

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3732735号
(P3732735)

(45) 発行日 平成18年1月11日(2006.1.11)

(24) 登録日 平成17年10月21日(2005.10.21)

(51) Int. Cl.		F I		
B06B	1/04	(2006.01)	B06B	1/04 ZAAZ
B61B	13/08	(2006.01)	B61B	13/08 ZAAB
G01R	33/02	(2006.01)	G01R	33/02 ZAAF
B60L	13/03	(2006.01)	B60L	13/02 A

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2000-346016 (P2000-346016)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成12年11月14日(2000.11.14)		財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2002-143771 (P2002-143771A)		東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(43) 公開日	平成14年5月21日(2002.5.21)	(74) 代理人	100089635
審査請求日	平成15年3月14日(2003.3.14)		弁理士 清水 守
		(74) 代理人	100096426
			弁理士 川合 誠
		(72) 発明者	村井 敏昭
			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	藤本 健
			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】 地上コイル電磁加振試験装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) 電源と、
 (b) 該電源に接続される試験用地上コイルと、
 (c) 該試験用地上コイルに対向する励磁した超電導磁石と、
 (d) 前記試験用地上コイルの取付架台および地上コイルを覆うアルミ遮蔽板とを備え、
 (e) 前記超電導磁石に動的な電磁力を発生させないようにして前記試験用地上コイルに通電し、該地上コイルの導体部に浮上式鉄道車両の実際の走行時とほぼ等価な、高い周波数の電磁力を発生させることを特徴とする地上コイル電磁加振試験装置。

【請求項2】

請求項1記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記アルミ遮蔽板と地上コイル取付架台を一体構成となし、動的な電磁力を内力として打ち消すことにより前記地上コイル取付架台の設置を容易にすることを特徴とする地上コイル電磁加振試験装置。

【請求項3】

請求項1記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記地上コイル取付架台とアルミ遮蔽板に囲まれた試験用地上コイル設置空間に、各種環境条件を付加することを特徴とする地上コイル電磁加振試験装置。

【請求項4】

請求項3記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記各種環境条件が温度または湿度であることを特徴とする地上コイル電磁加振試験装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 項のいずれか 1 項記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記電源はインバータを有し、交流と直流が重畳した電流を通電することを特徴とする地上コイル電磁加振試験装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 項のいずれか 1 項記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記超電導磁石と試験用地上コイルの間隔を狭くし、該試験用地上コイルに通電することを特徴とする地上コイル電磁加振試験装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、地上コイル電磁加振試験装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、このような分野の文献としては、以下に開示されるものがあった。

〔1〕吉川高雄、相原直樹、佐藤勉、諏訪博：浮上式鉄道地上コイル用モールド樹脂の耐久性評価、鉄道総研報告、Vol. 8, No. 10, pp. 35 ~ 40, 1994. 10

〔2〕鈴木正夫、藤本健、諏訪博：反応射出成形方式浮上コイルの開発、鉄道総研報告、Vol. 13, No. 9, pp. 9 ~ 14, 1999. 9

地上コイルの開発においてその耐久性検証は重要な課題であり、現在、営業線にて想定される 30 年相当の耐久性を目標として、材料試験〔1〕、実機検証試験〔2〕、実機使用条件調査等が進められている。これらのうち、特に実機による耐久性検証は重要であり、これまで主として地上コイル表面に機械的に荷重を加える試験方法で行い、温度、湿度などの環境劣化因子も含めた試験を実施して、既に一定の成果を得ている。

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

さらに、この度、励磁した超電導磁石に地上コイルを対向させて、地上コイルに通電し、地上コイル（導体部）に電磁力を発生させる装置（電磁力利用地上コイル加振試験装置）を検討した。

【0004】

30

そこでは、実走行時の地上コイルとほぼ等価な電磁力を地上コイル（導体部）に発生でき、通電による温度上昇も模擬できるようにした。また、電気的な載荷方法により、容易に走行時と同じ 100 Hz 程度の周波数を確保することができ、載荷回数および動的な現象把握においても有利である。

【0005】

しかしながら、地上コイルに作用する電磁力の反力が超電導磁石に作用するため、その低減が重要な課題であり、地上コイルの交流磁界を遮蔽し、超電導磁石に動的な電磁力を発生させない方法が望まれる。

【0006】

本発明は、上記状況に鑑みて、超電導磁石へ影響を与えず、しかも実際の走行時と同様に地上コイルに電磁力を発生させる試験を実施することができる地上コイル電磁加振試験装置を提供することを目的とする。

40

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕地上コイル電磁加振試験装置において、電源と、この電源に接続される試験用地上コイルと、この試験用地上コイルに対向する励磁した超電導磁石と、前記試験用地上コイルの取付架台および地上コイルを覆うアルミ遮蔽板とを備え、前記超電導磁石に動的な電磁力を発生させないようして前記試験用地上コイルに通電し、この地上コイルの導体部に浮上式鉄道車両の実際の走行時とほぼ等価な、高い周波数の電磁力を発生させることを特

50

徴とする

〔 2 〕 上記〔 1 〕記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記アルミ遮蔽板と地上コイル取付架台を一体構成となし、動的な電磁力を内力として打ち消すことにより前記地上コイル取付架台の設置を容易にすることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

〔 3 〕 上記〔 1 〕記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記地上コイル取付架台とアルミ遮蔽板に囲まれた試験用地上コイル設置空間に、各種環境条件を付加することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

〔 4 〕 上記〔 3 〕記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記各種環境条件が温度または湿度であることを特徴とする。 10

【 0 0 1 0 】

〔 5 〕 上記〔 1 〕から〔 4 〕のいずれか 1 項記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記電源はインバータを有し、交流と直流が重畳した電流を通電することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

〔 6 〕 上記〔 1 〕から〔 5 〕のいずれか 1 記載の地上コイル電磁加振試験装置において、前記超電導磁石と試験用地上コイルの間隔を狭くし、この試験用地上コイルに通電することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

このように、通電する試験用地上コイルをアルミ遮蔽板で覆い、励磁した超電導磁石に動的な電磁力を発生させないようにすることにより、超電導磁石に影響を与えずに、試験用地上コイルの導体部に浮上式鉄道車両の実際の走行時とほぼ等価な、高い周波数の電磁力を発生させることができる。 20

【 0 0 1 3 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

【 0 0 1 4 】

まず、本発明にかかる電磁力利用地上コイル加振試験装置の基本構成について説明する。

【 0 0 1 5 】

図 1 は本発明の実施例を示す電磁力利用地上コイル加振試験装置の模式図である。 30

【 0 0 1 6 】

この図において、1 は電源（インバータ 1 0 0 H z , 1 0 0 0 A ）、2 は地上コイル取付架台、3 は地上コイル、4 はアルミ遮蔽板、5 は超電導磁石（超電導コイル）である。

【 0 0 1 7 】

ここで、地上コイル 3 の温度上昇を等価にするため、地上コイル 3 の r m s 電流および通電パターンはできるだけ実機と同じものとする。試験期間を考慮すると、実使用時の回数の載荷は現実的でないため、モールド樹脂における S - N 特性から加速劣化させることにする。

【 0 0 1 8 】

また、地上コイル 3 に作用する荷重を増加させるために、超電導コイル 5 と地上コイル 3 の間隔を狭く（縮小）し、さらに電流を増加させる。 40

【 0 0 1 9 】

そこで、地上コイル 3 と超電導コイル 5 の間にアルミ遮蔽板 4 を設けることによって、地上コイル 3 の交流磁界を遮蔽する。そのため、地上コイル 3 に作用する電磁力の反力はアルミ遮蔽板 4 に作用し、アルミ遮蔽板 4 と地上コイル取付架台 2 を一体構成とすれば、動的な電磁力を内力として打ち消すことができる。

【 0 0 2 0 】

また、電気的な耐久性を確認するために、地上コイル取付架台 2 およびアルミ遮蔽板 4 を接地して、地上コイル課電を行う。また、地上コイル取付架台 2 とアルミ遮蔽板 4 に囲ま 50

れた地上コイル設置空間に、各種環境条件（温度、湿度）を付加する。

【0021】

以下、電磁力検討例について述べる。

【0022】

0.45mピッチ浮上コイルを例に、加振試験時の通電電流および電磁力を計算する。

【0023】

まず、通電電流について説明する。

【0024】

図2は本発明にかかる実走行時の通電電流を示す図であり、横軸に位置（m）、縦軸に実走行時浮上コイルへの電流のピーク値に対する電流の比を示している。

10

【0025】

一方、加振試験において、実走行時と同様な上下力およびロールモーメントを発生させるためには、浮上コイルを超電導磁石前後中心に設置し、その電流波形を直流+交流とする必要がある。そのため、実走行時と同じ実効値になる加振試験における通電電流は、図2に示すようになる。

【0026】

次に、浮上コイルに作用する電磁力について説明する。

【0027】

実走行時の浮上コイルに作用する電磁力の例として、発生応力への影響が大きいと考えられる、左右力、上下力、ロールモーメントの計算値を図3に示す。

20

【0028】

図3はその浮上コイルに作用する電磁力およびモーメント（実走行時）を示す図であり、横軸に位置（m）、左縦軸に左右力ピーク値に対する電磁力の比、右縦軸にロールモーメントピーク値に対するロールモーメントの比を示している。

【0029】

一方、前項の電流を用いた加振試験〔超電導コイル中心と地上コイル中心の間隔が標準間隔の場合および縮小間隔（60mm縮小）の場合〕における値を図4に示す。

【0030】

図4は本発明にかかる浮上コイルに作用する電磁力およびモーメント（加振試験）を示す図であり、図4（a）は浮上コイル中心間が標準間隔の場合、図4（b）は浮上コイル中心間が縮小間隔の場合であり、それぞれ横軸に位置（m）、左縦軸に実走行左右力ピーク値に対する電磁力の比、右縦軸に実走行ロールモーメントピーク値に対するロールモーメントの比を示している。

30

【0031】

なお、電磁力の符号は、左右力については側壁向きを正、上下力については上向きを正、ロールモーメントについてはコイル上部を車両側へ、コイル下部を側壁側へ回転させる向きを正とした。

【0032】

図4より、加振試験では、左右力、上下力、ロールモーメントは実走行時とほぼ等価となる。なお、その他の方向の電磁力、モーメントは0となる。また、コイル中心間縮小時は、実走行時における上下力（4つのピーク値の平均）の1.83倍、左右力の1倍、ロールモーメントの1.27倍となる。

40

【0033】

次に、本発明の地上コイル電磁加振試験について説明する。

【0034】

ここでは、電磁力利用地上コイル加振試験装置を開発するにあたって、以下のような基本的な課題を確認するために、地上コイル電磁加振試験を行った。

【0035】

（1）超電導磁石への影響（振動、発熱量）を確認する。

【0036】

50

(2) 地上コイルに設計通りの電磁力が発生していることを確認する。

【0037】

(3) 地上コイル取付架台および電源における問題の有無を確認する。

【0038】

〔試験装置の構成〕

本発明における試験装置は、図1に示したように、地上コイル取付架台2、試験用地上コイル3、電源1、超電導磁石5にて構成される。各構成要素の特徴を以下に示す。

【0039】

(1) 地上コイル取付架台

試験用地上コイル3が発生する交流磁界を遮蔽するために、試験用地上コイル3を囲むアルミ遮蔽板4を設ける。 10

【0040】

(2) 試験用地上コイル

図5は試験に使用した試験用地上コイルを示す図であり、図5(a)はその試験用地上コイルの正面図、図5(b)はその試験用地上コイルの側面図である。

【0041】

この試験用地上コイル3は、浮上電流と同じ向きの電流が通電できるような巻線構成となっている。これらの図において、11は樹脂体、12は2個の8字形地上コイル、13は導出端子である。

【0042】

20

(3) 電源

電源1として使用したインバータは、交流と直流が重畳した電流が通電できるようになっている。

【0043】

(4) 超電導磁石

試験に使用した超電導磁石5は、内槽、シールド板、および外槽に加速度計が設けられている。

【0044】

次に、地上コイルに作用する電磁力について説明する。

【0045】

30

(1) 遮蔽板の渦電流による電磁力

試験用地上コイル3を荷重変換器を介して地上コイル取付架台2に取り付けて、超電導磁石5に対向させ、試験用地上コイル3に通電して発生する電磁力を測定した。

【0046】

試験用地上コイルが作る磁界によりアルミ遮蔽板には渦電流が発生し、これによる電磁力が試験用地上コイルに発生する。そこで、本試験における試験用地上コイルに対する影響を確認するために、アルミ遮蔽板があって励磁した超電導コイルに対向させた場合の条件に対して、アルミ遮蔽板がない場合、および超電導コイルを励磁しない場合の電磁力を比較したものを図6に示す。

【0047】

40

図6は遮蔽板なし・無励磁条件における電磁力の比較を示す図であり、図6(a)は左右力の特性図、図6(b)は上下力の特性図、図6(c)はロールモーメントの特性図である。なお、それぞれの図において、遮蔽板有り、励磁条件での平均(絶対値)を1とした比で表している。

【0048】

ここで、アルミ遮蔽板の有無による電磁力の差は小さい。

【0049】

(2) コイル中心間隔の違いによる電磁力

地上コイル取付用架台の位置を変えることにより、超電導コイル中心と地上コイル中心の間隔を変えた場合の電磁力(平均値+基本波成分)を比較したものを、計算値と共に図7 50

に示す。

【 0 0 5 0 】

図 7 はコイル中心間隔の違いによる電磁力を示す図であり、横軸にコイル中心間隔縮小量 (mm)、左縦軸に標準間隔での左右力測定値に対する電磁力の比、右縦軸に標準間隔でのローラモーメント測定値に対するローラモーメントの比を示している。

【 0 0 5 1 】

ここでは、コイル中心間隔が小さくなるにつれて電磁力が大きくなっており、コイル中心間隔が標準間隔の場合に対し、縮小間隔 (60 mm 縮小) の場合では、左右力は約 1.4 倍、上下力は約 1.5 倍、ローラモーメントは約 1.3 倍となった。また、測定値と計算値はほぼ一致している。

10

【 0 0 5 2 】

次に、超電導磁石への影響について説明する。

【 0 0 5 3 】

(1) 遮蔽板の有無による振動・発熱量

地上コイル電磁加振試験時における、超電導磁石の内槽振動加速度最大値 (レーストラック中央部にて発生) および液体ヘリウム発熱量の定常発熱量に対する増分 (最大値) を図 8 に示す。

【 0 0 5 4 】

その結果、超電導コイルの共振周波数に近い周波数での加振試験において、アルミ遮蔽板がない場合に対してアルミ遮蔽板がある場合は、振動加速度、発熱量増分共に、大幅に低減することを確認することができた。また、地上コイルに作用する電磁力を増加させるために、超電導コイル中心と地上コイル中心の間隔を縮小する場合においても、振動加速度、発熱量増分共に、問題のない値であることを確認することができた。

20

【 0 0 5 5 】

上記したように、励磁した超電導磁石に地上コイルを対向させて地上コイルに通電し、地上コイル導体部に電磁力を発生させる電磁力利用地上コイル加振試験を行った。その結果、超電導磁石へ影響を与えずに、試験用地上コイルに実走行時の地上コイルとほぼ等価な電磁力を発生させることができ、以下のことが明らかとなった。

【 0 0 5 6 】

(1) 地上コイルに発生する電磁力を、平均値と基本波成分で整理した結果、計算値とほぼ一致している。

30

【 0 0 5 7 】

(2) 地上コイルを囲む遮蔽板を設けることにより、遮蔽板外部 (超電導磁石側) の磁界を低減することができ、超電導コイルの共振周波数に近い周波数での加振試験や、超電導コイル中心と地上コイル中心の間隔を縮小する場合においても、超電導磁石内槽振動加速度、液体ヘリウム発熱量増分は、共に大幅に低減し、超電導磁石の運転上問題のない値である。

【 0 0 5 8 】

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いて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。

40

【 0 0 5 9 】

【 発明の効果 】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【 0 0 6 0 】

(A) 超電導磁石へ影響を与えずに試験が行える。

【 0 0 6 1 】

(B) 実際の走行時と同様に地上コイルに電磁力を発生させる試験ができる。

【 0 0 6 2 】

(C) 実際の走行時と同じ周波数で加振試験ができ、動的な現象の把握ができる。

50

【 0 0 6 3 】

〔 D 〕超電導磁石と地上コイルとの間隔縮小や、地上コイルへの通電電流増加等で容易に加速試験条件設定が可能である。

【 0 0 6 4 】

〔 E 〕高い周波数での試験が可能であるため、機械的載荷試験に比べて試験時間が短縮できる。

【 0 0 6 5 】

〔 F 〕電磁加振と同時に通電による温度上昇を模擬することができる。

【 0 0 6 6 】

〔 G 〕アルミ遮蔽板を地上コイル取付架台と一体構成とすることにより、動的な電磁力が 10
内力として打ち消され、地上コイル取付架台の設置が容易になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】本発明の実施例を示す電磁力利用地上コイル加振試験装置の模式図である。

【 図 2 】本発明にかかる実走行時の通電電流を示す図である。

【 図 3 】浮上コイルに作用する電磁力およびモーメント（実走行時）を示す図である。

【 図 4 】本発明にかかる浮上コイルに作用する電磁力およびモーメント（加振試験）を示す図である。

【 図 5 】本発明にかかる試験用地上コイルの外形図である。

【 図 6 】遮蔽板なし・無励磁条件における電磁力の比較を示す図である。

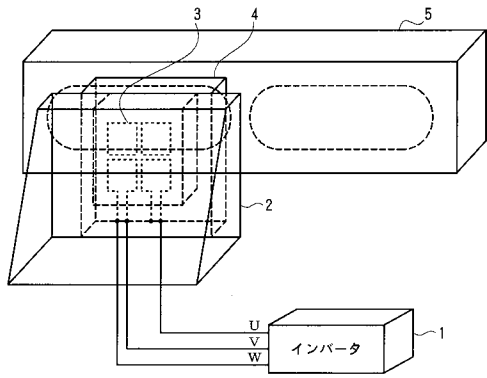
【 図 7 】コイル中心間隔の違いによる電磁力を示す図である。 20

【 図 8 】超電導磁石内槽振動加速度および液体ヘリウム発熱量増分を示す図である。

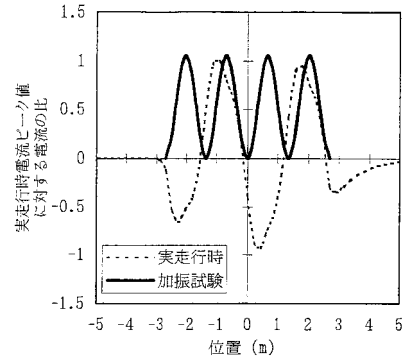
【 符号の説明 】

- 1 電源（インバータ 1 0 0 H z , 1 0 0 0 A ）
- 2 地上コイル取付架台
- 3 地上コイル
- 4 アルミ遮蔽板
- 5 超電導磁石（超電導コイル）
- 1 1 樹脂体
- 1 2 2 個の 8 字形地上コイル
- 1 3 導出端子

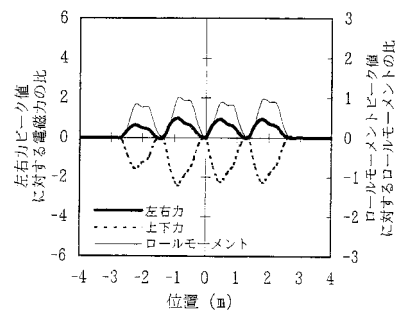
【図1】



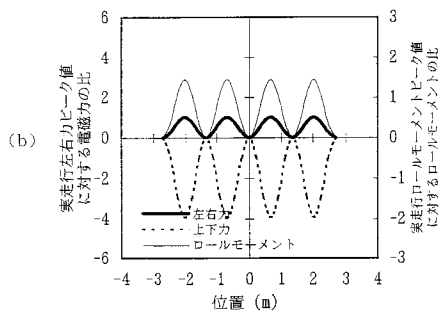
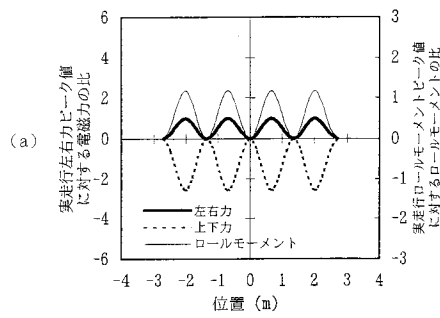
【図2】



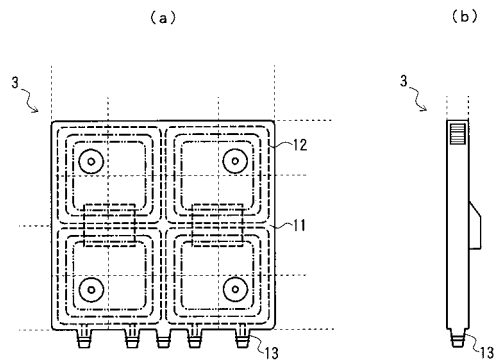
【図3】



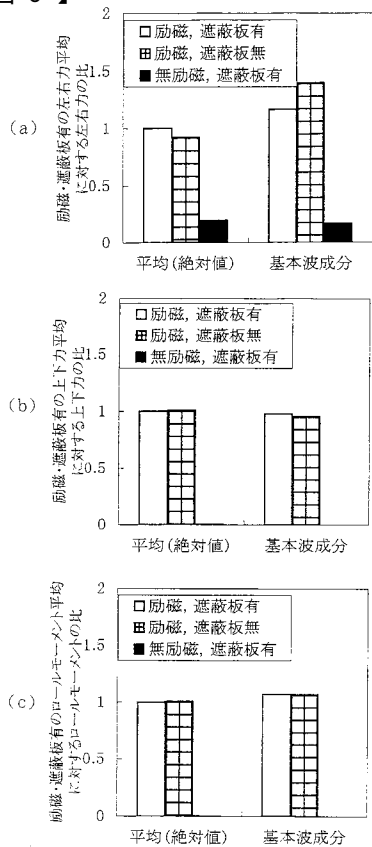
【図4】



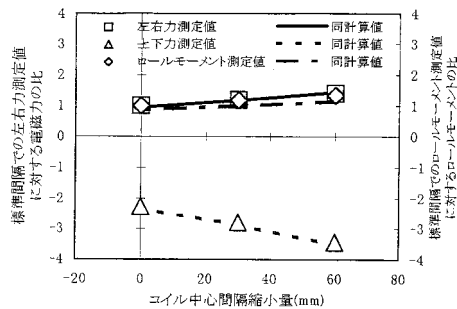
【図5】



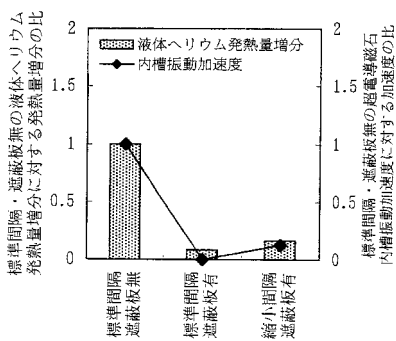
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (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 梶本 直樹

- (56)参考文献 特開平10-214712(JP,A)
特開平04-096204(JP,A)
特開平06-090593(JP,A)
特開平04-172280(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B06B 1/04
B60L 13/03
B61B 13/08
G01R 33/02