

ECN3018 アプリケーションノート

1. 概要

ECN3018は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を6個内蔵したワンチップ三相ブリッジICです。

特に、AC100～115V対応三相DCブラシレスモータの可変速制御用に最適です。

図1に回路ブロックを示します。

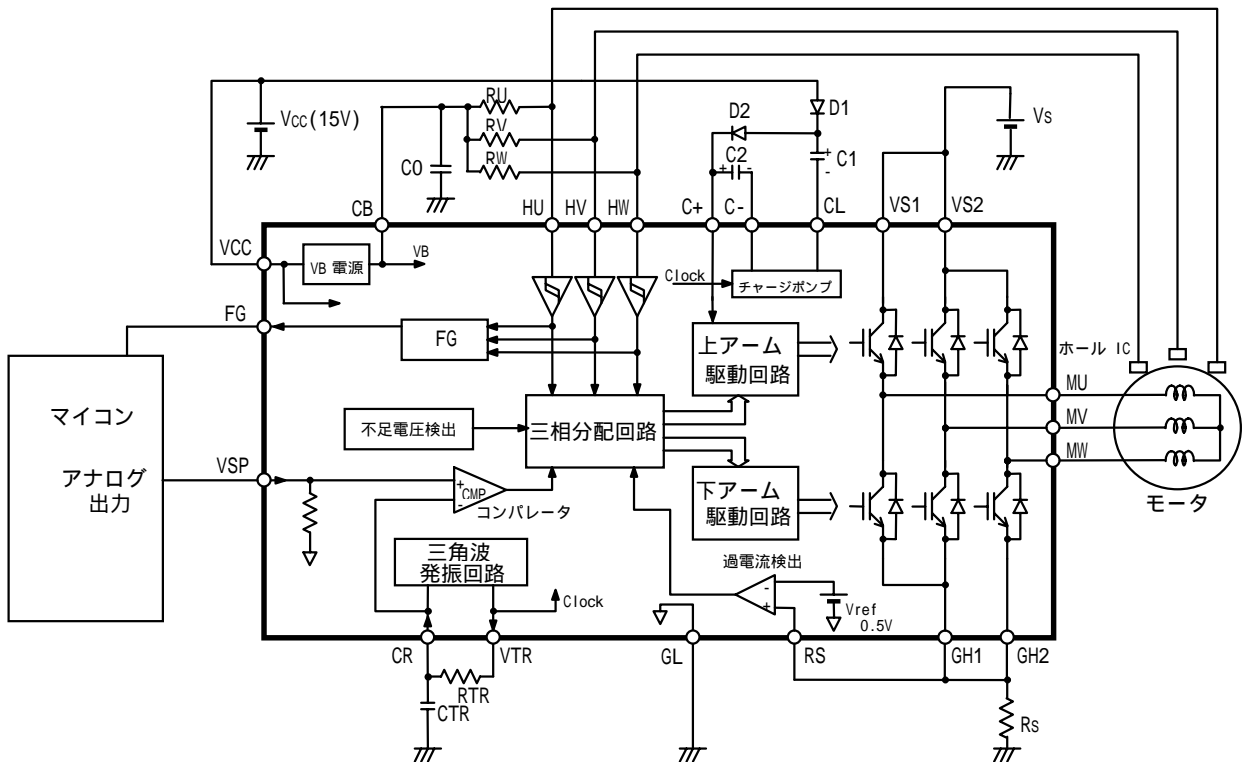


図1. 回路ブロック

2. 端子機能および等価回路

(1) HU, HV, HW端子

- ・三相ブリッジの出力素子を制御する入力端子です。入力電圧は、5V CMOSまたはTTLコンパチとなっています。また、それぞれの入力には、 $typ. 200k$ のプルアップ抵抗を内蔵しています。
- ・入力端子はインピーダンスが高いため、ノイズの影響を受ける可能性があります。ノイズが観測される場合にはCB端子との間にプルアップ抵抗 $5.6k$ の接続、または入力端子に近接して $500pF$ 程度のセラミックコンデンサの設置、または両者の設置を推奨いたします。

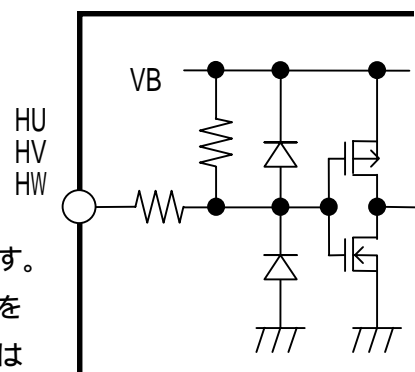


図2. HU, HV, HW 端子の等価回路

(2) VSP端子

- ・モータの回転数をコントロールする速度指令入力端子です。CR端子の三角波とVSPに入力されるアナログ信号を比較し、PWM信号を生成します。PWMデューティは三角波振幅レベルの下限値VSAWLから上限値VSAWHの間でリニアに変化し、VSAWL以下で0%、VSAWH以上で100%となります。PWM動作は下アームで行います。
- ・入力端子には、入力抵抗 $t y p . 3 0 0$ とプルダウン抵抗 $t y p . 2 0 0 k$ が内蔵されています。
- ・VSP端子の入力電圧をVB以上にする場合の注意
VSPの入力電圧をVB電源出力電圧以上にするるとIC内部に電流が流れ込みます。VB電源出力電圧以上を入力する場合は、VSP信号とVSP端子間に外部抵抗Rを挿入しIC内部への流れ込み電流を1mA以下として下さい。
外部抵抗Rを決定する参考式を次に示します。

$$(VSP - VB - VFdiode) / (R + 300) = 1mA$$

$$VFdiode = 0.5V \text{ (高温時)}$$

$$300 \text{ ; 内蔵抵抗}$$

外部抵抗Rを接続した場合、コンパレータの入力電圧は、Rと内部抵抗の分割となりVSP電圧値とコンパレータ入力電圧値に差が出る事になります。

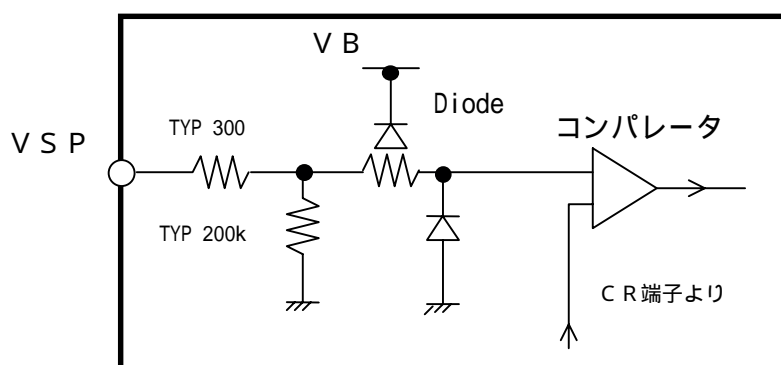


図3 . VSP端子の等価回路

(3) CR, VTR 端子

- この2端子に抵抗とコンデンサを接続することで三角波の発振周波数を決定します。周波数はおおむね次の式で決まります。

$$f_{PWM} = -1 / (2 \cdot C \cdot R \cdot \ln(1 - 3.5 / 5.5))$$

$$= 0.494 / (C \cdot R) \quad (\text{Hz})$$

- 発振周波数の誤差要因

VTR端子の内部抵抗(仕様書記載; VTR端子出力抵抗)が外付け抵抗に加算されます。また、回路基板に存在する浮遊容量が外付け容量に加算されます。

- 三角波振幅レベルのばらつき

VSAWHとVSAWLの電圧は、内蔵VB電源の電圧を3本の抵抗で分圧して発生させています。理論上は次式に従います。

$$V_{SAWH} = V_B \times 5.4 / 7.5$$

$$V_{SAWL} = V_B \times 2.1 / 7.5$$

ばらつきの主たる要因は内蔵VB電源の電圧ばらつきです。

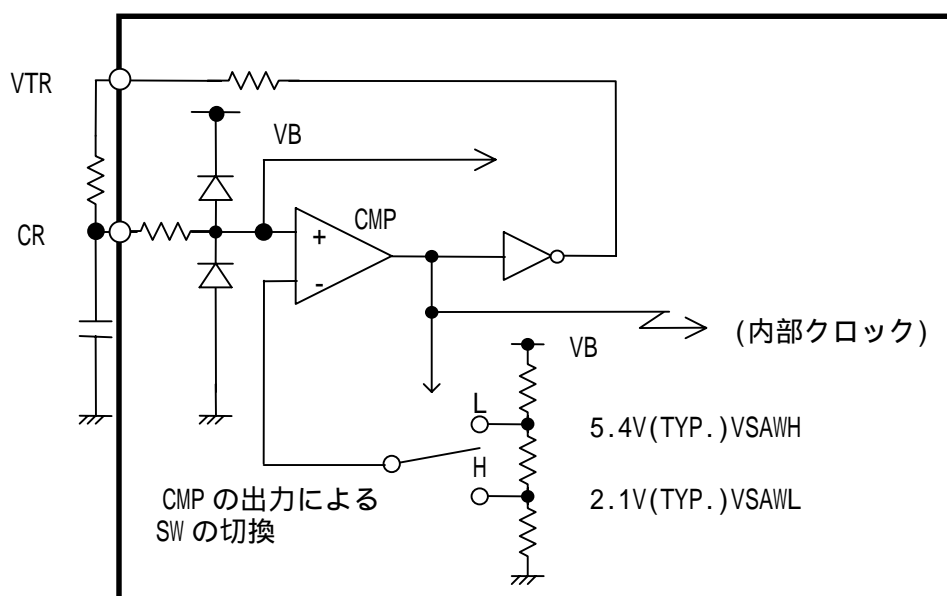


図4 . CR , VTR 等価回路

(4) RS 端子

- 過電流検出信号入力端子です。GH1, GH2 に共通接続する Rs シャント抵抗の電圧を RS 端子に入力することにより過電流状態を検出します。RS 端子電圧が IC 内部の電流制限用基準電圧 Vref (0.5V typ.) を越えると、下アームの出力をオフします。過電流検出後のリセット動作は、内部クロック信号の 1 周期毎に行います。制限電流値 Io は、 $I_o = V_{ref} / R_s$ (Rs は外付け抵抗) で求められます。RS 端子内部には、約 1 μs のフィルタを内蔵しています (図 5 参照)。ただし、ノイズによって過電流検出機能が誤動作する場合は、R1, C1 による外部フィルタを追加して下さい。ただしフィルタ時定数をあまり大きく選びますと、過電流検出信号の検出遅れが生じますからご注意下さい。

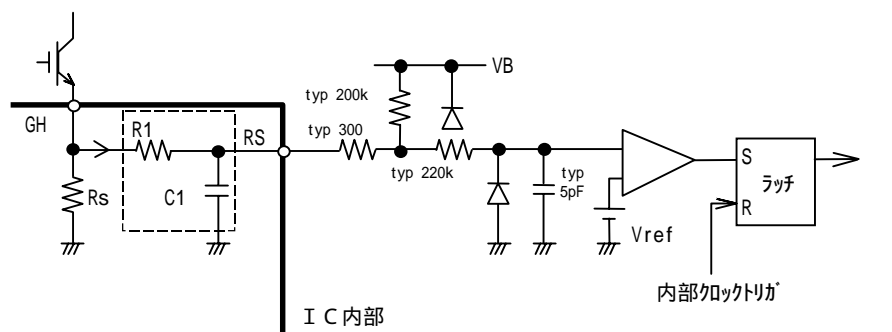


図 5 . RS 端子の等価回路

(5) FG 端子

- FG 端子でモータの回転数をモニタできます。HU, HV, HW の入力信号に応じてパルスを出力します。HU, HV, HW の内 2 つの信号が 'H' レベルの時のみ FG 端子に 'H' レベルを出力します。出力信号は、モータの回転数が早くなると周波数が高くなります。出力動作は、仕様書の 5.2 項タイムチャートを参照して下さい。

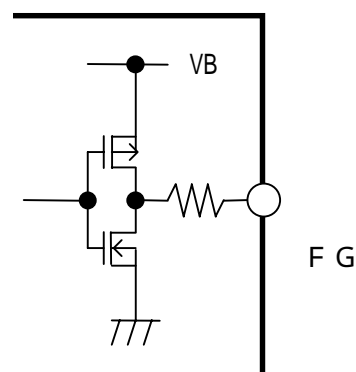


図 6 . FG 端子の等価回路

(6) MU, MV, MW

- モータの巻線に接続する出力端子です。6 個の IGBT と還流ダイオードで三相ブリッジを構成しています。

(7) VCC 端子

- ・上アーム、下アーム駆動回路、チャージポンプ回路等に用いられる高圧素子(I G B T, 高圧C M O S)を駆動する電源端子です。また、内部V B電源を生成します。
- ・VCCの電源容量は、スタンバイ電流 I C CにC B端子から取り出す電流を加算し、マージンを見て設定して下さい。
- ・本ICはVCC不足電圧検出回路(L V S D)を内蔵しております。VCC電圧が低下し、LVSDON(11.5V typ.)以下になると、上下アームI G B Tがオールオフ状態、およびチャージポンプ動作が停止します。再びVCCが上昇すると、LVSDOFF(12.0V typ.)以上で出力オールオフ状態およびチャージポンプ停止が解除します。(LVSDによるチャージポンプ停止/停止解除の動作はECN3018特有のものです。)

(8) CB 端子

- ・内部V B電源の出力端子です。V B電源で、入力、三相分配、F G、三角波、過電流検出等の回路を駆動します。この内部電源7.5V(typ.)はVCC電源より生成されます。
- ・CB端子には、発振防止用コンデンサC oを接続して下さい。容量は、0.22μF ± 20%を推奨します。
- ・CB端子に外部回路等を接続する場合、電源の安定化を目的としてコンデンサを追加する場合は、数μF程度にとどめて下さい。C oが大きいと電源シーケンス等の過渡時において、IC内部V B電源の動作に遅延が生じ、IC出力が誤動作する場合があります。やむを得ず大きなコンデンサを追加する場合は、V B電源が十分安定した後で入力を与えるようにして下さい。
- ・V B出力電流は、I B規格25mAを越えないようにして下さい。V B出力電流が大きいと、電源シーケンス等におけるVCCの立ち上がり立ち下がりにおいて、VCCと内部V B電源に差が生じ、内部ロジック回路の誤動作が発生する場合があります。V B出力電流が大きくなる場合は、V B電源が十分安定している状態で入力をコントロールするようにして下さい。

(9) VS1, VS2 端子

- ・出力I G B Tの電源端子です。ICピンの近傍でVS1とVS2の端子を接続して下さい。
- ・一方の端子がオープンの場合 ICが破壊する可能性があります。

(10) C+, C-, CL 端子

- ・チャージポンプ回路用端子です。一般に三相ブリッジ回路では、出力がNチャンネル型デバイスのトータムポール構成となっています。従って、上アームデバイスのオン状態を保つためには、 V_S 電源より高い上アーム駆動電源が必要となります。本ICではチャージポンプ回路で上アーム駆動電源を生成しますので、専用の電源は必要ありません。
- ・C+ は上アーム駆動電源を供給する端子で、およそ $(V_S + V_{CC})$ の電圧となります。
- ・C- はIC内部で V_S 端子と接続しています。
- ・CL は V_{CC} の電位をC+ に接続するコンデンサに汲み上げる動作を行います。CL 端子電圧の振幅は、およそ0Vから V_S です。
- ・チャージポンプ回路は内部クロック（周波数は三角波発振回路で設定）によって動作します。図7で簡単に動作を説明します。SW1, SW2 は内部クロックに同期して交互にON/OFF動作を繰り返します。CL 電位が0Vの時（SW1: OFF、SW2: ON）、 V_{CC} からD1 を通って、C1 コンデンサに電荷を蓄えます（経路①）。次にSW1: ON、SW2: OFFにより、CL 電位が V_S 電位に持ち上がることによって、C1 コンデンサに蓄えられた電荷は、D2 を通ってC2 コンデンサに汲み上げられます（経路②）。この動作を内部クロック周波数で繰り返し、C2 コンデンサに電荷を充電させて上アーム電源を生成します。この上アーム電源（C2）からC+ 端子を介して、上アーム駆動回路に電力が供給されます（経路③）。

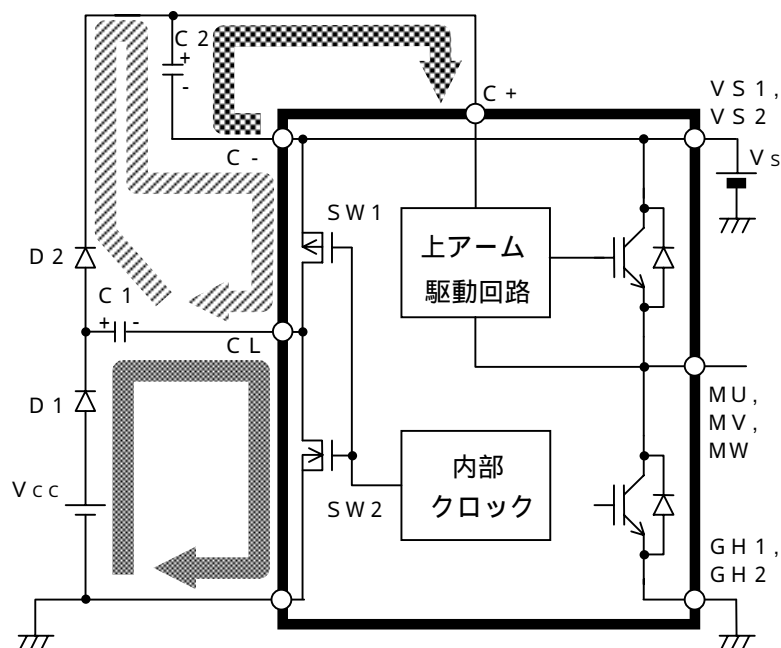


図7 . チャージポンプ等価回路

・ D 1 , D 2 の設定

アキシャルリードタイプでは、弊社ダイオード DFG1C4 (400V, 1A, 100ns、ガラスモールドタイプ)、DFM1F4 (同仕様、レジンモールドタイプ) 相当の高速ダイオードを推奨いたします。(CL端子電圧の振幅は、およそ0VからVs電位ですので、高耐圧のダイオードが必要です。)

・ C 1 , C 2 の設定

上アームIGBTは、コンデンサに蓄えられた電荷により駆動します。コンデンサ容量は $1.0\mu\text{F} \pm 20\%$ を推奨致します。これ以外のコンデンサをご使用される場合はC+からC-間の電圧(VCP)が10Vを下回らないようにして下さい。これらコンデンサのストレス電圧は、動作上Vcc以下となります。

(1 1) GL 端子

- ・ VCC系、VB電源系のGND端子です。

(1 2) GH 1 , GH 2 端子

- ・ GH 1、GH 2 端子は下アームIGBTのエミッタに接続されています。シャント抵抗Rsを接続し、過電流検出を行います。GH 1とGH 2はICピンの近傍で共通接続して下さい。この配線が長いと、マイナスサージ電圧が発生しやすくなり、ICが破壊したり、発熱を起こしたりする原因となります(2.(4)項参照)。
- ・ GH 1、GH 2 端子へのRS端子の配線接続は、配線パターンにより相毎の過電流検出レベルが不均衡となる場合があります。これは、Rs抵抗端とGH 1、GH 2 端間の配線抵抗成分の不均衡によることが原因です。

3. 使用上の注意

(1) 電源シーケンス

- ・ V_{SP} が V_{SAWL} 以下の場合は電源シーケンスフリーです。電源立ち上げ・立ち下げの際は V_{SP} を V_{SAWL} 以下にすることを推奨いたします。 V_{CC} 立ち上げ V_S 立ち上げ 運転 V_S 立ち下げ V_{CC} 立ち下げの電源シーケンスとする場合は、 V_{SP} が V_{SAWL} 以下でなくても構いません。
- ・ 電源シーケンスにおいて、IC 破壊の危険性にある状態は、出力 IGBT の電流能力低下にあります。出力 IGBT のオンオフは、ゲート電圧によって制御されます。ゲート電圧は、下アーム IGBT の場合 V_{CC} 電圧 (V_{CC} -GL 間) が、上アームの場合 $C+$ の電圧 ($C+$ -MU, $C+$ -MV, $C+$ -MW 間) が与えられます。図 8 に IGBT の電圧 - 電流特性を示します。 V_G はゲート電圧です。
- ・ 図において、IGBT のコレクタ - エミッタ間電圧 V_{CE} が 10 V に近づくとコレクタ電流 I_c は次第に流れにくくなり、さらに V_{CE} が増大するとほぼ定電流特性を示します。定電流特性を示す状態を飽和状態と呼びます。

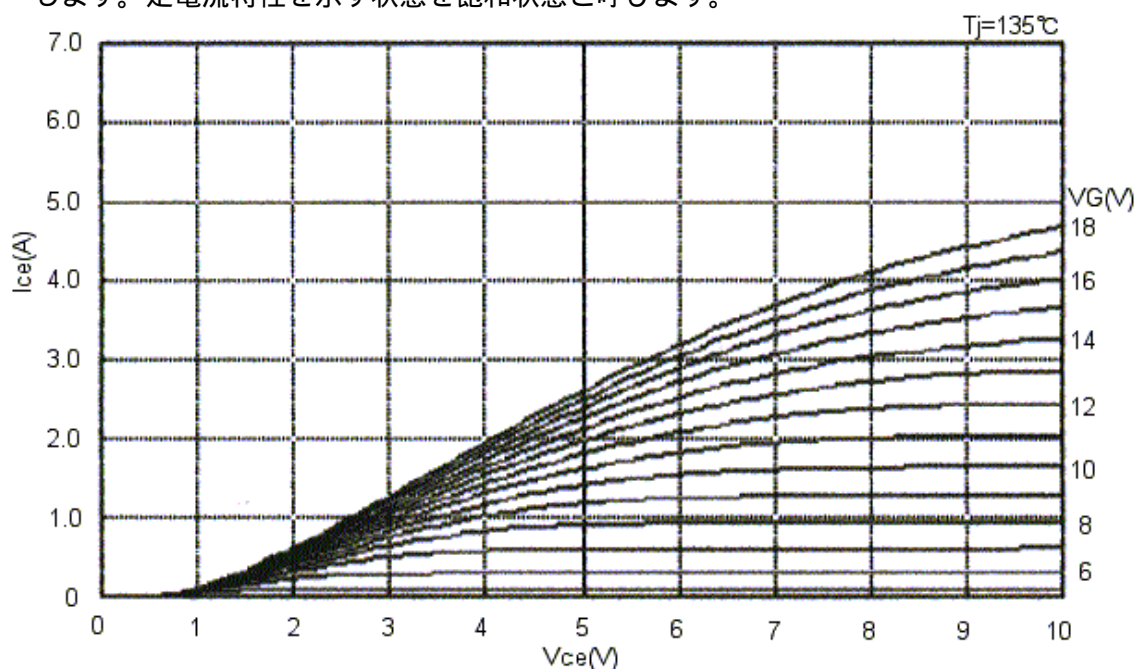


図 8 . IGBT の出力特性 (代表例)

- ・ IGBT が飽和状態に達すると、発生損失が増大し急激な温度上昇を招きます。この温度上昇により、IC の接合温度が上昇し最大定格 135 を越えると IC が破壊する場合があります。
- ・ 電源シーケンスにおいては、 V_{CC} の推奨動作条件の最小値 13.5 V 以下から LVS D 動作電圧 LVS DON の最小値 10.0 V の間、ゲート電圧が低い状態で IGBT が動作する場合があります。例えば、モータ起動時に V_{CC} が最後に投入される場

合、VCCが十分に立ち上がっていない状態でIGBTが動作するので飽和状態になり易く、ICが破壊する可能性が高くなります。またモータ停止時においても、VCCを先に遮断すると同様にIGBTが容易に飽和状態になります。ただし、VCCの立ち上がり立ち下がりスピードにより、IGBTの発熱を抑制することは可能ですがそのスピードが μs のオーダーでないと充分とはいえません。従って、電源シーケンスとしては、VCCが安定した状態で入力をコントロールするようなシーケンスとして下さい。

(2) 最大定格出力電流

- ・出力ピーク電流 (IMP)、起動・加速時出力電流 (IMO) は、仕様書最大定格の注1に記載しましたように、出力電流 (IMDC) を超える時間の累積がモータの全運転期間において5%以内となるよう配慮して下さい。この5%とはPWMデューティではありませんのでご注意ください。

(3) サージ耐量の確保

- ・VS端子およびVCC端子に最大定格を超えるサージ電圧が印加されると、ICが破壊する場合があります。サージによる破壊が起きた場合、次の対策が有効です。
 - 1) 端子に近接してツェナーダイオード等のサージ吸収素子を配置して下さい。
 - 2) 端子に近接してパスコンデンサを設けて下さい。容量が大きいほど有効ですが、少なくとも $0.1\mu F$ 以上のセラミックコンデンサ等を使用して下さい。

(4) タブ (ICの放熱板) の電位

- ・タブとICのGL端子は、高インピーダンスで接続されています。タブの接続はオープンを推奨しますが、やむをえず電位を固定する場合は、GL端子に接続して下さい。

(5) モータロック動作

- ・モータロック等で出力が1相のみオン状態に固定されると、常時過電流検出状態となります。過電流状態のリセットは、内部クロックの1周期毎に行われますが、発生パワーが大きいためICの温度が T_{jmax} を超えてしまいます。本ICはモータロックに対する保護機能は有りません。長時間モータロック動作が継続するとICが破壊する場合があります。

(6) 絶縁耐圧試験

- ・放熱のため、本ICのタブ部(2個のネジ穴部)を、モータ外部筐体に取り付けて使用する場合に以下の注意が必要です。
外部筐体とGLとの間に高電圧を加える絶縁耐圧試験に、本ICは耐えることができ

ません。ICのタブ部と外部筐体間に、絶縁耐圧試験に耐える厚みのマイラシート等を、挟んで頂くようお願いいたします。

(7) 出力短絡保護

- ・本ICには、出力の短絡（負荷短絡、地絡、上下アーム短絡）に対する保護機能は内蔵されておりません。出力短絡が生じるとICが破壊する場合があります。

(8) ピン間絶縁について

- ・下記ピン間には高電圧が印加されます。
1 - 2 , 2 - 4 , 6 - 7 , 8 - 9 , 9 - 10 , 20 - 21 , 21 - 22 , 22 - 23
- ・ICのピンにコーティング処理又はモールドを施すことを推奨いたします。コーティング樹脂は多種多様で、基板の大きさ、厚さなどの形状、その他部品からの影響などが、半導体デバイスにどのような熱的、機械的ストレスが加えられるか不明な点があります。コーティング樹脂の選択に当たっては、基板メーカーとご相談の上使用頂くようお願いいたします。

(9) 過電流検出の動作

- ・過電流検出回路は R_s シャント抵抗に正方向に流れる電流をRS端子で検出し、電流制限用基準電圧に達すると、下アーム出力を遮断する構成となっています。この場合シャント抵抗に流れない電流、例えば還流電流（図9参照）等は検出できません。
- ・還流電流は、還流している回路中でエネルギーを消費し、消滅してしまえば問題ありませんが、電流が残留したまま通常のIGBTオン電流が流れていると、IGBTには（還流電流+通常のオン電流）が流れます。従って、シャント抵抗で設定した制限電流値 I_o よりも、大きい電流が流れてしまいます。
- ・この現象は、本ICにおいては、上アームの相切換で見られます。特にモータのロータ位置検出取付位置の不具合等でモータが起動せず相切換が繰り返される場合や、モータの特性により還流電流が大きい場合には、還流電流が重畳し、ICの安全動作領域（巻線電流によって定義）を超える場合があります。
- ・従って、モータの巻線電流を観測することにより、安全動作領域を確認して下さい。

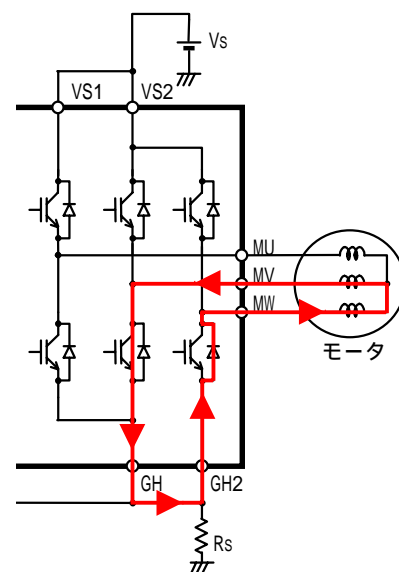


図9 . 還流電流の一例

(10) その他

- ・その他の内容については、「日立高耐圧IC使用上のご注意」を参照して下さい。

ご注意

- 1 . 本資料に掲載した内容は特性改善の為、予告なく変更することがありますのでご了承ください。ご検討の際は弊社営業所に最新のデータである事をご確認下さい。
- 2 . 製品ご使用の前に個別製品カタログの「安全上のご注意とお願い」をよくお読みのうえ、正しくご使用下さい。
- 3 . 極めて高い信頼性が要求される用途（原子力制御用、航空宇宙用、交通機器、ライフサポート関連の医療機器、燃焼制御機器、各種安全機器など）に使用される場合は、特に高信頼性が確保された半導体デバイスの使用及び使用側でフェイルセーフなどを配慮した安全性確保をして下さい。または当社営業窓口にご照会下さい。
- 4 . 本資料に記載された情報、製品や回路の使用に起因する損害または特許権その他権利の侵害に関しては、株式会社日立製作所は一切その責任を負いません。
- 5 . 絶対最大定格値を越えてご使用された場合の半導体デバイスの故障及び二次的損害につきましては、弊社はその責任を負いません。
- 6 . 本資料によって第三者または株式会社日立製作所の特許権その他権利の一部を許諾するものではありません。
- 7 . 本資料の一部または全部を当社に無断で転載または複製する事を堅くお断り致します。
- 8 . 本資料に記載された製品（技術）を国際的平和および安全の維持の妨げとなる使用目的を有する者に再提供したり、またそのような目的に自ら使用したり第三者に使用させたりしないようにお願いします。なお、輸出などされる場合は外為法の定めるところに従い必要な手続きをおとりください。

製品に対する問い合わせは、ホームページのトップページにある「お問い合わせ先」の最寄りの営業所へどうぞ。

日立パワー半導体ホームページアドレス <http://www.pi.hitachi.co.jp/ps>