

(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  
2017年5月18日(18.05.2017)



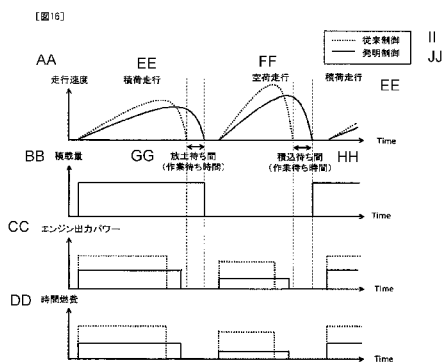
(10) 国際公開番号  
WO 2017/081912 A1

- (51) 国際特許分類:  
F02D 29/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075626
- (22) 国際出願日: 2016年9月1日(01.09.2016)
- (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 2015-220977 2015年11月11日(11.11.2015) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100015 東京都台東区東上野二丁目16番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中村 明博(NAKAMURA Akihiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 小田 尚和(ODA Naokazu); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP). 荒井 雅嗣(ARAI Masatsugu); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人開知国際特許事務所(KAI-CHI IP); 〒1030022 東京都中央区日本橋室町四丁目3番16号 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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).

[続葉有]

(54) Title: TRANSPORT VEHICLE

(54) 発明の名称: 運搬車両



- AA Travel speed
- BB Load amount
- CC Engine output power
- DD Fuel consumption over time
- EE Loaded travel
- FF Unloaded travel
- GG Unloading wait time (operation wait time)
- HH Loading wait time (operation wait time)
- II Conventional control
- JJ Control according to invention

(57) Abstract: A dump truck that is equipped with an engine (1) and an ECU (7) for controlling the engine (1), and that performs a prescribed operation after arriving at a destination, wherein the ECU (7) is configured so as to increase the amount of suppression of the engine power of the dump truck on the route to the destination as the operation wait time, which is predicted time from the arrival of the dump truck at the destination until the start of the operation, increases, and as the engine load of the dump truck decreases.

(57) 要約: エンジン(1)と、エンジン(1)を制御するECU(7)とを備え、目的地の到着後に所定の作業を行うダンプトラックにおいて、ダンプトラックの目的地の到着後から作業の開始までの予測時間である作業待ち時間が長く、かつ、ダンプトラックのエンジン負荷が小さいほど、ダンプトラックの目的地への経路上でエンジンパワーの抑制量を大きくするようにECU(7)を構成する。

WO 2017/081912 A1

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**： 運搬車両

**技術分野**

[0001] 本発明は、ダンプトラックを含む運搬車両に係り、特に運搬車両のエンジン制御に関するものである。

**背景技術**

[0002] 鉱山では、鉱石や剥土等の積荷を積込場から放土場まで運搬するために、積載量が100トン以上のダンプトラック（鉱山ダンプ）が多数稼働している。積込場から放土場の経路は一定に決められており、ダンプトラックは同じ経路を繰り返し往復走行する。1つの経路には複数台のダンプ（例えば全て同じ車格のダンプ）が走行しており、稼働時間は24時間である。このように、大型で長時間かつ複数台稼働するダンプトラックでは、単位コスト（イニシャルコスト＋ランニングコスト）当りの仕事量（エネルギー量）で示される搬送効率が重要視されている。近年、この数値の向上を目指して、ランニングコスト低減が注目されている。その中で、エンジンで使用する燃料消費量の低減手法が提案されている。

[0003] 国際公開第2006/043619号パンフレット（特許文献1）には、作業車両（ダンプトラック）の燃料消費量低減のためにエンジンが出力できるパワーを作業車両の負荷に応じて制限する方式が開示されている。本文献によると、まずドライバはエンジンの出力モードとしてパワーモード又は標準モードをモード設定スイッチにより選択する。選択された出力モードによりエンジン特性が決まり、標準モードはパワーモードに比べエンジンの使用領域が制限され、低出力で動作する。さらに、出力モード選択後、積載物の重量（積載量）やサスペンション圧力からの作業車両の負荷状態の高低を判断し、高負荷と判断された場合にはエンジンの使用領域を高出力側に広げ、低負荷と判断された場合にはエンジンの使用領域を低出力側に狭める処理を行う。したがって、低負荷と判断された場合には、エンジン出力パワーが抑

制されることで余分なパワーが制限され、燃料消費量が低減される。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2006/043619号パンフレット

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記文献の技術では、作業車両の負荷のみに応じてエンジンの出力を変更するため、次のような問題が発生し得る。例えば、いずれかの出力モードで低負荷状態と判断されエンジン出力が抑制されると、燃料消費量が低下する一方で、走行速度までもが低下する可能性がある。走行速度の低下は作業車両の仕事量の低下につながるため、搬送効率が向上しないもしくは悪化する可能性がある。すなわち、上記文献の技術では、燃料消費量の低減と搬送効率の向上という2点を必ずしも両立できないという課題がある。

[0006] 本発明は、上記のような従来技術の課題を検討し、その課題を解決するためになされたものである。従って、本発明の目的とするところは、搬送効率の向上と燃料消費量の低減を両立できる運搬車両を提供する事にある。本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本願において開示される発明のうちの代表的なものについて簡単に説明すれば、下記のとおりである。

[0008] すなわち、エンジンと、前記エンジンを制御する制御装置とを備え、目的地の到着後に所定の作業を行う運搬車両において、前記制御装置は、前記運搬車両の前記目的地の到着後から前記作業の開始までの予測時間である作業待ち時間が長く、かつ、前記運搬車両のエンジン負荷が小さいほど、前記運搬車両の前記目的地への経路上でエンジンパワーの抑制量を大きくするよう

に構成されているものとする。

## 発明の効果

[0009] 本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、作業待ち時間とエンジン負荷を考慮することで、搬送効率の向上と燃料消費量の低減を両立できる運搬車両を提供できる。

## 図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明のエンジン制御装置を搭載した鉱山向けダンプトラックの側面図である。

[図2]本発明の実施形態1のシステムブロック図である。

[図3]本発明の実施形態1、3のECU7の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図4]本発明の実施形態1、3のエンジン出力パワー指令算出部14の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図5]本発明の実施形態1、3の平均エンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{ave}$ ) を走行前に算出するフローである。

[図6]作業待ち時間 ( $Time\_delay$ ) やサイクルの定義を表す図である。

[図7]本発明の作業待ち時間 ( $Time\_delay$ ) を走行前に算出するフローである。

[図8]走行時間 ( $Time\_run$ )、平均走行速度 ( $Vel\_run$ )、最大パワー出力頻度 ( $Pow\_max\_Rate$ )、走行距離 ( $Distance$ ) の定義を表す図である。

[図9]本発明の実施形態1、3、5、7の切り替え判定部28の処理内容を示す図である。

[図10]本発明の実施形態1、3のエンジン回転数指令算出部13の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図11]本発明の実施形態1、3の平均エンジン回転数上限値 ( $Ne\_up\_limit_{ave}$ ) を走行前に算出するフローである。

[図12]平均エンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{ave}$ ,  $Pow\_up\_limit_{real}$ ) から、平均エンジン回転数上限値 ( $Ne\_up\_limit_{ave}$ ,  $Ne\_up\_limit_{real}$ ) を算出

する 1 つの方法を示す図である。

[図13]平均エンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{ave}$ ,  $Pow\_up\_limit_{real}$ ) から、平均エンジン回転数上限値 ( $Ne\_up\_limit_{ave}$ ,  $Ne\_up\_limit_{real}$ ) を算出する 1 つの方法を示す図である。

[図14]平均 (走行中) 作業待ち時間 ( $Time\_delay_{real}$ ) を走行中に算出するフローである。

[図15]本発明の実施形態 1, 3, 5, 7 の作業待ち時間と最大エンジンパワー抑制率との関係を示す図である。

[図16]実施形態 1 を適用した場合の走行速度、積載量、エンジン出力パワーおよび時間燃費の時系列データの一例。

[図17]表示装置 10 の処理内容を示す図である。

[図18]本発明の実施形態 2, 4 の ECU 7 の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図19]本発明の実施形態 2, 4 のエンジン出力パワー指令算出部 31 の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図20]本発明の実施形態 2, 4 のエンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{real}$ ) を走行中に算出するフローである。

[図21]本発明の実施形態 2, 4 のエンジン回転数指令算出部 30 の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図22]本発明の実施形態 2, 4, 6, 8 の作業待ち時間と最大エンジンパワー抑制率との関係を示す図である。

[図23]本発明の実施形態 3 のシステムブロック図である。

[図24]本発明の実施形態 5, 7 の ECU 7 の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図25]本発明の実施形態 5, 7 のトルク指令算出部 51 の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図26]本発明の実施形態 5, 7 の平均トルク抑制量 ( $Trq\_up\_limit_{ave}$ ) を走行前に算出するフローである。

[図27]トルク抑制量 ( $Trq\_up\_limit$ ) の計算方法を示した図である。

[図28]本発明の実施形態6、8のECU7の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図29]本発明の実施形態6、8のトルク指令算出部70の処理内容を示す制御ブロック図である。

[図30]本発明の実施形態6、8のトルク抑制量 ( $Trq\_up\_limit_{real}$ ) を走行中に算出するフローである。

[図31]平均エンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{ave}$ ,  $Pow\_up\_limit_{real}$ ) から、平均エンジン回転数上限値 ( $Ne\_up\_limit_{ave}$ ,  $Ne\_up\_limit_{real}$ ) を算出する1つの方法を示す図である。

[図32]本発明の実施形態1、3、5、7の作業待ち時間と最大エンジンパワー抑制率との関係を示す図である。

[図33]本発明の実施形態2、4、6、8の作業待ち時間と最大エンジンパワー抑制率との関係を示す図である。

[図34]本発明の実施形態3で平均（走行中）作業待ち時間 ( $Time\_delay_{real}$ ) を走行中に算出するフローである。

### 発明を実施するための形態

[0011] 本願において開示される発明の代表的な実施の形態について詳細に説明する。参照する図面の参照符号は、それが付された構成要素の概念に含まれるものを例示するに過ぎない。

[0012] 以下の各実施形態においては、エンジン負荷（積載量）と車両が作業を停止する作業待ち時間を考慮して、エンジンの最大出力を抑制することで、搬送効率の向上と燃料消費量の低減を両立できるエンジン制御装置およびそれを備えた鉱山向けダンプトラックについて説明する。

[0013] 「積載量」とは、ダンプトラックに載せられる積載物の総重量であり、荷積み・荷下ろし等に応じて適宜変動する。「作業待ち時間」とは、ダンプトラックの目的地到着後に行われる作業（積込作業／放土作業）を開始するまでの待機時間であり、目的地到着時から作業開始時までの時間に相当する。

目的地間の移動時間は作業待ち時間には含まない。「目的地」とは、或る地点（点）だけでなく或る領域（面）も含む概念とし、「目的地への到着」とは、当該或る地点にダンプトラック（運搬車両）が到着したことで、当該或る領域内にダンプトラック内が進入したことの双方を含む概念とする。また、「作業待ち時間の開始時刻」は作業の内容、場所、主体等の条件に応じて変化し得るため一義に定める必要はない。すなわち、目的地への到着時を基準にして作業待ち時間を厳密に測定する必要は必ずしもなく、目的地への到着以後から作業開始以前までの間で、待機時間発生を認識し得る任意のきっかけから開始するものとしても良い。作業待ち時間の終了時刻についても同様に、作業終了以後から目的地への走行開始以前までの間で適宜決定すれば良い。

[0014] 実施形態1の説明をする前に、まず、作業待ち時間を考慮することで搬送効率の向上と燃料消費量低減が両立できるメカニズムを説明する。

[0015] 鉱山のダンプトラックの目的地は主に積み込み場（荷積み場）と放土場（荷下ろし場）であり、ダンプトラックは積み込み場と放土場を交互に行き来する。ダンプトラックは、積み込み場で積込作業（荷積み作業）を行い、積込作業完了後は放土場に向かって走行し、放土場で放土作業（荷下ろし作業）を行う。そして、放土作業完了後は、再び積み込み場に戻ってくる作業サイクルを繰り返す。例えば、放土場における作業待ち時間とは、放土場で前車が放土中にも関わらず自車が放土場に到着した場合に、当該前車の放土が終了するまで自車が待機する時間と考えることができる。作業待ちが発生する理由は、自車の走行速度が前車に比べて速いことや、前車の作業終了時刻が想定より遅延していることなどが挙げられるが、理由の如何は発明の実施に影響を与えない。

[0016] 作業待ち時間の発生中は、自車が目的地にいくら早く到着しても、作業待ち時間の分は1作業サイクルに要する時間を短縮できない。このような状況において、自車は、前車の作業待ち時間内の到着であれば、走行速度を低下させることで目的地への到着時刻を遅延させても問題ない。そればかりか、

走行速度の低下は燃料消費量の低減につながる。さらに、作業待ち時間内での到着であれば作業サイクルの時間に変化は無いので、燃料消費量の低減により搬送効率も向上する。本実施の形態では、作業待ち時間の発生時にエンジン負荷を考慮しながらエンジンパワーを抑制することで、目的地への道中での走行速度低下を促して目的地への到着時間を作業待ち時間の範囲内で遅延させる。これにより、燃料消費量の低減と搬送効率の向上が両立する。以後、このような動作・作用を実現する運搬車両の構成の例を説明する。

[0017] <実施形態 1>

本実施形態の説明で用いる鉱山向けダンプトラックの構成について図 1 の側面図を用いて説明する。本実施形態の鉱山向けダンプトラックは、車体の前方に搭載されたエンジン 1 と、車体の上側後方に搭載され車体後方を中心に上下方向に回転可能な荷台（ベッセル）5 と、車体の上側前方に設置された運転席 6 を備えている。また、車体下方前側には左右一对の従動輪 4 L, 4 R、車体下方後側には左右一对の駆動輪 3 L, 3 R が配置されている。従動輪 4 L, 4 R 及び駆動輪 3 L, 3 R の周辺にはそれぞれサスペンション 8 4 L, 8 4 R, 8 3 L, 8 3 R が搭載されている。各サスペンション 8 4 L, 8 4 R, 8 3 L, 8 3 R の圧力をセンサ（積載量センサ）9 3（図 2 参照）で検出することで積載量を検出できる。

[0018] 次にエンジン 1 の動力を駆動輪 3 L, 3 R に伝達する動力伝達装置 2 について説明する。好ましい動力伝達装置 2 としては、例えば、界磁巻き線型発電機、インバータ、及び走行用の誘導モータ（走行モータ）の組み合わせが挙げられる。以後、このような構成を電気式と呼ぶ。電気式における動力伝達装置 2 では、エンジン 1 の回転エネルギーを発電機により電気エネルギーに変換し、インバータおよび走行モータに供給する。そして走行用モータが駆動輪 3 L, 3 R を駆動することでダンプトラックの走行が可能となる。

[0019] 次に、図 2 を用いて前述したコンポーネントや制御装置の接続関係を説明する。図 1 に示したダンプトラックは、さらに、ECU（エンジン制御装置：Engine Control Unit）7 と、PCU（パワー制御装置：Power Control Un

it) 8と、走行データ取得装置9と、表示装置10を備えており、これら各装置7-10はコンピュータから構成されている。まず、コンポーネント間の接続について説明する。エンジン1は機械的機構により動力伝達装置2と接続される。さらに動力伝達装置2は、機械的機構により駆動輪3L, 3Rに接続される。

[0020] 次に制御装置とコンポーネントとの接続関係について説明する。まず、ECU7は、走行データ取得装置9から得られるアクセル開度(Acl) (アクセル踏み込みが最大の時、アクセル開度は100%)、積載量(PLD)、走行速度データ(Vel)を入力とする。本実施形態における走行データ取得装置9は、車両に設置されている各種センサ(アクセル開度センサ91、車両の走行速度センサ92、積載量センサ93、車両位置取得のためのGPSセンサ94、車体角度センサ95、油圧ポンプ圧センサ96など)から車載CAN(Controller Area Network)を通じてデータ取得可能な装置である。なお、以下の説明で適宜参照されるアクセル開度、走行速度、積載量、車両位置、車体角度、ポンプ圧のデータは、これら各種センサ91-96の検出値に基づいて取得されているものとする。また、図2上では各種センサ91-96は便宜上各1つずつしか示していないが、複数存在するセンサも含まれることがある。さらに、アクセル開度、走行速度、積載量、車両位置、車体角度およびポンプ圧のデータが取得可能であれば、センサ91-96以外のセンサを搭載し、当該センサからデータ取得する構成を採用しても構わない。

[0021] 入力値に基づいてECU7は、エンジン回転数指令(Ne\*)およびエンジン出力パワー指令(Pow\*)を演算する。その結果、エンジン1の調速機(ガバナ)にはNe\*が入力され、動力伝達装置2の制御装置であるPCU8にはNe\*とPow\*が入力され、そして、ドライバに走行速度を低減するべきか否かの表示をすることができる表示装置10にはPow\*が入力される。

[0022] ここで、表示装置10について説明する。図17に表示装置10の表示処理に関する制御装置(コンピュータ)の処理を示す。当該制御装置は表示装置10に搭載されているが、車両内外の他の制御装置に機能を代替させても

良い。

[0023] まず、1作業サイクル分（積荷状態（放土作業）であれば積荷終了から放土開始まで。空荷状態（積荷作業）であれば放土終了から積荷開始まで）のエンジン出力パワー指令（Pow\*）が表示装置10に入力されると（S050）、その中から1サイクル中の最大値MPowが選択される（S051）。最大値MPowは駆動輪3L, 3Rに供給できる最大のエンジンパワー（Pow\_max）に除算され、その値が閾値より大きいかが判定される（S052）。もし、閾値より小さい場合は最大出力を抑制中であるメッセージ（例えば「パワー抑制中」）を表示し（S054）、閾値より大きい場合には通常通りのエンジン出力パワーであることをメッセージ（例えば「パワー抑制無」）で表示する（S053）。

[0024] この表示により、例えば同じアクセルの踏み込み量で走行速度が低下しても、その走行速度低下の原因は制御装置（ECU7）によるパワー抑制制御（エンジンパワー抑制量を大きくする制御）であり車両異常ではないことを認識しながらドライバは走行を継続できる。さらに、この表示からドライバは作業待ち時間の有無を黙示的に読み取ることができるので、ドライバによる無駄な加速を抑制する効果も期待できる。また、図17では2分岐の例を示しているが、S052の閾値を段階的に複数設定して表示を細分化しても良い。

[0025] 次に、動力伝達装置2の制御装置であるPCU8について説明する。PCU8は、発電機とインバータの接続点における電圧の測定値、車輪速度、エンジン出力パワー指令値、エンジン回転数の測定値および指令値を入力とすることで、界磁巻き線型発電機の励磁電流指令や走行モータのトルク指令を動力伝達装置2に対して出力し動力伝達装置2を制御する。

[0026] 図3を用いてエンジン制御装置（ECU）7について説明する。ECU7は、エンジン回転数やエンジン出力パワーの指令値（Ne\*, Pow\*）を決めるブロックである。ECU7を構成する機能ブロックを説明する。機能ブロックは大きく、エンジン回転数指令算出部13、エンジン出力パワー指令算出部

14、作業待ち時間算出部15に分かれる。エンジン回転数指令算出部13は、アクセル開度信号(Acl)と積載量(PLD)、平均(走行中)作業待ち時間(Time\_delay<sub>real</sub>)を入力として、エンジン回転数指令(Ne\*)を算出する。エンジン出力パワー指令算出部14も同じくアクセル開度信号(Acl)と積載量(PLD)、平均(走行中)作業待ち時間(Time\_delay<sub>real</sub>)を入力とし、エンジン出力パワー指令(Pow\*)を算出する。最後に作業待ち時間算出部15は、積載量(PLD)と走行速度データ(Vel)を入力として、平均(走行中)作業待ち時間(Time\_delay<sub>real</sub>)を算出する。ここからは、エンジン回転数指令算出部13、エンジン出力パワー指令算出部14、作業待ち時間算出部15の詳細について説明する。

[0027] はじめに、図4を用いて、エンジン出力パワー指令算出部14の詳細を説明する。エンジン出力パワー指令算出部14はエンジンの出力パワー指令(Pow\*)を決定するブロックである。マップ24は、アクセル開度信号(Acl)が入力されると図中のグラフに従ってエンジン出力パワー指令値(Pow\_b\*)を出力する関数を規定している(以下において、「マップ」とは、或る値が入力されると所定の規則に従って他の或る値を出力する関数を示すものとする)。まず、エンジン出力パワー指令算出部14に入力されたアクセル開度信号(Acl)はマップ24に入力され、そのアクセル開度信号(Acl)から仮のエンジン出力パワー指令値(Pow\_b\*)が決定される。この指令値(Pow\_b\*)はパワー抑制しない場合のエンジン出力パワー指令値となる。マップ24は、エンジン出力パワー指令がアクセル開度100%で最大(Pow\_max)で、アクセル開度0%では0(ゼロ)となるように構成されている。その後、Pow\_b\*はリミッタ25、26、27のそれぞれに入力される。

[0028] リミッタ25は作業待ち時間が無い場合に選択され、リミッタ26、27は作業待ち時間がある場合に選択される。さらに、リミッタ26は積荷走行時に、リミッタ27は空荷走行時に選択される。リミッタ25、26、27の下限値はいずれも0(ゼロ)であり、リミッタ25の上限値はPow\_max、リミッタ26の上限値はUp\_limit1、リミッタ27の上限値はUp\_limit2とし

て設定される。3者の大小関係は図4に図示したように「Up\_limit2 < Up\_limit1 < Pow\_max」となる傾向が強いが、条件によっては他の大小関係も成立し得る。

[0029] ここで、上限値Up\_limit1とUp\_limit2の決定方法について述べる。本実施形態において、前記上限値(Up\_limit1、Up\_limit2)は走行前に事前に算出し車両に設定しておく必要がある。また、走行する経路が変更になった場合も、新たな経路のデータを用いて事前計算を再度やり直す必要もある。図5に事前計算のフローを示す。まず、本実施形態では過去にパワー抑制制御を行わない状態で同一経路を走行した際の走行速度データ(Vel\_o)、アクセル開度(Acl\_o)及び積載量(PLD\_o)の時系列データを用意する(S101)。その後、積載量の情報(PLD\_o)と後述の閾値(閾値Mth)を用いて、Vel\_o、Acl\_oを積荷の際のデータと空荷の際のデータに分割する(S102)。鉱山ダンプにおける積荷状態とは、おおむね満積載状態であることが実情であるため、Vel\_o、Acl\_oを積荷の際のデータと空荷の際のデータに分けるための閾値としては、例えば、満積載量の半分の値を用いることができる。

[0030] 次に積荷データに関する処理(S103-S108)について述べる。データ分割後、さらにデータを1サイクル(積荷状態であれば積荷終了から放土開始までとし、空荷状態であれば放土終了から積荷開始までとする)ごとに分割する。これによりVel\_o、Acl\_oは1サイクル毎の時系列データとなる(S103)。そして、S103で分割したデータに基づいて、作業待ち時間(Time\_delay)、走行時間(Time\_run)、走行距離(Distance)、平均走行速度(Vel\_run)、最大パワー出力頻度(Pow\_max\_Rate)をサイクルごとに計算する(S104)。次にそれぞれの定義について説明する。

[0031] まず、積荷状態における作業待ち時間(Time\_delay)は、例えば、放土場において前車が放土作業中にも関わらず、自車が放土場に到着し前車の放土作業が終了するまで自車が待機する時間と考えることができる。このとき、作業待ち時間の計算は、積荷走行が終了した時刻(積荷走行終了時刻)から、放土を開始する時刻(放土開始時刻)までの差と定義できる。積荷走行終

了時刻は、例えば、積載量が所定の閾値以上（例えば、満積載の半分以上で、後述の閾値Mth以上）で、走行速度がゼロより大きい条件が一定期間継続した後に速度がゼロになった場合の時刻として検出可能である。放土開始時刻は、例えば、積載量が前記閾値未満に達した時刻として検出可能である。また、放土開始時刻は、制御入力を追加する必要はあるが、荷台5を仰俯動させる油圧シリンダ（ホイストシリンダ）に圧油を供給する油圧ポンプの圧力が閾値を超えた時刻として検出しても良い。また、当該ホイストシリンダの圧力を検出するセンサを追加設置し、その検出圧が閾値を超えた時刻からも検出可能である。さらに、車体に対する荷台の傾斜角を検出し当該検出角度が閾値を超えた時刻からも検出可能である。

[0032] 一方、空荷状態における作業待ち時間（Time\_delay）は、例えば、積み込み場において前車が積み込み作業中にも関わらず、自車が積み込み場に到着し前車の積み込み作業が終了するまで自車が待機する時間と考えることができる。このとき、作業待ち時間の計算は、空荷走行終了時刻から積み込み開始時刻までの差として定義できる。空荷走行終了時刻は、例えば、積載量が前記閾値未満で、走行速度がゼロより大きい条件が一定期間継続した後に速度がゼロになった場合の時刻として検出可能である。積み込み開始時刻は、例えば、積載量がゼロから前記閾値以上となった時刻として検出可能である。

[0033] それぞれの作業待ち時間（放土待ち時間及び積込待ち時間）を時系列データで表すと図6となる。作業待ち時間（Time\_delay）の事前計算は、図7に示すフローで実施する。はじめに、積荷時の1サイクル分の走行速度データ（Vel）データを入力する（S021）。次に放土待ち時間を計算するため、積荷走行終了時刻をA、放土開始時刻をB（計算対象が積荷待ち時間の場合には、空荷走行終了時刻をC、積荷開始時刻をDとし、以下の説明でAをCに、BをDに読み替える）として走行速度データから抽出する（S022）。その後、時刻AとBの差分を取ること（S023）でサイクルデータ1個に対する作業待ち時間（Time\_delay（但し図中ではTnと表記））が計算でき

、これを出力する（S 0 2 4）。

[0034] 次に、図 8 に走行距離（Distance）、平均走行速度（Vel\_run）、最大パワー出力頻度（Pow\_max\_Rate）の定義を示す。平均走行速度（Vel\_run）は 1 サイクルの走行速度の平均値である。走行時間（Time\_run）は、積荷走行では、積載量が所定の閾値以上かつ走行速度がゼロより大きい条件が継続した時間であり、空荷走行では、積載量が所定の閾値未満かつ走行速度がゼロより大きい条件が継続した時間である。走行距離（Distance）は平均走行速度（Vel\_run）と走行時間（Time\_run）の積である。最大パワー出力頻度（Pow\_max\_Rate）は 1 サイクル時間内でエンジン最大パワーを出力した時間の割合を示した値であり、当該時間はアクセル開度がフルアクセルになった期間から算出する。最大パワーの定義は、エンジンの最大出力値で良い。または、エンジンの最大出力から一定量減じた値でも良い。

[0035] 図 5 の S 1 0 4 の値を計算終了後、下記式（1）を用いてパワー抑制後の平均走行速度（Vel\_run<sub>delay</sub>）を計算する（S 1 0 5）。パワー抑制後の平均走行速度は、作業待ち時間（Time\_delay）の分だけ走行時間を長くするため、パワー抑制前の平均走行速度に比べて低下する。

[0036] [数1]

$$Vel\_run_{delay} = \frac{Distance}{Time\_run + Time\_delay} \quad \dots (1)$$

[0037] 次に下記式（2）から（4）を用いて、パワー抑制後のエンジン出力パワーを決める（S 1 0 6）。

[0038] [数2]

$$P\_comp\_b = \frac{Vel\_run_{delay}}{Vel\_run} \left( \frac{\frac{Power\_run_{delay}}{Trq\_run}}{\frac{Power\_run}{Trq\_run}} \right) \quad \dots (2)$$

[0039] [数3]

$$P\_comp = P\_comp\_b \times (1 - Pow\_max\_rate) \times Grade \quad \dots (3)$$

[0040] [数4]

$$Pow\_up\_limit = (P\_comp) * (Pow\_max) \dots (4)$$

[0041] まず式(2)では、エンジン出力パワー抑制前後の平均速度の比を取ることによってエンジン出力パワーの抑制量の事前値(P\_comp\_b)を決める。この計算では、平均的にどの程度パワーを抑制する必要があるかを計算している。また、今回は計算の簡易化のため、速度比がパワー比として扱えるとして計算を行っている。パワーと走行速度(車輪の回転速度)との関係は、「出力パワー∝走行速度×駆動輪トルク」である。また、タイヤトルクの成分は、加速抵抗と走行抵抗(転がり抵抗成分、勾配抵抗成分、空気抵抗成分)となる。以上より、走行速度が変わると加速抵抗が変化するが、パワー抑制による走行速度の変化は大きくても十数%程度になると予測されるため、本実施形態においては、パワー抑制前後で駆動輪トルクは同一であるとみなして計算を行った。

[0042] 次に式(3)では、エンジン出力パワーの抑制量の事前値(P\_comp\_b)を最大パワー出力頻度(Pow\_max\_Rate)と勾配値補正值(Grade)で乗算する。ここで勾配値補正值は、測定された路面の勾配値[%]が正(登り坂)であれば1以上の、負(下り坂)であれば1未満の値であり、勾配値が大きくなるほど値が大きくなるように計算を行う(勾配値補正值=勾配値[%]×α。αは定数)。勾配補正值を計算する際の勾配値[%]は、1サイクル中の勾配値の平均値や、最大パワーが出力されるタイミングの勾配値[%]を平均した値を用いることができる。後者の方法によれば、エンジン負荷の一因である路面勾配を考慮して最大出力時にどの程度エンジン出力パワーを低減する必要があるかを計算できる。この計算をする理由は、鉱山においてドライバはアクセル開度として主に0%(出力パワーゼロ)及び100%(出力パワー最大)を多用するためである。このような状況では、走行時間の全体に亘ってパワー抑制するのではなく、最大パワーの出力時にパワー抑制を集中させることが燃料消費量低減の観点から好ましい。

[0043] また、勾配が大きい場合には走行速度の低下が大きくなり、勾配値に基づ

いてパワー抑制量の補正を行う必要もあるため、式（３）の計算を行う。なお、勾配値[%]の測定値がない場合には、勾配補正值を常時１として計算を行ってもよい。この場合は、エンジン出力パワー上限値（エンジンパワー抑制量）の算出に考慮されるエンジン負荷は積載量のみとなり、勾配値は考慮されないことになる。

- [0044] 最後に式（４）で、駆動輪 3 L, 3 R に供給できる最大パワー（Pow\_max）を P\_comp と乗算すれば、エンジン出力パワー上限値（Pow\_up\_limit）が計算できる。前記した計算を全サイクル終了すると（S 1 0 7）、全サイクル分の平均値を計算（S 1 0 8）し、これを平均エンジン出力パワー上限値（Pow\_up\_limit\_ave）として出力する（S 1 1 5）。ここまで積荷時の計算法について述べたが、空荷時でも計算方法は同様であり、図 5 中の S 1 0 9 から S 1 1 4 までの処理の説明は省略する。なお、同一経路であれば、空荷時は最大パワー出力頻度計算（Pow\_max\_Rate）が積荷時よりも小さくなるため、パワー抑制量（P\_comp）は積荷時に比べて大きくなる傾向がある。
- [0045] ここで、平均エンジン出力パワー上限値（Pow\_up\_limit\_ave）をリミッタ 2 6、2 7 に適応する場合、積荷状態の計算結果は Up\_limit 1（リミッタ 2 6）に代入する。また、空荷状態の計算結果は、Up\_limit 2（リミッタ 2 7）へ代入する。
- [0046] 次にこの 3 つのリミッタ 2 5, 2 6, 2 7 の選択方法について述べる。図 4 において MUX 2 9 は切り替え判定部 2 8 の出力（選択信号（Jdg））に基づいて、リミッタ 2 5, 2 6, 2 7 の選択を行う。切り替え判定部 2 8 では、積載量（PLD）と平均（走行中）作業待ち時間（Time\_delay\_real）を入力として、図 9 に示すマップ（制御切り替え条件マップ） 9 9 を用いて選択信号（Jdg）を出力する。マップ 9 9 では、積載量（PLD）と平均（走行中）作業待ち時間（Time\_delay\_real）の値をあらかじめ設定した閾値と比較して、選択信号（Jdg）が決定される。図 9 中の「選択信号」の数字は、図 4 中でリミッタ 2 5, 2 6, 2 7 から MUX 2 9 に向かう 3 本の矢印に付された数字に対応しており、MUX 2 9 は「選択信号」の番号と同じ矢印が出ているリミッタ 2

5, 26, 27からの出力を選択的に入力する。図9中の積載量(PLD)の閾値(Mth)は最大積載量未満の値で設定し、作業待ち時間(Time\_delay<sub>real</sub>)の閾値(Tth)は前記した作業待ち時間(Time\_delay)の平均値の半分程度と設定することができる。なお、前記した2種の閾値はそれぞれ複数あっても良い。複数の閾値を設定する場合、作業待ち時間が有る場合にMUX29により選択され得るリミッタの数(図4の例では2つ)を閾値の数に応じて増加する必要がある。

[0047] 次に、図10を用いてエンジン回転数指令算出部13の詳細を説明する。エンジン回転数指令算出部13はエンジン回転数指令(Ne\*)を決定するブロックである。エンジン回転数指令算出部13に入力されたアクセル開度信号(Acl)はマップ16にまず入力される。

[0048] マップ16はアクセル開度信号(Acl)の関数を規定しており、アクセル開度信号(Acl)が入力されると仮のエンジン回転数指令値(Ne\_b\*)を出力する。エンジン回転数指令値(Ne\_b\*)はパワー抑制しない場合のエンジン回転数指令値となり得る。マップ16は、アクセル開度100%に対してエンジンが規定する最大回転数(Ne\_max)が出力されるように、かつ、アクセル開度0%ではアイドル回転数(Ne\_min)が出力されるように構成されている。マップ16から出力されたNe\_b\*はリミッタ17, 18, 19のそれぞれに入力される。

[0049] リミッタ17は作業待ち時間が無い場合に選択され、リミッタ18は積荷走行時に作業待ち時間が発生した場合に選択され、リミッタ19は空荷走行時に作業待ち時間が発生した場合に選択される。リミッタ17, 18, 19の選択はMUX22および切り替え判定部21で行う。切り替え判定部21は、図4の切り替え判定部28と同じように機能し図9のマップ99に基づいて選択信号(Jdg)を出力する。リミッタ17, 18, 19の下限値はいずれもアイドル回転数(Ne\_min)であり、リミッタ17の上限値はNe\_max、リミッタ18の上限値はUp\_limit3、リミッタ19の上限値はUp\_limit4として設定される。本実施形態において、前記上限値は走行前に算出し車両に設

定しておく必要がある。

[0050] ここで、図11を用いて、上限値Up\_limit3とUp\_limit4の決定方法について述べる。はじめに、前記した平均エンジン出力パワー上限値(Pow\_up\_limit\_ave)を入力する(S001)。その後、S001で入力した平均エンジン出力パワー上限値(Pow\_up\_limit\_ave)を所定の関数(マップ)に入力し、平均エンジン回転数上限値(Ne\_up\_limit\_ave)を決定する(S002)。具体的な決定方法は、例えば、図12に示すようなエンジンパワーとエンジン回転数のマップを利用する方法がある。図12中の破線で示す「エンジン回転数に対するエンジン出力の最大出力値」の情報を用いて、平均エンジン出力パワー上限値(Pow\_up\_limit\_ave)から平均エンジン回転数上限値(Ne\_up\_limit\_ave)を計算できる。また、図13に示すように、例えば、エンジン1と発電機の高効率領域を積極的に使用するような動作点を破線のようにほぼ一意的に決めている場合、当該破線に従って平均エンジン出力パワー上限値(Pow\_up\_limit\_ave)から平均エンジン回転数上限値(Ne\_up\_limit\_ave)を計算しても良い。なお、図13における動作軌跡は一例に過ぎず、この他の軌跡を用いてエンジン回転数上限を決定しても良い。さらに、エンジン回転数の動作範囲を変更したくない場合は、図32に示すようにどの平均エンジン出力パワー上限値(Pow\_up\_limit\_ave)に対しても一定の平均エンジン回転数上限値(Ne\_up\_limit\_ave)となるようにマップを設定しても良い。なお、図12, 13, 30に示したマップは一例に過ぎず、エンジンパワーからエンジン回転数が一意に定まる関数(マップ)であれば上記以外のものも利用可能である。

[0051] 上記の計算結果をリミッタ18, 19に適応する場合、積荷状態の計算結果はUp\_limit3に代入し、空荷状態の計算結果はUp\_limit4に代入する。なお、リミッタ25, 26, 27の場合と同様に、図9の閾値(Mth, Tth)の一方又は双方を複数設定し、作業待ち時間が有る場合にMUX22により選択され得るリミッタの数(図10の例では2つ)を当該閾値の数に応じて増加しても良い。

[0052] さらに、図14を用いて作業待ち時間算出部15の詳細を説明する。作業

待ち時間算出部 15 では、走行中に取得したリアルタイムな走行速度データ (Vel) を用いて、作業待ち時間 ( $Time\_delay_{real}$ ) を計算する。図 14 に計算処理のフローを示す。まず、走行中に取得した走行速度 (Vel) と積載量 (PLD) の時系列データを入力する (S021)。その後、積載量データ (PLD) を用いて積荷および空荷時のデータに走行速度データを分割後 (S022)、最新の 1 サイクルのデータを抽出する (S031)。次に S023, S024 で作業待ち時間 ( $Time\_delay(Tn)$ ) を計算する。作業待ち時間 ( $Time\_delay$ ) の計算方法は図 7 において説明した内容と同一である。1 サイクル分の作業待ち時間計算後、今回の計算より前に過去に計算した作業待ち時間がある場合には、過去に計算した直近  $m$  個の作業待ち時間のデータとの平均値を算出し、現時点での平均 (走行中) 作業待ち時間 ( $Time\_delay_{real}$ ) を算出する (S025)。この時、平均する個数  $m$  は、あらかじめ設定しておく。このように 1 サイクルごとに実際の (平均) 作業待ち時間の計算を実施することで、現場の状況を的確に反映した作業待ち時間が計算可能となる。

[0053] ここで、図 15 に本実施形態における作業待ち時間と最大エンジン出力パワーの抑制率との関係を、従来と比較した結果を示す。縦軸は、最大エンジンパワー抑制率 ( $Pow\_up\_limit_{real}/Pow\_max$ ) であり、横軸は作業待ち時間 ( $Time\_delay_{real}$ ) である。従来は、作業待ち時間とは関係は無く、積載量 (積荷か空荷か) のみに応じてエンジンパワーの抑制を実施している。一方、本実施形態においては、前記した制御装置を用いることで、作業待ち時間の閾値 ( $T_{th}$ ) を変化点として、積載量と作業待ち時間を考慮したエンジンパワーの抑制が可能となる。具体的には、本実施の形態では、作業待ち時間が閾値 ( $T_{th}$ ) を越えた場合にはじめてエンジンパワーの抑制を実施しており、その際の抑制量は積荷の有無に応じて変えつつ作業待ち時間も考慮しているため従来よりも大きな値にできる (図 15 の抑制率で見れば従来よりも小さな値に設定されている)。また、図 15 において本実施形態のパワー抑制制御は、作業待ち時間の増加に応じて階段状にエンジンパワー抑制量が大きくなるように設定しており、かつ、同じ作業待ち時間で比較した場合に積載量が小さ

いときの方がエンジンパワー抑制量を大きくしていると換言できる。

[0054] なお、図15では実施形態1に係る制御の最大エンジンパワー抑制率が待ち時間がゼロの時に1となっているが、必ずしも1である必要はない。例えば、作業待ち時間に関係なく、積載量などのエンジン負荷に応じてエンジン出力を調整する機能が手動、自動に限らず車両に搭載されている場合、例えば空積載時には、大きな出力は必要としないので、図32に示すように、作業待ち時間がゼロの時でも、最大エンジンパワー抑制率が1未満となっても良い。

[0055] 以上のように、本実施形態のダンプトラックでは、まず、同種（積荷作業／放土作業）の作業サイクルにおける作業待ち時間（ $Time\_delay_{real}$ ）が閾値（ $T_{th}$ ）以上の場合に、現在の作業サイクルでも作業待ち時間が発生しているとみなし、エンジンパワー抑制量を大きくする制御（パワー抑制制御）をECU7により実行することとした。そして、そのパワー抑制制御中にどの程度エンジンパワーを抑制すべきかを決定するための指標として走行中のエンジン負荷を示す指標である「積荷の有無（積載量）」と「目的地までの移動経路の勾配値（勾配値補正值）の大小」を考慮しつつ、作業待ち時間（ $Time\_delay$ ）の平均値を目安にその分だけ走行時間が長くなるように、式（1）－（4）を利用してパワー抑制制御中のエンジンパワー抑制量を決めた。このように構成した本実施の形態のダンプトラックによれば、作業待ち時間が発生するとみなされた場合には、作業待ち時間の平均値を目安に走行時間が長くなるようにエンジンパワーが抑制されるので、作業待ち時間の範囲内で目的地への到着を積極的に遅延させることで作業サイクルを長くすることなく燃料消費量を低減でき、その結果として搬送効率向上と燃費低減の両立が可能となる。

[0056] 次に図16を用いて本実施形態の効果を説明する。図16では、過去の作業待ち時間が現在走行中の作業待ち時間と一致している場合を示している。また、アクセル開度は100%と0%のみを用いることとする。

[0057] まず、積荷状態において、従来制御では積載量に応じたエンジン出力パワ

一制御しかしていないため、作業待ち時間に応じたエンジン出力パワー制御は行われず、結果的に作業待ち時間が発生している。一方で、本実施形態を用いると、作業待ち時間を考慮できるため、エンジン出力を従来より低減して走行できることが分かる。これは、空荷走行においても同様のことが言える。また、エンジン出力が抑制される分、燃費も低減できることから、本実施形態を用いることで、搬送効率の向上と燃費の低減の両立が可能となる。

[0058] なお、上記では、鉱山ダンプの積荷は満積載か空かの略2択であるという実情に鑑み、作業待ち時間が閾値（Tth）を越えた場合、積荷の有無に応じてエンジンパワー抑制量の大きさを選択的に変更する制御を採用したが、積載量が適宜変化する環境で使用される運搬車両に適用する場合等には、積載量の減少に合わせてエンジンパワー抑制量が連続的（直線的／曲線的）に大きくなるようにパワー抑制制御を実行しても良い。この場合、例えば、積載量が満積載の50%のときには、図15における実施形態1の積荷と空荷の中間に位置する水平の直線で最大エンジンパワー抑制率が規定されることになる。

[0059] また、上記では作業待ち時間が閾値（Tth）を超えた場合のみにパワー抑制制御を実行するように構成したが、作業待ち時間の閾値を複数設定し、作業待ち時間が長くなるほどエンジンパワー抑制量が階段状（離散的）に大きくなるようにパワー抑制制御を実行しても良い。さらに、閾値の利用に代えて、作業待ち時間の増加に応じてエンジンパワー抑制量が単調に増加するようにパワー抑制制御を実行しても良い。

[0060] また、上記では、式（1）において、パワー抑制後の平均走行速度を作業待ち時間の平均値（即ち予測値）に基づいて算出したが、実際の作業待ち時間の範囲内で、任意の作業待ち時間（例えば直近の同種のサイクルの作業待ち時間）に基づいてパワー抑制後の走行速度を作業サイクル毎に算出し、その走行速度からパワー抑制量を作業サイクル毎に定めても良い。

[0061] また、上記では、作業待ち時間が発生すると判断された場合に目的地への道中全般でパワー抑制制御を実施する構成を説明したが、走行路の勾配、路

面状態等を含む各種情報からエンジン出力パワーが他の区間に比して大となる区間が予測可能又は判明している場合にはその区間やその近傍でパワー抑制を集中する構成を採用しても良い。すなわち、目的地への道中の一部でパワー抑制制御を実施する構成としても良い。

[0062] <実施形態2>

本実施形態において、実施形態1にて説明済みの事項に関しては説明を省略する（後の実施形態も同様とする）。例えば、作業待ち時間を考慮することで搬送効率の向上と燃料消費量低減が両立できる基本メカニズムは実施形態1と同様である。

[0063] 図18に本実施形態に係るECU7の構成を示す。本実施形態と実施形態1との違いは、実施形態1ではリミッタの上限値を事前計算したが、本実施形態のECU7では、制御時と同じ種類（積荷／空荷）の作業サイクルに係るデータ（例えば、積載量（PLD）、走行速度（Vel）、平均（走行中）作業待ち時間（Time\_delay<sub>real</sub>）、アクセル開度（Acl））に基づいてリミッタの上限値（後述のUp\_limit5、Up\_limit6）をリアルタイムに算出する点にある。

[0064] 本実施形態に係るECU7の機能ブロックは実施形態1と同様に3つに分けることができ、作業待ち時間算出部32は実施形態1の作業待ち時間算出部15の機能と同一である。ここではエンジン回転数指令算出部30およびエンジン出力パワー指令算出部31について説明する。

[0065] エンジン出力パワー指令算出部31は入力に、アクセル開度（Acl）と積載量（PLD）、平均（走行中）作業待ち時間（Time\_delay<sub>real</sub>）を入力として、エンジン出力パワー指令（Pow\*）とエンジン出力パワー上限値（Pow\_up\_limit<sub>real</sub>）を出力する。また、エンジン回転数指令算出部30はアクセル開度（Acl）とエンジン出力パワー上限値（Pow\_up\_limit<sub>real</sub>）を入力として、エンジン回転数指令（Ne\*）を出力する。

[0066] 図19を用いて、エンジン出力パワー指令算出部31について説明する。エンジン出力パワー指令算出部31のマップ41は、入力されたアクセル開

度 (Acl) に基づいて仮のエンジン出力パワー指令値 (Pow\_b\*) を出力する。マップ 4 1 ではパワー抑制しない場合のエンジン出力パワー指令値 (Pow\_b\*) を算出する。算出された Pow\_b\* はリミッタ 4 2 に入力され、現在 (制御時) と同種の作業サイクルの作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) がゼロの場合 (パワー抑制しない場合) の Up\_limit 5 (後述) として利用される。

[0067] リミッタ 4 2 の下限値は 0 であり、上限値は Up\_limit 5 である。Up\_limit 5 はエンジン出力パワー上限値算出部 4 0 又はマップ 4 1 により決定される。エンジン出力パワー上限値算出部 4 0 は入力として、積載量 (PLD)、走行速度 (Vel)、平均 (走行中) 作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>)、アクセル開度 (Acl) を用いてエンジン出力パワー上限 (Pow\_up\_limit) を算出する。

[0068] エンジン出力パワー上限値算出部 4 0 が実行する詳細な計算フローを図 2 0 に示す。なお、ここでは代表して積荷状態における処理を説明し、空荷状態の処理については説明を省略する。

[0069] はじめに、エンジン出力パワー上限値算出部 4 0 は、積載量 (PLD)、走行速度 (Vel)、平均 (走行中) 作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>)、及びアクセル開度 (Acl) を入力し (S 2 0 1)、積載量 (PLD) の情報を元に積荷状態と空荷状態に走行速度 (Vel) 及びアクセル開度 (Acl) のデータを分割する (S 2 0 2)。その後、S 2 0 2 で分割したデータから積荷状態の直近の 1 サイクル分のデータ (以下「1 サイクルデータ」と称することがある) を抽出し (S 2 0 3)、1 サイクルデータに対するエンジン出力パワー上限 (Pow\_up\_limit) を計算する (S 2 0 4)。S 2 0 4 の 1 サイクルデータに対するエンジン出力パワー上限 (Pow\_up\_limit) の計算方法は、実施形態 1 で図 5 及び式 (1) - (4) 等を参照して説明したものと略同一であるため説明は省略する。S 2 0 4 で算出されたエンジン出力パワー上限値 (Pow\_up\_limit<sub>real</sub>) はリミッタ 4 2、PCU 8 及び表示装置 1 0 に出力される (S 2 1 1)。リミッタ 4 2 に出力されたエンジン出力パワー上限値 (Pow\_up\_limit<sub>real</sub>) は、作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) が発生している場合に Up\_limit 5 に代入される。

- [0070] なお、走行経路が変更になった場合は、エンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{real}$ ) をリセットして再度図20の計算フローを実行することで、新たな経路データのエンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{real}$ ) を再計算する。
- [0071] 次に図21を用いてエンジン回転数指令算出部30の説明を行う。マップ46は、エンジン回転数指令算出部30に入力されたアクセル開度 ( $Acl$ ) に基づいて仮の出力エンジン回転数指令値 ( $Ne\_b^*$ ) を出力する。この指令値 ( $Ne\_b^*$ ) はパワー抑制しない場合のエンジン回転数指令値となる。算出された  $Ne\_b^*$  は、リミッタ47に入力され、現在 (制御時) と同種の作業サイクルの作業待ち時間が ( $Time\_delay_{real}$ ) がゼロの場合 (パワー抑制しない場合) の  $up\_limit6$  (後述) として利用される。リミッタ47の下限值はエンジン1が規定するアイドル回転数 ( $Ne\_min$ ) であり、上限値は  $Up\_limit6$  である。  $Up\_limit6$  はエンジン回転数上限値算出部45又はマップ46により決定される。
- [0072] エンジン回転数上限値算出部45はエンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{real}$ ) を入力としてエンジン回転数上限値 ( $Ne\_up\_limit_{real}$ ) を計算する。エンジン回転数上限値 ( $Ne\_up\_limit_{real}$ ) の詳細な計算フローは、実施形態1で説明した図11中の添字の「ave」を「real」に変更したものに对应するため説明は省略する。図11の計算フローで利用される図12, 13, 30のマップも本実施形態に利用可能であるが図11と同様に説明を省略する。
- [0073] ここで、図22に本実施形態における作業待ち時間とエンジン出力パワーの抑制量の関係を従来と比較した結果を示す。本実施形態は、前記したロジック構成をとることで、図15に示した実施形態1の場合と比較して、作業待ち時間の増加に応じて単調増加するようにエンジン出力パワーを抑制することが可能となる。本実施形態を用いることで、エンジン出力パワー上限値などの事前計算が必要なくかつ、作業待ち時間のバラツキに対してもより細くエンジン出力パワーを制御することができるため、搬送効率と燃費低減効果を高めることができる。

[0074] なお、図 2 2 では本実施形態の制御の最大エンジンパワー抑制率が待ち時間がゼロの時に 1 となっているが、必ずしも 1 である必要はない。例えば、積載量などの作業負荷に応じてエンジン出力を調整する機能が手動、自動に限らず車両に搭載されている場合、例えば空積載時には、大きな出力は必要としないので、図 3 3 に示すように作業待ち時間がゼロの時に最大エンジンパワー抑制率が 1 未満となっても良い。

[0075] また、エンジン出力パワー上限 (Pow\_up\_limt) の算出に際して図 2 0 のフローに代えて、制御時の作業状態が積荷作業か放土作業かを判別し、その判別結果と同じ作業状態に係る直近のサイクルデータを入力して S 2 0 4 又は S 2 1 0 に係る演算処理を実行するように構成しても良い。また、図 2 0 では作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) として過去 m 個の平均値を利用したが、前記の判別結果と同じ作業状態に係る直近のサイクルの作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) を利用するように構成しても良い。

[0076] <実施形態 3>

図 2 3 は本実施形態のダンプトラックに係るシステムブロック図である。この図に示すように本実施形態のダンプトラックは、車々間 (2 台のダンプトラック間や、ダンプトラックと作業機械間) の通信や、車両の運行管理を行う管制塔との通信を実施するための無線通信装置 8 0 を備えている。

[0077] 実施形態 3 と実施形態 1 との違いは、図 2 に示す走行データ取得装置 9 の構成や作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) の計算方法にあり、他の点は実施形態 1 と同じとする。走行データ取得装置 9 は、実施形態 1 の車載 C A N を通じて取得する各種センサのデータに加えて、同じ経路を走行する他のダンプトラックや自車の目的地 (積み込み場・放土場) に配置された作業機械 (例えば、積込用の油圧ショベル、放土後の土砂を運搬するホイールローダ等があり、ここではショベルを例に説明する) のデータも無線通信装置 8 0 を介して逐一取得している。走行データ取得装置 9 は、車載 C A N 及び各種センサ 9 1 - 9 6 を介して自車のアクセル開度 (Acl)、積載量 (PLD)、走行速度データ (Vel) 等を取得する。一方、無線通信装置 8 0 を介しては、他車のア

クセル開度 (AcL)、積載量 (PLD)、走行速度データ (Vel) を取得し、また、ショベルからは、例えば、積み込み終了を告げるショベルのクラクション (次の積み込みを行うダンプトラックを呼ぶ信号) が鳴る時間間隔 ( $\Delta\text{Thorn}$ ) の情報を取得する。

[0078] 無線通信装置 80 及び各種センサ 91-96 を介して他車から情報を得る場合の作業待ち時間 ( $\text{Time\_delay}_{\text{real}}$ ) の計算フローについて図 34 を用いて説明する。経路、車格および車両性能が同じ他車のデータも無線通信装置 80 を介して取得する点と S505, 510 の処理以外は、基本的に図 14 と同じであるため説明を省略することがある。本実施形態では、無線通信装置 80 を介して他車等から受け取ったデータを逐一入力して走行中の自車の情報を更新する。S030 まで進んだら、自車又は他車などからのデータが入力可能になった時点で S020 から再度一連の処理を実行するように作業待ち時間算出部 15 は構成されている。

[0079] S021 では、経路、車格および車両性能が自車と同じ他車 (1 台以上) と自車について、走行データ取得装置 9 を介して取得した過去のデータの中から、走行速度 (Vel) と積載量 (PLD) の時系列データを入力する。S022 では、処理は、積載量 (PLD) に基づいて自車および他車の走行速度 (Vel) を積荷状態と空荷状態に分割する。

[0080] S505, 510 では、まず、自車の走行速度 (Vel) が所定の閾値以上であるかを確認することで、自車が目的地に向かって走行中であるか否かを判定する。自車が走行中と判定されなければ、S025 又は S028 へ処理を進め、図 14 と同じ処理を行う。一方、自車が走行中と判定されたら、S505, 510 内で次の処理を行う。まず、経路、車格および車両性能が同じ他車も含む過去のデータ (走行データ取得装置 9 を介して取得したデータ) から現在の走行路の最新の走行時間 ( $\text{Time\_run}$ ) (図 8 参照) を算出する。走行時間 ( $\text{Time\_run}$ ) の算出は既述の手順に従う。この走行時間 ( $\text{Time\_run}$ ) は現在の自車の作業サイクルで予定される走行時間 (予定走行時間) として扱われる。合わせて、自車の直近の作業終了時刻 (例えば図 6 の O, B,

D点)からの経過時間を実際の走行時間 (Time\_run\_now) として算出する。例えば図6の空荷サイクルにおいて現在の時刻がB'点にあるとき、B点からの実際の走行時間 (Time\_run\_now) は「B' - B」となる。次に予定走行時間 (Time\_run) から実際の走行時間 (Time\_run\_now) を減じて走行残り時間 (Time\_remain = Time\_run - Time\_run\_now) を計算し、予定走行時間 (Time\_run) に対する走行残り時間 (Time\_remain) の比率 (走行残り時間比率:  $\beta = \text{Time\_remain} / \text{Time\_run}$ ) を計算する。最後に、この $\beta$ とS024で算出した作業待ち時間 (Tn) を用いて $Tn/\beta$ を計算することで作業待ち時間を補正する。図34のフローで算出された作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) は切り換え判定部28, 21に出力され、選択信号の出力に利用される。

- [0081] なお、詳細は説明しないが、エンジンパワーの抑制量の設定についても、上記の作業待ち時間の算出と同様に、自転車と他車 (経路、車格および車両性能が自転車と同じもの) の走行速度、アクセル開度および積載量の時系列データを入力し、図5のフローチャートに従って適宜算出を行うものとする。ただし、実施形態1のように自転車のデータのみに基づいてエンジンパワー抑制量を設定しても良い。これらは、エンジン回転数指令算出部13により算出されるエンジン回転数指令 (Ne\*) についても同様である。
- [0082] 本実施形態のように作業待ち時間の補正を行うと、例えば、自転車の走行中に、これまでターゲットとしてきた作業待ち時間よりも長い作業待ち時間にデータが更新された場合、走行残り時間が短いほど ( $\beta$ が小さいほど) パワー抑制制御が実行されやすくなり、最新の作業待ち時間に基づいてエンジンパワーの抑制量をデータ更新時から速やかに大きくできる場面が増える。一方、作業待ち時間が短く更新された場合も同様であり、鉱山内の他車の作業待ち時間を速やかに自転車に反映することが可能となる。
- [0083] 鉱山での搬送作業では、同一経路に同じ車格、同じ車両性能のダンプトラックが複数台走行している。この時、経路や車格、車両性能が同じであれば、他車から得られた情報は自転車のエンジン出力パワー抑制に使用できる情報となる。実施形態1では自転車が1サイクル走行しないと作業待ち時間の更新

ができなかったが、本実施形態では走行途中であっても作業待ち時間の更新を可能としている。そのため、実施形態1に比べて細かくエンジン出力パワーを制御することができるため、搬送効率と燃費低減効果を高めることができる。

[0084] なお、本実施形態でも作業待ち時間の閾値 (Tth) の数を増やしても良く、その場合にはパワー抑制制御が機能する場面が増えることは言うまでもない。また、上記では実際の走行時間 (Time\_run\_now) を算出する際に、積載量の閾値 (Mth) に基づいて作業終了時刻を点 O, B, D に推定したが、各作業 (積込/放土) の開始時刻以後から終了時刻以前に含まれる時刻であれば点 O, B, D と代替して実際の走行時間 (Time\_run\_now) を算出しても良い。さらに、各作業サイクルにおける走行開始時刻 Z (図6参照) が取得可能であれば、その時刻を基準にして実際の走行時間 (Time\_run\_now) を算出しても良い。なお、これら事項は他の実施形態も含め走行時間 (Time\_run) の算出にも同様に当てはまる。

[0085] ところで、実施形態1, 2では、図6を用いて説明したように走行速度と積載量の変化から積込作業の作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) を推定したが、本実施形態のように自車がショベル (積込作業機械) から情報を得る場合には、積み込み終了を告げる (次の積み込みを行うダンプトラックを呼ぶ) ショベルのクラクションが鳴る時間間隔  $\Delta\text{Thorn}$  を得ることで、積込作業の作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) を計算できる。例えば、過去のデータに基づいて  $\Delta\text{Thorn}$  と作業待ち時間 (Time\_delay<sub>ave</sub>) の関係をマップで規定しておけば、リアルタイムに取得された  $\Delta\text{Thorn}$  により作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>) を算出することができる。同様に、放土作業についても、放土終了を告げるサインの類がある場合にはその時間間隔にもとづいて作業待ち時間を算出できる。

[0086] <実施形態4>

実施形態3では実施形態1を前提として説明したが、実施形態3で説明した走行データ取得装置9の構成 (図23) や作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>)

の計算方法（図34）は実施形態2にも適用可能である。

[0087] 本実施形態を用いれば、実施形態2に比べて、作業待ち時間の更新が早くなり、より細かくエンジン出力パワーを制御することができるため、搬送効率と燃費低減効果を高めることができる。

[0088] <実施形態5>

上記の各実施形態では、電気式の動力伝達装置2を備えるダンプトラックへの適用例を説明したが、本発明はギアやトルクコンバータを用いた変速機で構成されるいわゆる機械式の動力伝達装置2にも適用できる。以下の実施形態では機械式の動力伝達装置2への適用例を説明する。

[0089] 実施形態1の技術思想を機械式の動力伝達装置2を備えるダンプトラックに適用したものの実施形態5とする。本実施形態の基本構成は図2に示した実施形態1と同じであるが、動力伝達装置2、ECU7およびPCU8の内部構成が実施形態1と異なる。

[0090] まず、動力伝達装置2について説明する。本実施形態では、動力伝達装置2がギアやトルクコンバータを用いた変速機で構成される場合を考える。トランスミッションは動力伝達の際に、走行状態に応じて変速段（1速、2速、etc）の切り替えを行う。この切り替えは、PCU8にて行われる。PCU8は入力としてECU7から得られるエンジン回転数とアクセル開度、車輪速度を用いて制御を行う。このような構成を本稿では機械式と呼ぶことがある。

[0091] 次に図24を用いて本実施形態のECU7の構成について説明する。機能ブロックはトルク指令算出部51と作業待ち時間算出部52に分けることができる。作業待ち時間算出部52は実施形態1で説明した作業待ち時間算出部15と同一の機能を備える。

[0092] トルク指令算出部51はアクセル開度（ $Acl$ ）とエンジン回転数（ $Ne$ ）、積載量（ $PLD$ ）、平均（走行中）作業待ち時間（ $Time\_delay_{real}$ ）を入力として、トルク指令（ $Trq^*$ ）を出力する。図25を用いてトルク指令算出部51の詳細を説明する。入力されたエンジン回転数（ $Ne$ ）はマップ53によって、エ

ンジン回転数に対するトルク指令 ( $Trq\_max^*$ ) に変換される。 $Trq\_max^*$ は駆動輪 3 L, 3 R で使用できる最大トルクを指令するものとする。その後、除算器 5 9 でアクセル開度 ( $Acl$ ) を 100 で除算し、その値を乗算器 6 0 で  $Trq\_max^*$  に乗算することで、パワー抑制しない場合のトルク指令値 ( $Trq\_b^*$ ) を算出する。算出された  $Trq\_b^*$  はフィルタ 5 4, 5 5, 5 6 に入力される。

[0093] フィルタ 5 4 はパワー抑制しない場合に用い、フィルタ 5 5 は積荷状態においてパワー抑制する場合、フィルタ 5 6 は空荷状態においてパワー抑制する場合に使用する。フィルタの選択は、切り替え判定部 5 7 からの選択信号 ( $Jdg$ ) に基づいて MUX 5 8 により実施される。切り替え判定部 5 7 は実施形態 1 にて説明した切り換え判定部 2 8 と同一の機能を有する。なお、実施形態 1 と同様に、切り替え判定部 5 7 で設定する閾値は複数あっても良い。複数の閾値を設定する場合、MUX で選択できるリミッタの数を増やしておく必要がある。

[0094] フィルタ 5 4, 5 5, 5 6 ではエンジン回転数に応じてトルク抑制量  $Up\_limit7$ 、 $Up\_limit8$  が変化する。トルク抑制量の算出には、実施形態 1 と同様に算出される平均エンジン出力パワー上限値 ( $Pow\_up\_limit_{ave}$ ) が利用される。出力パワーの上限を決めると、それに応じたトルクの抑制が必要となる。エンジン出力は「エンジントルク×エンジン回転数」で計算されるため、出力パワーが上限値で一定に制限されると、トルク抑制量はエンジン回転数に応じて変更が必要である。本実施形態においてトルク抑制量 ( $Trq\_up\_limit$ ) は、走行前に決定しておく必要がある。また、走行する経路が変更になった場合も、新たな経路のデータを用いて事前計算を再度やり直す必要もある。

[0095] ここからは、図 2 6 を用いてパワー上限値とトルク抑制量の決定方法について述べる。はじめに、自車が同一経路を過去に走行した際の走行速度 ( $Vel\_o$ )、アクセル開度 ( $Acl\_o$ ) 及び積載量 ( $PLD\_o$ ) の時系列データを入力する (S 3 0 1)。次に積載量 ( $PLD$ ) 情報を元に、走行速度データ ( $Vel\_o$ ) とアクセル開度 ( $Acl\_o$ ) を積荷状態と空荷状態に分割する (S 3 0 2)。以

後、積荷状態のフローを主に説明する。S 3 0 3で1サイクル分のデータを抽出後、S 3 0 4ではエンジン出力パワー上限値 (Pow\_up\_limit) を算出する。計算方法は実施形態1と同じなので説明は省略する。その後、S 3 0 5にてトルク抑制量 (Trq\_up\_limit) を計算する。

[0096] S 3 0 5でのトルク抑制量の計算方法について図27を用いて説明する。図27には、エンジン回転数によって決まるエンジンの最大出力パワー (Pow\_max\_Ne) を実線で示す一方、エンジン出力パワー上限値 (Pow\_up\_limit) を破線で示す。このとき、Pow\_max\_NeがPow\_up\_limitより小さい場合 (I) とPow\_max\_NeがPow\_up\_limitより大きい場合 (II) が存在する。Iの場合は、トルクを抑制する必要は無いので、Trq\_up\_limit=1と設定する。一方、IIの場合は、Pow\_up\_limitをPow\_max\_Neで除算した値をTrq\_up\_limitと設定する。この処理を各エンジン回転数に対して行うことで、必要なパワー抑制を達成するために必要なトルク抑制量を決めることができる。

[0097] 最後に全サイクル分の計算が終了すると (S 3 0 6)、各エンジン回転数に対するトルク抑制量 (Trq\_up\_limit) の平均値を計算し、Trq\_up\_limit<sub>ave</sub>を出力する。フィルタ55および56のUp\_limit7、Up\_limit8は、算出した平均トルク抑制量 (Trq\_up\_limit<sub>ave</sub>) に基づいて設定される。

[0098] 本実施形態を用いることで、機械式の動力伝達装置2を有するダンプロックにおいても、実施形態1と同様に搬送効率向上と燃費低減を両立することが可能となる。

[0099] <実施形態6>

実施形態2の技術思想を機械式の動力伝達装置2を備えるダンプロックに適用したものを実施形態6とする。実施形態6は、実施形態5と基本構成を同じくするが、ECU7の構成に違いがある。

[0100] 図28に本実施形態のECU7の構成を示す。本実施形態のECU7では、実施形態5で事前計算を必要としたリミッタの上限値を走行中に取得したリアルタイムなデータから算出できる。ECU7の機能ブロックは実施形態5と同様にトルク指令算出部70と作業待ち時間算出部71の2つに分ける

ことができ、作業待ち時間算出部 7 1 は実施形態 1 で説明した作業待ち時間算出部 1 5 と同一の機能を有する。

[0101] トルク指令算出部 7 0 はアクセル開度 (Acl)、エンジン回転数 (Ne)、積載量 (PLD)、走行速度 (Vel)、を入力としてトルク指令 (Trq\*) を出力する。図 2 9 にトルク指令算出部 7 0 の構成図を示す。入力されたエンジン回転数 (Ne) はマップ 7 5 によって、エンジン回転数に対するトルク指令 (Trq\_max\*) に変換される。Trq\_max\* は駆動輪 3 L、3 R で使用できる最大トルクを指令するものとする。その後、除算器 7 4 でアクセル開度 (Acl) を 100 で除算し、その値を乗算器 7 6 で Trq\_max\* に乗算することで、パワー抑制しない場合のトルク指令値 (Trq\_b\*) を算出する。算出された Trq\_b\* はフィルタ 7 7 に入力される。

[0102] フィルタ 7 7 は実施形態 5 で説明したフィルタと同様の特性を有する。フィルタ 7 7 で使用するトルク抑制量 (Up\_limit 9) はトルク抑制量算出部 7 3 により算出される。

[0103] トルク抑制量算出部 7 3 は、積載量 (PLD) と走行速度 (Vel)、平均 (走行中) 作業待ち時間 (Time\_delay<sub>real</sub>)、アクセル開度 (Acl) を入力とする。トルク抑制量の算出方法の詳細を図 3 0 に示す。1 サイクル走行ごとに走行速度データ (Vel) とアクセル開度 (Acl) を入力し (S 4 0 1)、積載量 (PLD) の情報を元に積荷状態と空荷状態にデータを分割する (S 4 0 2)。以後、積荷状態におけるフローを説明する。S 4 0 3 最新のサイクルデータを抽出後、S 4 0 4 で出力パワー上限値 (Pow\_up\_limit) を計算する。その後、S 4 0 5 でトルク抑制量 (Trq\_up\_limit) を演算する。1 サイクルデータに対する出力パワー上限値 (Pow\_up\_limit) とトルク抑制量 (Trq\_up\_limit) の演算方法の詳細は実施形態 1 および 5 に記載済みなので省略する。算出されたトルク抑制量 (Trq\_up\_limit<sub>real</sub>) はフィルタ 7 7 に入力され、Up\_limit 9 に代入される。なお、走行経路が変更になった場合は、トルク抑制量 (Trq\_up\_limit<sub>real</sub>) をリセットし、新たな経路データでトルク抑制量 (Trq\_up\_limit<sub>real</sub>) を再計算する。計算結果である Trq\_up\_limit<sub>real</sub> は、フィルタ 7 7 に入

力され、トルク抑制量 (Up\_limit9) の設定値として用いる。

[0104] 本実施形態を用いることで、機械式の動力伝達装置2を有するダンプトラックにおいても、実施形態5と比べ、事前にトルク抑制量などの計算が必要なくかつ、作業待ち時間のバラツキに対してもより細くエンジン出力パワーを制御することができるため、搬送効率と燃費低減効果を高めることができる。

[0105] <実施形態7>

実施形態3(図23)の技術思想を機械式の動力伝達装置2を備えるダンプトラックに適用したものを実施形態7とする。実施形態7の基本構成は図23に示したものと同一である。また、実施形態7は、実施形態5と基本構成を同じくするが、走行データ取得装置9の構成や作業待ち時間(Time\_delay<sub>real</sub>)の計算方法に違いがある。

[0106] 本実施形態の走行データ取得装置9は、車々間の通信、車両の運行管理を行う管制塔との通信を実施する無線通信装置80からのデータも取得する。無線通信装置80と、作業待ち時間(Time\_delay<sub>real</sub>)の計算方法については実施形態3にて説明済みである。

[0107] 本実施形態を用いれば、実施形態5に比べて、作業待ち時間の更新間隔が早くなり、より細かくエンジン出力パワーを制御することができるため、搬送効率と燃費低減効果を高めることができる。

[0108] <実施形態8>

実施形態4の技術思想を機械式の動力伝達装置2を備えるダンプトラックに適用したものを実施形態8とする。実施形態8は、実施形態6と基本構成を同じくするが、走行データ取得装置9の構成や作業待ち時間(Time\_delay<sub>real</sub>)の計算方法について違いがある。

[0109] 本実施形態の走行データ取得装置9は、車々間の通信、車両の運行管理を行う管制塔との通信を実施する無線通信装置80からのデータも取得する。無線通信装置80と、作業待ち時間(Time\_delay<sub>real</sub>)の計算方法については実施形態3にて説明済みである。

- [0110] 本実施形態を用いれば、実施形態6に比べて、作業待ち時間の更新間隔が早くなり、より細かくエンジン出力パワーを制御することができるため、搬送効率と燃費低減効果を高めることができる。
- [0111] なお、上記では主として作業待ち時間が延びる場合について説明してきたが、作業待ち時間が短くなる場合についても本発明は適用可能である。また、ダンプトラックが有人走行する場合に限らず無人走行する場合にも本発明は適用可能である。
- [0112] また、上記の各実施の形態は、ダンプトラックに限らず、荷積み・荷下ろし作業に待ち時間が発生する運搬車両（例えば、大型トラック）や自走式機械であれば適用可能である。また、上記の各実施の形態では、積み込み場と放土場での積込作業（荷積み作業）と放土作業（荷下ろし作業）の2つの作業をセットにして説明したが、一方の作業だけに関して待ち時間とエンジン負荷に基づいてエンジンパワーを抑制する運用を行っても良い。
- [0113] また、上記では、「走行中のエンジン負荷を示す指標」として、積載量、勾配を例に挙げたが、これらにダンプトラックの空気抵抗や路面抵抗を含めても良い。
- [0114] なお、本発明は、上記の各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内の様々な変形例が含まれる。例えば、本発明は、上記の実施形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。また、ある実施形態に係る構成の一部を、他の実施形態に係る構成に追加又は置換することが可能である。
- [0115] また、上記の制御装置（例えばECU7、PCU8）に係る各構成や当該各構成の機能及び実行処理等は、それらの一部又は全部をハードウェア（例えば各機能を実行するロジックを集積回路で設計する等）で実現しても良い。また、上記の制御装置に係る構成は、演算処理装置（例えばCPU）によって読み出し・実行されることで当該制御装置の構成に係る各機能が実現されるプログラム（ソフトウェア）としてもよい。当該プログラムに係る情報は、例えば、半導体メモリ（フラッシュメモリ、SSD等）、磁気記憶装置

(ハードディスクドライブ等)及び記録媒体(磁気ディスク、光ディスク等)等に記憶することができる。

[0116] また、上記の各実施形態の説明では、制御線や情報線は、当該実施形態の説明に必要であると解されるものを示したが、必ずしも製品に係る全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えて良い。

### 符号の説明

[0117] 1…エンジン、2…動力伝達装置、3L, 3R…駆動輪、7…ECU、8…PCU、9…走行データ取得装置、10…表示装置、13…エンジン回転数指令算出部、14…エンジン出力パワー指令算出部、15…作業待ち時間算出部、24…アクセル開度とエンジン出力パワーのマップ、25…リミッタ、26…リミッタ、27…リミッタ、28…切り替え判定部、29…MUX、99…制御切り替え条件マップ

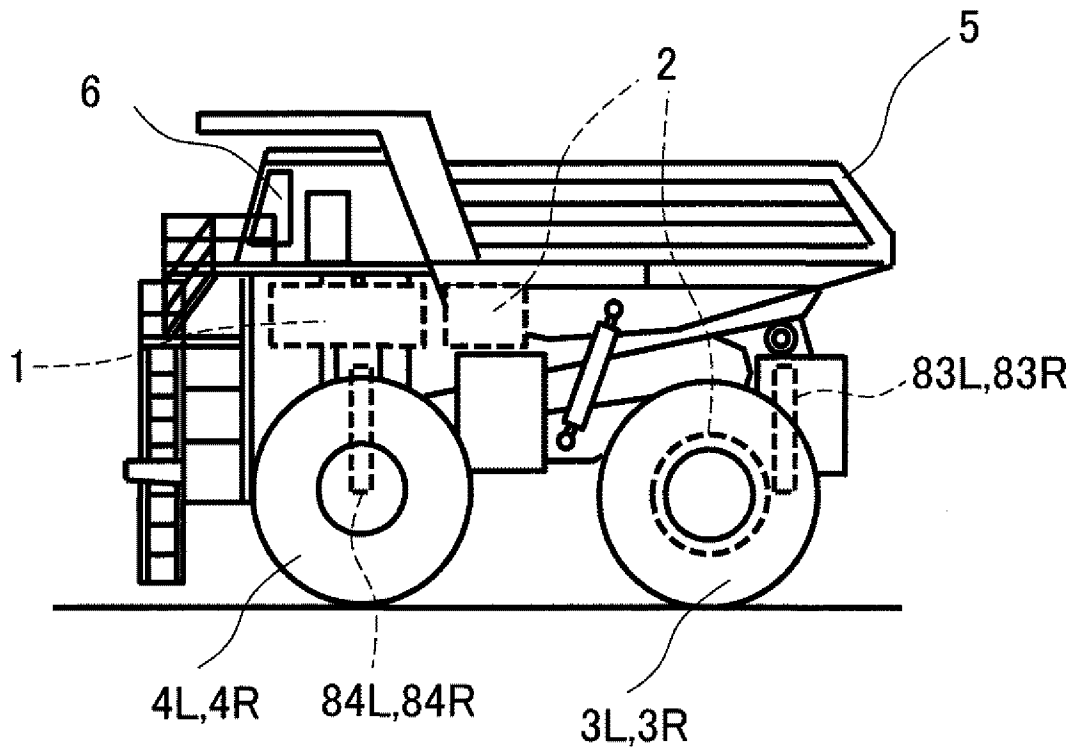
## 請求の範囲

- [請求項1] エンジンと、前記エンジンを制御する制御装置とを備え、目的地の到着後に所定の作業を行う運搬車両において、
- 前記制御装置は、前記運搬車両の前記目的地の到着後から前記作業の開始までの予測時間である作業待ち時間が長く、かつ、前記運搬車両のエンジン負荷が小さいほど、前記運搬車両の前記目的地への経路上でエンジンパワーの抑制量を大きくするように構成されていることを特徴とする運搬車両。
- [請求項2] 請求項1に記載の運搬車両において、
- 前記作業待ち時間は、前記経路上および前記目的地における前記運搬車両の走行速度および積載量の時系列に基づいて算出されており、
- 前記エンジン負荷は、前記運搬車両の積載量に基づいて算出されており、
- 前記エンジンパワーの抑制量は、前記経路上および前記目的地における前記運搬車両の走行速度、アクセル開度および積載量の時系列に基づいて算出されていることを特徴とする運搬車両。
- [請求項3] 請求項2に記載の運搬車両において、
- 前記作業待ち時間は、前記経路上および前記目的地における前記運搬車両の走行速度および積載量の時系列と、前記運搬車両と同一経路を走行する他の運搬車両の前記経路上および前記目的地における走行速度および積載量の時系列とに基づいて算出されており、
- 前記エンジン負荷は、前記運搬車両の積載量と、前記他の運搬車両の積載量とに基づいて算出されており、
- 前記エンジンパワーの抑制量は、前記経路上および前記目的地における前記運搬車両の走行速度、アクセル開度および積載量の時系列と、前記経路上および前記目的地における前記他の運搬車両の走行速度、アクセル開度および積載量の時系列とに基づいて算出されていることを特徴とする運搬車両。

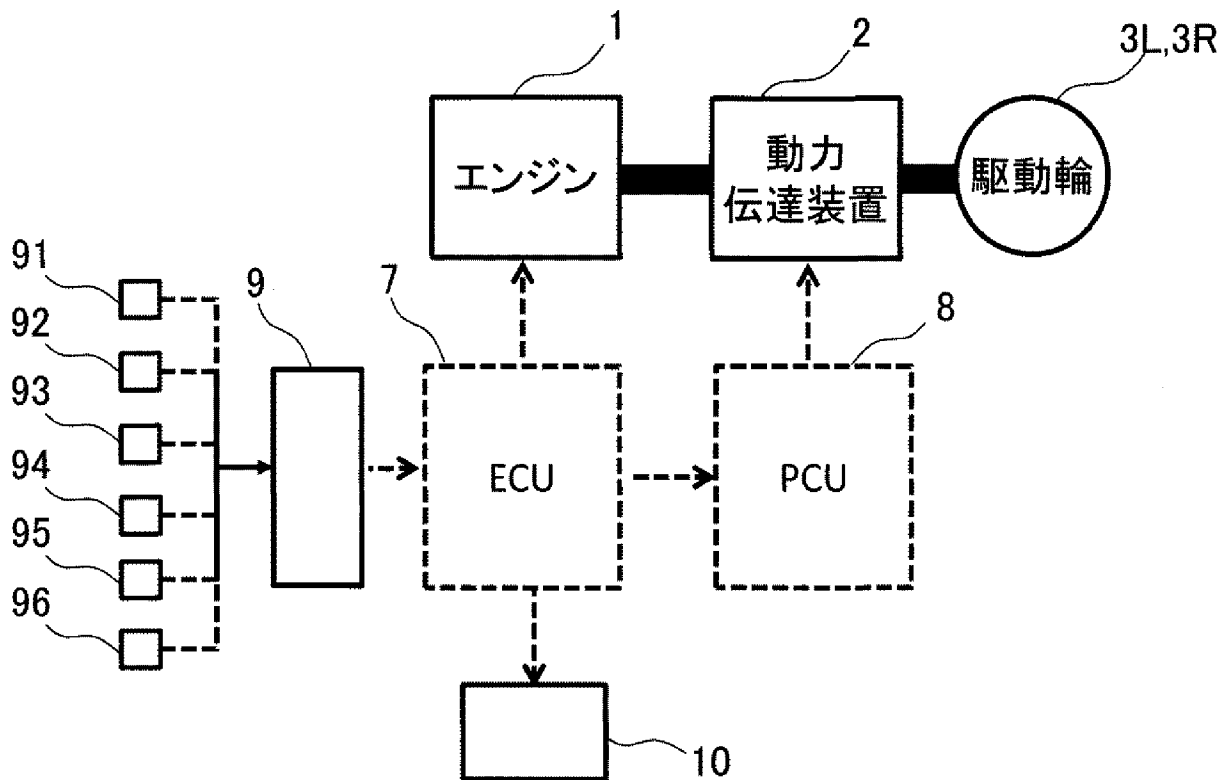
[請求項4]           請求項3に記載の運搬車両において、  
前記エンジンパワーの抑制量は、前記作業待ち時間の増加に応じて階段状に大きく、かつ、同じ作業待ち時間で比較した場合に前記運搬車両の積載量が小さいほど前記エンジンパワーの抑制量が大きいことを特徴とする運搬車両。

[請求項5]           請求項3に記載の運搬車両において、  
前記エンジンパワーの抑制量は、前記作業待ち時間の増加に応じて単調に増加し、かつ、同じ作業待ち時間で比較した場合に前記運搬車両の積載量が小さいほど前記エンジンパワーの抑制量が大きいことを特徴とする運搬車両。

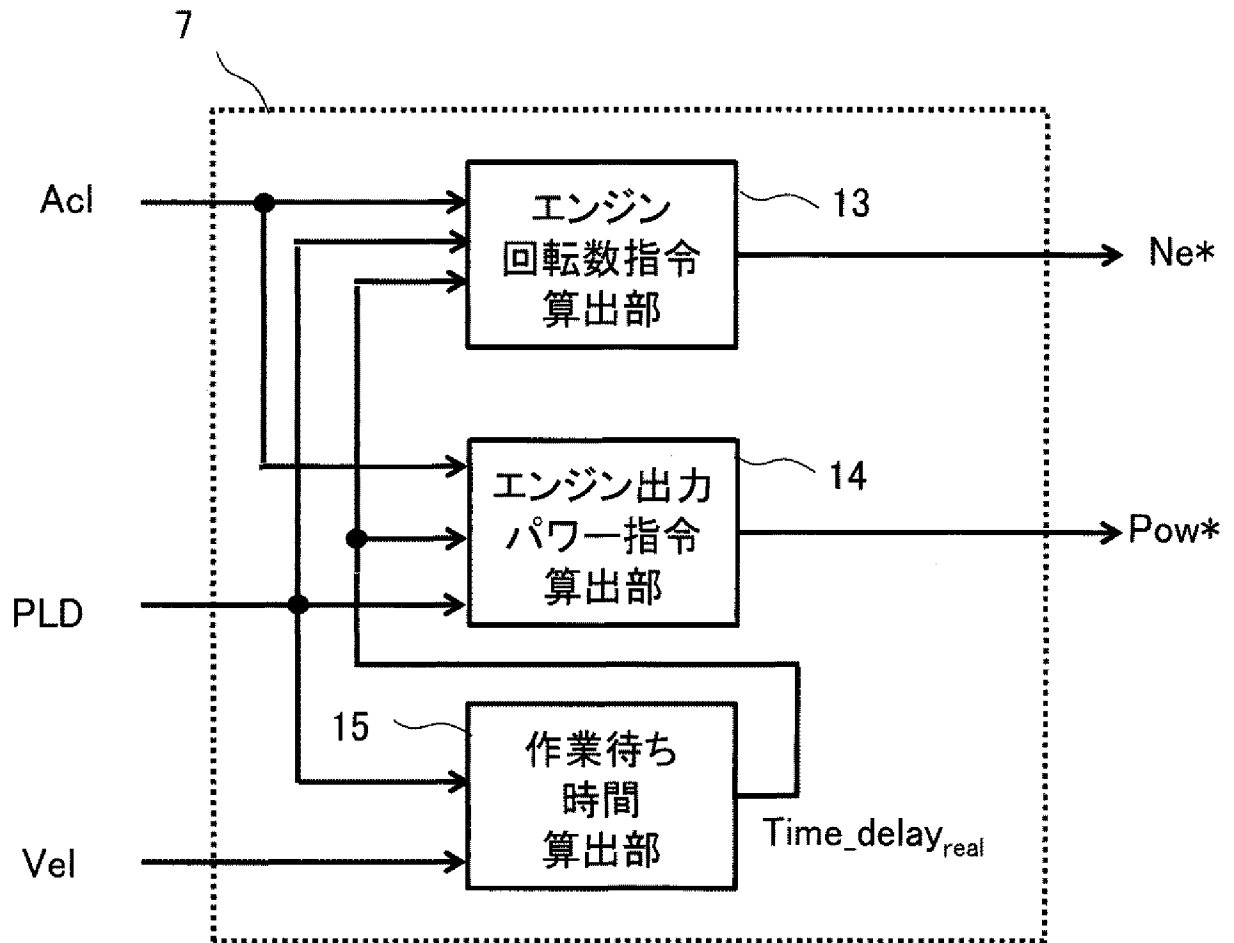
[図1]



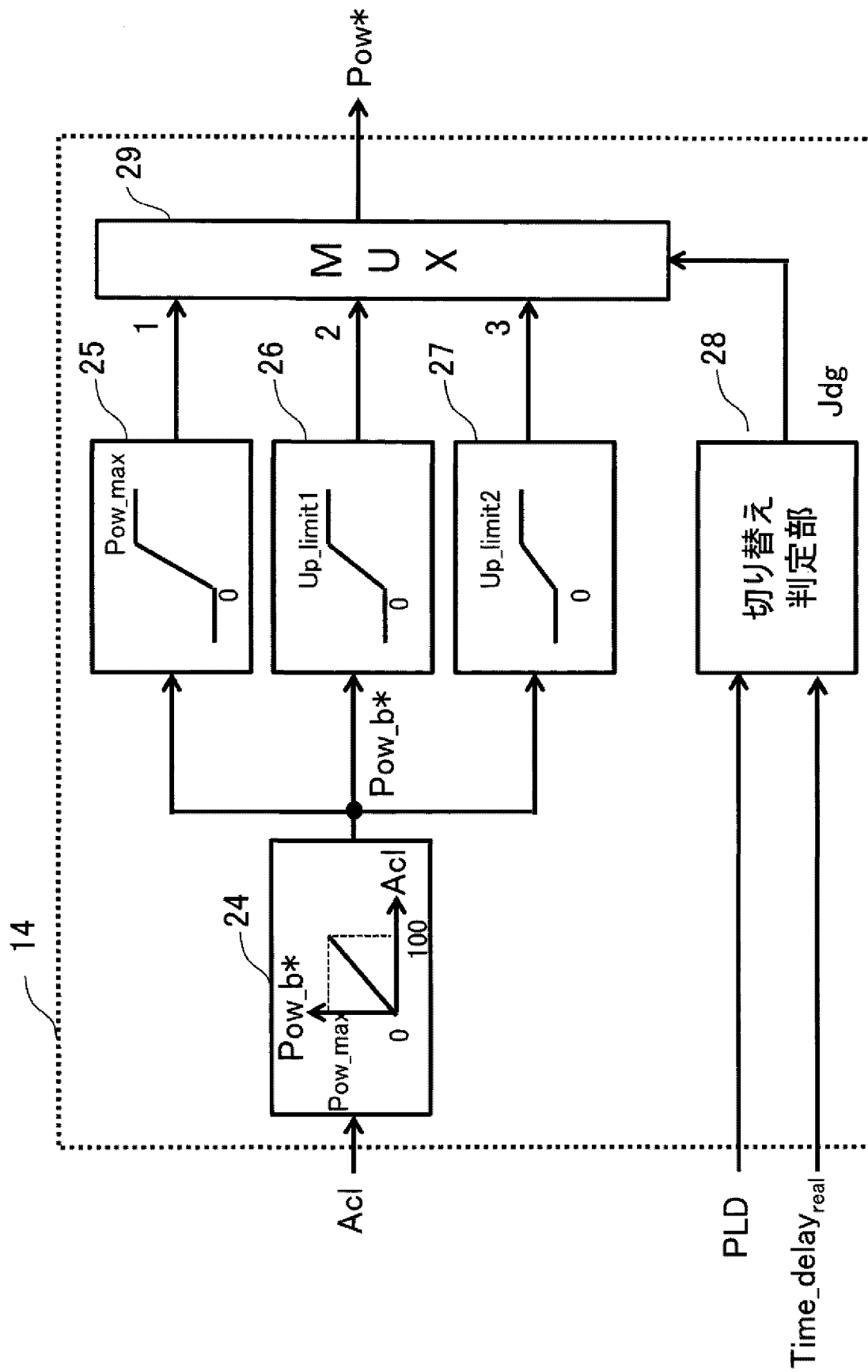
[図2]



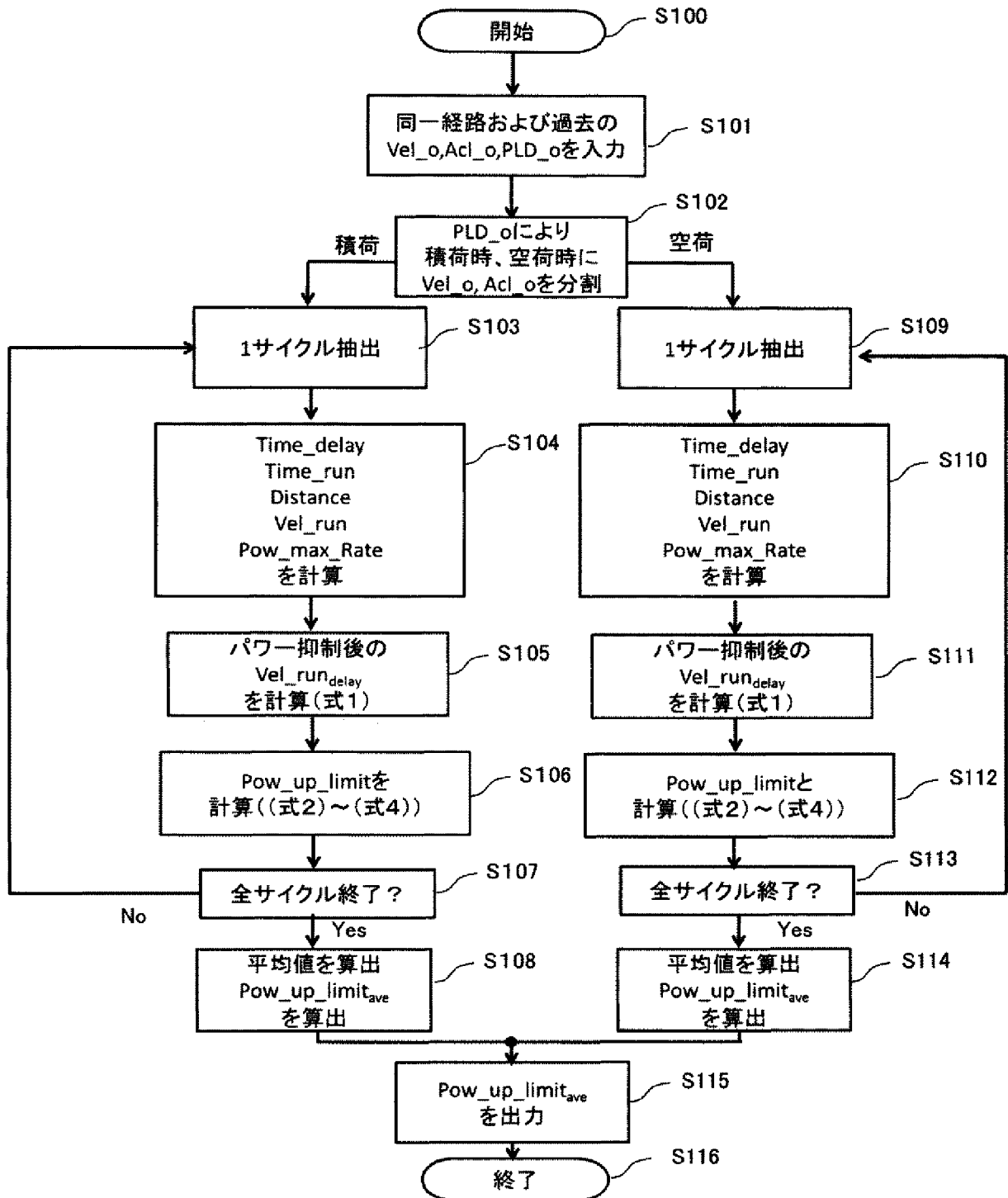
[図3]



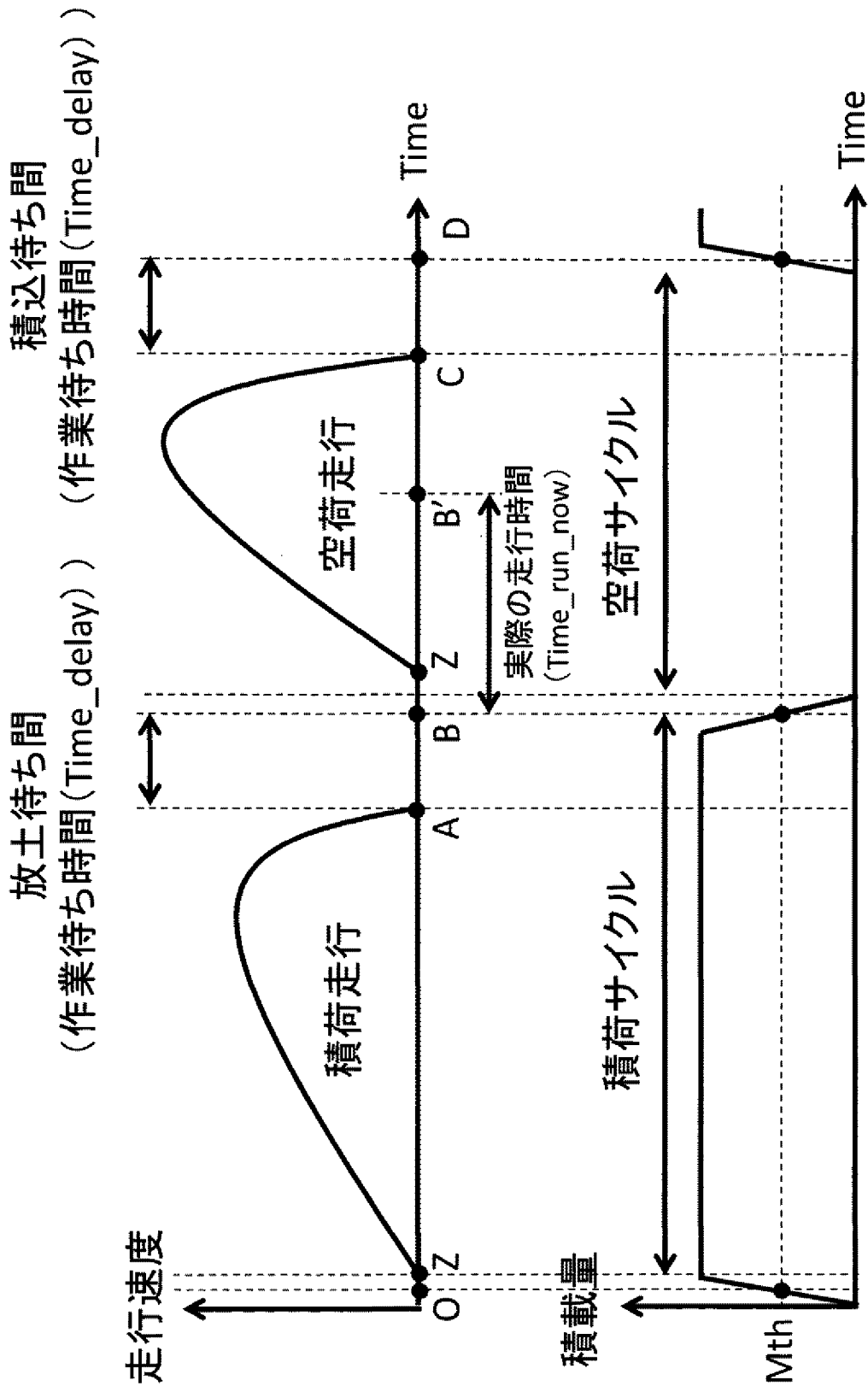
[図4]



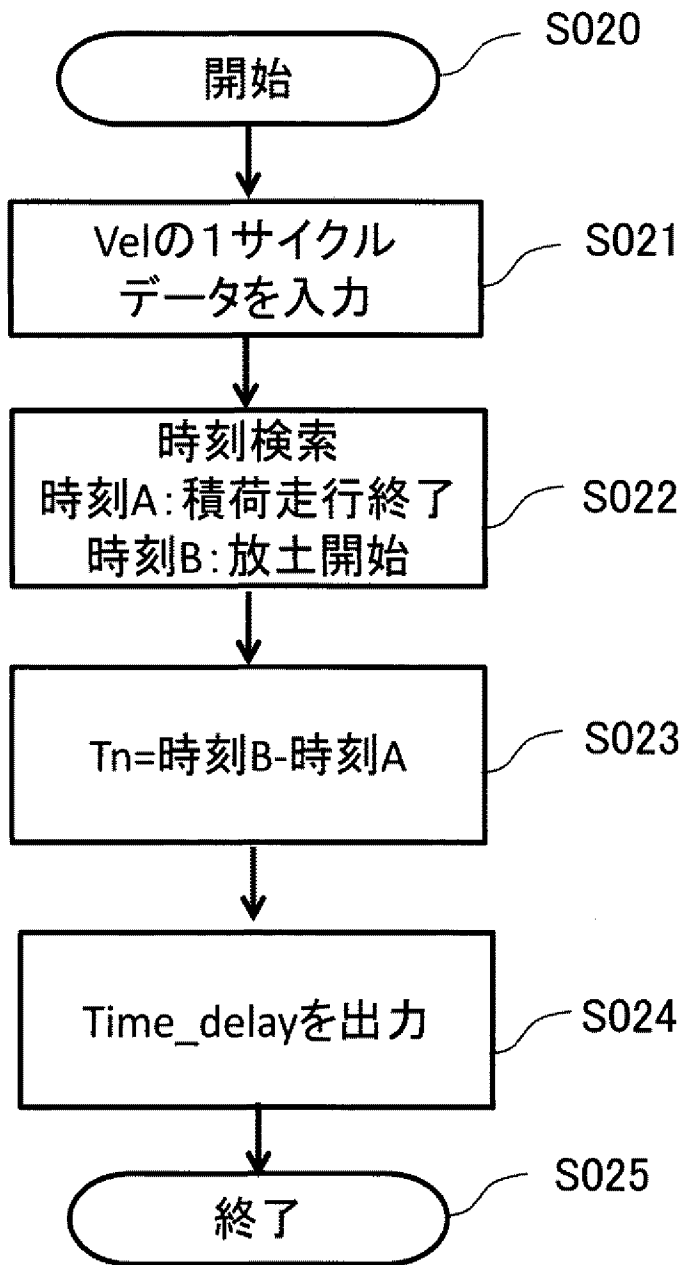
[図5]



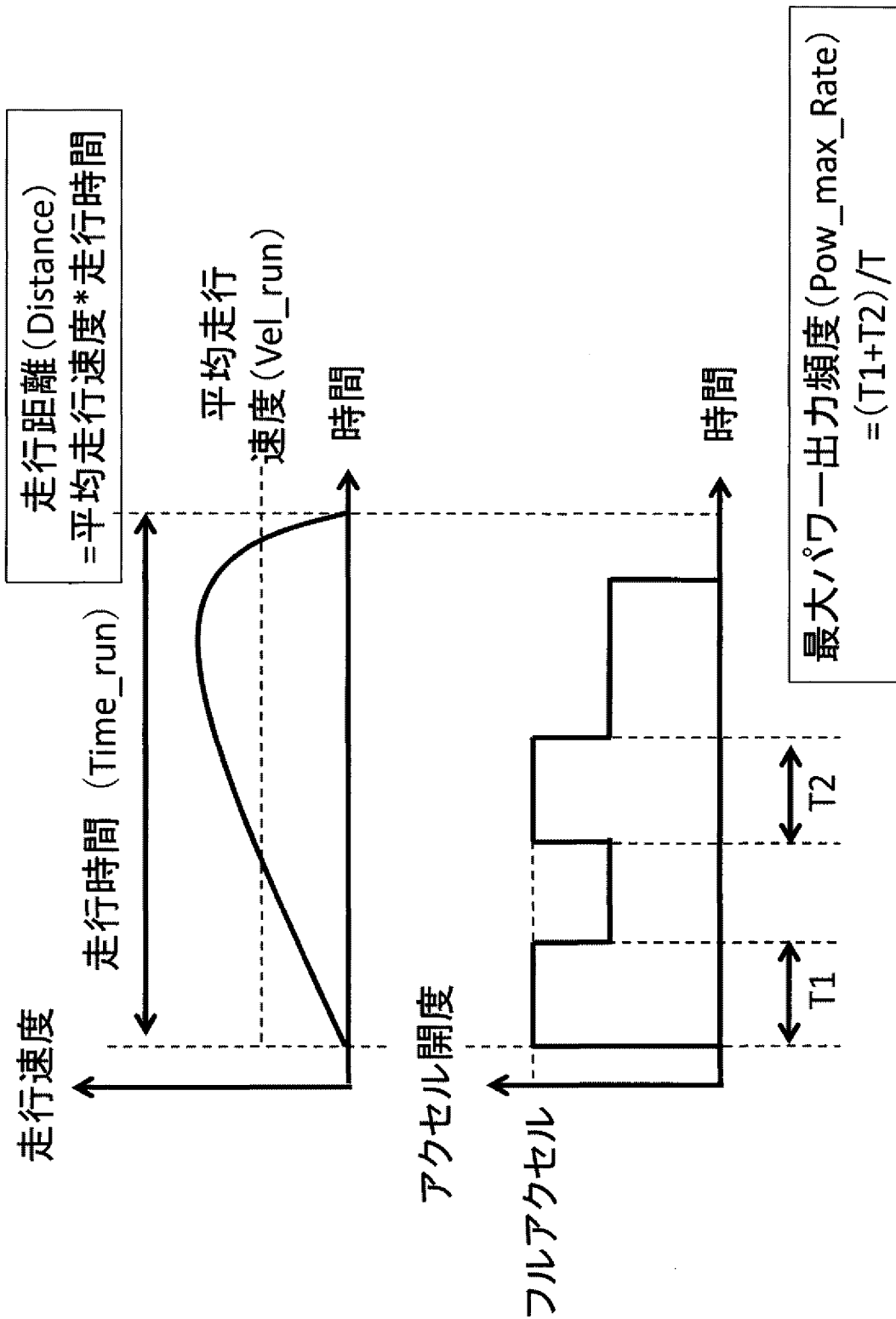
[図6]



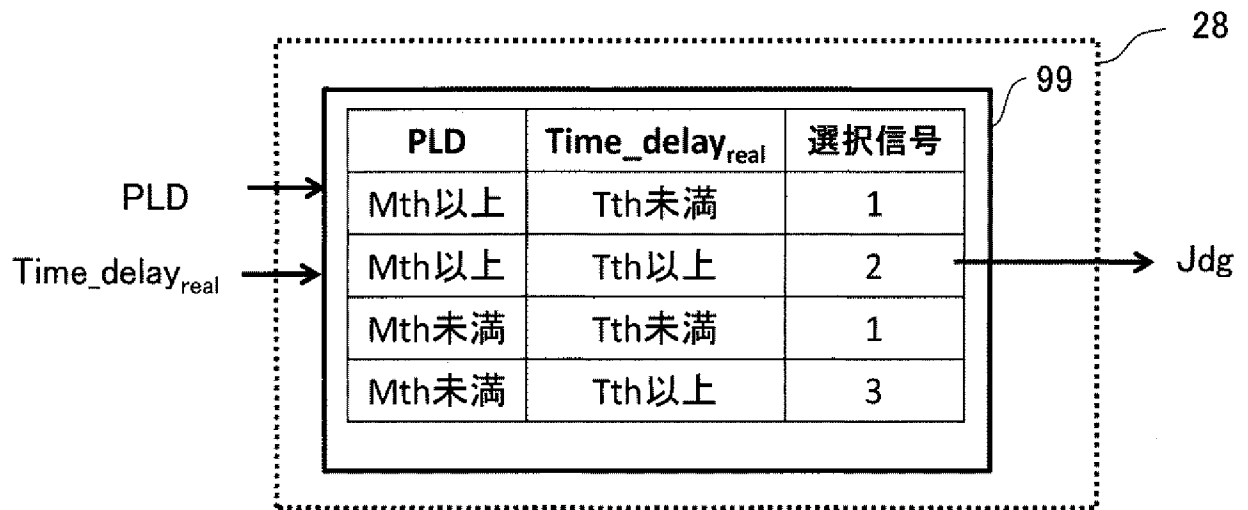
[図7]



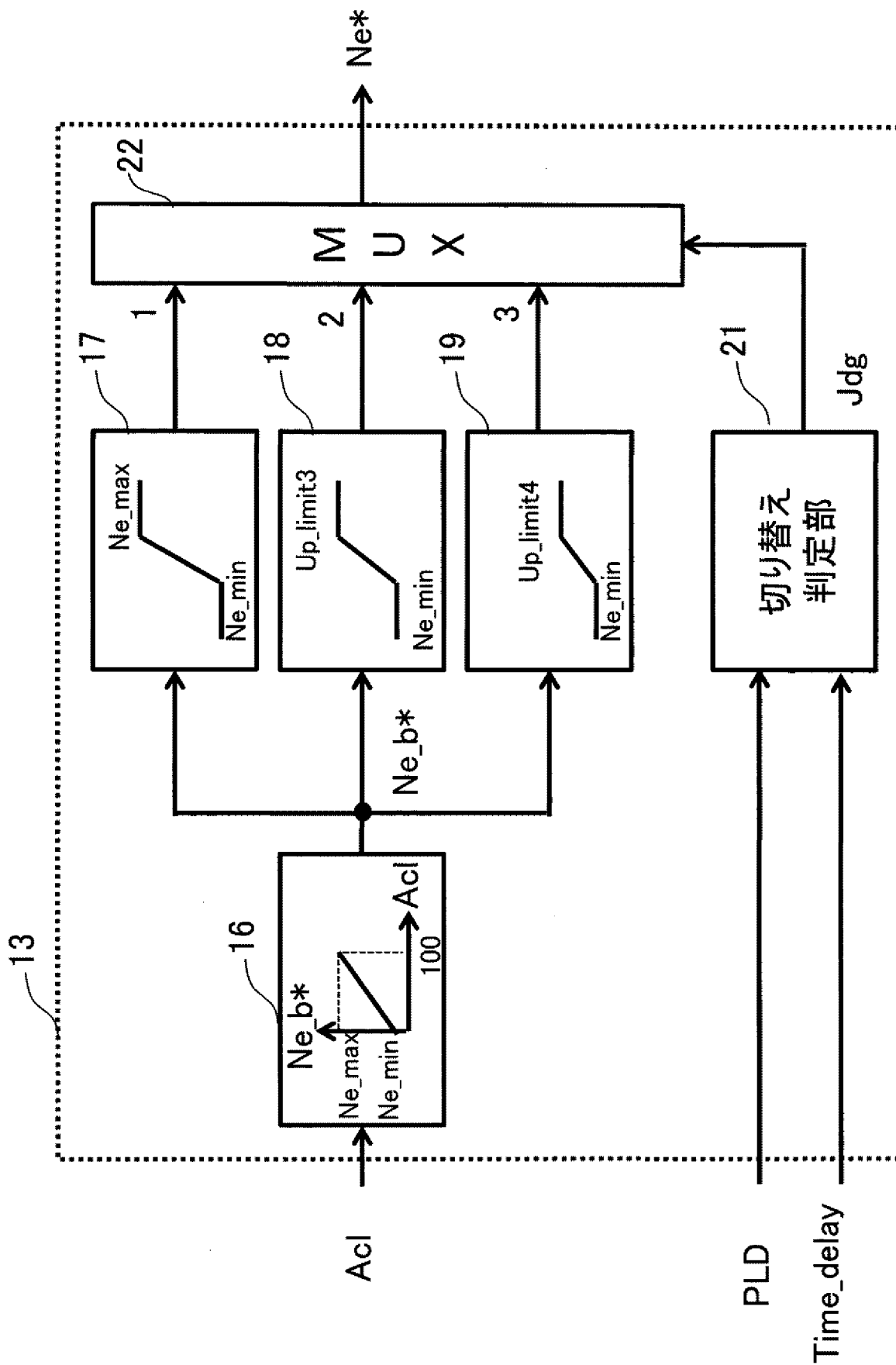
[図8]



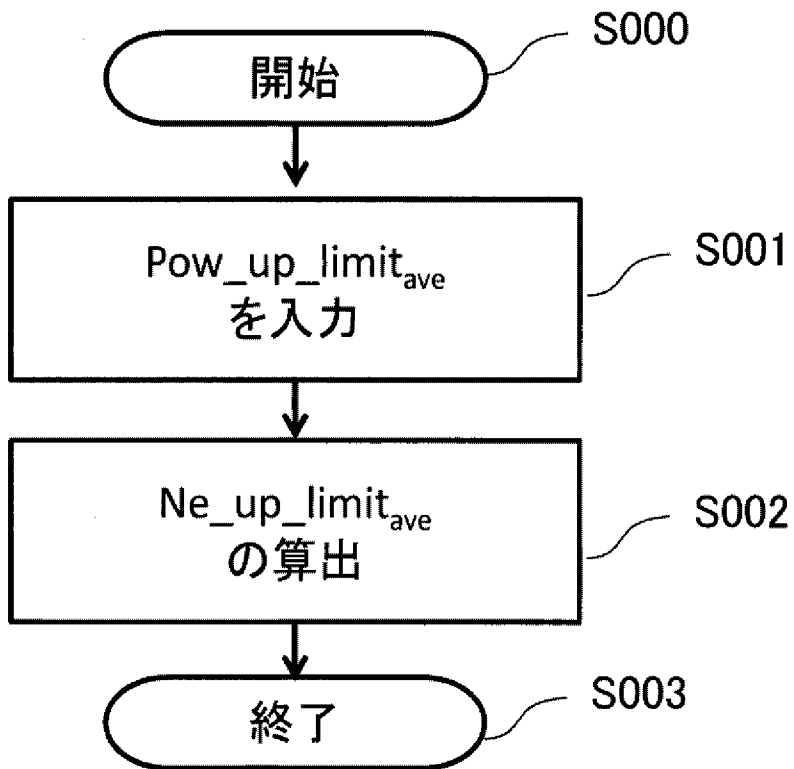
[図9]



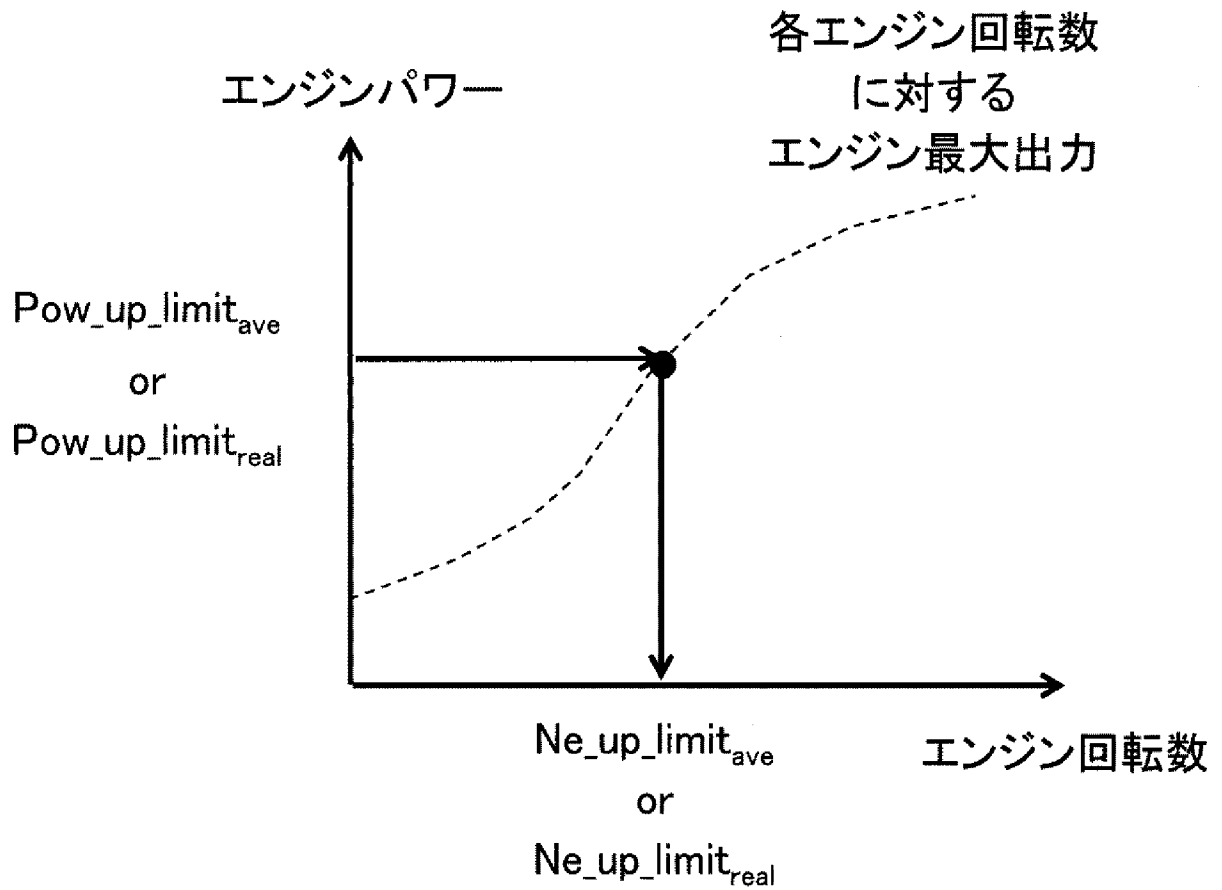
[図10]



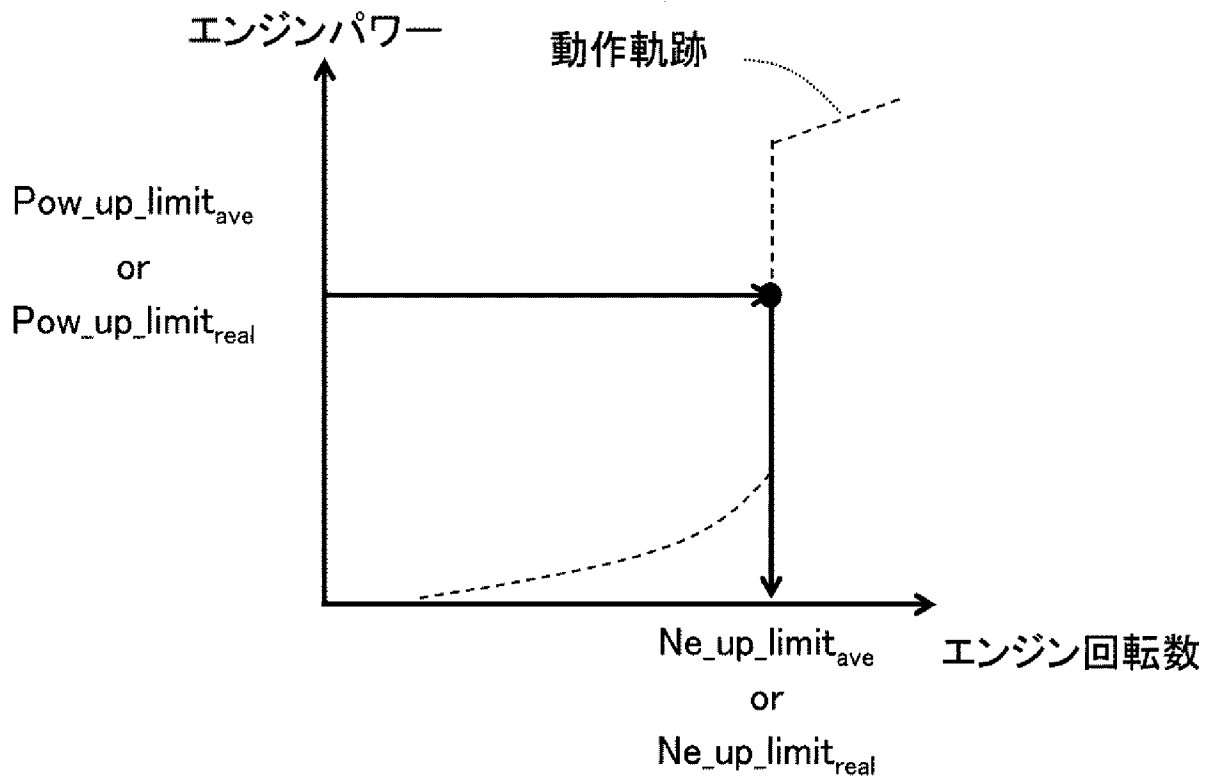
[図11]



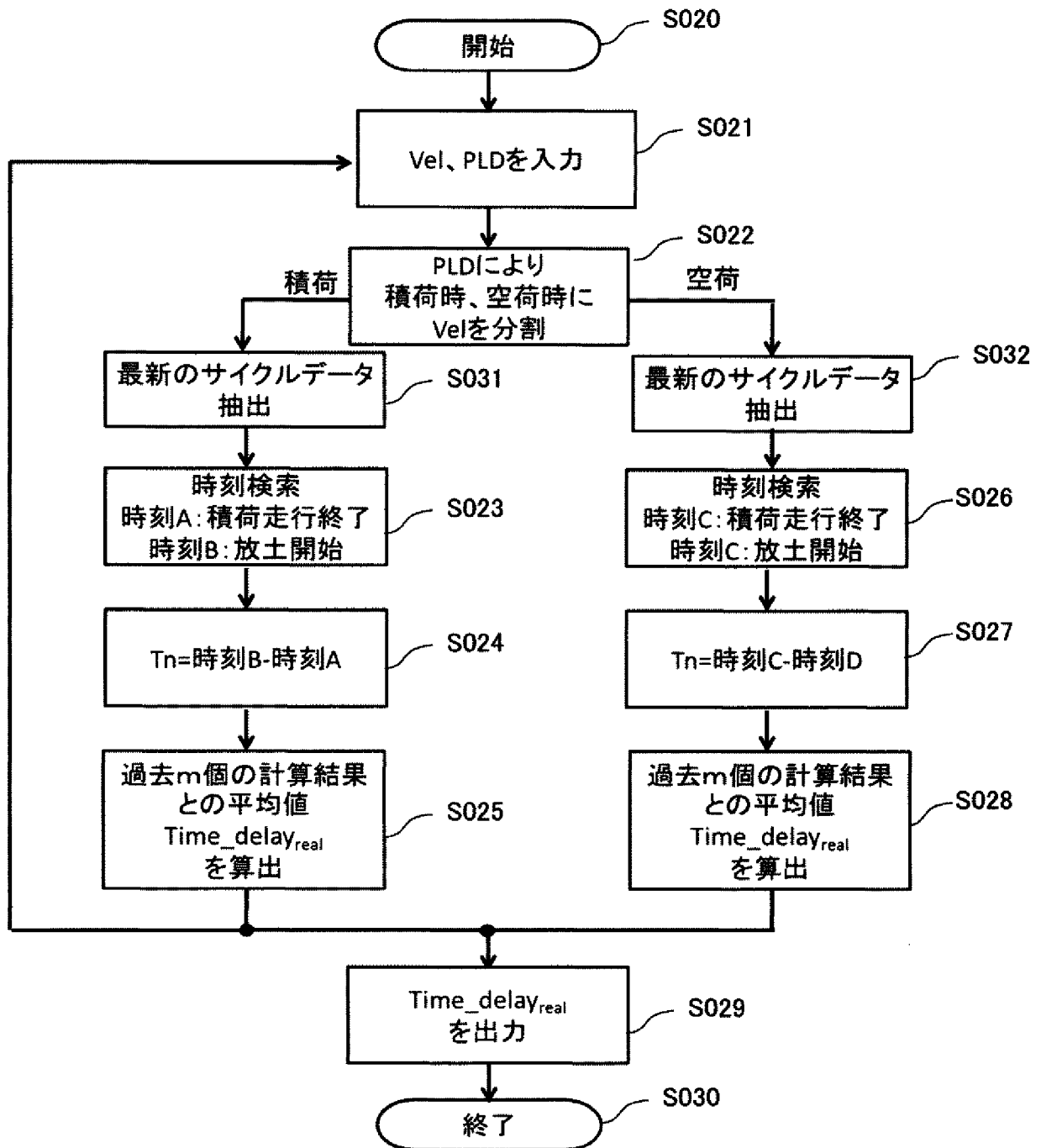
[図12]



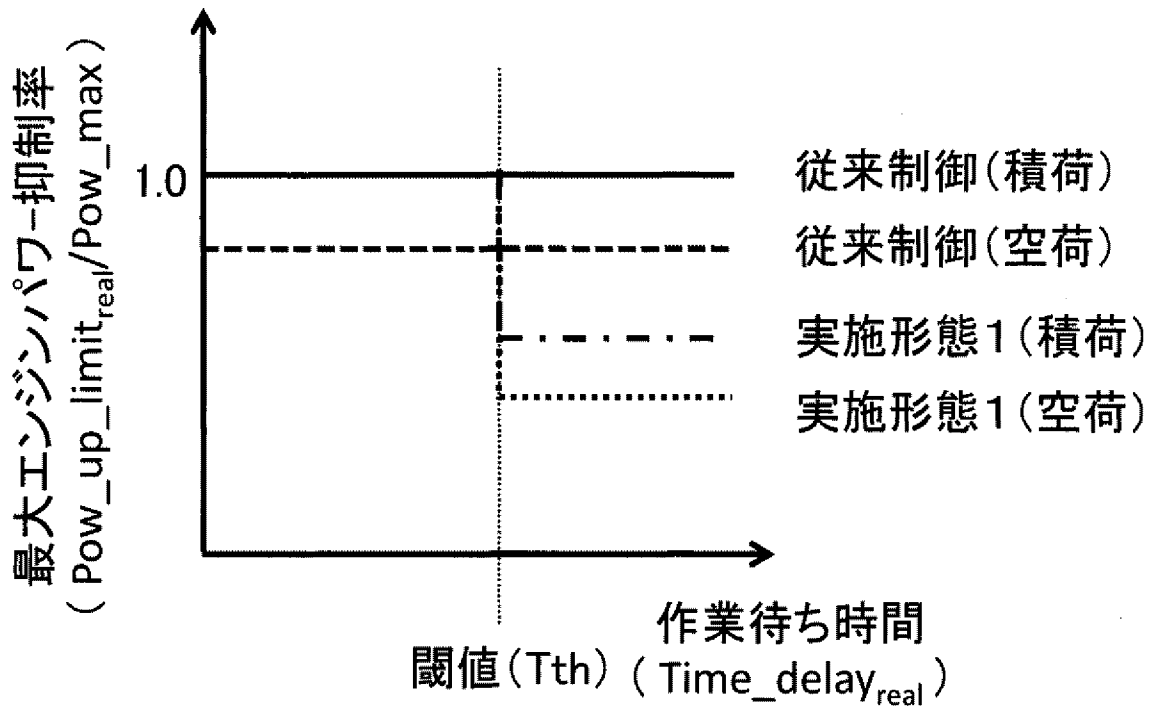
[図13]



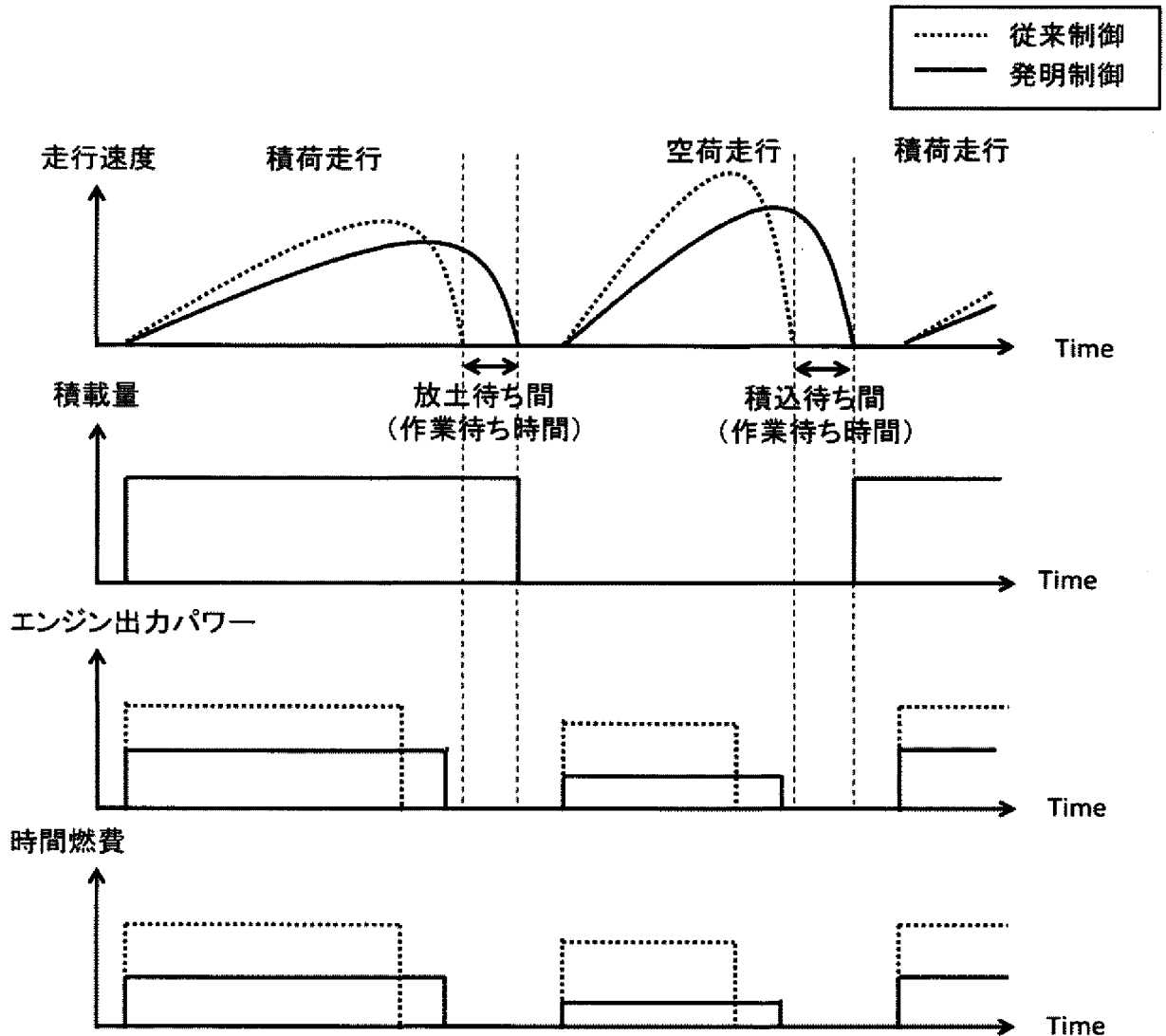
[図14]



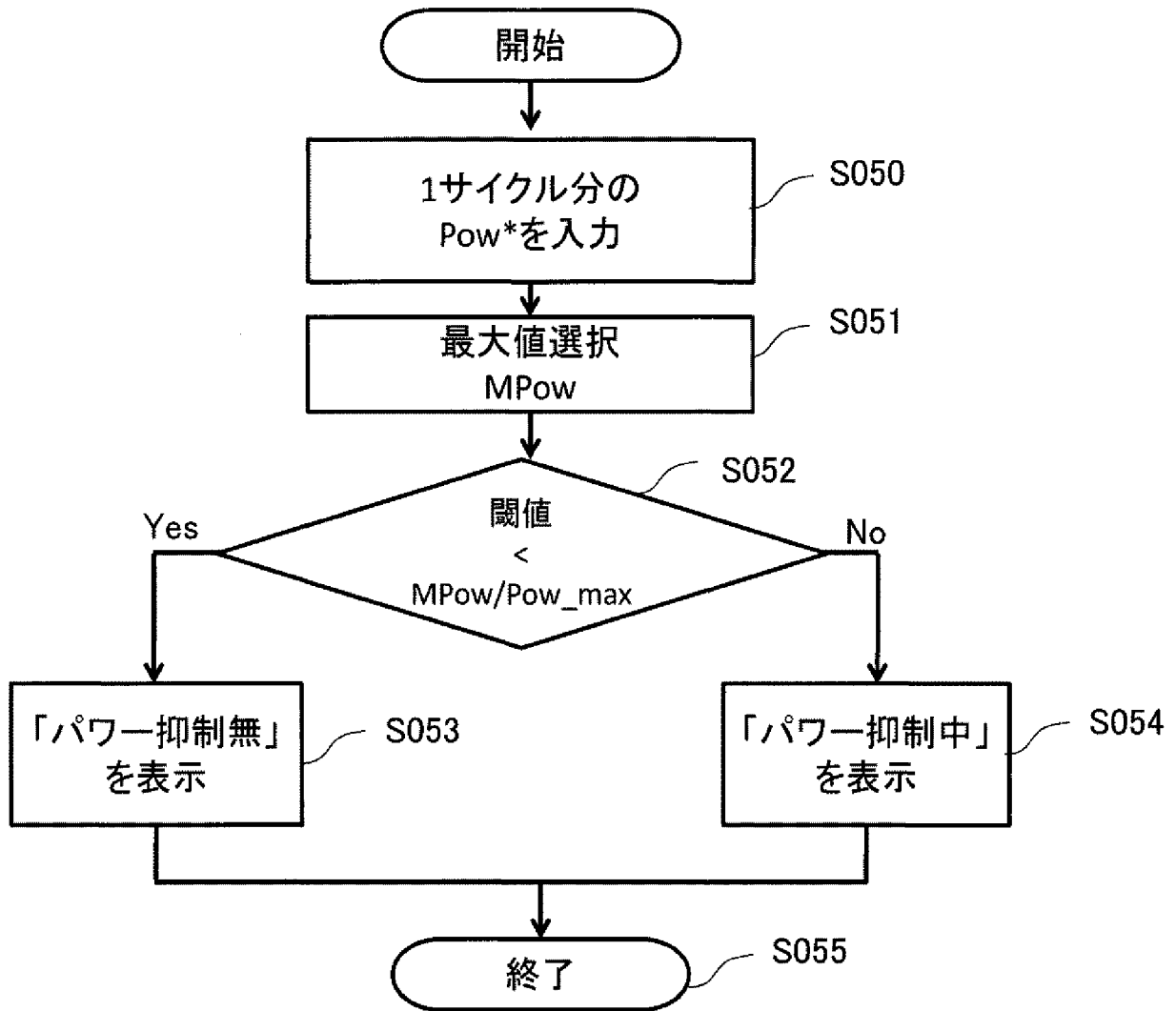
[図15]



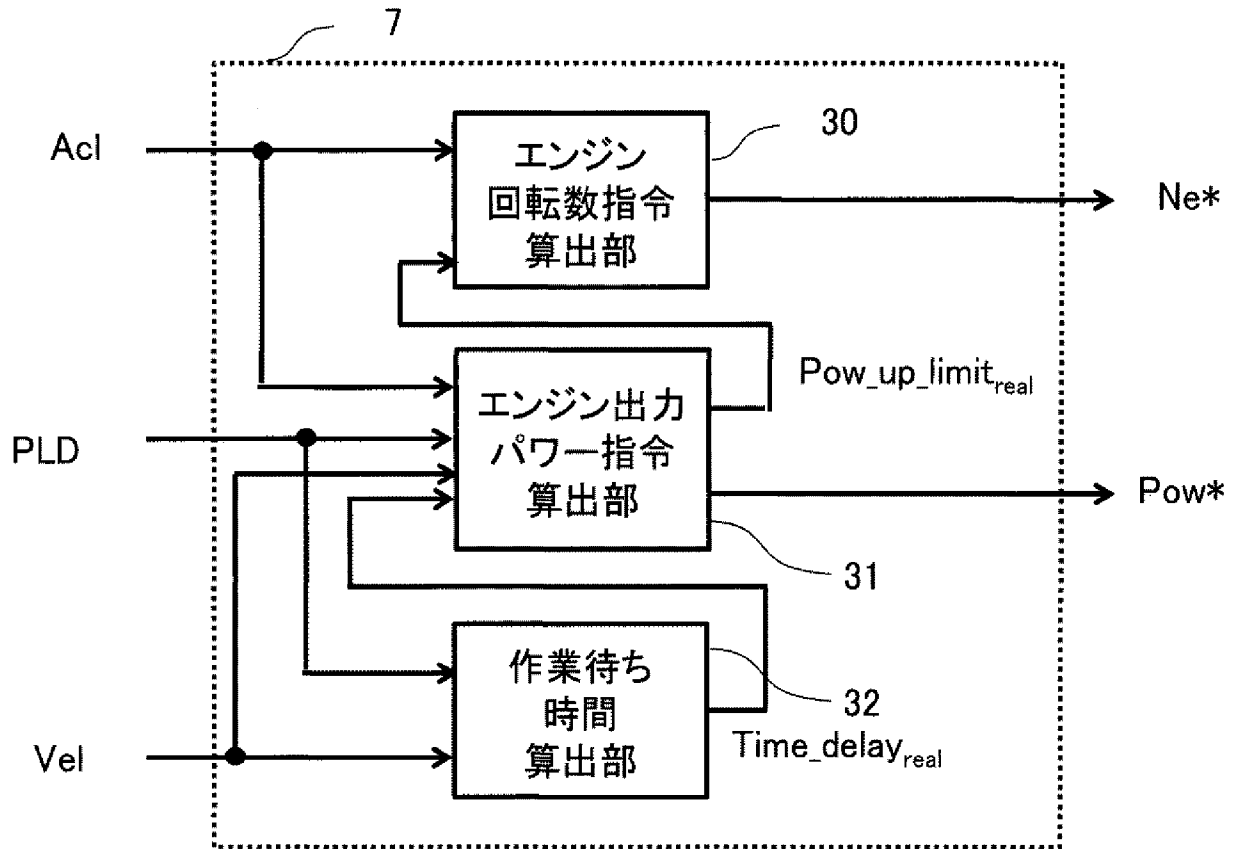
[図16]



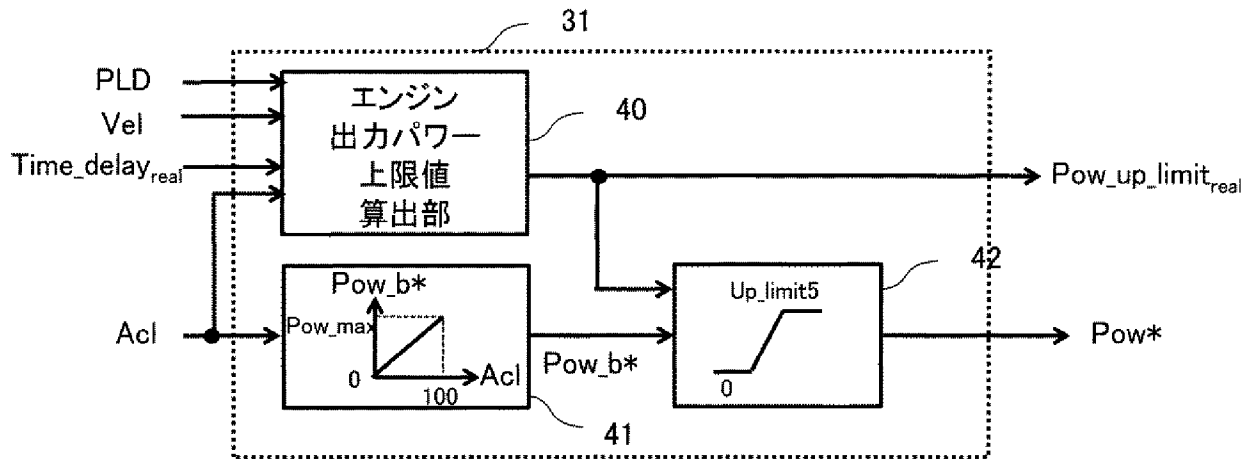
[図17]



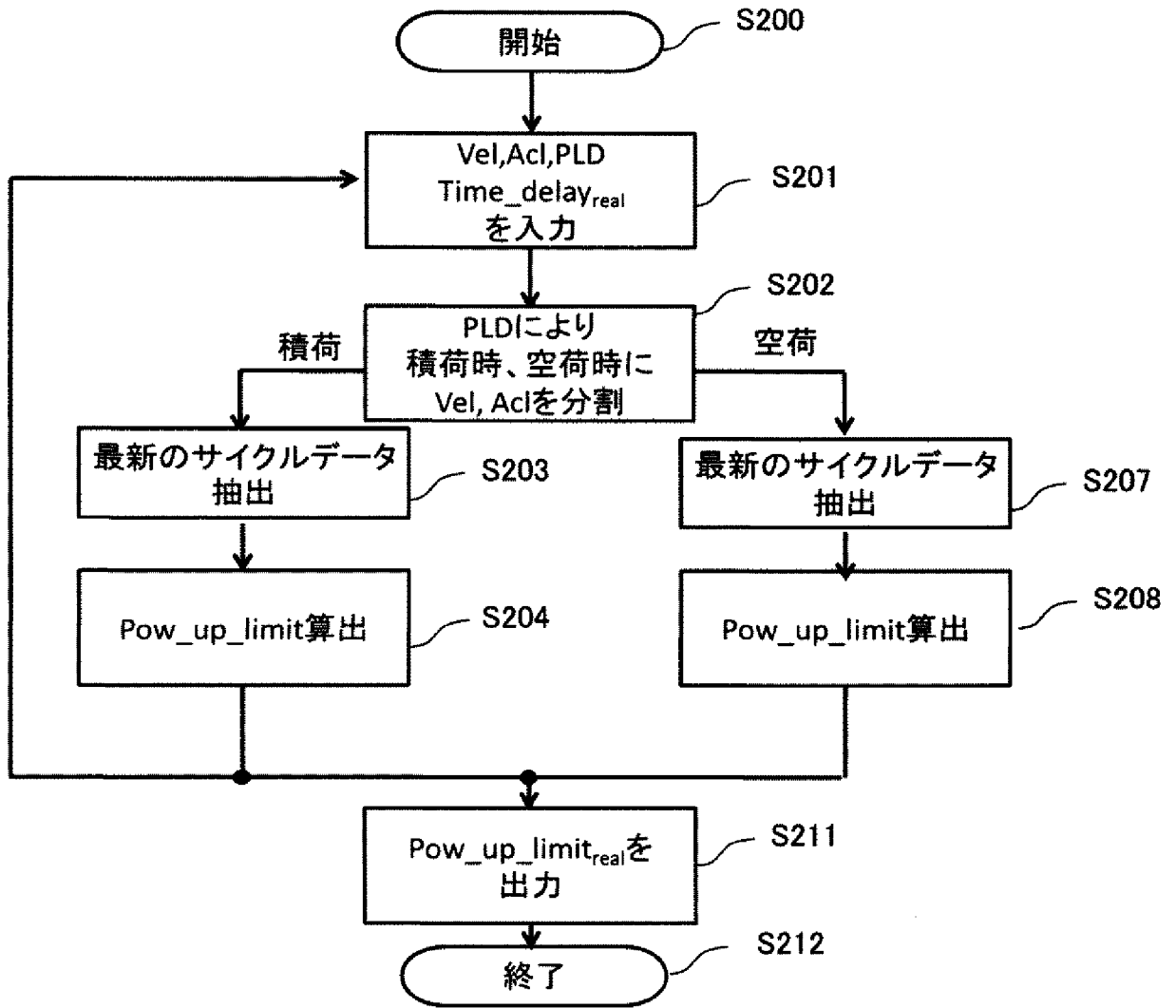
[図18]



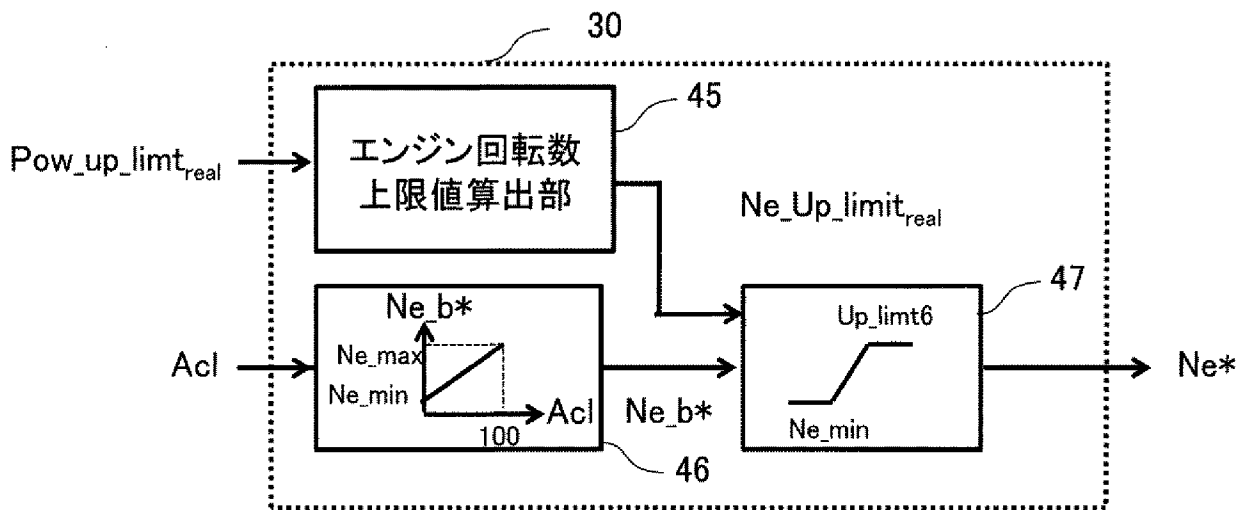
[図19]



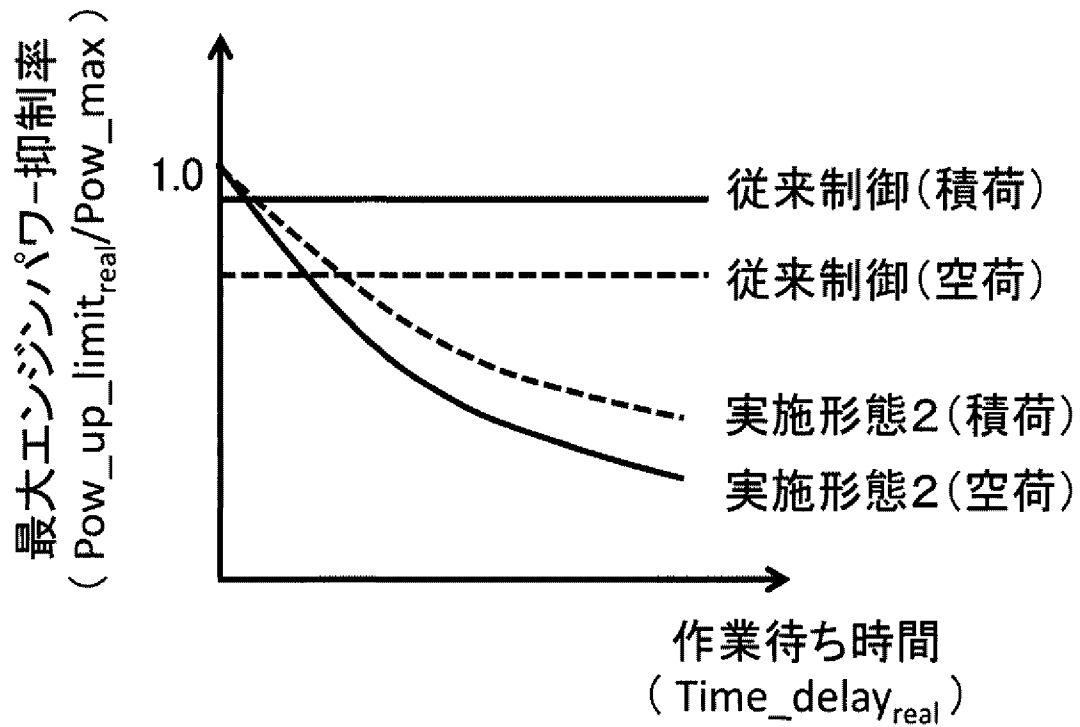
[図20]



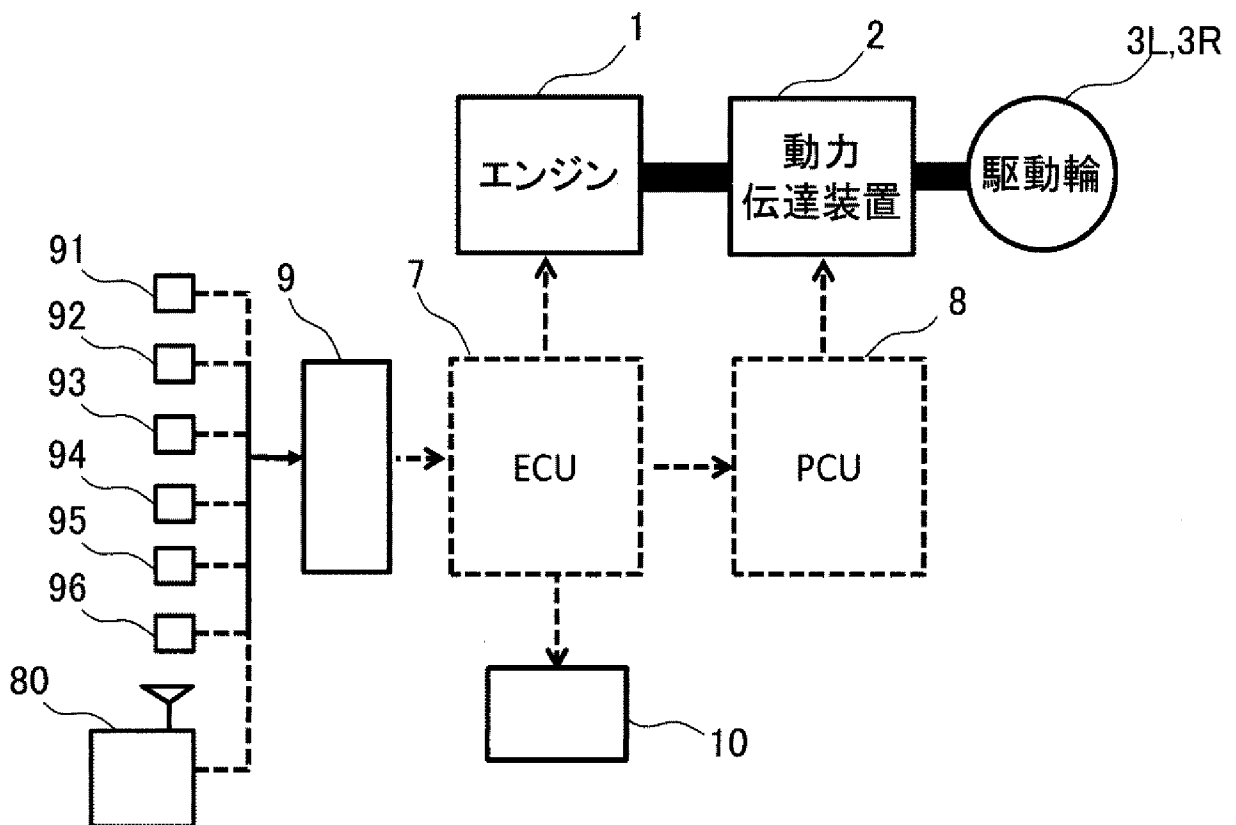
[図21]



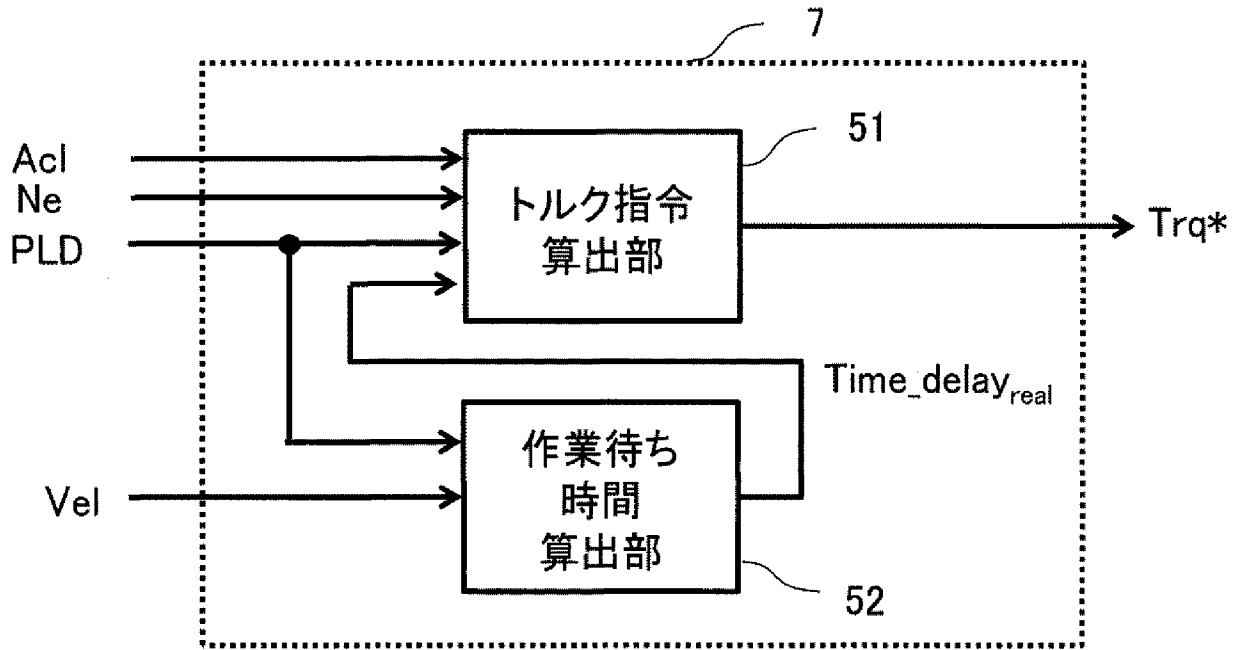
[図22]



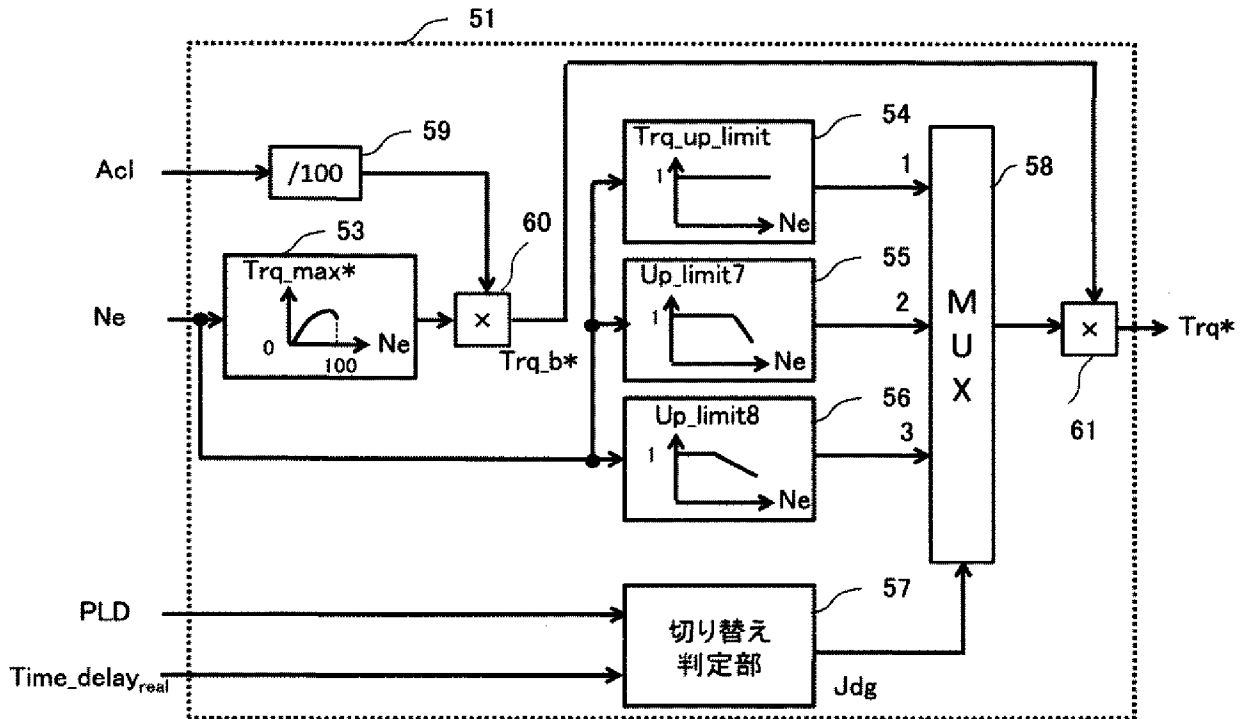
[図23]



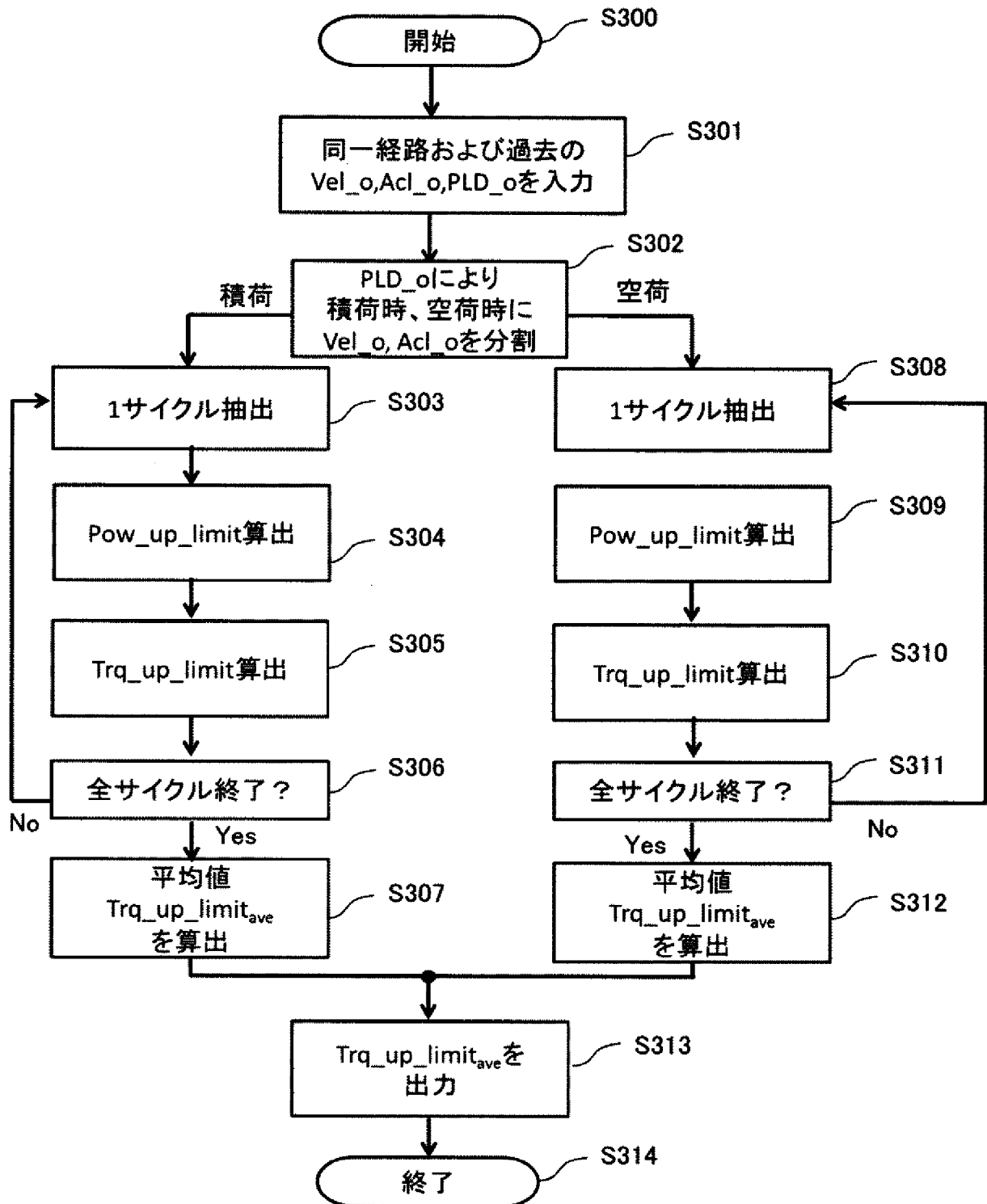
[図24]



[図25]



[図26]



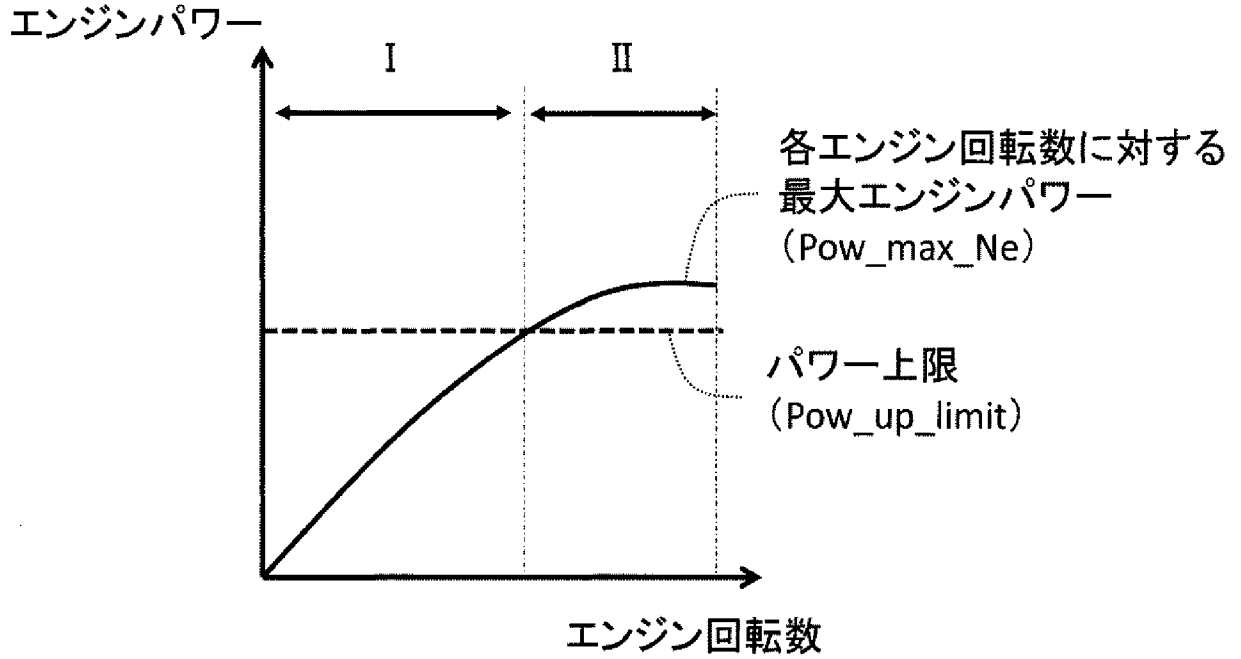
[図27]

I:  $Pow\_max < Pow\_up\_limit$

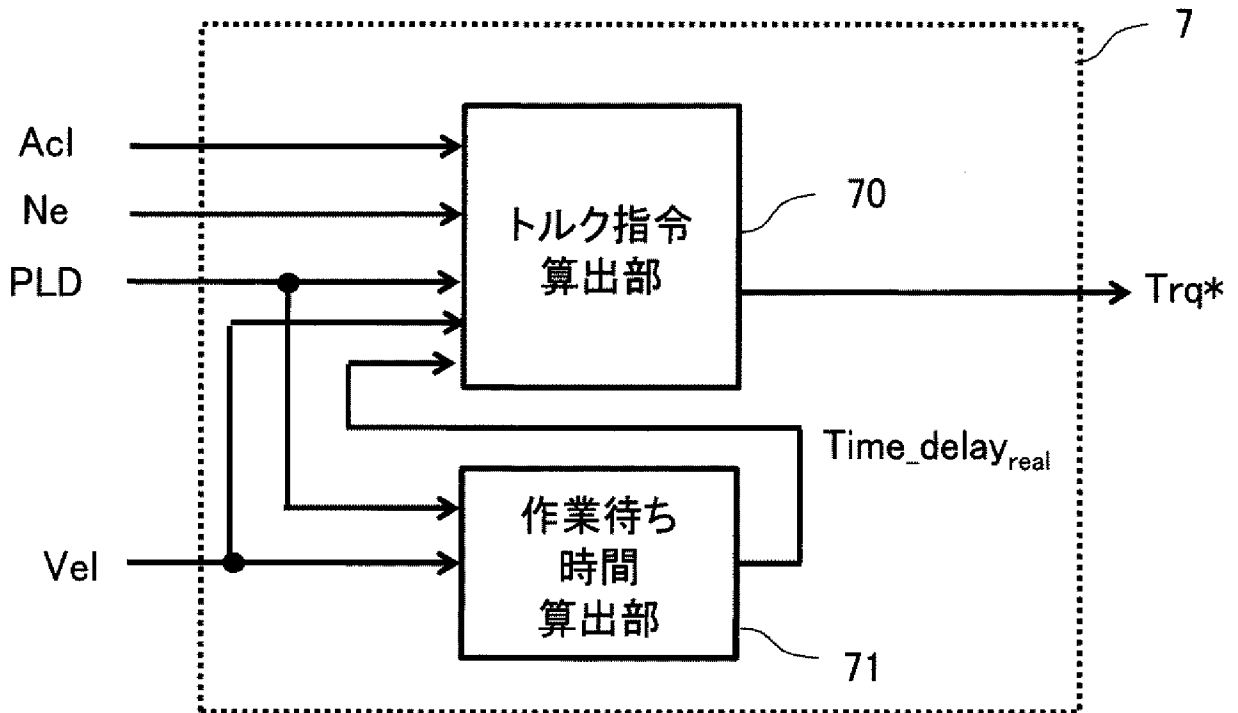
$Trq\_up\_limit = 1$

II:  $Pow\_max > Pow\_up\_limit$

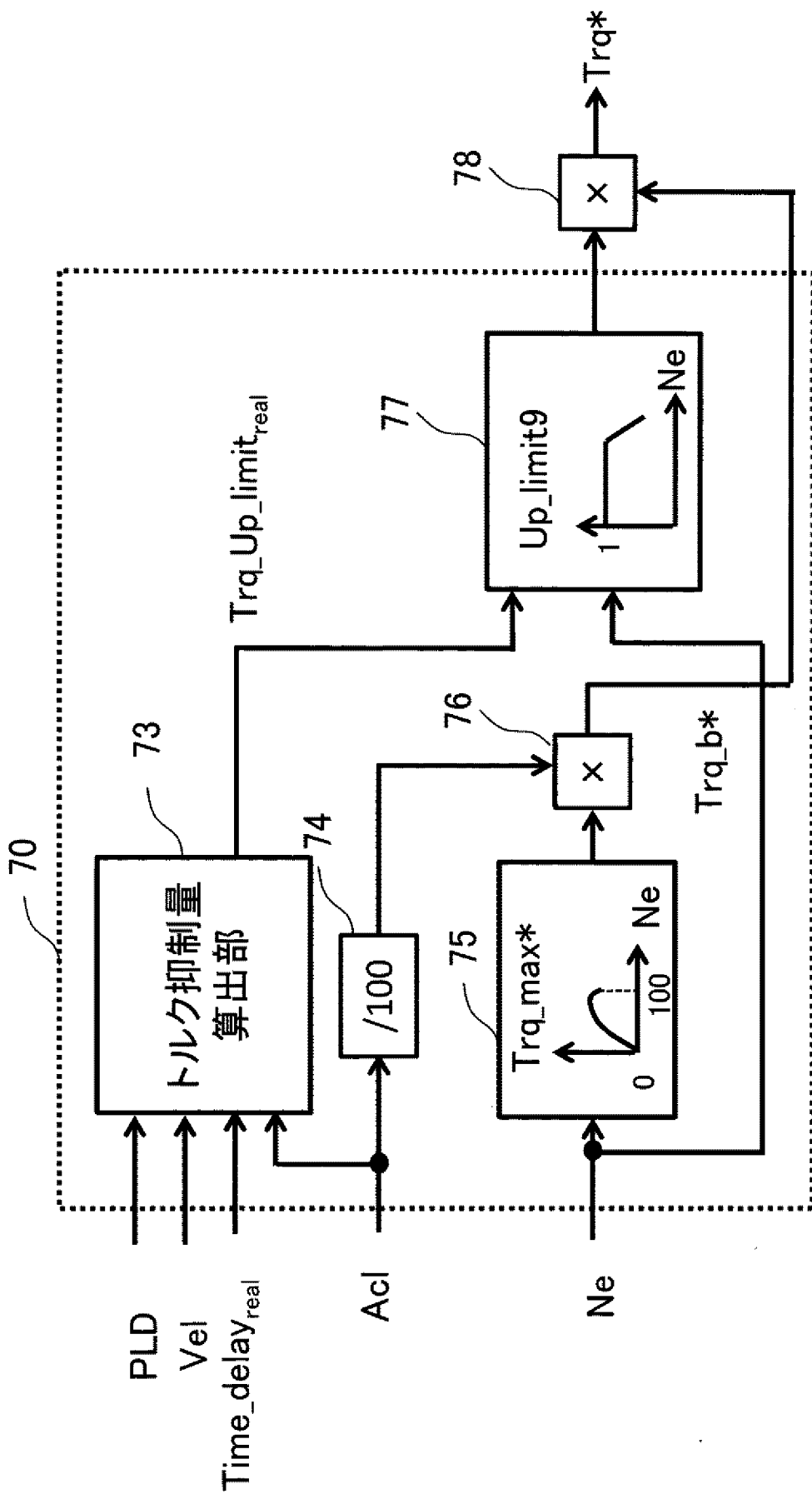
$Trq\_up\_limit = Pow\_up\_limit / Pow\_max\_Ne$



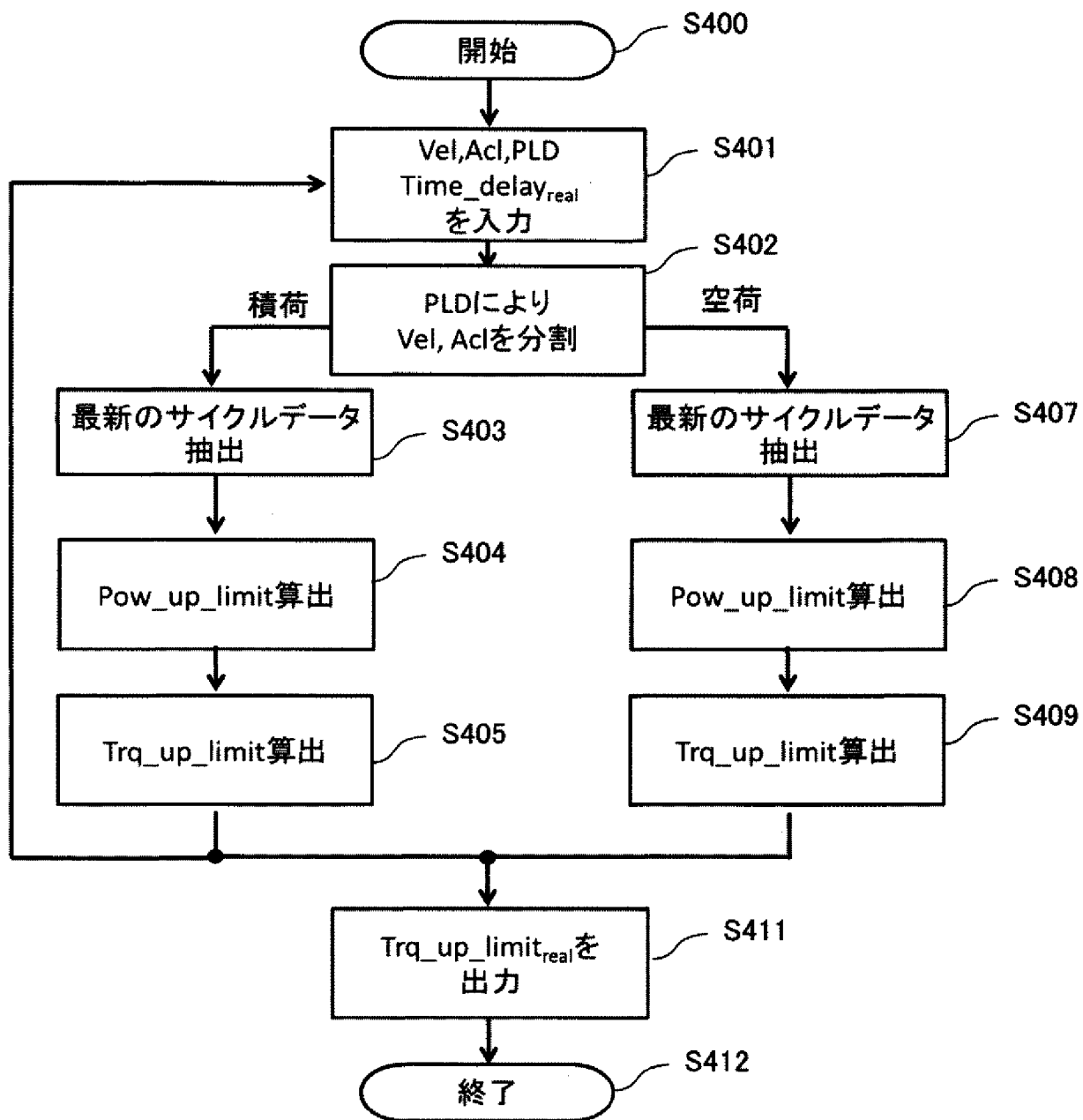
[図28]



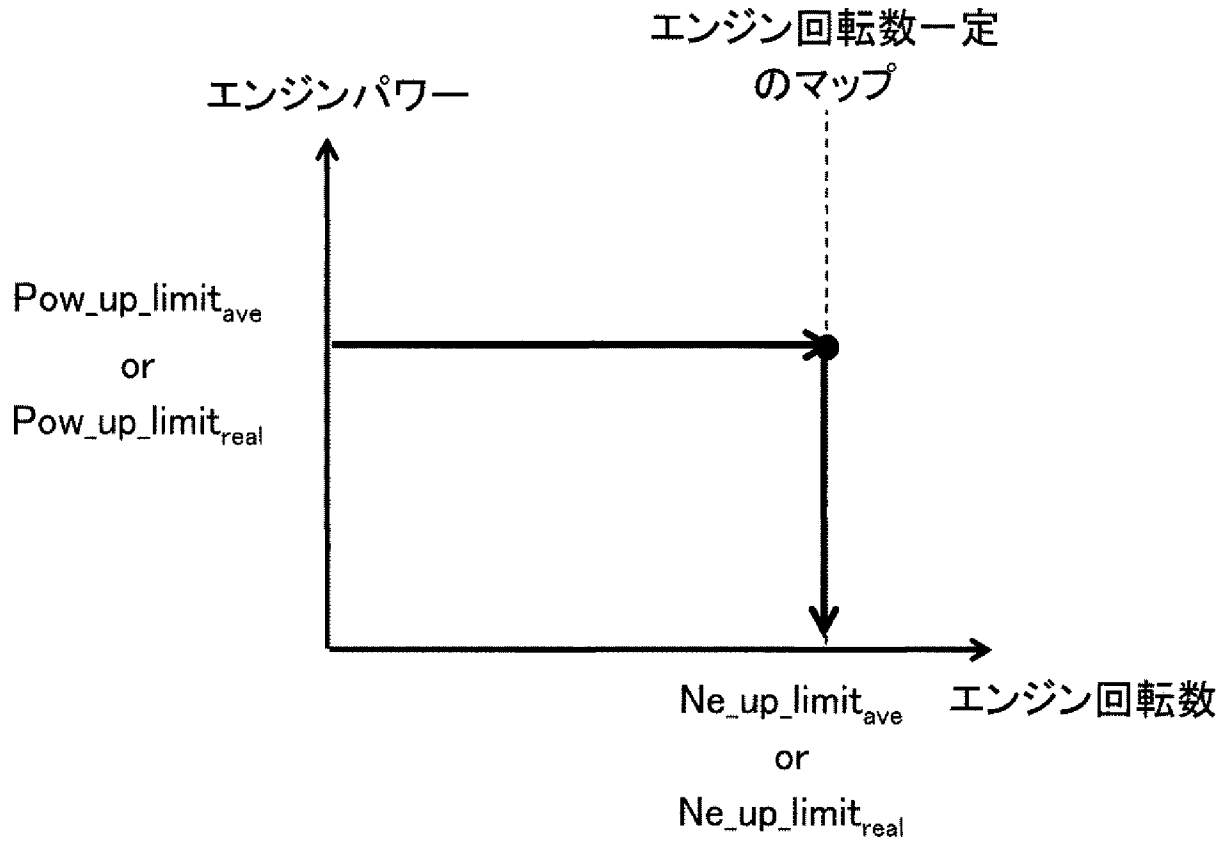
[図29]



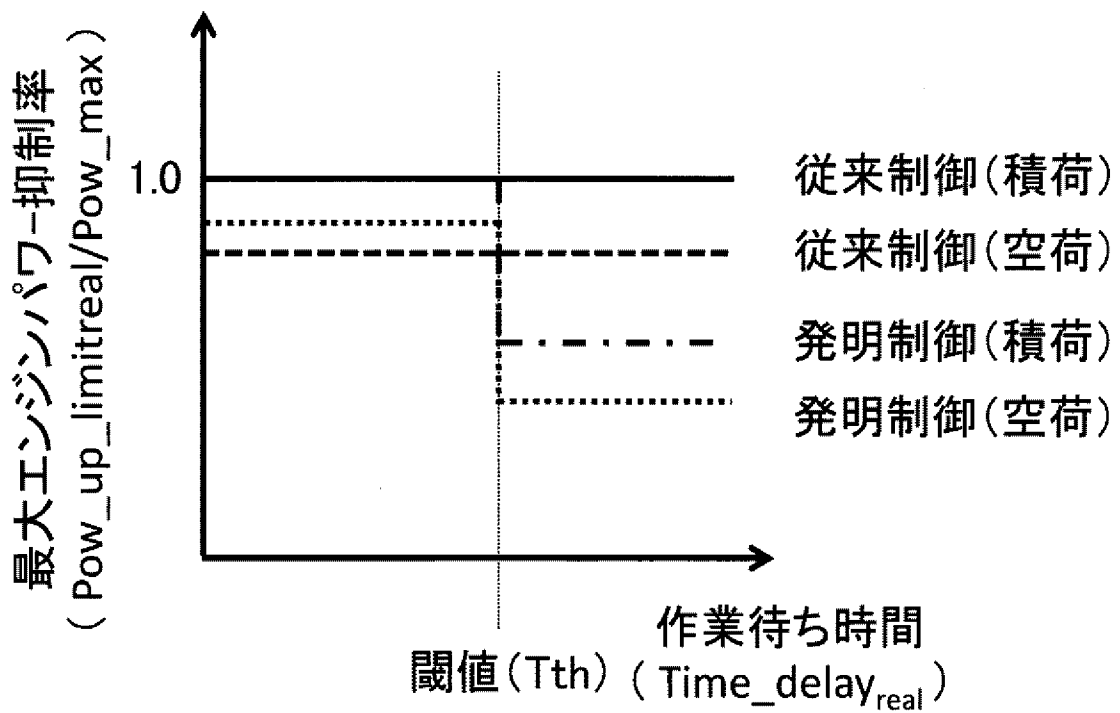
[図30]



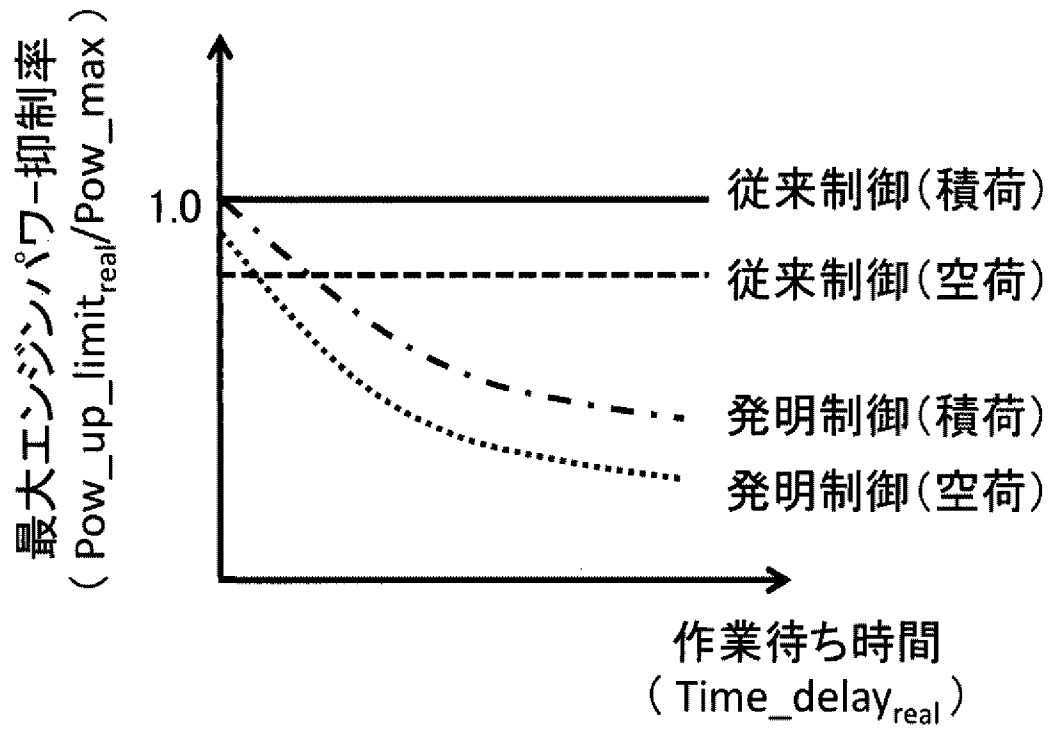
[図31]



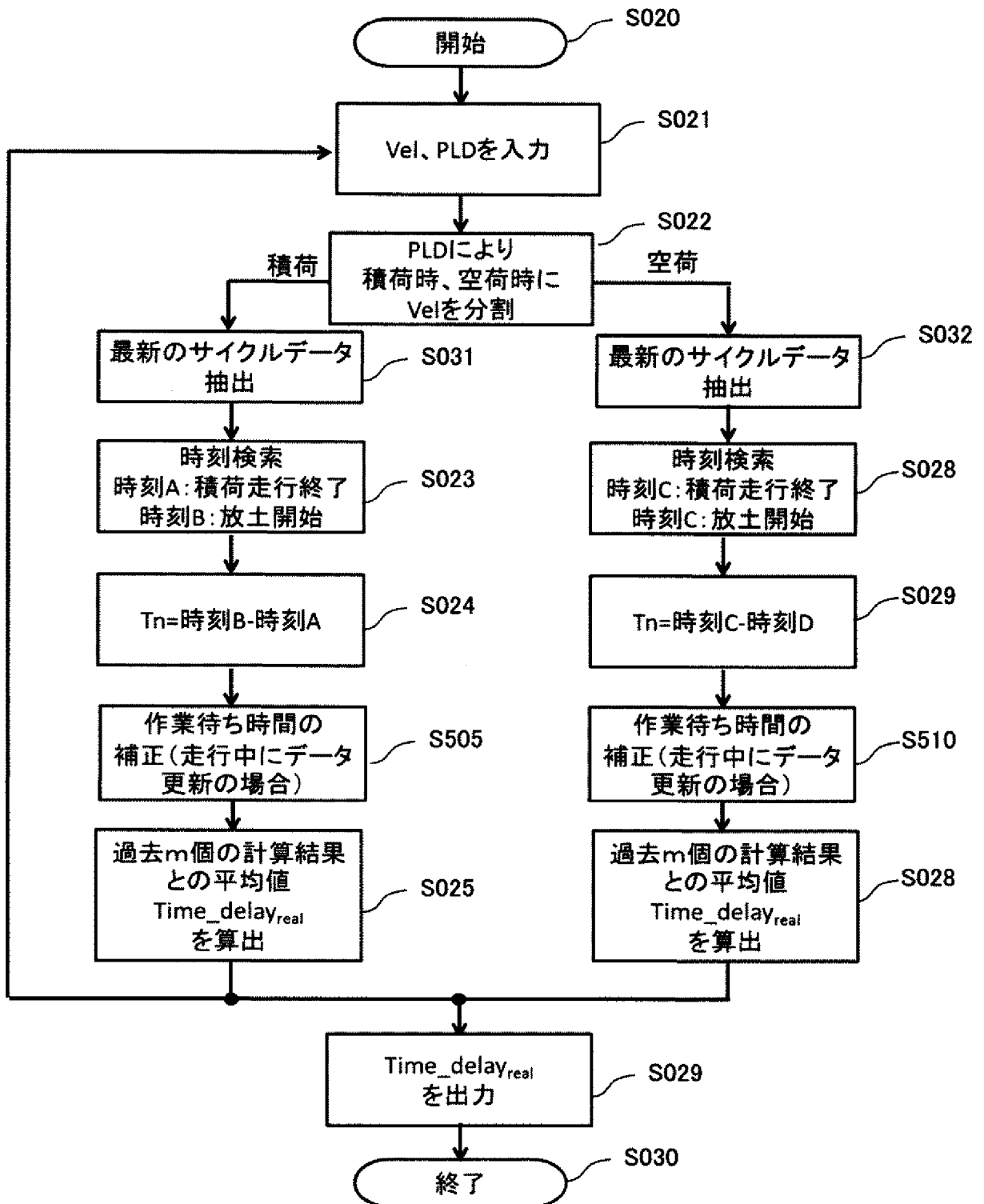
[図32]



[図33]



[図34]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075626

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D29/00(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)

F02D29/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	WO 2006/043619 A1 (Komatsu Ltd.), 27 April 2006 (27.04.2006), paragraph [0084] & JP 4440271 B2 & US 2008/092849 A1 paragraph [0106] & EP 1803914 A1 & CN 101044308 A	1-5
A	JP 2003-29840 A (Toyota Industries Corp.), 31 January 2003 (31.01.2003), paragraph [0003] (Family: none)	1-5
A	JP 2014-15762 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 30 January 2014 (30.01.2014), paragraph [0006] (Family: none)	1-5

 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  
31 October 2016 (31.10.16)

Date of mailing of the international search report  
08 November 2016 (08.11.16)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F02D29/00(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. F02D29/00										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2016年									
日本国実用新案登録公報	1996-2016年									
日本国登録実用新案公報	1994-2016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								
A	WO 2006/043619 A1 (株式会社小松製作所) 2006.04.27, 段落 [0084] & JP 4440271 B2 & US 2008/092849 A1, 段落 [0106] & EP 1803914 A1 & CN 101044308 A	1-5								
A	JP 2003-29840 A (株式会社豊田自動織機) 2003.01.31, 段落 [0003] (ファミリーなし)	1-5								
<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 31.10.2016	国際調査報告の発送日 08.11.2016									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 藤村 泰智 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3Z 5562								

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 2014-15762 A (日立建機株式会社) 2014.01.30, 段落 [0006] (ファミリーなし)	1-5