

(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
2022年6月30日(30.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/137291 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/047722

(22) 国際出願日: 2020年12月21日(21.12.2020)

(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: 東芝三菱電機産業システム株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 阿部 翔一(ABE, Shoichi); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).

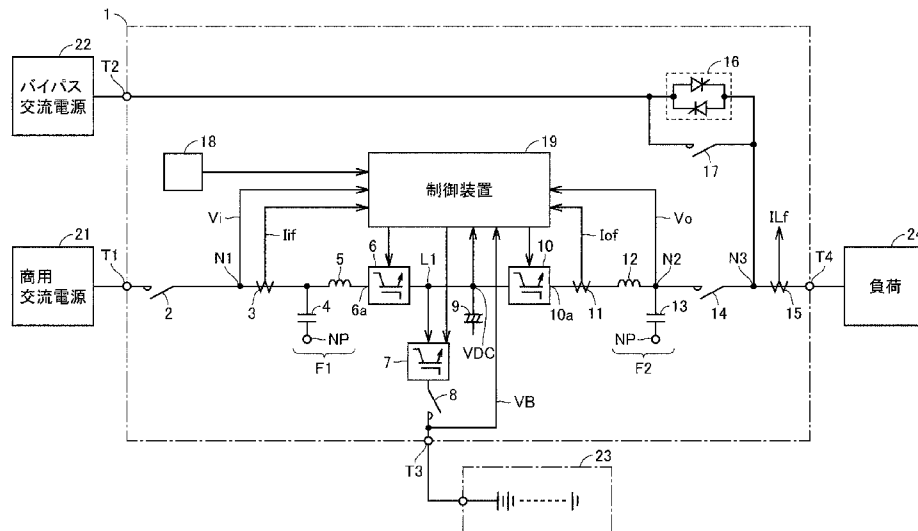
(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: END OF LIFE DETERMINATION DEVICE AND POWER SUPPLY DEVICE EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称: 寿命判定装置およびそれを備えた電源装置

FIG.1



19 Control device
21 Commercial AC power supply
22 Bypass AC power supply
24 Load

(57) Abstract: In an uninterruptable power supply device (1), a current (I_c) flowing through a capacitor (13) connected to an AC terminal of an inverter (10) is detected during operation of the inverter, a high frequency component of the current is detected, the high frequency component detected at this time is compared with a high frequency component detected when use of the capacitor was started, and whether the end of the life of the capacitor has been reached is determined on the basis of the comparison result. Accordingly, the end of life of the capacitor connected to the AC terminal of the inverter

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

can be determined during normal operation of the inverter. In addition, there is no need to separately provide components such as a switch or a resistor for charging the capacitor, and therefore cost reductions of the device can be achieved.

(57) 要約：この無停電電源装置（１）では、インバータ（１０）の交流端子に接続されたコンデンサ（１３）に流れる電流（１ｃ）をインバータの運転時に検出し、その電流のうちの高調波成分を検出し、コンデンサの使用開始時に検出した高調波成分と、今回検出した高調波成分とを比較し、その比較結果に基づいてコンデンサの寿命が到来したか否かを判定する。したがって、インバータの交流端子に接続されたコンデンサの寿命をインバータの通常運転時に判定できる。また、コンデンサを充電するための抵抗器、スイッチなどを別途設ける必要がないので、装置の低コスト化を図ることができる。

明 細 書

発明の名称： 寿命判定装置およびそれを備えた電源装置

技術分野

[0001] この発明は寿命判定装置および電源装置に関し、特に、電力変換器の交流端子に接続されたコンデンサの寿命を判定する寿命判定装置と、それを備えた電源装置とに関する。

背景技術

[0002] たとえば特開 2 0 1 6 - 1 6 7 9 4 8 号公報（特許文献 1）には、電力変換器の直流端子に接続されたコンデンサの寿命を判定する寿命判定装置が開示されている。この寿命判定装置は、電力変換器の出力電流を検出する電流検出器と、コンデンサの端子間電圧を検出する電圧検出器と、電力変換器の出力電流によってコンデンサを所定電圧値に初期充電する初期充電部と、初期充電期間中に電流検出器によって検出された電流を積分して電流積分値を求める電流積分部と、電流積分値、所定電圧値、および初期充電前に電圧検出器によって検出されたコンデンサの端子間電圧に基づいてコンデンサの推定容量値を算出する容量推定部と、予め測定された未使用時のコンデンサの初期容量値と容量推定部によって算出された推定容量値とに基づいて、コンデンサの寿命が到来したか否かを判定する寿命判定部とを備える。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2 0 1 6 - 1 6 7 9 4 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献 1 には、電力変換器の交流端子に接続されたコンデンサの寿命を判定する寿命判定装置については何ら記載されていない。

[0005] また、特許文献 1 の寿命判定装置では、初期充電前の電圧から所定電圧値までコンデンサを充電して推定容量値を算出するので、電力変換器を通常運

転しながらコンデンサの寿命を判定することはできない。

[0006] また、特許文献 1 の寿命判定装置では、初期充電部として抵抗器およびスイッチを設ける必要があり、装置がコスト高になるという問題がある。

[0007] それゆえに、この発明の主たる目的は、電力変換器の交流端子に接続されたコンデンサの寿命を電力変換器の通常運転時に判定することが可能で低コストの寿命判定装置と、それを備えた電源装置とを提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] この発明に係る寿命判定装置は、電力変換器の交流端子に接続されたコンデンサの寿命を判定する寿命判定装置であって、電流検出部、高調波検出部、および判定部を備えたものである。電流検出部は、電力変換器の運転時にコンデンサに流れる電流を検出する。高調波検出部は、電流検出部によって検出される電流のうちの高調波成分を検出する。判定部は、コンデンサの使用開始時に高調波検出部によって検出された高調波成分と、高調波検出部によって今回検出された高調波成分とを比較し、その比較結果に基づいてコンデンサの寿命が到来したか否かを判定する。

発明の効果

[0009] この発明に係る寿命判定装置では、電力変換器の交流端子に接続されたコンデンサに流れる電流を電力変換器の運転時に検出し、その電流のうちの高調波成分を検出し、コンデンサの使用開始時に検出した高調波成分と、今回検出した高調波成分とを比較し、その比較結果に基づいてコンデンサの寿命が到来したか否かを判定する。したがって、電力変換器の交流端子に接続されたコンデンサの寿命を電力変換器の通常運転時に判定することができる。また、コンデンサを充電するための抵抗器、スイッチなどを別途設ける必要がないので、装置の低コスト化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態 1 による無停電電源装置の構成を示す回路ブロック図である。

[図2]図 1 に示すコンバータおよびインバータの構成を示す回路図である。

[図3]図 1 に示す制御装置のうちのコンデンサ 13 の寿命の判定に関連する部分の構成を示すブロック図である。

[図4]図 3 に示す演算部の動作を説明するためのタイムチャートである。

[図5]図 3 に示す周波数分析部によって求められるコンデンサ電流の周波数分布を示す図である。

[図6]実施の形態 1 の変更例を示すブロック図である。

[図7]実施の形態 2 による無停電電源装置の構成を示す回路ブロック図である。

[図8]図 7 に示す制御装置のうちのコンデンサ 4 の寿命の判定に関連する部分の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] [実施の形態 1]

図 1 は、実施の形態 1 による無停電電源装置 1 の構成を示す回路ブロック図である。この無停電電源装置 1 は、商用交流電源 21 から供給される三相交流電力を直流電力に一旦変換し、その直流電力を三相交流電力に変換して負荷 24 に供給するものである。図 1 では、図面および説明の簡単化のため、三相（U 相、V 相、W 相）のうちの一相（たとえば U 相）に対応する部分の回路のみが示されている。

[0012] 図 1 において、この無停電電源装置 1 は、交流入力端子 T1、バイパス入力端子 T2、バッテリー端子 T3、および交流出力端子 T4 を備える。交流入力端子 T1 は、商用交流電源 21 から商用周波数の交流電力を受ける。バイパス入力端子 T2 は、バイパス交流電源 22 から商用周波数の交流電力を受ける。バイパス交流電源 22 は、商用交流電源であってもよいし、発電機であっても構わない。

[0013] バッテリー端子 T3 は、バッテリー（電力貯蔵装置）23 に接続される。バッテリー 23 は、直流電力を蓄える。バッテリー 23 の代わりにコンデンサが接続されていても構わない。交流出力端子 T4 は、負荷 24 に接続される。負荷 24 は、交流電力によって駆動される。

- [0014] この無停電電源装置 1 は、さらに、電磁接触器 2、8、14、17、電流検出器 3、11、15、コンデンサ 4、9、13、リアクトル 5、12、コンバータ 6、双方向チョッパ 7、インバータ 10、半導体スイッチ 16、操作部 18、および制御装置 19 を備える。
- [0015] 電磁接触器 2 の一方端子は交流入力端子 T 1 に接続され、電磁接触器 2 の他方端子（ノード N 1）はリアクトル 5 の一方端子に接続され、リアクトル 5 の他方端子はコンバータ 6 の交流端子 6 a に接続される。コンデンサ 4 は、ノード N 1 と中性点 N P との間に接続される。中性点 N P は、たとえば接地電圧を受ける。電磁接触器 2 は、無停電電源装置 1 の使用時にオンされ、たとえば無停電電源装置 1 のメンテナンス時にオフされる。
- [0016] ノード N 1 に現れる交流入力電圧 V_i の瞬時値は、制御装置 19 によって検出される。交流入力電圧 V_i の瞬時値に基づいて、停電の発生の有無などが判別される。電流検出器 3 は、ノード N 1 に流れる交流入力電流 I_i を検出し、その検出値を示す信号 $I_i f$ を制御装置 19 に与える。
- [0017] コンデンサ 4 およびリアクトル 5 は、交流フィルタ F 1 を構成し、商用周波数の交流電力を通過させるとともに、コンバータ 6 で発生するスイッチング周波数の電流が商用交流電源 2 1 に通過することを防止する。
- [0018] コンバータ 6 は、制御装置 19 によって制御され、商用交流電源 2 1 から交流電力が正常に供給されている場合（商用交流電源 2 1 の健全時）には、交流電力を直流電力に変換して直流ライン L 1 に出力する。商用交流電源 2 1 から交流電力が正常に供給されなくなった場合（商用交流電源 2 1 の停電時）には、コンバータ 6 の運転は停止される。コンバータ 6 の出力電圧は、所望の値に制御可能になっている。コンデンサ 4、リアクトル 5、およびコンバータ 6 は順変換器を構成する。
- [0019] コンデンサ 9 は、直流ライン L 1 に接続され、直流ライン L 1 の電圧を平滑化させる。直流ライン L 1 に現れる直流電圧 V_{DC} の瞬時値は、制御装置 19 によって検出される。直流ライン L 1 は双方向チョッパ 7 の高電圧側ノードに接続され、双方向チョッパ 7 の低電圧側ノードは電磁接触器 8 を介し

てバッテリー端子T3に接続される。

[0020] 電磁接触器8は、無停電電源装置1の使用時はオンされ、たとえば無停電電源装置1およびバッテリー23のメンテナンス時にオフされる。バッテリー端子T3に現れるバッテリー23の端子間電圧VBの瞬時値は、制御装置19によって検出される。

[0021] 双方向チョッパ7は、制御装置19によって制御され、商用交流電源21の健全時には、コンバータ6によって生成された直流電力をバッテリー23に蓄え、商用交流電源21の停電時には、バッテリー23の直流電力を直流ラインL1を介してインバータ10に供給する。

[0022] 双方向チョッパ7は、直流電力をバッテリー23に蓄える場合には、直流ラインL1の直流電圧VDCを降圧してバッテリー23に与える。また、双方向チョッパ7は、バッテリー23の直流電力をインバータ10に供給する場合には、バッテリー23の端子間電圧VBを昇圧して直流ラインL1に出力する。直流ラインL1は、インバータ10の入力ノードに接続されている。

[0023] インバータ10は、制御装置19によって制御され、コンバータ6または双方向チョッパ7から直流ラインL1を介して供給される直流電力を商用周波数の交流電力に変換して出力する。すなわち、インバータ10は、商用交流電源21の健全時には、コンバータ6から直流ラインL1を介して供給される直流電力を交流電力に変換し、商用交流電源21の停電時には、バッテリー23から双方向チョッパ7を介して供給される直流電力を交流電力に変換する。インバータ10の出力電圧は、所望の値に制御可能になっている。

[0024] インバータ10の交流端子10aはリアクトル12の一方端子に接続され、リアクトル12の他方端子（ノードN2）は電磁接触器14の一方端子に接続され、電磁接触器14の他方端子（ノードN3）は交流出力端子T4に接続される。コンデンサ13は、ノードN2と中性点NPとの間に接続される。中性点NPは、たとえば接地電圧を受ける。

[0025] 電流検出器11は、インバータ10の出力電流Ioの瞬時値を検出し、その検出値を示す信号Ifを制御装置19に与える。ノードN2に現れる交

流出力電圧 V_o の瞬時値は、制御装置19によって検出される。

[0026] リアクトル12およびコンデンサ13は、交流フィルタF2を構成し、インバータ10で生成される商用周波数の交流電力を交流出力端子T4に通過させ、インバータ10で発生するスイッチング周波数の電流が交流出力端子T4に通過することを防止する。インバータ10、リアクトル12、およびコンデンサ13は逆変換器を構成する。

[0027] 電磁接触器14は、制御装置19によって制御され、インバータ10によって生成された交流電力を負荷24に供給するインバータ給電モード時にはオンされ、バイパス交流電源22からの交流電力を負荷24に供給するバイパス給電モード時にはオフされる。電流検出器15は、ノードN3と交流出力端子T4との間に流れる負荷電流 I_L の瞬時値を検出し、その検出値を示す信号 $I_L f$ を制御装置19に与える。

[0028] 半導体スイッチ16は、互いに逆並列に接続された一対のサイリスタを含み、バイパス入力端子T2とノードN3との間に接続される。電磁接触器17は、半導体スイッチ16に並列接続される。半導体スイッチ16は、制御装置19によって制御され、通常はオフされ、インバータ10が故障した場合には瞬時にオンし、バイパス交流電源22からの交流電力を負荷24に供給する。半導体スイッチ16は、オンしてから所定時間経過後にオフする。

[0029] 電磁接触器17は、インバータ10によって生成された交流電力を負荷24に供給するインバータ給電モード時にはオフされ、バイパス交流電源22からの交流電力を負荷24に供給するバイパス給電モード時にはオンされる。

[0030] また、電磁接触器17は、インバータ10が故障した場合にオンし、バイパス交流電源22からの交流電力を負荷24に供給する。つまり、インバータ10が故障した場合には、半導体スイッチ16が瞬時に所定時間だけオンするとともに電磁接触器17がオンする。これは、半導体スイッチ16が過熱されて破損するのを防止するためである。

[0031] 操作部18は、無停電電源装置1の使用者によって操作される複数のボタ

ン、種々の情報を表示する画像表示部などを含む。使用者が操作部 18 を操作することにより、無停電電源装置 1 の電源をオンおよびオフしたり、バイパス給電モードおよびインバータ給電モードのうちのいずれか一方のモードを選択したり、新品のコンデンサ 13 をセットした旨を入力することが可能となっている。

[0032] 操作部 18 は、新品のコンデンサ 13 をセットした旨が入力され、かつインバータ給電モードが選択された場合には、コンデンサ 13 の寿命判定の開始を指令する信号 ST を制御装置 19 に出力する。

[0033] 制御装置 19 は、操作部 18 からの信号、交流入力電圧 V_i 、交流入力電流 I_i 、直流電圧 V_{DC} 、バッテリー電圧 V_B 、交流出力電流 I_o 、交流出力電圧 V_o 、負荷電流 I_L などに基づいて無停電電源装置 1 全体を制御する。すなわち、制御装置 19 は、交流入力電圧 V_i の検出値に基づいて停電が発生したか否かを検出し、交流入力電圧 V_i の位相に同期してコンバータ 6 およびインバータ 10 を制御する。

[0034] また制御装置 19 は、交流入力電圧 V_i 、交流入力電流 I_i 、および直流電圧 V_{DC} に基づいてコンバータ 6 を制御する。制御装置 19 は、商用交流電源 21 の健全時には、直流電圧 V_{DC} が所望の目標電圧 $V_{DC T}$ になるようにコンバータ 6 を制御し、商用交流電源 21 の停電時には、コンバータ 6 の運転を停止させる。

[0035] また制御装置 19 は、直流電圧 V_{DC} およびバッテリー電圧 V_B に基づいて双方向チョッパ 7 を制御する。制御装置 19 は、商用交流電源 21 の健全時には、バッテリー電圧 V_B が所望の目標バッテリー電圧 V_{BT} になるように双方向チョッパ 7 を制御し、商用交流電源 21 の停電時には、直流電圧 V_{DC} が所望の目標電圧 $V_{DC T}$ になるように双方向チョッパ 7 を制御する。

[0036] また制御装置 19 は、交流出力電流 I_o および交流出力電圧 V_o に基づいて、交流出力電圧 V_o が所望の目標電圧 $V_{o T}$ になるようにインバータ 10 を制御する。また制御装置 19 は、負荷電流 I_L を常時監視し、たとえば負荷電流 I_L が過大になった場合には電磁接触器 14, 17 および半導体スイ

ッチ 16 をオフさせて無停電電源装置 1 を保護する。

[0037] さらに制御装置 19 は、操作部 18 からの信号 S T に応答して、所定時間が経過する毎にコンデンサ 13 の寿命が到来したか否かを判定する。制御装置 19 は、寿命判定時には、電流検出器 11 の出力信号 $I_o f$ によって示されるインバータ 10 の出力電流 I_o から、電流検出器 15 の出力信号 $I_L f$ によって示される負荷電流 I_L を減算してコンデンサ 13 に流れる電流 $I_c = I_o - I_L$ を求め、その電流 I_c の高調波成分を検出する。この高調波成分は、インバータ 10 で発生するスイッチング周波数（たとえば 6 K H z）の自然数倍の周波数の電流を含む。

[0038] そして、制御装置 19 は、コンデンサ 13 の使用開始時に検出した高調波成分と今回検出した高調波成分とを比較し、比較結果に基づいて、コンデンサ 13 の寿命が到来したかどうかを判定し、コンデンサ 13 の寿命が到来したと判定した場合には、その旨を音、光、画像などを用いて無停電電源装置 1 の使用者に報知する。コンデンサ 13 の寿命判定方法については、後で詳細に説明する。

[0039] 次に、この無停電電源装置 1 の使用方法および動作について説明する。初期状態では、商用交流電源 21 が健全であり、インバータ給電モードが選択され、半導体スイッチ 16 および電磁接触器 17 がオフされ、電磁接触器 2, 8, 14 がオンされているものとする。

[0040] 商用交流電源 21 から供給される交流電力は、コンバータ 6 によって直流電力に変換される。この直流電力は、双方向チョッパ 7 によってバッテリー 23 に蓄えられるとともに、インバータ 10 によって交流電力に変換される。この交流電力は、交流フィルタ F 2 を介して負荷 24 に供給される。負荷 24 は、交流電力によって運転される。

[0041] インバータ 10 から交流フィルタ F 2 を介して負荷 24 に交流電力が供給されると、熱などに起因してコンデンサ 13 が徐々に劣化する。コンデンサ 13 のインピーダンスは、容量成分と抵抗成分とを含む。コンデンサ 13 が劣化するに従って、コンデンサ 13 のインピーダンスの抵抗成分が増大し、

コンデンサ 13 に流れる電流のうちの高調波成分が減少する。

[0042] 制御装置 19 により、所定時間毎に、電流検出器 11, 15 の出力信号 $I_o f$, $I_L f$ に基づいてコンデンサ 13 に流れる電流 I_c の高調波成分が検出され、コンデンサ 13 の使用開始時に検出した高調波成分と今回検出した高調波成分とが比較され、その比較結果に基づいて、コンデンサ 13 の寿命が到来したかどうか判定される。コンデンサ 13 の寿命が到来したと判定した場合には、その旨が無停電電源装置 1 の使用者に報知される。

[0043] コンデンサ 13 の寿命が到来した旨が報知された場合、無停電電源装置 1 の使用者は、操作部 18 を操作してバイパス給電モードを選択することにより、電磁接触器 17 をオンさせるとともに電磁接触器 2, 8, 14 をオフさせ、コンバータ 6、双方向チョッパ 7、およびインバータ 10 の運転を停止させる。負荷 24 は、バイパス交流電源 22 から電磁接触器 17 を介して供給される交流電力によって駆動される。無停電電源装置 1 の使用者は、コンデンサ 13 を新品と交換する。

[0044] 次に使用者は、操作部 18 を操作して新品のコンデンサ 13 をセットした旨を入力するとともに、インバータ給電モードを選択する。これにより、コンバータ 6、双方向チョッパ 7、およびインバータ 10 が運転され、電磁接触器 2, 8, 14 がオンされ、電磁接触器 17 をオフされ、インバータ 10 から交流フィルタ F2 および電磁接触器 14 を介して負荷 24 に交流電力が供給される。また、所定時間毎にコンデンサ 13 の寿命が判定される。

[0045] 商用交流電源 21 の停電が発生すると、コンバータ 6 の運転が停止され、バッテリー 23 の直流電力が双方向チョッパ 7 によってインバータ 10 に供給される。インバータ 10 は、双方向チョッパ 7 からの直流電力を交流電力に変換して負荷 24 に供給する。したがって、バッテリー 23 に直流電力が蓄えられている期間は、負荷 24 の運転を継続することができる。

[0046] また、インバータ給電モード時においてインバータ 10 が故障した場合には、半導体スイッチ 16 が瞬時にオンし、電磁接触器 14 がオフするとともに、電磁接触器 17 がオンする。これにより、バイパス交流電源 22 からの

交流電力が半導体スイッチ 16 および電磁接触器 17 を介して負荷 24 に供給され、負荷 24 の運転が継続される。一定時間後に半導体スイッチ 16 がオフされ、半導体スイッチ 16 が過熱されて破損することが防止される。

[0047] 次に、コンデンサ 13 の寿命判定方法について詳細に説明する。図 2 は、図 1 に示したコンバータ 6 およびインバータ 10 の構成を示す回路図である。図 1 では三相交流電圧のうちの一相に関連する部分のみを示したが、図 2 では三相に関連する部分を示している。

[0048] 図 2 において、コンバータ 6 は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) Q1～Q6 およびダイオード D1～D6 を含む。IGBT は、スイッチング素子を構成する。IGBT Q1～Q3 のコレクタはともに直流ライン L1 に接続され、それらのエミッタはそれぞれ交流端子 6a, 6b, 6c に接続される。IGBT Q4～Q6 のコレクタはそれぞれ交流端子 6a, 6b, 6c に接続され、それらのエミッタはともに直流ライン L2 に接続される。ダイオード D1～D6 は、それぞれ IGBT Q1～Q6 に逆並列に接続される。

[0049] 交流端子 6a, 6b, 6c は、商用交流電源 21 から 3 組の電磁接触器 2 および交流フィルタ F1 (図 1) を介して供給される三相交流電圧を受ける。交流端子 6a～6c に供給される三相交流電圧は、ダイオード D1～D6 によって三相全波整流されて直流電圧 VDC に変換され、コンデンサ 9 の端子間に与えられる。

[0050] IGBT Q1, Q4 はそれぞれゲート信号 Au, Bu によって制御され、IGBT Q2, Q5 はそれぞれゲート信号 Av, Bv によって制御され、IGBT Q3, Q6 はそれぞれゲート信号 Aw, Bw によって制御される。ゲート信号 Bu, Bv, Bw は、それぞれゲート信号 Au, Av, Aw の反転信号である。

[0051] IGBT Q1～Q3 は、それぞれゲート信号 Au, Av, Aw が「H」レベルにされた場合にオンし、それぞれゲート信号 Au, Av, Aw が「L」レベルにされた場合にオフする。IGBT Q4～Q6 は、それぞれゲート信

号 B_u , B_v , B_w が「H」レベルにされた場合にオンし、それぞれゲート信号 B_u , B_v , B_w が「L」レベルにされた場合にオフする。

[0052] ゲート信号 A_u , B_u , A_v , B_v , A_w , B_w の各々は、パルス信号列であり、スイッチング周波数（たとえば 6 KHz）の PWM (Pulse Width Modulation) 信号である。ゲート信号 A_u , B_u の位相とゲート信号 A_v , B_v の位相とゲート信号 A_w , B_w の位相とは 120 度ずつずれている。ゲート信号 A_u , B_u , A_v , B_v , A_w , B_w は、制御装置 19 によって生成される。IGBT Q1～Q6 の各々は、スイッチング周波数でオンおよびオフされる。

[0053] ゲート信号 A_u , B_u , A_v , B_v , A_w , B_w によって IGBT Q1～Q6 の各々を所定のタイミングでオンおよびオフさせるとともに、IGBT Q1～Q6 の各々のオン時間を調整することにより、コンデンサ 9 の端子間電圧 V_{DC} を商用周波数の三相交流電圧に変換して交流端子 6a～6c に出力することが可能となっている。

[0054] コンバータ 6 から出力される三相交流電圧の位相を商用交流電源 21 から供給される三相交流電圧の位相よりも遅らせると、商用交流電源 21 からコンバータ 6 を介してコンデンサ 9 に電力が供給され、コンデンサ 9 の端子間電圧 V_{DC} が上昇する。

[0055] 逆に、コンバータ 6 から出力される三相交流電圧の位相を商用交流電源 21 から供給される三相交流電圧の位相よりも進ませると、コンデンサ 9 からコンバータ 6 を介して商用交流電源 21 に電力が供給され、コンデンサ 9 の端子間電圧 V_{DC} が下降する。したがって、コンバータ 6 から出力される三相交流電圧の位相を調整することにより、コンデンサ 9 の端子間電圧 V_{DC} を所望の目標電圧 $V_{DC,T}$ に維持することができる。

[0056] コンバータ 6 から出力される三相交流電圧は、商用周波数の基本波成分と、高調波成分とを含む。高調波成分は、スイッチング周波数の自然数倍の高調波成分を含む。交流フィルタ F1 は、商用周波数の基本波成分を通過させ、高調波成分を遮断する。

- [0057] また、インバータ10は、コンバータ6と同様の構成であり、IGBTQ11～Q16およびダイオードD11～D16を含む。IGBTは、スイッチング素子を構成する。IGBTQ11～Q13のコレクタはともに直流ラインL1に接続され、それらのエミッタはそれぞれ交流端子10a, 10b, 10cに接続される。IGBTQ14～Q16のコレクタはそれぞれ交流端子10a, 10b, 10cに接続され、それらのエミッタはともに直流ラインL2に接続される。ダイオードD11～D16は、それぞれIGBTQ11～Q16に逆並列に接続される。
- [0058] IGBTQ11, Q14はそれぞれゲート信号Xu, Yuによって制御され、IGBTQ12, Q15はそれぞれゲート信号Xv, Yvによって制御され、IGBTQ13, Q16はそれぞれゲート信号Xw, Ywによって制御される。ゲート信号Yu, Yv, Ywは、それぞれゲート信号Xu, Xv, Xwの反転信号である。
- [0059] IGBTQ11～Q13は、それぞれゲート信号Xu, Xv, Xwが「H」レベルにされた場合にオンし、それぞれゲート信号Xu, Xv, Xwが「L」レベルにされた場合にオフする。IGBTQ14～Q16は、それぞれゲート信号Yu, Yv, Ywが「H」レベルにされた場合にオンし、それぞれゲート信号Yu, Yv, Ywが「L」レベルにされた場合にオフする。
- [0060] ゲート信号Xu, Yu, Xv, Yv, Xw, Ywの各々は、パルス信号列であり、スイッチング周波数（たとえば6KHz）のPWM信号である。ゲート信号Xu, Yuの位相とゲート信号Xv, Yvの位相とゲート信号Xw, Ywの位相とは120度ずつずれている。ゲート信号Xu, Yu, Xv, Yv, Xw, Ywは、制御装置19によって生成される。IGBTQ11～Q16の各々は、スイッチング周波数でオンおよびオフされる。
- [0061] ゲート信号Xu, Yu, Xv, Yv, Xw, YwによってIGBTQ11～Q16の各々を所定のタイミングでオンおよびオフさせるとともに、IGBTQ11～Q16の各々のオン時間を調整することにより、コンデンサ9の端子間電圧VDCを商用周波数の三相交流電圧に変換して交流端子10a

、10b、10cに出力することが可能となっている。インバータ10によって生成された三相交流電圧は、三組の交流フィルタF2および電磁接触器14を介して負荷24に供給される。

[0062] インバータ10から出力される三相交流電圧は、商用周波数の基本波成分と、高調波成分とを含む。高調波成分は、スイッチング周波数の自然数倍の高調波成分を含む。交流フィルタF2は、商用周波数の基本波成分を通過させ、高調波成分を遮断する。

[0063] しかし、コンデンサ13の使用時間に応じてコンデンサ13が徐々に劣化する。コンデンサ13が劣化すると、コンデンサ13の抵抗成分が増大し、コンデンサ13に高調波成分が流れ難くなり、交流フィルタF2を通過する高調波成分が増大する。この高調波成分は負荷24に悪影響を及ぼすので、コンデンサ13の寿命が到来した場合にはコンデンサ13を新品と交換する必要がある。

[0064] そこで、本実施の形態1では、インバータ10の通常運転時に電流検出器11、15の検出結果に基づいてコンデンサ13に流れる電流Icを求め、その電流Icの高調波成分を検出する。そして、コンデンサ13の使用開始時に検出した高調波成分と今回検出した高調波成分とを比較し、その比較結果に基づいてコンデンサ13の寿命が到来したか否かを判定し、コンデンサ13の寿命が到来したと判定した場合には、その旨を無停電電源装置1の使用者に報知する。

[0065] 図3は、制御装置19のうちのコンデンサ13の寿命の判定に関連する部分を示すブロック図である。図3において、制御装置19は、演算部30、タイマー31、周波数分析部32、振幅検出部33、記憶部34、判定部35、および報知部36を含む。電流検出器11、15、操作部18、および制御装置19は、コンデンサ13の寿命を判定する寿命判定装置を構成する。

[0066] 演算部30は、電流検出器11（図1）の出力信号Iofによって示されるインバータ10の出力電流Ioの瞬時値から、電流検出器15（図1）の

出力信号 I_{Lf} によって示される負荷電流 I_L の瞬時値を減算して、コンデンサ 13 に流れる電流 I_c の瞬時値を求める。

[0067] 図4は、演算部30の動作を説明するためのタイムチャートである。図4において、(A)は、インバータ10から出力されて3つの交流フィルタF2を通過した三相交流電圧 V_u , V_v , V_w の波形を示し、(B)はインバータ10から出力されて3つの電流検出器11によって検出される三相交流電流 I_u , I_v , I_w の波形を示している。

[0068] 図1および図3では、図面および説明の簡単化のため、U相、V相、およびW相のうちのU相に対応する部分のみが示されている。ノードN2の交流電圧 V_o (図1)は、U相の交流電圧 V_u に対応している。電流検出器11の出力信号 I_{of} (図1)によって示されるインバータ10の交流出力電流 I_o は、U相の交流電流 I_u に対応している。

[0069] (C)は、ノードN2(図1)とコンデンサ13との間に電流検出器を別途設け、その電流検出器によって実際に検出したコンデンサ電流 I_{cD} の波形を示し、(D)は電流検出器15の出力信号 I_{Lf} (図1)によって示される負荷電流 I_L の波形を示し、(E)は演算部30(図3)によって算出されたコンデンサ13に流れる電流 I_c の波形を示している。

[0070] また、図4において、時刻 $t_1 \sim t_3$ の期間では、コンデンサ13の劣化前(使用開始時)におけるコンデンサ電流 I_c などの波形が示され、時刻 $t_3 \sim t_5$ の期間では、コンデンサ13の劣化後におけるコンデンサ電流 I_c などの波形が示されている。

[0071] 図4(A)に示すように、インバータ10および交流フィルタF2によって生成された三相交流電圧 V_u (すなわち V_o), V_v , V_w の各々は商用周波数で正弦波状に変化する。三相交流電圧 V_u (すなわち V_o), V_v , V_w の位相は、120度ずつずれている。

[0072] また図4(B)に示すように、インバータ10から出力される三相交流電流 I_u (すなわち I_o), I_v , I_w の各々は、基本的には商用周波数で正弦波状に変化する。三相交流電流 I_u (すなわち I_o), I_v , I_w の位相

は、120度ずつずれている。三相交流電流 I_u （すなわち I_o ）、 I_v 、 I_w の各々は、商用周波数の基本波成分と、スイッチング周波数の自然数倍の周波数を有する高調波成分とを含む。高調波成分は、基本波成分に重畳している。

[0073] また図4（C）に示すように、別途設けられた電流検出器によって実際に検出されたコンデンサ電流 I_{cD} は、基本的には商用周波数で正弦波状に変化する。コンデンサ電流 I_{cD} の位相は、交流電圧 V_u （すなわち V_o ）の位相よりも90度進んでいる。コンデンサ電流 I_{cD} は、商用周波数の基本波成分と、スイッチング周波数の自然数倍の周波数を有する高調波成分とを含む。高調波成分は、基本波成分に重畳している。

[0074] 図4（C）から分かるように、コンデンサ13の劣化後の電流 I_{cD} の高調波成分の振幅は、コンデンサ13の劣化前の電流 I_{cD} の高調波成分の振幅よりも小さいことが分かる。これは、コンデンサ13が劣化するとコンデンサ13の抵抗成分が増大し、コンデンサ13に高調波電流が流れ難くなることに対応している。

[0075] また図4（D）に示すように、負荷電流 I_L は、基本的には商用周波数で正弦波状に変化する。負荷電流 I_L の位相は、交流電圧 V_u （すなわち V_o ）の位相と同じである。コンデンサ13の劣化前では、負荷電流 I_L に高調波成分は含まれていない。コンデンサ13の劣化後では、負荷電流 I_L に若干の高調波成分が含まれている。

[0076] また図4（E）に示すように、演算部30（図3）によって算出されたコンデンサ電流 I_c の波形は、電流検出器によって実際に検出されたコンデンサ電流 I_{cD} の波形（図4（C））と一致している。したがって、本実施の形態1では、コンデンサ13に流れる電流 I_c を検出するための電流検出器を別途設ける必要はないので、装置構成の簡単化と装置の低コスト化を図ることができる。

[0077] 再び図3を参照して、操作部18（図1）は、無停電電源装置1の利用者により、新品のコンデンサ13をセットしたことが入力され、インバータ給

電モードの実行が指示された場合に、装置動作の安定化に必要な所定時間の経過後に信号STを出力する。

[0078] タイマー31は、操作部18からの信号STに応答してリセットされ、インバータ10の通常運転時間TDを計測し、計測した時間TDを示す信号TDfを出力する。計測した時間TDが所定時間に到達する毎に、計測時間TDは0秒にリセットされる。

[0079] ここで、インバータ10の通常運転時間TDとは、インバータ10の交流出力電力が交流フィルタF2および電磁接触器14を介して負荷24に供給されている時間である。このとき、高調波成分がコンデンサ13に流れてコンデンサ13が徐々に劣化する。

[0080] 周波数分析部32は、タイマー31の出力信号TDfによって示される時間TDが0秒にリセットされる毎に、演算部30によって求められた電流Icの波形を取り込み、取り込んだ電流Icの波形に高速フーリエ変換を施して電流Icの周波数分布を求める。

[0081] 図5は、コンデンサ13に流れる電流Icの周波数分布を示す図である。図5において、(A)はコンデンサ13の劣化前（すなわち使用開始時）における電流Icの周波数分布を示し、(B)はコンデンサ13の劣化後における電流Icの周波数分布を示している。

[0082] 図5において、コンデンサ13に流れる電流Icは、商用周波数（50Hz）の基本波成分と、高調波成分とを含む。高調波成分は、主に、スイッチング周波数（6kHz）のN倍（たとえば1倍）の周波数の高調波成分（第1の電流）と、スイッチング周波数のM倍（たとえば2倍）の周波数の高調波成分（第2の電流）とを含む。Nは自然数であり、MはNと異なる自然数である。

[0083] 図5から分かるように、コンデンサ13の劣化後における高調波成分の振幅は、コンデンサ13の劣化前における高調波成分の振幅よりも小さくなっている。これは、コンデンサ13の劣化が進行することによってコンデンサ13の抵抗成分が増大し、コンデンサ13に流れる高調波成分が減少したこ

とに対応している。

- [0084] 再び図3を参照して、振幅検出部33は、周波数分析部32によって求められた周波数分布に基づいて、スイッチング周波数（6 KHz）の1倍の周波数を有する電流の振幅A1と、スイッチング周波数の2倍の周波数（12 KHz）を有する電流の振幅A2とを検出する。
- [0085] 記憶部34は、操作部18からの信号STに応答して、振幅検出部33によって検出された振幅A1、A2をそれぞれ初期振幅値A1n、A2nとして記憶する。判定部35は、記憶部34に記憶された初期振幅値A1n、A2nと、振幅検出部33によって今回検出された振幅A1、A2とを比較し、比較結果に基づいて、コンデンサ13の寿命が到来したか否かを判定し、判定結果を示す信号φ35を出力する。
- [0086] コンデンサ13の寿命が未だ到来していないと判定された場合には、信号φ35は非活性化レベルの「L」レベルにされる。コンデンサ13の寿命が到来したと判定された場合には、信号φ35は活性化レベルの「H」レベルにされる。
- [0087] 具体的には判定部35は、初期振幅値A1n（第1の振幅）と振幅A1（第2の振幅）との差 $\Delta A1 = A1n - A1$ が上限値A1Hを超え、かつ初期振幅値A2n（第3の振幅）と振幅A2（第4の振幅）との差 $\Delta A2 = A2n - A2$ が上限値A2Hを超えた場合に、コンデンサ13の寿命が到来したと判定し、信号φ35を活性化レベルの「H」レベルにする。それ以外の場合には判定部35は、信号φ35を非活性化レベルの「L」レベルにする。
- [0088] 報知部36は、信号φ35が活性化レベルの「H」レベルにされた場合には、コンデンサ13の寿命が到来したことを、光、音、画像などを用いて無停電電源装置1の使用者に報知する。
- [0089] 次に、無停電電源装置1におけるコンデンサ13の寿命判定動作について説明する。初期状態では、バイパス給電モードが選択されており、新品のコンデンサ13がセットされたものとする。無停電電源装置1の使用者によっ

て操作部 18 が操作され、新品のコンデンサ 13 をセットしたことが入力され、インバータ給電モードが選択されると、電磁接触器 2, 8, 14 がオンされ、コンバータ 6、双方向チョッパ 7、およびインバータ 10 の運転が開始され、電磁接触器 17 がオフされる。

[0090] 商用交流電源 21 から供給される交流電力がコンバータ 6 によって直流電力に変換され、その直流電力が双方向チョッパ 7 によってバッテリー 23 に蓄えられるとともに、インバータ 10 によって交流電力に変換されて負荷 24 に供給される。インバータ 10 の出力電流 I_o は電流検出器 11 によって検出され、負荷電流 I_L は電流検出器 15 によって検出される。演算部 30 (図 3) により、インバータ 10 の出力電流 I_o から負荷電流 I_L が減算されてコンデンサ 13 に流れる電流 I_c が算出される。

[0091] 装置動作の安定化に必要な所定時間の経過後に、操作部 18 から信号 S_T が出力される。信号 S_T に応答してタイマー 31 がリセットされ、インバータ 10 の運転時間 T_D が 0 秒にリセットされた後に運転時間 T_D の計測が開始される。インバータ 10 の運転時間 T_D が所定時間に到達する度に、インバータ 10 の運転時間 T_D が 0 秒にリセットされる。

[0092] 運転時間 T_D が 0 秒にリセットされると、演算部 30 によって算出されるコンデンサ電流 I_c の波形が周波数分析部 32 に取り込まれ、コンデンサ電流 I_c の周波数分布が求められる。振幅検出部 33 により、コンデンサ電流 I_c の周波数分布から、スイッチング周波数 (6 KHz) の 1 倍の周波数を有する電流の振幅 A_1 と、スイッチング周波数の 2 倍の周波数 (12 KHz) を有する電流の振幅 A_2 とが検出される。

[0093] 記憶部 34 は、操作部 18 からの信号 S_T に応答して、振幅検出部 33 によって検出された振幅 A_1 , A_2 をそれぞれ初期振幅値 A_{1n} , A_{2n} として記憶する。インバータ 10 の運転時間 T_D が所定時間に到達する度に、周波数分析部 32 によってコンデンサ電流 I_c の周波数分布が求められ、振幅検出部 33 によって振幅 A_1 , A_2 が検出される。

[0094] 振幅検出部 33 によって今回検出された振幅 A_1 , A_2 と、記憶部 34 に

記憶された初期振幅値 A_{1n} 、 A_{2n} とが判定部 35 によって比較され、比較結果に基づいて、コンデンサ 13 の寿命が到来したか否かが判定される。判定部 35 によってコンデンサ 13 の寿命が到来したと判定された場合には、その旨が報知部 36 によって無停電電源装置 1 の使用者に報知される。

[0095] これに応じて使用者は、操作部 18 を用いてバイパス給電モードを選択する。これにより、電磁接触器 2、8、14 がオフされ、電磁接触器 17 がオンされ、バイパス交流電源 22 から電磁接触器 17 を介して負荷 24 に交流電力が供給され、負荷 24 の運転が継続される。また、コンバータ 6、双方向チョッパ 7、およびインバータ 10 の運転が停止される。

[0096] 使用者は、寿命が到来したコンデンサ 13 を新品のコンデンサ 13 と交換した後、操作部 18 を操作して、新品のコンデンサ 13 がセットされたことと、インバータ給電モードの実行を指示する。これにより、電磁接触器 2、8、14 がオンされ、コンバータ 6、双方向チョッパ 7、およびインバータ 10 の運転が開始され、電磁接触器 17 がオフされ、負荷 24 はインバータ 10 からの交流電力によって運転される。また、新品のコンデンサ 13 の寿命の判定が開始される。

[0097] 以上のように、この実施の形態 1 では、インバータ 10 の交流端子 10a に接続されたコンデンサ 13 に流れる電流 I_c をインバータ 10 の通常運転時に検出し、その電流 I_c のうちの高調波成分を検出し、コンデンサの使用開始時に検出した高調波成分と今回検出した高調波成分とを比較し、その比較結果に基づいてコンデンサ 13 の寿命が到来したか否かを判定する。したがって、インバータ 10 を通常運転しながらコンデンサ 13 の寿命を判定することができる。また、特許文献 1 と比べ、コンデンサ 13 を充電するための抵抗器、スイッチなどを別途設ける必要がないので、装置の低コスト化を図ることができる。

[0098] なお、この実施の形態 1 では、初期振幅値 A_{1n} と振幅値 A_1 との差 $\Delta A_1 = A_{1n} - A_1$ が上限値 A_{1H} を超えた第 1 の条件 ($\Delta A_1 > A_{1H}$) と、初期振幅値 A_{2n} と振幅値 A_2 との差 $\Delta A_2 = A_{2n} - A_2$ が上限値 A

2 Hを超えた第2の条件 ($\Delta A_2 > A_{2H}$) との両方の条件が満たされた場合に、コンデンサ13の寿命が到来したと判定したが、これに限るものではなく、第1および第2の条件のうちのいずれか1つの条件が満たされた場合にコンデンサ13の寿命が到来したと判定しても構わない。

[0099] 図6は、実施の形態1の変更例を示すブロック図であって、図3と対比される図である。図6を参照して、この変更例が実施の形態1と異なる点は、判定部35が判定部35Aと置換されている点である。判定部35Aは、振幅値A1と初期振幅値A1nの比 A_1 / A_{1n} が下限値A1Lよりも低下し、かつ振幅値A2と初期振幅値A2nの比 A_2 / A_{2n} が下限値A2Lよりも低下した場合に、コンデンサ13の寿命が到来したと判定して、信号φ35を活性化レベルの「H」レベルにする。他の構成および動作は、実施の形態1と同じであるので、その説明は繰り返さない。この変更例でも、実施の形態1と同じ効果が得られる。

[0100] なお、この変更例では、振幅値A1と初期振幅値A1nの比 A_1 / A_{1n} が下限値A1Lよりも低下した第3の条件 ($A_1 / A_{1n} < A_{1L}$) と、振幅値A2と初期振幅値A2nの比 A_2 / A_{2n} が下限値A2Lよりも低下した第4の条件 ($A_2 / A_{2n} < A_{2L}$) との両方の条件が満たされた場合に、コンデンサ13の寿命が到来したと判定したが、これに限るものではなく、第3および第4の条件のうちのいずれか1つの条件が満たされた場合にコンデンサ13の寿命が到来したと判定しても構わない。

[0101] [実施の形態2]

図2で説明したように、コンデンサ9が充電された後には、コンバータ6は、コンデンサ9の端子間電圧VDCを交流電圧に変換し、交流フィルタF1を介して商用交流電源21に出力する。商用交流電源21（すなわち電力系統）には多数の負荷（図示せず）が接続されている。コンデンサ9から見れば、コンバータ6および交流フィルタF1と、インバータ10および交流フィルタF2とは、同じ構成である。交流フィルタF1に含まれるコンデンサ4も、コンデンサ13と同様に劣化する。そこで、本実施の形態2では、

コンデンサ４の寿命を判定する。

[0102] 図７は、実施の形態２による無停電電源装置１Ａの構成を示す回路ブロック図であって、図１と対比される図である。図７を参照して、この無停電電源装置１Ａが実施の形態１の無停電電源装置１と異なる点は電流検出器４０が追加され、制御装置１９が制御装置１９Ａで置換されている点である。

[0103] 電流検出器４０は、コンバータ６の入力電流（すなわちリアクトル５に流れる電流） I_{ic} を検出し、その検出値を示す信号 I_{icf} を出力する。制御装置１９Ａは、インバータ給電モード時に、電流検出器４０の出力信号 I_{icf} によって示されるコンバータ６の入力電流 I_{ic} から、電流検出器３の出力信号 I_{if} によって示される交流入力電流 I_i を減算してコンデンサ４に流れる電流 $I_{cA} = I_{ic} - I_i$ を求め、その電流 I_{cA} の高調波成分を検出する。

[0104] そして、制御装置１９Ａは、コンデンサ４の使用開始時に検出した高調波成分と今回検出した高調波成分とを比較し、比較結果に基づいて、コンデンサ４の寿命が到来したかどうかを判定し、コンデンサ４の寿命が到来したと判定した場合には、その旨を音、光、画像などを用いて無停電電源装置１Ａの使用者に報知する。

[0105] 図８は、制御装置１９Ａのうちのコンデンサ４の寿命の判定に関連する部分を示すブロック図であって、図３と対比される図である。図８を参照して、制御装置１９Ａは、制御装置１９と同様に、演算部３０、タイマー３１、周波数分析部３２、振幅検出部３３、記憶部３４、判定部３５、および報知部３６を含む。電流検出器３、４０、操作部１８、および制御装置１９Ａは、コンデンサ４の寿命を判定する寿命判定装置を構成する。

[0106] 演算部３０は、電流検出器４０の出力信号 I_{icf} によって示されるコンバータ６の入力電流 I_{ic} の瞬時値から、電流検出器３の出力信号 I_{if} によって示される交流入力電流 I_i の瞬時値を減算して、コンデンサ４に流れる電流 I_{cA} の瞬時値を求める。

[0107] 操作部１８は、無停電電源装置１の使用者により、新品のコンデンサ４を

セットしたことが入力され、インバータ給電モードの実行が指示された場合に、装置動作の安定化に必要な所定時間の経過後に信号STを出力する。

[0108] タイマー31は、操作部18からの信号STに応答してリセットされ、コンバータ6の通常運転時間TDを計測し、計測した時間TDを示す信号TDfを出力する。計測した時間TDが所定時間に到達する毎に、計測時間TDは0秒にリセットされる。

[0109] ここで、コンバータ6の通常運転時間TDとは、商用交流電源21の交流出力電力が電磁接触器2および交流フィルタF1を介してコンバータ6に供給され、コンバータ6が運転されている時間である。このとき、コンバータ6で発生する高調波電流がコンデンサ4に流れてコンデンサ4が徐々に劣化される。

[0110] 周波数分析部32は、タイマー31の出力信号TDfによって示される時間TDが0秒にリセットされる毎に、演算部30によって求められた電流IcAの波形を取り込み、取り込んだ電流IcAの波形に高速フーリエ変換を施して電流IcAの周波数分布を求める。

[0111] 振幅検出部33は、周波数分析部32によって求められた周波数分布に基づいて、スイッチング周波数(6KHz)の1倍の周波数を有する電流の振幅A1と、スイッチング周波数の2倍の周波数(12KHz)を有する電流の振幅A2とを検出する。

[0112] 記憶部34は、操作部18からの信号STに応答して、振幅検出部33によって検出された振幅A1, A2をそれぞれ初期振幅値A1n, A2nとして記憶する。判定部35は、記憶部34に記憶された初期振幅値A1n, A2nと、振幅検出部33によって今回検出された振幅A1, A2とを比較し、比較結果に基づいて、コンデンサ4の寿命が到来したか否かを判定し、判定結果を示す信号φ35を出力する。

[0113] コンデンサ4の寿命が未だ到来していないと判定された場合には、信号φ35は非活性化レベルの「L」レベルにされる。コンデンサ4の寿命が到来した判定された場合には、信号φ35は活性化レベルの「H」レベルにされ

る。

[0114] 具体的には判定部35は、初期振幅値 A_{1n} と振幅値 A_1 との差 $\Delta A_1 = A_{1n} - A_1$ が上限値 A_{1H} を超え、かつ初期振幅値 A_{2n} と振幅値 A_2 との差 $\Delta A_2 = A_{2n} - A_2$ が上限値 A_{2H} を超えた場合に、コンデンサ4の寿命が到来したと判定し、信号 ϕ_{35} を活性化レベルの「H」レベルにする。それ以外の場合には判定部35は、信号 ϕ_{35} を非活性化レベルの「L」レベルにする。

[0115] 報知部36は、信号 ϕ_{35} が活性化レベルの「H」レベルにされた場合には、コンデンサ4の寿命が到来したことを、光、音、画像などを用いて無停電電源装置1の使用者に報知する。

[0116] 他の構成および動作は、実施の形態1と同じであるので、その説明は繰り返さない。この実施の形態2でも、実施の形態1と同じ動作が得られる。

[0117] なお、上記実施の形態1、2および種々の変更例を適宜組み合わせてもよいことは言うまでもない。

[0118] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0119] 1, 1A 無停電電源装置、T1 交流入力端子、T2 バイパス入力端子、T3 バッテリ端子、T4 交流出力端子、2, 8, 14, 17 電磁接触器、3, 11, 15, 40 電流検出器、4, 9, 13 コンデンサ、5, 12 リアクトル、6 コンバータ、7 双方向チョッパ、10 インバータ、16 半導体スイッチ、18 操作部、19, 19A 制御装置、21 商用交流電源、22 バイパス交流電源、23 バッテリ、24 負荷、L1, L2 直流ライン、Q1~Q6, Q11~Q16 IGBT、D1~D6, D11~D16 ダイオード、30 演算部、31 タイマー、32 周波数分析部、33 振幅検出部、34 記憶部、35 判定部、3

6 報知部。

請求の範囲

- [請求項1] 電力変換器の交流端子に接続されたコンデンサの寿命を判定する寿命判定装置であって、
- 前記電力変換器の運転時に前記コンデンサに流れる電流を検出する電流検出部と、
- 前記電流検出部によって検出される電流のうちの高調波成分を検出する高調波検出部と、
- 前記コンデンサの使用開始時に前記高調波検出部によって検出された高調波成分と、前記高調波検出部によって今回検出された高調波成分とを比較し、その比較結果に基づいて前記コンデンサの寿命が到来したか否かを判定する判定部とを備える、寿命判定装置。
- [請求項2] 前記電力変換器は、スイッチング周波数でオンおよびオフされるスイッチング素子を含み、
- 前記高調波成分は、前記スイッチング周波数の N 倍の周波数を有する第1の電流を含み、 N は自然数であり、
- 前記高調波検出部は、
- 前記電流検出部によって検出される電流の周波数分布を求める周波数分析部と、
- 前記周波数分析部によって求められた周波数分布に基づいて、前記第1の電流の振幅を検出する振幅検出部とを含み、
- 前記判定部は、前記コンデンサの使用開始時に前記振幅検出部によって検出された前記第1の電流の第1の振幅と、前記振幅検出部によって今回検出された前記第1の電流の第2の振幅とを比較し、その比較結果に基づいて前記コンデンサの寿命が到来したか否かを判定する、請求項1に記載の寿命判定装置。
- [請求項3] 前記周波数分析部は、前記電流検出部によって求められた前記コンデンサに流れる電流の波形に高速フーリエ変換を施して前記周波数分布を求める、請求項2に記載の寿命判定装置。

- [請求項4] 前記判定部は、前記第1および第2の振幅の差に基づいて、前記コンデンサの寿命が到来したか否かを判定する、請求項2に記載の寿命判定装置。
- [請求項5] 前記判定部は、前記第2および第1の振幅の比率に基づいて、前記コンデンサの寿命が到来したか否かを判定する、請求項2に記載の寿命判定装置。
- [請求項6] 前記高調波成分は、前記スイッチング周波数のM倍の周波数を有する第2の電流を含み、Mは、Nと異なる自然数であり、
前記振幅検出部は、前記周波数分析部によって求められた周波数分布に基づいて、前記第2の電流の振幅をさらに検出し、
前記判定部は、前記コンデンサの使用開始時に前記振幅検出部によって検出された前記第2の電流の第3の振幅と前記振幅検出部によって今回検出された前記第2の電流の第4の振幅とを比較し、その比較結果と、前記第1および第2の振幅の比較結果とに基づいて前記コンデンサの寿命が到来したか否かを判定する、請求項2に記載の寿命判定装置。
- [請求項7] Nは1であり、Mは2である、請求項6に記載の寿命判定装置。
- [請求項8] 前記判定部によって前記コンデンサの寿命が到来したと判定された場合に、その旨を報知する報知部をさらに備える、請求項1に記載の寿命判定装置。
- [請求項9] 直流電源から供給される直流電力を交流電力に変換する第1の電力変換器と、
前記第1の電力変換器の交流端子と負荷の間に接続される交流フィルタと、
前記交流フィルタに含まれるコンデンサの寿命を判定する寿命判定装置とを備え、
前記寿命判定装置は、
前記第1の電力変換器の運転時に前記コンデンサに流れる電流を検

出する電流検出部と、

前記電流検出部によって検出される電流のうちの高調波成分を検出する高調波検出部と、

前記コンデンサの使用開始時に前記高調波検出部によって検出された高調波成分と前記高調波検出部によって今回検出された高調波成分とを比較し、その比較結果に基づいて前記コンデンサの寿命が到来したか否かを判定する判定部とを含む、電源装置。

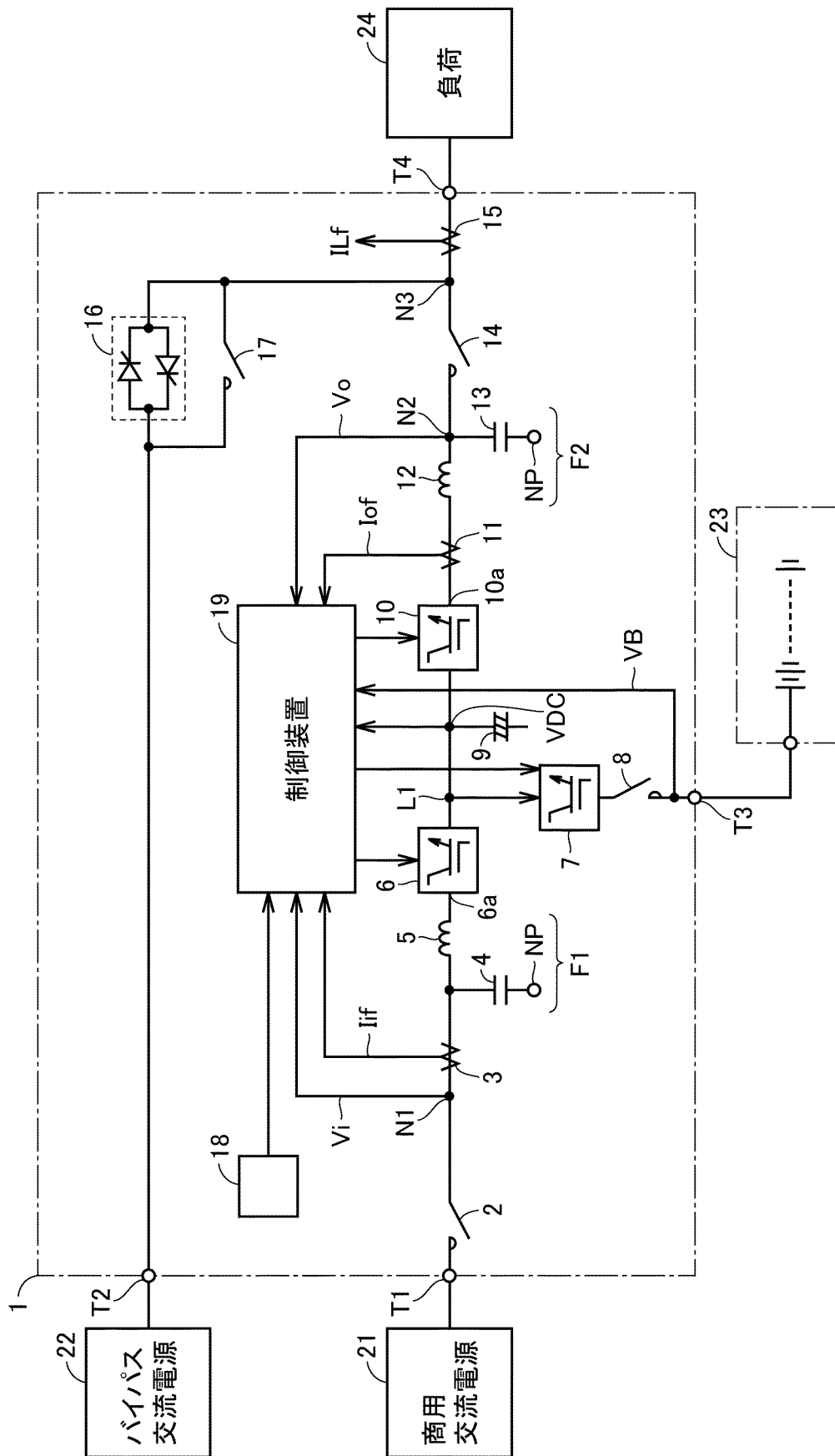
[請求項10] 前記交流フィルタはリアクトルおよび前記コンデンサを含み、
前記リアクトルの一方端子は前記第1の電力変換器の交流端子に接続され、前記リアクトルの他方端子は前記負荷に接続され、
前記コンデンサは、前記リアクトルの他方端子に接続されている、
請求項9に記載の電源装置。

[請求項11] 前記電流検出部は、
前記リアクトルに流れる電流を検出する第1の電流検出器と、
負荷電流を検出する第2の電流検出器と、
前記第1および第2の電流検出器の検出値の差に基づいて前記コンデンサに流れる電流を求める演算部とを含む、請求項10に記載の電源装置。

[請求項12] 前記直流電源は、交流電源から供給される交流電力を直流電力に変換して前記第1の電力変換器に与える第2の電力変換器を含む、請求項9に記載の電源装置。

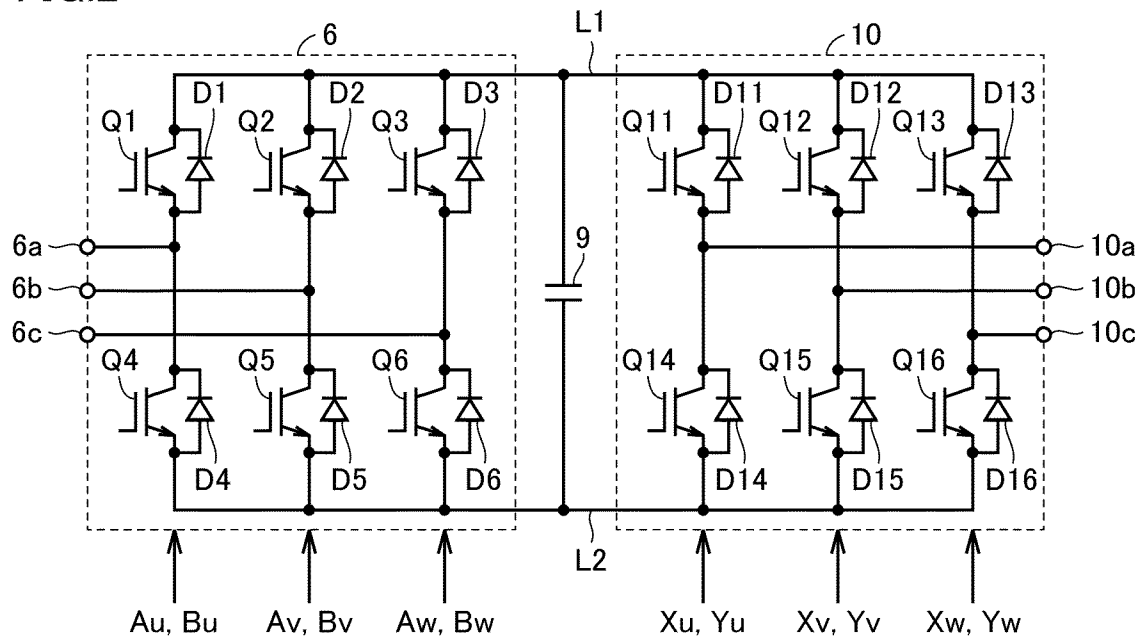
[請求項13] 前記交流電源の健全時には、前記第2の電力変換器によって生成される直流電力を電力貯蔵装置に蓄え、前記交流電源の停電時には、前記電力貯蔵装置の直流電力を前記第1の電力変換器に与える第3の電力変換器をさらに備える、請求項12に記載の電源装置。

[図1]



[図2]

FIG.2



[図3]

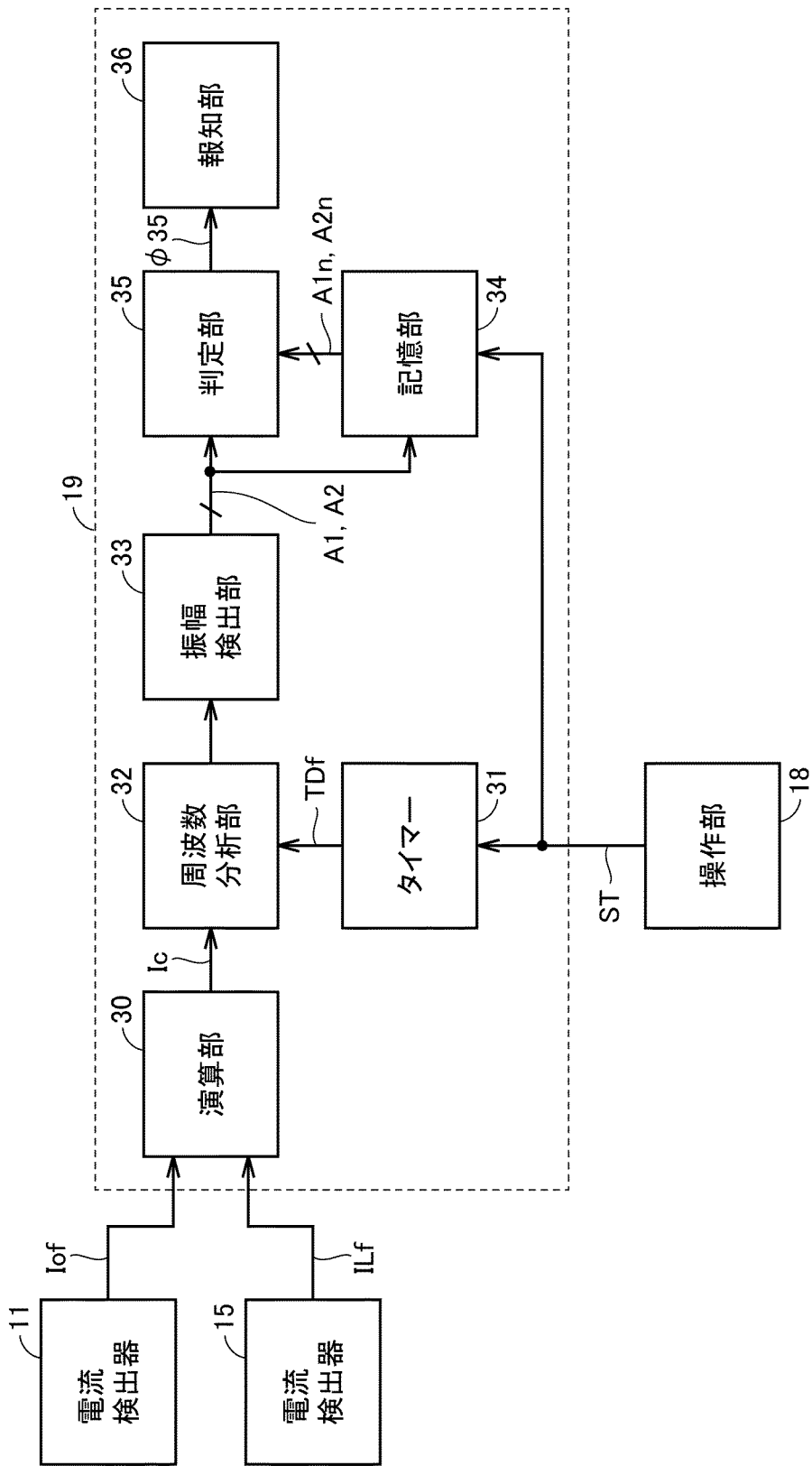
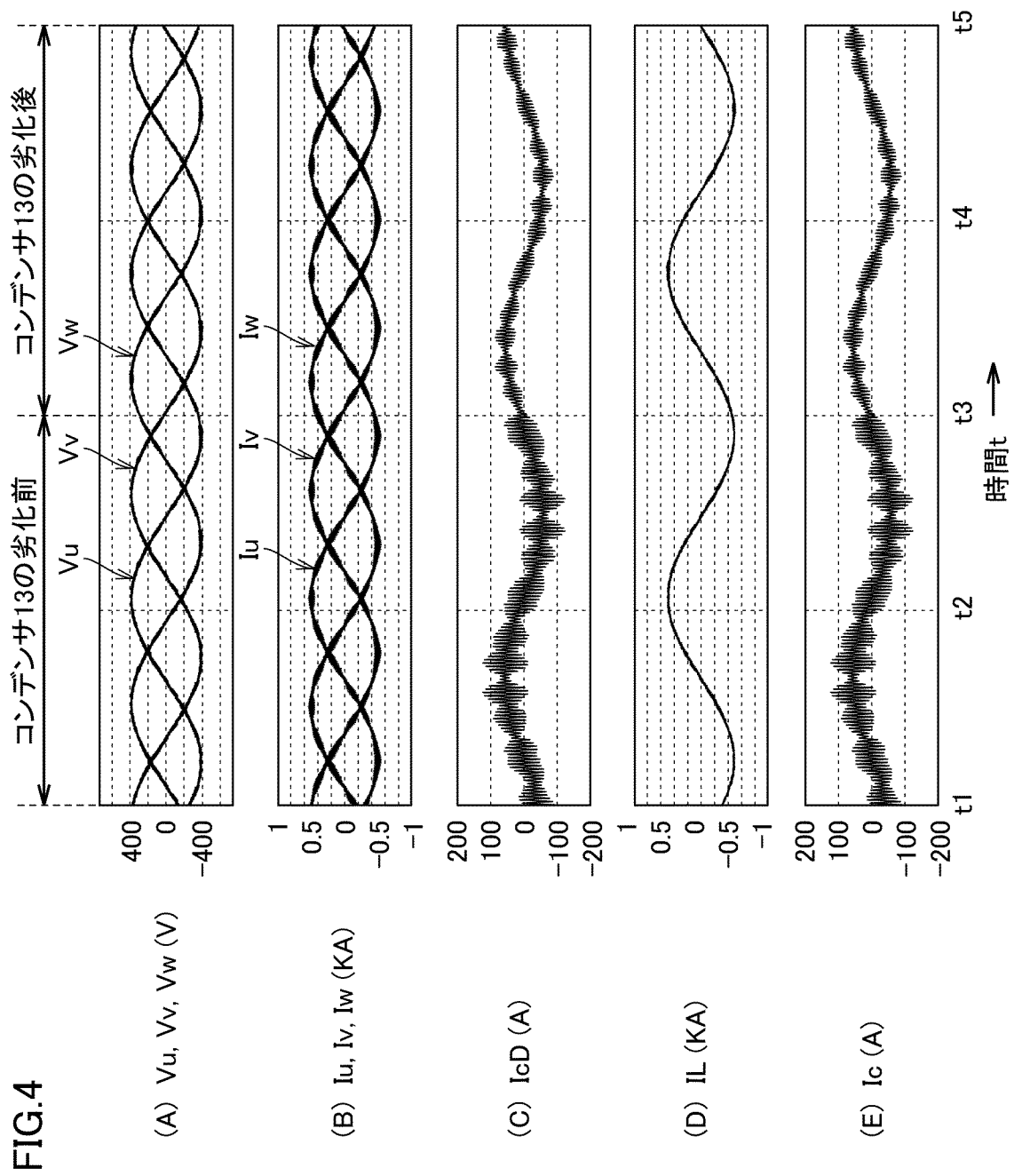
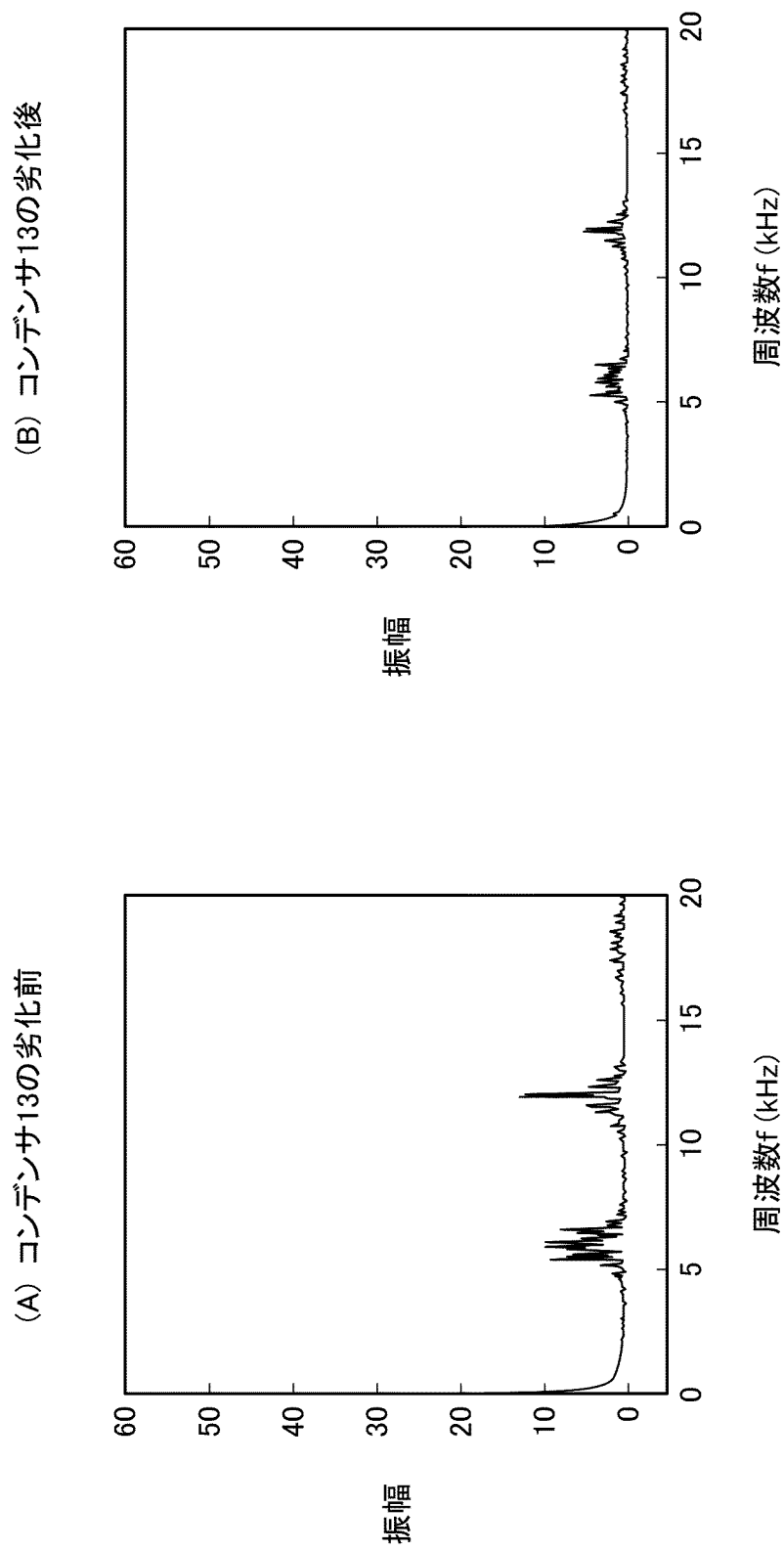


FIG.3

[図4]



[図5]



[図6]

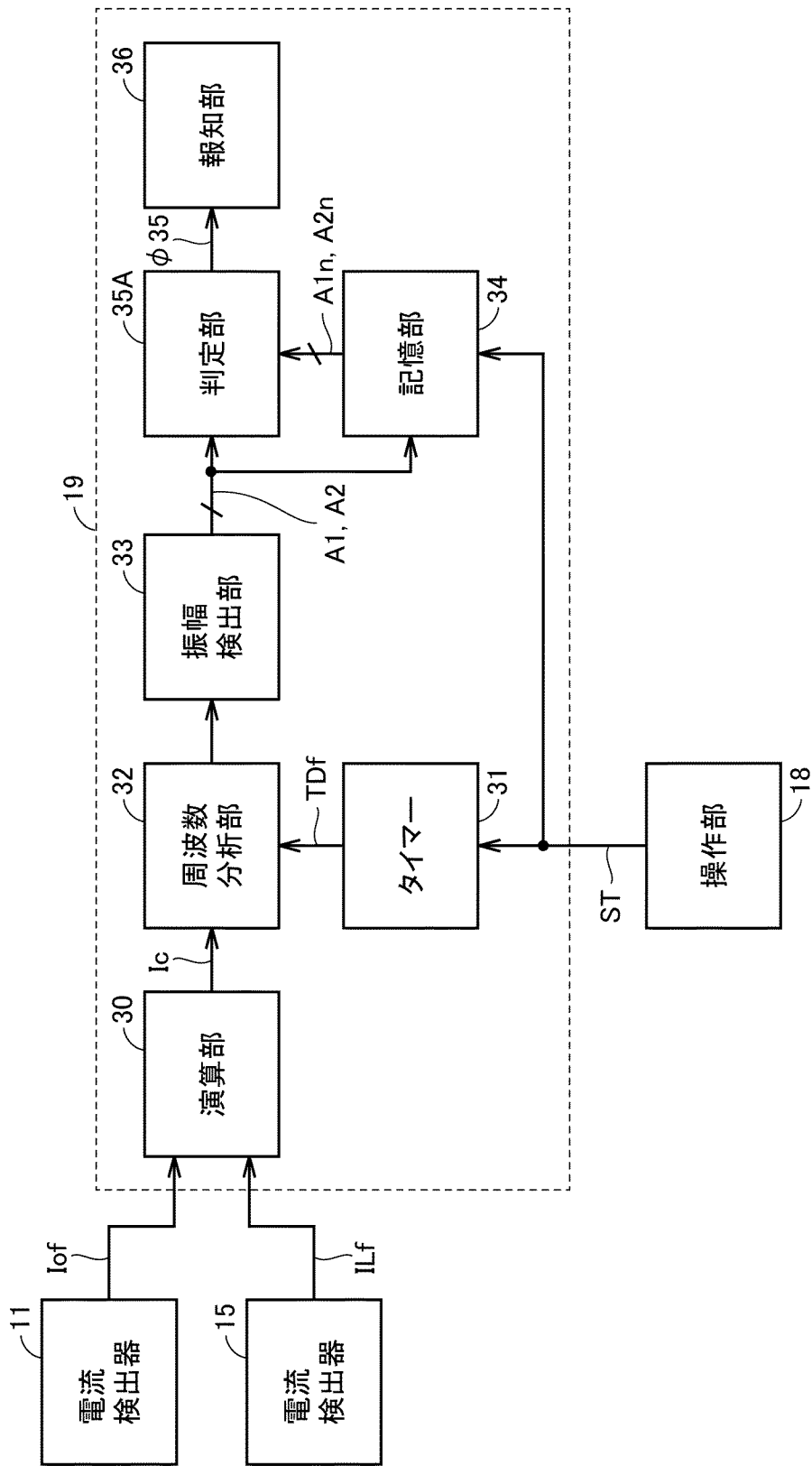


FIG.6

[図8]

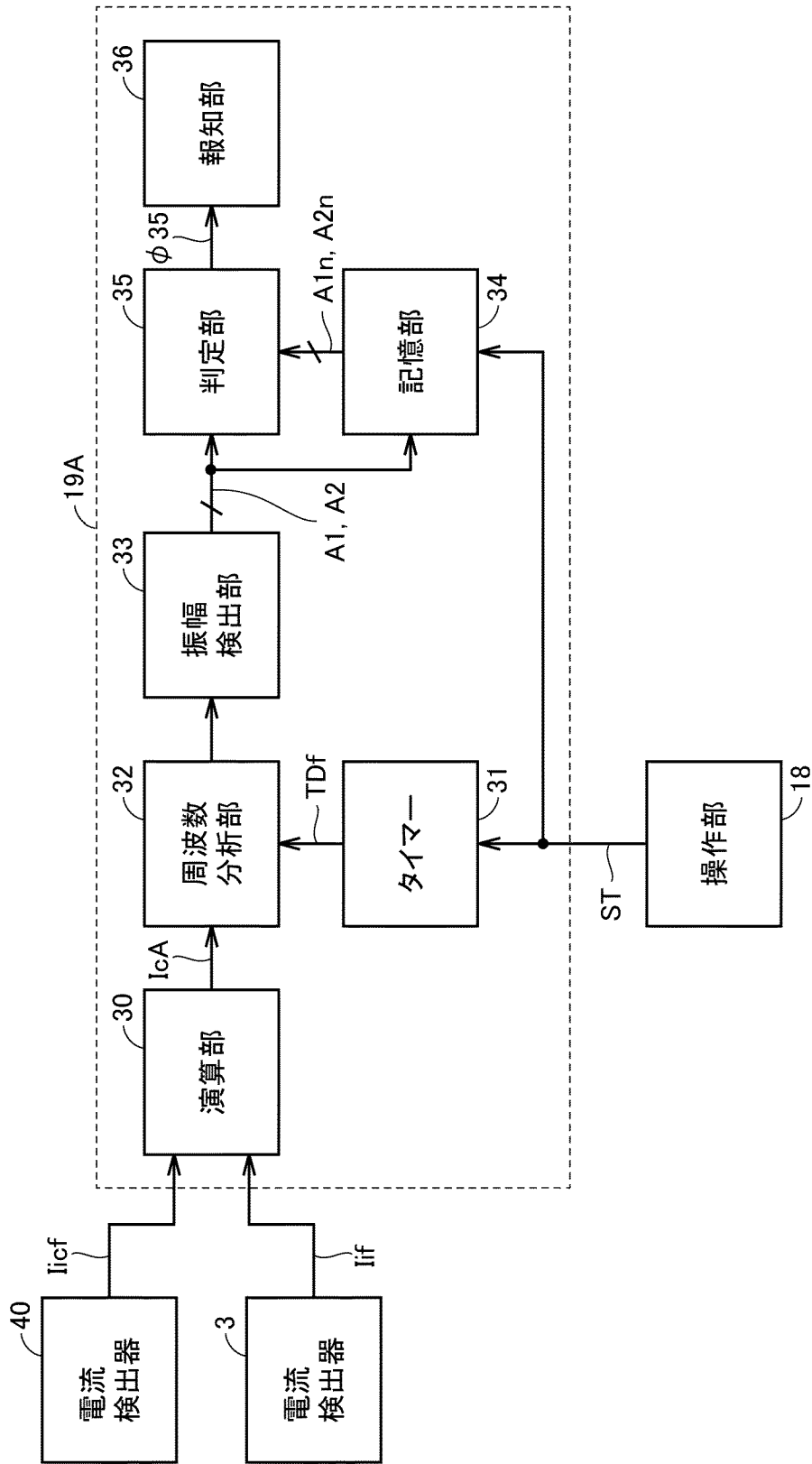


FIG.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/047722

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02M7/48 (2007.01) i

FI: H02M7/48Z, H02M7/48N

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H02M1/00-7/98

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	JP 3265410 B2 (HITACHI, LTD.) 11 March 2002 (2002-03-11), paragraphs [0014]-[0019], [0028], [0029], fig. 4	1-13
A	JP 3661155 B2 (ATECH CO., LTD.) 15 June 2005 (2005-06-15), entire text, all drawings	1-13

☐	Further documents are listed in the continuation of Box C.	☒	See patent family annex.
--------------------------	--	-------------------------------------	--------------------------

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 22 January 2021	Date of mailing of the international search report 02 February 2021
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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/047722

JP 3265410 B2	11 March 2002	(Family: none)
JP 3661155 B2	15 June 2005	US 2006/0009932 A1 entire text, all drawings

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 7/48(2007.01)i FI: H02M7/48 Z; H02M7/48 N														
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）） H02M1/00-7/98														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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	JP 3265410 B2（株式会社日立製作所）11.03.2002（2002 - 03 - 11） 段落[0014]-[0019], [0028]-[0029], 第4図	1-13												
A	JP 3661155 B2（エイテック株式会社）15.06.2005（2005 - 06 - 15） 全文, 全図	1-13												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 22.01.2021	国際調査報告の発送日 02.02.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 土井 悠生 5G 1595 電話番号 03-3581-1101 内線 3526													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/047722

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	3265410	B2	11.03.2002	(ファミリーなし)	
JP	3661155	B2	15.06.2005	US 2006/0009932 A1	
				全文, 全図	