

TB6560AFTG

使用上の注意点

概要

TB6560AFTG は、2 相ステッピングモータをバイポーラ駆動します。
PWM 制御により定電流駆動を行います。2 相、1・2 相、2W1・2 相、4W1・2 相から励磁モードを、また、正転、逆転から回転方向を選択可能であり、クロック信号だけを入力することで容易にモータを制御することができます。

目次

概要	1
1. 電源電圧	3
2. 出力電流	4
3. 出力オン抵抗	4
4. 出力端子残り電圧	4
5. 許容損失	5
6. 応用回路例	6
7. 励磁モード	9
記載内容の留意点	13
使用上のご注意およびお願い事項	13
使用上の注意事項	13
使用上の留意点	14
製品取り扱い上のお願い	15

1. 電源電圧

(1) 電源電圧の動作範囲

項目	記号	動作電源電圧範囲	絶対最大定格	単位
制御電源電圧	VDD	4.5~5.5	6	V
モータ電源電圧	VMA, VMB	4.5~34	40	V

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。

電源電圧に関して、動作範囲 ($4.5 \leq VDD \leq 5.5$, $4.5 \leq VMA \leq 34$, $4.5 \leq VMB \leq 34$, $VDD \leq VMA$, $VDD \leq VMB$) 以外の電圧が印加されると、誤動作や、IC または周辺部品の破壊に至る恐れがあります。電圧の範囲について、上限、下限ともに遵守をお願い致します。

(2) 電源投入/遮断方法

VDD を印加し所定の電圧値になった後に、VMA/B を印加してください。

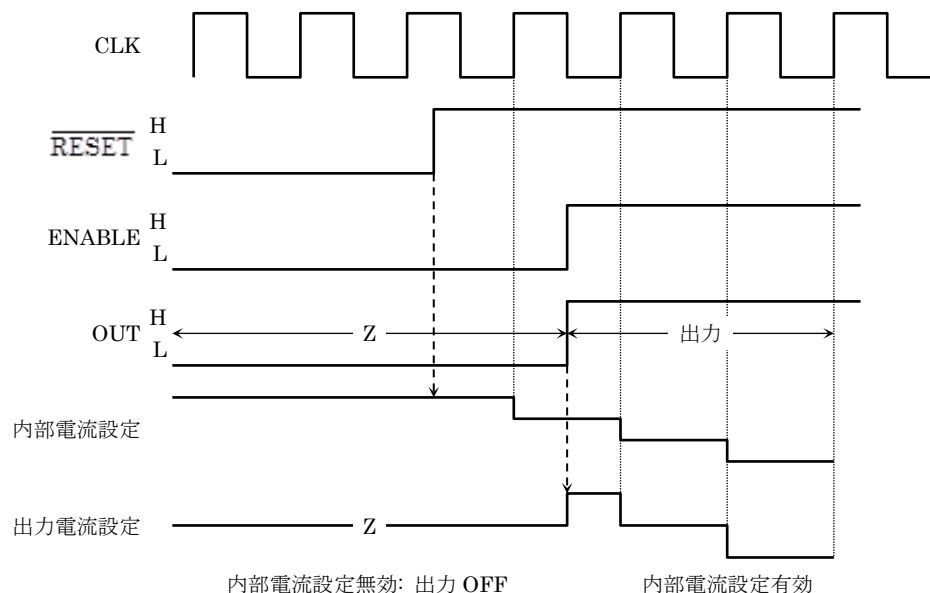
また、電源投入時の制御入力端子は Low としてください（内部で全制御入力端子は Pull Down されています）。VDD および VMA/B が所定の電圧に確実に達した後に RESET や ENABLE を H にできます。

ここまでの手順を遵守しないと場合によっては、誤動作や、IC または周辺部品の破壊に至る恐れがあります。RESET を High にすることにより CLK を受けて励磁が進み、ENABLE を High にすることによって出力されます。RESET だけを High としても出力はされず、内部カウンタだけ進んでいきます。逆に ENABLE だけ High として CLK を入れても、励磁は進まずイニシャル状態のまま出力されます。

以下に一例をあげます。

電源立ち下げ時は上記の逆の手順をお願い致します。

制御入力シーケンスを以下に示します。



2. 出力電流

絶対最大定格は 2.5 A (1 相あたり)、動作範囲の上限は 1.5 A (1 相あたり) です。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、平均許容電流はトータルの許容損失により制限されます。許容損失を超えない範囲でご使用ください。

3. 出力オン抵抗

H-ブリッジ部の出力オン抵抗は標準 0.7 Ω (上側 + 下側)、最大 1.0 Ω (上側 + 下側) となります (測定条件 $I_{out} = 1.5$ A)。

4. 出力端子残り電圧

出力端子 M_O および出力端子 **Protect** の残り電圧は、それぞれ $I_o = 1$ mA で 0.5 V (最大) となります。

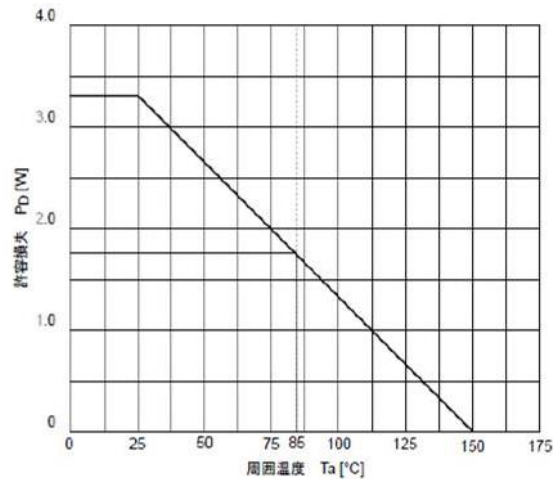
5. 許容損失

TB6560AFTG の各実装条件時の P_D - T_a 曲線は下図のようになります。

TB6560AFTG の動作温度の上限は 85°C です。

QFN48-P-0707-0.5 ガラスエポキシ系 専用 2 層基板実装時

(基板層数: 2 層, Cu 厚: $55\ \mu\text{m}$, 基板サイズ: $85\ \text{mm} \times 85\ \text{mm} \times 1.6\ \text{mm}$, θ_{j-a} : $38^{\circ}\text{C/W}(\text{typ.})$)



消費電力は概算として下記の要領で各励磁モードでの電力 P の計算ができます。

- 2 相励磁

$$P = V_{DD} \times I_{DD} + (R_{on}(U + L) \times I_o \times I_o) \times 2$$

- 1-2 相励磁

$$P = V_{DD} \times I_{DD} + \{(R_{on}(U + L) \times I_o \times 100\% \times I_o \times 100\% \times (2/8)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 71\% \times I_o \times 71\% \times (4/8)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 0\% \times I_o \times 0\% \times (2/8))\} \times 2$$

- 2W1-2 相励磁

$$P = V_{DD} \times I_{DD} + \{(R_{on}(U + L) \times I_o \times 100\% \times I_o \times 100\% \times (2/32)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 98\% \times I_o \times 98\% \times (4/32)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 92\% \times I_o \times 92\% \times (4/32)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 83\% \times I_o \times 83\% \times (4/32)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 71\% \times I_o \times 71\% \times (4/32)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 56\% \times I_o \times 56\% \times (4/32)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 38\% \times I_o \times 38\% \times (4/32)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 20\% \times I_o \times 20\% \times (4/32)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 0\% \times I_o \times 0\% \times (2/32))\} \times 2$$

- 4W1-2 相励磁

$$P = V_{DD} \times I_{DD} + \{(R_{on}(U + L) \times I_o \times 100\% \times I_o \times 100\% \times (2/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 98\% \times I_o \times 98\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 96\% \times I_o \times 96\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 92\% \times I_o \times 92\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 88\% \times I_o \times 88\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 83\% \times I_o \times 83\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 77\% \times I_o \times 77\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 71\% \times I_o \times 71\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 63\% \times I_o \times 63\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 56\% \times I_o \times 56\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 47\% \times I_o \times 47\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 38\% \times I_o \times 38\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 29\% \times I_o \times 29\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 20\% \times I_o \times 20\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 10\% \times I_o \times 10\% \times (4/64)) + (R_{on}(U + L) \times I_o \times 10\% \times I_o \times 10\% \times (2/64))\} \times 2$$

ただし、

V_{DD} = 制御系電源電圧

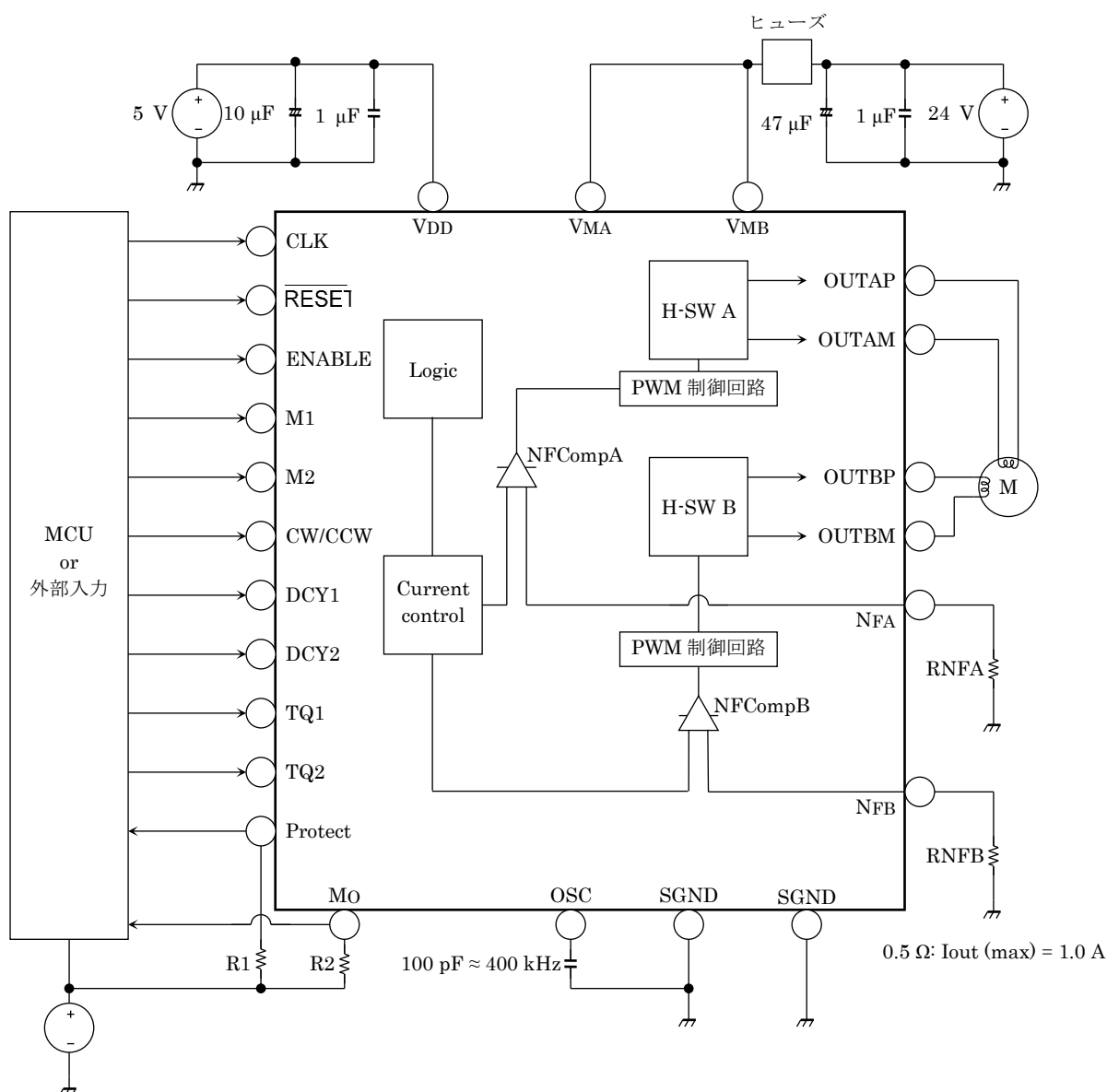
I_{DD} = 制御系消費電流

$R_{on}(U + L)$ = 出力オン抵抗 (上 + 下)

I_o = 出力電流 (100%時ピーク値)

基板の放熱特性や実装状態の過渡特性などによっても、熱特性は大きく変わりますので、実動作状態で十分、確認をしてください。プリント基板の GND パターンを広く取ることで放熱を効率良くすることができます。さらに放熱が必要な場合には裏面の金属露出部分にはんだ付けをして放熱を行ってください。

6. 応用回路例



注： 電源用コンデンサは、できるだけ IC の近くに接続してください。

使用上の注意

- 出力間ショート、あるいは出力の天絡、地絡時には、瞬時の大電流により IC が損傷を受ける恐れがあります。また、特に電源端子 (VDD, VMA, VMB)、出力端子 (OUTAP, OUTAM, OUTBP, OUTBM) は、隣接ピンや他のピンと短絡した場合に、IC や周辺部品が破壊したり、発煙・発火に至ったり、傷害を負う恐れがあります。出力ライン、VDD ライン、VM ライン、GND ラインの設計には十分留意してください。IC は正しく実装してください。誤った実装 (逆差しなど) をした場合、IC が破壊することがあります。
- 電源ラインへのヒューズなどの接続をお願い致します。ヒューズの選定は、この IC の絶対最大定格の電流値が TB6560AFTG は 1 相あたり 2.5 A であること、また、お客様ご使用のモータ動作条件などを考慮したうえで、ヒューズの選定をお願い致します。速断タイプのヒューズを推奨致します。
- 電源投入手順の遵守をお願い致します。2 ページをご参照をお願い致します。電源電圧に関して、1 ページに記載している動作範囲 ($4.5 \leq V_{DD} \leq 5.5$, $4.5 \leq V_{MA/B} \leq 34$, $V_{DD} \leq V_{MA/B}$) 以外の電圧が印加されますと、誤動作や、IC または周辺部品の破壊に至る恐れがあります。電圧の範囲について、上限、下限ともに遵守をお願い致します。

(1) 電源端子用コンデンサ

VDD と GND 間にコンデンサを、できるだけ IC の近くに接続してください。

推奨値

項目	推奨値	備考
VDD – GND 間	10 μ F~100 μ F	電解コンデンサ
	0.1 μ F~1 μ F	セラミックコンデンサ

(2) VM 端子用コンデンサ

VM と GND の間にコンデンサを、できるだけ IC の近くに接続してください。

推奨値

項目	推奨値	備考
VM – GND 間	10 μ F~100 μ F	電解コンデンサ
	0.1 μ F~1 μ F	セラミックコンデンサ

(3) NFA, NFB 端子抵抗

NFA, NFB 端子抵抗 RNFA, RNFB は A 相、B 相の電流の最大値を決めます。

定電流動作を行います、その基準となる電流を外付け抵抗で設定する必要があります。NFA, NFB 端子にかかる電圧が 0.5 V (トルク 100% の場合) 以上になると充電が止まり、設定した基準の電流の値以上は流れません。

$$I_{out} (A) = 0.5 V / RNF (\Omega)$$

例) 最大電流値を 1 A とすると、外付け抵抗は 0.5 Ω となります。

(4) OSC 端子外付けコンデンサ (Cosc) の設定および最小クロックパルス幅 t_w (CLK) について

OSC 端子に外付けコンデンサを接続し CR 発振を行い、内部で三角波を作製しております。コンデンサの容量として、100~1000 pF を推奨致します。

近似式: $f_{osc} = 1 / (COSC \times 1.5 \times (10 / COSC + 1) / 66) + 1000$ kHz (近似式につき実際との間に差異があります)

主な f_{osc} の近似的な値は、下表に示すとおりです。

また、最小クロックパルス幅 t_w (CLK) は、外付けコンデンサ COSC によって異なります。下表のとおりです。

接続コンデンサ (Cosc)	発振周波数 (fosc)	最小クロックパルス幅 (t_w (CLK)) (注)
1000 pF	44 kHz	90 μ s
330 pF	130 kHz	30 μ s
100 pF	400 kHz	10 μ s

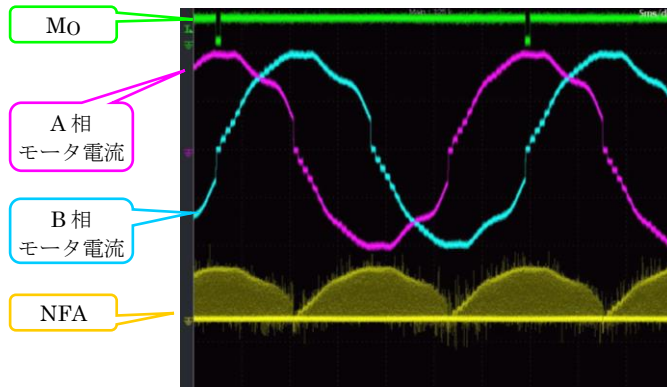
注: 入力クロック信号の周波数が高い場合には、より小さい Cosc を使用して、入力クロックのクロックパルス幅の duty が極端に大きくならないようにしてください (目安として duty は 50% 程度以下)。

- (5) Decay モード (DCY1 端子、DCY2 端子による電流減衰) の設定はモータコイル電流の波形を観察しながら適正なモード設定を行ってください。諸条件 (使用するモータ、電源電圧、CLK 周波数など) で適正なモードが異なってきます。

電流減衰の設定の例:

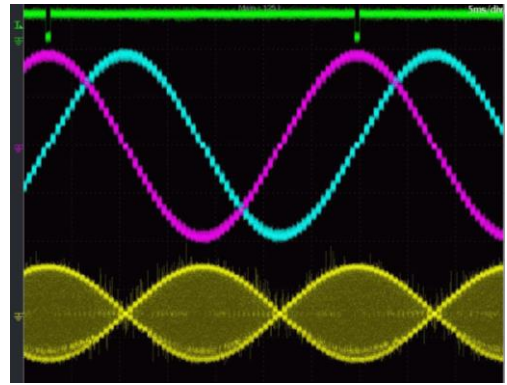
(a) Normal モード

(ファースト Decay = 0%, DCY1 = Low,
DCY2 = Low)



(b) 50%Decay モード

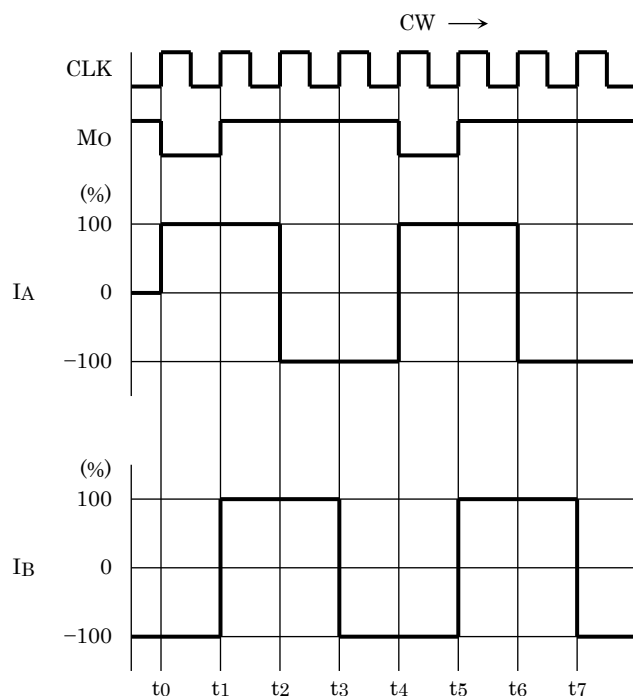
(ファースト Decay = 50%, DCY1 = Low,
DCY2 = High)



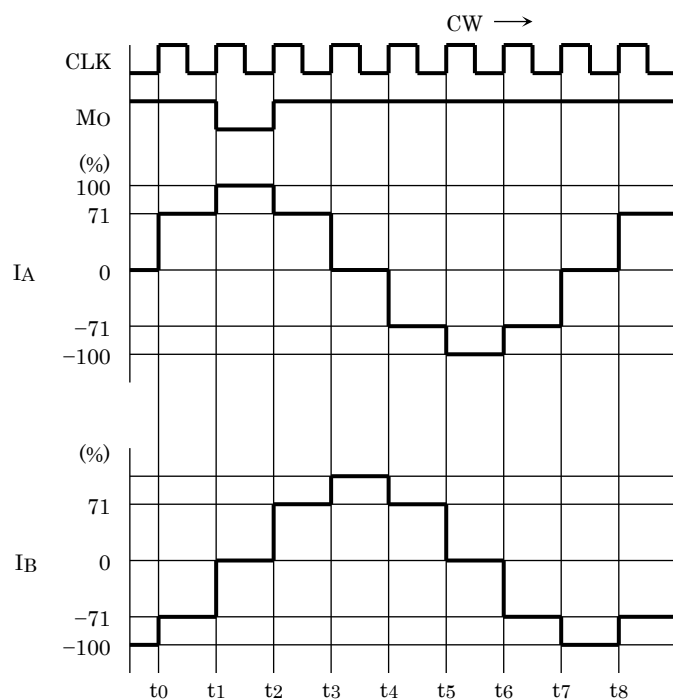
7. 励磁モード

M1 端子、M2 端子を設定することで 2 相、1-2 相、2W1-2 相、4W1-2 相励磁モードを設定することができます。また、CW/CCW 端子で正転、逆転モードも選択可能でクロック信号だけで容易にモータを制御することができます。

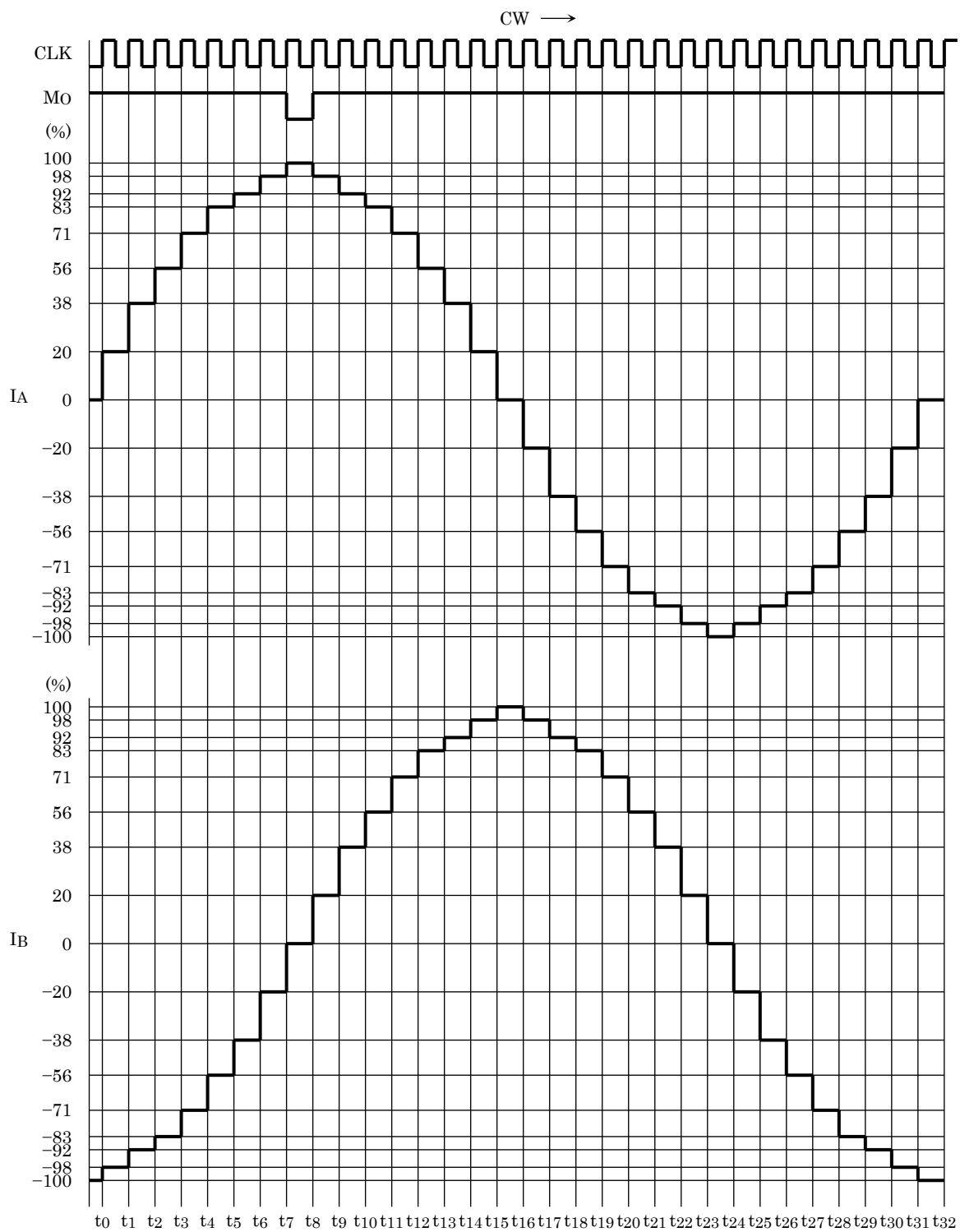
2 相励磁 (M1: L, M2: L, CW モード)



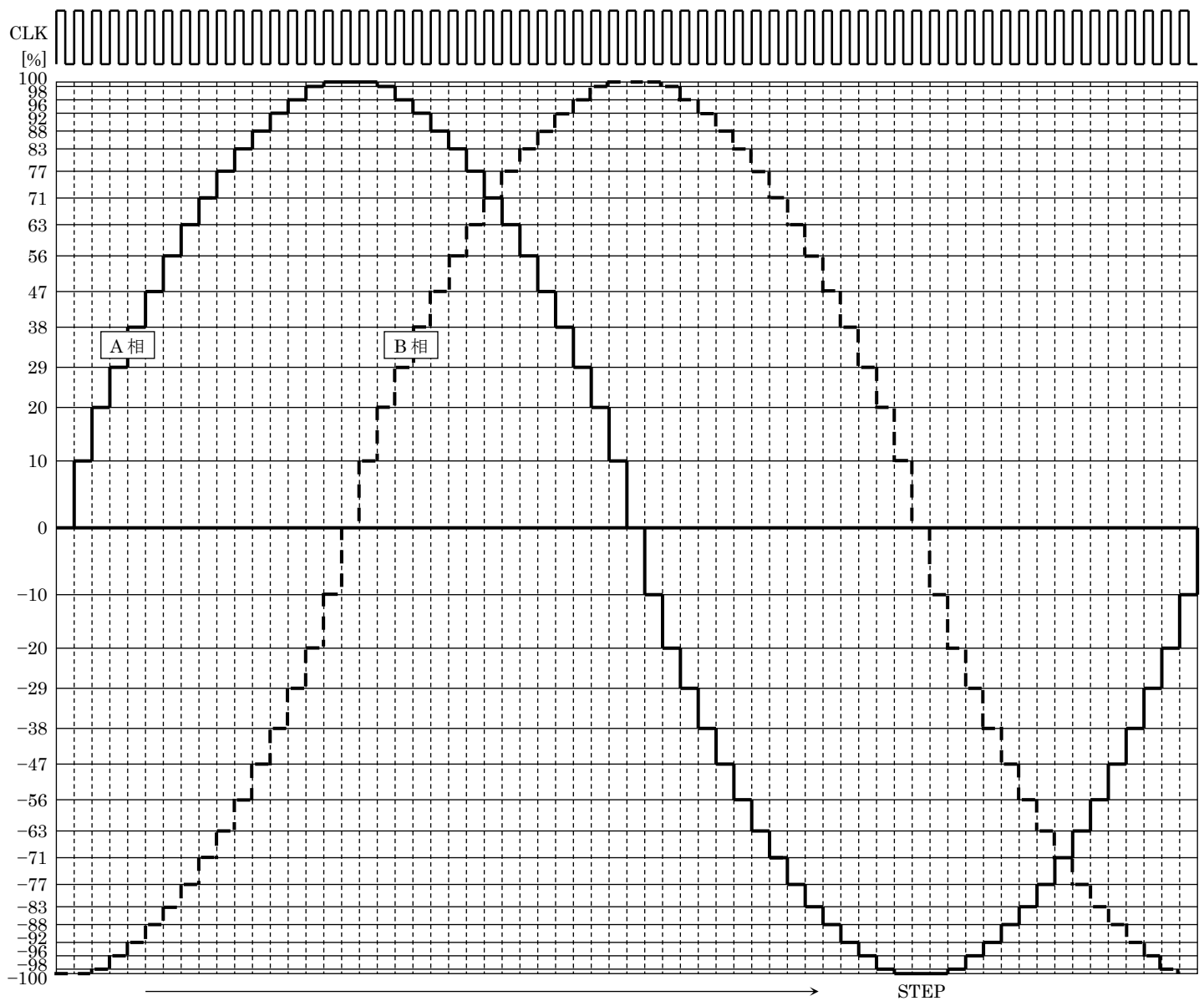
1-2 相励磁 (M1: H, M2: L, CW モード)



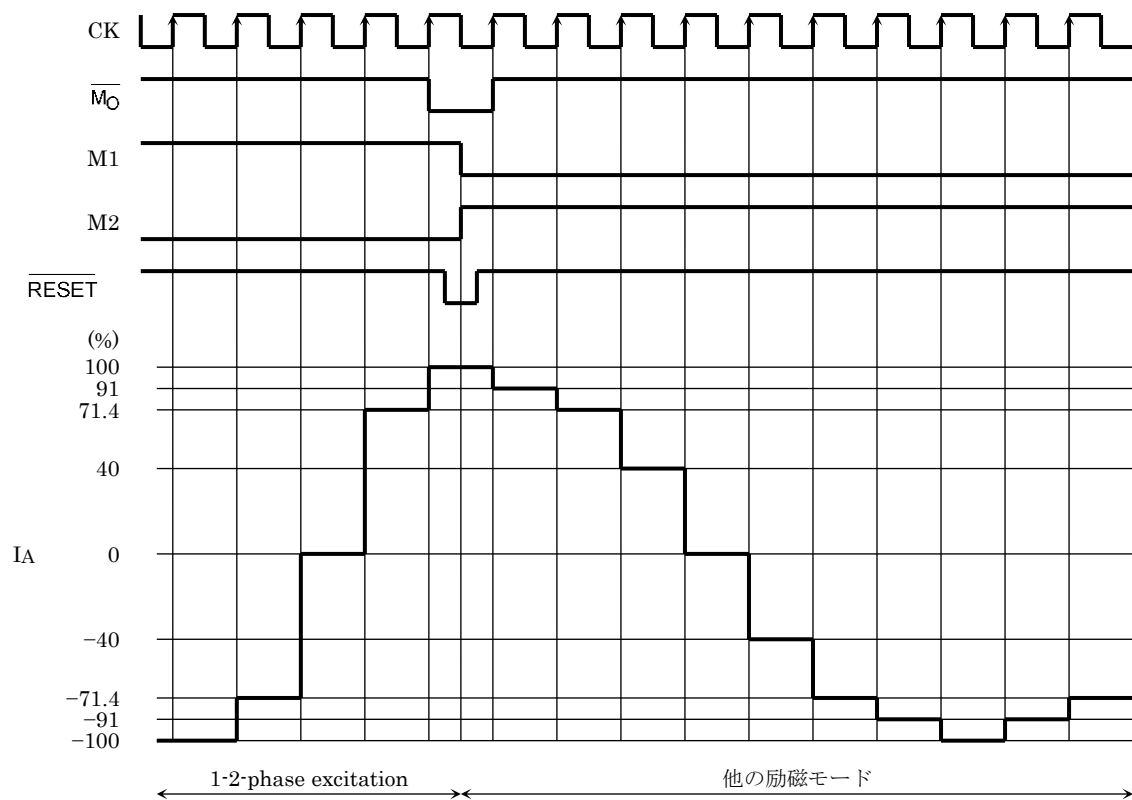
2W1-2 相励磁 (M1: H, M2: H, CW モード)



4W1-2 相励磁 (M1: L, M2: H, CW モード)



入力信号の例



M1, M2 の変更は、イニシャル状態 ($\overline{M_0} = \text{Low}$) で $\overline{RESET}$ を Low とした後の、M1, M2 の変更を推奨致します。
 $\overline{M_0} = \text{Low}$ 時においても、 $\overline{RESET}$ を Low にしないで変更しますと、電流波形が繋がらない場合があります。

記載内容の留意点

1. ブロック図
ブロック図内の機能ブロック／回路／定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。
2. 等価回路
等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。
3. タイミングチャート
タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化している場合があります。
4. 応用回路例
応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。
また、工業所有権の使用の許諾を行うものではありません。
5. 測定回路図
測定回路内の部品は、特性確認のために使用しているものであり、応用機器の誤動作や故障が発生しないことを保証するものではありません。

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。
- (3) モータの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、ON時の突入電流やOFF時の逆起電力による負極性の電流に起因するデバイスの誤動作あるいは破壊を防止するための保護回路を接続してください。ICが破壊した場合、傷害を負ったり発煙・発火に至ったりすることがあります。保護機能が内蔵されているICには、安定した電源を使用してください。電源が不安定な場合、保護機能が動作せず、ICが破壊することがあります。ICの破壊により、傷害を負ったり発煙・発火に至ったりすることがあります。
- (4) デバイスの逆差し、差し違い、または電源のプラスとマイナスの逆接続はしないでください。電流や消費電力が絶対最大定格を超え、破壊、損傷および劣化の原因になるだけでなく、破裂・燃焼により傷害を負うことがあります。なお、逆差しおよび差し違いのまま通電したデバイスは使用しないでください。

使用上の留意点

- (1) 過熱検出回路
過熱検出回路 (TSD) 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、過熱検出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。
- (2) 放熱設計
パワーアンプ、レギュレータ、ドライバなどの、大電流が流出入する IC の使用に際しては、適切な放熱を行い、規定接合温度 (T_j) 以下になるように設計してください。これらの IC は通常使用時でも、自己発熱をします。IC 放熱設計が不十分な場合、IC の寿命の低下・特性劣化・破壊が発生することがあります。また、IC の発熱に伴い、周辺に使用されている部品への影響も考慮して設計してください。
- (3) 逆起電力
モータを逆転やストップ、急減速を行った場合に、モータの逆起電力の影響でモータから電源へ電流が流れ込みますので、電源の Sink 能力が小さい場合、IC の電源端子、出力端子が定格以上に上昇する恐れがあります。逆起電力により電源端子、出力端子が定格電圧を超えないように設計してください。
- (4) ピンのショートについて
出力間ショート、出力の天絡、地絡、隣接ピンショート時に IC の破壊の恐れがありますので、VDD, VM, GND ラインの設計は十分注意してください。

製品取り扱い上のお願い

- 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（以下、本製品という）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、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、電力機器、金融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。