

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4643419号
(P4643419)

(45) 発行日 平成23年3月2日(2011.3.2)

(24) 登録日 平成22年12月10日(2010.12.10)

(51) Int.Cl.		F I			
H03K 17/00	(2006.01)		H03K 17/00		B
H03K 17/08	(2006.01)		H03K 17/08		C
H03K 17/687	(2006.01)		H03K 17/687		A

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-323439 (P2005-323439)	(73) 特許権者	000006895
(22) 出願日	平成17年11月8日(2005.11.8)		矢崎総業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-134780 (P2007-134780A)		東京都港区三田1丁目4番28号
(43) 公開日	平成19年5月31日(2007.5.31)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成20年2月22日(2008.2.22)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100100929
			弁理士 川又 澄雄
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自己診断機能を備えた負荷駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動回路の制御により半導体素子のオン、オフを切り替えて、負荷の駆動、停止を制御する負荷駆動装置において、

前記半導体素子の第1の電極と第2の電極の間に電流が流れることにより発生する電極間電圧と複数の判定値電圧とを比較し、前記電極間電圧が前記複数の判定値電圧のいずれかを超えたときに、前記負荷に流れる電流が過電流であると判定する機能を有し、前記複数の判定値電圧として、前記半導体素子に流れる電流が定常状態にあるときに使用する標準判定値電圧、及び、前記半導体素子に突入電流が流れる過渡期間に使用し、前記標準判定値電圧より大きい電圧からなる1個または複数個の拡大判定値電圧、を出力する過電流検出手段と、

前記半導体素子がオン状態で、且つ、前記過電流検出手段が前記標準判定値電圧で動作しているときに、前記過電流検出手段が正常に作動するか否かを診断する診断手段と、を備え、

前記診断手段は、前記過電流検出手段が正常に作動しないと判定した際に、前記半導体素子をオフとする指令信号を前記駆動回路に出力することを特徴とする自己診断機能を備えた負荷駆動装置。

【請求項2】

前記過電流検出手段は、前記電極間電圧と前記判定値電圧とを比較する比較手段を有し、

前記診断手段は、前記過電流検出手段の診断時には、前記標準判定値電圧を、前記負荷に通常電流が流れているときの、前記半導体素子の電極間電圧よりも小さい診断時判定値電圧に変更するべく切り替え操作を行い、前記比較手段にて、前記電極間電圧が前記診断時判定値電圧以下と判定されたときに、前記過電流検出手段に異常が発生しているものと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の自己診断機能を備えた負荷駆動装置。

【請求項 3】

前記過電流検出手段は、前記電極間電圧と前記判定値電圧とを比較する比較手段を有し

、
前記診断手段は、前記過電流検出手段の診断時には、前記電極間電圧に所定の電圧を加算した加算電圧を生成し、前記比較手段は、前記電極間電圧に替えて、前記加算電圧を入力して、該加算電圧と前記標準判定値電圧とを比較し、前記比較手段にて、前記加算電圧が前記標準判定値電圧以下と判定されたときに、前記過電流検出手段に異常が発生しているものと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の自己診断機能を備えた負荷駆動装置。

10

【請求項 4】

前記過電流検出手段は、前記電極間電圧と前記判定値電圧とを比較する比較手段を有し

、
前記診断手段は、前記過電流検出手段の診断時には、前記標準判定値電圧を、前記負荷に通常電流が流れているときの、前記半導体素子の電極間電圧よりも小さい診断時判定値電圧に変更するべく切り替え操作を行い、且つ、前記電極間電圧に所定の電圧を加算した加算電圧を生成し、

20

前記比較手段は、前記電極間電圧に替えて、前記加算電圧を入力して、該加算電圧と前記診断時判定値電圧とを比較し、前記比較手段にて、前記加算電圧が前記診断時判定値電圧以下と判定されたときに、前記過電流検出手段に異常が発生しているものと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の自己診断機能を備えた負荷駆動装置。

【請求項 5】

前記過電流検出手段は、前記診断時以外の通常時において、前記比較手段にて前記電極間電圧が前記標準判定値電圧を超えたときに、過電流を検出する機能を備えると共に、前記診断手段による過電流検出手段の診断が行われるときには、前記比較手段の出力に応じた過電流を検出する機能を禁止する禁止手段を備えたことを特徴とする請求項 2 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の自己診断機能を備えた負荷駆動装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、過電流発生時に回路を遮断する機能を備えた負荷駆動装置に係り、特に、過電流検出機能に故障が発生しているときにこれを検知する自己診断機能を備えた負荷駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、車両に搭載されるランプ、モータ等の負荷を駆動する負荷駆動装置では、バッテリーと負荷との間に電子スイッチとしての MOSFET を設け、該 MOSFET をオン、オフ動作させることにより、負荷の駆動、停止を制御する。また、負荷に過電流が流れた際に、即時に過電流を検出して負荷、MOSFET、電線等からなる回路部品を保護するために、過電流検出機能を備えている。

40

【0003】

このような過電流検出機能を備えた負荷駆動装置として、例えば、図 7 に示す回路が知られている。

【0004】

同図に示すように、この負荷駆動装置は、バッテリー VB と、MOSFET (T101 ; 以下単に「FET」という) と、ランプ、モータ等の負荷 101 との直列接続回路を備え

50

ている。

【 0 0 0 5 】

そして、F E T (T 1 0 1) のゲートには、ドライバ 1 0 2 が接続されており、該ドライバ 1 0 2 より駆動信号が出力されると、F E T (T 1 0 1) がオンとなって、バッテリー V B より出力される電圧が負荷 1 0 1 に印加されて、負荷 1 0 1 が駆動する。

【 0 0 0 6 】

また、F E T (T 1 0 1) のドレイン (電圧 V 1) は、抵抗 R 1 0 1 と R 1 0 2 の直列接続回路を介してグラウンドに接地されており、抵抗 R 1 0 1 と R 1 0 2 の接続点 (電圧 V 4) が、比較器 C M P 1 0 1 のプラス側入力端子に接続されている。更に、F E T (T 1 0 1) のソース (電圧 V 2) が、比較器 C M P 1 0 1 のマイナス側入力端子に接続されている。ここで、図中に示す抵抗 R 1 0 1 の下に記載した「 1 K 」とは、抵抗 R 1 0 1 の抵抗値が 1 [K] であることを示しており、その他についても同様である。即ち、抵抗 R 1 0 2 は 1 5 0 [K] とされている。

10

【 0 0 0 7 】

抵抗 R 1 0 2 に対して、並列的に抵抗 R 1 0 3 , R 1 0 4 , R 1 0 5 が設けられており、各抵抗 R 1 0 3 , R 1 0 4 , R 1 0 5 はそれぞれ抵抗値が 1 5 0 [K] 、 7 5 [K] 、 3 7 . 5 [K] に設定されている。更に、抵抗 R 1 0 3 は、F E T (T 1 0 2) を介してグラウンドに接地され、抵抗 R 1 0 4 は、F E T (T 1 0 3) を介してグラウンドに接地され、抵抗 R 1 0 5 は、F E T (T 1 0 4) を介してグラウンドに接地されている。

【 0 0 0 8 】

20

次に、上記のように構成された負荷駆動装置の動作について説明する。ドライバ 1 0 2 より、駆動信号が出力されると、F E T (T 1 0 1) がオンとなり、バッテリー V B 、 F E T (T 1 0 1) 、負荷 1 0 1 の経路で電流 I D が流れ、負荷 1 0 1 に電力が供給されるので、負荷 1 0 1 が駆動する。ここで、F E T (T 1 0 1) のドレイン (第 1 の電極) 電圧 V 1 とソース (第 2 の電極) 電圧 V 2 との差を V D S (電極間電圧) とすると、電圧 V D S は、負荷電流 I D と F E T (T 1 0 1) のオン抵抗 R on の積で表すことができる。即ち、(1) 式が成立する。

【 0 0 0 9 】

$$VDS = V1 - V2 = Ron * ID \quad \dots (1)$$

ここで、抵抗 R on は一定であるので、電圧 V D S は負荷電流 I D に比例して変化する。従って、電圧 V D S の大きさを監視することにより、負荷電流 I D が過電流であるか否かを判断することができる。即ち、抵抗 R 1 0 1 の両端に生じる電圧 (V 1 - V 4) を判定値電圧として設定しておき、電圧 V D S がこの判定値電圧 V 1 - V 4 を上回った場合、換言すれば、F E T (T 1 0 1) のソース電圧 V 2 が電圧 V 4 を下回った場合に、比較器 C M P 1 0 1 の出力信号を反転させることにより、過電流の発生を検知する。

30

【 0 0 1 0 】

電圧 V 4 は、F E T (T 1 0 2) ~ (T 1 0 4) が全てオフであるときには、電圧 V 1 を抵抗 R 1 0 1 , R 1 0 2 で分圧した大きさとなる。ここで、F E T (T 1 0 1) のオン抵抗 R on は、通常 5 [m] 程度の大きさであり、正常時の負荷電流 I D は 1 0 [A] 程度であるので、正常時のドレイン、ソース間電圧 V D S は約 5 0 [m V] となり、これに基づいて、電圧 V 4 は、(V 1 - V 4) の値が 1 0 0 [m V] 程度となるように設定される。図 7 の例では、V 1 = 1 4 . 5 [V] のとき、以下の (2) 式で示すようになる。

40

【 0 0 1 1 】

$$\begin{aligned} V1 - V4 &= V1 * R101 / (R101 + R102) \\ &= 14.5 * 1 / (1 + 150) \\ &= 96 [mV] \quad \dots (2) \end{aligned}$$

こうすることにより、通常時には、V 4 < V 2 が成立しており、過電流が発生して V 2 が低下し、V 4 > V 2 となると、比較器 C M P 1 0 1 の出力が反転するので、この反転を検知することにより、過電流の発生を検知する。

【 0 0 1 2 】

50

また、負荷101の駆動開始時には、突入電流が流れるので、該突入電流を過電流と誤判定することを防止するために、各FET(T102)～(T104)に制御信号A1～A3を出力することにより、判定値電圧(V1-V4)を変更する制御を行っている。例えば、FET(T102)をオンとすれば、電圧(V1-V4)は約2倍となり、加えてFET(T103)をオンとすれば、電圧(V1-V4)は約4倍となり、加えてFET(T104)をオンとすれば、電圧(V1-V4)は約8倍となる。そして、これらを制御することにより、突入電流や負荷電流IDの正常な変動に対して回路が誤遮断するというトラブルの発生を回避することができる。

【0013】

ここで、上記した回路構成において、FET(T102)～(T104)の少なくとも1つに、オン故障が発生した場合、即ち、本来オフにするべきところが何らかの原因によりオンとなってしまった場合には、通常時において、判定値電圧(V1-V4)の値が正常時の2倍以上の値となってしまふ。例えば、通常動作時には各FET(T102)～(T104)は全てオフとなるように制御されるが、オン故障によりFET(T102)がオンとなってしまった場合には、判定値電圧(V1-V4)の値は、FET(T102)がオフのときの約2倍となってしまふ。

10

【0014】

このような状態で過電流が発生すると、標準判定値に相当する過電流(FET(T102)～FET(T104)が全てオフのときに設定される判定値電圧を超える過電流)が流れた場合であっても、過電流の発生を検知することができず、適切な保護が行われなくなり、FET(T101)の破損、配線の焼損に至る場合があり得る。

20

【0015】

また、上記のようにFET(T102)～(T104)にオン故障が発生した場合でも、突入電流発生時等の通常動作時に流れる負荷電流IDでは誤動作を生じないので、故障の発生を発見することができず、実際に短絡事故等による過電流が発生したときに気づくことになる。つまり、FET(T102)～(T104)にオン故障が発生している場合には、この故障は実際に短絡事故等による過電流が発生するまで顕在化せず、このような状況はフェイルセーフの観点から好ましくない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0016】

上記したように、従来における負荷駆動装置では、負荷に流れる電流IDが過電流となった場合には、即時にこれを検知する機能を備え、更に、突入電流などの正常時に流れる電流に対して誤検出しないように、抵抗R103～R105、及びFET(T102)～(T104)を備えているものの、FET(T102)～(T104)にオン故障が発生した場合には、過電流発生時に確実に回路を保護できなくなるという問題があった。

【0017】

また、判定値設定以外にも過電流保護回路には回路素子、これらを接続する配線が含まれるため、これらが故障することにより、回路保護機能が損なわれる可能性がある。回路保護機能が損なわれても直ぐに顕在化しないので、一旦故障が発生するとそれが長期間に亘って継続することになり、過電流事故の発生確率が低くても、発生時には保護できないケースが出てくることがあった。

40

【0018】

本発明は、このような従来課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、過電流検出・保護機能に異常が発生しているか否かを診断することができる自己診断機能を備えた負荷駆動回路を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記目的を達成するため、本願請求項1に記載の発明は、駆動回路の制御により半導体素子のオン、オフを切り替えて、負荷の駆動、停止を制御する負荷駆動装置において、前

50

記半導体素子の第1の電極と第2の電極の間に電流が流れることにより発生する電極間電圧と複数の判定値電圧とを比較し、前記電極間電圧が前記複数の判定値電圧のいずれかを超えたときに、前記負荷に流れる電流が過電流であると判定する機能を有し、前記複数の判定値電圧として、前記半導体素子に流れる電流が定常状態にあるときに使用する標準判定値電圧、及び、前記半導体素子に突入電流が流れる過渡期間に使用し、前記標準判定値電圧より大きい電圧からなる1個または複数個の拡大判定値電圧、を出力する過電流検出手段と、前記半導体素子がオン状態で、且つ、前記過電流検出手段が前記標準判定値電圧で動作しているときに、前記過電流検出手段が正常に作動するか否かを診断する診断手段とを備え、前記診断手段は、前記過電流検出手段が正常に作動しないと判定した際に、前記半導体素子をオフとする指令信号を前記駆動回路に出力することを特徴とする。

10

【0020】

請求項2に記載の発明は、前記過電流検出手段は、前記電極間電圧と前記判定値電圧とを比較する比較手段を有し、前記診断手段は、前記過電流検出手段の診断時には、前記標準判定値電圧を、前記負荷に通常電流が流れているときの、前記半導体素子の電極間電圧よりも小さい診断時判定値電圧に変更するべく切り替え操作を行い、前記比較手段にて、前記電極間電圧が前記診断時判定値電圧以下と判定されたときに、前記過電流検出手段に異常が発生しているものと判定することを特徴とする。

【0021】

請求項3に記載の発明は、前記過電流検出手段は、前記電極間電圧と前記判定値電圧とを比較する比較手段を有し、前記診断手段は、前記過電流検出手段の診断時には、前記電極間電圧に所定の電圧を加算した加算電圧を生成し、前記比較手段は、前記電極間電圧に替えて、前記加算電圧を入力して、該加算電圧と前記標準判定値電圧とを比較し、前記比較手段にて、前記加算電圧が前記標準判定値電圧以下と判定されたときに、前記過電流検出手段に異常が発生しているものと判定することを特徴とする。

20

【0022】

請求項4に記載の発明は、前記過電流検出手段は、前記電極間電圧と前記判定値電圧とを比較する比較手段を有し、前記診断手段は、前記過電流検出手段の診断時には、前記標準判定値電圧を、前記負荷に通常電流が流れているときの、前記半導体素子の電極間電圧よりも小さい診断時判定値電圧に変更するべく切り替え操作を行い、且つ、前記電極間電圧に所定の電圧を加算した加算電圧を生成し、前記比較手段は、前記電極間電圧に替えて、前記加算電圧を入力して、該加算電圧と前記診断時判定値電圧とを比較し、前記比較手段にて、前記加算電圧が前記診断時判定値電圧以下と判定されたときに、前記過電流検出手段に異常が発生しているものと判定することを特徴とする。

30

【0023】

請求項5に記載の発明は、前記過電流検出手段は、前記診断時以外の通常時において、前記比較手段にて前記電極間電圧が前記標準判定値電圧を超えたときに、過電流を検出する機能を備えると共に、前記診断手段による過電流検出手段の診断が行われるときには、前記比較手段の出力に応じた過電流を検出する機能を禁止する禁止手段を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0024】

請求項1の発明では、半導体素子がオンとされているときに、過電流検出手段が正常に作動するか否かを診断し、異常であると判定されたときには、半導体素子をオフとして負荷の駆動を停止させるので、過電流検出手段に異常が発生している状態で負荷の駆動を継続させるといったトラブルの発生を回避することができる。これにより、過電流が発生時には確実に半導体素子を遮断して回路を保護することができる。

【0025】

請求項2の発明では、診断手段により過電流検出手段の診断を行う際には、電極間電圧との比較を行う判定値電圧を、該判定値電圧よりも小さい診断時判定値電圧に変更する。従って、過電流検出手段に異常が生じていない場合には、比較手段の出力信号が反転する

50

ことになり、異常が生じている場合には、比較手段の出力信号は反転しない。よって、比較手段の反転、非反転により、過電流検出手段に異常が発生しているか否かを判定することができる。また、負荷に流れる電流が過少電流となっていることをも、併せて検出することができる。

【 0 0 2 6 】

請求項 3 の発明では、診断手段により過電流検出手段の診断を行う際には、電極間電圧に替えて、該電極間電圧に所定の電圧を加算した加算電圧を比較手段に供給し、該加算電圧と判定値電圧とを比較するようにしている。従って、過電流検出手段に異常が生じていない場合には、通常時の電極間電圧に所定の電圧を加算した加算電圧が、判定値電圧よりも大きくなるので比較手段の出力信号が反転することになる。他方、異常が生じている場合には、比較手段の出力信号は反転しない。よって、比較手段の反転、非反転により、過電流検出手段に異常が発生しているか否かを判定することができる。この診断方法では、負荷電流が過少になった場合でも加算電圧を標準判定値電圧以上に設定しておけば、正常と判定することになる。過少電流は発熱等の不具合要因にならないので、F E T を遮断する必要がないと考える場合には、この診断方法を用いることができる。

10

【 0 0 2 7 】

請求項 4 の発明では、診断手段により過電流検出手段の診断を行う際には、判定値電圧を、該判定値電圧よりも小さい診断時判定値電圧に変更し、且つ、電極間電圧に替えて、該電極間電圧に所定の電圧を加算した加算電圧を比較手段に供給する。従って、過電流検出手段に異常が生じていない場合には、比較手段の出力信号が反転することになり、他方、異常が生じている場合には、比較手段の出力信号は反転しない。よって、比較手段の反転、非反転により、過電流検出手段に異常が発生しているか否かを判定することができる。また、負荷に流れる電流が過少電流となっている場合には、比較手段の出力信号は反転するので、過少電流の発生を含まず、過電流検出手段の異常のみを検出することができる。

20

【 0 0 2 8 】

請求項 5 の発明では、診断手段による過電流検出手段の診断が行われているときには、禁止手段により、比較手段の出力信号に基づく過電流判定を禁止するので、診断時において比較手段の出力信号が反転した際に、これが過電流であるとの誤検出を引き起こすことを防止できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る自己診断機能を備えた負荷駆動装置の構成を示す回路図である。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、この負荷駆動装置は、バッテリー V B と、M O S F E T (T 1 ; 半導体素子、以下単に「 F E T 」という)と、ランプ、モータ等の負荷 1 と、の直列接続回路を備えている。

【 0 0 3 1 】

そして、F E T (T 1) のゲートには、ドライバ (駆動回路) 2 が接続されており、該ドライバ 2 より駆動信号が出力されると、F E T (T 1) がオンとなって、バッテリー V B より出力される電圧が負荷 1 に印加され、負荷 1 が駆動する。

40

【 0 0 3 2 】

また、F E T (T 1) のドレイン (第 1 の電極 ; 電圧 V 1) は、抵抗 R 1 と抵抗 R 2 の直列接続回路を介してグラウンドに接地されており、抵抗 R 1 と R 2 の接続点 (電圧 V 4) が、比較器 C M P 1 (比較手段) のプラス側入力端子に接続されている。更に、F E T (T 1) のソース (第 2 の電極 ; 電圧 V 2) が、比較器 C M P 1 のマイナス側入力端子に接続されている。ここで、図中に示す抵抗 R 1 の下に記載した「 1 K 」とは、抵抗 R 1 の抵抗値が 1 [K] であることを示しており、その他についても同様である。即ち、抵抗 R 2 は 6 0 0 [K] である。

50

【 0 0 3 3 】

比較器 C M P 1 の出力端子は 2 系統に分岐されており、一方の分岐線はアンド回路 A N D 1 (禁止手段) の一方の入力端子に接続され、他方の分岐線は制御回路 3 (過電流検出手段、診断手段) に接続されている。更に、アンド回路 A N D 1 の他方の入力端子は、制御回路 3 に接続されている。

【 0 0 3 4 】

また、抵抗 R 2 に対して、並列的に抵抗 R 3 , R 4 , R 5 が設けられており、各抵抗 R 3 , R 4 , R 5 はそれぞれ抵抗値が 1 5 0 [K]、7 5 [K]、3 7 . 5 [K] に設定されている。更に、抵抗 R 3 は、F E T (T 2) を介してグランドに接地され、抵抗 R 4 は、F E T (T 3) を介してグランドに接地され、抵抗 R 5 は、F E T (T 4) を介してグランドに接地されている。

10

【 0 0 3 5 】

更に、抵抗 R 2 に対して並列的に抵抗 R 2 1 が接続されており、該抵抗 R 2 1 は F E T (T 5) を介してグランドに接地されている。ここで、抵抗 R 2 の抵抗値を 6 0 0 [K] とし、抵抗 R 2 1 の抵抗値を 2 0 0 [K] としており、これらの並列合成抵抗は 1 5 0 [K] であり、従来技術の図 7 に示した抵抗 R 1 0 2 の抵抗値と一致している。

【 0 0 3 6 】

また、各 F E T (T 2) ~ (T 5) のゲートは、制御回路 3 に接続され、該制御回路 3 より出力される制御信号 A 1 ~ A 3、C に基づいて、オン、オフが制御される。

【 0 0 3 7 】

次に、上記のように構成された負荷駆動装置の動作について説明する。

20

【 0 0 3 8 】

< 通常時の動作 >

ドライバ 2 より、駆動信号が出力され、F E T (T 1) のゲートに供給されると、該 F E T (T 1) がオンとなり、バッテリー V B、F E T (T 1)、負荷 1 の経路で電流 I D が流れ、負荷 1 に電力が供給されるので、該負荷 1 が駆動する。ここで、F E T (T 1) のドレイン電圧 V 1 とソース電圧 V 2 との差を V D S (電極間電圧) とすると、この電圧 V D S は、負荷電流 I D と F E T (T 1) のオン抵抗 R_{on} の積で表すことができる。即ち、従来技術で示した (1) 式が成立する。

【 0 0 3 9 】

$$V_{DS} = V_1 - V_2 = R_{on} * I_D \quad \dots (1)$$

ここで、抵抗 R_{on} は一定であるので、電圧 V D S は負荷電流 I D に比例して変化する。従って、電圧 V D S の大きさを監視することにより、負荷電流 I D が過電流であるか否かを判断することができる。即ち、抵抗 R 1 の両端に生じる電圧、即ち V 1 - V 4 を判定値電圧として設定しておき、電圧 V D S が電圧 (V 1 - V 4) を上回った場合、換言すれば、F E T (T 1) のソース電圧 V 2 が電圧 V 4 を下回った場合に、比較器 C M P 1 の出力信号を反転させることにより、過電流の発生を検知する。

30

【 0 0 4 0 】

電圧 V 4 は、F E T (T 2) ~ (T 4) が全てオフであり、F E T (T 5) がオンであるときには、電圧 V 1 を抵抗 R 1 (1 [K]) と、抵抗 R 2 と R 2 1 の並列合成抵抗 (1 5 0 [K]) と、で分圧した大きさとなる。ここで、F E T (T 1) のオン抵抗 R_{on} は、通常 5 [m] 程度の大きさであり、正常時の負荷電流 I D は 1 0 [A] 程度であるので、正常時のドレイン、ソース間電圧 V D S は約 5 0 [m V] となり、これに基づいて、電圧 V 4 は、判定値電圧 (V 1 - V 4) の値が 1 0 0 [m V] 程度となるように設定される。図 7 の例では、V 1 = 1 4 . 5 [V] のとき、以下の (3) 式で示すようになる。

40

【 0 0 4 1 】

$$\begin{aligned} V_1 - V_4 &= V_1 * R_1 / \{ R_1 + (R_2 \parallel R_{21}) \} \\ &= 14.5 * 1 / (1 + 150) \\ &= 96 [mV] \quad \dots (3) \end{aligned}$$

但し、「R 2 R 2 1」は、抵抗 R 2 と R 2 1 の並列合成抵抗を示す。

50

【 0 0 4 2 】

こうすることにより、通常時には、 $V4 < V2$ が成立しており、過電流が発生して $V2$ が低下し、 $V4 > V2$ となると、比較器CMP1の出力が反転するので、この反転を検知することにより、過電流の発生を検知する。即ち、比較器CMP1の出力信号が反転したことが制御回路3にて検出され、ドライバ2にFET(T1)をオフとするための指令信号を出力する。

【 0 0 4 3 】

また、負荷1の駆動開始時には、突入電流が流れるので、該突入電流を過電流と誤判定することを防止するために、制御回路3より各FET(T2)～(T4)に制御信号A1～A3を出力することにより、判定値電圧を変更する制御を行っている。例えば、FET(T2)をオンとすれば、判定値電圧($V1 - V4$)は約2倍となり、加えてFET(T3)をオンとすれば、判定値電圧($V1 - V4$)は約4倍となり、加えてFET(T4)をオンとすれば、判定値電圧($V1 - V4$)は約8倍となる。そして、これらを制御することにより、突入電流や負荷電流IDの正常な変動に対して回路が誤遮断するというトラブルの発生を回避することができる。

【 0 0 4 4 】

以下、具体的な動作例について説明する。なお、このときアンド回路AND1の一方の入力端子に供給される制御信号Bは「H」レベルであるものとする。まず、FET(T2)～(T4)が全てオフで、FET(T5)がオンの状態で比較器CMP1の出力信号が反転した場合、即ち過電流検出した場合には、各FET(T2)～(T4)を全てオンとする。このとき、判定値電圧($V1 - V4$)は通常時の8倍となり、この状態で更に過電流が検出されている場合には、デッドショート等の過大な過電流が発生しているものと見なして、即時にFET(T1)を遮断する。

【 0 0 4 5 】

また、判定値電圧を8倍とすることにより、過電流が回避された場合(比較器CMP1の出力信号が元に戻った場合)には、所定時間経過後にFET(T4)のみをオフとする。これにより、判定値電圧($V1 - V4$)は通常時の4倍となる。この状態で、再度過電流が検出された場合には、FET(T1)を遮断する。他方、過電流が検出されない場合には、所定時間経過後にFET(T3)をオフとして、判定値電圧を2倍とする。

【 0 0 4 6 】

この状態で、再度過電流が検出された場合には、FET(T1)を遮断し、過電流が検出されない場合には、所定時間経過後にFET(T2)をオフとする。この状態で過電流が検出された場合には、FET(T1)を遮断する。他方、過電流が検出されない場合には、過電流は突入電流等の通常時における電流変化に起因するものと判断して、そのままの状態を継続する。即ち、FET(T2)～(T4)をオフとした状態で、負荷の駆動を継続させる。

【 0 0 4 7 】

上記のように各FET(T2)～(T4)のオン、オフを制御することにより、デッドショートのように過大な電流がFET(T1)及び負荷1に流れた場合には、即時に回路を遮断して、FET(T1)、負荷1、及び配線を保護することができ、且つ、突入電流のような正常時において発生する電流については過電流と判定せず、誤遮断を防止することができる。

【 0 0 4 8 】

< 診断時の動作 >

次に、過電流検出回路に故障が発生しているか否かを診断する際の動作について説明する。図2は、制御回路3より出力される各FET(T1)～(T5)の制御信号、及びアンド回路AND1の入力端子に出力する制御信号Bの変化、及び各電圧の変化を示すタイミングチャートであり、(a)は制御信号A1～A3の出力信号を示し、(b)は制御信号Bの出力信号を示し、(c)は制御信号Cを示している。また、(d)は電圧 $V1$ 、後述する電圧 $V2a$ 、電圧 $V2$ 、電圧 $V4$ 、及び後述する電圧 $V4a$ の各変化を示す。診断

10

20

30

40

50

は A 1 , A 2 , A 3 が全てオフ (L レベル) のとき、即ち判定値電圧が標準状態にあるときに行われる。

【 0 0 4 9 】

診断が開始されると、まず時刻 t 1 にて (b) に示す制御信号 B を「 H 」から「 L 」に切り換える。これにより、アンド回路 A N D 1 (禁止手段) の一方の入力端子に供給される信号が「 L 」とされるので、アンド回路 A N D 1 の出力信号は「 L 」に固定される。つまり、比較器 C M P 1 による過電流判定信号の出力が禁止される。

【 0 0 5 0 】

この状態で、時刻 t 2 で、 (c) に示す制御信号 C を「 H 」から「 L 」に切り換える。これにより、 F E T (T 5) がオフとなるので、抵抗 R 2 1 が遮断され、抵抗 R 1 と抵抗 R 2 の直列接続回路により、電圧 V 4 が生成されることになり、抵抗 R 2 と R 2 1 の並列合成抵抗が 1 5 0 [K] であったものが、抵抗 R 2 の 6 0 0 [K] となるために、判定値電圧 (V 1 - V 4) は、急激に小さくなる (診断時判定値電圧) 。つまり、図 2 (d) に示すように電圧 V 4 が急激に上昇する。従って、電圧 V 4 が電圧 V 2 を上回ることになり、比較器 C M P 1 の出力信号が反転する。この際、アンド回路 A N D 1 の出力が禁止されるので、過電流の発生を検知することはない。

【 0 0 5 1 】

また、制御回路 3 では、比較器 C M P 1 の出力信号が反転されたか否かを検知し、反転が検知された場合には、各 F E T (T 2) ~ (T 4) を含め、過電流検出回路は正常に動作しているものと判断する。そして、時刻 t 3 で制御信号 C を「 L 」から「 H 」に戻すと、電圧 V 4 は低下して電圧 V 2 を下回り (診断時判定値電圧から通常時の判定値電圧に戻り) 、その後、時刻 t 4 で制御信号 B を「 L 」から「 H 」に戻すことにより、通常時の過電流検出機能を作動させる。そして、時刻 t 1 ~ t 4 の操作を周期的に行うことにより、上記の診断機能を所定時間間隔で行う。

【 0 0 5 2 】

ここで、各 F E T (T 2) ~ (T 4) のうちの少なくとも 1 つに、オン故障が発生した場合には、診断時において抵抗 R 2 1 が遮断されるものの、抵抗 R 3 ~ R 5 のうちの少なくとも 1 つが接続されることになり、抵抗 R 2 ~ R 5 の並列合成抵抗は、 1 5 0 [K] よりも小さい値となる。従って、電圧 V 4 は、通常動作時における電圧 V 4 (抵抗 R 2 と R 2 1 とが並列接続されているときの電圧 V 4) よりも小さい値となる。即ち、図 2 (d) の電圧 V 4 a に示すように、抵抗 R 2 のみの場合の電圧 V 4 と比較して電圧 V x だけ小さい値となるので、電圧 V 4 a は電圧 V 2 を上回らない。よって、比較器 C M P 1 の出力信号は反転しない。

【 0 0 5 3 】

従って、制御回路 3 では、時刻 t 2 ~ t 3 の間に比較器 C M P 1 の出力信号が反転しない場合には、過電流検出回路が機能していないと判断することができる。そして、周期的に行われる時刻 t 1 ~ t 4 間の処理で、複数回 (例えば、 3 回) 連続して比較器 C M P 1 の出力信号が反転しないことが検出された場合には、過電流検出回路の機能不良が確実なものと判断し、最悪時には車両の火災に至る不具合を回避するため、ドライバ 2 に停止指令信号を出力し、 F E T (T 1) を遮断する。更に、図示しないランプやブザー等により過電流検出機能に異常が発生したことを報知する。

【 0 0 5 4 】

このようにして、本実施形態に係る自己診断機能を備えた負荷駆動装置では、通常時における分圧用の抵抗 (図 7 に示した抵抗 R 1 0 2) を、図 1 に示す抵抗 R 2 と R 2 1 の並列接続で構成し、これらの合成抵抗を上記の抵抗 R 1 0 2 と同一の値に設定する。即ち、図 7 に示した抵抗 R 1 0 2 の抵抗値と、抵抗 R 2 と R 2 1 の合成抵抗値を共に、 1 5 0 [K] に設定する。そして、診断時には、 F E T (T 5) をオフとして、判定値電圧 V 1 - V 4 を通常よりも小さい値 (診断時判定値電圧) に設定し、比較器 C M P 1 の出力を反転させる。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

また、上記した回路では、負荷 1 に流れる電流が過少電流になっていることをも検出することができる。即ち、何らかの原因により、負荷 1 に流れる電流が通常動作時の電流に比べて小さい電流値となっている場合には、負荷電流 I_D が小さくなり、これに起因して上記した (1) 式に基づき、電圧 V_{DS} は小さくなる。即ち、 $FET(T1)$ のソース電圧 V_2 は通常よりも大きい値となり、図 2 の (d) に示す電圧 V_{2a} の如くとなる。この場合には、 $FET(T5)$ をオンとして電圧 V_4 を大きい値に設定しても、電圧 V_4 は電圧 V_{2a} を上回らない。即ち、比較器 $CMP1$ の出力信号が反転しないので、制御回路 3 は過電流検出機能が損なわれていると判定する。これは $FET(T5)$ をオフさせて判定値電圧 ($V_1 - V_4$) を標準状態よりも小さくすることにより、負荷 1 に流れる電流が過少電流となっている異常をも検出することができることを示す。

10

【0056】

以上の内容は次のように解釈できる。 $FET(T5)$ をオフさせたときの電圧 V_4 の増加量を V_4 とすると、判定値電圧 $V_1 - V_4$ が標準状態にあるとき ($FET(T2) \sim (T4)$ がオフになるように制御されているとき)、電圧 V_4 を V_4 だけ増大すると、 $V_1 - V_4 < V_{DS}$ となることが確認できれば、配線故障等により、 V_{DS} が V_4 以上増大すると過電流検出機能が確実に働くことを保証することになる。上記説明では、 $FET(T2) \sim (T4)$ のオン故障が過電流保護機能を損なう要因として取り上げたが、電圧 V_4 を V_4 だけ増大すると比較器 $CMP1$ の出力が反転することが確認できれば、 $FET(T2) \sim (T4)$ が正常であることのみならず、過電流検出機能に関係する部品、配線が全て正常に動作していることを確認できたことになる。

20

【0057】

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 3 は、第 2 の実施形態に係る負荷駆動装置の構成を示す回路図である。本実施形態では、図 1 に示した回路と比較し、抵抗 R_6 、 R_7 、及び $FET(T6)$ を備えている点で相違し、その他の構成は同一である。

【0058】

即ち、第 2 の実施形態に係る負荷駆動装置は、 $FET(T1)$ のソースと比較器 $CMP1$ のマイナス側入力端子との間に抵抗 R_6 が設けられ、更に、抵抗 R_6 の一端とグランドとの間に、抵抗 R_7 と $FET(T6)$ の直列接続回路が設けられている。 $FET(T6)$ のゲートは、 $FET(T5)$ のソースに接続されている。

【0059】

次に、第 2 の実施形態の動作について説明する。通常時の動作は、前述した第 1 の実施形態と同様であり、以下、診断時の動作について、図 4 に示すタイミングチャートを参照して説明する。

30

【0060】

診断時には、時刻 t_1 にて制御信号 B を「L」とすることにより、アンド回路 $AND1$ の出力信号を「L」に固定し、時刻 t_2 において $FET(T5)$ のゲートに制御信号 C を出力することにより、 $FET(T5)$ をオフとする。この際、上述した第 1 の実施形態と同様に、電圧 V_4 が上昇する。従って、図 4 (d) に示すように、時刻 $t_2 \sim t_3$ の間で電圧 V_4 が上昇し、電圧 V_2 を上回るので、比較器 $CMP1$ の出力信号が反転し、 $FET(T2) \sim (T4)$ にオン故障が発生していないことを含め、過電流保護機能が正常であることを検出する。

40

【0061】

また、これと同時に、時刻 t_2 において $FET(T6)$ がオンとなるので、抵抗 R_6 、 R_7 を介して電流が流れ、抵抗 R_6 に電圧降下が発生する。即ち、比較器 $CMP1$ のマイナス側入力端子に供給される電圧は、電圧 V_2 よりも低い電圧 V_3 となる。つまり、 $V_1 - V_3$ で示される電圧が、電圧 V_{DS} (電極間電圧) に所定の電圧を加算した加算電圧となる。

【0062】

従って、負荷 1 に流れる電流が過少電流となって、図 4 (d) に示すように、電圧 V_2 が通常時における電圧 V_2 よりも大きい V_{2a} となった場合でも、時刻 $t_2 \sim t_3$ の間で

50

は、 V_{2a} が低下しなくても、抵抗 R_6 の電圧降下により電圧 V_3 が低下し、電圧 V_4 を下回ることになるので、比較器CMP1の出力信号は反転する。その結果、負荷1に流れる電流が過少電流になったことに起因して生じる比較器CMP1の非反転を防止することができる。

【0063】

即ち、上述した第1の実施形態では、診断時において、比較器CMP1の出力信号が反転しないことにより、負荷電流 I_D が過少となったことを検出したが、第2の実施形態では、負荷電流 I_D が過少となった場合には、比較器CMP1の出力は反転するので、上記の検出の対象外とすることができる。過少電流は過電流と異なり、安全上の問題はないから、FETを遮断する必要がないとの考えも成り立つ。その場合には、この第2の実施形態を用いることができる。

10

【0064】

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図5は、第3の実施形態に係る負荷駆動装置の構成を示す回路図である。本実施形態では、図3に示した回路に対して、次のように変更する。抵抗 R_{21} 、FET(T5)を除去し、抵抗 R_2 (600K)を R_{20} (150K)に変更し、制御信号CをFET(T6)のゲートに供給するように接続し、制御信号Cのモードを図4(c)に示した信号に対して反転させている。また、($V_2 - V_3$)電圧の大きさを変えるため、抵抗 R_6 、 R_7 の抵抗値を変更している。図5に示す回路では、診断時に電圧 V_4 は変更せず、電圧 V_2 に対する電圧加算のみを行っている。即ち、第1の実施形態にて示した判定値電圧($V_1 - V_4$)を、これよりも小さい診断時判定値電圧に変更する処理を行わず、電圧 V_{DS} に所定の電圧を加算して加算電圧を得る処理のみを行っている。

20

【0065】

第3の実施形態の動作を、図6に示すタイミングチャートを用いて説明する。各制御信号A1, A2, A3がLレベルのとき診断を実施し、時刻 $t_1 \sim t_4$ 間で制御信号BをLレベルにしてAND回路AND1の出力をLレベルに固定することは、図2, 図4にて説明した例と同様である。

【0066】

制御信号Cを時刻 t_2 にてLレベルからHレベルに変化させ、FET(T6)をオンとする。これにより抵抗 R_6 に電流が流れ、電圧降下が発生する。

30

【0067】

電圧降下の大きさ($V_2 - V_3$)は、標準の判定値電圧($V_1 - V_4$)よりも若干大きくなるように、抵抗 R_6 、 R_7 の抵抗値を選定する。これにより、過電流検出回路が正常に機能していれば時刻 $t_2 \sim t_3$ の間で、 $V_3 < V_4$ となり、比較器CMP1の出力が反転することになる。このとき負荷電流 I_D が正常電流よりも過少になっているときの電圧 V_{2a} に対しても、比較器CMP1の出力は反転する。即ち、過少電流は異常検出の対象外とする第2の実施形態の特徴が、第3の実施形態では、より簡素化された回路構成で実現できる。

【0068】

以上、本発明の自己診断機能を備えた負荷駆動装置を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置き換えることができる。

40

【産業上の利用可能性】

【0069】

半導体スイッチに組み込まれた過電流保護機能に対して半導体スイッチが通電状態にあるとき、所定の時間間隔で正常か否かの診断を行い、異常時には半導体スイッチを遮断することにより、半導体スイッチの不良による発熱、火災等の事故を未然に確実に防ぐことができる。これにより、半導体スイッチの信頼性が従来のヒューズとリレーで構成されたスイッチング機構と同等になり、過電流保護機能とスイッチ機能を半導体スイッチで置き換えることができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る自己診断機能を備えた負荷駆動装置の構成を示す回路図である。

【図2】第1の実施形態に係る負荷駆動装置の各制御信号、電圧の変化を示すタイミングチャートである。

【図3】本発明の第2の実施形態に係る自己診断機能を備えた負荷駆動装置の構成を示す回路図である。

【図4】第2の実施形態に係る負荷駆動装置の各制御信号、電圧の変化を示すタイミングチャートである。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る自己診断機能を備えた負荷駆動装置の構成を示す回路図である。

【図6】第3の実施形態に係る負荷駆動装置の各制御信号、電圧の変化を示すタイミングチャートである。

【図7】従来における負荷駆動装置の構成を示す回路図である。

【符号の説明】

【0071】

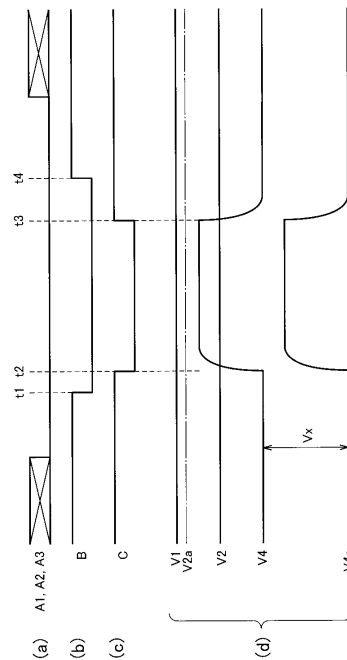
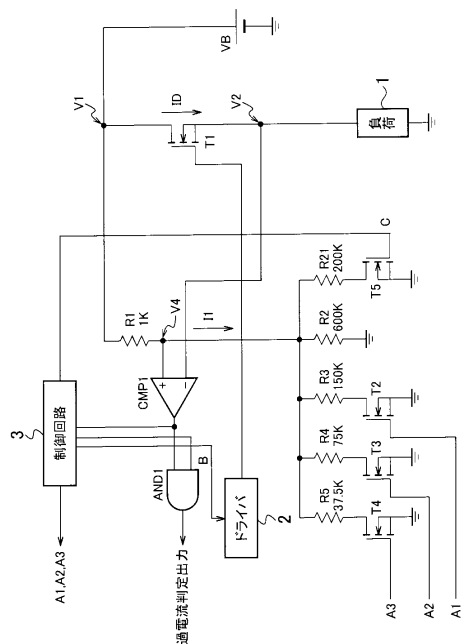
- 1 負荷
- 2 ドライバ（駆動回路）
- 3 制御回路（過電流検出手段、診断手段）
- T1 MOSFET（半導体素子）
- VB バッテリ
- CMP1 比較器（比較手段）
- AND1 アンド回路（禁止手段）

10

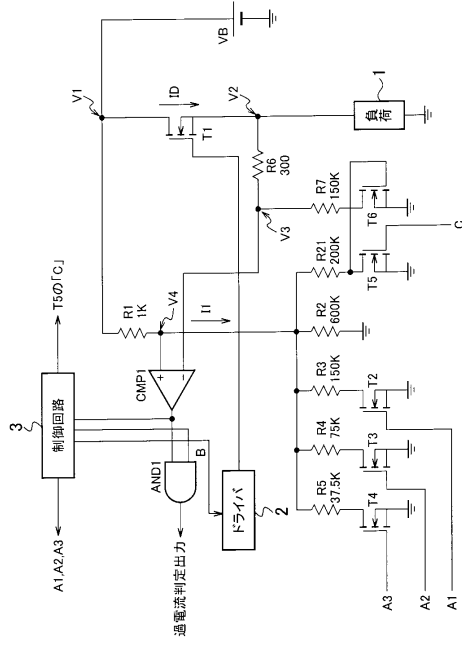
20

【図1】

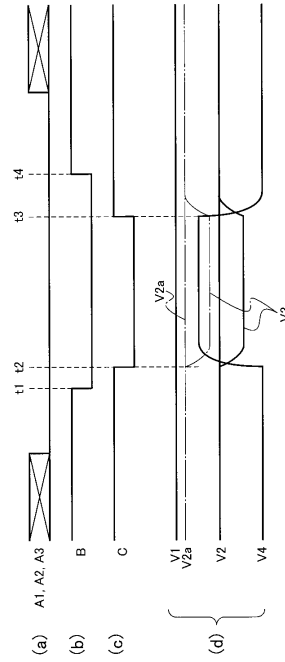
【図2】



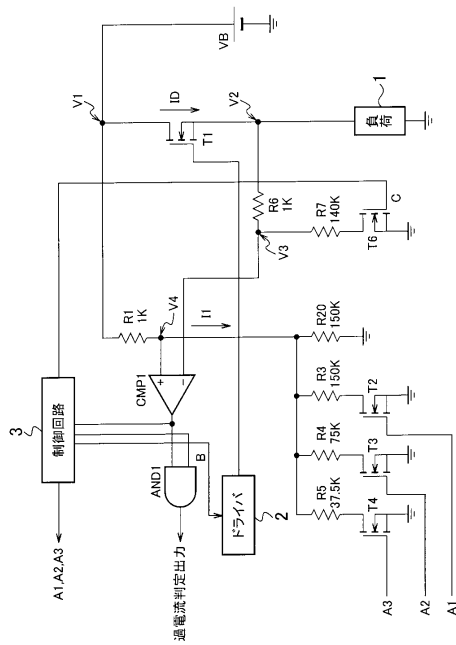
【図3】



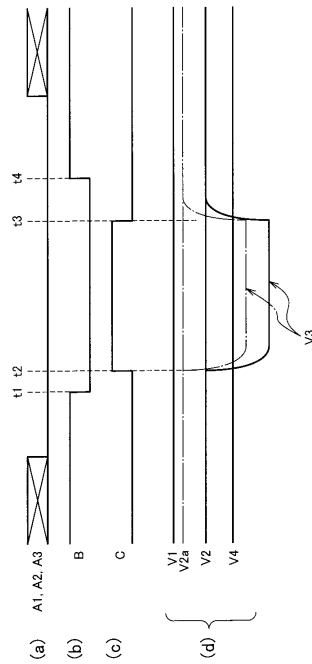
【図4】



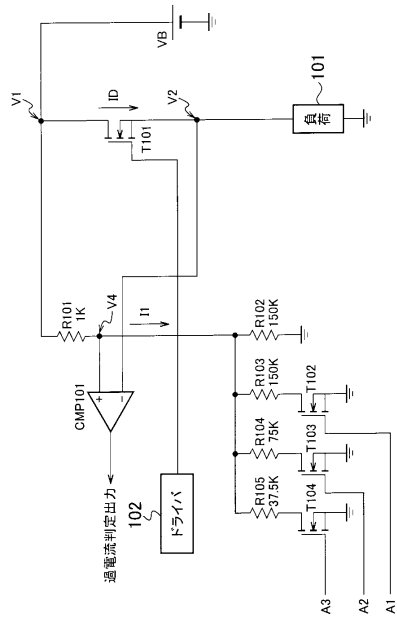
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 大島 俊藏
静岡県湖西市鷺津2464-48 矢崎部品株式会社内

審査官 栗栖 正和

(56)参考文献 特開2002-353794(JP,A)
特開昭60-041321(JP,A)
特開2007-017262(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03K 17/00-17/70