

(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2020-184840

(P2020-184840A)

(43) 公開日 令和2年11月12日(2020.11.12)

(51) Int.Cl.

HO2P 27/08

(2006.01)

F 1

HO2P 27/08

テーマコード(参考)

5H505

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願2019-88390 (P2019-88390)

(22) 出願日

令和1年5月8日 (2019.5.8)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

100093779

弁理士 服部 雅紀

山田 純

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

中山 誠二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

坂口 浩二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

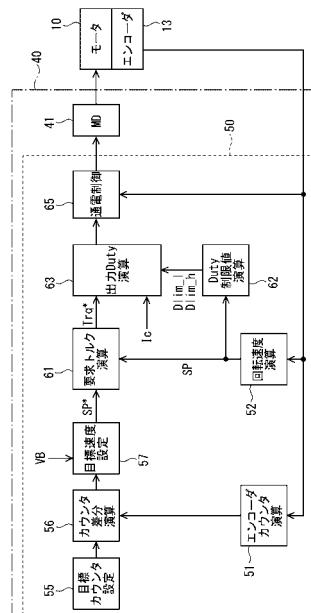
(54) 【発明の名称】モータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】過電流を抑制可能なモータ制御装置を提供する。

【解決手段】シフトレンジ制御装置40は、コイルを有するモータ10の駆動を制御するものであって、駆動回路41と、ECU50と、を備える。駆動回路41は、複数のスイッチング素子411～416を有し、コイルへの通電を切り替える。ECU50は、通電制御部65、および、デューティ制限値演算部62を有する。通電制御部65は、モータ10を加速させた後、減速させ、モータの回転位置が目標回転位置にて停止するように、コイル11への通電を制御する。デューティ制限値演算部62は、減速制御時における電流を制限する。これにより減速制御時の過電流を抑制することができる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイル(11)を有するモータ(10)の駆動を制御するモータ制御装置であって、複数のスイッチング素子(411～416)を有し、前記コイルへの通電を切り替える駆動回路(41)と、

前記モータを加速させた後、減速させ、前記モータの回転位置が目標回転位置にて停止するように、前記コイルへの通電を制御する通電制御部(65)、および、減速制御時ににおける電流を制限する電流制限部(62)を有する制御部(50)と、
を備えるモータ制御装置。

【請求項 2】

前記電流制限部は、P W M制御におけるデューティ比を制限するデューティ制限値を演算するものであって、

P W M制御におけるデューティ比について、前記スイッチング素子のオン時間の割合を絶対値とし、減速制御開始前と同じ方向にトルクを発生させるときのデューティ比を正、減速制御開始前と反対方向にトルクを発生させるときのデューティ比を負として定義するとき、

前記デューティ制限値は、低速回転域において負であって、前記モータの回転速度が大きくなるほど大きくなるように演算される請求項1に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】

前記デューティ制限値は、前記駆動回路に入力される入力電圧に応じて補正される請求項2に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】

前記デューティ制限値は、前記モータの駆動を開始する前に一定のデューティ比での固定相通電を行ったときの電流に応じて補正される請求項2に記載のモータ制御装置。

【請求項 5】

前記デューティ制限値は、前記モータの駆動中であって、減速制御開始前に一定のデューティ比での通電を行ったときの電流に応じて補正される請求項2に記載のモータ制御装置。

【請求項 6】

コイル(11)を有するモータ(10)の駆動を制御するモータ制御装置であって、複数のスイッチング素子を有し、前記コイルへの通電を切り替える駆動回路(41)と、

前記モータを加速させた後、減速させ、前記モータの回転位置が目標回転位置にて停止するように、デューティ比を変更することで前記コイルへの通電を制御する通電制御部(65)、および、デューティ比を制限するデューティ制限値を演算する電流制限部(62)を有する制御部(50)と、

を備え、

前記デューティ制限値は、減速制御開始前に一定のデューティ比での通電を行ったときの電流に応じて補正されるモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、シフトレンジ制御装置において、目標位置にてモータが停止するようにモータの駆動を制御している。例えば特許文献1では、加速制御、定常制御、減速制御、急ブレーキ制御、および、固定相通電制御と制御を切り替えていくことで、モータの駆動を制御している。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2018-135919号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1では、正のトルクを出力するときのデューティを正、負のトルクを出力するときのデューティを負と定義し、減速制御開始時のデューティを-100[%]としている。このように制御すると、誘導起電力により、過電流となる虞がある。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、過電流を抑制可能なモータ制御装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のモータ制御装置は、コイル(11)を有するモータ(10)の駆動を制御するものであって、駆動回路(41)と、制御部(50)と、を備える。駆動回路は、複数のスイッチング素子(411～416)を有し、コイルへの通電を切り替える。制御部は、通電制御部(65)、および、電流制限部(62)を有する。

【0006】

第1態様では、通電制御部は、モータを加速させた後、減速させ、モータの回転位置が目標回転位置にて停止するように、コイルへの通電を制御する。電流制限部は、減速制御時における電流を制限する。第2態様では、通電制御部は、モータを加速させた後、減速させ、モータの回転位置が目標回転位置にて停止するように、デューティ比を変更することでコイルへの通電を制御する。電流制限部は、デューティ比を制限するデューティ制限値を演算する。デューティ制限値は、減速制御開始前に一定のデューティ比での通電を行ったときの電流に応じて補正される。これにより、過電流を抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1実施形態によるシフトバイワイヤシステムを示す斜視図である。

【図2】第1実施形態によるシフトバイワイヤシステムを示す概略構成図である。

【図3】第1実施形態によるモータおよび駆動回路を示す回路図である。

30

【図4】第1実施形態によるシフトレンジ制御装置を示すブロック図である。

【図5】第1実施形態によるデューティが正の時の誘導起電力を説明する説明図である。

【図6】第1実施形態によるデューティが負の時の誘導起電力を説明する説明図である。

【図7】第1実施形態による減速制御時におけるモータ回転速度、コイル電流およびデューティの関係を説明する説明図である。

【図8】第1実施形態による基準電圧での下側デューティ制限部および上側デューティ制限値を示すマップである。

【図9】第1実施形態による補正係数のマップである。

【図10】第1実施形態によるモータ駆動制御を説明するタイムチャートである。

【図11】第2実施形態による制限デューティ演算処理を説明するフローチャートである。

40

【図12】第2実施形態によるモータ駆動制御を説明するタイムチャートである。

【図13】第3実施形態による制限デューティ演算処理を説明するフローチャートである。

【図14】第3実施形態によるモータ回転速度に応じた基準電流を示すマップである。

【図15】第3実施形態によるモータ駆動制御を説明するタイムチャートである。

【図16】参考例によるモータ駆動制御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、本発明によるモータ制御装置を図面に基づいて説明する。以下、複数の実施形態

50

において、実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

【0009】

(第1実施形態)

第1実施形態を図1～図10に示す。図1および図2に示すように、シフトバイワイヤシステム1は、モータ10、シフトレンジ切替機構20、パーキングロック機構30、および、シフトレンジ制御装置40等を備える。

【0010】

モータ10は、図示しない車両に搭載される図示しないバッテリから電力が供給されることで回転し、シフトレンジ切替機構20の駆動源として機能する。本実施形態のモータ10は、永久磁石式のDCブラシレスモータである。図3に示すように、モータ10は、コイル11を有する。コイル11は、U相コイル111、V相コイル112およびW相コイル113から構成され、図示しないステータに巻回される。

10

【0011】

図2に示すように、エンコーダ13は、モータ10の図示しないロータの回転位置を検出する。エンコーダ13は、例えば磁気式のロータリーエンコーダであって、ロータと一緒に回転する磁石と、磁気検出用のホールIC等により構成される。エンコーダ13は、ロータの回転に同期して、所定角度ごとにA相およびB相のパルス信号であるエンコーダ信号を出力する。

20

【0012】

減速機14は、モータ10のモータ軸と出力軸15との間に設けられ、モータ10の回転を減速して出力軸15に出力する。これにより、モータ10の回転がシフトレンジ切替機構20に伝達される。出力軸15には、出力軸15の角度を検出する出力軸センサ16が設けられる。出力軸センサ16は、例えばポテンショメータである。

20

【0013】

図1に示すように、シフトレンジ切替機構20は、ディテントプレート21、および、ディテントスプリング25等を有し、減速機14から出力された回転駆動力を、マニュアルバルブ28、および、パーキングロック機構30へ伝達する。

30

【0014】

ディテントプレート21は、出力軸15に固定され、モータ10により駆動される。ディテントプレート21には、出力軸15と平行に突出するピン24が設けられる。ピン24は、マニュアルバルブ28と接続される。ディテントプレート21がモータ10によって駆動されることで、マニュアルバルブ28は軸方向に往復移動する。すなわち、シフトレンジ切替機構20は、モータ10の回転運動を直線運動に変換してマニュアルバルブ28に伝達する。マニュアルバルブ28は、バルブボディ29に設けられる。マニュアルバルブ28が軸方向に往復移動することで、図示しない油圧クラッチへの油圧供給路が切り替えられ、油圧クラッチの係合状態が切り替わることでシフトレンジが変更される。

30

【0015】

ディテントプレート21のディテントスプリング25側には、マニュアルバルブ28を各レンジに対応する位置に保持するための4つの凹部22が設けられる。凹部22は、ディテントスプリング25の基部側から、D(ドライブ)、N(ニュートラル)、R(リバース)、P(パーキング)の各レンジに対応している。

40

【0016】

ディテントスプリング25は、弾性変形可能な板状部材であり、先端にディントローラ26が設けられる。ディントローラ26は、凹部22のいずれかに嵌まり込む。ディテントスプリング25は、ディントローラ26をディテントプレート21の回動中心側に付勢する。ディテントプレート21に所定以上の回転力が加わると、ディテントスプリング25が弾性変形し、ディントローラ26が凹部22を移動する。ディントローラ26が凹部22のいずれかに嵌まり込むことで、ディテントプレート21の揺動が規制され、マニュアルバルブ28の軸方向位置、および、パーキングロック機構30の状態が決定され、自動变速機5のシフトレンジが固定される。

50

【0017】

パーキングロック機構30は、パーキングロッド31、円錐体32、パーキングロックポール33、軸部34、および、パーキングギア35を有する。パーキングロッド31は、略L字形状に形成され、一端311側がディテントプレート21に固定される。パーキングロッド31の他端312側には、円錐体32が設けられる。円錐体32は、他端312側にいくほど縮径するように形成される。ディテントローラ26がPレンジに対応する凹部に嵌まり込む方向にディテントプレート21が回転すると、円錐体32が矢印Pの方向に移動する。

【0018】

パーキングロックポール33は、円錐体32の円錐面と当接し、軸部34を中心に揺動可能に設けられる。パーキングロックポール33のパーキングギア35側には、パーキングギア35と噛み合い可能な凸部331が設けられる。ディテントプレート21の回転により、円錐体32が矢印P方向に移動すると、パーキングロックポール33が押し上げられ、凸部331とパーキングギア35とが噛み合う。一方、円錐体32が矢印N ot P方向に移動すると、凸部331とパーキングギア35との噛み合いが解除される。

10

【0019】

パーキングギア35は図示しない車軸に設けられ、パーキングロックポール33の凸部331と噛み合い可能に設けられる。パーキングギア35と凸部331とが噛み合うと、車軸の回転が規制される。シフトレンジがP以外のレンジであるN ot Pレンジのとき、パーキングギア35はパーキングロックポール33によりロックされず、車軸の回転は、パーキングロック機構30により妨げられない。また、シフトレンジがPレンジのとき、パーキングギア35はパーキングロックポール33によってロックされ、車軸の回転が規制される。

20

【0020】

図2および図3に示すように、シフトレンジ制御装置40は、駆動回路41、および、ECU50等を備える。駆動回路41は、コイル11の通電を切り替える3相インバータであって、スイッチング素子411～416がブリッジ接続される。対になるU相のスイッチング素子411、414の接続点には、U相コイル111の一端が接続される。対になるV相のスイッチング素子412、415の接続点には、V相コイル112の一端が接続される。対になるW相のスイッチング素子413、416の接続点には、W相コイル113の一端が接続される。コイル111～113の他端は、結線部115で結線される。

30

【0021】

駆動回路41とグランドとの間には、コイル111～113の電流を検出する電流センサ42が設けられる。電流センサ42は、U相コイル111の電流を検出するU相電流センサ421、V相コイル112の電流を検出するV相電流センサ422、および、W相コイル113の電流を検出するW相電流センサ423を有する。以下、電流センサ421～423にて検出される各相電流を、まとめてコイル電流Icとする。

【0022】

ECU50は、マイコン等を主体として構成され、内部にはいずれも図示しないCPU、ROM、RAM、I/O、及び、これらの構成を接続するバスライン等を備えている。ECU50における各処理は、ROM等の実体的なメモリ装置（すなわち、読み出し可能非一時的有形記録媒体）に予め記憶されたプログラムをCPU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であってもよい。

40

【0023】

図2に示すように、ECU50は、ドライバ要求シフトレンジに応じたシフト信号、ブレーキスイッチからの信号および車速等に基づいてモータ10の駆動を制御することで、シフトレンジの切り替えを制御する。また、ECU50は、車速、アクセル開度、および、ドライバ要求シフトレンジ等に基づき、変速用油圧制御ソレノイド6の駆動を制御する。変速用油圧制御ソレノイド6を制御することで、変速段が制御される。変速用油圧制御

50

ソレノイド 6 は、変速段数等に応じた本数が設けられる。本実施形態では、1つの E C U 5 0 がモータ 1 0 およびソレノイド 6 の駆動を制御するが、モータ 1 0 を制御するモータ制御用のモータ E C U と、ソレノイド制御用の A T - E C U とを分けてもよい。以下、モータ 1 0 の駆動制御を中心に説明する。

【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、E C U 5 0 は、機能ブロックとして、エンコーダカウント演算部 5 1、回転速度演算部 5 2、目標カウンタ設定部 5 5、カウンタ差分演算部 5 6、目標速度設定部 5 7、要求トルク演算部 6 1、デューティ制限値演算部 6 2、出力デューティ演算部 6 3、および、通電制御部 6 5 等を有する。E C U 5 0 は、エンコーダカウント値 C_{en} が要求レンジに応じて設定される目標カウント値 C_{en}^* にて停止するように、モータ 1 0 の駆動を制御する。詳細には、要求レンジが切り替わると、モータ 1 0 を加速制御し、モータ回転速度 S P が所定の速度となると、当該速度にてモータ 1 0 の回転を維持する定常制御を行った後、減速制御を行い、エンコーダカウント値 C_{en} が目標カウント値 C_{en}^* を含む所定の制御範囲内となるようにモータ 1 0 を停止させる。本実施形態では、P W M 制御にてモータ 1 0 の駆動を制御する。以下、P W M 制御におけるデューティ比を、適宜単に「デューティ」という。

【 0 0 2 5 】

エンコーダカウント演算部 5 1 は、エンコーダ 1 3 から出力される A 相および B 相のパルスに基づき、エンコーダ 1 3 のカウント値であるエンコーダカウント値 C_{en} を演算する、エンコーダカウント値 C_{en} は、モータ 1 0 の実際の機械角および電気角に応じた値である。回転速度演算部 5 2 は、エンコーダ 1 3 から出力される A 相および B 相のパルスに基づき、モータ 1 0 の回転速度であるモータ回転速度 S P を演算する。本実施形態では、モータ回転速度 S P は、単位 r p m 等で表される、いわゆる回転数とするが、角速度等を用いてもよい。

【 0 0 2 6 】

目標カウンタ設定部 5 5 は、図示しないシフトレバー等の操作により入力されるドライバ要求シフトレンジに応じた目標カウント値 C_{en}^* を設定する。カウンタ差分演算部 5 6 は、目標カウント値 C_{en}^* とエンコーダカウント値 C_{en} との差であるカウント偏差 C_{en} を演算する。カウント偏差 C_{en} は、目標カウントまでの残りカウント数ともいえる。目標速度設定部 5 7 は、カウント偏差 C_{en} および、バッテリ電圧 V B に基づき、目標モータ回転速度 S P * を演算する。

【 0 0 2 7 】

要求トルク演算部 6 1 は、目標モータ回転速度 S P * とモータ回転速度 S P との差分である速度偏差 S P に基づき、要求トルク T r q * を演算する。デューティ制限値演算部 6 2 は、モータ回転速度 S P に基づき、下側デューティ制限値 D l i m _ l および上側デューティ制限値 D l i m _ h を演算する。

【 0 0 2 8 】

出力デューティ演算部 6 3 は、要求トルク T r q * 、コイル電流 I c およびデューティ制限値 D l i m _ l 、D l i m _ h に基づき、出力デューティ D * を演算する。通電制御部 6 5 は、出力デューティ D * に基づいて P W M 処理を行い、スイッチング素子 4 1 1 ~ 4 1 6 のオンオフ作動を制御する制御信号を生成する。生成された制御信号は、駆動回路 4 1 に出力される。図 4 中、駆動回路を「M D」と記載した。

【 0 0 2 9 】

ここで、コイル電流 I c およびデューティの正負について説明する。本明細書では、モータ 1 0 が正のトルクを出力するときのコイル電流 I c およびデューティを正、負のトルクを出力するときのコイル電流 I c およびデューティを負の値として定義する。具体的には、レンジ切替方向にモータ 1 0 を回転させる方向のトルクを出力するときのコイル電流 I c およびデューティが正であり、モータ 1 0 を停止させる方向のトルクを出力するときのコイル電流 I c およびデューティが負となる。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

モータ 10 における誘導起電力を図 5 および図 6 に基づいて説明する。図 5 はコイル電流 I_c およびデューティが正の場合、図 6 はコイル電流 I_c およびデューティが負の場合を示す。図 5 および図 6 では、誘導起電力により生じる電圧 V_i を二点鎖線の丸で囲んだバッテリ記号で示し、誘導起電力による電流である誘導電流 I_i を二点鎖線の矢印、コイル電流 I_c を破線の矢印で示した。また、煩雑になることを避けるため、一部の符号は省略した。

【0031】

図 5 に示すように、コイル電流 I_c およびデューティが正であって、加速トルクを発生させている場合、電源電圧が印加される方向と誘導起電力の方向が逆向きとなるため、誘導起電力に起因する過電流は生じない。

10

【0032】

一方、図 6 に示すように、コイル電流 I_c およびデューティが負であって、ブレーキトルクを発生させている場合、電源電圧が印加される方向と誘導起電力の方向が同じ向きとなるため、通電経路となるスイッチング素子に過電流が流れる虞がある。特に、高電位側のスイッチング素子（図 6 の例では、W 相のスイッチング素子 413）には、還流電流も流れるため、特に過電流になりやすい。そのため、図 16 に示す参考例のように、時刻 $\times 51$ にて、減速制御開始時のデューティを -100 [%] とすると、許容電流範囲を超えた過電流が駆動回路 41 に流れる虞がある。

【0033】

減速制御時におけるモータ回転速度 S_P 、コイル電流およびデューティの関係を図 7 に示す。図 7 では、上段に、それぞれのデューティでのモータ回転速度 S_P に対するコイル電流 I_c を示し、下段に制限電流 I_{lim} となるデューティを示した。また、駆動回路 41 の許容電流の上限である制限電流 I_{lim} を一点鎖線で示した。

20

【0034】

図 7 の上段には、(a) デューティが 0 [%] のとき、(b) デューティが -50 [%]、バッテリ電圧が 12 [V] のとき、(c) デューティが -100 [%]、バッテリ電圧が 10 [V] のとき、(d) デューティが -100 [%]、バッテリ電圧が 12 [V] のときを示している。(a) に示すように、モータ回転速度 S_P が 0 のとき、誘導起電力が発生しないので、コイル 11 に流れるコイル電流 I_c は、バッテリからの電力による電流となる。また、デューティが同じであれば、コイル電流 I_c はバッテリ電圧に比例し、バッテリ電圧 V_B が同じであれば、コイル電流 I_c はデューティに比例する。

30

【0035】

モータ 10 が回転している場合（すなわち $S_P > 0$ の場合）、デューティが 0 [%] であれば、バッテリからの電力供給がないため、コイル 11 に流れる電流は、誘導起電力による電流となる。このとき、コイル電流 I_c は、バッテリ電圧にはよらず、モータ回転速度 S_P に比例し、モータ回転速度 S_P が大きいほど、負側にて絶対値が大きくなる。デューティが 0 [%] 以外であって、バッテリからの電力供給がある場合、コイル電流 I_c は、誘導起電力による電流と、バッテリ電圧 V_B による電流との合計になる。

【0036】

上記 (a) ~ (d) と制限電流 I_{lim} との関係から導かれる下側デューティ制限値 D_{lim_1} を下段に示す。上記 (a) ~ (d) に示したように、モータ回転速度 S_P が大きくなると、誘導起電力による負の電流が大きくなるので、バッテリからの負の電力供給が大きくなると、許容電流を超えてしまう。そこで本実施形態では、減速制御での過電流を防ぐべく、モータ回転速度 S_P に応じてデューティを制限することで、バッテリからの電力供給を制限する。

40

【0037】

例えば、モータ回転速度 S_P が値 N_a [rpm]、バッテリ電圧 V_B が 12 [V] のとき、デューティを -50 [%] 以上で制御する必要がある。本実施形態では、バッテリ電圧 V_B が 12 [V] の場合、モータ回転速度 S_P に応じ、実線で示す下側デューティ制限値 D_{lim_1} またはそれよりも上側のデューティにて制御する。また、バッテリ電圧 V

50

B が 10 [V] の場合、モータ回転速度 SP に応じ、破線で示す下側デューティ制限値 D_{lim_l} またはそれよりも上側のデューティにて制御する。下側デューティ制限値 D_{lim_l} の絶対値は、(1/VB) に比例する。

【0038】

ここで、デューティ 0 [%] にて、コイル電流 I_c が制限電流 I_{lim} となるときのモータ回転速度 SP を境界速度 N_b とする。モータ回転速度 SP が境界速度 N_b のとき、デューティが 0 [%]、すなわちバッテリからの負の電力供給がない状態にて、誘導起電力にてコイル電流 I_c が制限電流 I_{lim} に達する。そのため、モータ回転速度 SP が境界速度 N_b より大きい領域では、下側デューティ制限値 D_{lim_l} が正の値となる。換言すると、モータ回転速度 SP が境界速度 N_b より大きい領域では、デューティを負にすることができない。

【0039】

本実施形態では、減速制御において、下側デューティ制限値 D_{lim_l} は、モータ回転速度 SP が大きくなるほど正側となるように設定され、バッテリ電圧 VB に応じて補正される。ここで、「モータ回転速度 SP が大きくなるほど正側となる」とは、図 7 下段に示す下側デューティ制限値 D_{lim_l} より上側で制御することを意味しており、モータ回転速度 SP が境界速度 N_b 以下の領域では、デューティが下側デューティ制限値 D_{lim_l} より絶対値が小さくなるようにし、モータ回転速度 SP が境界速度 N_b より大きい領域では、デューティが下側デューティ制限値より絶対値が大きくなるようにする。

【0040】

図 8 は、下側デューティ制限値 D_{lim_l} および上側デューティ制限値 D_{lim_h} の基準電圧 V_{B_r} でのベースマップである。本実施形態では、基準電圧 V_{B_r} を 12 [V] とする。図 8 の例では、境界速度 N_b が 3000 [rpm] であり、モータ回転速度 SP が 3000 [rpm] より小さいとき、基準下側デューティ制限値 $D_{lim_l_r}$ は負の値であって、モータ回転速度 SP が大きくなるほど、絶対値が小さくなるように設定され、モータ回転速度 SP が 3000 [rpm] より大きいとき、基準下側デューティ制限値 $D_{lim_l_r}$ は正の値であって、モータ回転速度 SP が大きくなるほど絶対値が大きくなるように設定される。

【0041】

また、基準上側デューティ制限値 $D_{lim_h_r}$ は正の値であって、モータ回転速度 SP が 2000 [rpm] までは、モータ回転速度 SP が大きくなるほど基準上側デューティ制限値 $D_{lim_h_r}$ が大きくなり、モータ回転速度 SP が 2000 [rpm] 以上の場合は、基準上側デューティ制限値 $D_{lim_h_r}$ を 100 [%] とする。

【0042】

なお、デューティの絶対値は、オン時間の割合に対応しており、本実施形態では、誘導起電力による電流を考慮しているため、同じモータ回転速度 SP における上側デューティ制限値 D_{lim_h} と、下側デューティ制限値 D_{lim_l} とは、絶対値が異なる値に設定される。下側デューティ制限値 D_{lim_l} の絶対値は、上側デューティ制限値 D_{lim_h} の絶対値より小さい。

【0043】

図 9 は、補正係数 K_1 に係る補正マップであって、バッテリ電圧 VB に応じて補正係数 K_1 を読み取り、下側デューティ制限値 D_{lim_l} 、および、上側デューティ制限値 D_{lim_h} を演算する(式(1)、(2)参照)。本実施形態では、バッテリ電圧 VB が相対的に大きい場合、バッテリ電圧 VB が相対的に小さい場合よりも、デューティ制限値 D_{lim_l} 、 D_{lim_h} の絶対値が小さくなるように、補正係数 K_1 が設定される。なお、図 8 および図 9 に示すマップは一例であって、数値は異なっていてもよい。また、中間値については、線形等にて適宜補完して用いる。図 14 についても同様である。

【0044】

$$D_{lim_l} = D_{lim_l_r} \times K_1 \quad \dots (1)$$

$$D_{lim_h} = D_{lim_h_r} \times K_1 \quad \dots (2)$$

10

20

30

40

50

【0045】

本実施形態のモータ駆動制御を図10のタイムチャートに基づいて説明する。図10では、共通時間軸を横軸とし、上から、モータ回転速度SP、デューティ、補正係数K1、誘導起電力、コイル電流Icを示す。コイル電流Icは、駆動回路41に流れる電流と概ね等しい。図12および図14も同様である。

【0046】

時刻x11にて、レンジ切替要求があると、バッテリ電圧VBに応じた補正係数K1を用いて下側デューティ制限値D1im_1および上側デューティ制限値D1im_hを演算し、デューティが下側デューティ制限値D1im_1と上側デューティ制限値D1im_hとの間になるように、モータ10の駆動を制御する。時刻x11から時刻x12までは、デューティを上側デューティ制限値D1im_hとし、加速制御にてモータ10を駆動する。上側デューティ制限値D1im_hは、モータ回転速度SPが大きくなるにつれて、大きくなる。

10

【0047】

時刻x12にて、モータ回転速度SPが目標モータ回転速度SP*に到達すると、加速制御から定常制御に切り替える。時刻x13にて、目標カウント値Cen*までの残りカウント数が停止制御開始カウントになると、定常制御から減速制御に切り替える。時刻x13では、モータ回転速度SPおよび補正係数K1に応じて設定される下側デューティ制限値D1im_1にてモータ10の駆動を制御する。減速制御にて、モータ回転速度SPが低下すると、誘導起電力が低下し、下側デューティ制限値D1im_1の絶対値を大きくすることができるので、減速制御開始時点よりもブレーキトルクを大きくしていくことができる。

20

【0048】

時刻x14にて、エンコーダカウント値Cenが目標カウント値Cen*を含む所定範囲内（例えば±2カウント）になると、減速制御を終了し、例えば固定相通電等によりモータ10を停止させる。本実施形態では、加速制御時において、上側デューティ制限値D1im_hを超えないようにし、減速制御時において、下側デューティ制限値D1im_1を下回らないように制御することで、レンジ切替期間に亘り、駆動回路41の許容電流範囲内にて制御することができる。

30

【0049】

以上説明したように、シフトレンジ制御装置40は、コイル11を有するモータ10の駆動を制御するものであって、駆動回路41と、ECU50と、を備える。駆動回路41は、複数のスイッチング素子411～416を有し、コイル11への通電を切り替える。ECU50は、通電制御部65、および、デューティ制限値演算部62を有する。通電制御部65は、モータ10を加速させた後、減速させ、モータの回転位置が目標回転位置にて停止するように、コイル11への通電を制御する。デューティ制限値演算部62は、減速制御時における電流を制限する。これにより減速制御時の過電流を抑制することができる。

【0050】

本実施形態では、PWM制御におけるデューティ比を制限することで電流を制限し、デューティ制限値演算部62は、デューティ制限値D1im_1を演算する。デューティ比は、絶対値がオン時間の割合、減速制御開始前と同じ方向にトルクを発生させるときのデューティ比を正、反対方向にトルクを発生させるときのデューティ比を負として定義する。デューティ制限値D1im_1は、低速回転域において負、高速回転域において正であって、モータ10の回転速度SPが大きいほど、値が大きくなるように演算される。デューティ制限値は、駆動回路41に入力される入力電圧であるバッテリ電圧VBにより補正される。これにより、誘導起電力による電流を加味し、コイル電流Icが許容範囲内となるように適切に通電を制御することができる。

40

【0051】

第2実施形態を図11および図12に示す。本実施形態では、所定のデューティでの固定相通電を行ったときの電流に基づいてデューティ制限値 D_{lim_1} 、 D_{lim_h} の補正に用いる補正係数 K_2 を演算する。

【0052】

本実施形態の制限デューティ演算処理を図11のフローチャートに基づいて説明する。この処理は、車両のイグニッションスイッチ等である始動スイッチがオンされているときにECU50にて所定の周期で実行される。以下、ステップS101の「ステップ」を省略し、単に記号「S」と記す。他のステップも同様である。

【0053】

S101では、ECU50は、シフトレンジ切替中か否か判断する。本実施形態では、切替要求が入力されてからシフトレンジ切替完了までの期間をシフトレンジ切替中とする。シフトレンジ切替中ではないと判断された場合(S101: NO)、S102へ移行し、制限補正係数算出完了フラグFFinをオフにする。シフトレンジ切替中であると判断された場合(S101: YES)、S103へ移行する。

【0054】

S103では、ECU50は、制限補正係数算出完了フラグFFinがセットされているか否か判断する。制限補正係数算出完了フラグFFinがセットされていると判断された場合(S103: YES)、S109へ移行する。制限補正係数算出完了フラグFFinがセットされていないと判断された場合(S103: NO)、S104へ移行する。

【0055】

S104では、ECU50は、所定デューティ(例えば40[%])にて固定相通電を行う。例えばUV相通電であれば、スイッチング素子411、415を、固定デューティにてオンオフする。

【0056】

S105では、ECU50は、固定相通電を開始してから所定時間X1(例えば20[m s])が経過したか否かを判断する。所定時間X1は、コイル電流Icが安定するのに要する時間に応じて設定される。固定相通電を開始してから所定時間X1が経過していないと判断された場合(S105: NO)、S106以降の処理を行わない。固定相通電を開始してから所定時間X1が経過したと判断された場合(S105: YES)、S106へ移行し、コイル電流Icを検出する。

【0057】

S107では、ECU50は、S106にて検出したコイル電流Icに基づき、補正係数 K_2 を演算する。補正係数 K_2 は、式(3)で演算される。式中の I_b は、基準状態にて所定デューティ(例えば50[%])での固定相通電を行ったときの基準電流である。なお、基準電流検出時のデューティとS104のデューティとは、等しくてもよいし、異なっていてもよい。また、式(1)、(2)中の補正係数 K_1 を補正係数 K_2 に読み替えれば、デューティ制限値 D_{lim_1} 、 D_{lim_h} を演算することができる。

【0058】

$$K_2 = I_b / I_c \quad \dots (3)$$

【0059】

S108では、ECU50は、制限補正係数算出完了フラグFFinをセットする。S109では、ECU50は、エンコーダカウント値Cenが目標カウント値Cen*となるように、通常通電制御にてモータ10を駆動する。

【0060】

本実施形態のモータ駆動制御処理を図12のタイムチャートに基づいて説明する。時刻x21にてレンジ切替要求があると、所定デューティにて固定相通電を行う。このとき、コイル11に通電するが、通電相を切り替えないで、モータ10は回転しない。時刻x21から所定時間X1が経過した時刻x22にて、コイル電流Icを用いて補正係数 K_2 を演算する。時刻x22～時刻x25の処理は、図10中の時刻x11～x14の処理と同様である。

10

20

30

40

50

【0061】

本実施形態では、モータ10の駆動開始前に、所定デューティにて固定相通電を行い、このときのコイル電流 I_c に基づいて補正係数 K_2 を演算する。これにより、製造ばらつきや温度特性等を加味した補正が可能であるので、より適切にデューティ制限値 D_{lim_1} 、 D_{lim_h} を演算することができる。

【0062】

本実施形態では、デューティ制限値 D_{lim_1} は、モータ10の駆動を開始する前に一定デューティでの固定相通電を行ったときの電流に応じて補正される。これにより、より適切にデューティ制限値 D_{lim_1} を演算することができる。また上記実施形態と同様の効果を奏する。

10

【0063】

(第3実施形態)

第3実施形態を図13～図15に示す。本実施形態では、所定のデューティにてモータ10を回転させたときの電流に基づいてデューティ制限値 D_{lim_1} 、 D_{lim_h} の補正に用いる補正係数 K_3 を演算する。

【0064】

本実施形態の制限デューティ演算処理を図13のフローチャートに基づいて説明する。S201～S203の処理は、図11中のS101～S103の処理と同様である。S204では、ECU50は、所定デューティ(例えば40[%])にてコイル11に通電する。ここでは、エンコーダカウント値 C_{en} に応じて通電相を切り替えるので、モータ10は回転する。

20

【0065】

S205では、モータ10の回転が安定状態か否か判断する。例えば、安定判定時間(例えば20[m s])のモータ回転速度の上昇が判定閾値(例えば5[rpm])以下の場合、回転安定状態とみなす。また、コイル電流 I_c の変動幅が所定範囲内である場合に回転安定状態とみなしてもよい。モータ10の回転が安定状態ではないと判断された場合(S205: NO)、S206以降の処理を行わない。モータ10の回転が安定状態であると判断された場合(S205: YES)、S206へ移行し、コイル電流 I_c を検出する。

30

【0066】

S206では、ECU50は、S206にて検出したコイル電流 I_c に基づき、補正係数 K_3 を演算する。補正係数 K_3 は、式(3)の K_2 を K_3 に読み替えて演算される。補正係数 K_3 の演算に用いる基準電流 I_b は、モータ回転速度 S_P に応じてマップ化されており(図14参照)、現在のモータ回転速度 S_P に応じたマップ演算により設定される。マップ演算に限らず、数式等にて演算してもよい。また、式(1)、(2)中の補正係数 K_1 を補正係数 K_3 に読み替えれば、デューティ制限値 D_{lim_1} 、 D_{lim_h} を演算することができる。S208およびS209の処理は、S108およびS109の処理と同様である。

【0067】

本実施形態のモータ駆動制御処理を図15のタイムチャートに基づいて説明する。時刻 $\times 31$ にてレンジ切替要求があると、所定デューティにてモータ10を回転させる。時刻 $\times 32$ にてモータ回転速度 S_P が概ね安定し、時刻 $\times 33$ にてモータ回転速度 S_P が安定したと判定されると、このときのコイル電流 I_c に基づいて補正係数 K_3 を演算する。そして、補正係数 K_3 を用いてデューティ制限値 D_{lim_1} 、 D_{lim_h} が設定されると、固定デューティでの制御から、通常制御に切り替える。時刻 $\times 34$ ～時刻 $\times 36$ の処理は、図10中の時刻 $\times 12$ ～ $\times 14$ の処理と同様である。

40

【0068】

本実施形態では、減速制御を開始する前のタイミングで所定デューティにてモータ10を駆動し、モータ回転速度 S_P が安定したタイミングでのコイル電流 I_c に基づいて補正係数 K_3 を演算する。これにより、モータ10の駆動開始が遅れることなく、適切に補正

50

係数 K_3 を演算することができる。

【0069】

本実施形態では、デューティ制限値 D_{lim_1} は、モータ10の駆動中であって、減速制御開始前に一定デューティでの通電を行ったときの電流に応じて補正される。これにより、応答性の低下を抑制しつつ、適切にデューティ制限値 D_{lim_1} を演算することができる。

【0070】

本実施形態では、通電制御部65は、モータ10を加速させた後、減速させ、モータ10の回転位置が目標回転位置にて停止するように、デューティ比を変更することでコイル11への通電を制御する。デューティ制限値 D_{lim_1} 、 D_{lim_h} は、減速制御開始前に一定のデューティ比での通電を行ったときの電流に応じて補正される。ここで、一定デューティでの通電は、第2実施形態のように、モータ10が停止している状態での固定相通電であってもよいし、本実施形態のように、モータ10が駆動している状態にて通電相を切り替えつつ、一定デューティで制御するようにしてもよい。特に、モータ駆動中の電流を補正に用いる場合、一定デューティでの制御を行うタイミングは、モータ10の駆動開始時に限らず、減速制御開始前のいずれのタイミングであってもよい。これにより、減速側のデューティを制限する下側デューティ制限値 D_{lim_1} 、および、加速側のデューティを制限する上側デューティ制限値 D_{lim_h} を適切に設定することができる。

【0071】

上記実施形態では、シフトレンジ制御装置40が「モータ制御装置」、ECU50が「制御部」、デューティ制限値演算部62が「電流制限部」に対応する。また、エンコーダカウント値 C_{en} が「モータの回転位置」、目標カウント値 C_{en^*} が「目標回転位置」に対応し、バッテリ電圧VBが「入力電圧」に対応する。入力電圧は、バッテリ電圧VBに限らず、例えばバッテリと駆動回路との間にコンバータ等が設けられている場合は、変換後の電圧を入力電圧とみなす、といった具合である。

【0072】

(他の実施形態)

上記実施形態では、モータは、永久磁石式の3相ブラシレスモータである。他の実施形態では、モータは、3相ブラシレスモータに限らず、SRモータ等を用いてもよい。上記実施形態では、コイルおよび駆動回路が1組である。他の実施形態では、コイルおよび駆動回路が2組以上であってもよい。

【0073】

上記実施形態では、モータ回転角センサはエンコーダである。他の実施形態では、モータ回転角センサは、エンコーダに限らず、例えばレゾルバ等を用いてもよい。上記実施形態では、出力軸センサとしてポテンショメータを例示した。他の実施形態では、出力軸センサとしてポテンショメータ以外のものを用いてもよいし、出力軸センサを省略してもよい。

【0074】

上記実施形態では、上記実施形態では、ディテントプレートには4つの凹部が設けられる。他の実施形態では、凹部の数は4つに限らず、いくつであってもよい。例えば、ディテントプレートの凹部を2つとし、Pレンジとnot Pレンジとを切り替えるものとしてもよい。また、シフトレンジ切替機構やパーキングロック機構等は、上記実施形態と異なっていてもよい。

【0075】

上記実施形態では、モータ軸と出力軸との間に減速機が設けられる。減速機の詳細について、上記実施形態では言及していないが、例えば、サイクロイド歯車、遊星歯車、モータ軸と略同軸の減速機構から駆動軸へトルクを伝達する平歯歯車を用いたものや、これらを組み合わせて用いたもの等、どのような構成であってもよい。また、他の実施形態では、モータ軸と出力軸との間の減速機を省略してもよいし、減速機以外の機構を設けてもよ

10

20

30

40

50

い。

【0076】

本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されてもよい。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。

10

20

【符号の説明】

【0077】

1 . . . シフトバイワイヤシステム

10 . . . モータ 11 . . . コイル

20 . . . シフトレンジ切替機構

40 . . . シフトレンジ制御装置（モータ制御装置）

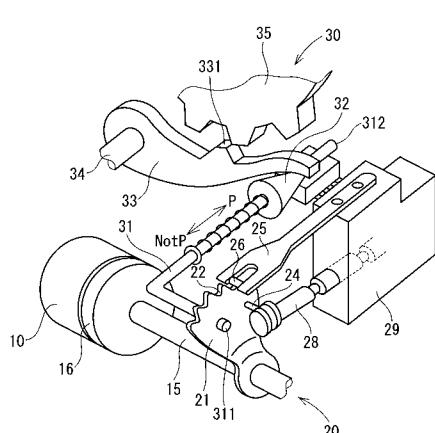
41 . . . 駆動回路 411 ~ 416 . . . スイッチング素子

50 . . . ECU（制御部）

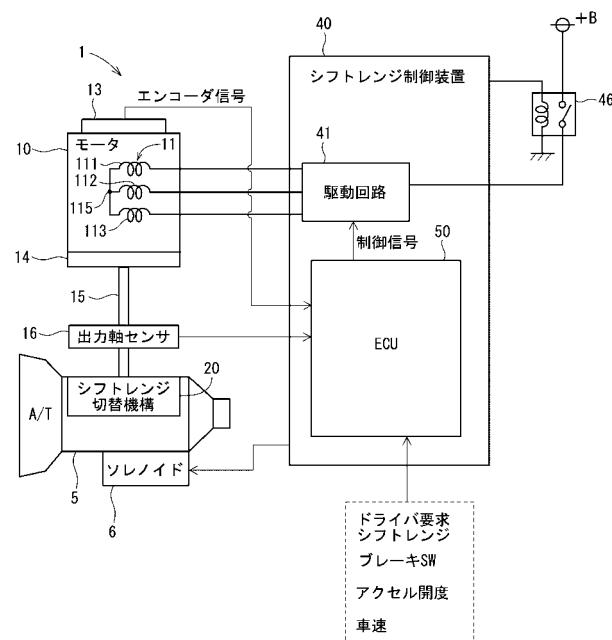
62 . . . デューティ制限演算部（電流制限部）

65 . . . 通電制御部

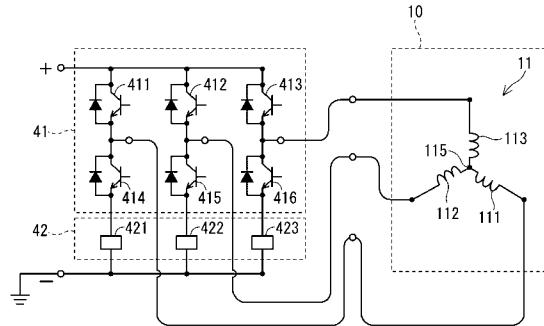
【図1】



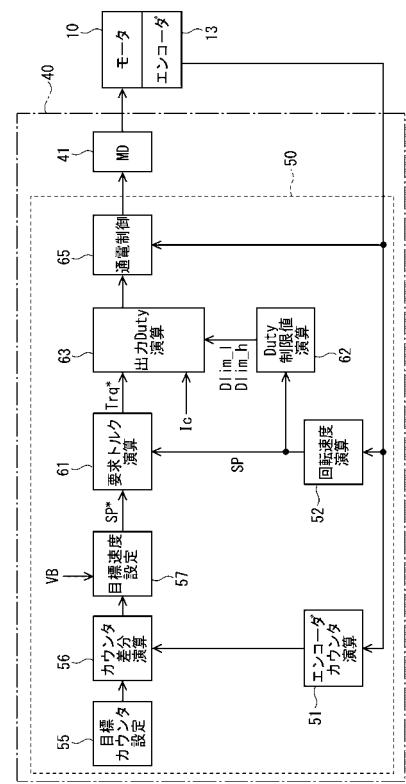
【図2】



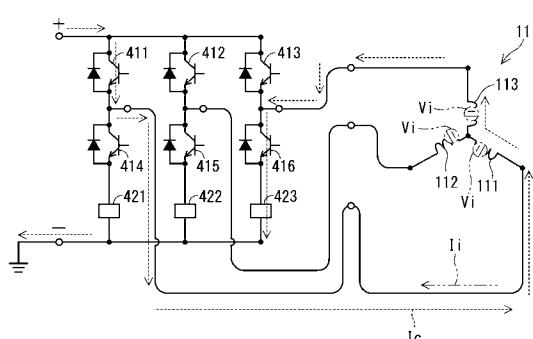
【図3】



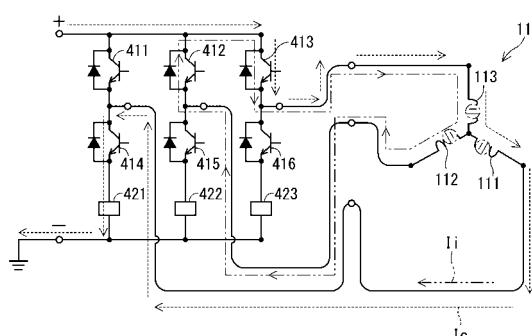
【図4】



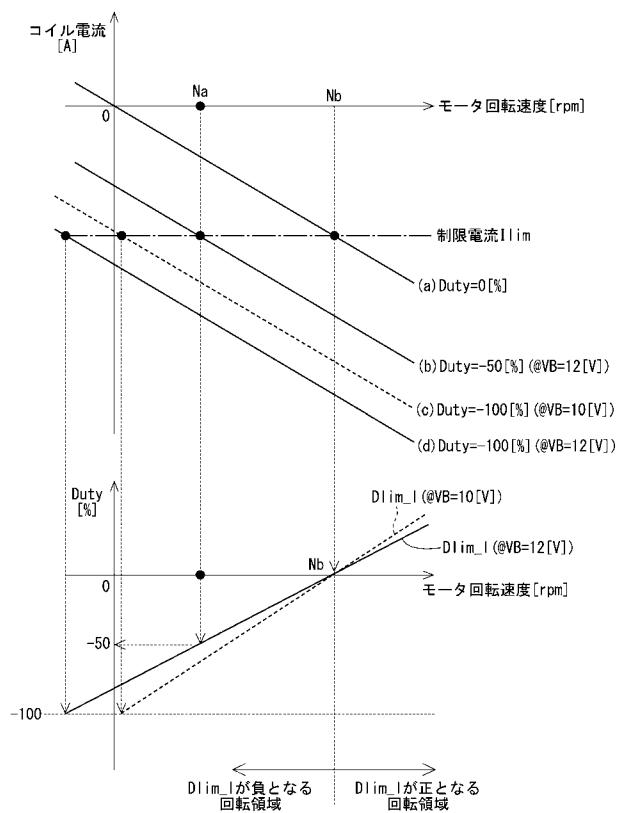
【図5】



【図6】



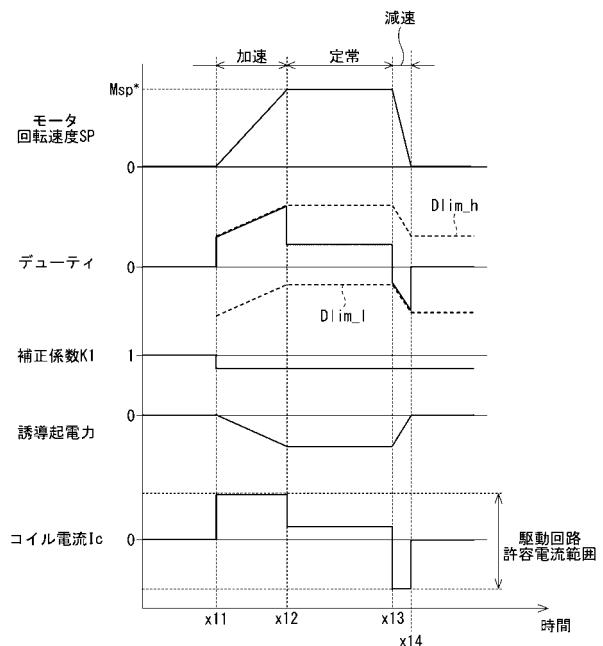
【図7】



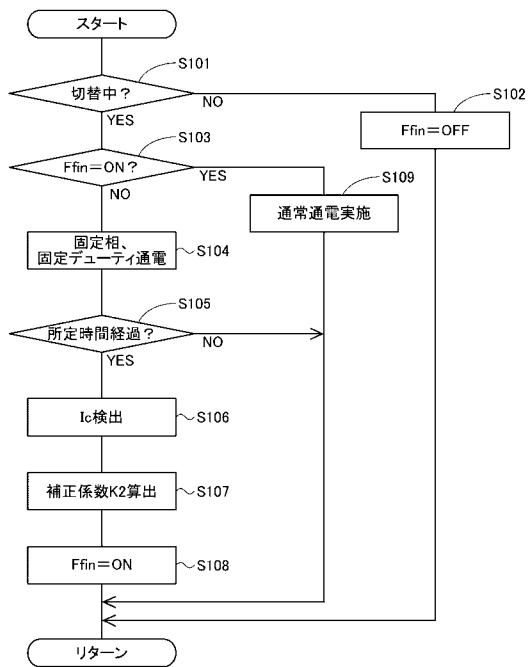
回転速度 [rpm]	0	1000	2000	3000	4000
D_{lim_l}	-60	-40	-20	0	20
D_{lim_h}	60	80	100	100	100

【図8】

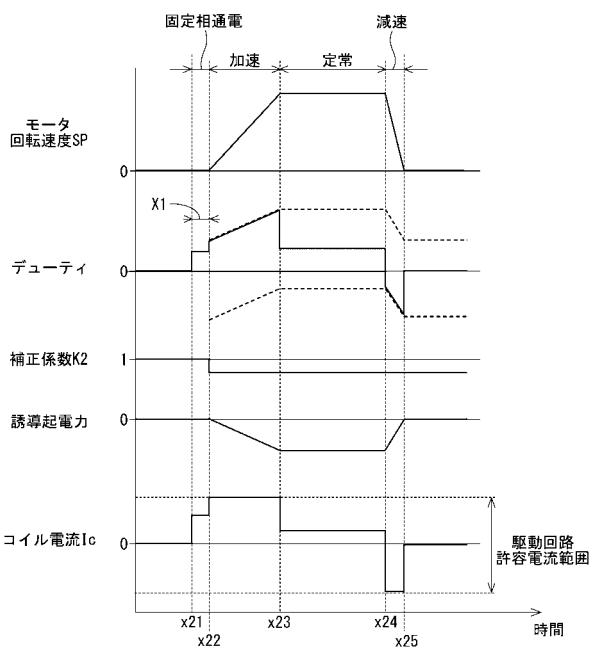
バッテリ電圧VB [V]	10	12	14	16
補正係数K1	1.2	1	0.86	0.75



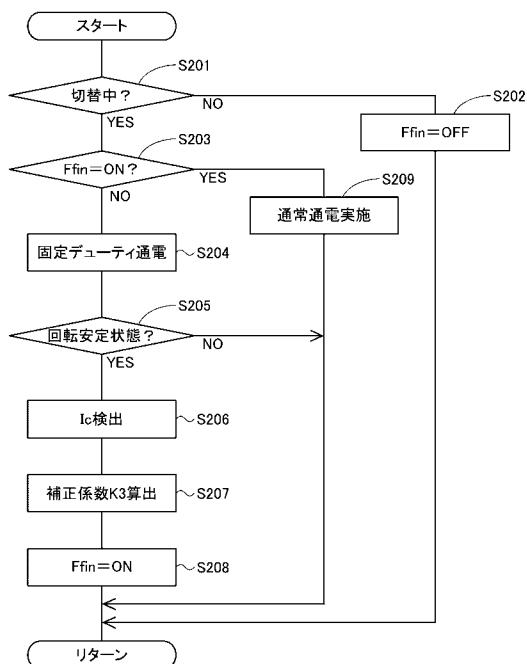
【図 1 1】



【図 1 2】



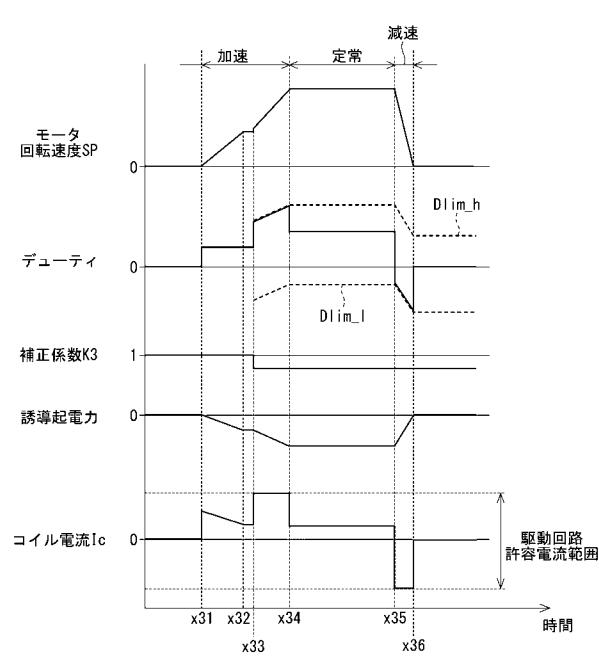
【図 1 3】



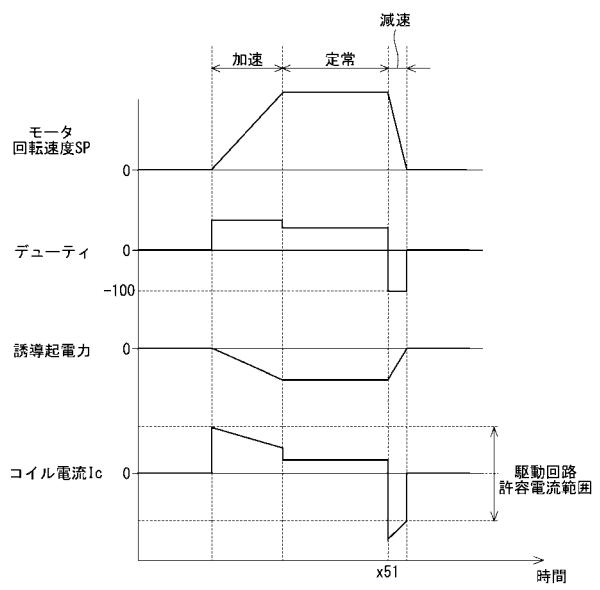
【図 1 4】

モータ回転速度 [rpm]	0	1000	2000	3000
コイル電流 [A]	15	10	5	0

【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 宮野 遥

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

F ターク(参考) 5H505 AA16 BB10 CC04 DD08 EE49 FF04 GG01 GG02 GG04 HA06
HA08 HA16 HB02 JJ03 JJ12 JJ17 JJ28 LL10 LL22 LL24
LL42