

(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
2011 年 10 月 13 日(13.10.2011)

PCT

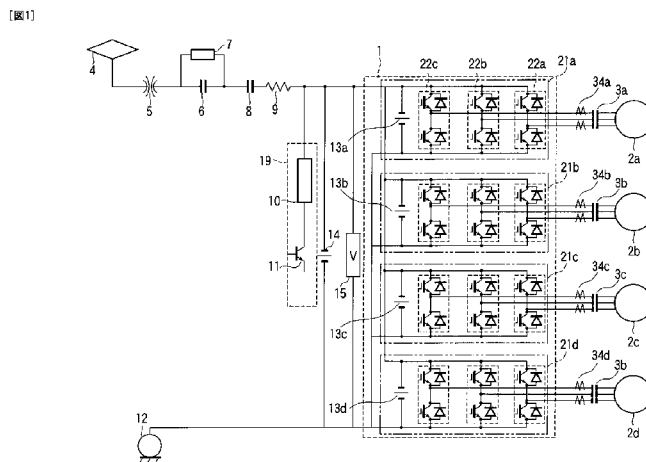
(10) 国際公開番号
WO 2011/125784 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01) *H01L 25/07* (2006.01)
B60L 3/00 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)
H02M 7/487 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/058104
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 30 日(30.03.2011)
- (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 2010-084342 2010 年 3 月 31 日(31.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 戸田 伸一 (TODA, Shinichi) [JP/JP]. 安岡 育雄 (YASUOKA, Ikuo) [JP/JP]. 中沢 洋介 (NAKAZAWA, Yosuke) [JP/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 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC VEHICLE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 電気車制御装置



(57) Abstract: Four VVVF main circuit inverters (21) that supply electric power for driving a permanent magnet synchronization electric motor (2) are combined into one unit, and a cooling mechanism for discharging to outside air heat generated from the four VVVF main circuit inverters (21) is configured as a 4-in-1 inverter unit shared by the four VVVF inverters, in order for the four VVVF main circuit inverters (21) to supply electric power to the permanent magnet synchronization electric motor (2). The electric vehicle control device individually controls the inverters and makes the overall device more compact by storing in the 4-in-1 inverter unit a 2-in-1 semiconductor element device package that combines into one unit two semiconductor elements that convert electric power to enable a permanent magnet synchronization electric motor (1) to drive.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/125784 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

永久磁石同期電動機 2 を駆動するための電力を供給する V V V F 主回路インバータ 2 1 が 4 台が 1 つとしてユニット化され、その 4 台の V V V F 主回路インバータ 2 1 が永久磁石電動機 2 への電力供給動作のために、V V V F 主回路インバータ 2 1 から発生する熱を外気へと放散するための冷却機構が V V V F インバータ 4 台で共有される 4 i n 1 インバータユニットとして構成されている。また永久磁石同期電動機 1 が駆動可能のように電力を変換する半導体素子 2 つを 1 つのユニットとする 2 i n 1 半導体素子デバイスパッケージを前記 4 i n 1 インバータユニット内に収納することで、インバータを個別制御と装置全体の小型化を可能とした電気車制御装置。

明 細 書

発明の名称：電気車制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、冷却ユニットを使用した電気車制御装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に永久磁石同期電動機は、誘導電動機と比較して、エネルギーを効率的に利用することが可能であり発熱が少ないことから、比較的容易に軽量化が実現できる。そのため、近年、永久磁石同期電動機に対する需要が高まっている。

[0003] このような永久磁石同期電動機は、それぞれの永久磁石同期電動機の回転子の回転位置に合わせてVVVFインバータから電圧を与えて制御する必要があるため、各永久磁石同期電動機に対応する個別の制御が必要となっていた。そのため、永久磁石同期電動機の各1台に専用のVVVFインバータを設け、それぞれのVVVFインバータを制御するゲート制御装置が設けられていた（例えば、特願2004-143577号公報参照）。

[0004] このため、従来の永久磁石同期電動機を個別に制御するシステムでは制御装置台数が多くなり、装置全体の大型化やコストの増加が問題となっていた。そのため、制御単位を2台にして永久磁石同期電動機を制御する「台車制御」を取り入れ、装置の大型化を軽減したものが提案されている（例えば、特開2009-72049号公報参照）。

[0005] 図9は、従来の台車制御を取り入れた電気車制御装置の回路構成図である。架線電力は、集電装置（パンタグラフ）100、高速遮断器101、充電抵抗用短絡スイッチ102と充電抵抗器103から成る充電抵抗回路を介して、第1主回路200及び第2主回路300に供給される。

[0006] 第1主回路200は、第1の開放用接触器104、第1のフィルタリアクトル105、第1の過電圧抑制抵抗器107と第1の過電圧抑制抵抗器スイッチ108から成る過電圧抑制回路と、第1の直流電圧検出器109a、第

1のインバータ用フィルタコンデンサ110a、2in1インバータユニット120aを構成するVVVFインバータ111a、第2の直流電圧検出器109b、第2のインバータ用フィルタコンデンサ110b、及びVVVFインバータ111bを含む。

[0007] 永久磁石同期電動機115a用のVVVFインバータ111aは、直流の架線電流を交流電流へ変換する。変換された交流電流は、3相線に接続される電流センサ112a、電動機開放用接触器113a、電動機端子間電圧検出器114aを介して永久磁石同期電動機115aに駆動力として供給される。VVVFインバータ111aとVVVFインバータ111bは、同様に構成され、互いに直列に接続され、2in1インバータユニット120aを構成し、1つの放熱器を共有する。

[0008] 第2主回路300は、第1主回路200と同様に構成される。2in1インバータユニット120aと2in1インバータユニット120bは互いに並列に接続されている。また、接地として車輪116が、2in1インバータユニット120aと2in1インバータユニット120bにそれぞれ接続されている。

[0009] 図10は、図9の電気車制御装置のゲート制御系統を示すブロック図である。図10に示すように、2in1インバータユニット120aには、過電圧抑制制御用素子107とVVVFインバータ111a、111bをゲート制御するゲート制御装置130が設けられ、インバータユニット120bも同様に構成される。図中、同一の丸数字は互いに接続されていることを示す。ゲート制御装置の電源（共通制御部131）が、2in1インバータユニット120a、120bについて1台設けられる。

[0010] ゲート制御装置130は、2in1インバータユニット120aのVVVFインバータ111a、111bと、過電圧抑制制御用素子108のON/OFFを1台で制御する。このためVVVFインバータ111a、111bの電流センサCTU1、CTW1、CTU2、CTW2にて検出される出力電流、電動機端子間電圧検出器114a、114bによる電動機端子間電圧

はゲート制御装置 130 へ入力される。

- [0011] 2in1インバータユニット120aの出力には永久磁石同期電動機115a、115bがそれぞれ接続され、制御単位は個別制御方式となっている。開放用接触器104及びフィルタリアクトル105はVVVFインバータ120a、120bそれぞれに設けられ、開放単位は電動機2台分の2in1インバータユニットである。

発明の概要

- [0012] 従来のような2in1インバータユニットを使用した永久磁石同期電動機の電気車制御装置では、多くの半導体素子を取り付ける必要があることや、2in1インバータユニットごとにフィルタリアクトルや過電圧抑制抵抗器、過電圧抑制抵抗器スイッチを設けているため部品点数が多く、装置全体の小型化が困難であった。
- [0013] 本発明の実施形態の目的は、永久磁石同期電動機を個別に制御し、かつ装置全体の小型化が可能となる電気車制御装置を提供することにある。
- [0014] 上記目的を達成するために、実施形態に係る電気車制御装置は、電動機を駆動するための交流電力を提供するU相回路、V相回路、W相回路からそれぞれ構成される複数のインバータと、冷却機構とを含み、該複数インバータ21a～21dが前記冷却機構上に設けられ前記冷却機構を共有しているインバータユニットを具備し、前記U相、V相、W相の各相回路は、1パッケージに収納され直列接続された2つの半導体スイッチング素子を含む半導体素子デバイスパッケージ22として構成されている。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]第1実施形態の回路構成図。
[図2]第1実施形態の半導体素子デバイスパッケージの等価回路図。
[図3]第1実施形態の半導体素子デバイスパッケージの電圧出力と温度上昇図。
[図4]第1実施形態の外観図。
[図5]第2実施形態の回路構成図。

[図6] 第3実施形態の回路構成図。

[図7] 第4実施形態の3レベル電力変換装置のU相回路図。

[図8] 第4実施形態の3レベル電力変換装置の外観図。

[図9] 従来の回路構成図。

[図10] 従来の制御構成図。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態を図面を3照して説明する。

[0017] (第1実施形態)

本発明の第1実施形態について図を参照して説明する。

[0018] 図1は本発明に係る電気車制御装置の第1実施形態を示す回路構成図である。図2は第1実施形態に係る半導体素子デバイスパッケージの等価回路図である。図3は第1実施形態に係る半導体素子デバイスパッケージの電圧出力と温度上昇図である。図4は第1実施形態の外観図である。

[0019] (4in1インバータユニットの構成)

本実施形態による電気車制御装置の回路構成は、図1に示すように、第1の4in1インバータユニット1を含む。第1の4in1インバータユニット1の直流入力側回路は、集電装置4、高速遮断器5、充電抵抗用短絡接触器6、充電抵抗器7、開放接触器8、フィルタリアクトル9、過電圧抑制抵抗器10、過電圧抑制用スイッチング素子11、車輪12、フィルタコンデンサ14で構成され、交流出力側回路は永久磁石同期電動機2(2a、2b、2c、2d)、モータ開放接触器3(3a、3b、3c、3d)、電流センサ34(34a、34b、34c、34d)で構成される。

[0020] 集電装置4が高速遮断器5と接続され、高速遮断器5は充電抵抗用短絡接触器6に接続される。充電抵抗用短絡接触器6は、充電抵抗器7と並列に接続され、開放用接触器8と直列に接続される。開放用接触器8はフィルタリアクトル9に接続され、フィルタリアクトル9は、第1の4in1インバータユニット1の直流正側端子と接続され、第1の4in1インバータユニット1の直流負側端子は車輪12と接続される。過電圧抑制抵抗器10と過電圧

抑制用スイッチング素子 11 が直列接続されて構成される過電圧抑制用直列回路 19 は、一方の端子がフィルタリアクトル 9 と第 1 の 4 in 1 インバータユニット 1 の直流正側端子に接続され、他方の端子は、第 1 の 4 in 1 インバータユニット 1 の直流負側端子と車輪 12 に接続される。フィルタコンデンサ 14 及び直流電圧センサ 15 は、第 1 の 4 in 1 インバータユニット 1 の直流側にそれぞれ並列に接続されている。第 1 の 4 in 1 インバータユニット 1 の交流側は、出力 3 相線中の 2 線上に電流センサ 34 a、34 b、34 c、34 d が設けられ、モータ開放接触器 3 a、3 b、3 c、3 d を介して 4 つの永久磁石同期電動機 2 a、2 b、2 c、2 d に接続されている。

[0021] 第 1 の 4 in 1 インバータユニット 1 は、VVVF インバータ 21 a ~ 21 d で構成され、VVVF インバータ 21 a ~ 21 d の直流入力側は互いに並列に接続されている。

[0022] VVVF インバータ 21 a は、U 相半導体素子デバイスパッケージ 22 a、V 相半導体素子デバイスパッケージ 22 b、W 相半導体素子デバイスパッケージ 22 c、インバータ用フィルタコンデンサ 13 a で構成されている。U、V、W 相半導体素子デバイスパッケージ 22 a ~ 22 c の直流側は、互いに並列に接続されると共に、インバータ用フィルタコンデンサ 13 a が並列に接続されている。VVVF インバータ 21 b ~ 21 d はそれぞれ VVVF インバータ 21 a と同様に構成されている。

[0023] 尚、制御系の構成は図 10 と同様であって、各インバータ 111 は個別に制御される。

[0024] (半導体素子デバイスパッケージの構成)

図 2 は半導体素子デバイスパッケージ 22 の等価回路図である。図 3 は半導体素子デバイスパッケージ内の半導体素子のスイッチング状態と、そのスイッチングによる半導体素子デバイスパッケージの温度状態を示す図である。

[0025] 図 2 に示すように、半導体素子デバイスパッケージ 22 は、上アームの正側素子 24 a と下アームの負側素子 24 b の直列回路で構成され、この直列

回路にはコンデンサ 1 3 が並列に接続される。上アームの正側素子 2 4 a は、スイッチング素子 T_{r1} とダイオード $D1$ の逆並列接続回路であって、下アームの負側素子 2 4 b は、スイッチング素子 T_{r2} とダイオード $D2$ の逆並列接続回路である。正側素子 2 4 a と負側素子 2 4 b の接続点 2 6 が出力端子に接続され、出力電圧が提供される。

[0026] 正側素子 2 4 a のスイッチング素子 T_{r1} が ON になり、負側素子 2 4 b のスイッチング素子 T_{r2} が OFF になることで、架線からスイッチング素子 T_{r1} 及び出力端子を介して負荷へ出力電流が流れる。また、正側素子 2 4 a のスイッチング素子 T_{r1} が OFF になり、負側素子 2 4 b のスイッチング素子 T_{r2} が ON になることで、負荷から出力端子及びスイッチング素子 T_{r2} を介して電源負側（アース）へ電流が流れる。このようなスイッチングを繰り返すことによって直流電力が交流電力に変換される。

[0027] 図 3（a）は正側素子 2 4 a のスイッチング電圧（ゲート信号）波形、図 3（b）は負側素子 2 4 b のスイッチング電圧波形である。図 3（c）は半導体素子デバイスパッケージ 2 2 の出力電圧波形である。図 3（d）は正側素子 2 4 a の温度上昇を示すグラフである。図 3（e）は負側素子 2 4 b の温度上昇を示すグラフである。

[0028] 図 3（d）に示すように、正側素子 2 4 a の温度は、図 3（a）の正側素子 2 4 a が ON 状態のときに上昇し、OFF 状態のときは実質変化しない。そのためスイッチング動作 ON/OFF を繰り返すことによって正側素子 2 4 a の温度が逡増する。図 3（e）に示すように、負側素子 2 4 b の温度は、正側素子と同様に図 3（b）のスイッチング動作 ON/OFF を繰り返すことによって、逡増することになる。ここで、正側素子 2 4 a の ON 状態と負側素子 2 4 b の ON 状態は交互に繰り返される。そのため、半導体素子デバイスパッケージ 2 2 全体の発熱量は、図 3（f）のように一定となる。

[0029] 上記のような半導体素子デバイスパッケージ 2 2 を各相に使用した 4 台の V V V F インバータ 2 1 a ~ 2 1 d をユニット化したものが 4 i n 1 インバータユニット 1 であり、その第 1 の 4 i n 1 インバータユニット 1 の装置の

外観を図 4 に示す。

[0030] 図 4 に示すように、第 1 の 4 i n 1 インバータユニット 1 は、4 つの 3 相 V V V F インバータ 2 1 a ~ 2 1 d が一つの冷却機構 2 3 が設置された構成である。V V V F インバータ 2 1 a ~ 2 1 d は、冷却機構 2 3 の一部を構成する受熱板 2 3 a の一平面上に取り付けられている。受熱板 2 3 a の V V V F インバータ 2 1 a ~ 2 1 d が取り付けられている平面と反対側の面に、冷却機構 2 3 の残りの部分を構成する放熱器 2 3 b が接続されている。

[0031] (作用)

本実施形態の電気車制御装置の作用について説明する。

[0032] 図 1 において、架線から集電装置 4 を通って供給された直流電流は、通常は投入 (O N) されている高速遮断器 5、充電抵抗器 7、通常は投入されている開放用接触器 8、フィルタリアクトル 9 を通って、フィルタコンデンサ 1 4 に供給される。フィルタコンデンサ 1 4 及びフィルタコンデンサ 1 4 にそれぞれ並列に接続された各インバータのフィルタコンデンサ 1 3 a ~ 1 3 d に直流電流が流れ、十分な電荷が蓄積されると、充電低効用短絡接触器 6 が投入され、架線からの直流電流は、高速遮断器 5、充電抵抗用短絡接触器 6、開放用接触器 8、フィルタリアクトル 9 を通って、第 1 の 4 i n 1 インバータユニット 1 に供給される。

[0033] インバータ用フィルタコンデンサ 1 3 が十分に充電され、第 1 の 4 i n 1 インバータユニット 1 に架線直流電力が供給されると、各 V V V F インバータ 2 1 a ~ 2 1 d の U V W 相半導体素子デバイスパッケージ 2 2 a ~ 2 2 c に収納されている半導体素子に直流電圧が印加される。送られた直流電力は、半導体素子のスイッチングによって交流電力に変換される。変換された交流電力は、4 つの永久磁石同期電動機 2 に供給され、永久磁石同期電動機 2 の駆動が開始される。

[0034] 本実施形態において、例えば、第 1 の 4 i n 1 インバータユニット 1 に 1 5 0 0 V の架線電圧が印加される場合、V V V F インバータ 2 1 a ~ 2 1 d のそれぞれに同様の 1 5 0 0 V の電圧が印加される。1 5 0 0 V の電圧が V

VVFインバータ21a～21dのそれぞれに印加されると、その電圧に見合う電流が永久磁石同期電動機2に流れ、永久磁石同期電動機2は駆動される。

[0035] このように永久磁石同期電動機2は、第1の4in1インバータユニット1の直流電力を交流電力に変換する電力変換により駆動されるが、その電力変換の際に電力変換損失が発生する。電力変換損失は、熱として半導体素子から発生する。発生した熱は受熱板23aに伝導し、受熱板23aから放熱器23bに伝導し、放熱器23bから機外へと放熱される。つまり、電力変換損失により発生した熱は、機内に留まることなく機外へと放出される。

[0036] また、電気車制御装置の稼働中に、第1の4in1インバータユニット1内で1台のVVVFインバータ21が故障し、それを制御装置（図示しない）が検知した場合、高速度遮断器5（図1）を開放することによって4台すべてのVVVFインバータ21が開放される。

[0037] また、電気車制御装置の稼働中に、架線電圧の変動などにより第1の4in1インバータユニット1へ供給される直流電圧が過大になったことを直流電圧センサ15が検知した場合は、制御装置（図示しない）により過電圧抑制用スイッチング素子11をONさせて、直流電力を過電圧抑制抵抗器10で消費し、過大分の電圧を除去する。このように、直流電圧センサ15の出力に基づいて過電圧抑制用スイッチング素子11のON/OFFを制御している。

[0038] （効果）

このような構成の電気車制御装置は、UVW相半導体素子デバイスパッケージ22a～22cをそれぞれ有するVVVFインバータ21a～21dは、放熱器23bを共有しているため、VVVFインバータ21a～21dを収納する第1の4in1インバータユニット1の発熱量がユニット全体で均一化され、より効率的に冷却することが可能である。また、従来のように個別に半導体素子を放熱器に設置していた場合、24個の半導体素子の設置スペースを必要としていた。しかし本実施例では、各半導体の発熱量が均一に

なるように2つの半導体素子を収納するデバイスパッケージ22を用いることで冷却器23の使用効率が向上し、省スペースが可能となる。この結果、12個の半導体素子デバイスパッケージ22を放熱器23に取り付けた4in1インバータユニットを構成することが可能となった。

[0039] また、フィルタリアクトル9や過電圧抑制抵抗器10、過電圧抑制用スイッチング素子11を装置内で共通とすることで部品点数を削減し、電気車制御装置全体の小型化を図ることが可能となる。

[0040] また、本実施形態の直流電圧センサ15、電流センサ34a-34d及び、モータ開放接触器3a-3dを4in1インバータユニット1内に収納することも可能である。その場合は更に省スペースの効果が得られ、また1つの筐体内に多数の部品を収納することにより配線を簡易化し、装置全体の製造、設置、メンテナンスを容易化することが可能である。

[0041] (第2実施形態)

本発明の第2実施形態について図面を3照して説明する。

[0042] 図5は第2実施形態の回路構成図である。図1~4と同一の構成要素には同一の3照符号を付し説明を省略する。

[0043] (構成)

本実施形態の電気車制御装置の回路構成は、図1の第1実施形態の回路構成に比べ、4in1インバータユニットを構成するVVVFインバータ21a~21dの接続方式が異なり、更に各インバータ21の直流側には、直流電圧センサ32及びインバータ用フィルタコンデンサ13がそれぞれ並列に接続されている点で異なっている。以下にその点について説明する。

[0044] 第2の4in1インバータユニット30は、VVVFインバータ21a~21dで構成される。直列に接続されたVVVFインバータ21aとVVVFインバータ21bは、インバータ直列回路33aを構成し、直列に接続されたVVVFインバータ21cとVVVFインバータ21dは、インバータ直列回路33bを構成する。インバータ直列回路33aとインバータ直列回路33bは互いに並列に接続される。

[0045] V V V F インバータ 2 1 a の直流側には、インバータ用フィルタコンデンサ 1 3 a と直流電圧センサ 3 2 a が共に並列に接続される。V V V F インバータ 2 1 c、2 1 d は、V V V F インバータユニット 2 1 a、2 1 b と同様の構成で、インバータ用フィルタコンデンサ 1 3 c、1 3 d 及び直流電圧センサ 3 2 c、3 2 d が直列側にそれぞれ並列に接続されている。

[0046] (作用)

本実施形態による電気車制御装置の作用について説明する。

[0047] 図 5 において、例えば第 2 の 4 i n 1 インバータユニット 3 0 に 1 5 0 0 V の架線電圧が印加される場合、インバータ直列回路 3 3 a、3 3 b それぞれに 1 5 0 0 V の電圧が印加される。各インバータ直列回路 3 3 a、3 3 b 内では、1 5 0 0 V の架線電圧が 2 分圧され、7 5 0 V の電圧が V V V F インバータ 2 1 a ~ 2 1 d のそれぞれに印加され、その電圧に見合う電流が永久磁石同期電動機 2 に流れ、永久磁石同期電動機 2 が駆動される。

[0048] その際に、直流電圧センサ 3 2 a は V V V F インバータユニット 2 1 a の直流側電圧を検出し、同様に直流電圧センサ 3 2 b ~ 3 2 c は V V V F インバータユニット 2 1 b ~ 2 1 d の直流側電圧をそれぞれ検出する。

[0049] (効果)

第 2 実施形態にかかる電気車制御装置の効果は、第 1 実施形態の効果に加えて、各 V V V F インバータ 2 1 に印加される電圧が、架線電圧を 2 分圧した電圧となる。すなわち、第 1 実施形態よりも低い電圧で半導体素子のスイッチングが行われるため、電力変換損失として発生する熱を低減することが可能となる。熱の発生が低減されることで冷却機構の小型化と装置駆動時の省エネを図ることが可能となる。

[0050] また、直流電圧センサ 3 2 を用いて、それぞれの V V V F インバータ 2 1 の直流側電圧値を検出することで、より正確にインバータを制御することができる。

[0051] (第 3 実施形態)

本発明の第 3 実施形態について図面を 3 照して説明する。

[0052] 図6は第3実施形態の回路構成図である。図1～4と同一の構成要素には同一の3照符号を付し説明を省略する。

[0053] (構成)

本実施形態の電気車制御装置の回路構成は、図1の第1実施形態の回路構成に比べ、4in1インバータユニットを構成するVVVFインバータ21a～21dの接続方式が異なり、更にインバータ21a～21d用の直流電圧センサ40及びフィルタコンデンサ41が追加されている点で異なっている。以下にその点について説明する。

[0054] 図6において、第3の4in1インバータユニット42は、VVVFインバータ21a～21dを含む。並列に接続されたVVVFインバータ21aとVVVFインバータ21bは、インバータ並列回路43aを構成し、並列に接続されたVVVFインバータ21cとVVVFインバータ21dは、インバータ並列回路43bを構成する。インバータ並列回路43aとインバータ並列回路43bは互いに直列に接続される。インバータ並列回路43aの直流側には、フィルタコンデンサ41aと直流電圧センサ40aがそれぞれ並列に接続される。インバータ並列回路43bも同様に、フィルタコンデンサ41b及び直流電圧センサ40bがそれぞれ並列に接続される。

[0055] (作用)

次に本実施形態の作用について説明する。

[0056] 本実施形態において、例えば第3の4in1インバータユニット42に1500Vの架線電圧が印加される場合、インバータ並列回路43a、43bには分圧された750Vの電圧がそれぞれ印加される。インバータ並列回路43a、43bに750Vの電圧が印加されると、750Vの電圧がVVVFインバータ21a～21dのそれぞれに印加され、その電圧に見合う電流が永久磁石同期電動機2に流れ、永久磁石同期電動機2が駆動される。

[0057] (効果)

本実施形態は、第1実施形態と同様の効果を得ることが可能である。すなわち、VVVFインバータ21に印加される電圧は、架線電圧を2分圧した

電圧である。そのため、第1実施形態よりも低い電圧で半導体素子のスイッチングを行うため、電力変換損失として発生する熱を低減することが可能となる。熱の発生が低減されることで冷却機構の小型化と装置駆動時の省エネを図ることが可能となる。

[0058] また、インバータ並列回路43a及び43bの直流側電圧を直流電圧センサ40a、40bで検出するため、第2実施形態よりも部品点数を少なくすることができる。

[0059] (第4実施形態)

本発明の第4実施形態について図面を3照して説明する。

[0060] 図7は第4実施形態の3レベル電力変換装置のU、V、W相のうち1相の回路図である。以下、この相をU相とする。図8は第4実施形態の電力変換装置の外観図である。図1～4と同一の構成要素には同一の3照符号を付し説明を省略する。

[0061] (構成)

第4実施形態は第1実施形態の半導体素子デバイスパッケージ22(2レベル出力)を、3レベル出力の半導体素子デバイスパッケージに変形し、第4のインバータユニットに適用したものである。以下、その変形について説明する。

[0062] 図7は、本実施形態の3レベル電力変換装置のU相の回路構成を示す。このU相回路は、第1素子65a、第2素子65b、第3素子65c、第4素子65d及び第1クランプダイオード69a、第2クランプダイオード69bから構成される。

[0063] U相直列回路は、第1素子65a、第2素子65b、第3素子65c、第4素子65dが直列に接続されて構成される。第1クランプダイオード69aと第2クランプダイオード69bは直列に接続され、第1クランプダイオード69aのアノードは、第1素子65aと第2素子65bの間に接続され、第2クランプダイオード69bのカソードは、第3素子65cと第4素子65dの間に接続されている。第1素子65a及び第3素子65cは、第1

のU相半導体素子デバイスパッケージ66aに収納され、第2素子65b及び第4素子65dは、第2のU相半導体素子デバイスパッケージ66bに収納され、第1クランプダイオード69a及び第2クランプダイオード69bは、第3のU相半導体素子デバイスパッケージ66cに収納される。

[0064] 図8は第4実施形態の電力変換装置の外観図である。

[0065] 図8において、V相回路67の第1のV相半導体素子デバイスパッケージ67a、第2のV相半導体素子デバイスパッケージ67b、第3のV相半導体素子デバイスパッケージ67c、及びW相回路68の第1のW相半導体素子デバイスパッケージ68a、第2のW相半導体素子デバイスパッケージ68b、第3のW相半導体素子デバイスパッケージ68cは、共にU相回路66と同様に構成されている。

[0066] 次に、U相回路66、V相回路67、W相回路68を冷却機構23の受熱板23aに設置した構成について説明する。

[0067] 図8に示すように、受熱板23aの両側にU相回路66とW相回路68が配置され、U相回路66とW相回路68の間にV相回路67が配置される。U相回路66は上方向から第1のU相半導体素子デバイスパッケージ66a、第2のU相半導体素子デバイスパッケージ66b、第3のU相半導体素子デバイスパッケージ66cの順列で配置される。V相回路67は上方向から、V相第3の半導体素子デバイスパッケージ67c、V相第2の半導体素子デバイスパッケージ67b、V相第1の半導体素子デバイスパッケージ67aの順列で配置される。W相回路68は上方向から、W相第1の半導体素子デバイスパッケージ68a、W相第3の半導体素子デバイスパッケージ68c、W相第2の半導体素子デバイスパッケージ68bの順番で配置される。

[0068] (作用)

U相回路66では、半導体素子が電力変換のためのスイッチングを行った場合、第2素子65b及び第3素子65cのインダクタンスが最も大きくなる。つまり、第2素子65b及び第3素子65cからの発熱量が最も大きくなる。その次に、第1素子65a及び第4素子65dからの発熱量が大きく

なる。第1クランプダイオード69a及び第2クランプダイオード69bからの発熱量は最も少ない。V相回路67及びW相回路68も同様である。そのため、第1素子65aと第3素子65cを組み合わせで収納した第1の半導体素子デバイスパッケージ66a（67a、68aも同様）と、第2素子65bと第4素子65dを組み合わせで収納した第2の半導体素子デバイスパッケージ66b（67b、68bも同様）から発生する発熱量が同等になる。また、第1クランプダイオード69a、第2クランプダイオード69bを組み合わせで収納した第3の半導体素子デバイスパッケージ66c（67c、68cも同様）の発熱量は、第1の半導体素子デバイスパッケージ66a、67a、68aと第2の半導体素子デバイスパッケージ66b、67b、68bから発生する発熱量よりも低くなる。

[0069] （効果）

このような構成の電気車制御装置は、発熱量の多い第1の半導体素子デバイスパッケージ66a、67a、68aと第2の半導体素子デバイスパッケージ66b、67b、68bの間に、発熱量の少ない第3の半導体素子デバイスパッケージ66c、67c、68cを挟むようにして配置する。これにより、受熱板23aへ伝わる熱が受熱板23a全体で均一化されやすく、冷却機構23で効率よく冷却することが可能となる。更に、半導体素子の数が多い3レベル電力変換装置においても従来より小型化が可能となる。

[0070] また、半導体素子デバイスパッケージ22は第1実施形態から第4実施形態のような4台のVVVFインバータユニット21を1つの冷却機構23に搭載した4in1インバータユニットだけでなく、2in1インバータユニット等、他の構成においても適用することが可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 電動機を駆動するための交流電力を提供するU相回路、V相回路、W相回路からそれぞれ構成される複数のインバータと、冷却機構とを含み、該複数インバータ21a～21dが前記冷却機構上に設けられ前記冷却機構を共有しているインバータユニットを具備し、
- 前記U相、V相、W相の各相回路は、1パッケージに収納され直列接続された2つの半導体スイッチング素子を含む半導体素子デバイスパッケージ22として構成されていることを特徴とする電気車制御装置。
- [請求項2] 前記U相の半導体素子デバイスパッケージは、U相上アームとU相下アームの半導体素子で構成され、
- 前記V相の半導体素子デバイスパッケージは、V相上アームとV相下アームの半導体素子で構成され、
- 前記W相の半導体素子デバイスパッケージは、W相上アームとW相下アームの半導体素子で構成されることを特徴とする請求項1記載の電気車制御装置。
- [請求項3] 前記インバータユニット1は、4台のインバータを具備することを特徴とする請求項1又は2記載の電気車制御装置。
- [請求項4] 架線から供給される架線電力を平滑化するフィルタリアクトルと、前記架線電力が前記インバータユニットの故障となる電圧で供給された際に、前記架線電力を放電する過電圧抑制用直流回路とを更に具備し、
- 前記複数のインバータは、前記フィルタリアクトル及び前記過電圧抑制用直流回路を共有していることを特徴とする請求項1又は2項記載の電気車制御装置。
- [請求項5] 前記複数のインバータはそれぞれ個別に制御され、
- 前記インバータユニットは、直流側が互いに並列接続された第1及び第2インバータで構成される第1並列回路と、直流側が互いに並列

接続された第3及び第4インバータで構成される第2並列回路を含み、前記第1及び第2並列回路は直流側が互いに直列接続され、各インバータの印加電圧は、前記インバータユニットの印加電圧の $1/2$ であることを特徴とする請求項1又は2項記載の電気車制御装置。

[請求項6]

前記複数のインバータはそれぞれ個別に制御され、

前記インバータユニットは、直流側が互いに直列接続された第1及び第2インバータで構成される第1直列回路と、直流側が互いに直列接続された第3及び第4インバータで構成される第2直列回路を含み、前記第1及び第2直列回路は直流側が互いに並列接続され、各インバータの印加電圧は、前記インバータユニットの印加電圧の $1/2$ であることを特徴とする請求項1又は2項記載の電気車制御装置。

[請求項7]

前記インバータユニットはN台のインバータを含み、

前記N台のインバータはそれぞれ個別に制御され、

前記N台のインバータのうち、 $(N/2)$ 台のインバータは直流側が互いに並列接続された第1並列回路として構成され、残りの $(N/2)$ 台のインバータも直流側が互いに並列接続された第2並列回路として構成され、前記第1及び第2並列回路は、直流側が互いに直列接続されていることを特徴とする請求項1又は2項記載の電気車制御装置。

[請求項8]

前記U相、V相、W相の各相回路は、第1～4スイッチング素子が直列接続された直列回路と、前記第1及び第2スイッチング素子の接続点と前記第3及び第4スイッチング素子の接続点の間に直列に接続された第1及び第2ダイオードを具備し、

前記第1スイッチング素子及び前記第3スイッチング素子が1パッケージに収納されて、第1半導体素子デバイスパッケージを構成し、

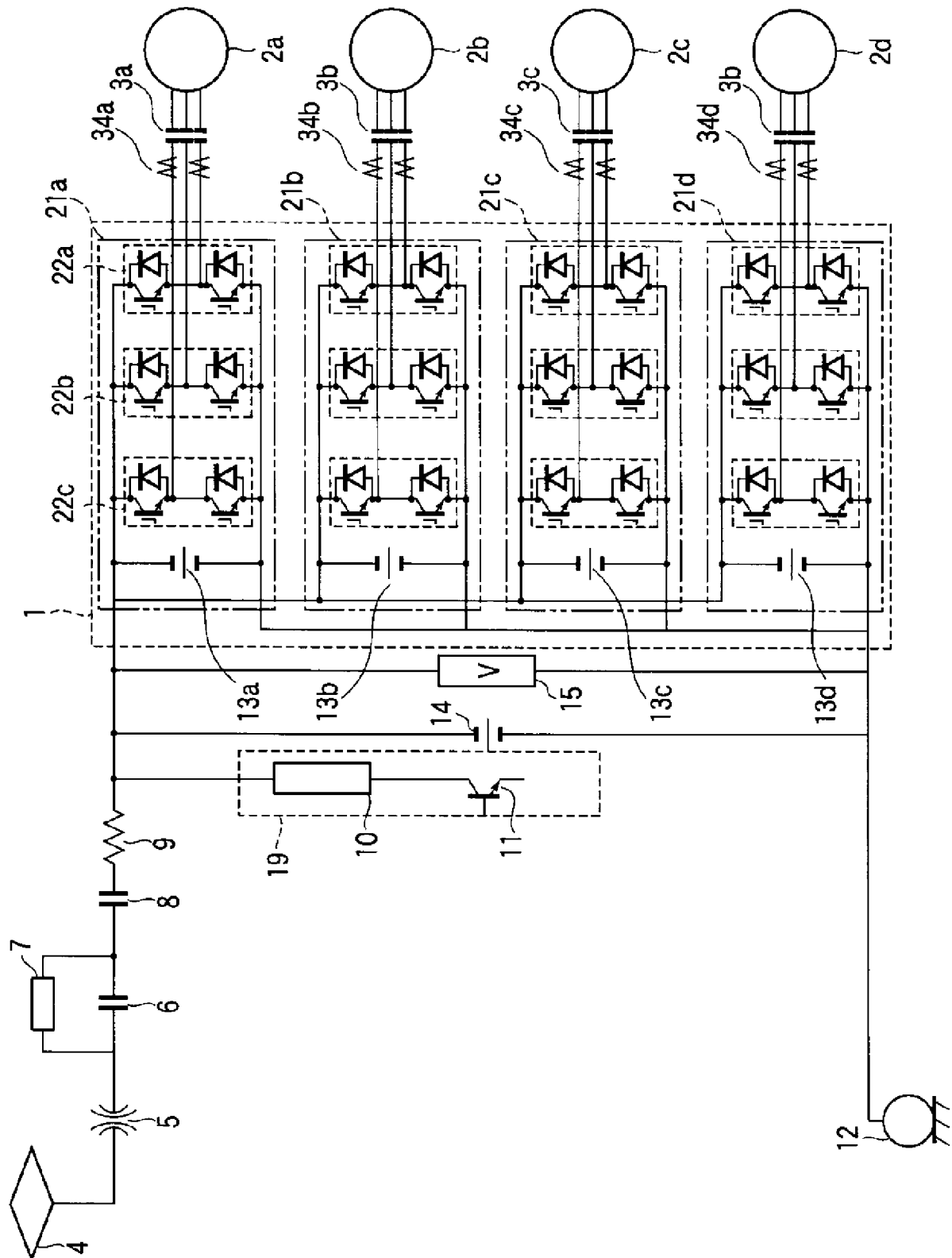
前記第2スイッチング素子及び前記第4スイッチング素子が1パッケージに収納されて第2半導体素子デバイスパッケージを構成し、

前記第1及び第2ダイオードが1パッケージに収納されて第3半導

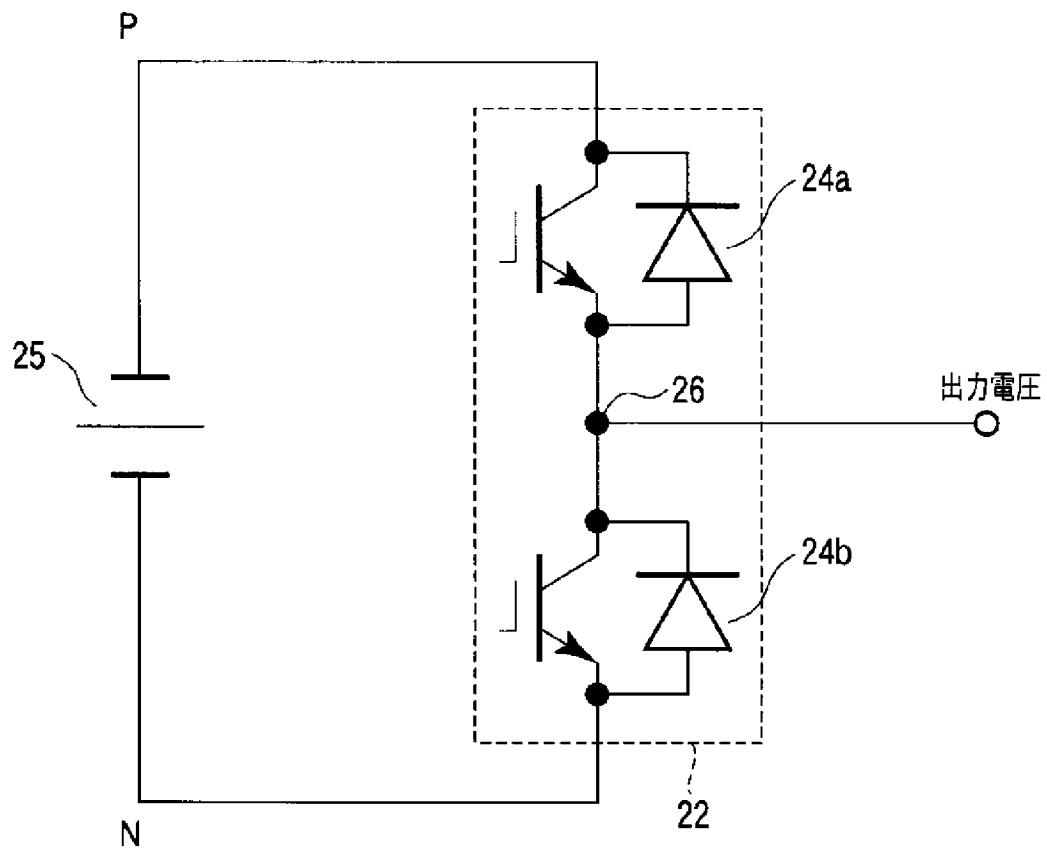
体素子デバイスパッケージを構成することを特徴とする請求項 1 記載の電気車制御装置。

[請求項9] U相第 3 半導体素子デバイスパッケージと、W相第 1 半導体素子デバイスパッケージ間の距離が最も遠くなるように配置したことを特徴とする請求項 8 記載の電気車制御装置。

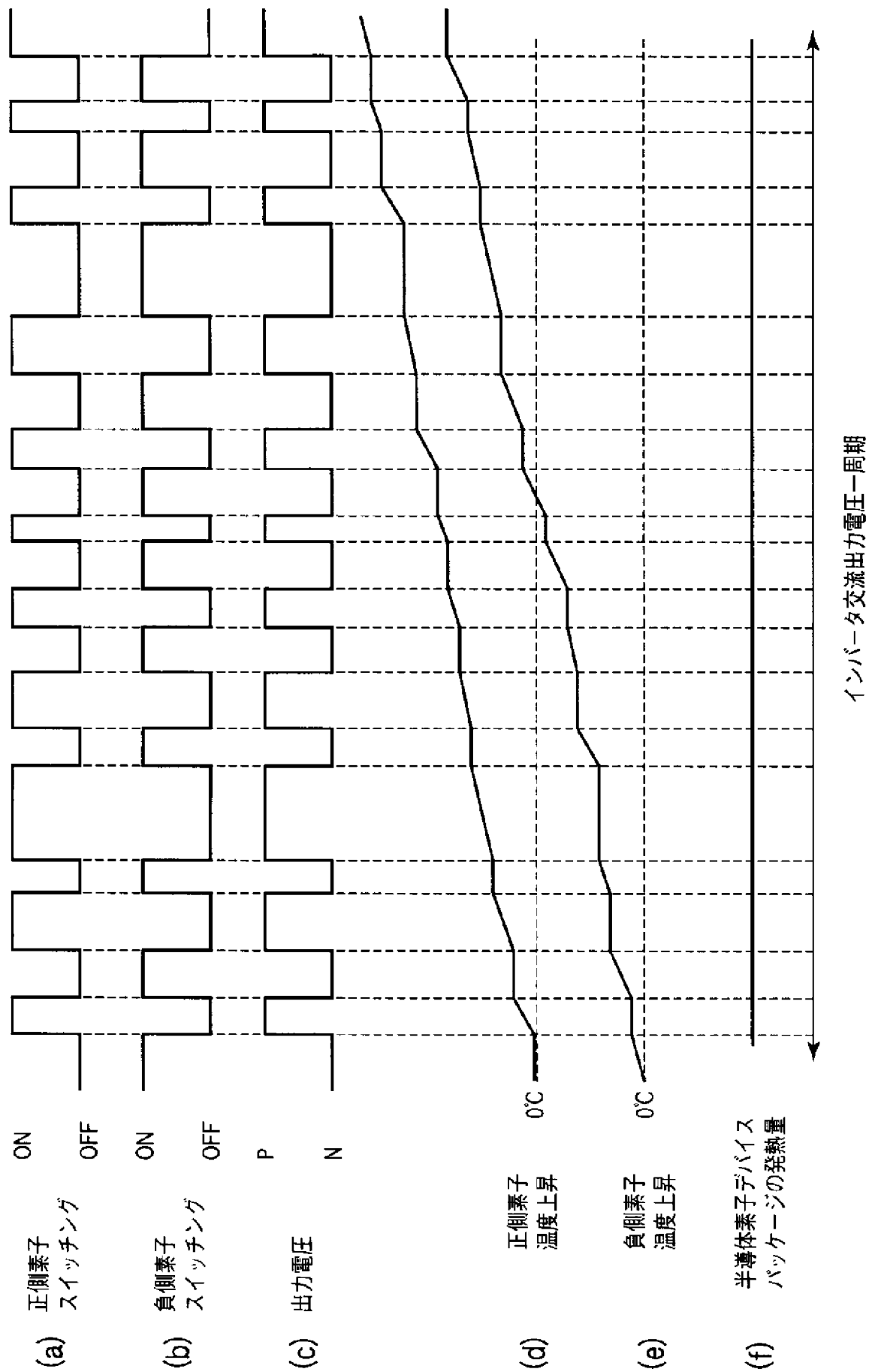
[図1]



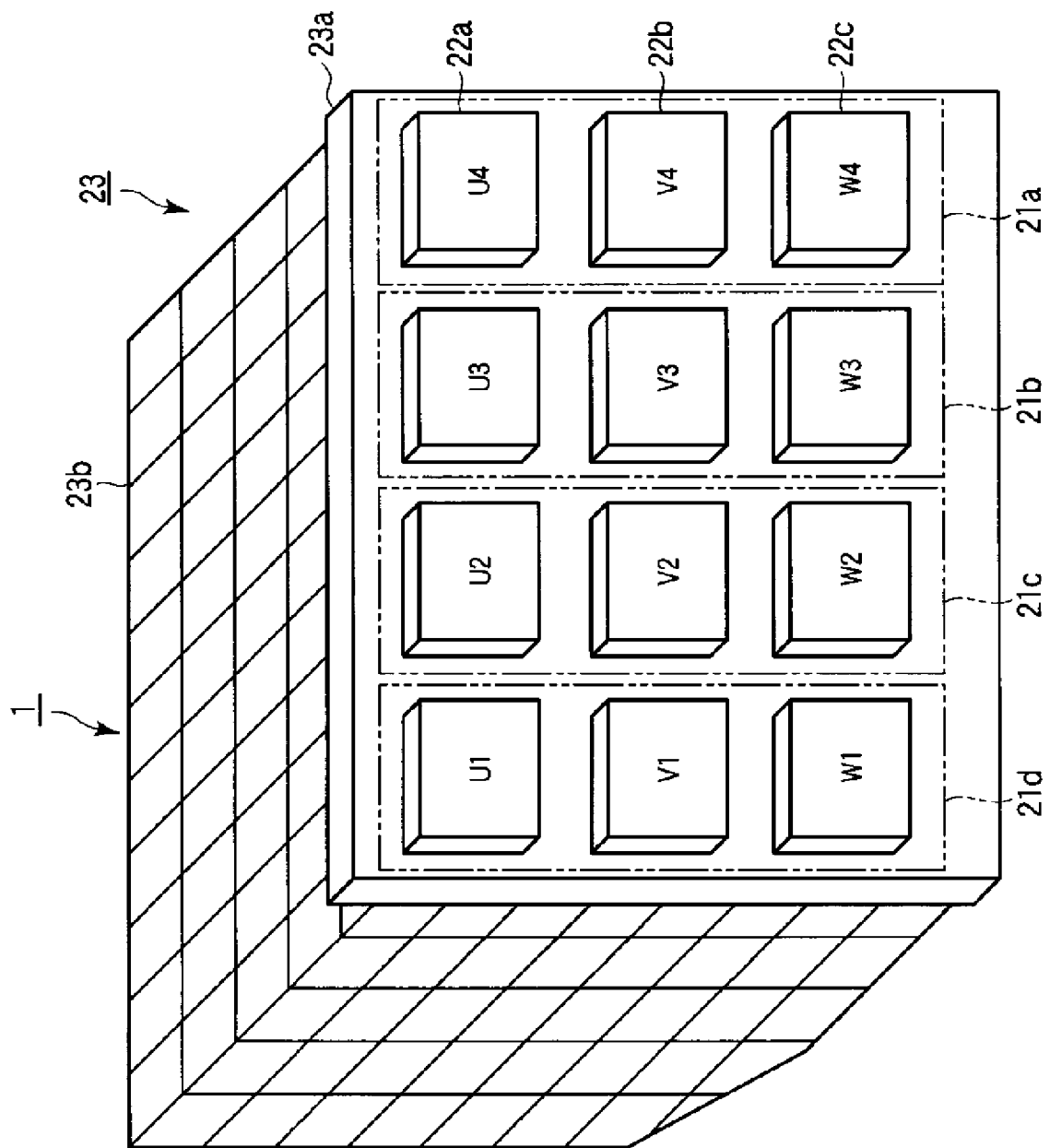
[図2]



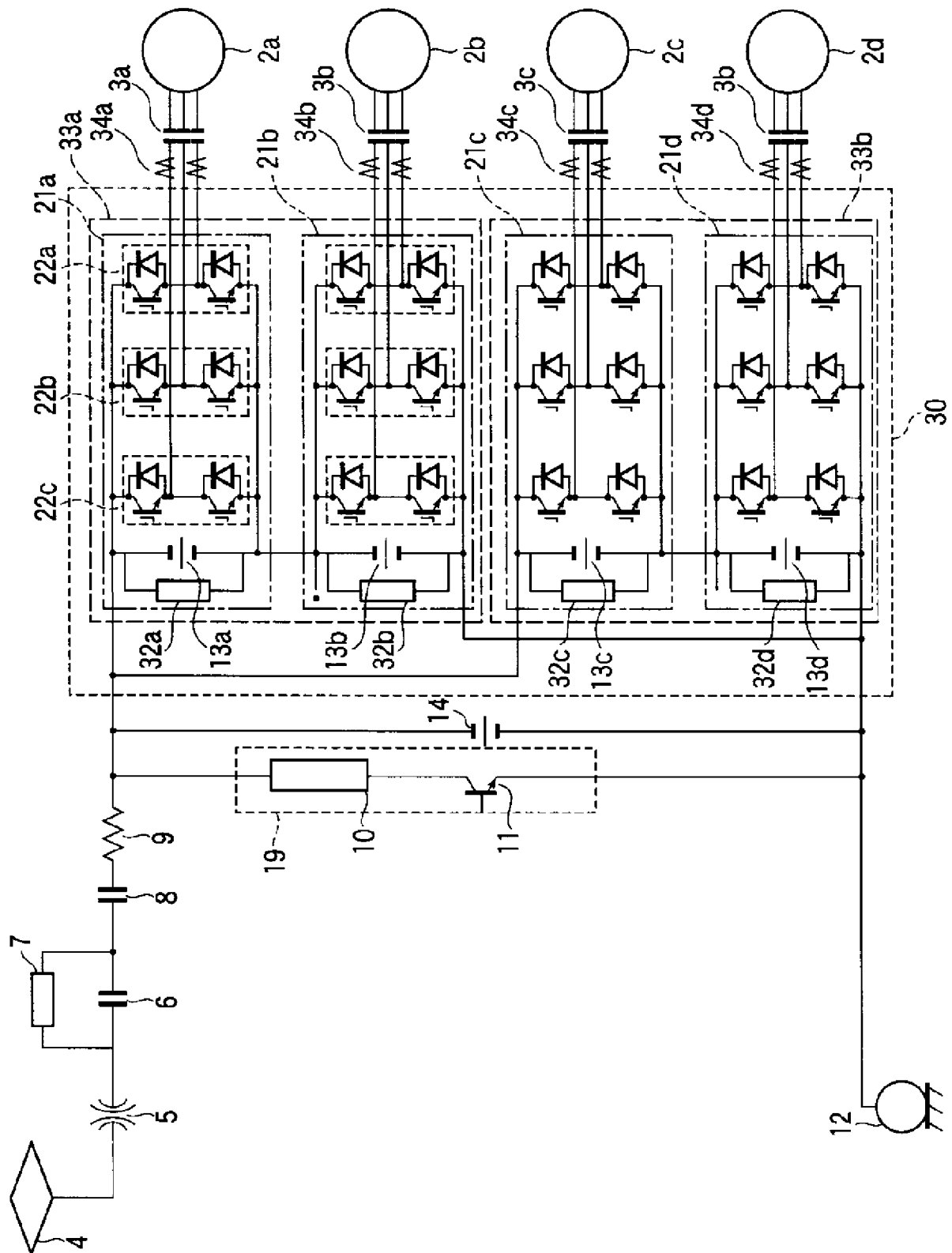
[図3]



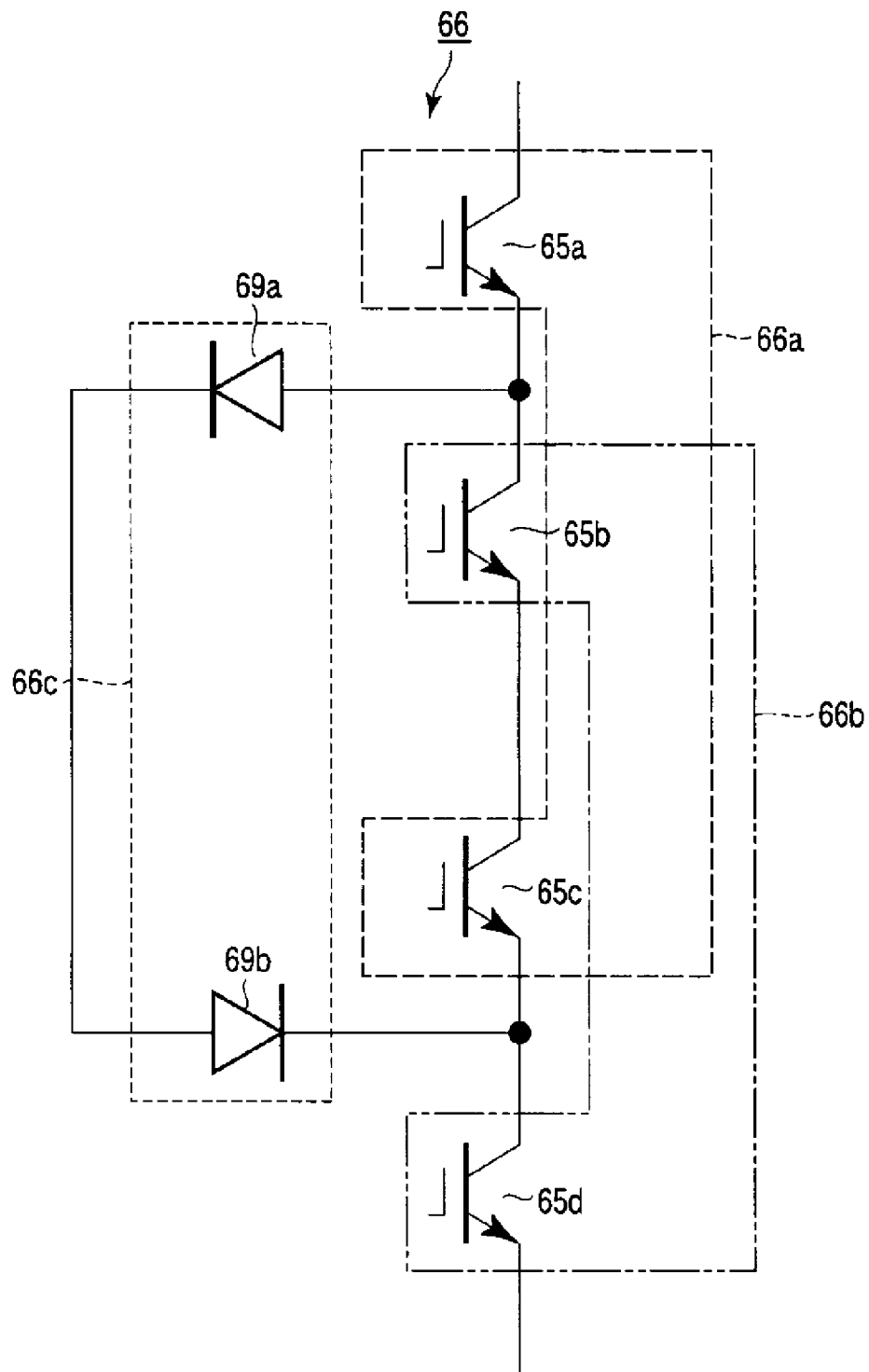
[図4]



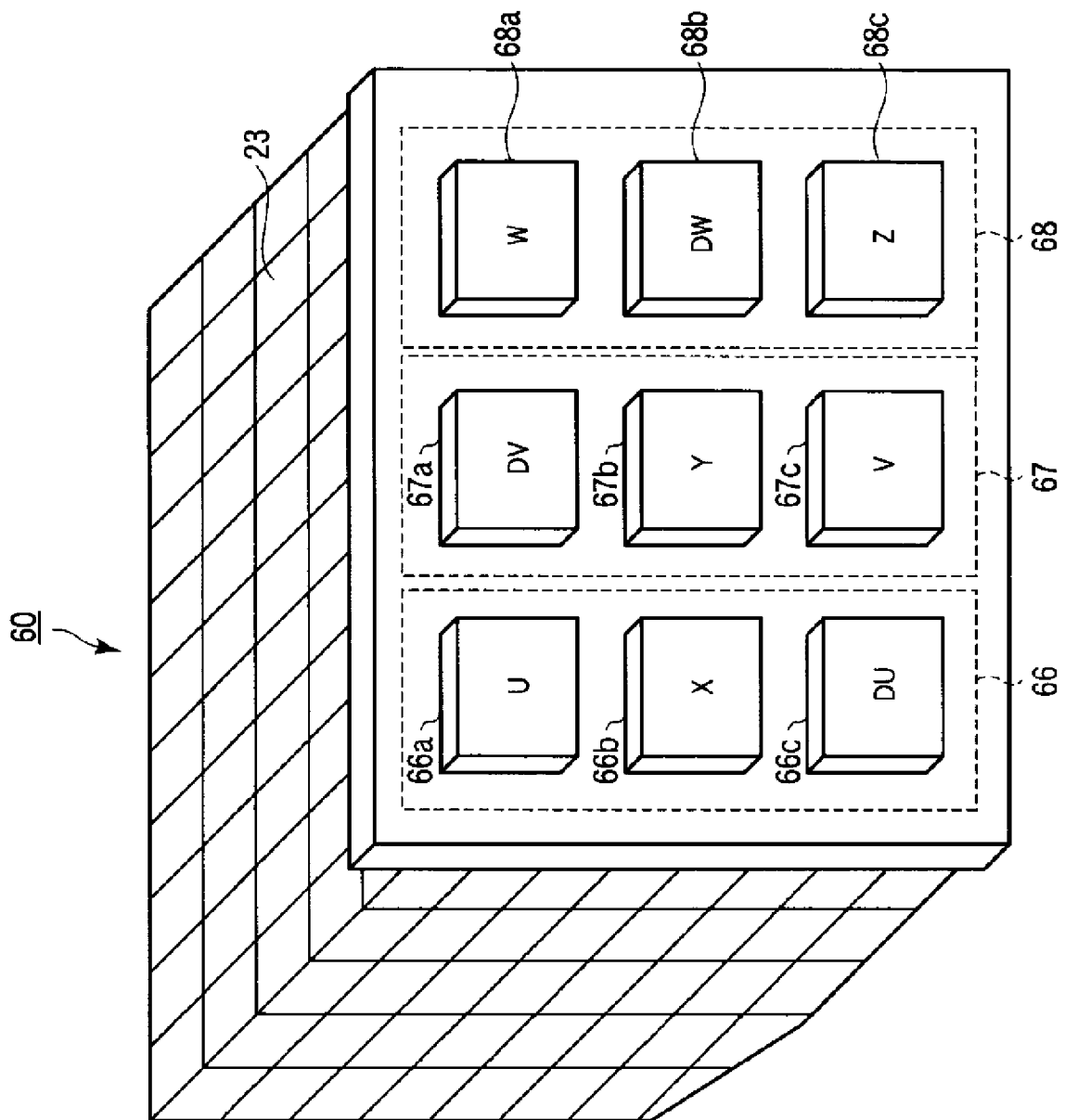
[図5]



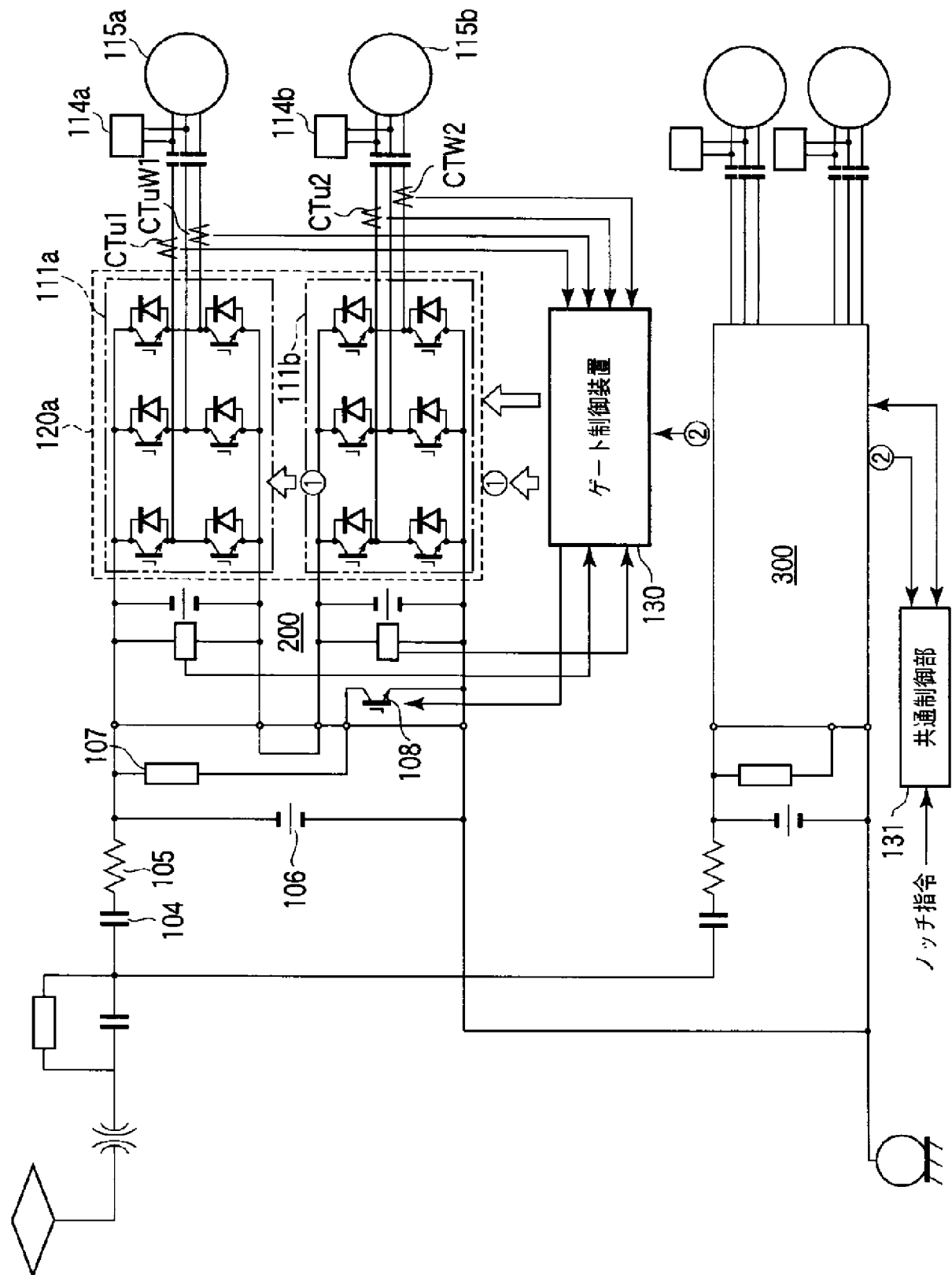
[図7]



[図8]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058104

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/48(2007.01)i, B60L3/00(2006.01)i, H02M7/487(2007.01)i, H01L25/07(2006.01)n, H01L25/18(2006.01)n

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)

H02M7/48, B60L3/00, H02M7/487, H01L25/07, H01L25/18

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 11-340393 A (Hitachi, Ltd.), 10 December 1999 (10.12.1999), paragraphs [0007] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 2002-335680 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 November 2002 (22.11.2002), paragraphs [0045] to [0048] & US 2002/0167825 A1	1-7
Y	JP 2006-49542 A (Toyota Motor Corp.), 16 February 2006 (16.02.2006), paragraphs [0002] to [0027] (Family: none)	2-7

☒ 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, 2011 (28.04.11)

Date of mailing of the international search report
17 May, 2011 (17.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058104

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-72049 A (Toshiba Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraphs [0011] to [0033] (Family: none)	4-7
A	WO 2008/075418 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 26 June 2008 (26.06.2008), entire text (Family: none)	8-9
A	WO 2008/152686 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), entire text & US 2010/0277871 A1 & EP 2157685 A1 & JP 4243308 B2 & CA 2688583 A & CN 101682268 A	8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i, B60L3/00(2006.01)i, H02M7/487(2007.01)i, H01L25/07(2006.01)n,
H01L25/18(2006.01)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 (I P C))

Int.Cl. H02M7/48, B60L3/00, H02M7/487, H01L25/07, H01L25/18

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 11-340393 A (株式会社日立製作所) 1999. 12. 10, 段落[0007]-[0020], 図 1 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2002-335680 A (三菱電機株式会社) 2002. 11. 22, 段落[0045]-[0048] & US 2002/0167825 A1	1-7
Y	JP 2006-49542 A (トヨタ自動車株式会社) 2006. 02. 16, 段落[0002]-[0027] (ファミリーなし)	2-7

☒ 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 8 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 5 . 2 0 1 1

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)

松本 泰典

3 V

3 3 2 8

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-72049 A (株式会社東芝) 2009. 04. 02, 段落[0011]-[0033] (ファミリーなし)	4-7
A	WO 2008/075418 A1 (三菱電機株式会社) 2008. 06. 26, 全文 (ファミリーなし)	8-9
A	WO 2008/152686 A1 (三菱電機株式会社) 2008. 12. 18, 全文 & US 2010/0277871 A1 & EP 2157685 A1 & JP 4243308 B2 & CA 2688583 A & CN 101682268 A	8