

(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
2014年8月21日(21.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/125649 A1

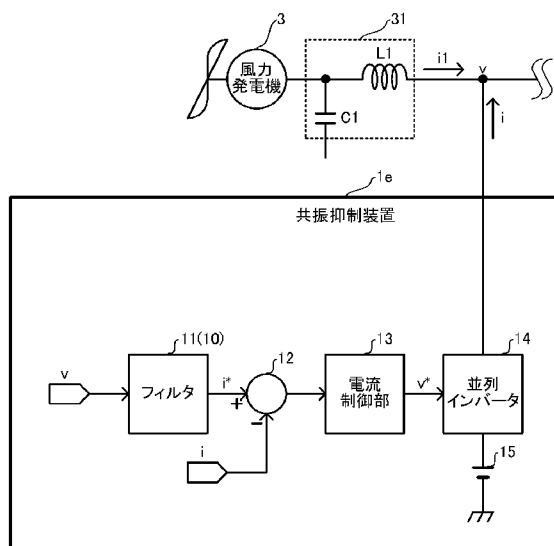
- (51) 国際特許分類:
H02J 3/12 (2006.01) *H02J 3/01* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/053897
- (22) 国際出願日: 2013年2月18日(18.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 村上 賢哉(MURAKAMI, Kenya); 〒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). 小島 浩(KOJIMA, Hiroshi); 〒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).
- (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12番7号 芳金新橋ビル 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: RESONANCE SUPPRESSION DEVICE

(54) 発明の名称: 共振抑制装置

[図15]



- 1e Resonance suppression device
3 Wind power generator
11 (10) Filter
13 Current control unit
14 Parallel inverter

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to suppress resonance even when a resonance point is varied, particularly to suppress resonance even when the number of wind power generators connected to a power system is varied in a wind power plant equipped with a plurality of wind power generators. A resonance suppression device for suppressing resonance generated by an electric power apparatus (wind power generator) equipped with a harmonic filter connected to a power system, the resonance suppression device comprises: an inverter for supplying the power system with AC current in parallel with the electric power apparatus; a current command value generation unit having the voltage of a junction between the electric power apparatus and the power system input thereto, and generating a current command value for moving the resonant frequency of the harmonic filter toward higher frequencies; and a current control unit for controlling the AC current output from the inverter on the basis of the current command value.

(57) 要約: 本発明は、共振点が変わる場合であっても共振を抑制すること、特に、複数台の風力発電機を備えた風力発電所において、電力系統への風力発電機の接続台数が変化する場合であっても共振を抑制することを目的とし、高調波フィルタを備えた電力機器（風力発電機）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、前記高調波フィルタの共振周波数を高周波側に移動させる

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。



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.

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).

(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,

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：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では、高調波フィルタのキャパシタンスに直列に抵抗を接続することによってこのような共振を抑制し、出力電圧に共振周波数成分が重畳されることなく、安定した運転の継続が可能な風力発電設備が開示されている。また、例えば非特許文献1では、パッシブノッチフィルタやC型バンドパスフィルタを用いて共振を抑制する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005－184990号公報

特許文献2：特開2003－174725号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：M. Bradt, et al., "Harmonics and Resonance Issues in Win

d Power Plants,” Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE, pp. 1-8, 24-29 July 2011

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献 1 の風力発電設備では、抵抗の値 R_h が風力発電設備の誘導機から見た系統リアクタンス X_0 に応じて与えられているため、電力系統の構成が変わると共振点に変化し、共振が再発する恐れがある。また、非特許文献 1 のフィルタを用いる方法でも、電力系統の構成が変わると共振点（共振周波数）が変化するため、それらの共振点をそれぞれ抑制する必要がある。

[0008] 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 20 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増加する風力発電所では、特許文献 1 や非特許文献 1 の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

[0009] 前述した課題を解決する主たる本発明は、高調波フィルタ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、共振周波数を高周波側に移動させる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。

[0010] また、前述した課題を解決するその他の主たる本発明は、高調波フィルタを備えた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、前記高調波フィルタの共振周波数を高周波側に移動させる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。

[0011] また、前述した課題を解決するさらにその他の主たる本発明は、高調波フィルタを備えた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、係数が互いに異なる複数のリアクトルと、前記複数のリアクトルから1つ以上のリアクトルを選択するリアクトル選択部と、前記複数のリアクトルのうち前記リアクトル選択部によって選択された前記1つ以上のリアクトルを前記高調波フィルタのキャパシタンスと並列に接続するスイッチ回路と、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、共振点が変化する場合であっても共振を抑制することができる。特に、複数台の風力発電機を備えた風力発電所において、電力系統への風力発電機の接続台数が変化する場合であっても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]共振抑制装置が設置されていない状態において発生する共振を説明する図である。

[図3]積分フィルタを備えた共振抑制装置が共振を抑制する作用を説明する図である。

[図4]一次遅れフィルタを備えた共振抑制装置が共振を抑制する作用を説明す

る図である。

[図5]共振抑制装置により共振周波数が高周波側に移動することを説明する図である。

[図6]共振抑制装置が設置されていない状態における電圧 v および電流 i , i_1 , i_2 の一例を示す模式図である。

[図7]積分フィルタを備えた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8]積分フィルタを備えた共振抑制装置におけるフィルタ係数と共振抑制効果との関係の一例を示す模式図である。

[図9]一次遅れフィルタを備えた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10]一次遅れフィルタを備えた共振抑制装置におけるフィルタ係数と共振抑制効果との関係の一例を示す模式図である。

[図11]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12]風力発電機の接続台数から共振周波数を算出する方法を説明する図である。

[図13]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14]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15]本発明の第5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16]本発明の第6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17]本発明の第7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18]本発明の第8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19]本発明の第9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20]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、フィルタ11、加算部12、電流制御部13、並列インバータ14、直流電源15、共振検出部16、および係数設定部17を含んで構成されている。なお、本実施形態では、フィルタ11および係数設定部17が電流指令値生成部10に相当する。

[0018] 図1において、風力発電機3は、電力系統5に接続されている台数分の風力発電機を代表している。また、C1は、電力系統5に接続されている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の合成キャパシタンスを示し、L1は、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の合成インダクタンスを示している。さらに、L2は、電力系統5のインダクタンスを示している。なお、図1においては、1相分の構成を示しており、風力発電機3が3相系統に接続されている場合には、共振抑制装置1aは、各相に対して同様の構成を備えるものとする。

[0019] フィルタ11は、積分特性または一次遅れ特性を有するデジタルフィルタである。また、フィルタ11には、風力発電機3と電力系統5との接続点の

電圧 v が入力され、フィルタ 11 からは、並列インバータ 14 の出力電流 i に対する電流指令値 i^* が出力されている。

[0020] 接続点電圧 v は、共振検出部 16 にも入力され、共振検出部 16 からは、検出した共振周波数 f_1 が出力されている。また、係数設定部 17 には、共振周波数 f_1 が入力され、係数設定部 17 からフィルタ 11 には、フィルタ係数が入力されている。ここで、フィルタ 11 が積分フィルタの場合には、フィルタ係数としてインダクタンス L が入力され、フィルタ 11 が一次遅れフィルタの場合には、フィルタ係数としてレジスタンス (resistance : 電気抵抗) R およびインダクタンス L が入力される。

[0021] 加算部 12 には、並列インバータ 14 の出力電流 i とそれに対する電流指令値 i^* とが入力され、加算部 12 から電流制御部 13 には、電流指令値 i^* と出力電流 i との差 ($i^* - i$) が入力されている。また、電流制御部 13 からは、電圧指令値 v^* が出力されている。

[0022] 並列インバータ 14 には、直流電源 15 が接続されている。また、並列インバータ 14 には、電圧指令値 v^* が入力され、並列インバータ 14 からは、交流電流 i が出力されている。そして、並列インバータ 14 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 14 から出力される交流電流 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 14 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 2 を参照)。

[0023] === 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。

[0024] 共振検出部 16 は、FFT (Fast Fourier Transform : 高速フーリエ変換) アルゴリズムなどを用いて接続点電圧 v をフーリエ変換し、得られた周波数スペクトルのピークから共振を検出するとともに、共振周波数 f_1 を求める。また、係数設定部 17 は、この共振周波数 f_1 に基づいて、積分フィルタ 11 の係数 L 、または一次遅れフィルタ 11 の係数 R , L を設定する。そ

して、フィルタ 11 からは、設定されたフィルタ係数に応じた電流指令値 i^* が出力される。なお、フィルタ 11 の係数と共振抑制装置 1a による共振抑制効果との関係については後述する。

[0025] 電流制御部 13 は、電流指令値 i^* と並列インバータ 14 の出力電流 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 14 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 15 の電力を交流電力に変換して交流電流 i を出力する。これにより、電流制御部 13 は、並列インバータ 14 の出力電流 i が電流指令値 i^* に追従するように並列インバータ 14 を制御し、並列インバータ 14 は、電流指令値 i^* に追従する交流電流 i を電力系統 5 に供給する。

[0026] === 共振抑制装置の作用 ===

次に、図 2 ないし図 10 を適宜参照して、本実施形態における共振抑制装置が共振を抑制する作用について説明する。

[0027] 図 2 は、共振抑制装置 1a が設置されていない状態における風力発電機 3 の等価回路を示しており、風力発電機 3 を（高調波）電流源と見做すことができる。このとき、キャパシタンス $C1$ と変圧器インダクタンス $L1$ による共振周波数 f_{r1} は、

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L1 \cdot C1}} \quad \dots (1)$$

となる。

[0028] ここで、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は、風力発電機の接続台数に応じて並列に接続されているため、接続台数が増加するほど合成キャパシタンス $C1$ が大きくなり、共振周波数 f_{r1} が低下する。そして、共振周波数 f_{r1} が十分に高く、高周波領域（例えば数 kHz 程度）にある場合には、共振が発生しないものの、接続台数が増加して共振周波数 f_{r1} がある程度低い周波数領域（例えば数百 Hz 程度）まで低下すると、接続台数（共振周波数 f_{r1} ）によっては共振が発生する恐れがある。

[0029] 図3および図4は、それぞれ、高調波フィルタの（合成）キャパシタンス C_1 と並列に積分フィルタおよび一次遅れフィルタを接続した状態を示している。そして、これらの場合の共振周波数 f_{r2} は、

$$f_{r2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L1' \cdot C1}} \quad \dots (2)$$

となる。ここで、 $L1'$ は、積分フィルタまたは一次遅れフィルタのインダクタンス L と変圧器インダクタンス $L1$ との合成インダクタンスであり、

$$L1' = \frac{L \cdot L1}{L + L1} < L1 \quad \dots (3)$$

となるため、 $f_{r2} > f_{r1}$ となる。

[0030] したがって、共振検出部16が高調波フィルタの共振（共振周波数 f_1 ）を検出した場合に、キャパシタンス C_1 と並列に積分フィルタまたは一次遅れフィルタを接続すれば、例えば図5に示すように、共振周波数 f_1 をより高周波側に移動させることができる。そして、この移動後の共振周波数 f_2 が元の共振周波数 f_1 に対して十分に高くなるようにフィルタ係数 L を設定することによって、共振周波数 f_1 におけるゲインを小さくして共振を抑制することができる。例えば図5においては、共振周波数が f_1 から f_2 に移動（増加）することによって、共振周波数 f_1 におけるゲインが g_1 から g_2 に低下している。好ましくは、共振周波数を f_2 に移動した場合の元の共振周波数 f_1 におけるゲイン g_2 を十分に小さい所定値以下とするため、移動後の共振周波数 f_2 が元の共振周波数 f_1 の少なくとも2倍以上となるようにフィルタ係数を設定する。さらに好ましくは、移動後の共振周波数 f_2 が元の共振周波数 f_1 の2～3.5倍程度となるようにフィルタ係数を設定する。

[0031] ところで、図3において、接続点電圧 v は、

$$v = L \frac{di}{dt} \quad \dots (4)$$

と表され、これをラプラス変換すると、

$$V(s) = LsI(s) \quad \dots (5)$$

となる。ここで、積分フィルタの伝達関数を $H1$ とすると、

$$I(s) = \frac{1}{Ls}V(s) = H1(s) \cdot V(s) \quad \dots (6)$$

となるため、共振抑制装置 1 a が積分フィルタ 1 1 の出力（電流指令値 i^* ）に追従する交流電流 i を電力系統 5 に供給することは、図 3 のように積分フィルタを接続するのと等価である。

[0032] したがって、積分フィルタ 1 1 を備えた共振抑制装置 1 a により、検出された共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。一例として、図 6 は、共振が発生して、接続点電圧 v や電力系統 5 への供給電流 $i_2 (= i_1)$ に共振周波数成分が重畳された状態を示し、図 7 は、積分フィルタ 1 1 を備えた共振抑制装置 1 a によってその共振が抑制された状態を示している。図 6 および図 7 に示すように、積分フィルタ 1 1 を備えた共振抑制装置 1 a により共振が抑制され、図 6 最上段の電圧 v の波形が図 7 最上段のように改善されている。また、積分フィルタ 1 1 の係数 L と共振抑制効果との関係の一例を図 8 に示す。図 8 に示すように、インダクタンス L を小さくするほど共振抑制効果が大きくなるものの、式 (6) から、並列インバータ 1 4 の出力電流 i が大きくなり、並列インバータ 1 4 として、より大型のものをを用いる必要がある。

[0033] 一方、図 4 において、接続点電圧 v は、

$$v = Ri + L \frac{di}{dt} \quad \dots (7)$$

と表され、これをラプラス変換すると、

$$V(s) = (R + Ls)I(s) \quad \dots (8)$$

となる。ここで、一次遅れフィルタの伝達関数を $H2$ とすると、

$$I(s) = \frac{1}{R + Ls}V(s) = H2(s) \cdot V(s) \quad \dots (9)$$

となるため、共振抑制装置 1 a が一次遅れフィルタ 1 1 の出力（電流指令値 i^* ）に追従する交流電流 i を電力系統 5 に供給することは、図 4 のように一次遅れフィルタを接続するのと等価である。

[0034] したがって、一次遅れフィルタ 1 1 を備えた共振抑制装置 1 a により、検出された共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。一例として、図 9 は、一次遅れフィルタ 1 1 を備えた共振抑制装置 1 a によって、図 6 に示した共振が抑制された状態を示している。図 6 および図 9 に示すように、一次遅れフィルタ 1 1 を備えた共振抑制装置 1 a により共振が抑制され、図 6 最上段の電圧 v の波形が図 9 最上段のように改善されている。また、一次遅れフィルタ 1 1 の係数 R 、 L と共振抑制効果との関係の一例を図 10 に示す。図 10 に示すように、フィルタ 1 1 として一次遅れフィルタを用いることによって、レジスタンス R による電力消費があるものの、積分フィルタよりも共振抑制効果が大きくなる。

[0035] <第 2 実施形態>

=== 共振抑制装置の構成および動作 ===

以下、図 11 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。

[0036] 図 11 に示されている共振抑制装置 1 b は、第 1 実施形態の共振抑制装置 1 a に対して、共振検出部 1 6 および係数設定部 1 7 の代わりに、係数設定部 1 8 を含んで構成されている。なお、本実施形態では、フィルタ 1 1 および係数設定部 1 8 が電流指令値生成部 1 0 に相当する。そして、係数設定部 1 8 は、オンラインで、現在の風力発電機の接続台数 $G\#$ を取得し、この接続台数 $G\#$ に基づいて、積分フィルタ 1 1 の係数 L 、または一次遅れフィルタ 1 1 の係数 R 、 L を設定する。

[0037] ここで、図 12 に示すように、 n 台の風力発電機 3 が電力系統 5 に接続している場合、各高調波フィルタ 3 1 のキャパシタンス $C1$ と、系統インダクタンス $L2$ および各変圧器インダクタンス $L1$ とによる共振周波数 f_{r1} は、

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L1 \cdot C1 + n \cdot L2 \cdot C1}} \cdots (10)$$

と表すことができる。

[0038] したがって、このような風力発電機の接続台数 $G\# = n$ と共振周波数 f_{r1} との関係から、係数設定部 18 は、オンラインで取得した現在の接続台数 $G\#$ に基づいて、現在の共振周波数 f_{r1} を求めることができる。そして、係数設定部 18 は、現在の共振周波数 f_{r1} に対して、各高調波フィルタ 31 のキャパシタンス $C1$ と並列に積分フィルタまたは一次遅れフィルタを接続した場合の共振周波数 f_{r2} が十分に高くなるようにフィルタ 11 の係数を設定する。好ましくは、共振周波数 f_{r1} に対して、共振周波数 f_{r2} が少なくとも 2 倍以上となるようにフィルタ 11 の係数を設定する。さらに好ましくは、共振周波数 f_{r1} に対して、共振周波数 f_{r2} が 2～3.5 倍程度となるようにフィルタ 11 の係数を設定する。

[0039] ここで、本実施形態の共振抑制装置 1b は、共振検出部を備えていないため、現実には共振が発生しているか否かに関わらず、フィルタ 11 の出力（電流指令値 i^* ）に追従する交流電流 i を電力系統 5 に供給している。したがって、共振抑制装置 1b により、共振が発生していると仮定した場合の共振周波数 f_{r1} を求め、この共振周波数 f_{r1} を f_{r2} に移動させて共振を抑制することができる。なお、風力発電機の接続台数 $G\#$ に基づいて共振周波数 f_{r1} をその都度求める代わりに、接続台数 $G\#$ と設定すべきフィルタ 11 の係数とを対応付けた係数設定テーブルを事前に作成しておき、これを参照してフィルタ 11 の係数を設定してもよい。

[0040] <第 3 実施形態>

=== 共振抑制装置の構成および動作 ===

以下、図 13 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] 図 13 に示されている共振抑制装置 1c は、第 1 実施形態の共振抑制装置 1a に対して、係数設定部 17 の代わりに、スイッチ 19 を含んで構成され

ている。なお、本実施形態では、フィルタ 11 が電流指令値生成部 10 に相当する。そして、スイッチ 19 は、共振検出部 16 が共振を検出した場合には、フィルタ 11 の出力を電流指令値 i^* として加算部 12 に入力し、共振検出部 16 が共振を検出しない場合には、電流指令値 $i^* = 0$ を加算部 12 に入力する。これにより、共振検出部 16 が共振を検出した場合にのみ、並列インバータ 14 から電力系統 5 に交流電流 i が供給される。

[0042] ここで、本実施形態の共振抑制装置 1c は、係数設定部を備えていないため、フィルタ 11 の係数は、予め設定された固定値となる。例えば、風力発電所のすべての風力発電機が電力系統 5 に接続されている状態における共振周波数 f_{r1} を求め、この共振周波数 f_{r1} が、影響の小さい（共振が発生しない）高周波領域に移動するようにフィルタ 11 の係数を設定する。この場合、フィルタ 11 の係数は、共振周波数 f_{r1} が最も低い場合を基準として設定されており、共振抑制装置 1c は、風力発電機の接続台数によらず共振を抑制することができる。なお、本実施形態では、フィルタ 11 の係数が固定値であるため、フィルタ 11 をアナログフィルタとして構成してもよい。

[0043] <第 4 実施形態>

=== 共振抑制装置の構成および動作 ===

以下、図 14 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および動作について説明する。

[0044] 図 14 に示されている共振抑制装置 1d は、第 2 実施形態の共振抑制装置 1b と第 3 実施形態の共振抑制装置 1c とを組み合わせたものであり、共振抑制装置 1b に対して、共振抑制装置 1c の共振検出部 16 およびスイッチ 19 をさらに含んで構成されている。なお、本実施形態では、フィルタ 11 および係数設定部 18 が電流指令値生成部 10 に相当する。したがって、第 2 実施形態の共振抑制装置 1b では、共振の有無によらず、常に交流電流 i を電力系統 5 に供給しているのに対して、本実施形態の共振抑制装置 1d では、現実には共振が発生している場合にのみ、交流電流 i を電力系統 5 に供給

することができる。

[0045] <第5実施形態>

===共振抑制装置の構成および動作===

以下、図15を参照して、本発明の第5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。

[0046] 図15に示されている共振抑制装置1eは、フィルタ11、加算部12、電流制御部13、並列インバータ14、および直流電源15を含んで構成されている。なお、本実施形態では、フィルタ11が電流指令値生成部10に相当する。そして、共振抑制装置1eは、第2実施形態の共振抑制装置1bと同様に、現実には共振が発生しているか否かに関わらず、フィルタ11の出力（電流指令値 i^* ）に追従する交流電流 i を電力系統5に供給する。また、第3実施形態と同様に、フィルタ11の係数は、例えば、共振周波数 f_{r1} が最も低い場合を基準として設定され、共振抑制装置1cは、風力発電機の接続台数によらず共振を抑制することができる。

[0047] <第6実施形態>

===共振抑制装置の構成および動作===

以下、図16を参照して、本発明の第6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。

[0048] 上記第1ないし第5実施形態では、フィルタ11（電流指令値生成部10）の出力（電流指令値 i^* ）に追従する交流電流 i を並列インバータ14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、交流電流 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。

[0049] 図16に示されている共振抑制装置1fは、第1、2、4実施形態におけるフィルタ（11）および係数設定部（17、18）や、第3、5実施形態におけるフィルタ（11）に相当する電流指令値生成部10を含んで構成されている。なお、共振抑制装置1fは、適宜第1、3、4実施形態における

共振検出部（１６）を含む構成としてもよい。

[0050] 電流指令値生成部１０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１０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に交流電流 i が供給され、第１ないし第５実施形態と同様に、共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。なお、このような交流電流 i を出力可能な電力変換装置としては、インバータやＵＰＦＣ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。

[0051] <第７実施形態>

===共振抑制装置の構成および動作===

以下、図１７を参照して、本発明の第７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。

[0052] 上記第１ないし第６実施形態では、高調波フィルタ３１のキャパシタンス C_1 と並列に積分フィルタまたは一次遅れフィルタを接続したのと等価となるように、電流指令値生成部１０の出力（電流指令値 i^* ）に追従する交流電流 i を電力系統５に供給している。これに対して、本実施形態では、図３または図４に示したように、実際に高調波フィルタ３１のキャパシタンス C_1 と並列に積分フィルタや一次遅れフィルタに相当するリアクトルを接続することによって、共振を抑制する。

[0053] 図１７に示されている共振抑制装置２ａは、リアクトル群２１、スイッチ回路２２、共振検出部２６、およびリアクトル選択部２７を含んで構成されている。

[0054] リアクトル群２１は、係数が互いに異なる複数のリアクトルからなる。また、一例として、各リアクトルの係数（インダクタンス）は、 L_0 、 $L_0/2$ 、 $\dots$ 、 $L_0/2^{n-1}$ のように、順次 $1/2$ 倍ずつ小さくなっている。

[0055] 共振検出部２６は、共振抑制装置１ａの共振検出部１６と同様に、接続点電圧 v をフーリエ変換して、共振を検出するとともに共振周波数 f_1 を求め

る。そして、リアクトル選択部 27 は、この共振周波数 f_1 に基づいて、リアクトル群 21 から 1 つのリアクトルを選択し、スイッチ回路 22 は、当該選択された 1 つのリアクトルを高調波フィルタ 31 のキャパシタンス C_1 と並列に接続する。なお、リアクトル選択部 27 がリアクトル群 21 から 2 つ以上のリアクトルを選択し、それらの合成リアクトル（合成インダクタンス）がキャパシタンス C_1 と並列に接続されるようにしてもよい。

[0056] 例えば、リアクトル群 21 が 3 つのリアクトルからなり、それらのインダクタンスを L_0 , $L_0/2$, $L_0/4$ とすると、インダクタンス L_0 , $L_0/2$ の 2 つのリアクトルを選択することによって、その合成インダクタンスは $L_0/3$ となる。同様に、インダクタンス L_0 , $L_0/4$ の 2 つのリアクトルを選択することによって、その合成インダクタンスは $L_0/5$ となり、インダクタンス $L_0/2$, $L_0/4$ の 2 つのリアクトルを選択することによって、その合成インダクタンスは $L_0/6$ となる。さらに、3 つのリアクトルをすべて選択することによって、その合成インダクタンスは $L_0/7$ となるため、 L_0 , $L_0/2$, $L_0/3$, $L_0/4$, $L_0/5$, $L_0/6$, $L_0/7$ の 7 通りのインダクタンスが選択可能となる。より一般的に、リアクトル群 21 がインダクタンス L_0 , $L_0/2$, ..., $L_0/2^{n-1}$ の n 個のリアクトルからなる場合、 $L_0/1 \sim L_0/(2^n - 1)$ の $(2^n - 1)$ 通りのインダクタンスが選択可能となる。

[0057] これにより、共振周波数 f_1 をより高周波側に移動させることができるため、この移動後の共振周波数 f_2 が十分に高くなるように（1 つ以上の）リアクトルを選択することによって、共振周波数 f_1 におけるゲインを小さくして共振を抑制することができる。好ましくは、共振周波数を f_2 に移動した場合の元の共振周波数 f_1 におけるゲインを十分に小さい所定値以下とするため、移動後の共振周波数 f_2 が元の共振周波数 f_1 の少なくとも 2 倍以上となるようにリアクトルを選択する。なお、リアクトル群 21 のすべてのリアクトルを選択することによって、元の共振周波数 f_1 におけるゲインは最小となるが、それらのリアクトルを介して流れる電流が大きくなる。その

ため、さらに好ましくは、移動後の共振周波数 f_2 が元の共振周波数 f_1 の 2 ～ 3.5 倍程度となるようにリアクトルを選択する。

[0058] <第 8 実施形態>

=== 共振抑制装置の構成および動作 ===

以下、図 18 を参照して、本発明の第 8 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。

[0059] 図 18 に示されている共振抑制装置 2b は、第 7 実施形態の共振抑制装置 2a に対して、共振検出部 26 およびリアクトル選択部 27 の代わりに、リアクトル選択部 28 を含んで構成されている。そして、リアクトル選択部 28 は、オンラインで、現在の風力発電機の接続台数 $G\#$ を取得し、この接続台数 $G\#$ に基づいて、リアクトル群 21 から 1 つ以上のリアクトルを選択する。

[0060] ここで、リアクトル選択部 28 は、共振抑制装置 1b の係数設定部 18 と同様に、オンラインで取得した現在の接続台数 $G\#$ に基づいて、現在の共振周波数 f_{r1} を求めることができる。そして、リアクトル群 21 から、高調波フィルタ 31 のキャパシタンス C_1 と並列に接続した場合の共振周波数 f_{r2} が十分に高くなるように（1 つ以上の）リアクトルを選択することによって、共振周波数 f_1 におけるゲインを小さくして共振を抑制することができる。好ましくは、共振周波数 f_{r1} に対して、共振周波数 f_{r2} が少なくとも 2 倍以上となるようにリアクトルを選択する。さらに好ましくは、共振周波数 f_{r1} に対して、共振周波数 f_{r2} が 2 ～ 3.5 倍程度となるようにリアクトルを選択する。

[0061] <第 9 実施形態>

=== 共振抑制装置の構成および動作 ===

以下、図 19 を参照して、本発明の第 9 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。

[0062] 図 19 に示されている共振抑制装置 2c は、第 8 実施形態の共振抑制装置 2b に対して、共振検出部 26 をさらに含んで構成されている。そして、ス

イッチ回路 22 は、共振検出部 26 が共振を検出した場合にのみ、リアクトル選択部 28 によって選択された（1 つ以上の）リアクトルを高調波フィルタ 31 のキャパシタンス C1 と並列に接続する。したがって、第 8 実施形態の共振抑制装置 2b では、共振の有無によらず、常に共振周波数を移動させているのに対して、本実施形態の共振抑制装置 2c では、現実には共振が発生している場合にのみ、共振周波数を高周波側に移動させることができる。

[0063] 前述したように、共振抑制装置 1f において、電流指令値生成部 10 に電力系統 5 の電圧 v を入力し、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 に交流電流 i が供給され、共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。

[0064] また、前述したように、共振抑制装置 1a ないし 1e において、電流指令値生成部 10 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、電流指令値生成部 10 の出力（電流指令値 i^* ）に追従する交流電流 i を並列インバータ 14 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とによって、電力系統への風力発電機の接続台数が変化して共振点が変わる場合であっても、共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。

[0065] また、共振抑制装置 1a において、接続点電圧 v をフーリエ変換して、共振を検出するとともに共振周波数 f_1 を求め、この共振周波数 f_1 におけるゲインが所定値以下となるように積分フィルタ 11 の係数 L 、または一次遅れフィルタ 11 の係数 R , L を設定し、電流指令値 i^* を生成することによって、検出された共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。

[0066] また、共振抑制装置 1b において、現在の風力発電機の接続台数 $G\#$ を取得し、この接続台数 $G\#$ に基づいてフィルタ 11 の係数を設定し、電流指令値 i^* を生成することによって、共振が発生していると仮定した場合の共振周波数 f_{r1} を求め、この共振周波数 f_{r1} を f_{r2} に移動させて共振を抑制

することができる。

[0067] また、共振抑制装置 1 c において、フィルタ 1 1 の係数を固定値として予め設定しておき、共振を検出した場合にのみ、並列インバータ 1 4 から電力系統 5 に交流電流 i を供給することによって、共振周波数を高周波領域に移動させ、風力発電機の接続台数によらず共振を抑制することができる。

[0068] また、前述したように、共振抑制装置 2 a ないし 2 c において、係数が互いに異なる複数のリアクトルからなるリアクトル群 2 1 から 1 つ以上のリアクトルを選択して、実際に高調波フィルタ 3 1 のキャパシタンス C_1 と並列に接続することによって、電力系統への風力発電機の接続台数が変化して共振点が変わる場合であっても、共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。

[0069] また、共振抑制装置 2 a において、接続点電圧 v をフーリエ変換して、共振を検出するとともに共振周波数 f_1 を求め、この共振周波数 f_1 に基づいて、リアクトル群 2 1 から（1 つ以上の）リアクトルを選択することによって、検出された共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。

[0070] また、共振抑制装置 2 b において、現在の風力発電機の接続台数 $G\#$ を取得し、この接続台数 $G\#$ に基づいて（1 つ以上の）リアクトルを選択することによって、共振が発生していると仮定した場合の共振周波数 f_{r1} を求め、この共振周波数 f_{r1} を f_{r2} に移動させて共振を抑制することができる。

[0071] また、共振抑制装置 2 c において、共振を検出した場合にのみ、選択された（1 つ以上の）リアクトルを高調波フィルタ 3 1 のキャパシタンス C_1 と並列に接続することによって、現実には共振が発生している場合にのみ、共振周波数を高周波側に移動させて共振を抑制することができる。

[0072] 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。

[0073] 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、発電施設に限らず、電力系統に接続される電力機器が高調波フィルタを備える場合に広く適用することができる。

[0074] また、上記実施形態において、高調波フィルタ 3 1 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 への接続用にリアクトルやキャパシタンス（例えば電力コンデンサ）を備えた構成であればよい。

符号の説明

[0075]	1 a ~ 1 f、2 a ~ 2 c	共振抑制装置
	3	風力発電機
	5	電力系統
	7	電力変換装置
	1 0	電流指令値生成部
	1 1	フィルタ
	1 2	加算部
	1 3	電流制御部
	1 4	並列インバータ
	1 5	直流電源
	1 6、2 6	共振検出部
	1 7、1 8	係数設定部
	1 9	スイッチ
	2 1	リアクトル群

- 2 2 スイッチ回路
- 2 7、2 8 リアクトル選択部
- 3 1 高調波フィルタ

請求の範囲

- [請求項1] 高調波フィルタ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、共振周波数を高周波側に移動させる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] 高調波フィルタを備えた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、前記高調波フィルタの共振周波数を高周波側に移動させる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、
- 前記共振を検出するとともに共振周波数を求める共振検出部を有し、
- 前記電流指令値生成部は、前記共振周波数におけるゲインが所定値以下となるように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、
- 前記電流指令値生成部は、前記電力系統に接続されている前記電力機器の台数に基づい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5] 請求項2に記載の共振抑制装置であって、

前記共振を検出する共振検出部をさらに有し、

前記共振検出部が前記共振を検出した場合にのみ、前記インバータから前記電力系統に前記交流電流を供給することを特徴とする共振抑制装置。

[請求項6] 高調波フィルタを備えた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、

係数が互いに異なる複数のリアクトルと、

前記複数のリアクトルから1つ以上のリアクトルを選択するリアクトル選択部と、

前記複数のリアクトルのうち前記リアクトル選択部によって選択された前記1つ以上のリアクトルを前記高調波フィルタのキャパシタンスと並列に接続するスイッチ回路と、

を有することを特徴とする共振抑制装置。

[請求項7] 請求項6に記載の共振抑制装置であって、

前記共振を検出するとともに共振周波数を求める共振検出部をさらに有し、

前記リアクトル選択部は、前記共振周波数に基づいて、前記複数のリアクトルから前記1つ以上のリアクトルを選択することを特徴とする共振抑制装置。

[請求項8] 請求項6に記載の共振抑制装置であって、

前記リアクトル選択部は、前記電力系統に接続されている前記電力機器の台数に基づいて、前記複数のリアクトルから前記1つ以上のリアクトルを選択することを特徴とする共振抑制装置。

[請求項9] 請求項8に記載の共振抑制装置であって、

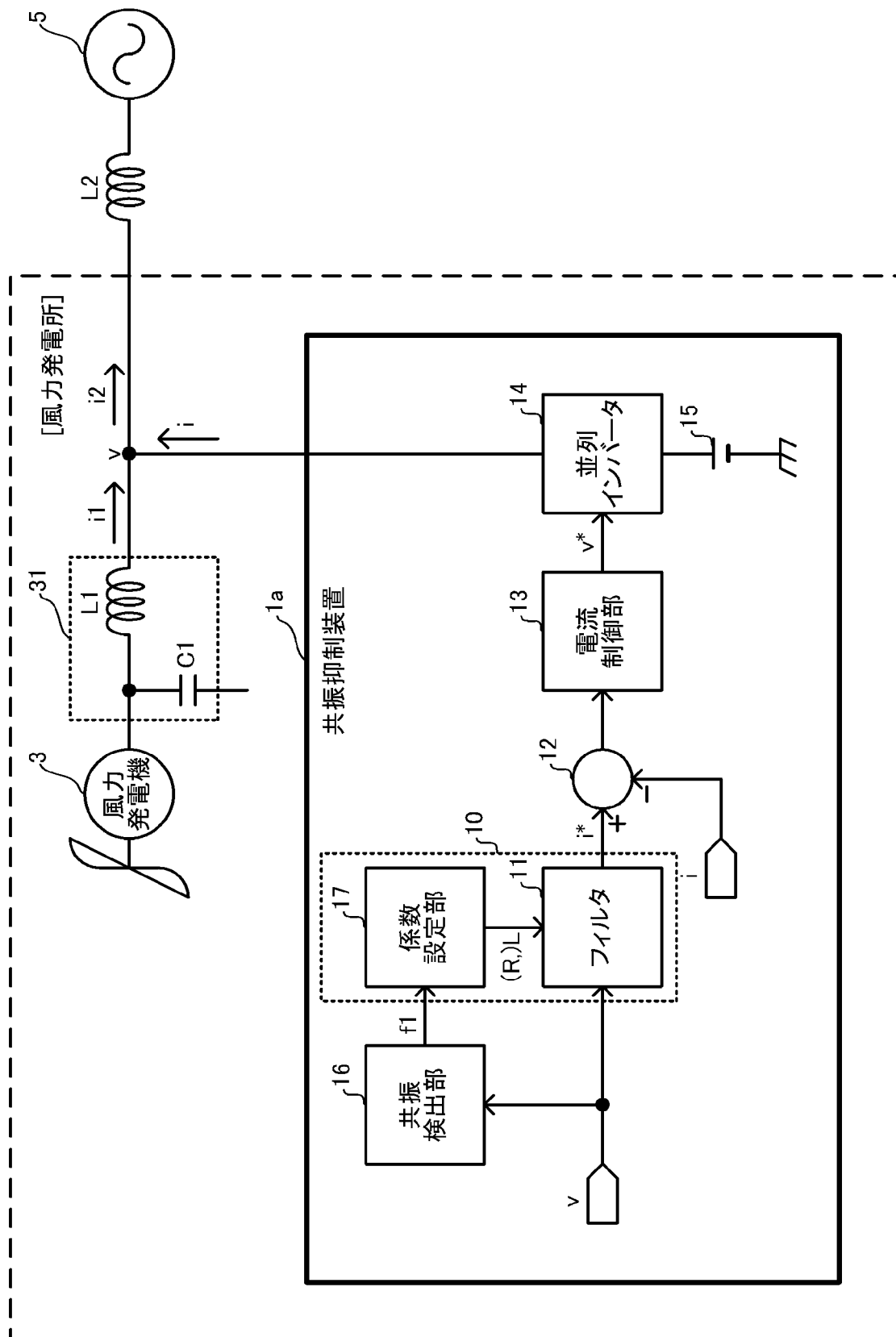
前記共振を検出する共振検出部をさらに有し、

前記スイッチ回路は、前記共振検出部が前記共振を検出した場合にのみ、前記リアクトル選択部によって選択された前記1つ以上のリアクトルを前記高調波フィルタのキャパシタンスと並列に接続すること

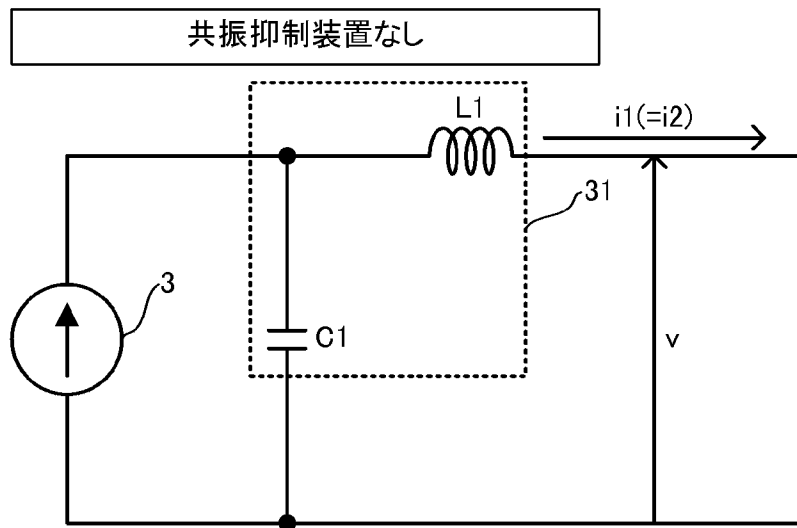
を特徴とする共振抑制装置。

- [請求項10] 請求項2ないし請求項9の何れかに記載の共振抑制装置であって、
前記電力機器は、風力発電機であることを特徴とする共振抑制装置
。

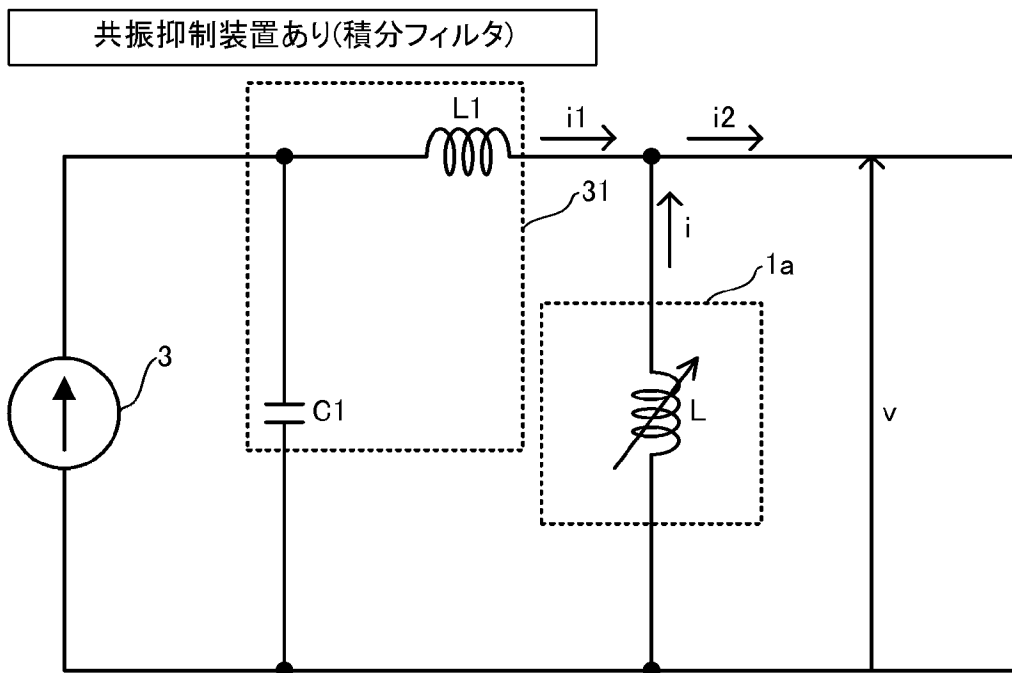
[図1]



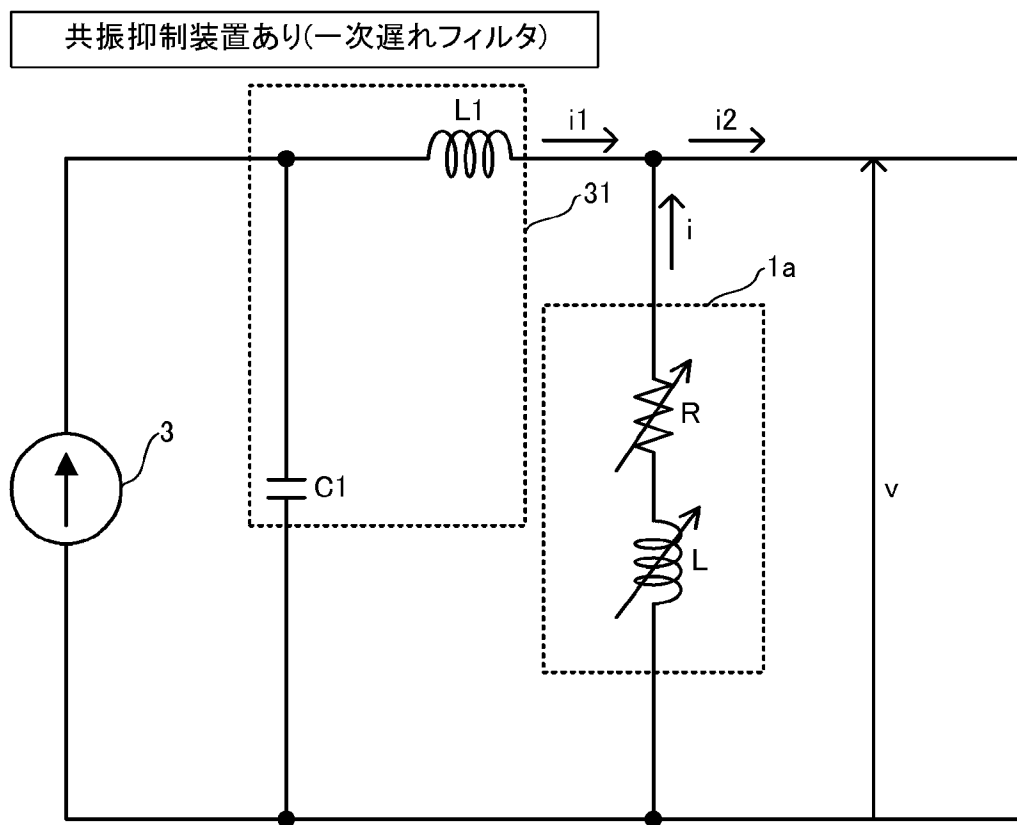
[図2]



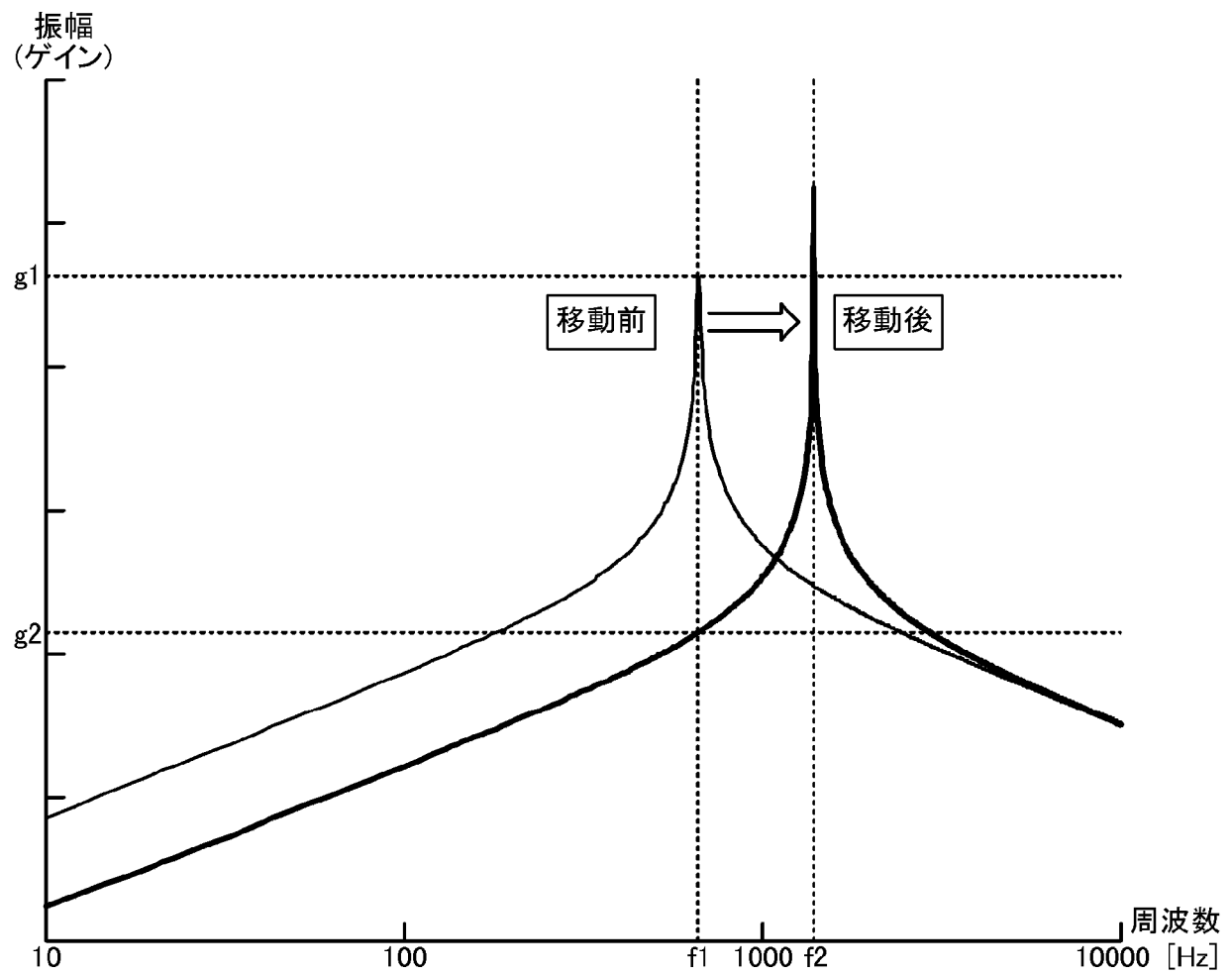
[図3]



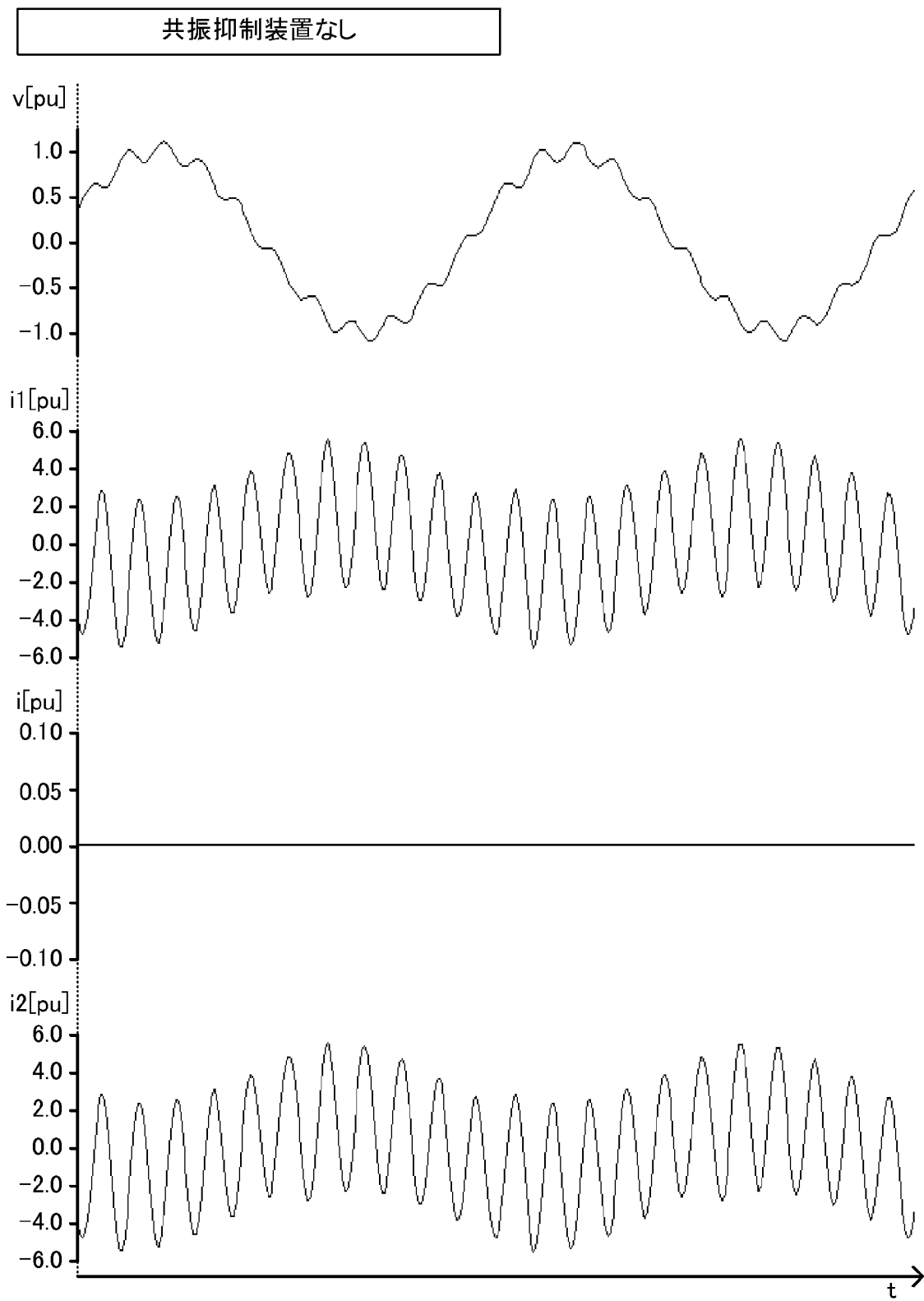
[図4]



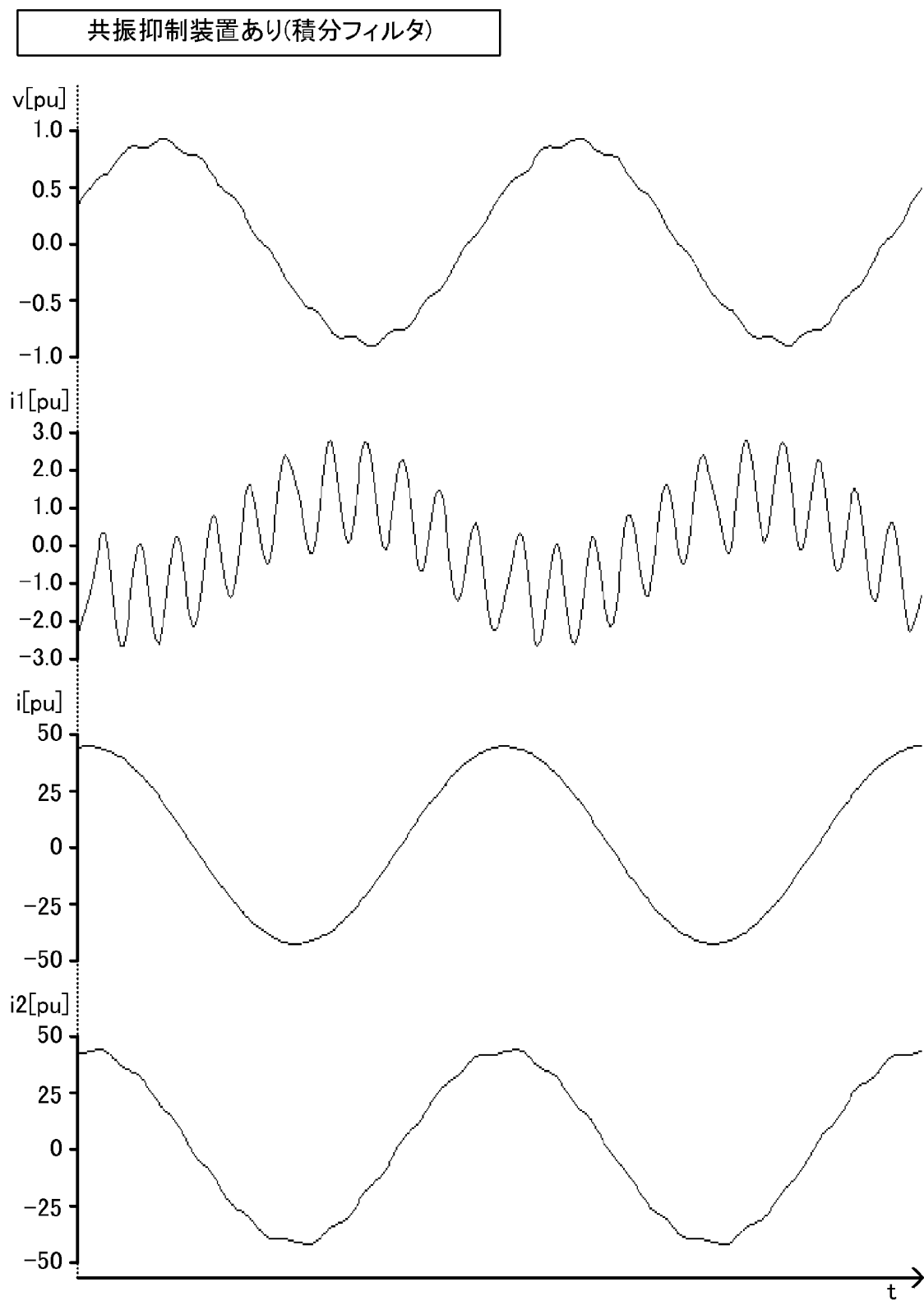
[図5]



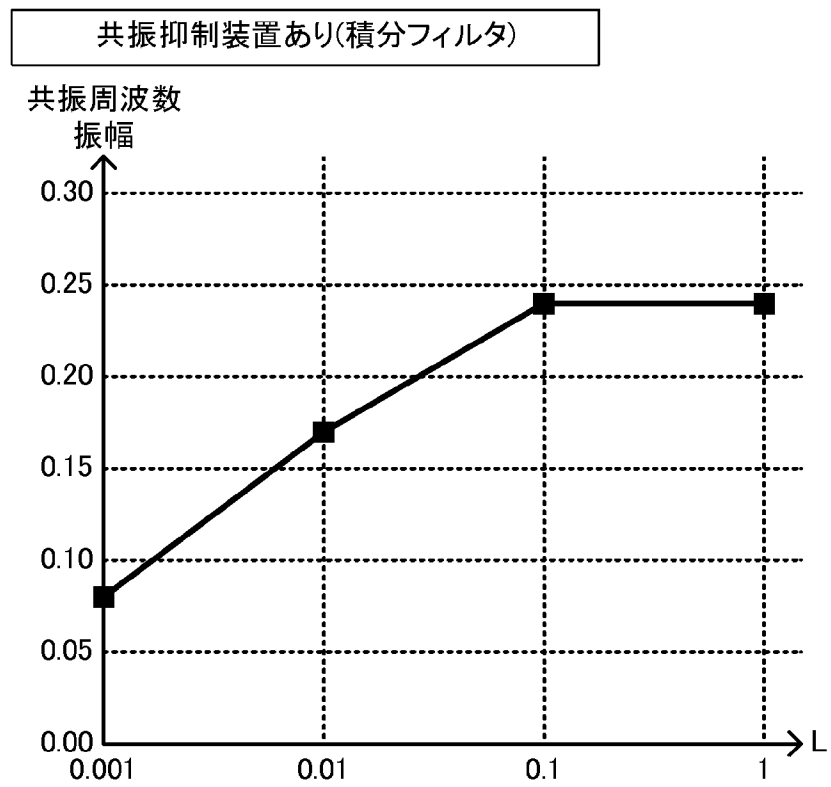
[図6]



[図7]

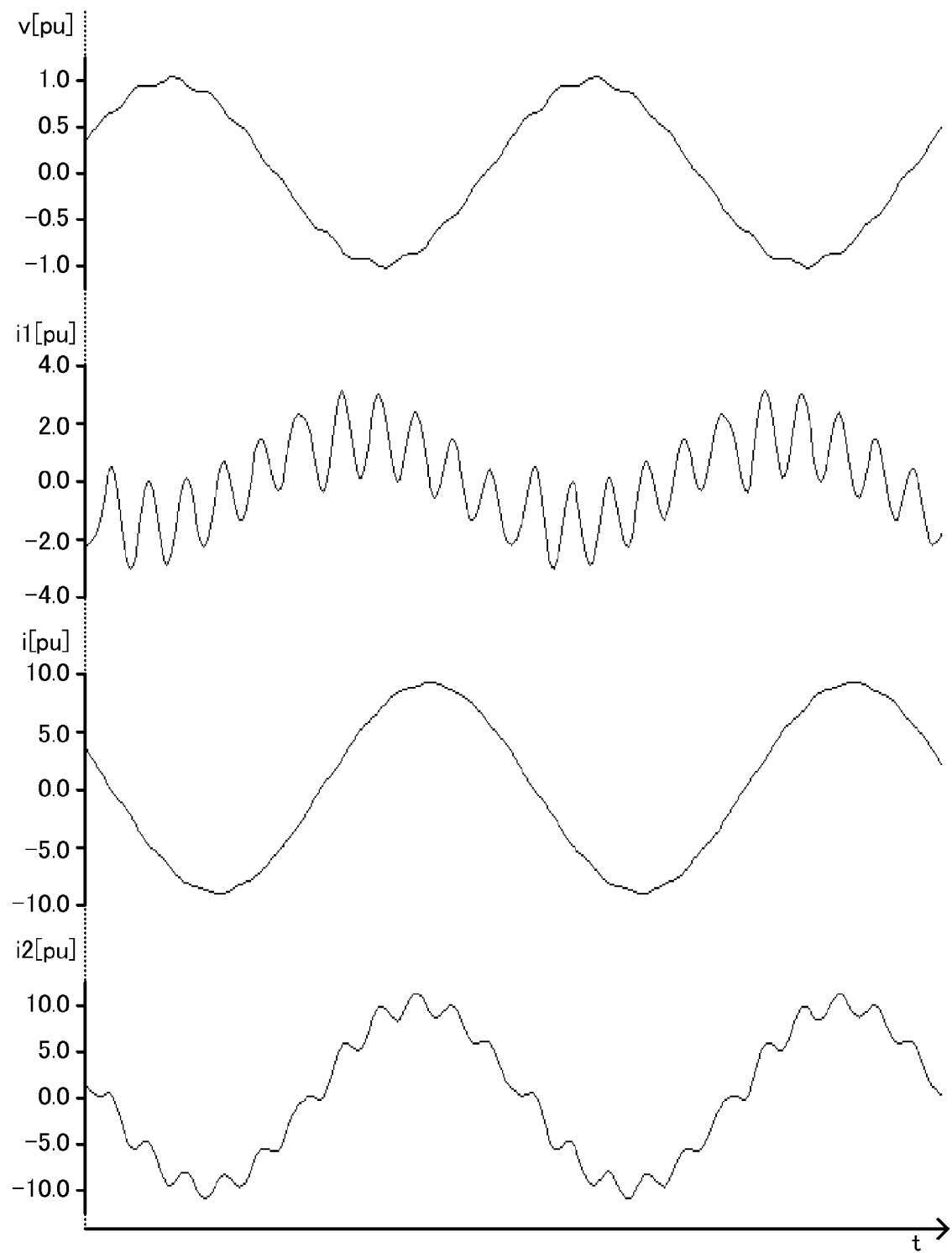


[図8]

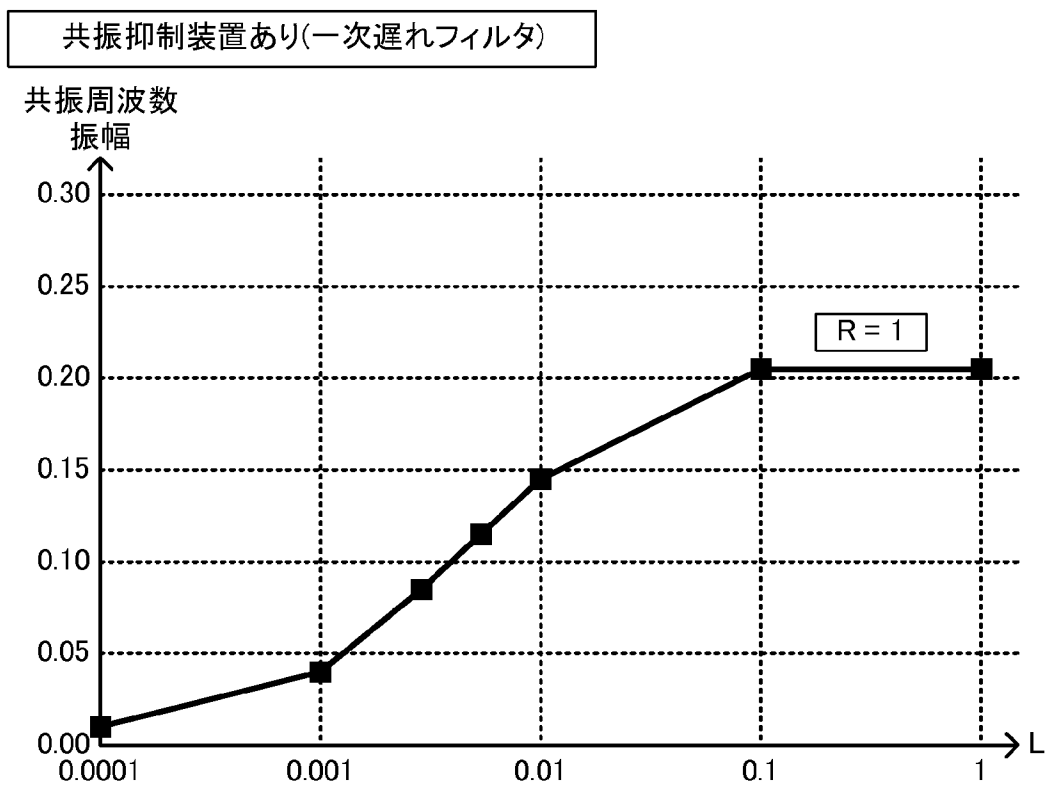


[図9]

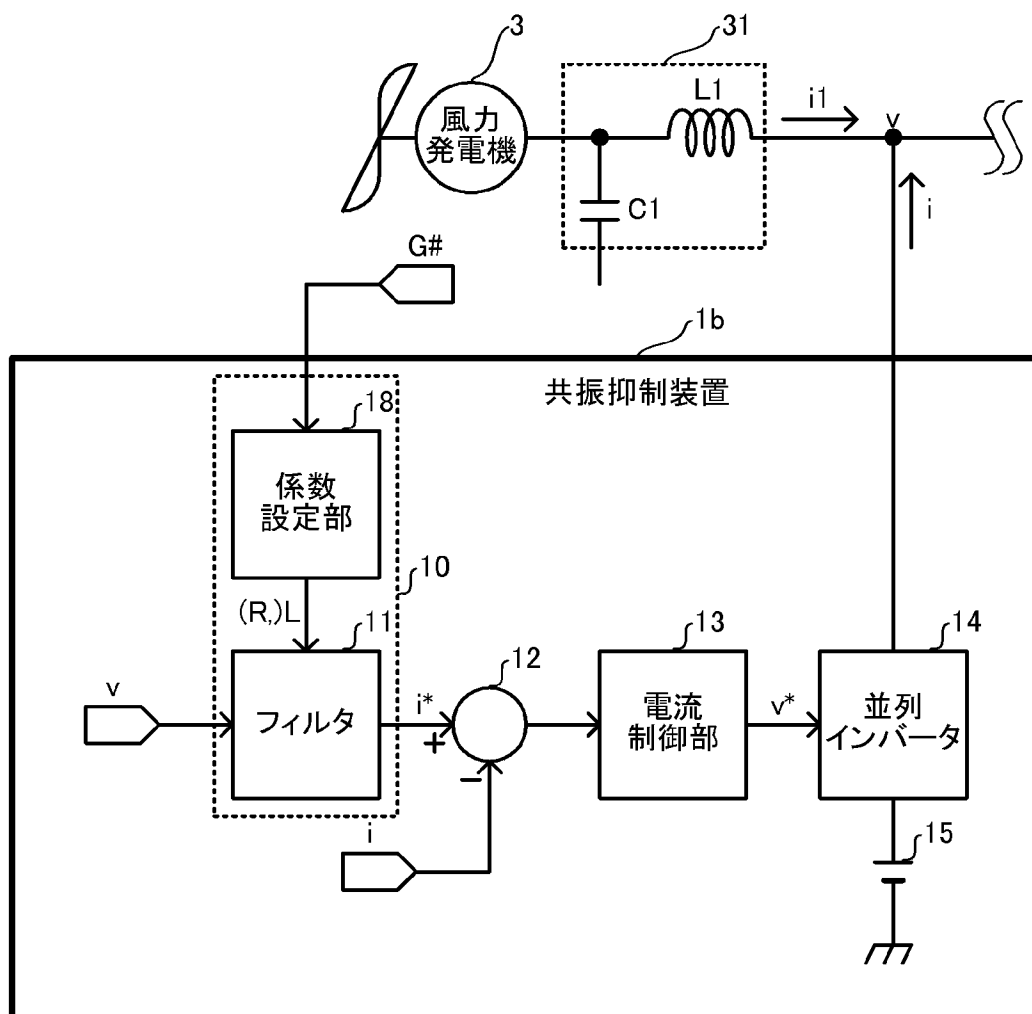
共振抑制装置あり(一次遅れフィルタ)



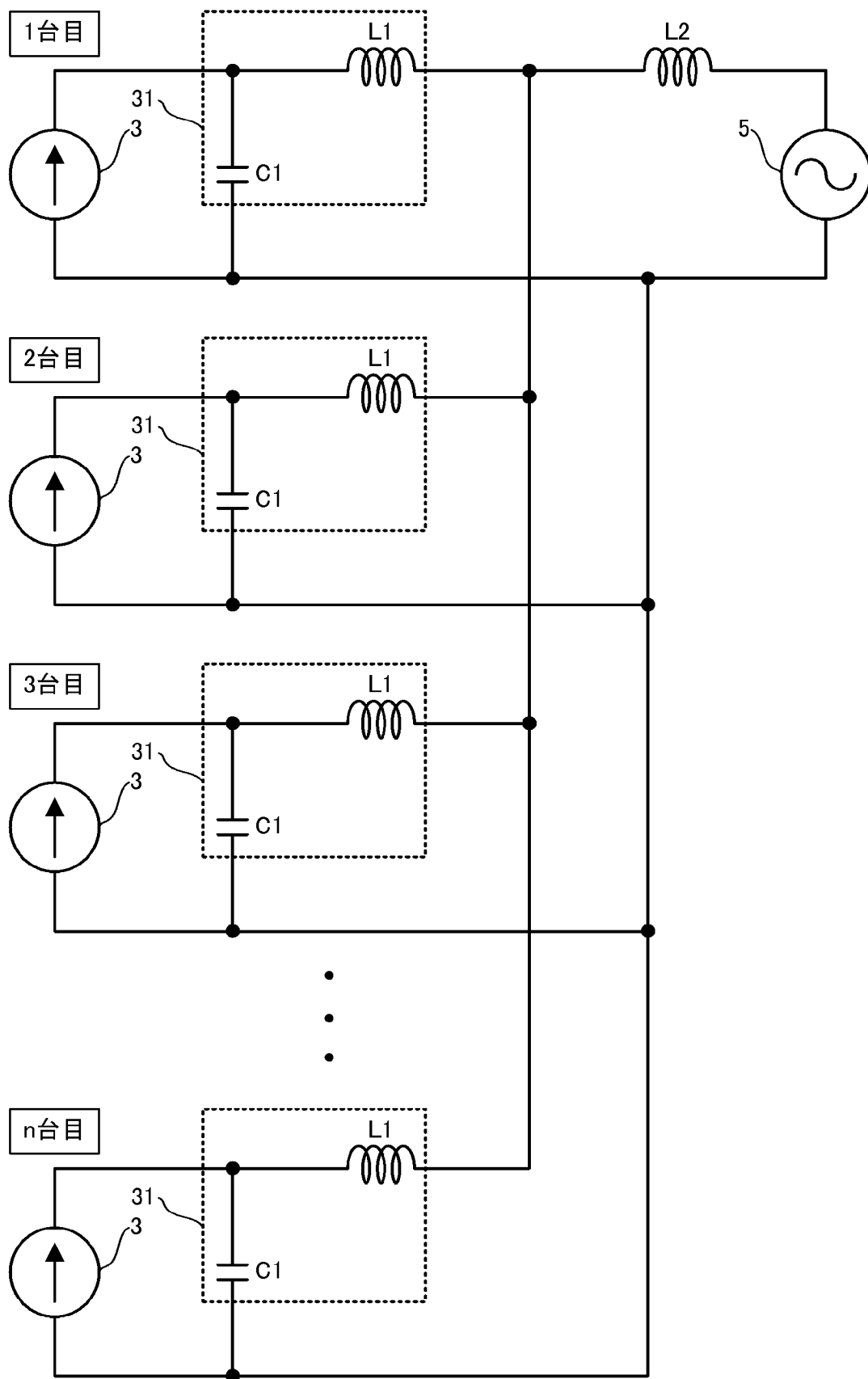
[図10]



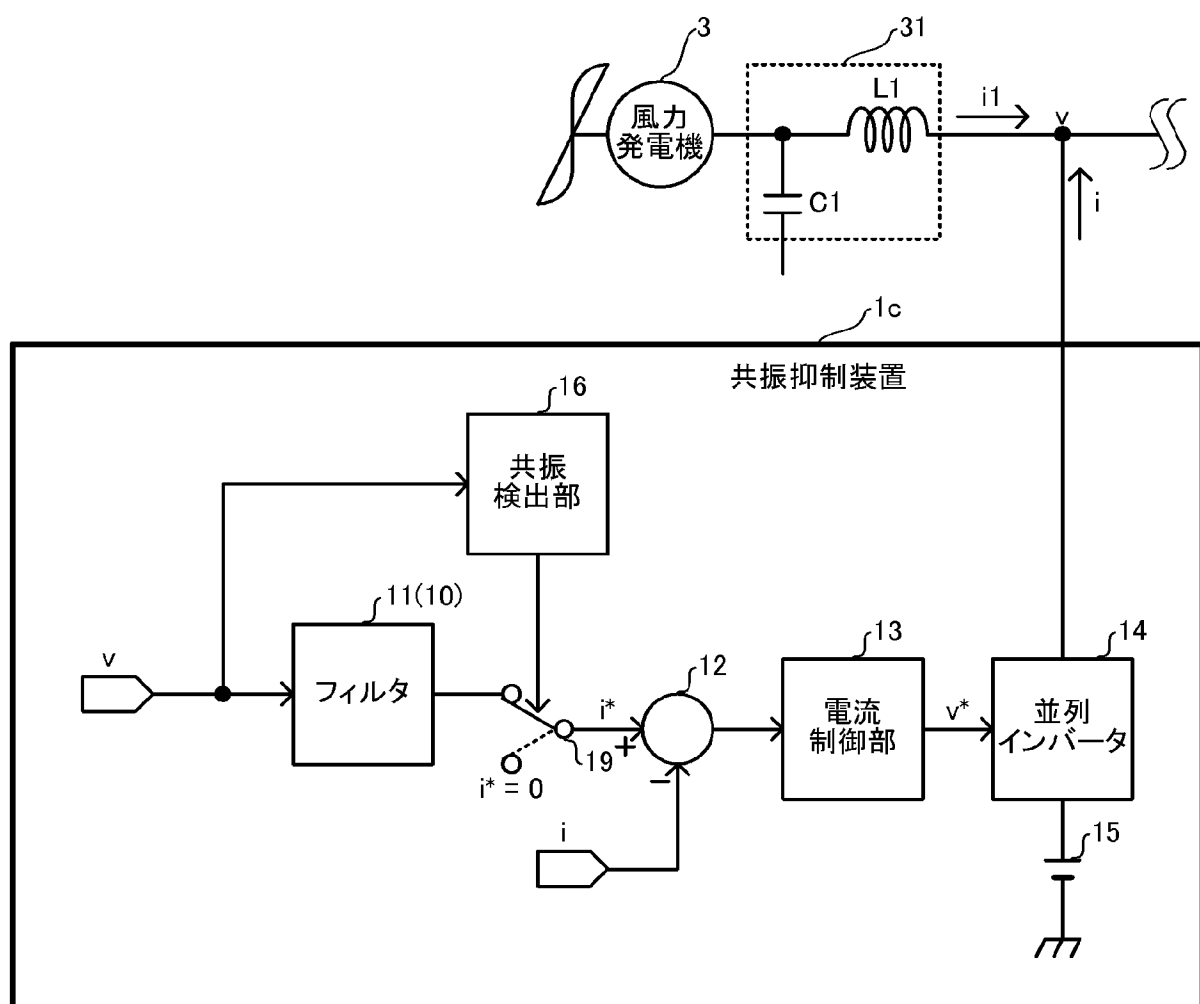
[図11]



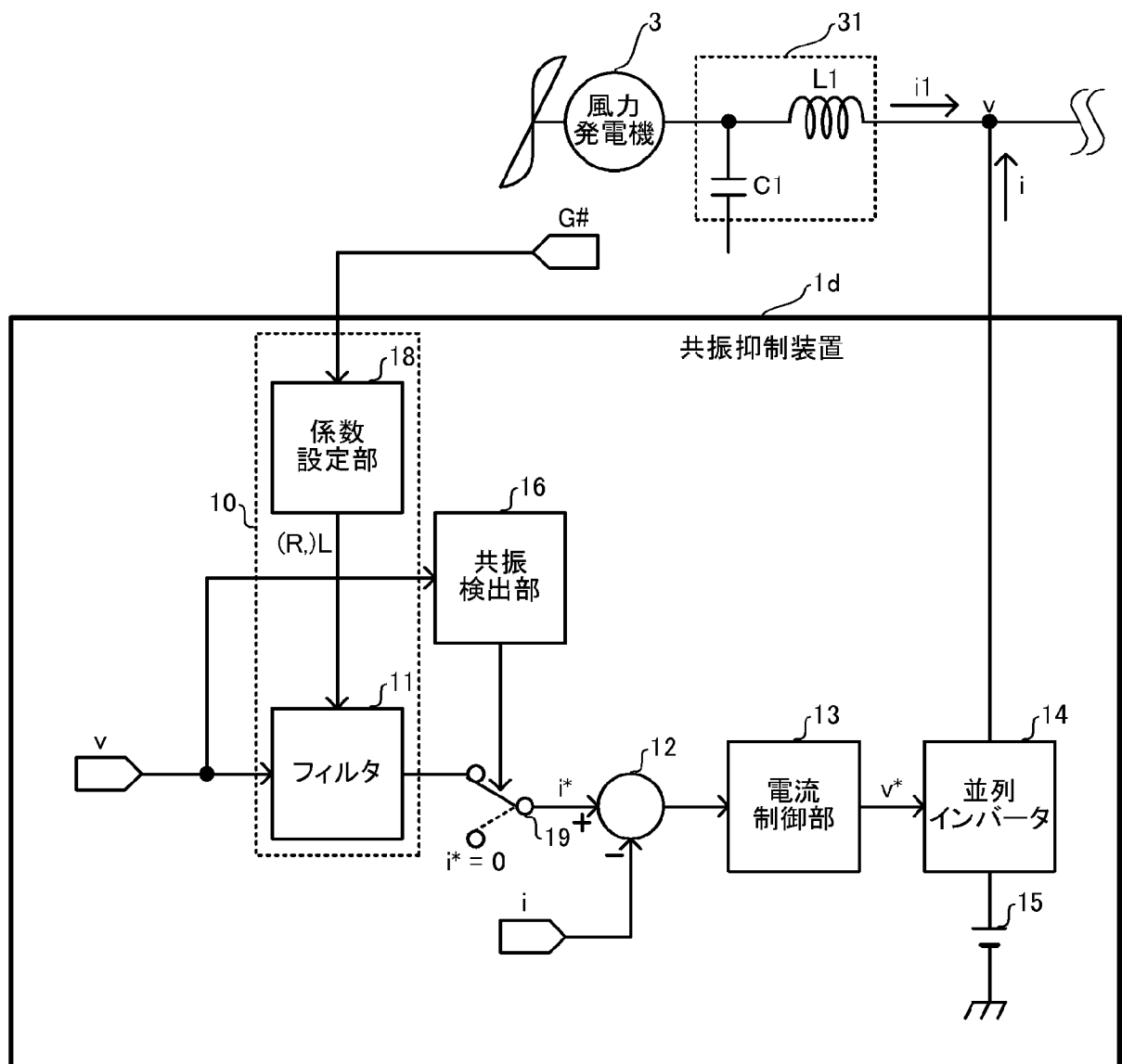
[図12]



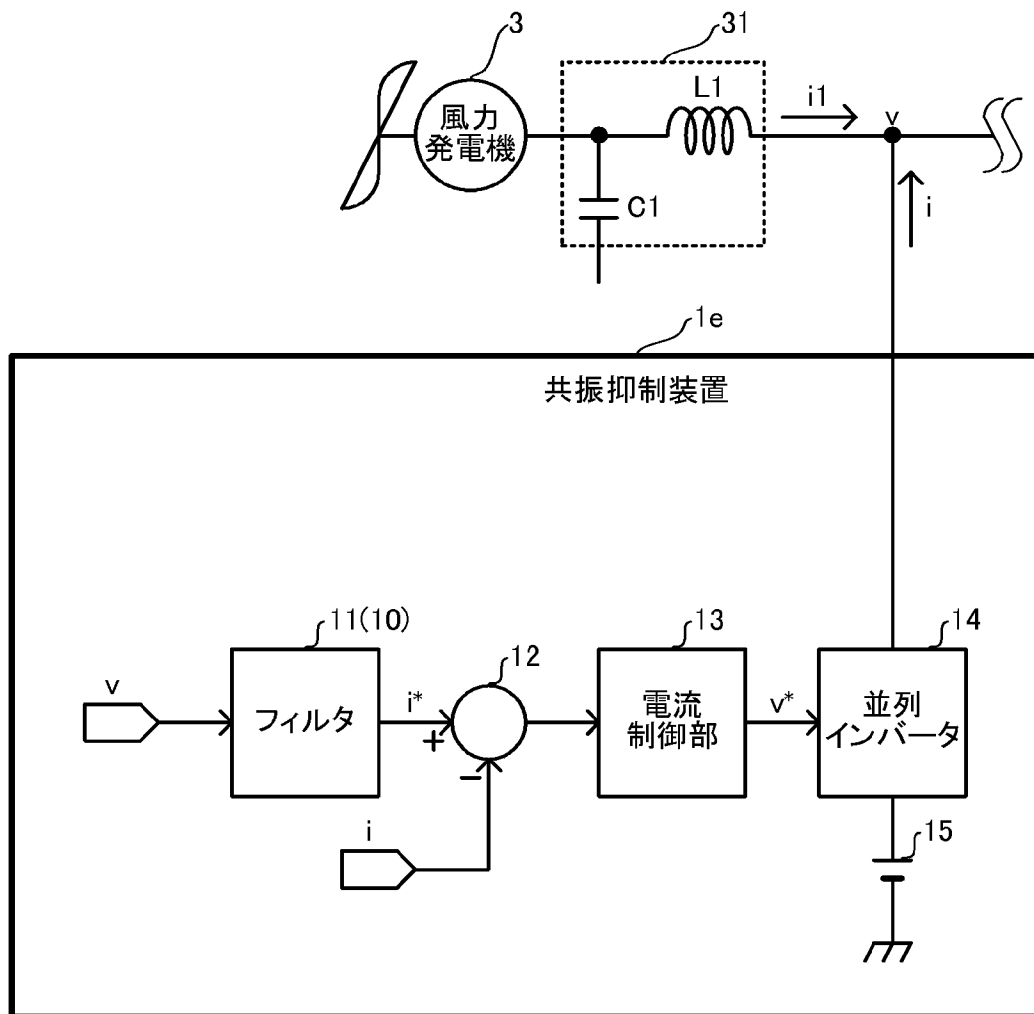
[図13]



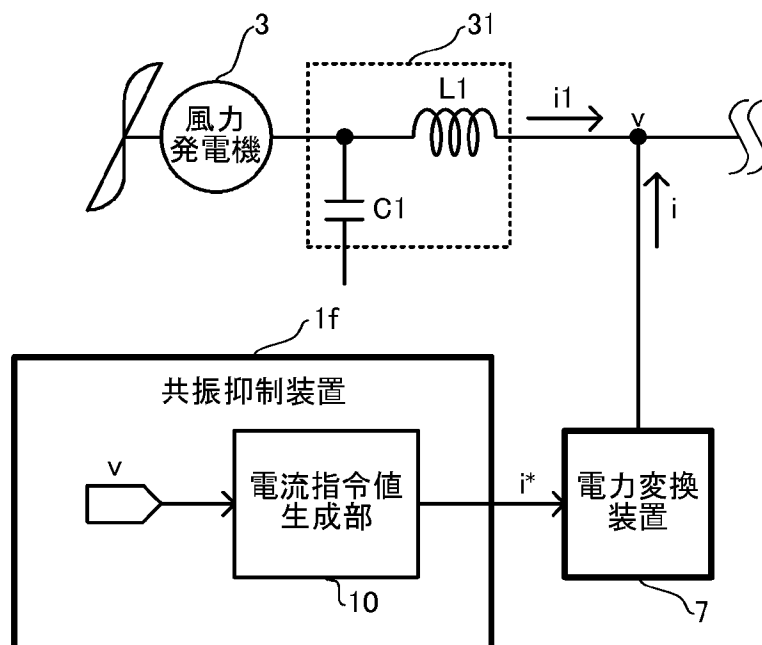
[図14]



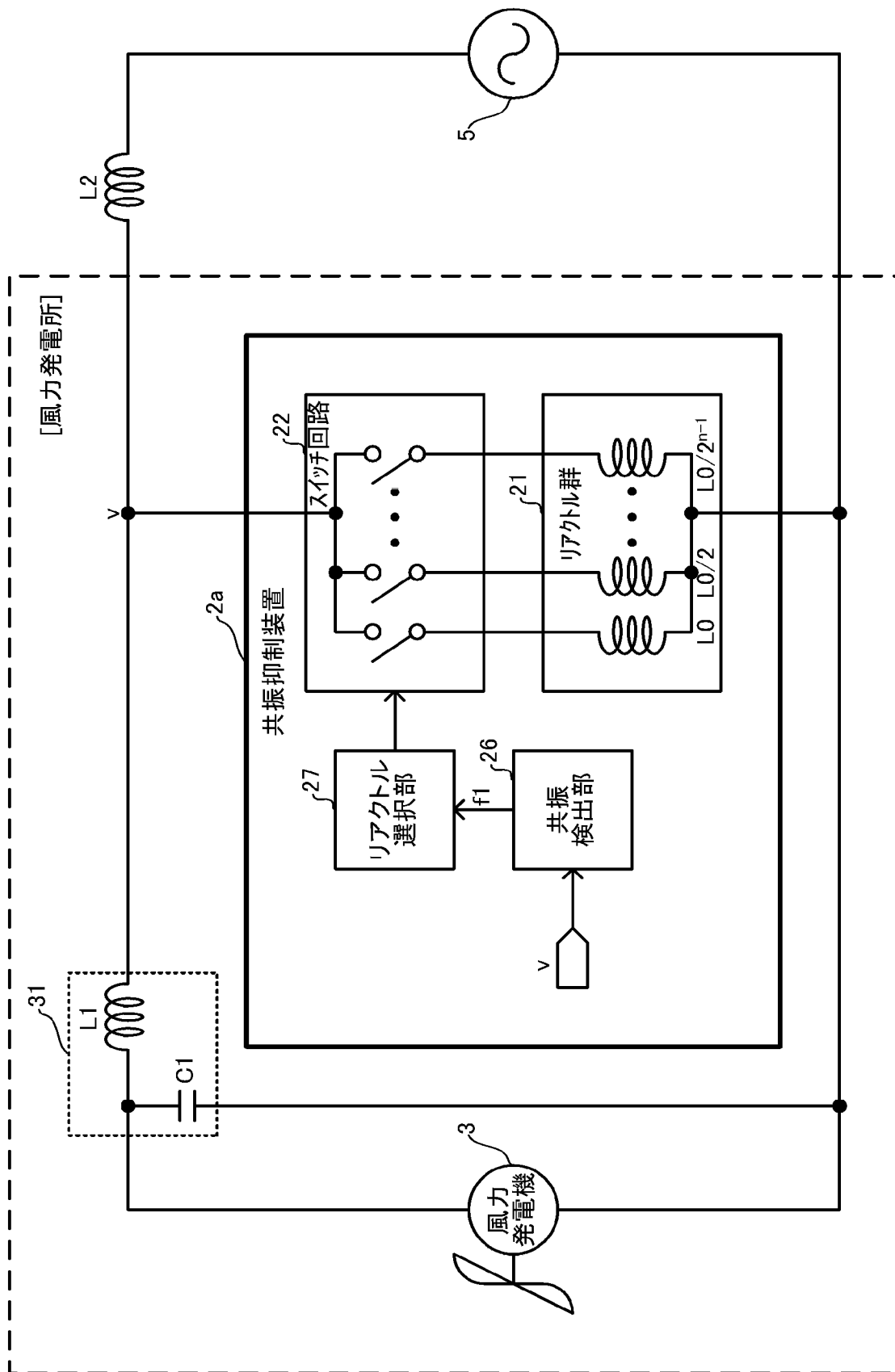
[図15]



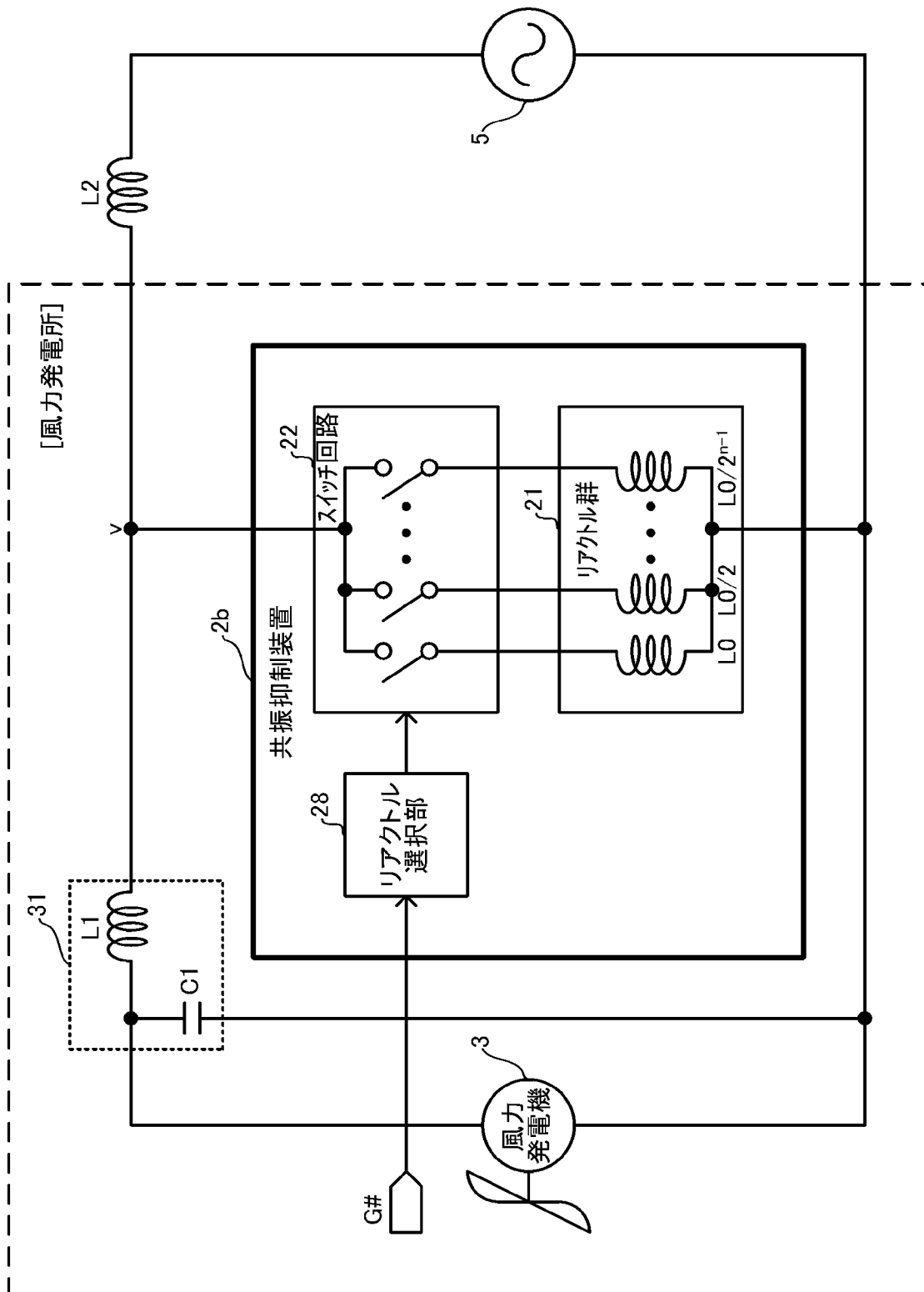
[図16]



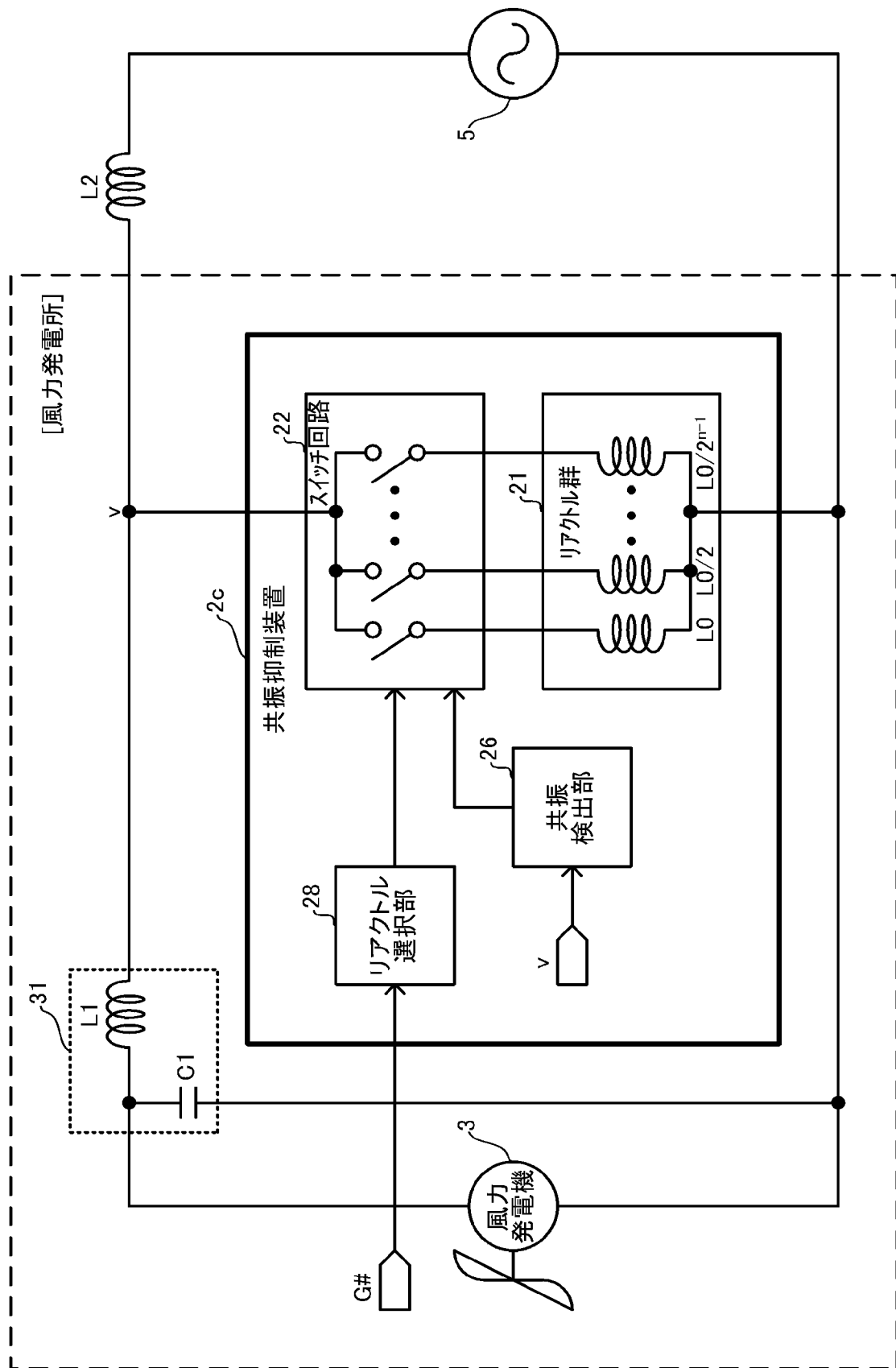
[図17]



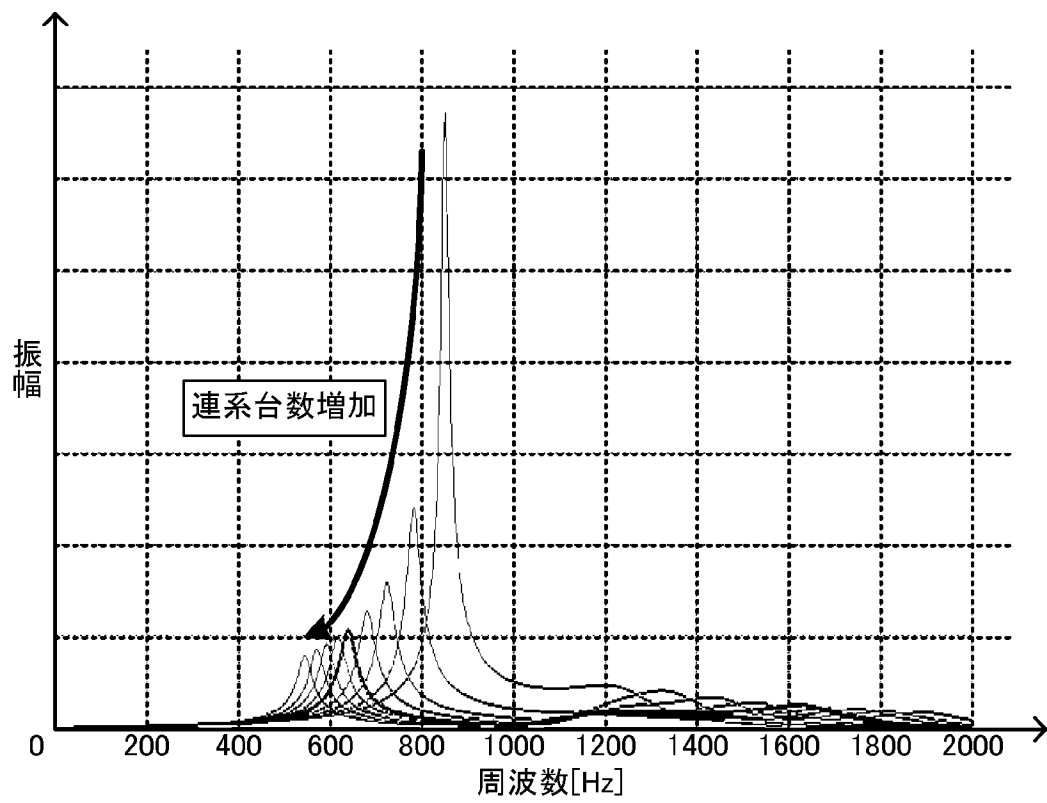
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J3/12(2006.01)i, H02J3/01(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)

H02J3/12, H02J3/01

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.
X A	JP 2001-016867 A (Daihen Corp.), 19 January 2001 (19.01.2001), paragraphs [0002] to [0005] (Family: none)	6, 10 1-5, 7-9
A	JP 04-200242 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.), 21 July 1992 (21.07.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 05-328593 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 10 December 1993 (10.12.1993), abstract (Family: none)	1-10

☒ 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

"I" 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
07 October, 2013 (07.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053897

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 08-126201 A (Meidensha Corp.), 17 May 1996 (17.05.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J3/12(2006.01)i, H02J3/01(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（I P C））

Int.Cl. H02J3/12, H02J3/01

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
X A	JP 2001-016867 A（株式会社ダイヘン）2001.01.19, 段落【0002】－【0005】（ファミリーなし）	6, 10 1 - 5, 7 - 9
A	JP 04-200242 A（東洋電機製造株式会社）1992.07.21, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 10
A	JP 05-328593 A（三洋電機株式会社）1993.12.10, 【要約】（ファミリーなし）	1 - 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

0 7 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 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）

赤穂 嘉紀

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8

5 T

3 4 5 8

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 08-126201 A (株式会社明電舎) 1996.05.17, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	1 - 10