

(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
2013 年 12 月 19 日(19.12.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/187143 A1

- (51) 国際特許分類:
H01H 33/59 (2006.01) *H02H 7/045* (2006.01)
H01H 9/54 (2006.01) *H02J 3/00* (2006.01)
H01H 33/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/062430
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 26 日(26.04.2013)
- (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 2012-132382 2012 年 6 月 11 日(11.06.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 腰塚 正 (KOSHIZUKA, Tadashi); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 丸山 志郎 (MARUYAMA, Shiro); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 齋藤 実 (SAITO, Minoru); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 前原 宏之 (MAEHARA, Hiroyuki); 〒1058001 東京都港区芝

浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 鈴木 浩二 (SUZUKI, Koji); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).

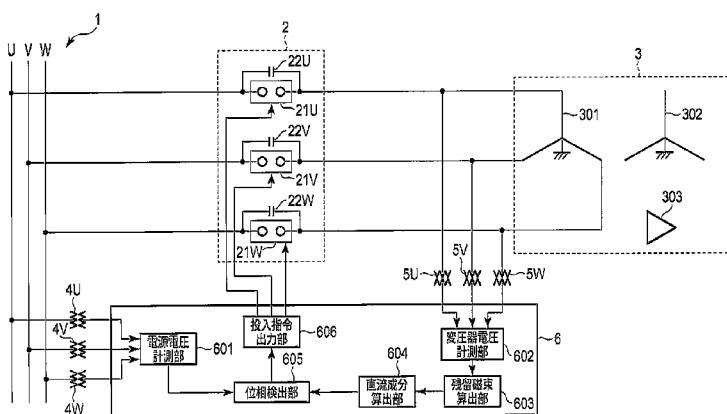
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 1 番 2 番 9 号 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIZING INRUSH CURRENT SUPPRESSION DEVICE

(54) 発明の名称: 励磁突入電流抑制装置

[図1]



- 601... POWER SUPPLY VOLTAGE MEASUREMENT UNIT
602... TRANSFORMER VOLTAGE MEASUREMENT UNIT
603... RESIDUAL MAGNETIC FLUX CALCULATION UNIT
604... DIRECT CURRENT COMPONENT CALCULATION UNIT
605... PHASE DETECTION UNIT
606... CLOSING COMMAND OUTPUT UNIT

(57) Abstract: A magnetizing inrush current suppression device (6) that controls a breaker (2), wherein inter-pole capacitors (22U, 22V, 22W) are connected, and which opens/closes a connection between a transformer (3) and a three-phase alternating-current power supply (1) so as to control magnetizing inrush current. On the basis of the three-phase alternating current voltages (V_{tu} , V_{tv} , V_{tw}) on the transformer side of the breaker (2), the phase for which the absolute value is the largest or the phase for which the absolute value is the smallest, of the direct current components (ϕZ_{du} , ϕZ_{dv} , ϕZ_{dw}) of the three-phase residual flux, is detected as the phase of interest. In addition, the breaker (2) is closed at the phase of interest when the phase of interest of the three-phase alternating current voltages (V_u , V_v , V_w) on the power supply side is a closing target phase ($\theta c1$) having a wave-height value which is the reverse polarity of the polarity of the direct current component (ϕZ_{du} , ϕZ_{dv} , ϕZ_{dw}) of the residual flux, and the breaker (2) is closed at the two phases other than the phase of interest when the phase of interest of the three-phase alternating current voltages (V_u , V_v , V_w) on the power supply side is a closing target phase ($\theta c2$) which

reaches zero after the closing target phase ($\theta c1$).

(57) 要約:

[続葉有]



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, 添付公開書類:
NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

変圧器 (3) と三相交流の電源 (1) との接続を開閉する極間コンデンサ ($22U$, $22V$, $22W$) が接続された遮断器 (2) を、励磁突入電流を抑制するように制御する励磁突入電流抑制装置 (6) であって、遮断器 (2) の変圧器側の三相交流電圧 (V_{tu} , V_{tv} , V_{tw}) に基づいて、三相の残留磁束の直流成分 (ϕZ_{du} , ϕZ_{dv} , ϕZ_{dw}) のうち、絶対値が最大又は絶対値が最小の相を着目相として検出し、電源側の三相交流電圧 (V_u , V_v , V_w) の着目相が、残留磁束の着目相の直流成分 (ϕZ_{du} , ϕZ_{dv} , ϕZ_{dw}) の極性と逆極性の波高値となる投入目標位相 (θ_{c1}) で、着目相の遮断器 (2) を投入し、電源側の三相交流電圧 (V_u , V_v , V_w) の着目相が、投入目標位相 (θ_{c1}) よりも後に零点となる投入目標位相 (θ_{c2}) で、着目相以外の 2 相の遮断器 (2) を投入する。

明 細 書

発明の名称： 励磁突入電流抑制装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、変圧器を電源に投入する際に生じる励磁突入電流を抑制するための励磁突入電流抑制装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、変圧器鉄心に残留磁束がある状態で電源投入により無負荷励磁を行うと、大きな励磁突入電流が流れることが知られている。この励磁突入電流の大きさは変圧器の定格負荷電流の数倍になる。このように大きな励磁突入電流が流れると、系統電圧が変動する。その電圧変動が大きい場合、需要者に影響を与えることがある。

[0003] この励磁突入電流を抑制する方法としては、直接接地系の三相変圧器を3台の单相型遮断器で投入する際、任意の1相を先行投入し、その後に残りの2相を投入させるようにして励磁突入電流を抑制することが知られている。

[0004] また、基準相の定常磁束と残留磁束とが一致するタイミングで基準相の遮断器を投入させた後、他相の定常磁束と残留磁束の差が最小限になるように遅延させて残る2つの遮断器を投入させる方法も知られている。

[0005] しかしながら、遮断器には、電流遮断を容易にするために極間にコンデンサを並列に接続したものがある。このように極間にコンデンサが接続された遮断器で変圧器を遮断する場合、上述のような方法では、次のような理由により励磁突入電流を抑制することは困難である。

[0006] 極間にコンデンサが接続された遮断器で変圧器を遮断した場合、遮断後に、極間のコンデンサによって、変圧器端子に小さな振幅の交流電圧が現れる。この交流電圧は、極間のコンデンサと変圧器の漂遊静電容量によって分圧された電源電圧である。このとき、変圧器の残留磁束は、直流成分にこの小さな振幅の交流電圧による成分が重畳されたものとなる。

[0007] このように、直流成分に交流成分が重畳した残留磁束の場合、前述したよ

うな残留磁束と定常磁束の交点を求めるのは困難である。これは、残留磁束の直流成分は遮断器の遮断位相によって変化し、かつ、交流成分の大きさは極間のコンデンサの静電容量によって変わるからである。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2009-99347号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献1：John H. Brunke、外1名，“Elimination of Transformer Inrush Currents by Controlled Switching -Part I: Theoretical Considerations”，IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, IEEE, 2001年4月，Vol. 16, No. 2, p. 276-280

発明の概要

[0010] 本発明の実施形態による目的は、極間にコンデンサが接続された遮断器により変圧器を電源投入する際に生じる変圧器の励磁突入電流を抑制することのできる励磁突入電流抑制装置を提供することにある。

[0011] 本発明の実施形態の観点に従った励磁突入電流抑制装置は、三相変圧器と三相交流の電源との接続を開閉する極間にコンデンサが接続された遮断器を、励磁突入電流を抑制するように制御する励磁突入電流抑制装置であって、前記遮断器の前記三相変圧器側の三相交流電圧を計測する変圧器側電圧計測手段と、前記変圧器側電圧計測手段により計測された三相交流電圧に基づいて、前記三相変圧器の遮断後の前記三相変圧器の三相の残留磁束の直流成分を演算する残留磁束直流成分演算手段と、前記残留磁束直流成分演算手段により演算された前記三相の残留磁束の直流成分のうち、絶対値が最大又は絶対値が最小の相を着目相として検出する着目相検出手段と、前記遮断器の前記電源側の三相交流電圧を計測する電源側電圧計測手段と、前記電源側電圧計測手段により計測された三相交流電圧の前記着目相検出手段により検出された前記着目相が、前記残留磁束直流成分演算手段により演算された前記残

留磁束の前記着目相の直流成分の極性と逆極性の波高値となる第 1 の位相を判断する第 1 の位相判断手段と、前記第 1 の位相判断手段により判断された前記第 1 の位相で、前記着目相の前記遮断器を投入する第 1 の投入手段と、前記電源側電圧計測手段により計測された三相交流電圧の前記着目相検出手段により検出された前記着目相が、前記第 1 の位相判断手段により判断された前記第 1 の位相よりも後に零点となる第 2 の位相を判断する第 2 の位相判断手段と、前記第 2 の位相判断手段により判断された前記第 2 の位相で、前記着目相以外の 2 相の前記遮断器を投入する第 2 の投入手段とを備える。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図 1 は、本発明の実施形態に係る励磁突入電流抑制装置の適用された電力系統システムの構成を示す構成図である。

[図2]図 2 は、本実施形態に係る遮断器による変圧器の遮断から電源投入までの変圧器の相電圧を示す波形図である。

[図3]図 3 は、本実施形態に係る遮断器による変圧器の遮断から電源投入までの変圧器の鉄心の残留磁束を示す波形図である。

[図4]図 4 は、本実施形態に係る遮断器による変圧器の遮断から電源投入までの遮断器を流れる遮断器電流を示す波形図である。

[図5]図 5 は、本実施形態に係る変圧器の 1 相分の残留磁束とその直流成分を示す波形図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。

[0014] (実施形態)

図 1 は、本発明の実施形態に係る励磁突入電流抑制装置 6 の適用された電力系統システムの構成を示す構成図である。なお、以降の図における同一部分には同一符号を付してその詳しい説明を省略し、異なる部分について主に述べる。

[0015] 本実施形態に係る電力系統システムは、電源母線 1 と、三相分の遮断器 2 と、変圧器 3 と、三相分の電源電圧検出器 4 U、4 V、4 Wと、三相分の変

圧器端子電圧検出器 5 U, 5 V, 5 W と、励磁突入電流抑制装置 6 とを備えている。

[0016] 電源母線 1 は、U 相、V 相及び W 相からなる三相交流の電源を備えた電力系統の母線である。

[0017] 変圧器 3 の 1 次側は、遮断器 2 を介して、電源母線 1 に接続されている。変圧器 3 は、三相交流電圧を変圧する 3 巻線の三相変圧器である。変圧器 3 は、1 次巻線 3 O 1、2 次巻線 3 O 2 及び 3 次巻線 3 O 3 を備えている。1 次巻線 3 O 1 及び 2 次巻線 3 O 2 は、Y 結線されている。3 次巻線 3 O 3 は、 Δ 結線されている。1 次巻線 3 O 1 及び 2 次巻線 3 O 2 は、中性点が接地されている。

[0018] 遮断器 2 は、電源母線 1 と変圧器 3 との間に設けられている。遮断器 2 は、U 相、V 相、及び W 相の各相の主接点 2 1 U, 2 1 V, 2 1 W を個別に操作する各相操作型の遮断器である。遮断器 2 の各主接点 2 1 U, 2 1 V, 2 1 W には、それぞれ極間コンデンサ 2 2 U, 2 2 V, 2 2 W が並列に接続されている。極間コンデンサ 2 2 U, 2 2 V, 2 2 W は、遮断器 2 による電流遮断を容易にするために設けられている。遮断器 2 が投入されることにより、変圧器 3 は、電源母線 1 による電源投入がされる。遮断器 2 が開放されることにより、変圧器 3 は、電源母線 1 から遮断されるが、極間コンデンサ 2 2 U, 2 2 V, 2 2 W によって電氣的には電源母線 1 とつながっている。

[0019] 3 つの電源電圧検出器 4 U, 4 V, 4 W は、電源母線 1 の各相 (U 相、V 相、W 相) に設けられている。電源電圧検出器 4 U, 4 V, 4 W は、電源母線 1 の各相 (U 相、V 相、W 相) の相電圧 (対地電圧) を計測するための計器用機器である。電源電圧検出器 4 U, 4 V, 4 W は、例えば、計器用変圧器 (V T, Voltage Transformer) 又はコンデンサ形計器用変圧器 (P D, Potential Device) などの電圧分圧装置である。電源電圧検出器 4 U, 4 V, 4 W は、電源母線 1 の各相と大地間に接続される。電源電圧検出器 4 U, 4 V, 4 W は、検出値を検出信号として、励磁突入電流抑制装置 6 に出力する。

[0020] 3 つの変圧器端子電圧検出器 5 U, 5 V, 5 W は、変圧器 3 の 1 次側の各

端子（U相、V相、W相）の対地電圧（相電圧） V_{tu} 、 V_{tv} 、 V_{tw} を計測するための計器用機器である。変圧器端子電圧検出器5U、5V、5Wは、例えば、計器用変圧器（VT）又はコンデンサ形計器用変圧器（PD）などの電圧分圧装置である。変圧器端子電圧検出器5U、5V、5Wは、変圧器3の一次端子の各相に設けられている。変圧器端子電圧検出器5U、5V、5Wは、検出値を検出信号として、励磁突入電流抑制装置6に出力する。

[0021] 励磁突入電流抑制装置6は、電源電圧検出器4U、4V、4W及び変圧器端子電圧検出器5U、5V、5Wのそれぞれから受信した検出信号に基づいて、遮断器2の各相の主接点21U～21Wに対して投入指令を出力する。これにより、遮断器2は投入される。

[0022] 図1～図4を参照して、励磁突入電流抑制装置6の構成について説明する。

[0023] 図2～図4は、遮断器2による変圧器3の遮断から電源投入までの状態を示している。図2は、変圧器3の相電圧 V_{tu} 、 V_{tv} 、 V_{tw} を示す波形図である。図3は、変圧器3の鉄心の残留磁束 ϕ_{Zu} 、 ϕ_{Zv} 、 ϕ_{Zw} とその直流成分 ϕ_{Zdu} 、 ϕ_{Zdv} 、 ϕ_{Zdw} を示す波形図である。図4は、遮断器2を流れる遮断器電流 I_u 、 I_v 、 I_w を示す波形図である。時刻 t_0 は、変圧器3の遮断時点（遮断器2の開放時点）を示している。

[0024] 励磁突入電流抑制装置6は、電源電圧計測部601と、変圧器電圧計測部602と、残留磁束算出部603と、直流成分算出部604と、位相検出部605と、投入指令出力部606とを備えている。

[0025] 電源電圧計測部601は、電源電圧検出器4U、4V、4Wにより検出された検出信号に基づいて、電源母線1の各相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を計測する。電源電圧計測部601は、計測した各相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を位相検出部605に出力する。

[0026] 変圧器電圧計測部602は、変圧器端子電圧検出器5U、5V、5Wにより検出された検出信号に基づいて、変圧器3の1次側の相電圧 V_{tu} 、 V_{tv}

v , V_{tw} を計測する。変圧器電圧計測部602は、計測した変圧器3の1次側の相電圧 V_{tu} , V_{tv} , V_{tw} を残留磁束算出部603に出力する。

[0027] 残留磁束算出部603は、変圧器電圧計測部602により計測された相電圧 V_{tu} , V_{tv} , V_{tw} に基づいて、遮断器2による変圧器3の遮断後のU相、V相、及びW相の各相電圧 V_{tu} , V_{tv} , V_{tw} をそれぞれ積分する。残留磁束算出部603は、この積分された値を変圧器3の鉄心の残留磁束（1次側相磁束） ϕ_{Zu} , ϕ_{Zv} , ϕ_{Zw} とする。残留磁束算出部603は、演算した残留磁束 ϕ_{Zu} , ϕ_{Zv} , ϕ_{Zw} を直流成分算出部604に出力する。

[0028] 直流成分算出部604は、残留磁束算出部603により演算された各相の残留磁束 ϕ_{Zu} , ϕ_{Zv} , ϕ_{Zw} からそれぞれの直流成分 ϕ_{Zdu} , ϕ_{Zdv} , ϕ_{Zdw} を算出する。直流成分算出部604は、算出した残留磁束の直流成分 ϕ_{Zdu} , ϕ_{Zdv} , ϕ_{Zdw} を位相検出部605に出力する。

[0029] 位相検出部605には、直流成分算出部604により演算された各相の残留磁束の直流成分 ϕ_{Zdu} , ϕ_{Zdv} , ϕ_{Zdw} 及び電源電圧計測部601により計測された電源母線1の各相電圧 V_u , V_v , V_w が入力される。位相検出部605は、各相の残留磁束の直流成分 ϕ_{Zdu} , ϕ_{Zdv} , ϕ_{Zdw} のうち絶対値が最も大きい相を着目相としてU相を検出する。なお、ここでは、直流成分 ϕ_{Zdu} , ϕ_{Zdv} , ϕ_{Zdw} のうち絶対値が最も大きい相を着目相とするが、絶対値が最も小さい相を着目相としてもよい。位相検出部605は、電源母線1の検出した相電圧 V_u , V_v , V_w の着目相が、着目相の直流成分 ϕ_{Zdu} , ϕ_{Zdv} , ϕ_{Zdw} の極性と逆極性の波高値となる位相を検出する。位相検出部605は、検出した着目相及び位相を投入指令出力部606に出力する。

[0030] 投入指令出力部606は、位相検出部605により検出された位相を、遮断器2の着目相の投入目標位相 θ_{c1} とする。ここで、投入目標位相 θ_{c1} は、図3に示すように、着目相であるU相の残留磁束 ϕ_{Zu} が交流成分によって零に近づいている時点である。投入指令出力部606は、投入目標位

相 θ_{c1} で遮断器 2 の着目相のみ投入する。遮断器 2 の着目相を投入後、投入指令出力部 606 は、着目相以外の残りの 2 相を投入目標位相 θ_{c2} で投入する。投入目標位相 θ_{c2} は、着目相の投入目標位相 θ_{c1} から予め設定された時間経過後の着目相の相電圧零点の位相である。

[0031] 投入指令出力部 606 は、投入目標位相 θ_{c1} 、 θ_{c2} に基づいて、遮断器 2 の投入する相の主接点を駆動する操作機構に対して投入指令を出力する。これにより、遮断器 2 の投入する相の主接点が投入される。投入指令出力部 606 は、上述したように遮断器 2 の各相を 2 段階で投入することで、図 4 に示すように、各相の遮断器電流（励磁突入電流） I_u 、 I_v 、 I_w を数アンペア程度に抑制する。

[0032] 図 5 を参照して、直流成分算出部 604 による各相の残留磁束 ϕ_{Zu} 、 ϕ_{Zv} 、 ϕ_{Zw} から直流成分 ϕ_{Zdu} 、 ϕ_{Zdv} 、 ϕ_{Zdw} を算出する方法の一例について説明する。

[0033] 図 5 は、変圧器 3 の 1 相分の残留磁束 ϕ_Z とその直流成分 ϕ_{Zd} を示す波形図である。ここで、残留磁束 ϕ_Z は、三相の残留磁束 ϕ_{Zu} 、 ϕ_{Zv} 、 ϕ_{Zw} のうちの任意の 1 相を表している。また、直流成分 ϕ_{Zd} は、その残留磁束 ϕ_Z の直流成分である。

[0034] 直流成分算出部 604 は、残留磁束 ϕ_Z の波形から 1 周期の間で、最大磁束（正の波高値） ϕ_{max} と最小磁束（負の波高値） ϕ_{min} を検出する。直流成分算出部 604 は、最大磁束 ϕ_{max} と最小磁束 ϕ_{min} の和を 2 で割ることで、直流成分 ϕ_{Zd} を算出する。図 5 では、最大磁束 ϕ_{max} は、 $1.3 [p.u.]$ であり、最小磁束 ϕ_{min} は、 $-0.7 [p.u.]$ である。従って、直流成分 ϕ_{Zd} は、 $(1.3 - 0.7) / 2 = 0.3 [p.u.]$ となる。

[0035] 本実施形態によれば、定常磁束と残留磁束の交点を検出しなくても、遮断器 2 を投入するための投入目標位相 θ_{c1} 、 θ_{c2} を決定することができる。従って、極間コンデンサ 22U、22V、22W が主接点 21U、21V、21W と並列に接続された遮断器 2 であっても、変圧器 3 を電源投入する

際に生じる変圧器 3 の励磁突入電流を抑制することができる。

[0036] なお、実施形態において、励磁突入電流抑制装置 6 での位相制御における各種パラメータは、より精度を高めるため等により補正をしてもよい。例えば、遮断器 2 の投入では、主接点間に発生するプレアークと呼ばれる先行放電や、操作機構の動作ばらつきなどに起因する投入時間のばらつきが存在する。このプレアークによる投入ばらつきや、遮断器投入時のばらつきは、予めその特性を取得しておくことにより、位相制御を行う際にこの特性による補正をすることができる。このような補正をすることで、これらのばらつきがあっても、励磁突入電流をより確実に抑制することができる。

[0037] また、実施形態において、極間コンデンサ 22U, 22V, 22W を遮断器 2 の一部の構成として説明したが、これに限らない。コンデンサは、遮断器の主接点と並列に接続されていれば、遮断器とは別の構成としてもよい。また、遮断器 2 は、三相分が一体化されていなくてもよく、各相に設けられた 3 つの遮断器で構成してもよい。

[0038] さらに、実施形態において、直流成分算出部 604 による各相の残留磁束 ϕZ_u , ϕZ_v , ϕZ_w から直流成分 ϕZ_{du} , ϕZ_{dv} , ϕZ_{dw} を算出する方法の一例について説明したが、これに限らない。残留磁束 ϕZ_u , ϕZ_v , ϕZ_w から直流成分 ϕZ_{du} , ϕZ_{dv} , ϕZ_{dw} をどのように算出してもよい。また、直流成分 ϕZ_{du} , ϕZ_{dv} , ϕZ_{dw} は、極性及び各相の大小関係が分かる程度の大きさが判断できるのであれば、正確な直流成分 ϕZ_{du} , ϕZ_{dv} , ϕZ_{dw} の値を求めなくてもよい。

[0039] 例えば、直流成分算出部 604 は、最大磁束 ϕ_{max} と最小磁束 ϕ_{min} の和を演算した後に、2 で割らなくてもよい。2 で割らない値でも、位相検出部 605 は、着目相及び着目相の残留磁束の直流成分の極性を判断することができる。また、直流成分算出部 604 は、1 周期に限らず、2 周期以上の間で、最大磁束 ϕ_{max} 及び最小磁束 ϕ_{min} を求めてもよい。また、最大磁束 ϕ_{max} (又は、最小磁束 ϕ_{min}) の代わりに、複数の正の波高値 (又は、複数の負の波高値) の平均を算出してもよい。その他に、直流成分

算出部604は、残留磁束 ϕZ_u 、 ϕZ_v 、 ϕZ_w の瞬時値の極性の偏りから直流成分 ϕZ_{du} 、 ϕZ_{dv} 、 ϕZ_{dw} を判断してもよい。具体的には、極性が正であれば、残留磁束 ϕZ_u 、 ϕZ_v 、 ϕZ_w の瞬時値の極性が正になることが多く、極性が負であれば、残留磁束 ϕZ_u 、 ϕZ_v 、 ϕZ_w の瞬時値の極性が負になることが多い。また、直流成分 ϕZ_{du} 、 ϕZ_{dv} 、 ϕZ_{dw} がゼロ近傍であれば、残留磁束 ϕZ_u 、 ϕZ_v 、 ϕZ_w の瞬時値の正極性と負極性がほぼ均等に出る。従って、これらの性質を利用して、直流成分 ϕZ_{du} 、 ϕZ_{dv} 、 ϕZ_{dw} の極性及び大きさを判断してもよい。

[0040] また、実施形態において、電源電圧検出器4U、4V、4Wにより、電源母線1の各相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を計測したが、電源母線1の各線間電圧を計測して、線間電圧から相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w に変換してもよい。変圧器端子電圧検出器5U、5V、5Wについても同様である。従って、変圧器端子電圧検出器5U、5V、5Wは、 Δ 結線の三次巻線303の線間電圧を計測してもよい。

[0041] さらに、実施形態において、電源母線1の相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を電源電圧検出器4U、4V、4Wにより検出された検出信号に基づいて計測したが、これに限らない。変圧器端子電圧検出器5U、5V、5Wにより検出される検出信号に基づいて、電源母線1の相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を計測してもよい。具体的には、極間コンデンサ22U、22V、22Wにより変圧器端子に重畳される小さな振幅の交流電圧に基づいて、電源母線1の相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を計測してもよい。

[0042] また、実施形態において、変圧器3は、三相交流電圧を三相交流電圧に変換する三相変圧器であれば、どのようなものでもよい。従って、変圧器3は、3巻線に限らず、2巻線でもよいし、4以上の巻線を有していてもよい。また、各巻線の結線は、Y結線又は Δ 結線のどちらでもよいし、それらをどのように組合せてもよい。

[0043] さらに、実施形態において、結果が同じになるのであれば、演算の順序や演算をさせる場所（励磁突入電流抑制装置6の内部や外部を問わず、コンピ

ュータや各種検出器等)は、適宜変更してもよい。

[0044] なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1]

三相変圧器と三相交流の電源との接続を開閉する極間にコンデンサが接続された遮断器を、励磁突入電流を抑制するように制御する励磁突入電流抑制装置であって、

前記遮断器の前記三相変圧器側の三相交流電圧を計測する変圧器側電圧計測手段と、

前記変圧器側電圧計測手段により計測された三相交流電圧に基づいて、前記三相変圧器の遮断後の前記三相変圧器の三相の残留磁束の直流成分を演算する残留磁束直流成分演算手段と、

前記残留磁束直流成分演算手段により演算された前記三相の残留磁束の直流成分のうち、絶対値が最大又は絶対値が最小の相を着目相として検出する着目相検出手段と、

前記遮断器の前記電源側の三相交流電圧を計測する電源側電圧計測手段と、

前記電源側電圧計測手段により計測された三相交流電圧の前記着目相検出手段により検出された前記着目相が、前記残留磁束直流成分演算手段により演算された前記残留磁束の前記着目相の直流成分の極性と逆極性の波高値となる第1の位相を判断する第1の位相判断手段と、

前記第1の位相判断手段により判断された前記第1の位相で、前記着目相の前記遮断器を投入する第1の投入手段と、

前記電源側電圧計測手段により計測された三相交流電圧の前記着目相検出手段により検出された前記着目相が、前記第1の位相判断手段により判断された前記第1の位相よりも後に零点となる第2の位相を判断する第2の位相判断手段と、

前記第2の位相判断手段により判断された前記第2の位相で、前記着目相以外の2相の前記遮断器を投入する第2の投入手段とを備えたことを特徴とする励磁突入電流抑制装置。

- [請求項2] 前記残留磁束直流成分演算手段は、前記残留磁束に重畳される交流電圧の波高値に基づいて、前記残留磁束の直流成分の極性及び大きさを演算すること
を特徴とする請求項1に記載の励磁突入電流抑制装置。
- [請求項3] 前記第2の位相判断手段は、前記第1の位相判断手段により判断された前記第1の位相から予め設定された時間経過後の位相で、前記第2の位相を判断すること
を特徴とする請求項1又は請求項2に記載の励磁突入電流抑制装置。
- [請求項4] 三相変圧器と三相交流の電源との接続を開閉する極間にコンデンサが接続された遮断器を、励磁突入電流を抑制するように制御する励磁突入電流抑制方法であって、
前記遮断器の前記三相変圧器側の三相交流電圧を計測し、
計測した前記三相変圧器側の三相交流電圧に基づいて、前記三相変圧器の遮断後の前記三相変圧器の三相の残留磁束の直流成分を演算し、
演算した前記三相の残留磁束の直流成分のうち、絶対値が最大又は絶対値が最小の相を着目相として検出し、
前記遮断器の前記電源側の三相交流電圧を計測し、
計測した前記電源側の三相交流電圧の検出した前記着目相が、演算した前記残留磁束の前記着目相の直流成分の極性と逆極性の波高値となる第1の位相を判断し、
判断した前記第1の位相で、前記着目相の前記遮断器を投入し、
計測した前記電源側の三相交流電圧の検出した前記着目相が、判断した前記第1の位相よりも後に零点となる第2の位相を判断し、
判断した前記第2の位相で、前記着目相以外の2相の前記遮断器を投入すること
を含むことを特徴とする励磁突入電流抑制方法。
- [請求項5] 前記残留磁束の直流成分の極性及び大きさは、前記残留磁束に重畳

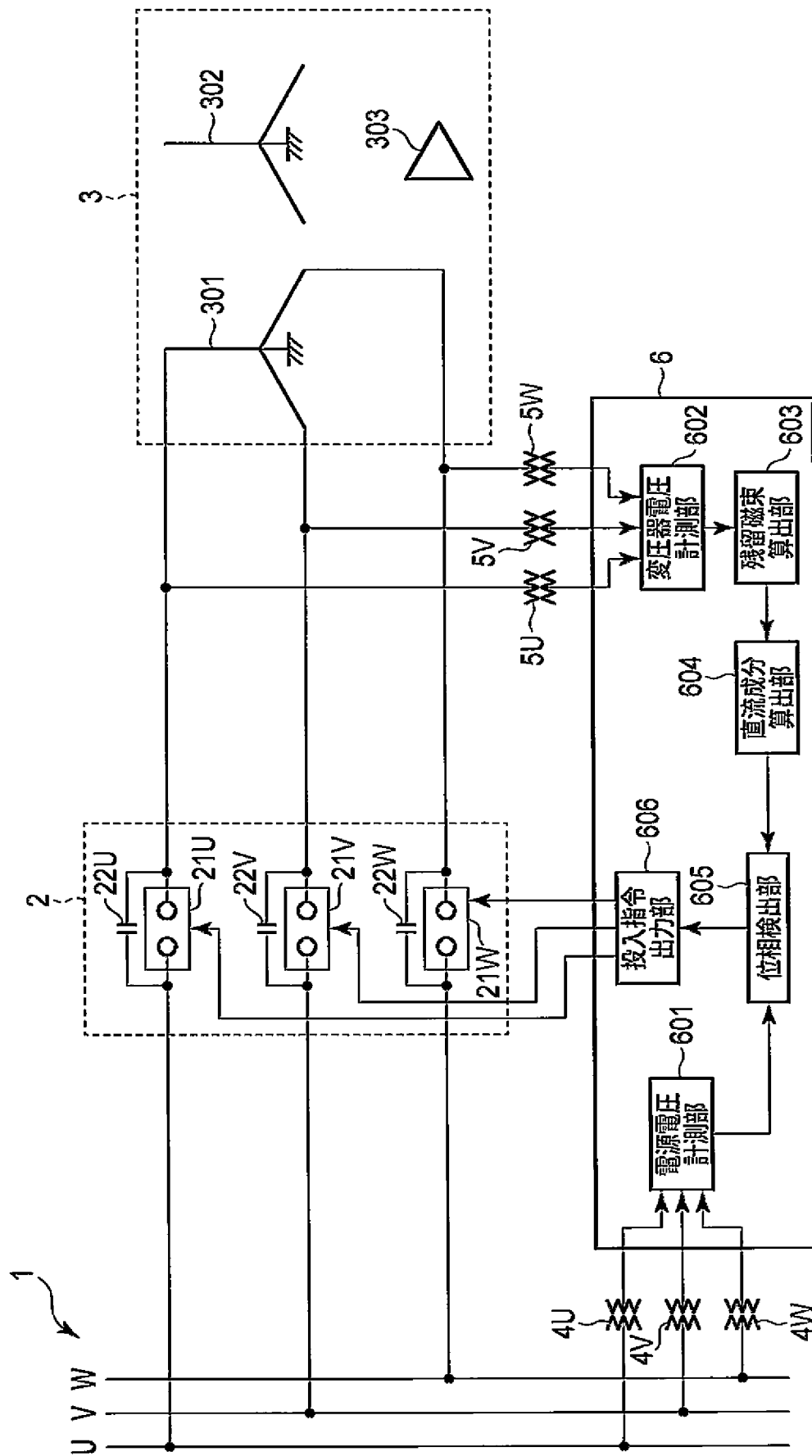
される交流電圧の波高値に基づいて演算すること

を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の励磁突入電流抑制方法。

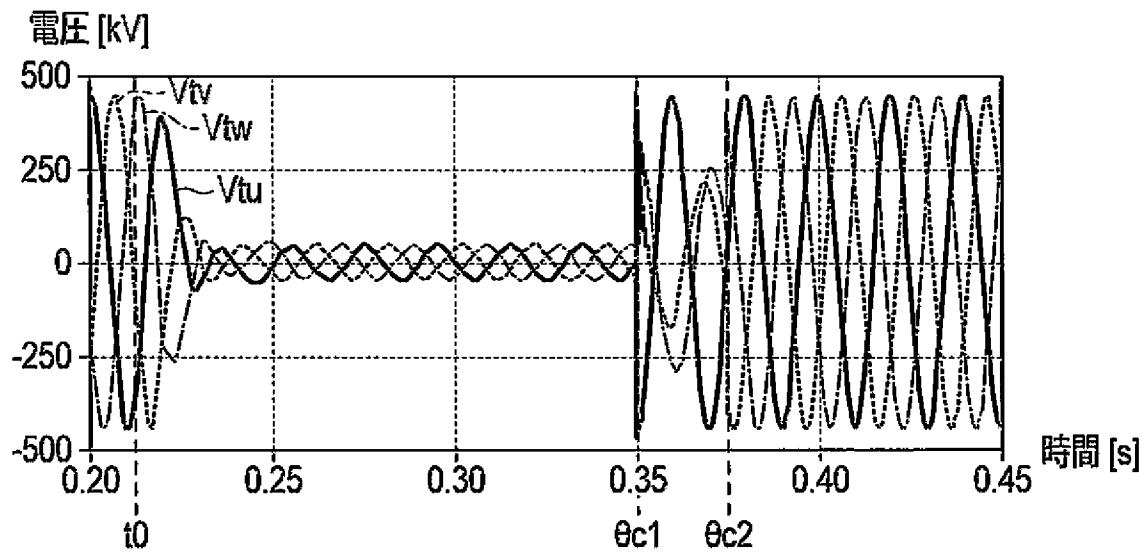
[請求項6] 前記第 2 の位相は、判断した前記第 1 の位相から予め設定された時間経過後の位相で判断すること

を含むことを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載の励磁突入電流抑制方法。

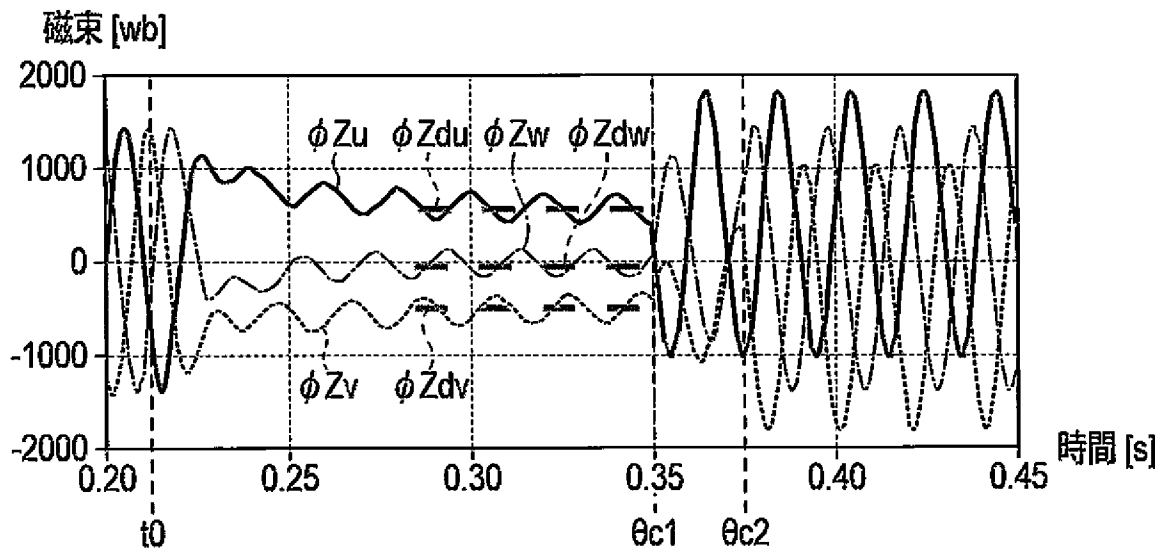
[図1]



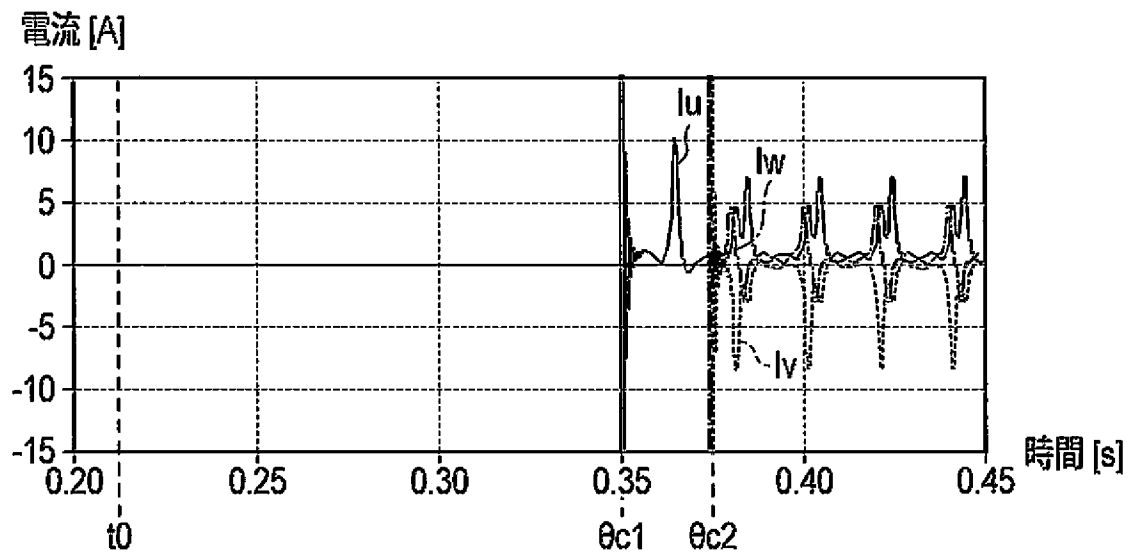
[図2]



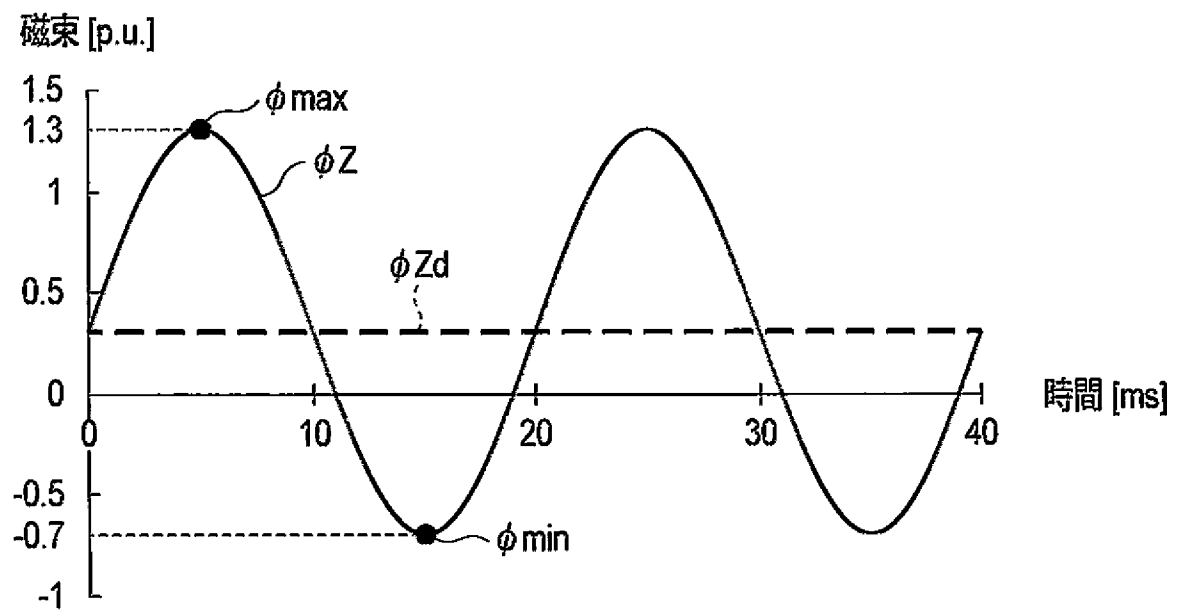
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/062430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01H33/59(2006.01)i, H01H9/54(2006.01)i, H01H33/44(2006.01)i, H02H7/045
(2006.01)i, H02J3/00(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)

H01H33/59, H01H9/54, H01H33/44, H02H7/045, H02J3/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-020985 A (Mitsubishi Electric Corp.), 28 January 2010 (28.01.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-099347 A (Mitsubishi Electric Corp.), 07 May 2009 (07.05.2009), entire text; all drawings & US 2009/0097173 A1 & FR 2922374 A1 & CA 2636175 A1 & CN 101414528 A	1-6
A	JP 2006-284261 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 October 2006 (19.10.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-6



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
27 May, 2013 (27.05.13)

Date of mailing of the international search report
11 June, 2013 (11.06.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/062430

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 2004-208394 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 July 2004 (22.07.2004), entire text; all drawings & US 2004/0124814 A1	1-6
A	JP 2008-160100 A (Toshiba Corp.), 10 July 2008 (10.07.2008), entire text; all drawings & US 2010/0141235 A1 & EP 2091058 A1 & WO 2008/065757 A1 & CA 2670907 A1 & CN 101563744 B	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01H33/59(2006.01)i, H01H9/54(2006.01)i, H01H33/44(2006.01)i, H02H7/045(2006.01)i,
H02J3/00(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. H01H33/59, H01H9/54, H01H33/44, H02H7/045, H02J3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-020985 A (三菱電機株式会社) 2010.01.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6
A	JP 2009-099347 A (三菱電機株式会社) 2009.05.07, 全文, 全図 & US 2009/0097173 A1 & FR 2922374 A1 & CA 2636175 A1 & CN 101414528 A	1 - 6
A	JP 2006-284261 A (三菱電機株式会社) 2006.10.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

2 7 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 1 . 0 6 . 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)

片岡 功行

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 7 2

3 X

3 5 2 6

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 2004-208394 A (三菱電機株式会社) 2004. 07. 22, 全文, 全図 & US 2004/0124814 A1	1 - 6
A	JP 2008-160100 A (株式会社東芝) 2008. 07. 10, 全文, 全図 & US 2010/0141235 A1 & EP 2091058 A1 & WO 2008/065757 A1 & CA 2670907 A1 & CN 101563744 B	1 - 6