

日立ワンチップインバータIC アプリケーションノート

適用製品 ECN30671

株式会社 日立製作所 電力グループ
電機システム事業部
パワーデバイス本部 開発部

安全上のご注意とお願い

半導体デバイスの取り扱いを誤ると故障の原因となりますので、必ず使用する前にこの「アプリケーションノート」を熟読し、正しくご使用下さい。



本資料のこの記号は注意を促す内容がある事を告げるものです。



注意

この表示を無視して誤った取り扱いをすると、人が傷害を負う可能性が想定される内容および物的損害のみの発生が想定される内容を示しています。



注意

- (1) 半導体デバイスを用いる電子回路の設計に当たっては、使用上いかなる外部条件の変動においても、そのデバイスに指定された「最大定格」を超えないようにして下さい。またパルスの用途の場合はさらに「安全動作領域 (SOA)」の定格を超えないようにして下さい。
- (2) 半導体デバイスは偶発的または予期せぬサージ電圧などにより故障する場合がありますので、故障しても拡大被害が出ないよう冗長設計、誤動作防止設計など安全設計に十分ご注意して下さい。
- (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) に使用される場合には、特に高信頼性が確保された半導体デバイスの使用およ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ください。または当社営業窓口にご照会下さい。

(半導体デバイスが故障すると、結果として半導体デバイスあるいは配線、配線パターンなどが発煙、発火、または半導体デバイスが破裂する場合があります。)

お願い

1. 本アプリケーションノートは、パワー半導体デバイス (以下製品と呼ぶ) の仕様、特性図表、外形寸法図および使用上の注意事項について説明したものです。
2. 本アプリケーションノートに掲載されてある製品の仕様、寸法などは特性向上のため予告なく変更する場合があります。ご注文の際は必要に応じ当社営業窓口にご連絡いただき、最新の仕様および使用上のご注意を記した仕様書またはカタログをご参照して下さい。
3. 本アプリケーションノートに記載された情報・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、当社は一切その責任を負いません。
4. 本アプリケーションノートによって第三者または当社の特許権その他権利の実施権を許諾するものではありません。
5. 本アプリケーションノートの一部または全部を当社に無断で、転載または複製することを堅くお断りします。
6. 本アプリケーションノートに記載された製品 (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お願いいたします。なお、輸出等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下さい。
7. 最大定格値を超えてご使用された場合の半導体デバイスの故障および二次的損害につきましては、当社はその責任を負いません。

来歴表

Rev.	年月日	頁	項目No.	変更内容
0	2007-06-08	—	—	新規作成。

- 市場における長年の実績を生かしより良い製品を提供します。
- 品質第一をモットーに更なる省エネに貢献します。

Advanced

Hitachi Single Chip Inverter ICs

- ■ ■ より、環境にやさしく
JEITA準拠 鉛フリーフェーズ

「Phase 3 A」

に対応しています。

- ■ ■ より、ノイズに強く

制御回路内に約 $1 \mu s$ 以下のノイズを阻止するフィルタ回路を内蔵しています。これにより入力信号系のノイズによる出力誤動作を従来に比べ低減しました。

- ■ ■ より、小型に

ECN3067に対しパッケージサイズを約15%縮小しました。

《目次》

1. 概要	
1-1. DI	P 1
1-2. ワンチップインバータ IC	P 2
1-3. システム構成	P 2
1-4. モータ駆動	P 3
1-5. ブロック図	P 3
2. スペックの記載事項	
3. パッケージの説明	
3-1. 型式名の見方	P 5
3-2. 製造ロット番号の見方	P 5
3-3. マーキングの見方	P 5
3-4. 外形寸法	P 6
4. 端子の説明	
4-1. 端子配置	P 8
4-2. 各端子の機能	P 8
5. 機能・使用上のご注意	
5-1. 保護機能	P 11
(1) VCC不足電圧検出動作	
(2) V_{BU} , V_{BV} , V_{BW} 不足電圧検出動作	
(3) 電流制限動作	
(a) 動作説明	
(b) 設定方法	
(c) RS端子のノイズについて	
(d) 配線についての注意事項	
(e) モータロックについて	
(4) 短絡保護機能について	
5-2. ブートストラップ回路	P 15
(1) 概要	
(2) 動作	
(3) 諸注意	
5-3. 電源シーケンス	P 16
5-4. 制御入力端子	P 16
5-5. VB電源	P 17
5-6. 内部フィルタ回路	P 18
5-7. デッドタイムの設定方法	P 19
5-8. 損失計算	P 20
(1) 発生損失	
(2) 接合温度の算出方法	
5-9. ディレーティング	P 21
5-10. 外付け部品の選定方法	P 22
(1) 標準外付け部品	
(2) その他の外付け部品	
6. 取扱い	
6-1. 実装方法	P 24
(1) 端子間絶縁について	
(2) タブ (ICの放熱板) の接続について	
(3) 半田付け条件	
6-2. 静電気対策について	P 24
6-3. 内部構造及び材料一覧	P 25

《目次》

7. 品質		
7-1. 品質確認試験	.....	P 2 5
7-2. QC工程図	.....	P 2 6
8. インバータIC取扱い注意点事例集		
8-1. Vs、Vccラインへの外来サージによるIC破壊(1)	....	P 2 7
8-2. Vs、Vccラインへの外来サージによるIC破壊(2)	....	P 2 7
8-3. Vs、Vccラインへの外来サージによるIC破壊(3)	....	P 2 7
8-4. VccラインノイズによるIC破壊(1)	.....	P 2 8
8-5. VccラインノイズによるIC破壊(2)	.....	P 2 8
8-6. 検査装置のリレーノイズによるIC破壊	.....	P 2 9
8-7. 欠相モータ不具合	.....	P 2 9

1. 概要

1-1. DI (Dielectric Isolation)

- 日立インテリジェントパワーIC
- 論理素子とパワースイッチング素子とのワンチップ化が可能
- 素子間はもちろん、素子と基板間の相互干渉がありません

日立高耐圧モノリシックICは、独自の誘電体分離（DI）技術により開発したインテリジェントパワーICです。素子間及び素子と基板間でラッチアップがない構造にできるため、高耐圧、大電流出力回路とロジック回路が混在してもIC化が可能です。従来のディスクリート構成基板、ハイブリットICに比べ小型化が図れます。

■ラッチアップフリー構造で用途を大きく広げます

誘電体分離技術により開発した日立高耐圧モノリシックICは、PN接合分離と異なり SiO_2 層で素子間を分離しています。このため高温、大電流、ノイズ等の厳しい条件下でもラッチアップしない設計が可能です。回路デザインの自由度も極めて高く、お客様のニーズに柔軟に対応することが出来ます。

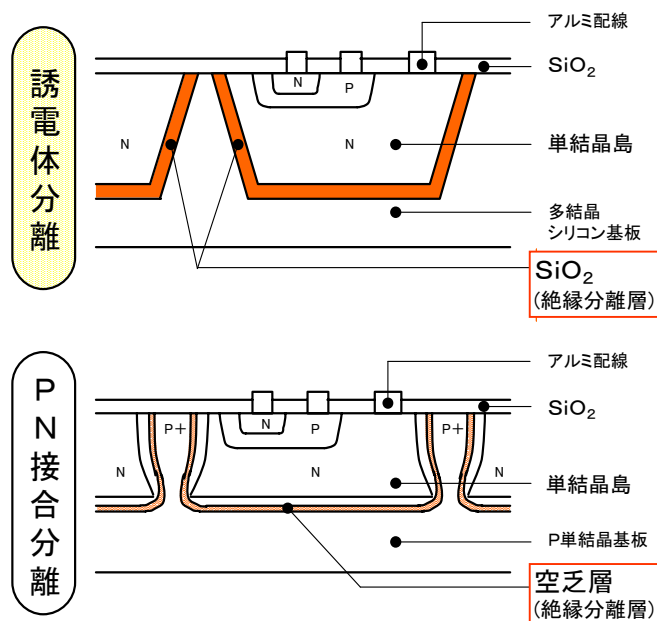


図1-1. 誘電体分離とPN接合分離

1-2. ワンチップインバータ IC

日立ワンチップインバータ ICとは、インバータ制御に必要な様々な構成素子、回路をD I技術によりワンチップに集積したモノリシック ICです。モータ駆動用 ICとして、三相インダクションモータ、DCブラシレスモータ等の可変速制御に最適です。またワンチップによる小型化のメリットを生かし、制御基板が小さくできるためモータ内蔵化が容易に行えます。

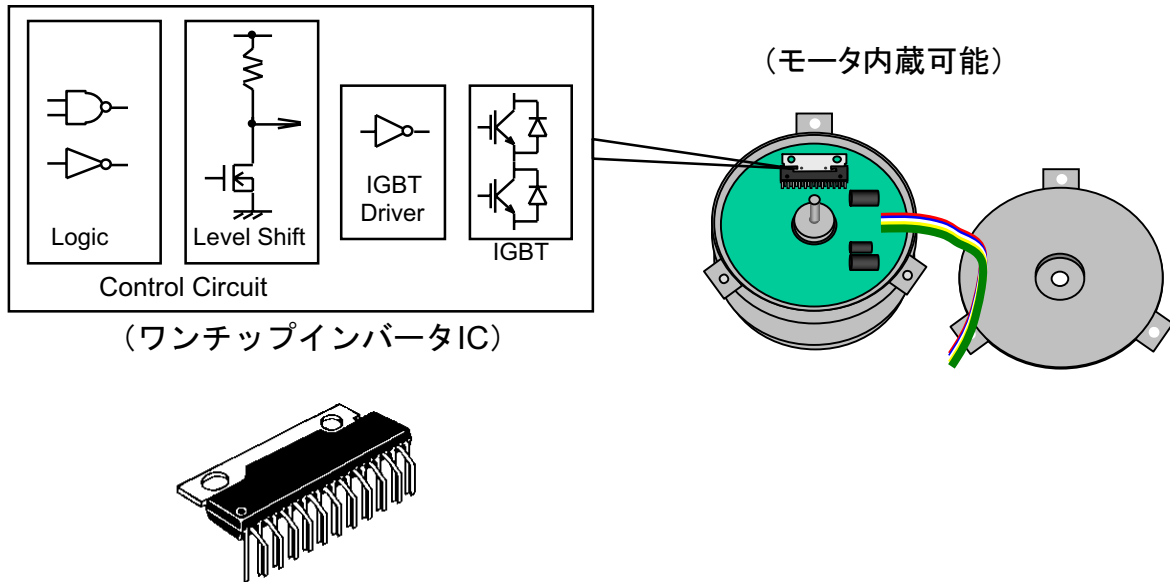


図 1-2. ワンチップインバータ IC

1-3. システム構成

インバータは、直流を交流に変換する装置であり、モータ駆動に利用することで効率の良い可変速制御ができます。インバータ ICの基本構成を図 1-3 に示します。三相モータのインバータ駆動のための6個の IGBTと還流ダイオードを出力段とし、IGBT 駆動回路、レベルシフト回路、ロジック回路等で構成されています。

また日立インバータ ICは、高耐圧仕様のため商用交流電源を整流した高電圧を直接受電することができます。これにより降圧回路が不要なため、電圧変換による効率低下を抑制します。

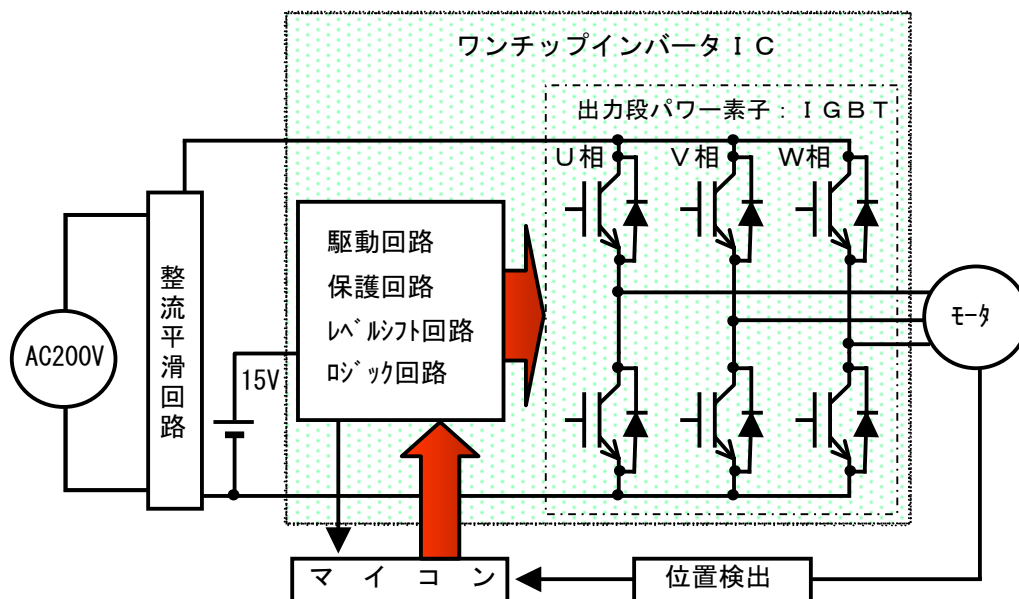


図 1-3. システムの基本構成

1-4. モータ駆動

AC200~230V対応の三相インダクションモータ、DCブラシレスモータ等の過変速制御用に最適です。出力150Wクラスまでのモータを駆動することが可能です。

1-5. ブロック図

図1-4にECN30671のブロック回路を示します。マイコンからの信号を受け、該当するIGBTをオン・オフさせモータを回転させるのが主機能です。保護回路として、過電流検出回路、不足電圧検出回路を内蔵しております。

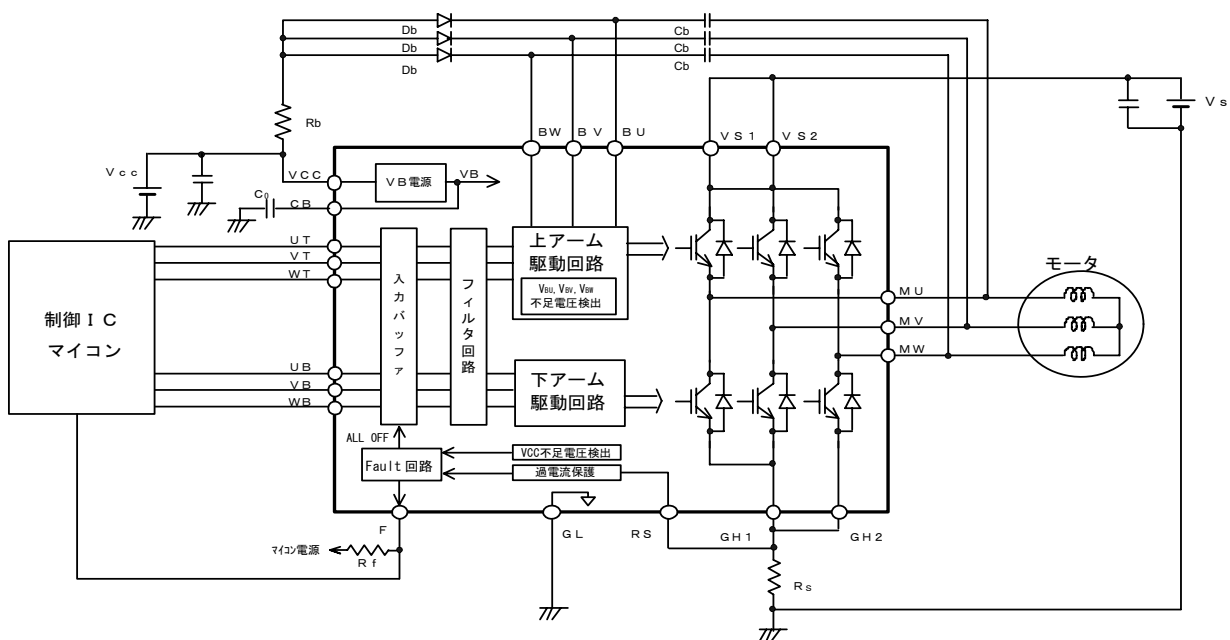


図1-4. ECN30671回路ブロック図

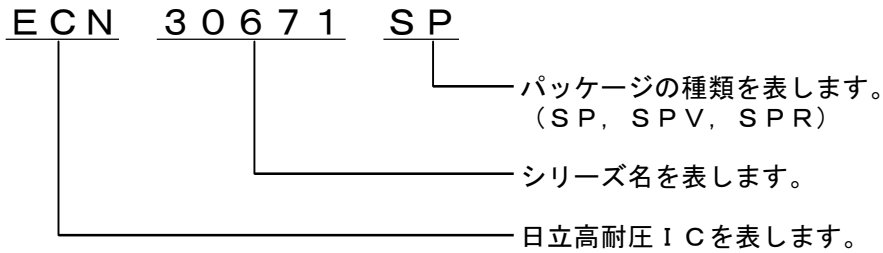
2. スペックの記載事項

スペックには次の項目が記載されます。

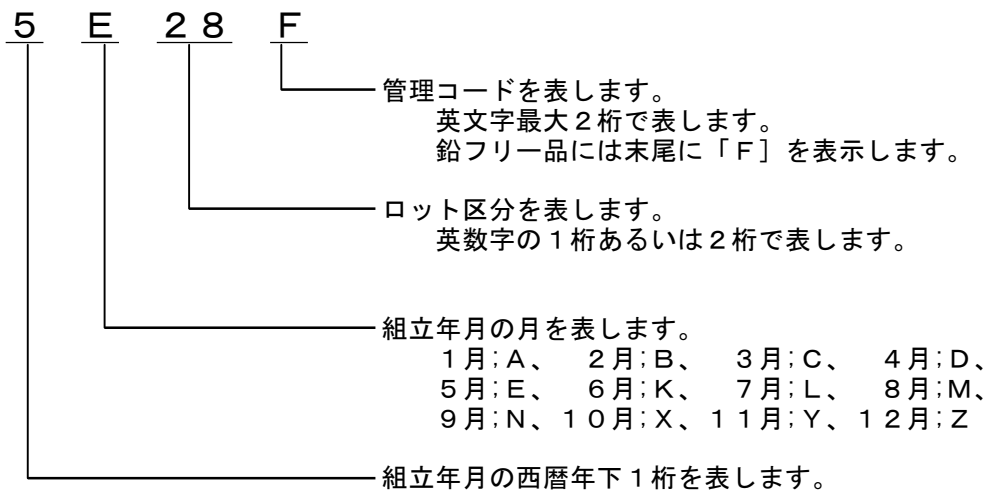
- (1) 最大定格
 - ・ I C破壊等に繋がる直接的な条件（電氣的、熱的な使用条件）を記載し、条件規定のうえ安全範囲を最小値または最大値で表わします。
 - ・ 各項目は、それぞれ独立した項目として規定されています。また、これらの項目はいかなる使用条件でも超えてはならないという定格値を表わしています。最大定格の項目は、他の特性と相互に関連しており、それぞれ同時に許されるものではありません。
- (2) 電氣的特性
 - ・ I Cの機能を代表する電氣的な特性項目を規定し、最小値、標準値、最大値を記載しています。
- (3) 機能・動作
 - ・ 真理値表、タイムチャート、保護機能等について記載しています。
- (4) 標準アプリケーション
 - ・ I Cを機能させるための外付け部品を記載しています。
- (5) 端子配置、端子説明
 - ・ 端子配置と端子名及び端子の説明を記載しています。
- (6) 注意事項
 - ・ 静電気、最大定格、取り扱いに対する注意事項などを記載しています。
- (7) 補足・参考資料
 - ・ 安全動作領域や各種ディレーティングについて記載しています。

3. パッケージの説明

3-1. 型式名の見方



3-2. 製造ロット番号の見方



3-3. マーキングの見方

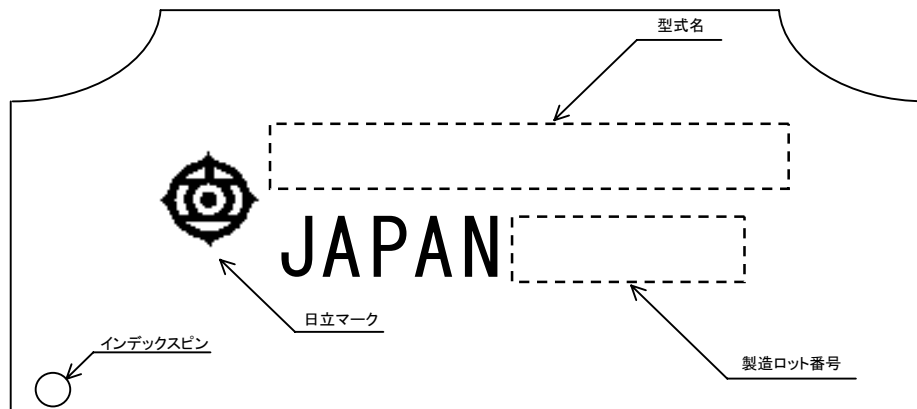


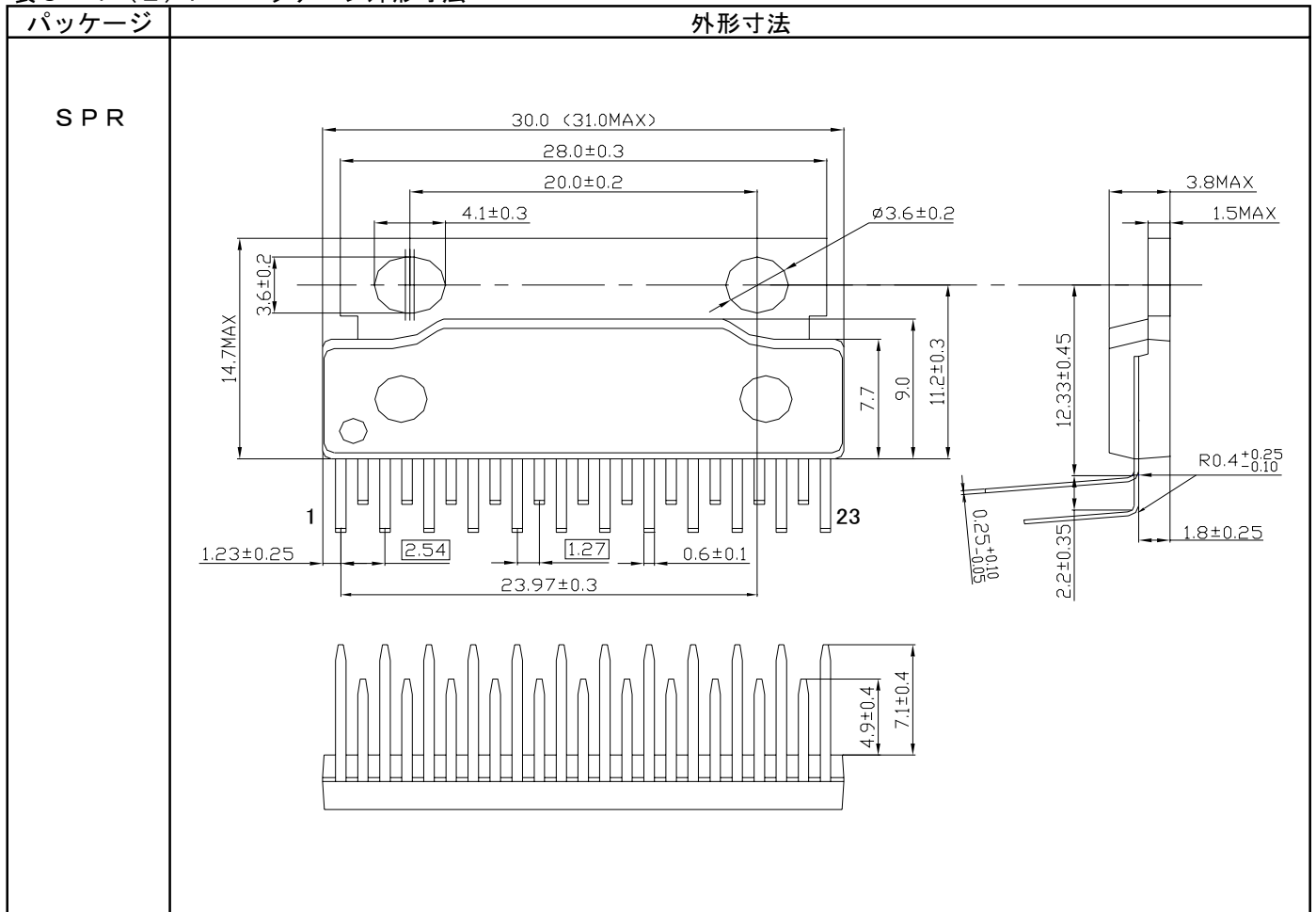
図 3-1. マーキング図

3-4. 外形寸法

表3-1 (1) . パッケージ外形寸法

パッケージ	外形寸法
SP	<p>Technical drawing of the SP package. The top view shows a rectangular package with a total width of 30.0 (31.0MAX) and a total height of 14.7MAX. Key dimensions include: 28.0±0.3 (width of the main body), 20.0±0.2 (width of the lead area), 4.1±0.3 (lead pitch), and a lead diameter of $\phi 3.6 \pm 0.2$. The height dimensions are 3.6±0.2 (top lead height), 7.7 (lead height), 9.0 (lead height), and 11.2±0.3 (total height). The bottom view shows 23 leads with a pitch of 1.27 and a lead width of 2.54. The lead length is 1.23±0.25 and the lead thickness is 0.6±0.1.</p> <p>The side view shows a maximum lead height of 3.8MAX, a lead width of 1.5MAX, a lead thickness of 0.25^{+0.10}_{-0.05}, and a total height of 12.33±0.45. The lead length is 1.8±0.25, with a minimum of 5.0MIN and a maximum of 6.2MIN.</p>
SPV	<p>Technical drawing of the SPV package. The top view shows a rectangular package with a total width of 30.0 (31.0MAX) and a total height of 14.7MAX. Key dimensions include: 28.0±0.3 (width of the main body), 20.0±0.2 (width of the lead area), 4.1±0.3 (lead pitch), and a lead diameter of $\phi 3.6 \pm 0.2$. The height dimensions are 3.6±0.2 (top lead height), 7.7 (lead height), 9.0 (lead height), and 11.2±0.3 (total height). The bottom view shows 23 leads with a pitch of 1.27 and a lead width of 2.54. The lead length is 1.23±0.25 and the lead thickness is 0.6±0.1.</p> <p>The side view shows a maximum lead height of 3.8MAX, a lead width of 1.5MAX, a lead thickness of 0.25^{+0.10}_{-0.05}, and a total height of 17.3MAX. The lead length is 1.8±0.25, with a minimum of 6.0MIN and a maximum of 6.3MIN. The lead width at the base is 0.925±0.250 and 1.275±0.250.</p>

表 3-1 (2) . パッケージ外形寸法



4. 端子の説明

4-1. 端子配置

表4-1. 端子配置一覧

端子番号	端子記号	端子番号	端子記号
1	MV	13	VB
2	VS2	14	UB
3	MW	15	WT
4	GH2	16	VT
5	BW	17	UT
6	BV	18	BU
7	VCC	19	VS1
8	CB	20	NC 注1
9	GL	21	NC 注1
10	F	22	MU
11	RS	23	GH1
12	WB		

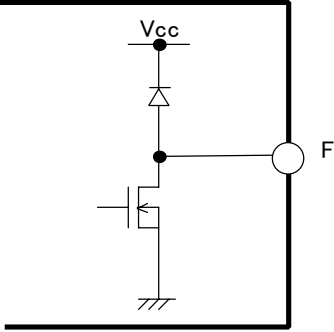
注1. NCは未接続端子を表します。内部チップとは接続していません。

4-2. 各端子の機能

表4-2. 各端子機能および等価回路一覧

No.	端子記号	項目	機能・注意事項	関連項目	備考
1	VCC	制御系電源端子	<ul style="list-style-type: none"> 上アーム、下アーム駆動回路、レベルシフト回路、内蔵VB電源回路等に電源を供給します。 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。 	5-1. (1) VCC不足電圧検出動作 5-3. 電源シーケンス 8-1~5. 外来サージ、ラインノイズによるIC破壊	
2	VS1 VS2	IGBT電源端子	<ul style="list-style-type: none"> 上アームIGBTのコレクタに接続されています。 VS1、VS2端子はICピンの近傍で接続して下さい。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。 	5-4. 電源シーケンス 8-1~3. 外来サージによるIC破壊	高圧端子
3	CB	内蔵VB電源出力端子	<ul style="list-style-type: none"> 内蔵VB電源で生成した電圧(typ7.5V)を出力します。 VB電源から入力、三相分配、過電流検出等の回路に電源を供給します。 CB端子には、発振防止用コンデンサC₀を接続して下さい。容量は、0.22μF±20%を推奨します。 	5-5. VB電源	
4	BU BV BW	上アーム駆動回路電源端子 (ブートストラップ)	<ul style="list-style-type: none"> 上アーム駆動回路に電源を供給します。 外付け部品(コンデンサ及びダイオード)を接続してください。 	5-1. (2) V _{BU} , V _{BV} , V _{BW} 不足 電圧検出動作 5-2. ブートストラップ回路	高圧端子
5	GL	制御系グランド端子	<ul style="list-style-type: none"> VCC系、VB電源系のGNDです。 	—	
6	GH1 GH2	IGBT エミッタ端子	<ul style="list-style-type: none"> 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R_sを接続し、過電流検出を行います。 GH1とGH2はICピンの近傍で接続して下さい。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。 	5-1. (3) 電流制限動作	

No.	端子記号	項目	機能・注意事項	関連項目	備考
7	MU MV MW	インバータ 出力端子	<ul style="list-style-type: none"> 6個のIGBTと還流ダイオードで構成する三相ブリッジの出力です。 	—	高圧端子
8	RS	過電流検出 信号入力端子	<ul style="list-style-type: none"> Rsシャント抵抗の電圧をモニターし、過電流状態を検出します。 	5-1.(3) 電流制限動作	
<p>等価回路</p>					
9	UT VT WT UB VB WB	各アーム 制御入力端子	<ul style="list-style-type: none"> 各アームの制御信号を入力します 各入力とも負論理となっており、入力“L”で出力IGBTがオンします。 UT, VT, WTは上アーム、UB, VB, WBは下アームの出力IGBTに対応します。 6個の入力端子は、5VCMOSまたはLSTTLレベルで駆動できます。 ノイズが観測される場合は、抵抗またはコンデンサの設置、または両者設置をして下さい。 入力の最大定格は、VB+0.5Vです入力電圧が最大定格を超えないようにしてください。 	5-4. 制御入力端子 5-7. デットタイムの設定方法	
<p>等価回路</p>					

No.	端子記号	項目	機能・注意事項	関連項目	備考
10	F	Fault 信号出力端子	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5 ~ 10 kΩ のプルアップ抵抗等の外付け回路を接続してください。外付け回路の電源電圧は、VCC以下としてください。 ・ VCC 不足電圧検出または、電流制限が動作した時、全アームをオフし、F 端子に“L”を出力します。 ・ 定常状態時“H”を出力します。 	5-1. (1) VCC 不足電圧検出動作 5-1. (3) 電流制限動作	
		オープンドレインタイプ	 <p style="text-align: center;">等価回路</p>		

5. 機能・使用上のご注意

5-1. 保護機能

(1) VCC不足電圧検出動作

- ・ VCC電圧が低下し検出電圧 (V_{uvb} ; 12.0V typ) 以下になると、上下アームの出力 IGBT が入力信号に関わらず全てオフとなります。
- ・ 本機能はヒステリシス (V_{rhb} ; 0.4V typ) を持っており、再び VCC電圧が上昇すると ($V_{uvb} + V_{rhb}$) 以上で入力信号に応じ出力 IGBT が動作する状態に戻ります。
- ・ VCC不足電圧が検出されると、F端子に“L”を出力します。
- ・ モータ回転中に VCC不足電圧検出機能が動作すると、VS電源への回生電流が発生し VS電源電圧が上昇する可能性があります。VS端子電圧は最大定格を超えないようにして下さい。特に VS-GND間の容量が小さい場合は電圧が上昇し易いためご注意下さい。

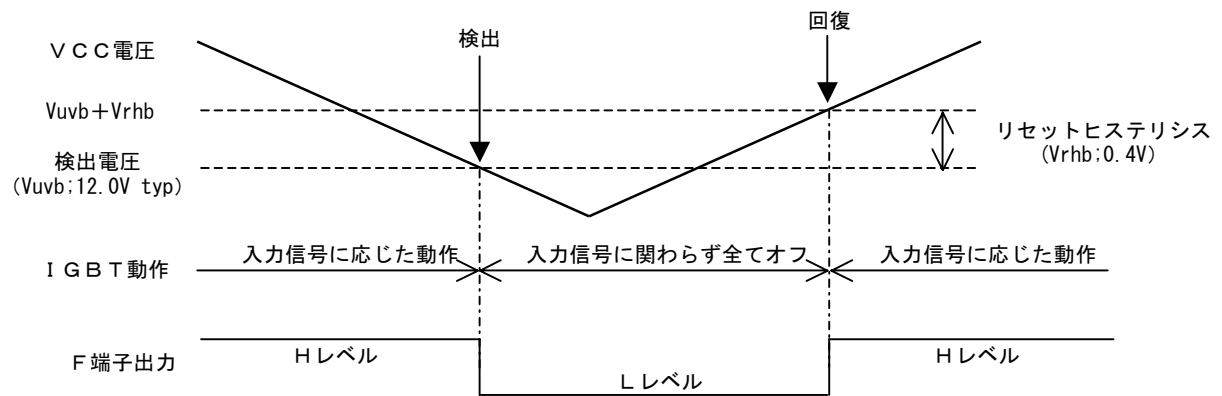


図5-1. VCC不足電圧検出動作のタイミングチャート

(2) V_{BU} , V_{BV} , V_{BW} 不足電圧検出動作

- ・ V_{BU} , V_{BV} , V_{BW} (上アーム電源電圧) が検出電圧 (V_{uvt} ; 11.4V typ) 以下になると、該当相の上アーム IGBT をオフします。
- ・ 本動作により上アームが一旦オフすると、電源が回復しても自動復帰しません。
- ・ 復帰させるためには、該当相の入力を一旦オフモード (Hレベル入力) にする必要があります。
- ・ 尚、この検出動作により F端子は影響を受けず Hレベルとなります。

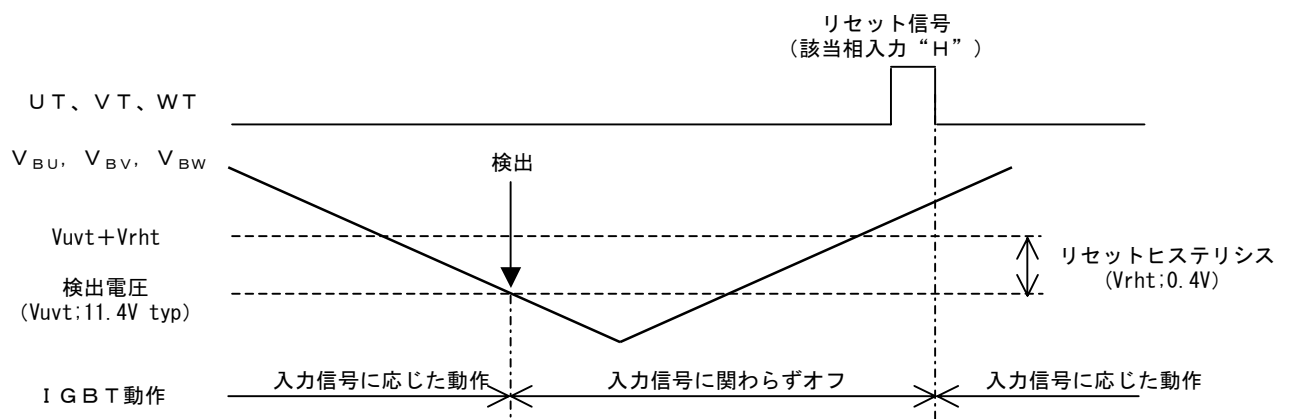


図5-2. V_{BU} , V_{BV} , V_{BW} 不足電圧検出動作のタイミングチャート

(3) 電流制限動作

(a) 動作説明

- ・シャント抵抗 R_s に流れる電流を R_S 端子でモニターし（図5-3参照）、電流制限用基準電圧（ $V_{ref} = 0.5V \text{ typ}$ ）を越えると、上下アームの出力 IGBT をオフします。この時、F端子に“L”を出力します。
- ・出力 IGBT の動作を復帰させるには、6個の上下アーム制御入力を全て“H”とし、リセット動作を行ってください。
- ・リセット信号は、Faultリセット遅延時間 t_{flrs} 以上の期間入力してください。
- ・リセット動作を行うと、Fault出力は“H”に復帰します。

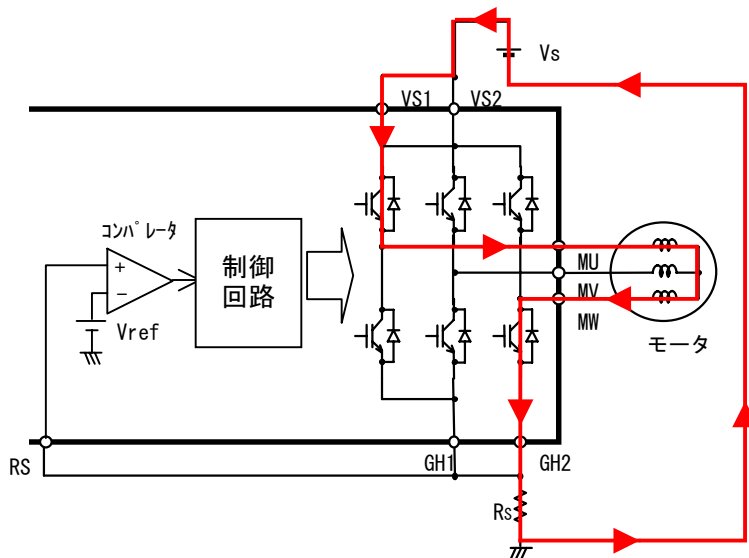


図5-3. シャント抵抗の電流（例）

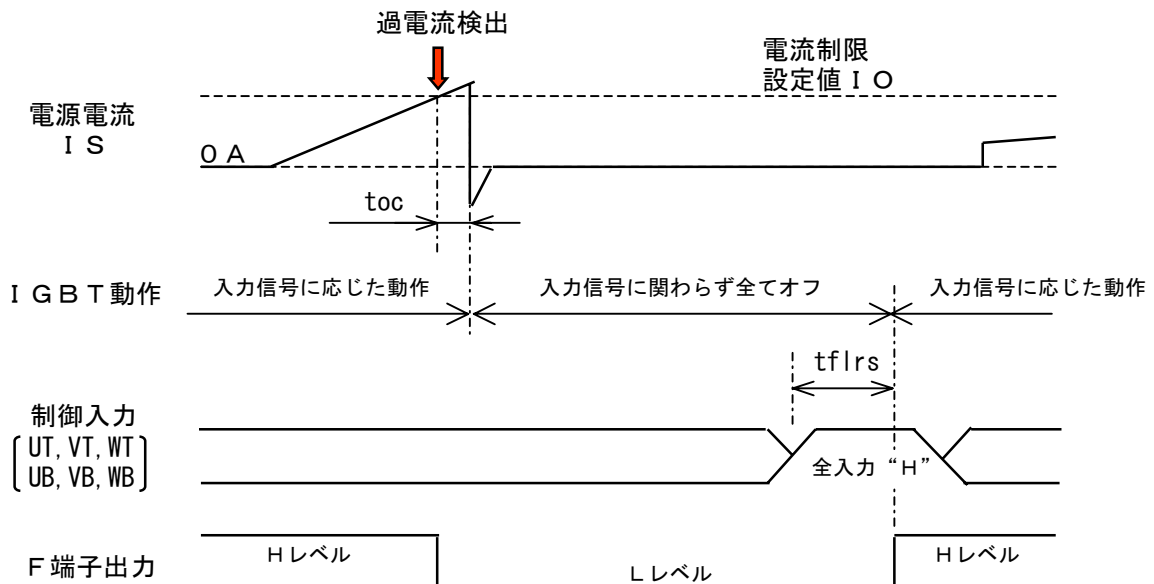


図5-4. 過電流検出動作のタイミングチャート

(b) 設定方法

- ・電流制限設定 I_O は次式により計算出来ます。

$$I_O = V_{ref} / R_s$$

ここで、

V_{ref} : 電流制限用基準電圧
 R_s : シャント抵抗の抵抗値

- ・電流制限設定においては、 V_{ref} ばらつき、 R_s ばらつき、及び電流制限動作時 IGBT がオフするまでの遅延時間を考慮する必要があります。実際には IC の出力電流（モータ巻線電流）を観測しご確認をお願いします。
- ・図 5-5、図 5-6 に示しますように本機能は、還流電流や電源回生電流等のシャント抵抗を正方向に流れない電流に対して有効ではありません。

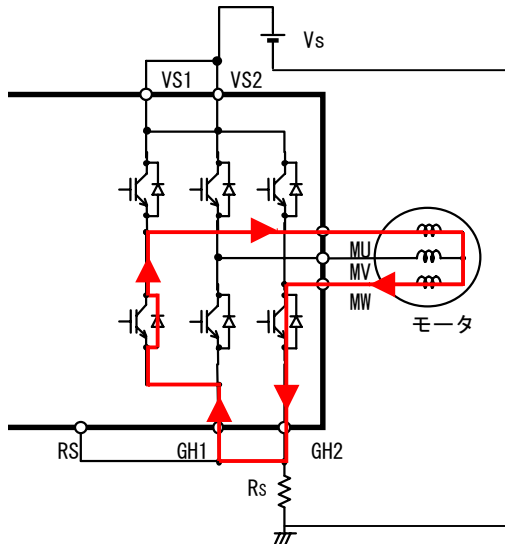


図 5-5. 還流電流(例)

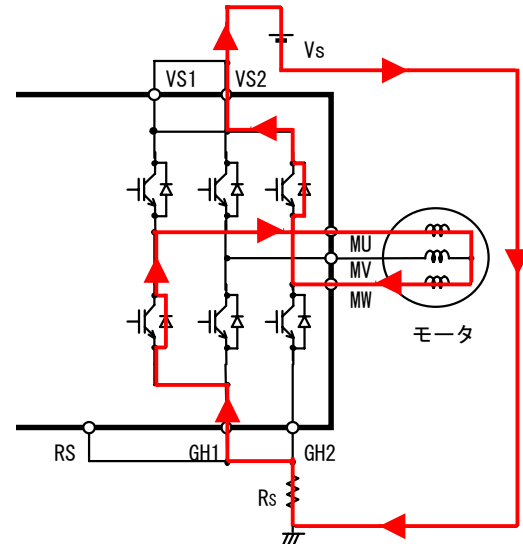


図 5-6. 電源回生電流(例)

(c) RS 端子のノイズについて

- ・RS 端子の内部には時定数約 $0.4 \mu s$ のフィルタを内蔵しています。
- ・ノイズの影響で誤動作する場合は、外部にフィルタを追加することが有効です。但し、外部フィルタにより IGBT がオフするまでの遅延時間が増加しますのでご注意ください。

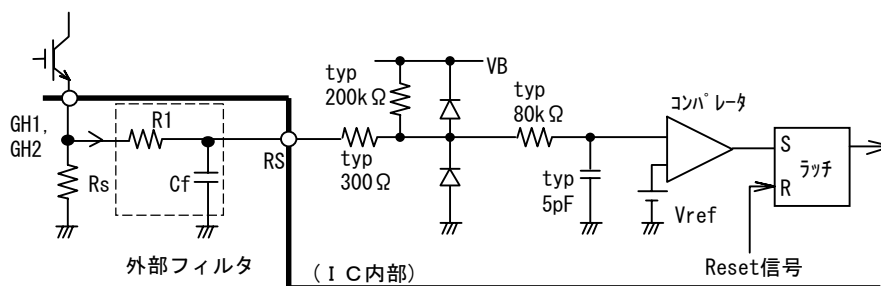


図 5-7. 外部フィルタ追加例

(d) 配線についての注意事項

- ・シャント抵抗 R_s の配線は、極力短くして下さい。GH1、GH2 端子は IGBT のエミッタに接続しているため、配線の抵抗及びインダクタンス成分が大きいと IGBT のエミッタ電位が変化し IGBT が異常動作する可能性があります。
- ・GH1 端子と GH2 端子は、端子の近くで接続して下さい。GH1、GH2 端子からシャント抵抗 R_s までの配線の抵抗成分のバランスが悪いと各相の電流制限レベルが均等にならない場合があります。

(e) モータロックについて

- ・本 I Cには、モータロックに対する保護機能は内蔵されていません。

(4) 短絡保護機能について

- ・本 I Cには、短絡（負荷短絡、地絡、上下アーム短絡等）に対する保護機能は内蔵されていません。
- ・短絡が生じると、I Cには最大定格以上の大電流が流れるため I Cが破壊する場合があります。

5-2. ブートストラップ回路

(1) 概要

- ・回路構成を図5-8に示します。
- ・ブートストラップ回路は、外付け抵抗 R_b 、ダイオード D_b を介し、コンデンサ C_b を充電することにより上アーム駆動回路の電源を生成します。

(2) 充電動作

- ・コンデンサ C_b の充電は、出力（MU、MV、MW）が“L”となる以下の条件で行われます。
 - ①下アーム IGBT がオンした時
 - ②下アーム還流ダイオードがオンした時

(3) 諸注意

①始動時

- ・モータ始動時は、コンデンサ C_b が充電されていない状態です。該当相の下アームをオンし、初期充電を行ってください。

② V_{BU} , V_{BV} , V_{BW} （上アーム電源電圧）

- ・充電された C_b の電荷は、上アーム駆動回路の消費電流（ I_{SB} ）によって定常的に消費されるため、充電しない状態が長く続くと、上アーム電源電圧が低下します。この場合、上アーム IGBT のゲート電圧が低下するため、 I_C の発生損失が増加し熱破壊に至る可能性があります。
- ・上アーム電源電圧は1.3V以上になるようにしてください。
- ・ブートストラップ回路の部品選定は、5-10.（1）項をご参照ください。

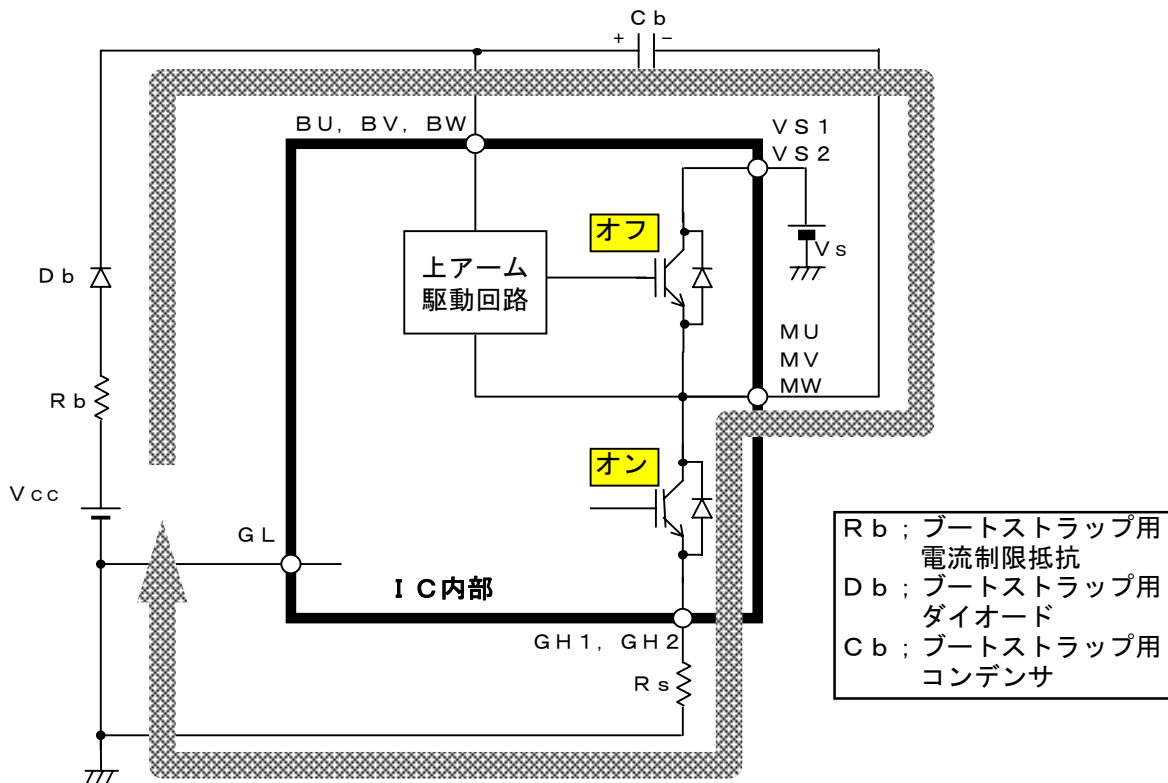


図5-8 ブートストラップ回路構成

5-3. 電源シーケンス

- ・電源の立ち上げ及び立ち下げは、以下の順に行ってください。
 - 電源立ち上げ時：「VCC」投入 → 「VS」投入
 - 電源立ち下げ時：「VS」遮断 → 「VCC」遮断

5-4. 制御入力端子

- ・各アームの制御入力端子の等価回路を図5-9に示します。
- ・マイコン直結で使用される場合、マイコン出力ポートの過電圧防止の為、6個の入力端子に10k Ω 程度のプルアップ抵抗を接続してください。

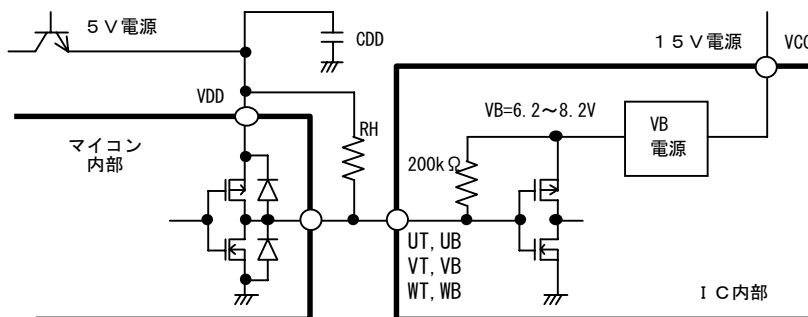


図5-9. マイコン直結の場合の入力端子プルアップ

5-5. VB電源

- ・CB端子に出力されるVB電源 ($V_B = \text{typ } 7.5\text{V}$) は、VCC電源より生成されます。VB電源はロジック回路、過電流検出回路等のIC内部回路の電源となります。
- ・VB電源回路は、フィードバック回路 (図5-10参照) となっております。発振防止のためCB端子にはコンデンサC0を接続して下さい。
- ・C0の容量は、 $0.22\mu\text{F} \pm 20\%$ を推奨します。推奨値以外をご使用される場合は、下記注意事項を参考に容量を選定して下さい。

《注意事項》

- ・図5-11に示すように、CB端子はC0容量と出力電流IBに依存し発振する場合があります。
- ・C0容量は大きいほどVB電源は安定する方向となりますが、過度に大きくせず、目安として2~3 μF 以下で、発振しない領域の容量を選択されることを推奨します。

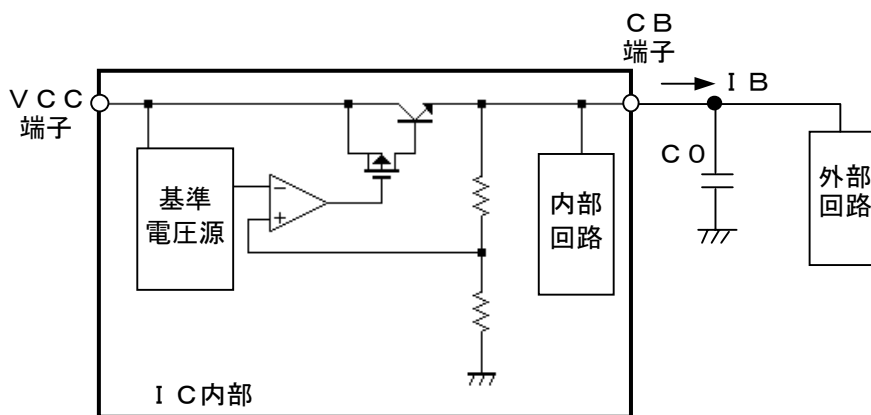


図5-10. VB電源等価回路

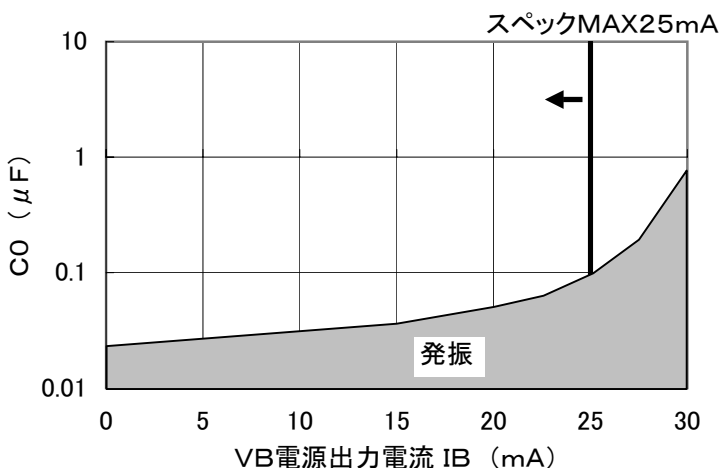


図5-11. CB端子発振IB, C0依存性 [参考データ]

5-6. 内部フィルタ回路

- ・上下アーム駆動回路の直前に、フィルタ回路を備えており約 $1 \mu s$ 幅以下の信号やノイズを除去します(図5-12、13参照)。表5-6に内部フィルタ回路が有効な端子を示します。
- ・VCC電圧にノイズ等が重畳した場合、ノイズの電圧レベルがVCC不足検出電圧以下であり、かつ時間幅が約 $1 \mu s$ 以下のとき、内部フィルタが有効となります。

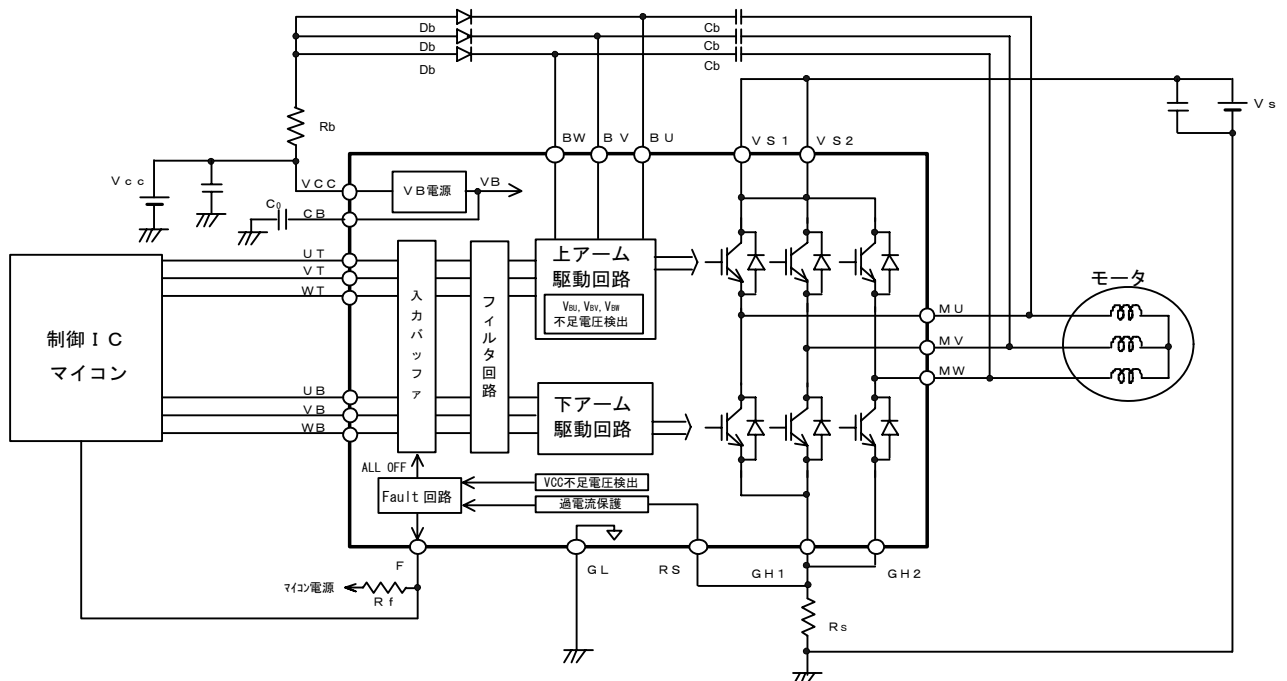


図5-12. ECN30671ブロック図

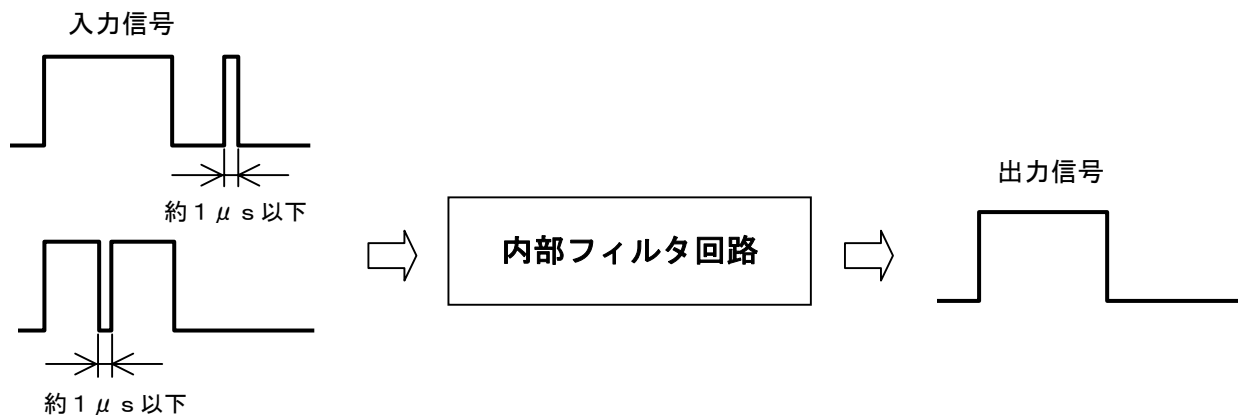


図5-13. 内部フィルタ回路動作

表5-1. 内部フィルタ回路有効端子

有効端子	VCC※
	UT
	VT
	WT
	UB
	VB
WB	

※VCC不足電圧検出回路の出力信号のみに対し有効

5-7. デッドタイムの設定方法

- ・本ICの出力はIGBTのトータムポール構成となっているため、同相の上下アームIGBTが同時オンした場合ICが破壊する場合があります。このためIC内部遅延時間を考慮しデッドタイムを設定して下さい。
- ・ICの入力端子でのデッドタイムTDIと、出力端子でのデッドタイムTDOの関係は下記となります。

$$TDO = TDI - TdOFF + TdON \quad \dots \text{①式}$$

ここで、 $TdON$: ターンオン遅延時間 $TdOFF$: ターンオフ遅延時間

- ・上下アーム同時オンを防止するためには、 $TDO > 0$ とする必要があります。
- ①式より、 $TDI > TdOFF - TdON$ がデッドタイムTDIの必要設定条件です。
 $TdOFF$ が最大値、 $TdON$ が最小値がワーストケースとなります。
- ・また $TdON$ 、 $TdOFF$ は、温度依存性(図5-15参照)を有しますので、これらも考慮する必要があります。
- ・尚、上記は基板の配線等の影響考慮しておりません。実際には電源電流等を観測され上下アームがショートしていないことを確認下さい。

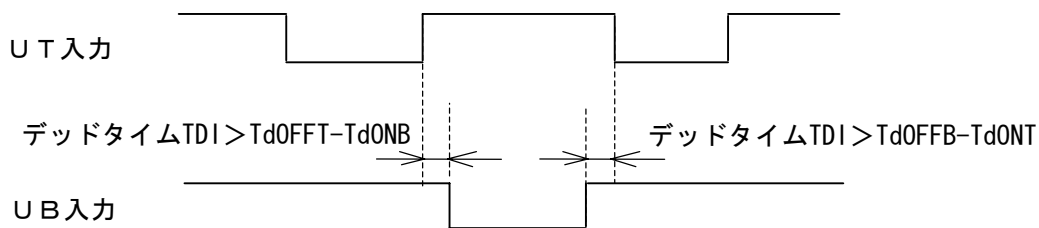


図5-14. デッドタイム設定

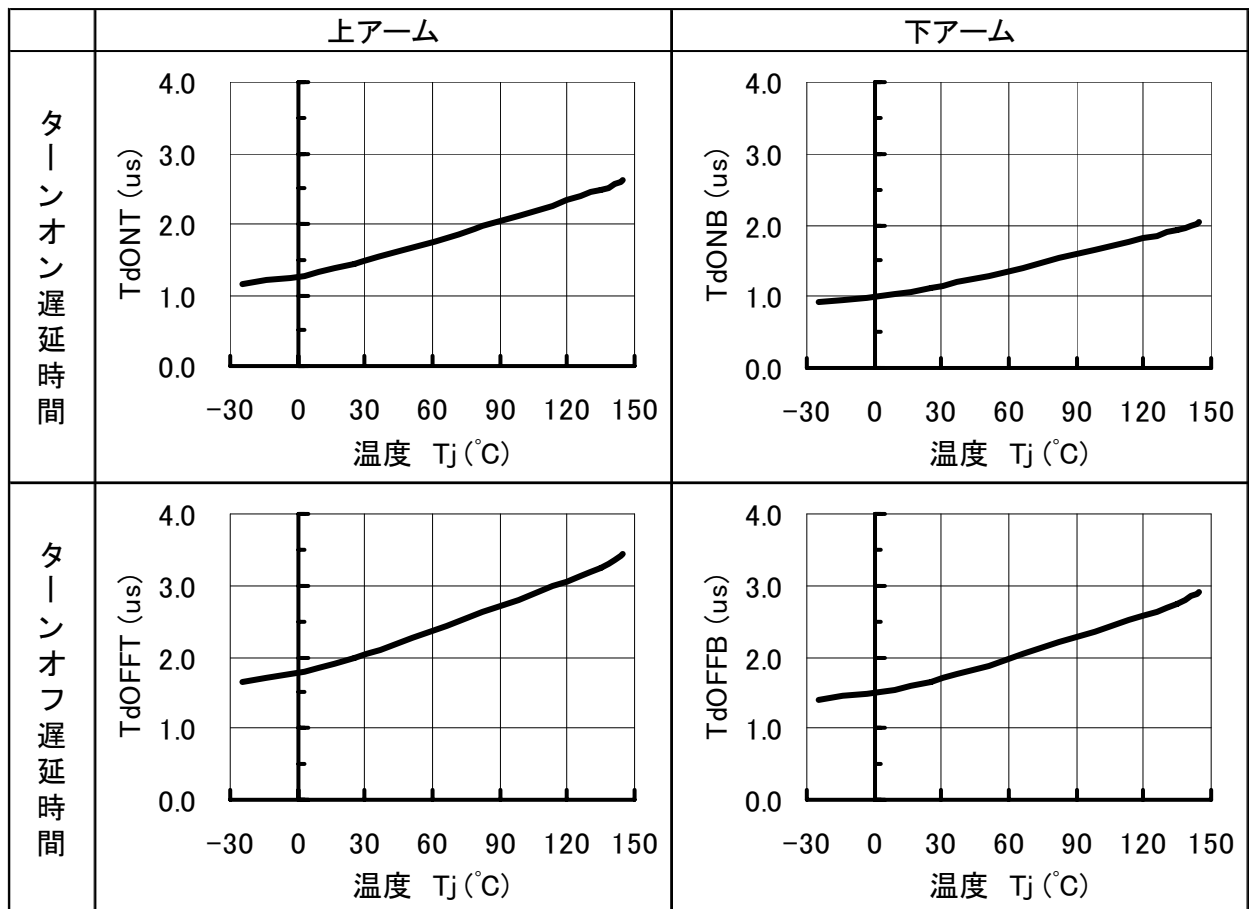


図5-15. ターンオン・ターンオフ遅延時間 [参考データ]

5-8. 損失計算

(1) 発生損失

- ・ 180度正弦波通電（上下アームPWMチョッピング）時の簡易計算式を下記に示します。
（計算する際に必要な定数は、当社営業までお問合せください）

$$I C \text{ 総発生損失 ; } P = P_{igt} + P_{fwd} + P_{sw} + P_r + P_{is} + P_{icc} \quad (W)$$

① IGBTの定常損失

$$P_{igt} = I_p \times V_{ONTp} \times (1/8 + D/3\pi \times \cos\theta) \times 3 \\ + I_p \times V_{ONBp} \times (1/8 + D/3\pi \times \cos\theta) \times 3 \quad (W)$$

② 還流ダイオードの定常損失

$$P_{fwd} = I_p \times V_{FDTP} \times (1/8 - D/3\pi \times \cos\theta) \times 3 \\ + I_p \times V_{FDBp} \times (1/8 - D/3\pi \times \cos\theta) \times 3 \quad (W)$$

③ IGBTのスイッチング損失

$$P_{sw} = (E_{onp} + E_{offp}) \times f_{PWM} / \pi \times 6 \quad (W)$$

④ 還流ダイオードのリカバリー損失

$$P_r = 1/8 \times (I_{rrT} \times V_S \times t_{rrT} \times f_{PWM}) \times 3 \\ + 1/8 \times (I_{rrB} \times V_S \times t_{rrB} \times f_{PWM}) \times 3 \quad (W)$$

⑤ 高圧回路での発生損失

$$P_{is} = V_S \times I_S \quad (W)$$

⑥ 制御回路での発生損失

$$P_{icc} = V_{CC} \times I_{CC} \quad (W)$$

I_p ; ピーク電流（図5-16参照） (A)

V_{ONTp} ; 上アームIGBTの出力電圧降下@ $I = I_p$ (V)

V_{ONBp} ; 下アームIGBTの出力電圧降下@ $I = I_p$ (V)

$(1 + D \times \sin t) / 2$; 時間tでのPWMデューティ

$\cos\theta$; 力率

V_{FDTP} ; 上アーム還流ダイオードの順電圧降下@ $I = I_p$ (V)

V_{FDBp} ; 下アーム還流ダイオードの順電圧降下@ $I = I_p$ (V)

E_{onp} ; IGBTオン時のスイッチング損失@ $I = I_p$ (J/pulse)

E_{offp} ; IGBTオフ時のスイッチング損失@ $I = I_p$ (J/pulse)

f_{PWM} ; PWM周波数 (Hz)

I_{rrT} ; 上アーム還流ダイオードのリカバリー電流 (A)

I_{rrB} ; 下アーム還流ダイオードのリカバリー電流 (A)

t_{rrT} ; 上アーム還流ダイオードの逆回復時間 (s)

t_{rrB} ; 下アーム還流ダイオードの逆回復時間 (s)

V_S ; V_S 電源電圧 (V)

V_{CC} ; V_{CC} 電源電圧 (V)

I_S ; 高圧回路消費電流 (A)

I_{CC} ; 制御回路消費電流 (A)

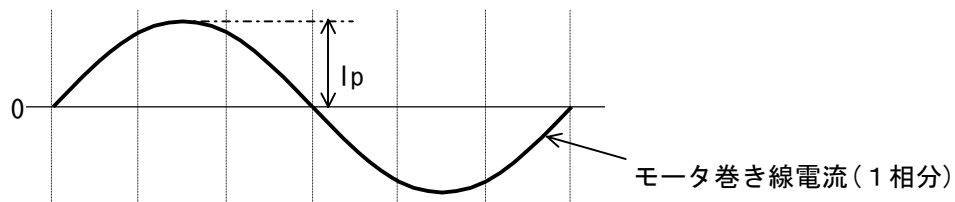


図5-16. モータ巻き線の電流波形（180度正弦波通電方式）

(2) 接合温度の算出方法

- ・ ICのケース温度測定でおよその接合温度を次式により算出することができます。

$$T_j = T_c + R_{jc} \times P$$

T_j : 接合温度 (°C)
 T_c : ケース温度 (°C) (実測)
 R_{jc} : 接合-ケース間熱抵抗 (°C/W)
 P : ICの総発生損失 (W)

- ・ T_c の測定方法

ICのタブ部（ヒートシンク部分）に熱電対をセットしケース温度 T_c を測定します。
 T_c の温度は時間依存性がありますので、温度が飽和した時点をモニタしてください。

5-9. ディレーティング

- 最大定格に対してどの程度のディレーティングをするかということは、信頼性設計の中で重要な問題です。システムの設計の段階で考慮して頂きたいディレーティング項目は、電圧、電流、電力、負荷などの電氣的ストレスのディレーティング、温度、湿度などの環境条件、あるいは振動、衝撃などの機械的ストレスのディレーティングなどです。
- 表5-2に信頼性設計上考慮すべきディレーティング基準例を示します。これらのディレーティングの項目について装置の設計段階で考慮されることが信頼性確保の上で望ましく、基準内に設定することが困難な場合については、最大定格がより大きなデバイスを選定するなどの別の手段が必要になりますので、あらかじめ当社営業窓口へご相談頂くようお願い致します。

表5-2. ディレーティング設計基準例

項目	ディレーティング基準 (例)
接合温度 T_j	110°C以下
V S電源電圧	450V以下

5-10. 外付け部品の選定方法

(1) 標準外付け部品

- ・表5-3に推奨の外付け部品を示します。

表5-3

部 品	標 準 値	目 的	備 考
C _o	0.22 μF ± 20%	内蔵VB電源平滑用	ストレス電圧VB (= 8.2 V)
C _b	3.3 μF ± 20%	ブートストラップ用	耐圧25 V 注2
D _b	耐圧600 V 定格電流1.0 A以上 t _{rr} ≤ 200 ns	ブートストラップ用	注2
R _s	—	電流制限設定用	5-1.(3)項をご参照ください。
R _f	5~10 kΩ	F端子負荷抵抗	—
R _b	注1	ブートストラップ 電流制限抵抗	—

注1. ブートストラップ電流制限抵抗R_bは、ブートストラップ動作によるC_bコンデンサの初期充電電流によって、過電流制限動作が発生しないように設定する必要があります。以下にR_bの概算式を示します。

$$R_b > (V_{CC} \times R_s) / V_{ref} \times 2 \quad (\times 2 \text{ はマージン})$$

V_{ref}; 電流制限用基準電圧

注2. ブートストラップ回路の部品選定については下記を留意してください。

■コンデンサC_b

- ・上アームIGBTのオン期間が長く続くと、上アーム駆動回路の消費電流(I_{SB})によりコンデンサC_bが放電し、上アーム電源電圧が低下します。上アーム電源電圧は13V以上となるよう、コンデンサC_b及びキャリア周波数を設定してください。
- ・上アーム電源電圧が低下する時間τは概ね次式で表されます。

$$\tau = \{C_b \times V_{B1} / I_{SB} \times \ln(V_{B1} / V_{B2})\}$$

V_{B1}; 低下前の上アーム電源電圧

V_{B2}; 低下後の上アーム電源電圧

L_n; 自然対数

(計算例) C_b = 3.3 μFで、上アーム電源電圧が15Vから13Vまで低下する場合

$$\tau = \{3.3 \mu F \times 15 V / 15 \mu A \times \ln(15 V / 13 V)\}$$

$$\approx 0.5 \text{ s}$$

- ・C_bは、過電圧によるICの破壊を防止する為に出来るだけICの近くに接続してください。

■ダイオードD_b

- ・耐圧500V以上で、順方向電圧V_Fは出来るだけ小さいものを推奨します。V_Fが大きいと上アーム電源電圧が減少するためです。
- ・逆回復時間t_{rr}は200ns以下のものを使用してください。t_{rr}が大きい場合、D_bのリカバリー電流により、上アーム電源電圧が低下する場合があります。

(2) その他の外付け部品

- ・電源の安定化とICを電圧サージから保護するため、表5-4の部品を配置することを推奨します。
- ・部品設定については、使用状態に合わせて調整してください。また、電圧サージ吸収の効果を得るため、各部品はIC端子近傍に設置してください。

表5-4

部品	目的	備考
Cvcc1	高周波ノイズ除去用	周波数特性の良いセラミックコンデンサ等
Cvcc2	VCC電源平滑用	電解コンデンサ等
ZDvcc	過電圧吸収用	周波数特性の良いツェナーダイオード
Cvs1	高周波ノイズ除去用	周波数特性の良いセラミックコンデンサ等
Cvs2	VS電源平滑用	電解コンデンサ等
ZDvs	過電圧吸収用	周波数特性の良いツェナーダイオード

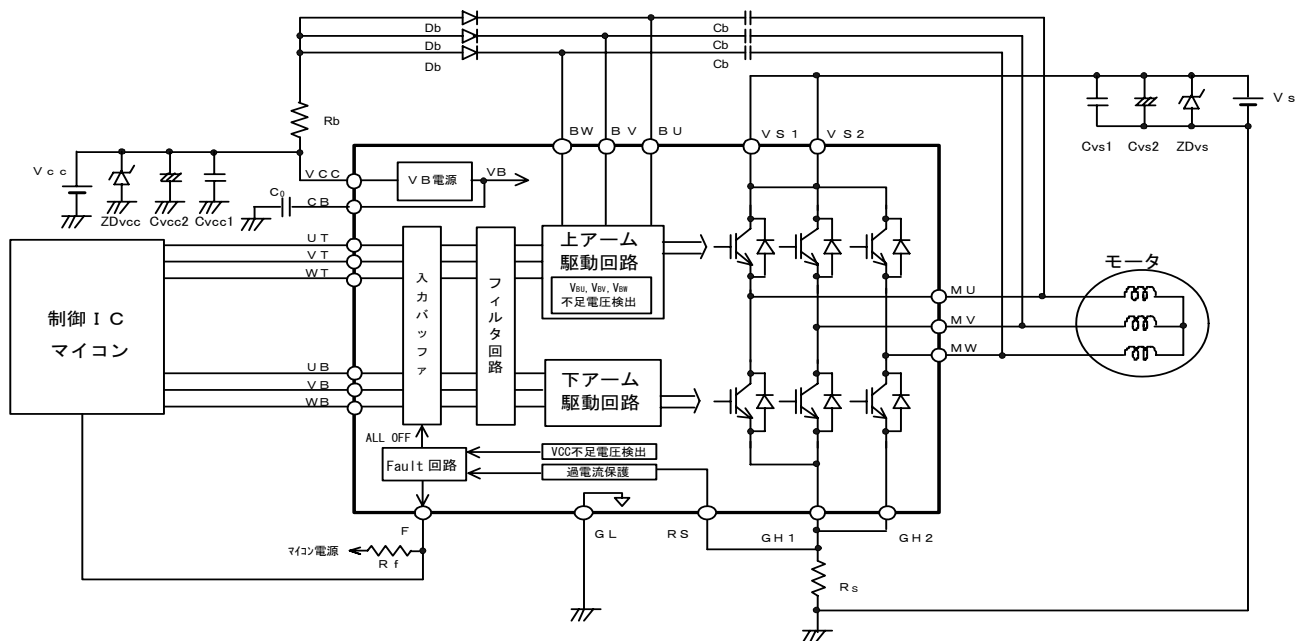


図5-17. ECN30671回路ブロック図

6. 取扱い

6-1. 実装方法

(1) 端子間絶縁について

- ・下記番号の端子間には高電圧が印加されますので、コーティング処理又はモールドを施すことをお願い致します。
1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 17-18, 18-19, 22-23
- ・尚、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定に当たっては、基板メーカーとご相談の上使用頂くようお願い致します。

(2) タブ (ICの放熱板) の接続について

- ・図6-1にICの断面図を示します。タブとICのGL端子は高インピーダンス($R_p = \text{数百k}\Omega \sim \text{数M}\Omega$)で接続されています。
- ・タブの電位はオープンまたはGNDにしてください。
- ・放熱のためにタブをモータ外部筐体に取り付けた場合、ICは外部筐体とGNDとの間に高電圧を加える絶縁耐圧試験に耐えることができません。ICのタブと外部筐体間にマイラシート等を挟んで頂くようお願い致します。

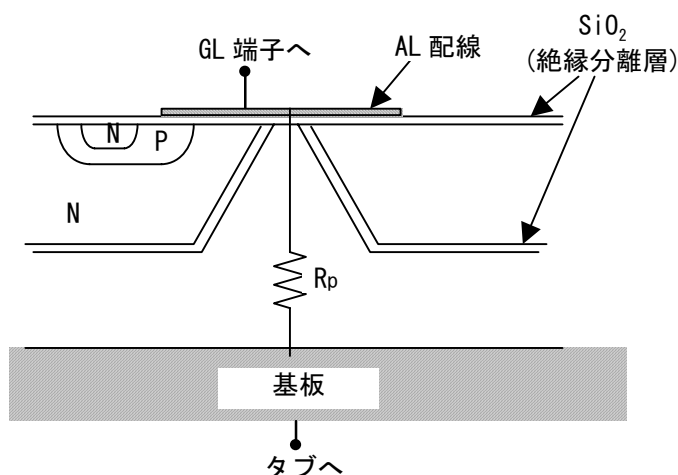


図6-1. IC断面図

(3) 半田付け条件

- ・当社インバータICは、フロー半田[※]においてピーク温度260℃、浸漬時間10秒以下の条件でご使用可能です。

※フロー半田；リード端子のみ半田槽に入り、樹脂及びタブ部は半田槽に入らない。

6-2. 静電気対策について

- ・IC運搬用の容器、治具は輸送中の振動等で帯電しないものである必要があります。導電性容器やアルミ箔等を用いることが有効な対策となります。
- ・作業台、機械装置、測定器などICが触れるものは、接地して下さい。
- ・人体衣服に帯電した静電気による破壊を防止するため、IC取扱中は人体を高抵抗(100k $\Omega \sim 1\text{M}\Omega$ 程度)を介し接地して下さい。
- ・他の高分子化合物と摩擦が生じないようにして下さい。
- ・ICを実装したプリント板等を移動する場合には、振動や摩擦が生じないようにすると共に、端子を短絡して同電位にするなどの配慮が必要です。
- ・湿度が極端に下がりすぎないように管理して下さい。
- ・以上、静電気によるIC破壊防止のため取り扱いに際し十分ご留意をお願いします。

6-3. 内部構造及び材料一覧

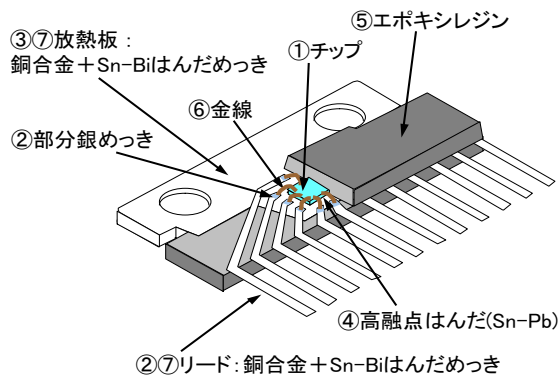


図6-2. 内部構造図

表6-1. 材料表

No.	構成部位	材料(含有物質名)	CAS No.	含有目的
①	チップ	シリコン	7440-21-3	チップ素材
②	リード	銅	7440-50-8	リード素材
		銀	7440-22-4	インナーリード先端メッキ
③	放熱板	銅	7440-50-8	放熱板素材
④	チップ下はんだ	鉛	7439-92-1	ぺ付材
		錫	7440-31-5	高融点はんだ
⑤	封止樹脂(UL94V-0)	シリカ	60676-86-0	封止樹脂
		三酸化アンチモン	1309-64-4	封止樹脂難燃剤
		ハロゲン化芳香族炭化水素	-	封止樹脂難燃剤
⑥	金線($\phi 35 \mu\text{m}$)	金	7440-57-5	ボンディングワイヤー
⑦	メッキ(放熱板, リード)	錫	7440-31-5	アウターメッキ
		ビスマス	7440-69-9	

7. 品質

7-1. 品質確認試験

・当社で行っている主な品質確認試験を表7-1に示します。

表7-1. 品質確認試験項目

No	試験項目	試験条件
1	高温動作寿命	VCC=VCCop, VS=VSop, Tj=135°C, 1000h
2	高温放置	Ta=150°C, 1000h
3	低温放置	Ta=-40°C, 1000h
4	温度サイクル	-65°C(30min)~常温(5min)~150°C(30min), 100サイクル

7-2. QC工程図

・当社のQC工程図を図7-1に示します。

工程 フロー	工程分類		管理項目	管理方法		備考
	No.	工程名		内容	サンプリング	
▽□	1	シリコンウエハ検収	ウエハ受入検査	比抵抗 厚み	抜取り	[工程記号] ▽:受取り □:検査 ○:加工
○	2	DI分離	DI分離条件	外観,寸法	全ウエハ	
○	3	フォトレジスト	フォトレジスト条件	パターン・形状	抜取り	
○	4	拡散	拡散条件	比抵抗 ゲート酸化膜厚	抜取り	
○	5	蒸着	蒸着条件	膜厚 外観	抜取り	
○	6	保護膜形成	保護膜形成条件	膜厚 外観	抜取り	
○	7	バック研削	研削条件	ウエハ厚 外観	抜取り	
○	8	裏面蒸着	蒸着条件	膜厚 外観	抜取り	
□	9	ウエハ・プローブ	特性	特性	全数	
▽□	10	組立部品検収	組立部品受入検査	外観・寸法	抜取り	
○	11	ダイシング	ダイシング条件	外観	抜取り	
□	12	ペレット外観検査	外観	外観	抜取り	
○	13	ダイ・ボンディング	ボンディング条件	外観	抜取り	
○	14	カシメ	カシメ条件	外観	抜取り	
○	15	ワイヤー・ボンディング	ワイヤー ボンディング条件	外観	抜取り	
○	16	モールド	モールド条件	外観	抜取り	
○	17	リードメッキ	リードメッキ条件	外観	抜取り	
○	18	マーキング 切断成型	マーキング条件 外観	表示・外観 外観	抜取り	
□	19	組立最終外観	外観	外観	抜取り	
□	20	選別	特性 外観	特性 外観	全数 全数	
□	21	完成検査	特性 外観	特性 外観・寸法	抜取り 抜取り	
□	22	納庫	照合	品名,員数 コード	抜取り	
□	23	出荷検収	照合 (納入仕様書)	品名,員数 コード	抜取り	
□	24	梱包・発送	発送案内書	—	—	

図7-1. QC工程図

8. インバータ I C 取扱い注意点事例集

8-1. V_s 、 V_{cc} ラインへの外来サージによる I C 破壊 (1)

原因	モータの V_s ライン、 V_{cc} ラインへの外来サージが I C へ印加された。サージ吸収用ツェナーダイオードのツェナー電圧が I C の最大定格より高いため I C の保護とならなかった。
症状	I C の過電圧破壊により、モータが回転しない。
対策	過電圧吸収用ツェナーダイオードには、ツェナー電圧が I C の最大定格より低いものを使用する。

8-2. V_s 、 V_{cc} ラインへの外来サージによる I C 破壊 (2)

原因	モータの V_s ライン、 V_{cc} ラインへの外来サージが I C へ印加された。サージ吸収用のパスコンの容量が小さいため、サージを十分吸収出来なかった。
症状	I C の過電圧破壊により、モータが回転しない。
対策	サージ吸収用のパスコンには、外来サージを吸収できる容量のものを使用する。

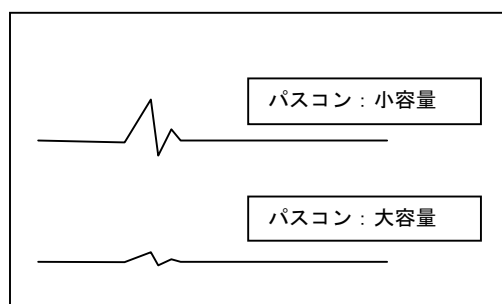


図 8-1. パスコン容量の違いによるサージ波形例

8-3. V_s 、 V_{cc} ラインへの外来サージによる I C 破壊 (3)

原因	モータの V_s ライン、 V_{cc} ラインへの外来サージが I C へ印加された。基板上の保護素子の位置が悪く、サージを十分吸収出来なかった。
症状	I C の過電圧破壊により、モータが回転しない。
対策	サージ吸収用のパスコンやツェナーダイオードを I C の近傍に配置する。

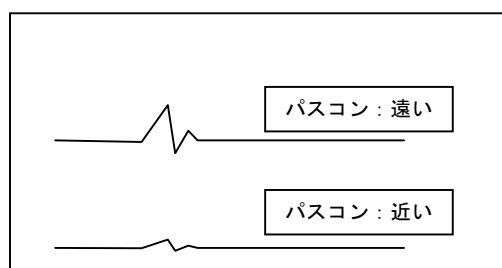


図 8-2. パスコンの位置の違いによるサージ波形例

8-4. VccラインノイズによるIC破壊(1)

- 原因** VccラインへVCC不足電圧検出レベルより低電圧のパルス状のノイズが印加された。このような場合、ICは瞬時的な不足電圧検出動作を繰り返し、過熱破壊を起こす可能性がある。
- 症状** ICの破壊により、モータが回転しない。
- 対策**
- ①電源回路部(電源ケーブルのインダクタンス等)の見直しによりモータVccラインへ入るノイズをなくす。
 - ②ICのVCC-GND端子の近傍に、十分な容量のコンデンサをつけ、ノイズを吸収する。

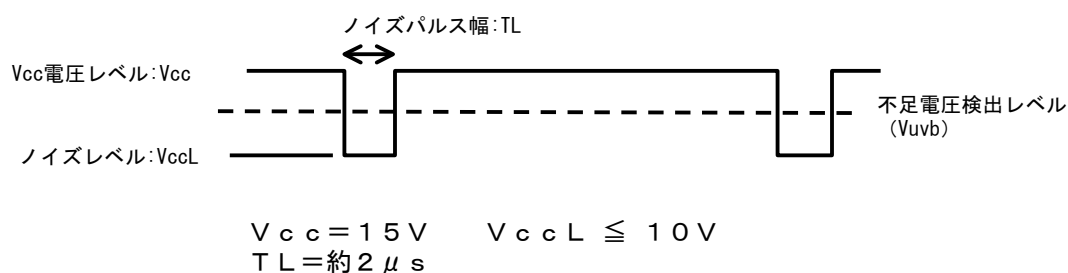


図8-3. IC破壊時のVCCノイズ波形例

8-5. VccラインノイズによるIC破壊(2)

- 原因** VCC端子に最大定格を超えるサージ電圧が印加された。
- 症状** ICの過電圧破壊により、モータが回転しない。
- 対策**
- ①IC端子に近接してパスコンデンサC1を配置する。パスコンデンサには、セラミックコンデンサ等の周波数特性の良いものを付加する。容量の目安は約1μF。(大きいほど効果がある。)
 - ②さらに図8-4のように、Vccのサージ吸収のためモータ基板コネクタ部に近接してコンデンサC2等のサージ吸収素子を配置すると有効である。

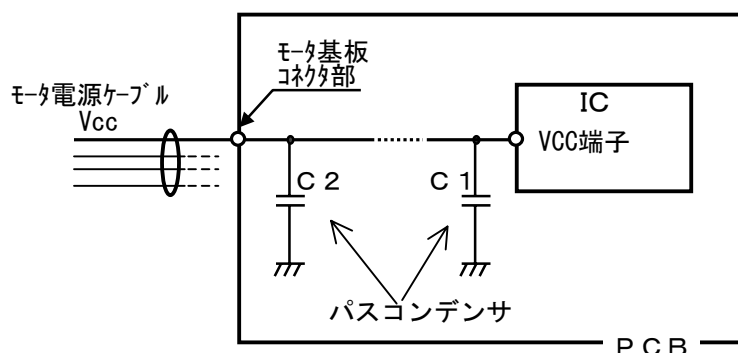


図8-4. サージ電圧保護素子設置例

8-6. 検査装置のリレーノイズによるIC破壊

- 原因 検査装置の電氣的オンオフ制御にメカニカルリレーを使用した。
リレーのオンオフ時にサージが発生し、それがICへ印加された。
- 症状 ICの過電圧破壊により、モータが回転しない。
- 対策 リレーには水銀リレー等を使用する。
リレーのオンオフ時にサージの発生がないことを確認する。

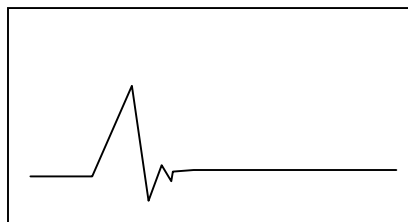


図8-5. メカニカルリレー使用時のサージ波形例

8-7. 欠相モータ不具合

- 原因 欠相状態のモータがセットメカへ流出した。
- 症状 モータは欠相していても、起動時のロータの位置により起動する可能性がある。そのためモータ回転検査でモータの欠相を検出できない。
- 対策 モータの欠相を検出するためには、電流のモニタもしくはトルク脈動のモニタを行う。

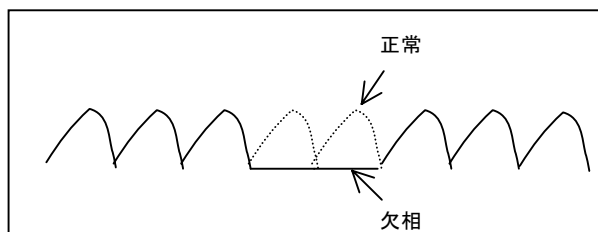


図8-6. 欠相状態での電流波形例