

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4529959号
(P4529959)

(45) 発行日 平成22年8月25日 (2010. 8. 25)

(24) 登録日 平成22年6月18日 (2010. 6. 18)

| | | | |
|-------------------------|------------------|------------|-----|
| (51) Int. Cl. | F 1 | | |
| B60W 10/08 | (2006.01) | B60K 6/20 | 320 |
| B60W 20/00 | (2006.01) | B60L 11/08 | ZHV |
| B60L 11/08 | (2006.01) | B60L 11/12 | |
| B60L 11/12 | (2006.01) | B60L 11/18 | A |
| B60L 11/18 | (2006.01) | B60K 6/20 | 310 |
| 請求項の数 5 (全 21 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2006-227725 (P2006-227725)
 (22) 出願日 平成18年8月24日 (2006. 8. 24)
 (65) 公開番号 特開2008-49818 (P2008-49818A)
 (43) 公開日 平成20年3月6日 (2008. 3. 6)
 審査請求日 平成21年3月30日 (2009. 3. 30)

(73) 特許権者 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100096150
 弁理士 伊藤 孝夫
 (74) 代理人 100099955
 弁理士 樋口 次郎
 (72) 発明者 瀬尾 宣英
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
 株式会社内
 (72) 発明者 米盛 敬
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンに駆動される発電機と、駆動輪を駆動する駆動用モータとを備えるとともに、上記発電機で発電された交流電流が直接上記駆動用モータに供給される第1電力供給モードを有するハイブリッド車両の制御装置であって、

車両の要求出力に応じて上記駆動用モータの要求出力を決定するモータ要求出力決定手段と、

上記駆動用モータの要求出力に応じて上記発電機の要求出力を決定する発電機要求出力決定手段と、

上記発電機の要求出力に応じて上記エンジンの要求出力を決定するエンジン要求出力決定手段と、

上記第1電力供給モードにおいて、上記駆動用モータの要求出力の変動に伴って該駆動用モータが要求する電流波形と上記発電機が出力する電流波形との間に波形差が生じた場合に、その波形差を解消する方向に波形差補正を行う波形差補正手段とを備え、

上記駆動用モータはロータの内部に永久磁石を有し、電流位相角に応じて変動するマグネットトルク及びリラクタンストルクを発生させる構造であり、

上記第1電力供給モードにおいて、上記駆動用モータを駆動する際の上記電流位相角を、上記マグネットトルクと上記リラクタンストルクとの合計値が最大となる第2位相角よりも所定量ずれた第1位相角に設定する位相角設定手段を備え、

上記波形差補正は、上記波形差が生じて上記電流位相角が上記第1位相角からずれたと

10

20

き、上記駆動用モータが、それを上記第1位相角に復帰させる方向に自律的に移動させる自己補正を含むことを特徴とするハイブリッド車両の制御装置。

【請求項2】

上記発電機で発電された電力の充電と、上記駆動用モータへの電力の供給とをインバータを介して行うバッテリーと、

上記バッテリーの充放電を制御するバッテリー制御手段とを備え、

上記波形差補正は、上記バッテリー制御手段が、上記波形差を解消する方向に上記バッテリーに充放電を行わせる充放電補正を含むことを特徴とする請求項1記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項3】

上記発電機で発電された電力の充電と、上記駆動用モータへの電力の供給とをインバータを介して行うバッテリーと、

上記バッテリーの充放電を制御するバッテリー制御手段とを備え、

上記波形差補正は、上記バッテリー制御手段が、上記波形差を解消する方向に上記バッテリーに充放電を行わせる充放電補正を含み、

上記波形差補正は、上記電流位相角のずれが、自己補正可能範囲内であるときには上記自己補正が選択され、自己補正可能範囲外であるときには上記充放電補正が選択されるものであることを特徴とする請求項1記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項4】

上記発電機で発電された電力の充電と、上記駆動用モータへの電力の供給とをインバータを介して行うバッテリーと、

上記バッテリーの充放電を制御するバッテリー制御手段とを備え、

上記波形差補正は、上記バッテリー制御手段が、上記波形差を解消する方向に上記バッテリーに充放電を行わせる充放電補正を含み、

上記波形差補正は、上記自己補正と上記充放電補正とを併用するものであることを特徴とする請求項1記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項5】

上記発電機で発電された電力の充電と、上記駆動用モータへの電力の供給とをインバータを介して行うバッテリーを備え、

上記駆動用モータに上記バッテリーのみから駆動電力が供給される第2電力供給モードを有し、

所定の中・高出力領域では上記第1電力供給モードが選択される一方、それよりも低出力領域では上記第2電力供給モードが選択され、

上記位相角設定手段は、上記第2電力供給モードでは上記電流位相角を上記第2位相角に設定することを特徴とする請求項1, 3, 4の何れか1項に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド車両の制御装置に関し、特にエンジンを専ら発電機の運転のために用いるシリーズハイブリッド方式を採用したものに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数の動力源を組合せ、状況に応じてその動力源を同時にまたは個々に作動させて走行するハイブリッド車両が知られている。その一形態として、シリーズハイブリッド方式と呼ばれるものがある。これは、エンジンを専ら発電機の運転のために用いるものであり、駆動輪の直接の駆動は駆動用モータのみによってなされる。発電機で発電された電力は駆動用モータを駆動するとともに、適宜バッテリーに蓄電され、必要に応じてバッテリーから取出されて（放電されて）駆動用モータに供給される。

10

20

30

40

50

【0003】

例えば特許文献1には、シリーズハイブリッド方式を採用したハイブリッド車両の制御装置が記載されている。この装置は、発電機とバッテリーとの間、及びバッテリーと駆動用モータとの間に、インバータ（直流と交流とを変換する装置）とコンバータ（周波数や電圧を変換する装置）とが設けられている。

【特許文献1】特開2005-33886号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、インバータやコンバータを用いて電流や電圧等を変換すると、その変換時に大きな電力損失が発生するという問題がある。これは結果的に燃費の悪化を招くこととなる。

10

【0005】

そのような電力損失を防止するためには、発電機で発電された交流の電力を、インバータやコンバータを介さず、そのまま駆動用モータ（交流モータ）に供給すれば良い。但し駆動輪を直接駆動する駆動用モータには、加速や減速を含め、運転者の要求（操作）に応じた出力が求められるので、その出力に応じた電力を供給する必要がある。つまり発電機で発電された交流の電力をそのまま駆動用モータに供給する場合、発電機の出力を駆動用モータが必要とする電流波形（電流の振幅、周波数、位相）に合致させておく必要がある。

20

【0006】

ところで、駆動用モータの要求出力は走行状態に応じて頻繁に変化し、それに伴って駆動用モータが必要とする電流波形も変化する。従って、発電機の出力（電流波形）もそれに追従させて変化させる必要がある。しかし、その追従速度が必ずしも充分でない場合がある。例えば駆動用モータが要求する電流の周波数が急速に変化した場合、発電機側としては、出力電流の周波数も急速に追従変化させる必要がある。しかしながら、発電機の出力電流の周波数はエンジンの回転速度に比例するので、エンジンの回転速度変化より急速には変化させることができない。そのため、エンジンの回転速度変化が遅れた場合、その遅れ分に相当する電流波形のずれ（波形差）が生じる。

【0007】

このような波形差が生じると、結果的に車両の要求駆動力が得られず、トルクショック等の弊害を招く虞がある。従って、可及的速やかにこの波形差を解消させることが望まれる。

30

【0008】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、発電機で発電された交流電流を直接駆動用モータに供給することによって燃費を向上するとともに、駆動用モータの要求出力と発電機の出力との間に過渡的に発生する電流の波形差を速やかに解消することができるハイブリッド車両の制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するための請求項1に係る発明は、エンジンに駆動される発電機と、駆動輪を駆動する駆動用モータとを備えるとともに、上記発電機で発電された交流電流が直接上記駆動用モータに供給される第1電力供給モードを有するハイブリッド車両の制御装置であって、車両の要求出力に応じて上記駆動用モータの要求出力を決定するモータ要求出力決定手段と、上記駆動用モータの要求出力に応じて上記発電機の要求出力を決定する発電機要求出力決定手段と、上記発電機の要求出力に応じて上記エンジンの要求出力を決定するエンジン要求出力決定手段と、上記発電機で発電された電力の充電と、上記第1電力供給モードにおいて、上記駆動用モータの要求出力の変動に伴って該駆動用モータが要求する電流波形と上記発電機が出力する電流波形との間に波形差が生じた場合に、その波形差を解消する方向に波形差補正を行う波形差補正手段とを備え、上記駆動用モータは口

40

50

ータの内部に永久磁石を有し、電流位相角に応じて変動するマグネットトルク及びリラクタンストルクを発生させる構造であり、上記第1電力供給モードにおいて、上記駆動用モータを駆動する際の上記電流位相角を、上記マグネットトルクと上記リラクタンストルクとの合計値が最大となる第2位相角よりも所定量ずれた第1位相角に設定する位相角設定手段を備え、上記波形差補正は、上記波形差が生じて上記電流位相角が上記第1位相角からずれたとき、上記駆動用モータが、それを上記第1位相角に復帰させる方向に自律的に移動させる自己補正を含むことを特徴とする。

【0010】

請求項2の発明は、請求項1記載のハイブリッド車両の制御装置において、上記駆動用モータへの電力の供給とをインバータを介して行うバッテリーと、上記バッテリーの充放電を制御するバッテリー制御手段とを備え、上記波形差補正は、上記バッテリー制御手段が、上記波形差を解消する方向に上記バッテリーに充放電を行わせる充放電補正を含むことを特徴とする。

10

【0011】

請求項3の発明は、請求項1記載のハイブリッド車両の制御装置において、上記駆動用モータへの電力の供給とをインバータを介して行うバッテリーと、上記バッテリーの充放電を制御するバッテリー制御手段とを備え、上記波形差補正は、上記バッテリー制御手段が、上記波形差を解消する方向に上記バッテリーに充放電を行わせる充放電補正を含み、上記波形差補正は、上記電流位相角のずれが、自己補正可能範囲内であるときには上記自己補正が選択され、自己補正可能範囲外であるときには上記充放電補正が選択されるものであることを特徴とする。

20

【0012】

請求項4の発明は、請求項1記載のハイブリッド車両の制御装置において、上記駆動用モータへの電力の供給とをインバータを介して行うバッテリーと、上記バッテリーの充放電を制御するバッテリー制御手段とを備え、上記波形差補正は、上記バッテリー制御手段が、上記波形差を解消する方向に上記バッテリーに充放電を行わせる充放電補正を含み、上記波形差補正は、上記自己補正と上記充放電補正とを併用するものであることを特徴とする。

【0013】

請求項5の発明は、請求項1, 3, 4の何れか1項に記載のハイブリッド車両の制御装置において、上記駆動用モータへの電力の供給とをインバータを介して行うバッテリーを備え、上記駆動用モータにバッテリーのみから駆動電力が供給される第2電力供給モードを有し、所定の中・高出力領域では上記第1電力供給モードが選択される一方、それよりも低出力領域では上記第2電力供給モードが選択され、上記位相角設定手段は、上記第2電力供給モードでは上記電流位相角を上記第2位相角に設定することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0014】

請求項1の発明によると、以下説明するように、発電機で発電された交流電流を直接駆動用モータに供給することによって燃費を向上するとともに、駆動用モータの要求出力と発電機の出力との間に過渡的に発生する電流の波形差を速やかに解消することができる。

【0015】

本発明によれば、まず、第1電力供給モードにおいて発電機で発電された交流電流が直接上記駆動用モータに供給されるので、インバータやコンバータを経由することに伴う電力損失がなく、燃費を向上することができる。

40

【0016】

また、その第1電力供給モードにおいて、駆動用モータの要求出力の変動に伴って該駆動用モータが要求する電流波形と発電機が出力する電流波形との間に波形差が生じた場合に、その波形差を解消する方向に波形差補正が行われる。従って、その過渡的な波形差が速やかに解消されるので、これが遅延することによる弊害を抑制することができる。

【0017】

さらに、請求項1の発明によると、駆動用モータの自己補正を利用して自動的かつ速や

50

かに波形差補正を行うことができ、バッテリーへの負担を伴うことなくトルクショックを効果的に抑制することができる。以下この自己補正について説明する。

【0018】

ロータの内部に永久磁石を有し、電流位相角に応じて変動するマグネットトルク及びリラクタンストルクを発生させる構造のモータとして、例えばIPM (Interior Permanent Magnet) 同期モータと呼ばれるものが知られている。従来、このようなモータを使用する場合、供給側の電流位相角を、モータトルク(マグネットトルクとリラクタンストルクとの合計)が最大となる位相角(本発明ではこれを第2位相角と称する)に設定するのが通常であった。

【0019】

電流位相角を第2位相角に設定したときのモータトルクは、その電流値における最大トルクとなる。そして、仮に電流位相角が第2位相角からずれた場合、モータトルクはそのずれ量に応じて最大トルクよりも小さくなる。

【0020】

一方、本発明では、第1電力供給モードにおける電流位相角を、第2位相角よりも所定量ずれた第1位相角に設定する。このように設定すると、その設定トルクは最大トルクよりも若干小さくなる。換言すれば、出力トルクの増大余地が生じる。具体的には、電流位相角が、第1位相角から第2位相角に接近する方向にずれた場合、それに伴って出力トルクが増大し、逆に第2位相角から遠ざかる方向にずれた場合、それに伴って出力トルクが減少する。

【0021】

この種のモータの特徴として、電流位相角を第1位相角に設定することにより、外部負荷の変化によって要求出力トルクと実際の出力トルクとの間にトルク差が生じた場合、そのトルク差を解消する方向に電流位相角が自律的に変化するという作用を有する。例えば、負荷(要求出力トルク)が急増して実際の出力トルクが相対的に小さくなった場合、駆動用モータは第1位相角に設定されている電流位相角を自律的に第2位相角側に移動させる。そうすると出力トルクが増大するので、上記トルク差が解消または低減する。逆に負荷が急減して実際の出力トルクが相対的に大きくなった場合、駆動用モータは第1位相角に設定されている電流位相角を自律的に第2位相角から遠ざける方向に移動させる。そうすると出力トルクが減少するので、上記トルク差が解消または低減する。

【0022】

ここで、要求出力トルクと実際の出力トルクとの間にトルク差が生じた場合とは、駆動用モータの要求電流波形と発電機の出力電流波形との間に波形差が生じた場合と換言することができるから、上記作用は、その波形差を解消する方向になされる波形差補正の一種であると言える。当明細書では、このような形態の波形差補正を特に自己補正という。

【0023】

自己補正は、駆動用モータへの供給電流波形の変化を必要としない自律的な波形差補正なので、供給電流波形の変化が遅れた場合であっても、速やかに波形差補正を行うことができる。またその波形差補正は、駆動用モータが自律的に電流位相角を変化させることにより、相対的に供給側の電流波形を駆動用モータの要求電流波形に合わせるものであるため、駆動用モータが速やかに要求駆動力(トルク)を出力することができる。従って、波形差に起因して駆動用モータの出力が要求駆動力とずれることによって発生するトルクショックを効果的に抑制することができる。

【0024】

また、後述する充放電補正に比べて、バッテリーへの充放電に伴う電力損失がないので、効率面でも有利である。

【0025】

但し、自己補正が可能な電流位相角の範囲(自己補正可能範囲)には制限があり、その補正代には一定の限界がある。そこで、自己補正可能範囲外でも適用可能な他の形態の波形差補正と組合せて用いると、波形差補正全体として適用範囲を拡大することができるの

10

20

30

40

50

で一層効果的である。

【0026】

請求項2の発明によると、充放電補正によって速やかに波形差補正を行うことができるとともに、波形差に起因するトルクショックを効果的に抑制することができる。例えばある瞬間において、駆動用モータの要求電流よりも発電機の発電電流の方が絶対値で大きい場合には、その差分（余剰分）をバッテリーに充電することにより、駆動用モータの要求電流に等しい電流を駆動用モータに供給することができる。逆に、駆動用モータの要求電流よりも発電機の発電電流の方が絶対値で小さい場合には、その差分（不足分）をバッテリーから放電して補填することにより、やはり駆動用モータの要求電流に等しい電流を駆動用モータに供給することができる。充放電補正は、このような充放電を連続的に行うものであって、これにより、駆動用モータの要求電流波形に等しい波形の電流を駆動用モータに供給することができる。

10

【0027】

しかもこの補正は、発電機側の電流波形を駆動用モータの要求電流波形に合わせるものであるため、駆動用モータが速やかに要求駆動力（トルク）を出力することができる。従って、波形差に起因して駆動用モータの出力が要求駆動力とずれることによって発生するトルクショックを効果的に抑制することができる。

【0028】

請求項3の発明によると、自己補正が可能であるときにはそれを用い、可能でないときには充放電補正を用いることにより、バッテリーの充放電に伴う電力損失を抑制しつつ、広い適用範囲で波形差補正を行うことができる。

20

【0029】

請求項4の発明によると、自己補正と充放電補正とを併用することにより、バッテリーの充放電を最小限に抑制しつつ、広い適用範囲で迅速に波形差補正を行うことができる。ここで併用とは、1回の波形差補正の中で、自己補正と充放電補正とを順次行うもの、同時に行うもの、及び順次行いつつ部分的に同時に行うものを含む。

【0030】

順次行うものとしては、例えば電流位相角のずれが自己補正可能範囲外である場合、まず自己補正可能範囲内まで充放電補正を行い、その後自己補正を行わせるという態様がある。この場合、充放電補正のみで波形差補正を行う場合に比べて、充放電に伴う電力損失を低減できるという利点がある。

30

【0031】

また同時に行うものとしては、例えば電流位相角のずれが自己補正可能範囲内である場合、自己補正を行わせつつ、それを補完するように充放電補正も行うという態様がある。この場合、自己補正のみによる波形差補正に比べて、より迅速に波形差補正を行うことができ、より確実にトルクショックを抑制することができるという利点がある。

【0032】

そして順次行いつつ部分的に同時に行うものとしては、例えば電流位相角のずれが自己補正可能範囲外である場合、まず自己補正可能範囲内まで充放電補正を行い、その後自己補正を行わせつつ、それを補完するように充放電補正も行うという態様がある。この場合、上記両者の利点をともに享受することができる。

40

【0033】

請求項5の発明によると、低出力領域において、駆動用モータにバッテリーのみから電力が供給される第2電力供給モードが選択されるので、エンジンを低出力で運転させる必要がなく、エンジンの低出力運転による燃焼効率の低下を効果的に回避することができる。

【0034】

またその第2電力供給モードにおいて、電流位相角を第2位相角に設定することにより、駆動用モータの出力トルクを、その電流値における最大トルクとすることができ、効率を高めることができる。なお第2電力供給モードでは、駆動用モータが要求する電流波形に合致するようにインバータやコンバータで調整された形でバッテリーから電力を取出せば

50

良いから、積極的な波形差補正（自律的になされる自己補正等を除く、意図的な波形差補正）は特に必要ない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の一実施形態に係るハイブリッド車両の概略構成を示すブロック図である。エンジン1は、その出力を調節する手段として、吸気量を適宜絞るスロットル弁1aを備える。エンジン1の出力軸であるクランク軸2は発電機3に接続されている。発電機3は、クランク軸2から入力されたエンジン出力を動力源として3相交流電流を発電する。発電機3には、その発電量（吸収トルク）を調節する発電機トルクコントローラ3aと、入力軸である図外のロータの回転角を検出する発電機回転角センサ3bと、発電した交流電流の振幅（電流の大きさに相当する）を検出する発電機電流センサ3cとが設けられている。

10

【0036】

また発電機3には、インバータ・コンバータ4を介してバッテリー5が接続されている。インバータ・コンバータ4は、直流と交流とを変換するインバータの機能と、周波数や電圧を変換するコンバータの機能とを併有する変換装置である。

【0037】

そして、バッテリー5の蓄電量を監視するとともに、バッテリー5の充放電（バッテリー5への充電およびバッテリー5からの放電）の制御を行うバッテリーコントローラ6が設けられている。バッテリー5に充電するときは、発電機3で発電された交流電流の一部または全部が、インバータ・コンバータ4によって規定電圧の直流電流に変換された後、バッテリー5に導かれる。バッテリー5から放電するときは、その直流電流がインバータ・コンバータ4で最適な交流電流波形に変換され、発電機3を介して駆動用モータ9に供給される。

20

【0038】

発電機3は、スイッチ8を介して駆動用モータ9と電氣的に接続されている。スイッチ8がオンのとき、発電機3から駆動用モータ9に供給される電流W1は次の（式1）または（式2）で表される。

【0039】

$$W1 = W2 + W3 \quad \dots \text{（式1：バッテリー放電時）}$$

$$W1 = W2 - W4 \quad \dots \text{（式2：バッテリー充電時）}$$

30

ここで、W2：発電機3の発電量

W3：バッテリー5からの放電量

W4：バッテリー5への充電量

である。

【0040】

駆動用モータ9は、供給された交流の電気エネルギーをロータの回転エネルギーに変換し、モータ出力軸10に出力する。駆動用モータ9には、駆動用モータ9に供給される電流（振幅、周波数、位相）を制御する駆動用モータトルクコントローラ9aと、駆動用モータ9のロータ91（図3参照）の回転角を検出する駆動用モータ回転角センサ9bとが設けられている。駆動用モータトルクコントローラ9aは、後述するように駆動用モータ9の電流位相角を設定する位相角設定手段としても機能する。

40

【0041】

モータ出力軸10には差動装置11（減速装置を含む）を介してドライブシャフト12及び駆動輪13が接続されている。

【0042】

以上の構成に示すように、このハイブリッド車両は、エンジン1を専ら発電機3の運転のために用いるシリーズハイブリッド方式であり、駆動輪13の直接の駆動は駆動用モータ9のみによってなされる。

【0043】

なお当実施形態では、駆動用モータ9への電力供給形態として、第1電力供給モードと

50

第2電力供給モードとを有し、運転状態に応じて選択的に切換えられる。第1電力供給モードは、発電機3で発電された電力を、原則として直接駆動用モータ9に供給する電力供給形態である。第1電力供給モードは、駆動用モータ9の要求出力が所定の中・高出力領域（以下第1運転領域という）であるときに選択される。

【0044】

一方、第2電力供給モードは、バッテリー5に蓄電された電気を放電させ、インバータ・コンバータ4及び発電機3を介して駆動用モータ9に供給する電力供給形態（通常の電気自動車と同様の形態）である。第2電力供給モードは、駆動用モータ9に要求される出力が第1運転領域よりも小さい低出力領域（以下第2運転領域という）であるときに選択される。

10

【0045】

図2は、当ハイブリッド車両の制御装置の概略制御ブロック図である。演算処理部であるPCM（Powertrain Control Module）20への入力側には、上述の発電機回転角センサ3b、発電機電流センサ3c、バッテリーコントローラ6（蓄電量信号を入力）及び駆動用モータ回転角センサ9bに加え、運転者のアクセル踏み込み量を検出するアクセル開度センサ15と、車速を検知する車速センサ16とが接続されている。またPCM20の出力側には、エンジン1のスロットル弁1a（詳しくはこれを開閉するアクチュエータ）、発電機トルクコントローラ3a、バッテリーコントローラ6（充放電指令信号を出力）、スイッチ8及び駆動用モータトルクコントローラ9aが接続されている。

20

【0046】

PCM20は、CPU、ROM、RAM等を備えたコンピュータ等からなる。具体的には、予めROM（又はRAM）に記憶されているプログラムが、各入力要素から入力される情報を参照してCPUによって実行される。そしてその結果を各出力要素に駆動信号として出力する。

【0047】

図示のようにPCM20は、モータ要求出力決定部21、発電機要求出力決定部22、エンジン要求出力決定部23および波形差補正部24を機能的に含む。

【0048】

モータ要求出力決定部21（モータ要求出力決定手段）は、車両の要求出力に応じて駆動用モータ9の要求出力（要求トルクを含む）を決定する。車両の要求出力は、アクセル開度センサ15によって検知される運転者のアクセル開度（その変化速度を含む）及び車速センサ16によって検知される車速から決定される。例えば、予め設定されたマップデータを記憶しておき、検知されたアクセル開度と車速とを参照してそのマップデータから読込むことによって決定される。

30

【0049】

発電機要求出力決定部22（発電機要求出力決定手段）は、発電機3の要求出力を決定する。特に第1電力供給モードでは、原則として発電機3で発電された電流がそのままの波形で駆動用モータ9に供給されるので、発電機要求出力（発電電流の波形）は、駆動用モータ9がモータ要求出力を得るために必要な電流波形と合致するように設定される。

40

【0050】

エンジン要求出力決定部23（エンジン要求出力決定手段）は、発電機3の要求出力に応じてエンジン1の要求出力（トルク、回転速度）を決定する。エンジン1の回転速度と発電機3の発電電流の周波数との間に比例関係があるので、特に第1電力供給モードにおいて、エンジン1の回転速度が発電機要求出力の周波数に相当する回転速度となるように設定される。

【0051】

波形差補正部24は、第1電力供給モードにおいて、駆動用モータ9の要求出力の変動に伴って駆動用モータ9が要求する電流波形と発電機3の出力電流波形との間に波形差が生じた場合に、その波形差を解消する方向に波形差補正を行う。当実施形態で用いる波形

50

差補正は、その手法の相違により、発電機3の発電量を調節する発電量補正、駆動用モータ9が自律的に行う自己補正、バッテリー5に充放電させることによる充放電補正、および瞬間的に駆動用モータ9への電力供給を停止した後に再開するリセット補正に分類される。波形差補正部24は、これらの各補正を適宜選択して全体として波形差補正を実現するとともに、個々の補正においてPCM20が分担すべき部分について、それを実行する。なお、個々の補正の詳細については後述する。

【0052】

また波形差補正は、その補正対象別に電流の振幅補正と位相差補正（周波数の補正も含む）とに分けられる。後述するように波形差補正部24は、原則として振幅補正を行った後に位相差補正を実行する。当実施形態では、振幅補正の手段として上記発電量補正を適用し、位相差補正の手段として上記自己補正、充放電補正およびリセット補正を適宜組合せて適用する。

10

【0053】

図3は、駆動用モータ9の軸直角方向の断面図である。以下、この図を参照して駆動用モータ9の詳細構造について説明する。駆動用モータ9は、一般にIPM（Interior Permanent Magnet）同期モータと呼ばれるタイプの交流モータである。

【0054】

駆動用モータ9の略円筒状のケース95には、その内側面から軸心方向に9本の固定子96が延設されている。各固定子96にはそれを軸心とするコイル98が設けられている。

20

【0055】

一方、駆動用モータ9の軸心部には、モータ出力軸10と一体回転するロータ91が設けられている。ロータ91は略円柱状であって、その外周面と各固定子96の先端部との間には僅かな隙間が形成されている。ロータ91は、略円柱状の鉄心93と、その外周付近に埋設された8個の永久磁石92とを主な構成要素とする。永久磁石92は、磁極方向が径方向であり、且つ隣り合う永久磁石92同士の磁極の向きが逆向きとなるように配設されている。

【0056】

コイル98に電流が流されると、固定子96が電磁石となる。つまり固定子96の先端部がN極またはS極に磁化する。この磁極の種類（N極であるかS極であるか）と、対向する永久磁石92の磁極の種類とが異なるときに両者間に引力が作用し、同じときに斥力が作用する。コイル98に流れる電流は交流なので、固定子96の先端部の磁極はN極とS極とが交互に入れ替わり、その磁力の強さも時々刻々と変化する。ロータ91は、上記引力を増大させ、斥力を減少させる方向に、固定子96とコイル98とが形成する磁場の変化に追従するように回転する。このように固定子96側の電磁石とロータ91側の永久磁石92との間に作用する引力・斥力に起因して発生するトルクは、特にマグネットトルクと呼ばれる。

30

【0057】

IPM同期モータの特徴として、ロータ91ではマグネットトルクの他にリラクタンストルクと呼ばれるトルクも発生する。リラクタンストルクは、固定子96側の電磁石が、ロータ91の鉄心93を引きつける引力に起因して発生する。鉄心93は、隣り合う永久磁石92の間の部分（永久磁石92を除去したときに残留する部分）が断面視で放射状に延びており、ロータ91の回転角によってその部分に作用する引力が変化する。従ってリラクタンストルクは、固定子96とコイル98とが形成する磁場の変化とロータ91の回転角の変化に応じて変化する。

40

【0058】

なお、特に図示しないが、発電機3の構造も基本的にこの駆動用モータ9の構造と同様である。発電機3の場合は、クランク軸2と一体のロータ91が回転することにより、コイル98に3相交流の誘導起電流が発生する。

50

【 0 0 5 9 】

図 4 は、駆動用モータ 9 で発生するトルクの特性図である。横軸に電流位相角 $(^\circ)$ 、縦軸にトルクの大きさを示す。電流位相角 θ とは、コイル 9 8 に供給される電流の位相とロータ 9 1 の回転角との相対的な角度差を示す値であって、駆動用モータトルクコントローラ 9 a によって設定される。図 4 には、ある電流値におけるマグネットトルク T_M を破線で、リラクタンストルク T_R を点線で示す。またその和（合計トルク）であるモータトルク T_S を実線で示す。

【 0 0 6 0 】

図示のように、マグネットトルク T_M は電流位相角 $\theta = \theta_0$ ($= 0^\circ$) のときに最大値をとり、電流位相角 $\theta = -90^\circ, 90^\circ$ のときに最小値 ($= 0$) をとる。またリラクタンストルク T_R は、電流位相角 $\theta = 45^\circ$ のときに最大値をとり、電流位相角 $\theta = -45^\circ$ のときに最小値（マイナストルク）をとる。また電流位相角 $\theta = -90^\circ, 0^\circ, 90^\circ$ のときに 0 となる。そしてマグネットトルク T_M とリラクタンストルク T_R との和であるモータトルク T_S は、電流位相角 $\theta = \theta_2$ ($0^\circ < \theta_2 < 45^\circ$) のときに最大値（ポイント P 2）をとり、電流位相角 $\theta = -90^\circ, 90^\circ$ のときに 0 となる。

10

【 0 0 6 1 】

従来、最大トルクが得られるポイント P 2 を狙って、電流位相角 $\theta = \theta_2$ と設定されるのが通常であった。この電流位相角 θ_2 は最適電流位相角とも呼ばれる。当実施形態でも、第 2 電力供給モードにおいては電流位相角 $\theta = \theta_2$ （当実施形態ではこれを第 2 位相角 θ_2 という）となるように駆動用モータトルクコントローラ 9 a が調節する。モータトルク T_S の特性は、電流の大きさ（振幅）によって変化し、それに応じて第 2 位相角 θ_2 も変化する。従って、例えば電流振幅に対応する第 2 位相角 θ_2 のマップデータを予め PCM 2 0 が記憶しておき、発電機電流センサ 3 c によって検知された電流振幅を参照してそのマップデータから読み込むことによって第 2 位相角 θ_2 を設定すれば良い。

20

【 0 0 6 2 】

しかし当実施形態の第 1 電力供給モードにおいては、駆動用モータトルクコントローラ 9 a が電流位相角 $\theta = \theta_2$ とせず、ポイント P 2 よりも所定値 ($\theta_2 - \theta_1$) だけ低トルクのポイント P 1 を狙って電流位相角 $\theta = \theta_1$ ($\theta_0 < \theta_1 < \theta_2$) に設定する。当実施形態では、この電流位相角 θ_1 を、特に第 1 位相角 θ_1 という。また $\theta_0 \sim \theta_2$ の範囲を特に許容位相角範囲 k という。所定値 ($\theta_2 - \theta_1$) は、予め実験等により設定された値であり、マップデータ等によって波形差補正部 2 4 に記憶されている。

30

【 0 0 6 3 】

電流位相角 θ を第 1 位相角 θ_1 に設定すると、許容位相角範囲 k 内で第 1 位相角 θ_1 からずれたときに、そのずれに応じてモータトルク T_S が増減する（矢印 A 1）。この特性を利用して、駆動用モータ 9 に効果的な自己補正を行わせることができる。その詳細については後述する。

【 0 0 6 4 】

次に、このハイブリッド車両の運転動作について説明する。まず、車両（駆動輪 1 3）に要求される出力が所定の中・高出力である第 1 運転領域では、エンジン 1 が稼働され、その出力がクランク軸 2 を介して発電機 3 に入力される。発電機 3 は、クランク軸 2 から入力された機械的回転エネルギーで 3 相交流電流を発電する。発電機 3 で発電された電流はスイッチ 8（通常はオン状態とされる）を経由して駆動用モータ 9 に供給される。

40

【 0 0 6 5 】

駆動用モータ 9 に供給された電流は、その電流位相角 θ が第 1 位相角 θ_1 となるように駆動用モータトルクコントローラ 9 a で調整される。そしてコイル 9 8 に流れる電流と、鉄心 9 3 に永久磁石 9 2 が埋設されたロータ 9 1 との作用により、ロータ 9 1 がモータトルク T_S （マグネットトルク T_M とリラクタンストルク T_R との合計）をもって回転する。

【 0 0 6 6 】

ロータ 9 1 で得られた駆動力はモータ出力軸 1 0 から出力され、差動装置 1 1 に入力さ

50

れる。差動装置 11 はモータ出力軸 10 からの回転速度を減速するとともに、左右のドライブシャフト 12 の回転速度差に応じた比率でトルクを配分し、各ドライブシャフト 12 に出力する。各駆動輪 13 はドライブシャフト 12 から受けたトルクで回転駆動し、車両を走行させる。

【0067】

運転者がアクセル操作を行う等により、車両の要求駆動力が変化したときには、それに応じてモータ要求出力決定部 21 が駆動用モータ 9 の要求出力を変動させる。さらにそれに応じて発電機要求出力決定部 22 が発電機 3 の要求出力を変動させる。そしてさらにそれに応じてエンジン要求出力決定部 23 がエンジン 1 の要求出力を変動させる。それに応じてスロットル弁 1a の開度が調整され、エンジン出力が結果的に車両の要求駆動力を満足するように調節される。

10

【0068】

ところが、車両の要求駆動力変化が急速であるあまり、発電機 3 の出力（電流波形）の追従が遅れてしまう場合がある。例えば駆動用モータ 9 が要求する電流の周波数が急速に変化した場合、発電機 3 側としては、出力電流の周波数も急速に追従変化させる必要がある。しかしながら、発電機 3 の出力電流の周波数はエンジン 1 の回転速度に比例するので、エンジン 1 の回転速度変化より急速には変化させることができない。そのため、エンジン 1 の回転速度変化が遅れた場合、その遅れ分に相当する電流波形のずれ（波形差）が生じる。

【0069】

20

このような波形差が生じると、結果的に車両の要求駆動力が得られず、トルクショック等の弊害を招く虞がある。そこで、波形差補正部 24 を中心とした波形差補正手段により、その波形差を早期解消するための波形差補正が行われる。以下、その波形差補正を構成する発電量補正、自己補正、充放電補正およびリセット補正について説明する。

【0070】

まず発電量補正について説明する。発電量補正は、波形差のうちの振幅（電流の大きさに相当する）のみを合致させる補正であって、波形差補正の前段の振幅補正に適用される。発電量補正は、駆動用モータ 9 の要求電流波形の振幅に発電機 3 の発電電流の振幅を合わせることによってなされる。具体的には、スロットル弁 1a を調整してエンジントルクを調節しつつ、発電機トルクコントローラ 3a によって発電機 3 の発電量（吸収トルク）を調節することによって行われる。

30

【0071】

次に自己補正について説明する。自己補正は、駆動用モータ 9 が自律的に行う補正であって、波形差補正の後段の位相補正に適用される。

【0072】

図 5 は、図 4 に示すモータトルク T S のポイント P 2 付近を拡大した図であって、自己補正の説明図である。横軸に電流位相角（°）、縦軸にトルクの大きさを示す。

【0073】

ここで、第 1 電力供給モードにおいて、ある運転状態が、モータトルク T S 上のポイント P 1 に相当していると想定する。このとき、電流位相角 = 第 1 位相角 θ_1 であり、出力トルクはトルク T 1 である。この状態から、駆動用モータ 9 の要求出力が急速に変動し、その変動後の運転状態が、モータトルク T S ' 上のポイント P 1 '（電流位相角 = 第 1 位相角 θ_1' 、出力トルク T 3）となるものとする。

40

【0074】

ここで、ポイント P 1 からポイント P 1 ' への変化速度がエンジン 1 の出力変化速度に対して充分緩やかである場合には、発電機 3 の出力電流波形が駆動用モータ 9 の要求電流波形に合致した状態を維持しつつエンジン 1 の出力を変化させることができるので、特に波形差補正を必要としない。ポイント P 1 は、ほぼ矢印 A 2 に示す経路に沿って緩やかにポイント P 1 ' に移行する。

【0075】

50

しかしながら、ポイントP1からポイントP1'への変化速度がエンジン1の出力変化速度に対して急速である場合には、上述のように、駆動用モータ9の要求電流波形と発電機3の出力電流波形との間に波形差が生じ、トルクショックを招く虞がある。しかし当実施形態では、駆動用モータ9の自己補正によってそのトルクショックが効果的に抑制される。

【0076】

ポイントP1からポイントP1'への移行が遅れると、駆動用モータ9では要求出力に対して出力不足状態(トルク不足状態)となる。このとき、モータトルクをTSとしたまま(換言すれば発電機3の出力電流波形を変化させることなく)、ポイントP1(トルクT1)からポイントP2(トルクT2)まで移行させることができる。それには、電流位相角 θ_1 を第1位相角 θ_1 から第2位相角 θ_2 に変化させれば良い。この変化は、モータトルクTSからモータトルクTS'への移行が遅れ、波形差が生じた場合に、駆動用モータ9のロータ91が自律的に回転角を変化させることによって起こる。当明細書では、この自立的な変化を自己補正という。

10

【0077】

ポイントP1からポイントP2への自己補正によって、出力トルクが自動的にT1からT2に増大する。従って、自己補正がない場合のトルク段差(T3-T1)が、自己補正によって(T3-T2)に削減される。このため、そのトルク段差に起因するトルクショックが抑制されるのである。

【0078】

20

また、自己補正によって、電流位相角 θ_1 が第1位相角 θ_1 から第2位相角 θ_2 まで自動的に変化するが、これは本来変化するべき電流位相角変化量 $(\theta_1 \sim \theta_1')$ のうちの第1変化量aを自己補正によって変化させたことを意味する。つまり駆動用モータ9の要求電流波形が、自己補正によって、波形差(位相差)が解消する方向に自律的に変化するのである。このように、自己補正は駆動用モータ9自体が波形差補正手段となっている。

【0079】

自己補正の効果により、発電機3側では、残りの第2変化量 $b(= \theta_2 - \theta_1)$ だけ電流位相角 θ_2 を変化させれば良い。従って、位相角変化量の全部を発電機3側で変化させる場合に比べて変化量を削減することができ、変化に要する時間を短縮することができる。

30

【0080】

なお、上記説明において、ポイントP1からポイントP1'への移行過程を、自己補正によるP1→P2(矢印A3)と、発電機3の出力波形変化によるP2→P1'(矢印A4)とに分けて説明したが、これらの変化は例えばP1→P2→P1'のように順次行われるとは限らず、一般的には併行して行われる。

【0081】

なお当実施形態との比較のために、電流位相角 θ_2 を従来通り第2位相角 θ_2 (最適電流位相角)に設定した場合の移行形態をP2→P2'で示す。この場合、変化前のポイントP2において、既にモータトルクTS上の最大トルクT2を出力しているため、自己補正を行う余地がなく、ポイントP2からポイントP2'への変化を、全てモータトルクTSからモータトルクTS'への変化(換言すれば発電機3の出力波形変化)に依らなければならない。また変化するべき電流位相角 θ_2 の量も $(\theta_2' - \theta_2)$ と大きい。そのため、当実施形態に比べて発電機3の出力波形変化の遅れの影響が大きく、トルクショックの懸念が大きくなる。

40

【0082】

ところで上述したように、当実施形態では、波形差補正を、振幅補正と位相差補正とに分けて段階的に行っている。これは、モータトルクTSの特性が電流振幅によって変化し、それに伴って第1位相角 θ_1 も変化する(図4参照)ことを考慮したものである。すなわち、まず電流振幅を合致させてその電流値における第1位相角 θ_1 を明確化することに

50

より、位相差補正が容易となり、全体として効率的な波形差補正を行うことができる。

【 0 0 8 3 】

次に充放電補正について説明する。充放電補正は、バッテリー 5 に充放電させることによって発電機 3 の出力電流波形を駆動用モータ 9 の要求電流波形に合わせる補正である。充放電補正は、振幅補正と位相補正の何れにも適用可能であるが、当実施形態では位相補正に適用される。

【 0 0 8 4 】

図 6 は充放電補正の説明図であり、横軸に時間、縦軸に電流を示す。また駆動用モータ 9 が要求する電流波形を破線の要求電流 I_a 、発電機 3 が出力する実際の電流波形を実線の発電機出力電流 I_b で示す。

【 0 0 8 5 】

第 1 電力供給モードでは、原則として発電機出力電流 I_b がそのまま駆動用モータ 9 に供給される。従って通常は、発電機出力電流 I_b が要求電流 I_a と等しくなるように（波形がぴったり重なるように）調整される。

【 0 0 8 6 】

しかしながら、図示の場合は、例えば駆動用モータ 9 の要求出力の変動に伴って要求電流 I_a が急速に変化したために発電機出力電流 I_b の追従が遅れ、電流波形のずれ（波形差）が生じている。

【 0 0 8 7 】

この波形差を解消させる充放電補正は、要求電流 I_a に対して発電機出力電流 I_b の絶対値が小さいときにはバッテリー 5 から放電させて発電機出力電流 I_b に上乗せして発電機出力電流 I_b を増大補正し、逆に大きいときには発電機出力電流 I_b の一部をバッテリー 5 に充電することによって発電機出力電流 I_b を減少補正するものである。

【 0 0 8 8 】

具体的には、PCM 20 の波形差補正部 24 が、バッテリーコントローラ 6 にバッテリー 5 の充放電を行わせ、発電機出力電流 I_b に波形差補正を施し、可及的に要求電流 I_a に近い形にして駆動用モータ 9 に供給する。従ってこの充放電補正では、波形差補正部 24、バッテリー 5 及びバッテリーコントローラ 6 が波形差補正手段を構成する。

【 0 0 8 9 】

例えば時点 t_{11} の瞬間を見ると、発電機出力電流 I_b の絶対値は発電量 W_2 であって、要求電流 I_a の絶対値 W_1 よりも W_3 だけ小さい（不足している）。そこでバッテリーコントローラ 6 が、放電量 W_3 だけバッテリー 5 から放電させ、補填する。このようにすると、上述の（式 1）に示すように、（供給電流 W_1 ）＝（発電量 W_2 ）＋（放電量 W_3 ）となって、駆動用モータ 9 の要求電流 I_a に等しい電流を供給することができる。

【 0 0 9 0 】

一方、例えば時点 t_{12} の瞬間を見ると、発電機出力電流 I_b の絶対値は発電量 W_2' であって、要求電流 I_a の絶対値 W_1' よりも W_4 だけ多い（過多である）。そこでバッテリーコントローラ 6 が、その余剰分の W_4 をバッテリー 5 に充電させる。このようにすると、上述の（式 2）に示すように、（供給電流 W_1' ）＝（発電量 W_2' ）－（充電量 W_4 ）となって、駆動用モータ 9 の要求電流 I_a に等しい電流を供給することができる。

【 0 0 9 1 】

実際には、以上のような充放電が、時点 t_{11} や時点 t_{12} というピンポイントではなく、充放電補正を行う期間の全域において連続的に行われる。図 6 では、 $|$ 発電機出力電流 $I_b | > |$ 要求電流 $I_a |$ であって充電が行われる領域を斜線で示す。その他の、 $|$ 発電機出力電流 $I_b | < |$ 要求電流 $I_a |$ となる領域では放電が行われる。

【 0 0 9 2 】

なお図 6 では、要求電流 I_a と発電機出力電流 I_b とは振幅と周波数が同じで、位相のみがずれている場合を示しているが、振幅や周波数、及びこれらの組合せがずれている場合にも同様の方法で充放電補正を行うことができる。

【 0 0 9 3 】

10

20

30

40

50

次にリセット補正について説明する。リセット補正は、瞬間的に駆動用モータ9への電力供給を停止した後に再開する補正である。リセット補正は、振幅補正と位相補正とを同時に行うものであるが、当実施形態では位相補正で適用される。

【0094】

具体的には、波形差補正部24が、まずスイッチ8(図1参照)を短時間オフにして駆動用モータ9への電力供給を瞬間的に停止する。そして改めて、駆動用モータ9の電流位相が発電機3の電流位相と同期するようにスイッチ8をオンにし、駆動用モータ9への電力供給を再開する。こうすることにより、駆動用モータ9の電流波形を発電機3の電流波形に合わせることができる。

【0095】

上記自己補正や充放電補正が、駆動用モータ9の要求電流波形に発電機3の出力電流波形を合わせる補正であるのに対し、リセット補正は、逆に発電機3の出力電流波形に駆動用モータ9の電流波形を合わせる補正である。従って、補正後に駆動用モータ9に供給される電流波形が、必ずしも駆動用モータ9が要求する電流波形と合致するとは限らない。このためリセット補正は、波形差の迅速な解消には貢献するものの、トルクショックの抑制という点では自己補正や充放電補正に及ばない。

【0096】

その反面、補正可能な位相差のずれ量に制限がなく、バッテリー5への充放電に伴う電力損失もないという利点がある。

【0097】

このような特徴を活かし、当実施形態では、自己補正や充放電補正が適正に行える場合にはこれらを優先し、そうでない場合に、バックアップ的にリセット補正を用いるようにしている。

【0098】

以上、波形差補正を構成する個別の補正について説明したが、その適用形態をまとめると次のようになる。

【0099】

波形差補正の前段として、発電量補正による振幅補正が行われる。次に後段として、自己補正と充放電補正とを併用して位相差補正が行われる。詳しくは、電流位相角のずれが自己補正可能範囲内である場合には自己補正のみを行わせ、自己補正可能範囲外である場合には、まず自己補正可能範囲内まで充放電補正を行い、その後自己補正を行わせつつ、それを補完するように充放電補正も行う。

【0100】

但し、電流位相角のずれが自己補正可能範囲外であり、かつバッテリー5の蓄電量が所定値未満の場合には、自己補正も充放電補正も適さないので、これらに代えてリセット補正を行う。

【0101】

以上、第1運転領域における第1電力供給モードについて説明したが、この第1電力供給モードでは、上述したように発電機3で発電された交流電流が直接駆動用モータ9に供給されるので、インバータ・コンバータ4を経由することに伴う電力損失がなく、燃費を向上することができる。

【0102】

また、その第1電力供給モードにおいて、駆動用モータ9の要求出力の変動に伴って駆動用モータ9が要求する電流波形と発電機3が出力する電流波形との間に波形差が生じた場合に、その波形差を解消する方向に波形差補正が行われる。従って、その過渡的な波形差が速やかに解消されるので、これが遅延することによる弊害を抑制することができる。

【0103】

その波形差補正は、種類に応じて上述のような個別の利点を有するが、特に位相差補正において自己補正と充放電補正とを併用することにより、バッテリー5の充放電に伴う電力損失を抑制しつつ、より迅速な波形差の解消を行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 4 】

続いて、車両（駆動輪 1 3）に要求される出力が第 1 運転領域よりも小さい低出力領域（第 2 運転領域）で選択される第 2 電力供給モードについて説明する。

【 0 1 0 5 】

第 2 電力供給モードでは、駆動用モータ 9 にバッテリー 5 のみから電力が供給される。すなわち、バッテリー 5 に蓄電された電気を放電させ、インバータ・コンバータ 4 及び発電機 3 を介して駆動用モータ 9 に電力が供給される（通常の電気自動車と同様の形態）。

【 0 1 0 6 】

このように、低出力の第 2 運転領域で第 2 電力供給モードをとることにより、エンジン 1 を低出力で運転させる必要がなく、エンジン 1 の低出力運転による燃焼効率の低下を効果的に回避し、燃費の向上を図ることができる。

10

【 0 1 0 7 】

また、上述のように第 2 電力供給モードでは電流位相角 θ_1 が第 2 位相角 θ_2 に設定される。こうすることにより、駆動用モータ 9 の出力トルクを、その電流値における最大トルクとすることができ、効率を高めることができる。

【 0 1 0 8 】

図 7 は、PCM 20 による、波形差補正を含む制御の概略フローチャートである。このフローチャートがスタートすると、まず車両の要求出力を検知するために、アクセル開度センサ 15 によるアクセル開度と車速センサ 16 による車速との読みが行われる（ステップ S 1）。次にモータ要求出力決定部 21 により、アクセル開度と車速とから、車両の要求出力が決定され、さらにその車両の要求出力に応じた駆動用モータ 9 の要求トルク及び要求出力が決定される（ステップ S 2）。

20

【 0 1 0 9 】

次に駆動用モータ 9 の要求出力から、現在の運転領域が第 1 運転領域であるか否かの判定が行われる（ステップ S 3）。ステップ S 3 で YES、つまり第 1 運転領域であれば、ステップ S 4 に移行し、以下第 1 電力供給モードの制御が行われる。

【 0 1 1 0 】

ステップ S 4 では、発電機要求出力決定部 22 が、駆動用モータ 9 の要求出力に応じて発電機 3 の要求出力を決定するとともに、エンジン要求出力決定部 23 が、発電機 3 の要求出力に応じてエンジン 1 の要求出力を決定する。またそれらの決定値に基き、エンジン 1 のスロットル弁 1a が調節され、発電機 3 での発電量が発電機トルクコントローラ 3a によって調節される。

30

【 0 1 1 1 】

次に、駆動用モータ 9 の要求出力から、その要求電流振幅が読み込まれる（ステップ S 5）。また、発電機電流センサ 3c の検出値から、その出力電流振幅が読み込まれる（ステップ S 6）。そして、駆動用モータ 9 の要求電流振幅と、発電機の出力電流幅に振幅差があるか否かが判定される（ステップ S 7）。

【 0 1 1 2 】

ステップ S 7 で YES の場合、波形差補正の前段である振幅補正に移行する。振幅補正では、まずその電流振幅の振幅差が検出される（ステップ S 8）。そして波形差補正部 24 が、その電流振幅差を解消すべく、振幅に関する波形差補正を行う。具体的には、スロットル弁 1a を調整してエンジントルクを調節しつつ、発電機トルクコントローラ 3a によって発電機 3 の発電量（吸収トルク）を調節する（ステップ S 9）。

40

【 0 1 1 3 】

そして、電流振幅差が解消した時点（ステップ S 10 で YES）で振幅補正を完了し、次のステップ S 21 に移行する。なお、ステップ S 7 で NO の場合（振幅補正をするまでもなく既に電流振幅が合致していた場合）もステップ S 8 ~ S 10 をスキップしてステップ S 21 に移行する。

【 0 1 1 4 】

ステップ S 21 では、駆動用モータ回転角センサ 9b の検出値と発電機回転角センサ 3

50

bの検出値を読み込む。次に予め記憶されている駆動用モータ9の要求位相角マップを読み込む(ステップS22)。そして、既に発電機3の出力電流振幅に合致している駆動用モータ9の電流振幅と、要求位相角マップとから要求位相角を決定する(ステップS23)。一方、発電機回転角センサ3bにより、発電機3の現在の電流位相角を検出する(ステップS24)。そして、駆動用モータ9の要求位相角と発電機3の現在の電流位相角との間に位相差があるか否かの判定を行う(ステップS25)。

【0115】

ステップS25でYESの場合、引き続いてその位相差を解消するための位相差補正サブルーチン(ステップS40)に移行する。NOの場合は位相差が合致していることを意味するが、既に振幅も合致しているので、結局電流波形が完全に合致している。従って、

10

【0116】

遡って、ステップS3でNO、すなわち現在の運転領域が低出力の第2運転領域である場合には、以下の第2電力供給モードが実行される。まず駆動用モータ回転角センサ9bが駆動用モータ9の電流位相角を第2位相角(最適電流位相角)に設定する(ステップS31)。そしてバッテリー電力のみで駆動用モータ9を駆動し(ステップS32)、リターンする。

【0117】

図8は、図7のステップS40に示す位相差補正サブルーチンである。このサブルーチンがスタートすると、まず、駆動用モータ9の許容位相角マップが読み込まれる(ステップS41)。許容位相角マップは、電流振幅に対する許容位相角範囲(図4に示すk)をマップ化したものであり、予め設定され、記憶されている。

20

【0118】

次に、駆動用モータ9の電流振幅と許容位相角マップから許容位相角範囲を決定する(ステップS42)。さらに駆動用モータ9の要求位相角と発電機3の現在の電流位相角との位相差(図7のステップS25で位相差有りとして判定されたその位相差)を検出する(ステップS43)。そして、その位相差が許容位相角範囲内であるか否かが判定される(ステップS44)。

【0119】

ステップS44でYESの場合、位相差が自己補正可能範囲にあるので、自律的に自己補正が行われる(図5の矢印A3に相当)。そこで、その自己補正と併行して発電機3の電流位相角が駆動用モータ9の要求位相角に近づけられる(図5の矢印A4に相当。ステップS61)。具体的には、スロットル弁1aを調節してエンジン1の回転速度を増減させることにより、発電機3の電流位相角が調整される。される。なお、位相差が比較的小さい場合(例えば図5において、 $\theta_1 < \theta_1' < \theta_2$ となっている場合など)には、殆ど自己補正のみで位相差補正がなされることもある。位相差が解消されたら(ステップS62でYES)、位相差補正を完了し、リターンする。

30

【0120】

遡って、ステップS44でNOの場合、現在の電流位相角が自己補正可能範囲外であり、直ちに自己補正がなされる状態ではない。そこで次にバッテリー蓄電量が所定値(充放電補正を行うのに十分な蓄電量)以上であるか否かの判定がなされる(ステップS45)。ステップS45でYESの場合、位相差を解消する方向の充放電補正が開始される(ステップS51)。さらにそれと併行して発電機3の電流位相角が駆動用モータ9の要求位相角に近づけられる(ステップS52)。具体的には、スロットル弁1aを調節してエンジン1の回転速度を増減させることにより、発電機3の電流位相角が調整される。

40

【0121】

そして位相差が許容位相角範囲k内にまで削減されたら(ステップS53でYES)、自律的に自己補正が追加される(ステップS57)。すなわち充放電補正と自己補正とが併用される。こうして位相差が解消されたら(ステップS58でYES)、充放電補正を停止させる(ステップS59)とともに位相差補正を完了し、リターンする。

50

【 0 1 2 2 】

遡ってステップ S 4 5 で N O の場合、バッテリー蓄電量が少ないので、充放電補正を行わず、リセット補正を実行する。すなわち、まずスイッチ 8 を短時間オフにして駆動用モータ 9 への電力供給を瞬間的に停止する（ステップ S 7 1）。そして改めて駆動用モータ 9 の電流位相が発電機 3 の電流位相と同期するようにスイッチ 8 をオンにし、駆動用モータ 9 への電力供給を再開する（ステップ S 7 2）。こうして位相差が解消されたら（ステップ S 7 3 で Y E S）、位相差補正を完了し、リターンする。

【 0 1 2 3 】

次に、上記実施形態の変形例について説明する。この変形例は、位相差補正における自己補正と充放電補正との併用形態が異なる。すなわち、位相差補正において、電流位相角のずれが自己補正可能範囲外である場合には、まず充放電補正を行う。そして自己補正可能範囲内まで補正が進行した時点で充放電補正を停止し、自己補正のみの位相差補正に切替える。具体的には、図 8 の位相差補正サブルーチンにおいて、ステップ S 5 3 で Y E S の場合、破線で示すステップ S 5 5 に移行して充放電補正を停止した後、ステップ S 6 1 に移行して自己補正を行わせる。

【 0 1 2 4 】

このようにすると、上記実施形態に比べ充放電補正の実施頻度が低減するので、充放電補正に伴う電力損失をより抑制することができる。

【 0 1 2 5 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、これらの実施形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。例えば、上記実施形態では、駆動用モータ 9 として I P M 同期モータを採用したが、必ずしも I P M 同期モータである必要はなく、他の自己補正作用を有するタイプの駆動用モータを用いても、自己補正を行わせることができる。

【 0 1 2 6 】

また、駆動用モータ 9 として、自己補正作用を有しないものを用いても良い。その場合は、位相差補正サブルーチン（図 8）において、自己補正部分を削除し、バッテリー蓄電量が所定値以上のときに充放電補正を行い、そうでないときにはリセット補正を行うようにすれば良い。

【 0 1 2 7 】

さらにその場合、波形差補正を前段の振幅補正と後段の位相差補正とに分けることなく、充放電補正を振幅補正にも適用してこれらを同時に行うようにしても良い。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 2 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るハイブリッド車両の概略構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 上記ハイブリッド車両の制御装置の概略制御ブロック図である。

【 図 3 】 駆動用モータの軸直角方向の断面図である。

【 図 4 】 上記駆動用モータで発生するトルクの特性格線図である。

【 図 5 】 図 4 の部分拡大図であって、自己補正の説明図である。

【 図 6 】 充放電補正の説明図である。

【 図 7 】 波形差補正を含む制御の概略フローチャートである。

【 図 8 】 図 7 に示すフローチャートにおける位相差補正サブルーチンである。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 9 】

- | | |
|---|------------------------|
| 1 | エンジン |
| 3 | 発電機 |
| 4 | インバータ・コンバータ（インバータ） |
| 5 | バッテリー |
| 6 | バッテリーコントローラ（バッテリー制御手段） |
| 9 | 駆動用モータ |

10

20

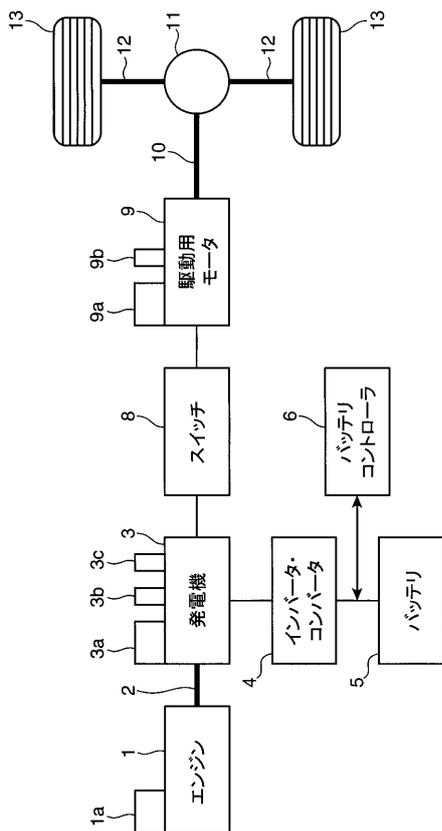
30

40

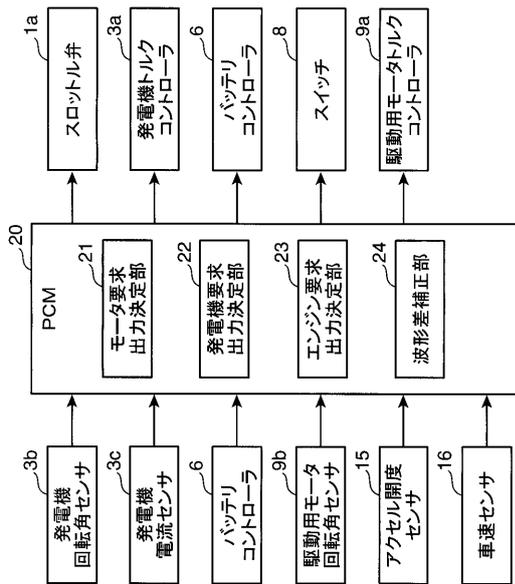
50

- 9 a 駆動用モータトルクコントローラ（位相角設定手段）
- 1 3 駆動輪
- 2 1 モータ要求出力決定部（モータ要求出力決定手段）
- 2 2 発電機要求出力決定部（発電機要求出力決定手段）
- 2 3 エンジン要求出力決定部（エンジン要求出力決定手段）
- 2 4 波形差補正部（波形差補正手段）
- 9 1 ロータ
- 9 2 永久磁石
- 電流位相角
- 1 第 1 位相角
- 2 第 2 位相角

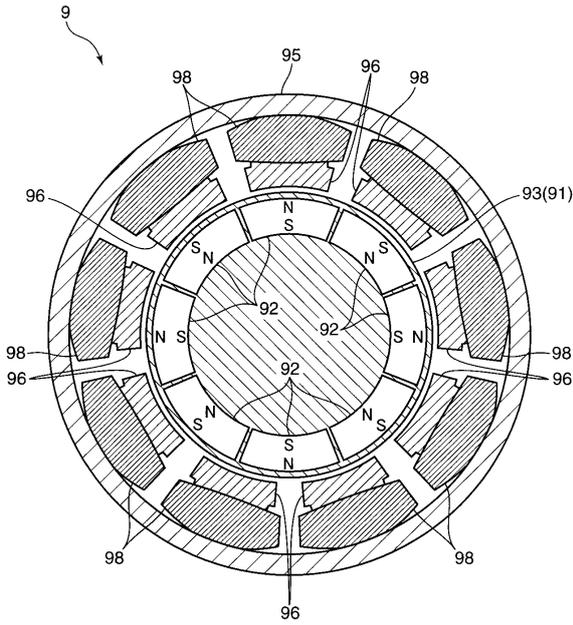
【 図 1 】



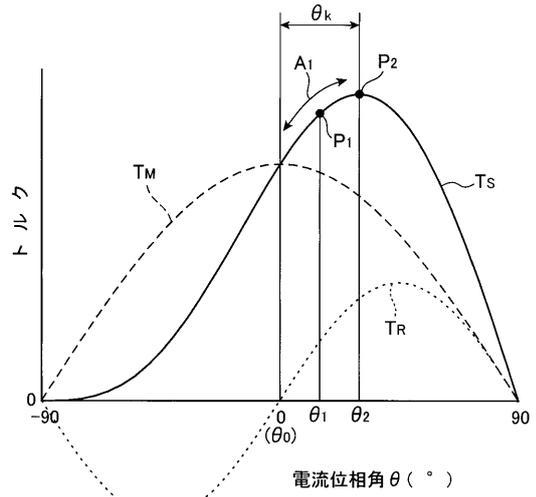
【 図 2 】



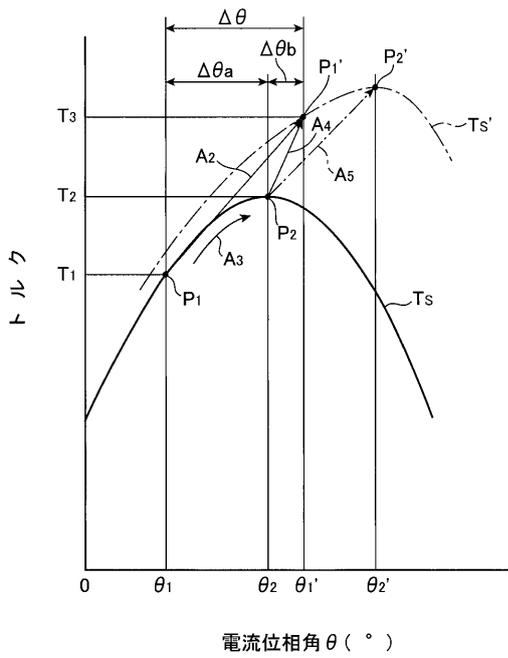
【図3】



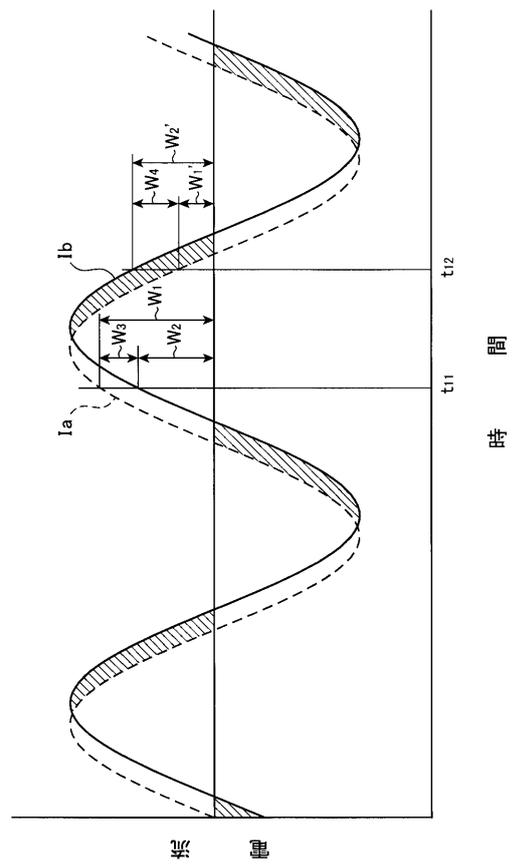
【図4】



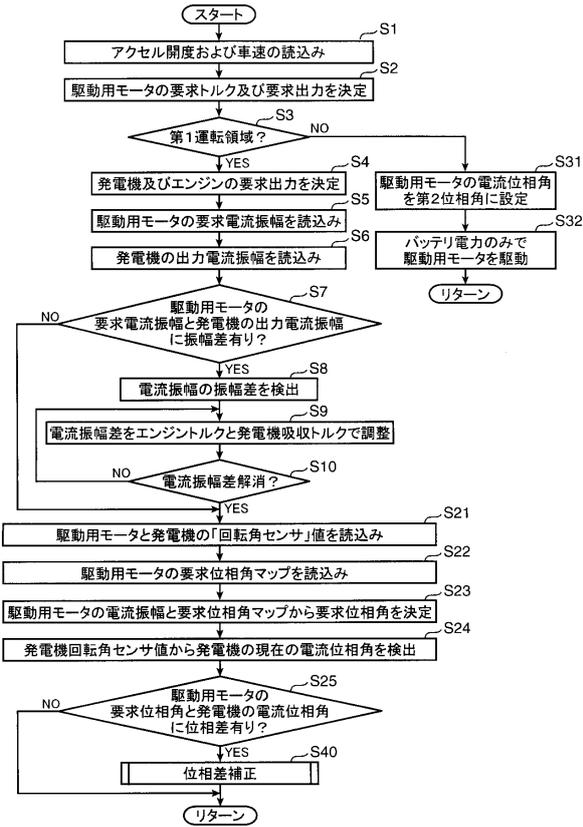
【図5】



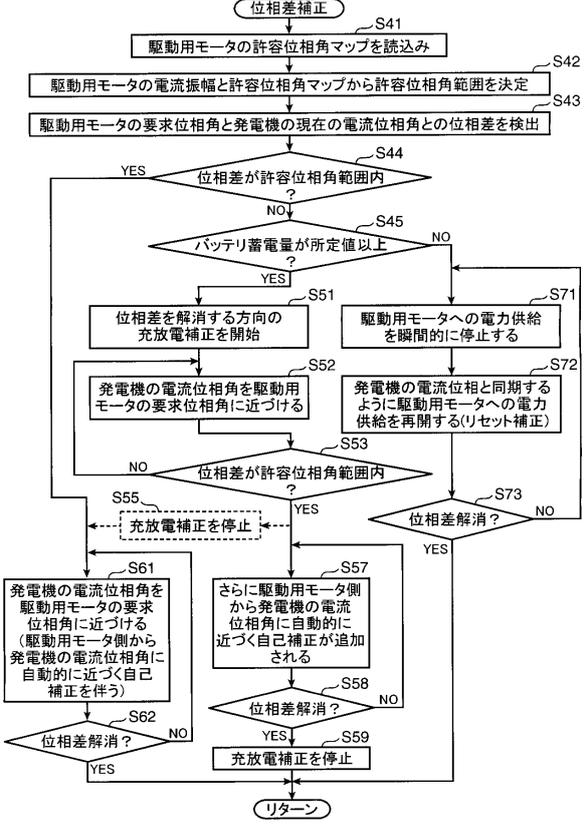
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 10/06 (2006.01) B 6 0 K 6/20 3 3 0
B 6 0 W 10/26 (2006.01) B 6 0 K 6/46
B 6 0 K 6/46 (2007.10)

審査官 山村 和人

(56)参考文献 特開2002 - 218604 (JP, A)
特開2004 - 096941 (JP, A)
特開平11 - 341607 (JP, A)
特開昭58 - 174089 (JP, A)
特開平11 - 136808 (JP, A)
特開2002 - 238104 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 0 K 6 / 2 0 - 6 / 5 4 7
B 6 0 L 1 / 0 0 - 1 5 / 4 2
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 1 0 / 3 0
B 6 0 W 2 0 / 0 0