

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5420181号
(P5420181)

(45) 発行日 平成26年2月19日(2014.2.19)

(24) 登録日 平成25年11月29日(2013.11.29)

(51) Int.Cl. F I
B60L 13/10 (2006.01) B60L 13/10 N

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-64055 (P2008-64055)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成20年3月13日 (2008.3.13)		公益財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2009-225494 (P2009-225494A)		東京都国分寺市光町二丁目8番地38
(43) 公開日	平成21年10月1日 (2009.10.1)	(74) 代理人	100089635
審査請求日	平成22年8月11日 (2010.8.11)		弁理士 清水 守
		(74) 代理人	100096426
			弁理士 川合 誠
		(72) 発明者	鈴木 正夫
			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	饗庭 雅之
			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
		審査官	竹下 晋司
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

地上コイルの歪み、振動加速度、及び温度を検知するセンサ部からなる異状検知センサと、該異状検知センサからの信号を処理する信号処理部と、該信号処理部からの情報を記憶するメモリ部と、前記信号処理部からの情報を送信する信号送信部と、磁気浮上式車両の通過に伴い、非接触により発電を行う発電装置及び蓄電部とを具備し、前記異状検知センサは、地上コイルのコイル保護層のガラスマット内に実装され、前記発電装置及び蓄電部によって前記異状検知センサに給電するとともに、前記発電装置が、前記地上コイルに配置される電磁誘導発電装置であることを特徴とする磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置。

【請求項2】

地上コイルの歪み、振動加速度、及び温度を検知するセンサ部からなる異状検知センサと、該異状検知センサからの信号を処理する信号処理部と、該信号処理部からの情報を記憶するメモリ部と、前記信号処理部からの情報を送信する信号送信部と、磁気浮上式車両の通過に伴い、非接触により発電を行う発電装置及び蓄電部とを具備し、前記異状検知センサは、地上コイルのコイル保護層のガラスマット内に実装され、前記発電装置及び蓄電部によって前記異状検知センサに給電するとともに、前記発電装置が、前記地上コイルに配置される振動発電装置であり、該振動発電装置が前記磁気浮上式車両の超電導磁石による電磁力を利用することを特徴とする磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置。

10

20

【請求項 3】

請求項 2 記載の磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置において、前記振動発電装置が前記地上コイルの推進電流に基づく変動磁場を利用することを特徴とする磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超電導コイルを搭載する磁気浮上式鉄道の軌道に配置される地上コイルの異状を検知する、磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来、磁気浮上式鉄道の地上コイルは、軌道の両側に配置され、磁気浮上式車両に搭載される超電導磁石との磁気作用により、磁気浮上式車両を走行させるように構成されている（特許文献 1，2 参照）。

かかる磁気浮上式鉄道の地上コイルの保守管理は、作業員が徒歩による目視点検を行い、地上コイルの異状の有無を判断するようにしていた。

【特許文献 1】特許第 3 2 0 2 7 6 5 号公報

【特許文献 2】特許第 2 7 0 6 2 1 7 号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記したような磁気浮上式鉄道の安定運行には地上コイルの保守管理が不可欠であるが、全線に亘って敷設される膨大なコイルの保守を目視点検により行うことは容易ではない。特に、一旦敷設された地上コイルは最低でも 30 年間の安定使用が期待され、現地での保守運用管理手法の確立が実用化に向けた大きな課題となっている。

そこで、磁気浮上式鉄道の信頼性の向上及び現地保守作業の省力化を狙いとした、磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状を検知する異状検知センサ及びその異状検知システムについての基礎検討が進められている。

【0004】

30

磁気浮上式鉄道車両の通過時の挙動把握を基にして異状の有無を判定する地上コイルの異状検知システムでは、センシング用電源が不可欠であり、如何にしてコイル内蓄電池に充電を行うかが、センサの小型化と併せて重要なポイントとなっている。

本発明は、上記状況に鑑みて、磁気浮上式車両の通過に伴い非接触により発電を行い、それによる充電を可能にした磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源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】

【0005】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置において、地上コイルの歪み、振動加速度、及び温度を検知するセンサ部からなる異状検知センサと、この異状検知センサからの信号を処理する信号処理部と、この信号処理部からの情報を記憶するメモリ部と、前記信号処理部からの情報を送信する信号送信部と、磁気浮上式車両の通過に伴い、非接触により発電を行う発電装置及び蓄電部とを具備し、前記異状検知センサは、地上コイルのコイル保護層のガラスマット内に実装され、前記発電装置及び蓄電部によって前記異状検知センサに給電するとともに、前記発電装置が、前記地上コイルに配置される電磁誘導発電装置であることを特徴とする。

40

【0006】

〔2〕磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置において、地上コイルの歪み、振動加速度、及び温度を検知するセンサ部からなる異状検知センサと、この異状検

50

知センサからの信号を処理する信号処理部と、この信号処理部からの情報を記憶するメモリ部と、前記信号処理部からの情報を送信する信号送信部と、磁気浮上式車両の通過に伴い、非接触により発電を行う発電装置及び蓄電部とを具備し、前記異状検知センサは、地上コイルのコイル保護層のガラスマット内に実装され、前記発電装置及び蓄電部によって前記異状検知センサに給電するとともに、前記発電装置が、前記地上コイルに配置される振動発電装置であり、この振動発電装置が前記磁気浮上式車両の超電導磁石による電磁力を利用することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

〔 3 〕 上記〔 2 〕記載の磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置において、前記振動発電装置が前記地上コイルの推進電流に基づく変動磁場を利用することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

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 ）磁気浮上式車両の通過に伴い生じる現象を地上コイル異状検知センサ用電源の充電に用いることができ、地上コイル異状検知センサのメンテナンスの軽減と省資源化に寄与することができる。

（ 2 ）推進用地上コイルに生ずる交流磁場を利用する電磁誘導発電装置の場合は、推進電流の小さい下り勾配区間や惰行区間では適用が望ましくないが、本発明による振動発電装置は、磁気浮上式車両の通過時の大きい振動を利用するため、電磁誘導発電装置による問題を解消することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 9 】

本発明の磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置は、地上コイルの歪み、振動加速度、及び温度を検知するセンサ部からなる異状検知センサと、この異状検知センサからの信号を処理する信号処理部と、この信号処理部からの情報を記憶するメモリ部と、前記信号処理部からの情報を送信する信号送信部と、磁気浮上式車両の通過に伴い、非接触により発電を行う発電装置及び蓄電部とを具備し、前記異状検知センサは、地上コイルのコイル保護層のガラスマット内に実装され、前記発電装置及び蓄電部によって前記異状検知センサに給電するとともに、前記発電装置が、前記地上コイルに配置される電磁誘導発電装置である。

30

【実施例】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

まず、磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサの概要について説明する。

図 1 は本発明にかかる磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状検知センサの配置状況を示す図、図 2 はその異状検知センサを有する磁気浮上式鉄道用地上コイルの平面図であり、図 2 (a) はその表面図、図 2 (b) はその裏面図である。図 3 はその異状検知センサを有する磁気浮上式鉄道用地上コイルのコイル表面保護層の断面図（横断面図）、図 4 はその異状検知センサからのデータの流れの説明図であり、図 4 (a) は異状検知センサからのデータがデータ収録ポストへ収録される様子を示す図、図 4 (b) はデータ収録ポストから検測車 8 へのデータの流れを示す図、図 5 は本発明にかかる磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状検知フローチャートである。

40

【 0 0 1 1 】

これまでの磁気浮上式鉄道用地上コイルに関する各種試験から、不具合発生前の兆候として、樹脂の歪み増大、振動増加、温度上昇等が発見されている。そこで、磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状検知センサとして、各種センサと情報処理部を一つのチップに集積した小型センサを、磁気浮上式鉄道用地上コイルの成形時に内蔵することにより、コイル自身が発する、樹脂の歪み、振動加速度、温度などの多種多様な情報を外部から収集可能にした。

50

【 0 0 1 2 】

図 1 及び 2 において、1 は磁気浮上式鉄道の軌道、2 はこの軌道 1 の側壁、3 は磁気浮上式鉄道用地上コイル、4 はその磁気浮上式鉄道用地上コイル 3 の成形時に内蔵される異状検知センサである。ここで、異状検知センサ 4 は、図 2 に示すように、地上コイル 3 の上段締結部 3 B の近傍に配置することが望ましい。

その異状検知センサ 4 は、図 4 (a) に示すように、センサ部 4 A と、このセンサ部 4 A からの信号を受けて信号を処理する信号処理部 4 B と、情報を記憶するメモリ部 4 E と、信号処理部 4 B からの信号を受けて外部へ送信する信号送信部 4 C と、これらに電力を供給する電源部 4 D からなる。センサ部 4 A には、地上コイルの歪みセンサ 4 A - 1、振動加速度センサ 4 A - 2、温度センサ 4 A - 3 などが配置される。

10

【 0 0 1 3 】

また、異状検知センサ 4 は、図 3 に示すように、地上コイルのコイル表面保護層 6 に実装する。つまり、このコイル表面保護層 6 は、FRP 板 6 A、ガラスマット 6 B、ガラスクロス 6 C、及び導電性塗膜 6 D、6 E からなり、異状検知センサ 4 はガラスマット 6 B 内に実装される。

センサ部 4 A には各種センサが配置されるが、樹脂の歪みに対しては、歪みセンサや圧電式センサ、光ファイバなどを用い、車両通過時の電磁力に基づく歪みを検知することができる。また、発熱に関しては、異常電流、巻線コイルの層間短絡やコネクタ部の接触抵抗増大などによる異常発熱を検出するため、温度センサや臭いセンサを用いる。振動に関しては、局部破壊や締結部の緩みに起因する異常振動、衝突検知をするため、振動加速度センサを用いることができる。また、それら以外にも、環境による劣化に関しては、紫外線、吸水による樹脂劣化があり、色センサを用いることができる。

20

【 0 0 1 4 】

ここで、図 4 に示すように、電源部 4 D は、磁気浮上式鉄道車両走行時のセクション内通電により推進コイルに生ずる交流磁場を利用し、電磁誘導発電装置 5 で電力を生成し、その電力を蓄積可能な蓄電部（電気二重層キャパシタ）5 A に蓄える。その電力を異状検知センサ 4 による地上コイル 3 の異状の検出のために用いる。ここで、異状検知センサ 4 は、地上コイル 3 の上段締結部 3 B の近傍や地上コイル 3 の下部の端子部 3 A に配置することが望ましい。

【 0 0 1 5 】

以下、その磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状の検出方法を図 5 のフローチャートを参照しながら説明する。

(1) 車両走行時のセクション内通電により、推進コイルに交流磁場を発生させる。(ステップ S 1)。

(2) すると、電磁誘導作用により異状検知センサ 4 の電源部 4 D に電力が発生する(ステップ S 2)。

【 0 0 1 6 】

(3) 車両通過時の各種センサからの信号を信号処理部 4 B で変換し、ピーク値をメモリ部 4 E に転送する。その際、基準値以下であるかどうかの自動判定を行う。なお、状態監視期間内の走行によりピーク値が更新された場合は、更新データ及び判定結果をメモリ部 4 E に保存する(ステップ S 3)。

40

(4) メモリ部 4 E に保存されたデータを、一定間隔(例えば、ガイドウェイの桁ピッチ)毎に設置されたデータ受信部 7 A、データメモリ部 7 B 及びデータ送信部 7 C を備えたデータ収録ポスト 7 に、信号処理部 4 B を介して信号送信部 4 C より定期的に送信する(ステップ S 4)。

【 0 0 1 7 】

(5) 夜間等の車両走行休止の時間帯にデータ読取・判定装置 9 を搭載した検測車 8 を走行させ、データ収録ポスト 7 からの発信データを読み取る。このように、データ収録ポスト 7 を介して、検測車 8 のデータ読取・判定装置 9 により、地上コイル毎の識別番号と異状検知センサ 4 のピーク値を自動収録する(ステップ S 5)。

50

(6) 検測車8のデータ読取・判定装置9に収録されたデータは瞬時に自動判定され、地上コイルの異状の有無、異状項目、所見等の表示がされる(ステップS6)。

【0018】

収集されたデータは、各地上コイルのセンサ部の識別記号(IDコード)毎に管理される。

このように構成することにより、これまで作業者が徒歩による目視点検で判別していたコイル異状の有無を、磁気浮上式鉄道用地上コイル自らに備えた異状検知センサからの異常信号を無線で送信し、この送信信号を検測車のデータ読取・収録装置で収集して、各地上コイル毎に管理する。

【0019】

したがって、地上コイルの保守管理に要する時間を大幅に短縮することができるばかりでなく、作業者による技量の差や見落としがなくなり、飛躍的な信頼性改善を図ることが可能となる。

次に、磁気浮上式車両の通過に伴う非接触による発電装置と、それによる充電に基づいた磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置の構築について説明する。

【0020】

〔A〕まず、LSM(リニア・シンクロナス・モータ)電流による変動磁場を利用した電磁誘導発電装置について説明する。

図6は本発明の第1実施例を示すLSM電流による変動磁場を利用した電磁誘導発電装置を有する地上コイルの斜視図、図7はその地上コイルの断面図、図8はその電磁誘導発電装置の変動磁場による電磁誘導発電フローチャートである。

【0021】

これらの図において、11は磁気浮上式鉄道用地上コイル、12は地上コイルの下部の端子部、13は地上コイル11の締結部、14は発電用コイル、15は発電用コイル14の埋め込み箇所、16は地上コイル内のコイルである。

そこで、発電フローチャートについて説明すると、

(1)まず、LSM電流が通電される(ステップS11)。

【0022】

(2)地上コイル11に交流磁場が発生する(ステップS12)。

(3)発電用コイル14に電圧が発生する(ステップS13)。

(4)発電用コイル14に発生した電圧を整流し、蓄電部に蓄電する(ステップS14)。

図9は本発明の第1実施例を示すLSM電流による変動磁場を利用した電磁誘導発電装置の充電特性図、図10はその電磁誘導発電装置の放電特性図を示している。

【0023】

ここで、地上コイルの通電条件はLSM電流(定格推進電流)の1/2とし、5分間隔で10秒間の間欠通電とした。今回の試作機では、蓄電部(電気二重層キャパシタ)の容量を0.47F×4個(2直列×2並列)とした。図9において、横軸は経過時間(分)、縦軸は充電電圧(V)を示している。なお、aは下部コイル電流、bは上部コイル電流、cは充電電圧を示している。

【0024】

また、図10には、放電特性試験結果が示されている。なお、この図において、横軸は経過時間(秒)、縦軸は電圧(V)、dは放電電圧、eは出力電圧を示している。

上記のような条件の試作機を用いて測定を行った結果、本発明のLSM電流による変動磁場を利用した電磁誘導発電装置では、蓄電部(電気二重層キャパシタ)の容量として容量組み合わせ0.47F×4個にて充電電圧を10Vとした場合、3.3V×250mAの電力を10.4秒間供給できることを確認した。

【0025】

〔B〕次に、磁気浮上式鉄道車両に搭載される超電導磁石との電磁力を利用した振動発電装置について説明する。

10

20

30

40

50

図 1 1 は本発明の第 2 実施例を示す超電導磁石との電磁力を利用した振動発電装置を有する地上コイルの断面図、図 1 2 はその振動発電装置の超電導磁石との電磁力による振動発電フローチャートである。

【 0 0 2 6 】

図 1 1 において、磁気浮上式鉄道用地上コイル 2 1 内に第 1 の圧電素子 2 2 を配置するとともに、下部コイル 2 3 の裏面に第 2 の圧電素子 2 4 を、地上コイル 2 1 の底部に第 3 の圧電素子 2 5 を配置する。ただし、これらの圧電素子 2 2 , 2 4 , 2 5 の配置はこれに限定されるものではなく、何れの箇所に配置してもよい。なお、図 1 1 において、矢印は電磁力の方向を示している。

【 0 0 2 7 】

そこで、発電フローチャートについて説明すると、

(1) まず、磁気浮上式鉄道車両が走行することにより、車両に搭載される超電導磁石が通過する (ステップ S 2 1) 。

(2) 地上コイル 2 1 に電磁力が発生する (ステップ S 2 2) 。

(3) 圧電素子 2 2 , 2 4 , 2 5 に電圧が発生する (ステップ S 2 3) 。

【 0 0 2 8 】

(4) 圧電素子 2 2 , 2 4 , 2 5 からの電流を整流し、蓄電部に蓄電する (ステップ S 2 4) 。

また、磁気浮上式鉄道車両の通過時の列車風に基づく圧力変動を利用し、図 1 1 に示す第 2 の圧電素子 2 4 と第 3 の圧電素子 2 5 とを利用して振動発電を行わせることができる。

【 0 0 2 9 】

〔 C 〕次に、LSM 電流による変動磁場を利用した振動発電装置について説明する。

図 1 3 は本発明の第 3 実施例を示す LSM 電流による変動磁場を利用した振動発電装置を有する地上コイルの斜視図、図 1 4 はその地上コイルの断面図、図 1 5 はその振動発電装置の発電用振動素子の構成図、図 1 6 はその振動発電装置の変動磁場による振動発電フローチャートである。

【 0 0 3 0 】

図 1 3 , 図 1 4 に示すように、磁気浮上式鉄道用地上コイル 3 1 に発電用振動素子 3 2 を埋め込む。その発電用振動素子 3 2 の埋め込み箇所 3 3 は上部コイル 3 4 の近くに配置される。

また、図 1 5 に示すように、発電用振動素子 3 2 は、中央に永久磁石 3 2 A があり、その永久磁石 3 2 A の両側に圧電素子 3 2 B と 3 2 C が配置されている。

【 0 0 3 1 】

そこで、発電フローチャートについて説明すると、

(1) まず、LSM 電流が通電される (ステップ S 3 1) 。

(2) 地上コイル 3 1 に交流磁場が発生する (ステップ S 3 2) 。

(3) 発電用振動素子 3 2 に電圧が発生する (ステップ S 3 3) 。

(4) 発電用振動素子 3 2 からの電流を整流し、蓄電部に蓄電する (ステップ S 3 4) 。

【 0 0 3 2 】

図 1 7 は本発明の変動磁場を利用した振動発電装置 (その 1) を示す図である。

この図において、4 1 は固定端、4 2 は圧電素子、4 3 は半固定端、4 4 , 4 5 は永久磁石である。

図 1 8 は本発明の変動磁場を利用した振動発電装置 (その 2) を示す図、図 1 9 はその振動発電装置の側面図、図 2 0 はその振動発電装置の正面図である。

【 0 0 3 3 】

これらの図において、5 1 は固定端、5 2 は圧電素子、5 3 , 5 4 は圧電素子 5 2 を挟むように配置される複数の永久磁石である。

図 2 1 は本発明の変動磁場を利用した振動発電装置 (その 3) を示す図である。

10

20

30

40

50

この図において、61は固定端、62は圧電素子、63、64は圧電素子62を挟むように配置される複数の導電材料である。

【0034】

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】

【0035】

本発明の磁気浮上式鉄道の地上コイル異状検知センサ用電源装置は、車両の通過時の非接触発電（電磁誘導発電又は振動発電）により電源装置を充電することにより、省エネルギー化を図ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明にかかる磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状検知センサの配置状況を示す図である。

【図2】本発明にかかる異状検知センサを有する磁気浮上式鉄道用地上コイルの平面図である。

【図3】本発明にかかる異状検知センサを有する地上コイルのコイル表面保護層の断面図（横断面図）である。

【図4】本発明にかかる磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状検知センサからのデータの流れの説明図である。

20

【図5】本発明にかかる磁気浮上式鉄道用地上コイルの異状検知フローチャートである。

【図6】本発明の第1実施例を示すLSM（リニア・シンクロナス・モータ）電流による変動磁場を利用した電磁誘導発電装置を有する地上コイルの斜視図である。

【図7】本発明の第1実施例を示すLSM（リニア・シンクロナス・モータ）電流による変動磁場を利用した電磁誘導発電装置を有する地上コイルの断面図である。

【図8】本発明の第1実施例を示す電磁誘導発電装置の変動磁場による電磁誘導発電フローチャートである。

【図9】本発明の第1実施例を示すLSM（リニア・シンクロナス・モータ）電流による変動磁場を利用した電磁誘導発電装置の充電特性図である。

【図10】本発明の第1実施例を示す電磁誘導発電装置の放電特性図である。

30

【図11】本発明の第2実施例を示す超電導磁石との電磁力を利用した振動発電装置を有する地上コイルの断面図である。

【図12】本発明の第2実施例を示す振動発電装置の超電導磁石との電磁力による振動発電フローチャートである。

【図13】本発明の第3実施例を示すLSM（リニア・シンクロナス・モータ）電流による変動磁場を利用した振動発電装置を有する地上コイルの斜視図である。

【図14】本発明の第3実施例を示すLSM（リニア・シンクロナス・モータ）電流による変動磁場を利用した振動発電装置を有する地上コイルの断面図である。

【図15】本発明の第3実施例を示すLSM（リニア・シンクロナス・モータ）電流による変動磁場を利用した振動発電装置の発電用振動素子の構成図である。

40

【図16】本発明の第3実施例を示す振動発電装置の変動磁場による振動発電フローチャートである。

【図17】本発明の変動磁場を利用した振動発電装置（その1）を示す図である。

【図18】本発明の変動磁場を利用した振動発電装置（その2）を示す図である。

【図19】本発明の変動磁場を利用した振動発電装置（その2）の側面図である。

【図20】本発明の変動磁場を利用した振動発電装置（その2）の正面図である。

【図21】本発明の変動磁場を利用した振動発電装置（その3）を示す図である。

【符号の説明】

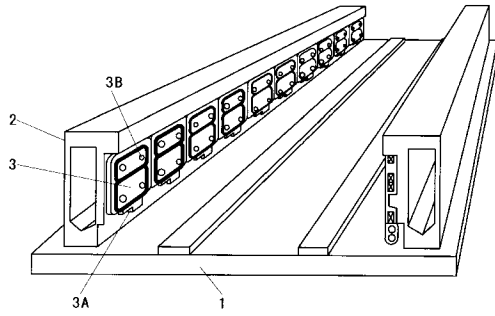
【0037】

1 磁気浮上式鉄道の軌道

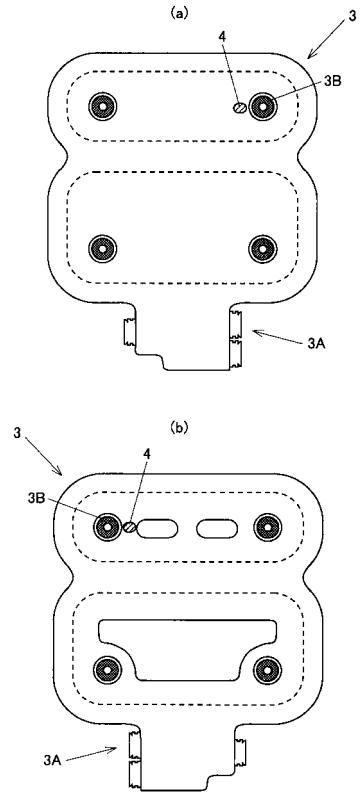
50

2	軌道の側壁		
3	1 1, 2 1, 3 1	磁気浮上式鉄道用地上コイル	
3 A	1 2	地上コイルの下部の端子部	
3 B		地上コイルの上段締結部	
4		異状検知センサ	
4 A		センサ部	
4 A - 1		地上コイルの歪みセンサ	
4 A - 2		振動加速度センサ	
4 A - 3		温度センサ	
4 B		信号処理部	10
4 C		信号送信部	
4 D		電源部	
4 E		メモリ部	
5		電磁誘導発電装置	
5 A		蓄電部(電気二重層キャパシタ)	
6		コイル表面保護層	
6 A		FRP板	
6 B		ガラスマット	
6 C		ガラスクロス	
6 D, 6 E		導電性塗膜	20
7		データ収録ポスト	
7 A		データ受信部	
7 B		データメモリ部	
7 C		データ送信部	
8		検測車	
9		データ読取・判定装置	
1 3		地上コイルの締結部	
1 4		発電用コイル	
1 5		発電用コイルの埋め込み箇所	
1 6		地上コイル内のコイル	30
2 2		第1の圧電素子	
2 3		下部コイル	
2 4		第2の圧電素子	
2 5		第3の圧電素子	
3 2		発電用振動素子	
3 2 A, 4 4, 4 5, 5 3, 5 4		永久磁石	
3 2 B, 3 2 C, 4 2, 5 2, 6 2		圧電素子	
3 3		発電用振動素子の埋め込み箇所	
3 4		上部コイル	
4 1, 5 1, 6 1		固定端	40
4 3		半固定端	
6 3, 6 4		導電材料	

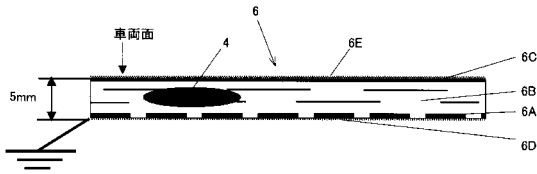
【図1】



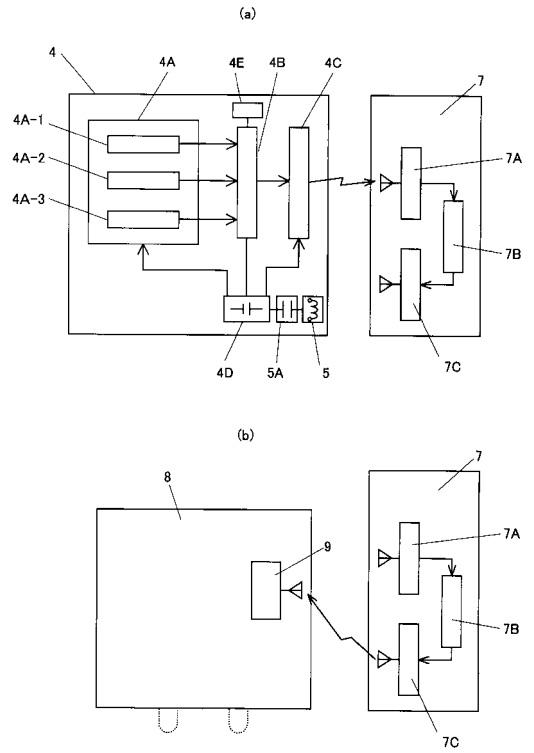
【図2】



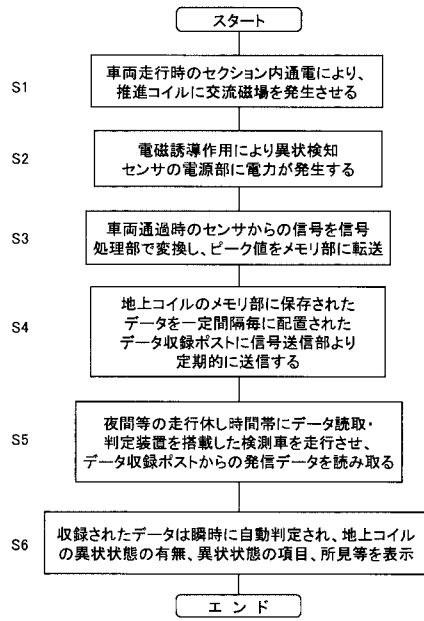
【図3】



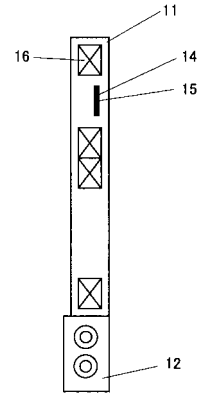
【図4】



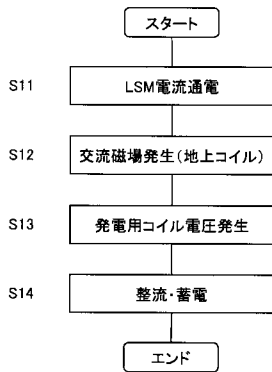
【図5】



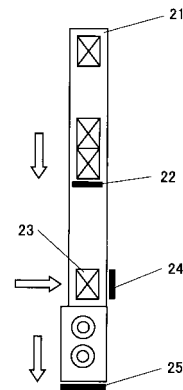
【図7】



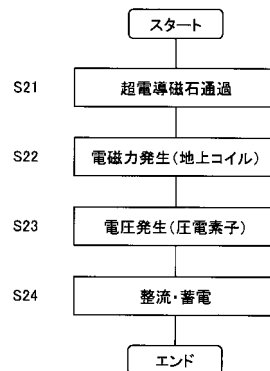
【図8】



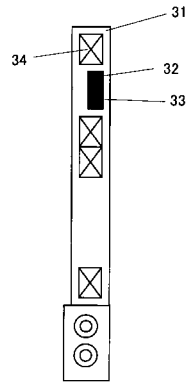
【図11】



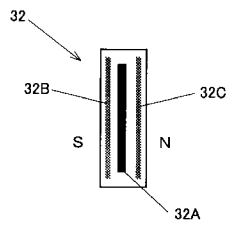
【図12】



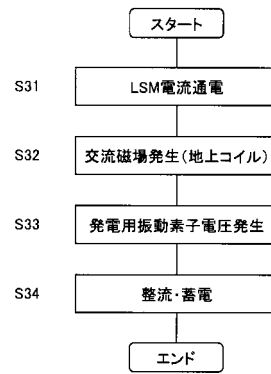
【図14】



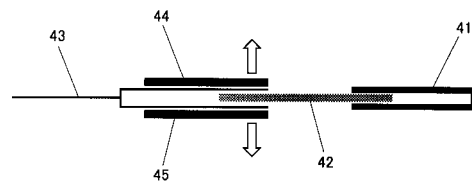
【図15】



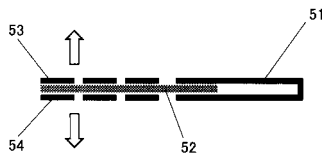
【図16】



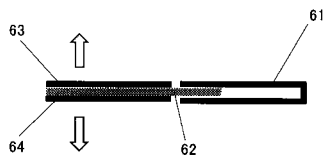
【図17】



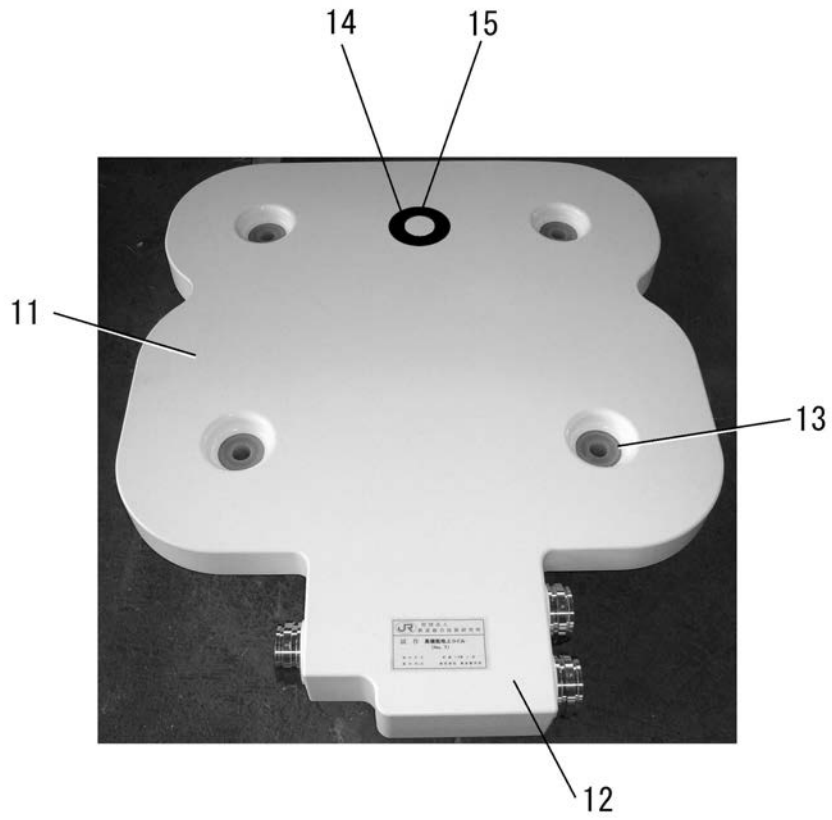
【図18】



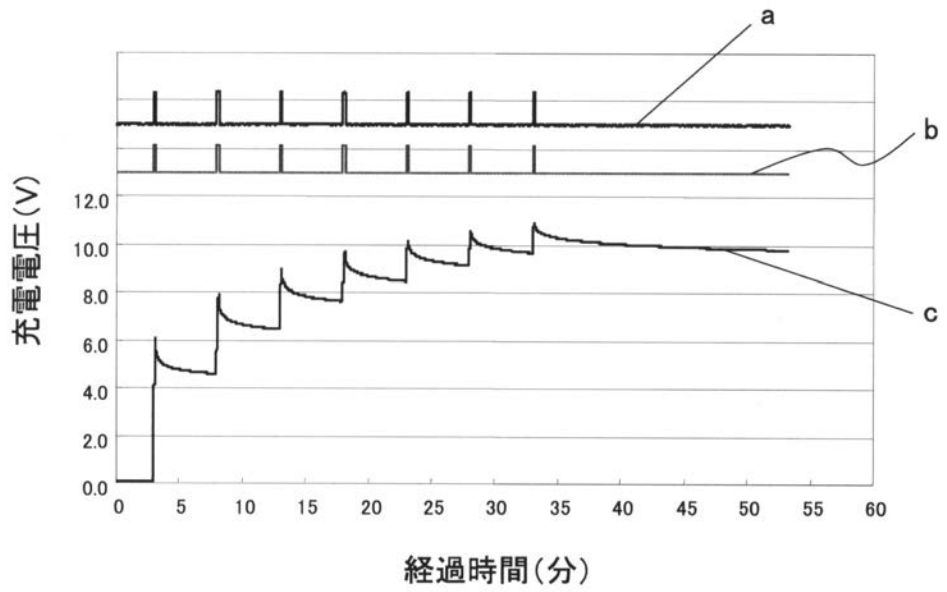
【図21】



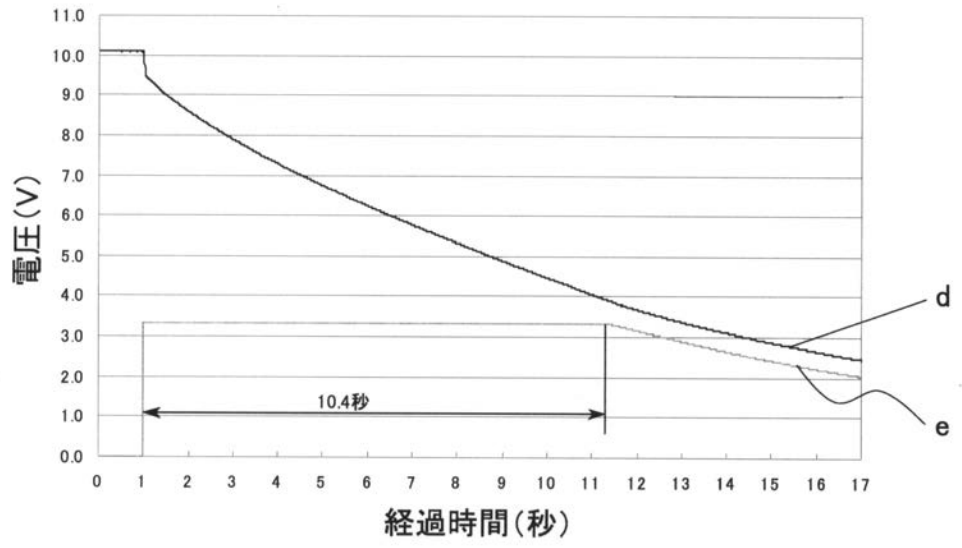
【 図 6 】



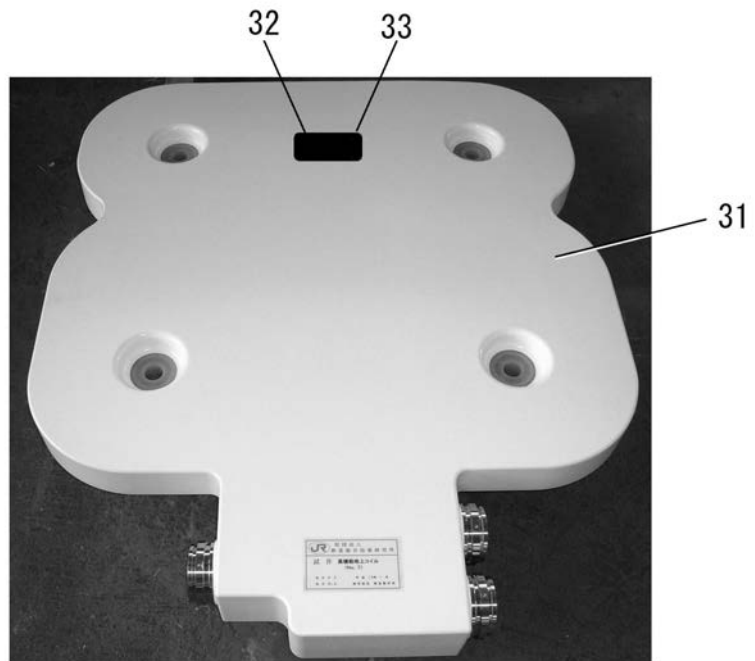
【 図 9 】



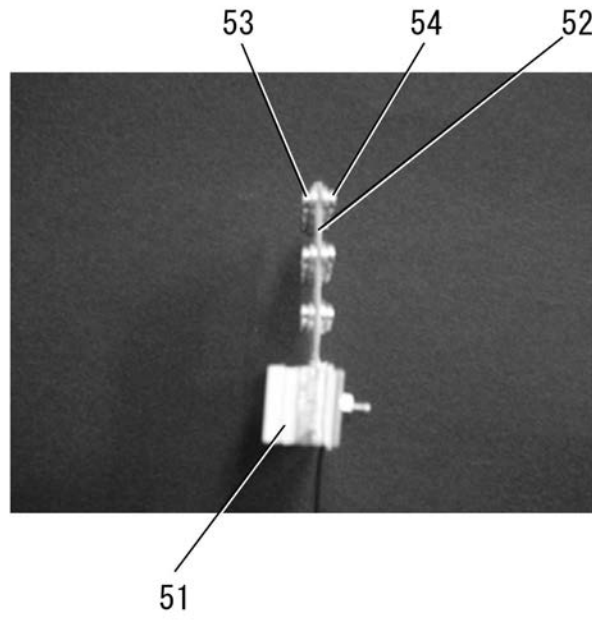
【図10】



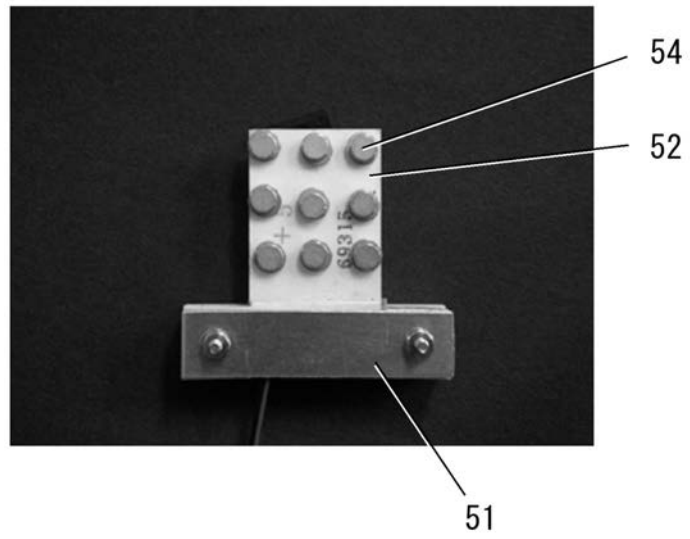
【図13】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 175046 (JP, A)
特開平06 - 217421 (JP, A)
特開2006 - 262542 (JP, A)
特開2004 - 301571 (JP, A)
特開2008 - 070329 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 13/03 - 13/10
G01M 99/00