

ECN3063 / 3064 アプリケーションノート

1. 概要

ECN3063、ECN3064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。

6入力により6個の出力IGBTを制御します。

特に、AC200～230V対応三相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。

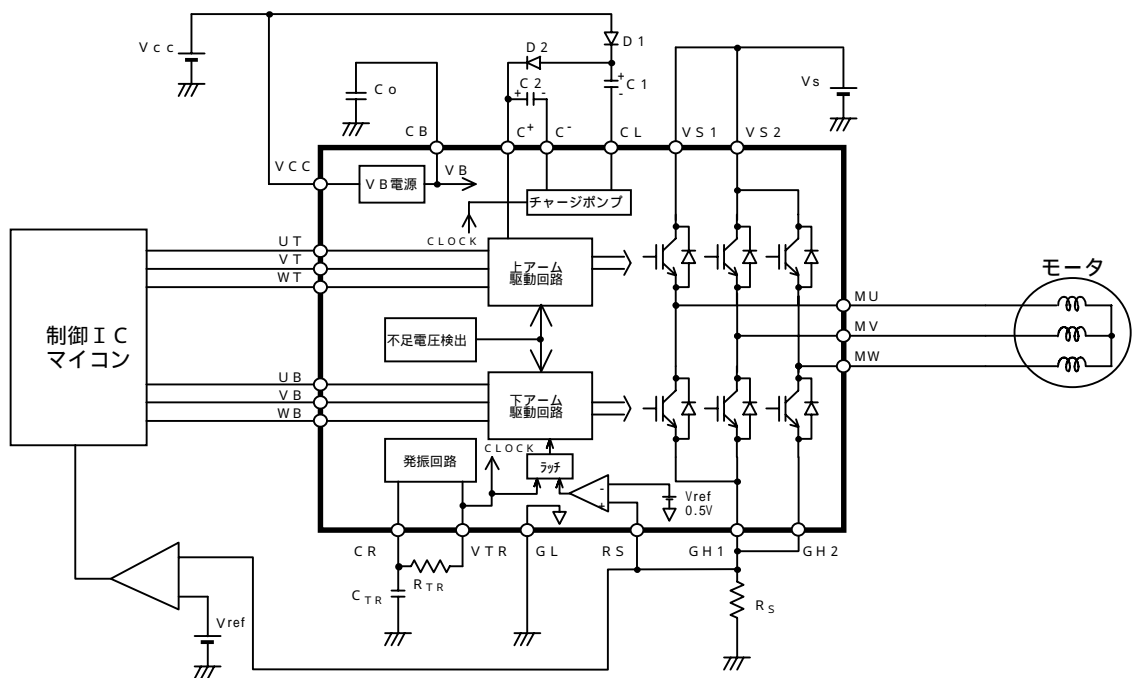


図1. 回路ブロック

2. 端子機能及び等価回路

(1) UT, VT, WT, UB, VB, WB端子

- ・三相ブリッジの出力素子を制御する入力端子です。UT, VT, WTは上アームを、UB, VB, WBは下アームIGBTを制御する入力端子です。
- ・上下アームの各入力とも、入力Hで出力がオンします。
- ・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のプルダウン抵抗を内蔵しています。

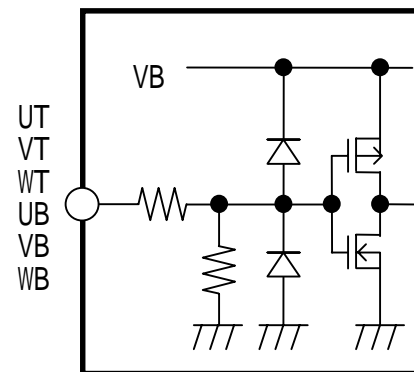


図2. UT, VT, WT, UB, VB, WB端子の等価回路

- ・本ICの出力素子は、IGBTのトータムポール構成となっています。同相の上下アームが同時オンした場合ICが破壊します。これを防止するため同時オンを禁止する回路が内蔵されています。（製品仕様書の真理値表を参照下さい。）ただし、この回路は入力論理ベースでのみ作用し、出力遅延時間まで含めたものではありません。従って、同相上アーム（下アーム）オフから同相下アーム（上アーム）オンへ出力制御を移行する場合、同時オンのタイミングがないようデッドタイムを設定する必要があります。図3にデッドタイム設定例を示します。
- ・同相上アームから下アームへの切り換えは、上アームターンオフ遅延時間(TdOFFT)以上、同相下アームから上アームへの切り換えは、下アームターンオフ遅延時間(TdOFFB)以上のデッドタイムが必要です。

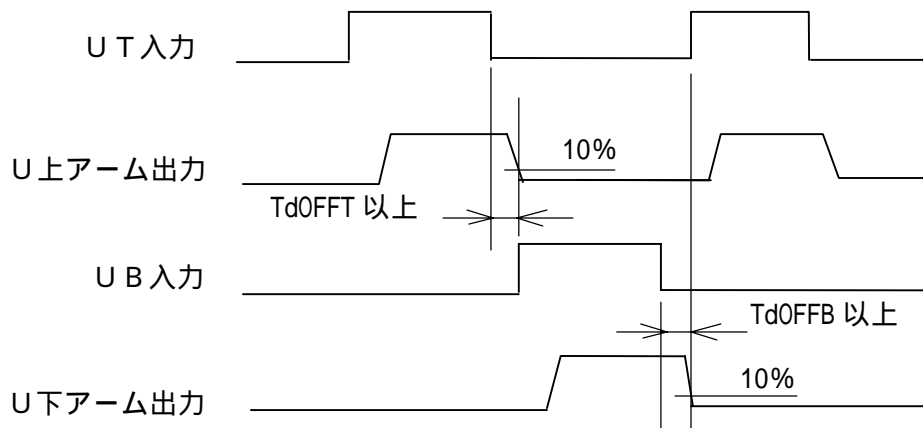


図3 . デッドタイム例

(2) 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内部クロックの発振周波数を決定します。（図4）

内部クロックは上アーム電源生成に使用します。

周波数はおおむね次の式で決まります。

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

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

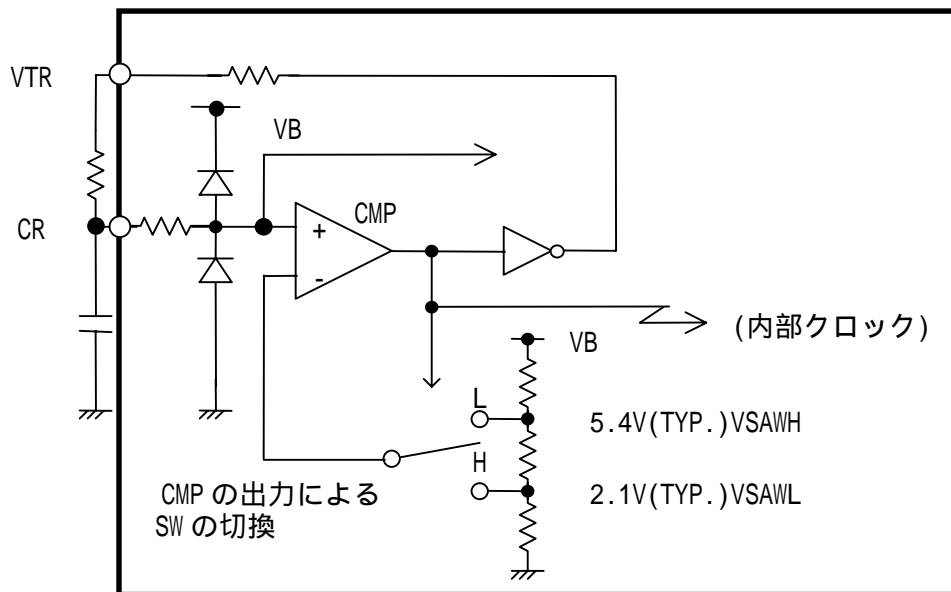


図4 . CR , VTR 等価回路

(3) 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1μs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。

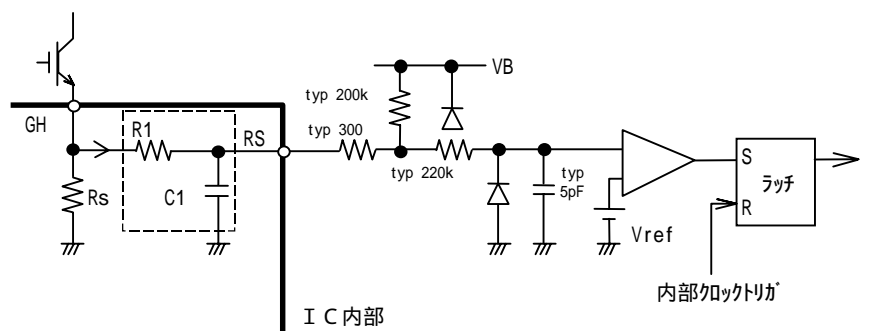


図5 . RS 端子の等価回路

(4) 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。

(5) 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(IGBT, 高圧CMOS)を駆動する電源端子です。また、内部VB電源を生成します。
- ・VCCの電源容量は、スタンバイ電流ICCにCB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(LVSD)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IGBTがオールオフ状態となります。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が解除します。

(6) CB端子

- ・内部VB電源の出力端子です。VB電源で、入力、上アーム、下アーム駆動論理回路、内部クロック、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より生成されます。
- ・CB端子には、発振防止用コンデンサCoを接続して下さい。容量は、 $0.22\mu\text{F} \pm 20\%$ 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。Coが大きいと電源シーケンス等の過渡時において、IC内部VB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、VB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。
- ・VB出力電流は、IB規格25mAを越えないようにして下さい。VB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VB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。VB出力電流が大きくなる場合は、VB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。

(7) VS1, VS2端子

- ・出力IGBT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。

(8) 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を通して、C1コンデンサに電荷を蓄えます(経路)。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を通してC2コンデンサに汲み上げられます(経路)。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)。

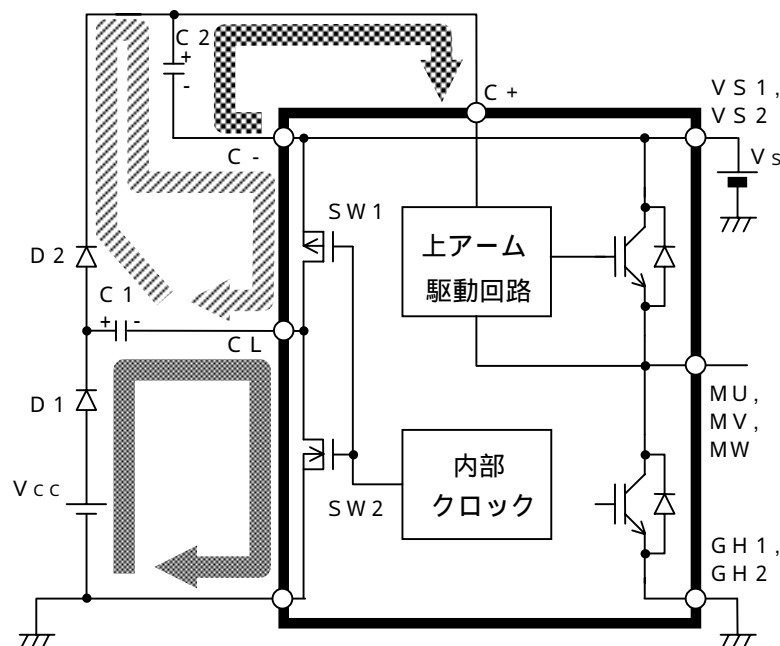


図6 . チャージポンプ等価回路

- ・ 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 D F G 1 C 6 (6 0 0 V , 1 A , 1 0 0 n s 、 ガラスモールドタイプ) または、 D F M 1 F 6 (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。(C L 端子電圧の振幅は、およそ 0 V から V s 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 I G B T 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 E C N 3 0 6 3 では 0 . 4 7 μ F \pm 2 0 % 、 E C N 3 0 6 4 では 1 . 0 μ F \pm 2 0 % 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 (V C P) が 1 0 V を下回らないようにして下さい。

なお、コンデンサのストレス電圧は、動作上 V C C 以下となります。

(9) G L 端子

- ・ V C C 系、 V B 電源系の G N D 端子です。

(1 0) G H 1 , G H 2 端子

- ・ G H 1 , G H 2 端子は下アーム I G B T のエミッタに接続されています。シャント抵抗 R s を接続し、過電流検出を行います。 G H 1 と G H 2 は I C 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、 I C が破壊したり、発熱を起こしたりする原因となります (2 . (3) 項参照) 。
- ・ G H 1 , G H 2 端子への R S 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、 R s 抵抗端と G H 1 , G H 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

- ・ 下アーム制御入力 U B , V B , W B が全てローの場合は電源シーケンスフリーです。
- ・ 電源シーケンスにおいて、 I C 破壊の危険性にある状態は、出力 I G B T の電流能力低下にあります。出力 I G B T 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 I G B T の場合 V c c 電圧 (V C C - G L 間) が、上アームの場合 C + の電圧 (C + - M U , C + - M V , C + - M W 間) が与えられます。図 7 に E C N 3 0 6 3 の、図 8 に E C N 3 0 6 4 の、 I G B T 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、 I G B T のコレクタ - エミッタ間電圧 V C E が 1 0 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 C E 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。

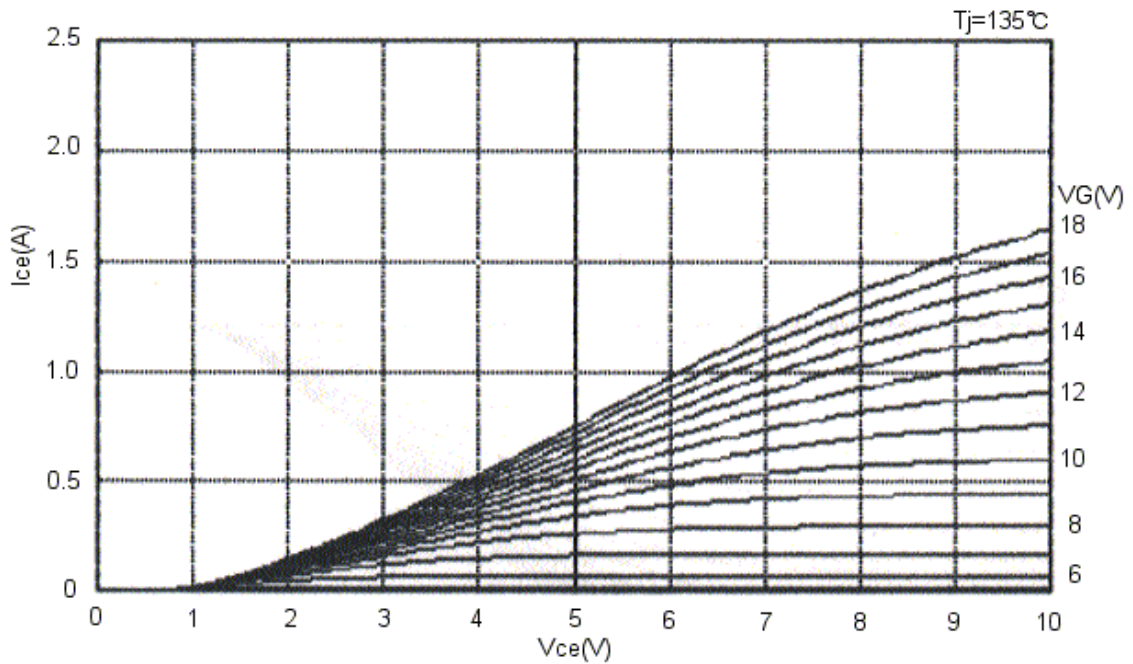


図 7 . ECN3063 IGBT の出力特性 (代表例)

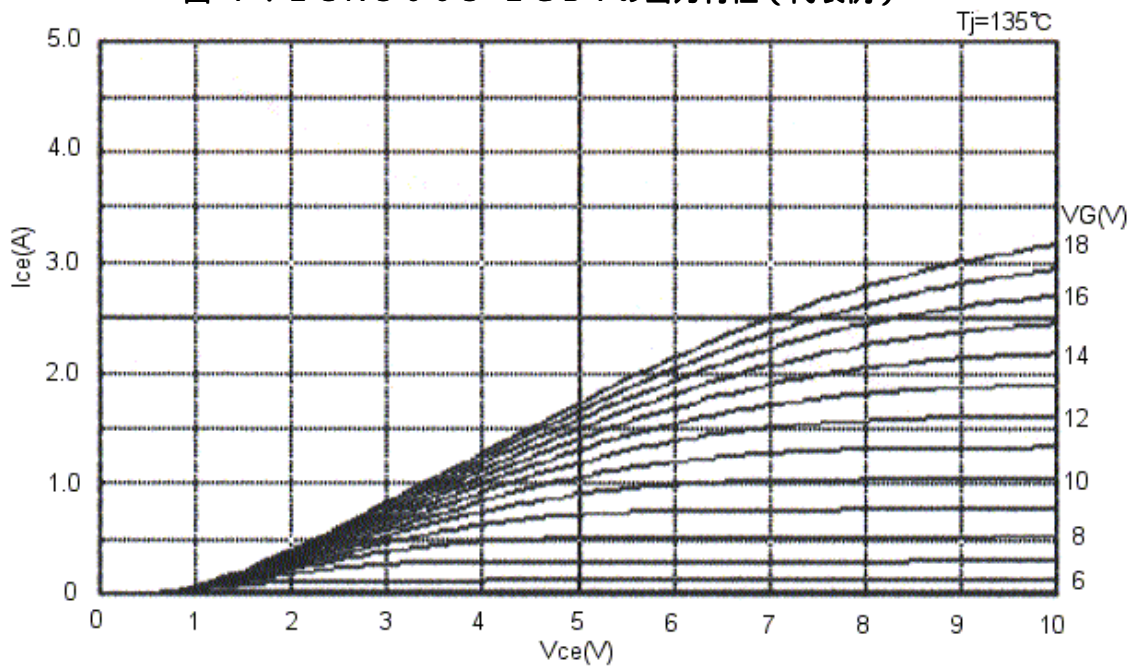


図 8 . ECN3064 IGBT の出力特性 (代表例)

- ・ 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、VCC の推奨動作条件の最小値 13.5 V 以下から LVSD 動作電圧 LVSDON 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 VCC 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

- ・ECN3063は、出力ピーク電流(IMP)、起動・加速時出力電流(IOM)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下さい。

(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RS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11参照）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。

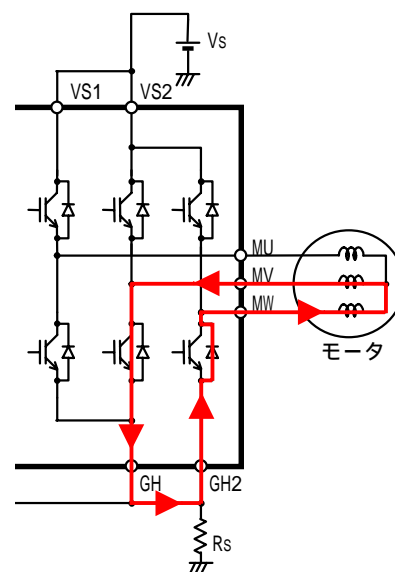


図9 . 還流電流の一例

(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>