

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3580297号  
(P3580297)

(45) 発行日 平成16年10月20日(2004.10.20)

(24) 登録日 平成16年7月30日(2004.7.30)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H02M 7/48

F I

H02M 7/48

E

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-98750 (P2002-98750)	(73) 特許権者	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成14年4月1日(2002.4.1)	(74) 代理人	100084412 弁理士 永井 冬紀
(65) 公開番号	特開2003-299363 (P2003-299363A)	(72) 発明者	クライソン トロンナムチャイ 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内
(43) 公開日	平成15年10月17日(2003.10.17)		
審査請求日	平成14年11月29日(2002.11.29)	審査官	川端 修
		(56) 参考文献	特開2001-016865 (JP, A) 特開平08-084060 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流検出機能付き半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘導性負荷に対して上アーム側に位置して第1の方向に駆動電流を供給する第1のパワートランジスタと、  
 前記第1のパワートランジスタに対して前記第1の方向と逆方向に電流を流させる第1の電流調整手段と、  
 前記第1のパワートランジスタに流れる電流に比例した電流が流れる第1のカレントミラー回路と、  
 前記第1のカレントミラー回路に流れる前記逆方向の電流を検出する第1の電流検出手段と、  
 前記第1のパワートランジスタと直列に接続され、前記誘導性負荷に対して下アーム側に位置して前記第1の方向と異なる第2の方向に駆動電流を供給する第2のパワートランジスタと、  
 前記第2のパワートランジスタに対して前記第2の方向と逆方向に電流を流させる第2の電流調整手段と、  
 前記第2のパワートランジスタに流れる電流に比例した電流が流れる第2のカレントミラー回路と、  
 前記第2のカレントミラー回路に流れる前記逆方向の電流を検出する第2の電流検出手段と、  
 前記第1のパワートランジスタおよび前記第2のパワートランジスタをそれぞれ駆動する

10

20

駆動手段とを備え、

前記駆動手段により前記第 1 のパワートランジスタおよび前記第 2 のパワートランジスタがオフに制御されている間に、前記第 1 の電流検出手段および前記第 2 の電流検出手段のうち少なくとも一方により検出される前記逆方向電流に基づいて、前記誘導性負荷に流れる電流を検出することを特徴とする電流検出機能付き半導体装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電流検出機能付き半導体装置において、

前記第 1 のカレントミラー回路および前記第 2 のカレントミラー回路は、それぞれ前記第 1 の方向および前記第 2 の方向に流れる電流を検出することにより、前記第 1 のパワートランジスタおよび前記第 2 のパワートランジスタに流れる電流を制御する電流制御回路としても機能することを特徴とする電流検出機能付き半導体装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の電流検出機能付き半導体装置において、

前記第 1 の電流検出手段の出力と前記第 2 の電流検出手段の出力とを加算する加算手段をさらに備え、

前記加算手段による加算結果を前記誘導性負荷に流れる電流として検出することを特徴とする電流検出機能付き半導体装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電流検出機能付き半導体装置において、

前記第 1 の電流調整手段は、前記第 1 のパワートランジスタが前記誘導性負荷を駆動する向きと逆方向にオンするように前記誘導性負荷から生じる逆起電力による電流を前記第 1 のパワートランジスタの制御端子に供給し、

20

前記第 2 の電流調整手段は、前記第 2 のパワートランジスタが前記誘導性負荷を駆動する向きと逆方向にオンするように前記誘導性負荷から生じる逆起電力による電流を前記第 2 のパワートランジスタの制御端子に供給することを特徴とする電流検出機能付き半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、交流モータ等の誘導性負荷を駆動制御する半導体装置に関し、特に誘導性負荷に流れる電流を検出する機能を備えた半導体装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

交流モータ等の誘導性負荷を駆動制御する半導体装置においては、誘導性負荷に流れる電流（以下、負荷電流と呼ぶ）を制御するために、負荷電流を検出する必要がある。例えば、特開平 2001 - 16865 号公報には、電流センサを用いて負荷電流を検出する方法が開示されているが、一般的に電流センサはコストが高く、サイズも無視できないものであるため、半導体装置の小型化・低コスト化の要請に応えることができない。

【0003】

また、特開平 2001 - 16865 号公報の図 7 には、インバータ装置を構成する各パワートランジスタのカレントミラーを用いて負荷電流を検出する方法も開示されている。図 7 は、この従来の方法に基づいたインバータ装置の 1 相分の回路を示す図である。パワートランジスタには、IGBT 1 ~ 4 が用いられており、IGBT 3 は IGBT 1 のカレントミラーであり、IGBT 4 は IGBT 2 のカレントミラーである。IGBT 3, 4 に流れる電流は、電流検出器 5, 6 により検出することができる。電流検出器 5, 6 は、それぞれ電流検出用抵抗 R 1, R 2 と、オペアンプ回路 5 a, 6 a とを有し、オペアンプ回路 5 a, 6 a により電流検出用抵抗 R 1, R 2 の両端の電位差を検出することにより、IGBT 3, 4 に流れる電流を検出する。

40

【0004】

図 7 に示す回路にて、上側の IGBT 1, 3 がオフの状態、下側の IGBT 2, 4 をそ

50

れぞれオンさせると、負荷電流は、IGBT2, 4を図に示す矢印Y3, Y4の方向に流れる。IGBT4には、IGBT2に流れる電流に比例する電流が流れるので、電流検出器6にてIGBT4に流れる電流を検出することにより、IGBT2とIGBT4とを流れる電流、すなわち、負荷電流を検出することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図7に示す回路を用いて負荷電流を検出する方法によれば、次のような問題がある。すなわち、矢印Y3の方向に負荷電流が流れているときに下側のIGBT2, 4をオフさせると、負荷電流が還流ダイオードD1を流れる。次に、下側のIGBT2, 4が再びオンすると、負荷電流は再び矢印Y3, Y4の向きに流れるが、還流ダイオードD1の逆回復期間中には、矢印Y2の向きに逆回復電流が流れるために、IGBT2, 4には、負荷電流に逆回復電流が加算された電流が流れることになる。従って、電流検出器6で検出する電流は、負荷30に流れる電流に比例せず、負荷電流を正確に計測することができなかつた。

10

【0006】

本発明の目的は、誘導性負荷に流れる電流を正確に検出することができる電流検出機能付き半導体装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

一実施の形態を示す図1を参照して本発明を説明する。

20

(1) 請求項1の発明は、誘導性負荷に対して上アーム側に位置して第1の方向に駆動電流を供給する第1のパワートランジスタと、第1のパワートランジスタに対して第1の方向と逆方向に電流を流させる第1の電流調整手段と、第1のパワートランジスタに流れる電流に比例した電流が流れる第1のカレントミラー回路と、第1のカレントミラー回路に流れる逆方向の電流を検出する第1の電流検出手段と、第1のパワートランジスタと直列に接続され、誘導性負荷に対して下アーム側に位置して第1の方向と異なる第2の方向に駆動電流を供給する第2のパワートランジスタと、第2のパワートランジスタに対して第2の方向と逆方向に電流を流させる第2の電流調整手段と、第2のパワートランジスタに流れる電流に比例した電流が流れる第2のカレントミラー回路と、第2のカレントミラー回路に流れる逆方向の電流を検出する第2の電流検出手段と、第1のパワートランジスタおよび第2のパワートランジスタをそれぞれ駆動する駆動手段とを備え、駆動手段により第1のパワートランジスタおよび第2のパワートランジスタがオフに制御されている間に、第1の電流検出手段および第2の電流検出手段のうちの少なくとも一方により検出される逆方向電流に基づいて、誘導性負荷に流れる電流を検出することを特徴とする。

30

(2) 請求項2の発明は、請求項1の電流検出機能付き半導体装置において、第1のカレントミラー回路および第2のカレントミラー回路は、それぞれ第1の方向および第2の方向に流れる電流を検出することにより、第1のパワートランジスタおよび第2のパワートランジスタに流れる電流を制御する電流制御回路としても機能することを特徴とする。

(3) 請求項3の発明は、請求項1または2の電流検出機能付き半導体装置において、第1の電流検出手段の出力と第2の電流検出手段の出力とを加算する加算手段をさらに備え、加算手段による加算結果を誘導性負荷に流れる電流として検出することを特徴とする。

40

(4) 請求項4の発明は、請求項1～3のいずれかの電流検出機能付き半導体装置において、第1の電流調整手段は、第1のパワートランジスタが誘導性負荷を駆動する向きと逆方向にオンするように誘導性負荷から生じる逆起電力による電流を第1のパワートランジスタの制御端子に供給し、第2の電流調整手段は、第2のパワートランジスタが誘導性負荷を駆動する向きと逆方向にオンするように誘導性負荷から生じる逆起電力による電流を第2のパワートランジスタの制御端子に供給することを特徴とする。

【0008】

なお、上記課題を解決するための手段の項では、本発明をわかりやすく説明するために実施の形態の図1と対応づけたが、これにより本発明が実施の形態に限定されるものではな

50

い。

【 0 0 0 9 】

【 発明の効果 】

本発明によれば、次のような効果を奏する。

( 1 ) 請求項 1 ~ 4 の発明によれば、第 1 のパワートランジスタおよび第 2 のパワートランジスタの双方がオフされている間に第 1 のカレントミラー回路および第 2 のカレントミラー回路のうちの少なくとも一方に流れる還流電流を検出することにより、誘導性負荷に流れる電流を検出するので、正確に負荷電流を検出することができる。

( 2 ) 請求項 2 の発明によれば、還流電流を検出するためのカレントミラー回路とパワートランジスタに過電流が流れるのを防ぐための過電流保護回路としてのカレントミラー回路とを共用することができるので、半導体装置の省スペース化を実現することができる。

10

( 3 ) 請求項 3 の発明によれば、加算手段による出力を駆動手段に入力する場合には、駆動手段の入力端子を少なくすることができる。

【 0 0 1 0 】

【 発明の実施の形態 】

( 第 1 の実施の形態 )

図 1 は、誘導性負荷を制御する Hブリッジの一部であり、本発明による電流検出機能付き半導体装置の第 1 の実施の形態の構成を示す図である。誘導性負荷 3 0 は、例えば、ハイブリッド車や電気自動車を駆動するために用いられる交流モータである。すなわち、図 1 は、直流電源 2 0 の直流電力を交流電力に変換して誘導性負荷 3 0 に給電するための 3 相インバータ回路の 1 相分を示している。

20

【 0 0 1 1 】

トランジスタ 1 1 およびトランジスタ 1 2 は、それぞれ Hブリッジの上アームと下アームを形成するバイポーラ型パワートランジスタである。トランジスタ 1 1 とトランジスタ 1 2 とは直列に接続されており、誘導性負荷 3 0 は、直列に接続されたトランジスタ 1 1 のエミッタ端子とトランジスタ 1 2 のコレクタ端子との間に接続されている。トランジスタ 1 1 のコレクタ端子は、直流電源 2 0 に接続されており、トランジスタ 1 2 のエミッタ端子はグランド ( G N D ) に接続されている。

【 0 0 1 2 】

図 7 と同様に、トランジスタ 1 3 はトランジスタ 1 1 のカレントミラーであり、トランジスタ 1 4 はトランジスタ 1 2 のカレントミラーであり、それぞれバイポーラ型パワートランジスタが用いられている。従って、トランジスタ 1 1 と 1 3、および、トランジスタ 1 2 と 1 4 とは、同一のオン / オフ特性を有する。トランジスタ 1 1 ~ 1 4 は、トランジスタ 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 のベース端子に接続されたコントローラ 1 0 によって制御されており、所定周期にてオン / オフする。

30

【 0 0 1 3 】

パワートランジスタ 1 1 , 1 2 のベース端子とエミッタ端子間には、エミッタ端子からベース端子の向きに電流が流れるように、それぞれダイオード D 3 , D 4 が接続されている。誘導性負荷 3 0 で発生した逆起電力による電流をダイオード D 3 , D 4 に流すことにより、トランジスタ 1 1 , 1 2 を逆方向にターンオンすることができる。例えば、トランジスタ 1 1 がオフであって、トランジスタ 1 2 がオンされている状態から、コントローラ 1 0 によりトランジスタ 1 2 がターンオフされると、誘導性負荷 3 0 から逆起電力が発生し、ダイオード D 3 を介してトランジスタ 1 1 のベース端子に電流が流れる。これにより、トランジスタ 1 1 が逆導通状態になり、エミッタ端子からコレクタ端子に向けて矢印 Y 5 の向きに還流電流が流れる。同様に、トランジスタ 1 3 も逆導通状態になり、トランジスタ 1 3 に還流電流が流れる。

40

【 0 0 1 4 】

上述した動作は、トランジスタ 1 2 および 1 4 についても同じである。すなわち、トランジスタ 1 2 がオフであって、トランジスタ 1 1 がオンされている状態から、コントローラ 1 0 によりトランジスタ 1 1 がターンオフされると、トランジスタ 1 2 および 1 4 は逆導

50

通状態になり、トランジスタ 12, 14 に還流電流が流れる。

【0015】

電流検出器 5, 6 は、電流検出用抵抗 R1, R2 と、オペアンプ回路 5a, 6a とを有し、トランジスタが逆導通状態となった時に流れる還流電流を検出する。すなわち、オペアンプ回路 5a, 6a により電流検出用抵抗 R1, R2 の両端の電位差を検出することにより、トランジスタ 13, 14 に流れる還流電流を検出する。検出した電流は、コントローラ 10 に入力される。なお、電流検出器 5, 6 は、トランジスタのベース - エミッタ間の電位差が小さいため、一般的にエミッタの電位を基準電位として電流を検出する。すなわち、コレクタ側に設けられると高耐圧の構成が要求されるため、電流検出器 5, 6 は、エミッタ端子側に設けられる。

10

【0016】

第 1 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置は、電流検出器 5, 6 により、トランジスタ 13 または 14 が逆導通状態の時に流れる還流電流を検出することにより、負荷電流を検出する。例えば、トランジスタ 11 および 13 が逆導通状態になった場合には、負荷 30 を流れる負荷電流は、全てトランジスタ 11 および 13 に流れ、トランジスタ 12 および 14 には流れない。また、トランジスタ 13 は、トランジスタ 11 のカレントミラーであり、トランジスタ 13 に流れる電流はトランジスタ 11 に流れる電流に比例するので、電流検出器 5 によりトランジスタ 13 に流れる還流電流を検出すれば、トランジスタ 11 とトランジスタ 13 に流れる電流、すなわち、負荷電流を正確に測定することができる。

20

【0017】

図 2 は、トランジスタ 11 ~ 14 を制御するためのオン/オフ信号を示す図である。1 制御周期中に、トランジスタ 11, 13 およびトランジスタ 12, 14 がそれぞれ 1 回ずつオンする。図 2 では、2 制御周期中の制御信号が示されており、Q1 がトランジスタ 11, 13 を制御するための信号を、Q2 がトランジスタ 12, 14 を制御するための信号をそれぞれ示している。

【0018】

図 2 に示すように、第 1 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置では、全てのトランジスタ 11 ~ 14 がオフするように制御される期間が設けられている。この期間は、ブランキングタイムと呼ばれており、トランジスタ 11, 13 とトランジスタ 12, 14 が同時にオンとなって、大きな貫通電流が流れるのを防ぐために設けられている。従って、ブランキングタイム中には、トランジスタ 11 ~ 14 のオン/オフ動作により、負荷電流はトランジスタ 11, 13 またはトランジスタ 12, 14 のいずれかを還流電流として流れることになる。本実施の形態では、このブランキングタイム中の還流電流を検出することにより、負荷電流を正確に測定している。

30

【0019】

(第 2 の実施の形態)

図 3 は、本発明による電流検出機能付き半導体装置の第 2 の実施の形態の構成を示す図である。第 2 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置は、図 1 に示す第 1 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置の構成に、過電流保護回路 7, 8 が追加されている。パワートランジスタでは、過電流が流れるのを防ぐためにカレントミラーが設けられることがある。第 2 の実施の形態の電流検出機能付き半導体装置では、負荷電流を測定するためのカレントミラー 13, 14 および電流検出用抵抗 R1, R2 が、過電流が流れるのを防ぐための回路にも用いられる。

40

【0020】

過電流保護回路 7, 8 には、オペアンプ回路 7a, 8a が用いられ、電流検出用抵抗 R1, R2 の両端の電位差を検出することにより、パワートランジスタ 13, 14 の順方向に流れる電流を検出することができる。過電流保護回路 7, 8 の出力は、パワートランジスタ 13, 14 のベース端子に接続されており、過電流保護回路 7, 8 を用いて負帰還回路を実現することにより、トランジスタ 13, 14 の矢印 Y7 の向きに流れる電流の大きさ

50

に応じて、トランジスタ 13, 14 のベース電流を調整し、トランジスタ 13, 14 に過電流が流れるのを防ぐ。

【0021】

上述したように、電流検出器 5 は、ブランキングタイム中に矢印 Y 8 の向き（逆方向）に流れる還流電流を検出するのに対し、過電流保護回路 7 は、トランジスタ 13 がオンとなり、矢印 Y 7 の向き（順方向）に電流が流れる時に動作する。従って、図 3 に示すように、カレントミラーであるトランジスタ 13 や電流検出用抵抗 R 1, R 2 を電流検出器 5 と過電流保護回路 7 とで共用しているが、それぞれの回路の動作期間が異なっているので、動作上の問題は生じない。これは、電流検出器 6 と過電流保護回路 8 との関係においても同様である。

10

【0022】

第 2 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置によれば、負荷電流を測定するための回路と過電流保護のための回路とを実現するために、各回路の構成要素の一部を共用することにより、半導体装置の低コスト・省スペースを実現することができる。

【0023】

（第 3 の実施の形態）

図 4 は、本発明による電流検出機能付き半導体装置の第 3 の実施の形態の構成を示す図である。第 3 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置は、図 1 に示す第 1 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置の構成に、加算器 40 が追加されている。すなわち、電流検出器 5 および電流検出器 6 の出力が加算器 40 にて加算され、加算結果が

20

コントローラ 10 に入力される。

【0024】

上述したように、ブランキングタイム中は、トランジスタ 11, 13 か、トランジスタ 12, 14 のいずれかが片方の組にしか還流電流は流れない。従って、例えば、トランジスタ 13 に還流電流が流れている時に、トランジスタ 14 に還流電流が流れることはないので、電流検出器 5 と電流検出器 6 の出力（電流検出結果）を加算した結果は、負荷電流と一致する。すなわち、コントローラ 10 には、第 1 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置と同様に、負荷電流の測定値が入力されることになる。

【0025】

第 3 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置によれば、コントローラ 10 に負荷電流の測定結果を入力するための入力端子を減らすことができる。すなわち、コントローラ 10 のインターフェースを簡略化することができるので、インターフェース部分のコストを低減することができる。

30

【0026】

（第 4 の実施の形態）

図 5 は、本発明による電流検出機能付き半導体装置の第 4 の実施の形態の構成を示す図である。第 4 の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置では、パワートランジスタとして MOS 型パワートランジスタ 51, 52, 53, 54 を用いる。MOS 型パワートランジスタ 51, 52, 53, 54 には、図 5 に示すように、還流電流を流すためのボディダイオード D 7, D 8, D 9, D 10 がそれぞれ設けられている。

40

【0027】

上述したブランキングタイム中には、負荷電流は、還流電流としてボディダイオード D 7, D 9 またはボディダイオード D 8, D 10 に流れる。例えば、トランジスタ 51 がオフであって、トランジスタ 52 がオンされている状態から、コントローラ 10 によりトランジスタ 52 がターンオフされると、負荷電流はボディダイオード D 7 および D 9 を流れる。すなわち、第 1 ~ 第 3 の実施の形態の電流検出機能付き半導体装置と同様に、ブランキングタイム中に、カレントミラーである MOS 型パワートランジスタ 53, 54 にそれぞれ設けられたボディダイオード D 9 または D 10 を流れる還流電流を電流検出器 5 または 6 にて検出することにより、負荷電流を正確に検出することができる。

【0028】

50

## (第5の実施の形態)

図6は、本発明による電流検出機能付き半導体装置の第5の実施の形態の構成を示す図である。第5の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置は、プッシュプル方式の相補型のスイッチング回路に本発明を適用したものである。下アームを形成するトランジスタ12およびカレントミラーとなるトランジスタ14の構成は、第1～第4の実施の形態の半導体装置の構成と同じである。一方、上アームを形成するトランジスタ15およびカレントミラーとなるトランジスタ16には、PNP型のバイポーラトランジスタが用いられている。

## 【0029】

トランジスタ15のベース端子とエミッタ端子との間には、ダイオードD11が接続されている。この構成により、第1～第4の実施の形態の半導体装置と同様に、一方のトランジスタがオンであって他方のトランジスタがオフである状態から、オンとなっているトランジスタをターンオフさせた時に、オフとなっているトランジスタに還流電流を流すことができる。すなわち、第5の実施の形態の電流検出機能付き半導体装置においても、ブランキングタイム中に、カレントミラーであるトランジスタ14, 16に流れる還流電流を電流検出器5または6にて検出することにより、負荷電流を正確に検出することができる。

## 【0030】

本発明は、上述した一実施の形態に限定されることはない。例えば、パワートランジスタとしてバイポーラ型パワートランジスタを用いた例では、トランジスタ11～14を逆方向にターンオンして還流電流を流すために、それぞれダイオードD3, D4を設けたが、これらのダイオードD3, D4を設けない別の構成としてもよい。すなわち、本発明は、パワートランジスタを逆方向にオンさせることにより還流電流を流すことができる半導体装置に適用することができ、還流電流を流すための手段や回路構成の相違により本発明が限定されることはない。

## 【0031】

また、負荷電流の測定には、電流検出用抵抗R1, R2を用いてカレントミラーに流れる還流電流を検出したが、電流アンプやホールセンサ等を用いることもできる。

## 【0032】

特許請求の範囲の構成要素と一実施の形態の構成要素との対応関係は次の通りである。すなわち、バイポーラ型トランジスタ11またはMOS型パワートランジスタ51が第1のパワートランジスタを、バイポーラ型トランジスタ12またはMOS型パワートランジスタ52が第2のパワートランジスタを、ボディダイオードD3が第1の電流調整手段を、ボディダイオードD4が第2の電流調整手段を、バイポーラ型トランジスタ13またはMOS型パワートランジスタ53が第1のカレントミラー回路を、バイポーラ型トランジスタ14またはMOS型パワートランジスタ54が第2のカレントミラー回路を、電流検出器5が第1の電流検出手段を、電流検出器6が第2の電流検出手段を、コントローラ10が駆動手段を、誘導性負荷30が誘導性負荷をそれぞれ構成する。なお、本発明の特徴的な機能を損なわない限り、各構成要素は上記構成に限定されるものではない。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置の構成を示す図

【図2】トランジスタを制御するためのオン/オフ信号を示す図

【図3】第2の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置の構成を示す図

【図4】第3の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置の構成を示す図

【図5】第4の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置の構成を示す図

【図6】第5の実施の形態における電流検出機能付き半導体装置の構成を示す図

【図7】従来技術により負荷電流を検出するためのインバータ装置の1相分の回路を示す図

## 【符号の説明】

1, 2, 3, 4 ... IGBT

10

20

30

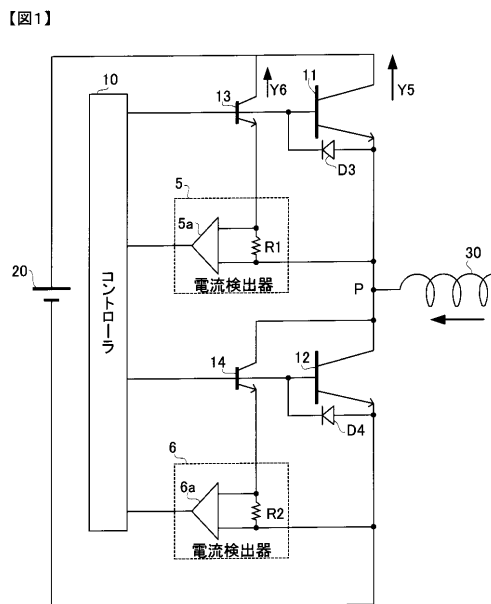
40

50

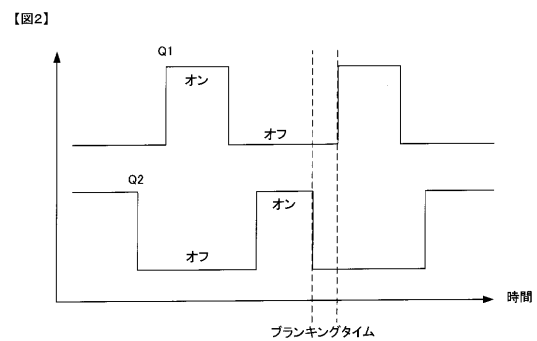
- 5, 6 ... 電流検出器
- 5 a, 6 a, 7 a, 8 a ... オペアンプ回路
- 7, 8 ... 過電流保護回路
- 10 ... コントローラ
- 11, 12, 13, 14, 15, 16 ... バイポーラトランジスタ
- 20 ... 直流電源
- 30 ... 誘導性負荷
- 40 ... 加算器
- 51, 52, 53, 54 ... MOS型パワートランジスタ
- R1, R2 ... 電流検出用抵抗
- D1, D2 ... 還流ダイオード
- D3, D4, D11 ... ダイオード
- D7, D8, D9, D10 ... ボディダイオード

10

【図1】



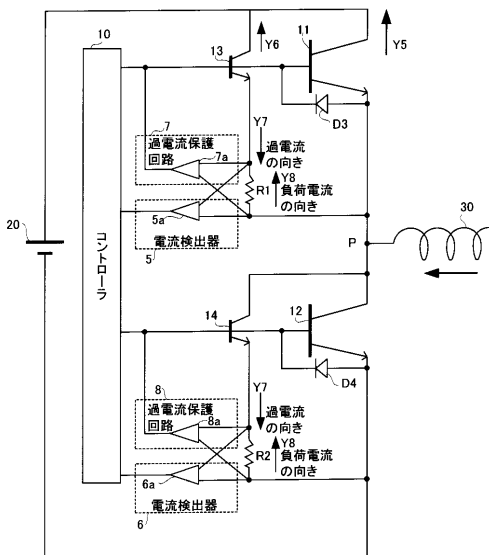
【図2】





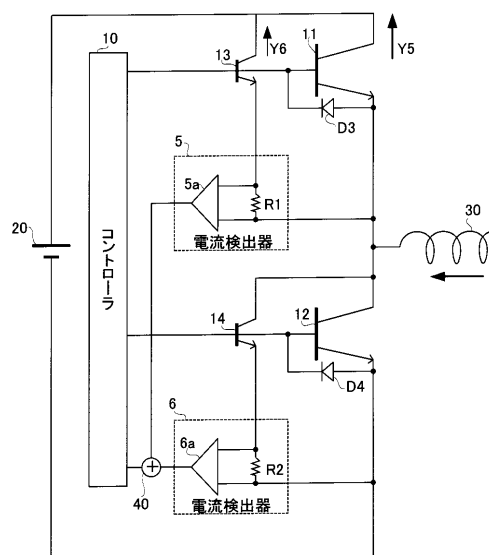
【図3】

【図3】



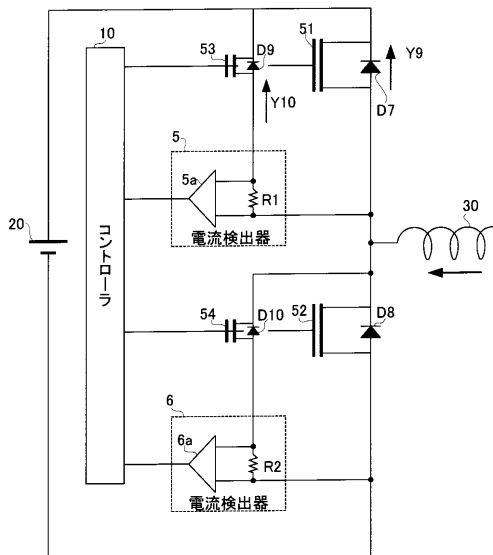
【図4】

【図4】



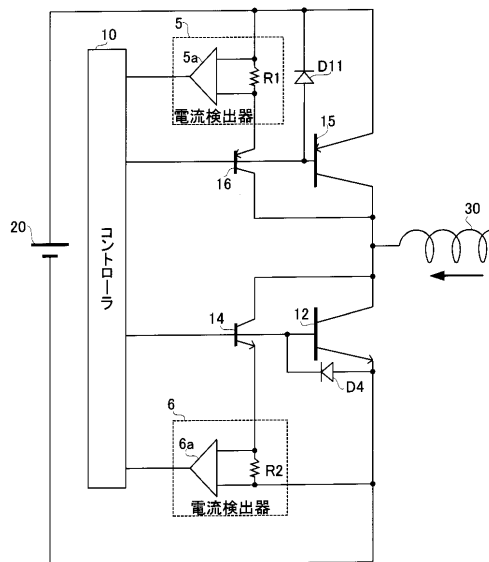
【図5】

【図5】

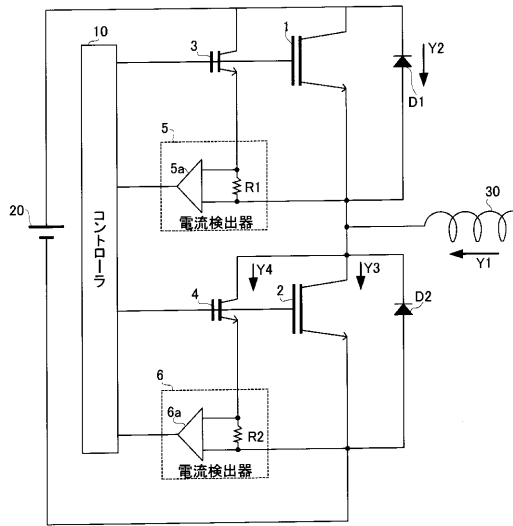


【図6】

【図6】



【 図 7 】  
【 図 7 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H02M 7/48