

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7073669号

(P7073669)

(45)発行日 令和4年5月24日(2022.5.24)

(24)登録日 令和4年5月16日(2022.5.16)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J 7/00 (2006.01)

H 0 2 J 7/00

K

H 0 2 J 7/02 (2016.01)

H 0 2 J 7/02

H

H 0 1 M 10/44 (2006.01)

H 0 2 J 7/02

J

H 0 1 M 10/48 (2006.01)

H 0 1 M 10/44

P

B 6 0 L 53/00 (2019.01)

H 0 1 M 10/48

P

請求項の数 12 (全24頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-207925(P2017-207925)

(22)出願日 平成29年10月27日(2017.10.27)

(65)公開番号 特開2019-80473(P2019-80473A)

(43)公開日 令和1年5月23日(2019.5.23)

審査請求日 令和2年9月17日(2020.9.17)

(73)特許権者 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(74)代理人 100093779

弁理士 服部 雅紀

(72)発明者 山口 宜久

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式

会社デンソー内

(72)発明者 間崎 耕司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式

会社デンソー内

(72)発明者 ▲高▼橋 将也

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式

会社デンソー内

(72)発明者 木口 拓也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蓄電システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれが一つ以上の蓄電セルを含む複数の蓄電モジュール（B T 1、B T 2、B T 3）と、

複数の前記蓄電モジュールの接続状態を直列及び並列に切り替え可能な直並列切り替え器（R Y 1 - R Y 1 0）と、

複数の前記蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の前記蓄電モジュール間で電力を授受させる電力変換器（2 0 1、5 0）と、

前記直並列切り替え器及び前記電力変換器を制御する制御回路（4 5）と、
を備え、

前記制御回路は、複数の前記蓄電モジュールの並列切り替えに先立ち、複数の前記蓄電モジュール間の電位差が所定の閾値以下となるように前記電力変換器を動作させる電圧均衡化処理を実施した後、前記直並列切り替え器を切り替える蓄電システムであって、

前記電力変換器は、複数の前記蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別に、前記蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端を有し、

前記電力変換器は、

複数の前記蓄電モジュールにそれぞれ接続される入出力ポートを一端に有し、当該入出力ポート間で電力を双方向に通電可能な複数のD C / D C コンバータ（3 0 1、3 0 2）を含む蓄電システム。

【請求項2】

前記電力変換器は、外部の交流電源（１５）から供給される交流電力を直流電力に変換するＡＣ／ＤＣ変換回路（２１）を含み、当該ＡＣ／ＤＣ変換回路が出力する直流電力を前記蓄電モジュールに充電可能な充電器（２０１）であり、
一つ以上の前記ＤＣ／ＤＣコンバータにおける前記蓄電モジュールに接続される入出力端とは反対側の一端は、前記ＡＣ／ＤＣ変換回路の出力であるＤＣバスに接続される請求項１に記載の蓄電システム。

【請求項３】

前記電力変換器（５０）は、一つ以上の前記ＤＣ／ＤＣコンバータにおける前記蓄電モジュールに接続される入出力端とは反対側の一端が、前記蓄電モジュールとは別の、直列接続又は並列接続が固定された他の蓄電モジュールに接続される請求項１に記載の蓄電システム。

10

【請求項４】

それぞれが一つ以上の蓄電セルを含む複数の蓄電モジュール（ＢＴ１、ＢＴ２、ＢＴ３）と、

複数の前記蓄電モジュールの接続状態を直列及び並列に切り替え可能な直並列切り替え器（ＲＹ１－ＲＹ１０）と、

複数の前記蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の前記蓄電モジュール間で電力を授受させる電力変換器（２０２）と、

前記直並列切り替え器及び前記電力変換器を制御する制御回路（４５）と、

を備え、

20

前記制御回路は、複数の前記蓄電モジュールの並列切り替えに先立ち、複数の前記蓄電モジュール間の電位差が所定の閾値以下となるように前記電力変換器を動作させる電圧均衡化処理を実施した後、前記直並列切り替え器を切り替える蓄電システムであって、

前記電力変換器は、複数の前記蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別に、前記蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端を有し、

前記電力変換器は、

外部の交流電源（１５）から供給される交流電力を直流電力に変換するＡＣ／ＤＣ変換回路（２１）を含み、当該ＡＣ／ＤＣ変換回路が出力する直流電力を前記蓄電モジュールに充電可能な充電器（２０２）であり、

一つの一次巻線（３１）と、前記複数の蓄電モジュールがそれぞれ接続される複数の二次巻線（３２１、３２２）とが一つのコア（３３）に巻回されたトランスを有し、前記複数の二次巻線の入出力ポート間で電力を双方向に通電可能なＤＣ／ＤＣコンバータ（３０３）を含み、

30

一つ以上の前記ＤＣ／ＤＣコンバータにおける前記蓄電モジュールに接続される入出力端とは反対側の一端は、前記ＡＣ／ＤＣ変換回路の出力であるＤＣバスに接続される蓄電システム。

【請求項５】

それぞれが一つ以上の蓄電セルを含む複数の蓄電モジュール（ＢＴ１、ＢＴ２、ＢＴ３）と、

複数の前記蓄電モジュールの接続状態を直列及び並列に切り替え可能な直並列切り替え器（ＲＹ１－ＲＹ１０）と、

40

複数の前記蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の前記蓄電モジュール間で電力を授受させる電力変換器（５０）と、

前記直並列切り替え器及び前記電力変換器を制御する制御回路（４５）と、

を備え、

前記制御回路は、複数の前記蓄電モジュールの並列切り替えに先立ち、複数の前記蓄電モジュール間の電位差が所定の閾値以下となるように前記電力変換器を動作させる電圧均衡化処理を実施した後、前記直並列切り替え器を切り替える蓄電システムであって、

前記電力変換器は、複数の前記蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別に、前記蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端を有し、

50

前記電力変換器は、

一つの一次巻線（３１）と、前記複数の蓄電モジュールがそれぞれ接続される複数の二次巻線（３２１、３２２）とが一つのコア（３３）に巻回されたトランスを有し、前記複数の二次巻線の入出力ポート間で電力を双方向に通電可能なＤＣ／ＤＣコンバータ（３０３）を含み、

一つ以上の前記ＤＣ／ＤＣコンバータにおける前記蓄電モジュールに接続される入出力端とは反対側の一端が、前記蓄電モジュールとは別の、直列接続又は並列接続が固定された他の蓄電モジュール（５５）に接続される蓄電システム。

【請求項６】

それぞれが一つ以上の蓄電セルを含む複数の蓄電モジュール（ＢＴ１、ＢＴ２、ＢＴ３）と、

複数の前記蓄電モジュールの接続状態を直列及び並列に切り替え可能な直並列切り替え器（ＲＹ１－ＲＹ１０）と、

複数の前記蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の前記蓄電モジュール間で電力を授受させる電力変換器（６１、６２）と、

前記直並列切り替え器及び前記電力変換器を制御する制御回路（４５）と、
を備え、

前記制御回路は、複数の前記蓄電モジュールの並列切り替えに先立ち、複数の前記蓄電モジュール間の電位差が所定の閾値以下となるように前記電力変換器を動作させる電圧均衡化処理を実施した後、前記直並列切り替え器を切り替える蓄電システムであって、

前記電力変換器は、複数の前記蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別に、前記蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端を有し、

前記電力変換器は、入力された直流電力を交流電力に変換して負荷（６５）に出力する複数のインバータ（６１、６２）により構成され、

前記蓄電モジュールは、それぞれ対応する前記インバータの入力端に接続され、

複数のうち一部の前記インバータは、接続された前記蓄電モジュールの直流電力を消費して前記負荷にエネルギー供給するように力行動作し、

複数のうち他の前記インバータは、前記負荷のエネルギーを、接続された前記蓄電モジュールに戻すように回生動作する蓄電システム。

【請求項７】

複数の前記インバータの共通の負荷は、複数の巻線組（６３、６４）への通電により、単一の機械出力を発生する交流電動機（６５）であり、各前記インバータの出力端は、互いに異なる前記巻線組に接続される請求項６に記載の蓄電システム。

【請求項８】

それぞれが一つ以上の蓄電セルを含む複数の蓄電モジュール（ＢＴ１、ＢＴ２、ＢＴ３）と、

複数の前記蓄電モジュールの接続状態を直列及び並列に切り替え可能な直並列切り替え器（ＲＹ１－ＲＹ１０）と、

複数の前記蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の前記蓄電モジュール間で電力を授受させる電力変換器（２０１、２０２、５０、６１、６２）と、

前記直並列切り替え器及び前記電力変換器を制御する制御回路（４５）と、
を備え、

前記制御回路は、複数の前記蓄電モジュールの並列切り替えに先立ち、複数の前記蓄電モジュール間の電位差が所定の閾値以下となるように前記電力変換器を動作させる電圧均衡化処理を実施した後、前記直並列切り替え器を切り替える蓄電システムであって、

前記蓄電モジュールに直流電力を充電可能な外部充電器（１０）に接続される外部充電接続部（１１、１２）をさらに備え、

前記制御回路は、前記外部充電器による外部充電要求があるとき、前記外部充電器から通信された前記外部充電器の出力可能電圧の情報に基づき、前記蓄電モジュールの直列又は並列の切り替えを決定する蓄電システム。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

それぞれが一つ以上の蓄電セルを含む複数の蓄電モジュール（ＢＴ１、ＢＴ２、ＢＴ３）と、
複数の前記蓄電モジュールの接続状態を直列及び並列に切り替え可能な直並列切り替え器（ＲＹ１－ＲＹ１０）と、
複数の前記蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の前記蓄電モジュール間で電力を授受させる電力変換器（２０１、２０２、５０、６１、６２）と、
前記直並列切り替え器及び前記電力変換器を制御する制御回路（４５）と、
を備え、
前記制御回路は、複数の前記蓄電モジュールの並列切り替えに先立ち、複数の前記蓄電モジュール間の電位差が所定の閾値以下となるように前記電力変換器を動作させる電圧均衡化処理を実施した後、前記直並列切り替え器を切り替える蓄電システムであって、
前記蓄電モジュールに直流電力を充電可能な外部充電器（１０）に接続される外部充電接続部（１１、１２）をさらに備え、
前記制御回路は、複数の前記蓄電モジュールを直列接続した状態での外部充電中に前記電圧均衡化処理を実施する蓄電システム。

10

【請求項 10】

前記電力変換器は、複数の前記蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別に、前記蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端を有する請求項 8 または 9 に記載の蓄電システム。

20

【請求項 11】

前記蓄電モジュールの電圧を監視するモジュール電圧監視部（４３）をさらに備え、
前記制御回路は、前記モジュール電圧監視部が検出した電圧検出値に基づいて前記電力変換器を制御する請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の蓄電システム。

【請求項 12】

前記蓄電モジュールの異常を検出する異常検出部（４３、４４）をさらに備え、
前記異常検出部により前記蓄電モジュールの異常が検出されたとき、
前記制御回路は、異常が検出された前記蓄電モジュールと充電器、負荷、又は前記電力変換器との接続を遮断する請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の蓄電システム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【０００１】

本発明は、蓄電システムに関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、複数の蓄電モジュールを直列及び並列に切り替え可能とした蓄電システムが知られている。

【０００３】

例えば特許文献 1 に開示された産業機械用電池システムは、高電圧下における急速充電が可能で且つ低電圧系のコンポーネントを使用可能とすることを目的とするものである。このシステムは、電池ユニットと充電入力部又は電力負荷との接続状態を択一的に切り替えるための充放電切り替え手段、及び、複数の電池ユニット間の電氣的な接続を並列または直列に択一的に切り替えるための並列／直列切り替え手段等を備える。

40

【０００４】

このシステムの放電制御フローでは、複数の電池ユニットを並列に接続した状態で、複数の電池ユニットから電力負荷への放電を行う。また充電制御フローでは、複数の電池ユニットを直列に接続した状態で、急速充電器から充電入力部を介して複数の電池ユニットに充電を行う。充電完了後、複数の電池ユニット間の電圧差が閾値以上である場合、電圧差をなくすための電池ユニット間バランス処理が行われる。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【文献】特許第 5 6 1 1 4 0 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 の電池ユニット間バランス処理では、抵抗が設けられた経路を介して二つの電池ユニット間に電流を流すため、抵抗による損失が発生する。また、抵抗により電流が抑えられるためバランス化に時間を要する。なお、特許文献 1 のシステムでは、電池ユニット間バランス処理の完了後、待機状態としており、バランス化に要する時間は問題にしてい

10

【 0 0 0 7 】

以下、本明細書では、特許文献 1 の電池ユニットを含む上位概念の用語として「蓄電モジュール」を用いる。特許文献 1 の技術を電気自動車やプラグインハイブリッド自動車の外部充電に適用する場合、直列での充電完了後、複数の蓄電モジュールを並列接続に切り替え、負荷としての主機モータに放電して走行する状況が想定される。仮に、複数の蓄電モジュール間の電位差が大きいまま例えばリレーを操作して接続を切り替えると、接点のアーカや短絡電流によりリレーの寿命が低下するおそれがある。

【 0 0 0 8 】

本発明は上述の課題に鑑みて創作されたものであり、その目的は、複数の蓄電モジュールの直列から並列への切り替えに際し、損失の発生や接点の寿命低下を回避しつつ、複数の蓄電モジュールの電圧を均衡化する蓄電システムを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の蓄電システムは、複数の蓄電モジュール（B T 1、B T 2、B T 3）と、直並列切り替え器（R Y 1 - R Y 1 0）と、電力変換器（2 0 1、2 0 2、5 0、6 1、6 2）と、制御回路（4 5）と、を備える。複数の蓄電モジュールは、それぞれが一つ以上の蓄電セルを含む。直並列切り替え器は、複数の蓄電モジュールの接続状態を直列及び並列に切り替え可能である。電力変換器は、複数の蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の蓄電モジュール間で電力を授受させる。制御回路は、直並列切り替え器及び電力変換器を制御する。

30

【 0 0 1 0 】

制御回路は、複数の蓄電モジュールの並列切り替えに先立ち、複数の蓄電モジュール間の電位差が所定の閾値以下となるように電力変換器を動作させる「電圧均衡化処理」を実施した後、直並列切り替え器を切り替える。

【 0 0 1 1 】

本発明では、電力変換器を介して、任意の蓄電モジュール間でエネルギーを還流させて充放電させることにより、蓄電モジュールの電圧を均衡化する。これにより、リレー等の直並列切り替え器の接点を接続したとき突入電流を抑制することができるため、直並列切り替え器の信頼性や寿命を向上させることができる。また、抵抗を介して蓄電モジュール間に電流を流す従来技術に比べ、損失を低減することができる。

40

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様では、電力変換器は、複数の蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別に、蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端を有する。電力変換器は、複数の前記蓄電モジュールにそれぞれ接続される入出力ポートを一端に有し、当該入出力ポート間で電力を双方向に通電可能な複数の D C / D C コンバータ（3 0 1、3 0 2）を含む。

【 0 0 1 3 】

例えば電気自動車やプラグインハイブリッド車のような電動車両に搭載される蓄電システムでは、主機バッテリーが蓄電モジュールに相当する。電動車両には、交流電源から供給さ

50

れる交流電力を主機バッテリーに充電する充電器の内部回路として用いられるDC/DCコンバータ、補機バッテリー用のDC/DCコンバータ、主機モータやエアコンを駆動するインバータ等の電力変換器が既に搭載されている。これらの電力変換器を電圧均衡化処理に活用することで、機器の数を減らし、また、機器の利用効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1、第2実施形態の蓄電システムの構成図。

【図2】蓄電モジュールのバッテリー電圧監視構成を示す構成図。

【図3】充電インフラと負荷駆動電圧との関係を示す図。

【図4】直列から並列への切り替え時における課題を説明する図。

10

【図5】開閉時電流に対するリレー接点寿命の特性例を示す図。

【図6】電圧均衡化処理の原理を説明する図(1)。

【図7】電圧均衡化処理の原理を説明する図(2)。

【図8】並列接続処理のフローチャート。

【図9】並列解除処理のフローチャート。

【図10】第1実施形態の電力変換器である、複数のDC/DCコンバータを並列配置した車載充電器の構成図。

【図11】第2実施形態の電力変換器である、マルチポートDC/DCコンバータを用いた車載充電器の構成図。

【図12】第3実施形態の蓄電システムの構成図。

20

【図13】第3実施形態による外部充電時の直並列選択処理のフローチャート。

【図14】図13のフローチャートの続き。

【図15】第4実施形態の蓄電システムの構成図。

【図16】第4実施形態による外部充電中の電圧均衡化処理のフローチャート。

【図17】第5実施形態の蓄電システムの構成図。

【図18】第5実施形態の電力変換器である補機バッテリー用DC/DCコンバータの構成図。

【図19】第6実施形態の蓄電システムの構成図。

【図20】第6実施形態の電力変換器であるエアコンコンプレッサ用インバータの構成図。

【図21】第7実施形態の蓄電システムの構成図。

30

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、複数の蓄電モジュールを備える蓄電システムの実施形態を図面に基づいて説明する。複数の実施形態において実質的に同一の構成には、同一の符号を付して説明を省略する。第1～第7実施形態を包括して「本実施形態」という。ここで、各蓄電モジュールは一つ以上の蓄電セルを含む。本実施形態における蓄電モジュールは、一つ以上のバッテリーセルを含むバッテリーモジュールである。特に本実施形態では、電気自動車やプラグインハイブリッド車において車両の動力源となる主機バッテリーモジュールを備える車載の蓄電システムを想定する。なお、他の実施形態では、蓄電モジュールとしてキャパシタ等が用いられてもよい。

40

【0016】

複数の蓄電モジュールは、直並列切り替え器によって、接続状態が直列及び並列に切り替えられる構成となっている。直並列切り替え器は、典型的に、機械式リレー又は半導体スイッチにより構成されるリレーである。さらに本実施形態の蓄電システムは、複数の蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の蓄電モジュールの間で電力を授受させる電力変換器と、直並列切り替え器及び電力変換器を制御する制御回路とを備える。以下の各実施形態は、電力変換器の構成や蓄電モジュールの充放電に係る構成が異なる。

【0017】

(第1、第2実施形態)

最初に図1を参照し、第1、第2実施形態に共通する蓄電システム401の構成を説明す

50

る。蓄電システム 401 は、「複数の蓄電モジュール」としての二つのバッテリー BT1、BT2、「直並列切り替え器」としてのリレー RY1 - RY7、「電力変換器」としての車載充電器 20、及び、制御回路 45 を備える。バッテリー BT1、BT2 は、リチウムイオン電池等の充放電可能な、例えば 400 V の高圧バッテリーモジュールである。以下、「バッテリーモジュール」を省略して「バッテリー」という。また、後述の第 5 実施形態では低圧（例えば 12 V）の「補機バッテリー」について言及するが、それ以外の「バッテリー」は、いずれも高圧バッテリーの意味で用いる。

【0018】

蓄電システム 401 においてバッテリー BT1、BT2 は、外部充電接続部 11、12 と負荷 80 との間に設けられる。負荷 80 としては、電気自動車やプラグインハイブリッド車で一般に用いられる機器を例示する。リレー RY1 及び RY3 は、それぞれバッテリー BT1、BT2 の正極同士の間、及び、負極同士の間の経路を開閉する。リレー RY2 は、バッテリー BT1 の負極と、バッテリー BT2 の正極との間の経路を開閉する。リレー RY4 及び RY5 は、それぞれバッテリー BT2 の正極及び負極と負荷 80 との間の経路を開閉する。リレー RY6 は、バッテリー BT1 の正極と外部充電接続部の正極端子 11 との間の経路を開閉する。リレー RY7 は、バッテリー BT2 の負極と外部充電接続部の負極端子 12 との間の経路を開閉する。

【0019】

外部充電接続部 11、12 には、第 3、第 4 実施形態で説明する外部充電器が接続される。外部充電接続部 11、12 を経由する外部充電において、800 V 対応の外部充電器を用いる場合、バッテリー BT1、BT2 を二直列に接続した状態で直列充電が行われる。一方、400 V 対応の外部充電器を用いる場合、バッテリー BT1、BT2 を二並列に接続した状態で並列充電が行われる。

【0020】

以下のリレー開閉パターンの説明で、RY1 - RY7 のうちの「あるリレーがオン」という場合、「それ以外のリレーはオフ」であるものとする。二直列充電時にはリレー RY2、RY6、RY7 がオンされる。二並列充電時にはリレー RY1、RY3、RY6、RY7 がオンされる。バッテリー BT1、BT2 から負荷 80 に 400 V の電力を供給する二並列放電時にはリレー RY1、RY3、RY4、RY5 がオンされる。これらのリレー開閉は、制御回路 45 の指令により操作される。

【0021】

車載充電器 20 は、一般的な機能として、外部の商用電源から AC 電源接続部 16、17 を介して供給された交流電力を直流電力に変換しバッテリー BT1、BT2 に充電する。第 1、第 2 実施形態の蓄電システム 401 においては、車載充電器 20 の入出力ポート P1 にはバッテリー BT1 の正極及び負極が接続され、入出力ポート P2 にはバッテリー BT2 の正極及び負極が接続される。バッテリー BT1、BT2 と車載充電器 20 の入出力ポート P1、P2 との間の経路を均衡化電流経路という。破線 G で示すように、均衡化電流経路の負側接続先を負荷 80 側とし、リレーを共用してもよい。また、バッテリー BT1、BT2 と車載充電器 20 との間の経路を開閉するリレー 28 は無くてもよい。

【0022】

ここで、AC 電源接続部 16、17 に接続される車載充電器 20 の入力端は、「複数の蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別の、蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端」に相当する。また、車載充電器 20 の動作は、制御回路 45 により制御される。車載充電器 20 の動作の詳細については後述する。

【0023】

次に図 2 を参照し、各実施形態に共通する制御回路 45 の情報入力に関する構成について補足する。制御回路 45 は、バッテリー電圧監視部 43 から、バッテリー BT1 のバッテリー電圧 V_{b1} と、バッテリー BT2 のバッテリー電圧 V_{b2} とのバッテリー電圧偏差（以下「電位差」ともいう） $\Delta V_b (= |V_{b1} - V_{b2}|)$ の情報を取得する。バッテリー電圧監視部 43 は「モジュール電圧監視部」に相当する。制御回路 45 は、バッテリー電圧監視部 43 が

10

20

30

40

50

検出した電圧検出値に基づいて、すなわち現在の電圧偏差がフィードバックされることにより、電力変換器である車載充電器 20 の動作を制御する。詳しくは、制御回路 45 は、電圧偏差 ΔV_b 、及びリレー RY1、RY3 を流れるリレー電流 I_{ry} の情報に基づいて、後述する並列化処理及び並列解除処理等を行う。

【0024】

バッテリー電圧監視部 43 は、電圧センサ 71、72 により、バッテリー BT1、BT2 の端子間電圧 V_{b1} 、 V_{b2} を検出し、その差の絶対値である ΔV_b を算出してもよい。或いはバッテリー電圧監視部 43 は、電圧センサ 73 により、リレー RY1 の両端の電圧を電位差 ΔV_b として検出してもよい。また、バッテリー電圧監視部 43 は、リレー電流 I_{ry} を電位差 ΔV_b から換算して求めてもよいし、電流センサにより検出してもよい。なお、バッテリー電圧 V_{b1} 、 V_{b2} は通電時の内部抵抗による損失分を含む電圧とする。したがって、図 6、図 7 における開放電圧 V_{o_1} 、 V_{o_2} とは異なる記号を用いる。

10

【0025】

また、バッテリー電圧監視部 43 は、バッテリー BT1、BT2 の電圧が正常範囲外である場合に異常を検出し、制御回路 45 に伝える。その他、バッテリー BT1、BT2 の温度 T_{b1} 、 T_{b2} に基づき温度異常を検出し、制御回路 45 に伝えるバッテリー温度監視部 44 が設けられてもよい。制御回路 45 は、異常が検出されたバッテリーと充電器、負荷、又は電力変換器との接続を遮断する。すなわち、バッテリー電圧監視部 43 及びバッテリー温度監視部 44 は、「異常検出部」として機能する。

【0026】

20

続いて、各実施形態の具体的構成や作用効果の説明に移る前に、本実施形態の背景及び課題について図 3～図 5 を参照して説明する。図 3 に、蓄電モジュール用の充電インフラと負荷駆動電圧との関係を示す。ここで、蓄電モジュールの電圧が標準的に 400 V 級であると仮定する。また、充電スタンド等の充電インフラには 400 V 級対応及び 800 V 級対応の 2 種類が存在し、使用される負荷も 400 V 級で駆動されるものと 800 V 級で駆動されるものの 2 種類が存在すると仮定する。400 V 級で負荷を駆動する蓄電モジュールに 400 V 級の充電インフラで充電する場合や、800 V 級で負荷を駆動する蓄電モジュールに 800 V 級の充電インフラで充電する場合、何ら問題は無い。

【0027】

一方、負荷駆動電圧とは異なる電圧の充電インフラで蓄電モジュールを充電する場合を考える。すると、400 V 級の負荷を駆動する蓄電モジュールを充電時に二つ直列接続すれば、800 V 級の充電インフラで充電可能である。そして、負荷駆動時すなわち放電時には並列接続に切り替えて 400 V 級で使用することができる。逆に、並列接続状態で 400 V 級の充電インフラで充電した蓄電モジュールを、負荷駆動時に二直列接続に切り替えれば、800 V 級で使用することができる。このように複数の蓄電モジュールの接続状態を直列及び並列に切り替え可能とすることで、多くの充電インフラに対応可能となる。

30

【0028】

具体的には、電動自動車やプラグインハイブリッド車の主機モータや補機等の車両機器及び充電インフラは、充電時間短縮等のため、現状の 400 V 級から将来は 800 V 級に移行すると予想される。すると、特に移行の過渡期には車両仕様と充電インフラの仕様がマッチングしない状況が生じ得る。そこで、充電時と負荷駆動時、つまり主機モータの駆動の場合には走行時とで、バッテリーモジュールの直並列を切り替え可能とすることが求められる。そのためには必然的に、機械式リレーや半導体スイッチで構成されるリレー等の直並列切り替え器が回路に設けられる。

40

【0029】

図 4 を参照し、内部抵抗等のばらつきに起因して、二つのバッテリー BT1、BT2 間に電位差が生じている状況を想定する。二つのバッテリー BT1、BT2 を直列接続したときの電圧を 100 % としたとき、例えばバッテリー BT1 の電圧が 52 %、バッテリー BT2 の電圧が 48 % であると仮定する。なお、太線の矢印は細線の矢印よりも電圧が高いことを意味する。そして、外部充電器時での直列充電後にリレーをオンし並列接続に切り替えたと

50

き、バッテリー B T 1、B T 2 間の電位差による短絡電流が流れ、リレー接点にアークが発生する。

【 0 0 3 0 】

図 5 に、リレーの開閉時電流と開閉耐久回数、言い換えればリレー接点寿命との関係を示す。横軸及び縦軸は対数スケールである。図 5 からわかるように、開閉時電流が大きいほど開閉耐久回数が少なくなる。したがって、機器の設計寿命を考慮すると、予め定めた耐久回数とリレーの特性とに基づき、開閉時電流をある安全値以下に抑える必要がある。そのためには、並列接続する前にバッテリー B T 1、B T 2 の電圧を均衡化し電位差を解消してから並列化することが必要となる。

【 0 0 3 1 】

ここで、特許文献 1（特許第 5 6 1 1 4 0 0 号公報）に開示された従来技術では、抵抗が設けられた経路を介して二つの電池ユニット間に電流を流すため、抵抗による損失が発生する。また、抵抗により電流が抑えられるためバランス化に時間を要するという問題がある。また、特開 2 0 0 5 - 1 5 1 6 7 9 号公報に開示された組電池の調整方法も、抵抗を介してモジュール間に電流を流すものであり、特許文献 1 の技術と同様の問題がある。そこで、本実施形態は、損失の発生や接点の寿命低下を回避しつつ、蓄電モジュール間の電位差を短時間で均衡化することを目的とする。

【 0 0 3 2 】

この目的を達成するため本実施形態では、並列接続する複数のバッテリー、例えば図 1 の例ではバッテリー B T 1 とバッテリー B T 2 を電力変換器に接続する。そして、直列から並列への切り替えに先立ち、電力変換器を動作させて、端子間電圧が異なるバッテリー間で電力を授受させる。すなわち、電力変換器により複数のバッテリー間でエネルギーを還流させ、端子間電圧に電圧降下、電圧上昇を起こさせることによって複数のバッテリーの端子間電圧の電位差を所定の閾値以下にする。そして、電位差が閾値以下となっている状態で、並列接続用のリレー（図 1 の例では R Y 1 及び R Y 3）をオンする。以下、本実施形態によるこの処理を「電圧均衡化処理」という。

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、電圧均衡化処理により、過大な突入電流を生じることなく並列接続用リレーの接点をオンすることができ、ひいてはリレーの信頼性や寿命を向上させることができる。また、従来技術のように抵抗を介して電流を流す構成ではないため、損失を低減し、且つ、複数のバッテリー間の電圧を短時間で均衡化することができる。

【 0 0 3 4 】

次に、電圧均衡化処理の原理について図 6、図 7 を参照して説明する。図 6 には、並列化リレー R Y 1、R Y 3 がオフの状態で電力変換器を用いてバッテリー B T 1、B T 2 間に均衡化電流を流す状態を示し、図 7 には、並列化リレー R Y 1、R Y 3 をオンした並列接続後の状態を示す。図 6 に長破線で示す突入電流、及び、図 7 に短破線で示す還流電流は、電圧が高い側から低い側へ流れる。

【 0 0 3 5 】

[バッテリ電圧差による課題]

バッテリー B T 1、B T 2 を直列から並列へ切り替える時、並列接続するバッテリー B T 1、B T 2 間に電圧のばらつきが生じることがある。例えば、バッテリー容量のばらつきや、並列接続前に各バッテリーが異なる負荷に対して使用されていたこと等がその要因として考えられる。

【 0 0 3 6 】

バッテリー B T 1、B T 2 は、開放電圧 V_o 、直列等価抵抗 R_0 、分極モデル R_n 及び容量 C_n ($n = 1 \sim N$) を用いた等価回路で表すことができる。N の値はモデル再現レベルにより選択されるが、ここでは、 $n = 1, 2$ として図示する。バッテリー B T 1 については各記号の末尾を「_1」、バッテリー B T 2 については各記号の末尾を「_2」と記す。

【 0 0 3 7 】

例えば、開放電圧 $V_{o_1} = 4.10 \text{ V}$ 、 $V_{o_2} = 3.90 \text{ V}$ 、等価直列抵抗 $R_{0_1} = 1$

10

20

30

40

50

0 mΩ、 $R_{0_2} = 10 \text{ m}\Omega$ と仮定する。このまま並列化リレー R Y 1、R Y 3 をオンすると、下式で算出されるように非常に大きな突入電流が流れ、リレー R Y 1、R Y 3 の接点の信頼性が著しく悪化する。

$$(410 \text{ V} - 390 \text{ V}) / (10 \text{ m}\Omega + 10 \text{ m}\Omega) = 1000 \text{ A}$$

【0038】

[電力変換器の動作]

例えばバッテリー B T 1 の電圧がバッテリー B T 2 の電圧より高い場合を想定する。本実施形態の蓄電システムは、バッテリー B T 1、B T 2 に接続された電力変換器を用い、相対的に電圧の高いバッテリー B T 1 から、相対的に電圧の低いバッテリー B T 2 に電力を還流させる。このとき、バッテリー B T 1 は放電電流が流れ、バッテリー B T 2 は充電電流が流れる。この電流により、直列等価抵抗 R_0 及び分極 R_n / C_n に電圧降下が生じることに加え、開放電圧 V_o の偏差がゼロに近づく。したがって、並列化リレー R Y 1 及び R Y 3 に掛かる電圧が小さくなる。

10

【0039】

このように本実施形態では、電力変換器を用いてバッテリー B T 1、B T 2 の電位差が小さくなるように電流を流し、電位差が閾値以下となった状態で並列化リレー R Y 1、R Y 3 をオンする。これにより突入電流を抑制でき、リレー R Y 1、R Y 3、及び、蓄電システム 401 全体の信頼性を向上させることができる。

【0040】

[電圧均衡化について]

20

電圧均衡化処理では、開放電圧 V_o が厳密に等しくなるまで充放電させる必要はない。バッテリーの内部抵抗 R_0 や分極 R_n / C_n に電圧降下を生じさせることで、あくまで、並列化リレー R Y 1、R Y 3 を閉じる際の突入電流が軽減されればよい。これは、リレー信頼性に与える影響は、リレーの連続通電時の許容電流よりも開閉時電流の方が支配的なためである。

【0041】

要するに、リレー R Y 1、R Y 3 をオンする瞬間のバッテリー B T 1、B T 2 の電位差が所定の閾値以下であればよく、オン動作前後の限られた短い時間のみ電力変換器を動作させることも可能である。したがって、電力変換器の連続定格電流よりも大きい電流を短時間通電するという操作も可能である。これにより、より短時間にバッテリー B T 1、B T 2 の並列化を完了させることができる。

30

【0042】

図 7 に示すように、並列接続後にも開放電圧 V_o が均衡化するまで還流電流が流れる。しかし、上述の通り、一般にリレーの連続通電許容電流は開閉電流に対して十分大きいため、バッテリーやリレーの信頼性に影響を与えるものではない。

【0043】

[電力変換器について]

電圧均衡化処理のための電力変換器は専用に設けられる必要はない。例えば電動車両に搭載された車載充電器、補機バッテリー用 DC / DC コンバータ、電動エアコンコンプレッサ、或いはそれらを組み合わせて用いることで、バッテリー間の電位差を小さくするように電流が流れればよい。これらの電力変換器を用いる構成は、各実施形態で順次説明する。主に電圧均衡化以外の機能で連続的に用いられるこれらの電力変換器を、バッテリーの並列接続化の前後にのみ電圧均衡化処理に活用することで、機器の数を減らし、また、機器の利用効率を高めることができる。

40

【0044】

次に、直並列の切り替えにおける基本的動作である並列化処理及び並列解除処理について、図 8、図 9 のフローチャートを参照して説明する。この並列化処理及び並列解除処理は、図 13、図 16 のフローチャートにおいて定義済みステップ S 30 及び S 40 として引用される。以下のフローチャートの説明で、記号「S」はステップを示す。

【0045】

50

図 8 に示す並列化処理では、まず S 3 1 で並列接続要求があると判断されると、S 3 2 に移行する。S 3 2 では、バッテリー B T 1、B T 2 間の電位差が閾値以下であるか否か判断される。電位差が閾値以下であり、S 3 2 で Y E S と判定された場合、S 3 5 に移行する。電位差が閾値を超えており、S 3 2 で N O と判定された場合、S 3 3 に移行する。S 3 3 では、制御回路 4 5 は、電力変換器による電圧均衡化動作を開始する。この動作は、S 3 4 で電位差が閾値以下であると判定されるまで継続される。S 3 2 又は S 3 4 で電位差が閾値以下であると判定されると、S 3 5 に移行し、制御回路 4 5 は並列化リレー R Y 1、R Y 3 をオンする。そして制御回路 4 5 は、S 3 6 で電力変換器の動作を停止する。

【 0 0 4 6 】

図 9 に示す並列解除処理では、まず S 4 1 で並列解除要求があると判断されると、S 4 2 に移行する。S 4 2 では、リレー R Y 1、R Y 3 を流れるリレー電流が閾値以下であるか否か判断される。リレー電流が閾値以下であり、S 4 2 で Y E S と判定された場合、S 4 5 に移行する。リレー電流が閾値を超えており、S 4 2 で N O と判定された場合、S 4 3 に移行する。S 4 3 では、制御回路 4 5 は、電力変換器による電圧均衡化動作を開始する。この動作は、S 4 4 でリレー電流が閾値以下であると判定されるまで継続される。S 4 2 又は S 4 4 でリレー電流が閾値以下であると判定されると、S 4 5 に移行し、制御回路 4 5 は並列化リレー R Y 1、R Y 3 をオフする。そして制御回路 4 5 は、S 4 6 で電力変換器の動作を停止する。

【 0 0 4 7 】

ここで、並列接続直後に再び並列接続を解除する場合に並列解除処理を実行する意義を説明する。電力変換器によりバッテリー B T 1、B T 2 間の電位差を解消して並列化した直後は、バッテリー開放電圧 V_{o_1} 、 V_{o_2} が均衡化するまでバッテリー B T 1、B T 2 間に還流電流が流れる。バッテリー B T 1、B T 2 の内部抵抗や分極の時定数が大きい場合、時間を要することがある。還流電流が流れている状態で再び直列接続する場合や、全リレーをオフしてシステム停止状態とする場合、そのままリレー R Y 1、R Y 3 を遮断すると還流電流を遮断することとなり、リレー R Y 1、R Y 3 の接点の信頼性を低下させるおそれがある。したがって、そのままでは即時遮断できない。

【 0 0 4 8 】

そこでこの問題に対し、リレー R Y 1、R Y 3 に還流電流が流れている場合は、リレー R Y 1、R Y 3 をオフする前に電力変換器で還流電流を通流させ、リレー R Y 1、R Y 3 を流れる電流が閾値以下となった状態で遮断する。これにより、並列解除要求があり、且つ、バッテリー B T 1、B T 2 間で還流電流が流れている場合も、均衡化電流の減衰を待たずにリレー R Y 1、R Y 3 を遮断することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

次に車載充電器 2 0 の具体的な構成について 2 通りの形態を、第 1 実施形態及び第 2 実施形態として図 1 0、図 1 1 に示す。ここで、第 1、第 2 実施形態の車載充電器の符号をそれぞれ「2 0 1」、「2 0 2」とする。

【 0 0 5 0 】

図 1 0 に示す第 1 実施形態の車載充電器 2 0 1 は、例えば P F C として構成される A C / D C 変換回路 2 1、及び複数の D C / D C コンバータ 3 0 1、3 0 2 を内部回路として含む。A C / D C 変換回路 2 1 は、入力端が A C 電源接続部 1 6、1 7 を介して商用電源 1 5 に接続される。D C / D C コンバータ 3 0 1、3 0 2 は、A C / D C 変換回路 2 1 の出力端である共通の D C バスに並列に接続される。

【 0 0 5 1 】

D C / D C コンバータ 3 0 1、3 0 2 は、トランス式の双方向 D C / D C コンバータであり、例えばデュアルアクティブブリッジ式等の回路形式が適用される。第 1 D C / D C コンバータ 3 0 1 は、コア 3 3 1、一次巻線 3 1 1 及び二次巻線 3 2 1、並びに、一次側のスイッチング回路 3 4 1 及び二次側のスイッチング回路 3 5 1 を含む。各一つの一次巻線 3 1 1 及び二次巻線 3 2 1 が一つのコア 3 3 1 に巻回される。スイッチング回路 3 4 1、3 5 1 は、巻線 3 1 1、3 2 1 に流れる電流の向きを周期的に交替させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

同様に第 2 D C / D C コンバータ 3 0 2 は、コア 3 3 2、一次巻線 3 1 2 及び二次巻線 3 2 2、並びに、一次側のスイッチング回路 3 4 2 及び二次側のスイッチング回路 3 5 2 を含む。各一つの一次巻線 3 1 2 及び二次巻線 3 2 2 が一つのコア 3 3 2 に巻回される。スイッチング回路 3 4 2、3 5 2 は、巻線 3 1 2、3 2 2 に流れる電流の向きを周期的に交替させる。第 1 D C / D C コンバータ 3 0 1 と第 2 D C / D C コンバータ 3 0 2 とは、同一の仕様、又は、少なくとも一次巻線 3 1 1、3 1 2 と二次巻線 3 2 1、3 2 2 との巻線比が同一に設定される。

【 0 0 5 3 】

電圧均衡化処理では、D C / D C コンバータ 3 0 1、3 0 2 の二次側出力ポート P 1、P 2 に、それぞれバッテリー B T 1、B T 2 が接続される。そして、太線矢印で示すように、第 1 D C / D C コンバータ 3 0 1 の二次側から一次側を通り、共通の D C バスを経由して第 2 D C / D C コンバータ 3 0 2 の一次側から二次側を通る経路で、バッテリー B T 1、B T 2 間の電力が還流される。

10

【 0 0 5 4 】

図 1 1 に示す第 2 実施形態の車載充電器 2 0 2 は、例えば P F C として構成される A C / D C 変換回路 2 1、及びマルチポート式の一つの D C / D C コンバータ 3 0 3 を内部回路として含む。A C / D C 変換回路 2 1 は、入力端が A C 電源接続部 1 6、1 7 を介して商用電源 1 5 に接続される。D C / D C コンバータ 3 0 3 は、A C / D C 変換回路 2 1 の出力端である D C バスに接続される。

20

【 0 0 5 5 】

D C / D C コンバータ 3 0 3 は、トランス式の双方向 D C / D C コンバータであり、例えばトリプルアクティブブリッジ式等の回路形式が適用される。D C / D C コンバータ 3 0 3 は、コア 3 3、一次巻線 3 1、及び、二つの二次巻線 3 2 1、3 2 2、並びに、一次側のスイッチング回路 3 4 及び二次側のスイッチング回路 3 5 1、3 5 2 を含む。一つの一次巻線 3 1 及び二つの二次巻線 3 2 1、3 2 2 が一つのコア 3 3 に巻回される。スイッチング回路 3 4、3 5 1、3 5 2 は、巻線 3 1、3 2 1、3 2 2 に流れる電流の向きを周期的に交替させる。

【 0 0 5 6 】

電圧均衡化処理では、D C / D C コンバータ 3 0 3 の二つの二次側出力ポート P 1、P 2 に、それぞれバッテリー B T 1、B T 2 が接続される。そして、太線矢印で示すように、第 1 D C / D C コンバータ 3 0 1 の二次側から第 2 D C / D C コンバータ 3 0 2 の二次側を通る経路で、バッテリー B T 1、B T 2 間の電力が還流される。この構成では、第 1 実施形態の車載充電器 2 0 1 に比べ、電力還流経路が短縮され、損失が低減する。また、一次巻線の数が少なくなるため、D C / D C コンバータの体格を小さくすることができる。

30

【 0 0 5 7 】

(第 3 実施形態)

第 3、第 4 実施形態では、直列又は並列に接続された二つのバッテリー B T 1、B T 2 に外部充電器 1 0 から直流電力を充電する構成について説明する。例えば充電スタンドにおいて電気自動車やプラグインハイブリッド車に給電する状況を想定する。二つのバッテリー B T 1、B T 2 の直列接続状態では例えば 8 0 0 V、並列接続状態では例えば 4 0 0 V の直流電圧が外部充電されることが要求される。しかし、外部充電器 1 0 の充電能力が常に十分であるとは限らないため、外部充電開始前に確認する必要がある。

40

【 0 0 5 8 】

第 3 実施形態について図 1 2 ~ 図 1 4 を参照して説明する。図 1 2 に示すように、車両内の蓄電システム 4 0 1 は、外部充電接続部としての正極端子 1 1 及び負極端子 1 2 を備える。外部充電の実施時、外部充電器 1 0 は、電力線を介して外部充電接続部 1 1、1 2 に接続される。また、外部充電器 1 0 の出力可能電圧の情報は、有線又は無線の通信により制御回路 4 5 に伝達される。

【 0 0 5 9 】

50

なお、第3実施形態の主題ではないが、車載充電器20への外部充電についても併せて図12に示す。商用電源供給装置15はAC電源接続部16、17に接続され、100V又は200Vの交流電圧を蓄電システム401の車載充電器20に充電可能である。この構成においても、商用電源供給装置15が出力能力の管理及び通信機能を有する場合は、充電時に制御回路45に情報通信するようにしてもよい。

【0060】

第3実施形態による外部充電時の直並列選択処理を図13、図14のフローチャートに示す。二つのフローチャートは点A、B、Cで連結されている。S30の並列化処理、及び、S40の並列解除処理は、図8、図9に詳細が示される。S50の外部充電開始処理は、通信等に基づき外部充電器10との接続リレーRY6、RY7をオンし、指令に基づき外部充電器10の出力電流を流す、等の一般的な処理であり、詳細な記載を省略する。

10

【0061】

最初に制御回路45は、S11で、バッテリー電圧監視部43からの電圧情報やバッテリー温度監視部44からの温度情報等に基づき、バッテリーBT1、BT2が異常であるか判断する。異常の場合、充電不可であるため処理を終了する。ただし、バッテリーBT1、BT2のいずれか一方が正常で他方が異常の場合、制御回路45は、例えばマトリクス状のリレーを用いることで、正常なバッテリーのみを充電器もしくは負荷に接続して充電もしくは放電させることが可能である。つまり、異常と判断したバッテリーのみ切り離すことも可能である。バッテリーBT1、BT2が異常でなく、S12で外部充電要求があると判断されると、S13に移行する。

20

【0062】

制御回路45は外部充電器10からの情報に基づき、S13で、外部充電器10の最大電圧がバッテリー並列時の最大電圧（例えば400V）を超えているか判断する。NOの場合、外部充電不可と判断し処理を終了する。S13でYESの場合、制御回路45は、S14で、外部充電器10の最大電圧が現在のバッテリー直列電圧の演算値、すなわち、現在のバッテリー直列接続時相当の電圧を超えているか判断する。この場合、単純に各バッテリーBT1、BT2の電圧の和を算出してもよいし、和の値に補正を加えてもよい。S14でYESの場合、直列充電が決定され、S15に移行する。S14でNOの場合、並列充電が決定され、S25に移行する。

【0063】

直列充電が決定されたとき、制御回路45は、S15で現在並列状態であると判断すると、S40で並列解除処理を行う。並列解除処理の後、又は、S15で現在並列状態でないと判断したとき、制御回路45は、S16で直列化リレーRY2をオンし、S50で外部充電開始処理を行う。

30

【0064】

直列充電が実施されると、バッテリーBT1、BT2の直列での電圧は次第に上昇する。そこで制御回路45は、外部充電中、S18で、現在のバッテリー直列電圧が外部充電器10の最大電圧に達していないか繰り返し判断する。現在のバッテリー直列電圧が外部充電器10の最大電圧を超えると、S18でNOと判定される。そして、S25のNO判定を経てS30に移行し、並列化処理後、並列での外部充電が継続される。この場合、直列で充電を開始し、バッテリー電圧の上昇に伴って途中から並列充電に切り替えることが可能となる。直列充電の実施後、S19で外部充電終了条件が成立すると判断されると、制御回路45は、S30の並列化処理を行った後、処理を終了する。

40

【0065】

並列充電が決定されたとき、制御回路45は、S25で現在並列状態でないと判断すると、S30で並列化処理を行う。並列化処理の後、又は、S25で現在並列状態でないと判断したとき、制御回路45は、S50で外部充電開始処理を行う。なお、並列での外部充電中、現在のバッテリー並列電圧が外部充電器10の最大電圧に達していないことを監視するステップは省略する。なお、S18と同様のステップを実施し、現在のバッテリー並列電圧が外部充電器10の最大電圧を超えた場合、定電圧での充電（CV充電）を継続するか

50

、充電継続不可により処理を終了してもよい。その後、S 2 9 で外部充電終了条件が成立すると判断されると、制御回路 4 5 は処理を終了する。

【 0 0 6 6 】

このように第 3 実施形態では、外部充電器 1 0 から通信される出力可能電圧の情報に基づいて、制御回路 4 5 が直列充電又は並列充電を切り替える。仮に外部充電器 1 0 の出力可能電圧が直列充電可能なレベルであれば、制御回路 4 5 が直列充電を選択することで急速充電が可能となる。一方、外部充電器 1 0 の出力可能電圧が直列充電には不足するが並列充電可能なレベルであれば、制御回路 4 5 が並列充電を選択することで外部充電要求に応えられる。したがって、外部充電器 1 0 の状況に応じて適切な外部充電を実施することができる。

10

【 0 0 6 7 】

(第 4 実施形態)

次に、第 3 実施形態を応用した第 4 実施形態について、図 1 5、図 1 6 を参照して説明する。図 1 5 は、図 1 2 のリレー R Y 2、R Y 6、R Y 7、すなわち直列化リレーをオンした状態を示す。第 4 実施形態では、直列充電中にバッテリー B T 1、B T 2 間の電力還流により電圧均衡化処理を行うものである。

【 0 0 6 8 】

バッテリー B T 1、B T 2 の内部抵抗が大きい場合や電圧均衡化処理に用いられる電力変換器の電流定格が低い場合、バッテリー B T 1、B T 2 間の電圧偏差が大きいと、電圧均衡化処理において並列化リレーをオンするまでの時間を要する。そこで第 4 実施形態では、外部充電器 1 0 による直列での外部充電中に、併行して車内の電力変換器によるバッテリー B T 1、B T 2 間の電圧均衡化処理を行う。図 1 5 に示す蓄電システム 4 0 1 の例では、電力変換器として車載充電器 2 0 が用いられる。

20

【 0 0 6 9 】

第 4 実施形態による外部充電中の電圧均衡化処理を、図 1 6 のフローチャートに示す。図 1 6 において S 1 7 以外のステップは、図 1 3、図 1 4 と実質的に同一であるため説明を省略する。また、図 1 3 における S 1 1、S 1 3、S 1 8 については記載を省略する。S 1 4 で Y E S と判定されて直列充電が決定され、S 1 6 の直列化リレーオン後、S 5 0 で外部充電が開始されると、続いて S 1 7 で、電力変換器による電圧均衡化動作が開始される。その後、S 1 9 で外部充電終了条件が成立すると判断されると、制御回路 4 5 は、S 3 0 の並列化処理を行った後、処理を終了する。

30

【 0 0 7 0 】

第 4 実施形態では、バッテリー B T 1、B T 2 の容量や内部抵抗等の違いに起因して生じる電圧偏差を、外部充電の実行中に並列化動作に先立って低減することができる。したがって、直列での外部充電終了後、並列への切り替え動作をするまでに電圧均衡化に要する時間を短縮する、又は、充電終了後ただちに並列に切り替えることが可能となる。

【 0 0 7 1 】

(第 5 実施形態)

第 5、第 6 実施形態では、上記実施形態に対し、車載充電器 2 0 以外の電力変換器が電圧均衡化処理に用いられる。第 5 実施形態について図 1 7、図 1 8 を参照して説明する。第 5 実施形態の蓄電システム 4 0 5 では、電圧均衡化処理の電力変換器として補機バッテリー用 D C / D C コンバータ 5 0 が用いられる。補機バッテリー用 D C / D C コンバータ 5 0 は、バッテリー B T 1、B T 2 の高電圧を 1 2 V 又は 4 8 V 等の低電圧に降圧し、補機バッテリー 5 5 に供給する。補機バッテリー用 D C / D C コンバータ 5 0 の補機バッテリー 5 5 側の出力端は「複数の蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別の、蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端」に相当する。

40

【 0 0 7 2 】

図 1 7 に示すように、バッテリー B T 1、B T 2 は、それぞれ補機バッテリー用 D C / D C コンバータ 5 0 の入出力ポート P 1、P 2 に接続される。充電時及び放電時における各リレー R Y 1 - R Y 7 の開閉パターンは第 1、第 2 実施形態と同様である。なお、車載充電器

50

20は、負荷80の一種として扱われる。

【0073】

図18に示すように、補機バッテリー用DC/DCコンバータ50は、例えば第2実施形態と同様のマルチポート式DC/DCコンバータ303の構成を有する。バッテリーBT1に接続された二次巻線341とバッテリーBT2に接続された二次巻線342との間で電力が還流される。なお、補機バッテリー用DC/DCコンバータ50は、第1実施形態と同様に、複数のDC/DCコンバータ301、302が並列配置される構成としてもよい。

【0074】

ここで、補機バッテリー55は、バッテリーBT1、BT2とは異なり、直並列が切り替えられない蓄電モジュール、すなわち「直列接続又は並列接続が固定された他の蓄電モジュール」に相当する。補機バッテリー用DC/DCコンバータ50は、バッテリーBT1、BT2に接続される入出力端とは反対側の一端が、「直列接続又は並列接続が固定された他の蓄電モジュール」である補機バッテリー55に接続される。これにより、車載機器を有効に活用して電圧均衡化処理を実施することができる。

10

【0075】

(第6実施形態)

第6実施形態について図19、図20を参照して説明する。第6実施形態の蓄電システム406では、電圧均衡化処理用の電力変換器として、電動エアコンコンプレッサ60の複数のインバータ61、62が用いられる。インバータ61、62は、バッテリーBT1、BT2の直流電力を例えば三相交流電力に変換し、交流電動機65の複数の巻線組63、64に供給する。インバータ61、62の交流出力端は「複数の蓄電モジュールに接続される複数の入出力端とは別の、蓄電モジュール以外の対象に接続される一つ以上の入出力端」に相当する。

20

【0076】

図19に示すように、バッテリーBT1、BT2は、それぞれ電動エアコンコンプレッサ60の入出力ポートP1、P2、すなわちインバータ61、62の入力端に接続される。破線Gで示すように、均衡化電流経路の負側接続先を負荷80側とし、リレーを共用してもよい。また、バッテリーBT1、BT2と電動エアコンコンプレッサ60との間の経路を開閉するリレー68は無くてもよい。充電時及び放電時における各リレーRY1-RY7の開閉パターンは第1、第2実施形態と同様である。なお、車載充電器20は、負荷80の一種として扱われる。

30

【0077】

図20に示す交流電動機65には、共通のステータコアに二組の三相巻線組63、64が巻回される。交流電動機65は、各巻線組63、64への通電により、共通の出力軸を回転させ単一の機械出力を発生する。第1インバータ61の出力端は一方の巻線組63に接続され、第2インバータ62の出力端は他方の巻線組64に接続される。すなわち、各インバータ61、62の出力端は、互いに異なる巻線組63、64に接続される。一方のバッテリーBT1は、第1巻線組63に電力供給する第1インバータ61の入力端に接続される。他方のバッテリーBT2は、第2巻線組64に電力供給する第2インバータ62の入力端に接続される。

40

【0078】

例えばバッテリーBT1の電圧がバッテリーBT2の電圧より高い場合、制御回路45は、第1インバータ61を力行動作させ、第2インバータ61を回生動作させるように位相を制御する。したがって、第1インバータ61は、バッテリーBT1の電力を消費して交流電動機65にエネルギー供給し、出力軸にトルクを発生させるように力行動作する。第2インバータ62は、交流電動機65の出力軸の回転による逆起電力のエネルギーをバッテリーBT2に戻すように回生動作する。

【0079】

こうして二つのインバータ61、62の間で電力の還流が実現される。このように第6実施形態では、車両に既設の電動エアコンコンプレッサ60を有効に活用して電圧均衡化処

50

理を実施することができる。

【 0 0 8 0 】

なお、複数のインバータの一方を力行動作、他方を回生動作させて電力還流させる構成は、上述のように単一の機械出力を生成する交流電動機の構成に限らない。例えば、一方のインバータの力行動作により生成された機械出力がガス圧力に変換され、そのガス圧力が再変換された機械入力により他方のインバータが回生動作する構成としてもよい。

【 0 0 8 1 】

(第 7 実施形態)

次に、第 7 実施形態について図 2 1 を参照して説明する。第 7 実施形態の蓄電システム 4 0 7 は、電力変換器として車載充電器 2 0 を用い三つのバッテリー B T 1、B T 2、B T 3 の直並列を切り替えるものである。図 1 の蓄電システム 4 0 1 に対し、バッテリー B T 3 及びリレー R Y 8 - R Y 1 0 が追加されている。蓄電システム 4 0 1 と同様に、均衡化電流経路の負側接続先を負荷 8 0 側とし、リレーを共用してもよい。また、バッテリー B T 1、B T 2 と車載充電器 2 0 との間の経路を開閉するリレー 2 8 は無くてもよい。

【 0 0 8 2 】

リレー開閉パターンについて、三直列充電時にはリレー R Y 2、R Y 9、R Y 6、R Y 7 がオンされる。三並列充電時にはリレー R Y 1、R Y 3、R Y 8、R Y 1 0、R Y 6、R Y 7 がオンされる。三並列放電時にはリレー R Y 1、R Y 3、R Y 8、R Y 1 0、R Y 4、R Y 5 がオンされる。

【 0 0 8 3 】

このように、三つ以上の蓄電モジュールを備える蓄電システムにおいても上記実施形態と同様の電圧均衡化処理により同様の作用効果が得られる。ここで、複数の蓄電モジュールの電圧均衡化処理では、基本的に、複数の蓄電モジュールが電力変換器に同時に接続されることを想定する。

【 0 0 8 4 】

ただし、例えばマトリクス状のリレーを用いることで、各蓄電モジュールを時分割で電力変換器に接続することも理論的には可能である。したがって、三つ以上の蓄電モジュールを備える蓄電システムでは、電力変換器は全ての蓄電モジュールに同時に接続されなくてもよい。つまり、複数の蓄電モジュールのうち任意の二つ以上の蓄電モジュールが電力変換器に接続可能な構成であればよい。

【 0 0 8 5 】

(その他の実施形態)

制御回路 4 5 は、バッテリー電圧監視部 4 3 により検出される電圧検出値に基づいて電力変換器をフィードバック制御する構成に限らず、例えば動作開始時の初期電圧と動作時間とから電力変換器をフィードフォワード制御してもよい。また、バッテリー電圧の検出値を用いるのではなく、他のパラメータから推定される電圧推定値に基づいて電力変換器を制御してもよい。

【 0 0 8 6 】

図 3 では、充電インフラ及び負荷駆動電圧を 4 0 0 V 級、8 0 0 V 級の 2 つに大別して例示したが、これに限らず、本発明は、例えば 2 0 0 V 級の負荷電圧を持つシステムにも適用可能である。より具体的には、負荷駆動時には蓄電モジュールを並列に接続して 2 0 0 V 級で使用し、充電時には蓄電モジュールを直列に接続して 4 0 0 V 級の充電インフラで充電するように構成してもよい。

【 0 0 8 7 】

本発明の蓄電システムは、電気自動車やプラグインハイブリッド車に搭載されるものに限らず、複数の蓄電モジュールの直並列の接続状態を切り替え可能ななどのようなシステムにも適用可能である。上述の通り、蓄電モジュールはバッテリーモジュールに限らず、キャパシタ等が用いられてもよい。また、例えば電動車両以外で用いられる場合、電圧均衡化処理の電力変換器として活用可能な機器が既にあるとは限らないため、電圧均衡化処理専用の電力変換器を設置してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

以上、本発明は、上記実施形態になんら限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 9 】

1 0 . . . 外部充電器（充電器）、
2 0（2 0 1、2 0 2）. . . 車載充電器（充電器）、
4 0 1、4 0 5、4 0 6、4 0 7 . . . 蓄電システム、
4 5 . . . 制御回路、
5 0 . . . 補機バッテリー用 D C / D C コンバータ（電力変換器）、
6 1、6 2 . . . インバータ（電力変換器）、
B T 1 - B T 3 . . . バッテリー（蓄電モジュール）、
R Y 1 - R Y 1 0 . . . リレー（直並列切り替え器）。

10

20

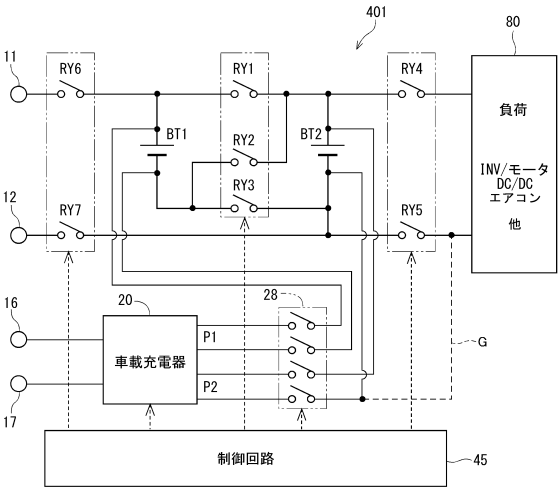
30

40

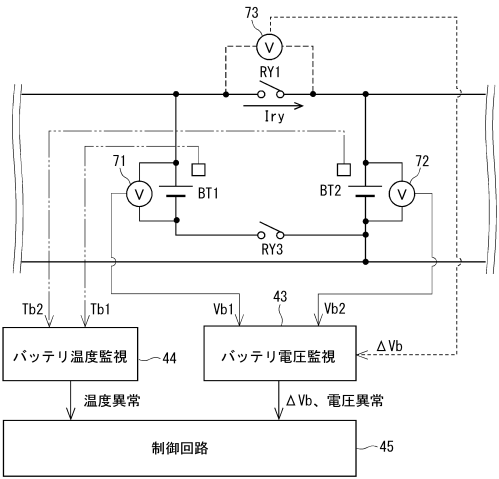
50

【図面】

【図 1】



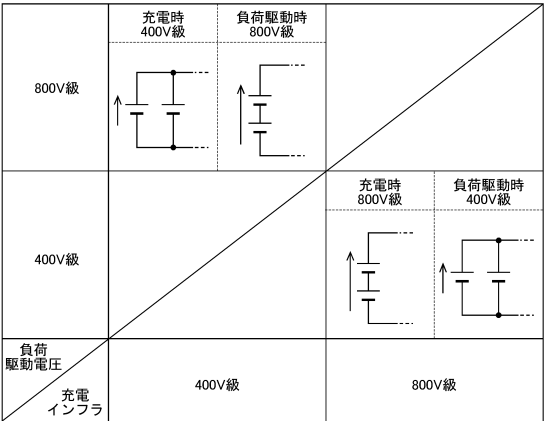
【図 2】



10

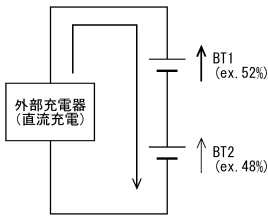
20

【図 3】

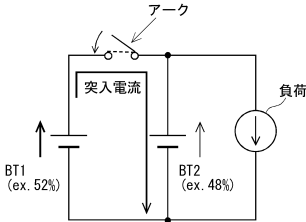


【図 4】

充電時：バッテリー直列接続



放電時：バッテリー並列接続

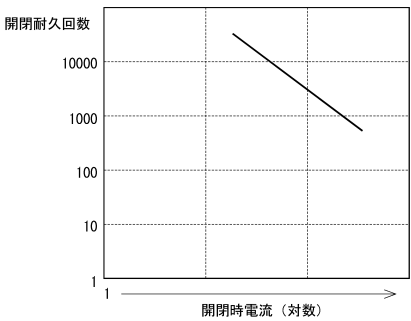


30

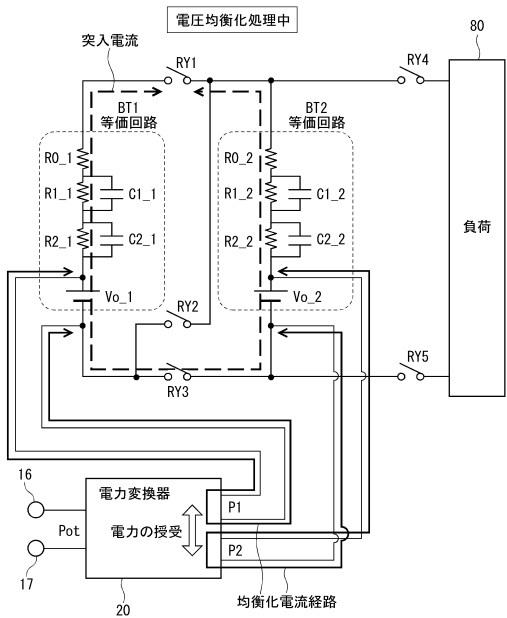
40

50

【図 5】



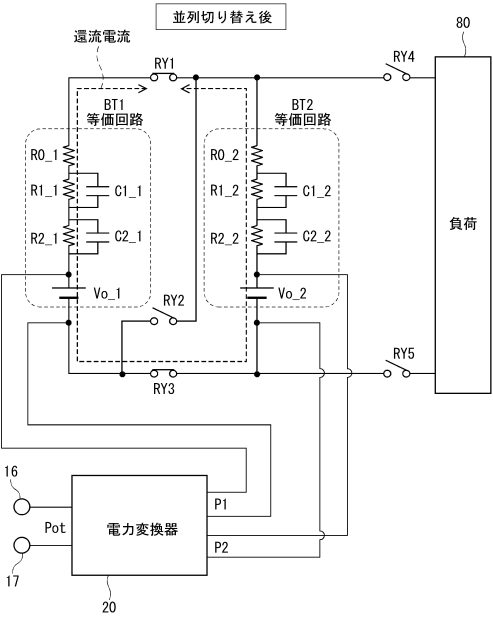
【図 6】



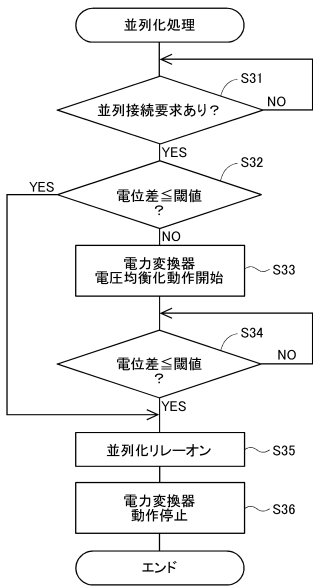
10

20

【図 7】



【図 8】

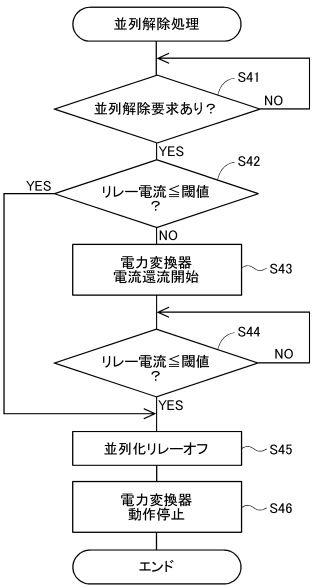


30

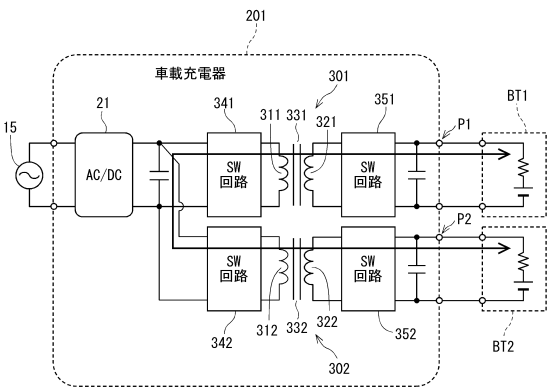
40

50

【図 9】



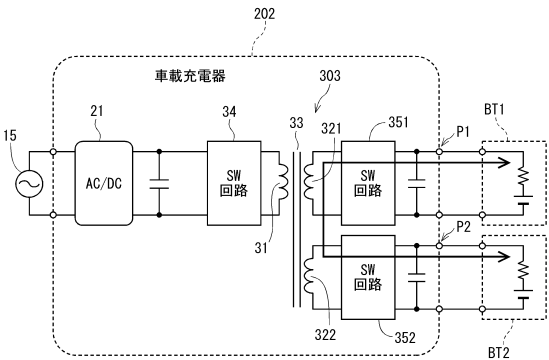
【図 1 0】



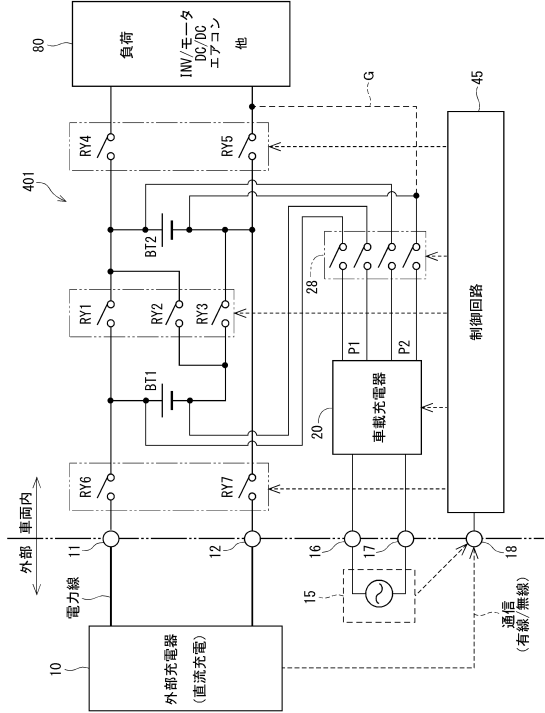
10

20

【図 1 1】



【図 1 2】

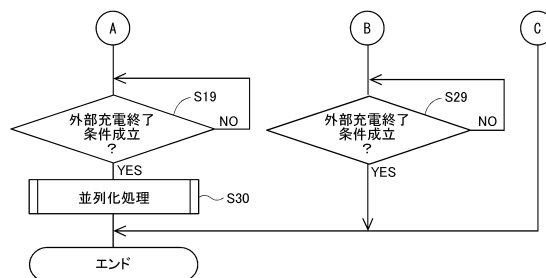


30

40

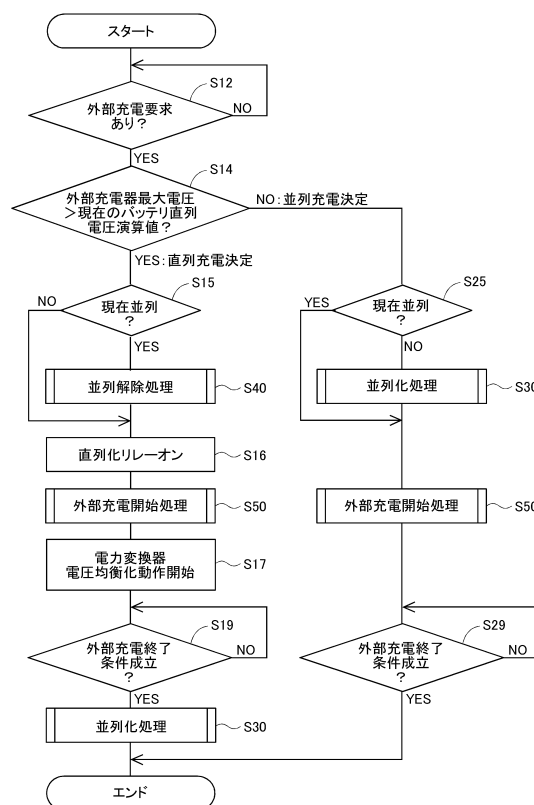
50

【 図 1 4 】



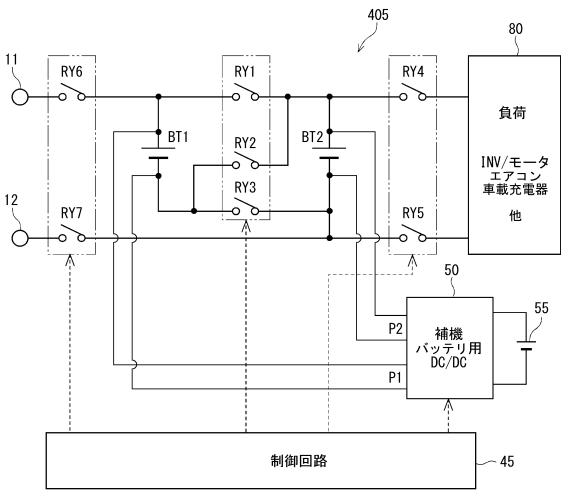
20

【 図 1 6 】

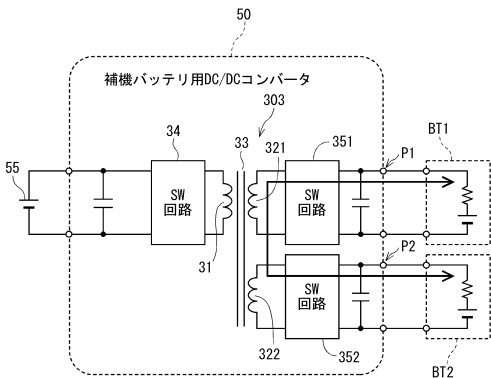


40

【図 17】



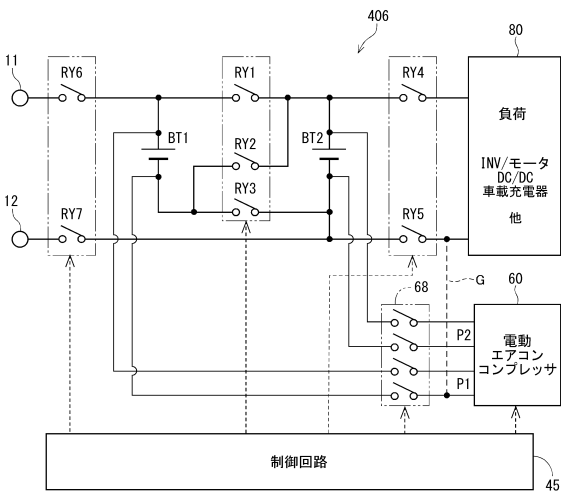
【図 18】



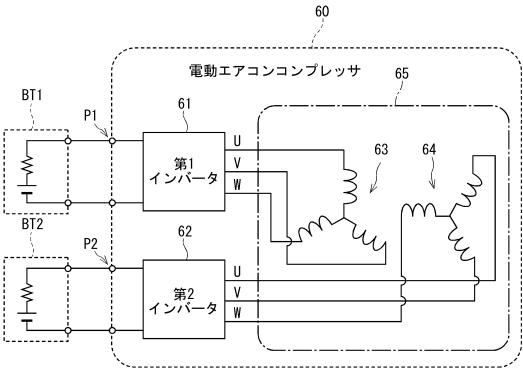
10

20

【図 19】



【図 20】

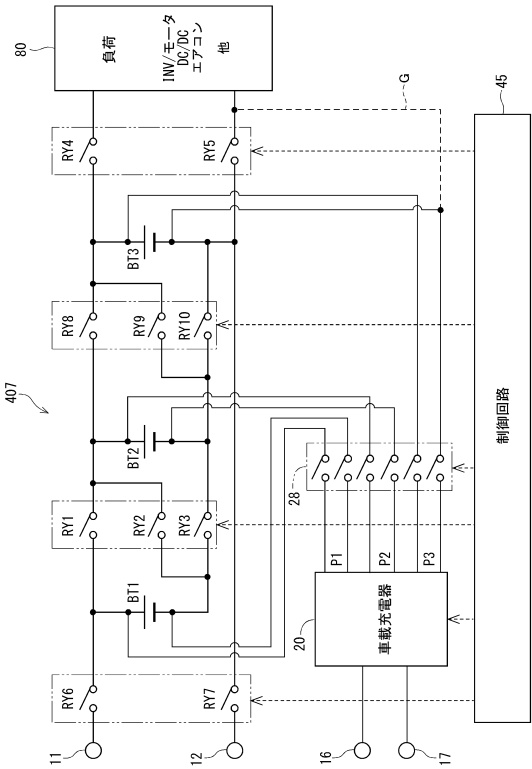


30

40

50

【図 21】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 L	9/18 (2006.01)	B 6 0 L	53/00	
B 6 0 L	3/00 (2019.01)	B 6 0 L	9/18	P
B 6 0 L	7/14 (2006.01)	B 6 0 L	3/00	S
		B 6 0 L	7/14	

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 瀧田 晋平

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

審査官 坂東 博司

(56)参考文献

特開 2 0 1 3 - 1 0 6 4 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 4 2 3 7 5 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 7 1 9 2 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 1 4 0 8 9 4 (W O , A 1)
特開 2 0 1 0 - 0 9 8 7 8 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 J 7 / 0 0
H 0 2 J 7 / 0 2
H 0 1 M 1 0 / 4 4
H 0 1 M 1 0 / 4 8
B 6 0 L 5 0 / 4 0
B 6 0 L 9 / 1 8
B 6 0 L 3 / 0 0
B 6 0 L 7 / 1 4
B 6 0 L 5 3 / 0 0