

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-506058

(P2017-506058A)

(43) 公表日 平成29年2月23日 (2017.2.23)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**H02M 7/48 (2007.01)** H02M 7/48 E 5H770

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2016-551189 (P2016-551189)	(71) 出願人	515078095 エスエムエイ ソーラー テクノロジー アクティエンゲゼルシャフト SMA Solar Technology AG ドイツ連邦共和国 34266 ニーステ タール, ゾンネンアリー 1
(86) (22) 出願日	平成26年9月3日 (2014.9.3)	(74) 代理人	110001302 特許業務法人北青山インターナショナル
(85) 翻訳文提出日	平成28年9月26日 (2016.9.26)	(72) 発明者	フリーベ, イェンス ドイツ連邦共和国 34246 フェルマ ー, トリフトシュトラッセ 59
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/068771	(72) 発明者	プリオール, オリヴァー ドイツ連邦共和国 34431 マルスベ ルク, カッセラーシュトラッセ 90アー 最終頁に続く
(87) 国際公開番号	W02015/124221		
(87) 国際公開日	平成27年8月27日 (2015.8.27)		
(31) 優先権主張番号	102014102000.6		
(32) 優先日	平成26年2月18日 (2014.2.18)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		

(54) 【発明の名称】 無効電力能力を有し、アンフォールディングブリッジを有するインバータを動作させるための方法、および無効電力能力を有し、アンフォールディングブリッジを有するインバータ

## (57) 【要約】

無効電力能力を有し、電圧中間回路 (7) および極性反転器 (17) を有するインバータ (1) の動作中に、電圧中間回路 (7) に対する AC 出力 (20) の極性を変更するために、極性反転器 (17) によって、電圧中間回路 (7) の極 (8、9) を様々な構成で AC 出力 (20) の接続部 (18、19) に接続することが可能であり、AC 出力 (20) における交流電流 (I) および交流電圧 (U) との間の位相シフトが生じた場合には、電圧中間回路 (7) を介して流れる電流の方向が反転される。電圧中間回路 (7) を介して流れる電流の方向のこの反転は、AC 出力 (20) を電圧中間回路 (7) から絶縁するステップと、AC 出力 (20) が電圧中間回路 (7) から絶縁されている間に、フリーホイーリング経路を AC 出力 (20) の接続部 (18、19) 間に設けるステップと、極性反転器 (17) によって AC 出力 (20) の極性が電圧中間回路 (7) に対して変更されたときに、AC 出力 (20) を電圧中間回路 (7) に再び接続するステップと、を含む。

【選択図】 図 2

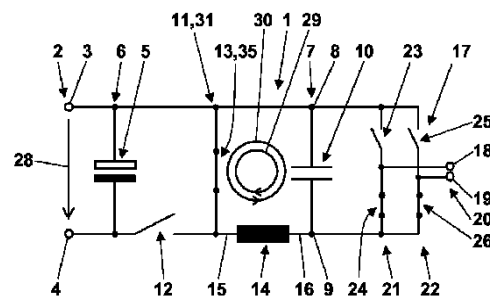


Fig. 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

無効電力能力を有し、

- 電圧リンク回路 ( 7 ) と、
- アンフォールディングブリッジ ( 1 7 ) と、

を備えるインバータ ( 1 ) を動作させるための方法であって、

前記電圧リンク回路 ( 7 ) に対する A C 出力 ( 2 0 ) の極性を変更するために、前記電圧リンク回路 ( 7 ) の極 ( 8 、 9 ) が、前記アンフォールディングブリッジ ( 1 7 ) によって様々な構成で前記 A C 出力 ( 2 0 ) の端子 ( 1 8 、 1 9 ) に接続可能であり、

前記 A C 出力 ( 2 0 ) における A C 電流 ( I ) と A C 電圧 ( U ) との間の位相シフトの場合には、前記電圧リンク回路 ( 7 ) を介して流れる電流の方向を反転するステップを含む方法において、

前記電圧リンク回路 ( 7 ) を介して流れる前記電流の前記方向を反転するステップが、

- 前記電圧リンク回路 ( 7 ) から前記 A C 出力 ( 2 0 ) を遮断するステップと、
- 前記 A C 出力 ( 2 0 ) が前記電圧リンク回路 ( 7 ) から遮断されている間に、前記 A C 出力 ( 2 0 ) の前記端子 ( 1 8 、 1 9 ) 間にフリーホイーリング経路を設けるステップと

- 前記アンフォールディングブリッジ ( 1 7 ) によって変更されている前記電圧リンク回路 ( 7 ) に対する前記 A C 出力 ( 2 0 ) の前記極性で、前記 A C 出力 ( 2 0 ) を前記電圧リンク回路 ( 7 ) に再度接続するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の方法において、前記 A C 出力 ( 2 0 ) が、開かれている前記アンフォールディングブリッジ ( 1 7 ) のブリッジスイッチ ( 2 3 乃至 2 6 ) によって前記電圧リンク回路 ( 7 ) から遮断されることを特徴とする方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 に記載の方法において、前記 A C 出力 ( 2 0 ) の前記端子 ( 1 8 、 1 9 ) が、前記フリーホイーリング経路を設けるために短絡されることを特徴とする方法。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の方法において、前記 A C 出力 ( 2 0 ) の前記端子 ( 1 8 、 1 9 ) が、前記アンフォールディングブリッジ ( 1 7 ) のブリッジスイッチ ( 2 3 乃至 2 6 ) を介して短絡されることを特徴とする方法。

**【請求項 5】**

請求項 2 に記載、かつ、請求項 4 に記載の方法において、前記電圧リンク回路 ( 7 ) が、2 つの極を備えるとともに、前記電圧リンク回路 ( 7 ) から前記 A C 出力 ( 2 0 ) を遮断し、前記 A C 出力 ( 2 0 ) の前記端子 ( 1 8 、 1 9 ) を短絡させるために、前記電圧リンク回路 ( 7 ) の前記同じ極 ( 8 ) に接続された前記アンフォールディングブリッジ ( 1 7 ) のブリッジスイッチ ( 2 3 、 2 5 ) が開かれ、前記アンフォールディングブリッジ ( 1 7 ) の残りのブリッジスイッチ ( 2 4 、 2 6 ) が閉じられることを特徴とする方法。

**【請求項 6】**

請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の方法において、前記位相シフトの場合には、前記 A C 出力 ( 2 0 ) において前記 A C 電流 ( I ) が、前記 A C 電圧 ( U ) よりも遅れていることを特徴とする方法。

**【請求項 7】**

請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の方法において、前記電圧リンク回路 ( 7 ) を介する前記電流が、双方向 D C / D C コンバータ ( 3 1 ) によって整形されることを特徴とする方法。

**【請求項 8】**

請求項 7 に記載の方法において、前記双方向 D C / D C コンバータが、少なくとも 1 つの蓄積インダクタ素子 ( 1 4 ) を備え、

10

20

30

40

50

- 前記蓄積インダクタ素子(14)の1つの端子(15)が、スイッチ(12)を介してDC入力(2)の一方の極(4)に接続可能であり、
  - 前記蓄積インダクタ素子(14)の別の1つの端子(16)が、前記電圧リンク回路(7)の一方の極(9)に接続され、
  - 前記蓄積インダクタ素子(14)の前記1つの端子(15)、または前記蓄積インダクタ素子(14)の、前記別の1つの端子(16)と同じ巻線(43)に接続された前記蓄積インダクタ素子(14)のさらなる端子(44)が、スイッチング素子(35)を介して前記電圧リンク回路(7)のもう一方の極(8)に接続可能である方法において、  
前記AC出力(20)においてAC電流(I)が前記AC電圧(U)よりも遅れている場合に、前記電圧リンク回路(7)を介して流れる前記電流の前記方向を反転するステップが、以下のステップ、すなわち、
  - 前記蓄積インダクタ素子(14)を通して流れる電流で前記電圧リンク回路(7)を充電するステップと、
  - 前記蓄積インダクタ素子(14)を介して、またはさらなる蓄積インダクタ素子(37)を介して前記電圧リンク回路(7)を放電するステップと、
- をさらに含むことを特徴とする方法。

10

**【請求項9】**

請求項8に記載の方法において、前記蓄積インダクタ素子(14)を通して流れ、かつ、前記スイッチング素子(35)の方に向きを変える前記電流で前記電圧リンク回路(7)を充電するために、前記蓄積インダクタ素子(14)の前記1つの端子(15)を、前記DC入力(2)に接続する前記スイッチ(12)が開かれることを特徴とする方法。

20

**【請求項10】**

請求項8または9に記載の方法において、前記電圧リンク回路(7)を前記AC出力(20)に再度接続した後に、前記蓄積インダクタ素子(14)、または前記さらなる蓄積インダクタ素子(37)を通して前記電圧リンク回路(7)を放電することにより生成された電流が流れ続けるように、前記DC/DCコンバータ(31)を動作させることを特徴とする方法。

**【請求項11】**

請求項8乃至10の何れか1項に記載の方法において、前記スイッチング素子(35)が、前記蓄積インダクタ素子(14)および前記電圧リンク回路(7)によって形成された共振回路の共振周期の半分にわたって前記電圧リンク回路(7)を充電および放電するために閉じられている、さらなるスイッチ(13)であることを特徴とする方法。

30

**【請求項12】**

請求項8乃至10何れか1項に記載の方法において、前記スイッチング素子(35)が、ダイオード(45)であるとともに、前記蓄積インダクタ素子(14)または前記さらなる蓄積インダクタ素子(37)を介して、前記蓄積インダクタ素子(14)または前記さらなる蓄積インダクタ素子(37)と、前記電圧リンク回路(7)とによって形成された前記共振回路の前記共振周期の4分の1にわたって、前記電圧リンク回路(7)を放電するために閉じられているさらなるスイッチ(36)が設けられることを特徴とする方法。

40

**【請求項13】**

- 無効電力能力を有し、
- 双方向DC/DCコンバータ(31)と、
  - 電圧リンク回路(7)と、
  - アンフォールディングブリッジ(17)と、
- を備えるインバータ(1)を動作させるための方法であって、  
前記双方向DC/DCコンバータが、少なくとも1つの蓄積インダクタ素子(14)を備え、
- 前記蓄積インダクタ素子(14)の1つの端子(15)が、スイッチ(12)を介してDC入力(2)の一方の極(4)に接続可能であり、

50

- 前記蓄積インダクタ素子(14)の別の1つの端子(16)が、前記電圧リンク回路(7)の一方の極(9)に接続され、

- 前記蓄積インダクタ素子(14)の前記1つの端子(15)、または前記蓄積インダクタ素子(14)の、前記別の1つの端子(16)と同じ巻線(43)に接続された前記蓄積インダクタ素子(14)のさらなる端子(44)が、スイッチング素子(35)を介して前記電圧リンク回路(7)のもう一方の極(8)に接続可能であり、

前記電圧リンク回路(7)に対するAC出力(20)の極性を変更するために、前記電圧リンク回路(7)の極(8、9)が、前記アンフォールディングブリッジ(17)によって様々な構成で前記AC出力(20)の端子(18、19)に接続可能であり、

前記AC出力(20)におけるAC電流(I)とAC電圧(U)との間の位相シフトの場合には、前記アンフォールディングブリッジ(17)によって、前記電圧リンク回路(7)に対する前記AC出力(20)の前記極性が前記AC電圧の半サイクル間で変更されると、前記電圧リンク回路(7)を介して流れる電流の方向を反転するステップを含む方法において、

前記AC出力(20)においてAC電流(I)が前記AC電圧(U)よりも遅れている場合に、前記電圧リンク回路(7)を介して流れる前記電流の前記方向を反転するステップが、

- 前記蓄積インダクタ素子(14)を通して流れる前記電流で前記電圧リンク回路(7)を充電するステップと、

- 前記蓄積インダクタ素子(14)を介して、またはさらなる蓄積インダクタ素子(37)を介して前記電圧リンク回路(7)を放電するステップと、  
を含むことを特徴とする方法。

#### 【請求項14】

請求項13に記載の方法において、

前記AC出力(20)においてAC電流(I)が前記AC電圧(U)よりも遅れている場合に、前記電圧リンク回路(7)を介して流れる前記電流の前記方向を反転するステップが、

- 前記電圧リンク回路(7)から前記AC出力(20)を遮断するステップと、

- 前記AC出力(20)が前記電圧リンク回路(7)から遮断されている間に、前記AC出力(20)の端子(18、19)間にフリーホイーリング経路を設けるステップと、

- 前記アンフォールディングブリッジ(17)によって変更されている前記電圧リンク回路(7)に対する前記AC出力(20)の前記極性で、前記AC出力(20)を前記電圧リンク回路(7)に再度接続するステップと、

をさらに含むことを特徴とする方法。

#### 【請求項15】

無効電力能力を有し、

- 双方向DC/DCコンバータ(31)と、

- 電圧リンク回路(7)と、

- アンフォールディングブリッジ(17)と、

- 動作制御器(49)と、

を備えるインバータ(1)であって、

前記アンフォールディングブリッジ(17)が、前記電圧リンク回路(7)の極(8、9)と、AC出力(20)の端子(18、19)との間に接続されているインバータ(1)において、

前記動作制御器(49)が、請求項1乃至14の何れか1項に記載の方法により前記インバータ(1)を動作させるように構成されていることを特徴とするインバータ(1)。

#### 【請求項16】

請求項15に記載のインバータ(1)において、

前記双方向DC/DCコンバータ(31)が、少なくとも1つの蓄積インダクタ素子(14)を備えるとともに、

10

20

30

40

50

- 前記蓄積インダクタ素子（１４）の１つの端子（１５）が、スイッチ（１２）を介してＤＣ入力（２）の一方の極（４）に接続可能であり、
- 前記蓄積インダクタ素子（１４）の別の１つの端子（１６）が、前記電圧リンク回路（７）の一方の極（９）に接続され、かつ、
- 前記蓄積インダクタ素子（１４）の前記１つの端子（１５）、または前記蓄積インダクタ素子（１４）の、前記別の１つの端子（１６）と同じ巻線に接続された前記蓄積インダクタ素子（１４）のさらなる端子（４４）が、スイッチング素子（３５）を介して前記電圧リンク回路（７）のもう一方の極（８）に接続可能であることを特徴とするインバータ（１）。

#### 【請求項１７】

10

請求項１６に記載のインバータ（１）において、前記蓄積インダクタ素子（１４）が、前記ＤＣ入力（２）から前記電圧リンク回路（７）へと指向されたバックコンバータ（３３）のインダクタ（５０）を備えることを特徴とするインバータ（１）。

#### 【請求項１８】

請求項１７に記載のインバータ（１）において、さらなる蓄積インダクタ素子（３７）が、前記電圧リンク回路（７）から前記ＤＣ入力（２）へと指向されたブーストコンバータ（３４）のさらなるインダクタ（５１）を備えることを特徴とするインバータ（１）。

#### 【請求項１９】

請求項１６に記載のインバータ（１）において、前記蓄積インダクタ素子（１４）が、前記電圧リンク回路（７）から前記ＤＣ入力（２）への阻止方向を有するフライバックコンバータ（３９）の蓄積変圧器（４１）を備え、さらなる蓄積インダクタ素子（３７）が、前記ＤＣ入力（２）から前記電圧リンク回路（７）への阻止方向を有するさらなるフライバックコンバータ（４０）のさらなる蓄積変圧器（４６）を備えることを特徴とするインバータ（１）。

20

#### 【請求項２０】

請求項１８または１９に記載のインバータ（１）において、前記蓄積インダクタ素子（１４）のインダクタンス（Ｌ）、および前記さらなる蓄積インダクタ素子（３７）のインダクタンス（Ｌ）は、大きさが等しいことを特徴とするインバータ（１）。

#### 【請求項２１】

請求項１８乃至２０の何れか１項に記載のインバータ（１）において、前記さらなる蓄積インダクタ素子（３７）の端子が、前記ＤＣ入力（２）の極（３、４）、または追加のスイッチング素子を介した電気エネルギーのためのバッファ蓄積装置の極に接続可能であることを特徴とするインバータ（１）。

30

#### 【請求項２２】

請求項１７に記載のインバータ（１）において、前記バックコンバータ（３３）が、逆並列ダイオード（５５'および５５''）を有し、中心線（５３）に対して対称的に配置された２つのスイッチ（１２'および１２''）と、前記中心線（５３）に対して対称的に配置された２つのインダクタ（５０'、５０''）と、前記中心線（５３）に対して対称的に配置された２つのダイオード（４５'および４５''）と、を備える対称的なバックコンバータ（５２）であり、前記中心線（５３）が、入力電圧リンク回路（６）の中心点、前記ダイオード（４５'および４５''）間の中心点、および前記電圧リンク回路（６）の中心点を接続し、スイッチ（５４）が、前記ダイオード（４５'および４５''）と並列に、かつ、前記中心線（５３）に直接接続せずに接続されることを特徴とするインバータ（１）。

40

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【０００１】

本発明は、無効電力能力を有し、電圧リンク回路と、アンフォールディングブリッジと、を備えるインバータを動作させるための方法、および無効電力能力を有し、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータと、電圧リンク回路と、独立特許請求項の前提部に記載の特徴を有する

50

アンフォールディングブリッジと、を備えるインバータに関する。

【背景技術】

【0002】

高周波数クロッキングを有するスイッチを数個しか備えていなくても正弦波AC電流を整形することができるインバータを構築するために、DC/DCコンバータをアンフォールディングブリッジと組み合わせることが知られている。この組み合わせでは、DC/DCコンバータは、AC電流の半サイクルを整形する。また、アンフォールディングブリッジは、極性が交互になったインバータの2つのAC電流端子をDC/DCコンバータの出力または間に置かれた電圧リンク回路の極に接続する。極性の反転は、AC電流端子に外部から印加されたAC電圧のそれぞれのゼロ交差と同時に実行される。概して、これは、DC発電機からの電気エネルギーがインバータによって給電されるACグリッドのAC電圧である。

10

【0003】

DC/DCコンバータおよびアンフォールディングブリッジを備えるこのようなインバータに無効電力能力を与えるために、様々な手段が知られている。これらの手段は2つのグループに細分することができる。

【0004】

第1のグループの手段の場合には、電流は、DC/DCコンバータによって外部のAC電圧の方向にのみ出力されるが、電圧・時間積分の重心に対するその電流・時間積分の重心は、AC電圧の各半サイクルの間にシフトしている。これは、例えば、独国特許出願公開第10 2010 035 020 A 1号明細書に記載されている。この手段を実現するには、単方向DC/DCコンバータで十分である。しかしながら、この方法では、出力AC電流と外部のAC電圧との間の小さい位相シフト角度しか便宜上実現することができない。位相シフト角度が大きくなるにつれて、出力AC電流は、所望の正弦波波形に対して変形が大きくなり、それに応じて位相シフト角度とともに全高調波の歪みが増加する。全高調波の大きな歪みは、信号が顕著な調和成分を有していることを示し、結果として電磁干渉が生じる場合がある。

20

【0005】

第2のグループの手段の場合には、DC/DCコンバータが、双方向に実施されることで、AC出力においてもまた、電流が瞬間電圧と逆方向に流れることが可能になる。この点については、独国特許出願公開第10 2009 029 387 A 1号明細書は、インバータ、特に、極性反転器としての半導体ブリッジ回路を、四象限制御器として設計されたDCチョッパ制御器の形態でDC/DCコンバータと組み合わせた光起電力設備の太陽電池インバータを開示している。DCチョッパ制御器は、特に、バックコンバータおよびブーストコンバータと共通のインダクタンスとの組み合わせ、またはバック・ブーストコンバータと共通のインダクタンスとの組み合わせを備えてもよい。

30

【0006】

しかしながら、無効電力を供給するための双方向DC/DCコンバータおよびアンフォールディングブリッジを備えるインバータの動作中、すなわち、インバータのAC出力におけるAC電流とAC電圧との間の位相シフトの場合には、アンフォールディングブリッジがAC電圧の半サイクル間で極性を反転すると、DC/DCコンバータを通して流れる電流の方向が反転されなければならない。これは、瞬間電圧に対して負電流から正電流に反転する場合には、DC入力に接続されたDC電源のDC入力電圧が、反転するための原動力として作用するので、通常問題にはならない。しかしながら、AC出力における瞬間電圧に対して正電流から負電流に反転する場合には、状況は異なる。この理由は、単に、AC電圧のゼロ交差でのAC出力における瞬間電圧が非常に低いことによる。このように非常に低い瞬間電圧では、DC/DCコンバータのインダクタンスを通電する電流の方向を反転するのに必要な電圧・時間積分は、比較的長い期間にわたってしか確立することができない。この時間は、電流の下落として、したがって、インバータによるAC出力の所望の正弦波プロファイルからの逸脱として現れる。その結果、出力AC電流の大きな全高

40

50

調波の歪みが生じる。

【0007】

独国特許出願公開第10 2009 029 387 A1号明細書では、この課題には対処していない。

【0008】

中国特許出願公開第103208935 A号明細書もまた、無効電力を供給するために、双方向DC/DCコンバータをアンフォールディングブリッジと組み合わせることを開示している。

【0009】

スイス国特許第700 030 B1号明細書によれば、アンフォールディングブリッジと組み合わせた双方向DC/DCコンバータは、バックコンバータとブーストコンバータとに細分され、これらは、入力端子の2つの極と、電圧リンク回路との間にインダクタンスを有する対称的な設計であり、これらのインダクタンスは、バックコンバータおよびブーストコンバータの両方によって使用される。この明細書もやはりまた、無効電力を供給する際の、出力AC電流の大きな全高調波の歪みについて記載していない。

10

【0010】

国際公開第2013/134904 A1号パンフレットは、対称的な設計のバック-ブーストコンバータ、およびアンフォールディングブリッジを備えるインバータについて記載している。

【0011】

国際公開第2012/146414 A2号パンフレットは、独立特許請求項1および13の前提部に記載の特徴を有する方法、ならびに代替形態の独立特許請求項15の前提部に記載の特徴を有するインバータについて記載している。この場合、バック-ブーストコンバータの形態をした双方向DC/DCコンバータが、アンフォールディングブリッジと組み合わせられて、無効電力能力を有するインバータを形成している。AC電流とAC電圧との間の位相シフト角度が負の場合に、すなわち、AC電流がAC電圧により遅れている場合に、電圧リンク回路を介して流れる電流の方向を変更する場合の困難を回避するために、バック-ブーストコンバータのインダクタを通電する電流の設定点プロファイルの急変が回避されている。この目的のために、AC電圧のゼロ交差で同様にゼロ交差を有するように、電流の設定点プロファイルが修正されている。その結果、出力電流が所望の正弦波プロファイルから逸脱し、ここでも同様に全高調波の歪みが大きくなっている。

20

30

【0012】

特開2002 369388号公報は、双方向ブーストコンバータとインバータブリッジとの組み合わせを開示しており、そこでは、少なくとも電圧のゼロ交差において、ブーストコンバータの2つのスイッチに加えて、インバータブリッジの少なくとも2つのスイッチが、AC電流を整形する目的で高周波クロッキングされる。したがって、インバータブリッジは、ブリッジスイッチが出力AC電流の周波数の大きさと同程度の実質的に低周波でクロッキングされるアンフォールディングブリッジではない。

【0013】

国際公開第2011/042567 A1号パンフレットは、無効電力能力を有し、2つのバック-ブーストコンバータを備えるインバータを開示しており、この2つのバック-ブーストコンバータのインダクタは、AC出力の2つの端子のうちの一方にそれぞれ接続されている。この場合、2つのバック-ブーストコンバータは、出力AC電流の半サイクルごとに交互にブリッジされている。出力AC電流の位相シフト角度がゼロから逸脱している無効電力が、純粋な有効電力および純粋な無効電力を、それぞれの場合において、AC電圧の1つの周期または複数の周期にわたってブロック単位で出力することにより、実現されている。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

50

本発明が対処する課題は、無効電力能力を有し、電圧リンク回路と、アンフォールディングブリッジと、を備えるインバータを動作させるための方法を提供し、さらにまた、対応するインバータであって、大きな負の位相シフト角度を有するＡＣ出力において、出力ＡＣ電流がＡＣ電圧よりも遅れている場合であっても、全高調波の歪みが小さいインバータも提供するという課題である。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

本発明が対処する課題は、独立特許請求項１または１３に記載の特徴を有する方法によって、および代替形態の独立特許請求項１５に記載の特徴を有するインバータによって解決される。本発明による方法の有利な実施形態、および本発明によるインバータの有利な実施形態は、従属特許請求項において規定されている。

10

【００１６】

発明の説明

無効電力能力を有し、電圧リンク回路と、アンフォールディングブリッジと、を備えるインバータを動作させるための本発明による方法では、電圧リンク回路の極は、電圧リンク回路に対するＡＣ出力の極性を変更するために、アンフォールディングブリッジによって、様々な構成で、例えば、交互にＡＣ出力の端子に接続可能であり、ＡＣ出力におけるＡＣ電流とＡＣ電圧との間の位相シフトの場合には、つまり、無効電力を供給するために、アンフォールディングブリッジによって、電圧リンク回路に対するＡＣ出力の極性がＡＣ電圧の半サイクル間で変更されると、電圧リンク回路を介して流れる電流の方向が反転される。電圧リンク回路を介して流れる電流の方向を反転するステップは、電圧リンク回路からＡＣ出力を遮断するステップと、ＡＣ出力が電圧リンク回路から遮断されている間に、ＡＣ出力の２つの端子の間にフリーホイーリング経路を設けるステップと、アンフォールディングブリッジによって変更されている電圧リンク回路に対するＡＣ出力の極性で、ＡＣ出力を電圧リンク回路に再度接続するステップと、を含む。

20

【００１７】

無効電力能力を有するインバータの双方向性は、少なくとも１つの双方向（部分）コンバータによって、または逆並列に接続された、電圧リンク回路を介して流れる電流を整形する少なくとも２つの単方向部分コンバータによって提供することができる。大体において、電圧リンク回路に関して双方向性が提供されれば、すなわち、ＤＣ／ＤＣコンバータが、電圧リンク回路を介して電流を両方向に通電させることができれば、この場合には十分である。この点に関して、例えば、逆並列に接続された２つの単方向部分コンバータは、電圧リンク回路から離れたそれぞれの側で互いに接続される必要はない。もっと正確に言えば、そこでは部分コンバータのうちの少なくとも１つが、電気エネルギーのためのバッファ蓄積装置だけに接続されていればよい。

30

【００１８】

電圧リンク回路を介して流れる電流は、電圧リンク回路にわたって、無効電力能力を有するインバータのアンフォールディングブリッジに流れる電流である。この電流は、電圧リンク回路のリンク回路のキャパシタンスを流入、流出する構成要素を備える。リンク回路のキャパシタンスは、１つまたは複数の、並列または直列に接続されたリンク回路キャパシタによって供給される。

40

【００１９】

ＡＣ出力を電圧リンク回路から遮断し、少なくともこの遮断の間にＡＣ出力の端子間にフリーホイーリング経路を設けることによって、ＡＣ出力におけるＡＣ電流は、このフリーホイーリング経路を介してさらに流れることができる。フリーホイーリング経路では、出力側に存在し、かつ、電流が通電するインダクタンスによってＡＣ電流が維持される。したがって、特にＡＣ電流がＡＣ出力においてＡＣ電圧よりも遅れている場合に、アンフォールディングブリッジによって、電圧リンク回路に対するＡＣ出力の極性がＡＣ電圧の半サイクル間で変更されたときに、電圧リンク回路を介して流れる電流の方向を反転するために必要な手段を講じることにより、ＡＣ電流が低下することがない。このようにこれ

50



らの手段は、ＡＣ電流の全高調波の歪みの増加の影響を受けない。

【００２０】

電圧リンク回路からＡＣ出力を遮断するためには、大体において、極を１つだけ遮断すれば十分である。なぜなら、極を１つだけ遮断することにより、電圧リンク回路からＡＣ出力への通電、およびその逆の通電をすでに防いでいるからである。

【００２１】

ＡＣ出力が３つ以上の端子を有する場合には、ＡＣ出力の端子間にフリーホイーリング経路が設けられているという場合、少なくとも端子のうちの２つの間にフリーホイーリング経路が設けられていることを意味する。

【００２２】

ＡＣ電流のためのフリーホイーリング経路は、ＡＣ出力の端子間のキャパシタンスによって設けることができる。すなわち、フリーホイーリング経路は、ＡＣ出力の端子を互いに直流電氣的に接続する必要がない。ＡＣ出力の端子間のフリーホイーリング経路に適したキャパシタンスは、すでに存在するフィルタキャパシタによって、またはＡＣ出力の端子間にキャパシタを追加することによって設けることができる。

【００２３】

しかしながら、フリーホイーリング経路は、ＡＣ出力の端子を短絡させることによって、すなわち、端子を互いに直接接続することによってもまた設けることができる。ＡＣ出力の端子のハード短絡もまた、この時のＡＣ出力における電圧が低電圧にすぎないことを考慮するとノンクリティカルである。

【００２４】

ＡＣ出力においてＡＣ電流がＡＣ電圧よりも先行している場合には、電圧リンク回路からＡＣ出力を遮断し、ＡＣ電流のためのフリーホイーリング経路を設けるステップもまた、電圧リンク回路を介して流れる電流の方向が反転すると同時に任意選択で実行することができる。少なくともＡＣ出力においてＡＣ電流がＡＣ電圧よりも遅れている場合には、すなわち、ＡＣ出力においてＡＣ電流とＡＣ電圧との間が負の位相シフト角度の場合には、これらのことを実行すると有利である。

【００２５】

本発明による方法では、電圧リンク回路からＡＣ出力を - 本発明により - 遮断し、電圧リンク回路にＡＣ出力を再度接続するのに適切な時点を決断するために、ＡＣ出力において電圧および / または電流を測定すると有利である。

【００２６】

本発明による方法では、アンフォールディングブリッジとしてブリッジ回路を用いることができる。これにより、ブリッジ回路は、電圧リンク回路に対するＡＣ出力の極性を、実質的にＡＣ電圧の半サイクル間で、すなわち、ＡＣ電圧のゼロ交差において変更する。しかしながら、これは、ブリッジ回路がその間に他の機能も同様に実行し、その目的でブリッジ回路のブリッジスイッチが、例えば、一時的に高周波クロッキングされ得る場合もまた除外しない。

【００２７】

本発明による方法では、切り換えブリッジをアンフォールディングブリッジとして用いることが好ましい。この場合、電圧リンク回路からＡＣ出力を遮断するステップは、アンフォールディングブリッジのブリッジスイッチを開くことにより実行することが好ましい。同様に、電圧リンク回路を介する電流の方向が反転すると同時に、好ましくはアンフォールディングブリッジのブリッジスイッチを介して、ＡＣ出力の端子を短絡させる。

【００２８】

具体的には、ＡＣ出力の端子が２つである場合には、したがって、電圧リンク回路からＡＣ出力を遮断し、ＡＣ出力の端子を短絡させるためのアンフォールディングブリッジのブリッジスイッチが合計４つある場合には、電圧リンク回路の同じ極に接続されたアンフォールディングブリッジの２つのブリッジスイッチを、アンフォールディングブリッジの他の２つのブリッジスイッチが閉じられている間に、開くことができる。この場合、すで

10

20

30

40

50

に開かれているか、あらかじめ閉じられているアンフォールディングブリッジのブリッジスイッチは、開かれたままか、閉じられたままであってもよい。続いて、アンフォールディングブリッジによって変更されている電圧リンク回路に対するＡＣ出力の極性で、ＡＣ出力を電圧リンク回路に再度接続するには、あらかじめ開かれているブリッジスイッチのうちの１つを閉じて、あらかじめ閉じられているアンフォールディングブリッジのブリッジスイッチのうちの１つを開けば十分である。

【００２９】

１つの特定の実施形態では、本発明による方法は、無効電力能力を有し、少なくとも１つの蓄積インダクタ素子と、電圧リンク回路と、アンフォールディングブリッジと、を有する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータを備えるインバータの動作に関する。この場合、蓄積インダクタ素子の１つの端子は、スイッチを介してＤＣ入力の方の極に接続可能である。蓄積インダクタ素子の別の１つの端子は、電圧リンク回路の方の極に接続され、蓄積インダクタ素子の１つの端子、または蓄積インダクタ素子の、別の１つの端子と同じ巻線に接続された蓄積インダクタ素子のさらなる端子は、スイッチング素子を介して電圧リンク回路のもう一方の極に接続可能である。

【００３０】

蓄積インダクタ素子の端子がスイッチを介してＤＣ入力の方の極に接続可能であるという事実により、蓄積インダクタ素子の端子とＤＣ入力の方の極との間の直流電氣的な接続が必ずしも形成可能である必要はない。例えば、変圧器の、スイッチに対して反対側に蓄積インダクタを備えるシングルエンドのフォワードコンバータの場合には、蓄積インダクタの端子とＤＣ入力の方の極との間に必要な一時的接続が、直流電氣的に絶縁している変圧器にわたってスイッチを閉じることにより形成される。

【００３１】

同様に、蓄積インダクタ素子の別の１つの端子が電圧リンク回路の極に接続されているという事実によってもまた、直流電氣的な接続は必ずしも必要ではない。例えば、変圧器の、スイッチと同じ側に蓄積インダクタを備えるシングルエンドのフォワードコンバータの場合には、蓄積インダクタの極と電圧リンク回路の極との間に必要な接続が、直流電氣的に絶縁している変圧器にわたって設けられる。

【００３２】

本発明による方法の特定の実施形態における無効電力能力を有するインバータの上記定義は、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータが、バックコンバータと、ブーストコンバータとの組み合わせとして、またはバック・ブーストコンバータとして実施されている多くのインバータに当てはまる。この場合、２つの蓄積インダクタ素子を備える対称的な設計もまた実現することができる。バックコンバータと、ブーストコンバータとの組み合わせの場合には、蓄積インダクタ素子は、両方のコンバータにより共同で使用してもよい。しかしながら、ブーストコンバータおよびバックコンバータは、別個の蓄積インダクタ素子を備えてもまたよい。具体的には、インバータのトポロジは、大体において、無効電力能力を有する、上記「背景技術」の項に記載の双方向ＤＣ／ＤＣコンバータと、アンフォールディングブリッジと、を備えるインバータに関する先行技術として認められた文献におけるものとまったく同じように設計することができる。インバータのトポロジのさらなる変更形態が可能である。

【００３３】

本発明による方法の特定の実施形態では、ＡＣ出力においてＡＣ電圧よりも遅れているＡＣ電流の場合の電圧リンク回路を介して流れる電流の方向を反転するステップは、追加で次の各ステップ、すなわち、

- 蓄積インダクタ素子を通して流れる電流で電圧リンク回路を充電するステップと、
  - 蓄積インダクタ素子を介して、またはさらなる蓄積インダクタ素子を介して電圧リンク回路を放電するステップと、
- を含む。

【００３４】

10

20

30

40

50

本発明による方法の特定の実施形態では、電圧リンク回路を介して流れる電流の方向が反転すると同時に、ＡＣ出力を電圧リンク回路から一時的に遮断すること、もしくはＡＣ出力の端子間にフリーホイールを設けることのいずれか一方または両方を省略すると、出力ＡＣ電流が一時的に減少する。この減少は、ＡＣフィルタを適切に寸法設定することによって、および／またはＡＣ出力の減衰要素を適応的に接続可能にすることによって平滑化することができる。

#### 【００３５】

具体的には、ＡＣ出力においてＡＣ電流がＡＣ電圧よりも遅れている場合、電圧リンク回路を介して流れる電流の方向を反転するステップは、以下のように進めることができる。すなわち、最初に、電圧リンク回路がＡＣ出力から遮断される。次に、蓄積インダクタ素子の一方の端部をＤＣ入力に接続するスイッチが開かれる。そのとき蓄積インダクタ素子を通して流れる電流が、スイッチング素子の方に向きを変えると（これにはダイオードへの転流、またはスイッチング素子のスイッチの閉鎖が含まれる場合もあるが）、蓄積インダクタ素子を通して流れる電流が電圧リンク回路を充電する。その結果、電流に対する逆起電力（back-EMF）が、電流が減衰するまで蓄積する。続いて、電圧リンク回路は次に、同じ蓄積インダクタ素子を介してだが、放電中に流れる電流の方向が電圧リンク回路の充電中の方向に対して逆方向で放電されるか、または、さらなる蓄積インダクタ素子を介して放電される。電圧リンク回路がそれぞれの蓄積インダクタ素子を介して放電される瞬間に、蓄積インダクタ素子を通して、所望の通り、もとの電流に対して逆方向を有するだけでなく、同じ電流強度もまた有する電流がそこに流れる。しかしながら、さらなる蓄積インダクタ素子の場合には、この結末は、さらなる蓄積インダクタ素子が別の１つの蓄積インダクタ素子の大きさに等しい大きさのインダクタンスを有していることを前提とする。さらに、損失を考慮しない場合にのみ、同じ電流強度が、同じ大きさのインダクタンスでも実現されるが、そのような損失は、概して非常に小さく、したがって、無視できるものである。

#### 【００３６】

電流が逆方向で、かつ、同じまたはほぼ同じ電流強度で、それぞれの蓄積インダクタ素子を通して流れると、ＡＣ出力に電圧リンク回路を再度接続することができる。言うまでもなく、この接続は、アンフォールディングブリッジによって変更されている電圧リンク回路に対するＡＣ出力の極性で、実行される。ＡＣ出力への電圧リンク回路のこの再接続の後に、蓄積インダクタ素子またはさらなる蓄積インダクタ素子を通して電圧リンク回路の放電によって蓄積された電流が流れ続けて、出力ＡＣ電流のその時に適用可能な設定点電流値に一致するように、ＤＣ／ＤＣコンバータを直接動作させることができる。

#### 【００３７】

この場合、電圧リンク回路からＡＣ出力を遮断するステップ、電圧リンク回路を充電するステップ、電圧リンク回路を放電するステップ、およびＡＣ出力を電圧リンク回路に再度接続するステップが、少なくともほぼここに列挙されている順序で、実行される。この点に関して、たとえ遮断するステップの前に充電するステップをすでに開始することができる場合であっても、電圧リンク回路は、少なくとも実質的に、ＡＣ出力から遮断されたときに充電される。同様に、電圧リンク回路を放電するステップは、少なくともさらなる蓄積インダクタ素子を介して実行される場合には、充電するステップの終了前にすでに開始することができる。または、充電するステップと同時に実行することさえ可能である。さらに、電圧リンク回路がＡＣ出力に再度接続されると、電圧リンク回路は完全に放電される必要はない。

#### 【００３８】

ＡＣ電流とＡＣ電圧との間が負の位相シフト角度の場合、本発明による、電圧リンク回路を介して流れる電流の方向の反転が、極めて迅速に実行される。具体的には、それは、

$$\pi\sqrt{LC}$$

の間続く。式中、Ｌは、蓄積インダクタ素子のインダクタンスであり、Ｃは、電圧リンク

回路のキャパシタンスである。つまり、電流の方向の反転は、蓄積インダクタ素子および電圧リンク回路から形成された共振回路の共振周期の半分の間続く。この場合も同様に、電圧リンク回路が、蓄積インダクタ素子またはさらなる蓄積インダクタ素子を介して放電されているかどうかは重要でない。さらなる蓄積インダクタ素子が同じインダクタンスを有するのであれば、電流の方向の反転の継続期間は、結果として正確に同じになる。いずれにせよ、電流の方向の反転が続く時間は、この目的で A C 出力における A C 電圧の十分な電圧 - 時間積分を待つ必要がある場合よりもはるかに短い。

#### 【 0 0 3 9 】

本発明による方法を用いると、A C 電圧に対する A C 電流の負の位相シフト角度の場合であっても、出力 A C 電流についての正弦波の設定点値のプロファイルに極めて近いプロファイルを実現することが可能であり、その結果極めて小さい全高調波の歪みを実現することが可能である。

10

#### 【 0 0 4 0 】

蓄積インダクタ素子の一方の端部が経由して電圧リンク回路のもう一方の極に接続可能であるスイッチング素子が、さらなるスイッチである場合には、さらなるスイッチは、合計で蓄積インダクタ素子および電圧リンク回路によって形成された共振回路の共振周期の半分の間、電圧リンク回路を充電および放電するために閉じられている。しかしながら、スイッチング素子はダイオードであってもまたよく、蓄積インダクタ素子の一方の端部を D C 入力の方の極に接続するスイッチが開かれると、蓄積インダクタ素子を通電する電流が、能動的な介在なしに、このダイオードの方に向きを変えることができる。このとき、さらなるスイッチを設ける必要があり、さらなるスイッチは、蓄積インダクタ素子を介して電圧リンク回路を放電するために閉じられている。次に、蓄積インダクタ素子またはさらなる蓄積インダクタ素子と、電圧リンク回路のキャパシタンスとによって形成された共振回路の共振周期の 4 分の 1 にわたって、この閉鎖が実行される。

20

#### 【 0 0 4 1 】

インダクタ素子のインダクタンスおよび電圧リンク回路のキャパシタンスによって形成された共振回路の共振振動の間に、電圧リンク回路の電圧が、インバータの入力電圧リンク回路の電圧を超過しないように、インダクタ素子のインダクタンスおよび電圧リンク回路のキャパシタンスを互いに調和させなければならない。そうでなければ、双方向 D C / D C コンバータを介して、具体的には、D C / D C コンバータのスイッチの逆並列ダイオードを通して流れる望ましくない電流が生じるおそれがある。調和させるには、十分な大きさのキャパシタンスを選択すれば事足りる。この代わりに、またはこれに加えて、本発明による方法については、電圧が電圧リンク回路の最大電圧を超過するのを防ぐために、入力電圧リンク回路の電圧を目標通りに上昇させることが可能である。共振回路の電圧リンク回路の電圧が、入力リンク回路電圧未満でなければならないという事実は、スイッチが蓄積インダクタ素子を介して電圧リンク回路を放電するために閉じられる時点を、正確に決定することが完全にはできないという事実に起因する。電圧リンク回路のキャパシタンスの寸法設定を対応させることによって、ひとたび電圧リンク回路の電圧に対するこの上限が遵守されると、故意に遅らせてスイッチをオンに切り換えることさえも可能である。逆の言い方をすれば、電圧リンク回路の両端の電圧が入力電圧リンク回路の両端の電圧に到達するまでの間だけ、電流方向を共振反転させるために使用されるスイッチを閉じることができる。このとき、入力電圧リンク回路を含む拡張共振回路にわたって、およびすでに言及した逆並列ダイオードにわたって、共振振動を停止させることができる。

30

40

#### 【 0 0 4 2 】

すでに留意したように、本発明によるステップによって電圧リンク回路を介する電流の方向は反転させるが、電流の電流強度を大幅に変更しないためには、蓄積インダクタ素子のインダクタンス、および存在する場合には、さらなる蓄積インダクタ素子のインダクタンスは、大きさが等しいことが好ましい。大体において、小さな損失が止むを得ず生じているにもかかわらず、電流に関して等しい大きさの電流強度を逆方向で実現するために、さらなる蓄積インダクタ素子のインダクタンスは、別の 1 つの蓄積インダクタ素子のイン

50

ダクタンスよりも幾分小さくてもまたよい。しかしながら、電流の方向が反転される時点において負の位相シフト角度を有するＡＣ電流の場合には、ＡＣ電圧よりも遅れている電流の電流強度の設定点値が小さくなり、その結果、電流が反転されるときに電流強度が幾分小さくなり、ダメージを与えない。いずれにせよ、蓄積インダクタ素子およびさらなる蓄積インダクタ素子のインダクタンスは、少なくとも、大きさがほぼ等しくなければならない。

#### 【００４３】

具体的には、本発明による方法における双方向ＤＣ／ＤＣコンバータは、電圧リンク回路への電流が常に蓄積インダクタ素子を介して流れるように、かつ、電圧リンク回路からの電流が常にさらなる蓄積インダクタ素子を介して流れるように、つまり、ＡＣ出力における瞬間電圧に対して、蓄積インダクタ素子が常に正電流用に使用され、さらなる蓄積インダクタ素子が常に、負電流用に使用されるように、動作させることができる。この目的のために、蓄積インダクタ素子は、バックコンバータのインダクタであってもよいが、さらなる蓄積インダクタ素子は、電圧リンク回路からＤＣ入力に逆方向に接続されたブーストコンバータのインダクタである。

10

#### 【００４４】

本発明では、蓄積インダクタ素子は、電圧リンク回路からＤＣ入力への阻止方向を有するフライバックコンバータの蓄積変圧器を備えてもまたよい。このとき、さらなる蓄積インダクタ素子は、特に、ＤＣ入力から電圧リンク回路への阻止方向を有するさらなるフライバックコンバータのさらなる蓄積変圧器を備えてもよい。しかしながら、この場合もまた、大体において、さらなる蓄積インダクタ素子は、電圧リンク回路からＤＣ入力へと指向されたブーストコンバータのインダクタであってもよい。蓄積インダクタ素子が、フライバックコンバータの蓄積変圧器を備える場合には、蓄積インダクタ素子は、結合された巻線を有し、スイッチによってＤＣ入力に接続された１つの端子が１つの巻線に接続され、電圧リンク回路の一方の極に接続された別の１つの端子、および、スイッチング素子を介して電圧リンク回路のもう一方の極に接続可能であるさらなる端子が、別の１つの巻線に接続されている。さらなる蓄積インダクタ素子が、さらなるフライバックコンバータのさらなる蓄積変圧器を備える場合には、それに対応した状況になっている。

20

#### 【００４５】

概して、さらなる蓄積インダクタ素子は、ＤＣ入力の極に接続可能としてもよいし、あるいは追加のスイッチを介して電気エネルギーのためのバッファ蓄積装置の極に接続可能としてもよい。バッファ蓄積装置を使用すると、ＡＣ電流の周波数で素早く交番するインバータによって無効電力が供給された直後に、ＤＣ入力に接続されたＤＣ電源が充電および放電される状況を回避することが可能である。

30

#### 【００４６】

無効電力能力を有し、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータと、電圧リンク回路と、アンフォールディングブリッジと、動作制御器と、を備えるインバータであって、電圧リンク回路の極と、ＡＣ出力の端子との間にアンフォールディングブリッジが接続されているインバータの場合には、動作制御器が、本発明による方法によりインバータを動作させるように設計されている。

40

#### 【００４７】

本発明を実施するためには、多くの公知のインバータのトポロジの場合、動作制御器を修正すれば事実上十分である。つまり、本発明は、ほとんど複雑になることなく実施可能である。したがって、わずかな資本支出で本発明による利点を利用することができる。

#### 【００４８】

簡単な手段を用いて他のインバータのトポロジを補足して、本発明によるインバータの有利な実施形態を構成することができる。それらは、独国特許出願公開第１０ ２０１ ０ ０３５ ０２０ Ａ１号明細書から大体において公知の、逆並列ダイオードを有し、中心線に対して対称的に配置された２つのスイッチと、中心線に対して対称的に配置された２つのインダクタと、中心線に対して対称的に配置された２つのダイオードと、を備え

50

る対称的なバックコンバータであって、中心線が、入力電圧リンク回路の中心点、ダイオード間の中心点、および電圧リンク回路の中心点を接続する対称的なバックコンバータを含む。言うまでもなく、これらの公知の対称的なバックコンバータの場合には、中心線に対する対称性は、ダイオードの順方向およびスイッチとは関係がなく、したがってその逆並列ダイオードとも関係がない。ダイオードと並列に接続され、かつ、中心線に直接接続していないスイッチによって、このような対称的なバックコンバータを補足することができる。一方では、電圧リンク回路を介して流れる電流の共振電流の方向を反転させるために、スイッチを閉じることができ、他方では、公知の、大体において逆方向のブーストコンバータ機能を有する、非双方向の対称的なバックコンバータを提供するために、クロッキングすることができる。逆方向のブーストコンバータ機能では、追加のスイッチは、ブーストコンバータのスイッチとしてクロッキングされ、通常バックコンバータのスイッチとしての機能を果たしているスイッチの逆並列ダイオードが、ブーストコンバータのダイオードとして作用する。ブーストコンバータ機能における対称的に設計されたバックコンバータの利点は、ここでは用いない。特に位相角度が小さい場合には、ブーストコンバータ機能は短期間しか必要ではないので、この点は容認することができる。

10

20

30

40

50

#### 【0049】

独国特許出願公開第10 2010 035 020 A1号明細書から公知の対称的なバックコンバータが、2つの対称的に配置されたダイオード、すなわち、いずれも中心線に直接接続された2つのバックコンバータのダイオードのうちの1つとだけ並列にそれぞれ接続された2つのスイッチによって補足される場合には、様々な共振回路を作動させるために、様々なスイッチングパターンに応じて、これら2つの補足スイッチを閉じることができる。この場合、分割された電圧リンク回路の2つの半分を形成するリンク回路キャパシタと並列にダイオードがそれぞれ接続されており、そのダイオードが、電圧リンク回路の極に関して、バックコンバータのダイオードと同じ順方向を有し、リンク回路キャパシタが、インバータの動作におけるそれらの通例の極性に対して逆に充電されるのを防ぐと、有利であると分かる。

#### 【0050】

本発明による双方向インバータの可能な実施形態について、本発明による方法に関連してこれまでに説明してきた。DC/DCコンバータおよびアンフォールディングブリッジが、必ずしもそうである必要はないが、共通のインバータのハウジングに配置されてもよいということを補足して留意されたい。例として、発電機および共通の極性反転器の付近の1つまたは複数のDC/DCコンバータを、例えば、グリッド給電点で、別個のハウジングの中に実現することが可能である。

#### 【0051】

本発明の有利な発展形態は、特許請求項、明細書、および図面から明らかである。本明細書で言及されている特徴の利点、および、複数の特徴の組み合わせの利点は、例示に過ぎず、これらの利点を本発明による実施形態によって実現することを必ずしも必要とせず、に代替的または累積的にもたらされてもよい。その結果、添付の特許請求項の主題を変更することなく、原出願の明細書および特許明細書の開示内容に関して、以下のことが当てはまる。すなわち、さらなる特徴、特に、複数の構成部品の互いに対する相対配置および連動は、図面から推察することができる。選択された特許請求項における従属的な参照から逸脱して、本発明の様々な実施形態の特徴または様々な特許請求項の特徴を組み合わせることも同様に可能であり、本明細書によって示唆されている。このことは、個々の図面に例示されている特徴、または、図面の説明において言及されている特徴にも関係する。これらの特徴を、様々な特許請求項の特徴と組み合わせることもまた可能である。同様に、特許請求項に提示されている特徴は、本発明のさらなる実施形態について省略される場合がある。

#### 【0052】

特許請求項および本明細書で言及された特徴は、それらの数に関して、正確にこの数または、言及された数よりも大きな数が存在するように理解されるものとし、副詞「少なく

とも (at least)」を使用してははっきりと表現する必要はない。したがって、例えば、1つの要素が論じられる場合には、これは、正確に1つの要素、2つ以上の要素が存在することを意味すると理解されるものとする。これらの特徴は他の特徴によって補足されてもよいし、もしくはそれぞれの産物を構成する単なる特徴であってもよい。

【0053】

各特許請求項に含まれる参照符号は、特許請求項によって保護される主題の範囲の限定を構成するものではない。それらは、単に特許請求項をより理解し易くするという目的を果たすためのものである。

【0054】

本発明は、添付の図面を参照しながら例示的な実施形態に基づいて、以下により詳細に説明され、記述される。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】図1は、バック・ブーストコンバータと、電圧リンク回路と、アンフォールディングブリッジと、を備えるインバータを示し、バック・ブーストコンバータのスイッチの切り換え状態、およびAC電流がAC電圧よりも遅れている場合の、AC電圧の半サイクルの終了直前のアンフォールディングブリッジのブリッジスイッチの切り換え状態が示されている。

【図2】図2は、図1によるインバータを示し、AC電圧の次の半サイクルに移行した直後の切り換え状態が示されている。

【図3】図3は、図1および図2によるインバータを示し、AC電圧の次の半サイクルの開始時の切り換え位置が示されている。

【図4】図4は、バック・ブーストコンバータの代わりに、逆方向に指向されたバックコンバータとブーストコンバータとの組み合わせが、双方向DC/DCコンバータとして設けられているインバータを示す。それ以外の点では、インバータは、図1および図2によるインバータと同様に電圧リンク回路およびアンフォールディングブリッジを備える。

【図5】図5は、双方向DC/DCコンバータが、逆の阻止方向を有する2つのフライバックコンバータから形成されたインバータであって、それとは別に、図1乃至図4によるインバータと同様に電圧リンク回路およびアンフォールディングブリッジを備えるインバータを示す。

【図6】図6は、電圧リンク回路におけるリンク回路電圧の時間的プロファイル、および図1乃至図5によるインバータのうちの1つによるAC出力期間にわたって電圧リンク回路を介して流れる電流の時間的プロファイルを示す。

【図7】図7は、図1乃至図5による、それぞれのインバータのAC出力においてAC電圧よりも遅れているAC電流であって、それぞれのインバータのアンフォールディングブリッジによって、図6による電流から整形されるAC電流を示す。

【図8】図8は、双方向DC/DCコンバータが、追加のスイッチを有する対称的なバックコンバータから形成されているインバータを示す。

【発明を実施するための形態】

【0056】

図1に図示されたインバータ1は、2つの極3および4を有するDC入力2の間にバック・ブーストコンバータ11を備え、リンク回路キャパシタ5を備える入力電圧リンク回路6と、2つの極8および9ならびにリンク回路キャパシタ10を有する後続の電圧リンク回路7と、を有する。バック・ブーストコンバータ11は、スイッチ12と、さらなるスイッチ13と、バック・ブーストコンバータ用の従来の構成の単純なインダクタの形態をした蓄積インダクタ素子14と、を備える。つまり、蓄積インダクタ素子14の一方の端子15が、スイッチ12を介してDC入力2の一方の極4に接続可能である。蓄積インダクタ素子14のもう一方の端子16は、端子15と同じ巻線に接続されており、電圧リンク回路7の一方の極9に接続され、蓄積インダクタ素子14の一方の端子15は、さらなるスイッチ13を介して電圧リンク回路7のもう一方の極8に接続可能である。

## 【 0 0 5 7 】

互いに調和するようにスイッチ 1 2 および 1 3 の駆動をクロッキングすることにより、電圧リンク回路 7 を介してアンフォールディングブリッジ 1 7 に流れる電流を整形することができる。特に、A C 電流は半サイクルごとに整形され、極性が半サイクルごとに交互に変わる A C 出力 2 0 の 2 つの端子 1 8 および 1 9 が、アンフォールディングブリッジによって、極 8 および 9 に接続されている。アンフォールディングブリッジ 1 7 は、2 つのハーフブリッジ 2 1 および 2 2 を備え、それぞれ、ハーフブリッジ 2 1 が 2 つのブリッジスイッチ 2 3 および 2 4 を、ハーフブリッジ 2 2 が 2 つのブリッジスイッチ 2 5 および 2 6 を備える。A C 出力 2 0 において存在する A C 電圧の半サイクルの間に、アンフォールディングブリッジのブリッジスイッチ 2 3 および 2 6 は、図示されるように、閉じられており、次に、対角線状に配置されたブリッジスイッチ 2 4 および 2 5 が、次の半サイクルの間に閉じられる。この場合、他の 2 つのブリッジスイッチ 2 3 および 2 6 はそのとき開かれている。A C 出力がこのように A C 出力 2 0 において A C 電圧と同相にある場合、すなわち、A C 電流が A C 電圧よりも先行しておらず、また遅れてもおらず、したがって、ゼロから逸脱する位相シフト角度が存在しない場合には、電流は、A C 電圧のそれぞれの半サイクル全体の間に、図 1 の矢印 2 7 によって示された方向にコイル 1 4 を通って、電圧リンク回路 7 を介してアンフォールディングブリッジ 1 7 に流れる。しかしながら、A C 電流が、A C 電圧よりも先行しているか、または遅れている場合、すなわち、A C 電流と A C 電圧との間に位相シフトがある場合には、電圧リンク回路 7 を介する電流の方向は、A C 電圧のそれぞれの半サイクルの間に一度変化し、さらに半サイクル間の移行時に変化する。この最後の変化は、アンフォールディングブリッジ 1 7 の極性が反転すると同時に、電流が A C 出力 2 0 においてその方向を維持するために必要である。

## 【 0 0 5 8 】

インバータ 1 によって出力された A C 電流  $I$  が、A C 出力 2 0 において A C 電圧  $U$  よりも遅れている場合について、電圧リンク回路 7 を介して流れる電流  $I_z$  の変化、および関連する電圧リンク回路 7 における電圧  $U_z$  のプロファイルが図 6 に図示されている。A C 電流  $I$  のプロファイルおよび A C 電圧  $U$  のプロファイルが、図 7 に図示されている。図 7 による A C 電圧  $U$  のゼロ交差において、アンフォールディングブリッジ 1 7 は、端子 1 8 および 1 9 の極性を電圧リンク回路 7 の極 8 および 9 に対して反転する。A C 電流  $I$  が図 7 による正弦波プロファイルを維持することができるよう、図 6 による電流  $I_z$  は、電圧  $U_z$  のゼロ交差において、その数学的符号を変更しなければならず、これにより、電流強度が増加するにつれて A C 電流  $I$  と A C 電圧  $U$  との間の位相シフト角度が大きくなる。

## 【 0 0 5 9 】

A C 電圧のそれぞれの半サイクルの間の電流の方向の反転は、A C 電流と A C 電圧との間の位相シフト角度の数学的符号に関係なくノンクリティカルである。なぜなら、方向の反転は、電流強度ゼロで、すなわち、連続するゼロ交差の場合に起こるからである。A C 電流が A C 電圧よりも先行している場合に、各半サイクルの終了時にすでに負である電流を、図 1 による矢印 2 7 の方向に正の電流へと変更しなければならないのであれば、方向の反転は困難ではない。なぜなら、D C 入力 2 の極 3 と極 4 との間に存在する D C 入力電圧 2 8 を、この目的のための原動力として使用することができるからである。A C 電圧よりも遅れている電流の場合に、すなわち、図 6 および図 7 におけるような負の位相シフト角度の場合であれば、状況が異なり、図 1 の矢印 2 7 によって示された電流の正の方向は、反転されなければならない。A C 出力 2 0 における A C 電圧のゼロ交差では、この目的のために利用可能な十分な原動力がない。言い換えれば、D C 出力 2 0 における瞬間電圧が低い場合には、蓄積インダクタ素子 1 4 を通電する電流の方向を反転するのに必要な電圧 - 時間積分は、長時間後にしか得られない。しかしながら、この時間は後述する手順によって短縮することができる。

## 【 0 0 6 0 】

図 2 は、蓄積インダクタ素子 1 4 を通電する正の電流の方向を、短時間で逆方向だが同じ電流強度の負の電流へと反転するためのスイッチ 1 2 および 1 3 の切り換え状態、およ

10

20

30

40

50



びブリッジスイッチ 23 乃至 26 の切り換え状態を図示する。この目的のために、スイッチ 23 を開くことにより、電圧リンク回路 7 が AC 出力 20 から遮断される。その代わりに、ブリッジスイッチ 24 および 26 を介して AC 出力 20 の 2 つの端子 18 および 19 を短絡させるために、スイッチ 24 が閉じられる。あるいは、図 1 による切り換え位置とは対照的に、電圧リンク回路 7 を AC 出力 20 から遮断し、端子 18 および 19 を短絡させるのと同じ効果を得るために、スイッチ 26 を開いて、スイッチ 25 を閉じることも可能であろう。端子 18 および 19 を短絡させることにより、端子 18 と 19 との間の AC 電流に対するフリーホイーリング経路が設けられ、この経路を介して、そのときに存在している電圧が低い場合に、AC 電流が端子 18 と 19 との間に引き続き流れることができる。さらに、スイッチ 12 は開かれており、スイッチ 13 は閉じられている。その結果、蓄積インダクタ素子 14 を通電する電流は、スイッチ 13 の方向に向きを変え、電流が回転矢印 29 の方向に流れる場合には、電圧リンク回路 7、すなわち、電圧リンク回路 7 のリンク回路キャパシタ 10 を充電する。その結果、リンク回路キャパシタ 10 の両端のリンク回路電圧は、電流がゼロに戻るまで増加し、次に電圧リンク回路 7 が、蓄積インダクタ素子 14 を通して、回転矢印 30 によって示される逆方向に再び放電される。この放電が終了すると、電流は所望の通り、逆方向だが以前と同じ電流強度で蓄積インダクタ素子 14 を通って流れる。本明細書で概説した手順は、蓄積インダクタ素子 14 および電圧リンク回路 7 によって形成された共振回路の共振周期の半分の間、すなわち、

$$\pi\sqrt{LC}$$

の間続く。式中、L は、蓄積インダクタ素子 14 のインダクタンスであり、C は、リンク回路キャパシタ 10 のキャパシタンスである。その間に端子 18 と 19 との間のフリーホイーリング経路を介して流れ続ける AC 電流はさらに、本明細書に記載された手順に影響されない状態に維持されている。

#### 【0061】

この期間の後に、図 3 に示されるように、インバータの動作が開始される。図 1 に対して逆の極性を有する電圧リンク回路 7 に AC 出力 20 を接続するために、ブリッジスイッチ 25 が閉じられ、アンフォールディングブリッジ 17 のブリッジスイッチ 26 が開かれている。図 1 では、端子 18 が極 8 に接続され、端子 19 が極 9 に接続されているが、図 3 によれば、端子 18 が極 9 に接続され、端子 19 が極 8 に接続されている。スイッチ 12 および 13 は、今度は図 2 により発生した電流が、電圧リンク回路 7 と入力電圧リンク回路 6 との間の電圧を上げることに、矢印 32 によって示される方向に蓄積インダクタ素子 14 を通って流れ続けることができるように、または電流を現在適用可能な設定点電流値に一致させることができるように、ここでもまた互いに調和するように高周波クロッキングされる。

#### 【0062】

図 1 乃至図 3 によるインバータ 1 の実施形態では、バック - ブーストコンバータ 11 が、DC 入力 2 と電圧リンク回路 7 との間に双方向 DC / DC コンバータ 31 を形成していたが、図 4 によるインバータ 1 の実施形態では、このような双方向 DC / DC コンバータ 31 が、インダクタ 50 の形態をした蓄積インダクタ素子 14 を有するバックコンバータ 33 と、さらなるインダクタ 51 の形態をしたさらなる蓄積インダクタ素子 37 を有するブーストコンバータ 34 との組み合わせによって形成されている。バックコンバータ 33 は、DC 入力 2 から電圧リンク回路 7 へと指向され、一方、ブーストコンバータ 34 は、電圧リンク回路 7 から DC 入力 2 へと逆方向に指向されている。バックコンバータ 33 は、スイッチング素子 35 としてダイオード 45 が設けられているという事実は別にして図 1 乃至図 3 によるバック - ブーストコンバータ 11 に相当する。このスイッチング素子 35 を介して、蓄積インダクタ素子 14 の端子 15 が、電圧リンク回路 7 の極 8 に接続可能である。このため、スイッチ 12 が開かれると、インダクタ 50 を通電する電流は、この目的のためにスイッチを作動させる必要なしに、ダイオード 45 へと矢印 27 の方向に向きを変える。しかしながら、電圧リンク回路 7 のリンク回路キャパシタ 10 が充電された

後に再び放電するためには、さらなるスイッチ 36 を閉じなければならない。このさらなるスイッチ 36 はここでは、閉じたときに、電圧リンク回路 7 が、さらなるインダクタ 51 を介して矢印 32 の逆方向に流れることにより、スイッチ 36 およびさらなるダイオード 38 とともにブーストコンバータ 34 を形成するようになっている。したがって、DC 入力 2 についての電圧リンク回路 7 からの負の電流はブーストコンバータ 34 に通電する一方、正の電流はバックコンバータ 33 に通電する。AC 電圧のそれぞれの半サイクルの終了時に、したがってバックコンバータ 33 の動作の終了時に、インダクタ 50 に通電する矢印 27 の方向の依然として相対的に大きな電流を、電圧リンク回路 7 の電気エネルギーのバッファ蓄積装置とともにここで使用して、AC 電圧の次の半サイクルの開始時にブーストコンバータ 34 のさらなるインダクタ 51 を動作させるために、矢印 32 による逆方向の電流で、ブーストコンバータ 34 のさらなるインダクタ 51 を事前に充電するようにする。

#### 【0063】

図 5 は、DC 入力 2 と電圧リンク回路 7 との間の双方向 DC / DC コンバータ 31 が、相互に逆の反転方向を有する 2 つのフライバックコンバータ 39 および 40 によって形成されている、インバータ 1 の一実施形態を示す。この場合、蓄積インダクタ素子 14 は、2 つの磁気結合された巻線 42 および 43 を有するフライバックコンバータ 39 の蓄積変圧器 41 を備える。スイッチ 12 を介して DC 入力 2 の極 4 に接続可能な蓄積インダクタ素子 14 の端子 15 が、巻線 42 に接続されている。電圧リンク回路 7 の極 9 に接続された蓄積インダクタ素子 14 の端子 16 は、巻線 43 に接続されている。さらに、ここでも同様にダイオード 45 の形態をしたスイッチング素子 35 を介して電圧リンク回路 7 の極 8 に接続可能な端子 44 が、第 2 の巻線 43 に接続されている。それに応じて、さらなる蓄積インダクタ素子 37 は、さらなるフライバックコンバータ 40 の蓄積変圧器 46 を備えるとともに、2 つの巻線 47 および 48 を有する。この場合、さらなるスイッチ 36 は、巻線 47 に接続され、さらなるダイオード 38 は、巻線 48 に接続されている。AC 出力 20 における AC 電圧の 2 つの半サイクル間で移行すると同時に、スイッチ 12 を開くことで対応する電流が巻線 43 に矢印 27 の方向に通電することによって電圧リンク回路 7 が充電され、次にさらなる蓄積インダクタ素子 37 の巻線 47 に矢印 32 の方向に同じ電流強度の電流を通電させるために、スイッチ 36 を閉じることによって電圧リンク回路 7 が放電される。その結果、アンフォールディングブリッジ 17 が電圧リンク回路 7 に対して AC 出力 20 の極性を変更した後に、さらなるフライバックコンバータ 40 が、巻線 47 を通電する、したがって電圧リンク回路 7 から DC 入力 2 まで通電するこの電流を用いて、AC 電圧の次の半サイクルの開始時に直ちにその動作を開始することができる。この半サイクルの過程の間に、電流の次のゼロ交差と同時に、電流通電は、フライバックコンバータ 40 から変わってフライバックコンバータ 39 に戻る。しかしながら、これは電流強度ゼロで起こるので、問題になることはない。

#### 【0064】

さらに、図 5 は、動作制御器 49 を示す。動作制御器 49 は、インバータの動作、したがって、特にスイッチ 12 および 36 の開閉、ならびにブリッジスイッチ 23 乃至 26 の開閉を制御する。

#### 【0065】

図 8 は、インバータ 1 の双方向 DC / DC コンバータ 31 の例示的な実施形態として、追加のスイッチ 54 を有する対称的なバックコンバータ 52 を図示する。対称的なバックコンバータは、中心線 53 に対して対称的に実施される。中心線 53 は、本実施形態では、キャパシタンスが同じであることが好ましい 2 つのリンク回路キャパシタ 5' および 5'' を備える入力リンク回路 6 の中心点と、本実施形態では、2 つのリンク回路キャパシタ 10' および 10'' を同様に備える電圧リンク回路 9 の中心点と、を接続する。この場合、2 つのスイッチ 12' および 12''、2 つのインダクタ 50'、50'' および 2 つのダイオード 45'、45'' が、ダイオード 45' および 45'' の順方向、スイッチ 12' および 12'' の順方向、ならびにスイッチ 12' および 12'' の逆並列ダ

10

20

30

40

50

イオード 5 5 ' および 5 5 ' ' の順方向は別にして、中心線 5 3 に対して対称的に配置されており、ダイオード 4 5 ' と 4 5 ' ' との間の中心点は、中心線 5 3 に接続されている。このような対称的なバックコンバータおよび極性反転器 1 7 を出力側に備えるインバータ 1 は、例えば、独国特許出願公開第 1 0 2 0 1 0 0 3 5 0 2 0 A 1 号明細書から公知である。しかしながら、独国特許出願公開第 1 0 2 0 1 0 0 3 5 0 2 0 A 1 号明細書の記述に反して、公知のインバータは、非常に限られた程度の無効電力能力しか有していない。対照的に、図 8 によるインバータ 1 の場合には、追加のスイッチ 5 4 によって無制限の無効電力能力が実現される。追加のスイッチ 5 4 は、ブーストコンバータのスイッチとして使用することができ、その場合には、開かれたスイッチ 1 2 ' および 1 2 ' ' の逆並列ダイオード 5 5 ' および 5 5 ' ' はこのとき、ブーストコンバータのダイオードとして作用する。加えて、本発明によれば、スイッチ 5 4 が共振周期の半分の間閉じられていることによって、スイッチ 5 4 を使用して、インダクタ 5 0 ' および 5 0 ' ' を通電する矢印 2 7 ' および 2 7 ' ' による電流の方向を反転させることができる。この場合、インダクタ 5 0 ' および 5 0 ' ' 、ならびにリンク回路キャパシタ 1 0 ' および 1 0 ' ' によって単一の共振回路が形成されている。したがって、1つのスイッチ 5 4 を追加することにより、基本的に公知のインバータの場合には、小さい全高調波の歪みで無効電力能力を提供することが可能になる。

10

# 【符号の説明】

## 【0066】

- 1 インバータ
- 2 D C 入力
- 3 極
- 4 極
- 5 リンク回路キャパシタ
- 5 ' リンク回路キャパシタ
- 5 ' ' リンク回路キャパシタ
- 6 入力電圧リンク回路
- 7 電圧リンク回路
- 8 極
- 9 極
- 1 0 リンク回路キャパシタ
- 1 0 ' リンク回路キャパシタ
- 1 0 ' ' リンク回路キャパシタ
- 1 1 バック - ブーストコンバータ
- 1 2 スイッチ
- 1 2 ' スイッチ
- 1 2 ' ' スイッチ
- 1 3 スイッチ
- 1 4 蓄積インダクタ素子
- 1 5 端子
- 1 6 端子
- 1 7 極性反転器
- 1 8 端子
- 1 9 端子
- 2 0 A C 出力
- 2 1 ハーフブリッジ
- 2 2 ハーフブリッジ
- 2 3 ブリッジスイッチ
- 2 4 ブリッジスイッチ
- 2 5 ブリッジスイッチ

20

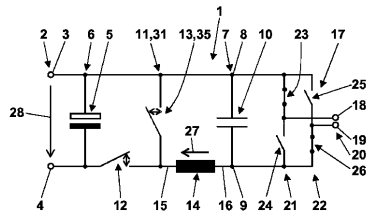
30

40

50

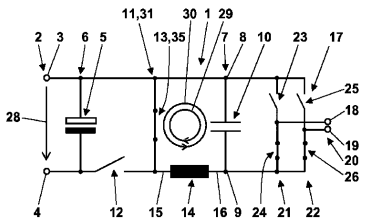
2 6	ブリッジスイッチ	
2 7	矢印	
2 8	D C 入力電圧	
2 9	回転矢印	
3 0	回転矢印	
3 1	D C / D C コンバータ	
3 2	矢印	
3 3	バックコンバータ	
3 4	ブーストコンバータ	
3 5	スイッチング素子	10
3 6	スイッチ	
3 7	蓄積インダクタ素子	
3 8	ダイオード	
3 9	フライバックコンバータ	
4 0	フライバックコンバータ	
4 1	蓄積変圧器	
4 2	巻線	
4 3	巻線	
4 4	端子	
4 5	ダイオード	20
4 5 '	ダイオード	
4 5 ' '	ダイオード	
4 6	蓄積変圧器	
4 7	巻線	
4 8	巻線	
4 9	動作制御器	
5 0	インダクタ	
5 0 '	インダクタ	
5 0 ' '	インダクタ	
5 1	インダクタ	30
5 2	対称的なバックコンバータ	
5 3	中心線	
5 4	スイッチ	
5 5 '	逆並列ダイオード	
5 5 ' '	逆並列ダイオード	
L	インダクタンス	
C	キャパシタンス	
U <sub>z</sub>	電圧リンク回路 7 の両端の電圧	
I <sub>z</sub>	電圧リンク回路 7 を介する電流	
U	A C 出力 2 0 における A C 電圧	40
I	A C 出力 2 0 を介する A C 電流	

【圖 1】



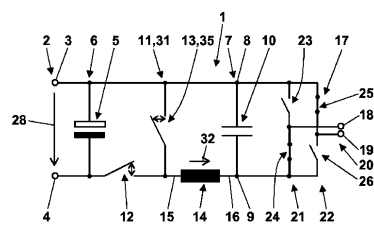
**Fig. 1**

【 図 2 】



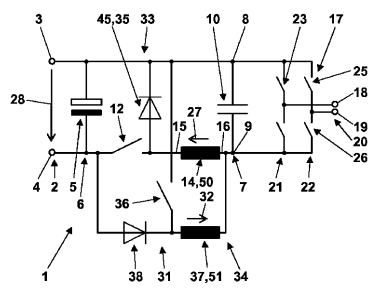
**Fig. 2**

【 図 3 】



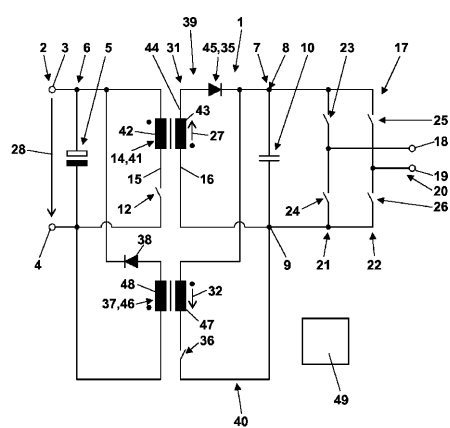
**Fig. 3**

【 図 4 】



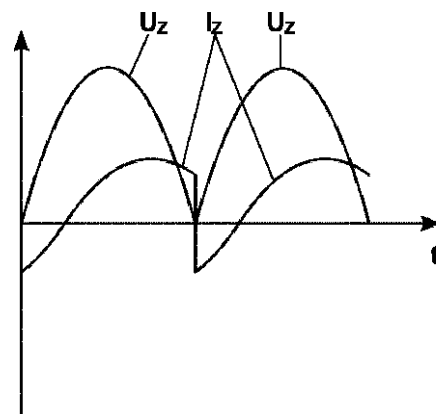
**Fig. 4**

【 図 5 】



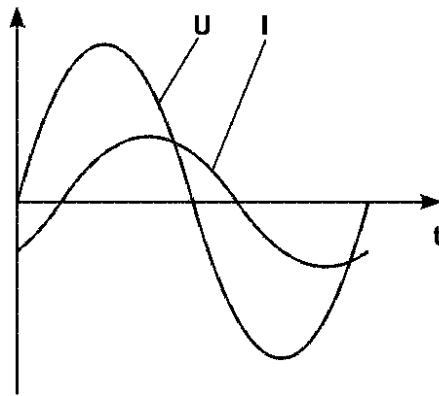
**Fig. 5**

【 図 6 】

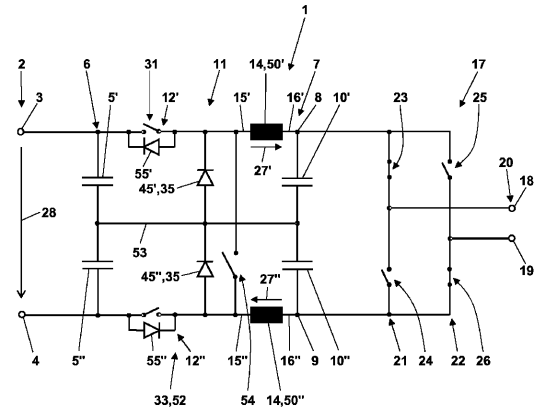


**Fig. 6**

【 図 7 】

**Fig. 7**

【 図 8 】

**Fig. 8**

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/068771

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02J3/38 H02M7/48 H02M1/44  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 025975 B4 (SIEMENS AG OESTERREICH [AT]) 28 August 2008 (2008-08-28)	1-4,6
A	paragraphs [0064], [0087]; figures 3-10,13	5,7,13, 15
A	----- XIE SHAOJUN ET AL: "Research on a novel inverter based on DC/DC converter topology", THE 29TH ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, 2003. IECON '03, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, vol. 1, 2 November 2003 (2003-11-02), pages 647-651, XP010693589, ISBN: 978-0-7803-7906-0 paragraph [00IV]; figures 2,3,8 ----- -/-	13,15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 December 2014

Date of mailing of the international search report

05/01/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Imbernon, Lisa

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/068771

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/150933 A1 (PETRA SOLAR INC [US]; JOSHI MADHUWANTI [US]; MODICK BRUCE [US]; ALATRA) 8 November 2012 (2012-11-08) paragraph [0046]; figure 12a -----	1,13,15
A	US 2012/155141 A1 (ESAKA KOICHIRO [JP] ET AL) 21 June 2012 (2012-06-21) paragraphs [0007], [0008]; figures 2,3 -----	1
A	WO 2012/146414 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; RUF ARMIN [DE]; BOHL RAIMUND [DE]; WIELAND PET) 1 November 2012 (2012-11-01) cited in the application the whole document -----	1,13,15



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/068771

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006025975 B4	28-08-2008	CN 101461125 A	17-06-2009
		DE 102006025975 A1	06-12-2007
		EP 2025052 A1	18-02-2009
		JP 2009539337 A	12-11-2009
		KR 20090018705 A	20-02-2009
		US 2009251938 A1	08-10-2009
		WO 2007141078 A1	13-12-2007
-----			
WO 2012150933 A1	08-11-2012	NONE	
-----			
US 2012155141 A1	21-06-2012	CN 102474200 A	23-05-2012
		EP 2541749 A1	02-01-2013
		US 2012155141 A1	21-06-2012
		WO 2011105588 A1	01-09-2011
-----			
WO 2012146414 A2	01-11-2012	DE 102011017601 A1	31-10-2012
		EP 2702680 A2	05-03-2014
		WO 2012146414 A2	01-11-2012
-----			

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/068771

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02J3/38 H02M7/48 H02M1/44  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
H02J H02M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 025975 B4 (SIEMENS AG OESTERREICH [AT]) 28. August 2008 (2008-08-28)	1-4,6
A	Absätze [0064], [0087]; Abbildungen 3-10,13	5,7,13,15
A	XIE SHAOJUN ET AL: "Research on a novel inverter based on DC/DC converter topology", THE 29TH ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, 2003. IECON '03, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, Bd. 1, 2. November 2003 (2003-11-02), Seiten 647-651, XP010693589, ISBN: 978-0-7803-7906-0 Absatz [00IV]; Abbildungen 2,3,8 ----- -/-	13,15

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :  
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Dezember 2014

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

05/01/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Imbernon, Lisa

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/068771

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2012/150933 A1 (PETRA SOLAR INC [US]; JOSHI MADHUWANTI [US]; MODICK BRUCE [US]; ALATRA) 8. November 2012 (2012-11-08) Absatz [0046]; Abbildung 12a -----	1,13,15
A	US 2012/155141 A1 (ESAKA KOICHIRO [JP] ET AL) 21. Juni 2012 (2012-06-21) Absätze [0007], [0008]; Abbildungen 2,3 -----	1
A	WO 2012/146414 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; RUF ARMIN [DE]; BOHL RAIMUND [DE]; WIELAND PET) 1. November 2012 (2012-11-01) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,13,15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/068771

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006025975 B4	28-08-2008	CN 101461125 A	17-06-2009
		DE 102006025975 A1	06-12-2007
		EP 2025052 A1	18-02-2009
		JP 2009539337 A	12-11-2009
		KR 20090018705 A	20-02-2009
		US 2009251938 A1	08-10-2009
		WO 2007141078 A1	13-12-2007
-----			
WO 2012150933 A1	08-11-2012	KEINE	
-----			
US 2012155141 A1	21-06-2012	CN 102474200 A	23-05-2012
		EP 2541749 A1	02-01-2013
		US 2012155141 A1	21-06-2012
		WO 2011105588 A1	01-09-2011
-----			
WO 2012146414 A2	01-11-2012	DE 102011017601 A1	31-10-2012
		EP 2702680 A2	05-03-2014
		WO 2012146414 A2	01-11-2012
-----			

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG

Fターム(参考) 5H770 AA05 CA01 CA08 DA01 DA41 DA43