

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4930263号
(P4930263)

(45) 発行日 平成24年5月16日 (2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日 (2012.2.24)

(51) Int. Cl.	F I	
HO2J 7/34 (2006.01)	HO2J 7/34	G
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J 7/00	303C
HO2J 9/06 (2006.01)	HO2J 7/34	B
HO1M 10/42 (2006.01)	HO2J 9/06	502C
B60R 16/02 (2006.01)	HO1M 10/42	P

請求項の数 6 (全 49 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-206550 (P2007-206550)
 (22) 出願日 平成19年8月8日 (2007.8.8)
 (65) 公開番号 特開2008-182872 (P2008-182872A)
 (43) 公開日 平成20年8月7日 (2008.8.7)
 審査請求日 平成22年7月27日 (2010.7.27)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-347135 (P2006-347135)
 (32) 優先日 平成18年12月25日 (2006.12.25)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (74) 代理人 100109151
 弁理士 永野 大介
 (74) 代理人 100120156
 弁理士 藤井 兼太郎
 (72) 発明者 森田 一樹
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニックエレクトロニックデバイス株式会
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主電源と負荷との間に接続される蓄電装置であって、
前記負荷に電力を供給する蓄電部と、
前記主電源の電力を前記蓄電部に充電する充電回路と、
前記主電源と前記負荷の間に直列接続された主電源側バイパスFETおよび負荷側バイパスFETと、
前記蓄電部と前記負荷の間に直列接続された蓄電部側FETおよび負荷側FETと、
前記負荷の電圧(Va)、前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETの接続点の電圧(Vc)、および前記蓄電部側FETと前記負荷側FETの接続点の電圧(Vd)を検出する電圧検出回路と、
前記各FET、前記充電回路、および前記電圧検出回路が接続された制御部と、を備え、
前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETとにそれぞれ形成される寄生ダイオードのアノード同士が接続され、前記蓄電部側FETと前記負荷側FETとにそれぞれ形成される寄生ダイオードのアノード同士が接続されるものであり、
 前記制御部は、
前記制御部が起動後、前記主電源側バイパスFETをオンにし前記蓄電部側FETと前記負荷側FETとをオフにした状態で、前記負荷の電圧(Va)が既定値以下であれば前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETのいずれかが開放故障をしていると判断する第1ステップと、

10

20

前記充電回路を制御して前記蓄電部を充電する第2ステップと、
 を順次行い、次に前記蓄電部が充電された状態で、
 前記主電源側バイパスFETをオンにし前記蓄電部側FETと前記負荷側FETとをオフにした状態で、前記接続点の電圧(V_d)が既定値以上であれば前記蓄電部側FETと前記負荷側FETのいずれかが短絡故障をしていると判断する第3ステップと、
 前記主電源側バイパスFETをオンにし前記蓄電部側FETをオン、前記負荷側FETをオフにした状態で、前記接続点の電圧(V_d)が既定値以下であれば前記蓄電部側FETが開放故障をしていると判断する第4ステップと、
 前記主電源側バイパスFETをオンにし前記蓄電部側FETをオフ、前記負荷側FETをオンにした状態で、前記接続点の電圧(V_d)が既定値以下であれば前記負荷側FETが開放故障をしていると判断する第5ステップと、
 前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETをオフにし前記蓄電部側FETをオンにした状態で、前記接続点の電圧(V_c)が既定値以上であれば前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETのいずれかが短絡故障をしていると判断する第6ステップと、
 を行う蓄電装置。

10

【請求項2】

前記制御部は、前記第2ステップの後、前記蓄電部が充電された状態で前記第3ステップを行う請求項1に記載の蓄電装置。

【請求項3】

20

前記制御部は、前記第3ステップ、前記第4ステップ、前記第5ステップ、前記第6ステップを順次行う請求項1に記載の蓄電装置。

【請求項4】

前記制御部は、いずれかの前記故障をしていると判断すれば、この判断以降の前記故障の判断を中止して故障信号を出力するようにした請求項1に記載の蓄電装置。

【請求項5】

前記負荷側バイパスFETに替えて、アノードを前記主電源側バイパスFETに接続しカソードを前記負荷側に接続した負荷側ダイオードとする請求項1から請求項4のいずれかに記載の蓄電装置。

【請求項6】

30

前記主電源側バイパスFETを廃止し、前記負荷側バイパスFETに替えて、アノードを前記主電源側に接続しカソードを前記負荷側に接続した負荷側ダイオードとし、前記電圧検出回路は前記接続点の電圧(V_c)の検出を廃し負荷の電圧(V_a)の検出を行うものであり、

前記第6ステップに代えて、前記蓄電部側FETと前記負荷側FETとをオフにした状態で、前記主電源の電圧(V_b)と前記負荷の電圧(V_a)の差が既定値以下であれば前記負荷側バイパスダイオードが短絡故障をしていると判断する第7ステップとする請求項1から請求項4のいずれかに記載の蓄電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、主電源の電圧低下時に蓄電部から電力を供給する補助電源用の蓄電装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、環境への配慮や燃費向上のために停車時にエンジン駆動を停止するアイドリングストップ機能を搭載した自動車(以下、車両という)が市販されている。このような車両は使用中に断続的に大電流を消費するスタータを駆動する際に、一時的にバッテリーの電圧が下がる。その結果、オーディオやカーナビゲーション等の負荷への供給電圧も下がり、動作が不安定になる可能性があった。

50

【0003】

また、車両の制動についても、従来の機械的な油圧制御から電氣的な油圧制御への各種車両制動システムの提案がなされてきているが、バッテリーが異常になった時、車両制動回路等の負荷が動作しなくなる可能性があった。

【0004】

これらに対し、一時的なバッテリーの電圧低下時にも負荷に十分な電力を供給したり、バッテリー異常時に車両制動システムに電力を供給するための補助電源としての蓄電装置が、例えば特許文献1に提案されている。

【0005】

この蓄電装置の概略回路図を図19に示す。図19において、点線で囲まれた部分が特許文献1に示された回路図に相当する。

10

【0006】

まず、点線で囲まれた回路部分について説明する。主電源に相当するバッテリー101にはイグニションスイッチとしての第1スイッチ手段103が接続されている。車両起動時に第1スイッチ手段103をオンにすると、それと直列に接続された第1ダイオード105を介して車両全体に電圧VCCの電力が供給される。

【0007】

一方、車両の使用に関わらず常時駆動が必要な時計や半導体メモリ等の負荷に対しては、バッテリー101の出力を分岐して、第2ダイオード107、および抵抗109を介して電圧VDDが常に供給されている。また、バッテリー101を交換等のため外してもVDD出力が維持されるように補助電源としてコンデンサ111が接続されている。これにより、コンデンサ111が電力を供給するので、時計や半導体メモリ等を駆動し続けられる。

20

【0008】

次に、このような構成の回路をアイドルストップ車や車両制動システム等の補助電源として応用した場合について説明する。概略回路図は図19の全体のようなになる。すなわち、VCCはそのまま負荷113に接続されるとともに、コンデンサ111の出力を含むVDDは、斜点線で示したように第1スイッチ手段103と連動した第2スイッチ手段115、および第3ダイオード117を介して負荷113に接続される。従って、負荷113には2系統の電源が接続されたことに相当する。

【0009】

次に、補助電源としての動作を説明する。なお、第1スイッチ手段103と第2スイッチ手段115は図19に示す通り2個を連動して使用する構成として説明する。また、コンデンサ111には常にバッテリー101が接続されているので、満充電の状態にある。

30

【0010】

この状態で第1スイッチ手段103と第2スイッチ手段115をオンにすると、バッテリー101のVCCが正常であればVCCが負荷113に供給される。なぜなら、VDD側には第2ダイオード107と第3ダイオード117が2個直列に接続されているので、VCC側に比べて電圧降下が大きくなる。その結果、VDDは出力されずVCCが優先的に負荷113に供給されることになる。

【0011】

ここで、スタータ駆動やバッテリー101の異常等によりバッテリー101の電圧VCCがVDDより下がったとすると、第1ダイオード105と第3ダイオード117の両端電圧がそれぞれ逆転するため、第1ダイオード105はオフに、第3ダイオード117はオンになる。その結果、コンデンサ111の電圧VDDが負荷113に供給される。

40

【0012】

このような動作により、バッテリー101の電圧が下がっても、第1ダイオード105と第3ダイオード117により自動的にコンデンサ111の電圧VDDが負荷113に供給されるので、その駆動が停止することはない。

【特許文献1】実用新案登録第2565018号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

以上のような蓄電装置によって、確かにバッテリー101の電圧低下時にも負荷113を駆動し続けられるのであるが、特に車両に適用する場合にはバッテリー101の電圧低下時に確実に第1ダイオード105と第3ダイオード117が切り替わる必要がある。しかし、従来の構成ではこのような切替回路部分の故障を判断することができないため、十分な信頼性が得られないという課題があった。

【0014】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、切替回路部分の故障判断を行うことができる高信頼性の蓄電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】

【0015】

前記従来の課題を解決するために、本発明の蓄電装置は、主電源と負荷との間に接続される蓄電装置であって、前記負荷に電力を供給する蓄電部と、前記主電源の電力を前記蓄電部に充電する充電回路と、前記主電源と前記負荷の間に直列接続された主電源側バイパスFETおよび負荷側バイパスFETと、前記蓄電部と前記負荷の間に直列接続された蓄電部側FETおよび負荷側FETと、前記負荷の電圧(Va)、前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETの接続点の電圧(Vc)、および前記蓄電部側FETと前記負荷側FETの接続点の電圧(Vd)を検出する電圧検出回路と、前記各FET、前記充電回路、および前記電圧検出回路が接続された制御部と、を備え、前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETとにそれぞれ形成される寄生ダイオードのアノード同士が接続され、前記蓄電部側FETと前記負荷側FETとにそれぞれ形成される寄生ダイオードのアノード同士が接続されるものであり、前記制御部は、前記制御部が起動後、前記主電源側バイパスFETをオンにし前記蓄電部側FETと前記負荷側FETとをオフにした状態で、前記負荷の電圧(Va)が既定値以下であれば前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETのいずれかが開放故障をしていると判断する第1ステップと、前記充電回路を制御して前記蓄電部を充電する第2ステップと、を順次行い、次に前記蓄電部が充電された状態で、前記主電源側バイパスFETをオンにし前記蓄電部側FETと前記負荷側FETとをオフにした状態で、前記接続点の電圧(Vd)が既定値以上であれば前記蓄電部側FETと前記負荷側FETのいずれかが短絡故障をしていると判断する第3ステップと、前記主電源側バイパスFETをオンにし前記蓄電部側FETをオン、前記負荷側FETをオフにした状態で、前記接続点の電圧(Vd)が既定値以下であれば前記蓄電部側FETが開放故障をしていると判断する第4ステップと、前記主電源側バイパスFETをオンにし前記蓄電部側FETをオフ、前記負荷側FETをオンにした状態で、前記接続点の電圧(Vd)が既定値以下であれば前記負荷側FETが開放故障をしていると判断する第5ステップと、前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETをオフにし前記蓄電部側FETをオンにした状態で、前記接続点の電圧(Vc)が既定値以上であれば前記主電源側バイパスFETと前記負荷側バイパスFETのいずれかが短絡故障をしていると判断する第6ステップと、を行うものである。

【発明の効果】

【0016】

本発明の蓄電装置によれば、切替回路部分である主電源側バイパスFET、負荷側バイパスFET、蓄電部側FET、および負荷側FETを限定された条件内でオンオフ制御することにより、負荷に供給する電圧変動を低減した状態で、負荷の電圧(Va)、主電源側バイパスFETと負荷側バイパスFETの接続点の電圧(Vc)、蓄電部側FETと負荷側FETの接続点の電圧(Vd)から、前記4つのFETの短絡、および開放故障を判断できるので、さらに高信頼な蓄電装置を実現できるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照しながら説明する。なお

10

20

30

40

50

、以下の説明においては、蓄電装置をアイドルストップ車に適用した場合について述べる。また、説明中で特にオンオフ状態が記載されていないスイッチやF E Tは、どちらの状態でもよいことを示す。

【 0 0 1 8 】

(参考例 1)

図 1 は、参考例 1 における蓄電装置のブロック回路図である。図 2 は、参考例 1 における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 1 において、太線は電力系配線を、細線は信号系配線をそれぞれ示す。また、図 2 の電圧経時特性図においてカッコつきの記号はその時点での電圧値を示す。

【 0 0 1 9 】

図 1 において、蓄電装置 1 1 は主電源 1 3 と負荷 1 5 との間に接続されている。主電源 1 3 はバッテリーであり、負荷 1 5 はオーディオやナビゲーション等である。

【 0 0 2 0 】

蓄電装置 1 1 は次の構成を有する。まず、主電源 1 3 と負荷 1 5 の間には第 1 スイッチ 1 7 が接続されている。従って、第 1 スイッチ 1 7 をオンにすると、蓄電回路系をバイパスして直接主電源 1 3 から負荷 1 5 に電力を供給できる。なお、第 1 スイッチ 1 7 にはできるだけ内部抵抗値が小さく、かつ外部からオンオフ制御が可能な、例えばリレーが用いられている。

【 0 0 2 1 】

また、主電源 1 3 には充電回路 1 9 が接続され、さらに充電回路 1 9 には蓄電部 2 1 が接続されている。従って、蓄電部 2 1 は充電回路 1 9 によって所定の電圧まで充電される。なお、充電回路 1 9 は充電を制御する際に蓄電部 2 1 の電圧 V_t を検出しているが、この電圧 V_t を出力する機能を有している。また、蓄電部 2 1 は急速充放電特性に優れた電気二重層キャパシタを用いた。

【 0 0 2 2 】

蓄電部 2 1 と負荷 1 5 の間には第 2 スイッチ 2 3 が接続されている。従って、第 2 スイッチ 2 3 をオンにすると、蓄電部 2 1 の電力が負荷 1 5 に供給される。なお、第 2 スイッチ 2 3 は第 1 スイッチ 1 7 と同様にリレーを用いた。また、第 2 スイッチ 2 3 の出力側には外部電源供給スイッチ 2 5 が接続されている。外部電源供給スイッチ 2 5 の出力は車両側の外部制御回路 (図示せず) の電源端子 V_{cc} に接続されている。従って、例えば車両の使用を終了した後外部制御回路を駆動する際に、外部電源供給スイッチ 2 5 をオンにすることにより蓄電部 2 1 から電力を供給することができる。なお、外部電源供給スイッチ 2 5 は外部からオンオフ制御が可能なリレーや F E T 等で構成される。

【 0 0 2 3 】

主電源 1 3 には、その電圧 V_b を検出するための電圧検出回路 2 7 が接続されている。また、電圧検出回路 2 7 は負荷 1 5 にも接続されているので、その電圧 V_a も検出することができる。なお、電圧検出回路 2 7 は主電源 1 3 の電圧 V_b と負荷 1 5 の電圧 V_a を切り替えて検出する構成とした。

【 0 0 2 4 】

第 1 スイッチ 1 7、第 2 スイッチ 2 3、外部電源供給スイッチ 2 5、充電回路 1 9、および電圧検出回路 2 7 には制御部 2 9 が接続されている。制御部 2 9 はマイクロコンピュータとその周辺回路から構成され、第 1 スイッチ 1 7、第 2 スイッチ 2 3、および外部電源供給スイッチ 2 5 のオンオフ制御を、それぞれオンオフ信号 S_{of1} 、 S_{of2} 、 G_{of} により行っている。また、制御部 2 9 は充電回路 1 9 に充電制御信号 C_{cont} を送信することで充電制御を行うとともに、電圧信号 V_t により蓄電部 2 1 の電圧 V_t を取り込んでいる。さらに、電圧検出回路 2 7 に電圧切替信号 V_{cont} を送信することで検出したい電圧を選択し、電圧信号 V_{in} により選択した電圧を取り込んでいる。また、制御部 2 9 は外部制御回路とデータ信号 d_{ata} により各種制御信号やデータ信号を送受信している。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

次に、このような蓄電装置の動作について説明する。

【0026】

基本的な制御部29の動作の流れは、まず車両始動後に第1スイッチ17をオンにして負荷15に主電源13の電力を供給するとともに、充電回路19により主電源13の電力を蓄電部21に充電する。その後、電圧検出回路27により主電源13の電圧 V_b を検出し、スタータ(図示せず)駆動により主電源13の電圧が負荷15を駆動するための最低電圧(例えば $10.5V$)を下回れば、第1スイッチ17をオフにすると同時に蓄電部21の電力を負荷15に供給するために第2スイッチ23をオンにする。この時、第1スイッチ17はオフなので、蓄電部21の電力が主電源13に逆流することはない。

【0027】

その後、スタータ駆動が完了し、主電源13の電圧 V_b が回復すれば、第2スイッチ23をオフにすると同時に第1スイッチ17をオンにして、再び主電源13から負荷15に電力を直接供給する。この時、次の電圧 V_b の低下に備えて再び蓄電部21を充電する。

【0028】

このような動作を繰り返すことで、アイドルングストップ後の主電源13の電圧 V_b の低下時にも負荷15に電力を供給し続けられるので、負荷15を継続して駆動できる。

【0029】

車両の使用が終了すれば、蓄電部21を構成する電気二重層キャパシタの寿命を延ばすために、蓄電部21の電力を放電する。

【0030】

以上の動作が蓄電装置11の基本動作であるが、切替回路部分である第1スイッチ17と第2スイッチ23の高信頼性を得るために、制御部29は以下のようにしてそれらの故障判断を行っている。なお、故障判断の動作は図2を用いて説明する。

【0031】

図2において、横軸は時間を、縦軸は上から順に蓄電部21の電圧 V_t 、負荷15の電圧 V_a 、および主電源13の電圧 V_b を示す。また、下の2つのグラフは第1スイッチ17と第2スイッチ23のタイミングチャートである。

【0032】

時間 t_0 で車両を始動すると、制御部29は前記したように第1スイッチ17をオンに、第2スイッチ23をオフにする。この状態で電圧検出回路27により負荷15の電圧 V_a を検出する。第1スイッチ17が正常であれば、電圧 V_a は主電源13の電圧 V_b と等しくなる。従って、もし負荷15の電圧 V_a が第1既定値(参考例1では負荷15を駆動できる最低電圧 $V_{min} = 10.5V$ とした)以下であれば第1スイッチ17が開放故障していると判断する。なお、開放故障とはスイッチがオフのままオンにならない故障と定義する。

【0033】

ここで、もし第1スイッチ17が開放故障していれば、制御部29は直ちに外部制御回路に対し蓄電装置11が故障していることを故障信号により知らせる。これを受け、外部制御回路は運転者に警告する等により修理を促す。この場合、1ヶ所でも故障していれば蓄電装置11として動作できないので、以降の故障判断は行わない。なお、以下の説明では何らかの故障が判断された時点で、それ以降の故障判断は行わないこととする。

【0034】

一方、第1スイッチ17が開放故障していなければ、次に制御部29は時間 t_1 で第1スイッチ17をオフにする。これにより第1スイッチ17、および第2スイッチ23がオフになるため、負荷15の電圧 V_a は理想的には $0V$ に下がる。しかし、実際にはリーク電流が流れたりノイズの影響等があるため、完全に $0V$ になるわけではなく、僅かに電圧を有する。この電圧値 V_n は様々な検討の結果、 $0.1V$ を超えることはなかったので、以後 $0.1V$ 未満の時は $0V$ であるものとみなす。従って、第1スイッチ17と第2スイッチ23がオフの状態でも電圧検出回路27により検出した負荷15の電圧 V_a が第2既定値(上記した理由で $V_n = 0.1V$ とする)以上の電圧になれば、第1スイッチ17、ま

10

20

30

40

50

たは第2スイッチ23が短絡故障していると判断する。なお、短絡故障とはスイッチがオンのままでオフにならない故障と定義する。

【0035】

もし、第1スイッチ17、または第2スイッチ23が短絡故障していれば、前記したように故障信号を外部制御回路に送信する。短絡故障していなければ、次に時間 t_2 で第1スイッチ17をオンにする。これにより、負荷15には再び主電源13の電力が供給される。従って、時間 t_1 から t_2 の間は故障判断のために負荷15への電力供給が一時的に停止する。

【0036】

その後、制御部29は充電回路19を制御して蓄電部21を充電する。充電が終わると、時間 t_3 で第1スイッチ17をオフにし、第2スイッチ23をオンにする。これにより、負荷15へは一時的に蓄電部21の電力が供給されるので、負荷15の電圧 V_a は蓄電部21の電圧 V_t と等しくなる。ここで、例えばエンジンが駆動している時の主電源13の電圧 V_b を約1.4V、蓄電部21の満充電時の電圧 V_t を12.8Vとすると、電圧 V_t は電圧 V_b より小さくなるので、図2に示すように電圧 V_a は時間 t_3 で若干低くなる。しかし、負荷15には十分駆動可能な電圧 V_t (12.8V)が供給されているので、負荷15が停止することはない。

【0037】

この状態で制御部29は電圧検出回路27により検出した負荷15の電圧 V_a が第3既定値(ここでも第1既定値と同様に負荷駆動最低電圧 V_{min} とした)以下であれば、蓄電部21の電圧が正しく負荷15に印加されていないことになるので、第2スイッチ23が開放故障していると判断する。第2スイッチ23が開放故障した時の動作は他の故障時の動作と同じである。

【0038】

第2スイッチ23が開放故障していなければ、制御部29は時間 t_4 で第1スイッチ17をオンにし、第2スイッチ23をオフにする。これにより、負荷15へは主電源13の電力が供給される。

【0039】

このような動作によって、第1スイッチ17と第2スイッチ23の故障判断を終了し、以後は前記した基本動作を継続する。なお、故障判断のために必要な時間は極めて短いので、蓄電装置11の本来の動作を阻害することはない。また、制御部29はいずれかの故障を判断すれば故障信号を出力するので、高信頼性が得られる。

【0040】

以上の構成、動作により、切替回路部分である第1スイッチ17と第2スイッチ23をオンオフ制御した時の負荷15の電圧 V_a から、第1スイッチ17と第2スイッチ23の短絡、および開放故障を判断できるので、高信頼な蓄電装置を実現できた。

【0041】

なお、参考例1では車両の始動後に蓄電装置11の故障判断を行っているが、これは車両使用後でもよい。この場合、制御部29は蓄電部21の電力で故障判断を行い、故障判断結果を制御部29に内蔵したメモリ(図示せず)に記憶した後、蓄電部21の電力を放電し、次の車両始動後に直ちに外部制御回路へ故障判断結果を送信する。これにより車両走行前にすぐに蓄電装置11の故障がわかるので、より高信頼性が得られる。

【0042】

また、車両使用後に故障判断を行った結果を直ちに外部制御回路に送信してもよい。この場合、次の車両始動後にすでに蓄電装置11の故障判断結果が得られているので、さらなる高信頼性が得られる。但し、車両使用後は外部制御回路の電源が切れるので、外部制御回路が故障判断結果を受信できるように、蓄電部21の電力で外部制御回路を駆動する必要がある。具体的には、車両使用後に蓄電部21を放電するために第2スイッチ23をオンにするが、同時に外部電源供給スイッチ25をオンにして蓄電部21の電力を外部制御回路に供給している。これにより、蓄電部21の電力を有効に使用しながら放電でき

10

20

30

40

50

る。

【0043】

(実施の形態1)

図3は、本発明の実施の形態1における蓄電装置のブロック回路図である。図4は、本発明の実施の形態1における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図3の太線と細線の意味は図1と同じである。また、図4の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味も図2と同じである。

【0044】

図3における本実施の形態1の構成で、図1の構成と同じものには同じ番号を付して詳細な説明を省略する。すなわち、本実施の形態1の特徴は以下の通りである。

10

【0045】

1) 第1スイッチ17に替わって、主電源13と負荷15の間に主電源側バイパスFET31、および負荷側バイパスFET33を直列接続した。なお、いずれも寄生ダイオード35が形成されている。

【0046】

2) 第2スイッチ23に替わって、蓄電部21と負荷15の間に蓄電部側FET37、および負荷側FET39を直列接続した。これらにも寄生ダイオード35が形成されている。このように第1スイッチ17や第2スイッチ23を構成するリレーの代わりにFETを用いたので、可動部分がなくなり高信頼な構成が得られる。

20

【0047】

3) 制御部29は主電源側バイパスFET31、負荷側バイパスFET33、蓄電部側FET37、および負荷側FET39の4つのFETを独立してオンオフ制御するためにオンオフ信号Fof1、Fof2、Fof3、およびFof4をそれぞれ送信する構成とした。

【0048】

4) 主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33の接続点の電圧Vc、および蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧Vdを電圧検出回路27で検出する構成とした。これにより、電圧検出回路27は電圧Va、Vb、Vc、Vdを切り替えて検出することになる。

30

【0049】

次に、このような蓄電装置11の動作について説明する。基本動作については参考例1とほぼ同じであり、第1スイッチ17をオンオフする時は、本実施の形態1では主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33を同時にオンオフすればよく、第2スイッチ23をオンオフする時は、本実施の形態1では蓄電部側FET37と負荷側FET39を同時にオンオフすればよい。

【0050】

次に、切替回路部分である4つのFETの故障判断動作について図4を参照しながら説明する。図4において、横軸は時間を、縦軸は上から順に蓄電部21の電圧Vt、負荷15の電圧Va、主電源13の電圧Vb、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33の接続点の電圧Vc、および蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧Vdを示す。また、下の4つのグラフはそれぞれ4つのFETのタイミングチャートである。

40

【0051】

時間t0で、制御部29は主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオンに、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにする。これにより、負荷15に主電源13の電力が供給される。なお、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33のオンオフ設定を、ノーマリーオンとし、蓄電部側FET37と負荷側FET39のオンオフ設定を、ノーマリーオフとすれば、起動時から主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオンに、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにしておくことができる。

50

【 0 0 5 2 】

この状態で電圧検出回路 27 により負荷 15 の電圧 V_a を検出する。主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 が正常であれば、電圧 V_a は主電源 13 の電圧 V_b と等しくなる。従って、もし負荷 15 の電圧 V_a が第 1 既定値（本実施の形態 1 においても負荷駆動最低電圧 V_{min} とした）以下であれば主電源側バイパス FET 31、または負荷側バイパス FET 33 が開放故障していると判断する。なお、この故障判断は負荷側バイパス FET 33 がオフであってもよい。但し、この場合は負荷側バイパス FET 33 の寄生ダイオード 35 により電圧降下 $V(0.7V)$ が起こるので、電圧 V_a は $V_b - V$ となる。

【 0 0 5 3 】

主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 が開放故障していなければ、制御部 29 は時間 t_1 で蓄電部 21 を充電する。充電後の時間 t_2 で制御部 29 は主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 をオフにし、蓄電部側 FET 37 をオンにする。これにより、負荷 15 へは蓄電部 21 の電力が供給される。但し、負荷側 FET 39 はオフなので、電圧 V_a は蓄電部 21 の電圧 V_t より寄生ダイオード 35 の電圧降下 V だけ低くなるが、負荷 15 を駆動し続けることはできる。この状態では主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 がオフなので、これらの FET が正常ならば電圧検出回路 27 により検出した主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c は 0V 近傍になる。これがもし第 2 既定値（参考例 1 で述べた $V_n = 0.1V$ ）以上であれば主電源側バイパス FET 31 が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断は負荷側バイパス FET 33 の代わりに蓄電部側 FET 37 をオフにしてもよいが、この場合は故障判断中に負荷 15 への電力供給が断たれる。また、この故障判断は蓄電部 21 の充電後に行っているが、これは故障判断中に蓄電部 21 の電力を負荷 15 に供給し続けるためである。負荷 15 への電力供給が断たれてもよい場合は蓄電部 21 の充電前に上記故障判断を行ってもよい。

【 0 0 5 4 】

次に時間 t_3 で制御部 29 は主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 をオンにし、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにする。これにより、負荷 15 へは再び主電源 13 の電力が供給される。この時、蓄電部 21 は充電された状態なので、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 が正常にオフ状態であれば、両者の接続点の電圧 V_d は 0V 近傍になるが、蓄電部側 FET 37 が短絡故障をしていれば電圧 V_d は蓄電部 21 の電圧 V_t に、負荷側 FET 39 が短絡故障をしていれば電圧 V_d は負荷 15 の電圧 V_a になる。従って、上記した 4 つの FET の状態で電圧検出回路 27 により検出した蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 3 既定値（ V_n ）以上であれば蓄電部側 FET 37、または負荷側 FET 39 が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断の際に負荷側バイパス FET 33 はオフでもよい。但し、この場合は負荷 15 への電力供給が寄生ダイオード 35 を介してなされるため、負荷 15 の電圧 V_a は $V_b - V$ となる。

【 0 0 5 5 】

次に時間 t_4 で制御部 29 は蓄電部側 FET 37 をオンにする。これにより、蓄電部側 FET 37 が正常であれば蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d は蓄電部 21 の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路 27 により検出した蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 4 既定値（ここでも V_{min} とした）以下であれば蓄電部側 FET 37 が開放故障していると判断する。なお、時間 t_4 から t_5 の故障判断は時間 t_3 から t_4 の故障判断時の 4 つの FET の状態から蓄電部側 FET 37 のみをオンにしているが、時間 t_4 から t_5 の故障判断を行うための条件は主電源側バイパス FET 31、または負荷側 FET 39 をオフにして、蓄電部側 FET 37 をオンにする必要がある。

【 0 0 5 6 】

次に時間 t_5 で制御部 29 は主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33

10

20

30

40

50

をオフにする。この時、時間 t_4 から t_5 で蓄電部側 FET 37 がオンであるので、負荷 15 には蓄電部 21 の電力が供給される。但し、負荷側 FET 39 はオフであるので、寄生ダイオード 35 の電圧降下 V が起こるため、負荷 15 の電圧 V_a は $V_t - V$ となる。この状態では、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 が正常にオフになっていれば両者の接続点の電圧 V_c は 0 V 近傍になる。従って、電圧検出回路 27 により検出した主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c が第 5 既定値 (V_n) 以上であれば負荷 15 の電圧 V_a が前記接続点に回り込んでいることになるので、負荷側バイパス FET 33 が短絡故障していると判断する。なお、この短絡故障は主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 をオフにし、蓄電部側 FET 37 をオンにする必要がある。

10

【0057】

制御部 29 は上記した負荷側バイパス FET 33 の短絡故障判断と同時に、負荷側 FET 39 の開放故障判断も行う。具体的には、負荷側 FET 39 が正常であれば負荷 15 の電圧 V_a は前記したように $V_t - V$ となる。従って、負荷 15 の電圧 V_a が第 6 既定値 (ここでも V_{min} とした) 以下であれば負荷側 FET 39 が開放故障していると判断する。

【0058】

なお、上記故障判断を行う時の 4 つの FET の状態は時間 t_2 から t_3 の場合と全く同じであるので、時間 t_2 から t_3 の故障判断を充電後に行う際は、時間 t_2 から t_3 の故障判断と時間 t_5 から t_6 の故障判断を同時に行ってもよい。この場合、電圧 V_c が第 2 既定値 (= 第 5 既定値 = V_n) 以上であれば主電源側バイパス FET 31、または負荷側バイパス FET 33 が短絡故障していると判断する。このようにすれば、3 つの故障判断を同時に行えるので、さらに短時間で故障判断が可能となる。但し、時間 t_2 から t_3 の故障判断を蓄電部 21 の充電前に行う場合は、主電源側バイパス FET 31 の短絡故障を別に行う必要がある。

20

【0059】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_6 で主電源バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 をオンに、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにした後、通常動作状態とする。

【0060】

以上の構成、動作により、切替回路部分である主電源側バイパス FET 31、負荷側バイパス FET 33、および蓄電部側 FET 37 をオンオフ制御した時の負荷の電圧 V_a 、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c 、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d から、前記 4 つの FET の短絡、および開放故障を判断できるので、高信頼な蓄電装置を実現できた。

30

【0061】

なお、本実施の形態 1 で説明したように、制御部 29 が車両始動後に主電源側バイパス FET 31、または負荷側バイパス FET 33 の開放故障を判断した後、蓄電部 21 の充電後に残りの故障判断を行うとともに、主電源側バイパス FET 31 の短絡故障を判断する時 (時間 t_2 から t_3) は、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 をオフにし、蓄電部側 FET 37 をオンにするように制御することにより、負荷 15 への電力供給を断つことなく 4 つの FET の故障判断を行うことができる。この際、負荷側 FET 39 はオンでもオフでもよいが、オフの場合は寄生ダイオード 35 による電圧降下 V が発生するので、負荷 15 にできるだけ安定な電圧を供給するために、負荷側 FET 39 をオンにする方が望ましい。同様の理由で、時間 t_5 から t_6 においても負荷側 FET 39 をオンにする方が望ましい。

40

【0062】

また、参考例 1 と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は 参考例 1 と全く同じである。

【0063】

50

(実施の形態 2)

図 5 は、本発明の実施の形態 2 における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 5 の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味は図 2 と同じである。

【0064】

本実施の形態 2 における蓄電装置 11 の構成は図 3 と同じであるので、構成上の説明を省略し、本実施の形態 2 の特徴となる故障判断方法について述べる。

【0065】

主電源側バイパス FET 31、負荷側バイパス FET 33、蓄電部側 FET 37、および負荷側 FET 39 の故障判断は、前記した実施の形態 1 における方法も含め、以下の条件の組み合わせで行うことができる。なお、特に記載していない FET はオンでもオフでもよい。また、複数の条件が記載されている場合はいずれかの条件を用いればよい。

【0066】

1) 主電源側バイパス FET 31 の開放故障を判断する場合

1-1) 主電源側バイパス FET 31 をオン、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにした状態で、負荷 15 の電圧 V_a が第 1 既定値以下、または主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c が第 2 既定値以下であれば開放故障

2) 負荷側バイパス FET 33 の開放故障を判断する場合

2-1) 主電源側バイパス FET 31 をオン、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにした状態で、負荷 15 の電圧 V_a が第 3 既定値以下であれば開放故障

2-2) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス FET 31 をオフにし、負荷側バイパス FET 33 と蓄電部側 FET 37 をオンにした状態で、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c が第 4 既定値以下であれば開放故障

3) 蓄電部側 FET 37 の開放故障を判断する場合

3-1) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス FET 31 をオフにし、蓄電部側 FET 37 をオンにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値以下であれば開放故障

3-2) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、蓄電部側 FET 37 をオンにし、負荷側 FET 39 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値以下であれば開放故障

4) 負荷側 FET 39 の開放故障を判断する場合

4-1) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 をオフにし、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオンにした状態で、負荷 15 の電圧 V_a が第 6 既定値以下であれば開放故障

4-2) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス FET 31 と負荷側 FET 39 をオンにし、蓄電部側 FET 37 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 7 既定値以下であれば開放故障

5) 主電源側バイパス FET 31 の短絡故障を判断する場合

5-1) 主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 をオフにした状態で、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c が第 8 既定値以上であれば短絡故障

5-2) 主電源側バイパス FET 31 と蓄電部側 FET 37 をオフにした状態で、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c が第 8 既定値以上であれば短絡故障

6) 負荷側バイパス FET 33 の短絡故障を判断する場合

6-1) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 をオフにし、蓄電部側 FET 37 をオンにした状態で、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c が第 9 既定

10

20

30

40

50

定値以上であれば短絡故障

7) 蓄電部側 F E T 3 7 の短絡故障を判断する場合

7 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 1 0 既定値以上であれば短絡故障

7 - 2) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 と蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 1 0 既定値以上であれば短絡故障

8) 負荷側 F E T 3 9 の短絡故障を判断する場合

8 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオンにし、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 1 1 既定値以上であれば短絡故障

なお、上記した第 1 既定値から第 1 1 既定値は故障判断時の蓄電部 2 1 の充電状態や各 F E T の特性バラツキ等を考慮して適宜決定すればよい。例えば、実施の形態 1 の場合に対応してみると、上記した第 1 既定値から第 7 既定値は V_{min} に相当し、第 8 既定値から第 1 1 既定値は V_n に相当する。また、蓄電部 2 1 が充電中に故障判断を行う場合は、第 1 既定値から第 7 既定値を故障判断時の各電圧 (V_a 、 V_c 、 V_d) の変化に応じて決定しておけばよい。さらに、第 8 既定値から第 1 1 既定値は、各 F E T の漏れ電流特性のバラツキやノイズ等の影響があるため、それらをあらかじめ加味して、それぞれの値を決定しておいてもよい。なお、実施の形態 1 で説明した第 1 既定値から第 6 既定値は、本実施の形態 2 で述べた第 1 既定値から第 6 既定値とは異なる。

【 0 0 6 7 】

上記のような条件の組み合わせの内、最適な故障判断動作例について図 5 により説明する。なお、図 5 の各グラフの内容は図 4 のものと同じである。また、第 1 既定値から第 7 既定値は V_{min} とし、第 8 既定値から第 1 1 既定値は V_n とした。

【 0 0 6 8 】

まず、時間 t_0 で、制御部 2 9 は主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオンに、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにする。この状態は図 4 の時間 t_0 と同じ状態であるので、電圧検出回路 2 7 で検出した負荷 1 5 の電圧 V_a が第 1 既定値 (V_{min}) 以下であるか、または第 3 既定値 (V_{min}) 以下であれば、主電源側バイパス F E T 3 1、または負荷側バイパス F E T 3 3 が開放故障していると判断する。

【 0 0 6 9 】

主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 が開放故障していなければ、制御部 2 9 は時間 t_1 で蓄電部 2 1 を充電する。この際、蓄電部 2 1 の電圧 V_t が主電源 1 3 の電圧 V_b と充電回路 1 9 の充電精度内で一致するように充電を行っている。従って、充電後の時間 t_2 では蓄電部 2 1 の電圧 V_t は、図 5 に示すように主電源 1 3 の電圧 V_b とほぼ等しくなる。

【 0 0 7 0 】

次に、蓄電部 2 1 の充電後である時間 t_2 で、制御部 2 9 は主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオンにし、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにする。この状態は前記した時間 t_0 と同じであるので、本実施の形態 2 では制御部 2 9 は時間 t_2 で各 F E T のオンオフ制御を行わなくてもよいことになる。このような故障判断条件の組合せとすることで、制御部 2 9 の負担が軽減される。

【 0 0 7 1 】

上記各 F E T の状態は、図 4 の時間 t_3 から t_4 と同じであるので、実施の形態 1 と同様に、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 1 0 既定値 (V_n) 以上であるか、または第 1 1 既定値 (V_n) 以上であれば、蓄電部側 F E T 3 7、または負荷側 F E T 3 9 が短絡故障していると判断する。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

次に、制御部 29 は時間 t_3 で電圧検出回路 27 より主電源 13 の電圧 V_b を、充電回路 19 より蓄電部 21 の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、主電源 13 の電圧 V_b が蓄電部 21 の電圧 V_t と寄生ダイオード 35 による電圧降下 V の差 ($= V_t - V$) 以上であるか否かを判断する。もし、電圧 V_b が前記差よりも小さければ、時間 t_3 で各 FET を制御した時に、蓄電部 21 から主電源 13 に電流が逆流することになるので、これを避けるために前記判断を行っている。

【0073】

ここで、本実施の形態 2 では各 FET の寄生ダイオード 35 による電圧降下 V は全て等しいとして説明するが、実際には電圧降下 V のバラツキがあるため、あらかじめ FET 毎の電圧降下 V を求めておき、上記計算を行う際に適用される FET の電圧降下 V の値を用いるようにしてもよい。また、電圧 V_b が電圧差 ($V_t - V$) より小さかったとしても僅かに小さい場合は、前記電流の逆流はごく僅かとなり、実使用上問題になることはない。従って、許容できる逆流電流の範囲内であれば、電圧降下 V に幅を持たせてもよい。この時、前記した電圧降下 V のバラツキを含めて幅を持たせるようにしてもよい。

10

【0074】

制御部 29 は、電圧 V_b が前記電圧差 ($V_t - V$) 以上であることを判断すると、主電源側バイパス FET 31、負荷側バイパス FET 33、および蓄電部側 FET 37 をオンにし、負荷側 FET 39 をオフにする。但し、図 5 の時間 t_2 から t_3 ではすでに主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 がオン、負荷側 FET 39 がオフであるので、本実施の形態 2 では蓄電部側 FET 37 をオンにするだけでよい。これにより、蓄電部側 FET 37 が正常であれば蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d は蓄電部 21 の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路 27 により検出した蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値 (V_{min}) 以下であれば蓄電部側 FET 37 が開放故障していると判断する。

20

【0075】

次に、制御部 29 は時間 t_4 で電圧検出回路 27 より主電源 13 の電圧 V_b を、充電回路 19 より蓄電部 21 の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、蓄電部 21 の電圧 V_t が主電源 13 の電圧 V_b と寄生ダイオード 35 による電圧降下 V の差 ($= V_b - V$) 以上であるか否かを判断する。もし、電圧 V_t が前記差よりも小さければ、時間 t_4 で各 FET を制御した時に、主電源 13 から蓄電部 21 に電流が急激に流れることになるので、これを避けるために前記判断を行っている。制御部 29 は、電圧 V_b が前記差以上であることを判断すると、主電源側バイパス FET 31、負荷側バイパス FET 33、および負荷側 FET 39 をオンにし、蓄電部側 FET 37 をオフにする。但し、図 5 の時間 t_3 から t_4 ではすでに主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 がオンであるので、本実施の形態 2 では、蓄電部側 FET 37 をオフに、負荷側 FET 39 をオンにするだけでよい。これにより、負荷側 FET 39 が正常であれば蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d は主電源 13 の電圧 V_b とほぼ等しくなる。従って、電圧検出回路 27 により検出した蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 7 既定値 (V_{min}) 以下であれば負荷側 FET 39 が開放故障していると判断する。

30

40

【0076】

次に、制御部 29 は時間 t_5 で電圧検出回路 27 より主電源 13 の電圧 V_b を、充電回路 19 より蓄電部 21 の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、主電源 13 の電圧 V_b と蓄電部 21 の電圧 V_t の差の絶対値 ($= |V_b - V_t|$) が寄生ダイオード 35 による電圧降下 V 以下であるか否かを判断する。もし、前記絶対値が電圧降下 V よりも大きければ、時間 t_5 で各 FET を制御した時に、主電源側バイパス FET 31 が短絡故障していれば、主電源 13 から蓄電部 21 に、また負荷側バイパス FET 33 が短絡故障していれば、その逆方向に電流が急峻に流れることになるので、これを避けるために前記判断を行っている。制御部 29 は、前記絶対値が電圧降下 V 以下であることを判断すると、主

50

電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオンにする。但し、図 5 の時間 t_4 から t_5 ではすでに負荷側 F E T 3 9 がオンであるので、本実施の形態 2 では時間 t_5 で負荷側 F E T 3 9 のオン制御をしなくてもよい。これにより、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 がオフなので、これらの F E T が正常ならば電圧検出回路 2 7 により検出した主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c は電圧検出回路 2 7 により 0 V 近傍になる。これがもし第 8 既定値 (V_n) 以上であるか、または第 9 既定値 (V_n) 以上であれば、主電源側バイパス F E T 3 1、または負荷側バイパス F E T 3 3 が短絡故障していると判断する。

【 0 0 7 7 】

10

以上で故障判断が終了したので、実施の形態 1 と同様に時間 t_6 で蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフに、主電源バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオンにした後、通常動作状態とする。

【 0 0 7 8 】

このように故障判断動作を行うことで、4 つの F E T の開放故障、および短絡故障を判断することができる上に、図 5 より明らかなように、負荷 1 5 の電圧 V_a は図 4 と比較して故障判断を行ってもほとんど変動しないことがわかる。従って、故障判断時に実施の形態 1 よりも安定した電圧を負荷 1 5 に供給することができる。

【 0 0 7 9 】

以上の構成、動作により、切替回路部分である主電源側バイパス F E T 3 1、負荷側バイパス F E T 3 3、蓄電部側 F E T 3 7、および負荷側 F E T 3 9 を限定された条件内で任意にオンオフ制御することにより、負荷 1 5 に供給する電圧変動を低減した状態で、負荷 1 5 の電圧 V_a 、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c 、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d から、4 つの F E T の短絡、および開放故障を判断できるので、さらに高信頼な蓄電装置を実現できた。

20

【 0 0 8 0 】

なお、本実施の形態 2 においても実施の形態 1 と同様に、制御部 2 9 が車両始動後に主電源側バイパス F E T 3 1、または負荷側バイパス F E T 3 3 の開放故障を判断した後、蓄電部 2 1 の充電後に残りの故障判断を行うとともに、主電源側バイパス F E T 3 1 の短絡故障を判断する時 (時間 t_5 から t_6) は、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにするように制御することにより、負荷 1 5 への電力供給を断つことなく 4 つの F E T の故障判断を行うことができる。

30

【 0 0 8 1 】

また、参考例 1 と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例 1 と全く同じである。

【 0 0 8 2 】

(実施の形態 3)

図 6 は、本発明の実施の形態 3 における蓄電装置のブロック回路図である。図 7 は、本発明の実施の形態 3 における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 6 の太線と細線の意味は図 1 と同じである。また、図 7 の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味も図 2 と同じである。

40

【 0 0 8 3 】

図 6 における本実施の形態 3 の構成で、図 3 の構成と同じものには同じ番号を付して詳細な説明を省略する。すなわち、本実施の形態 3 の特徴は以下の通りである。

【 0 0 8 4 】

1) 負荷側バイパス F E T 3 3 に替わって、主電源側バイパス F E T 3 1 にアノードを負荷 1 5 にカソードを接続した負荷側バイパスダイオード 4 1 を設けた。従って、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 は直列接続される。

【 0 0 8 5 】

2) 制御部 2 9 は主電源側バイパス F E T 3 1、蓄電部側 F E T 3 7、および負荷側 F

50

ET39の3つのFETを独立してオンオフ制御するためにオンオフ信号Fof1、Fof3、およびFof4をそれぞれ送信する構成とした。これにより負荷側バイパスFET33、およびその制御が不要になるので、実施の形態1に比べ簡単な構成となる。

【0086】

次に、このような蓄電装置11の動作について説明する。基本動作については実施の形態1とほぼ同じであるが、主電源13から負荷15への直接電力供給のオンオフ制御は主電源側バイパスFET31のみをオンオフすればよい。

【0087】

次に、切替回路部分である3つのFETと負荷側バイパスダイオード41の故障判断動作について図7を参照しながら説明する。図7において、横軸は時間を、縦軸は上から順に蓄電部21の電圧 V_t 、負荷15の電圧 V_a 、主電源13の電圧 V_b 、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の接続点の電圧 V_c 、および蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d を示す。また、下の3つのグラフはそれぞれ3つのFETのタイミングチャートである。

10

【0088】

時間 t_0 で、制御部29は主電源側バイパスFET31をオンに、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにする。これにより、負荷15に主電源13の電力が供給される。なお、主電源側バイパスFET31のオンオフ設定を、ノーマリーオンとし、蓄電部側FET37と負荷側FET39のオンオフ設定を、ノーマリーオフとすれば、起動時から主電源側バイパスFET31をオンに、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフ

20

【0089】

この状態で電圧検出回路27により負荷15の電圧 V_a を検出する。主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41が正常であれば、電圧 V_a は主電源13の電圧 V_b から負荷側バイパスダイオード41の電圧降下 V を差し引いた値($V_b - V$)と等しくなる。従って、もし負荷15の電圧 V_a が第1既定値(本実施の形態3においても負荷駆動最低電圧 V_{min} とした)以下であれば主電源側バイパスFET31、または負荷側バイパスダイオード41が開放故障していると判断する。

【0090】

主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41が開放故障していなければ、制御部29は時間 t_1 で蓄電部21を充電する。充電後の時間 t_2 で制御部29は主電源側バイパスFET31をオフにし、蓄電部側FET37をオンにする。これにより、負荷15へは蓄電部21の電力が供給される。但し、負荷側FET39はオフなので、電圧 V_a は蓄電部21の電圧 V_t より寄生ダイオード35の電圧降下 V だけ低くなるが、負荷15を駆動し続けることはできる。この状態で主電源側バイパスFET31が正常にオフならば電圧検出回路27により検出した主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の接続点の電圧 V_c は0V近傍になる。これがもし第2既定値(ここでも V_n とした)以上であれば主電源側バイパスFET31が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断は蓄電部側FET37をオフにしても可能であるが、この場合は故障判断中に負荷15への電力供給が断たれる。また、この故障判断は蓄電部21の充電後

30

40

【0091】

次に時間 t_3 で制御部29は主電源側バイパスFET31をオンにし、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにする。これにより、負荷15へは再び主電源13の電力が供給される。この時、蓄電部21は充電された状態なので、蓄電部側FET37と負荷側FET39が正常にオフ状態であれば、両者の接続点の電圧 V_d は0V近傍になるが、蓄電部側FET37が短絡故障をしていれば電圧 V_d は蓄電部21の電圧 V_t に、負荷側FET39が短絡故障をしていれば電圧 V_d は負荷15の電圧 V_a になる。従って、上記

50

した3つのFETの状態が電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d が第3既定値(V_n)以上であれば蓄電部側FET37、または負荷側FET39が短絡故障していると判断する。

【0092】

次に時間 t_4 で制御部29は蓄電部側FET37をオンにする。これにより、蓄電部側FET37が正常であれば蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d は蓄電部21の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d が第4既定値(ここでも V_{min} とした)以下であれば蓄電部側FET37が開放故障していると判断する。なお、時間 t_4 から t_5 の故障判断は時間 t_3 から t_4 の故障判断時の3つのFETの状態から蓄電部側FET37のみをオンにしているが、時間 t_4 から t_5 の故障判断を行うための条件は主電源側バイパスFET31、または負荷側FET39をオフにして、蓄電部側FET37をオンにする必要がある。

10

【0093】

次に時間 t_5 で制御部29は主電源側バイパスFET31をオフにする。この時、時間 t_4 から t_5 で蓄電部側FET37がオンであるので、負荷15には蓄電部21の電力が供給される。但し、負荷側FET39はオフであるので、寄生ダイオード35の電圧降下 V が起るため、負荷15の電圧 V_a は $V_t - V$ となる。この状態では、主電源側バイパスFET31が正常にオフになっており、負荷側バイパスダイオード41が正常であれば両者の接続点の電圧 V_c は0V近傍になる。従って、電圧検出回路27により検出した主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の接続点の電圧 V_c が第5既定値(V_n)以上であれば負荷15の電圧 V_a が前記接続点に回り込んでいることになるので、負荷側バイパスダイオード41が短絡故障していると判断する。なお、この短絡故障は主電源側バイパスFET31をオフにして、蓄電部側FET37をオンにする必要がある。

20

【0094】

制御部29は上記した負荷側バイパスダイオード41の短絡故障判断と同時に、負荷側FET39の開放故障判断も行う。具体的には、負荷側FET39が正常であれば負荷15の電圧 V_a は前記したように $V_t - V$ となる。従って、負荷15の電圧 V_a が第6既定値(ここでも V_{min} とした)以下であれば負荷側FET39が開放故障していると判断する。

30

【0095】

なお、上記故障判断を行う時の3つのFETの状態は時間 t_2 から t_3 の場合と全く同じであるので、実施の形態1で述べたように両者の故障判断を同時に行ってもよい。この場合、電圧 V_c が第2既定値(=第5既定値= V_n)以上であれば主電源側バイパスFET31、または負荷側バイパスダイオード41が短絡故障していると判断する。このようにすれば、3つの故障判断を同時に行えるので、さらに短時間で故障判断が可能となる。但し、時間 t_2 から t_3 の故障判断を蓄電部21の充電前に行う場合は、主電源側バイパスFET31の短絡故障を別に行う必要がある。

【0096】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_6 で主電源バイパスFET31をオンに、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにした後、通常動作状態とする。

40

【0097】

以上の構成、動作により、切替回路部分である主電源側バイパスFET31、および蓄電部側FET37をオンオフ制御した時の負荷の電圧 V_a 、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の接続点の電圧 V_c 、蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d から、前記3つのFETと負荷側バイパスダイオード41の短絡、および開放故障を判断できるので、高信頼な蓄電装置を実現できた。

【0098】

なお、本実施の形態3で説明したように、制御部29が車両始動後に主電源側バイパス

50

F E T 3 1、または負荷側バイパスダイオード 4 1 の開放故障を判断した後、蓄電部 2 1 の充電後に残りの故障判断を行うとともに、主電源側バイパス F E T 3 1 の短絡故障を判断する時（時間 t_2 から t_3 ）は、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにするように制御することにより、負荷 1 5 への電力供給を断つことなく 3 つの F E T と負荷側バイパスダイオード 4 1 の故障判断を行うことができる。この際、および時間 t_5 から t_6 においても負荷側 F E T 3 9 は実施の形態 1 で述べた同じ理由によりオンにする方が望ましい。

【 0 0 9 9 】

また、参考例 1と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例 1と全く同じである。

【 0 1 0 0 】

（実施の形態 4）

図 8 は、本発明の実施の形態 4 における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 8 の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味は図 2 と同じである。

【 0 1 0 1 】

本実施の形態 4 における蓄電装置 1 1 の構成は図 6 と同じであるので、構成上の説明を省略し、本実施の形態 4 の特徴となる故障判断方法について述べる。

【 0 1 0 2 】

主電源側バイパス F E T 3 1、負荷側バイパスダイオード 4 1、蓄電部側 F E T 3 7、および負荷側 F E T 3 9 の故障判断は、前記した実施の形態 3 における方法も含め、以下の条件の組み合わせで行うことができる。なお、特に記載していない F E T はオンでもオフでもよい。また、複数の条件が記載されている場合はいずれかの条件を用いればよい。

【 0 1 0 3 】

1) 主電源側バイパス F E T 3 1 の開放故障を判断する場合

1 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオン、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V_a が第 1 既定値以下、または主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の接続点の電圧 V_c が第 2 既定値以下であれば開放故障

2) 負荷側バイパスダイオード 4 1 の開放故障を判断する場合

2 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオン、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V_a が第 3 既定値以下であれば開放故障

3) 蓄電部側 F E T 3 7 の開放故障を判断する場合

3 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値以下であれば開放故障

3 - 2) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにし、負荷側 F E T 3 9 をオフにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値以下であれば開放故障

4) 負荷側 F E T 3 9 の開放故障を判断する場合

4 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオンにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V_a が第 6 既定値以下であれば開放故障

4 - 2) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側 F E T 3 9 をオンにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 7 既定値以下であれば開放故障

5) 主電源側バイパス F E T 3 1 の短絡故障を判断する場合

5 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにした状態で、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の接続点の電圧 V_c が第 8 既定値以上であれば短絡故障

6) 負荷側バイパスダイオード 4 1 の短絡故障を判断する場合

10

20

30

40

50

6 - 1) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス FET 31 をオフにし、蓄電部側 FET 37 をオンにした状態で、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパスダイオード 41 の接続点の電圧 V_c が第 9 既定値以上であれば短絡故障

7) 蓄電部側 FET 37 の短絡故障を判断する場合

7 - 1) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 10 既定値以上であれば短絡故障

7 - 2) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス FET 31 と蓄電部側 FET 37 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 10 既定値以上であれば短絡故障

8) 負荷側 FET 39 の短絡故障を判断する場合

8 - 1) 主電源側バイパス FET 31 をオンにし、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 11 既定値以上であれば短絡故障

なお、上記した第 1 既定値から第 11 既定値は実施の形態 2 で述べたように、故障判断時の蓄電部 21 の充電状態や各 FET の特性バラツキ等を考慮して適宜決定すればよい。また、本実施の形態 4 においても第 1 既定値から第 7 既定値は V_{min} とし、第 8 既定値から第 11 既定値は V_n とした。また、実施の形態 3 で説明した第 1 既定値から第 6 既定値は、本実施の形態 4 で述べた第 1 既定値から第 6 既定値とは異なる。

【0104】

上記のような条件の組み合わせの内、最適な故障判断動作例について図 8 により説明する。なお、図 8 の各グラフの内容は図 7 のものと同じである。

【0105】

まず、時間 t_0 で、制御部 29 は主電源側バイパス FET 31 をオンに、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにする。この状態は図 7 の時間 t_0 と同じ状態であるので、電圧検出回路 27 で検出した負荷 15 の電圧 V_a が第 1 既定値 (V_{min}) 以下であるか、または第 3 既定値 (V_{min}) 以下であれば、主電源側バイパス FET 31、または負荷側バイパスダイオード 41 が開放故障していると判断する。

【0106】

主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパスダイオード 41 が開放故障していなければ、制御部 29 は時間 t_1 で蓄電部 21 を充電する。この際、蓄電部 21 の電圧 V_t が主電源 13 の電圧 V_b と充電回路 19 の充電精度内で一致するように充電を行っている。従って、充電後の時間 t_2 では蓄電部 21 の電圧 V_t は、図 8 に示すように主電源 13 の電圧 V_b とほぼ等しくなる。

【0107】

次に、蓄電部 21 の充電後である時間 t_2 で、制御部 29 は主電源側バイパス FET 31 をオンにし、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにする。この状態は前記した時間 t_0 と同じであるので、本実施の形態 4 でも実施の形態 2 と同様に時間 t_2 で各 FET のオンオフ制御を行わなくてもよい。

【0108】

上記各 FET の状態は、図 7 の時間 t_3 から t_4 と同じであるので、実施の形態 3 と同様に、電圧検出回路 27 により検出した蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 10 既定値 (V_n) 以上であるか、または第 11 既定値 (V_n) 以上であれば、蓄電部側 FET 37、または負荷側 FET 39 が短絡故障していると判断する。

【0109】

次に、制御部 29 は時間 t_3 で主電源側バイパス FET 31 と蓄電部側 FET 37 をオンにし、負荷側 FET 39 をオフにする。但し、図 8 の時間 t_2 から t_3 ではすでに主電源側バイパス FET 31 がオン、負荷側 FET 39 がオフであるので、本実施の形態 4 では蓄電部側 FET 37 をオンにするだけでよい。これにより、蓄電部側 FET 37 が正常

10

20

30

40

50

であれば蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d は蓄電部 2 1 の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値 (V_{min}) 以下であれば蓄電部側 F E T 3 7 が開放故障していると判断する。

【 0 1 1 0 】

次に、制御部 2 9 は時間 t_4 で電圧検出回路 2 7 より主電源 1 3 の電圧 V_b を、充電回路 1 9 より蓄電部 2 1 の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、蓄電部 2 1 の電圧 V_t が主電源 1 3 の電圧 V_b と電圧降下 V の差 ($= V_b - V \times 2$) 以上であるか否かを判断する。なお、本実施の形態 4 において、電圧降下 V は寄生ダイオード 3 5 によるものと、負荷側バイパスダイオード 4 1 によるものの両方を指し、電圧降下 V は全て等しいものとする。もし、電圧 V_t が前記差よりも小さければ、時間 t_4 で各 F E T を制御した時に、主電源 1 3 から蓄電部 2 1 に電流が急激に流れることになるので、これを避けるために前記判断を行っている。なお、上記電流が流れる経路には寄生ダイオード 3 5 と負荷側バイパスダイオード 4 1 が存在するため、電圧降下 V は 2 倍している。制御部 2 9 は、電圧 V_b が前記差以上であることを判断すると、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側 F E T 3 9 をオンにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにする。但し、図 8 の時間 t_3 から t_4 ではすでに主電源側バイパス F E T 3 1 がオンであるので、本実施の形態 4 では、蓄電部側 F E T 3 7 をオフに、負荷側 F E T 3 9 をオンにするだけでよい。これにより、負荷側 F E T 3 9 が正常であれば蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d は主電源 1 3 の電圧 V_b から負荷側バイパスダイオード 4 1 の電圧降下 V を差し引いた値 ($= V_b - V$) とほぼ等しくなる。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 7 既定値 (V_{min}) 以下であれば負荷側 F E T 3 9 が開放故障していると判断する。

【 0 1 1 1 】

次に、制御部 2 9 は時間 t_5 で電圧検出回路 2 7 より主電源 1 3 の電圧 V_b を、充電回路 1 9 より蓄電部 2 1 の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、主電源 1 3 の電圧 V_b と蓄電部 2 1 の電圧 V_t の差の絶対値 ($= |V_b - V_t|$) が電圧降下 V 以下であるか否かを判断する。もし、前記絶対値が電圧降下 V よりも大きければ、時間 t_5 で各 F E T を制御した時に、主電源側バイパス F E T 3 1 が短絡故障していれば、主電源 1 3 から蓄電部 2 1 に、また負荷側バイパスダイオード 4 1 が短絡故障していれば、その逆方向に電流が急峻に流れることになるので、これを避けるために前記判断を行っている。制御部 2 9 は、前記絶対値が電圧降下 V 以下であることを判断すると、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオンにする。これにより、主電源側バイパス F E T 3 1 がオフであり、負荷側バイパスダイオード 4 1 は F E T がオフの状態と等価であるので、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 が正常ならば電圧検出回路 2 7 により検出した主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の接続点の電圧 V_c は電圧検出回路 2 7 により 0 V 近傍になる。これがもし第 8 既定値 (V_n) 以上であるか、または第 9 既定値 (V_n) 以上であれば、主電源側バイパス F E T 3 1 が、または負荷側バイパスダイオード 4 1 が短絡故障していると判断する。なお、この時の負荷 1 5 の電圧 V_a は、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 がオンであるので、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と等しくなる。ここで、主電源 1 3 の電圧 V_b と蓄電部 2 1 の電圧 V_t がほぼ等しくなるように充電しているため、図 8 に示すように時間 t_5 から t_6 で負荷 1 5 の電圧 V_a は電圧降下 V だけ高くなる。

【 0 1 1 2 】

以上で故障判断が終了したので、実施の形態 3 と同様に時間 t_6 で蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフに、主電源バイパス F E T 3 1 をオンにした後、通常動作状態とする。この時、負荷 1 5 には主電源 1 3 から電力が供給されるので、その電圧 V_a は図 8 に示すように $V_b - V$ に戻る。

【 0 1 1 3 】

このように故障判断動作を行うことで、3 つの F E T と負荷側バイパスダイオード 4 1

10

20

30

40

50

の開放故障、および短絡故障を判断することができる上に、図 8 より明らかなように、負荷 15 の電圧 V_a は故障判断を行っても、時間 t_5 から t_6 で僅かに電圧値が上がるものの、図 7 と比較して全体的にほとんど変動しないことがわかる。従って、故障判断時に実施の形態 3 よりも安定した電圧を負荷 15 に供給することができる。

【 0 1 1 4 】

以上の構成、動作により、主電源側バイパス FET 31、蓄電部側 FET 37、および負荷側 FET 39 を限定された条件内で任意にオンオフ制御することにより、負荷 15 に供給する電圧変動を低減した状態で、負荷 15 の電圧 V_a 、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパスダイオード 41 の接続点の電圧 V_c 、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d から、3 つの FET と負荷側バイパスダイオード 41 の短絡、および開放故障を判断できるので、さらに高信頼な蓄電装置を実現できた。

10

【 0 1 1 5 】

なお、本実施の形態 4 においても実施の形態 1 と同様に、制御部 29 が車両始動後に主電源側バイパス FET 31、または負荷側バイパスダイオード 41 の開放故障を判断した後、蓄電部 21 の充電後に残りの故障判断を行うとともに、主電源側バイパス FET 31 の短絡故障を判断する時（時間 t_5 から t_6 ）は、主電源側バイパス FET 31 をオフにし、蓄電部側 FET 37 をオンにするように制御することにより、負荷 15 への電力供給を断つことなく 3 つの FET と負荷側バイパスダイオード 41 の故障判断を行うことができる。

【 0 1 1 6 】

また、参考例 1 と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例 1 と全く同じである。

20

【 0 1 1 7 】

（参考例 2）

図 9 は、参考例 2 における蓄電装置のブロック回路図である。図 10 は、参考例 2 における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 9 の太線と細線の意味は図 1 と同じである。また、図 10 の電圧経時特性図におけるカッコ付きの記号の意味も図 2 と同じである。

【 0 1 1 8 】

図 9 における参考例 2 の構成で、図 3 の構成と同じものには同じ番号を付して詳細な説明を省略する。すなわち、参考例 2 の特徴は以下の通りである。

30

【 0 1 1 9 】

1) 負荷側 FET 39 に替わって、蓄電部側 FET 37 にアノードを負荷 15 にカソードを接続した負荷側ダイオード 43 を設けた。従って、蓄電部側 FET 37 と負荷側ダイオード 43 は直列接続される。

【 0 1 2 0 】

2) 制御部 29 は主電源側バイパス FET 31、負荷側バイパス FET 33、および蓄電部側 FET 37 の 3 つの FET を独立してオンオフ制御するためにオンオフ信号 F_{of1} 、 F_{of2} 、および F_{of3} をそれぞれ送信する構成とした。これにより負荷側 FET 39、およびその制御が不要になるので、実施の形態 1 に比べ簡単な構成となる。

40

【 0 1 2 1 】

次に、このような蓄電装置 11 の動作について説明する。基本動作については実施の形態 1 とほぼ同じであるが、蓄電部 21 から負荷 15 への電力供給のオンオフ制御は蓄電部側 FET 37 のみをオンオフすればよい。

【 0 1 2 2 】

次に、切替回路部分である 3 つの FET と負荷側ダイオード 43 の故障判断動作について図 10 を参照しながら説明する。図 10 において、横軸は時間を、縦軸は上から順に蓄電部 21 の電圧 V_t 、負荷 15 の電圧 V_a 、主電源 13 の電圧 V_b 、主電源側バイパス FET 31 と負荷側バイパス FET 33 の接続点の電圧 V_c 、および蓄電部側 FET 37 と負荷側ダイオード 43 の接続点の電圧 V_d を示す。また、下の 3 つのグラフはそれぞれ 3

50

つのFETのタイミングチャートである。

【0123】

時間 t_0 で、制御部29は主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオンに、蓄電部側FET37をオフにする。これにより、負荷15に主電源13の電力が供給される。なお、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33のオンオフ設定を、ノーマリーオンとし、蓄電部側FET37のオンオフ設定を、ノーマリーオフとすれば、起動時から主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオンに、蓄電部側FET37をオフにしておくことができる。

【0124】

この状態で電圧検出回路27により負荷15の電圧 V_a を検出する。主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33が正常であれば、電圧 V_a は主電源13の電圧 V_b と等しくなる。従って、もし負荷15の電圧 V_a が第1既定値(参考例2においても負荷駆動最低電圧 V_{min} とした)以下であれば主電源側バイパスFET31、または負荷側バイパスFET33が開放故障していると判断する。なお、この故障判断は負荷側バイパスFET33がオフであってもよい。但し、この場合は負荷側バイパスFET33の寄生ダイオード35により電圧降下 $V(0.7V)$ が起こるので、電圧 V_a は $V_b - V$ となる。

【0125】

主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33が開放故障していなければ、制御部29は時間 t_1 で蓄電部21を充電する。充電後の時間 t_2 で制御部29は主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオフにし、蓄電部側FET37をオンにする。これにより、負荷15へは蓄電部21の電力が供給される。但し、負荷側ダイオード43を経由するので、電圧 V_a は蓄電部21の電圧 V_t より負荷側ダイオード43の電圧降下 V だけ低くなるが、負荷15を駆動し続けることはできる。この状態では主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33がオフなので、これらのFETが正常ならば電圧検出回路27により検出した主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33の接続点の電圧 V_c は0V近傍になる。これがもし第2既定値(ここでも V_n とした)以上であれば主電源側バイパスFET31が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断は負荷側バイパスFET33の代わりに蓄電部側FET37をオフにしてもよいが、この場合は故障判断中に負荷15への電力供給が断たれる。また、この故障判断は蓄電部21の充電後に行っているが、これは故障判断中に蓄電部21の電力を負荷15に供給し続けるためである。負荷15への電力供給が断たれてもよい場合は蓄電部21の充電前に上記故障判断を行ってもよい。

【0126】

次に時間 t_3 で制御部29は主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオンにし、蓄電部側FET37をオフにする。これにより、負荷15へは再び主電源13の電力が供給される。この時、蓄電部21は充電された状態なので、蓄電部側FET37が正常にオフ状態であり、負荷側ダイオード43が正常であれば、両者の接続点の電圧 V_d は0V近傍になるが、蓄電部側FET37が短絡故障をしていれば電圧 V_d は蓄電部21の電圧 V_t に、負荷側ダイオード43が短絡故障をしていれば電圧 V_d は負荷15の電圧 V_a になる。従って、上記した3つのFETの状態電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d が第3既定値(V_n)以上であれば蓄電部側FET37、または負荷側ダイオード43が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断の際に負荷側バイパスFET33はオフでもよい。但し、この場合は負荷15への電力供給が寄生ダイオード35を介してなされるため、負荷15の電圧 V_a は $V_b - V$ となる。

【0127】

次に時間 t_4 で制御部29は蓄電部側FET37をオンにする。これにより、蓄電部側FET37が正常であれば蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d は蓄電部21の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路27により検出した蓄電

10

20

30

40

50

部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d が第 4 既定値（ここでも V_{min} とした）以下であれば蓄電部側 F E T 3 7 が開放故障していると判断する。

【 0 1 2 8 】

次に時間 t_5 で制御部 2 9 は主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにする。この時、時間 t_4 から t_5 で蓄電部側 F E T 3 7 がオンであるので、負荷 1 5 には蓄電部 2 1 の電力が供給される。但し、負荷側ダイオード 4 3 を経由するので、負荷側ダイオード 4 3 の電圧降下 V が起こり、負荷 1 5 の電圧 V_a は $V_t - V$ となる。この状態では、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 が正常にオフになっていれば両者の接続点の電圧 V_c は 0 V 近傍になる。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c が第 5 既定値（ V_n ）以上であれば負荷 1 5 の電圧 V_a が前記接続点に回り込んでいることになるので、負荷側バイパス F E T 3 3 が短絡故障していると判断する。なお、この短絡故障は主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにする必要がある。また、上記故障判断を行う時の 3 つの F E T の状態は時間 t_2 から t_3 の場合と全く同じであるので、実施の形態 1 で述べたように両者の故障判断を同時に行ってもよい。この場合、電圧 V_c が第 2 既定値（= 第 5 既定値 = V_n ）以上であれば主電源側バイパス F E T 3 1、または負荷側バイパス F E T 3 3 が短絡故障していると判断する。但し、時間 t_2 から t_3 の故障判断を蓄電部 2 1 の充電前に行う場合は、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の短絡故障を別々に行う必要がある。

10

20

【 0 1 2 9 】

また、時間 t_5 から t_6 の状態では負荷 1 5 には蓄電部 2 1 の電力が供給されている。従って、これまでの故障判断の結果、時間 t_5 から t_6 では蓄電部側 F E T 3 7 が正常であるので、負荷側ダイオード 4 3 が正常であれば負荷 1 5 の電圧 V_a は $V_t - V$ となる。従って、制御部 2 9 は電圧検出回路 2 7 により検出した負荷 1 5 の電圧 V_a が第 6 既定値（ここでも V_{min} とした）以下であれば負荷側ダイオード 4 3 が開放故障していると判断する。

【 0 1 3 0 】

これらのことから、時間 t_5 から t_6 では負荷側バイパス F E T 3 3 の短絡故障と負荷側ダイオード 4 3 の開放故障を同時に判断する。さらに、前記したように時間 t_2 から t_3 の故障判断も同時に行うことができるので、より短時間で故障判断を行うことができる。

30

【 0 1 3 1 】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_6 で主電源バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオンに、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした後、通常動作状態とする。

【 0 1 3 2 】

以上の構成、動作により、切替回路部分である主電源側バイパス F E T 3 1、負荷側バイパス F E T 3 3、および蓄電部側 F E T 3 7 をオンオフ制御した時の負荷の電圧 V_a 、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c 、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d から、前記 3 つの F E T と負荷側ダイオード 4 3 の短絡、および開放故障を判断できるので、高信頼な蓄電装置を実現できた。

40

【 0 1 3 3 】

なお、参考例 2 で説明したように、制御部 2 9 が車両始動後に主電源側バイパス F E T 3 1、または負荷側バイパス F E T 3 3 の開放故障を判断した後、蓄電部 2 1 の充電後に残りの故障判断を行うとともに、主電源側バイパス F E T 3 1 の短絡故障を判断する時は、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにするように制御することにより、負荷 1 5 への電力供給を断つことなく 3 つの F E T と負荷側ダイオード 4 3 の故障判断を行うことができる。

【 0 1 3 4 】

50

また、参考例 1と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例 1と全く同じである。

【 0 1 3 5 】

(参考例 3)

図 1 1 は、参考例 3における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 1 1 の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味は図 2 と同じである。

【 0 1 3 6 】

参考例 3における蓄電装置 1 1 の構成は図 9 と同じであるので、構成上の説明を省略し、参考例 3の特徴となる故障判断方法について述べる。

【 0 1 3 7 】

主電源側バイパス F E T 3 1、負荷側バイパス F E T 3 3、蓄電部側 F E T 3 7、および負荷側ダイオード 4 3 の故障判断は、前記した参考例 2における方法も含め、以下の条件の組み合わせで行うことができる。なお、特に記載していない F E T はオンでもオフでもよい。また、複数の条件が記載されている場合はいずれかの条件を用いればよい。

【 0 1 3 8 】

1) 主電源側バイパス F E T 3 1 の開放故障を判断する場合

1 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオン、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V_a が第 1 既定値以下、または主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c が第 2 既定値以下であれば開放故障

2) 負荷側バイパス F E T 3 3 の開放故障を判断する場合

2 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオン、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V_a が第 3 既定値以下であれば開放故障

2 - 2) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにし、負荷側バイパス F E T 3 3 と蓄電部側 F E T 3 7 をオンにした状態で、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c が第 4 既定値以下であれば開放故障

3) 蓄電部側 F E T 3 7 の開放故障を判断する場合

3 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値以下であれば開放故障

4) 負荷側ダイオード 4 3 の開放故障を判断する場合

4 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V_a が第 6 既定値以下であれば開放故障

5) 主電源側バイパス F E T 3 1 の短絡故障を判断する場合

5 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにした状態で、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c が第 8 既定値以上であれば短絡故障

5 - 2) 主電源側バイパス F E T 3 1 と蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c が第 8 既定値以上であれば短絡故障

6) 負荷側バイパス F E T 3 3 の短絡故障を判断する場合

6 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにした状態で、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c が第 9 既定値以上であれば短絡故障

7) 蓄電部側 F E T 3 7 の短絡故障を判断する場合

7 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d が第

10

20

30

40

50

10 既定値以上であれば短絡故障

8) 負荷側ダイオード43の短絡故障を判断する場合

8-1) 主電源側バイパスFET31をオンにし、蓄電部側FET37をオフにした状態で、蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d が第11既定値以上であれば短絡故障

なお、上記した第1既定値から第11既定値は実施の形態2で述べたように、故障判断時の蓄電部21の充電状態や各FETの特性バラツキ等を考慮して適宜決定すればよい。また、参考例3においても第1既定値から第7既定値は V_{min} とし、第8既定値から第11既定値は V_n とした。また、参考例2で説明した第1既定値から第6既定値は、参考例3で述べた第1既定値から第6既定値とは異なる。

10

【0139】

上記のような条件の組み合わせの内、最適な故障判断動作例について図11により説明する。なお、図11の各グラフの内容は図10のものと同じである。

【0140】

まず、時間 t_0 で、制御部29は主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオンに、蓄電部側FET37をオフにする。この状態は図10の時間 t_0 と同じ状態であるので、電圧検出回路27で検出した負荷15の電圧 V_a が第1既定値(V_{min})以下であるか、または第3既定値(V_{min})以下であれば、主電源側バイパスFET31か、または負荷側バイパスFET33が開放故障していると判断する。

【0141】

20

主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33が開放故障していなければ、制御部29は時間 t_1 で蓄電部21を充電する。この際、蓄電部21の電圧 V_t が主電源13の電圧 V_b と充電回路19の充電精度内で一致するように充電を行っている。従って、充電後の時間 t_2 では蓄電部21の電圧 V_t は、図11に示すように主電源13の電圧 V_b とほぼ等しくなる。

【0142】

次に、蓄電部21の充電後である時間 t_2 で、制御部29は主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオンにし、蓄電部側FET37をオフにする。この状態は前記した時間 t_0 と同じであるので、参考例3では制御部29は時間 t_2 で各FETのオンオフ制御を行わなくてもよい。

30

【0143】

上記各FETの状態は、図10の時間 t_3 から t_4 と同じであるので、参考例2と同様に、電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d が第10既定値(V_n)以上であるか、または第11既定値(V_n)以上であれば、蓄電部側FET37か、または負荷側ダイオード43が短絡故障していると判断する。

【0144】

次に、制御部29は時間 t_3 で電圧検出回路27より主電源13の電圧 V_b を、充電回路19より蓄電部21の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、主電源13の電圧 V_b が蓄電部21の電圧 V_t と電圧降下 V の差($=V_t - V$)以上であるか否かを判断する。なお、参考例3において、電圧降下 V は寄生ダイオード35によるものと、負荷側ダイオード43によるものの両方を指し、電圧降下 V は全て等しいものとする。もし、電圧 V_b が前記差よりも小さければ、時間 t_3 で各FETを制御した時に、蓄電部21から主電源13に電流が逆流することになるので、これを避けるために前記判断を行っている。

40

【0145】

制御部29は、電圧 V_b が前記電圧差($V_t - V$)以上であることを判断すると、主電源側バイパスFET31、負荷側バイパスFET33、および蓄電部側FET37をオンにする。但し、図11の時間 t_2 から t_3 ではすでに主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33がオンであるので、参考例3では蓄電部側FET37をオンにす

50

るだけでよい。これにより、蓄電部側 F E T 3 7 が正常であれば蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d は蓄電部 2 1 の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値 (V_{min}) 以下であれば蓄電部側 F E T 3 7 が開放故障していると判断する。

【 0 1 4 6 】

次に、制御部 2 9 は時間 t_4 で電圧検出回路 2 7 より主電源 1 3 の電圧 V_b を、充電回路 1 9 より蓄電部 2 1 の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_t - V \times 2$) 以上であるか否かを判断する。もし、前記主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_t - V \times 2$) よりも小さければ、時間 t_4 で各 F E T を制御した時に、負荷側バイパス F E T 3 3 が短絡故障していれば、主電源 1 3 から蓄電部 2 1 に電流が急峻に流れることになるので、これを避けるために前記判断を行っている。制御部 2 9 は、前記主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_t - V \times 2$) 以上であることを判断すると、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにする。但し、図 1 1 の時間 t_3 から t_4 ではすでに蓄電部側 F E T 3 7 がオンであるので、参考例 3 では、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにするだけでよい。これにより、負荷側ダイオード 4 3 が正常であれば蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d は蓄電部 2 1 の電圧 V_t とほぼ等しくなる。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した負荷 1 5 の電圧 V_a が第 6 既定値 (V_{min}) 以下であれば負荷側ダイオード 4 3 が開放故障していると判断する。

【 0 1 4 7 】

次に、制御部 2 9 は上記判断に引き続き、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の短絡故障判断を行う。この際、まず電圧検出回路 2 7 より主電源 1 3 の電圧 V_b を、充電回路 1 9 より蓄電部 2 1 の電圧 V_t をそれぞれ読み込んで、主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_t - V \times 2$) 以上であるか否かを判断するのであるが、これはすでに時間 t_4 で判断済みである。さらに、制御部 2 9 は、前記主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と寄生ダイオード 3 5 と負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_t - V \times 2$) 以上であることを判断すると、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにするのであるが、これもすでにその状態になっているので、引き続き以下の判断動作を行う。すなわち、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 がオフなので、これらの F E T が正常ならば電圧検出回路 2 7 により検出した主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 の接続点の電圧 V_c は電圧検出回路 2 7 により 0 V 近傍になる。これがもし第 8 既定値 (V_n) 以上であるか、または第 9 既定値 (V_n) 以上であれば、主電源側バイパス F E T 3 1 か、または負荷側バイパス F E T 3 3 が短絡故障していると判断する。なお、時間 t_4 から t_5 の負荷 1 5 の電圧 V_a は、蓄電部側 F E T 3 7 がオンであるので、蓄電部 2 1 の電圧 V_t から負荷側ダイオード 4 3 の電圧降下 V だけ低い電圧 ($= V_t - V$) となる。

【 0 1 4 8 】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_5 で主電源バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパス F E T 3 3 をオンに、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした後、通常動作状態とする。

【 0 1 4 9 】

このように故障判断動作を行うことで、3つの F E T と負荷側ダイオード 4 3 の開放故障、および短絡故障を判断することができる上に、図 1 1 より明らかなように、負荷 1 5 の電圧 V_a は故障判断を行っても、時間 t_4 から t_5 で僅かに電圧値が上がるものの、図

10

20

30

40

50

10と比較して全体的にほとんど変動しないことがわかる。従って、故障判断時に参考例2よりも安定した電圧を負荷15に供給することができる。さらに、時間 t_5 までで故障判断が終了するので、参考例2よりも早く故障判断を行うことができる。

【0150】

以上の構成、動作により、主電源側バイパスFET31、負荷側バイパスFET33、および蓄電部側FET37を限定された条件内で任意にオンオフ制御することにより、負荷15に供給する電圧変動を低減した状態で、負荷15の電圧 V_a 、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33の接続点の電圧 V_c 、蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d から、3つのFETと負荷側ダイオード43の短絡、および開放故障を高速に判断できるので、さらに高信頼な蓄電装置を実現できた。

10

【0151】

なお、参考例3においても実施の形態1と同様に、制御部29が車両始動後に主電源側バイパスFET31、または負荷側バイパスFET33の開放故障を判断した後、蓄電部21の充電後に残りの故障判断を行うとともに、主電源側バイパスFET31の短絡故障を判断する時(時間 t_4 から t_5)は、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33をオフにし、蓄電部側FET37をオンにするように制御することにより、負荷15への電力供給を断つことなく3つのFETと負荷側ダイオード43の故障判断を行うことができる。

【0152】

また、参考例1と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例1と全く同じである。

20

【0153】

(参考例4)

図12は、参考例4における蓄電装置のブロック回路図である。図13は、参考例4における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図12の太線と細線の意味は図1と同じである。また、図13の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味も図2と同じである。

【0154】

図12における参考例4の構成で、図6、図9の構成と同じものには同じ番号を付して詳細な説明を省略する。すなわち、参考例4は実施の形態1の構成に比べ以下の点が異なる。

30

【0155】

1) 負荷側バイパスFET33に替わって、主電源側バイパスFET31にアノードを負荷15にカソードを接続した負荷側バイパスダイオード41を設けた。従って、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41は直列接続される。

【0156】

2) 負荷側FET39に替わって、蓄電部側FET37にアノードを負荷15にカソードを接続した負荷側ダイオード43を設けた。従って、蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43は直列接続される。

【0157】

3) 制御部29は主電源側バイパスFET31、および蓄電部側FET37の2つのFETを独立してオンオフ制御するためにオンオフ信号 F_{of1} 、および F_{of3} をそれぞれ送信する構成とした。

40

【0158】

このように負荷側バイパスダイオード41と負荷側ダイオード43の2つのダイオードを設けることにより、負荷側バイパスFET33と負荷側FET39、およびそれらの制御が不要になるので、実施の形態1~3に比べ簡単な構成となる。

【0159】

次に、このような蓄電装置11の動作について説明する。基本動作については実施の形態1とほぼ同じであるが、主電源13から負荷15への直接電力供給のオンオフ制御は主

50

電源側バイパスFET31のみをオンオフすればよく、また蓄電部21から負荷15への電力供給のオンオフ制御は蓄電部側FET37のみをオンオフすればよい。

【0160】

次に、切替回路部分である2つのFETと2つのダイオードの故障判断動作について図13を参照しながら説明する。図13において、横軸は時間を、縦軸は上から順に蓄電部21の電圧 V_t 、負荷15の電圧 V_a 、主電源13の電圧 V_b 、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の接続点の電圧 V_c 、および蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d を示す。また、下の2つのグラフはそれぞれ2つのFETのタイミングチャートである。

【0161】

時間 t_0 で、制御部29は主電源側バイパスFET31をオンに、蓄電部側FET37をオフにする。これにより、負荷15に主電源13の電力が供給される。なお、主電源側バイパスFET31のオンオフ設定を、ノーマリーオンとし、蓄電部側FET37のオンオフ設定を、ノーマリーオフとすれば、起動時から主電源側バイパスFET31をオンに、蓄電部側FET37をオフにしておくことができる。

【0162】

この状態で電圧検出回路27により負荷15の電圧 V_a を検出する。主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41が正常であれば、電圧 V_a は主電源13の電圧 V_b から負荷側バイパスダイオード41の電圧降下 V を差し引いた値($V_b - V$)と等しくなる。従って、もし負荷15の電圧 V_a が第1既定値(参考例4においても負荷駆動最低電圧 V_{min} とした)以下であれば主電源側バイパスFET31、または負荷側バイパスダイオード41が開放故障していると判断する。

【0163】

主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41が開放故障していなければ、制御部29は時間 t_1 で蓄電部21を充電する。充電後の時間 t_2 で制御部29は主電源側バイパスFET31をオフにし、蓄電部側FET37をオンにする。これにより、負荷15へは蓄電部21の電力が供給される。但し、負荷側ダイオード43を経由するので、電圧 V_a は蓄電部21の電圧 V_t より負荷側ダイオード43の電圧降下 V だけ低くなるが、負荷15を駆動し続けることはできる。この状態で主電源側バイパスFET31が正常にオフならば電圧検出回路27により検出した主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の接続点の電圧 V_c は0V近傍になる。これがもし第2既定値(ここでも V_n とした)以上であれば主電源側バイパスFET31が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断は蓄電部側FET37をオフにしても可能であるが、この場合は故障判断中に負荷15への電力供給が断たれる。また、この故障判断は蓄電部21の充電後に行っているが、これは故障判断中に蓄電部21の電力を負荷15に供給し続けるためである。負荷15への電力供給が断たれてもよい場合は蓄電部21の充電前に上記故障判断を行ってもよい。

【0164】

次に時間 t_3 で制御部29は主電源側バイパスFET31をオンにし、蓄電部側FET37をオフにする。これにより、負荷15へは再び主電源13の電力が供給される。この時、蓄電部21は充電された状態なので、蓄電部側FET37が正常にオフ状態であり、負荷側ダイオード43が正常であれば、両者の接続点の電圧 V_d は0V近傍になるが、蓄電部側FET37が短絡故障をしていれば電圧 V_d は蓄電部21の電圧 V_t に、負荷側ダイオード43が短絡故障をしていれば電圧 V_d は負荷15の電圧 V_a になる。従って、上記した2つのFETの状態電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d が第3既定値(V_n)以上であれば蓄電部側FET37、または負荷側ダイオード43が短絡故障していると判断する。

【0165】

次に時間 t_4 で制御部29は蓄電部側FET37をオンにする。これにより、蓄電部側FET37が正常であれば蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V

10

20

30

40

50

dは蓄電部21の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d が第4既定値(ここでも V_{min} とした)以下であれば蓄電部側FET37が開放故障していると判断する。

【0166】

次に時間 t_5 で制御部29は主電源側バイパスFET31をオフにする。この時、時間 t_4 から t_5 で蓄電部側FET37がオンであるので、負荷15には蓄電部21の電力が供給される。但し、負荷側ダイオード43を経由するので、負荷側ダイオード43の電圧降下 V が起これ、負荷15の電圧 V_a は $V_t - V$ となる。この状態では、主電源側バイパスFET31が正常にオフになっており、負荷側バイパスダイオード41が正常であれば両者の接続点の電圧 V_c は0V近傍になる。従って、電圧検出回路27により検出した主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の接続点の電圧 V_c が第5既定値(V_n)以上であれば負荷15の電圧 V_a が前記接続点に回り込んでいることになるので、負荷側バイパスダイオード41が短絡故障していると判断する。なお、この短絡故障は主電源側バイパスFET31をオフにして、蓄電部側FET37をオンにする必要がある。また、上記故障判断を行う時の2つのFETの状態は時間 t_2 から t_3 の場合と全く同じであるので、実施の形態1で述べたように両者の故障判断を同時に行ってもよい。この場合、電圧 V_c が第2既定値(=第5既定値= V_n)以上であれば主電源側バイパスFET31、または負荷側バイパスダイオード41が短絡故障していると判断する。

10

【0167】

但し、時間 t_2 から t_3 の故障判断を蓄電部21の充電前に行う場合は、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の短絡故障を別々に行う必要がある。

20

【0168】

また、時間 t_5 から t_6 の状態では負荷15には蓄電部21の電力が供給されている。従って、これまでの故障判断の結果、時間 t_5 から t_6 では蓄電部側FET37が正常であるので、負荷側ダイオード43が正常であれば負荷15の電圧 V_a は $V_t - V$ となる。従って、制御部29は電圧検出回路27により検出した負荷15の電圧 V_a が第6既定値(ここでも V_{min} とした)以下であれば負荷側ダイオード43が開放故障していると判断する。

【0169】

これらのことから、時間 t_5 から t_6 では負荷側バイパスダイオード41の短絡故障と負荷側ダイオード43の開放故障を同時に判断する。さらに、前記したように時間 t_2 から t_3 の故障判断も同時に行うことができるので、より短時間で故障判断を行うことができる。

30

【0170】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_6 で主電源バイパスFET31をオンに、蓄電部側FET37をオフにした後、通常動作状態とする。

【0171】

以上の構成、動作により、切替回路部分である主電源側バイパスFET31、および蓄電部側FET37をオンオフ制御した時の負荷の電圧 V_a 、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の接続点の電圧 V_c 、蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の接続点の電圧 V_d から、前記2つのFETと前記2つのダイオードの短絡、および開放故障を判断できるので、高信頼な蓄電装置を実現できた。

40

【0172】

なお、参考例4で説明したように、制御部29が車両始動後に主電源側バイパスFET31、または負荷側バイパスダイオード41の開放故障を判断した後、蓄電部21の充電後に残りの故障判断を行うとともに、主電源側バイパスFET31の短絡故障を判断する時は、蓄電部側FET37をオンにするように制御することにより、負荷15への電力供給を断つことなく2つのFETと2つのダイオードの故障判断を行うことができる。

【0173】

また、参考例1と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外

50

部制御回路とのやり取り等の動作は参考例 1と全く同じである。

【 0 1 7 4 】

(参考例 5)

図 1 4 は、参考例 5における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 1 4 の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味は図 2 と同じである。

【 0 1 7 5 】

参考例 5における蓄電装置 1 1 の構成は図 1 2 と同じであるので、構成上の説明を省略し、参考例 5の特徴となる故障判断方法について述べる。

【 0 1 7 6 】

主電源側バイパス F E T 3 1、負荷側バイパスダイオード 4 1、蓄電部側 F E T 3 7、および負荷側ダイオード 4 3 の故障判断は、前記した参考例 4における方法も含め、以下の条件の組み合わせで行うことができる。なお、特に記載していない F E T はオンでもオフでもよい。また、複数の条件が記載されている場合はいずれかの条件を用いればよい。

【 0 1 7 7 】

1) 主電源側バイパス F E T 3 1 の開放故障を判断する場合

1 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオン、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V a が第 1 既定値以下、または主電源側バイパス F E T 3 1 をオンにした状態で、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の接続点の電圧 V c が第 2 既定値以下であれば開放故障

2) 負荷側バイパスダイオード 4 1 の開放故障を判断する場合

2 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオン、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V a が第 3 既定値以下であれば開放故障

3) 蓄電部側 F E T 3 7 の開放故障を判断する場合

3 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V d が第 5 既定値以下であれば開放故障

4) 負荷側ダイオード 4 3 の開放故障を判断する場合

4 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにした状態で、負荷 1 5 の電圧 V a が第 6 既定値以下であれば開放故障

5) 主電源側バイパス F E T 3 1 の短絡故障を判断する場合

5 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにした状態で、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の接続点の電圧 V c が第 8 既定値以上であれば短絡故障

6) 負荷側バイパスダイオード 4 1 の短絡故障を判断する場合

6 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにした状態で、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の接続点の電圧 V c が第 9 既定値以上であれば短絡故障

7) 蓄電部側 F E T 3 7 の短絡故障を判断する場合

7 - 1) 充電回路 1 9 が蓄電部 2 1 を充電中、または充電後に、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V d が第 1 0 既定値以上であれば短絡故障

8) 負荷側ダイオード 4 3 の短絡故障を判断する場合

8 - 1) 主電源側バイパス F E T 3 1 をオンにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態で、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V d が第 1 1 既定値以上であれば短絡故障

なお、上記した第 1 既定値から第 1 1 既定値は実施の形態 2 で述べたように、故障判断時の蓄電部 2 1 の充電状態や各 F E T の特性バラツキ等を考慮して適宜決定すればよい。

10

20

30

40

50

また、参考例 5においても第 1 既定値から第 7 既定値は V_{min} とし、第 8 既定値から第 11 既定値は V_n とした。また、参考例 4 で説明した第 1 既定値から第 6 既定値は、参考例 5 で述べた第 1 既定値から第 6 既定値とは異なる。

【 0 1 7 8 】

上記のような条件の組み合わせの内、最適な故障判断動作例について図 1 4 により説明する。なお、図 1 4 の各グラフの内容は図 1 3 のものと同じである。

【 0 1 7 9 】

まず、時間 t_0 で、制御部 2 9 は主電源側バイパス FET 3 1 をオンに、蓄電部側 FET 3 7 をオフにする。この状態は図 1 3 の時間 t_0 と同じ状態であるので、電圧検出回路 2 7 で検出した負荷 1 5 の電圧 V_a が第 1 既定値 (V_{min}) 以下であるか、または第 3 既定値 (V_{min}) 以下であれば、主電源側バイパス FET 3 1 が、または負荷側バイパスダイオード 4 1 が開放故障していると判断する。

10

【 0 1 8 0 】

主電源側バイパス FET 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 が開放故障していなければ、制御部 2 9 は時間 t_1 で蓄電部 2 1 を充電する。この際、蓄電部 2 1 の電圧 V_t が主電源 1 3 の電圧 V_b と充電回路 1 9 の充電精度内で一致するように充電を行っている。従って、充電後の時間 t_2 では蓄電部 2 1 の電圧 V_t は、図 1 4 に示すように主電源 1 3 の電圧 V_b とほぼ等しくなる。

【 0 1 8 1 】

次に、蓄電部 2 1 の充電後である時間 t_2 で、制御部 2 9 は主電源側バイパス FET 3 1 をオンにし、蓄電部側 FET 3 7 をオフにする。この状態は前記した時間 t_0 と同じであるので、参考例 5 では制御部 2 9 は時間 t_2 で各 FET のオンオフ制御を行わなくてもよい。

20

【 0 1 8 2 】

上記各 FET の状態は、図 1 3 の時間 t_3 から t_4 と同じであるので、参考例 4 と同様に、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 FET 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d が第 10 既定値 (V_n) 以上であるか、または第 11 既定値 (V_n) 以上であれば、蓄電部側 FET 3 7 が、または負荷側ダイオード 4 3 が短絡故障していると判断する。

【 0 1 8 3 】

次に、制御部 2 9 は時間 t_3 で主電源側バイパス FET 3 1 と蓄電部側 FET 3 7 をオンにする。但し、図 1 4 の時間 t_2 から t_3 ではすでに主電源側バイパス FET 3 1 がオンであるので、参考例 5 では蓄電部側 FET 3 7 をオンにするだけでよい。これにより、蓄電部側 FET 3 7 が正常であれば蓄電部側 FET 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d は蓄電部 2 1 の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 FET 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値 (V_{min}) 以下であれば蓄電部側 FET 3 7 が開放故障していると判断する。

30

【 0 1 8 4 】

次に、制御部 2 9 は時間 t_4 で電圧検出回路 2 7 より主電源 1 3 の電圧 V_b を、充電回路 1 9 より蓄電部 2 1 の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 (V_{x2}) の差 ($= V_t - V_{x2}$) 以上であるか否かを判断する。もし、前記主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 (V_{x2}) の差 ($= V_t - V_{x2}$) よりも小さければ、時間 t_4 で各 FET を制御した時に、負荷側バイパス FET 3 3 が短絡故障していれば、主電源 1 3 から蓄電部 2 1 に電流が急峻に流れることになるので、これを避けるために前記判断を行っている。制御部 2 9 は、前記主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 (V_{x2}) の差 ($= V_t - V_{x2}$) 以上であることを判断すると、主電源側バイパス FET 3 1 をオフにし、蓄電部側 FET 3 7 をオンにする。但し、図 1 4 の時間 t_3 から t_4 ではすでに蓄電

40

50

部側 F E T 3 7 がオンであるので、参考例 5では、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにするだけでよい。これにより、負荷側ダイオード 4 3 が正常であれば蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d は蓄電部 2 1 の電圧 V_t とほぼ等しくなる。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した負荷 1 5 の電圧 V_a が第 6 既定値 (V_{min}) 以下であれば負荷側ダイオード 4 3 が開放故障していると判断する。

【 0 1 8 5 】

次に、制御部 2 9 は上記判断に引き続き、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の短絡故障判断を行う。この際、まず電圧検出回路 2 7 より主電源 1 3 の電圧 V_b を、充電回路 1 9 より蓄電部 2 1 の電圧 V_t をそれぞれ読み込んで、主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_t - V \times 2$) 以上であるか否かを判断するのであるが、これはすでに時間 t_4 で判断済みである。さらに、制御部 2 9 は、前記主電源 1 3 の電圧 V_b が、蓄電部 2 1 の電圧 V_t と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側ダイオード 4 3 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_t - V \times 2$) 以上であることを判断すると、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにするのであるが、これもすでにその状態になっているので、引き続き以下の判断動作を行う。すなわち、主電源側バイパス F E T 3 1 がオフなので、これが正常ならば電圧検出回路 2 7 により検出した主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の接続点の電圧 V_c は電圧検出回路 2 7 により 0 V 近傍になる。これがもし第 8 既定値 (V_n) 以上であるか、または第 9 既定値 (V_n) 以上であれば、主電源側バイパス F E T 3 1 か、または負荷側バイパスダイオード 4 1 が短絡故障していると判断する。なお、時間 t_4 から t_5 の負荷 1 5 の電圧 V_a は、蓄電部側 F E T 3 7 がオンであるので、蓄電部 2 1 の電圧 V_t から負荷側ダイオード 4 3 の電圧降下 V だけ低い電圧 ($= V_t - V$) となる。この電圧は、主電源 1 3 の電圧 V_b と蓄電部 2 1 の電圧 V_t がほぼ等しくなるように充電していることから、時間 t_4 以前の電圧 ($= V_b - V$) とほぼ等しくなる。

【 0 1 8 6 】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_5 で主電源バイパス F E T 3 1 をオンに、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした後、通常動作状態とする。

【 0 1 8 7 】

このように故障判断動作を行うことで、2つの F E T と2つのダイオードの開放故障、および短絡故障を判断することができる上に、図 1 4 より明らかなように、負荷 1 5 の電圧 V_a は図 1 3 と比較して、故障判断を行ってもほとんど変動しないことがわかる。従って、故障判断時に参考例 4よりも安定した電圧を負荷 1 5 に供給することができる。さらに、時間 t_5 までで故障判断が終了するので、参考例 4よりも早く故障判断を行うことができる。

【 0 1 8 8 】

以上の構成、動作により、主電源側バイパス F E T 3 1 と蓄電部側 F E T 3 7 を限定された条件内で任意にオンオフ制御することにより、負荷 1 5 に供給する電圧変動を低減した状態で、負荷 1 5 の電圧 V_a 、主電源側バイパス F E T 3 1 と負荷側バイパスダイオード 4 1 の接続点の電圧 V_c 、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側ダイオード 4 3 の接続点の電圧 V_d から、2つの F E T と2つのダイオードの短絡、および開放故障を高速に判断できるので、さらに高信頼な蓄電装置を実現できた。

【 0 1 8 9 】

なお、参考例 5においても実施の形態 1 と同様に、制御部 2 9 が車両始動後に主電源側バイパス F E T 3 1、または負荷側バイパスダイオード 4 1 の開放故障を判断した後、蓄電部 2 1 の充電後に残りの故障判断を行うとともに、主電源側バイパス F E T 3 1 の短絡故障を判断する時 (時間 t_4 から t_5) は、主電源側バイパス F E T 3 1 をオフにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオンにするように制御することにより、負荷 1 5 への電力供給を断つことなく2つの F E T と2つのダイオードの故障判断を行うことができる。

【 0 1 9 0 】

10

20

30

40

50

また、参考例 1と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例 1と全く同じである。

【0191】

(参考例 6)

図 15 は、参考例 6における蓄電装置のブロック回路図である。図 16 は、参考例 6における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 15 の太線と細線の意味は図 1 と同じである。また、図 16 の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味も図 2 と同じである。

【0192】

図 15 における参考例 6の構成で、図 3 の構成と同じものには同じ番号を付して詳細な説明を省略する。すなわち、参考例 6の特徴は以下の通りである。

【0193】

1) 主電源用バイパス FET 31 を廃した。

【0194】

2) それに伴い、オンオフ信号 Fof1 の信号線を廃した。

【0195】

3) 図 3 における電圧 Vc は図 15 の構成では電圧 Vb と等しくなるので、電圧 Vc を検出するために電圧検出回路 27 から接続されていた信号線を廃した。

【0196】

このような構成とすることで、実施の形態 1 に比べ簡単な構成が得られる。

【0197】

次に、このような蓄電装置 11 の動作について説明する。基本動作については実施の形態 1 とほぼ同じであるが、主電源 13 から負荷 15 への直接電力供給のオンオフ制御は負荷側バイパス FET 33 のみをオンオフすればよい。

【0198】

次に、切替回路部分である 3 つの FET の故障判断動作について図 16 を参照しながら説明する。図 16 において、横軸は時間を、縦軸は上から順に蓄電部 21 の電圧 Vt、負荷 15 の電圧 Va、主電源 13 の電圧 Vb、および蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 Vd を示す。また、下の 3 つのグラフはそれぞれ 3 つの FET のタイミングチャートである。

【0199】

時間 t0 で、制御部 29 は負荷側バイパス FET 33 をオンに、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにする。これにより、負荷 15 に主電源 13 の電力が供給される。なお、負荷側バイパス FET 33 のオンオフ設定を、ノーマリーオンとし、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 のオンオフ設定を、ノーマリーオフとすれば、起動時から負荷側バイパス FET 33 をオンに、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフしておくことができる。

【0200】

この状態で電圧検出回路 27 により負荷 15 の電圧 Va を検出する。負荷側バイパス FET 33 が正常であれば、電圧 Va は主電源 13 の電圧 Vb と等しくなる。従って、もし負荷 15 の電圧 Va が第 1 既定値 (参考例 6においても負荷駆動最低電圧 Vmin とした) 以下であれば負荷側バイパス FET 33 が開放故障していると判断する。なお、この故障判断は負荷側バイパス FET 33 がオフであってもよい。但し、この場合は負荷側バイパス FET 33 の寄生ダイオード 35 により電圧降下 $V(0.7V)$ が起こるので、電圧 Va は $Vb - V$ となる。

【0201】

負荷側バイパス FET 33 が開放故障していなければ、制御部 29 は時間 t1 で蓄電部 21 を充電する。充電後の時間 t2 で制御部 29 は負荷側バイパス FET 33 と蓄電部側 FET 37 をオフにする。この時、すでに負荷側 FET 39 はオフであるので、全ての FET がオフになる。この際、主電源 13 の電力が負荷側バイパス FET 33 の寄生ダイオ

10

20

30

40

50

ード35を經由して負荷15に供給される。従って、電圧 V_a は主電源13の電圧 V_b より寄生ダイオード35の電圧降下 V だけ低くなるが、負荷15を駆動し続けることはできる。この状態では負荷側バイパスFET33がオフなので、正常であれば電圧検出回路27により検出した主電源13の電圧 V_b 、および負荷15の電圧 V_a の差は前記したように理想的には V となる。しかし、参考例1で述べたようにリーク電流やノイズの影響による電圧値 V_n ($=0.1V$ 程度)が上乘せされる。従って、制御部29は電圧 V_a と電圧 V_b の差を求め、もし第2既定値(ここでは上記理由により $V+V_n$ とする)以下であれば負荷側バイパスFET33が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断を行っても負荷15へは主電源13から電力供給が継続されるので、蓄電部21の充電前や充電中に故障判断してもよい。

10

【0202】

また、時間 t_2 から t_3 における全てのFETがオフの状態では、蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d は、これらが正常であれば $0V$ 近傍となる。従って、電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d が第3既定値(ここでも V_n とした)以上であれば蓄電部側FET37、または負荷側FET39が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断では、負荷側バイパスFET33のオンオフ状態はどちらでもよい。

【0203】

次に時間 t_3 で制御部29は蓄電部側FET37をオンにする。この時、蓄電部21は充電された状態なので、蓄電部側FET37と負荷側FET39が正常であれば、両者の接続点の電圧 V_d は蓄電部21の電圧 V_t になる。従って、電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d が第4既定値(V_{min})以下なら蓄電部側FET37が開放故障していると判断する。なお、この故障判断の際に負荷側FET39がオフに、蓄電部側FET37がオンになっていれば、負荷側バイパスFET33はオンでもオフでもよい。但し、負荷側バイパスFET33がオフの場合は負荷15への電力供給が寄生ダイオード35を介してなされるため、負荷15の電圧 V_a は $V_b - V$ となる。

20

【0204】

次に時間 t_4 で制御部29は、まず負荷15の電圧 V_a と蓄電部21の電圧 V_t を取り込み、両者を比較する。この時点では3つのFETの状態は時間 t_3 から t_4 と同じであるので、負荷側FET39はオフである。従って、蓄電部21の電圧 V_t は満充電電圧の $12.8V$ 、負荷15の電圧 V_a は $V_a = V_b - V = 14 - 0.7 = 13.3V$ となる。従って、 $V_a - V_t = 0.5V$ となる。この電圧差であれば、後述するように負荷側FET39をオンにしても負荷15側から蓄電部21へ突入電流が流れても僅かであり、FETへの影響を低減できる。なお、突入電流の観点から $V_a - V_t > 1V$ (第5既定値)であれば問題ない。また、 $V_a - V_t$ が負、すなわち $V_t > V_a$ の場合は突入電流が流れない。これらのことから、まず制御部29は現在の負荷15の電圧 V_a と蓄電部21の電圧 V_t を比較して、突入電流が僅かしか流れない条件にあるかを判断し、例えば充電初期などで蓄電部21の電圧 V_t が十分高くない時には以後の故障判断を行わず、条件が成立するまで待つ。

30

40

【0205】

ここでは、前記した通り $V_a - V_t = 0.5V$ で第5既定値($1V$)以下であるので、故障判断を行うことができる。そこで、制御部29は負荷側FET39をオンにする。これにより、負荷側FET39が正常であれば、負荷15の電圧 V_a 、および蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d がほぼ等しくなる。従って、制御部29は電圧検出回路27により検出した負荷15の電圧 V_a 、および蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d の差を求め、第6既定値(ここでもリーク電流やノイズの影響を考慮して $V_n = 0.1V$ とした)以上であれば負荷側FET39が開放故障していると判断する。なお、この故障判断は負荷側FET39がオンであれば、他のFETはオンでもオフでもよい。

50

【 0 2 0 6 】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_5 で負荷側バイパス F E T 3 3 をオンに、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにした後、通常動作状態とする。

【 0 2 0 7 】

以上の構成、動作により、切替回路部分である負荷側バイパス F E T 3 3、蓄電部側 F E T 3 7、および負荷側 F E T 3 9 をオンオフ制御した時の負荷の電圧 V_a 、主電源 1 3 の電圧 V_b 、および蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d から、前記 3 つの F E T の短絡、および開放故障を判断できるので、高信頼な蓄電装置を実現できた。

【 0 2 0 8 】

なお、参考例 6 で説明したように、制御部 2 9 が車両始動後に負荷側バイパス F E T 3 3 の開放故障を判断した後、蓄電部 2 1 の充電後に残りの故障判断を行うことにより、負荷 1 5 への電力供給を断つことなく 3 つの F E T の故障判断を行うことができる。

【 0 2 0 9 】

また、参考例 1 と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例 1 と全く同じである。

【 0 2 1 0 】

また、負荷側バイパス F E T 3 3 に替えて、アノードを主電源 1 3 に、カソードを負荷 1 5 に接続した負荷側バイパスダイオードを接続する構成でもよい。この場合、故障判断は上記したものと同じであるが、図 1 6 の負荷側バイパス F E T 3 3 のタイミングチャートが常時オフの状態になることに相当する。従って、負荷 1 5 の電圧 V_a は常時 $V_b - V$ となる。また、前記負荷側バイパスダイオードの故障判断は次のようにして行う。

【 0 2 1 1 】

まず、制御部 2 9 は蓄電部側 F E T 3 7、および負荷側 F E T 3 9 をオフにした状態 (図 1 6 の時間 t_0 から t_1) で電圧検出回路 2 7 により負荷 1 5 の電圧 V_a 、および主電源 1 3 の電圧 V_b を検出する。

【 0 2 1 2 】

次に、負荷 1 5 の電圧 V_a が上記した第 1 既定値 (V_{min}) 以下であれば前記負荷側バイパスダイオードが開放故障していると判断する。同時に、負荷 1 5 の電圧 V_a と主電源 1 3 の電圧 V_b の差を求め、上記した第 2 既定値 ($V + V_n$) 以下であれば前記負荷側バイパスダイオードが短絡故障していると判断する。

【 0 2 1 3 】

このような構成とすることで、主電源 1 3 から負荷 1 5 に直接電力を供給する時は負荷側バイパスダイオードの電圧降下 V だけ負荷 1 5 の電圧 V_a が下がるものの、F E T を 2 個にすることができ、簡単な構成の蓄電装置 1 1 が実現できる。

【 0 2 1 4 】

また、負荷側 F E T 3 9 に替えて、アノードを蓄電部側 F E T 3 7 に、カソードを負荷 1 5 に接続した負荷側ダイオードを接続する構成でもよい。この場合、故障判断は基本的に図 1 6 で説明したものと同じであるが、図 1 6 の負荷側 F E T 3 9 のタイミングチャートが常時オフの状態になることに相当する。従って、時間 t_4 から t_5 の動作がなくなる。この場合の前記負荷側ダイオードの故障判断は次のようにして行う。

【 0 2 1 5 】

まず、制御部 2 9 は蓄電部側 F E T 3 7 をオフにした状態 (図 1 6 の時間 t_2 から t_3) で電圧検出回路 2 7 により蓄電部側 F E T 3 7 と前記負荷側ダイオードの接続点の電圧 V_d を検出する。

【 0 2 1 6 】

次に、電圧 V_d が上記した第 3 既定値 (V_n) 以上であれば前記負荷側ダイオードが短絡故障していると判断する。

【 0 2 1 7 】

次に、負荷 1 5 の電圧 V_a と蓄電部 2 1 の電圧 V_t の差が前記第 5 既定値 ($1 V$) 以下

10

20

30

40

50

の時、または蓄電部 21 の電圧 V_t が負荷 15 の電圧 V_a よりも大きい時で、かつ充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後（図 16 の時間 t_3 から t_4 ）に電圧検出回路 27 により検出した負荷 15 の電圧 V_a 、および蓄電部側 FET 37 と前記負荷側ダイオードの接続点の電圧 V_d の差を求める。

【0218】

次に、前記差が上記した第 6 既定値（ V_n ）以上であれば前記負荷側ダイオードが開放故障していると判断する。

【0219】

このような構成とすることによっても、FET を 2 個にすることができ、簡単な構成の蓄電装置 11 が実現できる。

10

【0220】

また、負荷側バイパス FET 33 を前記負荷側バイパスダイオードに替える構成と、負荷側 FET 39 を前記負荷側ダイオードに替える構成とを同時に行ってもよい。この場合の接続方法はそれぞれ上記した通りである。この構成においても負荷側 FET 39 がないので図 16 の時間 t_4 から t_5 の動作がなくなる。また、これら 2 個のダイオードの故障判断は、それぞれ上記した方法を組み合わせることで行うことができる。

【0221】

すなわち、前記負荷側バイパスダイオードの故障判断は次のようにして行う。

【0222】

まず、この構成では負荷側 FET 39 がないので、制御部 29 は蓄電部側 FET 37 のみをオフにした状態（図 16 の時間 t_0 から t_1 ）で電圧検出回路 27 により負荷 15 の電圧 V_a 、および主電源 13 の電圧 V_b を検出する。

20

【0223】

次に、負荷 15 の電圧 V_a が上記した第 1 既定値（ V_{min} ）以下であれば前記負荷側バイパスダイオードが開放故障していると判断する。同時に、負荷 15 の電圧 V_a と主電源 13 の電圧 V_b の差を求め、上記した第 2 既定値（ $V + V_n$ ）以下であれば前記負荷側バイパスダイオードが短絡故障していると判断する。

【0224】

一方、前記負荷側ダイオードの故障判断は前記した方法と同様に、次のようにして行う。

30

【0225】

まず、制御部 29 は蓄電部側 FET 37 をオフにした状態（図 16 の時間 t_2 から t_3 ）で電圧検出回路 27 により蓄電部側 FET 37 と前記負荷側ダイオードの接続点の電圧 V_d を検出する。

【0226】

次に、電圧 V_d が上記した第 3 既定値（ V_n ）以上であれば前記負荷側ダイオードが短絡故障していると判断する。

【0227】

次に、負荷 15 の電圧 V_a と蓄電部 21 の電圧 V_t の差が前記第 5 既定値（ $1V$ ）以下の時、または蓄電部 21 の電圧 V_t が負荷 15 の電圧 V_a よりも大きい時で、かつ充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後（図 16 の時間 t_3 から t_4 ）に電圧検出回路 27 により検出した負荷 15 の電圧 V_a 、および蓄電部側 FET 37 と前記負荷側ダイオードの接続点の電圧 V_d の差を求める。

40

【0228】

次に、前記差が上記した第 6 既定値（ V_n ）以上であれば前記負荷側ダイオードが開放故障していると判断する。

【0229】

このような構成とすることにより、FET を 1 個だけにすることができ、さらに簡単な構成の蓄電装置 11 が実現できる。

【0230】

50

(参考例 7)

図 17 は、参考例 7 における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図 17 の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味は図 2 と同じである。

【0231】

参考例 7 における蓄電装置 11 の構成は図 15 と同じであるので、構成上の説明を省略し、参考例 7 の特徴となる故障判断方法について述べる。

【0232】

負荷側バイパス FET 33、蓄電部側 FET 37、および負荷側 FET 39 の故障判断は、以下の条件の組み合わせで行うことができる。なお、特に記載していない FET はオンでもオフでもよい。

【0233】

1) 負荷側バイパス FET 33 の開放故障を判断する場合
1-1) 蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにした状態で、負荷 15 の電圧 V_a が第 3 既定値以下であれば開放故障

2) 蓄電部側 FET 37 の開放故障を判断する場合
2-1) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、蓄電部側 FET 37 をオンにし、負荷側 FET 39 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値以下であれば開放故障

3) 負荷側 FET 39 の開放故障を判断する場合
3-1) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、負荷側 FET 39 をオンにし、蓄電部側 FET 37 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 7 既定値以下であれば開放故障

4) 負荷側バイパス FET 33 の短絡故障を判断する場合
4-1) 負荷側バイパス FET 33、蓄電部側 FET 37、および負荷側 FET 39 をオフにした状態で、主電源 13 の電圧 V_b と負荷 15 の電圧 V_a の差が第 12 既定値以下であれば短絡故障

5) 蓄電部側 FET 37 の短絡故障を判断する場合
5-1) 充電回路 19 が蓄電部 21 を充電中、または充電後に、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 10 既定値以上であれば短絡故障

6) 負荷側 FET 39 の短絡故障を判断する場合
6-1) 蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにした状態で、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 の接続点の電圧 V_d が第 11 既定値以上であれば短絡故障

なお、上記した第 3 既定値から第 11 既定値は実施の形態 2 で述べたように、故障判断時の蓄電部 21 の充電状態や各 FET の特性バラツキ等を考慮して適宜決定すればよい。また、参考例 7 において、第 3 既定値、第 5 既定値、および第 7 既定値は V_{min} とし、第 10 既定値と第 11 既定値は V_n とした。第 12 既定値については、後述するように $V + V_n$ とした。また、参考例 6 で説明した第 3 既定値と第 5 既定値は、参考例 7 で述べた第 3 既定値や第 5 既定値とは異なる。

【0234】

上記のような条件の組み合わせの内、最適な故障判断動作例について図 17 により説明する。なお、図 17 の各グラフの内容は図 16 のものと同じである。

【0235】

まず、時間 t_0 で、制御部 29 は負荷側バイパス FET 33 をオンに、蓄電部側 FET 37 と負荷側 FET 39 をオフにする。この状態は図 16 の時間 t_0 と同じ状態であるので、電圧検出回路 27 で検出した負荷 15 の電圧 V_a が第 3 既定値 (V_{min}) 以下であれば、負荷側バイパス FET 33 が開放故障していると判断する。

【0236】

負荷側バイパス FET 33 が開放故障していなければ、制御部 29 は時間 t_1 で蓄電部

10

20

30

40

50

21を充電する。この際、蓄電部21の電圧 V_t が主電源13の電圧 V_b と充電回路19の充電精度内で一致するように充電を行っている。従って、充電後の時間 t_2 では蓄電部21の電圧 V_t は、図17に示すように主電源13の電圧 V_b とほぼ等しくなる。

【0237】

次に、蓄電部21の充電後である時間 t_2 で、制御部29は負荷側バイパスFET33、蓄電部側FET37、および負荷側FET39をオフにする。この時、すでに蓄電部側FET37と負荷側FET39はオフであるので、参考例7では負荷側バイパスFET33をオフにするだけでよい。これにより、全てのFETがオフになる。この際、主電源13の電力が負荷側バイパスFET33の寄生ダイオード35を経由して負荷15に供給される。従って、電圧 V_a は主電源13の電圧 V_b より寄生ダイオード35の電圧降下 V だけ低くなるが、負荷15を駆動し続けることはできる。この状態では負荷側バイパスFET33がオフなので、正常であれば電圧検出回路27により検出した主電源13の電圧 V_b 、および負荷15の電圧 V_a の差は前記したように理想的には V となる。しかし、参考例1で述べたようにリーク電流やノイズの影響による電圧値 V_n ($=0.1V$ 程度)が上乘せされる。従って、制御部29は電圧 V_a と電圧 V_b の差を求め、もし第12既定値(ここでは上記理由により $V+V_n$ とする)以下であれば負荷側バイパスFET33が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断を行っても負荷15へは主電源13から電力供給が継続されるので、蓄電部21の充電前や充電中に故障判断してもよい。なお、参考例7では各FETの寄生ダイオード35による電圧降下 V は全て等しいとする。

10

20

【0238】

次に、制御部29は時間 t_3 で、負荷側バイパスFET33をオンにし、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにする。但し、図17の時間 t_2 から t_3 ではすでに蓄電部側FET37と負荷側FET39がオフであるので、参考例7では負荷側バイパスFET33をオンにするだけでよい。これにより、蓄電部側FET37と負荷側FET39が正常であれば、蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d は電圧検出回路27により0Vを維持する。従って、電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d が第10既定値(V_n)以上であるか、または第11既定値(V_n)以上であれば、蓄電部側FET37、または負荷側FET39が短絡故障していると判断する。

30

【0239】

次に、制御部29は時間 t_4 で電圧検出回路27より主電源13の電圧 V_b を、充電回路19より蓄電部21の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、主電源13の電圧 V_b が蓄電部21の電圧 V_t と寄生ダイオード35による電圧降下 V の差($=V_t - V$)以上であるか否かを判断する。もし、電圧 V_b が前記差よりも小さければ、時間 t_4 で各FETを制御した時に、蓄電部21から主電源13に電流が逆流することになるので、これを避けるために前記判断を行っている。

【0240】

制御部29は、電圧 V_b が前記電圧差($V_t - V$)以上であることを判断すると、負荷側バイパスFET33と蓄電部側FET37をオンにし、負荷側FET39をオフにする。但し、図17の時間 t_3 から t_4 ではすでに負荷側バイパスFET33がオン、負荷側FET39がオフであるので、参考例7では蓄電部側FET37をオンにするだけでよい。これにより、蓄電部側FET37が正常であれば蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d は蓄電部21の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d が第5既定値(V_{min})以下であれば蓄電部側FET37が開放故障していると判断する。

40

【0241】

次に、制御部29は時間 t_5 で電圧検出回路27より主電源13の電圧 V_b を、充電回路19より蓄電部21の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、蓄電部21の電圧 V_t が主電源13の電圧 V_b と寄生ダイオード35による電圧降下 V の差($=V_b - V$)以

50

上であるか否かを判断する。もし、電圧 V_t が前記差よりも小さければ、時間 t_5 で各FETを制御した時に、主電源13から蓄電部21に電流が急激に流れることになるので、これを避けるために前記判断を行っている。制御部29は、電圧 V_b が前記差以上であることを判断すると、負荷側バイパスFET33、および負荷側FET39をオンにし、蓄電部側FET37をオフにする。但し、図17の時間 t_4 から t_5 ではすでに負荷側バイパスFET33がオンであるので、参考例7では、蓄電部側FET37をオフに、負荷側FET39をオンにするだけでよい。これにより、負荷側FET39が正常であれば蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d は主電源13の電圧 V_b とほぼ等しくなる。従って、電圧検出回路27により検出した蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d が第7既定値(V_{min})以下であれば負荷側FET39が開放故障していると判断する。

10

【0242】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_6 で負荷側バイパスFET33をオンに、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにした後、通常動作状態とする。

【0243】

このように故障判断動作を行うことで、3つのFETの開放故障、および短絡故障を判断することができる上に、図17より明らかなように、負荷15の電圧 V_a は故障判断を行っても、時間 t_2 から t_3 で僅かに電圧値が下がるものの、図16と比較してほとんど変動しないことがわかる。従って、故障判断時に参考例6よりも安定した電圧を負荷15に供給することができる。

20

【0244】

以上の構成、動作により、切替回路部分である負荷側バイパスFET33、蓄電部側FET37、および負荷側FET39を限定された条件内で任意にオンオフ制御することにより、負荷15に供給する電圧変動を低減した状態で、負荷15の電圧 V_a 、主電源13の電圧 V_b 、および蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧 V_d から、3つのFETの短絡、および開放故障を判断できるので、さらに高信頼で簡易構成の蓄電装置を実現できた。

【0245】

なお、参考例7においても参考例6と同様に、制御部29が車両始動後に負荷側バイパスFET33の開放故障を判断した後、蓄電部21の充電後に残りの故障判断を行ってもよい。また、参考例1と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例1と全く同じである。

30

【0246】

(実施の形態5)

図18は、本発明の実施の形態5における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図である。なお、図18の電圧経時特性図におけるカッコつきの記号の意味は図2と同じである。

【0247】

本実施の形態5における蓄電装置11の構成は、参考例6の構成(図15)に対し、負荷側バイパスFET33に替えて、アノードを主電源13に、カソードを負荷15に接続した負荷側バイパスダイオード41とした点以外は同じであるので、蓄電装置11のブロック回路図、および他の構成上の説明を省略し、本実施の形態5の特徴となる故障判断方法について述べる。

40

【0248】

負荷側バイパスダイオード41、蓄電部側FET37、および負荷側FET39の故障判断は、以下の条件の組み合わせで行うことができる。なお、特に記載していないFETはオンでもオフでもよい。

【0249】

1) 負荷側バイパスダイオード41の開放故障を判断する場合

1-1) 蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにした状態で、負荷15の電圧

50

V_aが第3既定値以下であれば開放故障

2) 蓄電部側FET37の開放故障を判断する場合

2-1) 充電回路19が蓄電部21を充電中、または充電後に、蓄電部側FET37をオンにし、負荷側FET39をオフにした状態で、蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧V_dが第5既定値以下であれば開放故障

3) 負荷側FET39の開放故障を判断する場合

3-1) 充電回路19が蓄電部21を充電中、または充電後に、負荷側FET39をオンにし、蓄電部側FET37をオフにした状態で、蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧V_dが第7既定値以下であれば開放故障

4) 負荷側バイパスダイオード41の短絡故障を判断する場合

4-1) 蓄電部側FET37、および負荷側FET39をオフにした状態で、主電源13の電圧V_bと負荷15の電圧V_aの差が第12既定値以下であれば短絡故障

5) 蓄電部側FET37の短絡故障を判断する場合

5-1) 充電回路19が蓄電部21を充電中、または充電後に、蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにした状態で、蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧V_dが第10既定値以上であれば短絡故障

6) 負荷側FET39の短絡故障を判断する場合

6-1) 蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにした状態で、蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧V_dが第11既定値以上であれば短絡故障

なお、上記した第3既定値から第11既定値は実施の形態2で述べたように、故障判断時の蓄電部21の充電状態や各FETの特性パラツキ等を考慮して適宜決定すればよい。また、本実施の形態5において、第3既定値、第5既定値、および第7既定値はV_{min}とし、第10既定値と第11既定値はV_nとした。第12既定値については、参考例7で述べた理由からV₊+V_nとした。また、参考例6で説明した第3既定値と第5既定値は、本実施の形態5で述べた第3既定値や第5既定値とは異なる。

【0250】

上記のような条件の組み合わせの内、最適な故障判断動作例について図18により説明する。なお、図18の各グラフの内容は、負荷側バイパスFET33のタイミングチャートがない以外は図17のものと同じである。

【0251】

まず、時間t₀で、制御部29は蓄電部側FET37と負荷側FET39をオフにする。この状態は図17の時間t₀において、負荷側バイパスFET33がオフの状態に相当するので、負荷15の電圧V_aは図18に示すように主電源13の電圧V_bから負荷側バイパスダイオード41の電圧降下Vだけ低い値(=V_b-V)となる。しかし、実質的には図17の時間t₀と同等の状態であるので、電圧検出回路27で検出した負荷15の電圧V_aが第3既定値(V_{min})以下であれば、負荷側バイパスダイオード41が開放故障していると判断する。なお、本実施の形態5においても各FETの寄生ダイオード35と負荷側バイパスダイオード41による電圧降下Vは全て等しいとする。

【0252】

次に、制御部29は引き続き負荷側バイパスダイオード41の短絡故障判断を行う。これは、参考例7と同様に蓄電部21の充電後に行ってもよいが、ここでは、充電前に短絡故障判断を行う場合について説明する。すなわち、制御部29は蓄電部側FET37と負荷側FET39がオフの状態、電圧検出回路27により検出した主電源13の電圧V_b、および負荷15の電圧V_aの差を求め、もし第12既定値(V₊+V_n)以下であれば負荷側バイパスダイオード41が短絡故障していると判断する。なお、この故障判断は図17の時間t₂からt₃における動作と同じである。

【0253】

負荷側バイパスダイオード41が短絡、開放故障していなければ、制御部29は時間t₁で蓄電部21を充電する。この際、蓄電部21の電圧V_tが主電源13の電圧V_bと充電回路19の充電精度内で一致するように充電を行っている。従って、充電後の時間t₂

10

20

30

40

50

では蓄電部 2 1 の電圧 V_t は、図 1 8 に示すように主電源 1 3 の電圧 V_b とほぼ等しくなる。

【 0 2 5 4 】

次に、蓄電部 2 1 の充電後である時間 t_2 で、制御部 2 9 は蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにする。本実施の形態 5 では、すでに蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 はオフであるので、制御部 2 9 は引き続き蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の短絡故障を判断する。すなわち、時間 t_2 において、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 が正常であれば、蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d は電圧検出回路 2 7 により 0 V を維持する。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 1 0 既定値 (V_n) 以上であるか、または第 1 1 既定値 (V_n) 以上であれば、蓄電部側 F E T 3 7、または負荷側 F E T 3 9 が短絡故障していると判断する。

10

【 0 2 5 5 】

次に、制御部 2 9 は時間 t_3 で蓄電部側 F E T 3 7 をオンにし、負荷側 F E T 3 9 をオフにする。但し、図 1 8 の時間 t_2 から t_3 ではすでに負荷側 F E T 3 9 がオフであるので、本実施の形態 5 では蓄電部側 F E T 3 7 をオンにするだけでよい。これにより、蓄電部側 F E T 3 7 が正常であれば蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d は蓄電部 2 1 の電圧 V_t まで上昇する。従って、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が第 5 既定値 (V_{min}) 以下であれば蓄電部側 F E T 3 7 が開放故障していると判断する。

20

【 0 2 5 6 】

次に、制御部 2 9 は時間 t_4 で電圧検出回路 2 7 より主電源 1 3 の電圧 V_b を、充電回路 1 9 より蓄電部 2 1 の電圧 V_t をそれぞれ読み込む。ここで、前記蓄電部 2 1 の電圧 V_t が、主電源 1 3 の電圧 V_b と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側バイパスダイオード 4 1 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_b - V \times 2$) 以上であるか否かを判断する。もし蓄電部 2 1 の電圧 V_t が、主電源 1 3 の電圧 V_b と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側バイパスダイオード 4 1 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_b - V \times 2$) よりも小さければ、時間 t_4 で各 F E T を制御したときに、主電源 1 3 から蓄電部 2 1 に急峻に電流が流れることになるので、これを避けるために前記判断を行っている。制御部 2 9 は、前記蓄電部 2 1 の電圧 V_t が、主電源 1 3 の電圧 V_b と、寄生ダイオード 3 5 および負荷側バイパスダイオード 4 1 による電圧降下 ($V \times 2$) の差 ($= V_b - V \times 2$) 以上であることを判断すると、負荷側 F E T 3 9 をオンにし、蓄電部側 F E T 3 7 をオフにする。これにより、負荷側 F E T 3 9 が正常であれば蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d は負荷 1 5 の電圧 V_a とほぼ等しくなる。ここで、図 1 8 より時間 t_4 から t_5 における負荷 1 5 の電圧 V_a は主電源 1 3 の電圧 V_b から負荷側バイパスダイオード 4 1 の電圧降下 V だけ低い電圧 ($= V_b - V$) になっている。よって、負荷側 F E T 3 9 が正常ならば、 $V_d = V_a = V_b - V$ の関係が成立する。このことから、電圧検出回路 2 7 により検出した蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 の接続点の電圧 V_d が $V_b - V$ に至らず、第 7 既定値 (V_{min}) 以下であれば負荷側 F E T 3 9 が開放故障していると判断する。

30

40

【 0 2 5 7 】

以上で故障判断が終了したので、時間 t_5 で蓄電部側 F E T 3 7 と負荷側 F E T 3 9 をオフにした後、通常動作状態とする。

【 0 2 5 8 】

このように故障判断動作を行うことで、2 つの F E T と負荷側バイパスダイオード 4 1 の開放故障、および短絡故障を判断することができる上に、図 1 8 より明らかのように、負荷 1 5 の電圧 V_a は図 1 7 と比較して、故障判断を行ってもほとんど変動しないことがわかる。従って、故障判断時に参考例 7 よりも安定した電圧を負荷 1 5 に供給することができる。但し、通常動作時は主電源 1 3 の電力が必ず負荷側バイパスダイオード 4 1 を経由して負荷 1 5 に供給されるので、負荷側バイパスダイオード 4 1 による損失が常時発生

50

する。

【0259】

以上の構成、動作により、負荷側バイパスダイオード41、蓄電部側FET37、および負荷側FET39を限定された条件内で任意にオンオフ制御することにより、負荷15に供給する電圧変動を低減した状態で、負荷15の電圧Va、主電源13の電圧Vb、および蓄電部側FET37と負荷側FET39の接続点の電圧Vdから、2つのFETと負荷側バイパスダイオード41の短絡、および開放故障を判断できるので、さらに高信頼で簡易構成の蓄電装置を実現できた。

【0260】

なお、本実施の形態5においても参考例6と同様に、制御部29が車両始動後に負荷側バイパスダイオード41の開放故障を判断した後、蓄電部21の充電後に残りの故障判断を行ってもよい。また、参考例1と同様に、上記故障判断を車両の使用後に行ってもよい。この場合の外部制御回路とのやり取り等の動作は参考例1と全く同じである。

10

【0261】

また、実施の形態1～5および参考例1～7で述べた充電後に行う故障判断は負荷駆動最低電圧Vmin(=10.5V)より高い電圧まで蓄電部21が充電されていれば、充電中に故障判断を行ってもよい。

【0262】

また、実施の形態1～5および参考例1～7で述べた故障判断の順番は、それらに限定されるものではなく、任意の順番で行ってもよい。但し、蓄電部21の充電中、または充電後に行う故障判断は、その条件下で任意の順番で行えばよい。なお、車両始動後にいち早く高信頼に主電源13から負荷15に電力を供給するために、主電源13と負荷15を直接接続する第1スイッチ17や主電源側バイパスFET31、負荷側バイパスFET33、負荷側バイパスダイオード41の開放故障判断を最初に行う方が望ましい。

20

【0263】

また、実施の形態1～5および参考例1～7において、故障判断された場合には、以降の判断動作を中止して故障信号を発するようにしてもよい。

【0264】

また、実施の形態1～5および参考例1～7で述べた切替回路部分の故障判断は蓄電装置11を使用している間に適宜繰り返す(例えば一定時間毎に)行ってもよい。

30

【0265】

また、実施の形態1～5および参考例1～7の構成において、第1スイッチ17、負荷側バイパスFET33、負荷側バイパスダイオード41、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33の直列回路、または主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の直列回路を、それぞれ複数設け、それらを並列接続する構成としてもよい。この場合、第1スイッチ17や負荷側バイパスFET33、負荷側バイパスダイオード41に流れる電流が並列接続数に応じて分散されるため、電流容量の小さなスイッチやFET、ダイオードを用いることができ、蓄電装置11の小型化が可能となる。同様に、第2スイッチ23、蓄電部側FET37と負荷側FET39の直列回路、または蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の直列回路を、それぞれ複数設け、それらを並列接続する構成としてもよい。

40

【0266】

また、実施の形態1～5および参考例1～7の構成において、負荷15を複数設け、それぞれの負荷15に対して、主電源13の電力を供給する経路(第1スイッチ17、負荷側バイパスFET33、負荷側バイパスダイオード41、主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスFET33の直列回路、または主電源側バイパスFET31と負荷側バイパスダイオード41の直列回路を含む経路)と、蓄電部21の電力を供給する経路(第2スイッチ23、蓄電部側FET37と負荷側FET39の直列回路、または蓄電部側FET37と負荷側ダイオード43の直列回路を含む経路)を設ける構成としてもよい。これにより、それぞれの負荷15の消費電流に応じてスイッチやFET、ダイオードの電流容

50

量を最適なものとする事ができる。

【0267】

また、実施の形態1～5および参考例1～7の構成において、必要に応じて主電源13と負荷15の間、または蓄電部21と負荷15の間に、ヒューズ、FET等の半導体素子、あるいはリレー等からなる回路保護素子を挿入してもよい。この場合、回路保護素子は電圧降下の微小なものを選択すれば、故障判断のときの電圧値に与える影響を少なくすることができる。

【0268】

また、実施の形態1～5および参考例1～7では蓄電部21に電気二重層キャパシタを用いたが、これは電気化学キャパシタ等の他の蓄電素子を用いてもよい。

10

【0269】

また、実施の形態1～5および参考例1～7では蓄電装置をアイドリングストップ車に適用した場合について述べたが、それに限らず、ハイブリッド車や、電動パワーステアリング、電動ターボ、電気的な油圧制御による車両制動等の各システムにおける車両用補助電源、あるいは一般の非常用バックアップ電源等にも適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0270】

本発明にかかる蓄電装置は切替回路部分の故障判断ができ、高信頼性が得られるので、特に主電源の電圧低下時に蓄電部から電力を供給する補助電源用の蓄電装置等として有用である。

20

【図面の簡単な説明】

【0271】

【図1】参考例1における蓄電装置のブロック回路図

【図2】参考例1における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図3】本発明の実施の形態1における蓄電装置のブロック回路図

【図4】本発明の実施の形態1における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図5】本発明の実施の形態2における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図6】本発明の実施の形態3における蓄電装置のブロック回路図

30

【図7】本発明の実施の形態3における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図8】本発明の実施の形態4における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図9】参考例2における蓄電装置のブロック回路図

【図10】参考例2における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図11】参考例3における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図12】参考例4における蓄電装置のブロック回路図

40

【図13】参考例4における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図14】参考例5における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図15】参考例6における蓄電装置のブロック回路図

【図16】参考例6における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図17】参考例7における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと電圧経時特性図

【図18】本発明の実施の形態5における蓄電装置の故障判断時のタイミングチャートと

50

電圧経時特性図

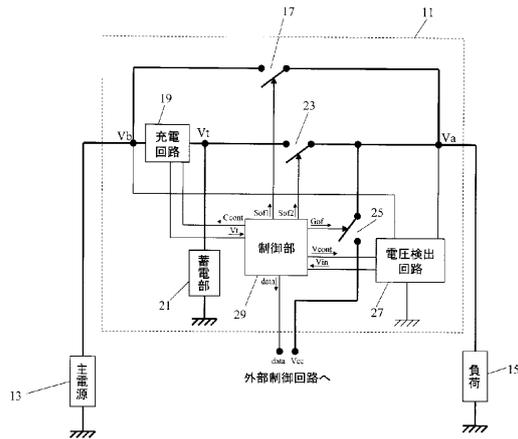
【図19】従来の蓄電装置の概略回路図

【符号の説明】

【0272】

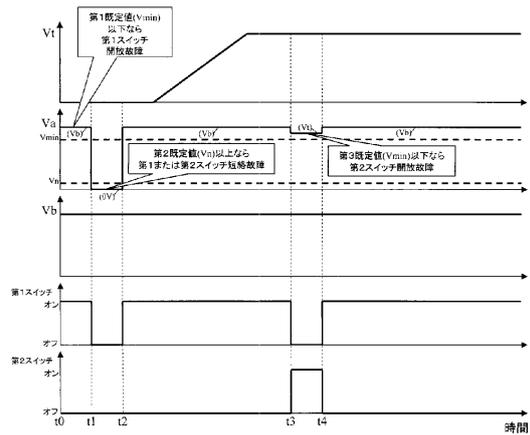
- 11 蓄電装置
- 13 主電源
- 15 負荷
- 17 第1スイッチ
- 19 充電回路
- 21 蓄電部
- 23 第2スイッチ
- 27 電圧検出回路
- 29 制御部
- 31 主電源側バイパスFET
- 33 負荷側バイパスFET
- 37 蓄電部側FET
- 39 負荷側FET
- 41 負荷側バイパスダイオード
- 43 負荷側ダイオード

【図1】

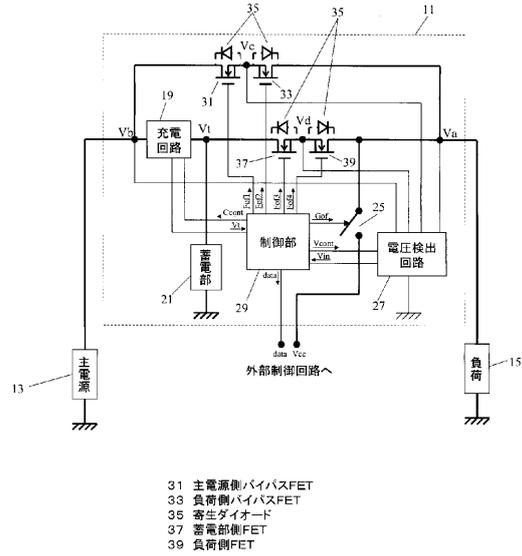


- 11 蓄電装置
- 17 第1スイッチ
- 23 第2スイッチ
- 25 外部電源供給スイッチ

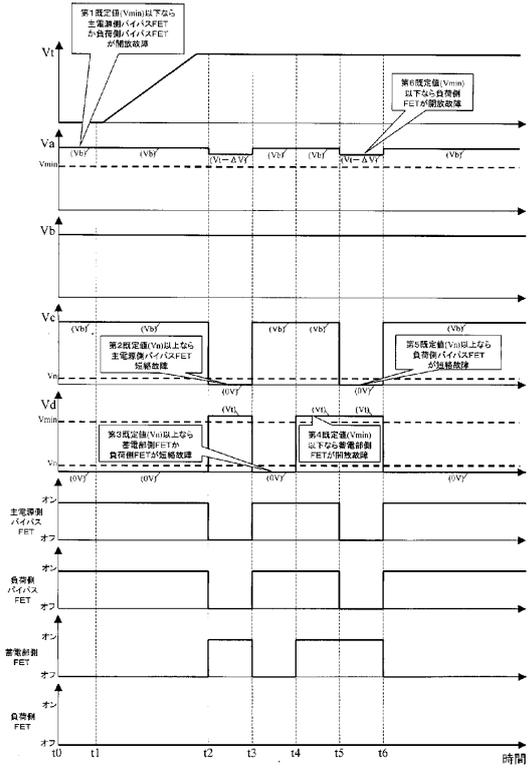
【図2】



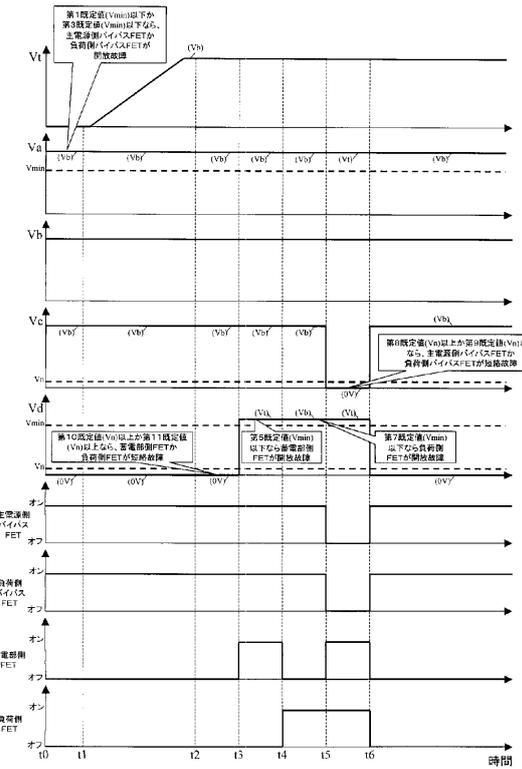
【図3】



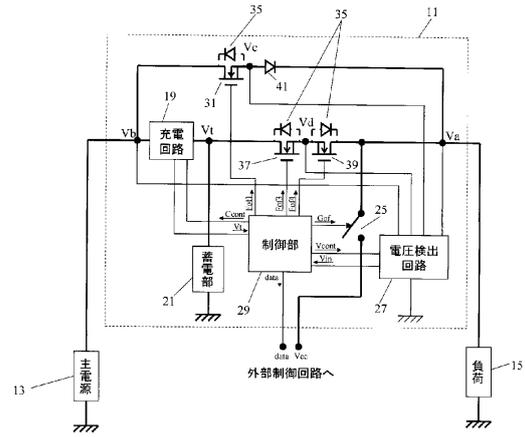
【図4】



【図5】

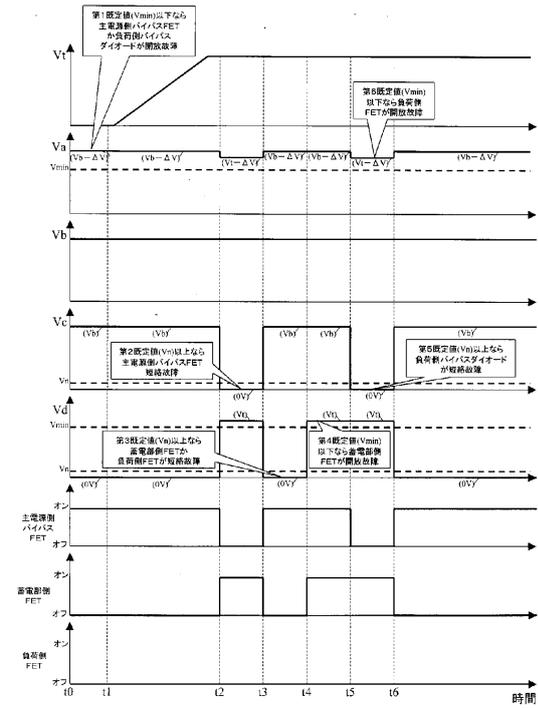


【図6】

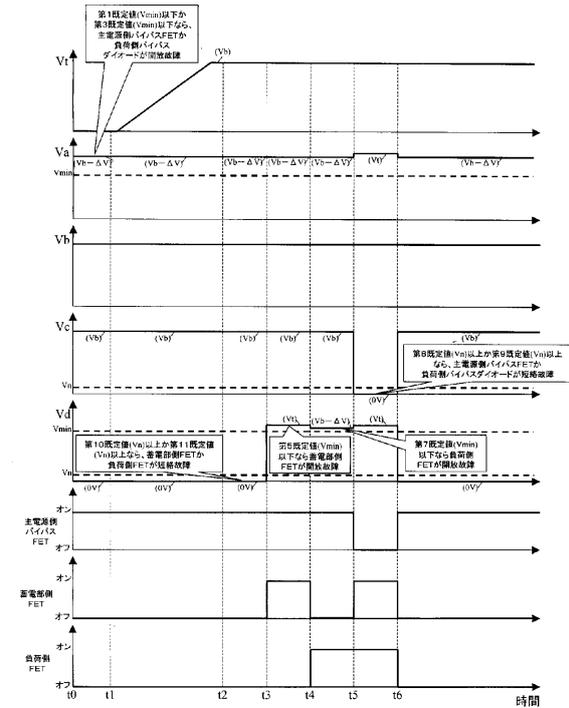


41 負荷側バイパスダイオード

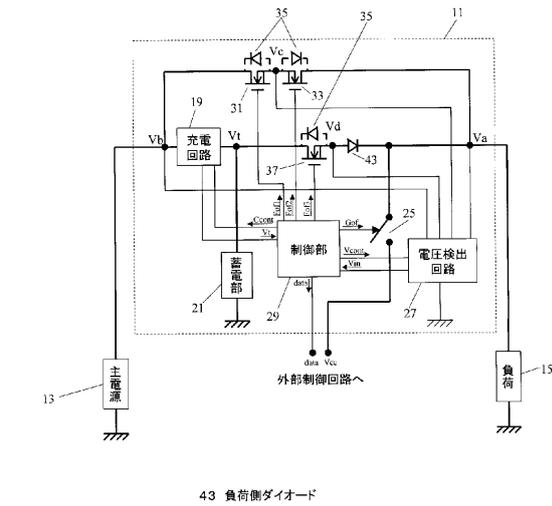
【図7】



【図8】

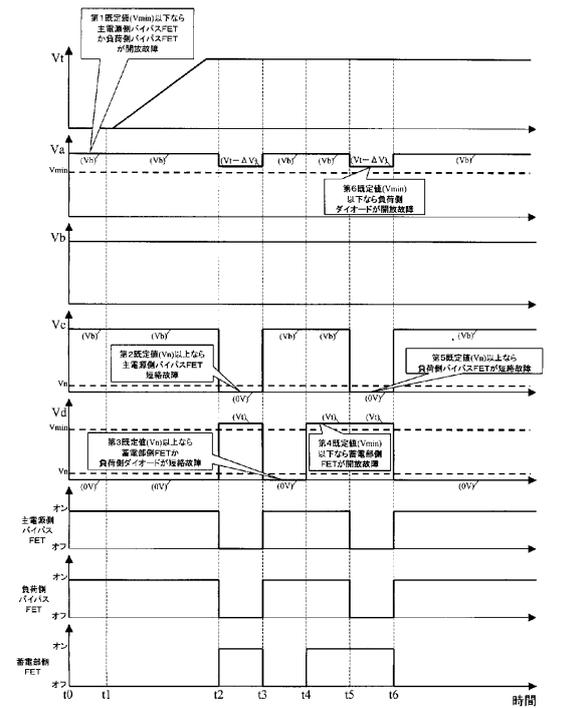


【図9】

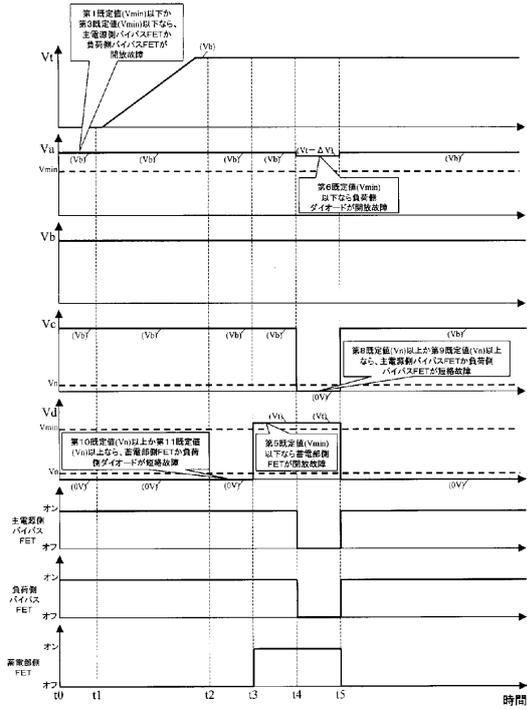


43 負荷側ダイオード

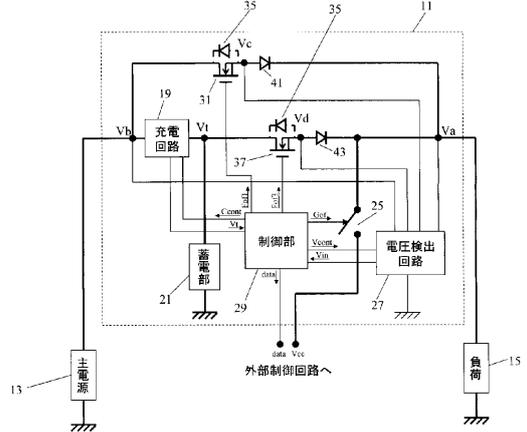
【図10】



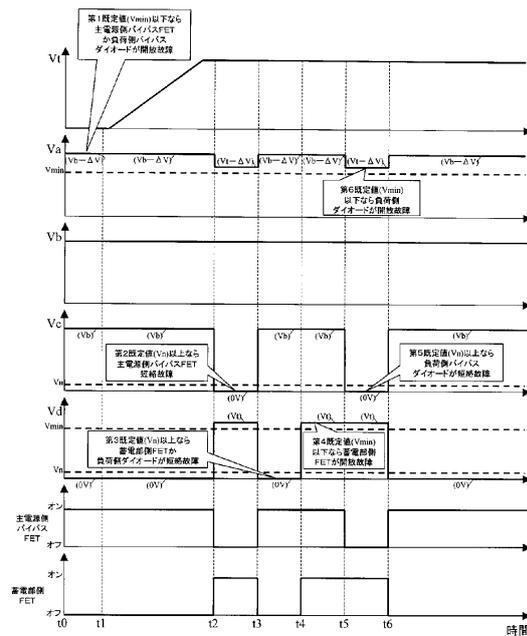
【図11】



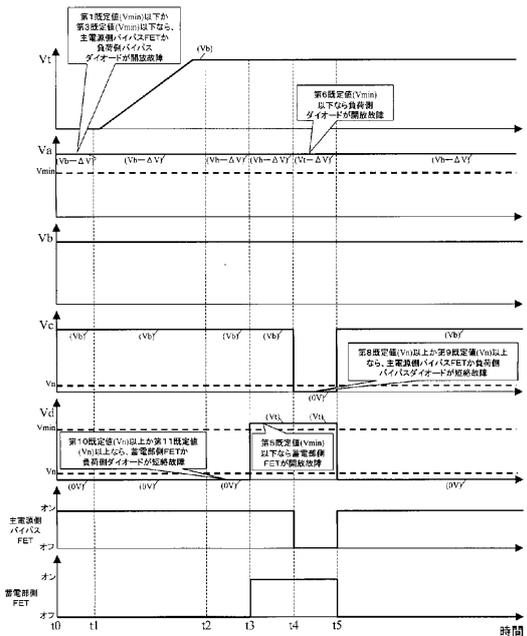
【図12】



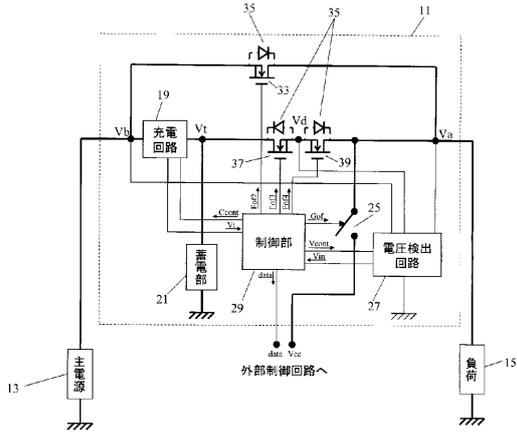
【図13】



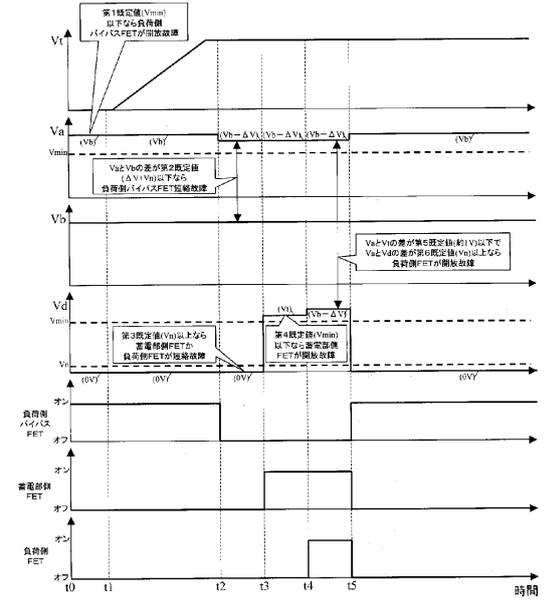
【図14】



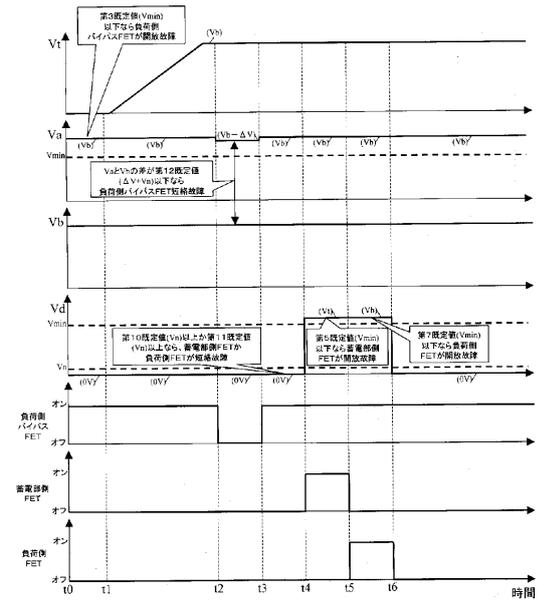
【図15】



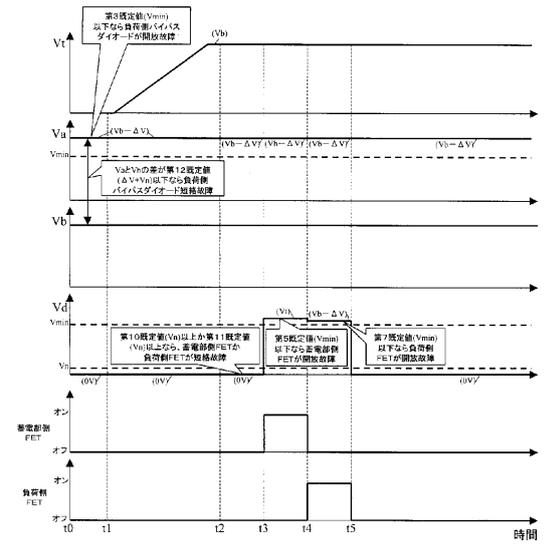
【図16】



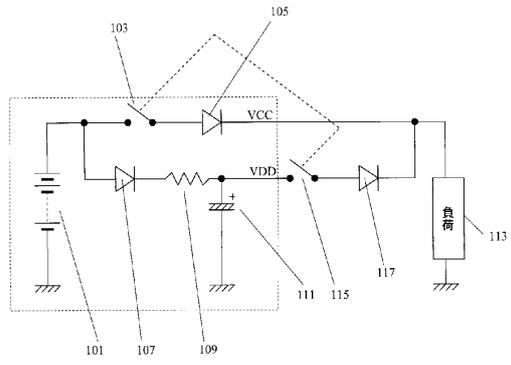
【図17】



【図18】



【図19】



- 101 バッテリ
- 103 第1スイッチ手段
- 105 第1ダイオード
- 107 第2ダイオード
- 109 抵抗
- 111 コンデンサ
- 115 第2スイッチ手段
- 117 第3ダイオード

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 R 16/033 (2006.01) B 6 0 R 16/02 6 4 5 A
B 6 0 R 16/02 6 7 0 D
B 6 0 R 16/02 6 5 0 J

(72)発明者 濱井 秀晃
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

(72)発明者 三谷 庸介
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

審査官 赤穂 嘉紀

(56)参考文献 特開平11-234910(JP,A)
特開2001-268813(JP,A)
特開平09-308131(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 J 7 / 3 4
H 0 1 M 1 0 / 4 2
H 0 2 J 7 / 0 0
H 0 2 J 9 / 0 6
B 6 0 R 1 6 / 0 2
B 6 0 R 1 6 / 0 3 3