

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-11647

(P2010-11647A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
B60L	3/06	(2006.01)	B60L	3/06	C	5H115
B60L	3/00	(2006.01)	B60L	3/00	J	5H560
B60L	9/18	(2006.01)	B60L	9/18	J	
H02P	6/12	(2006.01)	H02P	6/02	341P	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-168561 (P2008-168561)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成20年6月27日 (2008. 6. 27)		本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100077665
			弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100142066
			弁理士 鹿島 直樹
		(74) 代理人	100126468
			弁理士 田久保 泰夫
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治

最終頁に続く

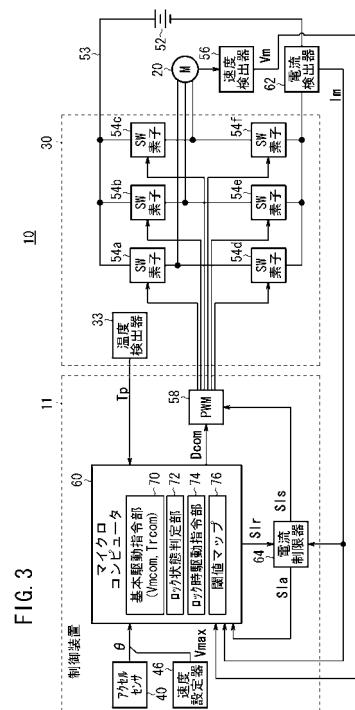
(54) 【発明の名称】 電動車両のモータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】電動車両のモータロック時にスイッチング素子を確実に保護するとともに、一定の駆動トルクを発生させる。

【解決手段】ロック状態判定部72により、ロック状態と判定されたとき、連続通電状態となった特定のスイッチング素子54に流れるロック時電流を、連続通電初期時には、瞬時許容電流閾値を上回らない一定電流値に制限し、該一定電流値が連続許容電流閾値を上回ろうとする時点以降では、前記一定電流値の制限を解除して電流値の増減を繰り返させ、電流値を増減させているときの電流上側ピーク値が瞬時許容電流閾値以下であって連続許容電流閾値以上となるように制御し、かつ電流値を増減させているときの平均電流値が連続許容電流閾値を上回らないように制御する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直流電力を複数のスイッチング素子により交流電力に変換して車輪駆動用のモータに供給するインバータ回路と、

アクセル操作量に応じた前記モータの回転速度指令と実回転速度との偏差からトルク指令値を演算し、前記実回転速度と前記トルク指令値に基づく駆動指令値を前記スイッチング素子に供給して前記モータを駆動する制御装置と、

前記インバータ回路の電源線に流れる電流を検出する電流検出器と、を備え、

前記各スイッチング素子は、瞬時許容電流閾値と、連続通電時間に応じて前記瞬時許容電流閾値から低下する連続許容電流閾値と、が設定されているものであり、

10

前記制御装置は、

前記アクセル操作量と前記モータの前記実回転速度とに基づき前記モータがロック状態にあるか否かを判定するロック状態判定部と、

前記ロック状態判定部により、ロック状態と判定されたとき、連続通電状態となった特定のスイッチング素子に流れるロック時電流を、連続通電初期時には、前記瞬時許容電流閾値を上回らない一定電流値に制限し、該一定電流値が前記連続許容電流閾値を上回ろうとする時点以降では、前記一定電流値の制限を解除して電流値の増減を繰り返させ、電流値を増減させているときの電流上側ピーク値が前記瞬時許容電流閾値以下であって前記連続許容電流閾値以上となるように制御し、かつ電流値を増減させているときの平均電流値が前記連続許容電流閾値を上回らないように制御するロック時駆動指令部と、

20

を有することを特徴とする電動車両のモータ制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の電動車両のモータ制御装置において、

前記ロック時駆動指令部は、

前記ロック状態判定部により、ロック状態と判定されたとき、連続通電状態となった前記特定のスイッチング素子に流れるロック時電流を、連続通電初期時には、前記瞬時許容電流閾値より低い第 1 許容電流閾値を上回らない一定電流値に制限し、該一定電流値が前記連続許容電流閾値を上回ろうとする時点以降では、前記一定電流値の制限を解除して電流値の増減を繰り返させ、電流値を増減させているときの電流上側ピーク値が前記第 1 許容電流閾値以下であって前記連続許容電流閾値以上となるように制御し、かつ電流値を増減させているときの平均電流値が前記連続許容電流閾値を上回らないように制御する

30

ことを特徴とする電動車両のモータ制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の電動車両のモータ制御装置において、

前記ロック時駆動指令部は、

前記電流値を増減させる場合に、前記電流値を増加させるときには、前記特定のスイッチング素子の駆動デューティを上げて増加させ、前記電流値を減少させるときには、前記特定のスイッチング素子を遮断して減少させる

ことを特徴とする電動車両のモータ制御装置。

40

【請求項 4】

請求項 3 記載の電動車両のモータ制御装置において、

前記ロック時駆動指令部は、

前記ロック時の前記特定のスイッチング素子の前記平均電流値が、前記連続許容電流閾値を下回るように、前記電流値を減少させるときの前記特定のスイッチング素子の遮断時間を徐々に長くする

ことを特徴とする電動車両のモータ制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の電動車両のモータ制御装置において、

前記インバータ回路の温度を検出する温度検出器をさらに備え、

前記通電時間に応じて前記瞬時許容電流閾値から低下する前記連続許容電流閾値の設定

50

を、検出した前記インバータ回路の温度に応じて可変することを特徴とする電動車両のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複数のスイッチング素子をブリッジ構成に接続したインバータ回路により駆動されるモータを動力源とする電動車両のモータ制御装置に関し、特に、モータがロック状態になったときの前記スイッチング素子の駆動制御を的確に行う電動車両のモータ制御装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

近時、モータを動力源とする電動車両（電動車イスを含む。）は、高齢者や身体障害者向けの電動車椅子や、ゴルフ場等における電動カートとして開発及び実用化がなされている。このような電動車両では、制御装置が、アクセル操作量に基づいて設定した速度指令による速度となるようにモータを駆動する制御がなされている。

【0003】

この種の電動車両による登坂時においては、走行抵抗が大きいため、登坂途中に段差や障害物等があった場合にはアクセル操作量を最大にしてもモータがロック状態に陥ることがある。

【0004】

20

モータがロック状態になると、モータに電流を供給しているインバータ回路のスイッチング素子中、特定のスイッチング素子のみに大電流が連続的に流れることになる。

【0005】

このようなモータのロック状態が長く続くと、大電流が供給され続けている特定のスイッチング素子の温度が上昇して、当該素子の最高許容温度を上回り、前記特定のスイッチング素子が熱により破壊される。そこで、スイッチング素子の熱破壊を防止するために、モータのロック状態を検出したとき、前記スイッチング素子を保護する各種技術が提案されている。

【0006】

特許文献1は、モータのロック状態を検出したときに、トランジスタのジャンクション温度が、設定された上限温度に達するまでの時間を計算してタイマにセットし、タイマによる計時が終了したときに電流指令値を制限する技術を開示している。

30

【0007】

特許文献2は、モータ回転数が60[rpm]以下である場合にモータがロック状態にあるとみなし、PWM（パルス幅変調）信号のキャリア周波数を通常の10[kHz]から1.25[kHz]に切り替えることでスイッチング損失を低減し、スイッチング素子を保護する技術を開示している。

【0008】

特許文献3は、ドライバ加速要求時に、モータがほぼ回転しないようなロック状態と判定したとき、複数のスイッチング素子の間で電流供給対象素子を強制的に切り替える（転流する）技術を開示している。

40

【0009】

【特許文献1】特開平9-56182号公報

【特許文献2】特開平9-70195号公報

【特許文献3】特開2005-185000号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、上記特許文献1に係る技術では、トランジスタ素子のジャンクション温度を検出するための高精度な温度検出性能を有する温度センサ及びその検出制御装置を必

50

要とし、高コストである。

【００１１】

また、上記特許文献２に係る技術によれば、キャリア周波数を切り替えるための複数の発振器が必要となり、同様に高コストである。

【００１２】

さらに、特許文献３に係る技術によれば、モータ位相とは無関係に転流を行うために駆動制御が複雑となり、安定にモータを駆動することができなくなるという懸念がある。

【００１３】

ところで、上述した特許文献１、２に開示された技術によれば、電流を制限してスイッチング素子を保護することは可能であるが、駆動トルクが小さくなるためにロック状態から脱出することが困難である。

10

【００１４】

また、上述した特許文献３に開示された技術によれば、モータ位相とは無関係に強制的に転流を行うために、ロック状態を脱出するのに必要なステータ（モータコイル）へ電流を供給するスイッチング素子への平均的な電流値が少なくなることから、そのモータコイルによるロータへのトルクの付与が小さくなり、ロック状態を脱出するための十分な駆動トルクを得ることができない状態が発生する。

【００１５】

この発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、電動車両のモータがロック状態となったときに、スイッチング素子を保護し、かつ十分な駆動トルクを確保することを可能とする電動車両のモータ制御装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【００１６】

この発明に係る電動車両のモータ制御装置は、以下の特徴（１）～（５）を備える。

【００１７】

（１）直流電力を複数のスイッチング素子により交流電力に変換して車輪駆動用のモータに供給するインバータ回路と、アクセル操作量に応じた前記モータの回転速度指令と実回転速度との偏差からトルク指令値を演算し、前記実回転速度と前記トルク指令値に基づく駆動指令値を前記スイッチング素子に供給して前記モータを駆動する制御装置と、前記インバータ回路の電源線に流れる電流を検出する電流検出器と、を備え、前記各スイッチング素子は、瞬時許容電流閾値と、連続通電時間に応じて前記瞬時許容電流閾値から低下する連続許容電流閾値と、が設定されているものであり、前記制御装置は、前記アクセル操作量と前記モータの前記実回転速度とに基づき前記モータがロック状態にあるか否かを判定するロック状態判定部と、前記ロック状態判定部により、ロック状態と判定されたとき、連続通電状態となった特定のスイッチング素子に流れるロック時電流を、連続通電初期時には、前記瞬時許容電流閾値を上回らない一定電流値に制限し、該一定電流値が前記連続許容電流閾値を上回ろうとする時点以降では、前記一定電流値の制限を解除して電流値の増減を繰り返させ、電流値を増減させているときの電流上側ピーク値が前記瞬時許容電流閾値以下であって前記連続許容電流閾値以上となるように制御し、かつ電流値を増減させているときの平均電流値が前記連続許容電流閾値を上回らないように制御するロック時駆動指令部と、を有することを特徴とする。

30

40

【００１８】

この特徴（１）を有する発明によれば、ロック状態と判定されたとき、連続通電状態となった特定のスイッチング素子に流れるロック時電流を、連続通電初期時には、前記瞬時許容電流閾値を上回らない一定電流値に制限し、該一定電流値が前記連続許容電流閾値を上回ろうとする時点以降では、前記一定電流値の制限を解除して電流値の増減を繰り返させ、電流値を増減させているときの電流上側ピーク値が前記瞬時許容電流閾値以下であって前記連続許容電流閾値以上となるように制御し、かつ電流値を増減させているときの平均電流値が前記連続許容電流閾値を上回らないように制御するので、ロック時に大きな電流が流れている特定のスイッチング素子を過電流から保護できるとともに、ロック状態に

50

においても間欠的に大きな駆動トルクを発生することができる。

【 0 0 1 9 】

このように制御することにより、電動車両が坂道等でロック状態になったとしても、その坂道等で後退することがない。

【 0 0 2 0 】

(2) 上記特徴 (1) を有する発明において、前記ロック時駆動指令部は、前記ロック状態判定部により、ロック状態と判定されたとき、連続通電状態となった前記特定のスイッチング素子に流れるロック時電流を、連続通電初期時には、前記瞬時許容電流閾値より低い第 1 許容電流閾値を上回らない一定電流値に制限し、該一定電流値が前記連続許容電流閾値を上回ろうとする時点以降では、前記一定電流値の制限を解除して電流値の増減を繰返し、電流値を増減させているときの電流上側ピーク値が前記第 1 許容電流閾値以下であって前記連続許容電流閾値以上となるように制御し、かつ電流値を増減させているときの平均電流値が前記連続許容電流閾値を上回らないように制御することを特徴とする。

10

【 0 0 2 1 】

この特徴 (2) を有する発明によれば、特徴 (1) を有する発明に比較して、ロック時に間欠的に発生する大きな駆動トルクの値は若干少なくなるが、スイッチング素子を過電流からより余裕をもって保護することができる。

【 0 0 2 2 】

(3) 上記特徴 (1) 又は (2) を有する発明において、前記ロック時駆動指令部は、前記電流値を増減させる場合に、前記電流値を増加させるときには、前記特定のスイッチング素子の駆動デューティを上げて増加させ、前記電流値を減少させるときには、前記特定のスイッチング素子を遮断して減少させることで、前記瞬時許容電流閾値又は前記瞬時許容電流閾値より小さい一定電流値を上回らないように制限する制御を簡単な構成で行うことができる。

20

【 0 0 2 3 】

(4) 上記特徴 (3) を有する発明において、前記ロック時駆動指令部は、前記ロック時の前記特定のスイッチング素子の前記平均電流値が、前記連続許容電流閾値を下回るように、前記電流値を減少させるときの前記特定のスイッチング素子の遮断時間を徐々に長くする構成とすることで、簡単な構成で、電流値を増減させているときの平均電流値が前記連続許容電流閾値を上回らない制御を、一層確実に行うことができる。

30

【 0 0 2 4 】

(5) 上記特徴 (1) ~ (4) のいずれかを有する発明において、前記インバータ回路の温度を検出する温度検出器をさらに備え、前記通電時間に応じて前記瞬時許容電流閾値から低下する前記連続許容電流閾値の設定を、検出した前記インバータ回路の温度に応じて可変するように制御することで、スイッチング素子自体の温度ではなくインバータ回路の温度を検出するので簡易な構成で精度よくスイッチング素子を保護することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

この発明に係る電動車両のモータ制御装置によれば、電動車両のモータがロック状態になったとき、スイッチング素子を保護し、かつ十分な駆動トルクを発生することができる。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

以下、この発明に係る電動車両のモータ制御装置について実施の形態を挙げ、添付の図 1 ~ 図 1 3 を参照しながら説明する。

【 0 0 2 7 】

図 1 は、この実施の形態に係る電動車両のモータ制御装置 1 0 を搭載した 4 輪の電動車両 1 2 の斜視構成を示している。

【 0 0 2 8 】

電動車両 1 2 は、高齢者や身体障害者向けの電動車椅子として用いられるものであり、

50

基本的には、前輪 14 と、後輪 16 と、前輪 14 の向きを変えるステアリング 18 と、後輪 16 を駆動するモータ 20 と、ステアリング 18 の中央部に設けられた操作部 22 とを有する。電動車両 12 では、搭乗者は足をステップ台 24 に置いてシート 26 に着座した状態で、操作部 22 の操作によりモータ 20 を回転させて走行し、ステアリング 18 を操舵することによって前輪 14 の向きを変えてコーナ走行をすることができる。

【0029】

シート 26 下部のボックス 28 内に配置される、この実施形態に係る電動車両のモータ制御装置 10 は、制御装置（制御装置本体）11 と、モータ 20 と、このモータ 20 を駆動するドライバとしてのインバータ回路 30 とから構成されている。

【0030】

制御装置 11 は、操作部 22 に接続されており、操作部 22 から得られる信号に基づいてモータ 20 の回転速度指令 V_{mc_om} を求め、インバータ回路 30 を介してモータ 20 の回転制御を行う。モータ 20 は、DC ブラシレスモータであり、無段階速度制御が可能である。制動は、回生制動、逆転制動、電磁ブレーキ制動及び手動による摩擦制動の組合わせにより行われる。駆動方式は後輪直接駆動方式である。

【0031】

電動車両 12 のボックス 28 の内部には、さらに、図示しないバッテリーが、この実施の形態では鉛バッテリーが搭載されており、各機器に電力を供給する。

【0032】

図 2 に示すように、操作部 22 は、中央に設けられたコンソール 31 と、左のステアリング 18 に設けられた手動ブレーキレバー 32 と、コンソール 31 の左右側面から突出した 2 本の走行レバーであるアクセル 36 とを有する。

【0033】

アクセル 36 は、コンソール 31 の内部でギア等により連動するように構成されており、アクセル 36 を操作することにより走行が可能である。

【0034】

コンソール 31 は、走行のための各種スイッチ類がまとめて配置されており、速度設定ノブである速度設定器 46 と、走行速度等を表示するモニタ 48 等を有する。速度設定器 46 は、ポテンショメータと一体的に回転されるノブであって、時計方向に回転させるに従って走行の最高制限速度 V_{max} が高くなるように設定可能である。最高制限速度 V_{max} は、前進時には、例えば $1 \sim 6 \text{ km/h}$ 、後進時には、 $1 \sim 2 \text{ km/h}$ に無段階に設定される。

【0035】

アクセル 36 は、レバーを手前に引く操作の操作量 θ 以下、アクセル操作量（いわゆるアクセル開度）という。 θ に応じて、速度設定器 46 で設定される最高制限速度 V_{max} の範囲内で速度が速くなるように設定される。アクセル 36 は、手を離すと図示しない弾性体の復帰力により原位置に戻って、ブレーキがかかり、速度が低下し、停止することができる。

【0036】

アクセル操作量 θ は、アクセルセンサ 40 により検出され、電動車両のモータ制御装置 10 に供給される。

【0037】

図 3 は、この実施形態に係る電動車両のモータ制御装置 10 の回路構成を示すブロック図である。

【0038】

電動車両のモータ制御装置 10 は、上述のバッテリー 52 を含み、このバッテリー 52 の直流電力を、インバータ回路 30 を構成する UVW 3 相のブリッジ接続されたスイッチング素子 54（54a～54f）により交流電力に変換して車輪駆動用のモータ 20 に供給する。スイッチング素子 54 としては、MOSFET や IGBT が採用される。

【0039】

10

20

30

40

50

バッテリー 5 2 とインバータ回路 3 0 との間の電源線 5 3 に、バッテリー 5 2 からインバータ回路 3 0 に流れるモータ電流 I_m を検出する電流検出器 6 2 が挿入されている。

【 0 0 4 0 】

インバータ回路 3 0 を駆動する制御装置 1 1 は、マイクロコンピュータ 6 0 を有する。マイクロコンピュータ 6 0 は、計算機であり、CPU (中央処理装置) 、メモリである ROM (EEPROM も含む。) 、RAM (ランダムアクセスメモリ) 、その他、A / D 変換器、D / A 変換器等の入出力装置、計時手段としてのタイマ等を有しており、CPU が ROM に記録されているプログラムを読み出して実行することで各種機能実現部として機能する。

【 0 0 4 1 】

この実施形態において、マイクロコンピュータ 6 0 は、ロック時ではない通常走行時に PWM (パルス幅変調) 回路 5 8 に駆動指令 D_{com} を供給する基本駆動指令部 7 0 と、速度検出器 5 6 により検出されるモータ 2 0 の実回転速度 V_m 等によりロック状態を判定するロック状態判定部 7 2 と、ロック状態と判定されたときにロック制御を行うための駆動指令 D_{com} を供給するロック時駆動指令部 7 4 等として機能する。

【 0 0 4 2 】

基本駆動指令部 7 0 は、速度設定器 4 6 の最高制限速度 V_{max} の設定に基づきアクセルセンサ 4 0 からのアクセル操作量 θ に応じたモータ 2 0 の回転速度指令 $V_{mc_{com}}$ を算出し、この回転速度指令 $V_{mc_{com}}$ と速度検出器 5 6 により検出される実回転速度 V_m との偏差からトルク指令値 $T_{rc_{com}}$ を演算し、実回転速度 V_m とトルク指令値 $T_{rc_{com}}$ に基づく駆動指令 D_{com} を PWM 回路 5 8 を介してインバータ回路 3 0 のスイッチング素子 5 4 に供給する。

【 0 0 4 3 】

PWM 回路 5 8 は、駆動指令 D_{com} に応じたデューティを有する駆動信号を各スイッチング素子 5 4 に供給する。駆動信号に応じてスイッチング素子 5 4 は順次切り替えられモータ 2 0 のステータ (界磁コイル) を通じて回転磁界を発生し、ロータを回転させる。ロータの回転力が減速機 (不図示) を通じて後輪 1 6 に伝達されることで電動車両 1 2 が走行する。

【 0 0 4 4 】

ロック状態判定部 7 2 は、駆動指令 D_{com} 出力中に、実回転速度 V_m が、所定回転速度 (停止とみなす回転速度) V_{ms} 以下、例えば $V_{ms} = 50 [rpm]$ 以下であって、かつその停止とみなす所定回転速度 V_{ms} 以下の状態が所定時間 T_{stop} 以上、例えば $T_{stop} = 3 [s]$ 以上継続した場合に、電動車両 1 2 が車輪 1 4、1 6 により走行していないモータ 2 0 がロック状態にあると判定する。

【 0 0 4 5 】

モータ 2 0 がロック状態であると判定したときに、PWM 回路 5 8 への制御が基本駆動指令部 7 0 による制御から、ロック時駆動指令部 7 4 と電流制限器 6 4 とによる制御に切り替わる。

【 0 0 4 6 】

ロック時駆動指令部 7 4 と電流制限器 6 4 は、電動車両 1 2 のモータ 2 0 がロック状態となったときに、スイッチング素子 5 4 を保護し、かつ十分な駆動トルクを発生 (確保) するように作動する。

【 0 0 4 7 】

ロック時駆動指令部 7 4 は、モータ 2 0 がロック状態であると認識したときに、ロック状態でモータ 2 0 に電流を供給している特定のスイッチング素子 5 4 に対してロック時の駆動指令 D_{com} を出力する。

【 0 0 4 8 】

電流制限器 6 4 は、スイッチング素子 5 4 に流れる電流を、瞬時許容電流閾値 $I_{imax_{th}}$ (スwitchング素子 5 4 に流れる電流が瞬時でもこの値を上回ると素子破壊等を起こす可能性が高い最大許容電流値) 又はこの瞬時許容電流閾値 $I_{imax_{th}}$ に余裕分を

10

20

30

40

50

見た、この瞬時許容電流閾値 I_{imaxth} よりも小さい第 1 許容電流閾値 $I_{imaxth1}$ を上回らない値となるように制限する。

【0049】

電流制限器 64 は、比較器を利用したハードウェア回路により構成しているので、PWM 回路 58 を通じて、ロック状態でモータ 20 に電流を供給している特定のスイッチング素子 54 に流れる電流を瞬時に（高速に）遮断できる。

【0050】

電流制限器 64 は、特定のスイッチング素子 54 に流れる電流を直ちに遮断するための素子停止信号 S_{ls} を PWM 回路 58 に供給する。この素子停止信号 S_{ls} を出力している期間に電流制限作動状態信号 S_{la} がロック時駆動指令部 74 に供給される。ロック時駆動指令部 74 は、後述する所定条件下で電流制限器 64 に対して電流制限解除信号 S_{lr} を供給する。

【0051】

インバータ回路 30 は、放熱が考慮された放熱器（放熱板）にスイッチング素子 54 が取り付けられたパッケージ構成（ユニット構成）とされ、そのパッケージ温度 T_p を測定する温度検出器 33 が一体的に設けられている。パッケージ温度 T_p とスイッチング素子 54 の素子温度（実際には、ジャンクション温度）とは所定の関数関係にあり、予め、その関係が測定されてマイクロコンピュータ 60 の ROM に前記関数関係がマップ等として格納され、パッケージ温度 T_p を測定することでスイッチング素子 54 の素子温度を推定できるようになっている。

【0052】

したがって、インバータ回路 30 のパッケージ温度 T_p が分かると、当該スイッチング素子 54 のパッケージ温度 T_p （実際には、ジャンクション温度）に依存する連続許容電流閾値 I_{cth} を計算することができ、この連続許容電流閾値 I_{cth} を計算するマップあるいは計算式が、マイクロコンピュータ 60 の ROM に閾値マップ（閾値参照表）76 等として格納される。

【0053】

ROM には、前記 CPU が実行する前記プログラムの他、前記 CPU（各種機能部）が参照する閾値マップ 76（閾値参照表）が格納されている。

【0054】

閾値マップ 76 は、図 4 に示すように、時間 $[s]$ の経過に対する電流 $I[A]$ の閾値（電流閾値） I_{th} を示すテーブルであり、電流閾値 I_{th} として、上述したスイッチング素子 54 の瞬時許容電流閾値 I_{imaxth} 、第 1 許容電流閾値 $I_{imaxth1}$ 、及び連続許容電流閾値 I_{cth} （平均値）がそれぞれ格納されている。

【0055】

連続許容電流閾値 I_{cth} は、素子温度（この実施形態では、上述したように、素子温度をパッケージ温度 T_p に換算しパッケージ温度 T_p で素子温度を代替している。）が上昇することを考慮した、連続通電時間ゼロ秒の瞬時許容電流閾値 I_{imaxth} からパッケージ温度 T_p が上昇するにともない低下する特性になっている。

【0056】

許容電流は、図 5 に示すように、パッケージ温度 T_p [] が高温になると指数関数的に減少し、図 6 に示すように、連続通電時間 $[s]$ の経過に対して、ある時点から比例的に減少する。したがって、パッケージ温度 T_p を検出することにより、その温度検出時における連続許容電流閾値 I_{cth} （図 4 参照）の値を求めることができる。

【0057】

電動車両 12 は、例えば壁等に押し当たってモータ 20 がロックした状態においても、そのロック状態において一定時間（例えば、15 秒間）トルクを確保しておく必要がある（モータ 20 のステータの界磁コイルに電流を流しておく必要がある）。その一定時間を、図 4 に示すロック時保護時間 T_{pro} という。このロック時保護時間 T_{pro} の間では、スイッチング素子 54 が破壊しないで、しかもできるだけ、大きな駆動トルクが確保で

10

20

30

40

50

きることが好ましい。

【0058】

基本的には以上のように構成され、かつ動作するこの実施形態に係る電動車両のモータ制御装置10の詳細動作について説明する前に、まず、この動作の意義を明確化するための比較例を説明する。

【0059】

ロック状態においては、モータ20の回転が停止するので、図7に示すように、回転が停止したときの特定のスイッチング素子54a、54eのみにバッテリー52からモータ電流 I_m ($I_m = I_{mlock}$) が流れる。

【0060】

図8に示すように、このロック状態を検出した時点 t_0 で、例えば、下アームのスイッチング素子54eの駆動信号のデューティを上げてモータ電流 I_m ($I_m = I_{mlock}$) を増加させてモータ20の駆動トルクを大きくする。この場合、図8に示すように、上アームのスイッチング素子54aの駆動信号はON状態としておくが、直列接続であるので上アームのスイッチング素子54aにも下アームのスイッチング素子54eと同一波形のモータ電流 I_m ($I_m = I_{mlock}$) が流れる。

【0061】

このような駆動により、図9に示すように、時点 t_0 ($t_0 = 0$) のロック時から急激に大きくなり、時点 t_1 で一定電流になるロック時基本デューティモータ電流 I_{mlock} が流れるが、例えば、時点 t_2 に示すように、ロック時基本デューティモータ電流 I_{mlock} が、連続許容電流閾値 I_{cth} を上回ると、スイッチング素子54a、54eは破壊故障に至る。したがって、比較例では、ロック時保持時間 T_{pro} を満足することができなくなるので、ロック時基本デューティモータ電流 I_{mlock} をより小さいロック時基本デューティモータ電流 m_{lock} 等に電流値を制限する必要があったことから、モータ20の駆動トルクが小さくなってしまう。

【0062】

そこで、この比較例の不都合をこの実施形態の以下に説明する処理により解決する。

【0063】

以下、この実施形態に係る電動車両のモータ制御装置10の動作について、図10のフローチャートに基づいて説明する。

【0064】

電動車両12の走行中のステップS1において、搭乗者によるアクセル36の操作に対応するアクセル操作量 θ がアクセルセンサ40により検出されるとともに、速度設定器46の設定による最高制限速度 V_{max} が基本駆動指令部70 (図3) により検出される。

【0065】

次に、ステップS2において、基本駆動指令部70は、アクセル操作量 θ と最高制限速度 V_{max} に基づきモータ20の回転速度指令 V_{mcom} を演算する。

【0066】

次いで、ステップS3において、基本駆動指令部70は、演算した回転速度指令 V_{mcom} と速度検出器56により検出されるモータ20の実回転速度 V_m との偏差 ($V_m - V_{mcom}$) を演算する。

【0067】

ステップS4において、基本駆動指令部70は、PID (比例積分微分) 制御により偏差 ($V_m - V_{mcom}$) がゼロ値となるようなトルク指令値 T_{rcom} を演算する。

【0068】

ステップS5において、基本駆動指令部70は、実回転速度 V_m とトルク指令値 T_{rcom} とから予め作成してあるマップを参照して駆動デューティである駆動指令 D_{com} を演算し、PWM回路58に設定する。

【0069】

ステップS6において、PWM回路58は、駆動指令 D_{com} に応じたデューティを有

10

20

30

40

50

する駆動信号をスイッチング素子 54 に出力する。

【0070】

次いで、ステップ S7 において、ロック状態判定部 72 は、上述したように、駆動指令 Dcom 出力中に、実回転速度 Vm が、所定回転速度 Vms 以下であって、かつその停止とみなす所定回転速度 Vms が所定時間 Tstop 以上継続しているかどうかによりモータ 20 がロック状態になっているかどうかを判定する。

【0071】

ロック状態になっていないと判定したときには、ステップ S1 に戻り、基本駆動指令部 70 による制御動作（電動車両 12 の走行動作）を繰り返す。

【0072】

その一方、ステップ S7 の判定が成立したときには、ステップ S8 において、ロック状態判定部 72 は、モータ 20 がロック状態にあると判定（決定）して、ロック時駆動指令部 74 に通知する。これにより、PWM 回路 58 への制御が基本駆動指令部 70 による制御から、ロック時駆動指令部 74 と電流制限器 64 とによる制御に切り替わり、ロック時駆動指令部 74 は、ロック状態となった時点 t0 において、まず、ロック時基本デューティモータ電流 Imlock の駆動指令 Dcom を PWM 回路 58 に出力する（図 11 時点 t0 参照）。

【0073】

このとき、ステップ S9 において、ロック時駆動指令部 74 は、ロック状態と判定された時点 t0 からロック状態の計時を開始するとともに、温度検出器 33 によりインバータ回路 30 のパッケージ温度 Tp を検出し、ステップ S10 において、パッケージ温度 Tp とロック状態の経過時間（時点 t0 からの時間）から連続許容電流閾値 Icth を演算する。

【0074】

次いで、ステップ S11 において、ロック時駆動指令部 74 は、電流検出器 62 によりロック時基本デューティモータ電流 Imlock（後述するステップ S12 が成立したときには、ロック時最大デューティモータ電流 Imlockmax）を検出する。

【0075】

次に、ステップ S12 において、ロック時駆動指令部 74 は、検出したロック時基本デューティモータ電流 Imlock が連続許容電流閾値 Icth より小さい値であって、かつ電流制限器 64 が未作動（素子停止信号 Sls を出力していない状態）であるかどうかを判定する。

【0076】

ステップ S12 の判定が成立したとき（図 11 のタイムチャートの時点 t10 参照）、ステップ S13 において、ロック時駆動指令部 74 は、電流制限器 64 が作動して素子停止信号 Sls を出力するまでロック時最大デューティモータ電流 Imlockmax を流すより大きなデューティの駆動指令 Dcom を出力する（時点 t10 ~ t11 参照）。

【0077】

電流制限器 64 は、図 11 の時点 t11（及び、その後の時点 t13、t15、t17、t19、t21）に示すように、電流検出器 62 で検出されるロック時最大デューティモータ電流 Imlockmax が第 1 許容電流閾値 Iimaxth1 を上回ろうとするとときに素子停止信号 Sls を出力して作動するとともに、作動状態であることを示す電流制限作動状態信号 Sla をロック時駆動指令部 74 に通知する。

【0078】

次いで、ステップ S14 において、ロック時駆動指令部 74 は、電流制限器 64 が作動状態であることを示す電流制限作動状態信号 Sla を受領したとき、ステップ S15 において、ロック時基本デューティモータ電流 Imlock とロック時最大デューティモータ電流 Imlockmax の通電時間の積分値からロック時直流通電電流 Imlockdc を演算する（図 11 参照）。

【0079】

10

20

30

40

50

次いで、ステップ S 1 6 において、ロック時駆動指令部 7 4 は、ロック時直流通電電流 I_{lockdc} が連続許容電流閾値 I_{cth} を下回っているかどうかを判定する ($I_{lockdc} < I_{cth}$)。

【0080】

下回っている場合には、ステップ S 1 7 においてロック時駆動指令部 7 4 は、電流制限器 6 4 に対して電流制限解除信号 S_{lr} を通知することで、電流制限器 6 4 は、素子停止信号 S_{ls} の出力を解除する (図 1 1 中、時点 t_{12} 及びその後の時点 t_{14} 、 t_{16} 、 t_{18} 、 t_{20} 、 t_{22})。

【0081】

そうすると、次のステップ S 1 1 において、ロック時最大デューティモータ電流 $I_{lockmax}$ が検出され、ステップ S 1 2 以降の動作を繰り返す。

【0082】

図 1 2、図 1 3 の実施形態の説明図に示すように、ロック状態において、図 7、図 8 の比較例の説明図に対して、ロック状態と判定した時点 t_0 において、ロック時基本デューティモータ電流 I_{lock} でモータ電流 I_m を増加させる点では同じであるが、時点 t_{10} 以降で、連続許容電流閾値 I_{cth} を下回る条件の成立下に、モータ電流 I_m を値の大きいロック時最大デューティモータ電流 $I_{lockmax}$ でモータ 2 0 を駆動することができるので、図 1 1 に示すように、ロック時におけるモータ電流 I_m を間欠的ではあるが第 1 許容電流閾値 $I_{imaxth1}$ まで増加させることができ、ロック状態においてもモータ駆動トルクを大きな値とすることができる。図 1 3 において、時点 $t_{11} \sim t_{12}$ 間は、電流制限器 6 4 によりスイッチング素子 5 4 a 及びスイッチング素子 5 4 e が遮断されている期間である (図 1 1 も参照)。

【0083】

なお、ロック時において、電流制限器 6 4 による制限を第 1 許容電流閾値 $I_{imaxth1}$ よりも大きい瞬時許容電流閾値 I_{imaxth} としてもよい。許容電流閾値 { 瞬時許容電流閾値 I_{imaxth} 又は第 1 許容電流閾値 $I_{imaxth1}$ } は、ロック時駆動指令部 7 4 から電流制限器 6 4 に設定するようにしてもよい。

【0084】

以上説明したように上述した実施形態に係る電動車両のモータ制御装置 1 0 は、バッテリー 5 2 の直流電力を UVW の 3 相ブリッジ接続された複数のスイッチング素子 5 4 により交流電力に変換して車輪駆動用のモータ 2 0 に供給するインバータ回路 3 0 と、アクセル操作量 θ に応じたモータ 2 0 の回転速度指令 V_{mcom} と実回転速度 V_m との偏差からトルク指令値 T_{rcom} を演算し、実回転速度 V_m とトルク指令値 T_{rcom} に基づく駆動指令 D_{com} を PWM 回路 5 8 を通じてスイッチング素子 5 4 に供給してモータ 2 0 を駆動する制御装置 1 1 と、インバータ回路 3 0 の電源線 5 3 に流れるモータ電流 I_m を検出する電流検出器 6 2 とを備える。

【0085】

各スイッチング素子 5 4 は、瞬時許容電流閾値 I_{imaxth} と、直流電流の連続通電時間に応じて瞬時許容電流閾値 I_{imaxth} から低下する連続許容電流閾値 I_{cth} と、が設定されている。

【0086】

制御装置 1 1 は、アクセル操作量 θ とモータ 2 0 の実回転速度 V_m とに基づきモータ 2 0 がロック状態にあるか否かを判定するロック状態判定部 7 2 と、ロック状態判定部 7 2 により、ロック状態と判定されたとき、前記直流電流の連続通電状態となった特定のスイッチング素子 5 4 (5 4 a、5 4 e) に流れるロック時電流を、連続通電初期時 (図 1 1 中、時点 $t_0 \sim t_{10}$) には、瞬時許容電流閾値 I_{imaxth} を上回らない一定電流値であるロック時基本デューティモータ電流 I_{lock} に制限し、該一定電流値であるロック時基本デューティモータ電流 I_{lock} が連続許容電流閾値 i_{cth} を上回ろうとする時点 t_{10} 以降では、前記一定電流値であるロック時基本デューティモータ電流 I_{lock} の制限を解除して電流値の増減を繰り返させ、電流値を増減させているときの電

10

20

30

40

50

流上側ピーク値（ロック時最大デューティモータ電流 $I_{ml o c k m a x}$ の上側ピーク値）が瞬時許容電流閾値 $I_{i m a x t h}$ 以下であって連続許容電流閾値 $I_{c t h}$ 以上となるように制御し、かつ電流値を増減させているときの平均電流値であるロック時直流通電電流 $I_{m l o c k d c}$ が連続許容電流閾値 $I_{c t h}$ を上回らないように制御するロック時駆動指令部 74 と、を有する。

【0087】

この実施形態によれば、ロック時に大きな電流が流れている特定のスイッチング素子 54（54a、54e）を過電流から保護できるとともに、ロック状態においても間欠的に大きな駆動トルクを発生することができる。

【0088】

このように制御することにより、電動車両 12 が坂道等でロック状態になったとしても、その坂道等で後退することがない。

【0089】

この場合、ロック時駆動指令部 74 は、ロック状態判定部 72 により、ロック状態と判定されたとき、連続通電状態となった特定のスイッチング素子 54（54a、54e）に流れるロック時電流を、連続通電初期時（時点 $t_0 \sim t_{10}$ ）には、瞬時許容電流閾値 $I_{i m a x t h}$ より低い第 1 許容電流閾値 $I_{i m a x t h 1}$ を上回らない一定電流値となるロック時基本デューティモータ電流 $I_{m l o c k}$ に制限し、該一定電流値が連続許容電流閾値 $I_{c t h}$ を上回ろうとする時点 t_{11} 以降では、前記一定電流値の制限を解除して電流値の増減を繰り返させ、電流値を増減させているときのピーク値（ロック時最大デューティモータ電流 $I_{m l o c k m a x}$ の上側ピーク値）が第 1 許容電流閾値 $I_{i m a x t h 1}$ 以下であって連続許容電流閾値 $I_{c t h}$ 以上となるように制御し、かつ電流値を増減させているときの平均電流値であるロック時直流通電電流 $I_{m l o c k d c}$ が連続許容電流閾値 $I_{c t h}$ を上回らないように制御することで、ロック時に間欠的に発生する大きな駆動トルクの値は瞬時許容電流閾値 $I_{i m a x t h}$ と第 1 許容電流閾値 $I_{i m a x t h 1}$ との差分に対応して若干少なくなるが、ロック状態にあるスイッチング素子 54（54a、54e）をより確実に保護することができる。

【0090】

なお、ロック時駆動指令部 74 は、前記電流値を増減させるときに、前記電流値を増加させる際には、特定のスイッチング素子 54e（直列接続であるので、結果として 54a も含む。）の駆動デューティを上げて増加させ（図 13、時点 t_{10} 参照）、前記電流値を減少させる際には、特定のスイッチング素子 54（54a と 54e）を遮断して減少させることで、瞬時許容電流閾値 $I_{i m a x t h}$ 又は瞬時許容電流閾値 $I_{i m a x t h}$ より小さい一定電流値としての第 1 許容電流閾値 $I_{i m a x t h 1}$ を上回らないように制限する制御を簡単な構成で行うことができる。

【0091】

また、ロック時駆動指令部 74 は、前記ロック時の前記特定のスイッチング素子 54（54a、54e）の平均電流値であるロック時直流通電電流 $I_{m l o c k d c}$ が、直流電流の連続通電時間に応じて瞬時許容電流閾値 $I_{i m a x t h}$ から低下する連続許容電流閾値 $I_{c t h}$ を下回るように、前記電流値を減少させるときの特定のスイッチング素子 54（54a、54e）の遮断時間（時点 $t_{11} \sim t_{12}$ 、時点 $t_{13} \sim t_{14}$ 、・・・）を徐々に長くする構成とすることで、簡単な構成で、電流値を増減させているときの平均電流値であるロック時直流通電電流 $I_{m l o c k d c}$ が連続許容電流閾値 $I_{c t h}$ を上回らない制御を、一層確実に行うことができる。

【0092】

さらに、インバータ回路 30 のパッケージ温度 T_p を検出する温度検出器 33 を備え、前記通電時間に応じて瞬時許容電流閾値 $I_{i m a x t h}$ から低下する連続許容電流閾値 $I_{c t h}$ の設定を、検出したインバータ回路 30 のパッケージ温度 T_p に応じて可変するように制御することで、スイッチング素子 54 自体の温度ではなくインバータ回路 30 のパッケージ温度 T_p を検出するようにしているので簡易な構成で精度よくスイッチング素子

10

20

30

40

50

５４を保護することができる。

【００９３】

この発明に係る電動車両のモータ制御装置は、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである

【図面の簡単な説明】

【００９４】

【図１】電動車両の斜視図である。

【図２】操作部の平面図である。

【図３】電動車両のモータ制御装置の回路構成を示すブロック図である。

【図４】閾値マップの例示図である。

10

【図５】パッケージ温度に対するスイッチング素子の許容電流の説明図である。

【図６】連続通電時間に対する許容電流の説明図である。

【図７】比較例でのロック時に特定のスイッチング素子のみにモータ電流が流れることの説明図である。

【図８】比較例で、ロック状態検出時点以降で特定のスイッチング素子の駆動デューティを増加させる説明図である。

【図９】比較例での電流閾値とロック時電流の説明図である。

【図１０】この実施形態の動作説明に供されるフローチャートである。

【図１１】この実施形態に係る電流閾値とロック時電流の説明図である。

20

【図１２】ロック状態におけるピーク電流増加経路の説明図である。

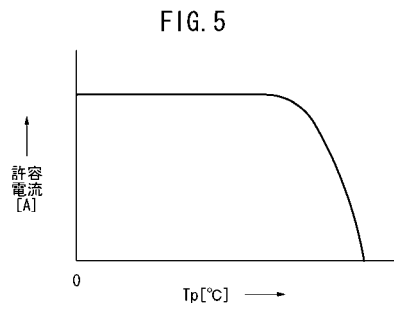
【図１３】ロック状態におけるピーク電流増加方法の説明図である。

【符号の説明】

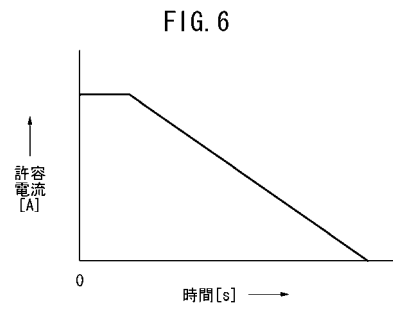
【００９５】

１０・・・電動車両のモータ制御装置	１１・・・制御装置（制御装置本体）
１２・・・電動車両	２０・・・モータ
３０・・・インバータ回路	５８・・・ＰＷＭ回路
６２・・・電流検出器	７２・・・ロック状態判定部
７４・・・ロック時駆動指令部	７６・・・閾値マップ

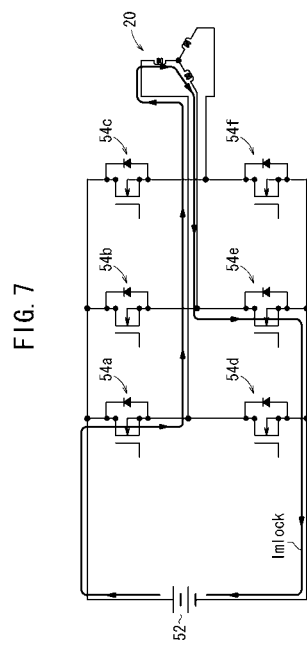
【 図 5 】



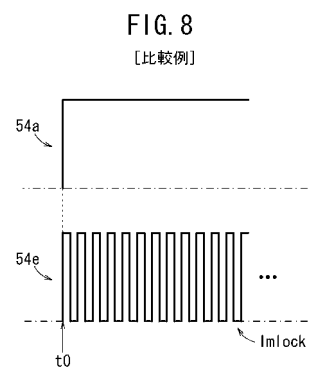
【 図 6 】



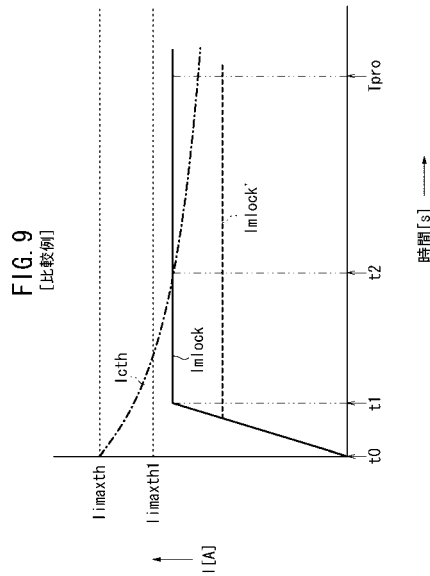
【 図 7 】



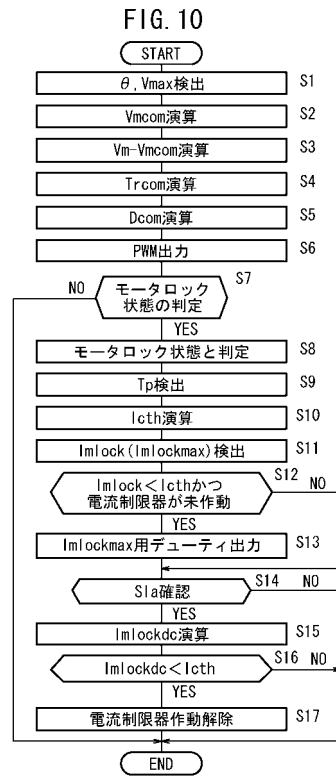
【 図 8 】



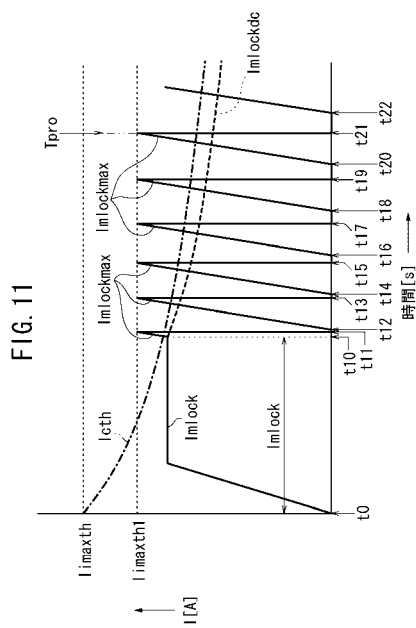
【 図 9 】



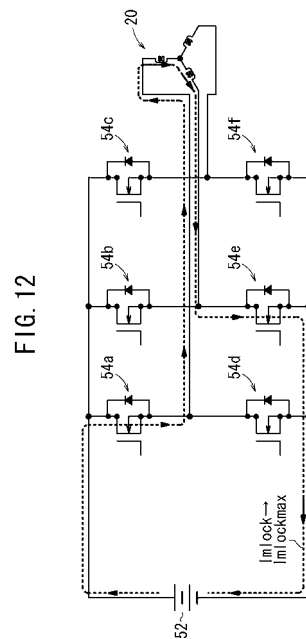
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

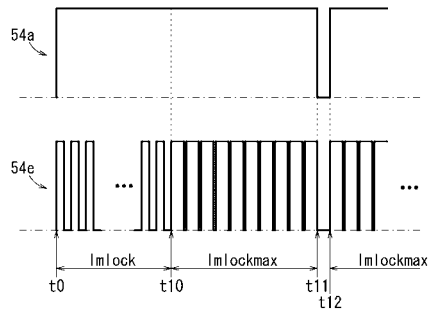


【 図 1 2 】



【図 13】

FIG. 13



フロントページの続き

(72)発明者 木村 好吉

栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 秋本 浩明

栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 PI16 PI29 PU08 PV09 QN03 QN06 QN23
QN27 SE10 T005 T012 T021 TR02 TR07 TU02 TU11 TZ04
5H560 AA08 BB04 BB07 DB01 DC05 DC12 EB01 HB02 HB03 HB06
HB07 JJ02 JJ06 JJ07 SS02 TT15 UA05 UA06 XA02 XA04
XA12