

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日

2014 年 10 月 30 日(30.10.2014)



(10) 国際公開番号

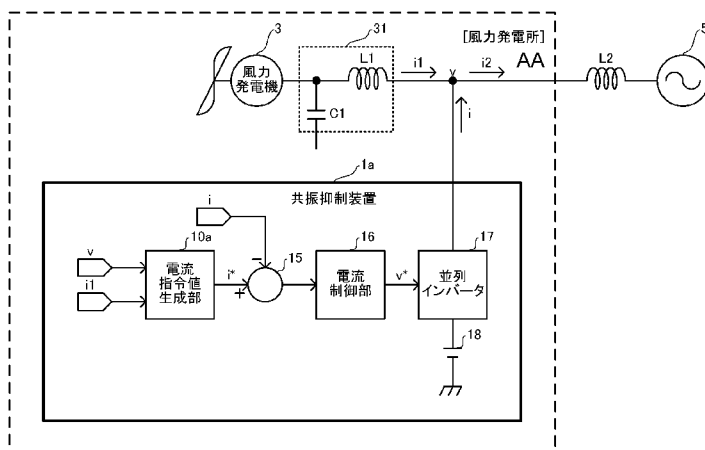
WO 2014/174667 A1



- | | |
|---|--|
| <p>(11) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)</p> | <p>(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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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.</p> |
| <p>(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/062386</p> | <p>(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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> |
| <p>(22) 国際出願日: 2013 年 4 月 26 日(26.04.2013)</p> | |
| <p>(25) 国際出願の言語: 日本語</p> | |
| <p>(26) 国際公開の言語: 日本語</p> | |
| <p>(71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).</p> | |
| <p>(72) 発明者: 村上 賢哉(MURAKAMI, Kenya); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 神通川亨(JINTSUGAWA, Toru); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 小池 智広(KOIKE, Tomohiro); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).</p> | |
| <p>(74) 代理人: 一色国際特許業務法人(ISSHIKI & CO.); 〒1050004 東京都港区新橋 2 丁目 1 2 番 7 号 労金新橋ビル Tokyo (JP).</p> | <p>添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))</p> |

(54) Title: RESONANCE SUPPRESSION DEVICE

(54) 発明の名称：共振抑制装置



1a Resonance suppression device
3 Wind turbine
10a Current-command-value generation unit
16 Current control unit
17 Parallel inverter
AA Wind power plant

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to reduce the amount of compensating current needed to suppress voltage harmonics, and by reducing said amount of current, reduce the required capacity of an inverter. The present invention is a resonance suppression device that suppresses resonance that occurs when electrical power equipment such as a wind turbine is connected to an electrical power system. Said resonant suppression device has an inverter, a current-command-value generation unit, and a current control unit. The inverter supplies AC current to the aforementioned electrical power system in parallel with the aforementioned electrical power equipment. The voltage at the point where the electrical power equipment connects to the electrical power system is inputted to the current-command-value generation unit, which generates a current command value by multiplying a transmission function by a harmonic component contained in said voltage. The current control unit controls the AC current outputted by the inverter on the basis of said current command value.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/174667 A1

本発明は、高調波電圧を抑制するための補償電流を小さくし、補償電流を小さくすることでインバータの容量を削減することを目的とし、例えば風力発電機などの電力機器が電力系統に接続されることによって発生する共振を抑制する共振抑制装置であって、前記電力系統に前記電力機器と並列に交流電流を供給するインバータと、前記電力機器と前記電力系統との接続点の電圧が入力され、当該接続点の電圧に含まれる高調波成分に伝達関数を乗算して電流指令値を生成する電流指令値生成部と、前記電流指令値に基づいて前記インバータから出力される前記交流電流を制御する電流制御部と、を有する。

明 細 書

発明の名称：共振抑制装置

技術分野

[0001] 本発明は、共振抑制装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、再生可能エネルギーの普及が進んでおり、多くの風力発電機を備えた大規模なウィンドファーム（wind farm：集合型風力発電所）も建設されている。

[0003] 風力発電機は、発電した電力を一旦直流に変換する（AC－DC）コンバータ、およびその直流を交流に変換する（DC－AC）インバータを備えており、さらにインバータによって発生する高調波電流を除去する高調波フィルタも備えている。しかしながら、高調波フィルタを備えた風力発電機が電力系統に接続（連系）されると、高調波フィルタのキャパシタンス（capacitance：静電容量）と電力系統や変圧器のインダクタンス（inductance：誘導係数）とによる共振が発生し、出力電圧が不安定になる場合がある。

[0004] そこで、例えば特許文献１の図２では、ハイパスフィルタ（HPF）を用いて負荷電流に含まれる高調波成分を抽出し、その高調波成分を打ち消すように電力変換装置を制御する電力用アクティブフィルタが開示されている。また、例えば特許文献２では、交流電源からコンデンサに流れ込む電流や、それにより発生する電圧に含まれる高調波成分に所定の伝達関数を乗算した電流補正值で電流指令値を補正し、高調波電流を抑制する電力変換装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開平８－８００５２号公報

特許文献２：特開平１１－３２４３５号公報

特許文献３：特開２００３－１７４７２５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ここで、風力発電機などの電力機器が電力系統に接続されて共振が発生し、接続点電圧 v や電力機器の出力電流 i_1 （電力系統への供給電流）に共振周波数成分が重畳された状態の一例を図 14 に示す。また、この場合の電圧・電流周波数特性の一例を図 15 に示す。なお、図 15 などに示す電圧・電流周波数特性においては、基本波（1 次）成分の大きさを 1 としている。この例では、電圧に対して比較的大きな 11 次高調波成分（11 次高調波電圧）が重畳され、これにより接続点電圧 v に大きな高調波歪みが発生している。また、電流に対しては、奇数次ごとに中程度の高調波成分（奇数次高調波電流）が重畳されている。

[0007] これに対して、特許文献 1 の図 2 の電力用アクティブフィルタを用いると、例えば図 16 および図 17 に示すように、すべての高調波成分が抑制され、これにより接続点電圧 v の波形は、ほぼ完全な正弦波となる。なお、図 16 において、 i は電力用アクティブフィルタが有するインバータの出力電流（補償電流）を示し、 i_2 （ $= i_1 + i$ ）は電力系統への供給電流を示している。しかしながら、このような電力用アクティブフィルタでは、11 次高調波電圧に起因する接続点電圧 v の高調波歪みを抑制したい場合であっても、図 17 に示すようにすべての高調波成分を抑制する。そのため、補償電流 i が大きくなり、インバータとして、より大容量のものを用いる必要がある。

[0008] 一方、特許文献 2 の電力変換装置では、電流補正值の算出に用いられる伝達関数は、交流電源からみた電力変換装置のインピーダンス特性やコンデンサの容量に基づいて予め設定されている。しかしながら、これらの正確な値が得られない場合も多いため、伝達関数を適切に設定して十分な共振抑制効果を得ることは困難である。また、伝達関数が適切に設定された場合でも、電力系統の構成が変わると共振点（共振周波数）が変化し、共振が再発する恐れがある。

[0009] さらに、電力系統の構成が変わらない場合であっても、複数台の風力発電機を備えた風力発電所においては、高調波フィルタのキャパシタンスが風力発電機の接続台数に応じて変化し、共振点も変化することとなる。すなわち、各風力発電機が備える高調波フィルタのキャパシタンスが並列に接続されるため、例えば図18に示すように、風力発電機の接続台数が増加するほど共振周波数が低下する。そのため、電力系統への風力発電機の接続台数が変化する風力発電所では、特許文献2の電力変換装置のような共振抑制方法を用いることは困難である。

課題を解決するための手段

[0010] 前述した課題を解決する主たる本発明は、電力機器が電力系統に接続されることによって発生する共振を抑制する共振抑制装置であって、前記電力系統の電圧が入力され、当該入力された電圧に含まれる高調波成分に伝達関数を乗算して電流指令値を生成する電流指令値生成部を有し、前記電流指令値生成部は、前記電力系統に接続された電力変換装置に対して前記電流指令値を出力することを特徴とする共振抑制装置である。

[0011] また、前述した課題を解決するその他の主たる本発明は、電力機器が電力系統に接続されることによって発生する共振を抑制する共振抑制装置であって、前記電力系統に前記電力機器と並列に交流電流を供給するインバータと、前記電力機器と前記電力系統との接続点の電圧が入力され、当該接続点の電圧に含まれる高調波成分に伝達関数を乗算して電流指令値を生成する電流指令値生成部と、前記電流指令値に基づいて前記インバータから出力される前記交流電流を制御する電流制御部と、を有することを特徴とする共振抑制装置である。

[0012] 本発明の他の特徴については、添付図面及び本明細書の記載により明らかとなる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、電圧に含まれる高調波歪みを抑制する場合の補償電流を小さくすることができ、その結果、インバータの容量を削減できる。また、

共振点が変わる場合であっても、それに応じた適切な伝達関数を用いて共振を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第1実施形態における共振抑制装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1実施形態における電流指令値生成部の構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の第1実施形態における係数制御部の構成を示すブロック図である。

[図4]係数制御部の他の構成例を示すブロック図である。

[図5]本発明の第1実施形態における共振抑制装置によって共振が抑制された電圧 v および電流 i , i_1 , i_2 の一例を示す模式図である。

[図6]本発明の第1実施形態における共振抑制装置によって共振が抑制された電圧・電流周波数特性の一例を示す模式図である。

[図7]本発明の第2実施形態における共振抑制装置の構成を示すブロック図である。

[図8]本発明の第2実施形態における共振抑制装置によって共振が抑制された電圧 v および電流 i , i_1 , i_2 の一例を示す模式図である。

[図9]本発明の第2実施形態における共振抑制装置によって共振が抑制された電圧・電流周波数特性の一例を示す模式図である。

[図10]本発明の第3実施形態における共振抑制装置の構成を示すブロック図である。

[図11]本発明の第4実施形態における共振抑制装置の構成を示すブロック図である。

[図12]本発明の第4実施形態における電流指令値生成部の構成を示すブロック図である。

[図13]本発明の第4実施形態における係数制御部の構成を示すブロック図である。

[図14]共振発生時の電圧 v および電流 i_1 の一例を示す模式図である。

[図15]共振発生時の電圧・電流周波数特性の一例を示す模式図である。

[図16]アクティブフィルタによって共振が抑制された電圧 v および電流 i , i_1 , i_2 の一例を示す模式図である。

[図17]アクティブフィルタによって共振が抑制された電圧・電流周波数特性の一例を示す模式図である。

[図18]風力発電機の接続台数と共振周波数との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本明細書および添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

[0016] <第1実施形態>

===共振抑制装置の構成===

以下、図1ないし図3を参照して、本発明の第1の実施形態における共振抑制装置の構成について説明する。

[0017] 図1に示されている共振抑制装置1aは、例えば風力発電所内に設置されて、高調波フィルタ31を備えた風力発電機3が電力系統5に接続されることによって発生する共振を抑制するための装置である。また、共振抑制装置1aは、電流指令値生成部10a、加算部15、電流制御部16、並列インバータ17、および直流電源18を含んで構成されている。

[0018] 図1において、風力発電機3は、電力系統5に接続されている1台または複数台の風力発電機を表している。また、図1においては、電力系統5に接続されている1台または複数台の風力発電機がそれぞれ備える高調波フィルタのキャパシタンスが、合成キャパシタンスC1として図示され、風力発電機をそれぞれ電力系統5に接続する変圧器のインダクタンスが、合成インダクタンスL1として図示されている。さらに、L2は、電力系統5のインダクタンスを示している。

[0019] 電流指令値生成部10aには、風力発電機3と電力系統5との接続点の電圧 v 、および風力発電機3の出力電流 i_1 が入力されている。電流指令値生

成部 10a からは、並列インバータ 17 の出力電流（補償電流） i に対する電流指令値 i^* が出力されている。また、加算部 15 には、補償電流 i とそれに対する電流指令値 i^* とが入力されている。加算部 15 から電流制御部 16 には、電流指令値 i^* と補償電流 i との差 ($i^* - i$) が入力されている。そして、電流制御部 16 からは、電圧指令値 v^* が出力されている。

[0020] 並列インバータ 17 には、直流電源 18 が接続されている。また、並列インバータ 17 には、電圧指令値 v^* が入力されている。並列インバータ 17 からは、交流電流（補償電流） i が出力されている。そして、並列インバータ 17 は、変圧器（不図示）を介して電力系統 5 に並列に接続されており、並列インバータ 17 から出力される補償電流 i は、風力発電機 3 の出力電流 i_1 と並列に電力系統 5 に供給されている。このような並列インバータ 17 としては、UPFC (Unified Power Flow Controller : 統合電力潮流制御装置) が備える並列補償部を用いることもできる（例えば特許文献 3 を参照）。

[0021] 図 2 は、本実施形態における電流指令値生成部 10a の構成を示している。図 2 に示されている電流指令値生成部 10a は、移動平均演算部 101、121、加算部 102、122、伝達関数 110、および係数制御部 130a を含んで構成されている。

[0022] 移動平均演算部 101 には、接続点電圧 v が入力されている。移動平均演算部 101 からは、接続点電圧 v の基本波成分（基本波電圧） v_{ave} が出力されている。また、加算部 102 には、接続点電圧 v と基本波電圧 v_{ave} とが入力されている。加算部 102 からは、接続点電圧 v と基本波電圧 v_{ave} との差、すなわち、接続点電圧 v の高調波成分（高調波電圧） v_h が出力されている。

[0023] 移動平均演算部 121 には、風力発電機 3 の出力電流 i_1 が入力されている。移動平均演算部 121 からは、出力電流 i_1 の基本波成分（基本波電流） i_{ave} が出力されている。また、加算部 122 には、出力電流 i_1 と基本波電流 i_{ave} とが入力されている。加算部 122 からは、出力電流 i_1 と基本波電流 i_{ave} との差、すなわち、出力電流 i_1 の高調波成分（高調波電流） i_{h1}

が出力されている。

[0024] 伝達関数 110 には、高調波電圧 v_h が入力されている。伝達関数 110 の出力が電流指令値 i^* として電流指令値生成部 10a から出力されている。また、係数制御部 130a には、高調波電圧 v_h 、高調波電流 i_{h1} 、および電流指令値 i^* が入力されている。係数制御部 130a は、それらに基づいて伝達関数 110 の係数を制御している。

[0025] 図 3 は、本実施形態における係数制御部 130a の構成を示している。図 3 に示されている係数制御部 130a は、乗算部 131、132、加算部 133、および P I (Proportional-Integral : 比例・積分) 制御部 134 を含んで構成されている。

[0026] 乗算部 131 には、高調波電流 i_{h1} と高調波電圧 v_h とが入力されている。乗算部 131 からは、それらの積 p_{h1} が出力されている。また、乗算部 132 には、電流指令値 i^* と高調波電圧 v_h とが入力されている。乗算部 132 からは、それらの積 p_{h2} が出力されている。

[0027] 加算部 133 には、乗算部 131 の出力値 p_{h1} と乗算部 132 の出力値 p_{h2} とが入力されている。加算部 133 から P I 制御部 134 には、乗算部 131 の出力値 p_{h1} と乗算部 132 の出力値 p_{h2} との差 ($p_{h1} - p_{h2}$) が入力されている。また、P I 制御部 134 は、加算部 133 の出力値 ($p_{h1} - p_{h2}$) に基づいて伝達関数 110 の係数を制御している。一例として、伝達関数 110 はゲイン K のみで構成される。P I 制御部 134 は、加算部 133 の出力値 ($p_{h1} - p_{h2}$) に基づいてゲイン K を制御している。なお、P I 制御部 134 の制御方法は、P I 制御に限定されるものではなく、例えば I 制御であっても構わない。

[0028] === 共振抑制装置の動作 ===

次に、本実施形態における共振抑制装置の動作について、主に図 2 を用いて説明する。

[0029] 移動平均演算部 101 は、接続点電圧 v の移動平均を演算して、接続点電圧 v の基本波成分 (基本波電圧) v_{ave} を抽出する。また、加算部 102 は、

接続点電圧 v から基本波電圧 v_{ave} を減算して、接続点電圧 v の高調波成分（高調波電圧） v_h を抽出する。したがって、移動平均演算部 101 および加算部 102 は、接続点電圧 v の変動成分を抽出することにより、接続点電圧 v に含まれる高調波成分を抽出して出力する第 1 のハイパスフィルタ 100 に相当する。そして、電流指令値生成部 10a は、ハイパスフィルタ 100 の出力値（高調波電圧 v_h ）にゲイン K を乗算して電流指令値 i^* を出力する。

[0030] 移動平均演算部 121 は、風力発電機 3 の出力電流 i_1 の移動平均を演算して、出力電流 i_1 の基本波成分（基本波電流） i_{ave} を抽出する。また、加算部 122 は、出力電流 i_1 から基本波電流 i_{ave} を減算して、出力電流 i_1 の高調波成分（高調波電流） i_{h1} を抽出する。したがって、移動平均演算部 121 および加算部 122 は、出力電流 i_1 の変動成分を抽出することにより、出力電流 i_1 に含まれる高調波成分を抽出して出力する第 2 のハイパスフィルタ 120 に相当する。

[0031] 係数制御部 130a は、ハイパスフィルタ 100、120、および伝達関数 110 の出力値（高調波電圧 v_h 、高調波電流 i_{h1} 、および電流指令値 i^* ）に基づいて伝達関数 110 の係数を制御する。一例として、図 3 に示したように、係数制御部 130a は、乗算部 132 の出力値（電流指令値 i^* と高調波電圧 v_h との積 p_{h2} ）と乗算部 131 の出力値（高調波電流 i_{h1} と高調波電圧 v_h との積 p_{h1} ）とが一致するようにゲイン K を制御する。

[0032] 図 1 に示す電流制御部 16 は、電流指令値 i^* と並列インバータ 17 の出力電流（補償電流） i との差（ $i^* - i$ ）に応じた電圧指令値 v^* を出力する。また、並列インバータ 17 は、電圧指令値 v^* に基づいて PWM（Pulse Width Modulation：パルス幅変調）制御や PAM（Pulse Amplitude Modulation：パルス振幅変調）制御を行い、直流電源 18 の電力を交流電力に変換して補償電流 i を出力する。これにより、電流制御部 16 は、補償電流 i が電流指令値 i^* に追従するように並列インバータ 17 を制御し、並列インバータ 17 は、電流指令値 i^* に追従する補償電流 i を電力系統 5 に供給する。

[0033] このようにして、本実施形態の共振抑制装置 1a は、ハイパスフィルタ 1

00により接続点電圧 v の変動成分（高調波電圧 v_h ）を抽出し、これにゲイン K を乗算した電流指令値 i^* に追従する補償電流 i を電力系統5に供給している。これにより、高調波電圧 v_h に起因する接続点電圧 v の高調波歪みを抑制することができる。

[0034] さらに、電流指令値生成部10aは、ハイパスフィルタ120により風力発電機3の出力電流 i_1 の変動成分（高調波電流 i_{h1} ）を抽出し、これに基づいてゲイン K を制御している。これにより、共振点が変化する場合であっても、それに応じた適切なゲイン K を用いて、周波数特性などが不明な高調波電圧 v_h を適切に抑制し、共振を抑制することができる。

[0035] ここで、図3に示した係数制御部130aは、電流指令値 i^* および高調波電流 i_{h1} のそれぞれについて高調波電圧 v_h との積を求め、これらを一致させるような状態推定器（オブザーバ）として構成されている。これに対して、例えば図4に示す係数制御部130bのように、電流指令値 i^* と高調波電流 i_{h1} とを一致させるような状態推定器として構成することもできる。

[0036] 本実施形態の共振抑制装置1aを用いると、例えば図5および図6に示すように、図15において接続点電圧 v に含まれている高調波成分（9次，11次，13次高調波電圧および高調波電流）のみが抑制され、これにより小さな補償電流 i で接続点電圧 v の波形が改善される。

[0037] <第2実施形態>

=== 共振抑制装置の構成および動作 ===

以下、図7を参照して、本発明の第2の実施形態における共振抑制装置の構成および動作について説明する。

[0038] 図7に示されている共振抑制装置1bは、第1実施形態の共振抑制装置1aに対して、電流指令値生成部10aの代わりに、電流指令値生成部10bにて構成されている。また、電流指令値生成部10bは、ハイパスフィルタ100および伝達関数110を含んで構成されている。ここで、電流指令値生成部10bは、係数制御部を備えていないため、ゲイン K は、予め設定された固定値となる。

[0039] 本実施形態の共振抑制装置 1 b を用いると、図 1 5 において接続点電圧 v に含まれている高調波成分のみが抑制され、これにより小さな補償電流 i で接続点電圧 v の波形が改善される。しかしながら、本実施形態では、ゲイン K が予め設定された固定値となるため、例えば図 8 および図 9 に示すように、接続点電圧 v に高調波歪み（1 1 次高調波電圧）が残存する場合もある。

[0040] <第 3 実施形態>

=== 共振抑制装置の構成および動作 ===

以下、図 1 0 を参照して、本発明の第 3 の実施形態における共振抑制装置の構成および動作について説明する。

[0041] 上記第 1 および第 2 実施形態では、電流指令値生成部から出力される電流指令値 i^* に追従する補償電流 i を並列インバータ 1 7 から出力して、電力系統 5 に風力発電機 3 と並列に供給している。これに対して、本実施形態では、補償電流 i を出力可能な電力変換装置が電力系統に接続されている場合に、この電力変換装置に対して電流指令値 i^* を出力することによって、共振を抑制する。

[0042] 図 1 0 に示されている共振抑制装置 1 c は、第 1 実施形態の電流指令値生成部 1 0 a を含んで構成されている。なお、共振抑制装置 1 c は、電流指令値生成部 1 0 a に代えて、第 2 実施形態の電流指令値生成部 1 0 b を含む構成としてもよい。

[0043] 電流指令値生成部 1 0 a には、電力系統 5 の電圧（風力発電機 3 と電力系統 5 との接続点電圧） v が入力されている。そして、電流指令値生成部 1 0 は、電流指令値 i^* を生成し、電力系統 5 に接続された電力変換装置 7 に対して出力する。これにより、電力変換装置 7 から電力系統 5 に補償電流 i が供給され、第 1 および第 2 実施形態と同様に、図 1 5 において接続点電圧 v に含まれている高調波成分のみが抑制され、これにより小さな補償電流 i で接続点電圧 v の波形が改善される。なお、このような補償電流 i を出力可能な電力変換装置としては、インバータや U P F C のほか、例えば無効電力補償装置などを用いることができる。

[0044] <第4実施形態>

===共振抑制装置の構成===

以下、図11ないし図13を参照して、本発明の第4の実施形態における共振抑制装置の構成について説明する。

[0045] 図11に示されている共振抑制装置2は、3相電力系統において発生する共振を抑制するための装置である。また、共振抑制装置2は、電流指令値生成部20、加算部25aないし25c、電流制御部26aないし26c、並列インバータ27、および直流電源28を含んで構成されている。

[0046] 電流指令値生成部20には、各相の接続点電圧 v_a 、 v_b 、 v_c 、および風力発電機3の各相の出力電流 i_{1a} 、 i_{1b} 、 i_{1c} が入力されている。また、電流指令値生成部20からは、3相の並列インバータ27の各相の出力電流（補償電流） i_a 、 i_b 、 i_c に対する電流指令値 i_a^* 、 i_b^* 、 i_c^* が出力されている。

[0047] 加算部25a、25b、25cには、それぞれ、補償電流 i_a 、 i_b 、 i_c とそれらに対する電流指令値 i_a^* 、 i_b^* 、 i_c^* とが入力されている。また、加算部25a、25b、25cから電流制御部26a、26b、26cには、それぞれ、電流指令値 i_a^* 、 i_b^* 、 i_c^* と補償電流 i_a 、 i_b 、 i_c との差（ $i_a^* - i_a$ 、 $i_b^* - i_b$ 、 $i_c^* - i_c$ ）が入力されている。そして、電流制御部26a、26b、26cからは、それぞれ電圧指令値 v_a^* 、 v_b^* 、 v_c^* が出力されている。

[0048] 並列インバータ27には、直流電源28が接続されている。また、並列インバータ27には、各相の電圧指令値 v_a^* 、 v_b^* 、 v_c^* が入力されている。並列インバータ27からは、交流電流（補償電流） i_a 、 i_b 、 i_c が出力されている。そして、並列インバータ27から出力される補償電流 i_a 、 i_b 、 i_c は、それぞれ風力発電機3の出力電流 i_{1a} 、 i_{1b} 、 i_{1c} と並列に電力系統に供給されている。

[0049] 図12は、本実施形態における電流指令値生成部20の構成を示している。図12に示されている電流指令値生成部20は、d q変換部201、22

1、ハイパスフィルタ202、203、222、223、伝達関数211、212、dq逆変換部213、および係数制御部230、240を含んで構成されている。

[0050] dq変換部201には、各相の接続点電圧 v_a 、 v_b 、 v_c が入力されている。dq変換部201からは、それらをdq変換して得られるd軸成分（d軸電圧） v_d およびq軸成分（q軸電圧） v_q が出力されている。また、ハイパスフィルタ202には、d軸電圧 v_d が入力されている。ハイパスフィルタ202からは、d軸電圧 v_d の高調波成分（高調波電圧） v_{dh} が出力されている。一方、ハイパスフィルタ203には、q軸電圧 v_q が入力されている。ハイパスフィルタ203からは、q軸電圧 v_q の高調波成分（高調波電圧） v_{qh} が出力されている。なお、高調波電圧 v_{dh} および v_{qh} は、それぞれ伝達関数211および212に入力されるとともに、それぞれ係数制御部230および240にも入力される。

[0051] dq変換部221には、風力発電機3の各相の出力電流 i_{1a} 、 i_{1b} 、 i_{1c} が入力されている。dq変換部221からは、それらをdq変換して得られるd軸成分（d軸電流） i_d およびq軸成分（q軸電流） i_q が出力されている。また、ハイパスフィルタ222には、d軸電流 i_d が入力されている。ハイパスフィルタ222からは、d軸電流 i_d の高調波成分（高調波電流） i_{dh1} が出力されている。一方、ハイパスフィルタ223には、q軸電流 i_q が入力されている。ハイパスフィルタ223からは、q軸電流 i_q の高調波成分（高調波電流） i_{qh1} が出力されている。なお、高調波電流 i_{dh1} および i_{qh1} は、それぞれ係数制御部230および240に入力される。

[0052] 伝達関数211および212には、それぞれ高調波電圧 v_{dh} および v_{qh} が入力されている。伝達関数211の出力値 i_{dh2} および伝達関数212の出力値 i_{qh2} がdq逆変換部213に入力されている。なお、伝達関数211の出力値 i_{dh2} および伝達関数212の出力値 i_{qh2} は、それぞれ係数制御部230および240にも入力される。また、dq逆変換部213からは

、各相の電流指令値 i_a^* 、 i_b^* 、 i_c^* が出力されている。

[0053] 係数制御部 230 には、高調波電圧 v_{d_h} 、高調波電流 $i_{d_{h1}}$ 、および伝達関数 211 の出力値 $i_{d_{h2}}$ が入力されている。係数制御部 230 は、それらに基づいて伝達関数 211 の係数を制御している。一方、係数制御部 240 には、高調波電圧 v_{q_h} 、高調波電流 $i_{q_{h1}}$ 、および伝達関数 212 の出力値 $i_{q_{h2}}$ が入力されている。係数制御部 240 は、それらに基づいて伝達関数 212 の係数を制御している。

[0054] 図 13 は、本実施形態における係数制御部 230 および 240 の構成を示している。図 13 に示されている係数制御部 230 は、乗算部 231、232、加算部 233、および P I 制御部 234 を含んで構成されている。一方、係数制御部 240 は、乗算部 241、242、加算部 243、および P I 制御部 244 を含んで構成されている。

[0055] 乗算部 231 には、高調波電流 $i_{d_{h1}}$ と高調波電圧 v_{d_h} とが入力されている。乗算部 231 からは、それらの積 $p_{d_{h1}}$ が出力されている。また、乗算部 232 には、伝達関数 211 の出力値 $i_{d_{h2}}$ と高調波電圧 v_{d_h} とが入力されている。乗算部 232 からは、それらの積 $p_{d_{h2}}$ が出力されている。

[0056] 加算部 233 には、乗算部 231 の出力値 $p_{d_{h1}}$ と乗算部 232 の出力値 $p_{d_{h2}}$ とが入力されている。加算部 233 から P I 制御部 234 には、乗算部 231 の出力値 $p_{d_{h1}}$ と乗算部 232 の出力値 $p_{d_{h2}}$ との差 ($p_{d_{h1}} - p_{d_{h2}}$) が入力されている。また、P I 制御部 234 は、加算部 233 の出力値 ($p_{d_{h1}} - p_{d_{h2}}$) に基づいて伝達関数 211 の係数を制御している。一例として、伝達関数 211 はゲイン K_d のみで構成される。P I 制御部 234 は、加算部 233 の出力値 ($p_{d_{h1}} - p_{d_{h2}}$) に基づいてゲイン K_d を制御している。

[0057] 乗算部 241 には、高調波電流 $i_{q_{h1}}$ と高調波電圧 v_{q_h} とが入力されている。乗算部 241 からは、それらの積 $p_{q_{h1}}$ が出力されている。また、乗算部 242 には、伝達関数 212 の出力値 $i_{q_{h2}}$ と高調波電圧 v_{q_h} とが入力されている。乗算部 242 からは、それらの積 $p_{q_{h2}}$ が出力されている。

[0058] 加算部243には、乗算部241の出力値 $p q_{h1}$ と乗算部242の出力値 $p q_{h2}$ とが入力されている。加算部243からPI制御部244には、乗算部241の出力値 $p q_{h1}$ と乗算部242の出力値 $p q_{h2}$ との差($p q_{h1} - p q_{h2}$)が入力されている。また、PI制御部244は、加算部243の出力値($p q_{h1} - p q_{h2}$)に基づいて伝達関数212の係数を制御している。一例として、伝達関数212はゲイン K_q のみで構成される。PI制御部244は、加算部243の出力値($p q_{h1} - p q_{h2}$)に基づいてゲイン K_q を制御している。なお、PI制御部234、244の制御方法は、PI制御に限定されるものではなく、例えばI制御であっても構わない。

[0059] ===共振抑制装置の動作===

次に、本実施形態における共振抑制装置の動作について説明する。

[0060] dq変換部201は、各相の接続点電圧 v_a , v_b , v_c をdq変換して、d軸成分(d軸電圧) v_d およびq軸成分(q軸電圧) v_q を出力する。また、ハイパスフィルタ202は、d軸電圧 v_d の変動成分を抽出することにより、d軸電圧 v_d に含まれる高調波成分(高調波電圧) v_{dh} を抽出して出力する。一方、ハイパスフィルタ203は、q軸電圧 v_q の変動成分を抽出することにより、q軸電圧 v_q に含まれる高調波成分(高調波電圧) v_{qh} を抽出して出力する。したがって、本実施形態では、ハイパスフィルタ202および203が第1のハイパスフィルタに相当する。

[0061] さらに、ハイパスフィルタ202の出力値(高調波電圧 v_{dh})にゲイン K_d を乗算してd軸成分 i_{dh2} が得られる。一方、ハイパスフィルタ203の出力値(高調波電圧 v_{qh})にゲイン K_q を乗算してq軸成分 i_{qh2} が得られる。そして、dq逆変換部213は、得られたd軸成分 i_{dh2} およびq軸成分 i_{qh2} をdq逆変換して、各相の電流指令値 i_a^* , i_b^* , i_c^* を出力する。

[0062] dq変換部221は、風力発電機3の各相の出力電流 i_{1a} , i_{1b} , i_{1c} をdq変換して、d軸成分(d軸電流) i_d およびq軸成分(q軸電流) i_q を出力する。また、ハイパスフィルタ222は、d軸電流 i_d の変動

成分を抽出することにより、 d 軸電流 i_d に含まれる高調波成分（高調波電流） $i_{d_{h1}}$ を抽出して出力する。一方、ハイパスフィルタ 223 は、 q 軸電流 i_q の変動成分を抽出することにより、 q 軸電流 i_q に含まれる高調波成分（高調波電流） $i_{q_{h1}}$ を抽出して出力する。したがって、本実施形態では、ハイパスフィルタ 222 および 223 が第 2 のハイパスフィルタに相当する。

[0063] 係数制御部 230 は、ハイパスフィルタ 202、222、および伝達関数 211 の出力値（高調波電圧 v_{d_h} 、および高調波電流 $i_{d_{h1}}$ 、 $i_{d_{h2}}$ ）に基づいて伝達関数 211 の係数を制御する。一例として、図 13 に示したように、係数制御部 230 は、乗算部 232 の出力値（伝達関数 211 の出力値 $i_{d_{h2}}$ と高調波電圧 v_{d_h} との積 $p_{d_{h2}}$ ）と乗算部 231 の出力値（高調波電流 $i_{d_{h1}}$ と高調波電圧 v_{d_h} との積 $p_{d_{h1}}$ ）とが一致するようにゲイン K_d を制御する。

[0064] 一方、係数制御部 240 は、ハイパスフィルタ 203、223、および伝達関数 212 の出力値（高調波電圧 v_{q_h} 、および高調波電流 $i_{q_{h1}}$ 、 $i_{q_{h2}}$ ）に基づいて伝達関数 212 の係数を制御する。一例として、図 13 に示したように、係数制御部 240 は、乗算部 242 の出力値（伝達関数 212 の出力値 $i_{q_{h2}}$ と高調波電圧 v_{q_h} との積 $p_{q_{h2}}$ ）と乗算部 241 の出力値（高調波電流 $i_{q_{h1}}$ と高調波電圧 v_{q_h} との積 $p_{q_{h1}}$ ）とが一致するようにゲイン K_q を制御する。

[0065] 図 11 に示される電流制御部 26a、26b、26c は、各相の電流指令値 i_a^* 、 i_b^* 、 i_c^* と並列インバータ 27 の各相の出力電流（補償電流） i_a 、 i_b 、 i_c との差（ $i_a^* - i_a$ 、 $i_b^* - i_b$ 、 $i_c^* - i_c$ ）に応じた電圧指令値 v_a^* 、 v_b^* 、 v_c^* を出力する。また、並列インバータ 27 は、電圧指令値 v_a^* 、 v_b^* 、 v_c^* に基づいて PWM 制御などを行い、直流電源 28 の電力を交流電力に変換して補償電流 i_a 、 i_b 、 i_c を出力する。これにより、電流制御部 26a、26b、26c は、それぞれ、補償電流 i_a 、 i_b 、 i_c が電流指令値 i_a^* 、 i_b^* 、 i_c^* に追従するように並列イン

バータ 27 を制御し、並列インバータ 27 は、電流指令値 i_a^* , i_b^* , i_c^* に追従する補償電流 i_a , i_b , i_c を電力系統に供給する。

[0066] このようにして、本実施形態の共振抑制装置 2 は、電流指令値生成部 20 において、各相の接続点電圧 v_a , v_b , v_c を dq 変換したうえで変動成分（高調波電圧 v_{d_h} , v_{q_h} ）を抽出し、これらにゲイン K_d , K_q を乗算して dq 逆変換した電流指令値 i_a^* , i_b^* , i_c^* を生成している。そして、電流指令値 i_a^* , i_b^* , i_c^* にそれぞれ追従する補償電流 i_a , i_b , i_c を電力系統に供給することにより、高調波電圧に起因する接続点電圧 v_a , v_b , v_c の高調波歪みを抑制することができる。

[0067] さらに、電流指令値生成部 20 は、風力発電機 3 の各相の出力電流 i_{1a} , i_{1b} , i_{1c} を dq 変換したうえで変動成分（高調波電流 $i_{d_{h1}}$, $i_{q_{h1}}$ ）を抽出し、これらに基づいてゲイン K_d , K_q を制御している。これにより、共振点が変わる場合であっても、それに応じた適切なゲイン K_d , K_q を用いて、周波数特性などが不明な高調波電圧を適切に抑制し、共振を抑制することができる。

[0068] 前述したように、共振抑制装置 1c において、電流指令値生成部 10a（または 10b）に電力系統 5 の電圧 v を入力し、その高調波成分（高調波電圧 v_h ）に伝達関数を乗算して生成した電流指令値 i^* を電力系統 5 に接続された電力変換装置 7 に対して出力することによって、電力変換装置 7 から電力系統 5 に補償電流 i が供給され、高調波電圧 v_h に起因する高調波歪みを抑制することができる。このとき、電圧 v に含まれる高調波成分のみを抑制するため、補償電流 i を小さくすることができる。

[0069] また、前述したように、共振抑制装置 1b において、電流指令値生成部 10b に風力発電機 3 と電力系統 5 との接続点電圧 v を入力し、その高調波成分（高調波電圧 v_h ）に伝達関数を乗算して生成した電流指令値 i^* に追従する補償電流 i を並列インバータ 17 から出力して、電力系統 5 に風力発電機 3 と並列に供給する。このことによって、高調波電圧 v_h に起因する高調波歪みを抑制する場合の補償電流 i を小さくし、並列インバータ 17 の容量を小

さくすることができる。

[0070] また、共振抑制装置 1 a において、電流指令値生成部 1 0 a に風力発電機 3 の出力電流 i_1 をさらに入力し、その高調波成分（高調波電流 i_{h1} ）に基づいてゲイン K を制御することによって、共振点が変わる場合であっても、それに応じた適切なゲイン K を用いて共振を抑制することができる。

[0071] また、共振抑制装置 2 において、3 相の接続点電圧 v_a , v_b , v_c を d q 変換したうえで d 軸成分および q 軸成分の高調波成分（高調波電圧 v_{dh} , v_{qh} ）を抽出し、これらに伝達関数を乗算して d q 逆変換した電流指令値 i_a^* , i_b^* , i_c^* にそれぞれ追従する補償電流 i_a , i_b , i_c を 3 相の並列インバータ 2 7 から出力することによって、3 相電力系統において、接続点電圧 v に含まれている高調波成分のみを抑制して、小さな補償電流 i で接続点電圧 v の波形を改善することができる。また、接続点電圧 v に高調波成分が含まれない場合には、補償電流 i の出力を停止させることができる。

[0072] また、電流指令値 i^* と高調波電流 i_{h1} とを一致させるような状態推定器として係数制御部 1 3 0 b を構成することによって、接続点電圧 v に含まれている高調波成分のみが抑制され、これにより小さな補償電流 i で接続点電圧 v の波形が改善される。

[0073] また、電流指令値 i^* および高調波電流 i_{h1} のそれぞれについて高調波電圧 v_h との積を求め、これらを一致させるような状態推定器として係数制御部 1 3 0 a を構成することによって、接続点電圧 v に含まれている高調波成分、およびそれに対応した高調波電流のみを抑制することができる。

[0074] なお、上記実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。

[0075] 上記実施形態では、風力発電機 3 の高調波フィルタ 3 1 が電力系統 5 に接続されることによって発生する共振を抑制しているが、これに限定されるものではない。上記実施形態の共振抑制装置は、風力発電機と同様に電力系統

に接続される（高調波）電流源と見做すことができ、高調波電流を除去するためのキャパシタンスを含む高調波フィルタを備えた他の電力設備にも適用することができる。例えば、太陽光発電、地熱発電、波力発電などの他の発電施設にも適用可能である。さらに、高調波フィルタを備えた電力設備に限らず、電力系統に接続される電力機器が共振発生源となり得る場合に広く適用することができる。

[0076] また、上記実施形態において、高調波フィルタ 31 は、例えば交流フィルタ（ACフィルタ）であるが、これに限定されるものではなく、電力系統 5 に接続されるインダクタンス（例えば、リアクトル）やキャパシタンス（例えば、電力コンデンサやケーブルなど）を含んで構成されるものであればよい。

符号の説明

[0077] 1 a ～ 1 c、2 共振抑制装置
 3 風力発電機
 5 電力系統
 7 電力変換装置
 10 a、10 b、20 電流指令値生成部
 15、25 a ～ 25 c 加算部
 16、26 a ～ 26 c 電流制御部
 17、27 並列インバータ
 18、28 直流電源
 31 高調波フィルタ
 100、120 ハイパスフィルタ
 101、121 移動平均演算部
 102、122 加算部
 110 伝達関数
 130 a、130 b 係数制御部
 131、132 乗算部

1 3 3 加算部

1 3 4 P I 制御部

2 0 1、2 2 1 d q 変換部

2 0 2、2 0 3、2 2 2、2 2 3 ハイパスフィルタ

2 1 1、2 1 2 伝達関数

2 1 3 d q 逆変換部

2 3 0、2 4 0 係数制御部

2 3 1、2 3 2、2 4 1、2 4 2 乗算部

2 3 3、2 4 3 加算部

2 3 4、2 4 4 P I 制御部

請求の範囲

- [請求項1] 電力機器が電力系統に接続されることによって発生する共振を抑制する共振抑制装置であって、
- 前記電力系統の電圧が入力され、当該入力された電圧に含まれる高調波成分に伝達関数を乗算して電流指令値を生成する電流指令値生成部を有し、
- 前記電流指令値生成部は、前記電力系統に接続された電力変換装置に対して前記電流指令値を出力することを特徴とする共振抑制装置。
- [請求項2] 電力機器が電力系統に接続されることによって発生する共振を抑制する共振抑制装置であって、
- 前記電力系統に前記電力機器と並列に交流電流を供給するインバータと、
- 前記電力機器と前記電力系統との接続点の電圧が入力され、当該接続点の電圧に含まれる高調波成分に伝達関数を乗算して電流指令値を生成する電流指令値生成部と、
- 前記電流指令値に基づいて前記インバータから出力される前記交流電流を制御する電流制御部と、
- を有することを特徴とする共振抑制装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の共振抑制装置であって、
- 前記電流指令値生成部は、
- 前記接続点の電圧に含まれる高調波成分を抽出して出力する第1のハイパスフィルタと、
- 前記電力機器から前記電力系統に供給される電流に含まれる高調波成分を抽出して出力する第2のハイパスフィルタと、
- 前記第2のハイパスフィルタの出力値に基づいて前記伝達関数の係数を制御する係数制御部と、
- を含み、前記第1のハイパスフィルタの出力値に前記伝達関数を乗算して前記電流指令値を生成することを特徴とする共振抑制装置。

- [請求項4] 請求項2に記載の共振抑制装置であって、
前記電力系統は、3相電力系統であり、
前記電流指令値生成部は、
前記接続点の各相の電圧をd-q変換して得られるd軸成分およびq軸成分にそれぞれ含まれる高調波成分を抽出して出力する第1のハイパスフィルタと、
前記電力機器から前記電力系統に供給される各相の電流をd-q変換して得られるd軸成分およびq軸成分にそれぞれ含まれる高調波成分を抽出して出力する第2のハイパスフィルタと、
前記第2のハイパスフィルタの出力値に基づいて前記伝達関数の係数を制御する係数制御部と、
を含み、前記第1のハイパスフィルタの出力値に前記伝達関数を乗算して得られるd軸成分およびq軸成分をd-q逆変換して各相の前記電流指令値を生成することを特徴とする共振抑制装置。
- [請求項5] 請求項3または請求項4に記載の共振抑制装置であって、
前記係数制御部は、前記電流指令値と前記第2のハイパスフィルタの出力値とが一致するように前記伝達関数の係数を制御することを特徴とする共振抑制装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の共振抑制装置であって、
前記電流指令値生成部は、前記第1のハイパスフィルタの出力値にゲインを乗算して前記電流指令値を生成し、
前記係数制御部は、前記電流指令値と前記第2のハイパスフィルタの出力値とが一致するように前記ゲインを制御することを特徴とする共振抑制装置。
- [請求項7] 請求項3または請求項4に記載の共振抑制装置であって、
前記係数制御部は、前記電流指令値と前記第1のハイパスフィルタの出力値との積と、前記第2のハイパスフィルタの出力値と前記第1のハイパスフィルタの出力値との積と、が一致するように前記伝達関

数の係数を制御することを特徴とする共振抑制装置。

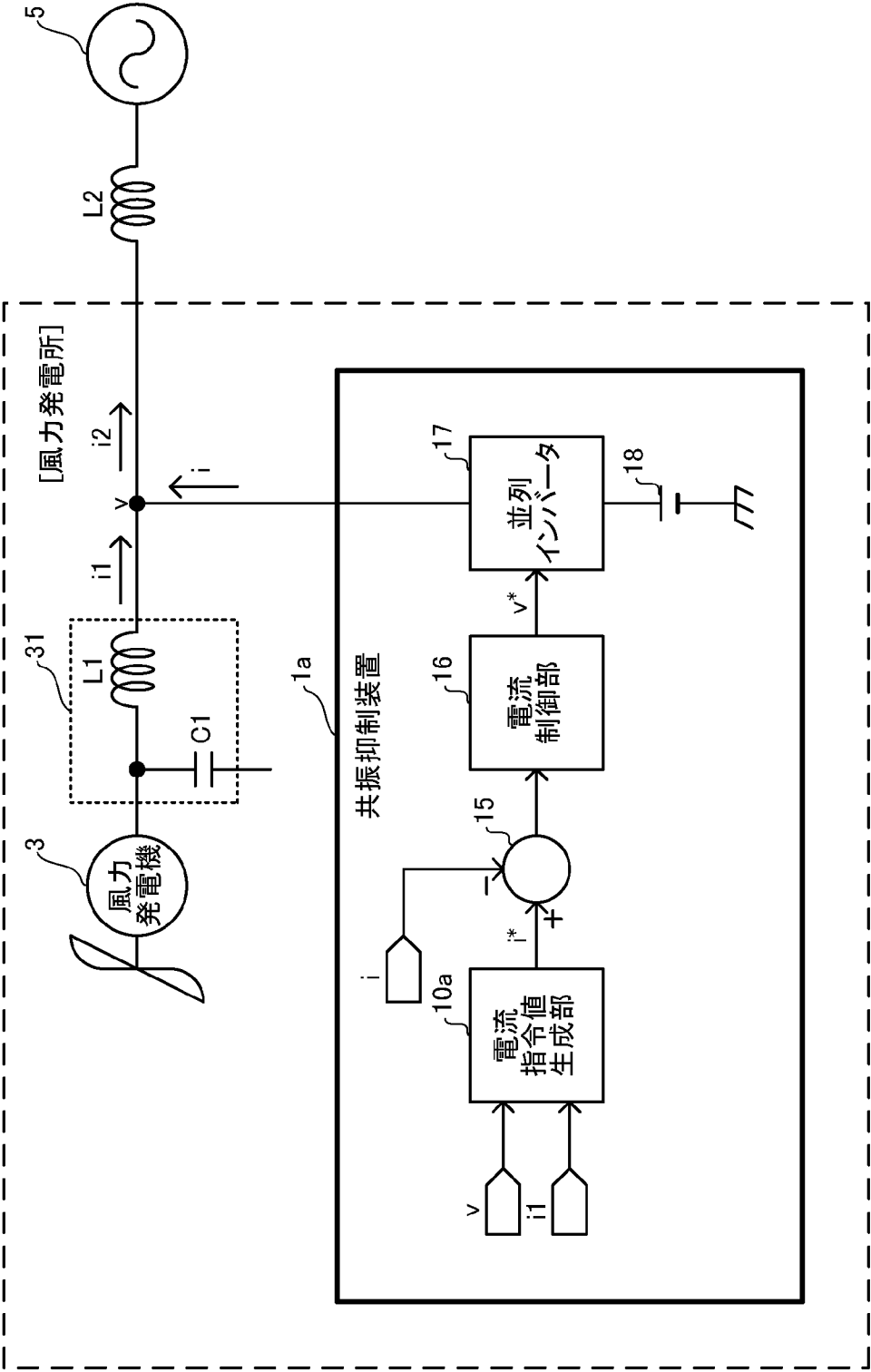
[請求項8]

請求項7に記載の共振抑制装置であって、

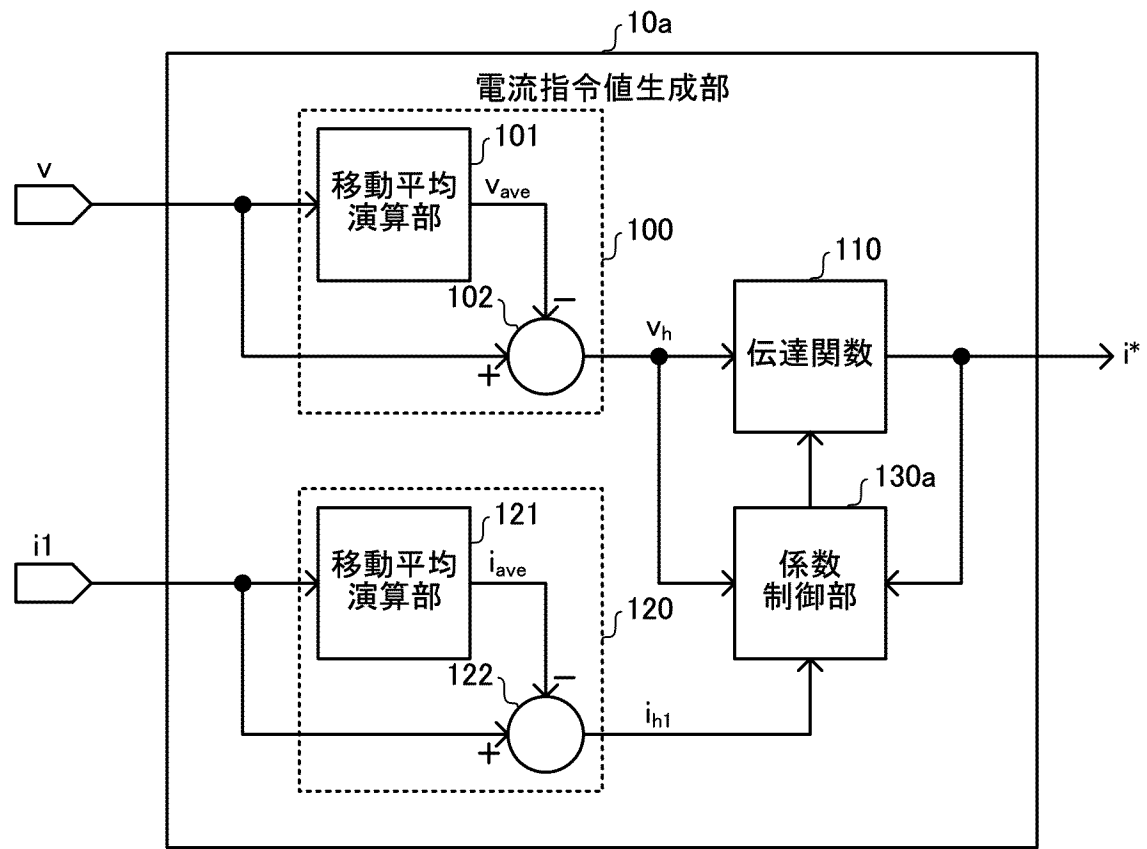
前記電流指令値生成部は、前記第1のハイパスフィルタの出力値にゲインを乗算して前記電流指令値を生成し、

前記係数制御部は、前記電流指令値と前記第1のハイパスフィルタの出力値との積と、前記第2のハイパスフィルタの出力値と前記第1のハイパスフィルタの出力値との積と、が一致するように前記ゲインを制御することを特徴とする共振抑制装置。

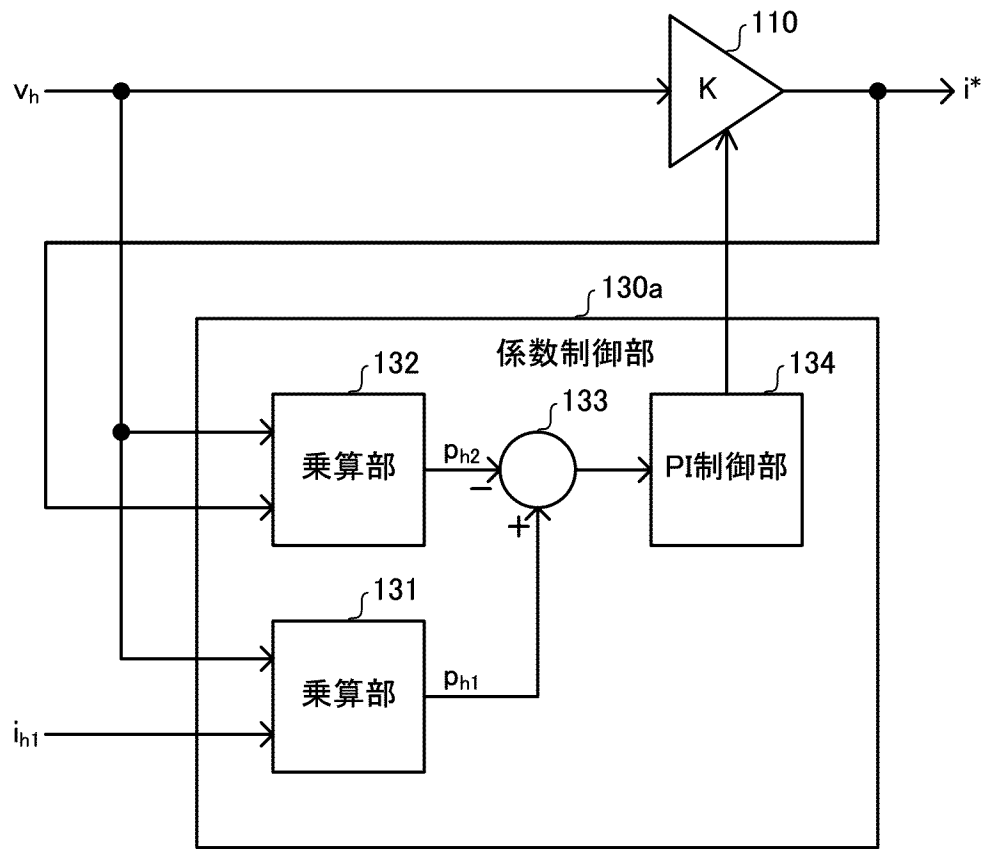
[図1]



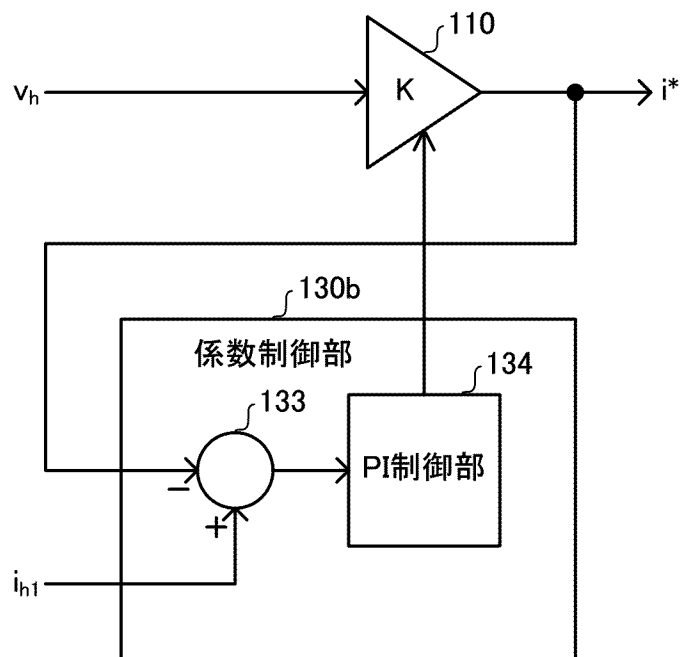
[図2]



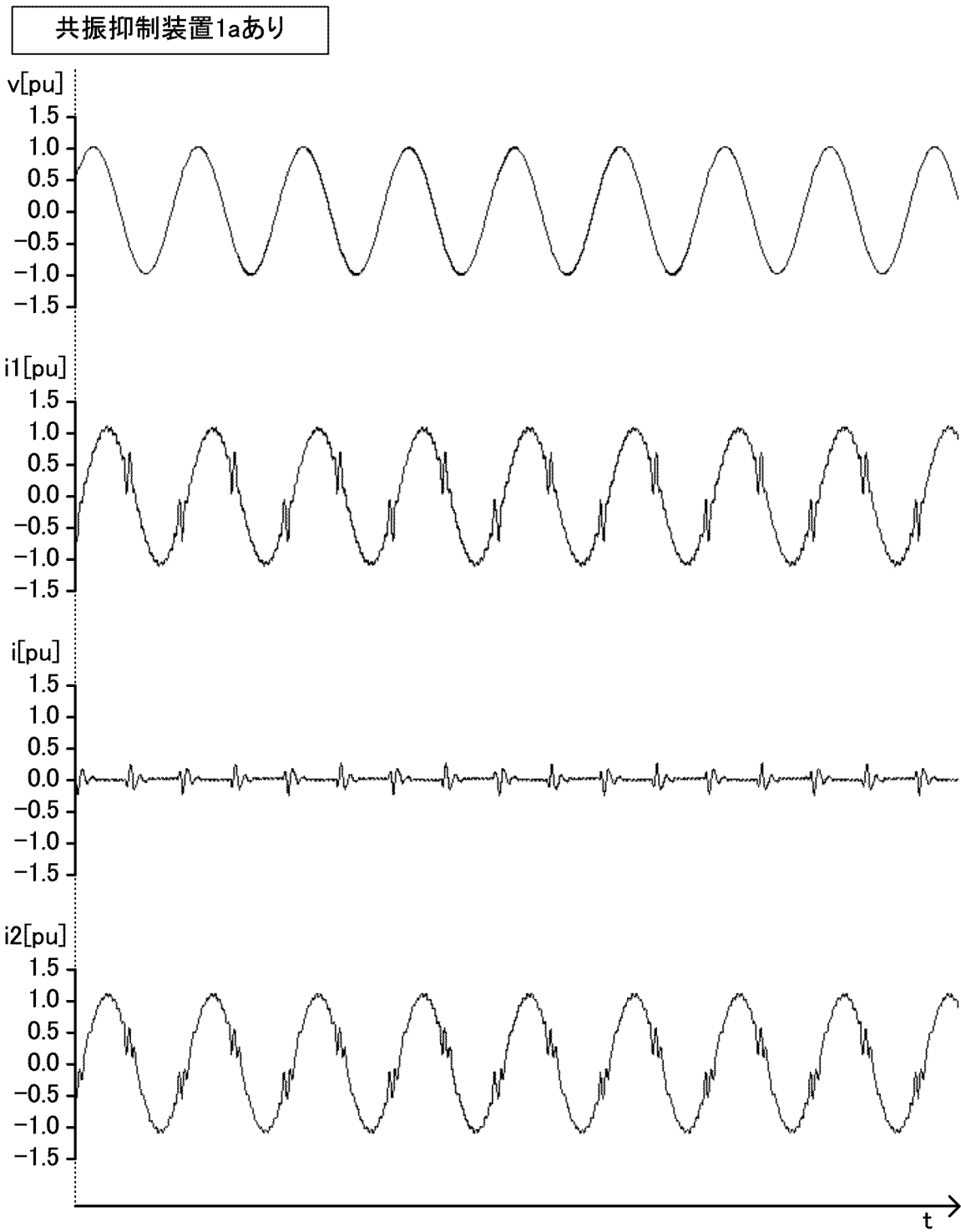
[図3]



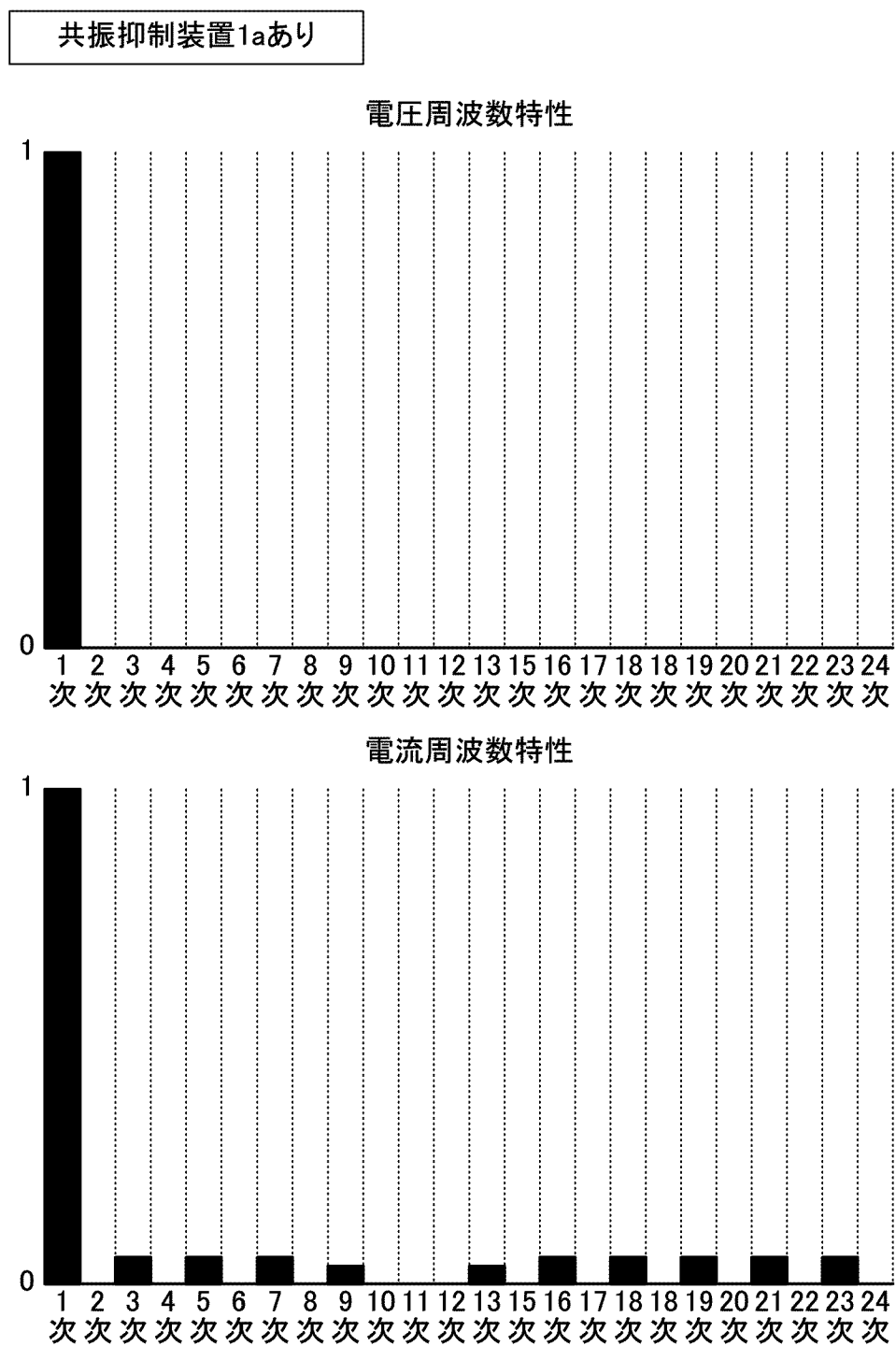
[図4]



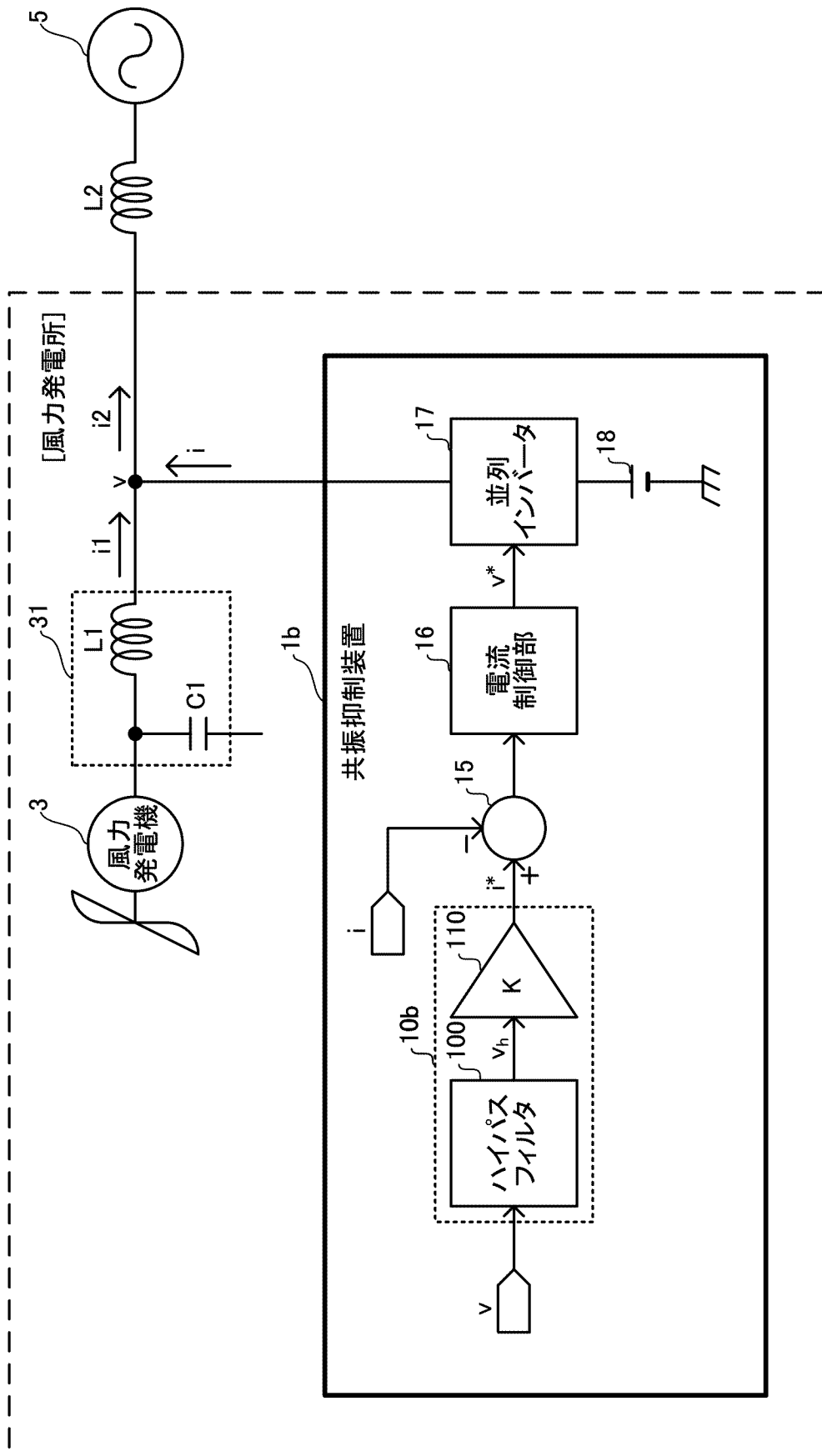
[図5]



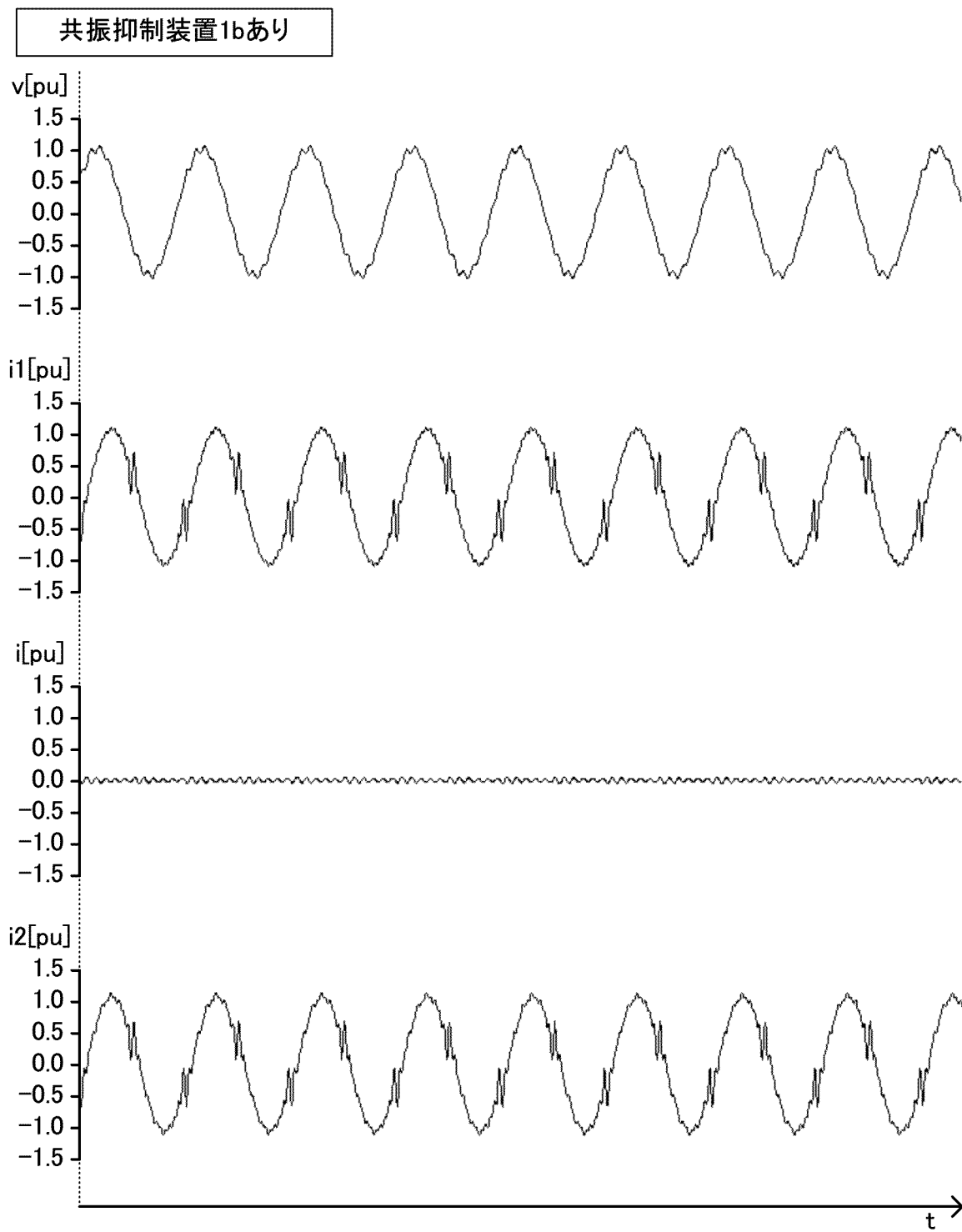
[図6]



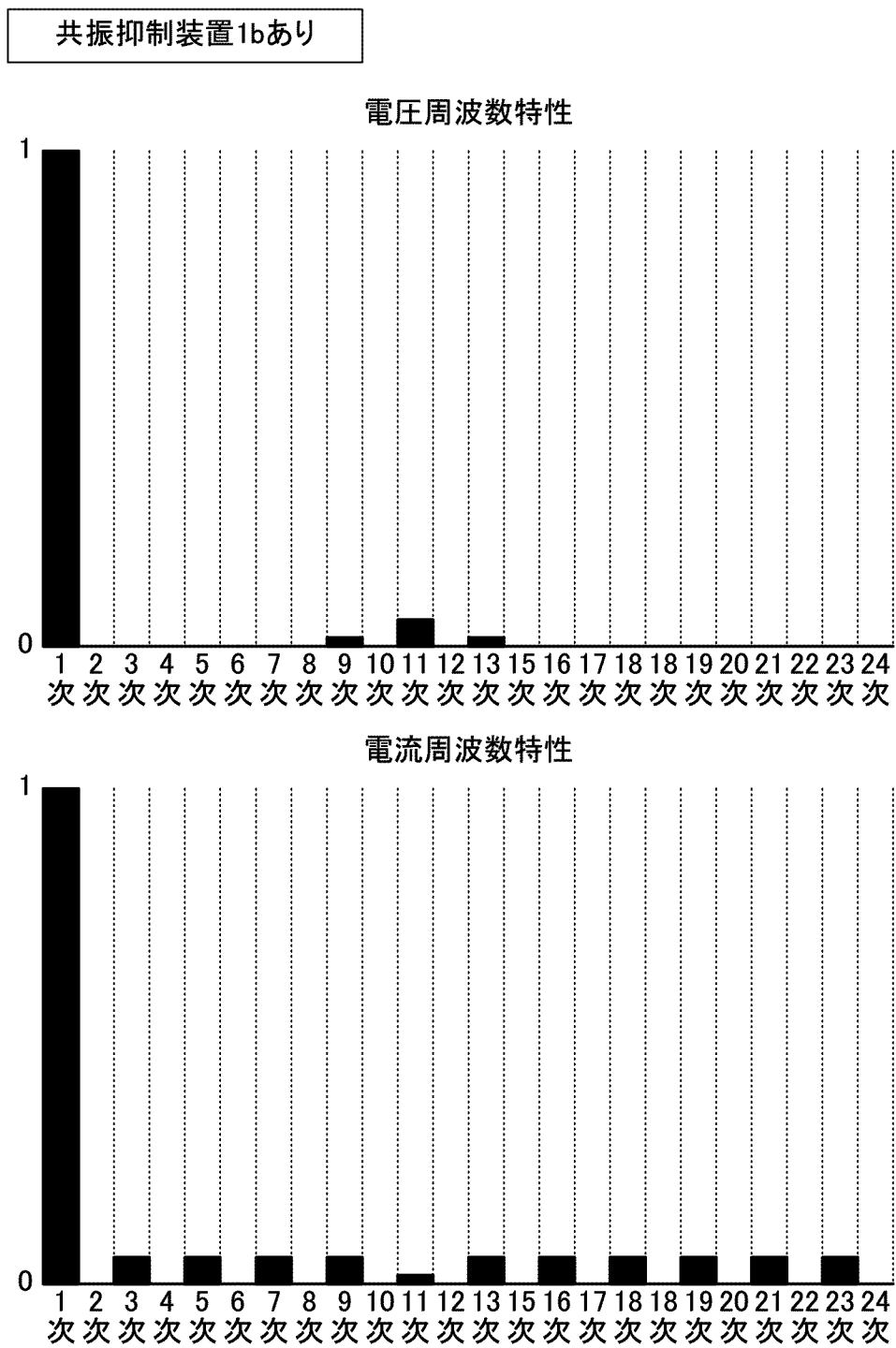
[図7]



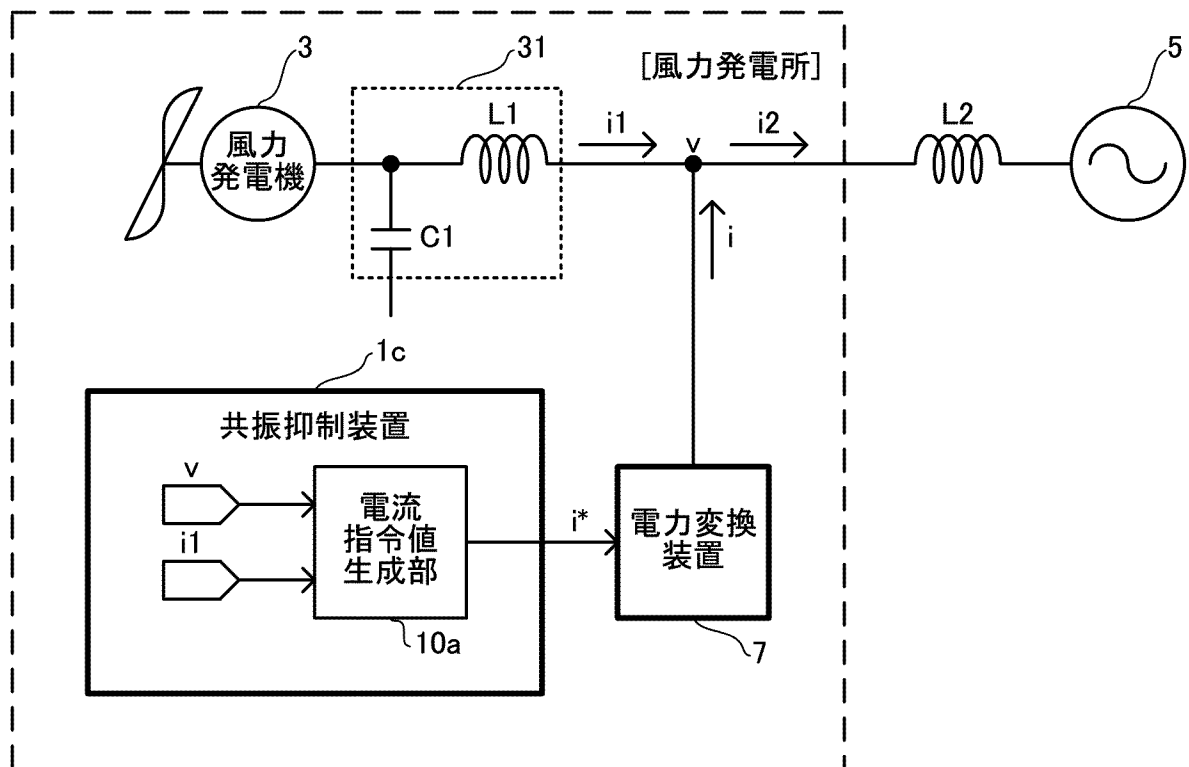
[図8]



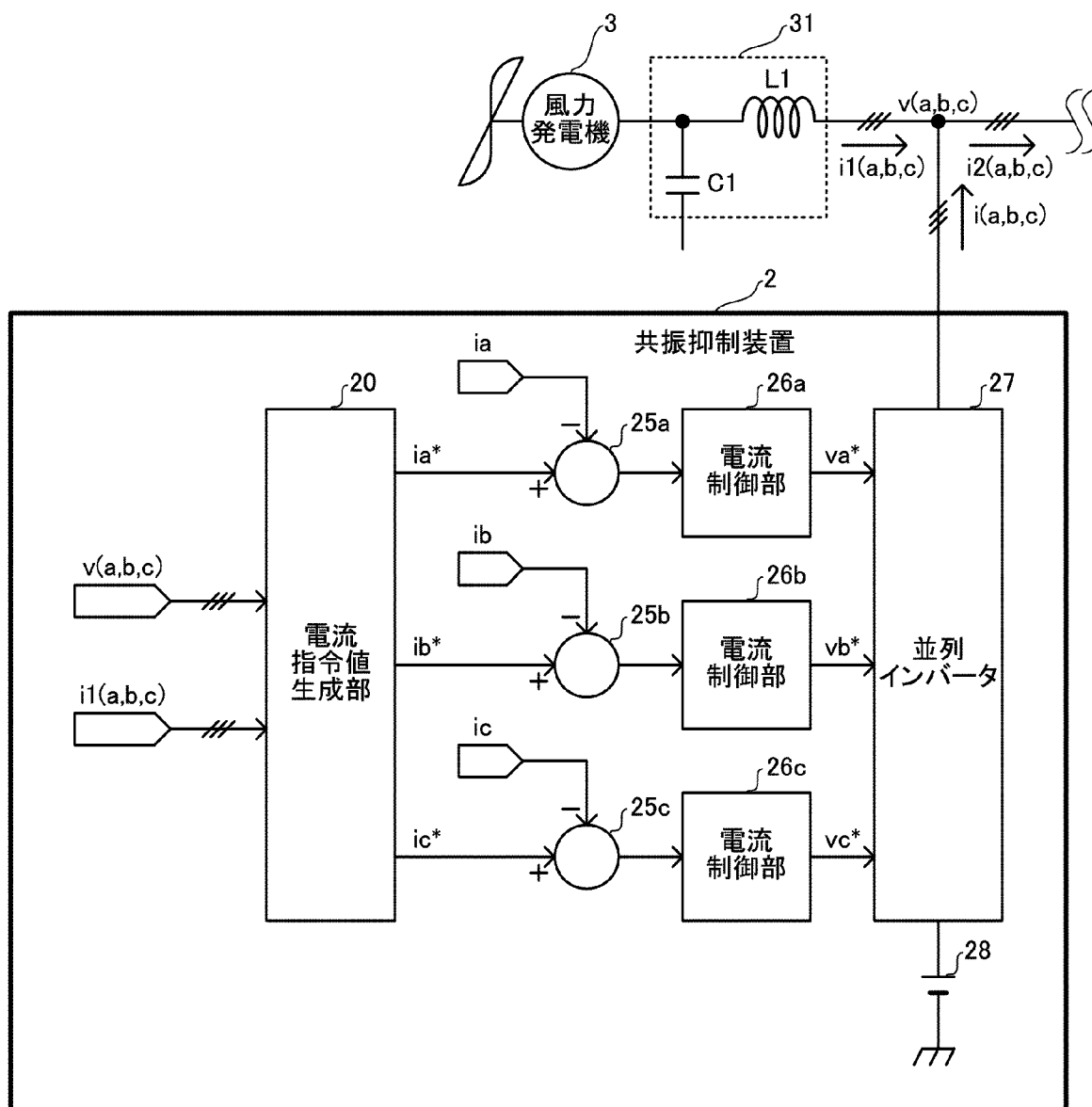
[図9]



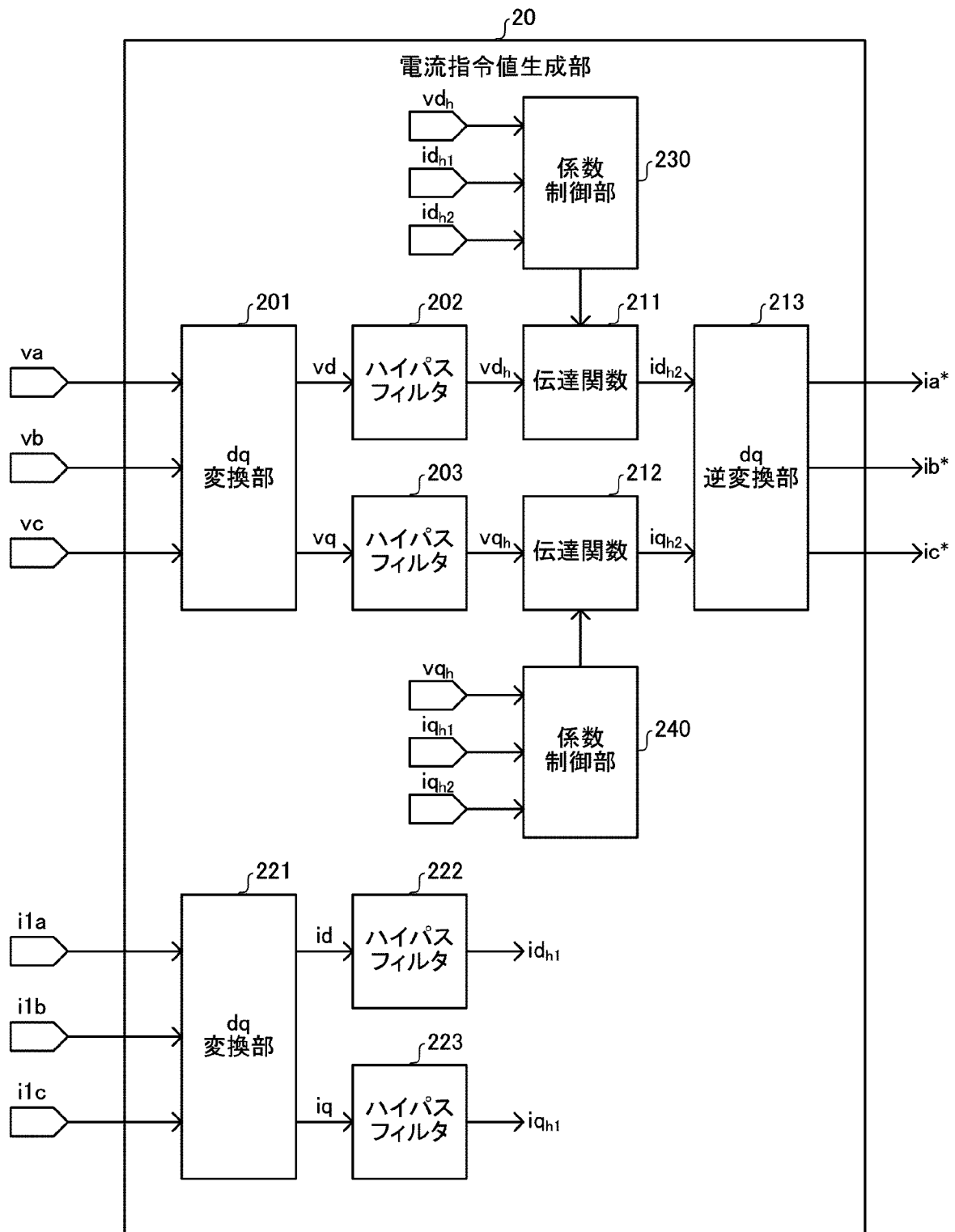
[図10]



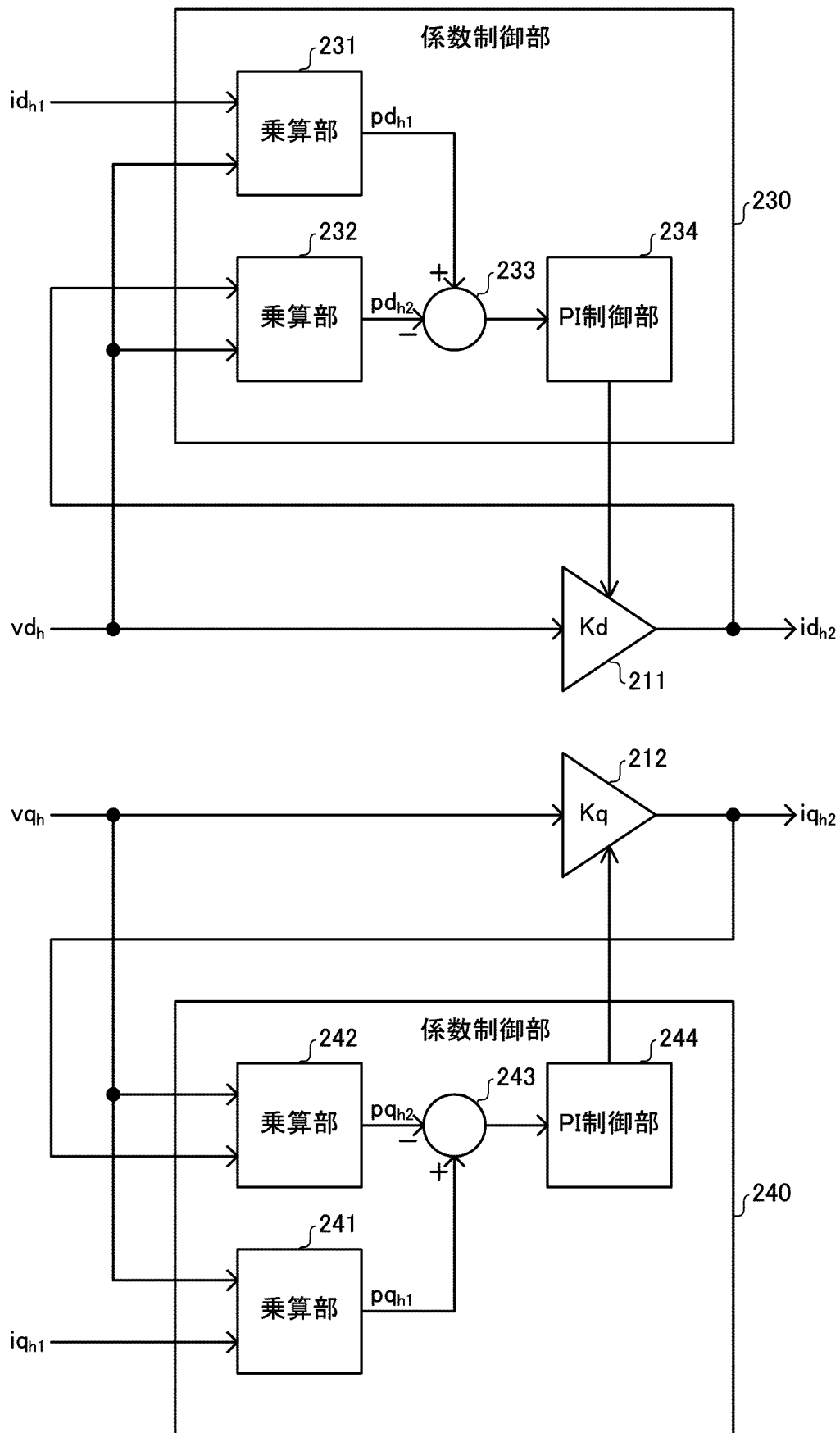
[図11]



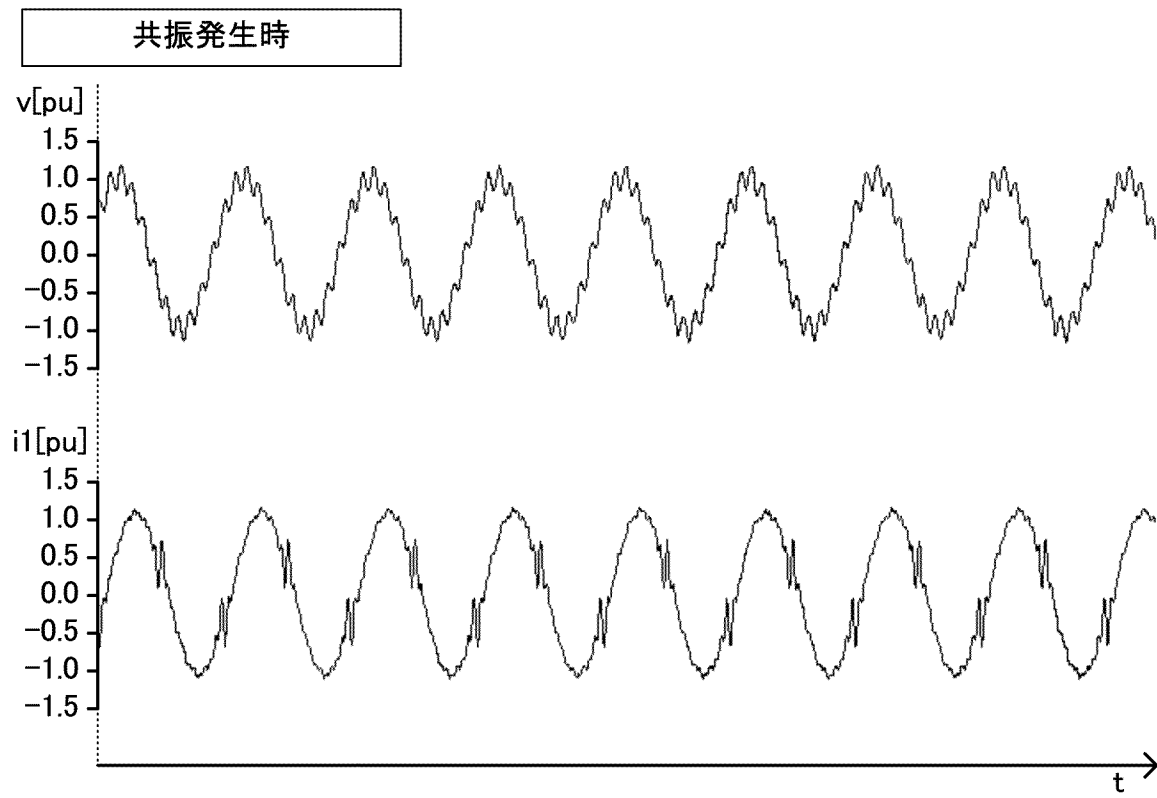
[図12]



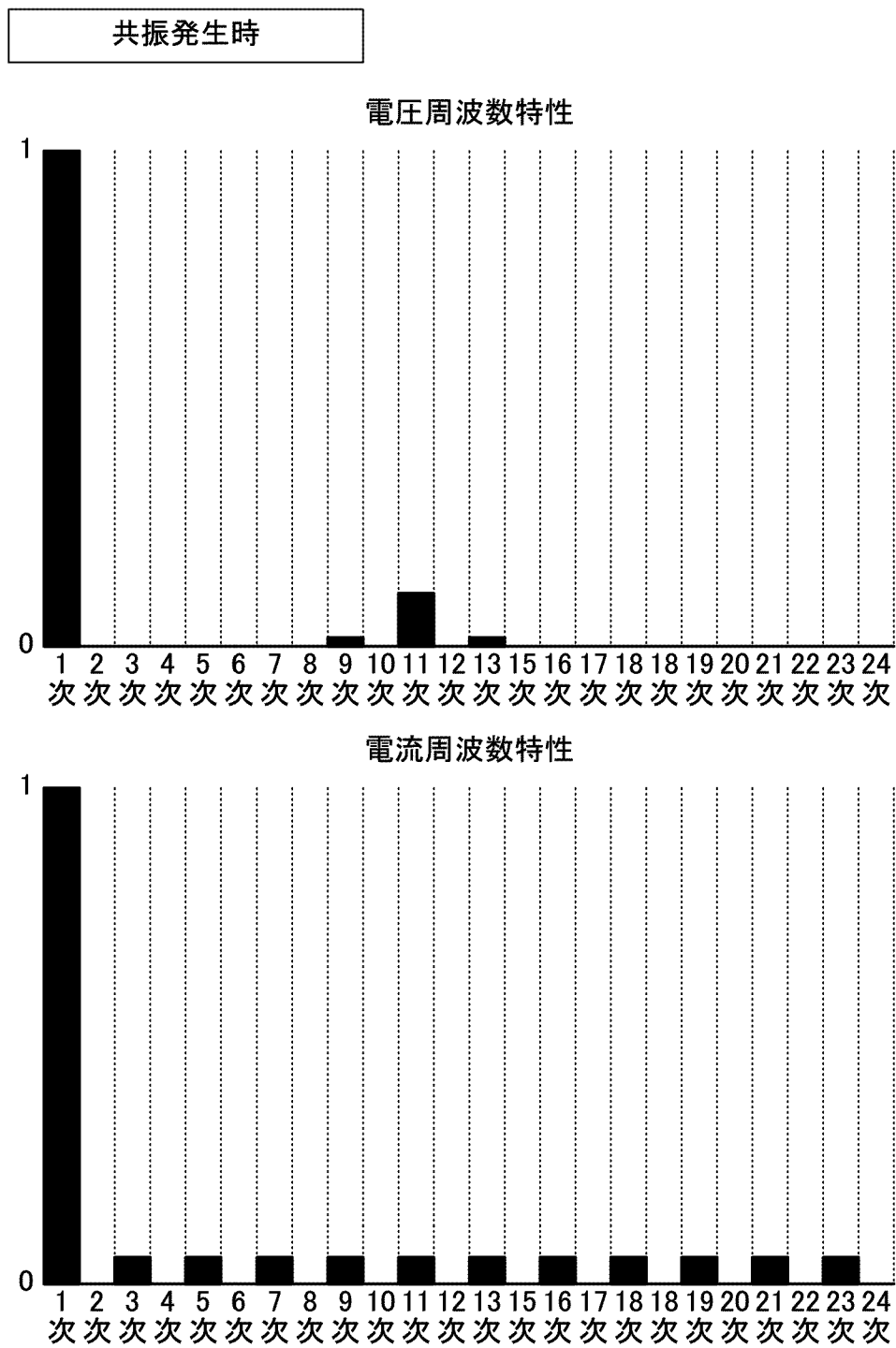
[図13]



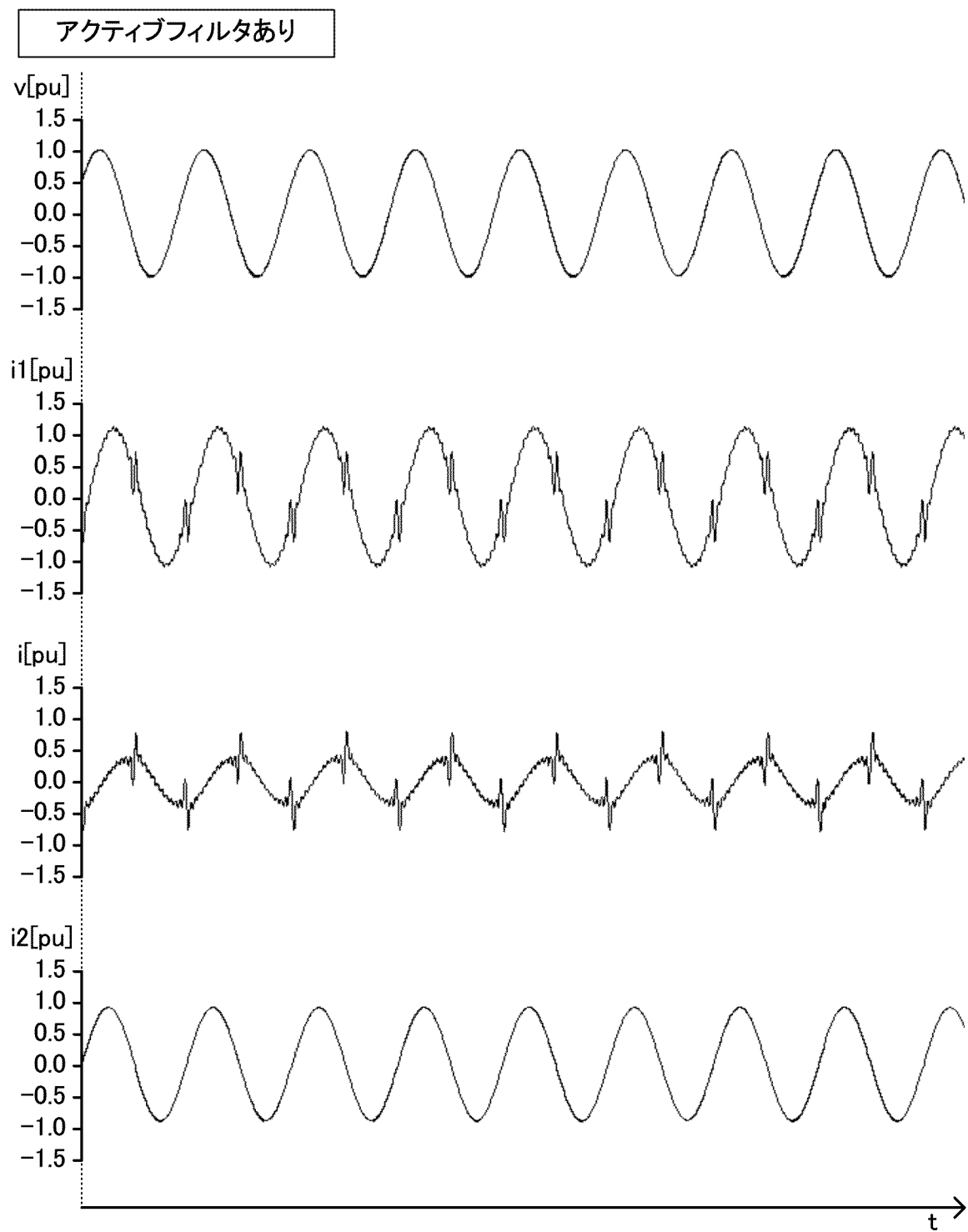
[図14]



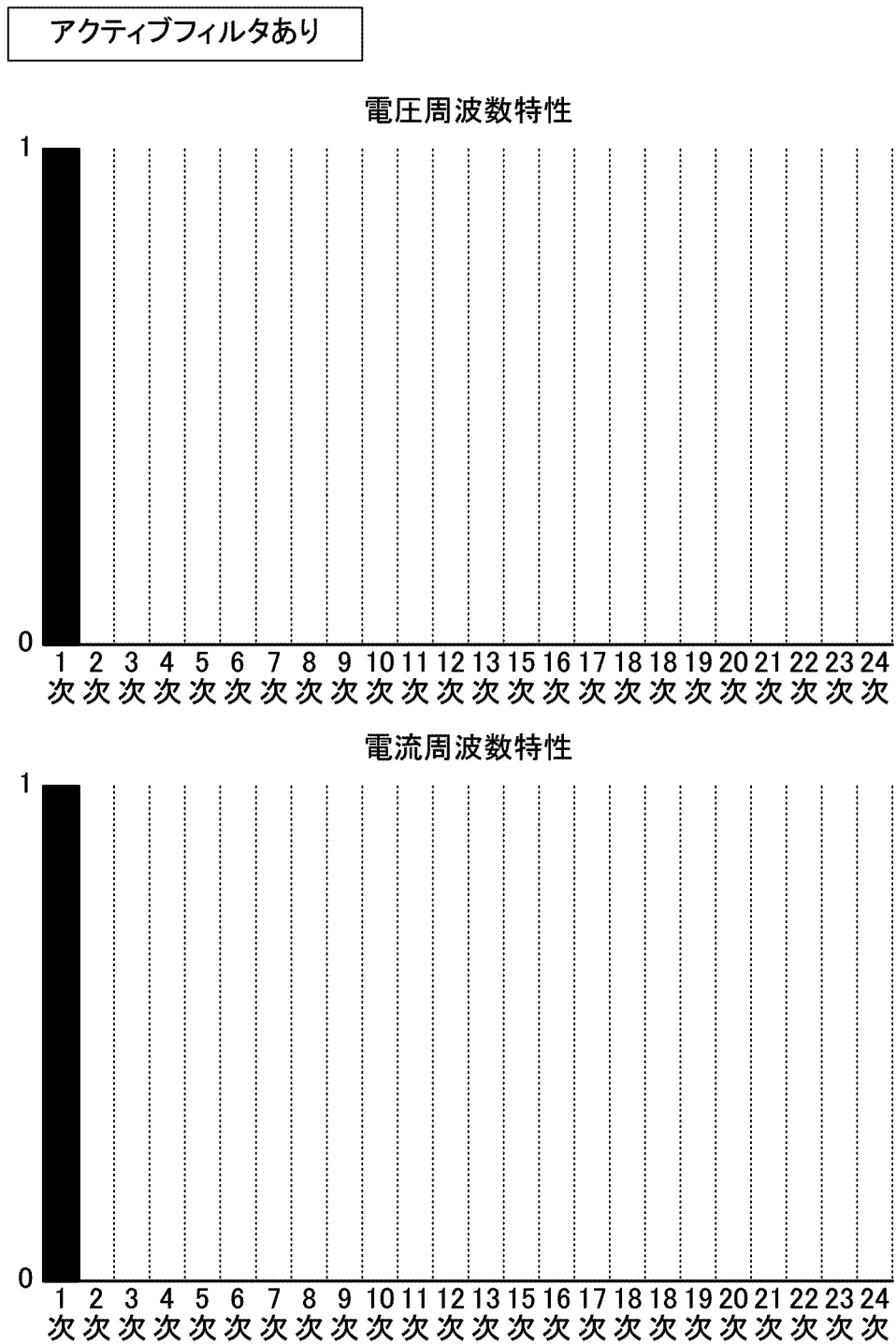
[図15]



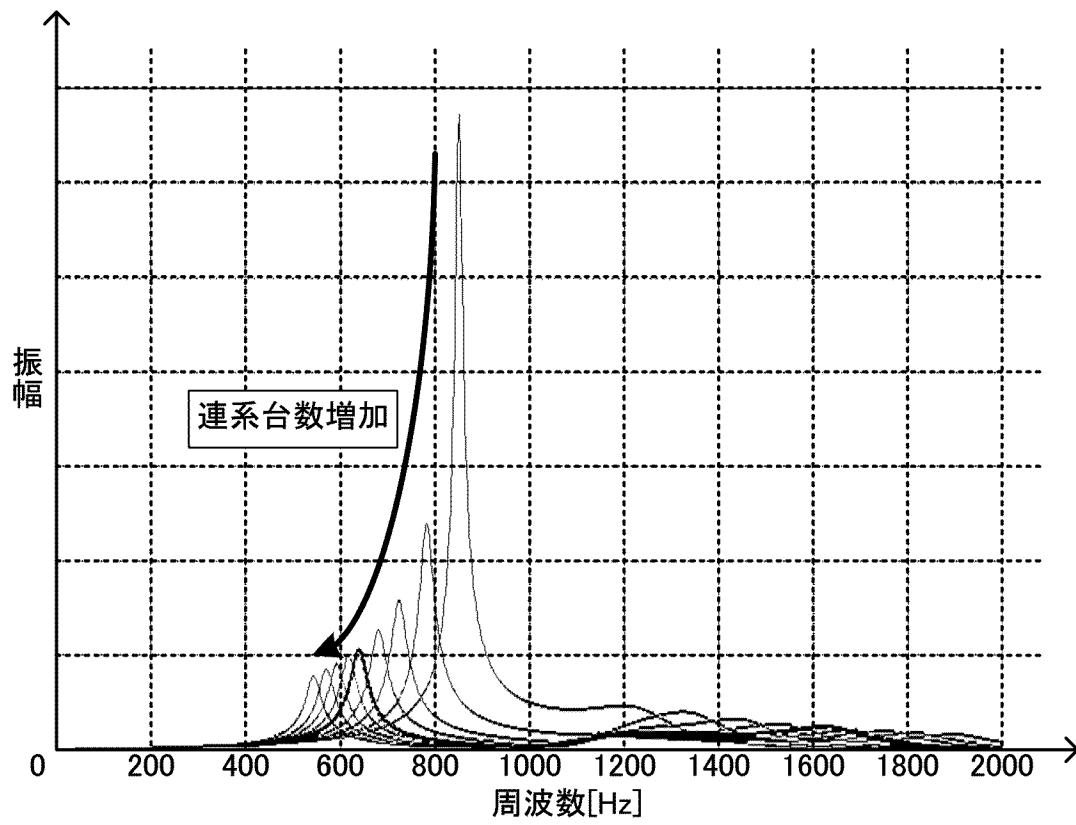
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/062386

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2012-143076 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 26 July 2012 (26.07.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2012-55148 A (Meidensha Corp.), 15 March 2012 (15.03.2012), entire text; all drawings & US 2013/0135907 A & WO 2012/018112 A1 & CN 103069679 A	1-8
A	JP 9-93813 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.), 04 April 1997 (04.04.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 July, 2013 (26.07.13)

Date of mailing of the international search report
06 August, 2013 (06.08.13)

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（I P C））

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（I P C））

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2012-143076 A（三菱重工業株式会社）2012. 07. 26, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2012-55148 A（株式会社明電舎）2012. 03. 15, 全文、全図 & US 2013/0135907 A & WO 2012/018112 A1 & CN 103069679 A	1-8
A	JP 9-93813 A（東洋電機製造株式会社）1997. 04. 04, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 6 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

尾家 英樹

3 V

9 3 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7