

明 細 書

発明の名称：電力変換システム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、電力変換システムに関する。

背景技術

[0002] 直流回路と交流回路と蓄電部との間の電力潮流を制御する電力変換システムがある（例えば、特許文献 1、2 参照）。電力変換システムは、例えば、電気鉄道用の電力システムや太陽光発電システムなどに用いられている。

[0003] 例えば、電気鉄道用の電力システムにおいては、交流電力系統の交流電力を直流電力に変換し、直流電力を直流き電系統に供給する。そして、車両の回生時に回生電力を蓄電部に蓄電し、車両の力行時に蓄電部に蓄積された直流電力を直流き電系統に供給する。これにより、回生電力の有効活用を図り、交流電力系統への逆潮流を防止して電圧変動などを抑制することができる。

[0004] 例えば、太陽光発電システムにおいては、太陽電池で発電された直流電力を交流電力に変換し、交流電力を交流電力系統や交流負荷に供給する。そして、余剰の直流電力を蓄電部に蓄積し、交流負荷における需要の増加時などに蓄電部に蓄積された直流電力を交流電力に変換して交流負荷などに供給する。これにより、発電電力量の最大化を図りつつ、発電電力と需要電力とのアンバランスを抑制することができる。

[0005] 従来の電力変換システムは、直流回路と交流回路との間の電力潮流を制御する電力変換器と、直流回路と蓄電部との間の電力潮流を制御する電力変換器または交流回路と蓄電部との間の電力潮流を制御する電力変換器と、の複数の電力変換器を備える。例えば、特許文献 1、2 に係る電力変換システムでは、直流回路と交流回路との間の電力潮流を制御する電力変換器と、直流回路と蓄電部との間の電力潮流を制御する電力変換器と、の複数の電力変換器を備え、交流回路と蓄電部との間の電力潮流を制御するには、複数の電力

変換器を介する必要がある。このように、直流回路と交流回路と蓄電部の間の電力潮流を三方向に制御するためには、複数の電力変換器を備える必要があり、装置の大型化、コスト増加を招く。このため、電力変換システムでは、より簡易な構成とし、装置の大型化、コスト増加を抑制することが望まれる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第5 3 9 8 4 3 3号

特許文献2：特許第3 9 3 4 5 1 8号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の実施形態は、簡易な構成の電力変換システムを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の実施形態によれば、主回路と、制御回路と、を備えた電力変換システムが提供される。前記主回路は、電力変換器と、蓄電部と、を有する。前記電力変換器は、直流回路に接続される一对の直流端子と、交流回路に接続される複数の交流端子と、フルブリッジ接続された複数のスイッチング素子と、前記複数のスイッチング素子のそれぞれに逆並列に接続された複数の整流素子と、を有する。前記蓄電部は、複数のリアクトルを介して前記複数の交流端子のそれぞれに接続されるとともに、前記一对の直流端子の一方に接続される。前記制御回路は、前記複数のスイッチング素子のオン・オフにより、前記直流回路と前記交流回路と前記蓄電部との間の三方向の電力潮流を制御する。

発明の効果

[0009] 本発明の実施形態によれば、簡易な構成の電力変換システムが提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1の実施形態に係る電力変換システムを模式的に表すブロック図である。

[図2]第1の実施形態に係る制御回路の一例を模式的に表すブロック図である。

[図3]図3(a)～図3(d)は、第1の実施形態に係る電力変換システムのシミュレーション結果の一例を模式的に表すグラフ図である。

[図4]図4(a)～図4(e)は、第1の実施形態に係る電力変換システムのシミュレーション結果の一例を模式的に表すグラフ図である。

[図5]第1の実施形態に係る電力変換システムの変形例を模式的に表すブロック図である。

[図6]第1の実施形態に係る電力変換システムの変形例を模式的に表すブロック図である。

[図7]第1の実施形態に係る電力変換システムの変形例を模式的に表すブロック図である。

[図8]第1の実施形態に係る電力変換システムの変形例を模式的に表すブロック図である。

[図9]第2の実施形態に係る電力変換システムを模式的に表すブロック図である。

[図10]第3の実施形態に係る電力変換システムを模式的に表すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0012] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る電力変換システムを模式的に表すブロック図である。

図1に表したように、電力変換システム10は、主回路12と、制御回路

14と、を備える。主回路12は、電力変換器20と、蓄電部22と、を有する。

[0013] 電力変換器20は、一对の直流端子20a、20bと、複数の交流端子20r、20s、20tと、を有する。電力変換器20は、直流端子20a、20bを介して直流回路2に接続される。また、電力変換器20は、交流端子20r、20s、20tを介して交流回路4に接続される。この例において、電力変換器20は、変圧器24を介して交流回路4に接続される。変圧器24は、電力変換器20と交流回路4との間に設けられる。ここでは、簡単化のため、その変圧比を1とする。変圧器24は、必要に応じて設けられるが、変圧器24を交流リアクトルに置き換えてもよい。

[0014] 直流回路2は、例えば、電気鉄道などに用いられる直流き電系統などの直流の電力系統や、太陽電池システムなどの直流の発電要素などである。直流端子20aは、直流回路2の高電位側に接続される。直流端子20bは、直流回路2の低電位側に接続される。直流端子20aは、換言すれば、高電位直流端子であり、直流端子20bは、換言すれば、低電位直流端子である。

[0015] 交流回路4は、例えば、交流電力系統である。交流回路4は、例えば、誘導電動機などの交流負荷でもよい。この例において、交流回路4の交流電力は、三相交流電力である。従って、電力変換器20は、3つの交流端子20r、20s、20tを有する。交流回路4の交流電力は、単相交流電力でもよい。この場合、電力変換器20に設けられる交流端子は、2つでよい。

[0016] 蓄電部22は、正極22aと、負極22bと、を有する。蓄電部22の正極22aは、リアクトル26r、26s、26tを介して各交流端子20r、20s、20tに接続される。蓄電部22の負極22bは、電力変換器20の低電位側の直流端子20bに接続される。蓄電部22には、例えば、二次電池やコンデンサなどが用いられる。

[0017] 電力変換器20は、フルブリッジ接続された複数のスイッチング素子30u、30v、30w、30x、30y、30zと、各スイッチング素子30u、30v、30w、30x、30y、30zのそれぞれに逆並列に接続さ

れた複数の整流素子 32 u、32 v、32 w、32 x、32 y、32 z と、を有する。

[0018] この例において、電力変換器 20 は、三相ブリッジ接続された 6 つのスイッチング素子 30 u、30 v、30 w、30 x、30 y、30 z と、6 つの整流素子 32 u、32 v、32 w、32 x、32 y、32 z と、を有する。この例において、電力変換器 20 は、いわゆる三相インバータである。

[0019] 各スイッチング素子 30 u、30 v、30 w、30 x、30 y、30 z のそれぞれは、一对の主端子と、制御端子と、を有する。各スイッチング素子 30 u、30 v、30 w、30 x、30 y、30 z は、制御端子に入力される信号（電圧）により、各主端子間に流れる電流を制御する。すなわち、各主端子間に電流が流れるオン状態と、各主端子間に実質的に電流が流れないオフ状態と、を切り替える。制御端子は、いわゆるゲート端子である。

[0020] 各スイッチング素子 30 u、30 v、30 w、30 x、30 y、30 z には、例えば、自己消弧型のスイッチング素子が用いられる。各スイッチング素子 30 u、30 v、30 w、30 x、30 y、30 z は、例えば、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) である。各スイッチング素子 30 u、30 v、30 w、30 x、30 y、30 z は、他の自己消弧型のスイッチング素子でもよい。

[0021] 各整流素子 32 u、32 v、32 w、32 x、32 y、32 z には、例えば、ダイオードが用いられる。各整流素子 32 u、32 v、32 w、32 x、32 y、32 z は、いわゆる還流ダイオードである。

[0022] 電力変換器 20 は、例えば、三相平衡交流電圧を発生させ、交流回路 4 と電力を授受する。また、電力変換器 20 は、各交流端子 20 r、20 s、20 t のそれぞれに大きさが実質的に等しい直流電圧を発生させ、蓄電部 22 と直流電力を授受する。この直流電力は、三相交流系統（交流回路 4）から見ると、零相電力である。また、電力変換器 20 が発生させる直流電圧は、零相成分であり、変圧器 24 が介在する場合には、交流回路 4 に影響しない。

- [0023] このように構成された主回路 12 では、各スイッチング素子 30 u、30 v、30 w、30 x、30 y、30 z のオン・オフによって、正相電力と直流電力とを独立して制御することにより、直流回路 2 と交流回路 4 との間の電力潮流、及び直流回路 2 と蓄電部 22 との間の電力潮流を独立して双方向に制御することができる。従って、各電力潮流の配分を適宜調整することにより、1組の電力変換器 20 によって、直流回路 2 と交流回路 4 と蓄電部 22 との間の電力潮流を三方向に制御することができる。
- [0024] 主回路 12 は、電圧検出器 40 と、電流検出器 41 と、電圧検出器 42 r、42 s、42 t と、電流検出器 43 r、43 s、43 t と、電圧検出器 44 と、電流検出器 45 と、をさらに有する。
- [0025] 電圧検出器 40 は、直流回路 2 の直流電圧 V_d を検出し、検出結果を制御回路 14 に入力する。換言すれば、電圧検出器 40 は、各直流端子 20 a、20 b 間の直流電圧を検出する。
- [0026] 電流検出器 41 は、直流回路 2 の直流電流 I_d を検出し、検出結果を制御回路 14 に入力する。換言すれば、電流検出器 41 は、各直流端子 20 a、20 b 間に流れる直流電流を検出する。
- [0027] 電圧検出器 42 r、42 s、42 t は、交流回路 4 の交流電圧 V_a を検出し、検出結果を制御回路 14 に入力する。より詳しくは、交流回路 4 の各相の相電圧を検出する。換言すれば、電圧検出器 42 r、42 s、42 t は、各交流端子 20 r、20 s、20 t の電圧を間接的に検出する。
- [0028] 電流検出器 43 r、43 s、43 t は、交流回路 4 の交流電流 I_a を検出し、検出結果を制御回路 14 に入力する。より詳しくは、交流回路 4 の各相の相電流を検出する。換言すれば、電流検出器 43 r、43 s、43 t は、各交流端子 20 r、20 s、20 t に流れる電流を間接的に検出する。
- [0029] この例では、電圧検出器 42 r、42 s、42 t、及び電流検出器 43 r、43 s、43 t が、変圧器 24 の交流回路 4 側に設けられている。電流検出器 43 r、43 s、43 t は、変圧器 24 の電力変換器 20 側に設けてもよい。

[0030] 電圧検出器 44 は、蓄電部 22 の直流電圧 V_b を検出し、検出結果を制御回路 14 に入力する。電流検出器 45 は、蓄電部 22 に流れる直流電流 I_b を検出し、検出結果を制御回路 14 に入力する。

[0031] 制御回路 14 は、図示を省略した信号線を介して各スイッチング素子 30u、30v、30w、30x、30y、30z のそれぞれの制御端子に接続されている。制御回路 14 は、各電圧検出器 40、42r、42s、42t、44、及び各電流検出器 41、43r、43s、43t、45 の各検出結果を基に、各スイッチング素子 30u、30v、30w、30x、30y、30z のオン・オフを制御する。これにより、制御回路 14 は、上述のように、直流回路 2 と交流回路 4 と蓄電部 22 との間の三方向の電力潮流を任意に制御する。

[0032] 図 2 は、第 1 の実施形態に係る制御回路の一例を模式的に表すブロック図である。

図 2 に表したように、制御回路 14 は、蓄電部電力検出回路 50、電力制御回路 (APR) 51、加算器 52、交流正相電力検出回路 53、電力制御回路 (APR) 54、 dq 逆変換回路 (dq^{-1}) 55、加算器 56、57、及び、三相 PWM 制御器 58 を有する。

[0033] 蓄電部電力検出回路 50 には、電圧検出器 44 で検出された蓄電部 22 の直流電圧 V_b の検出値と、電流検出器 45 で検出された蓄電部 22 の直流電流 I_b の検出値と、が入力される。蓄電部電力検出回路 50 は、入力された各検出値を基に、蓄電部 22 の直流電力 P_b を算出し、算出結果を電力制御回路 51 に入力する。

[0034] なお、各リアクトル 26r、26s、26t に流れる電流 I_r の瞬時値の三相和は、直流電流 I_b と実質的に等しい。従って、直流電力 P_b は、直流電圧 V_b と各リアクトル 26r、26s、26t の電流 I_r の瞬時値の三相和とから算出してもよい。また、電力変換器 20 の交流出力電流 I_c の瞬時値の三相和は、直流電流 I_b と実質的に等しい。従って、直流電力 P_b は、直流電圧 V_b と電力変換器 20 の交流出力電流 I_c の瞬時値の三相和とから

算出してもよい。さらには、直流電力 P_b は、直流電圧 V_d と直流電流 I_d とから直流回路電力を演算し、直流回路電力から交流正相有効電力検出値を減算することによって算出してもよい。

[0035] 電力制御回路 51 には、蓄電部 22 の直流電力 P_b の算出結果が入力されるとともに、蓄電部直流電力目標値 P_{bref} が入力される。電力制御回路 51 は、入力された直流電力 P_b 及び蓄電部直流電力目標値 P_{bref} を基に、直流電力 P_b を蓄電部直流電力目標値 P_{bref} に近付けるための電力変換器 20 の交流端子電圧の直流分補正値を算出し、算出結果を加算器 52 に入力する。

[0036] 加算器 52 には、電力変換器 20 の交流端子電圧の直流分補正値が入力されるとともに、直流電圧 V_b の検出値が入力される。加算器 52 は、直流電圧 V_b の検出値に補正値を加算することにより、直流電圧制御信号を生成し、生成した直流電圧制御信号を加算器 57 に入力する。

[0037] 交流正相電力検出回路 53 には、各電圧検出器 42r、42s、42t で検出された各相の交流電圧 V_a の検出値と、各電流検出器 43r、43s、43t で検出された各相の交流電流 I_a の検出値と、が入力される。交流正相電力検出回路 53 は、入力された各相の交流電圧 V_a の検出値及び各相の交流電流 I_a の検出値を基に、交流回路 4 の正相電力の有効電力 P_a 及び無効電力 Q_a を算出し、算出結果を電力制御回路 54 に入力する。

[0038] 交流電流 I_a は、変圧器の交流巻線電流でもよいし、直流巻線電流でもよい。また、交流回路 4 の正相電力の有効電力 P_a 及び無効電力 Q_a は、例えば、各相の交流電圧 V_a と電力変換器 20 の交流出力電流 I_c とを基に算出してもよい。交流出力電流 I_c には、直流電流が重畳するが、直流電流は、交流正相電力検出回路 53 によって除去可能である。

[0039] 電力制御回路 54 には、算出された有効電力 P_a 及び無効電力 Q_a が入力されるとともに、交流回路 4 の交流正相電力の有効電力目標値 P_{aref} 及び無効電力目標値 Q_{aref} が入力される。

[0040] 電力制御回路 54 は、入力された有効電力 P_a 及び有効電力目標値 P_{ar}

e_f を基に、有効電力 P_a を有効電力目標値 $P_{a\ ref}$ に近付けるための q 軸電圧成分補正值を算出し、算出した補正值を dq 逆変換回路 55 に入力する。

[0041] 同様に、電力制御回路 54 は、入力された無効電力 Q_a 及び無効電力目標値 $Q_{a\ ref}$ を基に、無効電力 Q_a を無効電力目標値 $Q_{a\ ref}$ に近付けるための d 軸電圧成分補正值を算出し、算出した補正值を dq 逆変換回路 55 に入力する。

[0042] dq 逆変換回路 55 には、各補正值が入力されるとともに、交流電圧 V_a の各相の位相の情報が入力される。 dq 逆変換回路 55 は、入力された各補正值と位相情報とを基に、有効電力及び無効電力を目標値に近付けるための電力変換器 20 の交流端子電圧の交流分補正值を算出し、算出した補正值を加算器 56 に入力する。

[0043] 加算器 56 には、電力変換器 20 の交流端子電圧の交流分補正值が入力されるとともに、各電圧検出器 42r、42s、42t で検出された各相の交流電圧 V_a の検出値が入力される。加算器 56 は、各相の交流電圧 V_a の検出値のそれぞれに、対応する各相の補正值を加算することにより、三相交流電圧制御信号を生成し、生成した三相交流電圧制御信号を加算器 57 に入力する。

[0044] 加算器 57 は、三相交流電圧制御信号に直流電圧制御信号を加算し、加算後の各相の電圧制御信号を三相 PWM 制御器 58 に入力する。

[0045] 三相 PWM 制御器 58 は、入力された電圧制御信号から電力変換器 20 の各スイッチング素子 30u、30v、30w、30x、30y、30z のそれぞれの制御信号を生成し、生成した各制御信号を各スイッチング素子 30u、30v、30w、30x、30y、30z の制御端子に入力する。これにより、制御回路 14 は、各スイッチング素子 30u、30v、30w、30x、30y、30z のオン・オフを制御する。

[0046] このように、制御回路 14 は、蓄電部 22 の直流電力 P_b と交流回路 4 の正相電力とが、各々の目標値に独立して追従するように電力変換器 20 の交

流端子電圧を制御する。ここで、電力変換器 20 の交流側直流電力は交流回路 4 に対して零相分であり、交流回路 4 に実質的に影響せず、蓄電部 22 との間の電力潮流となる。一方、電力変換器 20 の交流側正相電力は零相回路としての蓄電部 22 に実質的に影響せず、交流回路 4 との間の電力潮流となる。従って、1 組の電力変換器 20 によって、交流回路 4 との間の電力潮流と、蓄電部 22 との間の電力潮流と、を独立して制御することが可能である。蓄電部 22 の直流電力 P_b と交流回路 4 の正相電力との和は、直流回路 2 の直流電力と実質的に等しくなる。従って、蓄電部 22 の直流電力 P_b と交流回路 4 の正相電力との配分を適宜調整することにより、直流回路 2 と交流回路 4 と蓄電部 22 との間の電力潮流を三方向に任意に制御することができる。制御回路 14 の構成は、上記に限ることなく、主回路 12 の構成などに応じて適宜選択すればよい。

[0047] 図 3 (a) ~ 図 3 (d) 及び図 4 (a) ~ 図 4 (e) は、第 1 の実施形態に係る電力変換システムのシミュレーション結果の一例を模式的に表すグラフ図である。

図 3 (a) の縦軸は、交流回路 4 の各相の交流電圧 V_a である。

図 3 (b) の縦軸は、交流回路 4 の各相の交流電流 I_a である。

図 3 (c) の縦軸は、各リアクトル 26 r、26 s、26 t の電流 I_r である。

図 3 (d) の縦軸は、電力変換器 20 の交流出力電流 I_c である。

図 4 (a) の縦軸は、蓄電部 22 の直流電流 I_b 及び直流回路 2 の直流電流 I_d である。

図 4 (b) の縦軸は、蓄電部 22 の直流電圧 V_b 及び直流回路 2 の直流電圧 V_d である。

図 4 (c) の縦軸は、交流正相電力である。

図 4 (d) の縦軸は、蓄電部 22 の直流電力である。

図 4 (e) の縦軸は、直流回路 2 の直流電力である。

図 3 (a) ~ 図 3 (d) 及び図 4 (a) ~ 図 4 (e) のそれぞれの横軸は

、時間である。

また、シミュレーションにおいて、電流及び電圧の極性は、図 1 に従う。

[0048] シミュレーションでは、1. 2 秒～1. 3 秒の期間において、蓄電部 2 2 から 2 5 0 k W 放電し、交流回路 4 側に 2 5 0 k W 出力している。この間、直流回路 2 の電力は、実質的に零である。

また、1. 4 秒～1. 5 秒の期間において、直流回路 2 から 5 0 0 k W 入力し、蓄電部 2 2 に 2 5 0 k W 充電、交流回路 4 に 2 5 0 k W 出力している。

また、1. 6 秒～1. 7 秒の期間において、交流回路 4 から 2 5 0 k W 入力し、蓄電部 2 2 に 2 5 0 k W 充電している。この間、直流回路 2 の電力は、実質的に零である。

そして、1. 8 秒～1. 9 秒の期間において、交流回路 4 から 2 5 0 k W 入力し、蓄電部 2 2 から 2 5 0 k W 放電し、直流回路 2 に 5 0 0 k W 出力している。

[0049] 図 3 (a) ～図 3 (d) 及び図 4 (a) ～図 4 (e) に表したように、シミュレーションでは、交流正相電力と蓄電部 2 2 の直流電力とが、各々の目標値に独立して追従しており、直流回路 2 と交流回路 4 と蓄電部 2 2 との間の電力潮流が三方向に制御できていることが分かる。

[0050] このように、本実施形態に係る電力変換システム 1 0 では、1 組の電力変換器 2 0 によって、直流回路 2 と交流回路 4 と蓄電部 2 2 との間の電力潮流を三方向に制御することができる。従って、電力変換システム 1 0 では、例えば、2 組の変換器を用いる場合に比べて、変換器 1 組を省略でき、構成を簡易にすることができる。電力変換システム 1 0 では、例えば、2 組の変換器を用いる場合に比べて、装置を小型化することができる。電力変換システム 1 0 では、例えば、製造コストを抑えることができる。

[0051] 図 5 は、第 1 の実施形態に係る電力変換システムの変形例を模式的に表すブロック図である。

図 5 に表したように、電力変換システム 1 0 a では、電力変換器 2 0 が、

2つの交流端子20c、20dと、4つのスイッチング素子30a～30dと、4つの整流素子32a～32dと、を有する。なお、図5では、主回路12のみを便宜的に図示している。また、上記実施形態と機能・構成上実質的に同じものには、同符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0052] 各スイッチング素子30a～30dは、フルブリッジ接続されている。各整流素子32a～32dは、各スイッチング素子30a～30dに逆並列に接続されている。そして、電力変換器20では、直列に接続されたスイッチング素子30a、30cの接続点が一方の交流端子20cとなり、直列に接続されたスイッチング素子30b、30dの接続点が他方の交流端子20dとなる。すなわち、この例において、電力変換器20は、いわゆる単相インバータである。この例において、交流回路4の交流電力は、単相交流電力である。このように、交流回路4、電力変換器20の交流電力は、単相交流電力でもよい。

[0053] 図6は、第1の実施形態に係る電力変換システムの変形例を模式的に表すブロック図である。

図6に表したように、電力変換システム10bでは、主回路12が、複数の電力変換器20と複数の蓄電部22とを有する。各蓄電部22のそれぞれは、各リアクトル26r、26s、26tを介して各電力変換器20のそれぞれの各交流端子20r、20s、20tに接続される。そして、電力変換システム10bでは、変圧器24が、各電力変換器20を交流回路4に対して並列多重接続する。

[0054] このように、複数の電力変換器20と複数の蓄電部22とを設け、各電力変換器20を交流回路4に並列多重接続してもよい。これにより、例えば、各スイッチング素子の定格電圧又は定格電流を抑えつつ、電力変換システム10bの出力を大きくすることができる。また、等価的なスイッチング周波数を向上することで、交流回路4に流出する高調波を低減することができる。

[0055] この例では、変圧器24を三相三巻線変圧器とすることにより、各電力変

換器 20 を交流回路 4 に並列多重接続している。これに限ることなく、例えば、三相三巻線変圧器を 2 組の三相二巻線変圧器とすることにより、各電力変換器 20 を交流回路 4 に並列多重接続してもよい。変圧器 24 の構成は、各電力変換器 20 を交流回路 4 に対して並列多重接続可能な任意の構成でよい。

[0056] 図 7 は、第 1 の実施形態に係る電力変換システムの変形例を模式的に表すブロック図である。

図 7 に表したように、電力変換システム 10 c では、変圧器 24 が、各電力変換器 20 を交流回路 4 に対して直列多重接続する。このように、複数の電力変換器 20 と複数の蓄電部 22 とを設ける場合、各電力変換器 20 は、交流回路 4 に対して直列多重接続してもよい。この際、変圧器 24 の構成は、各電力変換器 20 を交流回路 4 に対して直列多重接続可能な任意の構成でよい。

[0057] 電力変換システム 10 b 及び電力変換システム 10 c では、2 組の電力変換器 20 を交流回路 4 に多重接続している。交流回路 4 に多重接続する電力変換器 20 の数は、2 つに限ることなく、3 つ以上でもよい。

[0058] 電力変換システム 10 b 及び電力変換システム 10 c では、各電力変換器 20 を 1 つの直流回路 2 に接続している。換言すれば、各電力変換器 20 のそれぞれの直流端子 20 a、20 b を並列に接続している。これに限ることなく、例えば、複数の電力変換器 20 のそれぞれに複数の直流回路 2 を接続してもよい。電力変換システム 10 b 及び電力変換システム 10 c においては、複数の直流回路 2 と交流回路 4 と複数の蓄電部 22 との間の電力潮流を任意に制御できるようにしてもよい。

[0059] 図 8 は、第 1 の実施形態に係る電力変換システムの変形例を模式的に表すブロック図である。

図 8 に表したように、電力変換システム 10 d では、蓄電部 22 の負極 22 b が、リアクトル 26 r、26 s、26 t を介して各交流端子 20 r、20 s、20 t に接続される。そして、蓄電部 22 の正極 22 a が、電力変換

器 20 の高電位側の直流端子 20 a に接続される。

[0060] このように、蓄電部 22 は、電力変換器 20 の高電位側の直流端子 20 a と各交流端子 20 r、20 s、20 t との間に接続してもよい、電力変換器 20 の低電位側の直流端子 20 b と各交流端子 20 r、20 s、20 t との間に接続してもよい。

[0061] (第 2 の実施形態)

図 9 は、第 2 の実施形態に係る電力変換システムを模式的に表すブロック図である。

図 9 に表したように、電力変換システム 100 では、変圧器 24 が、交流回路 4 の各相に対応した 3 つの一次巻線 24 r、24 s、24 t と、各一次巻線 24 r、24 s、24 t のそれぞれと磁氣的に結合した 3 つの二次巻線 24 u、24 v、24 w と、を有する。この例において、変圧器 24 は、いわゆる三相変圧器である。なお、図 9 では、制御回路 14 などの図示を便宜的に省略している。

[0062] 電力変換器 20 は、交流回路 4 の各相に対応した 3 つの交流端子 20 r、20 s、20 t を有する。変圧器 24 は、電力変換器 20 と交流回路 4 との間に設けられる。各一次巻線 24 r、24 s、24 t のそれぞれの一端は、交流端子 20 r、20 s、20 t のそれぞれに接続されている。各一次巻線 24 r、24 s、24 t のそれぞれ他端は、蓄電部 22 の正極 22 a に接続されている。すなわち、この例の変圧器 24 では、各一次巻線 24 r、24 s、24 t が、Y 結線され、各交流端子 20 r、20 s、20 t のそれぞれに接続されるとともに、各一次巻線 24 r、24 s、24 t の中性点が、蓄電部 22 の正極 22 a に接続されている。

[0063] 各二次巻線 24 u、24 v、24 w は、Δ 結線され、交流回路 4 に接続されている。Δ 結線された各二次巻線 24 u、24 v、24 w のそれぞれの接続点が、交流回路 4 の各相に接続されている。

[0064] このように、本実施形態に係る電力変換システム 100 では、変圧器 24 の Y 結線した各一次巻線 24 r、24 s、24 t をリアクトルとして用いて

いる。これにより、電力変換システム100では、各リアクトル26r、26s、26tを省略することができ、上記第1の実施形態の電力変換システム10に比べて、構成をより簡易にすることができる。例えば、装置をより小型にでき、製造コストをより抑制することができる。

[0065] 複数の電力変換器20及び複数の蓄電部22の並列多重化又は直列多重化は、電力変換システム100の構成においても可能である。

[0066] (第3の実施形態)

図10は、第3の実施形態に係る電力変換システムを模式的に表すブロック図である。

図10に表したように、電力変換システム110では、主回路12が、コア28をさらに有する。なお、図10では、制御回路14などの図示を便宜的に省略している。

[0067] コア28は、各リアクトル26r、26s、26tに共通に用いられる。各リアクトル26r、26s、26tのそれぞれは、コア28に巻き回される。コア28には、例えば、鉄などの磁性材料が用いられる。コア28は、いわゆる鉄心である。この例において、各リアクトル26r、26s、26tは、換言すれば、鉄心付きの三相リアクトルである。

[0068] このように、本実施形態に係る電力変換システム110では、3つのリアクトル26r、26s、26tのコアを共通化して三相構成とする。これにより、各リアクトル26r、26s、26tにおける正相インピーダンスを零相インピーダンスよりも大きくすることができる。各リアクトル26r、26s、26tの正相インピーダンスは、例えば、零相インピーダンスの10倍（5倍以上20倍以下）程度であることが好ましい。

[0069] 電力変換器20は、三相交流電圧を出力するため、各リアクトル26r、26s、26tには三相交流電流（無効電力成分）が流れる。一方、蓄電部22の電流は、零相成分である。例えば、三相構成化した各リアクトル26r、26s、26tの零相インピーダンスを第1の実施形態の電力変換システム10と同じ値とし、正相インピーダンスを零相インピーダンスの10倍

とすれば、蓄電部 22 の直流電流を第 1 の実施形態の場合と実質的に同じ値に維持しつつ、各リアクトル 26 r、26 s、26 t の交流電流を第 1 の実施形態の場合と比較して 10 分の 1 に減少させることができる。これにより、電力変換器 20 の無効電力出力を抑制し、装置容量を低減させることができる。

[0070] 複数の電力変換器 20 及び複数の蓄電部 22 の並列多重化又は直列多重化は、電力変換システム 110 の構成においても可能である。また、電力変換システム 110 の構成において、交流回路 4 の交流電力は、単相交流電力でもよい。電力変換器 20 は、単相インバータでもよい。

[0071] 実施形態によれば、簡易な構成の電力変換システムが提供される。

[0072] 以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明の実施形態は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、電力変換システムに含まれる、主回路、制御回路、電力変換器、蓄電部、直流端子、交流端子、スイッチング素子、整流素子、リアクトル、正極、負極、変圧器、一次巻線、二次巻線、及びコアなどの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

また、各具体例のいずれか 2 つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

[0073] その他、本発明の実施の形態として上述した電力変換システムを基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての電力変換システムも、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

[0074] その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

[0075] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これ

ら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。