

(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
2015年2月12日(12.02.2015)



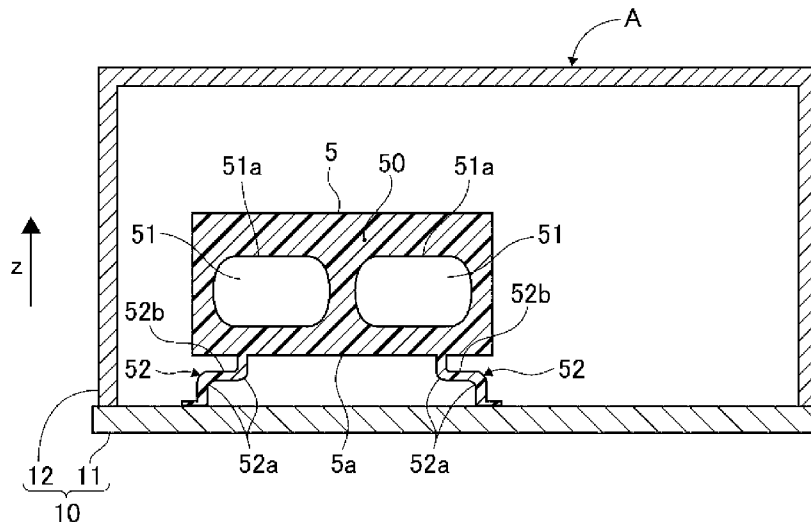
(10) 国際公開番号
WO 2015/019718 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/066160
- (22) 国際出願日: 2014年6月18日(18.06.2014)
- (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 2013-164326 2013年8月7日(07.08.2013) JP
- (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: 片上 晶博(KATAKAMI, Akihiro); 〒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). 平野 出穂(HIRANO, Izuhō); 〒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). 窪田 泰之(KUBOTA, Yasuyuki); 〒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).
- (74) 代理人: 西脇 民雄(NISHIWAKI, Tamio); 〒1030028 東京都中央区八重洲一丁目4番16号 東京建物八重洲ビル2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, 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, LT, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置



(57) Abstract: Provided is a power conversion device which has a power conversion circuit (1) equipped with a smoothing capacitor (5) and switch elements (S1-S6), and a control means (3) that uses a carrier signal of a prescribed frequency (fc) to control the operation of the switch elements (S1-S6), and which is able to suppress fluctuation of the capacitor by using a means with which the cost is lowered and space is saved. This power conversion device (A) is characterized in that the resonance frequency (f0) of the smoothing capacitor (5) of the power conversion circuit (1) is set so as to be no greater than $\frac{1}{2}^{1/2}$ of the frequency of the carrier signal controlling the switch elements (S1-S6) of the power conversion circuit (1).

(57) 要約: 平滑コンデンサ(5)とスイッチ素子(S1~S6)を備えた電力変換回路(1)と、所定周波数(f_c)のキャリア信号を用いてスイッチ素子(S1~S6)の動作を制御する制御手段としての制御装置(3)と、を有し、コンデンサの振動抑制を、低コスト化および省スペース化が可能な手段により達成可能な電力変換装置を提供する。電力変換回路(1)の平滑コンデンサ(5)の共振周波数(f₀)を電力変換回路(1)のスイッチ素子(S1~S6)を制御するキャリア信号の周波数の $1/2^{1/2}$ 以下に設定したことを特徴とする電力変換装置(A)とした。

WO 2015/019718 A1



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：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、平滑コンデンサを備えた電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、電気自動車などでは、平滑コンデンサおよびスイッチング素子を備えた電力変換装置によりバッテリーからの直流電力を交流電力に変換してモータに供給している。また、運転者によるアクセル操作などに応じて電力変換装置のスイッチング素子のスイッチング動作を制御することにより、モータの出力トルクを制御している。

上述の電力変換装置では、スイッチング素子のスイッチング動作に起因して電流脈動が発生し、電流脈動が平滑コンデンサを振動させる原因となっており、また、この平滑コンデンサの振動が騒音を招いていた。

[0003] この騒音対策技術として、例えば、平滑コンデンサとして、フィルムを強めのテンションで引っ張って円筒巻形状としたものを用い、扁平巻コンデンサを用いたものと比較して、騒音を低減させるようにした技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

あるいは、コンデンサを収容するケースと冷却部材との間に防振材を挿入し、コンデンサからケースへの振動伝達を抑制して騒音を低減させるようにした技術も提案されている（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-304410号公報

特許文献2：特開2010-115089号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献1に記載の技術のように、円筒巻状のコンデ

ンサを用いた場合、扁平巻のものと比較してコンデンサの体積が大きくなることに伴い、電力変換装置の大きさが肥大化し、重量増およびコスト増を招くという問題点があった。

また、特許文献2に記載の技術のように、防振材を追加した場合にも、部品点数増によるコスト増、重量増、組付工数増を招くという問題点があった

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、コンデンサの振動抑制を、低コスト化および省スペース化が可能な手段により達成可能な電力変換装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本発明は、電力変換手段の平滑コンデンサの共振周波数を、電力変換手段のスイッチ素子を制御するキャリア信号の周波数の $1 / 2^{1/2}$ 以下に設定したことを特徴とする電力変換装置とした。

発明の効果

[0007] 電力変換装置では、平滑コンデンサに作用する起振力による変位は、共振周波数で最大となり、共振周波数を超える周波数では徐々に低下する。そして、共振周波数に $2^{1/2}$ （2の平方根）を乗じた周波数域では、コンデンサの起振力を1とした場合の変位量が1未満となる防振領域となる。

したがって、平滑コンデンサの共振周波数を、キャリア信号の周波数の $2^{1/2}$ 以下に設定した本発明の電力変換装置では、キャリア周波数は、平滑コンデンサの防振領域に含まれることになる。よって、キャリア信号によりスイッチング素子を駆動させた際の平滑コンデンサの振動を抑えることができる。

このように、本発明の電力変換装置では、平滑コンデンサの共振周波数の設定により、キャリア信号出力時の平滑コンデンサの振動を抑制可能であるため、平滑コンデンサの大型化や追加部品が不要となり、低コスト化および省スペース化が可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態1の電力変換装置の要部を示す断面図である。

[図2]実施の形態1の電力変換装置の全体の概略を示す回路図である。

[図3]実施の形態1の電力変換装置における平滑コンデンサの共振周波数の設定の基準となるキャリア信号の周波数と平滑コンデンサの変位量との関係を示す変位量特性図である。

[図4]実施の形態2の電力変換装置におけるキャリア周波数とモータ回転数との関係を示す周波数特性図である。

[図5]実施の形態3の電力変換装置におけるキャリア周波数とモータ回転数および暗騒音大領域との関係を示す周波数特性図である。

[図6]実施の形態4の電力変換装置におけるキャリア周波数とモータ回転数との関係を示す周波数特性図である。

[図7]実施の形態5の電力変換装置の要部の構成を示す一部を切断した正面図である。

[図8]実施の形態5の電力変換装置の要部の構成を示す断面図であって、図7のS8-S8線の位置で切断した状態を示す。

[図9]実施の形態6の電力変換装置の要部の構成を示す一部を切断した正面図である。

[図10]実施の形態7の電力変換装置の要部の構成を示す一部を切断した正面図である。

[図11]実施の形態7の電力変換装置の要部の構成を示す図であって、図10のS11-S11線の位置で切断した状態を示す。

[図12]実施の形態8の電力変換装置の要部の構成を示す一部を切断した正面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の電力変換装置を実施するための形態を、図面に示す実施の形態に基づいて説明する。

(実施の形態1)

以下に、実施の形態1の電力変換装置について説明する。

図2は、本発明の実施の形態1の電力変換装置Aの全体の概略を示している。

この電力変換装置（インバータ）Aは、バッテリーなどの電源Vに蓄積された直流電力を、モータMを駆動するための多相交流電力（この例では3相）に変換して供給する装置である。

[0010] この電力変換装置Aは、電力変換手段としての電力変換回路1と、制御装置3とを備えている。

電力変換回路1は、複数のスイッチ素子S1～S6を備えた半導体モジュール2と、電源Vと半導体モジュール2の間に設けられた平滑リアクトル4および平滑コンデンサ5と、を備えている。

制御装置3は、半導体モジュール2に対して、あらかじめ設定されたキャリア周波数 f_c に基づくPWM制御によるパルス幅変調制御を実行して、各スイッチ素子S1～S6のオン、オフを制御する。これにより、モータMの図示を省略した各相のコイルに通電を行なう。

[0011] 図1は電力変換装置Aにおける平滑コンデンサ5の設置部分の構造を示す断面図である。

実施の形態1の電力変換装置Aは、ベースプレート11およびカバー12により、平滑コンデンサ5を収容するケース10を形成している。

[0012] ベースプレート11には、平滑コンデンサ5が設置されている。この平滑コンデンサ5は、樹脂により形成された本体50の内部に、複数のコンデンサ素子51、51が設けられている。このコンデンサ素子51は、例えば、フィルムコンデンサであり、図示のように扁平形状に形成されており、これにより、平滑コンデンサ5の図において上下方向（矢印Z方向）の寸法を抑えることができる。

[0013] 平滑コンデンサ5は、ベースプレート11に取り付けるための脚部材52により、ベースプレート11に連結されている。

すなわち、脚部材52は、平滑コンデンサ5の本体50の下面5aであって、コンデンサ素子51のフィルム平坦面51aに対して垂直な方向（図において矢印Zの方向）の面の支持部分に、本体50と一体に形成されている。

[0014] この脚部材 5 2 は、図示のように、中間の 2 箇所 crank 状に略直角に折曲させた折曲部 5 2 a, 5 2 a を備えている。そして、両折曲部 5 2 a, 5 2 a の間に、前記のフィルム平坦面 5 1 a と垂直な方向（図において Z 方向）に交差する方向であって、略水平方向に延在された水平方向延在部 5 2 b を備えている。したがって、脚部材 5 2 は、折曲部 5 2 a の折曲角度や、その設定位置に基づく水平方向延在部 5 2 b の長さおよびその断面積に基づいて、Z 方向のばね剛性を設定することが可能である。

[0015] 次に、平滑コンデンサ 5 の共振周波数 f_0 の設定について説明する。

平滑コンデンサ 5 は、その振動はコンデンサ素子 5 1 のフィルム平坦面 5 1 a と垂直な方向（図において Z 方向）が最も大きいことが、実験等により確認されている。

また、平滑コンデンサ 5 の脚部材 5 2 は、前述のように、Z 方向のばね剛性を設定可能な折曲部 5 2 a, 5 2 a および水平方向延在部 5 2 b を備えている。したがって、脚部材 5 2 の Z 方向のばね剛性を変えることにより、平滑コンデンサ 5 の Z 方向の共振周波数 f_0 を変更可能（設定可能）である。

そこで、本実施の形態 1 では、平滑コンデンサ 5 の Z 方向の共振周波数 f_0 を、キャリア周波数 f_c の $1/2^{1/2}$ 以下（なお、 $2^{1/2}$ は 2 の平方根である）に設定している。

[0016] 次に、この共振周波数 f_0 の設定について図 3 に基づいて説明する。

すなわち、ケース 10 に作用する起振力は、平滑コンデンサ 5 の起振力 F を 1 とすると、それに対する変位 x は、図 3 のような挙動を示す。

具体的には、変位 x は、共振周波数 f_0 で最大となり、共振周波数 f_0 を超える周波数では徐々に低下する。そして、周波数が、 $2^{1/2} \times f_0$ 以上の周波数域では、変位 x は 1 未満となり、この 1 未満の領域が防振領域となる。

[0017] これを利用して、本実施の形態 1 では、平滑コンデンサ 5 の主たる振動方向であるコンデンサ素子 5 1 のフィルム平坦面 5 1 a と垂直な方向（Z 方向）の共振周波数 f_0 を、キャリア周波数 f_c の $1/2^{1/2}$ 以下に設定した。これにより、キャリア周波数 f_c は、図 3 に示す防振領域に含まれ、キャリア信

号によりスイッチ素子S 1～S 6を駆動させた際の脈動により平滑コンデンサ5が振動した際に、その振動がケース10へ伝達されるのを確実に抑制することができる。

[0018] 以上説明した本実施の形態1の電力変換装置は、以下に列挙する効果を奏する。

1) 実施の形態1の電力変換装置は、
平滑コンデンサ5とスイッチ素子S 1～S 6を備えた電力変換手段と、
所定周波数(f_c)のキャリア信号を用いてスイッチ素子S 1～S 6の動作を制御する制御手段としての制御装置3と、
を有し、
平滑コンデンサ5の共振周波数 f_0 が、キャリア信号の周波数であるキャリア周波数 f_c の $1/2^{1/2}$ (なお、この $2^{1/2}$ は2の平方根を示している)以下に設定されていることを特徴とする。

平滑コンデンサ5の起振力Fに対する変位 x は、図3に示すように、共振周波数 f_0 で最大となり、 $2^{1/2} \times f_0$ 以上の周波数域では、起振力Fを1としたときに、変位 x が1以下となる。そこで、この起振力Fを1としたときに変位 x が1以下となる領域を、防振領域と称する。

したがって、共振周波数 f_0 を、キャリア信号の周波数であるキャリア周波数 f_c の $1/2^{1/2}$ ($2^{1/2}$ は2の平方根)以下に設定することにより、キャリア周波数 f_c が、この防振領域に含まれる。これにより、キャリア信号によりスイッチ素子S 1～S 6を駆動させた際の平滑コンデンサ5の変位 x が抑えられ、ケース10への振動伝達を確実に抑制することができる。

このように、実施の形態1では、平滑コンデンサ5の振動抑制を、共振周波数 f_0 の設定により達成できる。よって、大型のコンデンサ素子51を用いて平滑コンデンサ5が大型化したり、振動伝達抑制用の部材を追加してコスト増を招いたりすることなしに、平滑コンデンサ5の振動抑制を図ることが可能な電力変換装置を提供することができる。

[0019] 2) 実施の形態1の電力変換装置は、

平滑コンデンサ 5 の共振周波数 f_0 は、平滑コンデンサ 5 に内蔵されたコンデンサ素子 5 1 のフィルム平坦面 5 1 a と垂直な方向の共振周波数であることを特徴とする。

すなわち、平滑コンデンサ 5 の振動はコンデンサ素子 5 1 のフィルム平坦面 5 1 a と垂直な方向（図において Z 方向）が最も大きいことが、実験等により確認されている。したがって、共振の際の振動方向が最も大きい方向の振動抑制を図り、効率的に電力変換装置の振動および騒音の低減を図ることができる。

[0020] 3) 実施の形態 1 の電力変換装置は、

平滑コンデンサ 5 は、この平滑コンデンサ 5 を収容するケース 1 0 に、連結部材としての脚部材 5 2 を介して直接あるいは間接的に連結された状態で設置され、

連結部材としての脚部材 5 2 は、共振周波数 f_0 における変位方向（フィルム平坦面 5 1 a に対して垂直な方向）の剛性を調節可能な剛性調節部（折曲部 5 2 a）を備えていることを特徴とする。

脚部材 5 2 に剛性調節部（折曲部 5 2 a）を設けたことにより、この剛性調節部（折曲部 5 2 a）を備えないものよりも、共振周波数 f_0 における変位方向であるフィルム平坦面 5 1 a に対して垂直な方向の脚部材 5 2 のばね剛性の調整自由度が高くなる。

したがって、脚部材 5 2 に、剛性調節部（折曲部 5 2 a）を設けないものと比較して、フィルム平坦面 5 1 a に対して垂直な方向の共振周波数 f_0 の設定自由度が高くなり、上記 2) の効果をより確実に得ることが可能となる。

[0021] 4) 実施の形態 1 の電力変換装置は、

連結部材として、平滑コンデンサ 5 をケース 1 0 のベースプレート 1 1 に取り付けるための脚部材 5 2 が含まれていることを特徴とする。

平滑コンデンサ 5 の共振周波数 f_0 の設定に、平滑コンデンサ 5 をベースプレート 1 1 に取り付けるための脚部材 5 2 を利用するようにしたため、新

たに共振周波数 f_0 の設定を行うための部材を追加するものと比較して、コスト低減を図ることが可能である。

加えて、実施の形態 1 では、脚部材 5 2 は、平滑コンデンサ 5 の本体 5 0 に一体に形成されているため、製造効率に優れる。

[0022] 5) 実施の形態 1 の電力変換装置は、

剛性調節部は、連結部材としての脚部材 5 2 を、共振周波数 f_0 における変位方向としてのフィルム平坦面 5 1 a に垂直な方向（Z 方向）に交差する方向に折曲させた折曲部 5 2 a を備えていることを特徴とする。

したがって、折曲部 5 2 a の曲げ具合などにより、脚部材 5 2 のばね剛性を変更して上記共振周波数 f_0 を変更することができる。このように、加工や形成が容易な折曲部 5 2 a により共振周波数 f_0 の設定が可能であり、製造性に優れる。

[0023] 6) 実施の形態 1 の電力変換装置は、

連結部材としての脚部材 5 2 は、平滑コンデンサ 5 に対する固定部とベースプレート 1 1 に対する固定部との間で、共振周波数 f_0 における変位方向としてのフィルム平坦面 5 1 a に垂直な方向（Z 方向）に交差する方向に延在された交差方向延在部としての水平方向延在部 5 2 b を備え、剛性調節部として、水平方向延在部 5 2 b の延在方向の長さに基づいて剛性を調節可能な構成であることを特徴とする。

すなわち、水平方向延在部 5 2 b が長くなるほど、脚部材 5 2 の Z 方向のばね剛性を低下させることができ、この水平方向延在部 5 2 b の長さを任意に設定することにより、脚部材 5 2 のばね剛性を調節可能である。

よって、共振周波数 f_0 の設定自由度が向上する。また、これにより上記 1) 2) の効果をさらに確実に得ることが可能となる。

[0024] (他の実施の形態)

次に、他の実施の形態の電力変換装置について説明する。

なお、他の実施の形態は、実施の形態 1 の変形例であるため、実施の形態 1 と共通する構成には実施の形態 1 と同じ符号を付して説明を省略し、実施

の形態 1 との相違点のみ説明する。

[0025] (実施の形態 2)

実施の形態 2 の電力変換装置は、コンデンサ素子 5 1 のフィルム平坦面 5 1 a と垂直な方向である Z 方向の共振周波数 f_0 の設定の変形例であり、電力変換装置において所定のモータ騒音を抑制する例である。

ここで、消音対象となるモータ騒音は、モータ回転数（回転速度）が図 4 に示す R_{n1} のときに発生する騒音である。

[0026] 図 4 に示すように、キャリア周波数 f_c は、それぞれ一側帯波および＋側帯波を備えている。ここで、＋側帯波は、キャリア周波数 f_c よりも高周波であるため、共振周波数 f_0 を、キャリア周波数 f_c の $1/2^{1/2}$ 以下に設定すれば、確実に実施の形態 1 で説明した防振領域に存在し、この＋側帯波による平滑コンデンサ 5 の振動は抑制される。

一方、一側帯波は、キャリア周波数 f_c よりも低周波数であるため、モータ回転数が高回転となる周波数領域では、防振領域よりも低周波数となるおそれがある。

[0027] そこで、実施の形態 2 では、モータ回転数が消音対象となる騒音が発生するモータ回転数 R_{n1} のときの一側帯波が、確実に防振領域となるように設定している。

すなわち、実施の形態 2 では、共振周波数 f_0 を、モータ回転数 R_{n1} のときの一側帯波の周波数 f_{Lwr} の $1/2^{1/2}$ 以下となるように設定している。

これにより、消音対象となるモータ回転数 R_{n1} のときの一側帯波の周波数 f_{Lwr} が確実に防振領域（図 3 参照）に含まれ、モータ回転数 R_{n1} のときの平滑コンデンサ 5 の振動を確実に抑制して、消音対象となる騒音を確実に低減できる。

[0028] 2-1) 実施の形態 2 の電力変換装置は、

平滑コンデンサ 5 のフィルム平坦面 5 1 a と垂直な方向（図 1 の Z 方向）の共振周波数 f_0 が、キャリア信号の周波数（ f_c ）の一側帯波と消音対象のモータ回転速度（モータ回転数 R_{n1} ）とが交わる周波数 f_{Lwr} の $1/2^{1/2}$ 以下

に設定されていることを特徴とする。

したがって、キャリア周波数 f_c の一側帯波と消音対象のモータ回転数 R_{n1} とが交わる周波数 f_{Lwr} を防振域に設定することで、モータ回転数 R_{n1} にて生じる騒音を確実に抑制することができる。

[0029] (実施の形態3)

実施の形態3は、コンデンサ素子51のフィルム平坦面51aのZ方向の共振周波数 f_0 の設定の変形例であり、電力変換装置において暗騒音領域を除く領域の騒音を抑制するようにした例である。

すなわち、走行時の暗騒音が大きな領域では電力変換装置による騒音が乗員に聞き取られにくいため、実施の形態3では、この暗騒音の大きい領域を除いた領域で電力変換装置の騒音を抑制するように設定している。

[0030] 図5に示すように、キャリア周波数 f_c に対して一側帯波は、より低周波数側に発生する。一方、モータ回転数の上昇に伴い、暗騒音が増加することにより電力変換装置のノイズ（騒音）は、暗騒音にマスクされる。

なお、図5では、暗騒音が大きな領域の一例を斜線にて示している。

そこで、実施の形態3では、共振周波数 f_0 が、キャリア周波数 f_c の一側帯波と、電力変換装置の騒音がマスクされる大きさの車両暗騒音が発生する領域（暗騒音大領域）とが交わる周波数 f_{Lwr1} の $1/2^{1/2}$ 以下となるように設定した。

[0031] したがって、実施の形態3では、電力変換装置の騒音がマスクされない暗騒音大領域以外で、キャリア周波数 f_c およびその+側帯波および一側帯波を、防振領域に含むことができ、電力変換装置の騒音をより確実に低減することができる。

また、暗騒音大領域の騒音低減を図らないようにすることにより、平滑コンデンサ5の共振周波数 f_0 の設定範囲が狭まり、より実現が容易となる。

[0032] 3-1) 実施の形態3の電力変換装置は、平滑コンデンサ5のフィルム平坦面51aと垂直な方向（図1のZ方向）の共振周波数 f_0 が、キャリア周波数 f_c の一側帯波と、所定の大きさの車両

暗騒音が発生する領域（暗騒音大領域）とが交わる周波数の $1 / 2^{1/2}$ 以下に設定されていることを特徴とする。

これにより、電力変換装置の騒音が暗騒音にマスクされない領域で、キャリア周波数 f_c およびその＋側帯波および－側帯波を防振領域（図３参照）に含むことができ、電力変換装置の騒音のうち暗騒音大領域に含まれない騒音を効果的に低減することができる。

[0033] （実施の形態４）

実施の形態４は、コンデンサ素子５１のフィルム平坦面５１ａと垂直な方向の共振周波数 f_0 の設定の変形例であり、電力変換装置においてモータ回転数の全域の騒音を抑制する例である。

すなわち、実施の形態４では、共振周波数 f_0 を、図６に示すように、キャリア周波数 f_c の－側帯波と最大モータ回転数（最大モータ回転速度） R_{max} とが交わる周波数 f_{Lwr_max} の $1 / 2^{1/2}$ 以下に設定した。

これにより、モータＭの全回転数域で、キャリア周波数 f_c および－側帯波を、防振領域に含むことができ、電力変換装置の騒音を、より確実に低減することができる。

[0034] ４－１） 実施の形態４の電力変換装置は、

平滑コンデンサ５のフィルム平坦面５１ａと垂直な方向の共振周波数 f_0 が、キャリア周波数 f_c の－側帯波と最大モータ回転数（最大モータ回転速度） R_{max} とが交わる周波数 f_{Lwr_max} の $1 / 2^{1/2}$ 以下に設定されていることを特徴とする。

したがって、モータＭの全回転数域で、電力変換装置の騒音を、確実に低減することができる。

[0035] （実施の形態５）

次に、実施の形態５の電力変換装置について、図７、図８に基づいて説明する。

この実施の形態５は、平滑コンデンサ２０５のコンデンサ素子５１と電子回路部品２００とを接続する金属製の強電バスバー２５３に、共振周波数 f

0の設定要素である剛性調節部を持たせた例である。なお、図7、図8において、カバー12は、図示を省略している。

[0036] 図7、図8に示すように、ベースプレート11に設けられた電子回路部品200と、平滑コンデンサ205のコンデンサ素子51とが、強電バスバー253により電氣的に接続されている。この強電バスバー253は、電子回路部品200に対しボルト257により締結されており、かつ、フィルム平坦面51aに対して垂直な方向（図中Z方向）に延在されて、コンデンサ素子51に接続されている。

[0037] さらに、強電バスバー253の長手方向中間部には、図8に示すように、水平方向に凸状に折曲された折曲部（剛性調節部）253aが形成されている。すなわち、強電バスバー253は、その中間部に折曲部253aを形成することにより、フィルム平坦面51aに対して垂直な方向（図中Z方向）に対するばね剛性が、折曲部253aを設けないものよりも低下されている。この場合、折曲部253aの、Z方向に直交する水平方向のスパンを長くするほど、強電バスバー253のばね剛性が低下し、共振周波数 f_0 を低下させることが可能である。

[0038] そして、この折曲部253aによる強電バスバー253の曲げ剛性の設定により、平滑コンデンサ205の共振周波数 f_0 を、実施の形態1～実施の形態5と同様に、キャリア周波数 f_c が、防振領域に含まれるように設定することができる。

なお、この実施の形態5では、平滑コンデンサ205をベースプレート11に取り付ける脚部材252のばね剛性は、強電バスバー253のばね剛性に比べて、低く設定されている。したがって、上記の共振周波数 f_0 の設定には、強電バスバー253のばね剛性が寄与しているものとする。

[0039] 5-1) 実施の形態5の電力変換装置は、連結部材として、コンデンサ素子51に電氣的に接続された強電バスバー253が含まれていることを特徴とする。

電氣的に接続される強電バスバー253に、剛性調節部としての機能を持

たせることにより、平滑コンデンサ 205 が強電バスバー 253 によりベースプレート 11 側に接続されていても、平滑コンデンサ 205 の共振周波数 f_0 の設定が可能となる。

[0040] 5-2) 実施の形態 5 の電力変換装置は、
剛性調節部は、連結部材としての強電バスバー 253 を、フィルム平坦面 51a に対して垂直な方向（図中 Z 方向）に交差する方向に折曲させた折曲部 253a を備えていることを特徴とする。

したがって、金属製の強電バスバー 253 のばね剛性調節を、加工容易な折曲部 253a の折曲量に基づいて容易に設定可能である。

[0041] （実施の形態 6）

実施の形態 6 は、実施の形態 5 の変形例であり、図 9 に示す強電バスバー 353 の Z 方向の剛性を低下させる手段が異なる。

[0042] 強電バスバー 353 は、Z 方向の中間部に、その断面積を、Z 方向に交差する方向（水平方向）に減少させた剛性調節部としての狭幅形状部 353a を備えている。すなわち、この狭幅形状部 353a の幅を狭くするほど、ばね剛性が低下し、共振周波数 f_0 を低下させることが可能である。

したがって、この狭幅形状部 353a による強電バスバー 353 のばね剛性の設定により、平滑コンデンサ 205 の共振周波数 f_0 を、実施の形態 1 ～実施の形態 5 と同様に、キャリア周波数 f_c が、防振領域に含まれるように設定することができる。

なお、この実施の形態 6 にあっても、平滑コンデンサ 205 をベースプレート 11 に取り付ける脚部材 352 のばね剛性は、強電バスバー 353 のばね剛性に比べて、低く設定されている。

[0043] 6-1) 実施の形態 6 の電力変換装置は、
剛性調節部は、連結部材としての強電バスバー 353 の断面積を、変位方向であるフィルム平坦面 51a に対して垂直な方向（図中 Z 方向）に交差する方向に縮小させた狭幅形状部 353a を備えていることを特徴とする。

したがって、金属製の強電バスバー 253 のばね剛性調節を、加工容易な

狭幅形状部 3 5 3 a における断面積変化に基づいて容易に設定可能である。
これにより、共振周波数 f_0 の設定を容易に行うことができる。

[0044] (実施の形態 7)

実施の形態 7 の電力変換装置は、図 10、図 11 に示すように、強電バスバー 4 5 3 の延在方向および剛性調節手段が、実施の形態 5, 6 と異なる。

すなわち、図 10、図 11 に示すように、電子回路部品 4 0 0 は、平滑コンデンサ 4 0 5 のコンデンサ素子 5 1 と電子回路部品 4 0 0 とを接続する強電バスバー 4 5 3 の延在方向が、フィルム平坦面 5 1 a と略平行な方向（矢印 X 方向）となっている。

[0045] 電子回路部品 4 0 0 は、その上面が、コンデンサ素子 5 1 の下側のフィルム平坦面 5 1 a と略同じ高さに配置される形状および大きさに形成されている。

強電バスバー 4 5 3 は、電子回路部品 4 0 0 にボルト 4 5 7 により締結され、フィルム平坦面 5 1 a に垂直な方向と交差する方向である略水平に延在されて、コンデンサ素子 5 1 に接続されている。

[0046] この強電バスバー 4 5 3 は、この電子回路部品 4 0 0 への固定部とコンデンサ素子 5 1 への固定部との間で水平方向に延在された水平方向延在部 4 5 3 a の長さ (L) に基づいて、Z 方向のばね剛性が設定される。すなわち、この水平方向延在部 4 5 3 a の長さ (L) が長くなるほどばね剛性が低下し、短くなるほどばね剛性が上昇する。よって、このばね剛性の調節に基づいて共振周波数 f_0 を設定することができる。なお、強電バスバー 4 5 3 と並列に平滑コンデンサ 4 0 5 とベースプレート 1 1 との間に設けられた脚部材 4 5 2 は、Z 方向のばね剛性が強電バスバー 4 5 3 よりも低く設定されているものとする。

したがって、この水平方向延在部 4 5 3 a の長さ (L) に基づく強電バスバー 4 5 3 のばね剛性の設定により、平滑コンデンサ 4 0 5 の共振周波数 f_0 を、キャリア周波数 f_c が防振領域に含まれるように設定することができる。

[0047] 7-1) 実施の形態7の電力変換装置は、

連結部材としての強電バスバー453は、平滑コンデンサ405に対する固定部とケース10側の電子回路部品400に対する固定部との間で、共振周波数 f_0 における変位方向（フィルム平坦面51aに垂直な方向）に交差する方向（Z方向）である略水平方向に延在され、剛性調節部は、この延在方向に延在された水平方向延在部453aの長さLに基づいてばね剛性を調節可能な構成であることを特徴とする。

したがって、強電バスバー453におけるZ方向への変位が許容された水平方向延在部453aの長さLに基づくばね剛性の設定により、共振周波数 f_0 を設定することができ、共振周波数 f_0 の設定が容易である。

[0048] （実施の形態8）

実施の形態8の電力変換装置は、実施の形態1の変形例であり、図12に示す平滑コンデンサ505と一体の脚部材552、552における剛性調節手段が、実施の形態1と異なる。

[0049] 実施の形態8では、図12に示すように、ベースプレート511に凹部511aを形成して、平滑コンデンサ505の振動用のスペースが確保されている。すなわち、凹部511aは、図において上方から見下ろして平面視で、平滑コンデンサ505の本体50よりも広い面積に形成されている。なお、凹部511aの図における上下方向（Z方向）寸法は、図では強調して表示しており、平滑コンデンサ505の振動の際の実際の変位量は極僅かであるため、実際には微小な凹みに形成されている。

[0050] 脚部材552は、平滑コンデンサ505の本体50からフィルム平坦面51aに垂直な方向であるZ方向と交差する方向であって、略水平方向（矢印Y方向）に延在されて、凹部511aの縁部にボルト557により固定されている。

また、脚部材552は、凹部511aとZ方向で重なる水平方向延在部552aが、平滑コンデンサ505のZ方向の変位を許容する剛性調節手段を構成している。すなわち、この水平方向延在部552aの長さが長くなるほ

ど脚部材 552 の Z 方向のばね剛性が低下し、平滑コンデンサ 505 の共振周波数 f_0 を低下させることができる。

したがって、脚部材 552 のベースプレート 511 側の固定部と平滑コンデンサ 505 側の固定部の間の水平方向延在部 552a の長さ L_b に基づいて、脚部材 552 のばね剛性を設定することができる。そして、この脚部材 552 のばね剛性の設定により、平滑コンデンサ 505 の共振周波数 f_0 を、キャリア周波数 f_c が防振領域に含まれるように設定することができる。

[0051] 8-1) 実施の形態 8 の電力変換装置は、

連結部材としての脚部材 552 は、平滑コンデンサ 505 に対する固定部とベースプレート 511 に対する固定部との間で、共振周波数 f_0 による変位方向（フィルム平坦面 51a に垂直な方向）に交差する方向である水平方向に延在された水平方向延在部 552a を備え、剛性調節部は、この水平方向延在部 552a の水平方向への延在方向の長さ L_b に基づいてばね剛性を調節可能な構成であることを特徴とする。

したがって、脚部材 552 における Z 方向への変位が許容された水平方向延在部 552a の長さ L_b に基づくばね剛性の設定により、共振周波数 f_0 を設定することができ、共振周波数 f_0 の設定が容易である。

[0052] 以上、本発明のトルク検出装置を実施の形態に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施の形態に限られるものではなく、請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

例えば、実施の形態では、剛性調節部を備えた連結部材として、脚部材と強電バスバーとを、それぞれ単独で設けた例を示したが、これらは並列に設けてもよい。

また、実施の形態では、剛性調節部として、折曲部を独立して設けた例と、狭幅形状部を独立した例と、をそれぞれ示したが、この折曲部、狭幅形状部および交差方向延在部は、それぞれを組み合わせる剛性を調節するようにしてもよい。すなわち、交差方向延在部の途中に狭幅形状部や折曲部を設け

たり、折曲部の途中に狭幅形状部を設けたりしてもよい。このようにすることにより、ばね剛性の設定自由度が向上する。

また、実施の形態 1 では、連結部材としての脚部材の 2 箇所には折曲部を形成し、その中間に水平方向延在部を備えた構造としたが、これに限定されず、脚部材を、実施の形態 5 のような折曲部を設けた構成としてもよい。逆に、実施の形態 5 にて示した強電バスバーの形状を、実施の形態 1 にて示したように、折曲部と水平方向延在部（交差方向延在部）とを備えた形状とすることもできる。

また、交差方向延在部として、略水平方向に延在させた例を示したが、この交差方向延在部の延在方向は、これに限定されず、フィルム平坦面に垂直な方向に交差する方向であれば、水平方向に対して斜めに傾いた方向に延在させてもよい。

関連出願の相互参照

[0053] 本出願は、2013年8月7日に日本国特許庁に出願された特願2013-164326に基づいて優先権を主張し、その全ての開示は完全に本明細書で参照により組み込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 平滑コンデンサとスイッチ素子とを備えた電力変換手段と、
所定周波数のキャリア信号を用いて前記スイッチ素子の動作を制御する制御手段と、
を有し、
前記平滑コンデンサの共振周波数が、前記キャリア信号の周波数の $1 / 2^{1/2}$ 以下に設定されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電力変換装置において、
前記平滑コンデンサの共振周波数は、前記平滑コンデンサに内蔵されたコンデンサ素子のフィルム平坦面と垂直な方向の共振周波数であることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の電力変換装置において、
前記平滑コンデンサの共振周波数が、前記キャリア信号の周波数の一側帯波と消音対象のモータ回転速度とが交わる周波数の $1 / 2^{1/2}$ 以下に設定されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項4] 請求項1または請求項2に記載の電力変換装置において、
前記平滑コンデンサの共振周波数が、キャリア周波数の一側帯波と、所定の大きさの車両暗騒音が発生する領域とが交わる周波数の $1 / 2^{1/2}$ 以下に設定されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項5] 請求項1または請求項2に記載の電力変換装置において、
前記平滑コンデンサの共振周波数が、キャリア周波数の一側帯波と最大モータ回転速度とが交わる周波数の $1 / 2^{1/2}$ 以下に設定されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項6] 請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
前記平滑コンデンサは、この平滑コンデンサを収容するケースに、連結部材を介して直接あるいは間接的に連結された状態で設置され、
前記連結部材は、前記共振周波数における前記平滑コンデンサの変

位方向の剛性を調節可能な剛性調節部を備えていることを特徴とする電力変換装置。

[請求項7] 請求項6に記載の電力変換装置において、
前記連結部材として、前記平滑コンデンサを前記ケースに取り付けるための脚部材が含まれていることを特徴とする電力変換装置。

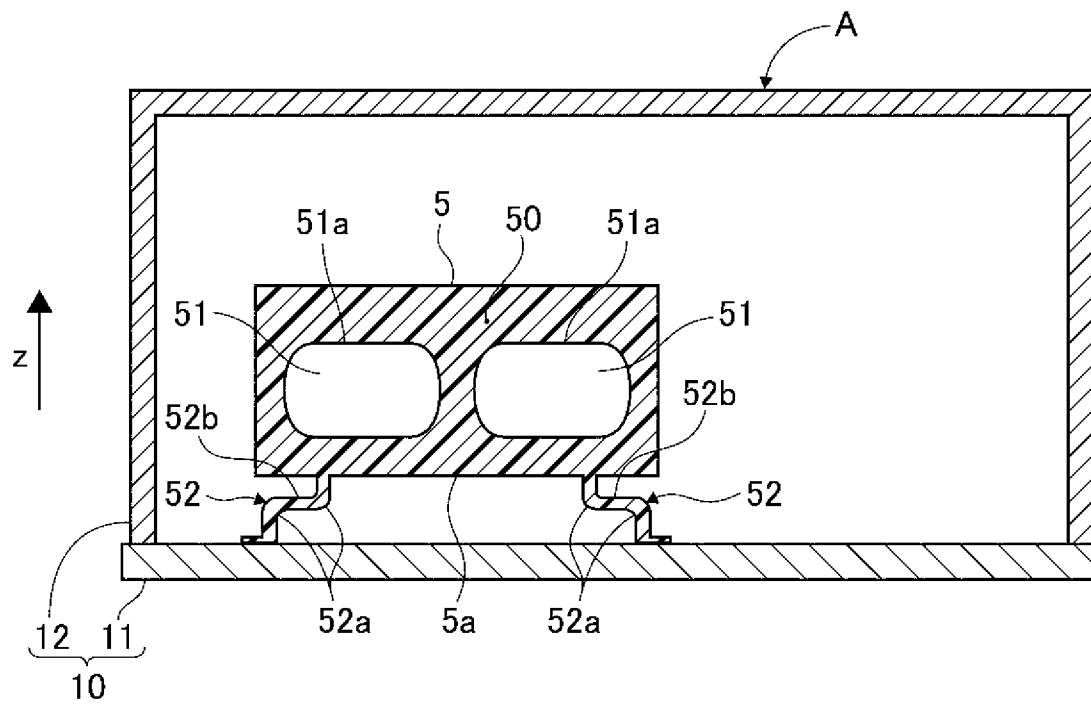
[請求項8] 請求項6または請求項7に記載の電力変換装置において、
前記連結部材として、前記コンデンサ素子に電氣的に接続されたバスバーが含まれていることを特徴とする電力変換装置。

[請求項9] 請求項6～請求項8のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
前記剛性調節部は、前記連結部材を、前記共振周波数における前記平滑コンデンサの変位方向に交差する方向に折曲させた折曲部を備えていることを特徴とする電力変換装置。

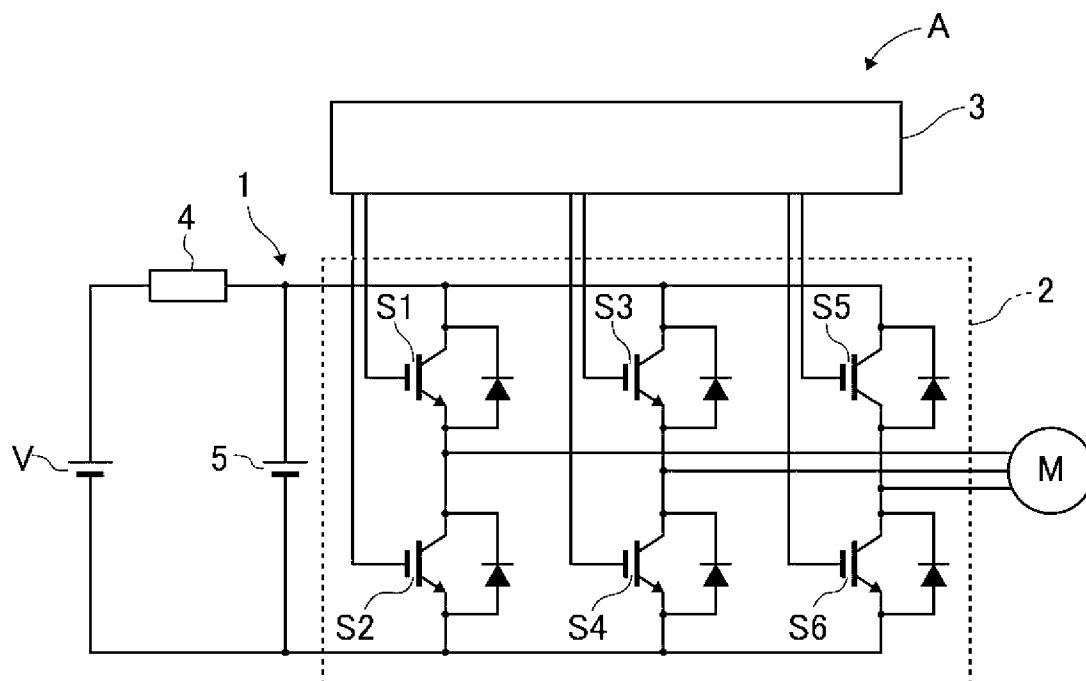
[請求項10] 請求項6～請求項9のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
前記剛性調節部は、前記連結部材の断面積を、前記共振周波数における前記平滑コンデンサの変位方向に交差する方向に縮小させた狭幅形状部を備えていることを特徴とする電力変換装置。

[請求項11] 請求項6～請求項10のいずれか1項に記載の電力変換装置において、
前記連結部材は、前記平滑コンデンサに対する固定部と前記ケースに対する固定部との間で、前記共振周波数における前記平滑コンデンサの変位方向に交差する方向に延在された交差方向延在部を備え、この交差方向延在部の延在方向の長さに基づいて前記剛性を調節可能な構成であることを特徴とする電力変換装置。

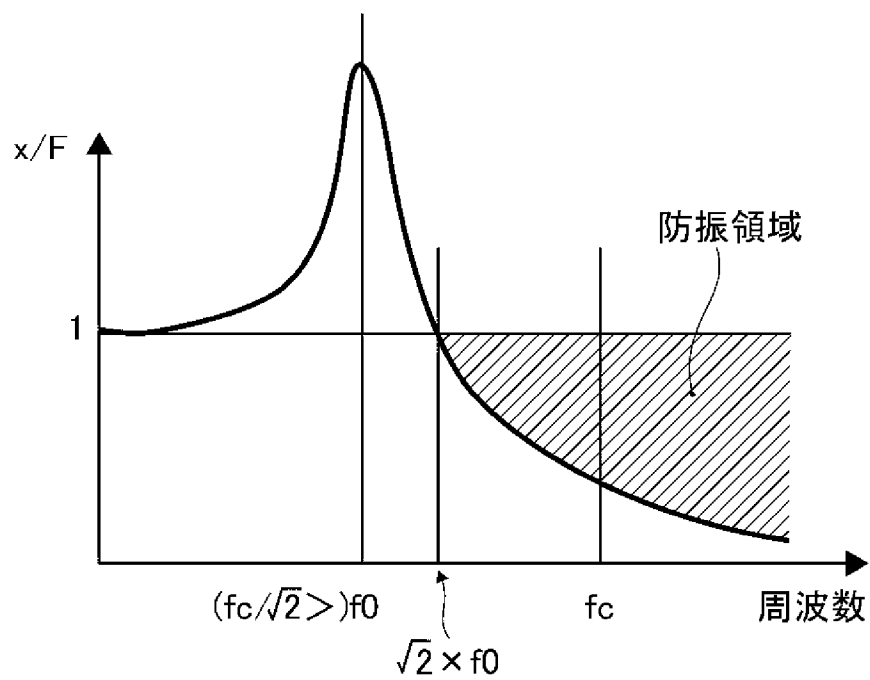
[図1]



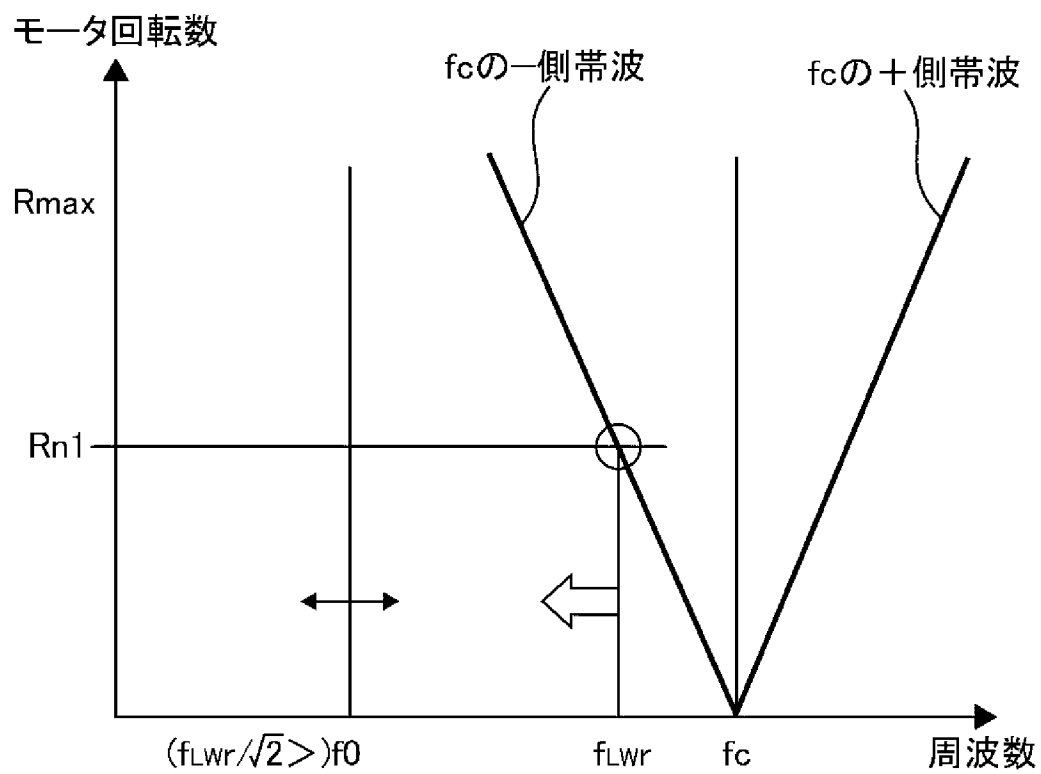
[図2]



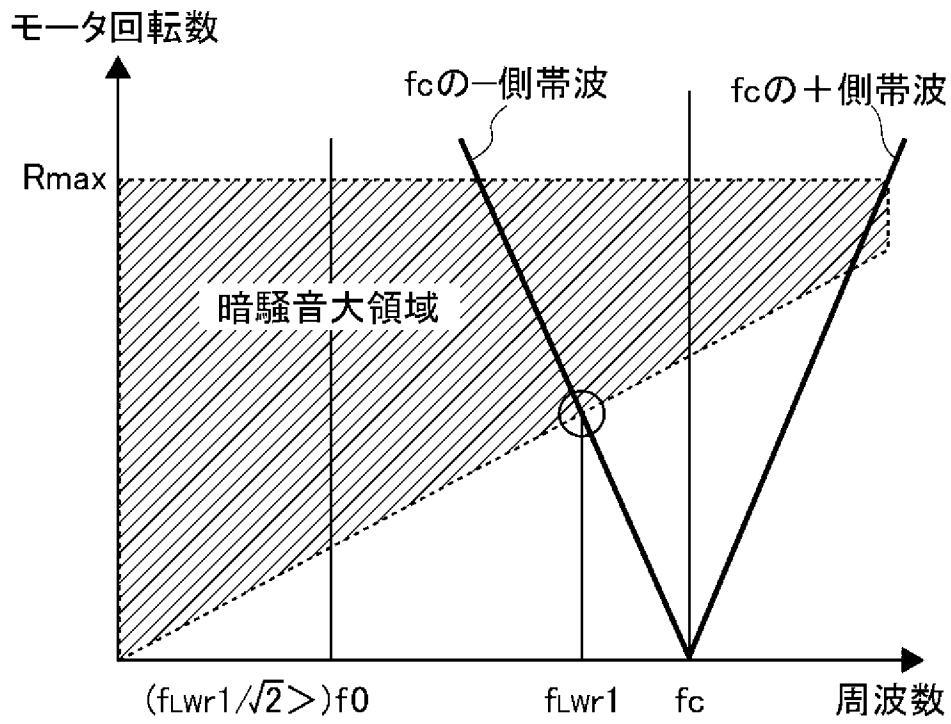
[図3]



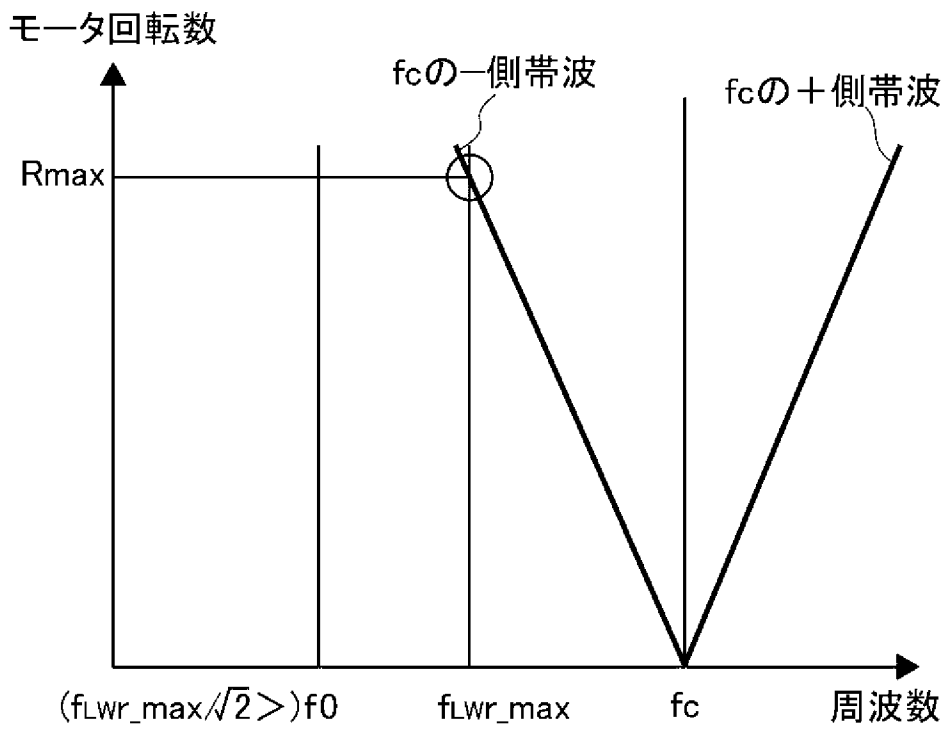
[図4]



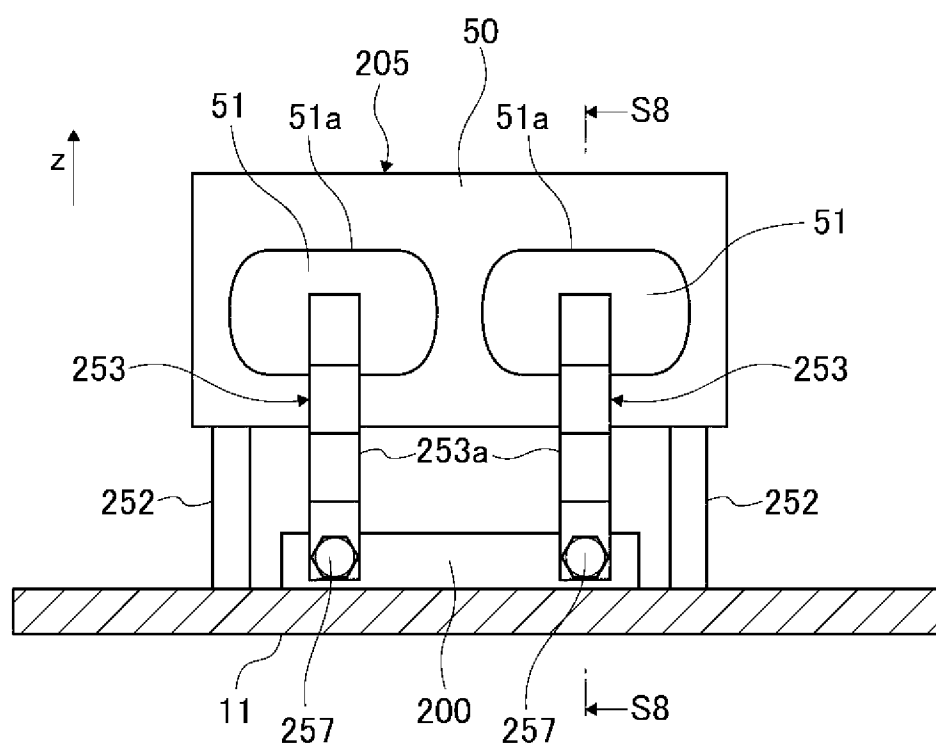
[図5]



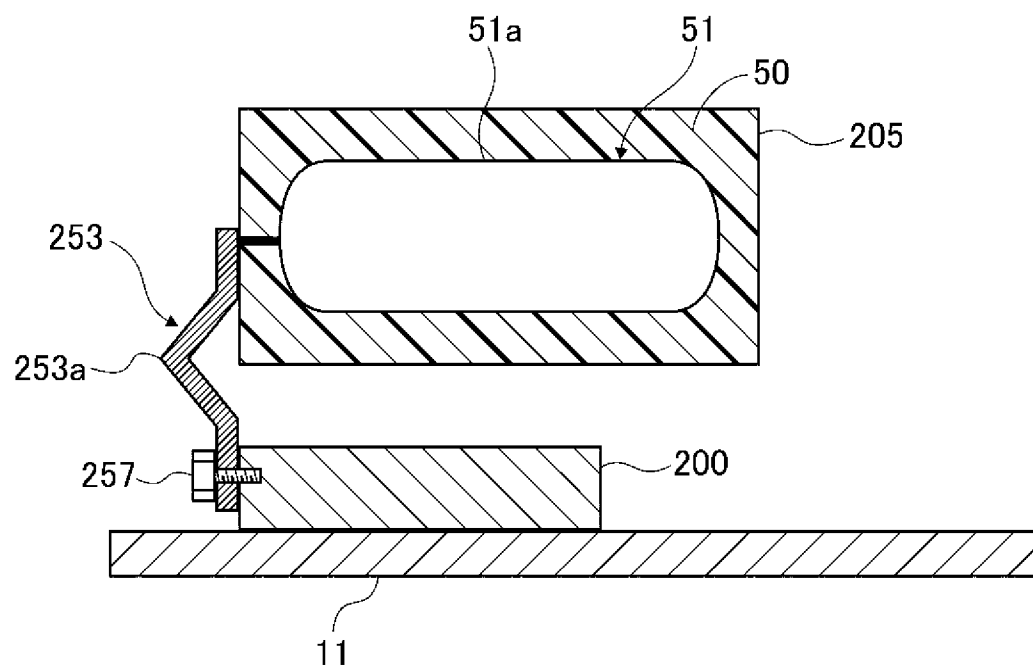
[図6]



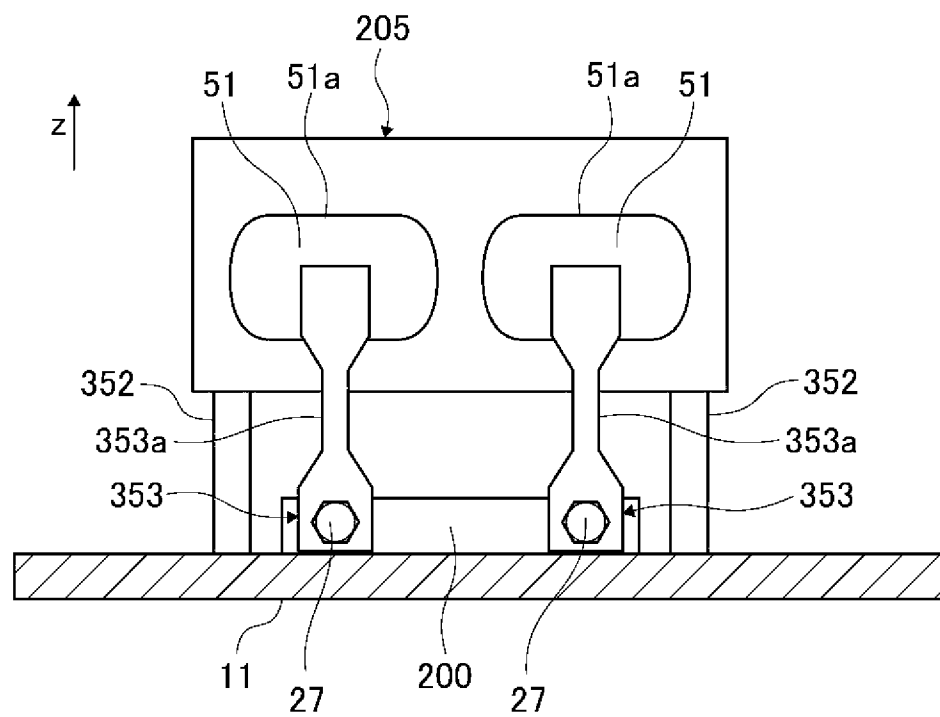
[図7]



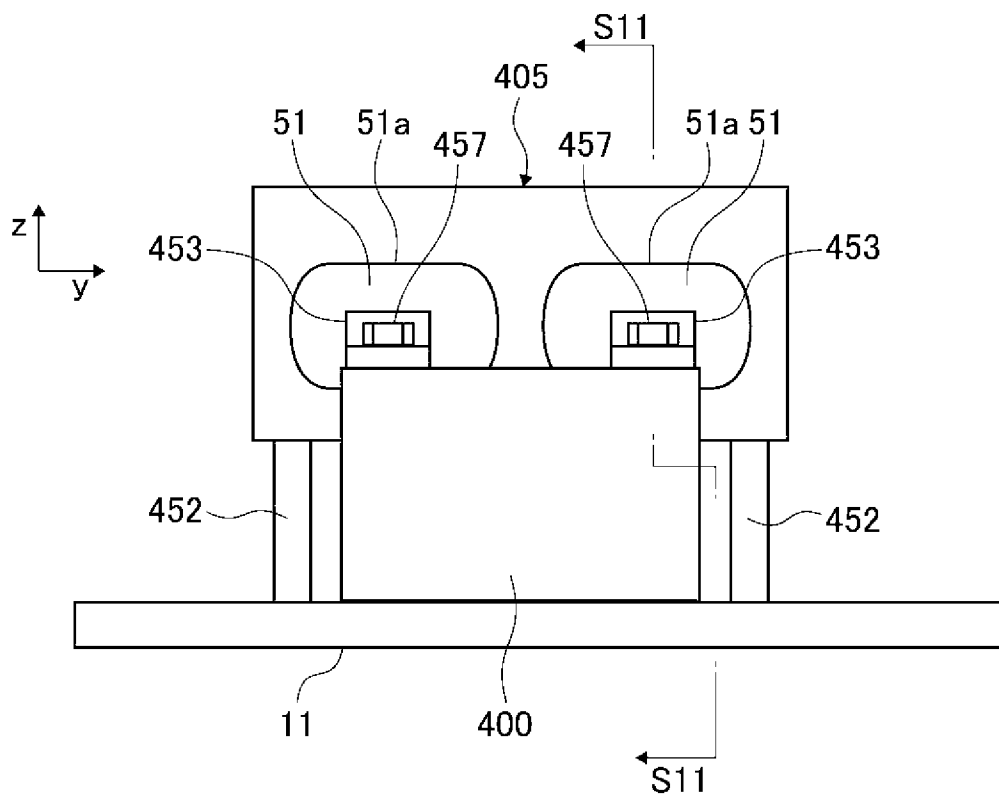
[図8]



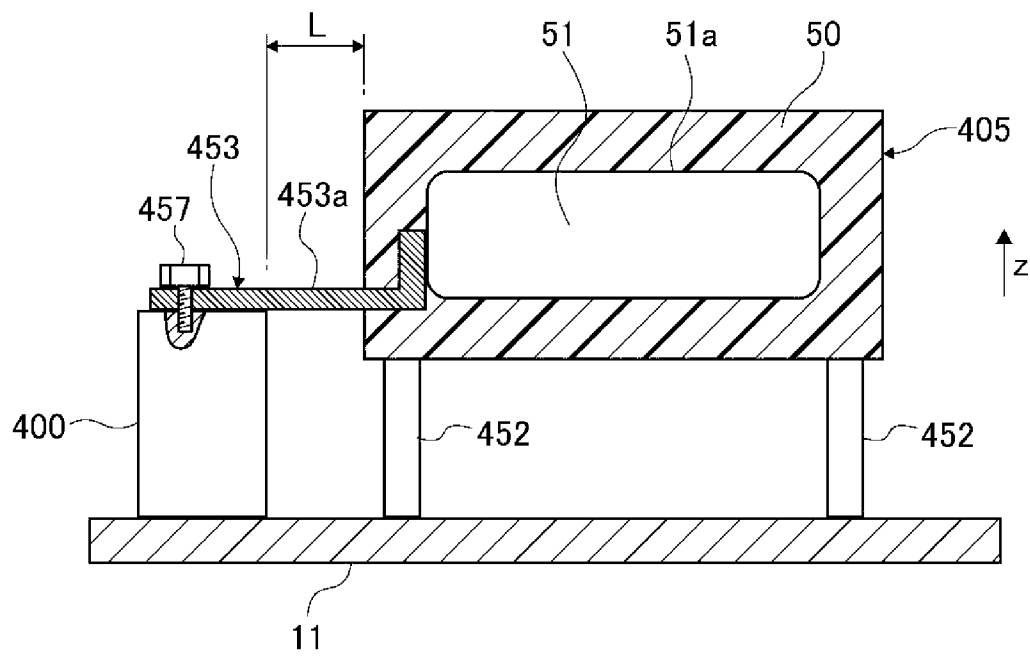
[図9]



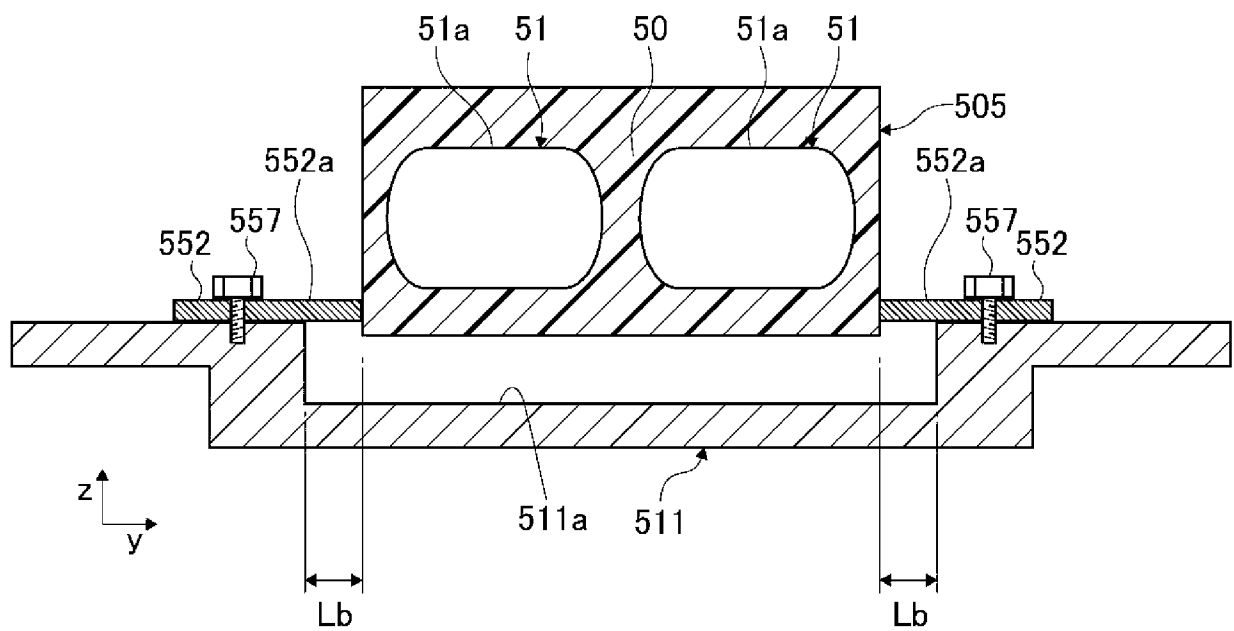
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/066160

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

H02M7/48

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 2002-272126 A (Daikin Industries, Ltd.), 20 September 2002 (20.09.2002), paragraphs [0004] to [0005] (Family: none)	1-2 3-11
Y	JP 2006-304410 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraph [0004] (Family: none)	1-2
A	JP 2008-252962 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 October 2008 (16.10.2008), paragraphs [0009] to [0022]; fig. 1 to 2 & US 2010/0014988 A1 & EP 2131481 A1 & WO 2008/120408 A1 & CN 101589541 A	1-11

☐ 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
14 August, 2014 (14.08.14)

Date of mailing of the international search report
26 August, 2014 (26.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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
Y A	JP 2002-272126 A（ダイキン工業株式会社）2002.09.20, 段落 0004-0005（ファミリーなし）	1-2 3-11
Y	JP 2006-304410 A（松下電器産業株式会社）2006.11.02, 段落 0004 （ファミリーなし）	1-2
A	JP 2008-252962 A（三菱重工業株式会社）2008.10.16, 段落 0009-0022, 第 1-2 図 & US 2010/0014988 A1 & EP 2131481 A1 & WO 2008/120408 A1 & CN 101589541 A	1-11

☐ 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

14.08.2014

国際調査報告の発送日

26.08.2014

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）

服部 俊樹

3 V

3736

電話番号 03-3581-1101 内線 3357