

(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2017-531420

(P2017-531420A)

(43) 公表日 平成29年10月19日(2017. 10. 19)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
H02M 1/00	(2007.01)	H02M 1/00		E		5H740
H02M 7/48	(2007.01)	H02M 7/48		M		5H770

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2017-520959 (P2017-520959)
 (86) (22) 出願日 平成27年10月16日 (2015. 10. 16)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年6月16日 (2017. 6. 16)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/073998
 (87) 国際公開番号 W02016/059207
 (87) 国際公開日 平成28年4月21日 (2016. 4. 21)
 (31) 優先権主張番号 102014115139.9
 (32) 優先日 平成26年10月17日 (2014. 10. 17)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 505169226
 トゥルンプフ ヒュッティンガー ゲゼル
 シャフト ミット ベシュレンクテル ハ
 フツング ウント コンパニー コマンデ
 イートゲゼルシャフト
 TRUMPF Huettinger G
 mbH + Co. KG
 ドイツ連邦共和国 フライブルク ベッツ
 インガー シュトラーセ 80
 Boetzingen Strasse
 80, D-79111 Freiburg
 , Germany
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
 ンハルト

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交流電圧生成装置を過電圧制限する方法およびデバイス

(57) 【要約】

過電圧制限デバイス(1)によって、インバータ回路ユニット(14)を有する交流電圧生成装置(131)の出力側の出力電圧を過電圧制限する方法および装置であって、過電圧制限デバイスは、インバータ回路ユニットに接続するための2つの入力端子(11, 12)と、交流電圧生成装置の中間回路電圧ユニット(20)に接続するための2つの出力端子(21, 22)と、出力端子に接続されている整流器デバイス(2)と、入力端子および整流器デバイスに接続されている交流電圧変換器デバイス(3)とを備えており、入力端子で、所定の絶対値を超えて正の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、所定の絶対値を超えて負の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、電力が、入力端子から交流電圧変換器デバイスと整流器デバイスとを介して出力端子に搬送されて、入力端子での交流電圧が別の設定可能な絶対値に制限される。

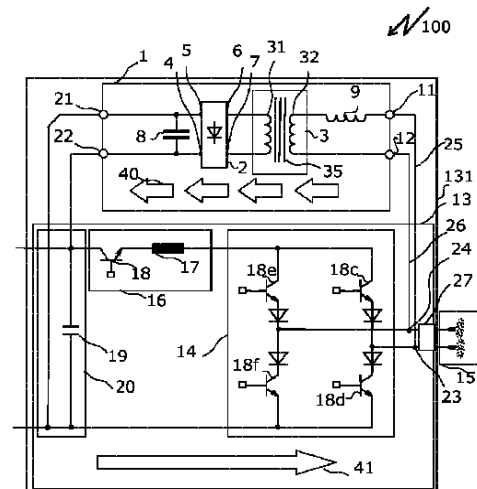


Fig. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

インバータ回路ユニット(14)を有する交流電圧生成装置(131, 131a)のための過電圧制限デバイス(1, 1a)であって、前記交流電圧生成装置(131, 131a)は、動的な負荷インピーダンスを有する負荷(15)に電力を供給するように設計されており、

前記過電圧制限デバイス(1, 1a)は、

- ・前記インバータ回路ユニット(14)に接続するための2つの入力端子(11, 12)と、
 - ・前記交流電圧生成装置(131, 131a)の中間回路電圧ユニット(20)に接続するための2つの出力端子(21, 22)と、
 - ・交流電流端子(6, 7)と、前記出力端子(21, 22)に接続されている直流電流端子(4, 5)とを有している整流器デバイス(2)と、
 - ・前記入力端子(11, 12)に接続されている一次側(32)と、前記整流器デバイス(2)の前記交流電流端子(6, 7)に接続されている二次側(31)とを有している交流電圧変換器デバイス(3)と、
- を備えており、

前記入力端子(11, 12)で、所定の絶対値を超えて正の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、所定の絶対値を超えて負の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、電力が、前記入力端子(11, 12)から前記交流電圧変換器デバイス(3)と前記整流器デバイス(2)とを介して前記出力端子(21, 22)に搬送されて、前記入力端子(11, 12)での前記交流電圧が別の設定可能な絶対値に制限されるように、前記過電圧制限デバイス(1, 1a)が設計されている、
ことを特徴とする過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項 2】

前記入力端子で測定されるインダクタンス(9)は、450nH未満である、請求項1に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項 3】

前記交流電圧変換器デバイス(3)は、変圧器を含んでおり、当該変圧器は、一次巻線(34)と二次巻線(33a, 33b)とを有しており、前記一次巻線(34)および前記二次巻線(33a, 33b)はそれぞれ帯状かつ2本巻きの線路を有しており、特に、当該線路から成る、請求項1または2に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項 4】

前記交流電圧変換器デバイス(3)、特に前記変圧器は、300nH未満の漏れインダクタンスを有しており、かつ、30Aを超えるピーク電流を通すように設計されている、請求項1から3までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項 5】

前記交流電圧変換器デバイス(3)、特に前記変圧器は、0.05Ω未満の値の直流電流抵抗を有している、請求項1から4までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項 6】

付加的に、少なくとも1つの、電流の流れを整える機構(27a, 27b)、特にダイオードが設けられており、当該電流の流れを整える機構(27a, 27b)は、直流電流端子(4, 5)と出力端子(22a, 22b)との間に直列接続されている、請求項1から5までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項 7】

前記整流器デバイス(2)の前記直流電流端子(4, 5)に、耐インパルスコンデンサ(8)が接続されている、請求項1から6までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項 8】

前記耐インパルスコンデンサ(8)は、1つまたは複数のコンデンサユニットから構成されており、前記コンデンサユニットは総計で、 $20\mu\text{F}$ を超える容量を有している、請求項7に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項9】

交流電圧のピーク値が前記設定可能な絶対値未満である場合には、電流が前記整流器デバイス(2)を通して流れないように、前記過電圧制限デバイス(1, 1a)が設計されている、請求項1から8までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項10】

前記交流電圧変換器デバイス(3)は電流の流れによって磁化可能な要素を有しており、交流電圧のピーク値が前記設定可能な絶対値未満である場合には、前記磁化可能な要素を磁化する電流だけが流れるように、前記過電圧制限デバイス(1, 1a)が設計されている、請求項1から9までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

10

【請求項11】

前記交流電圧変換器デバイス(3)が直接、特にダイオード、スイッチまたは整流要素の中間回路を介さずに、前記インバータ回路ユニットと接続可能であるように、前記過電圧制限デバイス(1, 1a)が設計されている、請求項1から10までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項12】

自身の漏れインダクタンスと、設計の対象であるピーク電流との積が 1mHA 未満となるように、前記交流電圧変換器デバイス(3)が設計されている、請求項1から11までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

20

【請求項13】

整流器デバイス(2)と交流電圧変換器デバイス(3)との間の複数の接続線路は帯状であり、特に2本巻きであり、特に有利には相互に重なっており、 0.2mm よりも薄い絶縁体によってのみ分離された導体路を有しており、特に当該導体路から成り、特に有利には少なくとも部分的に、少なくとも 10mm の幅を有しており、有利には少なくとも 0.05mm の厚さを有しており、極めて有利にはそれぞれ 10cm より短い、請求項1から12までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項14】

前記一次巻線(34)の巻数と前記二次巻線(33a, 33b)の巻数との差が、最大で1巻きぶんであるように、前記変圧器が構成されている、請求項3から13までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

30

【請求項15】

耐インパルスコンデンサ(8)と整流器デバイス(2)との間の複数の接続線路はそれぞれ 2cm よりも短い長さを有している、請求項7から14までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)。

【請求項16】

交流電圧生成装置(131, 131a)であって、

動的な負荷インピーダンスを有する負荷(15)に給電するように設計されており、請求項1から15までのいずれか1項に記載の過電圧制限デバイス(1, 1a)を備えている、

40

ことを特徴とする交流電圧生成装置(131, 131a)。

【請求項17】

過電圧制限デバイス(1, 1a)によって、インバータ回路ユニット(14)を有する交流電圧生成装置(131, 131a)の出力側の出力電圧を過電圧制限する方法であって、

前記過電圧制限デバイス(1, 1a)は、

・前記インバータ回路ユニット(14)に接続するための2つの入力端子(11, 12)と、

・前記交流電圧生成装置(131, 131a)の中間回路電圧ユニット(20)に接続す

50

るための２つの出力端子（２１，２２）と、

・交流電流端子（６，７）と、前記出力端子（２１，２２）に接続されている直流電流端子（４，５）とを有している整流器デバイス（２）と、

・前記入力端子（１１，１２）に接続されている一次側（３２）と、前記整流器デバイス（２）の前記交流電流端子（６，７）に接続されている二次側（３１）とを有している交流電圧変換器デバイス（３）と、

を備えており、

前記入力端子（１１，１２）で、所定の絶対値を超えて正の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、所定の絶対値を超えて負の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、電力が、前記入力端子（１１，１２）から前記交流電圧変換器デバイス（３）と前記整流器デバイス（２）とを介して前記出力端子に搬送されて、前記入力端子（１１，１２）での前記交流電圧が別の設定可能な絶対値に制限される、
ことを特徴とする、過電圧制限する方法。

10

【請求項１８】

前記入力端子（１１，１２）から前記交流電圧変換器デバイス（３）と前記整流器デバイス（２）とを介して前記出力端子に搬送された電力は、前記交流電圧生成装置（１３１，１３１a）内に配置されている交流電圧生成デバイス（１３，１３a）に少なくとも部分的に供給される、

ことを特徴とする、過電圧制限する方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【０００１】

本発明は、交流電圧生成装置のための過電圧制限デバイス、このような過電圧制限デバイスを有する交流電圧生成装置、ならびに、交流電圧生成装置の出力側の出力電圧を過電圧制限する過電圧制限デバイスおよび方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

交流電圧生成装置は多方面で必要とされている。例は、プラズマの励起、誘導加熱または系統給電である。このような負荷を、以下で「動的な負荷インピーダンスを有する負荷」とも称する。動的な負荷インピーダンスとは、生成された交流電圧の１つまたは複数の周期内で変化する特性を有しているインピーダンスのことである。１０ｋＷを超える高い電力において、１０Ｈｚを超える周波数、特に１ｋＨｚを超える周波数、特に１０ｋＨｚを超える周波数を生成し、このように生成された電力で、上述した、動的な負荷インピーダンスを有する負荷に給電することができる交流電圧生成装置が公知である。直流電圧から交流電圧を生成するために、しばしば、ブリッジ回路として知られている回路が使用される。このようなブリッジ回路には、電圧源、電流源、または、電力が閉ループ制御される電源によって、整流された電流および電圧が供給され得る。特に、直流電流源によって駆動されるブリッジ回路、すなわち、所定の電流が供給されるブリッジ回路の場合には、このブリッジ回路の出力側に過電圧が生じることがある。このような過電圧は、ブリッジ回路の入力側にも転じることがあり、これは、交流電圧生成装置に損傷を与える場合がある。交流電圧生成装置を過電圧から保護することは、特に、動的な負荷の場合に、しばしば課題となる。これに対しては、種々の解決策が見出されてきている。

30

40

【０００３】

独国特許出願公開第１０２００８０２５９８６号明細書（DE102008025986A1）は、放電回路を介して放電されなければならないコンデンサを備えた過電圧保護デバイスを開示している。放電回路は、エネルギーを熱に変換する。これは、電流負荷容量に関して監視されなければならない。なぜなら、そうでないと、これは、過度に加熱されてしまうからである。さらに、この回路は、制限されたエネルギーしか受容することができない。過電圧が頻繁に生じると、この回路は、過負荷状態になってしまう。本発明の課題は、改善された過電圧制限を実現する方法および装置を提供することである。これは、過度に加熱さ

50

れること無く、比較的頻繁に生じる、または、比較的長く続く過電圧状態を制限すること
もできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】独国特許出願公開第102008025986号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述の課題は、請求項1および他の独立請求項の特徴部分に記載された構成によって解
決される。本発明の有利な構成は、明細書および従属請求項に記載されている。

10

【0006】

本発明のある態様では、インバータ回路ユニットを有する交流電圧生成装置のための過
電圧制限デバイスが提示されており、この交流電圧生成装置は、動的な負荷インピーダ
ンスを有する負荷に電力を供給するように設計されており、ここで、この過電圧制限デバ
イスは、

- ・インバータ回路ユニット、特に、インバータ回路ユニットの出力側または負荷に接続す
るための2つの入力端子と、
- ・交流電圧生成装置の中間回路電圧ユニットに接続するための2つの出力端子と、
- ・交流電流端子と、出力端子に接続されている直流電流端子とを有している整流器デバイ
スと、
- ・入力端子と接続されている一次側と、整流器デバイスの交流電流端子に接続されている
二次側とを有している交流電圧変換器デバイスと、

20

を備えている。入力端子で、所定の絶対値を超えて正の交流電圧ピーク値を超えた場合
にも、所定の絶対値を超えて負の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、電力が、入力端子
から交流電圧変換器デバイスと整流器デバイスとを介して出力端子に搬送されるようにこの
過電圧制限デバイスは設計されている。このようにして、入力端子での交流電圧が別の設
定可能な絶対値に制限される。このようにして、電圧制限時に、負荷側で除去されたエネ
ルギーを、交流電圧生成装置に、負荷の給電のために、戻すことができる。従来の過電
圧制限デバイスは、除去されたエネルギーを完全に熱に変換していた。従って、本発明に係
る過電圧制限デバイスは、過電圧の格段に効率の良い制限を可能にする。さらに、これは
、比較的長い時間間隔の間、過電圧を制限することができる。従来の過電圧制限デバイ
スは、過度の加熱を回避するために、上方の温度を超えた場合には、非アクティブにされ
なければならない。過電圧は、この場合、保護されるべき構成部分に損傷を与えてしま
うことがある。従って、本発明に係る過電圧制限デバイスは、より確実な動作を実現する。

30

【0007】

本発明の別の態様では、過電圧制限デバイスによって、インバータ回路ユニットを有す
る交流電圧生成装置の出力側の出力電圧を過電圧制限する方法が提示されており、過電
圧制限デバイスは、

- ・インバータ回路ユニット、特に、インバータ回路ユニットの出力側または負荷に接続す
るための2つの入力端子と、
- ・交流電圧生成装置の中間回路電圧ユニットに接続するための2つの出力端子と、
- ・交流電流端子と、出力端子に接続されている直流電流端子とを有している整流器デバイ
スと、
- ・入力端子に接続されている一次側と、整流器デバイスの交流電流端子に接続されている
二次側とを有している交流電圧変換器デバイスと、

40

を有している。この方法は、入力端子で、所定の絶対値を超えて正の交流電圧ピーク値
を超えた場合にも、所定の絶対値を超えて負の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、電力が
、入力端子から交流電圧変換器デバイスと整流器デバイスとを介して出力端子に搬送され
、従って、入力端子での交流電圧が別の設定可能な絶対値に制限されるという特徴を有し

50

ている。

【0008】

設定可能な絶対値と、別の設定可能な絶対値とは、相互に依存していてよく、特に、同じ大きさであってよい。

【0009】

過電圧制限デバイスは、次のように設計されている。すなわち、電力が、自身の入力端子から自身の出力端子へと向かう方向においてのみ搬送され、過電圧制限デバイスにおいて、出力端子から入力端子への電力搬送が阻止されるように設計されている。これによって、交流電圧を負荷に供給する際に、特に確実な動作が可能になる。

【0010】

10

入力端子から交流電圧変換器デバイスと整流器デバイスとを介して出力端子に搬送された電力は、ここで、交流電圧生成装置内に配置されている交流電圧生成デバイスに少なくとも部分的に供給され得る。従って、過電圧時にも、負荷への交流電圧の供給が格段に効率的になる。さらに、熱の発生が理由で、相対的に低い、時間あたりの最大出力に制限されていた従来のシステムよりも、多くの電力を除去することができる。すなわち、より多くの過電圧状態を制限することができる。

【0011】

20

入力端子で測定される過電圧制限デバイスのインダクタンスは、600 nH、特に、450 nH未満であってよい。従って、過電圧制限デバイスは、通常動作において、交流電圧ピーク値が所定の絶対値よりも低い場合には、交流電圧生成装置に僅かにしか影響を与えず、これと同時に、所定の絶対値を超えている場合には、極めて効率が良く、かつ、迅速である。

【0012】

設定可能な絶対値および／または別の設定可能な絶対値が、出力端子での電圧によって調整可能である、または、調整されるように、過電圧制限デバイスが設計されていてよい。従って、設定可能な絶対値および／または別の設定可能な絶対値を特に容易かつ確実に調整することができる。

【0013】

30

交流電流のピーク値が設定可能な絶対値未満である場合には、電流が整流器デバイスを通して流れないように、過電圧制限デバイスを設計することができる。これは、過電圧制限デバイス、ひいては、交流電圧生成装置の動作を特に確実にする。

【0014】

直流電流端子に、耐インパルスコンデンサが接続可能である。これによって、入力端子で測定される過電圧制限デバイスのインダクタンスが特に低くなる。さらに、このようにして、過電圧制限デバイスは特に迅速に過電圧に反応する。付加的に、このようにして、過電圧制限デバイスの寿命が長くなる。耐インパルスコンデンサとは、以下の特性のうちの1つまたは複数の特徴を有するコンデンサのことである。

- ・ 10 Aを超えるピーク電流を有する電流パルスに対して設計されている
- ・ 100 Vを超えるピーク電圧を有する電圧パルスに対して設計されている
- ・ 500 V / μ sを超える電圧上昇速度に対して設計されている
- ・ 500 A / μ sを超える電流上昇速度に対して設計されている
- ・ 100 nH未満の端子インダクタンスを有している

40

耐インパルスコンデンサは、1つまたは複数のコンデンサユニットから構成されていてよい。これらのコンデンサユニットは、総計で、20 μ Fを超える容量を有している。

【0015】

交流電圧変換器デバイスは、電流が流れることによって磁化可能な要素を有することができる。これは有利には、鉄含有材料、特に有利には、フェライト材料から成る。これによって、一次側から二次側への結合が改善され、過電圧制限デバイスはより迅速に反応する。

【0016】

50

交流電圧のピーク値が設定可能な絶対値未満である場合には、磁化可能な要素を磁化する電流だけが流れるように過電圧制限デバイスを設計することができる。これによって、通常動作時の交流電圧生成装置の影響がさらに低減される。

【0017】

交流電圧変換器デバイスが直接、特に、ダイオード、スイッチまたは整流要素の中間回路を介さずに、インバータ回路ユニットと接続可能である、特に接続されるように、過電圧制限デバイスを設計することができる。これによって、過電圧制限デバイスはさらに迅速に反応する。

【0018】

一次側が二次側から直流電氣的に分離されているように、交流電圧変換器デバイスを設計することができる。これによって、過電圧制限デバイスは、さらに迅速に動作可能になる。

10

【0019】

交流電圧変換器デバイスは、変圧器を有し得る。従って、過電圧制限デバイスは、特に低コストに、かつ、効率が良く構成可能である。

【0020】

交流電圧変換器デバイス、特に変圧器は300nH未満の漏れインダクタンスを有し得る。従って、過電圧制限デバイスは、通常動作において、交流電圧ピーク値が所定の絶対値よりも低い場合には、交流電圧生成装置に僅かにしか影響を与えず、これと同時に、所定の絶対値を超えている場合には、極めて効率がよく、かつ、迅速である。

20

【0021】

交流電圧変換器デバイス、特に変圧器を、30Aを超えるピーク電流を通すように設計することができる。これによって、過電圧制限デバイスは、極めて多くの電力を極めて短い時間内で搬送することができ、このようにして、より多くのエネルギーが入力端子から出力端子へと搬送されなければならない場合でも、交流電圧をより良好に制限することができる。

【0022】

自身の漏れインダクタンスと、設計の対象であるピーク電流との積が1mHA（ミリヘンリー・アンペア）未満となるように、交流電圧変換器デバイス、特に変圧器を設計することができる。従って、過電圧制限デバイスはより迅速かつより効率良く動作し得る。

30

【0023】

交流電圧変換器デバイス、特に、全体的な過電圧制限デバイスは、0.05Ω未満の値の直流電流抵抗を有し得る。従って、過電圧制限デバイスは、一方ではより効率が良くなり、また、格段に迅速になり、かつ、損失が少なく、ひいてはより確実になる。

【0024】

変圧器は、一次巻線と二次巻線とを有し得る。一次巻線と二次巻線は、特に、2本巻きの線路を有し得る。特に、2本巻きの線路から成る。これによって、過電圧制限デバイスの寄生インダクタンスがさらに低減される。

【0025】

一次巻線と二次巻線は特に、それぞれ帯状の線路を有してよく、特にこのような線路から成っていてよい。帯状の線路は特に、少なくとも10mmの幅であってよく、少なくとも0.05mmの厚さを有してよい。複数の帯状の線路が、特に、相互に重ねて巻かれていてよい。これらはここで、0.2mmよりも薄い絶縁フィルムによって絶縁されていてよい。これによって、過電圧制限デバイスの寄生インダクタンスがさらに低減される。

40

【0026】

整流器デバイスと交流電圧変換器デバイスとの間の複数の接続線路は帯状であり、特に2本巻きであり、特に有利には相互に重なっており、0.2mmよりも薄い絶縁体によってのみ分離された導体路を有してよく、特に、このような導体路から成っていてよい。これらは特に少なくとも部分的に、少なくとも10mmの幅を有しており、少なくとも

50

0.05 mmの厚さを有してよい。これらは特にそれぞれ10 cmより短くてよい。これによって、過電圧制限デバイスの寄生インダクタンスがさらに低減される。

【0027】

一次巻線の巻数と二次巻線の巻数との差が、最大で1巻きぶんであるように、変圧器を構成することができる。これによって、過電圧制限デバイスの寄生インダクタンスがさらに低減される。

【0028】

過電圧制限デバイスは、付加的に、少なくとも1つの、電流の流れを整える機構、特にダイオードを有し得る。

【0029】

このような、電流の流れを整える機構を、直流電流端子と出力端子との間に直列接続することができる。

【0030】

別の、電流の流れを整える機構を、直流電流端子と別の出力端子との間に直列接続することができる。従って、複数の中間回路電圧ユニットを備えた交流電圧生成装置を伴う過電圧制限デバイスを使用することができる。

【0031】

過電圧制限デバイスは、耐インパルスコンデンサを事前充電するためのコンデンサ事前充電要素を有し得る。このようなコンデンサ事前充電要素は、特に、抵抗要素であってよい。このようなコンデンサ事前充電要素が、特に、電流の流れを整える機構に対して並列接続されていてよい。このような場合には、耐インパルスコンデンサが事前充電され得る。これは、インバータ回路ユニットの出力側が、耐インパルスコンデンサの充電によって負荷されるべきでない場合に、有利である。

【0032】

整流器デバイスは、ブリッジ整流器を有し得る。30 Aを超える電流を通すように、このブリッジ整流器を設計することができる。ブリッジ整流器は、4つのダイオードをブリッジ回路で有し得る。これらはそれぞれ、30 Aを超える電流を通すように設計されている。これによって、過電圧制限デバイスは、極めて多くの電力を、極めて短い時間内で搬送することができ、かつ、このようにして、多くのエネルギーが入力端子から出力端子へと搬送されなければならない場合でも、交流電圧をより良好に制限することができる。

【0033】

耐インパルスコンデンサと整流器デバイスとの間の複数の接続線路はそれぞれ2 cmよりも短い長さを有し得る。これによって、過電圧制限デバイスの寄生インダクタンスがさらに低減される。

【0034】

100 Wを超える平均電力と、50 kWを超えるピーク電力を伝送するように交流電圧変換器デバイスを設計することができる。これによって、過電圧制限デバイスは極めて多くの電力を、極めて短い時間内で搬送することができ、このようにして、多くのエネルギーが入力端子から出力端子へと搬送されなければならない場合でも、交流電圧をより良好に制限することができる。

【0035】

本発明の別の態様では、動的な負荷インピーダンスを有する負荷に、電力、特に交流電圧電力を供給するように設計されている交流電圧生成装置が提示されている。ここで、この交流電圧生成装置は、1つの、上述した過電圧制限デバイスを有している。

【0036】

過電圧制限デバイスの入力端子が、交流電圧生成装置の出力側に接続されていてよい。

【0037】

過電圧制限デバイスの出力端子が、交流電圧生成装置の中間回路電圧ユニットに接続されていてよい。

【0038】

10

20

30

40

50

過電圧制限デバイスの出力端子が、交流電圧生成装置の複数の中間回路電圧ユニットに、特にそれぞれ１つの、電流の流れを整える機構を介して接続されていてよい。

【００３９】

交流電圧生成装置は、有利には、電力、特に交流電圧電力を生成する、ブリッジ回路として構成されているインバータ回路ユニットを有し得る。

【００４０】

交流電圧生成装置は、ブリッジ回路に給電するための直流電流源を有し得る。閉ループ制御された、または、開ループ制御された電流をブリッジ回路に供給するように、この直流電流源を設計することができる。

【００４１】

10

直流電流源は、ステップアップコンバータを有し得る。

【００４２】

直流電流源は、ステップダウンコンバータを有し得る。

【００４３】

直流電流源は、ステップアップコンバータとステップダウンコンバータとの組み合わせを有し得る。

【００４４】

直流電流源は、電流変化を $10\text{ A} / \mu\text{s}$ より小さい値に制限するインダクタンスを有し得る。

【００４５】

20

直流電流源は、中間回路電圧ユニットの接続点に接続されていてよい。中間回路電圧ユニットのこの接続点に印加された直流電圧は、ブリッジ回路に、閉ループ制御された、または、開ループ制御された直流電流を供給することができる。

【００４６】

交流電圧生成装置は、共振回路を、特に、ブリッジ回路の出力側に有することができる。

【００４７】

交流電圧生成装置の動作中に周波数が変更可能であり、かつ、特に、負荷のインピーダンスの変化時に変更されるように、交流電圧生成装置を設計することができる

電力、特に、 1 kHz 、特に 10 kHz を超える周波数を有する交流電圧電力を生成するように、交流電圧生成装置を設計することができる。

30

【００４８】

電力、特に交流電圧電力を生成する、プラズマプロセスに給電する、または、誘導プロセスに給電するように、交流電圧生成装置を設計することができる。

【００４９】

図面には、本発明の実施例が示されており、以降の明細書で詳細に説明されている。

【図面の簡単な説明】

【００５０】

【図１】過電圧制限デバイスを有する電力供給システムの回路図。

【図２】本発明に係る過電圧制限デバイスの図。

40

【図３】別の過電圧制限デバイスを有する電力供給システムの回路図。

【発明を実施するための形態】

【００５１】

図１および図３には、それぞれ、電力供給システム１００、１００aの回路図が示されている。この電力供給システム１００、１００aは、動的な負荷インピーダンスを有する負荷１５を有している。この負荷１５を、プラズマプロセスとすることができる。この場合には、電力供給システム１００、１００aはプラズマ電力供給システムである。この電力供給システム１００、１００aは、交流電圧生成装置１３１、１３１aを有している。この交流電圧生成装置は自身の側で、交流電圧生成デバイス１３、１３aと、過電圧制限デバイス１、１aとを有している。

50

【 0 0 5 2 】

図 2 には、過電圧制限デバイス 1、1 a の図が示されている。図 1、図 2 および図 3 に
おいて、同じ構成部分に対して、同じ参照符号が使用されている。

【 0 0 5 3 】

図 1 に示されている交流電圧生成デバイス 1 3 は、中間回路電圧ユニット 2 0 を有して
いる。この中間回路電圧ユニット 2 0 内には、中間回路コンデンサ 1 9 が配置されている
。交流電圧生成デバイス 1 3 は、さらに、直流電流源 1 6 を有している。この直流電流源
1 6 は、トランジスタ 1 8 とインダクタンス 1 7 とを有している。直流電流源 1 6 は、中
間回路電圧ユニット 2 0 に接続されており、中間回路電圧ユニット 2 0 から供給される、
直流電圧源の電力を電力に変換し、直流電流、すなわち、開ループ制御された、または、
閉ループ制御された電流を、開ループ制御された、または、閉ループ制御された電圧の代
わりに供給する。直流電流源 1 6 は、この実施例では、ステップダウンコンバータである
。これは、選択的な実施形態において、ステップアップコンバータとして、または、2 つ
のコンバータの組み合わせとして構成されていてもよい。

10

【 0 0 5 4 】

交流電圧生成デバイス 1 3、1 3 a は、さらに、インバータ回路ユニット 1 4 を有して
いる。インバータ回路ユニット 1 4 は、この場合には、4 つのトランジスタ 1 8 c - 1 8
f を有するフルブリッジ回路として構成されている。任意的選択肢として、それぞれ 1 つ
のダイオードが、4 つのトランジスタ 1 8 c - 1 8 f に直列接続されていよい。インバ
ータ回路ユニット 1 4 は、直流電流源 1 6 に接続されている。従って、インバータ回路ユ
ニット 1 4 は、直流電流源によって、すなわち、その電流が開ループ制御または閉ループ
制御される電力源によって給電される。インバータ回路ユニット 1 4 は、有利には、パル
ス状の交流電流を自身の出力端子 2 3、2 4 で生成する。

20

【 0 0 5 5 】

交流電圧生成デバイス 1 3、1 3 a は、この実施例では、さらに、任意的選択肢である
共振回路 2 7 を有している。この共振回路 2 7 は、インバータ回路ユニット 1 4 の出力端
子 2 3、2 4 に接続されている。共振回路 2 7 は、1 つまたは複数の振動回路インダクタ
ンスと、1 つまたは複数の振動回路コンデンサとを有し得る。これらは、並列および / ま
たは直列に振動回路に接続されており、かつ、振動回路が、インバータ回路ユニット 1 4
の調整可能な周波数において共振を有するように設計されている。従って、極めて効率良
く、高い電圧および / または高い電流を生成することができる。インバータ回路ユニット
1 4 の負荷 1 5 へのインピーダンス整合が行われるように、共振回路 2 7 を設計すること
もできる。交流電流信号をインバータ回路ユニット 1 4 の出力側でフィルタリングして、
負荷 1 5 の不所望の周波数を遮断するように、共振回路 2 7 を設計することもできる。共
振回路 2 7 は、伝達部を有し得る。共振回路 2 7 に対して選択的または付加的に、この場
所に、整流器を有する変圧器を設けることもできる。これは、公知の電源において、しば
しばあることである。これは、中間回路電圧ユニット 2 0 と負荷 1 5 に対する端子との間の
直流電氣的な分離に適していよい。

30

【 0 0 5 6 】

過電圧制限デバイス 1、1 a は、インバータ回路ユニット 1 4 に接続するための 2 つの
入力端子 1 1、1 2 を有している。図 1 に示されている過電圧制限デバイス 1 は、さらに
、交流電圧生成デバイス 1 3 の中間回路電圧ユニット 2 0 に接続するための 2 つの出力端
子 2 1、2 2 を有している。

40

【 0 0 5 7 】

過電圧制限デバイス 1、1 a は、さらに、整流器デバイス 2 を有している。この整流器
デバイス 2 は、交流電流端子 6、7 と、直流電流端子 4、5 とを有している。図 1 に示さ
れている過電圧制限デバイス 1 の直流電流端子 4、5 は、出力端子 2 1、2 2 と接続され
ている。

【 0 0 5 8 】

図 2 には、2 つのハーフブリッジ整流器 2 a、2 b を有している整流器デバイスが示さ

50

れている。これらは、接続要素 5 d、4 d によって接続されている。

【0059】

過電圧制限デバイス 1、1 a は、さらに、一次側 3 2 と二次側 3 1 とを有している交流電圧変換器デバイス 3 を有している。一次側 3 2 は、入力端子 1 1、1 2 と接続されている。二次側 3 1 は、整流器デバイス 2 の交流電流端子 6、7 と接続されている。

【0060】

交流電圧変換器デバイス 3 は、この実施例では、変圧器 3 6 である。変圧器 3 6 は、一次側 3 2 に一次巻線 3 4 を有している。これはさらに、二次側 3 1 に二次巻線 3 3 を有している。一次巻線 3 4 と二次巻線 3 3 は、2 本巻きの、帯状の線路である。これらの帯状の線路は、厚さの 10 倍を超える幅を有しており、特に少なくとも 10 mm の幅を有しており、少なくとも 0.05 mm の厚さを有している。これらの帯状の線路は、相互に重なって巻かれている。

10

【0061】

図 2 には、変圧器 3 6 の実施例が示されている。ここでは、二次巻線 3 3 は、一次巻線 3 4 よりも、一回多く巻かれている。図 2 では、1000 V（我々の場合には）を超える電圧を絶縁するように設計されている、二次巻線 3 3 と一次巻線 3 4 との間の絶縁体は示されていない。

【0062】

変圧器 3 6 として構成されている交流電圧変換器デバイス 3 は、中央タップを備えた二次巻線 3 3 も有し得る。整流器デバイス 2 として、この場合には、2 つのダイオードの組み合わせが使用され得る。ここで一次巻線と二次巻線 3 3、3 4 は 3 本巻きでもよい。

20

【0063】

交流電圧変換器デバイス 3 は、磁化可能な要素 3 5 を有している。これは、図 2 の実施例では、鉄を含有した変圧器芯として構成されている。1 kHz を超える周波数の場合には、フェライト材料から成る変圧器芯が使用され得る。

【0064】

整流器デバイス 2 と交流電圧変換器デバイス 3 との間の接続線路が原因で、特に交流電圧変換器デバイス 3 が変圧器として設計されている場合には、寄生インダクタンスが生じる。これは、図 1 および図 3 には、インダクタンス 9 として示されている。この寄生インダクタンスはできるだけ低いほうがよい。変圧器内の高い磁気的な結合を有する、インダクタンスが低い構造によって、300 nH 未満の漏れインダクタンスが保持される。これは機能にとって、有利である。

30

【0065】

過電圧制限デバイス 1、1 a は、さらに、オプシオンである、耐インパルスコンデンサ 8 を有している。これは、整流器デバイス 2 のすぐ近くで、直流電流端子 4、5 と接続されている。この耐インパルスコンデンサ 8 は、必ず設けられていなければならないものではない。交流電圧生成装置 1 3 1、1 3 1 a の寸法がそれを許し、中間回路コンデンサ 1 9、1 9 a、1 9 b が相応に設計されている場合に、中間回路コンデンサ 1 9、1 9 a、1 9 b を、耐インパルスコンデンサ 8 の機能に対して利用することができる。しかし、整流器デバイス 2 から中間回路コンデンサ 1 9、1 9 a、1 9 b への線路が長すぎる場合には、過電圧制限デバイス 1、1 a の低い総インダクタンス 9 を実現するためには、整流器デバイス 2 のすぐ近くにある、このような耐インパルスコンデンサ 8 が有利である。耐インパルスコンデンサとは、以下の特性の 1 つまたは複数を有するコンデンサのことである。

40

- ・ 500 V / μ s を超える電圧上昇速度に対して設計されている
- ・ 500 A / μ s を超える電流上昇速度に対して設計されている
- ・ 100 nH 未満の端子インダクタンスを有している

図 2 に示されている接続要素 5 d、4 d は、一方では、ハーフブリッジ整流器 2 a、2 b を、端子 5 a、5 b、4 a、4 b に接続して、これらのハーフブリッジ整流器 2 a、2 b をまとめて、1 つのフルブリッジ整流器にする。これらは、ハーフブリッジ整流器 2 a

50

、2 bの端子5 a、5 b、4 a、4 bも、耐インパルスコンデンサ8の端子5 c、4 cと接続する。

【0066】

整流器デバイス2と交流電圧変換器デバイス3との間の接続線路は、図2において、二次巻線33の、変圧器から直接的に導出された帯状の導体路33 a、33 bである。

【0067】

過電圧制限デバイス1、1 aの第1の入力端子11は、第1の接続線路25を介して、インバータ回路ユニット14の第1の出力端子23に接続されており、このようにして、負荷15に接続されている。第2の入力端子12は、第2の接続線路26を介して、インバータ回路ユニット14の第2の出力端子24に接続されており、このようにして、負荷15に接続されている。オプションである共振回路27は、この実施例では、インバータ回路ユニット14の出力端子23、24と負荷15との間に接続されている。選択的に、接続線路25、26が、負荷15の近くに、すなわち、オプションである共振回路27と負荷15との間に接続されていてもよい、または、例えば、直接的に、共振回路27内の振動回路コンデンサに接続されていてもよい。接続線路25、26のインダクタンスは、できるだけ低いほうがよい。接続線路25、26は有利には30 cmよりも短く、特に2本巻きである。さらに、接続線路25、26の直流電流抵抗はできるだけ低いほうがよく、特に、できるだけ大きい横断面、特に2 mm²を超える横断面を有している。

【0068】

図3には、電力供給システム100 aに拡張された、図1に示された電力供給システム100の回路図が示されている。

【0069】

交流電圧生成装置131 aは、ここでは、拡張された過電圧制限デバイス1 aと、拡張された交流電圧生成デバイス13 aとを有している。

【0070】

拡張された交流電圧生成デバイス13 aはここで、2つの、中間回路電圧ユニット20 a、20 bと、ステップダウンコンバータとして設計されている2つの直流電流源16 a、16 bとを有している。中間回路電圧ユニット20 a、20 bはそれぞれ1つの中間回路コンデンサ19 a、19 bを有している。直流電流源16 a、16 bはそれぞれ1つのトランジスタ18 a、18 bとそれぞれ1つのインダクタンス17 a、17 bとを有している。直流電流源16 a、16 bは、自身の出力側で接続されている。このようにして、交流電圧生成デバイス13 aを、異なる高さの電力に対して、モジュール様式に構成することができる。中間回路コンデンサ19 a、19 bでの電圧は、必ずしも同じ大きさでなくてはならないものではない。従って、付加的な回路部分を有する、図1に示された過電圧制限デバイス1が使用可能である。中間回路電圧ユニット20 a、20 bは、この場合には、相互に無関係に閉ループ制御可能である。

【0071】

過電圧制限デバイス1 aは、ここでは、1つの出力端子22の代わりに、2つの出力端子22 a、22 bを有している。これらは、それぞれ1つの中間回路電圧ユニット20 a、20 bと接続されている。中間回路コンデンサ19 a、19 bでの、異なっている可能性のある2つの中間回路電圧を分離するために、ダイオードとして構成されている、電流の流れを整える機構27 a、27 bが過電圧制限デバイス1 a内に、直流電流端子4と各出力端子22 a、22 bとの間に直列に設けられている。ここで、耐インパルスコンデンサ8を、中間回路コンデンサ19 a、19 bに印加されている電圧まで充電するために、付加的に、抵抗として構成されている2つのコンデンサ事前充電要素28 a、28 bが設けられている。電流の流れを整える機構27 a、27 bが過電圧制限デバイス1 aにおいて、1つの直流電流端子4とそれぞれ1つの出力端子22 a、22 bとの間に直列に設けられている場合でも、これらのコンデンサ事前充電要素28 a、28 bは、必ず設けられていなければならないものではない。耐インパルスコンデンサ8が、インバータ回路ユニット14から、交流電圧変換器デバイス3と整流器デバイス2とを介して充電されてもよ

い。しかし、コンデンサ事前充電要素 28 a、28 b が設けられている場合には、耐インパルスコンデンサ 8 が充電されなければならない場合に、インバータ回路ユニット 14 は負荷を掛けられない。このようにして、インバータ回路ユニット 14 の出力側で、正確かつ迅速に、負荷 15 のインピーダンスが求められる。

【0072】

各トランジスタ 18、18 a - 18 f は、IGBT、MOSFET として、または、別の構造様式で構成されていてよく、付加的に、図 1 および図 3 には示されていない逆並列ダイオードを 1 つずつ有してよい。トランジスタ 18、18 a - 18 f の代わりに、別のスイッチング構成要素を使用することもできる。これは例えば、サイリスタ、GTO または別の、電力をスイッチングする構成要素である。

10

【0073】

過電圧制限デバイス 1、1 a の機能様式は以下のようなものである。まずは、耐インパルスコンデンサ 8 が、中間回路電圧ユニット 20、20 a、20 b の中間回路コンデンサ 19、19 a、19 b に印加されている電圧まで充電される。

【0074】

中間回路電圧ユニット 20 a、20 b の中間回路コンデンサ 19 a、19 b に異なる電圧が印加されている場合には、耐インパルスコンデンサ 8 は、2 つの電圧の低い方の電圧まで充電される。

【0075】

これによって整流器デバイス 2 の直流電流端子 4、5 に、所定の電圧が印加される。耐インパルスコンデンサ 8 が設けられていない場合には、1 つの中間回路コンデンサ 19 または複数の中間回路コンデンサ 19 a、19 b の電圧が、整流器デバイス 2 の直流電流端子 4、5 に印加される。過電圧制限デバイス 1、1 a の入力端子 11、12 には、制限されるべき交流電圧が接続される。これは例えば、共振回路 27 の振動回路コンデンサの電圧、または、インバータ回路ユニット 14 の出力側の電圧である。

20

【0076】

ここで、交流電圧変換器デバイス 3 の一次側 32 または変圧器 36 の一次巻線 34 を通って電流が流れる。これは、入力端子 11、12 に接続されている交流電圧によって生じる。

【0077】

交流電圧変換器デバイス 3 の一次側 32 での交流電圧によって、二次側 31 で交流電圧が生成される。

30

【0078】

二次側 31 での電圧は、整流器デバイス 2 に、交流電流端子 6、7 で印加される。

【0079】

交流電流端子 6、7 での電圧が、絶対値で見ても、直流電流端子 4、5 での電圧よりも低い場合、整流器デバイス 2 は、整流器デバイス 2 に電流が流れるのを阻止する。このような電流の流れは、入力側に印加される、制限されるべき交流電圧に影響を与えてしまうだろう。しかし、これが阻止されるので、入力側に印加される、制限されるべき交流電圧は影響を受けない。

40

【0080】

過電圧制限デバイス 1、1 a の入力端子 11、12 での制限されるべき交流電圧が、所定の絶対値を超えると、整流器デバイス 2 は電流の流れを許可する。この所定の絶対値は、整流器デバイス 2 の直流電流端子 4、5 に印加される電圧によって調整可能である。

【0081】

整流器デバイス 2 の出力側の電圧は、耐インパルスコンデンサ 8 または中間回路コンデンサ 19、19 a、19 b に印加される中間回路電圧に制限される。ここで電力が、2 つの入力端子 11、12 から、交流電圧変換器デバイス 3 と整流器デバイス 2 とを介して、出力端子 21、22 に搬送される。これは図 1、図 2 および図 3 において、矢印 40 によって示されている。このようにして、入力端子 11、12 での交流電圧が、別の設定可能

50

な絶対値に制限される。ここで、耐インパルスコンデンサ 8 または中間回路コンデンサ 19、19 a、19 b 内に導かれるエネルギーは、その後、インバータ回路ユニット 14 の交流電圧生成デバイス 13、13 a に再び導かれ得る。

【0082】

これによって、もはや、制限されるべき交流電圧から得られる余剰エネルギーの僅かな部分しか、熱に変換されない。

【0083】

ここで、過電圧制限デバイス 1、1 a は、電力が、矢印 40 と反対の方向に流れられないように設計されている。これは特に、整流器デバイス 2 の設計によって保証される。

【0084】

過電圧制限デバイス 1、1 a が具備された交流電圧生成装置 131、131 a の機能様式は、以下のようなものであり得る。交流電圧生成装置 131、131 a は、交流電圧生成デバイス 13、13 a 内の 1 つまたは複数の中間回路電圧ユニット 20、20 a、20 b からの直流電圧電力を、まずは直流電流に変換して、このように生成された直流電流を、交流電圧と交流電流とを生成するインバータ回路ユニット 14 に供給する。このようにして、直流電圧電力は、交流電流電力に変換される。

【0085】

電力、特に交流電流電力は、負荷 15 に供給される。エネルギーまたは電力の流れが、矢印 41 の方向において、1 つまたは複数の中間回路電圧ユニット 20、20 a、20 b から、インバータ回路ユニット 14 へ、その後、特に負荷 15 へと生じる。負荷 15 の動的なインピーダンスに基づいて、ここで、電圧が過度に高くなることがある。これは例えば、インバータ回路ユニット 14 に損傷を与え得る。このような過度の電圧上昇はここで、上述したように、過電圧制限デバイス 1、1 a によって、許容される値に制限される。

【0086】

矢印 41 は、長い、貫通している矢印として示されている。これによって、通常時に、継続的な電力またはエネルギーの流れが、交流電圧生成デバイス 13、13 a を通って、矢印 41 の方向に流れることが暗示されている。これとは異なり、矢印 40 は、中断されているまたは分断されている矢印として示されている。これによって、制限されるべき電圧を超えた場合にのみ、電力またはエネルギーの流れが、過電圧制限デバイス 1、1 a を通って、矢印 40 の方向で流れることが暗示されている。

【0087】

記載されているのは、過電圧制限デバイス 1 によって、インバータ回路ユニット 14 を有する交流電圧生成装置 131 の出力側の出力電圧を過電圧制限する方法および装置である。ここでこの過電圧制限デバイス 1 は、

- ・インバータ回路ユニットに接続するための 2 つの入力端子 11、12
- ・交流電圧生成装置の中間回路電圧ユニット 20 に接続するための 2 つの出力端子 21、22
- ・出力端子と接続されている整流器デバイス 2
- ・入力端子と整流器デバイスとに接続されている交流電圧変換器デバイス 3

を有している。ここで、入力端子で、所定の絶対値を超えて正の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、所定の絶対値を超えて負の交流電圧ピーク値を超えた場合にも、電力が、入力端子から交流電圧変換器デバイスと整流器デバイスとを介して出力端子に搬送され、このようにして、入力端子での交流電圧が、別の設定可能な絶対値に制限される。

10

20

30

40

【図 1】

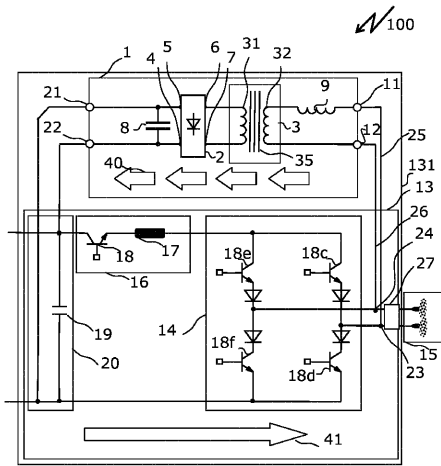


Fig. 1

【図 2】

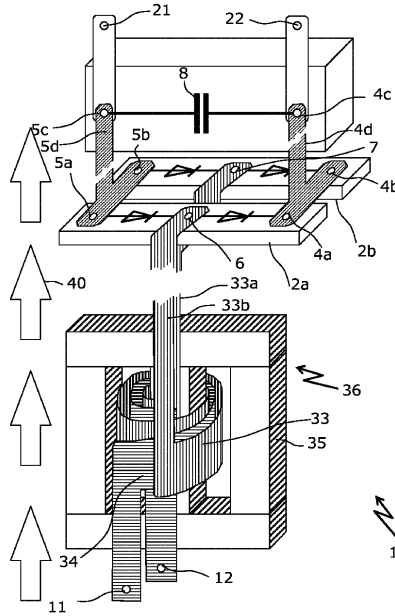


Fig. 2

【図 3】

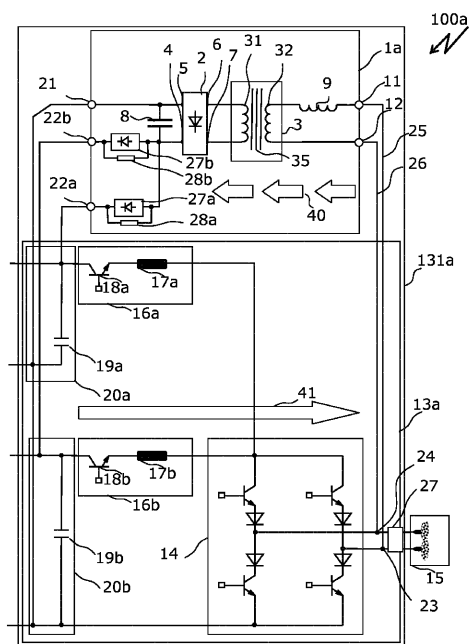


Fig. 3

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/073998

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02M1/32 H02H7/122 H02H9/04
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)

H02M H02H

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 297 208 A (EATON CORP [US]) 24 July 1996 (1996-07-24) page 3, line 31 - page 4, line 25 figures 1, 2 table Seite 6	1-18
A	----- WO 2005/074413 A2 (ENI TECHNOLOGY INC [US]; LINCOLN DANIEL [US]; BENNETT PAUL [GB]) 18 August 2005 (2005-08-18) paragraph [0062] figure 3	1-18
A	----- WO 2012/019834 A2 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; OEDEGARD BJOERN [CH]; SCHAUB CHRISTOPH [CH]; H) 16 February 2012 (2012-02-16) page 3, paragraph 3 page 7 figures 1, 5 ----- -/-	1-18

☒ 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 February 2016

Date of mailing of the international search report

26/02/2016

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

Madouroglou, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/073998

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102 044 974 B (JIANGSU STAR INDUSTRY TECHNOLOGY CO LTD) 19 March 2014 (2014-03-19) the whole document	1-18
A	DE 10 2008 025986 A1 (HUETTINGER ELEKTRONIK GMBH [DE]) 3 December 2009 (2009-12-03) cited in the application the whole document	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/073998

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2297208	A	24-07-1996	CA 2167546 A1	19-07-1996
			GB 2297208 A	24-07-1996
			US 5633790 A	27-05-1997

WO 2005074413	A2	18-08-2005	CN 101061615 A	24-10-2007
			CN 102684164 A	19-09-2012
			CN 103124067 A	29-05-2013
			EP 1735889 A2	27-12-2006
			JP 4972411 B2	11-07-2012
			JP 2007519340 A	12-07-2007
			KR 20070032623 A	22-03-2007
			US 2006158911 A1	20-07-2006
			US 2007206395 A1	06-09-2007
			WO 2005074413 A2	18-08-2005

WO 2012019834	A2	16-02-2012	CA 2806151 A1	16-02-2012
			CN 103038997 A	10-04-2013
			EP 2599213 A2	05-06-2013
			JP 5788509 B2	30-09-2015
			JP 2013533728 A	22-08-2013
			SI 2599213 T1	29-08-2014
			US 2013135908 A1	30-05-2013
			WO 2012019834 A2	16-02-2012

CN 102044974	B	19-03-2014	NONE	

DE 102008025986	A1	03-12-2009	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/073998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02M1/32 H02H7/122 H02H9/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02M H02H

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 297 208 A (EATON CORP [US]) 24. Juli 1996 (1996-07-24) Seite 3, Zeile 31 - Seite 4, Zeile 25 Abbildungen 1, 2 Tabelle Seite 6	1-18
A	----- WO 2005/074413 A2 (ENI TECHNOLOGY INC [US]; LINCOLN DANIEL [US]; BENNETT PAUL [GB]) 18. August 2005 (2005-08-18) Absatz [0062] Abbildung 3	1-18
A	----- WO 2012/019834 A2 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; OEDEGARD BJOERN [CH]; SCHAUB CHRISTOPH [CH]; H) 16. Februar 2012 (2012-02-16) Seite 3, Absatz 3 Seite 7 Abbildungen 1, 5	1-18
	----- -/-	

☒ 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 er-
scheinen 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

18. Februar 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/02/2016

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

Madouroglou, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/073998

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CN 102 044 974 B (JIANGSU STAR INDUSTRY TECHNOLOGY CO LTD) 19. März 2014 (2014-03-19) das ganze Dokument -----	1-18
A	DE 10 2008 025986 A1 (HUETTINGER ELEKTRONIK GMBH [DE]) 3. Dezember 2009 (2009-12-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/073998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2297208 A	24-07-1996	CA 2167546 A1	19-07-1996
		GB 2297208 A	24-07-1996
		US 5633790 A	27-05-1997

WO 2005074413 A2	18-08-2005	CN 101061615 A	24-10-2007
		CN 102684164 A	19-09-2012
		CN 103124067 A	29-05-2013
		EP 1735889 A2	27-12-2006
		JP 4972411 B2	11-07-2012
		JP 2007519340 A	12-07-2007
		KR 20070032623 A	22-03-2007
		US 2006158911 A1	20-07-2006
		US 2007206395 A1	06-09-2007
		WO 2005074413 A2	18-08-2005

WO 2012019834 A2	16-02-2012	CA 2806151 A1	16-02-2012
		CN 103038997 A	10-04-2013
		EP 2599213 A2	05-06-2013
		JP 5788509 B2	30-09-2015
		JP 2013533728 A	22-08-2013
		SI 2599213 T1	29-08-2014
		US 2013135908 A1	30-05-2013
		WO 2012019834 A2	16-02-2012

CN 102044974 B	19-03-2014	KEINE	

DE 102008025986 A1	03-12-2009	KEINE	

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, 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, 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, US, UZ

(74)代理人 100098501

弁理士 森田 拓

(74)代理人 100116403

弁理士 前川 純一

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 アンスガー シューラー

ドイツ連邦共和国 シュテーゲン ヒンターエシュバッハ 3

(72)発明者 ウルリヒ リヒター

ドイツ連邦共和国 フライブルク エンゲルベアガーシュトラッセ 4 5 アー

Fターム(参考) 5H740 AA08 MM01 PP02 PP10

5H770 BA20 CA01 DA01 DA11 DA42 KA01Y LA01Y LA08Y LB07 QA22

QA25