

Bi-CMOS 形リニア集積回路 シリコン モノリシック

TB9051FTG

車載用 PWM 方式 1ch H-Bridge DC ブラシ付きモータドライバ

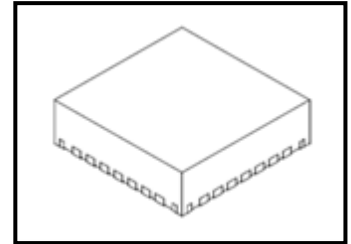
1. 概要

この製品は 車載用 DC ブラシ付きモータの直接駆動が可能な、出力ドライバを内蔵したモータドライバ IC です。

モータ駆動出力は、低オン抵抗を実現した PWM 駆動により高効率駆動が可能です。

PWM1 端子と PWM2 端子により正転/逆転/ブレーキモードの選択ができ、ENABLE 端子 (EN/ENB) によりモータ動作モードとストップモードを選択できます。

また、出力電流容量は 5 A (max) で、スロットルバルブコントロール用、エンジンの各種バルブ用、ドアミラーの格納用、シート位置調整用など幅広い車載アプリケーションに適しています。



P-QFN28-0606-0.65-001

2. 用途

スロットルバルブコントロール用、エンジンの各種バルブ用、ドアミラーの格納用など車載アプリケーション

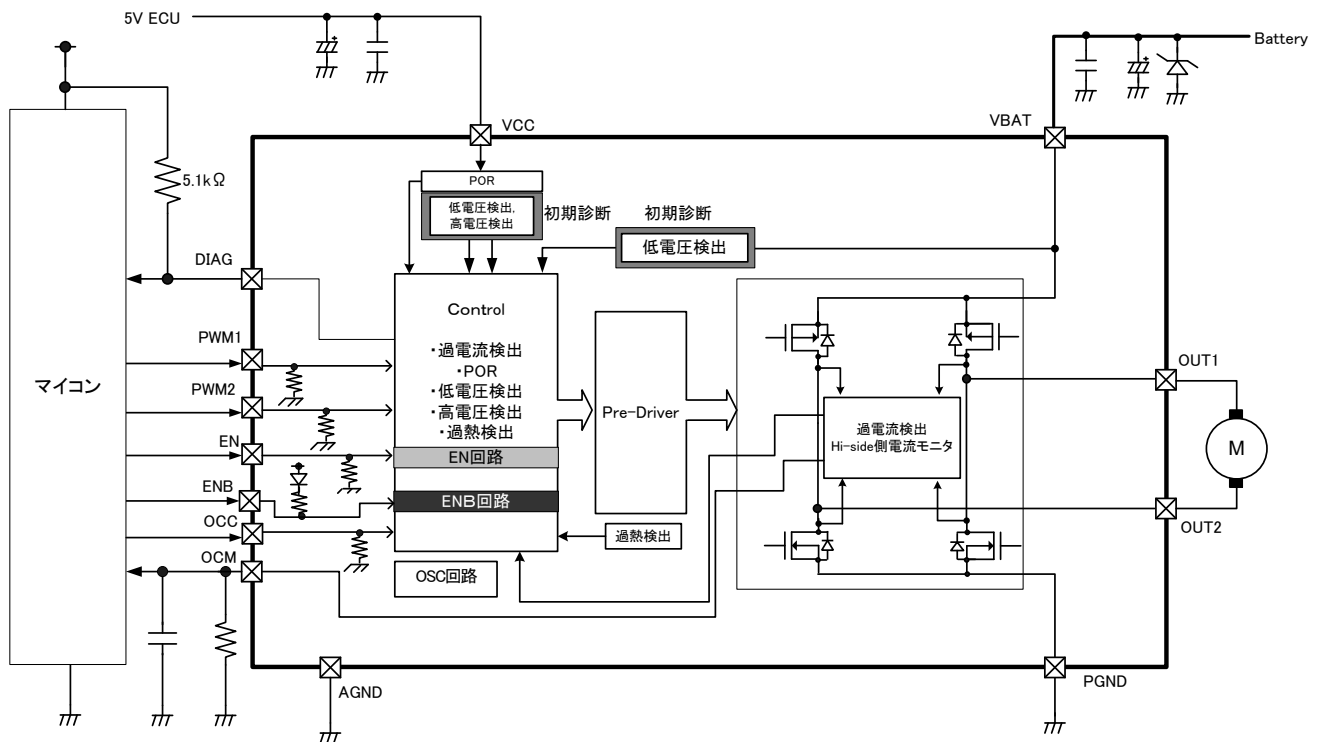
3. 特長

- モータドライバ部 : 1 ch H-Bridge ドライバ
($R_{on}(Pch+Nch) < 0.45 \Omega$ (Max @ $T_j = 150^\circ\text{C}$, $V_{BAT} = 8\text{ V}$)
- 異常検出機能 : 過電流検出、過熱検出、VBAT 低電圧検出、VCC 低電圧検出、VCC 高電圧検出
- 初期診断機能内蔵 : 電源異常検出用回路 (VBAT 低電圧、VCC 低電圧、VCC 高電圧)
- 出力タイプ : PWM 制御出力
- モータ動作 : 正転/逆転/ブレーキ
- 電流リミットコントロール : チョップ電流制限方式
- 出力 High-side 側電流モニタ機能 (OCM 端子)
- DIAG 出力
- 貫通電流防止回路内蔵
- 動作電圧範囲 : $V_{BAT} = 4.5 \sim 28\text{ V}$ (電源電圧最大定格 $40\text{ V (max)} : 0.5\text{ s}$)
- 動作温度範囲 : $T_a = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$
- 小型フラットパッケージ : P-QFN28-0606-0.65-001
- AEC-Q100 適合

・包装箱ラベルに “[G]/RoHS COMPATIBLE”、“[G]/RoHS [[Chemical symbol(s) of controlled substance(s)]”、“RoHS COMPATIBLE” または “RoHS COMPATIBLE, [[Chemical symbol(s) of controlled substance(s)]]>MCV” と記載があれば、本製品はその記載の意味において欧州 RoHS 指令 (2011 / 65 / EU) 対応品です。

4. ブロック図

図 4.1 ブロック図



注：ブロック図内の機能ブロック／回路などは機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。
 また、EN 端子入力と ENB 端子入力の論理をとった信号を各ドライバ出力回路に配線するのではなく、EN および ENB 信号をそれぞれ独立して各ドライバ出力回路に直接接続しております。

5. 端子配置図

ピン配置 (Top View)

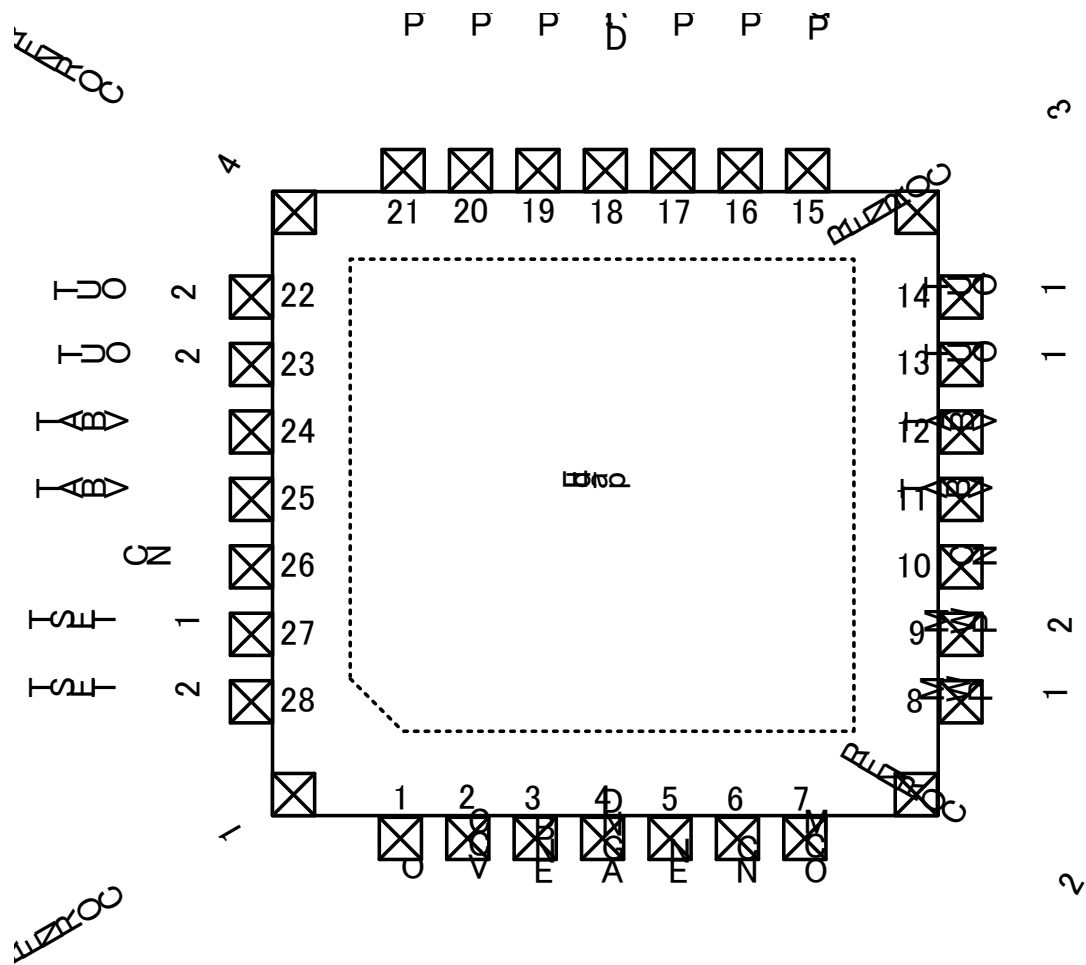


図 5.1 端子配置図

6. 端子説明

端子説明

表 6 端子説明

端子 No.	端子名	端子説明
1	OCC	過電流検出時モータ駆動出力コントロール端子(IC 自身または MCU でモータ 駆動出力を ON/OFF させるか、選択致します)。
2	VCC	5 V 電源端子。内部ロジック用、アナログ用電源。
3	ENB	ドライバの動作許可反転入力端子。
4	AGND	アナログおよびデジタル用グランド端子
5	EN	ドライバの動作許可入力端子。
7	OCM	High-side 側電流モニタ端子。外付け抵抗に発生する電圧から High-side に流れる電流をモニタすることが可能です。
8	PWM1	ドライバ制御信号入力端子1
9	PWM2	ドライバ制御信号入力端子2
11, 12, 24, 25	VBAT	バッテリー電源端子
13, 14	OUT1	Hブリッジドライバ出力端子1
15, 16, 17, 19, 20, 21	PGND	パワーグランド端子(Hブリッジのグランドとして使用)
18	DIAG	ダイアグ信号出力端子 オープンドレインタイプの出力端子
22, 23	OUT2	Hブリッジドライバ出力端子2
27	TEST1	テスト用端子。GND に接続してご使用ください。
28	TEST2	テスト用端子。GND に接続してご使用ください。
6, 10, 26	NC	Open でご使用ください。
C1	CORNER1	E-Pad と接続された端子
C2	CORNER2	
C3	CORNER3	
C4	CORNER4	
—	E-Pad	放熱用の端子

※CORNER1～4 端子および E-Pad 端子は GND に接続してご使用ください。また、出荷テストは行わない端子です。

6.1. 保護素子配置

表 6.1 保護素子配置

端子名称	Pull down /Pull up	I/O	最大定格 [V]	保護素子		保護素子接続先	
				電源側	GND 側	電源側	GND 側
OCC	Pull down	I	6	-	B	-	AGND
ENB	Pull up	I	6	-	B	-	AGND
EN	Pull down	I	6	-	B	-	AGND
PWM1	Pull down	I	6	-	B	-	AGND
PWM2	Pull down	I	6	-	B	-	AGND
OUT1	-	O	40	-	-	-	-
OUT2	-	O	40	-	-	-	-
DIAG	-	O	6	-	-	-	-
OCM	-	O	6	C	B	VCC	AGND
TEST1	Pull down	I	6	-	B	-	AGND
TEST2	Pull down	I	6	-	B	-	AGND
VBAT	-	電源	40	-	A	-	AGND/PGND
VCC	-	電源	6	-	B	-	AGND/PGND
NC	-	-	-	-	-	-	-
PGND	-	GND	-	-	D	-	AGND
AGND	-	GND	-	-	D	-	PGND

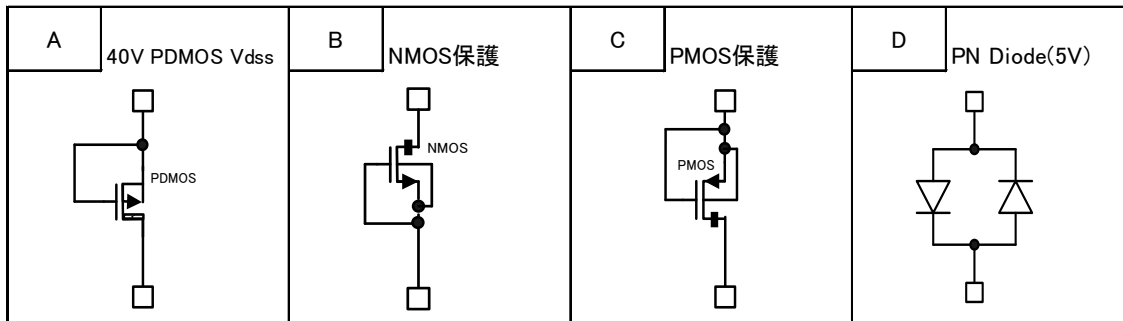


図 6.1 保護素子種類一覧

7. 動作説明

7.1. モータ駆動出力回路

出力回路は、下記ファンクション(表 7.1-1)で動作致します。

以下の表 7.1-1～表 7.1-3 で、X : Don't Care、 H : High、 L : Low、 Z : High Impedance を意味します。

表 7.1-1 モータファンクション

	PWM1	PWM2	EN	ENB	DIAG 端子	OUT1	OUT2
正転	H	L	H	L	H	H	L
ショートブレーキ	L	L	H	L	H	L	L
逆転	L	H	H	L	H	L	H
ショートブレーキ	H	H	H	L	H	L	L
EN Disable	X	X	L	X	L	Z	Z
ENB Disable	X	X	X	H	L	Z	Z
EN Disconnected	X	X	Z	X	L	Z	Z
ENB Disconnected	X	X	X	Z	L	Z	Z
PWM1 Disconnected	Z	L/H	H	L	H	L	L/H
PWM2 Disconnected	L/H	Z	H	L	H	L/H	L

注 1 : 正転から逆転または、逆転から正転にする場合は、必ず間にブレーキを介してからにしてください。壊れる可能性があります。

注 2 : 電流リミットコントロール時では、上記モータファンクション表と動作は異なります。詳細は電流リミットコントロール(7.3)を参照してください。

表 7.1-2 異常時のファンクション動作

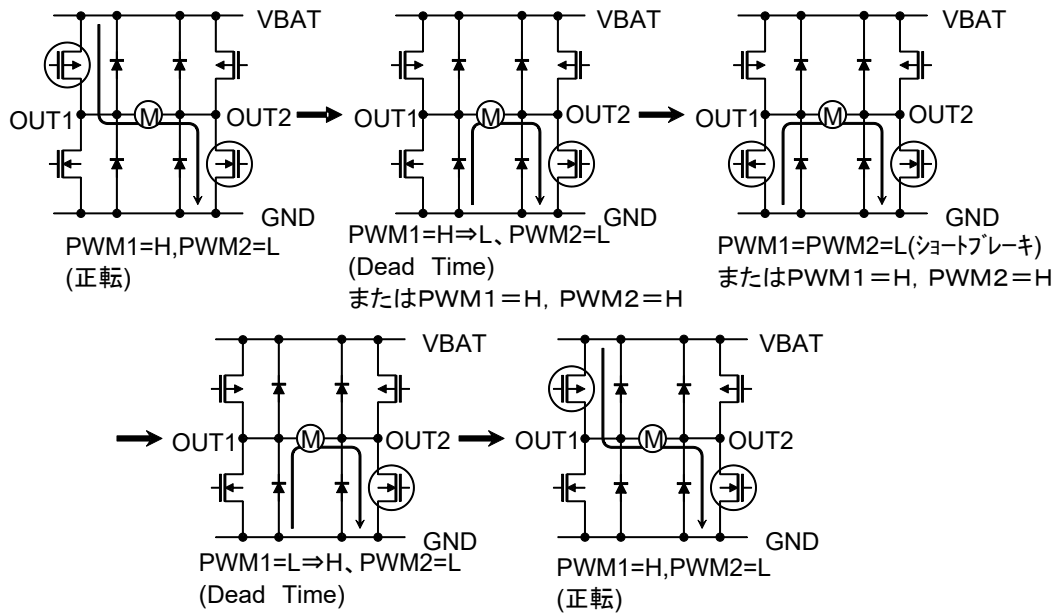
	PWM1	PWM2	EN	ENB	DIAG 端子	OUT1	OUT2
過熱検出 (注)	入力信号に関わらず、出力がOFFになります。				L	Z	Z
過電流検出 (注)					L	Z	Z
VBAT 低電圧検出					L	Z	Z
VCC 低電圧検出					L	Z	Z
VCC 高電圧検出					L	Z	Z

注) 過熱検出回路の検出信号は、VBAT 低電圧以下になると、VBAT 検出前の状態を保持します。
過電流検出回路の検出信号は、VBAT 低電圧以下になると、強制的に未検出状態になります。

表 7.1-3 出力状態

OUT	High-side Driver	Low-Side Driver
H	ON	OFF
L	OFF	ON
High-Z	OFF	OFF

(1) PWM ファンクション (正転の場合) (EN: H, ENB: L)

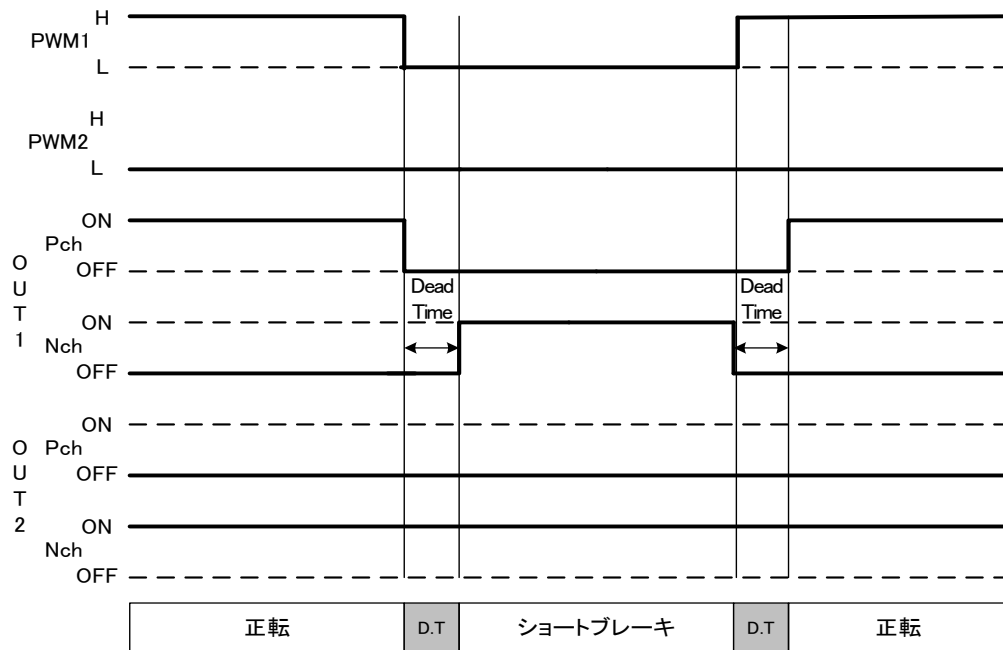


*○印が ON している DMOS Tr を表示しています。

図 7.1-1 PWM ファンクション時の電流経路 (正転の場合)

注：ブロック図内の機能ブロック/回路などは機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

●PWM ファンクション(正転)タイミングチャート (PWM1 = PWM2 = L のショートブレーキ動作時)

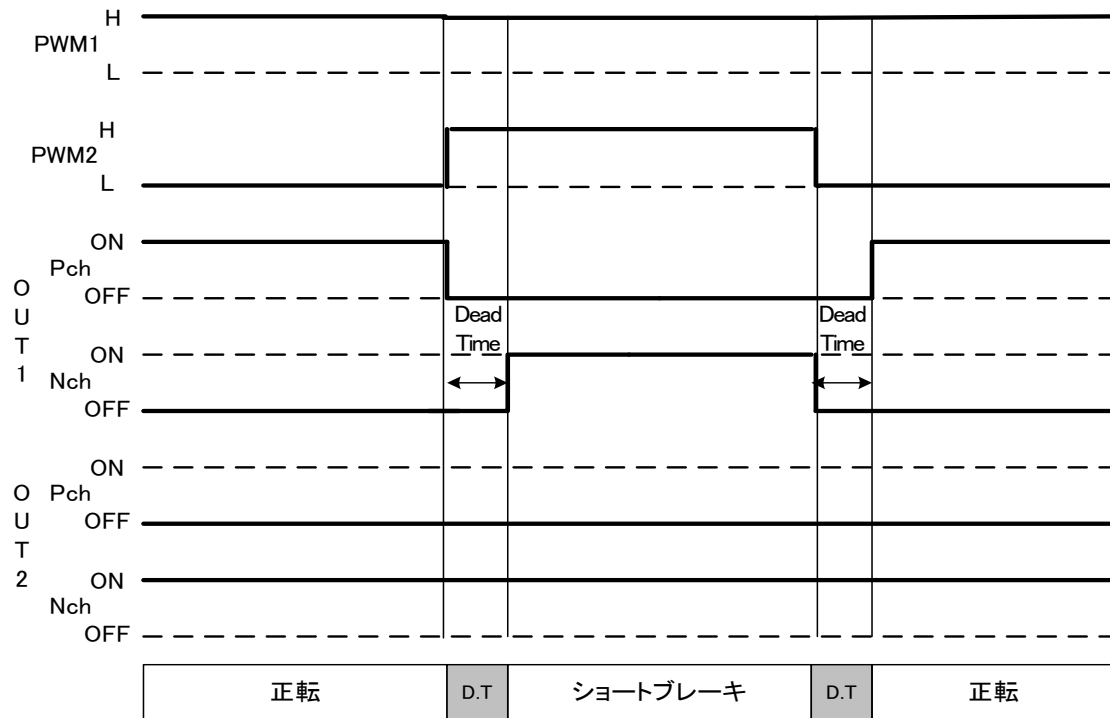


*D.T : Dead Time High-side Pch Tr と Low-side Nch Tr の同時 ON による貫通電流を防ぐために、Pch Tr OFF、Nch Tr OFF 時間 (4 μs (typ.)) を設けています。

図 7.1-2(1) PWM ファンクション (正転) タイミングチャート

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略/簡略している場合があります。

●PWM ファンクション(正転)タイミングチャート (PWM1 = PWM2 = H のショートブレーキ動作時)

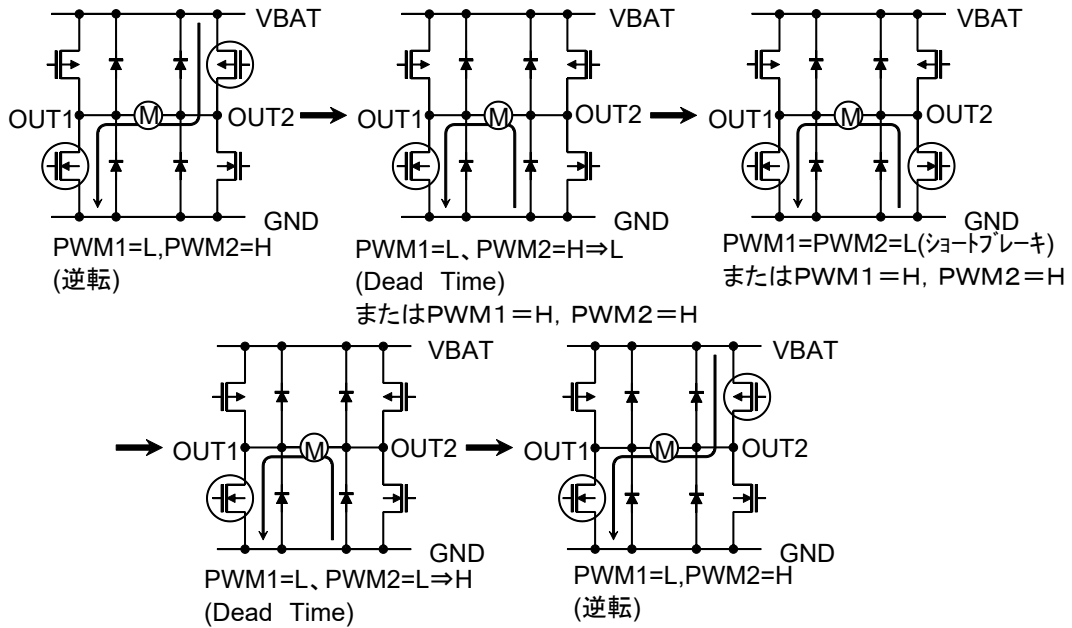


*D.T : Dead Time High-side Pch Tr と Low-side Nch Tr の同時 ON による貫通電流を防ぐために、Pch Tr OFF、Nch Tr OFF 時間 (4 μ s (typ.)) を設けています。

図 7.1-2(2) PWM ファンクション (正転) タイミングチャート

注 : 本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略/簡略している場合があります。

(2) PWM ファンクション (逆転の場合) (EN: H, ENB: L)

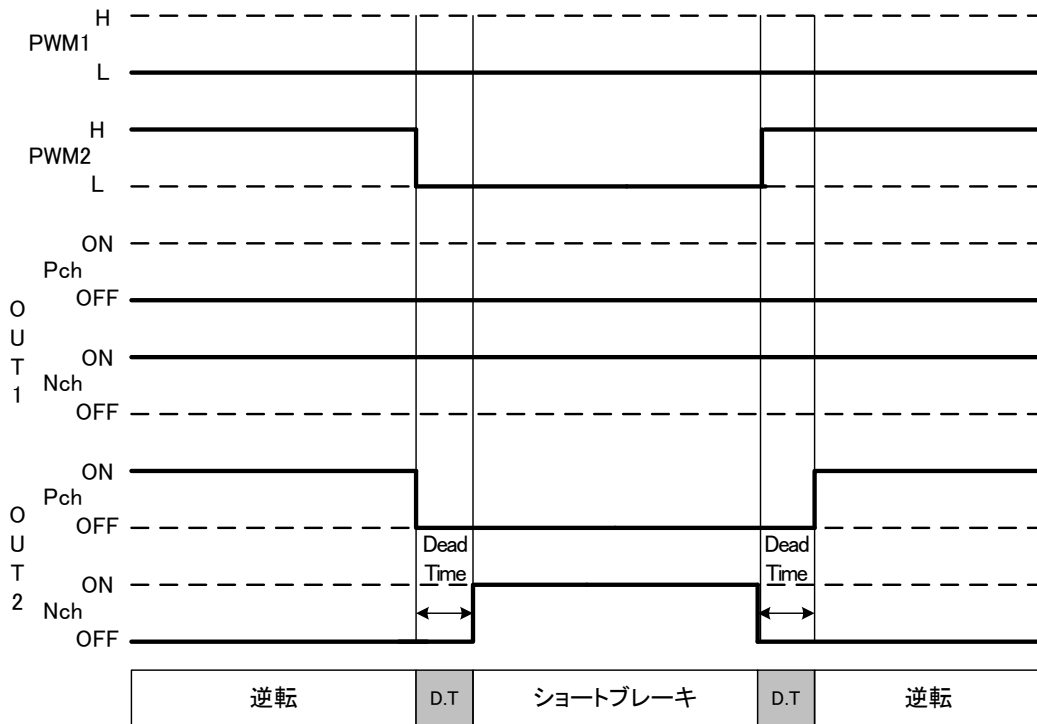


*O印が ON している DMOS Tr を表示しています。

図 7.1-3 PWM ファンクション時の電流経路 (逆転の場合)

注：ブロック図内の機能ブロック/回路などは機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

●PWM ファンクション (逆転) タイミングチャート (PWM1 = PWM2 = L のショートブレーキ動作時)

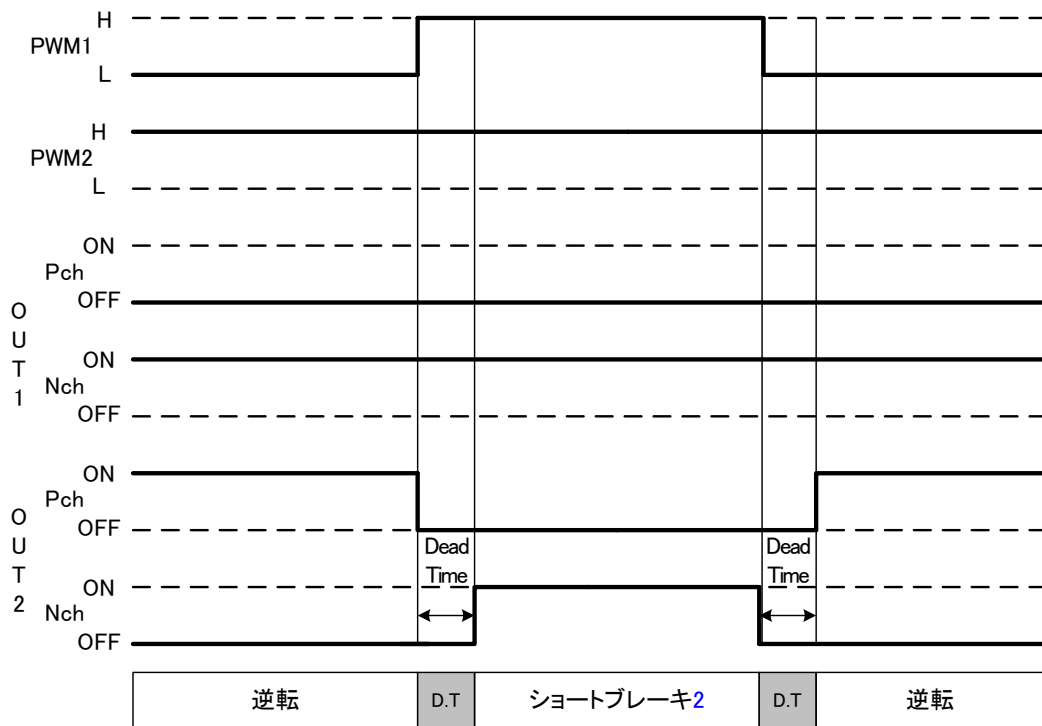


*D.T : Dead Time High-side Pch Tr と Low-side Nch Tr の同時 ON による貫通電流を防ぐために、Pch Tr OFF、Nch Tr OFF 時間 (4 μs (typ.)) を設けています。

図 7.1-4(1) PWM ファンクション (逆転) タイミングチャート

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略/簡略している場合があります。

●PWM ファンクション (逆転) タイミングチャート (PWM1 = PWM2 = H のショートブレーキ動作時)



*D.T : Dead Time High-side Pch Tr と Low-side Nch Tr の同時 ON による貫通電流を防ぐために、Pch Tr OFF、Nch Tr OFF 時間 (4 μs (typ.)) を設けています。

図 7.1-4(2) PWM ファンクション (逆転) タイミングチャート

注 : 本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略/簡略している場合があります。

7.2. DIAG 出力

本端子は、オープンドレインタイプ出力端子となっており、MCU の電源にプルアップ抵抗を接続してご利用ください。下記異常発生時に本端子が“L”を出力致します。

表 7.2 DIAG ファンクション

ファンクション		EN	ENB	DIAG	モータ駆動出力	
				端子	OUT1	OUT2
正常動作	正転	H	L	H	H	L
	逆転	H	L	H	L	H
	ショートブレーキ	H	L	H	L	L
	EN Disable	L	X	L	High-Z	High-Z
	ENB Disable	X	H	L	High-Z	High-Z
異常検出	VBAT 低電圧検出時	X	X	L	High-Z	High-Z
	VCC 低電圧検出時	X	X	L	High-Z	High-Z
	VCC 高電圧検出時	X	X	L	High-Z	High-Z
異常検出 (DIAG 出力ラッチ 有)※1	過熱検出時 (TSD)	X	X	L	High-Z	High-Z
	過電流検出時 (Iovc)	X	X	L	High-Z	High-Z
診断動作 (DIAG 出力ラッチ 有)※2	初期診断、診断リスタート異常時	X	X	L	※3	※3
	初期診断、診断リスタート動作中	X	X	L	High-Z	High-Z
パワーオンリセット動作	VCC 低電圧 POR 検出時	X	X	L	High-Z	High-Z

※1：DIAG の出力ラッチのクリア条件は、過熱検出時は、7.7.1.過熱検出後 DIAG ファンクション解除方法を参照ください。過電流検出時は、7.8.3.過電流検出時（天絡・地絡検出）モータ出力 OFF からの復帰タイミングチャートを参照してください。

※2：DIAG の出力ラッチのクリア条件は、VCC 低電圧 POR 検出、EN Disable、ENB Disable でクリアされます。

※3：初期診断異常時 または、診断リスタート異常値の場合

診断異常で VBAT 低電圧検出状態、VCC 低電圧検出状態、VCC 高電圧検出状態に固着した異常状態の場合は、異常検出状態になり OUT1、OUT2 出力は High-Z 出力になります。

診断異常で VBAT 低電圧検出 未検出状態、VCC 低電圧検出 未検出状態、VCC 高電圧検出 未検出状態に固着した異常状態の場合は、モータ駆動出力 OUT1、OUT2 は、表 7.1-1 モータファンクション に準じた出力を致します。

※4：X：Don't Care、H：High、L：Low、High-Z：High Impedance を意味します。

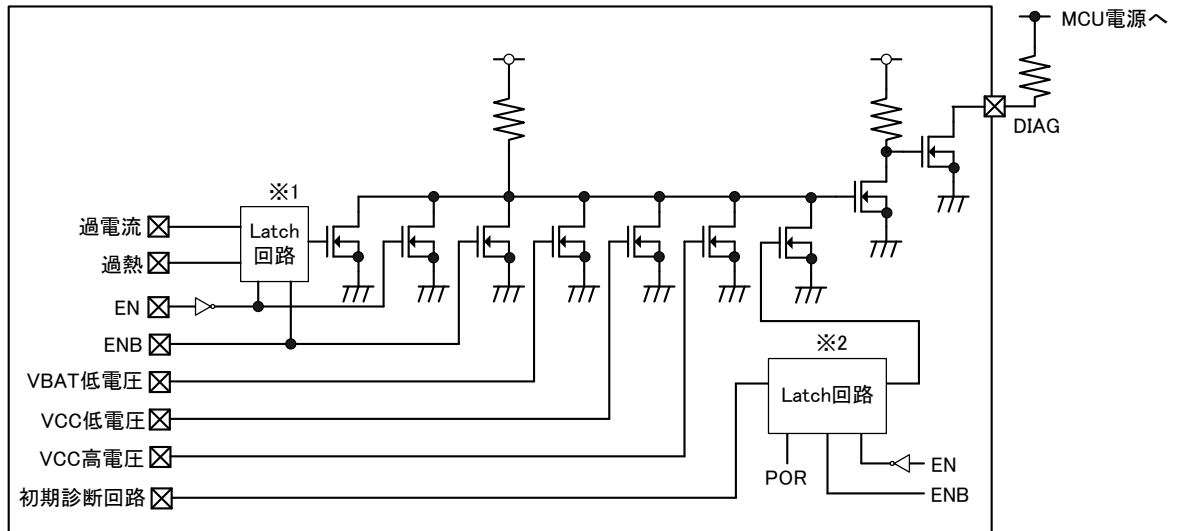


図 7.2-1 DIAG 出力回路構成例

注：ブロック図内の機能ブロック／回路などは機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

過電流検出時および過熱検出時は、DIAG 出力がラッチ (※1) されます(モータ駆動出力も OFF 動作になります)。

過電流回路および過熱検出回路の DIAG 端子の L 出力ラッチ (※1) クリアは、EN 端子立ち上がりエッジまたは ENB 端子立ち下がりエッジでクリアされます。

また、VBAT、VCC 電圧異常に関しては、正常電圧になった場合に自動復帰します。自動復帰は、各電源監視機能の解除電圧を受けて、DIAG 出力は正常動作に戻ります。

異常時のまま電圧 VCC が下がった場合、“L” 保持回路が DIAG 出力 = L を保持します。

初期診断および診断リスタート動作で診断 NG になった場合、DIAG = L をラッチ (※2) します。VCC 低電圧 POR 検出、EN Disable、ENB Disable でこのラッチ (※2) はクリアされます。

7.3. 電流リミットコントロール

本 IC は、電流リミットのコントロールにチョップタイプを採用しており、モータシャフト動作が不能になった場合の、モータロック時の大電流動作時に電流リミットを動作させて、アクチュエータを保護させながら本 IC の損失も低減させる機能です。(天絡・地絡時などは過電流保護回路が別ブロックに用意されています。)

電流リミットコンパレータは、Low-side 側に配置され、しきい値の高い方を I_{lim-H} 、低い方を I_{lim-L} としています。

また、内部にブランキング時間を設けており、それを超えると電流リミットがかかったものとみなします。 I_{lim-H} 値は、6.5 A (typ.)、 $I_{lim-L} = I_{lim-H} \cdot 0.25$ A (typ.) に設定しています。

7.3.1. チョップ型電流リミット制御

以下に、チョップ型電流リミット制御の基本動作について説明致します。

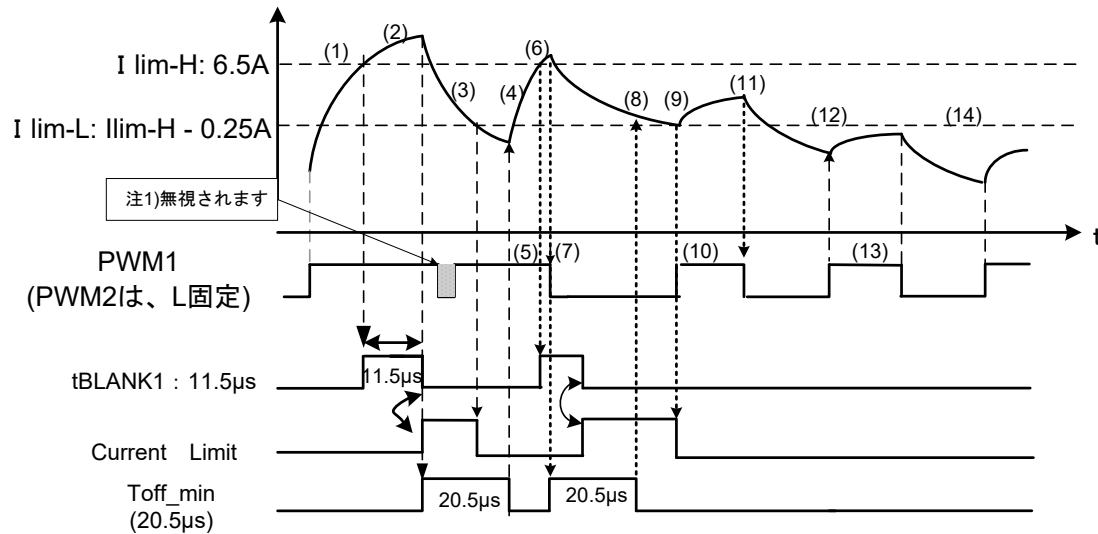


図 7.3-1 チョップ型電流リミット制御

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

<基本動作>

- (1) $I_{lim-H}(6.5A)$ で電流を検出します。
- (2) 検出後 Blanking カウンタがカウント開始。(tBLANK1: 11.5 µs) 時間後、電流が $I_{lim-H}(6.5 A)$ 以上流れているため、tBLANK1 の立ち下がりエッジで Current Limit 信号が立ち上がります。
- (3) Blanking 後、モータ駆動出力を自動的にショートブレーキモード(下側同時 ON)にすることで、電流の回生を行います。また、同時に Toff_min が“H”に上がりカウントスタート。
注 1 の PWM1 信号はこの場合、無視されます(Toff_min が優先されます)
- (4) Toff_min (20.5 µs) 後、 I_{lim-L} を下回っている場合、通常モード(正転)に復帰します。
- (5) PWM1 が“H”になっているため、モータ駆動電流が増加します。

<正転時 PWM 信号が入力された場合>

- (6) Toff_min の立ち下がりモータ動作復帰後、再度 $I_{lim-H} (6.5 A)$ 以上流れていることを検出します。
tBLANK1(12.5 µs)カウンタ開始。
- (7) Blanking 中 PWM1 = L になった場合、ショートブレーキ (下側同時 ON) となり、電流の回生を行います。
- (8) Toff_min (20.5 µs) 後の電流値が、 I_{lim-L} 以上のためショートブレーキを継続。
- (9) I_{lim-L} を検知したため、Current Limit が“L”となり、通常モードへ復帰します。
- (10) PWM が“H”を継続しているため、モータ駆動電流が増加します

<正転時 PWM 信号が入力された場合>

- (11) PWM1 の立ち下がりショートブレーキモードへ移行します。
- (12) PWM1 = H 信号により、通常モードへ復帰します。
- (13) PWM1 が“H”を継続しているため、モータ駆動電流が増加します。
- (14) PWM1 = L 信号により、ショートブレーキモードの動作になりモータ駆動電流が減少します。

7.3.2. 電流リミットコントロール温度調整機能

電流リミットコントロール回路動作でジャンクション温度 T_j が上昇した場合、 T_{war} 温度 ($150^{\circ}\text{C}\sim 170^{\circ}\text{C}$) 検出後電流リミットしきい値を 2.5 A (typ.) に減少させます。

また、 I_{lim-H} のしきい値が下がることで、 I_{lim-L} も同様に下がります。

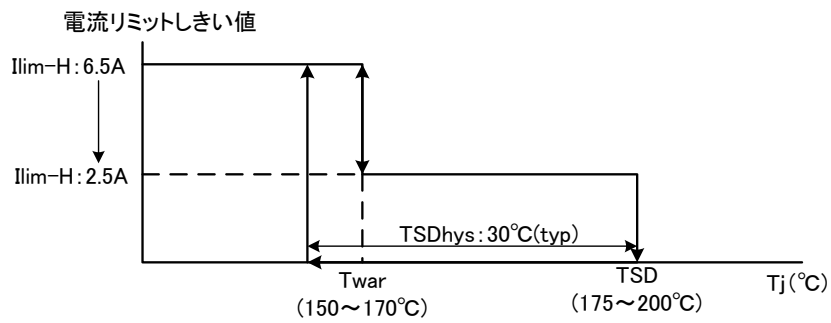


図 7.3-2 電流リミットコントロール温度調整機能

7.3.3. 電流リミットコントロール時電流モニタ箇所

モータ駆動出力の Low-side ドライバ側で検出致します。

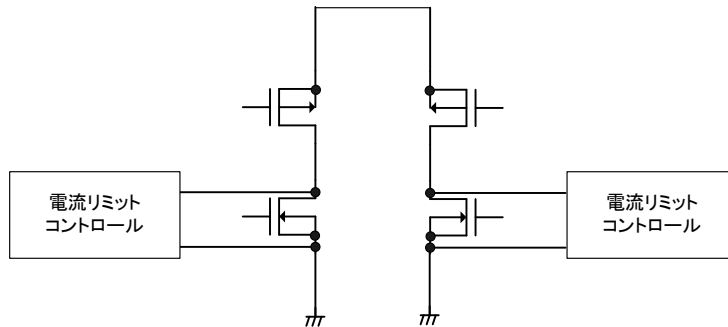


図 7.3-3 電流リミットコントロール時電流モニタ箇所

注：ブロック図内の機能ブロック／回路などは機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

7.3.4. 動作イメージ図

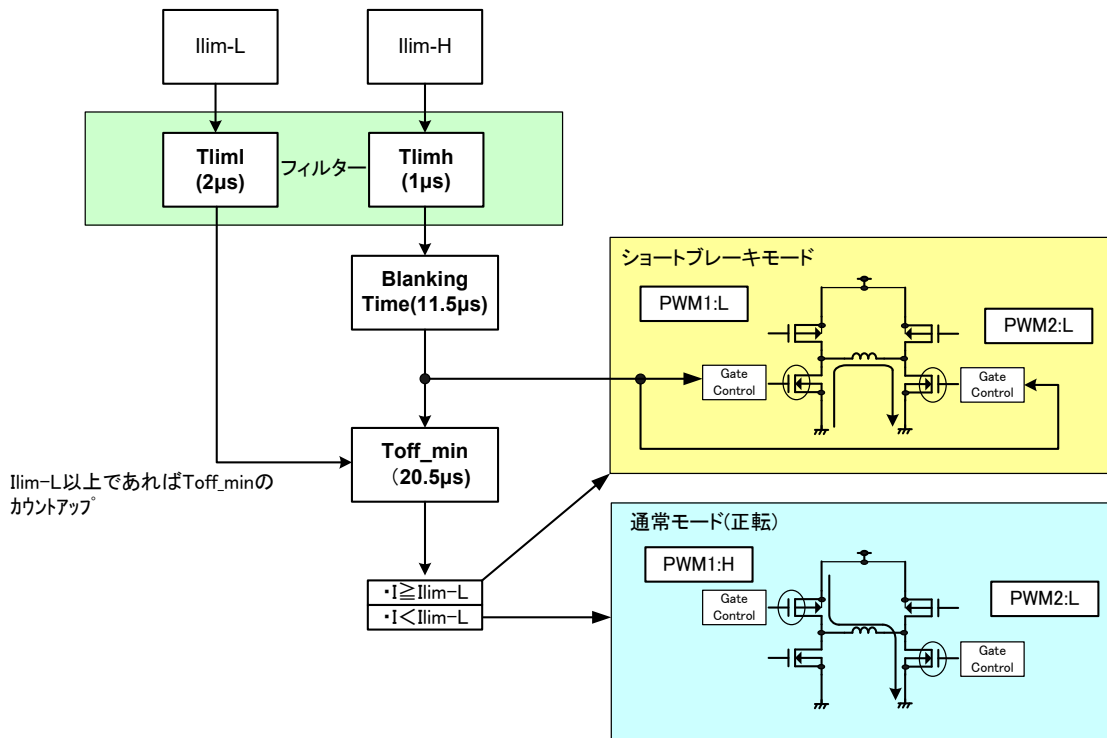


図 7.3-4 電流リミットコントロール回路 動作イメージ図

注：ブロック図内の機能ブロック／回路などは機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

7.4. High-side 側電流モニタ : OCM 端子

モータ駆動出力の H-Bridge 回路の High-side 側(Pch)側に流れる電流(0~6A) をリアルタイムでモニタし、そこに流れる電流値の 0.223% (0~13.38mA) の電流値を出力し、OCM 端子と外付け抵抗 (220Ω*1)を GND 間に挿入することで、電流をモニタすることができます。また、その値を MCU 側に取り込み、モータの状態(例えばモータロックや、動作時の負荷 OPEN、スロットルの角度検出など)を監視することが可能です。

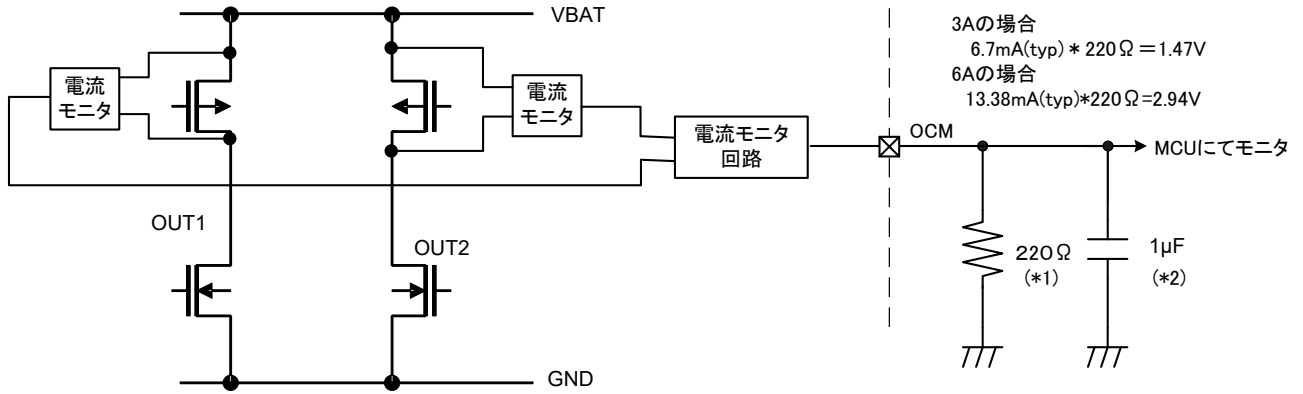


図 7.4-1 High-side 側電流モニタ構成図

注：ブロック図内の機能ブロック／回路などは機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

※抵抗 (220Ω*1)は、MCU(ADC)の電源が 5V の場合を想定しております。

MCU の電源が 5V 以下の場合、抵抗値で調整してご使用願います。

また、外付け抵抗の 220Ω に関しては、抵抗値のばらつきで同時に出力電圧もばらつきますので、十分な評価が必要となりますので、ご注意の程宜しくお願い致します。

※外付けコンデンサ(*2)は、システムの使用目的により接続するか選択してください。

例として 3A が流れている場合の動作を示します。ただし、正転から逆転を繰り返すことは、禁止として、ショートブレーキを挟んで駆動させることが前提となります。

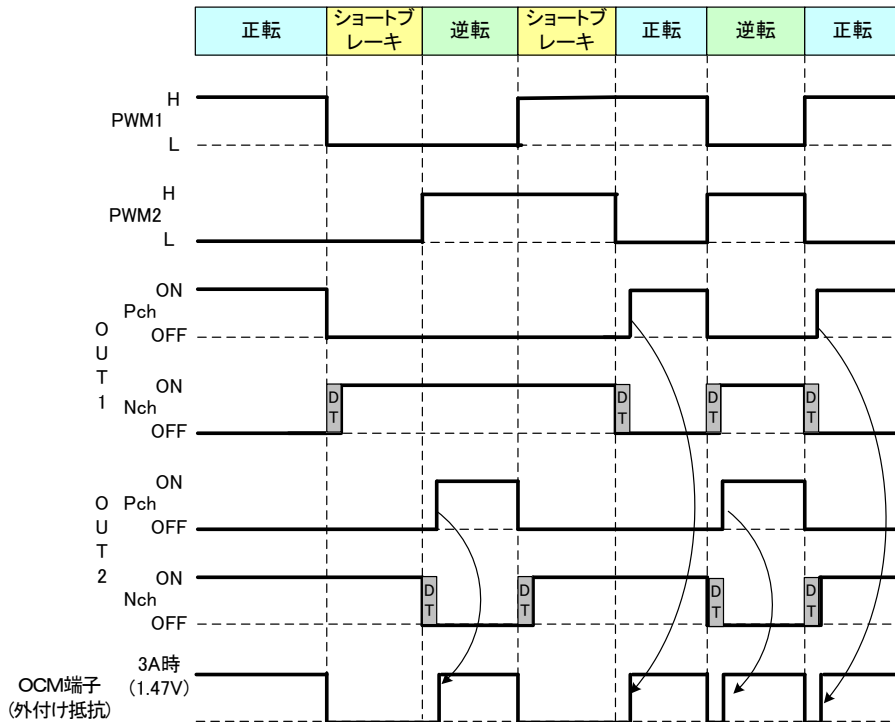


図 7.4-2 High-side 側電流モニタタイミングチャート

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略して

いる場合があります。

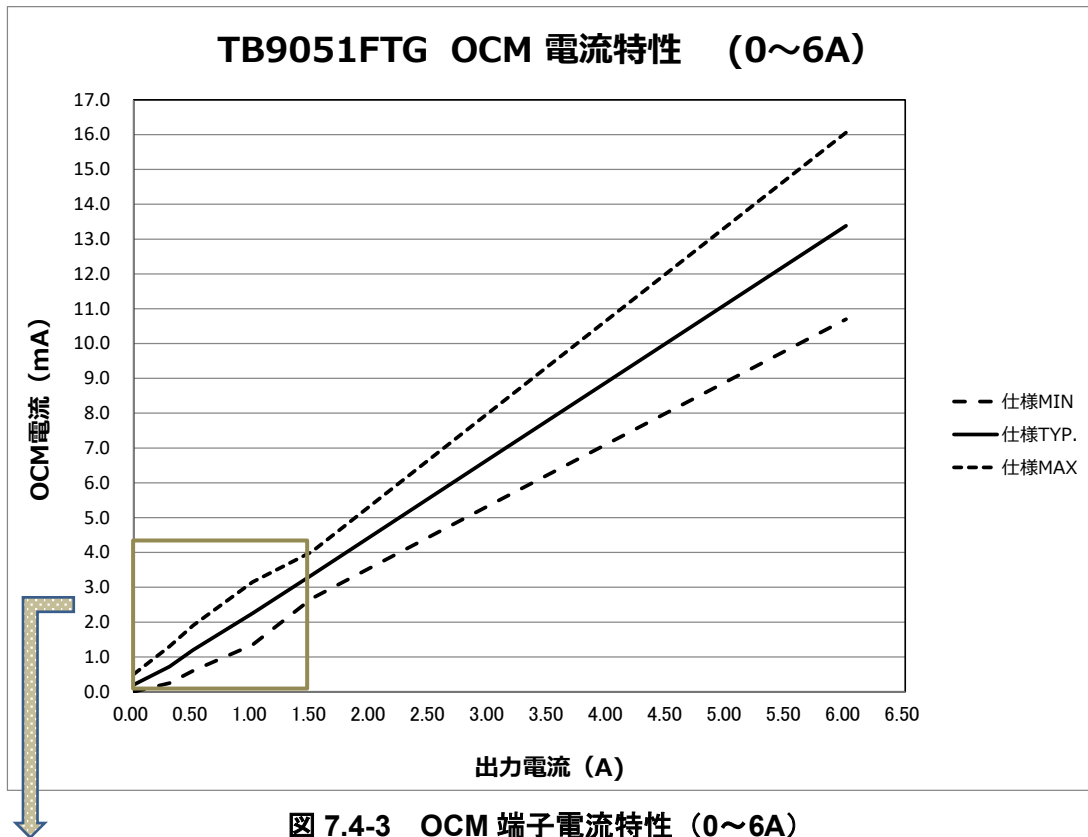


図 7.4-3 OCM 端子電流特性 (0~6A)

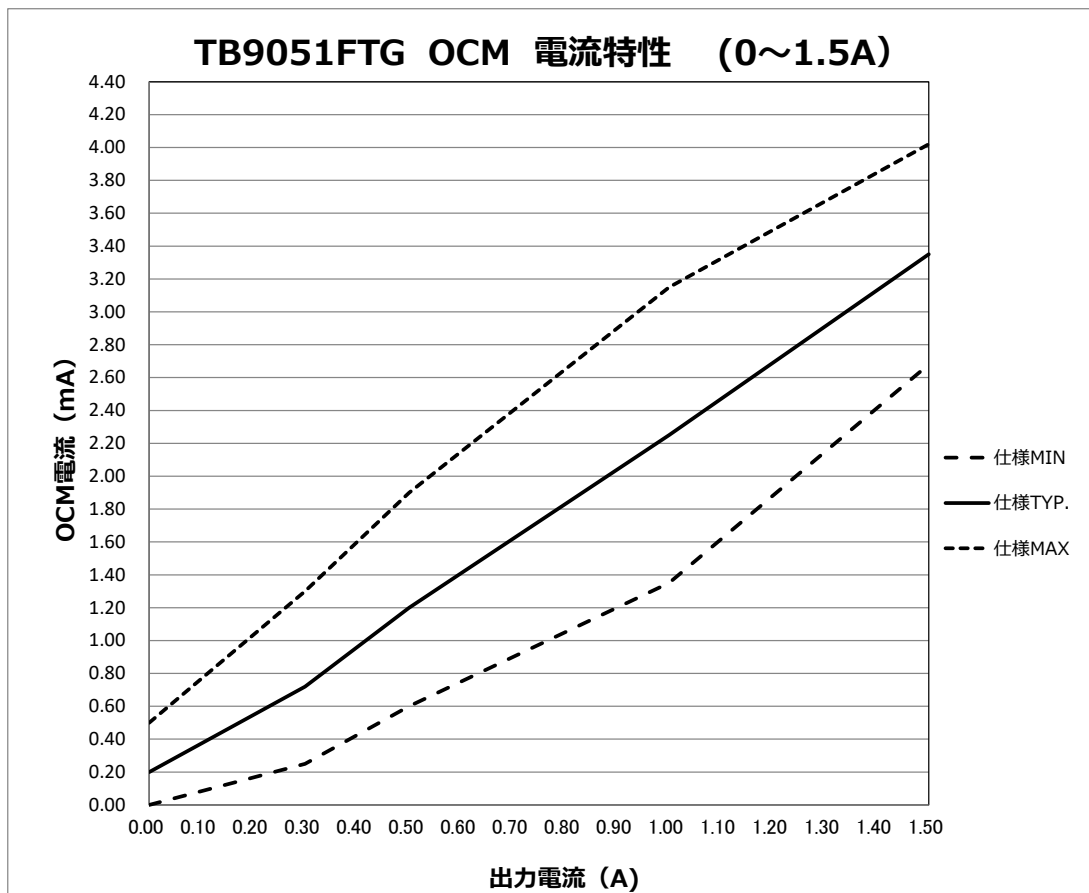


図 7.4-4 OCM 端子電流特性 (0~1.5A)

7.5. OSC 回路(発振回路)

OSC 回路は、内部抵抗と内部コンデンサの CR 発振器で構成され 5 MHz (typ.) の発振を行います。OSC の開始トリガは無く、VCC の立ち上がりに合わせて自動的に発振を開始します。

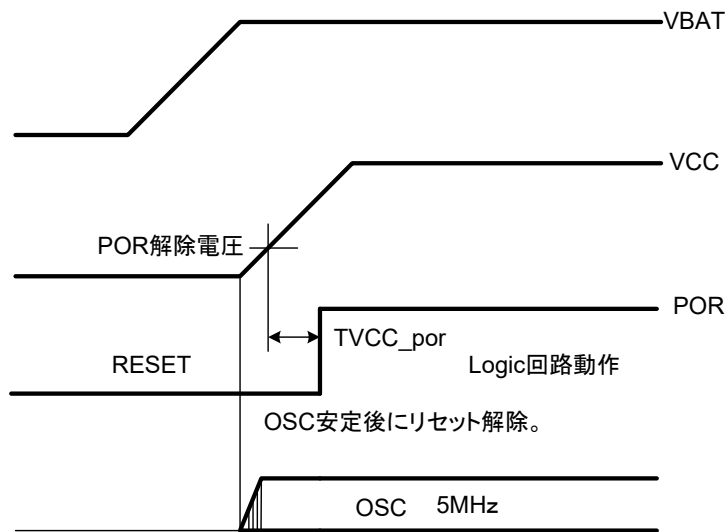


図 7.5-1 OSC 回路起動時動作

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

7.6. 電源監視機能

本 IC は、電源監視機能を内蔵しております。

7.6.1. VBAT 低電圧検出回路

- ・ VBAT 電圧が低下し低下検出電圧以下になった場合、OUT1/2 は、OFF (High-Z 状態)になります。また、チャタリングを防止するためにフィルタ(TVBAT_uv : 2 μs (typ.))を内蔵しています。H-Bridge 回路が VBAT 低電圧検出により OFF (High-Z)状態中でも、VCC 電圧が VCC 低電圧 POR 検出電圧以上であれば、ロジック回路動作は可能です。

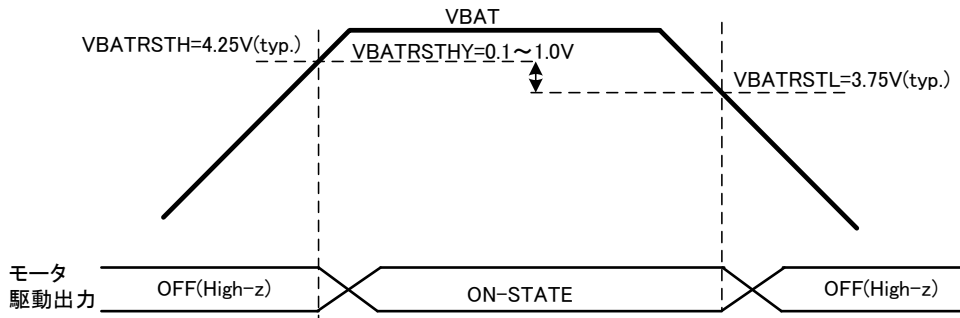


図 7.6.1-1 VBAT 低電圧検出しきい値特性

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

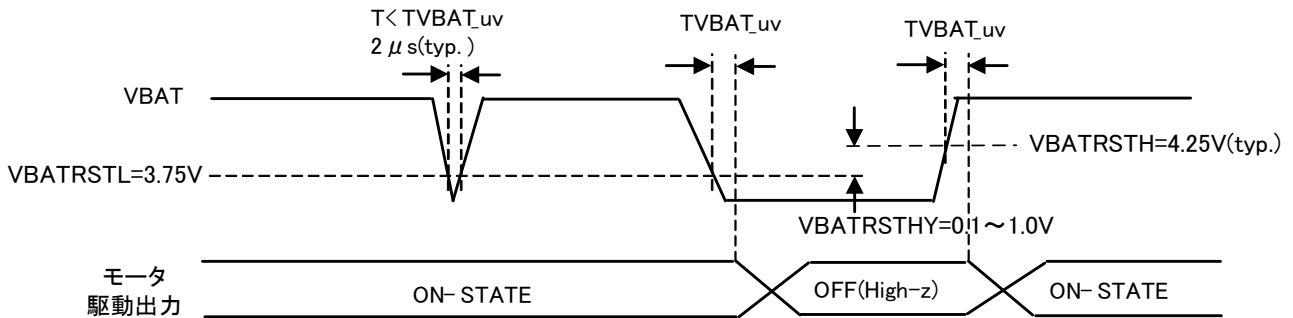


図 7.6.1-2 VBAT 低電圧検出タイミングチャート

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

7.6.2. VCC 低電圧検出回路

VCC 電圧が低下し低下検出電圧以下になった場合、OUT1/2 は、OFF (High-Z 状態)になります。また、チャタリングを防止するためにフィルタ(TVCC_uv:2.5 ms (typ.))を内蔵しています。Logic 回路については、VCCRHL (3.07 V (typ.)) 以下で RESET されます。また、チャタリングを防止するためにフィルタ(TVCC_por:13.0 μs (typ.))を内蔵しています。

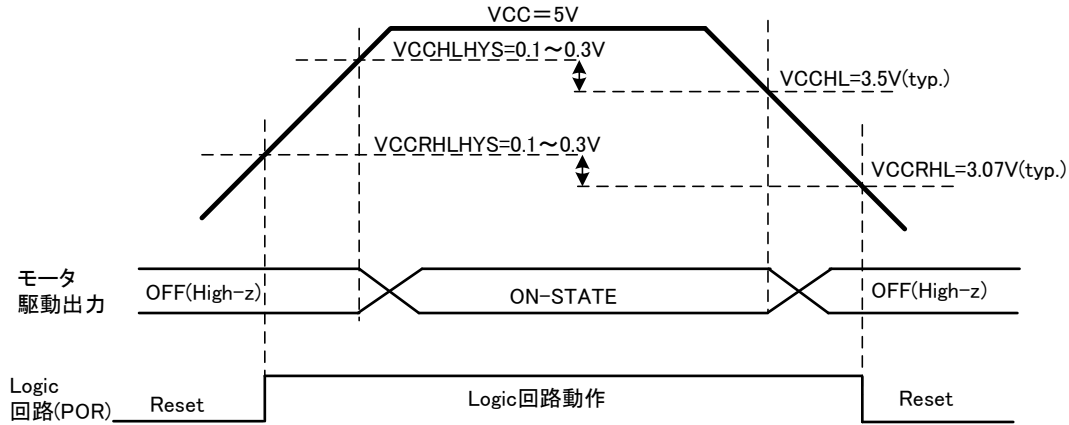


図 7.6.2-1 VCC 低電圧検出および POR しきい値特性

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略/簡略している場合があります。

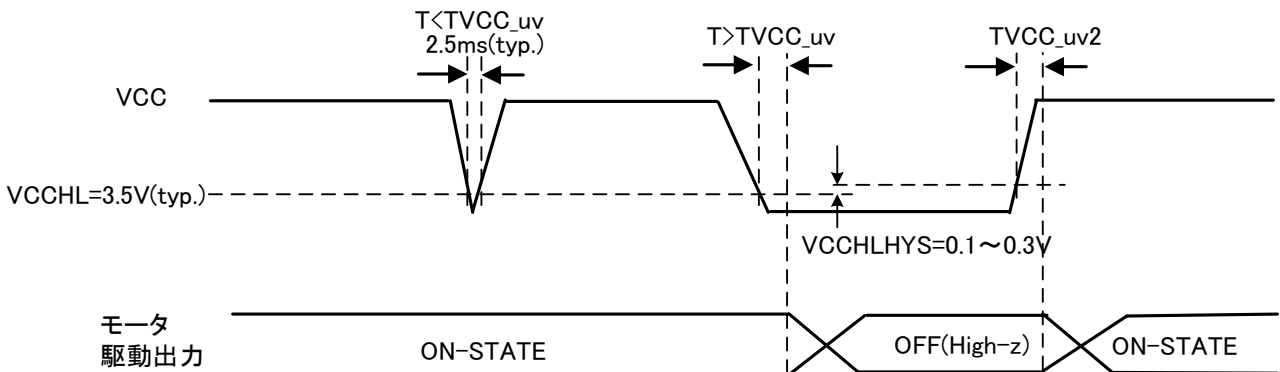


図 7.6.2-2 VCC 低電圧検出タイミングチャート

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略/簡略している場合があります。

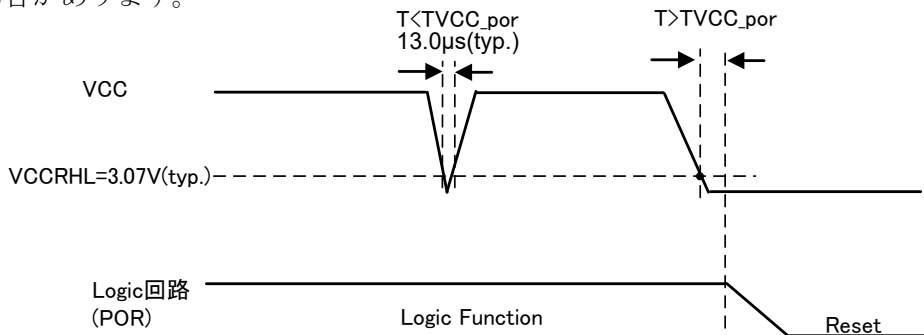


図 7.6.2-3 VCC 低電圧 POR タイミングチャート

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略/簡略している場合があります。

7.6.3. VCC 高電圧検出回路

VCC 電圧が上昇し高電圧検出電圧以上になった場合、OUT1/2 は、OFF (High-Z 状態)になります。また、チャタリングを防止するためにフィルタ(TVCC_up:2.5 ms (typ.))を内蔵しています。モータ駆動出力が VCC 高電圧検出により OFF (High-Z)状態中でも、ロジック回路は動作致します。

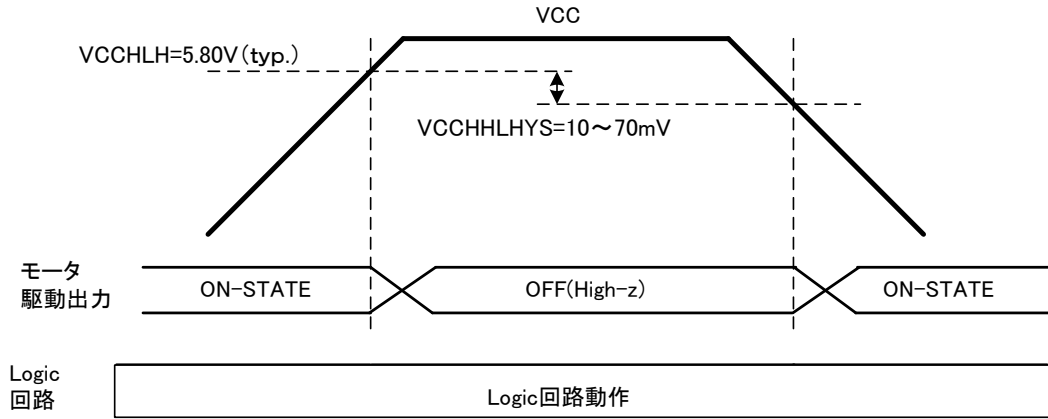


図 7.6.3-1 VCC 高電圧検出しきい値特性

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

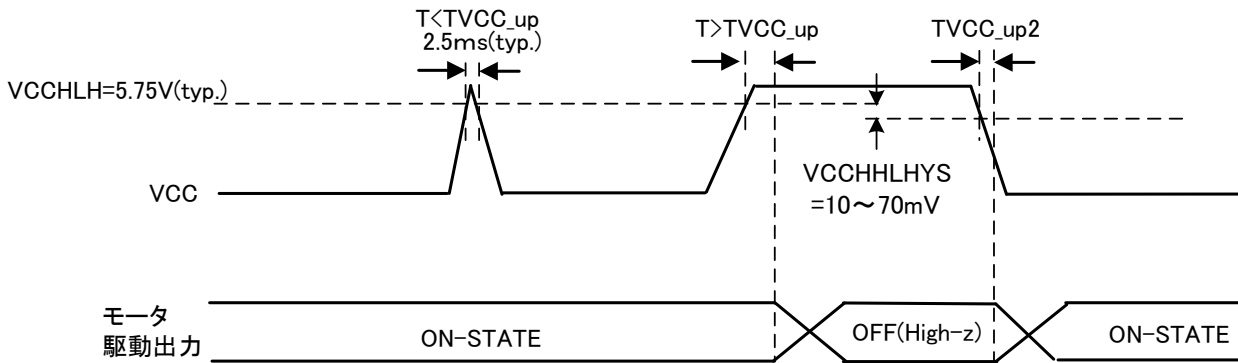


図 7.6.3-2 VCC 高電圧検出タイミングチャート

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

注：VCC 高電圧検出機能は電源電位をクランプする機能ではありません。絶対最大定格以上にならないよう外部で保護が必要です。

7.6.4. VBAT、VCC 電圧異常検出後 DIAG ファンクション解除

VBAT、VCC 電圧異常に関しては、正常電圧になった場合自動復帰します。
自動復帰は、各電源監視機能の異常解除信号を受けて、DIAG 出力は正常動作に戻ります。

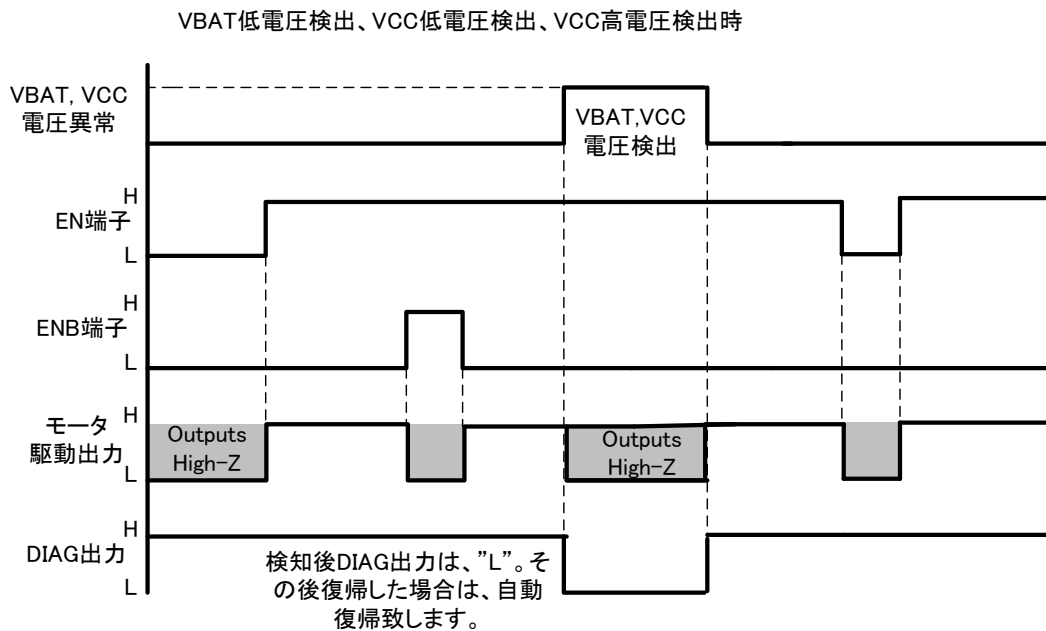


図 7.6-4 VBAT、VCC 電圧異常時の DIAG ファンクション

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

7.7. 過熱検出回路

- (1)本 IC は、過熱検出回路を内蔵しております。TSD 以上の温度になると、モータ駆動出力 OUT1/2 を High-Z 状態にして IC を保護します。
- (2)この時 DIAG 端子から “L” を出力します。
- (3)また、過熱検出機能動作によって TSD-TSDhys 以下に温度が下がっても自動復帰されず、出力は High-Z にラッチした状態を維持します。
- (4)DIAG 出力端子も、異常状態をラッチします。
- (5)DIAG 端子の L 出力ラッチ状態は、EN 端子立ち上がりエッジまたは ENB 端子立ち下がりエッジでクリアされます。
- (6)過熱検出時のチャタリング防止のため、フィルタ回路が内蔵されています。

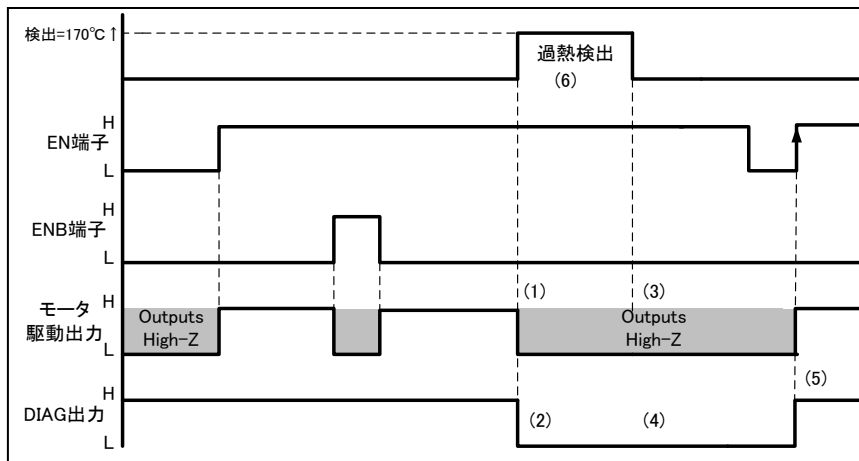


図 7.7 過熱検出動作タイミングチャート

- 注：過熱検出回路の検出信号は VBAT 低電圧以下になると VBAT 検出前の状態を保持します。
 過熱検出回路の検出信号は、初期診断中、リスタート中とも検出信号を強制的に未検出状態にします。
 注：TSD 発生時 PWM 入力は無効になります。

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

- 注：本製品の絶対最大定格の保証保存温度範囲は 150°C (Max)です。この温度を越えての保存、使用はその後の IC の正常動作を保証できないだけでなく発煙、発火を起こす場合もあります。如何なる場合もこの温度を超えての保存、使用はお避けください。
 また、本 IC は下記の過熱検出機能を内蔵していますが、この機能は本 IC の温度を過熱検出シャットダウン温度(TSD)以下に抑えるものではなく、また動作保証範囲外の機能であり補助的なものとしてお考えください。
 (本機能につきましては出荷時、個々に実温度での TEST はしておりません。TEST 機能で擬似的に検出回路動作の確認だけ行っております)

7.7.1. 過熱検出後 DIAG ファンクション解除方法

DIAG 端子の L 出力ラッチは、EN 端子立ち上がりエッジまたは ENB 端子立ち下がりエッジでクリアされます。

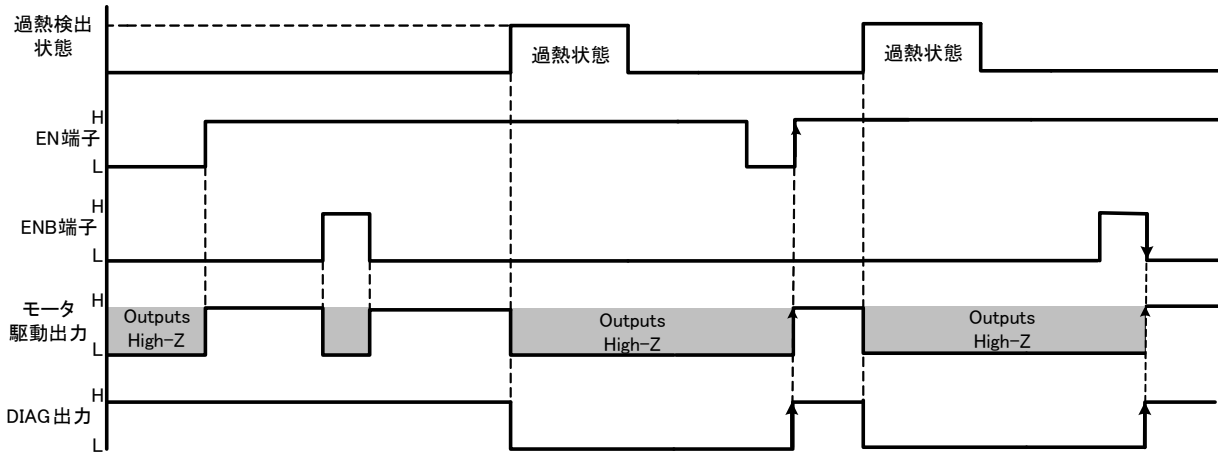


図 7.7-1 過熱検出時の DIAG ファンクション

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

7.8. 天絡・地絡、負荷ショート時過電流検出回路

本 IC は各モータ駆動出力の High-side、Low-side ドライバごとに過電流検出を内蔵しております。そのため、各モータ駆動出力端子が天絡、地絡、負荷ショートの場合、過電流しきい値(11A(typ.))を超えた場合、過電流検出回路が動作してモータ駆動出力を OFF します。OUT1/OUT2 端子の High-side/Low-side ドライバ全てが OFF 致します。

また、同時に DIAG 端子から “L” を出力致します。

OCC(オーバカレントコントロール)端子を “H” または “L” に設定することで、2つのモードに対応致します。

注：過電流検出回路の検出信号は VBAT 低電圧以下になると強制的に未検出状態にします。

過電流検出回路の検出信号は、初期診断中、リスタート中とも強制的に未検出状態にします。

7.8.1. OCC ; H の場合

- モータ駆動出力が天絡・地絡した場合、オーバカレント(I_{ovc})のしきい値で $t_{BLANK2} = 1 \mu s$ 程度を設け、ノイズなどによる誤動作防止時間を設定し、それ以上流れていると出力を OFF します。500 ms (typ.) 時間がたつと自動復帰を行い、外部の MCU から指示があるまでそれを繰り返します。また、自動復帰した際に出力電流が正常範囲内の場合は、OUT1/OUT2 出力は通常動作に復帰します。
- MCU からの指示で出力を OFF します。
MCU から信号は、EN 端子/ENB 端子に入力します。
- OFF からの復帰は MCU からの入力指示で各ファンクション再起動します。
EN の立ち下がりの 1 パルス、あるいは ENB 立ち上がりの 1 パルスで各ファンクション再起動します。
- また、 t_{BLANK2} が動作した場合は、 t_{BLANK1} を無視して t_{BLANK2} を優先して動作します。
(t_{BLANK1} : 7.3.1.チョッパ型電流リミット制御の項を参照してください。)

<OCC 端子 “H” の場合 1 (例 : Low-side)>

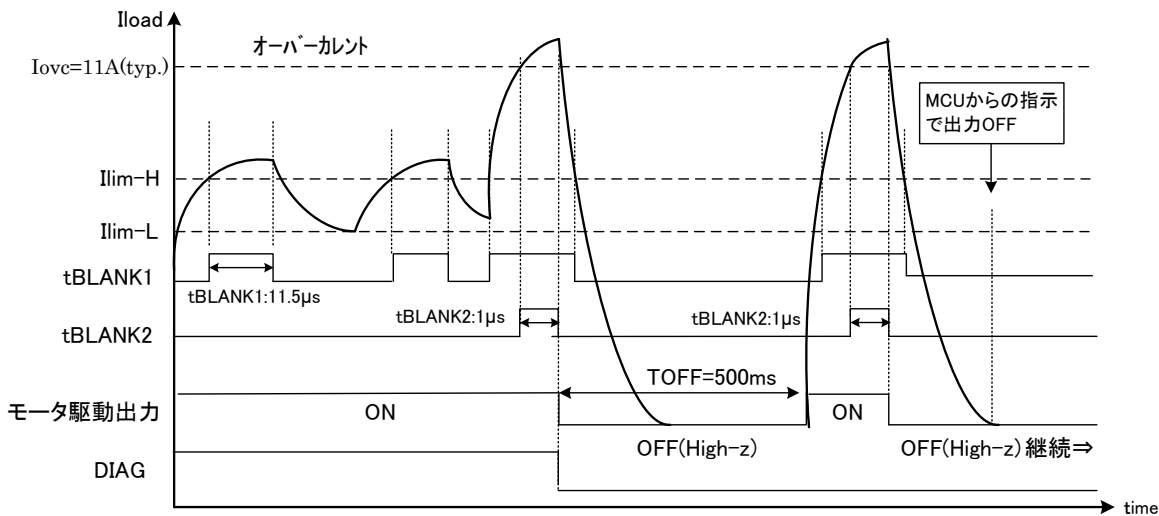


図 7.8-1(1) 天絡・地絡、負荷ショート時過電流検出動作タイミングチャート 1 (OCC = High)

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略/簡略している場合があります。

<OCC 端子 “H” の場合 2 (例 : Low-side)>

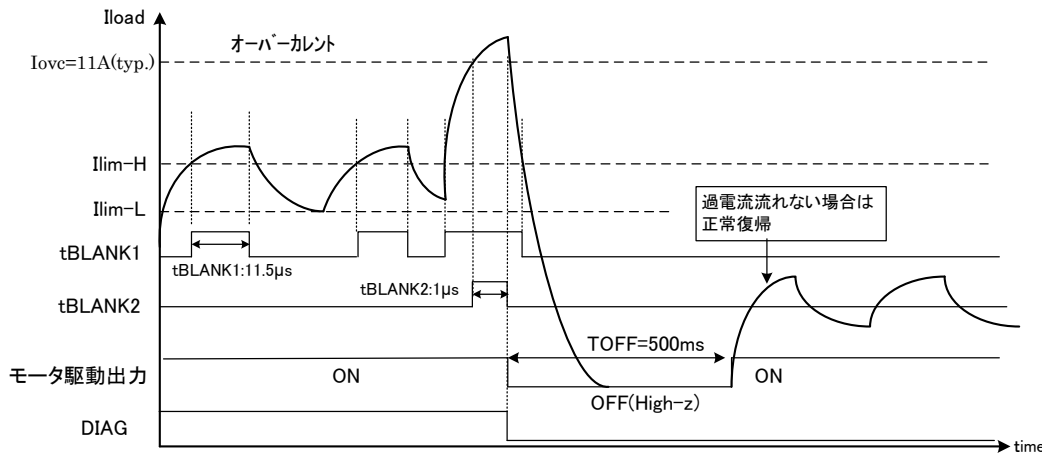


図 7.8-1(2) 天絡・地絡、負荷ショート時過電流検出動作タイミングチャート 2 (OCC = High)

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

7.8.2. OCC ; L の場合

- ・モータ駆動出力が天絡・地絡した場合、オーバカレント(Iovc)のしきい値で tBALNK2 = 1 µs 程度を設け、ノイズなどによる誤動作防止時間を設定し、それ以上電流が流れていると出力を自動的に OFF します。
- ・OFF からの復帰は MCU からの入力指示で各ファンクション再起動します。
EN の立ち下りの 1 パルス、あるいは ENB 立ち上りの 1 パルスで各ファンクション再起動します。
- ・また、tBLANK2 が動作した場合は、tBLANK1 はキャンセルされます。

<OCC 端子 “L” (例 : Low-side)の場合>

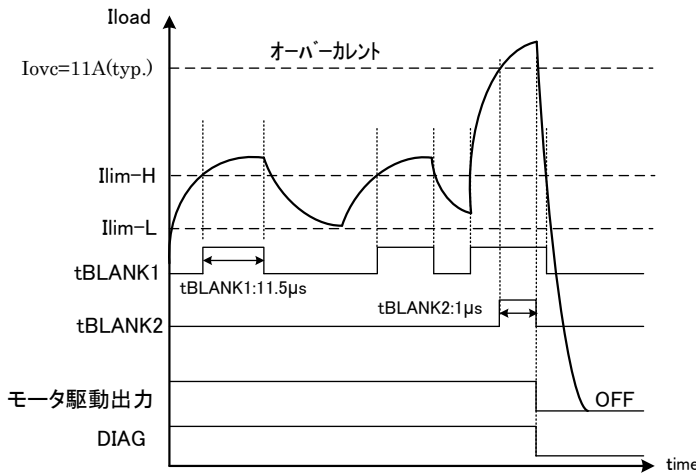


図 7.8-2 天絡・地絡、負荷ショート時過電流検出動作タイミングチャート(OCC = Low)

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

7.8.3. 過電流検出時(天絡・地絡検出) モータ出力 OFF からの復帰タイミングチャート

DIAG 端子の L 出力ラッチ状態は、EN 端子立ち上がりエッジまたは ENB 端子立ち下がりエッジでクリアされます。

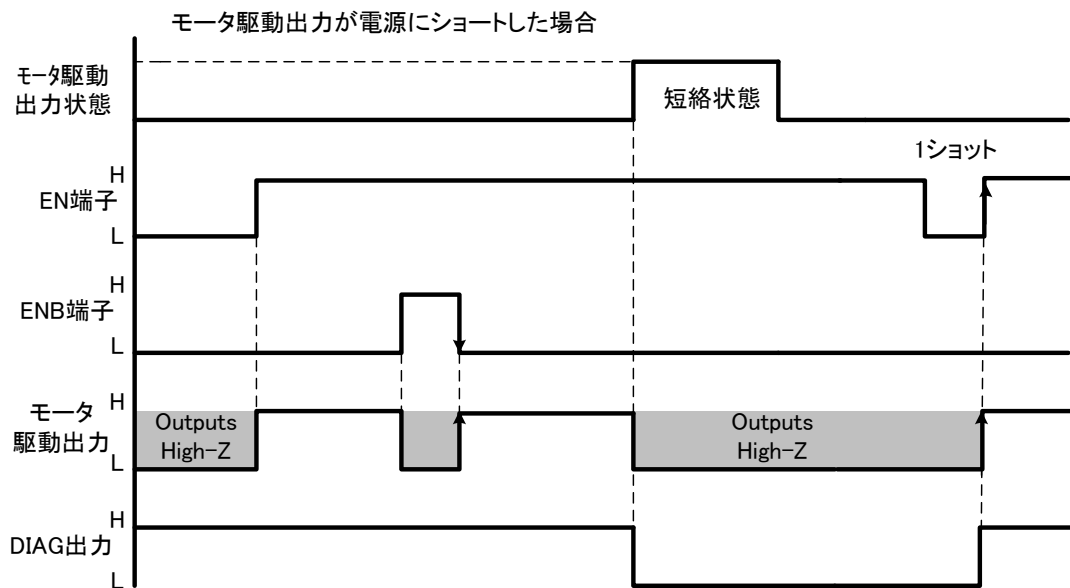


図 7.8-3 天絡・地絡、負荷ショート時、OFF からの復帰タイミングチャート

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

注：本検出回路は、出力短絡などの異常状態を一時的に回避する機能であって、IC が破壊しないことを保証するものではありません。したがって、出力短絡および出力の天絡時、地絡時に IC 破壊の恐れがありますので、出力ライン、VBAT、VCC、GND ラインの基板引き回しの設計は十分注意してください。

7.9. 回生動作

VBAT 低電圧検出動作、VCC 高電圧検出動作、VCC 低電圧検出動作、TSD 検出動作、過電流検出動作時に出力 (OUT1、OUT2) を High-Z 出力させる動作前に、コイル電流を VBAT、GND へ流し、コイル電流を減衰させる回生動作を行います。

回生動作は、下側回生動作 (OUT1 Nch ON、OUT2 Nch ON) と上側回生動作 (OUT1 Pch ON、OUT2 Pch ON) の 2 種類があります。

上側回生動作 (OUT1 Pch ON、OUT2 Pch ON) は、OUT1/OUT2 天絡時の回生動作になります。その他の検出動作時は、下側回生動作 (OUT1 Nch ON、OUT2 Nch ON) になります。

注：VCC 電圧が低下して VCC 低電圧 POR 検出が検出された場合は、回生動作はせず出力を High-Z にします。

注：Pch 過電流検出および Nch 過電流検出が発生した場合は、OUT1,OUT2 出力を全て OFF します。

7.10. 初期診断および診断リスタートシーケンス動作

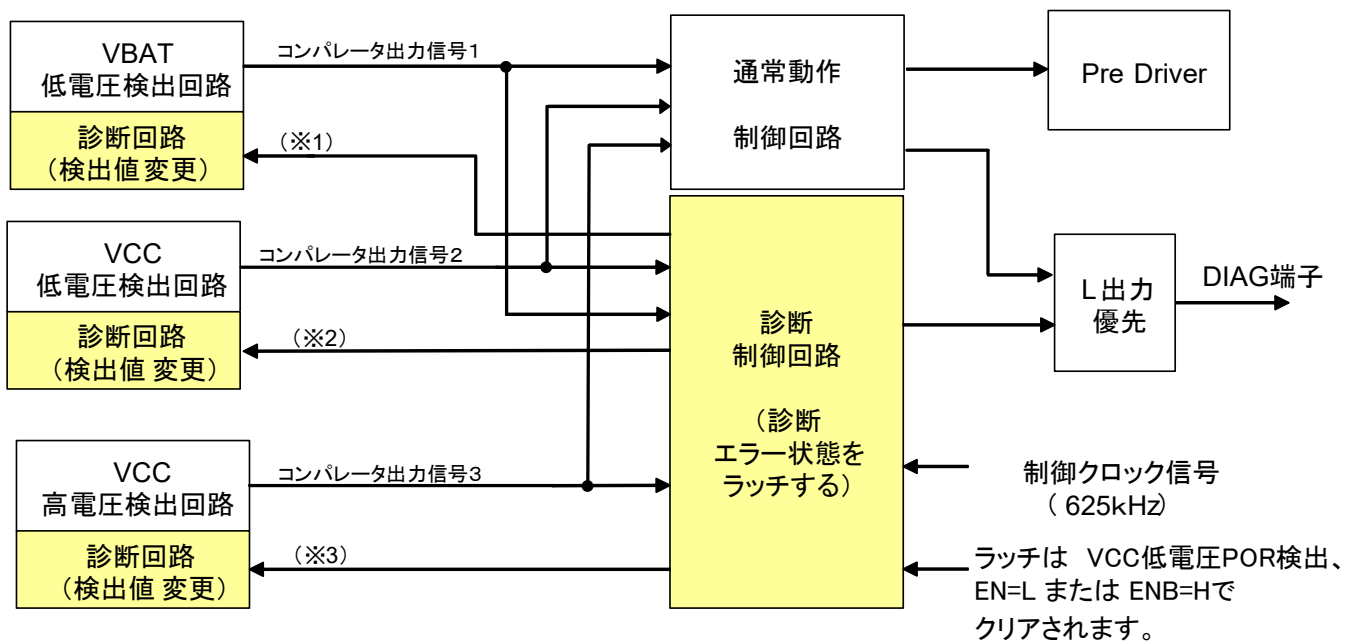
電源監視回路（VBAT 低電圧検出、VCC 低電圧検出、VCC 高電圧検出）の各コンパレータの正常状態と異常状態を、しきい値を変更して動作の確認を行う診断機能が内蔵されています。

診断機能のスタートする条件として2種類あります。1つは、VBAT 電源、VCC 電源の立ち上げ時にスタートします（初期診断）。もう1つは EN:H、ENB:L 状態から EN:L または ENB:H に変化し IC が Disable 状態になった場合にスタートします（診断リスタート）。

初期診断は電源立ち上がり VCC 低電圧検出 POR 解除後、電源監視回路の各コンパレータが正常状態（未検出状態）でスタートします。VBAT 電源、VCC 電源の立ち上がりが遅い場合は、各コンパレータが正常状態（未検出状態）になるまで待つてスタートします。

診断リスタートは、EN 端子または ENB 端子により IC が Disable 状態になり電源監視回路の各コンパレータが正常状態（未検出状態）でスタートします。初期診断および診断リスタートの診断時間は、約 80 μ s です。

診断動作中は、EN、ENB 端子入力は受け付けず、OUT1、OUT2 出力は High-Z 出力、DIAG は L 出力になります。診断動作終了後 EN が H 入力および ENB が L 入力に診断結果を DIAG 端子に出力します。コンパレータが正常な場合は DIAG を H 出力、異常があった場合は DIAG を L 出力します。DIAG の L 出力は、初期診断制御回路でラッチされます。ラッチ結果は VCC 低電圧 POR 検出するまで、または、診断リスタート動作までラッチされます。



※1~3: 初期診断・通常動作 しきい値切り替え信号(診断リスタート動作も同じ)

H: 診断用しきい値 ⇒ VCC、VBAT 通常電圧で“検出状態”

L: 通常動作しきい値 ⇒ VCC、VBAT 通常電圧で“未検出状態”

図 7.10-1 初期診断、診断リスタートシーケンス動作構成図

注：初期診断動作で VBAT 電源または VCC 電源の立ち上がりが遅い場合に、電源のゆれが影響して診断中に未検出と検出が発生し初期診断が NG となり DIAG が L 出力になる可能性があります。このような場合は、診断リスタート機能でコンパレータの診断を再度実施ください。

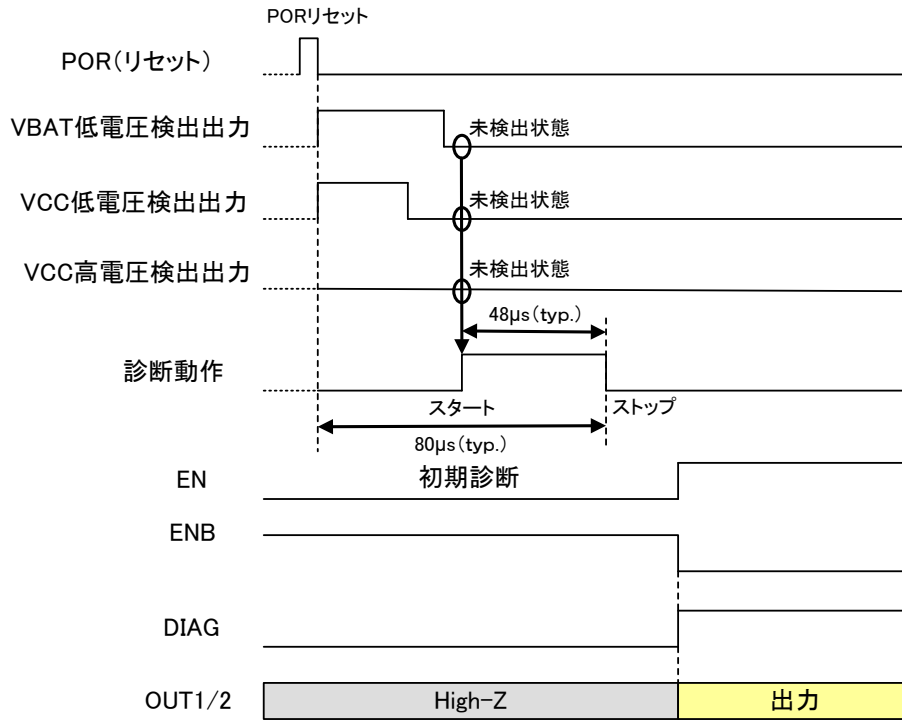


図 7.10-2 初期診断動作

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

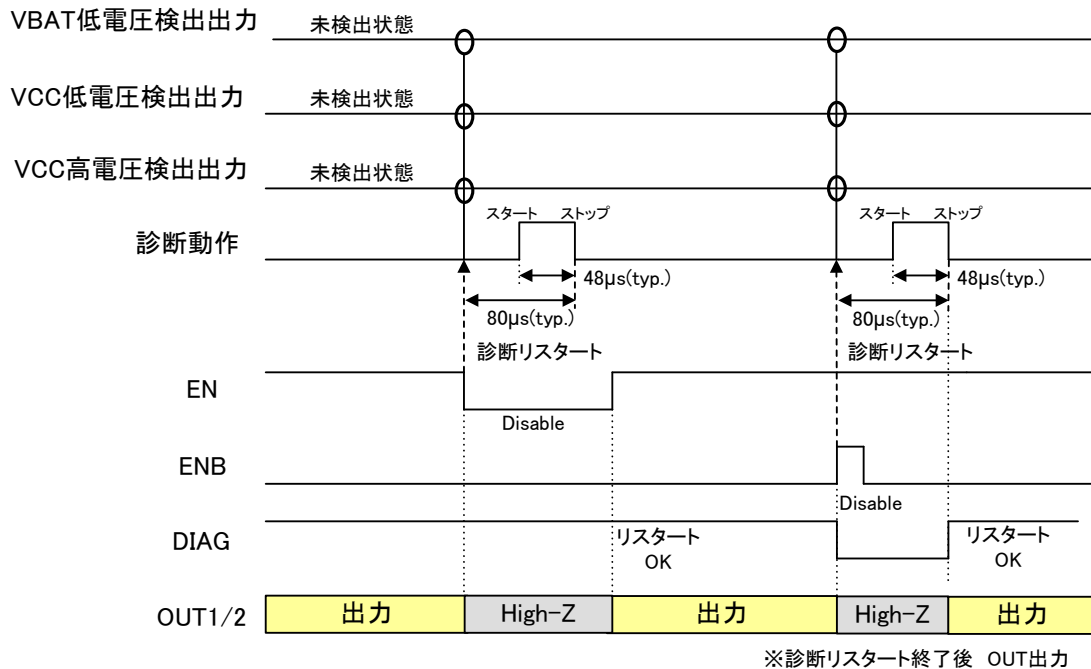


図 7.10-3 診断リスタート動作

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

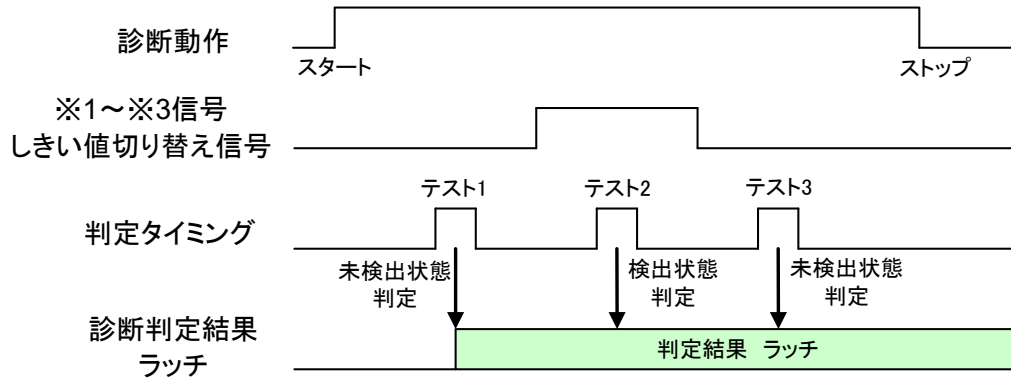


図 7.10-4 診断動作内容

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

ケース	各検出回路	POR後 スタート 成立条件	未検出状態 テスト1 (正常しきい値)	検出状態 テスト2 (しきい値変更)	未検出状態 テスト3 (正常しきい値)	診断 結果	診断動作中		初期診断終了後		メモ
							DIAG 出力	OUT1/2 出力	DIAG 出力	OUT1/2 出力	
1	VBAT 低電圧検出回路	○	○	○	○	正常	L	High-z	H	出力	
	VCC 低電圧検出回路	○	○	○	○						
	VCC 高電圧検出回路	○	○	○	○						
2	VBAT 低電圧検出回路	○	どれか一つでも NGの場合	○	○	異常	L	High-z	L	出力	
	VCC 低電圧検出回路	○		○	○						
	VCC 高電圧検出回路	○		○	○						
3	VBAT 低電圧検出回路	○	どれか一つでも NGの場合	○	○	異常	L	High-z	L	出力	
	VCC 低電圧検出回路	○		○	○						
	VCC 高電圧検出回路	○		○	○						
4	VBAT 低電圧検出回路	○	どれか一つでも NGの場合	○	○	異常	L	High-z	L	出力	
	VCC 低電圧検出回路	○		○	○						
	VCC 高電圧検出回路	○		○	○						
5	VBAT 低電圧検出回路	一つでも未検 出状態のまま の場合	—	—	—	異常	L	High-z	L	High-z	初期診断がスタートせず。 表7.1-2と同じ出力状態
	VCC 低電圧検出回路		—	—	—						
	VCC 高電圧検出回路		—	—	—						

表 7.10-5 初期診断動作まとめ

表 7.10-5 注釈

- ※ “○” 正常値（未検出状態）、“—”は、テスト（実施）されないことを意味しています。
- ※ ケース 5 の場合では、3 つの検出回路が正常値（未検出状態）になるまで待ち続けます。正常値になった場合は、そのタイミングで診断動作をスタートし約 48 μs で初期診断は終了します。
- ※ VCC 低電圧 POR 検出電圧以下では動作しません。

ケース	各検出回路	診断 リスタート 成立条件	未検出状態 テスト1 (正常しきい値)	検出状態 テスト2 (しきい値変更)	未検出状態 テスト3 (正常しきい値)	診断 結果	診断動作中		リスタート終了後		メモ
							DIAG 出力	OUT1/2 出力	DIAG 出力	OUT1/2 出力	
1	VBAT 低電圧検出回路	○	○	○	○	正常	L	High-z	H	出力	
	VCC 低電圧検出回路	○	○	○	○						
	VCC 高電圧検出回路	○	○	○	○						
2	VBAT 低電圧検出回路	○	どれか一つでも NGの場合	○	○	異常	L	High-z	L	出力	
	VCC 低電圧検出回路	○		○	○						
	VCC 高電圧検出回路	○		○	○						
3	VBAT 低電圧検出回路	○	どれか一つでも NGの場合	○	○	異常	L	High-z	L	出力	
	VCC 低電圧検出回路	○		○	○						
	VCC 高電圧検出回路	○		○	○						
4	VBAT 低電圧検出回路	○	どれか一つでも NGの場合	○	○	異常	L	High-z	L	出力	
	VCC 低電圧検出回路	○		○	○						
	VCC 高電圧検出回路	○		○	○						
5	VBAT 低電圧検出回路	一つでも未検 出状態のまま の場合	—	—	—	異常	L	High-z	L	High-z	診断がリスタートせず。 表7.1-2と同じ出力状態
	VCC 低電圧検出回路		—	—	—						
	VCC 高電圧検出回路		—	—	—						

表 7.10-6 診断リスタート動作まとめ

表 7.10-6 注釈

- ※ “○” 正常値（未検出状態）、“—”は、テスト（実施）されないことを意味しています。
- ※ ケース 5 の場合では、3 つの検出回路が正常値（未検出状態）になるまで待ち続けます。正常値になった場合は、そのタイミングで診断動作をスタートし約 48 μs で診断は終了します。
- ※ VCC 低電圧 POR 検出電圧以下では動作しません。

8. 絶対最大定格

表 8.1 絶対最大定格

(特に規定しない限り、 $T_a = 25^\circ\text{C}$)

項目	記号	適用端子	条件	定格	単位
電源電圧	VBAT	VBAT	DC	-0.3~+28.0	V
			Transient : 0.5 s	-0.3~+40.0 注 5)	
	VCC	VCC	DC 注 3)	-0.3~+6.0 注 6)	
入力電圧	VIN	PWM1, PWM2, EN, ENB, OCC	DC	-0.3~VCC+VF かつ VCC+VF \leq +6.0 注 6)	V
		TEST1, TEST2	DC	-0.3~VCC+VF かつ VCC+VF \leq +6.0 注 6)	
出力電圧 1	VOUT	DIAG	DC	-0.3~+6.0 注 6)	V
出力電圧 2		OCM	DC	-0.3~VCC 注 6)	
出力電圧 3		OUT1, OUT2	DC,注 4)	-VF~VBAT+VF かつ VBAT+VF \leq +40.0 注 5)	V
出力電圧 4		OUT1, OUT2	DC, VBAT-OUT1/2, 注 4)	-VF~+40.0	V
出力電流 1	IOUT	OUT1, OUT2	注 2	過電流検出値	A
出力電流 2		DIAG		+2.5	mA
出力電流 3		OCM		-18.0	mA
保存温度	T stg	—	—	-55~+150	°C
リード温度・時間	T sol	—	手はんだ付け時	260 (10 s)	
許容損失	PD	—	JEDEC 基板(4 層)、注 7)	4.7	W

*本 IC への注入電流は「+」、本 IC からの流出電流は「-」で表示しています。

注 1) 逆起電圧を含め最大定格を超えないようにしてください。

絶対最大定格について

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。最大定格を超えると IC の破壊や劣化、損傷の原因となり、IC 以外に損害を与えるおそれがあります。いかなる動作条件においても必ず絶対最大定格を超えないよう設計を行ってください。ご使用に際しては、記載された動作範囲内でご使用ください。

注 2) 連続した出力電流でご使用になられる場合は、ジャクソン温度が 150°C 以内になるように、基板の熱設計を検討し、十分な評価を行ってからご使用ください。

注 3) VCC 用 5 V 電源は ECU 内部で生成ください。ECU コネクタに印加される各種サージは印加しないでください。

注 4) VF 値は、負荷ショート後に出力 OFF した後、回生で DMOS 出力のボディダイオードに流れる電流により発生する電圧値を想定しています。

注 5) PGND - VBAT 間電圧差は、最大 40 V 以下にしてください。

注 6) AGND - VCC 間電圧差は、最大 6 V 以下にしてください。

注 7) 基板サイズ : 114.3mmx76.2mmx1.6mm、Multi Layer Cu4 層、Cu 層面積 : 74x74mm²

8.1. 熱抵抗特性

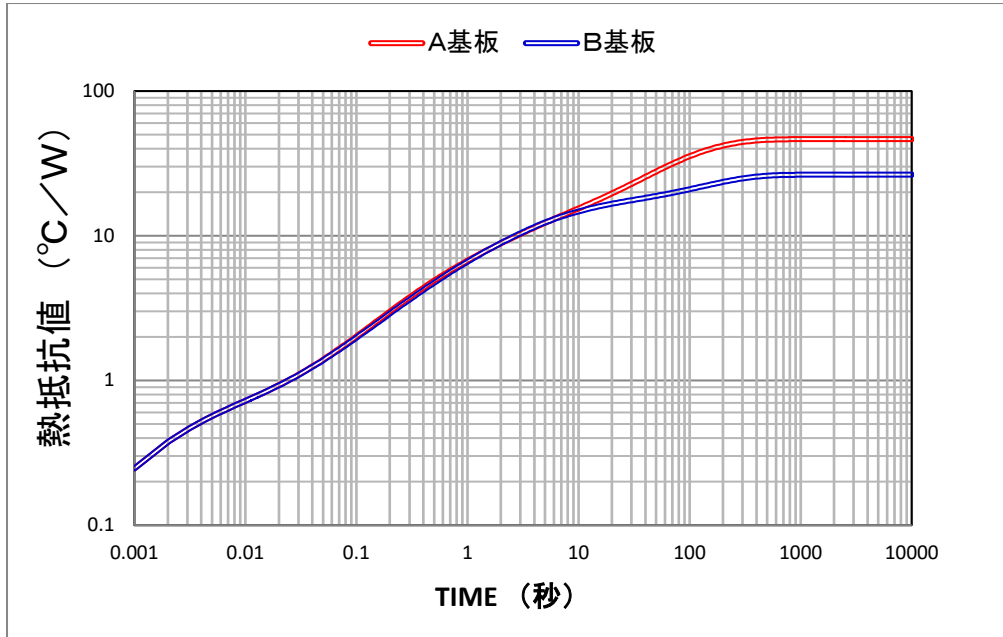
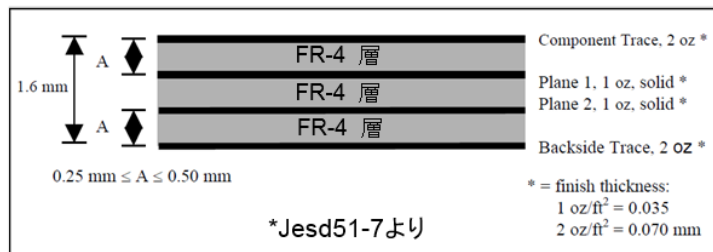


図 8.1 熱抵抗特性

- ◆ A 基板 : $\theta_{ja}=46.6^{\circ}\text{C/W}$ 、 $\theta_{jc}=1^{\circ}\text{C/W}$ (Junction – E-Pad)
 基板サイズ : 110mm x 80mm x 1.6mm
 層数 : Single Layer (Cu 1 層)
 Cu 層厚 : 70um
 Cu 層面積 : 600mm²

- ◆ B 基板 : $\theta_{ja}=26.4^{\circ}\text{C/W}$ 、 $\theta_{jc}=1^{\circ}\text{C/W}$ (Junction – E-Pad)
 基板サイズ : 114.3mm x 76.2mm x 1.6mm(JDEC 基板 : JESD51-7)
 層数 : Multi Layer (Cu 4 層)
 Cu 層厚 : 35um(1/4 層)、70um(2/3 層)
 Cu 層面積 : 74x74mm²



条件 : 消費電力 1W
 周囲(環境) 温度 25°C
 無風

9. 動作範囲

9.1. 電源について

本 IC は 2 つの電源(VBAT,VCC)を外部から供給致します。

(1)VBAT 電源

VBAT 電源はモータ駆動出力用の電源としてバッテリー電源を接続してください。

また、VBAT 電圧の低下検出機能を内蔵しています。

(2)VCC 電源

VCC は IC 内部のデジタル I/O の電源として使用しており、外部より 5V を供給してください。

VCC は内部アナログ系の電源として各種監視回路の電源として使用しています。

また、監視機能としては、VCC 低電圧検出と VCC 高電圧検出機能を内蔵しています。

表 9.1 動作範囲

項目	記号	定格	単位	備考
電源電圧	VBAT	4.5~28.0	V	ただし、VBAT 低電圧検出電圧あるいは VCC 低電圧検出電圧まではモータファンクション可能
	VCC	4.5~5.5		
動作温度	Topr	-40~125	°C	—

表 9.2 電源スルーレート

特記なき場合の試験条件 VBAT = 4.5~28 V , VCC = 4.5~5.5 V 、 Ta = -40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
電源スルーレート	VBSLEW	VBAT, VCC	—	-2	-	2	V/μs

10. 電気的特性

10.1. 入力回路

表 10.1 入力回路電気的特性

特記なき場合の試験条件 VBAT = 4.5~28 V, VCC = 4.5~5.5 V, Ta = -40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
入力電圧	V _{IH}	PWM1/PWM2/ EN /ENB/OCC	—	1.75	-	VCC	V
	V _{IL}		—	-0.3	-	0.75	V
	V _{hys}		—	0.1	0.35	1.0	V
入力電流	I _{IH1}	OCC/PWM1/ PWM2 /EN	VIN = VCC = 5 V	25	50	100	μA
	I _{IH2}	ENB		-5	0	5	μA
	I _{IL1}	ENB	VIN = GND	-88	-42	-20	μA
	I _{IL2}	OCC/PWM1/ PWM2 /EN		-5	0	5	μA
PWM入力最大周波数(注1)	PWM _{MAX}	PWM1/PWM2	—	-	-	20	kHz
EN/ENB論理確定時間	T _{EN_ENB}	EN, ENB	EN, ENB端子論理変更時の論理確定時間	-	-	5.0	μs
消費電流	I _{CC}	VCC	VCC = 5 V、図11.1	-	2.9	5.0	mA
	I _{BAT}	VBAT	VBAT = 14 V、図11.1	-	1.0	2.0	mA

(注 1)PWM1/PWM2 の入力幅は、上側/下側共に 10 μs(min)以上の幅になるようにご使用ください。

- ・ PWM1/PWM2 は、プルダウン抵抗を内蔵しています。
- ・ EN は、プルダウン抵抗、ENB はプルアップ抵抗を内蔵しています。
- ・ OCC は、プルダウン抵抗を内蔵しています。

10.2. 電源監視機能

表 10.2 電源監視機能電気的特性

特記なき場合の試験条件 VBAT = 4.5~28 V , VCC = 4.5~5.5 V 、 Ta = -40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
VBAT低電圧 検出電圧	VBATRSTL	VBAT	図7.6.1-1	3.5	3.75	4.0	V
VBAT低電圧 解除電圧	VBATRSTH	VBAT	図7.6.1-1	4.0	4.25	4.5	V
VBAT低電圧 検出ヒス幅	VBATRSTHY	VBAT	図7.6.1-1	0.1	0.50	1	V
VBAT低電圧検出 フィルタ	TVBAT_uv	VBAT	図7.6.1-2	1.0	2.0	3.5	μs
VCC低電圧 検出電圧	VCCHL	VCC	図7.6.2-1	3.3	3.5	3.7	V
VCC低電圧 検出ヒス幅	VCCHLHYS	VCC	図7.6.2-1	0.1	0.20	0.3	V
VCC低電圧検出 フィルタ	TVCC_uv	VCC	図7.6.2-2	1.56	2.5	4.2	ms
VCC低電圧検出 フィルタ(解除時)	TVCC_uv2	VCC	図7.6.2-2	0	100	167	μs
VCC低電圧 POR検出電圧	VCCRHL	VCC	図7.6.2-1	2.85	3.07	3.25	V
VCC低電圧 POR検出ヒス幅	VCCRHLHYS	VCC	図7.6.2-1	0.1	0.20	0.3	V
VCC低電圧 POR検出フィルタ	TVCC_por	VCC	図7.6.2-3	5.0	13.0	20.0	μs
VCC高電圧 検出電圧	VCCHLH	VCC	図7.6.3-1	5.57	5.80	5.97	V
VCC高電圧 検出ヒス幅	VCCHLHYS	VCC	図7.6.3-1	10	30	70	mV
VCC高電圧検出 フィルタ	TVCC_up	VCC	図7.6.3-2	1.56	2.5	4.2	ms
VCC高電圧検出 フィルタ(解除時)	TVCC_up2	VCC	図7.6.3-2	0	100	167	μs

10.3. モータ駆動出力回路

表 10.3 モータ駆動出力回路電気的特性

特記なき場合の試験条件 VBAT = 4.5~28 V, VCC = 4.5~5.5 V, Ta = -40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP	MAX	単位
H-Bridge 出力 ON 抵抗 (High Side +Low Side)	Ron (H+L)	OUT1, OUT2	Tj = +25°C Iout = 3 A, VBAT = 8 V	-	-	340	mΩ
			Tj = +150°C Iout = 3 A, VBAT = 8 V	-	-	450	
			Tj = +150°C Iout = 3 A, VBAT = 4.5 V	-	-	510	
出力リーク電流	Ioutleak	OUT1, OUT2	OUT1/2 : OFF (High-Z) Vout = VBAT = 28 V	-	0	100	μA
			OUT1/2 : OFF (High-Z) Vout = GND	-100	0	-	
出力 SR	trD/tfD	OUT1, OUT2	VBAT = 14 V、 図 10.9-1	0.3	0.8	1.6	μs
ドライバ出力 遅延時間	tD(on)	PWM1, PWM2	RL = 3 Ω、VBAT = 14 V 図 10.9-2	-	8.0	13	μs
	tD(off)			-	8.0	13	μs
	ΔtD	OUT1, OUT2	tD(on)-tD(off)	-	0	5	μs
Enable/Disable 遅延時間	tDEN	EN, ENB OUT1, OUT2	図 10.9-3, 測定回路は図 11.2	-	-	5	μs

10.4. 電流リミットコントロール

表 10.4 電流リミットコントロール電気的特性

特記なき場合の試験条件 VBAT = 4.5~28 V, VCC = 4.5~5.5 V, Ta = -40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
電流リミットH側しきい値	Ilim-H	OUT1, OUT2	—	5.0	6.5	8.2	A
*H側フィルタ	Tlimh	OUT1, OUT2	—	0.1	1.0	2.0	μs
検知フィルタ時間	tBLANK1	OUT1, OUT2	—	7.5	11.5	17.5	μs
Current Limit時間	Toff_min	OUT1, OUT2	—	15	20.5	32	μs
電流リミットL側しきい値	Ilim-L	OUT1, OUT2	—	-	Ilim-H -0.25	-	A
L側フィルタ(注1)	Tliml	OUT1, OUT2	—	0.8	2.0	3.5	μs

注1) : フィルタが内蔵されています。

表 10.5 電流リミットコントロール電気的特性 (電流リミット温度検出時)

特記なき場合の試験条件 VBAT = 4.5~28 V, VCC = 4.5~5.5 V, Ta = -40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
電流リミットH側しきい値	Ilim-H	OUT1, OUT2	—	1.8	2.5	3.5	A
電流リミット温度(注1)	Twar	—	*	150	160	170	°C
電流リミット温度検出フィルタ	Twarfil	—	—	2.66	4.0	6.67	μs

注1) : 設計値で量産時のテストが不可能な項目です。

10.5. 過熱検出回路

表 10.6 過熱検出回路電気的特性

特記なき場合の試験条件 VBAT=4.5~28V, VCC=4.5~5.5V, Ta=-40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
過熱検出シャットダウン温度(注1)	TSD	—	*	175	-	200	°C
過熱検出ヒステリシス温度(注1)	TSDhys	—	*	-	30	-	°C
過熱検出フィルタ	TTSD	—	—	5.0	8.0	16.0	μs

注1) : 設計値で量産時のテストが不可能な項目です。

10.6. 天絡・地絡、負荷ショート時過電流検出回路

表 10.7 天絡・地絡、負荷ショート時過電流検出回路電気的特性

特記なき場合の試験条件 VBAT = 4.5~28 V, VCC = 4.5~5.5 V, Ta = -40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
過電流回路しきい値	lovc	OUT1, OUT2	—	8.5	11.0	14.0	A
OFFタイム	TOFF	OUT1, OUT2	OCC: H、図 7.8-1	330	500	860	ms

10.7. DIAG 出力

表 10.8 DIAG 出力電気的特性

特記なき場合の試験条件 VBAT=4.5~28V, VCC=4.5~5.5V, Ta=-40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
DIAG出力リーク電流	ldiag(leak)	DIAG	Vdiag = 5V	-	0	5.0	μA
Lレベル出力電圧	Vdiag	DIAG	RL = 5.1 kΩ	-	0.02	0.4	V
応答時間	Tpddiag	DIAG	—	-	-	8.0	μs

10.8. High-side 側電流モニタ

表 10.9 出力 (High-side) 電流モニタ電気的特性

特記なき場合の試験条件 VBAT = 4.5~28 V, VCC = 4.5~5.5 V, Ta = -40~125°C

項目	記号	適用端子	試験条件	MIN	TYP.	MAX	単位
OCM出力電流1	VOCM	OCM	R = 220 Ω、Iout = 0 mA	-	-	500	μA
OCM出力電流2			R = 220 Ω、Iout = 300 mA	250	720	1300	μA
OCM出力電流3			R = 220 Ω、Iout = 500 mA	0.60	1.20	1.90	mA
OCM出力電流4			R = 220 Ω、Iout = 1.5 A	2.68	3.35	4.02	mA
OCM出力電流5			R = 220 Ω、Iout = 3.0 A	5.36	6.70	8.04	mA
OCM出力電流6			R = 220 Ω、Iout = 6.0 A	10.70	13.38	16.06	mA
ダイナミックレンジ	DROCM	OCM	—	0	-	4	V

注) VCC の電圧(min)が 4.5 V にしているため、外付け抵抗を 220 Ω より大きな抵抗を付けても、電圧が頭打ちとなりますので、ご使用の際はご注意ください。

10.9. ドライバ出力 AC 特性

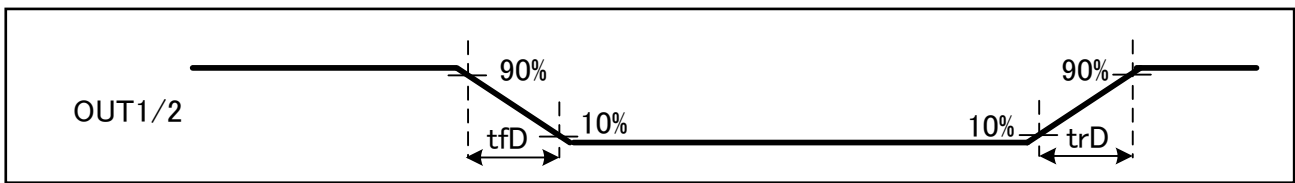


図 10.9-1 ドライバ出力スルーレート(SR)

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

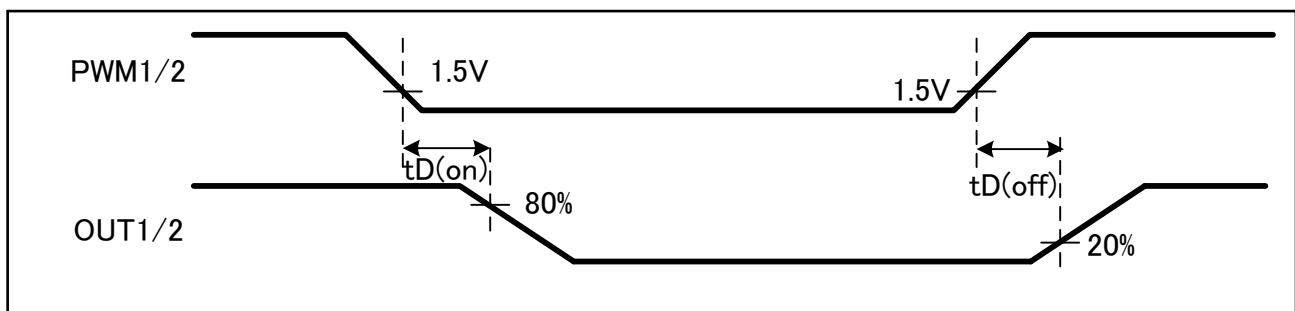


図 10.9-2 ドライバ出力遅延時間

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

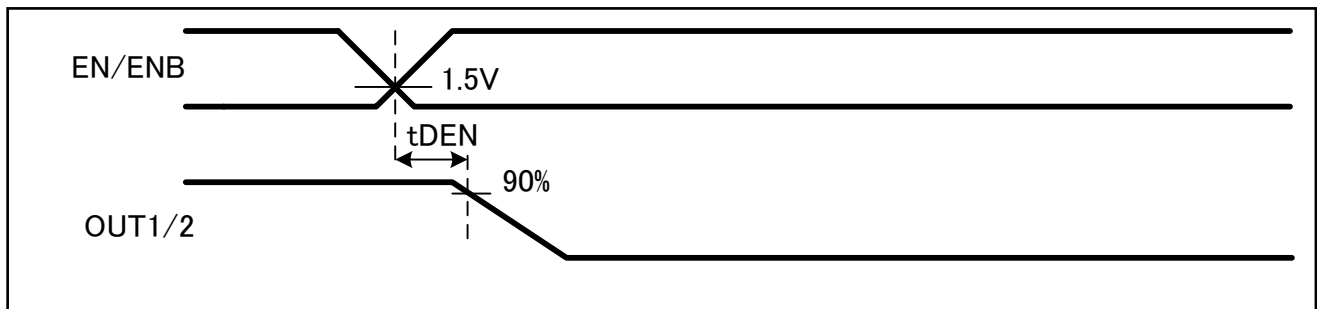


図 10.9-3 ドライバ出力 Enable 遅延時間

注：本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略している場合があります。

11. 測定回路図

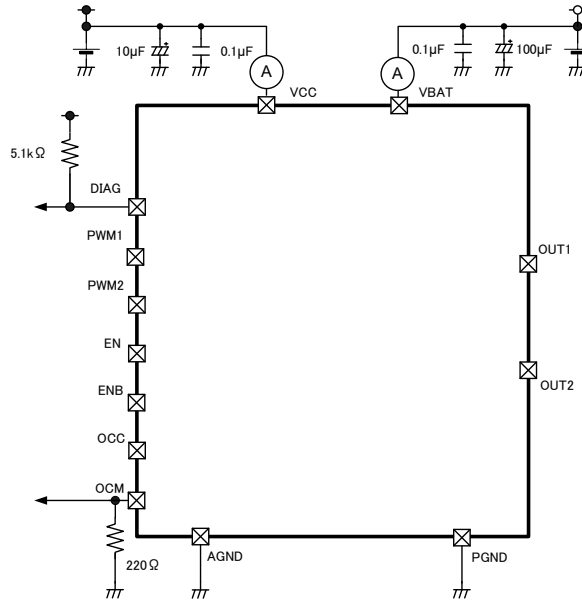


図 11.1 消費電流測定回路図

注：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。

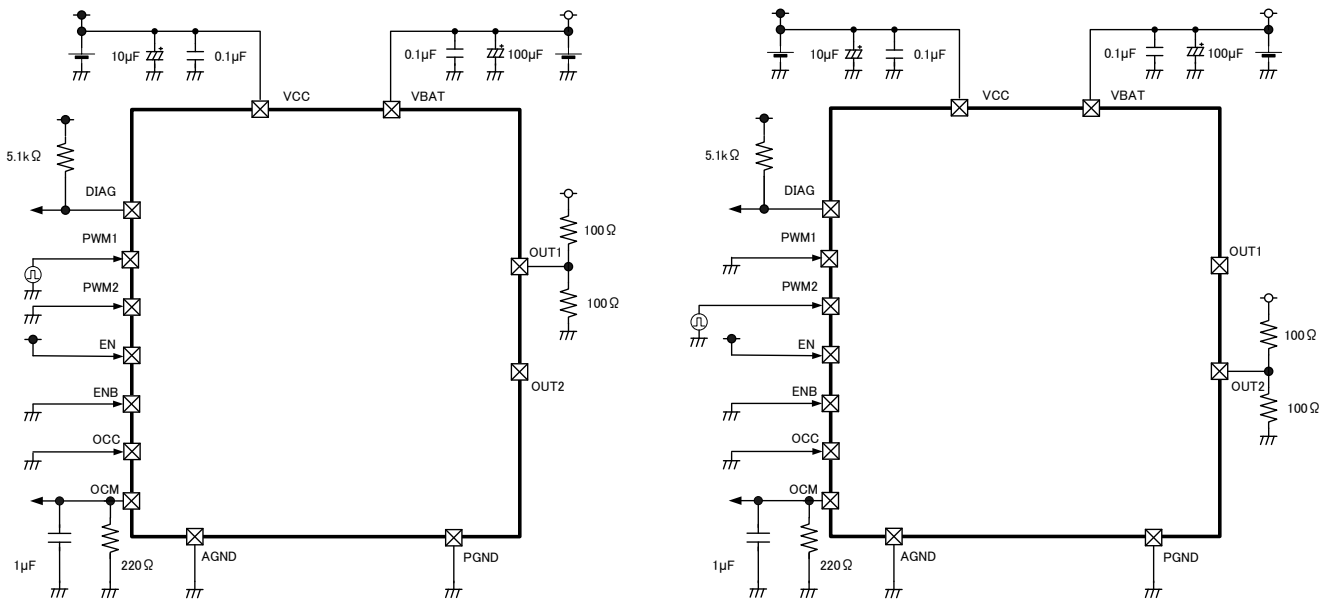
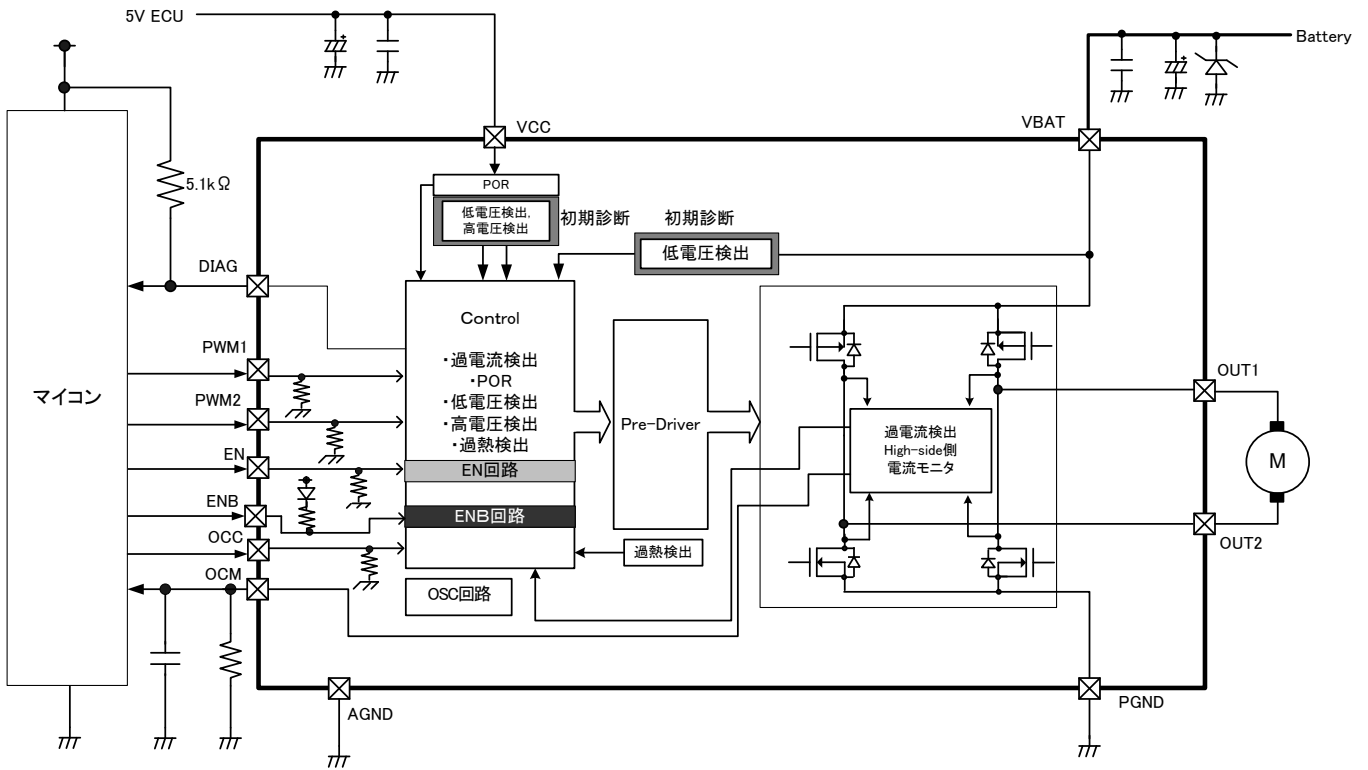


図 11.2 tDEN 測定回路

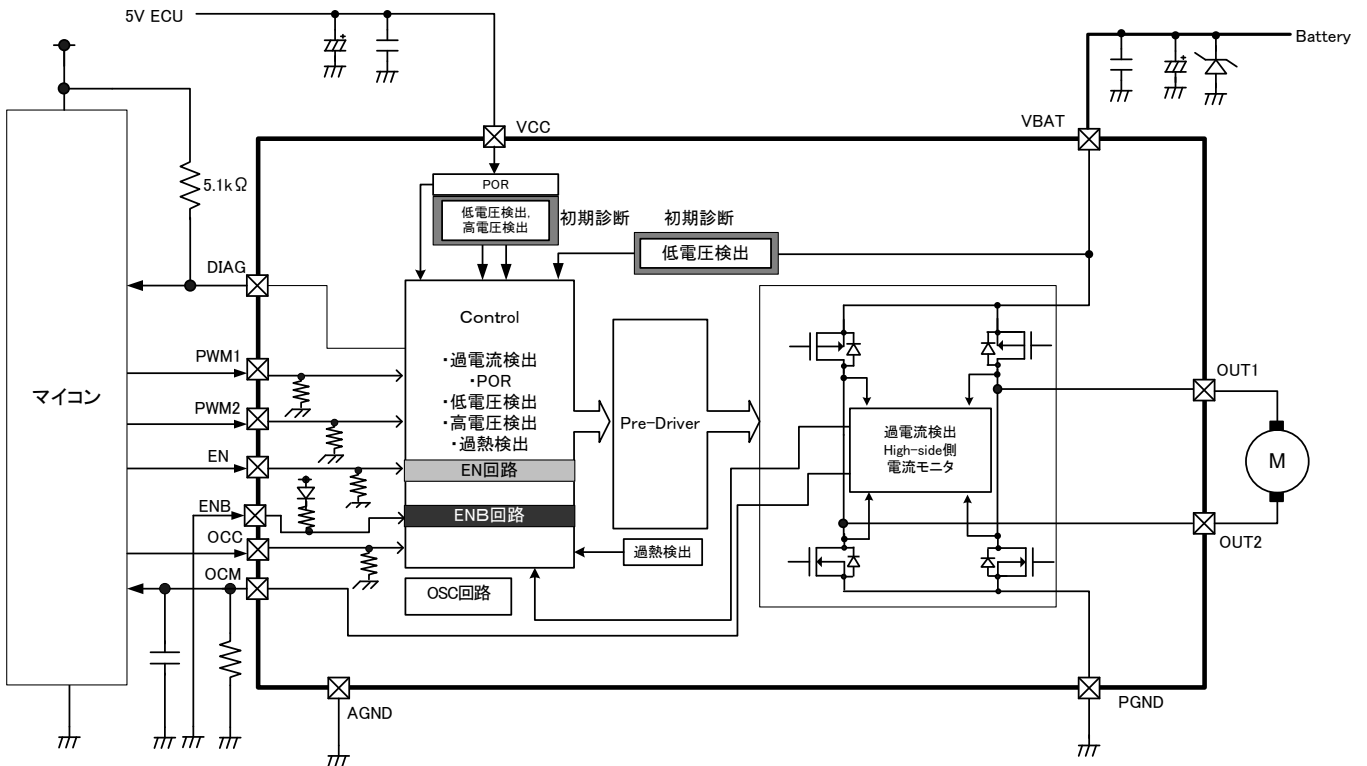
注：測定回路内の部品は、特性確認のために使用しているものであり、応用機器の誤動作や故障が発生しないことを保証するものではありません。

12. 応用回路例



※EN 端子、ENB 端子 2 端子使用時の応用回路

図 12.1 応用回路例 1



※EN 端子 1 端子で制御する応用回路例です。EN を H 固定し ENB で制御することも可能です。

図 12.2 応用回路例 2

注1：ブロック図内の機能ブロック／回路などは機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

注2：誤装着はしないでください(回転挿しなど)。ICの破壊、機器の損傷を招くおそれがあります。

注3：応用回路例は量産設計を保証するものではありません。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もありません。

注4：出力間ショートおよび出力の天絡時、地絡時にIC破壊の恐れがありますので、出力ライン VBAT, VCC, GND ラインの設計は十分注意してください。

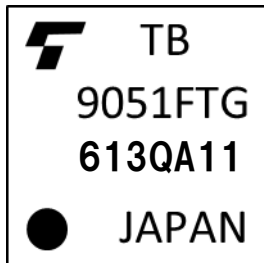
注5：基板設計は、AGND と PGND がベタ配線になるように考慮してください。

逆起電力に関して

モータを動作中に電力回生のタイミングが発生しますが、そのタイミングでモータの逆起電力の影響で、モータ電流が電源へ回生されます。

電源の Sink 能力がない場合、ICの電源端子、出力端子が定格以上に上昇する場合があります。使用条件や、モータの特性によってモータの逆起電力が異なりますので、逆起電力によりICの破壊、動作に問題ないこと、また、周辺回路などに誤動作や破壊がないことを十分ご確認ください。

13.2. 現品表示



- 1、東芝ロゴマーク
- 2、製品名称 (型名 : TB9051FTG)
- 3、ロットコード (例 : 613QA11)
- 4、生産国/地域 (J A P A N)

※ロットコード説明

例 : 6 1 3 Q A 1 1

(1) (2) (3) (4)

- (1) 西暦年号 (例は、2016年)
- (2) 週記号 (例は、第13週)
- (3) 管理工場コード (Q)
- (4) 弊社内管理コード (最大3桁)

14. 使用上のご注意およびお願い事項

14.1. 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。

14.2. 使用上の留意点

- (1) 過電流検出回路／過電流制限回路
(通常：カレントリミッタ回路)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、ご使用方法や状況により、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。

使用上の注意事項

- 1) 本仕様書で使用しているブロック図は機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略化している場合があります。
- 2) 本仕様書で使用している等価回路図は機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略化している場合があります。
- 3) 本仕様書で使用しているタイミングチャートは機能・動作を説明するためのもので、一部省略／簡略化している場合があります。
- 4) 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。最大定格を超えるとICの破壊や劣化、損傷の原因となり、IC以外に損害を与えるおそれがあります。いかなる動作条件においても必ず絶対最大定格を超えないよう設計を行ってください。ご使用に際しては、記載された動作範囲内でご使用ください。
- 5) 誤装着はしないでください。ICの破壊、機器の損傷を招く恐れがあります。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。

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（生命直結機器）、防衛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。