

(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9月1日(01.09.2011)



(10) 国際公開番号
WO 2011/105468 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 7/29 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/054086
- (22) 国際出願日: 2011年2月24日(24.02.2011)
- (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 2010-038779 2010年2月24日(24.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アドヴィックス (ADVICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡本 功 (OKAMOTO Isao) [JP/JP]; 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地 株式会社アドヴィックス内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ゆうあい特許事務所 (YOU-I Patent Firm); 〒4500002 愛知県名古屋市中

村区名駅二丁目35番22号 メビウス名古屋ビル2階 Aichi (JP).

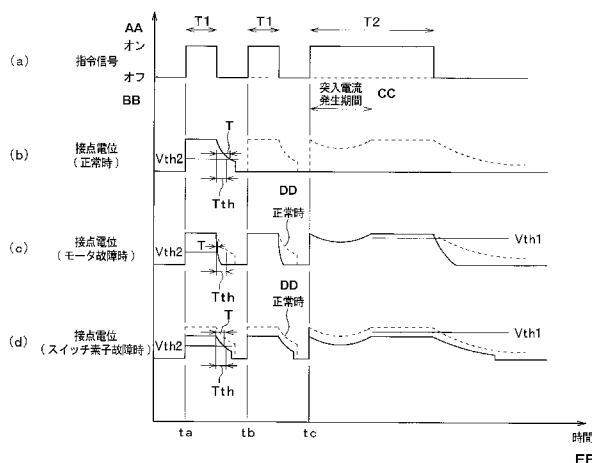
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

(54) 発明の名称: モータ駆動装置

[図4]



(a) COMMAND SIGNAL
(b) CONTACT-POINT POTENTIAL (WHEN NORMAL)
(c) CONTACT-POINT POTENTIAL (WHEN MOTOR IS MALFUNCTIONING)
(d) CONTACT-POINT POTENTIAL (WHEN SWITCHING ELEMENT IS MALFUNCTIONING)
AA ON
BB OFF
CC PERIOD OF TIME DURING WHICH INRUSH CURRENT FLOWS
DD WHEN NORMAL
EE TIME

(57) Abstract: Provided is a motor drive apparatus that can detect malfunctioning of a switching element, in addition to malfunctioning of an electric motor. The motor drive apparatus evaluates whether or not an electric motor (2) or a switching element (4) is malfunctioning, on the basis of the mode of changes in the potential (regeneration voltage) of the contact-point between the electric motor (2) and the switching element (4), when the switching element (4) is turned off after being turned on just for a short period of time, which is a first prescribed period of time (T1). Then, the motor drive apparatus identifies which of the electric motor (2) and the switching element (4) is malfunctioning, on the basis of the magnitude of the contact-point potential after the switching element (4) has been turned on for a second prescribed period of time (T2), which is longer than the first prescribed period of time (T1). In such a way, the motor drive apparatus (1) becomes capable of detecting malfunctioning of the switching element (4), in addition to malfunctioning of the electric motor (2).

(57) 要約: 【課題】電気モータの故障に加えてスイッチング素子の故障も検出することができるモータ駆動装置を提供する。【解決手段】第1所定時間T1という短時間だけスイッチング素子4をオンしたのちオフし、オフしたときの電動モータ2とスイッチング素子4の間の接

点電位(回生電圧)の変化の態様に基づいて電動モータ2もしくはスイッチング素子4が故障しているか否かを判定する。次に、第2所定時間T2という第1所定時間T1よりも長い時間スイッチング素子4をオンし、そのときの接点電位の大きさに基づいて電動モータ2とスイッチング素子4のいずれが故障しているかを特定する。これにより、モータ駆動装置1により、電動モータ2の故障に加えてスイッチング素子4の故障も検出することが可能となる。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： モータ駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は、スイッチング素子を駆動することによって電気モータへの給電を行うモータ駆動装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、特許文献1において、スイッチング素子のオンオフ駆動に基づいて直流電源から電気モータに給電するモータ駆動を行うに際し、電気モータの故障の発生を判定することができるモータ故障判定装置が開示されている。このモータ故障判定装置では、電気モータとスイッチング素子との間の接点電位をモニタし、電気モータへの給電がオンからオフに切り替わるときに、モータに発生していた逆起電力に基づいて電気モータの故障を判定している。具体的には、電気モータが軸ロックしている場合、電気モータが回転しないため、電気モータへの給電がオンからオフに切り替わったときに発生していた逆起電力が正常時と異なった値となる。これに基づいて、電気モータの軸ロックを検出している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第2935335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、モータ駆動を行うための回路の故障には様々な形態があり、電気モータの軸ロック以外にもスイッチング素子の故障等がある。例えば、スイッチング素子が故障した場合、正常時と比較してスイッチング素子での電圧降下が大きくなり、電気モータに印加される電圧が低下してしまう。このような場合、所望のモータ特性を得ることができなくなる。特許文献1に記載のモータ故障判定装置では、電気モータの軸ロック以外の様々な故障

について検出することができず、電気モータの軸ロック以外のスイッチング素子の故障についても検出できるようにすることが望まれる。

[0005] 本発明は上記点に鑑みて、電気モータの故障に加えてスイッチング素子の故障も検出することができるモータ駆動装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、スイッチング素子（4）をオンからオフに切替えたときの電気モータ（2）への電力供給終了に伴って変化する電気モータ（2）とスイッチング素子（4）との間の接点電位を取得する第 1 接点電位取得手段と、スイッチング素子（4）にオンしているときの電気モータ（2）への電力供給中の接点電位を取得する第 2 接点電位取得手段と、第 1 接点電位取得手段により取得された接点電位に基づいて、電気モータ（2）への電力供給停止に伴う接点電位の変化の態様が、電気モータ（2）およびスイッチング素子（4）が正常時の態様か、電気モータ（2）もしくはスイッチング素子（4）が故障時の態様であるかを判定する第 1 判定手段と、第 2 接点電位取得手段により取得された接点電位が、所定の第 1 しきい電位（ V_{th1} ）以上であるか否かを判定する第 2 判定手段と、第 1 判定手段にて接点電位の変化の態様が正常時の態様であると判定されると電気モータ（2）およびスイッチング素子（4）が正常であるとし、第 1 判定手段にて接点電位の変化の態様が故障時の態様であると判定され、かつ、第 2 判定手段にて接点電位が所定の第 1 しきい電位（ V_{th1} ）以上と判定されれば電気モータ（2）の故障と特定し、第 1 判定手段にて接点電位の変化の態様が故障時の態様であると判定され、かつ、第 2 判定手段にて、接点電位が所定の第 1 しきい電位（ V_{th1} ）未満と判定されればスイッチング素子（4）の故障と特定する故障特定手段と、を備えていることを特徴としている。

[0007] このように、電気モータ（2）への電力供給中の接点電位と電気モータ（2）への電力供給終了に伴い変化する接点電位とに基づいて、電気モータ（2）およびスイッチング素子（4）が正常であるか、いずれかに故障してい

るかを判定できる。また、電気モータ（２）もしくはスイッチング素子（４）が故障している場合に、いずれが故障しているかを特定することができる。これにより、電気モータ（２）の故障に加えてスイッチング素子（４）の故障も検出することができるモータ駆動装置とすることができる。

[0008] 請求項２に記載の発明では、第２接点電位取得手段は、第２電力供給制御手段による電気モータ（２）への電力供給が行なわれてから、突入電流の発生期間経過後の接点電位を取得することを特徴としている。

[0009] このように、突入電流の発生期間経過後の接点電位を取得することで、定常状態に移行してからの電気モータ（２）への電力供給中の接点電位を取得することができ、正確な故障判定を行うことができる。

[0010] ここで、電気モータ（２）の作動音削減の観点からは、第１所定時間（ T_1 ）および第２所定時間（ T_2 ）を短くして、電気モータ（２）の駆動時間を短くすることが好ましい。

[0011] 一方、上述したように、故障判定の精度向上の観点からは、第２所定時間（ T_2 ）をスイッチング素子（４）をオンしたときに発生する突入電流の発生期間よりも長くして、当該突入電流の発生期間の経過後の接点電位を取得することが好ましい。この場合、第２所定時間（ T_2 ）は、第１所定時間（ T_1 ）ほど短くすることができない。

[0012] そこで、請求項３に記載の発明では、第１電力供給制御手段により、スイッチング素子（４）を第１所定時間（ T_1 ）だけオンして電気モータ（２）に対して電力供給を行うと共に、第２電力供給制御手段により、スイッチング素子（４）をオンしたときに発生する突入電流の発生期間よりも長い第２所定時間（ T_2 ）だけオンして電気モータ（２）に対して電力供給を行い、第１接点電位取得手段は、第１電力供給制御手段による電気モータ（２）への電力供給終了に伴い変化する接点電位を取得し、第２接点電位取得手段は、第２電力供給制御手段による電気モータ（２）への電力供給が開始されてから、突入電流の発生期間経過後の接点電位を取得し、第１電力供給制御手段による電力供給および第１接点電位取得手段による接点電位の取得を、第

2 電力供給制御手段による電力供給および第 2 接点電位取得手段による接点電位の取得よりも先に行うことを特徴としている。

[0013] このように、第 1 接点電位取得手段による接点電位の取得を、第 2 電力供給制御手段による電力供給および第 2 接点電位取得手段による接点電位の取得よりも先に行うことで、第 2 所定時間 (T_2) よりも短い第 1 所定時間 (T_1) だけ電気モータ (2) を駆動するだけで、電気モータ (2) およびスイッチング素子 (4) が正常であるか、いずれかに故障しているかを判定できる。すなわち、故障判定の精度向上と電気モータ (2) の作動音削減との両立を図ることができる。

[0014] この場合、請求項 4 に記載したように、第 2 電力供給制御手段による電力供給および第 2 接点電位取得手段による接点電位の取得は、第 1 判定手段にて接点電位の変化の態様が故障時の態様であると判定されたときにのみ行なわれ、第 1 判定手段にて接点電位の変化の態様が正常時の態様であると判定されたときには行なわれないようにすれば、正常時の電気モータ (2) の駆動時間を短くできる。したがって、電気モータ (2) およびスイッチング素子 (4) が正常である場合には、電気モータ (2) の駆動時間の短縮を図ることで、作動音や振動を長時間発生させずに済み、商品性を低下させないで済む。

[0015] 請求項 5 に記載の発明では、第 2 電力供給手段による電力供給および第 2 接点電位取得手段による接点電位の取得を行うよりも先に、第 1 電力供給制御手段による電力供給および第 1 接点電位取得手段による接点電位の取得を、複数回行うことを特徴としている。

[0016] このように、第 1 電力供給制御手段による電力供給および第 1 接点電位取得手段による接点電位の取得を、複数回行うようにしている。この回数が多くなるほど、電気モータ (2) およびスイッチング素子 (4) のいずれかが故障しているか否かを正確に判定することができる。

[0017] 請求項 6 に記載の発明では、複数回にわたる第 1 電力供給制御手段による電力供給および第 1 接点電位取得手段による接点電位の取得において、先に

行う電力供給ほど同電力供給の第 1 所定時間が短く、第 1 電力供給制御手段による次の電力供給は、第 1 判定手段にて第 1 接点電位取得により先に取得された接点電位に基づく接点電位の態様が故障時の態様と判定されたときのみに行われ、先に取得された接点電位に基づく接点電位の変化の態様が正常時の態様と判定されたときは行われなことを特徴としている。

[0018] このように、先に実行する電力供給の第 1 所定時間 (T_1) ほど短くし、先の電力供給において電気モータ (2) およびスイッチング素子 (4) が故障していないことが判定されると、その後の処理は実行されないようにしているため、電気モータ (2) の駆動時間を短くすることができる。これにより、故障判定の判定精度を高めつつ、電気モータ (2) の作動音や振動の発生時間を短縮することができる。

[0019] 例えば、請求項 7 に記載したように、第 1 判定手段は、第 1 接点電位取得手段にて取得される接点電位が所定の第 2 しきい電位 (V_{th2}) 以下になったか否かを判定すると共に、電気モータ (2) への電力供給が終了した時点から当該接点電位が第 2 しきい電位 (V_{th2}) 以下になったことが判定される時点までの時間を経時時間 (T) として、該計時時間 (T) が所定のしきい時間 (T_{th}) 以上である場合に、接点電位の変化の態様が正常時の態様と判定し、該計時時間 (T) がしきい時間 (T_{th}) 未満である場合に、接点電位の変化の態様が故障時の態様と判定することができる。

[0020] この場合において、請求項 8 に記載したように、電気モータ (2) が車両のブレーキ装置においてブレーキ液圧を加圧する電動ポンプの駆動用として適用される場合には、ブレーキ装置を操作するためのブレーキ操作部材 (5) の操作量を検出するブレーキ操作量検出手段と、ブレーキ操作量検出手段により検出された操作量が大きいほど、しきい時間 (T_{th}) を小さくするブレーキ操作量対しきい時間設定手段と、を備えることにより、電気モータ (2) に掛かる負荷に応じたしきい時間 (T_{th}) を設定することができる。

[0021] すなわち、ブレーキ操作時には、ブレーキ操作に基づくブレーキ液圧が電

動ポンプに掛かることから、電動モータ（２）に掛かる負荷が大きくなる。このため、ブレーキ操作部材（５）の操作量に基づいてしきい時間（ T_{th} ）を可変とすることで、電動モータ（２）に掛かる負荷に応じたしきい時間（ T_{th} ）を設定することができ、電動モータ（２）に掛かる負荷に応じて電力供給停止時の接点電位の変化の態様が変わっても、正確な故障判定を行うことができる。

[0022] また、請求項 9 に記載したように、直流電源（３）の電圧を検出する電源電圧検出手段と、電源電圧検出手段により検出された直流電源（３）の電圧が小さいほど、しきい時間（ T_{th} ）を小さくする電源電圧対しきい時間設定手段と、を備えることにより、電気モータ（２）に印加される電圧に応じたしきい時間（ T_{th} ）を設定することもできる。

[0023] すなわち、直流電源（３）の電圧レベルは変化することがあり、その場合には、スイッチング素子（４）をオンしたときに電動モータ（２）に対して印加される電圧が変化することになる。このため、直流電源（３）の電圧に対応してしきい時間（ T_{th} ）を変化させることで、電動モータ（２）への供給電圧に応じて電力供給停止時のモータ供給電圧の変化の態様が変わっても、正確な故障判定を行うことができる。

[0024] また、請求項 10 に記載に記載したように、第 1 接点電位取得手段にて、電気モータ（２）への電力供給が終了した時点から所定の設定時間（ T_{SET} ）が経過した時点の接点電位を取得させ、第 1 判定手段は、第 1 接点電位取得手段により取得された接点電位が所定の設定電位（ V_{SET} ）以上である場合に、接点電位の変化の態様が正常時の態様と判定し、第 1 接点電位取得手段により取得された接点電位が所定の設定電位（ V_{SET} ）未満である場合に、接点電位の変化の態様が故障時の態様と判定することができる。

[0025] この場合にも、請求項 11 に記載したように、電気モータ（２）が車両のブレーキ装置においてブレーキ液圧を加圧する電動ポンプの駆動用として適用される場合には、ブレーキ装置を操作するためのブレーキ操作部材（５）の操作量を検出するブレーキ操作量検出手段と、ブレーキ操作量検出手段に

より検出された操作量が大きいほど、設定電位 (V_{SET}) を小さくするブレーキ操作量対電位設定手段と、を備えることにより、電気モータ (2) に掛かる負荷に応じた設定電位 (V_{SET}) を設定することができる。これにより、請求項 8 と同様の効果を得ることができる。

[0026] また、請求項 1 2 に記載したように、直流電源 (3) の電圧を検出する電源電圧検出手段と、電源電圧検出手段により検出された直流電源 (3) の電圧が小さいほど、設定電位 (V_{SET}) を小さくする電源電圧対電位設定手段と、を備えることにより、電気モータ (2) に印加される電圧に応じた設定電位 (V_{SET}) を設定することもできる。これにより、請求項 9 と同様の効果を得ることができる。

[0027] 同様に、上記各請求項に記載した発明に対して、請求項 1 3 にしたように、直流電源 (3) の電圧を検出する電源電圧検出手段と、電源電圧検出手段により検出された直流電源 (3) の電圧が小さいほど、第 1 しきい電位 (V_{th1}) を小さくする第 1 しきい電位設定手段と、を備えることにより、電気モータ (2) に印加される電圧に応じた第 1 しきい電位 (V_{th1}) を設定することもできる。これにより、請求項 9、1 2 と同様の効果を得ることができる。

[0028] なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

図面の簡単な説明

[0029] [図1] 本発明の第 1 実施形態にかかるモータ駆動装置およびモータ駆動装置 1 によって駆動される電動モータ 2 の駆動回路等の概略構成を示した図である。

[図2] 故障形態と接点電位 (モータ供給電圧や回生電圧) の関係を示したタイミングチャートである。

[図3] 電動モータ 2 をオンしたときのモータ電流の時間変化およびモータ供給電圧の時間変化を示したタイミングチャートである。

[図4] スイッチング素子 4 への指令信号とそれに対するモータ供給電圧の波形

を示したタイミングチャートである。

[図5]故障形態とモータ供給電圧の関係を示したタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

[0031] (第1実施形態)

本発明の第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態にかかるモータ駆動装置1およびモータ駆動装置1によって駆動される電動モータ2の駆動回路等の概略構成を示した図である。まず、この図を参照して、モータ駆動装置1および電動モータ2の駆動回路等について説明する。

[0032] モータ駆動装置1は、CPU、ROM、RAM、I/Oなどを備えた周知のマイクロコンピュータによって構成され、予め記憶されたプログラムにしたがって電動モータ2に対する直流電源3からの電力供給を制御することで、電動モータ2を所望回転数に制御するものである。例えば、電動モータ2は、ブレーキ液圧制御用の電動ポンプ（図示せず）の駆動用モータとして適用される。この場合、アンチスキッド制御が実行される場合には、電動モータ2の駆動に基づくポンプ動作によって対象車輪のホイールシリンダから排出されたブレーキ液をマスタシリンダ側に返流し、横滑り防止制御やトラクション制御等が実行される場合には、電動モータ2の駆動に基づくポンプ動作によってマスタシリンダ側からブレーキ液を圧送し、対象車輪のホイールシリンダを加圧する。

[0033] このモータ駆動装置1は、電動モータ2の電力供給経路に備えられたスイッチング素子4を制御することで、電動モータ2に対する電力供給を制御する。本実施形態の場合、電動モータ2のハイサイド側にスイッチング素子4を接続したハイサイド駆動の駆動回路とされており、電動モータ2のハイサイド側でスイッチング素子4を制御することにより、電動モータ2への電力供給を制御する。具体的には、スイッチング素子4に対して指令信号を出力

することにより、スイッチング素子 4 のオンオフを制御している。例えば、スイッチング素子 4 として、還流ダイオード 4 a が備えられた MOS トランジスタ 4 b を用いており、MOS トランジスタ 4 b のゲートに対して印加するゲート電圧を制御することにより、MOS トランジスタ 4 b をオンオフさせている。

[0034] また、モータ駆動装置 1 は、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 との間を接続している場所の電位（以下、接点電位という）をモニタしている。本実施形態の場合、電動モータ 2 をハイサイド駆動しているため、接点電位は、スイッチング素子 4 をオンしているときには電動モータ 2 に供給される電圧（以下、モータ供給電圧という）を表す。また、スイッチング素子 4 をオンからオフに切替えたときには、接点電位は、電動モータ 2 の回転数に応じた回生電圧を表す。このため、接点電位をモニタすることにより、スイッチング素子 4 をオンしているときにはモータ供給電圧をモニタでき、スイッチング素子 4 をオフからオンに切替えたときには回生電圧をモニタできる。そして、モータ駆動装置 1 は、接点電位のモニタ結果に基づいて、電動モータ 2 に対して所望の電圧が供給されているか等の判定を行うことで、電動モータ 2 やスイッチング素子 4 の故障判定を行っている。この故障判定の詳細については後述する。

[0035] また、モータ駆動装置 1 には、直流電源 3 の電圧（電源電圧）が入力されており、直流電源 3 の電圧レベルをモニタできるようになっている。さらに、モータ駆動装置 1 には、ブレーキペダルやブレーキレバーなどのブレーキ操作部材 5 の操作量を検出する操作量検出装置 6 の検出信号が入力されている。この操作量検出装置 6 の検出信号に基づき、モータ駆動装置 1 は、ブレーキ操作部材 5 の操作量もモニタできるようになっている。

[0036] 続いて、モータ駆動装置 1 による故障判定の詳細について説明する。本実施形態のモータ駆動装置 1 は、電動モータ 2 を駆動するタイミング、例えば上述したアンチスキッド制御や横滑り防止制御もしくはトラクション制御等を実行する際に指令信号を出力し、電動モータ 2 を駆動するが、それに先立

ち、例えばイグニッションスイッチをオンさせたときに行われるイニシャルチェックなどの際に、故障判定を行っている。まず、この故障判定の基本的な考え方について説明する。

[0037] 判定したい故障の形態としては、回転軸が固着するなどにより電動モータ2が故障した場合と、スイッチング素子4での電圧ドロップが大きくなって電動モータ2に対して所望の電力供給が行えなくなるというスイッチング素子4が故障した場合とがある。直流電源3の電圧が一定値であった場合に、スイッチング素子4をオンして電動モータ2に対して電力供給を行ったときのモータ供給電圧や電動モータ2をオンからオフに切替えたときの回生電圧の変化の形態が故障の形態に応じて異なってくる。これについて、図2を参照して説明する。

[0038] 図2は、故障形態と接点電位（モータ供給電圧や回生電圧）の関係を示したタイミングチャートである。図2中実線で示したように、スイッチング素子4をオンしている電力供給中、電動モータ2およびスイッチング素子4が故障していない場合には、電動モータ2に対して直流電源3の電圧からスイッチング素子4での通常の電圧ドロップが差し引かれた電圧がモータ供給電圧となり、接点電位として検出される。そして、スイッチング素子4をオフした直後に、電動モータ2の回転数に応じた回生電圧が接点電位として検出される。このときの回生電圧の変化の態様は、スイッチング素子4がオンしていたときに電動モータ2に印加されていた電圧値や電動モータ2への電圧印加の時間に応じたものとなる。

[0039] また、電動モータ2が故障している場合には、図2中破線で示したようにスイッチング素子4をオンしている電力供給中に電動モータ2に対して印加される電圧は電動モータ2が故障していないときと同じであるが、スイッチング素子4をオフした直後の回生電圧の変化の態様は、電動モータ2が故障していないときと異なる。具体的には、電動モータ2に回転軸の固着が発生したときには、電動モータ2の回転が妨げられるため、スイッチング素子4をオフしたと同時に回生電圧が急激に低下する。このときの回生電圧の低下

の速さは、電動モータ 2 が故障していないときと比較して速くなる。したがって、スイッチング素子 4 をオフした後の接点電位の変化の態様、つまり接点電位の低下の仕方に基づいて、電動モータ 2 が故障しているか否かを判定することができる。

[0040] さらに、スイッチング素子 4 が故障している場合には、図 2 中一点鎖線で示したように、電動モータ 2 が故障していないときと比較して、スイッチング素子 4 をオンしている電力供給中に電動モータ 2 に対して印加される電圧が小さくなる。つまり、スイッチング素子 4 での電圧ドロップが大きくなるため、その分、モータ供給電圧が低下する。また、スイッチング素子 4 をオフした直後の回生電圧の変化の態様についても、スイッチング素子 4 が故障していない場合と比較して異なったものとなる。すなわち、スイッチング素子 4 をオンしている電力供給中のモータ供給電圧がスイッチング素子 4 の故障の有無によって異なっているため、電動モータ 2 の回転数もスイッチング素子 4 の故障の有無に応じて異なってくる。このため、回生電圧もスイッチング素子 4 の故障の有無に応じて異なった値となり、スイッチング素子 4 が故障している場合には、スイッチング素子 4 が故障していない場合と比較して、早く接点電位が低い値となる。このとき、電動モータ 2 が故障している訳ではないため、電動モータ 2 の回転数の低下は緩やかであり、回生電圧も比較的緩やかに低下していく。したがって、スイッチング素子 4 をオンしているときの接点電位の高低や、スイッチング素子 4 をオフした後の接点電位の変化の態様、つまり接点電位の低下の仕方に基づいて、スイッチング素子 4 が故障しているか否かを判定することができる。

[0041] 上記のような基本的な考え方に基づいて、本実施形態のモータ駆動装置 1 では電動モータ 2 の故障やスイッチング素子 4 の故障を判定することができる。

[0042] ただし、電動モータ 2 をオフからオンに切替えた瞬間には、突入電流の発生により、電動モータ 2 に供給される電流（モータ電流）が所定期間（例えば数百 ms）大きな値となるため、スイッチング素子 4 での電圧ドロップも

大きくなる。この様子は、図 3（a）、（b）に示すモータ電流の時間変化およびモータ供給電圧の時間変化のタイミングチャートのように表される。このため、突入電流が発生している期間中には、モータ供給電圧が小さな値として検出されてしまい、スイッチング素子 4 が故障していると誤判定されてしまう可能性がある。したがって、突入電流が発生している期間中は接点電位に基づいてスイッチング素子 4 が故障していると判定してしまわないようにし、その後の定常状態に移行してからの接点電位に基づいて故障判定を行うことが必要になる。

[0043] しかしながら、突入電流が発生している期間を避けてモータ供給電圧が定常状態になるまで待機していると、故障判定に時間が掛かってしまうし、故障判定の際に電動モータ 2 に対して電力供給を行う時間が増えることになる。この場合、電動モータ 2 を本来の制御実行の為に回転させるのではなく、故障判定の為に回転させることになるため、電動モータ 2 の作動音や振動を長時間発生させることとなり、商品性を低下させてしまう。このため、故障判定に必要な時間や故障判定のために電動モータ 2 を駆動する時間は、できる限り短い方が好ましい。

[0044] 一方、故障判定をすべて完了する前に電動モータ 2 もスイッチング素子 4 も共に故障していないことを判定できるのであれば、故障判定を途中で終了した方がすべて行う場合と比較して、故障判定に掛かる時間の短縮、故障判定のための電動モータ 2 の駆動時間の短縮を図ることが可能となる。したがって、本実施形態では、以下のようにして故障判定を行っている。これについて、図 4 を参照して説明する。

[0045] 図 4 は、スイッチング素子 4 への指令信号とそれに対する接点電位の波形を示したタイミングチャートである。具体的には、図 4（a）がスイッチング素子 4 への指令信号を示した波形、図 4（b）が電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が共に正常の場合の接点電位の波形、図 4（c）がスイッチング素子 4 が故障した場合の接点電位の波形、図 4（d）が電動モータ 2 が故障した場合の接点電位の波形を示している。

[0046] まず、モータ駆動装置 1 にて時点 t_a にスイッチング素子 4 をオンし、その後、スイッチング素子 4 を第 1 所定時間 T_1 だけオンさせる指令信号を出力する。このときのスイッチング素子 4 をオンさせる第 1 所定時間 T_1 は、突入電流の発生期間であるか否かに関係なく設定され、その時間 T_1 中は電動モータ 2 への電力供給が継続される。その後、モータ駆動装置 1 にて、スイッチング素子 4 をオンからオフに切替える。そして、モータ駆動装置 1 では、スイッチング素子 4 をオフに切替えたときからの接点電位を取得し、接点電位（回生電圧）の変化の態様を確認する。つまり、接点電位の変化の態様が、電動モータ 2 もスイッチング素子 4 も正常である場合に想定される態様であるか、それとも電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれかが故障している場合に想定される態様であるかを判定する。

[0047] 具体的には、スイッチング素子 4 をオフしてから接点電位が第 2 しきい電位 V_{th2} 以下になるまでに掛かった時間を計時時間 T として計測し、この計時時間 T がしきい時間 T_{th} 以上であれば、接点電位の変化の態様が電動モータ 2 もスイッチング素子 4 も正常である場合に想定される態様であると判定する。逆に、計時時間 T がしきい時間 T_{th} 未満であれば、接点電位の変化の態様が電動モータ 2 もスイッチング素子 4 も正常である場合に想定される態様でないと判定する。しきい時間 T_{th} は、図 2 中に示したように、電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が故障していない正常時に想定されるとき計時時間 t_1 よりも短く、かつ、スイッチング素子 4 が故障していると想定されるとき計時時間 t_2 よりも長く設定されている。このため、計時時間 T がしきい時間 T_{th} 以上であるか否かを判定することにより、電動モータ 2 もスイッチング素子 4 も正常である場合であるか、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれかが故障している場合であるかを判定できる。

[0048] そして、モータ駆動装置 1 は、接点電位の変化の態様が電動モータ 2 もスイッチング素子 4 も正常である場合に想定される態様、すなわち電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常で故障は発生していないと判定すると、

その時点で故障判定の処理を終了する。この場合、スイッチング素子 4 への指令信号が図 4 (a) 中破線で示したように、スイッチング素子 4 をオフさせるという信号となり、故障判定の処理が終了となる。なお、この場合には、それ以降スイッチング素子 4 がオンされないため、図 4 (b) 中の実線で示したように接点電位がゼロになるが、この後の故障判定が続けられた場合との比較を容易にするために、図中破線にて故障判定を続けたとした場合の接点電位の波形を示してある。

[0049] 一方、接点電位の変化の態様が電動モータ 2 もスイッチング素子 4 も正常である場合に想定される態様でない場合（計時時間 $T < \text{しきい時間 } T_{th}$ ）には、この後も故障判定を継続する。具体的には、時点 t_b においてスイッチング素子 4 をオンし、第 1 所定時間 T_1 だけ経過した後にスイッチング素子 4 をオフし、そのときの接点電位の変化の態様を確認するという処理をもう一度繰り返して行う。そして、この処理を 2 回連続行っても接点電位の変化の態様が電動モータ 2 もスイッチング素子 4 も正常である場合に想定される態様でなければ、この後、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障しているかを特定するための処理を行う。

[0050] すなわち、モータ駆動装置 1 にて時点 t_c にスイッチング素子 4 をオンし、その後、スイッチング素子 4 を第 2 所定時間 T_2 だけオンさせる指令信号を出力する。このときのスイッチング素子 4 をオンさせる第 2 所定時間 T_2 は、第 1 所定時間 T_1 よりも長く、かつ、突入電流の発生期間よりも長い時間に設定され、その時間 T_2 中は電動モータ 2 への電力供給が継続される。その後、モータ駆動装置 1 にて、スイッチング素子 4 をオンからオフに切替える。そして、モータ駆動装置 1 では、スイッチング素子 4 をオフに切替えたときからの接点電位を取得し、接点電位の大きさに基づいて、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障しているかを特定する。

[0051] 具体的には、モータ駆動装置 1 は、接点電位が第 1 しきい電位 V_{th1} を超えていれば電動モータ 2 の故障と判定し、接点電位が第 1 しきい電圧 V_{th} を超えていなければスイッチング素子 4 の故障と判定する。上述したよう

に、電動モータ 2 が故障しているときには、電動モータ 2 に対して印加されるモータ供給電圧は正常時と同様の電圧となるが、スイッチング素子 4 が故障しているときにはスイッチング素子 4 での電圧ドロップが大きくなるため、モータ供給電圧は正常時よりも低い電圧となる。このため、図 2 中に示したように、正常時に想定されるモータ供給電圧よりも低く、かつ、スイッチング素子 4 が故障している時に想定されるモータ供給電圧よりも高い値を第 1 しきい電圧 V_{th1} として、接点電位が第 1 しきい電圧 V_{th1} を超えているか否かに基づいて、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障しているかを判定することができる。

[0052] 以上説明したように、本実施形態のモータ駆動装置 1 では、まず第 1 所定時間 T_1 という短時間だけスイッチング素子 4 をオンしたのちオフし、オフしたときの接点電位の変化の態様に基づいて電動モータ 2 もしくはスイッチング素子 4 が故障しているか否かを判定している。次に、第 2 所定時間 T_2 という第 1 所定時間 T_1 よりも長い時間スイッチング素子 4 をオンし、そのときの接点電位の大きさに基づいて電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障しているかを特定している。これにより、モータ駆動装置 1 により、電動モータ 2 の故障に加えてスイッチング素子 4 の故障も検出することが可能となる。

[0053] また、第 1 所定時間 T_1 だけスイッチング素子 4 をオンしたのちオフしたときの接点電位の変化の態様に基づいて電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれも故障していない場合に、その後の故障判定を行わないようにしている。このため、正常時には、故障判定に掛かる時間を短縮することが可能となり、電動モータ 2 の作動音や振動を長時間発生させずに済み、商品性を低下させないで済む。

[0054] (第 2 実施形態)

本発明の第 2 実施形態について説明する。本実施形態のモータ駆動装置 1 は、第 1 実施形態に対してしきい時間 T_{th} を可変にしたものであり、その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分に

ついでのみ説明する。

[0055] 上述したように、しきい時間 T_{th} は、スイッチング素子 4 をオフしてから接点電位（回生電圧）が第 2 しきい電位 V_{th2} 以下になるまでに掛かった計時時間 T と比較される値である。上記第 1 実施形態では、イニシャルチェック時にスイッチング素子 4 をオンさせ、そのときの接点電位を第 1 しきい電圧 V_{th1} と比較することで、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障しているかを判定している。イニシャルチェック時には、基本的にはブレーキ操作が行なわれていないと想定されるため、容易に故障判定を行うことが可能となる。しかしながら、イニシャルチェック時にブレーキ操作が行なわれている可能性もある。また、ブレーキ制御時には、電動モータ 2 に対してモータ供給電圧を間欠的に印加するという間欠駆動を行うことになり、検出された接点電位がスイッチング素子 4 をオンさせているときのものであるか否かを判定するのが難しいため、基本的には、ブレーキ制御を実行していないときに故障判定を行うことが望ましい。しかしながら、イニシャルチェック時以降に電動モータ 2 やスイッチング素子 4 が故障する事もあり得るため、ブレーキ制御時に電動モータ 2 を駆動するときに故障判定を行うことも考えられる。

[0056] したがって、本実施形態では、ブレーキ操作部材 5 の操作量に対応した故障判定を行うことで、電動モータ 2 に掛かる負荷に応じて電力供給停止時の接点電位の変化の態様が変わっても、正確な故障判定が行えるようにする。

[0057] 具体的には、ブレーキ操作に基づくブレーキ液圧が電動ポンプに掛かることから、電動モータ 2 の負荷が大きくなり、その負荷の大きさに応じて電力供給停止時の接点電位の変化の態様が変わってくる。このため、モータ駆動装置 1 は、操作量検出装置 6 からブレーキ操作部材 5 の操作量を示す検出信号を受け取り、その検出信号に基づいてブレーキ操作部材 5 の操作量をモニタし、故障判定時に、そのときのブレーキ操作部材 5 の操作量に応じてしきい時間 T_{th} を可変させる。すなわち、電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が故障していなかったとしても、電動モータ 2 に掛かる負荷が大きくな

ればなるほど、スイッチング素子 4 をオフしてから接点電位が第 2 しきい電位 V_{th2} 以下になるまでに掛かる計時時間 T は小さくなる。したがって、ブレーキ操作部材 5 の操作量が大きくなるほど、しきい時間 T_{th} が小さくなるようにする。

[0058] このようにすれば、ブレーキ操作部材 5 の操作に基づいて電動モータ 2 に掛かる負荷が増大しても、それに対応してしきい時間 T_{th} を可変させられるため、正確な故障判定を行うことが可能となる。

[0059] (第 3 実施形態)

本発明の第 3 実施形態について説明する。本実施形態のモータ駆動装置 1 も、第 1 実施形態に対してしきい時間 T_{th} を可変にしたものであり、その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

[0060] 上述したように、しきい時間 T_{th} は、スイッチング素子 4 をオフしてから接点電位が第 2 しきい電位 V_{th2} 以下になるまでに掛かった計時時間 T と比較される値である。第 1 実施形態のしきい時間 T_{th} は、図 2 中に示したように、電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が故障していない正常時に想定されるときの計時時間 t_1 よりも短く、かつ、スイッチング素子 4 が故障していると想定されるときの計時時間 t_2 よりも長く設定されている。これは、直流電源 3 の電圧レベルが一定値（例えば 12 V）である場合を想定して設定してある。

[0061] しかしながら、直流電源 3 の電圧レベルは変化することがあり、その場合には、スイッチング素子 4 をオンしたときに電動モータ 2 に対して印加される電圧が変化することになる。このため、直流電源 3 の電圧レベルに応じてモータ供給電圧も変動し、スイッチング素子 4 をオフしてから接点電位が第 2 しきい電位 V_{th2} 以下になるまでに掛かる時間よりも変動する。

[0062] したがって、本実施形態では、直流電源 3 の電圧レベルに対応した故障判定を行うことで、電動モータ 2 への供給電圧に応じて電力供給停止時の接点電位の変化の態様が変わっても、正確な故障判定が行えるようにする。

[0063] 具体的には、モータ駆動装置 1 は、直流電源 3 の電圧をモニタし、故障判定時に、そのときの直流電源 3 の電圧に基づいてしきい時間 T_{th} を可変させる。すなわち、電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が故障していなかったとしても、電動モータ 2 に印加される電圧が小さくなればなるほど、スイッチング素子 4 をオフしてから接点電位が第 2 しきい電位 V_{th2} 以下になるまでに掛かる計時時間 T は小さくなる。このため、直流電源 3 の電圧が小さくなるほど、しきい時間 T_{th} が小さくなるようにする。

[0064] このようにすれば、直流電源 3 の電圧レベルの変動に応じて電動モータ 2 に印加される電圧が変動しても、それに対応してしきい時間 T_{th} を可変させられるため、正確な故障判定を行うことが可能となる。

[0065] (第 4 実施形態)

本発明の第 4 実施形態について説明する。本実施形態のモータ駆動装置 1 は、第 1 実施形態に対して電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常であるか、もしくはこれらのいずれかが故障しているかを判定する手法を変更したものである。その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

[0066] 本実施形態も、上記第 1 ～ 第 3 実施形態と同様、スイッチング素子 4 を第 1 所定時間 T_1 だけオンした後当該スイッチング素子 4 をオフして、その後の接点電位の変化の態様に依じて電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常であるか、もしくはこれらのいずれかが故障しているかの判定を行う。ただし、本実施形態では、第 1 ～ 第 3 実施形態と異なる判定手法を用いている。これについて、図 5 を参照して説明する。

[0067] 図 5 は、故障形態と接点電位（モータ供給電圧や回生電圧）の関係を示したタイミングチャートである。この図に示されるように、電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常であるか、もしくはこれらのいずれかが故障しているかに依じて、接点電位の変化の態様が異なってくる。電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常である場合と比較すると、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれかが故障している場合には、接点電位がより低い

値となる。

[0068] このため、本実施形態では、モータ駆動装置 1 にて、スイッチング素子 4 を第 1 所定時間 T_1 だけオンさせてからオフしたときに、オフしてから予め決めておいた設定時間 T_{SET} が経過したときの接点電位を取得し、その接点電位の大きさに基づいて、電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常であるか、もしくはこれらのいずれかが故障しているかを判定する。具体的には、そのときの接点電位が予め決めておいた設定電位 V_{SET} 以上であれば、電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常であると判定し、設定電位 V_{SET} 未満であれば、電動モータ 2 もしくはスイッチング素子 4 が故障していると判定する。

[0069] 以上のように、スイッチング素子 4 をオフしてから設定時間 T_{SET} が経過したときの接点電位の大きさに基づいて、電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常であるか、もしくはこれらのいずれかが故障しているかを判定することができる。そして、上記手法によって電動モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常であるか、もしくはこれらのいずれかが故障しているかを判定したのち、正常であればその後は故障判定を終了し、故障していればその後に第 2 所定時間 T_2 だけスイッチング素子 4 を行うことで、故障したのが電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれであるかの特定を行うことができる。このような判定手法によっても、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0070] なお、本実施形態でも、上記第 2 実施形態で説明したように、ブレーキ操作部材 5 の操作量に基づいて設定電位 V_{SET} を可変にすることもできる。すなわち、ブレーキ操作部材 5 の操作量に応じて電動モータ 2 に掛かる負荷が変化するため、その負荷の大きさに応じて電力供給停止時の接点電位の変化の態様が変わってくる。このため、モータ駆動装置 1 は、操作量検出装置 6 からブレーキ操作部材 5 の操作量を示す検出信号を受け取り、その検出信号に基づいてブレーキ操作部材 5 の操作量をモニタし、故障判定時に、そのときのブレーキ操作部材 5 の操作量に応じて設定電位 V_{SET} を可変とする。具体的には

、ブレーキ操作部材 5 の操作量が大きいほど設定電位 V_{SET} を小さくする。このようにすれば、ブレーキ操作部材 5 の操作に基づいて電動モータ 2 に掛かる負荷が増大しても、それに対応して設定電位 V_{SET} を可変させられるため、正確な故障判定を行うことが可能となる。

[0071] また、上記第 3 実施形態で説明したように、直流電源 3 の電圧に基づいて設定電位 V_{SET} を可変にすることもできる。すなわち、直流電源 3 の電圧レベルに応じてモータ供給電圧が変動する。このため、モータ駆動装置 1 は、直流電源 3 の電圧をモニタし、故障判定時に、そのときの直流電源 3 の電圧に基づいて設定電位 V_{SET} を可変とする。このようにすれば、直流電源 3 の電圧レベルの変動に応じて電動モータ 2 に印加される電圧が変動しても、それに対応して設定電位 V_{SET} を可変させられるため、正確な故障判定を行うことが可能となる。

[0072] (他の実施形態)

上記第 1 ～ 第 4 実施形態では、スイッチング素子 4 を第 1 所定時間 T_1 だけオンさせた後に当該スイッチング素子 4 をオンからオフに切替えて、その後の接点電位（回生電圧）を取得する一連の処理を 2 回だけ繰り返し実行するようにした。しかしながら、上記一連の処理を、1 回だけ実行するようにしても良いし、3 回以上繰り返し実行するようにしても良い。上記一連の処理を 1 回だけ実行するようにすれば、故障判定をシンプルな処理で実現することができる。また、上記一連の処理を繰り返し実行する回数を多くするほど、電気モータ 2 およびスイッチング素子 4 のいずれかが故障しているか否かを正確に判定することができる。

[0073] 上述の如く一連の処理を複数回実行する場合には、各階の第 1 所定時間 T_1 を互いに異ならせることが好ましい。異なる条件で取得した複数の回生電圧に基づいて、電気モータ 2 およびスイッチング素子 4 のいずれかが故障しているかを判定することにより、その判定精度を一層高めることができる。

[0074] この場合、特に、先に実行する処理の第 1 所定時間 T_1 ほど短くすることが好ましい。先の処理において電気モータ 2 およびスイッチング素子 4 が故

障していないことが判定されると、その後の処理は実行されないことから、電気モータ 2 の駆動時間を短くすることができる。すなわち、故障判定の判定精度を高めつつ、電気モータ 2 の作動音や振動の発生時間を短縮することができる。

[0075] また、この場合、各回の回生電圧の変化態様は、第 1 所定時間 T_1 すなわち電気モータ 2 への電力供給時間により異なるため、各回で取得した回線電圧を評価するためのしきい値（しきい時間 T_{th} 、設定電圧 V_{SET} ）は、各回の第 1 所定時間 T_1 に応じたものにすることが好ましい。これにより、電気モータ 2 およびスイッチング素子 4 のいずれかが故障しているか否かをより一層正確に判定することができる。

[0076] 上記第 3 実施形態では、直流電源 3 の電圧に基づいてしきい時間 T_{th} を可変にしており、上記第 4 実施形態では、直流電源 3 の電圧に基づいて設定電位 V_{SET} を可変としている。これらと同様に、上記各実施形態について、直流電源 3 の電圧に基づいて第 1 しきい電位 V_{th1} を可変にすることもできる。第 1 しきい電位 V_{th1} は、電動モータ 2 もしくはスイッチング素子 4 が故障していたと判定されたときに、いずれが故障しているかを特定するために、接点電位と比較される値である。このときの接点電位は、回生電圧ではなく、スイッチング素子 4 をオンしているときのモータ供給電圧である。このモータ供給電圧も、直流電源 3 の電圧レベルに応じて変動するため、それに応じて第 1 しきい電位 V_{th1} も可変にするのが好ましい。このため、直流電源 3 の電圧が小さくなるほど第 1 しきい電位 V_{th1} も小さくなるようにすることで、より正確に電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障しているかを特定することが可能となる。

[0077] また、上記各実施形態では、スイッチング素子 4 として MOS トランジスタ 4 b を例に挙げて説明したが、MOS トランジスタ 4 b に限らず、他の素子（例えば IGBT やリレーなど）を用いることもできる。

[0078] さらに、上記実施形態では、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 が故障しているか否かを判定した後に、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれ

が故障しているかを特定する判定を行うようにしている。しかしながら、これらは単なる一例を示したに過ぎず、これらの順序を逆にしても良い。すなわち、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障している可能性があるかを特定しておいた後、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 が故障しているか否かを判定するという故障判定手法であっても良い。また、この場合、スイッチング素子 4 の 1 度オンしたときに、同時に、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障している可能性があるかの特定のための判定と、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 が故障しているか否かの判定を行っても良い。すなわち、第 2 所定時間 T_2 だけスイッチング素子 4 をオンしているときの接点電位に基づき電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障している可能性があるかの特定のための判定を行なっておき、その後、スイッチング素子 4 をオフしたときの接点電位の変化の態様に基づいて、電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれが故障しているかの特定のための判定を行うこともできる。

[0079] なお、上記各実施形態に記載されたモータ駆動装置 1 では、予め記憶されたプログラムによって各機能を実現する手段が実現されている。すなわち、モータ駆動装置 1 のうち、スイッチング素子 4 を第 1 所定時間 T_1 だけオンさせる指令信号を出力する手段が第 1 電力供給制御手段に相当する。スイッチング素子 4 を第 1 所定時間 T_1 だけオンしたのちオフに切替えたときからの接点電位を取得する手段が第 1 接点電位取得手段に相当する。スイッチング素子 4 を第 2 所定時間 T_2 だけオンさせる指令信号を出力する手段が第 2 電力供給制御手段に相当する。スイッチング素子 4 を第 2 所定時間 T_2 だけオンしたのちオフに切替えたときからの接点電位を取得する手段が第 2 接点電位取得手段に相当する。電気モータ 2 への電力供給停止に伴う接点電位の変化の態様が、電気モータ 2 およびスイッチング素子 4 が正常時の態様か、電気モータ 2 もしくはスイッチング素子 4 が故障時の態様であるかを判定する手段が第 1 判定手段に相当する。第 2 接点電位取得手段により取得された接点電位が第 1 しきい電位 V_{th1} 以上であるか否かを判定する手段が第 2

判定手段に相当する。第 1、第 2 判定手段の結果に基づいて故障しているのが電動モータ 2 とスイッチング素子 4 のいずれであるかを特定する手段が故障特定手段に相当する。ブレーキ操作部材 5 の操作量が大きいほど、しきい時間 T_{th} を小さくする手段がブレーキ操作量対しきい時間設定手段に相当する。直流電源 3 の電圧が小さいほど、しきい時間 T_{th} を小さくする手段が電源電圧対しきい時間設定手段に相当する。ブレーキ操作部材 5 の操作量が大きいほど、設定電位 V_{SET} を小さくする手段がブレーキ操作量対電位設定手段に相当する。直流電源 3 の電圧が小さいほど、設定電位 V_{SET} を小さくする手段が電源電圧対電位設定手段に相当する。

符号の説明

- [0080] 1…モータ駆動装置、2…モータ、3…直流電源、4…スイッチング素子、5…ブレーキ操作部材、6…操作量検出装置

請求の範囲

[請求項1]

電気モータ（２）に電力を供給する直流電源（３）と、前記電気モータ（２）と前記直流電源（３）との間の電力供給経路をオンオフするスイッチング素子（４）とを備える電気モータ（２）の駆動回路に適用され、前記スイッチング素子（４）により前記電気モータ（２）への電力供給を制御するモータ駆動装置において、

前記スイッチング素子（４）をオンからオフに切替えたときの前記電気モータ（２）への電力供給終了に伴って変化する前記電気モータ（２）と前記スイッチング素子（４）との間の接点電位を取得する第１接点電位取得手段と、

前記スイッチング素子（４）にオンしているときの前記電気モータ（２）への電力供給中の前記接点電位を取得する第２接点電位取得手段と、

前記第１接点電位取得手段により取得された前記接点電位に基づいて、前記電気モータ（２）への電力供給停止に伴う前記接点電位の変化の態様が、前記電気モータ（２）および前記スイッチング素子（４）が正常時の態様か、前記電気モータ（２）もしくは前記スイッチング素子（４）が故障時の態様であるかを判定する第１判定手段と、

前記第２接点電位取得手段により取得された前記接点電位が、所定の第１しきい電位（ V_{th1} ）以上であるか否かを判定する第２判定手段と、

前記第１判定手段にて前記接点電位の変化の態様が前記正常時の態様であると判定されると前記電気モータ（２）および前記スイッチング素子（４）が正常であるとし、前記第１判定手段にて前記接点電位の変化の態様が前記故障時の態様であると判定され、かつ、前記第２判定手段にて前記接点電位が所定の第１しきい電位（ V_{th1} ）以上と判定されれば前記電気モータ（２）の故障と特定し、前記第１判定手段にて前記接点電位の変化の態様が前記故障時の態様であると判定

され、かつ、前記第 2 判定手段にて、前記接点電位が所定の第 1 しきい電位 (V_{th1}) 未満と判定されれば前記スイッチング素子 (4) の故障と特定する故障特定手段と、を備えていることを特徴とするモータ駆動装置。

[請求項2] 前記第 2 接点電位取得手段は、前記第 2 電力供給制御手段による前記電気モータ (2) への電力供給が行なわれてから、前記突入電流の発生期間経過後の前記接点電位を取得することを特徴とする請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

[請求項3] 前記スイッチング素子 (4) を第 1 所定時間 (T_1) だけオンして前記電気モータ (2) に対して電力供給を行う第 1 電力供給制御手段と、

前記スイッチング素子 (4) をオンしたときに発生する突入電流の発生期間よりも長い第 2 所定時間 (T_2) だけオンして前記電気モータ (2) に対して電力供給を行う第 2 電力供給制御手段とを備え、

前記第 1 接点電位取得手段は、前記第 1 電力供給制御手段による前記電気モータ (2) への電力供給終了に伴い変化する前記接点電位を取得し、

前記第 2 接点電位取得手段は、前記第 2 電力供給制御手段による前記電気モータ (2) への電力供給が開始されてから、前記突入電流の発生期間経過後の前記接点電位を取得し、

前記第 1 電力供給制御手段による前記電力供給および前記第 1 接点電位取得手段による前記接点電位の取得を、前記第 2 電力供給制御手段による前記電力供給および前記第 2 接点電位取得手段による前記接点電位の取得よりも先に行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のモータ駆動装置。

[請求項4] 前記第 2 電力供給制御手段による前記電力供給および前記第 2 接点電位取得手段による前記接点電位の取得は、前記第 1 判定手段にて前記接点電位の変化の態様が前記故障時の態様であると判定されたとき

にのみ行なわれ、前記第 1 判定手段にて前記接点電位の変化の態様が前記正常時の態様であると判定されたときには行なわれないことを特徴とする請求項 3 に記載のモータ駆動装置。

[請求項5] 前記第 2 電力供給手段による前記電力供給および前記第 2 接点電位取得手段による前記接点電位の取得を行うよりも先に、前記第 1 電力供給制御手段による前記電力供給および前記第 1 接点電位取得手段による前記接点電位の取得を、複数回行うことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のモータ駆動装置。

[請求項6] 前記複数回にわたる前記第 1 電力供給制御手段による前記電力供給および前記第 1 接点電位取得手段による前記接点電位の取得において、先に行う電力供給ほど同電力供給の前記第 1 所定時間が短く、

前記第 1 電力供給制御手段による次の前記電力供給は、前記第 1 判定手段にて前記第 1 接点電位取得により先に取得された前記接点電位に基づく前記接点電位の態様が故障時の態様と判定されたときのみに行われ、前記先に取得された前記接点電位に基づく前記接点電位の変化の態様が正常時の態様と判定されたときは行われないことを特徴とする請求項 5 に記載のモータ駆動装置。

[請求項7] 前記第 1 判定手段は、前記第 1 接点電位取得手段にて取得される前記接点電位が所定の第 2 しきい電位 (V_{th2}) 以下になったか否かを判定すると共に、前記電気モータ (2) への電力供給が終了した時点から当該接点電位が前記第 2 しきい電位 (V_{th2}) 以下になったことが判定される時点までの時間を経時時間 (T) として、該計時時間 (T) が所定のしきい時間 (T_{th}) 以上である場合に、前記接点電位の変化の態様が前記正常時の態様と判定し、該計時時間 (T) が前記しきい時間 (T_{th}) 未満である場合に、前記接点電位の変化の態様が前記故障時の態様と判定することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載のモータ駆動装置。

[請求項8] 前記電気モータ (2) は、車両のブレーキ装置においてブレーキ液

圧を加圧する電動ポンプを駆動するものであり、

前記ブレーキ装置を操作するためのブレーキ操作部材（５）の操作量を検出するブレーキ操作量検出手段と、

前記ブレーキ操作量検出手段により検出された操作量が大きいほど、前記しきい時間（ T_{th} ）を小さくするブレーキ操作量対しきい時間設定手段と、を備えていることを特徴とする請求項７に記載のモータ駆動装置。

[請求項9] 前記直流電源（３）の電圧を検出する電源電圧検出手段と、

前記電源電圧検出手段により検出された前記直流電源（３）の電圧が小さいほど、前記しきい時間（ T_{th} ）を小さくする電源電圧対しきい時間設定手段と、を備えていることを特徴とする請求項７または８に記載のモータ駆動装置。

[請求項10] 前記第１接点電位取得手段は、前記電気モータ（２）への電力供給が終了した時点から所定の設定時間（ T_{SET} ）が経過した時点の前記接点電位を取得し、

前記第１判定手段は、前記第１接点電位取得手段により取得された前記接点電位が所定の設定電位（ V_{SET} ）以上である場合に、前記接点電位の変化の態様が前記正常時の態様と判定し、前記第１接点電位取得手段により取得された前記接点電位が所定の設定電位（ V_{SET} ）未満である場合に、前記接点電位の変化の態様が前記故障時の態様と判定することを特徴とする請求項１ないし６のいずれか１つに記載のモータ駆動回路。

[請求項11] 前記電気モータ（２）は、車両のブレーキ装置においてブレーキ液圧を加圧する電動ポンプを駆動するものであり、

前記ブレーキ装置を操作するためのブレーキ操作部材（５）の操作量を検出するブレーキ操作量検出手段と、

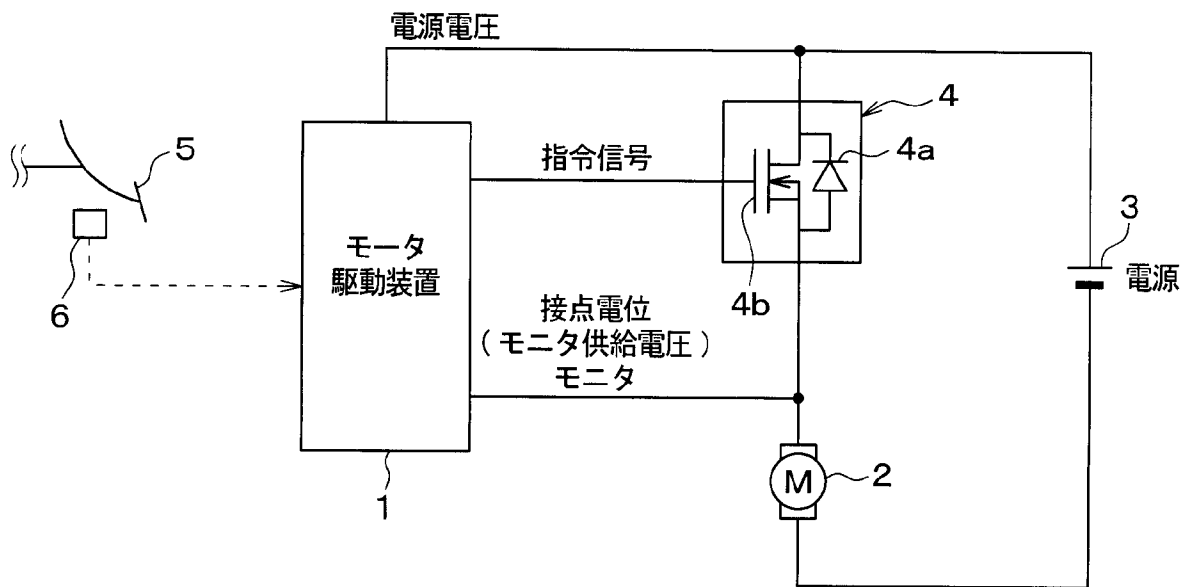
前記ブレーキ操作量検出手段により検出された操作量が大きいほど、前記設定電位（ V_{SET} ）を小さくするブレーキ操作量対電位設定手段

と、を備えていることを特徴とする請求項 10 に記載のモータ駆動装置。

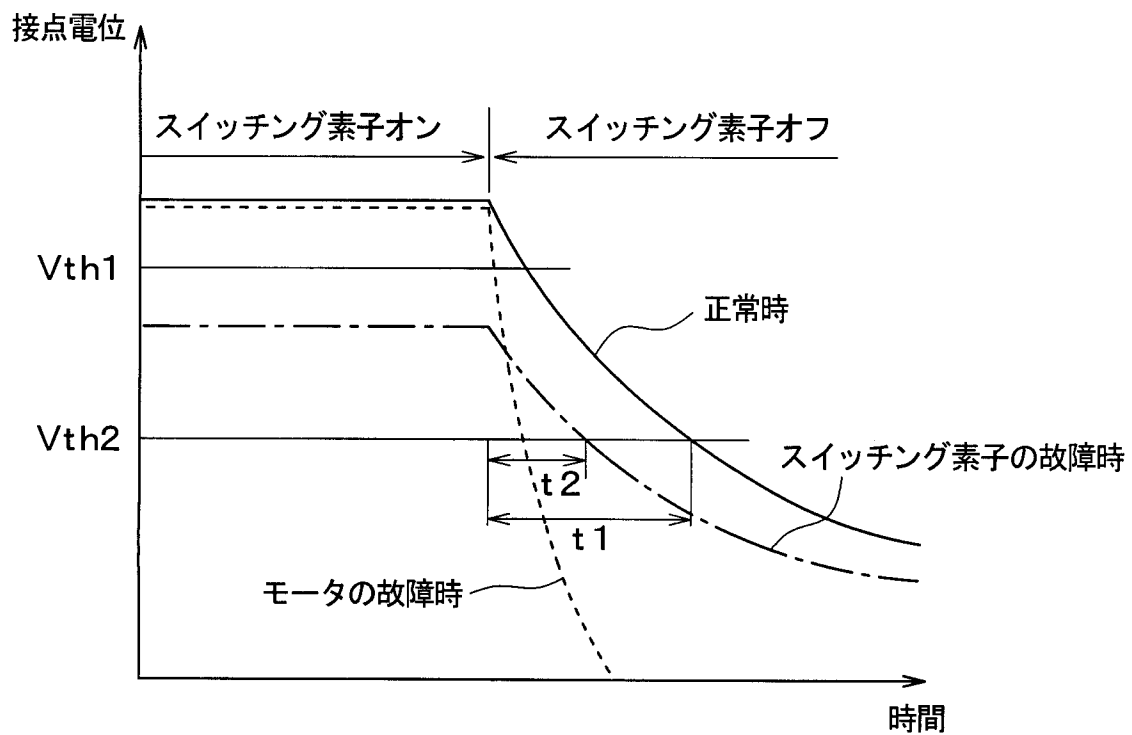
[請求項12] 前記直流電源（3）の電圧を検出する電源電圧検出手段と、
前記電源電圧検出手段により検出された前記直流電源（3）の電圧が小さいほど、前記設定電位（ V_{SET} ）を小さくする電源電圧対電位設定手段と、を備えていることを特徴とする請求項 10 または 11 に記載のモータ駆動装置。

[請求項13] 前記直流電源（3）の電圧を検出する電源電圧検出手段と、
前記電源電圧検出手段により検出された前記直流電源（3）の電圧が小さいほど、前記第 1 しきい電位（ V_{th1} ）を小さくする第 1 しきい電位設定手段と、を備えていることを特徴とする請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 つに記載のモータ駆動装置。

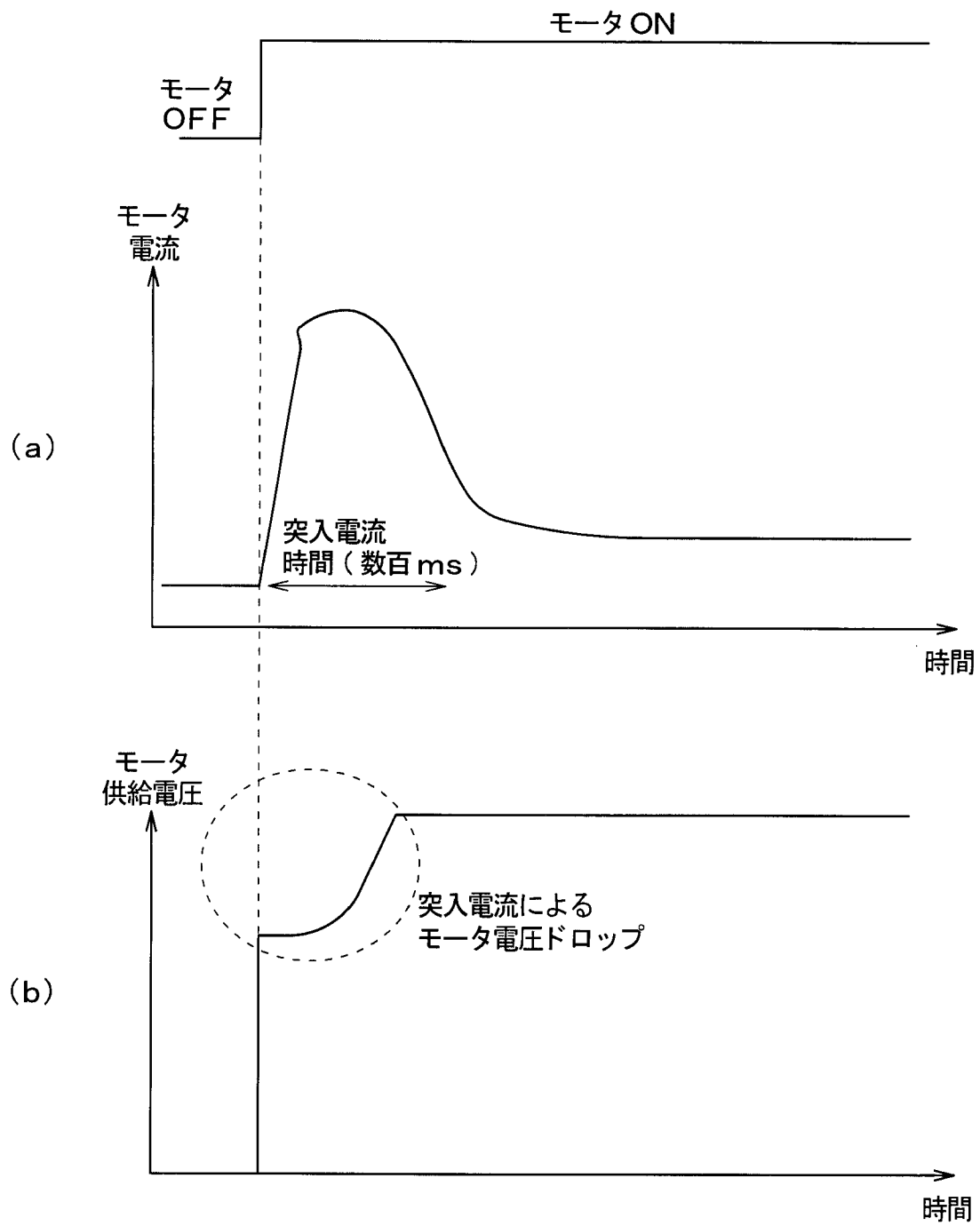
[図1]



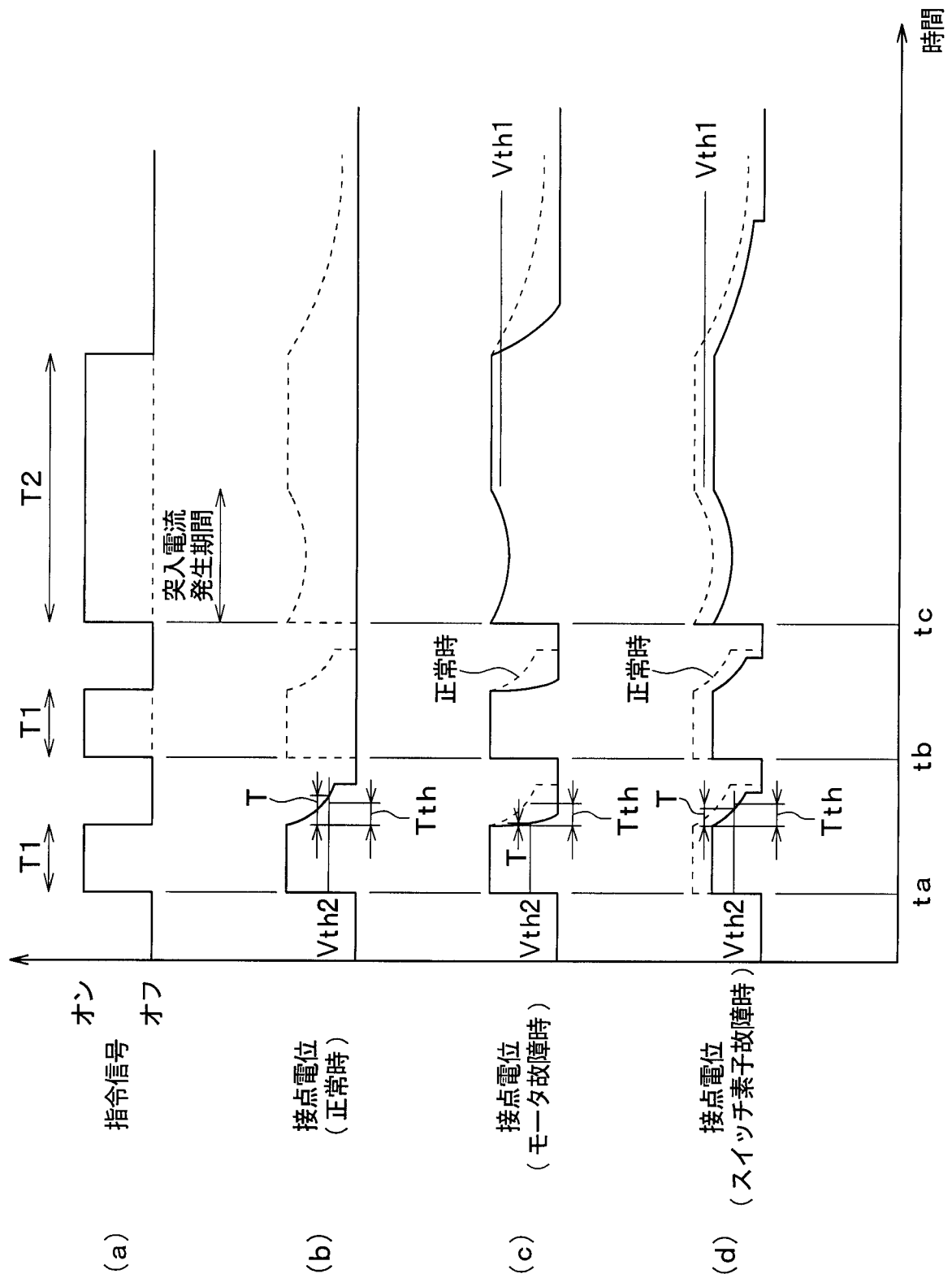
[図2]



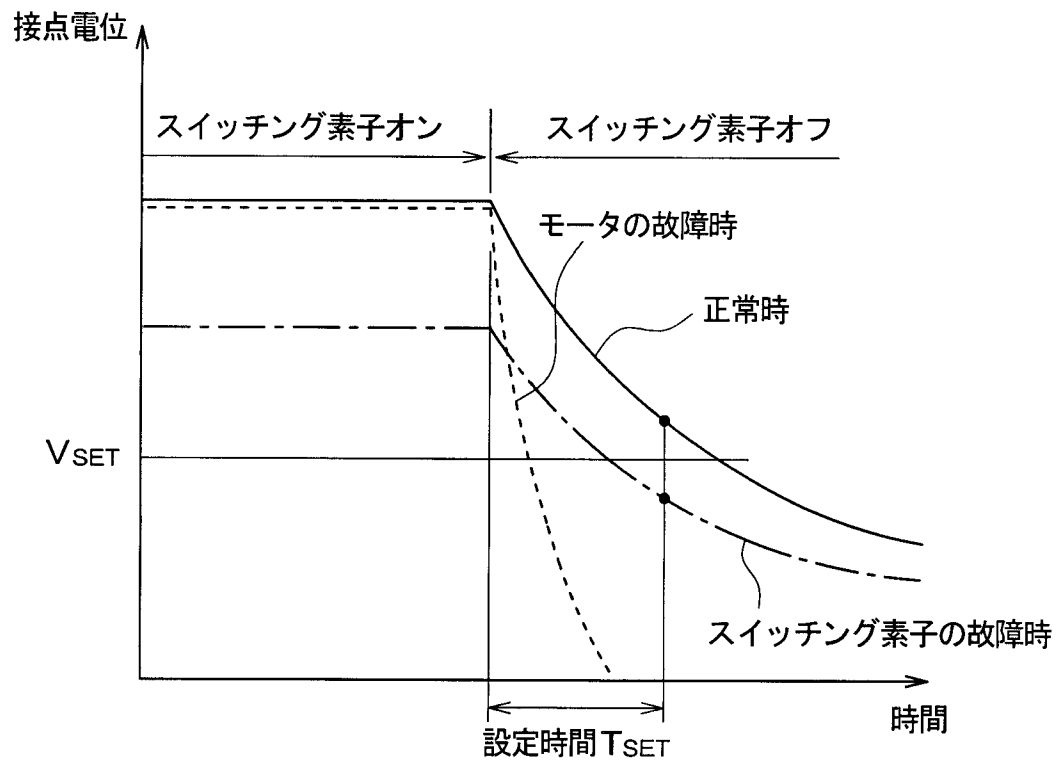
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054086

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P7/29(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)

H02P7/29

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.
A	JP 6-343289 A (Nisshinbo Industries, Inc.), 13 December 1994 (13.12.1994), entire text (Family: none)	1-13
A	JP 11-241637 A (Denso Corp.), 07 September 1999 (07.09.1999), entire text & US 6154351 A & EP 0939214 A2	1-13
A	JP 2008-43051 A (Fujitsu Ten Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text (Family: none)	1-13

☒ 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
17 May, 2011 (17.05.11)Date of mailing of the international search report
24 May, 2011 (24.05.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054086

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 7-165055 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 27 June 1995 (27.06.1995), entire text & US 5448909 A & EP 0646508 A1	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P7/29(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P7/29

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
A	JP 6-343289 A（日清紡績株式会社）1994.12.13, 全文（ファミリーなし）	1 - 1 3
A	JP 11-241637 A（株式会社デンソー）1999.09.07, 全文 & US 6154351 A & EP 0939214 A2	1 - 1 3
A	JP 2008-43051 A（富士通テン株式会社）2008.02.21, 全文（ファミリーなし）	1 - 1 3

☒ 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

1 7 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 4 . 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）

當間 庸裕

3 V

4 0 1 7

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
A	JP 7-165055 A (住友電気工業株式会社) 1995.06.27, 全文 & US 5448909 A & EP 0646508 A1	1 - 1 3