

(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
2017年9月21日(21.09.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/159435 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/008868
- (22) 国際出願日: 2017年3月7日(07.03.2017)
- (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 2016-053546 2016年3月17日(17.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 三野 和明(MINO Kazuaki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所(KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋1丁目4番34号 Osaka (JP).

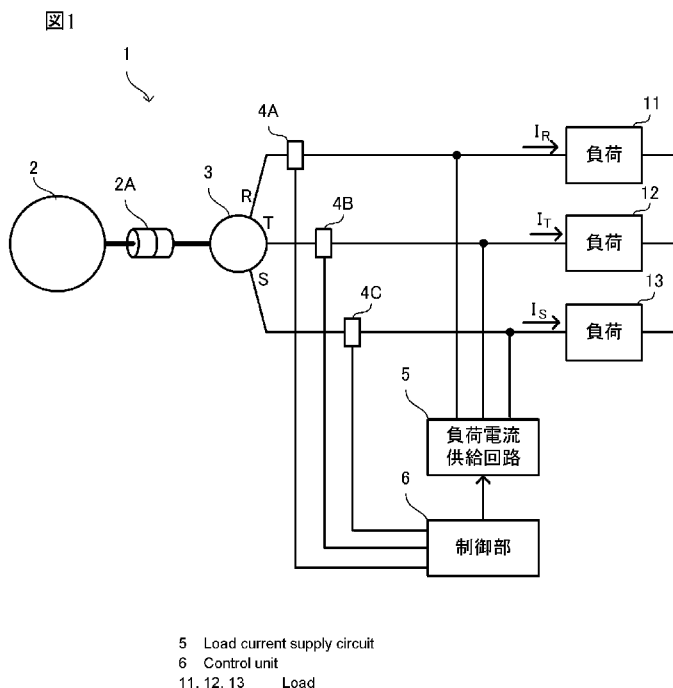
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,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

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: THREE-PHASE AC POWER SOURCE APPARATUS

(54) 発明の名称: 三相交流電源装置



(57) Abstract: A three-phase AC power source apparatus (1) detects currents flowing through power distribution lines at the respective phases of a generator (3), and determines whether or not any one of the detected currents exceeds a rated current. The three-phase AC power source apparatus (1) controls switching of the respective switching elements (Q1-Q6) of a load current supply circuit (5) so as to form a current path passing through choke coils (L1, L2, L3) between a power distribution line of the phase in which the current determined to exceed the rated current flows and at least one of the power distribution lines of the other two phases.

(57) 要約: 三相交流電源装置(1)は、発電機(3)の各相の配電線に流れる電流を検出し、検出した電流の何れかが、定格電流を超えたか否かを判定する。三相交流電源装置(1)は、定格電流を超えたと判定した電流が流れる相の配電線と、他の二相の配電線の少なくとも一方との間に、チョークコイル(L1, L2, L3)を通る電流経路が構成されるように、負荷電流供給回路(5)の各スイッチング素子(Q1~Q6)をスイッチング制御する。

5 Load current supply circuit
6 Control unit
11, 12, 13 Load

WO 2017/159435 A1

明 細 書

発明の名称：三相交流電源装置

技術分野

[0001] 本発明は、三相交流発電機を備えた三相交流電源装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、三相交流電源の各相に単相負荷が接続された構成において、インバータ回路を設けて、負荷電流が小さい相からの電流を負荷電流が大きい相へ供給する平衡化装置が開示されている。この特許文献 1 は、三相電流の相電流の不均衡を小さくして、各相に流れる電流の平衡化を可能としている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：実開平 2－1 2 5 5 4 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献 1 では、インバータ回路を常時駆動して、常時相電流の平衡化を行っているため、インバータ回路による消費電力が大きく、また、インバータ回路の発熱が大きくなるため、放熱を考慮する必要がある。そのために放熱機構を設けると、機器が大型化するという課題もある。

[0005] そこで、本発明の目的は、消費電力を低減し、発熱を抑えることで小型化可能な三相交流電源装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る三相交流電源装置は、第 1 相配電線に第 1 負荷が接続され、第 2 相配電線に第 2 負荷が接続され、第 3 相配電線に第 3 負荷が接続される三相交流発電機と、前記三相交流発電機から前記第 1 負荷、前記第 2 負荷及び前記第 3 負荷それぞれへの供給電流を検出する供給電流検出手段と、前記供給電流検出手段が検出する供給電流の何れかが、定格電流を超えたか否か

を判定する供給電流超過判定手段と、前記供給電流超過判定手段が定格電流を超えたと判定した供給電流が流れる相の配電線と、他の二相の配電線の少なくとも一方との間に電流経路を構成する電流供給手段と、を備えることを特徴とする。

[0007] この構成では、供給電流超過判定手段が定格電流を超えたと判定した供給電流が流れる相の配電線（以下「一の配電線」ということがある。）と、他の二相の配電線の少なくとも一方との間に電流経路が構成されることで、接続される配電線の一方に流れる電流の一部が他方へ供給され、又はその逆に電流の一部が他方から供給される。これにより、一の配電線に流れる電流のうち定格電流を超える分を、他の相の配電線に流れる電流で補うことができる。その結果、三相交流発電機は、定格電流を超える電流が出力されるように駆動する必要がなく、燃費を抑えることができる。また、定格電流を超えてから、電流供給手段による制御を行うため、常時制御を行う場合と比べて、消費電力を抑えることができ、結果、燃費を抑えることができる。また、常時制御を行わないため、制御部の発熱を抑えることができる。

[0008] 前記電流供給手段は、複数のスイッチング素子が直列接続され、その接続点が前記第1相配電線に接続される第1直列回路と、前記第1直列回路の前記複数のスイッチング素子の接続点と、前記第1相配電線との間に設けられた第1チョークコイルと、複数のスイッチング素子が直列接続され、その接続点が前記第2相配電線に接続される第2直列回路と、前記第2直列回路の前記複数のスイッチング素子の接続点と、前記第2相配電線との間に設けられた第2チョークコイルと、複数のスイッチング素子が直列接続され、その接続点が前記第3相配電線に接続される第3直列回路と、前記第3直列回路の前記複数のスイッチング素子の接続点と、前記第3相配電線との間に設けられた第3チョークコイルと、前記第1直列回路、前記第2直列回路及び前記第3直列回路それぞれのスイッチング素子をスイッチング制御する制御手段と、を備え、前記第1直列回路、前記第2直列回路及び前記第3直列回路は並列接続されている、構成でもよい。

- [0009] この構成では、定格電流を超えてから、スイッチング素子のスイッチング制御を行うため、常時スイッチング素子をスイッチングする場合と比べて、消費電力を抑えることができる。
- [0010] 前記第1直列回路、前記第2直列回路及び前記第3直列回路それぞれのスイッチング素子は、共通のヒートシンクに設けられ、前記制御手段は、定格電流を超える供給電流が流れる相に接続されるスイッチング素子から、熱的に最も離れた位置に設けられるスイッチング素子をスイッチング制御する、構成でもよい。
- [0011] この構成では、熱集中を抑えることができ、スイッチング素子の故障率の低減、長寿命化、ヒートシンクやファンなどの冷却部品の小型化を実現できる。
- [0012] 前記第1直列回路、前記第2直列回路及び前記第3直列回路それぞれのスイッチング素子は、共通のヒートシンクに等間隔で設けられ、前記制御手段は、前記他の二相の配電線に接続されるスイッチング素子をそれぞれスイッチング制御してもよい。
- [0013] この構成では、スイッチング素子の発熱が局所的に集中しないようにできる。
- [0014] 前記制御手段は、前記他の二相の配電線の一方に接続されるスイッチング素子と、前記他の二相の配電線の他方に接続されるスイッチング素子とを交互にスイッチング制御してもよい。
- [0015] この構成では、スイッチング素子の発熱が局所的に集中しないようにできる。

発明の効果

- [0016] 本発明によれば、定格電流を超えてから、電流供給手段による制御を行うため、インバータ回路を常時駆動させない。従って、消費電力を抑えることができる。また、インバータ回路の発熱を抑えることもできる。よって、放熱機構を小さくすることもでき、機器の小型化に寄与することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図 1 は、実施形態 1 に係る三相交流電源装置を示す図である。

[図2]図 2 は、三相交流電源装置の回路図である。

[図3]図 3 は、負荷電流の波形と、1 相あたりの定格電流以下の電流の波形とを示す図である。

[図4]図 4 は、図 3 のタイミング (I) での三相交流電源装置の電流経路を示す図である。

[図5]図 5 は、図 3 のタイミング (II) での三相交流電源装置の電流経路を示す図である。

[図6]図 6 は、時間経過に伴い変化する発電機の各相の電流値を示す図である。

[図7]図 7 は、三相交流電源装置の構造を示す図である。

[図8]図 8 は、制御部が実行する処理のフローチャートである。

[図9]図 9 は、三相交流電源装置の電流経路を示す図である。

[図10]図 10 は、時間経過に伴い変化する発電機の各相の電流値 (振幅値) を示す図である。

[図11]図 11 は、時間経過に伴い変化する発電機の各相の電流値 (振幅値) を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] (実施形態 1)

図 1 は、本実施形態に係る三相交流電源装置 1 を示す図である。

[0019] 三相交流電源装置 1 は、熱機関発電機を利用して発電し、各電力需要家に供給する。図 1 に示す負荷 11, 12, 13 は、三相交流電源装置 1 から電力が供給される電力需要家等である。

[0020] 三相交流電源装置 1 は、ディーゼルエンジン 2 と、軸機構 2A を介してディーゼルエンジン 2 に接続する発電機 (モータジェネレータ) 3 と、電流検出回路 4A, 4B, 4C と、負荷電流供給回路 5 と、制御部 6 とを備えている。発電機 3 は、本発明に係る「三相交流発電機」の一例である。

[0021] 発電機 3 はディーゼルエンジン 2 を駆動源とする三相交流発電機である。

なお、発電機3の駆動源は、ディーゼルエンジン2以外に、ガソリンエンジン、ガスタービンエンジンなどであってもよい。発電機3の各相（R相、T相、S相）の配電線には負荷11, 12, 13が接続されている。発電機3のR相の配電線には負荷11が接続されている。発電機3のT相の配電線には負荷12が接続されている。発電機3のS相の配電線には負荷13が接続されている。

[0022] R相の配電線は、本発明に係る「第1相配電線」の一例である。T相の配電線は、本発明に係る「第2相配電線」の一例である。S相の配電線は、本発明に係る「第3相配電線」の一例である。負荷11は、本発明に係る「第1負荷」の一例である。負荷12は、本発明に係る「第2負荷」の一例である。負荷13は、本発明に係る「第3負荷」の一例である。

[0023] 電流検出回路4A, 4B, 4Cは、発電機3のR相、T相、S相それぞれの配電線に設けられている。電流検出回路4A, 4B, 4Cは、例えばカレントトランスを有し、発電機3の各相の配電線を流れる電流を検出する。各相の配電線を流れる電流は、負荷11, 12, 13へ供給される。以下では、負荷11, 12, 13へ供給される負荷電流を、それぞれ I_R , I_T , I_S で表す。負荷電流 I_R , I_T , I_S は、各負荷11, 12, 13の軽重（各電力需要家の電力消費）に応じて変化する。電流検出回路4A, 4B, 4Cは、本発明に係る「供給電流検出手段」の一例である。なお、以下に説明する本実施形態の制御を行わない場合（負荷電流供給回路5を駆動しない場合）、電流検出回路4A, 4B, 4Cが検出する電流は、負荷電流 I_R , I_T , I_S である。

[0024] 負荷電流供給回路5は、R相、S相、T相それぞれの配電線に接続されていて、一の相の配電線と他の相の配電線との間に電流経路を構成する。そして、一の相の配電線に流れる電流の一部を、他の相の配電線に供給する。負荷電流供給回路5の具体的な構成については後述する。負荷電流供給回路5は、本発明に係る「電流供給手段」の一例である。

[0025] 制御部6はマイコン等を有し、電流検出回路4A, 4B, 4Cが検出する

各相の電流のうち、発電機 3 の 1 相あたりの定格電流を超えたものがあるか否かを判定する。発電機 3 の 1 相あたりの定格電流を超えた電流がある場合、制御部 6 は、その電流が流れる相の配電線と、他の相の配電線との間に電流経路が形成されるように、負荷電流供給回路 5 を制御する。その結果、一の配電線を流れる電流のうち、1 相あたりの定格電流を超える分が、他の相の配電線を流れる電流により補われるようになる。

[0026] ディーゼルエンジン 2 は、最も大きい負荷に合わせて発電機 3 を駆動し、発電機 3 から出力される電流が、1 相あたりの定格電流となるまでは燃費は略変わらない。しかしながら、発電機 3 から出力される電流が、1 相あたりの定格電流を超えた状態で発電機 3 を駆動すると、発電機 3 の 1 相あたりの定格電流を超えた相の巻線などが高温になり、発電機が焼損したり、温度保護回路の作動により停止したりしてしまう。そこで、前記のように、負荷電流 I_R 、 I_T 、 I_S のうち、1 相あたりの定格電流を超える分を、他の相の配電線を流れる電流で補うようにすることで、負荷電流 I_R 、 I_T 、 I_S が 1 相あたりの定格電流を超えていても、発電機 3 から出力する電流は抑えられる。このため、ディーゼルエンジン 2 は、1 相あたりの定格電流を超える電流が出力されるように発電機 3 を駆動する必要がなく、発電が停止したり、発電機が破損したりすることなく継続動作させることができる。

[0027] 制御部 6 は、本発明に係る「供給電流超過判定手段」、「電流供給手段」及び「制御手段」の一例である。

[0028] 図 2 は、三相交流電源装置 1 の回路図である。

[0029] 負荷電流供給回路 5 は、スイッチング素子 Q 1、Q 2 の直列回路と、スイッチング素子 Q 3、Q 4 の直列回路と、スイッチング素子 Q 5、Q 6 の直列回路と、キャパシタ C 1 とが並列接続されて構成されている。スイッチング素子 Q 1、Q 2 の直列回路は、本発明に係る「第 1 直列回路」の一例である。スイッチング素子 Q 3、Q 4 の直列回路は、本発明に係る「第 2 直列回路」の一例である。スイッチング素子 Q 5、Q 6 の直列回路は、本発明に係る「第 3 直列回路」の一例である。

[0030] なお、本実施形態では、各直列回路はそれぞれ二つのスイッチング素子からなっているが、本発明は、二つのスイッチング素子のみに限定されない。たとえば、ハイサイド側に直列に接続された二つのスイッチング素子が、ローサイド側に直列に接続された二つのスイッチング素子が配置され、計4つのスイッチング素子により、各直列回路が構成されていてもよい。また、ハイサイド側に並列に接続された二つのスイッチング素子が、ローサイド側に並列に接続された二つのスイッチング素子が配置される構成でも構わない。

[0031] スwitchング素子Q1～Q6はMOSFET又はIGBTであって、それぞれの制御端子（ゲート）は制御部6に接続されている。スイッチング素子Q1～Q6は、制御端子に制御部6から制御信号が入力されることで、オンオフする。

[0032] スwitchング素子Q1、Q2の接続点は、チョークコイルL1を介して発電機3のR相の配電線に接続されている。スイッチング素子Q3、Q4の接続点は、チョークコイルL2を介して発電機3のT相の配電線に接続されている。スイッチング素子Q5、Q6の接続点は、チョークコイルL3を介して発電機3のS相の配電線に接続されている。チョークコイルL1は、本発明に係る「第1チョークコイル」の一例である。チョークコイルL2は、本発明に係る「第2チョークコイル」の一例である。チョークコイルL3は、本発明に係る「第3チョークコイル」の一例である。

[0033] 制御部6には、スイッチング素子Q1～Q6のゲートが接続されている。制御部6は、電流検出回路4A、4B、4Cが検出する電流に基づいて、スイッチング素子Q1～Q6にゲート信号を出力し、スイッチング素子Q1～Q6をスイッチング制御する。

[0034] 具体的には、制御部6は、電流検出回路4A、4B、4Cが検出した電流のなかで、発電機3の1相あたりの定格電流を超えたものがあるか否かを判定する。以下に、負荷11が重負荷であり、負荷12、13が軽負荷であって、負荷11に供給される負荷電流 I_R が、発電機3の1相あたりの定格電流を超えた場合について説明する。

[0035] この場合、三相交流電源装置 1 は、例えば、R 相の配電線と T 相の配電線との間に電流経路が構成されるように、負荷電流供給回路 5 の各スイッチング素子をオンオフする。そして、負荷電流 I_R の 1 相あたりの定格電流を超える分を、T 相の配電線に流れる電流の一部で補い、発電機 3 の R 相から出力される電流が 1 相あたりの定格電流以下となるようにする。これにより、1 相あたりの定格電流を超えないように発電機 3 を駆動することができ、結果として定格容量が小さい発電機を適用できるので、ディーゼルエンジン 2 の燃費の悪化を抑制できる。以下では、1 相あたりの定格電流以下の発電機 3 の各相の電流をそれぞれ I_{R1} 、 I_{S1} 、 I_{T1} で表す。

[0036] 図 3 は、負荷電流 I_R 、 I_S 、 I_T の波形と、1 相あたりの定格電流以下の電流 I_{R1} 、 I_{S1} 、 I_{T1} の波形とを示す図である。図 4 は、図 3 のタイミング (I) での三相交流電源装置 1 の電流経路を示す図である。図 5 は、図 3 のタイミング (II) での三相交流電源装置 1 の電流経路を示す図である。

[0037] なお、図 3 の電流 I_{R1} 、 I_{S1} 、 I_{T1} の波形は、発電機 3 からの三相交流電流を平衡化したときの電流波形を示す。平衡時の発電機 3 から出力される三相電流はそれぞれの振幅が同じで、それぞれの位相差が 120° の関係となる。また、以下の例では、他の相の配電線から S 相の配電線には電流を供給せず、また、S 相の配電線に流れる電流を他の相の配電線に供給しないため、発電機 3 の S 相に入出力される電流 I_{S1} は、負荷 13 への負荷電流 I_S と常に同じである。

[0038] 図 3 に示すタイミング (I) では、負荷電流 I_R は正であり、負荷電流 I_T は負であり、負荷電流 I_S はゼロである。なお、負荷 11 に供給される負荷電流 I_R は負荷 12 を通り T 相の配電線に流れる。このタイミング (I) では、制御部 6 は、負荷電流供給回路 5 のスイッチング素子 Q2、Q3 をオンにする。これにより、R 相の配電線と T 相の配電線とがチョークコイル L1、L2 を介して接続される。そして、図 4 の矢印で示すように、T 相の配電線に流れる負荷電流 I_T の一部（電流 I_{T2} とする）が、チョークコイル L2、スイッチング素子 Q3、キャパシタ C1、スイッチング素子 Q2、チョークコイ

ル L 1 の順に流れ、R 相の配電線に供給される。

[0039] 電流 I_{T2} が R 相の配電線に供給されることにより、重負荷の負荷 1 1 には定格電流を超える負荷電流 I_R が供給されるが、発電機 3 が出力する電流 I_{R1} は電流 I_{T2} 分だけ I_R よりも小さくなる。このとき、 $|I_{R1}| = |I_R| - |I_{T2}|$ で表せる。また、負荷電流 I_T の一部（電流 I_{T2} ）が R 相の配電線に供給されることにより、発電機 3 の T 相には、負荷電流 I_T から電流 I_{T2} だけ小さい電流 I_{T1} が入力される。すなわち、 $|I_{T1}| = |I_T| - |I_{T2}|$ で表せる。

[0040] 図 3 に示すタイミング (III) では、負荷電流 I_R は負であり、負荷電流 I_T は正であり、負荷電流 I_S はゼロである。すなわち、図 3 に示すタイミング (I) と電流の極性が反対である。この場合、図 4 の矢印と反対に、R 相の配電線に流れる負荷電流 I_R の一部が、チョークコイル L 1、スイッチング素子 Q 2、キャパシタ C 1、スイッチング素子 Q 3、チョークコイル L 2 の順に流れ、T 相の配電線に供給される。

[0041] 図 3 に示すタイミング (II) では、負荷電流 I_R は負であり、負荷電流 I_T はゼロであり、負荷電流 I_S は正である。なお、負荷 1 3 に供給される負荷電流 I_S は、負荷 1 1 を通り R 相の配電線に流れる。このタイミング (II) では、制御部 6 は、負荷電流供給回路 5 のスイッチング素子 Q 1、Q 4 をオンにする。これにより、R 相の配電線と T 相の配電線とがチョークコイル L 1、L 2 を介して接続される。そして、図 5 の矢印で示すように、R 相の配電線に流れる負荷電流 I_R の一部（電流 I_{R2} とする）が、チョークコイル L 1、スイッチング素子 Q 1、キャパシタ C 1、スイッチング素子 Q 4、チョークコイル L 2 の順に流れ、T 相の配電線に供給される。

[0042] 電流 I_{R2} が R 相の配電線に供給されることにより、重負荷の負荷 1 1 には 1 相あたりの定格電流を超える負荷電流 I_R （電流 I_{R1} + 電流 I_{R2} ）が供給されるが、発電機 3 へ入力される電流 I_{R1} は電流 I_{R2} の分だけ I_R よりも小さくなる。このとき、電流が流れる方向が発電機 3 から負荷 1 1、1 2、1 3 方向のときを正とすると、 $|I_{R1}| = |I_R| - |I_{R2}|$ で表せる。また、負荷

電流 I_T はゼロであるが、負荷電流 I_R の一部（電流 I_{R2} ）が T 相の配電線に供給されることにより、発電機 3 の T 相には電流 I_{R2} が入力される。すなわち、 $|I_{T1}| = |I_{R2}|$ で表せる。

[0043] 図 3 に示すタイミング (IV) では、負荷電流 I_R は正であり、負荷電流 I_T はゼロであり、負荷電流 I_S は負である。すなわち、図 3 に示すタイミング (II) と電流の極性が反対である。この場合、図 5 の矢印と反対に、T 相の配電線に流れる電流の一部が、チョークコイル L 2、スイッチング素子 Q 4、キャパシタ C 1、スイッチング素子 Q 1、チョークコイル L 1 の順に流れ、R 相の配電線に供給される。

[0044] なお、図 3、図 4 及び図 5 では、任意のタイミングを抽出して説明したが、何れのタイミングであっても、負荷電流の 1 相あたりの定格電流を超える分を、他の相の配電線に流れる電流の一部で補い、発電機 3 から出力される交流電流が、1 相あたりの定格電流以下となるようにできる。

[0045] 図 6 は、時間経過に伴い変化する発電機 3 の各相の電流値（振幅値）を示す図である。

[0046] 負荷 11 が重負荷となり、発電機 3 の R 相からの出力電流が、1 相あたりの定格電流を超えると（タイミング A）、前記したように、制御部 6 は負荷電流供給回路 5 を駆動し、R 相の配電線と T 相の配電線との間で電流を融通し合う。その結果、制御遅延時間 B の経過後に、発電機 3 の R 相からの出力電流は、1 相あたりの定格電流まで低下する。また、発電機 3 の T 相からの出力電流は、制御遅延時間 B の経過後に増加する。

[0047] このように、負荷 11, 12, 13 の何れかが重負荷となり、負荷電流が発電機 3 の 1 相あたりの定格電流を超えた場合であっても、制御部 6 がタイミングに応じて負荷電流供給回路 5 を制御することで、発電機 3 の各相に対する電流 I_{R1} , I_{S1} , I_{T1} を、1 相あたりの定格電流以下に抑えることができる。さらに、発電機 3 の各相の配電線間で融通し合う電流（たとえば、上述の実施形態では I_{R2} , I_{T2} ）を調整することで、図 3 の波形に示すように、電流 I_{R1} , I_{S1} , I_{T1} を平衡三相交流とすることができる。その結果、発

電機 3 の各相からの出力電流を、発電機 3 の 1 相あたりの定格電流以下に抑えることができ、ディーゼルエンジン 2 の燃費低下を抑制できる。また、負荷電流が発電機 3 の 1 相あたりの定格電流を超えたときのみ負荷電流供給回路 5 を駆動するため、負荷電流供給回路 5 を常時駆動する場合と対比して、負荷電流供給回路 5 の消費電力量を抑えることができる。

[0048] 本実施形態では、負荷電流 I_R が 1 相あたりの定格電流を超えた場合、R 相の配電線と T 相の配電線とを、チョークコイル L_1 , L_2 を介して接続しているが、R 相の配電線と S 相の配電線とをチョークコイル L_1 , L_3 を介して接続するようにしてもよい。詳しくは、三相交流電源装置 1 の構造に応じて、適宜変更することが好ましい。

[0049] 図 7 は、三相交流電源装置 1 の構造を示す図である。この例では、基板 20 上にチョークコイル L_1 , L_2 , L_3 、スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_6$ 等を含む素子が実装されている。スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_6$ は、基板 20 上に設けられた共通のヒートシンク 21 に取り付けられている。スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_6$ は、ヒートシンク 21 に略等間隔で接続され配列されている。この場合、負荷電流 I_R が 1 相あたりの定格電流を超えた場合、制御部 6 は、R 相の配電線に接続されるスイッチング素子 Q_1 , Q_2 から熱的に遠いスイッチング素子 Q_3 , Q_4 をスイッチング制御する。

[0050] スwitchング素子 Q_1 , Q_2 をスイッチング制御した場合、その発熱は大きく、熱集中が起こり易くなる。このため、熱的に遠いスイッチング素子 Q_3 , Q_4 をスイッチング制御して、R 相の配電線と T 相の配電線とを接続するようにすることで、熱源を分散でき、スイッチング素子に対する熱ストレスを下げるができる。その結果、スイッチング素子の故障率の低減、長寿命化を実現できる。さらに、熱源を分散することによるヒートシンクやファンの小型化、低コスト化も可能になる。また、ファンを使わずに構成することも可能になるため、長寿命化も実現できる。

[0051] なお、スイッチング素子 Q_5 , Q_6 がスイッチング素子 Q_1 , Q_2 から熱的に遠い位置に設けられる構造である場合には、制御部 6 はスイッチング素

子 Q 5, Q 6 をスイッチング制御して、R 相の配電線と S 相の配電線との間に電流経路が構成されるようにすればよい。

[0052] 図 8 は、制御部 6 が実行する処理のフローチャートである。

[0053] 制御部 6 は、電流検出回路 4 A, 4 B, 4 C が検出した電流を取得する (S 1)。制御部 6 は検出電流の何れかが 1 相あたりの定格電流を超えているか否かを判定する (S 2)。超えている場合 (S 2 : YES)、制御部 6 は負荷電流供給回路 5 を制御し、1 相あたりの定格電流を超える負荷電流が流れる相の配電線と、他の相の配電線とを接続する (S 3)。

[0054] その後、制御部 6 は、電流検出回路 4 A, 4 B, 4 C が検出した電流が 1 相あたりの定格電流以下となった否かを判定する (S 4)。1 相あたりの定格電流以下となっていない場合 (S 4 : NO)、制御部 6 は負荷電流供給回路 5 を駆動し続ける。1 相あたりの定格電流以下となった場合 (S 4 : YES)、制御部 6 は負荷電流供給回路 5 の駆動を停止する (S 5)。このように、負荷電流供給回路 5 は常時駆動しないため、消費電力は抑えられる。

[0055] S 2 で負荷電流 I_R , I_T , I_S の何れかも 1 相あたりの定格電流を超えていないと判定された場合 (S 2 : NO)、又は、S 5 での負荷電流供給回路 5 の駆動停止後、制御部 6 は S 1 の処理を再実行する。

[0056] (実施形態 2)

本実施形態では、1 相あたりの定格電流を超える負荷電流が流れる相の配電線と、他の二相の配電線の両方とをチョークコイルを介して接続する点で、実施形態 1 と相違する。

[0057] 図 9 は、三相交流電源装置 1 の電流経路を示す図である。図 9 は、負荷 1 3 が重負荷であって、負荷電流 I_S が 1 相あたりの定格電流を超えた場合の例を示す。図 9 では、電流が流れる方向が発電機 3 から負荷 1 1, 1 2, 1 3 方向のときを正とする。

[0058] 負荷電流 I_R , I_T が正であり、負荷電流 I_S が負であるタイミングでは、負荷電流 I_R , I_T は、負荷 1 3 を通り S 相の配電線に流れる。このタイミングにおいて、制御部 6 は、スイッチング素子 Q 2, Q 3, Q 5 をオンにする。

そうすると、R相の配電線とS相の配電線とがチョークコイル L_1 、 L_3 を介して接続され、また、T相の配電線とS相の配電線とがチョークコイル L_2 、 L_3 を介して接続される。そして、図9の矢印で示すように、発電機3のR相から出力される電流 I_{R1} の一部（電流 I_{R2} とする）が、チョークコイル L_1 、スイッチング素子 Q_2 、キャパシタ C_1 、スイッチング素子 Q_5 、チョークコイル L_3 の順に流れ、S相の配電線に供給される。すなわち、 $|I_{R1}| = |I_R| + |I_{R2}|$ で表せる。

[0059] また、発電機3のT相から出力される電流 I_{T1} の一部（電流 I_{T2} とする）が、チョークコイル L_2 、スイッチング素子 Q_3 、 Q_5 、チョークコイル L_3 の順に流れ、S相の配電線に供給される。すなわち、 $|I_{T1}| = |I_T| + |I_{T2}|$ で表せる。

[0060] S相の配電線には、R相の配電線からの電流 I_{R2} とT相の配電線からの電流 I_{T2} との合計の電流が入力される。電流の方向（正負）を考慮すると、 $|I_{S1}| = |I_S| - |I_{R2} + I_{T2}|$ で表せる。

[0061] 図10は、時間経過に伴い変化する発電機3の各相の電流値（振幅値）を示す図である。

[0062] 負荷13が重負荷となり、発電機3のS相からの出力電流が1相あたりの定格電流を超えると（タイミングC）、前記したように、制御部6は負荷電流供給回路5を駆動し、S相の配電線とR、T相の配電線との間で電流を融通し合う。なお、この例では、 $|I_{R2}| = |I_{T2}|$ とする。その結果、制御遅延時間Dの経過後に、発電機3のS相からの出力電流は、1相あたりの定格電流まで低下する。また、発電機3のR、T相からの出力電流は、制御遅延時間Dの経過後に増加する。なお、前記のように、 $|I_{R2}| = |I_{T2}|$ であるので、T相からの出力電流の増加分とR相からの出力電流の増加分はほぼ同じである。

[0063] このように、1相あたりの定格電流を超える負荷電流が流れる相の配電線と、他の二相の配電線の両方とを接続しても、実施形態1と同様に、発電機3の各相に対する電流 I_{R1} 、 I_{S1} 、 I_{T1} を、1相あたりの定格電流以下に抑

えることができる。その結果、ディーゼルエンジン 2 を安全に継続運転させることができる。

[0064] 三相交流電源装置 1 が図 7 に示す構造である場合、本実施形態のように、S 相の配電線に接続されるスイッチング素子 Q 5、Q 6 と、スイッチング素子 Q 1、Q 2 及びスイッチング素子 Q 3、Q 4 とは熱的に略同じ距離である。このため、スイッチング素子 Q 1、Q 2 及びスイッチング素子 Q 3、Q 4 それぞれをスイッチング制御することで、一方のみをスイッチング制御する場合と比べて熱集中を抑えることができる。熱集中を抑えることで、スイッチング素子の故障率の低減、長寿命化を実現できる。

[0065] さらに、負荷電流が発電機 3 の 1 相あたりの定格電流を超えたときのみ負荷電流供給回路 5 を駆動するため、負荷電流供給回路 5 を常時駆動する場合と対比して、負荷電流供給回路 5 の駆動電力量を抑えることができる。

[0066] また、装置の稼働率が低くなるので、長寿命化が可能となる。

[0067] なお、図 9 での説明では、S 相の配電線と、R、T 相の配電線とを同時に接続しているが、R、T 相の配電線を交互に、S 相の配電線と接続するようにしてもよい。例えば、図 9 で説明したタイミングでは、スイッチング素子 Q 2、Q 5 をオンすることで、電流を供給する期間と、スイッチング素子 Q 3、Q 5 をオンすることで、電流を供給する期間とを交互に繰り返す。すなわち、R 相からの電流供給と T 相からの電流供給とを交互に行う（図 11 参照）。このとき、R 相の配電線から S 相の配電線には、図 9 の場合の電流 I_{R2} の 2 倍の電流が流れ、T 相の配電線から S 相の配電線には、図 9 の場合の電流 I_{T2} の 2 倍の電流が流れるように定数設定される。

[0068] 図 11 は、時間経過に伴い変化する発電機 3 の各相の電流値（振幅値）を示す図である。

[0069] R 相の配電線と、T 相の配電線とを交互に S 相の配電線に接続する場合、発電機 3 の S 相からの出力電流は、1 相あたりの定格電流まで低下し、発電機 3 の R、T 相からの出力電流は、交互に増加と減少を繰り返す。

[0070] このように、R 相の配電線と T 相の配電線とを交互に S 相の配電線に接続

する場合であっても、発電機3の各相に対する電流 I_{R1} 、 I_{S1} 、 I_{T1} を、1相あたりの定格電流以下に抑えることができる。その結果、ディーゼルエンジン2を安全に継続運転させることができる。

[0071] また、R相の配電線に接続されるスイッチング素子Q1、Q2と、T相に接続されるスイッチング素子Q5、Q6とを交互にスイッチング制御するため、三相交流電源装置1が、例えば図7に示す構造である場合、局所的な熱集中を抑えることができる。熱集中を抑えることで、スイッチング素子の故障率の低減、長寿命化を実現できる。

[0072] なお、上述の実施形態では、電流検出回路4A、4B、4Cが第1、第2、第3負荷それぞれへの供給電流を検出する構成としているが、3相3線の場合、2相の電流を検出すれば、残りの相の供給電流は演算により求めることが可能である。よって、例えば、第1、第2、第3負荷それぞれへの供給電流のうち、電流検出回路(4A、4B)を使って2つの供給電流を検出し、残りの1相の供給電流を、電流算出手段により演算し供給電流を検出するという方法でも構わない。この場合、上述の電流検出回路4A、4B及び電流算出手段が、本発明に係る「供給電流検出手段」の一例となる。

[0073] 本発明の適用例を以下に記載する。

[0074] (1) 電力系統が整備されていない離島等の地域では、例えばディーゼルエンジン等の熱機関を動力にした発電機を用いて三相交流電源を生成し、各相に単相負荷が接続されるというケースがある。このような場合、電流不平衡が起こると、ディーゼルエンジンの燃費悪化に直結してしまうため、本発明を適用して燃費悪化を低減することができる。また、電流不平衡が起こらなくなれば、ディーゼルエンジンの容量を小さくすることも可能となるので、さらなる燃費向上が図られる。

[0075] (2) 欧州やその他日本国外では家庭用であっても、電線から屋内への引き込み線が三相になっており、家屋内で単相交流に変換されることなく、各相に単相負荷が接続される構成になっている場合がある。このような場合、電流不平衡が起こると、引き込み線の一部に定格を超える大電流が流れ、電

線が発熱して電線の絶縁被覆が劣化するおそれがある。本発明を適用すれば、当該劣化を抑制することも可能となる。

符号の説明

[0076] B, D…制御遅延時間

C 1…キャパシタ

I_R , I_S , I_T …負荷電流

I_{R1} , I_{S1} , I_{T1} …相電流

I_{R2} , I_{T2} …電流

L 1, L 2, L 3…チョークコイル

Q 1, Q 2, Q 3, Q 4, Q 5, Q 6…スイッチング素子

1…三相交流電源装置

2…ディーゼルエンジン

2 A…軸機構

3…発電機（三相交流発電機）

4 A, 4 B, 4 C…電流検出回路（供給電流検出手段）

5…負荷電流供給回路

6…制御部（供給電流超過判定手段、電流供給手段）

1 1, 1 2, 1 3…負荷

2 0…基板

2 1…ヒートシンク

請求の範囲

[請求項1] 第1相配電線に第1負荷が接続され、第2相配電線に第2負荷が接続され、第3相配電線に第3負荷が接続される三相交流発電機と、
前記三相交流発電機から前記第1負荷、前記第2負荷及び前記第3負荷それぞれへの供給電流を検出する供給電流検出手段と、
前記供給電流検出手段が検出する供給電流の何れかが、定格電流を超えたか否かを判定する供給電流超過判定手段と、
前記供給電流超過判定手段が定格電流を超えたと判定した供給電流が流れる相の配電線と、他の二相の配電線の少なくとも一方との間に電流経路を構成する電流供給手段と、
を備える三相交流電源装置。

[請求項2] 前記電流供給手段は、
複数のスイッチング素子が直列接続され、その接続点が前記第1相配電線に接続される第1直列回路と、
前記第1直列回路の前記複数のスイッチング素子の接続点と、前記第1相配電線との間に設けられた第1チョークコイルと、
複数のスイッチング素子が直列接続され、その接続点が前記第2相配電線に接続される第2直列回路と、
前記第2直列回路の前記複数のスイッチング素子の接続点と、前記第2相配電線との間に設けられた第2チョークコイルと、
複数のスイッチング素子が直列接続され、その接続点が前記第3相配電線に接続される第3直列回路と、
前記第3直列回路の前記複数のスイッチング素子の接続点と、前記第3相配電線との間に設けられた第3チョークコイルと、
前記第1直列回路、前記第2直列回路及び前記第3直列回路それぞれのスイッチング素子をスイッチング制御する制御手段と、
を備え、
前記第1直列回路、前記第2直列回路及び前記第3直列回路は並列

接続されている、

請求項 1 に記載の三相交流電源装置。

[請求項3] 前記第 1 直列回路、前記第 2 直列回路及び前記第 3 直列回路それぞれのスイッチング素子は、共通のヒートシンクに設けられ、

前記制御手段は、

定格電流を超える供給電流が流れる相に接続されるスイッチング素子から、熱的に最も離れた位置に設けられるスイッチング素子をスイッチング制御する、

請求項 2 に記載の三相交流電源装置。

[請求項4] 前記第 1 直列回路、前記第 2 直列回路及び前記第 3 直列回路それぞれのスイッチング素子は、共通のヒートシンクに等間隔で設けられ、

前記制御手段は、

前記他の二相の配電線に接続されるスイッチング素子をそれぞれスイッチング制御する、

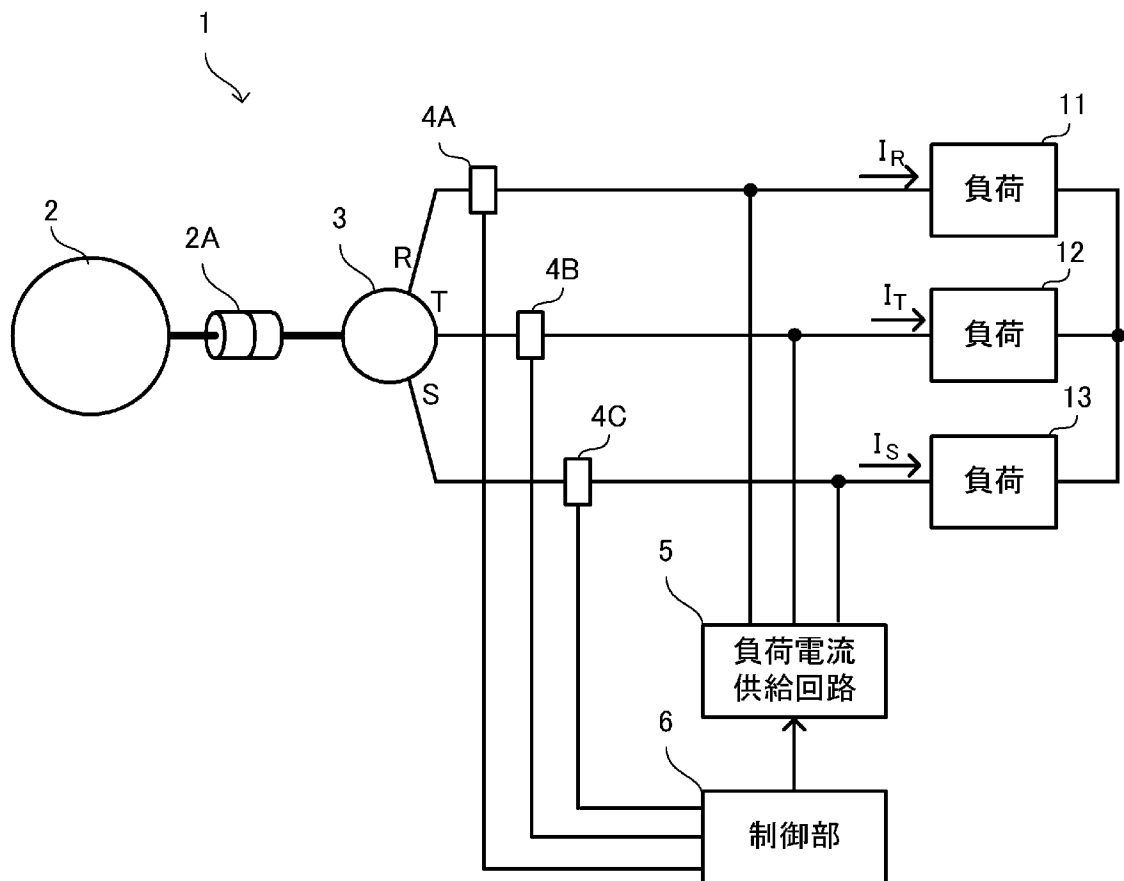
請求項 2 に記載の三相交流電源装置。

[請求項5] 前記制御手段は、

前記他の二相の配電線の一方に接続されるスイッチング素子と、前記他の二相の配電線の方々に接続されるスイッチング素子とを交互にスイッチング制御する、

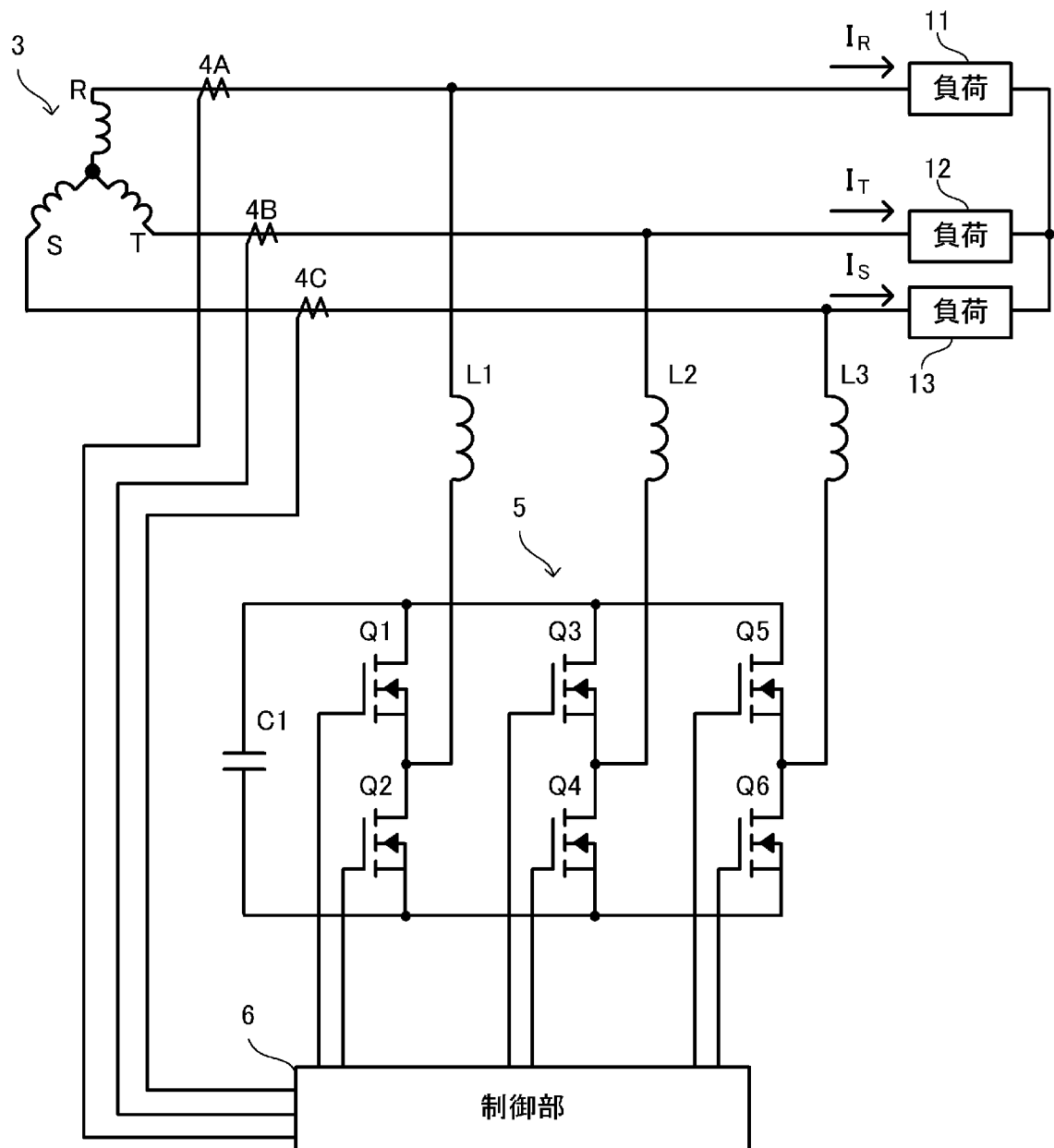
請求項 4 に記載の三相交流電源装置。

図 1



[図2]

図2



[図3]

図3

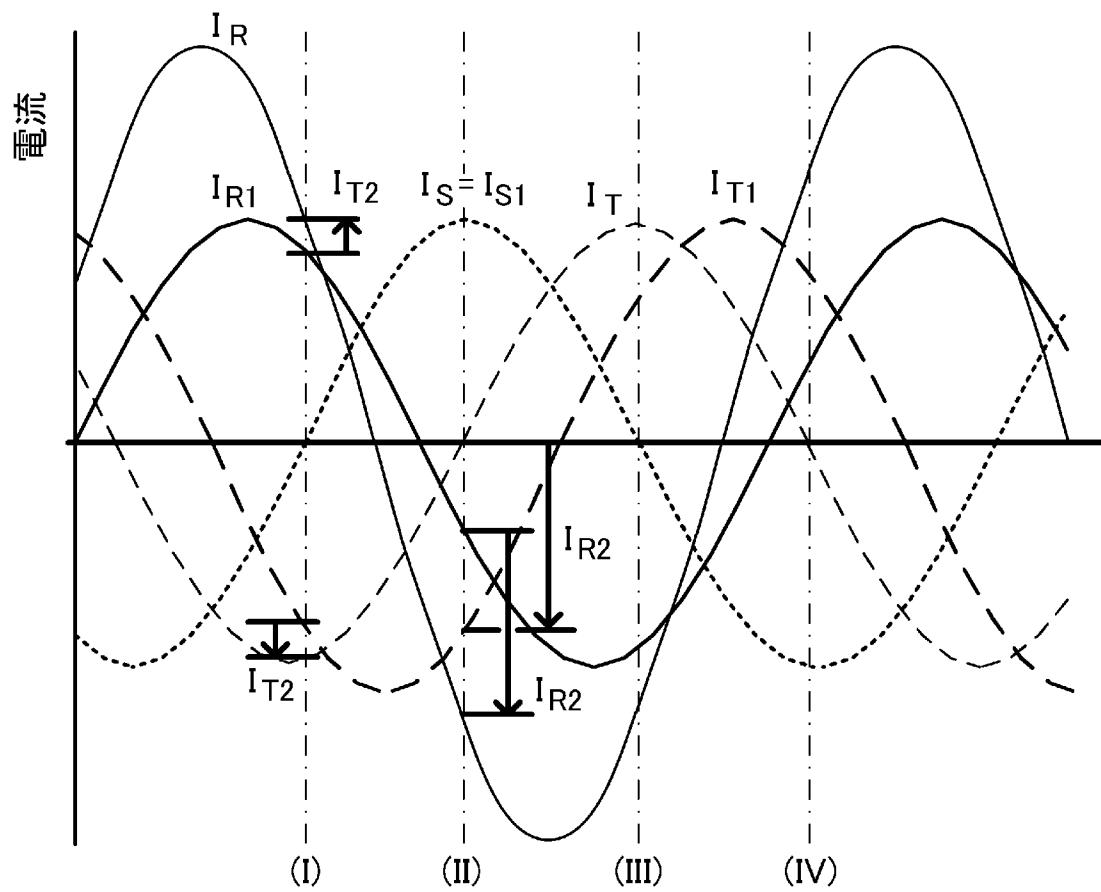
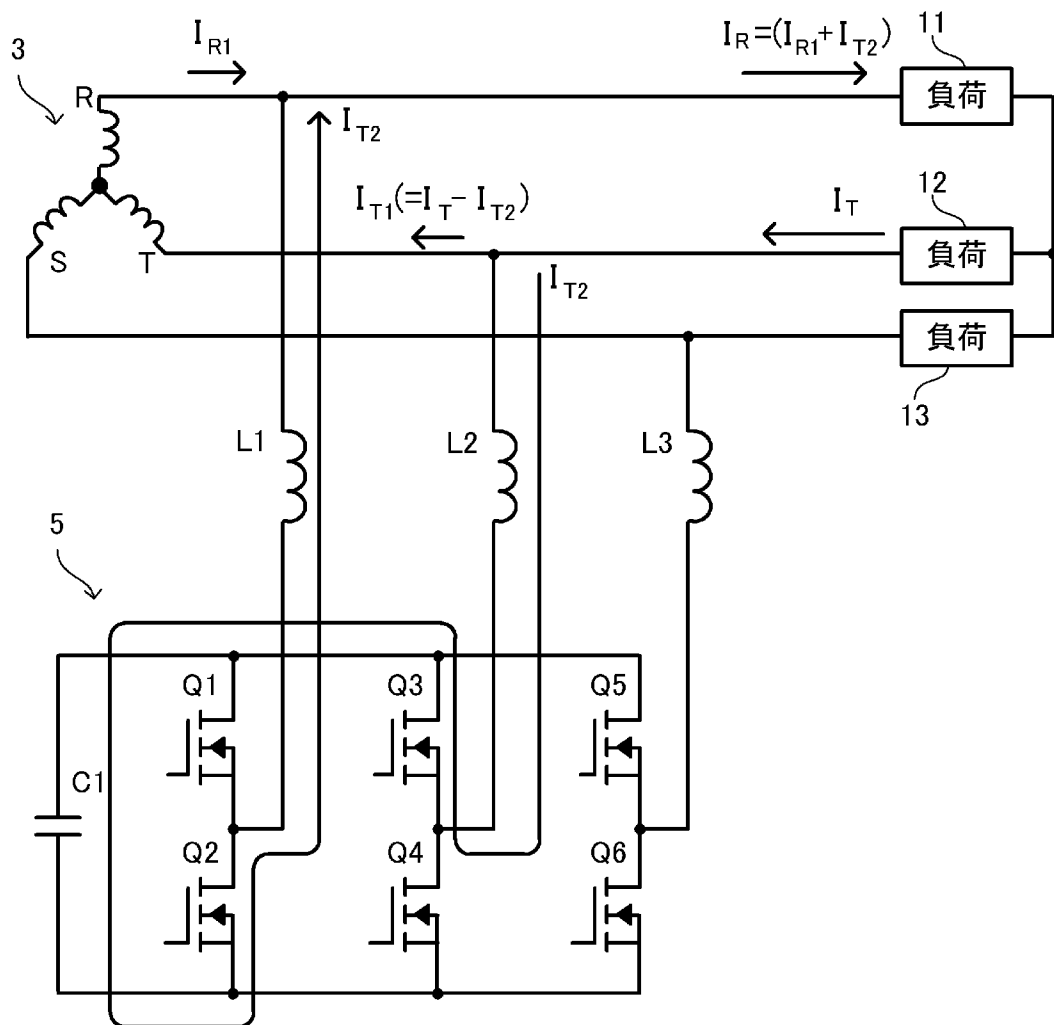
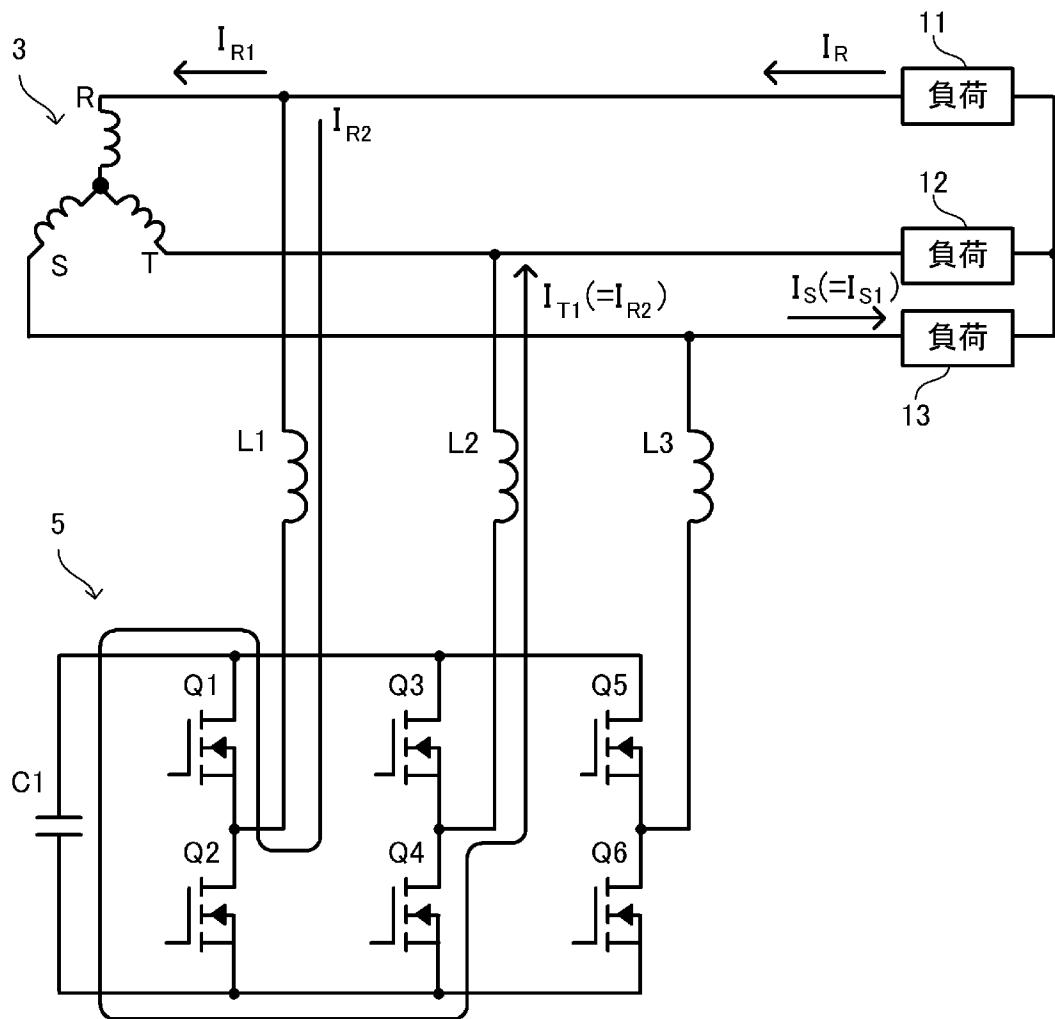


図4



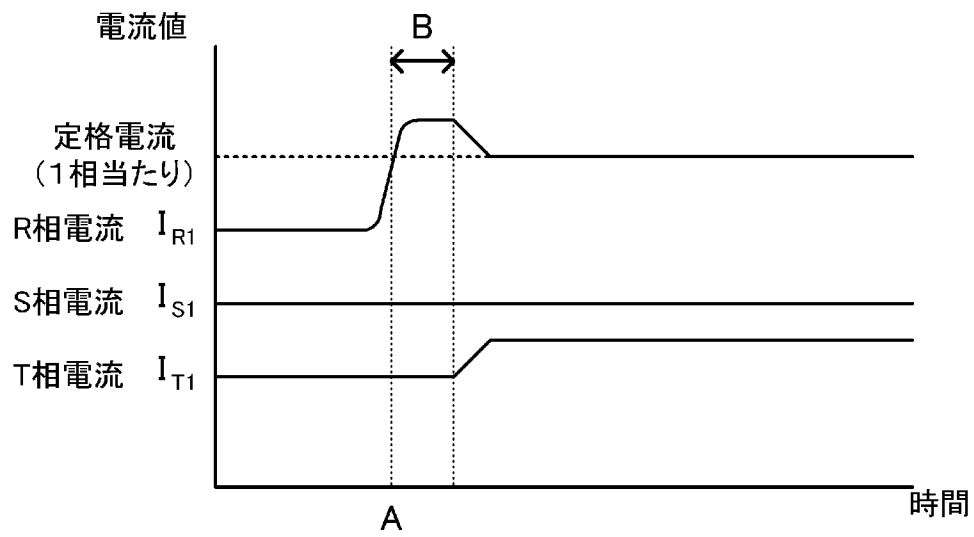
[図5]

図5



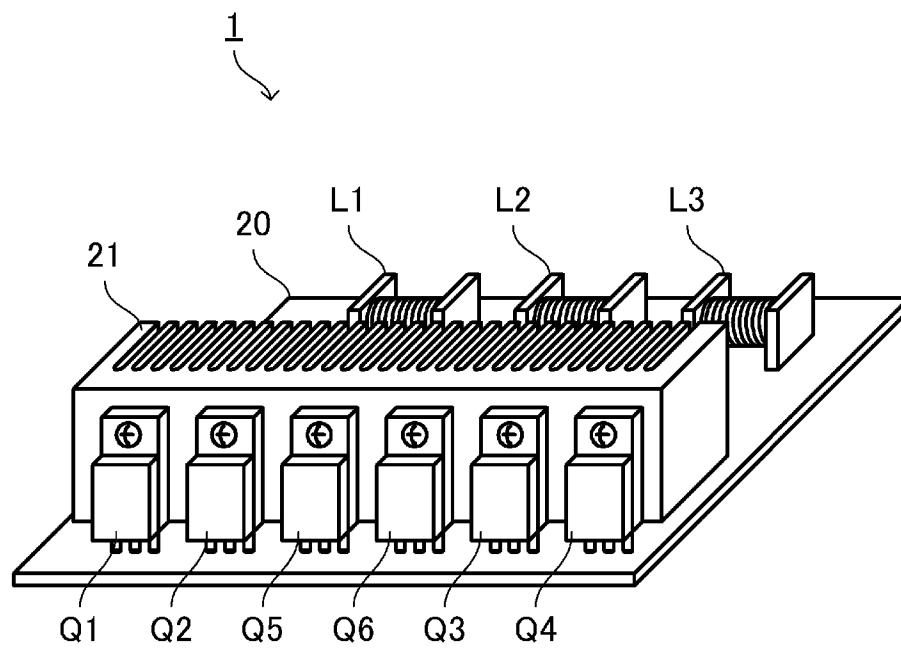
[図6]

図6



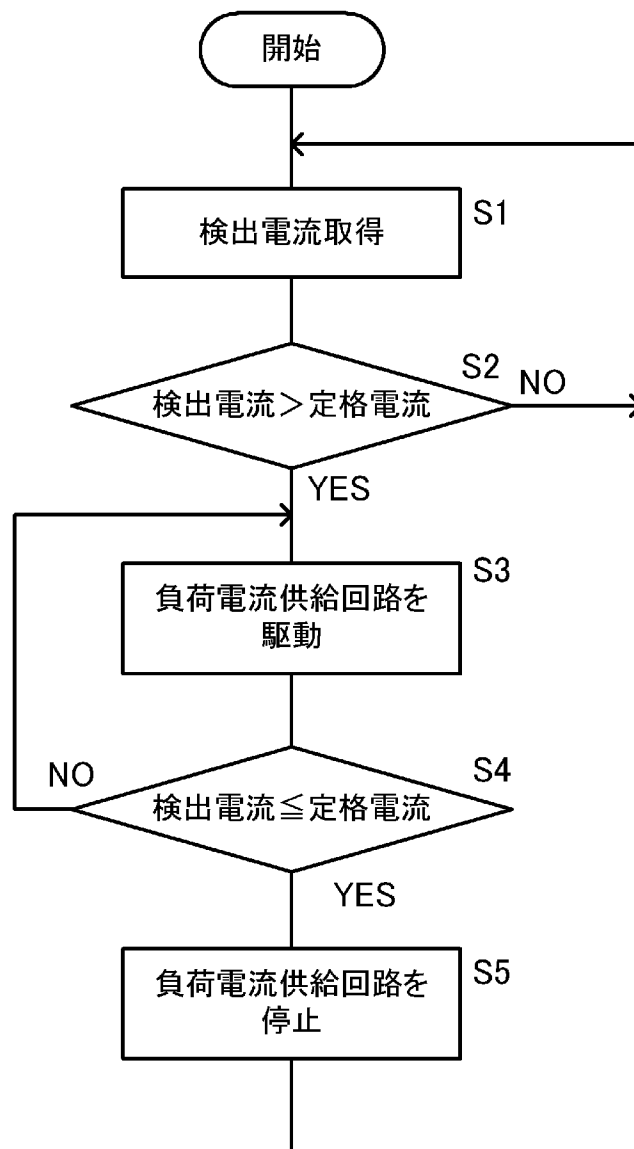
[図7]

図7



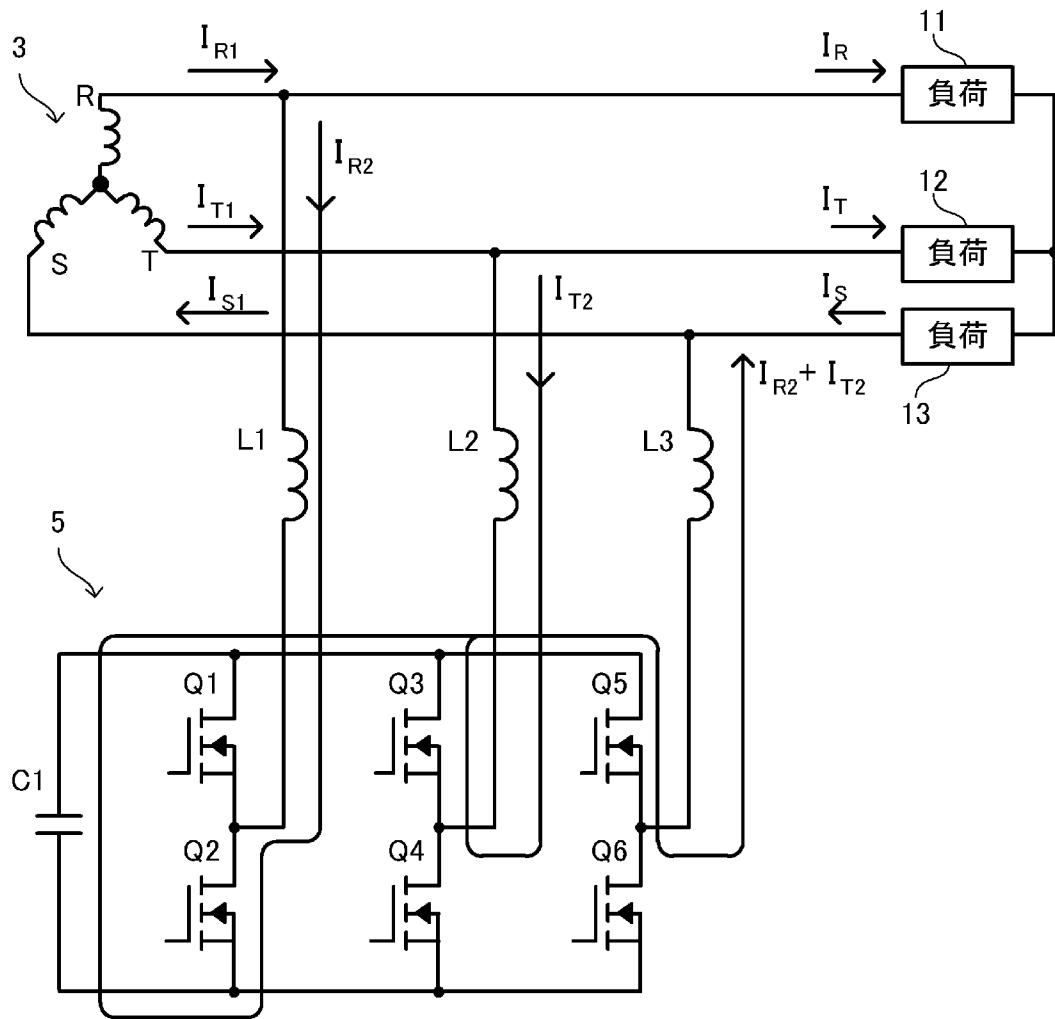
[図8]

図8



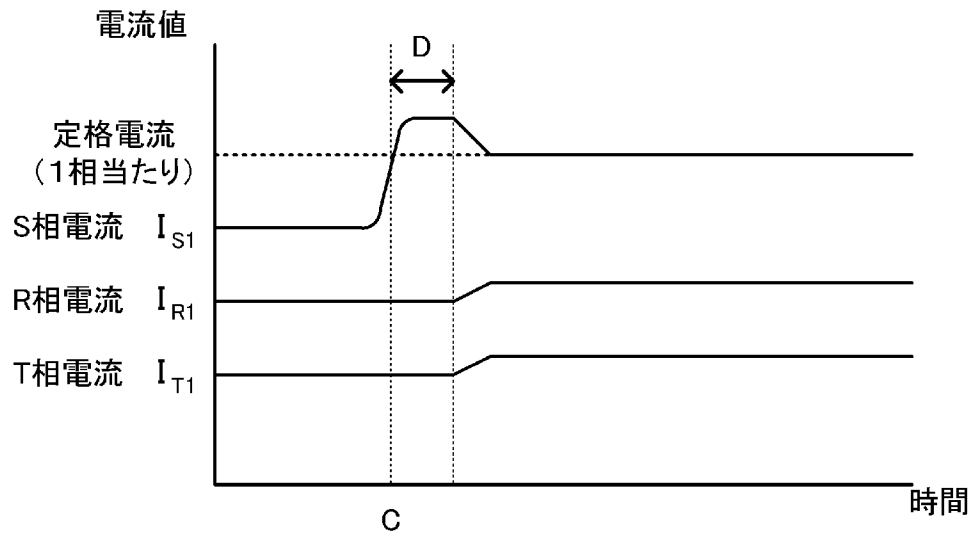
[図9]

図9



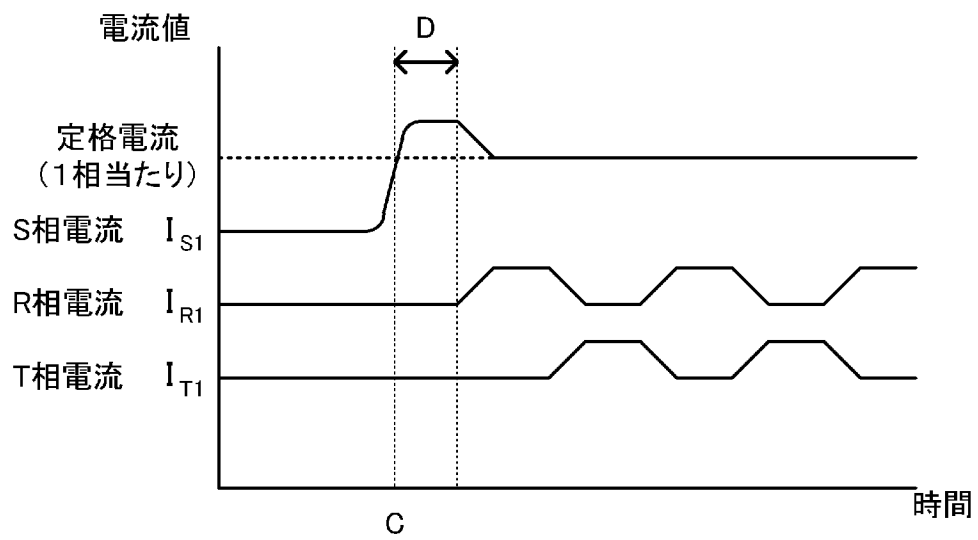
[図10]

図10



[図11]

図11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P9/00(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)

H02P9/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 A	JP 2012-191802 A (Toshiba Machine Co., Ltd.), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0018] to [0079]; fig. 1 to 2 & US 2012/0229065 A1 paragraphs [0021] to [0086]; fig. 1 to 2 & DE 102012203750 A1	1 2-5
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 166991/1983(Laid-open No. 77224/1985) (Sawafuji Electric Co., Ltd.), 30 May 1985 (30.05.1985), page 7, line 13 to page 8, line 4 (Family: none)	1 2-5

☒ 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
22 May 2017 (22.05.17)

Date of mailing of the international search report
30 May 2017 (30.05.17)

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/JP2017/008868

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 2004-320861 A (Denso Corp.), 11 November 2004 (11.11.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	US 4264856 A (BASLER ELECTRIC CO.), 28 April 1981 (28.04.1981), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	US 3535589 A (THE BENDIX CORP.), 20 October 1970 (20.10.1970), entire text; all drawings & DE 1588080 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P9/00(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（IPC））

Int.Cl. H02P9/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 A	JP 2012-191802 A（東芝機械株式会社）2012.10.04, 段落[0018]-[0079], 図 1-2 & US 2012/0229065 A1, 段落[0021]-[0086], 図 1-2 & DE 102012203750 A1	1 2-5
Y A	日本国実用新案登録出願58-166991号(日本国実用新案登録出願公開 60-77224号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム（澤藤電機株式会社）1985.05.30, 第7頁第13行- 第8頁第4行（ファミリーなし）	1 2-5

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

22.05.2017

国際調査報告の発送日

30.05.2017

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）

池田 貴俊

3V

9256

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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 2004-320861 A (株式会社デンソー) 2004. 11. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	US 4264856 A (BASLER ELECTRIC COMPANY) 1981. 04. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	US 3535589 A (THE BENDIX CORPORATION) 1970. 10. 20, 全文, 全図 & DE 1588080 A	1-5