

【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、PWM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、

PWM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ー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。

【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、ロータと一体に回転する磁石と、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。

【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。

【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。

【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。

【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。

【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、先端にディテントローラ26が設けられる。ディテントローラ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、ディテントローラ26をディテントプレート21の回転中心側に付勢する。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、ディテントローラ26が凹部22を移動する。ディテントローラ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、自動変速機5のシフトレンジが固定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

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、パーキングロックボール 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。

【 0 0 1 8 】

パーキングロックボール 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。パーキングロックボール 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、パーキングロックボール 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 o t 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。

【 0 0 1 9 】

パーキングギア 35 は図示しない車軸に設けられ、パーキングロックボール 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 o t P レンジのとき、パーキングギア 35 はパーキングロックボール 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ボール 33 によってロックされ、車軸の回転が規制される。

【 0 0 2 0 】

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、E C U 50 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。

【 0 0 2 1 】

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 I c とする。

【 0 0 2 2 】

E C U 50 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 C P U、R O M、R A M、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。E C U 50 における各処理は、R O M 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 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であってもよい。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、E C U 50 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、E C U 50 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

10

20

30

40

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 ECU 50 がモータ 10 およびソレノイド 6 の駆動を制御するが、モータ 10 を制御するモータ制御用のモータ ECU と、ソレノイド制御用の AT-ECU とを分けてもよい。以下、モータ 10 の駆動制御を中心に説明する。

【0024】

図 4 に示すように、ECU 50 は、機能ブロックとして、エンコーダカウント演算部 51、回転速度演算部 52、目標カウンタ設定部 55、カウンタ差分演算部 56、目標速度設定部 57、要求トルク演算部 61、デューティ制限値演算部 62、出力デューティ演算部 63、および、通電制御部 65 等を有する。ECU 50 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 10 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 10 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 10 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 10 を停止させる。本実施形態では、PWM 制御にてモータ 10 の駆動を制御する。以下、PWM 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。

10

【0025】

エンコーダカウント演算部 51 は、エンコーダ 13 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 13 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 10 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 52 は、エンコーダ 13 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 10 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 rpm 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。

20

【0026】

目標カウンタ設定部 55 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 56 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タ偏差 C_{en} を演算する。カウンタ偏差 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 57 は、カウンタ偏差 C_{en} 、および、バッテリー電圧 V_B に基づき、目標モータ回転速度 S_P^* を演算する。

30

【0027】

要求トルク演算部 61 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_{rq}^* を演算する。デューティ制限値演算部 62 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_{lim_l} および上側デューティ制限値 D_{lim_h} を演算する。

【0028】

出力デューティ演算部 63 は、要求トルク T_{rq}^* 、コイル電流 I_c およびデューティ制限値 D_{lim_l} 、 D_{lim_h} に基づき、出力デューティ D^* を演算する。通電制御部 65 は、出力デューティ D^* に基づいて PWM 処理を行い、スイッチング素子 411 ~ 416 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 41 に出力される。図 4 中、駆動回路を「MD」と記載した。

40

【0029】

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 10 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 10 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 10 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。

【0030】

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ー記号で示し、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。

【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 $x51$ 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 SP 、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 SP 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。

【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 $-50[\%]$ 、バッテリー電圧が $12[V]$ のとき、(c) デューティが $-100[\%]$ 、バッテリー電圧が $10[V]$ のとき、(d) デューティが $-100[\%]$ 、バッテリー電圧が $12[V]$ のときを示している。(a) に示すように、モータ回転速度 SP 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、バッテリー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 はバッテリー電圧に比例し、バッテリー電圧 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。

【0035】

モータ 10 が回転している場合（すなわち $SP > 0$ の場合）、デューティが $0[\%]$ であれば、バッテリー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、バッテリー電圧にはよらず、モータ回転速度 SP に比例し、モータ回転速度 SP 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、バッテリー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、バッテリー電圧 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_l} を下段に示す。上記 (a) ~ (d) に示したように、モータ回転速度 SP 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、バッテリー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 SP に応じてデューティを制限することで、バッテリーからの電力供給を制限する。

【0037】

例えば、モータ回転速度 SP が値 $Na[rpm]$ 、バッテリー電圧 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、バッテリー電圧 V_B が $12[V]$ の場合、モータ回転速度 SP に応じ、実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。また、バッテリー電圧 V

10

20

30

40

50

B が 10 [V] の場合、モータ回転速度 S P 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 S P を境界速度 N_b とする。モータ回転速度 S P が境界速度 N_b のとき、デューティが 0 [%]、すなわちバッテリー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 S P 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 S P 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。

10

【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 S P が大きくなるほど正側となるように設定され、バッテリー電圧 VB に応じて補正される。ここで、「モータ回転速度 S P 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 S P 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 S P 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】

20

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 VB_r でのベースマップである。本実施形態では、基準電圧 VB_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 S P が 3000 [rpm] より小さいとき、基準下側デューティ制限値 D_{lim_lr} は負の値であって、モータ回転速度 S P 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 S P が 3000 [rpm] より大きいとき、基準下側デューティ制限値 D_{lim_lr} は正の値であって、モータ回転速度 S P 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_hr} は正の値であって、モータ回転速度 S P が 2000 [rpm] までは、モータ回転速度 S P が大きくなるほど基準上側デューティ制限値 D_{lim_hr} が大きくなり、モータ回転速度 S P が 2000 [rpm] 以上の場合は、基準上側デューティ制限値 D_{lim_hr} を 100 [%] とする。

30

【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 S P 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】

40

図 9 は、補正係数 K_1 に係る補正マップであって、バッテリー電圧 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、バッテリー電圧 VB が相対的に大きい場合、バッテリー電圧 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】

$$D_{lim_l} = D_{lim_lr} \times K_1 \quad \cdots (1)$$

$$D_{lim_h} = D_{lim_hr} \times K_1 \quad \cdots (2)$$

50

【 0 0 4 5 】

本実施形態のモータ駆動制御を図 1 0 のタイムチャートに基づいて説明する。図 1 0 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 K_1 、誘導起電力、コイル電流 I_c を示す。コイル電流 I_c は、駆動回路 4 1 に流れる電流と概ね等しい。図 1 2 および図 1 4 も同様である。

【 0 0 4 6 】

時刻 x_1 にて、レンジ切替要求があると、バッテリー電圧 V_B に応じた補正係数 K_1 を用いて下側デューティ制限値 $Dlim_l$ および上側デューティ制限値 $Dlim_h$ を演算し、デューティが下側デューティ制限値 $Dlim_l$ と上側デューティ制限値 $Dlim_h$ との間になるように、モータ 1 0 の駆動を制御する。時刻 x_1 から時刻 x_2 までは、デューティを上側デューティ制限値 $Dlim_h$ とし、加速制御にてモータ 1 0 を駆動する。上側デューティ制限値 $Dlim_h$ 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

【 0 0 4 7 】

時刻 x_2 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 x_3 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 x_3 では、モータ回転速度 SP および補正係数 K_1 に応じて設定される下側デューティ制限値 $Dlim_l$ にてモータ 1 0 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 $Dlim_l$ 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

【 0 0 4 8 】

時刻 x_4 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 1 0 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 $Dlim_h$ 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 $Dlim_l$ 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 4 1 の許容電流範囲内にて制御することができる。

【 0 0 4 9 】

30

以上説明したように、シフトレンジ制御装置 4 0 は、コイル 1 1 を有するモータ 1 0 の駆動を制御するものであって、駆動回路 4 1 と、 ECU 5 0 と、を備える。駆動回路 4 1 は、複数のスイッチング素子 4 1 1 ~ 4 1 6 を有し、コイル 1 1 への通電を切り替える。 ECU 5 0 は、通電制御部 6 5、および、デューティ制限値演算部 6 2 を有する。通電制御部 6 5 は、モータ 1 0 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 1 1 への通電を制御する。デューティ制限値演算部 6 2 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。

【 0 0 5 0 】

40

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 6 2 は、デューティ制限値 $Dlim_l$ 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 $Dlim_l$ 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 1 0 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 4 1 に入力される入力電圧であるバッテリー電圧 V_B 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 I_c 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。

【 0 0 5 1 】

(第 2 実施形態)

50

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 $Dlim_l$ 、 $Dlim_h$ 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を判断する。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を判断する。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 X_1 (例えば20[ms])が経過したか否かを判断する。所定時間 X_1 は、コイル電流 I_c 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 X_1 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 X_1 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 I_c を検出する。

【0057】

S107では、ECU50は、S106にて検出したコイル電流 I_c 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 に読み替えば、デューティ制限値 $Dlim_l$ 、 $Dlim_h$ を演算することができる。

【0058】

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

【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 x_{21} 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ので、モータ10は回転しない。時刻 x_{21} から所定時間 X_1 が経過した時刻 x_{22} にて、コイル電流 I_c を用いて補正係数 K_2 を演算する。時刻 x_{22} ~ 時刻 x_{25} の処理は、図10中の時刻 x_{11} ~ x_{14} 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 $Dlim_l$ 、 $Dlim_h$ 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 $Dlim_l$ 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 $Dlim_l$ 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 $Dlim_l$ 、 $Dlim_h$ 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。 $S201 \sim S203$ の処理は、図11中の $S101 \sim S103$ 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 Cen 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[ms])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。

【0066】

30

$S206$ 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 SP 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 SP 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 $Dlim_l$ 、 $Dlim_h$ 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】

40

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 $x31$ 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 $x32$ にてモータ回転速度 SP が概ね安定し、時刻 $x33$ にてモータ回転速度 SP 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 $Dlim_l$ 、 $Dlim_h$ 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 $x34 \sim$ 時刻 $x36$ の処理は、図10中の時刻 $x12 \sim x14$ の処理と同様である。

【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 SP 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 $Dlim_l$ 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 $Dlim_l$ 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 $Dlim_l$ 、 $Dlim_h$ 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 $Dlim_l$ 、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 $Dlim_h$ 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」、ECU 50 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 Cen が「モータの回転位置」、目標カウント値 Cen^* が「目標回転位置」に対応し、バッテリー電圧 VB が「入力電圧」に対応する。入力電圧は、バッテリー電圧 VB に限らず、例えばバッテリー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。

【 0 0 7 6 】

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いてもよい。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

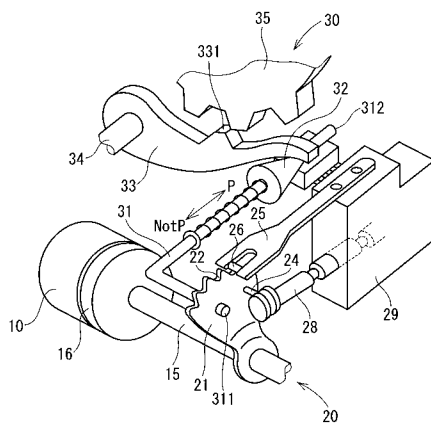
【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

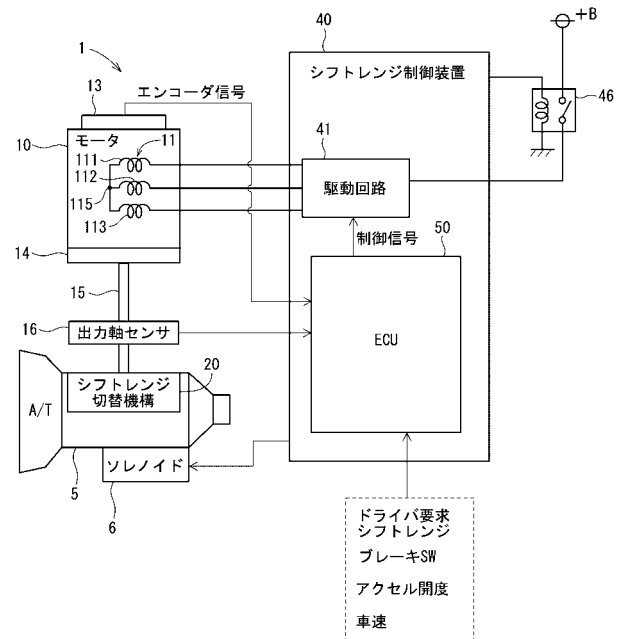
- 1 . . . シフトバイワイヤシステム
- 1 0 . . . モータ 1 1 . . . コイル
- 2 0 . . . シフトレンジ切替機構
- 4 0 . . . シフトレンジ制御装置（モータ制御装置）
- 4 1 . . . 駆動回路 4 1 1 ~ 4 1 6 . . . スイッチング素子
- 5 0 . . . E C U （制御部）
- 6 2 . . . デューティ制限値演算部（電流制限部）
- 6 5 . . . 通電制御部

20

【 図 1 】

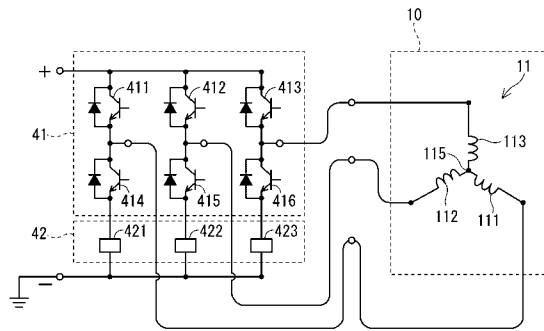


【 図 2 】

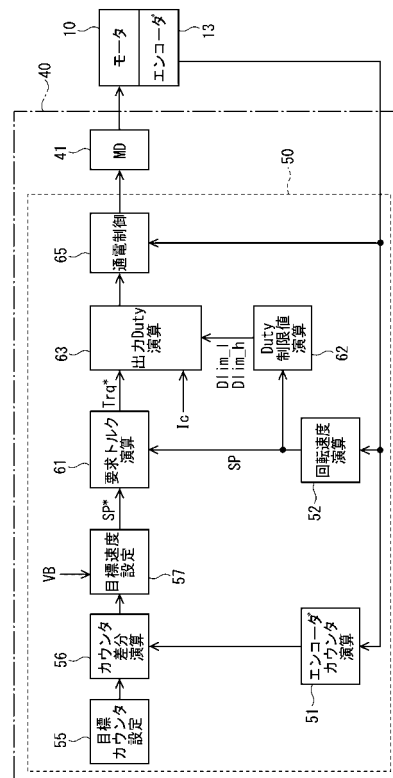


ドライバ要求
シフトレンジ
ブレーキSW
アクセル開度
車速

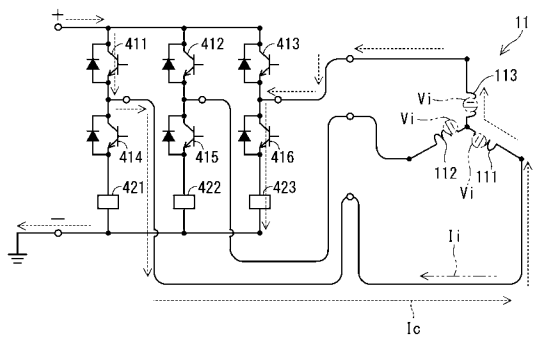
【図 3】



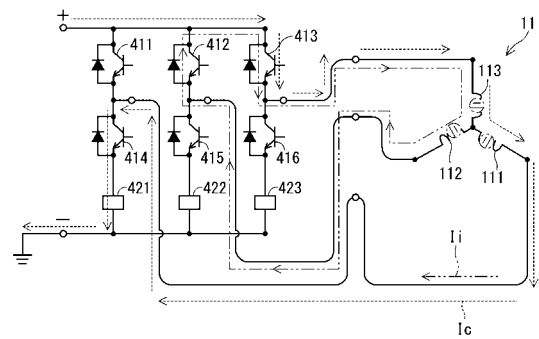
【図 4】



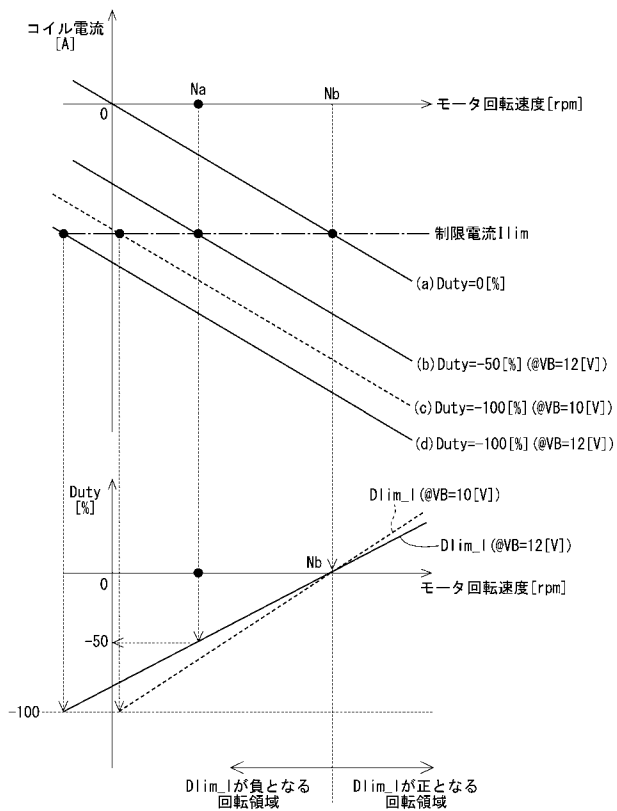
【図 5】



【図 6】



【 図 7 】



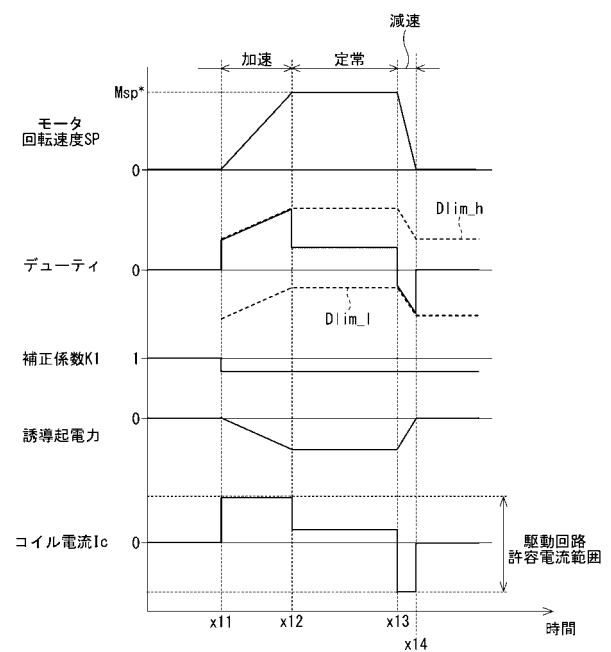
【 図 8 】

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

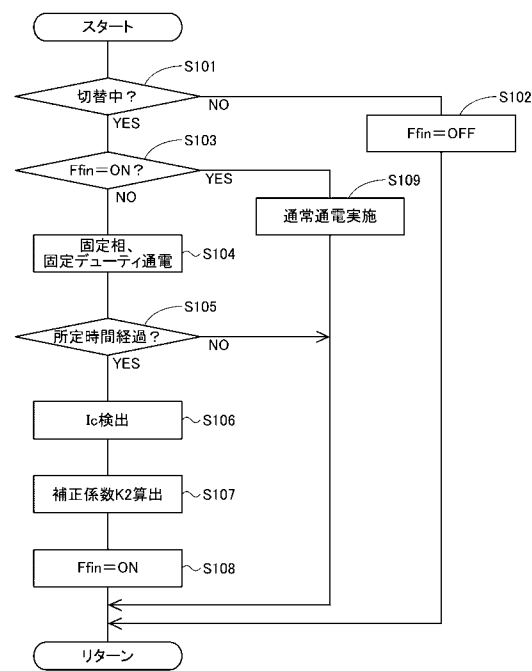
【 図 9 】

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

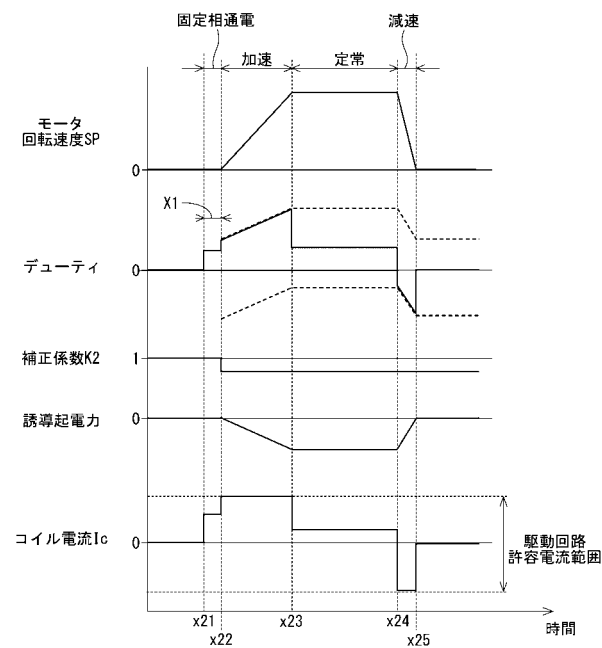
【 図 10 】



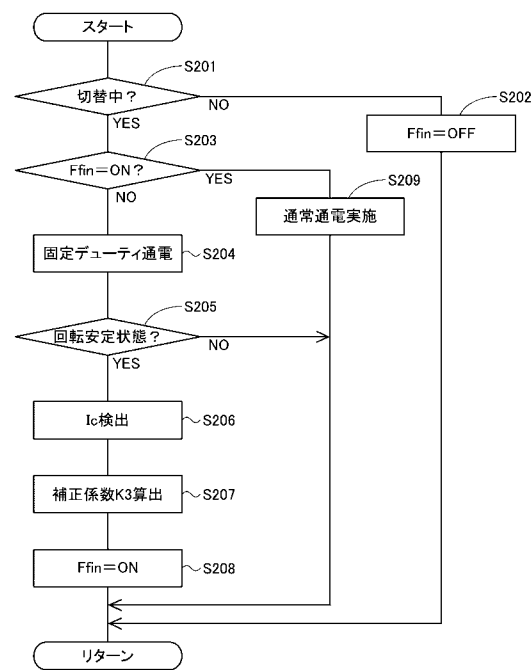
【図 1 1】



【図 1 2】



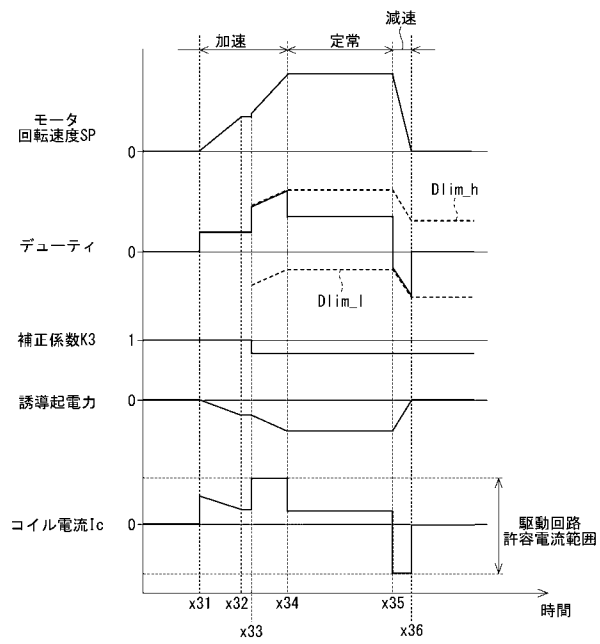
【図 1 3】



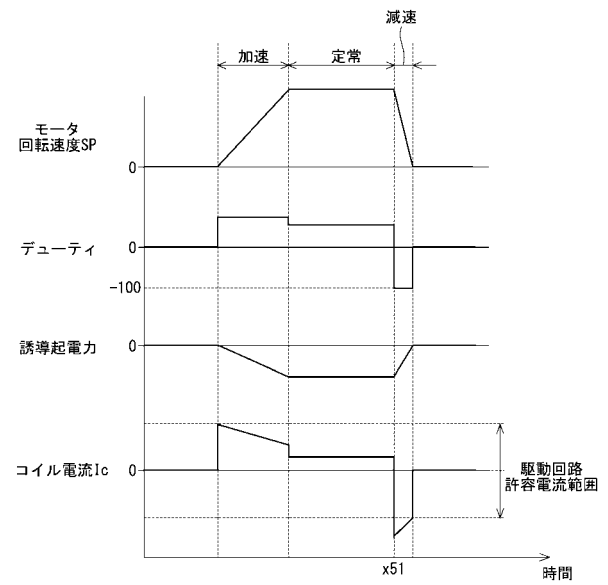
【図 1 4】

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