

TA8435H

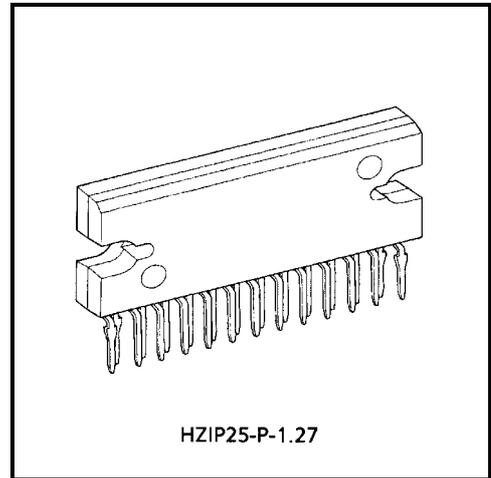
チョップ方式バイポーラ駆動ステッピングモータ コントロールドライバ用 IC

TA8435H は PWM チョップ方式マイクロステップ正弦波駆動 1 チップステッピングモータ用ドライバ IC です。

2 相、1-2 相、W1-2 相、2W1-2 相励磁モードと正転・逆転モードが可能で 2 相バイポーラタイプのステッピングモータをクロック信号のみで低振動、低トルクリップル、高効率で駆動できます。

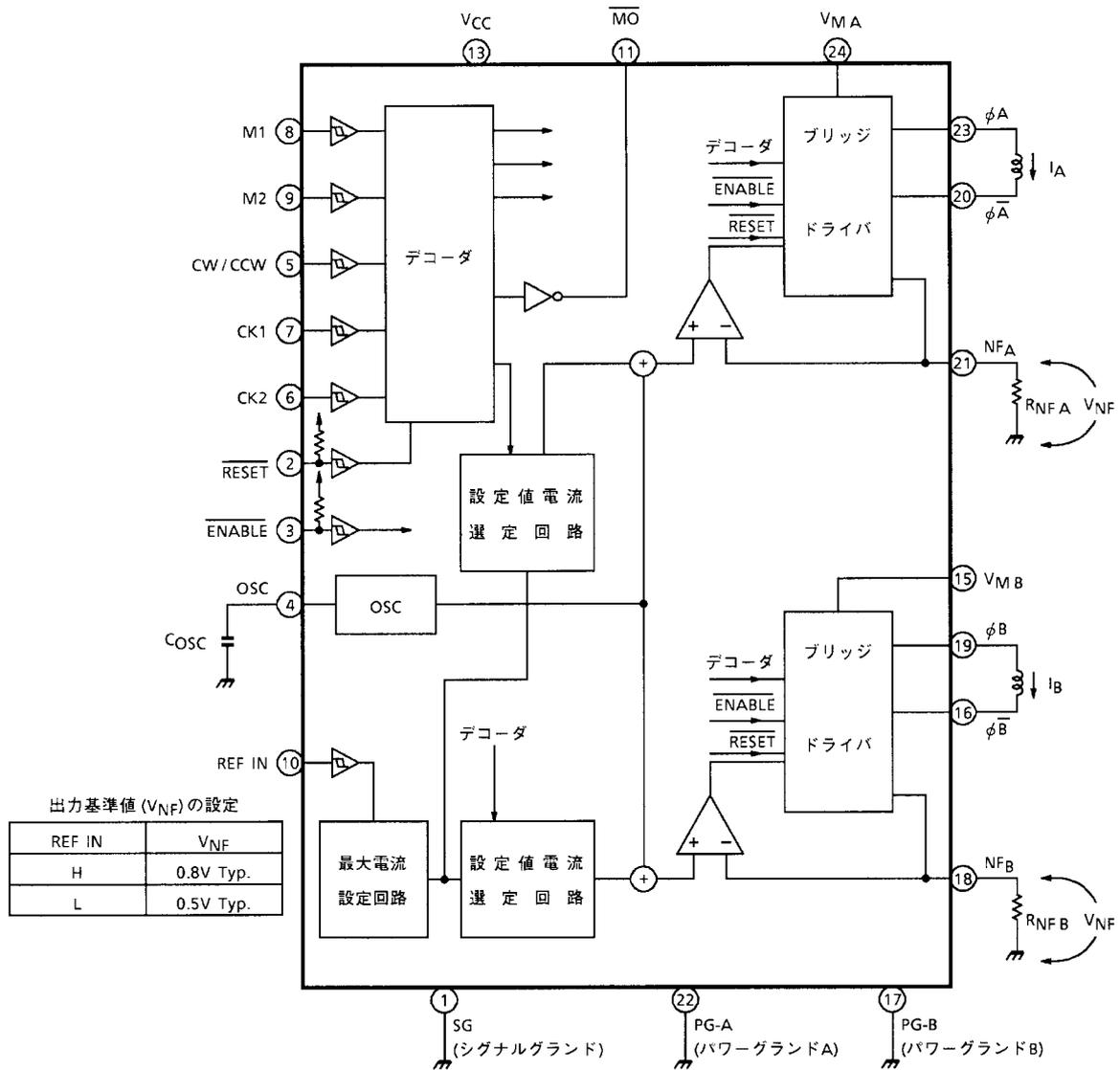
特 長

- マイクロステップ正弦波駆動用 1 チップコントロールドライバ
- 正・逆転コントロール可 (1 および 2 クロック方式可)
- 2、1-2、W1-2、2W1-2 相ドライブが選択できます。
- 出力耐圧が大きい。 : $V_{CEO} = 40 \text{ V}$
- 出力電流が大きい。 : $I_{OUT} = 1.5 \text{ A (AVE.)}$ 、 2.5 A (PEAK)
- 高耐圧 Bi-CMOS プロセス使用
- 外囲器 : HZIP25-P
- 入力プルアップ抵抗内蔵 $\overline{\text{RESET}}$: $R = 100 \text{ k}\Omega$ (Typ.)、 $\overline{\text{ENABLE}}$: $R = 100 \text{ k}\Omega$ (Typ.)
- 出力モニタ端子付き : $\overline{\text{MO}}$ 出力 (プッシュプル出力 $I_{\overline{\text{MO}}}(\text{MAX.}) = \pm 2 \text{ mA}$)
- リセット、イネーブル端子付き



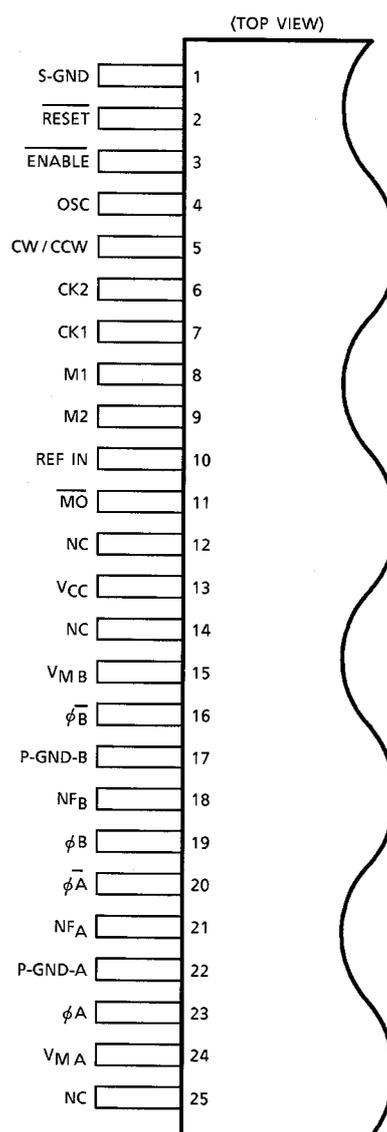
質量: 9.86 g (標準)

ブロック図



プルアップ抵抗 : 100 k Ω (Typ.)
 ⑫、⑭、⑮ピン : ノンコネクション

端子接続図

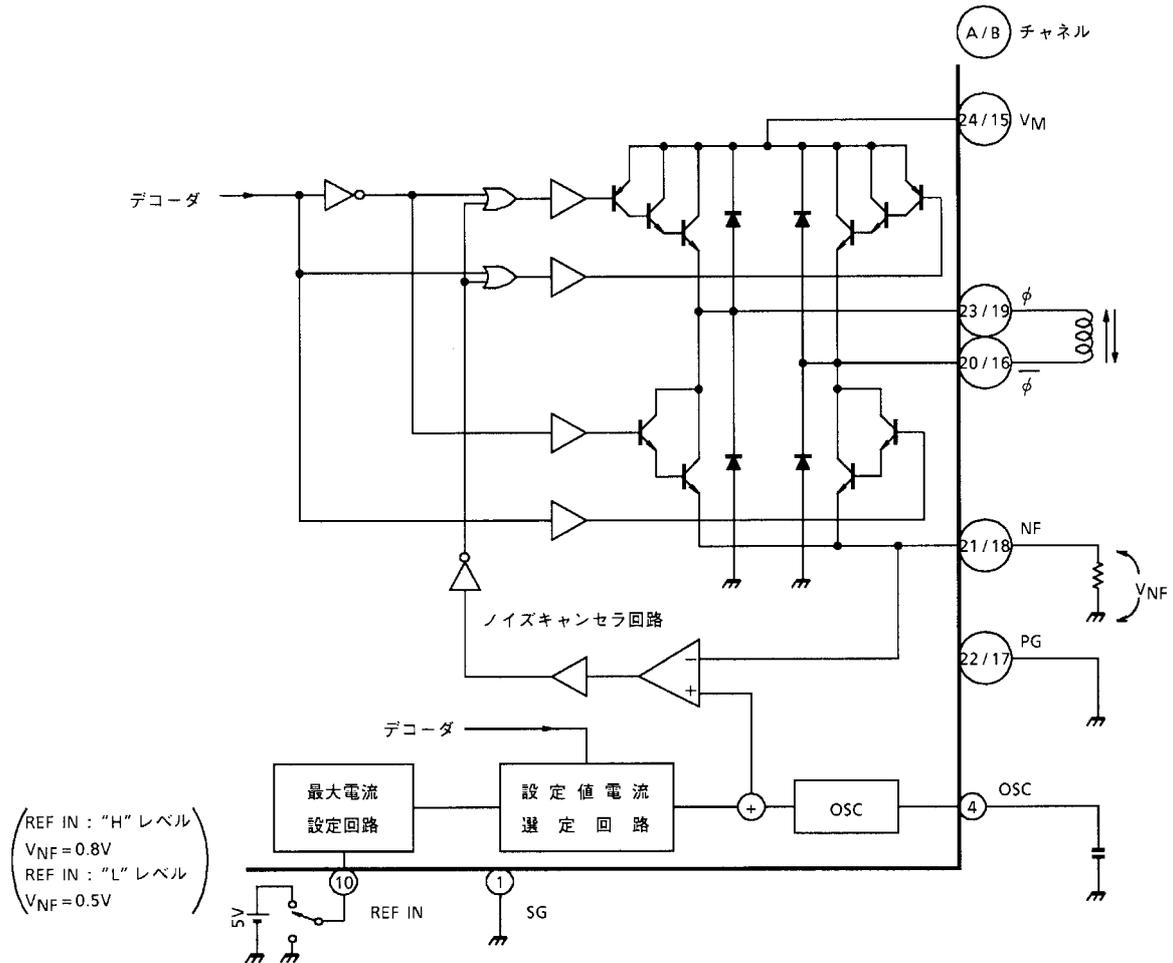


注: NC はノンコネクション

端子説明

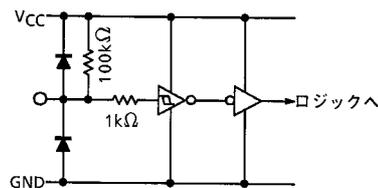
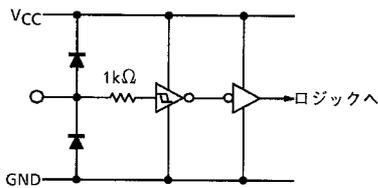
端子番号	端子記号	端子説明
1	SG	シグナル GND
2	$\overline{\text{RESET}}$	“L” でリセット、出力はイニシャル状態になる。
3	$\overline{\text{ENABLE}}$	“L” でイネーブル、“H” で全出力 OFF
4	OSC	外付けコンデンサでチョッピング周波数を設定
5	CW / CCW	正 / 逆転切り替え入力
6	CK2	クロック入力
7	CK1	クロック入力
8	M1	励磁モード設定入力
9	M2	励磁モード設定入力
10	REF IN	出力基準値 (V _{NF}) 設定入力
11	$\overline{\text{MO}}$	イニシャル状態検出出力、イニシャル状態のとき “L”
12	NC	ノンコネクション
13	V _{CC}	ロジック電源
14	NC	ノンコネクション
15	V _{MB}	出力電源
16	$\phi \overline{\text{B}}$	$\phi \overline{\text{B}}$ 出力
17	PG-B	パワー-GND
18	NF _B	B チャネル出力電流検出端子
19	ϕB	ϕB 出力
20	$\phi \overline{\text{A}}$	$\phi \overline{\text{A}}$ 出力
21	NF _A	A チャネル出力電流検出端子
22	PG-A	パワー GND
23	ϕA	ϕA 出力
24	V _{MA}	出力電源
25	NC	ノンコネクション

出力部回路

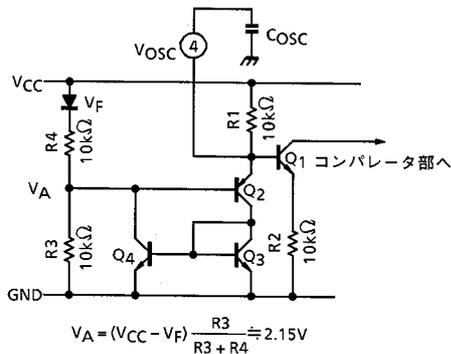


入力回路図

- CK1、CK2、CW / CCW、 M1、M2、REF IN 端子
- RESET、ENABLE 端子



- OSC 端子



● 発振周波数について

OSC 部において、外付けコンデンサ C_{OSC} は R₁ を介して充電されますが、その電位 V_{OSC} V_A より V_{BE} 分高くなると Q₂、Q₃、Q₄ は ON します。すなわち、

$$V_{OSC(H)} = V_{BE(Q2)} + (V_{CC} - V_F) \frac{R_3}{R_3 + R_4}$$

$$\approx 2.85V$$

になったときに Q₂、Q₃、Q₄ が ON し、C_{OSC} の電荷は瞬時に放電され、

$$V_{OSC(L)} = V_{CE(SAT)}(Q4) + V_{BE}(Q2)$$

$$\approx 1.4V$$

までその電位は下がります。

放電時間を無視すると V_{OSC} の充電カーブは、

$$V_{OSC} = 5 \cdot [1 - \exp(-\frac{t}{C_{OSC} \cdot R_1})] \text{-----①}$$

にて与えられ、ここで V_{OSC} = 1.4V (t = t₁)、V_{OSC} = 2.85V (t = t₂) とすると

$$t_1 = C_{OSC} \cdot R_1 \cdot \ln(1 - \frac{1.4}{5}) \text{-----②}$$

$$t_2 = C_{OSC} \cdot R_1 \cdot \ln(1 - \frac{2.85}{5}) \text{-----③}$$

従って、②、③式より発振周波数 f_{OSC} は、

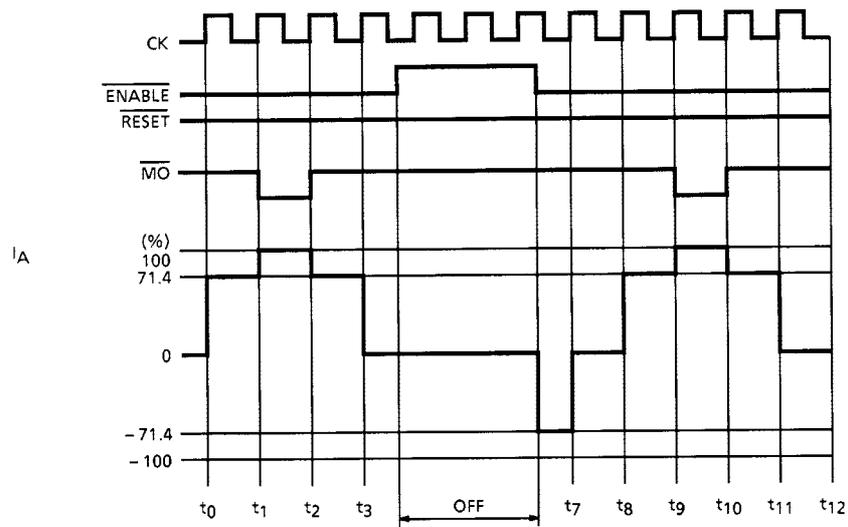
$$f_{OSC} = \frac{1}{t_2 - t_1} = \frac{1}{C_{OSC}(R_1 \cdot \ln(1 - \frac{1.4}{5}) - R_1 \cdot \ln(1 - \frac{2.85}{5}))}$$

$$= \frac{1}{5.15 \cdot C_{OSC}} (\text{kHz})(C_{OSC} \text{は } \mu\text{F})$$

となります。

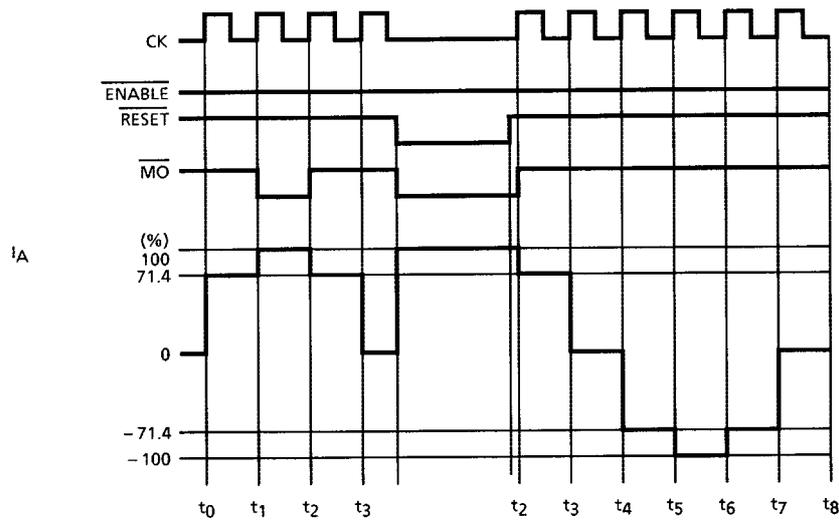
ENABLE、RESET と出力 (OUT、MO) の関係

例 1. 1-2 相励磁 (M1: H、M2: L)



ENABLE を High レベルにすると出力は OFF となりますが、出力以外の内部回路は入力クロックに従って進行しますので、出力 DISABLE 解除後は、クロックのタイミングで進行した後の出力レベルを出力します。

例 2. 1-2 相励磁 (M1: H、M2: L)



RESET を Low レベルにすると、出力はイニシャル状態となり、MO 出力は Low レベルを示します。(イニシャル状態 : A チャンネルの出力電流が 100%状態)

RESET が High レベルになった後の出力は、次のクロックの立ち上がりでイニシャル状態の次の状態から進行します。

ファンクション

入力					モード
CK1	CK2	CW / CCW	RESET	ENABLE	
	H	L	H	L	CW
	L	L	H	L	INHIBIT (注)
H		L	H	L	CCW
L		L	H	L	INHIBIT (注)
	H	H	H	L	CCW
	L	H	H	L	INHIBIT (注)
H		H	H	L	CW
L		H	H	L	INHIBIT (注)
X	X	X	L	L	イニシャルモード
X	X	X	X	H	Z

注: INHIBIT モードでは使用しないでください。

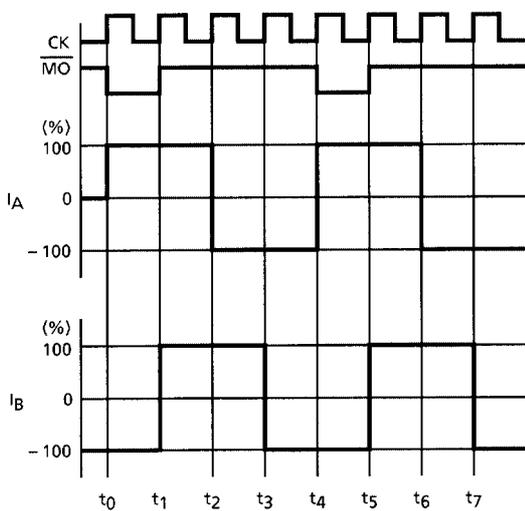
入力		モード (励磁)
M1	M2	
L	L	2相
H	L	1-2相
L	H	W1-2相
H	H	2W1-2相

イニシャルモード

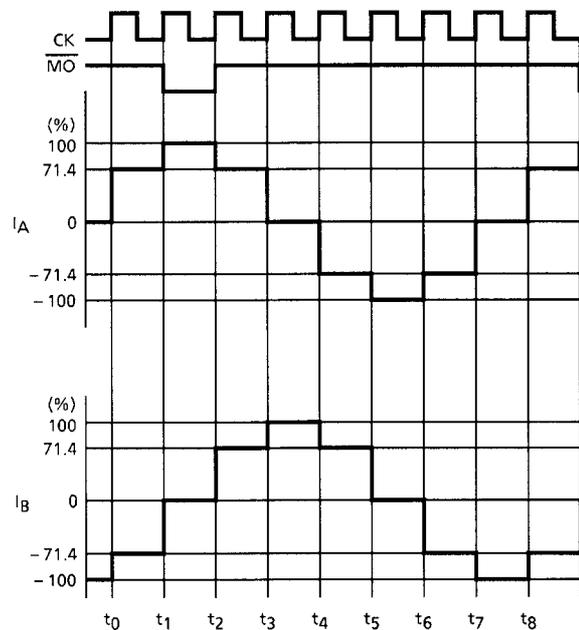
励磁モード	A相電流	B相電流
2相	100%	-100%
1-2相	100%	0%
W1-2相	100%	0%
2W1-2相	100%	0%

Z: ハイインピーダンス
X: Don't Care

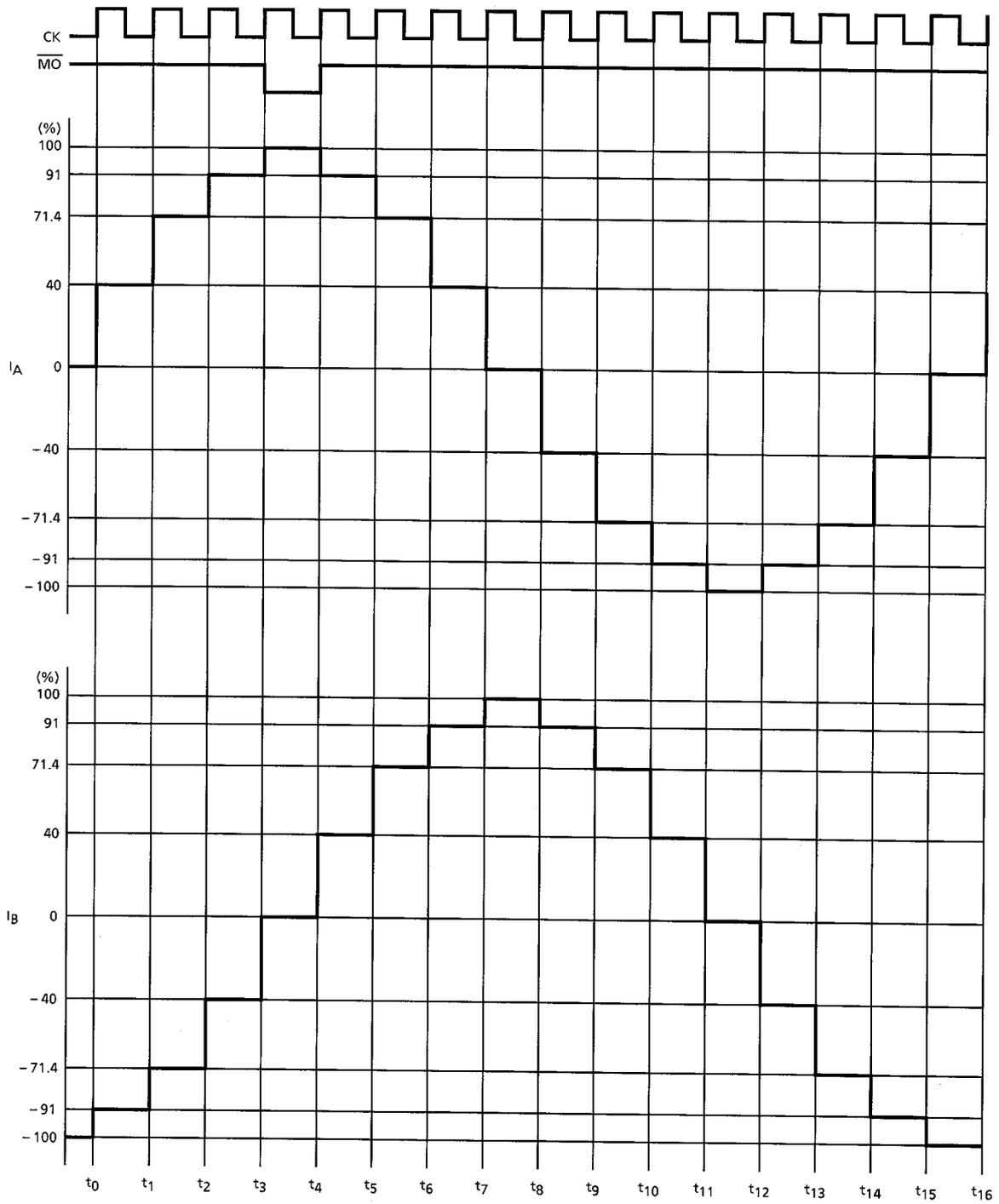
2相励磁 (M1: L、M2: L、CWモード)



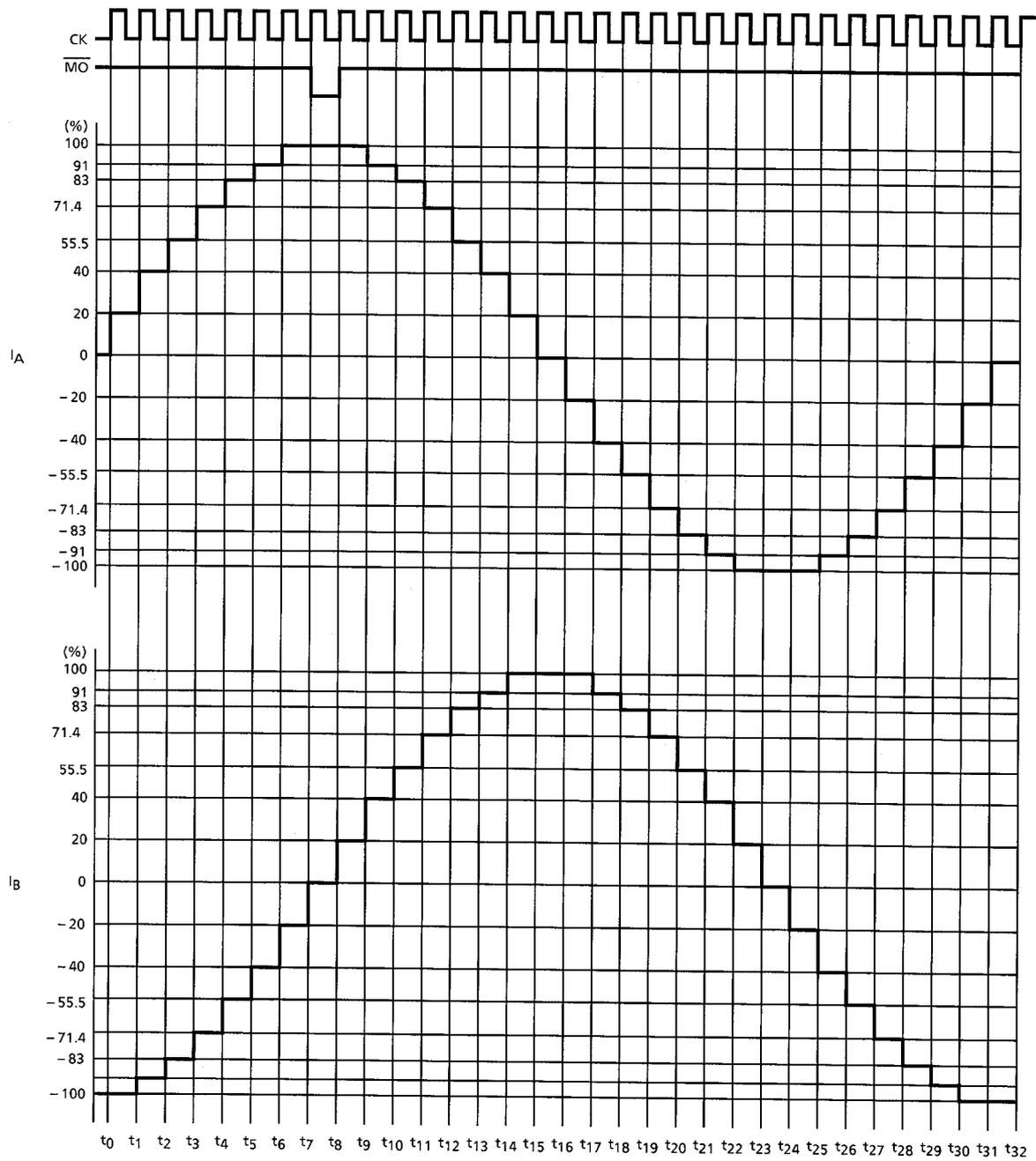
1-2相励磁 (M1: H、M2: L、CWモード)



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)



最大定格 (Ta = 25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V _{CC}	5.5	V
出力電圧	V _M	40	V
出力電流	PEAK	I _O (PEAK)	2.5
	AVE.	I _O (AVE.)	1.5
\overline{MO} 出力電流	I _O (\overline{MO})	±2	mA
入力電圧	V _{IN}	~V _{CC}	V
許容損失	P _D	5 (注 1)	W
		43 (注 2)	
動作温度	T _{opr}	-40~85	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C
フィードバック電圧	V _{NF}	1.0	V

注 1: 放熱板なし

注 2: T_c = 85°C

推奨動作条件 (Ta = -20~75°C)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V _{CC}	—	4.5	5.0	5.5	V
出力電圧	V _M	—	21.6	24	26.4	V
出力電流	I _O OUT	—	—	—	1.5	A
入力電圧	V _{IN}	—	—	—	V _{CC}	V
クロック周波数	f _{CK}	—	—	—	5	kHz
発振周波数	f _{OSC}	—	15	—	80	kHz

電気的特性 (Ta = 25°C, VCC = 5 V, VM = 24 V)

項目		記号	測定回路	測定条件	最小	標準	最大	単位
入力電圧	High	V _{IN} (H)	1	M1, M2, CW / CCW, REF IN ENABLE, CK1, CK2 RESET	3.5	—	V _{CC} +0.4	V
	Low	V _{IN} (L)			GND -0.4	—	1.5	
入力ヒステリシス電圧		V _H			—	600	—	mV
入力電流		I _{IN-1} (H)	1	M1, M2, REF IN, V _{IN} = 5.0 V	—	—	100	nA
		I _{IN-1} (L)		RESET、ENABLE、V _{IN} = 0 V、 プルアップ抵抗内蔵	10	50	100	μA
		I _{IN-2} (L)		V _{IN} = 0 V	—	—	100	nA
消費電流 V _{CC} 端子	流子	I _{CC1}	1	出力オープン、RESET: H、 ENABLE: L (2相励磁 1-2相励磁)	—	10	18	mA
		I _{CC2}		出力オープン、RESET: H、 ENABLE: L (W1-2、2W1-2相励磁)	—	10	18	
		I _{CC3}		RESET: L、ENABLE: H	—	5	—	
		I _{CC4}		ENABLE: H、ENABLE: H	—	5	—	
コンパレータ 基準電圧 レベル	High	V _{NF} (H)	3	REF IN: H, L = 10 mH, 2相励磁 R _{NF} = 0.8 Ω, C _{OSC} = 0.0033 μF	0.72	0.8	0.88	V
	Low	V _{NF} (L)		REF IN: L, L = 10 mH, 2相励磁 R _{NF} = 0.8 Ω, C _{OSC} = 0.0033 μF	0.45	0.5	0.55	
出力チャンネル間誤差		ΔV _O	—	B / A, C _{OSC} = 0.0033 μF, R _{NF} = 0.8 Ω	-10	—	10	%
V _{NF} レベル差		ΔV _{NF}	—	V _{NF} (L) / V _{NF} (H) C _{OSC} = 0.0033 μF, R _{NF} = 0.8 Ω	56	63	70	%
NF 端子電流		I _{NF}	—	ソースタイプ	—	170	—	μA
最大発振周波数		f _{OSC} (MAX.)	—	—	100	—	—	kHz
最小発振周波数		f _{OSC} (MIN.)	—	—	—	—	10	kHz
発振周波数		f _{OSC}	—	C _{OSC} = 0.0033 μF	25	44	62	kHz
最小クロックパルス幅		t _W (CK)	—	—	—	1.0	—	μs
出力電圧	V _{OH} \overline{MO}	—	—	I _{OH} = -40 μA	4.5	4.9	V _{CC}	V
	V _{OL} \overline{MO}			I _{OL} = 40 μA	GND	0.1	0.5	

電気的特性 (Ta = 25°C, VCC = 5 V, VM = 24 V)
出力部

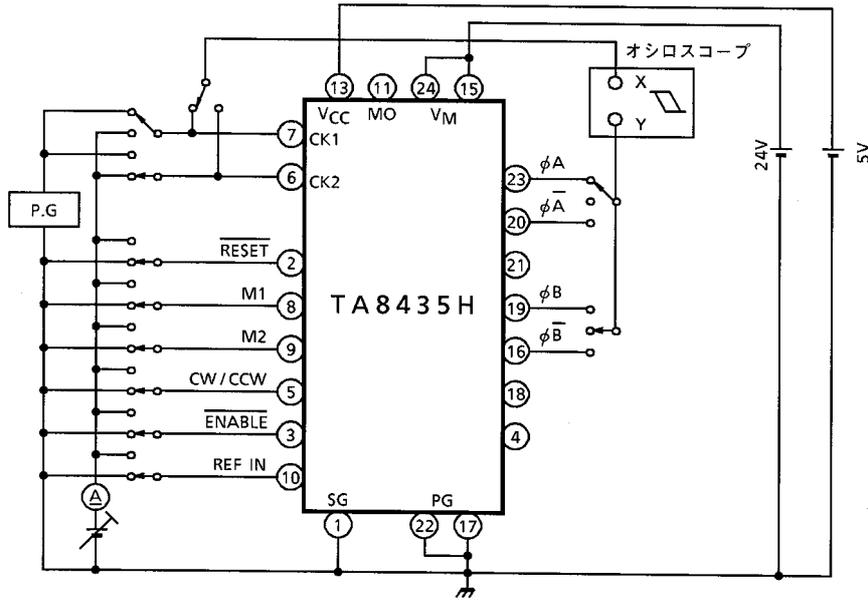
項目			記号	測定回路	測定条件	最小	標準	最大	単位		
出力飽和電圧	上側		VSATU1	4	IOUT = 1.5 A	—	2.1	2.8	V		
	下側		VSATL1			—	1.3	2.0			
	上側		VSATU2		IOUT = 0.8 A	—	1.8	2.2			
	下側		VSATL2			—	1.1	1.5			
出力飽和電圧	上側		VSATU3	5	IOUT = 2.5 A パルス幅 30 ms	—	2.5	3.0	V		
	下側		VSATL3			—	1.8	2.2			
ダイオード フォワード電圧	上側		VFU1	5	IOUT = 1.5 A	—	2.0	3.0	V		
	下側		VFL1			—	1.5	2.1			
ダイオード フォワード電圧	上側		VFU2	5	IOUT = 2.5 A パルス幅 30 ms	—	2.5	3.3	V		
	下側		VFL2			—	1.8	2.5			
出力暗電流 (A + Bチャンネル)			IM1	2	ENABLE : “H” レベル、 出力オープン RESET : “L” レベル	—	—	50	μA		
			IM2		ENABLE : “L” レベル、 出力オープン RESET : “H” レベル	—	8	15	mA		
A・Bチャンネル 電圧(州)	2W1-2 相励磁	W1-2 相 励磁	1-2 相 励磁	ベクトル	—	REF IN: H RNF = 0.8Ω COSC = 0.0033 μF	θ = 0	—	100	—	%
	2W1-2 相励磁	—	—				θ = 1/8	—	100	—	
	2W1-2 相励磁	W1-2 相 励磁	—				θ = 2/8	86	91	96	
	2W1-2 相励磁	—	—				θ = 3/8	78	83	88	
	2W1-2 相励磁	W1-2 相 励磁	1-2 相 励磁				θ = 4/8	66.4	71.4	76.4	
	2W1-2 相励磁	—	—				θ = 5/8	50.5	55.5	60.5	
	2W1-2 相励磁	W1-2 相 励磁	—				θ = 6/8	35	40	45	
	2W1-2 相励磁	—	—				θ = 7/8	15	20	25	
	2 相励磁						—	—	100	—	

注: 最大電流 θ = 0 を 100 とする。

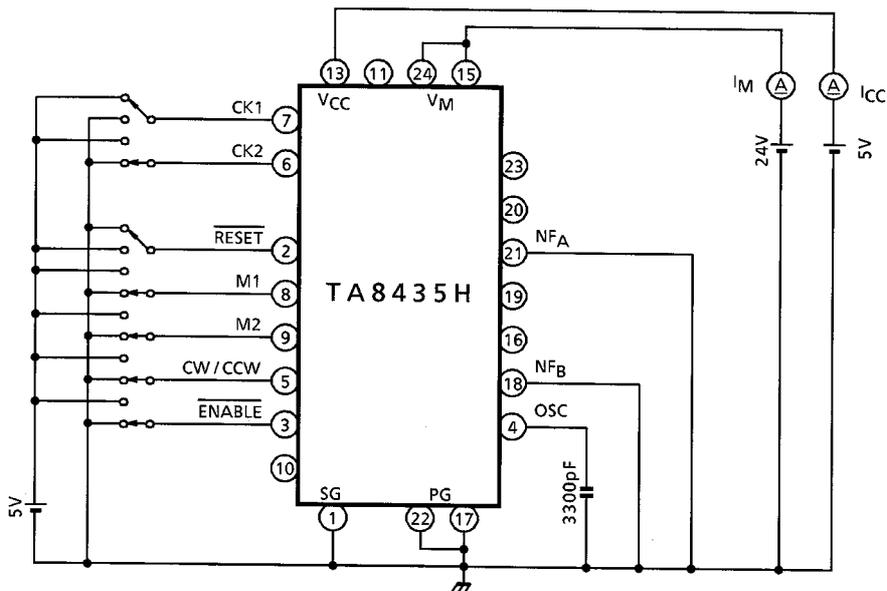
項目			記号	測定回路	測定条件	最小	標準	最大	単位			
A・Bチャヨツパ電流(注)	2W1-2 相励磁	W1-2相 励磁	1-2相 励磁	ベクトル	—	REF IN: L R _{NF} = 0.8 Ω C _{OSC} = 0.0033 μF	—	100	—	%		
	2W1-2 相励磁	—	—				θ = 1/8	—	100		—	
	2W1-2 相励磁	W1-2相 励磁	—				θ = 2/8	86	91		96	
	2W1-2 相励磁	—	—				θ = 3/8	78	83		88	
	2W1-2 相励磁	W1-2相 励磁	1-2相 励磁				θ = 4/8	66.4	71.4		76.4	
	2W1-2 相励磁	—	—				θ = 5/8	50.5	55.5		60.5	
	2W1-2 相励磁	W1-2相 励磁	—				θ = 6/8	35	40		45	
	2W1-2 相励磁	—	—				θ = 7/8	15	20		25	
	2相励磁						—	—	—		100	—
基準電圧			ΔV _{NF}	—	REF IN: L R _{NF} = 0.8Ω C _{OSC} = 0.0033 μF	—	0	—	mV			
						Δθ = 0/8-1/8	32	72		112		
						Δθ = 1/8-2/8	24	64		104		
						Δθ = 2/8-3/8	53	93		133		
						Δθ = 3/8-4/8	87	127		167		
						Δθ = 4/8-5/8	84	124		164		
						Δθ = 5/8-6/8	120	160		200		
出カトラング スイッチング 特性	t _r	7			R _L = 2Ω, V _{NF} = 0V, C _L = 15 pF	—	0.3	—	μs			
	t _f					—	2.2	—				
	t _{pLH}					CK~出力間				—	1.5	—
	t _{pHL}									—	2.7	—
	t _{pLH}					OSC~出力間				—	5.4	—
	t _{pHL}									—	6.3	—
	t _{pLH}					RESET ~出力間				—	2.0	—
	t _{pHL}									—	2.5	—
	t _{pLH}					ENABLE ~出力間				—	5.0	—
	t _{pHL}									—	6.0	—
出カリーク電流	上側	I _{OH}	6	V _M = 30 V	—	—	50	μA				
	下側	I _{OL}			—	—	50					

注: 最大電流 θ = 0 を 100 とする。

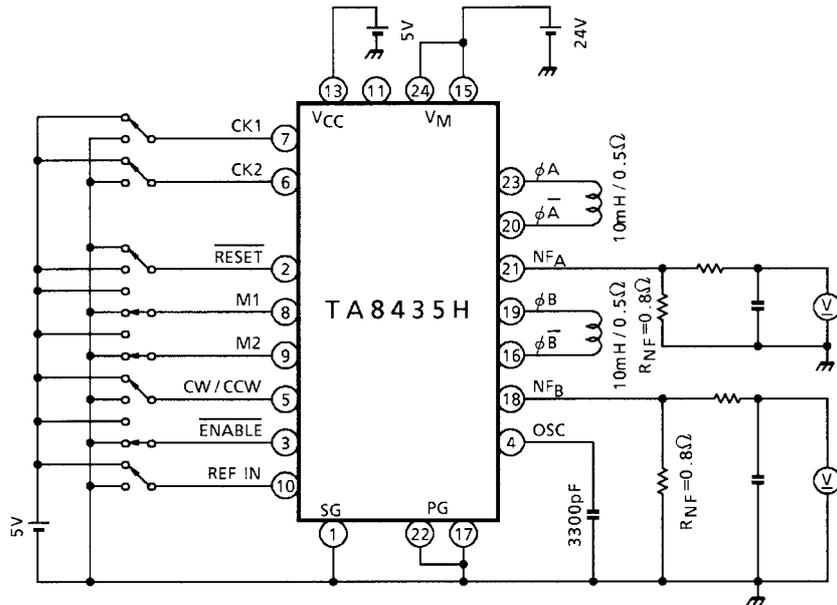
測定回路 1: V_{IN} (H)、(L)、 I_{IN} (H)、(L)



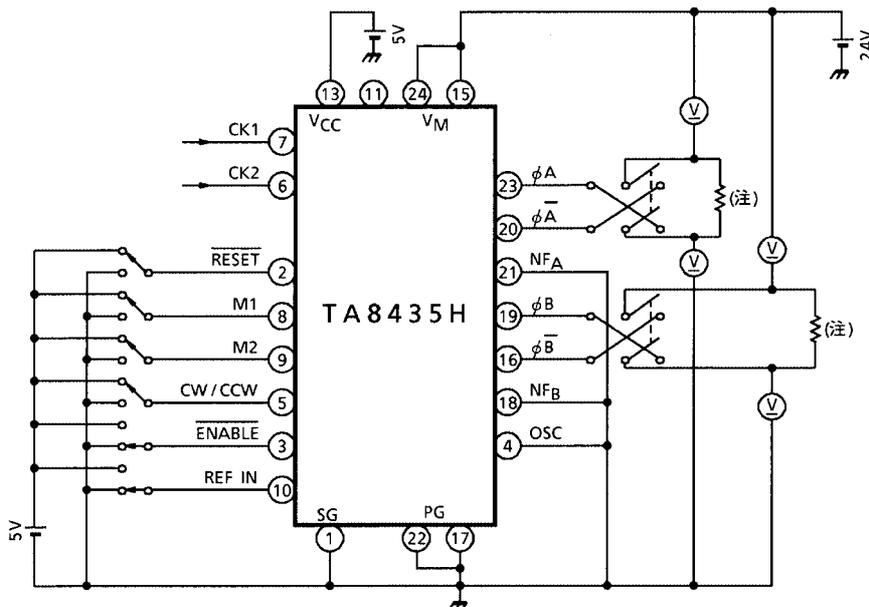
測定回路 2: I_{CC} 、 I_M



測定回路 3: V_{NF} (H), (L)

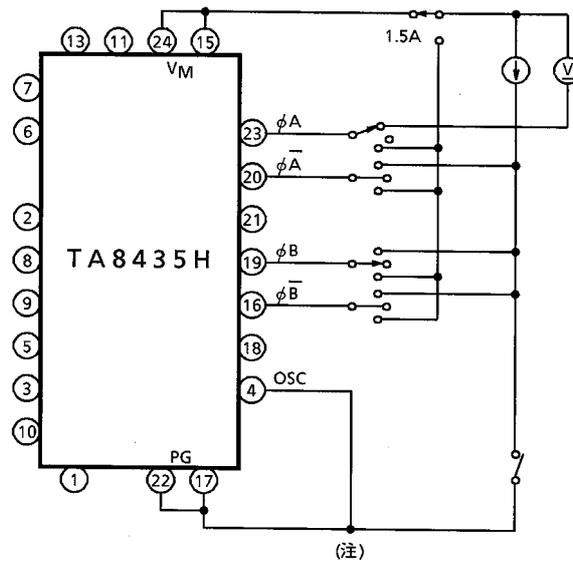


測定回路 4: V_{CE} (SAT) 上側、下側



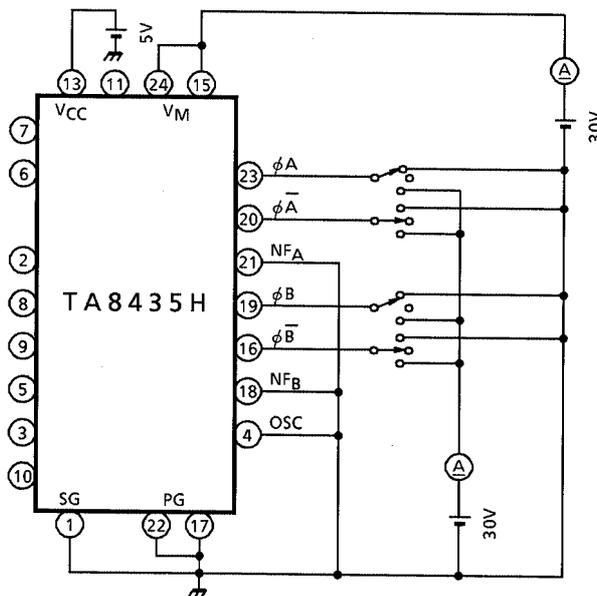
注: 出力電流が、1.5 A、0.8 A になるように抵抗を設定してください。

測定回路 5: V_{FU} 、 V_{FL}



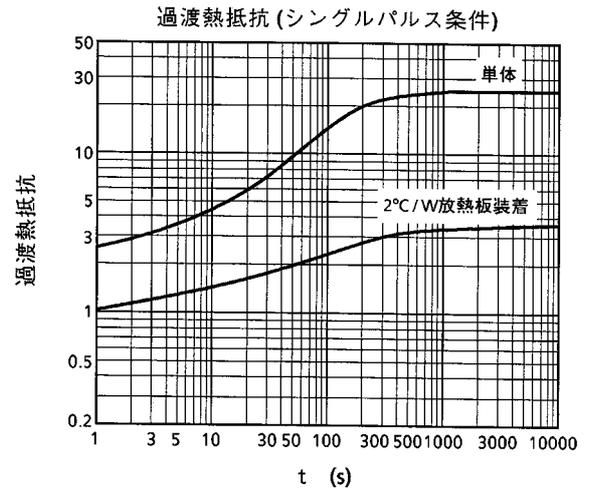
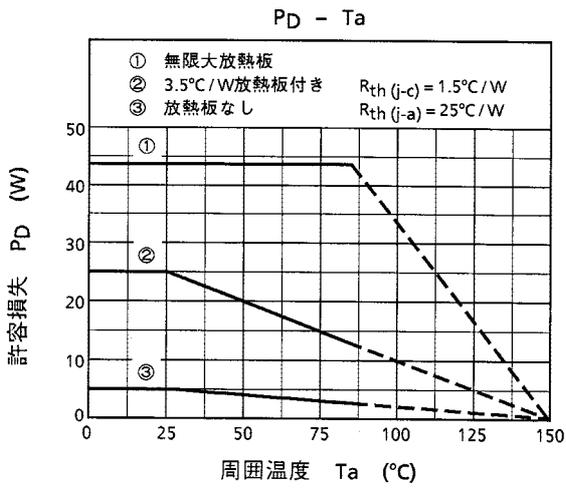
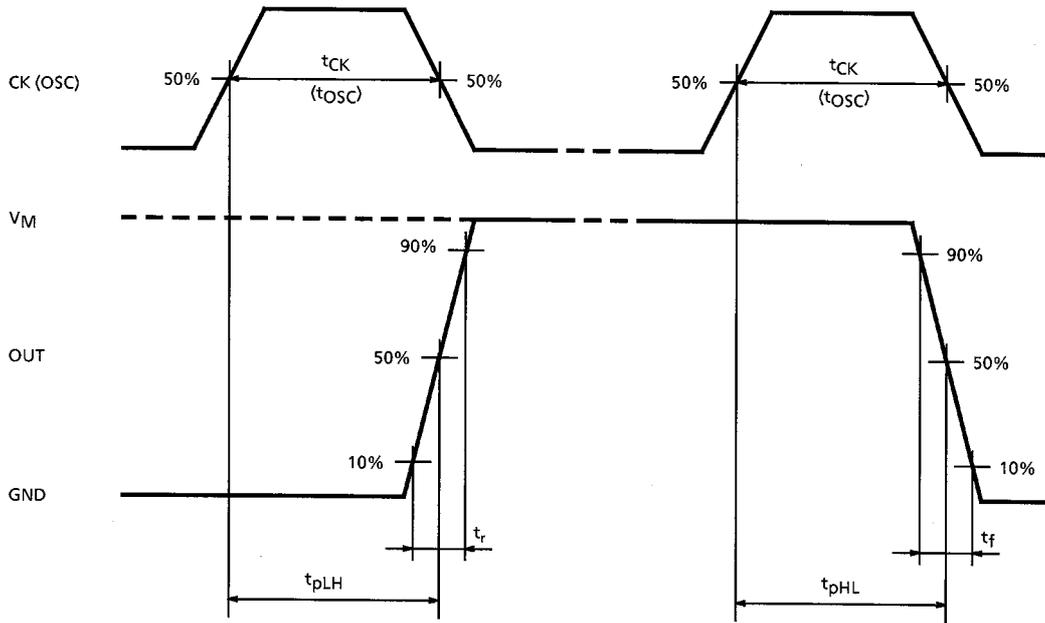
注: GNDはとらない。使用しないピンはすべてNCのこと。

測定回路 6: I_{OH} 、 I_{OL}

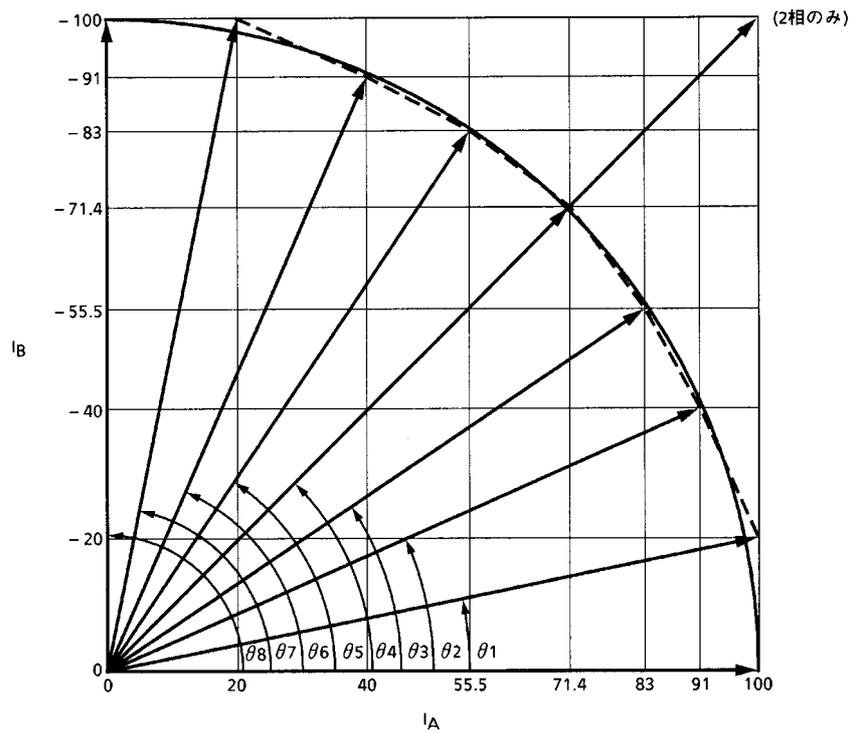


AC 電気的特性、測定波形

CK (OSC) -OUT

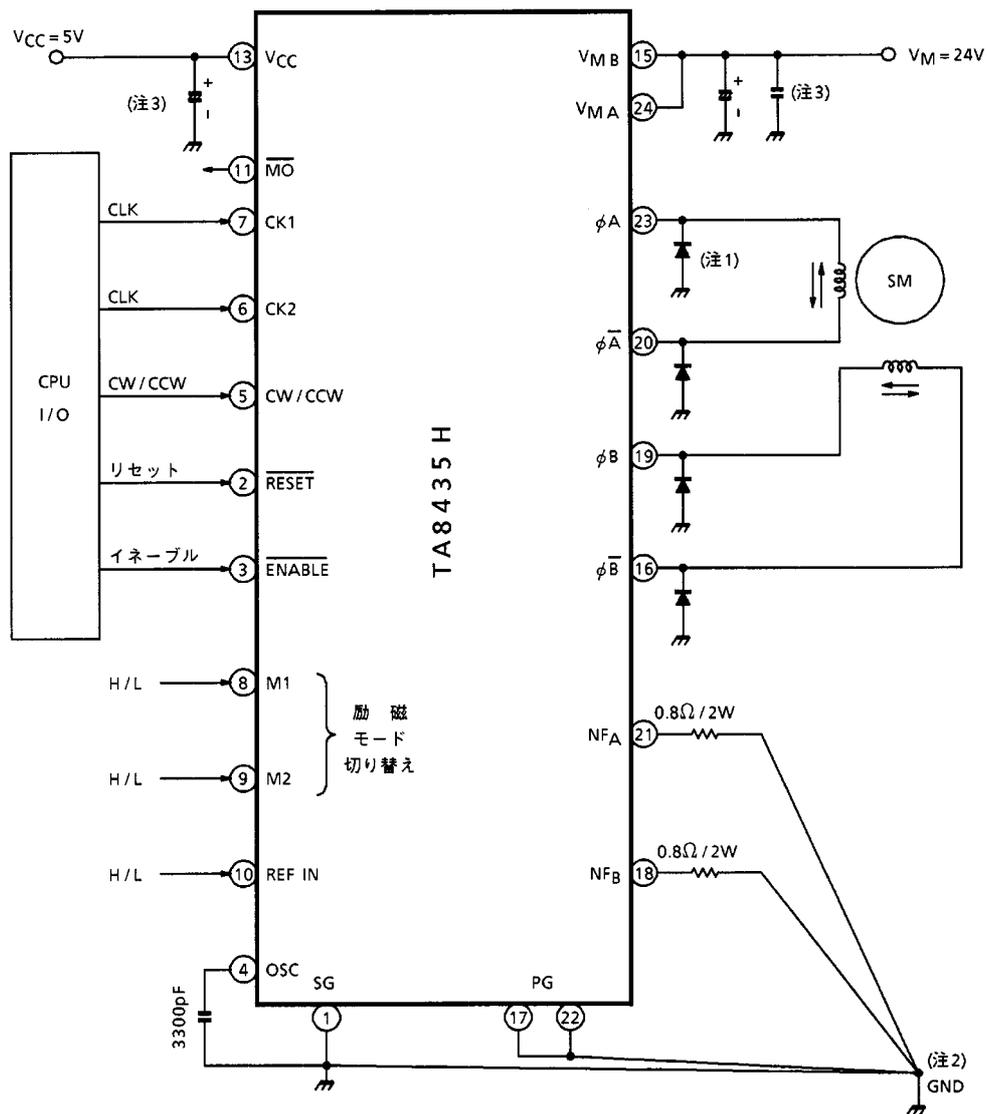


出力電流ベクトル軸跡 (1 ステップを 90 度に正規化)



θ	回転角		ベクトル量		
	理想値	TA8435H	理想値	TA8435H	
θ_0	0°	0°	100	100.00	—
θ_1	11.25°	11.31°	100	101.98	—
θ_2	22.5°	23.73°	100	99.40	—
θ_3	33.75°	33.77°	100	99.85	—
θ_4	45°	45°	100	100.97	141.42
θ_5	56.25°	56.23°	100	99.85	—
θ_6	67.5°	66.27°	100	99.40	—
θ_7	78.75°	78.69°	100	101.98	—
θ_8	90°	90°	100	100.00	—
			1-2 / W1-2 / 2W1-2 相		2 相

応用回路例



- 注 1: 出力-GND 間 (4ヶ所) には上図のように、貫通電流防止用のショットキダイオード (当社製 3GWJ42) 相当を接続してください。
- 注 2: GND ラインは上図のように 1 点接地してください。
- 注 3: 電源 (VCC、VM) ラインにはノイズ防止用パスコンを接続してください。
- 注 4: 出力間ショート、および出力の天絡、地絡時に IC の破壊の恐れがありますので出力ライン、VCC (VM、Vs、VEE)、GND ラインの設計は十分注意してください。

TA8435H の使用に際して

0. はじめに

TA8435H は、ステッピングモータの巻線の電流を、定電流になるように PWM 制御を行います。さらにステッピングモータを低振動、高効率に駆動するためにマイクロステップができるドライバ IC です。

1. マイクロステップ駆動に関して

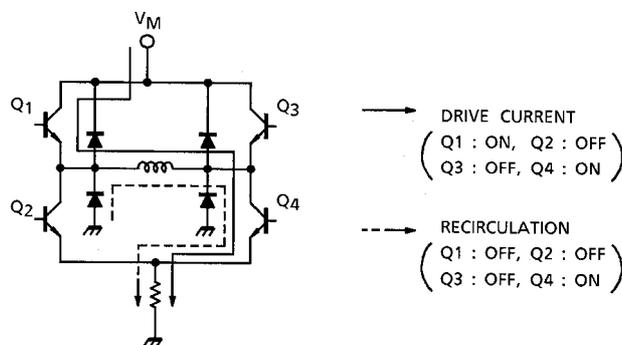
TA8435H は、最大で (2W1-2 相励磁時)、2 相励磁のステップ角の 1/8 の分解能でマイクロステップが可能です。

マイクロステップ時、A 相電流および B 相電流の各電流レベルは、合成ベクトルの大きさと回転角を均等になるように IC 内部で設定されており、クロック信号を入力するだけでモータをマイクロステップで回転させることができます。(出力電流ベクトル軌跡を参照ください)

2. PWM 制御および出力電流設定方法について

(1) 出力電流経路 (PWM 制御)

TA8435H は、上側 Pw-Tr を ON/OFF することによって PWM 制御します。この場合、電流は下図のように流れます。



(2) REF-IN 入力と電流検出抵抗による出力電流設定

モータ電流 (マイクロステップの最大電流) I_O は、REF-IN の入力と外付けの電流検出抵抗 R_{NF} によって、以下の式のように設定されます。

$$I_O = V_{REF} / R_{NF}$$

ただし、

$$\text{REF-IN} = \text{High} \quad V_{REF} = 0.8 \text{ V}$$

$$\text{REF-IN} = \text{Low} \quad V_{REF} = 0.5 \text{ V}$$

3. ロジック制御

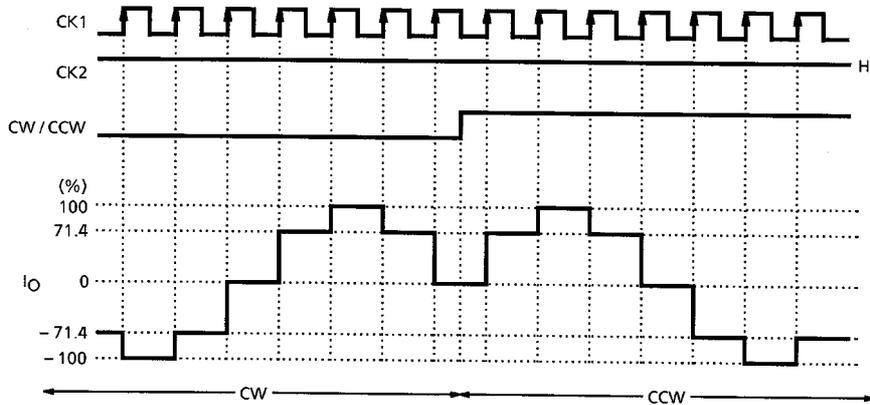
(1) クロック入力方式 / 回転方向制御

正転・逆転を切り替える方法として、1クロック方式と2クロック方式の方法があります。

(a) 1クロック方式

クロックの入力として、CK1 もしくは、CK2 のどちらか1つの端子を用います。
 この場合、正転・逆転の制御は、CW / CCW の信号にて切り替えます。

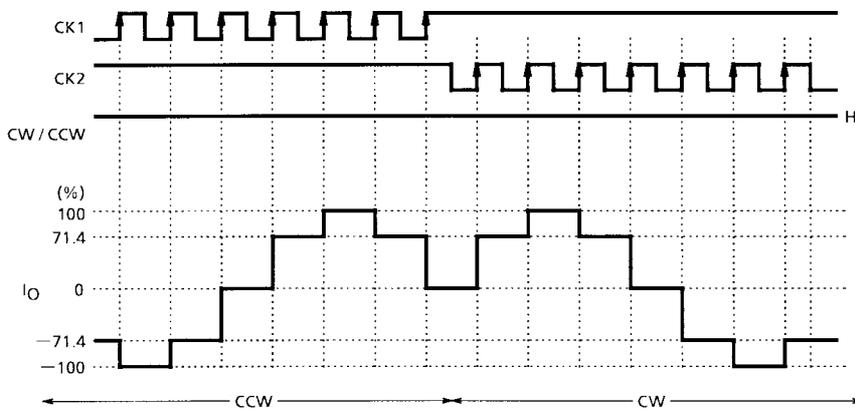
<入力信号の例: 1-2 相励磁の場合>



(b) 2クロック方式

クロックの入力として、CK1 と CK2 の両方の信号を用います。
 クロックの入力として、CK1 と CK2 の切り替えにより正転・逆転の制御ができます。

<入力信号の例: 1-2 相励磁の場合>



(2) モード設定

M1、M2 の入力の設定によって、2 相励磁、1-2 相励磁、W1-2 相励磁、2W1-2 相励磁の 4 モードを選ぶことができます。

(3) モニタ出力 (\overline{MO}) について

電流波形の位置をモニタできるモニタ出力があります。

2 相励磁の場合、A 相電流が 100%、B 相電流が -100%のタイミングで \overline{MO} 出力が Low になります。

1-2 相、W1-2 相、2W1-2 相励磁の場合、A 相電流が 100%、B 相電流が 0%のタイミングで \overline{MO} 出力が Low になります。

(4) リセット端子について

内部カウンタをリセットするために RESET 入力があります。

RESET = Low にすると、内部カウンタがリセットされ、出力電流は、強制的に上記 \overline{MO} が Low の場合と同じ電流値に制御されます。

(5) 励磁モードの切り替えについて

モータ回転時に、ステップの変動が起こらないようにするために電流を連続的に切り替える必要があり、その場合以下の注意が必要です。

(a) 2 相励磁と他の励磁モードへの切り替わりは、電流が非連続となります。

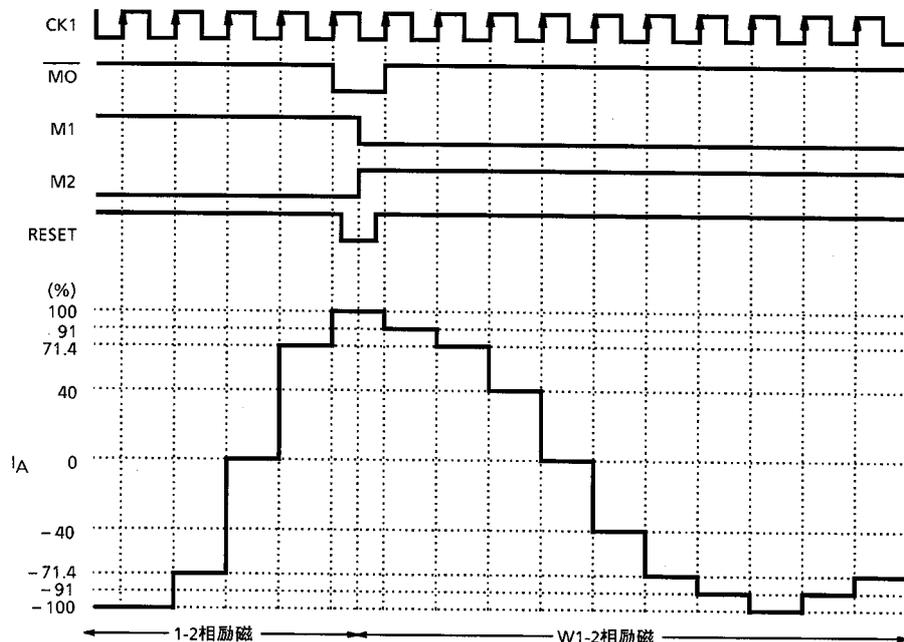
(b) 2 相励以外の励磁モード間での切り替えは、 \overline{MO} 出力が LOW のタイミングで切り替えることによって電流を連続的に切り替えることができます。

ただし、1-2 相励磁→W1-2 相励磁、2W1-2 相励磁

W1-2 相励磁→2W1-2 相励磁への切り替えの場合、

モードを切り替える前に RESET を LOW にしてください。

<入力信号の例>



4. PWM 発振周波数について (外付けコンデンサの設定について)

OSC 端子の外付けコンデンサによって、内部で鋸波を作製しており、この周波数によって PWM 制御を行います。コンデンサの容量としては、IC のバラツキを考え、3300 pF を推奨いたします。

5. 外付けショットキダイオードについて

出力の下側に寄生ダイオードができます。PWM 制御を行った場合、この寄生ダイオードに電流が流れてしまいます。それにより、貫通電流、マイクロステップ波形の乱れの影響が出てしまいます。従いまして、外付けにショットキバリアダイオードをかならず接続してください。

さらに、この外付けダイオードにより、IC の発熱も軽減することができます。

6. 消費電力

IC の消費電力は、以下の式ようになります。(出力-GND 間にショットキダイオードを付加した場合)

$$P = V_{CC} \times I_{CC} + V_M \times I_M + I_O (t_{ON} \times V_{SAT} - U + V_{SAT} - L) \times 2$$

$$t_{ON} = T_{ON} / T_S \text{ (PWM 制御の ON デューティ)}$$

周囲温度が高くなると許容できる消費電力が小さくなります。

PD-Ta 曲線を確認の上、十分マージンをもって放熱設計を行ってください。

7. 放熱 Fin の処理について

IC のフィン (裏面) は、CHIP の裏面と電氣的に接続されております。

フィンに電流が流れた場合、IC の誤動作が発生いたします。

IC の GND とフィンに電圧が発生する可能性がある場合は、フィンを GND にするか絶縁してください。

当社半導体製品取り扱い上のお願い

000629TBA

- 当社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、一般に半導体製品は誤作動したり故障することがあります。当社半導体製品をご使用いただく場合は、半導体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、購入者側の責任において、機器の安全設計を行うことをお願いします。
なお、設計に際しては、最新の製品仕様をご確認の上、製品保証範囲内でご使用いただくと共に、考慮されるべき注意事項や条件について「東芝半導体製品の取り扱い上のご注意とお願い」、「半導体信頼性ハンドブック」などをご確認ください。
- 本資料に掲載されている製品は、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）に使用されることを意図しています。特別に高い品質・信頼性が要求され、その故障や誤作動が直接人命を脅かしたり人体に危害を及ぼす恐れのある機器（原子力制御機器、航空宇宙機器、輸送機器、交通信号機器、燃焼制御、医療機器、各種安全装置など）にこれらの製品を使用すること（以下“特定用途”という）は意図もされていませんし、また保証もされていません。本資料に掲載されている製品を当該特定用途に使用することは、お客様の責任でなされることとなります。
- 本資料に掲載されている製品は、外国為替および外国貿易法により、輸出または海外への提供が規制されているものです。
- 本資料に掲載されている技術情報は、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およ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。
- 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。