

(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
2012 年 12 月 6 日(06.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/165046 A1

- (51) 国際特許分類:
B60L 9/18 (2006.01) *B60L 5/24* (2006.01)
B60L 5/19 (2006.01) *G08G 1/16* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059409
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 5 日(05.04.2012)
- (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 2011-124624 2011 年 6 月 2 日(02.06.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1128563 東京都文京区後楽二丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 齋藤 真二郎(SAITO Shinjiro) [JP/JP]; 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内 Ibaraki (JP). 中島 吉男(NAKAJIMA Kichio) [JP/JP]; 〒3000013 茨城県土浦市

神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: 春日 譲(KASUGA Yuzuru); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目 4 番 1 号トリイ日本橋ビル 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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC DRIVE DUMP TRUCK

(54) 発明の名称: 電気駆動ダンプトラック

【図 11】

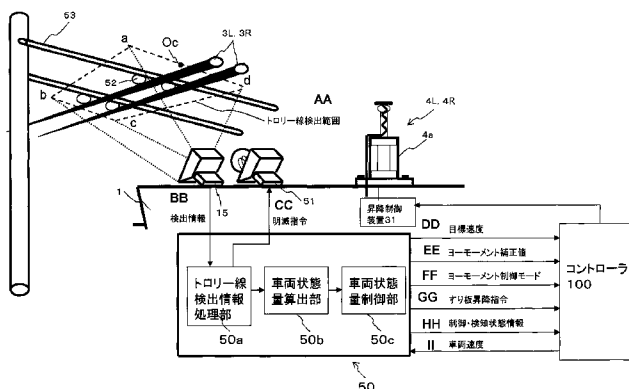


FIG. 11:
31 Raising and lowering control device
50a Trolley line detection information processing unit
50b Vehicle state quantitative calculation unit
50c Vehicle state quantitative control unit
100 Controller
AA Trolley line detection range
BB Detection information
CC Instruction to lower lighting
DD Target speed
EE Yaw moment correction value
FF Yaw moment control mode
GG Instruction to raise slider
HH Control and detection state information
II Vehicle speed

(57) Abstract: In the present invention, a vehicle control device (50), a controller (100), an inverter control device (30), and a steering control device (32) constitute a control device (200) that executes control on the basis of image information acquired by a camera (15) to apply a yaw moment to a vehicle (1) so that the vehicle (1) travels along trolley lines (3L and 3R). Moreover, this control device (200) converts the images acquired by the camera (15) into coordinate information, calculates at least one representative point for the vehicle (1) and at least one target point located on the trolley lines (3L and 3R) on the basis of this coordinate information and executes control to apply a yaw moment to the vehicle (1) so that the representative point will move closer to the target point. With this configuration, an electric drive dump truck is provided that can reduce the operational burden on the driver during trolley travel.

(57) 要約: 本発明では、車両制御装置 50 と、コントローラ 100 と、インバータ制御装置 30 と、操舵制御装置 32 は、カメラ 15 により取得した画像情報に基づいて、車両本体 1 がトロリー線 3L、3R に追従して走行するよう車両本体 1 にヨーモーメントを与える制御を行う制御装置 200 を構成する。また、この制御装置 200 は、カメラ 15 により取得した画像を座標情報に変換し、その座標情報に基づいて車両本体 1 の少なくとも 1 つの代表点とトロリー線 3L、3R 上に位置する少なくとも 1 つの目標点を算出し、代表点が目標点に近づくように車両本体 1 にヨーモーメントを与える制御を行う。

う。これにより、トロリー走行中のドライバの操作負担を軽減することのできる電気駆動ダンプトラックを提供する。



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称 : 電気駆動ダンプトラック

技術分野

[0001] 本発明は電気駆動ダンプトラックに関わり、特に、トロリー線から電力を受けて走行する電気駆動ダンプトラックに関する。

背景技術

[0002] 鉱山を走行するダンプトラックには、エンジンが発電機を駆動し、その発電機が発電する電力を後輪のモータに供給し、後輪を駆動するシリーズハイブリッド型のものが知られている。また、この電氣的な構成を利用して、所定の上り坂区間にて、エンジン－発電機による電力供給ではなく、一般的には電車に見られるトロリー線を設置し、車両本体に設けた昇降可能な集電装置のすり板を上げてトロリー線に接触させ、電力を得て走行する（以下トロリー走行という）トロリー方式の走行技術が実現されている。このトロリー方式の走行技術は例えば特許文献1に記載されている。この場合、エンジンによって発電した電力よりもトロリー線から供給される電力の方が大きいため、トロリー走行が可能な上り坂区間での走行速度低下を回避することができる。

[0003] また、走行路を検出し、検出した結果に基づいて、車両が逸脱しないように車両を制御する従来技術として、特許文献2に記載されるものがある。これは自動車の走行技術に係わるものであり、カメラ等によって路面を撮像し、走行路に相当する白線やボツツドツツといったレーンマーカを画像処理によって抽出する。制御手法としては、抽出されたレーンマーカの間を走行するように、ステアリングや制駆動力を調整する。制御量としては、レーンマーカから所定の距離だけ内側（走行路と判定する領域）に所定の区間だけオフセットした仮想のレーンマーカを設置し、これから走行路外側に逸脱すればするほど、制御量を増大させる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許4, 483, 148号明細書

特許文献2：特開平11-96497号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載のようなトロリー方式の走行技術においては、ドライバが車両（ダンプトラック）がトロリー走行区間に入っているかを判断する。車両がトロリー走行区間に入り、すり板とトロリー線の位置関係をドライバが目視してすり板がトロリー線に接触できると判断されるときに、ドライバがトロリー走行開始ボタン等进行操作し、トロリー走行が開始される。トロリー走行中は車両とトロリー線の変位を目視し、すり板の中心位置がトロリー線から横方向に大きく外れないようドライバがハンドル操作を行う。また、トロリー走行が終了するタイミングもドライバが判断してボタン等により操作される。

[0006] しかし、このようなドライバの目視による操作は、トロリー走行中にドライバに大きな負担をかけることになる。

[0007] 特許文献2に記載の走行制御技術によれば、車両（自動車）が走行路から逸脱しないように車両を制御することができる。しかし、ダンプトラックが走行する鉱山の路面には、特許文献2に記載されているような一般道路にあるレーンマーカは存在しない。また、路面の状況は刻々と変化するものであり、従来の技術で画像処理やレーダといったセンサで走行可能な路面上の領域を検出することは困難である。

[0008] 本発明の目的は、トロリー走行中のドライバの操作負担を軽減することのできる電気駆動ダンプトラックを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、車両本体に設けられた昇降可能な集電装置のすり板を上げ、このすり板を道路に沿って設けられ

たトロリー線に接触させ、前記トロリー線から電力を受けて走行する電気駆動ダンプトラックにおいて、前記車両本体に設けられ、走行中に前記トロリー線の下方から前記トロリー線を検出するトロリー線検出装置と、前記トロリー線検出装置により検出した情報に基づいて、前記車両本体が前記トロリー線に追従して走行するよう前記車両本体にヨーモーメントを与える制御を行う制御装置とを備えるものとする。

[0010] このように構成した本発明においては、トロリー線の下方からトロリー線をトロリー線検出装置で検出するため、従来のように地表面を撮像しレーンマーカ等を検知する場合と比べ、検知誤差に繋がる因子が少ないため、検知精度が向上する。これによりトロリー線に追従して走行するよう車両本体にヨーモーメントを与える制御を行うときの制御精度が向上するため、走行中にすり板の中心位置がトロリー線から横方向に大きく外れにくくなり、トロリー走行中のドライバの操作負担を軽減することができる。

[0011] また請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、前記制御装置は、前記カメラにより取得した画像を座標情報に変換し、その座標情報に基づいて前記車両本体の少なくとも 1 つの代表点と前記トロリー線上に位置する少なくとも 1 つの目標点を算出し、前記代表点が前記目標点に近づくよう前記車両本体にヨーモーメントを与える制御を行う。

[0012] これにより車両本体はトロリー線に追従して走行するようになる。

[0013] また請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、前記制御装置は、前記座標情報に基づいて前記トロリー線に対する前記車両本体の傾きを算出し、前記傾きが小さくなるよう前記車両本体にヨーモーメントを与える制御を行う。

[0014] これにより車両本体はトロリー線に追従して走行するようになる。

[0015] また請求項 4 記載の発明は、請求項 2 記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、前記制御装置は、前記代表点と前記目標点の偏差を算出し、この偏差の絶対値が第 1 のしきい値よりも大きいとき、前記代表点が前記目標点に近づくよう前記車両本体にヨーモーメントを与える制御を行う。

- [0016] これによりヨーモーメント制御を行う機器の動作頻度が低減し、制御の安定性と快適な乗り心地を確保することができる。
- [0017] また請求項 5 記載の発明は、請求項 4 記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、前記制御装置は、前記偏差の絶対値が前記第 1 のしきい値よりも大きいとき、前記偏差の絶対値が大きくなるにしたがって前記車両本体に与えるヨーモーメントを大きくする。
- [0018] これにより走行中にトロリー線からすり板が横方向に大きく外れようとする場合は、車両本体はすり板の中心に速やかに戻るようになり、ダンプトラックがトロリー線の走行路から外れるのを確実に防止することができる。
- [0019] また請求項 6 記載の発明は、請求項 2 記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、前記制御装置は、前記偏差の絶対値が第 2 のしきい値よりも大きいとき、前記車両本体が道路外への逸脱傾向にあることを警告する。
- [0020] これによりドライバに修正操舵を行うよう促すことができる。
- [0021] また請求項 7 記載の発明は、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、走行用の左右の電動モータを更に備え、前記制御装置は、前記左右の電動モータを制御することで前記車両本体にヨーモーメントを与える制御と走行速度の制御の両方を行う。
- [0022] これにより電動モータ制御でヨーモーメントの生成と減速を両立することができ、効率的な制御を行うことができる。
- [0023] また請求項 8 記載の発明は、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、走行用の左右の電動モータと、操舵装置とを更に備え、前記制御装置は、車両制御装置と、コントローラと、インバータ制御装置と、操舵制御装置とを備え、前記車両制御装置は、前記カメラにより取得した画像情報に基づいて、前記車両本体が前記トロリー線に追従して走行するよう前記車両本体にヨーモーメントを与えるためのヨーモーメント補正值を演算し、前記コントローラは、前記ヨーモーメント補正值に基づいて、前記インバータ制御装置及び前記操舵制御装置により前記左右の電動モータと前記操舵装置の少なくとも一方を制御する。

[0024] このように車両制御装置とコントローラを別体としてヨーモーメント制御を行うことにより、コントローラが既存のコントローラであっても、車両制御装置を付加するだけで本発明のヨーモーメント制御が行える、或いは、車両制御装置の機能を変更するだけでヨーモーメント制御のパラメータを調整することができるなど、制御系に柔軟性を持たせることができる。

[0025] また請求項 9 記載の発明は、請求項 1～8 のいずれか 1 項記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、前記トロリー線検出装置は、前記車両本体に設けられ、走行中に前記トロリー線を連続的に撮像するカメラと、前記車両本体に設けられ、前記トロリー線を照らす照明装置とを有する。

[0026] このようにトロリー線検出装置としてカメラを用いた場合でも、照明装置でトロリー線を照らすことで、空に対するトロリー線のコントラストが維持され、昼間の天候状態が良好なときだけでなく、夕方、夜間、雨天など、トロリー線と空との高いコントラストが得にくい場合でも、トロリー線に追従して走行させるヨーモーメント制御を精度良く行うことができる。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、トロリー線の下方からトロリー線をトロリー線検出装置で検出するため、従来のように地表面を撮像しレーンマーカ等を検知する場合と比べ、検知誤差に繋がる因子が少ないため、検知精度が向上する。これによりトロリー線に追従して走行するよう車両本体にヨーモーメントを与える制御を行うときの制御精度が向上するため、走行中にすり板の中心位置がトロリー線から横方向に大きく外れにくくなり、トロリー走行中のドライバの操作負担を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の一実施の形態による電気駆動ダンプトラックの側部外観を示す側面図である。

[図2]ダンプトラックの後部外観を示す背面図である。

[図3]本実施の形態における電気駆動ダンプトラックの駆動システムを示す図である。

[図4]トロリー線から電力を受ける集電装置の構成を示す図である。

[図5]操舵制御装置と操舵装置とから構成される操舵システムを示す図である。

[図6]操舵制御装置が転舵トルク指令値を算出するにいたる機能を示すブロック図である。

[図7]コントローラの車体速制御部の機能の説明を示すブロック図である。

[図8]コントローラのヨーモーメント制御部の機能の詳細を示すブロック図である。

[図9]モータ駆動力100%で走行しているときの総駆動力に対する、ヨーモーメント補正値を駆動力差によって実現する場合の影響を示す図である。

[図10]モータトルク指令値の算出方法の一例を示す図である。

[図11]車両制御装置の構成及び車両制御装置とコントローラとの入出力関係を示す図である。

[図12]車両とカメラの撮像範囲（トロリー線検出装置の検出範囲）の位置関係を車両の側面からみた場合の図である。

[図13]車両とカメラの撮像範囲（トロリー線検出装置の検出範囲）の位置関係を上空（車両の上方）から見た場合の図である。

[図14]カメラで撮像された画面を示す図である。

[図15]撮像した画面の処理（エッジ抽出）を示す図である。

[図16]撮像した画面の処理（中心線の抽出）を示す図である。

[図17]トロリー線に対して車両が左にずれた場合のカメラの画面を示す図である。

[図18]トロリー線に対して車両が斜めに走行している場合のカメラの画面を示す図である。

[図19]車両状態量制御部の機能の詳細を示すブロック図であって、目標位置に対する現位置の偏差をヨーモーメント補正値にする計算の流れを示す図である。

[図20]車両制御装置の他の実施例で用いるトロリー線検出領域と座標系を示

す図である。

[図21]車両制御装置の他の実施例におけるカメラで上方を撮像してから制御出力されるまでの処理の流れを示すフローチャートである。

[図22]第1のしきい値を設定した場合のトロリー線検出領域と座標系を示す、図20と同様な図である。

[図23A]目標点の位置に応じたヨーモーメント補正值の算出方法の一例を示す図である。

[図23B]目標点の位置に応じたヨーモーメント補正值の算出方法の一例を示す、図19と同様なブロック図である。

[図24]第1及び第2のしきい値を設定した場合のトロリー線検出領域と座標系を示す、図20及び図22と同様な図である。

[図25]図21に示したフローチャートのうち、トロリー線への追従制御ステップの他の例を示すフローチャートである。

[図26]目標点の位置に応じて目標車速を減少側に補正するための目標車速補正值の算出方法の一例を示す図である。

[図27]目標点の位置に応じて目標車速を増加側に補正するための目標車速補正值の算出方法の一例を示す図である。

[図28]目標車速の補正值によるモータトルクの生成方法を示す、図10と同様な図である。

[図29]判別のハンチングを防ぐためのカウンタ処理に代わるヒステリシス処理を示す図である。

[図30]カメラで撮像する方向をさらに前方に向けた場合の、図12と同様な図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

(車両ダンPTRラックの構成に関して)

図1は、本発明の一実施の形態による電気駆動ダンPTRラックの側部外観を示す側面図である。

[0030] 図1において、ダンプトラックは、車両本体1、土砂等を積載するためのベッセル2、左右2本のトロリー線3L、3R（片方が高電圧、もう片方がアースに接続）から電力を受けるための昇降可能なすり板4La、4Raを備えた左右の集電装置4L、4R、受けた電力により駆動する左右の後輪（タイヤ）5L、5Rで構成されている。集電装置4L、4Rは車両本体1の前部に設けられている。また、ダンプトラックは、車両本体1の前部に設けられ、走行中に前方のトロリー線3L、3Rを連続的に検出するトロリー線検出装置15を備えている。トロリー線検出装置15は、本発明によって新たに取り付けられたものである。トロリー線検出装置15は、図示の例では車両本体1の前部に配置されているが、車両本体1の屋根等に設置しても構わない。

[0031] 図2はダンプトラックの後部外観を示す背面図である。後輪5L、5Rはベッセル2に積載される土砂等の荷重に耐えるため、ダブルタイヤの構造になっている。このダブルタイヤを、左右の電動モータ（例えば誘導モータ）6L、6Rにより制駆動する。

[0032] 図3に本実施の形態における電気駆動ダンプトラックの駆動システムを示す。

[0033] 図3において、電気駆動ダンプトラックの駆動システムは、アクセルペダル11、リタードペダル12、シフトレバー13、前後加速度と横加速度とヨーレイトをセンシングするコンバインセンサ14、エンジン21、交流発電機22、その他のエンジン負荷28、整流回路23、検出抵抗24、コンデンサ25、チョッパ回路26、グリッド抵抗27、上記集電装置4L、4R、上記後輪5L、5R及び電動モータ6L、6R、電動モータ6L、6Rの出力軸6La、6Raに接続された減速機7R、7L、電磁ピックアップセンサ16R、16Lと、制御装置200とを備えている。

[0034] 制御装置200は、トルク指令の入力で電動モータ6L、6Rを制御するインバータ制御装置30、ドライバのボタン操作や外部からの入力で集電装置4L、4Rのすり板4La、4Raの昇降を行う昇降制御装置31、ドラ

イバの操舵操作を電気信号に変換し前輪の操舵を制御する操舵制御装置 3 2、本発明の特徴部である車両制御装置 5 0 と、コントローラ 1 0 0 とを有している。

[0035] インバータ制御装置 3 0 は、左右の電動モータ 6 L, 6 R のそれぞれに対する公知のトルク指令演算部 3 0 a、モータ制御演算部 3 0 b、インバータ（スイッチング素子） 3 0 c を有している。集電装置 4 L, 4 R は、昇降制御装置 3 1 の昇降指令信号ですり板 4 L a, 4 R a を昇降させる昇降装置を備えている。集電装置 4 L, 4 R、昇降制御装置 3 1、操舵制御装置 3 2 を含む操舵システム、車両制御装置 5 0 の詳細は後述する。

[0036] （走行を含む基本動作）

アクセルペダル 1 1 の踏み込み量 P とリタードペダル 1 2 の踏み込み量 Q はコントローラ 1 0 0 の入力となり、それぞれ駆動力やリタード力（ブレーキ力）の大きさを制御する信号となる。例えばドライバがアクセルペダル 1 1 を踏み込んでダンプトラックを前進又は後進させるときは、コントローラ 1 0 0 からエンジン 2 1 に対して目標回転数 N_r の指令を出力する。これはアクセル開度に対する目標エンジン回転数 N_r のテーブルが予め設定されており、これに基づいて出力される。エンジン 2 1 は電子ガバナ 2 1 a を装着したディーゼルエンジンであり、電子ガバナ 2 1 a は目標回転数 N_r の指令を受け取ると、エンジン 2 1 が目標回転数 N_r で回転するように燃料噴射量を制御する。

[0037] エンジン 2 1 には交流発電機 2 2 が接続されており、交流発電を行う。交流発電により発生した電力は整流回路 2 3 によって整流され、コンデンサ 2 5 に蓄電され、直流電圧値は V となる。交流発電機 2 2 は直流電圧 V を検出抵抗 2 4 で分圧された電圧値をフィードバックして当該電圧値が所定の一定電圧 V_0 となるようにコントローラ 1 0 0 によって制御される。

[0038] 交流発電機 2 3 により発生した電力はインバータ制御装置 3 0 を介して左右の電動モータ 6 L, 6 R に供給される。コントローラ 1 0 0 は、整流回路 2 3 によって整流された直流電圧 V が所定の一定電圧 V_0 となるように交流

発電機 2 2 を制御することで、電動モータ 6 L, 6 R に必要な電力が供給されるよう制御している。一方、集電装置 4 L, 4 R のすり板 4 L a, 4 R a がトロリー線 3 L, 3 R に接触した場合、直流電圧 V 0 が直接トロリー線 3 L, 3 R からインバータ制御装置 3 0 に供給される。

[0039] コントローラ 1 0 0 は、アクセルペダル 1 1 及びリタードペダル 1 2 の操作量に応じたトルク指令値 T_MR_a , T_ML_a を演算し、このトルク指令値 T_MR_a , T_ML_a と、車体速制御のトルク補正值 T_MR_V , T_ML_V 及びヨーモーメント制御のモータトルク補正值 T_ML_Y , T_MR_Y に基づいて左右の電動モータ 6 L, 6 R のトルク指令値 T_MR , T_ML を生成し、出力する（後述）。この左右の電動モータ 6 L, 6 R のトルク指令値 T_MR , T_ML と電磁ピックアップ 1 6 R, 1 6 L により検出される各電動モータ 6 L, 6 R の回転速度 ωR , ωL とはインバータ制御装置 3 0 に入力され、インバータ制御装置 3 0 は、トルク指令演算部 3 0 a, モータ制御演算部 3 0 b、インバータ（スイッチング素子） 3 0 c を介して各電動モータ 6 L, 6 R を駆動する。

[0040] 各電動モータ 6 L, 6 R にはそれぞれ減速機 7 R, 7 L を介して左右の後輪（タイヤ） 5 R, 5 L が接続されている。電磁ピックアップ 1 6 R, 1 6 L は通常は減速機 7 R, 7 L 内のギアの 1 枚の歯の周速を検出するセンサである。また、例えば、右側駆動系を例にとると、電動モータ 6 R 内部の駆動軸や減速機 7 R とタイヤ 5 R を接続する駆動軸に検出用の歯車をつけ、その位置に設置しても構わない。

[0041] 走行中にアクセルペダル 1 1 を戻し、リタードペダル 1 2 を踏み込んだときは、交流発電機 2 2 が発電しないようコントローラ 1 0 0 は制御する。また、コントローラ 1 0 0 からのトルク指令 T_MR_a , T_ML_a は負となり、インバータ制御装置 3 0 は各電動モータ 6 L, 6 R を駆動して走行するダンプトラックにブレーキ力を与える。この時、各電動モータ 6 L, 6 R は発電機として作用し、インバータ制御装置 3 0 に内蔵された整流機能によってコンデンサ 2 5 を充電するように働く。直流電圧値 V は予め設定され

た直流電圧値 V_1 以下になるようにチョッパ回路 26 が作動し、電流をグリッド抵抗 27 に流して電気エネルギーを熱エネルギーに変換する。

[0042] (集電装置のすり板の昇降)

次に、集電装置 4 L, 4 R のすり板 4 L a, 4 R a の昇降装置について説明する。図 4 にトロリー線 3 L, 3 R から電力を受ける集電装置 4 L, 4 R の構成を示す。集電装置 4 L, 4 R は同じ構成を有しており、その構成を集電装置 4 L で代表して説明する。集電装置 4 L は、昇降装置として車両本体 1 に筐体を固定した油圧ピストン装置 4 a を備え、油圧ピストン装置 4 a の油圧ピストン 4 b のロッド 4 c の先端にすり板 4 L a が取り付けられている。このすり板 4 L a は、油圧配管 4 d を介して油圧ポンプを含む油圧機器 4 e から送られた油で油圧ピストン 4 b を上下させることで、トロリー線 3 L との接触、乖離を制御される。油圧ピストン 4 b のロッド 4 c とすり板 4 L a は絶縁体 4 f によって絶縁されている。トロリー線 3 L の電力はすり板 4 L a、電線 4 g を介して、図 3 に示したモータ駆動のためのインバータ制御装置 30 の電源系統へ接続されている。昇降制御装置 31 は、ドライバの昇降スイッチ操作や本発明の車両制御装置 50 などの外部からのスイッチ（フラグ）操作や制御の指令信号に基づいて、油圧機器 4 e に昇降指令信号 4 h を送る仕組みとなっている。当然、油圧ピストン装置 4 a によりすり板 4 L a の昇降装置を構成する他に、一般的には電車で見られるような平行リンク、ばね、モータ等を利用したパンタグラフと呼ばれるシステムで昇降装置を構成してもよい。

[0043] (操舵システム)

次に図 5 を用いて操舵システムについて説明する。

[0044] 操舵システムは、前述した操舵制御装置 32 と操舵装置 40 とから構成されている。操舵装置 40 は、ハンドル 41、操舵角センサ付反力モータ 42、転舵角センサ付転舵モータ 43、ラック&ピニオンギア 44 を有している。

[0045] ドライバはハンドル 41 を操作したとき、ハンドル 41 の操作量を操舵角

センサ付反力モータ 4 2 の操舵角センサが検知し、これを操舵制御装置 3 2 に送信する。操舵制御装置 3 2 は現在の転舵角がドライバの操舵角に対応する転舵角になるように転舵角センサ付転舵モータ 4 3 にトルク信号を送り、転舵角センサ付転舵モータ 4 3 が生成する転舵トルクによって、ラック&ピニオンギア 4 4 を介し前輪 4 5 L, 4 5 R を転舵する。また、この時のトルクの大きさに応じて、操舵角センサ付反力モータ 4 2 に反力トルクを送信し、ハンドル 4 1 に反力を伝える。またこのとき、操舵制御装置 3 2 はコントローラ 1 0 0 へ操舵角を送信する。一方、操舵制御装置 3 2 は、コントローラ 1 0 0 から転舵トルク補正值を受信し、これに応じて転舵角センサ付転舵モータ 4 3 を動作させる機能も持つ。同様に操舵制御装置 3 2 が操舵角センサ付反力モータ 4 2 に、反力を送信するかどうかは、そのときのモード（後述）やコントローラ 1 0 0 からの指令によって任意に変更できる。例えば、操舵制御装置 3 2 がコントローラ 1 0 0 から転舵トルク補正值を受信し、この補正值に応じて転舵角センサ付転舵モータ 4 3 を動作させる一方で、操舵角センサ付反力モータ 4 2 に反力指令値を送らなければ、車両（ダンプトラック）は操舵角に応じて旋回をするが、ドライバはそのときの操舵感覚がない状態になる。逆に、ドライバが操舵をしても、転舵角センサ付転舵モータ 4 3 に指令を送らなければ、ハンドル 4 1 を切っても曲がらないという現象となる。例えば、コントローラ 1 0 0 が何らかの判断で、ハンドル 4 1 を操作してはならない場合には、この手段は有効となる。さらにはこのときハンドル 4 1 の操作をしてはならないということをドライバに報知する手段としては、操舵制御装置 3 2 がドライバ 4 1 が操舵をしている方向と逆方向にトルクを生成させることで、ドライバは一般的にはハンドル 4 1 が重いと感じ、これによってドライバはその方向へハンドル操作をしてはならないと判断することができるようになるものもある。

[0046] 本実施の形態では、ハンドル 4 1 が前輪 4 5 L, 4 5 R と直結していないステアバイワイヤ方式に関して説明したが、これに限らず、操舵角センサ付反力モータ 4 2 と転舵角センサ付転舵モータ 4 3 を一体化して直結させた電

気式のパワーステアリング方式でも構わない。また、転舵角センサ付転舵モータ 43 は油圧サーボ式のものでも構わない。さらにコントローラ 100 から送られる補正值はトルクではなく補正角度でも良い。この場合、操舵制御装置 32 は、転舵角センサで検知した角度と補正角度との偏差をなくすようトルクのフィードバック制御を行うものでもよい。

[0047] 図 6 は、操舵制御装置 32 が転舵トルク指令値を算出するにいたる機能を示すブロック図である。操舵制御装置 32 は、変換部 32a において操舵角センサ付反力モータ 42 から受信したドライバの操舵角にゲインをかけてドライバの転舵角に変換し、演算部 32b においてそのドライバの転舵角から現在の転舵角を減算し、変換部 32c においてその減算結果にゲインをかけてドライバ要求転舵トルクに変換する。次いで、演算部 32d においてそのドライバ要求転舵トルクにコントローラ 100 から受け取った転舵トルク補正值を加算して転舵トルク指令値を求め、この転舵トルク指令値を転舵角センサ付転舵モータ 43 に出力する。

[0048] (車体速制御)

図 3 に戻り、コントローラ 100 は、車体速制御モードが選択された場合に、車体速制御モードで設定される目標車体速に対する現在の車体速のフィードバック制御を行い、車体速制御モードにて車体速を制御することを可能とする車体速制御部 101 を備えている。図 7 は車体速制御部 101 の機能の説明を示すブロック図である。図 7 に示すように、車体速制御部 101 は、車体速制御モードが On (1) (スイッチ部 101c が On) のとき、目標車体速と現在の車体速を入力して演算部 101a において減算し、変換部 101b においてその減算値にゲインをかけてトルクに変換することで現車速を目標車体速にするためのトルク補正值 T_MR_V , T_ML_V を求めて出力する。車体速制御部 101 は、電磁ピックアップ 16R, 16L により検出される各電動モータ 6L, 6R の回転速度 ωR , ωL を入力し、この回転速度から車体速を演算する。車体速制御モードに入るか否かの指令は、例えば車両制御装置 50 にスイッチを設け、ドライバからのスイッチ操作

でも良いし、外部からの入力によってなされるものでも良い。車体速制御モードの解除は、ドライバがリタードペダルを踏むことで行ってもよいし、外部からの入力によって行ってもよい。車体速制御モードを解除した場合、車体速制御モードの指令をOff (0) (スイッチ部101cをOff) とし、ゼロ出力部101dから車体制御トルク指令値0を出力する。またコントローラ100は、トルク補正值 T_{MR_V} , T_{ML_V} に応じたエンジン回転数指令値のテーブルがあらかじめ設定されており、このテーブルに基づいてエンジン回転数指令値をエンジン21に対して出力する。

[0049] (ヨーモーメント制御)

さらに、コントローラ100は、図3に示すように、車体の旋回方向を制御するためのヨーモーメント制御部102を備えている。図8はヨーモーメント制御部102の機能の詳細を示すブロック図である。図8に示すように、ヨーモーメント制御部102に対する入力信号として、例えば横滑り防止制御といった他のヨーモーメント制御によって生成されるヨーモーメント制御値、本発明によって生成されるヨーモーメント補正值、車体速、前後加速度、横加速度、ヨーレイト、操舵角、ヨーモーメント制御モードの指令がある。出力信号は転舵トルク補正值とモータへのトルク補正值 T_{MR_Y} , T_{ML_Y} である。ヨーモーメント制御値とヨーモーメント補正值は演算部102aにおいて加算され、ヨーモーメント指令値となる。このヨーモーメント指令値は操舵トルク制御部102b、モータトルク制御部102c、最適配分制御部102dに入力される。操舵トルク制御部102b及びモータトルク制御部102cは、それぞれ入力されたヨーモーメント指令値に基づいて転舵トルク補正值とモータトルク補正值を算出する。また、最適配分制御部102dは入力されたヨーモーメント指令値、車体速、ヨーレイト、操舵角、前後加速度、横加速度に基づいてヨーモーメントの配分比を計算し、その配分比に応じた転舵トルク補正值とモータトルク補正值を算出する。ヨーモーメント制御モードの指令はスイッチ部102eに入力され、スイッチ部102eは、ヨーモーメント制御モードが1のときには操舵トルク制御

部 1 0 2 b で演算した転舵トルク補正值を出力し、2 のときにはモータトルク制御部 1 0 2 c で演算したモータトルク補正值を出力し、3 のときには最適配分制御部 1 0 2 d で演算した操舵トルク補正值と左右モータへのトルク補正值を出力する。

[0050] (ヨーモーメント制御モードの設定)

ところで、ダンプが走行する鉱山では土砂等を運ぶ時間の短縮の要求が高い。かかる時間が短ければそれだけ一台当りの土砂を運ぶインターバルが短くなり、回数をこなせるからである。時間短縮に直接影響するのは車両速度であり、従って、車両速度が低くなるような制御を行うことは避けることが望ましい。

[0051] 図 9 は、モータ駆動力 1 0 0 % で走行しているときの総駆動力に対する、ヨーモーメント補正值を駆動力差によって実現する場合の影響を示す図である。例えば図 9 の a 側に示すように、車両が今駆動力を 1 0 0 % の状態で、ある速度を保って走行しているものとする。この場合、車両の駆動力の合計は、走行抵抗（空気抵抗、摩擦抵抗、傾斜等）と釣り合っている。1 0 0 % というのは、本実施の形態の構成で言えば後輪のモータの出力限界であり、その速度で出力できるモータの駆動力の最大値を意味する。ここで、車両に制駆動力を与えてヨーモーメントを生成することを考える。この場合ヨーモーメントを生成するには、先に上げたように、モータが出力限界であるため、図 9 の b 側に示すように、左右のどちらか片方のモータ駆動力を下げることでしかヨーモーメント生成を達成できない。この下げた分だけ車両にヨーモーメントが生成される一方で、駆動力が低下するため車速が低下する。これは先に述べたように、時間短縮の要求に反することになる。従って、このときヨーモーメントを生成すべきアクチュエータとしては、動作しても比較的速度低下が小さい操作が望ましく、図 8 に示すようにヨーモーメント制御モードを 1 にすることが適切である。一方、車両の駆動力が 1 0 0 % よりも小さい場合は、その程度やその他の車両状態量に応じて、モータトルク制御（ヨーモーメント制御モード 2）或いは最適配分制御（ヨーモーメント制御

モード３）に切り換える。

[0052] （各部で生成したモータトルクの合成）

コントローラ１００におけるモータトルク指令の算出方法に関して図１０を用いて説明する。図１０はモータトルク指令値の算出方法の一例を示す図である。まず、前述のとおりドライバのアクセルペダル・リタードペダル操作に応じたトルク指令値 T_ML_a 、 T_MR_a と車体速制御によって生成されたトルク指令値 T_ML_V 、 T_MR_V の一方を処理部１００aで選択する。例えば、ドライバのトルク指令が有る場合はドライバのトルク指令、それ以外は車体速制御のトルク指令を処理部１００aで選択する。その後、処理部１００aで選択したトルク指令値に、ヨーモーメント制御部１０２によって生成されたヨーモーメント指令値に応じたモータトルク補正值 T_ML_Y 、 T_MR_Y を演算部１００bにおいて加算し、モータトルク指令値 T_ML 、 T_MR を算出する。なお、このモータトルクの合成方法は一例であり、公知の手法など、本実施の形態に示した手法以外の様々な手法を用いることができる。

[0053] （特徴部の全体構成）

次に、本実施の形態の電気駆動ダンプトラックの特徴部の全体構成を図１１を用いて説明する。

[0054] 前述したように、本実施の形態の電気駆動ダンプトラックの駆動システムは、トロリー線３Ｌ、３Ｒを検出するトロリー線検出装置１５と、車両制御装置５０を有している。

[0055] トロリー線検出装置１５としては、代表的にはレーザレーダ、ミリ波レーダ、カメラ等のセンサが考えられる。車体の進行方向（車軸方向）をＸ軸、車体の横方向（車軸に対し鉛直方向）をＹ軸としたＸＹ平面において、本発明では、いずれのセンサでも車体とトロリー線の相対位置関係を検出する手段となる。レーザレーダの場合、好適には車体Ｘ軸方向に沿って探査する方が、トロリー線をより正確に検出することができる。またミリ波レーダの場合は、他のセンサより霧や雨といった天候の影響が小さくて済む。これらの

レーダセンサはXY方向だけでなく、車体とトロリー線の高さであるZ軸方向も検出することができる。従って、高さ方向の検出が必要な他のシステムと本発明のシステムを併用する場合では、レーダセンサが好適な場合がある。

カメラの場合、トロリー線の下からトロリー線を撮像するため、昼間で天候の良いときはトロリー線と空との高いコントラストが得られ、トロリー線を正確に検出することができる。また、車両本体1にトロリー線3L, 3Rを照らす照明装置51を設けてもよい（請求項9）。この場合は、照明装置51でトロリー線3L, 3Rを照らすことで、空に対するトロリー線3L, 3Rのコントラストが維持され、夕方、夜間、雨天など、トロリー線3L, 3Rと空との高いコントラストが得にくい場合でも、トロリー線を正確に検出することができる。

[0056] また、いずれか2つ以上のセンサを組み合わせるシステムを構築しても良い。

[0057] 図11は、車両制御装置50の構成及び車両制御装置50とコントローラ100との入出力関係を示す図である。車両制御装置50は、図11に示すように、トロリー線検出装置15によって検出された情報を処理して車体とトロリー線の相対位置関係に係わる情報を取得するトロリー線検出情報処理部50a、トロリー線検出情報処理部50aによって得られた情報を元に車両の状態量を算出する車両状態量算出部50b、この結果に基づき車両状態量を制御する車両状態量制御部50cによって構成される。トロリー線3L、3Rは、絶縁体52を介して支柱53によって支えられる。また車両制御装置50は、目標速度補正值、ヨーモーメント補正值、ヨーモーメント制御モード、昇降制御装置昇降指令、制御・検知状態情報などを出力する。

[0058] 本実施の形態では、トロリー線検出装置15としてカメラを用い、画像処理を行ってXY平面での車体との相対位置関係を検出する場合を説明する。すなわち、トロリー線検出装置15はカメラとなり、トロリー線検出情報処理部50aは、カメラ15によって撮像された画像情報を処理する画像情報

処理部となる。

[0059] (カメラ 15 及び画像情報処理部 50a)

カメラ 15 はトロリー線 3L, 3R を撮像する。この二本のトロリー線 3L, 3R をカメラ一台で撮像する場合は、カメラ 15 を左右のトロリー線 3L, 3R の中央に配置することが好ましい。カメラ 15 の構成としては、左右のトロリー線 3L, 3R をそれぞれ一台のカメラで撮像してもよい。カメラ 15 により撮像された画像情報は、車両制御装置 50 の画像情報処理部 50a に送られる。画像情報は、カメラ 15 が撮像した範囲のピクセル配列であり、画像情報処理部 50a はその画像情報を必要な情報に変換する。

[0060] カメラ 15 の撮像方向に強い光源がある場合、画像情報処理部 50a に送られる画像はハレーションと呼ばれる白くぼやける現象が発生し、検知すべき対象を認識できなくなることがある。これに対応する方法として、カメラ 15 を設置する箇所を、車両前方のトロリー線 3L, 3R を撮像するカメラと、車両後方のトロリー線 3L, 3R を撮像するカメラの 2 箇所とし、一方が画像情報処理部 50a によってハレーションを起こしたと判断できる場合、もう一方のカメラにより補正する手法も考えられる。ハレーションの検知方法に関しては公知の手法に依る。また、ハレーションに限らず、画像情報処理部 50a によって埃や泥等で片方のカメラの視界が遮られたと判断できる場合には、同様に他方のカメラで補正することもできる。また、カメラ 15 を筐体で囲み、ガラス越しにトロリー線 3L, 3R を撮像し、画像情報処理部 50a によりガラスが埃や泥等で視界が悪くなったと判断できる場合には、ワイパーやウォッシャー液等によって洗浄してもよい。

[0061] また、薄暮時や暗闇において、画像情報処理部 50a によってトロリー線 3L, 3R を検知するのに十分な光量がないと判断される場合には、画像情報処理部 50a は照明装置 51 へ明滅指令を出し、トロリー線 3L, 3R を照らすことで、空に対するトロリー線 3L, 3R のコントラストを維持してもよい。

[0062] 本実施の形態では、図 11 のように斜め方向を撮像するのではなく、簡単

のために、図 1 2 のようにカメラ 1 5 が車両の真上方向を撮像する場合を考える。このとき、図 1 3 に示すように、車両の前方がカメラ 1 5 の撮像領域（トロリー線検出装置の検出領域） a 、 b 、 c 、 d となる。図 1 4 は、その場合のカメラ 1 5 が取得する画像を示す図である。図 1 4 では、カメラ 1 5 がトロリー線 3 L、3 R を下から見上げるように撮像しているため、図 1 3 に示すトロリー線 3 L、3 R を上から見た画像の撮像領域 a 、 b 、 c 、 d に対して、前後関係（ $a-d$ と $b-c$ の図示上下方向における位置関係）と車両の進行方向が逆に現れる。

[0063] 図 1 4 に示すように、カメラ 1 5 が取得する画像情報は画面に対してトロリー線 3 L、3 R が縦方向に進行方向に平行に現れる。これを図 1 5 に示すようにエッジ部を抽出する処理（エッジ処理）を行う。これにより、左側のトロリー線 3 L はエッジ L L とエッジ L R 部、右側のトロリー線 3 R はエッジ R L とエッジ R R 部に分かれる。次に図 1 6 において、左右のトロリー線 3 L、3 R においてそれぞれのエッジの中心線（左トロリー線 3 L の中心線を L M、右トロリー線 3 R の中心線を R M）を求める。このとき、画面の上部中央の O_c を原点とするピクセル数に関する座標系（Y 軸を $d a$ 方向、X 軸を $a b$ 方向）をとる。 O_c を原点として、L M と $a d$ の交点 P（0, $M_L a d_Ref$ ）、R M の $a d$ との交点 Q（0, $M_R a d_Ref$ ）、L M と $b c$ との交点 R（ m , $M_L b c_Ref$ ）、R M の $b c$ との交点 S（ m , $M_R b c_Ref$ ）をとる。そして、これら P、Q、R、S の各点はトロリー線 3 L、3 R 上に位置する点であり、これらを目標点と定義する。また、 m は縦方向のピクセル数、 n は横方向のピクセル数を示す。

[0064] ここで、2 本のトロリー線 3 L、3 R の中央をトロリー線 3 L、3 R に対して平行して直進しているとき、トロリー線 3 L、3 R がすり板 4 L a、4 R a の中央に位置する場合、左右の設置ずれや車両のゆれによるずれに対してロバストになる。従って車両はそのような状態で走行することが望ましい。

[0065] 図 1 7 に、左に車両がずれた場合を示す。すり板 4 L a、4 R a の中央を

通るX軸に平行な直線（車両本体1の進行方向の直線）と撮像領域のa d及びb cとの交点に車両本体1の代表点を設定すると、代表点は図17の点P'、点Q'、点R'、点S'となる。この代表点は、トロリー線3 L、3 Rに対する車両の位置を制御するために用いる点である。したがって、代表点P'、Q'、R'、S'は制御点であるということもできる。各代表点の座標は、M_L a d_C o n t、M_R a d_C o n t、M_L b c_C o n t、M_R b c_C o n tと定義する。

[0066] 図18に車両がトロリー線3 L、3 Rに対して斜めに走行している場合を示す。この場合も、代表点は点P'、点Q'、点R'、点S'となる。

[0067] 画像情報処理部50 aはこれら座標情報を車両状態量算出部50 bへ送る。

[0068] （車両状態量算出部50 b）

車両状態量算出部50 bは、代表点P'、Q'、R'、S'と目標点P、Q、R、Sとの偏差を算出する。ここで、代表点と目標点との偏差をそれぞれe_L a d、e_R a d、e_L b c、e_R b cとすると、これらは以下のように計算する。

$$e_L a d = M_L a d_R e f - M_L a d_C o n t \quad \cdots (1)$$

$$e_R a d = M_R a d_R e f - M_R a d_C o n t \quad \cdots (2)$$

$$e_L b c = M_L b c_R e f - M_L b c_C o n t \quad \cdots (3)$$

$$e_R b c = M_R b c_R e f - M_R b c_C o n t \quad \cdots (4)$$

これらの偏差は、車両がトロリー線に対して左にずれた場合に正、右にずれた場合に負となる。

[0069] 次に、図18に示すように、車両がトロリー線3 L、3 Rに対して斜めに走行している場合も同様にずれ量を定義する。このとき、左トロリー線3 Lに対する車両の傾き e_{θ_L} 、右トロリー線3 Rに対する車両の傾き e_{θ_R} は次のように算出できる。

$$e_{\theta_L} = (e_L b c - e_L a d) / m \quad \cdots (5)$$

$$e_{\theta_R} = (e_R b c - e_R a d) / m \quad \cdots (6)$$

カメラが本実施の形態のように左右のトロリー線 3 L, 3 Rを検知できている場合、式(1)、式(3)、式(5)に対し、式(2)、式(4)、式(6)は冗長となる。従って好適には、どちらか一方が何らかの理由でずれ量や傾きが算出できない場合は、算出できている方の情報を用いて計算する。

[0070] (車両状態量制御部 50c)

次に車両状態量制御部 50c に関して説明する。車両状態量制御部 50c の目的は、代表点の少なくとも 1 つを対応する目標点に一致させるためのヨーモーメント補正値を算出することである。ここで、式(1)で示されるずれ量や傾きにゲインをかけてそれをヨーモーメント補正値とする処理を図 19 に示す。図 19 は、車両状態量制御部 50c の機能の詳細を示すブロック図である。この例は、目標点を P または Q とし、代表点を P' または Q' とした例である。

[0071] 図 19 に示すように、車両状態量算出部 50b は、演算部 50c₁において車両状態量算出部 50b から入力した目標点 P (Q) の座標値 M_Lad_Ref (M_Rad_Ref) から代表点 P' (Q') の座標値 M_Lad_Cont (M_Rad_Cont) を減算して代表点 P' (Q') と目標点 P (Q) との偏差 e_Lad (e_Rad) を求める。車両状態量制御部 50c は、変換部 50c₂において偏差 e_Lad (e_Rad) にゲインをかけて偏差の値をヨーモーメント量に変換する。また変換部 50c₃において、車両状態量算出部 50b から入力した車両の傾き $e\theta_L$ ($e\theta_R$) にゲインをかけてヨーモーメント量に変換する。これらの 2 つのヨーモーメント量を演算部 50c₄において加算してヨーモーメント補正値を求め、このヨーモーメント補正値をヨーモーメント制御部 102 に出力する。

[0072] また、車両状態量制御部 50c は、図 8 を用いて説明したヨーモーメント制御モードを決定する。そしてコントローラ 100 の前述したヨーモーメント制御部 102 は、この車両状態量制御部 50c で決定されたヨーモーメント補正値とヨーモーメント制御モードに基づいて、モータトルク指令値と転

舵トルク補正值とを演算し、インバータ制御装置 30 と操舵制御装置 32 にそれぞれ出力する。

[0073] これにより車両制御装置 50 と、コントローラ 100 と、インバータ制御装置 30 と、操舵制御装置 32 とで構成される制御装置は、車両本体 1 がトロリー線 3 L, 3 R に追従して走行するよう車両本体 1 にヨーモーメントを与える制御を行うものとなる（請求項 1）。また、そのとき、制御装置は代表点 P'（Q'）が目標点 P（Q）に近づくように車両本体 1 にヨーモーメントを与える制御を行う（請求項 2）。更に、制御装置は傾き θ_{L} が小さくなるように車両本体 1 にヨーモーメントを与える制御を行う（請求項 3）。

[0074] なお、図 19 に示すような単純なゲインの制御に限らず、積分制御や微分制御等を加えても良い。

[0075] （効果）

以上のように構成した本実施の形態によれば、トロリー線 3 L, 3 R の下方からトロリー線 3 L, 3 R を検出するため、従来のように地表面を撮像しレーンマーカ等を検知する場合と比べ、検知誤差に繋がる因子が少ないため、検知精度が向上する。これによりトロリー線 3 L, 3 R に追従して走行するようヨーモーメント制御を行うときの制御精度が向上するため、走行中にすり板 4 L a, 4 R a の中心位置がトロリー線 3 L, 3 R から横方向に大きく外れにくくなり、トロリー走行区間を走行中のドライバの操作負担を軽減することができる。

[0076] また、トロリー線検出装置としてカメラ 15 を用いた場合は、照明装置 51 でトロリー線 3 L, 3 R を照らすことで、空に対するトロリー線 3 L, 3 R のコントラストが維持され、昼間の天候状態が良好なときだけでなく、夕方、夜間、雨天など、トロリー線 3 L, 3 R と空との高いコントラストが得にくい場合でも、トロリー線 3 L, 3 R に追従して走行させるヨーモーメント制御を精度良く行うことができる。

[0077] 更に、制御装置 200 は、車両制御装置 50 とコントローラ 100 を別体

としてヨーモーメント制御を行うことにより、コントローラ 100 が既存のコントローラであっても、車両制御装置 50 を付加するだけで本発明のヨーモーメント制御が行える、或いは、車両制御装置 50 の機能を変更するだけでヨーモーメント制御のパラメータを調整することができるなど、制御系に柔軟性を持たせることができる。

[0078] (車両制御装置 50 の他の実施の形態)

次に、車両制御装置 50 の他の実施の形態を説明する。

[0079] 本実施の形態における先の実施の形態との主たる相違点は、先の実施の形態が、車両本体 1 がトロリー線 3 L, 3 R に追従して走行するよう車両本体 1 にヨーモーメントを与える制御（以下、適宜トロリー線追従制御という）を行うだけであるのに対して、本実施の形態では、更に、集電装置 4 L, 4 R のすり板 4 L a 又は 4 R a の昇降制御を行うとともに、トロリー線追従制御を行うとき、代表点と目標点の偏差に不感帯を設け、偏差が不感帯を超えた場合のみトロリー線追従制御を行うようにした点である。

[0080] (画像情報処理部 50 a)

画像情報処理部 50 a の処理内容は先の実施の形態と同じであり、画像情報処理部 50 a は代表点 P', Q', R', S' の座標情報を車両状態量算出部 50 b へ送る。

[0081] (車両状態量算出部 50 b 及び車両状態量制御部 50 c)

車両状態量算出部 50 b は、トロリー線追従制御を行うためのヨーモーメント補正值、すり板昇降制御を行うための昇降制御装置昇降指令、ヨーモーメント制御モード、目標速度補正值等の制御量或いは指令値を生成するための車両状態量を算出し、車両状態量制御部 50 c はその算出結果に基づいてヨーモーメント補正值、昇降制御装置昇降指令、ヨーモーメント制御モード、目標速度補正值等の制御量或いは指令値を生成し出力する。

[0082] (トロリー線検出領域と座標系)

まず、本実施の形態における車両状態量算出部 50 b で用いるトロリー線検出領域と座標系について説明する。

[0083] 図20は、本実施の形態で用いるトロリー線検出領域と座標系を示す図である。

[0084] 車両状態量算出部50bは、画像情報処理部50aにおいてカメラ15により取得した図16～図18に示すような撮像領域a, b, c, dの画像情報から図20のa1, b1, c1, d1に示すような領域をトロリー線検出領域として切り出して取得する。辺a1, d1は、図16～図18に示す撮像領域a, b, c, dの辺a, dの一部に対応し、辺b1, c1は、撮像領域a, b, c, dの辺b, cの一部に対応する。トロリー線検出領域a1, b1, c1, d1は、トロリー線3L又は3Rを上から見た場合のすり板とトロリー線の位置関係を示しており、すり板4La又は4Raの左右の中心を通り車両の進行方向に伸びる直線が、辺a1, d1の中心と辺b1, c1の中心を通る領域である。前述したように、カメラ15が取得する撮像領域a, b, c, dの画像情報はトロリー線3L, 3Rを下から撮像した画像情報であり、トロリー線3L, 3Rを上から見た場合のトロリー線検出領域a1, b1, c1, d1は撮像領域a, b, c, dとは前後関係（図面では上下方向）が逆に現れる。

[0085] また、車両状態量算出部50bは、すり板4La又は4Raの中心を原点Opとし、進行方向をX軸、進行方向左をY軸とする座標系を設定し、X軸と辺b1-c1の交点Zに代表点を設定し、トロリー線3L又は3Rと辺b1-c1との交点Tと、トロリー線3L又は3Rと辺a1-d1との交点Uに2つの目標点を設定する。ここで、カメラ15と集電装置4L, 4Rのすり板4La又は4Raは共に車両本体に取り付けられ、両者の位置関係は既知であるので、図16～図18に示すOc点を原点とする座標系における点P', P, Rの値を図20のOp点を原点とする座標系の値に座標変換することにより、交点Z, T, Uの座標は容易に求めることができる。

[0086] （トロリー線追従制御）

車両状態量算出部50bは、代表点Zと目標点Tとの偏差を算出する。ここで、すり板4La又は4Raの前方にある目標点TのY座標値Y_{Cbc}

は代表点Zと目標点Tの偏差に等しいため、車両状態量算出部50bは目標点TのY座標値 Y_Cbc を代表点Zと目標点Tとの偏差とする。偏差 Y_Cbc は、車両がトロリー線に対して右にずれた場合に正、左にずれた場合に負となる。

[0087] 車両がトロリー線3L又は3Rに対して斜めに走行している場合は、車両の傾きに対しても同様にずれ量を定義する。このとき、ある時間tにおけるトロリー線3L又は3Rに対する車両の傾き θ_t は、2つの目標点T、Uの座標値を用いて次の式で表される。

$$\theta_t = (Y_Cbc - Y_Cad) / (X_Cbc - X_Cad) \quad \cdot \cdot (7)$$

車両状態量制御部50cは、代表点Zと目標点Tとの偏差 Y_Cbc 或いは車両の傾き θ_t を用いて代表点Zを目標点Tに一致させるためのヨーモーメント補正值を算出する。

[0088] 偏差 Y_Cbc 或いは傾き θ_t を用いてヨーモーメント補正值を算出する処理を図23Bに示す。図23Bは、ヨーモーメント補正值の算出方法の一例を示す、図19と同様なブロック図である。前述したように、すり板4La又は4Raの前方にある目標点TのY座標値 Y_Cbc は代表点Zと目標点Tの偏差に等しく、この偏差 Y_Cbc は図19の演算部50c₁で演算される代表点P'と目標点Pの偏差 e_Lad に相当する。このため図23Bのブロック図では、演算部50c₁は設けられていない。車両状態量制御部50cは、変換部50c₂において偏差 Y_Cbc にゲインをかけて偏差 Y_Cbc をヨーモーメント量に変換する。また変換部50c₃において、傾き θ_t にゲインをかけてヨーモーメント量に変換する。これらの2つのヨーモーメント量を演算部50c₄において加算してヨーモーメント補正值を求め、このヨーモーメント補正值をヨーモーメント制御部102に出力する。

[0089] 車両状態量制御部50cのトロリー線追従制御に係わるその他の機能は最初の実施の形態と同じである。

[0090] (すり板昇降制御)

車両状態量算出部50bは、ある時間 t における車両の傾き θ_t を計算する。この傾き θ_t は、前述したようにある、図20に示す2つの目標点T、Uの座標値を用いて上述した式(7)にて計算することができる。

[0091] また、すり板4La又は4Raとトロリー線3L又は3Rとの交点をWとすると、車両状態量算出部50bは、点WのY座標 Y_p_t を計算する。

[0092] 点WのY座標 Y_p_t は次のように近似できる。

$$Y_p_t = Y_Cbc - \theta_t \times X_Cbc \quad \text{もしくは、} \quad Y_p_t = Y_Cad - \theta_t \times X_Cad \quad \dots (8)$$

ここで、 Y_p_t の1ステップ後(時間 Δ 後)の値 $Y_p_t + 1$ は車両速度 V を用いて、次のように表される。

$$Y_p_t + 1 = Y_p_t + V \times \tan \theta_t \quad \dots (9)$$

すり板4La又は4Raとトロリー線3L又は3Rが接触していて、良好な電力を得続けられるすり板4La又は4Ra上の点WのY座標 Y_p_t の範囲を点Cと点Dの間の Y_min (点DのY座標) $< Y_p_t < Y_max$ (点CのY座標)とすると、 $Y_min < Y_p_t + 1 < Y_max$ となる領域では、すり板4La、4Raを上げて差し支えないと言える。

[0093] 車両状態量算出部50bは、現在時間 t のときに、次の制御ステップ $t + 1$ のときに点WのY座標 Y_p_t が Y_min (点DのY座標)と Y_max (点CのY座標)の範囲外になるかどうかを判定し、その判定結果を車両状態量制御部50cに出力する。車両状態量制御部50cは、点WのY座標 Y_p_t が Y_min (点DのY座標)と Y_max (点CのY座標)の範囲外になるときは、すり板4La、4Raを下げるもしくは、すり板4La、4Raを上げることを禁止する指令信号を出力する。逆に、範囲内にあるときにはすり板4La、4Raを上げる、もしくはすり板4La、4Raを上げることを許可する指令信号を出力する。また、この Y_p_t の位置に応じて車両状態量制御部50cは操舵装置40の反力用モータ42(図5)に反力の補正をかけても良い。この補正量は、例えば、 $Y_min < Y$

$y_{p,t+1} < Y_{max}$ となる領域では反力を小さく、 $y_{p,t+1} \geq Y_{min}$ もしくは、 $y_{p,t+1} \geq Y_{max}$ となる領域では反力を大きくしてもよい。

[0094] ここで、車両制御装置50は、トロリー線追従制御とすり板昇降制御の両方を行っている。トロリー線追従制御では、車両状態量制御部50cは偏差 y_{cbc} や傾き θ_t にゲインをかけたヨーモーメント補正值を出力する。このヨーモーメント補正值は偏差 y_{cbc} や傾き θ_t がゼロになるまで出力されるため、いずれすり板4La又は4Ra上の点WのY座標 $y_{p,t}$ や車両の傾き θ_t はゼロに収束する傾向になる。

[0095] (車両制御装置50の制御処理の詳細)

上述したすり板4La、4Raの昇降制御を含む車両制御装置50の制御処理の詳細を図21に示すフローチャートを用いて説明する。図21は、カメラで上方を撮像してから制御出力されるまでの処理の流れを示すフローチャートである。カメラは図12のように車軸の延長線上で車両本体1の前方に設置し、撮像するトロリー線は一本とする。図22は、トロリー線追従制御の不感帯を設定した図20と同様な図である。前述したように、検出領域 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 に対して目標点T、U及び代表点Zが設定されている。また、代表点Zから所定の距離 y_l 、 y_r (第1のしきい値)だけ離れた位置にトロリー線追従制御の不感帯を規定する点A及び点Bが設定されている。

[0096] まずステップ200で、画像情報処理部50aは、カメラによって車両本体1の上方を撮像する。ステップ201にて撮像した画像の中からトロリー線3L又は3Rを探索する。ステップ201で探索する際、初めてトロリー線3L又は3Rを検知する場合は撮像画面の全領域から探索するが、一度トロリー線3L又は3Rを検知した場合、再度全領域から探索する必要はなく、検知していたトロリー線3L又は3Rの座標付近を探索することは、探索時間の短縮につながるため有効となる。ステップ202にて撮像画面内にトロリー線3L又は3Rに相当するものが存在するかを判断する。トロリー線

3 L又は3 Rに相当するものがない場合は処理を終了する。トロリー線3 L又は3 Rに相当するものがある場合は、画像情報処理部5 0 aは、ステップ2 0 3 Aにてエッジ抽出して、トロリー線3 L又は3 Rの中線を算出する画像処理を行う。

[0097] その後の処理は車両状態量算出部5 0 bに移り、ステップ2 0 3 Bにて、車両状態量算出部5 0 bは、前述した目標点T、Uを設定し、それらの座標を算出する。ここで目標点T、Uの座標情報を用いた処理がトロリー線3 L、3 Rへの追従制御ステップ3 0 0と、すり板4 L a、4 R aの昇降制御ステップ4 0 0の二系統に分かれる。

[0098] (トロリー線追従制御)

まず、トロリー線追従制御ステップ3 0 0に関して説明する。

[0099] ステップ3 1 0にて、車両状態量算出部5 0 bは、目標点Tが、図2 2で示した代表点Zから所定の距離(Y_l 、 Y_r)だけ離れた位置に設定された点Aと点Bの間($Y_l \leq Y_Cbc$ 、 $Y_r \geq Y_Cbc$)にあるかどうかを判定する。点Aと点Bの間に目標点Tがない場合、ステップ3 2 0に移り、車両状態量制御部5 0 cは、ヨーモーメント補正値を算出し出力する。

[0100] 図2 3 Aはそのときのヨーモーメント補正値の算出方法の一例を示す図である。図2 3 Aの点Aと点Bの外側の特性線の傾きは図2 3 Bの変換部5 0 c₂(図1 9の変換部5 0 c₂)のゲインに相当する。

[0101] 図2 3 Aに示すように、点Aと点Bの外側において、目標点TのY座標値 Y_Cbc (代表点Zと目標点Tの偏差)に応じたヨーモーメント補正値を算出する。すなわち、点Aの外側では(Y_Cbc 値は正)、 Y_Cbc が大きくなるにしたがってヨーモーメント補正値を大きくする。点Bの外側では(Y_Cbc 値は負)、 Y_Cbc が小さくなるにしたがってヨーモーメント補正値を小さくする。これにより点Aと点Bの間に目標点Tがない場合は(すなわち、代表点Zと目標点Tの偏差 Y_Cbc の絶対値が第1のしきい値である点AのY座標値 Y_l 或いは点BのY座標値 Y_r の絶対値より

も大きいときは)、代表点Zが目標点Tに近づくように車両本体1にヨーモーメントを与える制御が行われる(請求項4)。また、偏差 $Y_C b c$ の絶対値が大きくなるにしたがって車両本体1に与えるヨーモーメントが大きくなるよう制御される(請求項5)。ヨーモーメント補正值が最大補正值或いは最小補正值に達すると、急激な旋回を防ぐために、ヨーモーメント補正值は一定とする。なお、このように点Aと点B間に目標点Tがない場合に、ヨーモーメント補正值を可変値として算出して出力する代わりに、一定のヨーモーメント補正值を出力してもよい。

[0102] ここで、図23に示す点A B間でヨーモーメント補正值を0とする意図に関して説明する(請求項4)。目標点Tと代表点Zが一致させるように制御することで、車両本体1が前方に走行していれば点Wはすり板4 L a又は4 R aの中心に位置するようになる。しかしこの場合、点Wがすり板4 L a又は4 R aの中心から少しずれただけでもヨーモーメント補正值が算出されるため、これによってヨーモーメント補正を実現するアクチュエータ(本実施の形態の場合、操舵装置40の反力用モータ42や転舵モータ43(図5)、後輪の電動モータ6 L, 6 R(図3))の動作頻度が増すことになる。点A B間でヨーモーメント補正值を0とすることで、後輪の電動モータ6 L, 6 Rの動作頻度が低減し、制御の安定性と快適な乗り心地を確保することができる。このヨーモーメント補正をする必要のない点A Bの範囲は、すり板4 L a又は4 R aの幅に応じて決定すればよい。

[0103] また、偏差 $Y_C b c$ の絶対値が大きくなるにしたがって車両本体1に与えるヨーモーメントが大きくなるよう制御することにより(請求項5)、走行中にトロリー線3 L, 3 Rからすり板4 L a, 4 R aが横方向に大きく外れようとする場合は、車両本体1はすり板4 L a, 4 R aの中心に速やかに戻るようになり、ダンプトラックがトロリー線3 L, 3 Rの走行路から外れるのを確実に防止することができる。

[0104] 次いで、ステップ330にて、ヨーモーメント制御モードを選択し出力する。このとき、通常の走行では、車体速を落とす要求(ドライバのリタード

操作や他の制御による減速)がないため、ヨーモーメント制御モードとして「1」を選択する。

[0105] (トロリー線への追従制御の他の例)

次に、トロリー線への追従制御の他の例を図24～図27を用いて説明する。図24は、トロリー線追従制御の逸脱監視点を設定した図20及び図22と同様な図である。図25は、図21に示したフローチャートのうち、トロリー線への追従制御ステップ300に代わるステップ300'を示すフローチャートである。

[0106] 図24に示すように、トロリー線追従制御の逸脱監視点として、点Aの外側(Y座標の大きい側)のY座標値 Y_l' の位置に点A'(第2のしきい値)、点Bの外側(Y座標の負の値の小さい側)のY座標値 Y_r' の位置に点B'(第2のしきい値)が設定されている。

[0107] 図25において、ヨーモーメント補正値を算出するステップ320までの処理は、先に説明した図21と同じである。ステップ320の処理後、ステップ321にて目標点Tの位置がさらに、目標点Tが点A'と点B'の間($Y_l' \leq Y_Cbc$, $Y_r' \geq Y_Cbc$)にあるかどうかを判定し、真の場合は車両がトロリー走行路から外れる可能性があるため、ステップ322にて修正操舵を行うよう、音声かつ／または表示でドライバに警告する(請求項6)。

[0108] 次のステップ323の処理にて、目標点Tの位置に応じて目標車速を補正する。図26はそのときの目標車速補正値の算出方法の一例を示す図である。この図に示すように、点A'と点B'の間に目標点Tがない場合は、点A'と点B'からの逸脱度合いに応じて目標車速を小さくするよう目標車速の補正値を算出する。すなわち、点A'の外側では(Y_Cbc 値は正)、 Y_Cbc が大きくなるにしたがって目標車速の減少側の補正値を大きくする。点B'の外側では(Y_Cbc 値は負)、 Y_Cbc が小さくなるにしたがって目標車速の減少側の補正値を小さくする。これにより点A'と点B'の間に目標点Tがない場合は(すなわち、代表点Zと目標点Tの偏差 Y_C

b cの絶対値が第2のしきい値である点A'のY座標値 Y_l' 或いは点BのY座標値 Y_r' の絶対値よりも大きいときは)、偏差 $Y_C b c$ の絶対値が大きくなるにしたがって走行速度が小さくなるよう制御される。このように車速を低くすることは、ドライバへの操作負担量軽減と、安心感付与の効果がある。

[0109] 図27は目標車速補正值の算出方法の他の例を示す図である。図27のように、点A'と点B'の間に目標点Tがある場合は、目標点Tが代表点Zに近づくにつれて目標車速を増大する補正をしてもよい。すなわち、点A'の内側では($Y_C b c$ 値は正)、 $Y_C b c$ が小さくなるにしたがって目標車速の増加側の補正值を大きくする。点B'の内側では($Y_C b c$ 値は負)、 $Y_C b c$ が大きくなるにしたがって目標車速の増加側の補正值を小さくする。これにより点A'と点B'の間に目標点Tがある場合は(すなわち、代表点Zと目標点Tの偏差 $Y_C b c$ の絶対値が第2のしきい値である点A'のY座標値 Y_l' 或いは点BのY座標値 Y_r' の絶対値よりも小さいときは)、偏差 $Y_C b c$ の絶対値が小さくなるにしたがって走行速度が大きくなるよう制御される。このように車速を大きくすることは、作業効率向上の効果がある。

[0110] 図28は、目標車速の補正值によるモータトルクの生成方法を示す、図10と同様な図である。図28に示すように、上記のように算出した目標車速の補正值に変換部100cにおいてゲインをかけてモータトルク指令値に変換する。次いで、演算部100bにおいて算出されたモータトルク指令値(ヨーモーメント制御部102(図8)によって生成されたヨーモーメント指令値に応じたモータトルク補正值 T_ML_Y , T_MR_Y を処理部100aで選択したトルク指令値に加算した値)に変換部100cで算出した目標車速の補正值に応じたモータトルク指令値を加算し、モータトルク指令値 T_ML , T_MR を算出する。

[0111] 次に、図26に示す目標車速の補正值により目標車速が低く補正される場合におけるヨーモーメント制御モードに関して説明する。図9に示したよう

に、モータトルクが100%で出力されているような場合で、ヨーモーメントを生成する場合は、左右のどちらか一方のモータトルクを小さくする必要がある。これによって車両はそのとき出していた車体速を維持できなくなるので、速度の低下が起きる。つまり、目標車速を低くするよう補正される場合は、転舵トルク補正によりヨーモーメント補正を行うのではなく、モータトルクの補正によってヨーモーメント補正を行えば、左右の電動モータ6L, 6Rを制御することで車両本体1にヨーモーメントを与える制御と走行速度の制御の両方が行われる（請求項7）。これによりヨーモーメントの生成と減速を両立することができ、効率的な制御を行うことができる。

[0112] （すり板の昇降制御）

次にすり板の昇降制御ステップ400に関して説明する。

[0113] 図20、図22及び図24に示すように、すり板4La又は4Raとトロリー線3L又は3Rが接触していて、良好な電力を得続けられるすり板4La又は4Ra上の点WのY座標 $Y_{p,t}$ の範囲として点Cと点Dが設定される。

[0114] 図21のステップ410にて、式（7）に従って目標点T、Uからトロリー線3L又は3Rの傾きを算出する。この傾きと目標点Tの座標から、ステップ420にてすり板4La又は4Raとトロリー線3L又は3Rの交点Wの座標を算出する。これは式（8）に従って算出する。次に、ステップ430にて交点WのY座標の次ステップにおける推定値 $Y_{p,t+1}$ を算出する。そして、ステップ440にて、この推定値が所定の範囲である点Cと点Dの間（ $Y_{min} \leq Y_{p,t+1} \leq Y_{max}$ ）にある状態の継続時間をカウンタにて計測し、その状態が、例えば1秒以上続いたかを判別する。ステップ440にて、点Wが点Cと点D間にある状態が1秒以上続いた場合、ステップ450に処理を移行し、すり板4La, 4Raを上げることを許可する。このとき、例えばドライバにすり板4La, 4Raを上げて良いことを音声かつ／または表示で知らせてもよい。ドライバがスイッチ操作を行うと、車両制御装置50は上昇制御の指令信号を出力し、昇降制御装置3

1はその指令信号に基づいてすり板4 L a, 4 R aを上昇制御する。また、例えば、すり板4 L a, 4 R aが下がっている場合は、ドライバに昇降の操作を委ねるのではなく、自動的にすり板4 L a, 4 R aを上げて良い。車両制御装置50は上昇制御の指令信号を出力し、昇降制御装置31はその指令信号に基づいてすり板4 L a, 4 R aを上昇制御する。このとき、例えばドライバにすり板4 L a, 4 R aが自動で上昇することを音声かつ／または表示で知らせてもよい。

[0115] 一方、ステップ440にて所定の範囲にある状態が1秒未満だった場合は、処理はステップ460へ移行し、もしすり板4 L a, 4 R aが上がっているれば下げるようドライバに音声或いは表示で示唆する。また自動的に下げても良い。このとき、例えばドライバにすり板4 L a, 4 R aが自動で下がることを音声かつ／または表示で知らせることが好ましい。さらにすり板4 L a, 4 R aが下がっている状態であれば、すり板4 L a, 4 R aを上げることを禁止する。このとき、すり板4 L a, 4 R aを上げることが禁止状態であることをドライバに音声かつ／または表示で知らせることが好ましい。これらの場合も、ドライバのスイッチ操作あるいは自動で車両制御装置50は指令信号を出力し、昇降制御装置31はその指令信号に基づいてすり板4 L a, 4 R aを下降制御する。これによりダンプトラックがトロリー走行区間に入ってすり板4 L a, 4 R aを上げ下げするときのオペレータの負担を軽減することができる。

[0116] 図21のステップ440では、推定値 Y_p_t+1 が点Cと点Dの間 ($Y_min \leq Y_p_t+1 \leq Y_max$) にある状態が、例えば1秒以上続いたかを判別したが、そのような判別をせず、推定値 Y_p_t+1 が点Cと点Dの間 ($Y_min \leq Y_p_t+1 \leq Y_max$) にある場合は、直ちにステップ450の処理に移行し、推定値 Y_p_t+1 が点Cと点Dの間 ($Y_min \leq Y_p_t+1 \leq Y_max$) にない場合は、直ちにステップ450の処理に移行してもよい。しかし、ステップ440の処理は、路面のでこぼこや、画像処理におけるノイズの影響で Y_p_t が安定しな

いとき、所定の範囲を超えたり、範囲内になったりを繰り返すことによる判別のハンチングを防ぐ目的としては有効である。

[0117] 図29は、ステップ440のカウタを用いた処理に代わるヒステリシス処理を示す図である。図29に示すように、点Cと点D間に点Wがあるときは、点Cと点D間の距離を大きくするように点Cと点Dの設定を変更する。一方、点Wが点Cと点D間にないときは、点Cと点D間の距離を小さくするように点Cと点Dの設定を変更する。このように点Cと点D間の距離にヒステリシスを設けても、ステップ440のカウタ処理と同様の効果が得られる。

[0118] (その他)

本実施の形態では、トロリー線検出装置としてカメラを用いる場合、カメラの向いている方向を真上としたが、図30に示すように、車両の前方上方を撮像するようにしても良い。このようにすることで、車両の進行方向に撮像されるトロリー線が長いため、対象とするトロリー線を判別しやすくなる。一方で、前方に撮像範囲を移すほど、撮像範囲に入る景色によるノイズが増大する。本発明を用いる環境に応じて、カメラの撮像範囲は調整するようにしてもよい。

符号の説明

- [0119] 1 車両本体
2 ベッセル
3 L, 3 R トロリー線
4 L, 4 R 集電装置
4 L a, 4 R a すり板
4 a 油圧ピストン装置
4 b 油圧ピストン
4 c ロッド
4 d 油圧配管
4 e 油圧機器

- 4 f 絶縁体
- 4 g 電線
- 4 h 昇降指令信号
- 5 L, 5 R 後輪
- 6 L, 6 R 電動モータ
- 6 L a, 6 R a 出力軸
- 7 L, 7 R 減速機
- 1 1 アクセルペダル
- 1 2 リタードペダル
- 1 3 シフトレバー
- 1 4 コンバインセンサ
- 1 5 カメラ
- 1 6 L, 1 6 R 電磁ピックアップセンサ
- 2 1 エンジン
- 2 1 a 電子ガバナ
- 2 2 交流発電機
- 2 3 整流回路
- 2 4 検出抵抗
- 2 5 コンデンサ
- 2 6 チョッパ回路
- 2 7 グリッド抵抗
- 2 8 その他のエンジン負荷
- 3 0 インバータ制御装置
- 3 0 a トルク指令演算部
- 3 0 b モータ制御演算部
- 3 0 c インバータ (スイッチング素子)
- 3 1 昇降制御装置
- 3 2 操舵制御装置

- 3 2 a 変換部
- 3 2 b 演算部
- 3 2 c 変換部
- 3 2 d 演算部
- 4 0 操舵装置
- 4 1 ハンドル
- 4 2 操舵角センサ付反力モータ
- 4 3 転舵角センサ付転舵モータ
- 4 4 ラック&ピニオンギア
- 4 5 L, 4 5 R 前輪
- 5 0 車両制御装置
- 5 0 a 画像情報処理部
- 5 0 b 車両状態量算出部
- 5 0 c 車両状態量制御部
- 5 0 c₁ 演算部
- 5 0 c₂ 変換部
- 5 0 c₃ 変換部
- 5 0 c₄ 演算部
- 5 1 照明装置
- 5 2 絶縁体
- 5 3 支柱
- 1 0 0 コントローラ
- 1 0 0 a 処理部
- 1 0 0 b 演算部
- 1 0 1 車体速制御部
- 1 0 1 a 演算部
- 1 0 1 b 変換部
- 1 0 1 c スイッチ部

1 0 1 d ゼロ出力部

1 0 2 ヨーモーション制御部

1 0 2 a 演算部

1 0 2 b 操舵トルク制御部

1 0 2 c モータトルク制御部

1 0 2 d 最適配分制御部

1 0 2 e スイッチ部

2 0 0 制御装置

P, Q, R, S 目標点

P', Q', R', S' 代表点

T 目標点

Z 代表点 (制御点)

e__L a d 偏差

θ __L 傾き

Y__C b c 偏差

θ __t 傾き

Y__l, Y__r 点A, BのY座標値 (第1のしきい値)

Y__l', Y__r 点A', B'のY座標値 (第2のしきい値)

請求の範囲

[請求項1] 車両本体（１）に設けられた昇降可能な集電装置（４Ｌ，４Ｒ）のすり板（４Ｌａ，４Ｒａ）を上げ、このすり板を道路に沿って設けられたトロリー線に接触させ、前記トロリー線から電力を受けて走行する電気駆動ダンプトラックにおいて、

前記車両本体に設けられ、走行中に前記トロリー線の下方から前記トロリー線を検出するトロリー線検出装置（１５）と、

前記トロリー線検出装置により検出した情報に基づいて、前記車両本体が前記トロリー線に追従して走行するよう前記車両本体にヨーモーメントを与える制御を行う制御装置（２００）とを備えることを特徴とする電気駆動ダンプトラック。

[請求項2] 請求項１記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、
前記制御装置は、

前記トロリー線検出装置により検出した情報に基づいて前記車両本体の少なくとも１つの代表点と前記トロリー線上に位置する少なくとも１つの目標点を算出し、前記代表点が前記目標点に近づくように前記車両本体にヨーモーメントを与える制御を行うことを特徴とする電気駆動ダンプトラック。

[請求項3] 請求項１記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、
前記制御装置は、

前記トロリー線検出装置により検出した情報に基づいて前記トロリー線に対する前記車両本体の傾きを算出し、前記傾きが小さくなるように前記車両本体にヨーモーメントを与える制御を行うことを特徴とする電気駆動ダンプトラック。

[請求項4] 請求項２記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、

前記制御装置は、前記代表点と前記目標点の偏差を算出し、この偏差の絶対値が第１のしきい値よりも大きいとき、前記代表点が前記目標点に近づくように前記車両本体にヨーモーメントを与える制御を行

うことを特徴とする電気駆動ダンブトラック。

[請求項5]

請求項4記載の電気駆動ダンブトラックにおいて、

前記制御装置は、前記偏差の絶対値が前記第1のしきい値よりも大きいとき、前記偏差の絶対値が大きくなるにしたがって前記車両本体に与えるヨーモーメントを大きくすることを特徴とする電気駆動ダンブトラック。

[請求項6]

請求項2記載の電気駆動ダンブトラックにおいて、

前記制御装置は、前記代表点と前記目標点の偏差を算出し、この偏差の絶対値が第2のしきい値よりも大きいとき、前記車両本体が道路外への逸脱傾向にあることを警告することを特徴とする電気駆動ダンブトラック。

[請求項7]

請求項1～6のいずれか1項記載の電気駆動ダンブトラックにおいて、

走行用の左右の電動モータ（6L，6R）を更に備え、

前記制御装置は、前記左右の電動モータを制御することで前記車両本体にヨーモーメントを与える制御と走行速度の制御の両方を行うことを特徴とする電気駆動ダンブトラック。

[請求項8]

請求項1～6のいずれか1項記載の電気駆動ダンブトラックにおいて、

走行用の左右の電動モータ（6L，6R）と、

操舵装置（40）とを更に備え、

前記制御装置は、

車両制御装置（50）と、コントローラ（100）と、インバータ制御装置（30）と、操舵制御装置（32）とを備え、

前記車両制御装置は、前記トロリー線検出装置により検出した情報に基づいて、前記車両本体が前記トロリー線に追従して走行するよう前記車両本体にヨーモーメントを与えるためのヨーモーメント補正值を演算し、

前記コントローラは、前記ヨーモーメント補正值に基づいて、前記インバータ制御装置及び前記操舵制御装置により前記左右の電動モータと前記操舵装置の少なくとも一方を制御することを特徴とする電気駆動ダンプトラック。

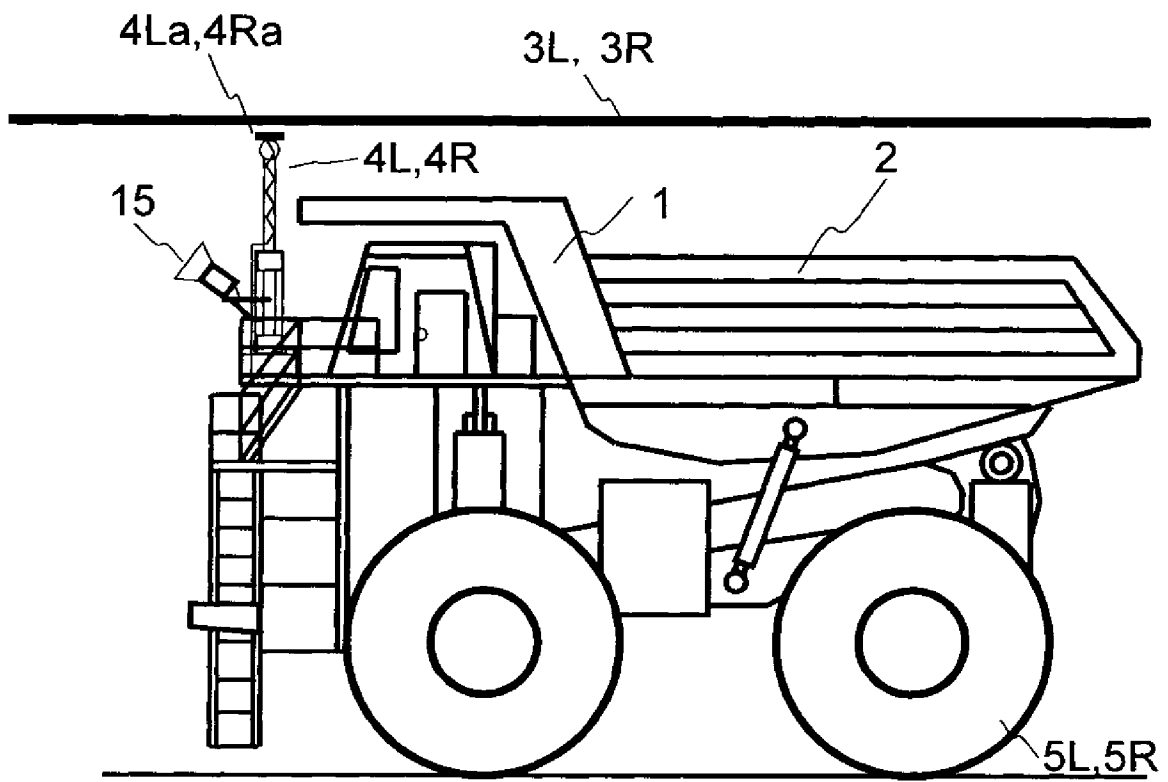
[請求項9] 請求項1～8のいずれか1項記載の電気駆動ダンプトラックにおいて、

前記トロリー線検出装置は、

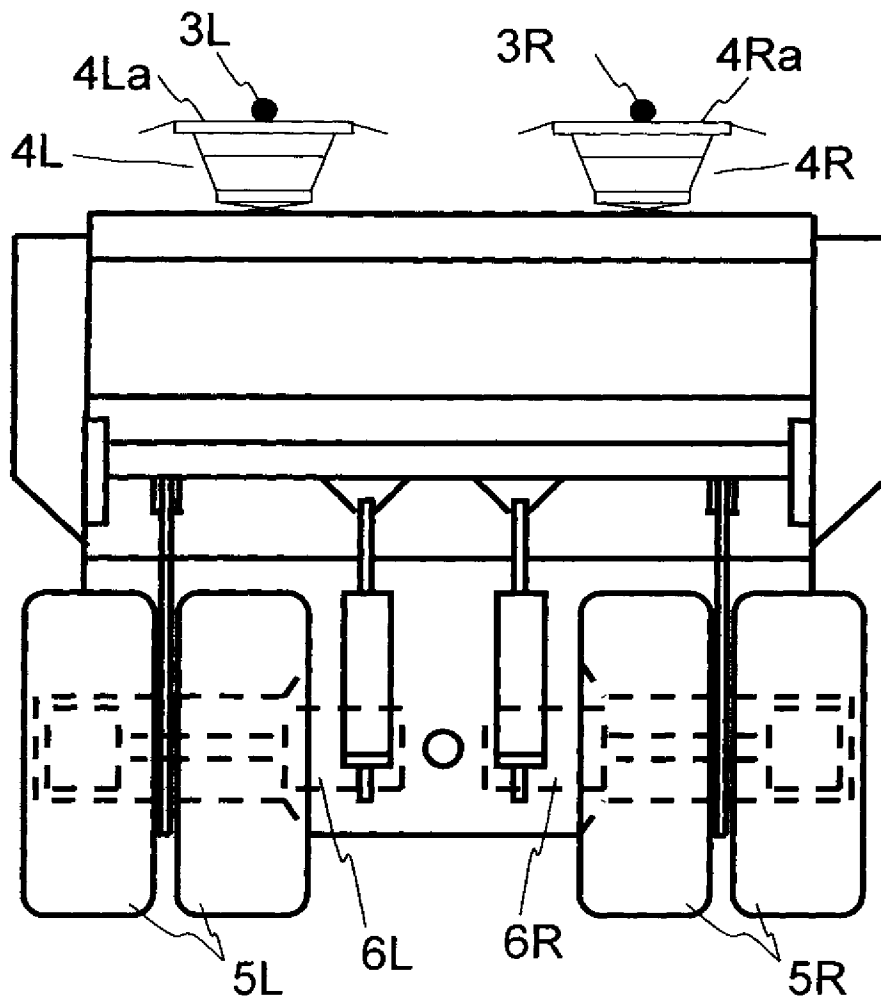
前記車両本体に設けられ、走行中に前記トロリー線を連続的に撮像するカメラ（15）と、

前記車両本体に設けられ、前記トロリー線を照らす照明装置（51）とを有することを特徴とする電気駆動ダンプトラック。

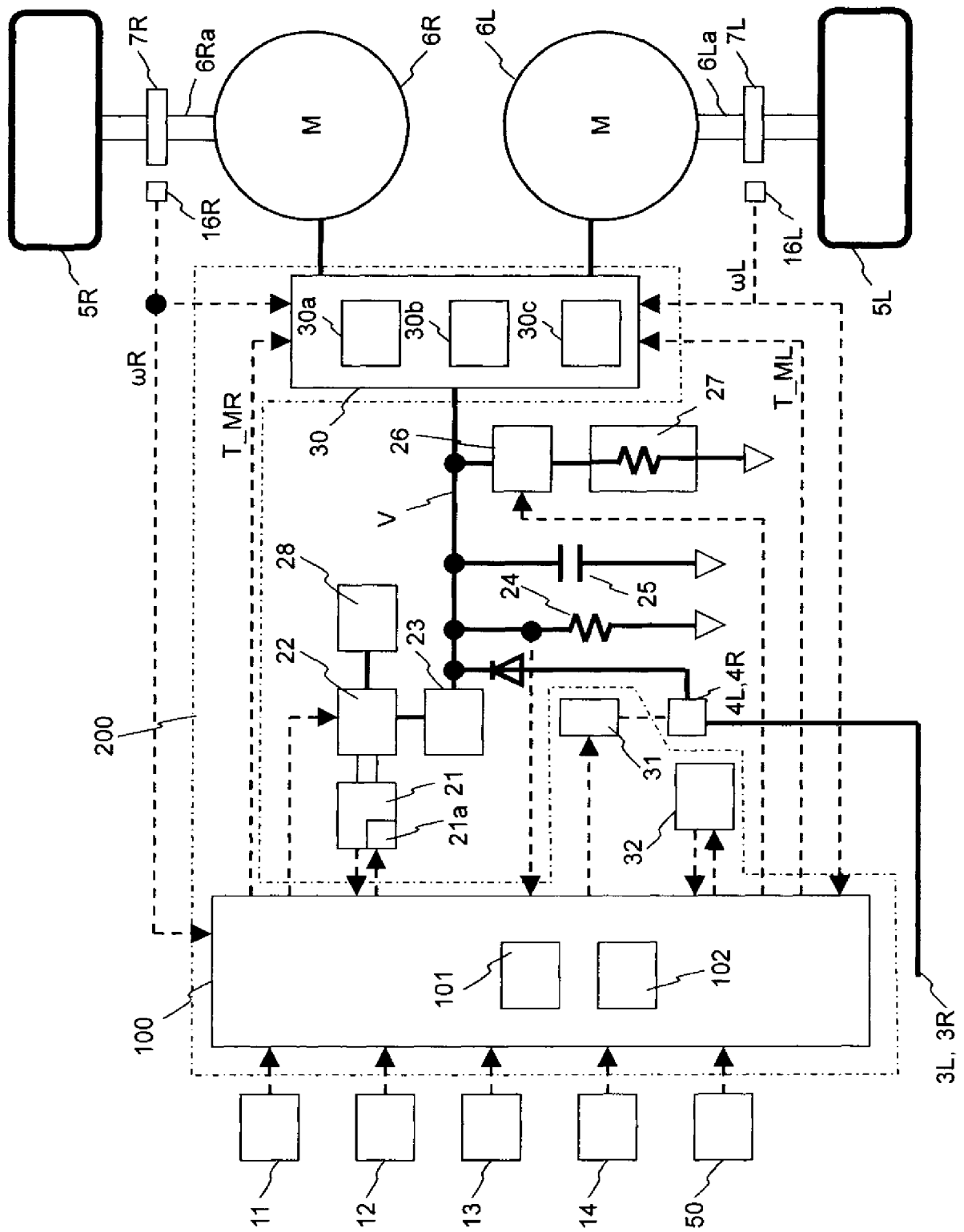
[図1]



[図2]

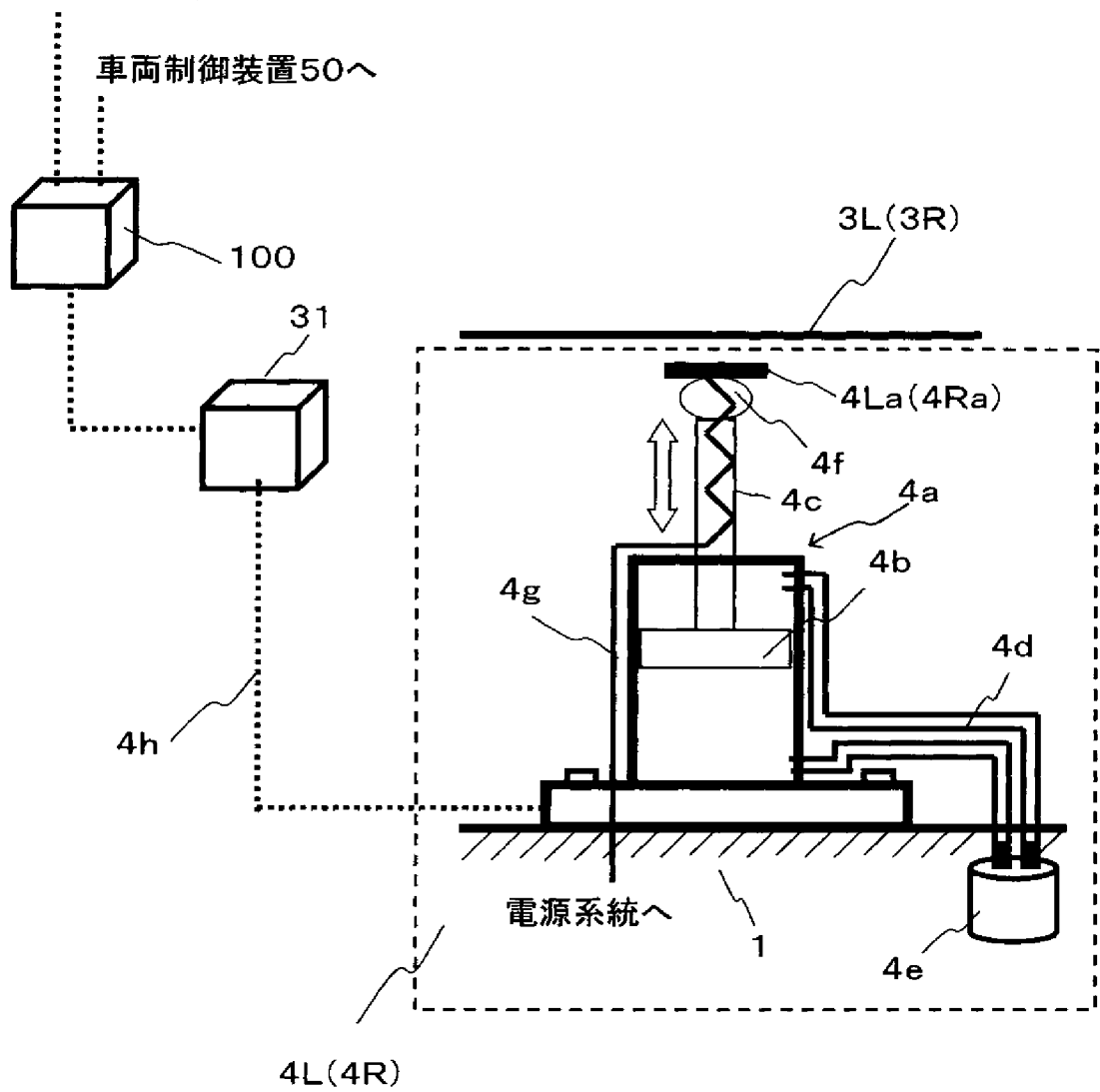


[図3]

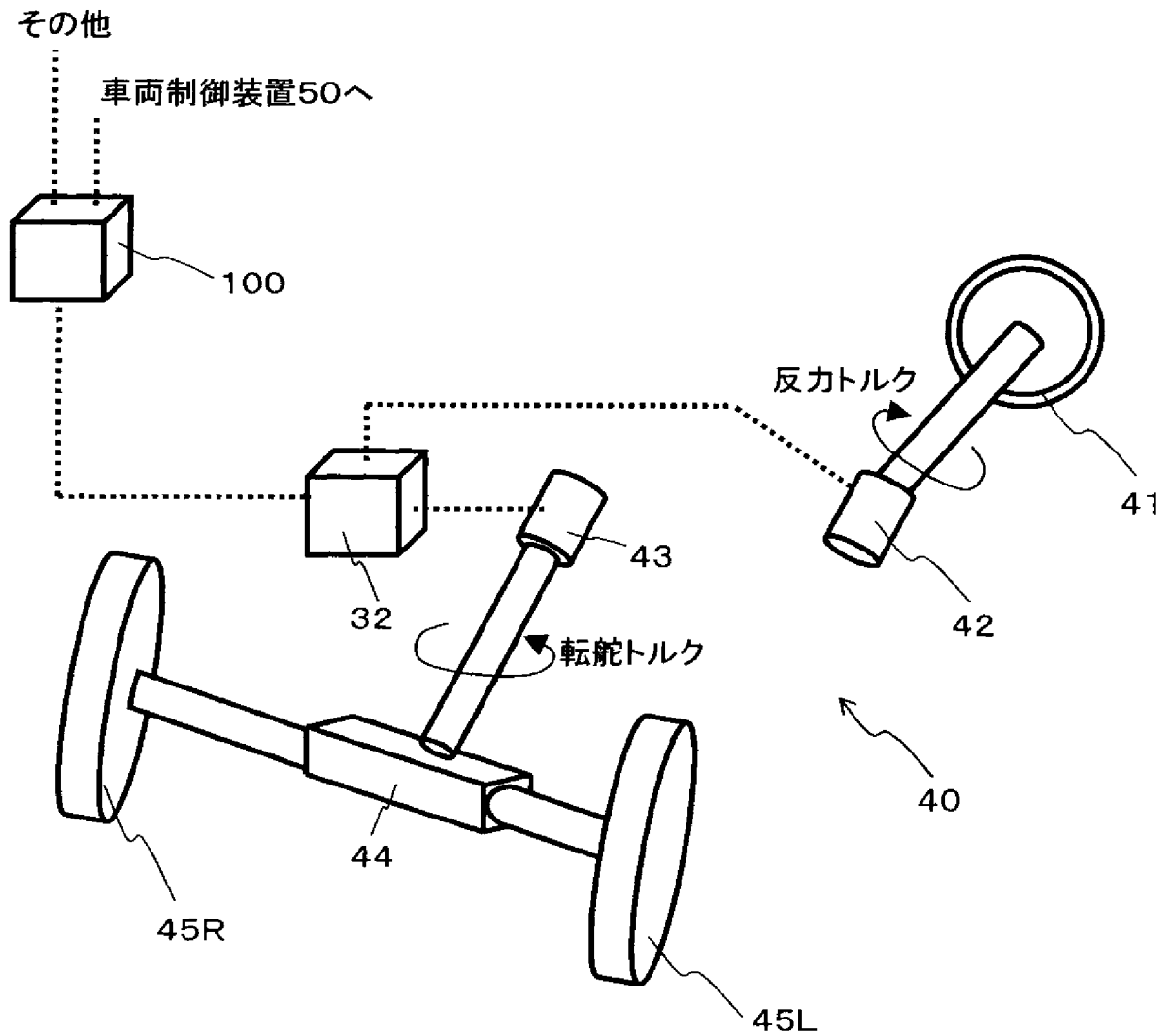


[図4]

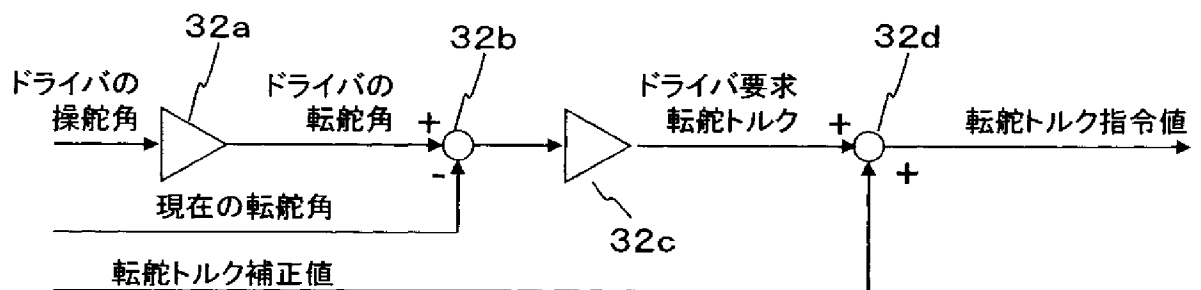
ドライバのスイッチ操作



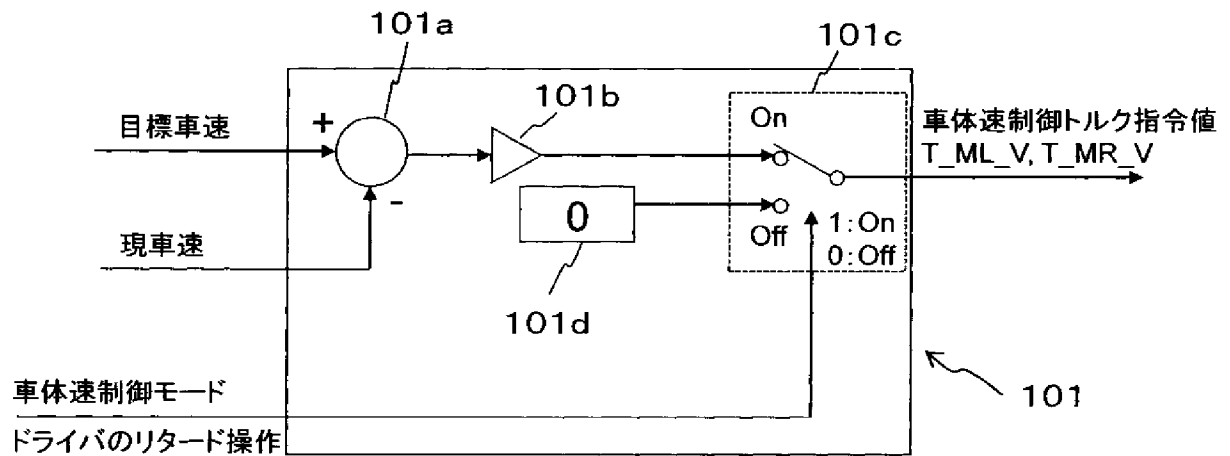
[図5]



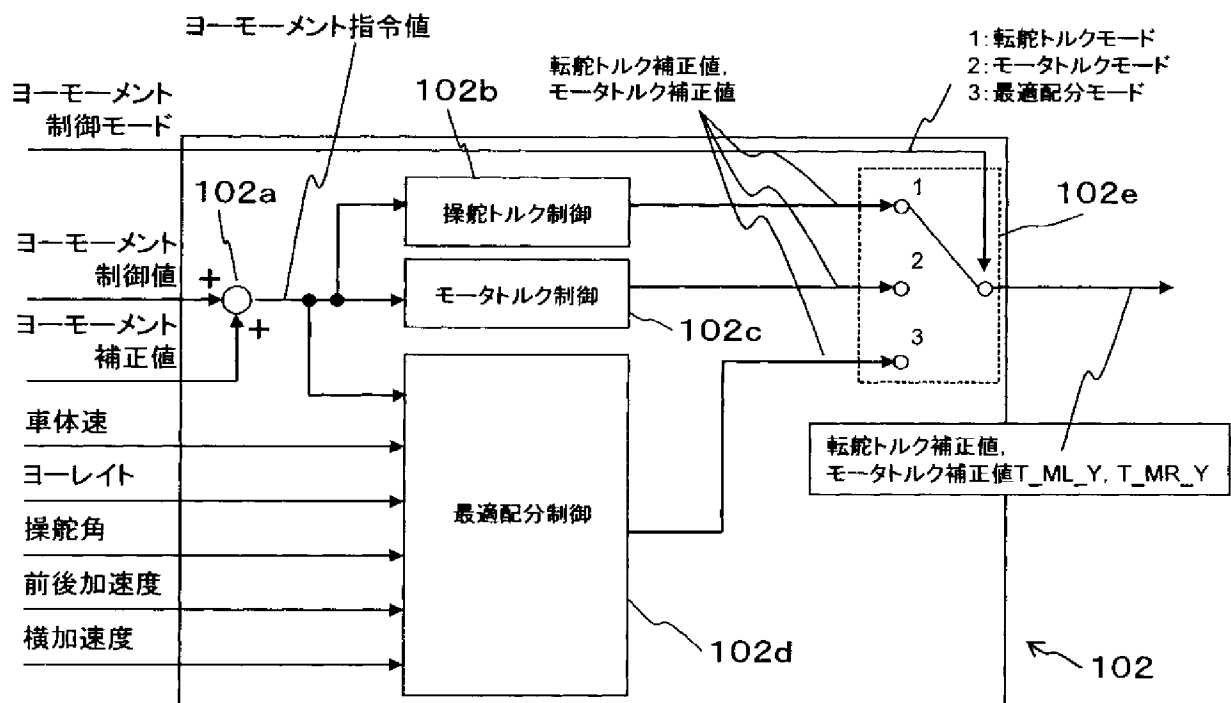
[図6]



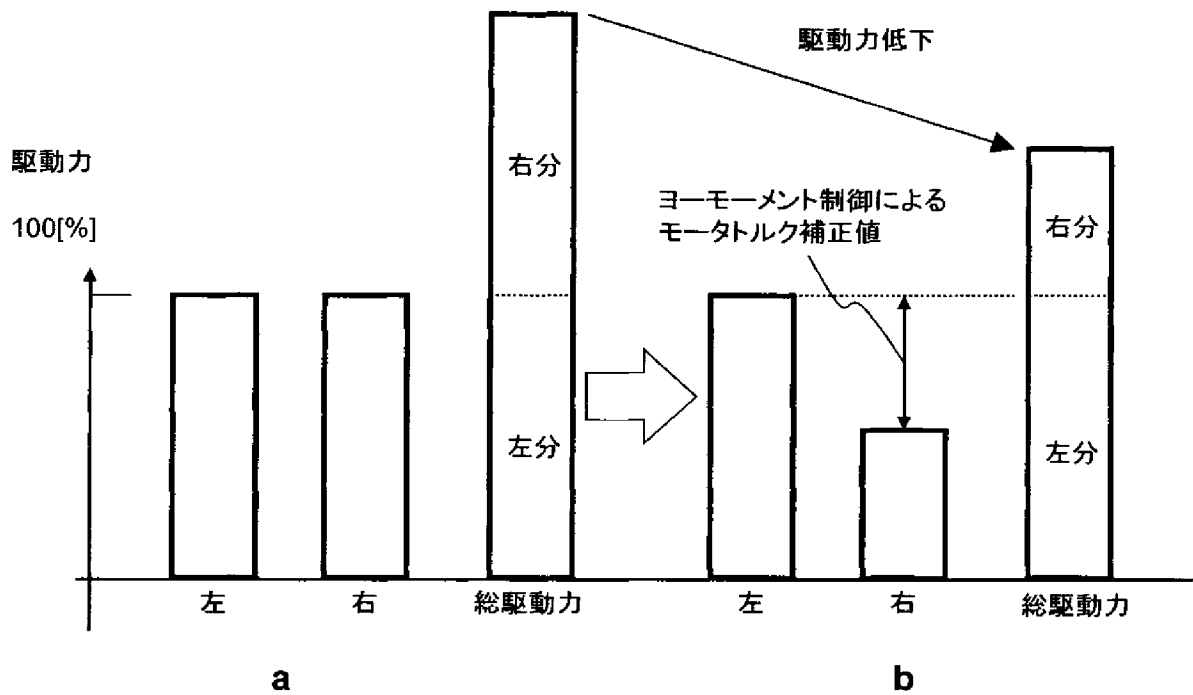
[図7]



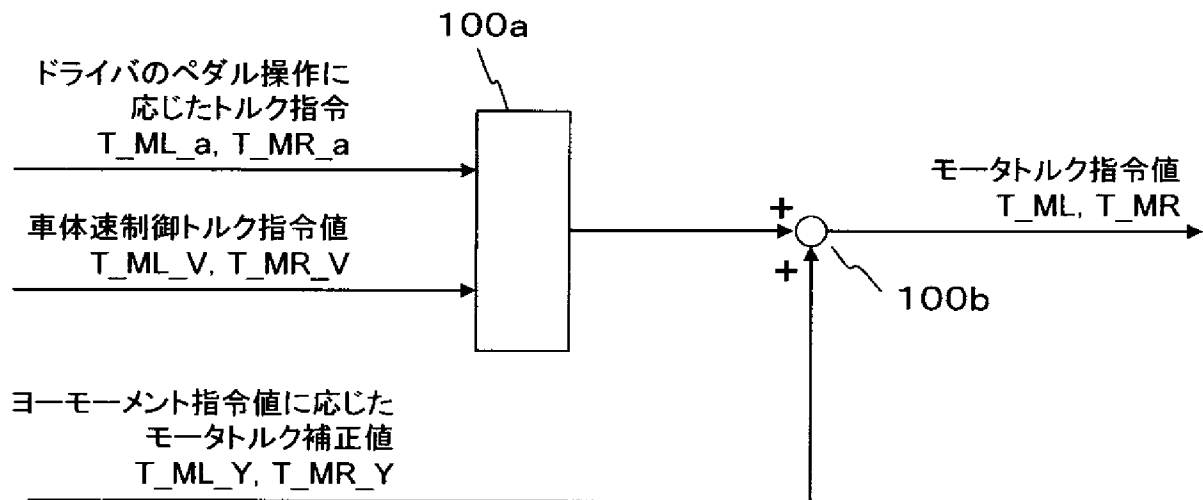
[図8]



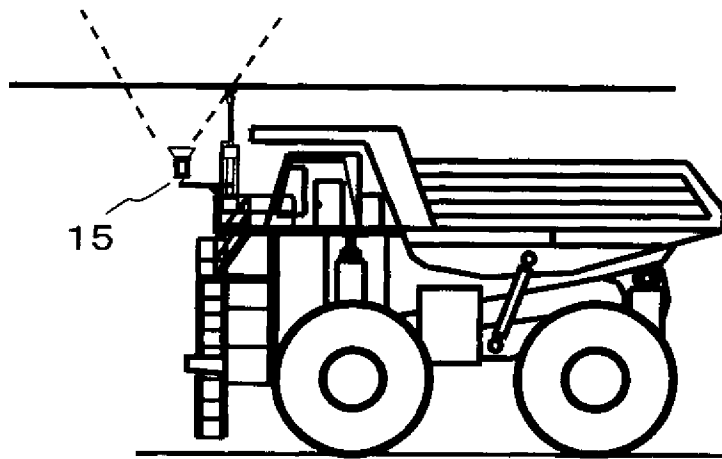
[図9]



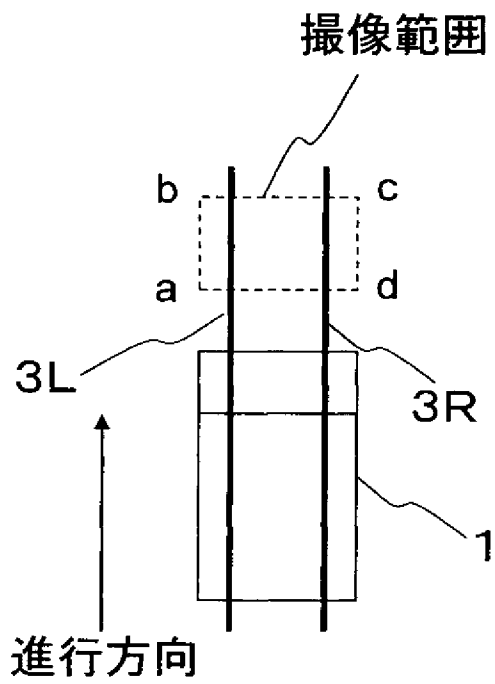
[図10]



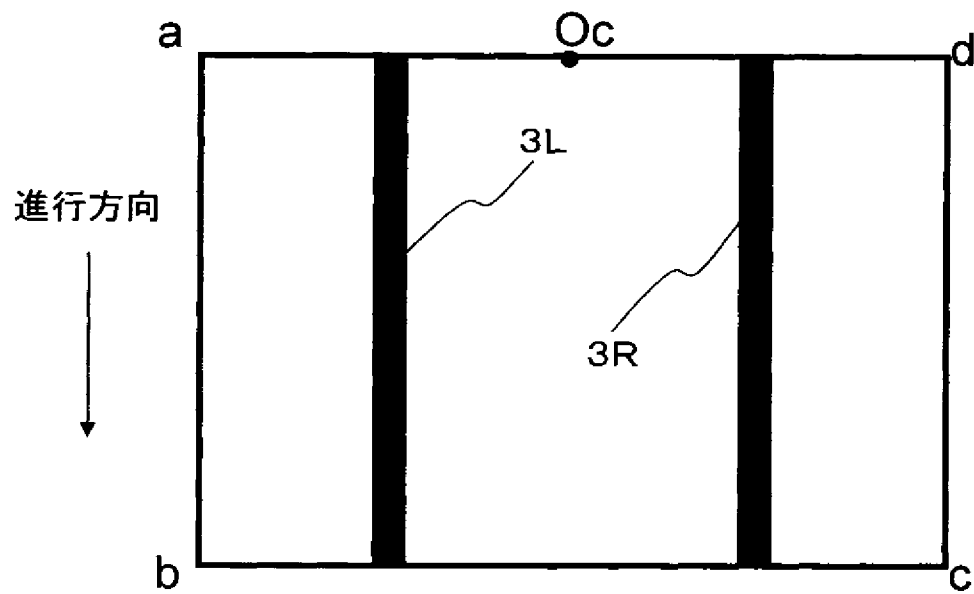
[図12]



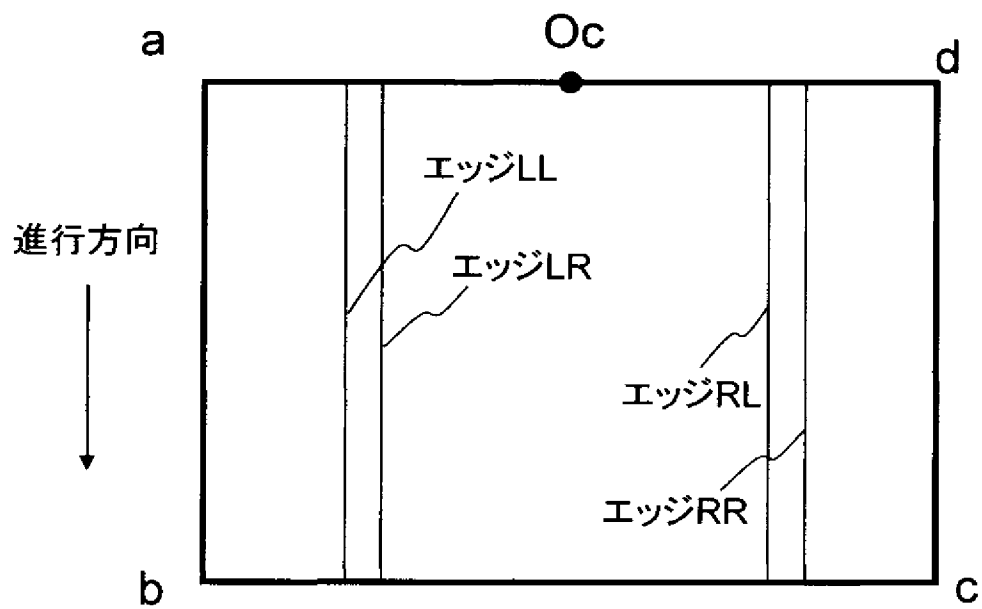
[図13]



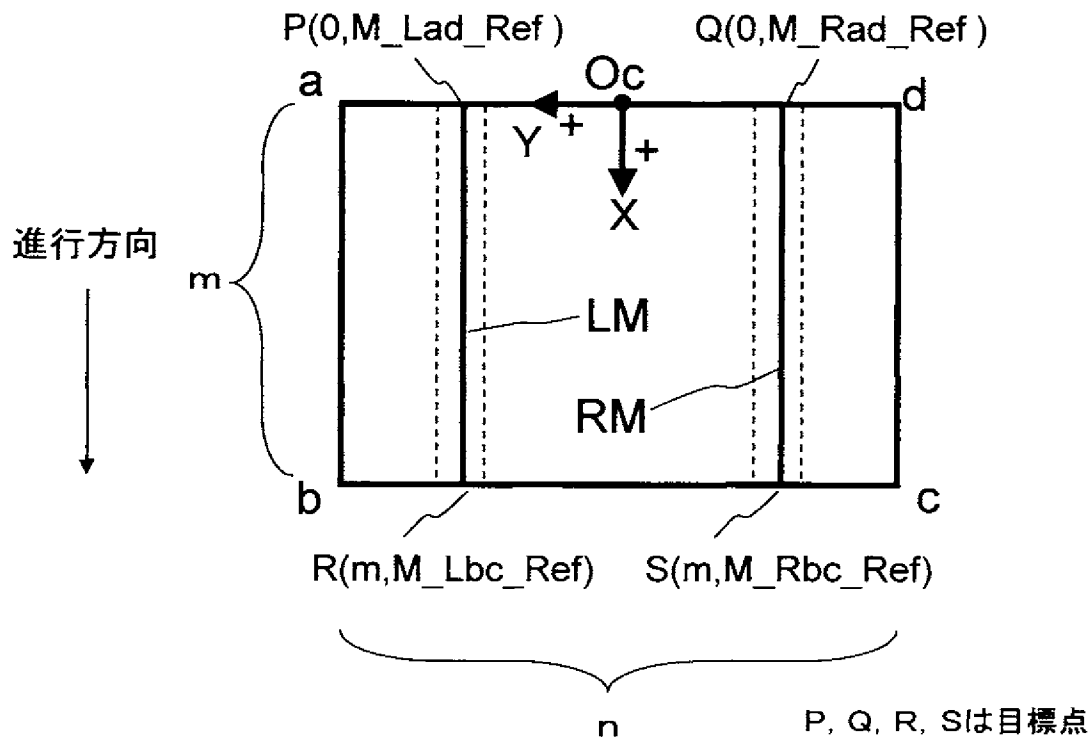
[図14]



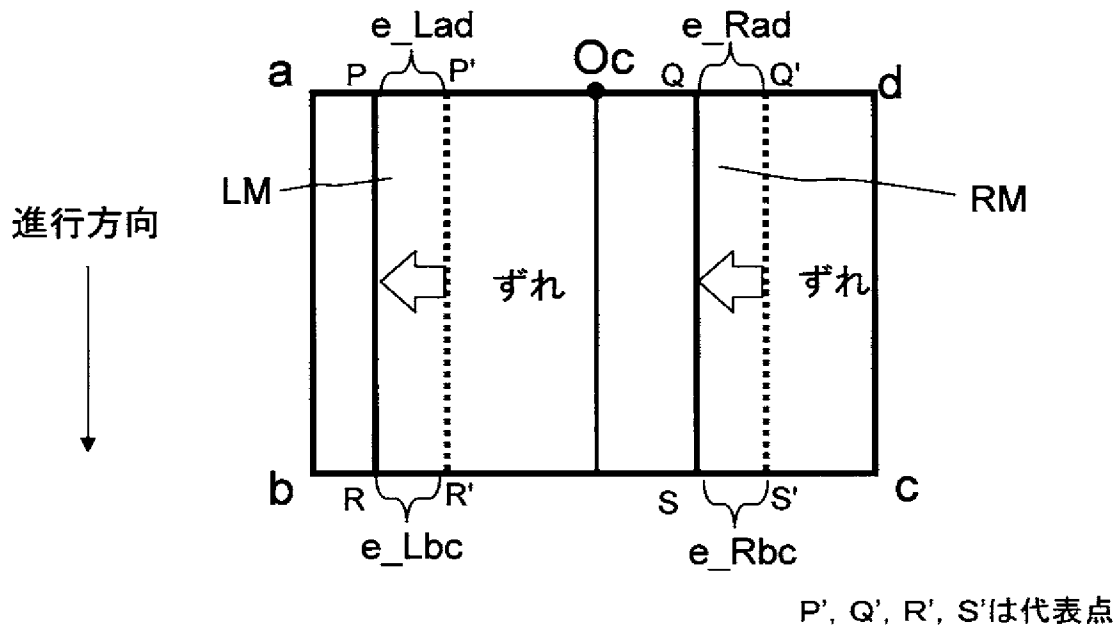
[図15]



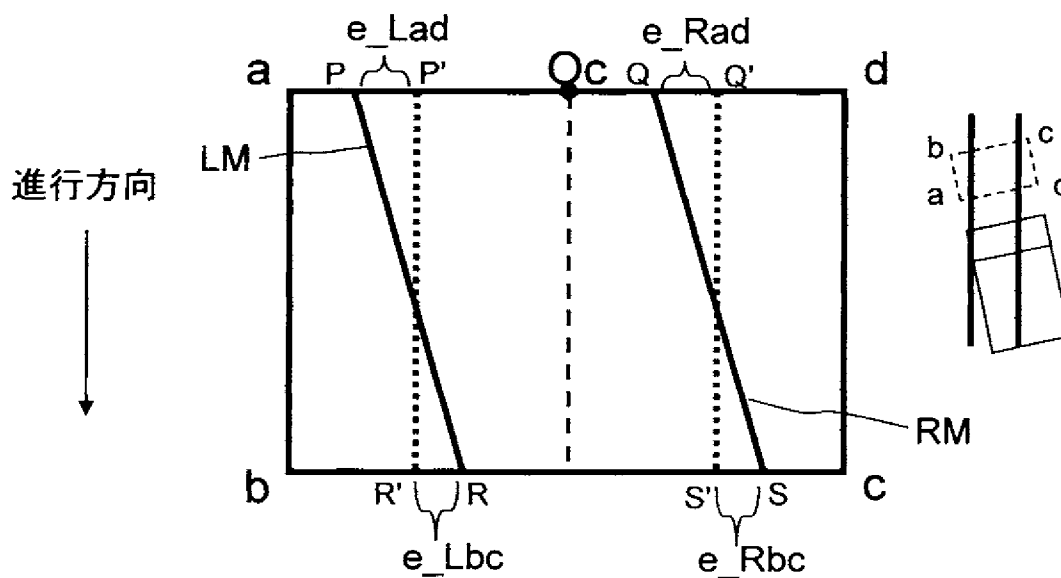
[図16]



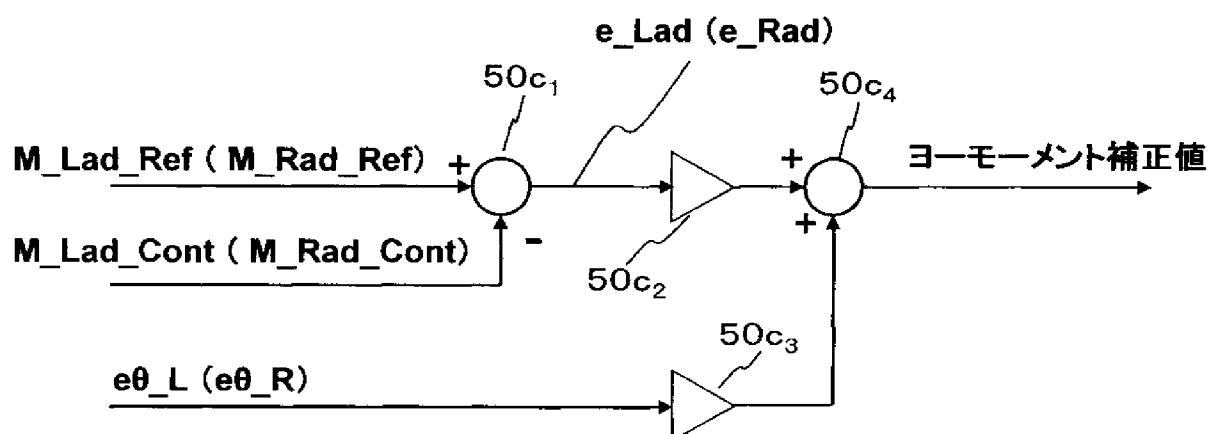
[図17]



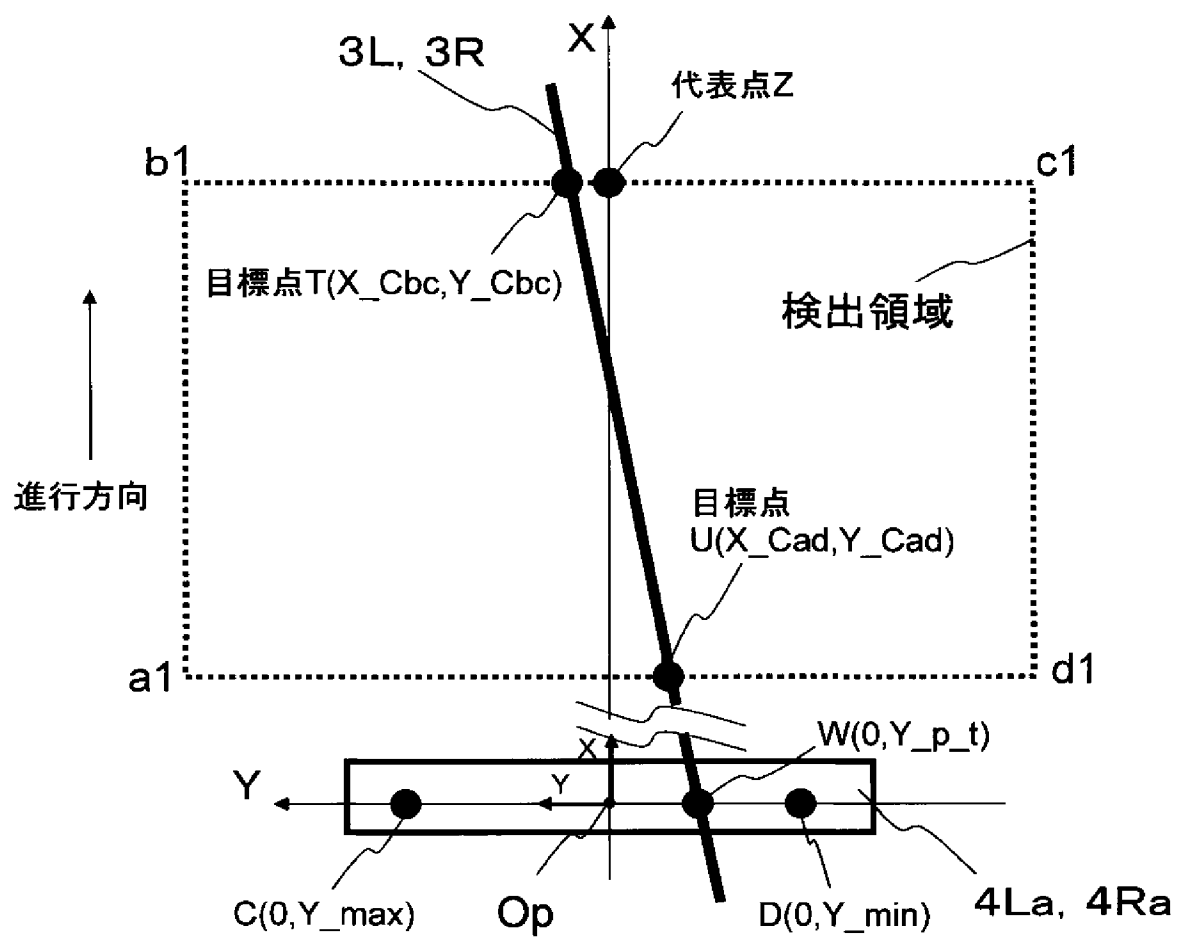
[図18]



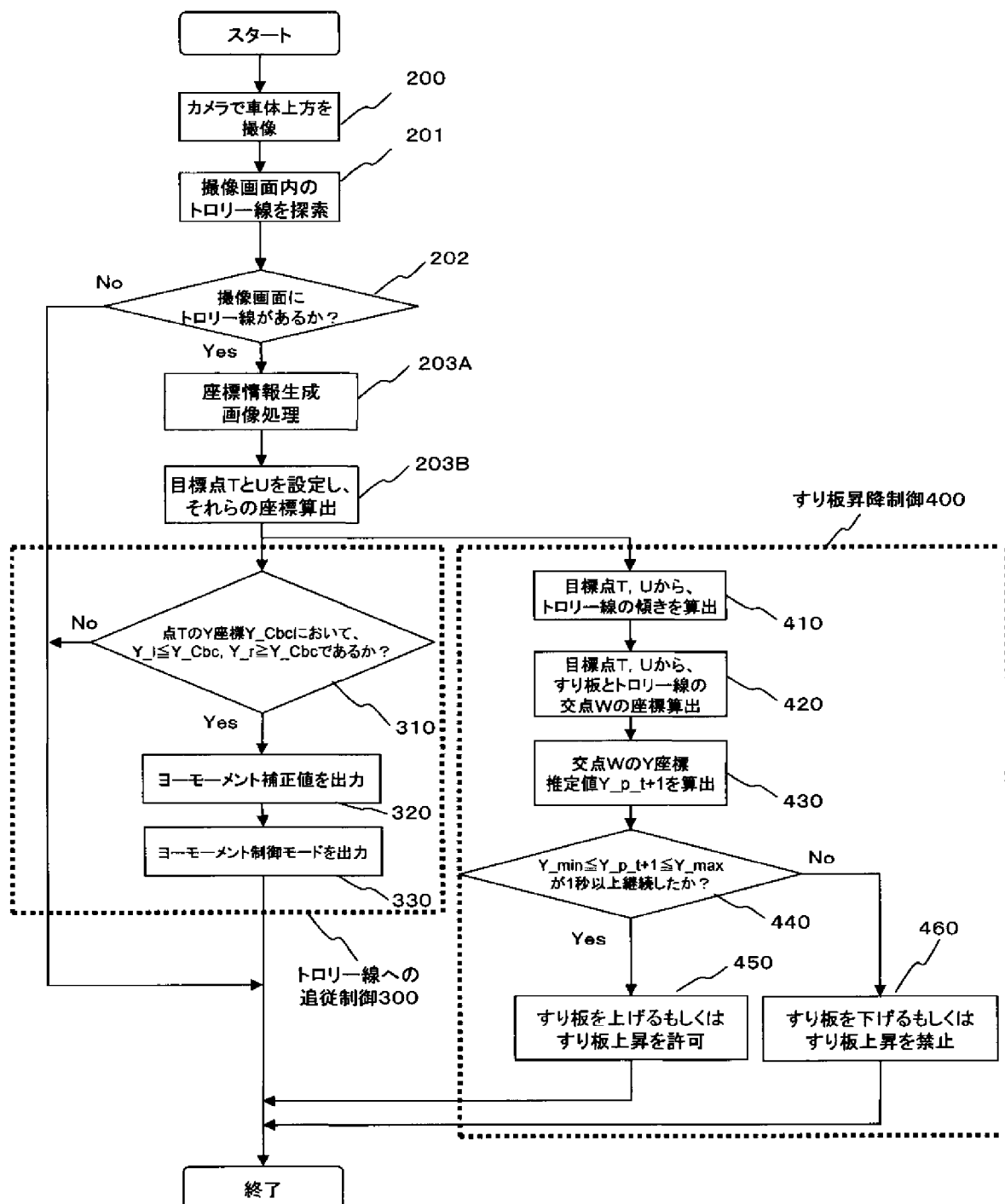
[図19]



[図20]



[図21]



ヨーモーメント補正值
(左周りを正)

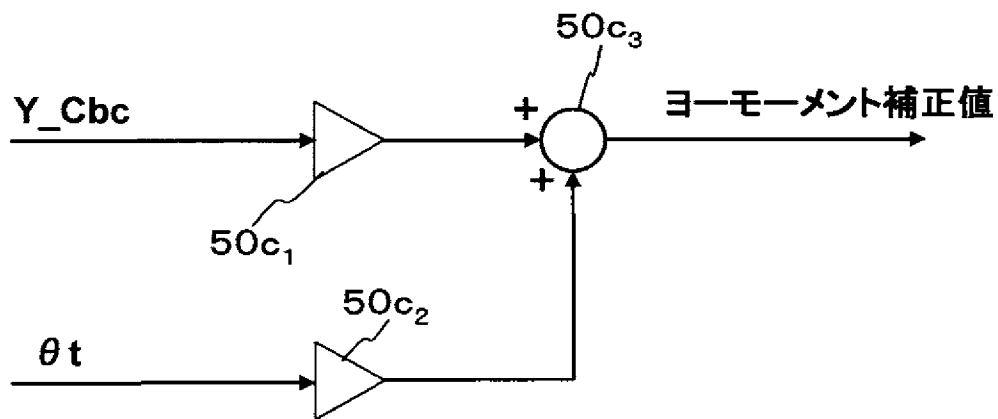
最大補正值

目標点T
のY座標
 Y_{Cbc}

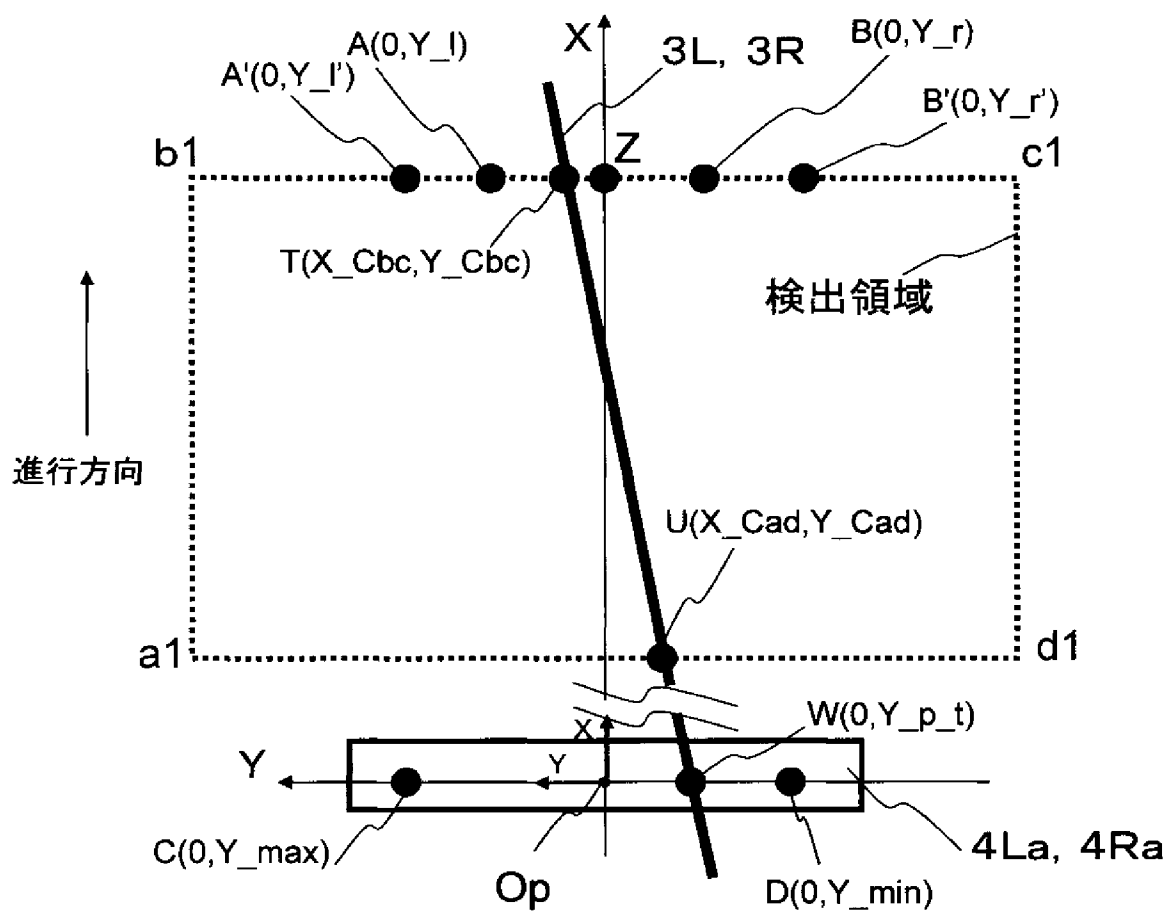
A Z B

最小補正值

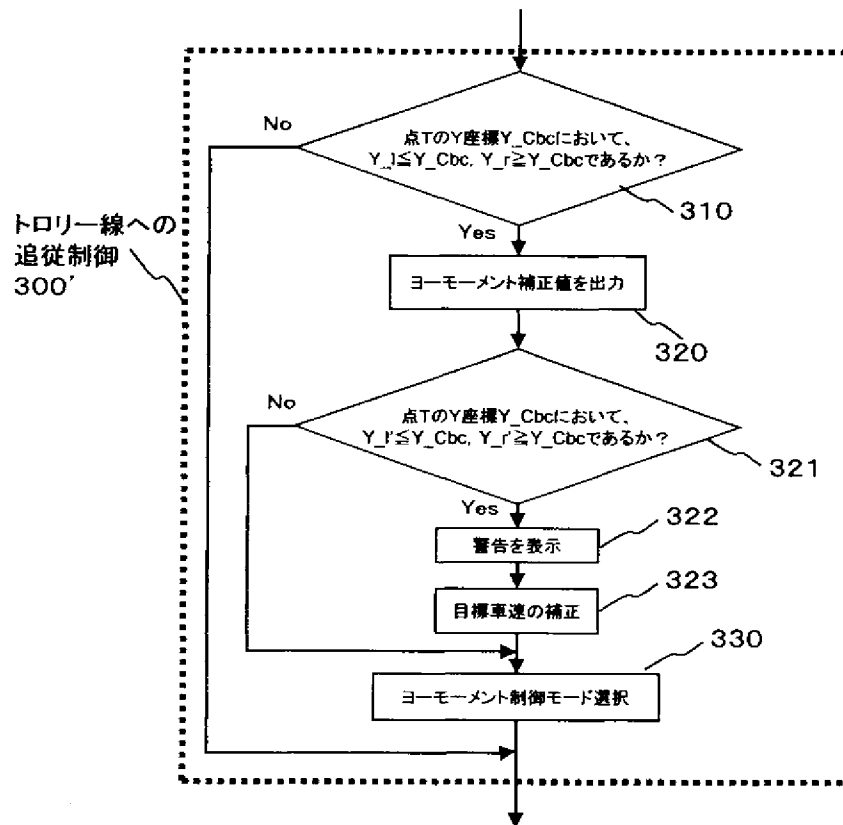
[図23B]



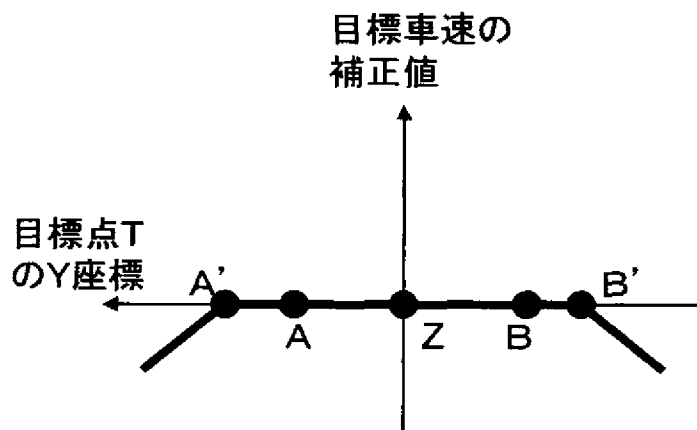
[図24]



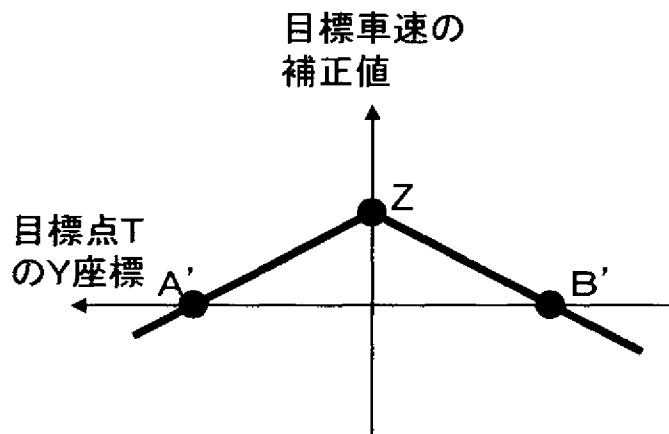
[図25]



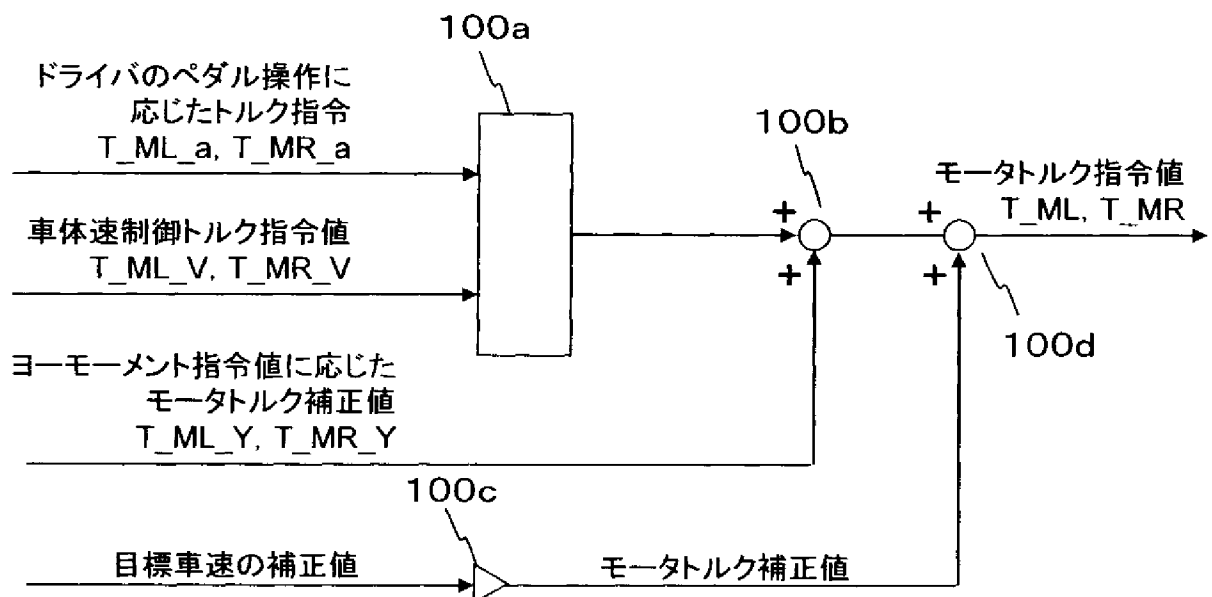
[図26]



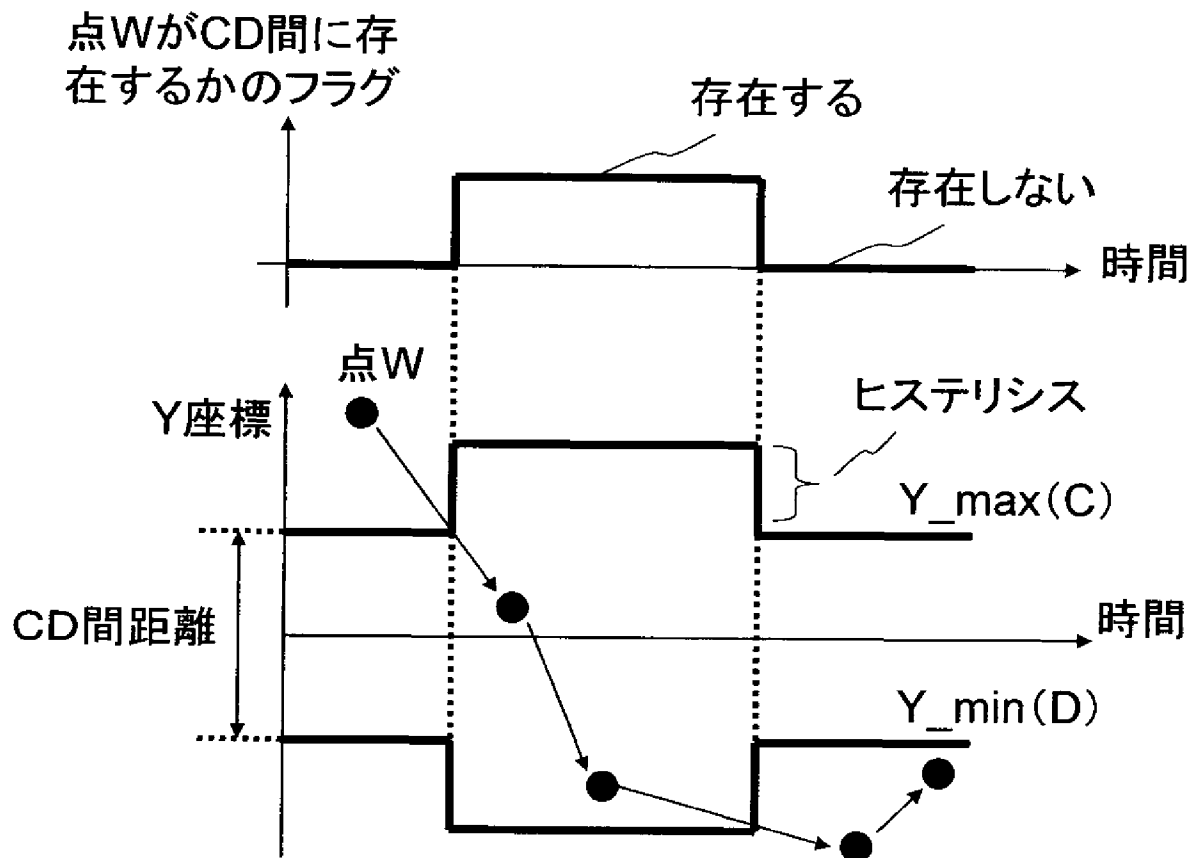
[図27]



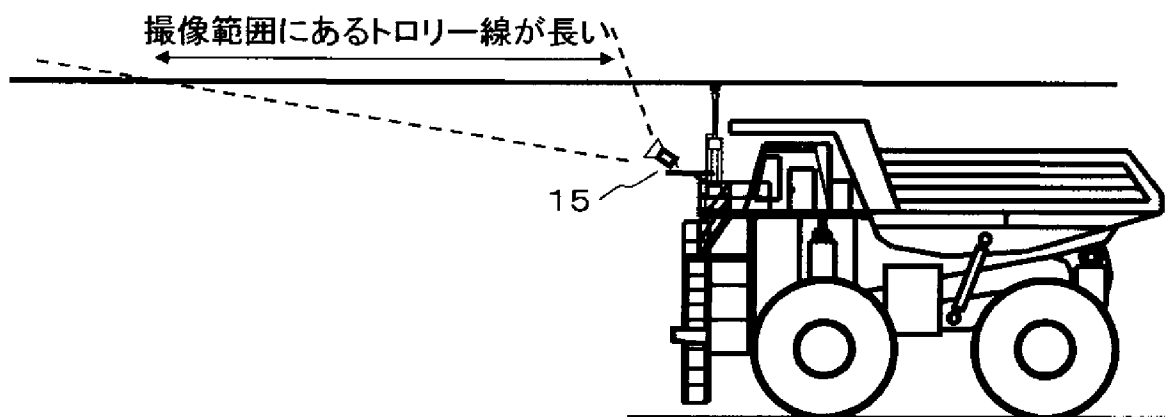
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L9/18(2006.01)i, B60L5/19(2006.01)i, B60L5/24(2006.01)i, G08G1/16(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)

B60L9/18, B60L5/19, B60L5/24, G08G1/16

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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	JP 63-35102 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd., Komatsu Ltd.), 15 February 1988 (15.02.1988), pages 2 to 4; fig. 1 & US 4745997 A & SU 1620044 A & ZA 8705398 A	1-9
Y	JP 57-126202 A (Toshihiro TSUMURA), 05 August 1982 (05.08.1982), page 5, lower right column, line 12 to page 8, lower left column, line 1; fig. 5, 8 to 11 (Family: none)	1-9

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 July, 2012 (03.07.12)Date of mailing of the international search report
17 July, 2012 (17.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059409

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-94952 A (Akiyoshi NOMURA, Takaharu MATSUHASHI), 07 April 2005 (07.04.2005), paragraphs [0002] to [0032]; fig. 1 to 5 (Family: none)	2, 4-9
Y	JP 53-6065 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 20 January 1978 (20.01.1978), page 1; fig. 1 (Family: none)	9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60L9/18(2006.01)i, B60L5/19(2006.01)i, B60L5/24(2006.01)i, G08G1/16(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（I P C））

Int.Cl. B60L9/18, B60L5/19, B60L5/24, G08G1/16

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 63-35102 A（東洋電機製造株式会社、株式会社小松製作所） 1988.02.15, 第2 - 4 ページ及び第1図 & US 4745997 A & SU 1620044 A & ZA 8705398 A	1 - 9
Y	JP 57-126202 A（津村 俊弘）1982.08.05, 第5 ページ右下欄1 2 行 - 第8 ページ左下欄1 行及び第5、8 - 1 1 図（ファミリーなし）	1 - 9
Y	JP 2005-94952 A（野村 明良、松橋 隆治）2005.04.07, 段落番号 【0 0 0 2】 - 【0 0 3 2】及び図1 - 5（ファミリーなし）	2、4 - 9
Y	JP 53-6065 A（工業技術院長）1978.01.20, 第1 ページ及び第1 図 （ファミリーなし）	9

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

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

の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

0 3 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5

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）

上野 力

3 H

3 7 4 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 1 6