

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4310770号
(P4310770)

(45) 発行日 平成21年8月12日(2009.8.12)

(24) 登録日 平成21年5月22日(2009.5.22)

(51) Int.Cl.

H01F 30/00 (2006.01)
H02M 3/28 (2006.01)

F 1

H01F 31/00
H01F 31/00
H02M 3/28C
M
Z

請求項の数 28 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-372991 (P2002-372991)
 (22) 出願日 平成14年12月24日 (2002.12.24)
 (65) 公開番号 特開2003-234221 (P2003-234221A)
 (43) 公開日 平成15年8月22日 (2003.8.22)
 審査請求日 平成17年12月26日 (2005.12.26)
 (31) 優先権主張番号 60/342677
 (32) 優先日 平成13年12月21日 (2001.12.21)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 10/324492
 (32) 優先日 平成14年12月19日 (2002.12.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501315784
 パワー・インテグレーションズ・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国・95138・カリフォルニア州・サンホゼ・ヘリヤー・アベニュー
 ·5245
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100083703
 弁理士 仲村 義平
 (74) 代理人 100096781
 弁理士 堀井 豊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】巻線構成要素によって生成される電気接地変位電流を、追加巻線を必要とすることなく実質的に小さくするための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エネルギー伝達エレメントであって、エネルギー伝達エレメント・コアと、エネルギー伝達エレメント・コアの周囲に巻かれ、第1ノードに結合した第1端部と第2ノードに結合した第2端部とを有する第1の巻線と、エネルギー伝達エレメント・コアと前記第1の巻線の周囲に巻かれ、第3ノードに結合した第1端部と第4ノードに結合した第2端部とを有する第2の巻線とを備え、前記第1の巻線と前記第2の巻線との間に寄生容量が存在し、前記エネルギー伝達エレメントは、さらに、前記第1の巻線または前記第2の巻線の一方に含まれ、且つ上記第1端部と第2端部との間に存在する平衡部分とを備え、前記平衡部分は、(i)前記第2の巻線に最も近接して巻かれた最も外側の層を形成する第1の巻線内か、(ii)前記第1の巻線に最も近接して巻かれた最も内側の層を形成する第2の巻線内かのいずれかに配置されて、それにより、エネルギー伝達エレメントと電気接地の間を流れる容量性変位電流を小さくする、エネルギー伝達エレメント。

【請求項 2】

前記平衡部分の構造が、エネルギー伝達エレメントと電気接地の間に生成される相対静電界を平衡させるようになされる請求項1に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 3】

10

20

第 1 の巻線が、エネルギー伝達エレメント入力巻線を備える請求項 1 に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 4】

第 1 の巻線が、エネルギー伝達エレメント出力巻線を備える請求項 1 に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 5】

平衡部分が、第 1 の巻線の複数の層のうちの 1 つである請求項 1 に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 6】

平衡部分が、第 2 の巻線の複数の層のうちの 1 つである請求項 1 に記載のエネルギー伝達エレメント。 10

【請求項 7】

前記平衡部分の巻き数が、エネルギー伝達エレメントと電気接地の間に生成される相対静電界を平衡させる請求項 1 に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 8】

前記平衡部分が、有効巻線領域のカバーレージを提供するように巻かれる請求項 1 に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 9】

前記平衡部分が、エネルギー伝達エレメントの有効巻線領域に平行に巻かれたワイヤを備え、それにより前記有効巻線領域をカバーするとともに、エネルギー伝達エレメントと電気接地の間に生成される相対静電界を平衡させる請求項 8 に記載のエネルギー伝達エレメント。 20

【請求項 10】

前記平衡部分が、前記有効巻線領域をカバーするとともに、エネルギー伝達エレメントと電気接地の間に生成される相対静電界を平衡させるゲージを有するワイヤを備えた請求項 8 に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 11】

エネルギー伝達エレメントがフライバックトランス内に含まれる請求項 1 に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 12】

エネルギー伝達エレメントがフォワード・コンバータ・トランス内に含まれる請求項 1 に記載のエネルギー伝達エレメント。 30

【請求項 13】

エネルギー伝達エレメントであって、

エネルギー伝達エレメント・コアと、

エネルギー伝達エレメント・コアの周囲に巻かれ、第 1 ノードに結合した第 1 端部と第 2 ノードに結合した第 2 端部とを有する第 1 の巻線と、

エネルギー伝達エレメント・コアと前記第 1 の巻線の周囲に巻かれ、第 3 ノードに結合した第 1 端部と第 4 ノードに結合した第 2 端部を有する第 2 の巻線とを備え、前記第 1 の巻線と前記第 2 の巻線との間に寄生容量が存在し、 40

前記エネルギー伝達エレメントは、さらに、

前記第 1 の巻線または前記第 2 の巻線の一方に含まれ、且つ上記第 1 端部と第 2 端部との間に存在する平衡部分とを備え、前記平衡部分は、(i) 前記第 2 の巻線に隣接する最も外側の層を形成する第 1 の巻線内か、(i i) 前記第 1 の巻線に隣接する最も内側の層を形成する第 2 の巻線内かのいずれかに配置されて、それにより、第 1 の巻線と第 2 の巻線の間を流れる容量性変位電流を小さくするエネルギー伝達エレメント。

【請求項 14】

前記平衡部分の構造が、第 1 の巻線と第 2 の巻線の間に生成される相対静電界を平衡させるようになされる請求項 13 に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項 15】

第1の巻線が、エネルギー伝達エレメント入力巻線を備える請求項1_3に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項1_6】

第1の巻線が、エネルギー伝達エレメント出力巻線を備える請求項1_3に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項1_7】

平衡部分が、第1の巻線の複数の層のうちの1つである請求項1_3に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項1_8】

平衡部分が、第2の巻線の複数の層のうちの1つである請求項1_3に記載のエネルギー伝達エレメント。 10

【請求項1_9】

前記平衡部分の巻き数が、第1の巻線と第2の巻線の間に生成される相対静電界を平衡させる請求項1_3に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項2_0】

前記平衡部分が、有効巻線領域のカバーレージを提供するように巻かれる請求項1_3に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項2_1】

前記平衡部分が、エネルギー伝達エレメントの有効巻線領域に平行に巻かれたワイヤを備え、それにより前記有効巻線領域をカバーするとともに、第1の巻線と第2の巻線の間に生成される相対静電界を平衡させる請求項2_0に記載のエネルギー伝達エレメント。 20

【請求項2_2】

前記平衡部分が、前記有効巻線領域をカバーするとともに、第1の巻線と第2の巻線の間に生成される相対静電界を平衡させるゲージを有するワイヤを備えた請求項2_0に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項2_3】

エネルギー伝達エレメントがフライバックトランス内に含まれる請求項1_3に記載のエネルギー伝達エレメント。

【請求項2_4】

エネルギー伝達エレメントがフォワード・コンバータ・トランス内に含まれる請求項1_3に記載のエネルギー伝達エレメント。 30

【請求項2_5】

エネルギー伝達エレメント・コアの周囲に、複数の入力巻線層を巻き付けて、第1ノードに結合した第1端部と第2ノードに結合した第2端部とを有する第1の巻線を形成するステップと、

エネルギー伝達エレメント・コアと前記第1の巻線の周囲に、出力巻線の複数の層を巻き付けて、第3ノードに結合した第1端部と第4ノードに結合した第2端部を有する第2の巻線を形成するステップとを含み、前記第1の巻線と前記第2の巻線との間に寄生容量が存在し、

さらに、

出力巻線に最も近接して巻かれた入力巻線の層に含まれている巻き数に実質的に等しい巻き数で、前記第1の巻線に最も近い出力巻線の最も内側の層を巻き付けて、平衡部分を形成するステップと、

容量性変位電流を小さくするために、エネルギー伝達エレメント・コアの周囲に、出力巻線の複数の層のうちの前記1つの層の巻き数とは異なる巻き数で、出力巻線の他の層を巻き付けるステップとを含む方法。

【請求項2_6】

エネルギー伝達エレメント・コアの周囲に、入力巻線の複数の層を巻き付けて、第1ノードに結合した第1端部と第2ノードに結合した第2端部とを有する第1の巻線を形成するステップと、

50

巻線領域をカバーするために、平行に巻かれた複数のワイヤを使用して、前記第2の巻線に最も近くで巻かれている入力巻線の最も外側の層を巻き付けるステップであって、外側層が全入力巻線電流を導き、それにより平衡部分を形成するステップと、

エネルギー伝達エレメント・コアと前記第1の巻線の周囲に出力巻線を巻き付けるステップとを含み、入力巻線の複数の層のうちの前記1つの層が、入力巻線と出力巻線の間を流れる容量性変位電流を実質的に小さくするために、多数の巻き数およびゲージを有して、第3ノードに結合した第1端部と第4ノードに結合した第2端部を有する第2の巻線を形成し、前記第1の巻線と前記第2の巻線との間に寄生容量が存在し、

前記平衡部分は、容量性変位電流を小さくする、方法。

【請求項27】

10

入力巻線の複数の層のうちの1つの層を選択して、前記容量性変位電流を小さくするために、入力巻線と出力巻線の間に生成される相対静電界を平衡させるステップをさらに含む請求項26に記載の方法。

【請求項28】

20

請求項1-24のいずれか1項のエネルギー伝達エレメントを含む電源であって、前記エネルギー伝達エレメントは、さらに、

前記エネルギー伝達エレメントの前記第1の巻線に結合する第1の入力電圧端子と、第2の入力電圧端子と、

前記エネルギー伝達エレメントと前記第2の入力電圧端子との間に結合されるスイッチとを備え、前記スイッチは、前記スイッチを制御するように構成された制御回路に結合される制御端子を有する、電源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般にエネルギー伝達エレメントに関し、より詳細には、少なくとも2つの巻線を有するエネルギー伝達エレメントに関する。

【0002】

【従来の技術】

関連出願

本出願は、2001年12月21日出願の、「Method And Apparatus For Substantially Reducing Electrical Earth Displacement Current Flow Generated by Wound Components Without Requiring Additional Windings」という名称の米国仮出願第60/342,677号に対する優先権を主張するものである。

30

【0003】

図1は、フライバック・コンバータ電源101の略図を示したものである。フライバック・コンバータ101電源の基本的な動作については豊富な文献があり、当分野の技術者に知られている通りである。一次スイッチ103は、必ずしもそうである必要はないが、典型的には、図に示すように、電源の二次側からの帰還制御信号105を介して制御されている。エネルギー伝達エレメントまたはトランス107の巻線は、巻線電圧の位相関係を示すために使用されているドット極性を有している。電圧が巻線の両端間で変化している間は、巻線のドット端は同相である。

40

【0004】

図2は、図1の略図を拡張した電源201の略図を示したもので、トランス本体または構造(エネルギー伝達エレメント)と電気接地の間に存在する寄生キャパシタンス209、入力巻線および出力巻線とトランス本体(コア)の間に存在する寄生キャパシタンス211、およびトランスの入力巻線と出力巻線の間に存在する寄生キャパシタンス213が示されている。通常、トランスクアは、トランス構造に使用されているフェライト・コアであり、トランス207の入力巻線および出力巻線を磁束結合させるための低磁気抵抗経路

50

を提供している。図2に注記されているように、トランスの出力部と電気接地の間の寄生キャパシタンス215は、アプリケーションに応じて、および／または電気雑音の測定方法に応じて短絡される場合もある。

【0005】

電源201が正規に動作している間は、トランス207の入力巻線および出力巻線の両端間の電圧は、標準のフライバック・コンバータ電源の動作に従って変化し、これらの変化により、図に示す様々な寄生キャパシタンス209、211、213および215を介して、電気接地に変位電流が生成される。これらの変位電流は、コモン・モード雑音（またはエミッション）として検出され、ライン入力安定化回路網（LISN）と呼ばれる試験装置によって測定される。この試験装置の構成および接続については豊富な文献があり、当分野の技術者に知られている通りである。10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

また、図2には、コモン・モード・エミッションを小さくするために電源を切り換えるのに広く使用されているYコンデンサであるコンデンサCy217が強調されている。この構成要素、コンデンサCy217は、トランス207の入力巻線と出力巻線の間を流れる変位電流が、電気接地を通って流れずに、それらのソースに戻るための低インピーダンス経路を提供している。コンデンサCy217を流れる電流は、LISNによっては検出されず、したがってコンデンサCy217を使用することにより、コモン・モード・エミッションが低減される。20

【0007】

【課題を解決するための手段】

エネルギー伝達エレメント入力巻線とエネルギー伝達エレメント出力巻線とを有するエネルギー伝達エレメントを開示する。一態様では、エネルギー伝達エレメント入力巻線はエネルギー伝達エレメント出力巻線に容量結合されている。エネルギー伝達エレメントは電気接地に容量結合されている。エネルギー伝達エレメント入力巻線とエネルギー伝達エレメント出力巻線の間、およびエネルギー伝達エレメントと電気接地の間の容量性変位電流が、これらの巻線間および／またはエネルギー伝達エレメントと電気接地の間に生成される相対静電界を平衡させることによって実質的に低減されている。一実施形態では、上述の低減は、物理位置および既存の複数のエネルギー伝達エレメント巻線のうちの1つの一部の巻き数を選択することによって実現されており、したがって巻線を追加する必要はない。30

【0008】

一実施態様では、本発明の教示によるエネルギー伝達エレメントは、エネルギー伝達エレメント入力巻線とエネルギー伝達エレメント出力巻線とを備えている。エネルギー伝達エレメント入力巻線は、エネルギー伝達エレメント出力巻線に容量結合されている。エネルギー伝達エレメントは電気接地に結合され、エネルギー伝達エレメント入力巻線および出力巻線は、エネルギー伝達エレメントと電気接地の間を流れる変位電流を何ら追加巻線を必要とすることなく実質的に小さくするように巻かれている。一実施態様では、エネルギー伝達エレメントはフライバックトランスである。一実施態様では、エネルギー伝達エレメントは、フォワード・コンバータ電源に使用されているフォワード・コンバータ・トランスである。40

【0009】

他の実施態様では、本発明の教示によるエネルギー伝達エレメントは、エネルギー伝達エレメント入力巻線とエネルギー伝達エレメント出力巻線とを備えている。エネルギー伝達エレメント入力巻線はエネルギー伝達エレメント出力巻線に容量結合されている。エネルギー伝達エレメント入力巻線および出力巻線は、何ら追加巻線を必要とすることなく、入力巻線と出力巻線の間の容量性変位電流を実質的に小さくするように巻かれている。一実施態様では、これらの巻線間に生成される相対静電界を平衡させることによって、容量結合変位電流が実質的に低減されている。一実施態様では、エネルギー伝達エレメントはフ50

ライバックトランスである。一実施態様では、エネルギー伝達エレメントは、フォワード・コンバータ電源に使用されているフォワード・コンバータ・トランスである。

【0010】

さらに他の実施態様では、本発明の教示によるフライバック・コンバータ電源は2つの入力電圧端子と、エネルギー伝達エレメント入力巻線およびエネルギー伝達エレメント出力巻線を有するエネルギー伝達エレメントとを備えている。エネルギー伝達入力巻線は、一方の入力電圧端子およびスイッチの第1の端子に結合されている。スイッチの第2の端子は、もう一方の入力端子に結合されている。スイッチの第3の端子は、制御回路に結合されている。エネルギー伝達エレメント入力巻線は、エネルギー伝達エレメント出力巻線に容量結合されている。エネルギー伝達エレメント入力巻線および出力巻線は、何ら追加巻線を必要とすることなく、入力巻線と出力巻線の間の容量性変位電流を実質的に小さくするように巻かれている。10

【0011】

さらに他の実施態様では、本発明の教示による方法には、エネルギー伝達エレメント入力巻線およびエネルギー伝達エレメント出力巻線を有するエネルギー伝達エレメントを、エネルギー伝達エレメント入力巻線とエネルギー伝達エレメント出力巻線の間を流れる容量結合変位電流が、何ら追加巻線を必要とすることなく実質的に低減されるように巻き付けるステップが含まれている。

【0012】

他の実施態様では、本発明の教示によるエネルギー伝達エレメントは、エネルギー伝達エレメント入力巻線とエネルギー伝達エレメント出力巻線とを備えている。エネルギー伝達エレメント入力巻線はエネルギー伝達エレメント出力巻線に容量結合されている。エネルギー伝達エレメント入力巻線および出力巻線は、エネルギー伝達エレメント入力巻線の一部または入力巻線部分として、あるいはエネルギー伝達エレメント出力巻線の一部または出力巻線部分として含まれている平衡巻線を使用することにより、入力巻線と出力巻線の間の容量性変位電流を実質的に小さくするように巻かれている。一実施態様では、平衡巻線部分は入力巻線の層の中に含まれている。一実施態様では、平衡巻線部分を備えた入力巻線の層は、出力巻線に最も近接した層になっている。他の実施態様では、平衡巻線部分は出力巻線の層の中に含まれている。一実施態様では、平衡巻線部分を備えた出力巻線の層は出力巻線に最も近接した層になっている。一実施態様では、エネルギー伝達エレメントの巻線間に生成される静電界を平衡させるために、入力巻線または出力巻線の平衡部分の巻き数が選択されている。一実施態様では、平衡部分は有効巻線領域のカバーレージを提供するように巻かれている。一実施態様では、平衡部分は、1本または複数本のワイヤを平行に使用することによって、あるいは適切なワイヤ・ゲージを選択することによって、有効巻線領域のカバーレージを提供するように巻かれている。一実施態様では、エネルギー伝達エレメントは、フライバックトランスである。一実施態様では、エネルギー伝達エレメントは、フォワード・コンバータ・トランスである。本発明のその他の特徴および利点については、以下に示す詳細説明および図から明らかになるであろう。30

【0013】

添付の図は、本発明を詳細に説明するための、制限されることのない実施例を示したものである。40

【0014】

【発明の実施の形態】

巻線構成要素によって生成される電気接地変位電流を小さくするための方法および装置の実施形態を開示する。以下の説明においては、本発明を完全に理解するために多数の特定の詳細が示されているが、本発明を実現するために特定の詳細を使用する必要がないことは、当分野の技術者には明らかであろう。したがって本発明を明確にするために、良く知られている材料あるいは方法については、ここではその詳細は省略されている。

【0015】

本明細書全体を通して参照されている「一実施形態」は、その実施形態に関連して記述さ50

れている特定の特徴、構造あるいは特性が、本発明の少なくとも 1 つの実施形態に含まれていることを意味している。したがって本明細書の様々な部分に出現する「一実施形態では」という語句は、必ずしも同じ実施形態をすべて指しているわけではない。また、特定の特徴、構造あるいは特性を、任意の適切な方法で 1 つまたは複数の実施形態の中に結合させることも可能である。

【 0 0 1 6 】

スイッチング電源回路によって生じる電気雑音の原因については豊富な文献があり、当分野の技術者に知られている通りである。本発明は、特に、電源を切り換える動作中における、一般に電源トランスと呼ばれているエネルギー伝達エレメントによって生じるコモン・モード雑音の低減を目的としている。 10

【 0 0 1 7 】

これらの技法は、フライバックおよびフォワード・コンバータ電源への適用が可能であるが、エネルギー伝達エレメンとしてトランスに言及することがより正確である。ここで考査する特定の実施形態では、フライバック回路例について考査され、また、エネルギー伝達エレメントはトランスとして参照されている。

【 0 0 1 8 】

本明細書において説明する本発明の様々な実施形態は、電源によって生成される電気接地電流を実質的に小さくするためのトランス構造に使用される技法を提供し、それにより Y コンデンサを使用する必要性を排除し、あるいは必要な Y コンデンサの値を小さくすることによって、システムのコストを削減することができる。また、Y コンデンサの値を小さくし、あるいは Y コンデンサを排除することにより、安全分離出力と A C 入力ラインの間の漏れ電流が小さくなる。これは、他にもあるが、例えばセルラ電話アプリケーションなど、出力がユーザと接触があるアプリケーションに有利である。 20

【 0 0 1 9 】

詳細には、本明細書において説明する技法の様々な実施形態は、一次巻線と二次巻線の間、または入力巻線と出力巻線の間およびトランスのコアと電気接地の間で電源を切り換える際に通常流れる容量性変位電流を実質的に小さくしている。一実施形態では、この低減は、トランスに巻線を追加することなく実現されている。あるいは、一実施形態では、トランス入力巻線とトランス出力巻線の間に生成される差動静電界を平衡させるために、入力巻線の最後の層が巻かれている。通常、これらの静電界によって変位電流が生成されるため、例えば、他の装置を妨害するこれらの変位電流を回避するための追加トランス巻線、あるいは外付け構成要素など、余計な対策を必要としていた。したがって本発明の様々な実施形態により、本開示による利益を持たない設計者に必要となる特定の電源構成要素あるいは追加トランス巻線が排除され、それによりシステム・コストが削減される。 30

【 0 0 2 0 】

一般的には、電源切換の動作によって生成され、かつ、電気接地に流れる変位電流は、他の装置に影響を及ぼす電磁妨害雑音（ E M I ）の原因となる、コモン・モード・エミッションとしても知られている電気雑音として測定される。したがってこれらの変位電流は、規制機構によって包括的に設定されている公示リミット未満に維持しなければならない。電源切換のトランスは、以下に示す 2 つの経路で電気接地に流れる変位電流を生成している。 40

【 0 0 2 1 】

経路の 1 つは、トランスのコアと電気接地の間を流れる変位電流経路である。この変位電流は、トランスのコアと容量結合しているトランス巻線上の電圧変化によって生成される電流である。この変位電流は、次に、典型的にはトランスのコアと電気接地の間の自由空間を介して容量的に流れる。

【 0 0 2 2 】

もう 1 つの経路は、トランスの一次巻線と二次巻線の間を流れる、これらの巻線間の電圧差によってたらされる変位電流経路である。これらの巻線間の電圧差によって、巻線間キャパシタンスを流れる電流が生成される。この変位電流は、一方が電気接地である並列 50

経路を介して、そのソースに戻ることになる。

【0023】

本発明の様々な実施形態は、電源を切り換える動作中に生成される、入力巻線と出力巻線の間の相対静電界を平衡させ、かつ、相殺させるために、トランス巻線の自然電圧変動を使用したトランス構造内の既存の巻線の使用を示している。一実施形態では、これらの既存巻線の設計は、使用されている巻線層の数および巻き数、およびそれらの物理位置の両方に対して、個々のトランスに固有である。これらの技法を使用することにより、電気接地に対するトランス巻線とトランス物理構造の間の変位電流が実質的に小さくなる。変位電流が小さくなることにより、コモン・モード・エミッションを小さくするために使用されているYコンデンサなどの外付け構成要素のコストが排除され、あるいは削減される。

10

【0024】

図3Aおよび3Bは、説明用としてトランス301の簡易略図および横断面図を示したものである。入力巻線303の2つの端部には、ノードAおよびノードBのラベルが振られている。出力巻線305の2つの端部には、ノードCおよびノードDのラベルが振られている。説明用として、トランスの物理コア307には、さらにノードEのラベルが振られている。巻線303および305のドット極性は、ノードBがノードAに対してより正の性質を帯びるように入力巻線303上の電圧が変化すると、ノードDの電圧がノードCに対して増加するようになっている。

【0025】

上で説明したように、これらの電圧変化によって寄生キャパシタンスに変位電流が生成され、電気接地に電流が流れる。以下で考察するように、これらの既存巻線の設計は、本発明の一実施形態で利用されており、これらの電気接地電流を実質的に小さくしている。

20

【0026】

図4Aは、本発明に従って巻かれたトランス401の一実施形態の略図を示したものである。トランス401は、フライバックトランス、フォワード・コンバータ・トランスまたは類似のトランスである。図4Aに示すトランスの略図は、図3Aに示すトランスの略図と同じであり、例えば入力巻線403の2つの端部には、ノードAおよびノードBのラベルが振られ、出力巻線405の2つの端部には、ノードCおよびノードDのラベルが振られている。また、説明用として、トランスの物理コア407には、さらにノードEのラベルが振られている。巻線403および405のドット極性は、ノードBがノードAに対してより正の性質を帯びるように入力巻線403上の電圧が変化すると、ノードDの電圧がノードCに対して増加するようになっている。

30

【0027】

図4Bは、トランス401の一実施形態の横断面図を示したものである。図4Bから、図に示す実施形態では、層の数は、図3Bに示すトランス301の入力巻線303の横断面図と同じであるが、トランス401の入力巻線403の外側層404の巻き数が、入力巻線403の先行する内側層または非外側層の巻き数より少なくなっていることが分かる。図4Bから分かるように、入力巻線403の外側層404は、入力巻線403の出力巻線405に最も近接して巻かれた層である。

【0028】

40

出力巻線405の巻き数が入力巻線403の外側層404の巻き数と同じである場合、出力巻線405および入力巻線403の各々によって生成される静電界が平衡し、一実施形態における変位電流が排除されるか、あるいは実質的に小さくなる。この分析は、入力巻線の内側層によって生成される静電界、およびトランスクオアから出力巻線に容量結合している入力巻線によって生成される変位電流などの他の要因に強く影響されている。実際の一次巻線の外側層は、通常、トランスの出力巻線よりも多く巻き数を有している。変位電流を小さくするための従来の解決法が、入力巻線と出力巻線の間に、個別の平衡巻線または遮蔽巻線を使用して変位電流を小さくしているのは、この理由によるものである。

【0029】

50

本発明の様々な実施形態では、平衡巻線または遮蔽巻線は、トランスの主入力巻線または主出力巻線の一部または巻線部分である。上記出力巻線の実施形態では、入力巻線の巻き数は、入力巻線および出力巻線の各々によって生成される静電界が平衡し、あらゆる変位電流が排除されるように、出力巻線の内側層の巻き数に実質的に等しくなっている。一実施形態では、入力および出力の両巻線によって生成される静電界の最適平衡を決定するために、経験による方法を使用して、正確な巻き数が選択されている。その実施形態では、出力巻線の平衡層は入力巻線に最も近接して巻かれた層である。多くの実用的なエネルギー伝達エレメント設計には、特定のアプリケーションの要求に応じて、異なる出力電圧をサポートするための複数の出力巻線が存在している。これらの多重出力設計では、入力巻線に最も近接して巻かれた出力巻線の層は、この場合においても、本発明の教示による入力巻線および出力巻線によって生成される静電界を平衡させるために使用される層になっている。これらの様々な実施形態は、通常、この位置に個別平衡巻線または遮蔽巻線が導入されると減少することになる、入力巻線と出力巻線の間の閉磁気結合（低漏れインダクタンス）が維持される、という利点を有している。10

【0030】

主入力巻線または主出力巻線が平衡巻線または遮蔽巻線部分を備える、本発明の教示によるこれらの様々な実施形態の実際的な実装は、部分的にトランスの巻線巻き数に依存している。また、変位電流をコアに結合している入力巻線に端を発している出力巻線に結合しているトランスコアからの容量結合変位電流、および出力巻線に直接結合している入力巻線の内側層からの容量結合変位電流などの他の影響のため、入力巻線の外側層の巻き数は、トランスの入力巻線と出力巻線の間の静電界の正味平衡をもたらすように理論的に提案される巻き数より少なくすることが望ましい。したがって、トランス内で利用することができる巻線領域の良好なカバレージを保証するために選択された2本以上の平行ゲージ・ワイヤを使用して、入力巻線の外側層を構成しなければならないことがしばしばである。それにより、これらの内側層と全巻線領域に渡る出力巻線の間の物理分離が維持され、入力巻線の内側層の影響が緩和される。20

【0031】

図5Aは、説明用として本発明の教示によるトランス501の一実施形態の略図を示したもので、入力巻線503は、平衡巻線または遮蔽巻線部分506を備えている。したがって、図に示す実施形態が示しているように、入力巻線503の最終層504は、平衡巻線または遮蔽巻線部分506を備えた2本の平行ワイヤを使用して巻かれている。ノードEは、入力巻線503の第1の層の物理終端であり、トランス501を実際に構成する際に有用である。詳細には、ノードEにより、入力巻線503の先行する層に使用されている単線ワイヤに代わって、平衡巻線または遮蔽巻線部分506を含む2本の平行ワイヤを使用して、入力巻線503の最終層504を容易に開始することができる。しかしながらノードEは、終端ポイントおよび開始ポイントに過ぎず、ノードEをトランス外部の何らかの回路に電気接続する必要はない。実際に、入力巻線503のノードAおよびノードBは、外部電源回路への接続用であり、平衡巻線または遮蔽巻線部分506を含む、入力巻線503のすべての層が直列に接続されることを意味している。したがってすべてが主入力巻線503電流を導くため、同じ入力巻線503部分を形成している。入力巻線503の最終層504は、入力巻線503の平衡または遮蔽部分506を備えている。30

【0032】

図5Bは、このトランス501の一実施形態の横断面図を示したもので、この場合も、入力巻線503の最終層504は、入力巻線503の平衡巻線または遮蔽巻線部分506を含む2本の平行ワイヤを使用して巻かれ、有効巻線領域を効果的にカバーしている。図5Aおよび5Bでは、この平行な平衡巻線または遮蔽巻線部分506は、この外側層504のドット極性を、2つの隣接する導体中に示すことによって表されている。分かり易くするために、図5Bに示す実施形態の入力巻線503の最終層504は、隣接する平行一巻と一巻きの間に隙間を設けて示されているが、実際には、巻線領域を完全にカバーするために、平行ワイヤを緊密に巻くことによって、この層の最適平衡性能が得られるであろう4050

ことについては理解されよう。他の実施形態では、個々のトランス設計に応じて、さらに多くの平行ワイヤが使用されている。上で説明したように、この外側層または最終層 504 は、依然として全入力巻線 503 電流を導いており、したがってトランス 501 の主入力巻線 503 の統合部分であり、追加または個別巻線がトランス 501 に導入されていない、という事実を維持している。一実施形態では、入力巻線 503 のこの外側層に使用される巻き数およびワイヤ・ゲージの正確な選択は、経験による最適化技法に基づいて決定されている。図に示す実施形態では、出力巻線 505 は、物理コア 507 の周囲に巻かれた入力巻線 503 の外側に巻かれている。

【0033】

これらの選択に影響を及ぼす要因には、トランスコアに対する入力および出力の両巻線の物理位置の他に、層と層の間の物理間隔、および入力巻線と出力巻線の間の物理間隔が含まれている。静電界が完全に平衡されると、一次回路と二次回路の間の差電界がゼロになり、変位電流もゼロになる。実際には、この効果は、電気接地に流れる正味変位電流を実質的に小さくすることである。

10

【0034】

図 6A および 6B は、本発明の教示によるトランス 601 の一実施形態の特定の略図および横断面図を示したものである。図に示すように、トランス 601 は、物理コア 607 の周囲に巻かれた入力巻線 603 および出力巻線 605 を備えている。一実施形態では、巻線は、安全上の理由から、巻線をエネルギー伝達エレメントの磁心から分離するボピン上に巻かれている。分かり易くするためにボピンは特に示されていないが、実際の設計に必要な物理コア 607 部分と仮定することができる。以下の表 1 は、トランス 601 の電気仕様をまとめたものである。図 5A および 5B に示す実施形態と同様、図 6A および 6B に示す実施形態も、入力巻線 603 が同じく平衡巻線または遮蔽巻線部分 606 を備えていることを示している。図に示す実施形態では、入力巻線 603 の最終層 604 は、入力巻線 603 の平衡巻線または遮蔽巻線部分 606 を含む 2 本の平行ワイヤを備えている。図に示す実施形態では、この外側層または最終層 604 には、入力巻線 603 の 3 つの内側層が先行している。他の実施形態では、本発明の教示による入力巻線 603 および出力巻線 605 に、異なる数の層が利用されていることは当然理解されよう。

20

【0035】

一実施形態では、入力巻線 603 から外部回路への接続には、ノード 1 およびノード 4 が使用され、ノード 2 は接続されていない。一実施形態では、ノード 2 は、入力巻線 603 の平衡巻線または遮蔽巻線部分 606 を含む 2 本の平行ワイヤを使用して、入力巻線 603 の最終層 604 を開始するための、入力巻線 603 の最初の 3 つの層の終端を単純に表している。一実施形態では、入力巻線 603 のこの外側層 604 に 2 本の平行ワイヤが使用されている以外に、入力巻線 603 の先行する 3 つの層以外の外側層 604 に、異なるワイヤ・ゲージが使用されていることに言及しておく。一実施形態では、この選択は、最適平衡効果を提供するために、外側層 604 に必要な巻き数が経験的に決定された後に実行されている。一実施形態では、巻き数が選択されると、必要な巻き数が有効巻線領域（またはボピン幅）を完全に満たすように、ワイヤ・ゲージが選択されている。

30

【0036】

図 7A および 7B は、本発明の教示によるトランス 701 の一実施形態の他の特定の略図および横断面図を示したものである。図に示すように、トランス 701 は、物理コア 704 の周囲に巻かれた入力巻線 703 および出力巻線 705 を備えている。図 5A および 5B に示す実施形態と同様、図 7A および 7B に示す実施形態も、入力巻線 703 が同じく平衡巻線または遮蔽巻線部分 706 を備えていることを示している。図に示す実施形態では、入力巻線 703 の第 1 の層は、入力巻線 703 の平衡巻線または遮蔽巻線部分 706 を含む 2 本の平行ワイヤを備えている。図に示す実施形態では、この内側層または第 1 の層 706 は、出力巻線 705 の後、かつ、入力巻線 703 の残りの層の前に巻かれている。他の実施形態では、本発明の教示による入力巻線 703 および出力巻線 705 に、異なる数の層が利用されていることは当然理解されよう。また、他の実施形態では、入力巻線

40

50

703の平衡巻線または遮蔽巻線706部分に、異なる本数の平行ワイヤが使用されていることについても理解されよう。

【0037】

一実施形態では、入力巻線703から外部回路への接続には、ノード1およびノード3が使用され、ノード4は接続されていない。一実施形態では、ノード4は、単線ワイヤを使用して、入力巻線703の残りの層を開始するための、入力巻線703の平衡層または遮蔽層706の終端を単純に表している。一実施形態では、入力巻線703のこの平衡または遮蔽部分706に2本の平行ワイヤが使用されている以外に、入力巻線703の残りの層以外のこの遮蔽層または平衡層706に、異なるワイヤ・ゲージが使用されていることに言及しておく。一実施形態では、この選択は、最適平衡効果を提供するために、平衡層または遮蔽層706に必要な巻き数が経験的に決定された後に実行されている。一実施形態では、巻き数が選択されると、必要な巻き数が有効巻線領域（またはボビン幅）を完全に満たすように、ワイヤ・ゲージが選択されている。

【表1】

表I. 電気仕様

電気強度	ピン1-4からピン5-6、 1分間 60 Hz	3000 Vac
一次インダクタンス (ピン1～ピン4)	すべての巻線開	42 KHzにて 3.15 mH+/-7%
共振周波数	すべての巻線開	300 KHz(最小)
一次漏れインダクタンス	ピン5-6 短絡	45 μ H 最大

【図面の簡単な説明】

【図1】フライバック・コンバータ電源の略図である。

【図2】寄生キャパシタンスを示すフライバック・コンバータ電源の略図である。

【図3】トランスの略図（A）とフライバックトランスに巻かれた層の横断面図（B）である。

【図4】本発明の教示に従って巻かれたトランスの一実施形態の略図（A）とその横断面図（B）である。

【図5】本発明の教示に従って巻かれたトランスの他の実施形態の略図（A）とその横断面図（B）である。

【図6】本発明の教示に従って巻かれたトランスのさらに他の実施形態の略図（A）とその横断面図（B）である。

【図7】本発明の教示に従って巻かれたトランスのさらに他の実施形態の略図（A）とその横断面図（B）である。

【符号の説明】

101 フライバック・コンバータ電源

103 一次スイッチ

105 帰還制御信号

107、207、301、401、501、601、701 トランス

201 電源

209、211、213、215 寄生キャパシタンス

217 コンデンサ C_y

303、403、503、603、703 入力巻線

10

20

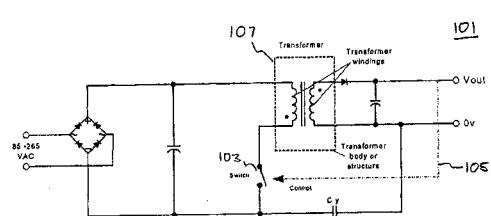
30

40

50

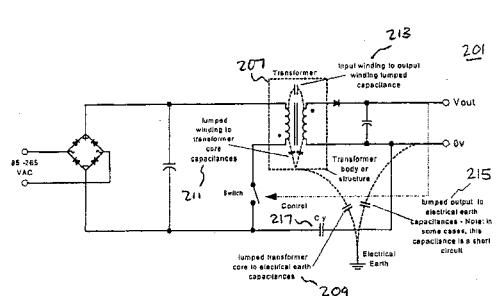
- 305、405、505、605、705 出力巻線
 307、407、507、607、704 トランスの物理コア
 404、504、604 外側層(最終層)
 506、606、706 平衡巻線または遮蔽巻線部分

【図1】



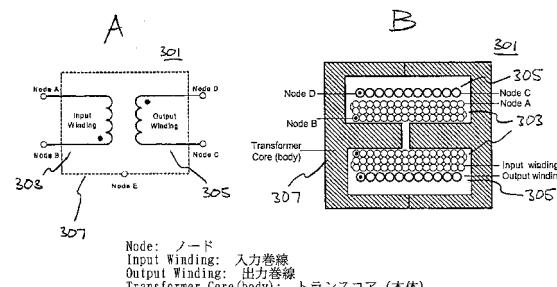
103 スイッチ
 107 トランス
 Transformer windings: トランス巻線
 Transformer body or structure: 構造のトランス本体
 Control: 制御
 Switch: スイッチ

【図2】



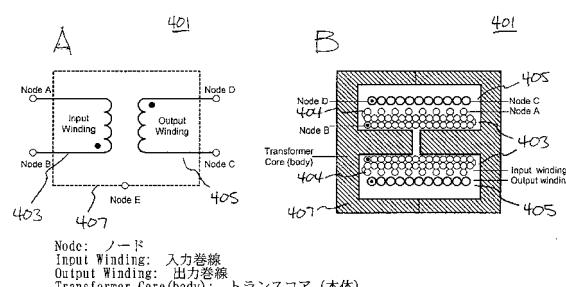
207 トランス
 209 ランプトランスコア-電気接地キャバシタンス
 211 ランプ巻線-トランスコア・キャバシタンス
 213 入力巻線-出力巻線ランプ・キャバシタンス
 215 ランプ出力-電気接地キャバシタンス
 注記: このキャバシタンスは、短絡される場合もある
 Transformer body or structure: 構造のトランス本体
 Control: 制御
 Switch: スイッチ
 Electrical Earth: 電気接地

【図3】



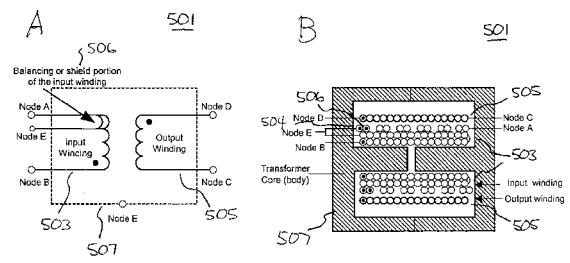
Node: /ード
 Input Winding: 入力巻線
 Output Winding: 出力巻線
 Transformer Core (body): トランスコア (本体)

【図4】



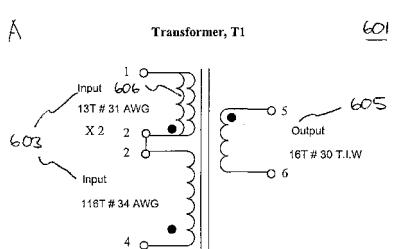
Node: /ード
 Input Winding: 入力巻線
 Output Winding: 出力巻線
 Transformer Core (body): トランスコア (本体)

【図5】

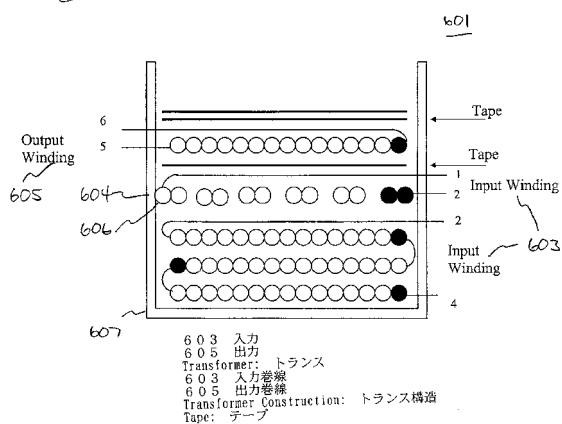


5 0 6 入力巻線の平衡または遮蔽部分
Node A, B, C, D, E
Input Winding: 入力巻線
Output Winding: 出力巻線
Transformer Core (body): トランスコア (本体)

【図6】

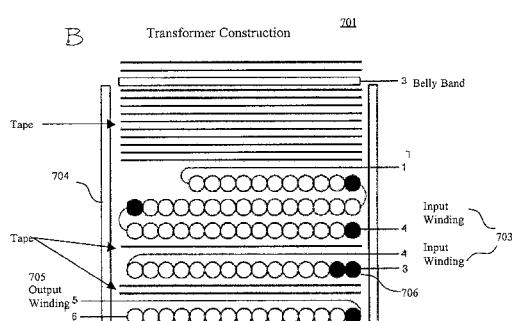
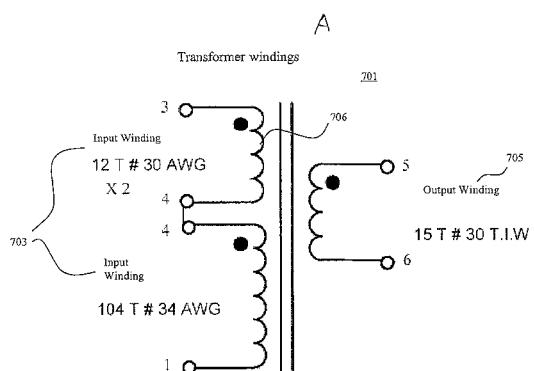


Transformer Construction



6 0 3 入力
6 0 5 出力
Transformer: トランス
6 0 3 入力巻線
6 0 5 出力巻線
Transformer Construction: トランス構造
Tape: テープ

【図7】



7 0 3 入力巻線
7 0 5 出力巻線
Transformer windings: トランス巻線
Transformer Construction: トランス構造
Tape: テープ
Belly Band: ベリー・バンド

フロントページの続き

(74)代理人 100098316
弁理士 野田 久登

(74)代理人 100109162
弁理士 酒井 將行

(74)代理人 100111246
弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 チャン・ウーング・パク
アメリカ合衆国・95123・カリフォルニア州・サンノゼ・ラストラーダ ドライブ・39
0・ナンバー27

審査官 右田 勝則

(56)参考文献 特開平10-052036(JP,A)
特開昭60-226112(JP,A)
特開2002-280242(JP,A)
特許第4125903(JP,B2)
実開平02-104609(JP,U)
実開昭61-066912(JP,U)
実開昭57-037220(JP,U)
米国特許第03299384(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 30/00
H02M 3/28