

(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8月23日(23.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/111193 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2006.01) B65G 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/074399
- (22) 国際出願日: 2011年10月24日(24.10.2011)
- (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 2011-028270 2011年2月14日(14.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 村田機械株式会社(MURATA MACHINERY, LTD.) [JP/JP]; 〒6018326 京都府京都市南区吉祥院南落合町3番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 熊澤 剛(KUMAZAWA Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒4848502 愛知県犬山市大字橋爪字中島2番地 村田機械株式会社犬山事業所内 Aichi (JP). 佐藤 元(SATO Hajime) [JP/JP]; 〒4848502 愛知県犬山市大字橋爪字中島2番地 村田機械株式会社犬山事業所内 Aichi (JP). 村上 武(MURAKAMI Takeshi) [JP/JP]; 〒6128686 京都府京都市伏見区竹田向代町136番地 村田機械株式会社内 Kyoto (JP).

- (74) 代理人: 塩入 明, 外(SHIOIRI Akira et al.); 〒6590093 兵庫県芦屋市船戸町4番1-409号室 Hyogo (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, JP, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

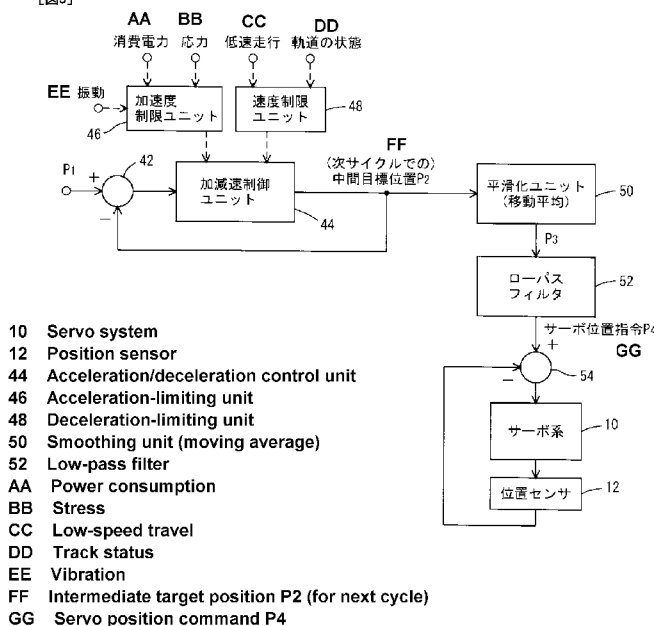
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: TRANSPORT CARRIAGE SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING RUNNING OF TRANSPORT CARRIAGE

(54) 発明の名称: 搬送台車システム及び搬送台車の走行制御方法

[図3]



(57) Abstract: The objective is to eliminate sudden changes in commands that are input to a servo system. Multiple transport carriages are made to run along a common track. Servo control systems are provided in the transport carriages to servo-control the running of the transport carriages, and intermediate commands for the servo system are generated with a prescribed period by an acceleration/deceleration control unit of a running control unit. A smoothing unit of the running control unit generates smoothed commands with a prescribed period by smoothing the generated intermediate commands over multiple periods, and the servo systems are controlled on the basis of the smoothed commands that have been generated.

(57) 要約: サーボ系への入力指令が突然に変更されることが無いようにする。複数の搬送台車を共通の軌道に沿って走行させる。搬送台車内は、搬送台車の走行をサーボ制御するサーボ系を備え、走行制御部の加減速制御ユニットにより、所定の周期でサーボ系への中間指令を生成する。走行制御部の平滑化ユニットにより、生成した中間指令を複数の周期に渡って平滑化した平滑化済み指令を所定の周期で生成し、生成した平滑化済み指令に基づき、サーボ系を制御する。

明 細 書

発明の名称：搬送台車システム及び搬送台車の走行制御方法

技術分野

[0001] この発明は搬送台車システムに関し、特に共通の軌道を複数の搬送台車が走行するシステムに関する。

背景技術

[0002] 出願人は、例えば2台のスタッカークレーンを共通の軌道上を往復走行させ、クレーン間の通信により、干渉を回避することを提案した（特許文献1：JP3791643B）。この技術では、複数のクレーンは互いに現在位置、速度、目的位置等を通信することにより、干渉を回避するように走行し、必要であれば停止する。なお複数台のスタッカークレーンを共通の軌道に沿って走行させるのは、自動倉庫等の内部での搬送能力を高めるためである。また自動倉庫内のクリーン度の向上のため、複数台のスタッカークレーンが共通の非接触給電装置から受電する。

[0003] スタッカークレーンは上位コントローラからの指示に従って、物品の受け渡し等のために行先まで走行する。スタッカークレーンは、上位コントローラから行先を指示されると、機上コントローラにより行先までの速度パターンを発生させ、速度パターンのデータを走行モータのサーボ系に入力する。サーボ系は、入力された速度パターンと実際の速度との誤差を解消するように走行する。ところで複数台のクレーンが共通の軌道を走行しているので、干渉の回避等のために行先を変更する、追従走行のために先行のスタッカークレーンに合わせて目標速度を変更する、等のことが生じる。これに伴い、サーボ系への入力指令が突然に変更され、加減速度が急変し、クレーン及び搬送中の物品に悪影響を及ぼす可能性が生じる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：JP3791643B

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] この発明の課題は、サーボ系への入力指令が突然に変更されることが無いようにすることにある。

この発明の追加の課題は、中間指令を単純に生成でき、かつ搬送台車が効率的に走行できるようにすることにある。

この発明の追加の課題は、地上側の非接触給電装置を小形化することにある。

課題を解決するための手段

[0006] この発明は、複数の搬送台車が走行する搬送台車システムであって、
前記複数の搬送台車が走行する共通の軌道と、
前記搬送台車内に設けられて、搬送台車の走行をサーボ制御するサーボ系と、

所定の周期で前記サーボ系への中間指令を生成する加減速制御ユニットと、
前記中間指令を複数の周期に渡って平滑化した平滑化済み指令を前記所定の周期で生成する平滑化ユニットとを備えて、前記サーボ系を制御する走行制御部、とを備えていることを特徴とする。

[0007] またこの発明は、複数の搬送台車の走行を制御する方法であって、
前記複数の搬送台車は共通の軌道に沿って走行し、
前記搬送台車内は、搬送台車の走行をサーボ制御するサーボ系を備え、
走行制御部の加減速制御ユニットにより、所定の周期で前記サーボ系への中間指令を生成する中間指令生成ステップと、

走行制御部の平滑化ユニットにより、前記中間指令を複数の周期に渡って平滑化した平滑化済み指令を前記所定の周期で生成する平滑化ステップと、
生成した平滑化済み指令に基づき、前記サーボ系を制御する制御ステップ、
とを実行することを特徴とする。

[0008] この発明では、生成した中間指令から高周波成分を除去した入力指令をサーボ系へ入力するので、行先等が変更されても、サーボ系への入力指令が急

変することがない。この明細書において、搬送車システムに関する記載はそのまま搬送台車の走行制御方法にも当てはまる。

[0009] 好ましくは、前記加減速制御ユニットは、搬送台車の走行に関する制約条件を充たす範囲内で、搬送台車が最高速度で走行するように、前記所定期間毎に今回の周期に対する中間指令を生成すると共に、前記制約条件を可変に記憶するように構成されている。このようにすると、制約条件を充たす範囲で搬送台車は最短時間で行先へ走行でき、最短時間で走行することよりもエネルギー効率等を優先する場合、最大速度、最大加速度等の制約条件を変更すれば良い。また中間指令は今回の周期に対する指令のみから成り、速度パターンとは異なり行先までの指令を含んでいない。最高速度で走行するように今回分の中間指令を生成するので、簡単に中間指令を生成でき、制約条件が変更されても、生成済みの中間指令を廃棄する必要がない。

[0010] 好ましくは、平滑化ユニットは複数周期に渡る中間指令の移動平均を平滑化済み指令として生成する。複数回の中間指令の移動平均からなる平滑化済み指令は、中間指令が走行の途中で急激に変化した場合でも、変化が緩やかである。

[0011] また好ましくは、前記走行制御部は、高周波成分もしくは搬送台車の固有振動数付近の信号を前記平滑化済み指令から除去しサーボ位置指令とするフィルタをさらに備えて、前記サーボ位置指令をサーボ系へ入力するように構成されている。平滑化済み指令の時系列には、搬送台車の固有振動数付近の信号が含まれている可能性がある。そこでフィルタにより、平滑化済み指令の時系列を周波数軸領域の信号に変換し、周波数軸領域の信号中の高周波成分を除き、あるいは固有振動数付近の成分を除く。

[0012] 好ましくは、前記加速度制御ユニットは、少なくとも搬送台車の最大速度、最大加速度、及び最大減速度に関する制約条件を充たすように、中間指令を生成する。これらの制約条件は可変なので、軌道の状態が不良な個所ではこれらを厳しく制約し、搬送台車の走行風を小さくしたい個所等では最大速度を小さく制約することができる。逆に軌道の状態が良好で走行風等の制限

が無い箇所ではこれらの制約を緩めて走行させることができる。そして搬送台車が最大速度、最大加速度、及び最大減速度の制約を充たしながら最高速度で走行するように、中間指令を生成できる。

[0013] 好ましくは、中間指令は、今回の周期での目標位置あるいは今回の周期での目標速度からなり、特に好ましくは中間指令は今回の周期での目標位置からなる。中間指令を生成する際に、次回の周期での目標位置を決定するために今回の周期での目標速度を定め、前回の周期での目標速度に基づいて今回の周期での目標位置を定める。例えばこのようにして、中間指令を生成する。

[0014] 好ましくは、搬送台車システムは、地上に設けられて、搬送台車に行先を指示する上位コントローラをさらに備え、

前記走行制御ユニットは搬送台車に設けられ、

前記走行制御ユニットは、上位コントローラ及び他の搬送台車と通信する通信ユニットと、他の搬送台車から受信した現在位置、現在速度、及び行先に基づいて、上位コントローラから指示された行先を変更して出力する行先変更ユニットをさらに備え、

前記加減速制御ユニットは、行先変更ユニットから出力された行先と搬送台車の現在位置との偏差に基づいて、今回の周期での目標位置あるいは目標速度を生成する。

[0015] このようにすると搬送台車は自律的に走行制御ができ、上位コントローラに走行制御部を設ける場合に比べ、上位コントローラと搬送車間の通信量を減らすことができる。

[0016] 好ましくは、前記搬送台車は、前記サーボ系を駆動するための車載電源と、車載電源を管理する電源コントローラとをさらに備え、前記走行制御部は、前記電源コントローラからの信号に応じて、前記最大加速度を変更する加速度制限ユニットをさらに備えている。このようにすると、搬送台車は車載電源の状態、例えば車載電源から取り出し得る電力に応じて、最大加速度を変更することにより、電力不足に陥らずに走行できる。

[0017] 特に好ましくは、前記車載電源は、地上側に設けられた共通の非接触給電装置から受電する受電コイル及び受電した電力を蓄えるキャパシタとからなる。電源コントローラでは、キャパシタの蓄電量から取り出し得る電力が判明すると共に、受電コイルの出力電流、出力電圧等から非接触給電装置の負荷の程度が判明する。従って最大加速度を変更することにより、非接触給電装置の負荷が高い際に受電コイルから取り出す電力を小さくできる。このため小さな能力の非接触給電装置でも良い。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施例の搬送システムの全体的なブロック図

[図2]実施例の搬送システムのブロック図で、行先P1の発生に関するブロックを示す。

[図3]実施例の搬送システムのブロック図で、行先P1からサーボ位置指令P4への変換に関するブロックを示す。

[図4]実施例の搬送システムのブロック図で、最大加速度、最大減速度、最大速度の制約条件に関するブロックを示す。

[図5]実施例の制御アルゴリズムを示すフローチャートで、今回の中間目標位置P2nを発生するまでの処理を示す。

[図6]実施例の制御アルゴリズムを示すフローチャートで、今回の中間目標位置P2nをサーボ位置指令P4へ変換するまでの処理を示す。

[図7]実施例の制御アルゴリズムを示すフローチャートで、加速度、減速度、及び最大速度への制約を示す。

[図8]実施例での、上位コントローラからの行先P0, 中間目標位置P2, 及びサーボ位置指令P4の波形図で、1)は搬送台車の位置を、2)は搬送台車の速度を、3)は搬送台車の加速度を示し、5秒目に行先が10mから20mに変更された例を示す。

[図9]実施例での、上位コントローラからの行先P0, 中間目標位置P2, 及びサーボ位置指令P4の波形図で、1)は搬送台車の位置を、2)は搬送台車の速度を、3)は搬送台車の加速度を示し、5秒目に最大速度が210m/minから150m/minに変

更された例を示す。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に本発明を実施するための最適実施例を示す。この発明の範囲は、特許請求の範囲の記載に基づき、明細書の記載とこの分野での周知技術とを参酌し、当業者の理解に従って定められるべきである。

実施例

[0020] 図１～図９に、実施例の搬送台車システムとその特性とを示す。各図において、２は搬送台車で、４は上位コントローラで地上側に設けられ、複数台の搬送台車２を制御する。各搬送台車２は通信ユニット６を備えて、上位コントローラ４、他の搬送台車２及び、ロードポート、バッファなどの地上設備３４と通信する。搬送台車２は、走行制御部８により走行モータを備えたサーボ系１０を制御し、位置センサ１２により搬送台車２の走行方向位置を求めて、サーボ系１０へフィードバックする。位置センサ１２は走行モータのエンコーダでも、レーザ距離計あるいは磁気リニアセンサなどの位置センサでもよい。

[0021] 搬送台車２は例えばスタッカークレーンであるが、共通の軌道を往復走行しマストと昇降台とを備えない搬送台車、あるいは共通の軌道を周回走行する天井走行車等でも良い。搬送台車２は、走行制御部８等の他に、昇降制御部１４を備えて、昇降モータを備えたサーボ系１６を制御することより、図示しない昇降台をマストに沿って昇降させ、位置センサ１８により高さ位置をサーボ系１６へフィードバックする。また昇降台はスライドフォークもしくはスカラアームなどの移載装置を備え、移載制御部２０により移載モータを備えたサーボ系２２を制御する。そして位置センサ２４により、スライドフォークなどの位置データをサーボ系２２へフィードバックする。制御部８，１４，２０の構成は実質的に同一であるので、以下走行制御部８について説明する。

[0022] ２６は電源コントローラで、非接触給電線から受電する受電コイル２８及びキャパシタ３０を制御し、各モータへの電源とする。なお軌道に沿って非

接触給電線が設けられ、この給電線と給電電源とで非接触給電装置 38 を構成する。なお非接触給電の代わりに、キャパシタ 30 あるいは図示しない 2 次電池の電力で搬送台車 2 を駆動しても良く、その場合、充電装置を軌道に沿って複数個所に設ける。そしてキャパシタ 30 あるいは 2 次電池から供給可能な電力を制約条件として、最大加速度を制限する。さらに搬送台車 2 は応力センサ並びに振動センサ（加速度センサ）を複数備え、搬送台車 2 の各部に加わる応力並びに振動を測定し、制御部 8, 14, 20 へ入力し、最大加速度、最大減速度、最大加速度の変化分、及び最大減速度の変化分を変更する。ただし振動センサは設けなくても良い。

[0023] 複数台の搬送台車 2 は同じ構成で、同一の軌道に沿って往復運動し、通信ユニット 6 を介して互いの現在位置、現在速度、行先などを交換し、干渉を回避しながら追従走行などを行う。さらに上位コントローラ 4 は各搬送台車 2 に対し行先を指令し、荷積みから荷下ろしまでの搬送作業を指令する。搬送台車 2 は例えばクリーンルーム内の自動倉庫の内部を走行し、自動倉庫にはファンフィルタユニット 36 が設けられて、フラットパネルディスプレイのカセットなどの保管物品にクリーンエアを供給する。

[0024] 実施例では搬送台車 2 としてスタックークレーンを示すが、軌道上を往復走行し昇降台を備えていない搬送台車、あるいは天井走行車等でもよい。また搬送台車 2 を設ける位置は自動倉庫の内部であるが、これに限るものではない。さらに実施例では走行制御部 8 を搬送台車 2 に設けるが、上位コントローラ 4 内に走行制御部 8 を設けて、図 3 に示すサーボ位置指令 P4 をサーボ系 10 へ上位コントローラ 4 から入力するようにしても良い。なお走行制御部 8 からサーボ系 10 への入力指令は、例えば 10m 秒毎などの所定の周期で行われ、1 回の周期を 1 サイクルと言う。

[0025] 図 2 に、行先 P1 の発生までのブロック図を示す。上位コントローラ 4 は、不定期に行先 P0 を搬送台車 2 に通信し、搬送台車 2 は例えば 1 サイクル毎に現在位置と現在速度などの状態を上位コントローラ 4 へ報告する。通信ユニット 6 は他の搬送台車 2 との間で、現在位置、現在速度、行先などのデータ

を交換し、地上設備 34 などとの間で、物品の受け渡し、走行規制などに関するインターロック等の信号を交換する。以下図 2～図 4 において、破線のデータは搬送台車 2 の移動に関する制約データを示し、実線はその他のデータを示す。通信ユニット 6 は走行制御部 8 内の行先発生ユニット 40 に対し、上位コントローラからの行先 P0 と他の搬送台車の現在位置、現在速度、行先などの情報、並びにインターロックなどに関する情報を入力する。行先発生ユニット 40 は、他の搬送台車との干渉が生じず、インターロックなどの制約条件に従うように、行先 P0 を行先 P1 に変換して、図 3 の誤差増幅器 42 へ入力する。

[0026] 図 3 の 44 は加減速制御ユニットで、加速度制限ユニット 46 から最大加速度及び最大減速度を制約条件として入力され、速度制限ユニット 48 から最大速度を制約条件として入力される。加減速制御ユニット 44 は、前回出力した中間目標位置 P2 と行先 P1 との誤差とにより、次のサイクルでの中間目標位置 P2 を出力する。ここで 1 サイクルは例えば 10m 秒である。また加減速制御ユニット 44 は、中間目標指令を中間目標位置 P2 ではなく、中間目標速度等として出力しても良い。加減速制御ユニット 44 では、最大減速度で減速した際に行先 P1 よりも手前に停止できるかどうかを判別し、手前に停止できる場合、最大加速度で加速するように目標速度を定める。ただし加速によって最大速度を超える場合、最大速度を目標速度とする。また行先 P1 の手前に停止できない場合、最大減速度で減速するように目標速度を定める。このようにして次の 1 サイクルでの中間目標速度を定め、これに 1 サイクル分の時間を乗算して、次のサイクルでの中間目標位置 P2 とする。

[0027] 加減速制御ユニット 44 は、最大加速度、最大減速度、最大速度などの制約条件を記憶する。これらの制約条件は加速度制限ユニット 46 及び速度制限ユニット 48 から入力され、かつ可変である。加速度制限ユニット 46 は電源コントローラ 26 からの信号により消費電力を制限し、これは最大加速度を制限することである。また応力センサからの信号により最大加速度と最大減速度とを制限し、振動センサからの信号により例えば最大加速度の変化

分と最大減速度の変化分とを制限する。速度制限ユニット 48 は例えば上位コントローラ 4 からの指令等により、最大速度を変更する。即ち搬送量が少なく、高速で搬送する必要がない場合には最大速度を小さくする。これ以外に汚染を避けるべき物品の付近で最大速度を小さくする、また自動倉庫の両端付近では搬送台車 2 が巻き上げる風が棚内の物品に逆流しやすいので最大速度を小さく制限する。さらに軌道の状態により最大速度、最大加速度、最大減速度を制限する。これ以外に他の搬送台車との相対速度により、最大速度を制限する。なお同じ事項に異なる制約条件が複数入力された場合、最も厳しい制約条件が有効となる。

[0028] 搬送台車システムの状況に応じて、搬送台車 2 の走行への制約を最適化することは、加速度制限ユニット 46 及び速度制限ユニット 48 により制約条件を加え、制約条件の範囲内で最大の加速度、減速度及び最大速度で走行させることにより達成される。さらに加減速制御ユニット 44 は次のサイクルでの中間目標位置 P2 のみを生成し、それ以降の中間目標位置は生成しない。言い換えると現在位置から行先 P0 までの速度パターンを生成するのではなく、次の 1 サイクル分の中間目標位置 P2 を繰り返し生成する。

[0029] 平滑化ユニット 50 は、過去複数回の中間目標位置 P2 を組み合わせることにより、中間目標位置 P2 を平滑化した平滑化目標位置 P3 に変換する。例えば過去 4 サイクル、8 サイクル、16 サイクル等の中間目標位置を記憶し、これらの移動平均を求めることにより、複数回の中間目標位置を平均化した平滑化目標位置 P3 に変換し出力する。平滑化は単純な移動平均に限らず、例えば前回出力した平滑化目標位置 P3 と今回の中間目標位置 P2 とを 7 : 1 の割合で内分すると、過去 8 サイクル分の移動平均とほぼ同じ結果が得られ、これも移動平均の例である。

[0030] 平滑化目標位置 P3 は複数回の中間目標位置を反映しているので、行先 P1 が走行の途中で急変した場合でも変化が緩やかである。従って搬送台車間の干渉を回避する、割り付け済みの搬送指令を他の搬送台車に割り付け直す、などの処理が行われても、平滑化目標位置 P3 は急激には変化しない。しかしな

がら平滑化目標位置P3の時系列に搬送台車2の固有振動数付近の信号が含まれている可能性がある。そこでローパスフィルタ52もしくは図示しないバンド除去フィルタなどにより、平滑化目標位置P3の時系列を周波数軸領域の信号に変換し、周波数軸領域の信号中の高周波成分を除き、あるいは固有振動数付近の成分を除く。そしてローパスフィルタ52もしくはバンド除去フィルタは、高周波成分もしくは固有振動数付近の成分を除去した信号を時間領域の信号に逆変換して、サーボ位置指令P4とする。なお平滑化ユニット50とローパスフィルタ52とを別々に設けるのではなく、搬送台車2の振動を抑制するための1つの周波数フィルタを設けるようにしても良い。

[0031] ローパスフィルタ52からのサーボ位置指令P4を誤差増幅器54へ入力する。誤差増幅器54への他方の入力位置センサ12で求めた走行方向位置で、サーボ位置指令P4と搬送台車2の実際の位置との誤差を解消するように、サーボ系10を動作させて図示しない走行用のサーボモータを制御する。

[0032] なお行先発生ユニット40からローパスフィルタ52までにより、走行制御部8を構成したが、平滑化ユニット50及びローパスフィルタ52は走行制御部8とサーボ系10の中間に移しても良い。また誤差増幅器42に、加減速制御ユニット44の中間目標位置P2ではなく、位置センサ12の信号を入力しても良い。さらに加減速制御ユニット44で、行先P1までの中間目標位置P2の時系列データを予め生成しておき、これを1サイクルに1データずつ平滑化ユニット50へ入力しても良い。しかしこのようにすると、行先P1が変更された際に、中間目標位置P2の時系列データを再度生成する必要があり非効率である。

[0033] 図4に、加減速度及び速度に関する制約の加え方を示す。1個の非接触給電装置38から複数の搬送台車2へ給電すると、搬送台車2が共に最大加速度で加速している際に、給電装置38の負荷が大きくなる。そこで電源コントローラ26でキャパシタ30の出力電圧と受電コイル28の出力電圧を監視し、使用可能な電力もしくはエネルギーに変換して、加速度制限ユニット46へ入力する。これに応じて最大加速度を制限すると、非接触給電装置38

の負荷が大きい際に最大加速度を小さくし、小さな非接触給電装置 38 で複数台の搬送台車 2 を動作させることができる。なおサーボモータは例えば減速時に電力を回生して、キャパシタ 30 へ充電する。

[0034] また応力センサにより搬送台車 2 の各部に加わる応力を測定し、最大加速度と最大減速度とを制限すると、搬送台車 2 に加わる応力を小さくし、搬送台車 2 の耐久性を向上させることができる。振動センサにより最大加速度の変化分、最大減速度の変化分などを制限すると、搬送台車 2 に加わる振動及び搬送物品に加わる振動などを小さくできる。ただしこの処理は平滑化ユニット 50 の処理と重複するので省略しても良い。速度制限ユニット 48 では搬送量が少ない際に最大速度を小さくすることにより、消費エネルギーを小さくする。また軌道データ記憶部 56 は搬送台車 2 の走行軌道に沿った各位置での最大速度を記憶し、例えば軌道の両端付近で最大速度を小さくすることにより走行風の影響を小さくする。また軌道の状態が悪い部分で最大速度等を制限する。

[0035] 図 5 ～図 7 に実施例での制御方法を示す。図 5、図 6 は全体的な制御を示し、ステップ 1 で上位コントローラから行先 P0 を受信する。ステップ 2 で、他の搬送台車との干渉の有無、及び地上設備とのインターロック等の制約条件により、行先 P0 を修正し、行先 P1 を出力する。ステップ 3 で、行先 P1 より手前で停止できるか否かを判別し、停止できる場合、最大加速度 a_{max} で加速するように、今回の中間目標速度 V_n を定める。即ち $V_n = V_{old} + a_{max} \cdot \Delta t$ で、 V_{old} は前回の中間目標速度、 a_{max} は最大加速度、 Δt は 1 サイクルの時間で例えば 10m 秒である（ステップ 4）。ステップ 5 で、 V_n が最大速度 V_{max} を越えているか否かを判別し、越えている場合、ステップ 6 で、 $V_n = V_{max}$ とする。また P1 よりも手前で停止できない場合、最大減速度で減速し、今回の目標速度 V_n は $V_n = V_{old} - d_{max} \cdot \Delta t$ であり、 d_{max} は最大減速度である（ステップ 7）。

[0036] 今回の目標速度 V_n は例えば次回の中間目標位置の生成に用いる。今回の中間目標位置 P_{2n} は、 $P_{2n} = P_{2old} + V_{old} \cdot \Delta t$ で定まり、 P_{2old} は前回の

中間目標位置である（ステップ8）。なお $P2n = P2old + Vn \cdot \Delta t$ としても良い。

[0037] 図6に移り、過去n回の中間目標位置P2を平均し、移動平均により平滑化目標位置P3を求める（ステップ9）。そして高周波成分を除去し（ステップ10）、サーボ位置指令P4を出力する（ステップ11）。

[0038] 図7は加減速度及び速度の制約に関する処理を示し、ステップ12で非接触給電線からの受電電圧及びキャパシタの電圧に基づき、最大加速度を制限する。また応力センサからの信号により最大加速度及び最大減速度を制限する（ステップ13）。振動センサの信号により、最大加速度及び最大減速度の変化率を制限する（ステップ14）。なおステップ14は省略しても良い。さらに搬送量の大小により最大速度を制限し、軌道上の位置、軌道の状態、及び必要なクリーン度等により最大速度を制限する（ステップ15）。

[0039] 得られたサーボ位置指令を図8、図9に示し、これらの図において、1点鎖線は上位コントローラから指令された行先を、破線は中間目標位置を、実線は移動平均とローパスフィルタによる処理を経たサーボ位置指令を表す。図8では時刻5秒目に行先が10mから20mへ変更され、これに伴って速度と加速度が2)及び3)のように変化し、移動平均を施しローパスフィルタで処理することにより、滑らかなサーボ位置指令となる。図9では、時刻5秒目に最大速度が210m/minから150m/minに変更され、これに伴い中間目標位置に基づく速度と加速度は急激に変化するが、移動平均とローパスフィルタを施した後の速度と加速度は滑らかに変化している。

[0040] 実施例では以下の効果が得られる。

(1) 走行の途中で行先、最大速度、最大加速度、最大減速度等を変更しても、サーボ系10への入力、急激には変化せず、徐々に変化する。これは平滑化ユニット50によるものである。このため搬送台車2間の干渉を回避するため等により、行先等を頻繁に変更しても、滑らかに走行できる。

(2) 加減速制御ユニット44は、制約条件の範囲内で最短時間で走行するように中間目標位置を発生するので、搬送能力が高い。

(3) この一方で、消費電力、応力等に応じて加速度及び減速度を制限し、軌道の状態等に応じて例えば最大速度を制限することにより、最適な速度と加減速度で走行させることができる。

(4) 特に消費電力に応じて最大加速度を制限することにより、小さな非接触給電装置 38 で複数の搬送台車 2 を駆動できる。また応力に応じて最大加速度と最大減速度を制限することにより、搬送台車 2 及び搬送物品に加わる力を小さくできる。

(5) 搬送負荷の大小、軌道上の位置、軌道の状態などにより、最大速度等を制限することにより、消費エネルギーを小さくし、走行風を軽減する等のことができる。

(6) 加減速制御ユニット 44 は、次のサイクルでの中間目標位置 P2 を生成すれば良く、行先 P1 までの速度パターンを生成する必要はない。このため行先 P1 が頻繁に変更されても、あるいは最大加速度、最大減速度、最大速度などが変更されても、生成済みのデータが無駄にならない。

符号の説明

[0041]	2	搬送台車	4	上位コントローラ	6	通信ユニット
	8	走行制御部	10, 16, 22	サーボ系		
	12, 18, 24	位置センサ	14	昇降制御部		
	20	移載制御部	26	電源コントローラ	28	受電コイル
	30	キャパシタ	32	センサ群	34	地上設備
	36	ファンフィルタユニット	38	非接触給電装置		
	40	行先発生ユニット	42, 54	誤差増幅器		
	44	加減速制御ユニット	46	加速度制限ユニット		
	48	速度制限ユニット	50	平滑化ユニット		
	52	ローパスフィルタ	56	軌道データ記憶ユニット		

請求の範囲

- [請求項1] 複数の搬送台車が走行する搬送台車システムであって、
前記複数の搬送台車が走行する共通の軌道と、
前記搬送台車内に設けられて、搬送台車の走行をサーボ制御するサーボ系と、
所定の周期で前記サーボ系への中間指令を生成する加減速制御ユニットと、前記中間指令を複数の周期に渡って平滑化した平滑化済み指令を前記所定の周期で生成する平滑化ユニットとを備えて、前記サーボ系を制御する走行制御部、とを備えていることを特徴とする、搬送台車システム。
- [請求項2] 前記加減速制御ユニットは、搬送台車の走行に関する制約条件を満たす範囲内で、搬送台車が最高速度で走行するように、前記所定周期毎に今回の周期に対する中間指令を生成すると共に、前記制約条件を変に記憶するように構成されていることを特徴とする、請求項1の搬送台車システム。
- [請求項3] 前記平滑化ユニットは複数周期に渡る中間指令の移動平均を平滑化済み指令として生成するように構成されていることを特徴とする、請求項2の搬送台車システム。
- [請求項4] 前記走行制御部は、高周波成分もしくは搬送台車の固有振動数付近の信号を前記平滑化済み指令から除去しサーボ位置指令とするフィルタをさらに備えて、前記サーボ位置指令をサーボ系へ入力するように構成されていることを特徴とする、請求項3の搬送台車システム。
- [請求項5] 前記加減速制御ユニットは、少なくとも搬送台車の最大速度、最大加速度、及び最大減速度に関する制約条件を満たすように、中間指令を生成することを特徴とする、請求項2の搬送台車システム。
- [請求項6] 前記中間指令は、今回の周期での目標位置あるいは今回の周期での目標速度からなることを特徴とする、請求項5の搬送台車システム。
- [請求項7] 搬送台車システムは、地上に設けられて、搬送台車に行先を指示す

る上位コントローラをさらに備え、

前記走行制御ユニットは搬送台車に設けられ、

前記走行制御ユニットは、上位コントローラ及び他の搬送台車と通信する通信ユニットと、他の搬送台車から受信した現在位置、現在速度、及び行先に基づいて、上位コントローラから指示された行先を変更して出力する行先変更ユニットをさらに備え、

前記加減速制御ユニットは、行先変更ユニットから出力された行先と搬送台車の現在位置との偏差に基づいて、今回の周期での目標位置あるいは目標速度を生成するように構成されていることを特徴とする、請求項6の搬送台車システム。

[請求項8] 前記搬送台車は、前記サーボ系を駆動するための車載電源と、車載電源を管理する電源コントローラとをさらに備え、

前記走行制御部は、前記電源コントローラからの信号に応じて、前記最大加速度を変更する加速度制限ユニットをさらに備えていることを特徴とする、請求項7の搬送台車システム。

[請求項9] 前記車載電源は、地上側に設けられた共通の非接触給電装置から受電する受電コイル、及び受電した電力を蓄えるキャパシタとからなることを特徴とする、請求項8の搬送台車システム。

[請求項10] 複数の搬送台車の走行を制御する方法であって、

前記複数の搬送台車は共通の軌道に沿って走行し、

前記搬送台車内は、搬送台車の走行をサーボ制御するサーボ系を備え、

走行制御部の加減速制御ユニットにより、所定の周期で前記サーボ系への中間指令を生成する中間指令生成ステップと、

走行制御部の平滑化ユニットにより、前記中間指令を複数の周期に渡って平滑化した平滑化済み指令を前記所定の周期で生成する平滑化ステップと、

生成した平滑化済み指令に基づき、前記サーボ系を制御する制御ス

テップ、とを実行することを特徴とする、搬送台車の走行制御方法。

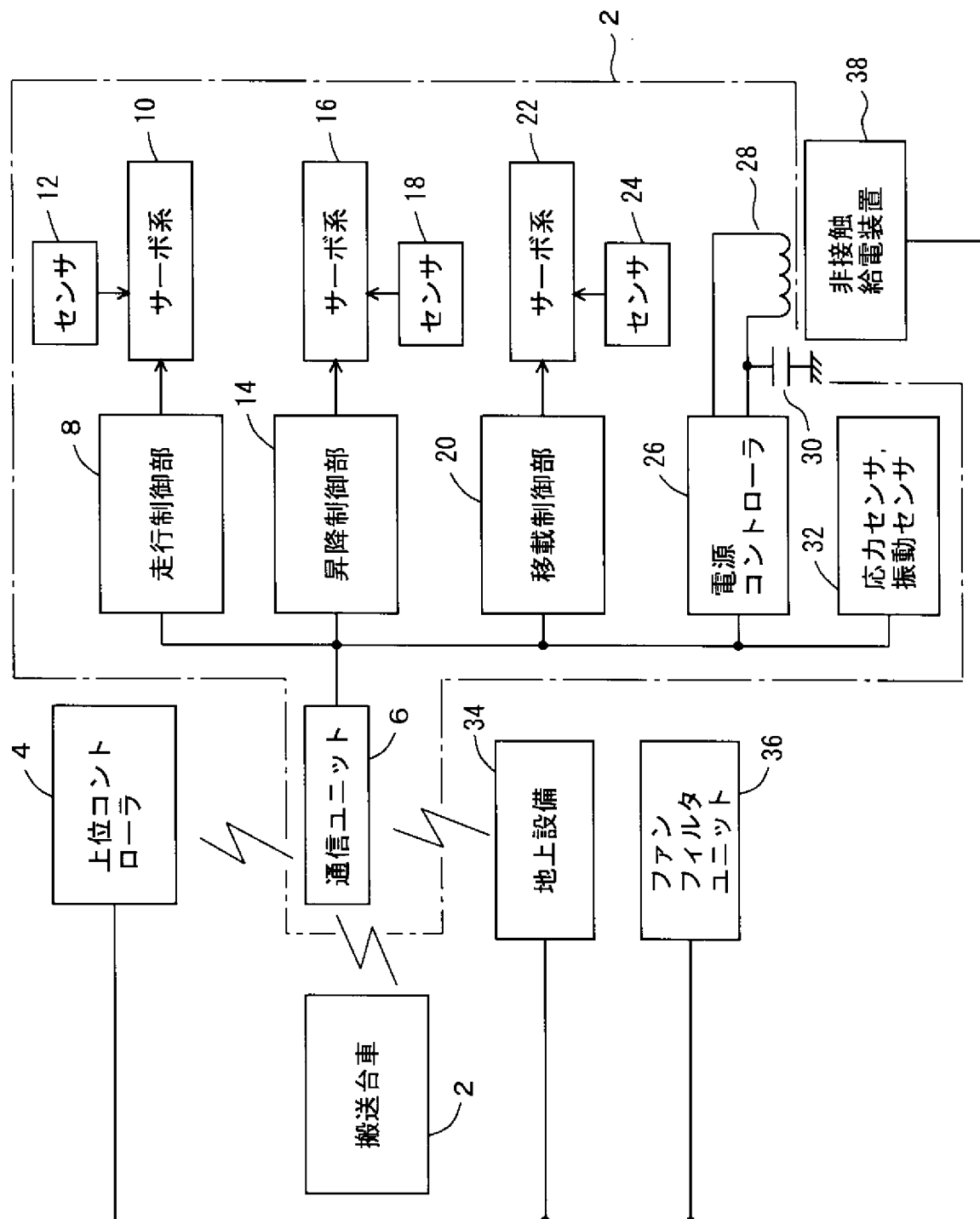
[請求項11] 前記中間指令生成ステップでは、搬送台車の走行に関する制約条件を充たす範囲内で、搬送台車が最高速度で走行するように、今回の周期に対する中間指令を生成し、

かつ前記加減速制御ユニットに前記制約条件を可変に記憶させるステップをさらに実行することを特徴とする、請求項10の搬送台車の走行制御方法。

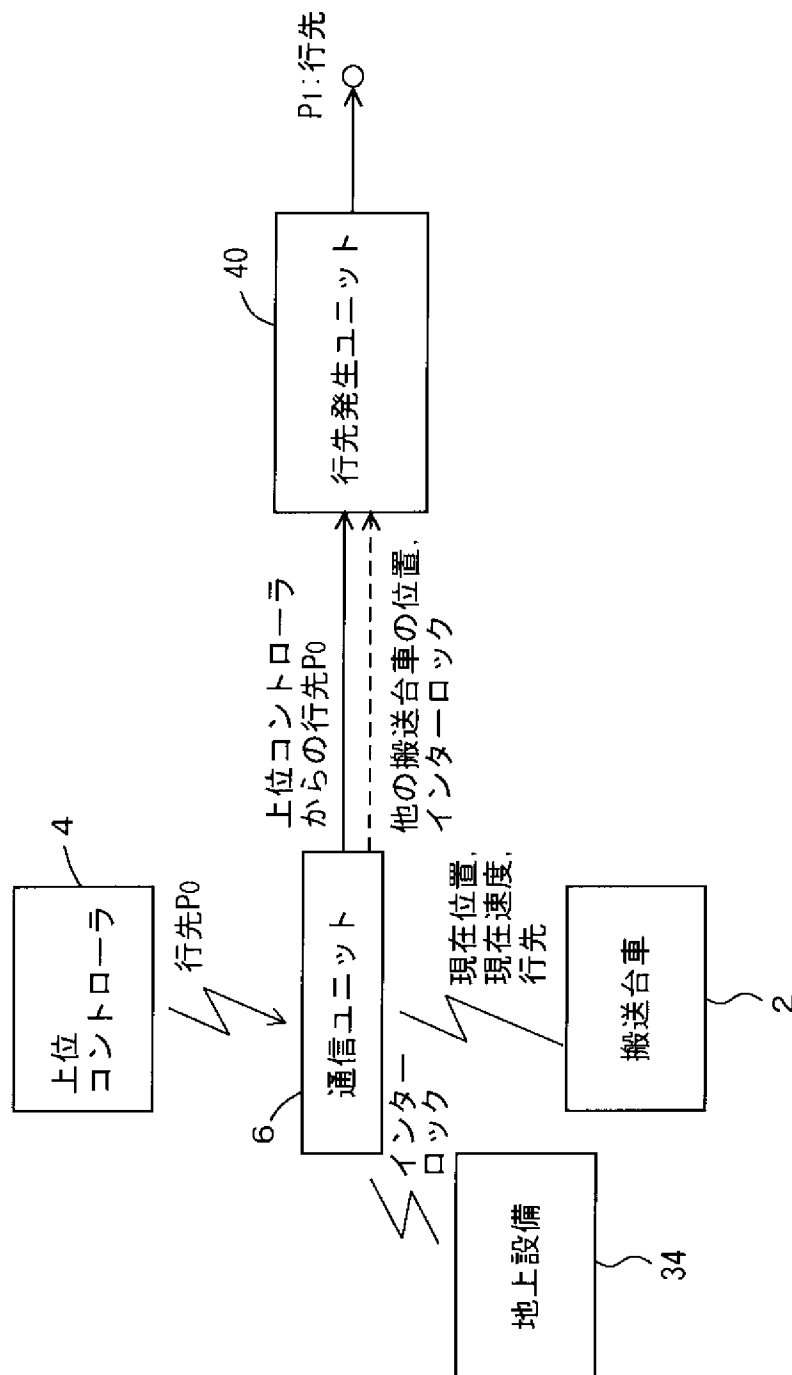
[請求項12] 前記走行制御部のフィルタにより、平滑化済み指令の移動平均から高周波成分もしくは搬送台車の固有振動する付近の信号を除去したサーボ位置指令を生成するステップを、前記所定の周期毎に実行し、

前記制御ステップでは、サーボ位置指令を前記サーボ系へ前記所定の周期で入力することを特徴とする、請求項11の搬送台車の走行制御方法。

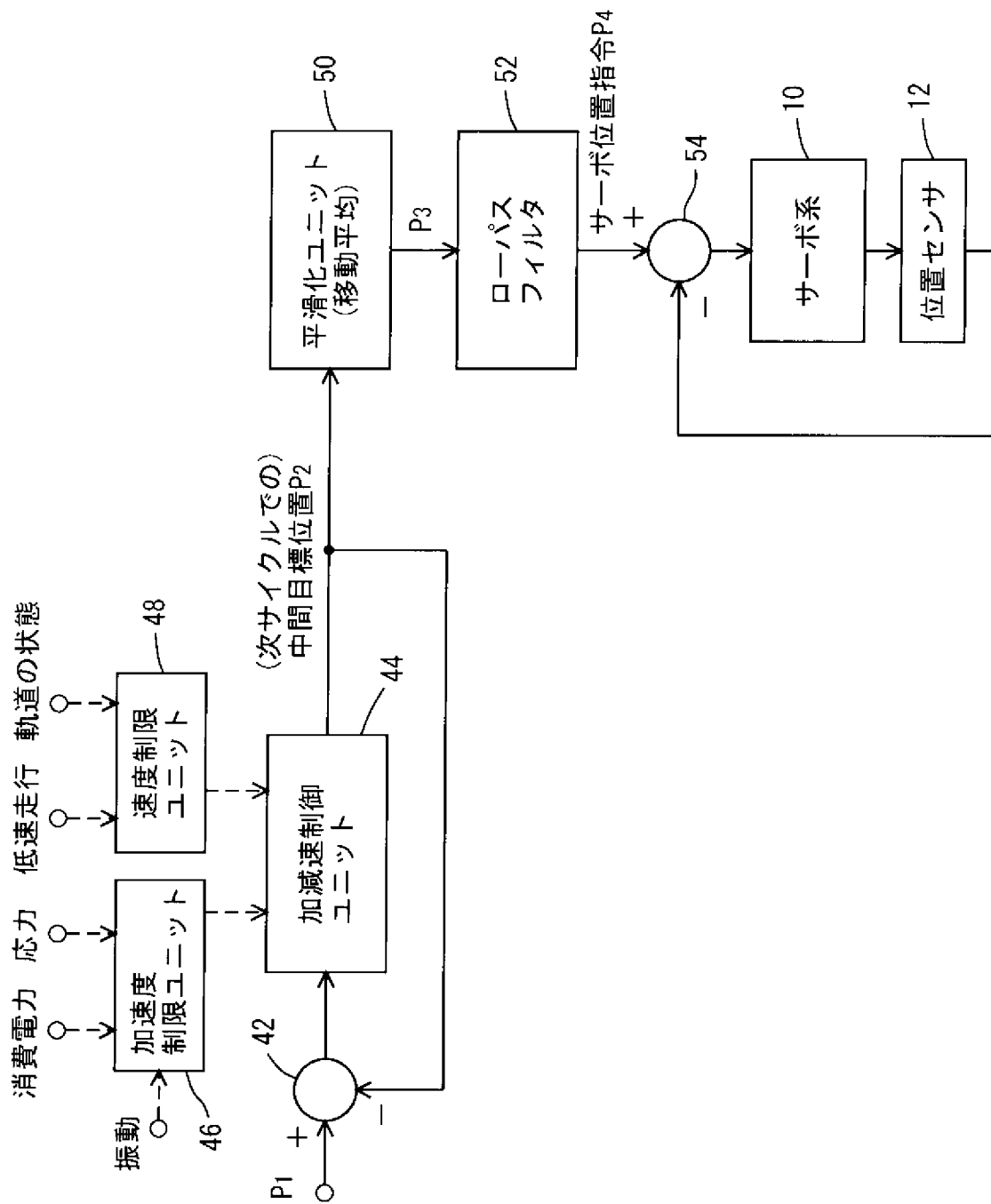
[図1]



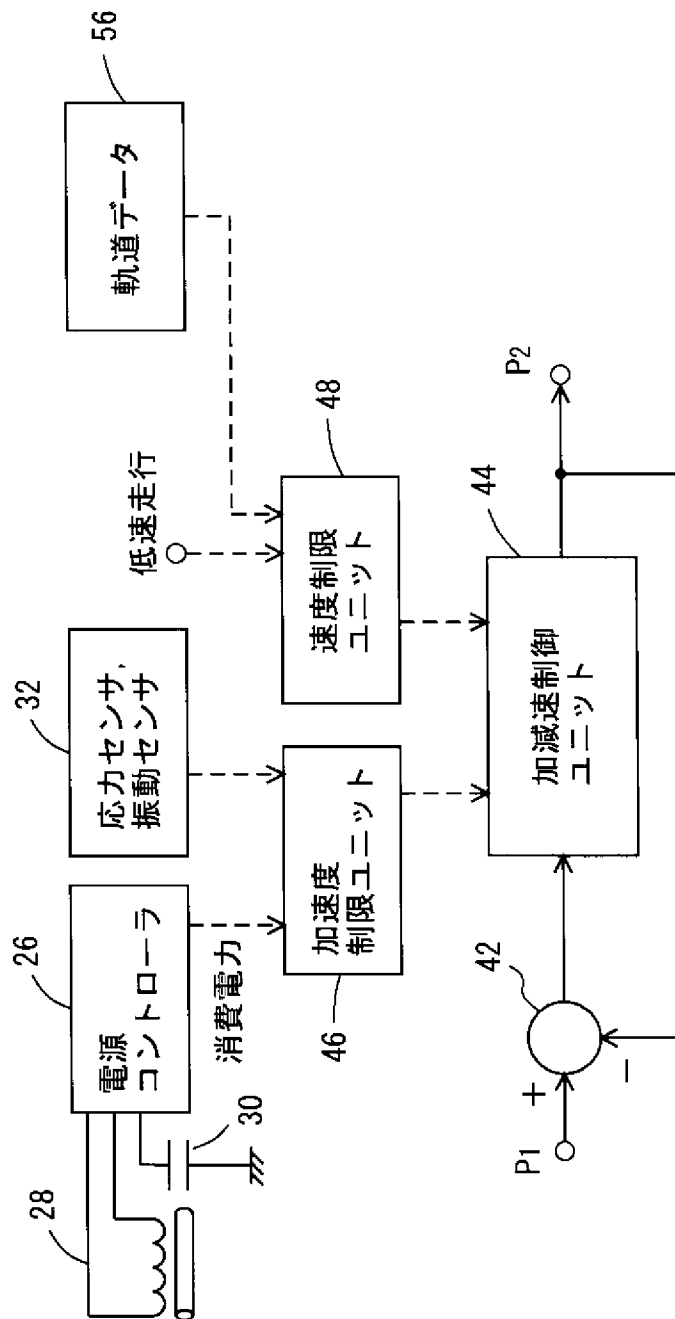
[図2]



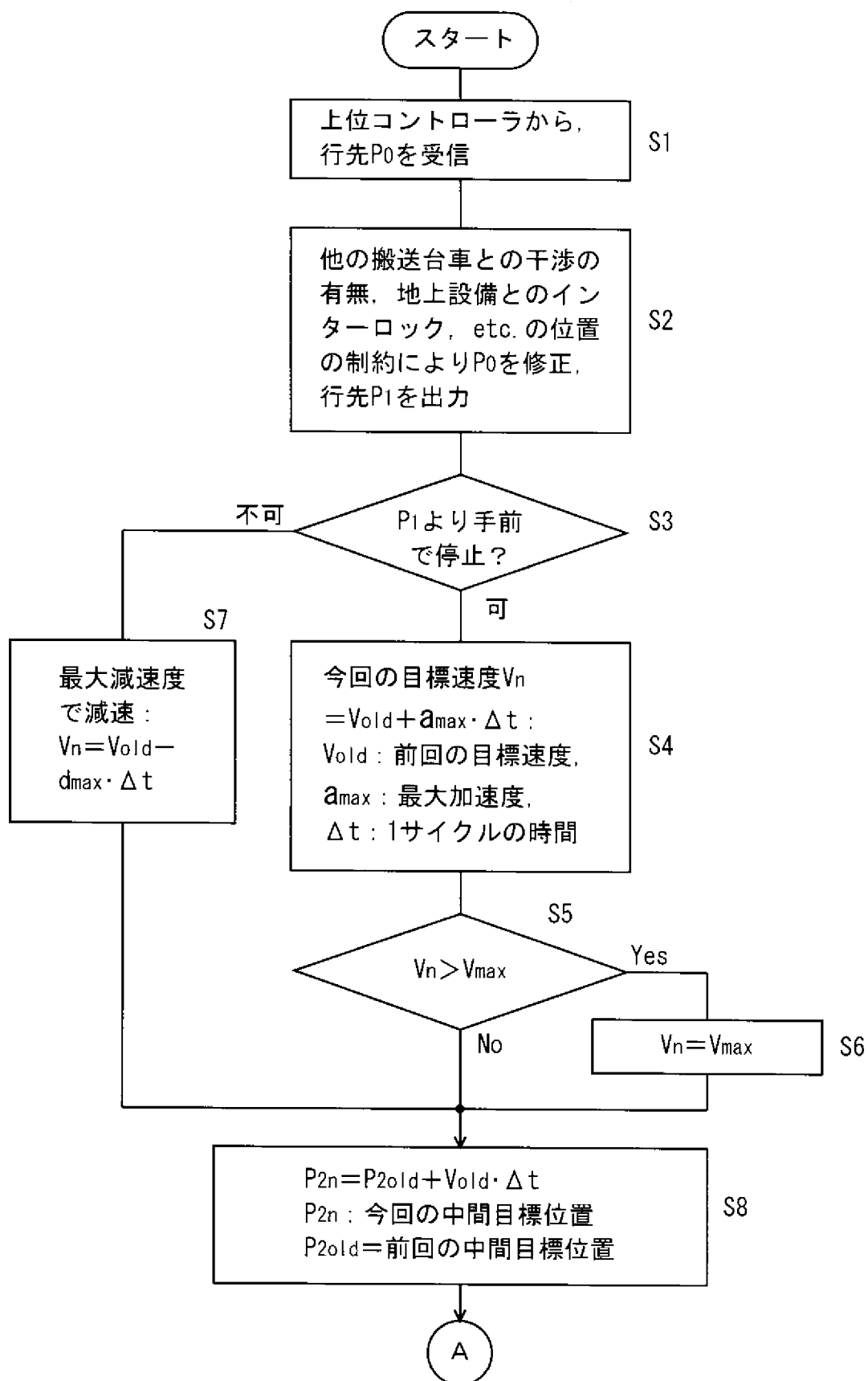
[図3]



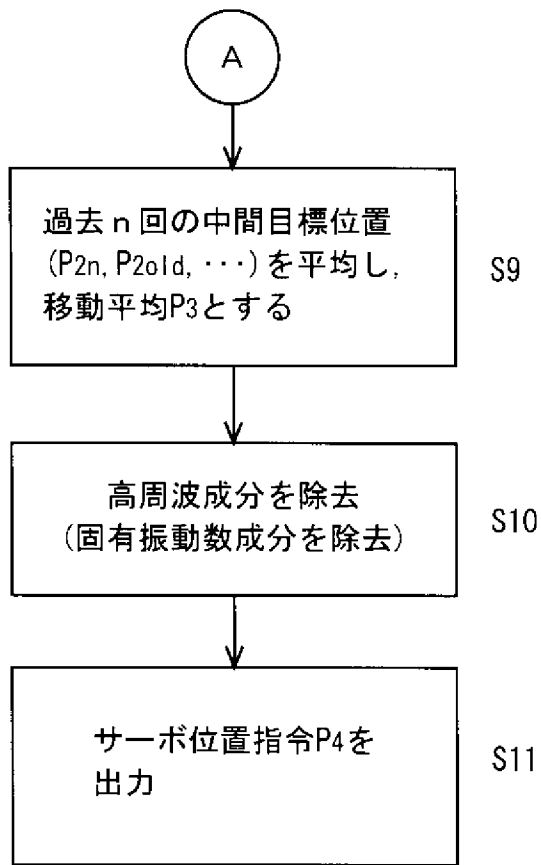
[図4]



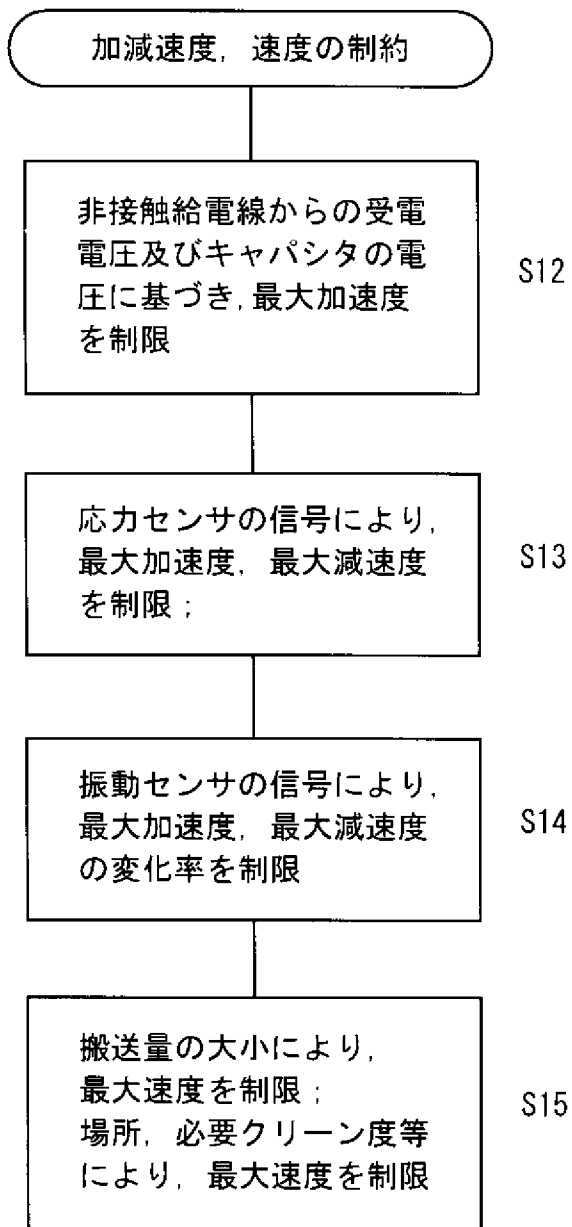
[図5]



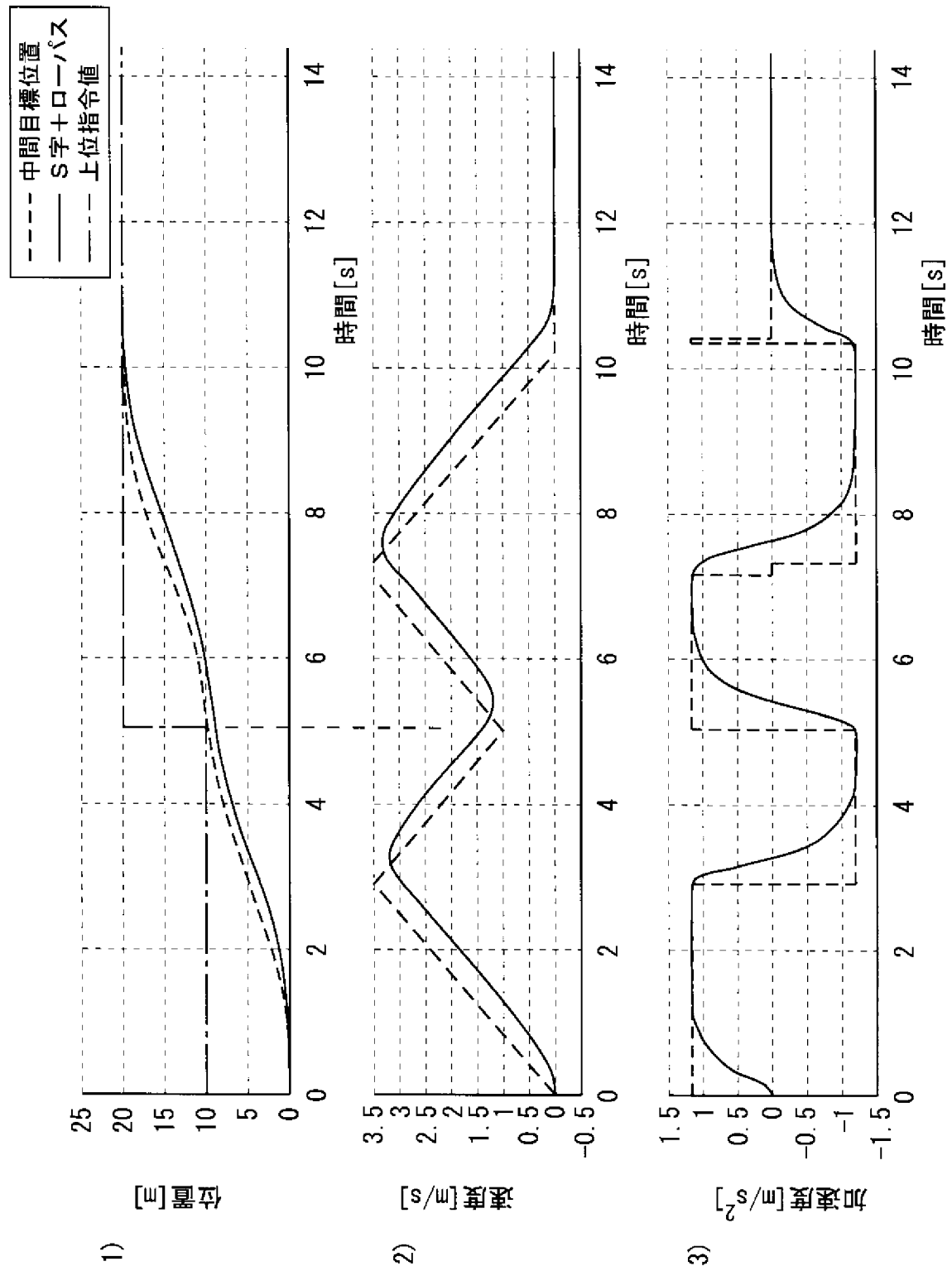
[図6]



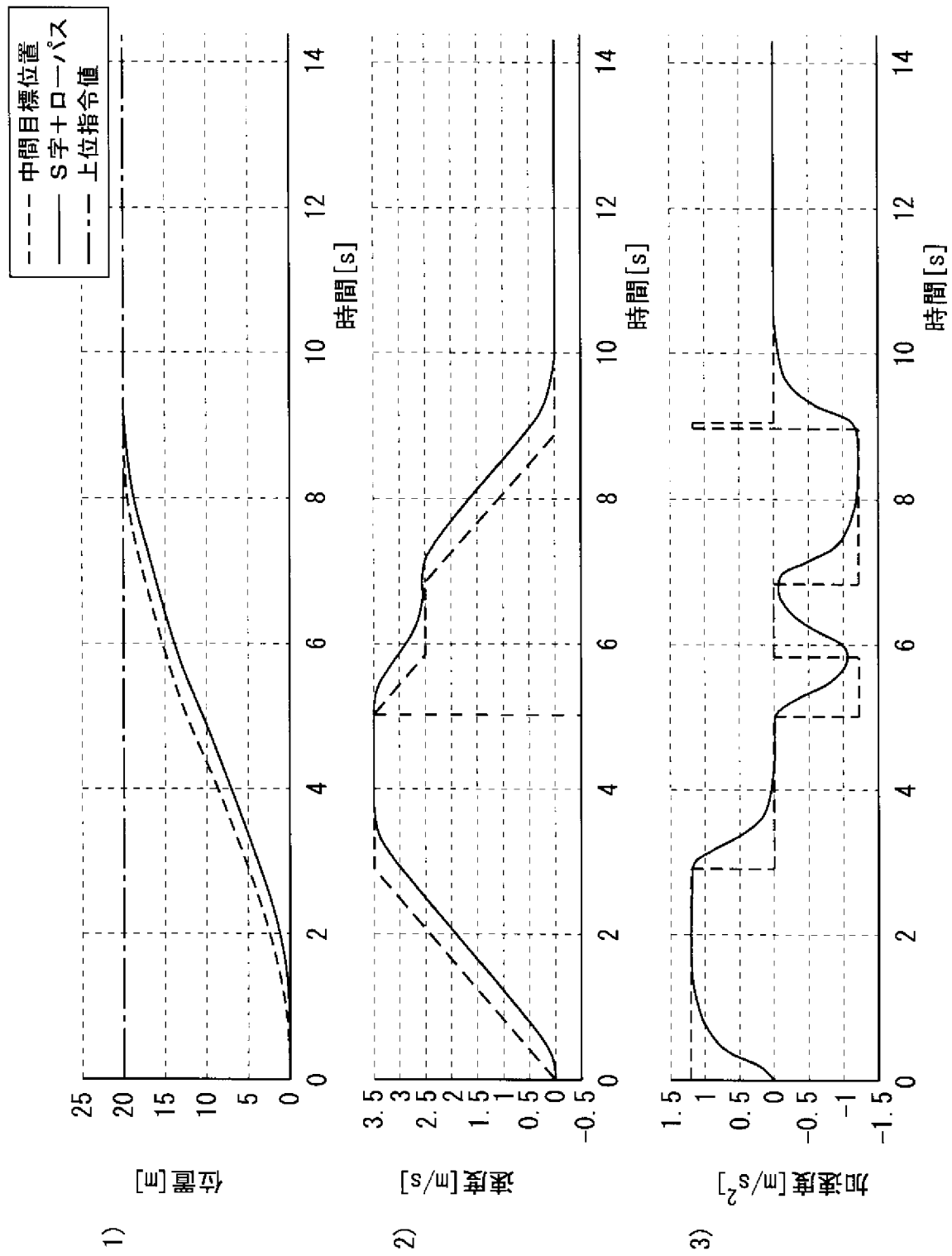
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/02(2006.01) i, B65G1/04(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)

G05D1/02, B65G1/04

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 A	JP 2009-242063 A (Murata Machinery Ltd.), 22 October 2009 (22.10.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1, 10 2-9, 11-12
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 163518/1986(Laid-open No. 72601/1988) (Meidensha Corp.), 16 May 1988 (16.05.1988), page 5, lines 7 to 12; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 10



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

04 November, 2011 (04.11.11)

Date of mailing of the international search report

15 November, 2011 (15.11.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05D1/02(2006.01)i, B65G1/04(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. G05D1/02, B65G1/04

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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 A	JP 2009-242063 A (村田機械株式会社) 2009. 10. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 10 2-9, 11-12
Y	日本国実用新案登録出願61-163518号(日本国実用新案登録出願公開 63-72601号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム(株式会社明電舎) 1988. 05. 16, 第5ページ第7-12行及び第1-2図(ファミリーなし)	1, 10

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

04. 11. 2011

国際調査報告の発送日

15. 11. 2011

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)

佐々木 一浩

3 U

9 4 2 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3324