

TB6608FNG 使用上の注意点

TB6608FNG 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、W1-2相、2W1-2相励磁と正転、逆転モードが選択可能でクロック信号のみで容易にモータを制御することができます。

1. 電源電圧**(1) 動作電源電圧範囲**

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	V _{CC}	2.7~5.5	6	V
モ ー タ 電 源 電 圧	V _M	2.5~13.5	15	V

注: 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。
動作電源電圧範囲内で使用してください。

(2) 電源投入/遮断方法

電源の立ち上げ、立ち下げ時は、必ず STBY = Low に設定してください。電源の立ち上げ、立ち下げ時に、STBY = High になっていると、状況によっては出力端子に予期せぬ電流が流れることがあります。

また、V_{CC} が立ち上がってから V_M を立ち上げてください。立ち下げは、逆の順序で V_M を立ち下げしてから V_{CC} を立ち下げてください。

2. 出力電流

絶対最大定格は 0.8 A (peak) となっています。瞬時でもこの値を超えないでください。

V_M 動作電圧によって動作出力電流の最大値が以下のように変わります。

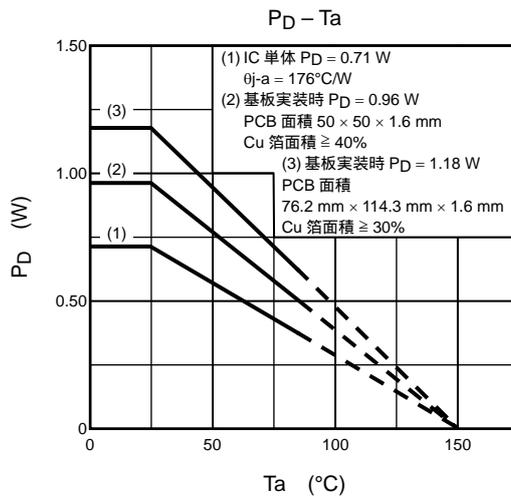
2.5 V ≤ V_M ≤ 4.8 V: 0.35 A (max)

4.8 V < V_M ≤ 13.5 V: 0.6 A (max)

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. 許容損失

各実装条件時の PD-Ta は下図のようになります。



また、消費電力は概算として

$I_{out} = 0.6 \text{ A}$ 時の出力飽和電圧 $V_{SAT} (U + L)$ は 1.2 V (Max) 、

$V_{CC} = 3.3 \text{ V}$ 時の消費電流 $I_{CC1} = 6 \text{ mA (max)}$, $V_M = 5 \text{ V}$ 時の消費電流 $I_{M1} = 2 \text{ mA (max)}$ となるので、

- 2 相励磁時

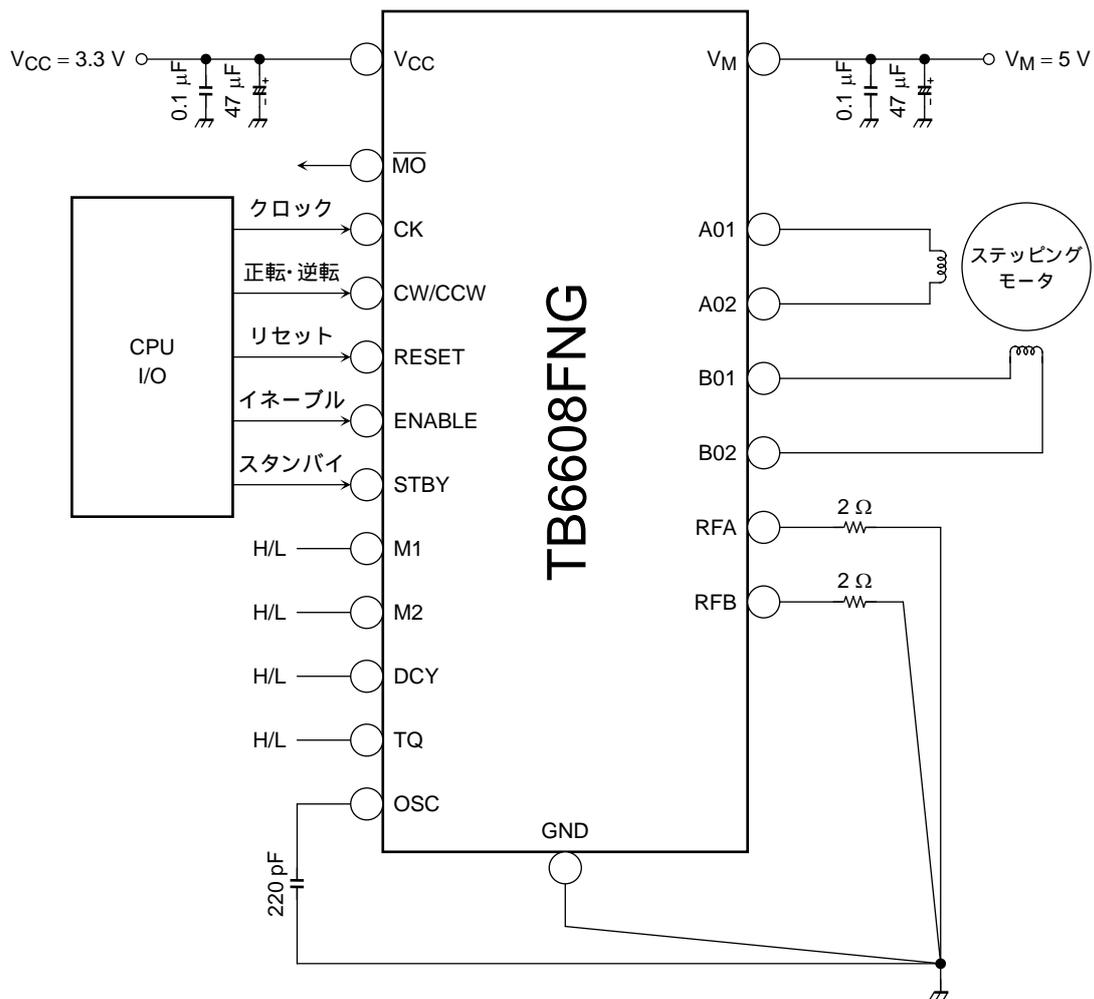
$$\begin{aligned}
 P_D &= (I_{out} \times V_{SAT} (U + L)) \times 2 + V_{CC} \times I_{CC1} + V_M \times I_{M1} \\
 &= 0.54 \times 2 + 0.0198 + 0.01 \\
 &= 1.11 \text{ W} \\
 &\text{となります。}
 \end{aligned}$$

- 1-2 相励磁、W1-2 相励磁、2W1-2 相励磁時

$$\begin{aligned}
 P_D &= (I_{out} \times V_{SAT} (U + L)) + V_{CC} \times I_{CC1} + V_M \times I_{M1} \\
 &= 0.54 + 0.0198 + 0.01 \\
 &= 0.57 \text{ W} \\
 &\text{となります。}
 \end{aligned}$$

基板の放熱特性や実装状態の過渡特性等によっても、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。

4. 応用回路例



(1) 電源端子用コンデンサ

V_{CC} 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
V_{CC} -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) V_M 端子用コンデンサ

V_M 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
V_M -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) GND

GND 端子は、IC のフレーム (リード) とつながっております。
またチップがこのリード上にマウントしておりますので、GND パターンを大きく取ることにより放熱効果が上がります。電流が大きい場合は、GND パターンの強化をしてください。
GND はできるだけ広いパターンとしてください。

(4) OSC 端子コンデンサ

OSC 端子のコンデンサによって内部発振周波数は決定して、
 $C_{OSC} = 220 \text{ pF}$ 時 発振周波数 = 460 kHz (typ.) になります。

発振周波数 f_{osc} は

$$\begin{aligned} f_{osc} &= \frac{I}{2 \times \Delta V_{OSC} \times C_{OSC}} \\ &= \frac{101 \mu\text{A}}{2 \times (1.1 \text{ V} - 0.6 \text{ V}) \times C_{OSC}} \\ &= 1.1 \times 10^{-4} \times \frac{1}{C_{OSC}} \quad (\text{近似式につき、実際とのずれがあります}) \end{aligned}$$

(5) RFA, RFB 端子抵抗

RFA, RFB 端子抵抗 R_{nf} は各 A, B 相電流値を決定します。
モータコイル電流の上限 (各励磁モードで 100% のときの値) を I (Limit) とすると

$$I \text{ (Limit)} = V_{ref}/R_{nf}$$

となります。

V_{ref} は TQ 端子が Low のとき 0.125 V の値を取り、High のとき 0.5 V の値になります。

$R_{nf} = 2 \Omega$ 時、TQ 端子 Low の $V_{ref} = 0.125 \text{ V}$ の場合、

$$I \text{ (Limit)} = 62.5 \text{ mA}$$

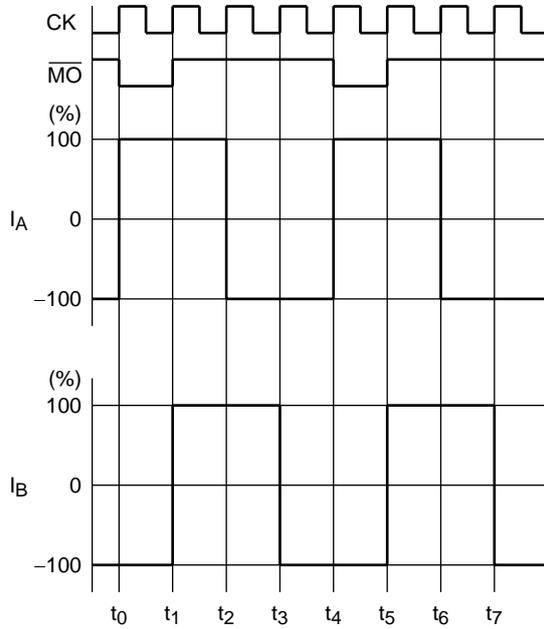
$R_{nf} = 2 \Omega$ 時、TQ 端子 High の $V_{ref} = 0.5 \text{ V}$ の場合、

$$I \text{ (Limit)} = 250 \text{ mA}$$

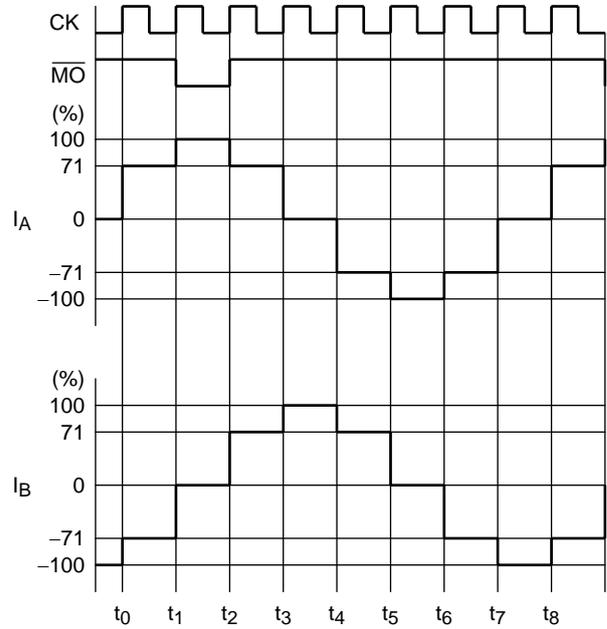
5. 励磁モード

M1 端子、M2 端子を設定することで 2 相、1-2 相、W1-2 相、2W1-2 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のみで容易にモータを制御することができます。

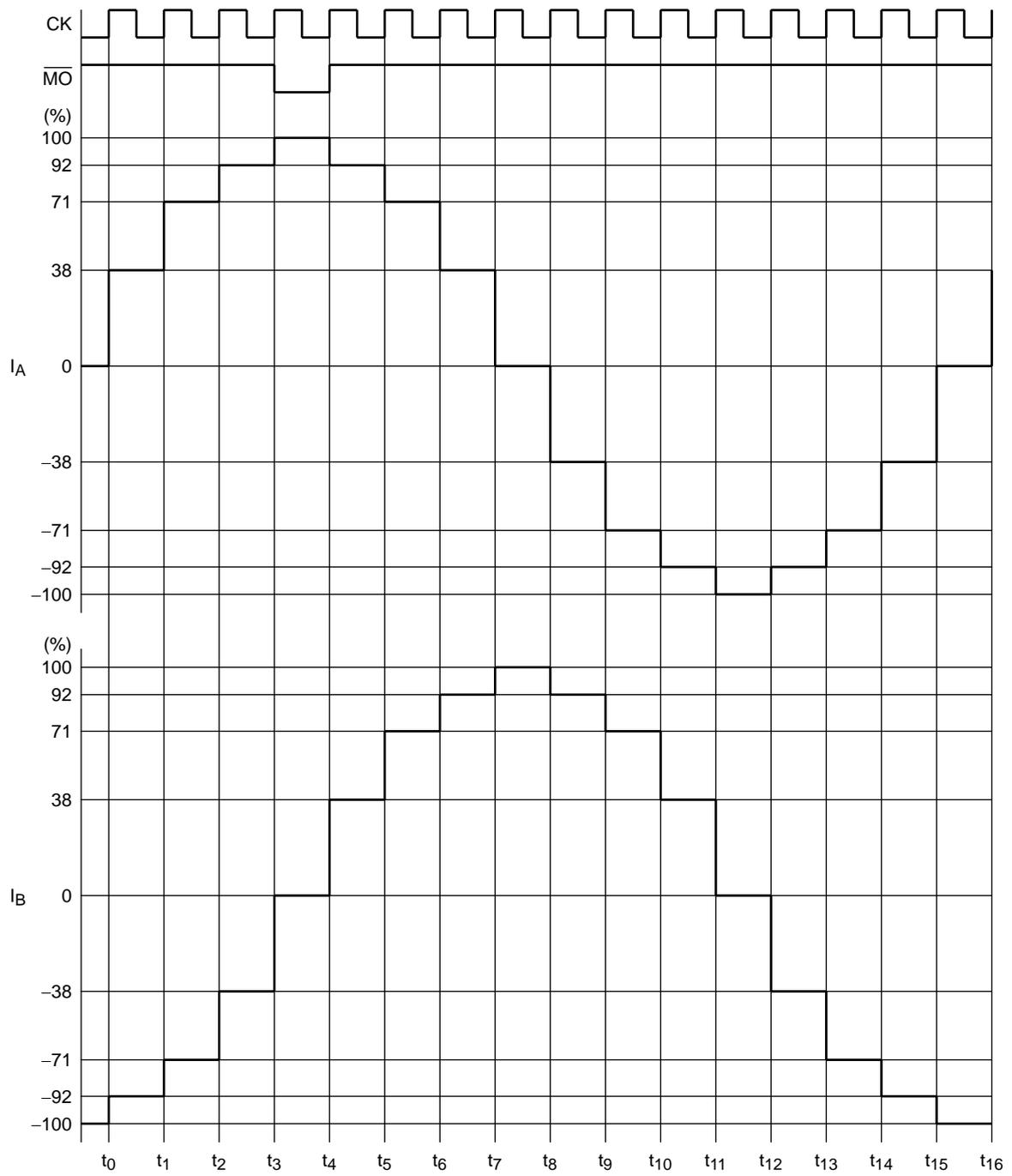
2 相励磁 (M1: L, M2: L, CW モード)



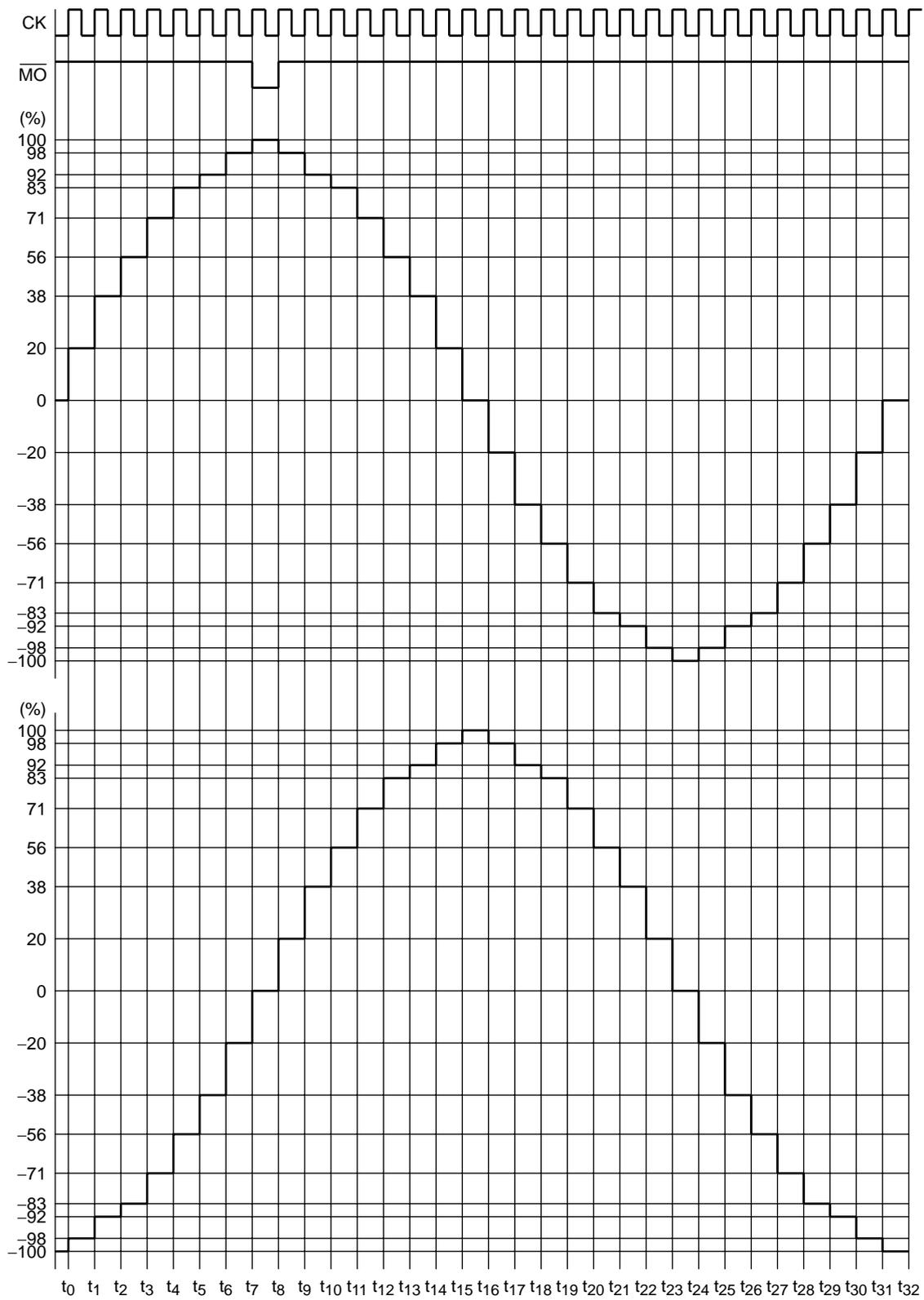
1-2 相励磁 (M1: H, M2: L, CW モード)



W1-2 相励磁 (M1: L, M2: H, CW モード)



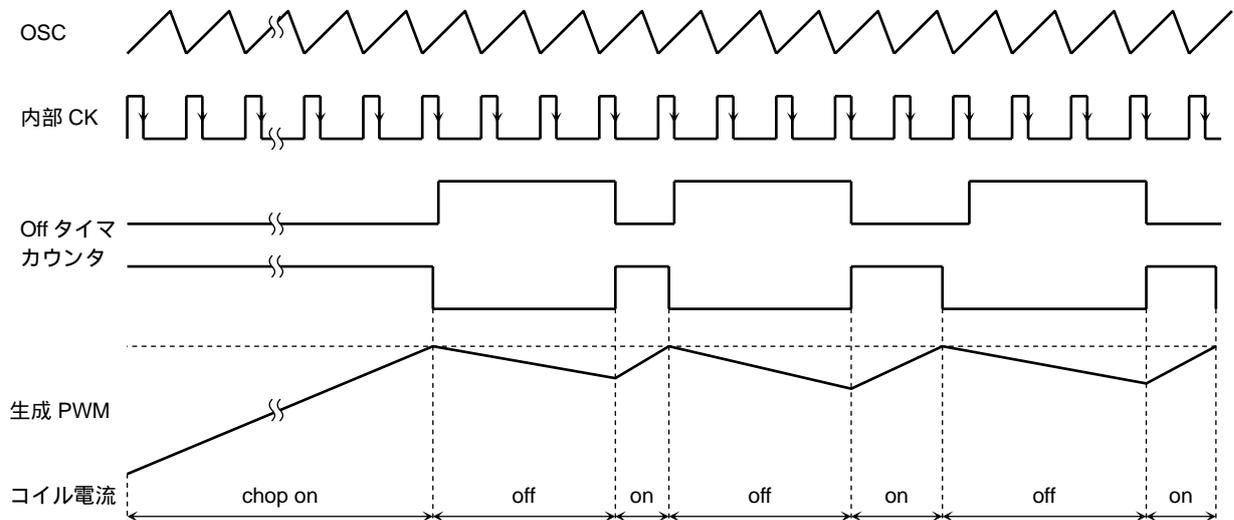
2W1-2 相励磁 (M1: H, M2: H, CW モード)



6. チョッピング制御解説

まず chop on でコイル電流が流れ V_{RF} 値が、 V_{ref} に達しコンパレータ検出により Chop off となります。

OSC から整形した内部 CK の down エッジの 4 発目のエッジまでを off タイマカウンタにて off 期間として、駆動 PWM 信号を生成します。



上限:
 V_{ref}/R_{NF}

モータコイル電流の上限 (各励磁モードで 100%のときの値) を $I(\text{Limit})$ とすると

$$I(\text{Limit}) = V_{ref}/R_{nf}$$

となります。

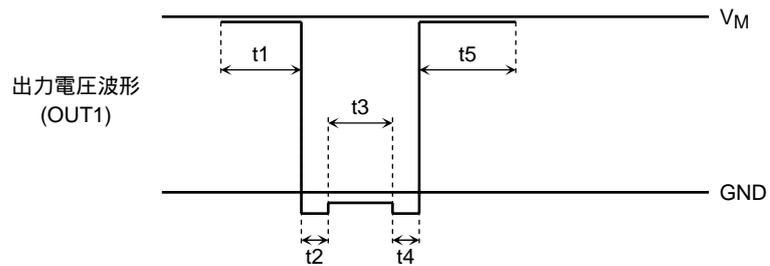
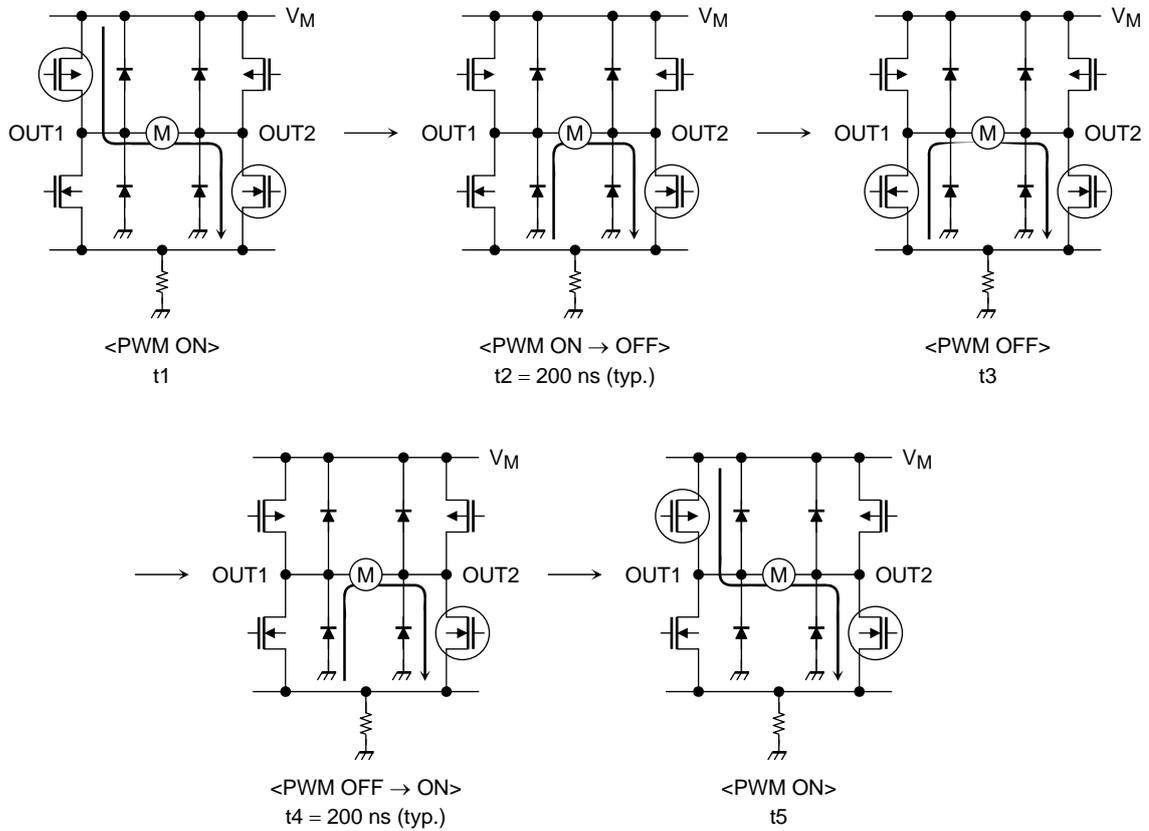
V_{ref} は TQ 端子が Low のとき 0.125 V の値を取り、High のとき 0.5 V の値になります。

R_{nf} とは、RFA~GND 間、RFB~GND 間に接続する電流検出抵抗です。

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。

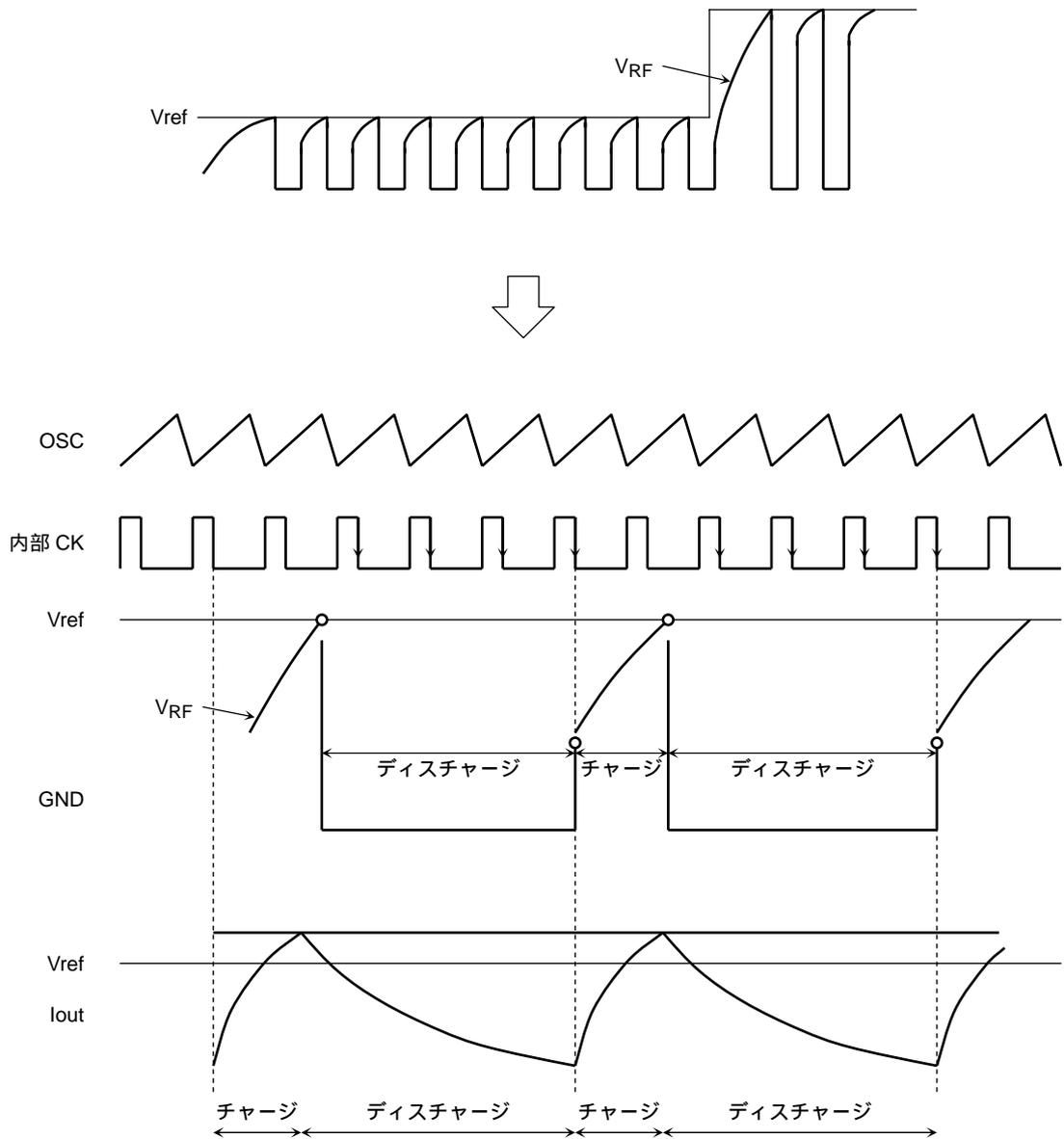
7. PWM 制御

PWM 制御では、通常動作とショートブレーキの繰り返しになります。
 出力回路での上下パワートランジスタの同時 ON による貫通電流を防止するために、各モード切り替わり時にデッドタイム t_2, t_4 (200 ns: 設計目安) を IC 内部にて生成しています。
 このため、外部入力にて OFF タイムを挿入することなく、同期整流方式による PWM 制御ができます。



(1) 定電流チョッピング時

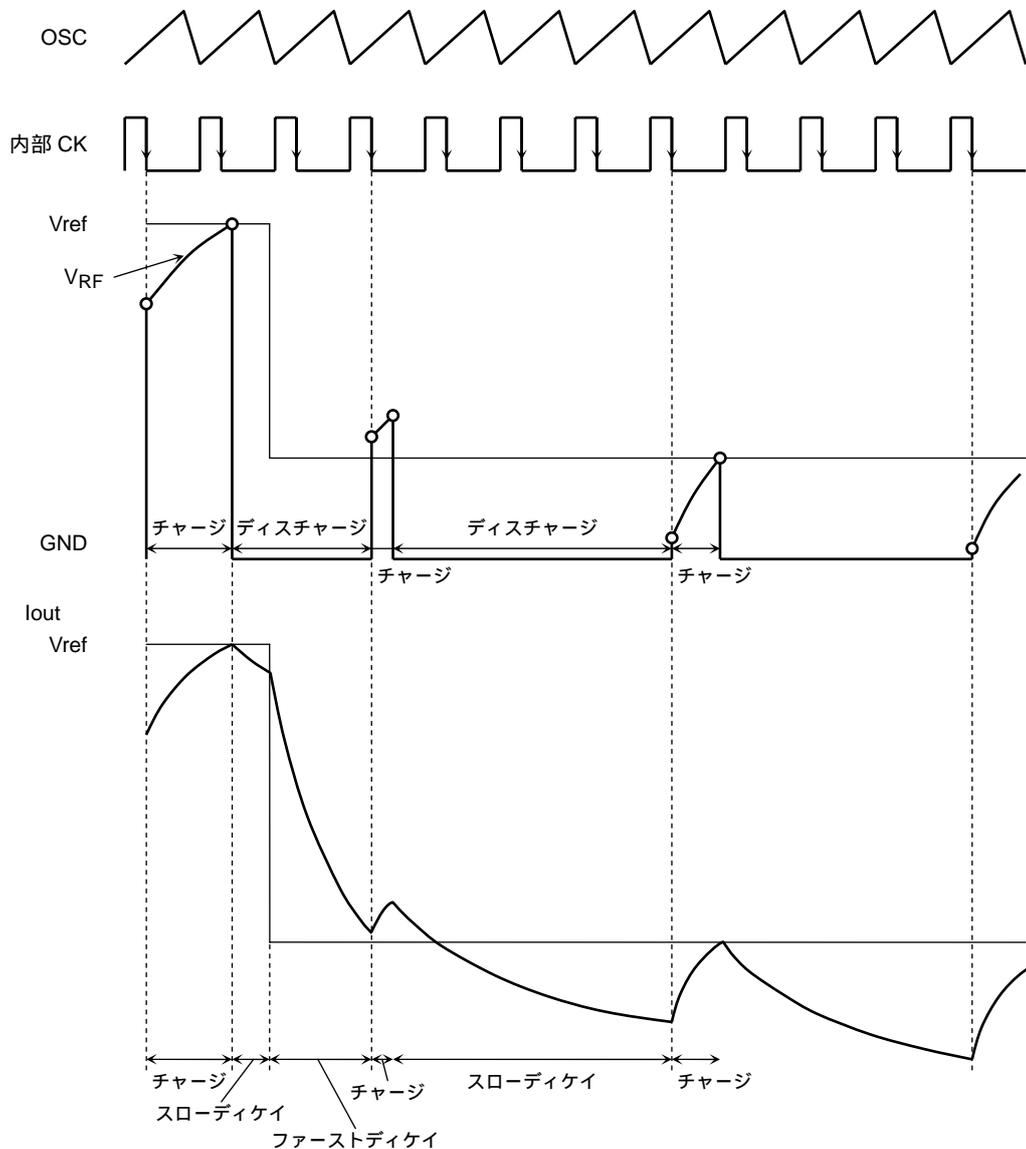
V_{RF} が設定電圧 (V_{ref}) に到達した時点でディスチャージモードへ移行します。
 OSC より作成した内部 CK 信号の 4 カウント分のディスチャージモード挿入後、再度チャージモードへ移行します。



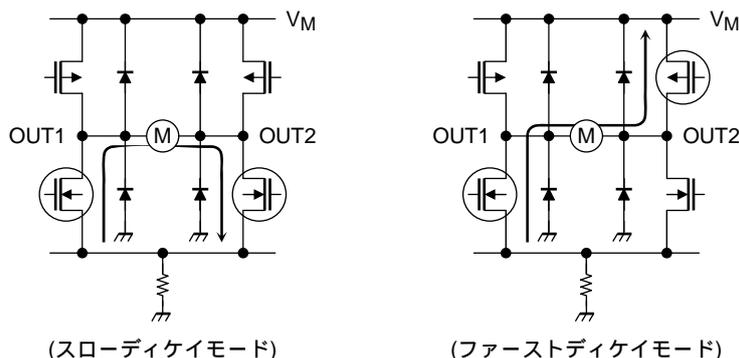
(2) 設定電流切り替わり時動作 (減衰時)

減衰時には、スローダウンのエッジ直後にファーストディケイモードに入ります。コイル電流を電源へ回生することにより、電流波形の歪みを軽減します。ファーストディケイモードは、CK: 2 パルス後にチャージモードへ移行します (ファーストディケイモードの長さは、ここでは内部 CK: 2 パルスで説明していますが、設定の詳細は「電流減衰モードの設定」の項目に示します)。

V_{RF} が設定電圧 (V_{ref}) に到達した時点でディスチャージモードへ移行しますが、CK: 4 パルス後にチャージモードへ移行したとき、 $V_{RF} > V_{ref}$ であれば、再度減衰モードへ移行します。その後さらに CK: 4 パルス後に V_{RF} を V_{ref} と比較し $V_{RF} < V_{ref}$ で、 V_{RF} が V_{ref} へ到達するまでチャージモードとなります。

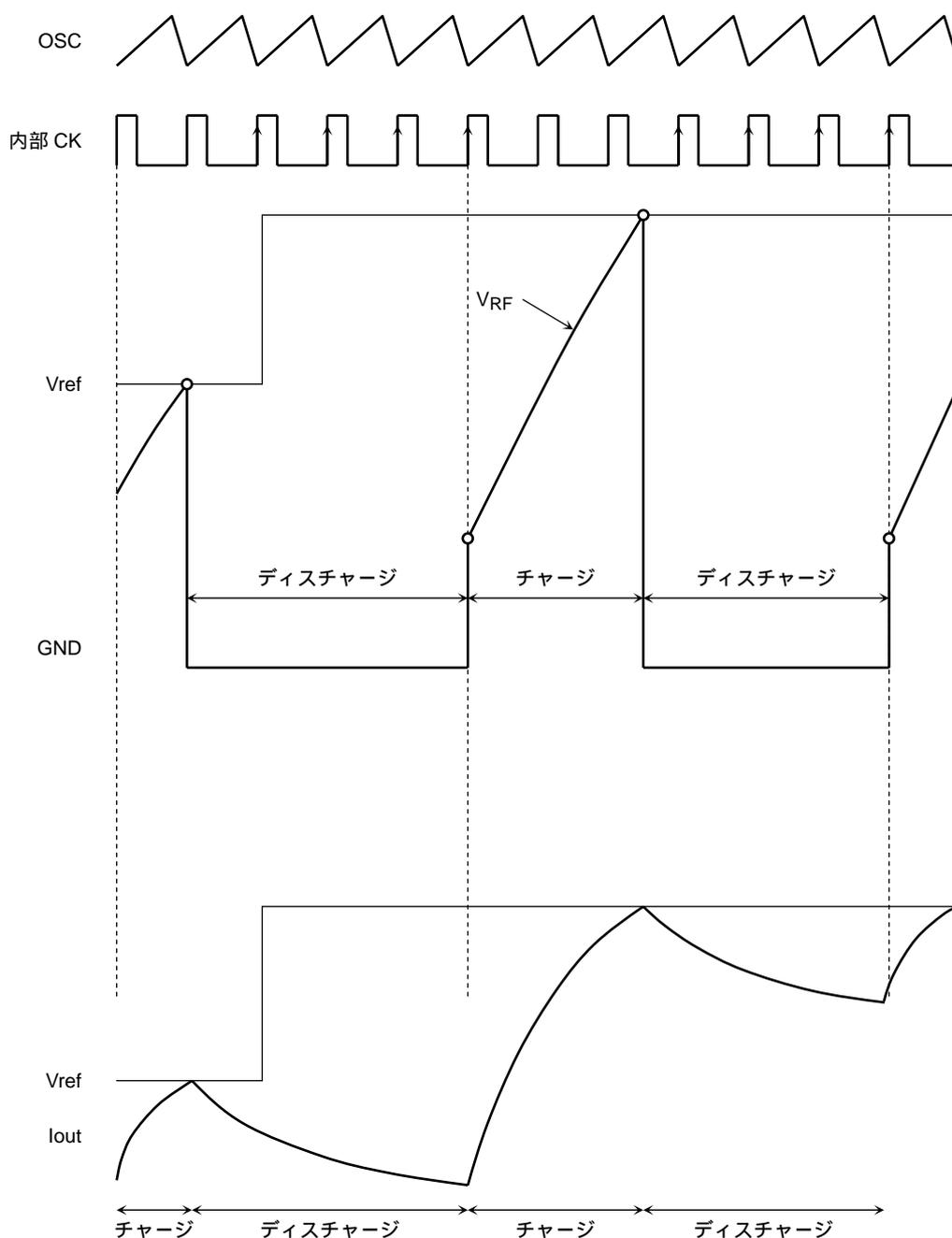


ファーストディケイモードでは、下記のようにコイル電流を電源へ回生しています。



(3) 設定電流切り替わり時動作 (加速時)

V_{ref} が上がった場合でも、ディスチャージモードは CK: 4 カウント分継続し、その後チャージモードとなります。加速時、ディスチャージモードはスローディケイモードのみとなります。



8. 電流減衰モード

モータの特性や出力電流値や内部発振周波数の設定等の各条件によって変化しますので、電流波形を観察してモータに適した設定でご使用ください。

参考に電流減衰モードの設定は下表のとおりとなります。

モータコイルの電流波形を観察して効果がある場合には、DCY = High でご使用ください。効果はモータの特性に依存します。効果が小さい場合には DCY = Low としてください。また、モータコイル端子のインダクタンスが 1.5 mH 以上かつ fosc が 100 kHz 以上の設定のときのみ DCY = High としての使用を推奨します。

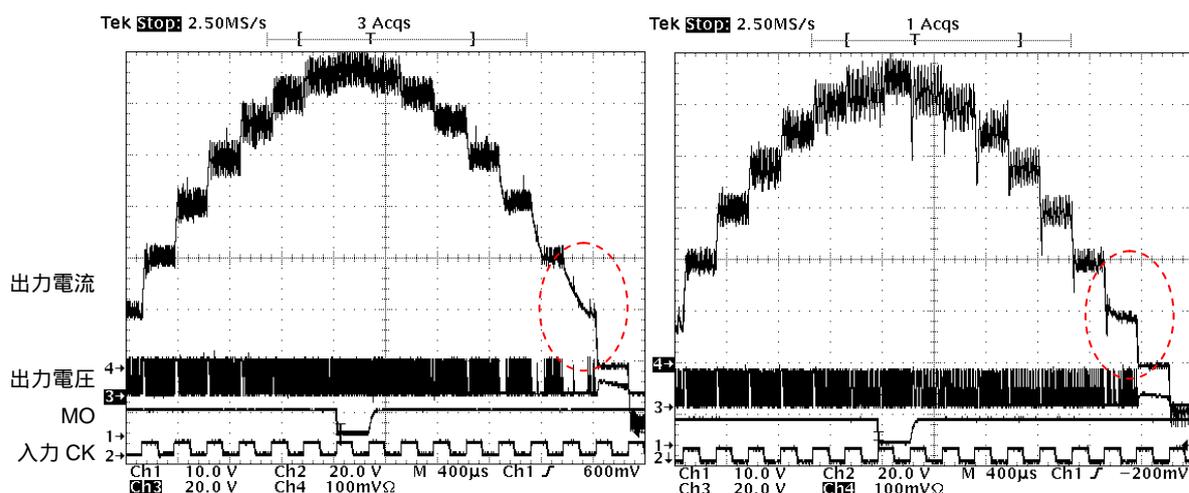
表 電流下降時のファーストモード挿入長さ

(内部 CK の倍数で定義 (実際は若干のずれが生じる場合があります))

入力	2W1-2相			W1-2相			1-2相		
	設定電流	CK数		設定電流	CK数		設定電流	CK数	
DCY	%	TQ = H	TQ = L	%	TQ = H	TQ = L	%	TQ = H	TQ = L
L	100			100			100		
	98	0	0						
	92	0	0	92	0	0			
	83	0	0						
	71	0	0	71	0	0	71	0	0
	56	0	0						
	38	0	0	38	0	0			
	20	0	0						
H	100			100			100		
	98	2	1						
	92	2	1	92	2	1			
	83	2	1						
	71	2	1	71	4	2	71	4	2
	56	4	2						
	38	4	2	38	4	2			
	20	4	2						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	

次ページのモータ動作波形のように (1) DCY = L: スローディケイモードから (2) DCY = H: ファーストディケイモードに変更することで出力電流の歪みを改善してモータを動作させることができます。

2W1-2 相励磁のモータ動作波形



(1) DCY=L
スローディケイモード

(2) DCY=H
ファーストディケイモード

製品取り扱い上のお願

- 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、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。当社は、適用可否に対する責任は負いません。
- 本製品は、一般的電子機器（コンピュータ、パーソナル機器、事務機器、計測機器、産業用ロボット、家電機器など）または本資料に個別に記載されている用途に使用されることが意図されています。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。本資料に個別に記載されている場合を除き、本製品を特定用途に使用しないでください。
- 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。）をせず、また当社は、本製品および技術情報に関する一切の損害（間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損、データ喪失等を含むがこれに限らない。）につき一切の責任を負いません。
- 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事務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弊社営業窓口までお問合せください。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。