(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
2008 年9 月12 日 (12.09.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/108159 A1

(51) 国際特許分類:
B60L 3/04 (2006.01) *H02P 23/00* (2006.01)
H02M 7/48 (2007.01) *H02P 27/06* (2006.01)
H02P 6/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/052661

(22) 国際出願日: 2008 年2 月18 日 (18.02.2008)

(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2007-054011 2007 年3 月5 日 (05.03.2007) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

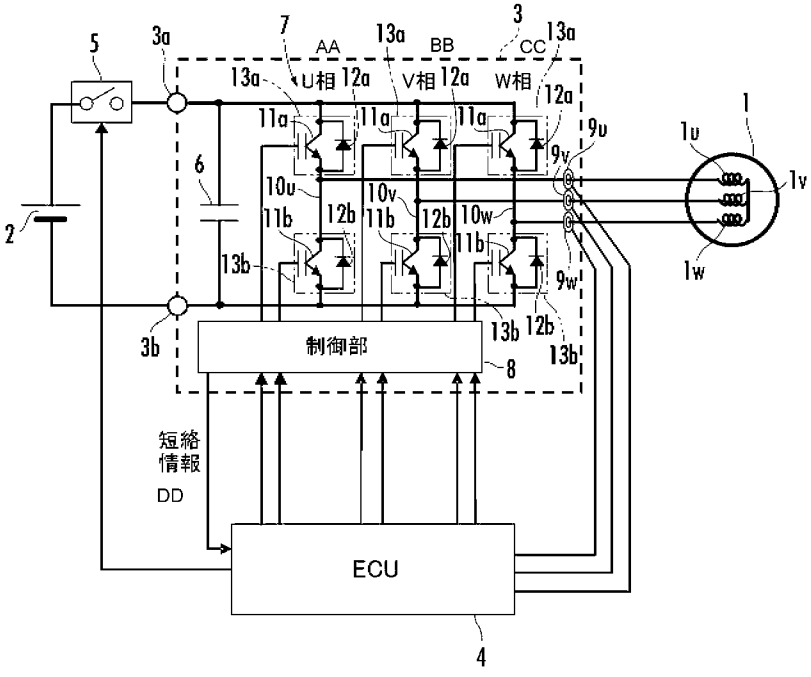
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 細田 正晴 (HOSODA, Masaharu) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 斉藤 祐司 (SAITO, Yuji) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 檀上 靖之 (DANJO, Yasuyuki) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 井上 秀毅 (INOUE, Hideki) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 杉山 哲 (SUGIYAMA, Tetsu) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 加藤 淳司 (KATO,

[続葉有]

(54) Title: CONTROLLER FOR MOTOR, AND VEHICLE

(54) 発明の名称: 電動機の制御装置および車両

FIG.1



AA U PHASE
BB V PHASE
CC W PHASE
8 CONTROL UNIT
DD SHORT-CIRCUIT INFORMATION

(57) Abstract: When the occurrence of a short-circuit fault of any of switch portions (13) including switch elements (11) and feedback diodes (12) connected to the switch elements (11) in parallel of an inverter circuit (7) is detected during the operation of a motor (1), a switch portion (13) in which the short-circuit fault has occurred judges that the occurrence thereof is on the positive electrode side or on the negative electrode side. The switch elements (11) are so controlled that all the switch portions (13) on the same electrode side as the switch portion (13) in which the short-circuit has occurred are brought into a conduction state and all the switch elements (11) on the different electrode side are brought into a blocked state. This prevents a high current from flowing into each switch portion of an inverter circuit without requiring any switch to block the energization between a motor and the inverter circuit when a short-circuit fault of the switch portion of the inverter circuit occurs.

(57) 要約: インバータ回路７の、スイッチ素子１１とこれに並列接続された還流ダイオード１２とを含むスイッチ部１３のいずれかの短絡故障状態の発生が、電動機１の運転中に検知されたとき、短絡故障状態が発生したスイッチ部１３が正

[続葉有]

WO 2008/108159 A1

Junji) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 佐藤 辰彦 , 外(SATO, Tatsuhiko et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木２－１－１ 新宿マインズタワー１６階 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, 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** (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— **国際調査報告書**

極側か負極側かを判断する。短絡故障状態が発生したスイッチ部１３と同極側の全てのスイッチ部１３を導通状態とし、異なる極側の全てのスイッチ素子１１を遮断状態にするように、スイッチ素子１１を制御する。これにより、インバータ回路のスイッチ部の短絡故障状態が発生したときに、電動機とインバータ回路との間の通電を遮断するためスイッチなどを必要とすることなく、インバータ回路の各スイッチ部に大きな電流が流れるのを防止する。

明 細 書

電動機の制御装置および車両

技術分野

[0001] 本発明は、車両の推進力発生要素などとして用いられる電動機の制御装置と、その電動機を搭載した車両とに関する。

背景技術

[0002] ハイブリッド車両や電動車両などに車両の推進力発生要素として搭載される電動機は、一般に、3相のDCブラシレスモータ等、複数相の電機子を有する電動機が使用される。そして、この種の電動機の運転制御では、電池などの蓄電器から複数相のインバータ回路(PWMインバータ)を介して電動機に電力を供給することが一般的である(例えば特開平9－46811号公報を参照)。

[0003] なお、インバータ回路は、例えば図1の参照符号7で示すような回路構成のものが一般的である。図示の如く、インバータ回路7は、複数相(図示例では3相)のアーム10u, 10v, 10wを並列に接続して構成される。各アーム10u, 10v, 10wは、それぞれ、スイッチ素子11aおよび還流ダイオード12aを並列接続してなるスイッチ部13aと、スイッチ素子11bおよび還流ダイオード12bを並列接続してなるスイッチ部13bとをそれぞれ正極側、負極側にそれぞれ備え、これらのスイッチ部13a, 13bを直列に接続して構成されている。

[0004] ところで、電動機の運転中に、インバータ回路のスイッチ部のいずれかが、該スイッチ部のスイッチ素子への制御信号によらずに継続的に導通状態となる短絡故障状態が発生することがある。なお、本明細書では、スイッチ部の導通状態は、該スイッチ部の両端間が実質的に短絡して、該スイッチ部を双方向に電流が流れ得る状態を意味する。スイッチ部のスイッチ素子および還流ダイオードが正常である場合には、スイッチ部の導通状態は、スイッチ素子の導通状態(オン状態)と同等である。そして、該スイッチ部の短絡故障状態は、該スイッチ部のスイッチ素子が、これに付与される制御信号によらずに継続的にオンになる(導通する)故障状態、あるいは、還流ダイオードがその順方向および逆方向の双方向で導通状態となる故障状態を意味する。

[0005] このような短絡故障状態が発生したときに、その短絡故障状態が発生したスイッチ部以外の正常なスイッチ部のスイッチ素子のオン・オフ(導通・遮断)の制御がそのまま継続されると、電動機の各相で発生する起電力によって短絡故障状態が発生したスイッチ部などに過電流が流れるという不都合が生じる。

[0006] ここで、前記特開平9－46811号公報に見られるものでは、蓄電器とインバータ回路との間の通電経路、並びに、インバータ回路と電動機との間の通電経路に開閉スイッチが設けられている。従って、インバータ回路のいずれかのスイッチ部の短絡故障状態が発生したときに、例えば、それらの開閉スイッチをオフにすることで、インバータ回路の各スイッチ部に電流が流れないようにすることが可能である。

[0007] しかるに、特許文献1のものでは、多数の開閉スイッチが必要となってコスト的に不利である。

[0008] 本発明は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、電動機の運転中に、インバータ回路のいずれかのスイッチ部の短絡故障状態が発生したときに、電動機とインバータ回路との間の通電を遮断するためスイッチなどを必要とすることなく、インバータ回路の正常なスイッチ部におけるスイッチ素子の適切なオン・オフ制御(導通・遮断制御)によって、インバータ回路の各スイッチ部に大きな電流が流れるのを防止することができる電動機の制御装置、および車両を提供することを目的とする。

発明の開示

[0009] 本発明の電動機の制御装置は、かかる目的を達成するために、スイッチ素子と該スイッチ素子に並列に接続された還流ダイオードとを含むスイッチ部が各相のアームの正極側と負極側とに設けられた複数相のインバータ回路を介して直流電源から電力が供給される電動機の制御装置において、前記電動機の運転中に前記インバータ回路のいずれかのスイッチ部が継続的に導通状態となる短絡故障状態の発生を検知する短絡故障検知手段と、該短絡故障検知手段により短絡故障状態の発生が検知された後、前記短絡故障状態が発生したスイッチ部である短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断する短絡故障極性判断手段と、前記インバータ回路のスイッチ部のうち、該短絡故障極性判断手段により判断された短絡故障スイッチ部の極性と同極側の全てのスイッチ部が導通状態となり、且つ、該短絡故障スイ

ッチ部と異なる極側の全てのスイッチ部のスイッチ素子が遮断状態となるように少なくとも該短絡故障スイッチ部のスイッチ素子以外の各スイッチ素子を制御する短絡故障時制御手段とを備えたことを特徴とする。

[0010] また、本発明の車両は、スイッチ素子と該スイッチ素子に並列に接続された還流ダイオードとを含むスイッチ部が各相のアームの正極側と負極側とに設けられた複数相のインバータ回路を介して直流電源から電力が供給される電動機を車両の推進力発生要素として備えた車両において、前記電動機の運転中に前記インバータ回路のいずれかのスイッチ部が継続的に導通状態となる短絡故障状態の発生を検知する短絡故障検知手段と、該短絡故障検知手段により短絡故障状態の発生が検知された後、前記短絡故障状態が発生したスイッチ部である短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断する短絡故障極性判断手段と、前記インバータ回路のスイッチ部のうち、該短絡故障極性判断手段により判断された短絡故障スイッチ部の極性と同極側の全てのスイッチ部が導通状態となり、且つ、該短絡故障スイッチ部と異なる極側の全てのスイッチ素子が遮断状態となるように少なくとも該短絡故障スイッチ部のスイッチ素子以外の各スイッチ素子を制御する短絡故障時制御手段とを備えたことを特徴とする。

[0011] 本発明の電動機の制御装置および車両によれば、インバータ回路のいずれかのスイッチ部の短絡故障状態が発生し、それが短絡故障検知手段により検知されると、短絡故障極性判断手段により、短絡故障状態が発生したスイッチ部である短絡故障スイッチ部がインバータ回路の正極側(所謂ハイサイド)であるか、負極側(所謂ローサイド)であるかが判断される。そして、短絡故障スイッチ部の極性と同極側の全てのスイッチ部が導通状態となり、且つ、該短絡故障スイッチ部と異なる極側の全てのスイッチ素子が遮断状態となるように少なくとも該短絡故障スイッチ部のスイッチ素子以外の各スイッチ素子が短絡故障時制御手段によって制御される。

[0012] より詳しくは、短絡故障スイッチ部が正極側であると判断された場合には、少なくとも正極側の短絡故障スイッチ部のスイッチ素子以外の全てのスイッチ素子が導通状態(オン状態)に制御され、負極側の全てのスイッチ素子が遮断状態(オフ状態)に制御される。また、短絡故障スイッチ部が負極側であると判断された場合には、少なくとも

負極側の短絡故障スイッチ部以外の全てのスイッチ素子が導通状態（オン状態）に制御され、負極側の全てのスイッチ素子が遮断状態（オフ状態）に制御される。

[0013] なお、短絡故障スイッチ部の短絡故障状態は、該短絡故障スイッチ部のスイッチ素子の故障に起因する場合と還流ダイオードの故障に起因する場合とがある。そして、いずれの場合でも、該短絡故障スイッチ部のスイッチ素子の制御によらずに、該短絡故障スイッチ部の導通状態が継続することとなる。従って、短絡故障時制御手段によるスイッチ素子の制御において、短絡故障スイッチ部のスイッチ素子については、それが導通状態になるように制御することは必ずしも必要ではないが、導通状態になるように制御してもよい。

[0014] このとき、短絡故障スイッチ部を含めて、これと同極側の全てのスイッチ部が導通状態になるので、電動機の各相の電機子巻線が、それらの導通状態のスイッチ部を介して相互に短絡された状態となる。この場合、インバータ回路の各相の導通状態のスイッチ部には、電動機の出力軸の回転に伴い、各相毎にほぼ同等の振幅レベルの相電流が流れるものの、その相電流はさほど、大きな電流にならない。これにより、本発明の電動機の制御装置および車両によれば、電動機の運転中に、インバータ回路のいずれかのスイッチ部の短絡故障状態が発生したときに、電動機とインバータ回路との間の通電を遮断するためスイッチなどを必要とすることなく、インバータ回路の正常なスイッチ素子の適切なオン・オフ制御によって、インバータ回路の各スイッチ部に大きな電流が流れるのを防止することができる。また、特に、電動機が、パラレル型ハイブリッド車両の推進力発生要素として該車両に搭載されたものである場合には、エンジンによる車両の走行を継続することも可能である。

[0015] かかる本発明の電動機の制御装置および車両においては、前記短絡故障極性判断手段は、次のようにして、短絡故障スイッチ素子が正極側であるか、負極側であるかを判断することが可能である。

[0016] 例えば、前記電動機の各相の相電流を検出する相電流検出手段を備え、前記短絡故障極性判断手段は、前記直流電源とインバータ回路との間の通電経路に設けられた電源スイッチを遮断状態にし、且つ、前記インバータ回路の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を遮断状態にするための制御信号を付与した状態で、

前記相電流検出手段により検出される各相電流の向きに基づき、前記短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断する。

[0017] すなわち、インバータ回路の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子をオフにするための制御信号を付与した状態では、インバータ回路の短絡故障スイッチ部は、そのスイッチ素子に付与される制御信号によらずに導通状態となり、他の正常なスイッチ部のスイッチ素子は遮断状態となる。そして、この場合には、各相電流の向きが一定になる。さらに、短絡故障スイッチ部が正極側である場合と、負極側である場合とでは、各相電流の向きが逆向きになる。従って、前記相電流検出手段により検出される各相電流の向きに基づいて、前記短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断することができる。

[0018] あるいは、前記短絡故障検知手段が、前記電動機の運転中に前記インバータ回路のいずれかの相に対応するアームの正極側のスイッチ部と負極側のスイッチ部とが同時に導通状態となったときに短絡故障状態が発生したことを検知する手段である場合には、前記短絡故障極性判断手段は、前記直流電源とインバータ回路との間の通電経路に設けられた電源スイッチを導通状態に維持しつつ、前記インバータ回路の正極側および負極側のいずれか一方の極側の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を導通状態にするための制御信号を付与し、且つ他方の極側の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を遮断状態にするめたの制御信号を付与した状態で、前記短絡故障検知手段により短絡故障状態の発生が検知されるか否かに基づいて、前記短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断することもできる。

[0019] すなわち、前記直流電源とインバータ回路との間の通電経路に設けられた電源スイッチを導通状態に維持しつつ、インバータ回路のスイッチ素子のうち、短絡故障スイッチ部の極性と異なる極側の全てのスイッチ部のスイッチ素子にそれを導通状態（オン状態）にする制御信号を付与し、且つ、短絡故障スイッチ部と同極側の全てのスイッチ部のスイッチ素子にそれを遮断状態（オフ状態）にする制御信号を付与すると、インバータ回路の短絡故障スイッチ部に対応する相において、正極側のスイッチ部と負極側のスイッチ部とが同時に導通状態となる。このため、前記直流電源またはイン

バータ回路の入力側に一般に備えられている平滑コンデンサから短絡故障スイッチ部とこれに直列接続されたスイッチ部とを通じて過大な短絡電流が流れる。そして、このとき、短絡故障検知手段により、短絡故障状態の発生が検知されることとなる。

[0020] 一方、短絡故障スイッチ部の極性と同極側の全てのスイッチ素子にそれを導通状態(オン状態)にする制御信号を付与し、且つ、短絡故障スイッチ部と異なる極側の全てのスイッチ素子にそれを遮断状態(オフ状態)にする制御信号を付与した場合には、インバータ回路のいずれの相においても、正極側のスイッチ部と負極側のスイッチ部とが同時に導通状態となることはない。そして、この場合には、短絡故障検知手段によって短絡故障状態の発生が検知されることはない。

[0021] 従って、前記直流電源とインバータ回路との間の通電経路に設けられた電源スイッチを導通状態に維持しつつ、インバータ回路の正極側および負極側のいずれか一方の極側の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を導通状態にするための制御信号を付与し、且つ他方の極側の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を遮断状態にするための制御信号を付与した状態で、前記短絡故障検知手段により短絡故障状態の発生が検知されるか否かに基づいて、前記短絡故障スイッチ素子が正極側であるか負極側であるかを判断することができる。

[0022] なお、本発明の車両においては、前記インバータ回路の各アームは、各スイッチ部のスイッチ素子と還流ダイオードとの並列接続、該アームの正極側スイッチ部と負極側スイッチ部との直列接続、該アームの一対の電源端子と該正極側および負極側スイッチ部の直列回路との接続、並びに、該アームの出力端子と該正極側および負極側スイッチ部の直列回路の中点との接続が板状の導電性部材によりなされている場合に適している。

[0023] すなわち、前記電動機を車両の推進力発生要素として備えた車両では、該電動機の通電制御が行なわれていない状態でも、該電動機の出力軸が車両の運動ネネルギーあるいはエンジンによって回転駆動される。このため、該電動機の各相の電機子で起電力が発生する。このため、インバータ回路の各アームに前記板状の導電性部材を備えた場合には、いずれかのスイッチ部の短絡故障状態が発生したときに、該導電性部材にその溶断などを生じることなく大電流が流れ得る。しかるに、本発明の

車両では、上記の如くインバータ回路のスイッチ素子を制御することによって、インバータ回路のスイッチ部やアームの導電性部材に過電流が流れるのを防止できる。

発明を実施するための最良の形態

[0024] 本発明の第1実施形態を図1～図7を参照して説明する。

[0025] 図1は本実施形態における電動機の制御装置の回路構成を示す図である。図中、1は電動機、2は電動機1の直流電源としての蓄電器、3は電動機1の駆動回路ユニット(以下、PDUという)、4は駆動回路ユニット3を介して電動機1の運転制御を行なう電子制御ユニット(以下、ECUという)である。

[0026] 電動機1は、例えば3相のDCブラシレスモータである。この電動機1は、本実施形態では、図示を省略するパラレル型ハイブリッド車両の補助的な推進力発生要素として該車両に搭載されている。あるいは、電動機1は、図示を省略する電動車両もしくはシリーズ型ハイブリッド車両の推進力発生要素として該車両に搭載されている。この場合、パラレル型ハイブリッド車両では、電動機1の出力軸(ロータ)がエンジンの出力軸に接続されると共に、変速機やクラッチ等を介して車両の駆動輪に接続される。また、電動車両もしくはシリーズ型ハイブリッド車両では、電動機1の出力軸が変速機やクラッチ等を介して駆動輪に接続される。これらの車両の構造は公知のものでよい。

[0027] 蓄電器2は、充放電可能な2次電池である。この蓄電器2は、その正極がPDU3の正極側電源端子3aにコンタクタ5を介して接続されると共に、負極がPDU3の負極側電源端子3bに接続されている。コンタクタ5は、電動機1の電源スイッチとして機能するものであり、そのオン状態(導通状態)で、蓄電器2とPDU3の後述するインバータ回路7との間の通電が可能となる。なお、蓄電器2として、電気二重層コンデンサなどの大容量コンデンサを使用してもよい。また、例えば蓄電器2から双方向型のDC－DCコンバータを介してPDU3に直流電圧を供給するような直流電源を使用してもよい。

[0028] PDU3は、平滑コンデンサ6と、インバータ回路7と、このインバータ回路7の動作をECU4からの指令に応じて制御する制御部8と、電動機1の各相(U相、V相、W相)の電機子巻線1u，1v，1wの通電電流(相電流)をそれぞれ検出する電流検出手段

としての電流センサ9u，9v，9wとを備えている。平滑コンデンサ6は、前記電源端子3a，3bの間に接続されている。なお、3相のうちの2つの相の相電流が決まれば、他の1つの相の相電流は一義的に定まるので、電流センサ9u，9v，9wのうちの1つを省略してもよい。

[0029] インバータ回路7は、電動機1の各相にそれぞれ対応する3相分のアーム10u，10v，10wを前記電源端子3a，3bの間で平滑コンデンサ6と並列に接続して構成された3相のインバータ回路である。このインバータ回路7のアーム10u，10v，10wは、各々、直列接続された1対のスイッチ素子11a，11bと、各スイッチ素子11a，11bにそれぞれ並列接続された還流ダイオード12a，12bとから構成されている。換言すれば、各アーム10u，10v，10wは、スイッチ素子11aと還流ダイオード12aとを並列接続してなるスイッチ部13aと、スイッチ素子11bと還流ダイオード12bとを並列接続してなるスイッチ部13bとを直列に接続して構成されている。

[0030] 本実施形態では、各スイッチ素子11a，11bは、いずれもIGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）であり、そのゲートに制御信号（パルス信号）を付与することにより、オン・オフ（導通・遮断）する。そして、各アーム10u，10v，10wの中点（スイッチ部13a，13bの間の点）が、それぞれ電動機1のU相電機子巻線1u、V相電機子巻線1v、W相電機子巻線1wに電流センサ9u，9v，9wを介して接続されている。

[0031] また、本実施形態では、各スイッチ素子11a，11bを構成するIGBTは、より詳しくは、そのコレクタとエミッタとの間で流れる電流を検出する機能（該電流に応じた検出信号を出力する機能）を持つ電流センスIGBTであり、その検出信号が制御部8に入力されるようになっている。

[0032] なお、各アーム10u，10v，10wのスイッチ素子11a側の一端（スイッチ素子11aのコレクタおよび還流ダイオード12aのカソード）は、いずれも電源端子3a，3bのうちの正極側電源端子3aに接続され、スイッチ素子11b側の他端（スイッチ素子11bのエミッタおよび還流ダイオード12bのアノード）は、いずれも負極側電源端子3bに接続されている。以降、スイッチ素子11aを正極側のスイッチ素子11a、スイッチ素子11bを負極側のスイッチ素子11bということがある。同様に、還流ダイオード12aを正極側の還流ダイオード12a、還流ダイオード12bを負極側の還流ダイオード12b、スイッチ部

13aを正極側のスイッチ部13a、スイッチ部13bを負極側のスイッチ部13bということがある。また、インバータ回路7のアーム10u，10v，10wおよび電流センサ9u，9v，9wに関し、それぞれに対応する相を特に区別する必要が無いときは、添え字u，v，wを省略する。また、各アーム10のスイッチ素子11a，11b、あるいは、還流ダイオード12a，12b、あるいは、スイッチ部13a，13bを特に区別する必要が無いときは、添え字a，bを省略する。

[0033] ここで、本実施形態におけるインバータ回路7の各アーム10のより具体的な構造を図2を参照して説明しておく。図2は、その構造の概要を側面視で示す図である。

[0034] 図示の如く、各アーム10は、ヒートシンク14上に絶縁シート15を介して互いに非接触で搭載された板状の導電性部材としてのヒートスプレッダ16a，16bを備える。これらのヒートスプレッダ16a，16bの材質は例えば銅である。そして、ヒートスプレッダ16a上に、スイッチ素子（IGBT）11aおよび還流ダイオード12aのそれぞれのチップが半田17aを介して固設されている。同様に、ヒートスプレッダ16b上に、スイッチ素子（IGBT）11bおよび還流ダイオード12bのそれぞれのチップが半田17bを介して固設されている。この場合、スイッチ素子11aのエミッタと、還流ダイオード12aのアノードとがヒートスプレッダ16aに導通され、それらのエミッタおよびアノードがヒートスプレッダ16aを介して接続されている。同様に、スイッチ素子11bのエミッタと還流ダイオード12bのアノードとがヒートスプレッダ16bを介して接続されている。

[0035] また、スイッチ素子11aおよび還流ダイオード12aのチップの上面と、スイッチ素子11bおよび還流ダイオード12bのチップの上面とには、各々、板状の導電性部材としてのビームリード18a，18bが半田19a，19bを介して固設されている。これらのビームリード18a，18bの材質は例えば銅である。この場合、スイッチ素子11aのコレクタと還流ダイオード12aのカソードとがビームリード18aに導通され、それらのコレクタおよびカソードがビームリード18aを介して接続されている。同様に、スイッチ素子11bのコレクタと還流ダイオード12bのカソードとがビームリード18bを介して接続されている。そして、ビームリード18bからヒートスプレッダ16a側に向かって該ビームリード18bと一体に板状の接続部20が延設されており、この接続部20が、ヒートスレプッダ16aにネジ止めなどにより導通・固定されている。

[0036] また、各アーム10は、PDU3の前記正極側電源端子3a、負極側電源端子3bにそれぞれ導通させる電源端子21a，21bと、電動機1の1つの相（各アーム10u，10v，10wに対応する相）の電機子巻線1uまたは1vまたは1wに導通させる出力端子22とを備える。この場合、電源端子21aは、ビームリード18aの一端部に該ビームリード18aと一体に形成されている。また、電源端子21bは、ヒートスプレッダ16bにネジ止めなどにより導通・固定された板状の導電性部材23の端部に該導電性部材23と一体に形成されている。さらに、出力端子22は、ビームリード18bの一側部からこれと一体に延設された部分（図2では、紙面に垂直に延設された部分）に形成されている。なお、導電性部材23の材質は例えば銅である。

[0037] 以上の接続構成により、スイッチ素子11aおよび還流ダイオード12aが、板状の導電性部材としてのヒートスプレッダ16aおよびビームリード18aを介して並列接続され、これにより、スイッチ部13aが構成されている。同様に、スイッチ素子11bおよび還流ダイオード12bがヒートスプレッダ16bおよびビームリード18bを介して並列接続され、これにより、スイッチ部13bが構成されている。また、これらのスイッチ部13a，13bは、ビームリード18bの接続部20を介して直列に接続されている。さらに、電源端子17aとスイッチ部13a，13bの直列回路のスイッチ部13a側の一端との接続が、板状の導電性部材としてのビームリード18aによりなされ、電源端子21bとスイッチ部13a，13bの直列回路のスイッチ部13b側の他端との接続が、板状の導電性部材23によりなされている。さらに、出力端子22とスイッチ部13a，13bの直列回路の中点との接続が、板状の導電性部材としてのビームリード18bによりなされている。

[0038] このように、本実施形態のインバータ回路7では、各アーム10の電流路を、板状の導電性部材としてのヒートスプレッダ16a，16b、ビームリード18a，18b、導電性部材23により構成している。このため、これらに大電流が流れても溶断などが生じにくいようになっている。

[0039] 図1の説明に戻って、PDU3の制御部8は、詳細な回路構成の図示は省略するが、マイクロコンピュータと、各スイッチ素子11に対する制御信号を出力する制御信号生成回路とを含む回路である。この制御部8には、ECU4からの指令（電動機1の運転状態を規定する指令）と、各スイッチ素子11の電流の検出信号とが入力される。そ

して、制御部8は、ECU4からの指令に応じてPWM制御により各スイッチ素子11のゲートに付与する制御信号を生成して出力する機能（以下、PWM制御機能という）と、各スイッチ素子11から入力される検出信号により表される電流が所定値以上（例えば400A以上）の過大な電流になった時に、その過大電流が流れたスイッチ素子11を強制的にオフにする（該スイッチ素子11をオンにする制御信号の出力を中止する）と共に、その旨を示す情報信号としての短絡情報をECU4に出力する機能（以下、短絡検知機能という）とを有する。

[0040] ここで、電動機1の運転中（蓄電器2と電動機1との間で電力授受が行なわれている状態）に、インバータ回路7の各アーム10の2つのスイッチ素子11a，11bは、PWM制御によって同時にオン状態になることが無いように（各アーム10の両スイッチ部13a，13bが同時に導通状態になることが無いように）制御される。しかるに、例えばいずれかのスイッチ素子11が、それに付与される制御信号によらずに継続的にオン状態となる故障、あるいは、いずれかのダイオード12がその順方向および逆方向で継続的に短絡してしまう故障が発生した場合、すなわち、いずれかのスイッチ部13が継続的に導通状態となる短絡故障状態が発生すると、その短絡故障状態が発生したスイッチ部13を含むアーム10の両スイッチ部13a，13bが同時に導通する状態が発生する。そして、このような状況が発生すると、そのアーム10の両スイッチ部13a，13bに蓄電器2あるいは平滑コンデンサ6から大電流（短絡電流）が流れる。制御部8の上記短絡検知機能は、このような状況で働く機能である。本実施形態では、この短絡検知機能を有するPDU3の制御部8が、本発明における短絡検知手段としての機能を有する。

[0041] ECU4は、CPU、RAM、ROMを含む回路ユニットである。このECU4には、各電流センサ9の検出信号が入力されると共に、PDU3の制御部8から前記短絡情報が入力される。そして、ECU4は、電動機1の運転中に、基本的には各電流センサ9の検出信号により表される電流値（相電流の検出値）が所要の目標値になるように、フィードバック制御処理によりインバータ回路7の各スイッチ素子11のオン・オフタイミングを規定する指令（例えば電動機1の各相の電圧指令値）を逐次生成し、それをPDU3の制御部8に出力する。なお、電動機1の各相電流の目標値は、車両のアクセル

操作量などに応じて決定されるトルク指令値（電動機1の出力トルクの指令値）に応じて決定される。

[0042] また、ECU4は、本発明における短絡故障極性判断手段、短絡故障時制御手段としての機能を有し、PDU3の制御部8から入力される前記短絡情報に応じて、短絡故障状態が発生したスイッチ部13（以下、短絡故障スイッチ部13という）が正極側のスイッチ部であるか負極側のスイッチ部であるかを判断するための制御処理と、短絡故障スイッチ部13と同極側の全てのスイッチ素子11をオンにし、且つ、短絡故障スイッチ部13と異なる極側の全てのスイッチ素子11をオフにするための制御処理とを実行する。これらの制御処理の詳細は後述する。

[0043] 次に、本実施形態の制御装置の作動、特に、インバータ回路7のいずれかのスイッチ部13で短絡故障状態が発生した場合の作動を図3～図7を参照して説明する。図3は、その作動に係わるECU4の制御処理を示すフローチャート、図4は図3のSTEP2の処理の実行直後の相電流の流れの例を説明するための図、図5は図4における相電流の波形を示すグラフ、図6は図3の処理を完了することによる相電流の流れを説明するための図、図7は図6における相電流の波形を示すグラフである。

[0044] 図3を参照して、ECU4は、電動機1の運転中（車両の走行中）に、PDU3の制御部8から入力される短絡情報の有無に基づいて、短絡故障状態の発生が検知されたか否かを判断する（STEP1）。このとき、制御部8から短絡情報が出力されず、短絡故障状態の発生が検知されていない場合（STEP1の判断結果が否定的である場合）には、図3の制御処理は終了する。

[0045] 一方、制御部8から短絡情報が出力され、短絡故障状態の発生が検知された場合（STEP1の判断結果が肯定的である場合）には、ECU4は、まず、STEP2において、前記コンタクタ5をオフにするなどの制御処理を実行する。これにより、蓄電器2がインバータ回路7および電動機1から電気的に切り離される（電動機1と蓄電器2との間の電力授受が遮断される）。また、このSTEP2では、ECU4は、インバータ回路6の全ての（6個の）スイッチ素子11をオフにする指令をPDU3の制御部8に出力する制御処理も実行する。これにより、PDU3の制御部8は、各スイッチ素子11をオフにするように各スイッチ素子11のゲートに制御信号を付与する。

[0046] ここで、STEP2の処理によって、短絡故障状態が発生したスイッチ部13(短絡故障スイッチ部13)以外のスイッチ部13(以下、正常スイッチ部13ということがある)のスイッチ素子11はオフ状態になるが、短絡故障スイッチ部13は、その導通状態が継続する。すなわち、短絡故障スイッチ部13のスイッチ素子11が継続的にオン状態になる故障が発生した場合には、該スイッチ素子11にこれをオフにする制御信号を付与しても、該スイッチ素子11がオン状態に維持され、該短絡故障スイッチ部13の導通状態が継続する。また、短絡故障スイッチ部13のスイッチ素子11が正常で、還流ダイオード12がその双方向で導通する故障が発生した場合には、該短絡故障スイッチ部13のスイッチ素子11はオフ状態になるが、該短絡故障スイッチ部13の導通状態は継続する。また、電動機1の出力軸が車両の走行に伴う慣性により回転している状態、あるいは、パラレル型ハイブリッド車両のエンジンにより電動機1の出力軸が回転駆動されている状態では、電動機1の各相の電機子巻線1u, 1v, 1wに出力軸の回転速度に応じた起電力が発生する。

[0047] このような状況では、短絡故障スイッチ部13に対応する1つの相の電機子巻線1uまたは1vまたは1w(以下、この電機子巻線に参照符号1xを付することがある)に一定の向きの相電流(正弦波状の電流)が短絡故障スイッチ部13を経由して流れると同時に、他の2つの相の電機子巻線にそれぞれ、電機子巻線1xと逆向きの相電流(正弦波状の電流)が流れる。この場合、当該他の2つの相の相電流は、それぞれに対応するアーム10の2つの還流ダイオード12a, 12bのうちの、短絡故障スイッチ部13と同極側の還流ダイオード12aまたは12bを経由して流れる。

[0048] 例えば、短絡故障スイッチ部13がU相のアーム10uの正極側スイッチ部13aであるとする。この場合には、前記コンタクタ5をオフにし、且つ、正常スイッチ部13のスイッチ素子11(アーム10uのスイッチ素子11b、アーム10vのスイッチ素子11a, 11b、およびアーム10wのスイッチ素子11a, 11b)をオフにした状態で、図4の矢印Yu, Yv, Ywで示すように一定の向きに各相電流が流れる。この場合、矢印Yuで示すU相電流は、U相のアーム10uの正極側スイッチ素子11aまたは正極側還流ダイオード12aを経由して流れる。また、矢印Yv、Ywでそれぞれ示すV相電流、W相電流は、それぞれ、V相のアーム10vの正極側の還流ダイオード12a、W相のアーム10wの正

極側の還流ダイオード12aを経由して流れる。

[0049] 図5は、この場合（図4の状況）における各相電流の実測波形の例を示している。なお、この例では、電動機1の出力軸の回転速度は6000[rpm]である。図示の如く、U相電流は、正極性の向きに流れる正弦波状の電流となる。また、V相電流およびW相電流は、負極性の向き（U相電流と逆極性の向き）に流れる正弦波状の電流となる。なお、本実施形態では、各相電流の向きの極性は、インバータ回路7から各相の電機子1u，1v，1wに向かう向きを正極性とする。

[0050] このように、インバータ回路7のスイッチ部13のうちの、正極側の1つのスイッチ部13aが短絡故障スイッチ部となった場合には、その短絡故障スイッチ部13aに対応する相の相電流が正極性の正弦波状の電流となり、他の2つの相電流は負極性の正弦波状の電流となる。この場合、短絡故障スイッチ部13aに対応する相の相電流は、該短絡故障スイッチ部13aのスイッチ素子11aまたは還流ダイオード12aを経由して流れ、他の2つの相電流は、それぞれに対応する相のアーム10の正極側の還流ダイード12aを経由して流れる。

[0051] 同様に、スイッチ部13のうちの、負極側の1つのスイッチ部13bが短絡故障スイッチ部となった場合には、その短絡故障スイッチ部13bに対応する相の相電流が負極性の正弦波状の電流となり、他の2つの相電流は正極性の正弦波状の電流となる。この場合、短絡故障スイッチ部13bに対応する相の相電流は、該短絡故障スイッチ部13bのスイッチ素子11bまたは還流ダイオード12bを経由して流れ、他の2つの相電流は、それぞれに対応する相のアーム10の負極側の還流ダイード12bを経由して流れる。

[0052] これらの場合において、短絡故障スイッチ部13を流れる相電流の大きさ（絶対値）は、他の2つの相の相電流の大きさ（絶対値）の和に一致するので、特に電動機1の出力軸の回転速度が比較的高速である場合には、短絡故障スイッチ部13に流れる相電流の実効値が比較的大きなものとなる。例えば図5の例では、U相電流の実効値は240[A]程度の大きなものとなる。なお、V相電流、W相電流の実効値は145[A]程度であり、U相電流の実効値よりも小さい。

[0053] このように、短絡故障スイッチ部13を流れる相電流が大きなものとなる状態では、そ

れが継続すると、該短絡故障スイッチ部13のスイッチ素子11または還流ダイオード12のチップや、前記ビームリード16aまたは16bなどの配線類が過剰に高温になる恐れがある。

[0054] そこで、本実施形態では、ECU4は、前記STEP2に続いて、以下に説明するSTEP3以降の制御処理を実行することによって、短絡故障スイッチ部13などに過大な電流が流れないようにする。

[0055] STEP3では、ECU4は、電流センサ9u, 9v, 9wの検出信号に基づいて、電動機1の各相電流の極性(向き)を認識する処理を実行する。具体的には、例えば、ECU4は、所定時間の期間において、各電流センサ9により検出される各相電流の値を逐次サンプリングし、当該期間における各相電流の平均値を算出する。そして、その平均値の符号に基づいて、各相電流の極性(向き)を認識する。

[0056] 次いで、STEP4において、ECU4は、3つの相電流のうちの1つの相電流の極性が負極性で、且つ、他の2つの相電流の極性が正極性であるか否かを判断する。そして、この判断結果が肯定的である場合には、ECU4は、STEP5において、負極側の3つのスイッチ部13b, 13b, 13bのうちのいずれかの短絡故障状態が発生したと確定する。さらにECU4は、STEP6において、負極側の全てのスイッチ素子11b, 11b, 11bをオンにする指令をPDU3の制御部8に出力し、図3の処理を終了する。

[0057] このとき、制御部8は、ECU4から与えられた指令に従って、負極側の全てのスイッチ素子11b, 11b, 11bをオンにする制御信号を負極側の各スイッチ素子11bのゲートに出力する。これにより、短絡故障状態が発生したスイッチ部13bを含めて、これと同極側(ここでは負極側)の全てのスイッチ素子11b, 11b, 11bがオン状態となる。ひいては負極側の全てのスイッチ部13b, 13b, 13bが導通状態となる。なお、短絡故障スイッチ部13bと逆の極性側(ここでは正極側)の各スイッチ素子11aはいずれもオフ状態に維持される。

[0058] また、STEP4の判断結果が否定的である場合には、ECU4は、STEP7において、3つの相電流のうちの1つの相電流の極性が正極性で、且つ、他の2つの相電流の極性が負極性であるか否かを判断する。そして、この判断結果が肯定的である場合には、ECU4は、STEP8において、正極側の3つのスイッチ部13a, 13a, 13aのう

ちのいずれかの短絡故障状態が発生したと確定する。さらにECU4は、STEP9において、正極側の全てのスイッチ素子11a，11a，11aをオンにする指令をPDU3の制御部8に出力し、図3の処理を終了する。

[0059] このとき、制御部8は、ECU4から与えられた指令に従って、正極側の全てのスイッチ素子11a，11a，11aをオンにする制御信号を正極側の各スイッチ素子11aのゲートに出力する。これにより、短絡故障状態が発生したスイッチ部13aを含めて、これと同極側（ここでは正極側）の全てのスイッチ素子11a，11a，11aがオン状態となる。ひいては正極側の全てのスイッチ部13a，13a，13aが導通状態となる。なお、短絡故障スイッチ部13aと逆の極性側（ここでは負極側）の各スイッチ素子11bはいずれもオフ状態に維持される。

[0060] 補足すると、電動機1の運転中にノイズなどの影響により、インバータ回路7のいずれかのアーム10の両スイッチ素子11a，11bが一時的に同時にオン状態になる場合もある。また、いずれかのスイッチ部13のスイッチ素子11で短絡故障状態が発生して、そのスイッチ部13を含むアーム10の両スイッチ部13a，13bが同時に導通状態になった後に、該スイッチ部13のスイッチ素子11が継続的にオフ状態となる故障が発生する場合もある。本実施形態では、これらの場合にも、PDU3の制御部8から短絡情報が出力され、STEP2からの制御処理が実行される。ただし、これらの状況では、STEP3の処理の実行中に、インバータ回路7の全てのスイッチ部13のスイッチ素子11がオフ状態となるので、STEP4の判断結果とSTEP7の判断結果とがいずれも否定的となる。そして、この場合には、ECU4は、STEP6またはSTEP9の処理を実行することなく、図3の制御処理を終了する。従って、インバータ回路7の各スイッチ素子11はいずれもオフ状態に維持される。

[0061] なお、本実施形態では、前記STEP2～5、7、8の処理によって、本発明における短絡故障極性判断手段が実現されることとなる。また、STEP6，9の処理によって、本発明における短絡故障時制御手段が実現されることとなる。

[0062] 以上説明した図3の制御処理により、いずれかのスイッチ部13が継続的に導通状態となる短絡故障状態が発生した場合には、最終的に、その短絡故障スイッチ部13と同極側の他の2つの正常スイッチ部13のスイッチ素子11がオン状態に制御される

。従って、短絡故障スイッチ部13を含めて、これと同極側の全てのスイッチ部13が導通状態になる。同時に、短絡故障スイッチ部13と異なる極側の全てのスイッチ素子11はオフ状態に制御される。

[0063] このため、インバータ回路7の各アーム10において、短絡故障スイッチ部13と同極側のスイッチ部13(スイッチ素子11および還流ダイオード12からなる並列回路)は、双方向で導通状態となる。例えばU相の正極側のスイッチ部13aで短絡故障状態が発生した場合には、図6中に矢印で示す如く、各アーム10において、スイッチ部13が双方向で導通状態となる。負極側のいずれかのスイッチ部13の短絡故障状態が発生した場合においても同様である。

[0064] 従って、電動機1の各相の電機子巻線1u, 1v, 1wのそれぞれのインバータ回路7側の一端が実質的に相互に短絡された状態となる。このため、電動機1の出力軸の回転に伴い流れる各相電流は、いずれの相でも、ほぼ同等の振幅を有する正弦波状の交流電流となる。

[0065] 図7は、U相の正極側のスイッチ部13aで短絡故障状態が発生した場合において、正極側の全てのスイッチ部13a, 13a, 13aを導通状態にしたときに流れる各相電流の実測波形の例を示している。図示の如く、いずれの相電流も、ほぼ同等の振幅を有する正弦波状の交流電流となる。なお、図7の例での電動機1の出力軸の回転速度は、図5の例の場合と同じである。

[0066] この場合、各相電流の実効値は、前記STEP2の処理によって、コンタクタ5をオフにし、且つ、短絡故障状態が発生したスイッチ部13のスイッチ素子11以外の全てのスイッチ素子11をオフにした直後の状態に比して小さなものとなる。例えば、図7の例では、短絡故障スイッチ部である正極側スイッチ部13aに対応するU相を含めて、各相電流の実効値は、81[A]程度となる。従って、短絡故障スイッチ部13aに対応するU相電流の実効値は、図5の場合(240[A])の1/3程度に低減することとなる。

[0067] このように、短絡故障スイッチ部13を含めて、これと同極側の全てのスイッチ部13を導通状態にすることによって、該短絡故障スイッチ部13に過大な電流が流れるのを防止できる。特に、電動機1がパラレル型ハイブリッド車両の補助的な推進力発生要素として該車両に搭載されている場合には、他の推進力発生要素としてのエンジン

による車両の走行を継続することもできる。

[0068] また、本実施形態では、インバータ回路7の各アーム10の電流路に前記ビームリード18a，18bなどの板状の導電性部材を備えているため、いずれかのスイッチ部13の短絡故障状態の発生時に、該導電性部材の溶断などを生じることなく、大電流が流れやすいものの、上記の如く、スイッチ部13に流れる電流が過大になるのを効果的に防止できる。

[0069] なお、本実施形態では、STEP4の判断結果がNOである場合に、STEP7の判断処理を行なうようにしたが、STEP4の判断結果がNOである場合に、短絡故障スイッチ部13が正極側のスイッチ部13であると判断して、STEP9の処理を実行するようにしてもよい。あるいは、STEP4の判断処理の代わりに、STEP7の判断処理を実行し、その判断結果が肯定的である場合と否定的である場合とでそれぞれ、STEP9の処理、STEP6の処理を実行するようにしてもよい。また、STEP4の判断処理とSTEP7の判断処理との実行順序を本実施形態の場合と逆にしてもよい。

[0070] 次に、本発明の第2実施形態を図8を参照して説明する。図8は本実施形態におけるECU4の制御処理を示すフローチャートである。なお、本実施形態は、前記第1実施形態で説明した短絡故障状態が発生した場合におけるECU4の制御処理だけが第1実施形態と相違するものである。従って、本実施形態の説明では、第1実施形態と同一の構成部分もしくは同一の機能部分については第1実施形態と同一の参照符号を用い、説明を省略する。

[0071] 図8を参照して、本実施形態では、ECU4は、電動機1の運転中（車両の走行中）に、第1実施形態におけるSTEP1の判断処理と同じ判断処理をSTEP21で実行する。そして、この判断結果が、否定的である場合（PDU3の制御部8において短絡故障状態の発生が検知されていない場合）には、図8の制御処理は終了する。

[0072] 一方、STEP21の判断結果が肯定的である場合には、ECU4は、まず、STEP22において、正極側および負極側のいずれか、例えば正極側の全てのスイッチ素子11a，11a，11aをオンにする指令と負極側の全てのスイッチ素子11b，11b，11bをオフにする指令とをPDU3の制御部8に出力する。そして、ECU4はこの状態で、所定の待機時間が経過するまで待機する（STEP23）。そして、ECU4は、この待機中に

、STEP24において、PDU3の制御部8から入力される短絡情報の有無に基づいて、新たに短絡故障状態の発生が検知されたか否かを判断する。

[0073] ここで、負極側のいずれかのスイッチ部13bの短絡故障状態が発生して、STEP21の判断結果が肯定的になった場合には、STEP22の処理の実行後におけるSTEP23の待機中に、負極側の短絡故障スイッチ部13bに対応する相のアーム10の両スイッチ部13a，13bが同時に導通状態となる。このため、当該アーム10の両スイッチ部13a，13bに蓄電器2または平滑コンデンサ6から過大な短絡電流が流れ、それが、PDU3の制御部8の短絡検知機能によって検知される。ひいては、該制御部8から前記短絡情報がECU4に出力される。

[0074] 従って、負極側のいずれかのスイッチ部13bの短絡故障状態が発生して、STEP21の判断結果が肯定的になった場合には、STEP24の判断結果が肯定的となる。そして、この場合には、ECU4はSTEP25において、負極側の3つのスイッチ部13b，13b，13bのうちのいずれかの短絡故障状態が発生したと確定する。さらにECU4は、STEP26において、負極側の全てのスイッチ素子11b，11b，11bをオンにする指令をPDU3の制御部8に出力すると共に、正極側の全てのスイッチ素子11a，11a，11aをオフにする指令をPDU3の制御部8に出力する。

[0075] このとき、PDU3の制御部8は、ECU4から与えられた指令に従って、負極側の全てのスイッチ素子11b，11b，11bをオンにする制御信号を負極側の各スイッチ素子11bのゲートに出力すると共に、正極側の全てのスイッチ素子11a，11a，11aをオフにする制御信号を正極側の各スイッチ素子11aのゲートに出力する。これにより、短絡故障状態が発生したスイッチ部13bを含めて、これと同極側（ここでは負極側）の全てのスイッチ素子11b，11b，11bがオン状態になる（ひいては負極側の全てのスイッチ部13b，13b，13bが導通状態になる）と共に、短絡故障スイッチ部13bと逆の極性側（ここでは正極側）の全てのスイッチ素子11a，11a，11aがオフ状態になる。

[0076] 補足すると、正極側のいずれかのスイッチ部13aの短絡故障状態が発生して、STEP21の判断結果が肯定的になった場合には、STEP23の待機中において、負極側の各スイッチ部13bのスイッチ素子11bはいずれもオフ状態になっている。このため、インバータ回路8のいずれのアーム10においても、該アーム10に含まれる両スイ

ッチ部13a，13bが同時に導通状態となることはない。また、この場合、正極側の短絡故障スイッチ部13aには、STEP23の待機中に、前記図6および図7を参照して説明した如く相電流が流れるものの、その相電流は、前記制御部8の短絡検知機能によって検知されるほどの過大な電流（400～1000A程度）には至らない。

[0077] このため、正極側のいずれかのスイッチ部13aの短絡故障状態が発生して、STEP21の判断結果が肯定的になった場合には、STEP24の判断結果が肯定的となることはない。

[0078] そして、ECU4は、上記STEP26の処理の実行後、STEP33において、コンタクタ5をオフにし、図8の処理を終了する。ここで、コンタクタ5をオフにするのは、蓄電器2に微小な脈動電流が流れるのを防止し、ひいては、蓄電器2の劣化などを防止するためのものである。

[0079] また、STEP23の待機中に、制御部8から新たな短絡情報が出力されず、STEP24の判断結果が否定的となる場合には、ECU4は、次に、STEP27において、負極側の全てのスイッチ素子11b，11b，11bをオンにする指令をPDU3の制御部8に出力すると共に、正極側の全てのスイッチ素子11a，11a，11aをオフにする指令をPDU3の制御部8に出力する。そして、ECU4はこの状態で、前記STEP23と同様に、所定の待機時間が経過するまで待機する（STEP28）。そして、ECU4は、この待機中に、STEP29において、PDU3の制御部8から入力される短絡情報の有無に基づいて、新たに短絡故障状態の発生が検知されたか否かを判断する。

[0080] ここで、正極側のいずれかのスイッチ部13aの短絡故障状態が発生して、STEP21の判断結果が肯定的になった場合には、STEP28の待機中に、正極側の短絡故障スイッチ部13aに対応する相のアーム10の両スイッチ部13a，13bが同時に導通状態となる。このため、前記STEP24に関して説明した場合と同様に、当該アーム10の両スイッチ素子11a，11bに過大な短絡電流が流れて、PDU3の制御部8から前記短絡情報がECU4に出力される。

[0081] 従って、正極側のいずれかのスイッチ部13aの短絡故障状態が発生して、STEP21の判断結果が肯定的になった場合には、STEP28の待機中に、STEP29の判断結果が肯定的となる。そして、この場合には、ECU4はSTEP30において、正極側の

3つのスイッチ部13a，13a，13aのうちのいずれかの短絡故障状態が発生したと確定する。さらにECU4は、STEP31において、正極側の全てのスイッチ素子11a，11a，11aをオンにする指令をPDU3の制御部8に出力すると共に、負極側の全てのスイッチ素子11b，11b，11bをオフにする指令をPDU3の制御部8に出力する。

[0082] このとき、制御部8は、ECU4から与えられた指令に従って、正極側の全てのスイッチ素子11a，11a，11aをオンにする制御信号を正極側の各スイッチ素子11aのゲートに出力すると共に、負極側の全てのスイッチ素子11b，11b，11bをオフにする制御信号を負極側の各スイッチ素子11bのゲートに出力する。これにより、短絡故障状態が発生したスイッチ部13aを含めて、これと同極側（ここでは正極側）の全てのスイッチ素子11a，11a，11aがオン状態となる（ひいては正極側の全てのスイッチ部13a，13a，13aが導通状態になる）と共に、短絡故障スイッチ部13aと逆の極性側（ここでは負極側）の全てのスイッチ素子11b，11b，11bがオフ状態になる。

[0083] そして、ECU4は、上記STEP30の処理の実行後、前記STEP33の処理（コンタクタ5をオフにする処理）を経て、図8の処理を終了する。

[0084] また、STEP29の判断結果が否定的である場合には、ECU4は、STEP32において、通常短絡が発生したと確定する。さらに、ECU4は、前記STEP33の処理（コンタクタ5をオフにする処理）を経て、図8の処理を終了する。ここで、STEP29の判断結果が否定的となる状況は、いずれのスイッチ部13も、短絡故障状態となっていない状況である。より詳しくは、STEP29の判断結果が否定的となるような状況は、前記第1実施形態の図3のSTEP7の判断結果が否定的となる場合と同様に、電動機1の運転中にノイズなどによりインバータ回路7のいずれかのアーム10の両スイッチ素子11a，11bが一時的に同時にオン状態になって、STEP21の判断結果が肯定的となる状況、あるいは、いずれかのスイッチ部13で一時的に短絡故障状態が発生した後に、該スイッチ部13のスイッチ素子11が継続的にオフ状態となる故障が発生したような状況である。STEP29における「通常短絡」は、このような状況におけるスイッチ部13の一時的な短絡故障状態を意味する。

[0085] なお、本実施形態では、前記STEP22～25、およびSTEP28～30の処理によって、本発明における短絡故障極性判断手段が実現されることとなる。また、STEP27

、32の処理によって、本発明における短絡故障時制御手段が実現されることとなる。

[0086] 以上説明した図8の制御処理により、いずれかのスイッチ部13が継続的に導通状態となる短絡故障状態が発生した場合には、その短絡故障スイッチ部13と同極側の他の2つの正常スイッチ素子11がオン状態に制御される。従って、短絡故障スイッチ部13を含めて、これと同極側の全てのスイッチ部13が導通状態になる。

[0087] このため、本実施形態においても、第1実施形態と同様に、短絡故障スイッチ部13のスイッチ素子11または還流ダイオード12に過大な電流が流れるのを防止することができる。特に、電動機1がパラレル型ハイブリッド車両の補助的な推進力発生要素として該車両に搭載されている場合には、他の推進力発生要素としてのエンジンによる車両の走行を継続することもできる。

[0088] また、本実施形態においても、インバータ回路7の各アーム10の電流路に前記ビームリード18a，18bなどの板状の導電性部材を備えているものの、第1実施形態と同様に、スイッチ部13に流れる電流が過大になるのを効果的に防止できる。

[0089] なお、本実施形態では、STEP24の判断結果がNOである場合に、STEP27～29の処理を実行するようにしたが、STEP24の判断結果がNOである場合に、短絡故障スイッチ部13が正極側のスイッチ部13aであると判断して、STEP31の処理を実行するようにしてもよい。あるいは、STEP22～24の処理の代わりに、STEP27～29の処理を実行し、STEP29の判断結果が肯定的である場合と否定的である場合とで、それぞれSTEP31の処理、STEP26の処理を実行するようにしてもよい。また、STEP22～24の処理と、STEP27～29の処理との実行順序を本実施形態と逆にしてもよい。また、STEP33でコンタクタ5をオフにする処理を省略するようにしてもよい。

[0090] また、前記第1および第2実施形態では、前記した如く、インバータ回路7のスイッチ素子11として、電流センスIGBTを使用し、このIGBTから出力される電流の検出信号を基に、短絡故障状態の発生を制御部8で検知するようにした。但し、短絡故障状態の発生は、他の手法で検知するようにしてもよい。例えば、電流センサ9u，9v，9wの検出信号を基に、ECU4で短絡故障状態の発生を検知するようにしてもよい。あるいは、各スイッチ素子11の発生電圧（IGBTのコレクタ・エミッタ間の電圧）もしくは各スイッチ素子11の温度を適宜のセンサで監視し、それらの発生電圧もしくは温度を

基に、短絡故障状態の発生を検知するようにしてもよい。

産業上の利用可能性

[0091] 以上の如く、本発明は、インバータ回路のいずれかのスイッチ部の短絡故障状態が発生したときに、インバータ回路の各スイッチ部に大きな電流が流れるのを防止することがでる電動機の制御装置、あるいは、該電動機を搭載した車両として有用である。

図面の簡単な説明

[0092] [図1]本発明の実施形態における電動機の制御装置の回路構成を示す図。

[図2]図1の制御装置に備えたインバータ回路の各アームの構造を示す斜視図。

[図3]第1実施形態におけるECUの制御処理を示すフローチャート。

[図4]図3のSTEP2の処理の実行直後の相電流の流れの例を説明するための図。

[図5]図4における相電流の波形の例を示すグラフ。

[図6]図3のフローチャートの処理を完了することによる相電流の流れを説明するための図。

[図7]図6における相電流の波形の例を示すグラフ。

[図8]第2実施形態におけるECUの制御処理を示すフローチャート。

請求の範囲

[1] スイッチ素子と該スイッチ素子に並列に接続された還流ダイオードとを含むスイッチ部が各相のアームの正極側と負極側とに設けられた複数相のインバータ回路を介して直流電源から電力が供給される電動機の制御装置において、

前記電動機の運転中に前記インバータ回路のいずれかのスイッチ部が継続的に導通状態となる短絡故障状態の発生を検知する短絡故障検知手段と、

該短絡故障検知手段により短絡故障状態の発生が検知された後、前記短絡故障状態が発生したスイッチ部である短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断する短絡故障極性判断手段と、

前記インバータ回路のスイッチ部のうち、該短絡故障極性判断手段により判断された短絡故障スイッチ部の極性と同極側の全てのスイッチ部が導通状態となり、且つ、該短絡故障スイッチ部と異なる極側の全てのスイッチ部のスイッチ素子が遮断状態となるように少なくとも該短絡故障スイッチ部のスイッチ素子以外の各スイッチ素子を制御する短絡故障時制御手段とを備えたことを特徴とする電動機の制御装置。

[2] スイッチ素子と該スイッチ素子に並列に接続された還流ダイオードとを含むスイッチ部が各相のアームの正極側と負極側とに設けられた複数相のインバータ回路を介して直流電源から電力が供給される電動機を車両の推進力発生要素として備えた車両において、

前記電動機の運転中に前記インバータ回路のいずれかのスイッチ部が継続的に導通状態となる短絡故障状態の発生を検知する短絡故障検知手段と、

該短絡故障検知手段により短絡故障状態の発生が検知された後、前記短絡故障状態が発生したスイッチ部である短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断する短絡故障極性判断手段と、

前記インバータ回路のスイッチ部のうち、該短絡故障極性判断手段により判断された短絡故障スイッチ部の極性と同極側の全てのスイッチ部が導通状態となり、且つ、該短絡故障スイッチ部と異なる極側の全てのスイッチ素子が遮断状態となるように少なくとも該短絡故障スイッチ部のスイッチ素子以外の各スイッチ素子を制御する短絡故障時制御手段とを備えたことを特徴とする車両。

[3] 前記電動機の各相の相電流を検出する相電流検出手段を備え、前記短絡故障極性判断手段は、前記直流電源とインバータ回路との間の通電経路に設けられた電源スイッチを遮断状態にし、且つ、前記インバータ回路の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を遮断状態にするための制御信号を付与した状態で、前記相電流検出手段により検出される各相電流の向きに基づき、前記短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断することを特徴とする請求項1記載の電動機の制御装置。

[4] 前記電動機の各相の相電流を検出する相電流検出手段を備え、前記短絡故障極性判断手段は、前記直流電源とインバータ回路との間の通電経路に設けられた電源スイッチを遮断状態にし、且つ、前記インバータ回路の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を遮断状態にするための制御信号を付与した状態で、前記相電流検出手段により検出される各相電流の向きに基づき、前記短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断することを特徴とする請求項2記載の車両。

[5] 前記短絡故障検知手段は、前記電動機の運転中に前記インバータ回路のいずれかの相に対応するアームの正極側のスイッチ部と負極側のスイッチ部とが同時に導通状態となったときに短絡故障状態が発生したことを検知する手段であり、

前記短絡故障極性判断手段は、前記直流電源とインバータ回路との間の通電経路に設けられた電源スイッチを導通状態に維持しつつ、前記インバータ回路の正極側および負極側のいずれか一方の極側の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を導通状態にするための制御信号を付与し、且つ他方の極側の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を遮断状態にするめたの制御信号を付与した状態で、前記短絡故障検知手段により短絡故障状態の発生が検知されるか否かに基づいて、前記短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断することを特徴とする請求項1記載の電動機の制御装置。

[6] 前記短絡故障検知手段は、前記電動機の運転中に前記インバータ回路のいずれかの相に対応するアームの正極側のスイッチ部と負極側のスイッチ部とが同時に導通状態となったときに短絡故障状態が発生したことを検知する手段であり、

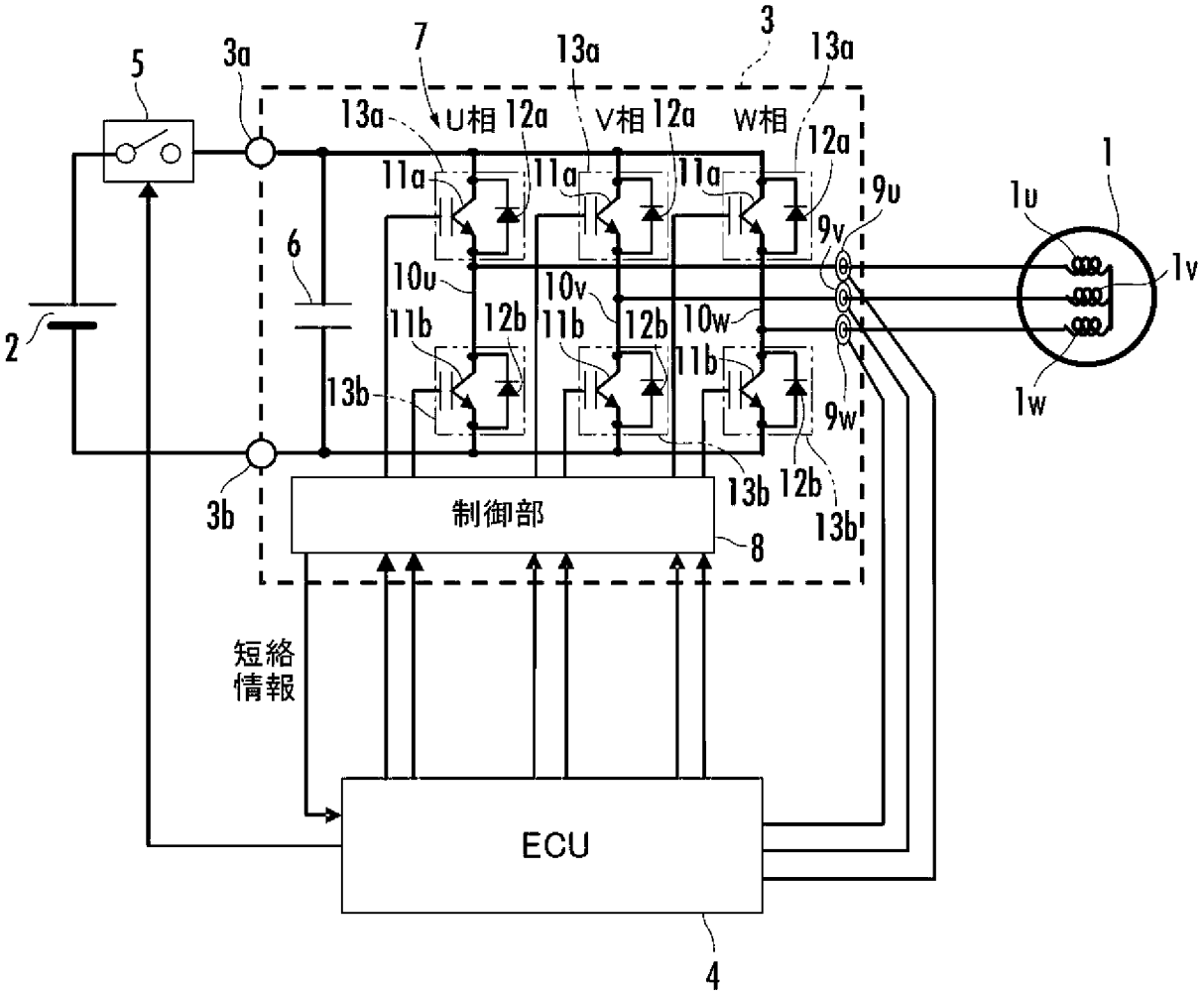
前記短絡故障極性判断手段は、前記直流電源とインバータ回路との間の通電経

路に設けられた電源スイッチを導通状態に維持しつつ、前記インバータ回路の正極側および負極側のいずれか一方の極側の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を導通状態にするための制御信号を付与し、且つ他方の極側の全てのスイッチ素子に対して、該スイッチ素子を遮断状態にするめたの制御信号を付与した状態で、前記短絡故障検知手段により短絡故障状態の発生が検知されるか否かに基づいて、前記短絡故障スイッチ部が正極側であるか負極側であるかを判断することを特徴とする請求項2記載の車両。

[7] 前記インバータ回路の各アームは、各スイッチ部のスイッチ素子と還流ダイオードとの並列接続、該アームの正極側スイッチ部と負極側スイッチ部との直列接続、該アームの一対の電源端子と該正極側および負極側スイッチ部の直列回路との接続、並びに、該アームの出力端子と該正極側および負極側スイッチ部の直列回路の中点との接続が板状の導電性部材によりなされていることを特徴とする請求項2記載の車両。

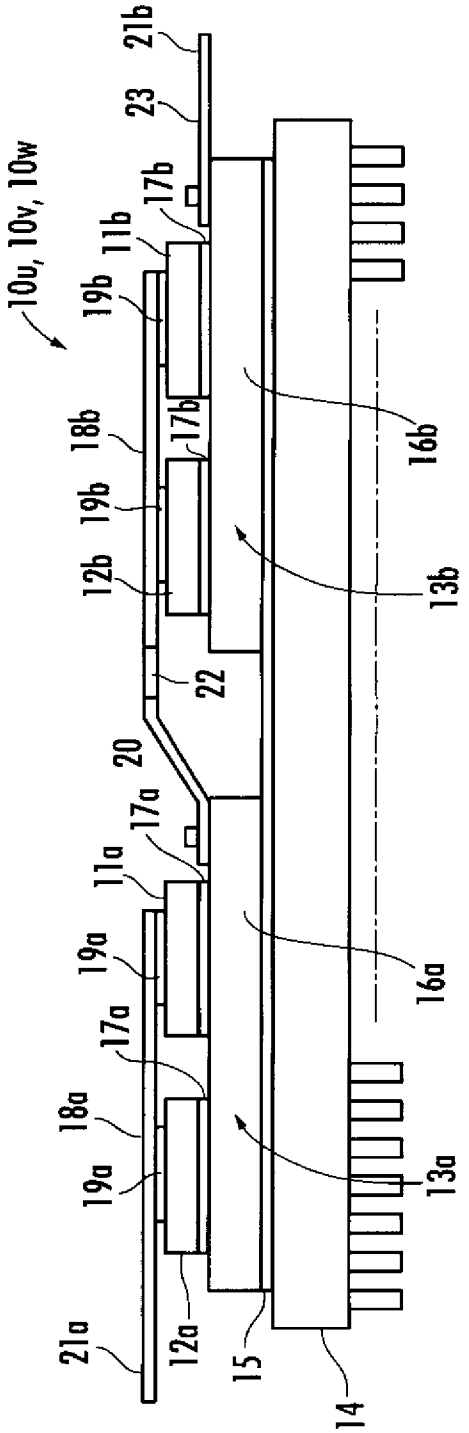
[図1]

FIG.1


5
3a
7
13a
3
13a
13a
U相
12a
V相
12a
W相
12a
11a
11a
11a
9u
9v
1
1u
1v
1w
6
10u
10v
10w
11b
12b
11b
12b
11b
2
13b
9w
3b
制御部
13b
12b
13b
8
短絡
情報
ECU
4

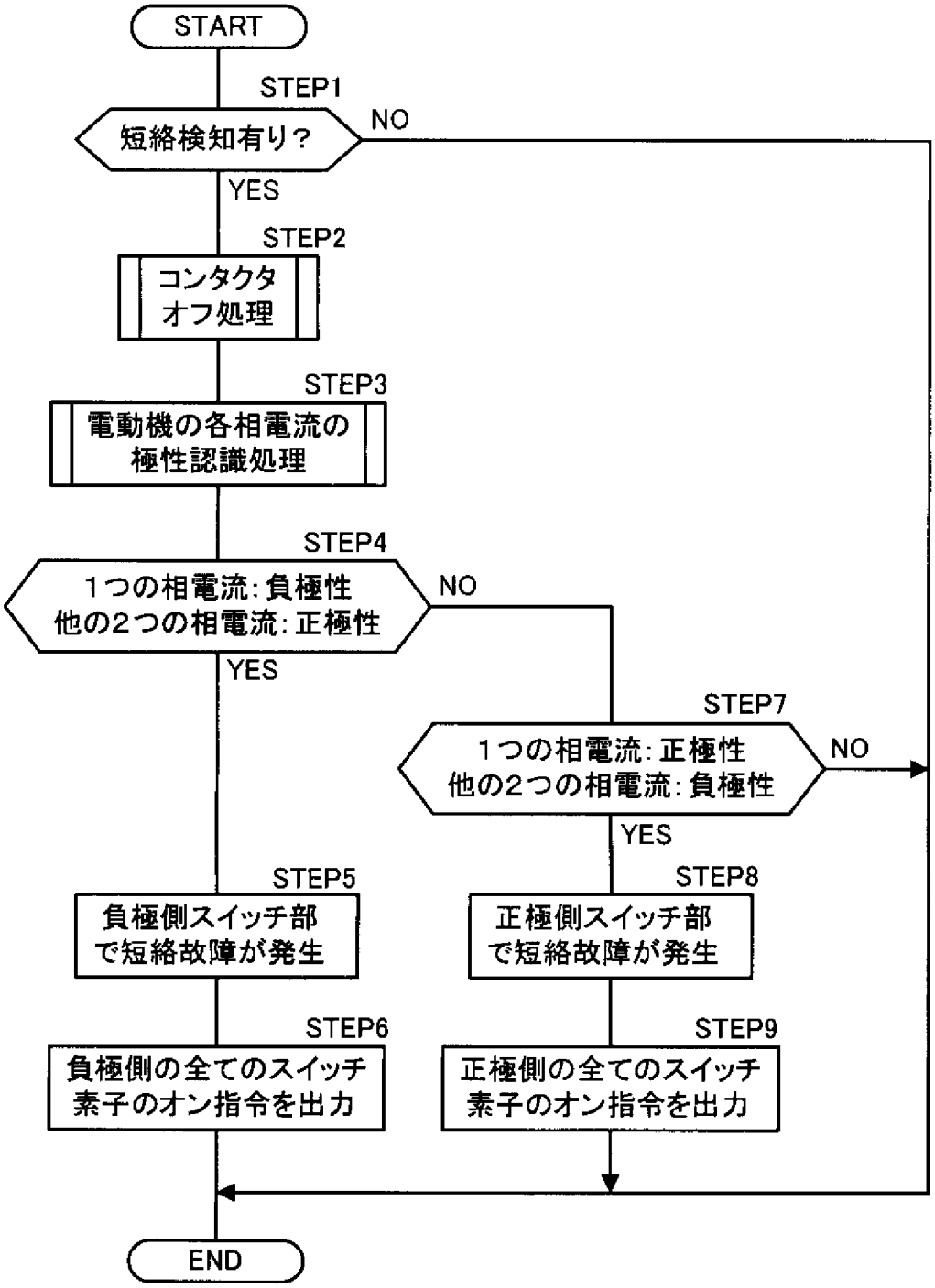
[図2]

FIG.2


10u, 10v, 10w
21b
23
17b
11b
19b
18b
17b
19b
12b
22
20
17a
11a
19a
17a
18a
19a
21a
12a
15
14
16b
13b
16a
13a

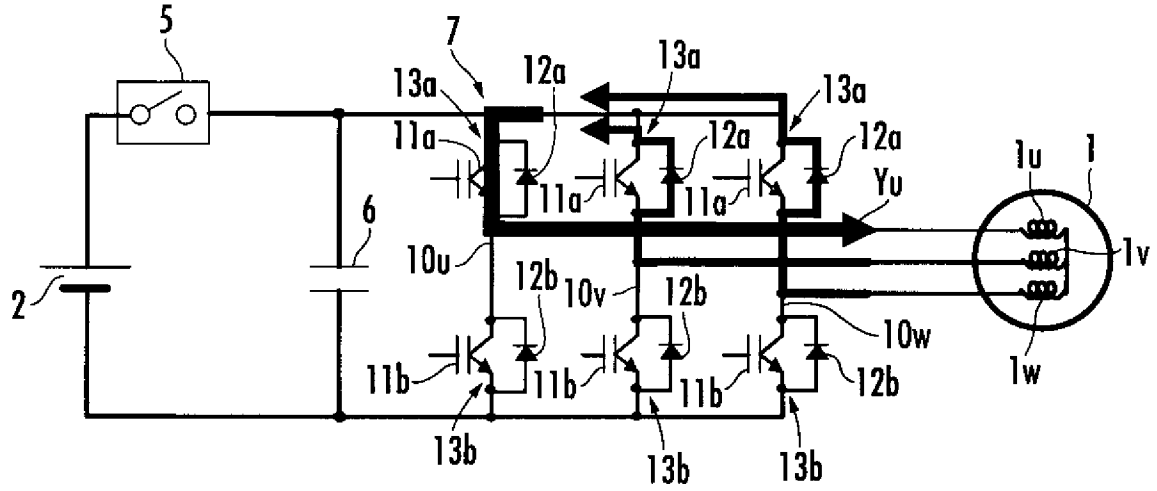
[図3]

FIG.3


START
STEP1
短絡検知有り？
NO
YES
STEP2
コンタクタ
オフ処理
STEP3
電動機の各相電流の
極性認識処理
STEP4
1つの相電流：負極性
他の2つの相電流：正極性
NO
YES
STEP7
1つの相電流：正極性
他の2つの相電流：負極性
NO
YES
STEP5
負極側スイッチ部
で短絡故障が発生
STEP8
正極側スイッチ部
で短絡故障が発生
STEP6
負極側の全てのスイッチ
素子のオン指令を出力
STEP9
正極側の全てのスイッチ
素子のオン指令を出力
END

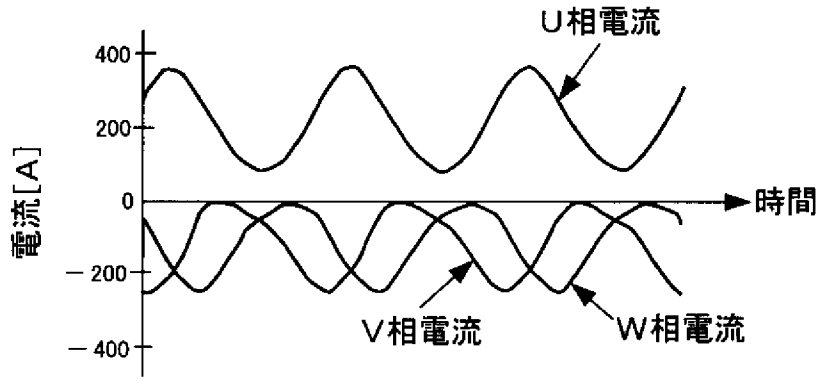
[図4]

FIG.4



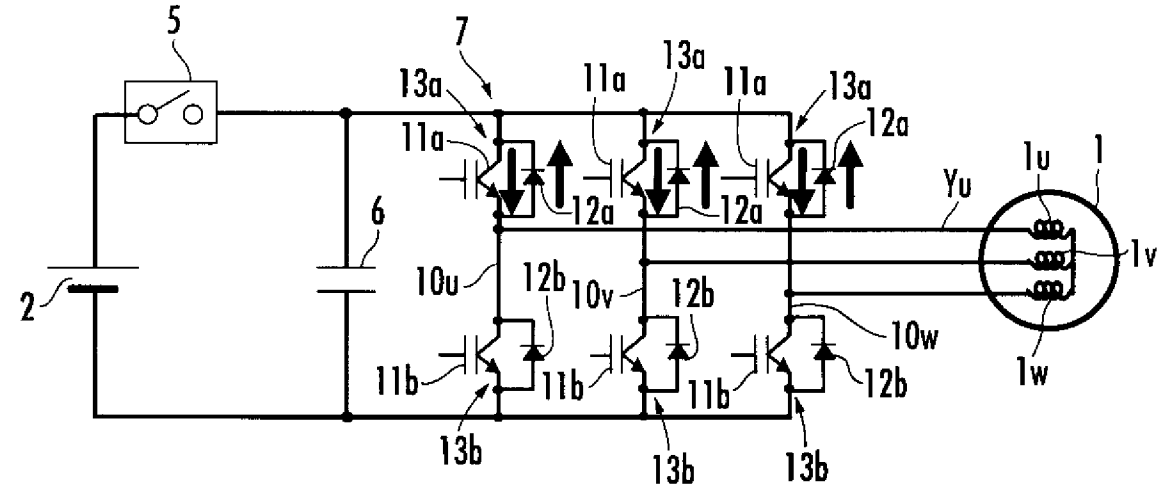
[図5]

FIG.5



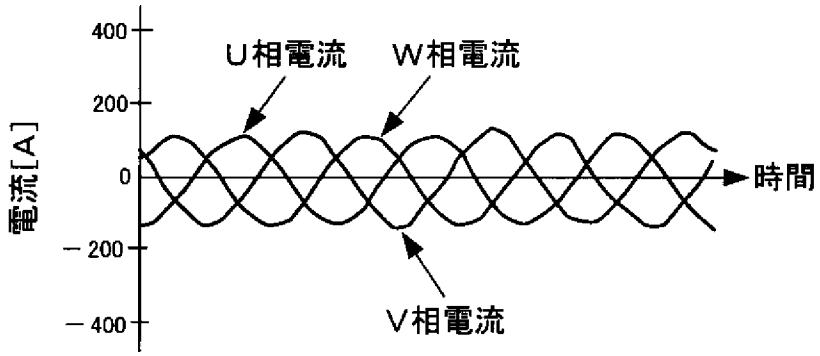
[図6]

FIG.6



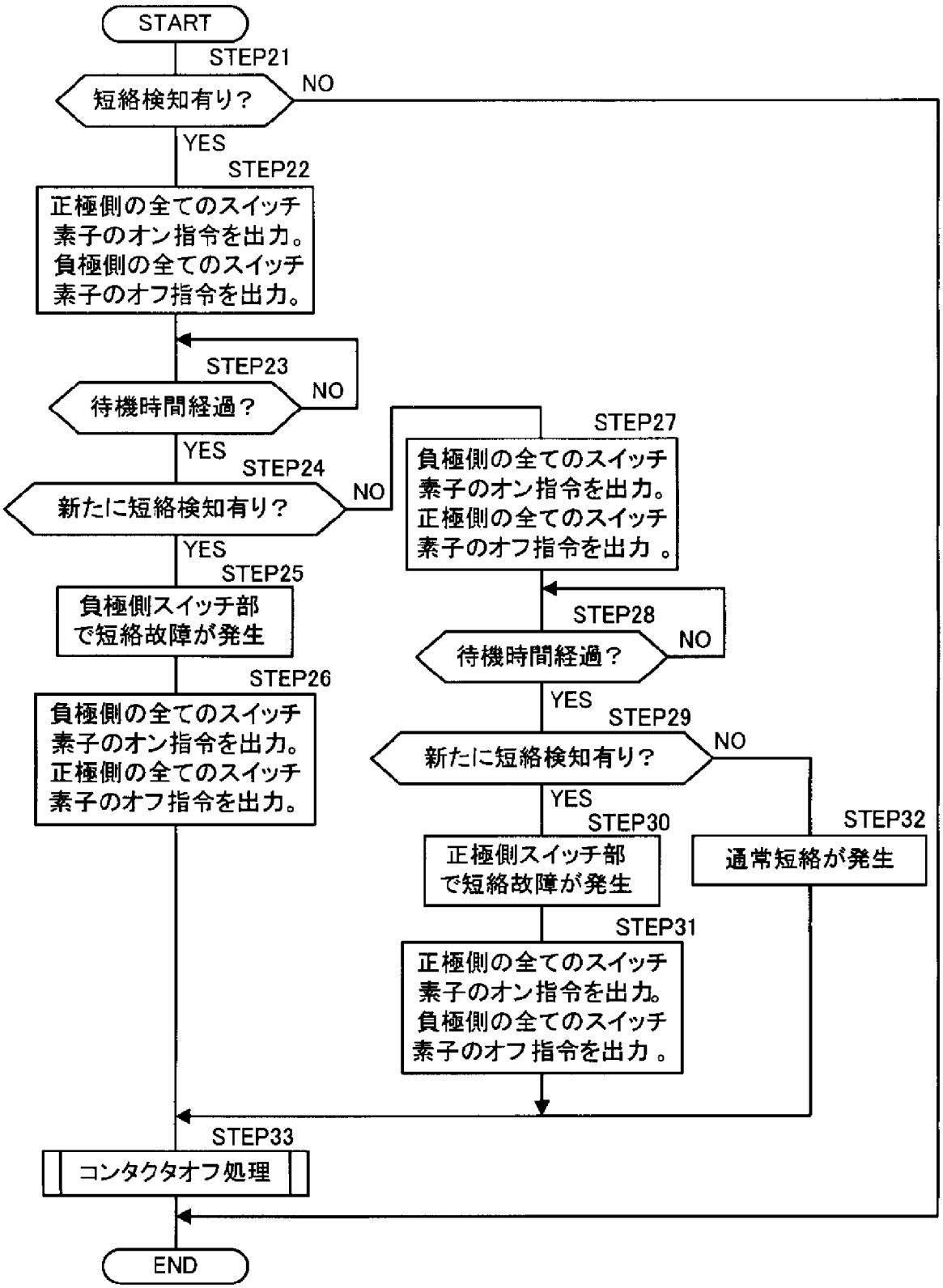
[図7]

FIG.7



[図8]

FIG.8


START
STEP21
短絡検知有り？
NO
YES
STEP22
正極側の全てのスイッチ素子のオン指令を出力。負極側の全てのスイッチ素子のオフ指令を出力。
STEP23
待機時間経過？
NO
YES
STEP24
新たに短絡検知有り？
NO
YES
STEP25
負極側スイッチ部で短絡故障が発生
STEP26
負極側の全てのスイッチ素子のオン指令を出力。正極側の全てのスイッチ素子のオフ指令を出力。
STEP27
負極側の全てのスイッチ素子のオン指令を出力。正極側の全てのスイッチ素子のオフ指令を出力。
STEP28
待機時間経過？
NO
YES
STEP29
新たに短絡検知有り？
NO
YES
STEP30
正極側スイッチ部で短絡故障が発生
STEP31
正極側の全てのスイッチ素子のオン指令を出力。負極側の全てのスイッチ素子のオフ指令を出力。
STEP32
通常短絡が発生
STEP33
コンタクタオフ処理
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/052661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60L3/04(2006.01)i, *H02M7/48*(2007.01)i, *H02P6/12*(2006.01)i, *H02P23/00*(2006.01)i, *H02P27/06*(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)
B60L3/04, H02M7/48, H02P6/12, H02P23/00, H02P27/06

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 1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-59384 A (Toshiba Corp.), 03 March, 1995 (03.03.95), Full text (Family: none)	1-7
A	JP 57-183274 A (Hitachi, Ltd.), 11 November, 1982 (11.11.82), Full text (Family: none)	1-7
A	JP 2004-40921 A (Meidensha Corp.), 05 February, 2004 (05.02.04), Full text (Family: none)	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
22 April, 2008 (22.04.08)	01 May, 2008 (01.05.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０５２６６１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60L3/04(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i, H02P6/12(2006.01)i, H02P23/00(2006.01)i, H02P27/06(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.　B60L3/04, H02M7/48, H02P6/12, H02P23/00, H02P27/06

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	１９７１－２００８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００８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）

WPI

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	関連する請求の範囲の番号
A	JP 7-59384 A (株式会社東芝) 1995.03.03, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 57-183274 A (株式会社日立製作所) 1982.11.11, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2004-40921 A (株式会社明電舎) 2004.02.05, 全文 (ファミリーなし)	1-7

☐　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 ２２．０４．２００８	国際調査報告の発送日 ０１．０５．２００８
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｖ　３９２４ 森山　拓哉 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８