

(43) 国際公開日  
2007 年 11 月 29 日 (29.11.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/135849 A1

## (51) 国際特許分類:

B60W 10/06 (2006.01) B60W 10/30 (2006.01)  
B60K 6/46 (2007.10) B60W 20/00 (2006.01)  
B60L 11/08 (2006.01) F02D 29/00 (2006.01)  
B60W 10/08 (2006.01) F02D 29/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/059453

(22) 国際出願日: 2007 年 5 月 7 日 (07.05.2007)

(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2006-144378 2006 年 5 月 24 日 (24.05.2006) 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]; 〒1120004 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): 田中 康雄

(TANAKA, Yasuo) [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). 安田 知彦 (YASUDA, Tomohiko) [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). 柳生 隆 (YAGYU, Takashi) [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). 渡辺 豊 (WATANABE, Yutaka) [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).

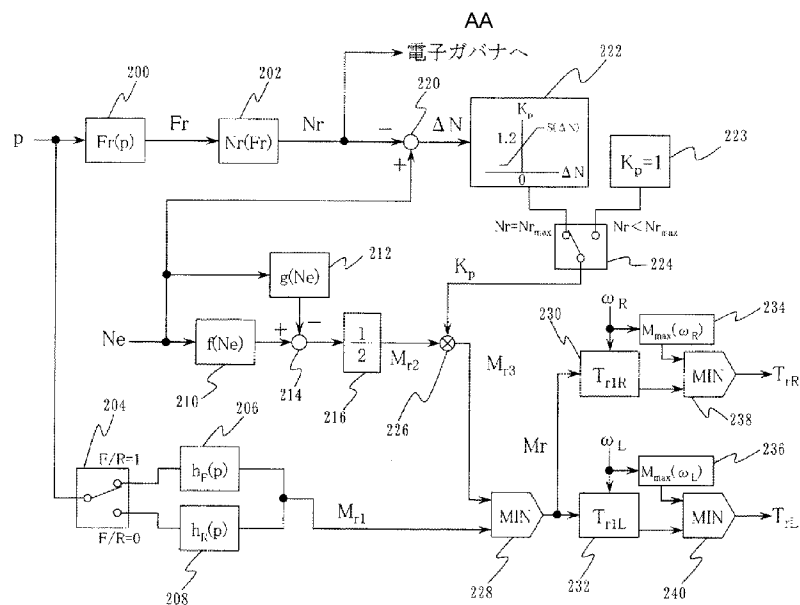
(74) 代理人: 春日 譲 (KASUGA, Yuzuru); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目 4 番 1 号 トリイ日本橋ビル Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, 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,

[続葉有]

(54) Title: DRIVE SYSTEM OF ELECTRICALLY DRIVEN DUMP TRUCK

(54) 発明の名称: 電気駆動ダンプトラックの駆動システム



AA TO ELECTRONIC GOVERNOR

(57) Abstract: A drive system of an electrically driven dump truck in which stall is prevented and the output horse power of a prime mover can be utilized by a running electric motor to the output limit of the prime mover. Motor target horse power ( $Mr1$ ) dependent on the controlled variable  $p$  of an accelerator pedal (1) is calculated, maximum horse power ( $Mr2$ ) available for electric motors (12R, 12L) out of the maximum horse power of a prime mover (4) is calculated depending on the actual number of revolutions ( $Ne$ ) of the prime mover (4), horse power coefficient ( $Kp$ ) dependent on the deviation  $\Delta N$  of the number of revolutions at that time is operated, the maximum horse power ( $Mr2$ ) available for the electric

[続葉有]



KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

motors (12R, 12L) is corrected by the horse power coefficient ( $K_p$ ) to determine a second motor target horse power ( $Mr3$ ), the motor target horse power ( $Mr1$ ) is limited to below the second motor target horse power ( $Mr3$ ), and torque ( $TrR$ ,  $TrL$ ) of the electric motors (12R, 12L) is controlled.

(57) 要約: 電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、ストールを防止しかつ原動機出力限界まで走行電動モータで原動機出力馬力を利用できるようにする。アクセルペダル1の操作量 $p$ に応じたモータ目標馬力 $Mr1$ を計算し、原動機4の実回転数 $N_e$ に応じて原動機4の最大出力馬力のうち電動モータ12R, 12Lで使用可能な最大馬力 $Mr2$ を計算し、そのときの回転数偏差 $\Delta N$ に応じた馬力係数 $K_p$ を演算し、電動モータ12R, 12Lで使用可能な最大馬力 $Mr2$ をその馬力係数 $K_p$ により補正して第2モータ目標馬力 $Mr3$ を求め、モータ目標馬力 $Mr1$ を第2モータ目標馬力 $Mr3$ 以下に制限し、電動モータ12R, 12Lのトルク $TrR$ ,  $TrL$ を制御する。

## 明 細 書

### 電気駆動ダンプトラックの駆動システム

#### 技術分野

- [0001] 本発明は電気駆動ダンプトラックの駆動システムに係わり、特に、原動機で発電機を駆動し、発電機で発生した電力で走行用電動モータを駆動し、走行を行う大型ダンプトラックの駆動システムに関する。

#### 背景技術

- [0002] 電気駆動ダンプトラックの駆動システムは、例えば特許文献1に記載のように、原動機と、この原動機の回転数とトルクを制御する電子ガバナと、原動機により駆動される交流発電機と、この交流発電機により電力が供給されて駆動し、例えば左右の後輪を駆動する2つの電動モータと、交流発電機に接続され、それぞれ、2つの電動モータ(例えば誘導モータ)を制御する2つのインバータと、アクセルペダルの操作量に応じた目標回転数を計算し、電子ガバナを制御するとともに、アクセルペダルの操作量に応じて2つのインバータを制御し、それぞれの電動モータを制御する制御装置とを備えている。

- [0003] 特許文献1:特開2001-107762号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0004] 特許文献1に記載のような電気駆動のダンプトラックにおいては、原動機は電動モータ駆動用の発電機を駆動するだけでなく、発電機以外の負荷を駆動している。発電機以外の負荷としては、例えば、ダンプトラックのベッセルを上下させたり、ステアリング操作するための油圧機器を駆動するための油圧ポンプや、ラジエータに送風するための冷却ファンや、上記走行用の電動モータや制御装置を冷却するための電動ファンを駆動するための第2の発電機などがある。このため制御装置は、発電機以外の原動機負荷の駆動に必要な馬力を損失馬力として予め設定し、原動機が出し得る最大の出力馬力からその損失馬力を差し引いた値を走行用の電動モータで使用可能な最大馬力(馬力の割当値)として設定し、この最大馬力を上限値として、この上

限值を超えないよう電動モータの目標馬力を算出している。この場合、損失馬力として定常的に発生し得る値を設定すると、走行時に電動モータの消費馬力とそれ以外の原動機負荷の消費馬力(損失馬力の実際値)をトータルした全消費馬力が原動機の出力馬力を超え、原動機がストールしてしまう可能性があるので、損失馬力は余裕を持って大きめに設定しておく必要がある。その結果、原動機には余裕が有るのに走行用の電動モータの出力としてその余裕分を取り出せないという不具合があった。

[0005] 本発明の目的は、原動機のストールを防止し、かつ原動機の出力限界まで走行用の電動モータで原動機の出力馬力を利用することができる電気駆動ダンプトラックの駆動システムを提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0006] (1) 上記目的を達成するために、本発明は、原動機と、この原動機の回転数とトルクを制御する電子ガバナと、前記原動機により駆動される交流発電機と、前記原動機により駆動される前記交流発電機以外の原動機負荷と、前記交流発電機により電力が供給されて駆動する走行用の少なくとも2つの電動モータと、前記交流発電機に接続され、それぞれ、前記電動モータを制御する少なくとも2つのインバータとを有する電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、アクセルペダルの操作量に応じた目標回転数を計算する目標回転数計算手段と、前記アクセルペダルの操作量に応じて前記インバータを制御し、前記電動モータを制御するモータ制御手段とを備え、前記電子ガバナは、前記目標回転数に基づいて前記原動機に対する燃料噴射量を制御するとともに、前記目標回転数が少なくとも最大回転数にあるときに前記燃料噴射量の制御がドループ制御となるよう設定され、前記モータ制御手段は、前記アクセルペダルの操作量に応じた第1モータ目標馬力を計算する第1モータ目標馬力計算手段と、前記原動機の実回転数が前記目標回転数よりも高いときは前記走行用の電動モータで使用可能な最大馬力を増やし、前記原動機の実回転数が低くなるにしたがって前記増やした最大馬力を減らすよう補正するスピードセンシング制御手段を有し、このスピードセンシング制御手段で補正した最大馬力を第2モータ目標馬力として求める第2モータ目標馬力計算手段と、前記第1モータ目標馬力が前記第2モータ目標馬力を超えないように制限し第3モータ目標馬力を生成するモータ目標馬力

制限手段と、前記第3モータ目標馬力に基づいて前記2つの電動モータのそれぞれの第1モータ目標トルクを求め、前記インバータを制御するインバータ制御手段とを備えるものとする。

[0007] 以上のように構成した本発明の駆動システムでは、交流発電機以外の原動機負荷の消費馬力が少ない場合は、第2モータ目標馬力計算手段がそのことを回転数偏差で検出して走行用の電動モータで使用可能な最大馬力を増加するよう補正し、電動モータの目標馬力の制限値である第2モータ目標馬力を増加させるため、原動機の実出力限界まで馬力を取り出し、電動モータを駆動することができる。また、交流発電機以外の原動機負荷の消費馬力が増加した場合は、第2モータ目標馬力計算手段がそのことを回転数偏差で検出し増やした最大馬力を減らすよう補正し、電動モータの目標馬力の制限値である第2のモータ目標馬力を小さくし、電動モータの消費馬力を減らすため、原動機の過負荷が防止され、原動機のストールを防止することができる。

[0008] (2) 上記(1)において、好ましくは、前記スピードセンシング制御手段は、前記原動機の目標回転数が少なくとも最大回転数にあるときに機能し、それ以外のときは機能しないものとされている。

[0009] これにより原動機の回転数が少なくとも最大回転数にあるときは、上記のように、第2モータ目標馬力計算手段は、回転数偏差に応じて走行用の電動モータで使用可能な最大馬力の補正を行い、電動モータの目標馬力の制限値である第2のモータ目標馬力を増減する制御(スピードセンシング制御)を行うため、原動機のストールを防止し、かつ原動機の実出力限界まで走行用の電動モータで原動機の実出力馬力を利用することができる。原動機の回転数が少なくとも最大回転数よりも低い場合は、第2モータ目標馬力計算手段は走行用の電動モータで使用可能な最大馬力の補正を行わず第2モータ目標馬力を計算するため、アクセルペダルをハーフ位置から踏み込み、踏み込み量を増やしたときはスピードセンシング制御による不具合は生じず、アクセルペダルの踏み込みに応じてスムーズに電動モータを加速することができる。

[0010] (3) また、上記(1)又は(2)において、好ましくは、前記第2モータ目標馬力計算手段は、前記原動機が出力可能な最大出力馬力から前記交流発電機以外の原動機負荷

の駆動に必要な損失馬力を差し引いて前記走行用の電動モータで使用可能な最大馬力を求める最大馬力計算手段を更に有する。

[0011] (4) 上記(3)において、好ましくは、前記最大馬力計算手段は、前記原動機の実回転数と前記最大出力馬力の第1関数と前記原動機の実回転数と前記損失馬力の第2関数に基づいてそのときの実回転数に応じた最大出力馬力と損失馬力を計算する。

[0012] (5) また、上記(1)～(4)において、好ましくは、前記スピードセンシング制御手段は、前記原動機の実回転数から目標回転数を差し引いた値を回転数偏差と定義するとき、前記回転数偏差と馬力補正值の第3関数に基づいて前記回転数偏差が正の値から負の値へと小さくなるにしたがって小さくなる馬力補正值を計算し、この馬力補正值を用いて前記電動モータで使用可能な最大馬力を補正する。

[0013] (6) 上記(5)において、好ましくは、前記馬力補正值は馬力係数であり、前記スピードセンシング制御手段は、前記馬力係数を前記電動モータで使用可能な最大馬力に乗じて前記第2モータ目標馬力を求める。

[0014] (7) 更に、上記(1)～(6)において、好ましくは、前記スピードセンシング制御手段は、前記原動機の実回転数が前記目標回転数に等しいとき、前記電動モータで使用可能な最大馬力を1.1～1.3倍となるよう補正する。

[0015] (8) 更に、上記(1)～(7)において、好ましくは、前記インバータ制御手段は、前記第3モータ目標馬力と前記電動モータのそのときの回転数とから前記第1モータ目標トルクを計算し、前記電動モータの実回転数に基づいてモータ目標トルクの上限値を計算し、前記第1モータ目標トルクが前記モータ目標トルクの上限値を超えないように制限して第2モータ目標トルクを求め、この第2モータ目標トルクに基づいて前記インバータを制御する。

## 発明の効果

[0016] 本発明によれば、原動機のストールを防止し、かつ原動機出力限界まで走行用の電動モータで原動機出力馬力を利用することができる。

[0017] また、本発明によれば、原動機の回転数が少なくとも最大回転数にあるときは、上記のように原動機ストールを防止し、かつ原動機出力限界まで走行用の電動モ

ータで原動機の出力馬力を利用することができ、原動機の回転数が少なくとも最大回転数よりも低い場合は、不具合を生じることなく、アクセルペダルの踏み込みに応じてスムーズに電動モータを加速することができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は本発明の一実施の形態による電気駆動ダンブトラックの駆動システムの全体構成を示す図である。

[図2]図2は原動機の実回転数と出力トルクの関係を示す図である。

[図3]図3は電子ガバナの燃料噴射特性を示す図である。

[図4]図4は処理手順を示す機能ブロック図である。

[図5]図5は処理手順を示すフローチャートである。

[図6]図6は処理手順を示すフローチャートである。

[図7]図7は処理手順を示すフローチャートである。

[図8]図8はアクセル操作量対原動機目標馬力の関数 $F_r(p)$ を示す図である。

[図9]図9は目標馬力対目標回転数の関数 $N_r(F_r)$ を示す図である。

[図10]図10は前進用のアクセル操作量対モータ目標馬力の関数 $h_F(p)$ を示す図である。

[図11]図11は後進用のアクセル操作量対モータ目標馬力の関数 $h_R(p)$ を示す図である。

[図12]図12は原動機の回転数対出力馬力の関数 $f(N_e)$ と回転数対その他原動機負荷ロス馬力の関数 $g(N_e)$ を示す図である。

[図13]図13は回転数偏差と馬力係数との関数 $K_p = S(\Delta N)$ を示す図である。

[図14]図14はモータ目標馬力 $M_r$ とモータ回転速度 $\omega_R$ ,  $\omega_L$ とモータ目標トルク $Tr_{1R}$ ,  $Tr_{1L}$ との関係を示す図である。

[図15]図15はモータ回転数対モータ最大出力トルクの関数 $M_{\max}(\omega)$ を示す図である。

[図16]図16はスピードセンシング全馬力制御を行わない場合の駆動システムを比較例として示す図4と同様な機能ブロック図である。

[図17]図17は $N_r = N_{r\max}$ での原動機の動作特性を示す馬力特性図である。

## 符号の説明

- [0019] 1 アクセルペダル  
2 リタードペダル  
3 全体制御装置  
4 原動機(ディーゼルエンジン)  
5 交流発電機  
6 整流回路  
7 インバータ制御装置  
8 チョッパ回路  
9 グリッド抵抗  
10 コンデンサ  
11 整流後の電圧を検出するための抵抗  
12R, 12L 左右の電動モータ(誘導モータ)  
13R, 13L 減速機  
14R, 14L 左右の後輪(タイヤ)  
15R, 15L 電磁ピックアップセンサ  
16 シフトレバー  
18 その他の原動機負荷  
71R, 71L トルク指令演算部  
72R, 72L モータ制御演算部  
73R, 73L インバータ(スイッチング素子)  
Mr1 モータ目標馬力(第1モータ目標馬力)  
Mr2 モータ目標馬力(電動モータで使用可能な最大馬力)  
Mr3 モータ目標馬力(第2モータ目標馬力)  
Mr モータ目標馬力(第3モータ目標馬力)

## 発明を実施するための最良の形態

[0020] 以下、本発明の一実施の形態を図面を用いて説明する。

[0021] 図1は、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駆動システムの全

体構成を示す図である。

- [0022] 図1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1、リタードペダル2、シフトレバー16、全体制御装置3、原動機4、交流発電機5、その他の原動機負荷18、整流回路6、インバータ制御装置7、チョッパ回路8、グリッド抵抗9、コンデンサ10、抵抗11、左右の電動モータ(例えば誘導モータ)12R, 12L、減速機13R, 13L、タイヤ14R, 14L、電磁ピックアップセンサ15R, 15Lを備えている。インバータ制御装置7は、左右の電動モータ12R, 12Lのそれぞれに対するトルク指令演算部71R, 71L、モータ制御演算部72R, 72L、インバータ(スイッチング素子)73R, 73Lを有している。
- [0023] アクセルペダル1の操作信号pとリタードペダル2の操作信号qは全体制御装置3の入力となり、それぞれ駆動力、リタード力の大きさを制御する信号となる。
- [0024] アクセルペダル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、全体制御装置3から原動機4に対して目標回転数 $N_r$ の指令を出力し、原動機4側では図示しない回転数センサにより実際の回転数 $N_e$ が検出され、その信号が原動機4から制御装置3に戻される。原動機4は電子ガバナ4aを装着したディーゼルエンジンであり、電子ガバナ4aは目標回転数 $N_r$ の指令を受け取ると、原動機4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。
- [0025] 原動機4には交流発電機5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6によって整流され、コンデンサ10に蓄電され、直流電圧値はVとなる。交流発電機5は直流電圧Vを検出抵抗11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 $V_0$ となるように全体制御装置3によって制御される。
- [0026] 交流発電機5により発生した電力はインバータ制御装置7を介して左右の電動モータ12R, 12Lに供給される。全体制御装置3は、整流回路6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5を制御することで、電動モータ12R, 12Lに必要な電力が供給されるよう制御している。
- [0027] 全体制御装置3からの左右の電動モータ12R, 12Lの指令馬力 $M_R$ ,  $M_L$ と電磁ピックアップ15R, 15Lにより検出される各電動モータ12R, 12Lの回転速度 $\omega_R$ ,  $\omega_L$

とがインバータ制御装置7に inputs され、インバータ制御装置7は、トルク指令演算部71R, 71L、モータ制御演算部72R, 72L、インバータ(スイッチング素子)73R, 73Lを介してすべり率 $>0$ で各電動モータ12R, 12Lを駆動する。

[0028] 各電動モータ12R, 12Lにはそれぞれ減速機13R, 13Lを介して左右の後輪(タイヤ)14R, 14Lが接続されている。電磁ピックアップ15R, 15Lは通常は減速機13R, 13L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12R内部の駆動軸や減速機13Rとタイヤ14R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。

[0029] 走行中にアクセルペダル1を戻し、リタードペダル2を踏み込んだときは、交流発電機5が発電しないよう全体制御装置3は制御する。また、全体制御装置3からの馬力指令MR, MLは負となり、インバータ制御装置7はすべり率 $<0$ で各電動モータ12R, 12Lを駆動して走行する車体にブレーキ力を与える。この時、各電動モータ12R, 12Lは発電機として作用し、インバータ制御装置7に内蔵された整流機能によってコンデンサ10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V1以下になるようにチョッパ回路8が作動し、電流をグリッド抵抗9に流して電気エネルギーを熱エネルギーに変換する。

[0030] ここで、原動機4のトルク特性について説明する。図2は、原動機4の回転数 $N_e$ (実回転数)と出力トルク $T_e$ の関係を示す図である。図3は、電子ガバナ4aの燃料噴射特性を示す図である。

[0031] 本実施の形態の原動機4の電子ガバナ4aは、少なくとも目標回転数 $N_r$ が最大回転数(定格回転数) $N_{rmax}$ に等しいとき、つまり $N_r = N_{rmax}$ (例えば2000rpm)では、燃料噴射量の制御がドループ制御となるように設定されている。目標回転数 $N_r$ が最大回転数(定格回転数) $N_{rmax}$ より低いとき、つまり $N_r < N_{rmax}$ では、ドループ制御でもアイソクロナス制御でも構わないが、好ましくは、回転数変動の少ないアイソクロナス制御に設定されている。

[0032] 図2において、直線R1, R2, R3は電子ガバナ4aの制御領域における原動機4のトルク特性であり、直線R1は $N_r = N_{rmax}$ でドループ制御を設定した場合の特性、直線R2は $N_r = N_{rmid} (< N_{rmax})$ でドループ制御を設定した場合の特性、直線R3は

$N_r = N_{r\text{mid}} (< N_{\text{max}})$ でアイソクロナス制御を設定した場合の特性である。

[0033] ドループ制御について説明する。

[0034]  $N_r = N_{r\text{max}}$ で、原動機4が領域Y0の直線R1上のA点で動作しているとする。この状態から原動機4にかかる負荷が増加すると、それに従って電子ガバナ4aは噴射燃料を増加させ、出力トルクを上げてゆき、原動機4の出力トルクが所定の大きになると、例えばB点でバランスする。更に、原動機負荷が増加するとY点に至る。Y点は燃料噴射量が最大になる状態であり、これ以上原動機4の出力トルクを増加させることはできない。更に、原動機4にかかる負荷が増加すると領域Y1のC点に至り、やがてはストールを起こしてエンストに至る。このように領域Y0(電子ガバナ4aの制御領域)は原動機4の出力に余裕がある状態を、領域Y1(電子ガバナ4aの制御領域外)は原動機4の出力に余裕が無い状態を示している。

[0035] ドループ制御の直線R1は所定の勾配を有し、この直線R1上では、電子ガバナ4aは原動機の回転数 $N_e$ を下げながら出力トルクを上げていくよう燃料噴射量を制御する。

[0036] ドループ制御の直線R2も同様であり、この直線R2上では、電子ガバナ4aは原動機の回転数 $N_e$ を下げながら出力トルクを上げていくよう燃料噴射量を制御する。

[0037] アイソクロナス制御では、図2の直線R3に示すように、ドループ制御のように回転数の変化幅でトルクが変化するのではなく、理想的には常に $N_r = N_e$ の状態で作動するように燃料噴射量を制御する。ただし、実際の電子ガバナでは10~20rpm程度の回転数の変化幅を持っている。

[0038]  $N_r = N_{r\text{max}}$ でドループ制御を行うとき、電子ガバナ4aでは目標回転数 $N_r$ と実際の回転数 $N_e$ との偏差である回転数偏差 $\Delta N$ により、その $\Delta N (= N_e - N_r)$ がゼロとなるように燃料噴射量を制御する。図3は、そのときの回転数偏差 $\Delta N$ と燃料噴射量 $Q$ との関係を示したものであり、A1点、B1点、Y1点、C1点は図2のA点、B点、Y点、C点に対応している。電動モータ12R, 12Lの負荷トルクが増加し、回転数偏差 $\Delta N (> 0)$ が減少するに従い、燃料噴射量がA1点→B1点→Y1点と増加し、これに対応して、原動機4の動作点はA点→B点→Y点と変化する。Y1点以上には燃料噴射量は増えないので、これ以上に原動機4の負荷が増加すると、動作点はY点→C点と

なり、この状態から更に負荷が増加すればストールを起こすことになる。

[0039]  $N_r < N_{rmax}$ でアイソクロナス制御を行うときは、電子ガバナ4aは、そのときの目標回転数に対応する原動機の最大出力トルクに対する現在の負荷トルクの割合(負荷率)を計算し、その負荷率により $\Delta N (= N_e - N_r)$ がゼロとなるように燃料噴射量を制御する。

[0040] 以上は、通常の電気駆動ダンプトラックの基本構成と動作である。

[0041] 次に、本発明の特徴となる部分について説明する。

[0042] 本発明において、各構成機器の動作は全体制御装置3及びインバータ制御装置7内に組み込まれた、図示しないメモリ内の処理手順に従って演算処理される。図4はその処理手順を示す機能ブロック図であり、図5～図7はその処理手順を示すフローチャートである。以下に、その処理手順を、主として図5～図7に示すフローチャートに従い、補助的に図4の機能ブロック図を用いて説明する。

[0043] 図5～7において、STARTから処理が始まり、ENDまで処理すると再びSTARTに戻るという処理フローになる。

[0044] 手順101, 102では、アクセルペダル操作量(以下アクセル操作量という) $p$ を読み込み、このアクセル操作量 $p$ を、メモリ内の図8に示す関数 $F_r(p)$ で表されるアクセル操作量対原動機目標馬力のデータマップに参照して、対応する原動機目標馬力 $F_r$ を算出する(図4のブロック200)。関数 $F_r(p)$ は、アクセル操作量 $p$ が無操作である0から最大の $p_{max}$ まで変化すると、図8に示したように、原動機4の目標馬力 $F_r$ は $F_{min}$ から $F_{max}$ まで変化するように設定されており、例えば、図8中でアクセル操作量が $p_1$ では $F_r = F_1$ である。また、アクセル操作量 $p$ が最大の $p_{max}$ より手前のX点で原動機目標馬力 $F_r$ は最大の $F_{max}$ となる。X点のアクセル操作量 $p_x$ は例えば最大操作量 $p_{max}$ の90%程度である。

[0045] 手順103では、原動機目標馬力 $F_r$ を、メモリ内の図9に示す関数 $N_r(F_r)$ で表される目標馬力対目標回転数のデータマップに参照して、対応する原動機3の目標回転数 $N_r$ を算出する(図4のブロック202)。ここで、図9の関数 $N_r(F_r)$ は原動機4の目標回転数と出力馬力との関数 $f_r = f(N_r)$ (後述)の逆関数であり、例えば、図9中で原動機目標馬力が $F_1$ では $N_r = N_{r1}$ であり、 $F_{max}$ では $N_r = N_{rmax}$ (例えば2000rpm

m)である。目標回転数 $N_r$ は原動機4の電子ガバナ4aの指令となり、原動機4は目標回転数 $N_r$ で回転するように駆動される。

- [0046] 手順104では、シフトレバー16の位置の状態を示す状態量 $F/R$ を入力する。シフトレバー16の切り換え位置にはN(中立)、F(前進)、R(後進)の3位置があるが、中立位置では走行制御はしないので、ここでは状態量 $F/R$ を入力する。この状態量 $F/R$ は前進なら $F/R=1$ 、後進なら $F/R=0$ という値を持つ。
- [0047] 手順105, 106, 107では、 $F/R$ に応じて、電動モータ12R, 12Lの基本目標馬力 $Mr1$ を算出する。すなわち、 $F/R=1$ の場合は、メモリ内の図10に示す関数 $hF(p)$ で表される前進用のアクセル操作量対モータ目標馬力のデータマップを読み出し、アクセル操作量 $p$ をこの関数 $hF(p)$ に参照させ、対応するモータ目標馬力 $H(=Mr1)$ を算出する(図4のブロック204, 206)。 $F/R=0$ の場合は、メモリ内の図11に示す関数 $hR(p)$ で表される後進用のアクセル操作量対モータ目標馬力のデータマップを読み出し、アクセル操作量 $p$ をこの関数 $hR(p)$ に参照させ、対応するモータ目標馬力 $H(=Mr1)$ を算出する(図4のブロック204, 208)。この実施の形態では、図10に示す前進用の関数 $hF(p)$ は、アクセル操作量 $p=0$ ではモータ目標馬力 $H=0$ で、少し踏み込んだ状態、すなわち図10中のA点から $H$ が増加し、B点から $H$ の増加の比率を上げて、アクセル操作量が最大値 $p_{max}$ より手前のC点で、電動モータ12R, 12Lで発生可能な最大馬力 $H_{Fmax}$ となるように設定されている。図11に示す後進用の関数 $hR(p)$ は、アクセル操作量 $p$ が増加するに従いモータ目標馬力 $H$ が増加するが、モータ目標馬力の最大値 $H_{Rmax}$ は前進用の関数 $hF(p)$ における最大値 $H_{Fmax}$ より小さい値に設定されている。なお、前進用の関数 $hF(p)$ で求めたモータ目標馬力に1より小さい正の定数を乗じて後進用のモータ目標馬力を求めてもよい。図10のC点におけるアクセル操作量 $p_c$ は例えば最大操作量 $p_{max}$ の95%程度である。
- [0048] 手順109では、原動機4の実際の回転数 $N_e$ を読み込み、手順110では、その原動機4の実際の回転数(実回転数) $N_e$ をメモリ内の図12に示す関数 $f(N_e)$ で表される回転数対原動機最大出力馬力のデータマップと関数 $g(N_e)$ で表される回転数対その他原動機負荷損失馬力のデータマップに参照して、対応する原動機4の最大出力馬力 $f(N_e)$ とその他の原動機負荷18の損失馬力 $g(N_e)$ を算出する(図4のブロック2

10, 212)。

[0049] ここで、関数 $f(N_e)$ 及び $g(N_e)$ は次のように作成されたものである。図12において、関数 $f(N_e)$ は原動機4の出し得る最大出力馬力であり、関数 $f_1(N_e)$ と関数 $f_2(N_e)$ と関数 $f_3(N_e)$ の合成である。関数 $f_1(N_e)$ は原動機4の目標回転数 $N_r$ と出力馬力との関数 $f_r=f(N_r)$ に相当するものであり、原動機4の実回転数 $N_e$ が $N_{rmin}$ (例えば750rpm)から $N_{rmax}$ (例えば2000rpm)まで変化すると、原動機4の出し得る最大出力馬力 $f(N_e)$ は最小値 $F_{min}$ から最大値 $F_{max}$ まで変化する。これは、原動機4に固有な特性線図である。関数 $f_2(N_e)$ は、 $0 \leq N_e < N_{rmin}$ の範囲において、原動機4の最大出力馬力 $f(N_e)$ を $f_2=F_{min}$ の一定値としたものであり、関数 $f_3(N_e)$ は、 $N_{rmax} < N_e \leq N_{emax}$ の範囲において、原動機4の最大出力馬力 $f(N_e)$ を $f_3=F_{max}$ の一定値としたものである。

[0050] 原動機4は交流発電機5の他にも、ラジエータに送風するための図示しない冷却ファンや、ダンプトラックのベッセルを上下させたり、ステアリング操作するための油圧機器を駆動するための油圧ポンプや、交流発電機5、グリッド抵抗9、電動モータ12R、12L、制御装置3、7などを冷却するための図示しない電動ファンを駆動するための図示しない第2の発電機などを駆動している。図1ではこれらをその他の原動機負荷18として示している。このその他の原動機負荷18を駆動するために予め割り当てた馬力の値が図12の $g(N_e)$ である。この馬力 $g(N_e)$ はその他の原動機負荷18が実際に消費する馬力値に対して余裕を持って大きめに設定してある。本明細書中では、この馬力を損失馬力という。

[0051] 損失馬力 $g(N_e)$ は、関数 $(N_e)$ と同様、関数 $g_1(N_e)$ と関数 $g_2(N_e)$ と関数 $g_3(N_e)$ の合成である。関数 $g_1(N_r)$ は、原動機4の実回転数 $N_e$ が $N_{rmin}$ (例えば750rpm)から $N_{rmax}$ (例えば2000rpm)まで変化すると、損失馬力 $g_1(N_e)$ は最小値 $G_{min}$ から最大値 $G_{max}$ まで変化する。関数 $g_2(N_e)$ は、 $0 \leq N_e < N_{rmin}$ の範囲において、損失馬力 $g(N_e)$ を $g_2=G_{min}$ の一定値としたものであり、関数 $g_3(N_e)$ は、 $N_{rmax} < N_e \leq N_{emax}$ の範囲において、損失馬力 $g(N_e)$ を $g_3=G_{max}$ の一定値としたものである。

[0052] 図12において、 $f(N_e)$ と $g(N_e)$ との差分( $f(N_e) - g(N_e)$ )である $M_r$ が電動モータ

12R, 12Lにかけてよい合計の有効最大馬力となる。換言すれば、 $M_r = f(N_e) - g(N_e)$ は、原動機4が出し得る最大出力馬力 $f(N_e)$ のうち走行用の電動モータ12R, 12Lで使用可能な最大馬力(馬力の割当値)である。

[0053] 手順111では、手順110で計算した原動機最大出力馬力 $f(N_e)$ とその他の原動機負荷18に対して割り当てた損失馬力 $g(N_e)$ とから電動モータ1台あたりのモータ目標馬力 $M_{r2}$ を求める(図4のブロック214, 216)。

[0054] 
$$M_{r2} = (f(N_e) - g(N_e)) / 2$$

この $M_{r2}$ は上述した基本目標馬力 $M_{r1}$ に対する制限値となるものであり、上述した前進用の関数 $h_F(p)$ における最大値 $H_{Fmax}$ に対して、 $M_{r2} \leq H_{Fmax}$ の関係にある。

[0055] 手順113では原動機4の目標回転数 $N_r$ と実回転数 $N_e$ との差(回転数偏差)  $\Delta N$ を算出する(図4のブロック220)。すなわち、

$$\Delta N = N_e - N_r$$

手順114では、現在の目標回転数 $N_r$ が最大回転数 $N_{rmax}$ であるかどうかを判定し、目標回転数 $N_r$ が最大回転数 $N_{rmax}$  ( $N_r = N_{rmax}$ ) であれば、手順115において、回転数偏差  $\Delta N$  をメモリ内の図13の関数 $S(\Delta N)$  で表されるデータマップに参照して、そのときの回転数偏差  $\Delta N$  に対応する馬力係数 $K_p$ を算出する(図4のブロック222, 224)。

[0056] 
$$K_p = S(\Delta N)$$

ここで、図13において、回転数偏差  $\Delta N$  と馬力係数 $K_p$ との関係は、回転数偏差  $\Delta N$  が  $\Delta N = 0$  を含む  $\Delta N_3 \leq \Delta N \leq \Delta N_4$  の範囲内で、回転数偏差  $\Delta N$  の増減に応じて馬力係数 $K_p$ が一定の割合(図13に示す直線 $S(\Delta N)$ の傾きの係数 $k$ )で増減し、 $\Delta N < \Delta N_3$ ,  $\Delta N > \Delta N_4$ の範囲では、馬力係数 $K_p$ が一定となるよう設定されている。 $\Delta N = 0$ は、原動機4の出力と電動モータ12R, 12Lで使用している出力がバランスしている状態であり、 $\Delta N < 0$ は原動機出力に余裕が無い状態であり、 $\Delta N > 0$ は原動機出力に余裕がある状態である。 $\Delta N_3$ は $\Delta N < 0$ 側の値であり、 $\Delta N_4$ は $\Delta N > 0$ 側の値である。一例として、 $\Delta N = 0$ では、 $K_p = 1.2$ 、 $\Delta N = \Delta N_3$ で $K_p = 1$ 、 $\Delta N_4$ で $K_p = 1.4$ であり、 $\Delta N_3 = -50\text{rpm}$ 、 $\Delta N_4 = 50\text{rpm}$ である。つまり、回転

数偏差  $\Delta N$  が  $\pm 50\text{rpm}$  の範囲内で変化すると馬力係数  $K_p$  は  $1.0 \sim 1.4$  の範囲で変化し、 $\Delta N < -50\text{rpm}$  では  $K_p = 1.0$  で一定であり、 $\Delta N > 50\text{rpm}$  では  $K_p = 1.4$  で一定である。 $\Delta N = 0$  での馬力係数  $K_p$  の値は、好ましくは、 $1.1 \sim 1.3$  の範囲内の任意の値である。また、 $\Delta N_3$ ,  $\Delta N_4$  は、好ましくは、 $\pm 30 \sim \pm 100$  の範囲内の任意の値である。 $\Delta N_3 < \Delta N < \Delta N_4$  での馬力係数  $K_p$  の変化幅は、好ましくは、 $\Delta N = 0$  の馬力係数  $K_p$  の  $10 \sim 20\%$  である。

[0057] 手順114で目標回転数  $N_r$  が最大回転数  $N_{rmax}$  より低ければ ( $N_r < N_{rmax}$  であれば)、手順116で馬力係数  $K_p$  を  $K_p = 1$  とおく(図4のブロック223, 224)。

[0058] 手順117では、手順111で算出したモータ目標馬力  $Mr_2$  に  $K_p$  を乗じてモータ目標馬力  $Mr_3$  を求める(図4のブロック226)。すなわち、

$$Mr_3 = K_p \times Mr_2$$

この  $Mr_2$  は前述のモータ目標馬力  $Mr_3$  と手順105, 106, 107で算出した基本モータ目標馬力  $Mr_1$  に対する最終的な制限値となるものであり、手順118では、その基本モータ目標馬力  $Mr_1$  との小さい方の値をモータ目標馬力  $Mr$  とする(図4のブロック228)。

[0059]  $Mr = \min(Mr_1, Mr_3)$

つまり、手順118(図4のブロック228)では、モータ目標馬力  $Mr_3$  をモータ目標馬力  $Mr_1$  に対する制限値とし、電動モータ12R, 12Lに与えられる最終的な目的値であるモータ目標馬力  $Mr$  が  $Mr_3$  以上にならないように制限する。このモータ目標馬力  $Mr$  は、図1に示した指令馬力  $MR$ ,  $ML$  に対応する ( $MR = ML = Mr$ )。

[0060] 手順119, 120では、モータ目標馬力  $Mr$  と各電動モータ12R, 12Lの回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  とから第1のモータ目標トルク  $Tr_{1R}$ ,  $Tr_{1L}$  を計算する(図4のブロック230, 232)。すなわち、

$$Tr_{1R} = K_1 \times Mr / \omega_R$$

$$Tr_{1L} = K_1 \times Mr / \omega_L$$

$K_1$ : 馬力と回転数からトルクを算出するための定数。

[0061] 図14は、モータ目標馬力  $Mr$  と電動モータ12R, 12Lの回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  とモータ目標トルク  $Tr_{1R}$ ,  $Tr_{1L}$  との関係を示す図である。モータ目標馬力  $Mr$  が決まると、

そのときのモータ回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  に応じたモータ目標トルク  $Tr1R$ ,  $Tr1L$  が定まる。例えば、モータ回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  が  $\omega_1$  であるとき、モータ目標トルクは  $Tr1R = Mr(\omega_1)$ ,  $Tr1L = Mr(\omega_1)$  となる。また、例えばダンプトラックが坂道にさしかかるなどして電動モータ12R, 12Lの負荷トルクが増加し、モータ回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  が低下すると、それに応じてモータ目標トルク  $Tr1R$ ,  $Tr1L$  が増加する。モータ負荷トルクが減少した場合は、逆に、モータ目標トルク  $Tr1R$ ,  $Tr1L$  を減少させる。一方、モータ目標馬力  $Mr$  を増加させれば、それに応じてモータ目標トルク  $Tr1R$ ,  $Tr1L$  が増加し、そのときのモータ負荷トルクが一定であればモータ回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  が増加する。モータ目標馬力を減少させた場合は、逆に、モータ負荷トルクが一定であればモータ回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  は減少する。

[0062] 手順121では、図15に示す関数  $M_{\max}(\omega)$  で表されるデータマップに各電動モータ12R, 12Lの回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  を参照して、対応するモータトルク指令の上限値  $M_{\max}(\omega_R)$ ,  $M_{\max}(\omega_L)$  を求める(図4のブロック234, 236)。例えば、モータ回転速度  $\omega_R$ ,  $\omega_L$  が  $\omega_1$  であるとき、モータトルク指令の上限値  $M_{\max}(\omega_R)$ ,  $M_{\max}(\omega_L)$  は  $M_{\max}(\omega_1)$  となる。関数  $M_{\max}(\omega)$  はモータ回転数対モータ最大出力トルクのデータマップであり、インバータ73R, 73Lが各電動モータ12R, 12Lに流せる最大電流値、インバータ73R, 73L内のIGBTやGTOなどの駆動素子の出力限界、各モータ軸の強度などに基づいて予め設定されたものである。

[0063] 手順122では、手順121で求めたモータトルクの上限値  $M_{\max}(\omega_R)$ ,  $M_{\max}(\omega_L)$  と、それぞれ手順120で求めた第1のモータ目標トルク  $Tr1R$ ,  $Tr1L$  との比較を行い、小さい方を第2のモータ目標トルク  $TrR$ ,  $TrL$  とする(図4のブロック238, 240)。すなわち、

$$TrR = \min(M_{\max}(\omega_R), Tr1R)$$

$$TrL = \min(M_{\max}(\omega_L), Tr1L)$$

手順101~118(図4のブロック200~228)の処理は全体制御装置3により行われる処理であり、手順119~122(図4のブロック230, 232, 234, 236, 238, 240)の処理はインバータ制御装置7のトルク指令演算部71R, 71Lにより行われる処理である。

- [0064] 手順123では、インバータ制御装置7内のモータ制御演算部72R, 72Lによってモータ目標トルク $Tr_R$ ,  $Tr_L$ に応じてインバータ73R, 73Lを制御し、各電動モータ12R, 12Lのトルク制御がなされる。
- [0065] 以上において、手順101～103(図4のブロック200, 202)の処理機能はアクセルペダル1の操作量に応じた目標回転数 $N_r$ を計算する目標回転数計算手段を構成し、手順104～123(ブロック204～240)の処理機能とインバータ制御装置7のモータ制御演算部72R, 72Lは、アクセルペダル1の操作量に応じてインバータ73R, 73Lを制御し、電動モータ12R, 12Lを制御するモータ制御手段を構成する。電子ガバナ4aは、目標回転数 $N_r$ に基づいて原動機4に対する燃料噴射量を制御するとともに、目標回転数 $N_r$ が少なくとも最大回転数 $N_{rmax}$ にあるときに燃料噴射量の制御がドループ制御となるよう設定されている。
- [0066] また、手順105, 106, 107(図4のブロック204, 206, 208)の処理機能は、アクセルペダル1の操作量 $p$ に応じたモータ目標馬力 $Mr_1$ (第1モータ目標馬力)を計算する第1目標出力馬力計算手段を構成し、手順113～117(図4のブロック220～226)の処理機能は、原動機4の実回転数 $N_e$ が目標回転数 $N_r$ よりも高いときは走行用の電動モータ12R, 12Lで使用可能な最大馬力( $f(N_e) - g(N_e)$ )を増やし、原動機4の実回転数 $N_e$ が低くなるにしたがってその増やした最大馬力を減らすよう補正するスピードセンシング制御手段を構成し、手順110～117(図4のブロック210～226)の処理機能は、そのスピードセンシング制御手段を有し、そのスピードセンシング制御手段で補正した最大馬力を第2モータ目標馬力 $Mr_3$ として求める第2モータ目標馬力計算手段を構成する。更に、手順118(図4のブロック228)の処理機能は、第1モータ目標馬力 $Mr_1$ が第2モータ目標馬力 $Mr_3$ を超えないよう制限しモータ目標馬力 $Mr$ (第2モータ目標馬力)を生成するモータ目標馬力制限手段を構成し、手順119～123(図4のブロック230～240)の処理機能とインバータ制御装置7のモータ制御演算部72R, 72Lは、第3モータ目標馬力 $Mr$ に基づいて2つの電動モータ12R, 12Lのそれぞれの第1モータ目標トルク $Tr_{1R}$ ,  $Tr_{1L}$ を求め、インバータ73R, 73Lを制御するインバータ制御手段を構成する。
- [0067] スピードセンシング制御手段(図4のブロック220～226)は、原動機4の目標回転

数 $N_r$ が少なくとも最大回転数にあるときに機能し、それ以外のときは機能しない。

[0068] また、手順110, 111(図4のブロック210, 212, 214)の処理機能は、原動機4が出し得る最大出力馬力 $f(N_e)$ から交流発電機5以外の原動機負荷18の駆動に必要な損失馬力 $g(N_e)$ を差し引いて走行用の電動モータ12R, 12Lで使用可能な最大馬力 $(f(N_e) - g(N_e))$ を求める最大馬力計算手段を構成する。

[0069] 本明細書において、スピードセンシング制御手段(手順113~117;図4のブロック220~226)による制御を「スピードセンシング制御」といい、最大馬力計算手段(手順110, 111;図4のブロック210, 212, 214)とモータ目標馬力制限手段(手順118;図4のブロック228)による制御を「全馬力制御」という。更に、全馬力制御とスピードセンシング制御を合わせた制御を「スピードセンシング全馬力制御」という。

[0070] 次に、本実施の形態の動作を説明する。この説明は図4の機能ブロック図を参照して行う。

[0071] 1. 高速走行

ダンプトラックを前進走行させることを意図してアクセルペダル1を $P_x$ (図8参照)を超えた最大近くの位置まで踏み込むと、図4のブロック200で原動機4の目標馬力 $F_r$ として $F_{max}$ が計算され、ブロック202で目標回転数 $N_r$ として $N_{rmax}$ が計算される( $N_r = N_{rmax}$ )。電子ガバナ4aは目標回転数 $N_{rmax}$ の指令を受け取ると、原動機4が目標回転数 $N_{rmax}$ で回転するように燃料噴射量を制御する。前述したように、 $N_r = N_{rmax}$ では電子ガバナ4aはドループ制御に設定されている。

[0072] 電動モータ側では、図4のブロック204で $F/R = 1$ となり、ブロック206の処理機能を選択し、ブロック206では、電動モータ12R, 12Lの基本目標馬力 $M_{r1}$ として最大近くのアクセルペダル操作量に対応するモータ目標馬力 $H F_{max}$ を算出する。

[0073] 図4のブロック210, 212では、原動機4の目標回転数 $N_r$ を図12に示す関数 $f(N_e)$ 及び $g(N_e)$ のデータマップに参照して $f(N_e)$ と $g(N_e)$ の値を算出し、ブロック214, 216でその $f(N_e)$ の値と $g(N_e)$ の値とから、 $M_{r2} = (f(N_e) - g(N_e)) / 2$ により電動モータ1台あたりのモータ目標馬力 $M_{r2}$ (電動モータ1台あたりで使用可能な最大馬力)を求める。

[0074] 図4のブロック220では、原動機4の目標回転数 $N_r$ と実回転数 $N_e$ の偏差である回

回転数偏差  $\Delta N$  を求め、ブロック222では、 $K_p = S(\Delta N)$  により回転数偏差  $\Delta N$  に応じた馬力計数  $K_p$  を演算し、ブロック224では、 $N_r = N_{rmax}$  であるのでその馬力係数  $K_p$  を選択し、ブロック226では、馬力計数  $K_p$  をモータ目標馬力  $Mr_2$  に乗じてモータ目標馬力  $Mr_3$  を算出する。

[0075] 図4のブロック228では、上記モータ目標馬力  $Mr_1$  とモータ目標馬力  $Mr_3$  の小さい方の値を選択してモータ目標馬力  $Mr$  を生成し、更にブロック230～240で左右の電動モータ12R, 12Lのモータ目標トルク  $Tr_R$ ,  $Tr_L$  を算出する。これらのモータ目標トルク  $Tr_R$ ,  $Tr_L$  は電動モータ12R, 12Lの指令馬力としてインバータ制御装置7内のモータ制御演算部72R, 72Lに与えられ、モータ目標トルク  $Tr_R$ ,  $Tr_L$  に応じてインバータ73R, 73Lを制御し、各電動モータ12R, 12Lのトルク制御がなされる。

[0076] このようにアクセルペダル1を最大近傍まで踏み込み、 $N_{rmax}$  が設定される状態では、ブロック220～226によるスピードセンシング全馬力制御が行われる。このスピードセンシング全馬力制御により、原動機4の出力限界まで出力馬力を取り出し、原動機馬力をモータ側で有効利用することができる(後述)。

[0077] 2. 低速走行

アクセルペダル1の踏み込み量が少ない場合は、図4のブロック200で  $F_{rmax}$  より小さな目標馬力  $F_r$  が演算され、ブロック202で  $N_{rmax}$  より低い目標回転数  $N_r$  が計算され ( $N_r < N_{rmax}$ )、これに応じて原動機4の燃料噴射量が制御される。

[0078] 電動モータ側では、 $N_r < N_{rmax}$  であるため、ブロック222では、ブロック23に設定された  $K_p = 1$  が選択され、スピードセンシング制御は無効とされ、ブロック226では  $Mr_3 = Mr_2$  のモータ目標馬力  $Mr_3$  が計算される。ブロック228では、第1モータ目標馬力をそのモータ目標馬力  $Mr_3$  を超えないよう制限しモータ目標馬力  $Mr$  を求め、ブロック228～240で、そのモータ目標馬力  $Mr$  により求めたモータ目標トルク  $Tr_R$ ,  $Tr_L$  に応じて各電動モータ12R, 12Lのトルク制御がなされる。

[0079] このように  $N_r < N_{rmax}$  では、ブロック220～226の回転数偏差  $\Delta N$  を用いた処理(スピードセンシング制御)は無効とされるため、スピードセンシング制御のない全馬力制御を行う。

[0080] 3. 後進走行

アクセルペダル1を踏み込んでダンプトラックを後進させる場合は、ブロック208で後進用のモータ目標馬力Hが算出される。この場合は、後進用の関数 $hR(p)$ におけるモータ目標馬力Hの最大値 $HR_{max}$ は小さめに設定されているため、図4のブロック228ではモータ目標馬力 $Mr1$ が選択され、モータ目標馬力 $Mr3$ に制限されることなく各電動モータ12R, 12Lのトルク制御がなされる。

[0081] 次に、本実施の形態のスピードセンシング全馬力制御の効果を図面を用いて説明する。

[0082] 図16は、スピードセンシング制御のない全馬力制御を行う場合の駆動システムを比較例として示す図4と同様な機能ブロック図である。図中、図4に示す部分と同等のものには同じ符号を付している。図16に示す比較例では、スピードセンシング制御を行わないため、図4のブロック220～226(図6の手順112～117)がなく、ブロック210～216で算出したモータ目標馬力 $Mr2$ がそのままブロック228でモータ目標馬力 $Mr1$ と比較される。

[0083] 図17は、 $Nr = Nr_{max}$ のときの原動機4の動作特性を示す図である。図中、 $fr(Nr)$ は図12に示した原動機4の出し得る最大出力馬力の関数 $f1(Ne)$ 相当するものであり、直線Dは図2の原動機出力トルク特性図におけるドループ制御の直線R1に対応する馬力特性である。

[0084] 前述したように、 $Nr = Nr_{max}$ のとき、図4のブロック210, 212では、原動機4の実回転数 $Ne$ を図12に示す関数 $f(Ne)$ 及び $g(Ne)$ に参照して最大回転数 $Nr_{max}$ に対応する $f(Ne)$ と $g(Ne)$ の値を算出し、ブロック214, 216でその $f(Ne)$ の値と $g(Ne)$ の値とから、 $Mr2 = (f(Ne) - g(Ne)) / 2$ により電動モータ1台あたりのモータ目標馬力 $Mr2$ (電動モータ1台あたりで使用可能な最大馬力)を求める。

[0085] ここで、関数 $f(Ne)$ は原動機4の出し得る最大出力馬力であり、関数 $g(Ne)$ はその他の原動機負荷18を駆動するために予め割り当てた馬力の値(損失馬力)である。この損失馬力は、その他の原動機負荷18で消費する馬力の予測値に基づいて決められている。しかし、その他の原動機負荷18の実際の消費馬力は稼働状況に応じて変化する値であり、その変動幅も原動機4の最大出力馬力に対して10～20%にもなり、予測が難しい。また、エンジンオイルの冷却を行うファンは自動的に動作、停止を

繰り返し、その大きさも原動機4の出力馬力の5～10%近くにもなる。したがって、その他の原動機負荷8の損失馬力がある予測値に定めた場合、実際の消費馬力の大きさは予測値より大きくなることもあれば小さくなることもある。実際の消費馬力が予測値より大きくなると、原動機4はストールしてしまう可能性がある。そこで、損失馬力 $g(N_e)$ は実際の消費馬力に対して余裕を持って大きめに設定する必要がある。例えば、 $N_r = N_{rmax}$ で、 $f(N_e) = 1500kW$ とし、損失馬力の予測値を200kW程度とすると、 $g(N_e) = 300kW$ 程度に設定される。この場合、電動モータ1台あたりのモータ目標馬力 $Mr2$ は、 $Mr2 = (f(N_e) - g(N_e)) \times 1/2 = (1500kW - 300kW) \times 1/2 = 1200kW \times 1/2 = 600kW$ である。

[0086] 一方、このように損失馬力 $g(N_e)$ を余裕を持って大きめに設定すると、図12の比較例では、原動機4にはまだ余裕があるのにそれを電動モータ12R, 12Lの出力として有効利用することができないということになる。例えば、上記の $g(N_e) = 300kW$ の場合、実際の消費馬力が予測値と同じ200kWであるとする、電動モータも含めた全消費馬力は $200kW + (600 \times 2)kW = 1400kW$ であり、100kWが有効利用できない無駄な馬力となる。図17では、このように損失馬力 $g(N_e)$ を設定した場合の走行時における原動機4の動作点をX1点で示している。

[0087] このような比較例に対して、本実施の形態では、スピードセンシング制御のある全馬力制御をするので、原動機4の出力限界まで出力馬力を取り出し、原動機馬力をモータ側で有効利用することができる。

[0088] つまり、本実施の形態では、原動機4の出力に余裕がある場合は、ドループ制御によって $\Delta N > 0$ となるため、ブロック220～226のスピードセンシング制御により、モータ目標馬力 $Mr2$ がより大きい値として計算され、これを第3の目標馬力 $Mr2$ とする。このため $N_r = N_{rmax}$ の走行時に、原動機4の出力限界まで馬力を取り出し、電動モータ12R, 12Lを駆動することができる。上記の例では、原動機4の動作点が図17のX1にあり、ブロック222で $\Delta N$ により計算される馬力係数 $K_p$ が $K_p = 1.3$ であるとする、第3のモータ目標出力馬力 $Mr3$ はモータ目標馬力 $Mr2$ と同じ600kWから $600kW \times 1.3 = 780kW$ へと増加し、これに伴って原動機4の動作点は図17のX1から $\Delta N < 0$ となる過負荷側へ移動し、例えば $\Delta N = 0$ の $N_{rmax}$ より $-10rpm \sim -30rpm$

程度回転数の低いX2点でバランスする。このX2点において、ブロック222で得られる馬力係数 $K_p$ が例えば1.1であるとする、モータ目標馬力 $Mr_3$ は $600 \times 1.1 = 660 \text{ kW}$ となり、その他の原動機負荷18も含めた全消費馬力は $200 \text{ kW} + (660 \times 2) \text{ kW} = 1500 \text{ kW}$ となる。このように原動機4の出力限界まで原動機4の出力馬力を無駄なく有効に使うことができる。

[0089] 一方、上記のような走行中に、その他の原動機負荷8の消費馬力が何かの原因(例えば気温の変化)で増加し、図17の動作点X2が更に図示左方に移動した場合は、回転数偏差 $\Delta N$ が更に減少し、ブロック222で計算される馬力係数 $K_p$ が小さくなるため、モータ目標馬力 $Mr_3$ も減少し、モータ目標馬力 $Mr_1$ を制限する。例えば、 $\Delta N$ が減少し、ブロック222で $K_p = 1.0$ が計算されると、上記の例では、第3のモータ目標出力馬力 $Mr_3$ は660kWから第2のモータ目標出力馬力 $Mr_2$ と同じ600kWへと減少し、これに伴って原動機4の動作点は再び $\Delta N = 0$ 側へと戻り、原動機負荷8の消費馬力と電動モータ12R, 12Lの消費馬力(第3モータ目標出力馬力 $Mr_2$ )のトータルが原動機4の最大出力馬力(上記の例では1500kW)と一致する点でバランスする。これにより原動機4のストールが防止される。

[0090] 以上のように本実施の形態によれば、 $N_r = N_{rmax}$ で、その他の原動機負荷8の消費馬力が少ない場合は、電動モータ12R, 12Lの目標馬力の制限値(モータ目標馬力 $Mr_3$ )を増加させ、原動機4の出力限界まで馬力を取り出し、電動モータ12R, 12Lを駆動することができる。また、その他の原動機負荷8の消費馬力が増加した場合は、電動モータ12R, 12Lの目標馬力の制限値(モータ目標馬力 $Mr_3$ )を小さくし、電動モータ12R, 12Lの消費馬力を減らすことで原動機4の過負荷を防止し、原動機4のストールを防止することができる。

[0091] 一方、アクセルペダルを最大に操作せず、原動機4の目標回転数 $N_r$ が最大回転数 $N_{rmax}$ よりも小さい $N_r < N_{rmax}$ では、上記のようにブロック220~226によりスピードセンシング制御をすると、不具合が生じることがある。例えば、アクセルペダル1をハーフ操作し、 $N_r < N_{rmax}$ の状態ですら平坦路の走行中に坂道にさしかかった場合、走行速度が低下するので、オペレータはアクセルペダル1の踏み込み量を増やし、走行速度を維持しようとする。この場合、図4のブロック220~226によりスピードセン

シング制御をすると、平坦路を走行中は、原動機4の出力馬力に余裕があり、 $\Delta N > 0$ であったものが、アクセルペダル1の踏み込み量を増やした瞬間、モータ目標馬力  $Mr1$ が増加し、原動機4の負荷が増加するため、 $\Delta N < 0$ となり、ブロック222で計算される馬力係数  $Kp$ が減少し、モータ目標馬力  $Mr3$ も低下する。このためモータ目標馬力  $Mr1$ はモータ目標馬力  $Mr3$ に制限され、アクセルペダル1を踏み込んだにも関わらず、電動モータ12R, 12Lの目標トルク  $Mr$ が減少し、走行速度が低下してしまう。

[0092] 本実施の形態では、原動機4の目標回転数  $Nr$ が最大回転数  $Nrmax$ よりも小さい  $Nr < Nrmax$ では、図4のブロック223, 224で馬力係数  $Kp = 1$ に切り換え、スピードセンシング制御を解除する。このため上記のような不具合は生じず、アクセルペダル1の踏み込みに応じてスムーズに加速することができる。

[0093] 本実施の形態のその他の効果を説明する。

[0094] 本実施の形態では、図3のブロック206, 208、ブロック210～226、ブロック228において、電動モータ12R, 12Lの指令値として目標トルクではなく、目標馬力  $Mr1$ ,  $Mr2$ ,  $Mr3$ を求め、ブロック230, 232で目標馬力  $Mr3$ をその時点のモータ回転数で除して第1のモータ目標トルク  $Tr1R$ ,  $Tr1L$ を算出し、更に、そのモータ目標トルクをインバータ、モータに固有な最大トルクの関数から得た値と比較し、小さい方の値を最終的な目標トルク  $TrR$ ,  $TrL$ として制御する。

[0095] ここで、アクセルペダル1の操作量  $p$ から直接計算する値としてモータ目標馬力ではなくモータ目標トルクを算出することが考えられる。しかし、この場合は、アクセルペダル1の操作量が小さいときは、原動機4の目標回転数、電動モータ12R, 12Lにかかる馬力、トルクの全てが小さくなってしまうため、アクセルペダルの操作量を小さくし、電動モータ12R, 12Lにかける馬力は小さくても、トルクは大きくしたいという場面では、適切に操作することができない。例えば、登り坂での走行開始時に、アクセルペダル1を少し踏み込んだだけではトルクが足りないため、オペレータはアクセルペダル1を大きく踏み込む必要があるが、運転者が戸惑っている間にダンプトラックが自重で後進してしまう場合もあり、危険である。

[0096] 本実施の形態では、ブロック206～228で、電動モータ12R, 12Lの指令値として

目標馬力 $M_r$ を求め、その後、そのときのモータ回転数を参照してモータ目標トルクを算出し、電動モータ12r、12Lを制御する。これによりモータ回転数が低い場合には、アクセルペダル1の操作量が小さく、電動モータ12R、12Lにかかる馬力が小さくても、出力トルクを大きくできるので、登り坂での走行開始時に後ずさりするような不具合は起きなくなる。

[0097] また、アクセルペダル1の操作量 $p$ とモータ出力馬力との関係が一致するようになるので、良好な操作感覚が得られる。

[0098] このように本実施の形態では、アクセルペダル1の操作量が小さく、電動モータ12R、12Lにかかる馬力が小さくても、走行速度が遅く、モータ回転速度が小さい場合には電動モータ12R、12Lにかかるトルクを上限値ぎりぎりまで大きくすることができるので、登り坂道の発進時に後ずさりすることなくなり、操作感が向上し、安全性が向上する。

[0099] また、本実施の形態では、図4のブロック200、202において、アクセルペダル1の操作量 $p$ から直接原動機4の目標回転数 $N_r$ を求めるのではなく、最初に、関数 $F_r(p)$ により原動機4の目標馬力 $F_r$ を計算し(ブロック200)、この目標馬力 $F_r$ を用いて図12に示した $f_r(N_r)$ の逆関数である関数 $N_r(F_r)$ により目標回転数 $N_r$ を計算する(ブロック202)。これにより原動機4の馬力特性の非線形性を補正することができる。

[0100] 以上において、本発明の一実施の形態を説明したが、本発明の精神の範囲内で種々の変形が可能である。以下にその代表例を説明する。

[0101] 1. 上記実施の形態では、全馬力制御のスピードセンシング制御において、ブロック222で馬力補正值として馬力係数 $K_p$ を求め、ブロック226でモータ目標馬力 $M_{r2}$ にその馬力係数 $K_p$ を乗じてモータ目標馬力 $M_{r3}$ を求めたが、ブロック222の関数を回転数偏差 $\Delta N$ と馬力補正值 $\Delta M$ の関数とし、そのときの $\Delta N$ に対応する馬力補正值 $\Delta M$ を求め、この馬力補正值 $\Delta M$ をモータ目標馬力 $M_{r2}$ に加算して、モータ目標馬力 $M_{r3}$ を求めてもよい。

[0102] 2. 上記実施の形態では、ブロック210、212で、最大出力馬力及び損失馬力をそれぞれ原動機4の実回転数 $N_e$ の関数 $f(N_e)$ 及び $g(N_e)$ とし、原動機4の実回転数 $N_e$ から最大出力馬力及び損失馬力を求めたが、通常はアクセルペダルを急激に操

作しないので、概ね $N_e = N_r$ である。したがって、最大出力馬力及び損失馬力をそれぞれ原動機4の目標回転数 $N_r$ の関数 $f(N_r)$ 及び $g(N_r)$ とし、原動機4の目標回転数 $N_r$ から最大出力馬力及び損失馬力を求めてもよい。

[0103] 3. 上記実施の形態では、ブロック224で、原動機4の目標回転数 $N_r$ が $N_r = N_{rmax}$ かどうかで、スピードセンシング制御をする場合としない場合とに切り換えたが、判定回転数として $N_{rmax}$ の一点だけでなく、0～50rpm程度の幅を持たせてもよい。また、判定パラメータとして目標回転数 $N_r$ ではなく、アクセルペダル1の操作量 $p$ を用いてもよい。アクセルペダル1の操作量 $p$ で判定する場合は、例えば、 $p \geq 90\%$ ではスピードセンシング制御をし、 $p < 90\%$ ではスピードセンシング制御をしないようにすることで、目標回転数 $N_r$ が $N_r = N_{rmax}$ かどうかで、スピードセンシング制御をする場合としない場合とに切り換えたのと同様の結果が得られる。

[0104] 4. 上記実施の形態では、その他の原動機負荷8の損失馬力 $g(N_e)$ を予測値に対して余裕を持たせて設定したが、予測値に対して余裕を持たせず、予測値と同じ或いはその近辺の値に設定してもよい。この場合、ブロック222における関数 $S(\Delta N)$ を、回転数偏差 $\Delta N = 0$ であるときの馬力係数 $K_p$ が1付近の値( $\Delta N = 0$ で $K_p \doteq 1$ )となるように設定することで、その他の原動機負荷8の消費馬力が予測値(損失馬力 $g(N_e)$ )より少なく、 $\Delta N > 0$ となる場合は、結果としてブロック226で計算されるモータ目標馬力 $Mr3$ は設定値としての損失馬力 $g(N_e)$ よりも増加し、原動機馬力をモータ側で有効利用することができ、その他の原動機負荷8の消費馬力が予測値(損失馬力 $g(N_e)$ )より増え、 $\Delta N < 0$ となる場合は、結果としてブロック226で計算されるモータ目標馬力 $Mr3$ は設定値としての損失馬力 $g(N_e)$ よりも減少し、原動機4の過負荷によるストールを防止することができる。なお、この場合は、 $N_e < N_{rmax}$ でスピードセンシング制御を行わない場合は、走行用の電動モータ12R, 12Lの消費馬力が過度に大きくならないよう、ブロック223の馬力係数 $K_p$ を、 $K_p = 0.9$ 程度と、余裕のある値に設定する必要がある。

[0105] 5. 上記実施の形態では、ブロック210～226において、スピードセンシング全馬力制御を行うためのモータ目標馬力 $Mr3$ を求めるのに、ブロック210, 212で別々に最大出力馬力 $f(N_e)$ 及び損失馬力 $g(N_e)$ を求め、ブロック214でその差分を求め、ブ

ブロック216でその差分に $1/2$ を乗じてモータ目標馬力 $Mr2$ を求め、ブロック226でその $Mr2$ に馬力係数 $Kp$ を乗じるという順序でモータ目標馬力 $Mr3$ を算出した。しかし、これは一例であり、結果として同じ値の $Mr3$ が求まるのであれば、計算順序や計算内容はそれに限定されない。例えば、ブロック210, 212でそれぞれの関数 $f(Ne)$ ,  $g(Ne)$ を用いて最大出力馬力 $f(Ne)$ 及び損失馬力 $g(Ne)$ を求め、ブロック214でその差分を求めるのではなく、事前に $f(Ne) - g(Ne)$ に相当する1つの関数を用意し、1回の処理で当該差分相当の値を求めてもよい。また、ブロック216, 226では、最大出力馬力 $f(Ne)$ と損失馬力 $g(Ne)$ の差分 $f(Ne) - g(Ne)$ を求めた後に、その値に $1/2$ と馬力係数 $Kp$ を乗じたが、ブロック214で計算をする前に $1/2$ と馬力係数 $Kp$ を乗じてもよく、また、 $1/2$ と馬力係数 $Kp$ の一方のみ順序を逆にして乗算してもよい。

[0106] 6. 電動モータ12R, 12Lは誘導モータとしたが、同期モータであってもよい。

[0107] 7. 上記の実施の形態では、ブロック200で用いる関数 $Fr(p)$ としてブロック206, 208でモータ目標馬力を求める関数 $hF(p)$ ,  $hR(p)$ と異なる関数を用いたが、ブロック206, 208でモータ目標馬力を求める関数 $hF(p)$ ,  $hR(p)$ と同じ関数を用いてもよい。この場合は、電動モータ12R, 12Lに必要な馬力分だけを原動機4が出力するように駆動されるので、無駄のない最適な原動機制御が可能となる。なお、この場合は、原動機4の目標馬力はモータ目標馬力 $+\alpha$ を目標値として、少し高めに回転数を出すように修正することが好ましい。

## 請求の範囲

- [1] 原動機(4)と、  
この原動機の回転数とトルクを制御する電子ガバナ(4a)と、  
前記原動機により駆動される交流発電機(5)と、  
前記原動機により駆動される前記交流発電機以外の原動機負荷(18)と、  
前記交流発電機により電力が供給されて駆動する走行用の少なくとも2つの電動モータ(12R, 12L)と、  
前記交流発電機に接続され、それぞれ、前記電動モータを制御する少なくとも2つのインバータ(73R, 73L)とを有する電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、  
アクセルペダル(1)の操作量(p)に応じた目標回転数(Nr)を計算する目標回転数計算手段(3, 101~103, 200, 202)と、  
前記アクセルペダル(1)の操作量(p)に応じて前記インバータを制御し、前記電動モータ(12R, 12L)を制御するモータ制御手段(3, 7, 104~123, 204~240, 71R, 71L, 72R, 72L)とを備え、  
前記電子ガバナ(4a)は、前記目標回転数(Nr)に基づいて前記原動機(4)に対する燃料噴射量を制御するとともに、前記目標回転数が少なくとも最大回転数(Nrmax)にあるときに前記燃料噴射量の制御がドループ制御となるよう設定され、  
前記モータ制御手段(3, 7, 104~123, 204~240, 71R, 71L, 72R, 72L)は、  
前記アクセルペダル(1)の操作量(p)に応じた第1モータ目標馬力(Mr1)を計算する第1モータ目標馬力計算手段(105, 106, 107, 204, 206, 208)と、  
前記原動機の実回転数(Ne)が前記目標回転数(Nr)よりも高いときは前記走行用の電動モータ(12R, 12L)で使用可能な最大馬力(Mr2)を増やし、前記原動機の実回転数が低くなるにしたがって前記増やした最大馬力を減らすよう補正するスピードセンシング制御手段(113~117, 220~226)を有し、このスピードセンシング制御手段で補正した最大馬力を第2モータ目標馬力(Mr3)として求める第2モータ目標馬力計算手段(110~117, 210~226)と、

前記第1モータ目標馬力が前記第2モータ目標馬力を超えないように制限し第3モータ目標馬力( $M_r$ )を生成するモータ目標馬力制限手段(118, 228)と、

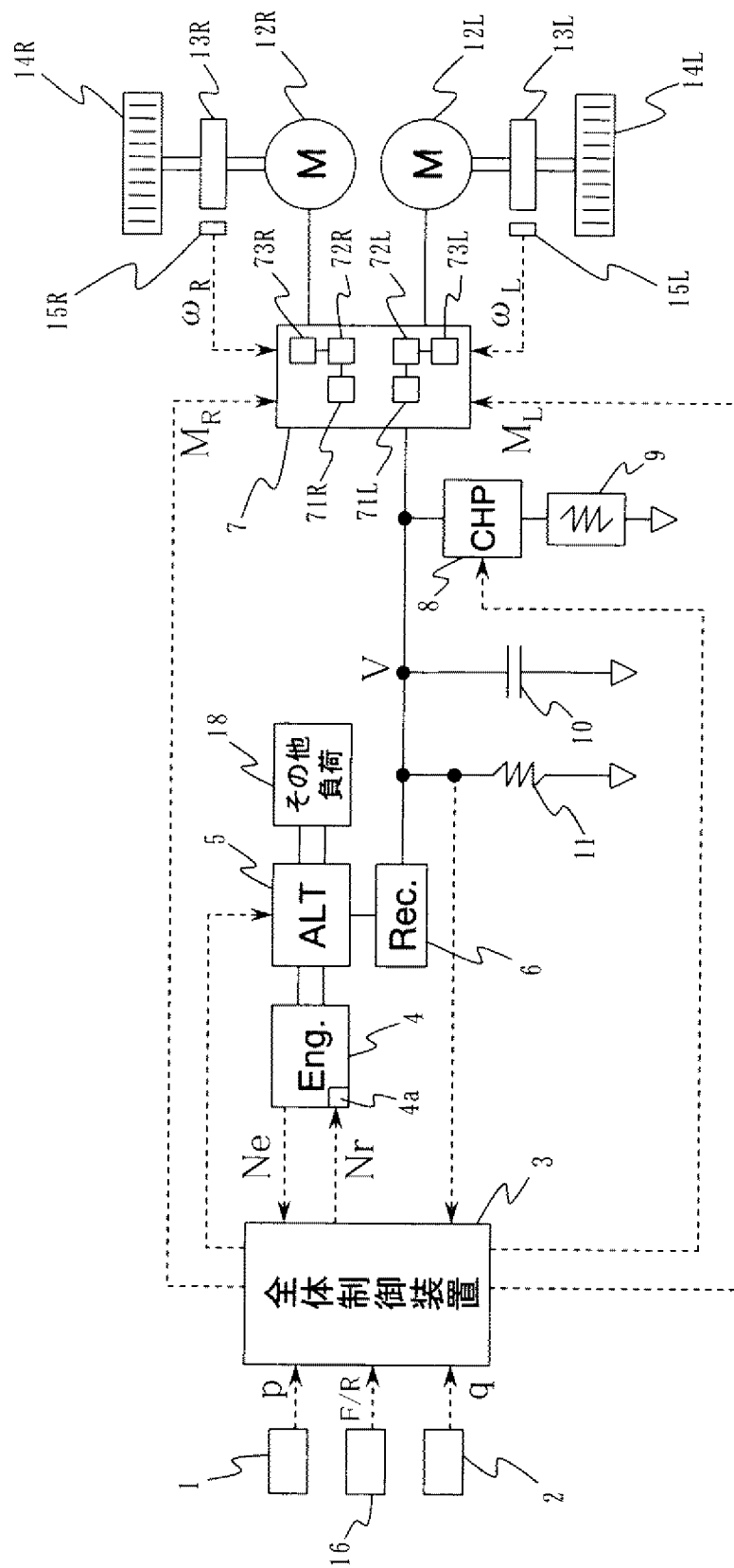
前記第3モータ目標馬力に基づいて前記2つの電動モータ(12R, 12L)のそれぞれの第1モータ目標トルク( $Tr_{1R}$ ,  $Tr_{1L}$ )を求め、前記インバータを制御するインバータ制御手段(119~123, 230~240, 71R, 71L, 72R, 72L)とを備えることを特徴とする駆動システム。

- [2] 請求項1記載の電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、  
前記スピードセンシング制御手段(113~117, 220~226)は、前記原動機(4)の目標回転数( $N_r$ )が少なくとも最大回転数( $N_{rmax}$ )にあるときに機能し、それ以外のときは機能しないことを特徴とする駆動システム。
- [3] 請求項1又は2記載の電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、  
前記第2モータ目標馬力計算手段(110~117, 210~226)は、前記原動機(4)が出し得る最大出力馬力から前記交流発電機以外の原動機負荷(18)の駆動に必要な損失馬力を差し引いて前記走行用の電動モータ(12R, 12L)で使用可能な最大馬力( $M_{r2}$ )を求める最大馬力計算手段(110, 111, 210, 212, 214, 216)を更に有することを特徴とする駆動システム。
- [4] 請求項3記載の電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、  
前記最大馬力計算手段(110, 111, 210, 212, 214, 216)は、前記原動機(4)の実回転数( $N_e$ )と前記最大出力馬力の第1関数( $f(N_e)$ )と前記原動機の実回転数と前記損失馬力の第2関数( $g(N_e)$ )に基づいてそのときの实回転数に応じた最大出力馬力と損失馬力を計算することを特徴とする駆動システム。
- [5] 請求項1~4のいずれか1項記載の電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、  
前記スピードセンシング制御手段(113~117, 220~226)は、前記原動機(4)の実回転数( $N_e$ )から目標回転数( $N_r$ )を差し引いた値を回転数偏差( $\Delta N$ )と定義するとき、前記回転数偏差と馬力補正值の第3関数( $S(\Delta N)$ )に基づいて前記回転数偏差が正の値から負の値へと小さくなるにしたがって小さくなる馬力補正值( $K_p$ )を計算し、この馬力補正值を用いて前記電動モータ(12R, 12L)で使用可能な最大

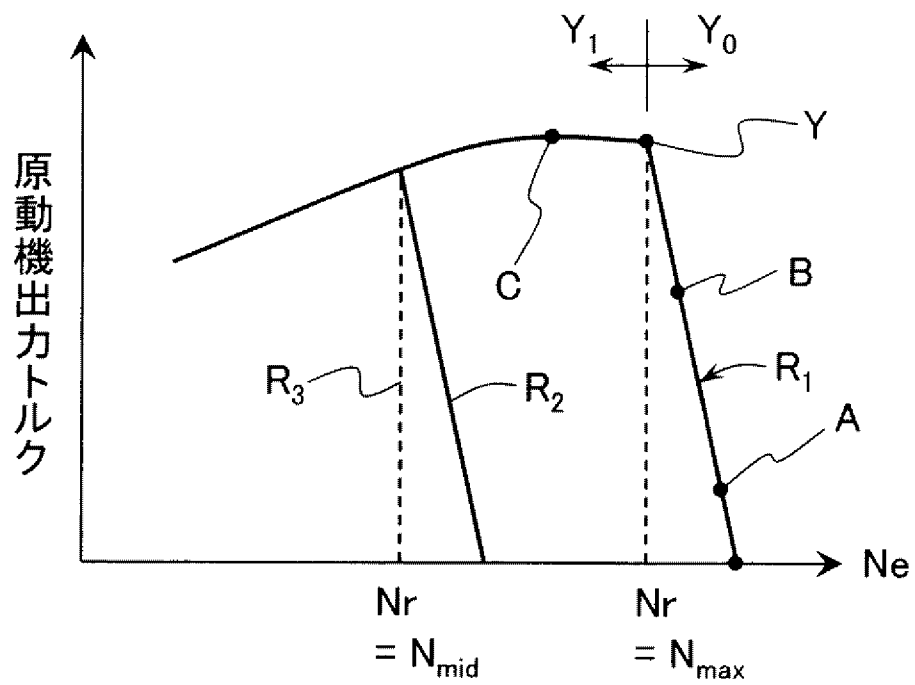
馬力(Mr2)を補正することを特徴とする駆動システム。

- [6] 請求項5記載の電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、  
前記馬力補正值は馬力係数(Kp)であり、前記スピードセンシング制御手段(113～117, 220～226)は、前記馬力係数を前記電動モータ(12R, 12L)で使用可能な最大馬力(Mr2)に乗じて前記第2モータ目標馬力(Mr3)を求めることを特徴とする駆動システム。
- [7] 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の駆動システムにおいて、  
前記スピードセンシング制御手段(113～117, 220～226)は、前記原動機(4)の実回転数(Ne)が前記目標回転数(Nr)に等しいとき、前記電動モータ(12R, 12L)で使用可能な最大馬力(Mr2)を1.1～1.3倍となるよう補正することを特徴とする駆動システム。
- [8] 請求項1～7のいずれか1項記載の電気駆動ダンプトラックの駆動システムにおいて、  
前記インバータ制御手段(119～123, 230～240, 71R, 71L, 72R, 72L)は、前記第3モータ目標馬力(Mr)と前記電動モータ(12R, 12L)のそのときの回転数( $\omega_R$ ,  $\omega_L$ )とから前記第1モータ目標トルク(Tr1R, Tr1L)を計算し、前記電動モータの実回転数に基づいてモータ目標トルクの上限値(Mmax( $\omega_R$ ), Mmax( $\omega_L$ ))を計算し、前記第1モータ目標トルクが前記モータ目標トルクの上限値を超えないように制限して第2モータ目標トルク(TrR, TrL)を求め、この第2モータ目標トルクに基づいて前記インバータ(73R, 73L)を制御することを特徴とする駆動システム。

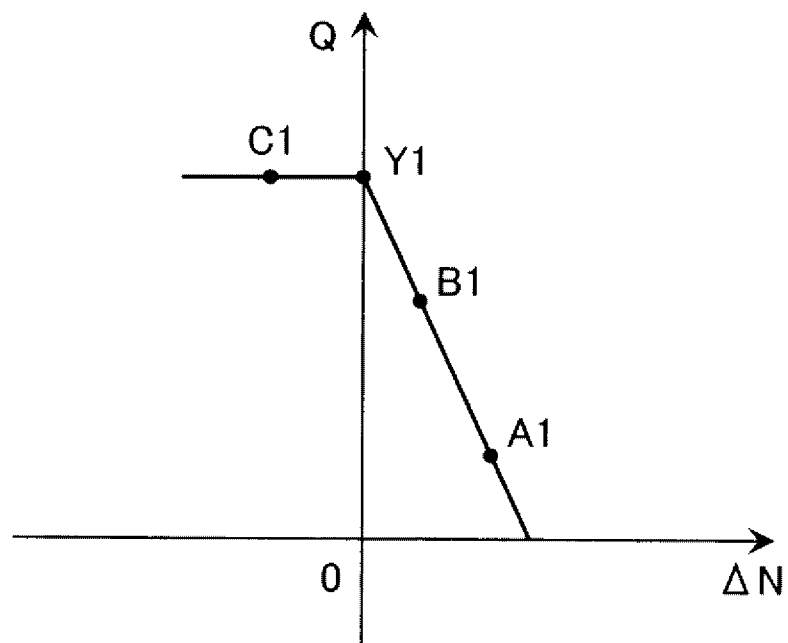
[図1]



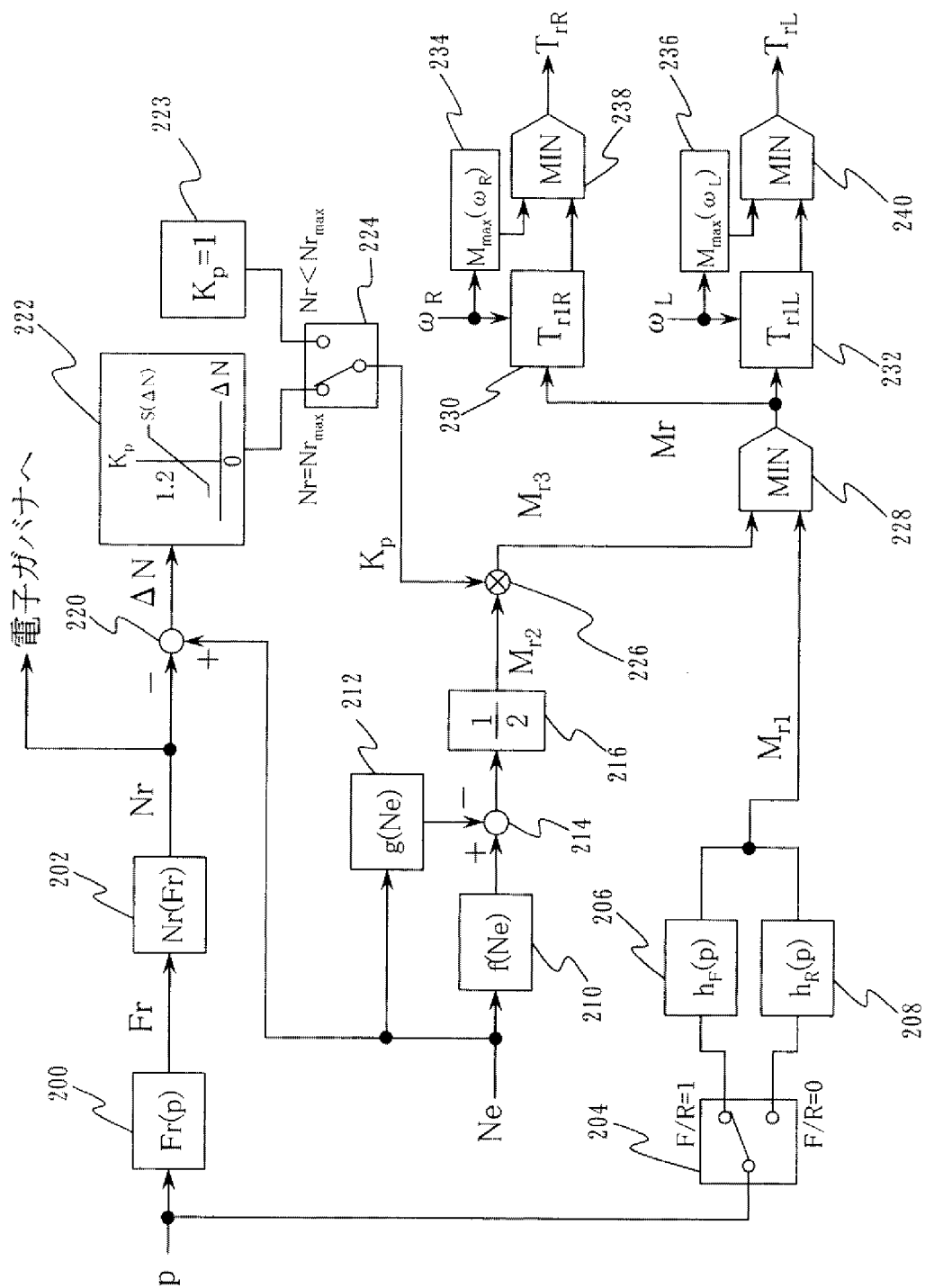
[図2]



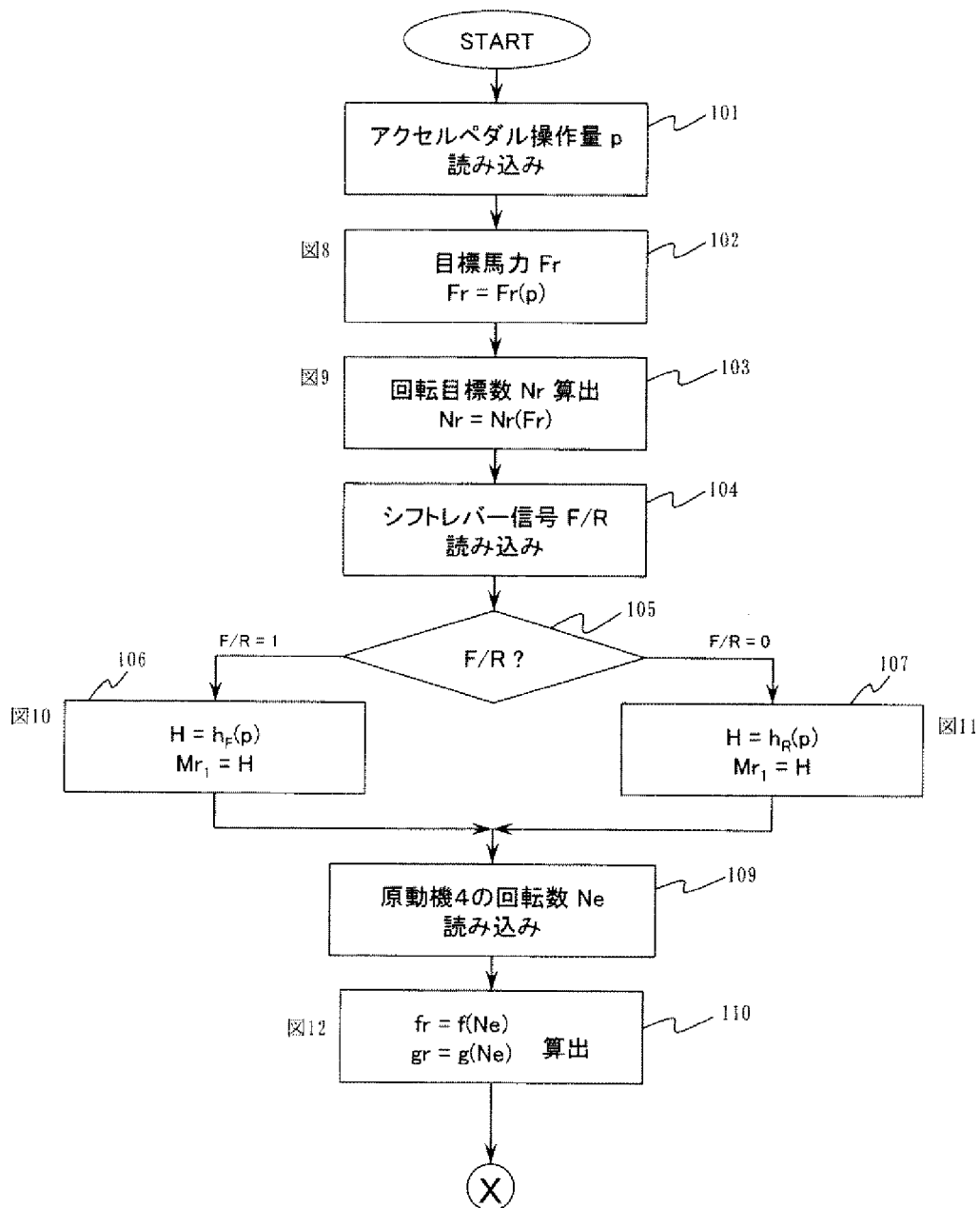
[図3]



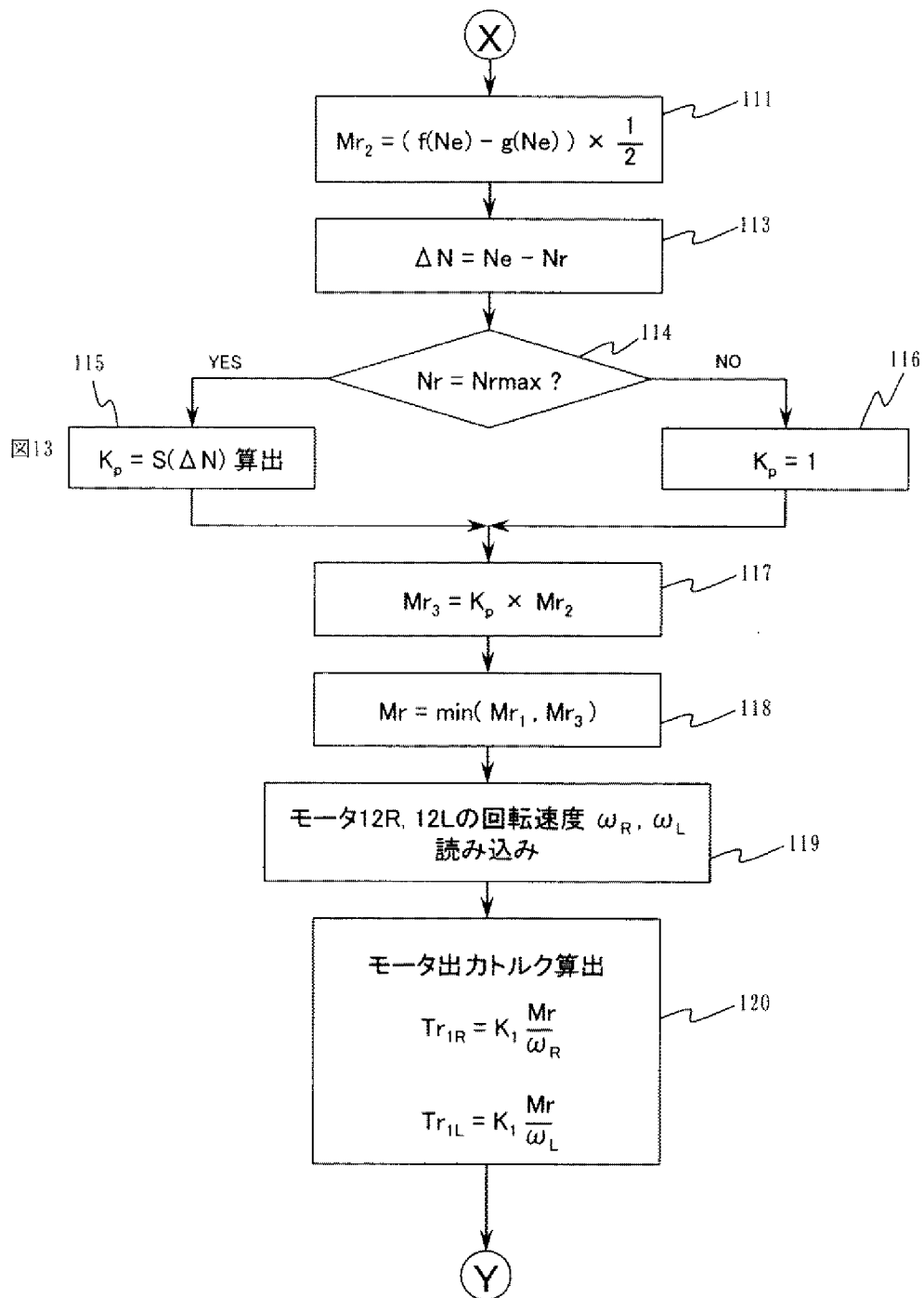
[図4]



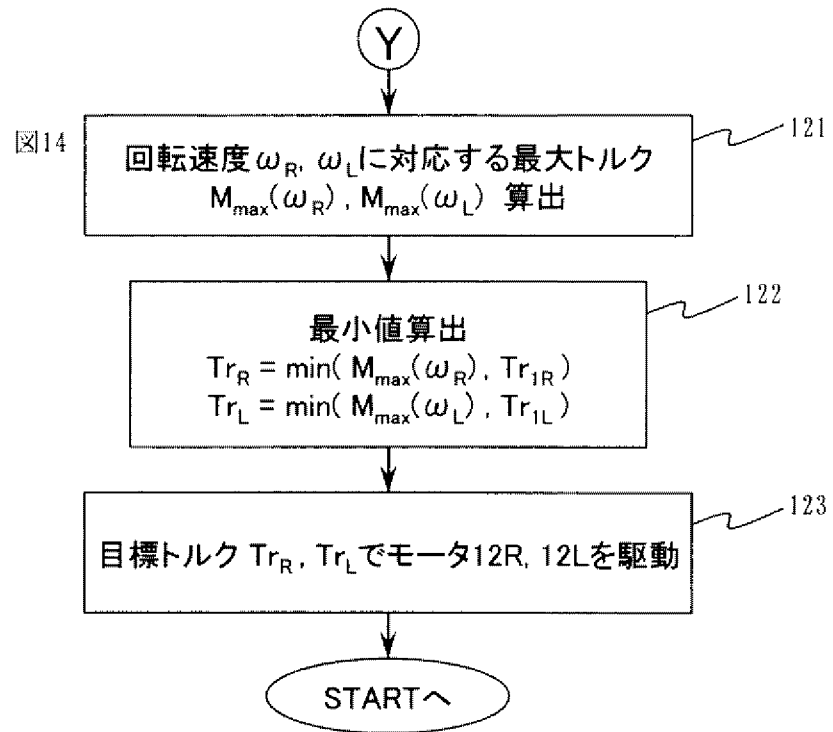
[図5]



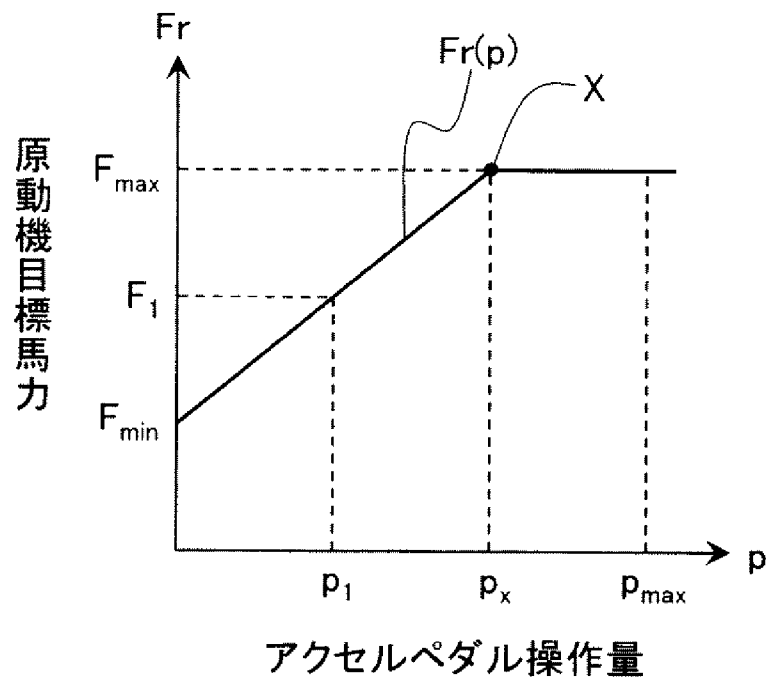
[図6]



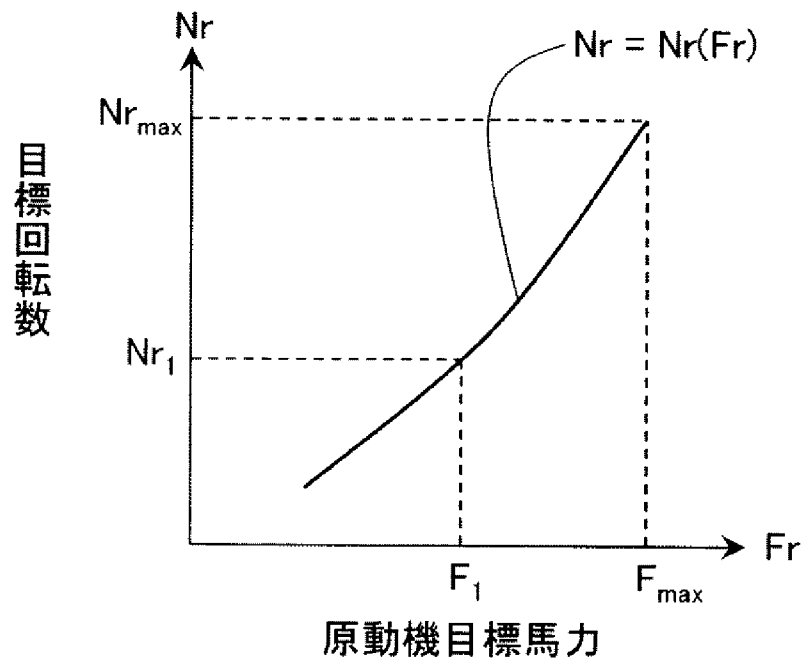
[図7]



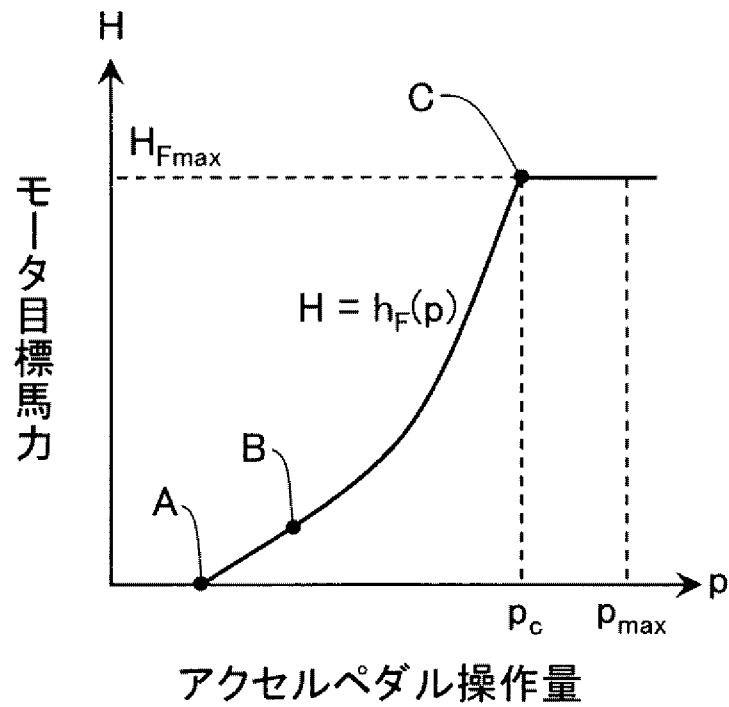
[図8]



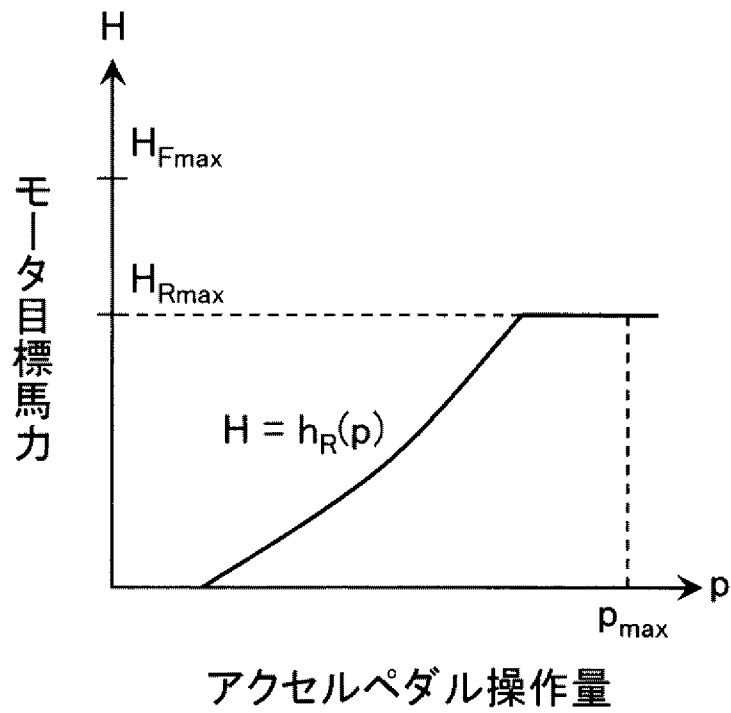
[図9]



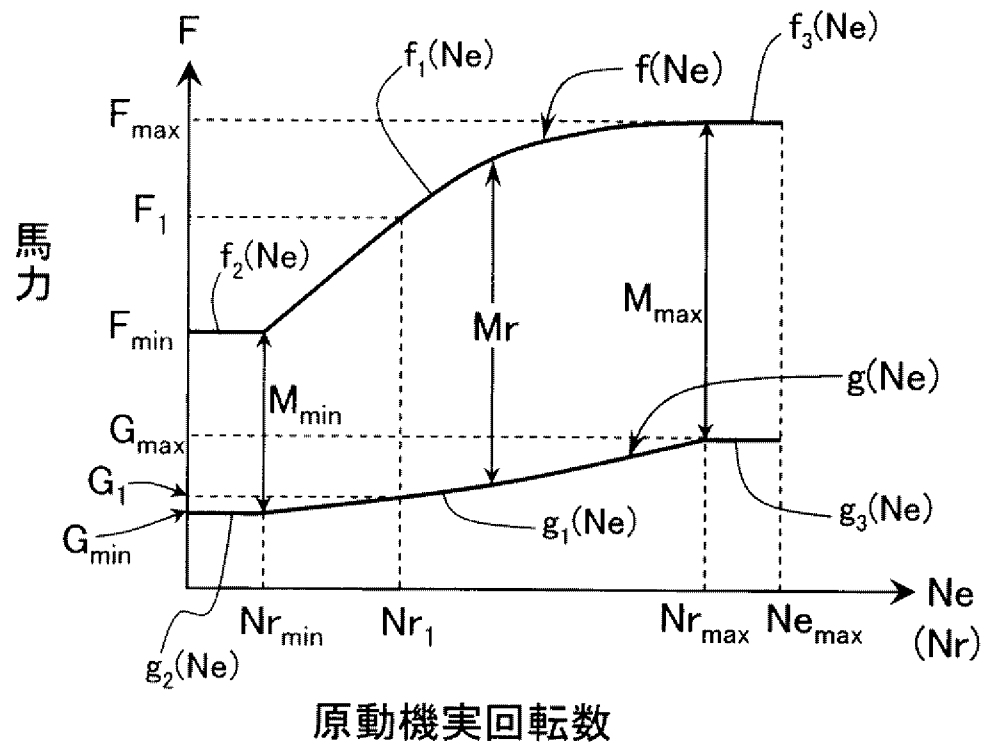
[図10]



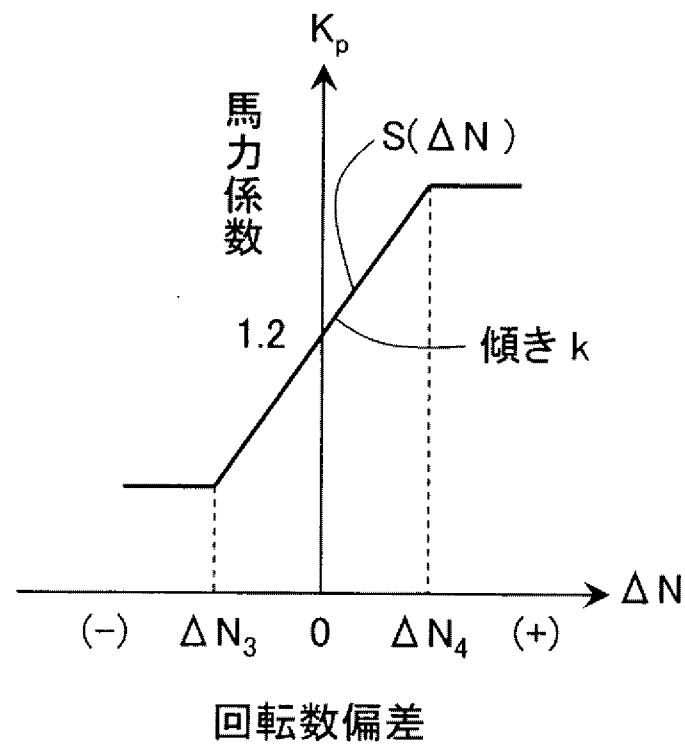
[図11]



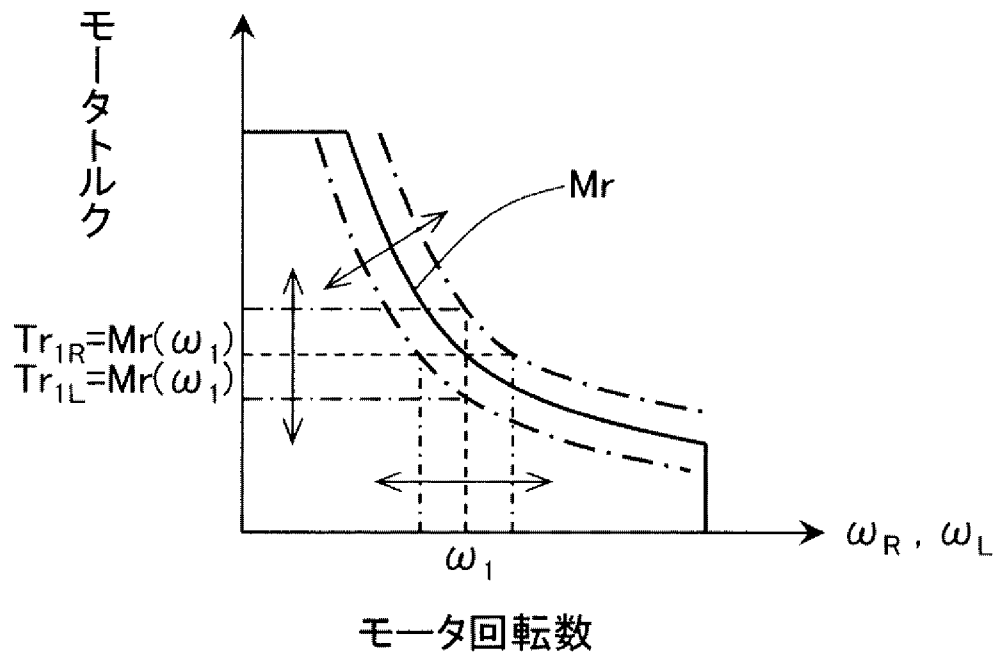
[図12]



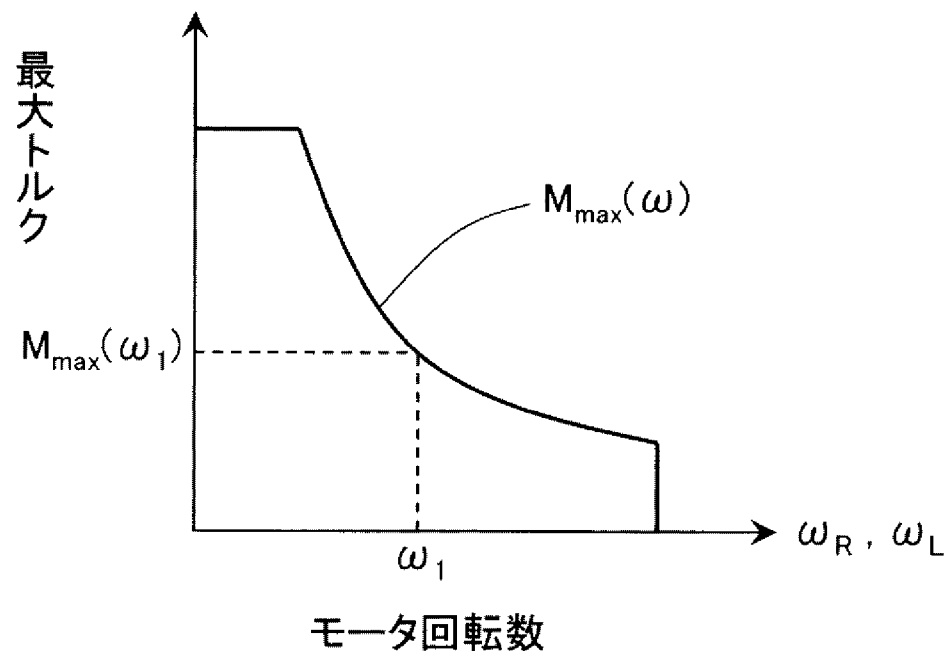
[図13]



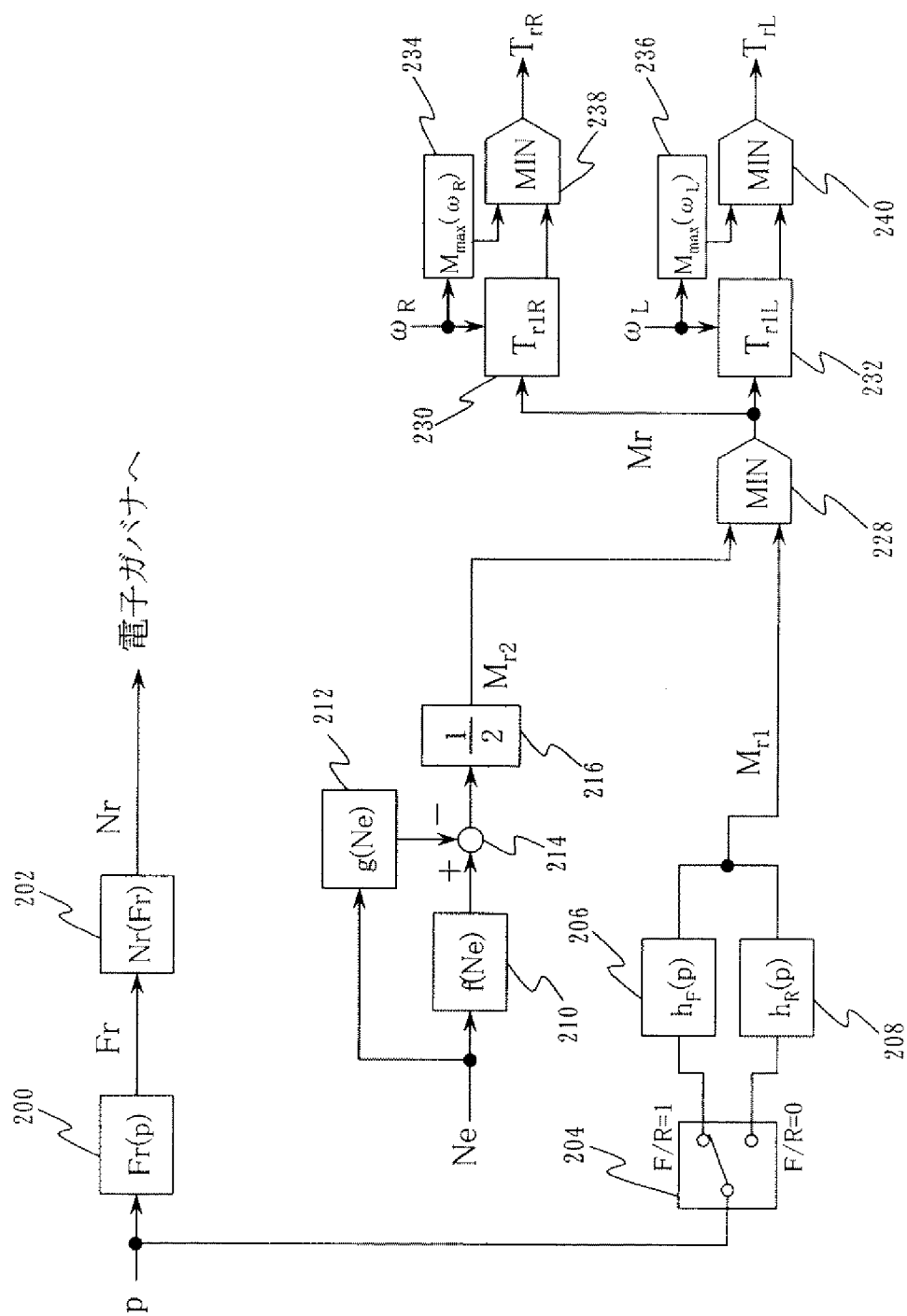
[図14]



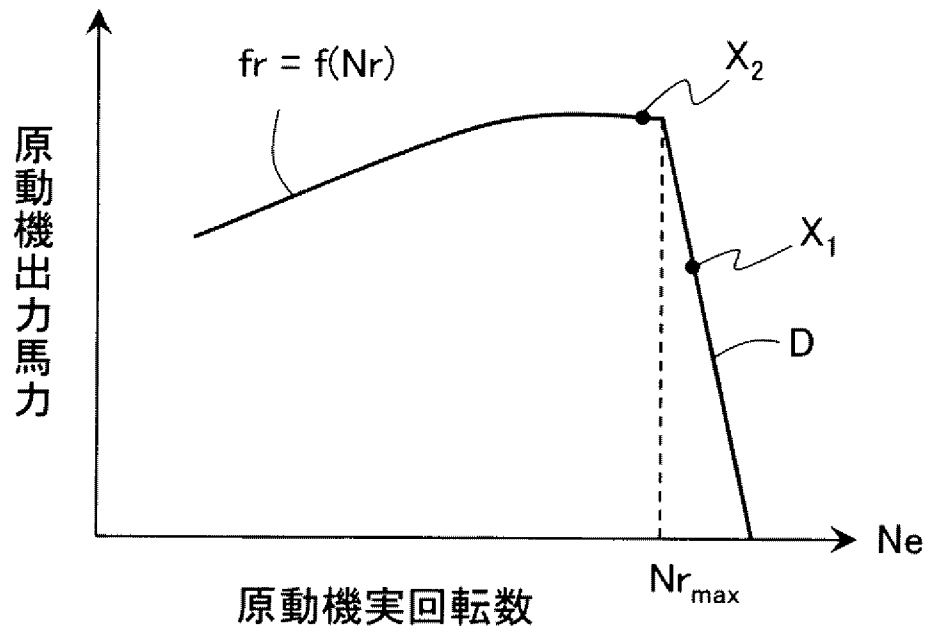
[図15]



[図16]



[図17]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059453

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W10/06(2006.01)i, B60K6/46(2007.10)i, B60L11/08(2006.01)i, B60W10/08(2006.01)i, B60W10/30(2006.01)i, B60W20/00(2006.01)i, F02D29/00(2006.01)i, F02D29/06(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)

B60W10/06, B60K6/04, B60L11/08, B60W10/08, B60W10/30, B60W20/00, F02D29/00, F02D29/06

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 | 1996-2007 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2007 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2007 |

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         | JP 2001-107762 A (TCM Corp.),<br>17 April, 2001 (17.04.01),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                               | 1                     |
| A         | JP 2003-143706 A (Honda Motor Co., Ltd.),<br>16 May, 2003 (16.05.03),<br>Full text; all drawings<br>& US 2003/0080704 A1 & DE 10250407 A<br>& CA 2405212 A1                                            | 1                     |
| A         | JP 10-51905 A (Director General of Technical<br>Research and Development Institute of Defense<br>Agency; Hitachi, Ltd.),<br>20 February, 1998 (20.02.98),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none) | 1                     |

☐ 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  
23 July, 2007 (23.07.07)

Date of mailing of the international search report  
31 July, 2007 (31.07.07)

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. B60W10/06(2006.01)i, B60K6/46(2007.10)i, B60L11/08(2006.01)i, B60W10/08(2006.01)i,  
B60W10/30(2006.01)i, B60W20/00(2006.01)i, F02D29/00(2006.01)i, F02D29/06(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. B60W10/06, B60K6/04, B60L11/08, B60W10/08, B60W10/30, B60W20/00, F02D29/00, F02D29/06

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 0 7 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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<br>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<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| A               | JP 2001-107762 A（ティー・シー・エム株式会社）2001.04.17, 全文、全図（ファミリーなし）                                          | 1                |
| A               | JP 2003-143706 A（本田技研工業株式会社）2003.05.16, 全文、全図 & US 2003/0080704 A1 & DE 10250407 A & CA 2405212 A1 | 1                |
| A               | JP 10-51905 A（防衛庁技術研究本部長；株式会社日立製作所）1998.02.20, 全文、全図（ファミリーなし）                                      | 1                |

☐ 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

2 3 . 0 7 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 7 . 2 0 0 7

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）

稲葉 大紀

3 T

9 8 2 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5