

(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
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/125638 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 19/00 (2006.01) *G01R 15/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052223
- (22) 国際出願日: 2016年1月27日(27.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-022254 2015年2月6日(06.02.2015) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 加藤 剛(KATO Takeshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 五来信章(GORAI Nobuaki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

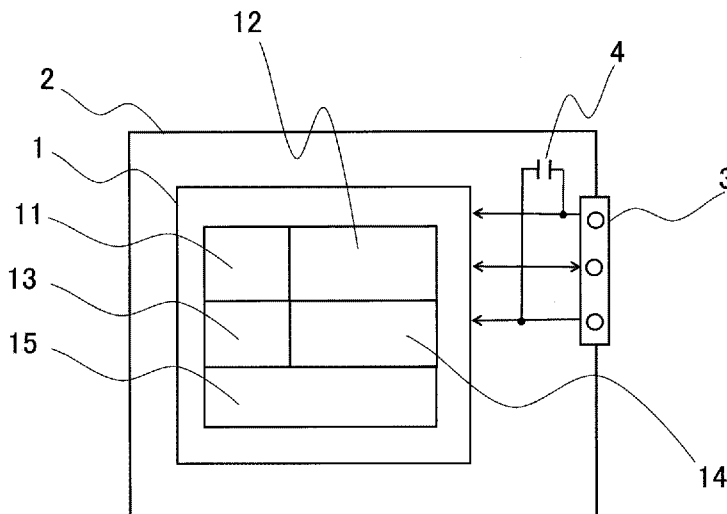
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ELECTRIC CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称: 電流センサ

【図3】



(57) Abstract: Provided is an electric current sensor with which it is possible to reduce errors arising between the true value of an alternating current and a current value inferred from a detection signal during detection of the alternating current by the electric current sensor. The electric current sensor is provided with a magnetic flux detection unit 11 for detecting the alternating current by detecting the magnetic flux produced by the alternating current flowing through a bus bar, and a memory 15 for storing settings data based on detection values resulting from the detection of a prescribed calibration current flowing through the bus bar by the magnetic flux detection unit 11.

(57) 要約: 電流センサで交流電流を検出する際に、検出信号から解釈される電流値と当該交流電流の真値との間で生じる誤差を低減することができる電流センサの提供。電流センサは、バスバに流れる交流電流によって生じる磁束を検出することで当該交流電流を検出する磁束検出部11と、バスバに流れる所定の校正用交流電流を磁束検出部11により検出

した検出値に基づく設定データを記憶するメモリ15と、を備える。

明 細 書

発明の名称：電流センサ

技術分野

[0001] 本発明は、電流センサに関する。

背景技術

[0002] 電流センサは、電流の大きさと検出信号とを所定の対応関係で結びつける設定データを備える。電流センサは、設定データに基づいて、検出した電流の大きさに応じた検出信号を出力する。電流センサは、環境の変化等の種々の原因で、検出した電流の大きさに応じた所定の検出信号を出力することが維持できなくなることがある。そこで、電流センサに対して校正を行い、設定データを補正する。

[0003] 当該校正は、特許文献１に記載されているように、電流センサに直流電流を検出させて行うのが一般的である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００１－１２４８０２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 電流センサは、直流電流ではなく、交流電流を検出することもある。その際、直流電流を用いた校正に基づいて補正された設定データで交流電流を検出すると、検出信号から解釈される電流値と当該交流電流の真値との間で誤差が生じるという問題がある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の好ましい態様による電流センサは、導体に流れる交流電流を検出する電流検出部と、導体に流れる所定の校正用交流電流を電流検出部により検出した検出値に基づく補正データを記憶する記憶部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、電流センサで交流電流を検出する際に、検出信号から解釈される電流値と当該交流電流の真値との間で生じる誤差を低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]電流センサがインバータに実装された様子を示した図。
[図2]電流センサがインバータに実装された様子を示した図（図1の矢視図）。
- [図3]電流センサ回路とその周辺構成を示した図。
[図4]周波数表皮効果を説明するための図。
[図5]周波数表皮効果による検出磁束を示した図。
[図6]第1実施形態による校正について示した図。
[図7]校正のフロー図。
[図8]交流電流による校正領域を示した図。
[図9]直流電流による校正領域を示した図。
[図10]多相交流電流通電時に磁束が干渉する様子を示した図。
[図11]多相交流電流通電時の電流センサの出力電圧を示した図。
[図12]第2実施形態による校正について示した図。
[図13]電力変換装置（インバータ装置）の構成を示す図。
[図14]第3実施形態による校正について示した図。
[図15]第4実施形態による校正について示した図。

発明を実施するための形態

[0009] 一第1実施形態一

図1及び図2は、本実施形態の電流センサ8がインバータ装置に実装された例を示している。図2は、矢印YA1から図1を見たときの矢視図である。

[0010] バスバ7は銅などの導体で形成されている。バスバ7は、インバータ主回路の一部であり、パワーモジュールなどから出力される電流が流れる。バス

バスバ7に電流が流れると、バスバ7を中心軸として磁束が生じる。

電流センサ8は、バスバ7に流れる電流によって生じる磁束を検出して、検出信号をインバータ回路基板9に出力する。

インバータ回路基板9は、インバータの制御基板であり、電流センサ8から受信した検出信号を用いてフィードバック制御を行う。

[0011] ここで、電流センサ8の構成について説明する。電流センサ8は、電流センサ回路1と、電流センサ基板2と、通信端子3と、周辺電子部品4と、磁気シールド5と、構造モールド6と、を備えている。

[0012] 通信端子3は、電流センサ回路1とインバータ回路基板9を電氣的に接続する端子である。通信端子3は、電流センサ回路1の信号をインバータ回路基板9へ伝達する。また、通信端子3は、インバータ回路基板9側からの信号を電流センサ回路1へ伝達する。インバータ回路基板9側からの信号を電流センサ回路1へ伝達することの詳細については、後述する。なお、通信端子3は、電流センサ回路1が動作するための電力も伝達する。

[0013] 電流センサ回路1は、バスバ7に流れる電流によって生じる磁束を検出して、通信端子3を介して検出信号をインバータ回路基板9に出力する。電流センサ回路1の詳細については、後述する。

[0014] 周辺電子部品4は、電流センサ基板2に搭載される周辺RCチップ部品である。

電流センサ基板2は、電流センサ回路1、通信端子3、および、周辺電子部品4を搭載する基板である。電流センサ基板2は、電流センサ回路1がバスバ7に対して所定の距離だけ離れて位置するように、構造モールド6でバスバ7に固定されている。

[0015] 磁気シールド5は、磁気ノイズの影響を低減するために設けられている。図2に示すように、磁気シールド5はバスバ7と電流センサ基板2を取り囲むため、四角U字型の形状をしている。

[0016] 構造モールド6は、電流センサ基板2と磁気シールド5とバスバ7の一部を構造的に保持する構造モールドである。

[0017] 図3は、電流センサ回路1とその周辺構成を示した図である。

電流センサ回路1は、磁束検出部11と、信号調整部12と、制御部13と、通信部14と、メモリ15と、を備えている。

[0018] 制御部13は、電流センサ回路1の他の各構成の動作を制御する。

メモリ15は、データの書き換えが可能なメモリであり、例えば、EEPROMなどで構成される。メモリ15は、オフセットデータおよび出力ゲインデータを有する設定データを記憶する。メモリ15に記憶された設定データは、制御部13により、信号調整部12に適宜出力される。また、後述する設定データの校正時には、制御部13により、メモリ15に記憶された設定データが補正される。

[0019] 磁束検出部11は、バスバ7に流れる電流を検出する。具体的には、磁束検出部11はホール素子を有し、バスバ7に流れる電流によって生じる磁束をホール素子により検出することで、バスバ7に流れる電流を検出する。そして、検出した電流の大きさに応じた電圧信号を信号調整部12に出力する。

[0020] 信号調整部12は、磁束検出部11による電流の検出結果とメモリ15に記憶された設定データとに基づく検出信号を生成する。具体的には、信号調整部12は、メモリ15に記憶されて制御部13から出力された設定データに基づいて、磁束検出部11から受信した電圧信号をオフセット調整およびゲイン調整することで、検出信号を生成する。信号調整部12は、電力供給が途絶えるたびに、保持している設定データを消失するように設計されている。そのため、信号調整部12は、電流センサ回路1の起動のたびに、制御部13から設定データを受信する。

[0021] 通信部14は、信号調整部12から得られた検出信号を、通信端子3を介してインバータ回路基板9（図1参照）に出力する。また、通信部14は、メモリ15に記憶された設定データの校正時には、外部から通信端子3を介して、設定データを補正するための補正データを受信する。すなわち、通信端子3は、通信部14が検出信号を出力し、かつ補正データを受信するため

に使用される。

[0022] 図4は、バスバ7に電流を流した場合のバスバ7内で生じる磁束密度Bの分布を示している。図4(a)は直流電流を流した場合で、図4(b)は交流電流を流した場合である。直流電流を流した場合、バスバ7内の電流密度が一様に分布するため、図4(a)に示すように、磁束密度Bも一様に分布する。一方、交流電流を流した場合は、表皮効果により、電流がバスバ7の角部に集中するため、図4(b)に示すように、磁束密度Bもバスバ7の角部に集中する。

[0023] 図5は、図4に示した条件で電流を流した結果を示したものであり、図4に示すバスバ7の中心位置CENからのバスバ7の厚み方向に沿った距離に対する磁束密度を示したものである(図4参照)。図5に実線で示すグラフが、図4(a)に示す直流電流によるものである。図5に破線で示すグラフが、図4(b)に示す交流電流(周波数: 10000Hz)によるものである。図5に示すように、交流と直流とでは、中心位置CENに近いほど磁束密度に差が生じていることが理解される。具体的には、電流センサ回路1と中心位置CENとの距離がたとえば5mmである場合には、直流電流を検出した場合と比べて、3mT程度の磁束密度に相当する差が交流電流の検出値において生じることになる。このような差が生じてしまうため、直流電流で校正して交流電流を検出するようなことは望ましくない。すなわち、交流電流を検出する場合は、その校正も交流電流を流して行う必要がある。

[0024] 図6は、本実施形態における校正について示したものである。校正装置20は、校正される対象である電流センサ8(製品センサ)を少なくとも除いた構成を有している。すなわち、校正装置20は、電流センサ校正部25と、交流電流発生部24と、バスバ22と、基準電流センサ29と、を備えている。電流センサ校正部25は、電流センサ出力比較部26と、電流センサ通信部27と、スイッチ21と、を備えている。

[0025] 基準電流センサ29は、バスバ22に流れる電流を高精度に検出できる基準電流センサである。

バスバ２２は、銅などの導体で形成されている。バスバ２２は、両端が交流電流発生部２４に接続されている。基準電流センサ２９および電流センサ８は、バスバ２２を流れる交流電流（後述する校正用交流電流）を検出し、検出信号を電流センサ出力比較部２６に出力する。

交流電流発生部２４は、単相交流電流発生源であり、不図示の電圧調整部と不図示のトランス部とで主に構成されている。交流電流発生部２４は、電流センサ出力比較部２６と通信しており、電流センサ出力比較部２６から指令を受けて、バスバ２２に対して交流電流を出力する。この交流電流を校正用交流電流と呼ぶことにする。

[0026] 電流センサ出力比較部２６は、後述する出力ゲイン調整の時に交流電流発生部２４に校正用交流電流を出力するよう指令を出す。電流センサ出力比較部２６は、基準電流センサ２９の出力と電流センサ８の出力を比較し、これらの出力電圧の差を電流センサ通信部２７に出力する。

電流センサ通信部２７は、上記の出力電圧の差に基づいて、電流センサ８のメモリ１５に記憶されている設定データを補正するための補正データを生成し、電流センサ８に出力する。電流センサ８は、補正データを用いて、メモリ１５が有する設定データを補正する。

スイッチ２１は、電流センサ８の接続先を電流センサ出力比較部２６と電流センサ通信部２７との間で切り替える。

[0027] 図７は、本実施形態の校正についてのフローチャートである。当該フローチャートは、ステップＳ０２～Ｓ０５からなるオフセット電圧調整工程と、ステップＳ０６～Ｓ０９からなる出力ゲイン調整工程とを有する。なお、図７にある「製品センサ」とは、電流センサ８を指し、「基準センサ」とは基準電流センサ２９を指す。以下、図７を用いて、本実施形態の校正の手順について説明する。

[0028] 校正フローが開始されると（ステップＳ０１）、ステップＳ０２に入る。

ステップＳ０２では、バスバ２２には電流が流れない。その状態で、電流センサ出力比較部２６は、電流センサ８および基準電流センサ２９のそれぞれ

れのオフセット電圧を計測する。ステップS 0 2の後、ステップS 0 3に入る。

ステップS 0 3において、電流センサ出力比較部2 6は、電流センサ8のオフセット電圧から基準電流センサ2 9のオフセット電圧を差し引くことで、オフセット電圧誤差を算出する。電流センサ出力比較部2 6は、オフセット電圧誤差を有するオフセット補正データを電流センサ通信部2 7に送信する。ステップS 0 3の後、ステップS 0 4に入る。

ステップS 0 4において、電流センサ通信部2 7は、上記のオフセット補正データを電流センサ8に出力する。電流センサ8において、制御部1 3は、上記のオフセット補正データを用いて、メモリ1 5が有する設定データのオフセットデータを補正する。具体的には、設定データのオフセットデータにオフセット電圧誤差を加算する。ステップS 0 4の後、ステップS 0 5に入る。

ステップS 0 5において、電流センサ出力比較部2 6は、ステップS 0 2と同様に、バスバ2 2に通電しない状態で、電流センサ8および基準電流センサ2 9のそれぞれのオフセット電圧を計測する。そして、電流センサ出力比較部2 6は、電流センサ8のオフセット電圧の電圧値が目標とする出力範囲に入っているか確認する。すなわち、電流センサ出力比較部2 6は、電流センサ8のオフセット電圧から基準電流センサ2 9のオフセット電圧を差し引いた時の差が所定値以下であるかを判定する。肯定判定されれば、ステップS 0 6に入る。否定判定されればステップS 0 2に入り、以下同様の流れをたどる。なお、ステップS 0 5で、所定の回数、例えば、5回否定判定されたら、電流センサ8は製品不良とされる。

[0029] ステップS 0 6において、交流電流発生部2 4は、電流センサ出力比較部2 6の指令を受けて、バスバ2 2に校正用交流電流を流す。校正用交流電流の周波数は、電流センサ8が実際に用いられるときの周波数、すなわち、測定対象とされる交流電流の周波数である。また、後述する理由（図9参照）により、校正用交流電流の振幅は、電流センサ8が実際に用いられるときに

バスバ22に流される最大電流の振幅に設定されている。電流センサ出力比較部26は、電流センサ8および基準電流センサ29のそれぞれが出力する出力電圧波形を計測する。ステップS06の後、ステップS07に入る。

ステップS07において、電流センサ出力比較部26は、電流センサ8の電圧波形と基準電流センサ29の電圧波形から、出力ゲイン誤差を算出する。電流センサ出力比較部26は、出力ゲイン誤差を有する出力ゲイン補正データを電流センサ通信部27に送信する。ステップS07の後、ステップS08に入る。

ステップS08において、電流センサ通信部27は、上記の出力ゲイン補正データを電流センサ8に出力する。電流センサ8において、制御部13は、上記の出力ゲイン補正データを用いて、メモリ15が有する設定データの出力ゲインデータを補正する。具体的には、設定データの出力ゲインデータに出力ゲイン誤差を加算する。ステップS08の後、ステップS09に入る。

ステップS09において、電流センサ出力比較部26は、ステップS06と同様に、バスバ22に校正用交流電流を流した状態で、電流センサ8および基準電流センサ29のそれぞれの出力電圧波形を計測する。そして、電流センサ出力比較部26は、電流センサ8の出力ゲインによって増幅された電圧が目標とする出力範囲に入っているか確認する。すなわち、電流センサ出力比較部26は、電流センサ8の出力電圧波形の振幅と基準電流センサ29の出力電圧波形の振幅との差が所定値以下であるかを判定する。肯定判定されれば、ステップS10に入りフローを終了する。否定判定されればステップS06に入り、以下同様の流れをたどる。なお、ステップS09で、所定の回数、例えば、5回否定判定されたら、電流センサ8は製品不良とされる。

[0030] 以上、図7に示すフローチャートに基づいて電流センサ8を校正することで、所定の校正用交流電流を磁束検出部11により検出した検出値に基づく補正後の設定データがメモリ15に記憶される。この補正後の設定データを

用いて、磁束検出部 11 による交流電流の検出結果を信号調整部 12 により調整することで、電流センサ 8 が交流電流を検出する時に、検出誤差が生じないようにすることができる。

[0031] 図 8 は、直流電流で校正した場合の電流センサ 8 の入力電流と出力電圧の関係の一例を示したものである。直流電流で校正する場合、電流が安定して計測が完了するまでは、その電流を流している必要がある。よって、バスバが発熱することによる製品ダメージの関係で、最大電流値（図 8 では、700 A）まで校正することができないことがある。その結果、破線 L1 のように校正すべきであるところを、実際は、実線 L2 のように校正されてしまう可能性がある。

また、直流電流の場合、0 A（第 1 調整点）と上記の校正できるプラス側の電流値（第 2 調整点）の 2 点で校正することが多く、マイナス側については、校正されないことが多い。その結果、破線 L3 のように校正すべきであるところを、実際は、実線 L4 のように校正されてしまう可能性がある。

以上より、直流電流で校正した場合には、校正されていない電流領域があり、上述した表皮効果（図 4，図 5 参照）以外のことが原因で、出力電圧に誤差が生じる可能性がある。

[0032] 図 9 は、本実施形態における校正をした場合の電流センサ 8 の入力電流と出力電圧の関係の一例を示したものである。図 9 では、実際に使用する可能性のある最大振幅 700 A を有する交流電流で校正している。無論、当該交流電流の周波数は、実際に使用する周波数に設定されている。その結果、実際に使用する電流領域である $-700\text{ A} \sim +700\text{ A}$ において校正することができる。すなわち、実際に使用する電流領域のすべてにおいて、電流センサ 8 の出力する電圧を誤差がないものとすることができる。

[0033] 本実施形態の電流センサは、以下の構成を有し、以下の作用効果を奏する。

（1）電流センサ 8 は、導体であるバスバ 7、22 に流れる交流電流によって生じる磁束を検出することで当該交流電流を検出する磁束検出部 11 と、

バスバ22に流れる所定の校正用交流電流を磁束検出部11により検出した検出値に基づく設定データを記憶するメモリ15と、を備える。

これによって、電流センサ8が交流電流を検出する時に、検出誤差が生じないようにすることができる。

[0034] (2) 校正用交流電流の周波数は、測定対象とされる交流電流の周波数に基づいて決定される。

これによって、電流センサ8が測定対象とされる交流電流を検出する時に誤差が生じないようにすることができる。

[0035] (3) 磁束検出部11による交流電流の検出結果とメモリ15に記憶された設定データとに基づく検出信号を出力する信号調整部12および通信部14をさらに備える。

これによって、電流センサ8が交流電流を検出して検出信号を外部に出力する時に、高精度な検出信号を出力することができる。

[0036] (4) 検出信号を出力し、かつ、設定データに関する補正データを受信するための通信端子3をさらに備える。

これによって、通信端子をいたずらに増やす必要がなくなり、省スペース化に貢献できる。

[0037] (5) 磁束検出部11とメモリ15とが設けられた電流センサ基板2をさらに備え、通信端子3は、電流センサ基板2に設けられている。

これによって、磁束検出部11とメモリ15と通信端子3とを電流センサ基板2の上にまとめることができる。

[0038] 一第2実施形態一

図10(a)は、電流検出ユニット30を示している。電流検出ユニット30は、バスバ7に電流センサ8が設けられたもので、バスバ7を流れる電流を電流センサ8が検出するものである。電流検出ユニット30は、図10(b)に示すように、電流検出モジュール31を構成する。電流検出モジュール31は、用いる交流電流の相数に応じた数の電流検出ユニット30を有する。図10(b)には、3相交流電流用の電流検出モジュール31が示さ

れている。図10(b)に示す電流検出モジュール31は、3相交流電流を流すためのものなので、3つの電流検出ユニット30を有する。以降の説明のため、図10(b)に示す3つの電流検出ユニット30のそれぞれを30U、30V、30Wと、符号を付し直す。また、電流検出ユニット30U、30V、30Wが有するバスバを、それぞれバスバ7U、7V、7Wと符号を付し直す。電流検出ユニット30U、30V、30Wが有する電流センサを電流センサ8U、8V、8Wと符号を付し直す。

[0039] 図10(b)は、電流検出モジュール31に3相交流電流が流れる様子を示している。電流検出ユニット30U、30V、30Wのバスバ7U、7V、7Wには、それぞれ、U相、V相、W相の交流電流が流れる。すなわち、それぞれの電流検出ユニット30に流れる交流電流の相は、互いに異なっている。

このように、複数の相が流れる電流検出モジュール31においては、ある電流検出ユニット30の電流センサがその電流検出ユニット30以外の電流検出ユニット30に流れる電流によって生じた磁束までも検出するという問題が起こる。具体的に説明する。図10(b)に示されている電流の向きは、U相とW相が図示下向き、V相が図示上向きとなっており、隣り合う電流検出ユニット30のバスバ7に流れる電流の向きが互いに逆になっている。これによって、磁束同士が干渉し、本来検出すべき磁束の値よりも小さい値を検出することになる。

[0040] 図11に示す実線801a、801b、801cは、図10(b)に示す電流検出モジュール31が出力する電圧波形である。電流検出モジュール31の電流検出ユニット30U、30V、30Wは、本来ならば、それぞれ破線802a、802b、802cで示される電圧波形を出力するはずであったが、互いに干渉したことにより、実線801a、801b、801cを出力するようになっている。そのため、1つの電流検出ユニット30に対して単相交流電流で校正したものを3つ用いて電流検出モジュール31を構成して、3相交流電流を検出すると、実線と破線の差だけ誤差となってしまう。

そこで、本実施形態では、この電流センサ 8 を 3 つ用いて 3 相交流電流で校正する。

[0041] 図 1 2 は、本実施形態の校正について示した図である。図 1 2 を用いて本実施形態の校正について説明する。なお、第 1 実施形態と同様の構成については説明を省略する。

本実施形態では 3 相交流電流を用いて校正する。この点が、第 1 実施形態の校正（図 6）との主な相違点である。

校正装置 1 2 0 は、校正される対象である電流センサ 8 U、8 V、8 W（製品センサ）を少なくとも除いた構成を有している。すなわち、校正装置 1 2 0 は、電流センサ校正部 1 2 5 と、交流電流発生部 1 2 4 と、バスバ 1 2 2 と、基準電流センサ 1 2 9 U、1 2 9 V、1 2 9 W と、を備えている。なお、図示していないが、電流センサ校正部 1 2 5 は、3 相交流電流検出に合わせた電流センサ出力比較部と、電流センサ通信部と、スイッチと、を備えている。

バスバ 1 2 2 は、バスバ 1 2 2 U、1 2 2 V、1 2 2 W を有している。バスバ 1 2 2 U、1 2 2 V、1 2 2 W の一端は点 1 2 2 P で互いに接続され、他端はそれぞれ交流電流発生部 1 2 4 に接続されている。バスバ 1 2 2 U、1 2 2 V、1 2 2 W には、それぞれ、基準電流センサ 1 2 9 U、1 2 9 V、1 2 9 W と、校正される対象である電流センサ 8 U、8 V、8 W が設けられている。

交流電流発生部 1 2 4 は、電流センサ校正部 1 2 5 の指令に応じて 3 相交流電流を出力する。そのため、点 1 2 2 P では、各相の電流の和がゼロになる。すなわち、 $I_U + I_V + I_W = 0 \text{ A}$ が成り立つ。

本実施形態の校正のフローチャートは、3 相か単相かの違いはあるが、それ以外は第 1 実施形態の校正フローチャート（図 7）と同様であるので説明を省略する。

[0042] このように、3 相交流電流で校正すると、他の相の交流電流による干渉によって生じる誤差を補正することができ、電流センサ 8 の出力に誤差が含ま

れなくなる。なお、本実施形態においても、第1実施形態と同様に、表皮効果による誤差（図5参照）も生じないようにすることができる。また、使用する電流範囲の全てにおいて校正することもできる（図9参照）。

[0043] 本実施形態の電流センサは、以下の構成を有し、第1実施形態の作用効果に加え、以下の作用効果を奏する。

磁束検出部11は、3つのバスバに流れる3相交流電流によって生じる磁束を検出することで当該3つのバスバに流れる3相交流電流をそれぞれ検出する。校正用交流電流も、測定対象に合わせて3相交流電流であり、各相の電流が3つのバスバのそれぞれを流れる。

これによって、他の相の交流電流による干渉によって生じる誤差を補正することができ、電流センサ8の出力に当該誤差が含まれなくなる。

[0044] 一第3実施形態—

図13は、電流センサ8を備える電力変換装置50（インバータ装置50）を示している。電流センサ8は、図10（b）に示されているような3相交流電流検出用の電流検出モジュール31に設けられている。その電流検出モジュール31が電力変換装置50に設けられることで、電流センサ8は電力変換装置50に設けられる。

[0045] 電力変換装置50は、電流検出モジュール31と、インバータ回路51と、平滑用キャパシタ52と、インバータ回路基板59と、端子P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7と、を備えている。

[0046] 電流検出モジュール31のバスバ7U、7V、7Wの図示右側の一端は、それぞれ、端子P5、P6、P7に接続されている。端子P5、P6、P7には、通常、3相モータなどの負荷が接続される。また、電流検出モジュール31のバスバ7U、7V、7Wの図示左側の他端は、それぞれ、インバータ回路51の出力端子51U、51V、51Wに接続されている。

[0047] インバータ回路51は、平滑用キャパシタ52と端子P1とを介して、不図示の高電圧電力源と接続され、端子P5、P6、P7を介して外部に出力するための電力を高電圧電力源から供給されている。インバータ回路51は

、ハイサイド側のU相スイッチUH、V相スイッチVH、W相スイッチWH、ローサイド側のU相スイッチUL、V相スイッチVL、W相スイッチWLを有している。これらのスイッチは、制御回路53によって制御される。

[0048] インバータ回路基板59は、制御回路53と、スイッチ54と、を備えている。制御回路53は、端子P3を介して不図示の低電圧電力源から低電圧電力を供給されている。制御回路53は、端子P2を介して不図示の制御装置から制御通信信号を受けて、動作する。制御回路53は、インバータ回路51が有するスイッチUH、VH、WH、UL、VL、WLを制御するだけでなく、スイッチ54も制御する。スイッチ54は、後述する校正時にはオフとなるように制御され、それ以外の時（通常時）はオンとなるように制御される。制御回路53は、通常時には、電流センサ8U、8V、8Wからの検出信号を受信する。なお、スイッチ54を校正時にオフにするのは、通信端子3の信号を制御回路53に入力しないようにして、校正装置によって正常に電流センサ8の設定データの補正（書き換え）ができるようにするためである。

[0049] 図14は、本実施形態における校正を示したものである。本実施形態では、電力変換装置50に校正装置220を取り付けることで電流センサ8U、8V、8Wの校正を行う。校正装置220は、電流センサ校正部225と、交流電流発生部224と、バスバ222U、222V、222Wと、基準電流センサ229U、229V、229Wと、を備えている。なお、図示していないが、電流センサ校正部225は、3相交流電流検出に合わせた電流センサ出力比較部と、電流センサ通信部と、スイッチと、を備えている。

校正装置220のバスバ222U、222V、222Wは、それぞれ、電力変換装置50の端子P5、P6、P7に接続される。交流電流発生部224から発生された3相の校正用交流電流は、バスバ222U、222V、222Wを介して、端子P5、P6、P7から電力変換装置50にそれぞれ入力される。これにより、バスバ7U、7V、7Wに3相の校正用交流電流が流れる。このとき電力変換装置50の電流センサ8U、8V、8Wから出力

される検出信号は、電流センサ校正部 225 に入力される。基準電流センサ 229 U, 229 V, 229 W の出力信号も、電流センサ校正部 225 に入力される。電流センサ校正部 225 は、U 相、V 相、W 相のそれぞれについて、電流センサ 8 U, 8 V, 8 W の検出信号と、基準電流センサ 229 U, 229 V, 229 W の出力信号との差をそれぞれ算出する。そして、これらの差に基づいて、各相の設定データを補正するための補正データを生成し、電流センサ 8 U, 8 V, 8 W にそれぞれ出力する。スイッチ 54 は、電流センサ 8 の電流センサ回路 1 のメモリ 15 に記憶されている設定データを補正する時、すなわち、校正時にはオフとなるように制御される。スイッチ 54 をオフにして制御回路 53 と切り離してから、校正装置 220 により上記の設定データが補正される。

なお、本実施形態の校正時は、高電圧電力源からの電力供給を停止する。また、インバータ回路 51 において、ハイサイド側の U 相スイッチ UH, V 相スイッチ VH, W 相スイッチ WH は、いずれもオフにする。一方、ローサイド側の U 相スイッチ UL, V 相スイッチ VL, W 相スイッチ WL は、いずれもオンにする。このようなスイッチ状態にすることで、インバータ回路 51 において図 12 に示す点 122 P に相当する点を形成することになり、3 相のバスバ 7 U, 7 V, 7 W に流れる電流が 1 点で合流するようになる。本実施形態の校正における接続は以上である。なお、本実施形態の校正のフローチャートは、第 2 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0050] 本実施形態の電流センサは、以下の構成を有し、以下の作用効果を奏する。

電流センサ 8 は、複数のスイッチング素子 UH, UL, VH, VL, WH, WL を含むインバータ回路 51 と、インバータ回路 51 と電氣的に接続されるインバータ直流端子 P1 と、インバータ回路 51 と電氣的に接続されるインバータ交流端子 P5, P6, P7 と、を有する電力変換装置 50 に搭載される。

複数のバスバ 7 U, 7 V, 7 W は、インバータ回路 51 とインバータ交流

端子 P 5, P 6, P 7 とに接続される。

インバータ回路 5 1 の各スイッチング素子 U H, U L, V H, V L, W H, W L を所定のスイッチ状態、すなわち、ハイサイド側の U 相スイッチ U H, V 相スイッチ V H, W 相スイッチ W H は、いずれもオフにする。一方、ローサイド側の U 相スイッチ U L, V 相スイッチ V L, W 相スイッチ W L は、いずれもオンにする。

インバータ交流端子 P 5, P 6, P 7 を電力変換装置 5 0 の外部に設けた校正用電流源である交流電流発生部 2 2 4 と接続することで校正用交流電流が複数のバスバ 7 U, 7 V, 7 W を流れる。

これによって、電流センサ 8 を電力変換装置 5 0 から取り外すことなく、電流センサ 8 の校正を行うことができる。また、第 2 実施形態と異なり、電流センサ 8 が実際に搭載される電力変換装置 5 0 の中で電流センサ 8 を校正するので、より実際の使用環境に近い条件（例えば、磁束密度分布などの条件）で校正することができる。

[0051] 一第 4 実施形態一

図 1 5 は、本実施形態の校正について示した図である。本実施形態でも、電流センサ 8 は、図 1 3 に示した電力変換装置 5 0 に搭載され、その状態で電流センサ 8 を校正する。校正装置 3 2 0 が交流電流発生部を備えていないこと、校正装置 3 2 0 がモータ M にも接続されていること、電力変換装置 5 0 が出力する交流電流で校正することが、第 3 実施形態との主な相違点である。なお、第 3 実施形態と同様の構成については、説明を省略する。

[0052] 本実施形態では、電力変換装置 5 0 が負荷であるモータ M に交流電力を出力している時に電流センサ 8 を校正する。本実施形態の校正装置 3 2 0 は、電力変換装置 5 0 とモータ M との間に設けられている。モータ M の巻線 6 1, 6 2, 6 3 の一端は校正装置 3 2 0 に接続されているが、巻線 6 1, 6 2, 6 3 の他端は互いに結線されている。校正装置 3 2 0 は、電流センサ校正部 3 2 5 と、バスバ 3 2 2 U, 3 2 2 V, 3 2 2 W と、基準電流センサ 3 2 9 U, 3 2 9 V, 3 2 9 W と、を備えている。すなわち、校正装置 3 2 0 は

、交流電流発生部を備えていない。本実施形態では、電力変換装置50の高電圧電力源からの高電圧電力を用いる。制御回路53は、インバータ回路51が3相交流電流を出力するように、スイッチUH, UL, VH, VL, WH, WLを制御する。インバータ回路51から出力された交流電流は、バスバ7U, 7V, 7Wを流れ、端子P5, P6, P7を通過後、校正装置320のバスバ322U, 322V, 322Wを流れてモータMのU相巻線61、V相巻線62、W相巻線63に至る。このとき電力変換装置50の電流センサ8U, 8V, 8Wから出力される検出信号は、電流センサ校正部325に入力される。基準電流センサ329U, 329V, 329Wの出力信号も、電流センサ校正部325に入力される。電流センサ校正部325は、U相、V相、W相のそれぞれについて、電流センサ8U, 8V, 8Wの検出信号と、基準電流センサ329U, 329V, 329Wの出力信号との差をそれぞれ算出する。そして、これらの差に基づいて、各相の設定データを補正するための補正データを生成し、電流センサ8U, 8V, 8Wにそれぞれ出力する。スイッチ54は、電流センサ8の電流センサ回路1のメモリ15に記憶されている設定データを補正する時、すなわち、校正時にはオフとなるように制御される。スイッチ54をオフにして制御回路53と切り離してから、校正装置220により上記の設定データが補正される。

[0053] 本実施形態の校正のフローチャートは、第2、3実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0054] 本実施形態の電流センサは、以下の構成を有し、以下の作用効果を奏する。

電流センサ8は、直流電力を交流電力に変換するための複数のスイッチング素子UH, UL, VH, VL, WH, WLを含むインバータ回路51と、交流電力を出力するためのインバータ出力端子P5, P6, P7とを有する電力変換装置50に搭載される。

複数のバスバ7U, 7V, 7Wは、インバータ回路51とインバータ出力端子P5, P6, P7とに接続される。

インバータ回路 51 からインバータ出力端子 P5, P6, P7 に接続されたモータ M へと交流電力が出力されることにより、校正用交流電流が複数のバスバ 7U, 7V, 7W を流れる。

このように、本実施形態では、電力変換装置 50 が実際に出力する交流電流で校正する。電流センサ 8 は、この交流電流を測定対象としているので、第 3 実施形態よりも、電流センサ 8 が出力する検出信号に誤差が含まれないようにすることができる。

[0055] 次のような変形も本発明の範囲内である。

図 1、2 に示した構造モールド 6 は、バスバ 7 に固定されているが、本発明はこれに限定されない。例えば、構造モールド 6 はインバータ回路基板 9 に固定されたり、インバータ回路基板 9 が有するモールド部材と一体的に設けたりしてもよい。

図 1、2 で示した電流センサ基板は、インバータ回路基板と別体となっていたが、インバータ回路基板と一体的に設けてもよい。

図 2 で示した磁気シールド 5 は、四角 U 字型で設けられているが、本発明はこれに限定されない。例えば、丸 U 字型でもよいし、複数の分割されたシールド形状でもよい。

電流センサ 8 のメモリ 15 が複数の周波数における設定データを記憶することができるようにしてもよい。その場合、校正において用いる交流電流の周波数は、1 つだけでなく、複数用いることができる。また、そのうちの 1 つの周波数をゼロ、すなわち、直流電流にあててもよい。

図 3 の磁束検出部 11 はホール素子以外の磁束検出素子を有するようにしてもよい。例えば、巨大磁気抵抗素子（GMR 素子）を有するようにしてもよい。

[0056] 第 2 ～ 4 実施形態では、3 相交流電流を測定対象とするときの構成について説明したが、本発明はこれに限定されない。N 相（N は 2 以上の整数）の多相交流電流を測定対象とするときに本発明は適用できる。なお、第 1 実施形態で示したように、単相交流電流を測定対象とするときにも本発明は適用

できる。

図 7 のフローチャートでは、校正装置 20 の電流センサ通信部 27 から受信した補正データに基づいて、メモリ 15 に記憶されている設定データ（オフセットデータ、出力ゲインデータ）を補正することで、電流センサ 8 を校正するようにした。しかし、設定データと補正データをメモリ 15 にそれぞれ記憶しておき、これらのデータに基づいて、校正された設定データを制御部 13 から信号調整部 12 に出力してもよい。

[0057] 本発明は、以上に示した内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

- [0058]
- 1 : 電流センサ回路
 - 2 : 電流センサ基板
 - 3 : 通信端子
 - 4 : 周辺電子部品
 - 5 : 磁気シールド
 - 6 : 構造モールド
 - 7 : バスバ
 - 8 : 電流センサ
 - 9 : インバータ回路基板
 - 11 : 磁束検出部
 - 12 : 信号調整部
 - 13 : 制御部
 - 14 : 通信部
 - 15 : メモリ
 - 20、120、220、320 : 校正装置
 - 21 : スイッチ
 - 22 : バスバ
 - 24 : 交流電流発生部

- 25 : 電流センサ校正部
- 26 : 電流センサ出力比較部
- 27 : 電流センサ通信部
- 29 : 基準電流センサ
- 30 : 電流検出ユニット
- 31 : 電流検出モジュール
- 50 : 電力変換装置（インバータ装置）
- 51 : インバータ回路
- 51U、51V、51W : 出力端子
- 52 : 平滑用キャパシタ
- 53 : 制御回路
- 54 : スイッチ
- 59 : インバータ回路基板
- 61 : U相巻線
- 62 : V相巻線
- 63 : W相巻線
- M : モータ
- P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7 : 端子

請求の範囲

- [請求項1] 導体に流れる交流電流を検出する電流検出部と、
前記導体に流れる所定の校正用交流電流を前記電流検出部により検出した検出値に基づく設定データを記憶する記憶部と、を備える電流センサ。
- [請求項2] 請求項1に記載の電流センサにおいて、
前記電流検出部による前記交流電流の検出結果と前記記憶部に記憶された前記設定データとに基づく検出信号を出力する信号出力部をさらに備える電流センサ。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の電流センサにおいて、
前記校正用交流電流の周波数は、測定対象とされる前記交流電流の周波数に基づいて決定される電流センサ。
- [請求項4] 請求項1または2に記載の電流センサにおいて、
前記電流検出部は、複数の導体に流れる前記交流電流をそれぞれ検出し、
前記校正用交流電流は、多相交流電流であり、各相電流が前記複数の導体のそれぞれを流れる電流センサ。
- [請求項5] 請求項4に記載の電流センサにおいて、
複数のスイッチング素子を含むインバータ回路と、前記インバータ回路と電気的に接続されるインバータ直流端子と、前記インバータ回路と電気的に接続されるインバータ交流端子と、を有する電力変換装置に搭載され、
前記複数の導体は、前記インバータ回路と前記インバータ交流端子とに接続され、
前記インバータ回路の各スイッチング素子を所定のスイッチ状態とし、
前記インバータ交流端子を前記電力変換装置の外部に設けた校正用電流源と接続することで前記校正用交流電流が前記複数の導体を流れ

る電流センサ。

[請求項6]

請求項4に記載の電流センサにおいて、

直流電力を交流電力に変換するための複数のスイッチング素子を含むインバータ回路と、前記交流電力を出力するためのインバータ出力端子とを有する電力変換装置に搭載され、

前記複数の導体は、前記インバータ回路と前記インバータ出力端子とに接続され、

前記インバータ回路から前記インバータ出力端子に接続された負荷へと前記交流電力が出力されることにより、前記校正用交流電流が前記複数の導体を流れる電流センサ。

[請求項7]

請求項1または2に記載の電流センサにおいて、

前記検出信号を出力し、かつ、前記設定データに関する補正データを受信するための通信端子をさらに備える電流センサ。

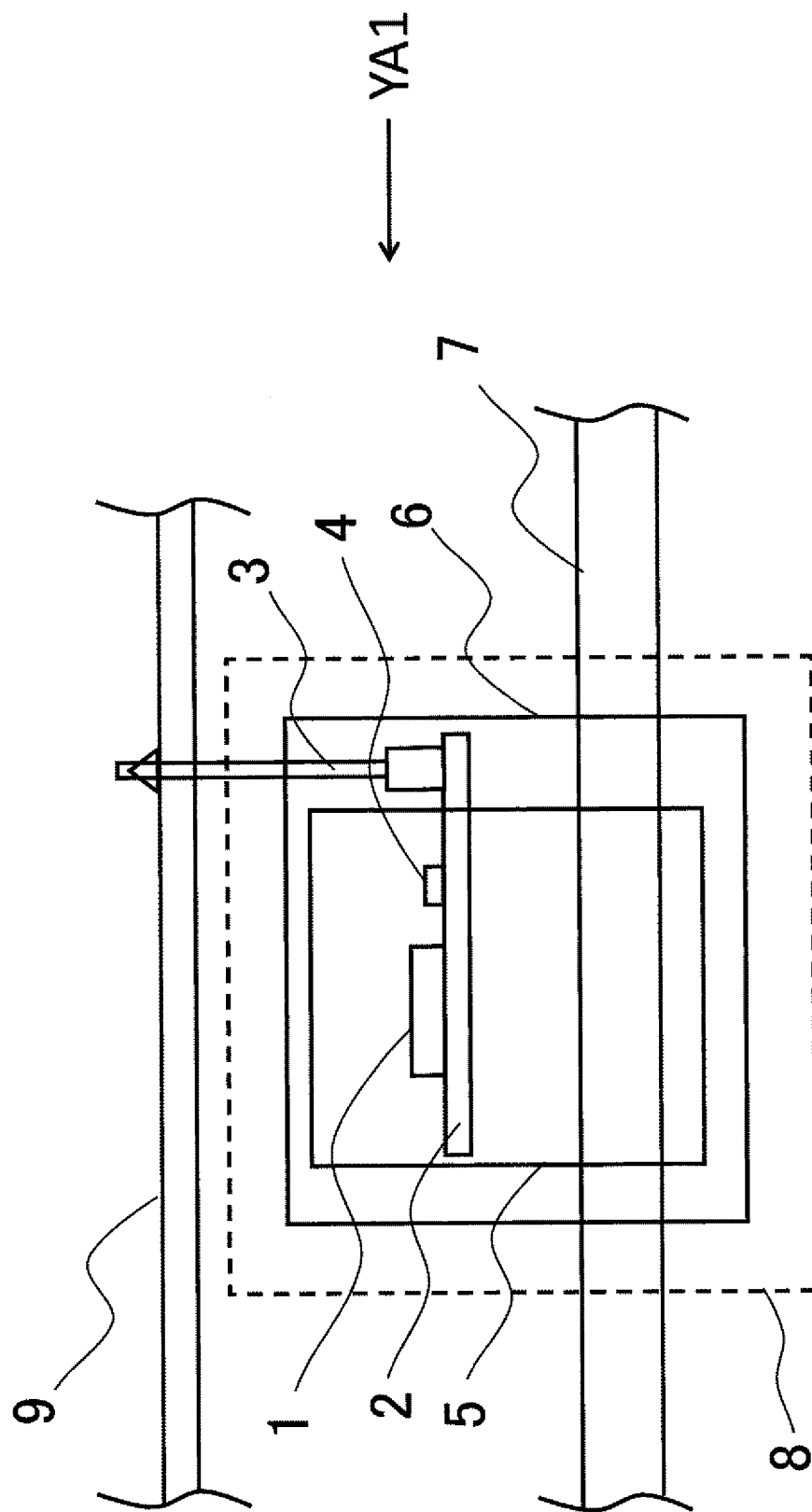
[請求項8]

請求項7に記載の電流センサにおいて、

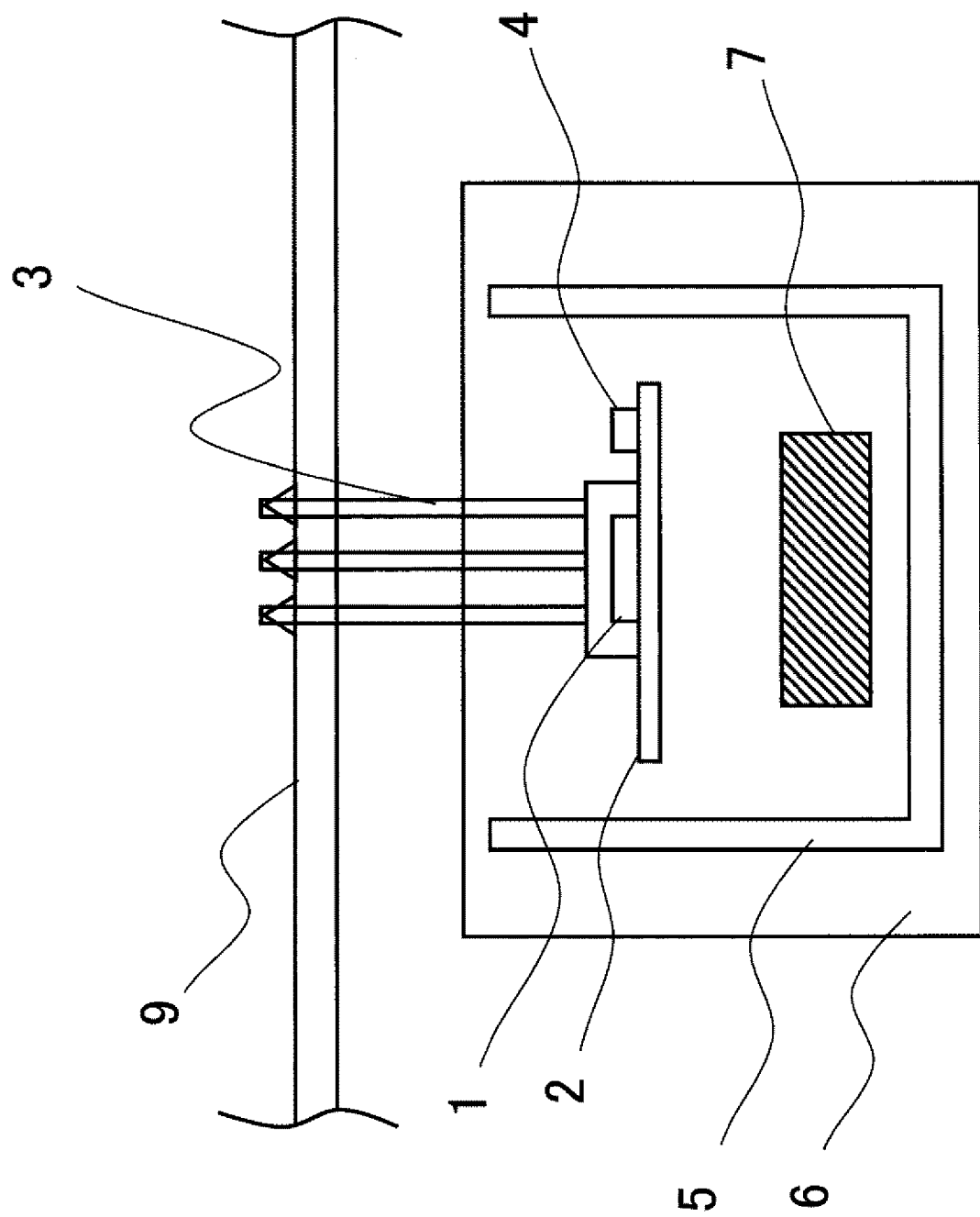
前記電流検出部と前記記憶部とが少なくとも設けられた基板をさらに備え、

前記通信端子は、前記基板に設けられている電流センサ。

【図1】

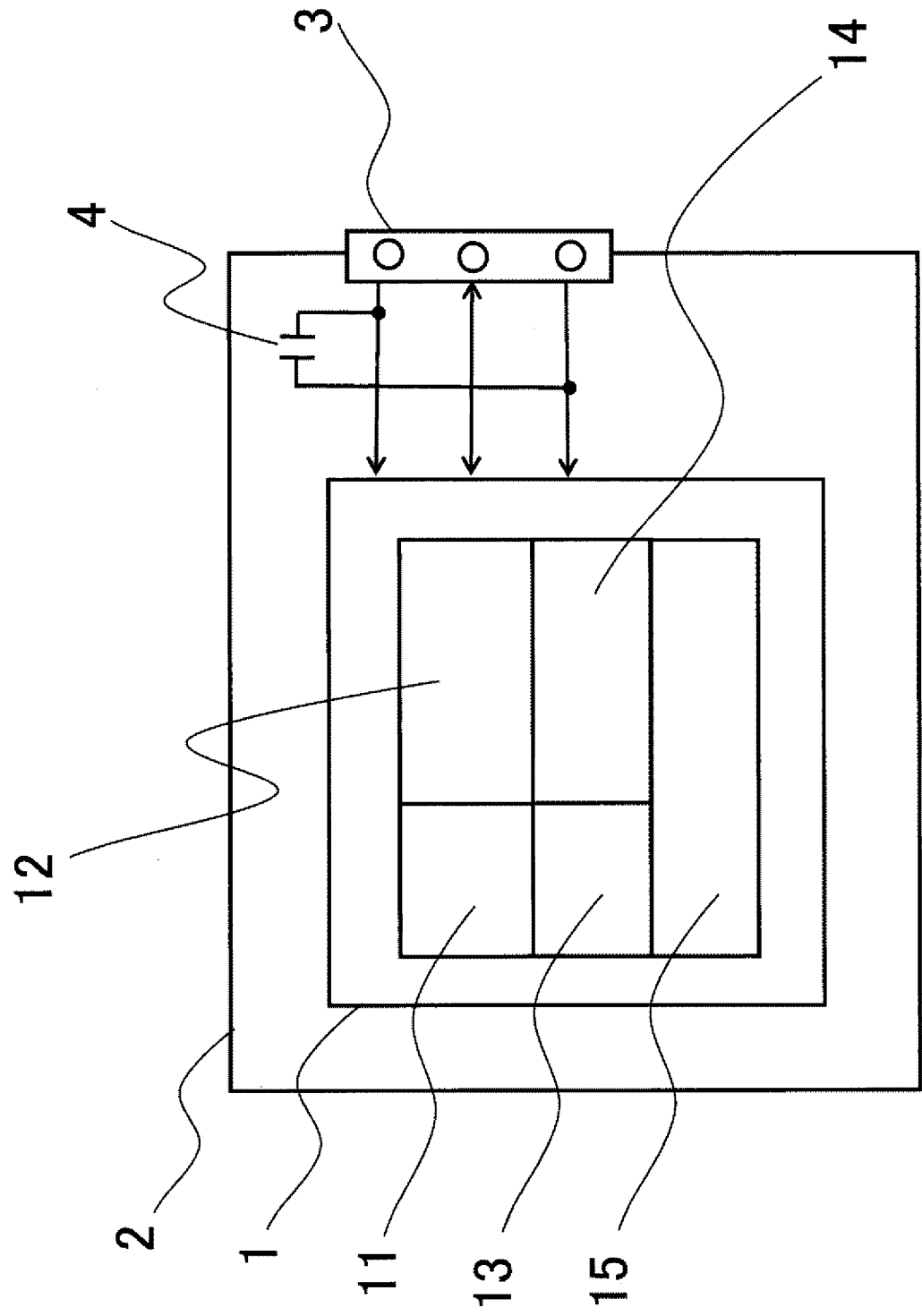


【図2】



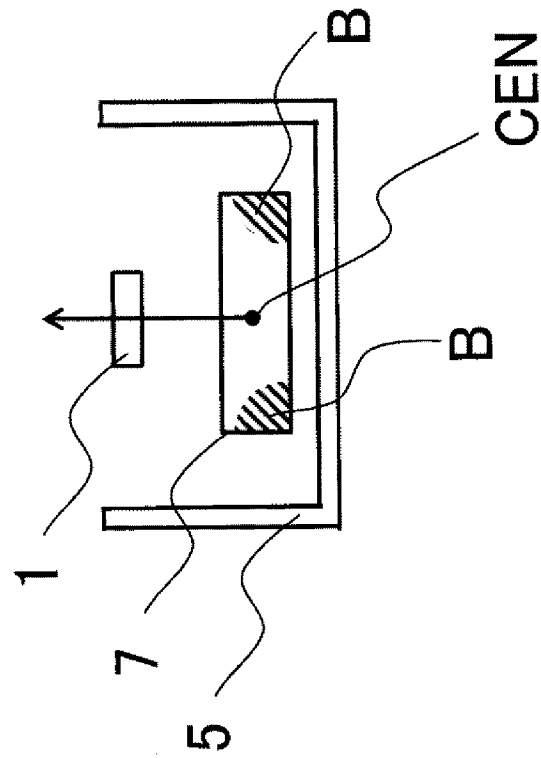
[図3]

【図3】

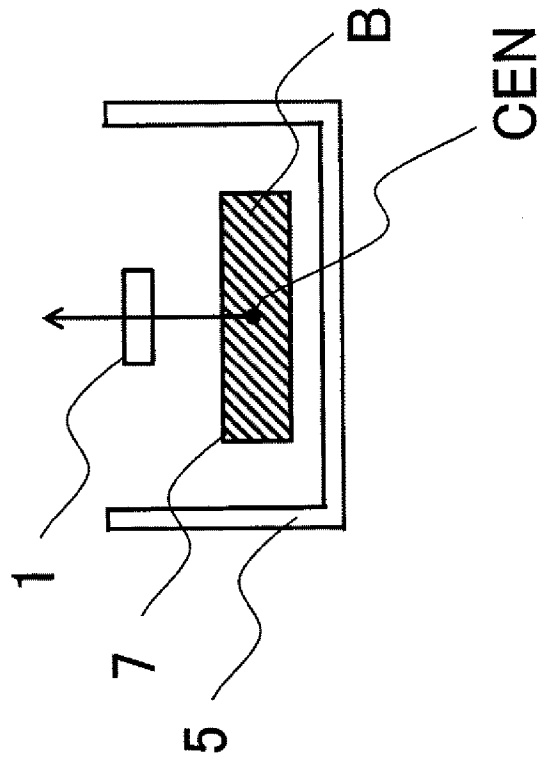


[図4]

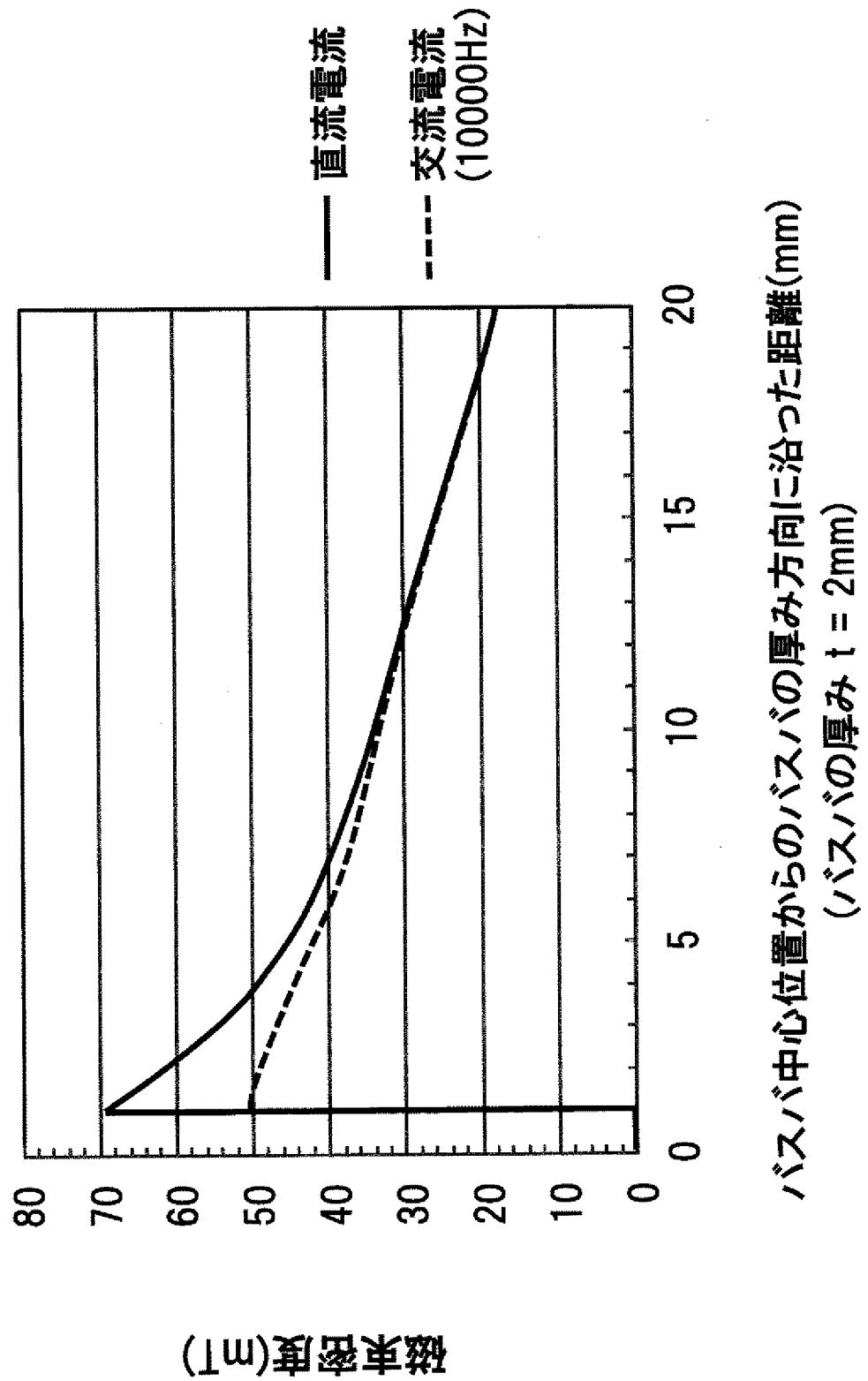
(b) 交流電流



(a) 直流電流

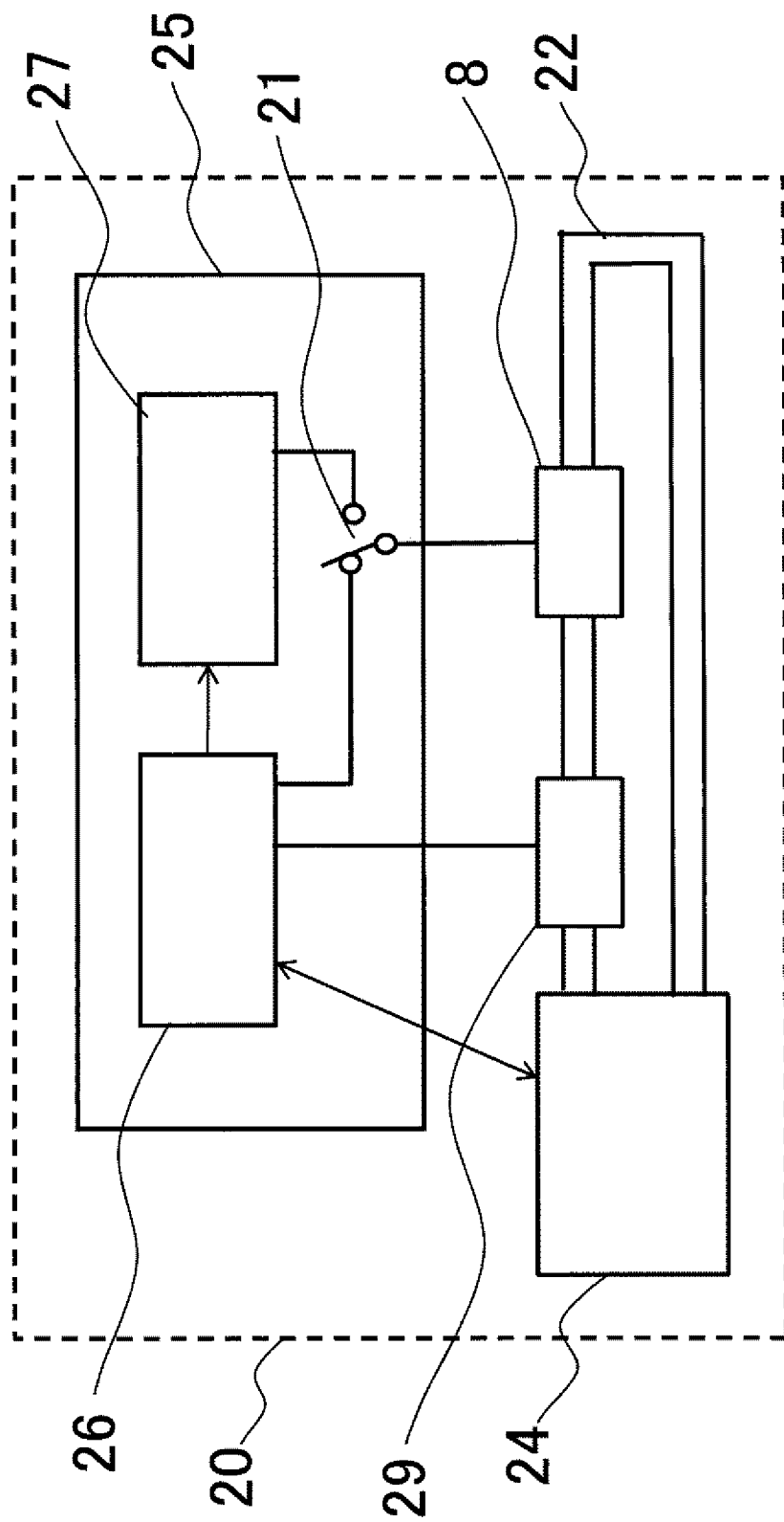


【図5】



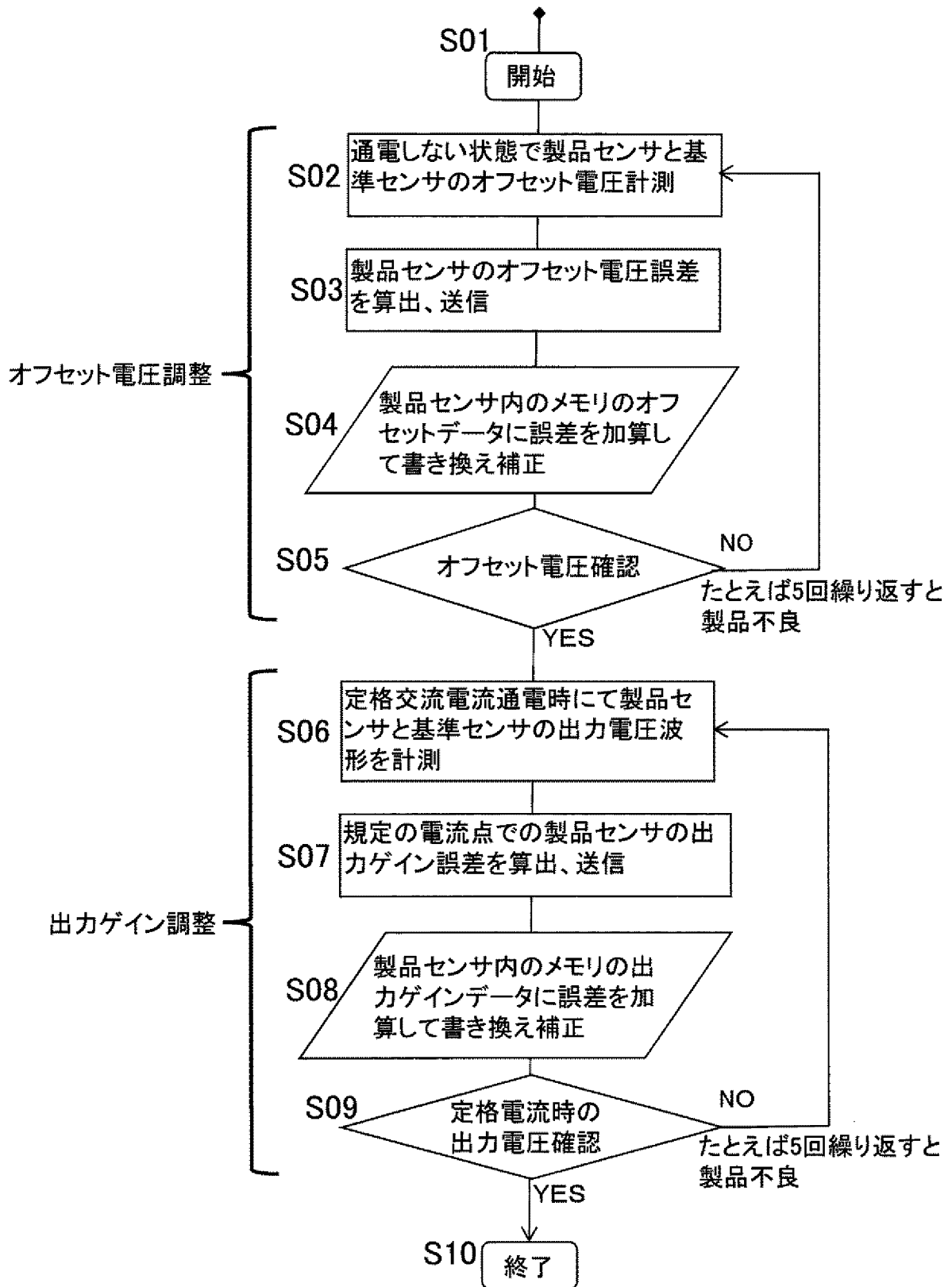
[図6]

【図6】

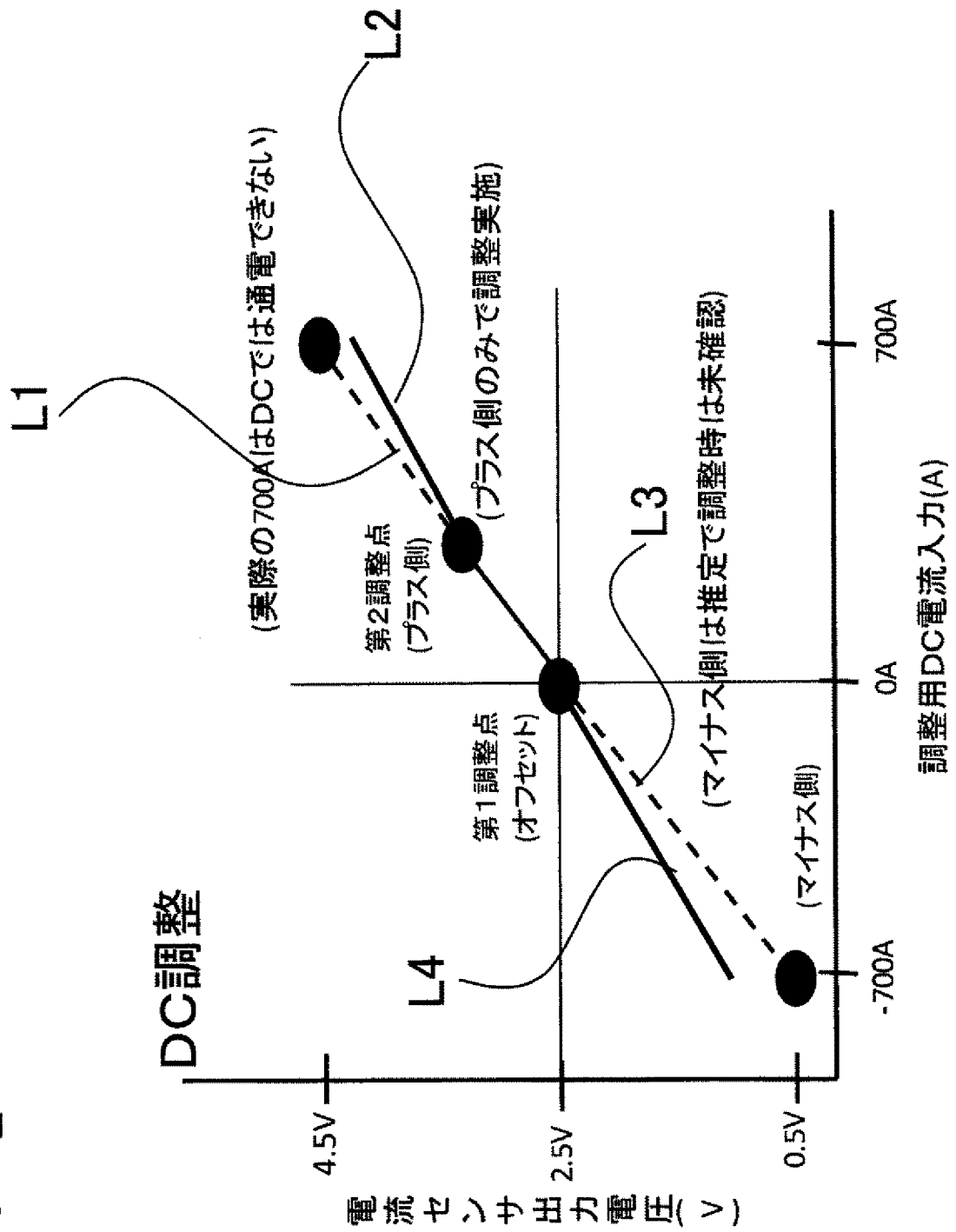


[図7]

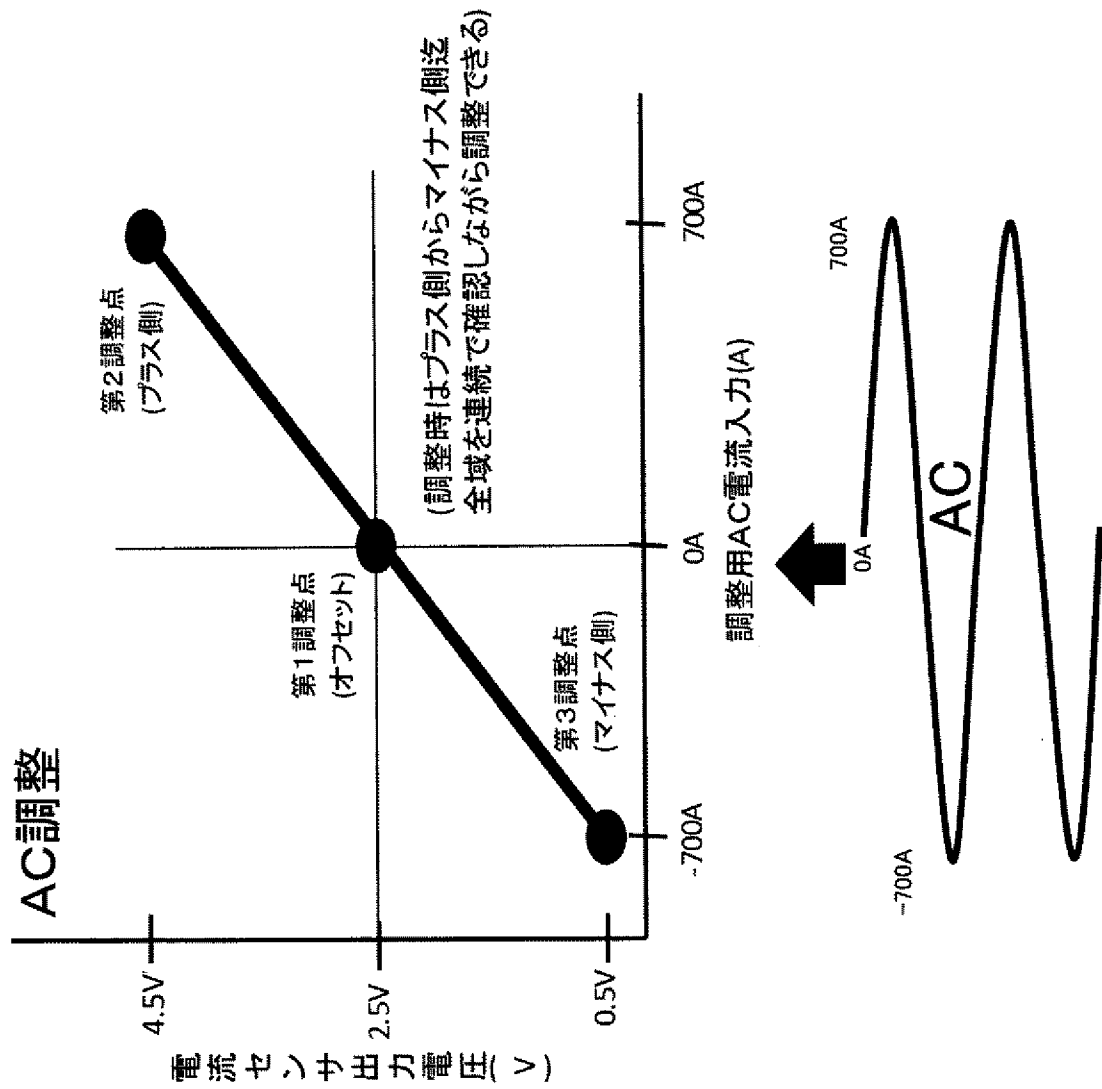
【図7】



【図8】

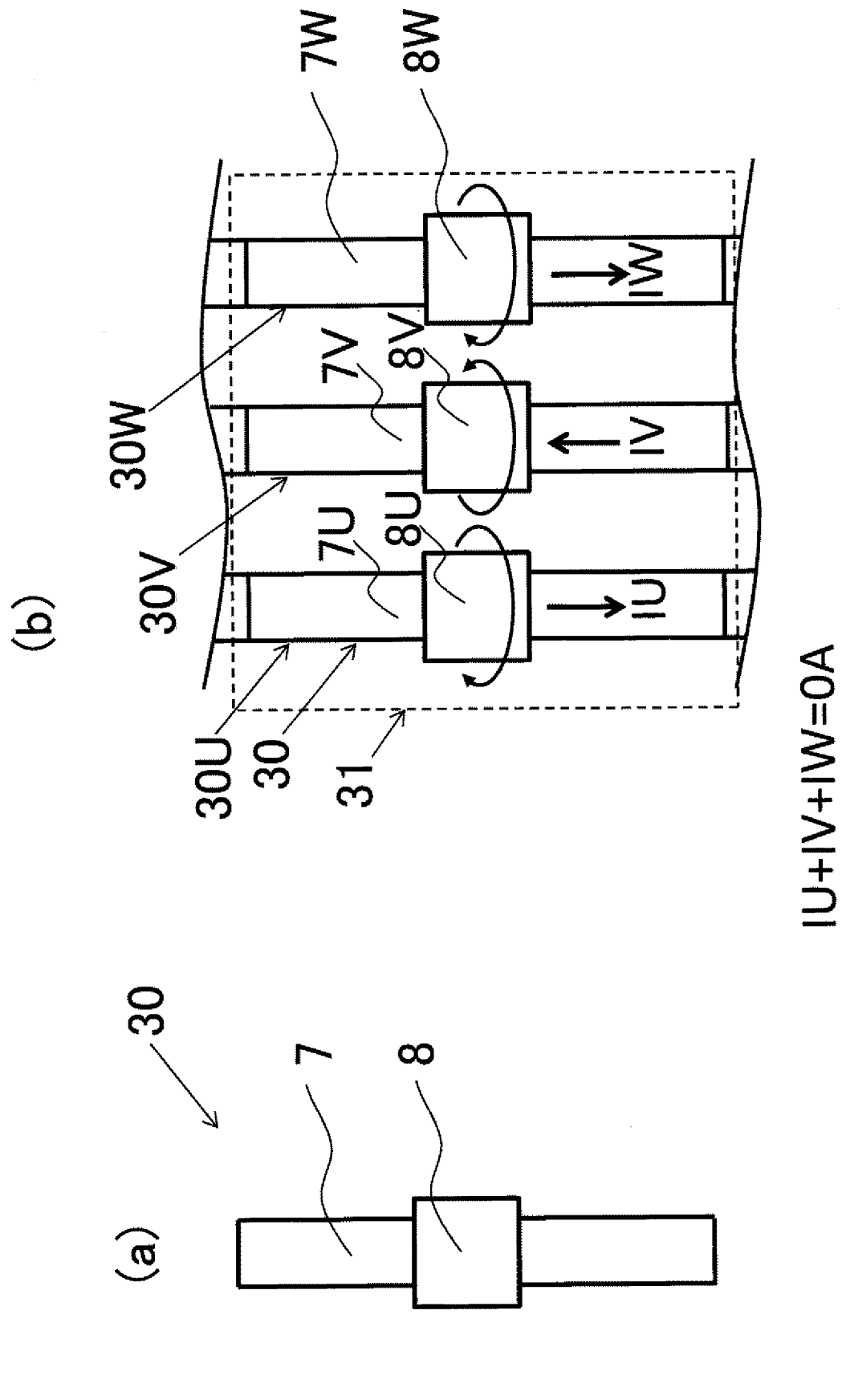


【図9】



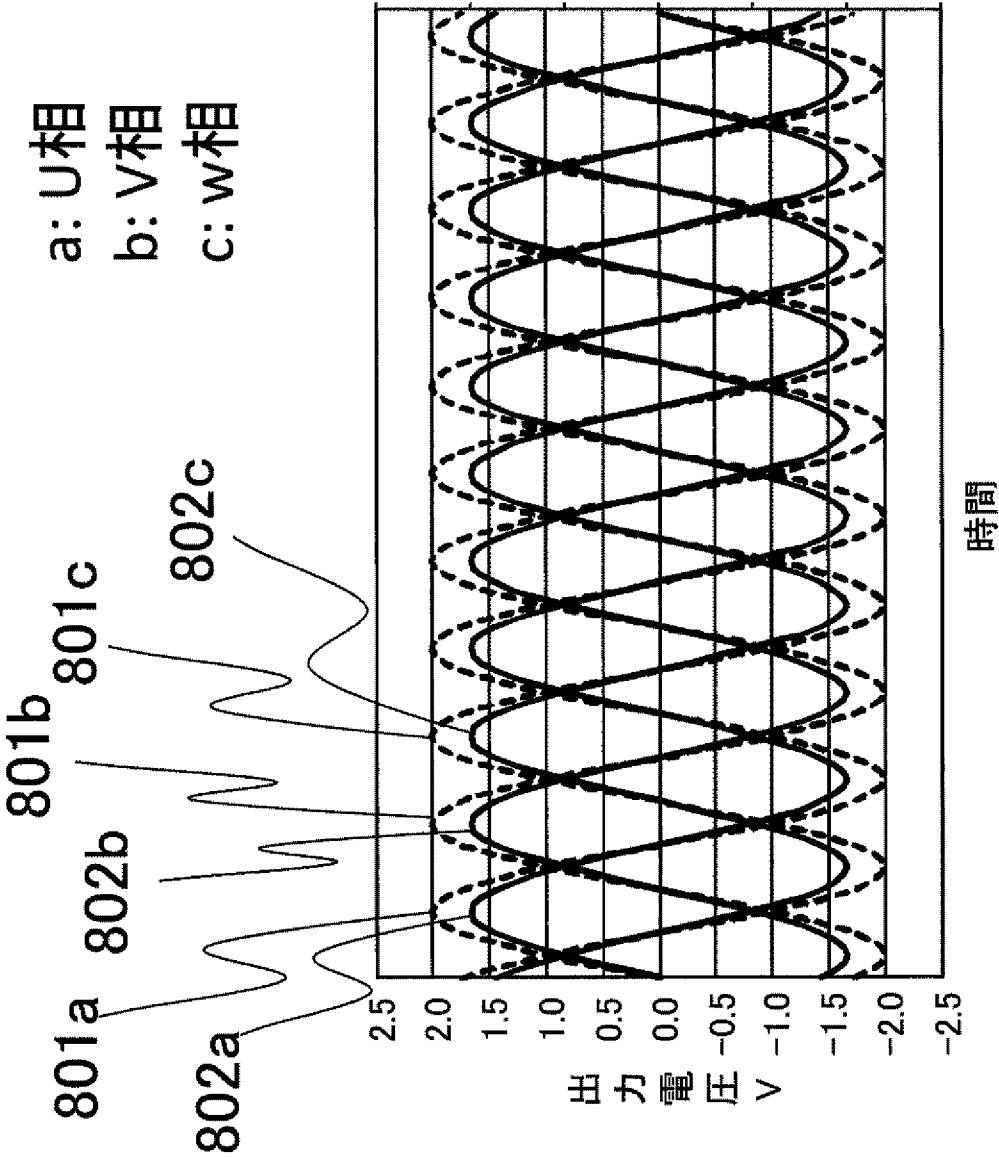
【図9】

【図10】



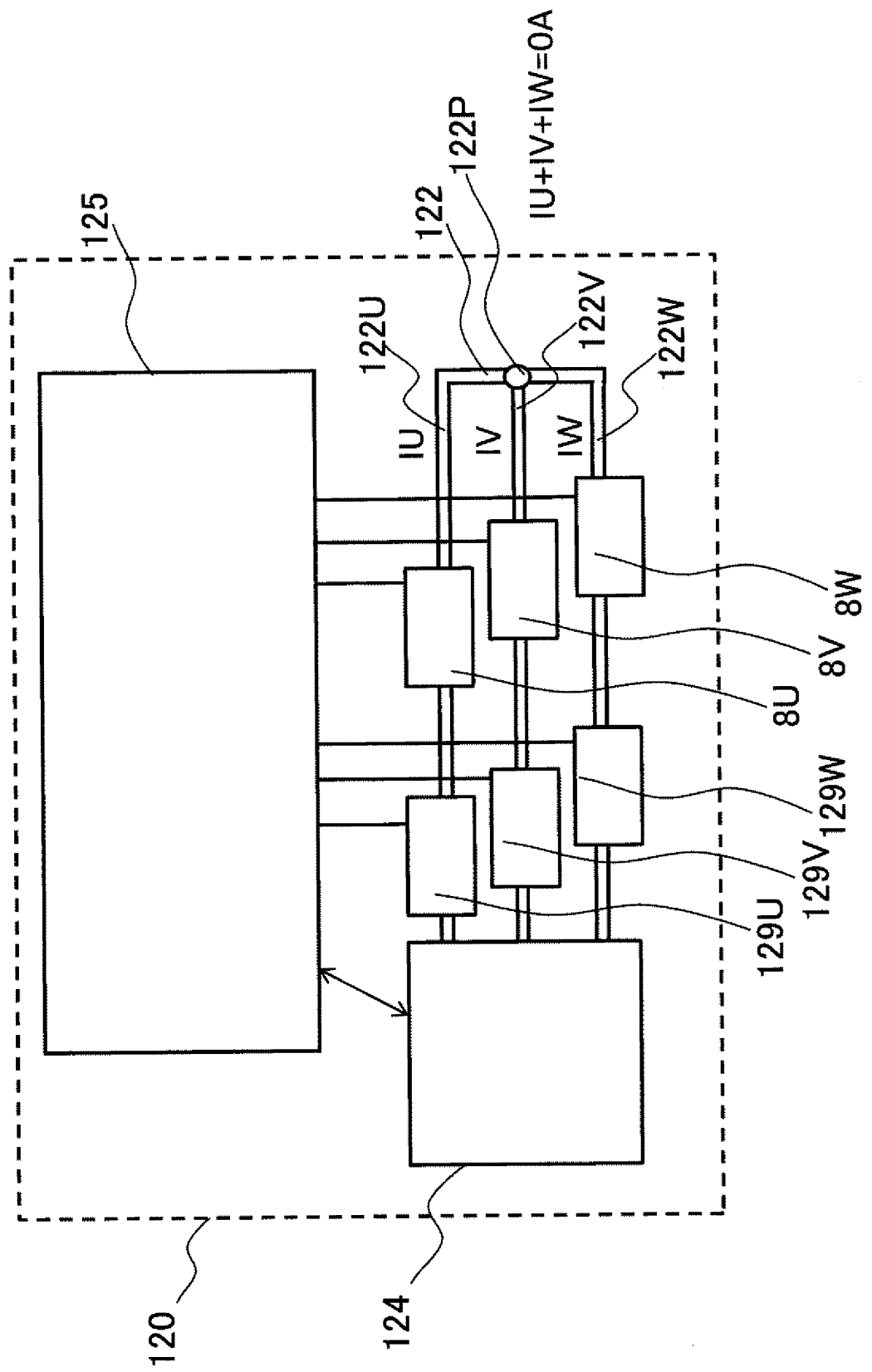
[図11]

【図11】



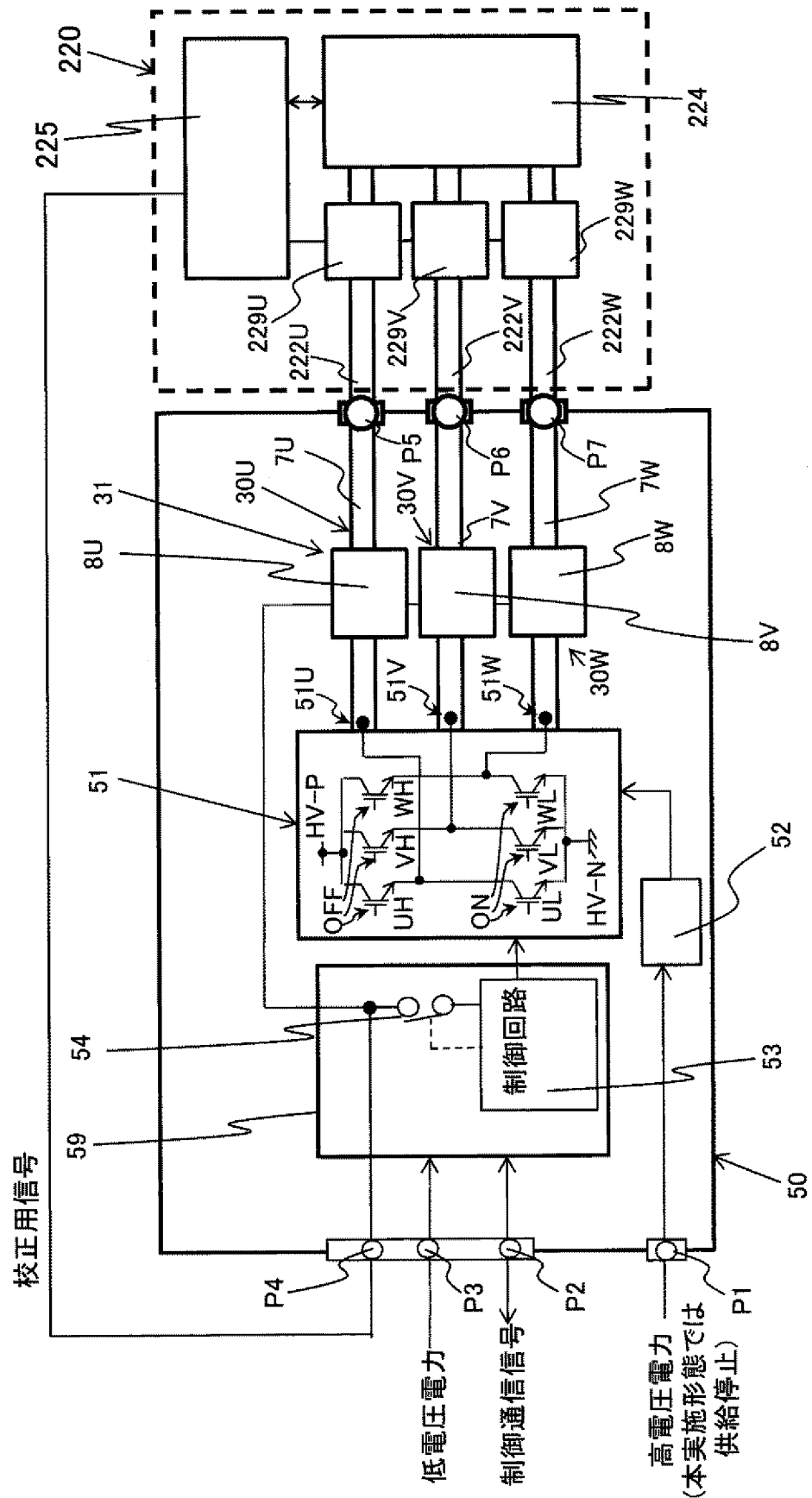
[図12]

【図12】

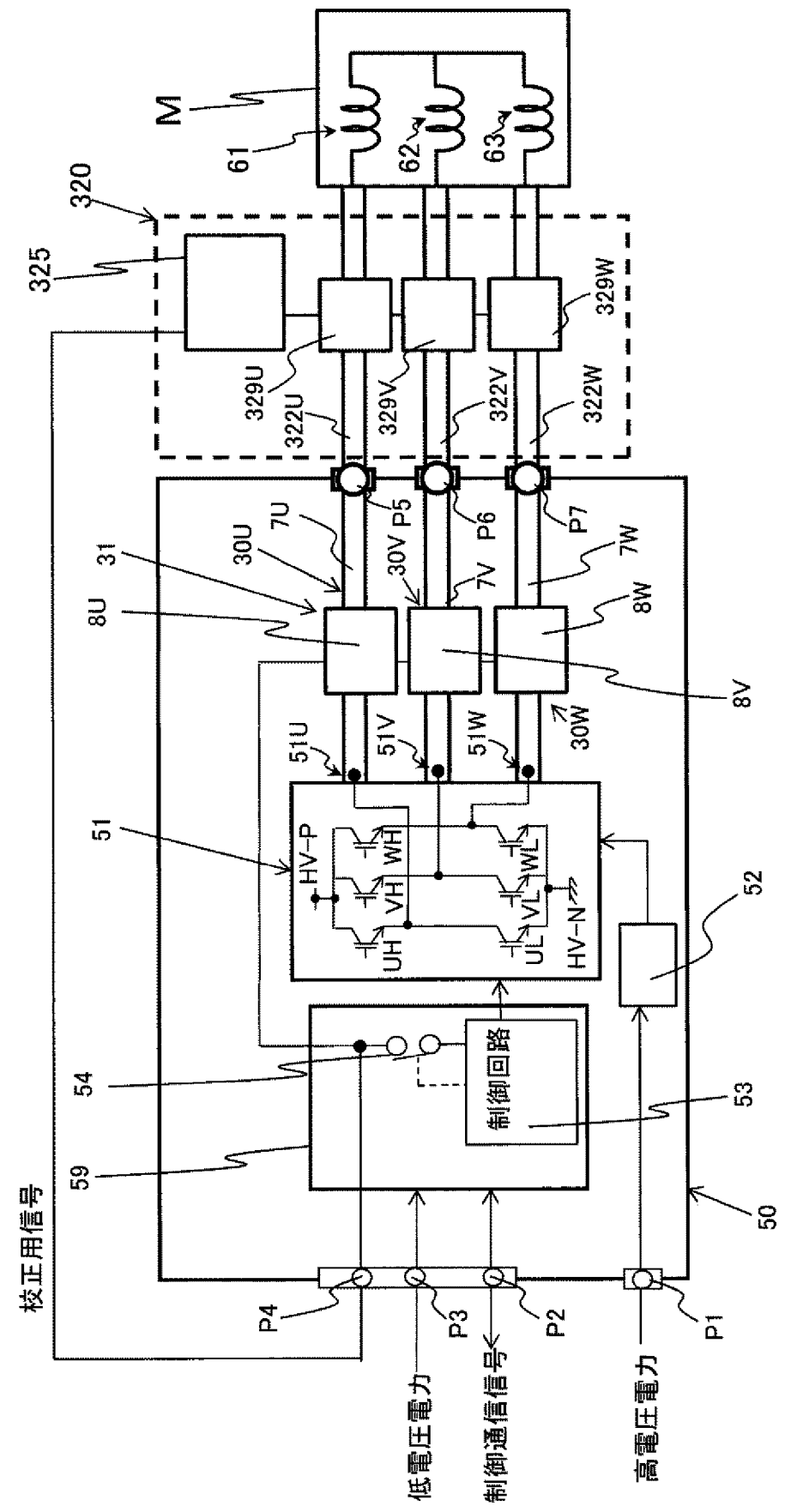


【図14】

【図14】



【図15】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R19/00(2006.01) i, G01R15/20(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)

G01R19/00, G01R15/20

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-250666 A (Daihen Corp.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraphs [0021] to [0068]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-8
Y	JP 2011-185775 A (Aisin AW Co., Ltd.), 22 September 2011 (22.09.2011), paragraphs [0016] to [0081]; fig. 1 to 8 & US 2011/0224937 A1 paragraphs [0035] to [0059]; fig. 1 to 8 & WO 2011/111413 A & DE 112011100177 T & CN 102782510 A	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
28 April 2016 (28.04.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052223

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 2004-180490 A (Ebara Densan Ltd.), 24 June 2004 (24.06.2004), paragraphs [0016] to [0057]; fig. 1 to 8 & US 2007/0007969 A1 paragraphs [0017] to [0070]; fig. 1 to 8 & WO 2005/029691 A1 & CN 1853336 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01R19/00(2006.01)i, G01R15/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01R19/00, G01R15/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-250666 A (株式会社ダイヘン) 2009.10.29, 【0021】-【0068】、【図1】-【図7】 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2011-185775 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2011.09.22, 【0016】-【0081】、【図1】-【図8】 & US 2011/0224937 A1, [0035]-[0059], Figs 1-8 & WO 2011/111413 A & DE 112011100177 T & CN 102782510 A	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

28.04.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川瀬 正巳

2S

5260

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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 2004-180490 A (株式会社荏原電産) 2004.06.24, 【0016】－【0057】、【図1】－【図8】 & US 2007/0007969 A1, [0017]－[0070], Figs 1-8 & WO 2005/029691 A1 & CN 1853336 A	1-8