

(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12月7日(07.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/208420 A1

(51) 国際特許分類:

H02M 3/00 (2006.01)

川県厚木市森の里青山 1 - 1 日産自動車株式会社知的財産部内 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2016/066399

(22) 国際出願日:

2016年6月2日(02.06.2016)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 Kanagawa (JP).

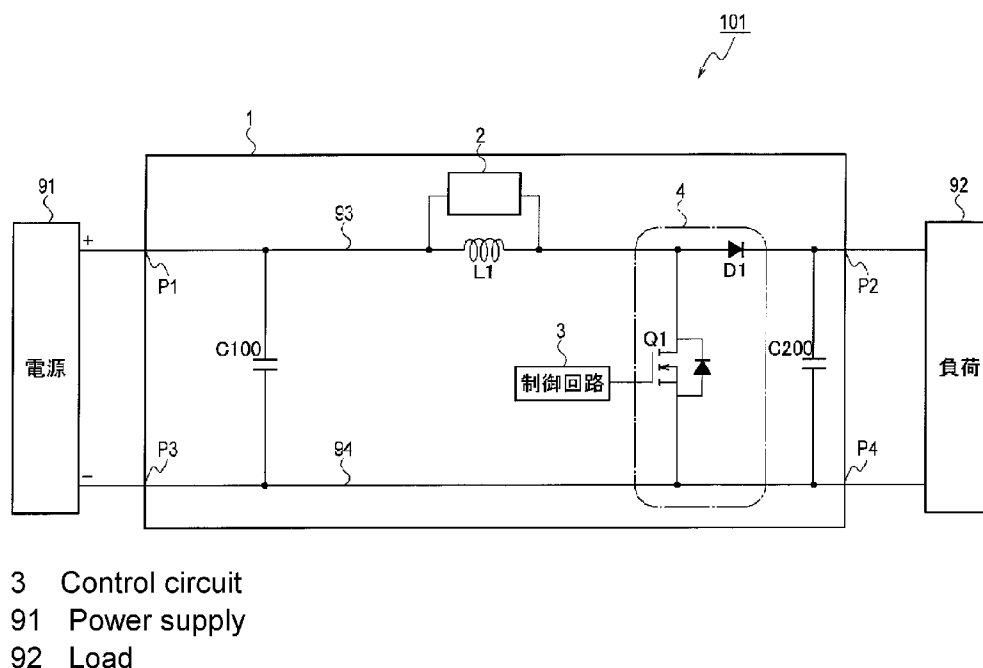
(72) 発明者: 秦 賢太郎(SHIN, Kentaro); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1 - 1 日産自動車株式会社知的財産部内 Kanagawa (JP). 山上滋春(YAMAGAMI, Shigeharu); 〒2430123 神奈

(74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 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, 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, KN, KP, KR, 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,

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置



3 Control circuit
91 Power supply
92 Load

(57) Abstract: Disclosed is a power conversion device that converts electric power supplied by a first power feed bus (93) and a second power feed bus (94), the power conversion device comprising: a reactor (L1) connected to the first power feed bus (93); and a power module (4) that converts, by switching, electric power supplied between the first power feed bus (93) and the second power feed bus (94). The power module (4) includes a switching element (Q1). The power conversion device also comprises an impedance circuit (2) that is arranged in parallel to the reactor (L1) of the first power

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))

feed bus (93).

(57) 要約: 第1給電母線(93)及び第2給電母線(94)より供給される電力を変換する電力変換装置であり、第1給電母線(93)に接続されるリアクトル(L1)と、第1給電母線(93)と第2給電母線(94)の間に供給される電力をスイッチングにより変換するパワーモジュール(4)を備える。パワーモジュール(4)は、スイッチング素子(Q1)を備える。更に、第1給電母線(93)のリアクトル(L1)に対して並列に配置したインピーダンス回路(2)を備える。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、交流電源或いは直流電源より出力される電力を所望の直流電力に変換する電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、電気自動車やハイブリッド車両等では、高電圧のバッテリーから低電圧のバッテリーへ充電するために、電力変換装置が用いられている。電力変換装置は、内部にディスクリートパッケージのパワー半導体素子や、モジュール化されたパワー半導体素子からなるスイッチ（以下、「パワーモジュール」という）が搭載されている。パワーモジュールは、制御回路より与えられる信号により、スイッチのオン、オフを切り替えて電圧を変換する。

[0003] パワーモジュールは、スイッチング素子のオン、オフを切り替える際に、スイッチングノイズが発生し、このスイッチングノイズは電源側、及び負荷側へ伝搬する。従って、例えば、一般家庭に設けられている商用電源から、車両に搭載した電力変換装置に電力を供給する場合には、家庭側の電気系統にノイズが伝搬することがある。

[0004] 特許文献 1 には、ノイズを除去するために、チョークコイルを 2 分割して、電源ライン、及びグラウンドラインの双方に挿入することや、チョークコイルの前段、及び後段の双方にフィルタを設けることによりノイズを除去することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特開平 11-341787 号公報

発明の概要

[0006] しかしながら、特許文献 1 に開示された回路では、装置規模が大型化するという問題がある。

[0007] 本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、装置規模を大型化することなくスイッチングにより発生するノイズを低減することが可能な電力変換装置を提供することにある。

[0008] 本発明の一態様は、第1給電母線に接続されるリアクトルと、第1給電母線と第2給電母線との間に供給される電力をスイッチングにより変換するスイッチング素子と、第1給電母線のリアクトルに対して並列に配置したインピーダンス回路とを備える。

発明の効果

[0009] 本発明の一態様によれば、装置規模を大型化することなくスイッチングにより発生するノイズを低減できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る電力変換装置、及びその周辺機器の構成を示す回路図である。

[図2]図2は、本発明の第1実施形態に係る電力変換装置の、リアクトル、及びインピーダンス回路の構成を示す回路図である。

[図3]図3は、本発明の第1実施形態に係る電力変換装置を採用した場合、及び採用しない場合の、周波数とインピーダンスとの関係を示すグラフである。

[図4]図4は、本発明の第1実施形態に係る電力変換装置を採用した場合、及び採用しない場合の、ノイズ電流の変化を示すグラフである。

[図5]図5は、本発明の第1実施形態に係る電力変換装置を採用した場合、及び採用しない場合の、周波数とノイズレベルの関係を示すグラフである。

[図6]図6は、本発明の第2実施形態に係る電力変換装置、及びその周辺機器の構成を示す回路図である。

[図7]図7は、本発明の第2実施形態に係る電力変換装置に用いられるフィルタ回路のカットオフ特性を示すグラフである。

[図8]図8は、フィルタ回路が、インダクタンス或いは静電容量に影響された

場合のカットオフ特性を示すグラフである。

[図9]図9は、本発明の第3実施形態に係る電力変換装置、及びその周辺機器の構成を示す回路図である。

[図10]図10は、本発明の第4実施形態に係る電力変換装置の、リアクトル及びインピーダンス回路を示す図である。

[図11]図11は、本発明の第4実施形態に係る電力変換装置の、周波数とインピーダンスとの関係を示すグラフである。

[図12]図12は、本発明の第5実施形態に係る電力変換装置の、リアクトル及びインピーダンス回路を示す図である。

[図13]図13は、本発明の第6実施形態に係る電力変換装置の、リアクトル及びインピーダンス回路を示す図である。

[図14]図14は、図13に示したリアクトル及びインピーダンス回路の等価回路図である。

[図15]図15は、本発明の第6実施形態の第1変形例に係る電力変換装置の、リアクトル及びインピーダンス回路を示す図である。

[図16]図16は、本発明の第6実施形態の第2変形例に係る電力変換装置の、リアクトル及びインピーダンス回路を示す図である。

[図17]図17は、本発明の第7実施形態に係る電力変換装置の、リアクトル及びインピーダンス回路を示す図である。

[図18]図18は、図17に示したリアクトル及びインピーダンス回路の等価回路図である。

[図19]図19は、本発明の実施形態に係る電力変換装置、及びその周辺機器の構成を示す回路図であり、整流回路を備えた例を示す。

[図20]図20は、本発明の実施形態に係る電力変換装置、及びその周辺機器の構成を示す回路図であり、ブリッジ型のパワーモジュール及び整流回路を備えた例を示す。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[第1実施形態の説明]

図1は、本発明の第1実施形態に係る電力変換装置、及びその周辺機器の構成を示す回路図である。図1に示すように、本実施形態に係る電力変換装置101は、全体が鉄やアルミニウム等の金属筐体1で覆われている。また、電力変換装置101の入力側は、第1給電母線93及び第2給電母線94を介して、直流を出力する電源91に接続され、出力側は負荷92に接続されている。従って、電源91より供給される電圧を所望の電圧に変換して負荷92に供給することができる。電源91は、例えば一般家庭に設けられる商用電源やバッテリーであり、負荷92は、例えば電気自動車やハイブリッド車両に搭載されるバッテリーである。

[0012] 電源91のプラス端子は、第1給電母線93に接続され、マイナス端子は、第2給電母線94に接続されている。第1給電母線93には、リアクトルL1が接続されている。また、リアクトルL1の後段側の第1給電母線93と第2給電母線94の間には、スイッチング素子Q1及びダイオードD1を有するパワーモジュール4が接続されている。

[0013] スwitching素子Q1は、例えばMOSFET、IGBT等の半導体スイッチであり、該スイッチング素子Q1の制御入力（例えば、MOSFETのゲート）は、該スイッチング素子Q1のオン、オフを制御する制御回路3に接続されている。そして、制御回路3の制御によりスイッチング素子Q1のオン、オフを切り替えてデューティ比を制御することにより、電源91より供給される直流を、異なる電圧の直流に変換して負荷92に供給する。

[0014] リアクトルL1は、例えば、トロイダル巻線型のコイルである。また、パワーモジュール4の前段及び後段には、それぞれ平滑コンデンサC100、C200が設けられている。

[0015] リアクトルL1に対して並列にインピーダンス回路2が設けられている。本実施形態では、インピーダンス回路2を設けることにより、高周波帯域でのリアクトルL1に起因して生じるインピーダンスを低減し、ノイズが金属筐体1に伝搬することを防止する。より詳細には、第1給電母線93の点P

1～P2間のインピーダンスと、第2給電母線94の点P3～P4間のインピーダンスを近づけることにより、第1給電母線93より生じるノイズと第2給電母線94より生じるノイズを打ち消して、金属筐体1に伝搬する高周波のノイズを低減させる。なお、「インピーダンスを近づける」とは、インピーダンスを一致させることを含む概念である。

[0016] 図2は、図1に示したリアクトルL1、及びインピーダンス回路2の詳細な構成を示す回路図である。図2に示すように、リアクトルL1は、寄生容量C1を有している。また、リアクトルL1に対して並列に接続されるインピーダンス回路2は、容量素子C2を含んでいる。なお、以下では素子を示す記号と、その素子の数値を同一の記号で示すことにする。例えば、リアクトルL1のインダクタンスはL1であり、容量素子C2の静電容量はC2である。

[0017] 容量素子C2の静電容量は、寄生容量C1よりも大きく設定されている。即ち、 $C2 > C1$ である。従って、容量素子C2を設けることにより、リアクトルL1に対して並列に接続される静電容量をインピーダンスZ1とすると、インピーダンスZ1は、以下の(1)式で示すことができる。

$$Z1 = 1 / \{ j \cdot \omega \cdot (C1 + C2) \} \quad \dots (1)$$

[0018] また、容量素子C2を設けない場合のインピーダンスZ2は、以下の(2)式で示すことができる。

$$Z2 = 1 / (j \cdot \omega \cdot C1) \quad \dots (2)$$

そして、(1)式、(2)式から、 $Z1 < Z2$ であることが理解され、寄生容量C1よりも静電容量が大きい容量素子C2を設けたことにより、第1給電母線93のインピーダンスを低減することができる。

[0019] 図3は、図2に示したリアクトルL1及びインピーダンス回路2の、インピーダンスの変化を示すグラフである。図3において、横軸は周波数、縦軸はインピーダンスを示している。実線で示す曲線S1は、容量素子C2を設けた場合の特性を示し、点線で示す曲線S2は、容量素子C2を設けない場合の特性を示している。

[0020] 周波数 f_{r1} は、容量素子 C_2 を設けた場合の共振周波数（第 1 共振周波数）であり、周波数 f_{r2} は、容量素子 C_2 を設けない場合の共振周波数である。周波数 f_{r1} 、 f_{r2} はそれぞれ以下の（3）式、（4）式で示すことができる。

[数1]

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot (C_1 + C_2)}} \quad \dots (3)$$

$$f_{r2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot C_1}} \quad \dots (4)$$

[0021] また、図 3 に示す周波数 f_{sw} は、図 1 に示したスイッチング素子 Q_1 のスイッチング周波数である。そして、図 3 から理解されるように、第 1 共振周波数 f_{r1} を、周波数 f_{sw} よりも高い周波数としている。従って、図 3 において、曲線 S_1 と曲線 S_2 の交点の周波数 f_p よりも高い周波数帯域では、曲線 S_1 は、曲線 S_2 よりもインピーダンスが小さくなる。従って、この周波数帯域において、図 1 に示した第 1 給電母線 93 のインピーダンスを第 2 給電母線 94 のインピーダンスに近づけることができる。その結果、第 1 給電母線 93 より発生するノイズと、第 2 給電母線 94 より発生するノイズを打ち消すことができ、ノイズの影響を低減することが可能となる。

[0022] また、リアクトル L_1 の寄生容量 C_1 は、スイッチング素子 Q_1 のスイッチング周波数、リアクトル L_1 の巻き数、巻線の構造により変化する。寄生容量 C_1 が数 pF 程度の場合には、数百 pF 程度の静電容量を備えた容量素子 C_2 を設けることにより、図 3 に示す矢印 Y_1 のように、高周波数帯域のインピーダンスを低下させることができる。

[0023] 図 4 は、金属筐体 1 に流れる電流波形を示すグラフである。図 4 の横軸は時間を示し、パワーモジュール 4 内部のスイッチング素子 Q_1 が 2 回オン、

オフした時間を示している。縦軸は、金属筐体 1 に流れる電流値を示している。実線で示す曲線 S 3 はインピーダンス回路 2 を設けた場合の特性を示し、点線で示す曲線 S 4 はインピーダンス回路 2 を設けない場合の特性を示している。

[0024] 図 4 に示すように、インピーダンス回路 2 を設けない場合には、符号 X 1 に示す範囲で電流値が変化しているのに対し、インピーダンス回路 2 を設けた場合には、符号 X 2 に示す範囲で電流値が変化する。従って、インピーダンス回路 2 を設けることにより、金属筐体 1 に流れるノイズ電流のピーク値が低減されていることが理解される。

[0025] 図 5 は、横軸が周波数、縦軸がノイズレベルであり、図 4 に示した電流波形を周波数解析したときの、ノイズレベルの変化を示している。また、実線はインピーダンス回路 2 を設けた場合の電流波形を示し、破線はインピーダンス回路 2 を設けない場合の特性を示している。そして、図 5 の特性曲線から理解されるように、インピーダンス回路 2 を設けることにより、高周波数帯域で金属筐体 1 に生じるノイズレベルが低減されていることが判る。具体的には、符号 X 3 に示す分のノイズが低減している。

[0026] このようにして、第 1 実施形態に係る電力変換装置 101 では、リアクトル L 1 に対して並列にインピーダンス回路 2 を設けているので、リアクトル L 1 に起因するインピーダンスを低減でき、ひいては第 1 給電母線 93 のインピーダンスを低減できる。そのため、第 1 給電母線 93 のインピーダンスを第 2 給電母線 94 のインピーダンスに近づけることができる。その結果、スイッチング素子 Q 1 のスイッチングにより生じるノイズ電流を打ち消し、金属筐体 1 に生じる高周波のノイズを低減することが可能となる。

[0027] また、インピーダンス回路 2 が容量素子 C 2 を備える構成とすることにより、リアクトル L 1 のインダクタンスを容易に打ち消すことができる。従って、スイッチング素子 Q 1 のスイッチングにより生じるノイズ電流を打ち消して、金属筐体 1 に生じる高周波ノイズを低減することが可能となる。

[0028] 更に、インピーダンス回路 2 の容量素子 C 2 の静電容量を、リアクトル L

1の寄生容量 C_1 よりも大きくすることにより、図3に示したように、第1共振周波数 f_{r1} を、周波数 f_{r2} よりも低く設定できる。従って、より簡単な方法で、リアクトル L_1 に起因するインピーダンスを低減し、第1給電母線93のインピーダンスを第2給電母線94のインピーダンスに近づけることができる。

[0029] また、図3に示したように、第1共振周波数 f_{r1} を、スイッチング素子 Q_1 のスイッチング周波数 f_{sw} よりも大きくすることにより、電力変換時のスイッチング駆動動作に影響されることなく、リアクトル L_1 に起因する高周波のインピーダンスを低減できる。従って、確実に高周波ノイズを低減することが可能となる。

[0030] [第2実施形態の説明]

次に、本発明の第2実施形態について説明する。図6は、本発明の第2実施形態に係る電力変換装置、及びその周辺機器の構成を示す回路図である。図1に示すように、第2実施形態に係る電力変換装置102は、前述した第1実施形態と対比して、リアクトル L_1 の上流側にフィルタ回路11（ローパスフィルタ）を備えた点で相違する。それ以外の構成は、図1と同様であるので、同一符号を付して構成説明を省略する。

[0031] フィルタ回路11は、LCローパスフィルタであり、チョークコイル及び3つのコンデンサを備えている。なお、フィルタ回路11の構成は、この構成に限定されるものではなく、他の構成のものでもよい。フィルタ回路11は、図7に如くの減衰特性を有しており、ゲインが3dB減衰する周波数であるカットオフ周波数が f_1 とされている。また、ノイズの除去が望まれる周波数を、阻止周波数 f_2 として示している。

[0032] そして、上述の(3)式で示した第1共振周波数 f_{r1} が、フィルタ回路11のカットオフ周波数 f_1 よりも大きくなるように容量素子 C_2 の静電容量を設定する。よって、第1共振周波数 f_{r1} により発生するノイズを、フィルタ回路11にて低減することができる。

[0033] また、第1共振周波数 f_{r1} が阻止周波数 f_2 よりも高くなるように容量素

子C 2の静電容量を設定することにより、より効果的にノイズを低減することができる。阻止周波数 f_2 は、例えばスイッチング素子Q 1をスイッチングする際の基本周波数、或いは、低次高調波周波数に設定する。

[0034] また、実際にフィルタ回路1 1を構成する場合には、フィルタ回路1 1を構成する各部品の寄生容量、或いは寄生インダクタンスの影響により、フィルタ回路1 1の減衰特性が不良となる周波数が生じる。具体的には、フィルタ回路1 1を構成するコンデンサの等価直列インダクタンスや、チョークコイルの巻線間に寄生する等価容量によって、減衰特性が不良となる。

[0035] その結果、理想的には図7に示すように、カットオフ周波数 f_1 を超えると周波数が高まるに連れて減衰特性が低下する特性を有するが、実際には上記の理由により、図8に示すように、周波数 f_3 を超えると、周波数が高まるに連れて減衰特性が上昇する特性となる。従って、周波数 f_3 よりも高い周波数帯域のノイズを除去することができなくなってしまう。例えば、周波数 f_3 がラジオのFM周波数帯域である76 [MHz] ~ 108 [MHz]よりも低い場合には、このFM周波数帯域でのノイズを低減できなくなる。

[0036] 本実施形態では、上述の第1共振周波数 f_{r1} が周波数 f_3 よりも低くなるように、容量素子C 2の静電容量を設定する。即ち、第1共振周波数 f_{r1} が、フィルタ回路1 1（ローパスフィルタ）による減衰率が上昇に転じる周波数 f_3 よりも低くなるように設定する。こうすることにより、周波数 f_3 で減衰特性が上昇した場合でも、ラジオのFM周波数帯域にてノイズが発生することを防止できる。即ち、ラジオのFM周波数帯域等の周波数帯域において、第1給電母線9 3と第2給電母線9 4に流れるノイズ電流を打ち消して、金属筐体1に生じるノイズを低減することができる。

[0037] このようにして、第2実施形態に係る電力変換装置1 0 2では、フィルタ回路1 1（ローパスフィルタ）を設けることにより、リアクトルL 1のインダクタンスと容量素子C 2の静電容量による第1共振周波数 f_{r1} が存在することにより生じるノイズを低減することができる。従って、スイッチング素子Q 1をスイッチングすることにより生じるノイズを低減することができる。

。

[0038] また、第1共振周波数 f_{r1} をフィルタ回路11のカットオフ周波数 f_1 よりも高く設定することにより、第1共振周波数 f_{r1} が存在することにより生じるノイズをフィルタ回路11にてより効果的に除去することができ、スイッチング素子Q1のスイッチングにより生じるノイズを低減することができる。

[0039] 更に、第1共振周波数 f_{r1} を、フィルタ回路11の減衰特性が不良となる周波数 f_3 （図8参照）よりも低い周波数に設定することにより、第1共振周波数 f_{r1} が存在することにより生じるノイズをフィルタ回路11にてより効果的に除去することができ、スイッチング素子Q1のスイッチングにより生じるノイズを低減することができる。

[0040] [第3実施形態の説明]

次に、本発明の第3実施形態について説明する。図9は、本発明の第3実施形態に係る電力変換装置、及びその周辺機器の構成を示す回路図である。第3実施形態に示す電力変換装置103は、前述した第1実施形態と対比して、インピーダンス回路2aの内部に、容量素子C2と抵抗素子R2の直列接続回路が設けられている点で相違する。それ以外の構成は図1に示した回路と同様であるので、同一符号を付して構成説明を省略する。

[0041] 抵抗素子R2の抵抗値は、第2給電母線の抵抗値（P3～P4間の抵抗値）よりも小さく設定されている。

[0042] そして、容量素子C2の静電容量が、第2給電母線94のインピーダンスよりも小さくなる周波数帯域では、抵抗素子R2が存在することにより、インピーダンス回路2aに流れる高周波のノイズエネルギーは、抵抗素子R2により熱として消費される。これにより、金属筐体1に生じる高周波のノイズエネルギーを吸収することができる。

[0043] [第4実施形態の説明]

次に、本発明の第4実施形態について説明する。図10は、本発明の第4実施形態に係るインピーダンス回路を示す図である。第4実施形態では、前

述した第1実施形態と対比して、インピーダンス回路2bの内部に、容量素子C2と抵抗素子R2とインダクタンス素子L2の直列接続回路が設けられている点で相違する。それ以外の構成は図1に示した回路と同様である。

[0044] 抵抗素子R2の抵抗値は、第2給電母線94の抵抗値（図1のP3～P4間の抵抗値）よりも小さく設定されている。また、インダクタンス素子L2のインダクタンスは、リアクトルL1のインダクタンスよりも小さく設定されている。

[0045] 図11は、図10における、リアクトルL1、及びインピーダンス回路2bのインピーダンスの変化を示すグラフである。図11において、横軸は周波数、縦軸はインピーダンスを示している。更に、実線で示す曲線S11はインピーダンス回路2bを設けた場合の特性を示し、点線で示す曲線S12はインピーダンス回路2bを設けない場合の特性を示している。

[0046] 図11に示す周波数fr1は、インピーダンス回路2bを設けた場合の一つ目の共振周波数（第1共振周波数）であり、周波数fr2は、インピーダンス回路2bを設けない場合の共振周波数である。また、周波数fr3は、インピーダンス回路2bの二つ目の共振周波数（第2共振周波数）である。第2共振周波数fr3は、以下の（5）式で示すことができる。

[数2]

$$f_{r3} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L2 \cdot C2}} \quad \dots (5)$$

[0047] 第4実施形態では、インピーダンス回路2bにインダクタンス素子L2を設けることにより、第2共振周波数fr3が存在する。この第2共振周波数fr3を所望の周波数よりも高い周波数に設定することで、所望の周波数におけるインピーダンスを低下させ、スイッチングにより生じるノイズ電流を打ち消し、金属筐体1に生じる高周波のノイズエネルギーを低減することができる。

[0048] 例えば図11において、第2共振周波数fr3を、ノイズの除去が望まれる

ラジオのFM周波数帯域の周波数 f_x よりも高く設定する。周波数 f_x においてリアクトル L_1 に起因するインピーダンスを低減し、第1給電母線93のインピーダンスを第2給電母線94のインピーダンスを近づけることができる。その結果、スイッチング素子 Q_1 をスイッチングすることにより生じるノイズ電流を打ち消し、金属筐体1に生じる高周波のノイズエネルギーを低減することができる。よって、ラジオのFM周波数帯域等の周波数に影響を与えることを防止できる。

[0049] このようにして、第4実施形態では、インピーダンス回路2bに容量素子 C_2 と抵抗素子 R_2 とインダクタンス素子 L_2 の直列接続回路を設け、更に、第2共振周波数 f_{r3} を予め設定した所定の周波数 f_x (閾値周波数) よりも高く設定する。従って、周波数 f_x において、第1給電母線93のインピーダンスを低減でき、スイッチングにより生じるノイズを低減することができる。

[0050] 更に、周波数 f_x (閾値周波数) をラジオのFM周波数帯域の最大周波数とすることにより、ラジオの周波数帯域において第1給電母線93のインピーダンスを低減でき、スイッチングにより生じる金属筐体1に流れるノイズを低減することができる。

[0051] [第5実施形態の説明]

次に、本発明の第5実施形態について説明する。図12は、本発明の第5実施形態に係る電力変換装置に用いられるリアクトル L_1 、及びインピーダンス回路2cの構成を模式的に示す説明図である。図12に示すように、第1給電母線93は2つの母線93a、93bに分割され、それぞれの母線93a、93bを跨ぐようにリアクトル L_1 が設けられている。第1給電母線93は平板形状の金属板で構成されている。

[0052] 2つの母線93a、93bの間には、ディスクリートの容量素子 C_0 が設けられている。より詳細には、平板形状を成す2つの母線93a、93bの、リアクトル L_1 が取り付けられる面とは反対側の面に、各母線93a、93bを接続するための、容量素子 C_0 が設けられている。

[0053] 第5実施形態は、前述した第1実施形態と対比して、インピーダンス回路2cに設けられる容量素子が、ディスクリートの容量素子C0である点で相違している。ディスクリートの容量素子C0を用いることにより、第1給電母線93に対して容易に取り付けることが可能となる。

[0054] また、前述した第3実施形態に示した抵抗素子R2（図9参照）、第4実施形態に示したインダクタンス素子L2（図10参照）をディスクリート素子で構成することも可能である。

[0055] このように、第5実施形態では、インピーダンス回路2cをディスクリート部品で構成するので、構成を簡素化することができる。

[0056] [第6実施形態の説明]

次に、本発明の第6実施形態について説明する。図13は、本発明の第6実施形態に係る電力変換装置に用いられるリアクトルL1、及びインピーダンス回路2dの構成を模式的に示す説明図である。図13に示すように、第1給電母線93は2つの母線93a、93bに分割され、それぞれの母線93a、93bを跨ぐようにリアクトルL1が設けられている。第1給電母線93は平板形状の金属板で構成されている。

[0057] 2つの母線93a、93bに対して所定の距離だけ離間した位置に、平板形状の導電部材13が設けられている。より詳細には、平板形状を成す2つの母線93a、93bの、リアクトルL1が取り付けられる面の反対側の面に、各母線93a、93bと対峙して、平板形状の導電部材13が容量結合されている。

[0058] 従って、各母線93a、93bと導電部材13との間には、静電容量C01、C02が存在する。このため、図14の等価回路に示すように、リアクトルL1に対して並列に静電容量C01、C02が存在する。

[0059] ここで、インピーダンス回路2dの静電容量C2は、2つの静電容量C01とC02の直列合成容量であるから、以下の(6)式にて示すことができる。

$$C2 = (C01 \cdot C02) / (C01 + C02) \quad \dots (6)$$

[0060] このように、本実施形態では、インピーダンス回路 2 d は、2 つの母線 9 3 a、9 3 b を跨ぐように配置され、各母線 9 3 a、9 3 b にそれぞれに容量結合された導電部材 1 3 で構成される。従って、インピーダンス回路 2 d の静電容量を、各母線 9 3 a、9 3 b と導電部材 1 3 との間の静電容量 C 0 1、C 0 2 で構成することができる。従って、インピーダンス回路 2 d の構成を簡素化することができる。

[0061] [第 6 実施形態の第 1 変形例の説明]

次に、第 6 実施形態の第 1 変形例について説明する。図 1 5 は、第 6 実施形態の第 1 変形例に係る電力変換装置に用いられるリアクトル L 1、及びインピーダンス回路 2 e の構成を模式的に示す説明図である。図 1 5 に示すように、第 1 給電母線 9 3 は 2 つの母線 9 3 a、9 3 b に分割され、それぞれの母線 9 3 a、9 3 b を跨ぐようにリアクトル L 1 が設けられている。各母線 9 3 a、9 3 b は平板形状の金属板で構成されている。

[0062] 更に、2 つの母線 9 3 a、9 3 b と対峙して、平板形状の導電部材 1 3 が設けられている。導電部材 1 3 と、一方の母線 9 3 a との間に、誘電体 1 4 が設けられている。一般に、容量素子の静電容量は以下の (7) 式で示されることが知られている。

$$(\text{静電容量}) = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot (S / d) \quad \dots (7)$$

但し、 ε_0 は真空の誘電率、 ε_r は比誘電率、 S は対向面積、 d は距離である。

従って、母線 9 3 a と導電部材 1 3 との間に誘電体 1 4 を設けることにより、比誘電率 ε_r を大きくすることができ、ひいては静電容量を大きくすることができる。

[0063] その結果、リアクトル L 1 に起因するインピーダンスを低減し、第 1 給電母線 9 3 のインピーダンスを第 2 給電母線 9 4 のインピーダンスに近づけることができる。このため、スイッチング素子 Q 1 のスイッチングにより生じるノイズ電流を打ち消し、金属筐体 1 に生じる高周波のノイズエネルギーを低減することが可能となる。なお、母線 9 3 b と導電部材 1 3 との間に誘電体

14 を設ける構成としてもよい。

[0064] [第6実施形態の第2変形例の説明]

次に、第6実施形態の第2変形例について説明する。図16は、第6実施形態の第2変形例に係る電力変換装置に用いられるリアクトルL1、及びインピーダンス回路2fの構成を模式的に示す説明図である。図16に示すように、第2変形例では、前述した第1変形例と対比して、導電部材13と2つの母線93a、93bとの間に誘電体14が設けられている点で相違する。

[0065] そして、このような構成においても、母線93aと導電部材13との間の静電容量、及び母線93bと導電部材13との間の静電容量を共に大きくすることができるので、第1変形例と同様に、インピーダンス回路2fの静電容量を大きくすることが可能となる。また、第1変形例と対比して、2つの静電容量を大きくできるので、全体の静電容量を容易に大きくすることが可能となる。

[0066] [第7実施形態の説明]

次に、本発明の第7実施形態について説明する。図17は、本発明の第7実施形態に係る電力変換装置に用いられるリアクトルL1、及びインピーダンス回路2gの構成を模式的に示す説明図である。図17に示すように、第1給電母線93は2つの母線93a、93bに分割され、それぞれの母線93a、93bを跨ぐようにリアクトルL1が設けられている。第1給電母線93は平板形状の金属板で構成されている。

[0067] 2つの母線93a、93bに対して所定の距離だけ隔てた位置に、平板形状の導電部材21が設けられている。より詳細には、平板形状を成す各母線93a、93bの、リアクトルL1が取り付けられる面とは反対側の面に、2つの母線93a、93bと対峙して、平板形状の導電部材21が容量結合されている。

[0068] 更に、導電部材21には、3箇所スリット22が穿設されている。即ち、スリット22が断面積の可変部とされ、抵抗成分が形成される。なお、図

17では、3箇所のスリット22を形成しているが、スリットの個数は3箇所に限定されない。導電部材21は、このスリット22により抵抗値が高まることになる。

[0069] このため、図18の等価回路に示すように、インピーダンス回路2gは、2つの静電容量C01、C02と、抵抗成分R01との直列接続回路となる。

[0070] そして、このような構成により、インピーダンス回路2g内にRC直列回路を形成することができ、リアクトルL1に起因するインピーダンスを小さくできる。よって、第1給電母線93のインピーダンスを第2給電母線94のインピーダンスに近づけることができ、スイッチングにより生じるノイズ電流を打ち消し、金属筐体1に生じる高周波のノイズエネルギーを低減することが可能となる。

[0071] また、スリット22の個数や断面積を調整して抵抗値を変更できるので、抵抗値の設定が容易となる。

[0072] [その他の実施形態]

上述した各実施形態では、図1に示したように、スイッチング素子Q1とダイオードD1からなるパワーモジュール4を用いて電力を変換する例について説明した。本発明はこれに限定されず、例えば、図19に示すように、平滑コンデンサC100の前段に、ダイオードブリッジ回路からなる整流回路31を設けても良い。この場合には、電源91より供給される電力が交流である場合に、この交流を整流してパワーモジュール4に供給することが可能となる。

[0073] 更に、図20に示すように、リアクトルL1の後段に、4個のスイッチング素子からなるパワーモジュール4a、該パワーモジュール4aを制御する制御回路34、トランス35、及び4個のダイオードからなる整流回路33を備えた電力変換装置としてもよい。このような構成においても、電源91とパワーモジュール4aとの間に設けられたリアクトルL1に対してインピーダンス回路2を設けることにより、ノイズを低減することが可能となる。

[0074] 以上、本発明の電力変換装置を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置き換えることができる。

符号の説明

- [0075] 1 金属筐体
2、2 a、2 b、2 c、2 d、2 e、2 f、2 g インピーダンス回路
3、3 4 制御回路
4、4 a パワーモジュール
1 1 フィルタ回路
1 3 導電部材
1 4 誘電体
2 1 導電部材
2 2 スリット
3 1、3 3 整流回路
3 5 トランス
9 1 電源
9 2 負荷
9 3 第1給電母線
9 3 a 母線
9 3 b 母線
9 4 第2給電母線
1 0 1、1 0 2、1 0 3 電力変換装置
C 1 0 0、C 2 0 0 平滑コンデンサ
D 1 ダイオード
Q 1 スイッチング素子
R 2 抵抗素子

請求の範囲

- [請求項1] 第1給電母線及び第2給電母線より供給される電力を変換する電力変換装置であって、
- 前記第1給電母線に接続されるリアクトルと、
- 前記第1給電母線と第2給電母線との間に供給される電力をスイッチングにより変換するスイッチング素子と、
- 前記第1給電母線の前記リアクトルに対して並列に配置したインピーダンス回路と、
- を備えた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、
- 前記インピーダンス回路は、容量素子を含むことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の電力変換装置において、
- 前記容量素子の静電容量は、前記リアクトルに含まれる寄生容量よりも大きいことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項4] 請求項2または3に記載の電力変換装置において、
- 前記容量素子の静電容量と、前記リアクトルのインダクタンスによる第1共振周波数は、前記スイッチング素子のスイッチング周波数よりも高いことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項5] 請求項2～4のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
- 前記リアクトルの上流側の、前記第1給電母線と第2給電母線との間に接続されたローパスフィルタを更に備え、
- 前記リアクトルのインダクタンスと、前記容量素子の静電容量による第1共振周波数は、前記ローパスフィルタのカットオフ周波数よりも高いことを特徴とする電力変換装置。

- [請求項6] 請求項5に記載の電力変換装置において、
前記第1共振周波数は、前記ローパスフィルタの阻止周波数よりも高いこと
を特徴とする電力変換装置。
- [請求項7] 請求項5または6に記載の電力変換装置において、
前記第1共振周波数は、前記ローパスフィルタによる減衰率が上昇に転じる周波数よりも低いこと
を特徴とする電力変換装置。
- [請求項8] 請求項1～7のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
前記インピーダンス回路は、抵抗素子を有し、
前記抵抗素子の抵抗値は、前記第2給電母線の抵抗値より小さいこと
を特徴とする電力変換装置。
- [請求項9] 請求項2～7のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
前記インピーダンス回路は、前記容量素子に加えてインダクタンス素子を備え、
前記容量素子の静電容量と、前記インダクタンス素子のインダクタンスと、による第2共振周波数は、予め設定した閾値周波数よりも高いこと
を特徴とする電力変換装置。
- [請求項10] 請求項9に記載の電力変換装置において、
前記閾値周波数はラジオのFM周波数帯域の最大周波数であることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項11] 請求項1～10のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
前記インピーダンス回路は、ディスクリート部品で構成されることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項12] 請求項1～11のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
前記インピーダンス回路は、前記第1給電母線から離間して容量結

合された導電部材であること

を特徴とする電力変換装置。

[請求項13]

請求項12に記載の電力変換装置において、

前記第1給電母線と、前記導電部材との間に誘電体を設けたこと
を特徴とする電力変換装置。

[請求項14]

請求項13に記載の電力変換装置において、

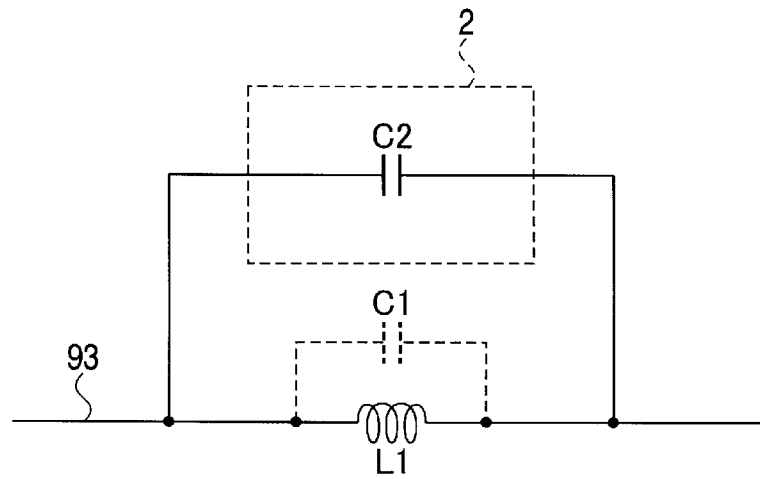
前記リアクトルの一方の端子に接続された第1給電母線と、前記導電部材との間にのみ前記誘電体を設けたこと
を特徴とする電力変換装置。

[請求項15]

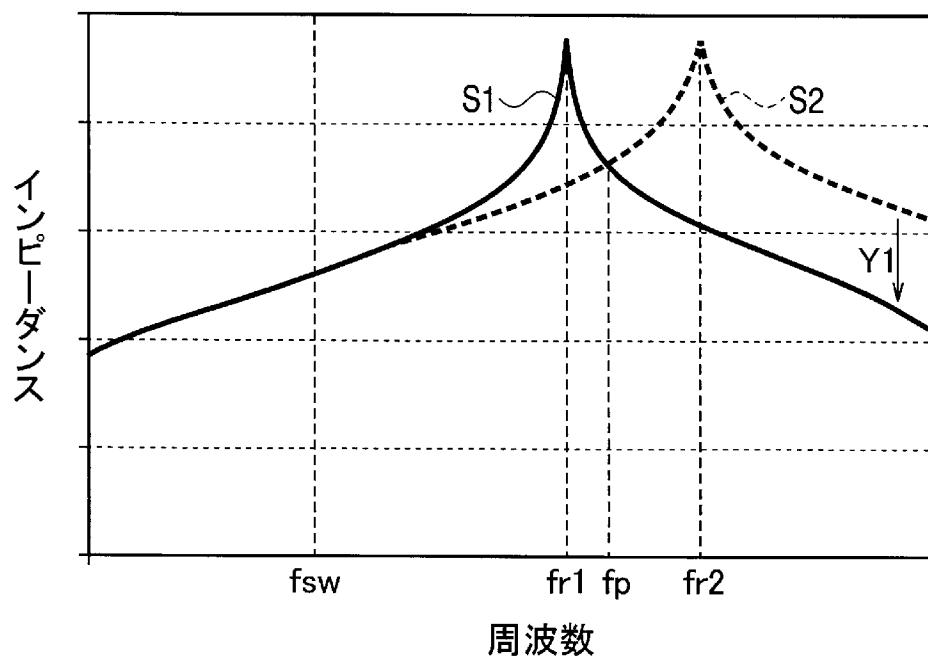
請求項12～14のいずれか1項に記載の電力変換装置において、

前記導電部材は平板形状を成し、該導電部材に断面積の可変部を形成して、抵抗成分を形成すること
を特徴とする電力変換装置。

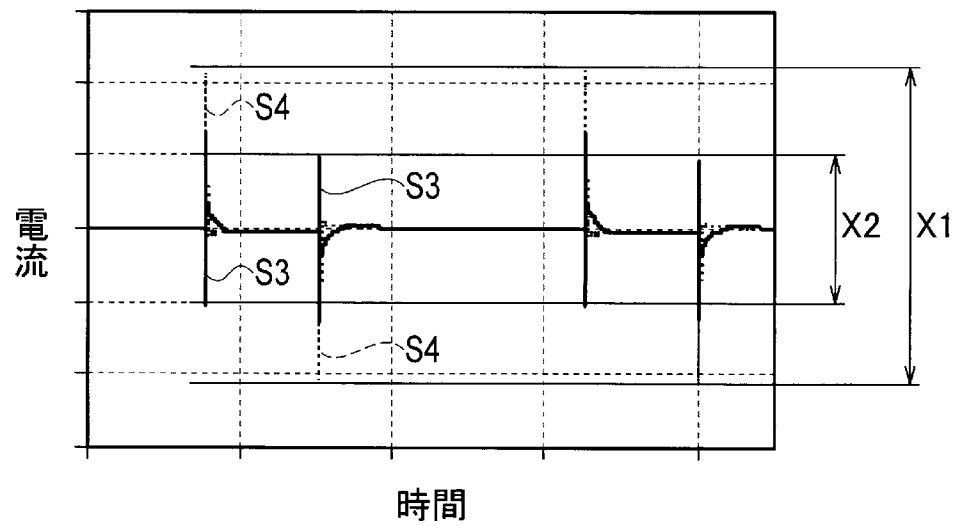
[図2]



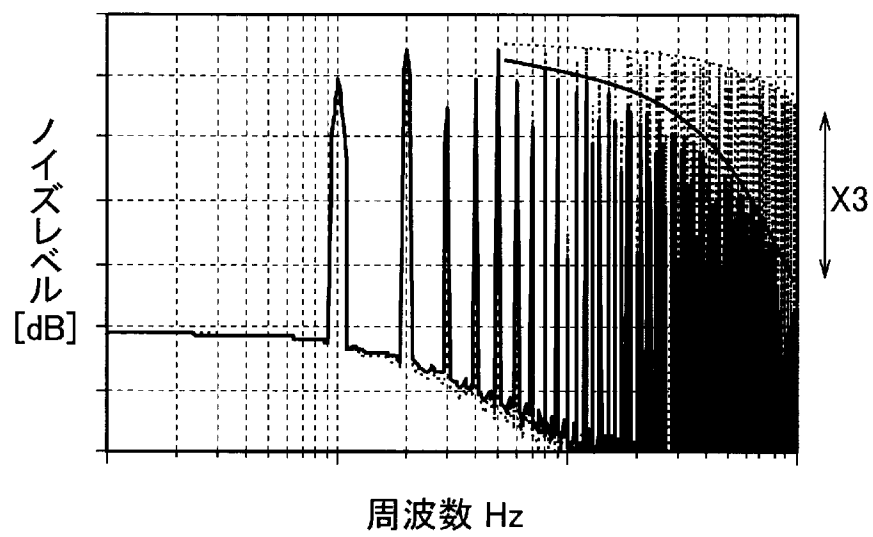
[図3]



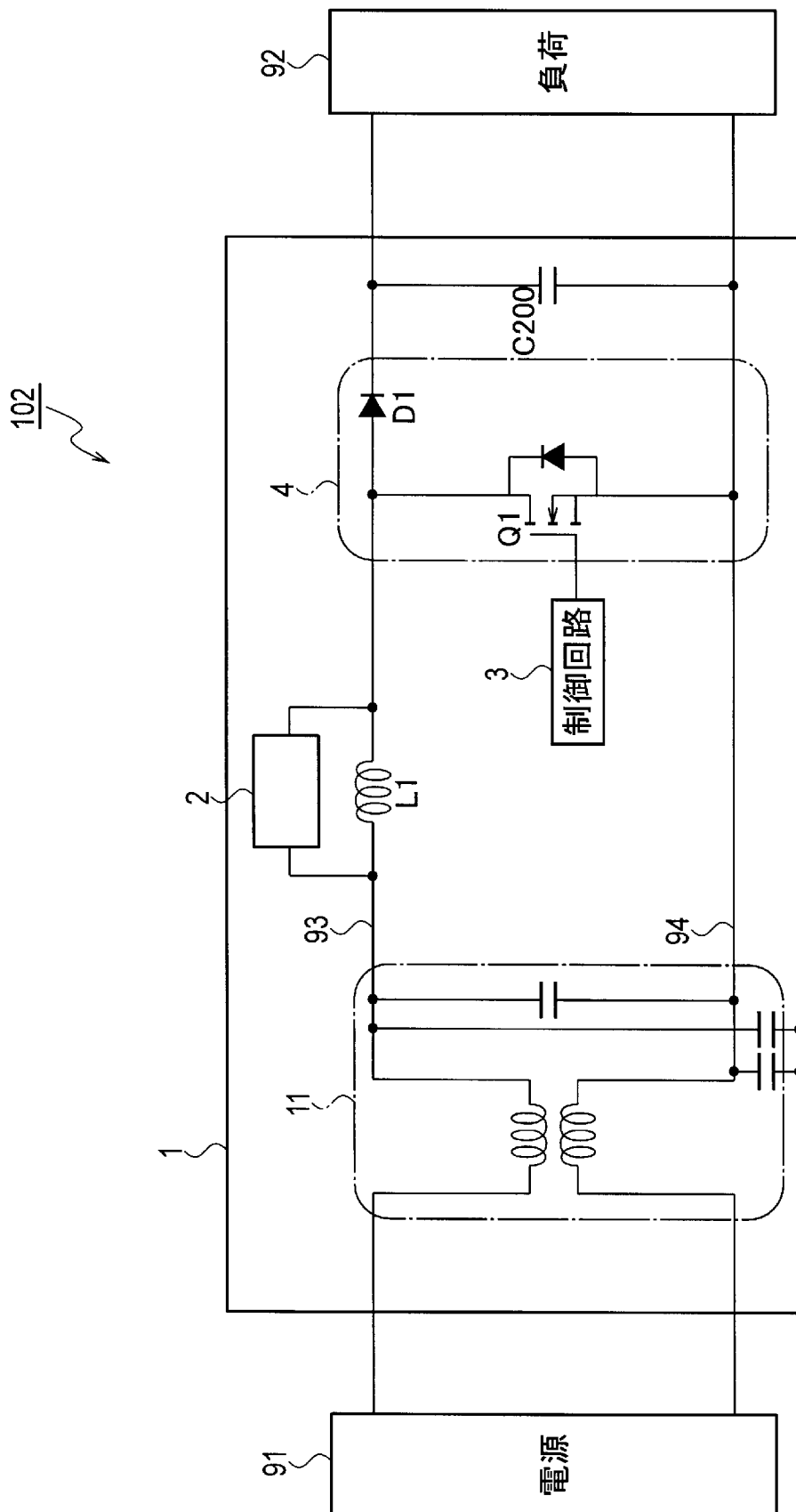
[図4]



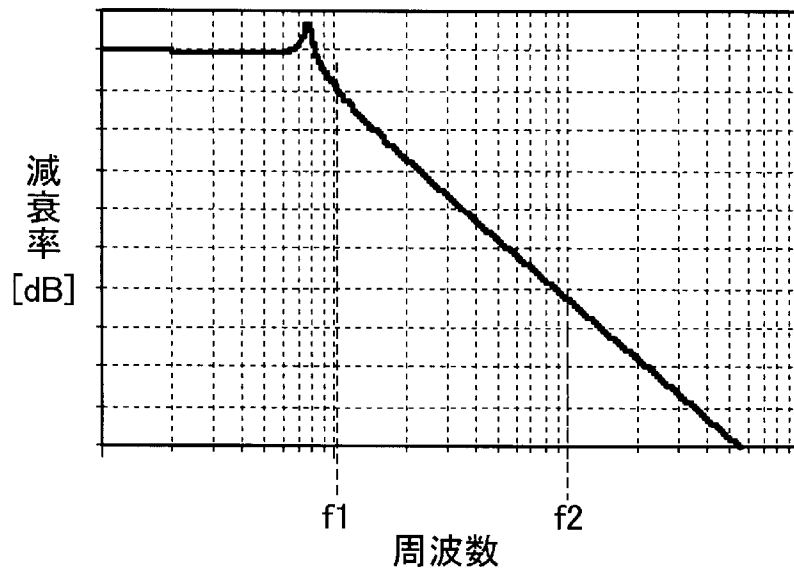
[図5]



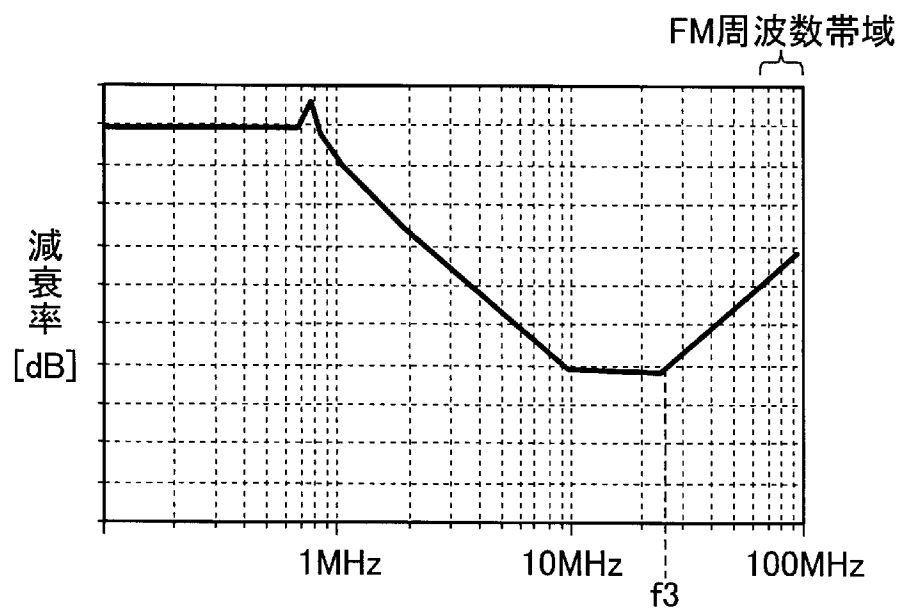
[図6]



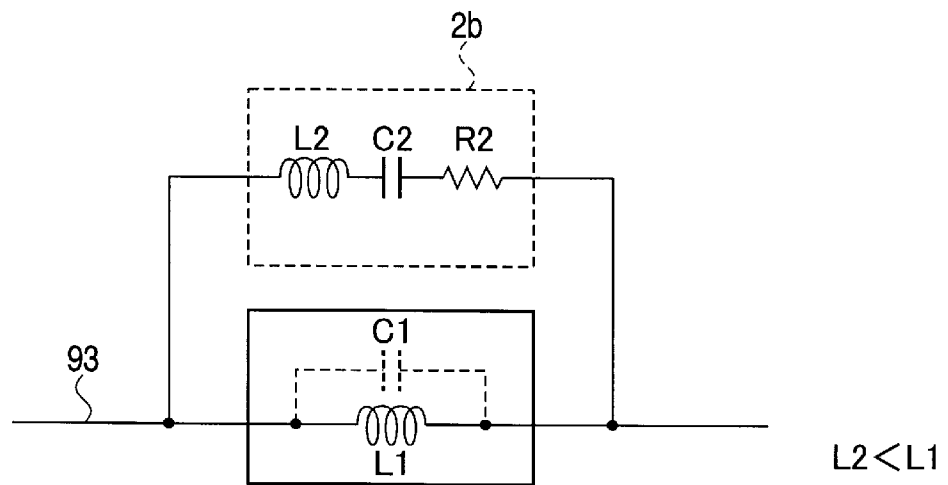
[図7]



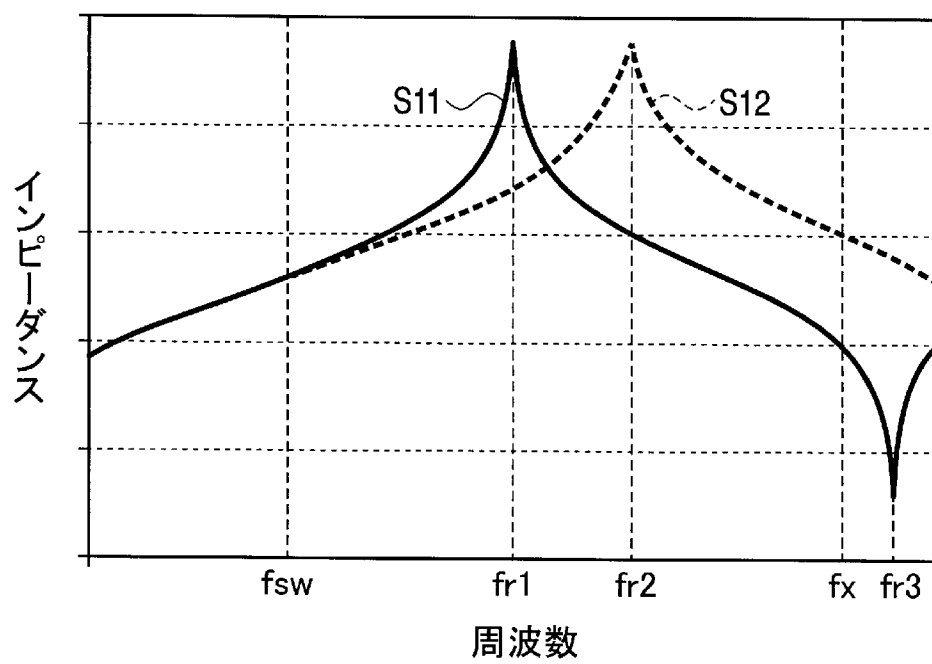
[図8]



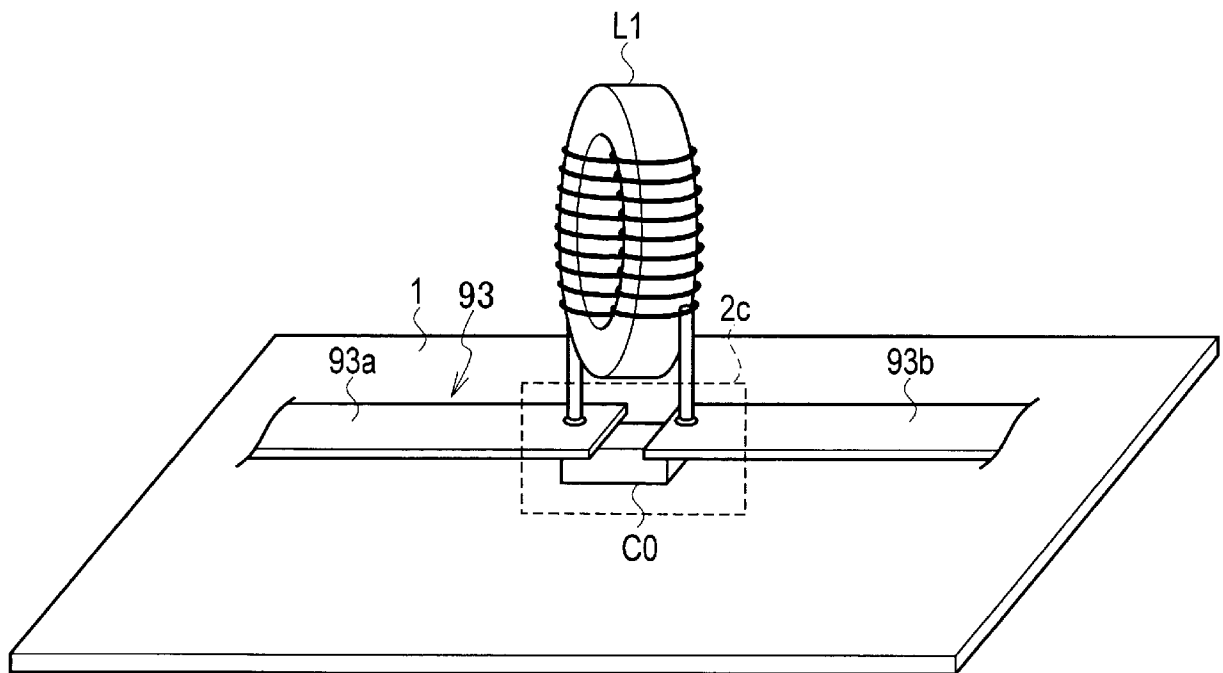
[図10]



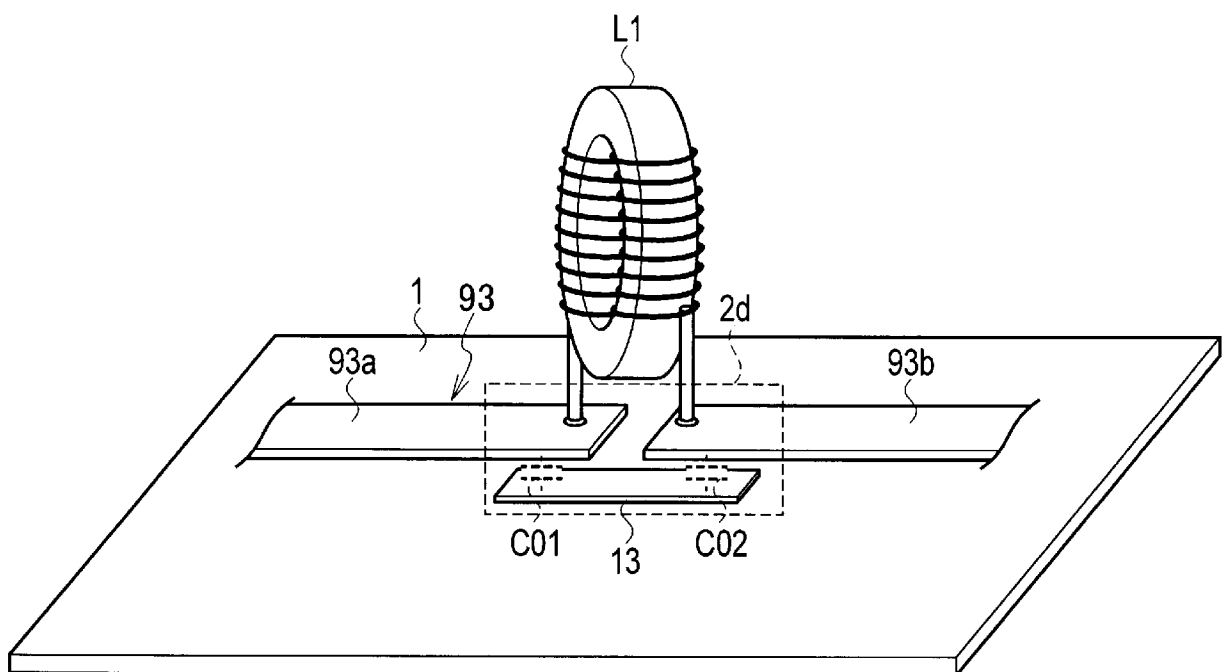
[図11]



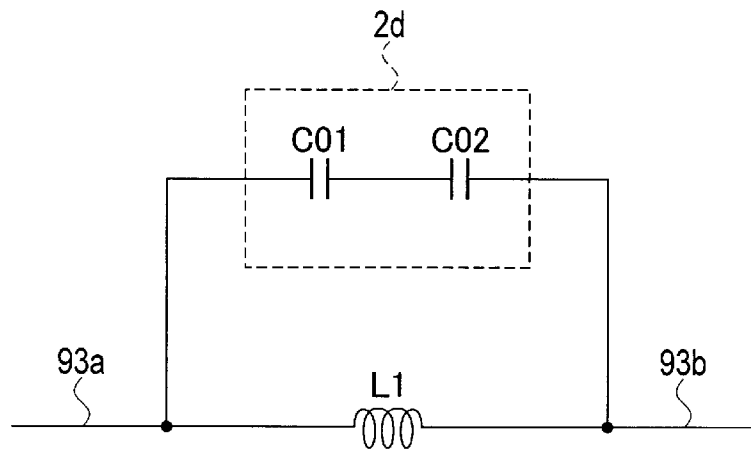
[図12]



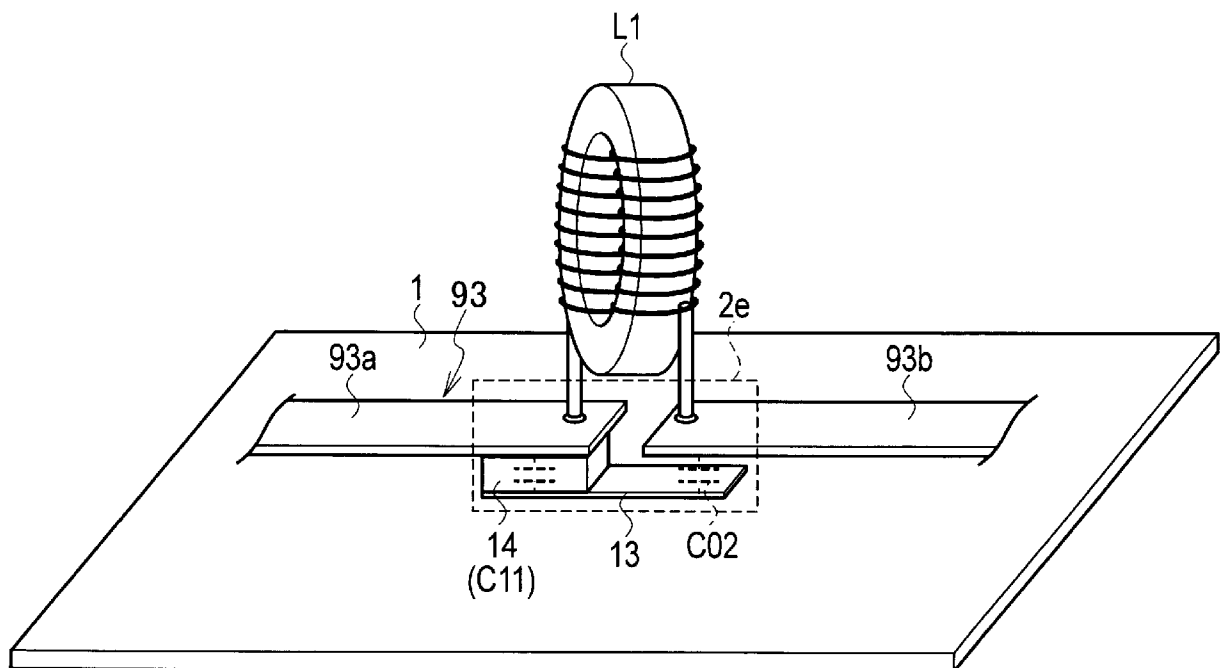
[図13]



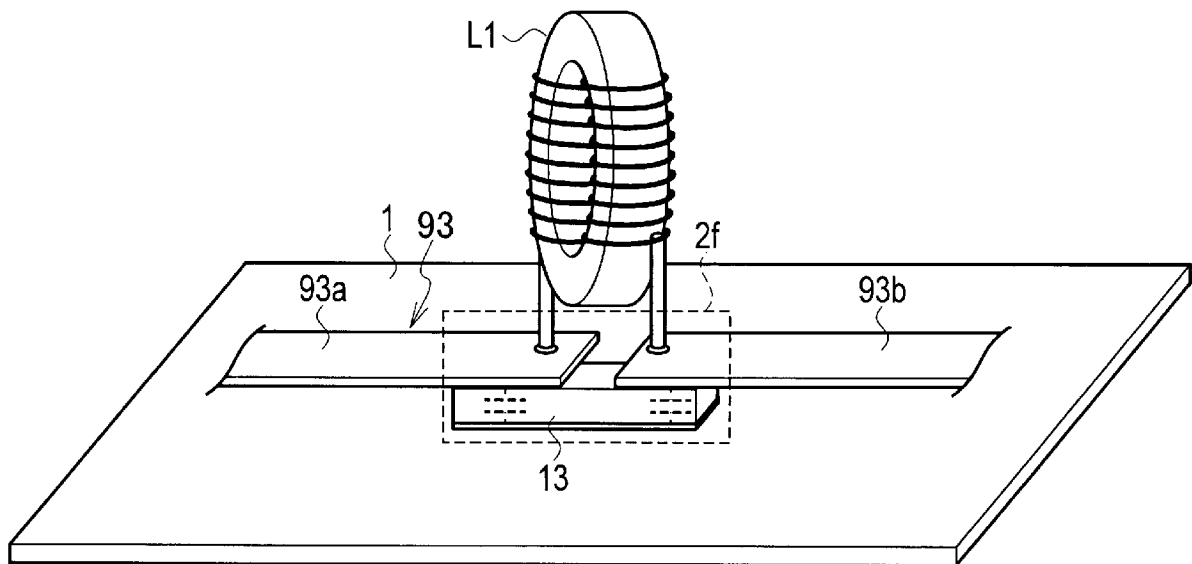
[図14]



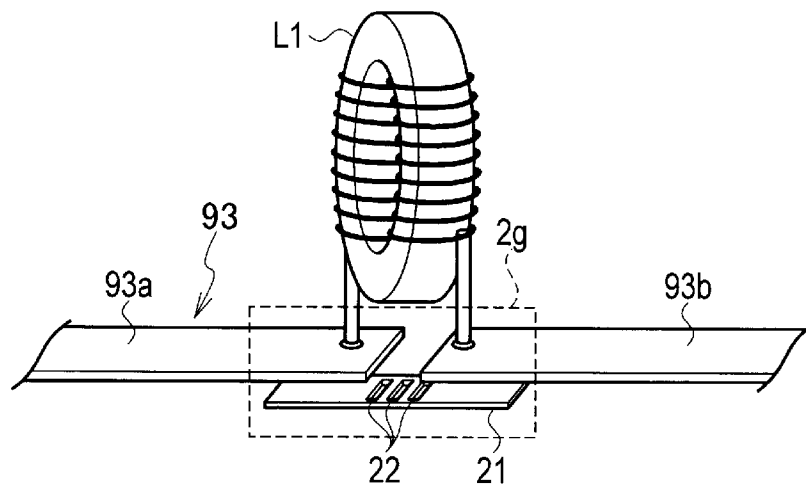
[図15]



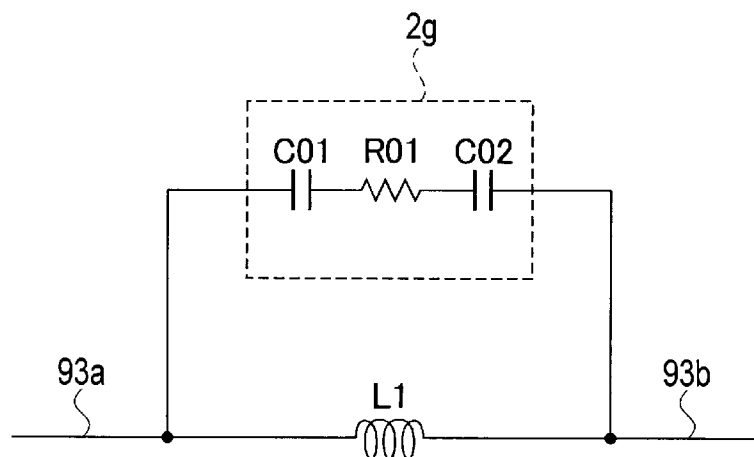
[図16]



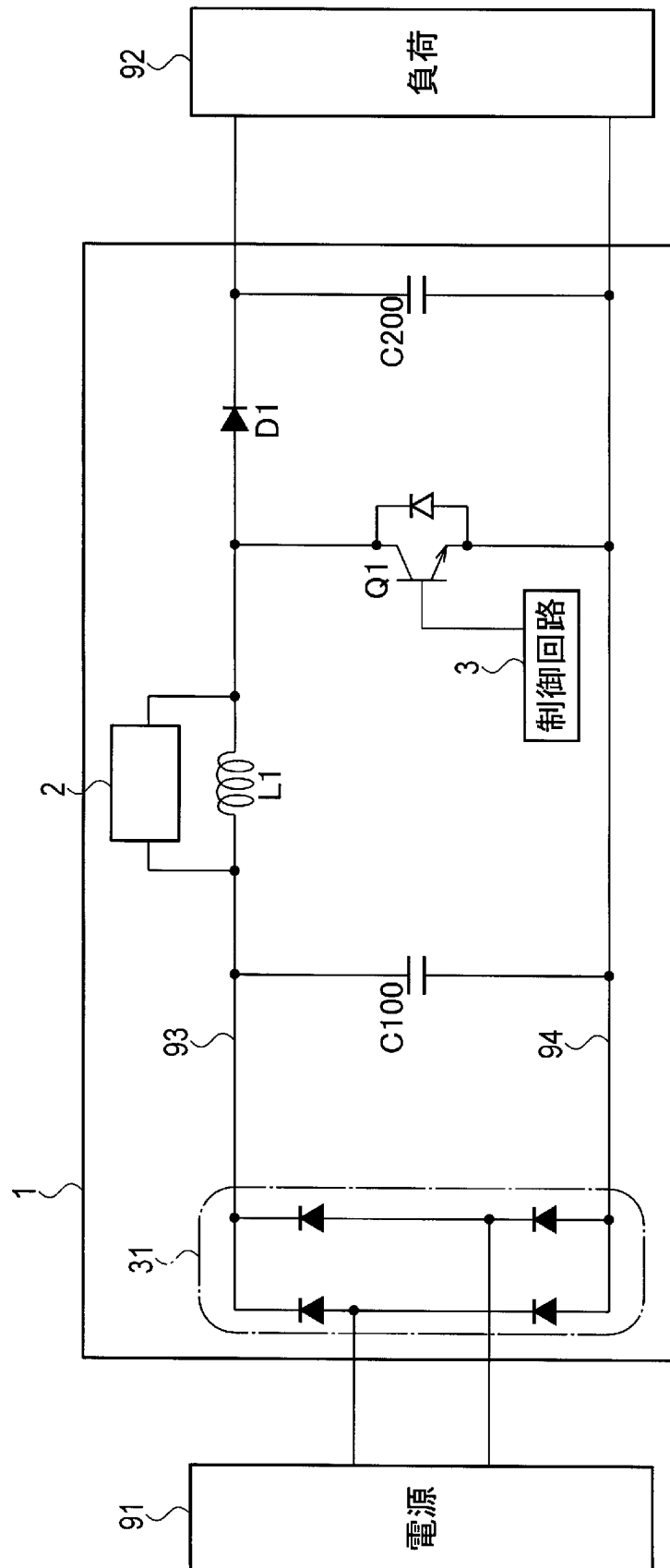
[図17]



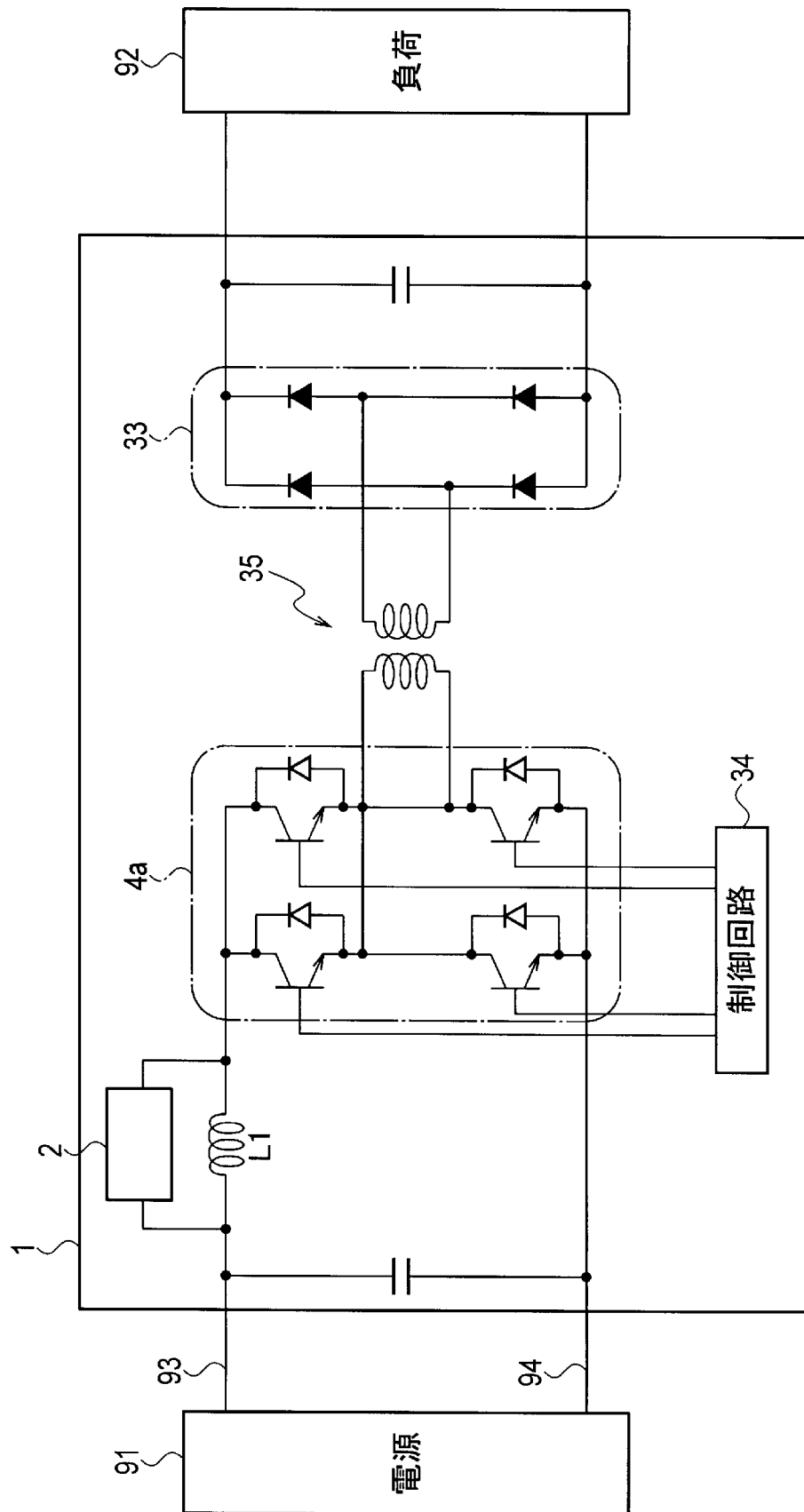
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M3/00(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)

H02M3/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 62-131757 A (Hitachi Metals, Ltd.), 15 June 1987 (15.06.1987), page 2, upper right column, line 3 to page 3, lower left column, line 14; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-2 3-13, 15 14
Y	JP 2013-240168 A (Ulvac, Inc.), 28 November 2013 (28.11.2013), paragraph [0034]; fig. 1 (Family: none)	3
Y	JP 10-127048 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 15 May 1998 (15.05.1998), paragraphs [0006], [0011]; fig. 1 (Family: none)	4-7, 9-10

☒ 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
29 June 2016 (29.06.16)

Date of mailing of the international search report
12 July 2016 (12.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066399

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-350361 A (TDK Corp.), 09 December 2004 (09.12.2004), paragraph [0063]; fig. 4 (Family: none)	8
Y	JP 2007-507200 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 22 March 2007 (22.03.2007), paragraph [0033]; fig. 1 & US 7626369 B2 column 6, line 64 to column 7, line 20; fig. 1 & WO 2005/031956 A1 & EP 1668770 A1 & CN 1856929 A	11
Y A	JP 2014-87107 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 12 May 2014 (12.05.2014), paragraph [0034]; fig. 4 to 5 (Family: none)	12-13, 15 14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M3/00(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. H02M3/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 62-131757 A（日立金属株式会社）1987.06.15, 第2頁右上欄第3行-第3頁左下欄第14行, 図1-4 (ファミリーなし)	1-2 3-13, 15 14
Y	JP 2013-240168 A（株式会社アルバック）2013.11.28, 段落[0034], 図1（ファミリーなし）	3
Y	JP 10-127048 A（松下電工株式会社）1998.05.15, 段落[0006], [0011], 図1（ファミリーなし）	4-7, 9-10

☒ 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

29.06.2016

国際調査報告の発送日

12.07.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

神田 太郎

5G

3780

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
Y	JP 2004-350361 A (TDK株式会社) 2004. 12. 09, 段落[0063], 図 4 (ファミリーなし)	8
Y	JP 2007-507200 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2007. 03. 22, 段落[0033], 図 1 & US 7626369 B2, 第 6 欄第 64 行-第 7 欄第 20 行, 図 1 & WO 2005/031956 A1 & EP 1668770 A1 & CN 1856929 A	11
Y A	JP 2014-87107 A (日産自動車株式会社) 2014. 05. 12, 段落[0034], 図 4-5 (ファミリーなし)	12-13, 15 14