

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 11 月 22 日(22.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/157382 A1

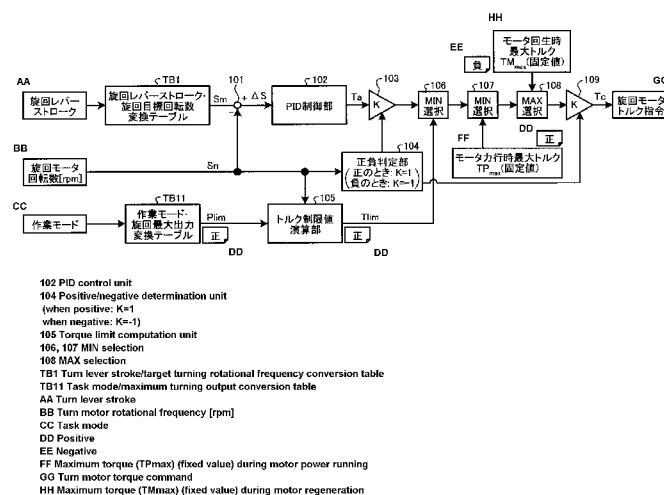
- (51) 国際特許分類:
H02P 29/00 (2006.01) *E02F 9/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060260
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 16 日(16.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-111390 2011 年 5 月 18 日(18.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河口 正 (KAWAGUCHI, Tadashi) [JP/JP]; 〒2548567 神奈川県平塚市万田 1200 株式会社小松製作所 開発本部システム開発センタ内 Kanagawa (JP). 竹原 和生 (TAKEHARA, Kazuki) [JP/JP]; 〒2548567 神奈川県平塚市万田 1200 株式会社小松製作所 開発本部システム開発センタ内 Kanagawa (JP). 森永 淳 (MORINAGA, Jun) [JP/JP]; 〒2548567 神奈川県平塚市万田 1200 株式会社小松製作所 開発本部システム開発センタ内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC MOTOR CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 電動モータの制御装置およびその制御方法

[図4]



(57) Abstract: In order to reduce discomfort due to task operations that include acceleration, the present invention is provided with: a mode switching unit that sets a task mode; a task mode/maximum turning output conversion table (TB11) that obtains a pre-set maximum output of an electric motor by means of the task mode that has been set; a rotation sensor that detects the rotational velocity of the electric motor; a torque limit computation unit (105) that computes a torque limit value (Tlim) on the basis of the rotational velocity and the maximum output; and a torque limiting means that limits the torque of the electric motor by means of the torque limit value (Tlim) when the electric motor is accelerating.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/157382 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

加速性も含めた作業操作上の違和感を低減するため、作業モードを設定するモード切替部と、設定される作業モードによって予め設定される電動モータの最大出力を取得する作業モード・旋回最大出力変換テーブル T B 1 1 と、電動モータの回転速度を検出する回転センサと、前記回転速度と前記最大出力とをもとにトルク制限値 T l i m を演算するトルク制限値演算部 1 0 5 と、前記電動モータの加速時に、トルク制限値 T l i m によって前記電動モータのトルクを制限するトルク制限手段と、を備える。

明 細 書

発明の名称：電動モータの制御装置およびその制御方法

技術分野

[0001] この発明は、油圧ショベル、ブルドーザ、ダンプトラック、ホイールローダなどの建設機械を含む作業機械に用いられることが可能な電動モータの制御装置およびその制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、作業機械では、作業効率を重視したパワーモード（Pモード）や燃料消費率を重視したエコノミーモード（Eモード）などの作業モードを作業機械のオペレータの意思で設定できるものがある。一方、作業機械の旋回体や走行体などを動作させるために電動モータを備えたハイブリッド作業機械は、電動モータが電気エネルギーで駆動される電気駆動系とエンジンに直結した油圧ポンプの作動油を用いて油圧シリンダや油圧モータを動作させ作業機や走行装置などを駆動する油圧駆動系とが混載された構造を有している。このため、作業モードが設定されてエンジンに出力制限がかかっているにもかかわらず、電動モータに作業モードに対応した出力制限がかからないと、ハイブリッド作業機械のオペレータは、油圧駆動系のみが搭載された構造の作業機械の操作感との差を操作上の違和感として感じるおそれがある。また、作業モードが設定されてエンジンに出力制限がかかっているにもかかわらず、電動モータに作業モードに対応した出力制限がかからないと、電気駆動系の動作速度と油圧駆動系の動作速度とに不調和が生じ、ハイブリッド作業機械のオペレータは、これも違和感として感じる。

[0003] このような操作上の違和感をなくすために、設定された作業モードに応じて電動モータに対してもトルク制限をかけるものがある。たとえば、ハイブリッド油圧ショベルの上部旋回体を旋回駆動する旋回電動モータに対して、作業モードに応じたトルク制限を行うものがあり、図7は、このようなハイブリッド油圧ショベルの場合における、旋回回転数に対して取り得ることが

可能な旋回トルクを示すトルク線図を示している。曲線L P 1は、旋回電動モータが出力可能な最大トルク線であり、Pモードが設定された場合の最大トルク線である。曲線L E 1は、Eモードが設定された場合の最大トルク線である。このようなトルク制限では、Eモードが設定された場合に、所定の旋回回転数以下の最大トルクをPモードが設定された場合の最大トルクよりも小さくする制限を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-68197号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、図7に示したEモード設定時のトルク制限では、最大トルクが小さく制限されているため、上部旋回体が低速で旋回する時の旋回力が低下するため作業性が悪化する。具体的には、上部旋回体が静止した状態から上部旋回体を旋回させ、作業機のバケットの横で盛り土を均すような作業を行う場合に、高い旋回力が得られず、作業性が悪化する。

[0006] この問題点を解決するため、図8に示すように、Eモード設定時、限られた低速域の旋回回転数でのトルク制限をなくしてPモードと同じトルクが得られるようにした曲線L E 2でトルク制限することが考えられる。

[0007] しかしながら、この場合、PモードとEモードの最大トルクに違いがある旋回回転数以外の旋回回転数での旋回電動モータの出力制限は、PモードとEモードとに違いがなく、PモードあるいはEモードが設定された場合における、電気駆動系の加速性と油圧駆動系の加速性に差異が生じ、オペレータに操作上の違和感を依然として与えるという問題点が考えられる。

[0008] この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、作業機械において、加速性も含めた操作上の違和感を低減することができる電動モータの制御装置およびその制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、この発明にかかる電動モータの制御装置は、稼働状態を設定する稼働状態設定手段と、設定される前記稼働状態によって予め設定される電動モータの最大出力を取得する最大出力取得手段と、電動モータの回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記回転速度と前記最大出力とをもとにトルク制限値を演算するトルク制限値演算手段と、前記電動モータの加速時に、前記トルク制限値によって前記電動モータのトルクを制限するトルク制限手段と、を備えたことを特徴とする。
- [0010] また、この発明にかかる電動モータの制御装置は、上記の発明において、前記トルク制限手段は、前記電動モータの減速時に、設定される前記稼働状態にかかわらず、減速のためのトルク制限値で前記電動モータのトルクを制限することを特徴とする。
- [0011] また、この発明にかかる電動モータの制御装置は、上記の発明において、前記トルク制限手段は、所定回転速度以下では、設定される前記稼働状態にかかわらず、最大トルクを出力可能にすることを特徴とする。
- [0012] また、この発明にかかる電動モータの制御装置は、上記の発明において、前記稼働状態設定手段は、作業モード選択部および／またはスロットルダイヤルであることを特徴とする。
- [0013] また、この発明にかかる電動モータの制御方法は、稼働状態を設定する稼働状態設定ステップと、設定される前記稼働状態によって予め設定される電動モータの最大出力を取得する最大出力取得ステップと、電動モータの回転速度を検出する回転速度検出ステップと、前記回転速度と前記最大出力とをもとにトルク制限値を演算するトルク制限値演算ステップと、前記電動モータの加速時に、前記トルク制限値によって前記電動モータのトルクを制限するトルク制限ステップと、を含むことを特徴とする。
- [0014] また、この発明にかかる電動モータの制御方法は、上記の発明において、前記トルク制限ステップは、前記電動モータの減速時に、設定される前記稼働状態にかかわらず、減速のためのトルク制限値で前記電動モータのトルク

を制限することを特徴とする。

[0015] また、この発明にかかる電動モータの制御方法は、上記の発明において、前記トルク制限ステップは、所定回転速度以下では、前記トルク制限値の制限にかかわらず、最大トルクを出力可能にすることを特徴とする。

[0016] また、この発明にかかる電動モータの制御方法は、上記の発明において、前記稼働状態設定ステップは、所定回転速度以下では、設定される前記稼働状態にかかわらず、最大トルクを出力可能にすることを特徴とする。

[0017] この発明によれば、設定される稼働状態に応じて予め設定される電動モータの最大出力を取得し、電動モータの回転速度と取得された前記最大出力とをもとにトルク制限値を演算するようにしているので、作業機械を操作する際、加速性も含めた操作上の違和感を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、この発明の実施の形態1にかかるハイブリッド油圧ショベルの全体構成を示す斜視図である。

[図2]図2は、図1に示したハイブリッド油圧ショベルの制御系の構成を示す模式図である。

[図3]図3は、コントローラによる旋回モータに対するトルク制限の概要を示すトルク線図である。

[図4]図4は、コントローラによる旋回モータに対するトルク制限制御フローを示す図である。

[図5]図5は、この発明の実施の形態2にかかるコントローラによる電動モータに対するトルク制限制御フローを示す図である。

[図6]図6は、この発明の実施の形態3にかかるコントローラによる電動モータに対するトルク制限制御フローを示す図である。

[図7]図7は、従来の電動モータに対するトルク制限の一例を示すトルク線図である。

[図8]図8は、従来の電動モータに対するトルク制限の他の一例を示すトルク線図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、添付図面を参照してこの発明を実施するための形態について説明する。

[0020] (実施の形態 1)

[全体構成]

まず、図 1 および図 2 は、作業機械としての一例であるハイブリッド油圧ショベル 1 の全体構成を示している。このハイブリッド油圧ショベル 1 は、車両本体 2 と作業機 3 とを備えている。車両本体 2 は、下部走行体 4 と上部旋回体 5 とを有する。下部走行体 4 は、一对の走行装置 4 a を有する。各走行装置 4 a は、履帯 4 b を有する。各走行装置 4 a は、右走行モータと左走行モータ（走行モータ 2 1）とによって履帯 4 b を駆動させることによってハイブリッド油圧ショベル 1 を走行させる。

[0021] 上部旋回体 5 は、下部走行体 4 上に旋回可能に設けられ、旋回モータ 2 4（電動モータ）が駆動することによって旋回する。また、上部旋回体 5 には、運転室 6 が設けられる。上部旋回体 5 は、燃料タンク 7 と作動油タンク 8 とエンジン室 9 とカウンタウエイト 1 0 とを有する。燃料タンク 7 は、エンジン 1 7 を駆動するための燃料を貯留する。作動油タンク 8 は、油圧ポンプ 1 8 からブームシリンダ 1 4 などの油圧シリンダや走行モータ 2 1 などの油圧機器へ吐出される作動油を貯留する。エンジン室 9 は、エンジン 1 7 や油圧ポンプ 1 8 などの機器を収納する。カウンタウエイト 1 0 は、エンジン室 9 の後方に配置される。

[0022] 作業機 3 は、上部旋回体 5 の前部中央位置に取り付けられ、ブーム 1 1、アーム 1 2、バケット 1 3、ブームシリンダ 1 4、アームシリンダ 1 5、およびバケットシリンダ 1 6 を有する。ブーム 1 1 の基端部は、上部旋回体 5 に回転可能に連結される。また、ブーム 1 1 の先端部は、アーム 1 2 の基端部に回転可能に連結される。アーム 1 2 の先端部は、バケット 1 3 に回転可能に連結される。ブームシリンダ 1 4、アームシリンダ 1 5、およびバケットシリンダ 1 6 は、油圧ポンプから吐出された作動油によって伸縮動作する

油圧シリンダである。ブームシリンダ１４は、ブーム１１を揺動動作させる。アームシリンダ１５は、アーム１２を揺動動作させる。バケットシリンダ１６は、バケット１３を揺動動作させる。

[0023] 図２において、ハイブリッド油圧ショベル１は、駆動源としてのエンジン１７、油圧ポンプ１８、発電機１９を有する。エンジン１７としてディーゼルエンジンが用いられ、油圧ポンプ１８として可変容量型油圧ポンプ（例えば斜板式油圧ポンプ）が用いられる。エンジン１７の出力軸には、油圧ポンプ１８および発電機１９が機械的に結合されており、エンジン１７を駆動することで、油圧ポンプ１８および発電機１９が駆動する。油圧駆動系としては、コントロールバルブ２０、ブームシリンダ１４、アームシリンダ１５、バケットシリンダ１６、走行モータ２１などを有し、油圧ポンプ１８が油圧源となってこれらを駆動する。

[0024] 電動駆動系は、キャパシタ２２、インバータ２３、および旋回モータ２４を備える。発電機１９およびキャパシタ２２が旋回モータ２４の電力源となって上部旋回体５を旋回させる。すなわち、旋回モータ２４は、発電機１９またはキャパシタ２２から供給される電気エネルギーで力行作用することで上部旋回体５を旋回加速し、上部旋回体５が旋回減速する際に旋回モータ２４は回生作用し、電気エネルギーをキャパシタ２２に供給（充電）する。この発電機１９としては、たとえばＳＲ（スイッチドリラクタンス）モータが用いられる。発電機１９は、エンジン１７の出力軸に機械的に結合されており、エンジン１７の駆動によって発電機１９のロータ軸を回転させることになる。キャパシタ２２は、たとえば、電気二重層キャパシタが用いられている。キャパシタ２２に代えて、ニッケル水素バッテリーやリチウムイオンバッテリーであってもよい。旋回モータ２４には、回転センサ２５が設けられ、旋回モータ２４の回転速度を検出し、電気信号に変換して、インバータ２３内に設けられたハイブリッドコントローラ２３ａに出力する。旋回モータ２４としては、たとえば埋め込み磁石同期電動機が用いられる。回転センサ２５として、たとえばレゾルバやロータリーエンコーダなどが用いられる。なお

、ハイブリッドコントローラ 23 a は、CPU（数値演算プロセッサなどの演算装置）やメモリ（記憶装置）などで構成されている。ハイブリッドコントローラ 23 a は、発電機 19 や旋回モータ 24、キャパシタ 22 およびインバータ 23 に備えられた、サーミスタや熱電対などの温度センサによる検出値の信号を受けて、キャパシタ 22 などの各機器の過昇温を管理するとともに、キャパシタ 22 の充放電制御や発電機 19 による発電・エンジンのアシスト制御、旋回モータ 24 の力行・回生制御を行う。

[0025] 油圧駆動系および電動駆動系は、車両本体 2 に設けられた運転室 6 に設けられる作業機レバー、走行レバー、旋回レバーなどの操作レバー 26 の操作に応じて駆動する。操作レバー 26 の操作量は、レバー操作量検出部 27 によって電気信号に変換される。レバー操作量検出部 27 は、圧力センサによって構成される。操作レバーの操作に応じて発生するパイロット油圧を圧力センサが検知し、圧力センサが出力する電圧等をレバー操作量に換算することによってレバー操作量を求める。なお、操作レバー 26 が電気式レバーである場合には、レバー操作量検出部 27 は、ポテンショメータなどの電氣的検出手段によって構成され、レバー操作量に応じて発生する電圧等をレバー操作量に換算してレバー操作量を求める。

[0026] 運転室 6 内には、燃料調整ダイヤル（スロットルダイヤル）28 およびモード切替部 29 が設けられる。燃料調整ダイヤル（スロットルダイヤル）28 は、エンジン 17 への燃料供給量を設定するためのスイッチであり、燃料調整ダイヤル（スロットルダイヤル）28 の設定値は、電気信号に変換されてエンジンコントローラ 30 に出力される。

[0027] エンジンコントローラ 30 は、CPU（数値演算プロセッサ）などの演算装置やメモリ（記憶装置）で構成される。エンジンコントローラ 30 は、燃料調整ダイヤル（スロットルダイヤル）28 の設定値に基づいて、制御指令の信号を生成し、コモンレール制御部 32 が制御信号を受信し、エンジン 17 への燃料噴射量を調整する。すなわち、エンジン 17 は、コモンレール式による電子制御が可能なエンジンであり、燃料噴射量を適切にコントロール

することで狙いとする出力を出すことが可能であり、ある瞬間のエンジン回転数における出力可能なトルクを自由に設定することが可能である。

[0028] モード切替部 29 は、ハイブリッド油圧ショベル 1 の作業モードをパワーモード（P モード）またはエコノミーモード（E モード）に設定する部分であり、たとえば運転室 6 中に設けられる操作ボタンやスイッチ、またはタッチパネルで構成され、ハイブリッド油圧ショベル 1 のオペレータがそれらの操作ボタンなどを操作することで作業モードを切り替えることができる。パワーモードとは、大きな作業量を維持しながら燃費を抑えたエンジン制御およびポンプ制御を行う作業モードであり、エコノミーモードとは、さらに燃費を抑えつつ軽負荷作業で作業機 3 の動作速度を確保するようにエンジン制御およびポンプ制御を行う作業モードである。このモード切替部 29 による設定（作業モードの切り替え）がなされると、設定に応じた電気信号が、エンジンコントローラ 30、ポンプコントローラ 33、ハイブリッドコントローラ 23a に出力される。なお、パワーモードでは、エンジン 17 のエンジン出力（回転数および出力トルク）が比較的高い領域でエンジン 17 の出力トルクと油圧ポンプ 18 の吸収トルクとをマッチングさせる。また、エコノミーモードでは、パワーモードの場合と比較して低いエンジン出力でマッチングさせる。

[0029] ポンプコントローラ 33 は、エンジンコントローラ 30、モード切替部 29、レバー操作量検出部 27 から出力された信号を受信して、油圧ポンプ 18 の斜板角を傾倒制御して油圧ポンプ 18 から吐き出される作動油の吐出量を調整するための制御指令の信号を生成する。なお、ポンプコントローラ 33 には、油圧ポンプ 18 の斜板角を検出する斜板角センサ 18a からの信号が入力される。斜板角センサ 18a が斜板角を検出することで、油圧ポンプ 18 のポンプ容量を演算することができる。コントロールバルブ 20 内には、油圧ポンプ 18 のポンプ吐出圧力を検出するためのポンプ圧検出部 20a が設けられている。検出されたポンプ吐出圧力は、電気信号に変換されてポンプコントローラ 33 に入力される。なお、エンジンコントローラ 30 とポ

ンプコントローラ 33 とハイブリッドコントローラ 23a とは、相互に情報の授受が行われるように CAN (Controller Area Network) のような車内 LAN で接続されている。

[0030] [トルク制限の概要]

つぎに、旋回モータ 24 に対するトルク制限の概要について説明する。図 3 は、エンジンコントローラ 30 による旋回モータ 24 に対する本実施の形態 1 によるトルク制限の概要を示すものであり、旋回回転数に対する旋回トルクの制限特性を示すトルク線図である。図 3 において、力行（加速）時の旋回トルクは正で示し、回生（減速）時の旋回トルクは負で示している。モード切替部 29 によって P モードが設定されると、旋回モータ 24 が出力可能な最大のトルクを示すトルク制限曲線 LP でトルク制限される。一方、モード切替部 29 によって E モードが設定されると、この E モードに対して予め設定された旋回最大出力の出力制限を行うトルク制限曲線 LE で力行（加速）時のトルク制限を行う。すなわち、作業モードの設定がなされると、この作業モードに対する旋回最大出力に対応する等馬力曲線でトルク制限を行う。したがって、作業モードに対する旋回最大出力が小さくなるということは、旋回モータ 24 の等馬力曲線は、図 3 に示すように、全体的に左下に移行したトルク制限曲線となる。この結果、油圧駆動系に対応した加速性をもった旋回作業が可能となり、作業操作上の違和感がなくなる。

[0031] 一方、等馬力曲線に対応したトルク制限曲線（LP あるいは LE）でトルク制限を行うが、旋回モータ 24 の旋回回転数が低い領域 R1 では、最大トルク T_{Pmax} を出すようにすることで、旋回作業上、力不足感といった支障が生じることがない。なお、E モードが設定された場合、旋回回転数が高い領域では、出し得るトルクが小さくなるが、旋回回転数が高い領域ではトルクが低くても旋回回転数が高いため、旋回作業上の出力は十分に得ることができる。また、いずれの作業モードが設定されても、回生（減速）時は、図 3 に示すようにトルク制限曲線は、一つであり、トルク制限に差がないようにしている。この結果、旋回モータ 24 の停止性能を十分に発揮すること

ができる。

[0032] [トルク制限の詳細]

つぎに、図4を参照して、旋回モータ24に対する具体的なトルク制限制御について説明する。図4において、まず、エンジンコントローラ30には、操作レバー26による旋回レバーストローク（操作レバー26の操作量）と、回転センサ25によって検出される旋回モータ24の旋回モータ回転数と、モード切替部29によって設定された作業モードを示す電気信号とが、直接あるいはハイブリッドコントローラ23aを介して入力される。

[0033] 旋回レバーストロークは、旋回レバーストローク・旋回目標回転数変換テーブルTB1に入力される。旋回レバーストローク・旋回目標回転数変換テーブルTB1は、予め設定されている旋回レバーストロークと旋回目標回転数との関係をもとに、入力された旋回レバーストロークに対応する旋回目標回転数 S_m を演算器101に出力する。演算器101は、旋回目標回転数 S_m から回転センサ25により検出された現在の旋回モータ回転数 S_n を減算し、この減算した回転数偏差 ΔS をPID制御部102に入力する。PID制御部102は、この回転数偏差 ΔS よりトルク T_a を演算する。このトルク T_a は、演算器103によってゲイン K が乗算されて最小値選択部（MIN選択）106に出力される。ここで、ゲイン K は、正負判定部104によって旋回モータ回転数 S_n が正であれば1に設定され、負であれば-1に設定される。

[0034] 一方、モード切替部29により設定された作業モードを示す信号は、作業モード・旋回最大出力変換テーブルTB11に入力される。作業モード・旋回最大出力変換テーブルTB11は、各作業モードに対して予め設定されている旋回最大出力 P_{lim} をトルク制限値演算部105に出力する。トルク制限値演算部105は、入力される旋回最大出力 P_{lim} と旋回モータ回転数 S_n の絶対値をもとに、トルク制限値 T_{lim} を次式によって演算する。

$$T_{lim} = (P_{lim} \times 1000) / ((2\pi / 60) \times S_n)$$

この演算されたトルク制限値 T_{lim} は、最小値選択部106に入力される

。

[0035] 最小値選択部 106 は、演算器 103 から入力されるトルク（旋回目標トルク）とトルク制限値演算部 105 から入力されるトルク制限値 T_{lim} との小さい方を選択して最小値選択部（MIN 選択）107 に出力する。最小値選択部 107 は、最小値選択部 106 から入力されたトルクと、予め設定される固定値であるモータ力行時最大トルク T_{Pmax} との小さい方を最大値選択部（MAX 選択）108 に出力する。この最小値選択部 107 は、力行特に旋回回転数が低い領域 R1 の場合において、モータ力行時最大トルク T_{Pmax} よりも正の側に大きな値とならないトルクが出力されるように作用する。

[0036] 最大値選択部 108 は、最小値選択部 107 から入力されるトルクと、予め設定される固定値であるモータ回生時最大トルク T_{Mmax} （負の値）との大きい方を選択し出力する。この最大値選択部 108 は、モータ回生時最大トルク T_{Mmax} が負の値であるため、力行時には最小値選択部 107 から入力されるトルクが最大値として選択されるが、回生時には、演算器 103 により負の値のトルクが出力されるため、最大値選択部 108 において、モータ回生時最大トルク T_{Mmax} との比較により、モータ回生時最大トルク T_{Mmax} よりも負の側に小さな値とならないトルクが出力されることになる。つまり、旋回レバーストロークに応じて、モータ回生時最大トルク T_{Mmax} （旋回トルクの下限）の制限範囲で旋回モータトルク指令 T_c が出力される。また、作業モードがいずれの設定であっても、回生時にはトルク制限値演算部 105 で求められたトルク制限値 T_{lim} は正の値で、一方、演算器 103 に正負判定部 104 からゲイン K が -1 として与えられて PID 制御部 102 から出力されるトルク T_a が負の値とされることから、結果として最小値選択部 106 では、その負の値のトルク T_a が選択される。したがって、回生（減速）時には、作業モードにかかわらず旋回モータ指令値 T_c が求められて出力されることとなる。そして、この最大値選択部 108 から出力されたトルクに対して演算器 109 が、旋回モータ回転数 S_n の正

負に応じた値であるゲイン K を乗算し、この乗算した値であるトルク T_c を旋回モータトルク指令としてハイブリッドコントローラ23aに出力する。これにより、図3に示したトルク線図のようなトルク制限を行うことができる。

[0037] なお、エンジンコントローラ30に替えて上述した旋回モータトルク指令を求める処理をハイブリッドコントローラ23aが行うようにしてもよいし、エンジンコントローラ30とハイブリッドコントローラ23aとを一体としたコントローラが上述した旋回モータトルク指令を求める処理を行うようにしてもよい。

[0038] (実施の形態2)

上述した実施の形態1では、作業モードによって旋回最大出力 P_{lim} を求め、この旋回最大出力 P_{lim} を用いてトルク制限値 T_{lim} を演算するようにしていたが、この実施の形態2では、作業モードに替えて、スロットルダイヤル（燃料調整ダイヤル28）の設定値によって旋回最大出力 P_{lim} を求め、この旋回最大出力 P_{lim} を用いてトルク制限値 T_{lim} を演算するようにしている。ハイブリッド油圧ショベル1では、スロットルダイヤルによってもエンジン出力制御を行い、稼動状態を設定することができるからである。

[0039] 図5は、この実施の形態2によるトルク制限制御フローを示している。このトルク制限制御フローでは、図4の作業モードに応じた信号に替えてスロットルダイヤル（燃料調整ダイヤル28）の設定値に応じた信号を利用し、作業モード・旋回最大出力変換テーブルTB11に替えて、スロットルダイヤル・旋回最大出力変換テーブルTB12を用いている。その他の構成は、図5と同じである。

[0040] (実施の形態3)

図6は、この発明の実施の形態3によるトルク制限制御フローを示している。この実施の形態3では、実施の形態1と実施の形態2とを組み合わせたトルク制限制御を行うようにしている。すなわち、作業モードに応じた信号

とスロットルダイヤル（燃料調整ダイヤル 28）の設定値に応じた信号とを入力される信号とし、それぞれの信号は、作業モード・旋回最大出力変換テーブル T B 1 1、スロットルダイヤル・旋回最大出力変換テーブル T B 1 2 に入力され、それぞれ旋回最大出力 P_{lima} 、 P_{limb} を変換出力する。そして、最小値選択部（MIN 選択）201 は、これらのうちの最小値である旋回最大出力 P_{lim} をトルク制限値演算部 105 に入力する。その他の構成は、図 4、5 と同じである。

[0041] （実施の形態 4）

この実施の形態 4 では、実施の形態 1 の作業モードに応じた信号に替えて作業パターンに応じた信号を入力するようにしている。この作業パターンに応じた信号は、作業パターンの判定処理を行うことによって判定された、複数の作業パターンのうちの 1 つの作業パターンが作業パターンを示す信号として入力される。そして、この作業パターンを示す信号が入力されると、作業パターン・旋回最大出力変換テーブルによって、作業パターン毎に予め設定された旋回最大出力 P_{lim} に変換して出力する。

[0042] この作業パターンの判定処理は、たとえば、作業機レバー 26 のうち、アーム 12 を動かすためのアームレバーが掘削方向に操作されており、油圧ポンプ 18 のポンプ吐出圧力も、ある設定値よりも高い場合、重掘削作業の作業パターンと判定し、たとえば旋回レバー 26 が操作されるとともに作業機レバー 26 のうちブーム 11 を動かすためのブームレバーがブーム 11 を上げる方向あるいは下げる方向に操作されている場合、ホイスト旋回作業の作業パターンと判定する。このように、作業パターンの判定処理とは、特定の入力値によってそのときにオペレータが実施しようとしている作業を推定することである。なお、ホイスト旋回作業とは、バケット 13 で掘削した土砂をブーム 11 を上げながら上部旋回体 5 を旋回させ、所望の旋回停止の位置でバケット 13 の土砂を排土するような作業である。

[0043] このような作業パターンの判定処理を取り入れた制御を行うと、一層きめの細かいトルク制限制御を行うことができる。

[0044] (実施の形態5)

この実施の形態5では、作動油温度を入力とし、作動油温度・旋回最大出力変換テーブルによって各テーブルから出力された旋回最大出力 P_{lim} の値を、作動油温度に応じて補正変換するようにしてもよい。外気温度が低い環境やハイブリッド油圧ショベル1の始動時などでは、作動油温度が低く、作動油の粘性が上がる。作動油の粘性の上昇は、作業機の動作速度の低下を招くが、旋回モータ24は電気駆動のため作動油の温度に関係なく動作するため、旋回モータ24による上部旋回体5の動作に作動油の温度を考慮しなければオペレータは違和感を感じる。したがって、この実施の形態5のように旋回最大出力 P_{lim} の値を、作動油温度に応じて補正変換すれば、作業機3の動作速度に調和した旋回動作を行うことができる。なお、ハイブリッド油圧ショベルではない通常の油圧ショベルでは、油圧モータで旋回するため、旋回最大出力は、作動油温度の低下に伴って減少する。したがって、本実施の形態のような作動油温度の情報を取り入れた制御を行うと、オペレータは違和感を感じない。なお、ハイブリッド油圧ショベル1は、油圧ポンプ18の作動油温度を検出するセンサを有し、エンジンコントローラ30、ポンプコントローラ33あるいはハイブリッドコントローラ23aは、作動油温度をモニタする。

[0045] このような油圧駆動系の運転状態を考慮してトルク制限制御を行うことによって、一層、旋回モータ24による電気駆動系の作業と油圧駆動系の作業との出力バランス、トルクバランスがとれ、作業操作上の違和感を低減することができる。

符号の説明

- [0046]
- 1 ハイブリッド油圧ショベル
 - 2 車両本体
 - 3 作業機
 - 4 下部走行体
 - 5 上部旋回体

- 1 1 ブーム
- 1 2 アーム
- 1 3 バケット
- 1 4 ブームシリンダ
- 1 5 アームシリンダ
- 1 6 バケットシリンダ
- 1 7 エンジン
- 1 8 油圧ポンプ
- 1 8 a 斜板角センサ
- 1 9 発電機
- 2 0 コントロールバルブ
- 2 0 a ポンプ圧検出部
- 2 1 走行モータ
- 2 2 キャパシタ
- 2 3 インバータ
- 2 3 a ハイブリッドコントローラ
- 2 4 旋回モータ
- 2 5 回転センサ
- 2 6 操作レバー
- 2 7 レバー操作量検出部
- 2 8 燃料調整ダイヤル
- 2 9 モード切替部
- 3 0 エンジンコントローラ
- 3 2 コモンレール制御部
- 3 3 ポンプコントローラ
- 1 0 5 トルク制限値演算部

請求の範囲

- [請求項1] 稼働状態を設定する稼働状態設定手段と、
設定される前記稼働状態によって予め設定される電動モータの最大出力を取得する最大出力取得手段と、
電動モータの回転速度を検出する回転速度検出手段と、
前記回転速度と前記最大出力とをもとにトルク制限値を演算するトルク制限値演算手段と、
前記電動モータの加速時に、前記トルク制限値によって前記電動モータのトルクを制限するトルク制限手段と、
を備えたことを特徴とする電動モータの制御装置。
- [請求項2] 前記トルク制限手段は、前記電動モータの減速時に、設定される前記稼働状態にかかわらず、減速のためのトルク制限値で前記電動モータのトルクを制限することを特徴とする請求項1に記載の電動モータの制御装置。
- [請求項3] 前記トルク制限手段は、所定回転速度以下では、設定される前記稼働状態にかかわらず、最大トルクを出力可能にすることを特徴とする請求項1または2に記載の電動モータの制御装置。
- [請求項4] 前記稼働状態設定手段は、作業モード選択部および／またはスロットルダイヤルであることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の電動モータの制御装置。
- [請求項5] 稼働状態を設定する稼働状態設定ステップと、
設定される前記稼働状態によって予め設定される電動モータの最大出力を取得する最大出力取得ステップと、
電動モータの回転速度を検出する回転速度検出ステップと、
前記回転速度と前記最大出力とをもとにトルク制限値を演算するトルク制限値演算ステップと、
前記電動モータの加速時に、前記トルク制限値によって前記電動モータのトルクを制限するトルク制限ステップと、

を含むことを特徴とする電動モータの制御方法。

[請求項6] 前記トルク制限ステップは、前記電動モータの減速時に、設定される前記稼働状態にかかわらず、減速のためのトルク制限値で前記電動モータのトルクを制限することを特徴とする請求項5に記載の電動モータの制御方法。

[請求項7] 前記トルク制限ステップは、所定回転速度以下では、設定される前記稼働状態にかかわらず、最大トルクを出力可能にすることを特徴とする請求項5または6に記載の電動モータの制御方法。

[請求項8] 前記稼働状態設定ステップは、作業モード選択設定および／またはスロットルダイヤル値の設定であることを特徴とする請求項5～7のいずれか一つに記載の電動モータの制御方法。

補正された請求の範囲
[2012年9月14日(14.09.2012) 国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 稼働状態を設定する稼働状態設定手段と、
設定される前記稼働状態によって予め設定される電動モータの最大出力を取得する最大出力取得手段と、
電動モータの回転速度を検出する回転速度検出手段と、
前記回転速度と前記最大出力とをもとにトルク制限値を演算するトルク制限値演算手段と、
前記電動モータの加速時に、前記トルク制限値によって前記電動モータのトルクを制限するトルク制限手段と、
を備え、
前記トルク制限手段は、前記電動モータの減速時に、設定される前記稼働状態にかかわらず、減速のためのトルク制限値で前記電動モータのトルクを制限することを特徴とする電動モータの制御装置。

[請求項 2] (削除)

[請求項 3] 前記トルク制限手段は、所定回転速度以下では、設定される前記稼働状態にかかわらず、最大トルクを出力可能にすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電動モータの制御装置。

[請求項 4] 前記稼働状態設定手段は、作業モード選択部および／またはスロットルダイヤルであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一つに記載の電動モータの制御装置。

[請求項 5] (補正後) 稼働状態を設定する稼働状態設定ステップと、
設定される前記稼働状態によって予め設定される電動モータの最大出力を取得する最大出力取得ステップと、

電動モータの回転速度を検出する回転速度検出ステップと、
前記回転速度と前記最大出力とをもとにトルク制限値を演算するトルク制限値演算ステップと、

前記電動モータの加速時に、前記トルク制限値によって前記電動モータのトルクを制限するトルク制限ステップと、

を含み、

前記トルク制限ステップは、前記電動モータの減速時に、設定される前記稼動状態にかかわらず、減速のためのトルク制限値で前記電動モータのトルクを制限することを特徴とする電動モータの制御方法。

[請求項6] (削除)

[請求項7] 前記トルク制限ステップは、所定回転速度以下では、設定される前記稼動状態にかかわらず、最大トルクを出力可能にすることを特徴とする請求項5または6に記載の電動モータの制御方法。

[請求項8] 前記稼働状態設定ステップは、作業モード選択設定および／またはスロットルダイヤル値の設定であることを特徴とする請求項5～7のいずれか一つに記載の電動モータの制御方法。

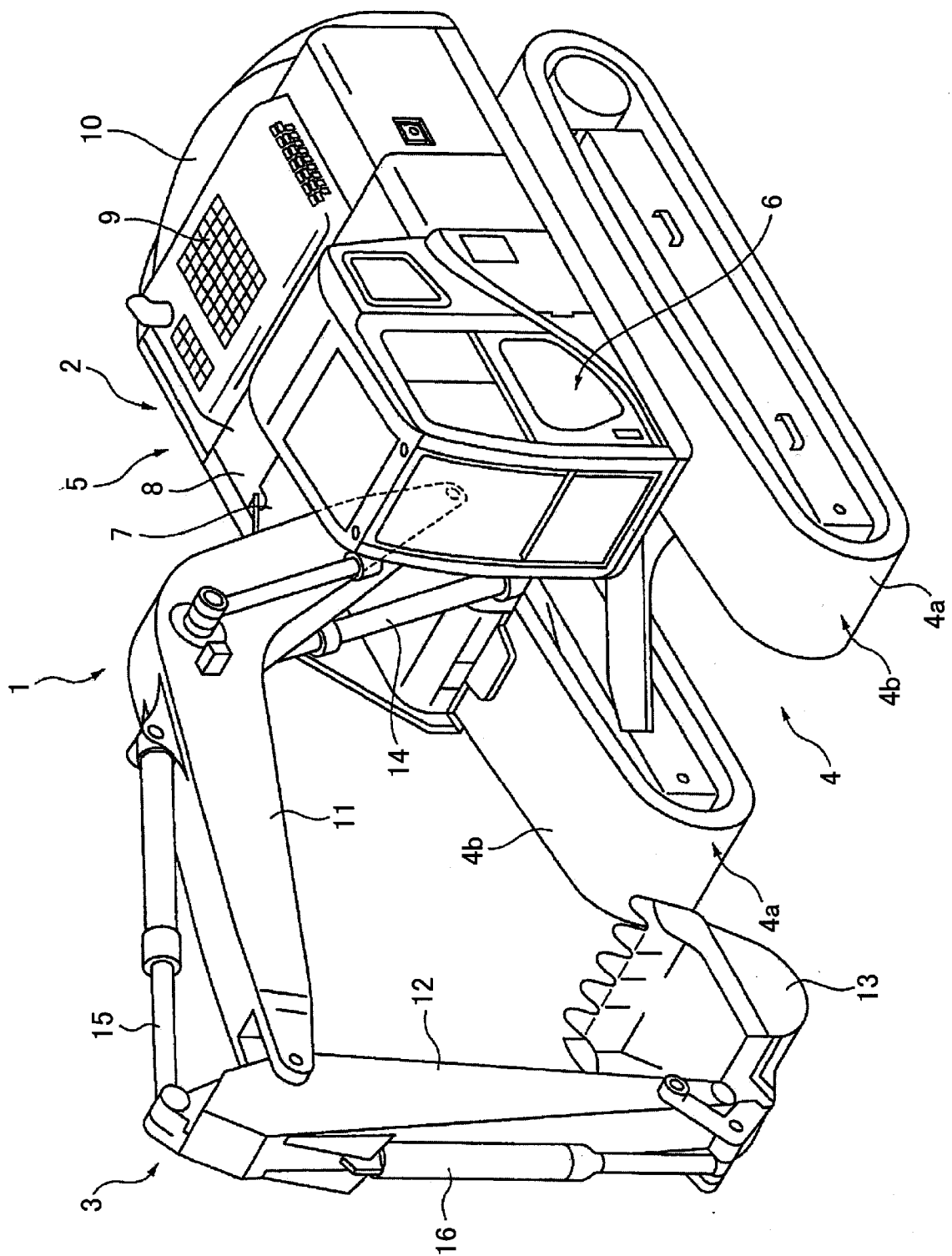
条約第19条(1)に基づく説明書

請求項1, 5は、それぞれ請求項2, 6を独立請求項にしたものである。なお、請求項3, 4, 7, 8は補正していない。

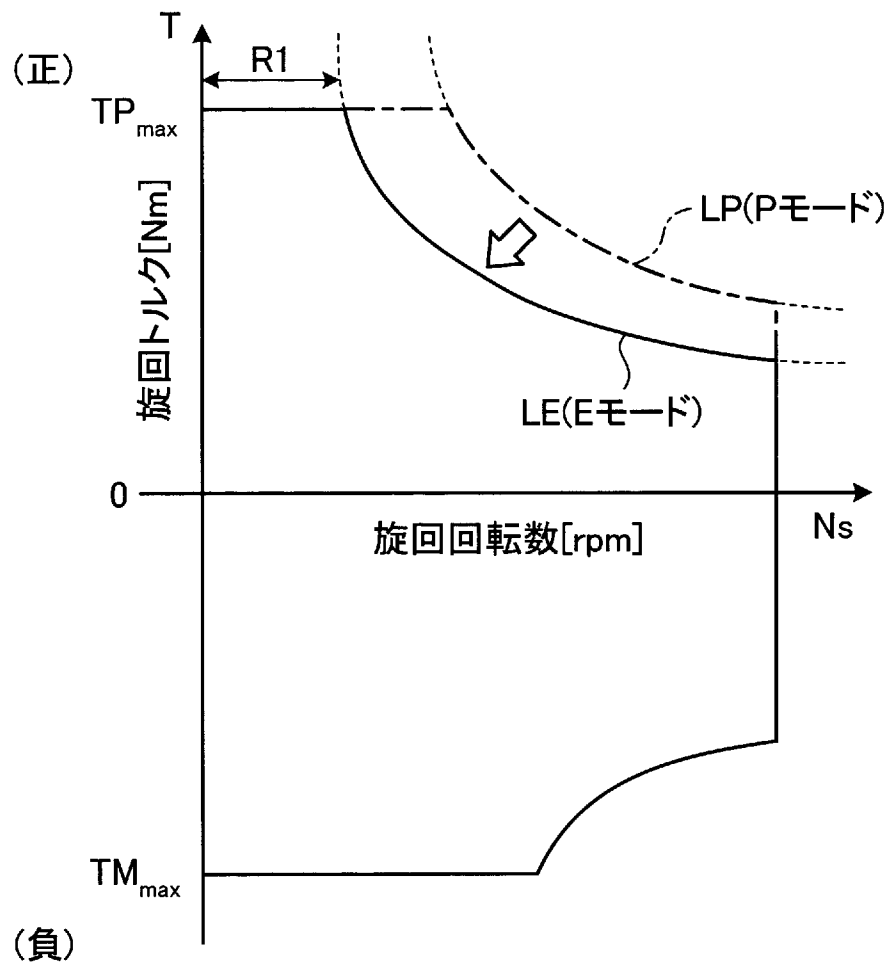
文献1～3のいずれにも、電動モータの減速時に、設定される稼動状態にかかわらず、減速のためのトルク制限値で電動モータのトルクを制限する構成は記載されていない。

本発明は、段落0031に記載されるように、いずれの稼動状態（作業モード）が設定されても、減速時は、図3に示すように一つのトルク制限曲線を用いてトルク制限に差がないようにしている。この結果、電動モータの停止性能を十分に発揮することができるという効果を得たものである。

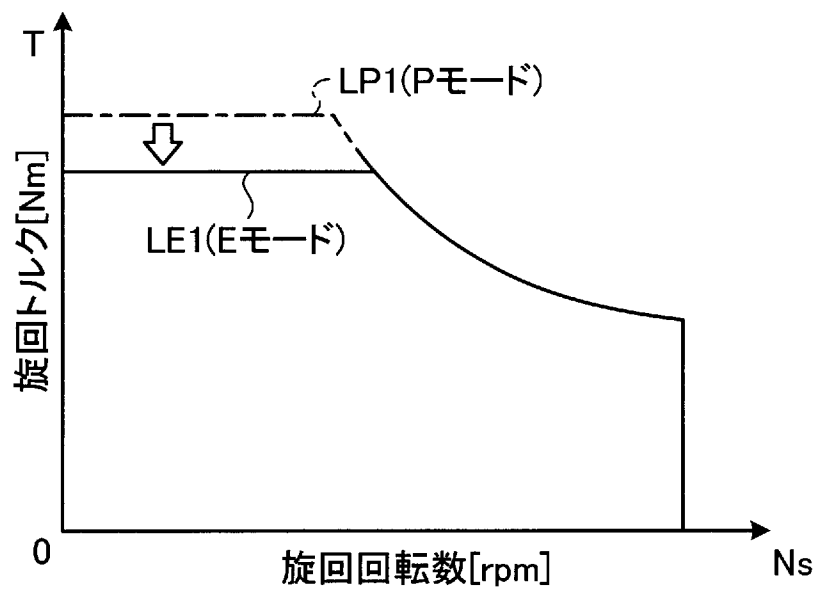
[図1]



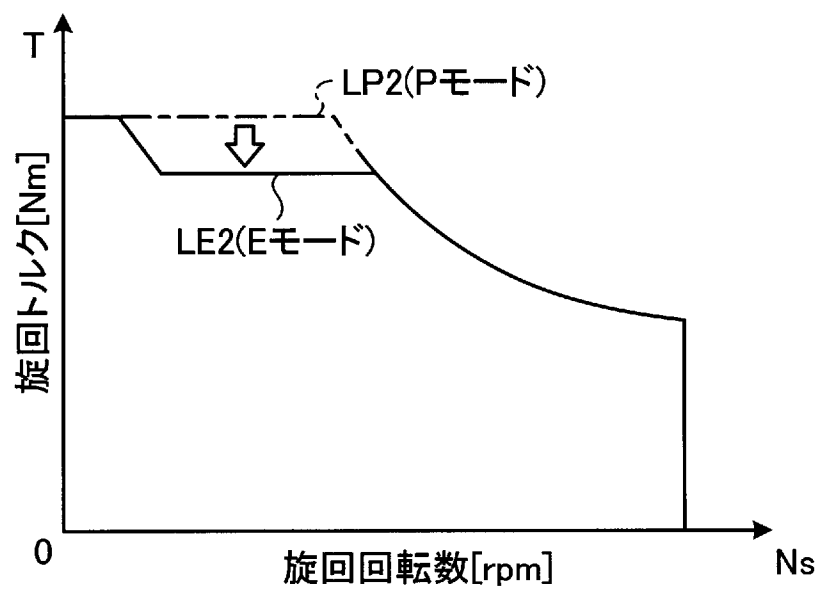
[図3]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060260

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P29/00 (2006.01) i, E02F9/20 (2006.01) n

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)

H02P29/00, E02F9/20

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-106511 A (Kobelco Construction Machinery Co., Ltd.), 13 May 2010 (13.05.2010), paragraphs [0023] to [0049]; fig. 10 to 12 (Family: none)	1, 5 2-4, 6-8
Y	JP 2008-115640 A (Shin Caterpillar Mitsubishi Ltd.), 22 May 2008 (22.05.2008), paragraphs [0034] to [0035]; fig. 3 to 7 (Family: none)	2-4, 6-8
Y	JP 2001-11897 A (Kobe Steel, Ltd., Kobelco Construction Machinery Co., Ltd.), 16 January 2001 (16.01.2001), paragraph [0026]; fig. 5 (Family: none)	3-4, 7-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

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

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060260

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-88659 A (Kobelco Construction Machinery Co., Ltd.), 17 April 2008 (17.04.2008), paragraphs [0020] to [0050]; fig. 1 to 6 & US 2008/0082240 A1 & EP 1905902 A2 & CN 101153496 A	1-8
A	JP 2009-127295 A (Sumitomo Construction Machinery Manufacturing Co., Ltd.), 11 June 2009 (11.06.2009), paragraphs [0066] to [0095]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-8
A	JP 2003-155760 A (Kobelco Construction Machinery Co., Ltd.), 30 May 2003 (30.05.2003), paragraphs [0020] to [0040]; fig. 1 to 6 & US 2005/0001567 A1 & EP 1455439 A1 & WO 2003/044940 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02P29/00(2006.01)i, E02F9/20(2006.01)n

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. H02P29/00, E02F9/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
X Y	JP 2010-106511 A (コベルコ建機株式会社) 2010.05.13, 【0023】 - 【0049】, 図 10-12 (ファミリーなし)	1, 5 2-4, 6-8
Y	JP 2008-115640 A (新キャタピラー三菱株式会社) 2008.05.22, 【0034】 - 【0035】, 図 3-7 (ファミリーなし)	2-4, 6-8
Y	JP 2001-11897 A (株式会社神戸製鋼所, コベルコ建機株式会社) 2001.01.16, 【0026】, 図 5 (ファミリーなし)	3-4, 7-8

☒ 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

03.07.2012

国際調査報告の発送日

17.07.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

櫻田 正紀

3 V

2917

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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 2008-88659 A (コベルコ建機株式会社) 2008. 04. 17, 【0020】－【0050】，図 1-6 & US 2008/0082240 A1 & EP 1905902 A2 & CN 101153496 A	1-8
A	JP 2009-127295 A (住友建機製造株式会社) 2009. 06. 11, 【0066】－【0095】，図 3-4 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2003-155760 A (コベルコ建機株式会社) 2003. 05. 30, 【0020】－【0040】，図 1-6 & US 2005/0001567 A1 & EP 1455439 A1 & WO 2003/044940 A1	1-8