(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 10 月 5 日(05.10.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/170818 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01) *H03H 7/09* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/013144

(22) 国際出願日: 2017 年 3 月 30 日(30.03.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-072926 2016 年 3 月 31 日(31.03.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社 豊田自動織機 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 内藤 篤志(NAITO, Atsushi); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 賀川 史大(KAGAWA, Fumihiro); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 永田 芳樹(NAGATA, Yoshiki); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 安保 俊輔(AMBO, Shunsuke); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 八代 圭司(YASHIRO, Keiji); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 白石 和洋(SHIRAISHI, Kazuhiro); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 恩田 誠, 外(ONDA, Makoto et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目１２番地１ Gifu (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DE, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) **Title**: ON-VEHICLE POWER CONVERSION APPARATUS

(54) 発明の名称 : 車載用の電力変換装置

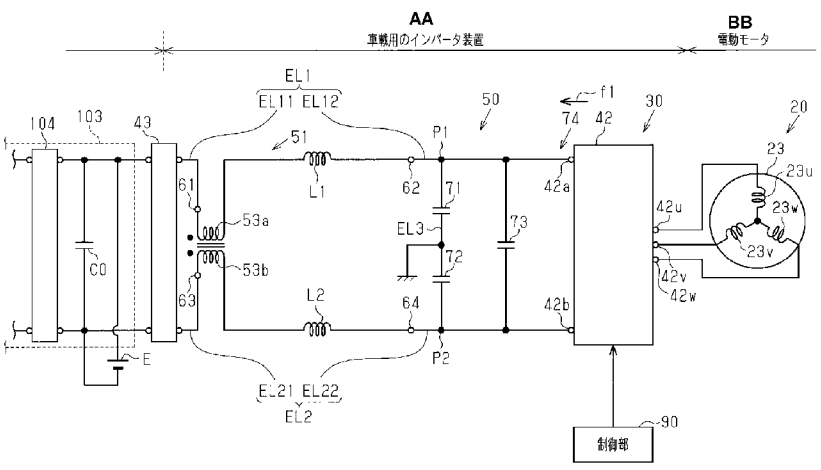


FIG. 5:
90 Control unit
AA On-vehicle inverter apparatus
BB Electric motor

(57) **Abstract**: This on-vehicle power conversion apparatus is provided with: a power conversion circuit to which DC power is inputted; and a noise reduction unit that is configured to reduce common-mode noise and normal-mode noise which are included in the DC power before being inputted to the power conversion circuit and that is provided to the input side of the power conversion circuit. The noise reduction unit is provided with: a core having a first core part and a second core part; a common-mode chalk coil having a first winding wire wound around the first core part and a second winding wire wound around the second coil part; and a smoothing capacitor that constitutes a low-pass filter circuit cooperatively with the common-mode chalk coil. The power conversion apparatus is further provided with a damping unit provided at a position intersecting the magnetic path of a magnetic flux leakage generated from the common-mode chalk coil.

(57) 要約: 車載用の電力変換装置は、直流電力が入力される電力変換回路と、前記電力変換回路の入力側に設けられ、前記電力変換回路に入力される前の前記直流電力に含まれるコモンモードノイズ及びノーマルモードノイズを低減させるように構成されたノイズ低減部と、を備える。前記ノイズ低減部は、第１コア部及び第２コア部を有するコアと、前記第１コア部に巻回された第１巻線と、前記第２コア部に巻回された第２巻線と、を有するコモンモードチョークコイルと、前記コモンモードチョークコイルと協働してローパスフィルタ回路を構成する平滑コンデンサと、を備える。前記電力変換装置はさらに、前記コモンモードチョークコイルから発生する漏れ磁束の磁路と交差する位置に設けられたダンピング部を備える。

WO 2017/170818 A1

ロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 車載用の電力変換装置

技術分野

[0001]　本発明は、車載用の電力変換装置に関する。

背景技術

[0002]　従来から、直流電力が入力される車載用の電力変換装置が知られている（例えば特許文献１参照）。当該車載用の電力変換装置は、車両に搭載された電動モータを駆動するのに用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１５－０３３１４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　車載用の電力変換装置に入力される前の直流電力には、コモンモードノイズ及びノーマルモードノイズの双方が混入し得る。この場合、これらのノイズによって、車載用の電力変換装置による電力変換が正常に行われない場合が生じ得る。特に、ノーマルモードノイズの周波数は、車載用の電力変換装置が搭載される車両の種類に応じて異なる。このため、多数の車種に適用できるという汎用性の観点に着目すれば、広い周波数帯域のノーマルモードノイズを低減できることが求められる。かといって、車両に搭載される関係上、車載用の電力変換装置の大型化は好ましくない。

[0005]　本発明の目的は直流電力に含まれるコモンモードノイズ及びノーマルモードノイズを好適に低減できる車載用の電力変換装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006]　上記課題を解決する車載用の電力変換装置は、直流電力が入力される電力変換回路と、前記電力変換回路の入力側に設けられ、前記電力変換回路に入力される前の前記直流電力に含まれるコモンモードノイズ及びノーマルモー

ドノイズを低減させるように構成されたノイズ低減部と、を備える。前記ノイズ低減部は、第１コア部及び第２コア部を有するコアと、前記第１コア部に巻回された第１巻線と、前記第２コア部に巻回された第２巻線と、を有するコモンモードチョークコイルと、前記コモンモードチョークコイルと協働してローパスフィルタ回路を構成する平滑コンデンサと、を備える。前記電力変換装置はさらに、前記コモンモードチョークコイルから発生する漏れ磁束の磁路と交差する位置に設けられたダンピング部を備え該ダンピング部は、前記漏れ磁束によって渦電流を発生させることにより、前記ローパスフィルタ回路のＱ値を下げるように構成されている。

[0007] かかる構成によれば、変換対象の直流電力に含まれるコモンモードノイズはコモンモードチョークコイルによって低減される。また、コモンモードチョークコイルは、ノーマルモード電流が流れる場合には漏れ磁束を発生させる。これにより、コモンモードチョークコイル及び平滑コンデンサで構成されたローパスフィルタ回路を用いてノーマルモードノイズを低減できる。よって、ノーマルモードノイズを低減させる専用のコイルを省略できるため、車載用の電力変換装置の大型化を抑制できる。

[0008] 特に、本構成によれば、ダンピング部によってローパスフィルタ回路のＱ値が低くなっているため、ノイズ低減部を用いてローパスフィルタ回路の共振周波数に近い周波数のノーマルモードノイズを低減できる。これにより、ノイズ低減部が低減可能なノーマルモードノイズの周波数帯域が広くなるため、汎用性の向上を図ることができる。また、ダンピング部は、漏れ磁束の磁路と交差する位置に設けられ、漏れ磁束によって渦電流を発生させるものであるため、コモンモードチョークコイルに直列に接続されるダンピング抵抗等と比較して、流れる電流が低く、発熱しにくい。これにより、ダンピング抵抗等を用いる構成と比較して、車載用の電力変換装置の小型化を図り易い。よって、車載用の電力変換装置の大型化の抑制と、コモンモードノイズ及びノーマルモードノイズの双方の低減との両立を図りつつ、汎用性の向上を図ることができる。

[0009] 上記車載用の電力変換装置について、前記ダンピング部は、前記コモンモードチョークコイルの側面の少なくとも一部を覆っているとよい。かかる構成によれば、ダンピング部がコモンモードチョークコイルの側面の少なくとも一部を覆うことにより、ダンピング部がＱ値を下げる磁気抵抗として機能する。これにより、比較的簡素な構成でローパスフィルタ回路のＱ値の低下を実現できる。

[0010] 上記車載用の電力変換装置について、パターン配線が形成されている回路基板と、前記電力変換回路、前記回路基板及び前記ノイズ低減部を収容するケースと、を備え、前記ダンピング部は、前記ケースによって覆われた開口部を有する箱状であり、前記コモンモードチョークコイルは、前記ダンピング部及び前記ケースによって区画された収容空間に収容されているとよい。かかる構成によれば、コモンモードチョークコイルにおける開口部側の面以外の面がダンピング部に覆われる。また、ダンピング部の開口部がケースによって覆われる構成とすることにより、ケースを、ローパスフィルタ回路のＱ値を下げるものとして機能させることができる。これにより、ローパスフィルタ回路のＱ値を好適に下げることができる。

[0011] 上記車載用の電力変換装置について、前記ダンピング部は、前記コモンモードチョークコイルの少なくとも一部を被覆するシールド用導電性金属膜よりなるとよい。

上記車載用の電力変換装置について、パターン配線が形成されている回路基板を備え、前記ダンピング部は、開口部を有するシールド用導電性金属ケースであって、前記コモンモードチョークコイルが前記開口部を通じて前記シールド用導電性金属ケースに収容され、前記シールド用導電性金属ケースは前記開口部を前記回路基板で塞ぐようにして該回路基板に固定される、シールド用導電性金属ケースと、前記回路基板において前記開口部の内側の領域に形成されたシールド用導電性金属膜と、を含むとよい。さらに、前記シールド用導電性金属膜は、シールド用パターン導電体であるとよい。

発明の効果

[0012] この発明によれば、直流電力に含まれるコモンモードノイズ及びノーマルモードノイズを好適に低減できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]第１の実施形態における車載用のインバータ装置を模式的に示す一部破断図。

[図2]図１の車載用のインバータ装置におけるノイズ低減部を模式的に示す分解斜視図。

[図3]図２のノイズ低減部を模式的に示す断面図。

[図4]図２のノイズ低減部におけるコモンモードチョークコイルの一部破断図。

[図5]図１の車載用のインバータ装置の電気的構成を示す等価回路図。

[図6]図１の車載用のインバータ装置の電気的構成を示す回路図。

[図7]ノーマルモードノイズに対するローパスフィルタ回路の周波数特性を示すグラフ。

[図8]別例のコモンモードチョークコイルを模式的に示す正面図。

[図9]別例のダンピング部を模式的に示す断面図。

[図10]別例のダンピング部を模式的に示す断面図。

[図11]第２の実施形態におけるノイズ低減部を模式的に示す分解斜視図。

[図12]図１１のノイズ低減部を模式的に示す断面図。

[図13]図１１のノイズ低減部におけるコモンモードチョークコイル及びダンピング部の一部破断図。

[図14]第３の実施形態におけるノイズ低減部を模式的に示す分解斜視図。

[図15]図１４のノイズ低減部を模式的に示す断面図。

発明を実施するための形態

[0014] （第１の実施形態）

以下、車載用の電力変換装置としての車載用のインバータ装置の実施形態について説明する。すなわち、本実施形態では、電力変換装置は、直流電力を交流電力に変換するインバータ装置である。

[0015] 図１に示すように、車載用のインバータ装置３０は、ヒートシンク１０に対して接触している。ヒートシンク１０は、車両のボディに接地されている。車載用のインバータ装置３０は、車両に搭載された電動モータ２０を駆動するものである。

[0016] 電動モータ２０は、ロータ２１と、ステータ２２と、ステータ２２に捲回されたコイル２３とを有している。コイル２３が通電されることによりロータ２１が回転し、電動モータ２０が駆動する。なお、電動モータ２０の駆動電流は、信号の電流等と比較して高く、例えば１０Ａ以上、好ましくは２０Ａ以上である。

[0017] 車載用のインバータ装置３０は、回路基板４１、パワーモジュール４２及びノイズ低減部５０等の各種部品が収容されたインバータケース３１を備えている。インバータケース３１は、伝熱性を有する非磁性体の導電性材料（例えばアルミニウム等の金属）で構成されている。インバータケース３１が「ケース」に相当する。

[0018] インバータケース３１は、ヒートシンク１０に対して接触している板状のベース部材３２と、当該ベース部材３２に対して組み付けられた筒状のカバー部材３３とを有する。カバー部材３３は、開口部と端壁とを有する。ベース部材３２とカバー部材３３とは、固定具としてのボルト３４によってヒートシンク１０に固定されている。

[0019] ちなみに、インバータケース３１とヒートシンク１０とは接触しているため、両者は熱的に結合している。そして、車載用のインバータ装置３０は、ヒートシンク１０と熱的に結合する位置に配置されている。

[0020] 車載用のインバータ装置３０は、例えばベース部材３２に固定された回路基板４１と、当該回路基板４１に実装されたパワーモジュール４２とを備えている。回路基板４１は、ベース部材３２に対して当該ベース部材３２の厚さ方向に所定の間隔を隔てて対向配置されており、ベース部材３２に対向する基板面４１ａを有している。基板面４１ａは、パワーモジュール４２が実装されている面である。

[0021] パワーモジュール４２の出力部は、電動モータ２０のコイル２３と電気的に接続されている。パワーモジュール４２は、複数のスイッチング素子Ｑｕ１，Ｑｕ２，Ｑｖ１，Ｑｖ２，Ｑｗ１，Ｑｗ２（以降単に各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２ともいう）を有している。本実施形態では、パワーモジュール４２が「電力変換回路」に相当する。

[0022] インバータケース３１（詳細にはカバー部材３３）にはコネクタ４３が設けられている。コネクタ４３を介して、車両に搭載されたＤＣ電源Ｅから車載用のインバータ装置３０に直流電力が供給される。なお、車両には、ＤＣ電源Ｅに並列に接続された電源用コンデンサＣ０が設けられている（図５参照）。電源用コンデンサＣ０は、例えばフィルムコンデンサで構成されている。

[0023] 車載用のインバータ装置３０は、コネクタ４３とパワーモジュール４２の入力部とを電気的に接続する２本の配線ＥＬ１，ＥＬ２を備えている。第１配線ＥＬ１は、コネクタ４３を介して、ＤＣ電源Ｅの＋端子（正極端子）に接続されているとともに、パワーモジュール４２の第１の入力端子である第１モジュール入力端子４２ａに接続されている。第２配線ＥＬ２は、コネクタ４３を介して、ＤＣ電源Ｅの－端子（負極端子）に接続されているとともに、パワーモジュール４２の第２の入力端子である第２モジュール入力端子４２ｂに接続されている。車載用のインバータ装置３０は、２本の配線ＥＬ１，ＥＬ２を介してパワーモジュール４２に直流電力が入力されている状況において各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２が周期的にＯＮ／ＯＦＦすることにより、直流電力を交流電力に変換して、当該交流電力を電動モータ２０のコイル２３に出力する。これにより、電動モータ２０が駆動する。

[0024] なお、車載用のインバータ装置３０が扱う電流（換言すれば電力）は、電動モータ２０を駆動させることが可能な大きさであり、信号の電流（換言すれば電力）等と比較して大きい。例えば、車載用のインバータ装置３０が扱う電流は１０Ａ以上、好ましくは２０Ａ以上である。また、ＤＣ電源Ｅは、例えば二次電池やキャパシタ等といった車載用蓄電装置である。

[0025] 図２に示すように、回路基板４１には、両配線ＥＬ１，ＥＬ２の一部を構成している複数のパターン配線４１ｂが形成されている。パターン配線４１ｂは、例えば基板面４１ａ及び当該基板面４１ａとは反対側の面を含めて、複数層に形成されている。なお、パターン配線４１ｂの具体的な構造は任意であり、例えばバスバーのような棒状又は平板状等であってもよい。

[0026] コネクタ４３からパワーモジュール４２に向けて伝送される直流電力、詳細には両配線ＥＬ１，ＥＬ２を伝送する直流電力には、コモンモードノイズ及びノーマルモードノイズが含まれる場合がある。

[0027] コモンモードノイズとは、両配線ＥＬ１，ＥＬ２に同一方向の電流が流れるノイズである。当該コモンモードノイズは、例えば車載用のインバータ装置３０とＤＣ電源Ｅとが、両配線ＥＬ１，ＥＬ２以外の経路（例えば車両のボディ等）を介して電気的に接続されている場合に生じ得る。ノーマルモードノイズとは、直流電力に重畳された所定の周波数を有するノイズであって、瞬間的に見れば両配線ＥＬ１，ＥＬ２に、互いに逆方向の電流が流れるノイズである。ノーマルモードノイズは、車載用のインバータ装置３０に流入する直流電力に含まれる流入リップル成分とも言える。ノーマルモードノイズの詳細については後述する。

[0028] これに対して、本実施形態の車載用のインバータ装置３０は、コネクタ４３からパワーモジュール４２に向けて伝送される直流電力に含まれるコモンモードノイズ及びノーマルモードノイズを低減（減衰）させるノイズ低減部５０を備えている。ノイズ低減部５０は、両配線ＥＬ１，ＥＬ２上に設けられており、コネクタ４３から供給された直流電力は、ノイズ低減部５０を通って、パワーモジュール４２に入力される。

[0029] ノイズ低減部５０について詳細に説明する。

図２～図４に示すように、ノイズ低減部５０は、例えばコモンモードチョークコイル５１を備えている。コモンモードチョークコイル５１は、コア５２と、コア５２に巻回された第１巻線５３ａ及び第２巻線５３ｂとを有している。

[0030] コア５２は、例えば所定の厚さを有した多角形（本実施形態では長方形）のリング状（無端状）に形成されている。換言すれば、コア５２は、所定の高さを有した筒状とも言える。図２及び図４に示すように、コア５２は、第１巻線５３ａが巻回された第１コア部５２ａと、第２巻線５３ｂが巻回された第２コア部５２ｂと、両巻線５３ａ，５３ｂが巻回されておらずコア５２の表面５２ｃが露出した露出部５２ｄとを有している。両巻線５３ａ，５３ｂは、互いの巻回軸方向が一致した状態で対向配置されている。本実施形態では、両巻線５３ａ，５３ｂの巻数（ターン数）は同一に設定されている。

[0031] なお、本実施形態では、コア５２は、１つのパーツで構成されている。但し、これに限られず、コア５２は、例えば対称形状の２つのパーツを連結させることによって構成されていてもよいし、３つ以上のパーツで構成されてもよい。

[0032] 図２に示すように、コモンモードチョークコイル５１は、第１巻線５３ａから引き出された第１入力端子６１及び第１出力端子６２と、第２巻線５３ｂから引き出された第２入力端子６３及び第２出力端子６４とを有している。

[0033] 図３及び図５に示すように、ＤＣ電源Ｅの＋端子とパワーモジュール４２とを接続するのに用いられている第１配線ＥＬ１は、コネクタ４３と第１入力端子６１とを接続する第１コネクタ側配線ＥＬ１１と、第１出力端子６２と第１モジュール入力端子４２ａとを接続する第１モジュール側配線ＥＬ１２とを備えている。

[0034] ＤＣ電源Ｅの－端子とパワーモジュール４２とを接続するのに用いられている第２配線ＥＬ２は、コネクタ４３と第２入力端子６３とを接続する第２コネクタ側配線ＥＬ２１と、第２出力端子６４と第２モジュール入力端子４２ｂとを接続する第２モジュール側配線ＥＬ２２とを備えている。これにより、ＤＣ電源Ｅの直流電力は、両コネクタ側配線ＥＬ１１，ＥＬ２１、両巻線５３ａ，５３ｂ、両モジュール側配線ＥＬ１２，ＥＬ２２を通って、パワーモジュール４２に入力されることとなる。つまり、両モジュール側配線Ｅ

Ｌ１２，ＥＬ２２は、コモンモードチョークコイル５１の出力部とパワーモジュール４２の入力部とを接続している。この場合、両巻線５３ａ，５３ｂは、配線ＥＬ１，ＥＬ２上に設けられているとも言える。なお、両端子６１，６２は第１巻線５３ａの両端部とも言え、両端子６３，６４は第２巻線５３ｂの両端部とも言える。また、回路基板４１に形成されたパターン配線４１ｂは、両コネクタ側配線ＥＬ１１，ＥＬ２１と、両モジュール側配線ＥＬ１２，ＥＬ２２とを含む。

[0035] コモンモードチョークコイル５１は、両配線ＥＬ１，ＥＬ２にコモンモード電流が流れる場合にはインピーダンス（詳細にはインダクタンス）が相対的に大きくなり、両配線ＥＬ１，ＥＬ２にノーマルモード電流が流れる場合にはインピーダンスが相対的に小さくなるように構成されている。詳細には、両巻線５３ａ，５３ｂは、両配線ＥＬ１，ＥＬ２（換言すれば両巻線５３ａ，５３ｂ）に同一方向の電流であるコモンモード電流が流れる場合には互いに強め合う磁束が発生する一方、両配線ＥＬ１，ＥＬ２に互いに逆方向の電流であるノーマルモード電流が流れる場合には互いに打ち消しあう磁束が発生するように巻回されている。

[0036] コア５２に露出部５２ｄが設けられているため、両配線ＥＬ１，ＥＬ２にノーマルモード電流が流れている状況においてコモンモードチョークコイル５１には漏れ磁束が発生している。すなわち、コモンモードチョークコイル５１は、ノーマルモード電流に対して所定のインダクタンスを有している。なお、漏れ磁束は、コモンモードチョークコイル５１の周囲に発生しており、両巻線５３ａ，５３ｂにおける巻回軸方向の両端部に集中し易い。

[0037] 図３及び図５に示すように、ノイズ低減部５０は、コモンモードノイズを低減させるバイパスコンデンサ７１，７２と、バイパスコンデンサ７１，７２とは別に設けられた平滑コンデンサ７３を備えている。平滑コンデンサ７３は、例えばフィルムコンデンサや電解コンデンサで構成されている。平滑コンデンサ７３は、コモンモードチョークコイル５１と協働してローパスフィルタ回路７４を構成している。当該ローパスフィルタ回路７４によって、

ＤＣ電源Ｅから流入するノーマルモードノイズが低減される。ローパスフィルタ回路７４は、共振回路であり、ＬＣフィルタとも言える。

[0038] 図３に示すように、コモンモードチョークコイル５１及び各コンデンサ７１～７３は、回路基板４１の基板面４１ａとベース部材３２との間に配置されている。コモンモードチョークコイル５１は、両巻線５３ａ，５３ｂの巻回軸方向と、基板面４１ａ及びベース部材３２の対向方向とが交差（詳細には直交）する状態で配置されている。この場合、コア５２の厚さ方向と上記対向方向とは一致している。

[0039] ちなみに、コア５２における基板面４１ａと対向する面をコア底面５２ｅとし、ベース部材３２と対向する面をコア上面５２ｆとする。また、コア５２におけるコア上面５２ｆ及びコア底面５２ｅの双方と連続し且つコア５２の外郭を構成する面をコア外周面５２ｇとする。コア外周面５２ｇ（コモンモードチョークコイル５１の側面）は、両巻線５３ａ，５３ｂの巻回軸を含む平面（本実施形態ではコア５２の厚さ方向と直交する平面）に対して交差する面である。コア外周面５２ｇは、コア５２内を流れる磁束に沿い、且つ、漏れ磁束に対して交差している。

[0040] なお、本実施形態では、コア外周面５２ｇは、コア５２の厚さ方向に対して平行である。コア外周面５２ｇは、両巻線５３ａ，５３ｂの巻回軸方向に対して交差（詳細には直交）している部分と、両巻線５３ａ，５３ｂの巻回軸方向に対して平行な部分とを有する。

[0041] また、コモンモードチョークコイル５１の側面は、コア外周面５２ｇ（詳細にはコア外周面５２ｇにおける露出部５２ｄを構成する部分）と両巻線５３ａ，５３ｂにおけるコア外周面５２ｇ上に配置されている部分とによって構成されている。

[0042] 図２及び図３に示すように、車載用のインバータ装置３０は、ローパスフィルタ回路７４のＱ値を下げるダンピング部８０を備えている。ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１から発生する漏れ磁束の磁路と交差する位置に設けられ、コモンモードチョークコイル５１から発生する漏

れ磁束によって渦電流を発生させるものである。

[0043] ダンピング部８０は、例えばアルミニウム等といった非磁性体の導電性材料で構成されている。ダンピング部８０の比透磁率は例えば「０．９～３」に設定されているとよい。

ダンピング部８０は、回路基板４１の基板面４１ａとベース部材３２との間に配置されており、ベース部材３２に向けて開口した開口部８０ａと底部（端壁）とを有する箱状である。ダンピング部８０は、コア底面５２ｅ及びコア外周面５２ｇの全体を覆っている。詳細には、ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１の底面であるコア底面５２ｅを覆うダンピング底部８１と、コモンモードチョークコイル５１の側面であるコア外周面５２ｇを覆うダンピング側部８２と、を備えている。

[0044] ダンピング側部８２は、ダンピング底部８１からベース部材３２に向けて、換言するとヒートシンク１０に向けて、起立した壁部であり、コア外周面５２ｇと対向している。詳細には、ダンピング側部８２は、コア外周面５２ｇのうち両巻線５３ａ，５３ｂの巻回軸方向と交差している部分と対向する第１側部８２ａと、両巻線５３ａ，５３ｂの巻回軸方向と平行な部分と対向する第２側部８２ｂとを有している。ダンピング側部８２の先端は、両巻線５３ａ，５３ｂを越えてベース部材３２に向けて突出している。ダンピング側部８２は、両巻線５３ａ，５３ｂの巻回軸を含む平面に対して交差している。

[0045] 本実施形態では、ダンピング部８０は、コア外周面５２ｇのうち露出部５２ｄを構成している部分と、両巻線５３ａ，５３ｂにおけるコア外周面５２ｇ上に配置されている部分との双方を覆っている。コモンモードチョークコイル５１の側面が、コア外周面５２ｇと両巻線５３ａ，５３ｂにおけるコア外周面５２ｇ上に配置されている部分とによって構成されていることを鑑みれば、ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１の側面を覆っていると言える。

[0046] ダンピング部８０の開口部８０ａは、インバータケース３１のベース部材

３２によって覆われており、ダンピング部８０及びベース部材３２によって収容空間８３が区画されている。そして、コモンモードチョークコイル５１は、当該収容空間８３内に収容されている。コモンモードチョークコイル５１におけるコア底面５２ｅとは反対側のコア上面５２ｆは、ベース部材３２に対向しており、当該ベース部材３２によって覆われている。

[0047] かかる構成によれば、コモンモードチョークコイル５１から発生する漏れ磁束の磁路とダンピング部８０とが交差しているため、当該漏れ磁束がダンピング部８０を通過する。これにより、ダンピング部８０にて渦電流が発生し、漏れ磁束の流れが阻害され、漏れ磁束が低減される。つまり、ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１から発生する漏れ磁束に対して磁気抵抗を有する。

[0048] ダンピング部８０とコモンモードチョークコイル５１とは絶縁されている。両者を絶縁する具体的な構成については任意であるが、例えばダンピング部８０とコモンモードチョークコイル５１とが隙間又は絶縁層を介して対向している構成等が考えられる。

[0049] なお、本実施形態では、ダンピング側部８２の先端は、ベース部材３２に対して離間しているが、これに限られず、ダンピング側部８２の先端がベース部材３２に対して接触している構成でもよい。この場合、ダンピング部８０とベース部材３２（インバータケース３１）とによって閉ループが形成されるため、渦電流を好適に発生させることができる。また、ダンピング側部８２の先端とベース部材３２との間に導電性又は絶縁性の介在物が存在していてもよい。

[0050] 図２及び図３に示すように、ダンピング底部８１には、端子６１～６４がそれぞれ挿通可能な貫通孔８１ａが形成されている。端子６１，６２，６３，６４は、貫通孔８１ａに挿通されるとともに、対応する配線ＥＬ１１，ＥＬ１２，ＥＬ２１，ＥＬ２２に接続されている。

[0051] なお、図示は省略するが、各端子６１～６４と貫通孔８１ａの内面との間には絶縁材が介在している。このため、各端子６１～６４とダンピング部８

０とは電気的に絶縁されている。

[0052] 図１に示すように、コモンモードチョークコイル５１は、各コンデンサ７１～７３よりもパワーモジュール４２から離れた位置に配置されている。詳細には、各コンデンサ７１～７３は、コモンモードチョークコイル５１とパワーモジュール４２との間に配置されている。

[0053] また、コモンモードチョークコイル５１及び各コンデンサ７１～７３は、ヒートシンク１０と熱的に結合している。詳細には、コモンモードチョークコイル５１及び各コンデンサ７１～７３は、ヒートシンク１０に接触しているインバータケース３１（ベース部材３２）に近接している。例えば、コア上面５２ｆとベース部材３２との距離Ｈ１は、コア底面５２ｅと回路基板４１との距離Ｈ２よりも短く設定されている。コモンモードチョークコイル５１及び各コンデンサ７１～７３にて発生した熱は、ベース部材３２に伝達され、ヒートシンク１０によって吸収される。なお、図３に示すように、各コンデンサ７１～７３にも端子が設けられており、当該端子が回路基板４１のパターン配線４１ｂに接続されている。

[0054] 次に、図５及び図６を用いて車載用のインバータ装置３０の電気的構成について説明する。

既に説明した通り、ノイズ低減部５０は、パワーモジュール４２（詳細には各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２）の入力側に設けられている。具体的には、ノイズ低減部５０のコモンモードチョークコイル５１は、両コネクタ側配線ＥＬ１１，ＥＬ２１と両モジュール側配線ＥＬ１２，ＥＬ２２との間に介在している。

[0055] ここで、コモンモードチョークコイル５１は、ノーマルモード電流が流れた場合に漏れ磁束を発生させる。この点を鑑みれば、図５に示すように、コモンモードチョークコイル５１は、両巻線５３ａ，５３ｂとは別に、仮想ノーマルモードコイルＬ１，Ｌ２を有しているとみなすことができる。すなわち、本実施形態のコモンモードチョークコイル５１は、等価回路的には、両巻線５３ａ，５３ｂと仮想ノーマルモードコイルＬ１，Ｌ２との双方を有し

ている。仮想ノーマルモードコイルＬ１，Ｌ２と巻線５３ａ，５３ｂとは互いに直列に接続されている。なお、図示は省略するが、ダンピング部８０は、ローパスフィルタ回路７４のＱ値を下げるインピーダンスとして機能する。

[0056] 車両には、車載用のインバータ装置３０とは別に、車載用機器として例えばＰＣＵ（パワーコントロールユニット）１０３が搭載されている。ＰＣＵ１０３は、ＤＣ電源Ｅから供給される直流電力を用いて、車両に搭載されている走行用モータを駆動させる。すなわち、本実施形態では、ＰＣＵ１０３と車載用のインバータ装置３０とは、ＤＣ電源Ｅに対して並列に接続されており、ＤＣ電源Ｅは、ＰＣＵ１０３と車載用のインバータ装置３０とで共用されている。

[0057] ＰＣＵ１０３は、例えば、昇圧スイッチング素子を有し且つ当該昇圧スイッチング素子を周期的にＯＮ／ＯＦＦさせることによりＤＣ電源Ｅの直流電力を昇圧させる昇圧コンバータ１０４と、昇圧コンバータ１０４によって昇圧された直流電力を、走行用モータが駆動可能な駆動電力に変換する走行用インバータとを有している。

[0058] かかる構成においては、昇圧スイッチング素子のスイッチングに起因して発生するノイズが、ノーマルモードノイズとして、車載用のインバータ装置３０に流入する。換言すれば、ノーマルモードノイズには、昇圧スイッチング素子のスイッチング周波数に対応したノイズ成分が含まれている。そして、昇圧スイッチング素子のスイッチング周波数は車種に応じて異なるため、ノーマルモードノイズの周波数は、車種に応じて異なる。なお、昇圧スイッチング素子のスイッチング周波数に対応したノイズ成分とは、当該スイッチング周波数と同一周波数のノイズ成分だけでなく、その高調波成分を含み得る。

[0059] 両バイパスコンデンサ７１，７２は、互いに直列に接続されている。第１バイパスコンデンサ７１及び第２バイパスコンデンサ７２の各々は、第１端部と、該第１端部とは反対側の第２端部とを有する。詳細には、ノイズ低減

部５０は、第１バイパスコンデンサ７１の第１端部と第２バイパスコンデンサ７２の第１端部とを接続するバイパス線ＥＬ３を備えている。当該バイパス線ＥＬ３は車両のボディに接地されている。

[0060] また、両バイパスコンデンサ７１，７２の直列接続体は、コモンモードチョークコイル５１に対して並列に接続されている。詳細には、第１バイパスコンデンサ７１の第２端部は、第１巻線５３ａ（第１出力端子６２）とパワーモジュール４２（第１モジュール入力端子４２ａ）とを接続する第１モジュール側配線ＥＬ１２に接続されている。第２バイパスコンデンサ７２の第２端部は、第２巻線５３ｂ（第２出力端子６４）とパワーモジュール４２（第２モジュール入力端子４２ｂ）とを接続する第２モジュール側配線ＥＬ２２に接続されている。

[0061] 平滑コンデンサ７３は、コモンモードチョークコイル５１の出力側且つパワーモジュール４２の入力側に設けられている。詳細には、平滑コンデンサ７３は、両バイパスコンデンサ７１，７２の直列接続体とパワーモジュール４２との間に設けられており、両者に対して並列に接続されている。平滑コンデンサ７３は、第１端部と、該第１端部とは反対側の第２端部とを有する。詳細には、平滑コンデンサ７３の第１端部は、第１モジュール側配線ＥＬ１２における第１バイパスコンデンサ７１との接続点Ｐ１からパワーモジュール４２までの部分に接続され、平滑コンデンサ７３の第２端部は、第２モジュール側配線ＥＬ２２における第２バイパスコンデンサ７２との接続点Ｐ２からパワーモジュール４２までの部分に接続されている。

[0062] 図６に示すように、電動モータ２０のコイル２３は、例えばｕ相コイル２３ｕ、ｖ相コイル２３ｖ及びｗ相コイル２３ｗを有する三相構造となっている。各コイル２３ｕ～２３ｗは例えばＹ結線されている。

[0063] パワーモジュール４２は、インバータ回路である。パワーモジュール４２は、ｕ相コイル２３ｕに対応するｕ相スイッチング素子Ｑｕ１，Ｑｕ２と、ｖ相コイル２３ｖに対応するｖ相スイッチング素子Ｑｖ１，Ｑｖ２と、ｗ相コイル２３ｗに対応するｗ相スイッチング素子Ｑｗ１，Ｑｗ２と、を備えて

いる。各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２は例えばＩＧＢＴ等のパワースイッチング素子である。なお、スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２は、還流ダイオード（ボディダイオード）Ｄｕ１～Ｄｗ２を有している。

[0064] 各ｕ相スイッチング素子Ｑｕ１，Ｑｕ２は接続線を介して互いに直列に接続されており、その接続線は、ｕ相モジュール出力端子４２ｕを介してｕ相コイル２３ｕに接続されている。そして、各ｕ相スイッチング素子Ｑｕ１，Ｑｕ２の直列接続体に対してＤＣ電源Ｅからの直流電力が入力されている。詳細には、第１ｕ相スイッチング素子Ｑｕ１のコレクタは、第１モジュール入力端子４２ａに接続されており、当該第１モジュール入力端子４２ａを介して第１モジュール側配線ＥＬ１２と接続されている。第２ｕ相スイッチング素子Ｑｕ２のエミッタは、第２モジュール入力端子４２ｂに接続されており、当該第２モジュール入力端子４２ｂを介して第２モジュール側配線ＥＬ２２と接続されている。

[0065] なお、他のスイッチング素子Ｑｖ１，Ｑｖ２，Ｑｗ１，Ｑｗ２については、対応するコイルが異なる点を除いて、ｕ相スイッチング素子Ｑｕ１，Ｑｕ２と同様の接続態様である。この場合、各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２は、両モジュール側配線ＥＬ１２，ＥＬ２２に接続されていると言える。

[0066] また、各ｖ相スイッチング素子Ｑｖ１，Ｑｖ２を直列に接続する接続線は、ｖ相モジュール出力端子４２ｖを介してｖ相コイル２３ｖに接続されており、各ｗ相スイッチング素子Ｑｗ１，Ｑｗ２を直列に接続する接続線は、ｗ相モジュール出力端子４２ｗを介してｗ相コイル２３ｗに接続されている。つまり、パワーモジュール４２の各モジュール出力端子４２ｕ～４２ｗは電動モータ２０に接続されている。

[0067] 車載用のインバータ装置３０は、パワーモジュール４２（詳細には各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２のスイッチング動作）を制御する制御部９０を備えている。制御部９０は、外部指令に基づいて、各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２を周期的にＯＮ／ＯＦＦさせる。詳細には、制御部９０は、外部指令に基づいて、各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２をパルス幅変調制御（

ＰＷＭ制御）する。より具体的には、制御部９０は、キャリア信号（搬送波信号）と指令電圧値信号（比較対象信号）とを用いて、制御信号を生成する。そして、制御部９０は、生成された制御信号を用いて各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２のＯＮ／ＯＦＦ制御を行うことにより直流電力を交流電力に変換する。

[0068] ローパスフィルタ回路７４のカットオフ周波数ｆｃは、上記キャリア信号の周波数であるキャリア周波数ｆ１よりも低く設定されている。なお、キャリア周波数ｆ１は、各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２のスイッチング周波数とも言える。

[0069] 次に、図７を用いて本実施形態のローパスフィルタ回路７４の周波数特性について説明する。図７は、流入するノーマルモードノイズに対するローパスフィルタ回路７４の周波数特性を示すグラフである。なお、図７の実線は、ダンピング部８０がある場合の周波数特性を示し、図７の二点鎖線は、ダンピング部８０がない場合の周波数特性を示す。

[0070] 図７の二点鎖線に示すように、ダンピング部８０が存在しない場合には、ローパスフィルタ回路７４のＱ値が比較的高くなっている。このため、ローパスフィルタ回路７４の共振周波数ｆ０に近い周波数のノーマルモードノイズは、ノイズ低減部５０にて低減されにくくなっている。

[0071] 一方、本実施形態では、ダンピング部８０が存在するため、図７の実線に示すように、ローパスフィルタ回路７４のＱ値が低くなっている。このため、ローパスフィルタ回路７４の共振周波数ｆ０に近い周波数のノーマルモードノイズも、ノイズ低減部５０によって低減される。

[0072] ここで、図７に示すように、車両の仕様に基づいて要求されるゲイン（減衰率）Ｇの許容値を許容ゲインＧｔｈとする。そして、ノーマルモードノイズの周波数が共振周波数ｆ０と同一である場合においてローパスフィルタ回路７４のゲインＧが許容ゲインＧｔｈとなるＱ値を特定Ｑ値とする。かかる構成において、本実施形態では、ダンピング部８０によって、ローパスフィルタ回路７４のＱ値が特定Ｑ値よりも下がっている。このため、ノーマルモ

ードノイズの周波数が共振周波数ｆ０と同一である場合におけるローパスフィルタ回路７４のゲインＧが許容ゲインＧｔｈよりも小さく（絶対値としては大きく）なっている。換言すれば、ダンピング部８０は、ローパスフィルタ回路７４のＱ値を上記特定Ｑ値よりも下げるように構成されている。

[0073] ちなみに、コモンモードチョークコイル５１の漏れ磁束（換言すれば仮想ノーマルモードコイルＬ１，Ｌ２のインダクタンス）は、ダンピング部８０の存在によって低くなっている。このため、本実施形態のローパスフィルタ回路７４の共振周波数ｆ０は、ダンピング部８０がない場合と比較して、若干高くなっている。

[0074] 以上詳述した本実施形態によれば以下の効果を奏する。

（１）車載用のインバータ装置３０は、直流電力を交流電力に変換するパワーモジュール４２と、パワーモジュール４２の入力側に設けられ、直流電力に含まれるコモンモードノイズ及びノーマルモードノイズを低減させるノイズ低減部５０と、を備えている。ノイズ低減部５０は、コア５２とコア５２の第１コア部５２ａに巻回された第１巻線５３ａとコア５２の第２コア部５２ｂに巻回された第２巻線５３ｂとを有するコモンモードチョークコイル５１を備えている。車載用のインバータ装置３０は、コモンモードチョークコイル５１によってコモンモードノイズ及びノーマルモードノイズが低減された直流電力がパワーモジュール４２に入力されるように構成されている。詳細には、車載用のインバータ装置３０は、コモンモードチョークコイル５１とパワーモジュール４２とを接続するモジュール側配線ＥＬ１２，ＥＬ２２を備えている。

[0075] かかる構成によれば、車載用のインバータ装置３０に入力される前の直流電力に含まれるコモンモードノイズがコモンモードチョークコイル５１によって低減される。また、コモンモードチョークコイル５１は、ノーマルモード電流が流れる場合には漏れ磁束を発生させる。これにより、コモンモードチョークコイル５１及び平滑コンデンサ７３で構成されたローパスフィルタ回路７４を用いてノーマルモードノイズを低減することができる。したがっ

て、ノーマルモードノイズを低減させる専用のコイルを設けることなく、コモンモードノイズ及びノーマルモードノイズの双方が低減された直流電力をパワーモジュール４２に入力させることができるため、車載用のインバータ装置３０の大型化を抑制できる。

[0076] （２）車載用のインバータ装置３０は、コモンモードチョークコイル５１と協働してローパスフィルタ回路７４を構成する平滑コンデンサ７３と、コモンモードチョークコイル５１から発生する漏れ磁束の磁路と交差する位置に設けられたダンピング部８０とを備えている。ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１から発生する漏れ磁束によって渦電流を発生させることでローパスフィルタ回路７４のＱ値を下げる。かかる構成によれば、ローパスフィルタ回路７４によってノーマルモードノイズを好適に低減することができる。また、ダンピング抵抗等を設けることなく、ローパスフィルタ回路７４のＱ値を下げることができるため、車載用のインバータ装置３０の大型化を抑制しつつ、汎用性の向上を図ることができる。

[0077] 詳述すると、既に説明した通り、仮にローパスフィルタ回路７４のＱ値が高い場合、ローパスフィルタ回路７４の共振周波数ｆ０に近いノーマルモードノイズが低減されにくくなる。このため、Ｑ値が高いローパスフィルタ回路７４は、共振周波数ｆ０に近い周波数のノーマルモードノイズに対しては有効に機能しない場合がある。したがって、車載用のインバータ装置３０の誤動作やローパスフィルタ回路７４の寿命低下等が懸念され、Ｑ値が高いローパスフィルタ回路７４は、共振周波数ｆ０に近い周波数のノーマルモードノイズを発生させる車種には適用できない。これに対して、本実施形態では、ダンピング部８０によってＱ値が低くなっているため、共振周波数ｆ０に近い周波数のノーマルモードノイズがノイズ低減部５０（詳細にはローパスフィルタ回路７４）によって低減され易い。これにより、ノイズ低減部５０が低減可能なノーマルモードノイズの周波数帯域を広くでき、それを通じて幅広い車種に本車載用のインバータ装置３０を適用することができる。

[0078] ここで、例えばＱ値を下げるために、コモンモードチョークコイル５１に

対して直列にダンピング抵抗を設けることも考えられる。しかしながら、ダンピング抵抗は、１０Ａ以上という比較的高い電流に対応する必要があるため、比較的大型なものとなり易く、電力損失及び発熱量も大きくなり易い。このため、放熱性等も考慮してダンピング抵抗を設置する必要があり、車載用のインバータ装置３０の大型化が懸念される。これに対して、本実施形態では、ダンピング部８０には漏れ磁束によって渦電流が発生するが、当該渦電流はダンピング抵抗に流れる電流より低いため、ダンピング部８０の発熱量は小さくなり易い。また、ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１から発生する漏れ磁束の磁路と交差する位置に設けられていればよいため、設置の自由度が高く、比較的狭いスペースに配置することができる。以上のことから、車載用のインバータ装置３０の大型化の抑制と両ノイズの低減との両立を図りつつ、汎用性の向上を図ることができる。

[0079] （３）ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１の側面、詳細にはコア外周面５２ｇ及び両巻線５３ａ，５３ｂにおけるコア外周面５２ｇ上に配置されている部分を覆っている。コア外周面５２ｇは、両巻線５３ａ，５３ｂの捲回軸を含む平面に対して交差する面である。これにより、ダンピング部８０が漏れ磁束に対する磁気抵抗として機能する。すなわち、ダンピング部８０がＱ値を下げる磁気抵抗として機能する。よって、比較的簡素な構成で（２）の効果を実現できる。

[0080] （４）車載用のインバータ装置３０は、回路基板４１、パワーモジュール４２及びノイズ低減部５０が収容されたインバータケース３１を備えている。ダンピング部８０は、インバータケース３１によって覆われた開口部８０ａを有する箱状であり、コモンモードチョークコイル５１は、ダンピング部８０及びインバータケース３１によって区画された収容空間８３内に収容されている。これにより、コア５２における開口部８０ａに対応するコア上面５２ｆ以外の面（詳細にはコア外周面５２ｇ及びコア底面５２ｅ）がダンピング部８０によって覆われるため、より好適にローパスフィルタ回路７４のＱ値の低下を図ることができる。また、インバータケース３１を、伝熱性を

有する非磁性体の導電性材料で構成することにより、開口部８０ａを覆うインバータケース３１がＱ値を下げるものとして機能する。これにより、Ｑ値の更なる低下を図ることができる。

[0081] （５）特に、コモンモードチョークコイル５１は、コア上面５２ｆとベース部材３２との距離Ｈ１がコア底面５２ｅと回路基板４１との距離Ｈ２よりも短くなるように、インバータケース３１に対して近接して配置されている。これにより、インバータケース３１によるダンピング効果を高めることができ、Ｑ値の更なる低下を図ることができる。

[0082] （６）パワーモジュール４２は、複数のスイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２を有し、当該複数のスイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２がＰＷＭ制御されることによって直流電力を交流電力に変換するものである。そして、ローパスフィルタ回路７４のカットオフ周波数ｆｃは、各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２のＰＷＭ制御に用いられるキャリア信号の周波数であるキャリア周波数ｆ１よりも低く設定されている。これにより、各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２のスイッチングに起因したリップルノイズ（パワーモジュール４２にて発生するノーマルモードノイズ）がローパスフィルタ回路７４によって低減（減衰）されるため、上記リップルノイズが車載用のインバータ装置３０外に流出することを抑制できる。つまり、ローパスフィルタ回路７４は、ＰＣＵ１０３の動作時には車載用のインバータ装置３０に流入するノーマルモードノイズ及びコモンモードノイズを低減させるものとして機能し、車載用のインバータ装置３０の動作時にはリップルノイズの流出を低減させるものとして機能する。

[0083] ここで、ノイズ低減部５０が低減可能なノーマルモードノイズの周波数帯域を広くする観点に着目すれば、共振現象の発生を回避するために、共振周波数ｆ０を、想定されるノーマルモードノイズの周波数帯域よりも高くすることも考えられる。しかしながら、この場合、ローパスフィルタ回路７４のカットオフ周波数ｆｃも高くなるため、上記のようにカットオフ周波数ｆｃをキャリア周波数ｆ１よりも低くすることが困難となる。かといって、カッ

トオフ周波数ｆｃの上昇に伴ってキャリア周波数ｆ１を高くすることは、各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２のスイッチング損失が大きくなる点で好ましくない。

[0084] これに対して、本実施形態では、上記のようにダンピング部８０によって共振周波数ｆ０に近い周波数のノーマルモードノイズを低減させることが可能となっているため、共振周波数ｆ０を、想定されるノーマルモードノイズの周波数帯域に合わせて高くする必要がない。したがって、キャリア周波数ｆ１を過度に高くすることなくカットオフ周波数ｆｃをキャリア周波数ｆ１よりも低くできる。よって、パワーモジュール４２の電力損失の増大化等を抑制しつつ、各スイッチング素子Ｑｕ１～Ｑｗ２のスイッチングに起因したリップルノイズが車載用のインバータ装置３０外に流出することを抑制できる。

[0085] （７）コア５２は、第１巻線５３ａが巻回された第１コア部５２ａと、第２巻線５３ｂが巻回された第２コア部５２ｂと、両巻線５３ａ，５３ｂが巻回されておらず表面５２ｃが露出した露出部５２ｄとを有している。これにより、両配線ＥＬ１，ＥＬ２（詳細には両巻線５３ａ，５３ｂ）にノーマルモード電流が流れた場合には、漏れ磁束が生じ易くなっている。よって、（１）の効果を得ることができる。

[0086] なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

○ 図８に示すように、コア５２の全体に両巻線１１０，１１１が巻回されていてもよい。この場合、巻線１１０，１１１は、相対的に巻回密度が異なる高密度部１１０ａ，１１１ａ及び低密度部１１０ｂ，１１１ｂを有していてもよい。巻回密度とは、巻回軸方向の単位長さ当たりの巻数（ターン数）である。この場合であっても、コモンモードチョークコイル５１から漏れ磁束が発生し易い。なお、第１巻線１１０又は第２巻線１１１のいずれか一方が高密度部及び低密度部を有する構成であってもよい。この場合、露出部と低密度部との双方が併存する。要は、第１巻線１１０及び第２巻線１１１の少なくとも一方が高密度部及び低密度部を有すればよい。

[0087] ○ ダンピング部８０の形状は、上記実施形態のものに限られない。例えば、ダンピング部８０は、コア上面５２ｆとベース部材３２との間に介在するものであってコア上面５２ｆを覆う上面カバー部を備えている箱形状であってもよい。また、ダンピング部８０は、完全に閉じた箱形状である必要はなく、例えば第１側部８２ａと第２側部８２ｂとの間に隙間（スリット）が形成されていたり、貫通孔が形成されていたりしてもよい。また、ダンピング部８０の少なくとも一部がメッシュ形状となっていてもよいし、ダンピング部８０の少なくとも一部に凹部やエンボス又はパンチング孔等が形成されていてもよい。更に、ダンピング部８０は、ダンピング底部８１が省略された枠状であってもよい。

[0088] また、ダンピング側部８２は、コア外周面５２ｇの全体を覆っていたが、これに限られず、コア外周面５２ｇの一部を覆う構成であってもよい。例えば、第１側部８２ａ又は第２側部８２ｂのいずれか一方を省略してもよい。また、ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１の側面のうち、コア外周面５２ｇにおける露出部５２ｄを構成する部分のみを覆い両巻線５３ａ，５３ｂにおけるコア外周面５２ｇ上に配置されている部分を覆わない構成としてもよいし、その逆であってもよい。また、ダンピング部８０は、コア外周面５２ｇにおける露出部５２ｄを構成する部分の一部又は全部を覆う構成であってもよいし、両巻線５３ａ，５３ｂにおけるコア外周面５２ｇ上に配置されている部分の一部又は全部を覆う構成であってもよい。要は、ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１の側面の少なくとも一部を覆えばよい。また、コア５２の内側にダンピング部を設けてもよい。換言すれば、ダンピング部８０は、コモンモードチョークコイル５１から発生する漏れ磁束と交差する位置に設けられ、コモンモードチョークコイル５１の少なくとも一部と対向しているとよい。

[0089] ○ ダンピング部８０の材質は、非磁性金属であればよく、アルミニウムに限られない。例えば、材質は銅でもよい。

○ ダンピング側部８２には各端子６１～６４が挿通される貫通孔が形成

されており、各端子６１～６４は、側方に向けて延びている構成であってもよい。この場合であっても、ダンピング側部８２は、コア外周面５２ｇの全体を覆っていると言える。

[0090] ○ また、図９に示すように、ダンピング部１３０は、ベース部材３２から起立し、且つ、コア外周面５２ｇを囲むダンピング側部１３１を有する構成であってもよい。すなわち、ダンピング部は、インバータケース３１と別体の構成でもよいし、インバータケース３１と一体であってもよい。

[0091] ○ コモンモードチョークコイル５１及びダンピング部８０の設置位置は、インバータケース３１内であれば任意である。例えば、図１０に示すように、コモンモードチョークコイル５１及びダンピング部８０は、回路基板４１の基板面４１ａとベース部材３２との間ではなく、回路基板４１の側方に回路基板４１からはみ出すように配置されてもよい。

[0092] また、図１０に示すように、コモンモードチョークコイル５１は、基板面４１ａとベース部材３２との対向方向（言い換えれば、基板４１の厚さ方向）とコア５２の厚さ方向とが交差（直交）した状態で配置されていてもよい。この場合、ダンピング部８０は、開口部８０ａがカバー部材３３に覆われるように配置されていればよい。

[0093] ○ コモンモードチョークコイル５１は、両巻線５３ａ，５３ｂの巻回軸方向が基板面４１ａとベース部材３２との対向方向と一致するように起立した状態で、基板面４１ａとベース部材３２との間にあってもよい。

[0094] ○ 昇圧コンバータ１０４を省略してもよい。この場合、ノーマルモードノイズとしては、例えば走行用インバータのスイッチング素子のスイッチング周波数に起因するノイズが考えられる。

[0095] ○ コモンモードチョークコイル５１を収容する絶縁性を有する非磁性体の収容ケース（例えば樹脂ケース）を別途設けてもよい。この場合、ダンピング部は、非磁性体の導電性材料で構成され且つコモンモードチョークコイル５１を収容ケースごと覆うフィルム（例えばアルミニウムフィルム）であるとよい。

[0096] ○ インバータケース３１とダンピング部８０とは異なる材料で構成されてもよい。

○ ベース部材３２を省略してもよい。この場合、両巻線５３ａ，５３ｂ及びダンピング側部８２の先端と、ヒートシンク１０とが隙間又は絶縁層を介して近接又は接触しているとよい。

[0097] ○ 例えばヒートシンク１０の外面から起立した環状のリブが設けられている構成においては、インバータケースに代えて、板状のインバータカバー部材が、リブと突き合わせられた状態で取り付けられてもよい。この場合、ヒートシンク１０とリブとインバータカバー部材とによって、回路基板４１、パワーモジュール４２及びノイズ低減部５０等の各種部品が収容される収容室が形成されるとよい。要は、上記収容室を区画する具体的な構成は任意である。

[0098] ○ コア５２の形状は任意である。例えば、コアとして、ＵＵコア、ＥＥコア及びトロイダルコア等を用いてもよい。また、コアは、完全に閉じたリング状である必要はなく、隙間が形成されている構成であってもよい。コア外周面５２ｇは湾曲面であってもよい。

[0099] ○ 両モジュール側配線ＥＬ１２，ＥＬ２２を省略して、コモンモードチョークコイル５１の両出力端子６２，６４とパワーモジュール４２の両モジュール入力端子４２ａ，４２ｂとを直接接続してもよい。また、平滑コンデンサ７３等は、両出力端子６２，６４に直接接続されてもよい。

[0100] ○ 電動モータ２０の駆動対象は、車両に搭載された走行用モータ等、任意である。電動モータ２０の駆動対象が走行用モータであって、ＤＣ電源Ｅが車載用蓄電装置である場合には、ＤＣ電源Ｅの電圧を昇圧回路にて昇圧させてから車載用のインバータ装置３０にて電力変換が行われてもよい。

[0101] ○ 車載用機器は、ＰＣＵ１０３に限られず、周期的にＯＮ／ＯＦＦするスイッチング素子を有しているものであれば任意である。例えば、車載用機器は、車載用のインバータ装置３０とは別に設けられたインバータ等であってもよい。

[0102] ○ ノイズ低減部５０の具体的な回路構成は、上記実施形態のものに限られない。例えば平滑コンデンサ７３を省略してもよいし、平滑コンデンサ７３が２つ設けられた構成でもよい。また、バイパスコンデンサ７１，７２と平滑コンデンサ７３との位置を置換してもよいし、バイパスコンデンサ７１，７２をコモンモードチョークコイル５１の前段（コモンモードチョークコイル５１とコネクタ４３との間）に設けてもよい。また、ローパスフィルタ回路は、π型やＴ型等任意である。

[0103] ○ 実施形態のパワーモジュール４２は、インバータ回路であったが、これに限られず、ＤＣ／ＤＣコンバータ回路であってもよい。すなわち、電力変換回路は、直流電力を直流電力に変換を行うものでもよいし、直流電力を交流電力に変換を行うものでもよい。

[0104] ○ 上記各別例同士を組み合わせてもよいし、上記各別例と上記実施形態とを適宜組み合わせてもよい。

（第２の実施形態）

次に、第２の実施形態を、第１の実施形態及び各別例との相違点を中心に説明する。

[0105] 図１１、図１２及び図１３には、第２の実施形態でのノイズ低減部（ダンピング部２００）を示す。

第１の実施形態では、図２，３で示したようにダンピング部８０は、インバータケース３１によって覆われた開口部８０ａと底部（端壁）とを有する箱状であり、コモンモードチョークコイル５１を、ダンピング部８０及びインバータケース３１によって区画された収容空間８３内に収容してローパスフィルタ回路７４のＱ値の低下を図った。しかし、回路基板４１にコモンモードチョークコイル５１を実装する際にコモンモードチョークコイル５１の六面を金属で覆うことが困難な場合がある。

[0106] 第２の実施形態においては、コモンモードチョークコイル５１にめっきを施すことによって、コモンモードチョークコイル５１をシールド用導電性金属膜２１０で被覆しており、ダンピング部２００は、コモンモードチョーク

コイル５１の少なくとも一部を被覆するシールド用導電性金属膜２１０よりなる。コモンモードチョークコイル５１にめっきを施す際に、シールド用導電性金属膜２１０をコモンモードチョークコイル５１に密着させるべくコーティング用の絶縁膜２１１をシールド用導電性金属膜２１０とコモンモードチョークコイル５１との間に介在させて絶縁も確保している。これにより、コモンモードチョークコイル５１に対し六面を金属で覆う場合と同等の効果が得られる。

[0107] 以下、詳しく説明する。

コモンモードチョークコイル５１は、少なくとも一部の表面がシールド用導電性金属膜２１０で被覆されている。シールド用導電性金属膜２１０は銅のめっき膜からなり、シールド用導電性金属膜２１０は非磁性体の導電性材料で構成されている。シールド用導電性金属膜２１０とコモンモードチョークコイル５１との間には絶縁膜２１１が介在されている。つまり、コア５２に直接、めっきすることは困難であるが、コア５２の表面にコーティング材としての樹脂等の絶縁膜２１１を形成し、その表面にめっきを施してシールド用導電性金属膜２１０を形成している。また、シールド用導電性金属膜２１０の表面が絶縁膜２１２で被覆されている。詳しくは、巻線５３ａ，５３ｂは、絶縁膜で被覆された導線であるが、さらに絶縁膜２１１，２１２により被覆されることにより、より絶縁性に優れたものになる。すなわち、巻線５３ａ，５３ｂは、多重絶縁構造を有することにより品質向上が図られる。このように、コア５２に巻線５３ａ，５３ｂを巻回し、巻線５３ａ，５３ｂが巻回されたコア５２に対し絶縁膜２１１を介してシールド用導電性金属膜２１０を形成し、シールド用導電性金属膜２１０を絶縁膜２１２で被覆することにより、コモンモードチョークコイル５１は、絶縁膜２１１とシールド用導電性金属膜２１０と絶縁膜２１２との３層膜で被覆されている。

[0108] また、第１の実施形態におけるダンピング部８０は図２及び図３で示されるようにダンピング底部８１に各端子６１～６４が挿通可能な貫通孔８１ａを有しており、貫通孔８１ａに端子６１～６４を通す構成となっているので

、絶縁性を確保する工夫が必要である。これに対し第２の実施形態においては端子挿通用の貫通孔を不要にすることができる。

[0109] なお、コモンモードチョークコイル５１の全部をシールド用導電性金属膜２１０で被覆しても一部をシールド用導電性金属膜２１０で被覆してもよい。コモンモードチョークコイル５１の少なくとも一部を被覆することにより漏れ磁束によって渦電流を発生させることができる。また、シールド用導電性金属膜２１０はめっき膜に限るものではなく、例えば塗布等によって形成される金属膜であってもよい。また、シールド用導電性金属膜２１０は、非磁性金属であればよく、材質は銅に限定されない。例えば、材質はアルミニウムでもよい。また、絶縁膜２１１と絶縁膜２１２のうちの一方は、省略されてもよい。

[0110] （第３の実施形態）

次に、第３の実施形態を、第１の実施形態及び各別例との相違点を中心に説明する。

図１４及び図１５には、第３の実施形態でのノイズ低減部（ダンピング部３００）を示す。

[0111] 第１の実施形態では、図２，３で示したように、開口部８０ａと底部（端壁）とを有する箱状のダンピング部８０及びインバータケース３１によって区画された収容空間８３内にコモンモードチョークコイル５１を収容してローパスフィルタ回路７４のＱ値の低下を図った。しかし、回路基板４１にコモンモードチョークコイル５１を実装する際にコモンモードチョークコイル５１の六面を金属で覆うことが困難な場合がある。

[0112] 第３の実施形態においては、コモンモードチョークコイル５１について、六面のうち一面を回路基板４１のパターン導電体（銅箔）３２０を使って覆い、他の五面を開口部３１１を有するシールド用導電性金属ケース３１０で覆っている。つまり、インバータ装置３０は、パターン配線が形成されている回路基板４１を備えている。ダンピング部３００は、シールド用導電性金属ケース３１０とシールド用パターン導電体３２０とを含む。シールド用導

電性金属ケース３１０は開口部３１１からコモンモードチョークコイル５１を収容し、その状態で回路基板４１に固定される。シールド用パターン導電体３２０は、回路基板４１においてシールド用導電性金属ケース３１０の開口部３１１の内側の領域に形成される。これにより、コモンモードチョークコイル５１に対し六面を金属で覆う場合と同等の効果が得られる。さらに、パターン導電体３２０は、回路基板４１に元々備わっているパターン導電体を流用すればよく、これによりダンピング部３００を追加するための加工の一部を省くことができる。

[0113] 以下、詳しく説明する。

シールド用導電性金属ケース３１０は略直方体の箱型をなしている。シールド用導電性金属ケース３１０は銅よりなり、シールド用導電性金属ケース３１０は非磁性体の導電性材料で構成されている。シールド用導電性金属ケース３１０は、開口部３１１からコモンモードチョークコイル５１を収容し、開口部３１１を回路基板４１で塞ぐようにして回路基板４１に固定される。開口部３１１の周縁には回路基板４１に向かって直線的に延びる取付用脚部３１２が複数箇所にわたり設けられている。

[0114] 回路基板４１において開口部３１１と対応する領域にはシールド用パターン導電体３２０が形成されている。シールド用パターン導電体３２０は、表面が、絶縁膜３２１で被覆されている。絶縁膜３２１はレジスト膜である。パターン配線４１ｂ及びシールド用パターン導電体３２０は銅箔よりなり、パターン配線４１ｂ及びシールド用パターン導電体３２０は非磁性体の導電性材料で構成されている。回路基板４１には、シールド用導電性金属ケース３１０の各取付用脚部３１２に対応する位置に貫通孔３３０が形成されている。シールド用導電性金属ケース３１０の各取付用脚部３１２が回路基板４１の貫通孔３３０に挿入されることによりシールド用導電性金属ケース３１０が回路基板４１に取り付けられる。取付用脚部３１２は先端部の抜止部（爪部）３１２ａにより取付用脚部３１２が貫通孔３３０を貫通する状態で抜け止めされている。

[0115] また、回路基板４１にはコモンモードチョークコイル５１の端子６１～６４に対応する位置に貫通孔３４０が形成されている。コモンモードチョークコイル５１の端子６１～６４が回路基板４１の貫通孔３４０に挿入されている。端子６１～６４における回路基板４１から突出した先端部が、パターン配線４１ｂと、はんだ付けされている。

[0116] 第１の実施形態におけるダンピング部８０は図２及び図３で示されるようにダンピング底部８１に各端子６１～６４が挿通可能な貫通孔８１ａを有していた。これに対し、第３の実施形態においてはシールド用導電性金属ケース３１０の開口部３１１に端子６１～６４が通ることによりシールド用導電性金属ケース３１０には端子挿通用の貫通孔を不要にすることができる。

[0117] なお、シールド用パターン導電体３２０は銅箔に限ることなく、例えば銅めっき膜を用いて構成してもよい。

また、回路基板４１に設けるダンピング部３００はシールド用導電金属膜であればよく、パターン導電体３２０に限定されない。例えば、シールド用導電金属膜として銅箔が回路基板４１に施されてもよい。さらには、銅箔と回路基板４１との間に絶縁膜が介在してもよい。

[0118] また、回路基板４１に設けるダンピング部３００の材質は、非磁性金属であればよく、銅に限定されない。例えば、材質はアルミニウムでもよい。

符号の説明

[0119] １０…ヒートシンク、２０…電動モータ、３０…車載用のインバータ装置（車載用の電力変換装置）、３１…インバータケース（ケース）、４１…回路基板、４１ｂ…パターン配線、４２…パワーモジュール（電力変換回路）、５０…ノイズ低減部、５１…コモンモードチョークコイル、５２…コア、５２ａ…第１コア部、５２ｂ…第２コア部、５２ｃ…コアの表面、５２ｄ…露出部、５２ｇ…コア外周面、５３ａ，１１０…第１巻線、５３ｂ，１１１…第２巻線、７１，７２…バイパスコンデンサ、７３…平滑コンデンサ、７４…ローパスフィルタ回路、８０，１３０…ダンピング部、８０ａ…開口部、８３…収容空間、１０３…ＰＣＵ、１１０ａ，１１１ａ…高密度部、１１

０ｂ，１１１ｂ…低密度部、２００…ダンピング部、２１０…シールド用導電性金属膜、３００…ダンピング部、３１０…シールド用導電性金属ケース、３２０…シールド用パターン導電体（シールド用導電性金属膜）、ｆ０…ローパスフィルタ回路の共振周波数、ｆ１…キャリア周波数、ｆｃ…カットオフ周波数、Ｑｕ１～Ｑｗ２…パワーモジュールのスイッチング素子。

請求の範囲

[請求項1] 直流電力が入力される電力変換回路と、

前記電力変換回路の入力側に設けられ、前記電力変換回路に入力される前の前記直流電力に含まれるコモンモードノイズ及びノーマルモードノイズを低減させるように構成されたノイズ低減部と、

を備える車載用の電力変換装置であって、

前記ノイズ低減部は、

第１コア部及び第２コア部を有するコアと、前記第１コア部に巻回された第１巻線と、前記第２コア部に巻回された第２巻線と、を有するコモンモードチョークコイルと、

前記コモンモードチョークコイルと協働してローパスフィルタ回路を構成する平滑コンデンサと、

を備え、

前記電力変換装置はさらに、前記コモンモードチョークコイルから発生する漏れ磁束の磁路と交差する位置に設けられたダンピング部を備え該ダンピング部は、前記漏れ磁束によって渦電流を発生させることにより、前記ローパスフィルタ回路のＱ値を下げるように構成されている、車載用の電力変換装置。

[請求項2] 前記ダンピング部は、前記コモンモードチョークコイルの側面の少なくとも一部を覆っている請求項１に記載の車載用の電力変換装置。

[請求項3] パターン配線が形成されている回路基板と、

前記電力変換回路、前記回路基板及び前記ノイズ低減部を収容するケースと、

を備え、

前記ダンピング部は、前記ケースによって覆われた開口部を有する箱状であり、

前記コモンモードチョークコイルは、前記ダンピング部及び前記ケースによって区画された収容空間に収容されている請求項１又は請求

項２に記載の車載用の電力変換装置。

[請求項4] 前記ダンピング部は、前記コモンモードチョークコイルの少なくとも一部を被覆するシールド用導電性金属膜よりなる請求項１に記載の車載用の電力変換装置。

[請求項5] パターン配線が形成されている回路基板を備え、

前記ダンピング部は、

開口部を有するシールド用導電性金属ケースであって、前記コモンモードチョークコイルが前記開口部を通じて前記シールド用導電性金属ケースに収容され、前記シールド用導電性金属ケースは前記開口部を前記回路基板で塞ぐようにして該回路基板に固定される、シールド用導電性金属ケースと、

前記回路基板において前記開口部の内側の領域に形成されたシールド用導電性金属膜と、を含む請求項１又は請求項２に記載の車載用の電力変換装置。

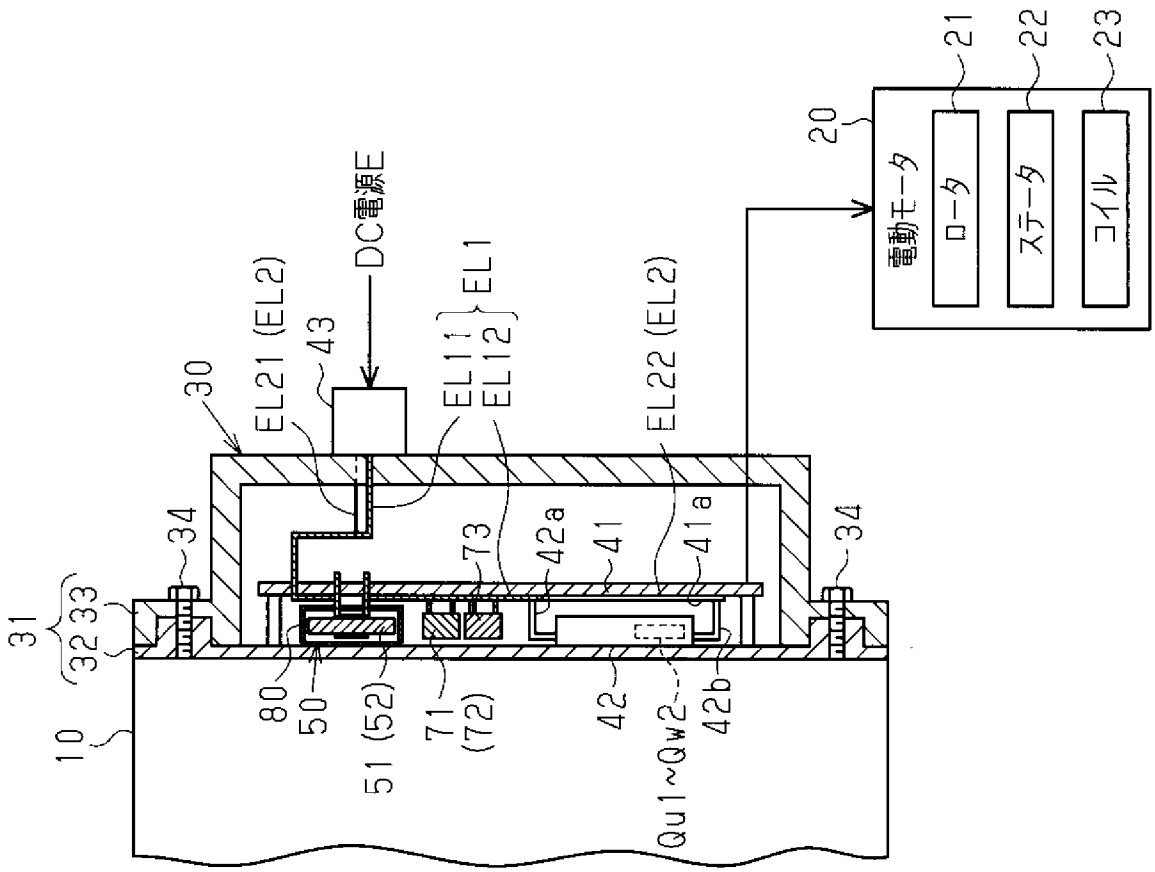
[請求項6] 前記シールド用導電性金属膜は、シールド用パターン導電体である請求項５に記載の車載用の電力変換装置。

[請求項7] 前記ダンピング部は、非磁性体の導電性材料で形成されている請求項１～６のいずれか一項に記載の車載用の電力変換装置。

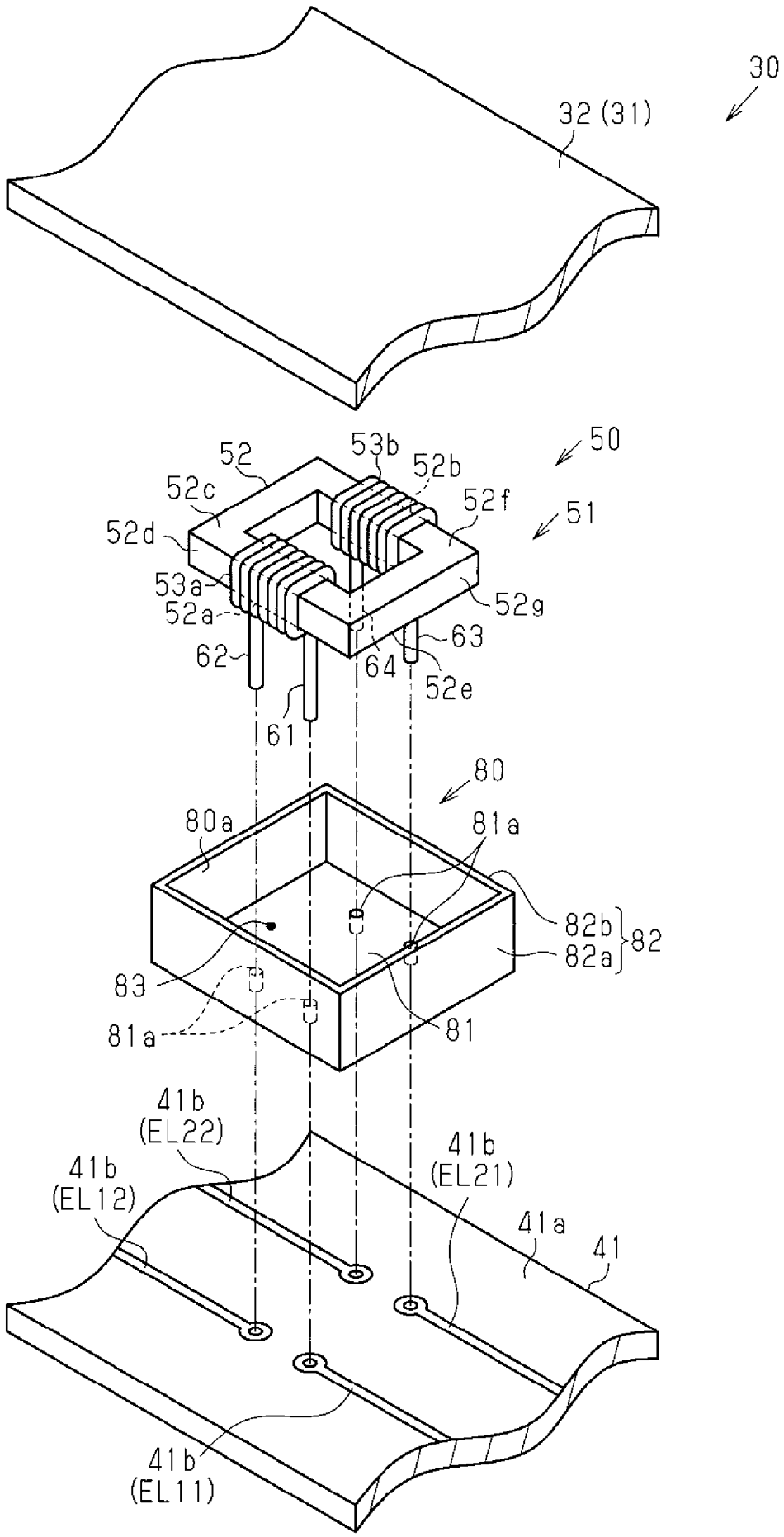
[請求項8] 前記ローパスフィルタ回路は、前記ローパスフィルタ回路の共振周波数と同一周波数のノーマルモードノイズに対する前記ローパスフィルタ回路のゲインが車両の仕様に基づいて設定される許容ゲインとなるときに、特定Ｑ値を有し、

前記ダンピング部は、前記ローパスフィルタ回路のＱ値を前記特定Ｑ値よりも下げるように構成されている請求項１～７のいずれか一項に記載の車載用の電力変換装置。

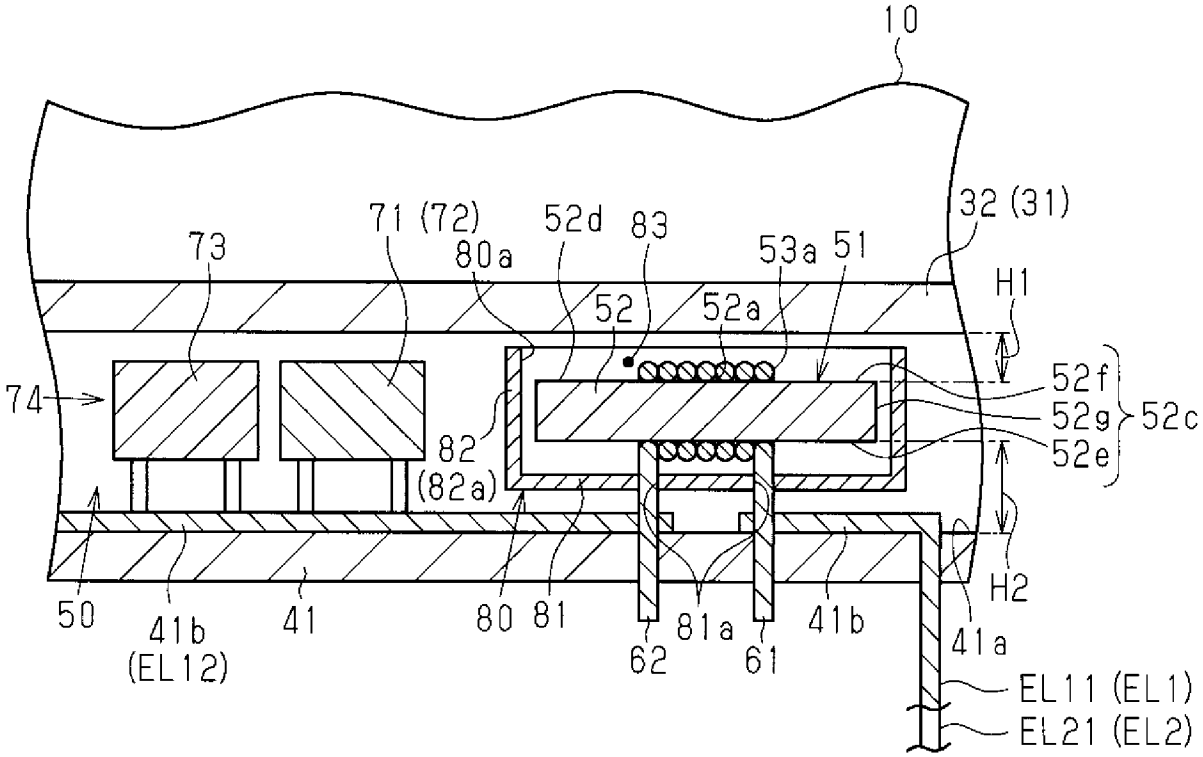
[図1]


20
21
22
23
電動モータ
ロータ
ステータ
コイル
DC電源E
EL21 (EL2)
43
30
EL11
EL12
EL1
EL22 (EL2)
34
73
42a
41
41a
34
31
32
33
80
50
51 (52)
71
(72)
42
42b
Qu1~Qw2
10

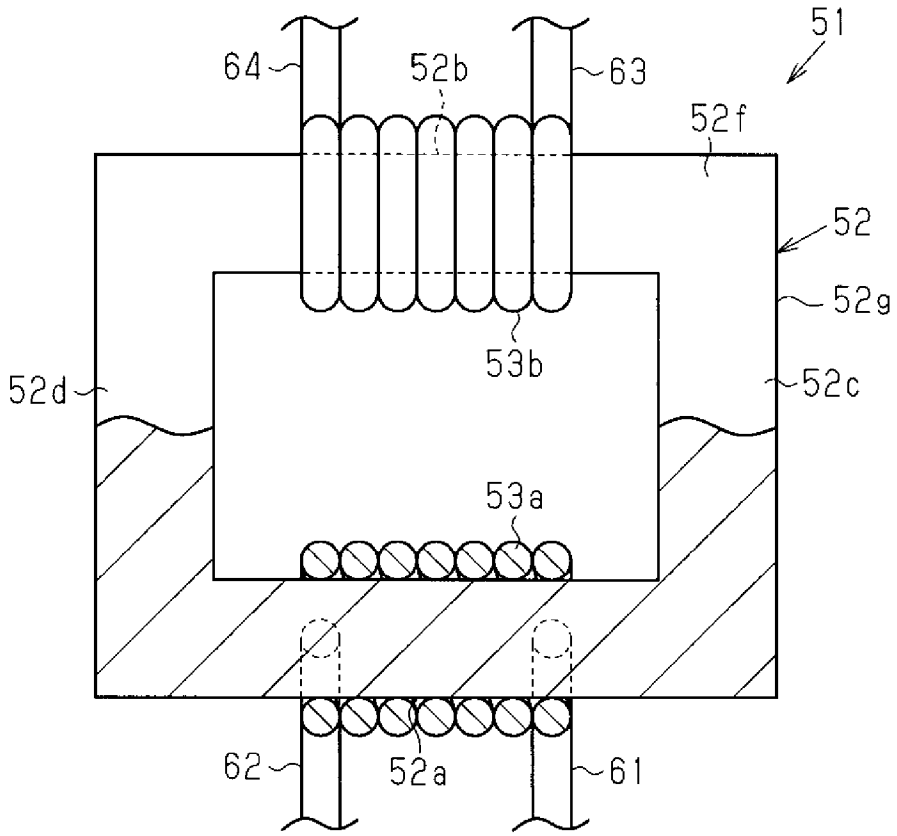
[図2]


30
32 (31)
50
51
52
53b
52b
52c
52f
52d
53a
52a
52g
63
62
64
52e
61
80
80a
81a
82b
82
82a
83
81a
81
41b
(EL22)
41b
(EL12)
41b
(EL21)
41a
41
41b
(EL11)

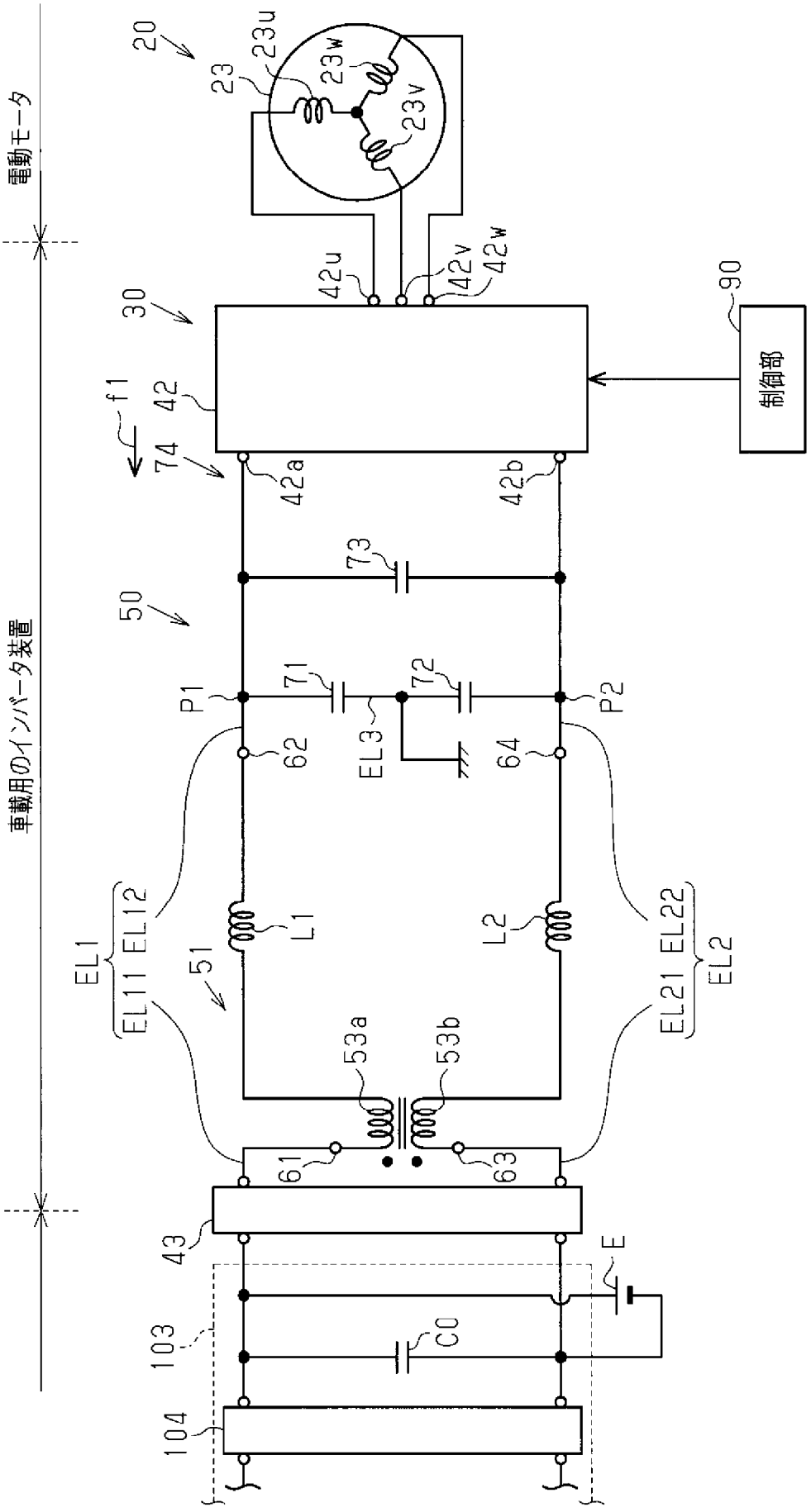
[図3]


10
32 (31)
73
71 (72)
80a
52d
83
53a
51
H1
52
52a
52f
52g
52c
52e
74
82
(82a)
H2
50
41b
(EL12)
41
80
81
62
81a
61
41b
41a
EL11 (EL1)
EL21 (EL2)

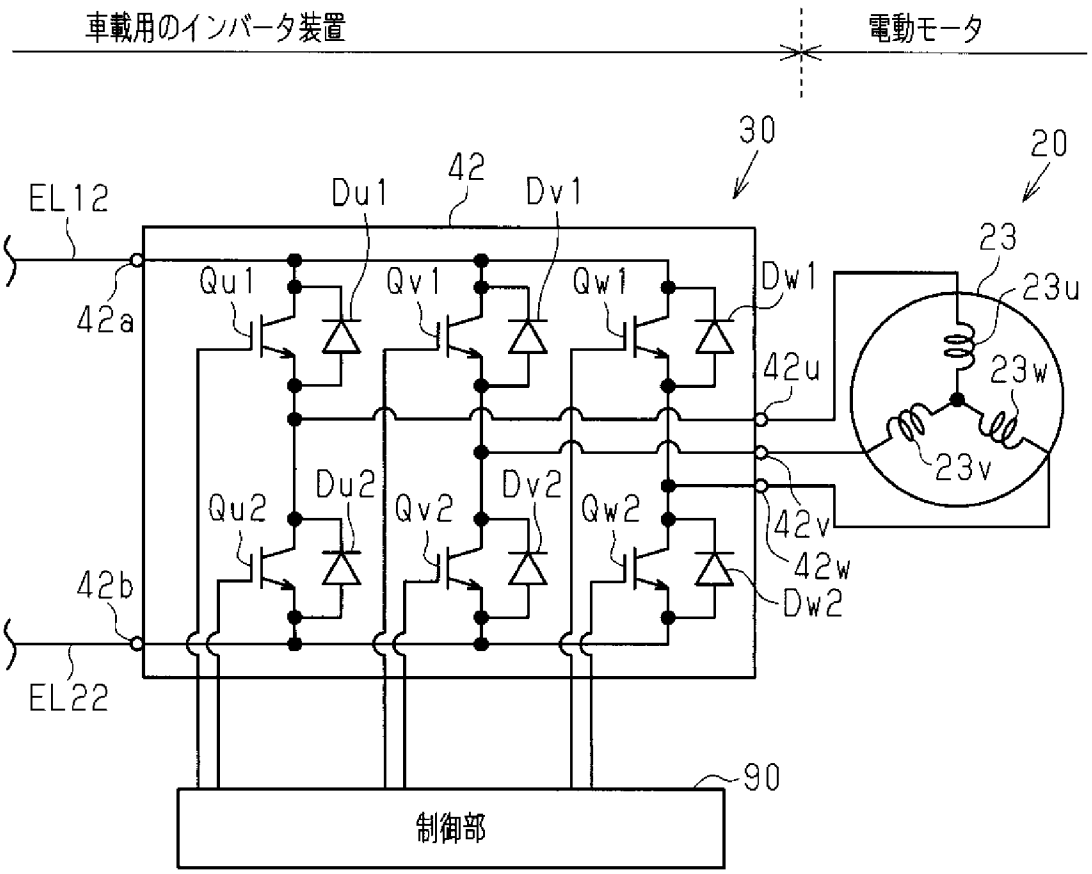
[図4]


51
64
52b
63
52f
52
52g
53b
52d
52c
53a
62
52a
61

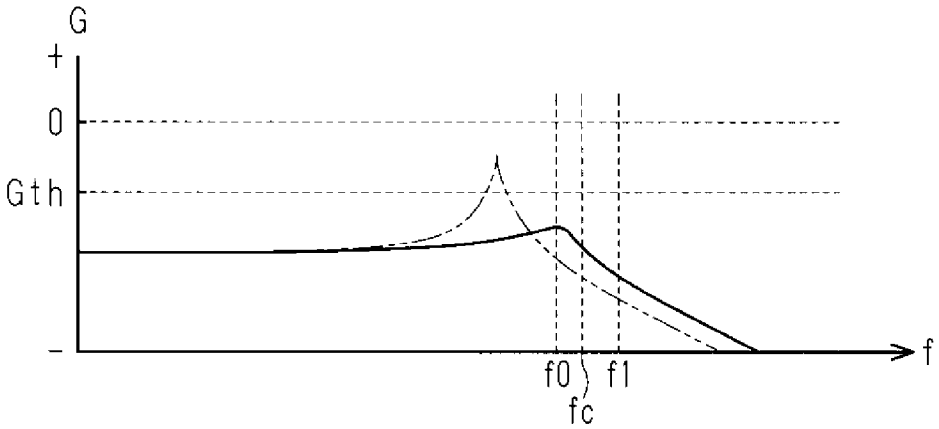
[図5]


電動モータ
車載用のインバータ装置
20
23
23u
23w
23v
42u
42v
42w
30
90
制御部
f1
42
74
42a
42b
73
50
P1
71
72
P2
62
EL3
64
EL1
EL11 EL12
L1
L2
51
EL21 EL22
EL2
53a
53b
61
63
43
E
103
C0
104

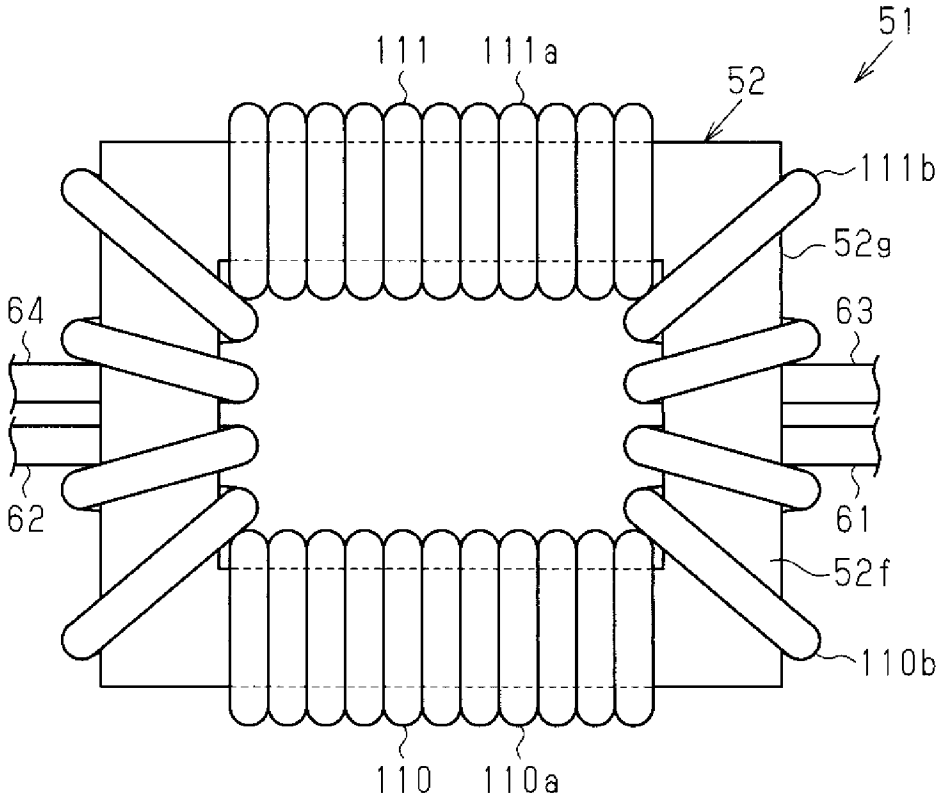
[図6]


車載用のインバータ装置
電動モータ
30
20
42
EL12
Du1
Dv1
23
Qu1
Qv1
Qw1
Dw1
23u
42a
42u
23w
23v
Du2
Dv2
Qu2
Qv2
Qw2
42v
42w
42b
Dw2
EL22
90
制御部

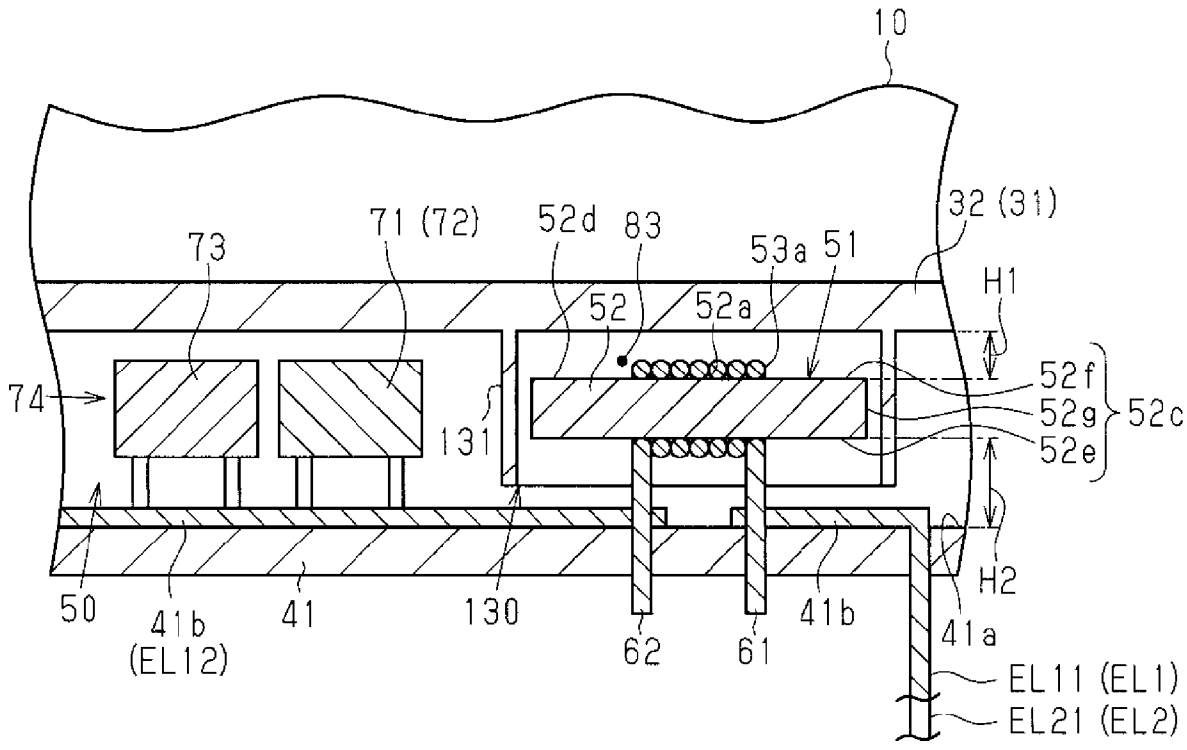
[図7]


G
+
0
Gth
-
f
f0
fc
f1

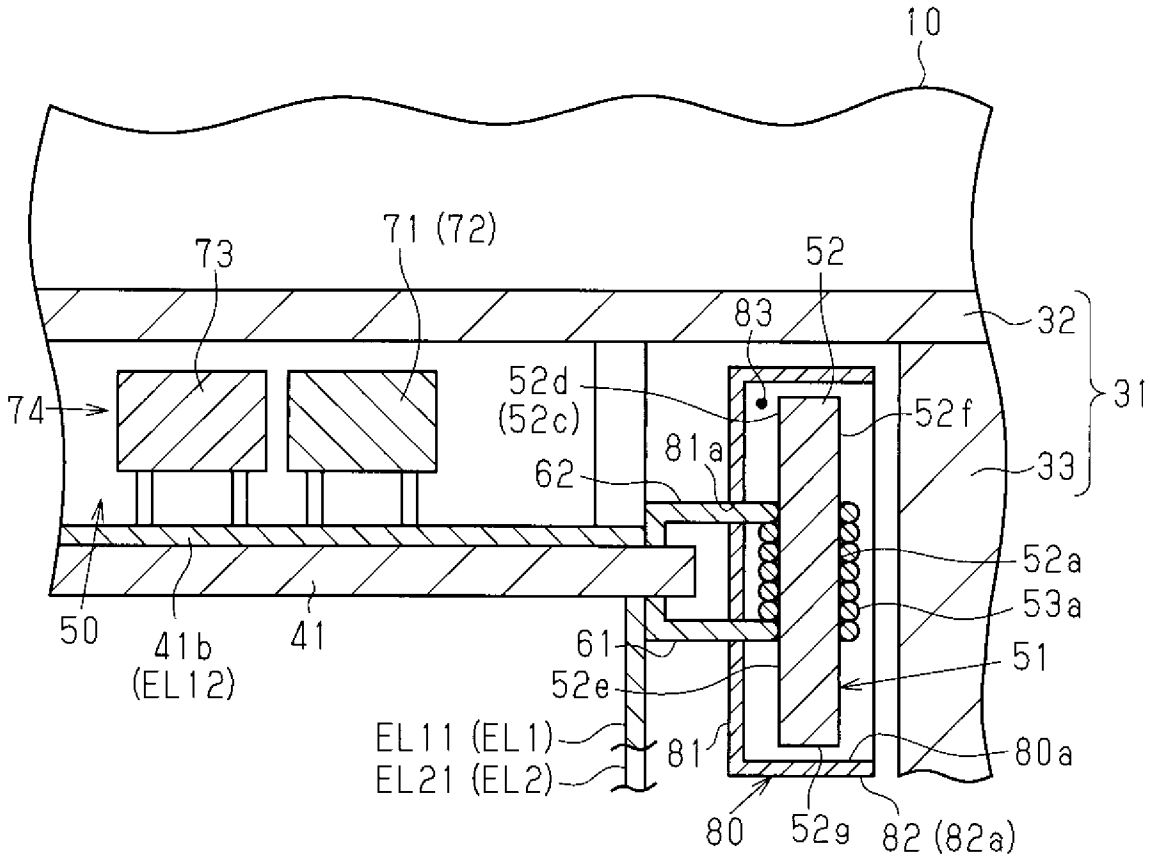
[図8]


51
111
111a
52
111b
52g
64
63
62
61
52f
110b
110
110a

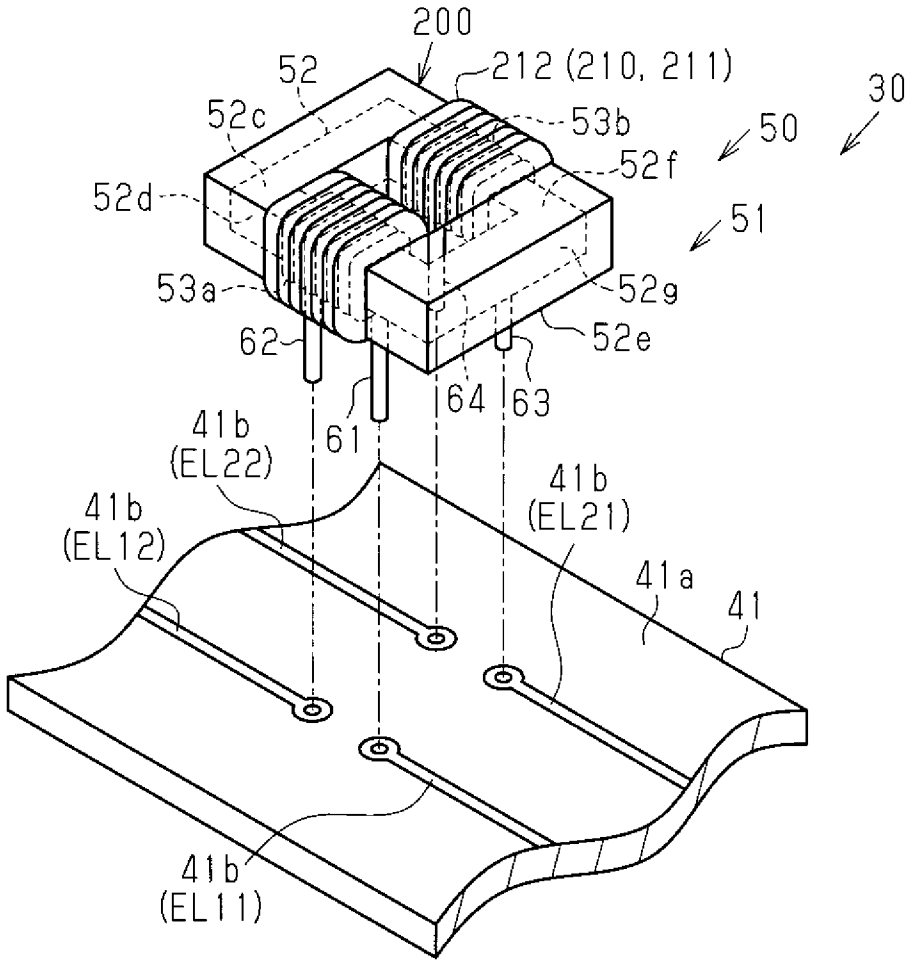
[図9]


10
32 (31)
73
71 (72)
52d
83
53a
51
H1
52
52a
74
52f
52g
52c
52e
131
H2
50
41b
(EL12)
41
130
62
61
41b
41a
EL11 (EL1)
EL21 (EL2)

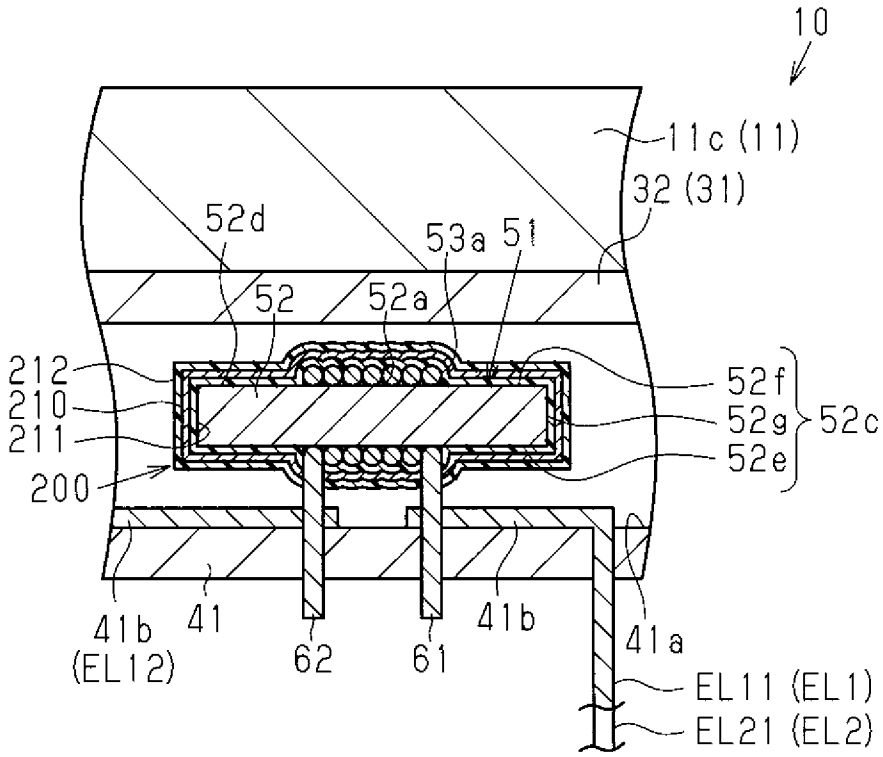
[図10]


10
73
71 (72)
52
83
32
31
74
52d
(52c)
52f
81a
62
33
52a
53a
50
41b
(EL12)
41
61
51
52e
EL11 (EL1)
EL21 (EL2)
81
80a
80
52g
82 (82a)

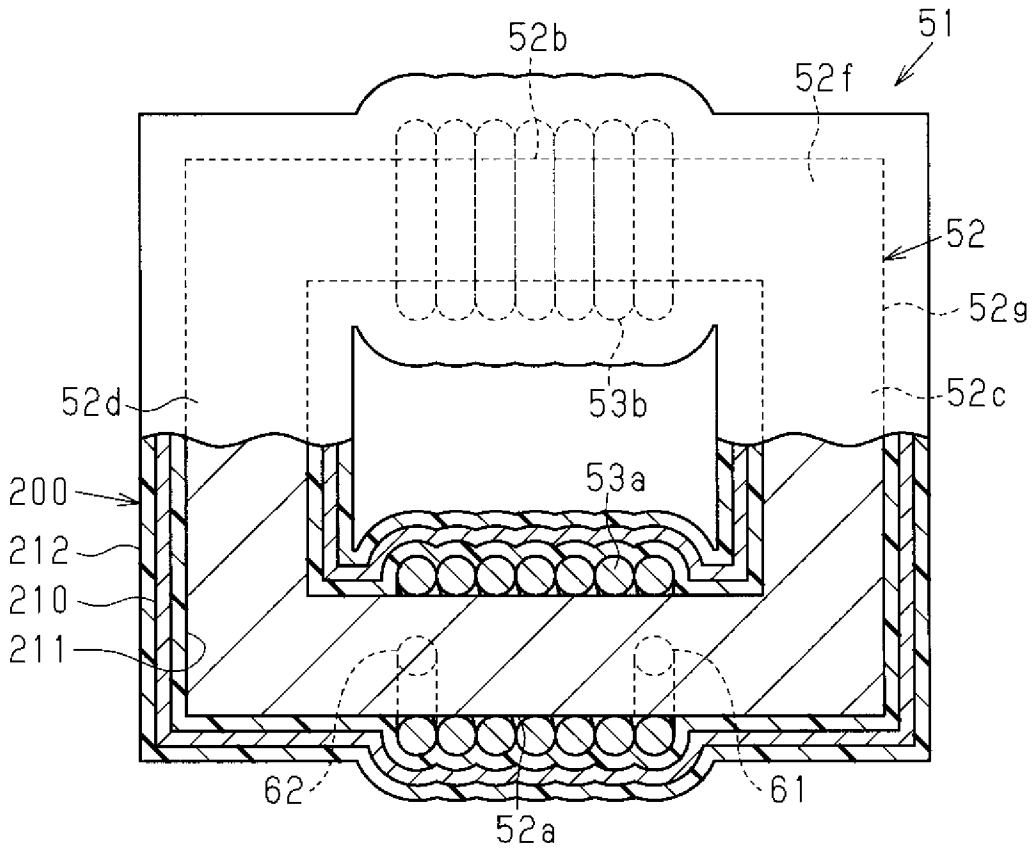
[図11]


200
52
212 (210, 211)
30
52c
53b
50
52f
52d
51
53a
52g
62
52e
64
63
61
41b
(EL22)
41b
(EL21)
41b
(EL12)
41a
41
41b
(EL11)

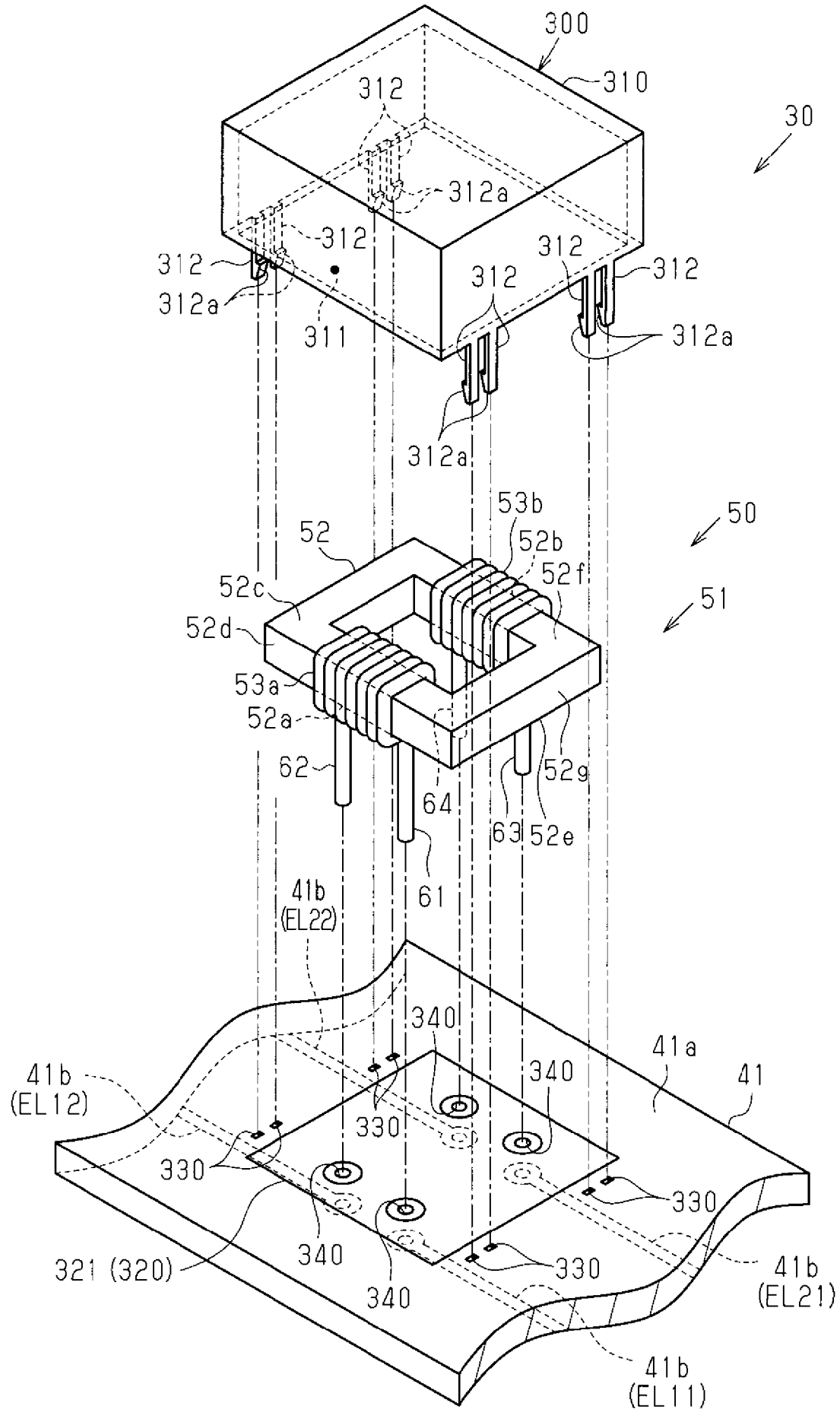
[図12]


10
11c (11)
32 (31)
52d
53a
51
52
52a
212
210
211
200
52f
52g
52e
52c
41b
(EL12)
41
62
61
41b
41a
EL11 (EL1)
EL21 (EL2)

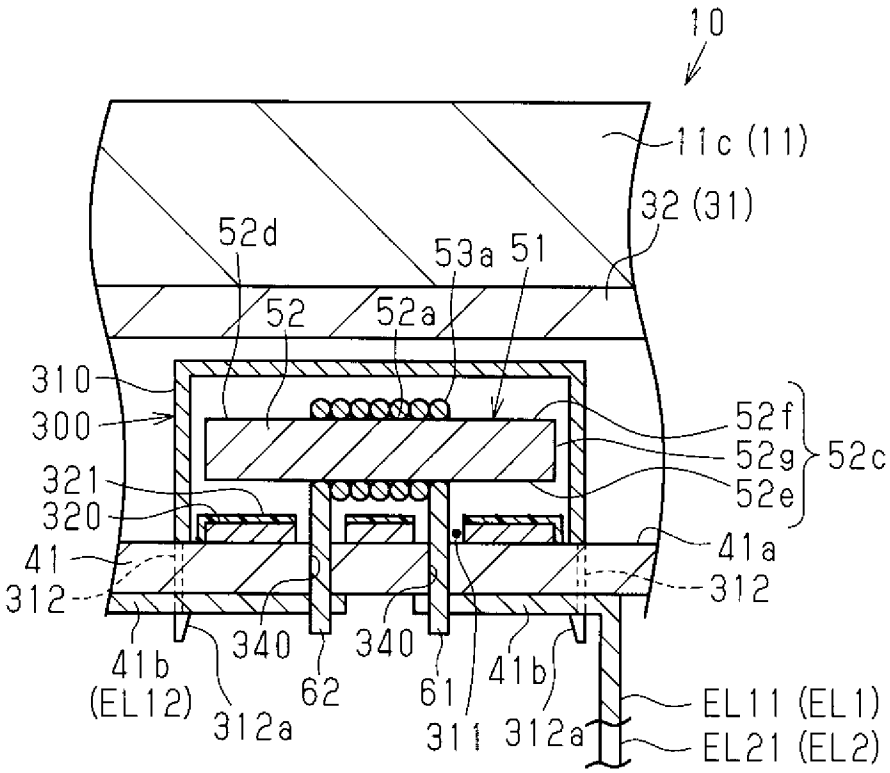
[図13]


52b
51
52f
52
52g
52d
53b
52c
200
53a
212
210
211
62
61
52a

[図14]


300
310
312
30
312a
312
312
312
312
312
312a
311
312a
312a
53b
50
52
52b
52f
52c
51
52d
53a
52a
62
64
52g
63
52e
61
41b
(EL22)
340
41a
41
41b
(EL12)
340
330
330
330
340
321 (320)
340
330
41b
(EL21)
41b
(EL11)

[図15]


10
11c (11)
32 (31)
52d
53a
51
52
52a
310
300
321
320
41
312
52f
52g
52e
52c
41a
312
41b
(EL12)
312a
340
62
340
61
311
41b
312a
EL11 (EL1)
EL21 (EL2)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/013144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M7/48(2007.01)i, *H03H7/09*(2006.01)i

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)
H02M7/48, H05K9/00, H03H7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2006-180578 A (Nippon Soken, Inc.), 06 July 2006 (06.07.2006), paragraphs [0038], [0044]; claims 1, 8; fig. 1 (Family: none)	1,2,4-7 3 8
Y A	JP 2015-112965 A (Toyota Motor Corp.), 22 June 2015 (22.06.2015), paragraph [0015]; fig. 1 (Family: none)	3 8
A	JP 10-135864 A (Toko, Inc.), 22 May 1998 (22.05.1998), abstract & US 5999066 A abstract & HK 1009897 A & CN 1185692 A & TW 340280 B	1-8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
16 May 2017 (16.05.17)	23 May 2017 (23.05.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/013144

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/033852 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 06 March 2014 (06.03.2014), abstract & US 2015/0048675 A1 abstract & EP 2892311 A1 & CN 104604354 A	1-8
A	JP 9-293612 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 11 November 1997 (11.11.1997), paragraph [0007]; fig. 10 & US 6133809 A column 2; fig. 10 & DE 19716896 A1 & CN 1176531 A	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１３１４４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02M7/48(2007.01)i, H03H7/09(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02M7/48, H05K9/00, H03H7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2006-180578 A（株式会社日本自動車部品総合研究所）2006.07.06, 段落３８，４４，請求項１，８，図１（ファミリーなし）	1,2,4-7 3 8
Y A	JP 2015-112965 A（トヨタ自動車株式会社）2015.06.22, 段落１５，図１（ファミリーなし）	3 8
A	JP 10-135864 A（東光株式会社）1998.05.22, 要約 & US 5999066 A, 要約 & HK 1009897 A & CN 1185692 A & TW 340280 B	1-8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１６．０５．２０１７	２３．０５．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｇ　９６５０
佐藤　匡
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５２６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2014/033852 A1（三菱電機株式会社）2014.03.06，要約 & US 2015/0048675 A1，要約 & EP 2892311 A1 & CN 104604354 A	1-8
A	JP 9-293612 A（株式会社村田製作所）1997.11.11，段落７，図１０ & US 6133809 A，第２欄，図１０ & DE 19716896 A1 & CN 1176531 A	1-8