

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7307583号
(P7307583)

(45)発行日 令和5年7月12日(2023.7.12)

(24)登録日 令和5年7月4日(2023.7.4)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 2 J	9/06 (2006.01)	H 0 2 J	9/06	1 2 0	
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 2 J	7/00		P
H 0 2 J	7/34 (2006.01)	H 0 2 J	7/34		G

請求項の数 9 (全20頁)

(21)出願番号	特願2019-81628(P2019-81628)	(73)特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22)出願日	平成31年4月23日(2019.4.23)	(74)代理人	110000350 ポレール弁理士法人
(65)公開番号	特開2020-182257(P2020-182257 A)	(72)発明者	顧 明磊 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43)公開日	令和2年11月5日(2020.11.5)	(72)発明者	叶田 玲彦 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和3年12月8日(2021.12.8)	(72)発明者	河口 祐樹 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	古川 公久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電源装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

多巻線トランスと、
前記多巻線トランスに接続される複数の電力変換器と、
を備える電源装置において、
前記多巻線トランスが有する複数の第1巻線には、前記複数の電力変換器の内、複数の第1電力変換器が接続され、
前記第1電力変換器は、整流器部と、前記整流器部に接続され、直流電力を交流電力に変換する変換器部と、を備え、
複数の前記整流器部の交流側は、互いに直列接続されるとともに、外部交流系統に接続され、
前記整流器部の直流側は、前記変換器部の直流側に接続され、
前記変換器部の交流側は、前記第1巻線に接続され、
前記多巻線トランスの第2巻線には、前記複数の電力変換器の内、第2電力変換器が接続され、
前記第2電力変換器の交流側が前記第2巻線に接続され、
前記第2電力変換器の直流側には蓄電装置が接続され、
前記多巻線トランスの第3巻線には、前記複数の電力変換器の内、第3電力変換器が接続され、
前記第3電力変換器の交流側が前記第3巻線に接続され、

10

20

前記第 3 電力変換器の直流側には受電機器が接続され、

前記外部交流系統の平常時には、複数の前記第 1 電力変換器および前記第 2 電力変換器を制御することにより、複数の前記第 1 電力変換器と、前記複数の第 1 巻線と、前記第 2 巻線と、前記第 2 電力変換器とを介して、前記外部交流系統からの電力が前記蓄電装置に伝送され、

前記外部交流系統の平常時には、複数の前記第 1 電力変換器および前記第 3 電力変換器を制御することにより、複数の前記第 1 電力変換器と、前記複数の第 1 巻線と、前記第 3 巻線と、前記第 3 電力変換器とを介して、前記外部交流系統からの電力が前記受電機器に伝送され、

前記外部交流系統の停電時には、前記第 2 電力変換器および前記第 3 電力変換器を制御することにより、前記第 2 電力変換器と、前記第 2 巻線と、前記第 3 巻線と、前記第 3 電力変換器とを介して、前記蓄電装置からの電力が前記受電機器に伝送され、

前記外部交流系統の停電時には、前記第 1 電力変換器の前記変換器部を動作させることを特徴とする電源装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電源装置において、
複数の前記第 1 電力変換器における複数の前記変換器部は、直流側電圧がバランスするように制御されることを特徴とする電源装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電源装置において、
複数の前記第 1 電力変換器における複数の前記変換器部は、交流側の電圧がバランスするように制御されることを特徴とする電源装置。

【請求項 4】

多巻線トランスと、
前記多巻線トランスに接続される複数の電力変換器と、
を備える電源装置において、
前記多巻線トランスが有する複数の第 1 巻線には、前記複数の電力変換器の内、複数の第 1 電力変換器が接続され、
前記第 1 電力変換器は、整流器部と、前記整流器部に接続され、直流電力を交流電力に変換する変換器部と、を備え、
複数の前記整流器部の交流側は、互いに直列接続されるとともに、外部交流系統に接続され、

前記整流器部の直流側は、前記変換器部の直流側に接続され、

前記変換器部の交流側は、前記第 1 巻線に接続され、

前記多巻線トランスの第 2 巻線には、前記複数の電力変換器の内、第 2 電力変換器が接続され、

前記第 2 電力変換器の交流側が前記第 2 巻線に接続され、

前記第 2 電力変換器の直流側には蓄電装置が接続され、

前記多巻線トランスの第 3 巻線には、前記複数の電力変換器の内、第 3 電力変換器が接続され、

前記第 3 電力変換器の交流側が前記第 3 巻線に接続され、

前記第 3 電力変換器の直流側には受電機器が接続され、

前記外部交流系統の平常時には、複数の前記第 1 電力変換器および前記第 2 電力変換器を制御することにより、複数の前記第 1 電力変換器と、前記複数の第 1 巻線と、前記第 2 巻線と、前記第 2 電力変換器とを介して、前記外部交流系統からの電力が前記蓄電装置に伝送され、

前記外部交流系統の平常時には、複数の前記第 1 電力変換器および前記第 3 電力変換器を制御することにより、複数の前記第 1 電力変換器と、前記複数の第 1 巻線と、前記第 3 巻線と、前記第 3 電力変換器とを介して、前記外部交流系統からの電力が前記受電機器に伝送され、

10

20

30

40

50

前記外部交流系統の停電時には、前記第2電力変換器および前記第3電力変換器を制御することにより、前記第2電力変換器と、前記第2巻線と、前記第3巻線と、前記第3電力変換器とを介して、前記蓄電装置からの電力が前記受電機器に伝送され、
前記第1電力変換器の前記変換器部と前記第2電力変換器および前記第3電力変換器の各交流側の電圧は方形波交流電圧であり、

前記外部交流系統の平常時には、前記第2電力変換器が、前記第1電力変換器の前記方形波交流電圧と前記第2電力変換器の前記方形波交流電圧との間に位相差を設定するように制御され、

前記外部交流系統の平常時には、前記第3電力変換器が、前記第1電力変換器の前記方形波交流電圧と前記第3電力変換器の前記方形波交流電圧との間に位相差を設定するように制御され、

10

前記外部交流系統の停電時には、前記第3電力変換器が、前記第2電力変換器の前記方形波交流電圧と前記第3電力変換器の前記方形波交流電圧との間に位相差を設定するように制御されることを特徴とする電源装置。

【請求項5】

多巻線トランスと、

前記多巻線トランスに接続される複数の電力変換器と、

を備える電源装置において、

前記多巻線トランスが有する複数の第1巻線には、前記複数の電力変換器の内、複数の第1電力変換器が接続され、

20

前記第1電力変換器は、整流器部と、前記整流器部に接続され、直流電力を交流電力に変換する変換器部と、を備え、

複数の前記整流器部の交流側は、互いに直列接続されるとともに、外部交流系統に接続され、

前記整流器部の直流側は、前記変換器部の直流側に接続され、

前記変換器部の交流側は、前記第1巻線に接続され、

前記多巻線トランスの第2巻線には、前記複数の電力変換器の内、第2電力変換器が接続され、

前記第2電力変換器の交流側が前記第2巻線に接続され、

前記第2電力変換器の直流側には蓄電装置が接続され、

30

前記多巻線トランスの第3巻線には、前記複数の電力変換器の内、第3電力変換器が接続され、

前記第3電力変換器の交流側が前記第3巻線に接続され、

前記第3電力変換器の直流側には受電機器が接続され、

前記外部交流系統の平常時には、複数の前記第1電力変換器および前記第2電力変換器を制御することにより、複数の前記第1電力変換器と、前記複数の第1巻線と、前記第2巻線と、前記第2電力変換器とを介して、前記外部交流系統からの電力が前記蓄電装置に伝送され、

前記外部交流系統の平常時には、複数の前記第1電力変換器および前記第3電力変換器を制御することにより、複数の前記第1電力変換器と、前記複数の第1巻線と、前記第3巻線と、前記第3電力変換器とを介して、前記外部交流系統からの電力が前記受電機器に伝送され、

40

前記外部交流系統の停電時には、前記第2電力変換器および前記第3電力変換器を制御することにより、前記第2電力変換器と、前記第2巻線と、前記第3巻線と、前記第3電力変換器とを介して、前記蓄電装置からの電力が前記受電機器に伝送され、

前記多巻線トランスの第4巻線には、前記複数の電力変換器の内、第4電力変換器が接続され、

前記第4電力変換器の交流側が前記第4巻線に接続され、

前記第4電力変換器の直流側には発電装置が接続され、

前記外部交流系統の平常時には、前記第4電力変換器および前記第2電力変換器を制御す

50

ることにより、前記第4電力変換器と、前記第4巻線と、前記第2巻線と、前記第2電力変換器とを介して、前記発電装置からの電力が前記蓄電装置に伝送され、
前記外部交流系統の平常時には、前記第4電力変換器および前記第3電力変換器を制御することにより、前記第4電力変換器と、前記第4巻線と、前記第3巻線と、前記第3電力変換器とを介して、前記発電装置からの電力が前記受電機器に伝送され、
前記外部交流系統の停電時には、前記第4電力変換器および前記第3電力変換器を制御することにより、前記第4電力変換器と、前記第4巻線と、前記第3巻線と、前記第3電力変換器とを介して、前記発電装置からの電力が前記受電機器に伝送されることを特徴とする電源装置。

【請求項6】

請求項1、4および5のいずれか一項に記載の電源装置において、前記受電機器が、負荷装置であることを特徴とする電源装置。

10

【請求項7】

請求項1、4および5のいずれか一項に記載の電源装置において、前記受電機器が、前記蓄電装置とは別の蓄電装置であることを特徴とする電源装置。

【請求項8】

請求項1、4および5のいずれか一項に記載の電源装置において、前記蓄電装置は電気自動車に搭載されることを特徴とする電源装置。

【請求項9】

請求項7に記載の電源装置において、前記別の蓄電装置は電気自動車に搭載されることを特徴とする電源装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外部系統および蓄電装置に接続され、受電機器に電力を供給する電源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

再生可能エネルギー発電や電気自動車の普及、蓄電装置の利用拡大に伴い、高品質の電力制御が可能でかつ小型の電源装置が要求されている。

30

【0003】

これに対し、非特許文献1(Fig. 1(c))および特許文献1(Fig. 1)に記載の従来技術が知られている。

【0004】

本従来技術では、モーターを駆動する電源装置において、トランスの複数の一次巻線の各々に、複数台の一次側電力変換器の内の一の出力側が接続されるとともに、複数の一次側電力変換器の入力側が直列接続される。さらに、トランスの二次巻線には二次側電力変換器の入力側が接続される。

【先行技術文献】

【非特許文献】

40

【0005】

【文献】C. Gu, Z. Zheng, L. Xu, K. Wang and Y. Li, "Modeling and Control of a Multiport Power Electronic Transformer (PET) for Electric Traction Applications," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 31, no. 2, pp. 915-927, February 2016.

【特許文献】

【0006】

【文献】米国特許出願公開第2002/0101747号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0007】

上記従来技術では、一次側電力変換器および二次側電力変換器を備えることにより、トランスを小型化することができるとともに、トランスの一次側および二次側で電力を制御することができる。しかし、上記従来技術では、商用交流電源のような外部系統や、蓄電池のような蓄電装置など、多様な電力源からの電力フローをフレキシブルに制御することについては、なんら考慮されていない。

【0008】

そこで、本発明は、多様な電力源からの電力フローをフレキシブルに制御可能であるとともに小型化が可能な電源装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明による電源装置は、多巻線トランスと、多巻線トランスに接続される複数の電力変換器と、を備えるものであって、多巻線トランスが有する複数の第1巻線には、複数の電力変換器の内、複数の第1電力変換器が接続され、第1電力変換器は、整流器部と、整流器部に接続され、直流電力を交流電力に変換する変換器部と、を備え、複数の整流器部の交流側は、互いに直列接続されるとともに、外部交流系統に接続され、整流器部の直流側は、変換器部の直流側に接続され、変換器部の交流側は、第1巻線に接続され、多巻線トランスの第2巻線には、複数の電力変換器の内、第2電力変換器が接続され、第2電力変換器の交流側が第2巻線に接続され、第2電力変換器の直流側には蓄電装置が接続され、多巻線トランスの第3巻線には、複数の電力変換器の内、第3電力変換器が接続され、第3電力変換器の交流側が第3巻線に接続され、第3電力変換器の直流側には受電機器が接続され、外部交流系統の平常時には、複数の第1電力変換器および第2電力変換器を制御することにより、複数の第1電力変換器と、複数の第1巻線と、第2巻線と、第2電力変換器とを介して、外部交流系統からの電力が蓄電装置に伝送され、外部交流系統の平常時には、複数の第1電力変換器および第3電力変換器を制御することにより、複数の第1電力変換器と、複数の第1巻線と、第3巻線と、第3電力変換器とを介して、外部交流系統からの電力が受電機器に伝送され、外部交流系統の停電時には、第2電力変換器および第3電力変換器を制御することにより、第2電力変換器と、第2巻線と、第3巻線と、第3電力変換器とを介して、蓄電装置からの電力が受電機器に伝送され、さらに以下の第1～第3の手段の内のいずれかを備える。

第1の手段は、外部交流系統の停電時には、第1電力変換器の変換器部を動作させることである。

第2の手段は、第1電力変換器の変換器部と第2電力変換器および第3電力変換器の各交流側の電圧は方形波交流電圧であり、外部交流系統の平常時には、第2電力変換器が、第1電力変換器の方形波交流電圧と第2電力変換器の方形波交流電圧との間に位相差を設定するように制御され、外部交流系統の平常時には、第3電力変換器が、第1電力変換器の方形波交流電圧と第3電力変換器の方形波交流電圧との間に位相差を設定するように制御され、外部交流系統の停電時には、第3電力変換器が、第2電力変換器の方形波交流電圧と第3電力変換器の方形波交流電圧との間に位相差を設定するように制御されることである。

第3の手段は、多巻線トランスの第4巻線には、複数の電力変換器の内、第4電力変換器が接続され、第4電力変換器の交流側が第4巻線に接続され、第4電力変換器の直流側には発電装置が接続され、外部交流系統の平常時には、第4電力変換器および第2電力変換器を制御することにより、第4電力変換器と、第4巻線と、第2巻線と、第2電力変換器とを介して、発電装置からの電力が蓄電装置に伝送され、外部交流系統の平常時には、第4電力変換器および第3電力変換器を制御することにより、第4電力変換器と、第4巻線と、第3巻線と、第3電力変換器とを介して、発電装置からの電力が受電機器に伝送され、外部交流系統の停電時には、第4電力変換器および第3電力変換器を制御することにより、第4電力変換器と、第4巻線と、第3巻線と、第3電力変換器とを介して、発電装置からの電力が受電機器に伝送されることである。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、電源装置を小型化できるとともに、外部交流系統と蓄電装置と受電機器との間で、電力フローをフレキシブルに制御できる。

【0011】

上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施例1である電源装置の回路構成図である。

【図2】単位変換器の主回路部の構成例を示す回路図である。

【図3】外部交流系統の平常時（第1モード）における、実施例1の電源装置における電力伝送の状態を示す図である。

【図4】第1モードにおける、実施例1の電源装置における制御の流れを示すフローチャートである。

【図5】第1モードにおける実施例1の電源装置における電流および電圧を示す動作波形図である。

【図6】外部交流系統の停電時（第2モード）における、本実施例1の電源装置における電力伝送の状態を示す図である。

【図7】第2モードにおける、実施例1の電源装置における制御の流れを示すフローチャートである。

【図8】第2モードにおける、実施例1の電源装置における電流および電圧を示す動作波形図である。

【図9】実施例2である電源装置の回路構成図である。

【図10】第1モードにおける、実施例2の電源装置における電力伝送の状態を示す図である。

【図11】第1モードにおける、実施例2の電源装置における制御の流れを示すフローチャートである。

【図12】第1モードにおける、実施例2の電源装置における電流および電圧を示す動作波形図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について、下記の実施例1～2により、図面を用いながら説明する。各図において、参照番号が同一のものは同一の構成要件あるいは類似の機能を備えた構成要件を示している。

【実施例1】

【0014】

図1は、本発明の実施例1である電源装置の回路構成図である。

【0015】

図1に示すように、本実施例1の電源装置は、複数の巻線（図1では6巻線）を備える多巻線トランス20と、多巻線トランス20の複数の巻線（ $n_{11} \sim n_{23}$ ）に接続される複数の電力変換器を備えている。

【0016】

多巻線トランス20においては、一つの磁性体コアに6個の独立した巻線（ $n_{11} \sim n_{23}$ ）が巻装されている。

【0017】

巻線 n_{11} には、単位変換器1と単位変換器11とからなる電力変換器が接続される。単位変換器1の直流側と単位変換器11の直流側が平滑コンデンサを介して接続される。また、単位変換器11の交流側が巻線 n_{11} に接続される。

【0018】

巻線 n_{12} には、単位変換器2と単位変換器12とからなる電力変換器が接続される。

10

20

30

40

50

単位変換器 2 の直流側と単位変換器 1 2 の直流側が平滑コンデンサを介して接続される。また、単位変換器 1 2 の交流側が巻線 n_{12} に接続される。

【 0 0 1 9 】

巻線 n_{13} には、単位変換器 3 と単位変換器 1 3 とからなる電力変換器が接続される。単位変換器 3 の直流側と単位変換器 1 3 の直流側が平滑コンデンサを介して接続される。また、単位変換器 1 3 の交流側が巻線 n_{13} に接続される。

【 0 0 2 0 】

単位変換器 1 ~ 3 の各交流側は、互いに直列接続され、高調波抑制用のリアクトル 1 0 を介して、外部交流系統 1 0 0 (例えば、商用交流電源) に接続される。本実施例 1 においては、このように、複数の単位変換器 (1 ~ 3) の各交流側が互いに直列接続されるので、トランスを介することなく、外部交流系統 1 0 0 からの電力を受電できる。また、複数の単位変換器 (1 ~ 3) で、外部交流系統 1 0 0 の電圧を分担するので、各単位変換器の主回路を構成する半導体素子の耐圧を低減できる。これらにより、電源装置が小型化できる。

10

【 0 0 2 1 】

単位変換器 1, 2 および 3 は、外部交流系統 1 0 0 からの交流電力を直流電力に変換する。単位変換器 1 1, 1 2, 1 3 は、それぞれ単位変換器 1, 2 および 3 が出力する直流電力を、所定周波数および所定電圧の交流電力に変換して、それぞれ巻線 n_{11} , n_{12} , n_{13} に出力する。

【 0 0 2 2 】

巻線 n_{21} には、単位変換器 2 1 からなる電力変換器の交流側が接続される。単位変換器 2 1 の直流側は、平滑コンデンサを備え、平滑コンデンサを介して、発電装置 3 1 に接続される。発電装置 3 1 は、太陽光発電装置や風力発電装置などの分散電源装置である。

20

【 0 0 2 3 】

巻線 n_{22} には、単位変換器 2 2 からなる電力変換器の交流側が接続される。単位変換器 2 2 の直流側は、平滑コンデンサを備え、平滑コンデンサを介して、蓄電装置 3 2 に接続される。蓄電装置 3 2 は、蓄電器および充放電制御回路などを備える。蓄電器としては、蓄電池やキャパシタなどが適用される。

【 0 0 2 4 】

巻線 n_{23} には、単位変換器 2 3 からなる電力変換器の交流側が接続される。単位変換器 2 3 の直流側は、平滑コンデンサを備え、平滑コンデンサを介して、受電機器である負荷装置 3 3 に接続される。

30

【 0 0 2 5 】

単位変換器 2 1 は、発電装置 3 1 からの直流電力を交流電力に変換して、この交流電力を巻線 n_{21} に出力する。

【 0 0 2 6 】

単位変換器 2 2 は、巻線 n_{22} が出力する交流電力を直流電力に変換して、この直流電力を蓄電装置 3 2 の受電電力として出力する。また、単位変換器 2 2 は、蓄電装置 3 2 からの直流電力を交流電力に変換して、この交流電力を蓄電装置 3 2 から給電される電力として巻線 n_{22} に出力する。すなわち、単位変換器 2 2 は、双方向変換器として動作する。

40

【 0 0 2 7 】

単位変換器 2 3 は、巻線 n_{23} が出力する交流電力を直流電力に変換して、この直流電力を負荷装置 3 3 が受電する電力として出力する。

【 0 0 2 8 】

本実施例 1 では、多巻線トランス 2 0 の複数の巻線の各々に電力変換器が接続されるので、電力変換器を制御することにより、給電側 (外部交流系統 1 0 0、発電装置 3 1、蓄電装置 3 2 (放電時)) と受電側 (負荷装置 3 3、蓄電装置 3 2 (充電時)) の間の電力伝送を制御できる。後述するように、本実施例 1 では、単位変換器 1 1 ~ 1 2, 2 1 ~ 2 3 の交流側の電圧 $V_{11} \sim V_{13}$, $V_{21} \sim V_{23}$ 、すなわち巻線 $n_{11} \sim n_{23}$ の端子電圧の位相を制御することにより、給電側と受電側の間の電力伝送が制御される。これにより

50

、本実施例 1 の電源装置は、給電側と受電側の間の電力フローをフレキシブルに制御できる
また、多巻線トランス 20 の複数の巻線の各々に電力変換器が接続されるので、電力変換器におけるスイッチング周波数に応じて、多巻線トランス 20 を高周波化（例えば、1 kHz 以上）することができる。したがって、多巻線トランス 20 が小型化できるので、電源装置を小型化できる。

【 0 0 2 9 】

制御装置 200 は、単位変換器の直流側電圧 ($V_1 \sim V_6$) の検出値、単位変換器の交流側の電圧すなわち巻線の端子間電圧 ($V_{11} \sim V_{23}$) の検出値、単位変換器の交流側の電流すなわち巻線に流れる電流 ($i_{11} \sim i_{23}$) の検出値に基づいて、単位変換器の交流側の電圧すなわち巻線の端子間電圧 ($V_{11} \sim V_{23}$) の指令値 ($V_{11}^* \sim V_{23}^*$) を作成する。これらの検出値は、図示されない電圧センサおよび電流センサによって検出される。なお、指令値 ($V_{11}^* \sim V_{23}^*$) は、単位変換器 (11 ~ 23) に与えられる。

10

【 0 0 3 0 】

なお、図 1 では、制御装置 200 への入力として、便宜上、これら検出値のすべてが記載されているが、制御装置 200 は、制御装置 200 において動作する制御手段に応じた検出値を入力する。また、制御装置 200 は、電流・電圧の検出値に代えて、演算によって求められる推定値を用いてもよい。

【 0 0 3 1 】

図 2 は、単位変換器 1 ~ 3, 11 ~ 13, 21 ~ 23 の主回路部の構成例を示す回路図である。

20

【 0 0 3 2 】

図 2 に示す構成例では、一つの半導体スイッチング素子（例えば、 S_1 ）および一つのダイオード（例えば、 D_1 ）が逆並列に接続され、一つのアームが構成される。二つのアームが直列に接続されて、一つのレグ（ハーフブリッジ回路）が構成される。さらに、二つのレグが並列に接続されて、単位変換器の主回路部となる単相フルブリッジ回路が構成される。各レグにおける二つのアームの直列接続点が単位変換器の交流側に位置し、二つのレグの並列接続の両端が単位変換器の直流側に位置する。

【 0 0 3 3 】

半導体スイッチング素子 $S_1 \sim S_4$ として、図 2 の構成例では、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) が適用されているが、これに限らず、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) や接合型バイポーラトランジスタが適用されてもよい。

30

【 0 0 3 4 】

複数の単位変換器の内、単位変換器 1 ~ 3 は、整流器として動作する。すなわち、単位変換器 1 ~ 3 において、ダイオード $D_1 \sim D_4$ は整流ダイオードとして動作する。なお、単位変換器 1 ~ 3 における半導体スイッチング素子 $S_1 \sim S_4$ を動作することにより、高調波が低減されるとともに、力率が向上される。

【 0 0 3 5 】

なお、単位変換器 1 ~ 3 として、図 2 における半導体スイッチング素子 $S_1 \sim S_4$ が用いられない、単相のダイオード整流回路を適用してもよい。

40

【 0 0 3 6 】

多巻線トランスを介して電力伝送を行う二つの単位変換器、すなわち給電側となる単位変換器 11 ~ 13 および 21 並びに単位変換器 22（ただし蓄電装置 32 の放電時）の内の一つの単位変換器と、受電側となる単位変換器 22（ただし蓄電装置 32 の充電時）および単位変換器 23 の内の一つの単位変換器とは、多巻線トランス 20 とともに、いわゆる DAB (Dual Active Bridge) 方式の DC / DC コンバータと同様の回路構成を備えている。このため、このような二つの単位変換器の交流側の電圧の位相差を制御することにより、二つの単位変換器間で伝送される電力を制御することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、単位変換器 11 ~ 23 の各々が備える駆動制御装置（図示せず）によって、制御

50

装置 200 が作成する電圧指令値 $V_{11}^* \sim V_{23}^*$ に応じて、各単位変換器における半導体スイッチング素子 $S_1 \sim S_4$ がオン・オフ制御される。これにより、単位変換器 11 ~ 23 は、交流側の電圧 $V_{11} \sim V_{23}$ を、制御装置 200 が作成する電圧指令値 $V_{11}^* \sim V_{23}^*$ になるように制御する。

【0038】

次に、本実施例 1 の電源装置の動作の概略について説明する。

【0039】

電源装置の動作は、外部交流系統 100 の平常時と停電時では異なる。そこで、以下の説明において、平常時および停電時における動作を、それぞれ、第 1 モードおよび第 2 モードと記す。

【0040】

第 1 モードでは、外部交流系統 100 側および発電装置 31 側から給電される電力が、蓄電装置 32 側（充電状態）および負荷装置 33 側で受電される。この場合、単位変換器 11 ~ 13 の各々は、出力電圧（ V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} ）を所定電圧（例えば、定格電圧）に制御し、単位変換器 21 は、出力電圧 V_{21} を所定電圧（例えば、定格電圧）の付近に制御する。また、単位変換器 22 は、交流側の電圧 V_{22} を所定電圧（例えば、定格電圧）の付近に制御するとともに V_{22} の位相を制御して、蓄電装置 32 に充電する電力を出力する。単位変換器 23 は、交流側の電圧 V_{23} の位相を制御して、負荷装置 33 側で用いられる電力を出力する。

【0041】

第 2 モードでは、発電装置 31 側および蓄電装置 32 側（放電状態）から給電される電力が、負荷装置 33 側で受電される。この場合、単位変換器 22 は、交流側の電圧 V_{22} を所定電圧（例えば、定格電圧）に制御し、単位変換器 21 は、交流側の電圧 V_{21} を定格電圧の付近に制御する。また、単位変換器 23 は、交流側の電圧 V_{23} の位相を制御して、負荷装置で用いられる電力を出力する。

【0042】

ここで、単位変換器 11 ~ 13 の各々は、交流側の電圧（ V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} ）を所定電圧（例えば、定格電圧）の付近に制御する。

【0043】

これにより、単位変換器 11 ~ 13 の直流側の電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 が、略一定値に制御される。このため、外部交流系統 100 の停電時に、蓄電装置 32 側からの電力の流入による V_1 、 V_2 、 V_3 の増大が抑制される。したがって、単位変換器 11 ~ 13 を構成する半導体スイッチング素子やダイオードに過電圧がかかることが防止されるので、電源装置の信頼性が向上する。また、半導体スイッチング素子やダイオードの耐圧を大きくする必要がないので、電源装置の電力損失や電源装置の大きさを低減できる。

【0044】

次に、第 1 モードおよび第 2 モードの各々について、本実施例 1 の電源装置の動作を具体的に説明する。

【0045】

図 3 は、第 1 モード、すなわち外部交流系統 100 の平常時における、本実施例 1 の電源装置における電力伝送の状態を示す図である。

【0046】

図 3 に示すように、外部交流系統 100 側から給電される電力 P_{11} 、 P_{12} 、 P_{13} が、それぞれ多巻線トランス 20 の巻線 n_{11} 、 n_{12} 、 n_{13} に入力される。また、発電装置 31 側から給電される電力 P_{21} が、多巻線トランス 20 の巻線 n_{21} に入力される。電力 $P_{11} \sim P_{13}$ および P_{21} は、巻線 n_{22} および n_{23} に伝送され、巻線 n_{22} および n_{23} から出力される。線 n_{22} および n_{23} からそれぞれ出力される電力 P_{22} および P_{23} は、それぞれ蓄電装置 32 および負荷装置 33 によって受電される。なお、電力 P_{22} によって、蓄電装置 32 が充電される。

【0047】

10

20

30

40

50

なお、本実施例 1 においては、多巻線トランス 20 の効率がほぼ 100% であり、多巻線トランス 20 への総入力電力 ($P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{21}$) と、多巻線トランス 20 からの総出力電力 ($P_{22} + P_{23}$) は実質等しい。

【0048】

図 4 は、第 1 モード、すなわち外部交流系統 100 の平常時における、本実施例 1 の電源装置における制御の流れを示すフローチャートである。また、図 5 は、第 1 モードにおける本実施例 1 の電源装置における電流および電圧を示す動作波形図である。

【0049】

以下、図 4 に示す制御の流れについて、適宜、図 5 を参照しながら説明する。

【0050】

まず、ステップ S11 において、制御装置 200 (図 1) は、発電装置 31 側から給電され多巻線トランス 20 の巻線 n_{21} へ入力される電力 P_{21} 、および多巻線トランス 20 の巻線 n_{23} から出力され負荷装置 33 が受電する電力 P_{23} に応じて、外部交流系統 100 側からそれぞれ多巻線トランス 20 の巻線 n_{11} , n_{12} , n_{13} へ入力される電力 P_{11} , P_{12} , P_{13} 、並びに多巻線トランス 20 から蓄電装置 32 側へ出力される電力 P_{22} を、式 (1) の条件 ($P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{21}$ (多巻線トランス 20 への入力) = $P_{22} + P_{23}$ (多巻線トランス 20 からの出力) から導出される) のもとで設定する。

【0051】

$$P_{22} = P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{21} - P_{23} \dots (1)$$

P_{22} は、蓄電装置 32 の状態 (SOC など) や充電速さなどに応じて変化するが、制御装置 200 は、例えば、巻線 n_{22} の両端電圧および巻線 n_{22} の両端に流れる電流 i_{22} の検出値に基づいて、 P_{22} を算出する。また、制御装置 200 は、巻線 n_{23} の両端電圧 (V_{23}) および巻線 n_{23} に流れる電流 i_{23} の検出値に基づいて、 P_{23} を算出する。また、制御装置 200 は、巻線 n_{21} の両端電圧 (V_{21}) および巻線 n_{21} に流れる電流 i_{21} の検出値に基づいて、 P_{21} を算出する。さらに、制御装置 200 は、式 (1) に基づいて、 P_{11} , P_{12} , P_{13} を設定する。なお、本実施例 1 では、単位変換器 11, 12, 13 は電力容量が同じであり、 $P_{11} = P_{12} = P_{13}$ である。

【0052】

次に、ステップ S12 において、制御装置 200 は、単位変換器 1, 2, 3 (整流器として動作) の直流出力電圧、すなわち単位変換器 11, 12, 13 の直流側電圧 V_1 , V_2 , V_3 がバランスするように、すなわち $V_1 = V_2 = V_3$ となるように (図 5)、単位変換器 11, 12, 13 を制御する。なお、本実施例 1 では、単位変換器 1, 2, 3 の回路構成は同じであり (図 2)、単位変換器 1, 2, 3 の各入力電圧は、外部交流系統 100 の系統電圧の 1/3 である。したがって、単位変換器 1, 2, 3 の各直流出力電圧は、単位変換器 1, 2, 3 の交流入力電圧の 1/3 の整流後の電圧となる。

【0053】

また、本実施例 1 では、 V_4 , V_5 , V_6 が所定値となり、かつ $V_4 = V_5 = V_6$ となるように、単位変換器 21, 22, 23 が制御される。これにより、本実施例 1 の電源装置を用いて、直流給電系統を構築できる。この場合、 $V_4 = V_5 = V_6 =$ 直流母線電圧となる。なお、外部交流系統の系統電圧や直流母線電圧に応じて、もしくは制御の簡単化のために、 $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6$ としてもよい。

【0054】

次に、ステップ S13 において、制御装置 200 は、単位変換器 11, 12, 13 が、 V_4 , V_5 , V_6 に応じた一定電圧 (定格電圧) で、かつ一定周波数の方形波交流電圧である電圧 V_{11} , V_{12} , V_{13} (図 5) を出力するように、単位変換器 11, 12, 13 を制御する。

【0055】

本実施例では、単位変換器 11, 12, 13 は、 V_{11} , V_{12} , V_{13} として、通流率 50% で半導体スイッチング素子をオン・オフ制御して定電圧 (定格電圧) ・定周波数の方形波交流電圧を出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

なお、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} は、相互に位相差はなく、後述するように位相の基準電圧として用いられる。

【 0 0 5 7 】

次に、ステップS14において、制御装置200は、単位変換器21が、所定電圧（定格電圧）付近であり、かつ V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} と同相である電圧 V_{21} を出力するように、単位変換器21を制御する。なお、本実施例1では、 V_{21} は、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} と同様に、定電圧（定格電圧）・定周波数の方形波交流電圧であるとともに、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} と同相である（図5）。これにより、外部交流系統100側および発電装置31側から、蓄電装置32側および負荷装置33側へ電力（ $P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{21}$ ）を給電することができる。なお、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} は互いに同相であるから、いずれかを位相の基準とすればよい（以下のステップでも同様）。

10

【 0 0 5 8 】

次に、ステップS15において、制御装置200は、単位変換器22の交流側の電圧 V_{22} が、所定電圧（定格電圧）付近であり、かつ V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} に対し位相差（図5における「 θ_2 」）を有するように、単位変換器22を制御する。なお、本実施例1では、 V_{22} は、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} と同様に、定電圧（定格電圧）・定周波数の方形波交流電圧であるとともに、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} に対して位相が遅れている（図5）。これにより、ステップS11で設定された P_{22} が、外部交流系統100側および発電装置31側より蓄電装置32側へ伝送される。

20

【 0 0 5 9 】

次に、ステップS16において、制御装置200は、単位変換器23の交流側の電圧 V_{23} が、所定電圧（定格電圧）付近であり、かつ V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} に対し位相差（図5における「 θ_3 」）を有するように、単位変換器23を制御する。なお、本実施例1では、 V_{23} は、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} と同様に、定電圧（定格電圧）・定周波数の方形波交流電圧であるとともに、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} に対して位相が遅れている（図5）。これにより、ステップS11で設定された P_{23} が、外部交流系統100側および発電装置31側より負荷装置33側へ伝送される。

【 0 0 6 0 】

ここで、 V_{22} の位相差（ θ_2 ）、 V_{23} の位相差（ θ_3 ）は、例えば、次のような手段で設定される（第2モードにおいても同様）。

30

【 0 0 6 1 】

ステップS15、S16のように、給電側の方形波交流電圧（ V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} 、 V_{21} ）と受電側の方形波交流電圧（ V_{22} 、 V_{23} ）との間に位相差を設定することによる電力伝送は、いわゆるDAB（Dual Active Bridge）コンバータの動作原理である。公知のDABコンバータの回路動作を考慮すると、 P_{11} 、 P_{12} 、 P_{13} 、 P_{21} 、 P_{22} 、 P_{23} は、 $V_1 \sim V_6$ 、 V_{22} の位相差（ θ_2 ）、 V_{23} の位相差（ θ_3 ）、多巻線トランス20の回路定数（漏れインダクタンスなど）を用いて数式で表される。これらの数式および式（1）に基づいて、ステップS11で設定された各電力値に応じて、位相差 θ_2 、 θ_3 が、制御装置200において算出される。

40

【 0 0 6 2 】

図6は、第2モード、すなわち外部交流系統100の停電時における、本実施例1の電源装置における電力伝送の状態を示す図である。

【 0 0 6 3 】

図6に示すように、外部交流系統100側からは電力は給電されない。また、発電装置31側から給電される電力 P_{21} が、多巻線トランス20の巻線 n_{21} に入力される。また、蓄電装置32側から給電される電力 P_{22} （蓄電装置32の放電電力）が、多巻線トランス20の巻線 n_{22} に入力される。電力 P_{21} および P_{22} は、巻線 n_{23} に伝送され、巻線 n_{23} から出力される。巻線 n_{23} から出力される電力 P_{23} は、負荷装置33によって受電される。

50

【 0 0 6 4 】

なお、本実施例 1 においては、多巻線トランス 2 0 の効率がほぼ 1 0 0 % であり、多巻線トランス 2 0 への総入力電力 ($P_{21} + P_{22}$) と、多巻線トランス 2 0 からの総出力電力 (P_{23}) は実質等しい。

【 0 0 6 5 】

図 7 は、第 2 モード、すなわち外部交流系統 1 0 0 の停電時における、本実施例 1 の電源装置における制御の流れを示すフローチャートである。また、図 8 は、第 2 モードにおける本実施例 1 の電源装置における電流および電圧を示す動作波形図である。

【 0 0 6 6 】

以下、図 7 に示す制御の流れについて、適宜、図 8 を参照しながら説明する。

10

【 0 0 6 7 】

まず、ステップ S 2 1 において、制御装置 2 0 0 (図 1) は、発電装置 3 1 側から給電され多巻線トランス 2 0 の巻線 n_{21} へ入力される電力 P_{21} 、および多巻線トランス 2 0 の巻線 n_{23} から出力され負荷装置 3 3 が受電する電力 P_{23} に応じて、蓄電装置 3 2 側から多巻線トランス 2 0 の巻線 n_{22} へ入力される電力 P_{22} を、式 (2) の条件 ($P_{21} + P_{22}$ (多巻線トランス 2 0 への入力) = P_{23} (多巻線トランス 2 0 からの出力) から導出される) のもとで設定する。

【 0 0 6 8 】

$$P_{22} = P_{23} - P_{21} \dots (2)$$

次に、ステップ S 2 2 において、制御装置 2 0 0 は、 V_4, V_5, V_6 が所定値となり、かつ $V_4 = V_5 = V_6$ となるように (図 8)、単位変換器 2 1, 2 2, 2 3 を制御する。これにより、単位変換器 2 1, 2 2, 2 3 に対して、第 1 モードにおけるステップ S 1 2 (図 5) と同様の制御が継続して実行される。

20

【 0 0 6 9 】

ここで、 V_1, V_2, V_3 は、蓄電装置 3 2 の放電などにより、単位変換器 1 1, 1 2, 1 3 側へ電力が流入すると、停電直後から上昇する (図 8)。このため、第 1 モードにおいて、 $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = V_6$ となるように制御されている場合には、停電時は、 $V_1 = V_2 = V_3 > V_4 = V_5 = V_6$ となる (図 8)。

【 0 0 7 0 】

次に、ステップ S 2 3 において、制御装置 2 0 0 は、単位変換器 2 1 が、一定電圧 (定格電圧付近) で一定周波数の電圧 V_{21} を出力するように、単位変換器 2 1 を制御する。本実施例 1 では、単位変換器 2 1 は、 V_{21} として、通流率 5 0 % で半導体スイッチング素子をオン・オフ制御して定電圧 (定格電圧) ・定周波数の方形波交流電圧 (図 8) を出力する。すなわち、単位変換器 2 1 は、第 1 モードにおける動作を継続する。

30

【 0 0 7 1 】

なお、停電時において、 V_{21} は、位相の基準電圧として用いられる。

【 0 0 7 2 】

次に、ステップ S 2 4 において、制御装置 2 0 0 は、単位変換器 2 2 の交流側の電圧 V_{22} が、第 1 モードから継続して一定電圧 (定格電圧付近) で一定周波数 (V_{21} と同じ周波数) の方形波交流電圧になるように、かつ V_{21} と同相になるように (図 8)、単位変換器 2 2 を制御する。これにより、発電装置 3 1 側および蓄電装置 3 2 側から電力 ($P_{21} + P_{22}$) を給電できる。

40

【 0 0 7 3 】

次に、ステップ S 2 5 において、制御装置 2 0 0 は、単位変換器 2 3 の交流側の電圧 V_{23} が、所定電圧 (定格電圧) 付近であり、かつ V_{21} に対し位相差 (図 8 における「 θ_3 」) を有するように、単位変換器 2 3 を制御する。なお、本実施例 1 では、制御装置 2 0 0 は、 V_{23} が、 V_{21} と同様に、定電圧 (定格電圧) ・定周波数の方形波交流電圧になるように、かつ、 V_{21} に対して位相が遅れるように (図 8)、単位変換器 2 3 を制御する。これにより、負荷装置 3 3 側へ電力 P_{23} が伝送される。

【 0 0 7 4 】

50

ここで、 V_{23} の位相差 (θ_3)は、前述の第1モードと同様に、公知のDABコンバータの回路動作を考慮して設定できる。すなわち、 P_{23} は、 $V_4 \sim V_6$ 、 V_{23} の位相差 (θ_3)、多巻線トランス20の回路定数(漏れインダクタンスなど)を用いて数式で表される。これらの数式および式(2)に基づいて、位相差 θ_3 が、制御装置200において算出される。

【0075】

次に、ステップS26において、制御装置200は、停電時に、単位変換器11, 12, 13の交流側の電圧が定格電圧付近になるように、単位変換器11, 12, 13を制御する。このとき、制御装置200は、単位変換器11, 12, 13の交流側の電圧 V_{11} , V_{12} , V_{13} が、定電圧・定周波数の方形波交流電圧になるように、かつ V_{11} , V_{12} , V_{13} の位相を V_{21} に合わせるように、単位変換器11, 12, 13を制御する。また、制御装置200は、 V_{11} , V_{12} , V_{13} が、定格電圧付近で、 $V_{11} = V_{12} = V_{13}$ となるように単位変換器11, 12, 13を制御するとともに、単位変換器11, 12, 13の直流側電圧 V_1 , V_2 , V_3 がバランスするように、すなわち $V_1 = V_2 = V_3$ となるように単位変換器11, 12, 13を制御する。

10

【0076】

これにより、単位変換器11, 12, 13が動作して電力を出力するので、停電直後からの V_1 , V_2 , V_3 の増大が抑制される。このため、単位変換器11, 12, 13を構成する半導体スイッチング素子に過電圧がかかることが防止される。また、電圧バランス制御により、単位変換器11, 12, 13において、局所的に過電圧がかかることが防止される。したがって、半導体スイッチング素子の耐圧の設定にあたって、停電時における電圧上昇を見込む必要がなくなり、半導体スイッチング素子の耐圧を低減することができる。

20

【実施例2】

【0077】

以下、本発明の実施例2について、図9~12を用いて説明する。なお、主に、実施例1と異なる点について説明する。

【0078】

図9は、本発明の実施例2である電源装置の回路構成図である。

【0079】

図9に示すように、本実施例2においては、単位変換器21, 22, 23の直流側には、それぞれ電気自動車61, 62, 63(EV)が接続される。すなわち、本実施例2の電源装置は、複数の電気自動車を充電する充電装置用の電源として機能する。なお、電気自動車61, 62, 63の各々は、蓄電器を備える蓄電装置を搭載しており、この蓄電装置の蓄電器が、本実施例2の電源装置によって充電される。

30

【0080】

給電対象が電気自動車であるため、電源装置側でアースが取られる。なお、本実施例2では、図9に示すように、多巻線トランス20の巻線 n_{21} , n_{22} , n_{23} の両端の内の一方が接地される。

【0081】

他の回路構成は、各単位変換器の構成(図2)を含め、前述の実施例1と同様である。

40

【0082】

次に、本実施例2の電源装置の動作の概略について説明する。

【0083】

電源装置の動作は、外部交流系統100の平常時と停電時では異なる。そこで、以下の説明において、平常時および停電時における動作を、それぞれ、第1モードおよび第2モードと記す。

【0084】

第1モードでは、外部交流系統100側から給電される電力が、電気自動車61, 62, 63側(充電状態)で受電される。この場合、 V_{11} , V_{12} , V_{13} を互いに同相とし、これらの電圧と、 V_{21} , V_{22} , V_{23} との各位相差を調整することにより、電気自動

50

車ごとに充電電力を設定できる。したがって、電気自動車の蓄電池の容量や所望の充電スピードなどに応じて、充電電力を調整することができる。

【0085】

第2モードでは、電気自動車61, 62, 63間で電力を伝送することができる。例えば、外部交流系統100が停電した場合、充電の優先度が高い電気自動車や、充電を急ぐ電気自動車に対して、他の電気自動車に蓄電されている電力によって充電が可能である。さらに、実施例1と同様に、単位変換器11~13を動作させる。これにより、外部交流系統100の停電時に、電気自動車61~62側からの電力の流入による V_1, V_2, V_3 の増大が抑制される。

【0086】

次に、第1モードおよび第2モードの各々について、本実施例2の電源装置の動作を具体的に説明する。

【0087】

図10は、第1モード、すなわち外部交流系統100の平常時における、本実施例2の電源装置における電力伝送の状態を示す図である。

【0088】

図10に示すように、外部交流系統100側から給電される電力 P_{11}, P_{12}, P_{13} が、それぞれ多巻線トランス20の巻線 n_{11}, n_{12}, n_{13} に入力される。電力 $P_{11} \sim P_{13}$ は、巻線 $n_{21} \sim n_{23}$ に伝送され、巻線 $n_{22} \sim n_{23}$ から出力される。巻線 n_{21}, n_{22}, n_{23} からそれぞれ出力される電力 P_{21}, P_{22} および P_{23} は、それぞれ電気自動車61, 62および63によって受電される。

【0089】

なお、本実施例2においては、多巻線トランス20の効率がほぼ100%であり、多巻線トランス20への総入力電力($P_{11} + P_{12} + P_{13}$)と、多巻線トランス20からの総出力電力($P_{21} + P_{22} + P_{23}$)は実質等しい。

【0090】

図11は、第1モード、すなわち外部交流系統100の平常時における、本実施例2の電源装置における制御の流れを示すフローチャートである。また、図12は、第1モードにおける本実施例2の電源装置における電流および電圧を示す動作波形図である。

【0091】

以下、図11に示す制御の流れについて、適宜、図12を参照しながら説明する。

【0092】

まず、ステップS31において、制御装置200は、電気自動車61, 62, 63への電力の配分 P_{21}, P_{22}, P_{23} を設定する。 $P_{21} \sim P_{23}$ は、電気自動車61~63に搭載される蓄電装置の状態(SOCなど)や所望の充電スピードなどに応じて変化するが、制御装置200は、例えば、巻線 n_{21} の両端電圧 V_{21} および巻線 n_{21} に流れる電流 i_{21} の検出値に基づいて、 P_{21} を算出する。また、制御装置200は、巻線 n_{22} の両端電圧 V_{22} および巻線 n_{22} に流れる電流 i_{22} の検出値に基づいて P_{22} を算出し、巻線 n_{23} の両端電圧 V_{23} および巻線 n_{23} に流れる電流 i_{23} の検出値に基づいて P_{23} を算出する。

【0093】

次に、ステップS32において、制御装置200は、単位変換器11, 12, 13の直流側電圧 V_1, V_2, V_3 がバランスするように、すなわち $V_1 = V_2 = V_3$ となるように、単位変換器11, 12, 13を制御する。また、制御装置200は、単位変換器21, 22, 23の直流側電圧 V_4, V_5, V_6 がバランスするように、すなわち $V_4 = V_5 = V_6$ となるように、単位変換器21, 22, 23を制御する。

【0094】

次に、ステップS33において、制御装置200は、単位変換器11, 12, 13の交流側の電圧 V_{11}, V_{12}, V_{13} が、一定電圧(定格電圧)で一定周波数の方形波交流電圧(図12)となるように、単位変換器11, 12, 13を制御する。本実施例2では、

10

20

30

40

50

単位変換器 11, 12, 13 は、 V_{11} , V_{12} , V_{13} として、通流率 50% で半導体スイッチング素子をオン・オフ制御して定電圧（定格電圧）・定周波数の方形波交流電圧を出力する。なお、 V_{11} , V_{12} , V_{13} は、相互に位相差はなく、後述するように位相の基準電圧として用いられる。なお、 V_{11} , V_{12} , V_{13} のいずれかを位相の基準電圧とすればよい。

【0095】

次に、ステップ S34 において、制御装置 200 は、単位変換器 21 の交流側の電圧 V_{21} が、所定電圧（定格電圧）付近であり、かつ V_{11} , V_{12} , V_{13} に対し位相差（図 12 における「 θ_1 」）を有するように、単位変換器 21 を制御する。なお、本実施例 2 10
では、制御装置 200 は、 V_{21} が、定電圧（定格電圧）・定周波数の方形波交流電圧になるように、かつ、 V_{11} , V_{12} , V_{13} に対して位相が遅れるように（図 12）、単位変換器 21 を制御する。これにより、電気自動車 61 側へ電力 P_{21} が伝送される。

【0096】

次に、ステップ S35 において、制御装置 200 は、単位変換器 22 の交流側の電圧 V_{22} が、所定電圧（定格電圧）付近であり、かつ V_{11} , V_{12} , V_{13} に対し位相差（図 12 における「 θ_2 」）を有するように、単位変換器 22 を制御する。なお、本実施例 2
20
では、制御装置 200 は、 V_{22} が、定電圧（定格電圧）・定周波数の方形波交流電圧になるように、かつ、 V_{11} , V_{12} , V_{13} に対して位相が遅れるように（図 12）、単位変換器 22 を制御する。これにより、電気自動車 62 側へ電力 P_{22} が伝送される。

【0097】

次に、ステップ S36 において、制御装置 200 は、単位変換器 23 の交流側の電圧 V_{23} が、所定電圧（定格電圧）付近であり、かつ V_{11} , V_{12} , V_{13} に対し位相差（図 12 における「 θ_3 」）を有するように、単位変換器 23 を制御する。なお、本実施例 2
30
では、制御装置 200 は、 V_{23} が、定電圧（定格電圧）・定周波数の方形波交流電圧になるように、かつ、 V_{11} , V_{12} , V_{13} に対して位相が遅れるように（図 12）、単位変換器 23 を制御する。これにより、電気自動車 63 側へ電力 P_{23} が伝送される。

【0098】

なお、図 12 においては、 $P_{21} > P_{22} > P_{23}$ であり、 $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ となる。

【0099】

位相差 θ_1 , θ_2 , θ_3 は、前述の実施例 1 と同様に、公知の DAB コンバータの動作を考慮して設定できる。たとえば、 P_{11} , P_{12} , P_{13} , P_{21} , P_{22} , P_{23} を、 V_1 ~ V_6 , V_{21} の位相差（ θ_1 ） V_{22} の位相差（ θ_2 ）、 V_{23} の位相差（ θ_3 ）、多巻線トランス 20 の回路定数（漏れインダクタンスなど）を用いて数式で表し、これらの数式および「多巻線トランスへの入力電力（ $P_{11} + P_{12} + P_{13}$ ）= 多巻線トランスからの出力電力（ $P_{21} + P_{22} + P_{23}$ ）」という条件に基づいて、制御装置 200 において算出される。

【0100】

なお、本実施例 2 の電源装置の第 2 モードの動作は、実施例 1（図 1）における発電装置 31、蓄電装置 32、負荷装置 33 を、それぞれ電気自動車 61、電気自動車 62、電気自動車 63 に置き換えれば、実施例 1 と同様の動作となる。この場合、外部交流系統 1
40
00 の停電時に、電気自動車 61 および電気自動車 62 からの給電電力が、電気自動車 63 によって受電され、電気自動車 63 に搭載された蓄電池が充電される。

【0101】

なお、本発明は前述した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、前述した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置き換えをすることが可能である。

【0102】

例えば、多巻線トランスが備える巻線数は、6 巻線に限らず、交流側が直列接続される単位変換器（整流器）の個数（2 以上）や、発電装置や蓄電装置および負荷装置の個数に
50

応じて、適宜設定される。なお、上述の実施例の電源装置と同様に、少なくとも蓄電装置および受電機器（負荷装置、蓄電装置（放電時））が少なくとも1台ずつ接続される場合、巻線数は少なくとも4巻線となる（単位変換器の直列数を2以上とする）。

【0103】

また、外部交流系統100からの電力は、単相交流電力に限らず、三相交流電力でもよい。この場合、単位変換器1～3（整流器）として、三相フルブリッジ回路が適用される。

【符号の説明】

【0104】

1, 2, 3 単位変換器

10 リアクトル

20 多巻線トランス

11, 12, 13, 21, 22, 23 単位変換器

31 発電装置

32 蓄電装置

33 負荷装置

61, 62, 63 電気自動車

100 外部交流系統

200 制御装置

10

20

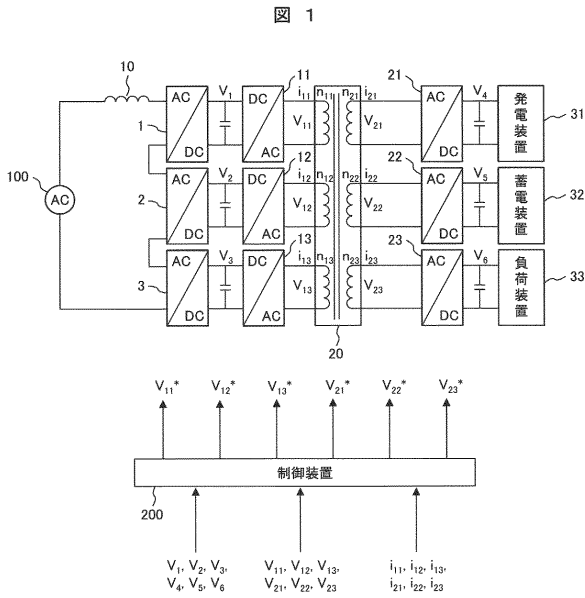
30

40

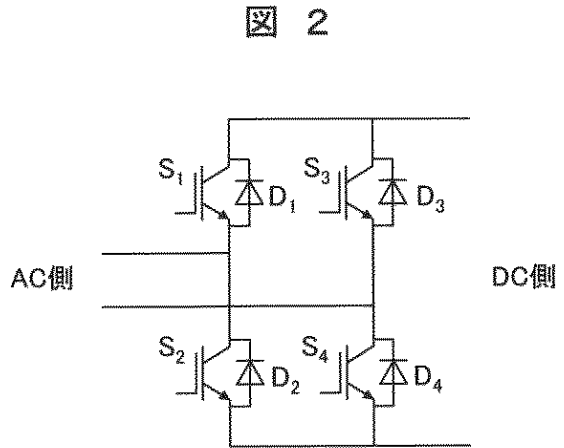
50

【図面】

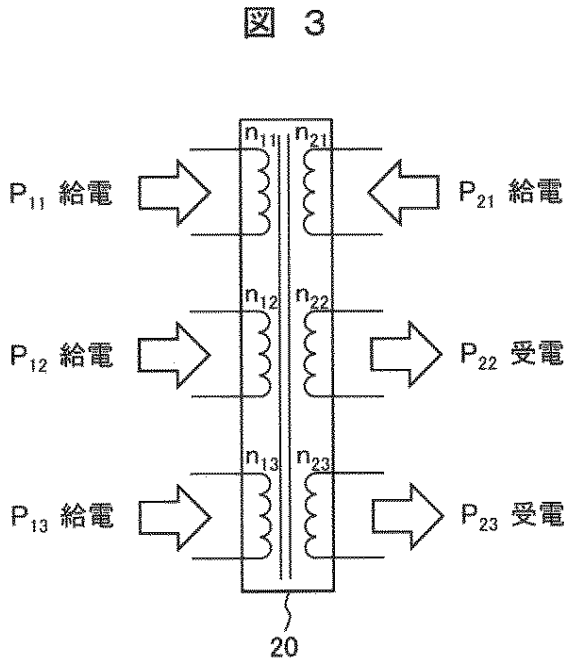
【図 1】



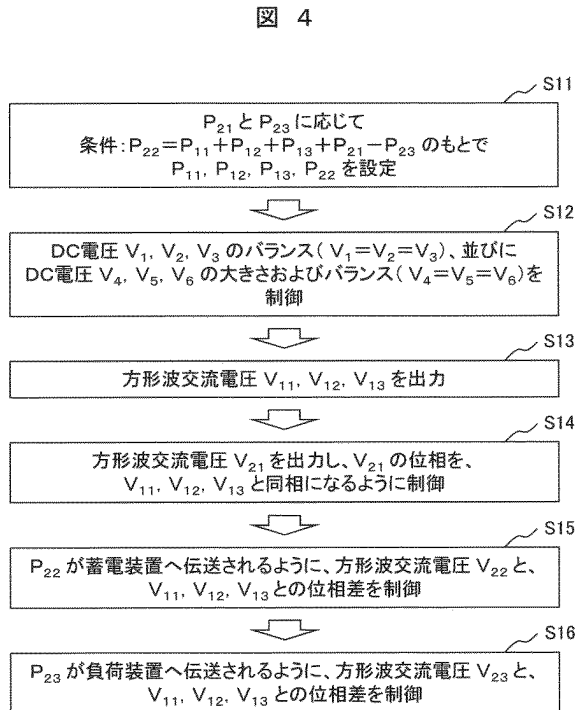
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

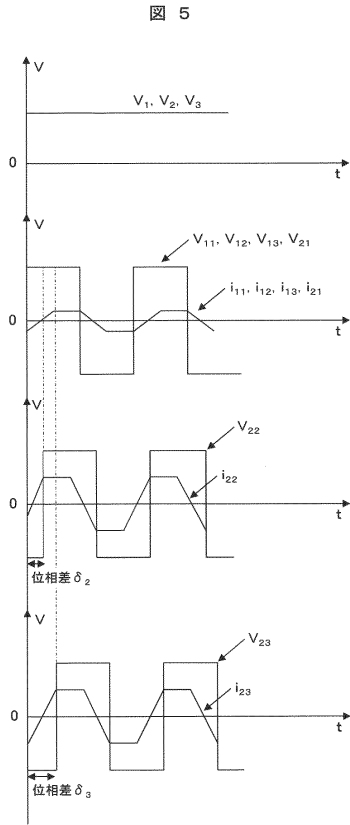
20

30

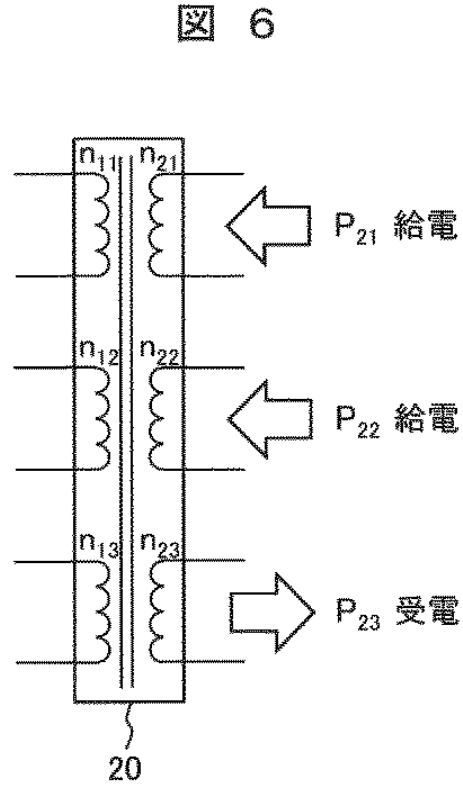
40

50

【図5】



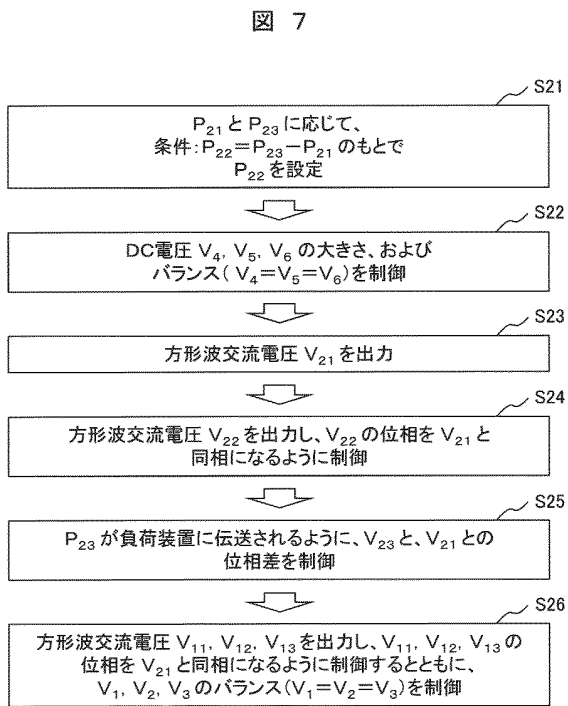
【図6】



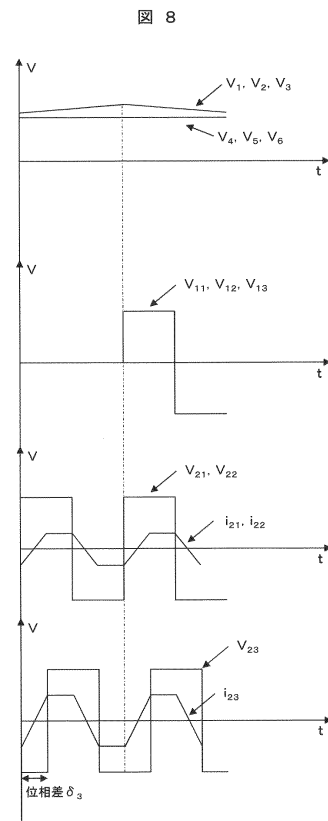
10

20

【図7】



【図8】

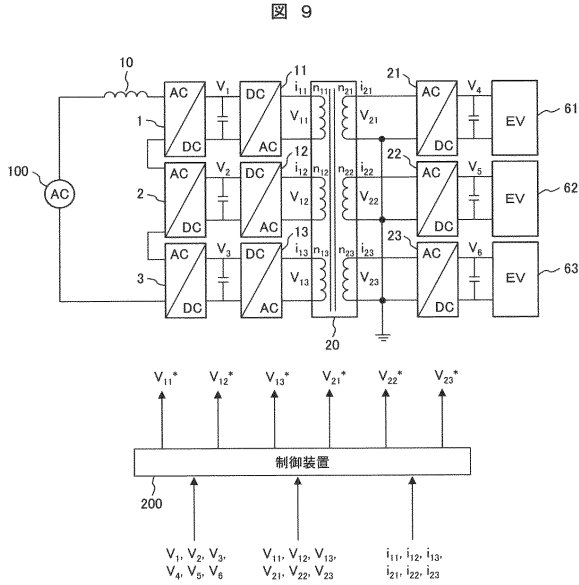


30

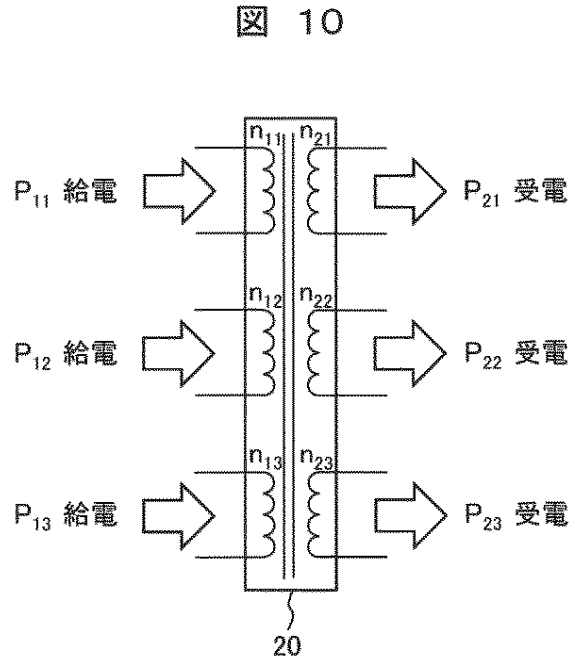
40

50

【図 9】



【図 10】

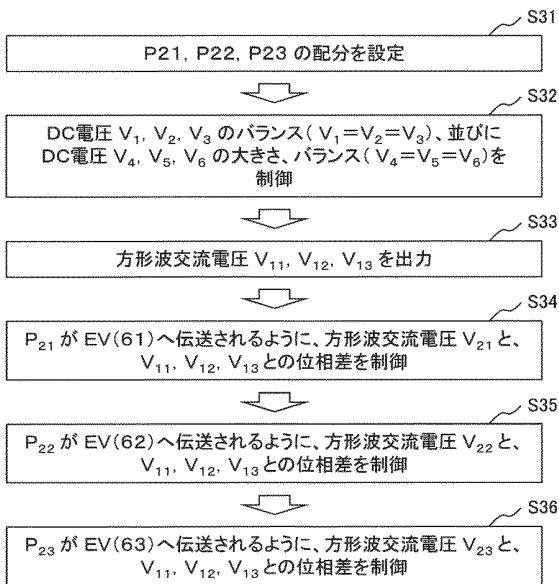


10

20

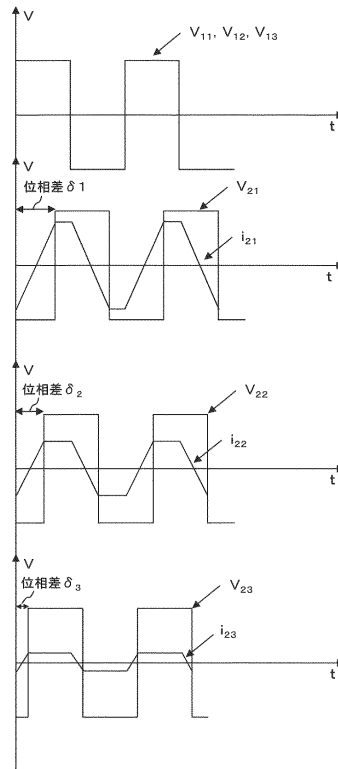
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 佐藤 卓馬

(56)参考文献 特開平04-251532(JP,A)

米国特許出願公開第2002/0101747(US,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02J 9/06

H02J 7/00

H02J 7/34