

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6614092号
(P6614092)

(45) 発行日 令和1年12月4日(2019.12.4)

(24) 登録日 令和1年11月15日(2019.11.15)

(51) Int.Cl.

F 1

B60L 9/18	(2006.01)	B60L	9/18	Z H V J
B60L 3/00	(2019.01)	B60L	3/00	J
B60L 15/20	(2006.01)	B60L	15/20	J
H02P 29/02	(2016.01)	H02P	29/02	
B60W 10/08	(2006.01)	B60W	10/08	900

請求項の数 9 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2016-200687 (P2016-200687)

(22) 出願日

平成28年10月12日(2016.10.12)

(65) 公開番号

特開2018-64343 (P2018-64343A)

(43) 公開日

平成30年4月19日(2018.4.19)

審査請求日

平成30年12月11日(2018.12.11)

(73) 特許権者 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(74) 代理人 100093779

弁理士 服部 雅紀

(72) 発明者 西山 征輝

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 山下 広文

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

審査官 大内 俊彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】車両制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両(90)がロック状態か否かを判定するロック判定部(54)と、
前記車両の駆動源である主機モータ(3)の回転数の制御に係る回転数指令値を演算する回転数指令演算部(571)を有するモータ駆動制御部(56)と、
を備え、

前記モータ駆動制御部は、前記車両がロック状態である場合、周期的に変更される前記回転数指令値を用いた制御である回転数制御により、前記主機モータの駆動を制御し、
前記回転数指令演算部は、前記回転数指令値として、第1指令値と第2指令値とを交互に切り替える車両制御装置。

10

【請求項2】

前記主機モータを正転方向に回転させる前記回転数指令値を正、逆転方向に回転させる前記回転数指令値を負とすると、

前記回転数指令演算部は、

前記車両が登り勾配にてロック状態となる登坂ロック状態のとき、前記第1指令値を正の値、前記第2指令値を0または前記第1指令値とは異なる正の値とし、

前記車両が登り勾配以外にてロック状態となる非登坂ロック状態のとき、前記第1指令値を正の値、前記第2指令値を負の値とする請求項1に記載の車両制御装置。

【請求項3】

前記主機モータと駆動輪(95)との間には、ギアバックラッシュが存在しており、

20

前記回転数指令演算部は、前記非登坂ロック状態のとき、前記主機モータの駆動範囲が前記ギアバックラッシュの範囲内となるように前記第1指令値および前記第2指令値を決定する請求項₂に記載の車両制御装置。

【請求項4】

前記回転数指令演算部は、前記第1指令値と前記第2指令値を切り替える切替周期の1周期にて、前記主機モータが電気角120°以上回転するように、前記第1指令値および前記第2指令値を決定する請求項₁～₃のいずれか一項に記載の車両制御装置。

【請求項5】

前記ロック判定部は、前記主機モータの回転数がロック判定閾値より小さく、かつ、前記主機モータのトルクがトルク判定閾値より大きい状態が所定の継続判定時間に亘って継続した場合、前記車両がロック状態であると判定する請求項1～₄のいずれか一項に記載の車両制御装置。
10

【請求項6】

前記モータ駆動制御部は、前記車両がロック状態であって、かつ、前記主機モータに供給される電力を変換するインバータ(20)を冷却する冷却水の温度が回転数制御閾値より高い場合、前記回転数制御を行う請求項1～₅のいずれか一項に記載の車両制御装置。

【請求項7】

前記車両がロック状態の場合、前記主機モータに供給される電力を変換するインバータ(20)を冷却する冷却水の温度に基づき、前記主機モータから出力されるトルクを制限するトルク制限部(55)を備える請求項1～₆のいずれか一項に記載の車両制御装置。
20

【請求項8】

前記主機モータと駆動軸(91)との間に設けられるクラッチ(81)を制御するクラッチ制御部(51)を備え、

前記クラッチ制御部は、前記回転数制御を行うとき、前記クラッチの係合状態を、完全係合状態と完全離間状態との間の半クラッチ状態に制御する請求項1～₇のいずれか一項に記載の車両制御装置。

【請求項9】

前記車両がロック状態であって、前記車両の移動量がすり下がり判定閾値より大きいと判定された場合、ブレーキ(97)を制御して前記車両を停止させるブレーキ制御部(59)を備える請求項1～₈のいずれか一項に記載の車両制御装置。
30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両の駆動源として電動機を用いる車両駆動システムが知られている。例えば特許文献1では、電動機のロック時に、インバータに対して周期的にトルク指令値を出力することによって電動機を制御している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-239276号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1のように、トルク指令値に基づいて電動機を制御する場合、回転数は成り行きとなる。そのため、ロックされた状態から脱する際に、車両の飛び出しや、すり下がりが生じる虞がある。

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、ロック状態から脱し
40

10

20

30

40

50

たときの車両の飛び出しやすり下がりを防止可能な回転電機制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の車両制御装置は、ロック判定部(54)と、モータ駆動制御部(56)と、を備える。

ロック判定部は、車両(90)がロック状態か否かを判断する。

モータ駆動制御部は、車両の駆動源である主機モータ(3)の回転数に係る回転数指令値を演算する回転数指令演算部(571)を有する。

モータ駆動制御部は、車両がロック状態である場合、周期的に変更される回転数指令値を用いた制御である回転数制御により、主機モータの駆動を制御する。
10

回転数指令演算部は、回転数指令値として、第1指令値と第2指令値とを交互に切り替える。

【0006】

車両がロック状態のとき、主機モータの回転数を周期的に変更することで、特定の相に電流が集中するのを防ぐことができ、発熱の偏りを低減することができる。また、車両ロック時に主機モータの回転数を制御しておくことで、ロック状態から脱したときの車両の飛び出しやすり下がりを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の一実施形態による車両の構成を示す模式図である。

20

【図2】本発明の一実施形態による制御装置を説明する説明図である。

【図3】本発明の一実施形態によるMG制御部を説明するブロック図である。

【図4】本発明の一実施形態によるトルク制限値を説明する説明図である。

【図5】本発明の一実施形態によるモータ制御処理を説明するフローチャートである。

【図6】本発明の一実施形態による相電流を説明する説明図である。

【図7】本発明の一実施形態において、車両が非登坂ロック状態であるときの(a)回転数指令値、(b)MG回転数を説明するタイムチャートである。

【図8】本発明の一実施形態によるモータ制御処理を説明するタイムチャートである。

【図9】本発明の一実施形態において、車両が登坂ロック状態であるときの(a)回転数指令値、(b)MG回転数を説明するタイムチャートである。
30

【図10】参考例によるモータ制御処理を説明するタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明による車両制御装置を図面に基づいて説明する。

(一実施形態)

本発明の一実施形態を図1～図9に示す。

図1および図2に示すように、車両制御装置としての制御装置50は、車両90に適用される。本実施形態の車両90は、主機モータ3の駆動力にて走行するEV車両である。本実施形態の主機モータ3は、永久磁石式同期型の3相交流の回転電機であって、電動機としての機能と発電機としての機能を併せ持つ、いわゆる「モータジェネレータ」である。以下適宜、主機モータ3を「MG」とし、主機モータ3が電動機として機能する場合を中心に説明する。また、主機モータ3の各相に通電される電流を相電流Iu、Iv、Iwとする。
40

主機モータ3には、回転角を検出する回転角センサ4が設けられる。

【0009】

主機モータ3の駆動力は、クラッチ81および変速機82を介して駆動軸91に伝達される。駆動軸91に伝達された駆動力は、ギア92および車軸93を介して駆動輪95を回転させる。主機モータ3の回転方向は、車両90を前進させる方向を正転方向、後進させる方向を逆転方向とする。
50

クラッチ 8 1 は、主機モータ 3 と変速機 8 2との間に設けられ、主機モータ 3 と変速機 8 2とを断続可能に構成される。

変速機 8 2 は、無段階に変速可能な無段変速機（C V T）である。

【0010】

駆動輪 9 5 には、ブレーキ 9 7 が設けられる。ブレーキ 9 7 は、例えばディスクブレーキ等の摩擦式の制動装置である。本実施形態では、主機モータ 3 の回生ブレーキ、および、ブレーキ 9 7 の摩擦力により、車両 9 0 を制動させる。駆動輪 9 5 以外の図示しない車輪がある場合、ブレーキ 9 7 は、当該車輪にも設けられる。

【0011】

主機バッテリ 1 0 は、例えばニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池であり、充放電可能に構成される。主機バッテリ 1 0 は、S O C (State of charge) が所定の範囲となるように充放電される。なお、主機バッテリ 1 0 は、電気二重層キャパシタ等で構成してもよい。

【0012】

図 2 に示すように、リレー部 1 5 は、主機バッテリ 1 0 とインバータ 2 0 との間に設けられる。リレー部 1 5 は、高電位側配線 1 1 に設けられる高電位側リレー 1 6、および、低電位側配線 1 2 に設けられる低電位側リレー 1 7 を含む。高電位側リレー 1 6 および低電位側リレー 1 7 は、機械式リレーであってもよいし、半導体リレーであってもよい。

リレー部 1 5 は、主機バッテリ 1 0 と主機モータ 3 との導通または遮断を切り替える。リレー部 1 5 をオンすることで、主機バッテリ 1 0 と主機モータ 3 とが導通し、オフすることで、主機バッテリ 1 0 と主機モータ 3 を遮断する。

【0013】

インバータ 2 0 は、ドライブ回路 2 1 、コンデンサ 2 5 、および、M G 制御ユニット 5 2 を有する。図中、「制御ユニット」を「E C U」と記載する。

ドライブ回路 2 1 は、6 つのスイッチング素子 2 1 1 ~ 2 1 6 を有する 3 相インバータを含む。スイッチング素子 2 1 1 ~ 2 1 6 は、いずれも I G B T であり、両面放熱可能に設けられる。ドライブ回路 2 1 は、冷却水が循環する図示しないインバータ冷却器により冷却される。

【0014】

高電位側に接続されるスイッチング素子 2 1 1 ~ 2 1 3 は、コレクタが高電位側配線 1 1 に接続され、エミッタがそれぞれ対になる低電位側のスイッチング素子 2 1 4 ~ 2 1 6 のコレクタに接続される。低電位側に接続されるスイッチング素子 2 1 4 ~ 2 1 6 のエミッタは、低電位側配線 1 2 に接続される。対になる高電位側のスイッチング素子 2 1 1 ~ 2 1 3 と低電位側のスイッチング素子 2 1 4 ~ 2 1 6 との接続点は、それぞれ、主機モータ 3 の各相巻線の一端に接続される。

【0015】

対になる高電位側のスイッチング素子 2 1 1 ~ 2 1 3 と低電位側のスイッチング素子 2 1 4 ~ 2 1 6 とは、M G 制御ユニット 5 2 からの駆動信号に基づき、交互に、かつ、相補的にオンオフ作動される。インバータ 2 0 は、スイッチング素子 2 1 1 ~ 2 1 6 のオンオフ作動を制御することで、直流電力を 3 相交流電力に変換し、主機モータ 3 に出力する。

ドライブ回路 2 1 とリレー部 1 5 との間には、図示しない昇圧コンバータが設けられ、ドライブ回路 2 1 には、昇圧コンバータにより昇圧された電圧が印加される。

コンデンサ 2 5 は、ドライブ回路 2 1 に並列に接続される。

【0016】

制御装置 5 0 は、車両制御ユニット 5 1 、M G 制御ユニット 5 2 、および、ブレーキ制御ユニット 5 9 等を有する。図中、車両制御ユニット 5 1 、M G 制御ユニット 5 2 、および、ブレーキ制御ユニット 5 9 は、いずれもマイコン等を主体として構成される。車両制御ユニット 5 1 、M G 制御ユニット 5 2 、および、ブレーキ制御ユニット 5 9 における各処理は、R O M 等の実体的なメモリ装置に予め記憶されたプログラムをC P U で実行することによるソフトウェア処理であってもよいし、専用の電子回路によるハードウェア処理

10

20

30

40

50

であってもよい。

車両制御ユニット51、MG制御ユニット52、および、ブレーキ制御ユニット59は、CAN(Controller Area Network)等の車両通信網60を介して接続されており、情報を授受可能である。

【0017】

車両制御ユニット51は、図示しないアクセルセンサ、シフトスイッチ、ブレーキスイッチ、車速センサ等からの信号を取得し、取得されたこれらの信号に基づき、車両90全体の制御を司る。車両制御ユニット51は、アクセル開度および車速等に基づいて主機モータ3の駆動に係るトルク指令値 $t_{r q}^*$ を演算する。トルク指令値 $t_{r q}^*$ は、MG制御ユニット52に出力される。

10

【0018】

車両制御ユニット51は、クラッチ81の係合状態を制御する。以下、クラッチ81が完全係合している状態と、完全離間している状態との間の中間的な状態を「半クラッチ状態」とする。本実施形態では、車両制御ユニット51がクラッチ81を制御しており、「クラッチ制御部」に対応する。

ブレーキ制御ユニット59は、ブレーキ97を制御する。本実施形態では、ブレーキ制御ユニット59が「ブレーキ制御部」に対応する。

【0019】

MG制御ユニット52は、トルク指令値 $t_{r q}^*$ および回転角センサ4の検出値等に基づいてスイッチング素子211～216のオンオフ作動を制御することで、主機モータ3の駆動を制御する。本実施形態では、電流フィードバック制御により主機モータ3の駆動を制御する。電流フィードバック制御に替えて、トルクフィードバック制御等であってもよい。

20

【0020】

図3に示すように、MG制御ユニット52は、回転数演算部53、ロック判定部54、トルク制限部55、および、モータ駆動制御部としての駆動制御部56等を有する。

回転数演算部53は、回転角センサ4の検出値に基づき、主機モータ3の回転数であるMG回転数を演算する。

【0021】

ロック判定部54は、車両90がロック状態か否かを判断する。車両90のロック状態とは、アクセルペダルが踏み込まれているにも関わらず、障害物等により車両90が停止している状態や、車両90が登り勾配であって、ブレーキ97を用いずに車両90の停止を維持するような状態である。「登り勾配」とは、車両前方が後方と比較して鉛直方向上側であって、車両90が所定の傾斜角度以上で傾斜している状態を意味する。

30

【0022】

ロック判定部54は、MG回転数 ω がロック判定閾値 t_h 未満、かつ、MGトルク $t_{r q}$ がトルク判定閾値 $t_{r q_t h}$ より大きい状態が所定の継続判定時間 $X t_h$ に亘って継続した場合、車両90がロック状態であると判断する。ロック判定閾値 t_h 、トルク判定閾値 $t_{r q_t h}$ および継続判定時間 $X t_h$ は、任意に設定可能であり、例えば、ロック判定閾値 t_h は50[rpm]、トルク判定閾値 $t_{r q_t h}$ は50[Nm]、継続判定時間 $X t_h$ は3[s]とする。

40

【0023】

トルク制限部55は、トルク指令値 $t_{r q}^*$ をトルク制限値 $t_{r q_l i m}$ に応じて制限する。

トルク制限部55は、トルク指令値 $t_{r q}^*$ がトルク制限値 $t_{r q_l i m}$ 以下の場合、トルク指令値 $t_{r q}^*$ をそのまま制限後トルク指令値 $t_{r q_a}^*$ とする。トルク制限部55は、トルク指令値 $t_{r q}^*$ がトルク制限値 $t_{r q_l i m}$ より大きい場合、トルク制限値 $t_{r q_l i m}$ を制限後トルク指令値 $t_{r q_a}^*$ とする。

【0024】

トルク制限部55は、車両90がロック状態のとき、ドライブ回路21を冷却する冷却

50

水の温度である冷却水温 W_t に基づき、トルク指令値 $t_{r q}^*$ を制限する。

図4に示すように、冷却水温 W_t が第1閾値 $W_t 1$ 以下の場合、トルク制限値 $t_{r q _l i m}$ をロック時最大制限値 $t_{r q _m a x}$ とする。冷却水温 W_t が第1閾値 $W_t 1$ より高く、第2閾値 $W_t 2$ 以下の場合、冷却水温 W_t が高くなるほどトルク制限値 $t_{r q _l i m}$ が小さくなるようにする。図4では、トルク制限値 $t_{r q _l i m}$ が線形的に小さくなるように記載しているが、トルク制限値 $t_{r q _l i m}$ が非線形的に小さくなるようにしてもよい。冷却水温 W_t が第2閾値 $W_t 2$ より高い場合、トルク制限値 $t_{r q _l i m}$ を最小制限値 $t_{r q _m i n}$ とする。最小制限値 $t_{r q _m i n}$ は、退避走行可能な程度に設定される。

【0025】

本実施形態では、主機モータ3がロック状態となった場合、MGトルク $t_{r q}$ が最小制限値 $t_{r q _m i n}$ となるように一律に制限を行うのではなく、冷却水温 W_t が低く、冷却性能に余裕がある場合は、冷却水温 W_t が高い場合と比較してトルク制限を緩めている、と捉えることもできる。

【0026】

図4では、ロック判定時における冷却水温 W_t に基づくトルク制限を説明したが、ロック判定時以外においても、スイッチング素子211～216の温度である素子温度に基づくトルク制限は、別途に行われる。また、素子温度が過熱保護温度を超えると、トルク制限値 $t_{r q _l i m}$ を減少させるとともに、過熱異常判定値 $T_{m p H}$ を超えると、部品保護のためトルク制限値 $t_{r q _l i m}$ を0とし、主機モータ3の駆動を停止する。

【0027】

図3に戻り、駆動制御部56は、スイッチング素子211～216のオンオフ作動を制御する駆動信号を生成し、駆動信号に基づいてスイッチング素子211～216を制御することで、主機モータ3の駆動を制御する。駆動制御部56は、回転数制御部57、および、トルク制御部58を有する。

回転数制御部57は、回転数指令演算部571、減算器572、制御器573、および、加算器574を有する。

【0028】

回転数指令演算部571は、回転数指令値 * を演算する。

減算器572は、回転数指令値 * からMG回転数 θ を減算し、回転数偏差 $\Delta \theta$ を演算する。

制御器573は、回転数偏差 $\Delta \theta$ を0にすべく、PI演算等により、変動分トルク指令値 $t_{r q _f}$ を演算する。

加算器574は、制限後トルク指令値 $t_{r q _a}$ に、変動分トルク指令値 $t_{r q _f}$ を加算し、回転数制御時トルク指令値 $t_{r q _r}$ を演算する。

本実施形態の回転数制御は、フィードバックされるMG回転数 θ と回転数指令値 * に基づく制御であり、回転数フィードバック制御である、といえる。

【0029】

トルク制御部58は、回転数制御を行う場合、回転数制御時トルク指令値 $t_{r q _r}$ に基づき、スイッチング素子211～216のオンオフ作動を制御する駆動信号を生成する。また、トルク制御部58は、回転数制御を行わない場合、制限後トルク指令値 $t_{r q _a}$ に基づき、駆動信号を生成する。

【0030】

ところで、障害物や登り坂などで、車両90の駆動輪95がロックされるロック状態となることがある。ロック状態のとき、主機モータ3は回転していない、或いは、回転数が小さいため、ロータの位置に応じた特定の相に電流が集中する。特定の相に電流が集中する状態が継続されると、電流集中相のスイッチング素子の温度が上昇する虞がある。また、スイッチング素子の温度が過熱異常判定値 $T_{m p H}$ を超えると、フェイル判定され、主機モータ3の駆動を継続することができない。

【0031】

10

20

30

40

50

また、ロック状態においては、トルクを制御したとしても、主機モータ3のロータの回転には直接つながらない場合がある。そのため、ロック状態から脱したときに、MG回転数が急変し、車両90の飛び出しやすり下がりが生じる虞がある。

そこで本実施形態では、ロック状態において、MG回転数を制御する回転数制御により主機モータ3を制御することで、特定相への電流集中を回避するとともに、ロック状態から脱したときの車両90の飛び出しやすり下がりを抑制する。

【0032】

本実施形態のモータ制御処理を図5のフローチャートに基づいて説明する。この処理は、車両90の始動スイッチがオンされている期間に、制御装置50にて所定の間隔（例えば100「ms」）で実行される。以下、ステップS101の「ステップ」を省略し、単に記号「S」と記す。
10

最初のS101では、MG制御ユニット52は、車両制御ユニット51からトルク指令値 t_{rq}^* を取得する。

【0033】

S102では、ロック判定部54は、車両90がロック状態か否かを判断する。車両90がロック状態ではないと判断された場合（S102：NO）、S110へ移行する。車両90がロック状態であると判断された場合（S102：YES）、S103へ移行する。
。

【0034】

S103では、トルク制限部55は、冷却水温 W_t に基づき、制限後トルク指令値 $t_{rq_a}^*$ を演算する。
20

S104では、MG制御ユニット52は、冷却水温 W_t が回転数制御閾値 W_{t_r} より高いか否かを判断する。本実施形態では、回転数制御閾値 W_{t_r} を第2閾値 W_{t_2} とするが、第2閾値 W_{t_2} とは異なる値であってもよい。冷却水温 W_t が回転数制御閾値 W_{t_r} 以下であると判断された場合（S104：NO）、S111へ移行する。すなわち冷却水温 W_t が回転数制御閾値 W_{t_r} 以下の場合、冷却水温 W_t に応じたパワーセーブは行うが、回転数制御は行わない。冷却水温 W_t が回転数制御閾値 W_{t_r} より高いと判断された場合（S104：YES）、S105へ移行する。

【0035】

S105では、車両制御ユニット51は、クラッチ81を半クラッチ状態とする。
30

S106では、MG制御ユニット52は、車両90が登り勾配か否かを判断する。車両90が登り勾配か否かは、車両制御ユニット51から取得されるGセンサ等の検出値に基づいてMG制御ユニット52の内部で判断してもよいし、車両制御ユニット51にて車両90の傾斜状態を判断した判断結果に基づくフラグ等の情報に基づいて判断してもよい。

車両90が登り勾配であると判断された場合（S106：YES）、S107へ移行する。車両90が登り勾配ではないと判断された場合（S106：NO）、S108へ移行する。

【0036】

S107では、回転数指令演算部571は、回転数指令値 ${}^*_{t_{rq}}$ として、登坂時回転数指令値 C^* を演算する。
40

S108では、回転数指令演算部571は、回転数指令値 ${}^*_{t_{rq}}$ として、非登坂時回転数指令値 L^* を演算する。

【0037】

S109では、駆動制御部56は、回転数指令値 ${}^*_{t_{rq}}$ に基づく回転数制御により、スイッチング素子211～216のオンオフ作動を制御する駆動信号を生成する。詳細には、回転数指令値 ${}^*_{t_{rq}}$ に基づいて演算された回転数制御時トルク指令値 $t_{rq_a}^*$ に基づいて、駆動信号を生成する。

【0038】

車両90がロック状態ではないと判断された場合（S102：NO）に移行するS110では、素子温度等に基づき、制限後トルク指令値 $t_{rq_a}^*$ を演算する。
50

冷却水温 W_t が回転数制御閾値 $W_t - r$ 以下である場合 (S104: NO)、または、S110に続いて移行するS111では、駆動制御部56は、回転数制御は行わず、トルク制御により駆動信号を生成する。詳細には、制限後トルク指令値 $t_r q - a^*$ に基づいて、駆動信号を生成する。

【0039】

ここで、回転数指令値 $*^*$ について説明する。

本実施形態の主機モータ3は3相モータであるので、図6に示すように、電気角で120°以上回転させることで、少なくとも2相の電流が一度は0になるとともに、電流が最大となる相が入れ替わる。なお、相電流 I_u 、 I_v 、 I_w の正負は、通電方向に対応するので、「電流が最大となる相」は、相電流 I_u 、 I_v 、 I_w の絶対値が最も大きい相である。
10

本実施形態では、切替周期PL、PCの間に、主機モータ3が電気角で120°以上回転するように、回転数指令値 $*^*$ を設定する。

【0040】

車両90が登り勾配以外であって、例えば障害物等によりロック状態となっている非登坂ロック状態での回転数制御を図7および図8に基づいて説明する。

図7(a)に示すように、車両90が非登坂ロック状態である場合、切替周期PLの1周期における前半期間を正転期間とし、非登坂時回転数指令値 L^* を第1指令値 L_1^* とする。また、切替周期PLの1周期における後半期間を逆転期間とし、非登坂時回転数指令値 L^* を第2指令値 L_2^* とする。
20

これにより、図7(b)に示すように、MG回転数 * が周期的に変化する。

【0041】

本実施形態では、第1指令値 L_1^* が正、第2指令値 L_2^* が負であって、絶対値が等しいものとする。また、本実施形態では、切替周期PLにおける正転期間の長さと逆転期間の長さとが等しい。切替周期PLは、任意に設定可能であるが、例えば150[m s]程度である。また、第1指令値 L_1^* は、例えば30[r pm]であり、第2指令値 L_2^* は、例えば-30[r pm]とする。第1指令値 L_1^* および第2指令値 L_2^* の絶対値は異なっていてもよい。また、正転期間および逆転期間の長さは異なっていてもよい。
30

【0042】

第1指令値 L_1^* および第2指令値 L_2^* は、正転方向に電気角で60°以上、逆転方向に電気角で60°以上回転させ、正逆合わせて電気角で120°分以上、回転するよう決定される。例えば、磁極数が4であれば、電気角120°分回転させるには、切替周期PLにて、機械角で30°分、すなわち正方向に機械角で15°、逆転方向に機械角で15°分、回転するようにする。

【0043】

また、図1に示すように、主機モータ3と車軸93との間には、クラッチ81、変速機82、および、ギア92が設けられている。クラッチ81、変速機82およびギア92には、バッククラッシュが存在する。以下、主機モータ3と車軸93との間に存在するバッククラッシュの合計を単に「ギアバッククラッシュ」という。
40

主機モータ3の回転量がギアバッククラッシュの範囲内である場合、車軸93は回転しない。換言すると、主機モータ3がギアバッククラッシュの範囲内で回転している状態であれば、ロック状態が継続される。

【0044】

本実施形態では、非登坂ロック状態において、ギアバッククラッシュの範囲内で、主機モータ3の正転、逆転が切り替わるように、非登坂時回転数指令値 L^* を決定する。これにより、回転数制御によりMG回転数 * を変化させても、その変化が駆動輪95に伝達されないので、ドライバビリティ(以下、「ドライビリティ」)の悪化を防ぐことができる。

【0045】

本実施形態のMG制御処理を図8のタイムチャートに基づいて説明する。図8は、車両
50

90が非登坂ロック状態である場合の例である。図8では、共通時間軸を横軸とし、(a)がアクセル開度、(b)が車速、(c)がMG回転数、(d)がMGトルク $t_{r,q}$ 、(e)がロック判定、(f)が冷却水温 W_t 、(g)が素子温度、(h)がフェイル判定を示している。図8(g)では、温度が最も高いスイッチング素子の温度を示している。ロック判定は、ロック状態のときを「1」、ロック状態のときを「0」とした。説明のため、図8ではタイムスケール等は適宜変更している。図10も同様である。

【0046】

時刻 $\times 11$ にて、図示しないアクセルペダルが操作され、アクセル開度が0でなくなると、MGトルク $t_{r,q}$ が増加する。このとき、車両90が障害物等によりロック状態となると、主機モータ3は回転しない。時刻 $\times 12$ にて、MGトルク $t_{r,q}$ がトルク判定閾値 $t_{r,q_t,h}$ を超え、この状態が継続判定時間 $X_t h$ に亘って継続すると、時刻 $\times 13$ にてロック判定される。また、図8(f)に示すように、冷却水温 W_t が上昇すると、冷却水温 W_t が第1閾値 $W_t 1$ を超えた時刻 $\times 14$ からMGトルク $t_{r,q}$ が制限され、第2閾値 $W_t 2$ を超えた時刻 $\times 15$ にて、最小制限値 t_{r,q_min} に制限される。

【0047】

本実施形態では、回転数制御閾値 W_t_r が第2閾値 $W_t 2$ と同じであるので、ロック状態にて冷却水温 W_t が第2閾値 $W_t 2$ を超えた時刻 $\times 15$ にて、MG制御ユニット52は、主機モータ3の制御を回転数制御に切り替える。詳細には、図7にて説明した通り、非登坂時回転数指令値 L^* として、第1指令値 L_1^* と第2指令値 L_2^* とを切り替える。換言すると、本実施形態では、車両90が登り勾配ではない状態でロック状態となつた場合、主機モータ3の正転と逆転とを小刻みに切り替えることで、特定の相への電流集中を防いでいる。

【0048】

特定の相に電流が集中せず、相電流 I_u 、 I_v 、 I_w の偏りが低減されると、電流が集中していた相への通電量が減るため、最も温度が高いスイッチング素子の温度は低下に転じる。また、ロック状態が継続された場合であっても、全ての相の素子温度が過熱異常判定値 T_{mpH} を超えないければ、フェイル判定されず、主機モータ3の駆動を継続することができる。

【0049】

図10は、参考例によるタイムチャートである。図10では、共通時間軸を横軸とし、(a)がMG回転数、(b)がMGトルク $t_{r,q}$ 、(c)がロック判定、(d)が相電流 I_u 、 I_v 、 I_w 、(e)がスイッチング素子212の温度、(f)がフェイル判定を示している。図10では、ロック判定閾値 t_h が0として説明する。

図10に示すように、時刻 $\times 91$ にてMG回転数が0となり、MGトルク $t_{r,q}$ がトルク判定閾値 $t_{r,q_t,h}$ より大きい状態が継続判定時間 $X_t h$ に亘って継続すると、時刻 $\times 92$ にてロック判定される。また、ロック状態となることで、スイッチング素子の温度上昇に伴って冷却水温 W_t が上昇すると、トルク指令値 $t_{r,q}^*$ が制限され、MGトルク $t_{r,q}$ が制限される。なお、図10では、冷却水温 W_t の記載を省略した。

【0050】

車両90がロック状態となり、主機モータ3のロータ位置が変化しないと、各相に一定の電流が通電される状態が継続する。図10の例では、他の2相と比較し、V相電流 I_v が大きい状態が継続する。この状態が継続すると、他の素子と比較し、V相のスイッチング素子212の温度上昇が大きくなる。

そして、時刻 $\times 93$ にて、スイッチング素子212の温度が過熱異常判定値 T_{mpH} を超えると、フェイル判定され、主機モータ3の駆動を継続することができない。

【0051】

一方、本実施形態では、車両90がロック状態となったとき、回転数指令値 L^* を周期的に切り替えている。これにより、ロック状態が継続した場合であっても、特定相への電流集中を防ぎ、フェイル判定となるのを回避しているので、ロック状態にて主機モータ3の駆動を継続することができる。

10

20

30

40

50

【0052】

車両90が登り勾配でロック状態となっている登坂ロック状態での回転数制御を図9に基づいて説明する。

車両90が登坂ロック状態である場合、切替周期PCの1周期における前半期間の登坂時回転数指令値 C^* を第1指令値 $C1^*$ 、後半期間の登坂時回転数指令値 C^* を第2指令値 $C2^*$ とする。

登坂ロック状態にて、主機モータ3を逆回転させると、車両90がずり下がる虞がある。そこで、登坂ロック状態における回転数制御では、第1指令値 $C1^*$ と正の値であつて、例えば60[rpm]とする。また、第2指令値 $C2^*$ を0とする。第2指令値 $C2^*$ は、第1指令値 $C1^*$ とは異なる正の値としてもよい。

10

【0053】

本実施形態では、切替周期PC内において、登坂時回転数指令値 C^* を、第1指令値 $C1^*$ とする期間と第2指令値 $C2^*$ とする期間とは等しいが、異なっていてもよい。また、登坂ロック状態の切替周期PCと非登坂ロック状態の切替周期PLとは等しいが、異なっていてもよい。

【0054】

本実施形態では、車両90が登坂ロック状態のとき、主機モータ3の正転と停止とを小刻みに切り替えることで、特定の相への電流集中を防いでいる。車両90が登り勾配の場合、ずり下がりを防ぐべく、主機モータ3を逆転させないので、車両90は微速前進となる。このとき、ロック状態を脱するか継続されるかは、MGトルク t_{rq} や勾配等による。

20

【0055】

また本実施形態では、ロック状態において、車両90の後方への移動量がずり下がり判定値を超えた場合、車両90のずり下がりが生じていると判定し、ブレーキ制御ユニット59がブレーキ97を制御することで、車両90のずり下がりを防止する。なお、ブレーキ97により車両90が制動された場合、主機モータ3によるロック状態を継続する必要がなければ、主機モータ3を停止する。

また、ロック状態において、冷却水温Wtの高温状態が続く場合、ブレーキ制御ユニット59によりブレーキ97を制御することで車両90を制動させて主機モータ3を停止させる。

30

主機モータ3を停止すれば、素子温度や冷却水温を低下する。

【0056】

本実施形態では、車両90がロック状態となった場合、回転数制御により、MG回転数を周期的に変更する。これにより、特定の相への電流集中を防ぎ、電流集中による特定素子の昇温を防ぐことで、ロック状態での主機モータ3の駆動を継続可能である。

また、ロック状態におけるMG回転数 ω を制御しているので、ロック状態を脱したときにも、回転数の急変が生じず、ドライバが予期しない飛び出しやすり下がり等を防ぐことができる。

【0057】

以上説明したように、本実施形態の制御装置50は、ロック判定部54と、駆動制御部56とを備える。

40

ロック判定部54は、車両90がロック状態か否かを判定する。

駆動制御部56は、車両90の駆動源である主機モータ3の回転数の制御に係る回転数指令値 ω^* を演算する回転数指令演算部571を有する。駆動制御部56は、車両90がロック状態である場合、周期的に変更される回転数指令値 ω^* を用いた制御である回転数制御により、主機モータ3の駆動を制御する。

【0058】

車両90がロック状態のとき、MG回転数 ω を周期的に変更することで、特定の相に電流が集中するのを防ぐことができ、発熱の偏りを低減することができる。また、車両ロック時にMG回転数 ω を制御しておくことで、ロック状態から脱したときの車両90の飛び

50

出しやすり下がりを防ぐことができる。

【0059】

回転数指令演算部571は、回転数指令値^{*}として、第1指令値と第2指令値とを交互に切り替える。詳細には、回転数指令演算部571は、車両90が登り勾配のとき、第1指令値C1^{*}と第2指令値C2^{*}とを交互に切り替え、車両90が登り勾配でないとき、第1指令値L1^{*}と第2指令値L2^{*}とを交互に切り替える。

これにより、回転数指令値^{*}を適切に切り替えることができる。

【0060】

主機モータ3を正方向に回転させる回転数指令値^{*}を正、逆方向に回転させる回転数指令値^{*}を負とする。

10

回転数指令演算部571は、車両90が登り勾配にてロック状態となる登坂ロック状態のとき、第1指令値C1^{*}を正の値、第2指令値C2^{*}を0または第1指令値C1^{*}とは異なる正の値とする。これにより、車両90のずり下がりを防ぐことができる。

また、回転数指令演算部571は、車両90が登り勾配以外でロック状態となる非登坂ロック状態のとき、第1指令値L1^{*}を正の値、第2指令値L2^{*}を負の値とする。これにより、主機モータ3の正転と逆転とを周期的に繰り返すことができる。

【0061】

主機モータ3と駆動輪95との間には、ギアバックラッシュが存在している。

回転数指令演算部571は、非登坂ロック状態のとき、主機モータ3の駆動範囲がギアバックラッシュの範囲内となるように、第1指令値L1^{*}および第2指令値L2^{*}を決定する。ギアバックラッシュの範囲内にて主機モータ3を駆動するので、主機モータ3の駆動は駆動輪95に伝達されない。これにより、ドライバに違和感を与えることなく、MG回転数^{*}を周期的に切り替えることができる。

20

【0062】

回転数指令演算部571は、第1指令値L1^{*}と第2指令値L2^{*}とを切り替える切替周期PLの1周期にて、主機モータ3が電気角120°以上回転するように、第1指令値L1^{*}および第2指令値L2^{*}を決定する。同様に、回転数指令演算部571は、第1指令値C1^{*}と第2指令値C2^{*}とを切り替える切替周期PCの1周期にて、主機モータ3が電気角120°以上回転するように、第1指令値C1^{*}および第2指令値C2^{*}を決定する。

30

これにより、特定相への電流集中を適切に防ぐことができる。

【0063】

ロック判定部54は、主機モータ3の回転数であるMG回転数^{*}がロック判定閾値thより小さく、かつ、主機モータ3のトルクであるMGトルクtrqがトルク判定閾値trq_thより大きい状態が所定の継続判定時間Xthに亘って継続した場合、車両90がロック状態であると判定する。

これにより、車両90のロック状態を適切に判定することができる。

【0064】

駆動制御部56は、車両90がロック状態であって、かつ、主機モータ3に供給される電力を変換するインバータ20を冷却する冷却水の温度である冷却水温Wtが回転数制御閾値Wt_rより高い場合、回転数制御を行なう。冷却水温Wtが高く、素子温度が上昇しやすいときに、回転数制御を行なってMG回転数^{*}を変動させることで、特定の相への電流集中に伴う特定箇所の昇温を抑制することができる。

40

【0065】

制御装置50は、車両90がロック状態の場合、冷却水温Wtに基づき、主機モータ3から出力されるトルクを制限するトルク制限部55を備える。これにより、冷却性能に応じ、適切にトルク制限を行うことができる。

【0066】

制御装置50は、主機モータ3と駆動軸91との間に設けられるクラッチ81を制御する車両制御ユニット51が設けられる。車両制御ユニット51は、回転数制御を行なうとき

50

、クラッチ 8 1 の係合状態を、完全係合状態と完全離間状態との間の半クラッチ状態に制御する。

これにより、MG 回転数 の変動が駆動輪 9 5 側に伝達されにくくなるので、MG 回転数 を変動させることによるドラビリの悪化を抑制することができる。

【0067】

制御装置 5 0 は、車両 9 0 がロック状態であって、車両 9 0 の移動量がずり下がり判定閾値より大きいと判定された場合、ブレーキ 9 7 を制御して車両 9 0 を停止させるブレーキ制御ユニット 5 9 を備える。

主機モータ 3 にて車両 9 0 のロック状態を継続できない場合、ブレーキ 9 7 を制御することで、車両 9 0 のずり下がりを適切に防ぐことができる。 10

【0068】

(他の実施形態)

(ア) 回転数制御

上記実施形態では、第 1 指令値と第 2 指令値とを交互に切り替えることで、回転数指令値を周期的に切り替える。他の実施形態では、3つ以上の値を順次切り替えることで、回転数指令値を周期的に切り替えるようにしてもよい。また、回転数指令値は、どのように周期的に変更されてもよい。

上記実施形態では、車両が登り勾配の場合と登り勾配以外の場合とで、第 1 指令値および第 2 指令値を異なる値とする。他の実施形態では、車両の傾斜状態によらず、同一の回転数指令値を用いてもよい。 20

【0069】

上記実施形態では、冷却水温が回転数制御閾値より高い場合、回転数制御を行う。他の実施形態では、図 5 中の S 1 0 4 を省略し、車両がロック状態のとき、冷却水温によらず、回転数制御を行うようにしてもよい。

上記実施形態では、回転数制御を行う際、クラッチを半クラッチ状態に制御する。他の実施形態では、図 5 中の S 1 0 5 を省略し、半クラッチ制御を行わず、回転数制御時においてもクラッチを完全係合状態としてもよい。また、クラッチを設けなくてもよい。

【0070】

(イ) 制御装置

上記実施形態では、制御装置には、車両制御ユニット、MG 制御ユニット、および、ブレーキ制御ユニットの 3 つの制御ユニットが含まれる。他の実施形態では、制御装置を構成する制御ユニットは、2つ以下、あるいは、4つ以上であってもよい。また、各制御ユニットが通信等にて情報を授受可能であれば、回転数制御等に係る各処理は、いずれの制御ユニットにて実施してもよい。 30

【0071】

(ウ) 主機モータ

上記実施形態では、主機モータは、永久磁石式の 3 相交流の回転電機である。他の実施形態では、主機モータとしてどのようなものを用いてもよい。

(エ) 車両

上記実施形態では、電源システム制御装置が適用される車両は、1つの主機モータの動力を用いて走行する EV 車両である。他の実施形態では、主機モータは、複数であってもよい。他の実施形態では、回転電機制御装置が適用される車両は、EV 車両に限らず、車両の駆動源として主機モータに加えエンジンを備えるハイブリッド車や、燃料電池車であってもよい。 40

以上、本発明は、上記実施形態になんら限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施可能である。

【符号の説明】

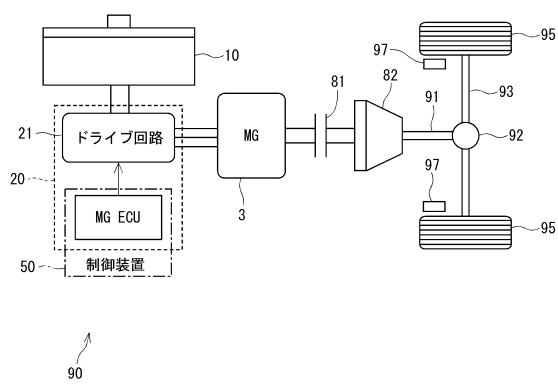
【0072】

3 . . . 主機モータ

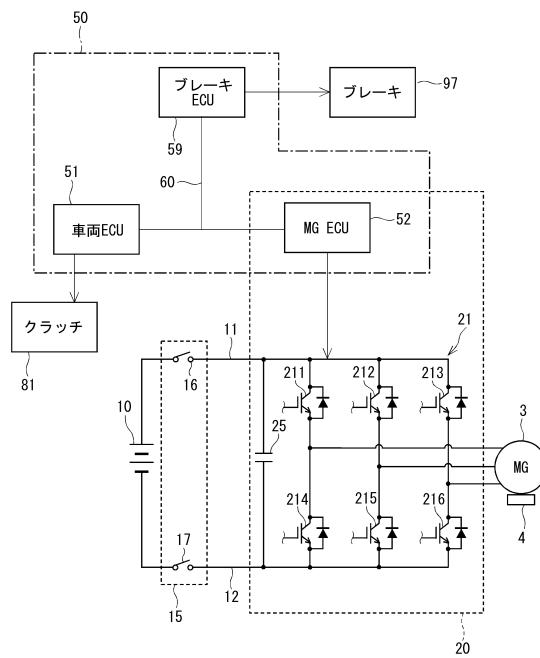
5 0 . . . 制御装置（車両制御装置） 50

- 5 1 . . . 車両制御ユニット（クラッチ制御部）
 5 2 . . . MG制御ユニット
 5 4 . . . ロック判定部
 5 6 . . . 駆動制御部（モータ駆動制御部）
 5 7 . . . 回転数制御部
 5 7 1 . . . 回転数指令演算部
 5 9 . . . ブレーキ制御ユニット（ブレーキ制御部）
 9 0 . . . 車両

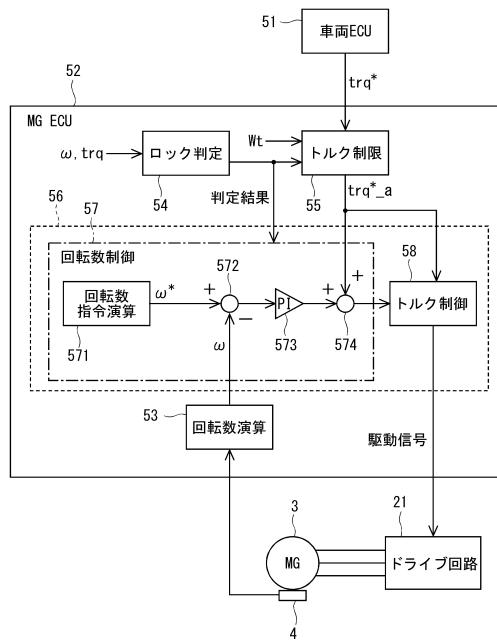
【図1】



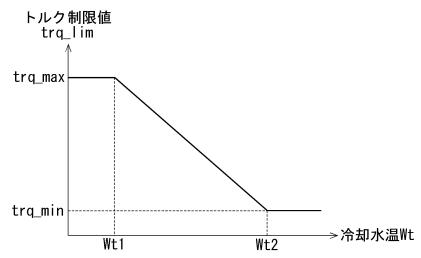
【図2】



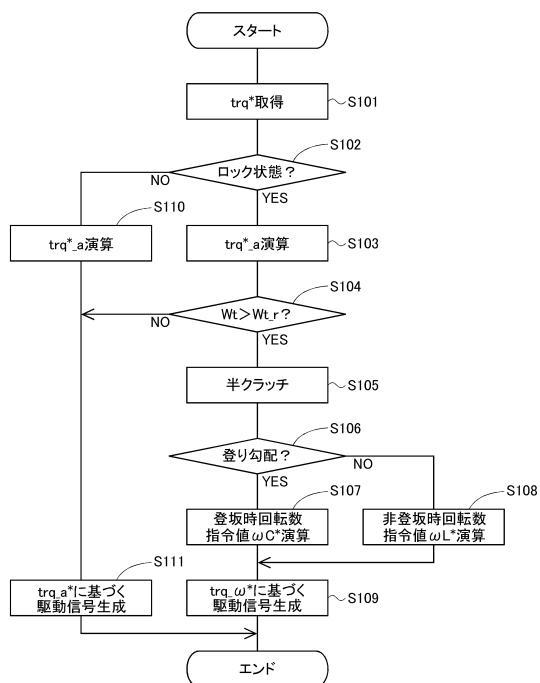
【図3】



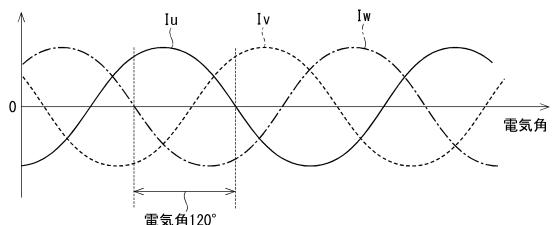
【図4】



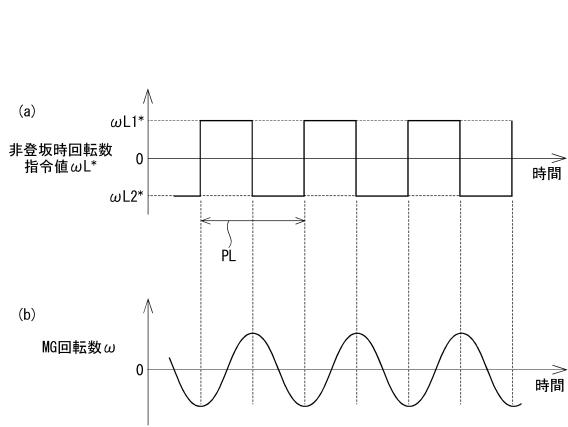
【図5】



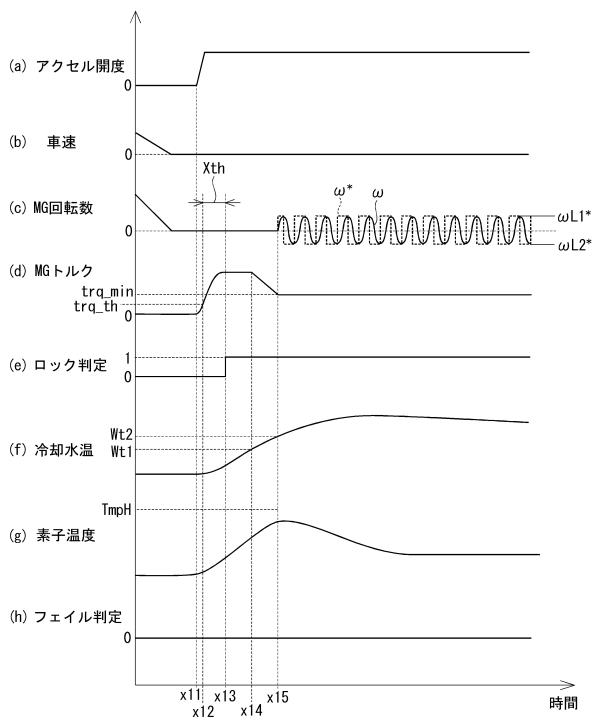
【図6】



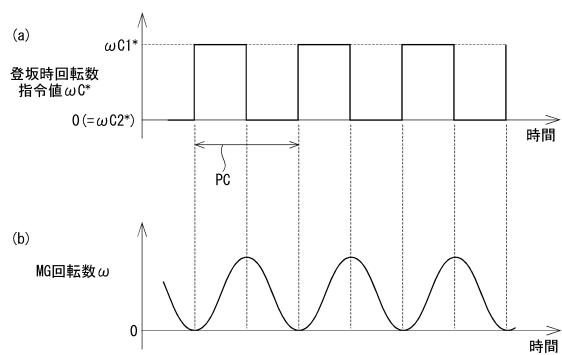
【図 7】



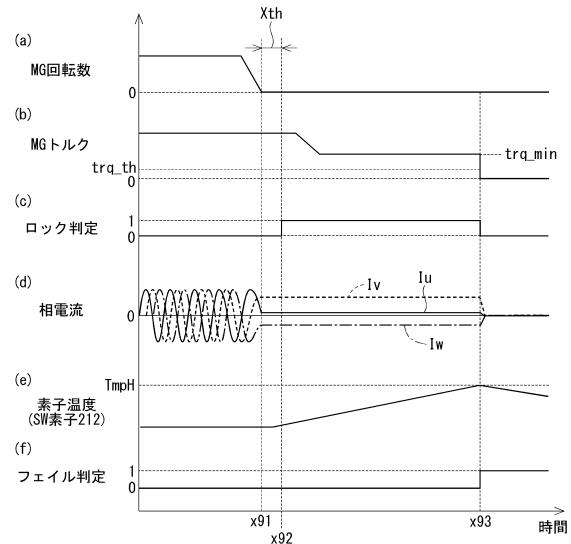
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
B 6 0 W 10/02 (2006.01)	B 6 0 W 10/02 9 0 0
B 6 0 W 10/18 (2012.01)	B 6 0 W 10/18 9 0 0
B 6 0 W 20/15 (2016.01)	B 6 0 W 20/15
B 6 0 T 7/12 (2006.01)	B 6 0 T 7/12 E
F 1 6 D 48/02 (2006.01)	F 1 6 D 48/02 6 4 0 K
B 6 0 W 10/04 (2006.01)	B 6 0 W 10/02
B 6 0 W 10/184 (2012.01)	B 6 0 W 10/08
	B 6 0 W 10/00 1 2 0
	B 6 0 W 10/184

(56)参考文献 特開2012-239276(JP,A)

特開2008-13028(JP,A)

特開平11-113108(JP,A)

特開2016-28922(JP,A)

特開2005-45863(JP,A)

特開2012-65424(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2 , 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0 ,
B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2 , 5 0 / 0 0 - 5 8 / 4 0
B 6 0 T 7 / 1 2
B 6 0 W 1 0 / 0 2 , 1 0 / 0 4 , 1 0 / 0 8
B 6 0 W 1 0 / 1 8 , 1 0 / 1 8 4 , 2 0 / 1 5
F 1 6 D 4 8 / 0 2
H 0 2 P 2 9 / 0 2