

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-5367

(P2020-5367A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H 0 2 M 7/48 (2007.01) H 0 2 M 7/48 Z 5 H 7 7 0

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-120984 (P2018-120984)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成30年6月26日 (2018. 6. 26)	(74) 代理人	100110423 弁理士 曾我 道治
(11) 特許番号	特許第6472561号 (P6472561)	(74) 代理人	100111648 弁理士 梶並 順
(45) 特許公報発行日	平成31年2月20日 (2019. 2. 20)	(74) 代理人	100122437 弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566 弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171 弁理士 吉田 潤一郎

最終頁に続く

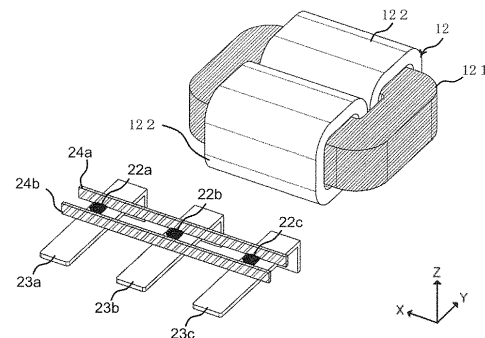
(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】設計の自由度を確保しつつ、高精度な電流検出が可能な電力変換装置を提供する。

【解決手段】本発明に係る電力変換装置(100)は、電源(1)から供給された電力の変換を、磁性部品(12)を用いて行うものである。この電力変換装置は、負荷(2)に電力を供給するための複数のバスバ(23a~23c)と、バスバ毎に設けられ、バスバに電流が流れることにより発生する磁束を検出する電流センサ素子(22a~22c)と、磁性部品と電流センサ素子とを結ぶ直線上に配置され、磁性部品から電流センサ素子に向かう磁束を遮蔽する板状の磁気シールド板(24a、24b)と、を備える

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電源から供給された電力の変換を、磁性部品を用いて行う電力変換装置であって、
負荷に電力を供給するための複数のバスバと、
バスバ毎に設けられ、前記バスバに電流が流れることにより発生する磁束を検出する電
流センサ素子と、

前記磁性部品と前記電流センサ素子とを結ぶ直線上に配置され、前記磁性部品から前記
電流センサ素子に向かう磁束を遮蔽する板状の磁気シールド板と、
を備える電力変換装置。

【請求項 2】

前記磁気シールド板は、前記電流センサ素子の前記磁束が検出可能な感磁方向、及び前
記磁性部品から前記電流センサ素子に向かう磁束を基に決定した形状を有する、
請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記磁気シールド板は、前記電流センサ素子の前記磁束が検出可能な感磁方向を避けて
配置されている、
請求項 1 または 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記磁気シールド板は、複数、配置されている、
請求項 1～3 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

2 つ以上の前記磁気シールド板は、前記電流センサ素子を挟む位置で対向配置されてい
る、
請求項 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

前記感磁方向上の前記磁気シールド板の長さは、対象とする電流センサ素子が存在する
前記感磁方向上の範囲の長さ、前記電流センサ素子の前記感磁方向上の長さより大きい
長さを加えた長さである、

請求項 2～5 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 7】

前記複数のバスバは、隣接して設置され、

前記磁気シールド板は、前記バスバ毎に設けられる各電流センサ素子を対象に、前記複
数のバスバを横切るように配置されている、

請求項 1～6 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 8】

前記磁性部品と前記磁気シールド板との間に配置された金属板、
を更に備える請求項 1～7 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 9】

前記金属板は、筐体の一部である、

請求項 8 に記載の電力変換装置。

【請求項 10】

前記電流センサ素子毎に設けられ、前記バスバに電流が流れることにより発生する磁束
を集磁する集磁コア、

を更に備える請求項 1～9 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 11】

前記集磁コアを対象に配置された他の磁気シールド板、
を更に備える請求項 10 に記載の電力変換装置。

【請求項 12】

前記感磁方向上の前記他の磁気シールド板の長さは、対象とする集磁コアが存在する前
記感磁方向上の範囲の長さ、前記集磁コアの前記感磁方向上の長さより大きい長さを加

10

20

30

40

50

えた長さである、

請求項 1 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 1 3】

前記他の磁気シールド板は、磁性材料を用いて作製されている、

請求項 1 1 または 1 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 1 4】

前記磁気シールド板は、磁性材料を用いて作製されている、

請求項 1 ~ 1 3 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 1 5】

前記磁性部品は、共通の磁心に、巻き数比が 1 対 1 の複数の巻線を有し、前記複数の巻線が前記磁心内で互いに打ち消す向きに磁束を発生させるリアクトルである、 10

請求項 1 ~ 1 4 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電源から供給された電力の変換を、磁性部品を用いて行う電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、電気自動車、プラグインハイブリッドのような電動車両に搭載される大電力容量の電力変換装置では、バスバと、バスバに流れる電流量を検出するための電流センサとを備えることが多い。バスバとは、金属板もしくは金属棒で形成される導体部材であり、電流量が多い電流経路で用いられる。 20

【0003】

バスバに流れる電流は、磁束を発生させる。電流センサは、磁気検出素子を備え、その磁気検出素子がバスバに隣接させて配置される。バスバに流れる電流の値は、磁気検出素子が出力する磁束数に応じた信号値に対して、係数を乗じることで算出される。磁気検出素子は、以降「電流センサ素子」と表記する。

【0004】

測定対象のバスバ以外に磁束を発生させる外乱磁場は、電流センサ素子の信号値、つまり磁束数の検出値に影響を与える場合が多い。そのため、外乱磁場の強い環境では、バスバに流れる電流の値を高精度に検出するのは困難である。このことから、バスバに沿って、電流センサ素子を囲むように磁気シールド材を設けることにより、外乱磁場の影響を低減させ、電流センサの精度を維持させることが行われている（例えば、特許文献 1 参照）。 30

【0005】

リアクトルを用いて電力変換を行う電力変換装置では、そのリアクトルが強い磁場を発生させる。電流センサ素子が磁束を検出できる感磁方向は、限られている。このことから、リアクトルに対し、リアクトルが発生する磁束が感磁方向と直交するように、電流センサ素子を配置することも行われている（例えば、特許文献 2 参照）。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2 0 1 7 - 1 5 1 1 2 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 7 - 2 0 4 9 8 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

バスバに沿って、電流センサ素子を囲むように磁気シールドを設けたとしても、外乱磁場が発生させる磁束の向きと磁気シールド材との位置関係によっては、十分な遮蔽効果が 50

得られない。つまり、十分な遮蔽効果を得るためには、外乱磁場を発生させる磁性部品と、バスバとの間の位置関係を適切なものとしなければならない。

【 0 0 0 8 】

しかし、磁性部品とバスバとの間の位置関係を規定する場合、設計上の自由度を狭めることになる。電力変換装置は、負荷での電力供給に用いられることもあり、単体の装置として製品化されることは少ない。そのため、多くの場合、満たすべき条件は少なくない。このこともあり、設計の自由度は、より確保することが好ましい。

【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、その目的は、設計の自由度を確保しつつ、高精度な電流検出が可能な電力変換装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明に係る電力変換装置は、電源から供給された電力の変換を、磁性部品を用いて行うことを前提とし、負荷に電力を供給するための複数のバスバと、バスバ毎に設けられ、バスバに電流が流れることにより発生する磁束を検出する電流センサ素子と、磁性部品と電流センサ素子とを結ぶ直線上に配置され、磁性部品から電流センサ素子に向かう磁束を遮蔽する板状の磁気シールド板と、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、設計の自由度を確保しつつ、高精度な電流検出を行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る電力変換装置の回路構成例を示す図である。

【図 2】昇圧リアクトルと負荷に供給される電流用の各電流センサ素子との間の位置関係例を示す斜視図である。

【図 3】昇圧リアクトルと負荷に供給される電流用の各電流センサ素子との間の位置関係例を示す平面図である。

【図 4】昇圧リアクトルと負荷に供給される電流用の各電流センサ素子との間の位置関係例を示す側面図である。

【図 5】磁界シミュレーションのための昇圧リアクトル、電流センサ素子、及び 2 つの磁気シールド板の間の位置関係を示す斜視図である。

30

【図 6】磁界シミュレーションの結果を示す図である。

【図 7】本発明の実施の形態 2 に係る電力変換装置が収められた筐体内での昇圧リアクトル、バスバ、電流センサ素子、及び磁気シールド板の配置例を示す断面図である。

【図 8】本発明の実施の形態 3 に係る電力変換装置におけるバスバを含む周辺の構成例と昇圧リアクトルとの間の位置関係例を示す斜視図である。

【図 9】本発明の実施の形態 4 に係る電力変換装置におけるバスバを含む周辺の構成例と昇圧リアクトルとの間の位置関係例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明に係る電力変換装置の実施の形態を、図を参照して説明する。

40

【 0 0 1 4 】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る電力変換装置の回路構成例を示す図である。

【 0 0 1 5 】

この電力変換装置 1 0 0 は、電源 1 から供給される電力を変換し、電気諸量、つまり電圧、電流、周波数、位相、相数などを異ならせる装置であり、D C (Direct Current) D C 昇圧コンバータ回路 1 0、及びインバータ回路 2 0 を備えている。D C D C 昇圧コンバータ回路 1 0 の入力段には入力電力平滑コンデンサ 3 が接続され、D C D C 昇圧コンバータ回路 1 0 とインバータ回路 2 0 とはリンクコンデンサ 4 を介して接続されている。

50

【 0 0 1 6 】

D C D C 昇圧コンバータ回路 1 0 は、電流センサ素子 1 1 a、1 1 b、昇圧リアクトル 1 2、及び半導体スイッチング素子 1 3 a ~ 1 3 d を備える。

【 0 0 1 7 】

図 2 に示すように、昇圧リアクトル 1 2 は、磁心 1 2 1 に、巻き数比が 1 対 1 の 2 つの巻線 1 2 2 を有し、各巻線 1 2 2 が、発生する磁束がその磁心内で互いに打ち消すように巻かれた磁気結合型の磁性部品である。各電流センサ素子 1 1 a、1 1 b は、電流が発生させる磁束に応じた信号を出力する素子であり、巻線 1 2 2 に流れる電流の測定を個別に行うために用いられる。電流値は、サンプリングされた信号の値に係数を乗じることで得られる。

10

【 0 0 1 8 】

本実施の形態 1 では、半導体スイッチング素子 1 3 a ~ 1 3 d として、M O S F E T (Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor) を採用している。リンクコンデンサ 4 の両端に、半導体スイッチング素子 1 3 a、1 3 b と、半導体スイッチング素子 1 3 c、1 3 d とがそれぞれ並列に接続されている。半導体スイッチング素子 1 3 a、1 3 b は直列に接続されている。半導体スイッチング素子 1 3 c、1 3 d も直列に接続されている。なお、半導体スイッチング素子 1 3 a ~ 1 3 d として用いる素子の種類は特に限定されない。つまり、半導体スイッチング素子 1 3 a ~ 1 3 d は、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等であっても良い。

【 0 0 1 9 】

20

リンクコンデンサ 4 の正極端子には、半導体スイッチング素子 1 3 a、1 3 c の各ドレインが接続され、半導体スイッチング素子 1 3 a、1 3 c の各ソースには、それぞれ半導体スイッチング素子 1 3 b、1 3 d の各ドレインが接続されている。半導体スイッチング素子 1 3 b、1 3 d の各ソースは、リンクコンデンサ 4 の陰極端子に接続されている。

【 0 0 2 0 】

昇圧リアクトル 1 2 の各巻線 1 2 2 の一端は電源 1 の正極に接続され、2 つの巻線 1 2 2 のうちの一方の他端は半導体スイッチング素子 1 3 a のソースに、2 つの巻線 1 2 2 のうちの他方の他端は半導体スイッチング素子 1 3 c のソースにそれぞれ接続されている。各半導体スイッチング素子 1 3 a ~ 1 3 d のゲートは、それぞれ、制御線 3 2 a ~ 3 2 d を介して制御部 3 0 に接続されている。

30

【 0 0 2 1 】

D C D C 昇圧コンバータ回路 1 0 は、インターリーブ方式のコンバータ回路であり、電源 1 が供給する直流電力をより高い電圧の直流電力に変換する。この電力変換は、各半導体スイッチング素子 1 3 a ~ 1 3 d のオン / オフ制御を制御部 3 0 が行うことにより実現される。

【 0 0 2 2 】

インバータ回路 2 0 は、負荷 2 を駆動するための電力供給用であり、D C D C 昇圧コンバータ回路 1 0 が出力する直流電力を 3 相の交流電力に変換する。そのために、リンクコンデンサ 4 の両端には、半導体スイッチング素子 2 1 a、2 1 b、半導体スイッチング素子 2 1 c、2 1 d、半導体スイッチング素子 2 1 e、2 1 f が並列に接続されている。半導体スイッチング素子 2 1 a、2 1 b は、リンクコンデンサ 4 の両端に直列に接続されている。つまり、半導体スイッチング素子 2 1 a のドレインがリンクコンデンサ 4 の正極端子に、半導体スイッチング素子 2 1 a のソースが半導体スイッチング素子 2 1 b のドレインに、半導体スイッチング素子 2 1 b のソースがリンクコンデンサ 4 の陰極端子にそれぞれ接続されている。これは、半導体スイッチング素子 2 1 c、2 1 d、半導体スイッチング素子 2 1 e、2 1 f でも同様である。

40

【 0 0 2 3 】

各半導体スイッチング素子 2 1 a ~ 2 1 f の各ゲートは、制御線 3 3 a ~ 3 3 f を介して制御部 3 0 と接続されている。それにより、制御部 3 0 は、各半導体スイッチング素子 2 1 a ~ 2 1 f のオン / オフ制御を行う。この結果、負荷 2 に 3 相の交流電力が供給され

50

、負荷 2 が駆動する。

【0024】

負荷 2 は、半導体スイッチング素子 21a、21c、及び 21e の各ソースと接続されている。このため、1つの相の電力は、半導体スイッチング素子 21a がオンし、半導体スイッチング素子 21b がオフしている場合に供給される。別の相の電力は、半導体スイッチング素子 21c がオンし、半導体スイッチング素子 21d がオフしている場合に供給される。最後の相の電力は、半導体スイッチング素子 21e がオンし、半導体スイッチング素子 21f がオフしている場合に供給される。

【0025】

負荷 2 に電力を供給する相別に、電流センサ素子 22a ~ 22c が設けられている。これら電流センサ素子 22a ~ 22c は、上記電流センサ素子 11a、11b と同じものである。電流センサ素子 22a ~ 22c により検出された各相の電流値は、負荷 2 を適切に駆動するための情報として制御部 30 に用いられる。つまり、制御部 30 は、各相で検出された電流値を用いて、各半導体スイッチング素子 21a ~ 21f のオン/オフ制御を行う。

10

【0026】

各電流センサ素子 22a ~ 22c は、制御線 31c ~ 31e を介して制御部 30 と接続されている。昇圧リアクトル 12 に流れる電流用の各電流センサ素子 11a、11b も、制御線 31a、31b を介して制御部 30 と接続されている。制御部 30 は、各制御線 31a ~ 31e を介して、各電流センサ素子 11a、11b、22a ~ 22c が出力する信号値を入力する。制御部 30 は、入力した信号値に定められた係数を乗算することにより、電流値を算出する。制御部 30 は、このようにして得られた電流値を制御に反映させる。

20

【0027】

DCDC 昇圧コンバータ回路 10 及びインバータ回路 20 は、共に周知の回路である。このことから、より詳細な説明は省略する。

【0028】

図 2 は、昇圧リアクトルと負荷に供給される電流用の各電流センサ素子との間の位置関係例を示す斜視図である。インバータ回路 20 から負荷 2 への電流供給は、バスバ 23a ~ 23c を介して行われる。各電流センサ素子 22a ~ 22c は、図 2 に示すように、バスバ 23a ~ 23c に隣接して設置される。

30

【0029】

各電流センサ素子 22a ~ 22c は、上記のように、磁束に応じた信号を出力する素子である。各バスバ 23a ~ 23c に流れる電流を高精度に検出するためには、バスバ 23a ~ 23c がそれぞれ発生させる磁束のみを各電流センサ素子 22a ~ 22c に検出させるようにする必要がある。しかし、電力変換装置 100 には、対象とする磁束以外の磁束を発生させる外乱磁場が存在する。電力変換装置 100 において、昇圧リアクトル 12 は、最も強い外乱磁場を発生させる磁性部品である。このことから、図 2 では、昇圧リアクトル 12 と各電流センサ素子 22a ~ 22c の位置関係例を示している。

【0030】

本実施の形態 1 では、図 2 に示すように、各電流センサ素子 22a ~ 22c を挟み込むように、2つの磁気シールド板 24a、24b を対向配置している。これら磁気シールド板 24a、24b は、磁束の遮蔽のために、高比透磁率の磁性材料を用いて作製した部材である。その磁性材料としては、比透磁率が 3000 以上のものが好ましい。この条件を満たす磁性材料としては、パーマロイ、純鉄、Fe-6.5Si、Fe-3.5Si、Fe 基アモルファス、ナノ結晶 Fe 基、軟磁性材料、珪素鋼板等を挙げることができる。

40

【0031】

以降、説明上、便宜的に、特定する必要のない磁気シールド板には「24」を符号として付すこととする。同様に、特定する必要のない 1つ以上の電流センサ素子には「22」を符号として付すこととし、特定する必要のない 1つ以上のバスバには「23」を符号と

50

して付すこととする。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、昇圧リアクトルと負荷に供給される電流用の各電流センサ素子との間の位置関係例を示す平面図であり、図 4 は、昇圧リアクトルと負荷に供給される電流用の各電流センサ素子との間の位置関係例を示す側面図である。

【 0 0 3 3 】

図 3 に示す平面図は、図 2 中、Z 軸上、正側からの視点、つまり Z 軸上、値の大きい側から値の小さい側を向いた視点での図であり、図 4 に示す側面図は、図 2 中、X 軸方向上、負側からの視点の図である。ここで、図 3、及び図 4 を参照し、磁気シールド板 2 4 について具体的に説明する。この図 3 及び図 4 では、説明上、便宜的に、磁気シールド板 2 4 は 1 つのみ示している。

10

【 0 0 3 4 】

図 3 において、矢印 A 1 は、各バスバ 2 3 a ~ 2 3 c に流れる電流の向きを示している。このことから、バスバ 2 3 a ~ 2 3 c に流れる電流にも「A 1」を符号として付すこととする。F 1 は、昇圧リアクトル 1 2 が発生する磁束のなかで、電流センサ素子 2 2 に向かう磁束を表している。矢印 F 2 は、図 4 にも示すように、電流 A 1 がバスバ 2 3 a を流れることによって発生する磁束を表している。図 3 では、X Y 平面上で磁束の向きを矢印により示している。この磁束 F 2 は、電流センサ素子 2 2 a が最も高感度に磁束を検出する感磁方向と略一致する。磁束 F 2 の向きは、他のバスバ 2 3 b、2 3 c でも基本的に同じであり、感磁方向は全ての電流センサ素子 2 2 a ~ 2 2 c で基本的に同じである。

20

【 0 0 3 5 】

図 3 及び図 4 に示すように、磁気シールド板 2 4 は、昇圧リアクトル 1 2 と電流センサ素子 2 2 とを結ぶ直線上に配置されている。より具体的には、磁気シールド板 2 4 は、電流センサ素子 2 2 a ~ 2 2 c の配列方向に沿って、3 本のバスバ 2 3 a ~ 2 3 c を横切るようにして、昇圧リアクトル 1 2 と電流センサ素子 2 2 との間に配置されている。磁気シールド板 2 4 は、昇圧リアクトル 1 2 が発生する磁束 F 1 のなかで、電流センサ素子 2 2 が検出可能な方向範囲内からその電流センサ素子 2 2 に到達する磁束 F 1 を遮蔽可能な形状となっている。そのため、磁気シールド板 2 4 は、昇圧リアクトル 1 2 が発生した磁束 F 1 が電流センサ素子 2 2 に検出されることを回避させるか、或いは検出される磁束を大きく抑制させる働きをする。

30

【 0 0 3 6 】

電流センサ素子 2 2 と直線を結ぶ昇圧リアクトル 1 2 上の位置としては、例えば昇圧リアクトル 1 2 で磁束を発生させる部分の X Z 平面上の中心が考えられる。複数の電流センサ素子 2 2 に対し、同じ 1 つの磁気シールド板 2 4 を用いるのであれば、複数の電流センサ素子 2 2 の中心に位置する電流センサ素子 2 2、或いは複数の電流センサ素子 2 2 が並ぶ方向上の中心となる位置が考えられる。昇圧リアクトル 1 2、電流センサ素子 2 2 共に、直線を結ぶ位置は適宜、定めても良いものであり、その位置は仮想的な位置であっても良い。

【 0 0 3 7 】

磁気シールド板 2 4 は、図 3 及び図 4 に示すように、板状の部材である。その磁気シールド板 2 4 は、各バスバ 2 3 a ~ 2 3 c に電流 A 1 が流れることによって発生する磁束 F 2 が電流センサ素子 2 2 に到達するのを遮蔽しないように配置されている。これらの結果、電流センサ素子 2 2 には、バスバ 2 3 が発生する磁束 F 2 のみを通るか、通る磁束の大部分はバスバ 2 3 が発生させたものとなる。従って、磁気シールド板 2 4 を配置することにより、電流センサ素子 2 2 を用いた電流 A 1 の測定を高精度に行うことができる。

40

【 0 0 3 8 】

磁気シールド板 2 4 の配置、及び形状の決定は、特許文献 1 に記載の従来技術とは異なり、各バスバ 2 3、各電流センサ素子 2 2 a ~ 2 2 c、及び昇圧リアクトルの配置の決定とは別に独立して行うことができる。そのため、磁気シールド板 2 4 の配置に伴い、電力変換装置 1 0 0 の設計上の自由度を抑制するようなことは回避されるか、或いはその抑制

50

の程度は非常に低いレベルとなる。

【0039】

本実施の形態1では、図3及び図4に示すように、昇圧リアクトル12からの磁束F1を含む平面上に各電流センサ素子22a~22cを配置している。このように各電流センサ素子22a~22c、各バスバ23a~23cを配置した場合、各電流センサ素子22a~22cに共通の磁気シールド板24を用いることができる。この磁気シールド板24のZ軸方向上の必要な長さ、つまり高さも抑えられる。これらのことから、部品点数の抑制、磁気シールド板24の取付性等の面での利点を得られる。

【0040】

図5は、磁界シミュレーションのための昇圧リアクトル、電流センサ素子、及び2つの磁気シールド板の間の位置関係を示す斜視図であり、図6は、磁界シミュレーションの結果を示す図である。次に、図5及び図6を参照し、磁気シールド板24による遮蔽効果について具体的に説明する。

10

【0041】

図5及び図6において、同じ構成要素、或いは相当する構成要素には対応する符号を付している。電流センサ素子22は、図3に示す電流センサ素子22bに相当する。図6に示す磁界シミュレーション結果は、電流センサ素子22を含むXY平面に、電流センサ素子22の感磁方向であるX軸方向での磁束の大きさを濃淡により表している。濃くなるほど、磁束が大きいことを表している。磁界シミュレーションでは、磁気シールド板24による遮蔽効果の確認を容易とするために、バスバ23は模擬しないこととしている。

20

【0042】

図6に示すように、磁気シールド板24aは、昇圧リアクトル12からの磁束F1を遮蔽することから、その磁気シールド板24aからY軸上、負方向側の磁束は非常に小さくなっている。2つの磁気シールド板24a、24b間において、磁束が非常に小さくなっているX軸上の範囲は、Y軸上、負方向側に向けて、徐々に狭くなった後、徐々に広くなる。

【0043】

磁束が非常に小さくなるX軸上の範囲がY軸上、負方向側に向けて徐々に広くなるのは、磁気シールド板24b内に磁束F1が迂回されるからである。その迂回により、Y軸上、磁気シールド板24に近づくほど、磁束が非常に小さくなっているX軸上の範囲は広くなる。

30

【0044】

このことから、磁束が非常に小さくなるX軸上の範囲のY軸上の位置による図6に示すような変化は、磁気シールド板24aはもとより、磁気シールド板24bも有効であることを示している。つまり磁気シールド板24a及び磁気シールド板24bは共に、電流センサ素子22が磁束を検出可能な感度領域内の不要な磁束を抑制する。この事実から、電流A1をより高精度に測定するうえで、電流センサ素子22を挟むように2つの磁気シールド板24を配置することは非常に有効である。

【0045】

図5に示すようなモデルの磁界シミュレーションにより、電流センサ素子22の感磁方向上の磁気シールド板24の長さは、その感磁方向上の電流センサ素子22の長さの2倍よりも長くするのが好ましいことが確認された。感磁方向は、好ましくは、最も高感度に磁束を検出する感磁方向である。磁気シールド板24の好ましい長さは、電流センサ素子22との距離が長くなるほど、長くなる。以降、感磁方向上の電流センサ素子の長さを「素子長」と表記する。

40

【0046】

磁気シールド板24は、図2及び図3に示すように、3つの電流センサ素子22a~22cに対して1つ設けることもできる。その場合、磁気シールド板24の好ましい長さは、3つの電流センサ素子22a~22cの配列方向上の端から端までの長さ、素子長よりも大きい長さを加えた長さとなる。つまり、磁気シールド板24の好ましい長さは、対

50

象とする電流センサ素子 22 の数に係わらず、対象とする電流センサ素子 22 が存在する範囲の長さ、素子長よりも大きい長さを加えた長さとなる。

【0047】

なお、本実施の形態 1 では、磁気シールド板 24 を 2 つ配置しているが、磁気シールド板 24 は 1 つとしても良い。この場合、磁気シールド板 24 は、より大きくするのが好ましい。位置は、昇圧リアクトル 12 からの視点において、電流センサ素子 22 の手前側であっても良いが、電流センサ素子 22 の奥側であっても良い。

【0048】

また、1 つ以上の磁気シールド板 24 を、電流センサ素子 22 毎に設けても良い。磁気シールド板 24 の形状は、平面状ではなく、曲面状であっても良い。複数の平面を組み合わせたような形状であっても良い。これらのこともあり、磁気シールド板 24 の配置の仕方、その形状等は、様々な変形が可能である。

【0049】

また、電力変換装置 100 は、DCDC 昇圧コンバータ回路 10、インバータ回路 20 を有したものであるが、本実施の形態 1 を適用可能な電力変換装置 100 は、そのような装置に限定されない。例えば電力変換装置 100 は、AC/DC コンバータ回路を有するもの、絶縁型 DCDC コンバータ回路を有するもの、等であっても良く、3 つ以上の回路を有するものであっても良い。つまり、電力変換装置 100 は、非接触で電流 A1 の検出に用いる電流センサ素子、及びその電流センサ素子の検出結果に影響を及ぼす磁性部品を有するものであれば良い。

【0050】

実施の形態 2 .

DCDC 昇圧コンバータ回路 10 の半導体スイッチング素子 13a ~ 13d をスイッチング動作させた場合、昇圧リアクトル 12 が有する 2 つの巻線 122 にはリプル成分を持った電流が流れる。そのため、昇圧リアクトル 12 が発生させる磁束 F1 は、このリプル成分に応じて変化する。昇圧リアクトル 12 が発生する磁束 F1 を完全に遮蔽できない場合、その磁束 F1 の変化は、電流値の検出結果に含まれる誤差の大きさを変動させ、磁気シールド板 24 を発熱させる。このことから、本実施の形態 2 は、電流値の検出結果に含まれる誤差の大きさの変動を抑制して、精度をより向上させると共に、磁気シールド板 24 の発熱をより抑えるようにしたものである。ここでは、上記実施の形態 1 と同じ、或いは相当する構成要素には同じ符号を付し、異なる部分について詳細に説明する。これは、後述する他の実施の形態でも同様とする。

【0051】

図 7 は、本発明の実施の形態 2 に係る電力変換装置が収められた筐体内での昇圧リアクトル、バスバ、電流センサ素子、及び磁気シールド板の配置例を示す断面図である。この断面図は、X 軸方向上、負側からの視点のものである。

【0052】

電力変換装置 100 は、筐体 5 内に設けられる。本実施の形態 2 では、図 7 に示すように、磁気シールド板 24 に加え、金属シールド板 5a が昇圧リアクトル 12 と電流センサ素子 22 とを結ぶ直線上に配置されている。すなわち、金属シールド板 5a は、電流センサ素子 22a ~ 22c の配列方向に沿って、磁気シールド板 24 と平行か、或いは略並行に、昇圧リアクトル 12 と電流センサ素子 22 との間に配置されている。そして、金属シールド板 5a は、昇圧リアクトル 12 と磁気シールド板 24 との間に配置されている。

【0053】

金属シールド板 5a は、アルミニウム、銅、ステンレス等の非磁性体であり、かつ電気伝導率の高い材料で作製された板状部材であり、昇圧リアクトル 12 から電流センサ素子 22 に向かう磁束 F1 が通る範囲をカバーする大きさである。そのため、金属シールド板 5a は、渦電流による磁気遮蔽効果によって、昇圧リアクトル 12 から電流センサ素子 22 に向かう磁束 F1 を遮断するようになっている。したがって、昇圧リアクトル 12 が発生させる時間変化を伴う磁束 F1 は、金属シールド板 5a によって遮断され、電流センサ

素子 22 および磁気シールド板 24 に影響を与えないか、或いはその影響を大幅に抑制される。この結果、上記実施の形態 1 と比較し、本実施の形態 2 では、電流値の測定を、より高精度に行うことができる。

【0054】

なお、金属シールド板 5a は、筐体 5 の一部として実現させているが、個別の部品として作製しても良い。筐体 5 の一部として金属シールド板 5a を実現させた場合、部品点数の低減、組立コストの抑制等の面で利点がある。

【0055】

実施の形態 3 .

図 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る電力変換装置におけるバスバを含む周辺の構成例と昇圧リアクトルとの間の位置関係例を示す斜視図である。

10

【0056】

本実施の形態 3 では、図 8 に示すように、各電流センサ素子 22 を挟む位置に 2 つの磁気シールド板 24a、24b が配置され、各電流センサ素子 22 には、それぞれ集磁コア 25a ~ 25c が更に配置されている。

【0057】

各集磁コア 25a ~ 25c は、対応するバスバ 23 が発生させた磁束数を増幅し、対応する電流センサ素子 22 に供給する部品である。そのために、各集磁コア 25a ~ 25c は、バスバ 23 が発生する磁束 F2 のなかで電流センサ素子 22 に供給される磁束 F2 の磁路上に設置される。

20

【0058】

このような集磁コア 25a ~ 25c を用いることにより、電流センサ素子 22 の S/N 比 (Signal-to-Noise ratio) をより向上させることができる。従って、バスバ 23 の電流値もより高精度に検出することができる。また、集磁コア 25a ~ 25c は、自身が磁気シールドとしての効果を有する。これは、集磁コア 25a ~ 25c を用いることにより、外乱磁界への耐性がより高くなることを意味する。このことも、バスバ 23 の電流値をより高精度に検出できるように機能する。

【0059】

各磁気シールド板 24 は、図 8 に示すように、集磁コア 25a ~ 25c が集磁する磁束 F2 の磁路上を避けて配置されている。そのため、磁気シールド板 24 によって電流センサ素子 22 の S/N 比を低下させるようなことは回避される。

30

【0060】

実施の形態 4 .

図 9 は、本発明の実施の形態 4 に係る電力変換装置におけるバスバを含む周辺の構成例と昇圧リアクトルとの間の位置関係例を示す斜視図である。

【0061】

本実施の形態 4 では、図 9 に示すように、上記実施の形態 3 から、各集磁コア 25a ~ 25c を含む範囲をカバーする磁気シールド板 26 が追加されている。この磁気シールド板 26 は、各集磁コア 25a ~ 25c の Z 軸上、負側に配置されている。

【0062】

集磁コア 25a ~ 25c は、例えば複種類の磁性部材を積層して作製された部品である。この磁性部材に磁束が供給されることにより、電流センサ素子 22 に供給される磁束が変化する。磁気シールド板 26 を配置することにより、外乱磁場による磁束が集磁コア 25a ~ 25c に到達するのを抑制することができる。そのため、上記実施の形態 3 と比較し、バスバ 23 の電流値をより高精度に測定することができる。

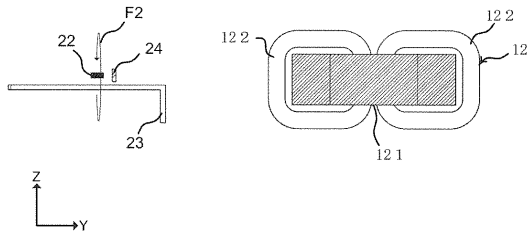
40

【0063】

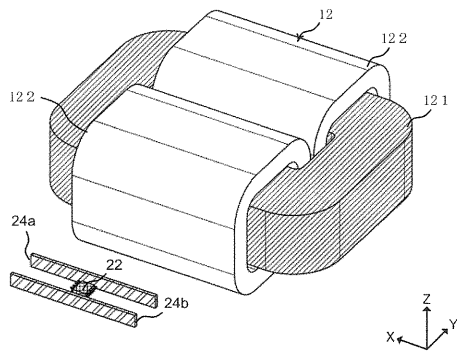
集磁コア 25a ~ 25c の電流センサ素子 22 の感度方向上の長さを「コア長」と表記する。その感度方向上の磁気シールド板 26 の好ましい長さは、対象が集磁コア 25a ~ 25c のうちの 1 つであった場合、コア長の 2 倍よりも大きい長さである。図 9 に示すように、集磁コア 25a ~ 25c に対して 1 つの磁気シールド板 26 を設ける場合、磁気シ

50

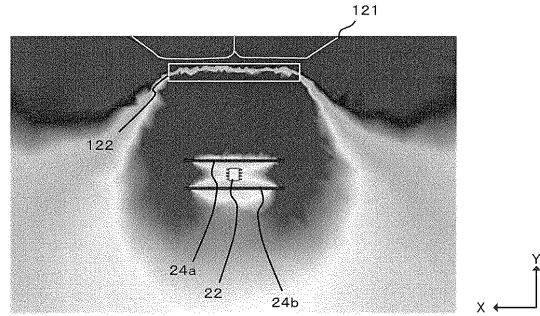
【図 4】



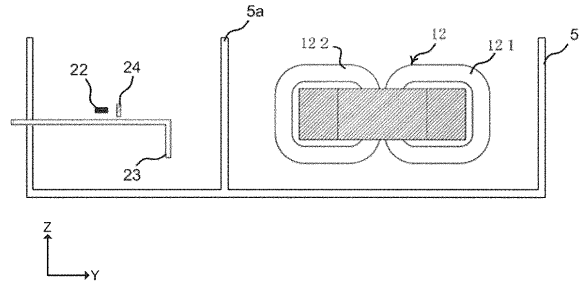
【図 5】



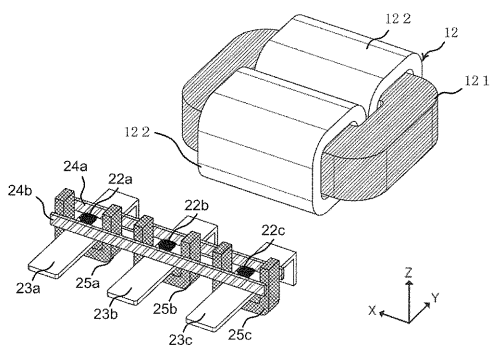
【図 6】



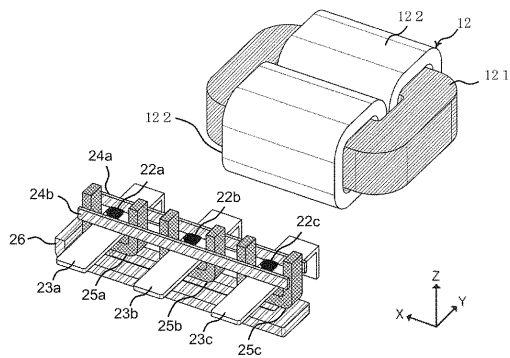
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 坂本 達朗

東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H770 AA04 AA21 BA02 CA01 DA03 DA41 HA02W HA02Z QA13 QA35