

TB67B000AHG/AFG

使用上の注意点

Rev.1.0

概要

TB67B000AHG/AFG は、600V 高耐圧の正弦波 3 相ブラシレスモータドライバです。正弦波 PWM/広角通電コントローラと高耐圧ドライバの 2 in 1 (MCP) 構造となっております。マイコンからの速度制御信号 (アナログ) により直接 DC ブラシレスモータを速度可変できます。

本資料は設計の補助を目的とする参考資料です。
最終機器設計時には、部品バラツキや使用条件等を十分考慮して設計をお願いします。

目次

概要	1
目次	2
表目次.....	2
図目次.....	3
1. 電源電圧.....	4
2. 出力電流.....	4
3. 使用モータの注意点	5
4. 進み角補正機能.....	6
5. 応用回路例	8
6. 基板設計時の注意点	15
7. IC 消費電力	18
8. IC 許容損失	20
使用上の注意事項	21
使用上の留意点.....	21
製品取り扱い上のお願い	22

表目次

Table 1 電源電圧の絶対最大定格($T_a = 25^\circ\text{C}$)	4
Table 2 電源電圧の動作範囲($T_a = 25^\circ\text{C}$).....	4
Table 3 応用回路例の部品定数例.....	10
Table 4 V_{refout} 端子コンデンサ.....	11
Table 5 V_{REG} 端子コンデンサ	11
Table 6 V_{CC} 端子コンデンサ	12

図目次

Figure 1 正弦波 PWM 駆動時の入力電圧と進角の関係 (設計値)	6
Figure 2 広角通電駆動時の入力電圧と進角の関係 (設計値)	7
Figure 3 応用回路例.....	8
Figure 4 (参考データ)外付け抵抗と発振周波数.....	10
Figure 5 (参考データ)外付けコンデンサとモータ拘束検出時間.....	11
Figure 6 基板レイアウト例.....	15
Figure 7 モータ電流波形イメージ(正弦波駆動).....	18
Figure 8 消費電力計算データ.....	19
Figure 9 許容損失—周囲環境温度の関係.....	20

1. 電源電圧

V_{BB} 、 V_{CC} 端子の電源電圧は絶対最大定格と動作範囲の2つの規格があります。絶対最大定格は、瞬時たりとも超えてはならない規格です。また、実使用上は動作範囲内でご使用ください。

Table 1 電源電圧の絶対最大定格($T_a = 25^\circ\text{C}$)

項 目	記 号	定 格	単 位
電 源 電 圧	V_{BB}	600	V
	V_{CC}	18	

Table 2 電源電圧の動作範囲($T_a = 25^\circ\text{C}$)

項 目	記 号	最 小	標 準	最 大	単 位
電 源 電 圧	V_{BB}	50	280	450	V
	V_{CC}	13.5	15	16.5	

電源シーケンス

1. 電源投入シーケンス：下記の(1)から(3)の手順で行います。

(1) V_{CC} 電源を投入します。

V_{CC} 投入時は V_{sp} を GND またはオープンにしてください。

CW/CCW 、 LA 、 SS の端子を外部 IC などからの信号で制御している場合、オープンまたは GND にします。 V_{CC} 電源投入後、 CW/CCW 、 LA 、 SS の端子を必要に応じてハイレベルにしてください。

(2) V_{BB} 電源を投入します。

(3) V_{sp} に電圧を印加します。

2. 電源遮断シーケンス：下記の(1)から(3)の手順で行います。

(1) V_{sp} を 0V にします。

$V_{sp}=0V$ 後、 CW/CCW 、 LA 、 SS の端子を外部 IC などからの信号で制御している場合、オープンまたは GND にします。

(2) V_{BB} 電源を遮断します。

(3) V_{CC} 電源を遮断します。

2. 出力電流

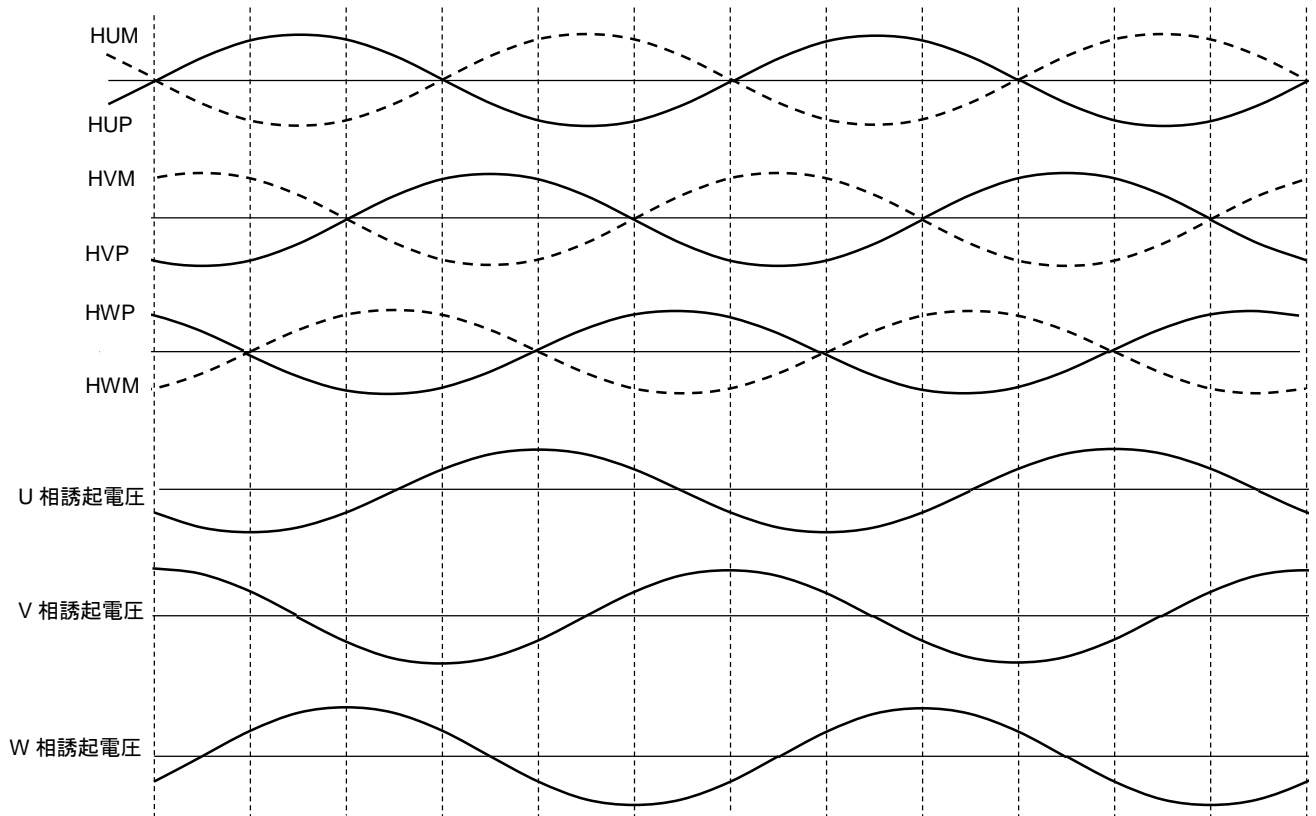
出力電流の絶対最大定格は 2A です。なお、絶対最大定格は、瞬時たりとも超えてはならない規格です。モータ起動時の突入電流、ロック時電流などは絶対最大定格以内になるように設計してください。

使用可能な出力電流は、使用条件(周囲温度や基板実装方法等)によって変わります。ジャンクション温度($T_j = 150^\circ\text{C}$)を超えないようにマージンを持って設計してください。

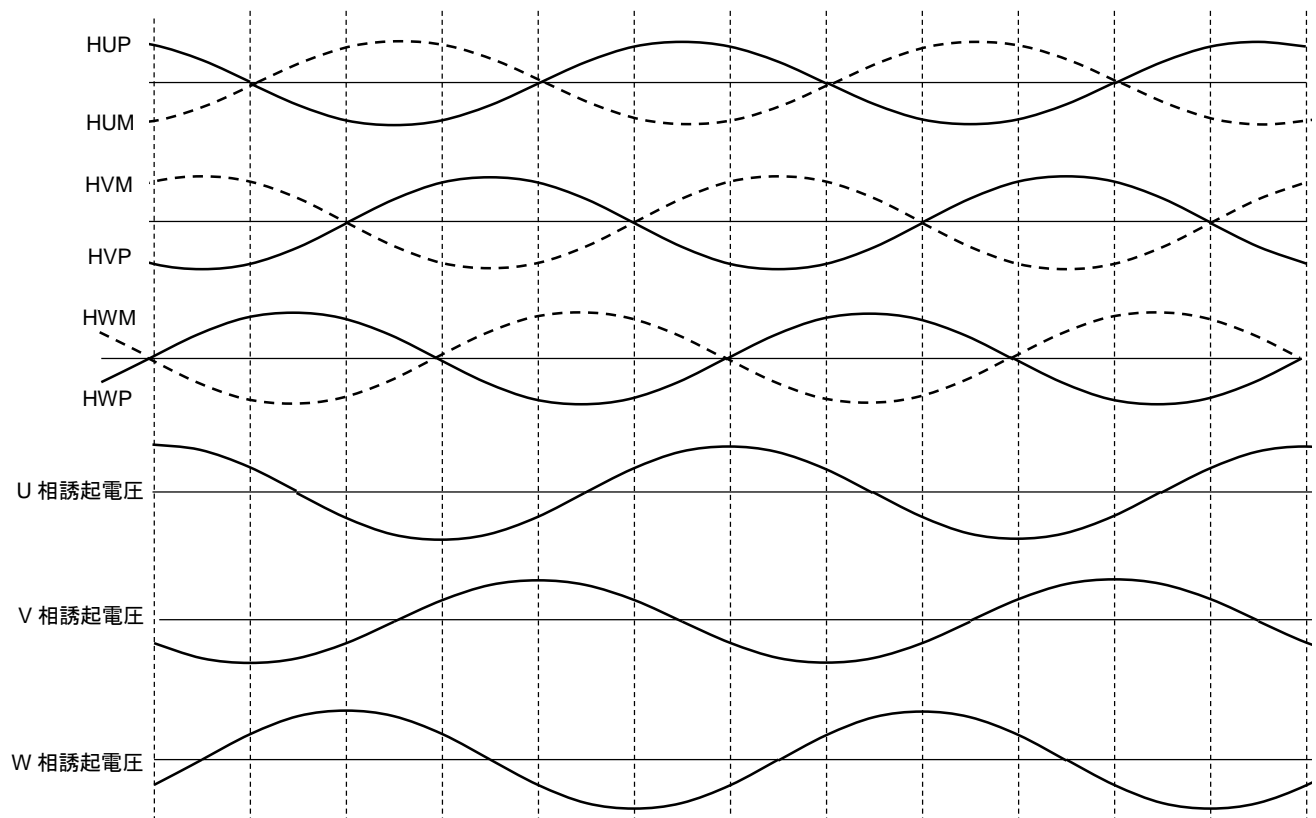
3. 使用モータの注意点

ホールセンサと誘起電圧の位相関係が下図タイミングチャートとなるようなモータを使用してください。

CW/CCW=H 設定時



CW/CCW=L 設定時



4. 進み角補正機能

誘起電圧に対する駆動出力の進み角は LA 端子の入力電圧により補正することができます。進み角の範囲は正弦波 PWM 駆動時は 0~58°、広角通電駆動時は 0~28°になります。

進み角の調整によりモータ効率を改善することができます。進み角で特性を調整するときは、LA 端子で進み角を変更しモータ電流を比較してください。進み角の変更前後で同じ回転数でモータ電流を比較し、モータ電流が小さくなるように LA 端子電圧を調整してください。

SS=L 時（正弦波 PWM 駆動）

LA 端子アナログ入力 (0~5 V を 32 分割)

0 V = 0°

5 V = 58° (5 V 以上が入力された場合は 58° とします)

(数値は設計値)

段数	LA [V]	進角 [deg]	段数	LA [V]	進角 [deg]	段数	LA [V]	進角 [deg]
0	0.000	0.000	11	1.719	20.625	22	3.438	41.250
1	0.156	1.875	12	1.875	22.500	23	3.594	43.125
2	0.313	3.750	13	2.031	24.375	24	3.750	45.000
3	0.469	5.625	14	2.188	26.250	25	3.906	46.875
4	0.625	7.500	15	2.344	28.125	26	4.063	48.750
5	0.781	9.375	16	2.500	30.000	27	4.219	50.625
6	0.938	11.250	17	2.656	31.875	28	4.375	52.500
7	1.094	13.125	18	2.813	33.750	29	4.531	54.375
8	1.250	15.000	19	2.969	35.625	30	4.688	56.250
9	1.406	16.875	20	3.125	37.500	31	4.844	58.125
10	1.563	18.750	21	3.281	39.375	32	5.000	58.125

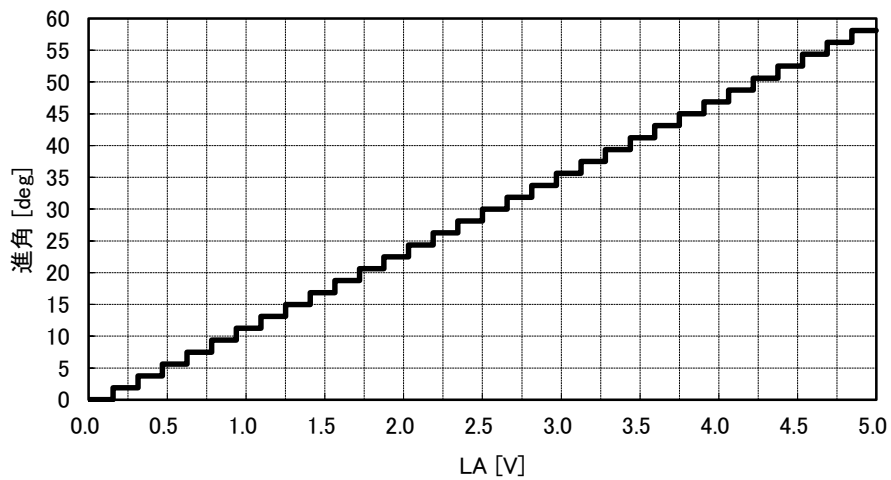


Figure 1 正弦波 PWM 駆動時の入力電圧と進角の関係(設計値)

SS=H 時 (広角通電駆動)

LA 端子アナログ入力 (0~5 V を 16 分割)

0 V = 0°

5 V = 28° (5 V 以上が入力された場合は 28° とします)

(数値は設計値)

段数	LA [V]	進角 [deg]	段数	LA [V]	進角 [deg]	段数	LA [V]	進角 [deg]
0	0.000	0.000	6	1.875	11.250	12	3.750	22.500
1	0.313	1.875	7	2.188	13.125	13	4.063	24.375
2	0.625	3.750	8	2.500	15.000	14	4.375	26.250
3	0.938	5.625	9	2.813	16.875	15	4.688	28.125
4	1.250	7.500	10	3.125	18.750	16	5.000	28.125
5	1.563	9.375	11	3.438	20.625	-	-	-

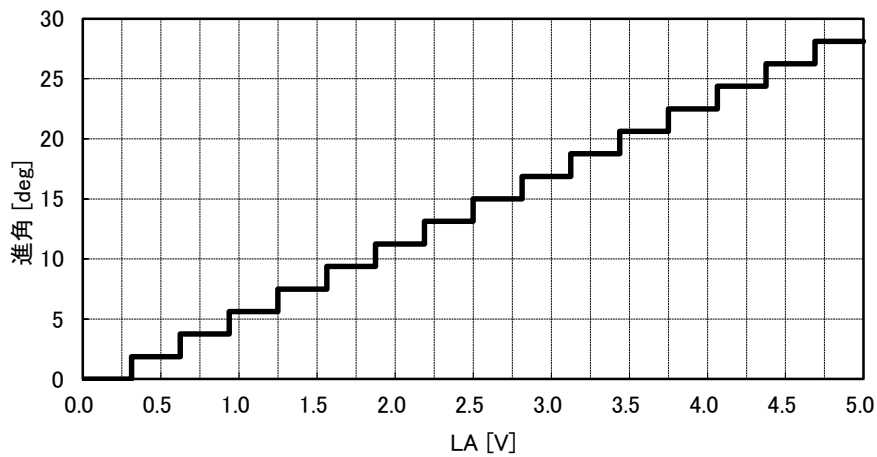
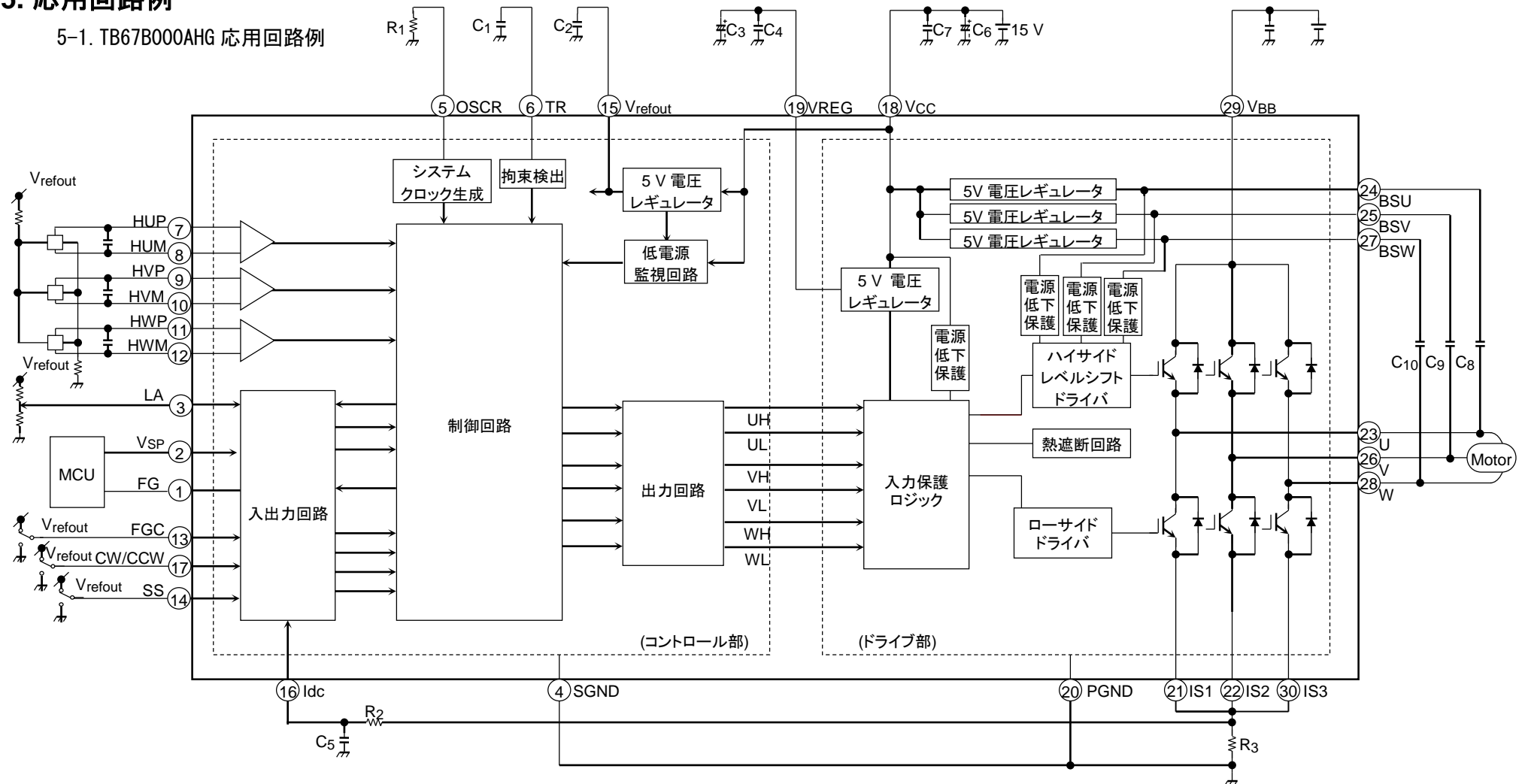


Figure 2 広角通電駆動時の入力電圧と進角の関係(設計値)

5. 応用回路例

5-1. TB67B000AHG 応用回路例

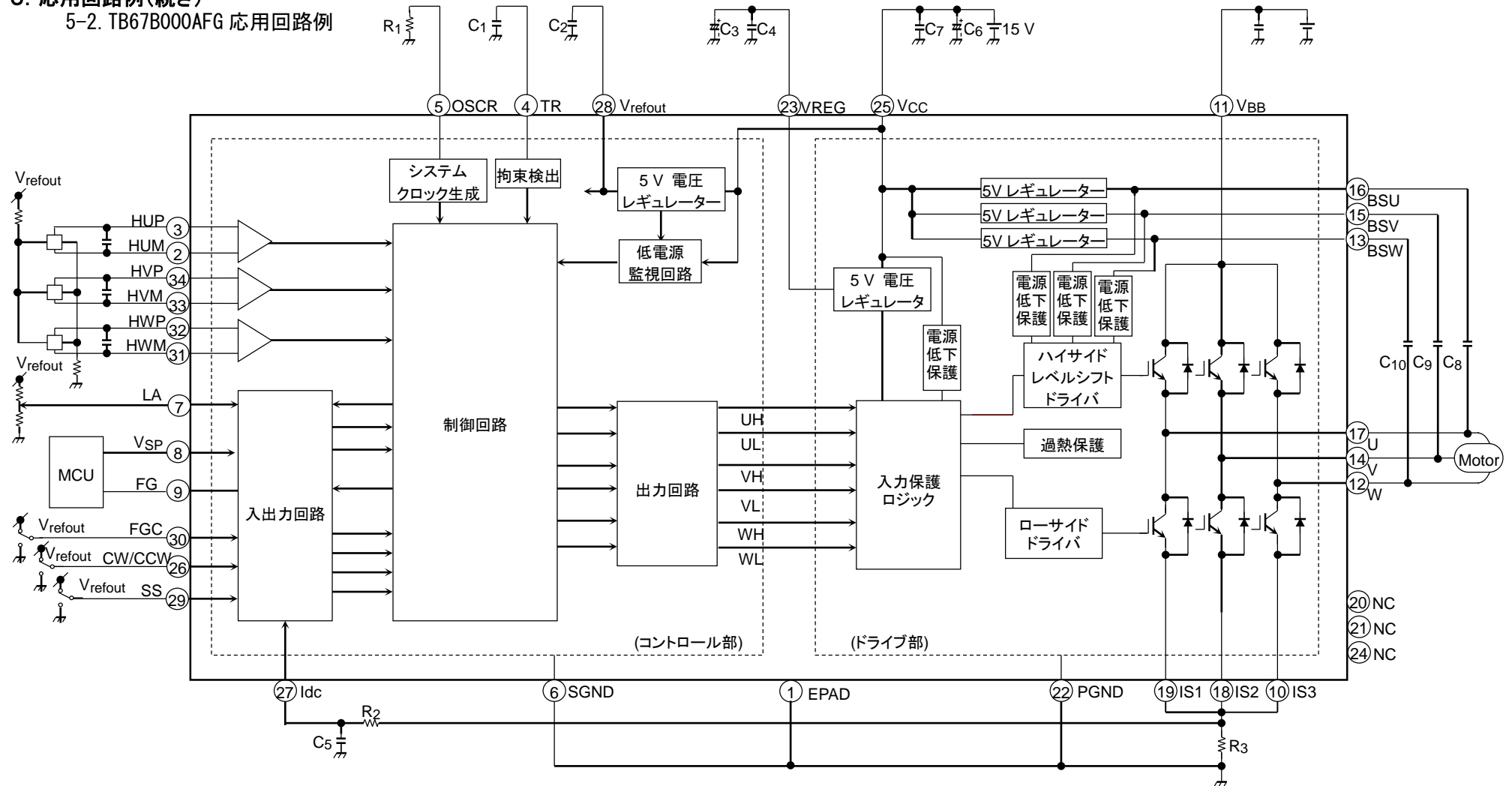


出力間ショートおよび、出力の天絡、地絡、隣接ピンショート時に IC の破壊、発煙、発火しますので、端子間がショートしないよう基板のレイアウト設計は注意してください。特に、高電圧、高電流となる、V_{BB}、U、V、W、IS1、IS2、IS3、BSU、BSV、BSW、GND ラインの設計は十分注意し、過電流の発生や IC の故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。

Figure 3-1 TB67B000AHG の応用回路例

5. 応用回路例(続き)

5-2. TB67B000AFG 応用回路例



出力間ショートおよび、出力の天絡、地絡、隣接ピンショート時に IC の破壊、発煙、発火しますので、端子間がショートしないよう基板のレイアウト設計は注意してください。特に、高電圧、高電流となる、 V_{BB} 、U、V、W、IS1、IS2、IS3、BSU、BSV、BSW、GND ラインの設計は十分注意し、過電流の発生や IC の故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。

Figure 3-2 TB67B000AFG の応用回路例

Table 3 応用回路例の部品定数例

記号	目的	部品定数例	参照項
R ₁	内部クロック生成用	68 kΩ	(1)
C ₁	モータ拘束検出用	10 V / 0.01 μF	(2)
C ₂	V _{refout} 発振防止用	10 V / 0.1 μF~1.0 μF	(3)
C ₃	V _{REG} 電源安定用	25 V / 1 μF	(4)
C ₄		25 V / 1000 pF	
C ₅	ノイズ吸収用	10 V / 1000 pF	(5)
R ₂		5.1 kΩ	
R ₃	過電流検出用	0.62 Ω ± 1% (1 W)	(6)
C ₆	V _{CC} 電源安定用	25 V / 10 μF	(7)
C ₇		25 V / 0.1 μF	
C ₈ , C ₉ , C ₁₀	ブートストラップ用	25 V / 2.2 μF	(8)

(1) OSC_R 端子

OSC_R 端子は基準発振周波数を設定しています。

ノイズや配線インピーダンスの影響を受けないように OSC_R 端子と SGND の間に外付けの抵抗 R₁ をできるだけ IC の近くに接続してください。抵抗精度が低い場合、設定時間、周波数が標準値に対して大きくずれますので抵抗の精度はできるだけ精度の高い部品を選定してください。

発振周波数 F_{osc} は 3.5MHz~6.4MHz の範囲で使用してください。発振周波数(F_{osc})と PWM 発振周波数 (F_c) の関係は $F_c = F_{osc} / 252$ で計算されます。R₁ = 68kΩ の時、F_c = 20kHz(標準)、R₁ = 75kΩ の時、F_c = 18kHz(標準)になります。

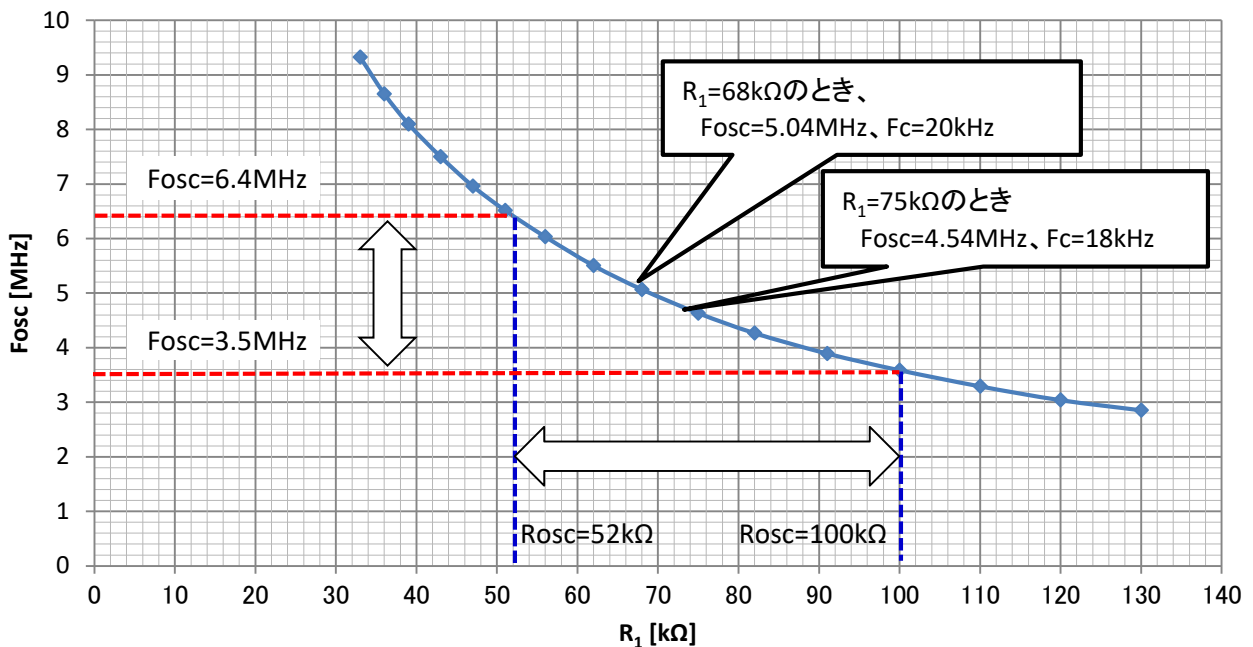


Figure 4 (参考データ)外付け抵抗と発振周波数

(2) TR 端子

モータがロックされた場合にモータ拘束検出機能が動作し、駆動出力をオフとオンの間欠動作をします。駆動出力オフの停止期間(Toff)と駆動出力オンの期間(Ton)を TR 端子の外付けのコンデンサ(C₁) で設定することができます。機能を使用しない場合は SGND に接続してください。外付けコンデンサ(C₁)と出力停止期間、出力駆動期間の関係は概ね次の計算式になります。

・設定時間

駆動期間 $Ton[s]=C1 \times (VH-VL) \times 2 / I \times 500$ カウンタ

停止期間 $Toff[s]=C1 \times (VH-VL) \times 2 / I \times 3000$ カウンタ

例: C₁ = 0.01μF 時 I = 3μA (標準), VH= 2 V (標準), VL= 0.5V (標準) から

Ton[s]=5s (標準) 、Toff[s]=30s (標準)となります。

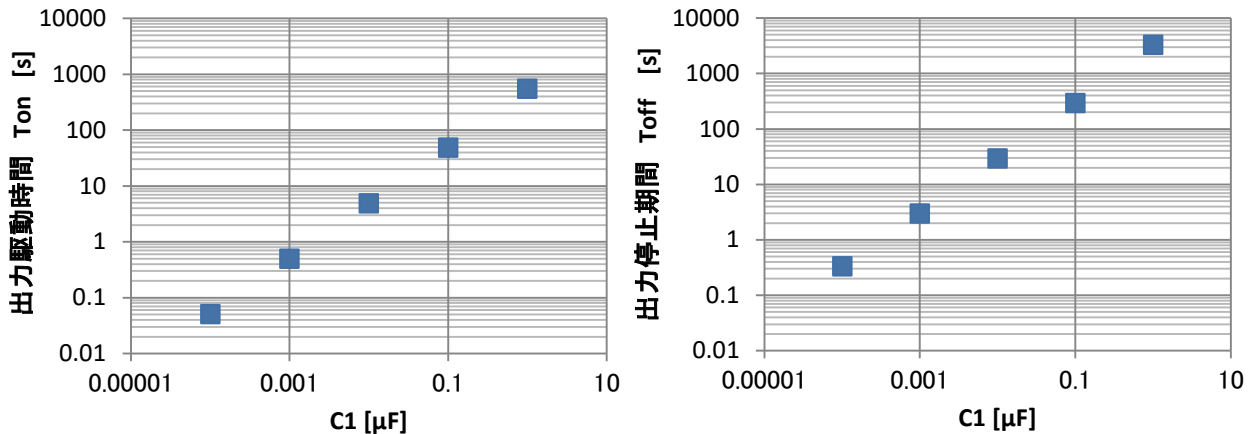


Figure 5 (参考データ)外付けコンデンサとモータ拘束検出時間

(3) Vrefout 端子

ホール素子やホール IC の電源や端子設定に使用できます。その際、出力電流は 30mA(最大)の範囲で使用できます。

また、Vrefout 端子のノイズや変動が少なくするように Vrefout と SGND 間に 0.1 μF ~ 1 μF のコンデンサをできるだけ IC の近くに接続してください。

Table 4 Vrefout 端子コンデンサ

項目	部品	標準値
Vrefout-SGND 間	セラミックコンデンサ	0.1μF~1μF

(4) VREG 端子

VREG 端子のノイズや変動が少なくするように VREG と PGND 間にセラミックコンデンサや電解コンデンサをできるだけ IC の近くに接続してください。コンデンサ容量は 0.1 μF ~ 1 μF 程度を推奨します。

Table 5 VREG 端子コンデンサ

項目	部品	標準値
VREG-PGND 間	電解コンデンサ	1μF
	セラミックコンデンサ	1000pF

(5) I_{dc} 端子用フィルタ

I_{dc} 端子の IC 内部にはデジタルフィルタ 0.6μs(標準)とアナログフィルタ 1.0 μs(標準)を内蔵しています。ノイズにより駆動出力がオフになるような誤動作が発生する場合にはノイズによる誤動作がないように外付けにて CR のローパスフィルタを接続してください。CR フィルタ定数の目安としてキャリア周波数 F_c の設定に対して 10 倍以上となるようなカットオフ周波数 f_{cut} の CR 定数を選定してください。

$$\text{カットオフ周波数 } f_{\text{cut}} = 1 / (2 \pi CR) \text{ [Hz]}$$

$$\text{キャリア周波数 } F_c = 20\text{kHz} \text{ に設定時は } f_{\text{cut}} > 10 \times F_c \text{ より、} CR < 7.96 \times 10^{-7}$$

例えば R=5.1kΩ、C=100pF に設定し動作確認を実施してください。

(6) IS1、IS2、IS3 端子接続用抵抗

IS1、IS2、IS3 端子の各端子をショートしてください。また、モータ出力電流の制限電流値を IS1、IS2、IS3 端子と PGND 間に検出抵抗を接続し設定してください。また、IS1、IS2、IS3 端子と I_{dc} 端子を接続してください。IS1、IS2、IS3 端子と I_{dc} 端子の間には必要に応じて(5) I_{dc} 端子用フィルタを追加してください。

出力電流 I_{OUT} と検出抵抗 R₃ の関係は概ね次式で算出されます。

$$I_{\text{OUT}} = V_{\text{dc}} / R_3$$

$$\text{電流検出電圧 } V_{\text{dc}} : 0.475\text{V (最小)、} 0.5 \text{ V (標準)、} 0.525\text{V (最大)}$$

$$\text{例) } R_3 \text{ 抵抗値を } 0.51 \Omega \text{ に設定した場合、} I_{\text{OUT}} \text{ (標準)} = 0.5 \text{ V (標準)} / 0.51 \Omega \approx 0.98 \text{ A}$$

なお、検出抵抗 R₃ には大電流が流れますので、外付け部品の定格に十分注意しマージンをもって選定してください。モータ動作時、検出抵抗にかかる電力 P は最大 P=0.525V×0.525V/ R₃ で計算されます。例えば、R₃=0.51 Ω 時、P=0.540W となりますので、定格電力は 1 W 以上の抵抗を使用してください。

(7) V_{cc} 端子

V_{cc} 端子のノイズや変動が少なくするように必要に応じて V_{cc} と SGND、PGND 間にセラミックコンデンサや電解コンデンサをできるだけ IC の近くに接続してください。特にセラミックコンデンサは IC 近傍に接続することで高周波数の電源変動やノイズを抑えることに効果的です。

Table 6 V_{cc} 端子コンデンサ

項目	部品	標準値
V _{cc} -SGND,PGND 間	電解コンデンサ	10μF
	セラミックコンデンサ	0.1μF

(8) BSU、BSV、BSW 端子

ブートストラップコンデンサ C8、C9、C10 を BSU、U 端子間、BSV、V 端子間、BSW、W 端子間に接続してください。ブートストラップコンデンサの容量はモータのドライブ条件によって異なります。また、コンデンサのストレス電圧は V_{cc} 電圧値 (15V 標準) となります。外付けコンデンサは 25V/2.2 μF の使用を推奨します。

(9) V_{sp} 端子

V_{sp} 端子には出力 ON デューティの指令信号を入力することで、モータ動作、停止や回転数を調整することができます。指令信号としてアナログ電圧を入力してください。なお、速度制御が必要な場合は V_{sp} 信号と FG 信号によりマイコンなどと接続し速度帰還することでモータ回転数を制御してください。

(10) FG 端子

FG 端子は 5V 出力のプッシュプル回路の構成になっています。速度制御が必要な場合は FG 信号をマイコンなどに入力しモータ回転数情報として使用してください。

(11) CW/CCW 端子

端子電圧を固定して使用する場合は V_{refout} または SGND に接続してください。V_{refout} 接続時は H レベル、

SGND 接続時は L レベルになります。

外部制御信号を入力して使用する場合は、電源投入時は V_{cc} 投入後、信号を入力してください。また電源遮断時は制御信号をオフ後、 V_{cc} をオフしてください。また、CW/CCW 端子の論理を切替えるときは V_{sp} 端子 $0.7V$ 以下にし駆動出力をオフ後、入力信号を変更してください。入力信号を切り替え後、 V_{sp} 端子によりモータ動作を開始してください。

(12) FGC 端子

端子電圧を固定して使用する場合は V_{refout} または SGND または $V_{refout}/2$ に接続してください。 V_{refout} 接続時は H レベル、 $V_{refout}/2$ に接続時は M レベル、SGND 接続時は L レベルになります。

外部制御信号を入力して使用する場合は、電源投入時は V_{cc} 投入後、信号を入力してください。また電源遮断時は制御信号をオフ後、 V_{cc} をオフしてください。

(13) SS 端子

端子電圧を固定して使用する場合は V_{refout} または SGND に接続してください。 V_{refout} 接続時は H レベル、SGND 接続時は L レベルになります。

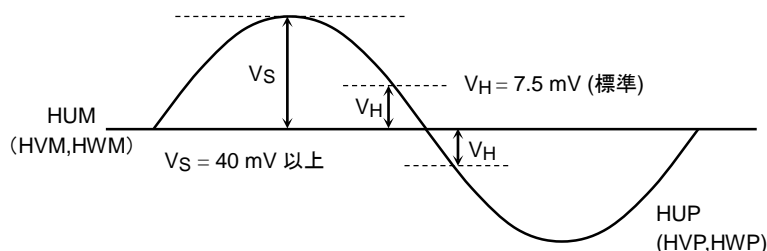
外部制御信号を入力して使用する場合は、電源投入時は V_{cc} 投入後、信号を入力してください。また電源遮断時は制御信号をオフ後、 V_{cc} をオフしてください。

(14) HUP、HUM、HVP、HVM、HWP、HWM 端子

HUP、HUM、HVP、HVM、HWP、HWM 端子はホール信号を入力してください。ホール信号にはホール素子もしくはホール IC を使用してください。“3. 使用モータの注意点”のタイミングチャートの関係になるように、U、V、W 出力端子と HUP、HUM、HVP、HVM、HWP、HWM のホール信号端子をモータと接続してください。

<ホール素子を使用する場合の注意点>

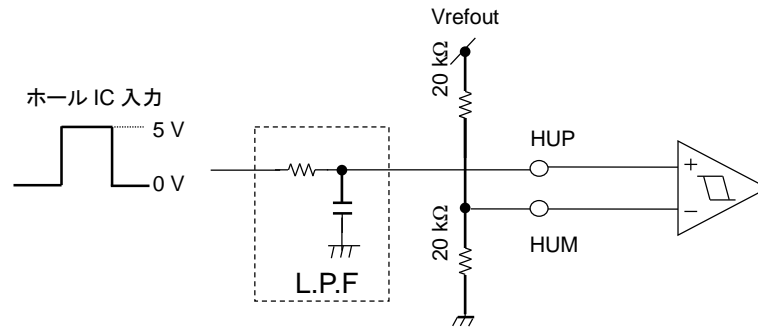
- ・ V_{refout} の $5V$ 電源からホール素子へ電源を供給する場合、ホール素子の最大入力電流を超えないように、制限用抵抗をホール素子の電源端子に追加してください。
- ・ホール信号の切り替えを正しく認識させるためにはホール素子の振幅 V_s は $40mV$ 以上、入力電圧範囲は $0.5V \sim 4.0V$ で使用してください。
- ・ホールアンプはヒステリシスが付いています。ホール振幅が小さい場合、切り替えタイミングの位相ズレが大きくなるためできるだけホール素子の振幅は大きくしてください。
- ・ホール信号ノイズ除去用コンデンサを付ける場合、IC の HUP と HUM 端子、HVP と HVM 端子、HWP と HWM 端子の近くに配置してください。コンデンサの容量については、 $0.001 \mu F \sim 0.1 \mu F$ を推奨します。



<ホール IC を使用する場合の注意点>

HUP、HVP、HWP、HUM、HVM、HWM の各端子は以下(1)または(2)となるように設定してください。入力端子-SGND 間にノイズ除去用ローパスフィルタを追加することを推奨しています。但し、ローパスフィルタを追加する際は、入力信号の遅れ時間を考慮する必要があります。

- (1) HUP、HVP、HWP: 入力電圧 H レベル V_{refout} 、L レベル SGND
 , HUM、HVM、HWM: 入力電圧 $V_{refout}/2$ ※ V_{refout} 、SGND 間の抵抗分圧で設定してください
- (2) HUP、HVP、HWP: 入力電圧 $V_{refout}/2$ ※ V_{refout} 、SGND 間の抵抗分圧で設定してください
 , HUM、HVM、HWM: 入力電圧 H レベル V_{refout} 、L レベル SGND



*) V 相、W 相も同様の設定になります。

(15) U、V、W 端子

“3. 使用モータの注意点”のタイミングチャートの関係になるように、U、V、W 出力端子と HUP、HUM、HVP、HVM、HWP、HWM のホール信号端子をモータと接続してください。

(16) VBB 端子

VBB 端子はモータ駆動用電源端子になります。モータ静止時、動作時共に電源電圧が定格値を超えないように VBB、PGND 間にコンデンサを追加するなどの対策をお願いします。なお、サージ電圧が発生する場合は、絶対最大定格電圧 600V 以下のツェナーダイオードを付加することを推奨しています。

(17) SGND、PGND 端子

SGND、PGND はショートしてください。特に、SGND 端子から PGND 端子の接続までの経路にスイッチング電流を流す経路が無いように設計してください。

6. 基板設計時の注意点

VBB、SGND、PGND、IS1、IS2、IS3、Vrefout、Vreg の基板パターンは下記(1)~(4)の注意点を推奨します。

- (1) VBB、IS1、IS2、IS3、PGND のスイッチング電流が流れる経路は大電流が流れますので、配線パターンを太くしてください。IS1、IS2、IS3 の各端子はショートしてください。
- (2) SGND、PGND はできるだけ IC 端子近くでショートしてください。また、SGND から PGND の接続までの経路にスイッチング電流を流す経路が無いように設計してください
- (3) VREG-PGND 間、Vrefout-SGND 間のコンデンサはできるだけ IC 端子近くに配置してください。
- (4) VBB-PGND 間のコンデンサはできるだけ IC 端子近くに配置してください。

<基板レイアウト例>

基板レイアウト例は説明の為、簡単化しています。

なお、下図の配線パターン1と配線パターン2はショートしないようにしてください。

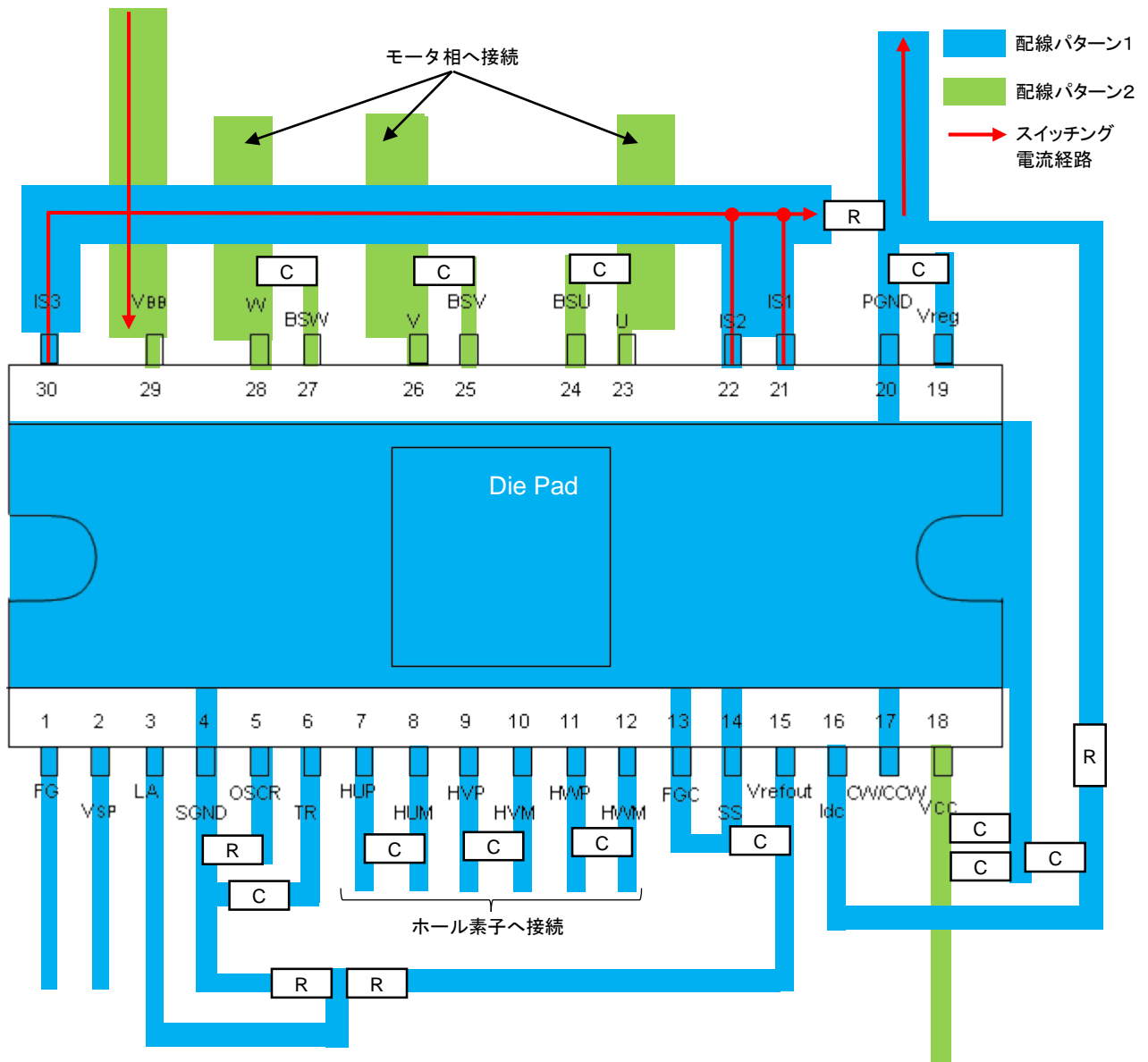


Figure 6-1 TB67B000AHG の基板レイアウト例

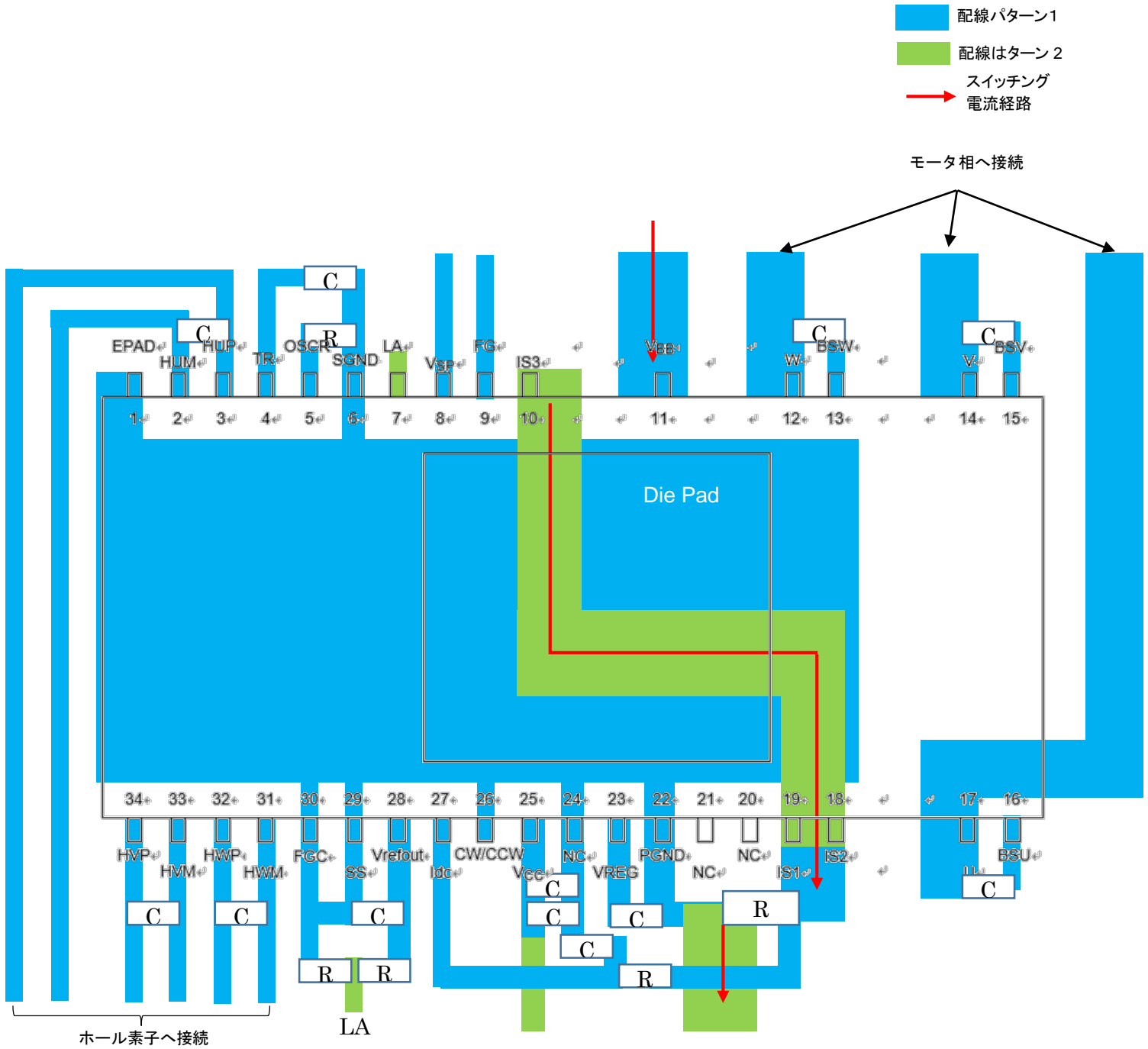
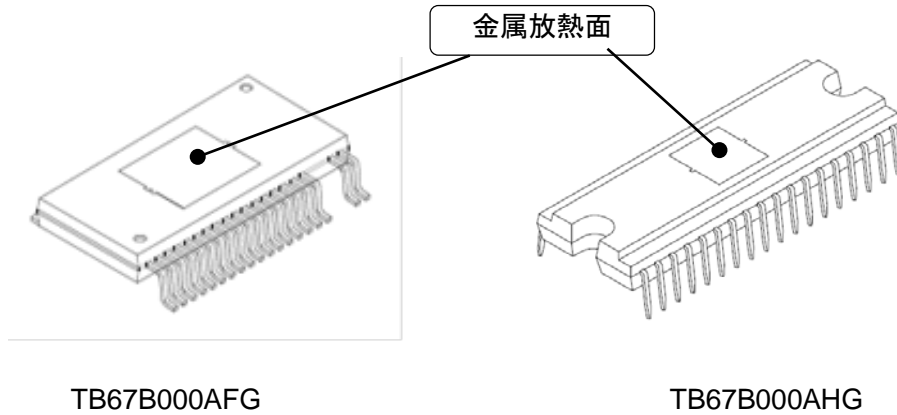


Figure 6-2 TB67B000AFG の基板レイアウト例

<IC 放熱性を向上する方法>

(1) 放熱板を使用する。

金属放熱面に放熱シートや放熱板を取り付けることで放熱性が向上します。熱伝導率の大きいものを使用することで放熱効果が大きくなります。
金属面は GND 端子と同電位となっています。放熱板を使用で絶縁対策が必要な場合、放熱板との間に絶縁シートなどを挿入して絶縁対策をお願いします。



(2) 基板の配線被覆率を大きくする。

基板の配線被覆率を向上させると、基板面内の温度勾配が均一化され放熱性が向上します。

7. IC 消費電力

IC が消費する電力は、出力段の消費電力 P_{IGBT} 、制御部回路の消費電力 P_{POW} 、内部レギュレータの消費電力 P_{REG} の3つの部分に分けることができます。正弦波駆動時の消費電力の計算式を以下に示します。(計算式は簡略化しています。)

$$P_{Total} = P_{IGBT} + P_{POW} + P_{REG}$$

(1) 出力段の消費電力: P_{IGBT}

$$P_{IGBT} = P_{ON} + P_{SW} \quad [W]$$

$$P_{ON} = 3 \times (V_{CE_{satH}} + V_{CE_{satL}}) \times I_p / \pi$$

$$P_{SW} = (W_{ton} + W_{toff}) \times f_c / \pi \times 6$$

I_p : モータ巻線電流(ピーク) [A]

$V_{CE_{satH}}$ 、 $V_{CE_{satL}}$: 出力 IGBT 電圧降下[V]

W_{ton} : ターンオンロス [μ s]

W_{toff} : ターンオフロス [μ s]

f_c : PWM スイッチング周波数 [Hz]

(2) 制御部回路の消費電力: P_{POW} [W]

$$P_{POW} = P_{BB} + P_{CC} \quad [W]$$

$$P_{BB} = V_{BB} \times I_{BB} \quad [W]$$

$$P_{CC} = V_{CC} \times I_{CC} \quad [W]$$

I_{BB} : V_{BB} 電源電流[A] ※モータ停止時

I_{CC} : V_{CC} 電源電流[A] ※ $V_{refout}=0mA$ 、 $V_{REG}=0mA$ 時

(3) 内部レギュレータの消費電力: P_{REG} [W]

$$P_{REG} = P_{V_{refout}} + P_{V_{REG}} \quad [W]$$

$$P_{V_{refout}} = (V_{CC} - V_{V_{refout}}) \times I_{V_{refout}} \quad [W]$$

$$P_{V_{REG}} = (V_{CC} - V_{REG}) \times I_{REG} \quad [W]$$

V_{CC} : V_{CC} 電源電圧 [V]

$V_{V_{refout}}$: V_{refout} 出力電圧 [V]

$I_{V_{refout}}$: V_{refout} 出力電流 [A]

V_{REG} : V_{REG} 出力電圧 [V]

I_{REG} : V_{REG} 出力電流 [A]

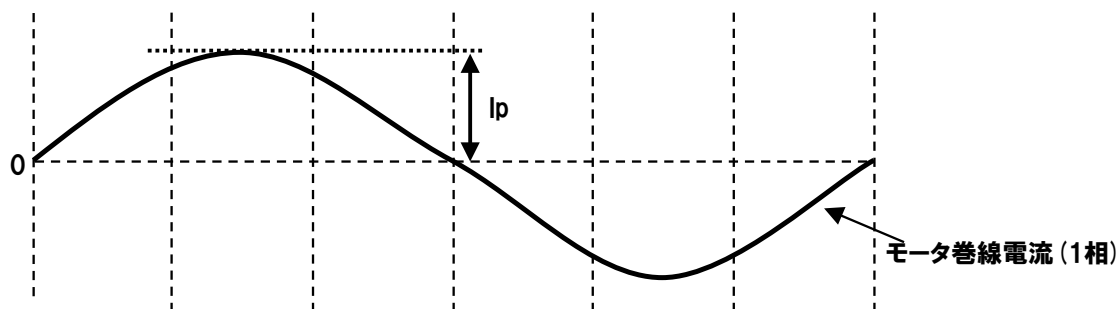


Figure 7 モータ電流波形イメージ(正弦波駆動)

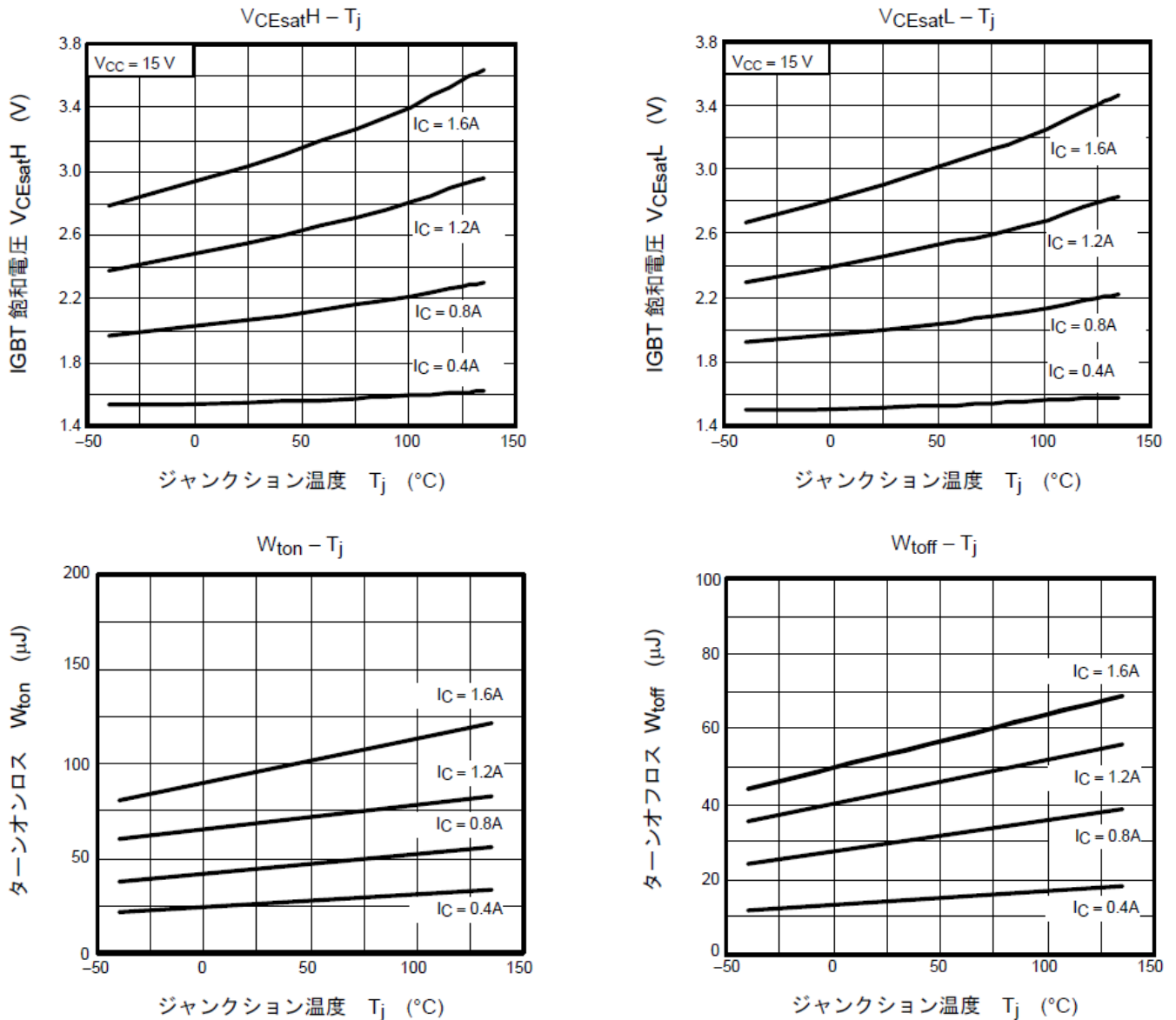


Figure 8 消費電力計算データ

(例) $V_{BB} = 310V$, $f_C = 20kHz$, $I_{refout} = 10mA$, $I_{REG} = 0mA$ のときの計算例を以下に示します。

$I_p = 0.4A$ 時、上記グラフより $V_{satH} = 1.55V$, $V_{satL} = 1.5V$, $W_{ton} = 25 \mu J$, $W_{toff} = 13 \mu J$

また、 $V_{CC} = 15V$ (標準), $V_{refout} = 5V$ (標準), $V_{REG} = 7V$ (標準), $I_{BB} = 0.5mA$ (最大), $I_{CC} = 10mA$ (最大) であり下記になります。

$$P_{IGBT} = P_{ON} + P_{SW} \\ = 3 \times (1.55V + 1.5V) \times 0.4A / \pi \times (25 \mu J + 13 \mu J) \times 20kHz / \pi \times 6 = 2.62 W$$

$$P_{POW} = P_{BB} + P_{CC} \\ = 310V \times 0.5mA + 15V \times 10mA = 0.31W$$

$$P_{REG} = (15V - 5V) \times 10mA + (15V - 7V) \times 0mA = 0.10W$$

$$P_{Total} = P_{IGBT} + P_{POW} + P_{REG} = 2.62 W + 0.31W + 0.10W = 3.03W$$

8. IC 許容損失

周囲環境温度 (T_a) とジャンクション温度 (T_j)、およびジャンクションから周囲温度間の熱抵抗($R_{th(j-a)}$)の関係式は以下のとおりです。

$$T_j = T_a + P_{Total} \times R_{th(j-a)}$$

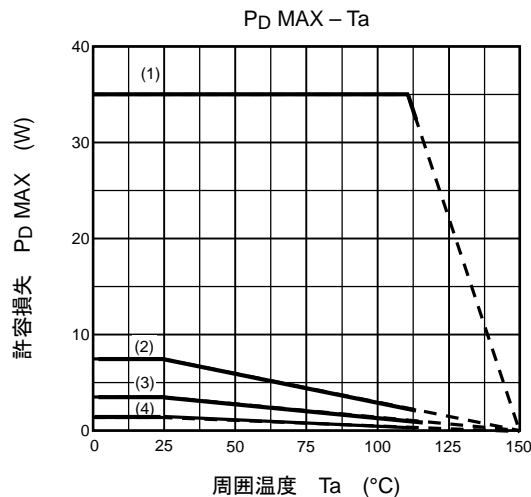
例えば、 $T_a=40[^\circ\text{C}]$ 、 $P_{Total}=3.03[\text{W}]$ 、 $R_{th(j-a)}=17[^\circ\text{C}/\text{W}]$ のとき、

(基板実装(74.2 × 114.3 × 1.6 mm, Cu20%)、放熱板(10 × 10 × 1 mm, Cu)使用時) のとき、

$$T_j = 40[^\circ\text{C}] + 3.03\text{W} \times 17^\circ\text{C}/\text{W} = 91.51[^\circ\text{C}]$$

ジャンクション温度(T_j)の絶対最大定格は 150°Cです。許容可能な消費電力 $P_{(total)}$ は T_a 、 $R_{th(j-a)}$ に依存します。周囲環境温度が高い場合、許容可能な消費電力はその分小さくなります。また熱抵抗が大きい場合、許容可能な消費電力はその分小さくなります。

(ご参考) TB67B000AHG の場合、
許容損失—周囲環境温度の関係について



- (1)無限大放熱板
: $R_{\theta j-c} = 1^\circ \text{C}/\text{W}$
- (2)基板実装 (74.2 × 114.3 × 1.6 mm, Cu 20%)、放熱板 (10 × 10 × 1 mm, Cu)
: $R_{\theta j-a} = 17^\circ \text{C}/\text{W}$
- (3)基板実装 (74.2 × 114.3 × 1.6 mm, Cu 20%)
: $R_{\theta j-a} = 35^\circ \text{C}/\text{W}$
- (4)IC 単体
: $R_{\theta j-a} = 53^\circ \text{C}/\text{W}$

Figure 9 許容損失—周囲環境温度の関係

使用上のご注意およびお願い事項

使用上の注意事項

- (1) 絶対最大定格は複数の定格の、どの1つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。複数の定格のいずれに対しても超えることができません。絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
- (2) 過電流の発生や IC の故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。IC は絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、IC に大電流が流れ続けることで、発煙・発火に至ることがあります。破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小限にするため、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置などの適切な設定が必要となります。

使用上の留意点

- (1) 過電流検出回路
過電流検出回路はどのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過電流状態を解除するようお願いします。
絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況により、過電流制限回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。また、動作後、長時間過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては、IC が発熱などにより破壊することがあります。
- (2) 熱遮断回路
熱遮断回路（通常：サーマルシャットダウン回路）は、どのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに発熱状態を解除するようお願いします。
絶対最大定格を超えて使用した場合など、ご使用法や状況により、熱遮断回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。

本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>