

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4868911号  
(P4868911)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| (51) Int. Cl.                 | F 1            |
| <b>B 6 1 F 5/12 (2006.01)</b> | B 6 1 F 5/12   |
| <b>B 6 1 F 5/10 (2006.01)</b> | B 6 1 F 5/10 D |
| <b>B 6 1 F 5/24 (2006.01)</b> | B 6 1 F 5/24 F |
| <b>B 6 1 F 5/30 (2006.01)</b> | B 6 1 F 5/24 A |
|                               | B 6 1 F 5/30 C |

請求項の数 7 (全 12 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2006-98152 (P2006-98152)    | (73) 特許権者 | 000173784           |
| (22) 出願日  | 平成18年3月31日 (2006.3.31)        |           | 公益財団法人鉄道総合技術研究所     |
| (65) 公開番号 | 特開2007-269201 (P2007-269201A) |           | 東京都国分寺市光町二丁目8番地38   |
| (43) 公開日  | 平成19年10月18日 (2007.10.18)      | (74) 代理人  | 100100413           |
| 審査請求日     | 平成21年2月5日 (2009.2.5)          |           | 弁理士 渡部 温            |
|           |                               | (72) 発明者  | 菅原 能生               |
|           |                               |           | 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  | 瀧上 唯夫               |
|           |                               |           | 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  | 小金井 玲子              |
|           |                               |           | 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】 鉄道車両防振装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車体、及び、該車体を支える台車を有する鉄道車両用の防振装置であって、  
前記台車の上下動及び／又はロール動を減衰するダンパー並びに／又は、前記車体と前記台車間の左右動、上下動及び／又はロール動を減衰するダンパーと、  
前記車体及び／又は前記台車の左右動、上下動及び／又はロール動を検出する車両動揺検出手段と、

前記車両動揺検出手段の検出結果に基づき、車両の乗り心地を向上すべく、前記ダンパーの減衰力を制御して前記車体及び／又は前記台車の振動を抑制する乗り心地優先モード制御器と、

前記車両動揺検出手段の検出結果に基づき、車両の脱線を防止すべく、前記ダンパーの減衰力を制御して前記車体及び／又は前記台車の振動を抑制する地震時モード制御器と、地震の発生を検知する地震検知手段と、

該地震検知手段が地震の発生を検知したときに、前記ダンパーの減衰制御器を、乗り心地優先モード制御器から地震時モード制御器へと切り替える制御器切替手段と、を備えることを特徴とする鉄道車両防振装置。

【請求項2】

前記台車及び／又は前記車体と前記台車間の上下動及び／又はロール動を減衰するダンパーとして、油圧式可変減衰軸ダンパーを用いたことを特徴とする請求項1記載の鉄道車両防振装置。

## 【請求項 3】

前記車体と前記台車間の左右動及び／又はロール動を減衰するダンパーとして、油圧式可変減衰左右動ダンパーを用いたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の鉄道車両防振装置。

## 【請求項 4】

前記車体と前記台車間の上下動及び／又はロール動を減衰するダンパーとして、空気ばねと、その補助空気室と、この両者間に設けられて流量特性を変化させることが出来る絞り制御弁を用いたことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の鉄道車両防振装置。

## 【請求項 5】

前記乗り心地優先モード制御器として、乗り心地レベル（L T）値低減に適した制御器を用いたことを特徴とする請求項 1～4 いずれか 1 項記載の鉄道車両防振装置。

10

## 【請求項 6】

前記地震時モード制御器として、前記車体及び／又は前記台車の剛体モード振動の固有振動低減に適した制御器を用いたことを特徴とする請求項 1～5 いずれか 1 項記載の鉄道車両防振装置。

## 【請求項 7】

車体、及び、該車体を支える台車を有し、

前記台車の上下動及び／又はロール動を減衰するダンパー並びに／又は、前記車体と前記台車間の左右動、上下動及び／又はロール動を減衰するダンパーと、

前記車体及び／又は前記台車の左右動、上下動及び／又はロール動に基づき、車両の乗り心地を向上すべく、前記ダンパーの減衰力を制御して前記車体及び／又は前記台車の振動を抑制する乗り心地優先モード制御器と、

20

前記車体及び／又は前記台車の左右動、上下動及び／又はロール動に基づき、車両の脱線を防止すべく、前記ダンパーの減衰力を制御して前記車体及び／又は前記台車の振動を抑制する地震時モード制御器が取り付けられた鉄道車両用の防振方法であって、

地震の発生を検知したときに、前記ダンパーの減衰制御器を、前記乗り心地優先モード制御器から前記地震時モード制御器へと切り替えることを特徴とする鉄道車両防振方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、地震発生時に車両脱線等の起こる可能性を低くでき、かつ通常時には車両の乗り心地を向上させることができる鉄道車両防振装置及び方法に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

鉄道車両の運行安全性を確保するためには、地震等の運行障害の発生を素早く検知し、列車を安全に制動することが極めて重要である。従来より、地震の発生を速やかに検知し、その危険性を判定して警報を発するシステムとして、例えば特許文献 1（特公昭 60-14315 号公報）に開示された『地震早期検知警報システム』等が知られている。このシステムにおいては、複数の地震検知点の各々に端末装置を配置するとともに、各端末装置のそれぞれを通信線路で中央装置に接続する。各端末装置は、センサ、送信装置を備えている。中央装置は、受信装置、制御処理装置、時刻装置を備えている。中央装置には、各端末装置のセンサで検知された地震情報が通信線路を介して集められる。中央装置の制御処理装置は、センサで検知した地震波初動の振幅値やその周期等に基づいて、数秒以内に地震の危険性を判定する。

40

## 【0003】

ここで、センサで検知した地震が多少なりとも危険性有りと判定される場合には、1 秒程度の短時間の間にとりあえず制御処理装置に危険信号を送出しておき、その後地震の実体波の観測により危険性無しと判定された場合には、一旦送出した危険信号を取り消す。そして、ある一定時点までの検知データだけでは地震の危険性が断定できない場合には、その時点後に 1 分間程度継続して地動の観測を続け、マグニチュードや卓越周期等のデ

50

ータを解析して地震の加害性の評価を行い、危険性の有無を判定する。

なお、この特許文献1のシステムは、現在、JRの新幹線鉄道用の地震早期検知警報システムである『コレダス』として実用化されている。

【0004】

【特許文献1】特公昭60-14315号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、地震発生時において、車両脱線等の起こる可能性を低くできるより実用的な装置あるいは方法が求められている。

本発明は、このような要求に応えるためになされたものであって、地震発生時には車両脱線等の起こる可能性を低くでき、かつ通常時においては車両の乗り心地を向上できる鉄道車両防振装置及び方法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】

【0006】

本発明の鉄道車両防振装置は、車体、及び、該車体を支える台車を有する鉄道車両用の防振装置であって、前記台車の上下動及び／又はロール動を減衰するダンパー並びに／又は、前記車体と前記台車間の左右動、上下動及び／又はロール動を減衰するダンパーと、前記車体及び／又は前記台車の左右動、上下動及び／又はロール動を検出する車両動揺検出手段と、前記車両動揺検出手段の検出結果に基づき、車両の乗り心地を向上すべく、前記ダンパーの減衰力を制御して前記車体及び／又は前記台車の振動を抑制する乗り心地優先モード制御器と、前記車両動揺検出手段の検出結果に基づき、車両の脱線を防止すべく、前記ダンパーの減衰力を制御して前記車体及び／又は前記台車の振動を抑制する地震時モード制御器と、地震の発生を検知する地震検知手段と、該地震検知手段が地震の発生を検知したときに、前記ダンパーの減衰制御器を、乗り心地優先モード制御器から地震時モード制御器へと切り替える制御器切替手段と、を備えることを特徴とする。

【0007】

この発明においては、通常時は車両の乗り心地向上を重視した乗り心地優先モード制御器によって減衰要素（軸ダンパー、左右動ダンパー、空気ばね等）の減衰力を制御し、地震検知手段によって地震が検知されると、制御器を制御器切替手段によって脱線防止を重視した地震時モード制御器に切り替え、地震時モード制御器に従って減衰要素の減衰力を制御する。これにより、通常時は良好な乗り心地が得られ、地震時には車体の振動（特に1[Hz]前後の車体左右動、上下動及び／又はロール動）を小さく出来るので、車両脱線等に至る可能性を小さくできる。

【0008】

本発明の鉄道車両防振装置においては、前記台車及び／又は前記車体と前記台車間の上下動及び／又はロール動を減衰するダンパーとして、油圧式可変減衰軸ダンパーを用いることができる。この場合、油圧式ダンパーはコンパクトで大きな減衰力を発生でき、これに減衰力制御弁を組み込んだ油圧式可変減衰ダンパーを軸ダンパーとして用いることにより、当該箇所に実装しやすいダンパーとすることができる。さらに、既存鉄道車両の軸ダンパーは油圧式ダンパーが用いられているものが多いため、同様の油圧式を用いることにより、取り付け互換性を維持した可変減衰軸ダンパーを製作しやすくなり、その結果、ダンパー交換およびセンサ・制御装置搭載によって既存車両に対しても本発明を適用することができるという効果がある。

【0009】

本発明の鉄道車両防振装置においては、前記車体と前記台車間の左右動及び／又はロール動を減衰するダンパーとして、油圧式可変減衰左右動ダンパーを用いることができる。この場合、油圧式ダンパーはコンパクトで大きな減衰力を発生でき、これに減衰力制御弁を組み込んだ油圧式可変減衰ダンパーを左右動ダンパーとして用いることにより、当該箇所に実装しやすいダンパーとすることができる。さらに、既存鉄道車両の左右動ダンパー

10

20

30

40

50

は油圧式ダンパーが用いられているものが多いため、同様の油圧式を用いることにより、取り付け互換性を維持した可変減衰左右動ダンパーを製作しやすくなり、その結果、ダンパー交換およびセンサ・制御装置搭載によって既存車両に対しても本発明を適用することができるという効果がある。

【 0 0 1 0 】

発明の鉄道車両防振装置においては、前記車体と前記台車間の上下動及び／又はロール動を減衰するダンパーとして、空気ばねと、その補助空気室と、この両者間に設けられて流量特性を変化させることができる絞り制御弁を用いることができる。この場合、空気ばねと補助空気室との間に絞り制御弁を追加実装することにより、鉄道車両に対して新たにダンパーを取り付けることなく、車体の上下／ロール動に対する減衰を制御できるため、低コストで本発明を適用出来る。さらに、絞り制御弁を空気ばねに内蔵することにより、空気ばねを用いている既存車両に対して、空気ばね交換とセンサ・制御装置を、搭載することによって既存車両に対しても本発明を適用することができるという効果がある。

10

【 0 0 1 1 】

本発明の鉄道車両防振装置においては、前記乗り心地優先モード制御器として、乗り心地レベル（L T）値低減に適した制御器を用いることができる。この場合、実験に基づいて算定された規格に従い、人間が体感上敏感に振動を感じる周波数の振動を重視して低減するよう制御を行うため、車両の乗り心地を効果的に向上できるという効果がある。

【 0 0 1 2 】

本発明の鉄道車両防振装置においては、前記地震時モード制御器として、前記車体及び／又は前記台車の剛体モード振動の固有振動低減に適した制御器を用いることができる。この場合、車両の脱線防止において重要となる車両の剛体モードの固有振動を重視して低減するような制御を行うため、効果的に脱線防止を行うことができるという効果がある。

20

【 0 0 1 3 】

本発明の鉄道車両防振方法は、車体、及び、該車体を支える台車を有し、前記台車の上下動及び／又はロール動を減衰するダンパー並びに／又は、前記車体と前記台車間の左右動、上下動及び／又はロール動を減衰するダンパーと、前記車体及び／又は前記台車の左右動、上下動及び／又はロール動に基づき、車両の乗り心地を向上すべく、前記ダンパーの減衰力を制御して前記車体及び／又は前記台車の振動を抑制する乗り心地優先モード制御器と、前記車体及び／又は前記台車の左右動、上下動及び／又はロール動に基づき、車両の脱線を防止すべく、前記ダンパーの減衰力を制御して前記車体及び／又は前記台車の振動を抑制する地震時モード制御器が取り付けられた鉄道車両用の防振方法であって、地震の発生を検知したときに、前記ダンパーの減衰制御器を、前記乗り心地優先モード制御器から前記地震時モード制御器へと切り替えることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、地震発生時に車両脱線等の起こる可能性を低くでき、かつ通常時においては車両の乗り心地を向上できる鉄道車両防振装置及び方法を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る鉄道車両を模式的に示す正面図である。

図 2 は、本実施の形態に係る空気ばね周りの構成例を示す断面図である。

図 3 は、本発明に係る鉄道車両用防振装置の構成を示すブロック図である。

なお、以下の説明では、特に断らない限り、車両の進行方向を前後方向、車両の幅方向（前後方向と直角の方向）を左右方向、車両の高さ方向（垂直方向）を上下方向と呼ぶ。前後方向（車両の進行方向）は、図 1 の表裏面方向である。

【 0 0 1 6 】

まず、図 1 を参照して、本実施の形態に係る鉄道車両の構成について説明する。

図 1 に示す鉄道車両 1 は、車体 10 と、この車体 10 を支える台車 20 を備えている。

40

50

台車 20 は、車体 10 の前後に一台ずつ設けられている。各台車 20 は、台車枠 21 を備えている。台車枠 21 の下部の前後には、車輪 23 と車軸 24 からなる輪軸 25 が一組ずつ取り付けられている。車輪 23 は、車軸 24 の左右両端側に圧入されて固定されている。左右の車輪 23 の外側において、車軸 24 の端部にはそれぞれ軸箱 27 が嵌め込まれている。各軸箱 27 上面と台車枠 21 下面との間には、それぞれ軸ばね 29 が取り付けられている。さらに、各軸箱 27 と台車枠 21 との間には、それぞれ軸ダンパー（油圧式ダンパー）31 が取り付けられている。軸ばね 29 及び軸ダンパー 31 は、車両 1 の一次ばね系の減衰要素として機能する。

#### 【0017】

車体 10 下面と台車枠 21 上面との間には、左右に空気ばね 15 が介装されている。図 2 に示すように、各空気ばね 15 のばね本体は、ゴムベローズ 15 と積層ゴム 15 で形成されている。左右のばね本体は、各々連通路 18 を介して左右の補助空気室 19 に繋がれている。各連通路 18 において、積層ゴム 15 の内側には絞り制御弁 16 が配置されている。この絞り制御弁 16 は、連通路 18 の有効断面積を変化させることができる。絞り制御弁 16 は、連通路 18 を通過する空気に抵抗を与え、これによって空気ばね 15 に減衰効果を付与することができる。また、この連通路 18 の有効断面積を変化させることによって、空気ばね 15 に付与する減衰効果の大きさを変化させることができる。

#### 【0018】

なお、図 2 に示すような空気ばね 15 は、次に挙げる二つの文献：

菅原能生・風戸昭人共著、『鉄道車両用空気ばねの絞り制御に関する基礎試験』、第 1 1 回鉄道技術連合シンポジウム（J - R a i l 2004）、513～514 ページ、2004 年 12 月

菅原能生・瀧上唯夫・風戸昭人共著、『空気ばねの減衰制御による鉄道車両の車体上下振動低減』、第 9 回「運動と振動の制御シンポジウム」講演論文集、140～145 ページ、2005 年 8 月

に提示されている考察結果に基づき構成することが好ましい。

#### 【0019】

図 1 に示すように、車体 10 の下面には、ブラケット 11 を介して中心ピン 13 が固定されている（ブラケット 11 及び中心ピン 13 は図 1 では仮想線で描かれている）。中心ピン 13 は、車体 10 の下面から垂下している。この中心ピン 13 は、台車枠 21 中心部の孔 21a に差し込まれている。さらに、車両 1 の中央部において、車体 10 下面と台車枠 21 上面との間には、左右動ダンパー（油圧式ダンパー）17 が取り付けられている。空気ばね 15 及び左右動ダンパー 17 は、車両 1 の二次ばね系の減衰要素として機能する。

#### 【0020】

次に、図 3 を参照して、本実施の形態に係る防振装置の制御系の構成について説明する。

図 3 に示すように、防振装置は、乗り心地優先モード制御器 A1（A11、A12、A13）、地震時モード制御器 A2（A21、A22、A23）、制御器切替手段 41 を備えている。制御器切替手段 41 には、地震検知手段 45 からの信号が入力される。

車両動揺検出手段 43 は、図 1 に示す車体 10 及び / 又は台車 20 の左右動、上下動、及び / 又はロール動を検出する手段であって、例えば、車体 10 の床面の振動加速度を検出する加速度センサ等を用いて構成することができる。

#### 【0021】

地震検知手段 45 は、地震の発生を検知して、地震情報を制御器切替手段 41 に伝える手段である。この地震検知手段 45 は、例えば、トロリ線からの給電停止状態を検出する手段や、地上側で検知した地震発生状況を車両へと伝達する通信手段等を用いて構成することができる。なお、前述した特許文献 1（特公昭 60 - 14315 号公報）を用いた『ユレダス』が導入されている区間においては、地震の S 波が到達する前に停電状態となるので、それを検知することで地震の発生を確認することができる。

## 【 0 0 2 2 】

乗り心地優先モード制御器 A 1 および地震時モード制御器 A 2 は、車両動揺検出手段 4 3 からの信号が入力されて、図 1 に示す鉄道車両 1 の軸ダンパー 3 1、左右動ダンパー 1 7、空気ばね 1 5 に対しての、車両の動揺を乗り心地、地震それぞれの目的で小さくするために適する減衰力指令値を計算する。

## 【 0 0 2 3 】

制御器切替手段 4 1 は、地震時には地震検知手段 4 5 からの信号が入力されて、地震時モード制御器 A 2 ( A 2 1、A 2 2、A 2 3 ) の減衰力指令値を選択し、それ以外の通常時は乗り心地優先モード制御器 A 1 ( A 1 1、A 1 2、A 1 3 ) の減衰力指令値を選択する。そして、制御器切替手段 4 1 は、図 1 に示す、軸ダンパー 3 1、左右動ダンパー 1 7、空気ばね 1 5 に対して指令値を送信する。これによって、通常時には乗り心地を向上するように軸ダンパー 3 1、左右動ダンパー 1 7、空気ばね 1 5 の減衰力が制御され、地震時には車両の脱線を防ぐように、軸ダンパー 3 1、左右動ダンパー 1 7、空気ばね 1 5 の減衰力が制御される。

10

## 【 0 0 2 4 】

各モード状態において、軸ダンパー 3 1、左右動ダンパー 1 7、空気ばね 1 5 は、それぞれ個別に制御される。そのため、必要に応じて、例えば左右動ダンパーのみ制御する、左右動ダンパーと空気ばねを制御するなど、各個別に、又は、適宜選択して組み合わせ装置を構成したり、制御したりすることができる。

## 【 0 0 2 5 】

次に、図 4、5 を参照して、本実施の形態に係る防振装置の乗り心地優先モード制御器 A 1 および地震時モード制御器 A 2 の一例として、空気ばね 1 5 を用いた車体 1 0 のロール振動低減について説明する。装置の構成を図 4 に示す。この例では、台車 2 0 と車体の半分の荷重を持つ荷重枠 1 0 ' とを組み合わせ測定を実施した。各制御器の振動制御則には、スカイフック制御則を用いた。

20

## 【 0 0 2 6 】

車体 1 0 には、各空気ばね 1 5 a、1 5 b 直上に 1 個ずつ上下方向の振動を検出する加速度センサ 4 3 a、4 3 b を取り付けており、以下の「数式 1」によって車体 1 0 のロール振動加速度  $\ddot{\theta}$  を算出する。

30

## 【数 1】

$$\ddot{\theta} = (\ddot{z}_1 - \ddot{z}_2) / L$$

但し、この「数式 1」において、

∴ : 時間に関する 2 回微分

$\ddot{z}_1$  : 加速度センサ 4 3 a から得られる空気ばね 1 5 a 直上における車体 1 0 の上下方向の加速度

10

$\ddot{z}_2$  : 加速度センサ 4 3 b から得られる空気ばね 1 5 b 直上における車体 1 0 の上下方向の加速度

L : 空気ばね 1 5 a、1 5 b の左右の距離

を表す。このロール振動加速度  $\ddot{\theta}$  をフィルタによって積分し、車体 1 0 のロール振動速度  $\dot{\theta}$  を算出する。

## 【 0 0 2 7 】

20

スカイフック制御則は、

## 【数 2】

$$F_s = -C_s \cdot \dot{\theta}$$

によって得られる力  $F_s$  をアクチュエータや可変減衰ダンパーなどで発生させて振動を低減する。

但し、この「数式 2」において、

$\dot{\theta}$  : ロール振動速度

30

$C_s$  : スカイフックゲイン

を表す。

## 【 0 0 2 8 】

この例では、力  $F_s$  を発生させるデバイスは空気ばね 1 5 であり、空気ばね 1 個あたりで発生させたい制振力（以下目標発生力という）を  $F_a$  とすると、本測定で用いている車体 1 0 は半車体であるので

## 【数 3】

40

$$F_a = F_s / 2$$

となる。目標発生力  $F_a$  に対応した指令電流を空気ばね 1 5 内部に設けられた絞り制御弁 1 6 に流すことによって、所定の発生力を得ることができ、車体 1 0 の振動低減が可能となる。

## 【 0 0 2 9 】

ここで、「数式 2」の目標発生力  $F_a$  に対応した空気ばね 1 5 への指令電流値を計算する際に、空気ばね 1 5 の上下伸縮速度を用いている。空気ばね 1 5 の上下伸縮速度は、図 4

50

に示すように空気ばね 15 直近に変位センサ 51 を取り付けて、変位センサ 51 から空気ばね 15 の変位を求めた上でフィルタにより微分を行って求めた。なお、目標発生力  $F_a$  および空気ばね 15 の上下伸縮速度と空気ばね 15 への指令電流との対応関係を求める具体的方法やその結果については、例えば、以下の文献に記載している方法を用いればよい。菅原能生・瀧上唯夫・風戸昭人共著、『空気ばねの減衰制御による鉄道車両の車体上下振動低減』、第9回「運動と振動の制御シンポジウム」講演論文集、140～145ページ、2005年8月

#### 【0030】

以下に空気ばね 15 を用いた車体 10 のロール振動低減についての測定結果について説明する。なお、この試験は、2個の空気ばね 15 に車体 10 として実車体の  $1/2$  の質量をもつ荷重枠 10' を積載して実施したものである。車両の輪軸部をバンドランダム加振したときの空気ばね 15 直上の車体 10 の上下振動加速度パワースペクトル密度（以下 PSD と略記）の計算結果を図 5 に示す。加振はロールモード（右側の車輪 23 と左側の車輪 23 が逆相で上下するモード）で行った。ここでグラフの横軸は周波数を、縦軸は車体 10 の上下振動加速度 PSD を表している。図 5 中（a）のグラフはスカイフック制御なしの場合であり、（b）および（c）のグラフはスカイフック制御器のパラメータである「数式 2」におけるスカイフックゲイン  $C_s$  の値を変えて、スカイフック制御を行った場合で、スカイフックゲイン  $C_s$  の値は、それぞれ（b）では 3000 で、（c）では 7000 である。

#### 【0031】

この結果から、スカイフック制御なしに対して本実施の形態のスカイフック制御ありの方が 0.8[Hz] 付近の車体 10 の上下振動加速度 PSD のピーク値が小さくなり、車体 10 の振動が低減することがわかる。

#### 【0032】

脱線防止という観点では、0.7～2[Hz] の周波数帯に存在する車両動揺の固有振動を小さくすることが有効である。この場合では、0.8[Hz] 付近にピークを持つ車体 10 ロールモードの固有振動を低減することに相当し、今回の条件の中では、（c）のスカイフックゲイン  $C_s$  の値が 7000 の制御器（以下 G7000 という）を用いた場合が最もピークが小さく、この制御器が最も脱線防止に有効であると考えられる。

#### 【0033】

一般に鉄道車両の乗り心地の評価に使われる指標として、「乗り心地レベル（LT）」と呼ばれるスカラ値があり、値が小さいほど乗り心地がよいことを示す。スカイフック制御をした場合の（b）、（c）それぞれの条件に対して LT を計算すると、（b）と（c）のスカイフックゲイン  $C_s$  の値のそれぞれの制御器を用いた場合の LT 値は、（b）では  $LT = 74.4093$  [dB]、（c）では  $LT = 75.0168$  [dB] である。スカイフック制御をしない（a）の LT 値は  $74.6345$  [dB] であるが、（b）の条件の制御器を用いた場合が最も LT 値が小さく乗り心地がよいことがわかる。従って、乗り心地を向上させるためには（b）のスカイフックゲイン  $C_s$  の値が 3000 の制御器（以下 G3000 という）が適している。

#### 【0034】

G7000 と G3000 の振動加速度 PSD を比較すると、車体 10 のロールモードに対応する 0.8[Hz] 付近のピークでは G7000 の制振性能が優れているが、2[Hz] 以上の周波数領域では G3000 と比較して振動が増加している。一般にピークにおける振動低減効果と、高周波の振動絶縁効果にはトレードオフが存在し、両立することは難しい。またこの測定では、車体 10 として等価的な質量をもつ剛体を用いており車体の上下曲げ振動が発生していないが、曲げ振動の固有振動数は 10[Hz] 付近に存在し、実走行条件では乗り心地に影響を与えることが多い。よって、乗り心地の向上には、車体の剛体振動に対応するピーク低減だけでなく、2[Hz] 以上の周波数領域の振動低減効果も考慮することが望ましい。よって、G3000 と G7000 の制御器を用いた場合の LT 値の差異は、実走行時には今回の測定結果よりさらに大きくなり、G3000 が乗り心地に有利になると予想される。



このように、一般に乗り心地向上に適している制御器と、脱線防止に適している制御器は一致していない場合が多い。従って、例えばG3000の制御器を乗り心地優先モード制御器A1とし、G7000の制御器を地震時モード制御器A2とし、この両者を地震発生を検知して切り替えることによって、通常はG3000の制御器によって乗り心地向上に適した制御を行い、地震発生時にはG7000の制御器によって脱線防止に適した制御を行うことにより、それぞれの場合に効果的な制御を行うことが出来る。

【0035】

なお、ここに示した例は、乗り心地優先モード制御器A1と地震時モード制御器A2について、制御則が同じで制御パラメータのみが異なっている場合を示しているが、この両者の制御器の制御則そのものが異なっている組み合わせも可能である。例えば、前者に対してH制御則を用い、後者に対してスカイフック制御則を用いるなどということもできる。

10

【0036】

また、地震時制御器A2及び/又は乗り心地優先モード制御器A1は、動的に軸ダンパー、左右動ダンパー、空気ばね等の減衰力を変更するものだけではなく、単にダンパーの特性を高減衰/低減衰に切り替えるものでもよい。

【0037】

さらに、ここでは空気ばね15をロール振動低減に用いた場合についてのみ説明したが、そのほかの軸ダンパー31、左右動ダンパー17等のデバイスも必要に応じて使用することができ、また、制御対象とする振動モードも必要にあわせて選択することが出来る。例えば、空気ばね15と左右動ダンパー17を用いて、車体10の上下動、ロール動、左右動を制御する、などといったことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の一実施の形態に係る鉄道車両を模式的に示す正面図である。

【図2】本実施の形態に係る空気ばね周りの構成例を示す断面図である。

【図3】本発明に係る鉄道車両用防振装置の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の形態に係る車体のロール振動低減について説明する鉄道車両を模式的に示す正面図である。

【図5】本発明に係る車体の上下振動加速度PSDを示すグラフである。

30

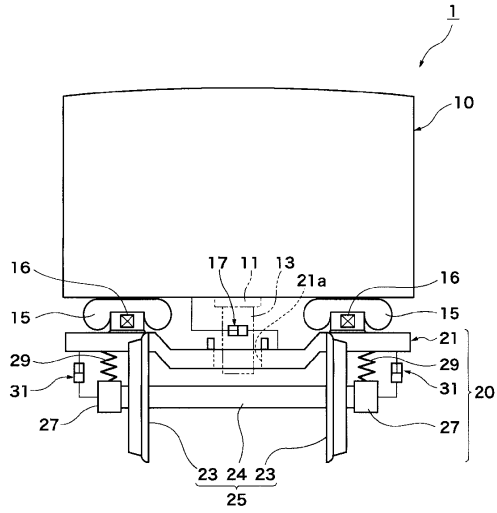
【符号の説明】

【0039】

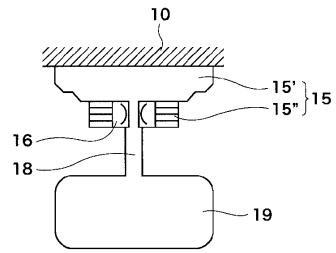
|    |                   |     |              |
|----|-------------------|-----|--------------|
| 1  | 鉄道車両              |     |              |
| 10 | 車体                | 10' | 半車体荷重枠       |
| 11 | ブラケット             | 13  | 中心ピン         |
| 15 | 空気ばね              | 16  | 絞り制御弁        |
| 17 | 左右動ダンパー           | 18  | 連通路          |
| 19 | 補助空気室             | 20  | 台車           |
| 21 | 台車枠               | 23  | 車輪           |
| 24 | 車軸                | 25  | 輪軸           |
| 27 | 軸箱                | 29  | 軸ばね          |
| 31 | 軸ダンパー             |     |              |
| 41 | 制御器切替手段           |     |              |
| 43 | 車両動揺検出手段(加速度センサー) | 45  | 地震検知手段       |
| 51 | 変位センサ             | A1  | 乗り心地優先モード制御器 |
| A2 | 地震時モード制御器         |     |              |

40

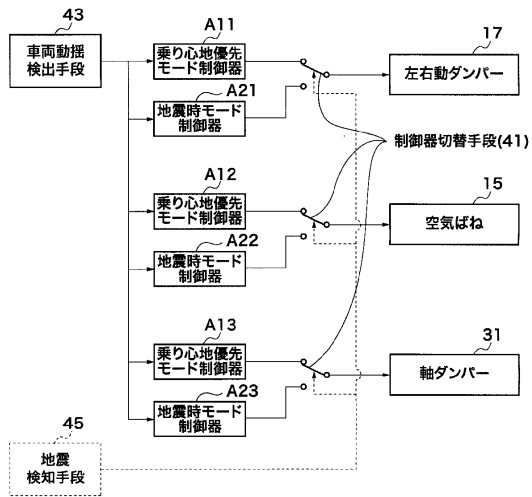
【図1】



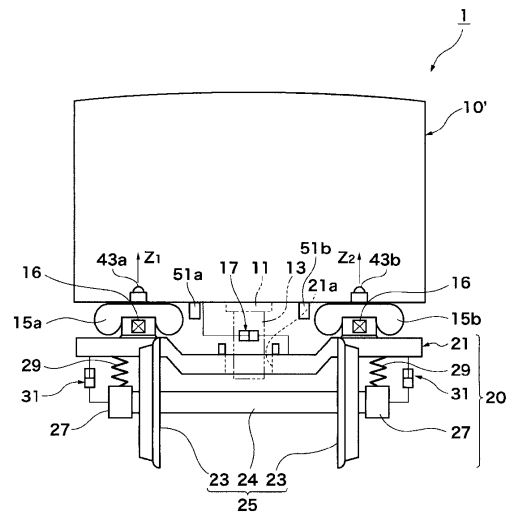
【図2】



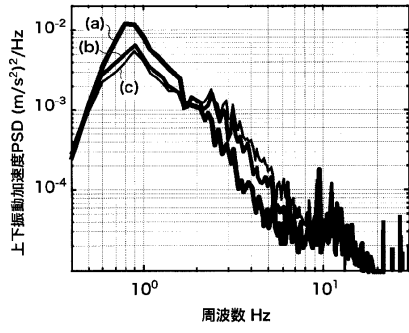
【図3】



【図4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

審査官 小岩 智明

- (56)参考文献 特開平06 - 239230 (JP, A)  
特開平08 - 166035 (JP, A)  
特開平10 - 059179 (JP, A)  
特開2005 - 145312 (JP, A)  
特開2006 - 306276 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B61F 5/10 - 5/12, 5/22 - 5/24, 5/30  
B60G 99/00