

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第4665809号  
(P4665809)

(45) 発行日 平成23年4月6日 (2011.4.6)

(24) 登録日 平成23年1月21日 (2011.1.21)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 P 27/06 (2006.01)

B 6 O L 3/00 (2006.01)

B 6 O L 11/14 (2006.01)

H O 2 P 7/63 3 O 3 V

B 6 O L 3/00 Z H V J

B 6 O L 11/14

請求項の数 9 (全 24 頁)

|           |                               |           |                             |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2006-82683 (P2006-82683)    | (73) 特許権者 | 000003207                   |
| (22) 出願日  | 平成18年3月24日 (2006. 3. 24)      |           | トヨタ自動車株式会社                  |
| (65) 公開番号 | 特開2007-259631 (P2007-259631A) |           | 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地             |
| (43) 公開日  | 平成19年10月4日 (2007. 10. 4)      | (74) 代理人  | 100064746                   |
| 審査請求日     | 平成20年8月22日 (2008. 8. 22)      |           | 弁理士 深見 久郎                   |
|           |                               | (74) 代理人  | 100085132                   |
|           |                               |           | 弁理士 森田 俊雄                   |
|           |                               | (74) 代理人  | 100112852                   |
|           |                               |           | 弁理士 武藤 正                    |
|           |                               | (72) 発明者  | 岡村 賢樹                       |
|           |                               |           | 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 |
|           |                               | (72) 発明者  | 矢口 英明                       |
|           |                               |           | 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機駆動制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電源と、  
前記直流電源の出力電圧を昇圧可能に構成されて、前記直流電源の出力電圧を電圧指令値に従って可変制御して直流電源配線に出力するように構成されたコンバータと、  
電動機が動作指令に従って作動するように、複数のスイッチング素子により前記直流電源配線上の直流電力と前記電動機を駆動する交流電力との間で電力変換を行なう第 1 のインバータと、  
前記電動機の動作状態に応じて、前記コンバータの前記電圧指令値を設定する電圧設定手段と、  
前記電動機のロック状態を検知するロック検知手段と、  
前記ロック検知手段による前記ロック状態の検知時に、前記電圧設定手段により設定される前記電圧指令値および所定の制限電圧のうちの低い方の電圧に前記電圧指令値を設定する電圧制限手段と、  
外力によって回転駆動可能に構成された発電機と、  
前記発電機が動作指令に従って作動するように、複数のスイッチング素子により前記直流電源配線上の直流電力と前記発電機を駆動する交流電力との間で電力変換を行なう第 2 のインバータと、  
前記ロック検知手段による前記電動機のロック状態の検知時に、前記発電機から前記直流電源配線へ電力を供給するための発電確保手段とを備え、

前記電圧設定手段は、前記電動機の動作状態に加えて、前記発電機の動作状態にさらに応じて、前記コンバータの前記電圧指令値を設定し、

前記電圧設定手段は、

前記電動機の動作状態に対応して設定されるべき前記電圧指令値を算出する第1の設定手段と、

前記発電機の動作状態に対応して設定されるべき前記電圧指令値を算出する第2の設定手段と、

前記第1および第2の設定手段により算出された前記電圧指令値のうちの高い方の電圧に前記コンバータの前記電圧指令値を設定する第3の設定手段とを含む、電動機駆動制御システム。

10

【請求項2】

前記制限電圧は、前記直流電源の出力電圧と同等である、請求項1記載の電動機駆動制御システム。

【請求項3】

前記発電確保手段は、前記発電機から前記直流電源配線へ電力が供給可能となるように前記制限電圧を設定する手段を含む、請求項1記載の電動機駆動制御システム。

【請求項4】

前記第2のインバータは、前記複数のスイッチング素子とそれぞれ並列に、前記発電機の発電電力を前記直流電源配線へ導けるように接続された整流素子を含み、

前記発電確保手段は、

前記ロック検知手段による前記ロック状態の検知時に、前記第2のインバータ中の各前記スイッチング素子をオフするとともに、前記発電機に誘起される交流電圧の振幅が前記直流電源配線の電圧よりも高くなるように前記発電機の回転速度を上昇させる手段を含む、請求項1記載の電動機駆動制御システム。

20

【請求項5】

前記電動機駆動制御システムは車両に搭載され、かつ、前記電動機は前記車両の駆動力を発生するように構成される、請求項1から4のいずれか1項に記載の電動機駆動制御システム。

【請求項6】

前記車両には、燃料の燃焼により作動するエンジンと、前記直流電源配線から前記直流電源の出力電圧よりも高い電圧を供給されて前記エンジンを始動する始動電動機とがさらに搭載され、

前記電動機駆動制御システムは、

前記ロック検知手段による前記電動機のロック状態の検知時に、前記エンジンの始動を制限する始動制限手段をさらに備える、請求項5記載の電動機駆動制御システム。

30

【請求項7】

前記車両には、燃料の燃焼により作動するエンジンと、前記直流電源配線から前記直流電源の出力電圧よりも高い電圧を供給されて前記エンジンを始動する始動電動機とがさらに搭載され、

前記電動機駆動制御システムは、

前記ロック検知手段による前記ロック状態の検知時に、前記エンジンの始動が指示されたときに、前記エンジンの始動に必要な所定期間に限って、前記コンバータの前記電圧指令値を、前記始動電動機の必要電圧まで一時的に上昇させる始動確保手段をさらに備える、請求項5記載の電動機駆動制御システム。

40

【請求項8】

前記発電機および前記始動電動機は、前記エンジンの作動時には前記エンジンの出力の少なくとも一部により回転駆動されることにより発電可能であるとともに、前記エンジンの停止時には前記エンジンを回転駆動するトルクを発生することにより前記エンジンを始動可能に構成された単一のモータジェネレータにより構成される、請求項6または7記載の電動機駆動制御システム。

50

## 【請求項 9】

前記車両のアクセルペダルおよびブレーキペダルの両方が操作されたストール状態を検知するストール検知手段と、

前記ロック検知手段による前記ロック状態が検知され、かつ、前記ストール検知手段により前記ストール状態が検知されたときに、前記電動機の動作領域を所定の低回転速度領域内かつ低出力トルク領域内に制限するように、前記電動機の動作指令値を生成する動作領域制限手段とをさらに備える、請求項 5 記載の電動機駆動制御システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

10

この発明は、電動機駆動制御システムに関し、より特定のには、直流電源の出力電圧を昇圧可能に構成されたコンバータを含んで構成される電動機駆動制御システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

直流電源からの直流電力を電力変換器（代表的にはインバータ）によって交流電力に変換して交流電動機を駆動制御する電動機駆動制御システムが一般的に用いられている。インバータ等の電力変換器では、高周波かつ大電力でのスイッチングにより電力変換が行なわれているため、このようなスイッチング動作を行なうスイッチング素子（たとえば IGBT : Insulated Gate Bipolar Transistor 等の大電力用トランジスタ）の発熱を回避するように構成する必要がある。

20

## 【0003】

特に、永久磁石励磁型の同期電動機（PM モータ）等をインバータ等の電力変換器により駆動しているときに、電動機の回転が外力によりロックされると、電動機に設けられている複数相の巻線のうち 1 相の巻線のみで電流が集中する。この結果、電力変換器（インバータ）中に設けられている複数のスイッチング素子のうちのこの相に対応するスイッチング素子が急激に発熱する。このような急発熱が生じると、スイッチング素子の熱破壊を招いてしまうおそれがある。このため、モータのロック時に、電力変換器（インバータ）を構成するスイッチング素子の発熱を抑えるための構成が提案されている（たとえば特許文献 1 および 2）。

## 【0004】

30

たとえば、特開平 9 - 70195 号公報（特許文献 1）には、電動機のロック時に、PWM（パルス幅変調）信号のキャリア周波数を通常の周波数（10 kHz）から低周波数（1.25 kHz）に切換えることにより、インバータのスイッチング素子のスイッチング周波数を低下してスイッチング損失を低減することにより、インバータの各スイッチング素子に急激な発熱を生じることを回避している。

## 【0005】

また、特開 2005 - 117758 号公報（特許文献 2）には、インバータの各スイッチング素子について 2 個の駆動回路を並列に設け、通常時には一方の駆動回路のみでスイッチング素子をオンオフする一方で、電動機のロック状態時には、両方の駆動回路によりスイッチング素子をオンオフする構成が開示される。このような構成によれば、ロック状態時にはスイッチング素子のオンオフを急峻なものとして、通常時よりもスイッチング損失を抑制することにより発熱を低減することができる。

40

## 【0006】

また、特開平 9 - 215388 号公報（特許文献 3）には、各相のモータ駆動電流の二乗の積分値に基づき、一定電流が継続的に流れる電動機のロック状態を早期に検出して、インバータの保護を行なうことが開示されている。

## 【0007】

一方、電動機駆動制御システムの一形式として、直流電源からの直流電圧をコンバータによって昇圧可能な構成とし、コンバータによって可変制御される直流電圧をインバータによって交流電圧に変換して交流電動機を駆動制御する構成が、たとえば特開 2003 -

50

309997号公報（特許文献4）に開示されている。このような構成では、電動機に印加される交流電圧振幅を電動機の動作状態に応じて可変とできるため、電動機を高効率で運転し、かつ高出力を得ることが可能となる。

【特許文献1】特開平9-70195号公報

【特許文献2】特開2005-117758号公報

【特許文献3】特開平9-215388号公報

【特許文献4】特開2003-309997号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

10

しかしながら、特許文献1に開示された構成では、電動機のロック時にスイッチング素子の発熱を低下することはできるものの、キャリア周波数の低下により制御応答性が低下してしまうとともに、スイッチング周波数が可聴周波数帯域まで低下することによってノイズが増大してしまうという問題がある。

【0009】

また、特許文献2に開示された構成では、通常使用する駆動回路に加えて、電動機のロック時にのみ用いられる駆動回路を並列に設ける必要があるため、駆動回路の大型化やコスト上昇を招くといった問題がある。

【0010】

したがって、特許文献4に開示されたような、コンバータを含む電動機駆動制御システムにおいて、電動機のロック検知時におけるスイッチング素子の発熱防止を図る場合には、上記特許文献1および2のような問題を発生しないような制御構成とすることが好ましい。この点につき、特許文献3は、ロック状態の確実な検出について開示するものの、ロック状態時におけるスイッチング素子の発熱防止のための技術については言及していない。

20

【0011】

この発明は、このような問題点を解決するためになされたものであって、この発明の目的は、直流電源の出力電圧を昇圧可能に構成されたコンバータを含んで構成された電動機駆動制御システムにおいて、効率的な制御構成によって、電動機のロック発生時に電力変換器（インバータ）を構成する各スイッチング素子の発熱による温度上昇を抑制すること

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明による電動機駆動制御システムは、直流電源と、コンバータと、第1のインバータと、電圧設定手段と、ロック検知手段と、電圧制限手段とを備える。コンバータは、直流電源の出力電圧を昇圧可能に構成されて、直流電源の出力電圧を電圧指令値に従って可変制御して直流電源配線に出力するように構成される。第1のインバータは、電動機が動作指令に従って作動するように、複数のスイッチング素子により直流電源配線上の直流電力と電動機を駆動する交流電力との間の電力変換を行なう。電圧設定手段は、電動機の動作状態に応じて、コンバータの電圧指令値を設定する。ロック検知手段は、電動機のロック状態を検知するように構成される。電圧制限手段は、ロック検知手段によるロック状態の検知時に、電圧設定手段により設定される電圧指令値および所定の制限電圧のうちの低い方の電圧に電圧指令値を設定する。

40

【0013】

上記電動機駆動制御システムによれば、電動機のロック状態検知時には、コンバータ出力電圧が制限電圧以下となるように電圧指令値を設定して、第1のインバータでスイッチングされる直流電圧を低くすることができる。電動機の一トルク出力下では、インバータでスイッチングされる直流電圧が小さい程、各スイッチング素子でのスイッチング損失は低減されるので、電動機でのロック状態発生時に、第1のインバータ中の電流が集中する特定相におけるスイッチング素子でのスイッチング損失を減少させて、その発熱による

50

温度上昇を抑制できる。さらにこの際に、スイッチング周波数の低下による電力損失低減とは異なり、制御性の低下や可聴ノイズの発生を招くことがなく、駆動回路の並列化による回路の大型化やコスト上昇を招くこともない。

【 0 0 1 4 】

また、スイッチング素子の温度上昇が抑制されて緩やかになることにより、ロック状態時での電動機からのトルク出力がより長い時間可能となる。あるいは、動作条件が厳しい電動機のロック状態発生時における温度上昇が緩やかになることを見込んでスイッチング素子の温度耐性を低く設計できることにより、スイッチング素子の小型化および低コスト化を図ることも可能である。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、この発明による電動機駆動制御システムでは、制限電圧は、直流電源の出力電圧と同等である。

【 0 0 1 6 】

上記電動機駆動制御システムによれば、電動機のロック状態発生時には、コンバータによる昇圧を禁止して、第1のインバータによりスイッチングされる直流電圧を低く設定できる。したがって、電動機のロック状態時におけるインバータ（第1のインバータ）のスイッチング素子の温度上昇効果を大きく得ることができる。

【 0 0 1 7 】

また好ましくは、この発明による電動機駆動制御システムは、発電機と、第2のインバータとをさらに備える。発電機は、外力によって回転駆動可能に構成される。第2のインバータは、発電機が動作指令に従って作動するように、複数のスイッチング素子により直流電源配線上の直流電力と電動機を駆動する交流電力との間で電力変換を行なう。そして、電圧設定手段は、電動機の動作状態に加えて、発電機の動作状態にさらに応じて、コンバータの電圧指令値を設定する。さらに、電圧設定手段は、電動機の動作状態に対応して設定されるべき電圧指令値を算出する第1の設定手段と、発電機の動作状態に対応して設定されるべき電圧指令値を算出する第2の設定手段と、第1および第2の設定手段により算出された電圧指令値のうちの高い方の電圧にコンバータの電圧指令値を設定する第3の設定手段とを含む。

【 0 0 1 8 】

上記電動機駆動制御システムによれば、共通のコンバータの出力電圧を受けて電動機および発電機が駆動制御される構成において、ロック状態の非発生時には電動機および発電機の両方の動作状態に対応させてコンバータ出力電圧の電圧指令値を適切に設定することができる。さらに、電動機のロック状態発生時には、コンバータの出力電圧が制限電圧以下となるようにして、電動機に対応するインバータ（第1のインバータ）を構成するスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。

【 0 0 1 9 】

さらに好ましくは、この発明による電動機駆動制御システムは、発電確保手段をさらに備える。発電確保手段は、ロック検知手段による電動機のロック状態の検知時に、発電機から直流電源配線へ電力を供給するように構成される。

【 0 0 2 0 】

特に、発電確保手段は、発電機から直流電源配線へ電力が供給可能となるように制限電圧を設定するように構成することができる。

【 0 0 2 1 】

あるいは、複数のスイッチング素子とそれぞれ並列に、発電機の発電電力を直流電源配線へ導けるように接続された整流素子を含むように第2のインバータを構成した上で、発電確保手段は、ロック検知手段によるロック状態の検知時に、第2のインバータ中の各スイッチング素子をオフするとともに、発電機に誘起される交流電圧の振幅が直流電源配線の電圧よりも高くなるように発電機の回転速度を上昇させるように構成することができる。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

上記電動機駆動制御システムによれば、電動機のロック状態発生時において、第1のインバータ中のスイッチング素子の温度上昇を抑制するとともに、発電機による発電量を確保できる。これにより、スイッチング素子の温度上昇抑制効果を活かして、ロック状態の継続可能時間、すなわち、電動機が要求されたトルクを継続的に出力可能な期間を確保することができる。

【0023】

好ましくは、この発明による電動機駆動制御システムは車両に搭載され、かつ、電動機は車両の駆動力を発生するように構成される。

【0024】

上記電動機駆動制御システムによれば、車両の駆動力を発生するように構成された電動機を駆動制御する電動機駆動制御システムにおいて、電動機のロック状態発生時に、インバータ（第1のインバータ）のスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。特に、スイッチング素子の温度上昇が抑制されて緩やかになることにより、ロック状態時の電動機による車両駆動力の発生がより長い時間可能となるので、車両性能が向上される。

10

【0025】

さらに好ましくは、この発明による電動機駆動制御システムが搭載された車両には、燃料の燃焼により作動するエンジンと、直流電源配線から直流電源の出力電圧よりも高い電圧を供給されてエンジンを始動する始動電動機とがさらに搭載される。そして、電動機駆動制御システムは、始動制限手段をさらに備える。始動制限手段は、ロック検知手段による電動機のロック状態の検知時に、エンジンの始動を制限する。

20

【0026】

上記電動機駆動制御システムによれば、エンジンおよび電動機、ならびに、コンバータの出力電圧を用いてエンジンを始動する始動電動機とを備えたハイブリッド車両への搭載時において、電動機のロック状態発生時にはエンジンの始動を制限することにより、コンバータ出力電圧の上昇を制限して、電動機を駆動制御するインバータ（第1のインバータ）を構成するスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。

【0027】

また、さらに好ましくは、この発明による電動機駆動制御システムが搭載された車両には、燃料の燃焼により作動するエンジンと、直流電源配線から直流電源の出力電圧よりも高い電圧を供給されてエンジンを始動する始動電動機とがさらに搭載される。そして、電動機駆動制御システムは、始動確保手段をさらに備える。始動確保手段は、ロック検知手段によるロック状態の検知時に、エンジンの始動が指示されたときに、エンジンの始動に必要な所定期間に限って、コンバータの電圧指令値を、始動電動機の必要電圧まで一時的に上昇させる。

30

【0028】

上記電動機駆動制御システムによれば、エンジンおよび電動機、ならびに、コンバータの出力電圧を用いてエンジンを始動する始動電動機とを備えたハイブリッド車両への搭載時において、エンジン始動が指令された所定期間に限ってコンバータの出力電圧を始動電動機の必要電圧まで一時的に上昇させることができる。したがって、エンジン停止中でのロック状態発生時にもエンジン始動を可能とした上で、その他の期間ではコンバータによる昇圧を制限して電動機を駆動制御するインバータ（第1のインバータ）中のスイッチング素子での温度上昇を抑制することができる。

40

【0029】

さらに好ましくは、この発明による電動機駆動制御システムが搭載された車両では、発電機および始動電動機は、エンジンの作動時にはエンジンの出力の少なくとも一部により回転駆動されることにより発電可能であるとともに、エンジンの停止時にはエンジンを回転駆動するトルクを発生することによりエンジンを始動可能に構成された単一のモータジェネレータにより構成される。

【0030】

50

上記電動機駆動制御システムによれば、単一のモータジェネレータにより発電機および始動電動機を構成するハイブリッド車両の構成において、電動機のロック状態発生時に対応のインバータ（第１のインバータ）中のスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。

#### 【００３１】

また好ましくは、この発明による電動機駆動制御システムの車両搭載時には、電動機駆動制御システムは、ストール検知手段と、動作領域制限手段とをさらに備える。ストール検知手段は、アクセルペダルおよびブレーキペダルの両方が操作されたストール状態を検知する。動作領域制限手段は、ロック検知手段によるロック状態が検知され、かつ、ストール検知手段によりストール状態が検知されたときに、電動機の動作領域を所定の低回転速度領域内かつ低出力トルク領域内に制限するように、電動機の動作指令値を生成する。

10

#### 【００３２】

上記電動機駆動制御システムによれば、アクセルペダルおよびブレーキペダルの両方が操作されたストール状態および電動機のロック状態の両方が発生する場合には、電動機の動作領域を低回転速度および低出力トルクの一定領域内に制限することにより、電動機による車両駆動力を発生可能とした上で、インバータ（第１のインバータ）を構成するスイッチング素子の温度上昇を抑制するとともに、ストール発進性能を確保することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【００３３】

20

この発明によれば、直流電源の出力電圧を昇圧可能に構成されたコンバータを含む構成の電動機駆動制御において、制御性の低下や可聴ノイズの発生を招くことなく簡易な構成で、電動機のロック発生時に電力変換器（インバータ）を構成する各スイッチング素子の発熱による温度上昇を抑制することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【００３４】

以下において、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお以下では図中の同一または相当部分には同一符号を付してその説明は原則的に繰返さないものとする。

#### 【００３５】

30

#### 〔実施の形態１〕

図１は、本発明の実施の形態による電動機駆動制御システムが搭載される構成の一例として示されるハイブリッド車両１００の構成を説明するブロック図である。

#### 【００３６】

図１を参照して、ハイブリッド車両１００は、エンジン１１０と、動力分割機構１２０と、モータジェネレータＭＧ１、ＭＧ２と、減速機１３０と、駆動軸１４０および車輪（駆動輪）１５０を備える。ハイブリッド車両１００は、さらに、モータジェネレータＭＧ１、ＭＧ２を駆動制御するための、直流電圧発生部１０と、平滑コンデンサＣ０と、インバータ２０、３０と、制御装置５０とを備える。

#### 【００３７】

40

エンジン１１０は、たとえば、ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の内燃機関により構成される。エンジン１１０には、冷却水の温度を検知する冷却水温センサ１１２が設けられる。冷却水温センサ１１２の出力は、制御装置５０へ送出される。

#### 【００３８】

動力分割機構１２０は、エンジン１１０の発生する動力を、駆動軸１４０への経路とモータジェネレータＭＧ１への経路とに分割可能に構成される。動力分割機構１２０としては、サンギヤ、プラネタリギヤおよびリングギヤの３つの回転軸を有する遊星歯車機構を用いることができる。たとえば、モータジェネレータＭＧ１のロータを中空としてその中心にエンジン１１０のクランク軸を通すことで、動力分割機構１２０にエンジン１１０とモータジェネレータＭＧ１、ＭＧ２とを機械的に接続することができる。具体的には、モ

50

ータジェネレータMG1のロータをサンギヤに接続し、エンジン110の出力軸をプラネタリギヤに接続し、かつ、出力軸125をリングギヤに接続する。モータジェネレータMG2の回転軸とも接続された出力軸125は、減速機130を介して駆動輪150を回転駆動するための駆動軸140に接続される。なお、モータジェネレータMG2の回転軸に対する減速機をさらに組込んでもよい。

【0039】

モータジェネレータMG1は、エンジン110によって駆動される発電機として動作し、かつ、エンジン110の始動を行なう電動機として動作するものとして、電動機および発電機の機能を併せ持つように構成される。すなわち、モータジェネレータMG1は本発明における「発電機」に対応し、モータジェネレータMG1と接続されるインバータ20は本発明における「第2のインバータ」に対応する。

10

【0040】

同様に、モータジェネレータMG2は、出力軸125および減速機130を介して、駆動軸140へ出力が伝達される車両駆動力発生用としてハイブリッド車両100に組込まれる。さらに、モータジェネレータMG2は、車輪150の回転方向と反対方向の出力トルクを発生することによって回生発電を行なうように電動機および発電機への機能を併せ持つように構成される。すなわち、ハイブリッド車両100において、モータジェネレータMG2は本発明における「電動機」に対応する。同様に、モータジェネレータMG2と接続されるインバータ30は本発明における「第1のインバータ」に対応する。

【0041】

20

次に、モータジェネレータMG1、MG2を駆動制御するための構成について説明する。

【0042】

直流電圧発生部10は、走行用バッテリーBと、平滑コンデンサC1と、昇降圧コンバータ15とを含む。走行用バッテリーBは本発明における「直流電源」に対応し、昇降圧コンバータ15は、本発明での「コンバータ」に対応する。

【0043】

走行用バッテリーBとしては、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池を適用可能である。なお、本実施の形態では、二次電池で構成された走行用バッテリーBを「直流電源」とする構成について説明するが、走行用バッテリーBに代えて、電気二重層キャパシタ等の蓄電装置を適用することも可能である。

30

【0044】

走行用バッテリーBが出力するバッテリー電圧Vbは電圧センサ10によって検知され、走行用バッテリーBに入出力されるバッテリー電流Ibは電流センサ11によって検知される。さらに、走行用バッテリーBには、温度センサ12が設けられる。なお、走行用バッテリーBの温度が局所的に異なる可能性があるため、温度センサ12は、走行用バッテリーBの複数箇所に設けてもよい。電圧センサ10、電流センサ11および温度センサ12によって検出された、バッテリー電圧Vb、バッテリー電流Ibおよびバッテリー温度Tbは、制御装置50へ出力される。

【0045】

40

平滑コンデンサC1は、接地ライン5および電源ライン6の間に接続される。なお、走行用バッテリーBの正極端子および電源ライン6の間、ならびに、走行用バッテリーBの負極端子および接地ライン5の間には、車両運転時にオンされ、車両運転停止時にオフされるリレー（図示せず）が設けられる。

【0046】

昇降圧コンバータ15は、リアクトルL1と、スイッチング制御される電力用半導体素子（以下、「スイッチング素子」と称する）Q1、Q2とを含む。リアクトルL1は、スイッチング素子Q1およびQ2の接続ノードと電源ライン6の間に接続される。また、平滑コンデンサC0は、電源ライン7および接地ライン5の間に接続される。

【0047】

50

電力用半導体スイッチング素子Q 1およびQ 2は、電源ライン7および接地ライン5の間に直列に接続される。電力用半導体スイッチング素子Q 1およびQ 2のオンオフは、制御装置50からのスイッチング制御信号S 1およびS 2によって制御される。

【0048】

この発明の実施の形態において、スイッチング素子としては、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、電力用MOS (Metal Oxide Semiconductor) トランジスタあるいは、電力用バイポーラトランジスタ等を用いることができる。スイッチング素子Q 1、Q 2に対しては、逆並列ダイオードD 1、D 2が配置されている。

【0049】

インバータ20および30の直流電圧側は、共通の接地ライン5および電源ライン7を介して、昇降圧コンバータ15と接続される。すなわち、電源ライン7は、本発明での「直流電源配線」に対応する。

【0050】

インバータ20は、電源ライン7および接地ライン5の間に並列に設けられる、U相アーム22と、V相アーム24と、W相アーム26とから成る。各相アームは、電源ライン7および接地ライン5の間に直列接続されたスイッチング素子から構成される。たとえば、U相アーム22は、スイッチング素子Q 11、Q 12から成り、V相アーム24は、スイッチング素子Q 13、Q 14から成り、W相アーム26は、スイッチング素子Q 15、Q 16から成る。また、スイッチング素子Q 11～Q 16に対して、逆並列ダイオードD 11～D 16がそれぞれ接続されている。スイッチング素子Q 11～Q 16のオンオフは、制御装置50からのスイッチング制御信号S 11～S 16によって制御される。

【0051】

モータジェネレータMG 1は、固定子に設けられたU相コイル巻線U 1、V相コイル巻線V 1およびW相コイル巻線W 1と、図示しない回転子を含む。U相コイル巻線U 1、V相コイル巻線V 1およびW相コイル巻線W 1の一端は、中性点N 1で互いに接続され、その他端は、インバータ20のU相アーム22、V相アーム24およびW相アーム26とそれぞれ接続される。インバータ20は、制御装置50からのスイッチング制御信号S 11～S 16にตอบสนองしたスイッチング素子Q 11～Q 16のオンオフ制御（スイッチング制御）により、直流電圧発生部10およびモータジェネレータMG 1の間での双方向の電力変換を行なう。

【0052】

具体的には、インバータ20は、制御装置50によるスイッチング制御に従って、電源ライン7から受ける直流電圧を3相交流電圧に変換し、その変換した3相交流電圧をモータジェネレータMG 1へ出力することができる。これにより、モータジェネレータMG 1は、指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ20は、エンジン110の出力を受けてモータジェネレータMG 1が発電した3相交流電圧を制御装置50によるスイッチング制御に従って直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を電源ライン7へ出力することもできる。

【0053】

インバータ30は、インバータ20と同様に構成されて、スイッチング制御信号S 21～S 26によってオンオフ制御されるスイッチング素子Q 21～Q 26および、逆並列ダイオードD 21～D 26を含んで構成される。

【0054】

モータジェネレータMG 2は、モータジェネレータMG 1と同様に構成されて、固定子に設けられたU相コイル巻線U 2、V相コイル巻線V 2およびW相コイル巻線W 2と、図示しない回転子を含む。モータジェネレータMG 1と同様に、U相コイル巻線U 2、V相コイル巻線V 2およびW相コイル巻線W 2の一端は、中性点N 2で互いに接続され、その他端は、インバータ30のU相アーム32、V相アーム34およびW相アーム36とそれぞれ接続される。

【0055】

インバータ30は、制御装置50からのスイッチング制御信号S21～S26に応答したスイッチング素子Q21～Q26のオンオフ制御（スイッチング制御）により、直流電圧発生部10 およびモータジェネレータMG2の間での双方向の電力変換を行なう。

【0056】

具体的には、インバータ30は、制御装置50によるスイッチング制御に従って、電源ライン7から受ける直流電圧を3相交流電圧に変換し、その変換した3相交流電圧をモータジェネレータMG2へ出力することができる。これにより、モータジェネレータMG2は、指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ30は、車両の回生制動時、車輪150からの回転力を受けてモータジェネレータMG2が発電した3相交流電圧を制御装置50によるスイッチング制御に従って直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を電源ライン7へ出力することができる。

10

【0057】

なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド車両を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

【0058】

モータジェネレータMG1、MG2の各々には電流センサ27および回転角センサ（レゾルバ）28が設けられる。三相電流 $i_u$ 、 $i_v$ 、 $i_w$ の瞬時値の和は零であるので、図1に示すように電流センサ27は2相分のモータ電流（たとえば、V相電流 $i_v$ およびW相電流 $i_w$ ）を検出するように配置すれば足りる。回転角センサ28は、モータジェネレータMG1、MG2の図示しない回転子の回転角 $\theta$ を検出し、その検出した回転角 $\theta$ を制御装置50へ送出する。制御装置50では、回転角 $\theta$ に基づきモータジェネレータMG1、MG2の回転数 $N_{mt}$ （回転角速度 $\omega$ ）を算出することができる。

20

【0059】

これらのセンサによって検出された、モータジェネレータMG1のモータ電流 $M_{CRT}(1)$ およびロータ回転角 $\theta(1)$ ならびに、モータジェネレータMG2のモータ電流 $M_{CRT}(2)$ およびロータ回転角 $\theta(2)$ は、制御装置50へ入力される。さらに、制御装置50は、モータ指令としての、モータジェネレータMG1のトルク指令値 $T_{qcom}(1)$ および回生動作を示す制御信号 $RGE(1)$ 、ならびに、モータジェネレータMG2のトルク指令値 $T_{qcom}(2)$ および回生動作を示す制御信号 $RGE(2)$ の入力を受ける。

30

【0060】

電子制御ユニット（ECU）で構成される制御装置50は、マイクロコンピュータ（図示せず）、RAM（Random Access Memory）51およびROM（Read Only Memory）52を含んで構成され、所定のプログラム処理に従って、上位の電子制御ユニット（ECU）から入力されたモータ指令に従ってモータジェネレータMG1、MG2が動作するように、昇降圧コンバータ15およびインバータ20、30のスイッチング制御のためのスイッチング制御信号S1、S2（昇降圧コンバータ15）、S11～S16（インバータ20）、およびS21～S26（インバータ30）を生成する。

40

【0061】

さらに、制御装置50には、走行用バッテリーBに関する、充電率（SOC：State of Charge）や充放電制限を示す入出力可能電力量 $W_{in}$ 、 $W_{out}$ 等の情報が入力される。これにより、制御装置50は、走行用バッテリーBの過充電あるいは過放電が発生しないように、モータジェネレータMG1、MG2での消費電力および発電電力（回生電力）を必要に応じて制限する機能を有する。

【0062】

また、本実施の形態では、単一の制御装置（ECU）50によってインバータ制御におけるスイッチング周波数を切替える機構について説明したが、複数の制御装置（ECU）の協調動作によって同様の制御構成を実現することも可能である。

50

## 【 0 0 6 3 】

周知のように、運転者によるハイブリッド車両 1 0 0 の加速および減速・停止指令は、アクセルペダル 7 0 およびブレーキペダル 7 1 の操作により入力される。運転者によるアクセルペダル 7 0 およびブレーキペダル 7 1 の操作（踏み量）は、アクセルペダル踏み量センサ 7 3 およびブレーキペダル踏み量センサ 7 4 によって検知される。アクセルペダル踏み量センサ 7 3 およびブレーキペダル踏み量センサ 7 4 は、運転者によるアクセルペダル 7 0 およびブレーキペダル 7 1 の踏み量に応じた電圧をそれぞれ出力する。

## 【 0 0 6 4 】

アクセルペダル踏み量センサ 7 3 およびブレーキペダル踏み量センサ 7 4 の踏み量を示す出力信号 A C C および B R K は、制御装置 5 0 へ入力される。なお、アクセルペダル 7 0 およびブレーキペダル 7 1 の両方が操作されるストール状態を検知ことのみを考えれば、制御装置 5 0 へ入力される信号 A C C および B R K は、アクセルペダル 7 0 およびブレーキペダル 7 1 のそれぞれの踏み量を表わす信号のみならず、運転者による踏み操作の有無（踏み量  $\neq 0$  であるか否か）を示すフラグ信号であってもよい。

## 【 0 0 6 5 】

次に、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 の駆動制御における昇降圧コンバータ 1 5 およびインバータ 2 0 , 3 0 の動作について説明する。

## 【 0 0 6 6 】

昇降圧コンバータ 1 5 の昇圧動作時には、制御装置 5 0 は、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 の運転状態に応じてシステム電圧 V H の指令値 V H r e f（以下、単に電圧指令値 V H r e f とも称する）を設定し、電圧指令値 V H r e f および電圧センサ 1 3 によるシステム電圧 V H の検出値に基づいて、昇降圧コンバータ 1 5 の出力電圧が電圧指令値 V H r e f と等しくなるようにスイッチング制御信号 S 1 , S 2 を生成する。

## 【 0 0 6 7 】

昇降圧コンバータ 1 5 は、昇圧動作時には、走行用バッテリー B から供給された直流電圧（バッテリー電圧）V b を昇圧した直流電圧 V H（インバータ 2 0 , 3 0 への入力電圧に相当するこの直流電圧を、以下「システム電圧 V H」とも称する）をインバータ 2 0 , 3 0 へ共通に供給する。より具体的には、制御装置 5 0 からのスイッチング制御信号 S 1 , S 2 に応答して、交互にオンオフするスイッチング素子 Q 1 , Q 2 のデューティ比（オン期間比率）が設定され、昇圧比は、デューティ比に応じたものとなる。

## 【 0 0 6 8 】

また、昇降圧コンバータ 1 5 は、降圧動作時には、平滑コンデンサ C 0 を介してインバータ 2 0 , 3 0 から供給された直流電圧（システム電圧）を降圧して走行用バッテリー B を充電する。より具体的には、制御装置 5 0 からのスイッチング制御信号 S 1 , S 2 に応答して、スイッチング素子 Q 1 のみがオンする期間と、スイッチング素子 Q 1 , Q 2 の両方がオフする期間とが交互に設けられ、降圧比は上記オン期間のデューティ比に応じたものとなる。

## 【 0 0 6 9 】

平滑コンデンサ C 0 は、昇降圧コンバータ 1 5 からの直流電圧（システム電圧）を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 2 0 , 3 0 へ供給する。電圧センサ 1 3 は、平滑コンデンサ C 0 の両端の電圧、すなわち、システム電圧 V H を検出し、その検出値を制御装置 5 0 へ出力する。

## 【 0 0 7 0 】

インバータ 3 0 は、対応のモータジェネレータ M G 2 のトルク指令値が正の場合（ $T q_{com}(2) > 0$ ）には、制御装置 5 0 からのスイッチング制御信号 S 2 1 ~ S 2 6 に応答したスイッチング素子 Q 2 1 ~ Q 2 6 のオンオフ動作（スイッチング動作）により、平滑コンデンサ C 0 から供給される直流電圧を交流電圧に変換して正のトルクを出力するようにモータジェネレータ M G 2 を駆動する。また、インバータ 3 0 は、モータジェネレータ M G 2 のトルク指令値が零の場合（ $T q_{com}(2) = 0$ ）には、スイッチング制御信

10

20

30

40

50

号 S 2 1 ~ S 2 6 に応答したスイッチング動作により、直流電圧を交流電圧に変換してトルクが零になるようにモータジェネレータ M G 2 を駆動する。これにより、モータジェネレータ M G 2 は、トルク指令値  $Tq_{com}$  によって指定された零または正のトルクを発生するように駆動される。

【 0 0 7 1 】

さらに、ハイブリッド車両の回生制動時には、モータジェネレータ M G 2 のトルク指令値は負に設定される ( $Tq_{com}(2) < 0$ )。この場合には、インバータ 3 0 は、スイッチング制御信号 S 2 1 ~ S 2 6 に応答したスイッチング動作により、モータジェネレータ M G 2 が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧 (システム電圧) を平滑コンデンサ C 0 を介して昇降圧コンバータ 1 5 へ供給する。

10

【 0 0 7 2 】

このように、インバータ 3 0 は、制御装置 5 0 からのスイッチング制御信号 S 2 1 ~ S 2 6 に従ったスイッチング素子 Q 2 1 ~ Q 2 6 のオンオフ制御により、モータジェネレータ M G 2 が指令値に従って動作するように電力変換を行なう。また、インバータ 2 0 は、上記のインバータ 3 0 の動作と同様に、制御装置 5 0 からのスイッチング制御信号 S 1 1 ~ S 1 6 に従ったスイッチング素子 Q 1 1 ~ Q 1 6 のオンオフ制御により、モータジェネレータ M G 1 が指令値に従って動作するように電力変換を行なう。

【 0 0 7 3 】

このように、制御装置 5 0 がトルク指令値  $Tq_{com}(1)$ ,  $(2)$  に従ってモータジェネレータ M G 1, M G 2 を駆動制御することにより、ハイブリッド車両 1 0 0 では、モータジェネレータ M G 2 での電力消費による車両駆動力の発生、モータジェネレータ M G 1 での発電による走行用バッテリー B の充電電力またはモータジェネレータ M G 2 の消費電力の発生、およびモータジェネレータ M G 2 での回生制動動作 (発電) による走行用バッテリー B の充電電力の発生を、車両の運転状態に応じて適宜に実行できる。

20

【 0 0 7 4 】

図 2 は、本発明の実施の形態 1 による昇降圧コンバータ 1 5 の電圧指令値  $VH_{ref}$  の設定を説明するフローチャートである。なお、図 2 に示すフローチャートに従うプログラムは、制御装置 5 0 内の R O M 5 2 に格納されており、制御装置 5 0 により所定周期ごとに実行されるものとする。

【 0 0 7 5 】

図 2 を参照して、制御装置 5 0 は、ステップ S 1 0 0 により、車両状態 (車速、ペダル操作等) に応じて、モータジェネレータ M G 1 および M G 2 のトルク指令値  $Tq_{com}(1)$  および  $Tq_{com}(2)$  を設定する。

30

【 0 0 7 6 】

制御装置 5 0 は、さらに、ステップ S 1 1 0 により、モータジェネレータ M G 1 の回転数およびトルク指令値  $Tq_{com}(1)$  に従い、モータジェネレータ M G 1 の誘起電圧に対応させて必要電圧  $V_{mg1}$  を算出する。同様に、制御装置 5 0 は、ステップ S 1 2 0 により、モータジェネレータ M G 2 の回転数およびトルク指令値  $Tq_{com}(2)$  に従い、モータジェネレータ M G 2 の誘起電圧に対応させて必要電圧  $V_{mg2}$  を算出する。

【 0 0 7 7 】

ここで、モータジェネレータ M G ( M G 1, M G 2 を総括的に表記するもの、以下同じ) では、回転数および / またはトルクが増加すると、逆起電力が増加して誘起電圧が高くなる。なお、本発明の実施の形態では、特に説明がない限り、単位時間当たり (代表的には毎分当たり) の回転数をいうものとする。この誘起電圧が上昇して、インバータの直流側電圧すなわちシステム電圧  $VH$  より高くなると、インバータの直流側から交流側へ電流を供給することができなくなるため、インバータ 2 0 または 3 0 によるモータジェネレータの制御が不能となる。したがって、ステップ S 1 1 0 および S 1 2 0 では、必要電圧  $V_{mg1}$  および  $V_{mg2}$  は、モータジェネレータ M G 1 および M G 2 の誘起電圧以上にそれぞれ設定される。

40

【 0 0 7 8 】

50

すなわち、図 3 に示されるように、モータジェネレータ MG のトルクおよび回転数に応じて、具体的には、高回転数・高トルクの領域になるに従って、必要電圧  $V_{mg1}$  および  $V_{mg2}$  は、相対的に高く設定される。また、図 4 に示すように、必要電圧  $V_{mg1}$  および  $V_{mg2}$  は、基本的には、モータジェネレータ MG に要求される出力（回転数×トルク）に応じて決まり、かつ、同一回転数に対しては、出力が増大するに従って必要電圧  $V_{mg1}$  および  $V_{mg2}$  も相対的に高く設定される。

【 0 0 7 9 】

ここで、図 5 を用いてインバータ 20, 30 の各スイッチング素子で発生するスイッチング損失について説明する。

【 0 0 8 0 】

図 5 を参照して、インバータ 20, 30 の各スイッチング素子におけるスイッチング動作は、パルス幅変調制御（PWM 制御）に従って設定される。具体的には、図 5（a）に示されるように、PWM 制御では、所定のキャリア波 200 と電圧指令波 210 との電圧比較に基づき、インバータ 20, 30 の各相アームでのスイッチング素子のオンオフが制御される。ここで、キャリア波 200 は、所定周波数の三角波やのこぎり波とされることが一般的であり、電圧指令波 210 は、モータジェネレータ MG をトルク指令値  $T_{qcom}$  に従って作動させるために必要な各相電流を発生させるための、モータジェネレータへの印加電圧（交流電圧）を示す。そして、キャリア波が電圧指令波よりも高電圧のときと、その反対のときとで、同一アームを構成するスイッチング素子のオンオフが切換えられる。図 5 には、一例として、電圧指令波がキャリア波よりも高電圧のときにオンされ、その反対のときにオフされるスイッチング素子のスイッチング波形が示されている。

【 0 0 8 1 】

図 5（b）に示されるように、スイッチング素子のオン時には、コレクタ・エミッタ間電圧  $v_{ce} = 0$  となる一方で、コレクタ・エミッタ間電流  $i_{ce}$  が発生する。これに対して、スイッチング素子のオフ時には、コレクタ・エミッタ間電流  $i_{ce} = 0$  となる一方で、コレクタ・エミッタ間電圧  $v_{ce} = V_H$  となる。ここで、スイッチング素子のオンオフ時には、完全にオンまたはオフされるまでの期間、すなわち、コレクタ・エミッタ間電圧  $v_{ce} = 0$  またはコレクタ・エミッタ間電流  $i_{ce} = 0$  に変化するまでの期間において、図 5（c）に示すように、コレクタ・エミッタ間電圧  $v_{ce}$  およびコレクタ・エミッタ間電流  $i_{ce}$  の積に相当するスイッチング損失  $P_{loss}$ （ $P_{loss} = v_{ce} \cdot i_{ce}$ ）が発生する。このスイッチング損失  $P_{loss}$  の発生により、スイッチング素子が発熱してその温度が上昇する。

【 0 0 8 2 】

ここで、コレクタ・エミッタ間電圧  $v_{ce}$  の振幅はシステム電圧  $V_H$  に相当し、コレクタ・エミッタ間電流  $i_{ce}$  は、モータジェネレータ MG への供給電流に応じた電流となる。したがって、同一トルク出力時に、すなわち、トルク指令値が同一の下では、システム電圧  $V_H$  が高くなるほどスイッチング損失  $P_{loss}$  が大きくなる。

【 0 0 8 3 】

したがって、実施の形態 1 では、電動機（モータジェネレータ MG 2）のロック発生時に、以下に説明するような電圧指令値  $V_{Href}$  の設定を実行することにより、インバータ 30 のスイッチング素子の温度上昇を抑制する。

【 0 0 8 4 】

再び図 2 を参照して、制御装置 50 は、ステップ S130 により、モータジェネレータ MG 2 にロック状態が発生しているかどうかを判定する。ロック状態は、登坂走行時等、トルク指令値  $T_{qcom}(2)$  に従ってモータジェネレータ MG 2 へ一定以上の電流が供給されているにも関わらず、その回転数が極低速（ほぼ 0）となっている状態である。ステップ S130 では、たとえば、モータジェネレータ MG 2 が、トルク指令値  $T_{qcom}(2)$  が所定値以上であるにもかかわらず回転数がほぼ 0 である状態が発生しているか否かを判定することによって、ロック状態の発生を検知することができる。あるいは、特許文献 3 と同様に、各相モータ電流の二乗の積分値に基づいて、ロック状態の発生を検知し

10

20

30

40

50

てもよい。すなわち、ステップS 1 3 0における、具体的なロック状態の検知方法については、特に限定されるものではない。

【 0 0 8 5 】

制御装置50は、ステップS 1 3 0によりロック状態の発生が検知されなかった場合（ステップS 1 3 0のNO判定時）には、ステップS 1 4 0により、昇降圧コンバータ15の電圧指令値V H r e fを、ステップS 1 1 0およびS 1 2 0でそれぞれ算出されたMG 1必要電圧V m g 1およびMG 2必要電圧V m g 2の最大値に設定する。これにより、ロック状態の発生以外では、昇降圧コンバータ15の出力電圧であるシステム電圧V Hを、モータジェネレータMG 1, MG 2の誘起電圧よりも高く設定できる。この結果、制御装置50は、インバータ20, 30によって、トルク指令値T q c o m ( 1 ), T q c o m ( 2 )に従ってモータジェネレータMG 1, MG 2を駆動制御することができる。

10

【 0 0 8 6 】

一方、ロック状態の発生時には、上述のように、モータジェネレータMG 2の特定相に集中して継続的に電流が流れる。したがって、この特定相に対応するアームを構成するスイッチング素子でのスイッチング損失が増大して、急激に発熱するおそれがある。

【 0 0 8 7 】

したがって、制御装置50は、ロック状態の検知時（ステップS 1 3 0によるYES判定時）には、ステップS 1 5 0およびS 1 6 0により、昇降圧コンバータ15の電圧指令値V H r e fを設定する。制御装置50は、ステップS 1 5 0では、システム電圧V Hの制限電圧V l m tを設定する。制限電圧V l m tは、走行用バッテリーB（直流電源）の出力電圧（検出電圧V bまたは出力定格電圧）と同等に設定される。

20

【 0 0 8 8 】

さらに、制御装置50は、ステップS 1 6 0により、電圧指令値V H r e fを、ステップS 1 5 0で設定された制限電圧V l m tと、必要電圧V m g 1, V m g 2のうちの最大電圧との間の低い方の電圧に設定する。すなわち、電圧指令値V H r e fは、制限電圧V l m tを超えないように設定されて、昇降圧コンバータ15での昇圧が制限される。

【 0 0 8 9 】

これにより、本発明の実施の形態1によれば、モータジェネレータMG 2のロック状態検知時には、電圧指令値V H r e fの設定によりシステム電圧V Hを低く設定することにより、インバータ20, 30を構成する各スイッチング素子でのスイッチング損失P l o s sを減少することができる。この結果、インバータ30中の電流が集中する特定相におけるスイッチング素子での温度上昇を抑制できる。また、この際にスイッチング周波数の低下による電力損失低減とは異なり、制御性の低下や可聴ノイズの発生を招くことがない。

30

【 0 0 9 0 】

ステップS 1 5 0による制限電圧V l m tの設定は、昇降圧コンバータ15での昇圧を、ステップS 1 4 0による電圧指令値設定と比較して抑制するものであれば、制限電圧V l m t = V bとすることに限定されず、上述したスイッチング素子の温度上昇抑制効果を得ることができる。ただし、制限電圧V l m t = V bとして昇降圧コンバータ15による昇圧を禁止してシステム電圧V Hをバッテリー電圧V bと同等とすることにより、上記の温度上昇抑制効果が最大に得られる。

40

【 0 0 9 1 】

このようにロック状態発生時におけるスイッチング素子の温度上昇が抑制されて緩やかになることにより、ロック状態時の電動機（モータジェネレータMG 2）からのトルク出力がより長い時間可能となる。したがって、モータジェネレータMG 2により駆動力を得るハイブリッド車両では、車両性能が向上される。あるいは、動作条件が厳しいロック状態発生時における温度上昇が緩やかになることを見込んでスイッチング素子の温度耐性を低く設計できることにより、スイッチング素子の小型化および低コスト化を図ることも可能である。

【 0 0 9 2 】

50

なお、実施の形態 1 において、図 2 のステップ S 1 3 0 は本発明の「ロック検知手段」に対応し、ステップ S 1 5 0, S 1 6 0 は、本発明での「電圧制限手段」に対応する。また、ステップ S 1 1 0, S 1 2 0, S 1 4 0 は本発明での「電圧設定手段」に対応し、特に、ステップ S 1 2 0 が本発明の「第 1 の設定手段」に対応し、ステップ S 1 1 0 が本発明の「第 2 の設定手段」に対応し、ステップ S 1 4 0 が本発明の「第 3 の設定手段」に対応する。

#### 【 0 0 9 3 】

##### [ 実施の形態 2 ]

実施の形態 1 によれば、ロック状態発生時におけるスイッチング素子の温度上昇を緩やかなものとすることによって、ロック状態の電動機（モータジェネレータ M G 2 ）が要求されたトルクを継続的に出力可能となる時間（すなわち、ロック状態の継続可能時間）をより長く確保することができる。

#### 【 0 0 9 4 】

しかしながら、登坂走行中等、比較的高トルク出力が要求されるロック状態中に、走行用バッテリー B（直流電源）のみから電力供給を行なうと、走行用バッテリー B の残存容量の急激な低下を招くことにより、この面からロック状態の継続可能時間が制約される可能性がある。したがって、実施の形態 2 では、ロック状態時にも発電機による発電量を確保して、ロック状態の継続可能時間を確保する制御構成について説明する。

#### 【 0 0 9 5 】

図 6 は、本発明の実施の形態 2 による昇降圧コンバータ 1 5 の電圧指令値（ $V_{Href}$ ）設定の第 1 の例を説明するフローチャートである。なお、図 6 に示すフローチャートに従うプログラムについても、制御装置 5 0 内の R O M 5 2 に格納されており、図 1 に示したハイブリッド車両 1 0 0 において制御装置 5 0 により所定周期ごとに実行されるものとする。

#### 【 0 0 9 6 】

図 6 を図 2 と比較して、実施の形態 2 の第 1 の例による電圧指令値設定では、制御装置 5 0 は、図 2 に示したステップ S 1 0 0 ~ S 1 6 0 の処理において、ステップ S 1 5 0 をステップ S 1 5 0 に置換した制御処理を実行する。ステップ S 1 5 0 以外の制御処理については、図 2 と同様であるので詳細な説明は省略する。

#### 【 0 0 9 7 】

制御装置 5 0 は、ステップ S 1 5 0 では、システム電圧  $V_H$  の制限電圧  $V_{limt}$  を  $V_{limt} = V_b + V_\alpha$  に設定する。ここで、所定電圧  $V_\alpha$  は、ロック状態となったモータジェネレータ M G 2 を制御するインバータ 3 0 中のスイッチング素子のスイッチング損失をある程度抑制でき、かつ、モータジェネレータ M G 1 での発電を可能とするように考慮して設定される。この所定電圧  $V_\alpha$  は、固定値としてもよく、モータジェネレータ M G 1 の動作状態（たとえば、回転数および/またはトルク指令値）に応じた可変値としてもよい。

#### 【 0 0 9 8 】

この結果、制御装置 5 0 は、モータジェネレータ M G 2 のロック状態検知時には、ステップ S 1 6 0 により、上記のように設定された制限電圧  $V_{limt}$ （ $V_b + V_\alpha$ ）以下に電圧指令値  $V_{Href}$  を設定する。これにより、必要電圧  $V_{mg1}$  が制限電圧  $V_{limt}$  より高いときに、昇降圧コンバータ 1 5 による昇圧は実施の形態 1 と同様に制限されるものの、所定電圧  $V_\alpha$  に対応した発電量をモータジェネレータ M G 1 により発電することが可能となる。

#### 【 0 0 9 9 】

したがって、モータジェネレータ M G 2 のロック状態発生時には、実施の形態 1 と同様に、システム電圧  $V_H$  を低く設定することによってインバータ 3 0 中のスイッチング素子の温度上昇抑制効果を発揮するとともに、モータジェネレータ M G 1 による発電量を所定量確保できる。これにより、スイッチング素子の温度上昇抑制効果を活かして、ロック状態の継続可能時間、すなわち、電動機（モータジェネレータ M G 2 ）が要求されたトルク

を継続的に出力可能な期間を確保することが可能となる。

【 0 1 0 0 】

図 7 は、本発明の実施の形態 2 による昇降圧コンバータ 1 5 の電圧指令値 (  $V_{Href}$  ) 設定の第 2 の例を説明するフローチャートである。なお、図 7 に示すフローチャートに従うプログラムについても、制御装置 5 0 内の ROM 5 2 に格納されており、図 1 に示したハイブリッド車両 1 0 0 において制御装置 5 0 により所定周期ごとに実行されるものとする。

【 0 1 0 1 】

図 7 を図 2 と比較して、実施の形態 2 の第 2 の例による電圧指令値設定では、制御装置 5 0 は、図 2 に示したステップ S 1 0 0 ~ S 1 6 0 の処理に加えて、ステップ S 1 6 0 の実行時に、ステップ S 1 7 0 および S 1 8 0 をさらに実行する制御処理を実行する。ステップ S 1 0 0 ~ S 1 6 0 の制御処理については、図 2 と同様であるので詳細な説明は省略する。

【 0 1 0 2 】

制御装置 5 0 は、ステップ S 1 5 0 および S 1 6 0 により、電圧指令値  $V_{Href}$  を制限電圧  $V_{limt}$  (  $V_{limt} = V_b$  ) として昇降圧コンバータ 1 5 による昇圧を禁止してシステム電圧  $V_H$  をバッテリー電圧  $V_b$  と同等に制限した上で、ステップ S 1 7 0 および S 1 8 0 での処理によりモータジェネレータ MG 1 での発電を可能とする。

【 0 1 0 3 】

制御装置 5 0 は、ステップ S 1 7 0 では、エンジン回転数の上昇によりモータジェネレータ MG 1 の回転数を上昇させる。

【 0 1 0 4 】

図 8 は、ステップ S 1 7 0 による制御動作を説明する共線図である。図 8 には、動力分割機構 1 2 0 を介した、モータジェネレータ MG 1 , MG 2 およびエンジンの回転数の関係が共線図によって示される。

【 0 1 0 5 】

図 8 を参照して、モータジェネレータ MG 2 は、ロック状態時では回転数はほぼ 0 であり、モータジェネレータ MG 1 の回転数は、エンジン回転数に応じたものとなる。実施の形態 2 の第 2 の例による電圧指令値設定では、ステップ S 1 7 0 での処理により、エンジン回転数を上昇させることにより、モータジェネレータ MG 1 の回転数を上昇させる。これにより、モータジェネレータ MG 1 での逆起電力が増大して、誘起電圧が高められる。

【 0 1 0 6 】

再び図 7 を参照して、制御装置 5 0 は、ステップ S 1 8 0 により、モータジェネレータ MG 1 を駆動制御するインバータ 2 0 の動作を停止する。すなわち、各スイッチング素子 Q 1 1 ~ Q 1 6 はオフされる。この状態では、インバータ制御による高効率の発電動作をモータジェネレータ MG 1 に実行させることはできないものの、モータジェネレータ MG 1 の誘起電圧上昇による逆並列ダイオード D 1 1 , D 1 3 , D 1 5 の導通によって、モータジェネレータ MG 1 の逆起電力をコイル巻線 U 1 , V 1 , W 1 から電源ライン 7 へ導く電流経路を形成することができる。すなわち、逆並列ダイオード D 1 1 , D 1 3 , D 1 5 は、本発明における「整流素子」を構成する。

【 0 1 0 7 】

これにより、インバータ制御時と比較して発電電力の回収効率は低下するものの、モータジェネレータ MG 1 の逆起電力による発電量を確保することができる。

【 0 1 0 8 】

この結果、モータジェネレータ MG 2 のロック状態発生時には、実施の形態 1 と同様に、システム電圧  $V_H$  を低く設定することによってインバータ 3 0 中のスイッチング素子の温度上昇抑制効果を発揮するとともに、モータジェネレータ MG 1 による発電を所定量確保できる。これにより、スイッチング素子の温度上昇抑制効果を活かして、ロック状態の継続可能時を確保することが可能となる。

【 0 1 0 9 】

10

20

30

40

50

なお、実施の形態 2 において、図 6 のステップ S 1 5 0 および、図 7 のステップ S 1 7 0 , S 1 8 0 は、本発明の「発電確保手段」に対応する。

【 0 1 1 0 】

[ 実施の形態 3 ]

ハイブリッド車両では、エンジン停止中にモータジェネレータ M G 2 のロック状態が発生し、さらに、エンジン 1 1 0 の始動要求が発せられるケースがある。たとえば、ロック状態の継続中に走行用バッテリー B の残存容量が低下して充電要求が発せられた場合や、運転者によるアクセル操作量（アクセルペダル踏み量）が増大した場合に、上記のようなケースが発生する。実施の形態 3 では、このようなケースへの対処について説明する。

【 0 1 1 1 】

図 9 は、本発明の実施の形態 3 によるハイブリッド車両 1 0 0 の制御を説明するフローチャートである。なお、図 9 に示すフローチャートに従うプログラムについても、制御装置 5 0 内の R O M 5 2 に格納されており、図 1 に示したハイブリッド車両 1 0 0 において制御装置 5 0 により所定周期ごとに実行されるものとする。

【 0 1 1 2 】

図 9 を図 2 と比較して、実施の形態 3 による車両制御では、制御装置 5 0 は、図 2 に示した電圧指令値設定のための制御処理に加えて、ステップ S 1 3 0 の Y E S 判定時、すなわちロック状態検知時に、ステップ S 1 9 0 および S 1 9 2 の処理をさらに実行する。それ以外の制御処理については、図 2 と同様であるので詳細な説明は省略する。

【 0 1 1 3 】

制御装置 5 0 は、ステップ S 1 9 0 により、停止中のエンジン 1 1 0 に始動要求が発せられているかどうかを判定する。そして、エンジン始動指示が発せられている場合（ステップ S 1 9 0 での Y E S 判定時）には、制御装置 5 0 は、ステップ S 1 9 2 によりエンジン始動を禁止する。

【 0 1 1 4 】

そして、制御装置 5 0 は、ステップ S 2 1 0 の処理後、ステップ S 1 5 0（または S 1 5 0 ）およびステップ S 1 6 0 を実行して、システム電圧 V H が制限電圧 V l m t を超えないように、昇降圧コンバータ 1 5 の電圧指令値 V H r e f を設定する。エンジン始動要求が発生されていない場合（ステップ S 1 9 0 の N O 判定時）にも、制御装置 5 0 は、同様にステップ S 1 5 0（または S 1 5 0 ）およびステップ S 1 6 0 を実行して、電圧指令値 V H r e f を設定する。

【 0 1 1 5 】

一般に、「始動電動機」として動作するモータジェネレータ M G 1 によって、停止中のエンジン 1 1 0 を回転駆動してエンジン始動するためのトルクを出力するためには、バッテリー電圧 V b を昇圧してシステム電圧 V H を発生させることが必要である。したがって、エンジン始動を実行すれば、システム電圧 V H を上昇させる必要が生じるため、ロック状態のモータジェネレータ M G 2 を駆動制御するインバータ 3 0 の各スイッチング素子での温度上昇を招く可能性がある。

【 0 1 1 6 】

このため、図 9 に示したような制御構成とすることにより、ロック状態の検知時には、エンジン始動要求が発せられてもエンジン始動を禁止した上で、システム電圧 V H が制限される。これにより、エンジン停止中でのロック状態の発生時に、モータジェネレータ M G 2 を駆動するインバータ 3 0 でのスイッチング素子の温度上昇を確実に抑制することが可能となる。

【 0 1 1 7 】

[ 実施の形態 3 の変形例 ]

図 1 0 は、本発明の実施の形態 3 の変形例によるハイブリッド車両 1 0 0 の制御を説明するフローチャートである。なお、図 1 0 に示すフローチャートに従うプログラムについても、制御装置 5 0 内の R O M 5 2 に格納されており、図 1 に示したハイブリッド車両 1 0 0 において制御装置 5 0 により所定周期ごとに実行されるものとする。

## 【 0 1 1 8 】

図 1 0 を図 2 と比較して、実施の形態 3 による車両制御では、制御装置 5 0 は、図 2 に示した電圧指令値設定のための制御処理に加えて、ステップ S 1 3 0 の Y E S 判定時、すなわちロック状態検知時に、ステップ S 1 9 5 の処理をさらに実行する。それ以外の制御処理については、図 2 と同様であるので詳細な説明は省略する。

## 【 0 1 1 9 】

制御装置 5 0 は、ステップ S 1 9 5 では、エンジン始動要求が発せられてから、エンジンの始動が完了するまでのエンジン始動期間であるかどうかを判定する。たとえば、エンジン始動要求の発生にตอบสนองして「オン」され、モータジェネレータ M G 1 によるエンジン始動後にエンジン 1 1 0 の回転数が所定回転数以上に上昇したことにตอบสนองして「オフ」されるフラグを設けることにより、当該フラグのオンオフに従って、ステップ S 1 9 5 での判定を実行できる。

10

## 【 0 1 2 0 】

制御装置 5 0 は、エンジン始動期間以外（ステップ S 1 9 5 の N O 判定時）では、ステップ S 1 5 0（または S 1 5 0 ）およびステップ S 1 6 0 を実行して、システム電圧 V H が制限電圧 V l m t を超えないように、昇降圧コンバータ 1 5 の電圧指令値 V H r e f を設定する。

## 【 0 1 2 1 】

一方、制御装置 5 0 は、エンジン始動期間中（ステップ S 1 9 5 の Y E S 判定時）には、ステップ S 1 4 0 を実行して、モータジェネレータ M G 1 の必要電圧 V m g 1 が確保されるように、電圧指令値 V H r e f を設定する。これにより、エンジン始動のために必要なトルク指令値 T q c o m ( 1 ) に従ったモータジェネレータ M G 1 の駆動制御を可能とするようなシステム電圧 V H の発生が許可される。

20

## 【 0 1 2 2 】

これにより、エンジン停止中でのロック状態発生時にも、エンジン始動を可能とした上で、全体的には、実施の形態 1 と同様に、モータジェネレータ M G 2 を駆動するインバータ 3 0 でのスイッチング素子の温度上昇を抑制することが可能となる。

## 【 0 1 2 3 】

なお、エンジン始動を禁止する実施の形態 3 による制御（図 9）と、エンジン始動を確保する実施の形態 3 の変形例による制御（図 1 0）については、エンジン始動要求の性質によって選択的に実行する制御構成としてもよい。たとえば、走行用バッテリー B からの充電要求によりエンジン始動要求が発せられている場合には、以降での車両走行性を確保するために、実施の形態 3 の変形例による制御（図 1 0）を実行して、エンジン始動を確保することが好ましい。一方、運転者によるアクセル操作量の増大によりエンジン始動要求が発せられている場合には、実施の形態 3 による制御（図 9）を実行してエンジン始動については禁止するとともに、駆動力要求の増大をモータジェネレータ M G 2 のトルク指令値に反映する制御構成とすることが可能である。

30

## 【 0 1 2 4 】

なお、実施の形態 3 およびその変形例において、図 9 のステップ S 1 9 2 は本発明の「始動制限手段」に対応し、図 1 0 のステップ S 1 9 5 は本発明の「始動確保手段」に対応する。

40

## 【 0 1 2 5 】

また、本実施の形態では、モータジェネレータ M G 1 が本発明における「始動電動機」にも対応するが、電源ライン 7 から電力供給を受ける、エンジン始動用の始動電動機を別途設ける構成としても、実施の形態 3 およびその変形例による車両制御を適用可能であることを確認的に記載する。

## 【 0 1 2 6 】

## 〔 実施の形態 4 〕

実施の形態 4 では、運転者がアクセルペダルとブレーキペダルの両方を操作するストール状態となって、モータジェネレータ M G 2 にロック状態が発生しているケースにおける

50

モータジェネレータ制御について説明する。

【 0 1 2 7 】

図 1 1 は、本発明の実施の形態 4 による車両制御を説明するフローチャートである。

図 1 1 を参照して、制御装置 5 0 は、ステップ S 2 0 0 では、図 2 等に示したステップ S 1 3 0 と同様の処理により、モータジェネレータ M G 2 にロック状態が発生しているかどうかを判定する。そして、ロック状態の発生時（ステップ S 2 0 0 の Y E S 判定時）には、制御装置 5 0 は、ステップ S 2 1 0 をさらに実行して、ストール状態が発生しているかどうかを検知する。ステップ S 2 1 0 の判定は、信号 A C C および信号 B R K（図 1）に基づいて実行される。制御装置 5 0 は、アクセルペダル 7 0 およびブレーキペダル 7 1 の両方で踏み込み量が 0 でない場合に、ストール状態を検知する。

10

【 0 1 2 8 】

ステップ S 2 0 0 またはステップ S 2 1 0 が N O 判定であるとき、すなわちロック状態の非発生時または、ロック状態発生時であってもストール状態の非発生時には、制御装置 5 0 は、ステップ S 2 2 0 により、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 について通常のトルクおよび回転数設定とする。具体的には、図 1 2 に示した最大出力線 2 5 0 の範囲内の動作領域（回転数・トルク）で、車両状態に応じてモータジェネレータのトルク指令値  $Tq_{com}(1)$  ,  $Tq_{com}(2)$  が生成され、かつ、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 の回転数が設定される。

【 0 1 2 9 】

一方、ロック状態の発生時（ステップ S 2 0 0 の Y E S 判定時）に、さらにストール状態が検知されたとき（ステップ S 2 1 0 の Y E S 判定時）には、制御装置 5 0 は、ステップ S 2 3 0 を実行して、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 の動作領域を制限する。この場合には、図 1 2 に示す制限領域 2 6 0（回転数  $N_0$  かつトルク  $T_0$  の動作領域）の範囲内に制限して、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 のトルクおよび回転数が設定される。この制限領域 2 6 0 は、たとえば、昇降圧コンバータ 1 5 により昇圧しなくても、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 を制御可能な（すなわち、必要電圧  $V_{mg1}$  ,  $V_{mg2}$  バッテリ定格電圧）動作領域に対応して設定される。

20

【 0 1 3 0 】

そして、図 1 2 に示すように、トルク指令値  $Tq_{com}(1)$  ,  $Tq_{com}(2)$  が制限値  $T_0$  より大きい場合には、トルク指令値  $Tq_{com}(1) = 0$  および / または  $Tq_{com}(2) = 0$  に修正される。

30

【 0 1 3 1 】

また、モータジェネレータ M G 2 はロック状態のため回転数がほぼ 0 であるが、モータジェネレータ M G 1 の回転数が制限値  $N_0$  を超えている場合には、図 1 3 の共線図に示されるように、エンジン回転数を低下させることによって、モータジェネレータ M G 1 の回転数を制限値  $N_0$  以下に低下させる。

【 0 1 3 2 】

このような構成とすることにより、ロック状態およびストール状態の両方が発生する場合には、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 の動作領域を、低回転・低トルク領域内に制限することで、インバータ 2 0 , 3 0 を構成するスイッチング素子でのスイッチング損失を低減させてその温度上昇を抑制できる。これにより、スイッチング素子の温度上昇が緩やかになることにより、このような状態での電動機（モータジェネレータ M G 2）からのトルク出力がより長い時間可能となる。

40

【 0 1 3 3 】

この結果、インバータを構成するスイッチング素子の保護を図るとともに、ストール発進性能を確保できるので車両性能を向上できる。あるいは、動作条件が厳しい、ストール発進でのロック状態発生時における温度上昇が緩やかになることを見込んでスイッチング素子の温度耐性を低く設計できることにより、スイッチング素子の小型化および低コスト化を図ることも可能である。

【 0 1 3 4 】

50

なお、発電機（モータジェネレータMG1）が搭載されていない構成では、電動機（モータジェネレータMG2）についてのみ、実施の形態4による動作領域制限を実行する構成としても、スイッチング素子の温度上昇抑制による素子保護と、ストール発進性能の確保とを両立できる。

【0135】

また、実施の形態4において、図11のステップS210は本発明の「ストール検知手段」に対応し、ステップS230は本発明の「動作領域制限手段」に対応する。

【0136】

なお、本実施の形態では、本発明による電動機駆動制御システムがハイブリッド車両に搭載される例を示したが、本発明の適用はこのような例に限定されるものではない。すなわち、エンジン始動に係る実施の形態3およびその変形例を除く、実施の形態1、2および4は、電気自動車等のエンジンを搭載しない電動車両についても、駆動制御される回転電機（電動機、発電機またはモータジェネレータ）の個数を限定することなく適用可能である。また、実施の形態1および2については、電気自動車、ハイブリッド車両等の電動車両のみならず、直流電源の出力電圧を昇圧可能に構成されたコンバータを含んで構成される電動機駆動制御システムであれば、駆動制御される回転電機（電動機、発電機またはモータジェネレータ）の個数および、回転電機（電動機またはモータジェネレータ）による駆動負荷を限定することなく、適用可能である。

【0137】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0138】

【図1】本発明の実施の形態による電動機駆動制御システムが搭載される構成の一例として示されるハイブリッド車両の構成を説明するブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態1による昇降圧コンバータの電圧指令値設定を説明するフローチャートである。

【図3】モータジェネレータの動作状態と必要電圧との関係を説明する第1の概念図である。

【図4】モータジェネレータの動作状態と必要電圧との関係を説明する第2の概念図である。

【図5】インバータ中の各スイッチング素子で発生するスイッチング損失を説明する波形図である。

【図6】本発明の実施の形態2による昇降圧コンバータの電圧指令値設定の第1の例を説明するフローチャートである。

【図7】本発明の実施の形態2による昇降圧コンバータの電圧指令値設定の第2の例を説明するフローチャートである。

【図8】図7のステップS170による制御動作を説明する共線図である。

【図9】本発明の実施の形態3による車両制御を説明するフローチャートである。

【図10】本発明の実施の形態3の変形例による車両制御を説明するフローチャートである。

【図11】本発明の実施の形態4による車両制御を説明するフローチャートである。

【図12】モータジェネレータMG1，MG2の動作領域を示す概念図である。

【図13】図11のステップS230での制御動作の一例を説明する共線図である。

【符号の説明】

【0139】

5 接地ライン、6，7 電源ライン、10 直流電圧発生部、10，13 電圧センサ、11 電流センサ、12 温度センサ、15 昇降圧コンバータ、20，30 イ

10

20

30

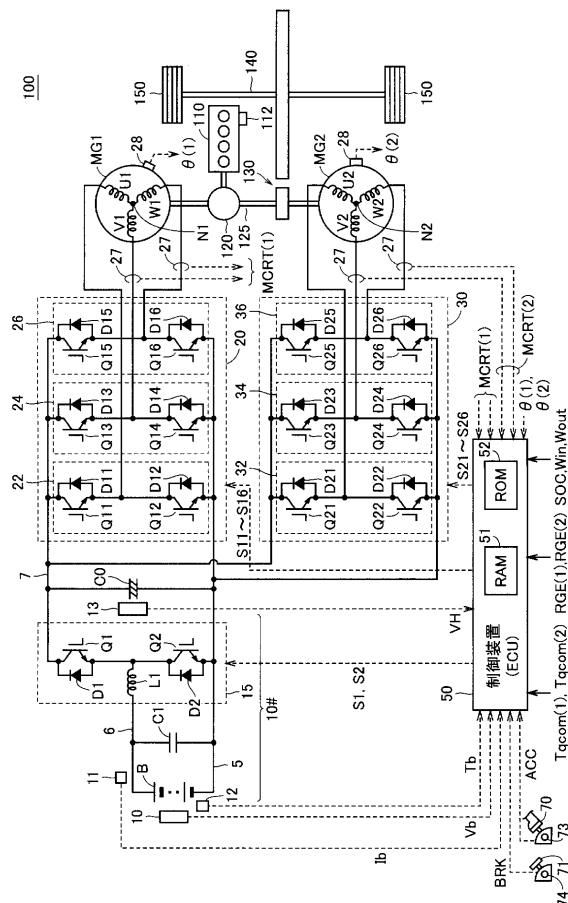
40

50

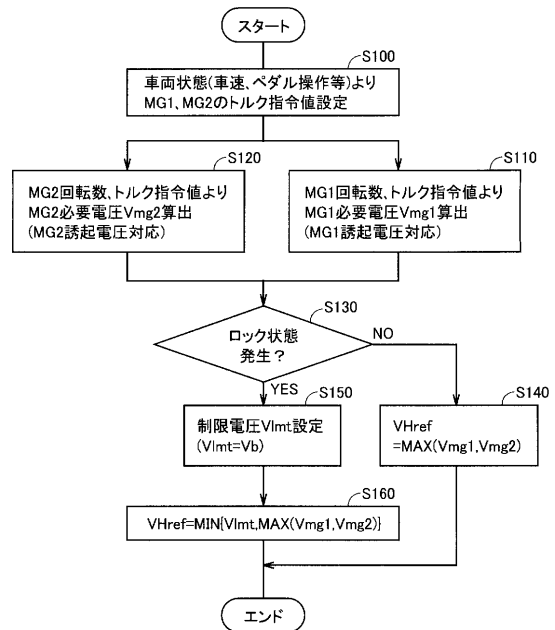
ンバータ、22, 32 U相アーム、24, 34 V相アーム、26, 36 W相アーム、27 電流センサ、28 回転角センサ、50 制御装置、70 アクセルペダル、71 ブレーキペダル、73 アクセルペダル踏み量センサ、74 ブレーキペダル踏み量センサ、100 ハイブリッド車両、110 エンジン、120 動力分割機構、125 出力軸、130 減速機、140 駆動軸、150 車輪（駆動輪）、200 キャリア波、210 電圧指令、250 最大出力線、260 制限領域、B 走行用バッテリー、C0, C1 平滑コンデンサ、D1, D2, D11~S16, D21~D26 逆並列ダイオード、 $i_u, i_v, i_w$  三相電流、L1 リアクトル、MCRT モータ電流、MG1, MG2 モータジェネレータ、N0 制限値（MG回転数）、N1, N2 中性点、Ploss スwitching損失、Q1, Q2, Q11~Q16, Q21~Q26 電力用半導体スイッチング素子、S1, S2, S11~S16, S21~S26 スwitching制御信号、T0 制限値（MGトルク）、Tb バッテリ温度、Tjd 判定温度、Tqcom(1), Tqcom(2) トルク指令値、U1, U2 U相コイル巻線、V1, V2 V相コイル巻線、Vb バッテリ電圧、VH システム電圧（コンバータ出力電圧）、VHref 電圧指令値（システム電圧）、Vlmt 制限電圧（システム電圧）、Vmg1, Vmg2 必要電圧、V $\alpha$  所定電圧（発電確保）、Vu, Vv, Vw 各相電圧指令値、W1, W2 W相コイル巻線、 $\theta$  ロータ回転角。

10

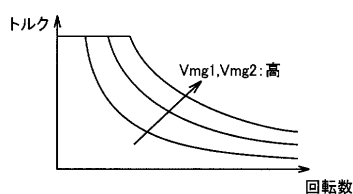
【図1】



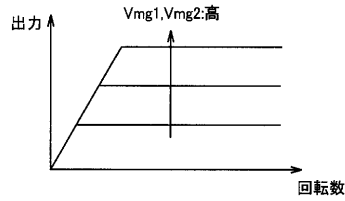
【図2】



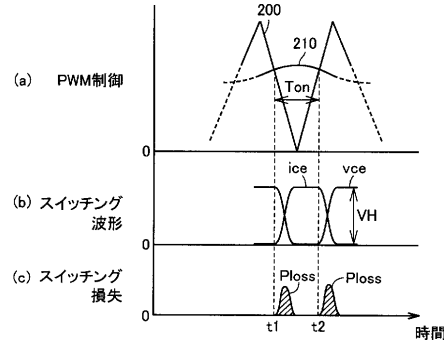
【図3】



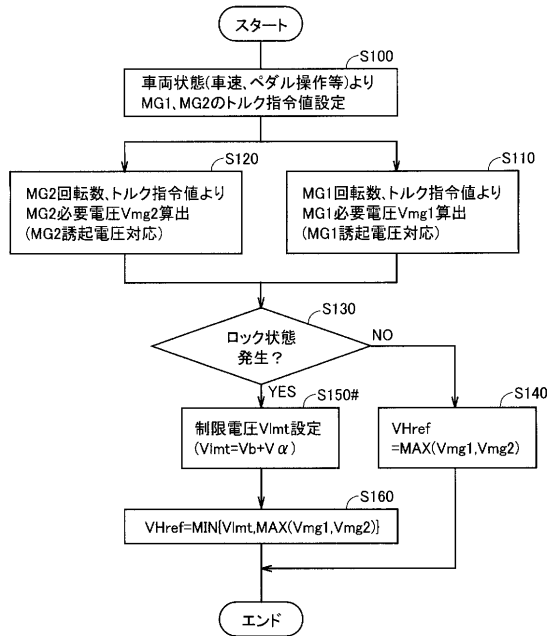
【図 4】



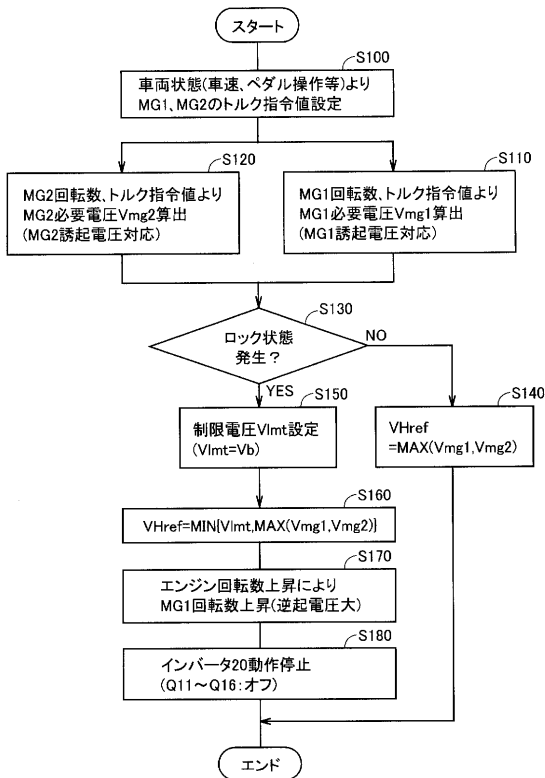
【図 5】



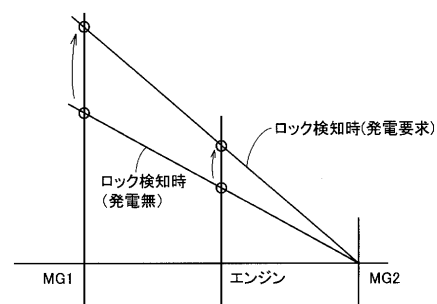
【図 6】



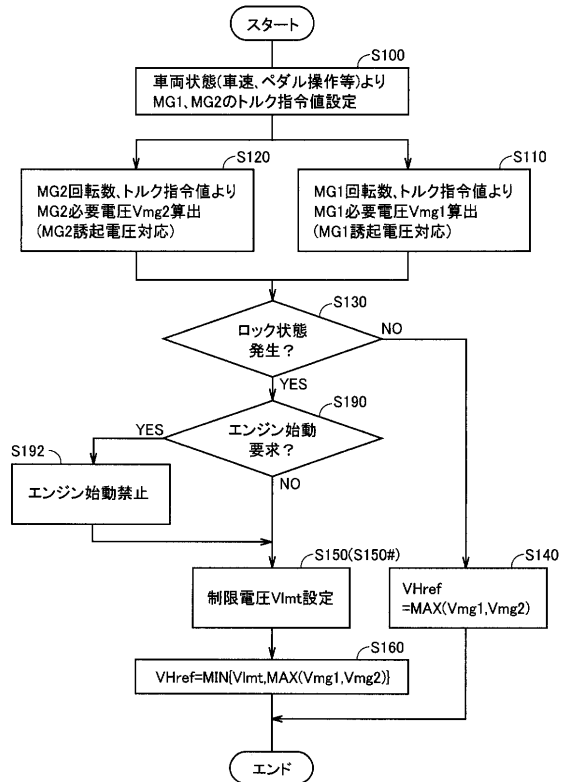
【図 7】



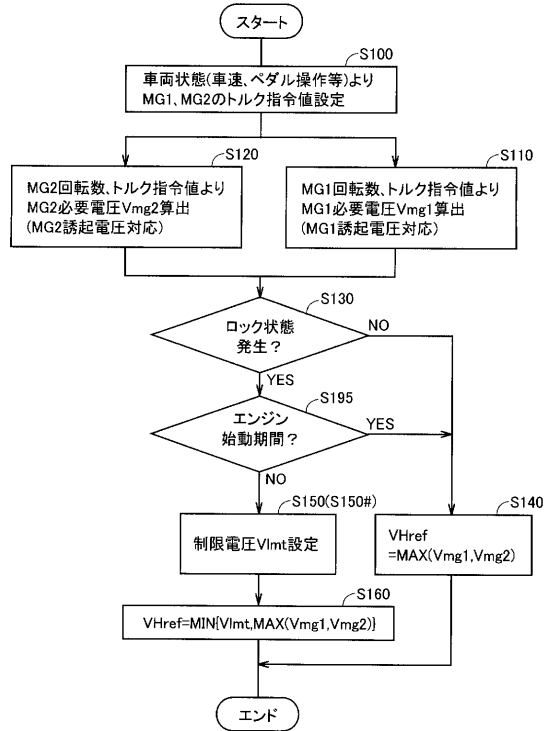
【図 8】



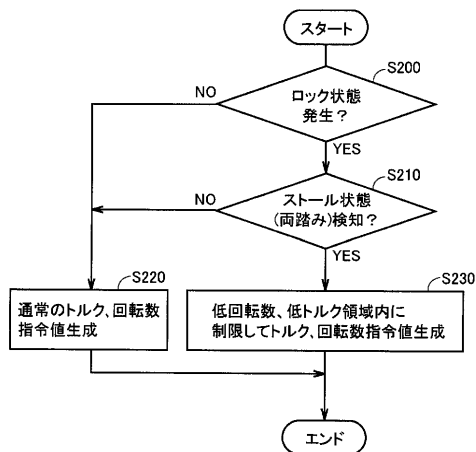
【図 9】



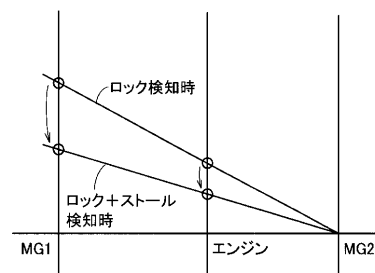
【図 10】



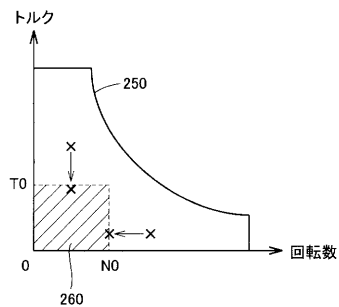
【図 11】



【図 13】



【図 12】



---

フロントページの続き

審査官 齋藤 健児

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 2 7 4 9 4 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 0 6 4 8 6 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 2 5 3 1 5 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 2 P 2 7 / 0 6  
B 6 0 L 3 / 0 0  
B 6 0 L 1 1 / 1 4