

明 細 書

発明の名称：

車両用制振システム、車両制振方法及び車両制振プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、車両に設置する車両用制振システム、車両制振方法及び車両制振プログラムに関する。

背景技術

[0002] 鉄道車両、自動車等の車両では、走行時に生じる振動を緩衝する制振装置を備える。制振装置は、走行の状態に応じて、緩衝性能を調整し、振動をより抑制する装置がある。特許文献1に記載の装置は、鉄道車両における車体と車体を支持する台車との間に介装され該車両の進行方向に対し水平横方向の車体の振動を抑制する減衰力可変ダンパと、該減衰力可変ダンパが発生する上記車体振動を抑制する制御力をスカイフックセミアクティブ制御する制御手段を備えた鉄道車両の制振装置において、制御手段は、車両の走行位置に基づいてスカイフック減衰係数を変更する鉄道車両の制振装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-131204号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1のように、走行位置に基づいて、減衰係数の制御を行うことで、振動を抑制することができる。しかしながら、特許文献1の装置を用いて、振動を十分に抑制できない場合がある。また、各種センサを用いて、走行位置の状態を判定して、制御する場合、演算負荷が高くなり、また、種々のセンサで高い精度の計測が必要となる。

[0005] 本開示は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、簡単な構成で、車両

本体の振動をより好適に低減することができる車両用制振システム、車両制振方法及び車両制振プログラ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

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、車輪と車両本体との間に配置され、前記車輪から前記車両本体に入力される振動を低減させる機能である緩衝性能を調整可能な緩衝機構と、前記車両本体の重量を検出する重量検出部と、前記車両本体の走行位置を検出する走行位置検出部と、前記緩衝機構の緩衝性能を制御する制御装置と、を含み、前記制御装置は、前記車両本体の重量に基づいて、前記車両本体の走行位置と前記緩衝性能を設定した運転パターンを取得し、前記取得した運転パターンと、前記走行位置検出部で検出した結果に基づいて、前記緩衝機構の前記緩衝性能を制御する車両用制振システムを提供する。

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、車輪と車両本体との間に配置され、前記車輪から前記車両本体に入力される振動を低減させる機能である緩衝性能を調整可能な緩衝機構の緩衝性能を制御する車両制振方法であって、前記車両本体の重量を検出するステップと、前記車両本体の重量に基づいて、車両本体の走行位置と前記緩衝性能を設定した運転パターンを取得し、前記車両本体の走行位置を検出ステップと、前記取得した運転パターンと、走行位置を検出した結果に基づいて、前記緩衝機構の前記緩衝性能を制御ステップと、を含む車両制振方法を提供する。

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、車輪と車両本体との間に配置され、前記車輪から前記車両本体に入力される振動を低減させる機能である緩衝性能を調整可能な緩衝機構の緩衝性能を制御する車両制振プログラムであって、前記車両本体の重量を検出するステップと、車両本体の重量に基づいて、車両本体の走行位置と前記緩衝性能を設定した運転パターンを取得し、前記車両本体の走行位置を検出ステップと、前記取得した運転パターンと、走行位置を検出した結果に基づいて、前記緩衝機構の前記緩衝性能を制御ステップと、を実行させる車両制振プログラムを提供する。

発明の効果

[0009] 本開示の少なくとも一実施形態によれば、簡単な構成で、車両本体の振動をより好適に低減することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、案内軌道に配置された車両の概略構成を示す模式図である。

[図2]図2は、図1に示す車両の概略構成を示す側面図である。

[図3]図3は、車両を運転するシステムの一例を示す模式図である。

[図4]図4は、車両用制振システムが実行する処理の一例を示すフローチャートである。

[図5]図5は、車両用制振システムが実行する処理の一例を示すフローチャートである。

[図6]図6は、車両用制振システムが実行する処理の一例を示すフローチャートである。

[図7]図7は、車両用制振システムが実行する処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、図面に基づいて、本開示のいくつかの実施形態について詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

[0012] 図1は、案内軌道に配置された車両の概略構成を示す模式図である。図2は、図1に示す車両の概略構成を示す側面図である。図3は、車両を運転するシステムの一例を示す模式図である。車両10は、案内軌道2を走行する自動案内軌条式旅客輸送システム (Automated Guideway Transit) の車両である。案内軌道2は、車両が走行する路面と、車両の左右方向の移動を規制する側壁とを含む。車両10は、中央制御装置4で運転を制御する。中央制御装置4は、複数の車両10と通信を行い、車両10から情報を取得し、

各車両 10 の運転を制御する。中央制御装置 4 は、中央制御装置 4 の機能を車両に搭載してもよく、別体としてもよい。本実施形態の車両用制振システム 11 は、車両 10 の一部と、中央制御装置 4 とを含む。

[0013] 本実施形態では、自動案内軌条式旅客輸送システムの車両として説明するが、緩衝機構を備える種々の車両に適用することができ、例えば、軌道を運行する電車、機関車等、自動車等に用いることができる。なお、車両は、走行する軌道が特定される自動案内軌条式旅客輸送システムや、電車、機関車に好適に適用することができる。また、自動運転に好適に適用することができる。

[0014] 車両 10 は、図 1 及び図 2 に示すように、車両本体 12 と、駆動部 14 と、従動部 16 と、案内部 18 と、制御装置 30 と、を含む。なお、本実施形態では、車両 10 に駆動部 14 と従動部 16 とを設けたが、従動部 16 を設けずに、駆動部 14 のみを設けてもよい。また、駆動部 14、従動部 16 の数は、特に限定されない。また、車両 10 は、走行方向に複数の車両本体 12 が連結していてもよい。車両本体 12 は、乗客や貨物を搭載する筐体である。

[0015] 駆動部 14 は、車両本体 12 の底面に固定され、車両本体 12 と案内軌道 2 の路面との間に配置される。駆動部 14 は、車輪 20 と、駆動源 22 と、緩衝機構 24 と、を含む。車輪 20 は、ゴム製のタイヤであり、駆動源 22 に連結している。駆動源 22 は、モータ等の回転力の動力源である。駆動源 22 は、車輪 20 を回転させる。緩衝機構 24 は、駆動源 22 と、車両本体 12 とを連結する。緩衝機構 24 は、車輪 20 から車両本体 12 に入力される振動を低減させる緩衝機能を備える。緩衝機構 24 は、弾性部 27 と減衰部 28 とを有する。弾性部 27 は、コイルばね、板バネ等の弾性部材である。減衰部 28 は、油圧ダンパ等の減衰機構である。緩衝機構 24 は、駆動源 22 と車両本体 12 とを弾性部 27 と減衰部 28 とで接続することで、駆動源 22 から車両本体 12 に入力される上下方向（鉛直方向）の振動を緩衝し、車両本体 12 の上下方向の振動を緩衝する。緩衝機構 24 は、弾性部 27

の弾性性能と、減衰部 28 の減衰性能とを含む緩衝性能を可変する調整機能を備える。緩衝機構 24 は、振動を伝達する弾性部 27 の弾性係数と、振動を減衰させる減衰部 28 の減衰係数を調整することで、車輪 20 から車両本体 12 に入力される振動を低減させる機能（入力される振動のモードに対する振動低減量）を調整することができる。なお、緩衝機構 24 は、弾性係数と減衰係数以外に、振動を低減させる機能を備えている場合、当該機能の数値を変更させて、振動を低減させる機能を調整可能としてもよい。

[0016] 従動部 16 は、車両本体 12 の底面に固定され、車両本体 12 と案内軌道 2 の路面との間に配置される。従動部 16 は、車輪 20 と、支持部 26 と、緩衝機構（緩衝装置）24 と、を含む。車輪 20 は、ゴム製のタイヤであり、支持部 26 に連結している。支持部 26 は、車輪 20 を回転自在に支持する。緩衝機構 24 は、駆動源 22 と、車両本体 12 とを連結する。緩衝機構 24 は、駆動部 14 の緩衝機構 24 と同様の構成である。

[0017] 案内部 18 は、車両本体 12 の両側面にそれぞれ配置される。案内部 18 は、案内軌道 2 の側面の対面する位置に回転自在の車輪が配置される。案内部 18 は、案内軌道 2 の側面と接した場合、タイヤが回転し、左右方向において、案内軌道 2 に沿って車両本体 12 が走行するように案内する。

[0018] 次に、図 3 を用いて、制御装置 30 の構成と各部との関係について説明する。図 3 に示すように、車両 10 は、荷重センサ 60 と、加速度センサ 70 と、を含む。荷重センサ 60 は、車両本体 12 の荷重を検出する。荷重センサ 60 は、車両本体 12 の重量を検出することで、車両本体 12 に乗車している乗客、搭載される貨物の重量を検出する。加速度センサ 70 は、車両本体 12 に装着され、車両本体 12 に入力される加速度を検出する。本実施形態の加速度センサ 70 は、車両本体 12 の鉛直方向の加速度（上下動）を検出する。

[0019] 制御装置 30 は、荷重センサ 60 と、加速度センサ 70 と、中央制御装置 4 から種々の情報を取得し、駆動源 22 と緩衝機構 24 との動作を制御する。制御装置 30 は、演算部 32 と、記憶部 34 と、通信部 36 と、を含む。

車両用制振システム１１は、緩衝機構２４と、荷重センサ６０と、加速度センサ７０と、駆動制御部３７と、緩衝制御部３８と、位置検出部４０と、重量検出部４２と、緩衝状態検出部４４と、中央制御装置４と、を含む。

[0020] 演算部３２は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）等の演算回路を含み、駆動源２２による車両本体１２の走行、緩衝機構２４の緩衝性能の制御に関する各種の処理を行う。演算部３２は、駆動制御部３７と、緩衝制御部３８と、位置検出部４０と、重量検出部４２と、緩衝状態検出部４４と、を有する。駆動制御部３７は、駆動源２２による車輪２０の回転を制御し、車両１０の加速、減速等の走行を制御する。緩衝制御部３８は、緩衝機構２４の緩衝性能を制御する。駆動制御部３７、緩衝制御部３８は、走行位置と、受領と、運転モデル５０に基づいて、各種制御条件を算出し、制御を実行する。

[0021] 位置検出部４０は、車両本体１２の位置を検出する。位置検出部４０は、駆動制御部３７の制御情報に基づいて移動距離を算出し、案内軌道２の情報と、移動距離に基づいて、所定の起点に対する位置を検出する。また、位置検出部４０は、グローバル・ポジショニング・システム（GPS：Global Positioning System）等の測位システムを利用して位置を検出してもよい。重量検出部４２は、荷重センサ６０から、車両本体１２の重量の情報を取得する。緩衝状態検出部４４は、加速度センサ７０から車両本体１２に作用する上下方向の振動の状態を検出する。なお、本実施形態では、加速度センサ７０で検出したが、緩衝制御部３８が緩衝機構２４から取得した情報に基づいて、緩衝状態を検出してもよい。

[0022] 記憶部３４は、演算部３２の処理に用いられるソフトウェア・プログラム（以下、単にプログラムと記載）及びデータを記憶する。このプログラムは、記憶部３４に記憶されていてもよいし、コンピュータである制御装置３０が読み取り可能な記録媒体に記録されていてもよい。この場合、制御装置３０は、当該記録媒体からプログラムを読み出すための読出装置を備える。また、記憶部３４は、通信部３６を介して取得された運転モデル５０を記憶す

る。運転モデル50は、加速減速等の移動パターンと、車両本体12の重量と位置とに基づいて、駆動源22と緩衝機構24を制御するデータが格納される。運転モデル50は、走行する区間、移動パターン、重量に応じて、複数設定される。

[0023] 通信部36は、中央制御装置4と通信を行う。通信部36の具体的構成例として、無線通信装置が挙げられる。

[0024] 次に、図4から図7を用いて、車両用制振システムで実行する処理について説明する。図4から図7は、それぞれ車両用制振システムが実行する処理の一例を示すフローチャートである。

[0025] 図4は、運転モデルを作成する処理の一例である。図4に示す処理は、中央制御装置4が、車両10と情報を取得して、処理を実行する。制御装置30で実行してもよい。中央制御装置4は、軌道の凹凸情報（走行路面の情報）を取得する（ステップS12）。軌道の凹凸情報は、案内軌道2の表面の凹凸を計測して取得する。車両10にカメラや、センサを搭載して、案内軌道2の情報を取得してもよいし、別の移動機構で情報を取得してもよい。走行路面の情報としては、軌道の凹凸情報以外に、走行時の振動に影響する種々の情報を含むことができる。

[0026] 中央制御装置4は、軌道・速度パターンを設定する（ステップS14）。中央制御装置4は、案内軌道2を移動する際の移動パターンを設定する。具体的には、駅間の移動時間に基づいて、移動速度、加速、減速のパターンを設定する。中央制御装置4は、車両の情報を設定する（ステップS16）。中央制御装置4は、車両の重量の情報と、緩衝機構24の緩衝性能の調整範囲、調整速度の情報を車両の情報として設定する。

[0027] 中央制御装置4は、運転モデルの構築を行う（ステップS18）。案内軌道2の路面の凹凸（走行路面の情報）と、車両の重量と、移動パターンとに基づいて、案内軌道2の各位置での、駆動部の制御条件と、緩衝機構24の緩衝性能の制御条件と、を運転モデルとして設定する。

[0028] 中央制御装置4は、運転パターンの検出が終了したかを判定する（ステッ

プS 2 0)。運転パターンは、種々の運転モデルを含む。中央制御装置4は、運転パターンの検出が終了していない（ステップS 2 0でN o）と判定した場合、ステップS 1 4に戻り、異なる条件での運転モデルを構築する。中央制御装置4は、運転パターンの検出が終了した（ステップS 2 0でY e s）と判定した場合、本処理を終了する。

[0029] 図5は、車両の走行時の制御の一例である。図5の処理は、制御装置30の各部で処理を実行する。制御装置30は、車両10が停止する（ステップS 3 0）。車両10は、駅等に停止して、車両本体12に乗車する人数や、貨物が増減し、重量が増減する。制御装置30は、重量情報を取得する（ステップS 3 2）。制御装置30は、重量検出部42で、発車前の重量を取得する。

[0030] 制御装置30は、走行する軌道、速度パターンに基づいて、運転パターンを決定する（ステップS 3 4）。具体的には、制御装置30は、検出した重量と、走行する区間、走行する速度パターンに基づいて、運転パターンの中から運転モデルを選択する。制御装置30は、近似する運転モデルを抽出し、さらに条件に基づいて修正してもよい。制御装置30は、緩衝機構の制御パターンを算出する（ステップS 3 6）。制御装置30は、運転モデルに基づいて、走行区間の各位置での緩衝機構の緩衝性能を算出する。

[0031] 制御装置30は、運転パターンに基づいて駆動部を制御し、制御パターンに基づいて緩衝機構を制御する（ステップS 3 8）。制御装置30は、位置検出部40で位置を検出し、検出した位置と、運転パターンに基づいて、各位置に設定した駆動部の駆動力、緩衝機構24の緩衝性能に各部を制御する。

[0032] 図6は、車両10の走行時に実行する制御である。図5の処理は、制御装置30の各部で処理を実行する。制御装置30は、車両速度、制御挙動を検出する（ステップS 4 0）。制御装置30は、各位置での、車両の速度、車両の振動状態を検出する。本実施形態では、加速度センサ70で検出した情報に基づいて、緩衝状態検出部44で緩衝状態を検出する。

- [0033] 制御装置30は、想定とのずれが許容範囲内かを判定する（ステップS42）。つまり、検出した情報と、運転モデルに基づいて想定される挙動との差が許容範囲かを判定する。具体的には、走行時の速度、走行時の振動を検出する。走行時の振動は、加速度センサ70で検出しても、緩衝機構24の状態から検出してもよい。制御装置30は、ずれが許容範囲内ではない（ステップS42でNo）、つまりずれが許容範囲以上であると判定した場合、緩衝装置の制御を停止する（ステップS46）。つまり、制御装置30は、緩衝性能を固定値として変動させない。制御装置30は、車両10が停止するまで、緩衝性能を固定する。
- [0034] 制御装置30は、ずれが許容範囲内である（ステップS42でYes）と判定した場合、車両が停止したかを判定する（ステップS44）。制御装置30は、車両が停止していない（ステップS44でNo）と判定した場合、ステップS40に戻る。つまり、制御装置30は、車両が停止するまで、ステップS40からステップS44の処理を繰り返す。制御装置30は、車両が停止した（ステップS44でYes）と判定した場合、本処理を終了する。
- [0035] 図7は、車両用制振システム11で実行する処理の一例である。図7は、中央制御装置4で処理を実行する。中央制御装置4は、緩衝装置の制御を停止した情報を取得する（ステップS50）。中央制御装置4は、複数車両で同じ区間で停止したかを判定する（ステップS52）。中央制御装置4は、複数車両で同じ区間で停止している（ステップS52でYes）と判定した場合、対象区間の路面の凹凸情報を再取得し（ステップS54）、本処理を終了する。中央制御装置4は、複数車両で同じ区間で停止していない（ステップS52でNo）と判定した場合、制御を停止した車両の情報を取得し（ステップS56）、本処理を終了する。具体的には、緩衝装置の制御を停止した車両の緩衝機構24の緩衝性能をメンテナンスする。
- [0036] 車両用制振システム11は、本実施形態のように、重量と位置と走行情報に対応した運転モデルを設定し、重量と位置とに基づいて、緩衝機構24の

緩衝性能を制御することで、重量と位置情報を検出することで、緩衝性能を制御することができる。具体的には、走行時に振動を検出してフィードバック制御する制御や、走行時に凹凸等を検出してフィードフォワード制御を実行するよりも少ない処理量で制御を実行することができる。また、案内軌道 2 を走行する各種車両 10 に適用することができる。また、運転モデルに基づいて制御を実行することで、車両本体 12 の走行時の振動をアクティブ制御、セミアクティブ制御で好適に抑制することができる。

[0037] 車両用制振システム 11 は、走行時の速度と、運転モデルに基づいて算出した値との差が大きい場合は、緩衝機構 24 の緩衝性能の制御を停止することで、緩衝性能を制御することで、車両本体 12 の振動が増幅してしまうことを抑制することができる。これにより、車両本体 12 をより安定させることができる。

[0038] 車両用制振システム 11 は、緩衝状態検出部 44 を設け、車両本体 12 の振動を検出し、走行時の振動と、運転モデルに基づいて算出した値との差が大きい場合は、緩衝機構 24 の緩衝性能の制御を停止することで、緩衝性能を制御することで、車両本体 12 の振動が増幅してしまうことを抑制することができる。これにより、車両本体 12 をより安定させることができる。

[0039] 車両用制振システム 11 は、緩衝制御部 38 による制御を停止した場合、その停止した区間について、複数の車両 10 で停止した場合、該当区間の凹凸を再度検出することで、運転モデルを適正な状態に維持することができる。また、車両用制振システム 11 は、緩衝制御部 38 による制御を停止した場合、その停止した区間について、複数の車両 10 で停止していない場合、該当車両 10 の緩衝機構 24 の性能をメンテナンスすることで、車両 10 で生じるずれを補修することができる。

[0040] 車両用制振システム 11 は、本実施形態のように加速度センサ 70 を設置する場合、運転モデルの作成時、例えば凹凸の計測時に、加速度センサ 70 で緩衝状態を検出し、検出した結果も含めて、運転モデルを算出することが好ましい。これにより、演算値に加え、実際の走行時の緩衝装置の応答に基

づいて、運転モデルを作成することができる。また、この場合、加速度センサ 70 の計測結果を用いて、スカイフック制御による制御を実行して、実行している制御値と、振動の状態とを検出して、検出した情報を用いて、運転モデルを算出してもよい。車両用制振システム 11 は、加速度センサ 70 で検出した結果を用いて算出した運転モデルを、加速度センサを備えない車両に適用することができる。つまり、加速度センサ 70 は、運転モデルを算出するための情報を収集する車両のみに設置してもよい。これにより、車両 10 に設置するセンサをより少なくすることができる。

[0041] また、上記実施形態では、車両 10 に加速度センサ 70 を用いて、車両本体 12 の振動を検出したが、駆動部の情報、緩衝機構 24 を制御する際に取得する緩衝機構 24 の位置情報（弾性部 27 の伸びや、減衰部 28 の位置情報、圧力情報）に基づいて、車両の上下方向の振動を検出してもよい。これにより、走行時の制御において、加速度センサを用いずに処理を実行することが可能となる。

[0042] 実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。実施形態及び変形例は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。実施形態及び変形例は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

- [0043]
- 2 案内軌道
 - 4 中央制御装置
 - 10 車両
 - 11 車両用制振システム
 - 12 車両本体
 - 14 駆動部
 - 16 従動部

- 1 8 案内部
- 2 0 車輪
- 2 2 駆動源
- 2 4 緩衝機構
- 2 6 支持部
- 2 7 弾性部
- 2 8 減衰部
- 3 0 制御装置
- 3 2 演算部
- 3 4 記憶部
- 3 6 通信部
- 3 7 駆動制御部
- 3 8 緩衝制御部
- 4 0 位置検出部
- 4 2 重量検出部
- 4 4 緩衝状態検出部
- 5 0 運転モデル
- 6 0 荷重センサ
- 7 0 加速度センサ