

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7048364号
(P7048364)

(45)発行日 令和4年4月5日(2022.4.5)

(24)登録日 令和4年3月28日(2022.3.28)

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 W	20/13	(2016.01)	B 6 0 W	20/13	Z H V
B 6 0 W	10/26	(2006.01)	B 6 0 W	10/26	9 0 0
H 0 2 J	7/00	(2006.01)	H 0 2 J	7/00	B
H 0 1 M	10/42	(2006.01)	H 0 2 J	7/00	Q
H 0 1 M	10/48	(2006.01)	H 0 2 J	7/00	P

請求項の数 7 (全25頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-47080(P2018-47080)
 (22)出願日 平成30年3月14日(2018.3.14)
 (65)公開番号 特開2019-156229(P2019-156229
 A)
 (43)公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)
 審査請求日 令和2年10月15日(2020.10.15)

(73)特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (73)特許権者 000237592
 株式会社デンソーテン
 兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番2
 8号
 (74)代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72)発明者 仲尾 優
 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 銚井 耕司
 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】 ハイブリッド車両および、その制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハイブリッド車両であって、
 エンジンと、

電力を消費して車両駆動力を発生させるとともに、前記エンジンの作動による発電および前記ハイブリッド車両の走行に伴う回生発電を行なうことが可能に構成されたモータと、前記モータとの間で電力をやり取りする二次電池と、前記二次電池内の塩濃度の偏りに起因する前記二次電池の劣化の進行度合いを示す評価値を算出し、前記評価値により前記二次電池が劣化していると評価された場合に、前記二次電池のSOCの目標値である目標SOCを引き上げる劣化抑制制御を実行する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記劣化抑制制御を実行中である場合に、前記二次電池の実際のSOCである実SOCが前記モータの発電に伴い上昇するときにも前記目標SOCを引き上げるとともに、前記実SOCおよび前記目標SOCを所定の演算周期毎に算出し、引き上げ後の前記目標SOCは、上昇後の前記実SOCよりも低く、前記演算周期の各々において、前記目標SOCの引き上げ量は、前記実SOCの上昇量よりも小さい、ハイブリッド車両。

【請求項2】

前記制御装置は、今回の前記演算周期における前記実SOCの上昇量を係数で補正した値を前記目標SOCの引き上げ量とし、前回の前記演算周期における前記目標SOCに前記

目標SOCの引き上げ量を加算することによって今回の前記演算周期における前記目標SOCを算出する、請求項1に記載のハイブリッド車両。

【請求項3】

前記制御装置は、前記二次電池の劣化が進行していると前記評価値により評価されるに従って前記目標SOCの引き上げ量が大きくなるように前記係数を設定する、請求項2に記載のハイブリッド車両。

【請求項4】

前記制御装置は、EVモードおよびHVモードを含む複数の制御モードのなかから、いずれかの制御モードを選択するように構成され、

前記EVモードは、前記二次電池の蓄電量を消費するモードであり、

前記HVモードは、前記EVモード中に前記実SOCが閾値まで低下した場合に前記実SOCが前記閾値に維持されるように前記目標SOCを調整するモードであり、

前記制御装置は、前記HVモードが選択されており、かつ前記劣化抑制制御を実行中である場合に、前記モータの発電に伴い前記実SOCが上昇するときには、前記目標SOCとともに前記閾値を引き上げる、請求項1～3のいずれか1項に記載のハイブリッド車両。

【請求項5】

前記ハイブリッド車両は、車両外部から供給される電力により前記二次電池を充電する外部充電が可能に構成され、

前記制御装置は、前記外部充電の実行中には前記閾値を前記外部充電の実行開始時の値に維持する、請求項4に記載のハイブリッド車両。

【請求項6】

前記複数の制御モードは、ユーザの要求に従って、前記実SOCが前記閾値よりも高い状態に維持されるように前記目標SOCを調整するHVSモードをさらに含み、

前記制御装置は、前記HVSモードが選択されており、かつ前記劣化抑制制御を実行中である場合に、前記モータの発電に伴い前記実SOCが上昇するときには、前記目標SOCと前記閾値との差を維持しながら前記目標SOCおよび前記閾値の両方を引き上げる、請求項4または5に記載のハイブリッド車両。

【請求項7】

ハイブリッド車両の制御方法であって、

前記ハイブリッド車両は、

エンジンと、

電力を消費して車両駆動力を発生させるとともに、前記エンジンの作動による発電および前記ハイブリッド車両の走行に伴う回生発電を行なうことが可能に構成されたモータと、前記モータとの間で電力をやり取りする二次電池とを備え、

前記ハイブリッド車両の制御方法は、

前記二次電池内の塩濃度の偏りに起因する前記二次電池の劣化の進行度合いを示す評価値を算出するステップと、

前記評価値により前記二次電池が劣化していると評価された場合に、前記二次電池のSOCの目標値である目標SOCを引き上げる劣化抑制制御を実行するステップとを含み、

前記目標SOCは、前記劣化抑制制御の実行中に前記二次電池の実際のSOCである実SOCが前記モータの発電に伴い上昇するときにも引き上げられ、

引き上げ後の前記目標SOCは、上昇後の前記実SOCよりも低く、さらに、

前記劣化抑制制御の実行中に前記実SOCおよび前記目標SOCを所定の演算周期毎に算出するステップを含み

前記演算周期の各々において、前記目標SOCの引き上げ量は、前記実SOCの上昇量よりも小さい、ハイブリッド車両の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ハイブリッド車両および、その制御方法に関し、より特定的には、ハイブリッ

10

20

30

40

50

ド車両に搭載される二次電池に生じるハイレート劣化を抑制するための制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

二次電池の充放電に伴い二次電池の電極体内の塩濃度分布に偏りが生じると、二次電池の内部抵抗が上昇する。このような塩濃度分布の偏りに起因する内部抵抗の上昇は、二次電池を構成する材料の経年劣化と区別して「ハイレート劣化」と呼ばれる。

【0003】

一般に、二次電池のSOC (State Of Charge) が低い領域では、SOCが高い領域と比べて、負極の膨張・収縮が大きくなり、電極体内で電解液が流動しやすくなる。そうすると、電極体内に塩濃度差が生じやすくなり、その結果、ハイレート劣化が促進される可能性がある。

10

【0004】

特開2016-182022号公報(特許文献1)には、ハイレート劣化の進行度合いを示す評価値を算出し、評価値が予め定められた閾値を超えると、二次電池のSOCの制御目標(以下、「目標SOC」とも記載する)を引き上げる制御が開示されている。この制御によれば、二次電池の実際のSOC(以下、「実SOC」とも記載する)が目標SOCに追従して上昇し、低SOC領域における二次電池の充放電を回避することができるため、ハイレート劣化が抑制される。以下では、二次電池の目標SOCを引き上げることによって二次電池のハイレート劣化を抑制する制御を「ハイレート劣化抑制制御」とも称する(あるいは、単に「劣化抑制制御」と略す場合もある)。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2016-182022号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ハイレート劣化抑制制御の実行中に起こり得る状況の一例として、ハイブリッド車両が長い坂を下ることで実SOCが上昇して目標SOCを上回る状況を想定する。このような状況下において以下の課題が生じ得ることに本発明者らは着目した。

30

【0007】

降坂走行が継続した場合、ユーザは、モータの発電(回生発電)に伴い十分な電力量が二次電池に回収されたとして、降坂走行の終了後にも、ある程度のEV走行(エンジンを停止させてモータのみでの走行)が行なわれることを期待する。

【0008】

しかしながら、ハイレート劣化抑制制御が実行されると、ハイレート劣化抑制制御を非実行の場合と比べて、目標SOCが引き上げられる分だけ二次電池の実SOCと目標SOCとの差が小さくなる。たとえば、降坂走行による実SOCの上昇に追従するように目標SOCを引き上げた場合、降坂走行終了後に実SOCが低下すると、実SOCが直ちに目標SOCを下回り、二次電池を充電するためにエンジンが作動されることとなる。そうすると、降坂走行により回生発電が行なわれたにも拘らず、EV走行がほとんど行なわれずにエンジンが作動したとの違和感をユーザに与える可能性がある。

40

【0009】

本開示は上記課題を解決するためになされたものであって、その目的は、二次電池が搭載されたハイブリッド車両において、ハイレート劣化抑制制御の実行に伴う違和感の発生を抑制することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

(1)本開示のある局面に従うハイブリッド車両は、エンジンと、モータと、二次電池と、制御装置とを備える。モータは、電力を消費して車両駆動力を発生させるとともに、工

50

エンジンの作動による発電およびハイブリッド車両の走行に伴う回生発電を行なうことが可能に構成される。二次電池は、モータとの間で電力をやり取りする。制御装置は、二次電池内の塩濃度の偏りに起因する二次電池の劣化の進行度合いを示す評価値を算出し、評価値により二次電池が劣化していると評価された場合に、二次電池のSOCの目標値である目標SOCを引き上げる劣化抑制制御を実行する。制御装置は、劣化抑制制御を実行中である場合に、二次電池の実際のSOCである実SOCがモータの発電に伴い上昇するときにも目標SOCを引き上げる。引き上げ後の目標SOCは、上昇後の実SOCよりも低い。

【0011】

(2) 好ましくは、制御装置は、劣化抑制制御の実行中に実SOCおよび目標SOCを所定の演算周期毎に算出する。演算周期の各々において、目標SOCの引き上げ量は、実SOCの上昇量よりも小さい。

10

【0012】

(3) 好ましくは、制御装置は、今回の演算周期における実SOCの上昇量を係数で補正した値を目標SOCの引き上げ量とする。制御装置は、前回の演算周期における目標SOCに目標SOCの引き上げ量を加算することによって今回の演算周期における目標SOCを算出する。

【0013】

上記(1)～(3)の構成によれば、劣化抑制制御の実行中にモータの発電に伴い実SOCが上昇した場合に目標SOCが引き上げられる。引き上げ後の目標SOCは、上昇後の実SOCよりも低い。これは、演算周期の各々において、目標SOCの引き上げ量を、モータの発電に伴う実SOCの上昇量よりも小さくすることにより実現することができる。たとえば、モータの発電に伴うSOCの上昇量を係数で補正した値(たとえば、1未満の割合を乗算した値)を目標SOCの引き上げ量として算出することができる。このようにすることで、少なくとも、モータ発電による上昇後の実SOCと目標SOCとの差分に相当するSOC(あるいは電力量)をハイブリッド車両のEV走行のために確保することができる。したがって、モータが発電したにも拘らずEV走行がほとんど行なわれなかったとの違和感の発生を抑制することができる。

20

【0014】

(4) 好ましくは、制御装置は、二次電池の劣化が進行していると評価値により評価されるに従って目標SOCの引き上げ量が大きくなるように係数を設定する。

30

【0015】

上記(4)の構成によれば、たとえば評価値の絶対値が大きく、二次電池のハイレート劣化が進行していると評価される場合には、目標SOCの引き上げの必要性が高いとして係数が設定される(たとえば、上記1未満の割合が高く設定される)。このように、ハイレート劣化が進行するほど目標SOCの引き上げ量を大きくすることで、ハイレート劣化の抑制を優先することができる。その一方で、ハイレート劣化があまり進行していない場合には、係数を調整して目標SOCを相対的に低く設定することで、EV走行の確保を優先することができる。

【0016】

(5) 好ましくは、制御装置は、EVモードおよびHVモードを含む複数の制御モードのなかから、いずれかの制御モードを選択するように構成される。EVモードは、二次電池の蓄電量を消費するモードである。HVモードは、EVモード中に実SOCが閾値まで低下した場合に実SOCが閾値に維持されるように目標SOCを調整するモードである。制御装置は、HVモードが選択されており、かつ劣化抑制制御を実行中である場合に、モータの発電に伴い実SOCが上昇するときには、目標SOCとともに閾値を引き上げる。

40

【0017】

上記(5)の構成によれば、HVモードにおいて劣化抑制制御が実行される場合に、モータの発電に伴い実SOCが上昇するときには、目標SOCに加えて閾値が引き上げられる。これにより、その後、制御モードがHVモードからEVモードに切り替えられたとしても、モータ発電による上昇後の実SOCと、引き上げ後の閾値との差分に相当するSOC

50

(あるいは電力量)がEVモードでのEV走行のために確保されることになる。したがって、制御モードがEVモードに切り替えられた場合であってもEV走行距離が短くなったとの違和感の発生を抑制することができる。

【0018】

(6)好ましくは、ハイブリッド車両は、車両外部から供給される電力により二次電池を充電する外部充電が可能に構成される。制御装置は、外部充電の実行中には閾値を外部充電の実行開始時の値に維持する。

【0019】

上記(6)の構成によれば、外部充電によりSOCが上昇しても閾値が維持される。閾値を維持することで、外部充電により上昇後の実SOCと、閾値との差分に相当するSOC(あるいは電力量)がEVモードでのEV走行のために確保されることになる。これにより、外部充電を実行したにも拘らずEV走行距離が回復していないとの違和感の発生を抑制することができる。

10

【0020】

(7)好ましくは、複数の制御モードは、ユーザの要求に従って、実SOCが閾値よりも高い状態に維持されるように目標SOCを調整するHVSモードをさらに含む。制御装置は、HVSモードが選択されており、かつ劣化抑制制御を実行中である場合に、モータの発電に伴い実SOCが上昇するときには、目標SOCと閾値との差を維持しながら目標SOCおよび閾値の両方を引き上げる。

【0021】

上記(4)の構成によれば、HVSモードにおいて劣化抑制制御が実行される場合に、目標SOCおよび閾値の両方が引き上げられる。このように閾値も引き上げることにより、その後、制御モードがHVSモードからEVモードに切り替えられたとしてもSOCが過度に低下しなくなり、ハイレート劣化を抑制することができる。また、HVSモードはユーザ操作により開始される制御モードであり、目標SOCおよび閾値の引き上げ時には、閾値を過度に引き上げないように、たとえばユーザ操作時における目標SOCと閾値との差が維持される。これにより、ユーザ操作時におけるEV走行距離を確保することができるので、その後に制御モードがEVモードに切り替えられた場合のユーザの違和感を抑制することができる。

20

【0022】

(8)本開示の他の局面に従うハイブリッド車両の制御方法において、ハイブリッド車両は、ハイブリッド車両は、エンジンと、電力を消費して車両駆動力を発生させるとともに、エンジンの作動による発電およびハイブリッド車両の走行に伴う回生発電を行なうことが可能に構成されたモータと、モータとの間で電力をやり取りする二次電池とを備える。ハイブリッド車両の制御方法は、二次電池内の塩濃度の偏りに起因する二次電池の劣化の進行度合いを示す評価値を算出するステップと、評価値により二次電池が劣化していると評価された場合に、二次電池のSOCの目標値である目標SOCを引き上げる劣化抑制制御を実行するステップとを含む。目標SOCは、劣化抑制制御の実行中に二次電池の実際のSOCである実SOCがモータの発電に伴い上昇するときにも引き上げられる。引き上げ後の目標SOCは、上昇後の実SOCよりも低い。

30

【0023】

上記(8)の方法によれば、上記(1)の構成と同様に、モータが発電したにも拘らずEV走行がほとんど行なわれなかったとの違和感の発生を抑制することができる。

【発明の効果】

【0024】

本開示によれば、二次電池が搭載されたハイブリッド車両において、ハイレート劣化抑制制御の実行に伴う違和感の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本開示の実施の形態に係るハイブリッド車両の全体構成を示すブロック図である。

50

【図 2】バッテリーのSOCの推移の一例を示した図である。

【図 3】ハイレート劣化の評価値とSOC目標との関係の一例を示した図である。

【図 4】目標SOCの引き上げを説明するための概念図である。

【図 5】本実施の形態における目標SOCの引き上げを説明するためのタイムチャートである。

【図 6】ECUの機能ブロック図である。

【図 7】評価値と割合Xとの間の関係を説明するための図である。

【図 8】ハイレート劣化抑制制御の開始条件を説明するためのフローチャートである。

【図 9】ハイレート劣化抑制制御の終了条件を説明するためのフローチャートである。

【図 10】本実施の形態におけるハイレート劣化抑制制御、および、それに関連する制御モード切替処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

10

【図 11】実施の形態の変形例 1 におけるハイレート劣化抑制制御を説明するための概念図である。

【図 12】実施の形態の変形例 1 におけるハイレート劣化抑制制御を示すタイムチャートである。

【図 13】実施の形態の変形例 1 におけるハイレート劣化抑制制御を説明するためのフローチャートである。

【図 14】HVSモードにおけるハイレート劣化抑制制御を説明するためのタイムチャートである。

【図 15】実施の形態の変形例 2 におけるハイレート劣化抑制制御、および、それに関連する制御モード切替処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0027】

[実施の形態]

<車両構成>

図 1 は、本開示の実施の形態に係るハイブリッド車両の全体構成を示すブロック図である。図 1 を参照して、車両 1 は、プラグインハイブリッド車両であって、車両駆動装置 10 と、伝達ギヤ 20 と、駆動軸 30 と、車輪 40 と、バッテリー 50 と、充電器 60 と、インレット 70 と、ECU (Electronic Control Unit) 100 とを備える。なお、車両 1 がプラグインハイブリッド車両であることは必須ではなく、通常のハイブリッド車両 (外部充電 (後述) 可能には構成されていない車両) であってもよい。

30

【0028】

車両駆動装置 10 は、車両駆動力を発生するとともに発電可能に構成される。具体的には、車両駆動装置 10 は、エンジン 11 と、動力分割装置 12 と、モータジェネレータ 13、14 と、電力変換器 15、16 とを含む。

【0029】

エンジン 11 は、燃料の燃焼による熱エネルギーをピストンやロータなどの運動子の運動エネルギーに変換することによって動力を出力する内燃機関である。

40

【0030】

動力分割装置 12 は、たとえば、サンギヤ、キャリア、リングギヤの 3 つの回転軸を有する遊星歯車機構 (図示せず) を含む。動力分割装置 12 は、エンジン 11 の駆動力を、モータジェネレータ 13 の回転軸に伝達される動力と、伝達ギヤ 20 に伝達される動力とに分割する。伝達ギヤ 20 は、車輪 40 を駆動するための駆動軸 30 に連結される。また、伝達ギヤ 20 は、モータジェネレータ 14 の回転軸にも連結される。

【0031】

モータジェネレータ 13、14 は、交流回転電機であり、たとえば、ロータに永久磁石が埋設された三相交流同期電動機である。モータジェネレータ 13 は、動力分割装置 12 を

50

經由してエンジン 1 1 により駆動される発電機として用いられるとともに、エンジン 1 1 を始動するための電動機としても用いられる。モータジェネレータ 1 4 は、主として電動機として動作し、駆動軸 3 0 を駆動する。一方で、車両の制動時や降坂走行時には、モータジェネレータ 1 4 は、発電機として動作して回生発電を行なう。

【 0 0 3 2 】

なお、モータジェネレータ 1 3 , 1 4 の両方が本開示に係る「モータ」に相当する。しかし、本開示に係る「モータ」は、ハイブリッド車両の構成によっては 1 台のモータのみで構成されていてもよい。

【 0 0 3 3 】

電力変換器 1 5 は、E C U 1 0 0 から受ける制御信号に基づいて、モータジェネレータ 1 3 とバッテリー 5 0 との間で双方向の直流 / 交流電力変換を実行する。同様に、電力変換器 1 6 は、E C U 1 0 0 から受ける制御信号に基づいて、モータジェネレータ 1 4 とバッテリー 5 0 との間で双方向の直流 / 交流電力変換を実行する。これにより、モータジェネレータ 1 3 , 1 4 は、バッテリー 5 0 との間での電力の授受を伴って、電動機として動作するための正トルクまたは発電機として動作するための負トルクを出力することができる。電力変換器 1 5 , 1 6 は、たとえばインバータ (図示せず) によって構成される。なお、バッテリー 5 0 と電力変換器 1 5 , 1 6 との間に、直流電圧変換のための昇圧コンバータ (図示せず) を配置してもよい。

10

【 0 0 3 4 】

バッテリー 5 0 は、再充電可能な二次電池であり、たとえば、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池等の二次電池である。バッテリー 5 0 は、電力変換器 1 5 , 1 6 へ電力を供給する。また、バッテリー 5 0 は、モータジェネレータ 1 3 および / またはモータジェネレータ 1 4 の発電時に発電電力を受けて充電される。さらに、バッテリー 5 0 は、インレット 7 0 を通じて車両外部の電源 (図示せず) から供給される電力を受けて充電され得る。

20

【 0 0 3 5 】

バッテリー 5 0 には、電圧センサ 5 1 と電流センサ 5 2 とが設けられている。電圧センサ 5 1 は、バッテリー 5 0 の電圧 V_B を検出し、その検出値を E C U 1 0 0 へ出力する。電流センサ 5 2 は、バッテリー 5 0 に入出力される電流 I_B を検出し、その検出値を E C U 1 0 0 へ出力する。なお、電流 I_B については、バッテリー 5 0 からの出力 (放電) を正值とし、バッテリー 5 0 への入力 (充電) を負値とする。バッテリー 5 0 の残存容量は、バッテリー 5 0 の満充電状態に対する現在の蓄電量を百分率で表した S O C によって示される。S O C (実 S O C) は、たとえば、電圧センサ 5 1 および / または電流センサ 5 2 の検出値に基づいて算出される。

30

【 0 0 3 6 】

充電器 6 0 は、インレット 7 0 に電氣的に接続される車両外部の電源 (図示せず) からの電力をバッテリー 5 0 の電圧レベルに変換してバッテリー 5 0 へ出力する。本明細書では、車両外部の電源 (外部電源) から供給された電力によるバッテリー 5 0 の充電を「外部充電」とも称する。充電器 6 0 は、たとえば整流器やインバータを含んで構成される。なお、外部電源からの受電方法は、インレット 7 0 を用いた接触受電に限定されず、インレット 7 0 に代えて受電用コイル等を用いて外部電源から非接触で受電してもよい。

40

【 0 0 3 7 】

E C U 1 0 0 は、C P U (Central Processing Unit)、記憶装置、入出力ポート等を含み (いずれも図示せず)、車両 1 における各機器の制御を行なう。なお、これらの制御については、ソフトウェアによる処理に限られず、専用のハードウェア (電子回路) で処理することも可能である。

【 0 0 3 8 】

E C U 1 0 0 による主要な制御として、車両駆動トルク、車両駆動パワーおよび充電要求パワーの算出が挙げられる。より詳細には、E C U 1 0 0 は、車速と、アクセルペダルの操作量に応じたアクセル開度とに基づいて車両駆動トルク (要求値) を算出し、算出された車両駆動トルクに基づいて車両駆動パワー (要求値) を算出する。また、E C U 1 0 0

50

は、バッテリー50のSOCに基づいてバッテリー50の充電要求パワーをさらに算出し、車両駆動パワーに充電要求パワーを加えたパワー（以下、「車両パワー」と称する）を発生するように車両駆動装置10を制御する。

【0039】

ECU100は、車両パワーが小さいときは、エンジン11を停止させてモータジェネレータ14のみで走行（EV走行）するように車両駆動装置10を制御する。これにより、バッテリー50は放電し、実SOCが減少する。車両パワーが大きくなると、ECU100は、エンジン11を作動させて走行（HV走行）するように車両駆動装置10を制御する。このとき、エンジン11の出力が車両パワーよりも大きければバッテリー50は充電され、車両パワーがエンジン出力よりも大きければバッテリー50は放電する。

10

【0040】

そして、ECU100は、HV走行を許容しつつもEV走行を主体的に行なうことによって実SOCを積極的に消費するモード（EVモード）と、HV走行とEV走行とを適宜切り替えることによって実SOCを維持するモードとを選択的に適用して車両1の走行を制御する。後者のモードは、HVモードとHVSモードとを含む。各モードについては、後ほど詳しく説明する。

【0041】

また、ECU100は、外部充電の実施中、インレット70に電氣的に接続される外部電源から供給される電力をバッテリー50の電圧レベルに変換してバッテリー50へ出力するように充電器60を制御する。

20

【0042】

さらに、ECU100は、バッテリー50の充放電に伴うバッテリー50の塩濃度の継続的な偏りに起因するバッテリー50の劣化（ハイレート劣化）の進行度合いを示す評価値Dを算出する。評価値Dの算出方法については後ほど詳しく説明するが、この評価値Dは、バッテリー50が充電過多の使われ方をすることによって塩濃度の偏りが生じた場合には負の値を示し、バッテリー50が放電過多の使われ方をすることによって塩濃度の偏りが生じた場合には正の値を示す。

【0043】

ハイレート劣化は、SOCが低い領域で電池が使用されると促進される特性を有する。これは、SOCが低い領域では、負極の膨張・収縮が大きくなり、電極体内の電解液が押し出されやすくなるので、電極体内に塩濃度差が生じやすくなるためと考えられる。また、一般に、ハイレート劣化は、特に二次電池が低SOC領域で充電過多の使われ方がされた場合に促進されるため、以下では評価値Dが負値であるとして説明する。本実施の形態では、評価値Dによりハイレート劣化が進行していると評価される場合に、目標SOCを引き上げることによって実SOCを上昇させる。このようなSOC制御を「ハイレート劣化抑制制御」とも称する。以下、ハイレート劣化抑制制御について詳細に説明する。

30

【0044】

<ハイレート劣化抑制制御>

図2は、バッテリー50のSOCの推移の一例を示した図である。図2では、横軸に経過時間が示され、縦軸にバッテリー50のSOC（実SOC）が示されている。図2を参照して、外部充電によりバッテリー50が満充電状態（SOC = MAX）となった後、時刻t0においてEVモードでの走行が開始されたものとする。

40

【0045】

EVモードは、実SOCを積極的に消費するモードであり、基本的には、バッテリー50に蓄えられた電力（主には外部充電による電気エネルギー）を消費するものである。EVモードでの走行時には、実SOCを維持するためにはエンジン11は作動しない。具体的には、たとえば、EVモード中はバッテリー50の充電要求パワーが0（零）に設定される。これにより、車両の減速時等に回収される回生電力やエンジン11の作動に伴い発電される電力により一時的に実SOCが増加することはあるものの、結果的に充電よりも放電の割合の方が相対的に大きくなり、全体としては走行距離の増加とともに実SOCが減少す

50

る。

【0046】

なお、EVモードにおいても、車両パワー（車両駆動パワー）がエンジン始動閾値を超えれば、エンジン11は作動する。また、車両パワーがエンジン始動閾値を超えていなくても、エンジン11や排気触媒の暖機時などエンジン11の作動が許容される場合もある。すなわち、EVモードにおいても、EV走行とHV走行とが可能である。なお、このようなEVモードは、「CD（Charge Depleting）モード」と称されることもある。

【0047】

時刻 t_3 において、実SOCが下限SOCである下限値 LL_0 まで低下すると、EVモードからHVモードに制御モードが切り替えられる（時刻 t_1 から時刻 t_2 までのHVSモードについては後述する）。HVモードは、図2では下限値 LL_0 に設定された下限SOCに実SOCが維持されるように、目標SOCを調整するモードである。具体的には、実SOCが下限値 LL_0 よりも低下すると、実SOCを維持するためにエンジン11が作動し（HV走行）、実SOCが上昇するとエンジン11が停止する（EV走行）。このように、下限SOCは、EVモードの制御開始閾値であり、本開示に係る「閾値」に相当する。

10

【0048】

なお、HVモードにおいても、実SOCが高くなればエンジン11は停止する。すなわち、HVモードは、エンジン11を常時作動させて走行するHV走行に限定されるものではなく、HVモードにおいても、EV走行とHV走行とが可能である。

【0049】

HVSモードは、ユーザの要求（ユーザ操作）に従って、実SOCが下限SOC（ここでは下限値 LL_0 ）よりも高い状態に維持されるように目標SOCが調整されるモードである。この例では、時刻 t_1 においてユーザの要求があり、要求が解除される時刻 t_2 まで実SOCがユーザ要求時の値 SC_1 （ $SC_1 > LL_0$ ）に制御（維持）される。なお、HVSモードへの移行要求および解除は、たとえば、ユーザが操作可能な操作ボタンまたはスイッチ（図示せず）等により入力される。

20

【0050】

HVSモードでは、実SOCが値 SC_1 よりも低下するとエンジン11が作動し（HV走行）、実SOCが上昇するとエンジン11が停止する（EV走行）。つまり、HVSモードでも、実SOCを維持するためにエンジン11が作動するが、HVモードと同様に、実SOCが高くなればエンジン11は停止する。なお、実SOCが維持されるHVモードおよびHVSモードは、纏めて「CS（Charge Sustaining）モード」と称されることもある。

30

【0051】

HVモードおよびHVSモードにおいては、実SOCに基づいてバッテリー50の充電要求パワーが算出される。たとえば、実SOCと目標SOC（HVモードでは下限値 LL_0 、HVSモードでは値 SC_1 ）との偏差に基づいて、バッテリー50の充放電要求パワーが決定される。そして、車両駆動パワーに充電要求パワーを加えたパワー（車両パワー）を発生するように車両駆動装置10が制御される。これにより、HVモードにおいては、下限値 LL_0 の近傍に実SOCが制御され、HVSモードにおいては、所定値 SC_1 の近傍に実SOCが制御される。

40

【0052】

図2に示す時刻 t_4 において、HVモードが選択されている場合に、ハイレート劣化の評価値 D によりハイレート劣化が進行していると評価されると、ハイレート劣化抑制制御が実行され、目標SOCが下限値 LL_0 から所定値 SC_2 （ $SC_2 > LL_0$ ）に高められる。なお、一例として、下限値 LL_0 がSOC = 20%程度に設定されるのに対し、所定値 SC_2 はSOC = 50%程度に設定される。

【0053】

図3は、ハイレート劣化の評価値 D と目標SOCとの関係の一例を示した図である。図3を参照して、HVモードが選択されている場合に評価値 D が負値として増加し、時刻

50

t 4において評価値 D が判定値 D 0 (< 0) に達すると、目標 S O C が下限値 L L 0 から所定値 S C 2 に引き上げられる。

【 0 0 5 4 】

H Vモードでの走行中には、目標 S O Cの方がバッテリー 5 0の実 S O Cよりも高くなり得る。目標 S O Cが実 S O Cよりも高い場合には目標 S O Cを維持し、エンジン 1 1の作動による発電等により実 S O Cが上昇して目標 S O Cに達すると、目標 S O Cを所定量 (S C 2と L L 0との差よりも十分に小さい量)だけ引き上げる(詳細は後述)。これにより、目標 S O Cが S C 2に向けて徐々に(微視的に見ると段階的に)引き上げられることとなる。なお、実 S O Cおよび目標 S O Cは図 2 に示したように変動し得るが、以下では理解を容易にするため、そのような時間変動については図示を省略する。

10

【 0 0 5 5 】

再び図 2 を参照して、時刻 t 5において外部充電が開始され、実 S O Cが上昇する。時刻 t 6においてバッテリー 5 0が満充電状態 (S O C = M A X) に達すると、外部充電が終了する。その後、時刻 t 6において、外部充電が終了し、ハイレート劣化抑制制御が非実行とされ、E Vモードが選択される。

【 0 0 5 6 】

< 目標 S O C の引き上げ >

図 3 では、実 S O C と目標 S O C とが一致する典型的な車両 1 の走行状況について説明した。以下では、ハイレート劣化抑制制御の実行中の車両 1 が長い坂を下る状況を想定する。

【 0 0 5 7 】

車両 1 の降坂走行が長時間行なわれると、モータジェネレータ 1 4 の回生発電によりバッテリー 5 0 が充電されるため、実 S O C が目標 S O C を大きく上回り得る。ユーザは、長い降坂走行中の回生発電に伴い十分な電力量が回収されたとして、降坂走行の終了後に、ある程度の E V 走行が行なわれることを期待する。しかしながら、ハイレート劣化抑制制御では目標 S O C が引き上げられている。そのため、ハイレート劣化抑制制御を非実行の場合と比べて、目標 S O C が引き上げられた分だけ実 S O C と目標 S O C との差が小さくなる。

20

【 0 0 5 8 】

図 4 は、目標 S O C の引き上げを説明するための概念図である。図 4 (A) および図 4 (B) では、実 S O C の変化を棒線グラフで示し、目標 S O C の変化を折線グラフで示している。

30

【 0 0 5 9 】

図 4 (A) に比較例として示すように、降坂走行中の回生発電により上昇した実 S O C に追従するように目標 S O C を引き上げることも考えられる。しかし、そうすると、降坂走行終了後に実 S O C が低下すると、実 S O C が直ちに目標 S O C を下回り、エンジン 1 1 が作動されることとなる。その結果、降坂走行により回生発電が行なわれたにも拘らずエンジン 1 1 が作動し、E V 走行がほとんど行なわれなかったとの違和感をユーザに与える可能性がある。

【 0 0 6 0 】

そこで、本実施の形態では、図 4 (B) に示すように、ハイレート劣化抑制制御の実行開始後に実 S O C が上昇した場合に、その実行開始後の実 S O C 上昇量のうちの一部については目標 S O C の引き上げに反映させず、E V 走行のために確保する構成を採用する。より詳細には、実 S O C 上昇量に対して所定の割合 X [単位 : %] については E V 走行のために確保し、残りの割合 (1 0 0 - X) だけ目標 S O C を引き上げる。なお、割合 (1 0 0 - X) は、本開示に係る「係数」の一例に相当する。

40

【 0 0 6 1 】

図 5 は、本実施の形態における目標 S O C の引き上げを説明するためのタイムチャートである。図 5 (A) には、実 S O C の時間変化の一例が示されている。ある時刻 t 1 0 から時刻 t 1 1 までは E V モードが選択されていたものとする。時刻 t 1 1 にて実 S O C が下限値 L L 0 に達し、制御モードが E V モードから H V モードへと切り替えられる。その後

50

、時刻 t_{12} においてハイレート劣化抑制制御が開始される。

【0062】

図5(B)には比較例における目標SOCの時間変化が示されている。この比較例では、実SOCの上昇に追従するように目標SOCが引き上げられている。

【0063】

これに対し、本実施の形態においては図5(C)に示すように、比較例と比べて、実SOCの上昇に伴う目標SOCの引き上げが抑制される。より具体的には、実SOCおよび目標SOCが所定の演算周期(たとえば100ミリ秒、以下、周期と略す)毎に算出される
ところ、実SOC上昇量に割合Xを乗算した値だけ実SOC上昇量よりも小さい値に目標SOCの引き上げ量が設定される。このように、各周期における実SOC上昇量に対し、
まず、割合XをEV走行のために確保しておき、余った割合(100-X)だけ目標SOCが引き上げられる。

10

【0064】

<機能ブロック>

図6は、ECU100の機能ブロック図である。図6を参照して、ECU100は、SOC算出部101と、ダメージ量算出部102と、評価値算出部103と、記憶部104と、割合算出部105と、判定部106と、SOC制御部107と、モード制御部108と、走行制御部109と、外部充電制御部110とを含む。

【0065】

SOC算出部101は、電圧センサ51によって検出されるバッテリー50の電圧VBおよび/または電流センサ52によって検出されるバッテリー50の電流IBに基づいて実SOCを算出する。SOCの具体的な算出方法については、電流IBの積算値を用いる手法や、バッテリー50の開回路電圧(OCV: Open Circuit Voltage)とSOCとの関係を示すOCV-SOCカーブを用いる手法等、種々の公知の手法を用いることができる。

20

【0066】

ダメージ量算出部102は、バッテリー50に対して入出力される電流IBとその通電時間とに基づいて、バッテリー50内の塩濃度の偏りに起因したバッテリー50のダメージ量Dを算出する。ダメージ量Dは、たとえば、以下の式(1)に基づいて、所定の周期 t で算出される。

$$D(N) = D(N-1) - \alpha \times t \times D(N-1) + (\beta / C) \times I_B \times t \quad \dots (1)$$

30

【0067】

ここで、 $D(N)$ はダメージ量Dの今回演算値を示し、 $D(N-1)$ は、周期 t 前に算出されたダメージ量Dの前回演算値を示す。 $D(N-1)$ は、前回演算時に記憶部104に記憶され、今回演算時に記憶部104から読み出される。

【0068】

式(1)における右辺第2項の $\alpha \times t \times D(N-1)$ は、ダメージ量Dの減少項であり、塩濃度の偏りが緩和するときの成分を示す。 α は忘却係数であり、バッテリー50の電解液中におけるイオンの拡散速度に対応する係数である。拡散速度が高いほど、忘却係数は大きくなる。 $\alpha \times t$ の値は、0から1までの値となるように設定される。このダメージ量Dの減少項は、忘却係数 α が大きいほど(すなわちイオンの拡散速度が高いほど)、また、周期 t が長いほど、大きな値となる。

40

【0069】

忘却係数 α は、実SOCやバッテリー50の温度に依存する。忘却係数 α と、実SOCおよび温度との対応関係を実験等によって予め求めて記憶部104に記憶しておき、演算時の実SOCおよび温度に基づいて忘却係数 α が設定される。なお、忘却係数 α は、たとえば、バッテリー50の温度が同じであれば実SOCが高いほど大きい値に設定され、実SOCが同じであればバッテリー50の温度が高いほど大きい値に設定され得る。

【0070】

式(1)における右辺第3項の $(\beta / C) \times I_B \times t$ は、ダメージ量Dの増加項であり

50

、塩濃度の偏りが発生するときの成分を示す。は電流係数であり、Cは限界閾値を示す。このダメージ量Dの増加項は、電流IBが大きいほど、また、周期tが長いほど、大きな値となる。

【0071】

電流係数および限界閾値Cは、実SOCやバッテリー50の温度に依存する。電流係数および限界閾値Cの各々と、実SOCおよび温度との対応関係を実験等によって予め求めて記憶部104に記憶しておき、演算時の実SOCおよび温度に基づいて、電流係数および限界閾値Cが設定される。なお、限界閾値Cは、たとえば、バッテリー50の温度が同じであれば実SOCが高いほど大きい値に設定され、実SOCが同じであればバッテリー50の温度が高いほど大きい値に設定される。

10

【0072】

このように、塩濃度の偏りの発生および緩和をそれぞれ上記の増加項および減少項で表して現在のダメージ量Dを算出することにより、ハイレート劣化の要因と考えられる塩濃度の偏りの変化(増減)を適切に把握することができる。

【0073】

評価値算出部103は、バッテリー50のハイレート劣化の進行度合いを示す評価値Dを算出する。ハイレート劣化の進行状態は、ダメージ量算出部102によって算出されるダメージ量Dの積算値を用いて評価される。評価値Dは、たとえば、以下の式(2)に基づいて算出される。

$$D(N) = \alpha \times D(N-1) + \beta \times D(N) \dots (2)$$

20

【0074】

式(2)において、D(N)は、評価値の今回演算値を示し、D(N-1)は、周期t前に算出された評価値の前回演算値を示す。は減衰係数であり、は補正係数である。D(N-1)は、前回演算時に記憶部104に記憶され、今回演算時に記憶部104から読み出される。およびも、記憶部104に予め記憶され、今回演算時に記憶部104から読み出される。

【0075】

減衰係数は、1よりも小さい値に設定される。時間の経過に伴うイオンの拡散によって塩濃度の偏りが緩和されるので、今回の評価値D(N)を算出するときに、前回の評価値D(N-1)が減少していることを考慮するものである。補正係数は、適宜設定される。

30

【0076】

割合算出部105は、評価値算出部103によって算出された評価値Dに基づいて、目標SOCの引き上げ量を決定するための割合Xを算出する。算出された割合Xは、SOC制御部107に出力される。

【0077】

図7は、評価値Dと割合Xとの間の関係を説明するための図である。図7において、横軸は評価値Dの絶対値を示す。縦軸は、上から順に、割合X、および、目標SOCの引き上げ量を示している。

【0078】

評価値Dの絶対値が大きいことはバッテリー50のハイレート劣化が進行していることを意味しており、目標SOCを引き上げる必要性が高い。したがって、図7に示すように、ハイレート劣化抑制制御の実行を開始する下限SOCよりも評価値Dの絶対値が大きい範囲において、評価値Dの絶対値が大きいほどEV走行の確保のための割合Xを低くし、目標SOCの引き上げのための割合(100-X)(本開示に係る「係数」に相当)を高くする。これにより、目標SOCが迅速に引き上げられ、低SOC領域での充放電が速やかに回避されることになるので、ハイレート劣化が抑制される。このように、バッテリー50のハイレート劣化が進行していることが評価値Dにより示される場合には、バッテリー50の保護をユーザの違和感抑制よりも優先させることが望ましい。

40

【0079】

50

図 7 のような関係を示すマップ（または関係式や関数）が記憶部 104 に予め記憶されている。このマップを参照することにより、評価値 D から割合 X が算出される。なお、図 7 には割合 X が線形に変化する例を示すが、割合 X は、評価値 D の絶対値が大きくなるに従って非線形（たとえば曲線的）に減少してもよいし、ステップ的に減少してもよい。

【0080】

図 6 を再び参照して、判定部 106 は、評価値算出部 103 によって算出された評価値 D が判定値 D0 に達しているか否かを判定する。前述のように、ハイレート劣化は、特に、低 SOC 領域で充電方向の電流が流れると促進される特性を有するところ、判定部 106 は、評価値 D が負方向に増加して判定値 D0 を下回っているか否かを判定する。

【0081】

SOC 制御部 107 は、モード制御部 108 から制御モードの選択情報を受けるとともに、判定部 106 における判定結果を判定部 106 から受ける。そして、SOC 制御部 107 は、HV モードが選択されており、かつ、判定部 106 において評価値 D が判定値 D0 に達していると判定されている場合に、バッテリー 50 の目標 SOC を下限値 LL0 から所定値 SC2 ($SC2 > LL0$) へ高める（ハイレート劣化抑制制御）。

【0082】

モード制御部 108 は、EV モード、HV モードおよび HVS モードの切替を制御する。具体的には、外部充電が終了すると、モード制御部 108 は、EV モードを選択する。EV モードでの走行により実 SOC が下限 SOC まで減少すると、モード制御部 108 は、EV モードから HV モードに切り替える。また、モード制御部 108 は、ユーザの要求に従って HVS モードを選択する。EV モード中にユーザ要求があった場合には、目標 SOC がそのときの値に維持される。HV モード中にユーザ要求があった場合には、たとえば、下限値 LL0 よりも所定量だけ高い値に目標 SOC を維持するようにしてもよいし、HVS モードへの切替を不可としてもよい。

【0083】

走行制御部 109 は、車速とアクセル開度とに基づいて車両駆動パワー（要求値）を算出する。また、走行制御部 109 は、モード制御部 108 から制御モードの選択情報を受け、HV モードまたは HVS モードが選択されている場合には、実 SOC に基づいてバッテリー 50 の充電要求パワーをさらに算出し、車両駆動パワーに充電要求パワーを加えた車両パワーを算出する。なお、EV モードが選択されている場合には、走行制御部 109 は、車両駆動パワーを車両パワーとする。

【0084】

そして、車両パワーがエンジン始動閾値よりも小さいときは、走行制御部 109 は、EV 走行を行なうように車両駆動装置 10 を制御する。一方、車両パワーがエンジン始動閾値以上であるときは、走行制御部 109 は、エンジン 11 を作動させて HV 走行を行なうように車両駆動装置 10 を制御する。このとき、エンジン 11 の出力が車両パワーよりも大きければバッテリー 50 は充電され、車両パワーの方がエンジン出力よりも大きければバッテリー 50 は放電する。

【0085】

また、車両の制動時や降坂走行時には、走行制御部 109 は、モータジェネレータ 14 が発電して制動力を発生するように車両駆動装置 10（モータジェネレータ 14 および電力変換器 16）を制御する。

【0086】

外部充電制御部 110 は、インレット 70 に外部電源が接続されている場合に、所定の充電実行条件が成立すると、外部充電を実施する。具体的には、外部充電制御部 110 は、インレット 70 に電氣的に接続される外部電源からの電力をバッテリー 50 の電圧レベルに変換してバッテリー 50 へ出力するように充電器 60 を制御する。

【0087】

<ハイレート劣化抑制制御の処理フロー>

図 8 は、ハイレート劣化抑制制御の開始条件を説明するためのフローチャートである。な

10

20

30

40

50

お、図8ならびに後述する図9、図10、図13および図15に示すフローチャートに含まれる各ステップ(以下、Sと略す)は、所定の周期毎にメインルーチンから呼び出されてECU100により実行される。

【0088】

図8を参照して、ECU100は、バッテリー50に入出力される電流IBを電流センサ52により検出する(S10)。次いで、ECU100は、実SOCを算出する(S20)。SOCの算出には、前述のように種々の公知の手法を用いることができる。

【0089】

S30において、ECU100は、S10にて検出された電流IB、およびS20にて算出された実SOCに基づき、上記式(1)に従ってバッテリー50のダメージ量Dを算出する。さらに、ECU100は、上記式(2)を用いて、S30にて算出されたダメージ量Dに基づいて、バッテリー50のハイレート劣化の進行度合いを示す評価値Dを算出する(S40)。

【0090】

次いで、ECU100は、評価値Dが判定値D0未満であるか否かを判定する(S50)。そして、評価値Dが判定値D0未満であると判定されると(S50においてYES)、ECU100は、ハイレート劣化抑制制御を実行するための制御実行フラグをオンにする(S60)。これにより、図11にて説明するように、目標SOCが下限値LL0から最終的に所定値SC2(図2および図3参照)へと引き上げられることとなる。

【0091】

図9は、ハイレート劣化抑制制御の終了条件を説明するためのフローチャートである。図9を参照して、S70において、ECU100は、ハイレート劣化抑制制御の実行を示す制御実行フラグがオンされているか否かを判定する。制御実行フラグが既にオフである場合(S70においてNO)は、ハイレート劣化抑制制御は実行されていないので、リターンへと処理が戻される。

【0092】

S70において制御実行フラグがオンであると判定されると(S70においてYES)、ECU100は、外部充電が完了したか否かを判定する(S81)。たとえば、外部電源側の充電コネクタがインレット70(図1参照)から切り離されると、外部充電が完了したものと判定される。外部充電が完了したと判定されると(S81においてYES)、ECU100は、制御実行フラグをオフにする(S90)。これにより、ハイレート劣化抑制制御は非実行とされる。そうすると、目標SOCも、引き上げ後の値から通常時(ハイレート劣化抑制制御の非実行時)の下限値LL0へと復帰する。

【0093】

外部充電が完了していない(外部充電が開始されていない場合を含む)と判定されると(S81においてNO)、ECU100は、たとえば連続した降坂走行に伴い、モータジェネレータ14の回生発電が所定期間継続したか否かを判定する(S82)。モータジェネレータ14の回生発電が所定期間継続したと判定されると(S82においてYES)、ECU100は、制御実行フラグをオフにすることで、ハイレート劣化抑制制御を非実行とする(S90)。

【0094】

モータジェネレータ14の回生発電が所定期間継続していないと判定された場合(S82においてNO)、ECU100は、実SOCが所定値よりも高いか否かを判定する(S83)。この所定値は、ハイレート劣化抑制制御を非実行としても、その後のEVモードにおける継続的な放電によりハイレート劣化の回復が期待できるレベルに設定される。そして、実SOCが所定値よりも高いと判定されると(S83においてYES)、ECU100は、S150へと処理を移行し、制御実行フラグをオフにする。すなわち、ハイレート劣化抑制制御は非実行とされる。なお、このようなケースは、たとえば、ハイレート劣化抑制制御の実行中にモータジェネレータ14による回生発電が断続的に行なわれ(継続してはいないものの)、実SOCが高いレベルまで回復した場合が想定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 5 】

図 1 0 は、本実施の形態におけるハイレート劣化抑制制御、および、それに関連する制御モード切替処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。図 1 0 を参照して、S 1 1 0 において、E C U 1 0 0 は、ハイレート劣化抑制制御の実行 / 非実行を管理するための制御実行フラグがオンされているか否かを判定する。制御実行フラグがオフである場合は (S 1 1 0 において N O)、以降の処理は実行されず、処理がリターンへと返される。この場合、図示しないが目標 S O C は、H V モードが選択されているときには下限値 L L 0 に設定され、H V S モードが選択されているときにはユーザ要求時の値 (図 2 の例では S C 1) に設定される。

【 0 0 9 6 】

S 1 1 0 において制御実行フラグがオンであると判定されると (S 1 1 0 において Y E S)、E C U 1 0 0 は、処理を S 1 2 0 に進め、車両 1 の制御モードを判定する。図 2 では E V モード、H V モードおよび H V S モードの 3 つの制御モードについて説明したが、このフローチャートでは E V モードおよび H V モードについて説明し、H V S モードについては後述する。

【 0 0 9 7 】

制御モードが E V モードである場合 (S 1 2 0 において「E V モード」)、E C U 1 0 0 は、下限 S O C の制御は行なわないため、下限 S O C は一定に維持される。そして、E C U 1 0 0 は、実 S O C と下限 S O C との差が基準値 R E F 1 以下であるか否かを判定する (S 1 3 1)。実 S O C と下限 S O C との差が基準値 R E F 1 以下になると (S 1 3 1 において Y E S)、E C U 1 0 0 は、制御モードを E V モードから H V モードに切り替える (S 1 3 2)。実 S O C と下限 S O C との差が基準値 R E F 1 よりも大きい場合 (S 1 3 1 において N O) には、S 1 3 2 の処理がスキップされて制御モードの切替は行なわれず、制御モードが E V モードに維持される。

【 0 0 9 8 】

S 1 2 0 において制御モードが H V モードである場合 (S 1 2 0 において「H V モード」)、E C U 1 0 0 は、処理を S 1 4 0 に進め、実 S O C が目標 S O C 以上であるか否かを判定する。

【 0 0 9 9 】

実 S O C が目標 S O C 未満である場合 (S 1 4 0 において N O) には、実 S O C が目標 S O C に達するまでは、H V 走行 (エンジン 1 1 の作動によるモータジェネレータ 1 3 の発電等) により直ちに目標 S O C を引き上げなくてよいとして、E C U 1 0 0 は、目標 S O C を維持する (S 1 5 0)。下限 S O C についても一定に維持される。

【 0 1 0 0 】

一方、実 S O C が目標 S O C 以上である場合 (S 1 4 0 において Y E S)、E C U 1 0 0 は、S 4 0 (図 8 参照) にて算出された評価値 D に基づいて、目標 S O C の引き上げ量を決定するための割合 X を算出する (S 1 4 1)。割合 X の算出手法については図 7 にて詳細に説明したため、ここでは説明は繰り返さない。

【 0 1 0 1 】

そして、E C U 1 0 0 は、S 1 4 1 にて算出された割合 X に基づいて目標 S O C を引き上げる。具体的には、今回の周期における実 S O C 上昇量に割合 (1 0 0 - X) を乗算することで補正した値を目標 S O C の引き上げ量とする (S 1 4 2)。そして、前回の周期における目標 S O C に当該目標 S O C の引き上げ量を加算することによって、今回の周期における目標 S O C を算出する (S 1 4 3)。これにより、実 S O C 上昇量に割合 X を乗算した値 (S O C または電力量) が H V モードにおける E V 走行のために確保される。

【 0 1 0 2 】

さらに、E C U 1 0 0 は、下限 S O C についても、目標 S O C の引き上げに追従するように下限値 L L 0 から引き上げる (S 1 4 4)。具体的には、E C U 1 0 0 は、前回の周期における下限 S O C に目標 S O C の引き上げ量 (S 1 4 2 にて算出された値) を加算することによって、今回の周期における下限 S O C を算出する。下限 S O C も目標 S O C と同

10

20

30

40

50

様に引き上げることにより、その後に車両 1 の制御モードが EV モードに切り替えられた場合であっても、実 SOC が引き上げ後の下限 SOC ($> LL0$) 近傍までしか低下しなくなる (S131 参照)。その結果、EV モードにおいても低 SOC 領域内でのバッテリー 50 の充放電が回避され、バッテリー 50 のハイレート劣化の進行を一層確実に抑制することができる。

【0103】

その後、S145 において、ECU100 は、実 SOC と下限 SOC との差が基準値 REF2 以上であるか否かを判定する。基準値 REF2 とは、下限 SOC に対して実 SOC に余裕があり、バッテリー 50 の蓄電量を消費して一定程度の走行 (EV 走行) が可能な値である。実 SOC と下限 SOC との差が基準値 REF2 以上である場合 (S145 において YES)、ECU100 は、制御モードを HV モードから EV モードに切り替える (S145)。実 SOC と下限 SOC との差が基準値 REF2 未満である場合 (S144 において NO) には、S145 の処理がスキップされて制御モードの切替は行なわれず、制御モードが HV モードに維持される。

10

【0104】

以上のように、本実施の形態においては、HV モードにおいてハイレート劣化抑制制御を実行する場合に、継続的なモータジェネレータ 14 の回生発電に伴い実 SOC が上昇するときにも目標 SOC が引き上げられる。目標 SOC の引き上げ量は、回生発電に伴う実 SOC 上昇量よりも小さく設定される。これにより、実 SOC 上昇量と目標 SOC の引き上げ量との差に相当する SOC (電力量) が HV モードにおける EV 走行のために確保されることとなる。その結果、長期間、回生発電が行なわれたにも拘らず EV 走行が行なわれないとのユーザの違和感を抑制することができる。

20

【0105】

より詳細に、目標 SOC の引き上げ量は、実 SOC 上昇量に対して割合 ($100 - X$) となるように定められる。この割合 ($100 - X$) は、評価値 D の絶対値が大きくなるほど高く設定される (図 7 参照)。これにより、バッテリー 50 のハイレート劣化が進行しているほど、目標 SOC の引き上げ量が大きくなる。このように、バッテリー 50 の劣化の進行度合いによっては目標 SOC を迅速に引き上げることで、ハイレート劣化のさらなる進行を抑制することができる。

【0106】

また、HV モードでのハイレート劣化抑制制御の実行中には、目標 SOC が引き上げられるだけでなく下限 SOC も引き上げられる。下限 SOC も引き上げることで、EV モードにおける実 SOC の低下 (バッテリー 50 の蓄電量の消費) が引き上げ後の下限 SOC 近傍までに抑制される。その結果、下限 SOC の引き上げ前の低 SOC 領域 (下限値 LL0 近傍) でのバッテリー 50 の充放電が回避されるので、ハイレート劣化の進行を一層確実に抑制することができる。

30

【0107】

なお、以上ではモータジェネレータ 14 の回生発電を例に説明したが、これ以外にも実 SOC が目標 SOC を継続的に上回る状況は生じ得る。たとえば、低温環境下において暖房性能を高めるためにエンジン 11 が作動し、それに伴いモータジェネレータ 13 の発電が長期間行なわれる場合には、実 SOC が目標 SOC を上回る可能性がある。このような場合にも図 5 ~ 図 10 にて説明した一連の制御は適用可能である。

40

【0108】

[変形例 1]

実施の形態では、モータジェネレータ 13, 14 の発電によりバッテリー 50 の SOC (実 SOC) が上昇する状況について説明した。実施の形態の変形例 1 においては、外部充電により実 SOC が上昇する状況下における目標 SOC および下限 SOC の制御について説明する。

【0109】

図 11 は、実施の形態の変形例 1 におけるハイレート劣化抑制制御を説明するための概念

50

図である。図 1 1 を参照して、外部充電により実 SOC が上昇した場合に、本変形例では、目標 SOC (実線で示す) を実 SOC (棒グラフで示す) に追従させる一方で、下限 SOC (1 点鎖線で示す) は外部充電開始時の値に維持する。これにより、以下に説明するように、外部充電による実 SOC 上昇量 (白抜きで示す) が EV モードにおける EV 走行のために確保されることとなる。

【 0 1 1 0 】

図 1 2 は、実施の形態の変形例 1 におけるハイレート劣化抑制制御を示すタイムチャートである。図 1 2 および後述する図 1 4 において、横軸は経過時間を示し、縦軸はバッテリー 5 0 の SOC を示す。

【 0 1 1 1 】

図 1 2 (A) を参照して、この例では、時刻 t_{20} から時刻 t_{21} までの期間、制御モードとして HV モードが選択されている。また、時刻 t_{20} よりも前にハイレート劣化抑制制御が開始されており、目標 SOC および下限 SOC が所定値 SC_2 まで引き上げられているものとする。実 SOC も目標 SOC (ここでは SC_2) まで上昇している。

【 0 1 1 2 】

時刻 t_{21} から時刻 t_{22} までの期間、車両 1 の外部充電が実施され、時刻 t_{22} においてバッテリー 5 0 が満充電状態 (SOC = MAX) に至る。そうすると、ハイレート劣化抑制制御が解除されるとともに、EV モードが選択される。

【 0 1 1 3 】

外部充電中の目標 SOC は、実 SOC の上昇に追従するように MAX まで引き上げられる。その一方で、下限 SOC は、実 SOC および目標 SOC の上昇には追従せずに所定値 SC_2 に維持される。

【 0 1 1 4 】

EV モードにおける車両 1 の EV 走行距離は、実 SOC と、EV モードの制御開始閾値である下限 SOC との差 (= 実 SOC - 下限 SOC) に基づいて算出される。そのため、外部充電中にも下限 SOC を上昇させた場合、外部充電を実施したにも拘らず EV 走行距離が回復していないとの違和感をユーザに与え得る。これに対し、下限 SOC を所定値 SC_2 に維持することで、外部充電により実 SOC が上昇した分だけ上記の差が増加する。これにより、ユーザは、外部充電により EV 走行距離が回復したことを、たとえば、図示しないマルチインフォメーションディスプレイ (MID : Multi Information Display) 上で確認することができる。このように、変形例 1 によれば、外部充電に伴う違和感の発生を抑制することができる。

【 0 1 1 5 】

続いて図 1 2 (B) を参照して、外部充電の他の例について説明する。この例においても時刻 t_{24} から時刻 t_{25} までの期間、制御モードとして HV モードが選択されている。一方、ハイレート劣化抑制制御が開始されているものの、目標 SOC および下限 SOC は、所定値 SC_2 には達していないものとする。

【 0 1 1 6 】

時刻 t_{25} において外部充電が開始される。そうすると、実 SOC の上昇に伴い目標 SOC が引き上げられる一方で、下限 SOC は、外部充電開始時 (時刻 t_{25}) における値に維持される。

【 0 1 1 7 】

バッテリー 5 0 が満充電状態に至る前に、時刻 t_{26} において外部充電が終了する。この例では、制御モードが HV モードに復帰し、その後、実施の形態と同様に、車両 1 の降坂走行が行なわれる。降坂走行に伴い実 SOC が目標 SOC を上回るときの目標 SOC の引き上げ量は、モータジェネレータ 1 4 の回生発電に伴う実 SOC 上昇量よりも小さく設定される。目標 SOC の引き上げに伴い、下限 SOC も引き上げられる。

【 0 1 1 8 】

時刻 t_{27} において目標 SOC が所定値 SC_2 に達すると、その後の目標 SOC は所定値 SC_2 に維持される。このとき、下限 SOC の引き上げも停止され、時刻 t_{27} における

10

20

30

40

50

値に維持される。なお、図 12 (B) には、時刻 t_{27} よりも後の時刻に車両 1 の降坂走行が終了し、実 SOC が目標 SOC に向けて低下する様子が示されている。

【 0 1 1 9 】

図 13 は、実施の形態の変形例 1 におけるハイレート劣化抑制制御を示すフローチャートである。このフローチャートは、S 2 2 0 ~ S 2 3 1 の処理を含む点において、実施の形態におけるフローチャート (図 10 参照) と異なる。

【 0 1 2 0 】

図 13 を参照して、S 2 1 0 にて制御実行フラグがオンであると判定されると (S 2 1 0 において Y E S)、E C U 1 0 0 は、処理を S 2 2 0 に進め、車両 1 の外部充電中であるか否かを判定する。車両 1 が外部充電中である場合 (S 2 2 0 において Y E S)、E C U 1 0 0 は、実 SOC の上昇に追従するように目標 SOC を上昇させる (S 2 3 0)。たとえば、前回の周期における実 SOC と、前回の周期における目標 SOC とのうちの高い方の値を今回の周期における目標 SOC として設定することにより、目標 SOC を実 SOC に追従させることができる。その一方で、E C U 1 0 0 は、バッテリー 5 0 の下限 SOC については外部充電開始時の値 (図 12 (A) では S C 2、図 12 (B) では時刻 t_{25} における値) に維持する (S 2 3 1)。

10

【 0 1 2 1 】

なお、車両 1 が外部充電中でない場合 (S 2 2 0 において N O)、E C U 1 0 0 は、図 10 に示した S 1 2 0 に処理を進める。S 1 2 0 以降の処理は、紙面の都合上、図 13 には示していないが、図 10 に示したフローチャートにおける対応する処理とそれぞれ同等である。

20

【 0 1 2 2 】

以上のように、実施の形態の変形例 1 においては、外部充電中には実 SOC が上昇しても下限 SOC が一定に維持される。下限 SOC を維持することで、外部充電を行なった電力量に相当する分だけ実 SOC と下限 SOC との差が増加する。外部充電中にも下限 SOC を引き上げた場合、外部充電を実施したにも拘らず E V 走行距離が回復していないとの違和感をユーザに与え得るが、変形例 1 によれば、そのような違和感の発生を抑制することができる。

【 0 1 2 3 】

[変形例 2]

実施の形態では、E V モードまたは H V モードにおけるハイレート劣化抑制制御について説明した。車両 1 の制御モードには、E V モードおよび H V モードに加えて H V S モードが含まれる。実施の形態の変形例 2 においては、H V S モードにおけるハイレート劣化抑制制御について説明する。

30

【 0 1 2 4 】

図 14 は、H V S モードにおけるハイレート劣化抑制制御を示すタイムチャートである。図 14 に示すように、時刻 t_{31} において、ユーザがたとえばスイッチ (図示せず) を操作することにより、制御モードが E V モードから H V S モードに切り替えられる。H V S モードでは、実 SOC が H V S モードへの切り替え時の値に維持される。

【 0 1 2 5 】

時刻 t_{32} において評価値 D が判定値 D_0 に達し、ハイレート劣化抑制制御が開始され、目標 SOC が引き上げられる。ここでは、車両 1 の降坂走行の継続により、実 SOC が上昇する状況を想定する。目標 SOC の引き上げ量は、実施の形態と同様に、実 SOC 上昇量に割合 ($100 - X$) を乗算した値に設定される。

40

【 0 1 2 6 】

一方、変形例 2 においては、目標 SOC と下限 SOC との差がハイレート劣化抑制制御の実行開始時の値に維持された状態で、目標 SOC の引き上げに伴い下限 SOC も引き上げられる。

【 0 1 2 7 】

目標 SOC には追従させずに下限 SOC を一定に維持することも考えられる。そうすると

50

、実SOCの上昇に伴い実SOCと下限SOCとの差が大きくなり、車両1のEV走行距離が延びる。その一方で、その後、制御モードがHVSモードからEVモードに切り替えられた場合に、相対的に低い値に維持された下限SOCまで実SOCが低下し得るため、バッテリー50のハイレート劣化が進行する可能性がある。

【0128】

これに対し、変形例2においては、下限SOCが引き上げられることで、制御モードがEVモードに切り替えられても実SOCが相対的に高い値(引き上げ後の下限SOC)までしか低下しない。したがって、バッテリー50のハイレート劣化を抑制することができる。また、目標SOCと下限SOCとの差を維持することで、HVSモードへの移行時(ユーザのスイッチ操作時)におけるEV走行距離がほぼ確保されることになるため、下限SOC

10

【0129】

図15は、実施の形態の変形例2におけるハイレート劣化抑制制御、および、それに関連する制御モード切替処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。このフローチャートは、S350～S360の処理を含む点において、実施の形態におけるフローチャート(図10参照)と異なる。

【0130】

図15を参照して、ECU100は、制御モードを判定し(S320)、制御モードがHVSモードである場合(S320において「HVSモード」)、実SOCが目標SOC以上であるか否かを判定する(S350)。実SOCが目標SOC未満である場合(S350においてNO)には、HVSモードにおけるHV走行により実SOCが目標SOCに達するまでは目標SOCを引き上げなくてよいとして、ECU100は、目標SOCを維持するとともに、下限SOCについても一定に維持する(S360)。

20

【0131】

これに対し、実SOCが目標SOC以上である場合(S350においてYES)、ECU100は、図7にて説明したように評価値Dに基づいて割合Xを算出する(S351)。そして、S352、S353において、ECU100は、S351にて算出された割合Xに従って目標SOCを引き上げる。より具体的には、ECU100は、実SOC上昇量に割合(100-X)を乗算した分だけ目標SOCを引き上げる。

【0132】

さらに、S354において、ECU100は、S352にて引き上げられた目標SOCに追従するように下限SOCを引き上げる。より詳細には、ECU100は、下限SOCについても目標SOCと同様に、実SOC上昇量に割合(100-X)を乗算した分だけ引き上げる。これにより、目標SOCと下限SOCとの差が維持される。その後、図示しないが、ユーザによるHVSモードの解除操作を受け付けるまでは制御モードの切替は行なわれず、制御モードがHVSモードに維持される。

30

【0133】

なお、図15において制御モードとしてEVモードが選択された場合(S320において「EVモード」)、および、HVモードが選択された場合(S320において「HVモード」)の処理(S330～S340の処理)は、実施の形態におけるフローチャート(図10参照)の対応する処理とそれぞれ同等であるため、ここでは説明は繰り返さない。

40

【0134】

以上のように、実施の形態の変形例2においては、HVSモードにおいてハイレート劣化抑制制御が実行される場合に、目標SOCが引き上げられるとともに下限SOCも引き上げられる。下限SOCが引き上げられることにより、その後、制御モードがHVSモードからEVモードに切り替えられたときに実SOCが過度に低下しなくなるため、バッテリー50のハイレート劣化を抑制することができる。また、HVSモードはユーザ操作により開始される制御モードであるところ、変形例2においては、ユーザ操作時における目標SOCと下限SOCとの差が維持され、下限SOCの過度の引き上げが防止される。これにより、ユーザ操作時におけるEV走行距離が確保されることになるので、EVモードにおけ

50

るEV走行距離が短いとのユーザの違和感の発生を抑制することができる。

【0135】

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。本開示の範囲は、上記した実施の形態の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。

【符号の説明】

【0136】

1 車両、10 車両駆動装置、11 エンジン、12 動力分割装置、13, 14 モータジェネレータ、15, 16 電力変換器、20 伝達ギヤ、30 駆動軸、40 車輪、50 バッテリ、51 電圧センサ、52 電流センサ、60 充電器、70 インレット、100 ECU、101 算出部、102 ダメージ量算出部、103 評価値算出部、104 記憶部、105 割合算出部、106 判定部、107 制御部、108 モード制御部、109 走行制御部、110 外部充電制御部。

10

20

30

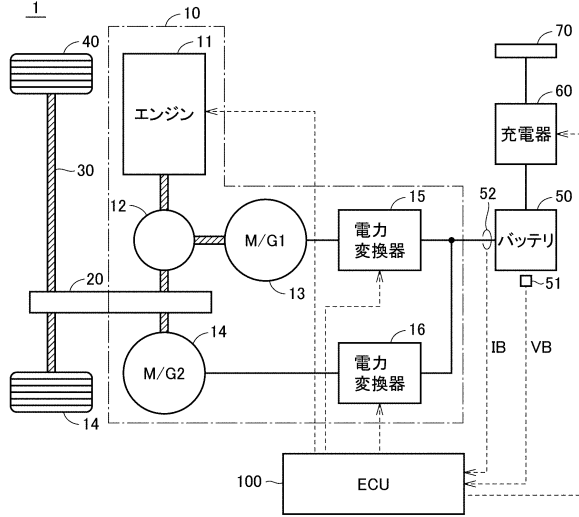
40

50

【図面】

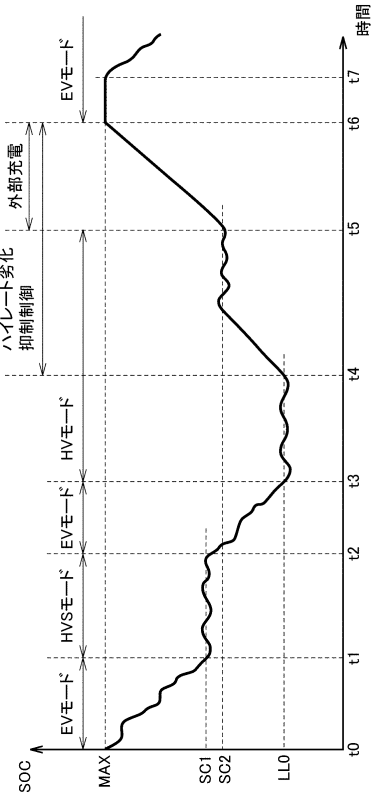
【図 1】

図1



【図 2】

図2

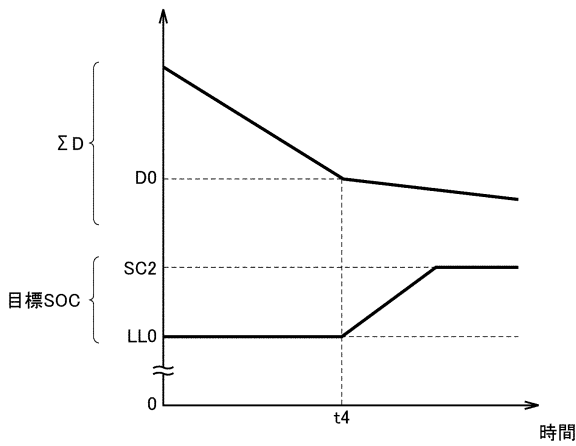


10

20

【図 3】

図3

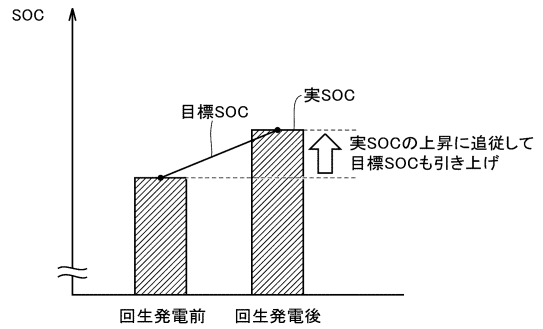


【図 4】

図4

(A)

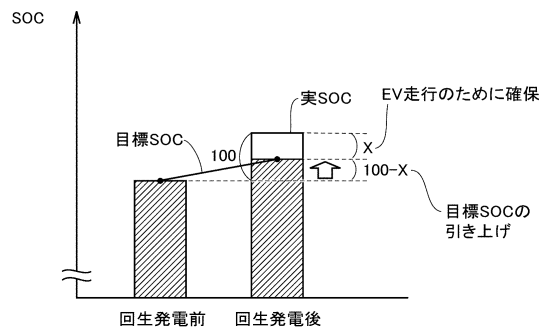
比較例



30

(B)

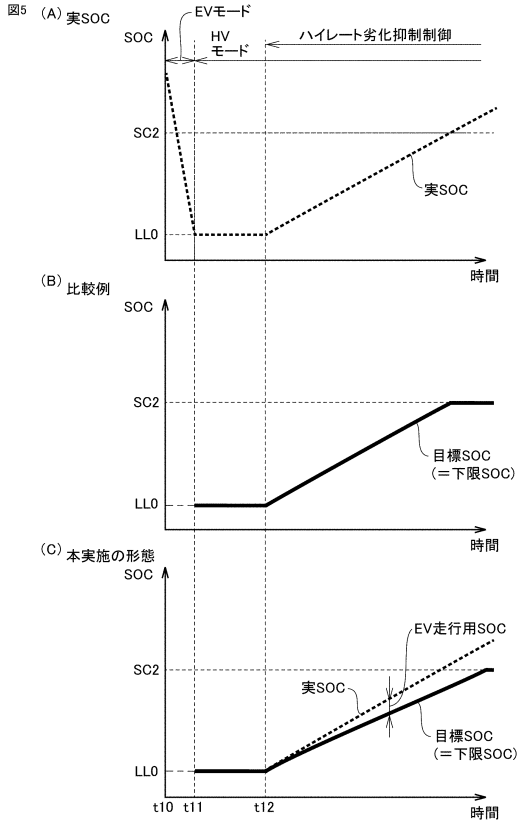
本実施の形態



40

50

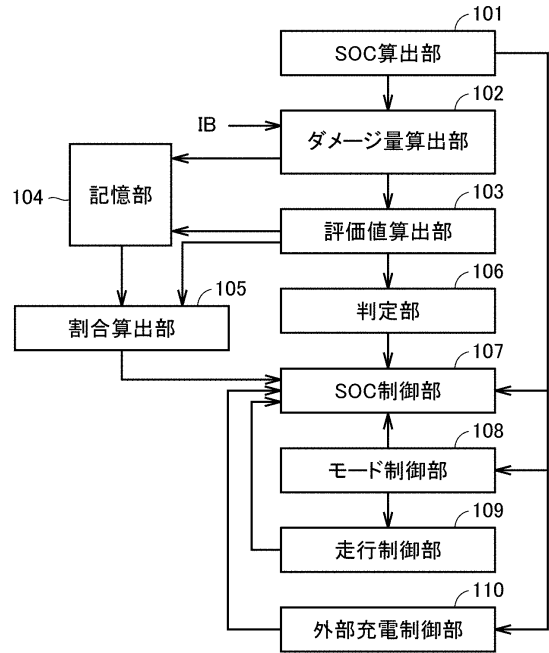
【図5】



【図6】

図6

100

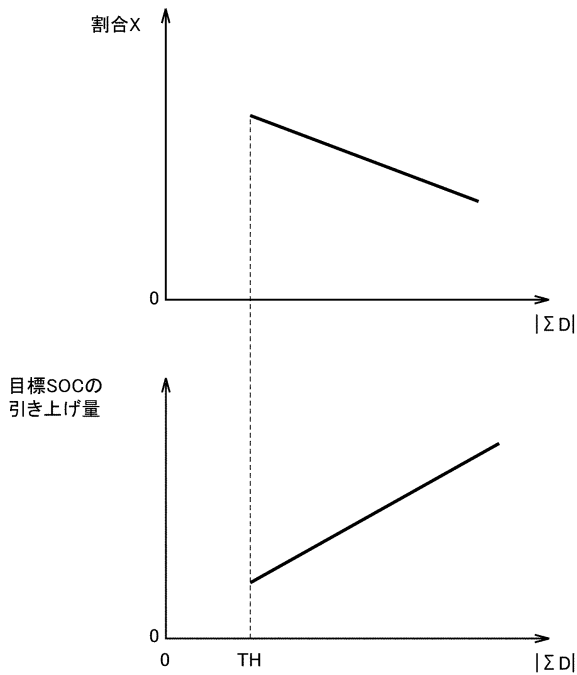


10

20

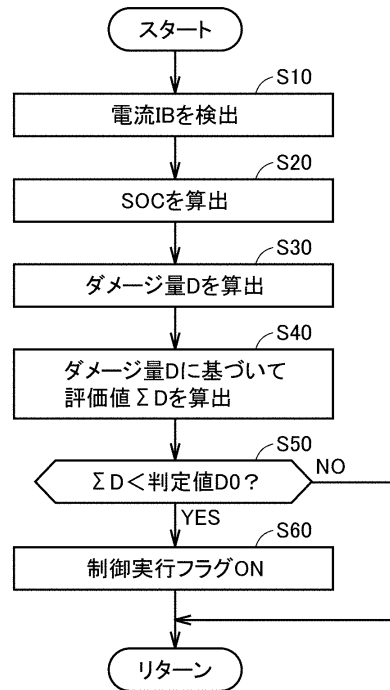
【図7】

図7



【図8】

図8



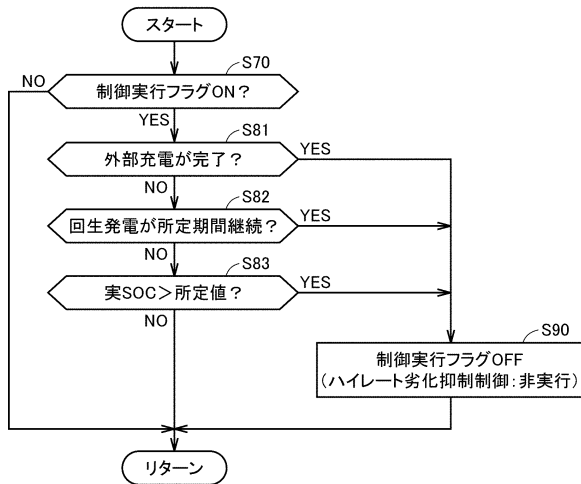
30

40

50

【 図 9 】

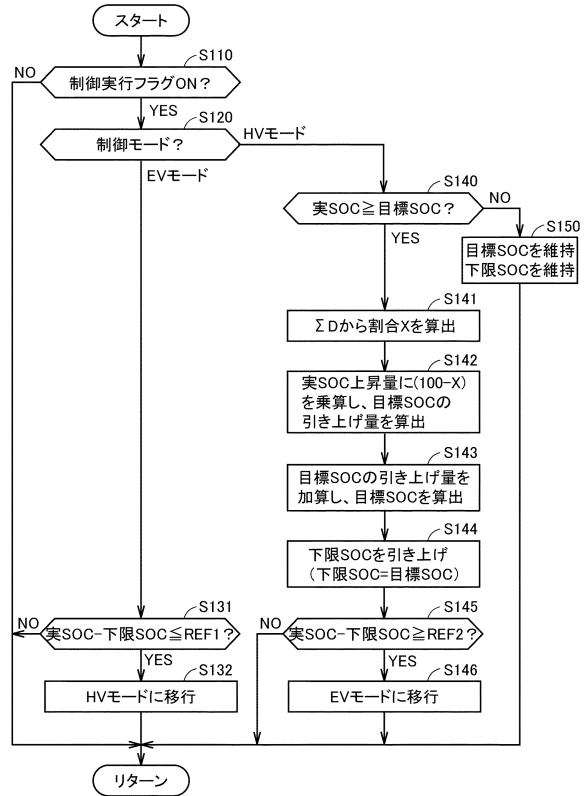
図9



【 図 1 0 】

図10

<本実施の形態>

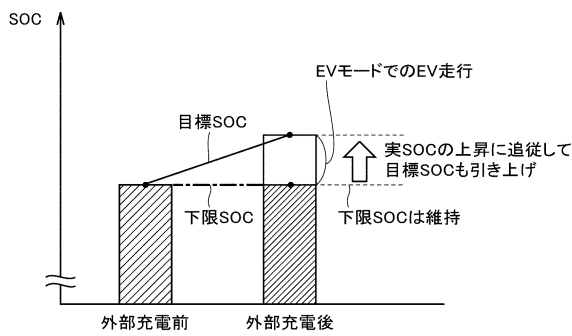


10

20

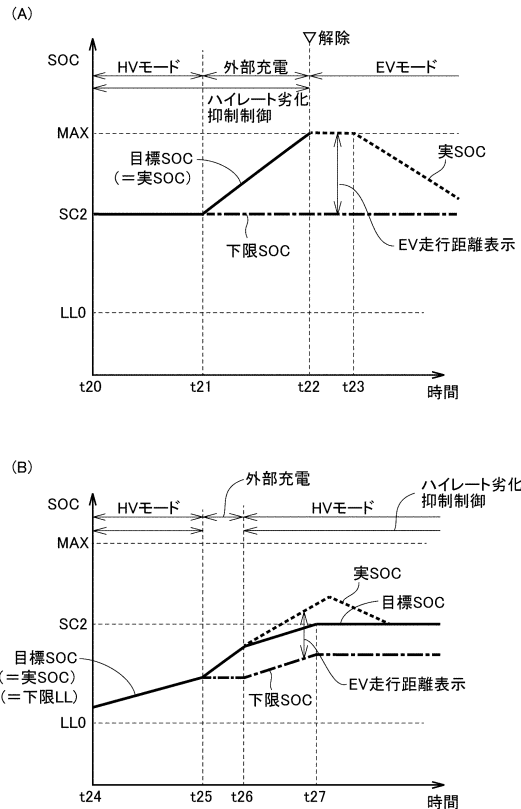
【 図 1 1 】

図11



【 図 1 2 】

図12



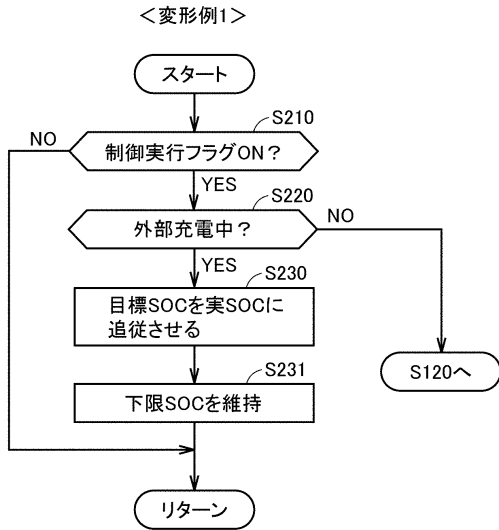
30

40

50

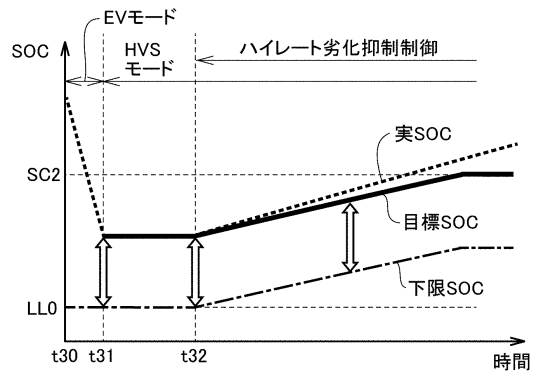
【 図 1 3 】

図13



【 図 1 4 】

図14

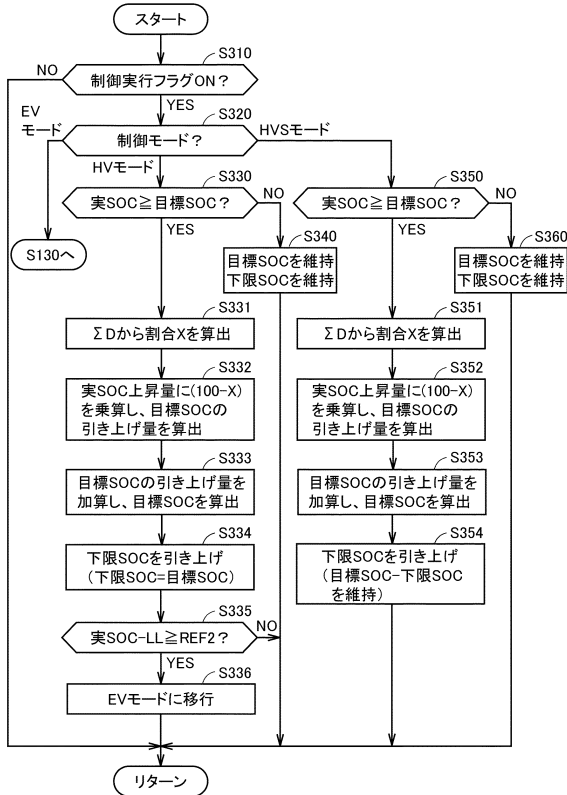


10

【 図 1 5 】

図15

<変形例2>



20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

<i>H 0 1 M</i>	<i>10/44 (2006.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>10/42</i>	<i>P</i>
<i>B 6 0 L</i>	<i>58/12 (2019.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>10/48</i>	<i>P</i>
<i>B 6 0 L</i>	<i>50/16 (2019.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>10/44</i>	<i>Q</i>
<i>B 6 0 L</i>	<i>3/00 (2019.01)</i>	<i>B 6 0 L</i>	<i>58/12</i>	
<i>B 6 0 K</i>	<i>6/445(2007.10)</i>	<i>B 6 0 L</i>	<i>50/16</i>	
		<i>B 6 0 L</i>	<i>3/00</i>	<i>S</i>
		<i>B 6 0 K</i>	<i>6/445</i>	

(72)発明者 高橋 慶光

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 内田 義宏

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 古田 一樹

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 六本木 一人

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号 株式会社デンソーテン内

審査官 清水 康

(56)参考文献

特開2016-182022(JP,A)

特開2011-057116(JP,A)

特開2013-227017(JP,A)

特開2017-030517(JP,A)

特開2008-201262(JP,A)

特開2017-010727(JP,A)

特開2016-110814(JP,A)

米国特許出願公開第2012/0208672(US,A1)

(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 W 1 0 / 0 0 - 1 0 / 3 0

B 6 0 W 2 0 / 0 0 - 2 0 / 5 0

B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2

B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0

B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 5 8 / 4 0

H 0 2 J 7 / 0 0

H 0 1 M 1 0 / 4 2

H 0 1 M 1 0 / 4 8

H 0 1 M 1 0 / 4 4