(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
2018年6月21日(21.06.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/110071 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/037542

(22) 国際出願日： 2017年10月17日(17.10.2017)

(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 2016-240845 2016年12月13日(13.12.2016) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 李 ジャア(**LI, Jia**); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 方田 勲(**HODA, Isao**); 〒1008280 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 Tokyo (JP). 曽部 裕二(**SOBU, Yuji**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

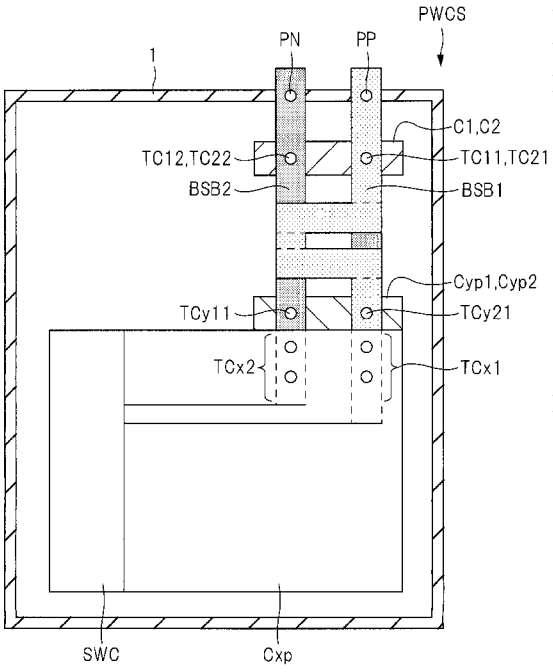
(74) 代理人: 特許業務法人筒井国際特許事務所(**TSUTSUI & ASSOCIATES**); 〒1600022 東京都新宿区新宿２丁目３番１０号 新宿御苑ビル３階 Tokyo (JP).

(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, JO, 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.

(54) **Title:** BUSBAR STRUCTURE AND POWER CONVERSION DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称： バスバ構造およびそれを用いた電力変換装置

図 2



(57) **Abstract:** This power conversion device PWCS is provided with: a smoothing capacitive element Cxp which is connected between a positive electrode terminal and a negative electrode terminal of a power supply and smoothes a change in a voltage superimposed on a direct current voltage; a switching circuit SWC which converts a direct current voltage into an alternating current voltage; a first busbar BSB1 which electrically connects the positive electrode terminal of the power supply and a terminal TCx1 of the smoothing capacitive element Cxp; a second busbar BSB2 which electrically connects the negative electrode terminal of the power supply and a terminal TCx2 of the smoothing capacitive element Cxp; and filtering capacitive elements C1, C2 which are electrically connected between the first busbar BSB1 and the second busbar BSB2. The first busbar BSB1 and the second busbar BSB2 have portions facing each other, and are disposed such that the direction of the currents flowing in the facing portions is the same.

WO 2018/110071 A1

[続葉有]

(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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:電力変換装置ＰＷＣＳは、電源の陽極端子と陰極端子との間に接続され、直流電圧に重畳する電圧変化を平滑化する平滑用容量素子Ｃｘｐと、直流電圧を交流電圧に変換するスイッチング回路ＳＷＣと、電源の陽極端子と平滑用容量素子Ｃｘｐの端子ＴＣｘ１との間を電気的に接続する第１バスバＢＳＢ１と、電源の陰極端子と平滑用容量素子Ｃｘｐの端子ＴＣｘ２との間を電気的に接続する第２バスバＢＳＢ２と、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間に電気的に接続されたフィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２とを備える。第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２は、互いに対向する部分を有し、対向部おいて流れる電流の方向が同じとなるように配置されている。

明　細　書

発明の名称 ： バスバ構造およびそれを用いた電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、バスバ構造およびそれを用いた電力変換装置に関し、例えば電気自動車に搭載される電力変換装置およびそれに用いられるバスバ構造に関する。

背景技術

[0002] 例えば電気自動車に搭載された電力変換装置は、ケーブルによって高電圧バッテリに接続され、高電圧バッテリから供給される直流電圧を交流電圧に変換し、電気モータへ給電し、電気モータを回転させる。直流電圧を交流電圧に変換するために、電力変換装置は、複数のスイッチング素子を備え、これらのスイッチング素子を例えば周期的にスイッチングすることによって、直流電圧を交流電圧へ変換する。直流電圧をスイッチング素子へ給電するために、電力変換装置は、ケーブルが接続される電源入力端子とスイッチング素子との間を電気的に接続するバスバを備えている。

[0003] 電力変換装置の一例が、特許文献１に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００７－５３８３９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 電力変換装置において、スイッチング素子がスイッチングすることにより、バスバにおける電圧／電流が変動し、電磁ノイズが発生することになる。発生した電磁ノイズは、電力変換装置の筐体から漏れることになる。すなわち、高電圧伝導ノイズが生じることになる。

[0006] 図１０は、本発明者らが測定したノイズ周波数特性を示す特性図である。同図において横軸は周波数を示し、縦軸は周波数におけるノイズのピーク電

圧値を示している。同図に示すように、ノイズは広い周波数帯域に存在している。図１０に示す周波数帯域のうち、例えば０．５２～１．７３ＭＨｚは、ＡＭ放送周波数帯域であり、例えば７．１～２６．１ＭＨｚは、ＳＷ（Ｓｈｏｒｔ　Ｗａｖｅ）周波数帯域である。

[0007] 一方、高電圧伝導ノイズに対する国際的な規格が制定される予定になっており、自動車メーカにおいては、国際規格を遵守するような独自規格を定める傾向にある。これらの規格では、特に、種々の用途で用いられているＡＭ放送周波数帯域およびＳＷ周波数帯域のノイズを、他の周波数帯域に比べて低くするように規制する内容となっている。

[0008] 本発明者らは、発生するノイズを分析するために、高電圧バッテリと電力変換装置との間を接続する電圧配線（ケーブルおよびバスバを含む）を伝達する電圧および電流を、２種類に分けて検討した。図１１は、本発明者らの検討を説明するための説明図である。図１１（Ａ）および（Ｂ）は、高電圧バッテリと電力変換装置との関係を説明するブロック図であり、図１１（Ｃ）は、電圧配線に流れる電流の変化を示している。

[0009] 図１１（Ａ）において、ＨＶＢＴは高電圧バッテリを示しており、ＨＰは高電圧バッテリＨＶＢＴの陽極端子を示し、ＨＮは陰極端子を示している。また、ＰＷＣＳは電力変換装置を示しており、ＰＰは電力変換装置ＰＷＣＳの陽極用電源入力端子（以下、入力端子または第１電源入力端子とも称する）を示し、ＰＮは陰極用電源入力端子（入力端子または第２電源入力端子）を示している。高電圧バッテリＨＶＢＴおよび電力変換装置ＰＷＣＳの筐体はフレームグランドＧとして、グランドのような接地線ＧＮＤに接続されている。また、高電圧バッテリＨＶＢＴの陽極端子ＨＰと電力変換装置ＰＷＣＳの入力端子ＰＰとの間は、電圧配線ＶＬＰによって電気的に接続され、高電圧バッテリＨＶＢＴの陰極端子ＨＮと電力変換装置ＰＷＣＳの入力端子ＰＮとの間は、電圧配線ＶＬＮによって電気的に接続されている。

[0010] 電力変換装置ＰＷＣＳが変換動作を開始すると、高電圧バッテリＨＶＢＴの陽極端子ＨＰから電流が電圧配線ＶＬＰへ供給される。この陽極端子ＨＰ

を流れる電流は、ノーマルモード電流ＮＭＩとコモンモード電流ＣＭＩによって構成されていると見なすことができる。同様に、高電圧バッテリＨＶＢＴの陰極端子ＨＮを流れる電流も、ノーマルモード電流ＮＭＩとコモンモード電流ＣＭＩによって構成されていると見なすことができる。ここで、陽極端子ＨＰおよび陰極端子ＨＮから電圧配線ＶＬＰおよびＶＬＮに供給されたコモンモード電流ＣＭＩは、入力端子ＰＰおよびＰＮを介して、電力変換装置ＰＷＣＳを通り、フレームグランドＧから接地線ＧＮＤに供給され、接地線ＧＮＤを通して、高電圧バッテリＨＶＢＴのフレームグランドＧに戻る。一方、ノーマルモード電流ＮＭＩは、陽極端子ＨＰから電圧配線ＶＬＰおよび入力端子ＰＰに供給され、電力変換装置ＰＷＣＳを通して、入力端子ＰＮから電圧配線ＶＬＮおよび陽極端子ＨＮへ戻る。

[0011] 図１１（Ｂ）は、ノーマルモード電流ＮＭＩに対応したノーマルモード電圧ＮＭＶおよびコモンモード電流ＣＭＩに対応したコモンモード電圧ＣＭＶを示す図である。ノーマルモード電流ＮＭＩは、電圧配線ＶＬＰおよびＶＬＮを往復して、高電圧バッテリＨＶＢＴへ戻る電流であるため、ノーマルモード電圧ＮＭＶは、電圧配線ＶＬＰとＶＬＮとの間の電位差となる。一方、コモンモード電流ＣＭＩは、電圧配線ＶＬＰおよびＶＬＮのそれぞれから接地線ＧＮＤを通して、高電圧バッテリＨＶＢＴへ戻る電流であるため、コモンモード電圧ＣＭＶは、接地線ＧＮＤの電圧（接地電圧）を基準とした電位差となる。

[0012] なお、電圧が変化する場合、図１１（Ｃ）に示すように、コモンモード電圧ＣＭＶは、接地電圧（接地線ＧＮＤ）に対する電位差の変化として表れ、ノーマルモード電圧ＮＭＶは、電圧配線ＶＬＰ、ＶＬＮ間の電位差の変化として表れる。

[0013] ノイズが発生した場合、ノーマルモード電流ＮＭＩおよびコモンモード電流ＣＭＩのそれぞれに、ノイズを構成する高調波成分が重畳され、ノイズに従って変化することになる。ノーマルモード電圧ＮＭＶおよびコモンモード電圧ＣＭＶも、同様に高調波成分が重畳されて、変化することになる。

[0014] 本発明者らは、電力変換装置ＰＷＣＳで発生するノイズを、コモンモードとノーマルモードに分けて測定した。図１２は、本発明者らが測定したノイズ周波数特性を示す特性図である。同図において、横軸は周波数を示し、縦軸は周波数におけるノイズのピーク電流値を示している。同図において、破線ＣＭＩｎはコモンモード電流のノイズを示す特性曲線であり、実線ＮＭＩｎはノーマルモード電流のノイズを示す特性曲線である。すなわち、特性曲線ＣＭＩｎは、ノイズの高調波成分に基づいて重畳したコモンモード電流ＣＭＩにおけるノイズ分（コモンモードノイズ電流）を示し、特性曲線ＮＭＩｎは、ノイズの高調波成分に基づいて重畳したノーマルモード電流ＮＭＩにおけるノイズ分（ノーマルモードノイズ電流）を示している。なお、図１２は、図１０に示したノイズ周波数特性を、ノーマルモードノイズ電流とコモンモードノイズ電流に分けたものに相当する。

[0015] 図１２から理解されるように、ＡＭ放送周波数帯域とＳＷ周波数帯域では、コモンモードノイズ電流よりもノーマルモードノイズ電流が大きくなっている。そのため、本発明者らは、ノーマルモードノイズ電流を低減することが重要であると考えた。

[0016] 特許文献１には、小型化が可能なスタバ回路を備えた電力変換装置が記載されている。しかしながら、特許文献１には、ＡＭ放送周波数帯域およびＳＷ周波数帯域のノイズを抑制することは開示されていない。

[0017] 本発明の目的は、ＡＭ放送周波数帯域およびＳＷ周波数帯域のノイズを抑制することが可能なバスバ構造およびそのバスバ構造を有する電力変換装置を提供することにある。

[0018] 本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

[0019] 本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

[0020] 一実施の形態において、電力変換装置は、電源の陽極端子と陰極端子との

間に接続され、直流電圧に重畳するノイズ（電圧変化）を平滑化する第１容量部と、直流電圧を交流電圧に変換するスイッチング回路と、電源の陽極端子と第１容量部の第１端子との間を電気的に接続する第１バスバと、電源の陰極端子と第１容量部の第２端子との間を電気的に接続する第２バスバと、第１バスバと第２バスバとの間に電気的に接続された第２容量部とを備える。ここで、第１バスバと第２バスバは、互いに対向する部分（対向部）を有し、対向する対向部分（対向部）において流れる電流の方向が同じとなるように配置されている。

発明の効果

[0021] 本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

[0022] ＡＭ放送周波数帯域およびＳＷ周波数帯域のノイズを抑制することが可能な電力変換装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]実施の形態１に係わる電力変換装置の構成を示すブロック図である。

[図2]実施の形態１に係わる電力変換装置の構造を模式的に示す平面図である。

[図3]（Ａ）から（Ｃ）は、実施の形態１に係わるバスバの構造を示す図である。

[図4]実施の形態１に係わるバスバの構造とインダクタンスとの関係を示す図である。

[図5]実施の形態１に係わるＬＣＬフィルタの減衰量を示す特性図である。

[図6]実施の形態２に係わるバスバの構造を示す斜視図である。

[図7]（Ａ）から（Ｃ）は、実施の形態２に係わるバスバの構造を示す図である。

[図8]（Ａ）から（Ｃ）は、実施の形態３に係わるバスバの構造を示す図である。

[図9]（Ａ）および（Ｂ）は、実施の形態４に係わるバスバの構造を示す斜視

図である。

[図10]本発明者らが測定したノイズ周波数特性を示す特性図である。

[図11]（Ａ）から（Ｃ）は、本発明者らの検討を説明するための説明図である。

[図12]本発明者らが測定したノイズ周波数特性を示す特性図である。

[図13]本発明者らが考えたノイズフィルタの等価回路を示す回路図である。

[図14]ＬＣＬフィルタの減衰量を示す特性図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部分には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は、原則として省略する。また、以下では、特に制限されないが、電気自動車に搭載される電力変換装置を例にして説明する。

[0025] （実施の形態１）

＜ノイズフィルタ＞

本発明者らは、ノーマルモードノイズ電流を低減して、ＡＭ放送周波数帯域およびＳＷ周波数帯域のノイズを抑制するために、バスバにノイズフィルタを結合することを考えた。すなわち、電力変換装置の陽極用電源入力端子とスイッチング素子との間を電気的に接続するバスバと、陰極用電源入力端子とスイッチング素子との間を電気的に接続するバスバに容量部を結合することを考えた。この場合、容量部は、例えば、バスバ間に接続された容量素子と、それぞれのバスバとフレームグランドとの間に接続された容量素子によって構成する。バスバは、例えば銅板によって構成されるため、寄生のインダクタを有する。そのため、容量部とバスバのインダクタによってノイズフィルタが構成されることになる。

[0026] 図１３は、本発明者らが考えたノイズフィルタの等価回路を示す回路図である。同図には、高電圧バッテリＨＶＢＴおよびスイッチング素子も等価回路として描かれている。電源Ｖ２は高電圧バッテリＨＶＢＴの等価回路を示

し、Ｇｎはスイッチング素子（スイッチング回路）の等価回路を示し、Ｖ１は電力変換回路ＰＷＣＳによる変換によって形成された電源を示している。電源Ｖ２は、高電圧の直流電圧であり、電源Ｖ１は、スイッチング素子Ｇｎのスイッチングにより形成された交流電圧である。また、抵抗Ｒ４およびＲ５は、インピーダンス整合用の抵抗を示している。同図では、スイッチング素子Ｇｎは、ノイズの発生源として示されている。

[0027] 図１３において、ＢＳＢ１は電力変換装置ＰＷＣＳの入力端子ＰＰとスイッチング素子Ｇｎとの間を接続する第１バスバを示し、ＢＳＢ２は電力変換装置ＰＷＣＳの入力端子ＰＮとスイッチング素子Ｇｎとの間を接続する第２バスバを示している。Ｃｘｐは、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間に接続され、ノイズにより直流電圧Ｖ２に重畳する電圧変化を平滑化する平滑用容量素子（平滑用容量部）を示している。Ｃｙｐは、第１バスバＢＳＢ１とフレームグランドＧとの間に接続された容量素子Ｃｙｐ１（図示せず）と第２バスバＢＳＢ２とフレームグランドＧとの間に接続された容量素子Ｃｙｐ２（図示せず）とによって構成された容量部を示している。コモンモードノイズ電流の場合、容量素子Ｃｙｐ１とＣｙｐ２は、等価的には、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間に直列接続されることになる。そのため、等価回路図では、容量素子Ｃｙｐ１とＣｙｐ２が、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間に接続された容量部Ｃｙｐとして描かれている。

[0028] 図１３では、ノイズフィルタを構成する容量部（フィルタ用容量部）Ｃｘが、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２のそれぞれの所定の位置に接続されている。すなわち、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２において、入力端子ＰＰ、ＰＮとスイッチング素子Ｇｎとの間の位置に、容量部Ｃｘが接続されている。第１バスバＢＳＢ１は、容量部Ｃｘが接続された位置を境にして、等価的に２個のインダクタ（第１インダクタ部、第２インダクタ部）Ｌｐ１、Ｌｐ２によって構成されている。同様に、第２バスバＢＳＢ２も、容量部Ｃｘの位置を境にして、等価的に２個のインダクタ（第３イン

ダクタ部、第４インダクタ部）Ｌｎ１、Ｌｎ２によって構成されている。インダクタＬｐ１、Ｌｐ２、Ｌｎ１およびＬｎ２に付された＊印は、磁界の発生方向を示している。また、ｋ１はインダクタＬｐ１とＬｎ１との相互結合係数（以下、単に結合係数とも称する）を示し、ｋ２はインダクタＬｐ２とＬｎ２との結合係数を示している。

[0029] 容量部Ｃｘは、容量素子Ｃ１～Ｃ３と抵抗Ｒ１～Ｒ３を備えている。ここで、容量素子Ｃ１と抵抗Ｒ１は、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間で直列接続されている。同様に、容量素子Ｃ２と抵抗Ｒ２も、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間で直列接続されている。

[0030] 容量素子Ｃ３は２個の容量素子Ｃ３１（図示しない）とＣ３２（図示しない）を有し、抵抗Ｒ３も２個の抵抗Ｒ３１（図示しない）とＲ３２（図示しない）を有している。容量素子Ｃ３１と抵抗Ｒ３１は、第１バスバＢＳＢ１とフレームグランドＧとの間で直列接続され、容量素子Ｃ３２と抵抗Ｒ３２も、第２バスバＢＳＢ２とフレームグランドＧとの間で直列接続されている。上記した容量部Ｃｙｐと同様に、コモンモードノイズ電流の場合、容量素子Ｃ３１、抵抗Ｒ３１、容量素子Ｃ３２および抵抗Ｒ３２は、等価的に第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間に直列接続された構成となる。そのため、容量部Ｃｙｐと同様に、これらの容量素子Ｃ３１、Ｃ３２および抵抗Ｒ３１、Ｒ３２は、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間で直列接続された容量素子Ｃ３と抵抗Ｒ３として描かれている。なお、容量部Ｃｘに含まれる抵抗Ｒ１～Ｒ３は、ノイズのピークを抑えるダンプ抵抗として機能する。

[0031] 図１３では、インダクタＬｐ１、Ｌｎ１によって構成された第１インダクタ部Ｌａと、インダクタＬｐ２、Ｌｎ２によって構成された第２インダクタ部Ｌｂとの間に、容量部Ｃｘが挟まれたノイズフィルタが構成されていることになる。以下、２個のインダクタ部Ｌａ、Ｌｂに容量部Ｃｘが挟まれるように配置されたフィルタをＬＣＬフィルタとも称する。また、容量部Ｃｙｐと平滑用容量素子Ｃｘｐとによって容量部（便宜上、容量部Ｃｘｘとする）

が構成されていると見なすことができる。このように見なした場合、第１インダクタ部Ｌａおよび容量部Ｃｘによって第１フィルタ回路が構成され、第２インダクタ部Ｌｂおよび容量部Ｃｘｘによって第２フィルタ回路が構成されていると見なすことができる。この場合、入力端子ＰＰ、ＰＮとスイッチング素子Ｇｎとの間に、第１フィルタ回路、第２フィルタ回路が、この順番で直列的に結合されていることになる。以下、このようなフィルタをＬＣＬＣフィルタとも称する。このようなフィルタを用いることにより、ＡＭ放送周波数帯域およびＳＷ周波数帯域での、ノーマルモードノイズ電流を抑制することが可能である。

[0032] しかしながら、ノーマルモードノイズ電流を抑制するためには、容量部Ｃｘを構成する容量素子のキャパシタンスを大きくすることになる。そのため、容量素子Ｃ１～Ｃ３が大きくなったり、それぞれの容量素子を複数の容量素子によって構成することになる。その結果、電力変換装置ＰＷＣＳの小型化を阻害することになる。また電力変換装置ＰＷＣＳの製造価格の上昇にも繋がる。

[0033] 一方、電気自動車に搭載される電力変換装置は、近年、小型化の要求とコストダウンの要求が強い。そのため、この要求に応じるために、本発明者らは、図１３に示した電力変換装置の構成をさらに検討した。

[0034] 本発明者に検討によると、ＬＣＬ（ＬＣＬＣ）フィルタを用いて、ノーマルモードノイズ電流を低減する場合、低減効果は容量部Ｃｘとスイッチング素子Ｇｎ（言い換えるならば容量部Ｃｙｐまたは／および平滑用容量部Ｃｘｐ）との間に配置されているインダクタ部Ｌｂに依存していることが判明した。すなわち、インダクタ部Ｌｂのインダクタンスを大きくすることにより、ノーマルモードノイズ電流を低減するＬＣＬ（ＬＣＬＣ）フィルタの効果を高くすることが可能であることが判明した。

[0035] 図１４は、図１３に示したＬＣＬ（ＬＣＬＣ）フィルタの減衰量を示す特性図である。横軸は周波数Ｆを示し、縦軸は図１３に示した電圧Ｖ１とＶ２の比をデシベル（ｄＢＶ）で表している。一点鎖線で表した特性曲線ＧＬｂ

０は、インダクタＬｐ２およびＬｎ２のインダクタンスを０ｎＨとしたときの周波数Ｆの変化に伴う減衰量の変化を示している。また、実線で表した特性曲線ＧＬｂ１は、インダクタＬｐ２、Ｌｎ２のインダクタンスを０ｎＨよりも大きくしたときの減衰量の変化を示し、二点鎖線の特性曲線ＧＬｂ２は、特性曲線ＧＬｂ１を測定したときのインダクタンスに対して３倍のインダクタンスを有するインダクタをインダクタＬｐ２、Ｌｎ２として用いたときの減衰量の変化を示している。なお、特性曲線ＧＬｂ０～ＧＬＢ２を求めるときのインダクタ部Ｌａのインダクタンスおよび容量部Ｃｘのキャパシタンスは、同じである。

[0036] 図１４に示すように、ＬＣＬ（ＬＣＬＣ）フィルタを構成するインダクタ部Ｌｂのインダクタンスを大きくすると、減衰量を大きくすることが可能である。すなわち、ＬＣＬ（ＬＣＬＣ）フィルタを構成するインダクタのうち、容量部Ｃｘと容量部Ｃｙｐまたは／および平滑用容量部Ｃｘｐとの間に配置されているインダクタ部Ｌｂの値を大きくすることによって、効果的に減衰量を大きくすることが可能となる。なお、共振周波数ｆｐは、式（１）によって求めることができる。式（１）において、ＣＣｘは容量部Ｃｘのキャパシタンスを示し、ＨＬｂはインダクタ部Ｌｂのインダクタンスを示している。

[0037] [数1]

$$fp = 1 \ / \ 2\pi\sqrt{CCx \times HLb} \qquad \text{式（1）}$$

ＡＭ放送周波数帯域およびＳＷ周波数帯域で、大きな減衰量が得られるように、共振周波数ｆｐは、ＡＭ放送周波数帯域の最低周波数である０．５２ＭＨｚよりも小さくなるように、容量部Ｃｘおよびインダクタ部Ｌｂの値は設定されることになる。

[0038] インダクタ部Ｌｂのインダクタンス ＨＬｂは、式（２）によって求めることができる。ここで、ＨＬｐ２はインダクタＬｐ２のインダクタンスを示し、ＨＬｎ２はインダクタＬｎ２のインダクタンスを示し、ｋ２はインダクタ

Ｌｐ２、Ｌｎ２の結合係数である。

[0039] [数2]

$$HLb = HLp2 + HLn2 \pm 2 \times k2\sqrt{HLp2 \times HLn2} \qquad \text{式（２）}$$

この式（２）から理解されるように、インダクタ部ＬｂのインダクタンスＨＬｂは、２個のインダクタＬｐ２、Ｌｎ２のインダクタンスＨＬｐ２、ＨＬｎ２の和に対して、インダクタンスＨＬｐ２、ＨＬｎ２の積に結合係数を乗算して得た相互インダクタンス値を加算または減算した値となる。この加算か減算かは、インダクタＬｐ２とＬｎ２が発生する磁界の向きが同じか反対かによって定まる。

[0040] 後で詳しく説明するが、実施の形態１においては、インダクタＬｐ２、Ｌｎ２のそれぞれが、複数の部分インダクタによって構成されていると見なされる。この複数の部分インダクタの一部において、互いに同じ方向の磁界を発生するように、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２が配置される。これにより、インダクタ部ＬｂにおけるインダクタンスＨＬｂが大きくなる。

[0041] ＜電力変換装置＞

図１は、実施の形態１に係わる電力変換装置の構成を示すブロック図である。同図において、１は電力変換装置ＰＷＣＳの筐体を示している。この筐体１に、種々の回路ブロックおよび素子が格納されて、電力変換装置ＰＷＣＳが構成されている。図１では、筐体１に格納された回路ブロックおよび素子のうち、説明に必要なもののみが描かれている。また、同図には、電力変換装置ＰＷＣＳへ直流電圧を給電する高電圧バッテリＨＶＢＴと電力変換装置ＰＷＣＳによって形成された交流電圧によって駆動される電気モータ４とが示されている。

[0042] 高電圧バッテリＨＶＢＴはバッテリＢＴを備えており、バッテリＢＴの陽極電極は高電圧バッテリＨＶＢＴの陽極端子ＨＰに接続され、バッテリＢＴの陰極電極は高電圧バッテリＨＶＢＴの陰極端子ＨＮに接続されている。特

に制限されないが、高電圧バッテリＨＶＢＴの筐体がフレームグランドＧとされ、接地線ＧＮＤに接続されている。高電圧バッテリＨＶＢＴの陽極端子ＨＰおよび陰極端子ＨＮは、ケーブル２によって、電力変換装置ＰＷＣＳの入力端子（陽極用電源入力端子）ＰＰおよび入力端子（陰極用電源入力端子）ＰＮに電気的に接続されている。

[0043] 電気モータ４は、特に制限されないが、３相電気モータによって構成されている。この電気モータ４は、回転子（図示しない）と固定子（図示しない）を備え、固定子に３個のコイル５－Ｕ、５－Ｖおよび５－Ｗが配置されている。電力変換装置ＰＷＣＳは３相の交流電圧を形成し、ケーブル３を介して、３個のコイル５－Ｕ、５－Ｖおよび５－Ｗに供給する。これにより、コイル５－Ｕ、５－Ｖおよび５－Ｗが、３相の交流電圧に応じた磁界を発生し、回転子が回転することになる。なお、特に制限されないが、電気モータ４もその筐体がフレームグランドＧとされ、接地線ＧＮＤに接続されている。

[0044] 次に、電力変換装置ＰＷＣＳの構成を説明する。電力変換装置ＰＷＣＳは、スイッチング回路ＳＷＣ、スイッチング回路ＳＷＣと入力端子ＰＰ、ＰＮとの間を電気的に接続する第１バスバＢＳＢ１、第２バスバＢＳＢ２、容量素子Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３１、Ｃ３２、Ｃｘｐ、Ｃｙｐ１、Ｃｙｐ２および抵抗Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３１、Ｒ３２を備えている。

[0045] スイッチング回路ＳＷＣは、互いに同じ構成を有する３個の単位スイッチング回路ＵＳＷ１～ＵＳＷ３を備えている。単位スイッチング回路ＵＳＷ１を例にして説明すると、単位スイッチング回路ＵＳＷ１は、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（以下、単にトランジスタと称する）ＴＲ１、ＴＲ２およびダイオードＤ１、Ｄ２を備えている。トランジスタＴＲ１、ＴＲ２のそれぞれのコレクタとエミッタ間にダイオードＤ１、Ｄ２が接続されている。また、トランジスタＴＲ１のエミッタはトランジスタＴＲ２のコレクタに接続されている。このエミッタとコレクタとの間の接続ノードが、出力ノードとされ、ケーブル３を介して、電気モータ４のコイルに接続されている。トランジスタＴＲ１のコレクタは、第１バスバＢＳＢ１によって、入力端子

ＰＰに電気的に接続され、トランジスタＴＲ２のエミッタは、第２バスバＢＳＢ２によって、入力端子ＰＮに電気的に接続されている。

[0046] 図示しないスイッチング制御回路からのスイッチ制御信号が、トランジスタＴＲ１およびＴＲ２のゲートに供給され、スイッチ制御信号によってトランジスタＴＲ１とＴＲ２は、相補的にオン状態／オフ状態となるようにスイッチング制御される。トランジスタＴＲ１とＴＲ２とが相補的にオン状態／オフ状態となることによって、出力ノードには、周期的に陽極電圧と陰極電圧が出力されることになる。すなわち、出力ノードから交流電圧が出力されることになる。残りの単位スイッチング回路ＵＳＷ２およびＵＳＷ３についても同様であるので、説明は省略する。このようにトランジスタが、周期的にオン状態／オフ状態となるため、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２における電圧／電流が変化し、ノイズが発生することになる。

[0047] 第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２のそれぞれは、特に制限されないが、銅によって構成された銅板であり、その両端が一対の端子を構成している。第１バスバＢＳＢ１の一方の端子は、電力変換装置ＰＷＣＳの入力端子ＰＰに接続され、他方の端子ＰＰＯは、平滑用容量として機能する平滑用容量素子（第１容量部）Ｃｘｐの第１端子ＴＣｘ１と、容量素子Ｃｙｐ１の第１端子ＴＣｙ１１と、容量素子Ｃｙｐ２の第１端子ＴＣｙ２１に接続されている。また、他方の端子ＰＰＯは、単位スイッチング回路ＵＳＷ１～ＵＳＷ３内のトランジスタＴＲ１のコレクタに接続されている。

[0048] 第２バスバＢＳＢ２も、第１バスバＢＳＢ１と同様に、一方の端子は、電力変換装置ＰＷＣＳの入力端子ＰＮに接続され、他方の端子ＰＮＯは、平滑用容量素子Ｃｘｐの第２端子ＴＣｘ２と、容量素子Ｃｙｐ１の第２端子ＴＣｙ１２と、容量素子Ｃｙｐ２の第２端子ＴＣｙ２２に接続されている。また、他方の端子ＰＰＯは、単位スイッチング回路ＵＳＷ１～ＵＳＷ３内のトランジスタＴＲ２のエミッタに接続されている。

[0049] 図１では、図面を見易くするために、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の他方の端子ＰＰＯおよびＰＮＯが、容量素子Ｃｘｐ、Ｃｙｐ１

、Ｃｙｐ２およびトランジスタのコレクタ、エミッタと分離して描かれているが、これに限定されるものではない。例えば、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２は、トランジスタＴＲ１のコレクタおよびトランジスタＴＲ２のエミッタまで延在し、トランジスタＴＲ１のコレクタ部分に他方の端子ＰＰＯが存在し、トランジスタＴＲ２のエミッタ部分に他方の端子ＰＰＮが存在してもよい。この場合、容量素子Ｃｘｐ、Ｃｙｐ１およびＣｙｐ２の端子は、延在している部分に接続される。また、電力変換装置ＰＷＣＳの入力端子ＰＰおよびＰＮは、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の一方の端子に接続されているため、この入力端子ＰＰおよびＰＮが、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバの一方の端子を示していると見なすことができる。

[0050] 容量素子Ｃｙｐ１およびＣｙｐ２の第２端子ＴＣｙ１２およびＴＣｙ２２は、筐体１に接続され、接地線ＧＮＤに接続されている。図１に示した平滑用容量素子Ｃｘｐは、図１３で説明した平滑用容量素子Ｃｘｐに相当する。また、容量素子Ｃｙｐ１およびＣｙｐ２は、図１３で示した容量部Ｃｙｐに相当し、コモンモードノイズ電流に対しては、容量素子Ｃｙｐ１とＣｙｐ２は、等価的には第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間で直列的に接続されることになる。

[0051] 第１バスバＢＳＢ１において、一対の端子ＰＰ、ＰＰＯの間の位置の部分（第１部分）ＰＴ１に、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２およびＣ３１のそれぞれの第１端子ＴＣ１１、ＴＣ２１およびＴＣ３１１が電気的に接続されている。また、第２バスバＢＳＢ２においては、一対の端子ＰＮ、ＰＮＯの間の位置の部分（第２部分）ＰＴ２に、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２の第２端子ＴＣ１２、ＴＣ２２に接続された抵抗Ｒ１、Ｒ２の端子ＴＲＣ１、ＴＲＣ２が接続されている。すなわち、抵抗Ｒ１およびＲ２を介してフィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２の第２端子ＴＣ１２、ＴＣ２２が、部分ＰＴ２で第２バスバＢＳＢ２に電気的に接続されている。同様に、第２バスバＢＳＢ２の部分ＰＴ２において、フィルタ用容量素子Ｃ３２の第１端子ＴＣ３２１が電気

的に接続されている。

[0052] また、フィルタ用容量素子Ｃ３１およびＣ３２の第２端子ＴＣ３１２およびＴＣ３２２は、抵抗Ｒ３１およびＲ３２を介して、筐体１に接続され、接地線ＧＮＤに接続されている。図１において、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２は、図１３で説明した容量素子Ｃ１およびＣ２に相当し、抵抗Ｒ１、Ｒ２も、図１３で説明した抵抗Ｒ１、Ｒ２に相当する。さらに、フィルタ用容量素子Ｃ３１およびＣ３２は、図１３で説明した容量素子Ｃ３に相当し、抵抗Ｒ３１およびＲ３２は、図１３で説明した抵抗Ｒ３に相当する。すなわち、コモンモードノイズ電流に対して、フィルタ用容量素子Ｃ３１およびＣ３２の第２端子ＴＣ３１２およびＴＣ３２２は、抵抗Ｒ３１およびＲ３２を介して等価的に接続されることになる。これにより、等価的には、フィルタ用容量素子Ｃ３１、Ｃ３２と抵抗Ｒ３１、Ｒ３２が、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間に直列接続されることになる。

[0053] そのため、第１バスバＢＳＢ１の第１部分ＰＴ１に容量部Ｃｘの第１端子が接続され、第２バスバＢＳＢ２の第２部分ＰＴ２に容量部Ｃｘの第２端子が接続されていると見なすことができる。

[0054] 図１において、Ｌｐ１は、一方の端子ＰＰとフィルタ用容量素子が接続された部分ＰＴ１との間に存在する第１バスバＢＳＢ１の寄生のインダクタを示している。また、Ｌｎ１は、一方の端子ＰＮとフィルタ用容量素子が接続された部分ＰＴ２との間に存在する第２バスバＢＳＢ２の寄生のインダクタを示している。同様に、Ｌｐ２は、他方の端子ＰＰＯとフィルタ用容量素子が接続された部分ＰＴ１との間に存在する第１バスバＢＳＢ１の寄生のインダクタを示している。また、Ｌｎ２は、他方の端子ＰＮＯとフィルタ用容量素子が接続された部分ＰＴ２との間に存在する第２バスバＢＳＢ２の寄生のインダクタを示している。

[0055] 寄生のインダクタＬｐ１、Ｌｐ２、およびＬｎ１、Ｌｎ２が、図１３で説明したインダクタに相当する。これにより、部分ＰＴ１、ＰＴ２で、容量部（第２容量部）Ｃｘが構成され、容量部Ｃｘを挟むようにインダクタ部Ｌａ

およびＬｂが配置されていることになる。

[0056] ＜電力変換装置の構造＞

図２は、実施の形態１に係わる電力変換装置の構造を模式的に示す平面図である。同図には、電力変換装置ＰＷＣＳの筐体１に格納されている回路ブロックおよび部品のうち、第１バスバＢＳＢ１、第２バスバＢＳＢ２、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２、容量素子Ｃｙｐ１、Ｃｙｐ２、平滑用容量素子Ｃｘｐおよびスイッチング回路ＳＷＣのみが描かれており、他の部分は省略されている。模式的ではあるが、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の形状、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２、容量素子Ｃｙｐ１、Ｃｙｐ２および平滑用容量素子Ｃｘｐの配置および形状は、実際に合わせて描かれている。

[0057] 電力変換装置ＰＷＣＳを上面視で見たとき、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２のそれぞれは、所定の幅を有する銅材料の平板によって構成されている。この第１の実施の形態において、第１バスバＢＳＢ１の主面は、入力端子ＰＰと平滑容量素子Ｃｘｐとの間で延在し、途中でＵ字状の屈曲部を有する構造をしている。同様に、第２バスバＢＳＢ２の主面も、入力端子ＰＮと平滑容量素子Ｃｘｐとの間で延在し、途中でＵ字状の屈曲部を有する構造をしている。第１バスバＢＳＢ１のＵ字状の屈曲部と第２バスバＢＳＢ２のＵ字状の屈曲部とを上面視で見たとき、一部が重なっており、重なった部分には絶縁材料が介在している。絶縁材料は、例えば第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間の隙間である。

[0058] 第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の屈曲部と入力端子ＰＰおよびＰＮとの間の位置の部分ＰＴ１、ＰＴ２（図１）において、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２は、ノイズフィルタを構成する容量部Ｃｘ（図１）に接続されている。図２には、容量部Ｃｘを構成するフィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２のみが１個の容量ブロックとして描かれており、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２の一方の端子ＴＣ１１、ＴＣ２１が○印で示され、第１バスバＢＳＢ１に接続されている。また、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ

２の他方の端子ＴＣ１２、ＴＣ２２は○印で示され、図示しない抵抗Ｒ１、Ｒ２（図１）を介して第２バスバＢＳＢ２に接続されている。

[0059] 第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２とフィルタ用容量素子および抵抗との接続は、特に制限されないが、金属性のねじによって固定することによって行われる。例えば、○印で示した端子ＴＣ１１、ＴＣ２１の部分が、ねじによって第１バスバＢＳＢ１に固定される。これにより、第１バスバＢＳＢ１と容量素子Ｃ１、Ｃ２の一方の端子ＴＣ１１、ＴＣ２１とは電気的に接続されることになる。○印で示した他方の端子ＴＣ１２、ＴＣ２２は、抵抗Ｒ１、Ｒ２の端子ＴＲＣ１、ＴＲＣ２（図１）が、ねじで第２バスバＢＳＢ２に固定されることにより、電気的に第２バスバＢＳＢ２に接続されている。

[0060] 図２には示していないフィルタ用容量素子Ｃ３１、Ｃ３２の端子ＴＣ３１１、ＴＣ３２１も、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２と同じ位置の部分ＰＴ１、ＰＴ２において、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２に、ねじで固定され、電気的に接続されている。また、図示しない抵抗Ｒ３１、Ｒ３２は、筐体１とフィルタ用容量素子Ｃ３１、Ｃ３２の端子ＴＣ３１２、ＴＣ３２２との間で電気的に接続されている。

[0061] 第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の屈曲部と平滑用容量素子Ｃｘｐとの間の位置の部分に、○印で示した容量素子Ｃｙｐ１、Ｃｙｐ２の一方の端子ＴＣｙ１１、ＴＣｙ２１が、ねじで固定され、電気的に接続されている。この容量素子Ｃｙｐ１、Ｃｙｐ２の他方の端子ＴＣｙ１２、ＴＣｙ２２は筐体１に接続されている。

[0062] 平滑用容量素子Ｃｘｐは、上面視で見たとき、他の容量素子よりも、そのサイズが大きくなっている。第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２は、特に制限されないが、平滑用容量素子Ｃｘｐの一対の電極と重なるように延在している。平滑用容量素子Ｃｘｐの一対の電極は、○印で示す複数の端子ＴＣｘ１およびＴＣｘ２を備えており、重なって配置されている第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２とねじで固定され、電気的に接続さ

れている。また、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２は、スイッチング回路ＳＷＣに電気的に接続されている。なお、入力端子ＰＰおよびＰＮは、図１で説明したケーブル２と、ねじで固定され、電気的に接続されている。

[0063] 図３は、実施の形態１に係わるバスバの構造（バスバ構造）を示す図である。図３（Ａ）は、上記した第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の構造を詳しく示す上面図である。図３（Ｂ）は図３（Ａ）の断面Ａ－Ａ’を示す断面図であり、図３（Ｃ）は図３（Ａ）の断面Ｂ－Ｂ’を示す断面図である。図３（Ａ）、（Ｂ）および（Ｃ）間には、相互の関係を示す破線が付されている。なお、図３（Ａ）においては、図面を見易くするために、図２に比べて、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の長さが短く描かれているが、図３に示す第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２は、図２と同じである。また、図３（Ａ）では、図１に示した容量素子Ｃｙｐ１、Ｃｙｐ２およびスイッチング回路ＳＷＣは、省略されている。

[0064] 図３（Ａ）において、ＢＷ１は第１バスバＢＳＢ１の幅を示し、ＢＷ２は第２バスバＢＳＢ２の幅を示している。図２で述べたように、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２は、Ｕ字状の屈曲部を有している。図３（Ａ）では、図面の上側から下側に延在する途中で、バスバＢＳＢ１は、左側に屈曲し、再び右側に屈曲することにより、Ｕ字状の屈曲部ＢＵ１が形成されている。これに対して、第２バスバＢＳＢ２は、上面視で見たとき、第１バスバＢＳＢ１と平行して、図面の上側から下側に延在する途中で、右側に屈曲し、再び左側に屈曲することにより、Ｕ字状の屈曲部ＢＵ２が形成されている。Ｕ字状の屈曲部ＢＵ１、ＢＵ２のそれぞれは、上面視で見たとき、Ｕ字の辺に相当する辺部分と、Ｕ字の底辺に相当し辺部分間を接続する底部分と、辺部分間を接続していない開口部とを備えていると見なすことができる。このように見なした場合、第１バスバＢＳＢ１に形成されている屈曲部ＢＵ１は、同図において、右側に開口部を備え、左側に底部分を備えたＵ字型の形状を有し、第２バスバＢＳＢ２に形成されている屈曲部ＢＵ２は、左

側に開口部を備え、右側に底部分を備えたＵ字型の形状を有していることになる。

[0065] 言い換えるならば、第１バスバＢＳＢ１に形成されているＵ字状の屈曲部ＢＵ１と第２バスバＢＳＢ２に形成されているＵ字状の屈曲部ＢＵ２は、上面視で見たとき、辺部分が重なり、互いに逆向きとなっている。すなわち、この実施の形態１においては、屈曲部ＢＵ１と屈曲部ＢＵ２とは、互いの開口部を除いて、平面視で見たとき、重なるように配置されている。

[0066] Ａ－Ａ’断面を示す図３（Ｂ）に示すように、重なっている屈曲部ＢＵ１、ＢＵ２においては、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２との間に、絶縁材料によって形成された絶縁層ＩＳＯ２が介在している。筐体１は、金属材料によって形成されている。第２バスバＢＳＢ２と筐体１との間には、絶縁層ＩＳＯ１が介在し、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ１との間には、絶縁層ＩＳＯ２が介在している。これにより、直流的には第１バスバＢＳＢ１、第２バスバＢＳＢ２および筐体１間は分離されている。なお、図３（Ｂ）において、ＢＤ１およびＢＤ２は、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の厚みを示している。

[0067] この実施の形態１では、Ｕ字状の屈曲部ＢＵ１、ＢＵ２が互いに逆向きとなるように配置されているため、一方の屈曲部（例えば屈曲部ＢＵ１）の開口部が、他方の屈曲部（ＢＵ２）の底部分と重なり、それぞれの辺部分が重なることになる。これにより、図３（Ｃ）に示すように、Ｕ字状の屈曲部ＢＵ１、ＢＵ２のそれぞれの辺部分が重なっていることになる。なお、屈曲部ＢＵ１、ＢＵ２において、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２間には、絶縁膜ＩＳＯ２が介在しているが、図３（Ｃ）では省略されている。また、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２および平滑用容量素子Ｃｘｐは、直流的には筐体１から分離されているため、筐体１とこれらの容量素子との間には、絶縁層ＩＳＯ１が介在している。

[0068] 絶縁層ＩＳＯ１、ＩＳＯ２を形成する絶縁材料は、特に限定されない。例えばバスバＢＳＢ１、ＢＳＢ２および筐体１間が、物理的に分離されるよう

にするだけでもよい。

[0069] この実施の形態１においては、図２および図３に示すように、上面視で見たとき屈曲部ＢＵ１とＢＵ２の辺部分において、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２の主面が、重なり、対向しており、他の部分は重ならないように配置されている。また、入力端子ＰＰにケーブル２を介して陽極端子ＨＰが接続され、入力端子ＰＮにケーブル２を介して陰極端子ＨＮが接続されることになる。そのため、ノーマルモード電流（およびノーマルモードノイズ電流）は、入力端子ＰＰから、第１バスバＢＳＢ１、スイッチング回路ＳＷＣ、第２バスバＢＳＢ２の順に、入力端子ＰＮへ向かう方向で流れることになる。

[0070] すなわち、第１バスバＢＳＢ１においては、入力端子ＰＰから平滑用容量素子Ｃｘｐの端子ＴＣｘ１へ向かう方向に、ノーマルモード電流が流れることになる。これに対して、第２バスバＢＳＢ２においては、平滑用容量素子Ｃｘｐの端子ＴＣｘ２から入力端子ＰＮへ向かう方向に、ノーマルモード電流が流れることになる。そのため、第１バスバＢＳＢ１の屈曲部ＢＵ１において、ノーマルモード電流は実線矢印の方向に流れることになり、第２バスバＢＳＢ２の屈曲部ＢＵ２においては、一点鎖線矢印の方向に流れることになる。これにより、Ｕ字状の屈曲部ＢＵ１、ＢＵ２のそれぞれの辺部分においては、同じ方向にノーマルモード電流が流れることになる。

[0071] これに対して、第１バスバＢＳＢ１において、例えばフィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２の端子ＴＣ１１、ＴＣ２１が接続された部分と入力端子ＰＰとの間では、入力端子ＰＰから端子ＴＣ１１、ＴＣ２１が接続された部分に向かって、ノーマルモード電流が流れる。このとき、第２バスバＢＳＢ２においては、端子ＴＣ１２、ＴＣ２２が接続された部分から入力端子ＰＮに向かって、ノーマルモード電流が流れることになる。すなわち、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２の端子ＴＣ１１、ＴＣ２１と入力端子ＰＰとの間を流れるノーマル電流の方向は、フィルタ用容量素子Ｃ１、Ｃ２の端子ＴＣ１２、ＴＣ２２と入力端子ＰＮとの間を流れるノーマル電流の方向に対して逆方向となる

。

[0072] 図４は、実施の形態１に係わるバスバの構造とインダクタンスとの関係を示す図である。図４には、本発明者らが測定したインダクタンスの値が記載されている。図４には、図２および図３において、端子ＴＣ１１、ＴＣ２１が接続された部分と端子ＴＣｘ１が接続された部分との間の第１バスバＢＳＢ１の構造と、端子ＴＣ１２、ＴＣ２２が接続された部分と端子ＴＣｘ２が接続された部分との間の第２バスバＢＳＢ２の構造を変えたときのインダクタンスの値が示されている。すなわち、図１に示したインダクタ部Ｌｂのインダクタンスの値が示されている。図４では、インダクタ部Ｌｂに相当するバスバ部分であることを示すために、第１バスバには符合ＢＳＢ１（Ｌｂ）が付され、第２バスバには符合ＢＳＢ２（Ｌｂ）が付されている。

[0073] 図４において、番号＃が１の「バスバ構造」では、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）と第２のバスバＢＳＢ２（Ｌｂ）とが、平面視で見たとき、主面が対向するように重なって配置されている。この場合、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）および第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）の幅ＢＷ１、ＢＷ２は３０ｍｍとされ、長さ（図１のインダクタ部Ｌｂの部分）は、７０ｍｍとされている。第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）と第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）との間は、３ｍｍ離間している。また、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）および第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）のそれぞれは、銅材料によって構成され、厚さＢＤ１、ＢＤ２は１．２ｍｍとなっている。この場合、インダクタ部Ｌｂを構成する寄生のインダクタＬｐ２、Ｌｎ２間の「結合係数ｋ２」は、０．８１４である。また、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）においては、実線矢印の方向にノーマルモード電流が流れ、第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）においては、一点鎖線矢印の方向にノーマルモード電流が流れることになる。

[0074] 番号＃が２の「バスバ構造」では、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）と第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）は、平行して延在するように配置されている。番号＃１の「バスバ構造」と同じ体積が占有されるように、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）と第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）との間には、３ｍｍの段差が設けられ

、幅３０ｍｍで長さが７０ｍｍの範囲に、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）と第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）が配置されている。第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）と第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）は、その幅ＢＷ１、ＢＷ２が、１０ｍｍであることを除いて、材料および厚さは、番号＃１の「バスバ構造」と同じである。この場合、寄生のインダクタＬｐ２、Ｌｎ２間の「結合係数ｋ２」は、０．４１８である。また、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）においては、実線矢印の方向にノーマルモード電流が流れ、第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）においては、一点鎖線矢印の方向にノーマルモード電流が流れることになる。

[0075] 番号＃が、１および２の「バスバ構造」では、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）を流れるノーマルモード電流と第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）を流れるノーマルモード電流の方向が、逆方向になる。そのため、「等価回路」では、インダクタＬｐ２とＬｎ２が発生する磁界の向きも逆方向となり、上記した式（２）において、相互インダクタンスは負の値となり、インダクタ部Ｌｂのインダクタンスは、小さくなる。そのため、番号＃１の「バスバ構造」では、インダクタ部Ｌｂのインダクタンスは、１０．４ｎＨとなり、番号＃２の「バスバ構造」では、インダクタンスは、４６．８ｎＨとなっている。

[0076] これに対して、番号＃が３の「バスバ構造」は、図２および図３で示したように、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）および第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）は、Ｕ字状の屈曲部を有している。この番号＃３の「バスバ構造」においても、番号＃１および＃２と同じ体積に、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）および第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）が収容されるように、幅が３０ｍｍで長さが７０ｍｍの範囲に第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）と第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）が配置されている。また第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）と第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）との間は、３ｍｍ離間している。第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）および第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）の幅ＢＷ１、ＢＷ２および厚さＢＤ１、ＢＤ２は、番号＃２の「バスバ構造」と同じである。また、材料も同じ銅材料である。

[0077] この場合、少なくとも、屈曲部のＵ字の辺部分において、ノーマルモード電流の流れる方向が、同じ方向になる。一方、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）および第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）において屈曲部以外の部分では、ノーマルモード電流の流れる方向が逆方向になる。「等価回路」では、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）が有する寄生のインダクタＬｐ２は、複数の部分寄生のインダクタ（以下、部分インダクタとも称する）Ｌｐ２－１～Ｌｐ２－３によって構成されていると見なすことができる。同様に、第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）が有する寄生のインダクタＬｎ２も、複数の部分インダクタＬｎ２－１～Ｌｎ２－３によって構成されていると見なすことができる。

[0078] 図４の「等価回路」では、同じ方向のノーマルモード電流が流れている部分は、破線で囲んで示している。破線で囲まれた部分内の部分インダクタＬｐ２－２、Ｌｎ２－２は、同じ方向にノーマルモード電流が流れるため、同じ方向の磁界を発生する。そのため、この部分での相互インダクタンスは正の値となる。一方、部分インダクタＬｐ２－１、Ｌｐ２－３およびＬｎ２－１、Ｌｎ２－３では、逆方向にノーマルモード電流が流れるため、逆方向の磁界が発生し、相互インダクタンスは負の値となる。これらの相互インダクタンスの和が、インダクタＬｐ２、Ｌｎ２の全体の相互インダクタンスとなる。そのため、実施の形態１に係わるバスバ構造によれば、インダクタ部Ｌ２のインダクタンスＨＬｂを大きくすることが可能となる。これは、部分インダクタＬｐ２－１、Ｌｎ２－１間の結合係数ｋ２－１と、部分インダクタＬｐ２－２、Ｌｎ２－２間の結合係数ｋ２－２と、部分インダクタＬｐ２－３、Ｌｎ２－３間の結合係数ｋ２－３の和である全体結合係数が小さくなったことに相当する。これにより、番号＃３で示す実施の形態１に係わるバスバ構造では、インダクタ部Ｌｂのインダクタンスは、５２．２ｎＨと大きくすることができる。

[0079] また、図４に示した番号＃１～＃３のそれぞれの「バスバ構造」は、同じ体積を占有するように、第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）および第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）が配置されている。すなわち、サイズの増大を抑制しながら、

インダクタ部Ｌ２のインダクタンスＨＬｂを大きくすることが可能となる。なお、図４で説明した結合係数ｋ２およびインダクタンスＨＬｂの値は、ノーマルモード電流の周波数が１０Ｍｈｚの場合を示している。

[0080] 図５は、実施の形態１に係わるＬＣＬ（ＬＣＬＣ）フィルタの減衰量を示す特性図である。図５は、図１４と同様に、その横軸は周波数Ｆを示し、その縦軸は図１３に示した電圧Ｖ１とＶ２の比をデシベル（ｄＢＶ）で表している。

[0081] 図１４では、図１３に示したインダクタ部Ｌｂが、図４において番号＃２の「バスバ構造」を有している場合の特性を示していた。図５においても、特性曲線ＧＬｂ１は、インダクタ部Ｌｂが、図４において番号＃２の「バスバ構造」を有している場合の特性を示している。

[0082] 図５に示す特性曲線ＧＬｐは、図２および図３に示したように、互いに主面が対向する対向部（Ｕ字の辺部分）を有する第１バスバＢＳＢ１（Ｌｂ）および第２バスバＢＳＢ２（Ｌｂ）を備えたＬＣＬ（ＬＣＬＣ）フィルタの特性曲線を示している。すなわち、図１３において、インダクタ部Ｌｂが、図４の番号＃３に示した「等価回路」の構成を有する場合の減衰量の周波数に対する変化が、特性曲線ＧＬｐとして示されている。ここで、特性曲線ＧＬｂ１およびＧＬｐを測定する際の第１バスバおよび第２バスバによって占有される体積は同じになっている。

[0083] 上記したように、インダクタ部Ｌｂを形成する部分において、互いに主面が対向する対向部で、同じ方向にノーマルモード電流が流れるように、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２を配置することにより、インダクタ部Ｌｂでのインダクタンスを大きくすることが可能となるため、サイズが大きくなるのを抑制しながら、ＡＭ放送周波数帯およびＳＷ周波数帯域での減衰量を大きくすることが可能となる。その結果、電力変換装置ＰＷＣＳからＡＭ放送周波数帯およびＳＷ周波数帯域のノイズが漏れるのを抑制することが可能となる。

[0084] （実施の形態２）

図６は、実施の形態２に係わる第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の構造を示す斜視図である。この実施の形態２において、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２は、３次元的に配置され、２箇所において、互いに主面が対向する対向部が形成されている。同図において、ＢＯＶ１は第１の対向部を示し、ＢＯＶ２は第２の対向部を示している。

[0085] 第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２は、図面の奥側（便宜上、第１層と称する）を延在している第１層部分と、図面の手前側（便宜上、第２層と称する）を延在している第２層部分とを備えている。第１の対向部ＢＯＶ１において、第１層部分と第２層部分を接続する層間接続部が形成されている。この実施の形態においては、第１バスバＢＳＢ１の層間接続部と第２バスバＢＳＢ２の層間接続部が、互いに対向するように配置されている。また、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の第２層部分において、所定の位置に、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２とが、上面視で見たときに、重なり、対向するように配置された対向部ＢＯＶ２が形成されている。

[0086] これにより、第１バスバＢＳＢ１を流れる実線矢印のノーマルモード電流と、第２バスバＢＳＢ２を流れる一点鎖線矢印のノーマルモード電流は、第１の対向部ＢＯＶ１と第２の対向部ＢＯＶ２において、同じ方向に流れるようになる。勿論、第１層部分および第２層部分で、実質的に平行して延在している第１バスバＢＳＢ１の部分と第２バスバＢＳＢ２の部分においては、ノーマルモード電流の流れる方向は、逆になっている。

[0087] 図７は、実施の形態２に係わるバスバの構造を示す図である。図７（Ａ）は、図６に示した第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の構造を詳しく示す上面図である。図７（Ｂ）は図７（Ａ）の断面Ａ－Ａ’を示す断面図であり、図７（Ｃ）は図７（Ａ）の断面Ｂ－Ｂ’を示す断面図である。図７（Ａ）、（Ｂ）および（Ｃ）間には、相互の関係を示す破線が付されている。なお、図７（Ａ）は、図３と同様に図面を見易くするために、図６に比べて、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の長さが短く描かれて

いるが、図７に示す第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２は、図６と同じである。図７は図４と類似しているため、主に相違点のみを説明する。

[0088] 図７（Ａ）に示すように、対向部ＢＯＶ１において、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２は、上面側から見た場合には重なっていない。しかしながら、図７（Ｃ）に示すように、対向部ＢＯＶ１において、第１バスバＢＳＢ１の主面の一部と、第２バスバＢＳＢ２の主面の一部が、対向するように配置されている。対向している主面の一部を同じ方向のノーマルモード電流が流れることにより、この部分でのインピーダンスを大きくすることが可能となる。

[0089] また、図７（Ｂ）に示すように、対向部ＢＯＶ２において、第１バスバＢＳＢ１は、第２バスバＢＳＢ２と重なり、第２バスバＢＳＢ１の主面と第２バスバＢＳＢ２の主面とが対向している。この対向している対向部を、同じ方向のノーマルモード電流が流れることにより、この部分でのインピーダンスを大きくすることが可能となる。

[0090] この実施の形態２のように、層間接続部を、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の屈曲部としてもよい。３次元的に第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２を配置することによって、上面視で見たときにバスバＢＳＢ１、ＢＳＢ２によって占有される面積を低減することが可能となる。

[0091] （実施の形態３）

実施の形態１および２においては、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２が、複数の対向部を備えている例を示したが、これに限定されるものではない。実施の形態３においては、１個の対向部を備えたバスバ構造が提供される。

[0092] 図８は、実施の形態３に係わるバスバの構造を示す図である。図８（Ａ）は、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の構造を示す上面図である。図８（Ｂ）は図８（Ａ）の断面Ａ－Ａ’を示す断面図であり、図８（Ｃ

）は図８（Ａ）の断面Ｂ－Ｂ’を示す断面図である。図８（Ａ）、（Ｂ）および（Ｃ）間には、相互の関係を示す破線が付されている。図８も、図４に類似しているため、主に相違点のみを説明する。

[0093] 実施の形態３においては、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２のそれぞれが、上面視で見たとき、Ｌ字状の屈曲部ＢＬ１、ＢＬ２を備えている。すなわち、第１バスバＢＳＢ１は、図８（Ａ）に示すように、上側から下側へ延在し、途中で左側に屈曲して、Ｌ字状に屈曲部ＢＬ１が形成されている。その後、再び下側に延在して、平滑用容量素子Ｃｘｐに接続されている。また、第２バスバＢＳＢ２は、第１バスバＢＳＢ１と平行して、上側から下側に延在し、途中で右側に屈曲して、Ｌ字状の屈曲部ＢＬ２が形成されている。その後、再び下側に延在して、平滑用容量素子Ｃｘｐに接続されている。

[0094] 図８（Ｃ）に示すように、Ｌ字状に屈曲した屈曲部ＢＬ１、ＢＬ２において、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２の主面が互いに対向するように、重なっている。ノーマルモード電流は、第１バスバＢＳＢ１を実線矢印で示す方向で流れ、第２バスバＢＳＢ２を一点鎖線矢印で示す方向に流れる。屈曲部ＢＬ１、ＢＬ２においては、第１バスバＢＳＢ１の部分と第２バスバＢＳＢ２の部分の主面が対向しているため、同じ方向にノーマルモード電流が流れることによって、この対向部におけるインダクタンスを大きくすることが可能となり、実施の形態１と同様に、電力変換装置ＰＷＣＳからＡＭ放送周波数帯およびＳＷ周波数帯域のノイズが漏れるのを抑制することが可能となる。

[0095] この実施の形態３によれば、屈曲部が少ないため、さらに小型化を図ることが可能である。また、この実施の形態３においては、第１バスバＢＳＢ１が第２バスバＢＳＢ２に対して、筐体１側に形成されているが、実施の形態１および２と同様に、第２バスバＢＳＢ２が、筐体１側に近接して形成されるようにしてもよい。

[0096] （実施の形態４）

実施の形態１では、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２が、同じＵ字状の屈曲部を有する例を説明した。しかしながら、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２とが同じ形状の屈曲部を備えていなくてもよい。

[0097] 図９は、実施の形態４に係わるバスバの構造を示す斜視図である。図９（Ａ）は、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２とが異なる形状の屈曲部を備えているバスバ構造を示す斜視図である。実施の形態１では、図２に示したように、入力端子ＰＰ、ＰＮが、筐体１の上側に配置されていた。これに対して、実施の形態４では、入力端子ＰＰ、ＰＮは、図２に示した筐体１の左側に配置されている。

[0098] 図９（Ａ）に示すように、第１バスバＢＳＢ１は、筐体１の左側に配置された入力端子ＰＰから、右側に向かって延在し、その後、Ｚ字状に屈曲した屈曲部を備えている。Ｚ字状に屈曲したあとで、第１バスバＢＳＢ１は、平滑用容量素子Ｃｘｐの端子ＴＣｘ２に接続されている。これに対して、第２バスバＢＳＢ２は、入力端子ＰＮから、右側に向かって延在し、Ｕ字状に屈曲したあと、Ｌ字状に屈曲している。この場合、第１バスバＢＳＢ１におけるＺ字状の屈曲部の一部と、第２バスバＢＳＢ２におけるＬ字状の屈曲部の一部とが、上面視で見たとき、重なり、第１の対向部ＢＯＶ３が形成される。また、第１バスバＢＳＢ１におけるＺ字状の屈曲部の一部と、第２バスバＢＳＢ２におけるＵ字状の屈曲部の一部とが、上面視で見たとき、重なり、第２の対向部ＢＯＶ４が形成されることになる。

[0099] 第１の対向部ＢＯＶ３および第２の対向部ＢＯＶ４のそれぞれにおいて、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２を流れるノーマルモード電流の方向が同じになるため、第１の対向部ＢＯＶ３および第２の対向部ＢＯＶ４におけるインダクタンスを大きくすることが可能となる。なお、この実施の形態４においても、実線矢印は、第１バスバＢＳＢ１を流れるノーマルモード電流の方向を示し、一点鎖線矢印は、第２バスバＢＳＢ２を流れるノーマルモード電流の方向を示している。

[0100] 図９（Ａ）では、インダクタンスを大きくすることが可能な対向部が、２

箇所設けられているため、対向部が１箇所の場合に比べて、インダクタンスを大きくすることが可能である。第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の横方向の長さＢＬ１を例えば１６０ｍｍとし、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の幅、厚さおよび材料を、図４の番号＃３で説明したものと同じにした場合、第１バスバＢＳＢ１のインダクタンスは１２６．８３ｎＨとなり、第２バスバＢＳＢ２のインダクタンスは１２３．４５ｎＨとなる。このときの結合係数は、０．３６となり、全体のインダクタンスは、１５８．４ｎＨとなる。なお、このときのノーマルモード電流の周波数は１０ＭＨｚである。

[0101] 図９（Ｂ）は、対向部が１箇所だけ形成されるように、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２に屈曲部を設けた場合を示している。図９（Ｂ）では、第１バスバＢＳＢ１が右方向に延在したあと、Ｌ字状に屈曲している。一方、第２バスバＢＳＢ２は、右方向に延在したあと、Ｌ字状に屈曲し、さらにＬ字状に屈曲している。この図９（Ｂ）では、第１バスバＢＳＢ１におけるＬ字状の屈曲部の一部と、第２バスバＢＳＢ２における２回目のＬ字状の屈曲部の一部とが、上面視で見たときに、重なり、対向部ＢＯＶ５が形成される。この対向部ＢＯＶ５において、第１バスバＢＳＢ１と第２バスバＢＳＢ２を流れるノーマルモード電流の方向が同じになるため、対向部ＢＯＶ５においてインダクタンスを大きくすることが可能となる。

[0102] 図９（Ｂ）に示した第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の幅、厚さおよび材料は、図９（Ａ）に示した第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２と同じである。図９（Ｂ）に示した形状で、全体のインダクタンスが、図９（Ａ）と同じ１５８．７ｎＨとなるようにする場合、第１バスバＢＳＢ１および第２バスバＢＳＢ２の横方向の長さＢＬ２は、１７６ｍｍとなってしまう。すなわち、対向部が少ないため、インダクタンス性能が、図９（Ａ）に示した形状に比べて、１０％程度低くなり、バスバの長さＢＬ２を１０％程度長くすることが要求されている。言い換えるなら、対向部を増やすことにより、小型化を図ることが可能となる。

[0103] なお、ノーマルモード電流の周波数を１０ＭＨｚとしたとき、図９（Ｂ）に示した第１バスバＢＳＢ１のインダクタンスは１４０．７ｎＨであり、第２バスバＢＳＢ２のインダクタンスは１２８．６ｎＨとなる。また、この場合の結合係数は０．４１となる。

[0104] 以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。例えば、第１バスバＢＳＢ１、第２バスバＢＳＢ２と容量素子の端子との間の接続は、金属性のねじではなく、半田等による接続であってもよい。

符号の説明

[0105] １ 筐体

２、３ ケーブル

４ 電気モータ

ＢＳＢ１ 第１バスバ

ＢＳＢ２ 第２バスバ

Ｃ１、Ｃ２ フィルタ用容量素子

Ｃｘｐ 平滑用容量素子

ＨＶＢＴ 高電圧バッテリ

ＳＷＣ スイッチング回路

請求の範囲

[請求項1] 電源の陽極端子と陰極端子との間に接続され、直流電圧に重畳する電圧変化を平滑化する第１容量部と、

前記直流電圧を交流電圧に変換するスイッチング回路と、

前記電源の陽極端子と前記第１容量部の第１端子との間を電気的に接続する第１バスバと、

前記電源の陰極端子と前記第１容量部の第２端子との間を電気的に接続する第２バスバと、

前記第１バスバと前記第２バスバとの間に電気的に接続された第２容量部と、

を備え、

前記第１バスバと前記第２バスバは、互いに対向する対向部を有し、前記対向部において流れる電流の方向が同じとなるように配置されている、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、

前記電力変換装置は、ケーブルを介して前記陽極端子および前記陰極端子に接続される第１電源入力端子および第２電源入力端子を備え、

前記第１バスバは前記第１電源入力端子と前記第１容量部の第１端子との間に接続され、前記第２バスバは前記第２電源入力端子と前記第１容量部の第２端子との間に接続され、

前記第２容量部は、前記第１バスバにおいて前記第１電源入力端子と前記第１容量部の第１端子との間の第１部分に接続された第１端子と、前記第２バスバにおいて前記第２電源入力端子と前記第１容量部の第２端子との間の第２部分に接続された第２端子とを備え、

前記第１バスバは、前記第２容量部の第１端子が接続された部分と前記第１部分との間において、前記対向部を備え、前記第２バスバは、前記第２容量部の第２端子が接続された部分と前記第２部分との間

において、前記対向部を備える、電力変換装置。

[請求項3] 請求項２に記載の電力変換装置において、

前記第１バスバは、前記第１電源入力端子と前記第１部分との間で形成された等価的な第１インダクタ部と、前記第１部分と前記第１容量部の第１端子が接続された部分との間で形成された等価的な第２インダクタ部とを備え、

前記第２バスバは、前記第２電源入力端子と前記第２部分との間で形成された等価的な第３インダクタ部と、前記第２部分と前記第１容量部の第２端子が接続された部分との間で形成された等価的な第４インダクタ部とを備え、

前記電力変換装置は、前記第１インダクタ部、前記第３インダクタ部および前記第２容量部を有する第１フィルタ回路と、前記第２インダクタ部、前記第４インダクタ部および前記第１容量部を有し、前記第１フィルタ回路と直列的に結合された第２フィルタ回路を備える、電力変換装置。

[請求項4] 請求項１から３のいずれか一つに記載の電力変換装置において、

前記第１バスバおよび前記第２バスバは、前記対向部において、それぞれの主面が対向するように配置されている、電力変換装置。

[請求項5] 請求項４に記載の電力変換装置において、

前記第１バスバおよび前記第２バスバのそれぞれは、Ｕ字状の屈曲部を備え、Ｕ字状の屈曲部が逆向きで、離間して対向するように配置されている、電力変換装置。

[請求項6] 電源の陽極端子および陰極端子と、直流電圧を交流電圧に変換するスイッチング回路との間を電気的に結合する第１バスバおよび第２バスバを備えたバスバ構造であって、

前記第１バスバおよび前記第２バスバは、フィルタ用容量部の端子が結合される部分と前記スイッチング回路が結合される部分との間で、同じ方向に電流が流れるように、対向して配置された対向部を備え

ている、バスバ構造。

[請求項7] 請求項６に記載のバスバ構造において、

前記第１バスバと前記第２バスバとの間には、前記直流電圧に重畳される電圧変化を平滑化する平滑用容量部が結合され、

前記対向部は、前記フィルタ用容量部の端子が結合される部分と、前記平滑用容量部が結合される部分との間に配置される、バスバ構造。

[請求項8] 請求項６または７に記載のバスバ構造において、

前記第１バスバおよび前記第２バスバは、前記対向部において、それぞれの主面が対向するように配置されている、バスバ構造。

[請求項9] 請求項８に記載のバスバ構造において、

前記第１バスバおよび前記第２バスバのそれぞれは、Ｕ字状の屈曲部を備え、Ｕ字状の屈曲部が逆向きで、離間して対向するように配置されている、バスバ構造。

[請求項10] 電源の陽極端子および陰極端子とスイッチング回路との間を電気的に接続する第１バスバおよび第２バスバと、

前記第１バスバにおける第１部分と前記第２バスバにおける第２部分との間に結合されたフィルタ用容量部と、

前記第１バスバおよび前記第２バスバにおいて、前記第１部分および前記第２部分と前記スイッチング回路が結合された部分との間であって、前記第１バスバと前記第２バスバとの間に結合された平滑用容量部と、

を備え、

前記電源の陽極端子から陰極端子に向けて電流が流れたとき、前記第１バスバにおける前記第１部分と前記平滑用容量部が結合された部分との間の部分と、前記第２バスバにおける前記第２部分と前記平滑用容量部が結合された部分との間の部分において、同じ方向の磁界を発生する部分を備えている、電力変換装置。

[請求項11] 請求項１０に記載の電力変換装置において、

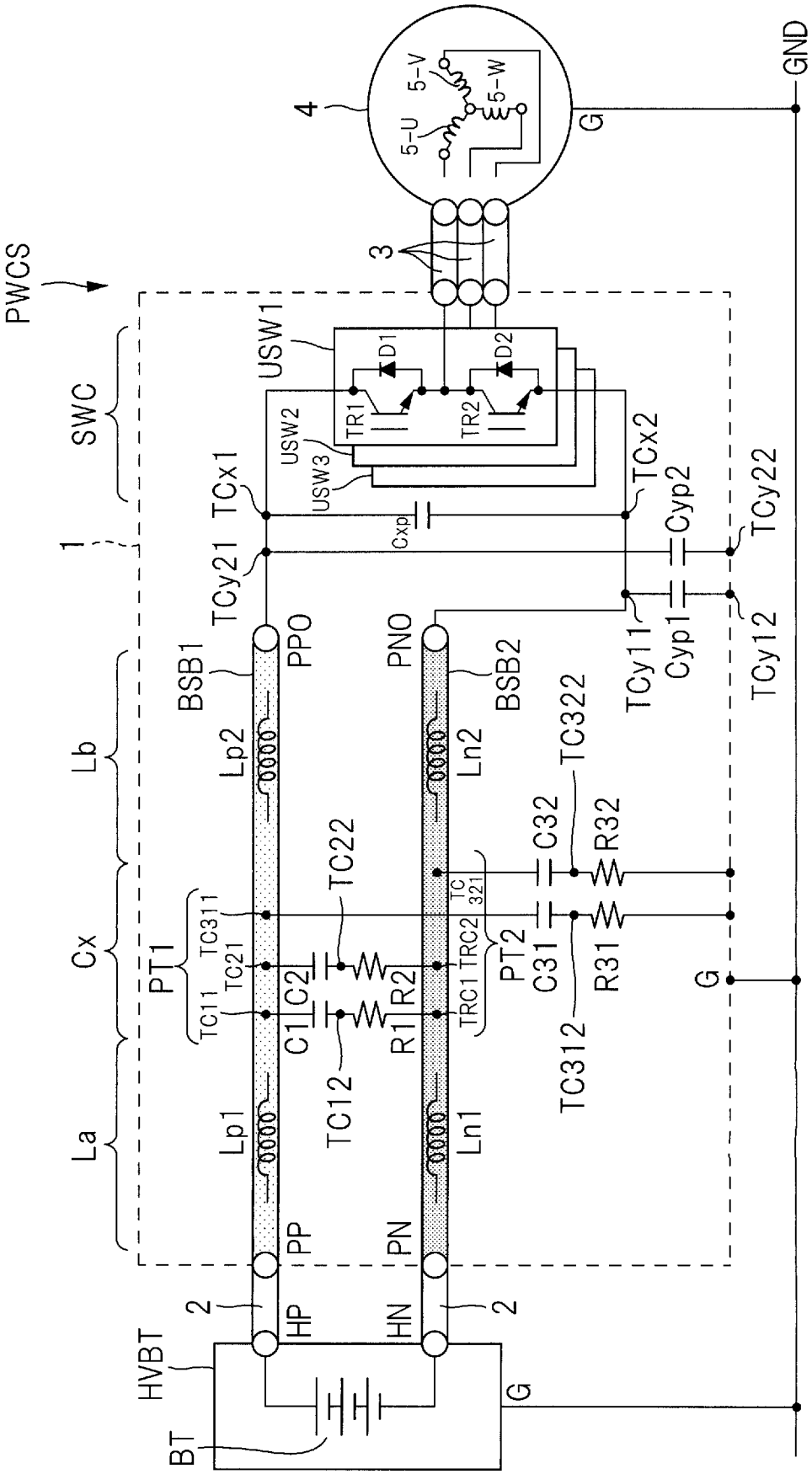
同じ方向の磁界を発生する部分において、前記第１バスバの主面と前記第２バスバの主面は対向している、電力変換装置。

[請求項12] 請求項１１に記載の電力変換装置において、

前記電源の陽極端子から陰極端子に向けて電流が流れたとき、前記第１バスバにおいて前記陽極端子が結合された部分と前記第１部分との間と、前記第２バスバにおいて前記陽極端子が結合された部分と前記第２部分との間において、逆方向の磁界を発生する部分を、前記第１バスバおよび前記第２バスバは備えている、電力変換装置。

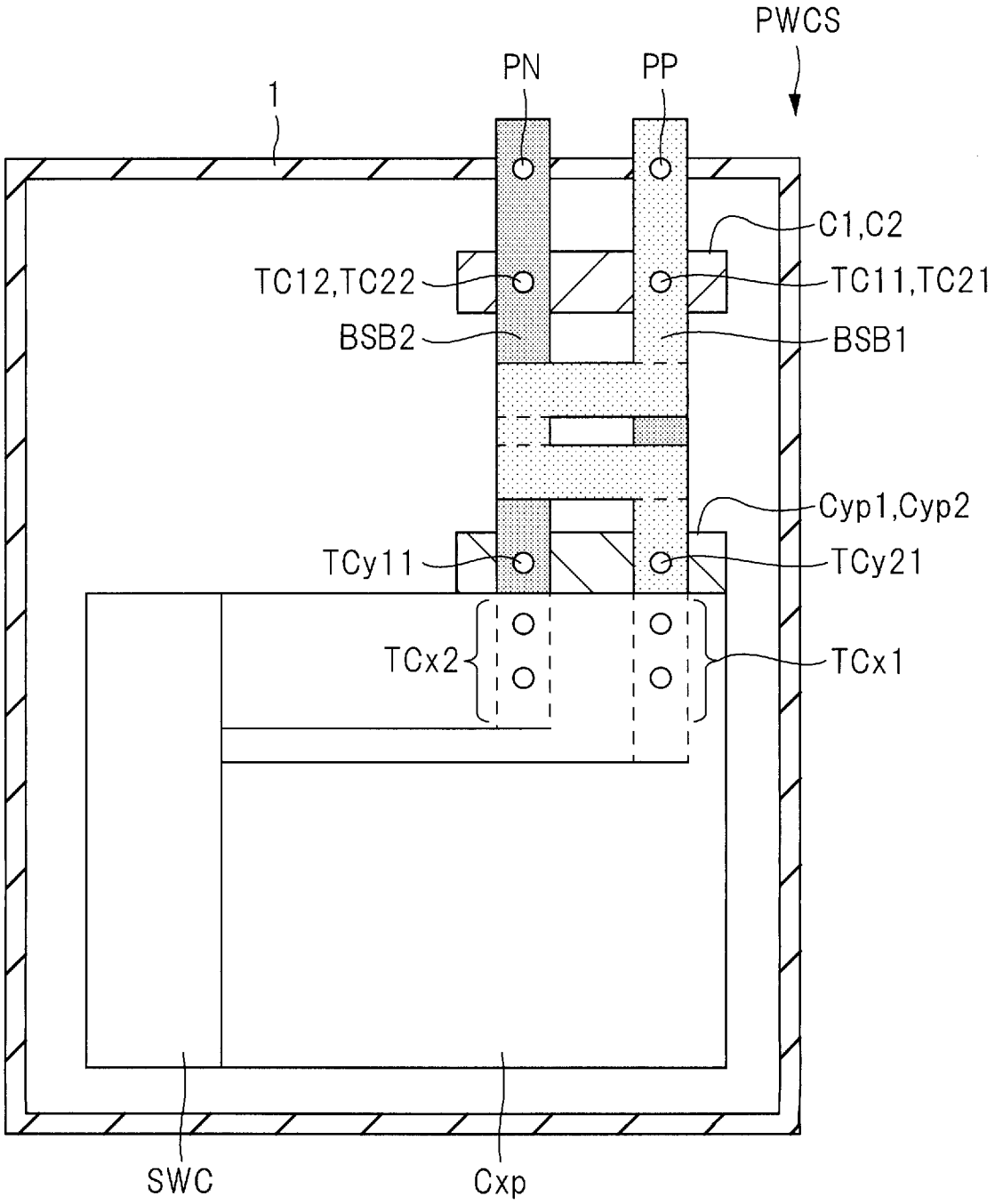
[図1]

図 1


PWCS
SWC
Lb
Cx
La
1
2
3
4
5-U
5-V
5-W
G
GND
USW1
USW2
USW3
D1
D2
TR1
TR2
TCx1
TCx2
Cxp
Cyp1
Cyp2
TCy11
TCy12
TCy21
TCy22
BSB1
BSB2
PPO
PNO
Lp1
Lp2
Ln1
Ln2
PT1
PT2
TC11
TC21
TC311
TC12
TC22
TC321
TC312
TC322
C1
C2
C31
C32
R1
R2
R31
R32
PP
PN
HP
HN
HVBT
BT

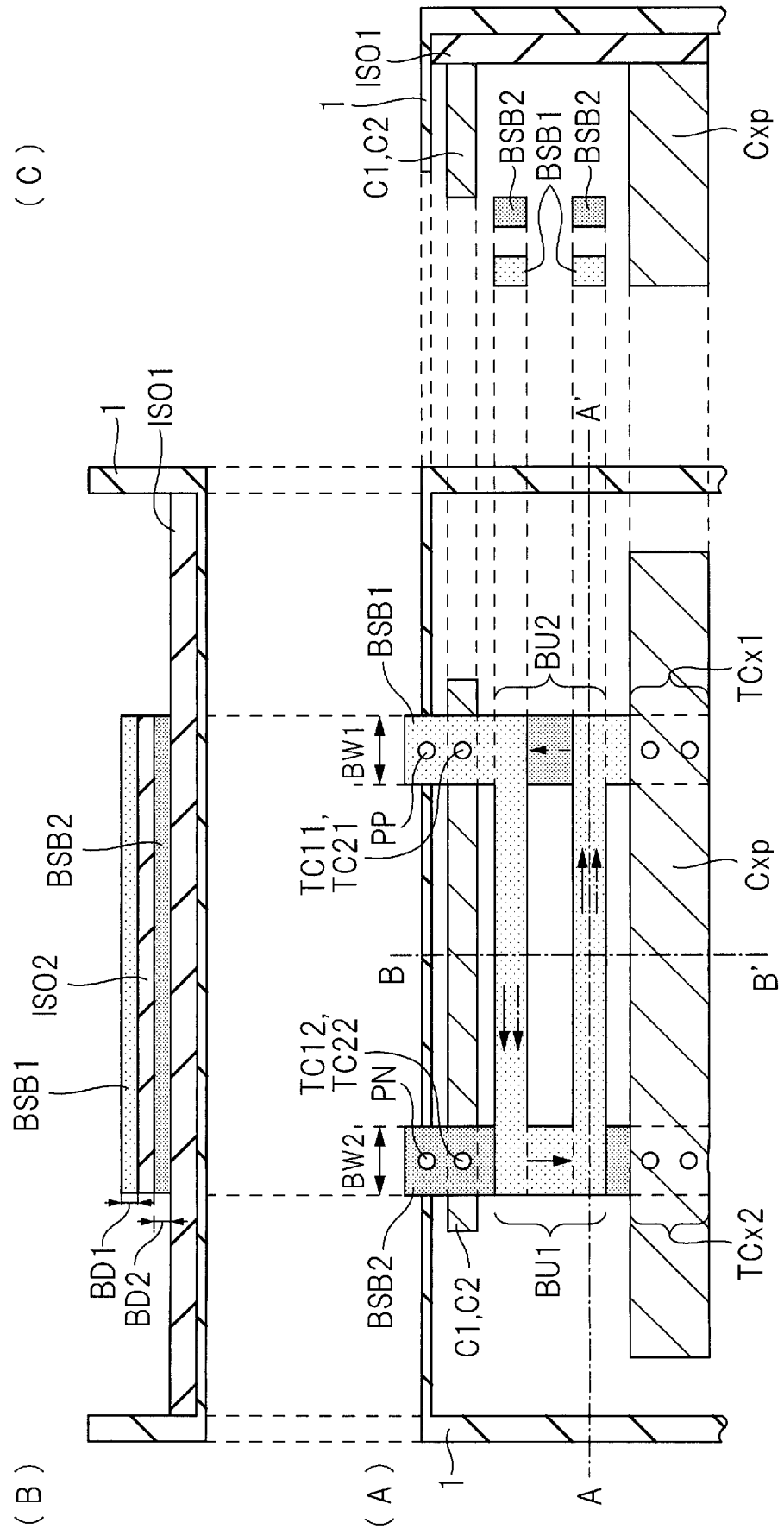
[図2]

図 2


PWCS
PN
PP
1
C1,C2
TC12,TC22
TC11,TC21
BSB2
BSB1
Cyp1,Cyp2
TCy11
TCy21
TCx2
TCx1
SWC
Cxp

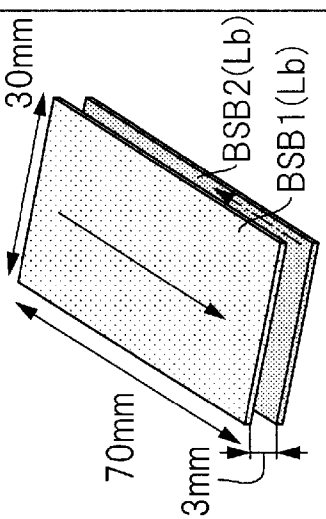
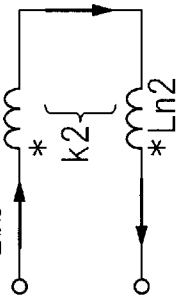
[図3]

図 3


(C)
(B)
(A)
1
ISO1
C1,C2
BSB2
BSB1
BSB2
Cxp
A'
BSB1
BU2
TCx1
BW1
TC11,
TC21
PP
BSB2
ISO2
B
B'
Cxp
BSB1
TC12,
TC22
PN
BW2
BD1
BD2
BSB2
C1,C2
BU1
TCx2
A

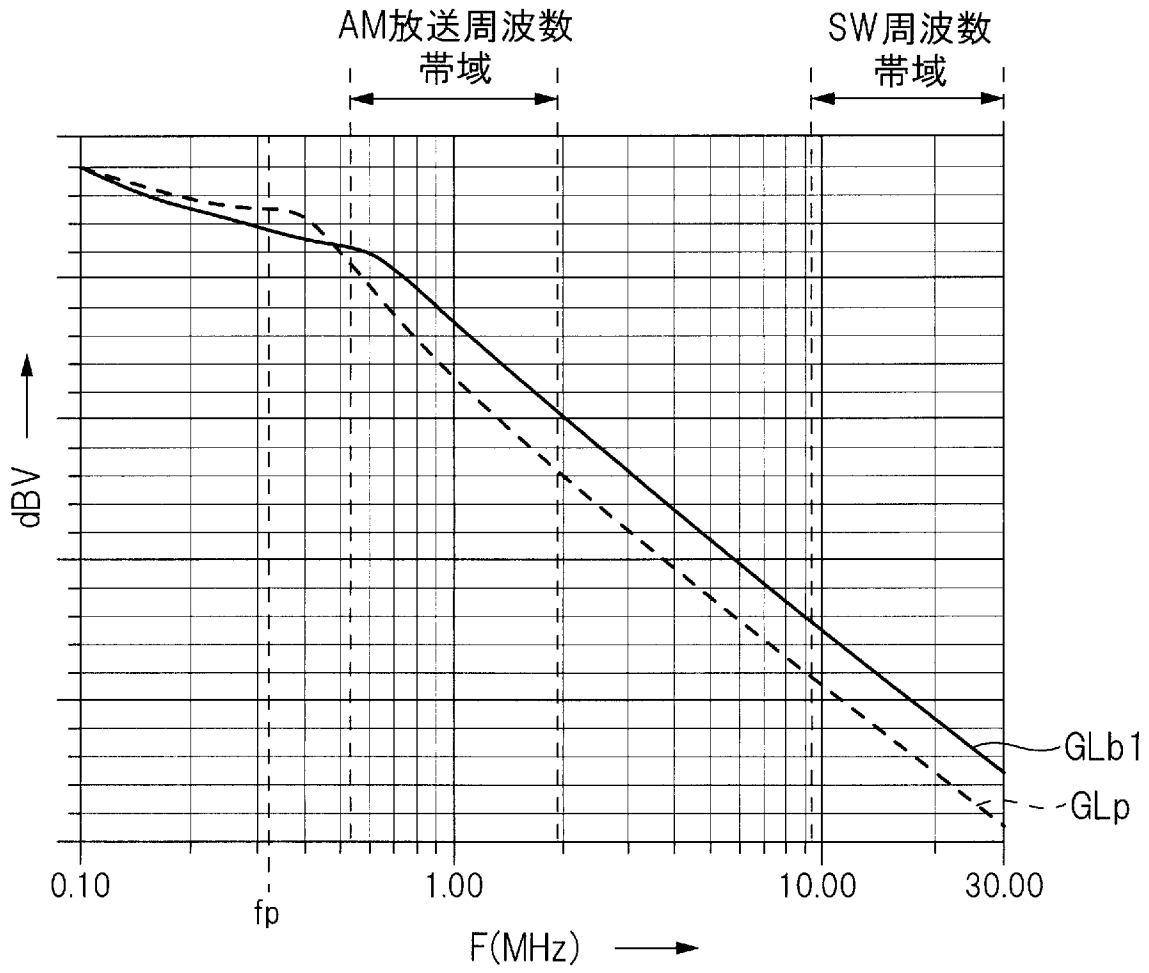
[図4]

図 4

#	バスバ構造	結合係数 k2	インダクタンス HLb	等価回路
1		0.814	10.4nH	
2		0.418	46.8nH	電流の向きが逆方向であるため、 相互インダクタンスは負値になる。 $HLb = HLp2 + HLn2 - 2 \times k2\sqrt{HLp2 \cdot HLn2}$
3		0.397	52.2nH	 電流の向きを同方向にすることにより、相互インダクタンスは正値になる。全体相互係数が小さくなる。

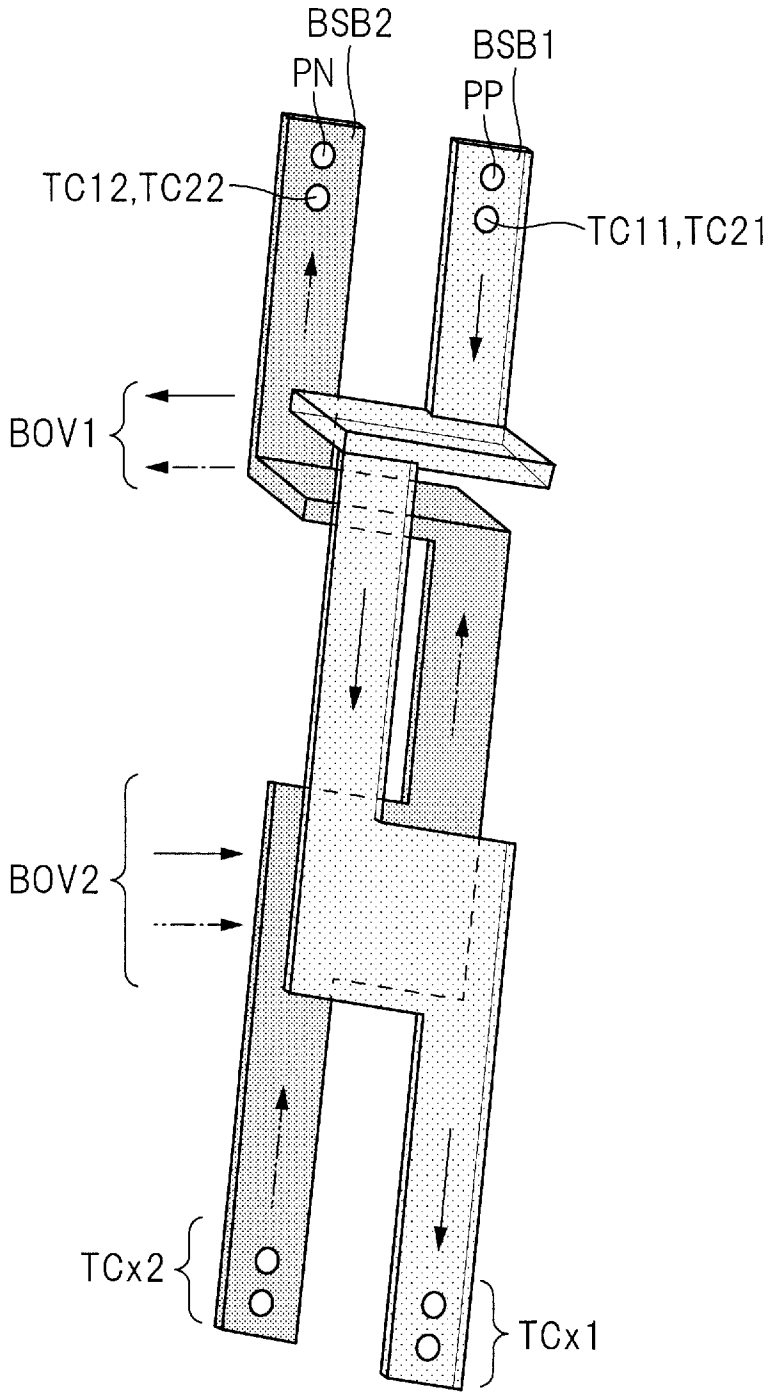
[図5]

図 5



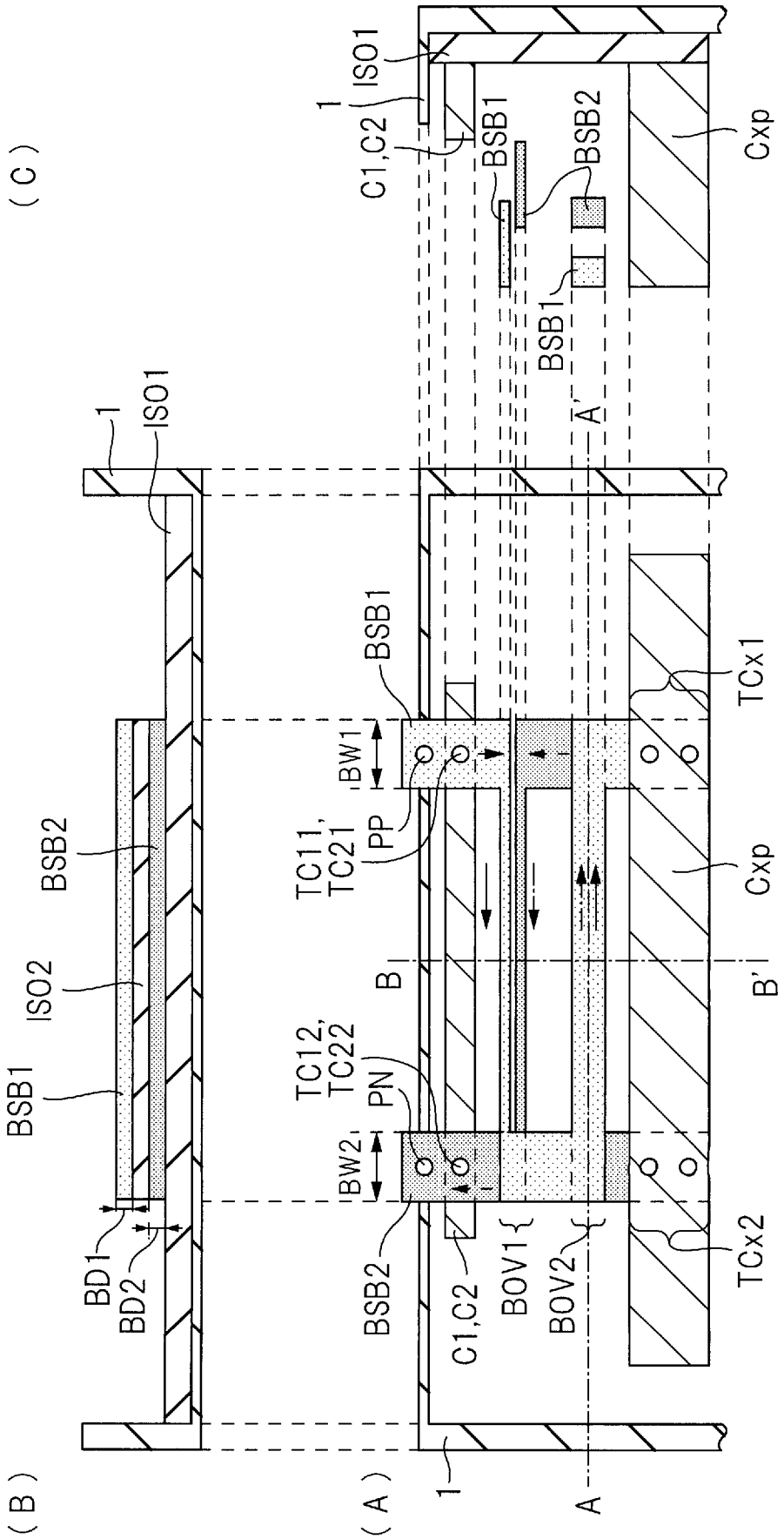
[図6]

図 6



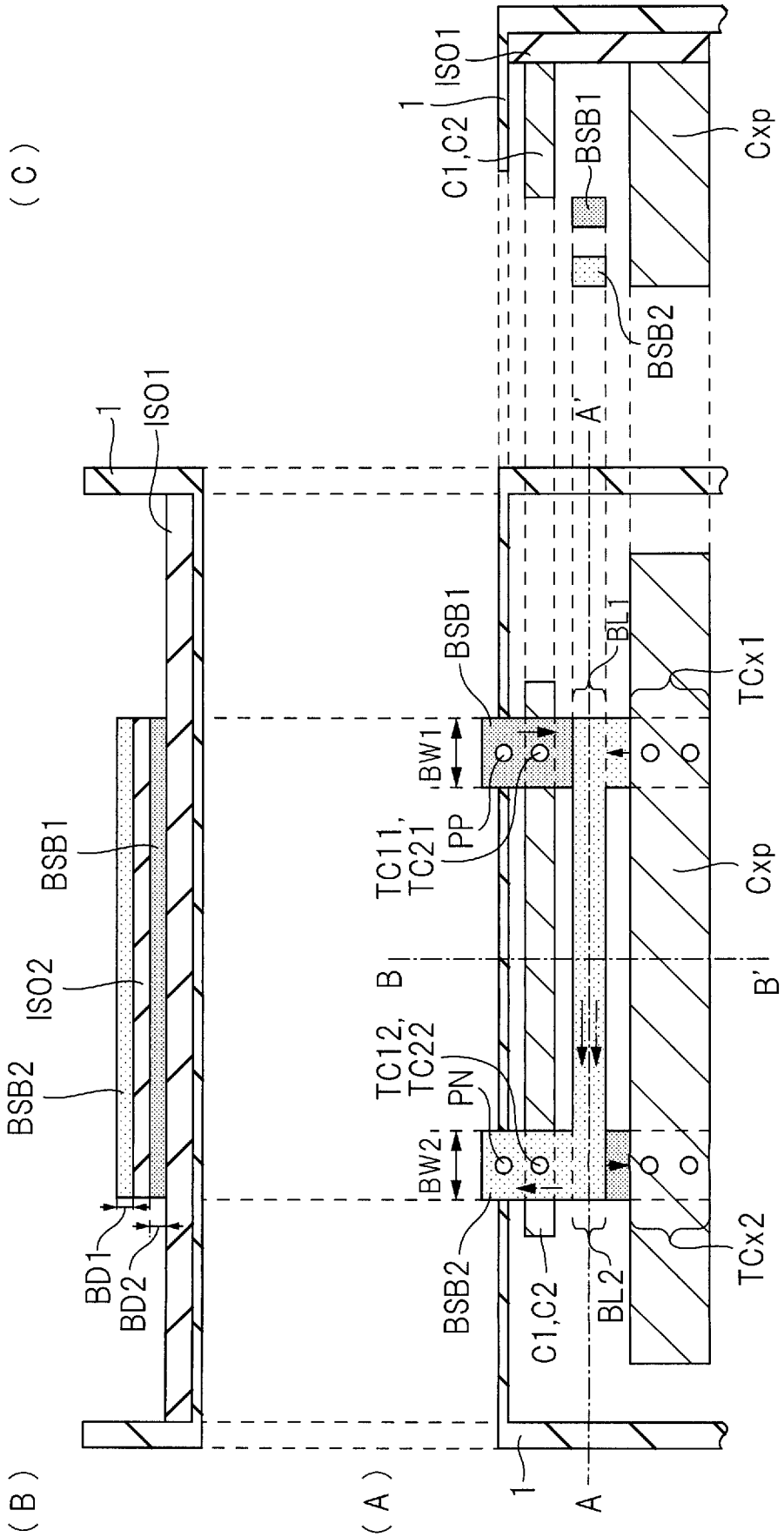
[図7]

図 7


(C)
(B)
(A)
1
ISO1
C1,C2
BSB1
BSB2
Cxp
A'
A
B
B'
BW1
TC11,
TC21
PP
TCx1
ISO2
TC12,
TC22
PN
BW2
BD1
BD2
BOV1
BOV2
TCx2

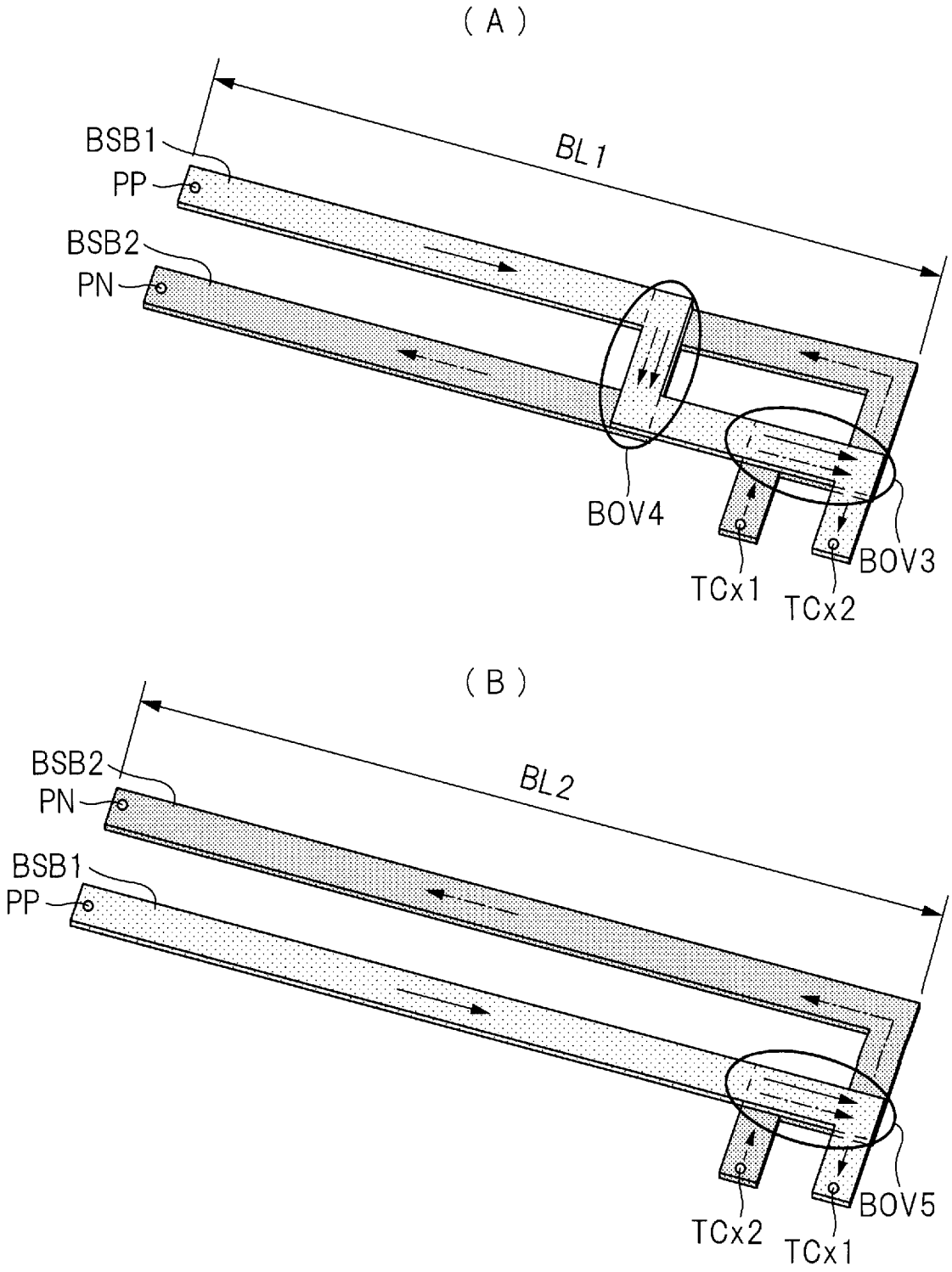
[図8]

図 8


(C)
(B)
(A)
1
ISO1
C1,C2
BSB1
Cxp
BSB2
A'
A
BLT
TCx1
BW1
TC11,
TC21
PP
B
B'
ISO2
TC12,
TC22
PN
BW2
BD1
BD2
BL2
TCx2

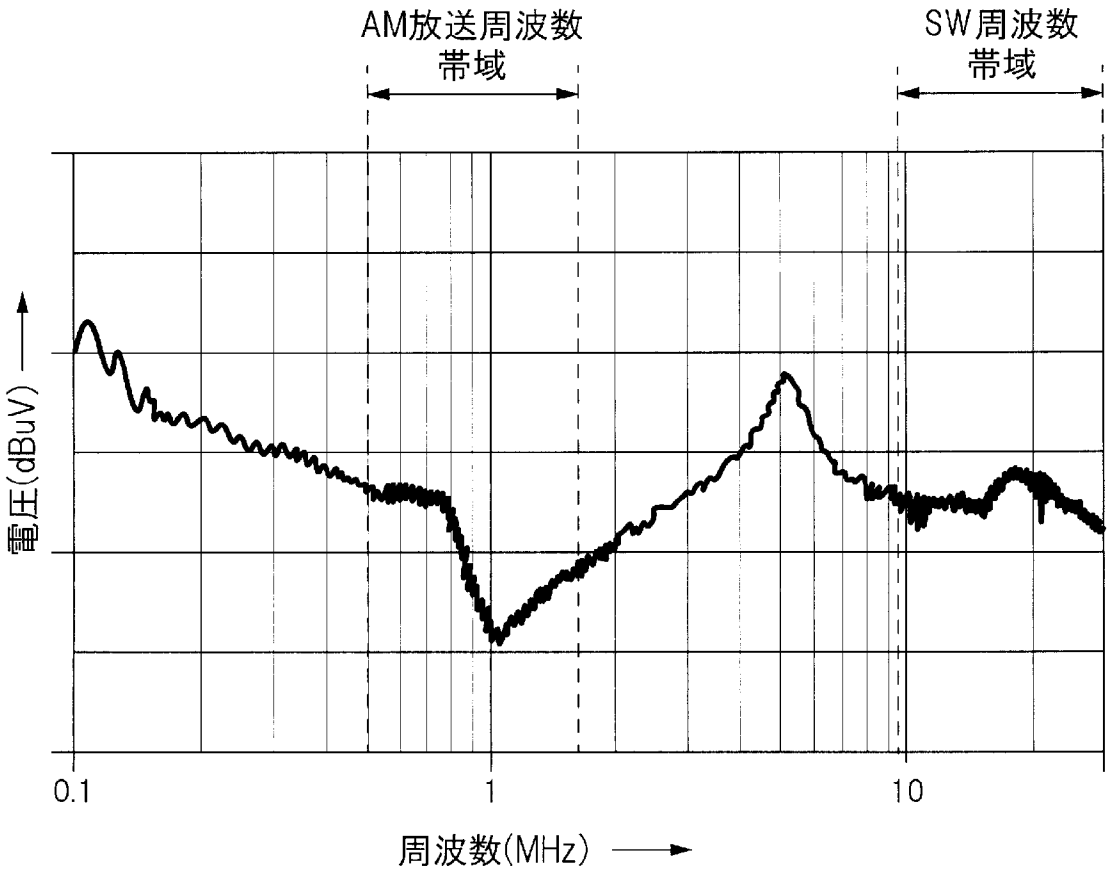
[図9]

図 9


(A)
BSB1
PP
BSB2
PN
BL1
BOV4
BOV3
TCx1
TCx2
(B)
BSB2
PN
BSB1
PP
BL2
BOV5
TCx2
TCx1

[図10]

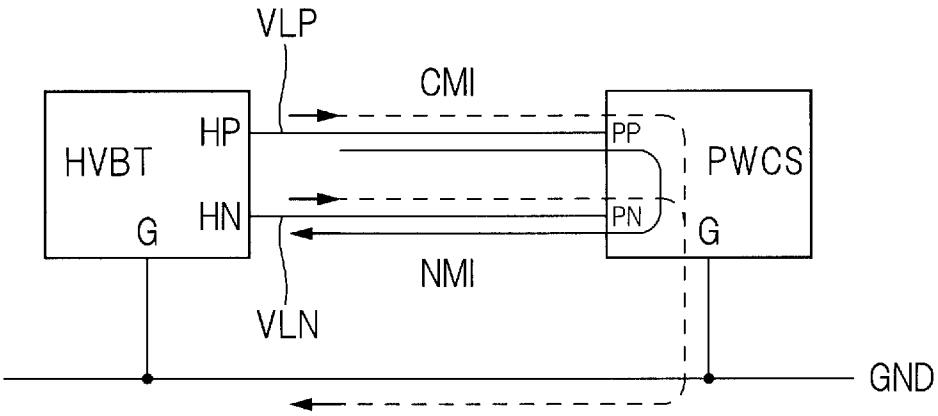
図 10



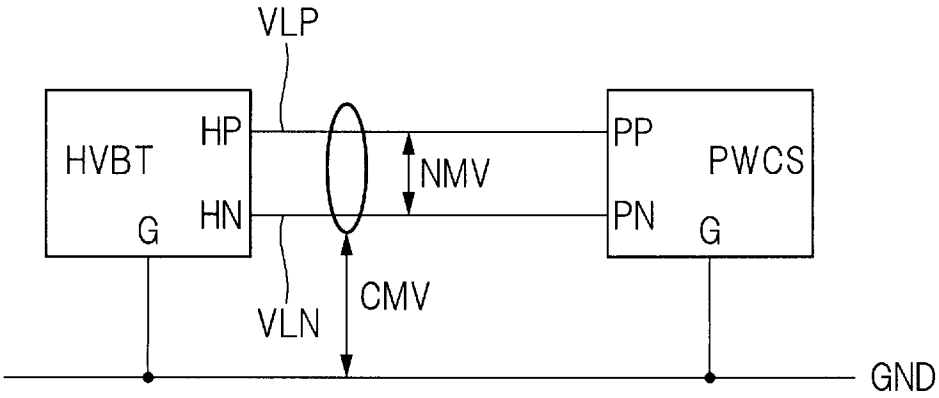
[図11]

図 11

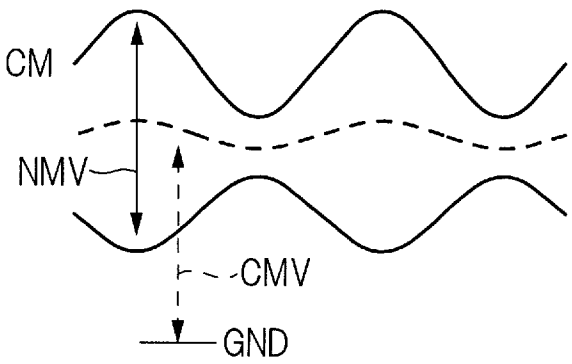
(A)


VLP
CMI
HVBT
HP
HN
G
PP
PN
PWCS
G
NMI
VLN
GND

(B)

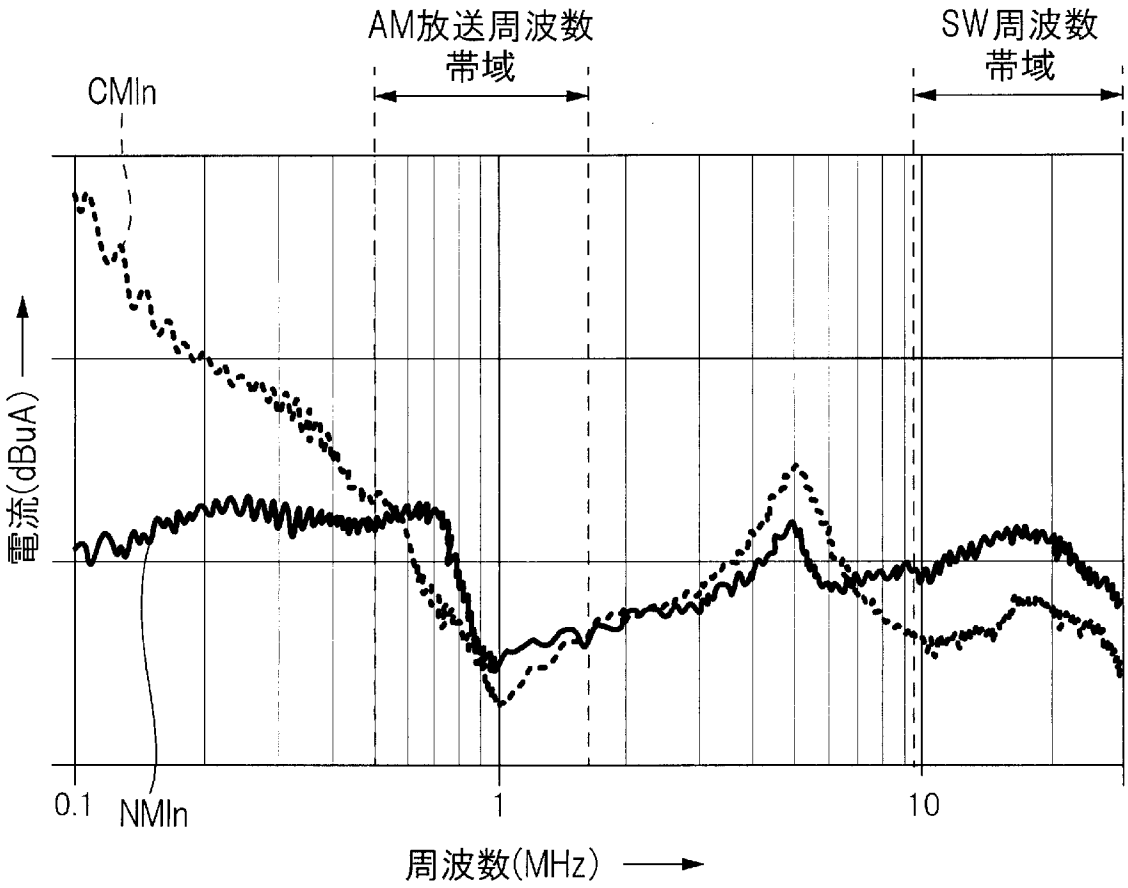

VLP
HVBT
HP
HN
G
NMV
PP
PN
PWCS
G
VLN
CMV
GND

(C)


CM
NMV
CMV
GND

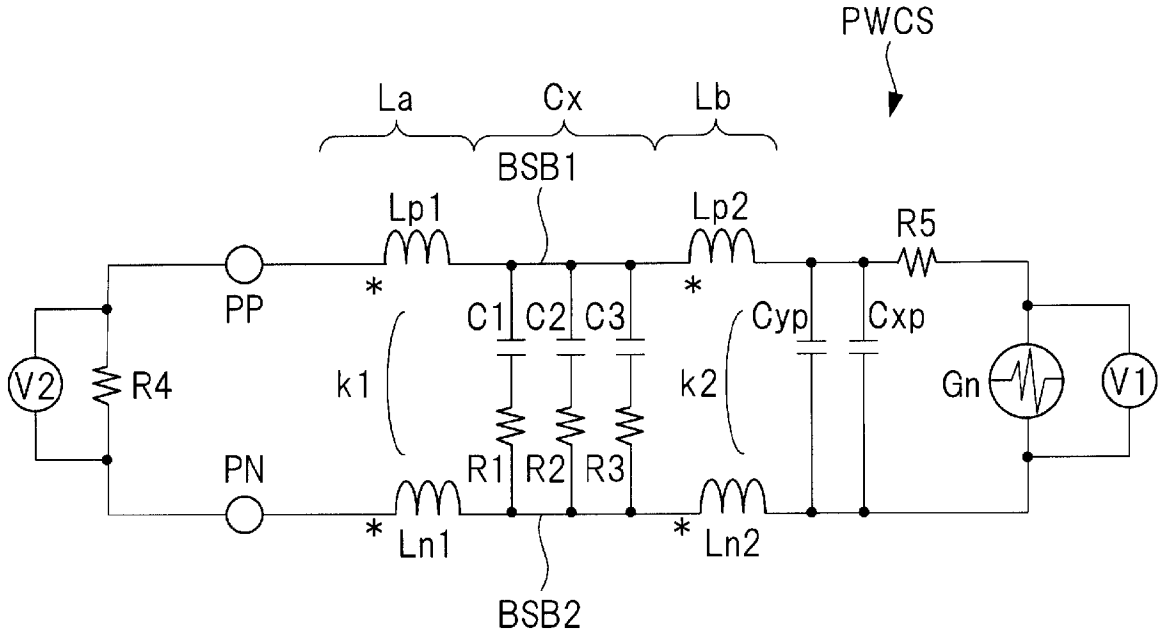
[図12]

図 12



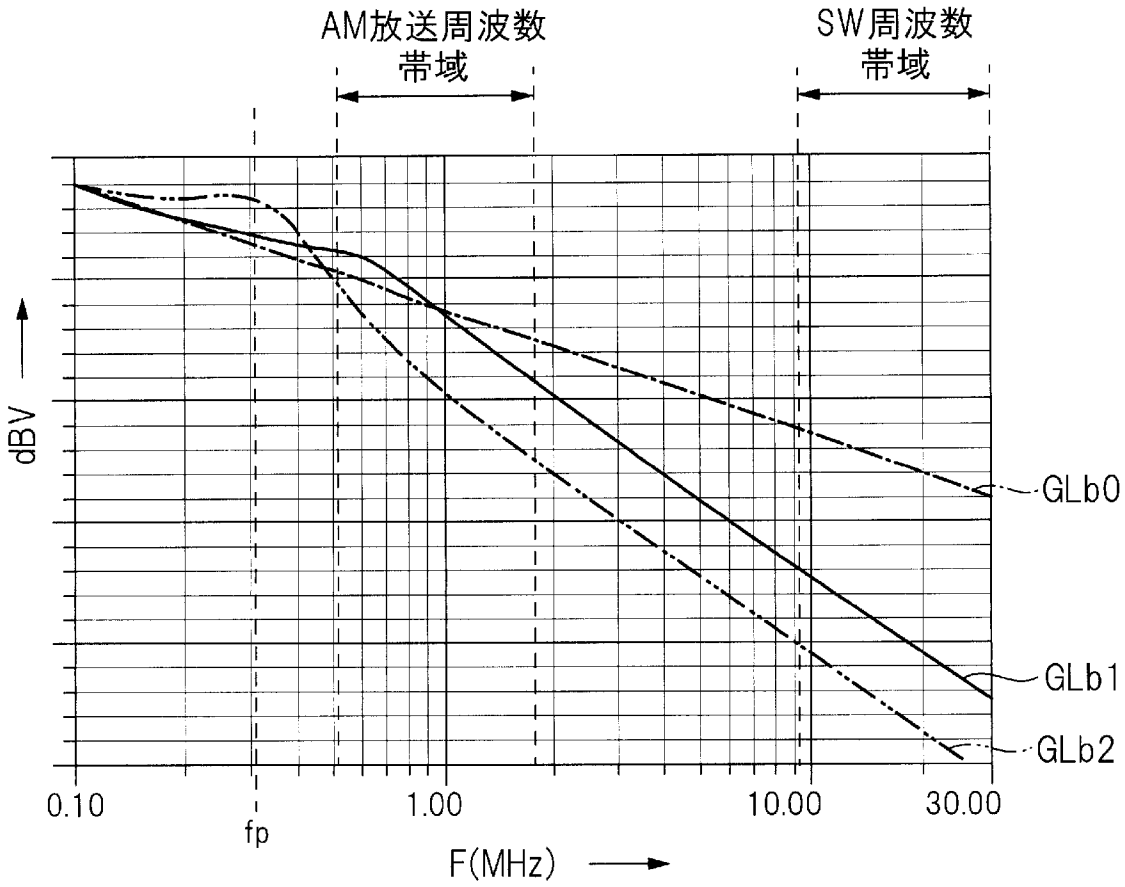
[図13]

図 13


PWCS
La
Cx
Lb
BSB1
Lp1
Lp2
R5
PP
C1
C2
C3
Cyp
Cxp
V2
R4
k1
k2
Gn
V1
PN
R1
R2
R3
Ln1
Ln2
BSB2

[図14]

図 14


AM放送周波数
帯域
SW周波数
帯域
dBV
GLb0
GLb1
GLb2
0.10
fp
1.00
10.00
30.00
F(MHz)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/037542

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H02M7/48(2007.01)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)
Int.Cl. H02M7/48

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	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.
A	JP 2006-060876 A (FUJI ELECTRIC HOLDINGS CO., LTD.) 02 March 2006, paragraphs [0008], [0012]-[0016], fig. 1, 5 (Family: none)	1-12
A	JP 2000-069766 A (HITACHI, LTD.) 03 March 2000, paragraphs [0014]-[0025], fig. 1-6 & CN 1233880 A & CN 101854127 A & CN 101860247 A	1-12
A	JP 2009-105178 A (NICHICON CORP.) 14 May 2009, paragraphs [0045], [0052], fig. 12, 14 (Family: none)	1-12

☐ 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
07 December 2017 (07.12.2017)	19 December 2017 (19.12.2017)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３７５４２

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

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

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
A	JP 2006-060876 A（富士電機ホールディングス株式会社）2006.03.02，段落［０００８］，［００１２］－［００１６］，図１，５（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2000-069766 A（株式会社日立製作所）2000.03.03，段落［００１４］－［００２５］，図１－６ & CN 1233880 A & CN 101854127 A & CN 101860247 A	1-12

☑　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
０７．１２．２０１７	１９．１２．２０１７

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　３３５７
宮本　秀一
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	JP 2009-105178 A（ニチコン株式会社）2009.05.14，段落［００４５］，［００５２］，図１２，１４（ファミリーなし）	1-12