

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7703942号
(P7703942)

(45)発行日 令和7年7月8日(2025.7.8)

(24)登録日 令和7年6月30日(2025.6.30)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J 7/02 (2016.01) H 0 2 J 7/02 H

H 0 2 M 3/155(2006.01) H 0 2 M 3/155 W

請求項の数 29 (全47頁)

(21)出願番号	特願2021-129197(P2021-129197)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	令和3年8月5日(2021.8.5)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2023-23568(P2023-23568A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和5年2月16日(2023.2.16)	(74)代理人	100121821
審査請求日	令和6年7月5日(2024.7.5)		弁理士 山田 強
		(74)代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74)代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
		(74)代理人	100175134
			弁理士 北 裕介
		(72)発明者	谷 敬弥
			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	久保 俊一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

直列接続される3つ以上の蓄電部（11～16）に適用される電力変換装置において、ステータ巻線（31）を有する回転電機（30）と、
上、下アームスイッチ（SWH，SWL）を有し、前記ステータ巻線と前記蓄電部とを接続するインバータ（20）と、
前記上アームスイッチの高電位側端子に接続された高電位側経路（LP）と、
前記下アームスイッチの低電位側端子に接続された低電位側経路（LN）と、
前記ステータ巻線の中性点に接続された中性点経路（LM）と、
前記各蓄電部のうち隣り合う蓄電部の正極端子と負極端子との電池接続点（PB1～PB5）に対応して個別に設けられ、前記電池接続点と前記中性点経路とを接続する中性点スイッチ（SM1～SM5）と、
を備える、電力変換装置。

【請求項2】

前記各蓄電部のうち最も電位が高い蓄電部である最高電位蓄電部（11）の正極端子と前記高電位側経路とを接続する正極スイッチ（SP）と、
前記各蓄電部のうち最も電位が低い蓄電部である最低電位蓄電部（16）の負極端子と前記低電位側経路とを接続する負極スイッチ（SN）と、
前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、残りの蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの少なくとも一方の駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、
を備える、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記最高電位蓄電部が前記供給元蓄電部である場合、前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部に電力を供給する、請求項 2 に記載の電力変換装置。

10

【請求項 4】

前記制御部は、前記最低電位蓄電部が前記供給元蓄電部である場合、前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部に電力を供給する、請求項 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記制御部は、

前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部に挟まれている場合、前記正極スイッチ、前記負極スイッチ、及び前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも低電位側の蓄電部と前記供給元蓄電部とから、前記インバータ及び前記中性点経路を介して、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも高電位側の蓄電部に電力を供給し、

20

その後、前記正極スイッチ、前記負極スイッチ、及び前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも高電位側の蓄電部と前記供給元蓄電部とから、前記インバータ及び前記中性点経路を介して、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも低電位側の蓄電部に電力を供給する、請求項 2 に記載の電力変換装置。

30

【請求項 6】

前記制御部は、

前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部に挟まれている場合、前記正極スイッチ、前記負極スイッチ、及び前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも高電位側の蓄電部と前記供給元蓄電部とから、前記インバータ及び前記中性点経路を介して、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも低電位側の蓄電部に電力を供給し、

その後、前記正極スイッチ、前記負極スイッチ、及び前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも低電位側の蓄電部と前記供給元蓄電部とから、前記中性点経路及び前記インバータを介して、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも高電位側の蓄電部に電力を供給する、請求項 2 に記載の電力変換装置。

40

【請求項 7】

前記各蓄電部のうち最も電位が高い蓄電部である最高電位蓄電部（11）の正極端子と前記高電位側経路とを接続する正極スイッチ（SP）と、

前記各蓄電部のうち前記最高電位蓄電部以外の蓄電部（12～16）の負極端子に対応して個別に設けられ、前記負極端子と前記低電位側経路とを接続する負極スイッチ（SN1～SN5）と、

50

を備える、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 8】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、残りの蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部に挟まれている場合、前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給元蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から、前記インバータ及び前記中性点経路を介して、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも高電位側の蓄電部に電力を供給し、

その後、前記正極スイッチ、前記供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチ、及び前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも高電位側の蓄電部と前記供給元蓄電部とから、前記インバータ及び前記中性点経路を介して、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも低電位側の蓄電部に電力を供給する、請求項 7 に記載の電力変換装置。

【請求項 9】

前記各蓄電部のうち最も電位が低い蓄電部である最低電位蓄電部（16）の負極端子と前記低電位側経路とを接続する負極スイッチ（SN）と、

前記各蓄電部のうち前記最低電位蓄電部以外の蓄電部（11～15）の正極端子に対応して個別に設けられ、前記正極端子と前記高電位側経路とを接続する正極スイッチ（SP1～SP5）と、

を備える、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 10】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、残りの蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部に挟まれている場合、前記供給元蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチ、前記負極スイッチ、及び前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から、前記インバータ及び前記中性点経路を介して、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも低電位側の蓄電部に電力を供給し、

その後、前記供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチ、前記負極スイッチ、及び前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも低電位側の蓄電部と前記供給元蓄電部とから、前記インバータ及び前記中性点経路を介して、前記各蓄電部のうち前記供給元蓄電部よりも高電位側の蓄電部に電力を供給する、請求項 9 に記載の電力変換装置。

【請求項 11】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部と

して選択し、残りの蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記各蓄電部のうち最も高電位側の蓄電部である最高電位蓄電部（１１）が前記供給元蓄電部である場合、前記最高電位蓄電部の正極端子に接続された前記正極スイッチ（ＳＰ，ＳＰ１）、前記各蓄電部のうち最も低電位側の蓄電部（１６）の負極端子に接続された前記負極スイッチ（ＳＮ５，ＳＮ）、及び前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、
を備える、請求項７又は９に記載の電力変換装置。

【請求項１２】

前記各蓄電部のうち、１つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、残りの蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記各蓄電部のうち最も低電位側の蓄電部である最低電位蓄電部（１６）が前記供給元蓄電部である場合、前記各蓄電部のうち最も高電位側の蓄電部（１１）の正極端子に接続された前記正極スイッチ（ＳＰ，ＳＰ１）、前記最低電位蓄電部の負極端子に接続された前記負極スイッチ（ＳＮ５，ＳＮ）、及び前記供給先蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、
を備える、請求項７又は９に記載の電力変換装置。

【請求項１３】

前記各蓄電部のうち、高電位側の蓄電部である高電位蓄電部（１１～１４）が複数であり、残りの蓄電部である低電位蓄電部（１５，１６）が複数であり、

前記各蓄電部のうち最も電位が高い蓄電部である最高電位蓄電部（１１）の正極端子、及び前記各高電位蓄電部のうち前記最高電位蓄電部以外の蓄電部（１２～１４）の正極端子側の前記電池接続点（ＰＢ１～ＰＢ３）に対応して個別に設けられ、前記正極端子と前記高電位側経路とを接続する正極スイッチ（ＳＰ１～ＳＰ４）と、

前記各蓄電部のうち最も電位が低い蓄電部である最低電位蓄電部（１６）の負極端子、前記各低電位蓄電部のうち前記最低電位蓄電部以外の蓄電部（１５）の負極端子側の前記電池接続点（ＰＢ５）、及び前記各高電位蓄電部のうち最も電位が低い蓄電部である特定蓄電部（１４）の負極端子側の前記電池接続点（ＰＢ４）に対応して個別に設けられ、前記負極端子と前記低電位側経路とを接続する負極スイッチ（ＳＮ１～ＳＮ３）と、

前記特定蓄電部の負極端子側の前記電池接続点と前記特定蓄電部の負極端子の間、又は前記特定蓄電部の正極端子側の前記電池接続点（ＰＢ３）と前記特定蓄電部の正極端子の間を接続する電池間スイッチ（ＳＤ）と、
を備える、請求項１に記載の電力変換装置。

【請求項１４】

前記各蓄電部のうち、１つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の１つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部が前記高電位蓄電部のグループに含まれて、かつ、前記供給先蓄電部が前記低電位蓄電部のグループに含まれて、かつ、前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に他の前記蓄電部が介在する場合、又は前記供給元蓄電部が前記低電位蓄電部のグループに含まれて、かつ、前記供給先蓄電部が前記高電位蓄電部のグループに含まれて、かつ、前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に他の前記蓄電部が介在する場合、前記電池間スイッチをオフし、前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記正極端子に対応する前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、前記供給先蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元

10

20

30

40

50

蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、

を備える、請求項 1 3 に記載の電力変換装置。

【請求項 1 5】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部及び前記供給先蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部及び前記供給先蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を一時供給先蓄電部として選択する選択部と、

10

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記高電位蓄電部のグループに前記供給元蓄電部及び前記供給先蓄電部の双方が含まれ、前記低電位蓄電部のグループに前記供給元蓄電部及び前記供給先蓄電部の双方が含まれない場合、前記電池間スイッチをオフし、前記供給元蓄電部の最も高電位側の正極端子に対応する前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、前記一時供給先蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記一時供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記一時供給先蓄電部へと電力を供給し、

20

その後、前記電池間スイッチをオフし、前記一時供給先蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、前記一時供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチ、前記供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に対応する前記正極スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記一時供給先蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する、請求項 1 3 に記載の電力変換装置。

30

【請求項 1 6】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部及び前記供給先蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部及び前記供給先蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を一時供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、

40

を備え、

前記制御部は、

前記低電位蓄電部のグループに前記供給元蓄電部及び前記供給先蓄電部の双方が含まれ、前記高電位蓄電部のグループに前記供給元蓄電部及び前記供給先蓄電部の双方が含まれない場合、前記電池間スイッチをオフし、前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチ、前記一時供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に対応する前記正極スイッチ、及び前記一時供給先蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記一時供給先蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する、請求項 1 3 に記載の電力変換装置。

50

より、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記一時供給先蓄電部へと電力を供給し、

その後、前記電池間スイッチをオフし、前記一時供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に対応する前記正極スイッチ、前記一時供給先蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、前記供給先蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記一時供給先蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する、請求項 13 に記載の電力変換装置。

【請求項 17】

前記蓄電部は 4 つ以上であり、

前記各蓄電部のうち最も電位が低い蓄電部（16）以外の蓄電部（11～15）の正極端子に対応して個別に設けられ、前記正極端子と前記高電位側経路とを接続する正極スイッチ（SP1～SP5）と、

前記各蓄電部のうち最も電位が高い蓄電部（11）以外の蓄電部（12～16）の負極端子に対応して個別に設けられ、前記負極端子と前記低電位側経路とを接続する負極スイッチ（SN1～SN5）と、

を備える、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 18】

前記各蓄電部のうち、1 つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の 1 つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部とが隣接し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも高電位側にある場合、前記供給元蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、

を備える、請求項 17 に記載の電力変換装置。

【請求項 19】

前記各蓄電部のうち、1 つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の 1 つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部とが隣接し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも低電位側にある場合、前記供給元蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、

を備える、請求項 17 に記載の電力変換装置。

【請求項 20】

前記各蓄電部のうち、1 つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の 1 つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、

を備え、

10

20

30

40

50

前記制御部は、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に他の前記蓄電部である中間蓄電部が介在し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも高電位側にある場合、前記供給元蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記中間蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記中間蓄電部に電力を供給し、

その後、前記中間蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチ、前記中間蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記中間蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部に電力を供給する、請求項 17 に記載の電力変換装置。

【請求項 21】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、
を備え、

前記制御部は、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に他の前記蓄電部である中間蓄電部が介在し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも低電位側にある場合、前記供給元蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記中間蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記中間蓄電部に電力を供給し、

その後、前記中間蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチ、前記中間蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記中間蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部に電力を供給する、請求項 17 に記載の電力変換装置。

【請求項 22】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、
を備え、

前記制御部は、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に他の前記蓄電部である中間蓄電部が介在し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも高電位側にある場合、前記中間蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチ、前記中間蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのス

10

20

30

40

50

スイッチング制御を行うことにより、前記中間蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部に電力を供給し、

その後、前記供給元蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記中間蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記中間蓄電部に電力を供給する、請求項 17 に記載の電力変換装置。

【請求項 23】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給すべく、前記正極スイッチ及び前記負極スイッチの駆動制御と、前記インバータのスイッチング制御とを行う制御部と、
を備え、

前記制御部は、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に他の前記蓄電部である中間蓄電部が介在し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも低電位側にある場合、前記中間蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチ、前記中間蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記中間蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部に電力を供給し、

その後、前記供給元蓄電部の最も低電位側の負極端子に接続された前記負極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記中間蓄電部の最も高電位側の正極端子に接続された前記正極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記中間蓄電部に電力を供給する、請求項 17 に記載の電力変換装置。

【請求項 24】

前記各蓄電部のうち、最も電位が高い蓄電部である最高電位蓄電部（11）と、最も電位が低い蓄電部である最低電位蓄電部（16）とを含む4つ以上の蓄電部が設けられ、

前記最高電位蓄電部の正極端子と、前記各蓄電部のうち前記最高電位蓄電部及び前記最低電位蓄電部以外の蓄電部（12～15）の正極端子側の前記電池接続点（PB1～PB4）に対応して個別に設けられ、前記正極端子と前記高電位側経路とを接続する正極スイッチ（SP1～SP5）と、

前記最低電位蓄電部の負極端子と、前記各蓄電部のうち、前記最高電位蓄電部及び前記最低電位蓄電部以外の蓄電部（12～15）の負極端子側の前記電池接続点（PB2～PB5）に対応して個別に設けられ、前記負極端子と前記低電位側経路とを接続する負極スイッチ（SN1～SN5）と、

前記各電池接続点の間に設けられる電池間スイッチ（SD1～SD4）と、
を備える、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 25】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部とが隣接し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも高電位側にある場合、前記供給元蓄電部の最も高電位側の正極端子に対応する前記正極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された

10

20

30

40

50

前記中性点スイッチ、前記供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチ、及び前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間の前記電池間スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、を備える、請求項 2 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 2 6】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部とが隣接し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも低電位側にある場合、前記供給元蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチ、前記供給元蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、前記供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に対応する前記正極スイッチ、及び前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間の前記電池間スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、を備える、請求項 2 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 2 7】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に他の前記蓄電部である中間蓄電部が介在し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも高電位側にある場合、前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に存在する前記電池接続点の間の少なくとも1つの前記電池間スイッチをオフした後、前記供給元蓄電部の最も高電位側の正極端子に対応する前記正極スイッチ、前記中間蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、前記中間蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、

を備える、請求項 2 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 2 8】

前記各蓄電部のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、前記各蓄電部のうち、前記供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は前記供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部と、

前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に他の前記蓄電部である中間蓄電部が介在し、かつ、前記供給元蓄電部が前記供給先蓄電部よりも低電位側にある場合、前記供給元蓄電部と前記供給先蓄電部との間に存在する前記電池接続点の間の少なくとも1つの前記電池間スイッチをオフし、かつ、前記供給元蓄電部の最も低電位側の負極端子に対応する前記負極スイッチ、前記中間蓄電部の最も高電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、前記中間蓄電部の最も低電位側の前記電池接続点に接続された前記中性点スイッチ、及び前記供給先蓄電部の最も高電位側の正極端子に対応する前記正極スイッチをオンした状態で前記インバータのスイッチング制御を行うことにより、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する制御部と、

を備える、請求項 2 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 2 9】

前記制御部は、電流を流す前記ステータ巻線の相数が、前記供給元蓄電部から前記インバータ及び前記中性点経路を介して前記供給先蓄電部へと電力を供給する場合における電

10

20

30

40

50

力変換効率が最大となる相数となるように前記インバータのスイッチング制御を行う、請求項 2 ～ 6 , 8 , 10 ～ 12 , 14 ～ 16 , 18 ～ 23 , 25 ～ 28 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献 1 に記載されているように、複数の単位蓄電池の直列接続体と、絶縁型の D C D C コンバータと、補助バッテリーとを備える充電均等化システムが知られている。D C D C コンバータは、各単位蓄電池に対応して個別に設けられ、出力側が単位蓄電池に接続され、入力側が補助バッテリーに接続されている。D C D C コンバータが駆動されることにより、補助バッテリーから単位蓄電池へと電力が供給される。これにより、各単位蓄電池の残容量を均等化することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特表 2014-512788 号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載のシステムでは、単位蓄電池ごとに D C D C コンバータが必要になる。このため、システムが複雑化する懸念がある。

【0005】

本発明は、構成の簡素化を図ることができる電力変換装置を提供することを主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、直列接続される 3 つ以上の蓄電部に適用される電力変換装置において、ステータ巻線を有する回転電機と、上、下アームスイッチを有し、前記ステータ巻線と前記蓄電部とを接続するインバータと、前記上アームスイッチの高電位側端子に接続された高電位側経路と、前記下アームスイッチの低電位側端子に接続された低電位側経路と、前記ステータ巻線の中性点に接続された中性点経路と、前記各蓄電部のうち隣り合う蓄電部の正極端子と負極端子との電池接続点に対応して個別に設けられ、前記電池接続点と前記中性点経路とを接続する中性点スイッチと、を備える。

30

【0007】

本発明では、各蓄電部のうち供給元蓄電部から供給先蓄電部への電力供給に、各電池接続点に対応して個別に設けられた中性点スイッチと、中性点経路とが備えられるとともに、ステータ巻線及びインバータが流用される。これにより、供給元蓄電部から供給先蓄電部へと電力を供給する構成の簡素化を図ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】第 1 実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。

【図 2】電力移動処理の手順を示すフローチャート。

【図 3】供給元蓄電部が高電位側の端になる場合における給電態様を示す図。

【図 4】供給元蓄電部が高電位側の端になる場合における給電態様を示す図。

50

- 【図 5】 供給元蓄電部が低電位側の端になる場合における給電態様を示す図。
- 【図 6】 供給元蓄電部が低電位側の端になる場合における給電態様を示す図。
- 【図 7】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 8】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 9】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 10】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 11】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 12】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 13】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 14】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。 10
- 【図 15】 第 2 実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。
- 【図 16】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 17】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 18】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 19】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 20】 第 3 実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。
- 【図 21】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 22】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 23】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。
- 【図 24】 供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれる場合における給電態様を示す図。 20
- 【図 25】 第 4 実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。
- 【図 26】 電力移動処理の手順を示すフローチャート。
- 【図 27】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが異なるグループに属する場合における給電態様を示す図。
- 【図 28】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが異なるグループに属する場合における給電態様を示す図。
- 【図 29】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが高電位グループに属する場合における給電態様を示す図。
- 【図 30】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが高電位グループに属する場合における給電態様を示す図。 30
- 【図 31】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが高電位グループに属する場合における給電態様を示す図。
- 【図 32】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが高電位グループに属する場合における給電態様を示す図。
- 【図 33】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが低電位グループに属する場合における給電態様を示す図。
- 【図 34】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが低電位グループに属する場合における給電態様を示す図。
- 【図 35】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが低電位グループに属する場合における給電態様を示す図。 40
- 【図 36】 供給元蓄電部と供給先蓄電部とが低電位グループに属する場合における給電態様を示す図。
- 【図 37】 第 5 実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。
- 【図 38】 電力移動処理の手順を示すフローチャート。
- 【図 39】 供給元蓄電部が供給先蓄電部の高電位側に隣接する場合における給電態様を示す図。
- 【図 40】 供給元蓄電部が供給先蓄電部の低電位側に隣接する場合における給電態様を示す図。
- 【図 41】 高電位側の供給元蓄電部と低電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。 50

【図４２】高電位側の供給元蓄電部と低電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図４３】高電位側の供給元蓄電部と低電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図４４】高電位側の供給元蓄電部と低電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図４５】低電位側の供給元蓄電部と高電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図４６】低電位側の供給元蓄電部と高電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図４７】低電位側の供給元蓄電部と高電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図４８】低電位側の供給元蓄電部と高電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図４９】第６実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。

【図５０】電力移動処理の手順を示すフローチャート。

【図５１】高電位側の供給元蓄電部と低電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図５２】高電位側の供給元蓄電部と低電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図５３】低電位側の供給元蓄電部と高電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図５４】低電位側の供給元蓄電部と高電位側の供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在する場合における給電態様を示す図。

【図５５】第７実施形態に係る授受電力、相数及び電力変換効率の関係を示す図。

【図５６】相数選択処理の手順を示すフローチャート。

【図５７】その他の実施形態に係る蓄電部の構成を示す図。

【図５８】その他の実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。

【図５９】その他の実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。

【図６０】その他の実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。

【図６１】その他の実施形態に係る電力変換装置の全体構成図。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

<第１実施形態>

以下、本発明に係る電力変換装置を具体化した第１実施形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態の電力変換装置は、ハイブリッド自動車、電気自動車及び燃料電池車等の車両に搭載される。車両には、例えば、乗用車、バス、建設作業車及び農業機械車両が含まれる。

【００１０】

図１に示すように、電力変換装置は、組電池と、インバータ２０と、回転電機３０とを備えている。組電池は、蓄電部の直列接続体を備えている。本実施形態において、蓄電部は、単電池である電池セルである。本実施形態では、各蓄電部の端子電圧（例えば定格電圧）が同じ電圧に設定されている。電池セルとしては、例えば、リチウムイオン電池等の２次電池を用いることができる。図１には、組電池が６つの蓄電部を備える例を示している。本実施形態では、組電池が備える蓄電部を第１～第６蓄電部１１～１６と称す。各蓄電部１１～１６のうち、最も電位が高い最高電位蓄電部が第１蓄電部１１であり、最も電位が低い最低電位蓄電部が第６蓄電部１６である。

【００１１】

第１蓄電部１１の負極端子は、第１接続点ＰＢ１を介して第２蓄電部１２の正極端子に接続されている。第２蓄電部１２の負極端子は、第２接続点ＰＢ２を介して第３蓄電部１

10

20

30

40

50

3の正極端子に接続されている。第3蓄電部13の負極端子は、第3接続点PB3を介して第4蓄電部14の正極端子に接続されている。第4蓄電部14の負極端子は、第4接続点PB4を介して第5蓄電部15の正極端子に接続されている。第5蓄電部15の負極端子は、第5接続点PB5を介して第6蓄電部16の正極端子に接続されている。なお、各接続点PB1～PB5が「電池接続点」に相当する。

【0012】

組電池を構成する各蓄電部11～16の全部又は一部は交換可能とされている。例えば、各蓄電部11～16のうち一部の蓄電部の残容量が少なくなった場合、一部の蓄電部が満充電状態の蓄電部に交換される。また、例えば、一部の蓄電部が経年劣化した場合、一部の蓄電部が経年劣化していない蓄電部（例えば新品の蓄電部）に交換される。

10

【0013】

回転電機30は、3相の同期機であり、星形結線された3相のステータ巻線31を備えている。各相のステータ巻線31は、電気角で120°ずつずれて配置されている。回転電機30は、例えば永久磁石同期機である。本実施形態において、回転電機30は車載主機であり、車両の走行動力源となる。

【0014】

インバータ20は、上アームスイッチSWHと下アームスイッチSWLとの直列接続体を3相分備えている。本実施形態では、各スイッチSWH、SWLとして、電圧制御形の半導体スイッチング素子が用いられており、具体的にはIGBTが用いられている。このため、各スイッチSWH、SWLの高電位側端子はコレクタであり、低電位側端子はエミッタである。上、下アームスイッチSWH、SWLには、フリーホイールダイオードとしての上、下アームダイオードDH、DLが逆並列に接続されている。

20

【0015】

各相において、上アームスイッチSWHのエミッタと、下アームスイッチSWLのコレクタとは、ステータ巻線31の第1端が接続されている。各相のステータ巻線31の第2端同士は、中性点Oで接続されている。なお、本実施形態において、各相のステータ巻線31は、ターン数が同じに設定されている。これにより、各相巻のステータ巻線31は、例えばインダクタンスが同じに設定されている。

【0016】

電力変換装置10は、高電位側経路LP、低電位側経路LN及びコンデンサ21を備えている。各相の上アームスイッチSWHのコレクタと、第1蓄電部11の正極端子とは、高電位側経路LPにより接続されている。各相の下アームスイッチSWLのエミッタと、第6蓄電部16の負極端子とは、低電位側経路LNにより接続されている。コンデンサ21は、各相の上アームスイッチSWHのコレクタと、各相の下アームスイッチSWLのエミッタとを接続する。なお、コンデンサ21は、インバータ20に内蔵されていてもよいし、インバータ20の外部に設けられていてもよい。

30

【0017】

電力変換装置10は、監視ユニット40及び制御装置50を備えている。監視ユニット40は、組電池を構成する各蓄電部11～16の端子電圧[V]、残容量[Ah]、SOC、SOH及び温度等を監視する。監視ユニット40の監視情報は、制御装置50に入力される。

40

【0018】

電力変換装置10は、中性点経路LMを備えている。中性点経路LMは、中性点Oに接続されている。

【0019】

電力変換装置10は、正極スイッチSPと、負極スイッチSNとを備えている。本実施形態において、正極スイッチSP及び負極スイッチSNはリレーである。

【0020】

正極スイッチSPは、第1蓄電部11の正極端子と高電位側経路LPとを接続する。正極スイッチSPがオンされることにより、第1蓄電部11の正極端子と高電位側経路LP

50

とが電氣的に接続される。一方、正極スイッチ S_P がオフされることにより、第 1 蓄電部 11 の正極端子と高電位側経路 L_P とが電氣的に遮断される。負極スイッチ S_N は、第 6 蓄電部 16 の負極端子と低電位側経路 L_N とを接続する。負極スイッチ S_N がオンされることにより、第 6 蓄電部 16 の負極端子と低電位側経路 L_N とが電氣的に接続される。一方、負極スイッチ S_N がオフされることにより、第 6 蓄電部 16 の負極端子と低電位側経路 L_N とが電氣的に遮断される。

【0021】

電力変換装置は、第 1～第 5 中性点スイッチ $S_{M1} \sim S_{M5}$ を備えている。本実施形態において、各中性点スイッチ $S_{M1} \sim S_{M5}$ はリレーである。第 n 中性点スイッチ S_{Mn} ($n=1, 2, 3, 4, 5$) は、第 n 接続点 P_{Bn} と中性点経路 L_M とを接続する。第 n 中性点スイッチ S_{Mn} がオンされることにより、第 n 接続点 P_{Bn} と中性点経路 L_M とが電氣的に接続される。一方、第 n 中性点スイッチ S_{Mn} がオフされることにより、第 n 接続点 P_{Bn} と中性点経路 L_M とが電氣的に遮断される。

【0022】

制御装置 50 は、マイコンを主体として構成され、制御部として機能する。マイコンは、CPU を備えている。マイコンが提供する機能は、実体的なメモリ装置に記録されたソフトウェアおよびそれを実行するコンピュータ、ソフトウェアのみ、ハードウェアのみ、あるいはそれらの組合せによって提供することができる。例えば、マイコンがハードウェアである電子回路によって提供される場合、それは多数の論理回路を含むデジタル回路、又はアナログ回路によって提供することができる。例えば、マイコンは、自身が備える記憶部としての非遷移的実体的記録媒体 (non-transitory tangible storage medium) に格納されたプログラムを実行する。プログラムには、図 2 等に示す制御のプログラムが含まれる。プログラムが実行されることにより、プログラムに対応する方法が実行される。記憶部は、例えば不揮発性メモリである。なお、記憶部に記憶されたプログラムは、例えば、インターネット等の通信ネットワークを介して更新可能である。

【0023】

制御装置 50 は、回転電機 30 の制御量を指令値にフィードバック制御すべく、インバータ 20 を構成する各相の上、下アームスイッチ SW_H 、 SW_L のスイッチング制御を行う。制御量は、例えばトルクである。各相において、上アームスイッチ SW_H と下アームスイッチ SW_L とは交互にオンされる。

【0024】

制御装置 50 は、正極スイッチ S_P 、負極スイッチ S_N 及び各中性点スイッチ $S_{M1} \sim S_{M5}$ をオン又はオフし、また、監視ユニット 40 と通信可能とされている。

【0025】

制御装置 50 は、各蓄電部 11～16 の容量パラメータの差を小さくする電力供給処理を行う。本実施形態において、容量パラメータは、蓄電部の端子電圧 $[V]$ 、SOC 又は残容量 $[Ah]$ である。制御装置 50 は、各蓄電部 11～16 のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、各蓄電部 11～16 のうち供給元蓄電部以外の蓄電部を供給先蓄電部として選択する選択部として機能する。制御装置 50 は、監視ユニット 40 から取得した情報に基づいて、例えば、各蓄電部 11～16 のうち、容量パラメータが最も大きい蓄電部を供給元蓄電部として選択し、残りの蓄電部を供給先蓄電部として選択する。電力供給処理により、各蓄電部 11～16 の容量パラメータの差を小さくでき、ひいては各蓄電部 11～16 の容量パラメータを均等化できる。

【0026】

図 2 に、制御装置 50 が行う電力供給処理のフローチャートを示す。

【0027】

ステップ S10 では、選択した供給元蓄電部に第 1 蓄電部 11 又は第 6 蓄電部 16 が含まれているか否かを判定する。

【0028】

ステップ S10 において肯定判定した場合には、ステップ S11 に進み、第 1 制御を行

う。以下、供給元蓄電部に第1蓄電部11が含まれている場合と、供給元蓄電部に第6蓄電部16が含まれている場合とにおける第1制御について説明する。

【0029】

まず、図3及び図4を用いて、供給元蓄電部に第1蓄電部11が含まれている場合について説明する。詳しくは、第1, 第2蓄電部11, 12が新品の蓄電部に交換され、供給元蓄電部として第1, 第2蓄電部11, 12が選択され、供給先蓄電部として第3～第6蓄電部13～16が選択された場合について説明する。なお、図3等では、インバータ20及び回転電機30の3相の構成を、便宜上、1相の構成として簡略化して示す。

【0030】

供給元蓄電部に第1蓄電部11が含まれている場合の第1制御は、正極スイッチSP、供給元蓄電部の最も低電位側の電池接続点に接続された中性点スイッチ、及び負極スイッチSNをオンした状態でインバータ20のスイッチング制御を行うことにより、供給元蓄電部からインバータ20及び中性点経路LMを介して供給先蓄電部に電力を供給する制御である。図3に示すように、制御装置50は、正極スイッチSP、負極スイッチSN、及び第2中性点スイッチSM2をオンし、第1, 第3～第5中性点スイッチSM1, SM3～SM5をオフする。第2中性点スイッチSM2は、供給先蓄電部の最も低電位側の電池接続点、つまり第2接続点PB2に接続されたスイッチである。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、第1, 第2蓄電部11, 12、高電位側経路LP、上アームスイッチSWH、ステータ巻線31及び中性点経路LMを含む閉回路に電流が流れ、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図4に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第3～第6蓄電部13～16の直列接続体に供給される。図3及び図4に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第1, 第2蓄電部11, 12から第3～第6蓄電部13～16に電力が供給される。これにより、第1, 第2蓄電部11, 12の容量パラメータと、第3～第6蓄電部13～16の容量パラメータとの差が小さくなる。

【0031】

続いて、図5及び図6を用いて、供給元蓄電部に第6蓄電部16が含まれている場合について説明する。詳しくは、供給元蓄電部として第5, 第6蓄電部15, 16が選択され、供給先蓄電部として第1～第4蓄電部11～14が選択される場合について説明する。

【0032】

供給元蓄電部に第6蓄電部16が含まれている場合の第1制御は、正極スイッチSP、供給元蓄電部の最も高電位側の電池接続点に接続された中性点スイッチ、及び負極スイッチSNをオンした状態でインバータ20のスイッチング制御を行うことにより、供給元蓄電部からインバータ20及び中性点経路LMを介して供給先蓄電部に電力を供給する制御である。図5に示すように、制御装置50は、正極スイッチSP、負極スイッチSN、及び第4中性点スイッチSM4をオンし、第1～第3, 第5中性点スイッチSM1～SM3, SM5をオフする。第4中性点スイッチSM4は、供給元蓄電部の最も高電位側の電池接続点、つまり第4接続点PB4に接続されたスイッチである。そして、制御装置50は、下アームスイッチSWLをオンし、上アームスイッチSWHをオフする。これにより、第5, 第6蓄電部15, 16、中性点経路LM、ステータ巻線31、下アームスイッチSWL及び低電位側経路LNを含む閉回路に電流が流れ、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図6に示すように、制御装置50は、下アームスイッチSWLをオフし、上アームスイッチSWHをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第1～第4蓄電部11～14の直列接続体に供給される。図5及び図6に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第5, 第6蓄電部15, 16から第1～第4蓄電部11～14に電力が供給される。これにより、第5, 第6蓄電部15, 16の容量パラメータと、第1～第4蓄電部11～14の容量パラメータとの差が小さくなる。

10

20

30

40

50

【0033】

先の図2の説明に戻り、ステップS10において、供給元蓄電部が供給先蓄電部に挟まれていると判定した場合には、ステップS12に進み、第2制御を行う。以下、図7～図10を用いて、供給元蓄電部が第2蓄電部12及び第3蓄電部13であり、供給先蓄電部が第1，第4～第6蓄電部14～16である場合の第2制御について説明する。

【0034】

図7に示すように、制御装置50は、正極スイッチSP、負極スイッチSN、及び第1中性点スイッチSM1をオンし、第2～第5中性点スイッチSM2～SM5をオフする。第1中性点スイッチSM1は、供給元蓄電部の最も高電位側の電池接続点、つまり第1接続点PB1に接続されたスイッチである。そして、制御装置50は、下アームスイッチSWLをオンし、上アームスイッチSWHをオフする。これにより、第2～第6蓄電部12～16をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図8に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第1蓄電部11に供給される。第1蓄電部11は、第1～第6蓄電部11～16のうち供給元蓄電部（第2，第3蓄電部12，13）よりも高電位側の蓄電部である。図7及び図8に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第2～第6蓄電部12～16から第1蓄電部11に電力が供給される。

【0035】

その後、図9に示すように、制御装置50は、正極スイッチSP、負極スイッチSN、及び第3中性点スイッチSM3をオンする。第3中性点スイッチSM3は、供給元蓄電部の最も低電位側の電池接続点、つまり第3接続点PB3に接続されたスイッチである。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、第1～第3蓄電部11～13をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図10に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第4～第6蓄電部14～16の直列接続体に供給される。第4～第6蓄電部14～16は、第1～第6蓄電部11～16のうち供給元蓄電部（第2，第3蓄電部12，13）よりも低電位側の蓄電部である。図9及び図10に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第1～第3蓄電部11～13から第4～第6蓄電部14～16に電力が供給される。

【0036】

以上説明したインバータ20の上，下アームスイッチSWH，SWLのスイッチング制御が行われることにより、第2，第3蓄電部12，13から第1，第4～第6蓄電部11，14～16に電力が供給される。この場合、図7に示すスイッチング状態と、図9に示すスイッチング状態とにおいて、第2，第3蓄電部12，13から電力が放出される。その結果、第2，第3蓄電部12，13の残容量が減少し、第1，第4～第6蓄電部11，14～16の残容量が増加し、各蓄電部11～16の容量パラメータの差を小さくできる。なお、電力供給処理は、各蓄電部11～16の容量パラメータのうち、最大値と最小値との差が閾値以下になるまで、供給元，供給先蓄電部が適宜選択されつつ実行されればよい。

【0037】

ちなみに、ステップS12の第2制御は、図11～図14に示す制御であってもよい。図11～図14には、図7～図10の場合と同様に、供給元蓄電部が第2蓄電部12及び第3蓄電部13であり、供給先蓄電部が第1，第4～第6蓄電部14～16である場合を示す。

【0038】

図11に示すように、制御装置50は、正極スイッチSP、負極スイッチSN、及び第3中性点スイッチSM3をオンし、第1，第2，第4，第5中性点スイッチSM1，SM2，SM4，SM5をオフする。第3中性点スイッチSM3は、供給元蓄電部の最も低電

10

20

30

40

50

位側の電池接続点、つまり第3接続点PB3に接続されたスイッチである。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図12に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第4～第6蓄電部14～16に供給される。第4～第6蓄電部14～16は、第1～第6蓄電部11～16のうち供給元蓄電部（第2，第3蓄電部12，13）よりも低電位側の蓄電部である。図11及び図12に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第1～第3蓄電部11～13から第4～第6蓄電部14～16に電力が供給される。

【0039】

その後、図13に示すように、制御装置50は、正極スイッチSP、負極スイッチSN、及び第1中性点スイッチSM1をオンする。第1中性点スイッチSM1は、供給元蓄電部の最も高電位側の電池接続点、つまり第1接続点PB1に接続されたスイッチである。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図14に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第1蓄電部11に供給される。第1蓄電部11は、第1～第6蓄電部11～16のうち供給元蓄電部（第2，第3蓄電部12，13）よりも高電位側の蓄電部である。図13及び図14に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第2～第6蓄電部12～16から第1蓄電部11に電力が供給される。

【0040】

以上説明したインバータ20の上、下アームスイッチSWH，SWLのスイッチング制御が行われることにより、第2，第3蓄電部12，13から第1，第4～第6蓄電部11，14～16に電力が供給される。この場合、図11に示すスイッチング状態と、図13に示すスイッチング状態とにおいて、第2，第3蓄電部12，13から電力が放出される。その結果、第2，第3蓄電部12，13の残容量が減少し、第1，第4～第6蓄電部11，14～16の残容量が増加し、各蓄電部11～16の容量パラメータの差を小さくできる。

【0041】

＜第2実施形態＞

以下、第2実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図15に示すように、電力変換装置は、第1～第5負極スイッチSN1～SN5を備えている。本実施形態において、各負極スイッチSN1～SN5は、リレーであり、制御装置50によりオン又はオフされる。なお、図15において、先の図1に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【0042】

第 n 負極スイッチSN n （ $n=1, 2, 3, 4, 5$ ）は、第 $n+1$ 蓄電部の負極端子と低電位側経路LNとを接続する。第 n 負極スイッチSN n がオンされることにより、第 $n+1$ 蓄電部の負極端子と低電位側経路LNとが電氣的に接続される。一方、第 n 負極スイッチSN n がオフされることにより、第 $n+1$ 蓄電部の負極端子と低電位側経路LNとが電氣的に遮断される。

【0043】

制御装置50は、先の図2に示したフローチャートと同様に、第1制御及び第2制御を行う。第1制御は、第1実施形態で説明した第1制御と同じ制御となる。

【0044】

以下、図16～図19を用いて、供給元蓄電部が第2蓄電部12及び第3蓄電部13であり、供給先蓄電部が第1，第4～第6蓄電部14～16である場合の第2制御について説明する。

【0045】

図 16 に示すように、制御装置 50 は、正極スイッチ S P、第 1 中性点スイッチ S M 1 及び第 2 負極スイッチ S N 2 をオンし、第 2 ～第 5 中性点スイッチ S M 2 ～S M 5 及び第 1、第 3 ～第 5 負極スイッチ S N 1、S N 3 ～S N 5 をオフする。そして、制御装置 50 は、下アームスイッチ S W L をオンし、上アームスイッチ S W H をオフする。これにより、第 2、第 3 蓄電部 1 2、1 3 をエネルギー供給源として、ステータ巻線 3 1 に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図 17 に示すように、制御装置 50 は、上アームスイッチ S W H をオンし、下アームスイッチ S W L をオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第 1 蓄電部 1 1 に供給される。図 16 及び図 17 に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第 2、第 3 蓄電部 1 2、1 3 から第 1 蓄電部 1 1 に電力が供給される。この場合、供給元蓄電部よりも低電位側の第 4 ～第 6 蓄電部 1 4 ～1 6 に充電電流が流れないため、電力変換装置における損失を低減したり、蓄電部の劣化の進行を抑制したりできる。

【0046】

その後、図 18 に示すように、制御装置 50 は、正極スイッチ S P、第 5 負極スイッチ S N 1 及び第 3 中性点スイッチ S M 3 をオンする。そして、制御装置 50 は、上アームスイッチ S W H をオンし、下アームスイッチ S W L をオフする。これにより、第 1 ～第 3 蓄電部 1 1 ～1 3 をエネルギー供給源として、ステータ巻線 3 1 に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図 19 に示すように、制御装置 50 は、上アームスイッチ S W H をオフし、下アームスイッチ S W L をオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第 4 ～第 6 蓄電部 1 4 ～1 6 の直列接続体に供給される。図 18 及び図 19 に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第 1 ～第 3 蓄電部 1 1 ～1 3 から第 4 ～第 6 蓄電部 1 4 ～1 6 に電力が供給される。

【0047】

以上説明したインバータ 20 の上、下アームスイッチ S W H、S W L のスイッチング制御が行われることにより、第 2、第 3 蓄電部 1 2、1 3 から第 1、第 4 ～第 6 蓄電部 1 1、1 4 ～1 6 に電力が供給される。これにより、各蓄電部 1 1 ～1 6 の容量パラメータの差を小さくできる。

【0048】

<第 3 実施形態>

以下、第 3 実施形態について、第 2 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 20 に示すように、電力変換装置は、第 1 ～第 5 負極スイッチ S N 1 ～S N 5 に代えて、第 1 ～第 5 正極スイッチ S P 1 ～S P 5 を備えている。本実施形態において、各正極スイッチ S P 1 ～S P 5 は、リレーであり、制御装置 50 によりオン又はオフされる。なお、図 20 において、先の図 15 に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【0049】

第 n 正極スイッチ S P n ($n = 1, 2, 3, 4, 5$) は、第 n 蓄電部の正極端子と高電位側経路 L P とを接続する。第 n 正極スイッチ S P n がオンされることにより、第 n 蓄電部の正極端子と高電位側経路 L P とが電氣的に接続される。一方、第 n 正極スイッチ S P n がオフされることにより、第 n 蓄電部の正極端子と高電位側経路 L P とが電氣的に遮断される。

【0050】

制御装置 50 は、先の図 2 に示したフローチャートと同様に、第 1 制御及び第 2 制御を行う。第 1 制御は、第 1 実施形態で説明した第 1 制御と同じ制御となる。

【0051】

以下、図 21 ～図 24 を用いて、供給元蓄電部が第 3、第 4 蓄電部 1 3、1 4 であり、供給先蓄電部が第 1、第 2、第 5、第 6 蓄電部 1 1、1 2、1 5、1 6 である場合の第 2 制御について説明する。

【0052】

図 21 に示すように、制御装置 50 は、第 3 正極スイッチ S P 3、負極スイッチ S N 及

10

20

30

40

50

び第4中性点スイッチSM4をオンし、第1, 第2, 第4, 第5正極スイッチSP1, SP2, SP4, SP5及び第1～第3, 第5中性点スイッチSM1～SM3, SM5をオフする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、第3, 第4蓄電部13, 14をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図22に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第5, 第6蓄電部15, 16に供給される。図21及び図22に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第3, 第4蓄電部13, 14から第5, 第6蓄電部15, 16に電力が供給される。この場合、供給元蓄電部よりも高電位側の第1, 第2蓄電部11, 12に充電電流が流れないため、電力変換装置における損失を低減したり、蓄電部の劣化の進行を抑制したりできる。

10

【0053】

その後、図23に示すように、制御装置50は、第1正極スイッチSP1、負極スイッチSN及び第2中性点スイッチSM2をオンする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、第3～第6蓄電部13～16をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図24に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第1, 第2蓄電部11, 12の直列接続体に供給される。図23及び図24に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第3～第6蓄電部13～16から第1, 第2蓄電部11, 12に電力が供給される。

20

【0054】

以上説明したインバータ20の上、下アームスイッチSWH, SWLのスイッチング制御が行われることにより、第3, 第4蓄電部13, 14から第1, 第2, 第5, 第6蓄電部11, 12, 15, 16に電力が供給される。これにより、各蓄電部11～16の容量パラメータの差を小さくできる。

【0055】

<第4実施形態>

以下、第4実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図25に示すように、電力変換装置は、第1～第4正極スイッチSP1～SP4と、第1～第3負極スイッチSN1～SN3と、電池間スイッチSDとを備えている。本実施形態において、各正極スイッチSP1～SP4、各負極スイッチSN1～SN3及び電池間スイッチSDは、リレーであり、制御装置50によりオン又はオフされる。なお、図25において、先の図1に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

30

【0056】

本実施形態において、組電池を構成する各蓄電部11～16のうち、高電位側の第1～第4蓄電部11～14が高電位蓄電部に相当し、残りの第5, 第6蓄電部15, 16が低電位蓄電部に相当する。

【0057】

第1正極スイッチSP1は、第1蓄電部11の正極端子と高電位側経路LPとを接続する。第 n 正極スイッチSP n ($n=2, 3, 4$)は、第 $n-1$ 接続点PB $n-1$ と高電位側経路LPとを接続する。第 n 正極スイッチSP n がオンされることにより、第 n 蓄電部の正極端子と高電位側経路LPとが電氣的に接続される。一方、第 n 正極スイッチSP n がオフされることにより、第 n 蓄電部の正極端子と高電位側経路LPとが電氣的に遮断される。

40

【0058】

第 m 負極スイッチSN m ($m=1, 2$)は、第 $m+3$ 接続点PB $m+3$ と低電位側経路LNとを接続する。第 m 負極スイッチSN m がオンされることにより、第 $m+4$ 蓄電部の正極端子と低電位側経路LNとが電氣的に接続される。一方、第 m 負極スイッチSN m が

50

オフされることにより、第 $m+4$ 蓄電部の正極端子と低電位側経路 LN とが電氣的に遮断される。第3負極スイッチ $SN3$ は、第6蓄電部16の負極端子と低電位側経路 LN とを接続する。

【0059】

電池間スイッチ SD は、第4蓄電部14の負極端子と第4接続点 $PB4$ とを接続する。電池間スイッチ SD がオンされることにより、第4蓄電部14の負極端子と第4接続点 $PB4$ とが電氣的に接続される。一方、電池間スイッチ SD がオフされることにより、第4蓄電部14の負極端子と第4接続点 $PB4$ とが電氣的に遮断される。なお、電池間スイッチ SD は、第4蓄電部14の負極端子と第4接続点 $PB4$ との間ではなく、第4蓄電部14の正極端子と第3接続点 $PB3$ との間に設けられていてもよい。また、本実施形態において、第4蓄電部14が「特定蓄電部」に相当する。

10

【0060】

制御装置50は、各蓄電部11～16のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、各蓄電部11～16のうち、供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する。制御装置50は、監視ユニット40から取得した情報に基づいて、例えば、各蓄電部11～16のうち、容量パラメータが最も大きい蓄電部を供給元蓄電部として選択し、容量パラメータが最も小さい蓄電部を供給先蓄電部として選択する。また、制御装置50は、各蓄電部11～16のうち、供給元蓄電部及び供給先蓄電部以外の1つの蓄電部又は供給元蓄電部及び供給先蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を一時供給先蓄電部として選択する。

20

【0061】

図26に、制御装置50が行う電力供給処理の手順を示す。

【0062】

ステップ $S20$ では、供給元蓄電部が高電位グループであって、かつ、供給先蓄電部が低電位グループであるとの条件、又は供給元蓄電部が低電位グループであって、かつ、供給先蓄電部が高電位グループであるとの条件のうち、いずれかが成立しているか否かを判定する。高電位グループは、各蓄電部11～16のうち、電池間スイッチ SD よりも高電位側の第1～第4蓄電部11～14のグループである。低電位側グループは、各蓄電部11～16のうち、電池間スイッチ SD よりも低電位側の第5、第6蓄電部15、16のグループである。例えば、供給元蓄電部が第2蓄電部12であり、供給先蓄電部が第5蓄電部15である場合、又は供給元蓄電部が第4蓄電部14であり、供給先蓄電部が第5蓄電部15である場合、ステップ $S20$ において肯定判定する。

30

【0063】

ステップ $S20$ において肯定判定した場合には、ステップ $S21$ に進み、供給元蓄電部と供給先蓄電部との間に他の蓄電部が介在しているか否かを判定する。例えば、供給元蓄電部が第2蓄電部12であり、供給先蓄電部が第5蓄電部15である場合、第2蓄電部12及び第5蓄電部15の間に第3、第4蓄電部13、14が介在しているため、ステップ $S21$ において肯定判定する。一方、例えば、供給元蓄電部が第4蓄電部14であり、供給先蓄電部が第5蓄電部15である場合、第4蓄電部14及び第5蓄電部15の間に他の蓄電部が介在していないため、ステップ $S21$ において否定判定する。

40

【0064】

ステップ $S21$ において否定判定した場合には、ステップ $S22$ に進み、電池間スイッチ SD をオンする。一方、ステップ $S21$ において肯定判定した場合には、ステップ $S23$ に進み、電池間スイッチ SD をオフする。電池間スイッチ SD をオフするのは、ステップ $S24$ において第1制御を行う場合において蓄電部の正極端子及び負極端子間が短絡されることを防止するためである。

【0065】

ステップ $S22$ 又は $S23$ の処理の完了後、ステップ $S24$ において第1制御を行う。以下、図27及び図28を用いて、供給元蓄電部が第2蓄電部12であり、供給先蓄電部

50

が第5蓄電部15であり、ステップS21において肯定判定された場合について説明する。
【0066】

図27に示すように、制御装置50は、第2正極スイッチSP2、第2、第4中性点スイッチSM2、SM4及び第2負極スイッチSN2をオンし、第1、第3、第4正極スイッチSP1、SP3、SP4、第1、第3負極スイッチSN1、SN3、第1、第3、第5中性点スイッチSM1、SM3、SM5、及び電池間スイッチSDをオフする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、第2蓄電部12をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図28に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第5蓄電部15に供給される。上、下アームスイッチSWH、SWLが交互にオンされることにより、第2蓄電部12から第5蓄電部15に電力が供給される。

10

【0067】

先の図26の説明に戻り、ステップS20において、高電位側グループ及び低電位側グループのうち、一方のグループに供給元蓄電部及び供給先蓄電部の双方が含まれていると判定した場合には、ステップS25に進み、電池間スイッチSDをオフする。その後、ステップS26において第2制御を行う。以下、第2制御について説明する。

【0068】

まず、図29～図32を用いて、供給元蓄電部及び供給先蓄電部が高電位グループに含まれていると制御装置50により判定された場合について説明する。図29～図32に示す例では、供給元蓄電部が第2蓄電部12であり、供給先蓄電部が第3蓄電部13である。

20

【0069】

図29に示すように、制御装置50は、第2正極スイッチSP2、第2、第4中性点スイッチSM2、SM4及び第2負極スイッチSN2をオンし、第1、第3、第4正極スイッチSP1、SP3、SP4、第1、第3、第5中性点スイッチSM1、SM3、SM5、第1、第3負極スイッチSN1、SN3及び電池間スイッチSDをオフする。この場合、第1、第4、第6蓄電部11、14、16は、中性点経路LMを用いたシステムから切り離される。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、第2蓄電部12をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。

30

【0070】

その後、図30に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が、制御装置50に「一時供給先蓄電部」として選択された第5蓄電部15に供給される。図29及び図30に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第2蓄電部12から第5蓄電部15に電力が供給される。この場合、電池間スイッチSDがオフされているため、第2、第4中性点スイッチSM2、SM4がオンされたとしても、第3蓄電部13の正極端子と第4蓄電部14の負極端子とが短絡されることを防止できる。

【0071】

40

その後、図31に示すように、制御装置50は、第3正極スイッチSP3、第3、第4中性点スイッチSM3、SM4及び第2負極スイッチSN2をオンし、第1、第2、第4正極スイッチSP1、SP2、SP4、第1、第2、第5中性点スイッチSM1、SM2、SM5、第1、第3負極スイッチSN1、SN3、及び電池間スイッチSDをオフする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、第5蓄電部15をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図32に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第3蓄電部13に供給される。図31及び図32に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第5蓄電部15から第3蓄電部13に

50

電力が供給される。

【0072】

以上説明したインバータ20の上、下アームスイッチSWH、SWLのスイッチング制御が行われることにより、第2蓄電部12から第3蓄電部13に電力が供給される。この場合、供給元蓄電部及び供給先蓄電部以外の蓄電部に充電電流が流れないため、電力変換装置における損失を低減したり、蓄電部の劣化の進行を抑制したりできる。

【0073】

続いて、図33～図36を用いて、供給元蓄電部及び供給先蓄電部が低電位グループに含まれていると制御装置50により判定された場合について説明する。図33～図36に示す例では、供給元蓄電部が第5蓄電部15であり、供給先蓄電部が第6蓄電部16であり、一時供給先蓄電部が第3蓄電部13である。

10

【0074】

図33に示すように、制御装置50は、第4中性点スイッチSM4、第2負極スイッチSN2、第3正極スイッチSP3及び第4中性点スイッチSM4をオンし、第1、第2、第4正極スイッチSP1、SP2、SP4、第1、第2、第5中性点スイッチSM1、SM2、SM5、第1、第3負極スイッチSN1、SN3及び電池間スイッチSDをオフする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、第5蓄電部15をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。

【0075】

20

その後、図34に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が、「一時供給先蓄電部」として選択された第3蓄電部13に供給される。図33及び図34に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第5蓄電部15から第3蓄電部13に電力が供給される。この場合、電池間スイッチSDがオフされているため、第3、第4中性点スイッチSM2、SM4がオンされたとしても、第4蓄電部14の正極端子と負極端子とが短絡されることを防止できる。

【0076】

その後、図35に示すように、制御装置50は、第3正極スイッチSP3、第3中性点スイッチSM3、第5中性点スイッチSM5及び第3負極スイッチSN3をオンし、第1、第2、第4正極スイッチSP1、SP2、SP4、第1、第2、第4中性点スイッチSM1、SM2、SM4、第1、第2負極スイッチSN1、SN2、及び電池間スイッチSDをオフする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、第3蓄電部13をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図36に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第6蓄電部16に供給される。図35及び図36に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第3蓄電部13から第6蓄電部16に電力が供給される。

30

【0077】

40

以上説明したインバータ20の上、下アームスイッチSWH、SWLのスイッチング制御が行われることにより、第5蓄電部15から第6蓄電部16に電力が供給される。この場合、供給元蓄電部及び供給先蓄電部以外の蓄電部に充電電流が流れないため、電力変換装置における損失を低減したり、蓄電部の劣化の進行を抑制したりできる。

【0078】

＜第5実施形態＞

以下、第5実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図37に示すように、電力変換装置は、第1～第5正極スイッチSP1～SP5と、第1～第5負極スイッチSN1～SN5とを備えている。本実施形態において、各正極スイッチSP1～SP5及び各負極スイッチSN1～SN5は、リレー

50

であり、制御装置 50 によりオン又はオフされる。なお、図 37 において、先の図 1 に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【0079】

第 n 正極スイッチ SP_n ($n=1, 2, 3, 4, 5$) は、第 n 蓄電部の正極端子と高電位側経路 LP とを接続する。第 n 正極スイッチ SP_n がオンされることにより、第 n 蓄電部の正極端子と高電位側経路 LP とが電氣的に接続される。一方、第 n 正極スイッチ SP_n がオフされることにより、第 n 蓄電部の正極端子と高電位側経路 LP とが電氣的に遮断される。

【0080】

第 n 負極スイッチ SN_n は、第 $n+1$ 蓄電部の負極端子と低電位側経路 LN とを接続する。第 n 負極スイッチ SN_n がオンされることにより、第 $n+1$ 蓄電部の負極端子と低電位側経路 LN とが電氣的に接続される。一方、第 n 負極スイッチ SN_n がオフされることにより、第 $n+1$ 蓄電部の負極端子と低電位側経路 LN とが電氣的に遮断される。

10

【0081】

制御装置 50 は、各蓄電部 11～16 のうち、1 つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、各蓄電部 11～16 のうち、供給元蓄電部以外の 1 つの蓄電部又は供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する。

【0082】

図 38 に、制御装置 50 が行う電力供給処理の手順を示す。

20

【0083】

ステップ S30 では、供給元蓄電部及び供給先蓄電部が隣接しているか否かを判定する。例えば、供給元蓄電部が第 2 蓄電部 12 であり、供給先蓄電部が第 3 蓄電部 13 である場合、ステップ S30 において肯定判定し、供給元蓄電部が第 2 蓄電部 12 であり、供給先蓄電部が第 6 蓄電部 16 である場合、ステップ S30 において否定判定する。

【0084】

ステップ S30 において肯定判定した場合には、ステップ S31 に進み、第 1 制御を行う。以下、第 1 制御について説明する。

【0085】

まず、図 39 を用いて、供給元蓄電部が供給先蓄電部よりも高電位側にあると制御装置 50 により判定された場合について説明する。図 39 に示す例では、供給元蓄電部が第 2 蓄電部 12 であり、供給先蓄電部が第 3 蓄電部 13 である。

30

【0086】

制御装置 50 は、第 2 正極スイッチ SP_2 、第 2 中性点スイッチ SM_2 及び第 2 負極スイッチ SN_2 をオンし、第 1、第 3～第 5 正極スイッチ SP_1 、 SP_3 ～ SP_5 、第 1、第 3、第 5 中性点スイッチ SM_1 、 SM_3 、 SM_5 、及び第 1、第 3～第 5 負極スイッチ SN_1 、 SN_3 ～ SN_5 をオフする。そして、制御装置 50 は、上アームスイッチ SWH をオンし、下アームスイッチ SWL をオフする。これにより、第 2 蓄電部 12 をエネルギー供給源として、ステータ巻線 31 に磁気エネルギーが蓄積される。その後、制御装置 50 は、上アームスイッチ SWH をオフし、下アームスイッチ SWL をオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第 3 蓄電部 13 に供給される。上、下アームスイッチ SWH 、 SWL が交互にオンされることにより、第 2 蓄電部 12 から第 3 蓄電部 13 に電力が供給される。これにより、第 2、第 3 蓄電部 12、13 の容量パラメータの差を小さくできる。

40

【0087】

続いて、図 40 を用いて、供給元蓄電部が供給先蓄電部よりも低電位側にあると制御装置 50 により判定された場合について説明する。図 40 に示す例では、供給元蓄電部が第 4 蓄電部 14 であり、供給先蓄電部が第 3 蓄電部 13 である。

【0088】

制御装置 50 は、第 3 負極スイッチ SN_3 、第 3 中性点スイッチ SM_3 及び第 3 正極ス

50

イッチSP3をオンし、第1, 第2, 第4, 第5正極スイッチSP1, SP2, SP4, SP5、第1, 第2, 第4, 第5中性点スイッチSM1, SM2, SM4, SM5、及び第1, 第2, 第4, 第5負極スイッチSN1, SN2, SN4, SN5をオフする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、第4蓄電部14をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第3蓄電部13に供給される。上, 下アームスイッチSWH, SWLが交互にオンされることにより、第4蓄電部14から第3蓄電部13に電力が供給される。これにより、第3, 第4蓄電部13, 14の容量パラメータの差を小さくできる。

10

【0089】

先の図38の説明に戻り、ステップS30において否定判定した場合には、ステップS32に進み、第2制御を行う。以下、第2制御について説明する。

【0090】

まず、図41～図44を用いて、供給元蓄電部が供給先蓄電部よりも高電位側にあると制御装置50により判定された場合について説明する。図41～図44に示す例では、供給元蓄電部が第2蓄電部12であり、供給先蓄電部が第6蓄電部16である。

【0091】

図41に示すように、制御装置50は、第2正極スイッチSP2、第2中性点スイッチSM2及び第4負極スイッチSN4をオンし、第1, 第3～第5正極スイッチSP1, SP3～SP5、第1, 第3～第5中性点スイッチSM1, SM3～SM5、及び第1～第3, 第5負極スイッチSN1～SN3, SN5をオフする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、第2蓄電部12をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図42に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が、第3～第5蓄電部13～15である中間蓄電部に供給される。図41及び図42に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第2蓄電部12から中間蓄電部に電力が供給される。

20

【0092】

その後、図43に示すように、制御装置50は、第3正極スイッチSP3、第5中性点スイッチSM5及び第5負極スイッチSN5をオンし、第1, 第2, 第4, 第5正極スイッチSP1, SP2, SP4, SP5、第1～第4中性点スイッチSM1～SM4、及び第1～第4負極スイッチSN1～SN4をオフする。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、中間蓄電部をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図44に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第6蓄電部16に供給される。図43及び図44に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、中間蓄電部から第6蓄電部16に電力が供給される。

30

40

【0093】

以上説明したインバータ20の上, 下アームスイッチSWH, SWLのスイッチング制御が行われることにより、第2蓄電部12から第6蓄電部16に電力が供給される。これにより、第2, 第6蓄電部12, 16の容量パラメータの差を小さくできる。

【0094】

ちなみに、上述した第2制御は、供給元蓄電部から中間蓄電部に電力を供給した後、中間蓄電部から供給先蓄電部に電力を供給する制御である。ただし、これに限らず、中間蓄電部から供給先蓄電部に電力を供給した後、供給元蓄電部から中間蓄電部に電力を供給する第2制御であってもよい。詳しくは、図43及び図44に示すスイッチング状態が交互に繰り返された後、図41及び図42に示すスイッチング状態が交互に繰り返されてもよ

50

い。この場合であっても、第 2，第 6 蓄電部 1 2，1 6 の容量パラメータの差を小さくできる。

【0095】

続いて、図 4 5～図 4 8 を用いて、供給元蓄電部が供給先蓄電部よりも低電位側にあると制御装置 5 0 により判定された場合について説明する。図 4 5～図 4 8 に示す例では、供給元蓄電部が第 6 蓄電部 1 6 であり、供給先蓄電部が第 2 蓄電部 1 2 である。

【0096】

図 4 5 に示すように、制御装置 5 0 は、第 5 負極スイッチ S N 5、第 5 中性点スイッチ S M 5 及び第 3 正極スイッチ S P 3 をオンし、第 1，第 2，第 4，第 5 正極スイッチ S P 1，S P 2，S P 4，S P 5、第 1～第 4 中性点スイッチ S M 1～S M 4、及び第 1～第 4 負極スイッチ S N 1～S N 4 をオフする。そして、制御装置 5 0 は、上アームスイッチ S W H をオフし、下アームスイッチ S W L をオンする。これにより、第 6 蓄電部 1 6 をエネルギー供給源として、ステータ巻線 3 1 に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図 4 6 に示すように、制御装置 5 0 は、上アームスイッチ S W H をオンし、下アームスイッチ S W L をオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が、第 3～第 5 蓄電部 1 3～1 5 である中間蓄電部に供給される。図 4 5 及び図 4 6 に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第 6 蓄電部 1 6 から中間蓄電部に電力が供給される。

【0097】

その後、図 4 7 に示すように、制御装置 5 0 は、第 4 負極スイッチ S N 4、第 2 中性点スイッチ S M 2 及び第 2 正極スイッチ S P 2 をオンし、第 1，第 3～第 5 正極スイッチ S P 1，S P 3～S P 5、第 1，第 3～第 5 中性点スイッチ S M 1，S M 3～S M 5、及び第 1～第 3，第 5 負極スイッチ S N 1～S N 3，S N 5 をオフする。そして、制御装置 5 0 は、上アームスイッチ S W H をオフし、下アームスイッチ S W L をオンする。これにより、中間蓄電部をエネルギー供給源として、ステータ巻線 3 1 に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図 4 8 に示すように、制御装置 5 0 は、上アームスイッチ S W H をオンし、下アームスイッチ S W L をオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第 2 蓄電部 1 2 に供給される。図 4 7 及び図 4 8 に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、中間蓄電部から第 2 蓄電部 1 2 に電力が供給される。

【0098】

以上説明したインバータ 2 0 の上，下アームスイッチ S W H，S W L のスイッチング制御が行われることにより、第 6 蓄電部 1 6 から第 2 蓄電部 1 2 に電力が供給される。これにより、第 2，第 6 蓄電部 1 2，1 6 の容量パラメータの差を小さくできる。

【0099】

ちなみに、上述した第 2 制御は、供給元蓄電部から中間蓄電部に電力を供給した後、中間蓄電部から供給先蓄電部に電力を供給する制御である。ただし、これに限らず、中間蓄電部から供給先蓄電部に電力を供給した後、供給元蓄電部から中間蓄電部に電力を供給する第 2 制御であってもよい。詳しくは、図 4 7 及び図 4 8 に示すスイッチング状態が交互に繰り返された後、図 4 5 及び図 4 6 に示すスイッチング状態が交互に繰り返されてもよい。この場合であっても、第 2，第 6 蓄電部 1 2，1 6 の容量パラメータの差を小さくできる。

【0100】

<第 6 実施形態>

以下、第 6 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 4 9 に示すように、電力変換装置は、第 1～第 5 正極スイッチ S P 1～S P 5 と、第 1～第 5 負極スイッチ S N 1～S N 5 と、第 1～第 4 電池間スイッチ S D 1～S D 4 とを備えている。本実施形態において、各正極スイッチ S P 1～S P 5、各負極スイッチ S N 1～S N 5 及び各電池間スイッチ S D 1～S D 4 は、リレーであり、制御装置 5 0 によりオン又はオフされる。なお、図 4 9 において、先の図 1 に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【0101】

第1正極スイッチSP1は、第1蓄電部の正極端子と高電位側経路LPとを接続する。第n正極スイッチSPn (n=2, 3, 4, 5)は、第n-1接続点PBn-1と高電位側経路LPとを接続する。第n正極スイッチSPnがオンされることにより、第n-1接続点PBn-1と高電位側経路LPとが電氣的に接続される。一方、第n正極スイッチSPnがオフされることにより、第n-1接続点PBn-1と高電位側経路LPとが電氣的に遮断される。

【0102】

第5負極スイッチSN5は、第6蓄電部の負極端子と低電位側経路LNとを接続する。第m負極スイッチSNm (m=1, 2, 3, 4)は、第m+1接続点PBm+1と低電位側経路LNとを接続する。第m負極スイッチSNmがオンされることにより、第m+1接続点PBm+1と低電位側経路LNとが電氣的に接続される。一方、第m負極スイッチSNmがオフされることにより、第m+1接続点PBm+1と低電位側経路LNとが電氣的に遮断される。

10

【0103】

第m電池間スイッチSDmは、第m+1蓄電部の負極端子と第m+1接続点PBm+1とを接続する。第m電池間スイッチSDmがオンされることにより、第m+1蓄電部の負極端子と第m+1接続点PBm+1とが電氣的に接続される。一方、第m電池間スイッチSDmがオフされることにより、第m+1蓄電部の負極端子と第m+1接続点PBm+1とが電氣的に遮断される。なお、第m電池間スイッチSDmは、第m+1蓄電部の負極端子と第m+1接続点PBm+1との間ではなく、第m+1蓄電部の正極端子と第m接続点PBmとの間に設けられていてもよい。

20

【0104】

制御装置50は、各蓄電部11~16のうち、1つの蓄電部又は直列接続された一部の蓄電部を供給元蓄電部として選択し、各蓄電部11~16のうち、供給元蓄電部以外の1つの蓄電部又は供給元蓄電部以外の直列接続された一部の蓄電部を供給先蓄電部として選択する。

【0105】

図50に、制御装置50が行う電力供給処理の手順を示す。

【0106】

ステップS40では、図38のステップS30と同様の処理を行う。

30

【0107】

ステップS40において肯定判定した場合には、ステップS41に進み、供給元蓄電部と供給先蓄電部との間の電池間スイッチをオンする。例えば、供給元蓄電部が第2蓄電部12であり、供給先蓄電部が第3蓄電部13の場合、第1電池間スイッチSD1をオンする。また、例えば、供給元蓄電部が第2, 第3蓄電部12, 13であり、供給先蓄電部が第4, 第5蓄電部14, 15の場合、第1~第3電池間スイッチSD1~SD3をオンする。

【0108】

ステップS42では、先の図38のステップS31と同様の第1制御を行う。なお、供給元蓄電部が供給先蓄電部の高電位側に隣接していると判定された場合におけるスイッチの駆動態様の例は図39であり、供給元蓄電部が供給先蓄電部の低電位側に隣接していると判定された場合におけるスイッチの駆動態様の例は図40である。

40

【0109】

一方、ステップS40において否定判定した場合には、ステップS43に進み、第2制御を行う。以下、第2制御について説明する。

【0110】

まず、図51及び図52を用いて、供給元蓄電部が供給先蓄電部よりも高電位側にあると制御装置50により判定された場合について説明する。図51及び図52に示す例では、供給元蓄電部が第2蓄電部12であり、供給先蓄電部が第5蓄電部15である。なお、図51及び図52において、第3, 第4蓄電部13, 14が「中間蓄電部」に相当する。

50

【0111】

図51に示すように、制御装置50は、第2正極スイッチSP2、第2、第4中性点スイッチSM2、SM4、第4負極スイッチSN4、及び第1、第4電池間スイッチSD1、SD4をオンし、第1、第3～第5正極スイッチSP1、SP3～SP5、第1、第3、第5中性点スイッチSM1、SM3、SM5、第1、第2、第3、第5負極スイッチSN1、SN2、SN3、SN5、及び第2、第3電池間スイッチSD2、SD3をオフする。第1、第4電池間スイッチSD1、SD4は、供給元蓄電部である第2蓄電部12と供給先蓄電部である第5蓄電部15との間に存在する第2～第4接続点PB2～PB4の間の電池間スイッチである。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、第2蓄電部12をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図52に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第5蓄電部15に供給される。図51及び図52に示すスイッチング状態が交互に繰り返されることにより、第2蓄電部12から第5蓄電部15に電力が供給される。これにより、第2、第5蓄電部12、15の容量パラメータの差を小さくできる。この場合、第2、第3電池間スイッチSD2、SD3がオフされているため、第2、第4中性点スイッチSM2、SM4がオンされたとしても、第3蓄電部13の正極端子と第4蓄電部14の負極端子とが短絡されることを防止できる。なお、第2、第3電池間スイッチSD2、SD3のうちいずれか一方の電池間スイッチのみをオフしてもよい。また、供給元蓄電部が第2蓄電部12ではなく第1、第2蓄電部11、12であり、供給先蓄電部が第5蓄電部15ではなく第5、第6蓄電部15、16である場合、第2制御においてオフされる電池間スイッチは、第2、第3電池間スイッチSD2、SD3の少なくとも一方である。第2、第3電池間スイッチSD2、SD3は、供給元蓄電部の最も低電位側の蓄電部である第2蓄電部12と、供給先蓄電部の最も高電位側の蓄電部である第5蓄電部15との間に存在する第2～第4接続点PB2～PB4の間の電池間スイッチである。

【0112】

以上説明したインバータ20の上、下アームスイッチSWH、SWLのスイッチング制御が行われることにより、第2蓄電部12から第5蓄電部15に電力が供給される。この場合、供給元蓄電部及び供給先蓄電部以外の蓄電部に充電電流が流れないため、電力変換装置における損失を低減したり、蓄電部の劣化の進行を抑制したりできる。

【0113】

続いて、図53及び図54を用いて、供給元蓄電部が供給先蓄電部よりも低電位側にあると制御装置50により判定された場合について説明する。図53及び図54に示す例では、供給元蓄電部が第5、第6蓄電部15、16であり、供給先蓄電部が第1蓄電部11である。なお、図53及び図54において、第2～第4蓄電部12～14が「中間蓄電部」に相当する。

【0114】

図53に示すように、制御装置50は、第5負極スイッチSN5、第1中性点スイッチSM1、第4中性点スイッチSM4及び第1正極スイッチSP1をオンし、第2～第5正極スイッチSP2～SP5、第2、第3、第5中性点スイッチSM2、SM3、SM5、第1～第4負極スイッチSN1～SN4、及び第1～第3電池間スイッチSD1～SD3をオフする。第1～第3電池間スイッチSD1～SD3は、供給元蓄電部の最も高電位側の蓄電部である第5蓄電部15と、供給先蓄電部である第1蓄電部11との間に存在する第1～第4接続点PB1～PB4の間の電池間スイッチである。そして、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオフし、下アームスイッチSWLをオンする。これにより、第5、第6蓄電部15、16をエネルギー供給源として、ステータ巻線31に磁気エネルギーが蓄積される。その後、図54に示すように、制御装置50は、上アームスイッチSWHをオンし、下アームスイッチSWLをオフする。これにより、蓄積された磁気エネルギーに基づく充電電流が第1蓄電部11に供給される。図53及び図54に示すスイッチング状

態が交互に繰り返されることにより、第5，第6蓄電部15，16から第1蓄電部11に電力が供給される。これにより、第2，第5蓄電部12，15の容量パラメータの差を小さくできる。この場合、第1～第3電池間スイッチSD1～SD3がオフされているため、第1，第4中性点スイッチSM1，SM4がオンされたとしても、第2蓄電部12の正極端子と第4蓄電部14の負極端子とが短絡されることを防止できる。なお、第1～第3電池間スイッチSD1～SD3のうち、いずれか1つ又は2つの電池間スイッチのみをオフしてもよい。また、供給先蓄電部が第1蓄電部11ではなく第1，第2蓄電部11，12である場合、第2制御においてオフされる電池間スイッチは、第2，第3電池間スイッチSD2，SD3の少なくとも一方である。第2，第3電池間スイッチSD2，SD3は、供給元蓄電部の最も高電位側の蓄電部である第5蓄電部15と、供給先蓄電部の最も低電位側の蓄電部である第2蓄電部12との間に存在する第2～第4接続点PB2～PB4の間の電池間スイッチである。

10

【0115】

以上説明したインバータ20の上，下アームスイッチSWH，SWLのスイッチング制御が行われることにより、第5，第6蓄電部15，16から第1蓄電部11に電力が供給される。この場合、供給元蓄電部及び供給先蓄電部以外の蓄電部に充電電流が流れないため、電力変換装置における損失を低減したり、蓄電部の劣化の進行を抑制したりできる。

【0116】

<第7実施形態>

以下、第7実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態の制御装置50は、電流を流すステータ巻線31の相数が、供給元蓄電部から供給先蓄電部へと電力を供給する場合における電力変換効率が最大となる相数となるようにインバータ20のスイッチング制御を行う。

20

【0117】

図55に、供給元蓄電部から供給先蓄電部へとインバータ20及び中性点経路LMを介して電流が流れる場合におけるステータ巻線31の相数毎の授受電力と、電力変換効率との関係を示す。実線は、電流が流れるステータ巻線31の相数が1相の場合を示し、破線は、電流が流れるステータ巻線31の相数が2相の場合を示し、一点鎖線は、電流が流れるステータ巻線31の相数が3相の場合を示す。電流が流れるステータ巻線31の相数が大きくなるほど、電力変換効率が最大となる授受電力も大きくなる。言い換えると、電流が流れるステータ巻線31の相数が1相の場合の最大効率電力 W_{max1} は、電流が流れるステータ巻線31の相数が2相の場合の最大効率電力 W_{max2} よりも小さい。また、電流が流れるステータ巻線31の相数が2相の場合の最大効率電力 W_{max2} は、電流が流れるステータ巻線31の相数が3相の場合の最大効率電力 W_{max3} よりも小さい。

30

【0118】

図56に、制御装置50が実行する相数選択処理の手順を示す。

【0119】

ステップS50では、供給元蓄電部から供給先蓄電部への授受電力 W_{req} を算出する。詳しくは、まず、供給元蓄電部と供給先蓄電部との残容量の差を算出する。そして、算出した残容量の差を、目標時間で除算することにより、授受電力 W_{req} を算出する。この場合、残容量の差が大きかったり、目標時間が短かったりするほど、授受電力 W_{req} を大きく算出する。

40

【0120】

ステップS51では、算出した授受電力 W_{req} に基づいて、相数を選択する。詳しくは、授受電力 W_{req} が図44に示す第1領域DP1の範囲内にある場合、1相を選択する。第1領域DP1とは、1相の場合の電力変換効率が、他の相数の場合の電力変換効率よりも高くなる授受電力の領域である。

【0121】

授受電力 W_{req} が第2領域DP2の範囲内にある場合、2相を選択する。第2領域DP2とは、2相の場合の電力変換効率が、他の相数の場合の電力変換効率よりも高くなる

50

授受電力の領域である。

【0122】

授受電力 W_{req} が第3領域 $DP3$ の範囲内にある場合、3相を選択する。第3領域 $DP3$ とは、3相の場合の電力変換効率が、他の相数の場合の電力変換効率よりも高くなる授受電力の領域である。

【0123】

その後、制御装置50は、電力供給処理において、選択した相数のステータ巻線31に電流を流すスイッチング制御を行う。例えば、2相又は3相を選択した場合、2相又は3相分の上、下アームスイッチ SWH 、 SWL を同期させてオンオフする。これにより、電力供給処理が実行される場合における電力変換効率を高めることができる。

【0124】

＜その他の実施形態＞

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【0125】

・蓄電部は、図57及び図58に示すように、並列接続された蓄電池であってもよい。図57は、図1の構成の変形例を示し、図58は、図49の構成の変形例を示す。なお、並列接続数は、2つに限らず、3つ以上であってもよい。また、図58には、第1蓄電部11の負極端子と第1接続点 $PB1$ との間に第1電池間スイッチ $SD1$ が設けられる構成を示す。

【0126】

・蓄電部の数は、6つに限らず、例えば、図58、図60及び図61に示すように4つであってもよいし、図59に示すように5つであってもよい。なお、図59は、図25の構成の変形例を示し、図60は、図15の構成の変形例を示し、図61は、図20の構成の変形例を示す。

【0127】

・蓄電部は、図59～図61に示すように、1つの蓄電池に限らず、複数の蓄電池の直列接続体であってもよい。この場合、直列接続数は、2つに限らず、3つ以上であってもよい。また、各蓄電部を構成する蓄電池の数は異なってもよい。

【0128】

・蓄電部としては、蓄電池に限らず、例えばコンデンサ（例えば、電気二重層コンデンサ）であってもよい。

【0129】

・インバータを構成する上、下アームスイッチとしては、 $IGBT$ に限らず、例えば、ボディダイオードを内蔵した N チャネル $MOSFET$ であってもよい。この場合、高電位側端子はドレインとなり、低電位側端子はソースとなる。

【0130】

・正極スイッチ、負極スイッチ、中性点スイッチ及び電池間スイッチとしては、リレーに限らず、例えば、ソース同士が接続された一対の N チャネル $MOSFET$ や、 $IGBT$ であってもよい。

【0131】

・回転電機及びインバータとしては、5相又は7相等、3相以外のものであってもよい。

【0132】

・電力変換装置が搭載される移動体としては、車両に限らず、例えば、航空機又は船舶であってもよい。また、電力変換装置は、移動体に搭載される装置に限らず、定置式の装置であってもよい。

【0133】

・本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセ

10

20

30

40

50

ッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

【符号の説明】

【 0 1 3 4 】

1 1 ～ 1 6 … 第 1 ～ 第 6 蓄電部、2 0 … インバータ、3 0 … 回転電機、5 0 … 制御装置、L P … 高電位側経路、L N … 低電位側経路、L M … 中性点経路、S P … 正極スイッチ、S N … 負極スイッチ、S M 1 ～ S M 5 … 第 1 ～ 第 5 中性点スイッチ。

10

20

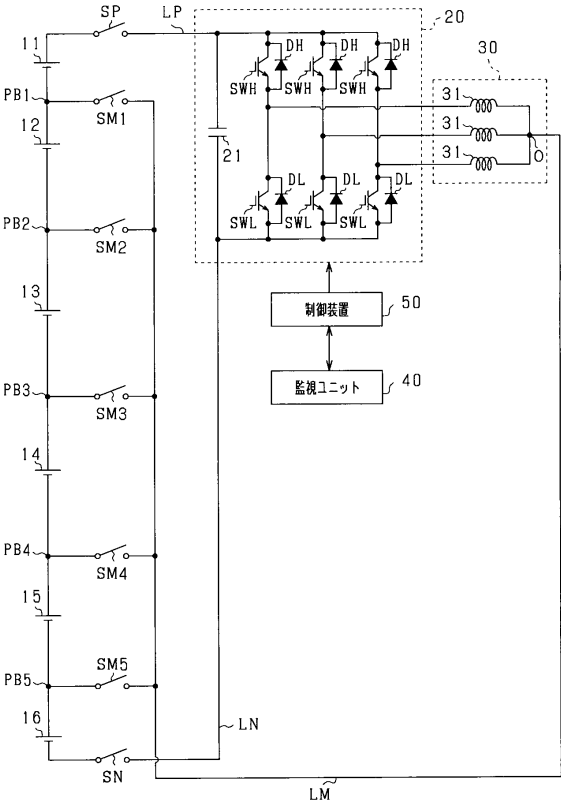
30

40

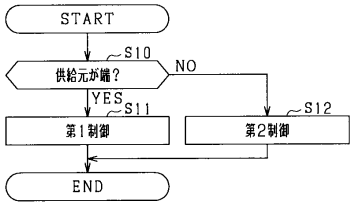
50

【図面】

【図 1】



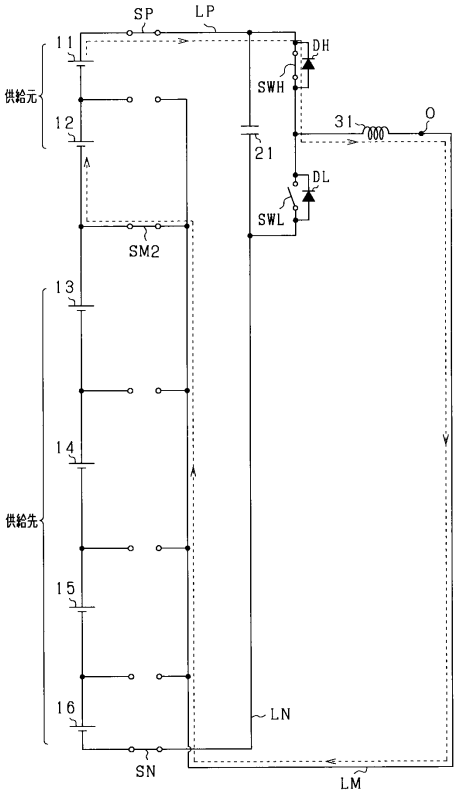
【図 2】



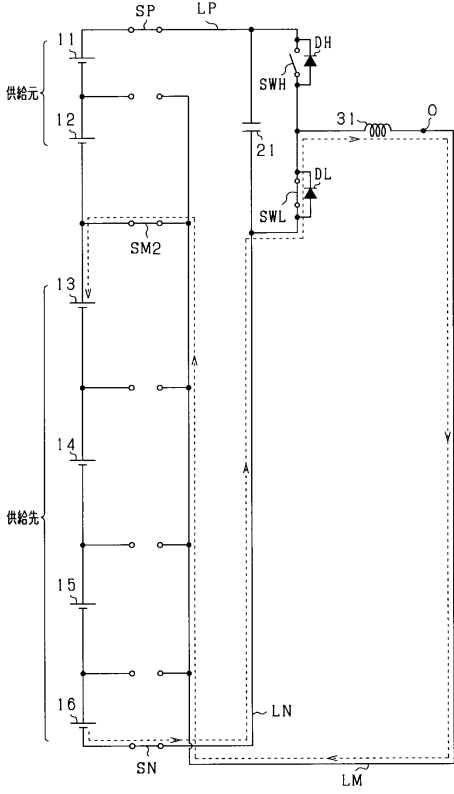
10

20

【図 3】



【図 4】

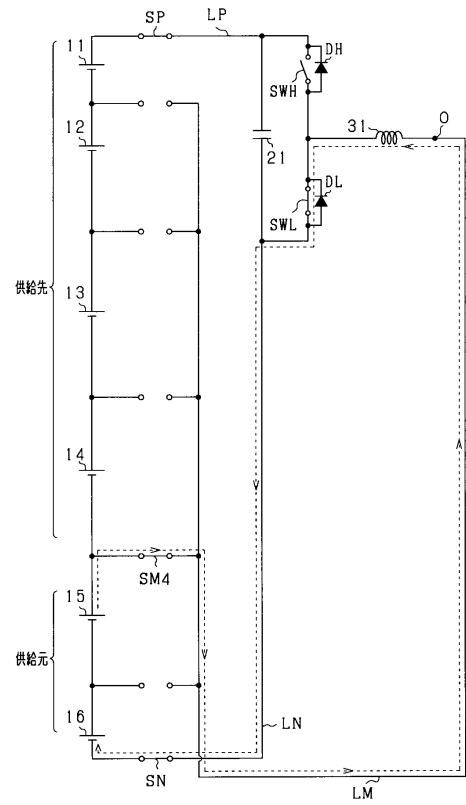


30

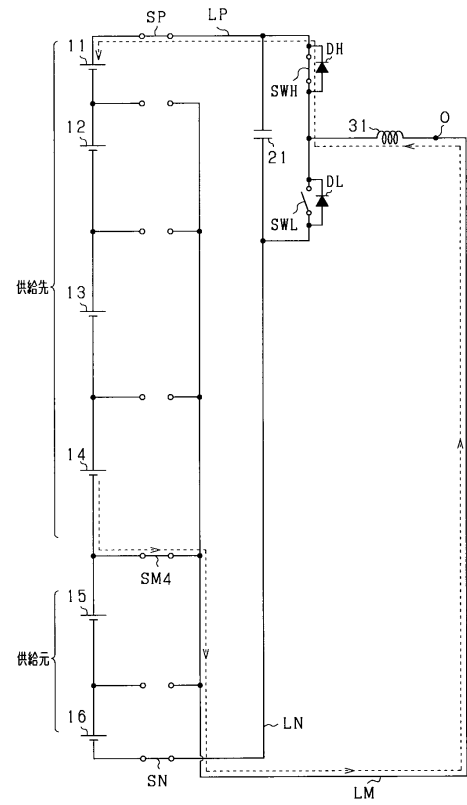
40

50

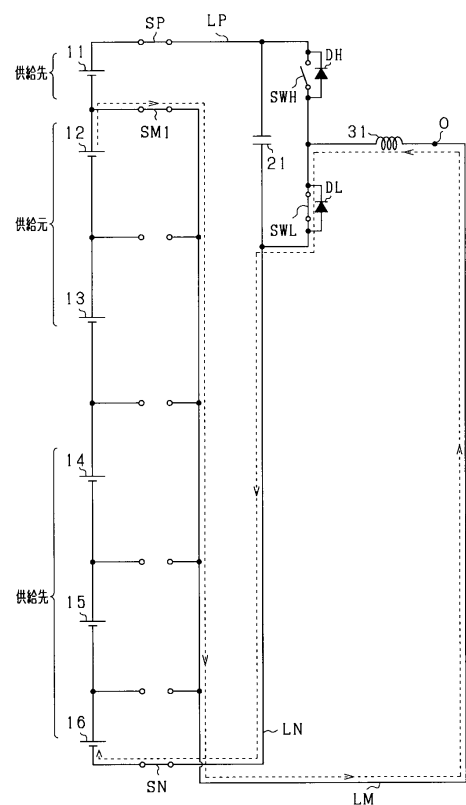
【図 5】



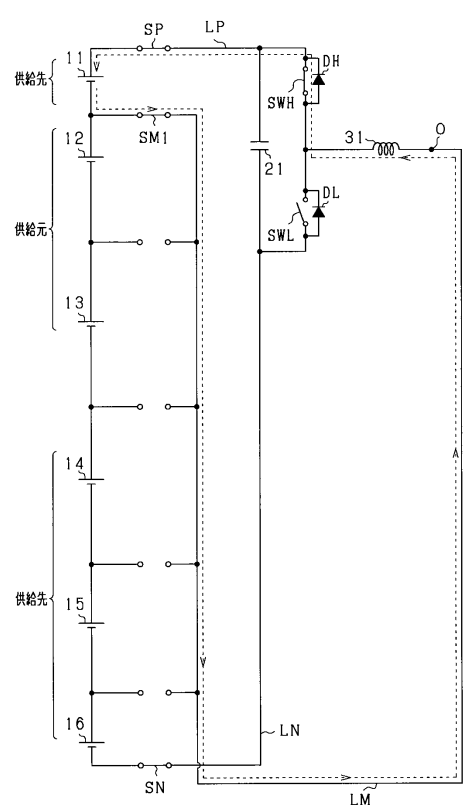
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

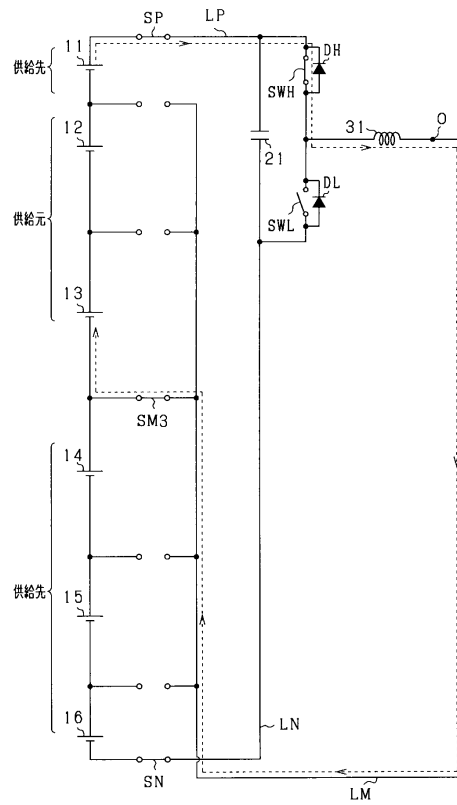
20

30

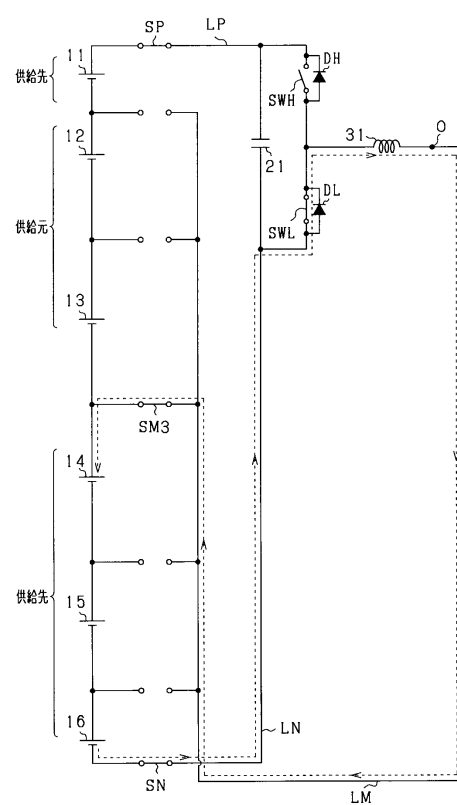
40

50

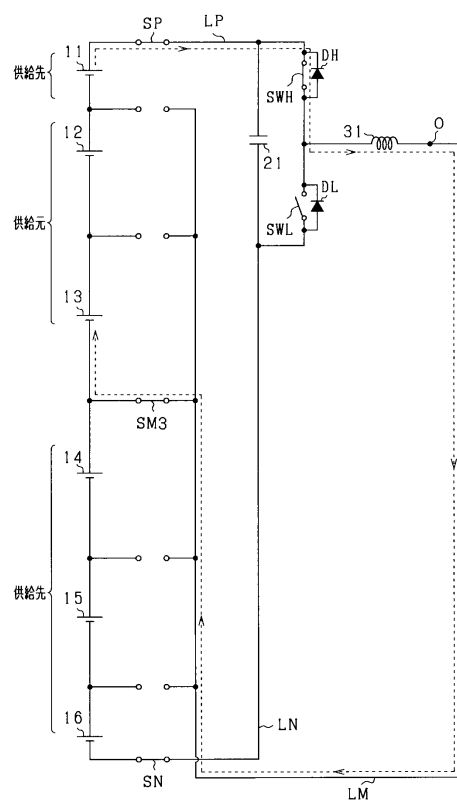
【図 9】



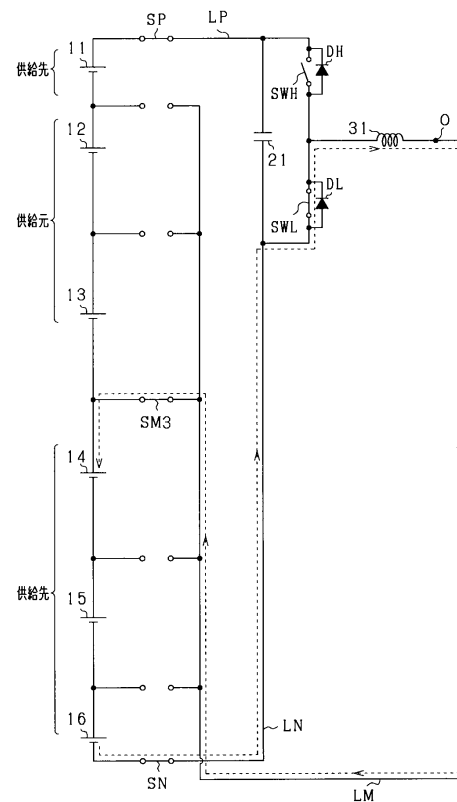
【図 10】



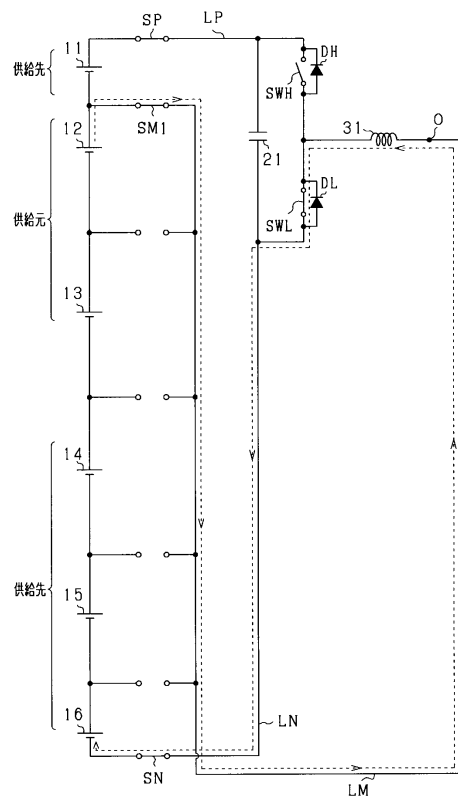
【図 1 1】



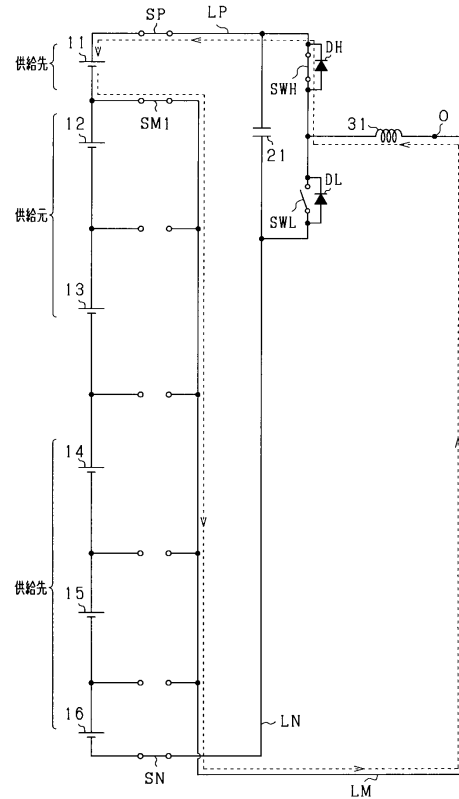
【図 12】



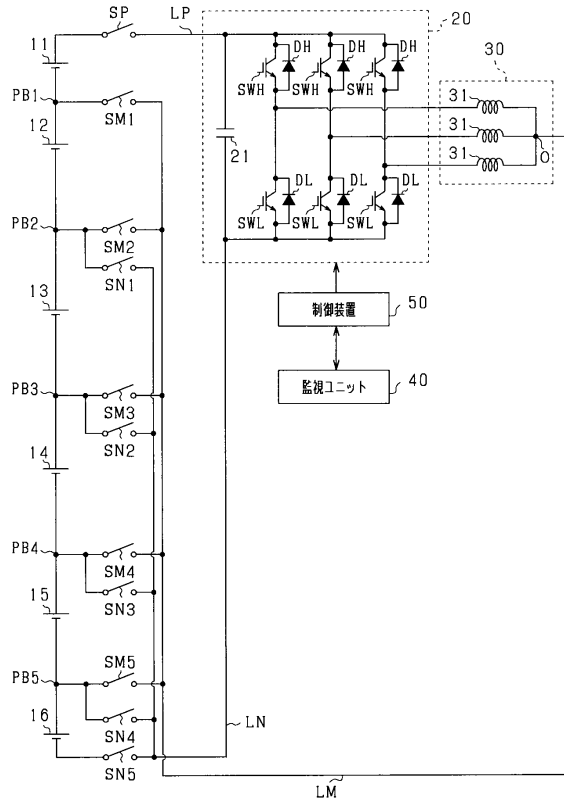
【図 1 3】



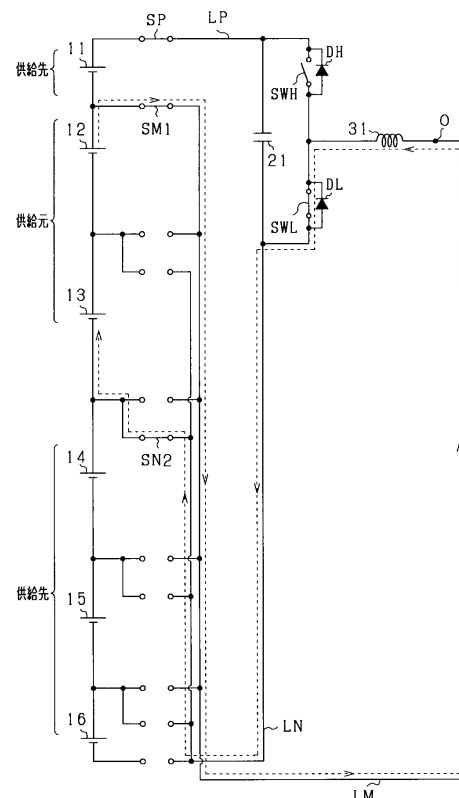
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

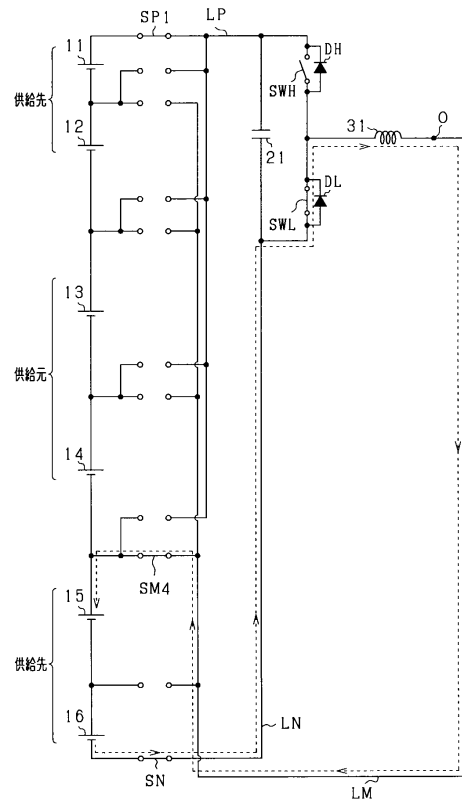
20

30

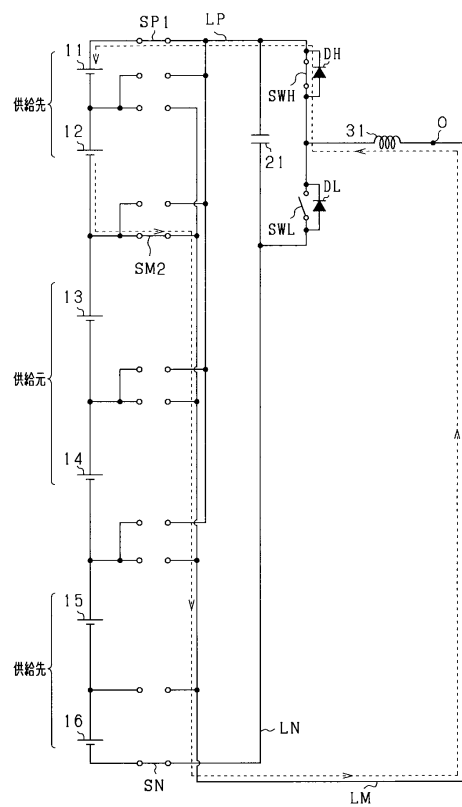
40

50

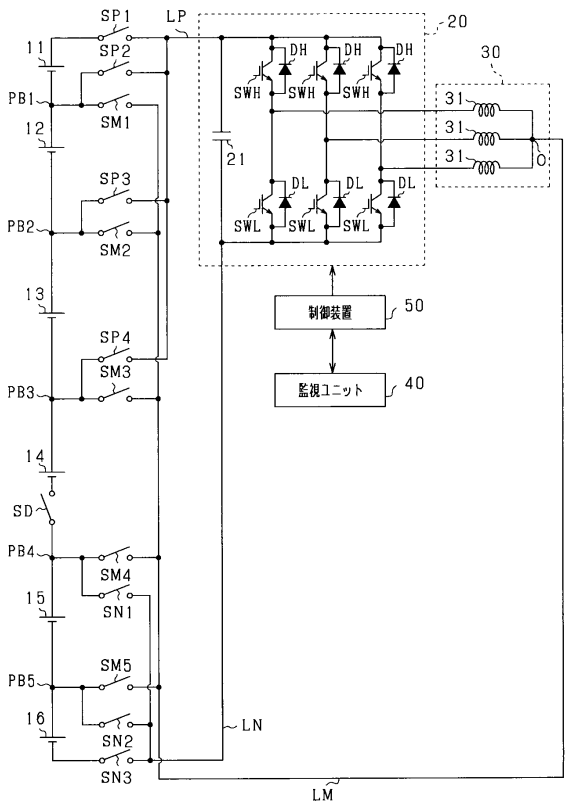
【圖 22】



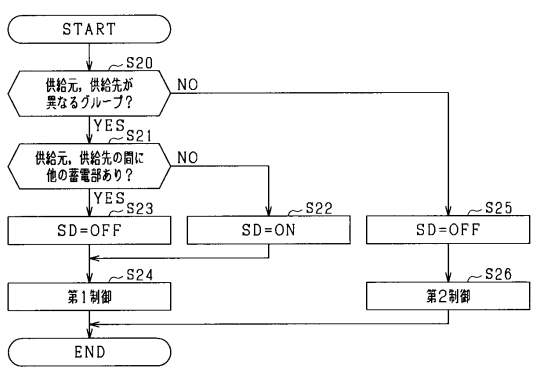
【圖 24】



【図 2 5】



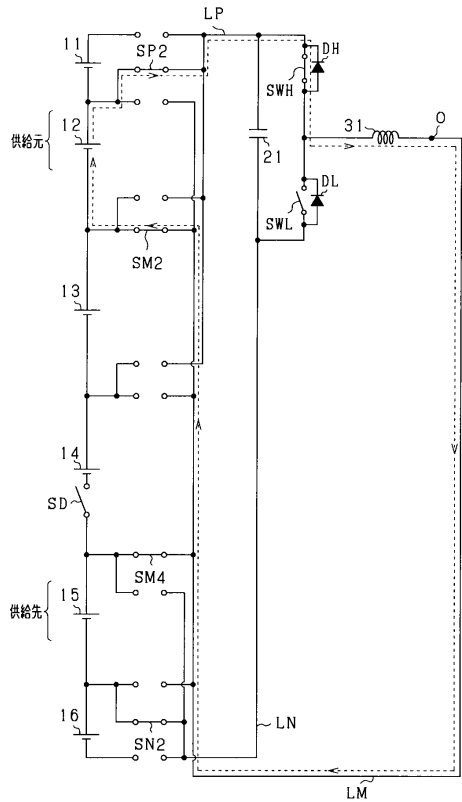
【図 2 6】



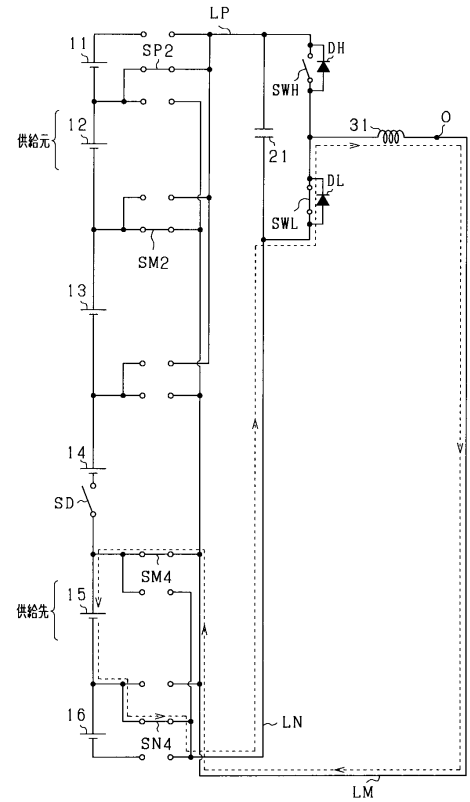
10

20

【図 2 7】



【図 2 8】

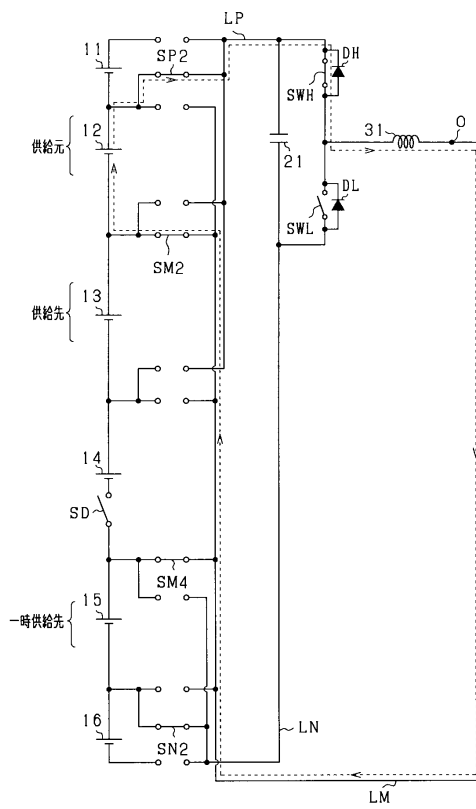


30

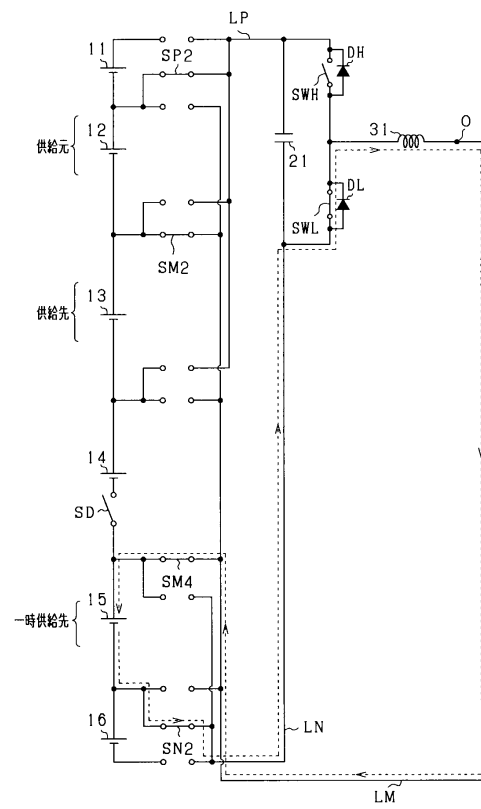
40

50

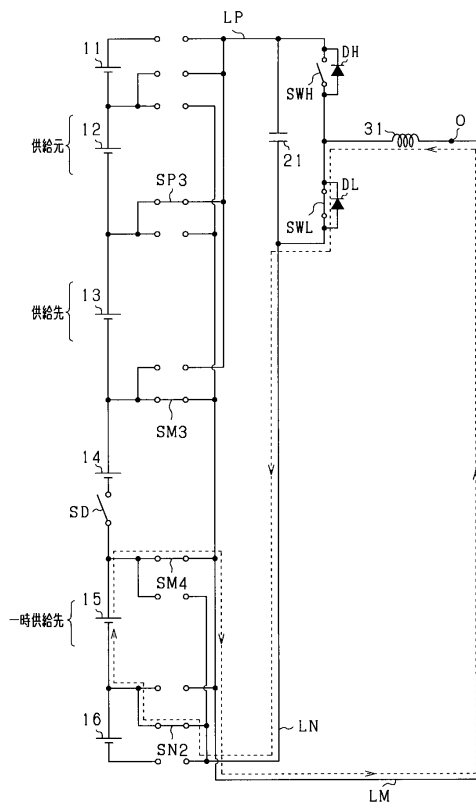
【圖 29】



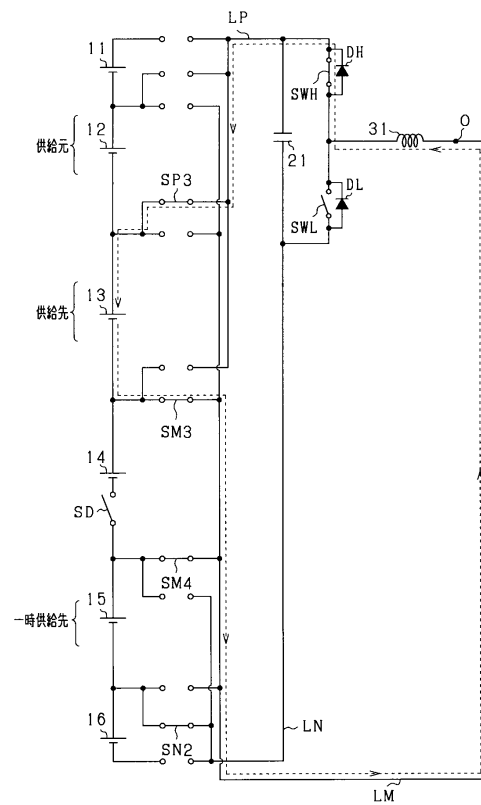
【図 30】



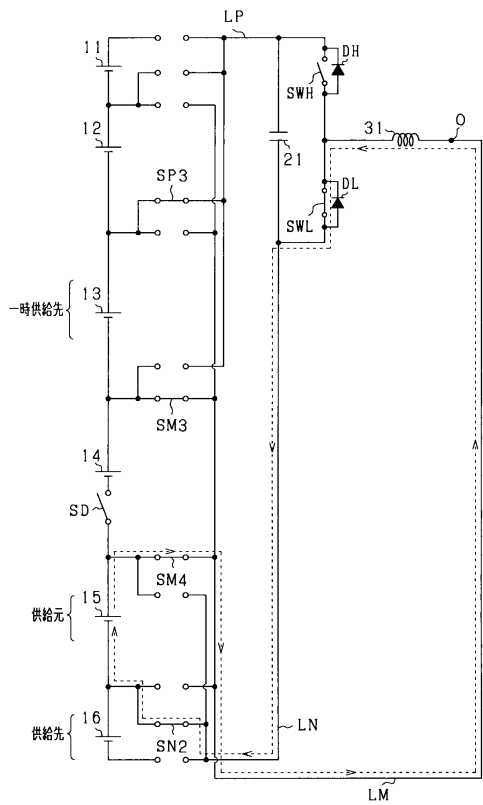
【図 3 1】



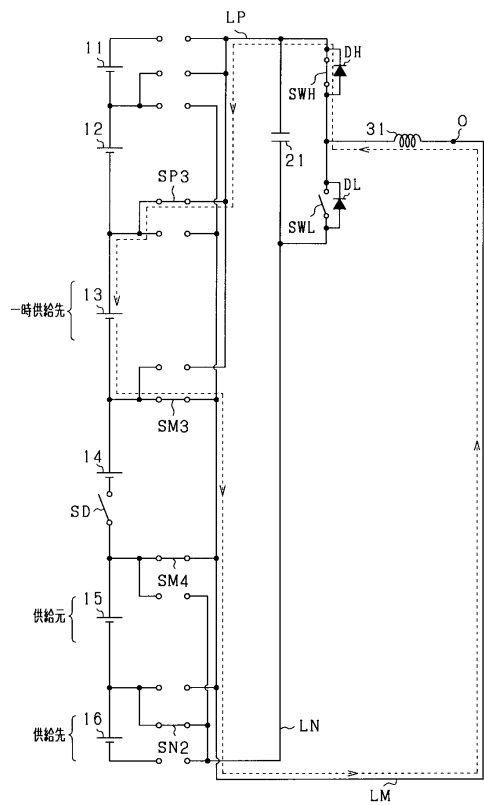
【図 3 2】



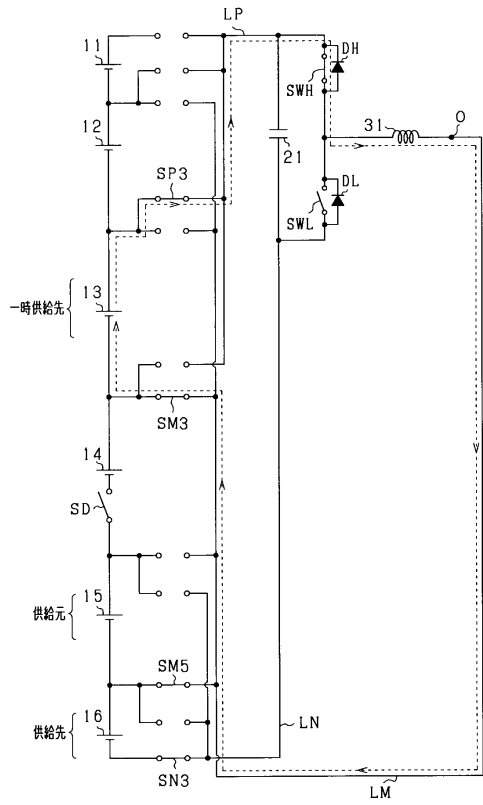
【図 3 3】



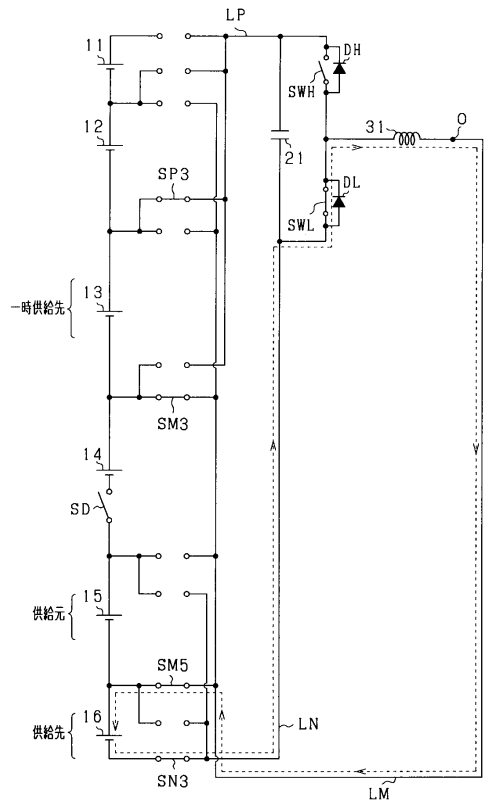
【図 3 4】



【図 3 5】



【図 3 6】



10

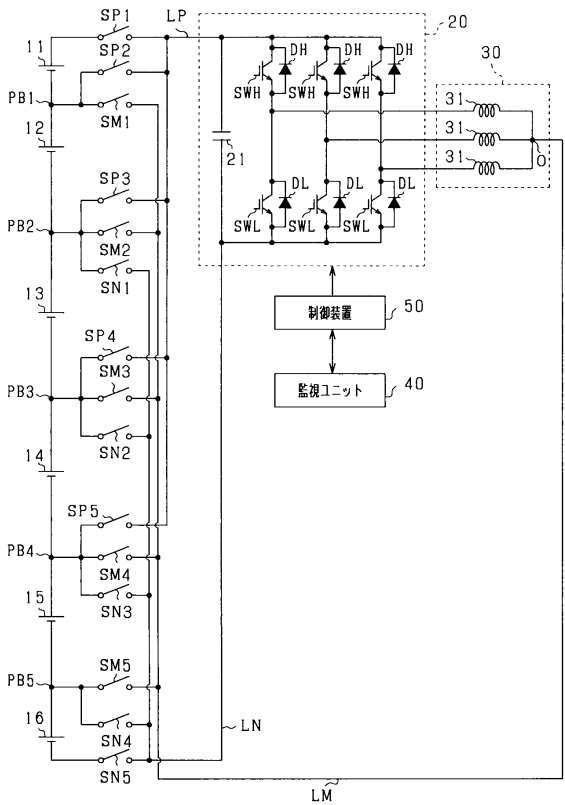
20

30

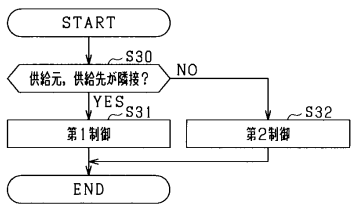
40

50

【図 3 7】



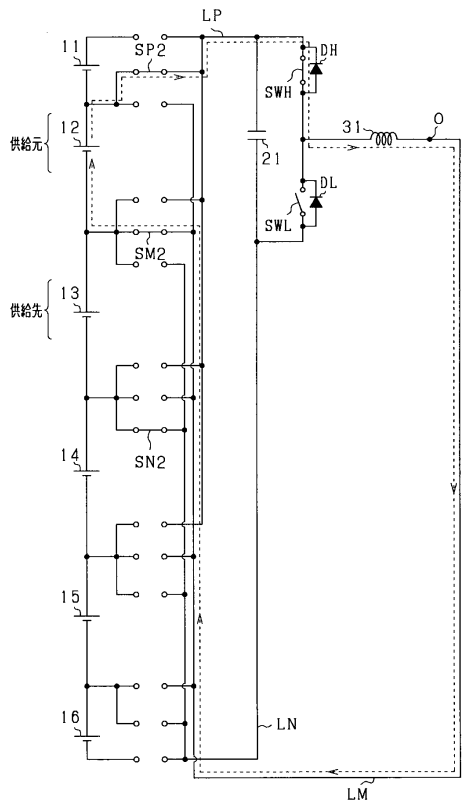
【図 3 8】



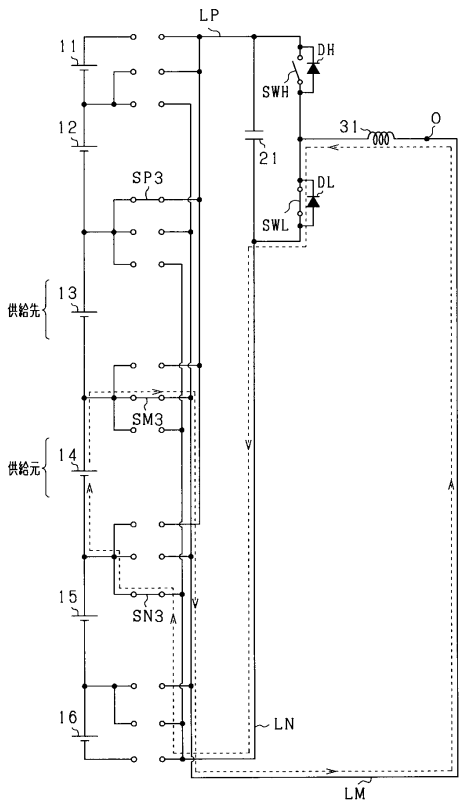
10

20

【図 3 9】



【図 4 0】

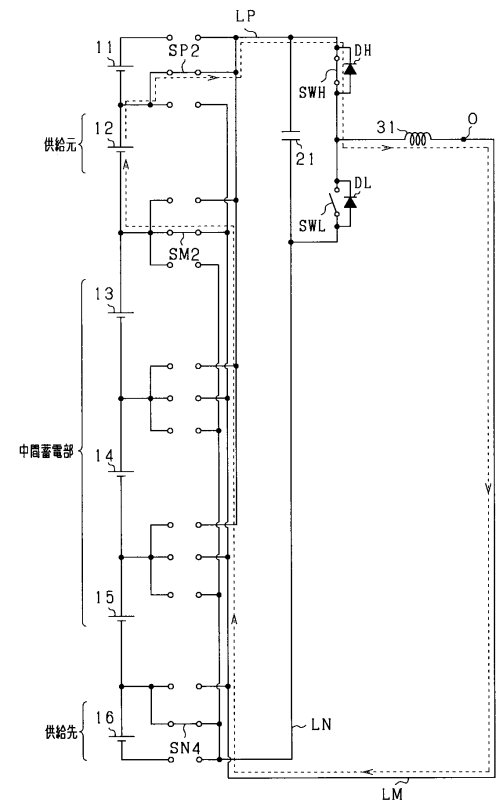


30

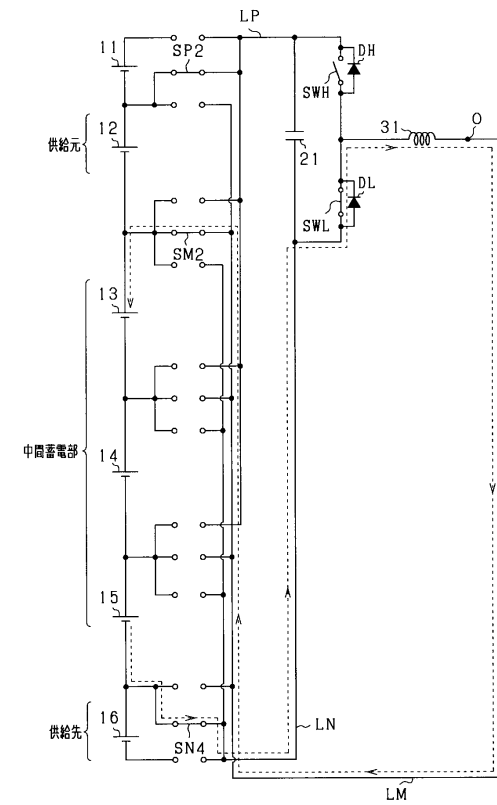
40

50

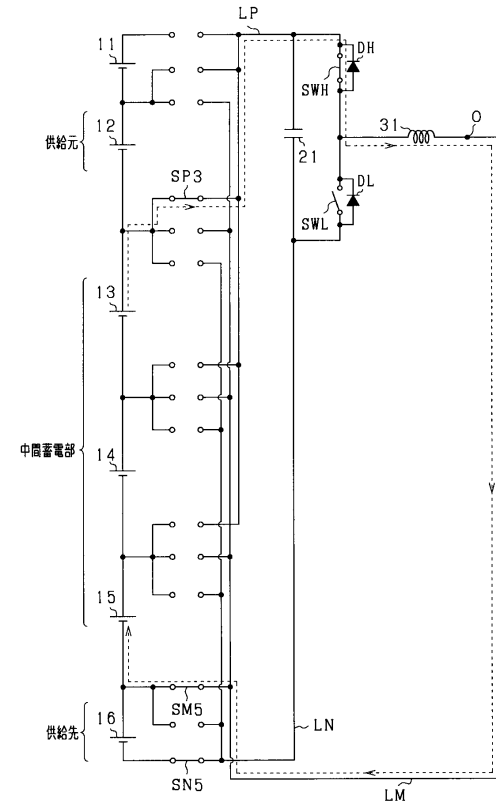
【図 4 1】



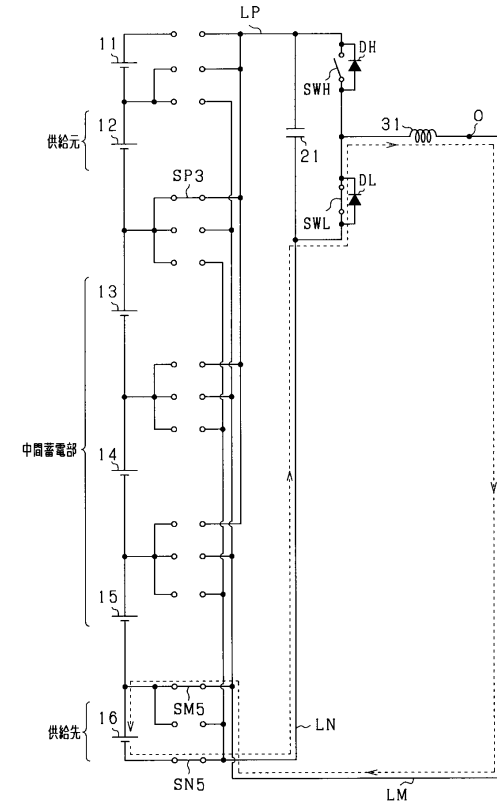
【図 4 2】



【図 4 3】



【図 4 4】



10

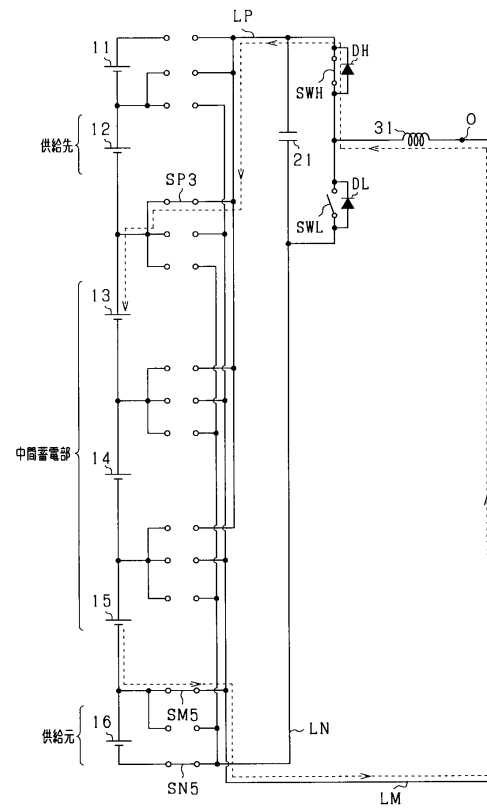
20

30

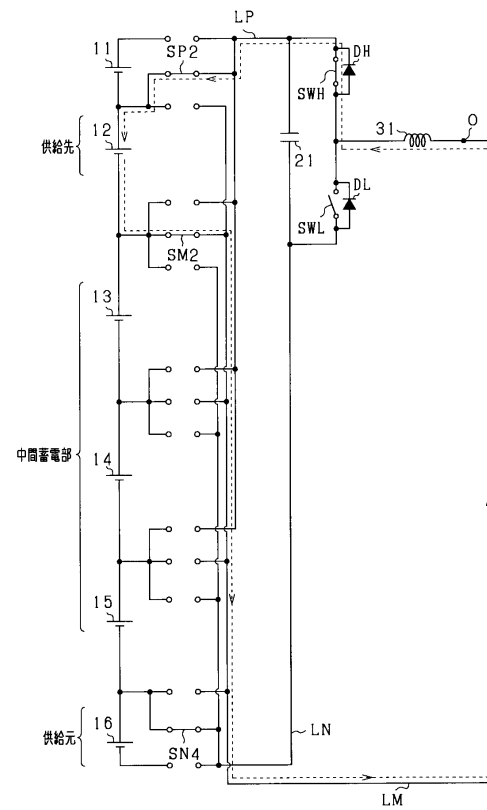
40

50

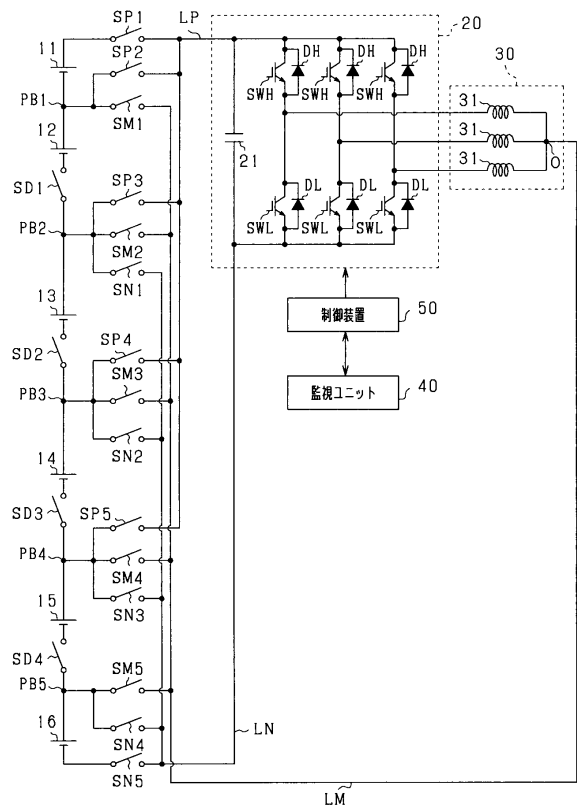
【図 4 6】



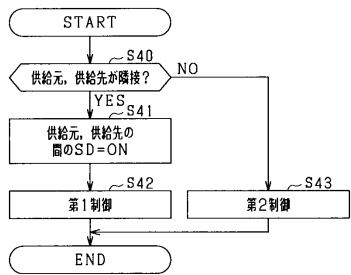
【図 48】



【図 49】



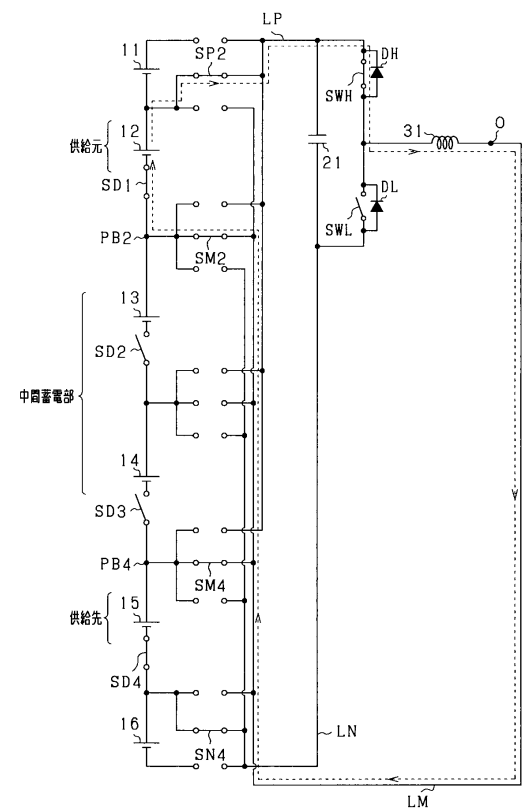
【図 50】



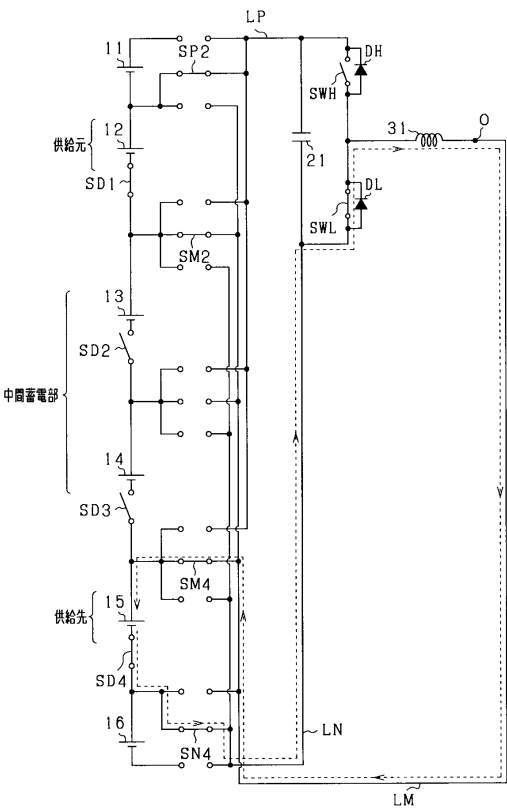
10

20

【図 51】



【図 52】

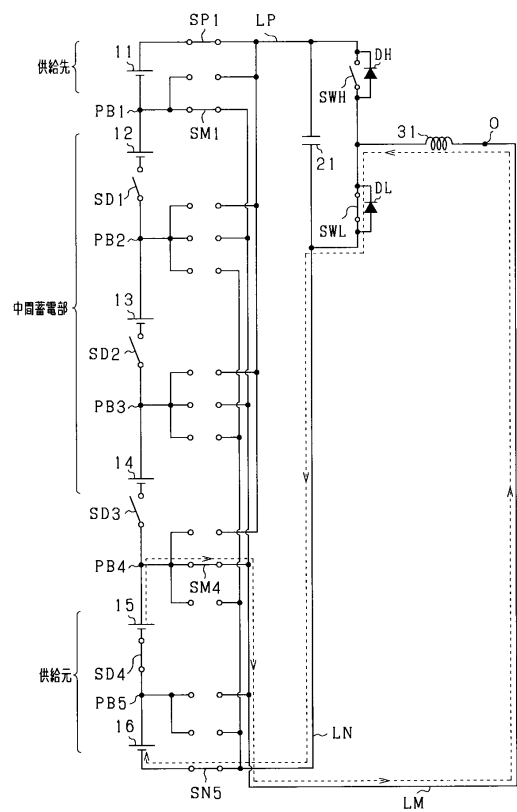


30

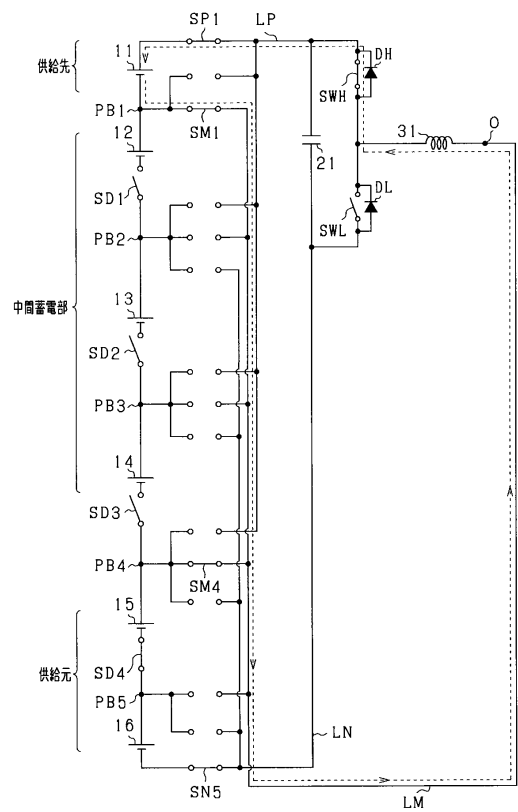
40

50

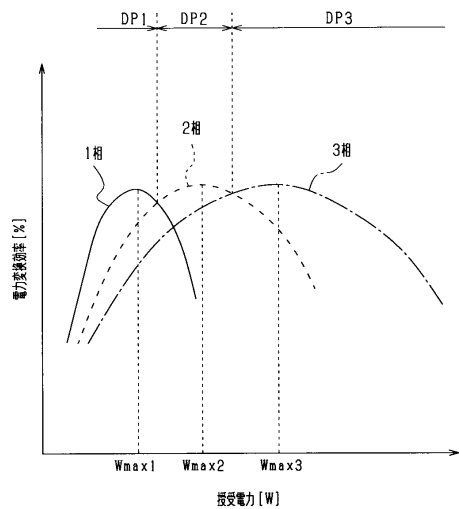
【図 5 3】



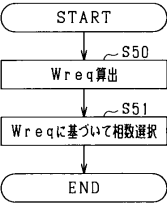
【図 5 4】



【図 5 5】



【図 5 6】



10

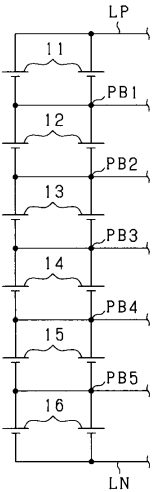
20

30

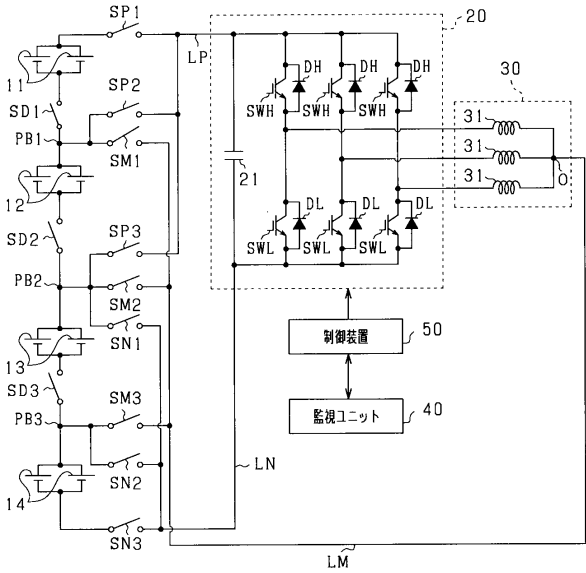
40

50

【図 5 7】



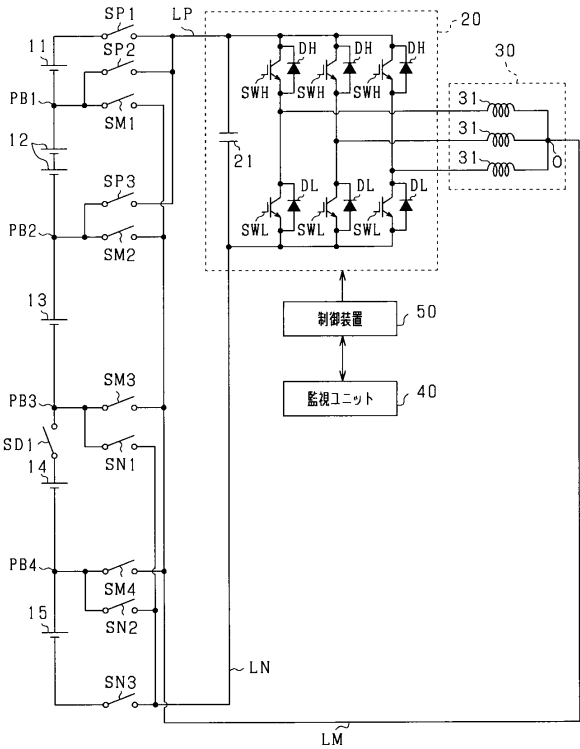
【図 5 8】



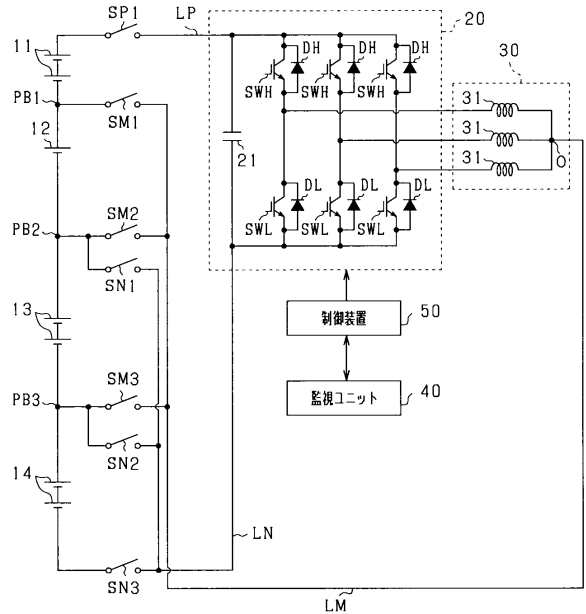
10

20

【図 5 9】



【図 6 0】

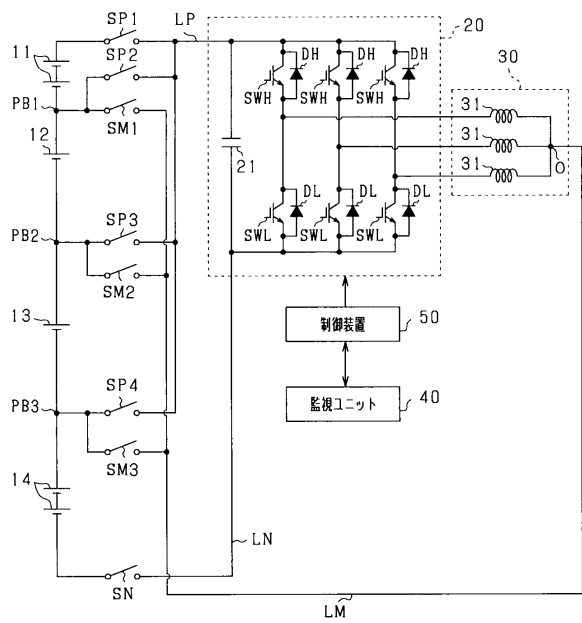


30

40

50

【図 6 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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 三橋 竜太郎

- (56)参考文献 国際公開第2020/153313 (WO, A1)
国際公開第2021/065222 (WO, A1)
特開2015-002605 (JP, A)
特表2017-538388 (JP, A)
米国特許出願公開第2009/0250279 (US, A1)
中国特許出願公開第111806267 (CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02J 7/00-7/12
H02J 7/34-7/36
H02M 3/155