

(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
2021年2月4日(04.02.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/019779 A1

(51) 国際特許分類:

B60L 3/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2019/030320

(22) 国際出願日:

2019年8月1日(01.08.2019)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

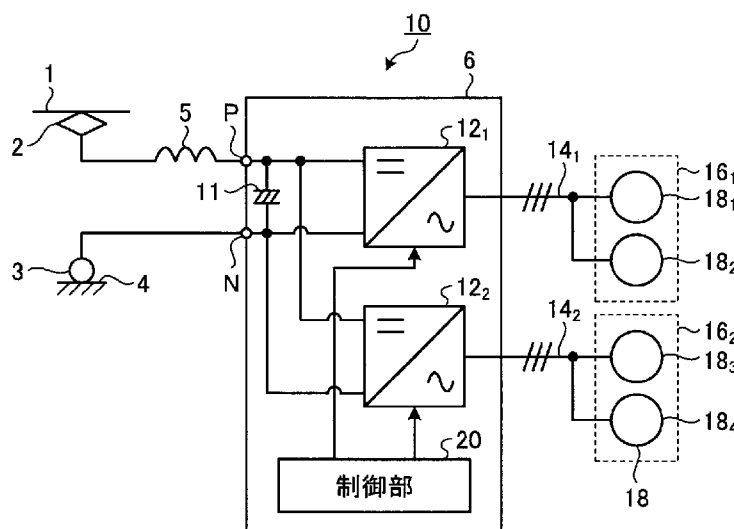
(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:西尾 直樹(NISHIO, Naoki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 白木 康博(SHIRAKI,

Yasuhiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 三木 隆義(MIKI, Takayoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 角井 伸翼(KADOI, Shinsuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 山崎 尚徳(YAMASAKI, Hisanori); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 将(KATO, Sho); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 菅原 徹大(SUGAHARA, Tetsuo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: ELECTRIC RAILCAR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 電気車制御装置



20 Control unit

(57) Abstract: An electric railcar control device (10) is provided with: a first inverter (12₁) which controls a first electric motor group (16₁) comprising induction motors (18₁, 18₂); and a second inverter (12₂) which controls a second electric motor group (16₂) comprising induction motors (18₃, 18₄). The first inverter (12₁) and the induction motors (18₁, 18₂) belonging to the first electric motor group (16₁) are connected to one another by a first conductor (14₁), and the second inverter (12₂) and the induction motors (18₃, 18₄) belonging to the second

(74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013
東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎
の門三井ビルディング 特許業務法人酒
井国際特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

electric motor group (16₂) are connected to one another by a second conductor (14₂). A first length, which is the center-to-center distance between the first conductor (14₁) and the second conductor (14₂) is at most equal to three times the average value of a second length, which is the maximum length of a conductor portion (52) in a cross section through the first conductor (14₁), and a third length, which is the maximum length of the conductor portion (52) in a cross section through the second conductor (14₂).

(57) 要約: 電気車制御装置(10)は、誘導電動機(18₁, 18₂)からなる第1の電動機群(16₁)を制御する第1のインバータ(12₁)と、誘導電動機(18₃, 18₄)からなる第2の電動機群(16₂)を制御する第2のインバータ(12₂)と、を備える。第1のインバータ(12₁)と第1の電動機群(16₁)に属する誘導電動機(18₁, 18₂)とは、第1の導体(14₁)で接続され、第2のインバータ(12₂)と第2の電動機群(16₂)に属する誘導電動機(18₃, 18₄)とは、第2の導体(14₂)で接続される。第1の導体(14₁)と第2の導体(14₂)との間の中心間距離である第1長さは、第1の導体(14₁)の断面における導体部(52)の最大長である第2長さと、第2の導体(14₂)の断面における導体部(52)の最大長である第3長さとの平均値の、3倍以下である。

明 細 書

発明の名称：電気車制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、１つのインバータで複数の誘導電動機を制御する電気車制御装置に関する。

背景技術

[0002] 電気車が走行する軌道上には、各種信号機の受信機である地上子が配置される。これらの地上子を誤動作させないよう、電気車には、漏洩ノイズに対する規制が定められている。下記特許文献１には、コモンモードノイズを抑制するために、インバータと負荷である電動機との間の配線の周囲に、フェライト又はアモルファス金属等の強磁性体を素材とする中空形状のコアを配置することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００４－１８７３６８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、電気車の床下のスペースは限られている。このため、上記特許文献１に記載のコアのようなフィルタ部品を追設するための十分なスペースがない場合がある。このような場合、フィルタ部品を追設するためのスペースを確保するために、電気車制御装置の仕様の見直しを余儀なくされることがある。

[0005] また、フィルタ部品のフィルタ特性は、誘導電動機を含めたインピーダンスに従って決定する必要がある。ところが、誘導電動機の製造者と、電気車制御装置の製造者とが同じであるとは限らない。この場合、フィルタ部品の追設に頼ることは、電気車制御装置の製造者において設計工数を増大させ、実車両での調整作業を増大させる。このため、フィルタ部品の追設に頼らず

に漏洩ノイズを抑制することが望まれる。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、フィルタ部品の追設に頼らずに漏洩ノイズを抑制することができる電気車制御装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、1つのインバータで複数の誘導電動機を制御する電気車制御装置である。電気車制御装置は、複数の誘導電動機からなる第1の電動機群を制御する第1のインバータと、複数の誘導電動機からなる第2の電動機群を制御する第2のインバータと、を備える。第1の電動機群に属する誘導電動機は、異なる台車に搭載され、第2の電動機群に属する誘導電動機は、異なる台車に搭載される。第1のインバータと第1の電動機群に属する誘導電動機とは、第1の導体で接続され、第2のインバータと第2の電動機群に属する誘導電動機とは、第2の導体で接続される。第1及び第2のインバータのそれぞれと台車との間において、第1の導体と第2の導体との間の中心間距離である第1長さは、第1の導体の断面における導体部の最大長である第2長さと、第2の導体の断面における導体部の最大長である第3長さとの平均値の、3倍以下である。

発明の効果

[0008] 本発明に係る電気車制御装置によれば、フィルタ部品の追設に頼らずに漏洩ノイズを抑制することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係る電気車制御装置の回路構成を示す図

[図2]従来の一般的な電気車制御装置の回路構成を示す図

[図3]電気車における従来の一般的な誘導電動機の配置例を示す図

[図4]従来の一般的なインバータ主回路の構成例を示す図

[図5]図4に示す各アームの半導体素子に与えるパルス幅変調（Pulse Width Modulation：PWM）制御信号の生成手法の説明に用いる図

[図6]図5に示す各相電圧指令によって生成されるPWM制御信号を示す図

[図7]漏洩電流の説明に用いる図2の等価回路を示す図

[図8]図6に示すPWM制御信号によって生ずるコモンモード電圧を示す図

[図9]実施の形態1に係るインバータ主回路の構成例を示す図

[図10]実施の形態1における誘導電動機の配置例を示す図

[図11]実施の形態1における各群及び各相のレグに付与する電圧指令のバリエーションの説明に用いる図

[図12]図11(a)に示す各相電圧指令によって生成されるPWM制御信号を示す図

[図13]実施の形態1における漏洩電流の説明に用いる図1の等価回路を示す図

[図14]実施の形態1における導体間距離の説明に用いる図

[図15]図1の比較例に係る電気車制御装置の回路構成を示す図

[図16]実施の形態1における図10とは異なる誘導電動機の配置例を示す図

[図17]実施の形態1における冷却器の配置例を示す図

[図18]実施の形態2に係る電気車制御装置の車両内の構成を示す図

[図19]実施の形態2の変形例に係る電気車制御装置の車両内の構成を示す図

[図20]実施の形態3に係る電気車制御装置の台車周辺の構成を示す図

[図21]実施の形態4に係る電気車制御装置におけるインバータ接続部の構成を示す図

[図22]実施の形態1から実施の形態4における制御部の機能を実現するハードウェア構成の一例を示すブロック図

[図23]実施の形態1から実施の形態4における制御部の機能を実現するハードウェア構成の他の例を示すブロック図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に添付図面を参照し、本発明の実施の形態に係る電気車制御装置について詳細に説明する。なお、以下の実施の形態により、本発明が限定されるものではない。また、添付図面においては、各部の縮尺が実際とは異なる場

合がある。各図面間においても同様である。

[0011] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 に係る電気車制御装置の回路構成を示す図である。実施の形態 1 に係る電気車制御装置 10 は、図 1 に示すように、コンデンサ 11 と、第 1 のインバータ 12₁ と、第 2 のインバータ 12₂ と、制御部 20 とを備える。第 1 のインバータ 12₁ は、第 1 の導体 14₁ によって、第 1 の電動機群 16₁ に属する 2 台の誘導電動機 18₁, 18₂ と接続されている。第 2 のインバータ 12₂ は、第 2 の導体 14₂ によって、第 2 の電動機群 16₂ に属する 2 台の誘導電動機 18₃, 18₄ と接続されている。4 台の誘導電動機 18₁, 18₂, 18₃, 18₄ は、電気車を駆動するための主電動機である。

[0012] 第 1 の導体 14₁ は、第 1 のインバータ 12₁ と、2 台の誘導電動機 18₁, 18₂ との間を電氣的に接続するための電気配線である。第 2 の導体 14₂ は、第 2 のインバータ 12₂ と、2 台の誘導電動機 18₃, 18₄ との間を電氣的に接続するための電気配線である。第 1 の導体 14₁ 及び第 2 の導体 14₂ は、電氣的接続が可能な導通性のある部材であれば、どのようなものを用いてもよい。

[0013] 第 1 のインバータ 12₁ 及び第 2 のインバータ 12₂ は、同一の筐体 6 に収納されている。筐体 6 には、正側端子 P と、負側端子 N とが設けられている。

[0014] なお、以下の記載において、第 1 のインバータ 12₁ 及び第 2 のインバータ 12₂ を区別しない場合に「インバータ 12」と表記する場合がある。また、誘導電動機 18₁, 18₂, 18₃, 18₄ を区別しない場合に「誘導電動機 18」と表記する場合がある。

[0015] 架線 1 から供給される直流電力は、集電装置 2 及びリアクトル 5 を介し、電気車制御装置 10 に供給される。架線 1 の先には、図示しない変電所があり、架線 1 は、電気車制御装置 10 から見て、外部電源という位置づけである。なお、集電装置 2 に印加される架線 1 の電圧である架線電圧、及び電気車制御装置 10 の各変換容量は、駆動方式によって異なる。架線電圧の範囲

は、おおよそ600から3000[V]である。また、変換容量の範囲は、数十から数百[kVA]である。

[0016] 電気車制御装置10の正側端子Pはリアクトル5に接続される。電気車制御装置10の負側端子Nは、車輪3を介してレール4に接続される。これにより、架線1から供給される直流電力による直流電流は、リアクトル5、電気車制御装置10、車輪3及びレール4を介して流れ、変電所に戻る。

[0017] なお、図1では、架線1として架空電線を示し、集電装置2としてパンタグラフ状の集電装置をそれぞれ示しているが、これらに限定されない。架線1としては、地下鉄等で使用されている第三軌条でもよく、これに合わせ、集電装置2は第三軌条用の集電装置を用いてもよい。また、図1では、架線1が直流架線である場合を示しているが、架線1は交流架線でもよい。なお、架線1が交流架線である場合、リアクトル5の代わりに、受電する交流電圧を降圧するための変圧器が設けられ、変圧器の後段には変圧器から出力される交流電圧を直流電圧に変換するコンバータが設けられる。

[0018] コンデンサ11は、電気車制御装置10の内部において、正側端子Pと負側端子Nとの間に接続される。これにより、コンデンサ11は、第1のインバータ12₁及び第2のインバータ12₂の入力側において、第1のインバータ12₁及び第2のインバータ12₂の各両端に並列に接続される。

[0019] コンデンサ11は、印加される直流電圧を平滑する。また、コンデンサ11は、リアクトル5に接続され、リアクトル5と共にLCフィルタ回路を構成する。このLCフィルタ回路は、架線1側から流入するサージ電圧を抑制する。また、LCフィルタ回路は、インバータ12に流れる電流のリプル成分の大きさを抑制する。インバータ12は、誘導電動機18に電力を供給する電力変換回路である。インバータ12の動作は、制御部20による制御下で、コンデンサ11の直流電圧を任意の電圧値を有する任意の周波数の交流電圧に変換して、対応する誘導電動機18に印加する。

[0020] 図2は、従来の一般的な電気車制御装置の回路構成を示す図である。図2において、図1に対応する構成要素には、同一の符号を付して示している。

[0021] 従来技術による電気車制御装置は、図2に示すように、1つのインバータ12で4台の誘導電動機18を一括で制御する構成が一般的である。主電動機が誘導電動機である場合、回転周波数と駆動電圧周波数との差であるすべりによってトルクが発生する。誘導電動機特有のすべりを利用することで、複数の主電動機を1つのインバータで並列制御することができる。

[0022] 図3は、電気車における従来の一般的な誘導電動機の配置例を示す図である。図3において、図2に対応する構成要素には、同一の符号を付して示している。

[0023] 4台の誘導電動機18は、図3に示されるように、2台の台車24に2台ごとに分けられて搭載されている。台車24は、2つの車軸56に支持され、車両40は、2台の台車24によって支持される構造である。4台の誘導電動機18に発生するトルクは、図示しない減速機を介して車軸56へ伝達され、車両40の推進力となる。

[0024] 図4は、従来の一般的なインバータ主回路の構成例を示す図である。インバータ主回路は、上アームの半導体素子UPI、VPI、WPIと、下アームの半導体素子UNI、VNI、WNIと、を備える。但し、図4では、単一の半導体素子では電流容量が不足する場合を想定し、各アームは、2つの半導体素子を並列接続している。並列接続される各半導体素子には、同一の制御信号が与えられる。

[0025] 半導体素子UPIと半導体素子UNIとは直列に接続されてU相レグとなる。半導体素子VPIと半導体素子VNIとは直列に接続されてV相レグとなる。半導体素子WPIと半導体素子WNIとは直列に接続されてW相レグとなる。U相、V相及びW相の各レグは、互いに並列に接続されて三相のブリッジ回路を構成する。各アームにおいて、並列接続される各半導体素子には、同一の制御信号が与えられる。

[0026] 図5は、図4に示す各アームの半導体素子に与えるPWM制御信号の生成手法の説明に用いる図である。図5には、正弦波であるU相電圧指令26U、V相電圧指令26V及びW相電圧指令26Wと、三角波であるキャリア2

8とが示されている。横軸は位相角であり、縦軸は振幅値を表している。縦軸の1 [V p u] は、インバータ12に印加される電圧振幅の1/2、言い替えるとコンデンサ11の電圧である直流電圧の1/2に相当する。

[0027] 図6は、図5に示す各相電圧指令によって生成されるPWM制御信号を示す図である。上段側から、U相PWM制御信号、V相PWM制御信号及びW相PWM制御信号の順で示している。図6の横軸は、図5と同じ位相角である。

[0028] 制御部20は、U相電圧指令26Uと三角波信号であるキャリア28を比較する。U相電圧指令26Uがキャリア28よりも大きいときは「ON」、U相電圧指令26Uがキャリア28以下のときは「OFF」となる。このようにして、図6の上段部に示されるU相PWM制御信号が生成される。V相PWM制御信号及びW相PWM制御信号もU相PWM制御信号と同様に、V相電圧指令26V及びW相電圧指令26Wのそれぞれと、キャリア28との比較によって生成される。このときに生成されるV相PWM制御信号及びW相PWM制御信号は、それぞれ図6の中段部及び下段部に示されている。

[0029] 図7は、漏洩電流の説明に用いる図2の等価回路を示す図である。図7では、誘導電動機18をインダクタンスの回路記号で表している。誘導電動機に限らず、三相インバータで三相モータを駆動する場合、三相モータの中性点電位は変動する。このため、図7に示すように、誘導電動機18の中性点電位32と接地電位である基準電位31との間に浮遊容量34が接続される等価回路が形成される。中性点電位32は、PWM制御に起因する高周波成分を含んでいる。従って、誘導電動機18にU相電圧33U、V相電圧33V及びW相電圧33Wが印加されると、浮遊容量34を介して漏洩電流35が流れる。

[0030] なお、中性点電位32と基準電位31との間の電位差は、「コモンモード電圧」と呼ばれる。三相インバータの場合、コモンモード電圧は、 $(V_u + V_v + V_w) / 3$ と計算される。但し、 V_u はU相電圧33Uの振幅であり、 V_v はV相電圧33Vの振幅であり、 V_w はW相電圧33Wの振幅である。

。

[0031] 図8は、図6に示すPWM制御信号によって生ずるコモンモード電圧を示す図である。図8において、横軸は位相角、縦軸はコモンモード電圧の振幅を表している。

[0032] 漏洩電流は、コモンモード電圧に変化がある度に流れる。また、図8に示されるように、コモンモード電圧の変化は、キャリアの周期よりも短い周期で起こる。従って、漏洩ノイズの抑制には、浮遊容量34を介して流れる漏洩電流35の低減が重要となる。

[0033] 図9は、実施の形態1に係るインバータ主回路の構成例を示す図である。実施の形態1に係るインバータ主回路は、第1のインバータ12₁及び第2のインバータ12₂を有する。第1のインバータ12₁及び第2のインバータ12₂は、それぞれの入力側において、コンデンサ11の両端に並列に接続される。

[0034] 第1のインバータ12₁は、上アームの半導体素子と下アームの半導体素子とが直列に接続されて三相分のU相leg22U、V相leg22V及びW相leg22Wを有する。U相leg22U、V相leg22V及びW相leg22Wは、互いに並列に接続されて三相のブリッジ回路を構成する。

[0035] 第2のインバータ12₂は、上アームの半導体素子と下アームの半導体素子とが直列に接続されて三相分のX相leg22X、Y相leg22Y及びZ相leg22Zを有する。X相leg22X、Y相leg22Y及びZ相leg22Zは、互いに並列に接続されて三相のブリッジ回路を構成する。

[0036] 三相モータの合計容量が同じであれば、使用する半導体素子の数も同じでよい。従来及び実施の形態1では、共に12個の半導体素子が用いられている。図4に示す従来例では、各アームを並列化したのに対し、図9に示す実施の形態1では、インバータ単位で並列化した点が特徴である。

[0037] 図10は、実施の形態1における誘導電動機の配置例を示す図である。図10において、図1に対応する構成要素には、同一の符号を付して示している。

[0038] 図10において、第1のインバータ 12_1 及び第2のインバータ 12_2 は、車両40の中央部の床下に設けられて筐体6に収納される。また、第1の電動機群 16_1 に属する2台の誘導電動機 18_1 、 18_2 は、第1の台車 24_1 と、第2の台車 24_2 とに分けられて搭載されている。同様に、第2の電動機群 16_2 に属する2台の誘導電動機 18_3 、 18_4 も、第1の台車 24_1 と、第2の台車 24_2 とに分けられて搭載されている。即ち、第1の台車 24_1 には、第1の電動機群 16_1 に属する1台の誘導電動機 18_1 と、第2の電動機群 16_2 に属する1台の誘導電動機 18_3 とが搭載されている。また、第2の台車 24_2 には、第1の電動機群 16_1 に属するもう1台の誘導電動機 18_2 と、第2の電動機群 16_2 に属するもう1台の誘導電動機 18_4 とが搭載されている。

[0039] 上記の配置により、第1の導体 14_1 は、車両40の中央部に配置された第1のインバータ 12_1 を経由して、第1の台車 24_1 と第2の台車 24_2 との間に設置される。第2の導体 14_2 も、車両40の中央部に配置された第2のインバータ 12_2 を経由して、第1の台車 24_1 と第2の台車 24_2 との間に設置される。第1の導体 14_1 及び第2の導体 14_2 を設置する際、第1の導体 14_1 と第2の導体 14_2 とは、互いに近づけて配置される。なお、第1の導体 14_1 と第2の導体 14_2 との間の導体間距離をどの程度近づけて配置するかについては、後述する。

[0040] 図11は、実施の形態1における各群及び各相のレグに付与する電圧指令のバリエーションの説明に用いる図である。図11の上段部に示す(a)から(c)は、群間の相回転が同一方向のパターンである。図11の下段部に示す(d)から(f)は、群間の相回転が逆方向のパターンである。

[0041] 図11において、「U」とあるのは、第1のインバータ 12_1 の第1の相であるU相の電圧指令を表している。同様に、「V」とあるのは、第1のインバータ 12_1 の第2の相であるV相の電圧指令を表し、「W」とあるのは、第1のインバータ 12_1 の第3の相であるW相の電圧指令を表している。

[0042] 各相の電圧指令はベクトルであり、U相を基準に、反時計回りをベクトル

の回転方向とする。また、各相は、U V Wの順で相回転するものとする。従って、V相は、回転方向に対してU相から120度遅れたベクトルとなり、W相は、回転方向に対してV相から120度（U相からは240度）遅れたベクトルとなる。

[0043] また、「X」とあるのは、第2のインバータ12₂の第1の相であるX相の電圧指令を表している。同様に、「Y」とあるのは、第2のインバータ12₂の第2の相であるY相の電圧指令を表し、「Z」とあるのは、第2のインバータ12₂の第3の相であるZ相の電圧指令を表している。

[0044] 各相の電圧指令はベクトルであり、X相を基準に、反時計回りをベクトルの回転方向とする。また、各相は、X Y Zの順で相回転するものとする。従って、Y相は、回転方向に対してX相から120度遅れたベクトルとなり、Z相は、回転方向に対してY相から120度（X相からは240度）遅れたベクトルとなる。

[0045] 図11（a）は、U相とX相とが逆方向のベクトル、即ちX相はU相に対して180度の位相差を有するベクトルとする例である。図11（b）は、U相とY相とが逆方向のベクトル、即ちY相はU相に対して180度の位相差を有するベクトルとする例である。図11（c）は、U相とZ相とが逆方向のベクトル、即ちZ相はU相に対して180度の位相差を有するベクトルとする例である。

[0046] 群間の相回転がU V W相と、X Y Z相とで逆方向の場合も、上記（a）から（c）と同様に3つのパターンが存在し、下段部の左側から（d）、（e）、（f）の順で示している。

[0047] 上記（a）から（f）の何れのパターンも、U V W相の何れか1つの相と、対応するX Y Z相の1つの相とを組合せた3つの相ペアは、逆位相の関係にあることが分かる。

[0048] 図12は、図11（a）に示す各相電圧指令によって生成されるPWM制御信号を示す図である。図13は、実施の形態1における漏洩電流の説明に用いる図1の等価回路を示す図である。

- [0049] 図12において、第1のPWM制御信号は、第1の電動機群16₁を制御する第1のインバータ12₁に与えるPWM制御信号である。第2のPWM制御信号は、第2の電動機群16₂を制御する第2のインバータ12₂に与えるPWM制御信号である。
- [0050] 図1の等価回路は、図13のように表される。第1の電動機群16₁に属する誘導電動機18₁には、U相電圧33U、V相電圧33V及びW相電圧33Wが印加される。誘導電動機18₁の中性点電位32₁は変動するため、中性点電位32₁と基準電位31との間には、浮遊容量34₁を介した漏洩電流35₁が流れる。
- [0051] また、第2の電動機群16₂に属する誘導電動機18₃には、X相電圧33X、Y相電圧33Y及びZ相電圧33Zが印加される。誘導電動機18₃の中性点電位32₃は変動するため、中性点電位32₃と基準電位31の間には、浮遊容量34₃を介した漏洩電流35₂が流れる。
- [0052] 図12において、U相のPWM制御信号とX相のPWM制御信号とは、互いに上下を反転した波形になっている。V相のPWM制御信号とY相のPWM制御信号との関係、及びW相のPWM制御信号とZ相のPWM制御信号との関係も同じである。即ち、第1のPWM制御信号の各相は、第2のPWM変調制御信号の各相と1対1に対応し、対となるPWM制御信号は、互いに逆位相の信号波形となる。
- [0053] 従って、誘導電動機18₁の中性点電位32₁に生ずる共通モード電圧と、誘導電動機18₃の中性点電位32₃に生ずる共通モード電圧との関係も、上下反転したパルス波形になる。その結果、浮遊容量34₁を介して流れる漏洩電流35₁と、浮遊容量34₃を介して流れる漏洩電流35₂との関係も、互いに逆位相の電流となる。また、第1の導体14₁に流れる漏洩電流35₁と、第2の導体14₂に流れる漏洩電流35₂との関係も互いに逆位相の電流となる。より具体的には、U相とX相、V相とY相、及びW相とZ相の各ペア同士で、漏洩電流の流れる向きが逆になる。従って、各群の対応する相の電気配線を近づけて配置した区間では、漏洩電流が作る磁界が相殺される。

その結果、地上側にある地上子へ誘起される電圧が抑制される。

[0054] なお、図13では、U相とX相の導体同士、V相とY相の導体同士、及びW相とZ相の導体同士を近づけるように図示している。漏洩電流が作る磁界を相殺するには、図13のように設置するのが効果的である。各導体同士を近づけて設置する手段として、対応する相の導体同士をツイストして設置してもよい。なお、製作が可能であれば、6本の導体全体をツイストしてもよい。

[0055] 図14は、実施の形態1における導体間距離の説明に用いる図である。図14には、2つの導体50₁、50₂の断面形状が示されている。図14において、導体50₁は例えばU相の導体であり、導体50₂は例えばX相の導体である。

[0056] 導体50₁、50₂は、共に導体部52と、導体部52の周囲を覆う絶縁体である被覆部54とを有する。導体50₁、50₂の各断面は、共に円形である。ここで、導体50₁と導体50₂との間の導体間距離を、導体50₁の断面中心と導体50₂の断面中心との間の距離とする。この距離を中心間距離と呼び、「d」で表す。また、前述した導体間距離をどの程度近づけて配置するかについて、実施の形態1では、導体部52の直径aを基準長として、以下の(1)式の関係を満たすものとする。

[0057] $d \leq 3a$ …… (1)

[0058] 即ち、実施の形態1において、導体50₁と導体50₂との間の中心間距離は、導体部52の直径aの3倍以下である。

[0059] なお、図14では、導体50₁、50₂の各断面は、円形であるとしているが、これに限定されない。即ち、各断面は、非円形であってもよい。非円形は、三角形、四角形といった多角形、楕円形又は複数の曲線で形成される形状のような、円形以外の形状であってもよい。

[0060] また、図14において、導体50₁、50₂における導体部52の直径aは等しいとしているが、それぞれの直径が異なってもよい。なお、導体50₁、50₂の断面形状が円形でなく、且つ、それぞれの断面形状が異なっ

いる場合、上記（１）式が表す内容は、以下の通りとする。

[0061] まず、導体５０_１と導体５０_２との間の中心間距離を「第１長さ」と呼び、「 b 」で表す。また、導体５０_１の断面における導体部の最大長を「第２長さ」と呼び、「 c_1 」で表す。また、導体５０_２の断面における導体部の最大長を「第３長さ」と呼び、「 c_2 」で表す。このとき、上記（１）式の条件は、以下の（２）式のように書き替えることができる。

[0062] $b \leq (c_1 / 2 + c_2 / 2) \times 3 \dots\dots (2)$

[0063] 即ち、実施の形態１において、導体５０_１と導体５０_２との間の中心間距離である第１長さは、導体５０_１の断面における導体部の最大長である第２長さと、導体５０_２の断面における導体部の最大長である第３長さとの平均値の、３倍以下である。

[0064] 次に、実施の形態１に係る電気車制御装置を構成する上での、幾つかの着意事項について説明する。

[0065] 図１５は、図１の比較例に係る電気車制御装置の回路構成を示す図である。図１５において、図１に対応する構成要素には、同一の符号を付して示している。

[0066] 図１５において、第１のインバータ１２_１の直流側には、コンデンサ１１_１と、フィルタリアクトル７６_１とが接続されている。コンデンサ１１_１及びフィルタリアクトル７６_１は、第１のフィルタ回路を構成する。同様に、第２のインバータ１２_２の直流側には、コンデンサ１１_２と、フィルタリアクトル７６_２とが接続されている。コンデンサ１１_２及びフィルタリアクトル７６_２は、第２のフィルタ回路を構成する。即ち、図１５は、第１のインバータ１２_１及び第２のインバータ１２_２は、個別のフィルタ回路を有する構成である。

[0067] 上述したように、実施の形態１の電気車制御装置において、第１のインバータ１２_１と、第２のインバータ１２_２とは、それぞれが逆位相のスイッチング動作を行っている。その結果、各インバータの直流側へ生じる電流リップルも逆位相になっている。従って、フィルタ回路が個別の場合、それぞれのインバータにおけるコンデンサ電圧が第１の電動機群１６_１と、第２の電動機群

16₂とで異なってしまふ。これにより、各群から生じる漏洩電流の対称性が崩れてしまふ。

[0068] これに対し、図1の構成では、コンデンサが共通であり、第1のインバータ12₁の直流側と、第2のインバータ12₂の直流側とは、何れも共通のコンデンサと並列に接続される。この構成により、各インバータの直流側へ生じる、互いに逆位相の電流リップルは、共通のコンデンサで吸収される。これにより、各群から生じる漏洩電流の対称性を維持することができる。

[0069] 図16は、実施の形態1における図10とは異なる誘導電動機の配置例を示す図である。図16において、図10に対応する構成要素には、同一の符号を付して示している。

[0070] 鉄道車両においては、床下スペースの都合、又は車両ごとの重量バランスの観点から、インバータと電動機とが別々の車両に搭載される場合がある。この場合、図16に示されるように、誘導電動機18₁~18₄が搭載される車両40₁と、第1のインバータ12₁及び第2のインバータ12₂が搭載される車両40₂との間には、車両間の電気配線である、渡り線60が敷設される。

[0071] 渡り線は、曲線区間の走行や振動を考慮すると、柔軟に変形する構造である必要がある。このため、渡り線は、地上側へたるみを持たせて配線される。従って、渡り線は、他の部分の配線と比べて、配線と地上子との間の距離が短く、地上子へ望ましくない影響を及ぼす懸念が高い。この課題に対し、上述した実施の形態1の手法を採用すれば、渡り線60においても、各群の漏洩電流同士を逆相とすることができる。これにより、渡り線60においても磁界が相殺されるので、地上子へ誘起される電圧を抑制することができる。

[0072] 図17は、実施の形態1における冷却器の構成例を示す図である。図17には、第1のインバータ12₁に具備される6個の半導体素子と、第2のインバータ12₂に具備される6個の半導体素子とによる12個の半導体素子が、冷却器80のフィンベース82に搭載される例が示されている。

[0073] 上述した実施の形態1の手法を用いる場合、各群の電気配線は、並行して設置される部分が高い程よい。また、前述の通り、第1のインバータ12₁と、第2のインバータ12₂とは、共通のコンデンサに接続されるのが好ましい構成となる。従って、第1のインバータ12₁と第2のインバータ12₂との間の距離を短くして、第1のインバータ12₁と、第2のインバータ12₂とで冷却器を共通とする構成が容易になる。これにより、第1のインバータ12₁と、第2のインバータ12₂とを備えたインバータ装置を小型化することができる。

[0074] 以上説明したように、実施の形態1に係る電気車制御装置では、第1のインバータと第1の電動機群に属する誘導電動機とは、第1の導体で接続され、第2のインバータと第2の電動機群に属する誘導電動機とは、第2の導体で接続される。第1及び第2のインバータのそれぞれと、誘導電動機を搭載する台車との間において、第1の導体と第2の導体との間の中心間距離である第1長さは、第1の導体の断面における導体部の最大長である第2長さ、第2の導体の断面における導体部の最大長である第3長さとの平均値の、3倍以下であるように設定される。これにより、漏洩電流が作る磁界が相殺され、地上側にある地上子へ誘起される電圧が抑制される。また、フィルタ部品の追設に頼らずに漏洩ノイズを抑制することができる。

[0075] なお、上記の構成において、第1のインバータと、第2のインバータとは、同一の筐体に収納されるようにしてもよい。これにより、装置を小型化することができる。また、漏洩電流の経路のインピーダンスのばらつきを低減することができる。また、各群の配線が単独で引き回しされる区間を短くすることができる。

[0076] また、上記の構成において、直流電圧を平滑するコンデンサを1つとし、第1のインバータの直流側と、第2のインバータの直流側とは、何れも当該1つのコンデンサと並列に接続されるようにしてもよい。これにより、第1の電動機群と第2の電動機群との間において、出力電圧の対称性が増すので、漏洩電流が作る磁界の相殺効果を高めることができる。

[0077] また、上記の構成において、第1及び第2の導体は、第1又は第2のインバータと台車との間で、互いにツイストされて設置されるようにしてもよい。第1及び第2の導体を互いにツイストして設置することにより、第1の導体と第2の導体との間の距離を短くできるので、磁界の相殺効果を高めることができる。

[0078] なお、第1のインバータ 12_1 及び第2のインバータ 12_2 のうちの何れか一方のインバータが停止した場合には、他方のインバータも停止することが好ましい。このように制御すれば、過剰な漏洩ノイズの発生を未然に抑止することができる。

[0079] 実施の形態2.

図18は、実施の形態2に係る電気車制御装置の車両内の構成を示す図である。図18において、図10に対応する構成要素には、同一の符号を付して示している。

[0080] インバータから電動機に印加されるパルス電圧の立ち上がり時間又は立ち下がり時間がゼロの理想的なパルス電圧であれば、各群における共通モード電圧は完全に対称となる。更に、漏洩電流の経路のインピーダンスも等しければ、磁界も完全に相殺される。ところが、実際には、ゲート駆動回路の遅延時間、又は半導体素子ごとの特性ばらつきなどの影響で、電圧波形の立ち上がり時間及び立ち下がり時間は、完全には一致しない。また、漏洩電流経路のインピーダンスも完全には一致しない。

[0081] そこで、実施の形態2では、図18に示されるように、各群の配線である第1の導体 14_1 と、第2の導体 14_2 とを、同一のダクト70で覆うようにする。実施の形態2において、ダクト70は、シールド部材として用いられる。

[0082] 各群の配線を同一のダクト70で覆うようにすれば、相殺されずに残る磁界を遮蔽することができる。また、周囲に影響を及ぼす僅かな磁界成分を遮蔽できるので、地上子への影響を低減することができる。なお、同一のダクトで覆うことは、各群の漏洩電流経路のインピーダンスが、ばらつかないよ

うにする効果もある。なお、言うまでもなく、各群の配線に個別にダクトを設置するよりも、部品点数は少なく済む。

[0083] また、図19は、実施の形態2の変形例に係る電気車制御装置の車両内の構成を示す図である。図19において、図16に対応する構成要素には、同一の符号を付して示している。

[0084] 渡り線の区間ではダクトを設置できないので、それ以外の並行区間において、ダクトを設置する。図19では、渡り線60の区間を除き、車両40₁にダクト70₁が設置され、車両40₂にダクト70₂が設置される例が示されている。なお、漏洩インピーダンスのばらつきを抑える観点で言えば、各群の配線がダクトに納められている区間の長さは均等であることが望ましい。言い替えると、各群の配線がダクトに納められている配線長の差が、短いほどよい。

[0085] 以上説明したように、実施の形態2に係る電気車制御装置において、第1及び第2の導体は、第1又は第2のインバータと台車との間で、同一のシールド部材で覆われている。これにより、相殺されない分の磁界をシールド部材が遮蔽するので、地上子への影響を低減することができる。また、各群の漏洩電流経路のインピーダンスのばらつきを抑制することができる。

[0086] 実施の形態3.

図20は、実施の形態3に係る電気車制御装置の台車周辺の構成を示す図である。図20において、図10に対応する構成要素には、同一の符号を付して示している。

[0087] 図20は、図10に示す第1の台車24₁をレール側から視認した図である。図20には、車輪57と、車輪57を連結する車軸56と、車軸56に支持される第1の台車24₁と、第1の台車24₁に搭載される2台の誘導電動機18₁、18₃とが示されている。また、2台の誘導電動機18₁、18₃には、第1の導体14₁又は第2の導体14₂との電氣的接続部である、モータ接続部58が示されている。なお、以下の記載において、第1の電動機群16₁に属する誘導電動機におけるモータ接続部58を「第1のモータ接続部」

と表記し、第2の電動機群 16_2 に属する誘導電動機におけるモータ接続部58を「第2のモータ接続部」と表記する場合がある。

[0088] 2台の誘導電動機 18_1 、 18_3 におけるモータ接続部58の周辺においては、第1の導体 14_1 と第2の導体 14_2 とを並行して設置できない部分が存在する。実施の形態3では、各群の配線が並行していない区間を可能な限り小さくするようにする。具体的には、車両の進行方向に対して、誘導電動機 18_1 のモータ接続部58と、誘導電動機 18_3 のモータ接続部58との間の中間位置 L を経由させる。そして、中間位置 L で分岐させ、それぞれのモータ接続部58と接続する。これにより、第1の導体 14_1 と第2の導体 14_2 とが並行する区間が長くなるので、相殺されずに残る磁界成分を小さくすることができる。その結果、モータ接続部58の周辺においても、漏洩電流による地上子への影響を低減することができる。

[0089] 実施の形態4.

図21は、実施の形態4に係る電気車制御装置におけるインバータ接続部の構成を示す図である。インバータ接続部64には、第1の導体 14_1 を第1のインバータ 12_1 と接続するための第1の端子部 66_1 と、第2の導体 14_2 を第2のインバータ 12_2 と接続するための第2の端子部 66_2 とを備えている。第1の端子部 66_1 は、U、V、Wからなる3つの端子を有し、第2の端子部 66_2 は、X、Y、Zからなる3つの端子を有する。なお、インバータ接続部64は、第1のインバータ 12_1 及び第2のインバータ 12_2 を収納する筐体6の任意の面に構築することができる。

[0090] 図21において、インバータ接続部64は横長の長方形形状である。第1の端子部 66_1 におけるU、V、Wの各端子は、インバータ接続部64の2つの長辺のうちの第1の辺68側において、長手方向に等間隔で並ぶように配置されている。また、第2の端子部 66_2 におけるX、Y、Zの各端子は、インバータ接続部64の2つの長辺のうちの第2の辺69側において、長手方向に等間隔で並ぶように配置されている。なお、図21において、X端子はU端子に対して長手方向の位置をずらしているが、長手方向の位置が同じ位

置であってもよい。Y端子とV端子、Z端子とW端子との関係も同様である。

[0091] また、図21に示されるように、U端子とV端子との間の中心距離を d_1 とする。図示はしていないが、V端子とW端子との間の中心距離は d_1 であり、U端子とW端子との間の中心距離は $2d_1$ である。同様に、図示はしていないが、X端子とY端子との間の中心距離は d_1 であり、Y端子とZ端子との間の中心距離は d_1 であり、X端子とZ端子との間の中心距離は $2d_1$ である。従って、 d_1 は、第1の端子部66₁の各相端子間の最短距離であり、第2の端子部66₂の各相端子間の最短距離である。

[0092] また、図21に示されるように、U端子とX端子との間の中心距離を d_2 とする。図示はしていないが、V端子とY端子との間の中心距離、及びW端子とZ端子との間の中心距離も d_2 である。なお、U端子とY端子との間の中心距離、及びU端子とZ端子との間の中心距離は d_2 よりも長い。また、X端子とV端子との間の中心距離、及びX端子とW端子との間の中心距離も d_2 よりも長い。従って、 d_2 は、第1の端子部66₁と第2の端子部66₂との間の最短距離である。

[0093] ここで、これらの d_1 、 d_2 は、以下の(3)式の関係を満たしているものとする。

[0094] $d_2 \leq d_1$ …… (3)

[0095] 筐体6の内部で発生した放射ノイズは遮蔽されて外部に漏れ出ない。一方、各導体が接続されるインバータ接続部64の近くでは、漏洩電流の作る磁界によって地上子に影響を及ぼす可能性もある。そこで、実施の形態4では、上記(3)式のように、PWM制御信号が逆位相の関係にある相同士の中心間距離が、自群内の他の相との間の中心間距離よりも、同等以下であるように各端子を配置する。言い替えると、第1の端子部66₁と第2の端子部66₂との間の最短距離は、第1の端子部66₁の各相端子間における最短距離、又は第2の端子部66₂の各相端子間における最短距離に対して、同等以下であるように各端子を配置する。このように構成すれば、第1のインバータ

12₁及び第2のインバータ12₂を収納する筐体6もしくはその周辺から放射される放射ノイズを抑制することができる。

[0096] 上述した実施の形態1から実施の形態4における制御部20の機能は、図22又は図23に示すハードウェア構成で実現することができる。図22は、実施の形態1から実施の形態4における制御部の機能を実現するハードウェア構成の一例を示すブロック図である。図23は、実施の形態1から実施の形態4における制御部の機能を実現するハードウェア構成の他の例を示すブロック図である。

[0097] 実施の形態1における制御部20の機能を実現する場合には、図22に示すように、演算を行うプロセッサ300、プロセッサ300によって読みとられるプログラムが保存されるメモリ302、及び信号の入出力を行うインタフェース304を含む構成とすることができる。

[0098] プロセッサ300は、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、CPU (Central Processing Unit)、又はDSP (Digital Signal Processor) といった演算手段であってもよい。また、メモリ302には、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable ROM)、EEPROM (登録商標) (Electrically EPROM) といった不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disc) を例示することができる。

[0099] メモリ302には、実施の形態1から実施の形態4における制御部20の機能を実行するプログラムが格納されている。プロセッサ300は、インタフェース304を介して必要な情報を授受し、メモリ302に格納されたプログラムをプロセッサ300が実行することにより、上述した処理を行うことができる。プロセッサ300による演算結果は、メモリ302に記憶する

ことができる。

[0100] また、実施の形態1から実施の形態4における制御部20の機能を実現する場合には、図23に示す処理回路305を用いることもできる。

[0101] 図23において、処理回路305は、単回路、複合回路、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、又は、これらを組み合わせたものが該当する。処理回路305に入力する情報、及び処理回路305から出力する情報は、インタフェース306を介して入手することができる。

[0102] なお、以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0103] 1 架線、2 集電装置、3, 57 車輪、4 レール、5 リアクトル、6 筐体、10 電気車制御装置、11, 11₁, 11₂ コンデンサ、12 インバータ、12₁ 第1のインバータ、12₂ 第2のインバータ、14₁ 第1の導体、14₂ 第2の導体、16₁ 第1の電動機群、16₂ 第2の電動機群、18, 18₁, 18₂, 18₃, 18₄ 誘導電動機、20 制御部、22U U相レグ、22V V相レグ、22W W相レグ、22X X相レグ、22Y Y相レグ、22Z Z相レグ、24 台車、24₁ 第1の台車、24₂ 第2の台車、26U U相電圧指令、26V V相電圧指令、26W W相電圧指令、28 キャリア、31 基準電位、32, 32₁, 32₃ 中性点電位、33U U相電圧、33V V相電圧、33W W相電圧、33X X相電圧、33Y Y相電圧、33Z Z相電圧、34, 34₁, 34₃ 浮遊容量、35, 35₁, 35₂ 漏洩電流、40, 40₁, 40₂ 車両、50₁, 50₂ 導体、52 導体部、54 被覆部、56 車軸、58 モータ接続部、60 渡り線、64 インバータ接続部、66₁ 第1の端子部、66₂ 第2の端子部、68 第1の辺、69 第2の辺、70, 7

0₁, 70₂ ダクト、76₁, 76₂ フィルタリアクトル、80 冷却器、
82 フィンベース、UNI, VNI, WNI, UPI, VPI, WPI
半導体素子。

請求の範囲

- [請求項1] 1つのインバータで複数の誘導電動機を制御する電気車制御装置であって、
- 複数の前記誘導電動機からなる第1の電動機群を制御する第1のインバータと、
- 複数の前記誘導電動機からなる第2の電動機群を制御する第2のインバータと、
- を備え、
- 前記第1の電動機群に属する前記誘導電動機は、異なる台車に搭載され、
- 前記第2の電動機群に属する前記誘導電動機は、異なる台車に搭載され、
- 前記第1のインバータと前記第1の電動機群に属する前記誘導電動機とは、第1の導体で接続され、
- 前記第2のインバータと前記第2の電動機群に属する前記誘導電動機とは、第2の導体で接続され、
- 前記第1及び第2のインバータのそれぞれと前記台車との間において、前記第1の導体と前記第2の導体との間の中心間距離である第1長さは、前記第1の導体の断面における導体部の最大長である第2長さ、前記第2の導体の断面における導体部の最大長である第3長さとの平均値の、3倍以下であることを特徴とする電気車制御装置。
- [請求項2] 前記第1のインバータへ第1のパルス幅変調制御信号を出力し、前記第2のインバータへ第2のパルス幅変調制御信号を出力する制御部を備え、
- 前記第1のパルス幅変調制御信号の各相は、前記第2のパルス幅変調制御信号の各相と1対1に対応し、対となる前記第1及び第2のパルス幅変調制御信号は、互いに逆位相の信号波形である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電気車制御装置。

[請求項3] 前記第 1 及び第 2 の導体は、前記第 1 又は第 2 のインバータと前記台車との間で、同一のシールド部材で覆われている

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電気車制御装置。

[請求項4] 前記第 1 及び第 2 の導体は、前記第 1 又は第 2 のインバータと前記台車との間で、互いにツイストされて設置される

ことを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の電気車制御装置。

[請求項5] 前記第 1 の電動機群に属する前記誘導電動機は、前記第 1 の導体と接続される第 1 のモータ接続部を備え、

前記第 2 の電動機群に属する前記誘導電動機は、前記第 2 の導体と接続される第 2 のモータ接続部を備え、

前記第 1 の導体及び前記第 2 の導体は、前記第 1 のモータ接続部と前記第 2 のモータ接続部との中間位置を経由するように設置される

ことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の電気車制御装置。

[請求項6] 前記第 1 及び第 2 のインバータは、同一の筐体に収納される

ことを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の電気車制御装置。

[請求項7] 前記筐体は、

前記第 1 の導体が接続される第 1 の端子部と、

前記第 2 の導体が接続される第 2 の端子部と、を備え、

前記第 1 の端子部と前記第 2 の端子部との間の最短距離は、前記第 1 の端子部の各相端子間における最短距離、又は前記第 2 の端子部の各相端子間における距離に対して、同等以下である

ことを特徴とする請求項 6 に記載の電気車制御装置。

[請求項8] 前記筐体には、直流電圧を平滑する 1 つのコンデンサが備えられ、前記第 1 のインバータの直流側と、前記第 2 のインバータの直流側

とは、何れも前記コンデンサと並列に接続される

ことを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の電気車制御装置。

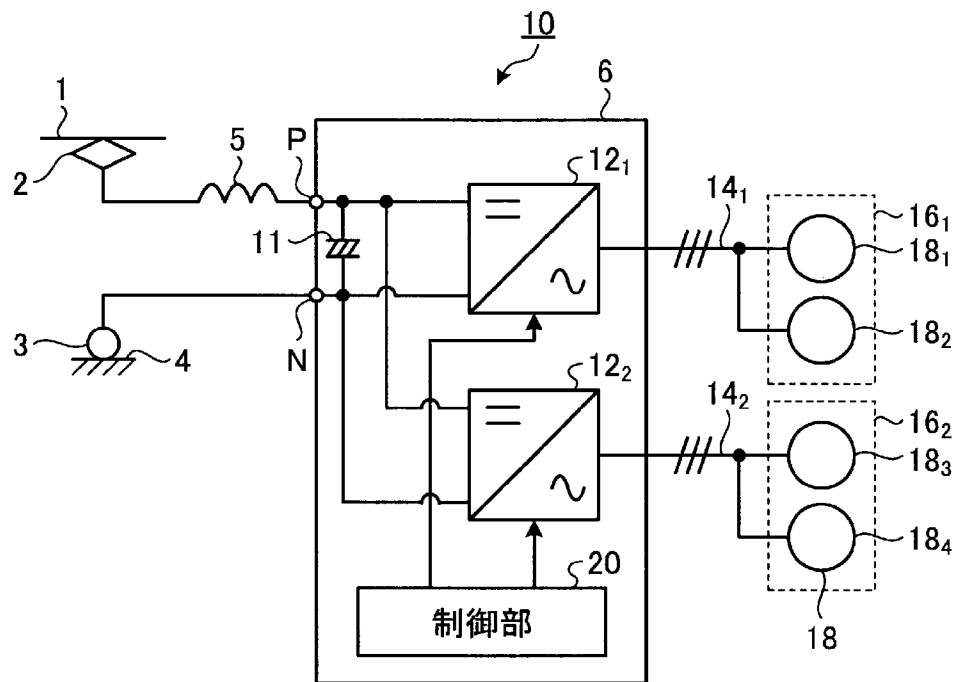
[請求項 9] 前記第 1 のインバータに具備される複数の半導体素子、及び前記第 2 のインバータに具備される複数の半導体素子は、何れも同一の冷却器に搭載されて冷却される

ことを特徴とする請求項 6 から 8 の何れか 1 項に記載の電気車制御装置。

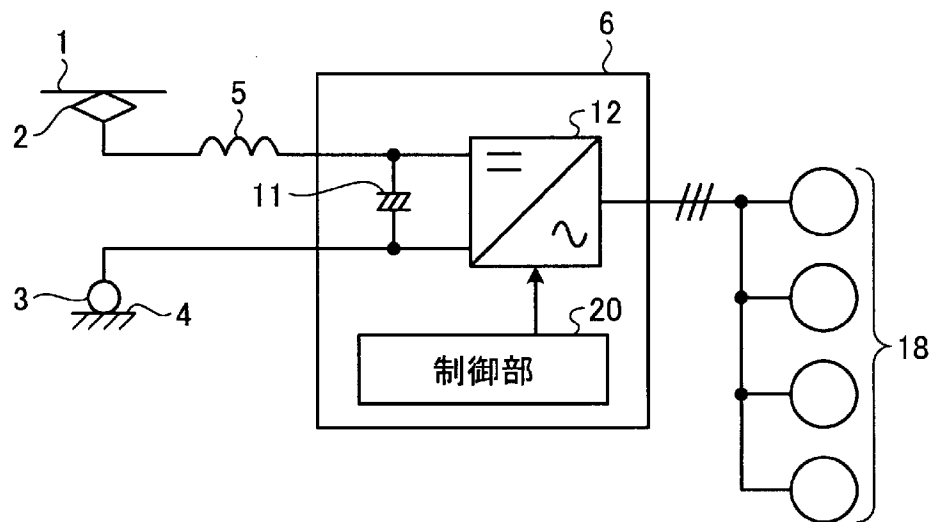
[請求項 10] 前記第 1 及び第 2 のインバータのうちの何れか一方のインバータが停止した場合には、他方のインバータも停止する

ことを特徴とする請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の電気車制御装置。

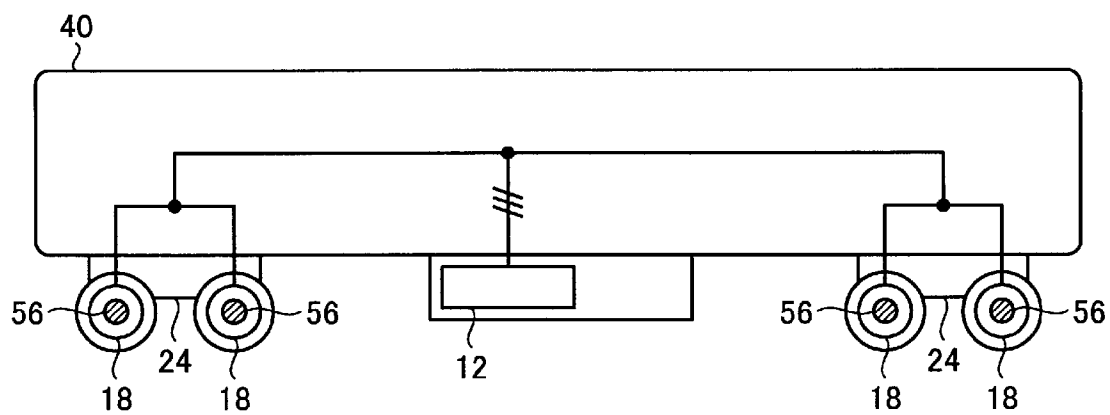
[図1]



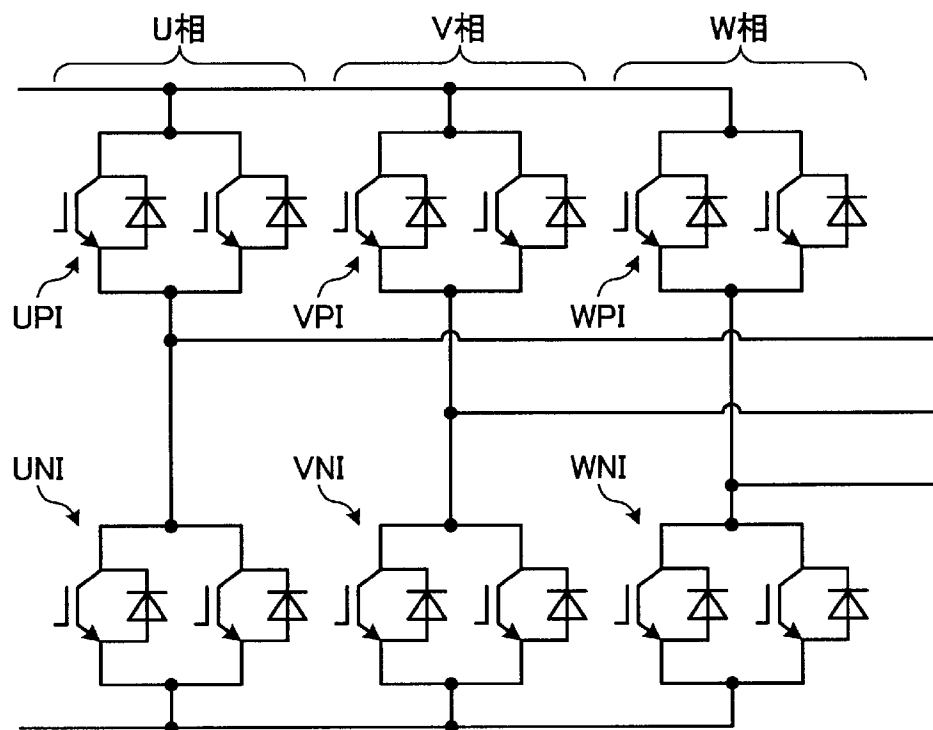
[図2]



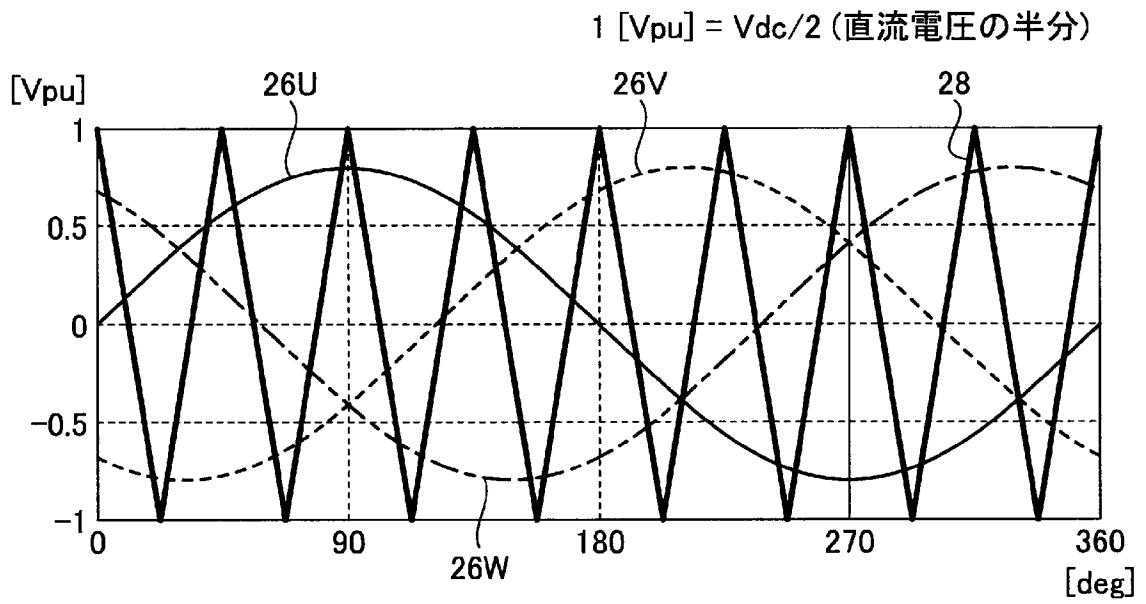
[図3]



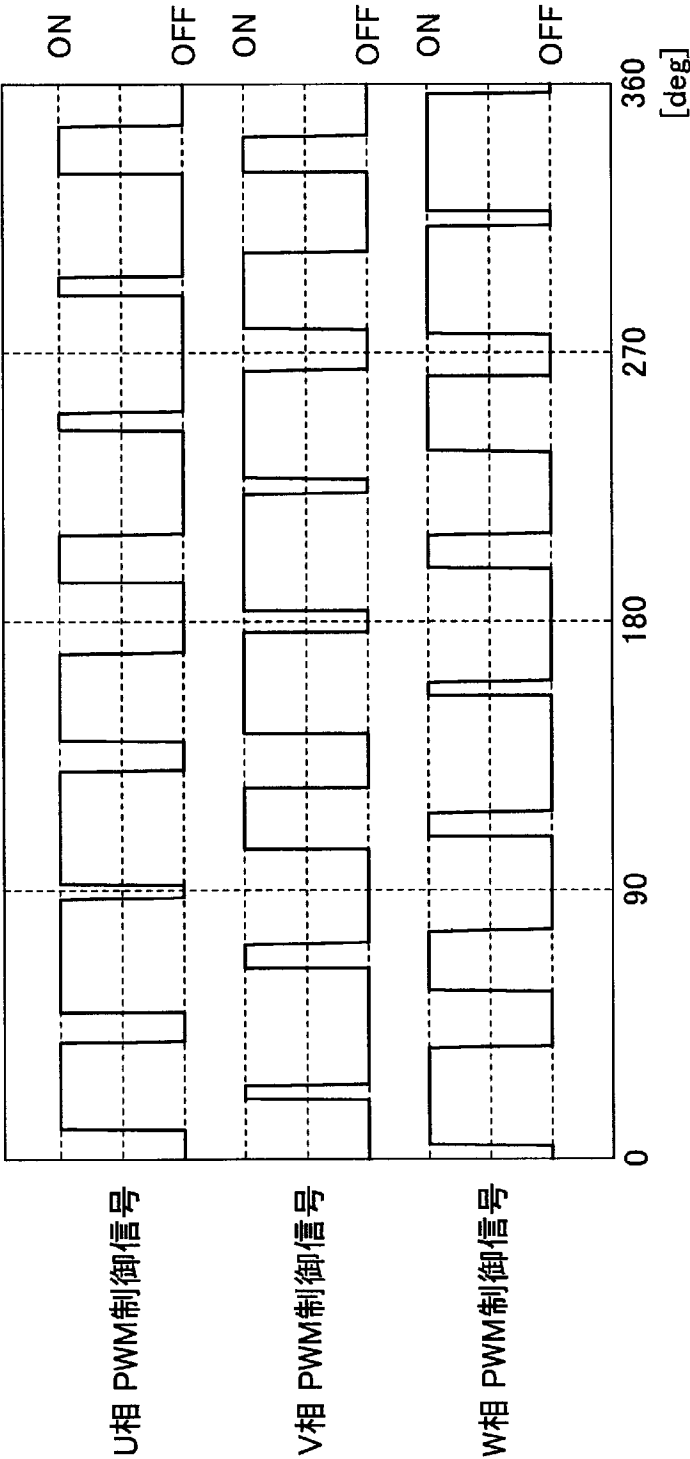
[図4]



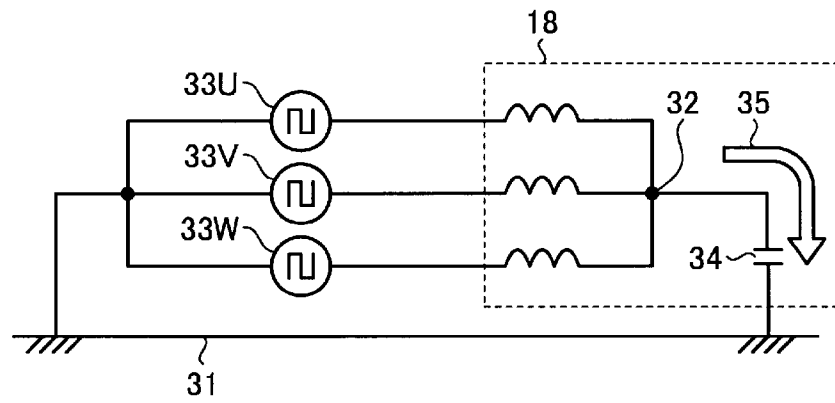
[図5]



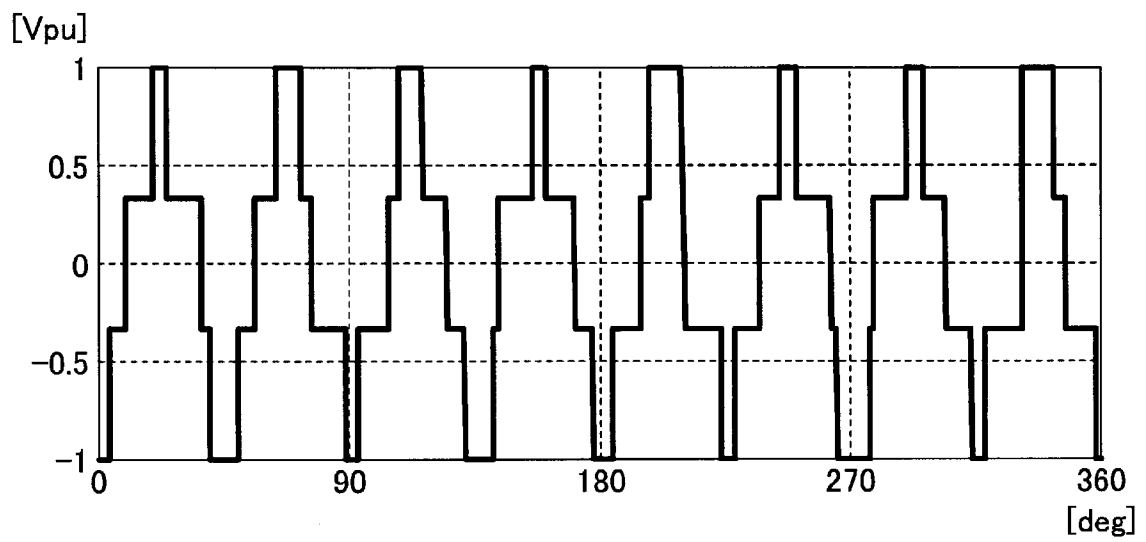
[図6]



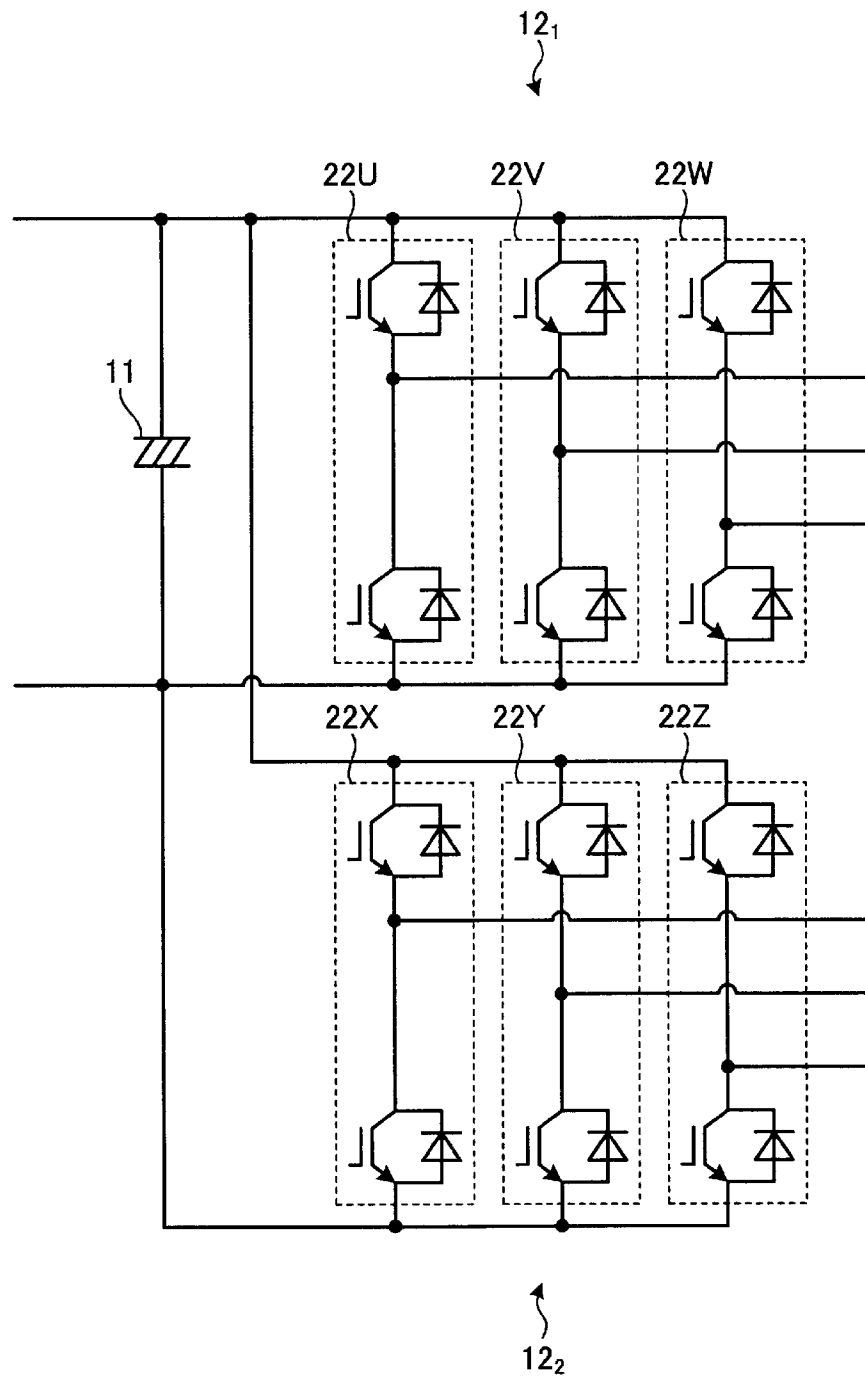
[図7]



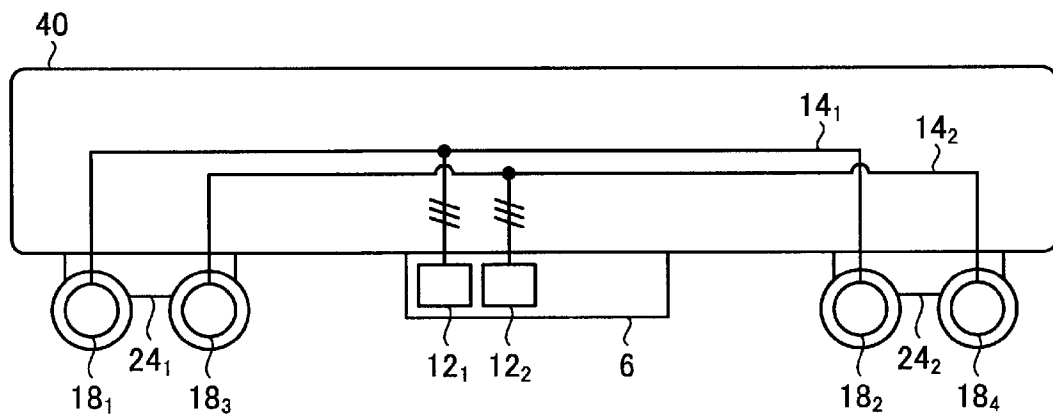
[図8]



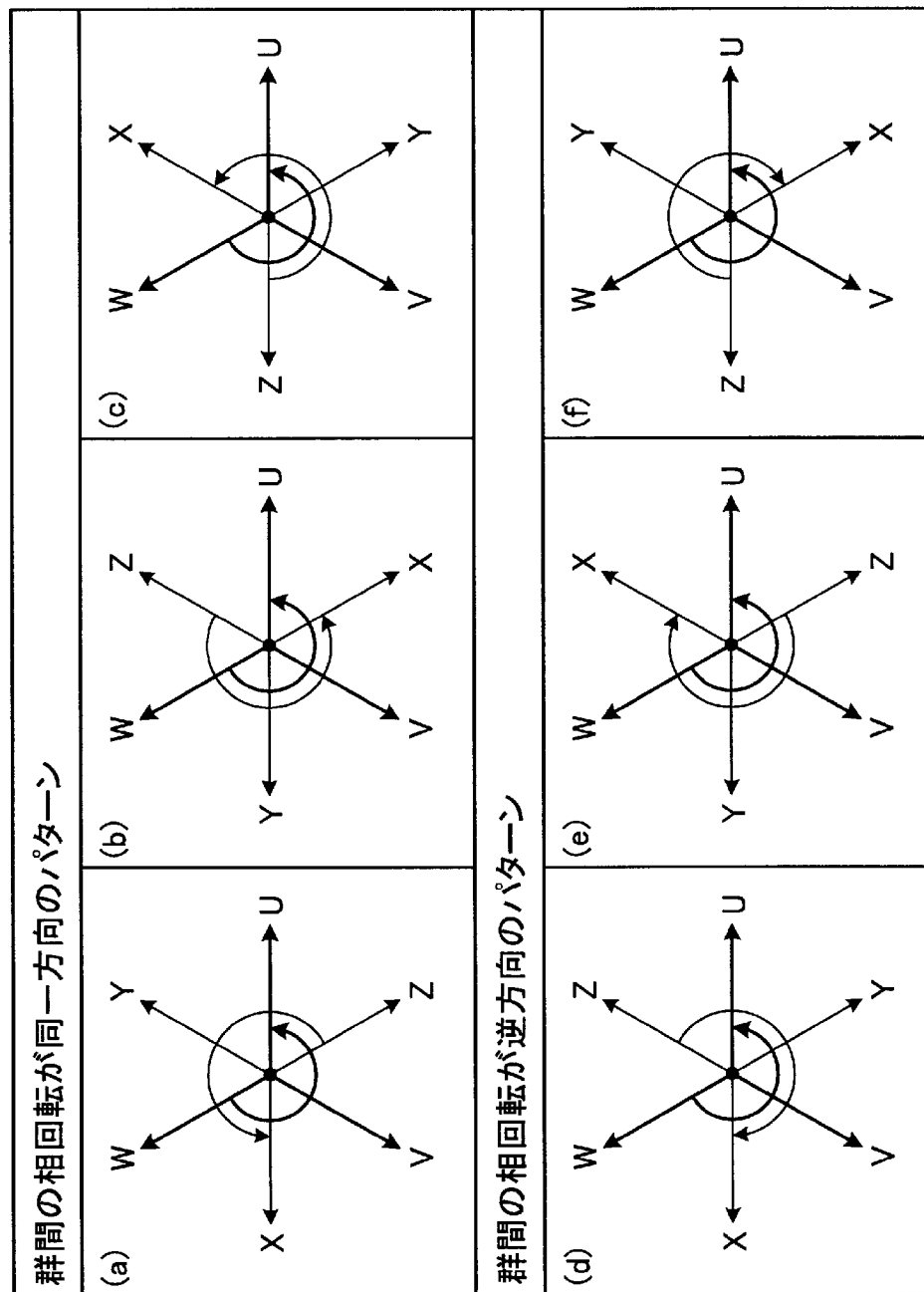
[図9]



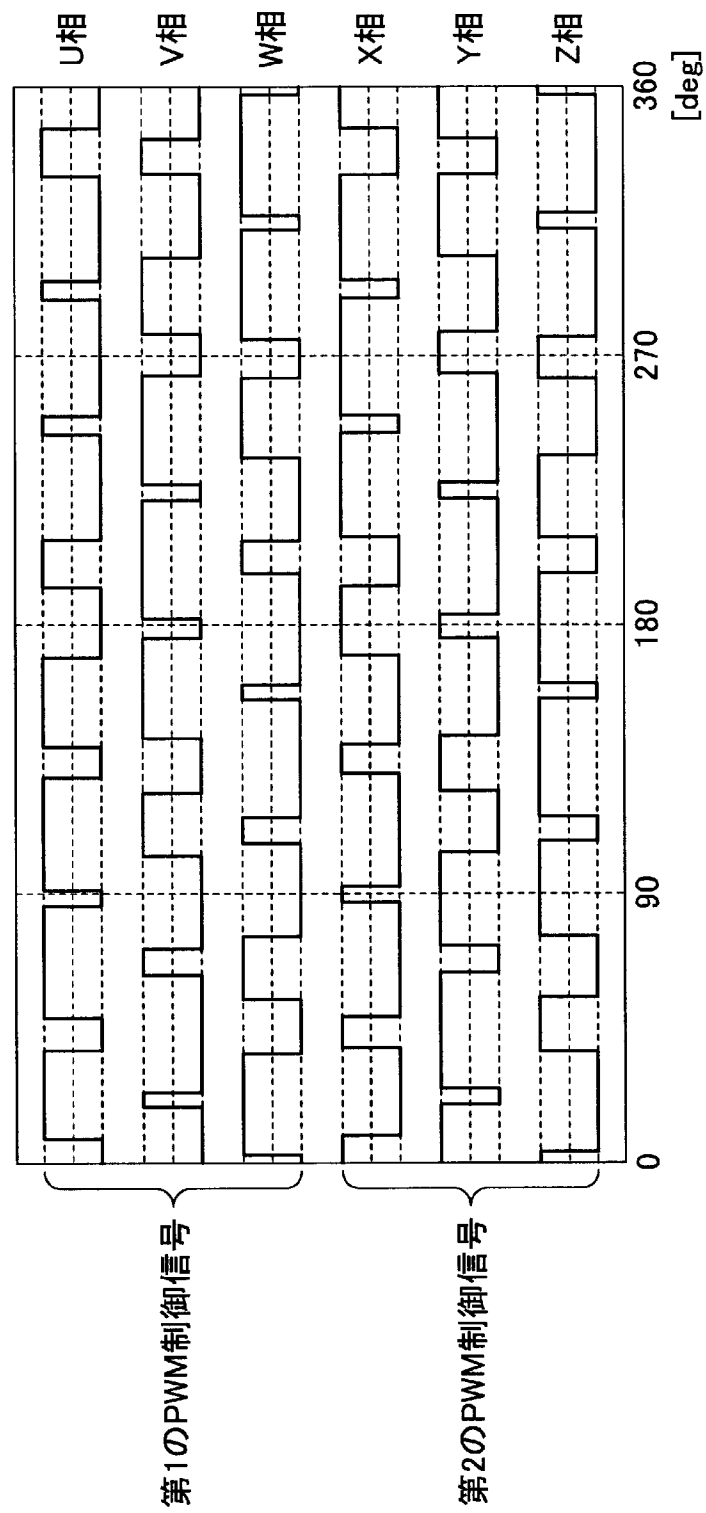
[図10]



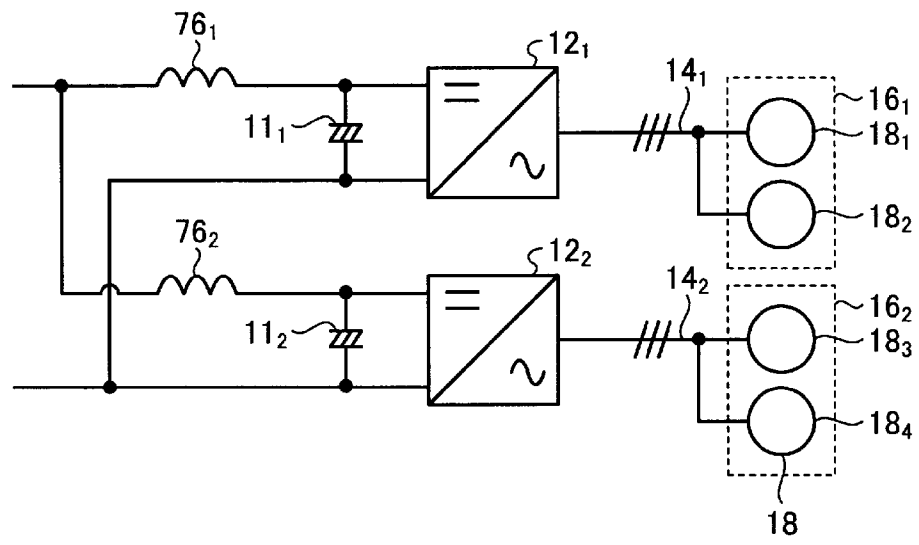
[図11]



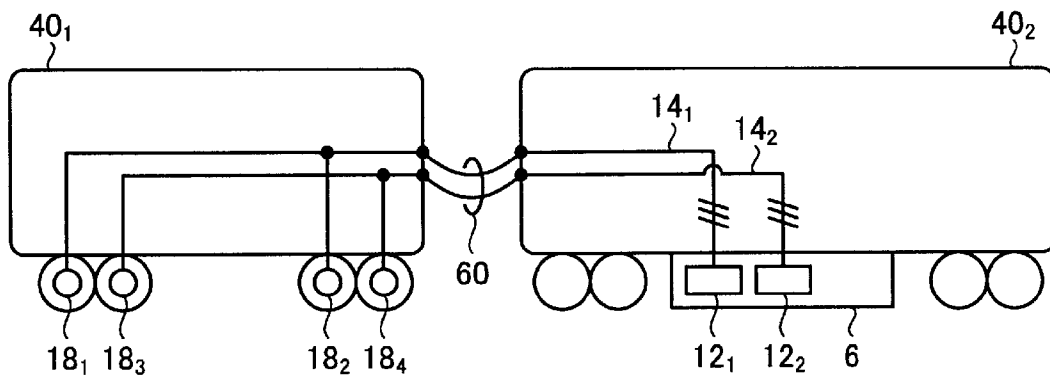
[図12]



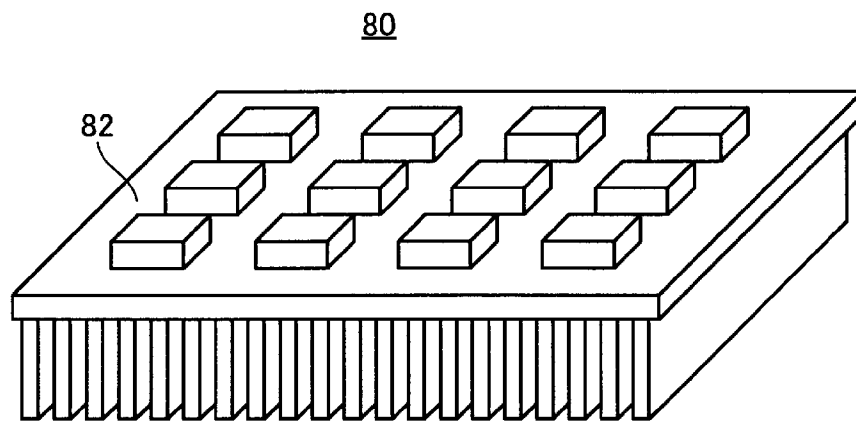
[図15]



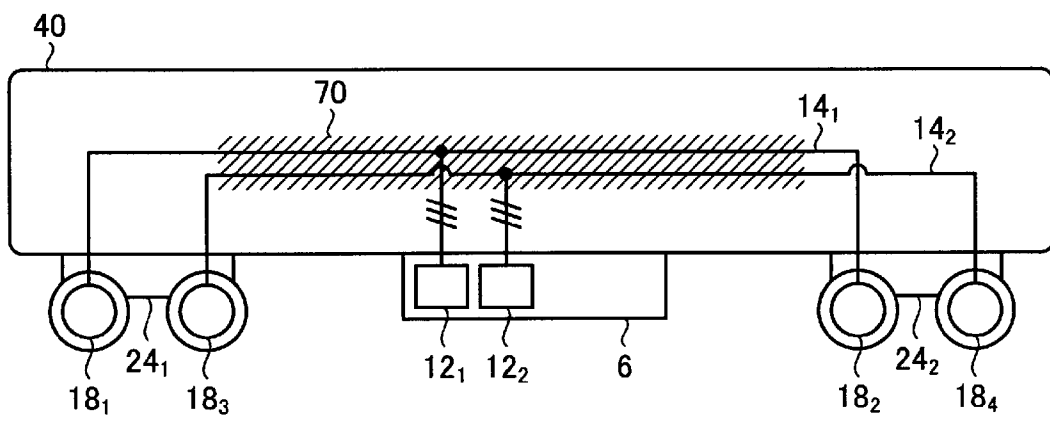
[図16]



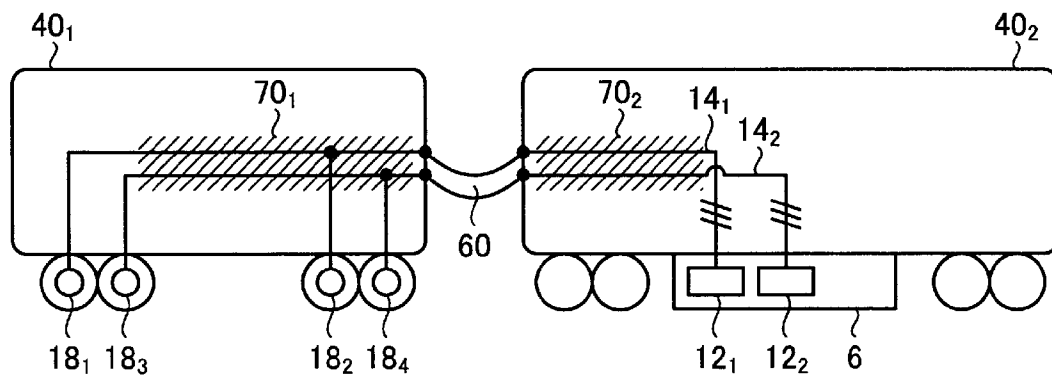
[図17]



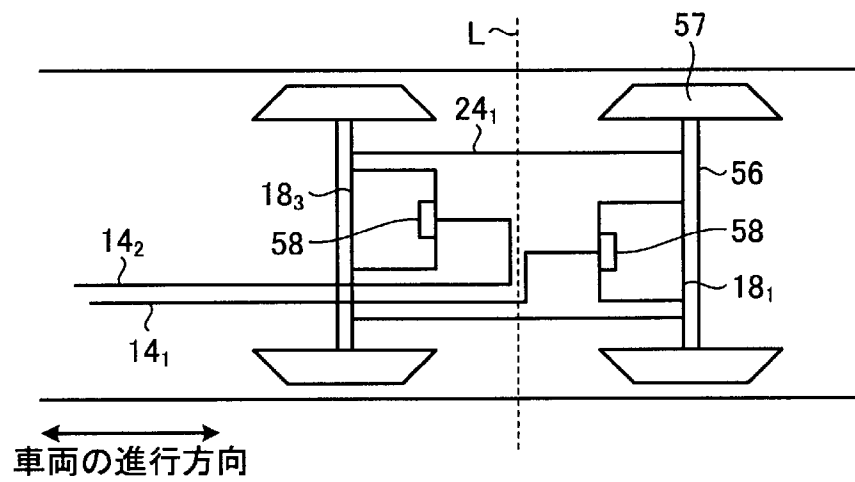
[図18]



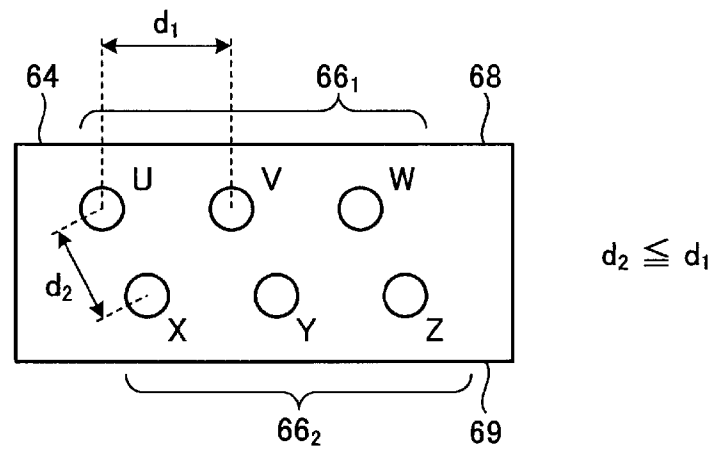
[図19]



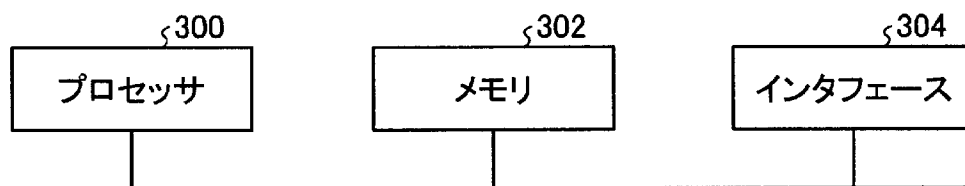
[図20]



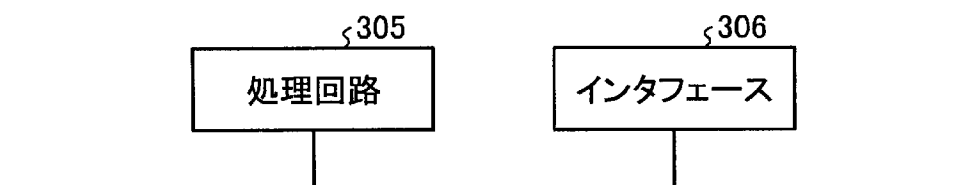
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B60L3/00 (2019.01) 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)

Int. Cl. B60L3/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 7-236201 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 05 September 1995, paragraphs [0030]-[0032], all drawings & US 5396214 A, column 9, line 59 to column 11, line 11 & EP 649768 A1	1-10
A	JP 63-56102 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 10 March 1988, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2018-68009 A (HITACHI, LTD.) 26 April 2018, paragraphs [0001]-[0008], entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 5-49107 A (TOSHIBA CORP.) 26 February 1993, entire text, all drawings (Family: none)	1-10

☒ 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
11.10.2019

Date of mailing of the international search report
29.10.2019

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/JP2019/030320

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 1-291604 A (HITACHI, LTD.) 24 November 1989, entire text, all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60L3/00 (2019.01) 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. B60L3/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 7-236201 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 1995. 09. 05, 段落 0030-0032, 全図 & US 5396214 A, 第9欄第59行-第11欄第11行 & EP 649768 A1	1-10
A	JP 63-56102 A (三菱電機株式会社) 1988. 03. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2018-68009 A (株式会社日立製作所) 2018. 04. 26, 段落 0001-0008, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10

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

11. 10. 2019

国際調査報告の発送日

29. 10. 2019

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)

橋本 敏行

3 H

3927

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

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 5-49107 A (株式会社東芝) 1993. 02. 26, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 1-291604 A (株式会社日立製作所) 1989. 11. 24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10