

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年12月4日(04.12.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/192897 A1

- (51) 国際特許分類:
B61K 13/00 (2006.01) G08B 21/00 (2006.01)
G01M 17/007 (2006.01) G08B 31/00 (2006.01)
G01M 17/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/064345
- (22) 国際出願日: 2014年5月29日(29.05.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-113265 2013年5月29日(29.05.2013) JP
- (71) 出願人: 曙ブレーキ工業株式会社(AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1038534 東京都中央区日本橋小網町1-9番5号 Tokyo (JP). 国立大学法人 東京大学(THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 Tokyo (JP). 西日本旅客鉄道株式会社(WEST JAPAN RAILWAY COMPANY) [JP/JP]; 〒

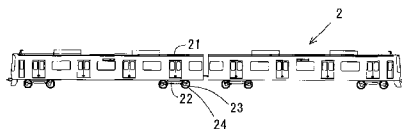
- 5308341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番2-4号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 須田 義大(SUDA Yoshihiro); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人 東京大学内 Tokyo (JP). 安藝 雅彦(AKI Masahiko); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 坂本 正哉(SAKAMOTO Masaya); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 八野 英美(YANO Hidemi); 〒5308341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番2-4号 西日本旅客鉄道株式会社内 Osaka (JP). 児玉佳則(KODAMA Yoshinori); 〒5308341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番2-4号 西日本旅客鉄道株式会社内 Osaka (JP). 谷本 篤嗣(TANIMOTO Atsushi); 〒5308341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番2-4号 西日本旅客鉄道株式会社内 Osaka (JP). 古賀 進一郎(KOGA Shinichirou); 〒5308341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番2-4号 西日本旅客鉄道株式会社内 Osaka (JP). 川鍋 哲也(KAWANABE Tetsuya); 〒1038534 東京都中央区日

[続葉有]

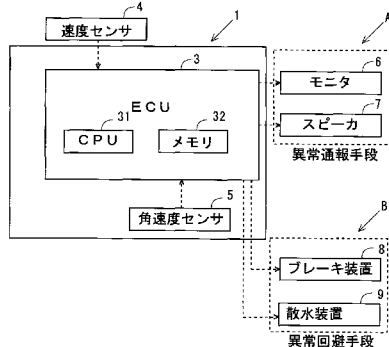
(54) Title: DERAILMENT SIGN DETECTION SYSTEM, CONTROL DEVICE, DERAILMENT SIGN DETECTION METHOD, AND DERAILMENT SIGN DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 脱線予兆検知システム、制御装置、脱線予兆検知方法、及び脱線予兆検知プログラム

【図1A】



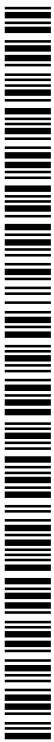
【図1B】



- 4... VELOCITY SENSOR
- 32... MEMORY
- 5... ANGULAR VELOCITY SENSOR
- 6... MONITOR
- 7... SPEAKER
- A... ABNORMALITY REPORTING MEANS
- B... BRAKE DEVICE
- 9... WATER SPRINKLING DEVICE
- B... ABNORMALITY AVOIDING MEANS

(57) Abstract: The pitch angular velocity of a truck and the roll angular velocity of the truck which have been detected by an angular velocity sensor (5) provided in a train in order to detect the pitch angular velocity and roll angular velocity of the traveling train are stored in a memory (32), the predicted value of the roll angular velocity after a lapse of a predetermined time is calculated on the basis of the history of the roll angular velocity, when the pitch angular velocity of the truck, which has been detected by the angular velocity sensor, and the predicted value of the roll angular velocity exceed preset threshold values, respectively, a derailment sign of the train is determined, and when the derailment sign is determined, the derailment sign is reported to the outside.

(57) 要約: 列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する角速度センサ(5)で検知された台車のピッチ角速度及び台車のロール角速度をメモリ(32)に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて所定時間経過後のロール角速度の予測値を算出し、角速度センサで検知された前記台車のピッチ角速度と、前記ロール角速度の予測値が、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定し、脱線予兆と判定された場合、脱線予兆を外部に通知する。



WO 2014/192897 A1



本橋小網町19番5号 曙ブレーキ工業株式会社内 Tokyo (JP). 増子 実(MASHIKO Minoru); 〒1038534 東京都中央区日本橋小網町19番5号 曙ブレーキ工業株式会社内 Tokyo (JP). 大久保 智美(OKUBO Satomi); 〒1038534 東京都中央区日本橋小網町19番5号 曙ブレーキ工業株式会社内 Tokyo (JP). 国見 敬(KUNIMI Takashi); 〒1038534 東京都中央区日本橋小網町19番5号 曙ブレーキ工業株式会社内 Tokyo (JP). 小林 数洋(KOBAYASHI Kazuhiro); 〒1038534 東京都中央区日本橋小網町19番5号 曙ブレーキ工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 濱田 百合子, 外(HAMADA Yuriko et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,

ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

脱線予兆検知システム、制御装置、脱線予兆検知方法、及び脱線予兆検知プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、脱線予兆検知システム、制御装置、脱線予兆検知方法、及び脱線予兆検知プログラムに関する。

背景技術

[0002] 鉄道列車の脱線の予兆を検知する技術として、特許文献1に記載の技術がある。特許文献1に記載の技術は、本発明者らによるもので、走行中の台車のピッチ角速度およびロール角速度を、台車枠に取り付けたセンサによって検出し、検出した台車ピッチ角速度または台車ピッチ角速度の積算値が予め設定した閾値よりも大きくなったこと、および検出した台車ロール角速度または台車ロール角速度の積算値が予め設定した閾値よりも大きくなったことを条件として脱線予兆と判定するものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2010/064453号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献1に記載の技術によれば、予め危険な状態を把握できるので、列車走行時の安全性を向上することができる。また、低速走行において脱線を未然に防ぐことができ、その結果、列車や線路の破損を防止できる。一方で、過去の事故調査の分析を更に進めた結果、脱線の予兆である所謂乗り上がり開始から脱線に至るまでの時間が従来想定していた時間よりも更に短い場合が想定されることが確認された。

[0005] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、脱線の予兆をより早く判定可能な技術を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明では、上記課題を解決するため、走行中の台車のロール角速度に着目し、ロール角速度の予測値に基づいて脱線予兆を判定することとした。

[0007] より詳細には、本発明は、脱線予兆検知システムに関し、列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部と、前記検知部で検知されたロール角速度を記憶装置に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出し、前記検知部で検知された前記ピッチ角速度と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する制御装置と、前記制御装置が脱線予兆と判定した場合、脱線予兆を外部に通知する出力部と、を備える。

[0008] 本発明では、ロール角速度の予測値を算出し、ロール角速度の予測値に基づいて列車の脱線予兆を判定することで、ロール角速度が既定された閾値を上回るまでの時間を従来よりも短縮することができる。これにより、脱線の予兆をより早く判定することができる。その結果、予め危険な状態をより早く把握できるので、列車走行時の安全性をより向上することができる。また、列車の脱線を未然に防ぐことができ、列車や線路の破損を防止できる。

[0009] 例えば特許文献1に記載の技術では、台車ピッチ角速度または台車ピッチ角速度の積算値が予め設定された閾値よりも大きくなったこと、および検出した台車ロール角速度または台車ロール角速度の積算値が予め設定された閾値よりも大きくなったことを条件として脱線予兆と判定する。そして、検出した台車ロール角速度または台車ロール角速度の積算値が予め設定された閾値よりも大きくなるまでの時間T1は、台車ピッチ角速度または台車ピッチ角速度の積算値が予め設定された閾値よりも大きくなるまでの時間T2よりも長くなっていた ($T1 > T2$)。本発明では、相対的に判定時間が多く必要とされたロール角速度に着目し、ロール角速度が既定された閾値を上回る

までの時間を従来よりも短縮できるよう、実測のロール角速度に変えてロール角速度の予測値を用いることとした。

[0010] 既定された閾値は、列車の速度、列車の属性パラメータが適宜設定された実験やシミュレーションにより算出することができる。脱線予兆の通知には、音声による通知、表示による通知が例示される。なお、制御装置は、脱線予兆と判定した場合、例えば、散水装置を起動させ、レールと車輪のフランジ接触部分に散水することで摩擦係数を低減するようにしてもよい。これにより、列車を復線させることができ、脱線を防止することが出来る。また、制御装置は、列車を停止させるようにしてもよい。

[0011] また、前記制御装置は、傾斜計測時間におけるロール角速度の変化量を算出し、前記ロール角速度が前記予測時間経過後もこの変化で推移すると仮定して、前記予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出してもよい。これにより、ロール角速度がロール角速度の既定された閾値を実際に上回る時間よりも早い段階で、脱線予兆と判定することが可能となる。

[0012] また、前記予測時間及び前記傾斜計測時間は、前記ピッチ角速度が当該ピッチ角速度の既定された閾値を上回るために要する時間に基づいて設定されることが望ましい。ピッチ角速度が当該ピッチ角速度の既定された閾値を上回るために要する時間は、列車の速度、列車の属性パラメータが適宜設定された実験やシミュレーションにより算出することができる。予測時間は、前記ピッチ角速度が当該ピッチ角速度の既定された閾値を上回るために要する時間との差分が少なくなるように設定されることが好ましい。

[0013] また、前記制御装置は、前記検知部で検知されたピッチ角速度を記憶装置に記憶させ、ピッチ角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のピッチ角速度の予測値を算出し、前記ピッチ角速度の予測値と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定することができる。

[0014] ここで、本発明は、上述した脱線予兆検知システムにおける制御装置として特定されてもよい。例えば、本発明は、列車に設けられ、走行中の列車の

ピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部で検知された台車のロール角速度を記憶装置に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出し、前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定し、脱線予兆と判定された場合、脱線予兆検知を外部に通知する、制御装置である。

[0015] また、本発明は、上述した脱線予兆検知システム、又は制御装置で実行される脱線予兆検知方法として特定してもよい。例えば、本発明は、コンピュータが、列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部で検知された台車のロール角速度を記憶装置に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出する予測値算出ステップと、前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記予測値算出ステップで算出された前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する予兆判定ステップと、前記予兆判定ステップで脱線予兆と判定された場合、脱線予兆を外部に通知する通知ステップと、を含む処理を実行する脱線予兆検知方法である。

[0016] また、本発明は、上述した脱線予兆検知システム、又は制御装置で実行可能な脱線予測検知プログラムとして特定することもできる。例えば、本発明は、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する、列車に設けられた検知部で検知された台車のロール角速度を記憶装置に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出する予測値算出ステップと、前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記予測値算出ステップで算出された前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する予兆判定ステップと、前記予兆判定ステップで脱線予兆と判定された場合、脱線予兆を外部に通知する通知ステップと、を含む処理をコンピュータに実行させる脱線予兆検知プログラムである。更に、本発明は、上記プログラムを記録

したコンピュータが読み取り可能な記録媒体であってもよい。この場合、コンピュータ等に、この記録媒体のプログラムを読み込ませて実行させることにより、その機能を提供させることができる。なお、コンピュータ等が読み取り可能な記録媒体とは、データやプログラム等の情報を電氣的、磁氣的、光学的、機械的、又は化学的作用によって蓄積し、コンピュータ等から読み取ることができる記録媒体をいう。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、脱線の予兆をより早く判定可能な技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1A]図1 Aは、列車の側面図を示す。

[図1B]図1 Bは、実施形態に係る脱線予兆検知システムの構成の概要を示す。

[図2A]図2 Aは、実施形態に係る脱線予兆検知システムにおけるセンサの設置例の平面図を示す。

[図2B]図2 Bは、実施形態に係る脱線予兆検知システムにおけるセンサの設置例の側面図を示す。

[図3]図3は、脱線予兆検知のアルゴリズムを示す。

[図4]図4は、実施形態に係る脱線予兆検知の判定処理のフローを示す。

[図5]図5は、変化量と時間との関係のグラフの一例を示す。

[図6]図6は、閾値のデータベースの一例を示す。

[図7]図7は、ロール角速度移動平均における予測効果の一例を示す。

[図8]図8は、ピッチ角速度における予測効果の一例を示す。

[図9]図9は、シミュレーションのパラメータ値を示す。

[図10]図10は、検知時間の検証結果(1)を示す。

[図11]図11は、検知時間の検証結果(2)を示す。

[図12]図12は、検知時間の検証結果(3)を示す。

[図13]図13は、検知時間の検証結果(4)を示す。

[図14]図14は、検知時間の検証結果(5)を示す。

[図15]図15は、検知時間の検証結果(6)を示す。

[図16]図16は、検知時間の検証結果(7)を示す。

[図17]図17は、検知時間の検証結果(8)を示す。

[図18]図18は、検知時間の検証結果(9)を示す。

[図19]図19は、検知時間の検証結果(10)を示す。

発明を実施するための形態

[0019] 次に、本発明の実施形態について図面に基づいて説明する。但し、以下に説明する事項は例示であり、本発明は、これらに限定されるものではない。

[0020] <実施形態>

<<構成>>

図1A及び図1Bに示すように、実施形態に係る脱線予兆検知システム1は、列車2に設けられた各種の電子機器及び各種のセンサによって構成されるシステムであり、ECU3、速度センサ4、角速度センサ5を備える。列車2は、車体21と、車体21の下部に接続され、車体21を支持する台車22を備える。台車22は、ボギーフレーム(図1Aでは図示せず)を備える。ボギーフレームには、ボギーフレームを跨ぐように車軸23が設けられ、車軸23の両端にはレールと接する車輪24が接続されている。なお、脱線予兆検知システム1は、異常通報手段A(モニタ6、スピーカ7)、又は異常回避手段B(ブレーキ装置8、散水装置9)のうち少なくとも何れか一方を更に含む構成でもよい。

[0021] ECU(Electronic Control Unit: 電子制御ユニット)3は、本発明の制御装置に相当し、CPU(Central Processing Unit)31、メモリ32を備える。ECU3は、速度センサ4、角速度センサ5、異常通報手段A(モニタ6、スピーカ7)、異常回避手段B(ブレーキ装置8、散水装置9)と電氣的に接続されている。CPU31は、メモリ32に格納されたプログラムに従って、ロール角速度の予測値の算出、列車の脱線予兆の判定等を行う。また、CPU31は、異常通報手段A(モニタ6、スピーカ7)、異常回避

手段B（ブレーキ装置8、散水装置9）等の制御を行う。ECU3で実行される処理の詳細については後述する。

[0022] 速度センサ4は、列車2の走行速度を検知する。速度センサ4は、例えば車軸23に設けられ、車輪24の時間当たりの回転数を検知しECU3に出力することにより、列車2の走行速度をECU3に出力する。

[0023] 角速度センサ5は、台車22のボギーフレーム25における、列車2の前後方向のほぼ中央部かつ、列車2の幅方向の側部に設けられ、ピッチ角速度、ロール角速度を検知する。ピッチ角速度は、ピッチ（列車の幅方向を軸とした回転（又は傾斜））の角速度であり、ロール角速度は、ロール（列車の前後方向を軸とした回転（又は傾斜））である。角速度センサ5には、所謂ジャイロスコープなど、既存のセンサを適宜用いることができる。

[0024] モニタ6は、ECU3が脱線予兆と判定した場合、ECU3によって制御され、脱線予兆検知状態を表示する。モニタ6は、本発明の出力部の一例であり、例えば列車2の運転席付近に設置することができる。

[0025] スピーカ7は、ECU3が脱線予兆と判定した場合、ECU3の制御の下、脱線予兆検知状態を音声で出力する。スピーカ7は、本発明の出力部の一例であり、例えば列車2の運転席付近に設置することができる。

[0026] 散水装置9は、ECU3によって制御され、例えば、脱線予兆が検知された場合に、列車2を復線させるため、レールと車輪のフランジ接触部分に散水し、摩擦係数を低減させる。また、ブレーキ装置8は、ECU3によって制御され、列車を停止させる。

[0027] <<脱線予兆の判定処理>>

次に脱線予兆の判定処理について説明する。図3は、脱線予兆検知のアルゴリズムを示す。また、図4は、実施形態に係る脱線予兆の判定処理のフローを示す。脱線予兆の判定処理は、ECU3のCPU31がメモリ32に格納されたプログラムを読み込むことで実行される。

[0028] ステップS01では、CPU31は、脱線予兆の判定処理に必要な情報を取得する。この情報には、列車2の走行速度、ピッチ角速度、ロール角速度

が含まれる。CPU 31は、列車2の走行速度を速度センサ4によって検知することができる。CPU 31は、ピッチ角速度及びロール角速度を台車22のボギーフレーム25に設けられた角速度センサ5で検知することができる。取得した走行速度、ピッチ角速度、及びロール角速度は、メモリ32に記憶される。CPU 31は、列車の走行速度、ピッチ角速度、及びロール角速度を、例えば、0.005 sec毎に検知することができる。この検知のタイミングは、一例であり、適宜設定することができる。このため、0.005 sec毎に取得される走行速度、ピッチ角速度、及びロール角速度が、メモリ32に逐次記憶され、こうして走行速度、ピッチ角速度、及びロール角速度の履歴が作成される。ロール角速度に基づいてカントの影響を排除するよう補正するロジックと、ピッチ角速度に基づいてレール継ぎ目の影響を排除するよう補正するロジックとを、脱線予兆の判定処理を行う際の判定ロジックに組み込むことで、軌道不整が脱線予兆の判定処理に与える影響を排除することができる。その結果、列車2が直線状のレールを走行中の脱線予兆だけでなく、列車2が曲線状のレールを走行中の脱線予兆も判定することができる。脱線予兆の判定処理に必要な情報が取得されると、次のステップへ進む。

[0029] ステップS02では、CPU 31は、ロール角速度の履歴に基づいて所定時間経過後のロール角速度の予測値を算出する。例えば、CPU 31は、ロール角速度が記憶されたメモリ32の領域にアクセスし、メモリ32に記憶されたロール角速度のうち、記憶された時期が最新のものから古いものにかけて順に所定数のロール角速度を取得し（図5は、傾斜計測時間 Δt_p に含まれる5つの時点におけるロール角速度 ϕ を取得することを示している。）、これらのロール角速度を積分して傾斜計測時間の変化量（変位量）を算出することで直近の平均傾き $\Delta\phi$ を求め、直近の平均傾きが一定で推移すると仮定して、予測時間 T_p 経過後のロール角速度の移動平均予測値 ϕ_p を算出する。数1は、ロール角速度の予測値の算出式を示す。

[0030]

[数1]

$$\dot{\Phi}_p = \dot{\Phi} + \Delta\dot{\Phi} \times T_p$$

$\dot{\Phi}_p$: ロール角速度の移動平均予測値

$\dot{\Phi}$: 現在の移動平均値

$\Delta\dot{\Phi}$: 直近の平均傾き

T_p : 予測時間

[0031] ここで、現在の移動平均値は、数2によって算出することができる。

[0032] [数2]

$$\dot{\Phi} = \frac{1}{\Delta t_p} \int_{t-\Delta t_p}^t \dot{\phi}(t) dt$$

$\dot{\phi}(t)$: ロール角速度

Δt_p : 傾斜計測時間

$$\Delta\dot{\Phi} = d\dot{\Phi} / \Delta t_p = (\dot{\Phi}(t) - \dot{\Phi}(t - \Delta t_p)) / \Delta t_p$$

[0033] 以上をグラフに表すと図5のようになる。図5は、変化量と時間との関係のグラフの一例を示す。図5に示すように、傾斜計測時間 Δt_p に含まれる5つの時点におけるロール角速度 ϕ の変化量（変位量、すなわち、 $d\phi / \Delta t_p$ ）から直近の平均傾き $\Delta\dot{\Phi}$ が求められ、直近の平均傾きが一定で推移すると仮定することで、予測時間 T_p 経過後のロール角速度の移動平均予測値 $\dot{\Phi}_p$ が算出される。このように算出されたロール角速度の移動平均予測値は、メモリ32に記憶される。こうしてロール角速度の移動平均予測値が算出されると、次のステップへ進む。

[0034] ステップS03では、CPU31は、脱線予兆の有無を判定する。CPU31は、ピッチ角速度と、ロール角速度の予測値が、夫々既定された閾値を上回った場合、脱線予兆と判定する。ピッチ角速度は、ピッチ角速度が記憶されたメモリ32の領域にCPU31がアクセスして取得される。このとき、CPU31は、メモリ32に記憶されたピッチ角速度のうち最新のものを

取得する。尚、ここでは、メモリ32に記憶されたピッチ角速度を取得する場合について説明するが、CPU31は、角速度センサ5から出力されたピッチ角速度を取得するようにしてもよい。

[0035] 他方、ロール角速度の予測値は、ロール角速度の予測値が記憶されたメモリ32の領域にCPU31がアクセスして取得される。ピッチ角速度、及びロール角速度の閾値は、図6に示すように、走行速度毎に既定され、メモリ32に予め記憶することができる。従って、CPU31は、閾値が記憶されたメモリ32の領域にアクセスして、走行速度に対応する各閾値を取得する。

[0036] 各閾値は、列車の速度、列車の属性パラメータが適宜設定された実験やシミュレーションにより算出することができる。属性パラメータには、列車の重量、車軸数、車輪の径などが例示される。閾値は、検知漏れや誤検知を考慮して、車輪がレールに乗り上げた直後の物理量の最低値として設定することができる。例えば、各閾値は、第一車軸の左側の車輪の上昇量を10mm、走行速度10km/h、車輪の上昇量が10mmに至るまでの車輪の回転を1回転といった車両条件、走行条件毎に設定することができる。

[0037] CPU31は、ピッチ角速度がピッチ角速度の閾値を上回り、かつ、ロール角速度の予測値が、ロール角速度の閾値を上回った場合、脱線予兆と判定する。この場合、ステップS04へ進む。一方、脱線予兆検知と判定されなかった場合、再度ステップS01へ戻る。そして、CPU31は、ステップS01にて列車2の走行速度、ピッチ角速度、ロール角速度を取得し、ステップS02にてロール角速度の移動平均予測値 ϕ_r を再度算出して更新し、ステップS03の判定を実施する。

[0038] ステップS04では、CPU31は、散水装置9を制御し列車2を復線させ、又はブレーキ装置8を制御し、列車2を停止させる。また、CPU31は、脱線予兆検知したことをモニタ6に表示させ、警告する。また、CPU31は、脱線予兆検知したことをスピーカ7を通じて音声出力し、警告する。

[0039] <<効果>>

第一実施形態に係る脱線予兆検知システム1では、ロール角速度の予測値を算出し、ロール角速度の予測値に基づいて列車2の脱線予兆を判定することで、ロール角速度が既定した閾値を上回るまでの時間を従来よりも短縮することができる。これにより、脱線の予兆をより早く検知することができる。その結果、予め危険な状態を把握できるので、列車2が走行する際の安全性を向上することができる。その結果、列車2の脱線を未然に防ぐことができ、列車2や線路の破損を防止できる。その効果の例を図7に示す。図7は、傾斜計測時間を0.05sec、予測時間を0.20secとした場合の予測効果を示し、後述するシミュレーションの実験番号4（図13）に対応する。図7では、ロール角速度の予測値を用いることで、脱線予兆を検知する時間がA点からB点へ約100ms短縮されている。

[0040] <シミュレーション>

図9は、シミュレーションのパラメータ値を示し、図10から図18は、検知時間の検証結果（1）から（9）であり、ロール角速度移動平均予測有りの場合の検知時間を示す。シミュレーションは、実際の列車を想定し、予兆予測検知における傾斜計測時間と予測時間を図10の通り、夫々のパラメータ値を変化させ、最適な傾斜計測時間及び予測時間を検証することで実行した。図10から図18に示すように、傾斜計測時間を減らすことにより、検知時間は微減し、予測時間を増やすことにより、検知時間が減少することが確認できる。傾斜計測時間を50[ms]とし、予測時間を200[ms]に設定した場合が、ピッチ角速度によって脱線予兆を検知するために要する検知時間とほぼ同じとなることが確認できる。このように、予測時間及び傾斜計測時間は、ロール角速度の予測値を用いて脱線予兆を検知するために要する検知時間が、ピッチ角速度によって脱線予兆を検知するために要する検知時間と同程度になるように設定されることが好ましい。

[0041] <変形例>

第一実施形態では、ロール角速度の予測値を算出し、ロール角速度の予測

値を用いて、脱線予兆を検知したが、ピッチ角速度についてもピッチ角速度の履歴に基づいて所定時間経過後のピッチ角速度の予測値を算出し、その予測値を脱線予兆の検知に用いるようにしてもよい。ピッチ角速度の予測値は、例えば、CPU 31が、ピッチ角速度が記憶されたメモリ 32の領域にアクセスし、記憶された時期が最新のものから古いものにかけて順に所定数のピッチ角速度を取得し、これらのピッチ角速度を積分して傾斜計測時間の変化量を算出することで直近の平均傾きを求め、算出した直近の平均傾きが所定時間経過後もこの変化で推移すると仮定して、所定時間経過後のピッチ角速度の予測値を算出することができる。図8は、ピッチ角速度における予測効果の一例を示す。図8は、傾斜計測時間を0.05sec、予測時間を0.20secとした場合の予測効果を示し、シミュレーションの実験番号4（図19）に対応する。図19は、検知時間の検証結果（10）であり、ピッチ角速度の予測有りの場合の検知時間を示す。図8では、ピッチ角速度の予測値を用いることで、脱線予兆を検知する時間がA点からB点へ約50ms短縮されている。

[0042] なお、上記した種々の内容は、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲に於いて可能な限り組合せることができる。

[0043] ここで、上述した本発明に係る脱線予兆検知システム、制御装置、脱線予兆検知方法、及び脱線予兆検知プログラムの実施形態の特徴をそれぞれ以下[1]～[6]に簡潔に纏めて列記する。

[0044] [1] 列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部（角速度センサ5）と、

前記検知部で検知されたロール角速度を記憶装置（メモリ32）に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間（ T_p ）経過後のロール角速度の予測値（ Φ_p ）を算出し、前記検知部で検知された前記ピッチ角速度と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する制御装置（ECU3）と、

前記制御装置が脱線予兆と判定した場合、脱線予兆を外部に通知する出力

部（異常通報手段A）と、を備える脱線予兆検知システム。

[2] 前記制御装置は、傾斜計測時間（ Δt_p ）におけるロール角速度の変化量を算出し、前記ロール角速度が予測時間経過後もこの変化で推移すると仮定して、前記予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出する、[1]に記載の脱線予兆検知システム。

[3] 前記予測時間及び前記傾斜計測時間は、前記ピッチ角速度が当該ピッチ角速度の既定された閾値を上回るために要する時間に基づいて設定される、[2]に記載の脱線予兆検知システム。

[4] 前記制御装置は、前記検知部で検知されたピッチ角速度を記憶装置に記憶させ、ピッチ角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のピッチ角速度の予測値を算出し、前記ピッチ角速度の予測値と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する[1]から[3]のいずれか1項に記載の脱線予兆検知システム。

[5] 列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部（角速度センサ5）で検知された台車（22）のロール角速度を記憶装置（メモリ32）に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間（ T_p ）経過後のロール角速度の予測値を算出し、前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定し、脱線予兆と判定された場合、脱線予兆検知を外部に通知する、制御装置（ECU3）。

[6] コンピュータ（ECU3）が、

列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部（角速度センサ5）で検知された台車（22）のロール角速度を記憶装置（メモリ32）に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間（ T_p ）経過後のロール角速度の予測値を算出する予測値算出ステップ（ステップS02）と、

前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記予測値算出ステップで算出された前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上

回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する予兆判定ステップ（ステップS03）と、

前記予兆判定ステップで脱線予兆と判定された場合、脱線予兆を外部に通知する通知ステップ（ステップS04）と、を含む処理を実行する脱線予兆検知方法。

[7] 走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する、列車に設けられた検知部（角速度センサ5）で検知された台車（22）のロール角速度を記憶装置（メモリ32）に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間（ T_p ）経過後のロール角速度の予測値を算出する予測値算出ステップ（ステップS02）と、

前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記予測値算出ステップで算出された前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する予兆判定ステップ（ステップS03）と、

前記予兆判定ステップで脱線予兆と判定された場合、脱線予兆を外部に通知する通知ステップ（ステップS04）と、を含む処理をコンピュータ（ECU3）に実行させる脱線予兆検知プログラム。

[0045] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

[0046] 本出願は、2013年5月29日出願の日本特許出願（特願2013-113265）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0047] 本発明によれば、脱線の予兆をより早く判定することができる。この効果を奏する本発明は、脱線予兆検知システム、制御装置、脱線予兆検知方法、及び脱線予兆検知プログラムに関する分野において有用である。

符号の説明

[0048] 1・・・脱線予兆検知システム

- 2 . . . 列車
- 3 . . . E C U
- 4 . . . 速度センサ
- 5 . . . 角速度センサ
- A . . . 異常通報手段
- B . . . 異常回避手段

請求の範囲

- [請求項1] 列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部と、
- 前記検知部で検知されたロール角速度を記憶装置に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出し、前記検知部で検知された前記ピッチ角速度と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する制御装置と、
- 前記制御装置が脱線予兆と判定した場合、脱線予兆を外部に通知する出力部と、を備える脱線予兆検知システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、傾斜計測時間におけるロール角速度の変化量を算出し、前記ロール角速度が予測時間経過後もこの変化で推移すると仮定して、前記予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出する、請求項1に記載の脱線予兆検知システム。
- [請求項3] 前記予測時間及び前記傾斜計測時間は、前記ピッチ角速度が当該ピッチ角速度の既定された閾値を上回るために要する時間に基づいて設定される、請求項2に記載の脱線予兆検知システム。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記検知部で検知されたピッチ角速度を記憶装置に記憶させ、ピッチ角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のピッチ角速度の予測値を算出し、前記ピッチ角速度の予測値と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する請求項1から3のいずれか1項に記載の脱線予兆検知システム。
- [請求項5] 列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部で検知された台車のロール角速度を記憶装置に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出し、前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場

合、前記列車の脱線予兆と判定し、脱線予兆と判定された場合、脱線予兆検知を外部に通知する、制御装置。

[請求項6]

コンピュータが、

列車に設けられ、走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する検知部で検知された台車のロール角速度を記憶装置に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出する予測値算出ステップと、

前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記予測値算出ステップで算出された前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する予兆判定ステップと、

前記予兆判定ステップで脱線予兆と判定された場合、脱線予兆を外部に通知する通知ステップと、を含む処理を実行する脱線予兆検知方法。

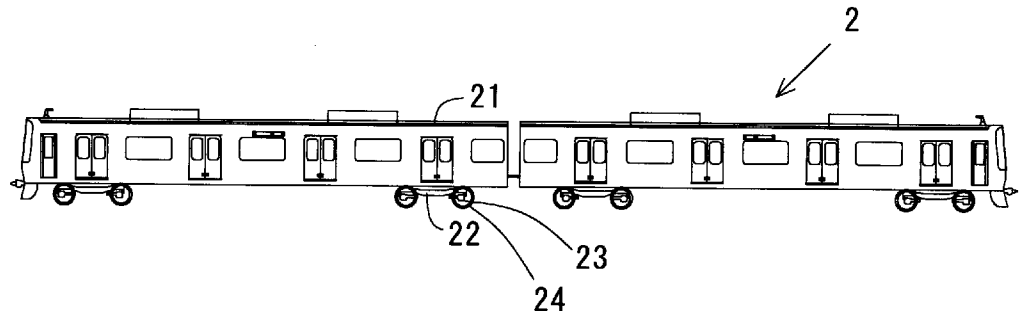
[請求項7]

走行中の列車のピッチ角速度及びロール角速度を検出する、列車に設けられた検知部で検知された台車のロール角速度を記憶装置に記憶させ、ロール角速度の履歴に基づいて予測時間経過後のロール角速度の予測値を算出する予測値算出ステップと、

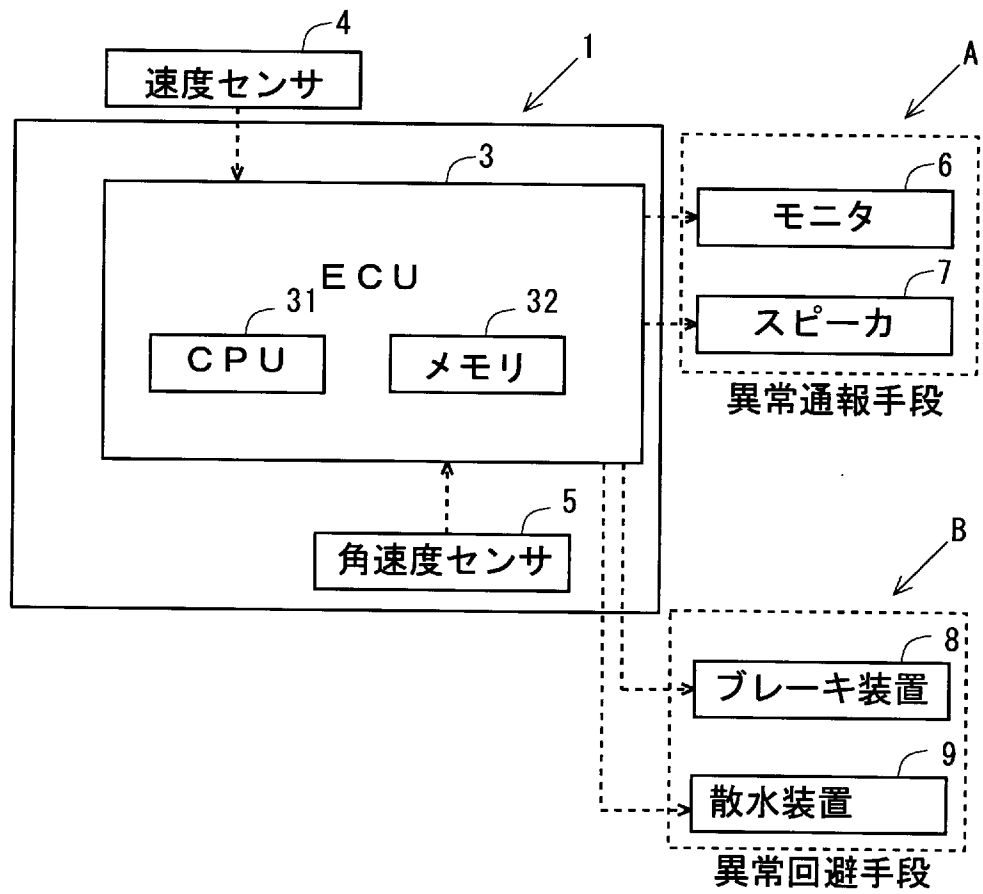
前記検知部で検知された前記台車のピッチ角速度と、前記予測値算出ステップで算出された前記ロール角速度の予測値とが、夫々既定された閾値を上回った場合、前記列車の脱線予兆と判定する予兆判定ステップと、

前記予兆判定ステップで脱線予兆と判定された場合、脱線予兆を外部に通知する通知ステップと、を含む処理をコンピュータに実行させる脱線予兆検知プログラム。

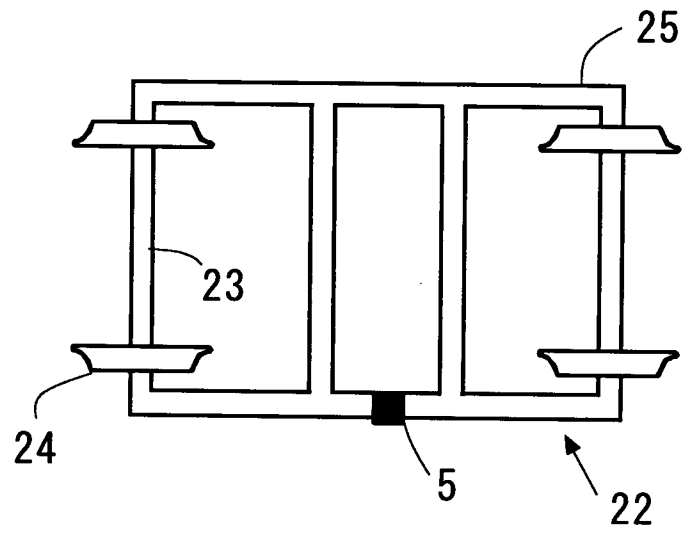
[図1A]



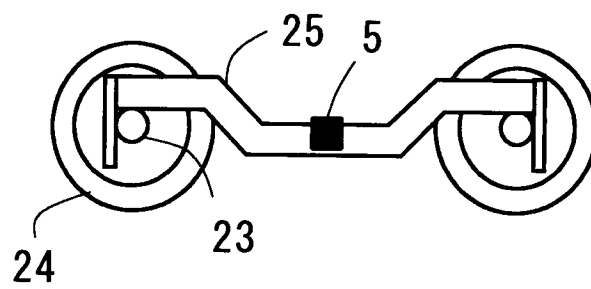
[図1B]



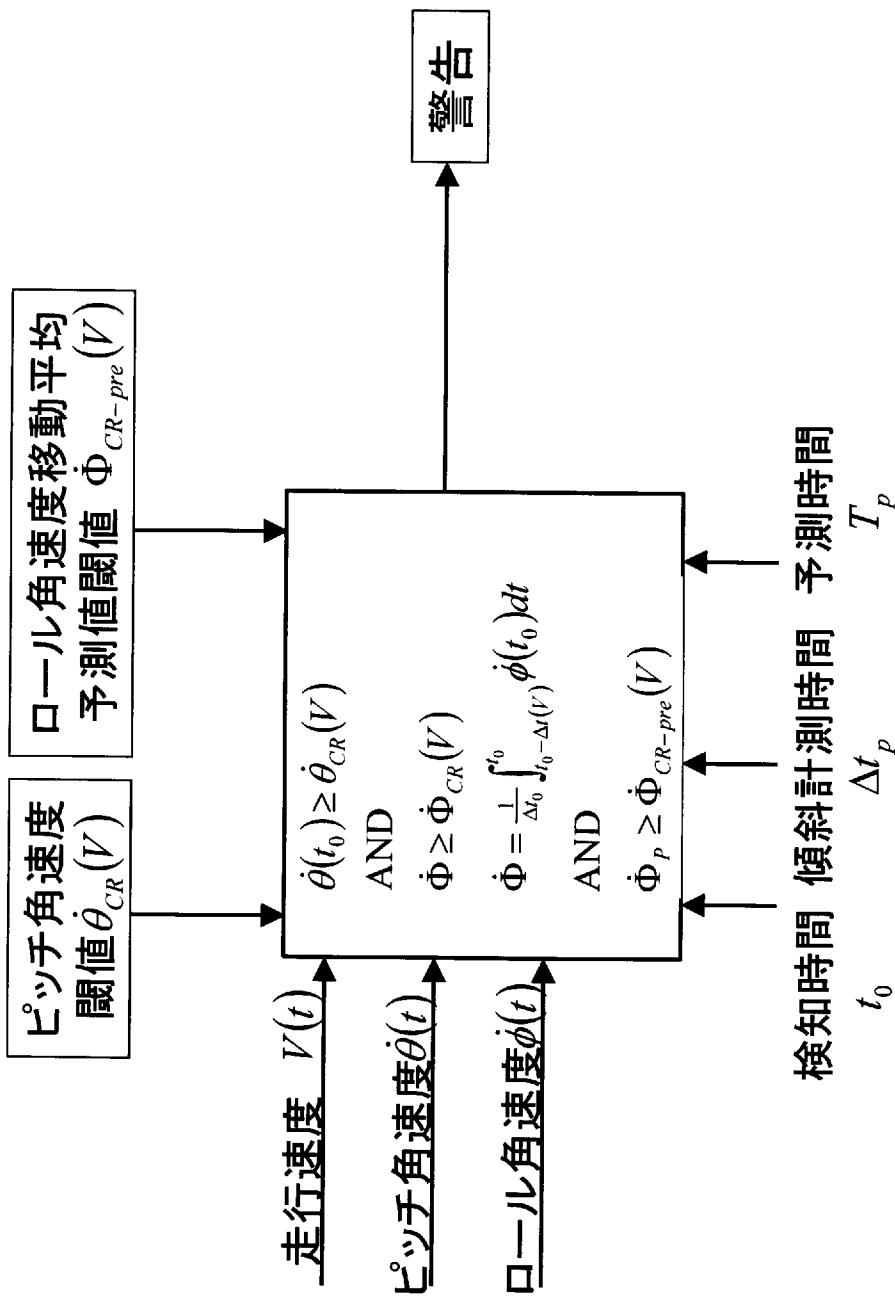
[図2A]



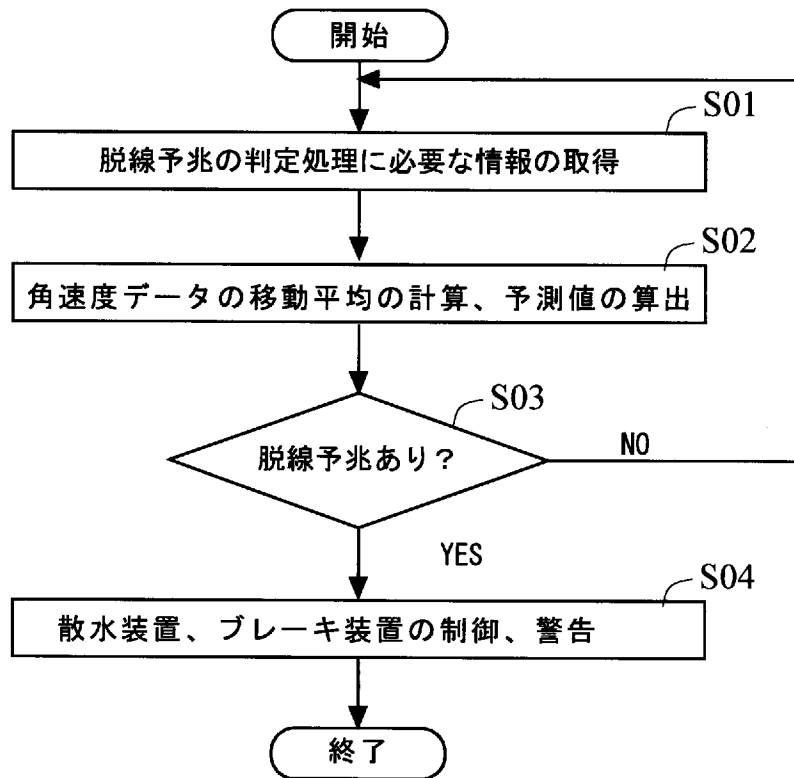
[図2B]



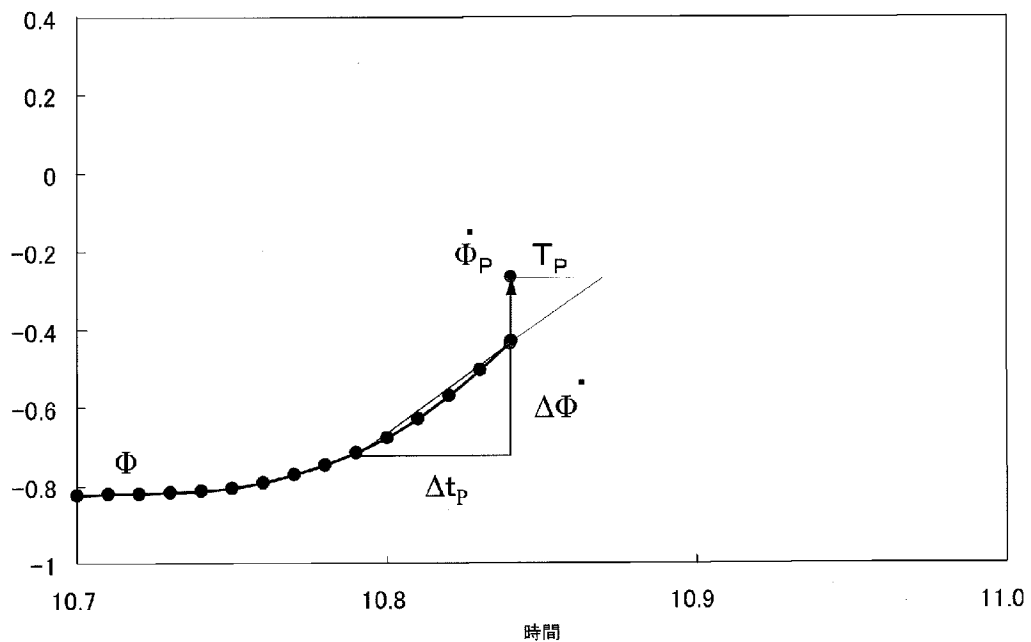
[図3]



[図4]



[図5]

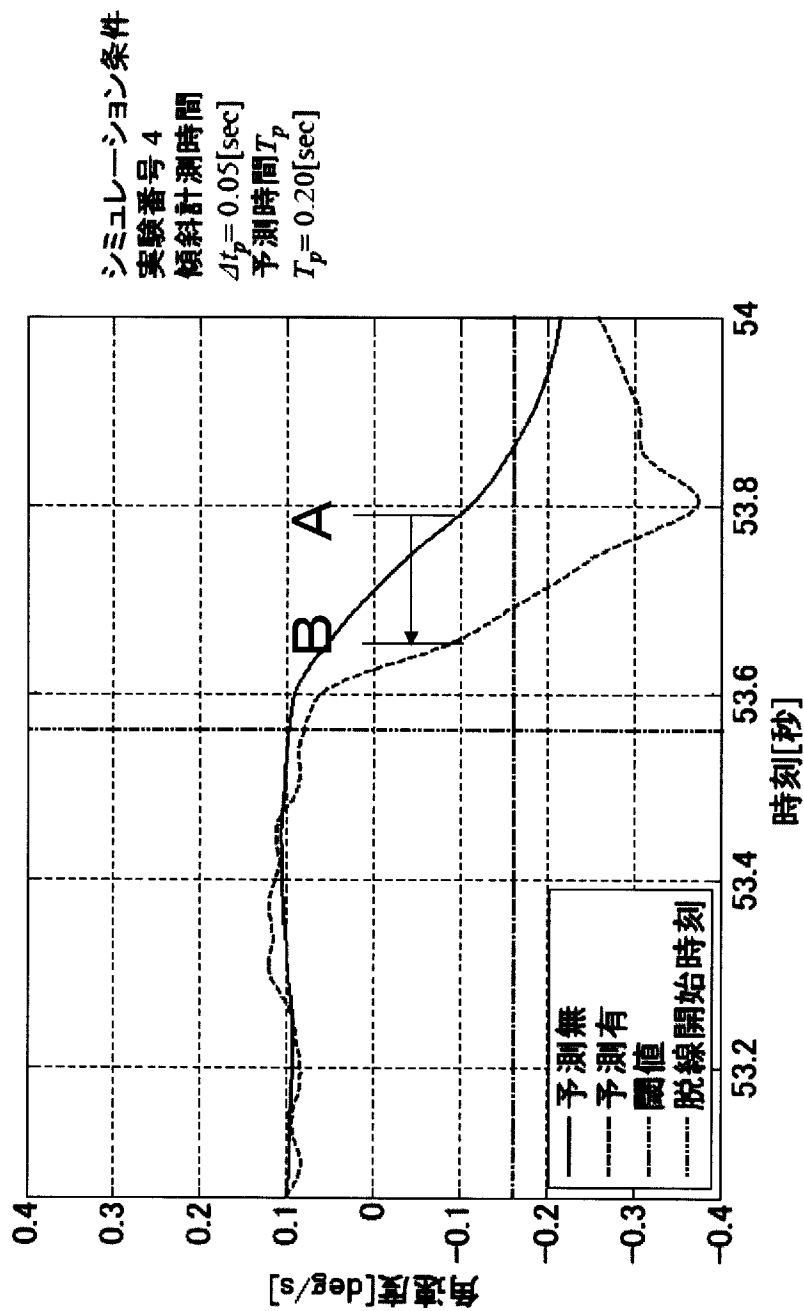


[図6]

走行速度 (km/h)	ピッチ角速度の閾値 (deg/sec)	ロール角速度の閾値 (deg/sec)
5	〇〇	〇〇
6	〇〇	〇〇
7	〇〇	〇〇
8	〇〇	〇〇
9	〇〇	〇〇
10	〇〇	〇〇
・	・	・
・	・	・
・	・	・

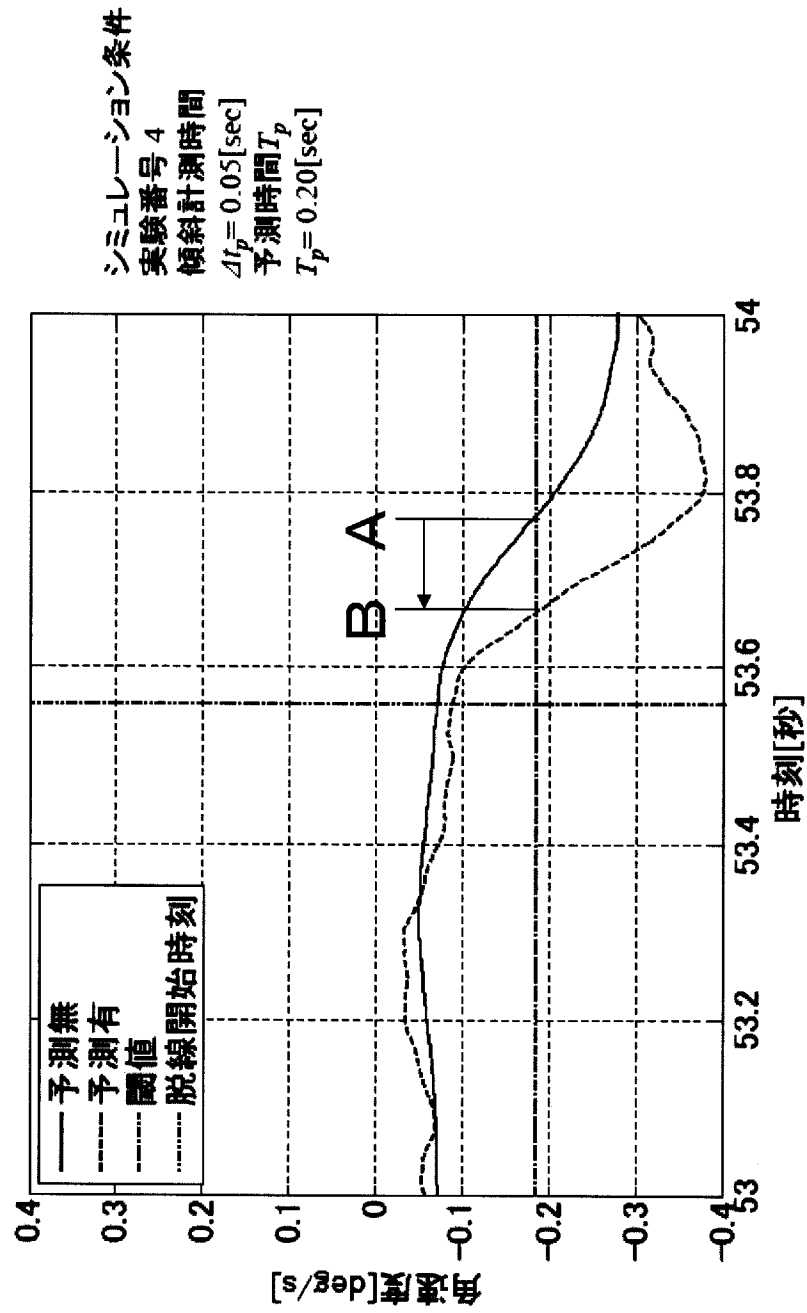
[図7]

(ロール角速度移動平均における予測効果の一例)



[図8]

(ピッチ角速度における予測効果の一例)



[図9]

傾斜計測時間 Δt_p	50, 100, 150[ms]
予測時間 T_p	50, 100, 150, 200[ms]

[図10]

実験番号	1		
乗り上がり速度	3.51 [km/h]		
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.258 [sec]		
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.318 [sec]		
ロール角速度移動平均予測有の検知時間			
傾斜計測時間 予測時間 T_p	Δt_p		
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]	0.15 [sec]
0.10 [sec]	0.225 [sec]	0.225 [sec]	0.230 [sec]
0.15 [sec]	0.178 [sec]	0.186 [sec]	0.191 [sec]
0.20 [sec]	0.143 [sec]	0.154 [sec]	0.166 [sec]
	0.127 [sec]	0.133 [sec]	0.150 [sec]

[図11]

実験番号	2		
乗り上がり速度	5.27km/h		
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.256 [sec]		
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.371 [sec]		
ロール角速度移動平均予測有の検知時間			
傾斜計測時間 予測時間 T_p	Δt_p		
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]	0.15 [sec]
0.10 [sec]	0.307 [sec]	0.271 [sec]	0.273 [sec]
0.15 [sec]	0.207 [sec]	0.213 [sec]	0.221 [sec]
0.20 [sec]	0.176 [sec]	0.186 [sec]	0.195 [sec]
	0.152 [sec]	0.162 [sec]	0.178 [sec]

[図12]

実験番号	3	
乗り上がり速度	5.31km/h	
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.215 [sec]	
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.342 [sec]	
ロール角速度移動平均予測有の検知時間		
傾斜計測時間 予測時間 T_p	Δt_p	
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]
0.10 [sec]	0.285 [sec]	0.264 [sec]
0.15 [sec]	0.193 [sec]	0.203 [sec]
0.20 [sec]	0.168 [sec]	0.176 [sec]
	0.145 [sec]	0.152 [sec]
		0.15 [sec]
		0.266 [sec]
		0.211 [sec]
		0.184 [sec]
		0.166 [sec]

[図13]

実験番号	4		
乗り上がり速度	7.5km/h		
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.217 [sec]		
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.309 [sec]		
ロール角速度移動平均予測有の検知時間			
傾斜計測時間 予測時間 T_p	Δt_p		
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]	0.15 [sec]
0.10 [sec]	0.230 [sec]	0.234 [sec]	0.238 [sec]
0.15 [sec]	0.197 [sec]	0.201 [sec]	0.207 [sec]
0.20 [sec]	0.162 [sec]	0.172 [sec]	0.184 [sec]
	0.135 [sec]	0.146 [sec]	0.166 [sec]

[図14]

実験番号	5	
乗り上がり速度	7.54km/h	
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.209 [sec]	
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.301 [sec]	
ロール角速度移動平均予測有の検知時間		
傾斜計測時間 予測時間 T_p	Δt_p	
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]
0.10 [sec]	0.221 [sec]	0.225 [sec]
0.15 [sec]	0.186 [sec]	0.191 [sec]
0.20 [sec]	0.154 [sec]	0.160 [sec]
	0.121 [sec]	0.137 [sec]
		0.15 [sec]
		0.229 [sec]
		0.195 [sec]
		0.172 [sec]
		0.156 [sec]

[図15]

実験番号	6		
乗り上がり速度	8.11km/h		
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.195 [sec]		
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.271 [sec]		
ロール角速度移動平均予測有の検知時間			
傾斜計測時間 予測時間 T_p	Δt_p		
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]	0.15 [sec]
0.10 [sec]	0.207 [sec]	0.209 [sec]	0.211 [sec]
0.15 [sec]	0.164 [sec]	0.170 [sec]	0.180 [sec]
0.20 [sec]	0.131 [sec]	0.141 [sec]	0.156 [sec]
	0.104 [sec]	0.123 [sec]	0.141 [sec]

[図16]

実験番号	7		
乗り上がり速度	11.27km/h		
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.203 [sec]		
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.299 [sec]		
ロール角速度移動平均予測有の検知時間			
傾斜計測時間 予測時間 T_p	Δt_p		
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]	0.15 [sec]
0.10 [sec]	0.203 [sec]	0.209 [sec]	0.211 [sec]
0.15 [sec]	0.184 [sec]	0.184 [sec]	0.186 [sec]
0.20 [sec]	0.133 [sec]	0.141 [sec]	0.164 [sec]
	0.100 [sec]	0.119 [sec]	0.146 [sec]

[図17]

実験番号	8	
乗り上がり速度	11.85km/h	
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.215 [sec]	
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.301 [sec]	
ロール角速度移動平均予測有の検知時間		
傾斜計測時間		
予測時間 T_p	Δt_p	
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]
0.10 [sec]	0.223 [sec]	0.229 [sec]
0.15 [sec]	0.188 [sec]	0.193 [sec]
0.20 [sec]	0.164 [sec]	0.168 [sec]
	0.131 [sec]	0.148 [sec]
		0.15 [sec]
		0.232 [sec]
		0.201 [sec]
		0.182 [sec]
		0.168 [sec]

[図18]

実験番号	9	
乗り上がり速度	11.85km/h	
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.201 [sec]	
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.293 [sec]	
ロール角速度移動平均予測有の検知時間		
傾斜計測時間 予測時間 T_p	傾斜計測時間 Δt_p	
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]
0.10 [sec]	0.211 [sec]	0.217 [sec]
0.15 [sec]	0.176 [sec]	0.182 [sec]
0.20 [sec]	0.150 [sec]	0.156 [sec]
	0.119 [sec]	0.137 [sec]
		0.15 [sec]
		0.221 [sec]
		0.189 [sec]
		0.170 [sec]
		0.156 [sec]

[図19]

実験番号	4	
乗り上がり速度	7.5km/h	
ピッチ角速度予測無の検知時間	0.217 [sec]	
ロール角速度移動平均予測無の検知時間	0.309 [sec]	
ピッチ角速度予測有の検知時間		
傾斜計測時間 予測時間 T_p	Δt_p	
0.05 [sec]	0.05 [sec]	0.10 [sec]
0.10 [sec]	0.174 [sec]	0.180 [sec]
0.15 [sec]	0.146 [sec]	0.154 [sec]
0.20 [sec]	0.123 [sec]	0.137 [sec]
	0.105 [sec]	0.121 [sec]
		0.15 [sec]
		0.186 [sec]
		0.164 [sec]
		0.148 [sec]
		0.137 [sec]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/064345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B61K13/00(2006.01)i, G01M17/007(2006.01)i, G01M17/08(2006.01)i, G08B21/00(2006.01)i, G08B31/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B61K13/00, G01M17/007, G01M17/08, G08B21/00, G08B31/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2014</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2014</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2014</i>

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<i>WO 2010/064453 A1 (West Japan Railway Co.), 10 June 2010 (10.06.2010), paragraphs [0005], [0021], [0037] & EP 2374686 A1</i>	1-2, 4-7
Y	<i>JP 2004-255979 A (Denso Corp.), 16 September 2004 (16.09.2004), paragraphs [0005] to [0007] & US 2004/0199317 A1</i>	1-2, 4-7
A	<i>US 2002/0077733 A1 (Andre C. BIDAUD), 20 January 2002 (20.01.2002), entire text; all drawings & US 6347265 B1 & US 2004/0122569 A1 & WO 2003/069064 A1 & CA 2474757 A & AU 2002258076 A & CA 2489980 A</i>	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 11 August, 2014 (11.08.14)	Date of mailing of the international search report 26 August, 2014 (26.08.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064345

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-006807 A (Hitachi, Ltd.), 11 January 2000 (11.01.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2011-245917 A (Hitachi, Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2004-090848 A (Nippon Sharyo, Ltd.), 25 March 2004 (25.03.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B61K13/00(2006.01)i, G01M17/007(2006.01)i, G01M17/08(2006.01)i, G08B21/00(2006.01)i, G08B31/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B61K13/00, G01M17/007, G01M17/08, G08B21/00, G08B31/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2010/064453 A1（西日本旅客鉄道株式会社）2010.06.10, [0005], [0021], [0037] & EP 2374686 A1	1-2, 4-7
Y	JP 2004-255979 A（株式会社デンソー）2004.09.16, [0005]-[0007] & US 2004/0199317 A1	1-2, 4-7
A	US 2002/0077733 A1（Andre C. BIDAUD）2002.01.20, 全文全図 & US 6347265 B1 & US 2004/0122569 A1 & WO 2003/069064 A1 & CA 2474757 A & AU 2002258076 A & CA 2489980 A	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 11.08.2014	国際調査報告の発送日 26.08.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 黒田 暁子 電話番号 03-3581-1101 内線 3341	3D 4853

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-006807 A (株式会社日立製作所) 2000.01.11, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2011-245917 A (株式会社日立製作所) 2011.12.08, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2004-090848 A (日本車輛製造株式会社) 2004.03.25, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7