

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6114660号
(P6114660)

(45) 発行日 平成29年4月12日 (2017. 4. 12)

(24) 登録日 平成29年3月24日 (2017. 3. 24)

(51) Int. Cl.	F I
H03H 7/09 (2006.01)	H03H 7/09 A
H02M 3/28 (2006.01)	H02M 3/28 E
H02M 1/14 (2006.01)	H02M 3/28 Y
H01F 27/00 (2006.01)	H02M 1/14
H01F 17/04 (2006.01)	H01F 15/00 D
請求項の数 6 (全 15 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2013-173327 (P2013-173327)	(73) 特許権者	509186579
(22) 出願日	平成25年8月23日 (2013. 8. 23)		日立オートモティブシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-41959 (P2015-41959A)		茨城県ひたちなか市高場2 5 2 〇番地
(43) 公開日	平成27年3月2日 (2015. 3. 2)	(74) 代理人	110002365
審査請求日	平成27年10月14日 (2015. 10. 14)		特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
		(74) 代理人	100084412
			弁理士 永井 冬紀
		(72) 発明者	難波 明博
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	福増 圭輔
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		審査官	鬼塚 由佳
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スイッチング素子を有する電力変換用のスイッチング回路と、前記スイッチング回路の直流側に設けられてノイズを除去するノイズフィルタとを備えた電力変換装置であって、前記ノイズフィルタは、

一つの貫通孔が形成されて閉磁路を形成する磁性体コアと、

一端が前記スイッチング回路に接続され、前記貫通孔の一方の第1開口から他方の第2開口へと貫通して、他端が前記第2開口から引き出されている第1配線と、

一端が前記第1配線の前記他端に接続され、前記貫通孔の前記第2開口から前記第1開口へと貫通して、他端がフィルタ出力端として前記第1開口から引き出されている第2配線と、

前記第1配線と前記第2配線との接続部とグラウンドとの間に設けられた第1コンデンサと、

前記第2配線の前記他端とグラウンドとの間に設けられた第2コンデンサと、を備えることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の電力変換装置において、

前記貫通孔を貫通するように前記第1配線と前記第2配線との間に配置され、前記第1配線と前記第2配線との電界結合を阻止するシールド部材を備えることを特徴とする電力変換装置。

10

20

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の電力変換装置において、

前記第 1 配線としての第 1 平行部と、前記第 2 配線としての第 2 平行部と、前記第 1 平行部の端部と前記第 2 平行部の端部とを接続する屈曲部と、を有する U 字形状に屈曲した棒状または板状の導体部材を備え、

前記第 1 コンデンサは、前記屈曲部とグランドとの間に設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電力変換装置において、

前記屈曲部に接続される第 1 導電パターンが形成され、該第 1 導電パターンに接続されるように前記第 1 コンデンサが実装された第 1 プリント基板と、 10

前記第 2 平行部に接続される第 2 導電パターンが形成され、該第 2 導電パターンに接続されるように前記第 2 コンデンサが実装された第 2 プリント基板と、を備え、

前記第 1 プリント基板は、前記第 1 導電パターンが前記屈曲部と電氣的に接続されるように該屈曲部に固定され、

前記第 2 プリント基板は、前記第 2 導電パターンが前記第 2 平行部と電氣的に接続されるように該第 2 平行部に固定されることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 に記載の電力変換装置において、

前記第 2 開口から引き出された前記第 1 配線は、前記貫通孔を貫通するように前記磁性 20 体コアに巻き回された後に前記第 2 配線の前記一端に接続され、

前記第 1 開口から引き出された前記第 2 配線は、前記貫通孔を貫通するように前記磁性体コアに巻き回された後に、前記第 2 コンデンサと接続されることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の電力変換装置において、

前記磁性体コアは、磁性体材料で形成された複数のコア部材で構成されることを特徴とする電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、ノイズフィルタを搭載する電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車やプラグインハイブリッド車は、動力駆動用の高電圧蓄電池でモータ駆動するためのインバータ装置、および車両のライトやラジオなどの補機を作動させるための低電圧蓄電池を備えている。このような車両には、高電圧蓄電池から低電圧蓄電池への電力変換または低電圧蓄電池から高電圧蓄電池への電力変換を行う DC-DC コンバータ装置が搭載されている。

【0003】

40

DC-DC コンバータ装置は、高電圧の直流電圧を交流電圧に変換する高電圧側スイッチング回路、交流高電圧を交流低電圧に変換するトランス、低電圧交流電圧を直流電圧に変換する低電圧側整流回路を備えている。このような半導体素子をスイッチングすることで電圧を変換する DC-DC コンバータ装置では、スイッチングにより発生するスイッチングノイズを抑制する必要があるため、出力部にノイズフィルタを搭載する必要がある。

【0004】

DC-DC コンバータは年々小型化されおり、搭載するノイズフィルタも小型化が要求されている。このような小型化の例としては、例えば特許文献 1 に記載のような構成が知られている。特許文献 1 に記載の発明では、コイル部分を一体化できる構成とすることにより、多段接続を可能とする LC フィルタ装置を提供している。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-172442号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ノイズフィルタのコイルを流れる電流により形成される磁束は、磁性体コア内で閉磁路を形成する。しかしながら、直流大電流出力が要求されるDC-DCコンバータでは、出力電流の増加により磁性体コア内の磁束密度が増大した場合でも、磁性体コアが磁気飽和しないように、大型な磁性体コアを使用する必要がある。そのため、ノイズフィルタが大型化し、DC-DCコンバータの小型化を阻害する要因となっている。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の態様にかかる電力変換装置は、スイッチング素子を有する電力変換用のスイッチング回路と、スイッチング回路の直流側に設けられてノイズを除去するノイズフィルタとを備えた電力変換装置であって、ノイズフィルタは、一つの貫通孔が形成されて閉磁路を形成する磁性体コアと、一端が前記スイッチング回路に接続され、貫通孔の一方の第1開口から他方の第2開口へと貫通して、他端が第2開口から引き出されている第1配線と、一端が第1配線の他端に接続され、貫通孔の第2開口から第1開口へと貫通して、他端がフィルタ出力端として第1開口から引き出されている第2配線と、第1配線と第2配線との接続部とグランドとの間に設けられた第1コンデンサと、第2配線の他端とグランドとの間に設けられた第2コンデンサと、を備える。

20

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、ノイズフィルタが搭載された電力変換装置において、ノイズフィルタの磁性体コアの磁気飽和を抑制すると共に、電力変換装置の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、DC-DCコンバータ装置100の回路構成の一例を示す図である。

30

【図2】図2は、本実施形態におけるノイズフィルタ140の配線構造を説明する図である。

【図3】図3は、ノイズフィルタ140の動作原理を説明する図である。

【図4】図4は、上述したノイズフィルタ140の等価回路を示す図である。

【図5】図5は、T型等価回路を用いた場合のノイズフィルタ140の等価回路を示す図である。

【図6】図6は、ノイズフィルタ140の簡易等価回路を示す図である。

【図7】図7は、図5および図6の等価回路により計算したノイズ透過量を示す図である。

。

【図8】図8は、第2の実施の形態におけるノイズフィルタ140を示す斜視図である。

40

【図9】図9は、ノイズフィルタ140の実施例を示す外観斜視図である。

【図10】図10は、ノイズフィルタ140の実施例を示す外観斜視図である。

【図11】図11は、配線11, 21, 31およびシールド板71の外観斜視図である。

【図12】図12は、第2コンデンサ51が実装された第2コンデンサ基板52の拡大図である。

【図13】図13は、本発明によるノイズフィルタ140と従来のノイズフィルタ240とを比較説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図を参照して本発明を実施するための形態について説明する。

50

－第１の実施の形態－

本実施の形態では、本発明に係る電力変換装置の一例として、ノイズフィルタを搭載したＤＣ－ＤＣコンバータ装置を例に説明する。本実施の形態のＤＣ－ＤＣコンバータ装置は、電気自動車やプラグインハイブリッド車等に適用される。車両にはライトやラジオなどの補機を作動させるための低電圧蓄電池が搭載されており、ＤＣ－ＤＣコンバータ装置は、高電圧蓄電池から低電圧蓄電池への電力変換または低電圧蓄電池から高電圧蓄電池への電力変換を行う。

【００１１】

〔ＤＣ－ＤＣコンバータ装置の回路構成〕

図１は、ＤＣ－ＤＣコンバータ装置１００の回路構成の一例を示す図である。ＤＣ－ＤＣコンバータ装置１００は、高電圧側スイッチング回路１１０、トランス１２０および低電圧側整流回路１３０で構成される電力変換回路１０１と、ノイズフィルタ１４０とを備えている。高電圧側スイッチング回路１１０は、高電圧入力端子１１１Ｐ、１１１Ｎから入力された高電圧の直流電圧を交流電圧に変換する。トランス１２０は、交流高電圧を交流低電圧に変換する。低電圧側整流回路１３０は、低電圧交流電圧を直流電圧に変換する。低電圧側整流回路１３０により変換された低電圧直流電圧は、ノイズフィルタ１４０を

10

【００１２】

（高電圧側スイッチング回路の回路構成）

高電圧側スイッチング回路１１０は、Ｈブリッジ型として接続された４つの半導体スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４と平滑用入力コンデンサＣ_{in}とから構成されている。半導体スイッチング素子には、例えば、ＭＯＳＦＥＴ（電界効果トランジスタ）が使用される。また、半導体スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４にはスナバコンデンサがそれぞれの半導体スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４と並列に設けられている。高電圧側スイッチング回路１１０の４つの半導体スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４を位相シフトＰＷＭ制御することで、トランス１２０の１次側には交流電圧が発生する。

20

【００１３】

なお、高電圧側スイッチング回路１１０とトランス１２０との間には、共振チョークコイル１０３が接続されている。共振チョークコイル１０３のインダクタンスとトランス１２０の漏れインダクタンスの合成インダクタンスを用いて、高電圧側スイッチング回路１１０を構成する半導体スイッチング素子Ｈ１～Ｈ４のゼロ電圧スイッチングを可能としている。

30

【００１４】

（低電圧側整流回路の回路構成）

低電圧側整流回路１３０は、ＭＯＳＦＥＴで構成される二つの整流相と、チョークコイルＬ_{out}および平滑コンデンサＣ_{out}から構成される平滑回路と、を有している。以下ではＭＯＳＦＥＴ１３１で構成される整流相を第一整流相、ＭＯＳＦＥＴ１３２で構成される整流相を第二整流相と呼ぶことにする。

【００１５】

それぞれの整流相の高電位側（すなわち、ＭＯＳＦＥＴのドレイン側）配線は、トランス１２０の２次側へ接続されている。また、それぞれの整流相の低電位側（グランド側）配線は、合流した後、シャント抵抗Ｒ_{sh}を介してグランドへ接続されている。トランス１２０の２次側センタタップ端子は、チョークコイルＬ_{out}に接続され、チョークコイルＬ_{out}の出力側に平滑コンデンサＣ_{out}が接続されている。

40

【００１６】

高電圧側スイッチング回路１１０における位相シフトＰＷＭ制御によってトランス１２０の２次側に発生した交流は、上記の二つの整流相によって全波整流される。全波整流された後、チョークコイルＬ_{out}と平滑コンデンサＣ_{out}によって平滑化されて直流の電流・電圧出力となる。シャント抵抗Ｒ_{sh}は、グランドから戻ってくる負荷電流を検出するために設けられており、原理的には、チョークコイルＬ_{out}に流れる負荷電流と同じ電流値を

50

示す。すなわち、本実施の形態のDC-DCコンバータ装置100は、チョークコイルL_{out}の電流を検出して、その値を制御回路へフィードバックすることで、出力負荷電流を制御することが可能である。

【0017】

[ノイズフィルタ140の構成と効果]

図2は、本実施形態におけるノイズフィルタ140の配線構造を説明する図である。ノイズフィルタ140は、磁性体コア1と、磁性体コア1に巻き回されている第1配線11および第2配線21と、コンデンサ41, 51とを備えている。閉磁路を形成する磁性体コア1は、貫通孔1Aが形成されている。貫通孔1Aの一方(図示上側)は第1開口2となっており、貫通孔1Aの他方(図示下側)は第2開口3となっている。

10

【0018】

第1配線11は、貫通孔1Aを貫通するように磁性体コア1に巻き回されている。第1開口2から引き出された第1配線11の一端は、フィルタ入力端81を構成している。フィルタ入力端81は、低電圧側整流回路130の出力端、すなわち電力変換回路101の出力端に接続される。一方、第2開口3から引き出された第1配線11の他端83は、第3配線31に接続されている。

【0019】

第2配線21は、貫通孔1Aを貫通するように磁性体コア1に巻き回されている。第2開口3側から引き出された第2配線21の一端84は、第3配線31に接続されている。一方、第1開口2から引き出された第2配線21の他端は、フィルタ出力端82を構成している。第1配線11の他端83と第2配線21の一端84とを第3配線31に接続することにより、第1配線11と第2配線21とが接続される。第3配線31とグランドとの間には第1コンデンサ41が接続される。また、第2配線21のフィルタ出力端82側においては、第2配線21とグランドとの間に第2コンデンサ51が接続される。

20

【0020】

次に本実施形態のノイズフィルタ140の動作原理を図3を用いて説明する。フィルタ入力端81に入力される電流には直流成分と交流成分とが含まれているが、ここでは、直流成分と交流成分とに分けて説明する。

【0021】

(直流成分)

30

まず、直流成分について説明する。ここでは、第1配線11を流れる電流を I_1 、第2配線21を流れる電流を I_2 とする。また、第1配線11の巻き数と第2配線21の巻き数とは等しいとする。第1配線11を流れる電流 I_1 の直流成分は、磁性体コア1内に磁束 Φ_{DC1} を生成する。第1配線11の他端83から第3配線31に流入する電流の直流成分は、第3配線31に接続されている第1コンデンサ41に分流されることなく第2配線21の一端84から第2配線21に流入する。第2配線21を流れる電流 I_2 の直流成分は、磁性体コア1内に磁束 Φ_{DC2} を生成する。

【0022】

第1配線11を流れる電流は、貫通孔1A内においては第1開口2から第2開口3方向に流れているので、磁束 Φ_{DC1} の向きは図中の矢印で示す方向となっている。一方、第2配線21を流れる電流は、貫通孔1A内においては第2開口3から第1開口2方向に流れているので、磁束 Φ_{DC2} の向きは磁束 Φ_{DC1} の向きと逆向きになる。また、電流 I_1 の直流成分と電流 I_2 の直流成分は同一値で、かつ、第1配線11の巻き数と第2配線21の巻き数とは等しいので、磁束 Φ_{DC2} のおよび Φ_{DC1} の強度(磁束密度)は等しくなる。そのため、磁性体コア1内における磁束 Φ_{DC1} と磁束 Φ_{DC2} との合成磁束はゼロとなる。つまり、直流成分により発生する磁性体コア1内の磁束は直流電流強度に関わらずゼロであり、直流成分が大きな場合(直流大電流)による磁気飽和は発生しない。そのため、磁性体コア1は飽和抑制のために大型化する必要は無く小型化を図ることができる。

40

【0023】

50

(交流成分)

次に、交流成分について説明する。第1配線11を流れる電流 I_1 の交流成分は、磁性体コア1内に磁束 Φ_{AC1} を生成する。第1配線11の他端83から第3配線31に流入した電流の交流成分の一部(図3では符号 I_3 で示した)は、第3配線31に接続されている第1コンデンサ41に分流される。そのため、第3配線31から第2配線21に流入する交流成分は減少する。第2配線21を流れる電流の交流成分は、磁性体コア1内に磁束 Φ_{AC2} を生成する。上述した直流成分による磁束 Φ_{DC1} 、 Φ_{DC2} の場合と同様に、磁束 Φ_{AC1} と磁束 Φ_{AC2} とは逆向きであるが、強度が互いに異なる。そのため、磁束 Φ_{AC1} と磁束 Φ_{AC2} との合成磁束はゼロとはならず、磁性体コア1に装着された第1配線11および第2配線21は、交流成分に対してはインダクタとして機能する。そして、これらと第2配線21に接続された第2コンデンサ51と組み合わせることで、ノイズフィルタ(LCフィルタ)として機能させることができる。

10

【0024】

図4は、上述したノイズフィルタ140の等価回路を示す図である。フィルタ出力端82には負荷として L_0 が接続されている。図4の等価回路は、トランスのT型等価回路を用いて図5のように変換できる。ここで、 $L1 = L2 = 3 \mu H$ 、結合係数 $k = 0.9$ 、 $C1 = C2 = 50 \mu F$ 、 $L0 = 5 \mu H$ の場合について考察する。このとき、 $L1 - M = L2 - M = (1 - k) L1$ 、 $M = k L1$ であるため、 $L1 - M < M$ となる。

【0025】

また、負荷 L_0 のインピーダンスが第2コンデンサ51のインピーダンスよりも大きい周波数領域について考えると、図5に示す等価回路図は図6に示す簡易等価回路図に変換できる。図7は、図5および図6の等価回路により計算したノイズ透過量を示す図である。なお、ノイズ透過量は、ノイズフィルタの入力電圧 V_i と出力電圧 V_o との比の絶対値 $|V_o / V_i|$ で表される。

20

【0026】

図7において、実線が図5の等価回路図で計算したノイズ透過量であり、破線が図6の簡易等価回路図で計算したノイズ透過量である。図7より、周波数40kHz以上でノイズ透過量が0dB以下となっており、ノイズフィルタとして機能することが分かる。更に、40kHz以上では、図5および図6の等価回路図から計算したそれぞれのノイズ透過量の結果は一致しており、図6の簡易等価回路図でノイズ透過量を計算できることが分かる。一方、40kHz以下ではノイズ透過量は0dBあるいは0dB以上であり、ノイズフィルタとして機能しないことが分かる。特に、図7の符号(a)で示す14kHz付近と、符号(b)で示す30kHz付近には回路共振によるノイズピークが見られる。

30

【0027】

ノイズピーク(a)は、第1配線11と第2配線21間との相互インダクタンス M と、第1コンデンサ $C1$ との直列共振によるものであり、共振周波数 f_a は次式(1)で計算できる。

【数1】

$$\text{【数1】} \quad f_a = \frac{1}{2\pi\sqrt{M \cdot C_1}} \quad \cdots (1)$$

40

【0028】

また、ノイズピーク(b)は、図6の簡易等価回路における2つのインダクタ($L1 - M$)、($L2 - M$)と、第2コンデンサ $C2$ との直列共振周波数 f_b とほぼ一致する。ここで共振周波数 f_b は次式(2)で計算できる。これより、回路素子パラメータの調整により、所望の周波数以上でノイズフィルタとして機能させることが可能となる。

【数 2】

$$\text{【数2】} \quad f_b = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2 - 2M) \cdot C_2}} \quad \cdots(2)$$

【0029】

— 第 2 の実施の形態 —

第 2 の実施の形態の電力変換装置は、第 1 の実施の形態の電力変換装置とノイズフィルタ 140 の構成のみが異なり、図 1 に示した電力変換回路 101 については第 1 の実施の形態と同一である。そのため、以下では、ノイズフィルタ 140 の構成のみについて説明する。

10

【0030】

図 8 は、第 2 の実施の形態におけるノイズフィルタ 140 を示す斜視図である。本実施の形態では、第 1 配線 11、第 2 配線 21 および第 3 配線として、扁平棒状部材を U 字形の成形した部材が用いられている。角柱状の磁性体コア 1 には、矩形断面を有する貫通孔 1A が形成されている。第 1 配線 11 は、貫通孔 1A の第 1 開口 2 から第 2 開口 3 へと貫通するように配置されている。第 1 開口 2 から突出している第 1 配線 11 のフィルタ入力端 81 は、図 1 に示す低電圧側整流回路 130 の出力端に接続される。一方、第 2 開口 3 から突出している第 1 配線 11 の他端側は、第 3 配線 31 に一体に接続されている。

20

【0031】

第 2 配線 21 は、貫通孔 1A の第 2 開口 3 から第 1 開口 2 へと貫通するように配置されている。第 2 開口 3 から突出している第 2 配線 21 の一端は、第 3 配線 31 に一体に接続されている。一方、第 1 開口 2 から突出している第 2 配線 21 の他端（フィルタ出力端 82）とグランドとの間には、第 2 コンデンサ 51 が接続されている。また、第 3 配線 31 とグランドとの間には、第 1 コンデンサ 41 が接続されている。

【0032】

第 1 配線 11 と第 2 配線 21 とは略平行に配置されており、第 1 配線 11 と第 2 配線 21 との間には、それらと略平行にシールド板 71 が配置されている。シールド板 71 はグランドと接続されている。このシールド板 71 を設けたことにより、第 1 配線 11 側の電界と第 2 配線 21 側の電界とを分離遮断することができる。すなわち、シールド板 71 は、電界結合を抑制するためのシールドとして機能している。

30

【0033】

第 1 配線 11 と第 2 配線 21 との間に電界結合があると、フィルタ入力端 81 から流入したノイズの一部は、インダクタである配線 11、21 内を通過することなく、入力側の第 1 配線から電界を介して隣接配置された第 2 配線 21 へ伝達されてしまうことになる。その結果、ノイズフィルタ 140 のノイズ減衰効果が悪化する。しかしながら、シールド板 71 を設けることで第 1 配線 11 と第 2 配線 21 とが静電遮蔽され、電界結合によるノイズ伝達が防止されるので、ノイズ減衰効果を維持することができる。

【0034】

40

図 9～12 は、図 8 に示すノイズフィルタ 140 の実装例を示したものである。図 9 および図 10 は、板状のグランド板 61 に固定されたノイズフィルタ 140 の外観図である。磁性体コア 1 は、複数のコア部材または一体のコア部材で形成されている。図 9 に示す例では、磁性体コア 1 は、U 字断面形状を有する 2 つのコア部材 10 で形成されている。磁性体コア 1 の貫通孔 1A 内には、第 1 配線 11、第 2 配線 21 およびシールド板 71 が挿通されている。第 1 コンデンサ 41 は、第 3 配線 31 側に配置された第 1 コンデンサ基板 42 に実装されている。第 2 コンデンサ 51 は、配線 11、21 のフィルタ入力端 81 およびフィルタ出力端 83 が設けられた側に配置された第 2 コンデンサ基板 52 に実装されている。

【0035】

50

図 11 は、配線 11, 21, 31 およびシールド板 71 の外観斜視図である。第 1 配線 11、第 2 配線 21 および第 3 配線 31 は、U 形状に成形された一体のバスバ（棒状または板状の導体部材）で形成されている。バスバの両端には、フィルタ入力端 81 およびフィルタ出力端 82 が形成されている。第 1 配線 11 の部分と第 2 配線 21 の部分とは隙間を介して略平行に配置されており、シールド板 71 はその隙間に配置されている。

【0036】

シールド板 71 の両端、すなわち貫通孔 1A の外側に出ている部分には、L 字状に折れ曲がった固定部 71A, 71B が形成されている。この固定部 71A, 71B をグランド板 61 にネジ固定することにより（図 9, 10 参照）、シールド板 71 がグランド板 61 に固定される。その結果、シールド板 71 がグランド板 61 に電氣的に接続される。

10

【0037】

図 12 は、第 2 コンデンサ 51 が実装された第 2 コンデンサ基板 52 の拡大図である。第 2 コンデンサ基板 52 は、出力端子側配線パターン 54 とグランド側配線パターン 55 と中間配線パターン 56 とが形成されたプリント回路基板 59 に、コンデンサ 53a, 53b を搭載したものである。出力端子側配線パターン 54 と中間配線パターン 56 との間には、複数のコンデンサ 53a が並列接続されている。同様に、中間配線パターン 56 とグランド側配線パターンとの間には、複数のコンデンサ 53b が並列接続されている。図 12 に示す例の場合には、コンデンサ 53a, 53b が 3 つずつ設けられている。これらのコンデンサ 53a, 53b により、上述した第 2 コンデンサ 51 が構成される

【0038】

20

出力端子側配線パターン 54 の部分には貫通孔 57 が形成されており、図 10 に示すように出力端子側配線パターン 54 の部分を第 2 配線 21 にネジ固定される。その結果、ネジを介して、出力端子側配線パターン 54 と第 2 配線 21 とが電氣的に接続される。同様に、グランド側配線パターン 55 の部分にも貫通孔 58 が形成されており、グランド側配線パターン 55 の部分をシールド板 71 にネジ固定することにより、ネジを介してグランド側配線パターン 55 とシールド板 71 とが電氣的に接続される。

【0039】

詳細図は省略したが、第 1 コンデンサ 41 が実装されている第 1 コンデンサ基板 42 も、第 2 コンデンサ基板 52 と同様の構成となっている。そして、第 1 コンデンサ基板 42 に形成された入力端子側配線パターンの部分が第 3 配線 31 にネジ固定され、第 1 コンデンサ基板 42 に形成されたグランド側配線パターンの部分がシールド板 71 にネジ固定される。このような構成とすることで、ノイズフィルタの組立性の向上を図ることができる。

30

【0040】

以上説明した実施形態においては、電力変換回路 101 の直流側に設けられてノイズを除去するノイズフィルタ 140 は、図 8 に示すように、一つの貫通孔 1A が形成されて閉磁路を形成する磁性体コア 1 と、一端 81 が電力変換回路 101 に接続され、貫通孔 1A の一方の第 1 開口 2 から他方の第 2 開口 3 へと貫通して、他端 83 が第 2 開口 3 から引き出されている第 1 配線 11 と、一端 84 が第 1 配線 11 の他端 83 に接続され、貫通孔 1A の第 2 開口 3 から第 1 開口 2 へと貫通して、他端 82 がフィルタ出力端として第 1 開口 2 から引き出されている第 2 配線 21 と、第 1 配線 11 と第 2 配線 21 との接続部とグランドとの間に設けられた第 1 コンデンサ 41 と、第 2 配線 21 の他端 82 とグランドとの間に設けられた第 2 コンデンサ 51 と、を備える。

40

【0041】

なお、図 8 に示す例では、第 2 配線 21 の一端と第 1 配線 11 の他端とは、前記接続部として機能する第 3 配線 31 を介して接続されている。そして、第 1 コンデンサ 41 は、第 3 配線 31 とグランド電位とされたシールド板 71 との間に設けられている。

【0042】

ノイズフィルタ 140 をこのような構成とすることにより、磁性体コア 1 内には、図 3 に示すように第 1 配線 11 を流れる電流により磁束 Φ_{AC1} , Φ_{DC1} が形成され、第 2

50

配線 2 1 を流れる電流により磁束 Φ_{AC2} , Φ_{DC2} が形成される。すなわち、第 1 配線 1 1、第 2 配線 2 1 および第 1 コンデンサ 4 1 は、直流成分による磁束 Φ_{DC1} と磁束 Φ_{DC2} とは互いに打ち消しあってほぼゼロとなるように、磁性体コア 1 に対して配線されている。また、交流成分に関しては第 1 コンデンサ 4 1 によって一部がグランド側に分流されるので、磁束の絶対値は磁束 Φ_{AC1} の方が磁束 Φ_{AC2} よりも大きくなり、ノイズフィルタとして機能する。

【0043】

その結果、直流大電流による磁性体コア 1 の磁気飽和を抑制することができ、磁性体コア 1 を従来よりも小さくすることが可能となり、小型なノイズフィルタ 1 4 0 を搭載した電力変換装置 1 0 0 を提供することができる。また、フィルタ出力端 8 2 側に設けられた第 2 コンデンサ 5 1 に加えて、第 1 配線 1 1 と第 2 配線 2 1 との接続部に第 1 コンデンサ 4 1 を設けたことにより、交流成分に対しては LC フィルタとして機能する。

【0044】

図 1 3 は、本発明によるノイズフィルタ 1 4 0 と前述した特許文献 1 に記載の従来のノイズフィルタ 2 4 0 とにおける、磁性体コアに形成される直流成分の磁束を模式的に示した図である。図 1 3 (a) は本発明の場合であり、図 3 に示したものと同様のものである。図 1 3 (b) は、従来のノイズフィルタ 2 4 0 の場合を示す。図 1 3 において、配線 1 1, 2 4 2 を流れる電流の向きは紙面に垂直に裏面方向であり、配線 2 1, 2 4 3 に流れる電流の向きは紙面表方向である。そのため、磁束 Φ_{DC1} の向きは右回りとなり、磁束 Φ_{DC2} の向きは左回りとなる。

【0045】

図 1 3 (b) に示すノイズフィルタ 2 4 0 では、磁性体コア 2 4 1 に 2 つの貫通孔 2 4 1 a, 2 4 1 b が形成されている。一方の貫通孔 2 4 1 a には配線 2 4 2 が配置され、他方の貫通孔 2 4 1 b には配線 2 4 3 が配置される。そのため、貫通孔 2 4 1 a, 2 4 1 b 間の磁性体コア部分 2 4 1 c に両方の磁束 Φ_{DC1} , Φ_{DC2} が集中し、直流電流が大きい場合には磁気飽和が発生しやすい。一方、図 1 3 (a) に示す本発明のノイズフィルタ 1 4 0 では、一つの貫通孔 1 A 内に配置された配線 1 1, 2 1 の電流の向きが逆向きのために、上述したように磁性体コア 1 内において磁束 Φ_{DC1} , Φ_{DC2} が互いに打ち消し合う。その結果、磁気飽和の発生を防止することができる。

【0046】

さらに、図 8 に示すように、貫通孔 1 A を貫通するように第 1 配線 1 1 と第 2 配線 2 1 との間に配置され、第 1 配線 1 1 と第 2 配線 2 1 との電界結合を阻止するシールド板 7 1 を備えることにより、第 1 配線 1 1 から第 2 配線 2 1 への電界結合によるノイズの伝達を防止することができ、ノイズフィルタ 1 4 0 のノイズ減衰効果を維持することができる。なお、図 2 に示すような配線 1 1, 2 1 がコイル状に巻き回す構成の場合であっても、第 1 配線 1 1 と第 2 配線 2 1 との間に電界結合防止用のシールド部材を配置することで、同様の効果を奏することができる。

【0047】

さらに、図 2、3 に示すように、磁性体コア 1 に導体線を巻き回すコイル構造のノイズフィルタ 1 4 0 の場合には、第 2 開口 3 から引き出された第 1 配線 1 1 は、貫通孔 1 A を貫通するように磁性体コア 1 に巻き回された後に第 2 配線 2 1 の一端 8 4 に接続される（図 2、3 では、配線 3 1 を介して一端 8 4 に接続される。）。一方、第 1 開口 2 から引き出された第 2 配線 2 1 は、貫通孔 1 A を貫通するように磁性体コア 1 に巻き回された後に第 2 コンデンサ 5 1 と接続される。

【0048】

なお、図 2 に示した例では、第 1 配線 1 1 および第 2 配線 2 1 がそれぞれ磁性体コア 1 に 2 回巻き回された構造のノイズフィルタとしたが、これらの巻き数に限定されず任意の巻き数で効果を奏する。また、第 1 配線 1 1 の巻き数と第 2 配線 2 1 の巻き数とを等しくすれば、直流成分による磁束（磁束と磁束とを合計したもの）ほぼゼロとすることができるが、必ずしも等しくする必要はない。両方の巻き数が異なってもその差が小さければ

ば、直流成分による磁束を小さくすることができ、直流電流が大きな場合でも磁気飽和の発生を防止することができる。

【0049】

また、第1および第2配線11、12を、図11に示すように、2つの平行部の端部同士を屈曲部で接続したようなU字形状の導体部材（バスバ）により一体に構成し、一方の平行部を第1配線11とし他方の平行部を第2配線21としても良い。この場合、第1コンデンサ41は、導体部材の屈曲部（第3配線31）とグランドとを接続するように設けられる。このような構成とすることにより、図2に示した巻線タイプに比べて組立性の向上を図ることができる。

【0050】

さらに、第1コンデンサ基板42は、第3配線31に接続される入力端子側配線パターンが形成され、該入力端子側配線パターンに接続されるように第1コンデンサ41が実装された第1プリント基板を有する。また、第2コンデンサ基板52は、図12に示すように、第2配線21に接続される出力端子側配線パターン54が形成され、該出力端子側配線パターン54に接続されるように第2コンデンサ51を構成するコンデンサ53a、53bが実装されたプリント回路基板59を有する。そして、第1プリント基板は、入力端子側配線パターンが第3配線31と電氣的に接続されるように該第3配線31に固定され、プリント回路基板59は、出力端子側配線パターン54が第2配線21と電氣的に接続されるように第2配線21に固定される。このような構成とすることで、ノイズフィルタの組立性のさらなる向上を図ることができる。

【0051】

また、磁性体コア1を、磁性体材料で形成された複数のコア部材10で構成することで、ノイズフィルタ140の組立性向上を図ることができる。図9に示す例では、シールド板71の両端の幅寸法は、貫通孔1Aの径寸法よりも大きいいため、筒状の磁性体コア1を半割構造の2つのコア部材10で構成するようにしている。図9に示す例では、磁性体コア1の軸に平行な分割面で磁性体コア1を分割しているが、軸に垂直な面で複数に分割しても良い。なお、図9に示す磁性体コア1では、分割面が磁路を横切るように形成されているので、コア部材10同士の接合部分の対向する分割面は一致するのが好ましい。

【0052】

なお、上述した実施の形態では、高電圧側スイッチング回路方式として図1に示したフルブリッジ型スイッチング回路方式を例としたが、回路方式としてハーフブリッジ型スイッチング方式やその他のスイッチング方式とした場合についても、上述したノイズフィルタ140の効果を同様に奏することができる。また、低電圧側整流回路の回路方式として図1に示した同期整流方式に代えて、ダイオード整流方式やその他の整流方式とした場合についても、上述したノイズフィルタ140の効果を同様に奏することができる。さらに、上述した、高電圧側スイッチング回路方式と低電圧側整流回路方式との組み合わせ方についても、様々な組み合わせが可能であることは言うまでもない。また、上述した実施の形態では、DC-DCコンバータ装置を例に説明したが、これに限らず、ノイズフィルタを備える種々の電力変換装置に適用することができる。

【0053】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【符号の説明】

【0054】

1：磁性体コア、1A：貫通孔、11：第1配線、21：第2配線、31：第3配線、41：第1コンデンサ、42：第1コンデンサ基板、51：第2コンデンサ、52：第2

10

20

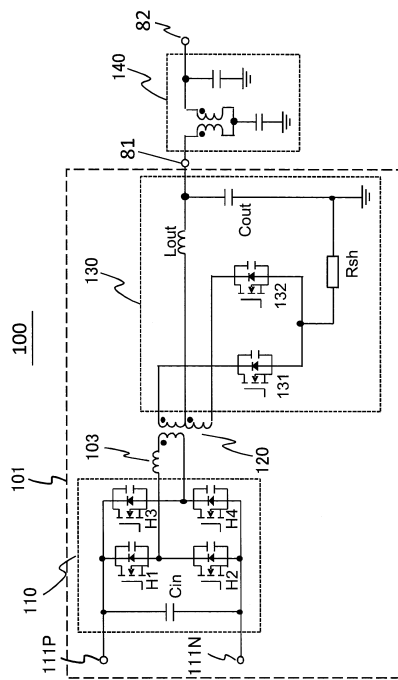
30

40

50

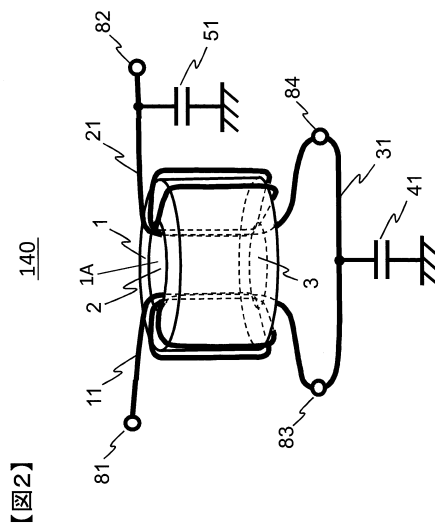
コンデンサ基板、54：出力端子側配線パターン、55：グランド側配線パターン、61：グランド板、71：シールド板、100：DC-DCコンバータ装置、101：電力変換回路、110：高圧側スイッチング回路、120：トランス、130：低圧側整流回路、140：ノイズフィルタ

【図1】



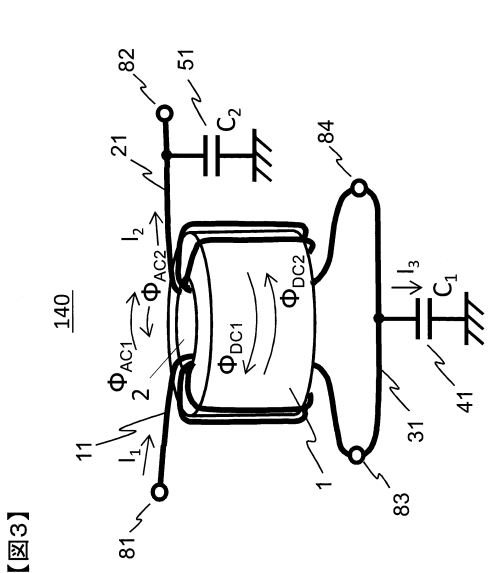
【図1】

【図2】

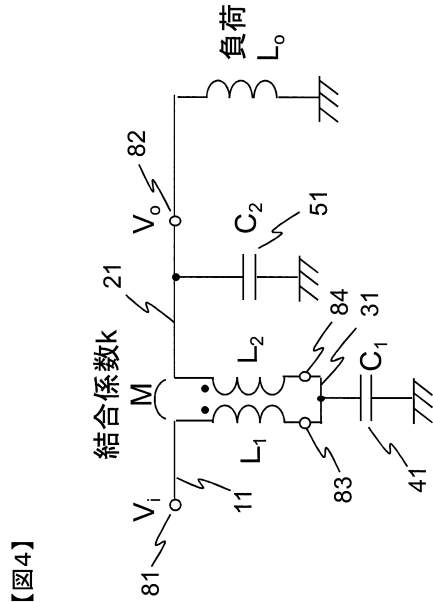


【図2】

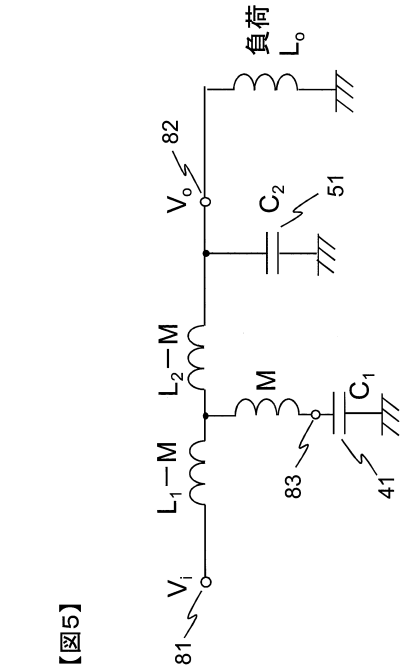
【図 3】



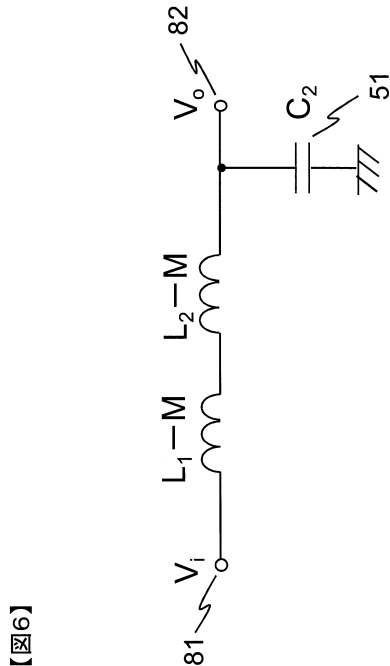
【図 4】



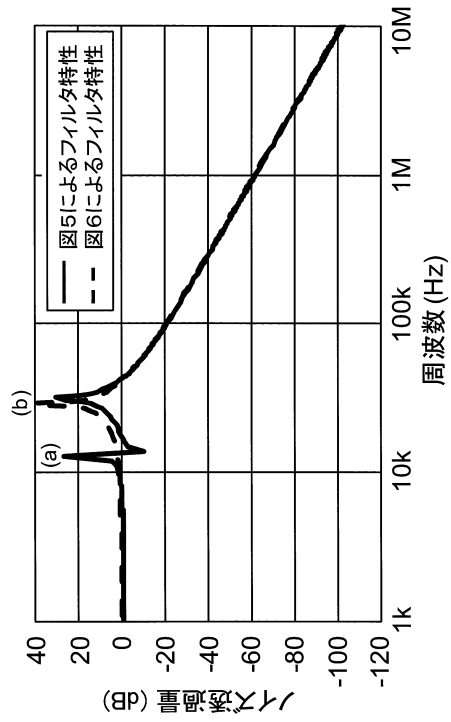
【図 5】



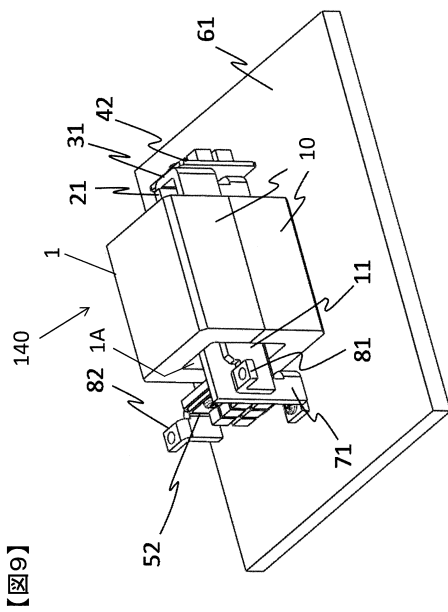
【図 6】



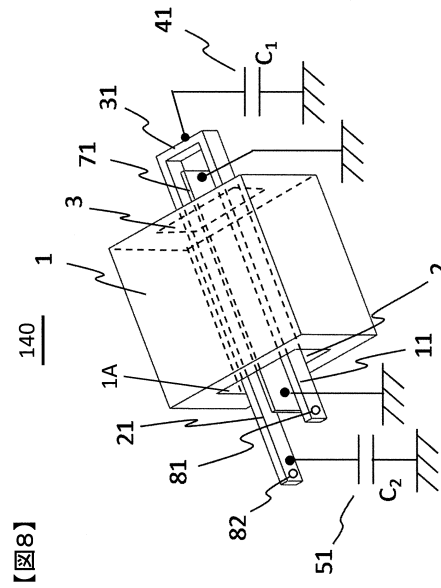
【図 7】



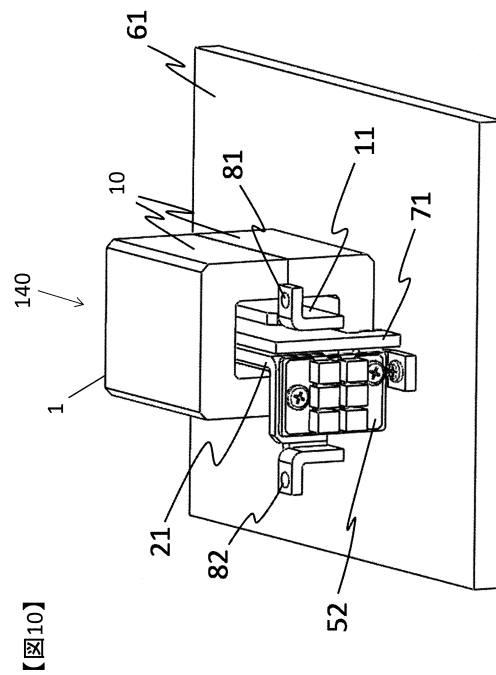
【図 9】



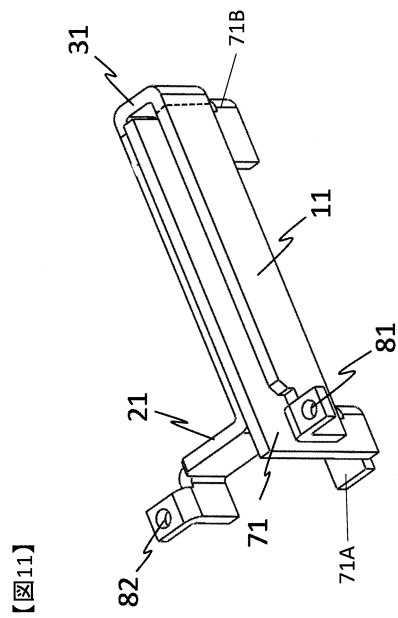
【図 8】



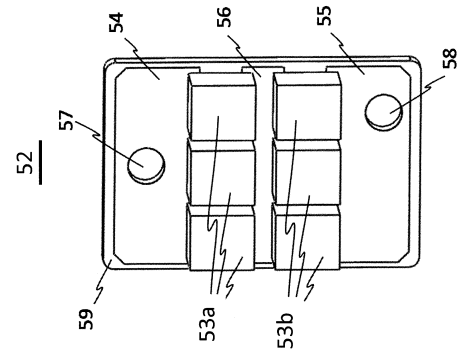
【図 10】



【図 1 1】

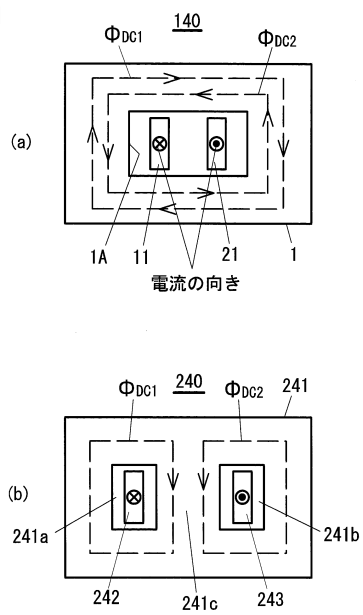


【図 1 2】



【図 1 3】

【図 1 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	H 0 1 F	17/04	A
	H 0 1 F	17/04	F

(56)参考文献 特開2006-211875 (JP, A)
特開2006-186950 (JP, A)
特開2005-136736 (JP, A)
特開平10-200357 (JP, A)
特開2008-219102 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 3 H	7 / 0 9
H 0 1 F	1 7 / 0 4
H 0 1 F	2 7 / 0 0
H 0 1 F	3 7 / 0 0
H 0 2 M	1 / 1 4
H 0 2 M	3 / 2 8