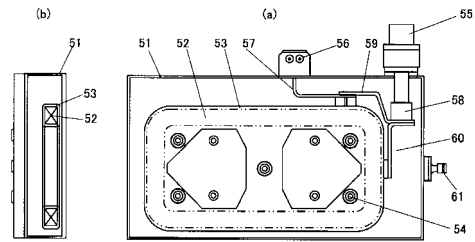
10

20

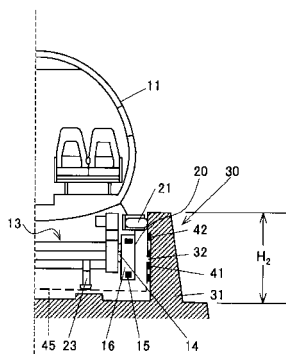
【 図 1 】



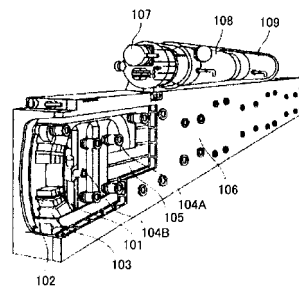
【 図 3 】



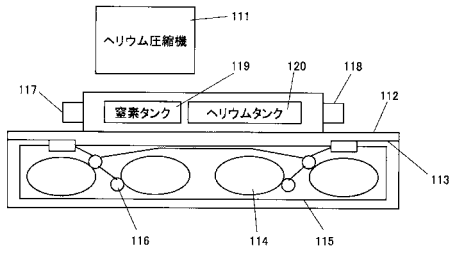
【 図 2 】



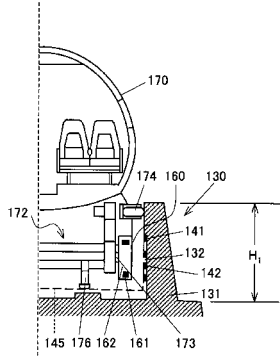
【 図 4 】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 清野 寛
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
- (72)発明者 小方 正文
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
- (72)発明者 宮崎 佳樹
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
- (72)発明者 荒井 有気
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
- (72)発明者 笹川 卓
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
- (72)発明者 小柳 圭
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 田崎 賢司
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 小野 通隆
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 山下 知久
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 柳瀬 康人
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 根本 徳子

- (56)参考文献 特開平3-185881(JP,A)
特開2002-208512(JP,A)
特開2006-100407(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60M 7/00
B60L 13/04
H01F 6/04
B61B 13/08
H01L 39/04