

**AP1023****定電圧制御 2ch H-BridgeモータードライバーIC****1. 概要**

AP1023はモーター動作電圧1.6V～6.5Vまで対応した2ch H-Bridgeモータードライバーで、DCモーター2個またはステッピングモーター1個を駆動できます。電池駆動アプリケーションに最適で、PWM定電圧制御方式により電池の長寿命化を実現します。パッケージは小型で放熱性の高い4mm×4mmの24ピンQFNを採用しており、実装基板面積の削減に貢献します。

2. 特長

- PWM 定電圧制御方式
- モーター動作電圧 1.6V～6.5V
- 制御電源電圧 2.7V～5.5V
- 最大出力電流 1.45A(Ta=25°C, 2ch同時)
- オン抵抗 (High+Lowサイド) 0.54Ω (Ta=25°C)
- チャージポンプ回路内蔵
- 低電圧検出機能内蔵(UVLO)
- 過熱保護機能内蔵(TSD)
- 動作温度範囲 -30°C～85°C
- パッケージ 24ピンQFN (4mm×4mm、放熱パッド付き)

3. 目次

1. 概要	1
2. 特長	1
3. 目次	2
4. ブロック図と機能説明	3
■ブロック図	3
■機能説明	3
5. オーダリングガイド	4
6. ピン配置と機能説明	4
■ピン配置	4
■機能説明	4
7. 絶対最大定格	5
8. 推奨動作条件	6
9. 電気的特性	7
10. 動作説明	9
10.1 動作概要	9
10.2 モータードライバー部の基本構成	10
10.3 保護機能説明	11
11. 外部接続回路例	12
■外部接続回路例	12
12. パッケージ	13
■外形寸法図	13
■推奨ランド	13
■マーキング	13
13. 改訂履歴	14
重要な注意事項	15

4. ブロック図と機能説明

■ブロック図

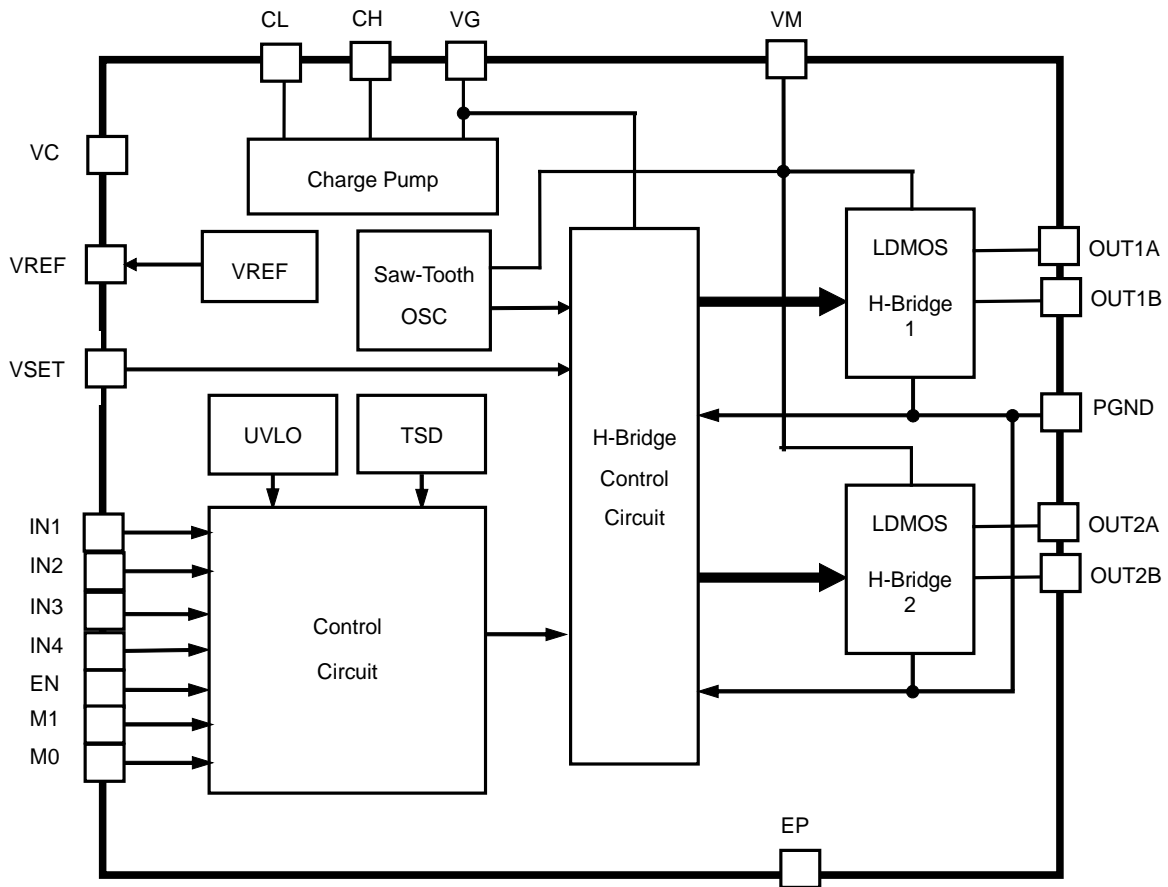


Figure 1. Block Diagram

■機能説明

No	Block Name	Function
1	Charge Pump	ハイサイドのゲート駆動電圧を生成します。
2	VREF	基準電圧を出力します。PWM定電圧設定端子VSETに使用します。
3	Saw-Tooth OSC	入力信号、VSET設定電圧、VM電圧に応じてPWM制御信号を生成しH-Bridge Control Circuitに提供します。
4	UVLO	制御電源電圧 (VC) をモニタリングし、規定の電圧値より低い場合はH-Bridgeドライバーの出力をハイインピーダンスにします。
5	TSD	CHIP内温度が規定の温度よりも高くなると、H-Bridgeドライバーの出力をハイインピーダンスにします。
6	Control Circuit	入力端子からの信号に応じて各ブロックを制御します。また、UVLO、TSDが動作する異常時には各ブロックを停止します。
7	H-Bridge Control Circuit	制御ブロックからの情報、PWM制御設定(M0, M1)、PWM定電圧(VSET)によりH-Bridgeを駆動する信号を発生します。
8	LDMOS H-Bridge1, 2	ハイサイド(TOP)、ローサイド(BOT)ともにN-ch MOSFETでH-Bridgeが構成されます。

5. オーダリングガイド

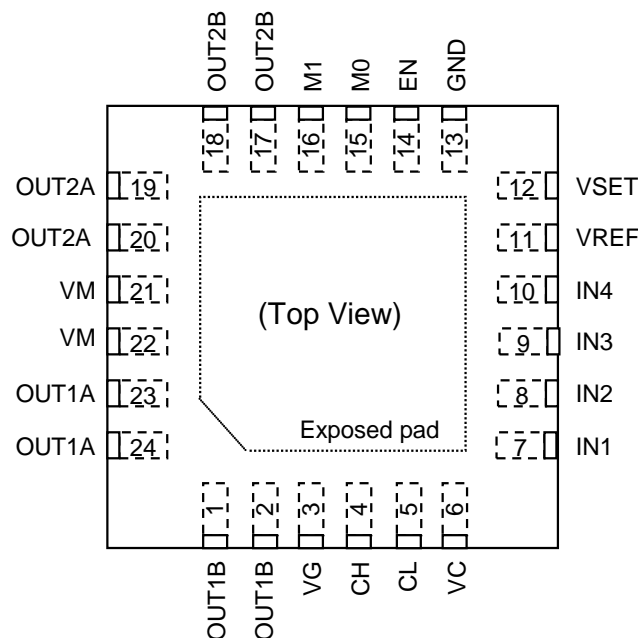
AP1023AEN

-30°C~85°C

24-pin QFN

6. ピン配置と機能説明

■ピン配置



Exposed PADはGNDに接続してください。

■機能説明

端子番号	端子名称	I/O	機能	備考
1,2	OUT1B	O	モータードライバー出力	
3	VG	I/O	安定化容量接続端子	
4	CH	I/O	安定化容量接続端子	
5	CL	I/O	安定化容量接続端子	
6	VC	P	制御電源	
7	IN1	I	制御信号入力	200kΩプルダウン内蔵
8	IN2	I	制御信号入力	200kΩプルダウン内蔵
9	IN3	I	制御信号入力	200kΩプルダウン内蔵
10	IN4	I	制御信号入力	200kΩプルダウン内蔵
11	VREF	O	VREF出力端子	
12	VSET	I	定電圧アナログ入力	
13	GND	P	グランド端子	
14	EN	I	イネーブル信号入力	200kΩプルダウン内蔵
15	M0	I	定電圧倍率設定入力(x1, x2)	200kΩプルダウン内蔵
16	M1	I	ドライバー制御選択入力(2相励磁、汎用)	200kΩプルダウン内蔵
17,18	OUT2B	O	モータードライバー出力	
19,20	OUT2A	O	モータードライバー出力	
21,22	VM	P	モータードライバー電源	
23,24	OUT1A	O	モータードライバー出力	
EP	PGND	P	パワーグランド端子、放熱用パッド	PGND と EP はフレームでショート

Note 1. I(入力端子)、O(出力端子)、P(パワー端子)、I/O(入出力端子)

7. 絶対最大定格

Parameter	Symbol	min	max	Unit	Condition
制御電源電圧	VC	-0.5	6.0	V	
モーター電源電圧	VM	-0.5	7.0	V	
VCレベル端子電圧 (INn, VREF, VSET, M1, M0, EN)	Vterm1	-0.5	VC	V	
VMレベル端子電圧 (OUTnA, OUTnB, CL)	Vterm2	-0.5	VM	V	
VC+VMレベル端子電圧 (CH, VG)	Vterm3	-0.5	13.0	V	
最大出力電流	Iload	-	1.35	A	Ta=85°C, 1ch使用時 (Note 3)
		-	0.95	A/ch	Ta=85°C, 2ch同時 (Note 3, Note 4)
許容損失	PD	-	3.125	W	内部制限 Tj=150°C, (Note 3, Note 4)
動作時最大接合温度	Tj	-	150	°C	
保存温度	Tstg	-40	150	°C	

Note 2. 電圧はすべてGND=PGND=0Vに対する値です。GNDとPGNDはベタGNDで接続して下さい。

Note 3. 許容損失により、出力電流の範囲は、デューティサイクル、動作温度およびPCBボードにおけるヒートシンクのデザインによって制限されます。

Note 4. 4層基板使用時、 $\theta_{JA}=40^{\circ}\text{C}/\text{W}$ から算出。

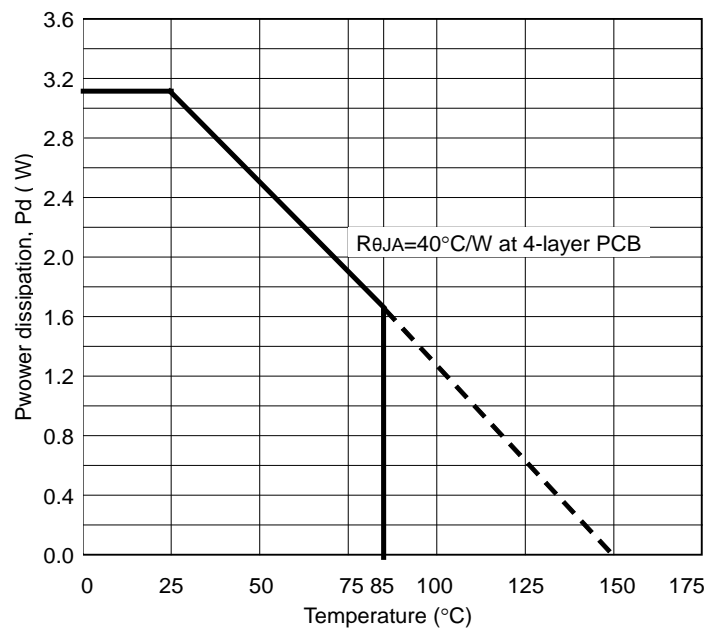


Figure 2. 最大許容損失

注意: 絶対最大定格に示す最大値を超えて使用した場合、ICが破壊する事があります。また、通常の動作は保証されません。

8. 推奨動作条件

(特に指定の無い場合、Ta=25°C)

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Condition
モーター電源電圧	VM	1.6	5.0	6.5	V	
制御電源電圧	VC	2.7	3.0	5.5	V	
入力周波数範囲	Fin	-	-	1	kHz	M1="L", IN1,2端子
定電圧設定電圧範囲	VSET	0.5	-	VC	V	
動作温度範囲	Ta	-30	-	85	°C	

注意：本データシートに記載されている条件以外のご使用に関しては、当社では責任を負いかねますので、十分ご注意ください。

9. 電気的特性

(特に指定の無い場合、 $T_a=+25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_M=3.0\text{V}$ 、 $V_C=3.3\text{V}$)

Parameter	Symbol	Condition	min	typ	max	Unit
消費電流						
Power Save時VC消費電流	I_{VCOFF}	IN=All "L"	-	-	1	μA
Power Save時VM消費電流	I_{VMOFF}	IN=All "L"	-	-	1	μA
動作時VC消費電流	I_{VC}		-	0.45	1.0	mA
チャージポンプ						
チャージポンプ電圧	V_G	$V_G = V_M + V_C$ 、 $I_{load}=0\text{A}$	-	-	6.3	V
チャージポンプ立ち上がり時間	t_{VGON}	チャージポンプは $V_C > V_{C_{UV}}$ において動作	-	0.3	3.0	ms
H-Bridge						
H-Bridge High+Lowサイド ドライバーON抵抗1	R_{ON}	$I_{load} 1\text{ch}/2\text{ch} = 0.1\text{A}/0.1\text{A}$	-	0.54	0.70	Ω
H-Bridge High+Lowサイド ドライバーON抵抗2(Note 6)	R_{ONTj}	$I_{load} 1\text{ch}/2\text{ch} = 0.1\text{A}/0.1\text{A}$ $T_j = 150^{\circ}\text{C}$	-	0.72	0.86	Ω
H-Bridgeドライバー ボディダイオード順方向電圧	V_F	$I_F = 100\text{mA}$	-	0.8	1.2	V
伝搬遅延時間						
出力伝搬遅延時間 ("L"→"H")	t_{PDLH}	OUTA-OUTB間に $1\text{k}\Omega$ を接続 (Figure 3) IN1=IN3="L", $V_M=3.6\text{V}$ IN2=IN4=200kHz $V_C=3\text{V}$, $V_{SET}=1.9\text{V}$ N=2 M0="H", M1="H"	-	-	1.0	μs
出力伝搬遅延時間 ("H"→"L")	t_{PDHL}		-	-	1.0	μs
出力パルス幅	t_{PW}	OUTA-OUTB間に 20Ω 接続 入力信号幅: $1\mu\text{s}$ (Figure 3)	0.6	1.0	1.4	μs
制御ロジック						
入力Highレベル電圧	V_{IH}		$0.7 \times V_C$	-	-	V
入力Lowレベル電圧	V_{IL}		-	-	$0.3 \times V_C$	V
入力パルス立ち上がり時間	t_R		-	-	1.0	μs
入力パルス立ち下がり時間	t_F		-	-	1.0	μs
入力Highレベル電流	I_{IH}	$V_C=3.0\text{V}$	7.5	15	30	μA
入力Lowレベル電流	I_{IL}		-1.0	-	1.0	μA
定電圧制御部						
VREF出力電圧	V_{REF}	$I_{ref}=0.1\text{mA}$	2.25	2.5	2.75	V
PWM周波数1	f_{PWM1}	$V_M=1.6\text{V} \sim 6.5\text{V}$	10	-	160	kHz
PWM周波数2	f_{PWM2}	$V_M=1.8\text{V} \sim 3.6\text{V}$	25	-	140	kHz
定電圧制御精度1	Duty _{OUT 1}	$V_M=3.6\text{V}$, $V_{SET}=1.8\text{V}$, M0="L"	45	50	55	%
定電圧制御精度2	Duty _{OUT 2}	$V_M=1.8\text{V}$, $V_{SET}=1.8\text{V}$, M0="L"	95	-	100	%
OUT端子間電圧	V_{OUT}	$V_M=2.0\text{V}$, $I_{out}=200\text{mA}$, $V_{SET}=1.85\text{V}$	1.65	1.75	1.85	V
保護機能						
VC低電圧検出(UVLO)	$V_{C_{UV}}$		1.9	2.2	2.5	V
異常発熱検出温度(Note 6)	T_{TSD}		150	175	200	$^{\circ}\text{C}$
温度ヒステリシス(Note 6)	T_{TSDHYS}		-	30	-	$^{\circ}\text{C}$

Note 5. 電圧はすべてGND=0Vに対する値です。

Note 6. 量産時測定しません。

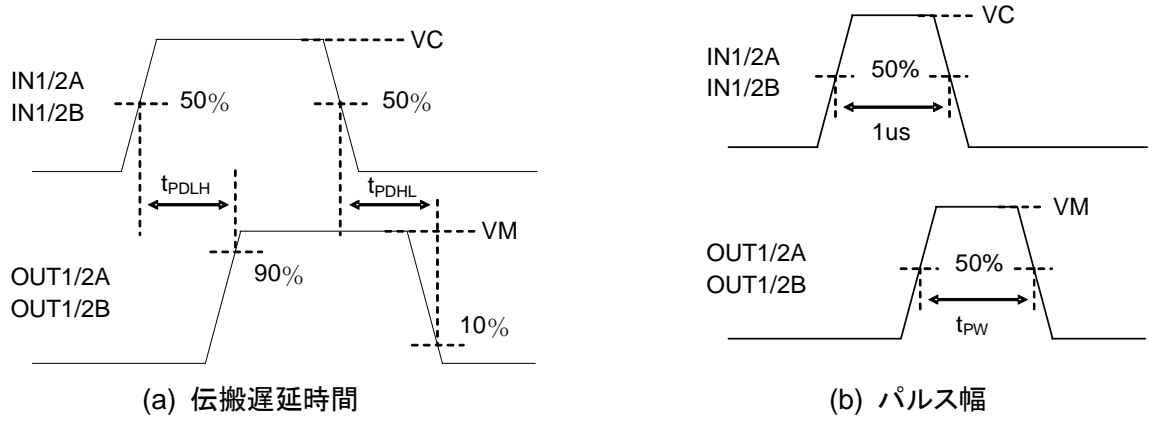


Figure 3. タイムチャート（伝播遅延時間、パルス幅）

10. 動作説明

10.1 動作概要

H-Bridge出力の平均電圧がほぼ $VSET \times N$ となるよう出力信号のデューティ(PWMduty)を調整します。例えば $N=1$ 、 $VSET=1.8V$ 、 $VM=3.6V$ の場合は、デューティ50%のPWM信号を出力し、H-Bridge出力の平均電圧は1.8Vになります。 $N=1$ 、 $VSET=1.8V$ 、 $VM=1.8V$ の場合はデューティが100%となり、H-Bridge出力の平均電圧は1.8Vになります。 VM に依存せずH-Bridge出力の平均電圧を一定に保つことができます。 $VREF \times N > VM$ の場合はデューティが100%となります。尚、この出力平均電圧はH-Bridgeのオン抵抗と負荷電流による電圧ロスを含んでおりません。実際に負荷にかかる電圧とは異なりますのでご注意ください。

$$\text{出力信号デューティ換算式} \quad \text{PWM duty} = \text{設定電圧}(VSET) \times N / VM$$

Table 1. M0による設定電圧設定倍率(N)の選択

M0	N
L	1 (PWM 定電圧制御動作)
H	2 (PWM 定電圧制御動作)

Table 2. M1による入力論理選択 (M1="L"の入力論理は2相励磁の場合に最適です。)

M1	入力論理
L	2相励磁
H	汎用

Table 3. M1="L"の場合

INPUT					OUTPUT				Mode
EN	IN1	IN2	IN3	IN4	OUT1A	OUT1B	OUT2A	OUT2B	
L	-	-	-	-	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	Power Save(Note 7)
H	L	-	-	-	L	H(PWM)	-	-	CCW(逆転)
H	H	-	-	-	H(PWM)	L	-	-	CW(正転)
H	-	L	-	-	-	-	L	H(PWM)	CCW(逆転)
H	-	H	-	-	-	-	H(PWM)	L	CW(正転)

Table 4. M1="H"の場合

INPUT					OUTPUT				Mode
EN	IN1	IN2	IN3	IN4	OUT1A	OUT1B	OUT2A	OUT2B	
L	-	-	-	-	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	Power Save(Note 7)
H	L	L	-	-	L	L	-	-	Brake
H	H	L	-	-	H(PWM)	L	-	-	CW(正転)
H	L	H	-	-	L	H(PWM)	-	-	CCW(逆転)
H	H	H	-	-	Hi-Z	Hi-Z	-	-	Stadby
H	-	-	L	L	-	-	L	L	Brake
H	-	-	H	L	-	-	H(PWM)	L	CW(正転)
H	-	-	L	H	-	-	L	H(PWM)	CCW(逆転)
H	-	-	H	H	-	-	Hi-Z	Hi-Z	Stadby

Note 7. Power Save時、チャージポンプ回路、TSD、UVLO回路は動作しません。

10.2 モータードライバー部の基本構成

出力段にN-ch LDMOS FETをハイサイドとローサイドの両側に配置し小型パッケージの適用を可能としています。ハイサイドFETはVGで駆動します。VG=VM+VC はチャージポンプで生成しています。ローサイドFETはVCにより駆動されます。

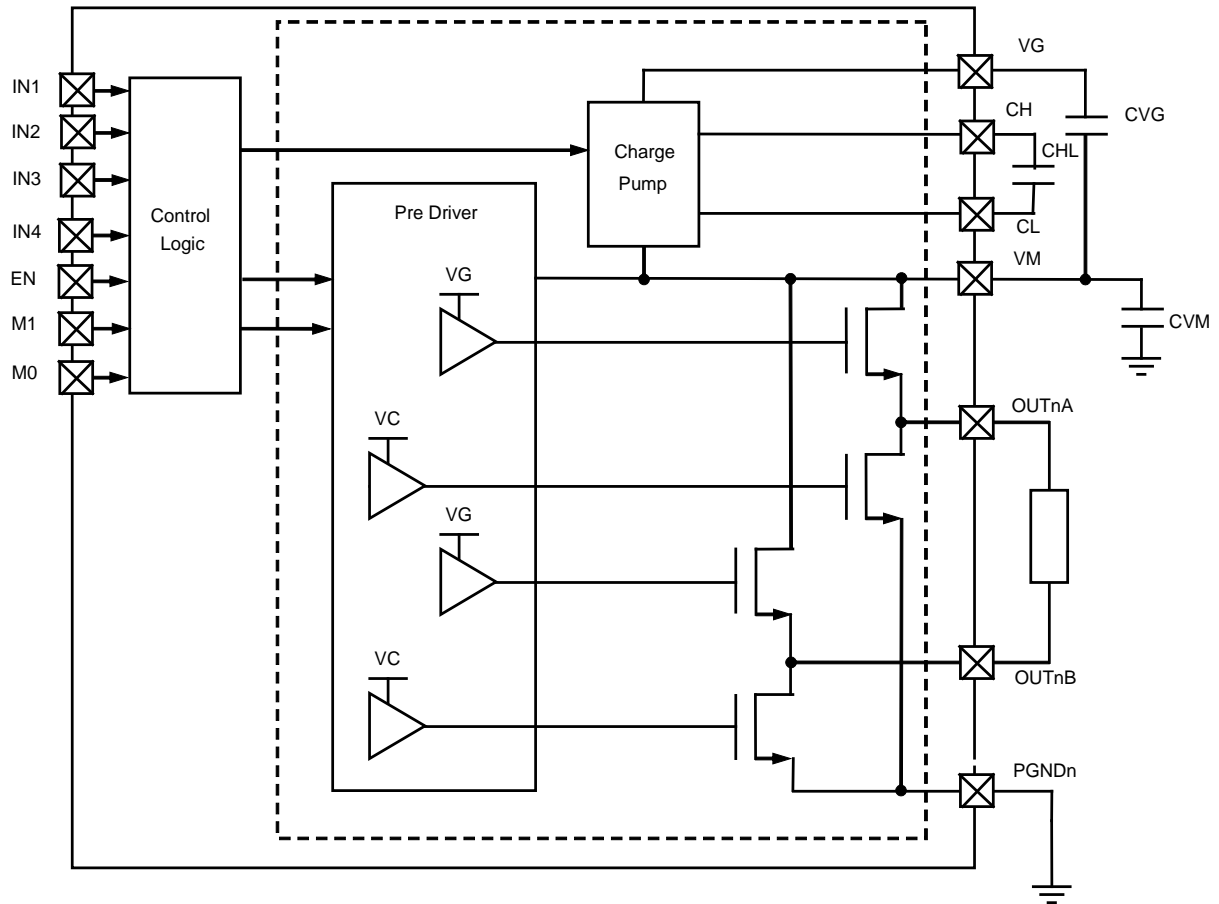


Figure 4. ドライバー部等価回路

10.3 保護機能説明

・低電圧検出回路(UVLO)

制御電源電圧(VC)をモニタリングし、VC電源の立ち上げ時に規定の電圧値($VC_{UV}(typ)=2.2V$)より低い場合はH-Bridgeドライバーの出力をハイインピーダンスにします。

・異常発熱検出回路(TSD)

ICの内部温度が規定温度($T_{TSD}(min)=150^{\circ}C$)に達すると、H-Bridgeドライバー出力をハイインピーダンスにします。過熱保護温度を検出後に内部温度が約 $30^{\circ}C$ (T_{TSDHYS})下がると、ドライバーは動作を開始します。

$$\text{復帰時温度} = T_{TSD} - T_{TSDHYS}$$

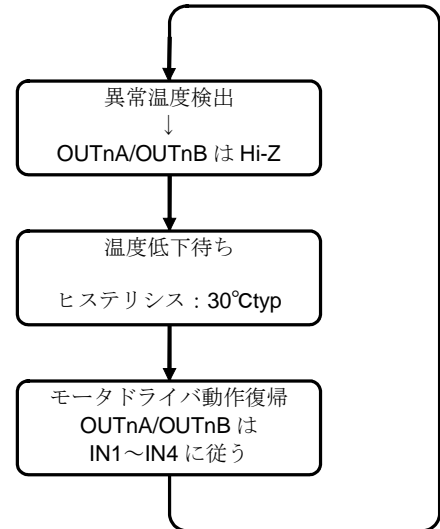


Figure 5. 異常発熱検出時フロー

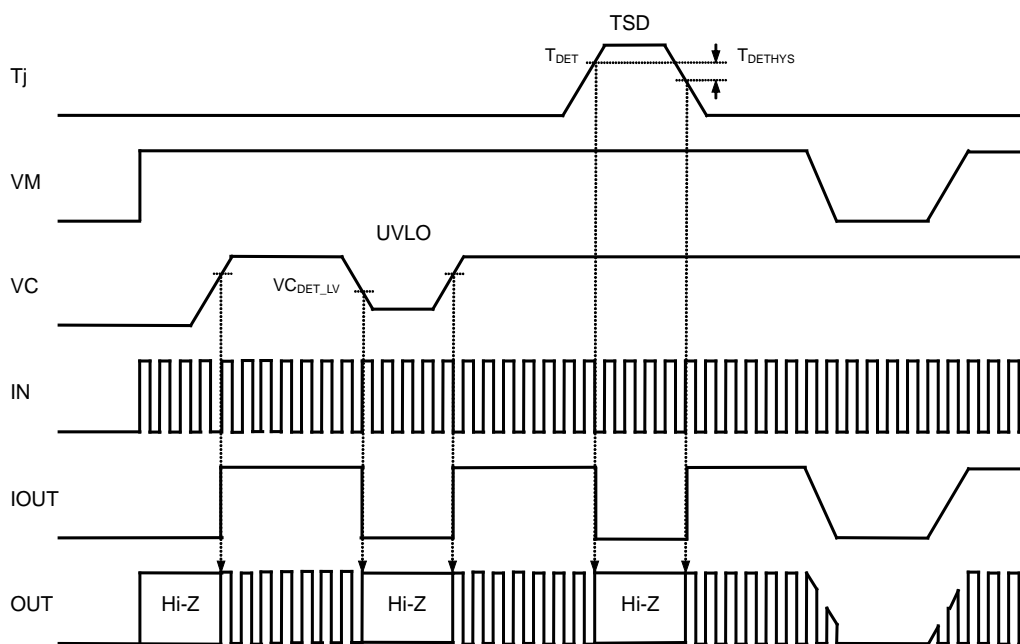


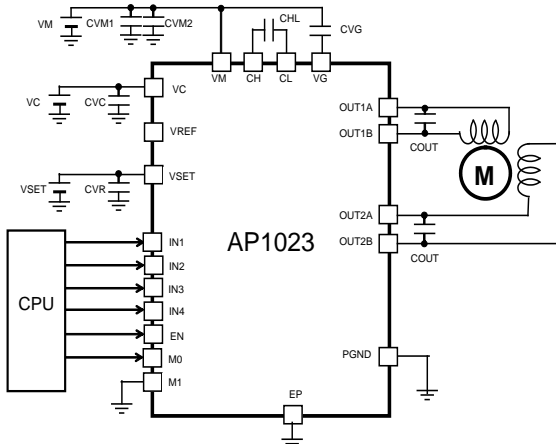
Figure 6. 保護機能タイミングチャート

Note 8. VMとVCの電源投入順に制約はありません。

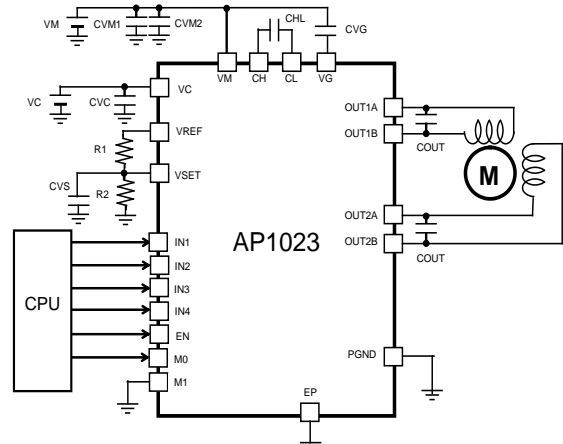
11. 外部接続回路例

■外部接続回路例

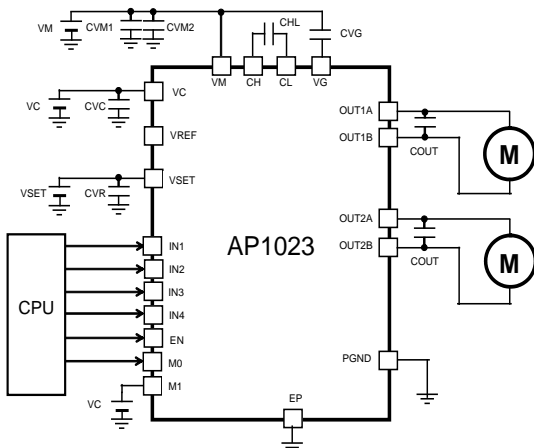
・ステッピングモーター駆動（外部VREF適用）



・ステッピングモーター駆動（内部VREF適用）



・DCモーター駆動（外部VREF適用）



・DCモーター駆動（内部VREF適用）

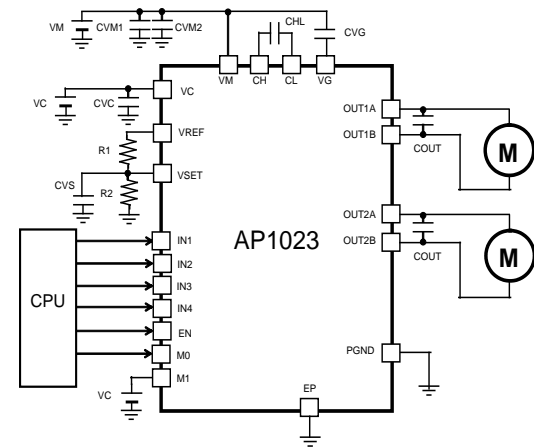


Figure 7. 外部接続回路例

Table 5. Parts List

Item	Value	Unit	Note
CVM1	22	μF	安定化容量
CVM2	1.0	μF	デカップリング容量
CVC	0.1	μF	
CHL	0.1	μF	
CVG	0.1	μF	
CVR	0.1	μF	
CVS	100	pF	
COUT	0.1	μF	
R1	130k	ohm	R1、R2は合計の抵抗値が50kΩ以上となる値を適用してください。
R2	370k	ohm	

Note 9. 上記は推奨例です。お使いの際には事前にお客様のボードでご確認の上最適な値を適用ください。
 Note 10. CVM, CVCの接続容量はお客様ボードでの負荷電流プロファイル、負荷容量、配線抵抗などに応じて適宜調整してください。
 Note 11. プリント基板の配線は、GND領域を強化するようにしてください。
 Note 12. 裏面放熱パッド（ヒートシンク）は、ICのグランドと共有となっていますので、必ず、PCBのグランドへ接続してください。

13. 改訂履歴

Date (YY/MM/DD)	Revision	Page	Contents
16/03/24	00	-	初版

重要な注意事項

0. 本書に記載された弊社製品（以下、「本製品」といいます。）および、本製品の仕様につきましては、本製品改善のために予告なく変更することがあります。従いまして、ご使用を検討の際には、本書に掲載した情報が最新のものであることを弊社営業担当、あるいは弊社特約店営業担当にご確認ください。
1. 本書に記載された情報は、本製品の動作例、応用例を説明するものであり、その使用に際して弊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。お客様の機器設計において当該情報を使用される場合は、お客様の責任において行って頂くとともに、当該情報の使用に起因してお客様または第三者に生じた損害に対し、弊社はその責任を負うものではありません。
2. 本製品は、医療機器、航空宇宙用機器、輸送機器、交通信号機器、燃焼機器、原子力制御用機器、各種安全装置など、その装置・機器の故障や動作不良が、直接または間接を問わず、生命、身体、財産等へ重大な損害を及ぼすことが通常予想されるような極めて高い信頼性を要求される用途に使用されることを意図しておらず、保証もされていません。そのため、別途弊社より書面で許諾された場合を除き、これらの用途に本製品を使用しないでください。万が一、これらの用途に本製品を使用された場合、弊社は、当該使用から生ずる損害等の責任を一切負うものではありません。
3. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、電子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、財産等が侵害されることのないよう、お客様の責任において、本製品を搭載されるお客様の製品に必要な安全設計を行うことをお願いします。
4. 本製品および本書記載の技術情報を、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情報の目的で使用しないでください。本製品および本書記載の技術情報を輸出または非居住者に提供する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他の適用ある輸出関連法令を遵守し、必要な手続を行ってください。本製品および本書記載の技術情報を国内外の法令および規則により製造、使用、販売を禁止されている機器・システムに使用しないでください。
5. 本製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず弊社営業担当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、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようにご使用ください。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、弊社は一切の責任を負いかねます。
6. お客様の転売等によりこの注意事項に反して本製品が使用され、その使用から損害等が生じた場合はお客様にて当該損害をご負担または補償して頂きますのでご了承ください。
7. 本書の全部または一部を、弊社の事前の書面による承諾なしに、転載または複製することを禁じます。