

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6393331号
(P6393331)

(45) 発行日 平成30年9月19日(2018. 9. 19)

(24) 登録日 平成30年8月31日(2018. 8. 31)

(51) Int. Cl.

F I

HO2M 3/155 (2006.01)
HO2M 7/48 (2007.01)

HO2M 3/155 R
HO2M 3/155 W
HO2M 7/48 R

請求項の数 14 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-530502 (P2016-530502)
(86) (22) 出願日 平成26年7月29日(2014. 7. 29)
(65) 公表番号 特表2016-525870 (P2016-525870A)
(43) 公表日 平成28年8月25日(2016. 8. 25)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2014/066320
(87) 国際公開番号 WO2015/014866
(87) 国際公開日 平成27年2月5日(2015. 2. 5)
審査請求日 平成29年6月16日(2017. 6. 16)
(31) 優先権主張番号 102013108079.0
(32) 優先日 平成25年7月29日(2013. 7. 29)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 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 Technolog
y 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
(74) 代理人 110001302
特許業務法人北青山インターナショナル
(72) 発明者 ウィレンバーク, マリオ
ドイツ連邦共和国 34121 カッセル
, ハップフェルトシュトラッセ 2
(72) 発明者 ノーク, ラファエル
ドイツ連邦共和国 33098 パーダー
ボルン, ルドウィッグシュトラッセ 29
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 昇圧コンバータ、対応するインバータおよび動作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のサブユニット(24)および第2のサブユニット(25)を備える対称的な昇圧コンバータとして具体化された昇圧コンバータ(1)であって、

前記第1のサブユニット(24)および前記第2のサブユニット(25)がそれぞれ、
ー 前記昇圧コンバータ(1)の第1のDC電圧入力部(2、2')を、第1の接合点(22、22')に電気的に接続している第1のインダクタンス(7、7')と、
ー 前記第1の接合点(22、22')を、前記昇圧コンバータ(1)の第2のDC電圧入力部(3、3')および第2のDC電圧出力部(5、5')に接続している昇圧コンバータスイッチ(8、8')と、
ー 前記第1の接合点(22、22')を、前記昇圧コンバータ(1)の第1のDC電圧出力部(4、4')に接続している第1のダイオード(9、9')と、
ー 充電経路および放電経路を備えるスナバ回路(23)と、
を備える昇圧コンバータ(1)において、

前記放電経路が、キャパシタ(10、10')および第2のダイオード(11、11')の直列接続として前記第1の接合点(22、22')から前記第1のDC電圧出力部(4)まで延在し、かつ、前記キャパシタ(10、10')と前記第2のダイオード(11、11')との間の接合点から出ている前記充電経路が、前記昇圧コンバータスイッチ(8、8')がオンに切り換わると、前記キャパシタ(10、10')が充電されるように配置されており、

前記充電経路が、前記第1のDC電圧出力部(4)と前記第2のDC電圧出力部(5)との間に配置された出力キャパシタンスから前記キャパシタ(10)を充電するために配置されており、

前記充電経路が、第2のインダクタンス(13)および第3のダイオード(12)の直列接続を備え、

前記出力キャパシタンスが、中間点を有する第1の出力キャパシタ(14)および第2の出力キャパシタ(15)の直列接続を備えるとともに、前記充電経路が、前記キャパシタ(10)と前記第2のダイオード(11)との間の前記接合点を、前記第1の出力キャパシタ(14)および前記第2の出力キャパシタ(15)の前記中間点に接続しており、

前記第2のインダクタンス(13)と前記第3のダイオード(12)との間の中間点が、制御可能な補償回路(17)を経由して、前記第1のDC電圧出力部(4)および前記第2のDC電圧出力部(5)に接続されていることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項2】

請求項1に記載の昇圧コンバータにおいて、前記放電経路が、前記第1のダイオード(9)と並列に配置されていることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項3】

請求項1または2に記載の昇圧コンバータにおいて、前記第1のサブユニット(24)の前記第1のDC電圧入力部(2、2')または前記第2のDC電圧入力部(3、3')が、前記第2のサブユニット(25)の前記DC電圧入力部のそれぞれとは別個であることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項4】

請求項1乃至3の何れか1項に記載の昇圧コンバータにおいて、前記第1のサブユニット(24)の前記第1のインダクタンス(7)が、前記第2のサブユニット(25)の前記第1のインダクタンス(7')に磁気的に結合されていることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項5】

請求項1乃至4の何れか1項に記載の昇圧コンバータ(1)を備えることを特徴とするインバータ。

【請求項6】

請求項3に記載の昇圧コンバータ(1)を備えるインバータにおいて、第1のサブユニット(24)のDC電圧入力部(2、3)が、第1の発電機に接続するために配置され、第2のサブユニット(25)のDC電圧入力部(2'、3')が、前記第1の発電機とは異なる第2の発電機に接続するために配置されていることを特徴とするインバータ。

【請求項7】

第1のサブユニット(24)および第2のサブユニット(25)を備える対称的な昇圧コンバータとして具体化された昇圧コンバータ(1)であって、

前記第1のサブユニット(24)および前記第2のサブユニット(25)がそれぞれ、
 ー 前記昇圧コンバータ(1)の第1のDC電圧入力部(2、2')を、第1の接合点(22、22')に電氣的に接続している第1のインダクタンス(7、7')と、

ー 前記第1の接合点(22、22')を、前記昇圧コンバータ(1)の第2のDC電圧入力部(3、3')および第2のDC電圧出力部(5、5')に接続している昇圧コンバータスイッチ(8、8')と、

ー 前記第1の接合点(22、22')を、前記昇圧コンバータ(1)の第1のDC電圧出力部(4、4')に接続している第1のダイオード(9、9')と、

ー 充電経路および放電経路を備えるスナバ回路(23)と、
 を備える昇圧コンバータ(1)において、

前記放電経路が、キャパシタ(10、10')および第2のダイオード(11、11')の直列接続として前記第1の接合点(22、22')から前記第1のDC電圧出力部(4)まで延在し、かつ、前記キャパシタ(10、10')と前記第2のダイオード(11、11')との間の接合点から出ている前記充電経路が、前記昇圧コンバータスイッチ(

10

20

30

40

50

8、8') がオンに切り換わると、前記キャパシタ(10、10') が充電されるように配置されており、

前記充電経路が、前記第1 のDC 電圧出力部(4)と前記第2 のDC 電圧出力部(5)との間に配置された出力キャパシタンスから前記キャパシタ(10)を充電するために配置されており、

前記充電経路が、第2 のインダクタンス(13)および第3 のダイオード(12)の直列接続を備え、

前記出力キャパシタンスが、中間点を有する第1 の出力キャパシタ(14)および第2 の出力キャパシタ(15)の直列接続を備えるとともに、前記充電経路が、前記キャパシタ(10)と前記第2 のダイオード(11)との間の前記接合点を、前記第1 の出力キャパシタ(14)および前記第2 の出力キャパシタ(15)の前記中間点に接続しており、

前記サブユニット(24、25)の前記スナバ回路(23)が、前記2 つの出力キャパシタ(14、15)のうちの1 つにそれぞれ割り当てられていることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項8】

請求項7 に記載の昇圧コンバータにおいて、前記放電経路が、前記第1 のダイオード(9)と並列に配置されていることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項9】

請求項7 または8 に記載の昇圧コンバータにおいて、前記第1 のサブユニット(24)の前記第1 のDC 電圧入力部(2、2')または前記第2 のDC 電圧入力部(3、3')が、前記第2 のサブユニット(25)の前記DC 電圧入力部のそれぞれとは別個であることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項10】

請求項7 乃至9 の何れか1 項に記載の昇圧コンバータにおいて、前記第1 のサブユニット(24)の前記第1 のインダクタンス(7)が、前記第2 のサブユニット(25)の前記第1 のインダクタンス(7')に磁気的に結合されていることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項11】

請求項7 乃至10 の何れか1 項に記載の昇圧コンバータにおいて、前記サブユニット(24、25)の前記スナバ回路(23)が、共通の第2 のインダクタンス(13)を備えることを特徴とする昇圧コンバータ。

【請求項12】

請求項7 乃至11 の何れか1 項に記載の昇圧コンバータに対する動作方法において、前記第2 のサブユニット(25)の駆動周波数に対する前記第1 のサブユニット(24)の駆動周波数が、前記第1 の出力キャパシタ(14)と、前記第2 の出力キャパシタ(15)との間の電圧の分配に依存して決定されることを特徴とする動作方法。

【請求項13】

請求項7 乃至11 の何れか1 項に記載の昇圧コンバータ(1)を備えることを特徴とするインバータ。

【請求項14】

請求項9 に記載の昇圧コンバータ(1)を備えるインバータにおいて、第1 のサブユニット(24)のDC 電圧入力部(2、3)が、第1 の発電機に接続するために配置され、第2 のサブユニット(25)のDC 電圧入力部(2'、3')が、前記第1 の発電機とは異なる第2 の発電機に接続するために配置されていることを特徴とするインバータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、昇圧コンバータおよび昇圧コンバータに対する動作方法に関する。さらに、本発明は、インバータに関し、特に、そのような昇圧コンバータを備える光起電力インバータに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

昇圧コンバータは、特に光起電力設備において、個々のストリングのDC電圧を共通の中間回路のDC電圧に適合させるために使用される。この場合、可能な限り最良な効率を有する昇圧コンバータの動作は、昇圧コンバータの構成部品、特に、昇圧コンバータの半導体スイッチを冷却するためのエネルギー損失を回避し、かつ、出費を低減することが望ましい。スイッチに電流がなくなった時点、または電圧がなくなった時点でスイッチが切り換えられることにより、半導体スイッチの低損失スイッチングが実現可能であることが、例えば、共振コンバータから知られている。これはソフトスイッチングと呼ばれる。

【0003】

独国特許出願公開第2639589A1号明細書は、昇圧コンバータに通常見られるような、インダクタンスと、昇圧コンバータスイッチと、DC電圧入力部およびDC電圧出力部間の昇圧コンバータダイオードと、からなる構成を有する昇圧コンバータであって、充電経路および放電経路を有するスナバ回路を備えるとともに、放電経路が、キャパシタと、昇圧コンバータダイオードと並列なダイオードとの直列接続として延在している昇圧コンバータを開示している。さらなるダイオードと、さらなるインダクタンスとの直列接続を備える充電経路であって、一方の端部がキャパシタとダイオードとの間の接合点に接続されている充電経路を経由して、昇圧コンバータスイッチがオンに切り換わるとキャパシタが充電され、その目的のために、昇圧コンバータの出力電圧の半分の量で充電経路のもう一方の端部に電圧が印加される。これに関して、独国特許出願公開第2639589A1号明細書は、充電経路を、DC電圧出力部間の分割出力キャパシタンスの中心点に接続することが可能であることを開示しており、これについてさらに同特許文献は、充電回路によって引き起こされる分割出力キャパシタンスの2つのキャパシタンスの不均等な放電を補償するために使用可能な補償回路を開示している。

【0004】

米国特許第7385833B2号明細書は、同様に、昇圧コンバータに通常見られるような、インダクタンスと、昇圧コンバータスイッチと、DC電圧入力部およびDC電圧出力部間の昇圧コンバータダイオードと、からなる構成を有する昇圧コンバータであって、充電経路および放電経路を有するスナバ回路を備えるとともに、放電経路が、キャパシタと、昇圧コンバータダイオードと並列なダイオードとの直列接続として延在し、かつ、一方の端部が、キャパシタとダイオードとの間の接合点に接続されている充電経路が、さらなるダイオードと、さらなるインダクタンスとの直列接続を備える昇圧コンバータを開示している。充電経路のもう一方の端部は、DC電圧入力部のうちの1つを、DC電圧出力部のうちの1つに接続している昇圧コンバータのラインに接続されている。昇圧コンバータスイッチがオンに切り換わると、キャパシタを充電するために、充電経路のさらなるインダクタンスが、昇圧コンバータのインダクタンスに磁氣的に結合されている。キャパシタを充電するためのエネルギーが、このようにDC電圧入力部に接続されたエネルギー源から引き出される。

【0005】

米国特許出願公開第20080094866A1号明細書は、昇圧コンバータに通常見られるような、インダクタンスと、昇圧コンバータスイッチと、DC電圧入力部およびDC電圧出力部間の昇圧コンバータダイオードと、からなる構成を有する昇圧コンバータであって、光発電機と連携して能動的に切り換えられるスナバ回路を備える昇圧コンバータを使用することを開示している。

【発明の概要】

【0006】

したがって、本発明は、効率が向上した、特に、昇圧コンバータの半導体スイッチのソフトスイッチングを可能にする昇圧コンバータを提供することを目的とする。

【0007】

この目的は、本発明に従って、独立請求項1および10の昇圧コンバータによって実現

10

20

30

40

50

され、また、択一的な独立方法請求項8 および23 に記載の昇圧コンバータの動作方法によってもまた実現され、さらに、択一的な独立装置請求項9、24 および25 に記載のインバータによってもまた実現される。本発明の有利な実施形態が、従属請求項で叙述されている。

【0008】

本発明による昇圧コンバータは、昇圧コンバータの第1のDC電圧入力部を、第1の接合点に電氣的に接続している第1のインダクタンスと、第1の接合点を、昇圧コンバータに接続された昇圧コンバータの第2のDC電圧入力部および第2のDC電圧出力部に接続している昇圧コンバータスイッチと、を備える。加えて、昇圧コンバータは、第1の接合点を昇圧コンバータの第1のDC電圧出力部に接続している第1のダイオードを備える。昇圧コンバータは、充電経路および放電経路を備えるスナバ回路をさらに備え、放電経路は、キャパシタおよび第2のダイオードの直列接続として、第1の接合点から第1のDC電圧出力部まで延在し、キャパシタと第2のダイオードとの間の接合点から出ている充電経路は、昇圧コンバータスイッチがオンに切り換わると、キャパシタが充電されるように配置されている。この充電は、さらなるスイッチを使用せずに行われる。

10

【0009】

キャパシタおよび第2のダイオードの直列接続として具体化された放電経路によって、第1のインダクタンスを通る電流が、昇圧コンバータスイッチがオフに切り換わった時点で、従来の昇圧コンバータにおける場合のように、最初に第1のダイオードの方に方向を変えるのではなく、むしろ放電経路の方に方向を変えることによりキャパシタの放電が実現される。キャパシタが完全に放電された後で初めて、電流は第1のダイオードの方に方向を変える。放電経路を経由して第1のダイオードを一時的にブリッジすることにより、昇圧コンバータスイッチの、電圧なしのスイッチングオフ、つまりソフトスイッチングオフが生じ、これによりスイッチング損失が大幅に低減される。

20

【0010】

キャパシタの充電の再開は、昇圧コンバータスイッチのスイッチオン位相の初めに充電経路を経由して行なわれる。スイッチオン位相の期間によっては、この間に部分的に充電したり、または有利なことにDC電圧出力部の電圧値まで完全に充電したりすることができる。したがって、1つの実施形態では、キャパシタが、第1のDC電圧出力部と第2のDC電圧出力部との間に配置された出力キャパシタンスのエネルギーによって充電される。

30

【0011】

しかしながら、キャパシタを充電するためのエネルギーをDC電圧入力部から引き出すことも同様に可能である。この目的のために、充電経路は、その一方の端部でキャパシタと第2のダイオードとの間の接合点に接続され、そのもう一方の端部で第1のDC電圧入力部に接続されている。特に有利なことに、この場合には入力キャパシタンスが、第1のDC電圧入力部と第2のDC電圧入力部との間に配置され、また充電経路が、入力キャパシタンスからキャパシタを充電するために配置されている。

【0012】

放電経路を第1のダイオードと並列に配置することができる。しかしながら、もう1つの選択肢として、第2のダイオードを、第1のDC電圧出力部と第1のダイオードとの間の放電経路の一部として配置することにより、第1のダイオードが、キャパシタと第2のダイオードとの間の接合点に接続されるように、したがって、第2のダイオードを経由して第1のDC電圧出力部に接続されるようにすることもまた可能である。

40

【0013】

本発明による昇圧コンバータの1つの実施形態では、充電経路が、抵抗および第2のスイッチの直列接続を備えるとともに、キャパシタと第2のダイオードとの間の接合点を、第1のDC電圧出力部に、または、もう1つの選択肢として第1のDC電圧入力部に接続している。この場合、抵抗は、充電電流を制限する機能を果たしている。この実施形態では、第2のスイッチは、昇圧コンバータスイッチと一緒にオンに切り換わるように配置さ

50

れている。この場合、用語「一緒にオンに切り換わる」とは、第2のスイッチが、昇圧コンバータスイッチのスイッチオン位相の間に、少なくとも一時的にオンに切り換えられていることを含んでいる。これはまた、第2のスイッチのオンへの切り換えが、昇圧コンバータスイッチのオンへの切り換えよりも所定時間前に起こる状況を明確に除外するものではない。第2のスイッチのオンへの切り換えが、昇圧コンバータスイッチのオンへの切り換えと同期して起こることが好ましい。

【0014】

本発明の1つの実施形態では、充電経路が、第2のインダクタンスおよび第3のダイオードの直列接続を備えることが可能である。

【0015】

さらなる実施形態では、出力キャパシタンスが、第1の出力キャパシタおよび第2の出力キャパシタの直列接続を備え、それらは、中間点を經由して互いに接続されている。この場合、充電経路は、キャパシタと第2のダイオードとの間の接合点を、分割出力キャパシタンスの中間点に接続している。第2のインダクタンスは、分割出力キャパシタンスの中間点にも、また、キャパシタと第2のダイオードとの間の接合点にも、両方に接続することができる。キャパシタは、出力キャパシタのエネルギーによって充電され、この出力キャパシタは、昇圧コンバータの第2のDC電圧出力部に接続されている。以後、この出力キャパシタを、スナバ回路に割り当てられた出力キャパシタンスと呼ぶことにする。

【0016】

第1の出力キャパシタと第2の出力キャパシタとの間で不均等な電圧の分配が、このエネルギーの引き出しによって引き起こされるので、本発明による昇圧コンバータを、制御可能な補償回路によって補うことが可能である。そのような補償回路は、第1のDC電圧出力部を、第2のインダクタンスを經由して分割出力キャパシタンスの中間点に制御可能に接続する、少なくとも1つの補償スイッチを備えることが可能である。加えて、フリーホイールダイオードまたはさらなるスイッチを、第2のインダクタンスを補償スイッチに接続している接合点と、第2のDC電圧出力部との間に配置することができる。

【0017】

充電経路がもう一方の端部で第1のDC電圧入力部に接続された前述した昇圧コンバータの変形例は、分割出力または入力キャパシタンスがなくて済み、したがって、補償回路がなくて済む。これは、この変形例特有の利点であると考えべきである。DC電圧入力部間の電圧が、DC電圧出力部間の電圧の半分よりも大きい場合には、キャパシタは、DC電圧出力部の電圧値に充電される。電圧値が小さい場合にも、回路の機能は、依然として提供される。ただし、そのときのスイッチング負荷の減少は、最善ではない。すなわち、そのときのスイッチング損失の減少は、やや不十分である。

【0018】

分割出力キャパシタンスからの不均等なエネルギーの引き出しを補償するために、さらなるコンバータであって、好ましくはもう一方のキャパシタに対するよりも高い電圧を有するキャパシタからエネルギーを引き出すように制御されているさらなるコンバータを、昇圧コンバータの下流で接続することが可能である。本発明の1つの可能な実施形態では、例として、いわゆる3レベルブリッジ、例えばNPCブリッジが、昇圧コンバータのDC電圧出力部に接続されており、前記ブリッジは、エネルギーの引き出しを補償することができるように、したがって2つの出力キャパシタ間の電圧の均衡を保つことができるように、駆動されている。言うまでもなく、分割中間回路からのエネルギーの引き出しを補償することができる他の回路、例えば、昇圧コンバータの制御装置または昇圧コンバータがその一部である電子装置の制御装置用の電源回路もまた可能である。

【0019】

2つの出力キャパシタにおいて電圧の平衡を保つさらなる可能性は、昇圧コンバータを、第1のサブユニットおよび第2のサブユニットを備える対称的な昇圧コンバータとして提供することにある。本発明によれば、2つのサブユニットがそれぞれスナバ回路を備え、サブユニットからなるスナバ回路は、例えば、2つの出力キャパシタのうちの1つにそ

10

20

30

40

50

れぞれ割り当てられ、すなわち、2つの出力キャパシタから充電されている。対称的な昇圧コンバータの場合、第1のサブユニットおよび第2のサブユニットはそれぞれ、別個の第1のDC電圧入力部および第2のDC電圧入力部を備えることもまた可能である。キャパシタの寸法決めおよび両方のサブユニットの第2のインダクタンスの寸法決めが同一であると仮定すると、これにより、2つのサブユニットで入力電圧が異なっていたとしても電圧の平衡が保たれることになる。別の方法では、2つのサブユニットの駆動周波数間の差異を適切に選択することによって平衡を保つことができる。この場合、電圧が低い方の出力キャパシタンスに割り当てられるサブユニットを、もう一方のサブユニットと比べて、駆動周波数を低くして動作させる。原則として、対称的な実施形態のそのような昇圧コンバータを、第1の出力キャパシタンスと第2の出力キャパシタンスとの間に依存して決定される第2のサブユニットの駆動周波数に対する、第1のサブユニットの駆動周波数によって動作させることができる。このように、出力電圧の平衡を保つ代わりに、出力電圧を計画的に非対称に設定、維持することもまた同様に可能である。

10

【0020】

対称的な昇圧コンバータの場合には、2つのサブユニットの2つの第1のインダクタンスを磁気的に結合させることもまた可能である。言うまでもなく、対称的な昇圧コンバータの場合には、昇圧コンバータ用のスナバ回路の基本的な説明に関連して上述したような制御可能な補償回路が、2つのサブユニットのそれぞれに対して存在することもまた可能である。まさに同様に、対称的な昇圧コンバータに関しては、充電経路のもう一方の端部で、充電経路を、各場合におけるそれぞれの第1のDC電圧入力部に接続することもまた可能である。

20

【0021】

さらに本発明の1つの態様は、スナバ回路によって引き起こされる、エネルギーの不均衡な引き出しを、適切な措置によって、特に上述した措置によって補償するように、昇圧コンバータに対する動作方法を補完することである。理想的には、適合した動作方法の範囲内で、直列接続された出力キャパシタ間の電圧を均一に分配することを目的とする。

【0022】

充電経路が、充電経路のもう一方の端部で第1のDC電圧入力部に接続されている昇圧コンバータに対する動作方法の場合には、第1のDC電圧出力部と第2のDC電圧出力部との間の出力電圧が、第1のDC電圧入力部と第2のDC電圧入力部との間の入力電圧の2倍未満の大きさであるように、昇圧コンバータが駆動されることが好ましい。これにより、上述したように、キャパシタが確実にDC電圧出力部の電圧値に充電され、これによりスイッチング損失を可能な限り最良に低減することができる。

30

【0023】

1つの特に有利な実施形態では、インバータが、本発明による昇圧コンバータを備えている。この場合、インバータは、特に、昇圧コンバータの1つの入力部での、または複数の入力部でのDC電圧として存在する、1つまたは複数の光発電機からの電力を、エネルギー供給グリッドに送電するための、グリッドに準拠しているAC電圧に変換する光起電力インバータとすることができる。この場合、第1のサブユニットおよび第2のサブユニットに対して別個のDC電圧入力部を備える対称的な昇圧コンバータとしての昇圧コンバータの実施形態では、第1のサブユニットのDC電圧入力部を、第1の発電機に接続し、第2のサブユニットのDC電圧入力部を、第1の発電機とは異なる第2の発電機に接続することが可能である。2つのサブユニットが厳密に1つの共通のDC電圧入力部を備える場合には、別個のDC電圧入力部もまた、本願の意味する範囲において存在する。

40

【0024】

降圧コンバータ、双方向コンバータ、および昇降圧コンバータに基づいて、例として以下に示されるように、本発明の技術的な教示は、他の種類のコンバータに適用可能である。これらの種類のコンバータは、共通の特徴としてインダクタンスと、2つのスイッチと、を備え、スイッチの少なくとも1つは、能動的な半導体スイッチである。もう一方のスイッチは、もう1つの選択肢として、受動的なスイッチ、例えばダイオードとすることも

50

また可能である。インダクタンスおよび2つのスイッチは、DC電圧入力端子とDC電圧出力部端子との間に公知のやり方で配置される。各場合におけるスナバ回路は、キャパシタおよびダイオードの直列接続と、キャパシタとダイオードとの間の接合点から出て、さらなるダイオードおよびインダクタンスを経由して、出力キャパシタンスまたは入力キャパシタンスの端子まで延在する充電経路と、を備える放電経路を備える。存在する2つのスイッチのうちの一方のスイッチ、特に受動的なスイッチが、放電経路によってブリッジされるように、すなわち、動作時にもう一方のスイッチが開くと、コンバータ電流が、最初に前記一方のスイッチを経由するのではなく、キャパシタを経由して伝導され、そしてキャパシタを放電するように、放電経路が配置される。キャパシタが完全に放電された後で初めて、前記一方のスイッチに電流が供給される。もう一方のスイッチ、すなわち能動的なスイッチが閉じると、キャパシタが、インダクタンスを経由して入力キャパシタンスまたは出力キャパシタンスのエネルギーから再び充電されるように、充電経路が配置される。この結果、電流プロファイルが正弦波の半サイクルを有する、共振に類似した充電プロセスが生じる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

図面を参照して、以下に、本発明をさらに詳細に説明する。この場合、図面は、本発明の実施形態を説明するための機能を果たすが、本発明を、示された特徴に限定するものではない。

【0026】

【図1】図1は、本発明による昇圧コンバータの一実施形態を示す。

【図2】図2は、本発明による昇圧コンバータのさらなる実施形態を示す。

【図3】図3は、補償回路を有する本発明による昇圧コンバータのさらなる実施形態を示す。

【図4】図4は、充電経路がDC電圧入力部に接続している本発明による昇圧コンバータのさらなる実施形態を示す。

【図5】図5は、抵抗性の充電経路を有する本発明による昇圧コンバータのさらなる実施形態を示す。

【図6】図6は、本発明による昇圧コンバータのさらなる実施形態を、対称的なレイアウトで示す。

【図7】図7は、インダクタンスが共同で使用されている本発明による昇圧コンバータのさらなる実施形態を、対称的なレイアウトで示す。

【図8】図8は、補償回路を有する本発明による昇圧コンバータのさらなる実施形態を、対称的なレイアウトで示す。

【図9】図9は、本願による教示が、降圧コンバータの場合に適用されている例を示す。

【図10】図10は、本願による教示が、双方向コンバータに適用されている例を示す。

【図11】図11は、2つのサブユニットを有する双方向コンバータの対称的なレイアウトを示す。

【図12】図12は、本願による教示が、昇降圧コンバータの場合に適用されている例を示す。

【図13】図13は、インダクタンスが磁氣的に結合された昇降圧コンバータの一実施形態を示す。

【0027】

図1は、第1のDC電圧入力部2および第2のDC電圧入力部3を有する昇圧コンバータ1であって、第1のDC電圧入力部2と第2のDC電圧入力部3との間に入力キャパシタンス6が配置されている昇圧コンバータ1の回路構成を示す。出力キャパシタンスが、第1の出力キャパシタ14および第2の出力キャパシタ15の直列接続の形態で、第1のDC電圧出力部4と第2のDC電圧出力部5との間に配置されている。第1のDC電圧入力部2は、従来の昇圧コンバータから知られているように、第1のインダクタンス7および第1のダイオード9を経由して第1のDC電圧出力部4に接続されている。第1のイン

ダクタンス7と第1のダイオード9との間の接合点22が、半導体スイッチ8を介して第2のDC電圧入力部3および第2のDC電圧出力部5の両方に接続されている。加えて、昇圧コンバータ1は、充電経路および放電経路を備えるスナバ回路23を備えている。接合点22から出ている放電経路は、キャパシタ10および第2のダイオード11の直列接続を経由して、第1のDC電圧出力部4まで延在している。充電経路は、第3のダイオード12および第2のインダクタンス13の直列接続を経由して、キャパシタ10と第2のダイオード11との間の接合点を、第1の出力キャパシタ14と第2の出力キャパシタ15との間の中間点に接続している。第3のダイオード12および第2のインダクタンス13の直列接続の順序は、任意である。

【0028】

昇圧コンバータ1の動作時に、半導体スイッチ8が開かれた時点で、キャパシタ10は、出力キャパシタ15の電圧のおよそ2倍に充電される。続いて、電流は、キャパシタ10および第2のダイオード11を経由して第1のインダクタンス7を通して、DC電圧出力部4へとさらに伝導され、キャパシタ10を放電する。一旦キャパシタ10が放電されれば、電流は、第1のダイオード9の方に方向を変える。半導体スイッチ8が閉じると、キャパシタ10は、キャパシタ15の電圧によって、第2のインダクタンス13、第3のダイオード12、および半導体スイッチ8を経由して第2の出力キャパシタ15の電圧の2倍に再び充電される。これは共振充電プロセスとして生じ、共振充電プロセスでは、充電電流は、形状に関しては、正弦波の半サイクルにほぼ相当する。また、第3のダイオード12は、共振プロセスの継続を防ぎ、したがって、キャパシタ15の放電を防ぐ。このように、スナバ回路23は、電圧なしの方式で、または少なくともスナバ回路23のない従来の昇圧コンバータと比較して半導体スイッチ8の両端の電圧の降下を抑えて、半導体スイッチ8を開放することができるという効果を実現する。さらに、スイッチングプロセスの間の、スイッチ8の電流増加を減速することが可能になる。したがって、半導体スイッチ8のスイッチング損失が低減され、昇圧コンバータ1の効率がそれに相応して向上する。

【0029】

図2の実施形態による昇圧コンバータ1は、第2のダイオード11の代わりに、第1のダイオード9と第1のDC電圧出力部4との間に配置された第2のダイオード16が使用されている点で、図1による昇圧コンバータとは異なっている。この回路の動作方式は、図1からの回路の動作方式と実質的に同一である。

【0030】

図3の実施形態による昇圧コンバータ1は、図1による昇圧コンバータに加えて、第1の補償スイッチ18および第2の補償スイッチ19を有する補償回路17を含み、この第1の補償スイッチ18および第2の補償スイッチ19は、直列回路として第1のDC電圧出力部4と第2のDC電圧出力部5との間に配置され、かつ、それらの中心点で第3のダイオード12および第2のインダクタンス13の接合点への接続部に接続されている。補償スイッチ19は、任意で、単にダイオードとして具体化することができる。補償回路は、第1の出力キャパシタ14と第2の出力キャパシタ15との間の電圧の分配を所望の値に設定し、スナバ回路の動作を原因とする、電圧の分配の非対称性を特に補償する機能を果たす。図8の例示的な実施形態におけるように、インダクタンス13の代わりに、補償回路が別個のインダクタンスを使用することもまた可能であり、この別個のインダクタンスは、インダクタンス13に追加して、そしてインダクタンス13とは独立して補償回路のためにだけ使用され、かつ、出力キャパシタ14、15の中間点に、補償スイッチ18、19を介して制御可能に接続されている。示されている回路のもう1つの選択肢として、補償スイッチ18を第1のDC電圧入力部2に接続することもまた可能であり、したがってキャパシタ15を入力側で再充電することもまた可能である。

【0031】

ここでは示されていないが、出力キャパシタ間の電圧の分配の均衡を保つさらなる典型例は、昇圧コンバータ1の出力部に、出力キャパシタから不均等にエネルギーを引き出す

10

20

30

40

50

負荷を設置することにある。本発明の1つの実施形態では、3レベルブリッジのインバータ、例えばいわゆるNPCインバータが、2つの出力キャパシタ14、15の間に接合点を含む昇圧コンバータ1の出力部に接続されている。2つの出力キャパシタからエネルギーを引き出すことにより、昇圧コンバータの動作の結果生じたキャパシタ間の不均等なエネルギーの分配を補償するように、前記ブリッジを駆動することができる。

【0032】

図4は、出力キャパシタンスが単一の出力キャパシタ14だけによって形成されている、本発明による昇圧コンバータ1の一実施形態を示す。充電経路は、この場合には、キャパシタ10と第2のダイオード11との間の接合点から、第3のダイオード12および第2のインダクタンス13を経由して第1のDC電圧入力部2まで延在している。この実施形態では、キャパシタ10は、半導体スイッチ8のスイッチオン位相の間に昇圧コンバータ1の入力側のエネルギーによって充電される。

10

【0033】

図5による本発明による昇圧コンバータ1の回路は、共振スナバ回路23の代わりに、スイッチ21および抵抗20の直列接続によって形成された充電経路を備えている。この実施形態では、キャパシタ10は、半導体スイッチ8が閉じた時点で閉じられるスイッチ21によって充電される。この場合、抵抗20は、スイッチ21の過負荷、または半導体スイッチ8の過負荷を回避するために、キャパシタ10の充電電流が適切に制限されるように、大きさが設定されている。抵抗20を省略することもまた可能であり、かつ／または、スイッチ21をクロック方式または線形モードで動作させることも可能である。

20

【0034】

図6は、第1のサブユニット24および第2のサブユニット25を備える対称的な昇圧コンバータとしての昇圧コンバータ1の一実施形態を示す。この場合には、第1のサブユニット24は、図1による実施形態に対応する。第2のサブユニット25は、第1のDC電圧入力部および第2のDC電圧入力部に関して第1のサブユニット24に対してミラー状になっている。したがって、第1のサブユニット24のスナバ回路、および第2のサブユニット25のスナバ回路は、2つの出力キャパシタ14、15のうちの1つにそれぞれ割り当てられている。このため、対応して割り当てられた出力キャパシタからの2つのサブユニットに対するエネルギーの選択的な引き出しが、上述したように、部分的に、または完全に補償される。第1のサブユニット24のDC電圧入力部2、3で、および／または第2のサブユニット25のDC電圧入力部2'、3'で、異なる入力電圧が存在する場合であっても、この補償が結果として生じる。なぜなら、2つの出力キャパシタ14および15を介する電圧の不均衡は、サブ回路24および25の電力変換が異なることによって引き起こされるのではなく、むしろ共振プロセスによって、したがって構成部品10、10'、13および13'の部品公差ならびに共振プロセスの繰り返しレートによって引き起こされるからである。補償の程度は、2つのサブユニット24、25が動作するクロック周波数を選択することにより相応に設定することが可能で、この場合、電圧が高い方のキャパシタに割り当てられているサブ回路を、クロック周波数を高くして動作させなければならない。出力キャパシタ間で所望の電圧の分配を実現するために、自己のスナバ回路が望ましくない高電圧を有する出力キャパシタに割り当てられているサブユニットのクロック周波数を、増大させることができる。例えば、特にキャパシタ10、10'および第2のインダクタンス13、13'の部品公差が原因で、2つの出力キャパシタ14、15からのエネルギーの引き出しが不均等であることが動作中に発生する場合があるので、これが必要になる場合がある。

30

40

【0035】

図7は、第2のインダクタンス13を両方のサブユニットによって共同で利用することが可能な、対称的な昇圧コンバータ1の一実施形態を示す。特に、2つのサブユニットを相互にずらせて、キャパシタ10、10'の充電位相が時間的に重ならないようにクロック制御されているのであれば、これが可能である。

【0036】

50

図8は、第1のサブユニット24および第2のサブユニット25を備える対称的な昇圧コンバータ1を図示している。その構造はそれぞれ、図3の昇圧コンバータの構造に相当する。しかしながら、ここでは、図3の記述に関連して既に言及した変形例が、具現化されている。すなわち、補償スイッチ19、19'が、単にダイオードとして具体化されており、別個のインダクタンス26、26'が設けられ、この別個のインダクタンスは、インダクタンス13、13'に追加して、そしてインダクタンス13、13'とは独立して補償回路のためだけに使用され、かつ、出力キャパシタ14、15および14'、15'の中間点に、それぞれ、補償スイッチ18、19および18'、19'を介して、それぞれ制御可能に接続されている。ここでは、原則としてこの時点で、任意の他の降圧コンバータ回路を使用することもまた可能であるように、補償回路が降圧コンバータを形成していることが明らかである。加えて、図8の例示的な実施形態では、さらなるキャパシタンス27、27'が、DC電圧出力部4、5と4'、5'との間に設けられている。図8はさらに、例として、対称的な昇圧コンバータの場合に、第1のサブユニット24のDC電圧出力部4、5および第2のサブユニット25のDC電圧出力部4'、5'が、例えば図6および図7の実施形態の場合におけるように並列に相互接続されているのではなくて、直列に相互接続することもまた可能であることを示している。

10

【0037】

図9では、進歩性のある教示が、降圧コンバータ80の場合に適用されている。従来の降圧コンバータから知られているように、第1のDC電圧入力部2が、第1のインダクタンス7および半導体スイッチ85の直列接続を経由して、第1のDC電圧出力部4に接続されている。第2のDC電圧入力部3が、第2のDC電圧出力部5に直接接続されている。第1のDC電圧入力部3への接続部としての第1のダイオード86が、第1のインダクタンス7と半導体スイッチ85との間の接合点22の間に接続されている。加えて、キャパシタ81と、第2のダイオード82と、第3のダイオード83と、第2のインダクタンス84と、を備えるスナバ回路87が、接合点22、第2のDC電圧入力部3、および分割入力キャパシタ14、15の直列回路の中間点に、図1による昇圧コンバータの場合に比較可能なやり方で接続されている。キャパシタ81および第2のダイオード82を経由して、このスナバ回路87もまた、第1のダイオード86と並列に配置された放電経路を提供する。充電経路は、対応して第3のダイオード83および第2のインダクタンス84を経由して延在し、その結果、キャパシタ81を充電するためのエネルギーが、スナバ回路87に割り当てられたキャパシタ14から引き出される。降圧コンバータ80の動作は、同じように、昇圧コンバータ1の動作に対応する。半導体スイッチ85が開くと、キャパシタ81が放電され、半導体スイッチ85が閉じると、キャパシタンス14から充電される。

20

30

【0038】

言うまでもなく、図2乃至図8の昇圧コンバータ1の例に基づいて説明された種々の変形例もまた、同じように、降圧コンバータの場合に適用することが可能である。

【0039】

図10では、昇圧コンバータ1の構成部品および降圧コンバータ80の構成部品を組み合わせ、昇圧コンバータとしての動作も、降圧コンバータとしての動作も、両方とも可能な双方向コンバータ90を形成している。昇圧コンバータの場合には、エネルギーが、DC電圧端子2、3からDC電圧端子4、5へと流れ、降圧コンバータの場合には、その反対の方向へと流れる。半導体スイッチ8、85のクロック制御を適合させることにより、2つの動作モードの間を変更することが可能である。半導体スイッチ8、85のソフトスイッチングは、いずれの動作モードにおいても実現することが可能である。例えば、インバータまたは光電発電機の間回路がDC電圧端子4、5に接続され、その一方でバッテリーが端子2、3に接続されている、光起電力設備内の高効率のバッテリーコンバータとして双方向コンバータ90を使用すると、特に有利である。動作モードを変更することによって、バッテリーの充電と放電との間でスイッチを切り換えることが可能である。

40

【0040】

50

図11では、双方向コンバータの概念を、対称的なレイアウトにさらに発展させている。この場合、双方向コンバータ100は、第1のサブユニット101および第2のサブユニット102を備え、第1のサブユニット101および第2のサブユニット102は、DC電圧端子に対して相互にミラー反転されて具体化されている。

【0041】

図12に示されているように、進歩性のある教示が、昇降圧コンバータ110の場合に同様に適用可能である。従来の昇降圧コンバータから知られているように、第1のDC電圧入力部2が、半導体スイッチ111および第1のダイオード112の直列接続を経由して、第1のDC電圧出力部4に接続されている。そして次に、第2のDC電圧入力部3は、第2のDC電圧出力部5に直接接続されている。第1のインダクタンス114が、第1のDC電圧入力部3を、半導体スイッチ111と第1のダイオード112との間の接合点22に接続している。加えて、2つの直列接続されているキャパシタンス115、116が、第1のDC電圧入力部2と第1のDC電圧出力部4との間に配置されている。キャパシタ113と、第2のダイオード118と、第3のダイオード117と、を備えるスナバ回路121が、接合点22、第1のDC電圧出力部4と、2つのキャパシタンス115、116の間の中間点と、の間に再び配置されている。ここでもまた、スナバ回路23は、キャパシタ113および第2のダイオード118を経由して充電経路を提供し、第2のインダクタンス119および第3のダイオード117を経由して放電経路を提供している。半導体スイッチ111を開くことにより、キャパシタ113が放電され、半導体スイッチ111が閉じると、キャパシタンス115から再び充電される。

【0042】

最後に、図13は、第1のインダクタンス114と、第2のインダクタンス120との間に電磁結合を有する昇降圧コンバータ110の変形例を示している。昇降圧コンバータの場合に適用された本発明による技術的教示の実施形態を、昇圧コンバータの場合について開示したさらなる変形例を用いて、構成し、かつ、補うこともまた可能である。特に、望ましくないキャパシタ電圧の分配を補償するための上述の手順を、本願に有利に適用することができる。

【0043】

本発明は明示的に示された実施形態に限定されるのではなく、むしろ多くの方法で改変することが可能であり、特に、示された他の実施形態、または当業者にとって公知の他の実施形態と組み合わせることが可能である。

【符号の説明】

【0044】

- 1 昇圧コンバータ
- 2、3、2'、3' DC電圧入力部
- 4、5 DC電圧出力部
- 6、6' 入力キャパシタンス
- 7、7' インダクタンス
- 8、8' 半導体スイッチ
- 9、9' ダイオード
- 10、10' キャパシタ
- 11、12、11'、12' ダイオード
- 13、13' インダクタンス
- 14、15 出力キャパシタ
- 16 ダイオード
- 17 補償回路
- 18、19 補償スイッチ
- 20 抵抗
- 21 スイッチ
- 22、22' 接合点

10

20

30

40

50

- 2 3 スナバ回路
2 4、2 5 サブユニット
2 6、2 6' インダクタンス
8 0 降圧コンバータ
8 1 キャパシタ
8 2、8 3、8 6 ダイオード
8 4 インダクタンス
8 5 半導体スイッチ
8 7 スナバ回路
9 0、1 0 0 双方向コンバータ
1 0 1、1 0 2 サブユニット
1 1 0 昇降圧コンバータ
1 1 1 半導体スイッチ
1 1 2、1 1 7、1 1 8 ダイオード
1 1 3 キャパシタ
1 1 4、1 1 9、1 2 0 インダクタンス
1 1 5、1 1 6 キャパシタンス
1 2 1 スナバ回路

10

【 圖 1 】

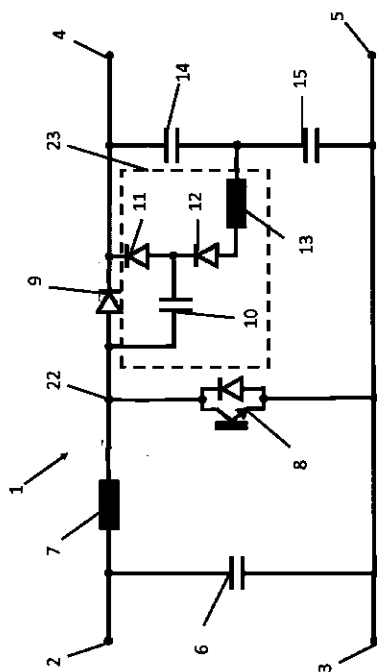


Fig. 1

【 図 2 】

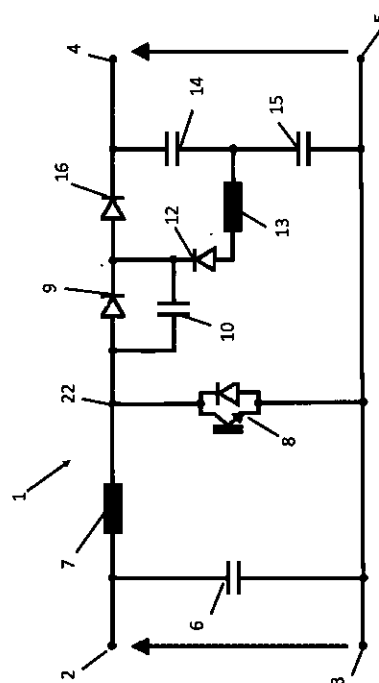


Fig. 2

【 図 3 】

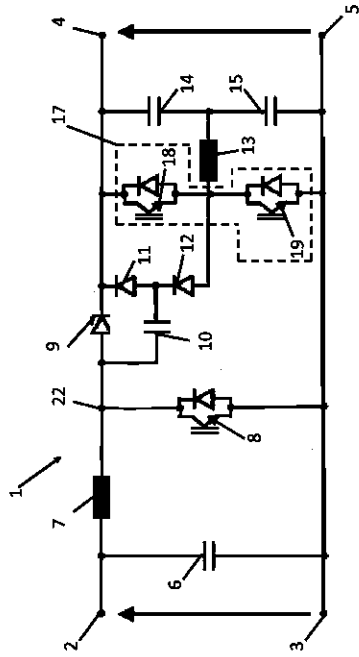


Fig. 3

【 図 4 】

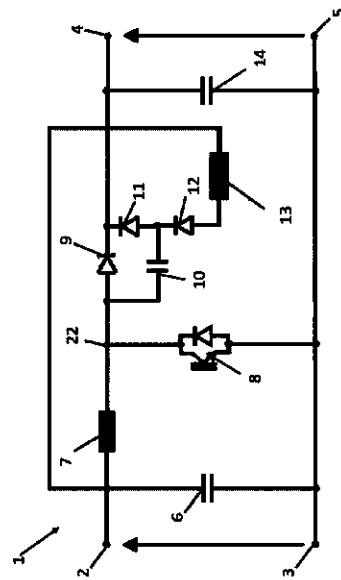
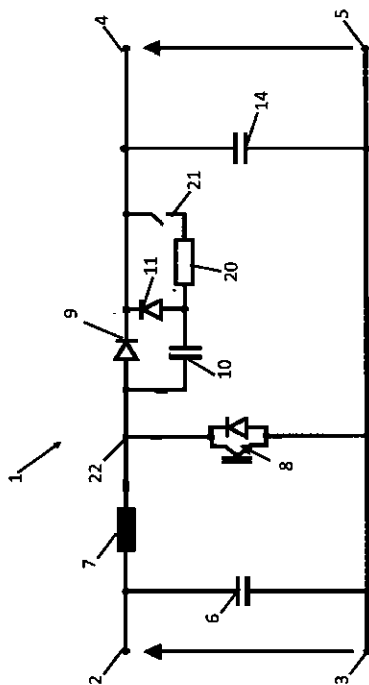


Fig. 4

【 図 5 】



Fi. 5.

【 図 6 】

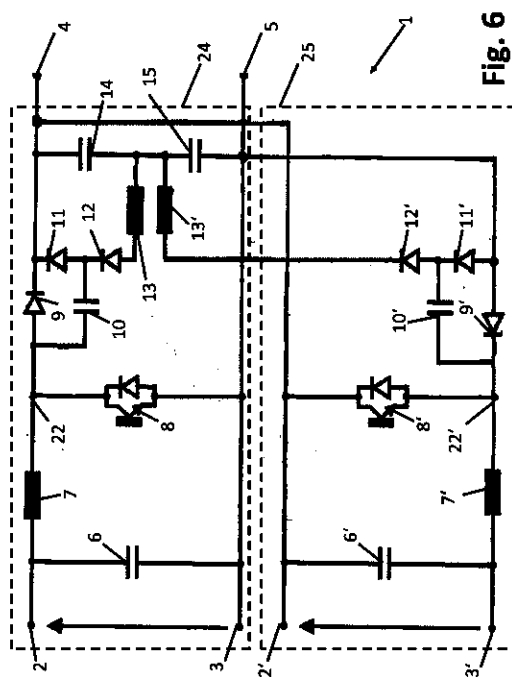


Fig. 6

【 図 7 】

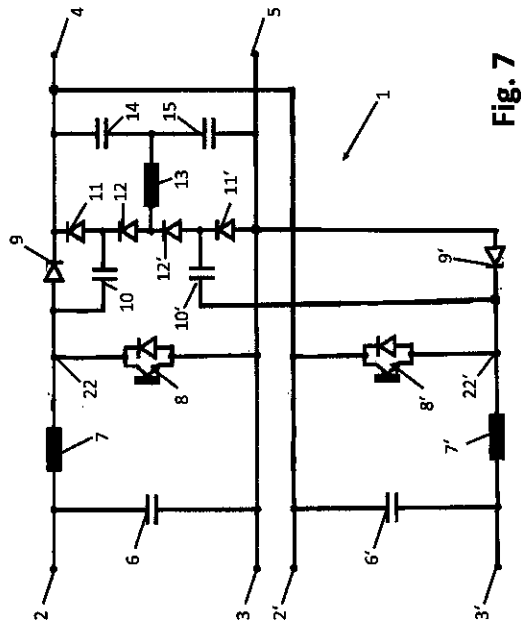


Fig. 7

【 図 8 】

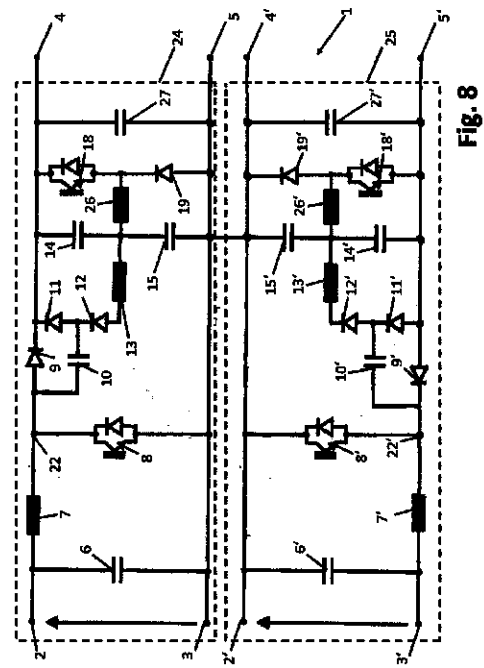


Fig. 8

【 図 9 】

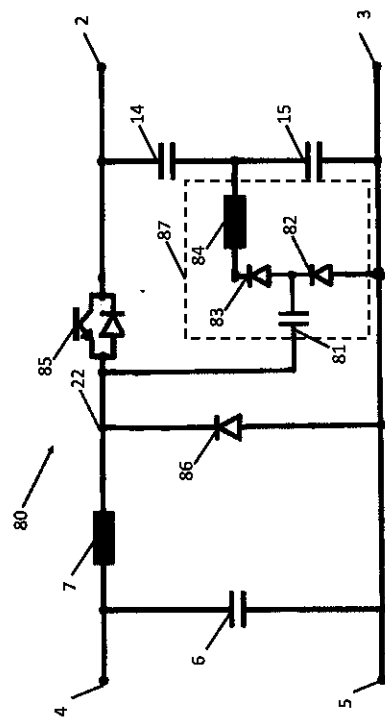


Fig. 9

【 図 10 】

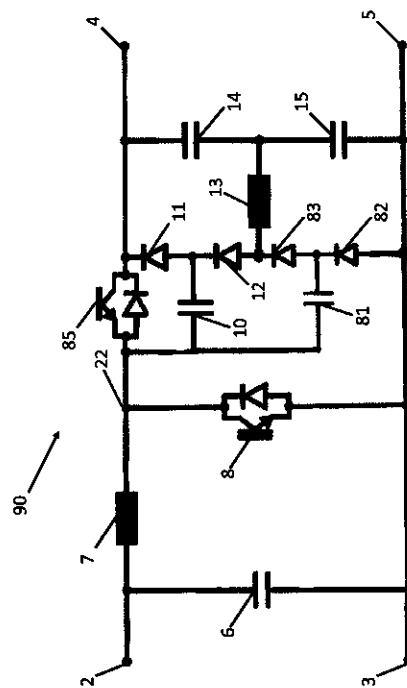


Fig. 10

[図 1 1]

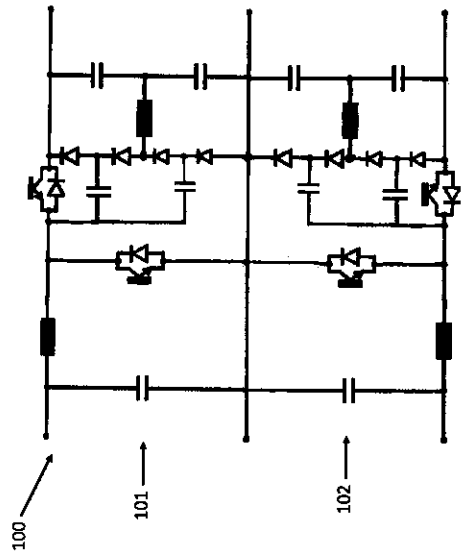


Fig. 11

[図 1 2]

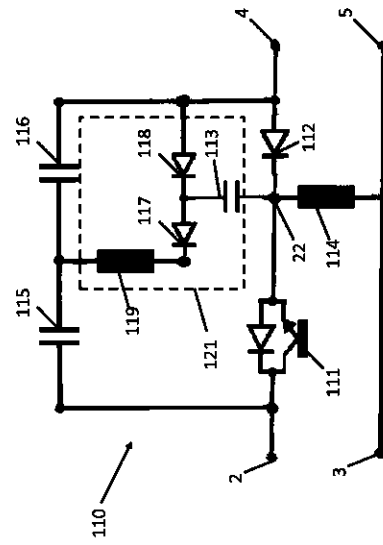


Fig. 12

[図 1 3]

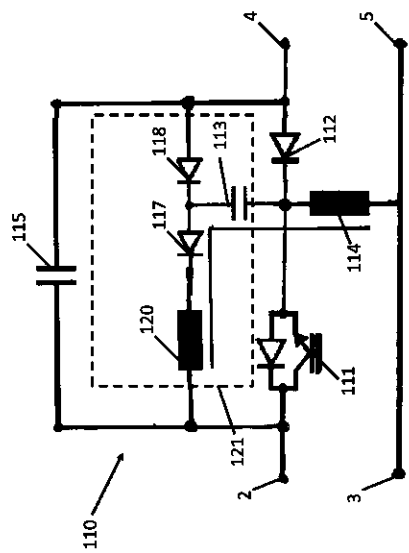


Fig. 13

フロントページの続き

- (72)発明者 ファルク, アンドレアス
ドイツ連邦共和国 34131 カッセル, ネックアーヴェーグ 38
- (72)発明者 スタラ, ロバート
ポーランド共和国 ペエル-31-623 クラクフ, オシェドゥレ ピアストゥフ 12ベ/34
- (72)発明者 ライクロー, マレク
ポーランド共和国 ペエル-43-300 ベルスコーピャワ, ウリツァ リプニカ 40ア
- (72)発明者 マスロン, ジャーギー
ポーランド共和国 ペエル-32-500 フシャヌフ, プシャルスケーゴ 3/2
- (72)発明者 モンドジーク, アンデレ
ポーランド共和国 ペエル-26-115 スカルジスコ コシチェルネ, イウジェツカ 158
- (72)発明者 ソット, スラヴォミール
ポーランド共和国 ペエル-38-400 クロスノ, ジュワーキー イ ウィーギュリー 2/2
- (72)発明者 ペンクゼック, アダム
ポーランド共和国 ペエル-30-087 クラクフ, リドラ 41/3
- (72)発明者 シャレック, ミトツシュ
ポーランド共和国 ペエル-30-126 クラクフ, ウリツァ スタンチカ 14/111

審査官 宮本 秀一

- (56)参考文献 国際公開第2015/079538(WO, A1)
西独国特許出願公開第02639589(DE, A)
特開2013-106433(JP, A)
特開2011-036086(JP, A)
特開2012-070505(JP, A)
国際公開第94/023488(WO, A1)
特開2001-309647(JP, A)
米国特許出願公開第2006/0274558(US, A1)

- (58)調査した分野(Int. Cl., DB名)
H02M1/00-3/44、
7/42-7/98