

車載モータドライバシリーズ

# 車載用三相ブラシレスモータ プリドライバ

## BM16853MUF-C

### 概要

BM16853MUF-C は車載三相ブラシレスモータ向けのプリドライバICです。位置検出用のホール素子が不要となるセンサレス正弦波駆動です。また、内蔵メモリ(OTP)で各種パラメータ設定を実現することにより、アプリケーションに必要な部品点数を削減しています。

### 特長

- AEC-Q100 対応 (Note 1)
- センサレス正弦波駆動
- 速度制御 (回転数フィードバック)
- PWM Duty 入力による速度制御
- チャージポンプ内蔵
- 自動進角制御
- カレントリミット
- 回転方向設定
- メモリ内蔵 (各種パラメータ設定が書き込み可能)
- 各種保護機能 (モータロック保護 [MLP]、過電圧保護 [OVP]、減電圧保護 [UVLO、UVGP]、過熱保護 [TSD]、過電流保護 [OCP]、入力異常周波数保護 [EFP])

(Note 1) Grade 1

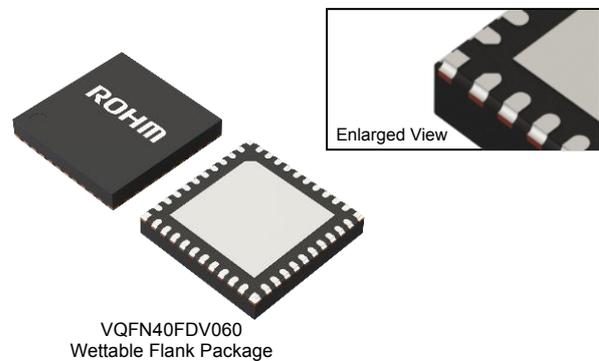
### 重要特性

- 動作電源電圧範囲 : 8 V ~ 18 V
- 出力 PWM 周波数 : 20 kHz (Typ)
- 動作温度範囲 : -40 °C ~ +125 °C

### パッケージ

VQFN40FDV060

W (Typ) x D (Typ) x H (Max)  
6.0 mm x 6.0 mm x 1.0 mm

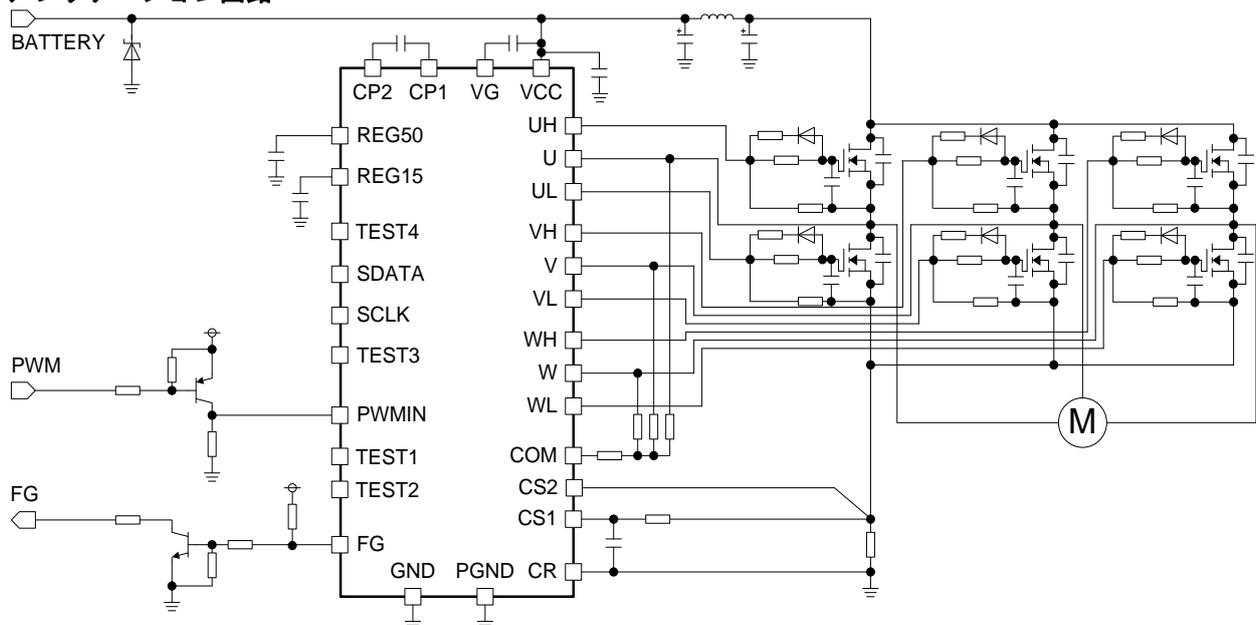


VQFN40FDV060  
Wettable Flank Package

### 用途

- バッテリクーリングファンモータ
- ウォーターポンプ

### 基本アプリケーション回路

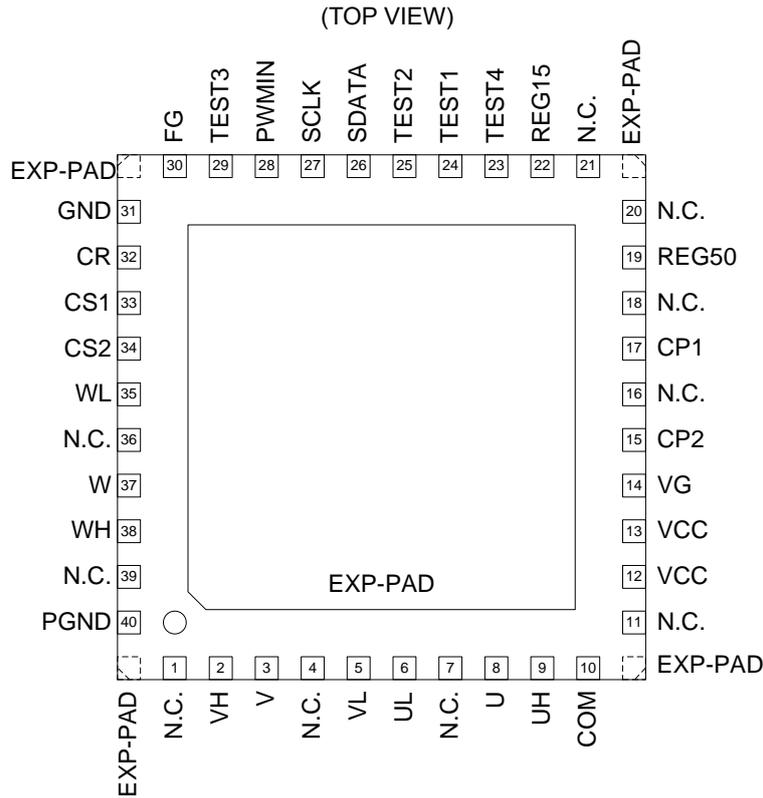


## 目次

概要	1
特長	1
重要特性	1
パッケージ	1
用途	1
基本アプリケーション回路	1
目次	2
端子配置図	4
端子説明	4
ブロック図	5
絶対最大定格	6
推奨動作条件	6
熱抵抗	7
電気的特性	8
特性データ(参考データ)	10
応用回路例	11
基板設計上の注意	11
アプリケーション回路設計上の注意	12
動作説明	14
1. 各種パラメータ設定と OTP (One Time Programmable Rom) 書き込み	14
(1) レジスタマップ	14
(2) パラメータ一覧	16
2. センサレス正弦波駆動	18
(1) モード選択	18
(2) 誘起電圧検出回数設定	18
(3) 出力デッドタイム設定	19
(4) PWM マスク	20
(5) 誘起電圧検出設定	21
(6) 誘起電圧検出マスク	22
(7) 進角設定	23
(8) 起動シーケンス	25
(9) 強制同期起動区間における周波数設定	27
(10) 初期位置固定区間 ~ 強制同期起動区間における出力 Duty	30
(11) カレントリミット	32
3. 速度制御	33
(1) PWMIN Duty と目標回転数の関係	33
(2) PWMIN 端子処理設定	35
(3) モータ回転数測定	36
(4) モータ速度制御設定	36
(5) RAMP 制御	36
(6) PI 制御	37
4. 信号出力	38
(1) 起動安定判定出力設定(FG マスク)	38
(2) 異常検出出力 (AL)	39
5. 保護機能	40
(1) モータロック保護(MLP: Motor Lock Protection)	41
(2) 電流保護 (OCP: Over Current Protection)	44
(3) 過熱保護 (TSD: Thermal ShutDown)	45
(4) 過電圧保護 (OVP: Over Voltage Protection)	45
(5) 入力異常周波数保護 (EFP: Error Frequency Protection)	45
(6) V <sub>CC</sub> 減電圧保護 (UVLO: Under Voltage Lock Out)	46
(7) V <sub>G</sub> 減電圧保護 (UVGP: Under VG Voltage Protection)	46
6. その他機能	46
(1) 回転方向設定	46
(2) スタンバイ時 OTP オートリフレッシュ機能 (OTP 値再読出し)	47
(3) 2 線シリアル通信	47

7. OTP .....	49
(1) OTP 書き込み時回路例.....	49
(2) OTP 書き込み回数.....	50
(3) OTP 書き込み動作時の電源電圧 .....	50
(4) OTP 書き込み手順.....	51
(5) OTP 書き込み後の温度条件 .....	52
(6) OTP 関連のレジスタマップ .....	53
(7) OTP 関連のレジスタ詳細 .....	53
(8) OTP 関連のレジスタ詳細[PASS/FAIL 判定] .....	54
熱抵抗モデル .....	55
入出力等価回路図 .....	56
使用上の注意 .....	59
発注形名情報 .....	61
標印図 .....	61
外形寸法図と包装・フォーミング仕様.....	62
改訂履歴 .....	63

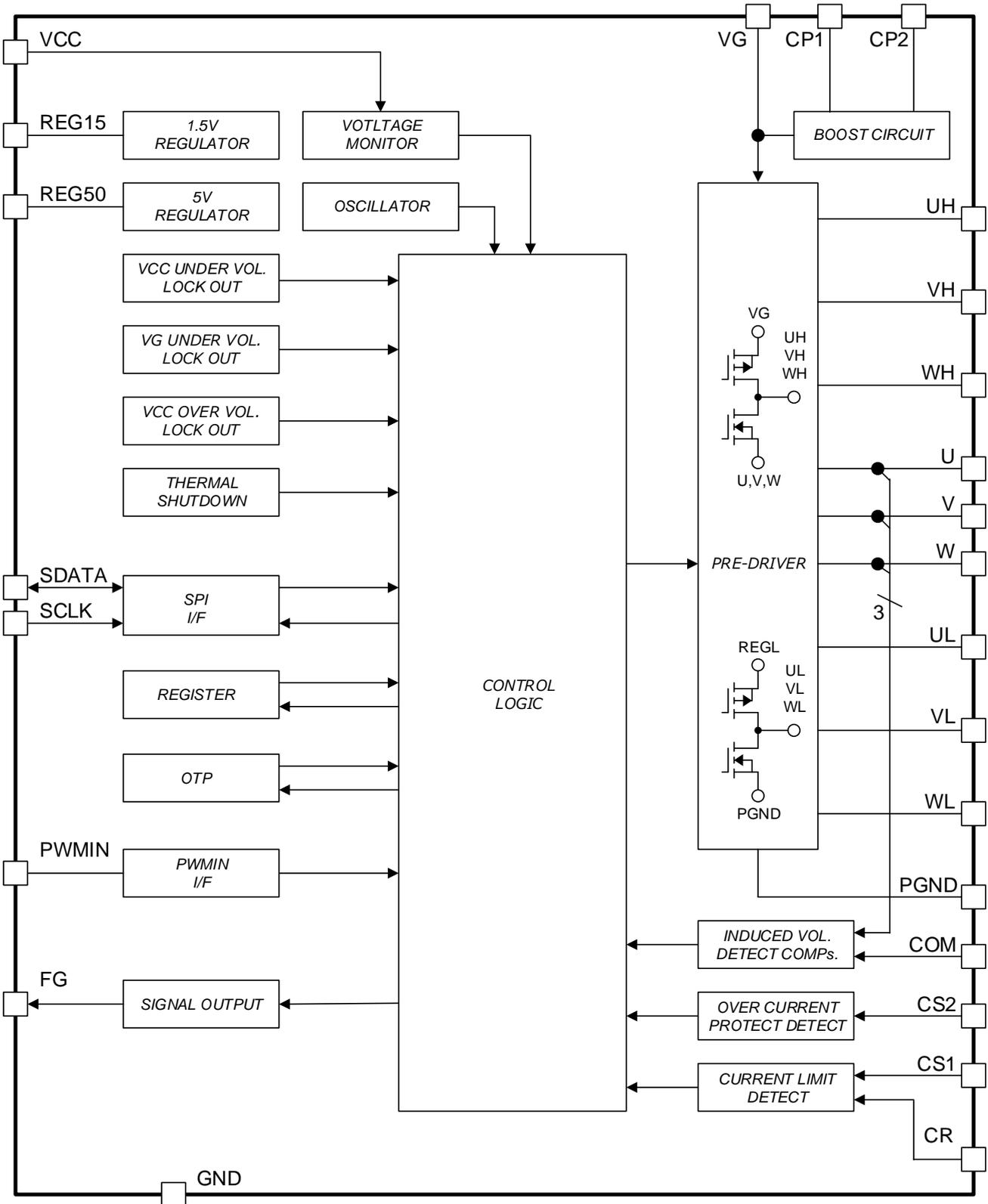
端子配置図



端子説明

端子番号	端子名	機能	端子番号	端子名	機能
1	N.C.	-(オープンにしてください)	21	N.C.	-(オープンにしてください)
2	VH	V相上側ゲート駆動出力	22	REG15	基準電圧(1.5 V)出力
3	V	V相検出電圧入力	23	TEST4	テスト入力 (オープンにしてください)
4	N.C.	-(オープンにしてください)	24	TEST1	テスト入力 (オープンにしてください)
5	VL	V相下側ゲート駆動出力	25	TEST2	テスト入力 (オープンにしてください)
6	UL	U相下側ゲート駆動出力	26	SDATA	2線SPIデータ入出力
7	N.C.	-(オープンにしてください)	27	SCLK	2線SPIクロック入力
8	U	U相検出電圧入力	28	PWMIN	速度制御PWM Duty入力
9	UH	U相上側ゲート駆動出力	29	TEST3	テスト入力 (オープンにしてください)
10	COM	モータ中点電圧入力	30	FG	回転数パルス信号 / 異常状態信号出力
11	N.C.	-(オープンにしてください)	31	GND	グラウンド (小信号グラウンド) 入力
12	VCC	電源入力	32	CR	カレントリミット参照電圧入力
13	VCC	電源入力	33	CS1	カレントリミット検出電圧入力
14	VG	昇圧電圧出力	34	CS2	過電流保護検出電圧入力
15	CP2	昇圧コンデンサ正側接続	35	WL	W相下側ゲート駆動出力
16	N.C.	-(オープンにしてください)	36	N.C.	-(オープンにしてください)
17	CP1	昇圧コンデンサ負側接続	37	W	W相検出電圧入力
18	N.C.	-(オープンにしてください)	38	WH	W相上側ゲート駆動出力
19	REG50	基準電圧 (5 V) 出力	39	N.C.	-(オープンにしてください)
20	N.C.	-(オープンにしてください)	40	PGND	グラウンド (大電流グラウンド) 入力
-	EXP-PAD	中央のEXP-PADは、GNDに接続してください 中央のEXP-PADとコーナのEXP-PADは、パッケージ内部でショートしています			

ブロック図



絶対最大定格

項目	記号	定格	単位	
電源電圧	V <sub>CC</sub>	-0.3 ~ +40	V	
入力電圧	SDATA, SCLK, CR	V <sub>SDATA</sub> , V <sub>SCLK</sub> , V <sub>CR</sub>	-0.3 ~ V <sub>REG50</sub> + 0.3 ≤ +7	
	PWMIN <sup>(Note 1)</sup>	V <sub>PWMIN</sub>		
	TEST1, TEST3	V <sub>TEST1</sub> , V <sub>TEST3</sub>		
	U, V, W, COM	V <sub>OS</sub> , V <sub>COM</sub>	-0.3 ~ +40	V
	CS1	V <sub>CS1</sub>	-0.3 ~ +7	V
	CS2	V <sub>CS2</sub>	-0.3 ~ +14.5	V
出力電圧	REG50	V <sub>REG50</sub>	-0.3 ~ +7	V
	REG15	V <sub>REG15</sub>	-0.3 ~ +2	V
	SDATA, FG, TEST2, TEST4	V <sub>SDATA</sub> , V <sub>FG</sub> , V <sub>TEST2</sub> , V <sub>TEST4</sub>	-0.3 ~ V <sub>REG50</sub> + 0.3 ≤ +7	V
	CP2, VG	V <sub>CP2</sub> , V <sub>G</sub>	V <sub>CC</sub> - 0.3 ~ V <sub>CC</sub> + 14 ≤ +49	V
	UH, VH, WH	V <sub>UH</sub> , V <sub>VH</sub> , V <sub>WH</sub>	-0.3 ~ V <sub>G</sub> + 0.3 ≤ +49	V
	UL, VL, WL, CP1	V <sub>UL</sub> , V <sub>VL</sub> , V <sub>WL</sub> , V <sub>CP1</sub>	-0.3 ~ +14	V
出力電流 <small>(Note 2)</small>	REG50	I <sub>REG50</sub>	-30 ~ 0	mA
	FG	I <sub>FG</sub>	0 ~ +10	mA
	UH, VH, WH, UL, VL, WL (平均)	I <sub>UHA</sub> , I <sub>VHA</sub> , I <sub>WHA</sub> , I <sub>LUA</sub> , I <sub>VLA</sub> , I <sub>WLA</sub>	±10	mA
	UH, VH, WH, UL, VL, WL <sup>(Note 3)</sup>	I <sub>UH</sub> , I <sub>VH</sub> , I <sub>WH</sub> , I <sub>UL</sub> , I <sub>VL</sub> , I <sub>WL</sub>	±220	mA
	保存温度範囲	T <sub>stg</sub>	-55 ~ +150	°C
最高接合部温度	T <sub>jmax</sub>	150	°C	

**注意 1** : 印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全対策を施していただけるようご検討をお願いします。

**注意 2** : 最高接合部温度を超えるようなご使用をされますと、チップ温度上昇により、IC 本来の性質を悪化させることにつながります。最高接合部温度を超える場合は基板サイズを大きくする、放熱用銅箔面積を大きくする、放熱板を使用するなど、最高接合部温度を超えないよう熱抵抗にご配慮ください。

(Note 1) REG50 端子にプルアップするなど、REG50 端子電圧を超えないように外付け回路を構成してください。

(Note 2) 電流項目については IC への電流流入を正表記、IC からの電流流出を負表記とする。

(Note 3) UH, VH, WH, UL, VL, WL: Pulse Width ≤ 1 μs, Pulse Duty ≤ 10 %, T<sub>j</sub> = -40 °C ~ +125 °C

推奨動作条件

項目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V <sub>CC</sub>	8	12	18	V
動作温度	T <sub>opr</sub>	-40	+25	+125	°C

熱抵抗 (Note 1)

項目	記号	熱抵抗 (Typ)		単位
		1層基板 (Note 3)	4層基板 (Note 4)	
VQFN40FDV060				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	$\theta_{JA}$	85.5	28.1	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ (Note 2)	$\Psi_{JT}$	10.0	7.0	°C/W

(Note 1) JESD51-2A (Still-Air) に準拠。BM16853MUF-C チップを使用しています。  
 (Note 2) ジャンクションからパッケージ (モールド部分) 上面中心までの熱特性パラメータ。  
 (Note 3) JESD51-3 に準拠した基板を使用。  
 (Note 4) JESD51-5,7 に準拠した基板を使用。

測定基板	基板材	基板寸法
1層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.57 mmt

1層目(表面)銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン +電極引出し用配線	70 $\mu$ m

測定基板	基板材	基板寸法	サーマルビア (Note 5)	
			ピッチ	直径
4層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt	1.20 mm	$\Phi$ 0.30 mm

1層目(表面)銅箔		2層目、3層目(内層)銅箔		4層目(裏面)銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン +電極引出し用配線	70 $\mu$ m	74.2 mm $\square$ (正方形)	35 $\mu$ m	74.2 mm $\square$ (正方形)	70 $\mu$ m

(Note 5) 貫通ビア。1,2,4層の銅箔と接続する。配置はランドパターンに従う。

電气的特性 1 (特に指定のない限り  $V_{CC} = 8\text{ V} \sim 18\text{ V}$ ,  $T_a = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +125\text{ }^\circ\text{C}$ , CP1 - CP2 間  $0.1\text{ }\mu\text{F}$ , VG - VCC 間  $0.1\text{ }\mu\text{F}$ )

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
【全体】						
回路電流	$I_{CC}$	4.5	10	20	mA	
REG50 電圧	$V_{REG50}$	4.5	5.0	5.5	V	
REG15 電圧 (Note 1)	$V_{REG15}$	1.35	1.50	1.65	V	
【昇圧回路】						
VG 電圧 1	$V_{G1}$	$2 \times V_{CC} - 4.0$	$2 \times V_{CC} - 3.0$	$2 \times V_{CC}$	V	$V_{CC} = 8.0\text{ V} \sim 14.0\text{ V}$
VG 電圧 2	$V_{G2}$	$V_{CC} + 9.0$	$V_{CC} + 11.0$	$V_{CC} + 13.0$	V	$V_{CC} = 14.0\text{ V} \sim 18.0\text{ V}$
【ブリドライバ出力】						
上側出力 High 電圧 1	$V_{OHH1}$	11.7	12.9	16.0	V	$I_O = -5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 8\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G1} = 13\text{ V}$
上側出力 Low 電圧 1	$V_{OHL1}$	0	0.1	0.3	V	$I_O = 5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 8\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G1} = 13\text{ V}$
下側出力 High 電圧 1	$V_{OLH1}$	5.0	6.8	8.0	V	$I_O = -5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 8\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G1} = 13\text{ V}$
下側出力 Low 電圧 1	$V_{OLL1}$	0	0.1	0.3	V	$I_O = 5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 8\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G1} = 13\text{ V}$
上側出力 High 電圧 2	$V_{OHH2}$	19.7	20.7	24.0	V	$I_O = -5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 12\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G1} = 21\text{ V}$
上側出力 Low 電圧 2	$V_{OHL2}$	0	0.1	0.3	V	$I_O = 5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 12\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G1} = 21\text{ V}$
下側出力 High 電圧 2	$V_{OLH2}$	9.0	10.8	12.0	V	$I_O = -5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 12\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G1} = 21\text{ V}$
下側出力 Low 電圧 2	$V_{OLL2}$	0	0.1	0.3	V	$I_O = 5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 12\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G1} = 21\text{ V}$
上側出力 High 電圧 3	$V_{OHH3}$	28.0	29.8	32.0	V	$I_O = -5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 18\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G2} = 29\text{ V}$
上側出力 Low 電圧 3	$V_{OHL3}$	0	0.1	0.3	V	$I_O = 5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 18\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G2} = 29\text{ V}$
下側出力 High 電圧 3	$V_{OLH3}$	10.5	12.8	13.8	V	$I_O = -5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 18\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G2} = 29\text{ V}$
下側出力 Low 電圧 3	$V_{OLL3}$	0	0.1	0.3	V	$I_O = 5\text{ mA}$ , $V_{CC} = 18\text{ V}$ , $V_{OS} = 0\text{ V}$ , $V_{G2} = 29\text{ V}$
出力 PWM 周波数	$f_{PWM}$	19	20	21	kHz	
【SCLK 端子】						
入力 High 電流	$I_{SCLKH}$	-2	0	+2	$\mu\text{A}$	$V_{SCLK} = V_{REG50}$
入力 Low 電流	$I_{SCLKL}$	-95	-50	-5	$\mu\text{A}$	$V_{SCLK} = \text{GND}$
入力 High 電圧	$V_{SCLKH}$	$V_{REG50} - 1.2$	-	$V_{REG50}$	V	
入力 Low 電圧	$V_{SCLKL}$	0	-	0.8	V	
【SDATA 端子】						
入力 High 電流	$I_{SDATAH}$	-2	0	+2	$\mu\text{A}$	$V_{SDATA} = V_{REG50}$
入力 Low 電流	$I_{SDATAL}$	-95	-50	-5	$\mu\text{A}$	$V_{SDATA} = \text{GND}$
入力 High 電圧	$V_{SDATAH}$	$V_{REG50} - 1.2$	-	$V_{REG50}$	V	
入力 Low 電圧	$V_{SDATAL}$	0	-	0.8	V	
【PWMIN 端子】						
入力 High 電流	$I_{PWMINH}$	-2	0	+2	$\mu\text{A}$	$V_{PWMIN} = V_{REG50}$
入力 Low 電流	$I_{PWMINL}$	-2	0	+2	$\mu\text{A}$	$V_{PWMIN} = \text{GND}$
入力 High 電圧	$V_{PWMINH}$	$V_{REG50} - 1.2$	-	$V_{REG50}$	V	
入力 Low 電圧	$V_{PWMINL}$	0	-	0.8	V	

特に指定のない限り、特性値はローム出荷時 (すなわち OTP にデータが書き込まれていない状態) の特性とする。

電流項目については IC への電流流入を正表記、IC からの電流流出を負表記とする。

(Note 1) REG15 は外部への電源供給を想定していないため、外部負荷を接続した場合の動作保証はできません。

電氣的特性 2 (特に指定のない限り  $V_{CC} = 8\text{ V} \sim 18\text{ V}$ ,  $T_a = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , CP1 - CP2 間  $0.1\text{ }\mu\text{F}$ , VG - VCC 間  $0.1\text{ }\mu\text{F}$ )

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
<b>【FG 端子】</b>						
出力 Low 電圧	$V_{FGL}$	0	0.1	0.3	V	$I_{FG} = +3\text{ mA}$
出力リーク電流	$I_{FGLLEAK}$	-	-	10	$\mu\text{A}$	$V_{FG} = V_{REG50}$
<b>【カレントリミット (CS1)】</b>						
入力電流 1	$I_{CS11}$	1.0	4.2	8.4	$\mu\text{A}$	$V_{CS1} = 1\text{ V}$ , $V_{CR} = 0\text{ V}$
入力電流 2	$I_{CS12}$	-2	0	+2	$\mu\text{A}$	$V_{CS1} = 0\text{ V}$ , $V_{CR} = 0\text{ V}$
検出電圧	$V_{CL}$	98.9	104.1	109.3	mV	$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>【過電流保護 (CS2)】</b>						
入力電流 1	$I_{CS21}$	-14	-3.9	0	$\mu\text{A}$	$V_{CS2} = 1\text{ V}$ , $V_{CR} = 0\text{ V}$
入力電流 2	$I_{CS22}$	-15	-4.9	0	$\mu\text{A}$	$V_{CS2} = 0\text{ V}$ , $V_{CR} = 0\text{ V}$
検出電圧	$V_{OCP}$	190	200	210	mV	$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>【減電圧保護 (VCC)】</b>						
解除電圧	$V_{UVVCH}$	6.5	7.0	7.5	V	
検出電圧	$V_{UVVCL}$	5.5	6.0	6.5	V	
<b>【減電圧保護 (VG)】</b>						
検出/解除電圧	$V_{UVVG}$	$V_{CC} + 2.0$	$V_{CC} + 3.0$	$V_{CC} + 4.0$	V	
<b>【過電圧保護 (VCC)】</b>						
解除電圧 1	$V_{OVL1}$	18.4	20.0	21.6	V	$OVP\_THR\_SEL = 0h$
解除電圧 2	$V_{OVL2}$	26.7	29.0	31.3	V	$OVP\_THR\_SEL = 1h$
検出電圧 1	$V_{OVH1}$	20.2	22.0	23.8	V	$OVP\_THR\_SEL = 0h$
検出電圧 2	$V_{OVH2}$	28.5	31.0	33.5	V	$OVP\_THR\_SEL = 1h$
<b>【モータロック保護 (MLP)】</b>						
検出時間	$t_{LK\_DET}$	0.95	1.00	1.05	s	
<b>【各種保護】</b>						
保護時間 <sup>(Note 1)</sup>	$t_{PRT}$	4.75	5.00	5.25	s	

特に指定のない限り、特性値はローム出荷時 (すなわち OTP にデータが書き込まれていない状態) の特性とする。

電流項目については IC への電流流入を正表記、IC からの電流流出を負表記とする。

(Note 1) モータロック保護 (MLP)、低回転異常保護、高回転異常保護、過電圧保護 (OVP)、過熱保護 (TSD)、過電流保護 (OCP)。

特性データ(参考データ)

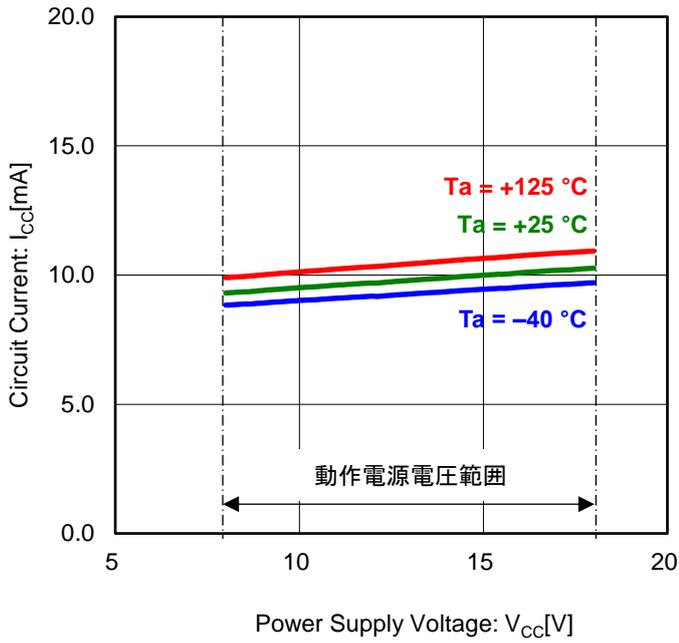


Figure 1. 回路電流 vs 電源電圧

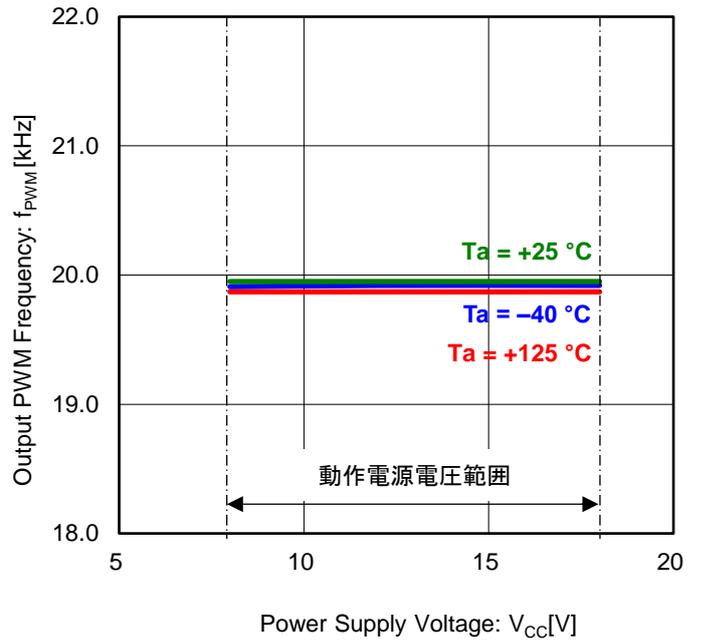


Figure 2. 出力 PWM 周波数 vs 電源電圧

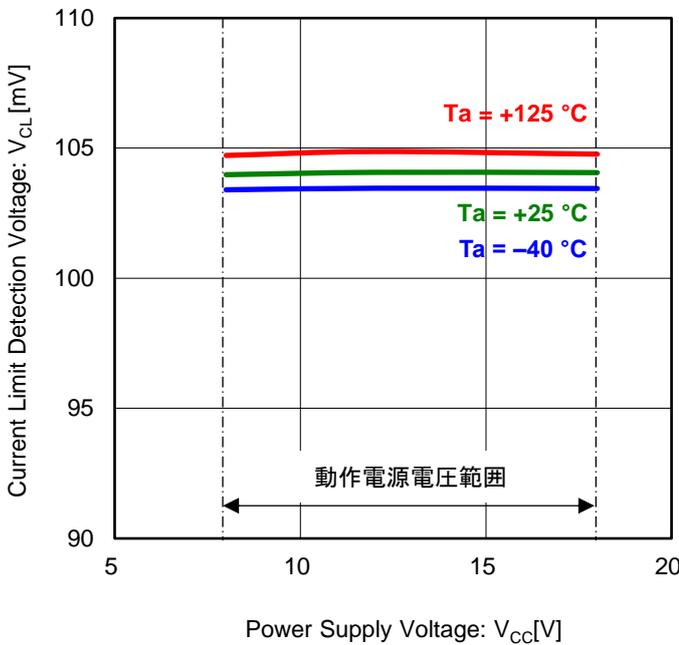


Figure 3. カレントリミット検出電圧 vs 電源電圧

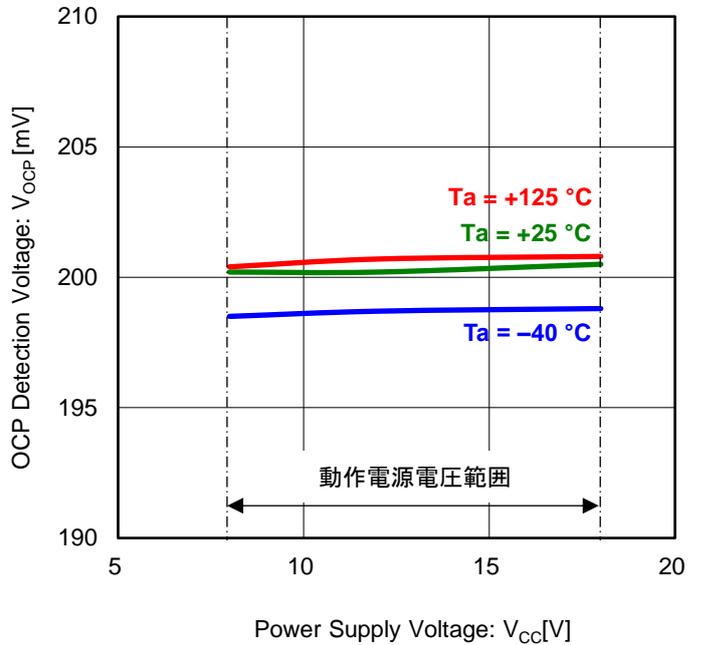
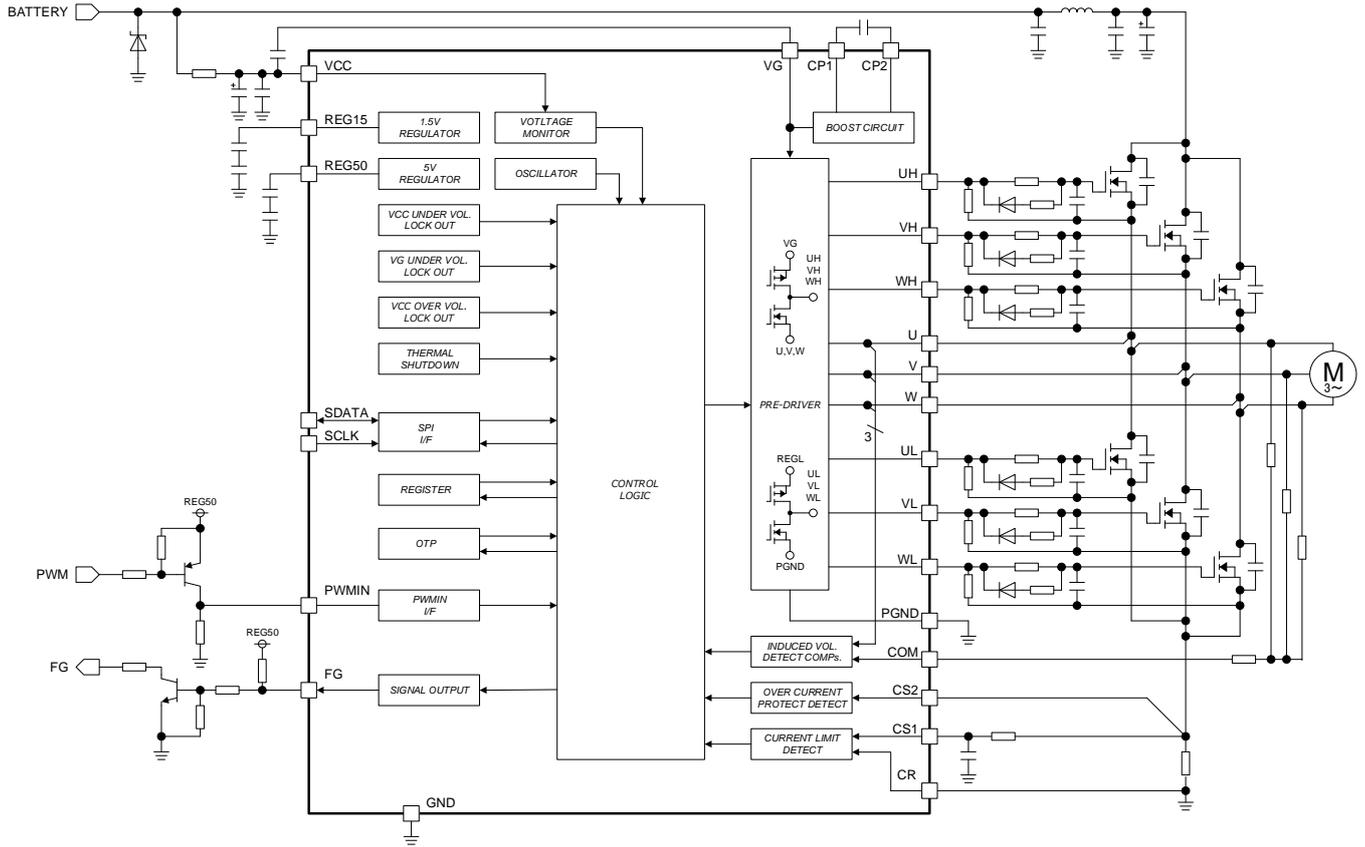


Figure 4. 過電流保護検出電圧 vs 電源電圧

応用回路例



基板設計上の注意

1. IC の電源、IC のグラウンド、モータ出力、モータグラウンド配線はできる限り太くしてください。
2. IC のグラウンド配線はPCB 基板のグラウンドコネクタ近くに位置してください。
3. VCC 端子、外付け FET に付けるバイパスコンデンサはできる限り VCC 端子、外付け FET の近くに配置してください。

## アプリケーション回路設計上の注意

## 1. 電源端子 (VCC)

広帯域で電源のインピーダンスを下げる目的から、電解コンデンサと並列に 0.01  $\mu$ F ~ 0.1  $\mu$ F 程度のセラミック・コンデンサを配置してください。

モータの逆起電力や PWM スイッチングノイズなどで VCC が大きく振れる可能性がある場合は、バイパスコンデンサを極力端子近くに必ず配置し、VCC が安定するように調整してください。大電流使用時や逆起電力の大きいモータを使用される際には、必要に応じてコンデンサの容量を追加してください。VCC が絶対最大定格を超えることのないようにご注意ください。絶対最大定格を超えない程度のツェナーダイオードをつけることも有効です。また、VCC 端子と GND 端子に逆電圧が印加された場合も、IC が破壊に至る恐れがありますのでご注意ください。

VCC 端子、外付け FET に付けるバイパスコンデンサはできる限り VCC 端子、外付け FET の近くに配置してください。

## 2. グラウンド端子 (GND, PGND)

スイッチング電流によるノイズの低減や内部の基準電圧安定化のために、この端子からの配線インピーダンスはできるだけ低くし、いかなる動作状態においても最低電位になるようにしてください。また、他の GND パターンと共通インピーダンスを持たないようにしてください。応用回路例には各部品の PGND と GND の接続先を、推奨接続先として記載しています。IC の電源、IC のグラウンド、モータ出力、モータグラウンド配線はできる限り太くしてください。また、IC のグラウンド配線は PCB 基板のグラウンドコネクタ近くに位置してください。

## 3. 昇圧端子 (CP1, CP2, VG)

上側外付け FET の駆動用に昇圧回路を内蔵しております。昇圧動作周波数は 125 kHz (Typ) です。CP1-CP2 端子間、VCC-VG 端子間にコンデンサを接続することにより、昇圧電圧が VG 端子に発生します。VG が電圧降下する可能性があるため、できるだけ端子近傍にコンデンサを付けてください。接続する各コンデンサは 0.1  $\mu$ F 以上を推奨します。

## 4. 上側ゲート駆動端子 (UH, VH, WH)

外付け FET の上側ゲート駆動電圧は 20.7 V (Typ) となります。各相上側ブリドライバ出力端子と各相検出電圧入力端子間 (U、V、W) に 100 k $\Omega$  (Typ) の抵抗が内蔵されています。

## 5. 下側ゲート駆動端子 (UL, VL, WL)

外付け FET の下側ゲート駆動電圧は 10.8 V (Typ) となります。各相下側ブリドライバ出力端子と GND 間に 1000 k $\Omega$  (Typ) の抵抗が内蔵されています。

## 6. 検出電圧入力端子 (U, V, W)

上側外付け FET のソース側と接続してください。上側外付け FET の駆動回路はこの端子を基準に上側ブリドライバ出力電圧を生成します。この端子がオープンになった状態で使用されると、上側外付け FET に想定以上の電圧が印加され、破壊に至る可能性があります。また、モータによる逆起電力の影響により GND 電位以下に振れる可能性があり、-2 V 以下に振れた場合には誤動作や破壊に至ります。-2 V 以下に振れる可能性がある場合にはショットキーダイオードを対 GND に挿入するなどの対策を施してください。

## 7. モータ中点電圧入力端子 (COM)

U 端子、V 端子、W 端子との間にそれぞれ抵抗を接続することにより、擬似中点を作ります。抵抗値は 390  $\Omega$  を推奨いたします。モータ動作をご確認のうえ、決定してください。また、抵抗の許容損失にも注意してください。

## 8. 基準電圧出力端子 (REG15, REG50)

REG50 端子は 5 V (Typ) の基準電圧出力、REG15 端子は 1.5 V (Typ) の IC 内部のロジック回路用電源です。REG50 端子と REG15 端子にはそれぞれ 1  $\mu$ F ~ 4.7  $\mu$ F 程度のコンデンサを接続することを推奨します。なお、REG15 端子はコンデンサ以外何も接続しないでください。

## 9. 速度制御 PWM Duty 入力端子 (PWMIN)

PWMIN 端子に入力する PWM 信号のデューティで速度制御することが可能です。本製品の速度制御の回転数設定につきましては"動作説明: [速度制御](#)"を参照してください。

## 10. カレントリミット検出端子 (CR, CS1)

カレントリミット検出用コンパレータの入力端子である CR 端子、CS1 端子を設けております。ノイズの飛び込みなどの少ない配線を考慮してパターン設計してください。

## 11. 過電流検出端子 (CS2)

過電流検出用コンパレータの入力端子である CS2 端子を設けております。ノイズの飛び込みなどの少ない配線を考慮してパターン設計してください。

## アプリケーション回路設計上の注意点 – 続き

**12. FG 出力端子 (FG)**

U, V, W 相信号から合成された FG 信号が FG 端子から出力されます。

FG 端子はオープンドレイン出力のため、外部にて 10 kΩ ~ 100 kΩ 程度の抵抗でプルアップしてご使用ください。その際には FG 電圧及び電流が絶対最大定格を超えることのないようにご注意ください。

**13. 2 線 SPI 通信入出力端子 (SDATA, SCLK)**

OTP にパラメータを書き込む際に IC と通信を行うための入出力端子です。

SDATA 端子は 100 kΩ (Typ) の抵抗で REG50 にプルアップされています。SCLK 端子は 100 kΩ (Typ) の抵抗で REG50 にプルアップされています。

**14. テスト端子 (TEST1, TEST2, TEST3, TEST4)**

出荷検査用のテスト端子です。

オープンにしてください。

**15. ノンコネクション端子(N.C.)**

IC 内部回路とは電氣的に接続されていません。

オープンにしてください。

動作説明

1. 各種パラメータ設定と OTP (One Time Programmable Rom) 書き込み

モータの特性に合わせて各種パラメータを設定し、そのパラメータを OTP に書き込むことができます。IC 電源投入時に、OTP に書き込まれたデータがレジスタに設定されます。OTP にデータが書き込まれていない状態では、レジスタ初期値で動作します。これ以降の動作説明では、特に指定のない限り、レジスタ初期値での動作について説明します。

(1) レジスタマップ<sup>(Note 1)</sup>

レジスタ アドレス	OTP アドレス	Data[15:0]																Initial		
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
00h	00h	-	-	-	-	-	-	-	-	PWMIN _PD	PWMIN _PU	-	-	-	PWMIN POLE	-	-	16'h0012		
01h	01h	KP_0								KI_0								16'h1803		
05h	05h	-	LA Position COUNT			LA Position3			LA Position2			LA Position1			LA Position0			16'h0000		
08h	08h	-	-	-	-	LA ROTTH SEL2						LA ROTTH SEL1						16'h0000		
09h	09h	LA Position SWEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LA ROTTH SEL3						16'h0000		
0Ah	0Ah	RAMP_TIMESTEP_ACC								RAMP_TIMESTEP_DEC								16'h1010		
0Bh	0Bh	EC_LIMIT								-	-	RAMP_TO_PI_LEV						16'hFF04		
0Ch	0Ch	-	-	-	-	-	Calc Duty 0										16'hF868			
0Dh	0Dh	-	-	-	-	FR	Calc Duty 1										16'hB899			
0Fh	0Fh	-	-	-	-	-	MIN <sup>(Note 2)</sup>										16'hF096			
10h	10h	-	-	-	-	-	PWM Duty 3										16'hF0CD			
11h	11h	-	-	-	-	-	MIN <sup>(Note 3)</sup>										16'h0096			
12h	12h	-	-	-	-	-	PWM Duty 4										16'h00CD			
13h	13h	-	-	-	-	-	MIN <sup>(Note 4)</sup>										16'h0096			
14h	14h	-	-	-	-	-	RREF2IN										16'h839A			
15h	15h	-	-	-	-	-	RREF2 <sup>(Note 5)</sup>										16'h0400			
17h	17h	-	-	-	-	-	RREF2 <sup>(Note 6)</sup>										16'h0400			
19h	19h	-	-	-	-	-	RREF										16'h8147			
1Ah	1Ah	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DT				16'h03CF		
1Bh	1Bh	-	-	High-side PWM Mask Time								-	-	Low-side PWM Mask Time						16'h140C
1Ch	1Ch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	VCL						16'h801C		
1Eh	1Eh	-	-	-	Predic- tion	Min BEMF Window Width	BEMF Detect Type		Min BEMF Mask Width	MODE _SEL	START_SYNCTIMES			-	-	16'hF10D				

(Note 1) レジスタアドレスは、SPI 通信でパラメータ設定をするためのアドレスです。OTP アドレスは、OTP 書き込み等で使用するためのアドレスです。

(Note 2) Calc Duty 0 に対する最低回転数割合設定。

(Note 3) PWM Duty 3 に対する最低回転数割合設定。

(Note 4) PWM Duty 4 に対する最低回転数割合設定。

(Note 5) RREF2IN に対する最高回転数割合設定。

(Note 6) PWM Duty 100% に対する最高回転数割合設定。

(1) レジスタマップ — 続き

レジスタ アドレス	OTP アドレス	Data[15:0]															Initial	
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		0
1Fh	1Fh	-	-	-	-	-	-	-	-	TOVP							16'h4032	
30h	20h	TTP							TOCP							16'h3232		
31h	21h	TLK							TLK_DET							16'h320A		
32h	22h	-	-	-	-	-	-	-	-	TMAXRPM							16'h1032	
33h	23h	-	-	-	-	-	-	-	-	TMINRPM							16'h0032	
38h	28h	FG_AL EN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16'h0F90	
39h	29h	-	-	-	-	-	-	Averaging of Drive Period		-	-	-	-	-	-	-	16'h00B0	
3Bh	2Bh	-	-	START_DUTYS LP		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16'h4090	
3Ch	2Ch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	START_OFTIM E		-	-	-	16'hA4F4	
3Dh	2Dh	-	-	-	-	-	-	-	-	FIX_LEAD					LEAD_SET	16'h2040		
3Fh	2Fh	-	-	-	-	-	-	VCLINIT									16'h01C3	
42h	32h	OPEN_DSTEP							-	-	-	-	-	-	-	-	-	16'h3018
44h	34h	-	-	-	ROTOR_FIXTIME					-	-	-	SOSC_SET					16'h840C
46h	36h	-	-	-	-	-	-	-	-	CL_LINE SWMASK	-	TSD_PRTMSK		OCP_PRTMSK		OVP_PRTMSK		16'h002A
47h	37h	-	-	-	-	-	-	-	-	OCP Noise Mask		OVP Noise Mask		-	-	VG_ OVP_ SET	OVP_ THR_ SEL	16'h15A0
48h	38h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MINRPM_PRT_ OFF		MAXRPM_PRT_ OFF		LKPRT_OFF		16'h80AA
49h	39h	EFP_P RTMSK	-	MIN_TIME		AR_ST B_OFF	-	AL_MI N_3CY CLES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16'h0A07
53h	42h	-	-	-	-	-	-	CL Noise Mask		-	-	-	-	-	-	-	-	16'h1002
58h	47h	-	-	-	-	-	-	FGAL TIME	FGMAS KEN	-	-	-	-	-	-	-	-	16'h0158
62h	4Ah	OCP							-	-	-	-	-	-	-	-	-	16'hD88B

1. 各種パラメータ設定と OTP (One Time Programmable Rom) 書き込み — 続き  
 (2) パラメーター一覧

No.	レジスタアドレス [Data]	パラメータ名	機能	レジスタ 分解能
1	1Eh [5]	MODE_SEL	通常モード/高速起動モード切替え設定	1bit
2	1Eh [9:8]	BEMF Detect Type	電気角あたり誘起電圧検出回数設定	2bit
3	1Ah [4:0]	DT	出力デッドタイム設定	5bit
4	1Bh [13:8]	High-side PWM Mask Time	誘起電圧検出上側 PWM マスク時間設定	6bit
5	1Bh [5:0]	Low-side PWM Mask Time	誘起電圧検出下側 PWM マスク時間設定	6bit
6	39h [9:8]	Averaging of Drive Period	誘起電圧検出周期平均化設定	2bit
7	1Eh [12]	Prediction Function of Motor Period	誘起電圧検出周期予測切替え	1bit
8	1Eh [11:10]	Min BEMF Window Width	誘起電圧検出最小窓幅設定	2bit
9	1Eh [7:6]	Min BEMF Mask Width	誘起電圧検出最小マスク幅設定	2bit
10	3Dh [1:0]	LEAD_SET	自動進角/固定進角切替え設定	2bit
11	3Dh [7:2]	FIX_LEAD	固定進角設定	6bit
12	05h [2:0]	LA Position0	自動進角電流位相判別タイミング設定 0	3bit
13	05h [5:3]	LA Position1	自動進角電流位相判別タイミング設定 1	3bit
14	05h [8:6]	LA Position2	自動進角電流位相判別タイミング設定 2	3bit
15	05h [11:9]	LA Position3	自動進角電流位相判別タイミング設定 3	3bit
16	09h [15]	LA Position SWEN	電流位相判別タイミング切替え無効設定	1bit
17	05h [14:12]	LA Position COUNT	電流位相判別タイミング切替えしきい値数設定	3bit
18	08h [5:0]	LA ROTTH SEL1	電流位相判別タイミング切替え回転数設定 1	6bit
19	08h [11:6]	LA ROTTH SEL 2	電流位相判別タイミング切替え回転数設定 2	6bit
20	09h [5:0]	LA ROTTH SEL 3	電流位相判別タイミング切替え回転数設定 3	6bit
21	0Dh [11]	FR	回転方向設定	1bit
22	3Ch [5:4]	START_OFTIME	空転判定時間設定	2bit
23	44h [12:8]	ROTOR_FIXTIME	初期位置固定時間設定	5bit
24	44h [4:0]	SOSC_SET	強制同期時の加速調整設定	5bit
25	1Eh [4:2]	START_SYNCTIMES	強制同期周期数設定	3bit
26	3Bh [13:12]	START_DUTYSLP	起動時出力 Duty ステップ時間設定	2bit
27	46h [7]	CL_LINE_SWMASK	カレントリミット検出経路切替え無効設定	1bit
28	53h [9:8]	CL Noise Mask	カレントリミット誤動作防止マスク時間設定	2bit
29	3Fh [9:0]	VCLINIT	カレントリミット初期値設定	10bit
30	1Ch [5:0]	VCL	カレントリミット設定	6bit
31	00h [2]	PWMIN_POLE	PWMIN 入力極性切替設定	1bit
32	00h [6]	PWMIN_PU	PWMIN 内部抵抗プルアップ有効設定	1bit
33	00h [7]	PWMIN_PD	PWMIN 内部抵抗プルダウン有効設定	1bit
34	42h [15:8]	OPEN_DSTEP	駆動オフ指令時出力 Duty ステップ時間設定	8bit

## (2) パラメーター一覧 — 続き

No.	レジスタアドレス [Data]	パラメータ名	機能	レジスタ 分解能
35	19h [10:0]	RREF	最高回転数設定	11bit
36	15h [10:0], 17h [10:0]	RREF2	第2最高回転数割合設定	11bit
37	14h [10:0]	RREF2IN	第2最高回転数入力しきい値設定	11bit
38	0Fh [10:0], 11h [10:0] 13h [10:0]	MIN	最低回転数割合設定	11bit
39	0Ch [10:0]	Calc Duty 0	PWMIN 入力駆動 OFF 判定しきい値設定	11bit
40	0Dh [10:0]	Calc Duty 1	PWMIN 入力駆動 ON 判定しきい値設定	11bit
41	10h [10:0]	PWM Duty 3	最低回転数飽和入力しきい値設定	11bit
42	12h [10:0]	PWM Duty 4	最低回転数飽和入力しきい値設定	11bit
43	0Ah [7:0]	RAMP_TIMESTEP_DEC	減速時 RAMP 動作ステップ時間幅設定	8bit
44	0Ah [15:8]	RAMP_TIMESTEP_ACC	加速時 RAMP 動作ステップ時間幅設定	8bit
45	0Bh [5:0]	RAMP_TO_PI_LEV	PI 切替え速度誤差しきい値設定	6bit
46	0Bh [15:8]	EC_LIMIT	速度誤差制限設定	8bit
47	01h [15:8]	KP_0	速度 PI 制御比例ゲイン設定	8bit
48	01h [7:0]	KI_0	速度 PI 制御積分ゲイン設定	8bit
49	58h [8]	FGMASKEN	強制同期起動時 FG 出力マスク設定	1bit
50	58h [9]	FGALTIME	FG マスク解除条件切替え設定	1bit
51	38h [15]	FG_ALEN	AL 信号の FG 重畳切替え設定	1bit
52	49h [13:12]	MIN_TIME	AL 信号最小出力時間切替え設定	2bit
53	49h [9]	AL_MIN_3CYCLES	AL 信号最小出力条件切替え設定	1bit
54	48h [1:0]	LKPRT_OFF	ロック保護無効設定	2bit
55	48h [3:2]	MAXRMPRT_OFF	高回転異常保護無効設定	2bit
56	48h [5:4]	MINRMPRT_OFF	低回転異常保護無効設定	2bit
57	31h [7:0]	TLK_DET	モータロック検出時間設定	8bit
58	31h [15:8]	TLK	モータロック保護時間設定	8bit
59	32h [7:0]	TMAXRPM	高回転異常保護時間設定	8bit
60	33h [7:0]	TMINRPM	低回転異常保護時間設定	8bit
61	46h [3:2]	OCP_PRTMSK	過電流保護無効設定	2bit
62	62h [15:6]	OCP	過電流保護検出しきい値設定	10bit
63	30h [7:0]	TOCP	過電流保護時間設定	8bit
64	47h [7:6]	OCP Noise Mask	過電流保護誤動作防止マスク時間設定	2bit
65	46h [5:4]	TSD_PRTMSK	過熱保護無効設定	2bit
66	30h [15:8]	TTP	過熱保護時間設定	8bit
67	46h [1:0]	OVP_PRTMSK	過電圧保護無効設定	2bit
68	1Fh [7:0]	TOVP	過電圧保護時間設定	8bit
69	47h [5:4]	OVP Noise Mask	過電圧保護誤動作防止マスク時間設定	2bit
70	47h [0]	OVP_THR_SEL	過電圧保護しきい値設定	1bit
71	47h [1]	VG_OVP_SET	過電圧保護検出時昇圧回路動作設定	1bit
72	49h [15]	EFP_PRTMSK	入力周波数異常保護無効設定	1bit
73	49h [11]	AR_STB_OFF	Standby 時 OTP Auto Refresh 有無切替え 設定	1bit

動作説明 — 続き

2. センサレス正弦波駆動

ロータ位置検出用のホール素子が不要となるセンサレス駆動で、三相ブラシレス DC モータの相電流を正弦波形にするセンサレス正弦波駆動モータドライバ IC です。

(1) モード選択

OTP 設定: MODE\_SEL

モード選択設定 (MODE\_SEL / レジスタ初期値[0h]: 通常モード) において、通常モードと高速起動モードがあり、起動時の、ブレーキ時間 (通常モード設定: 350 ms, 高速起動モード設定: 35 ms)、初期位置固定時間 (P.24 参照)、強制同期時の加速調整 (P.26 参照)、起動時出力 Duty ステップ時間 (P.29 参照) の設定値が異なります。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
MODE_SEL	0h	モード選択設定	0h: 通常モード, 1h: 高速起動モード

(2) 誘起電圧検出回数設定

OTP 設定: BEMF Detect Type

電気角あたりの誘起電圧検出回数設定 (BEMF detect Type / レジスタ初期値 [1h]: 360°) により誘起電圧検出区間の誘起電圧検出回数を変更できます。0h を選択した場合、強制同期起動区間直後の 64 電気周期は 60°ごとに誘起電圧検出をし、その後 360°ごとの検出に切り替わります。1h を選択した場合 360°ごとの検出を行うため着磁ムラの影響が小さくなります。2h を選択した場合 60°ごとの検出となるため負荷変動に強くなります。

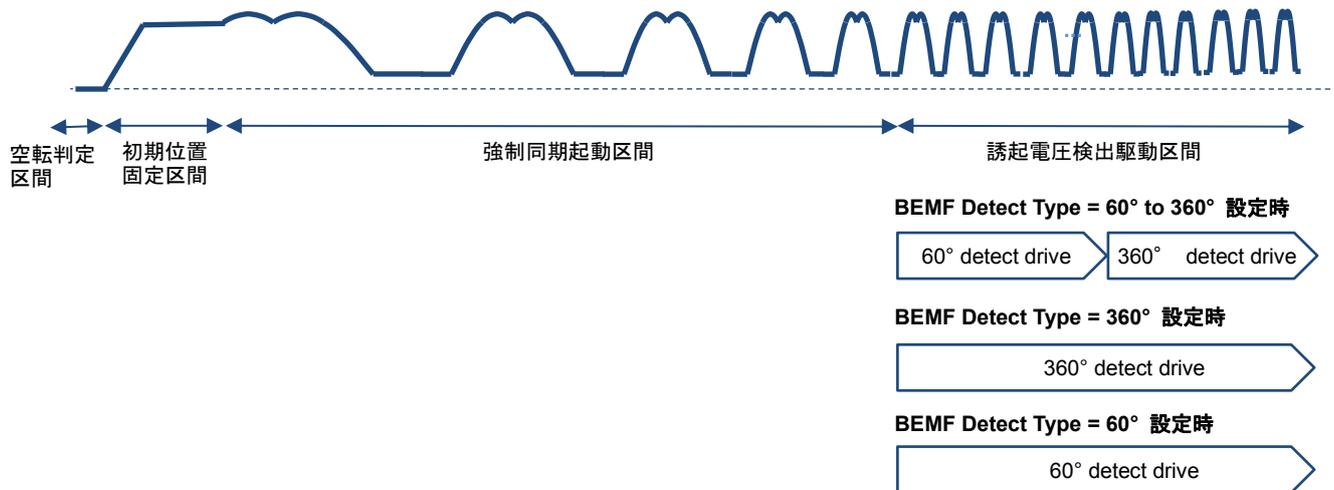


Figure 1. 起動時の誘起電圧検出回数について

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
BEMF Detect Type	1h	電気角あたり誘起電圧検出回数設定	0h: 60° to 360°, 1h: 360°, 2h: 60°, 3h: 禁止設定

(2) 誘起電圧検出回数設定 — 続き

定常駆動 (Back EMF Detection Driving section)時の BEMF 検出タイミングを下図に示します。

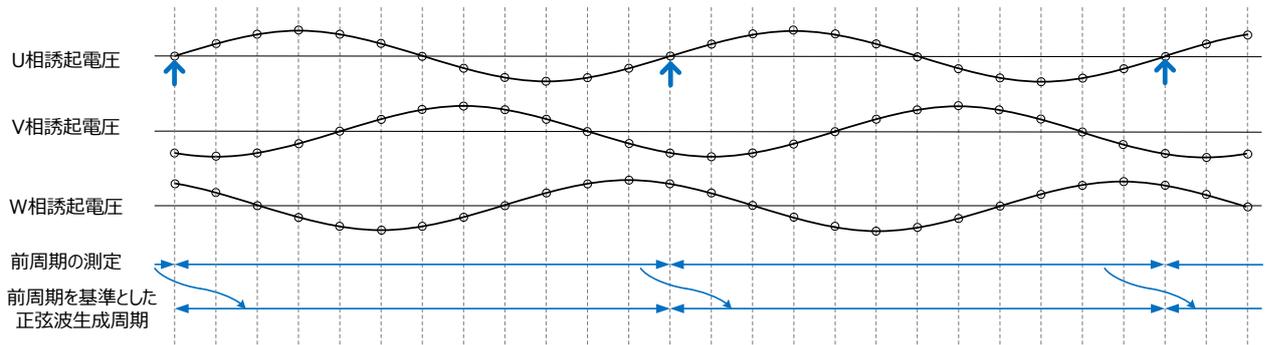


Figure 2. 定常時の誘起電圧検出回数について (360°検出の場合)

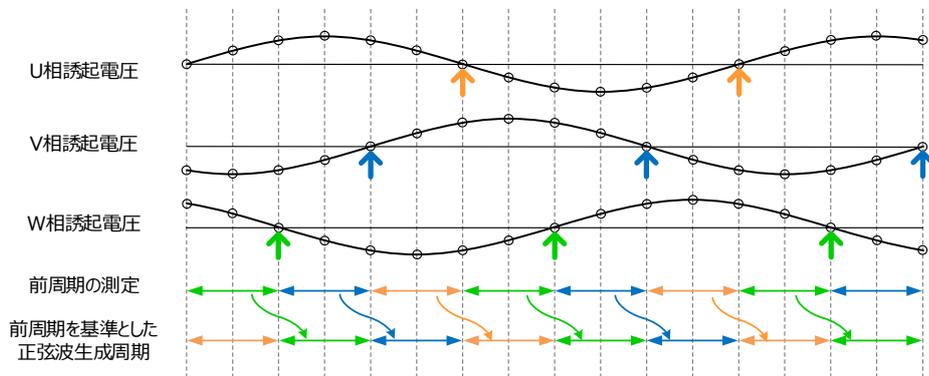


Figure 3. 定常時の誘起電圧検出回数について (60°検出の場合)

(3) 出力デッドタイム設定

OTP 設定: DT

出力デッドタイムを設定することができます (DT /レジスタ初期値 [0Fh]: 1.5 μs [Typ])。設定可能範囲は 0.5 μs ~ 3.1 μs で、0.1 μs 刻みで設定が可能です。設定値は以下の数式に従います。

$$t_{DEAD} = DT [4: 0] \times 0.1 \geq 0.5 [\mu s]$$

0.5 μs 未満は設定できません。

デッドタイムは 1.5 μs 設定時は、動作温度範囲で±15%、1.0 μs 設定時は、動作温度範囲で±22% のバラツキがあることを考慮して設定してください。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
Dead Time (DT)	0Fh	出力デッドタイム設定	0d ~ 5d: 0.5 μs 6d ~ 31d: 0.6 μs ~ 3.1 μs, 0.1 μs step

2. センサレス正弦波駆動 — 続き

(4) PWM マスク

OTP 設定: High-side PWM Mask Time, Low-side PWM Mask Time

誘起電圧検出区間では、他相の PWM 出力カスティング時のリングングによる誘起電圧エッジ誤検出を防ぐ PWM マスク時間設定 (High-side PWM Mask Time /レジスタ初期値 [14h]: 4.0  $\mu$ s、Low-side PWM Mask Time /レジスタ初期値 [0Ch]: 2.4  $\mu$ s) があります。誘起電圧検出区間に生成される PWM の各立上り、立下りごとにマスク区間が発生します。誘起電圧検出コンパレータに最大で 5  $\mu$ s の遅延が発生する場合があります。そのため、PWM マスク時間設定は、リングング収束から 5  $\mu$ s までの区間を確実にマスクするように設定してください。マスクしきれない場合には誤検出が起き、脱調する恐れがあるため、安定したモータ駆動を行うためには、最適な値を選定する必要があります。レジスタ初期値の設定ではマスク時間が不十分であるため、初期値のまま使用しないでください。

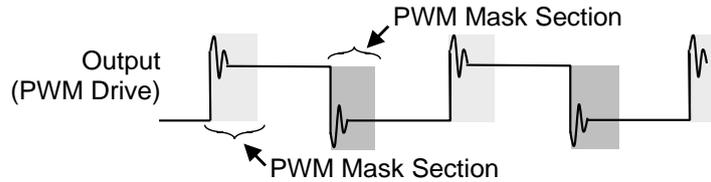


Figure 4. PWM マスク機能 (誘起電圧検出区間内)

検出相電圧 > COM 電圧の条件で誘起電圧エッジ検出となるため、PWM マスクが不足した場合リングング中に誤検出が発生する恐れがあります。例えば、検出相が U 相である場合、High-side PWM Mask Time については、IC 側での VH or WH 出力電圧の立上りをゼロとして、Figure 5 に示す通りマスク時間を設定してください。Low-side PWM Mask Time については、IC 側での VL or WL 出力電圧の立上りをゼロとして、Figure 6 に示す通りマスク時間を設定してください。

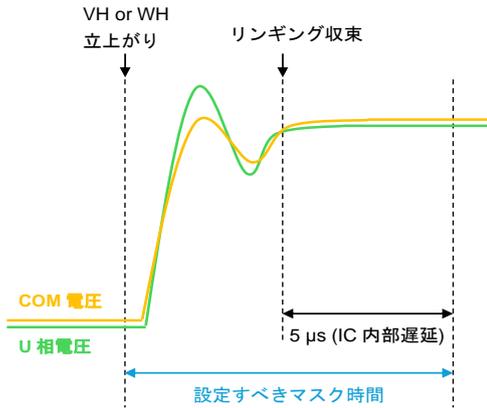


Figure 5. 上側 PWM マスク時間設定方法

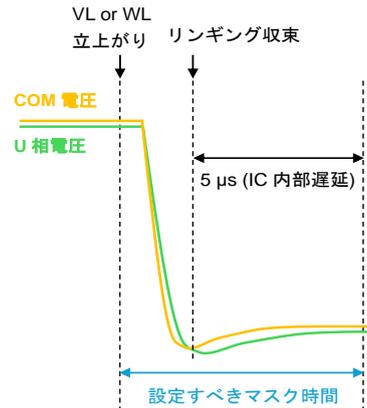


Figure 6. 下側 PWM マスク時間設定方法

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
High-side PWM Mask Time	14h	誘起電圧検出上側 PWM マスク時間設定	5.0 $\mu$ s ~ 12.6 $\mu$ s, 0.2 $\mu$ s step, High-side PWM Mask Time = 25d ~ 63d 0d ~ 24d: 禁止設定
Low-side PWM Mask Time	0Ch	誘起電圧検出下側 PWM マスク時間設定	5.0 $\mu$ s ~ 12.6 $\mu$ s, 0.2 $\mu$ s step, Low-side PWM Mask Time = 25d ~ 63d 0d ~ 24d: 禁止設定

2. センサレス正弦波駆動 — 続き

(5) 誘起電圧検出設定

OTP 設定: Averaging of Drive Period, Prediction Function of Motor Period

誘起電圧検出周期平均設定 (Averaging of Drive Period /レジスタ初期値 [0h]: 平均化なし) により次の通電周期を直前の誘起電圧検出周期から決めるか、直前複数周期平均から決めるかを選択することができます。

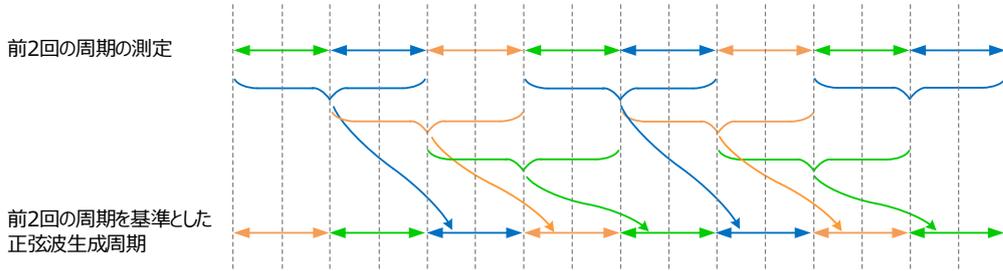


Figure 7. 誘起電圧検出周期平均設定 (2周期平均の場合)

加速時のみ誘起電圧検出周期予測する機能を内蔵しております。誘起電圧検出周期予測設定 (Prediction Function of Motor Period /レジスタ初期値 [1h]: 予測有効) により次の通電周期を直前周期から決めるか、直前とその前の周期から加速傾向を予測して決めるかを選択することができます。具体的には直前周期とその前の周期の差の 1/2 を前周期から減算します。

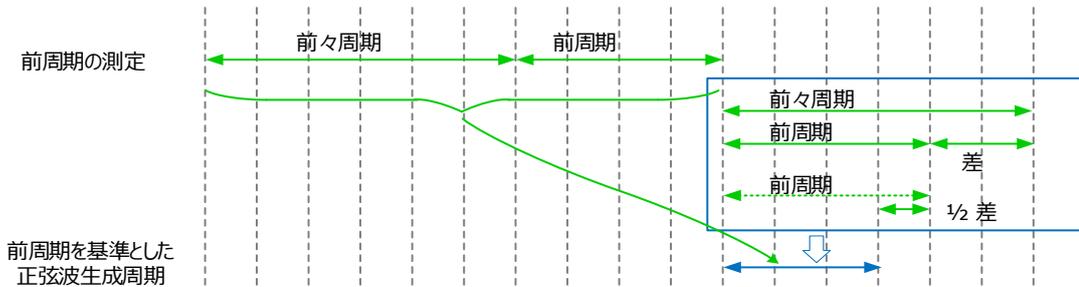


Figure 8. 加速傾向予測設定時の通電周期生成

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
Averaging of Drive Period	0h	誘起電圧検出周期平均化設定	0h: 平均化なし, 1h: 2周期平均, 2h: 4周期平均, 3h: 8周期平均
Prediction Function of Motor Period	1h	誘起電圧検出周期予測切替	0h: 予測無効, 1h: 予測有効

2. センサレス正弦波駆動 — 続き

(6) 誘起電圧検出マスク

OTP 設定: Min BEMF Window Width, Min BEMF Mask Width

誘起電圧検出窓区間 (出力 OFF)では、誘起電圧エッジ誤検出を防止するためにいくつかのマスク設定があります。窓の先頭部分には、コイル電流による誘起電圧エッジ誤検出を防ぐ誘起電圧検出マスク設定区間があります。安定回転時は最小マスク幅設定 (Min BEMF Mask Width /レジスタ初期値 [0h]: 5.625°) となるようにマスク区間が自動調整されます。誘起電圧検出窓区間は最小窓幅設定 (Min BEMF Window Width /レジスタ初期値 [0h]: 7.5°) または PWM3 周期分のいずれか大きい方となるように自動調整されます(安定回転時)。

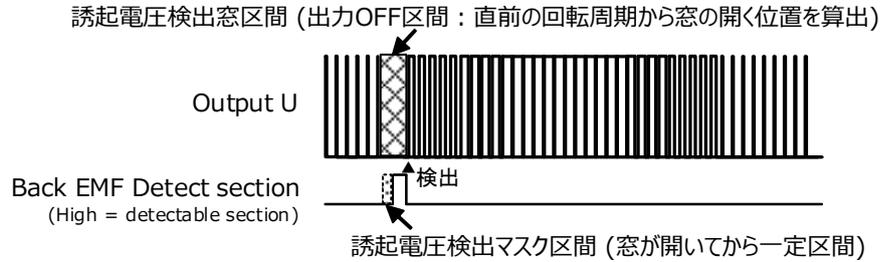
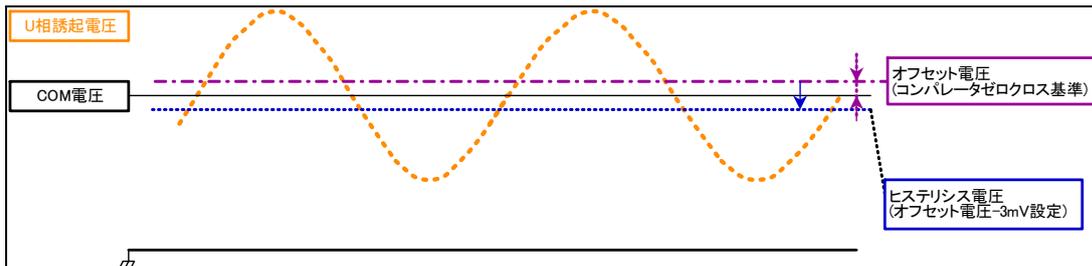


Figure 9. 誘起電圧検出マスク機能

窓開けの直後、コイルに負の電流が残っている場合は、U 相電圧が VCC 電圧付近まで上がります。U 電圧 > COM 電圧の条件で誘起電圧エッジ検出となるため、上記要因による U 電圧変動が残っていると、誘起電圧検出マスク解除直後に即誤検出となる恐れがあります。誘起電圧検出最小マスク幅設定は、U 相出力の電圧変動を確実にマスクするように設定してください。また、誘起電圧検出最小窓幅設定 > 誘起電圧最小マスク幅設定となるように設定してください。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
Min BEMF Window Width	0h	誘起電圧検出最小窓幅設定	0h, 3h: 7.5°, 1h: 11.25°, 2h: 6°
Min BEMF Mask Width	0h	誘起電圧検出最小マスク幅設定	0h: 5.625°, 1h: 9.844°, 2h: 7.969°, 3h: 4.688°

誘起電圧検出コンパレータの Tj = 25 °C におけるオフセット電圧とヒステリシス電圧は下記の通りです。定常回転時には、誘起電圧検出ずれを回避するために下記に十分マージンを取り御使用ください。



	Min	Typ	Max	Unit
オフセット電圧	-10	0	+10	mV
ヒステリシス電圧	-18	-3	-1	mV

Figure 10. 誘起電圧検出コンパレータのオフセット電圧とヒステリシス電圧(U 相基準の参考値)

2. センサレス正弦波駆動 — 続き

(7) 進角設定

OTP 設定: LEAD\_SET, FIX\_LEAD, LA Position0, LA Position1, LA Position2, LA Position3, LA Position SWEN, LA Position COUNT, LA ROTTH SEL1, LA ROTTH SEL2, LA ROTTH SEL3

モータ駆動中、コイルに発生する誘起電圧の位相とコイル電流の位相を自動的に一致させることで、高効率駆動を可能にする自動進角機能を内蔵しています。誘起電圧検出区間の先頭から電流位相判別タイミング設定(LA Position0 /レジスタ初期値 [0h]: 1/8 PWM 時間) 時間経過時点の電流極性を判別し、これがゼロになるように進角値を調整します。評価 / 解析用に、自動進角機能を OFF して固定進角調整する機能 (LEAD\_SET/レジスタ初期値 [0h]: 自動進角) を搭載しています。進角調整範囲 (FIX\_LEAD /レジスタ初期値 [10h]: 15.234° [Typ]) は 0° ~ 60° となります。

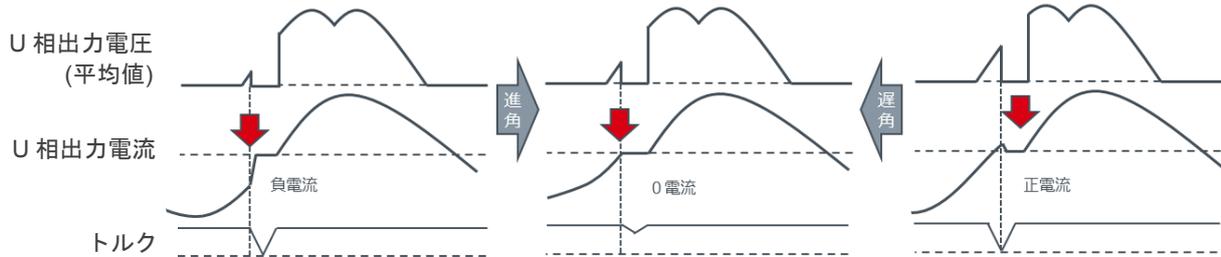


Figure 11. 自動進角時電流位相調整

電流位相判別タイミングは回転数領域毎に個別に設定可能です。電流位相判別タイミング切替えしきい値数設定 (LA Position COUNT / レジスタ初期値 [0h]: 切替えなし) により、変曲点の数を選択し、電流位相判別タイミング切替え回転数設定 (LA ROTTH SEL1, LA ROTTH SEL2, LA ROTTH SEL3 / レジスタ初期値 [00h]: 160 rpm<sup>(Note 1)</sup>) にて切替えしきい値となる回転数を設定します。回転数とは誘起電圧検出周期から算出される実回転数を指します。分けられた回転数領域毎に電流位相判別タイミング設定 (LA Position1, LA Position2, LA Position3 / レジスタ初期値 [0h]: 1/8 PWM 時間) を設定可能です。

電流位相判別タイミング切替え無効設定 (LA Position SWEN / レジスタ初期値 [0h]: 切替え無効) により、切替え有効/無効を選択可能です。切替え無効設定時、LA Position COUNT の設定値に依らず、LA Position0 の設定値のみで、電流位相判別タイミングは決定されます。急加速、急減速など大きな負荷変動を伴うアプリケーションでは目標回転数に応じて最適な進角値に設定してください。

(Note 1) 10 極モータ換算の回転数表記です。

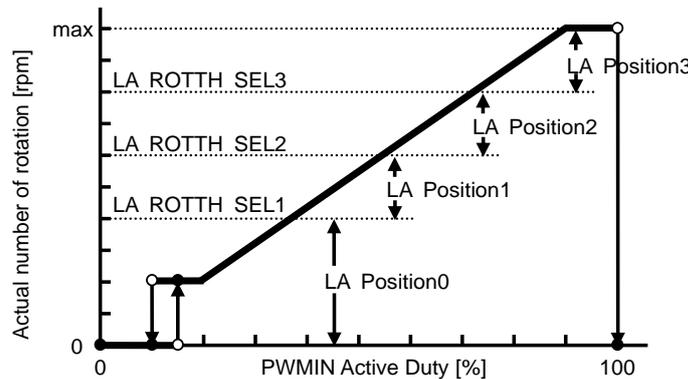


Figure 12. 電流位相判別タイミング切替え設定

## (7) 進角設定 — 続き

パラメータ名	レジスタ 初期値	機能	説明
LA Type (LEAD_SET)	0h	自動進角/固定進角切替設定	0h: 自動進角, 2h: 固定進角 (FIX_LEAD の設定値で固定), 1h/3h: 禁止設定
LA Level (Fixed) (FIX_LEAD)	10h	固定進角設定	0.234° ~ 59.297°, 0.937° step, FIX_LEAD = 0d ~ 63d
LA Position0 LA Position1 LA Position2 LA Position3	0h	自動進角電流位相判別タイミング設定	0h: 1/8 PWM 時間, 1h: 1/4 PWM 時間, 2h: 1 PWM 時間, 3h: 1/16 PWM 時間, 4h: 2 PWM 時間, 5h: 3 PWM 時間, 6h: 4 PWM 時間, 7h: 1/2 PWM 時間
LA Position SWEN	0h	電流位相判別タイミング 切替え無効設定	0h: 切替え無効, 1h: 切替え有効
LA Position COUNT	0h	電流位相判別タイミング 切替えしきい値数設定	0h: 切替え無し (LA Position0 のみ使用) 1h: 切替え 1 箇所 (LA Position0 ~ 1 使用) 2h: 切替え 2 箇所 (LA Position0 ~ 2 使用) 3h: 切替え 3 箇所 (LA Position0 ~ 3 使用)
LA_ROTTH_SEL1 LA_ROTTH_SEL2 LA_ROTTH_SEL3	00h	電流位相判別タイミング 切替え回転数設定	$f_{ROTTHx} [Hz] =$ $\{LA\_ROTTH\_SELx + 1\} * 26.666 * 2 / poles,$ LA_ROTTH_SEL1 ~ 3 = 0d ~ 63d

2. センサレス正弦波駆動 — 続き

(8) 起動シーケンス

OTP 設定: START\_OFTIME, ROTOR\_FIXTIME

起動時、空転判定区間 (START\_OFTIME / レジスタ初期値 [3h]: 25 ms [Typ]) でロータの回転を確認します。正常回転を検出した場合、誘起電圧検出駆動区間に移ります。逆回転を検出した場合、外付け FET の出力論理を全相 Low にし、ロータの回転を停止させます。5 s (Typ) 後、再度空転判定区間に移ります。それ以外の状態であれば、ロータが停止していると判断し初期位置固定区間に移ります。初期位置固定区間では、全相 Low 出力のブレーキを 350 ms (Typ) かけた後に一定時間 (ROTOR\_FIXTIME / レジスタ初期値 [04h]: 400 ms [Typ]) ロータを初期位置に固定する動作を行います。その後、強制同期起動区間に移ります。強制同期起動区間では一定の電気周期数<sup>(Note 1)</sup>の間、基準周期に基づき出力切替え周期を徐々に短くし、モータを加速させます。強制同期起動完了後、誘起電圧検出駆動区間に移ります。下記タイミングチャートでは、電源投入による起動 (VCC 端子) を例としています。<sup>(Note 2)</sup>

(Note 1) 電気角 360° の周期を 1 電気周期とする。

(Note 2) モータ停止状態から起動する起動指令には、正常周波数での速度指令入力による起動 (PWMIN 端子)、及び各保護回路によりモータが停止した状態からの復帰があります。これらも同様の動作となります。

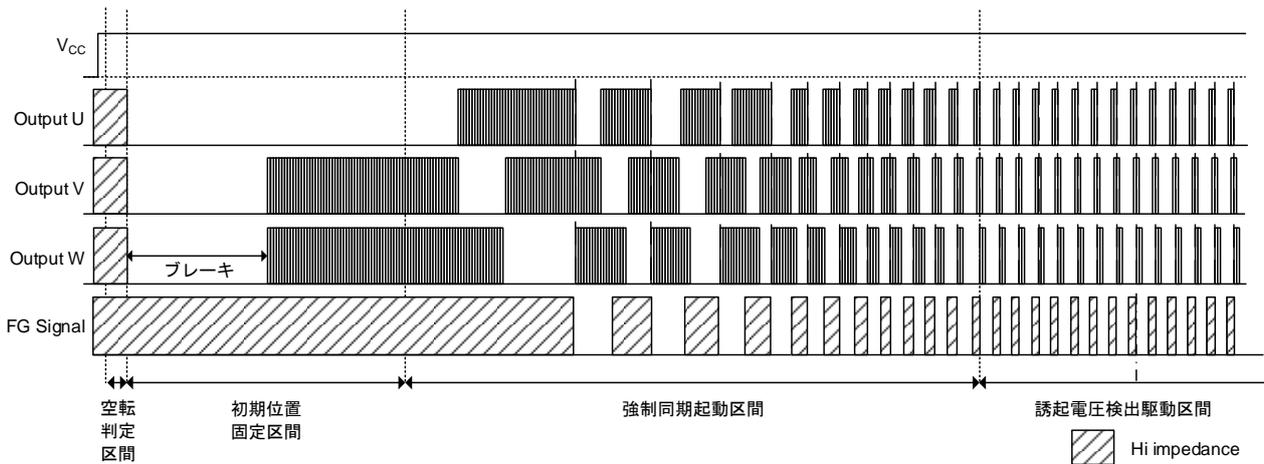


Figure 13. 出力信号 (U, V, W) と FG 信号タイミングチャート (FG マスク無効時)<sup>(Note 3)</sup>

(Note 3) 本製品は三相変調ですが、出力信号波形の最小 Duty 区間は図示してません。

駆動区間	機能
空転判定区間	ロータの回転を検出する
初期位置固定区間	ブレーキ後、ロータを初期位置に固定する
強制同期起動区間	一定の電気周期数まで出力切り替え周期を徐々に短くし、モータを加速させる
誘起電圧検出駆動区間	誘起電圧検出により通常駆動する

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	選択モード	説明
Max Rotation Judge Time (START_OFTIME)	3h	空転判定時間設定	通常モード/ 高速起動モード	0h: 12.5 ms, 1h: 6.25 ms, 2h: 18.75 ms, 3h: 25 ms
Rotor Fix Time (ROTOR_FIXTIME)	04h	初期位置固定時間設定	通常モード (MODE_SEL = 0h)	0 ms ~ 3.1 s, 100 ms step, ROTOR_FIXTIME = 0d ~ 31d
			高速起動モード (MODE_SEL = 1h)	0 ms ~ 344 ms, 11.1 ms step, ROTOR_FIXTIME = 0d ~ 31d



2. センサレス正弦波駆動 — 続き

(9) 強制同期起動区間における周波数設定

OTP 設定: SOSC\_SET, START\_SYNCTIMES

強制同期起動区間の加速度は、基準周期 (SOSC\_SET / レジスタ初期値 [0Ch]: 5.2 μs [Typ]) と電気周期数 (START\_SYNCTIMES / レジスタ初期値 [3h]: 8 周期) で設定します。この加速度はモータの各種特性パラメータにより異なります。安定したモータ起動を行うために、最適な値を選定してください。

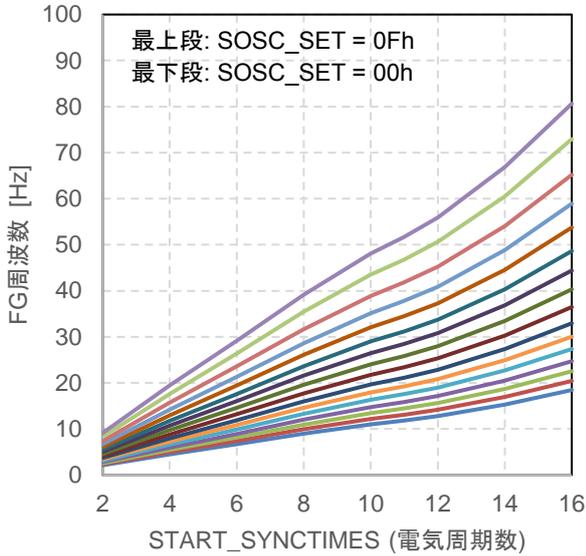


Figure 15. START\_SYNCTIMES vs FG 周波数 (SOSC\_SET = 00h ~ 0Fh) (通常モード)

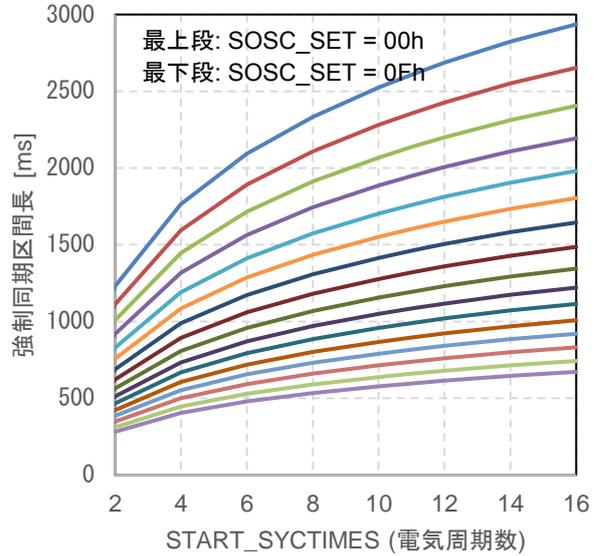


Figure 16. START\_SYNCTIMES vs 強制同期区間長 (SOSC\_SET = 00h ~ 0Fh) (通常モード)

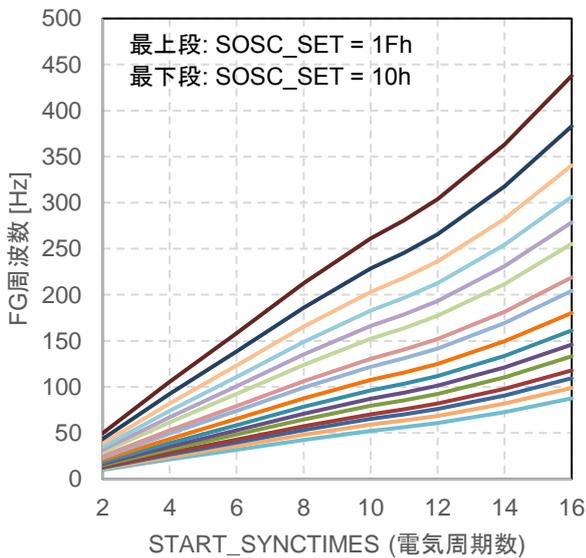


Figure 17. START\_SYNCTIMES vs FG 周波数 (SOSC\_SET = 10h ~ 1Fh) (通常モード)

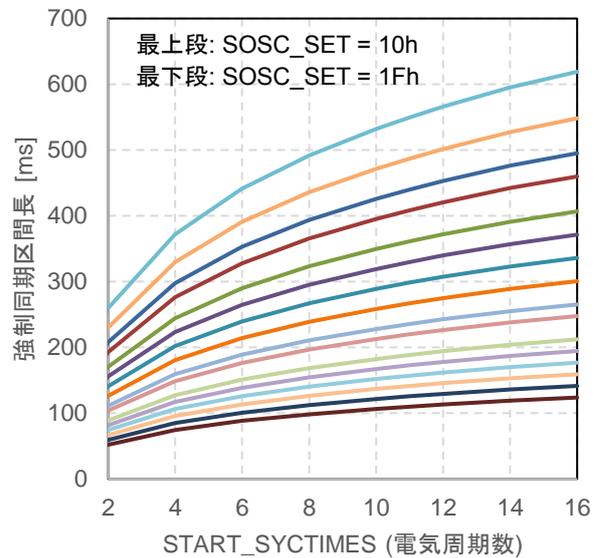


Figure 18. START\_SYNCTIMES vs 強制同期区間長 (SOSC\_SET = 10h ~ 1Fh) (通常モード)

(9) 強制同期起動区間における周波数設定 — 続き

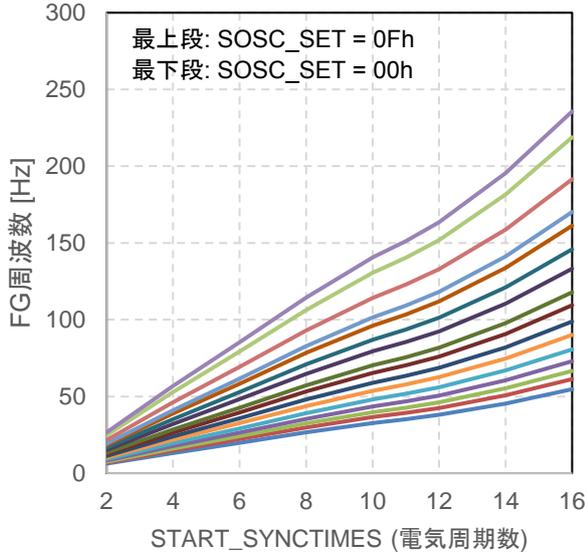


Figure 19. START\_SYNCTIMES vs FG 周波数 (SOSC\_SET = 00h ~ 0Fh) (高速起動モード)

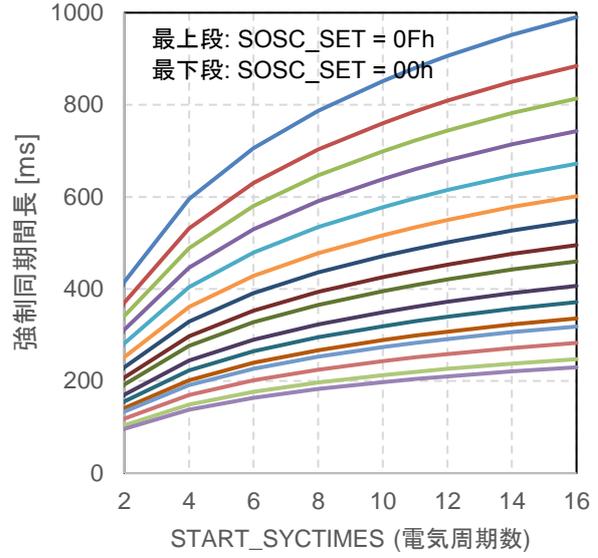


Figure 20. START\_SYNCTIMES vs 強制同期区間長 (SOSC\_SET = 00h ~ 0Fh) (高速起動モード)

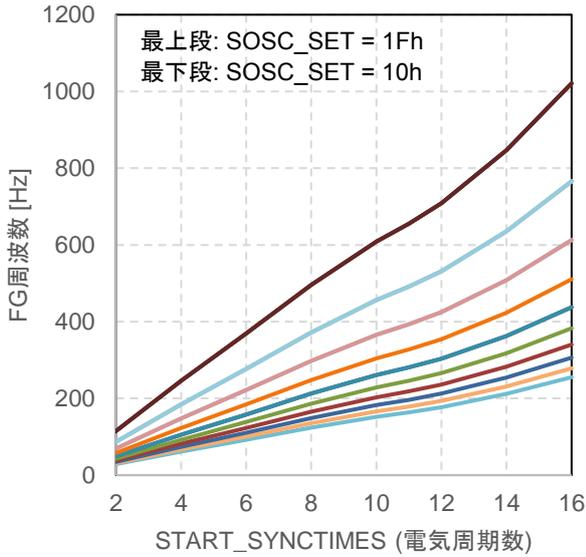


Figure 21. START\_SYNCTIMES vs FG 周波数 (SOSC\_SET = 10h ~ 1Fh) (高速起動モード)

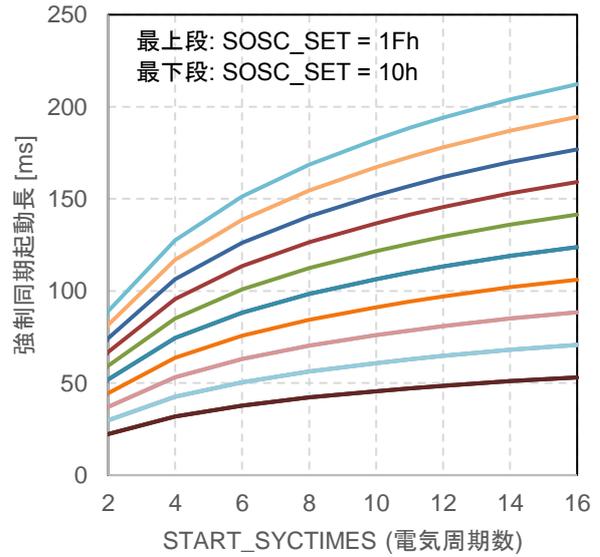


Figure 22. START\_SYNCTIMES vs 強制同期区間長 (SOSC\_SET = 10h ~ 1Fh) (高速起動モード)

(9) 強制同期起動区間における周波数設定 — 続き

パラメータ名	レジスタ 初期値	機能	選択モード	説明
Startup Slope (SOSC_SET)	0Ch	強制同期時の 加速調整設定	通常モード (MODE_SEL = 0h)	00h: 16.5 $\mu$ s, 01h: 15.0 $\mu$ s, 02h: 13.6 $\mu$ s, 03h: 12.4 $\mu$ s, 04h: 11.2 $\mu$ s, 05h: 10.2 $\mu$ s, 06h: 9.3 $\mu$ s, 07h: 8.4 $\mu$ s, 08h: 7.6 $\mu$ s, 09h: 6.9 $\mu$ s, 0Ah: 6.3 $\mu$ s, 0Bh: 5.7 $\mu$ s, 0Ch: 5.2 $\mu$ s, 0Dh: 4.7 $\mu$ s, 0Eh: 4.2 $\mu$ s, 0Fh: 3.8 $\mu$ s, 10h: 3.5 $\mu$ s, 11h: 3.1 $\mu$ s, 12h: 2.8 $\mu$ s, 13h: 2.6 $\mu$ s, 14h: 2.3 $\mu$ s, 15h: 2.1 $\mu$ s, 16h: 1.9 $\mu$ s, 17h: 1.7 $\mu$ s, 18h: 1.5 $\mu$ s, 19h: 1.4 $\mu$ s, 1Ah: 1.2 $\mu$ s, 1Bh: 1.1 $\mu$ s, 1Ch: 1.0 $\mu$ s, 1Dh: 0.9 $\mu$ s, 1Eh: 0.8 $\mu$ s, 1Fh: 0.7 $\mu$ s
			高速起動モード (MODE_SEL = 1h)	00h: 5.5 $\mu$ s, 01h: 5.0 $\mu$ s, 02h: 4.6 $\mu$ s, 03h: 4.2 $\mu$ s, 04h: 3.8 $\mu$ s, 05h: 3.4 $\mu$ s, 06h: 3.1 $\mu$ s, 07h: 2.8 $\mu$ s, 08h: 2.6 $\mu$ s, 09h: 2.3 $\mu$ s, 0Ah: 2.1 $\mu$ s, 0Bh: 1.9 $\mu$ s, 0Ch: 1.8 $\mu$ s, 0Dh: 1.6 $\mu$ s, 0Eh: 1.4 $\mu$ s, 0Fh: 1.3 $\mu$ s, 10h: 1.2 $\mu$ s, 11h: 1.1 $\mu$ s, 12h: 1.0 $\mu$ s, 13h: 0.9 $\mu$ s, 14h: 0.8 $\mu$ s, 15h ~ 16h: 0.7 $\mu$ s, 17h: 0.6 $\mu$ s, 18h ~ 19h: 0.5 $\mu$ s, 1Ah ~ 1Ch: 0.4 $\mu$ s, 1Dh ~ 1Fh: 0.3 $\mu$ s
Startup Section (START_SYNCTIMES)	3h	強制同期周期 数設定	通常モード/ 高速起動モード	0h: 2 周期, 1h: 4 周期, 2h: 6 周期, 3h: 8 周期, 4h: 10 周期, 5h: 12 周期, 6h: 14 周期, 7h: 16 周期

2. センサレス正弦波駆動 — 続き

(10) 初期位置固定区間 ~ 強制同期起動区間における出力 Duty

OTP 設定: START\_DUTYSLP, VCLINIT, VCL, CL\_LINE\_SWMASK

初期位置固定区間のブレーキ後に出力 Duty はスロープ設定 (START\_DUTYSLP / レジスタ初期値 [0h]: 204.8  $\mu$ s / 0.1 % [Typ]) で決められた傾きで増加し、カレントリミット検出時点の出力 Duty がラッチされます。初期位置固定区間 ~ 強制同期起動区間は一定出力 Duty でモータを加速します。なお、出力 Duty ラッチ後、強制同期区間終了までカレントリミットは無効です。強制同期起動完了後、誘起電圧検出駆動区間に移ると、カレントリミット初期値 (VCLINIT / レジスタ初期値 [1C0h]: 104.1 mV [Typ]) から定常駆動時カレントリミット (VCL / レジスタ初期値 [1Ch]: 104.1 mV [Typ]) 調整機能に切り替わります。

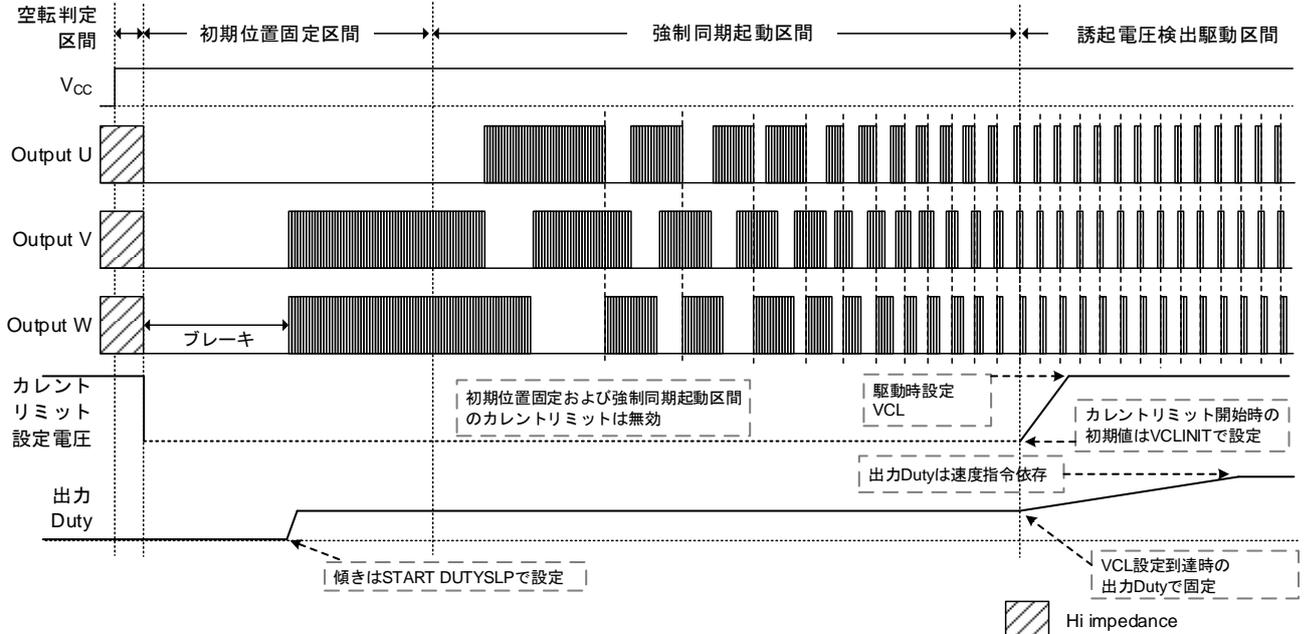


Figure 23. 初期位置固定区間 ~ 強制同期起動区間における出力 Duty (Note 1)

(Note 1) 本製品は三相変調ですが、出力信号波形の最小 Duty 区間は図示してません。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	選択モード	説明
Startup Duty Slope (START_DUTYSLP)	0h	起動時出力 Duty ステップ時間設定	通常モード (MODE_SEL = 0h)	0h: 204.8 $\mu$ s / 0.1 %, 1h: 102.4 $\mu$ s / 0.1 %, 2h: 409.6 $\mu$ s / 0.1 %, 3h: 819.2 $\mu$ s / 0.1 %
			高速起動モード (MODE_SEL = 1h)	0h: 20 $\mu$ s / 0.1 %, 1h: 10 $\mu$ s / 0.1 %, 2h: 40 $\mu$ s / 0.1 %, 3h: 80 $\mu$ s / 0.1 %
CL Level for Initial (VCLINIT)	1C0h	カレントリミット初期値設定	通常モード/ 高速起動モード	44 mV ~ 191 mV, 0.23 mV step, VCLINIT = 192d ~ 832d, 0d ~ 191d/833d ~ 1023d 禁止設定
VCL	1Ch	カレントリミット設定	通常モード/ 高速起動モード	44 mV ~ 191 mV, 3.70 mV step, VCL = 12d ~ 52d, 0d ~ 11d/53d ~ 63d 禁止設定

(10) 初期位置固定区間 ~ 強制同期起動区間における出力 Duty — 続き

初期位置固定区間におけるカレントリミットと誘起電圧検出駆動区間におけるカレントリミットは検出経路が異なります。初期位置固定においては、CS2 端子を経由した経路にて検出し、誘起電圧検出駆動区間においては、CS1 端子を経由した経路にて検出します。下図に示す通り、CS1 端子経路のスイッチと CS2 端子経路のスイッチはどちらか一方のスイッチのみが ON します。CR 端子経路のスイッチは常に ON しています。また、カレントリミット検出経路切替え機能無効設定 (CL\_LINE\_SWMASK/ レジスタ初期値 [1h]: 切替え有効) によって、経路切替え機能を無効化することが可能です。切替え無効時、CS1 端子経路のスイッチは常に ON し CS2 端子経路のスイッチは常に OFF となり、常時 CS1 端子経路でカレントリミットを検出します。

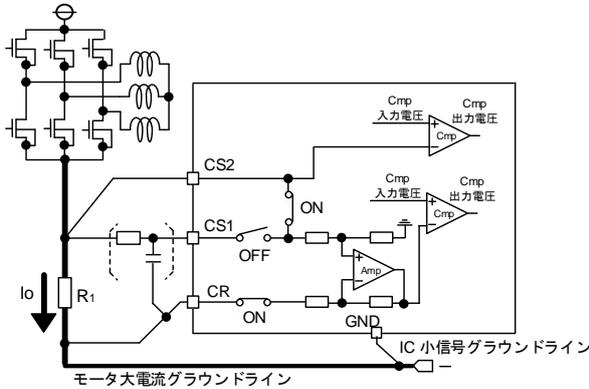


Figure 24. 初期位置固定区間におけるカレントリミット検出経路

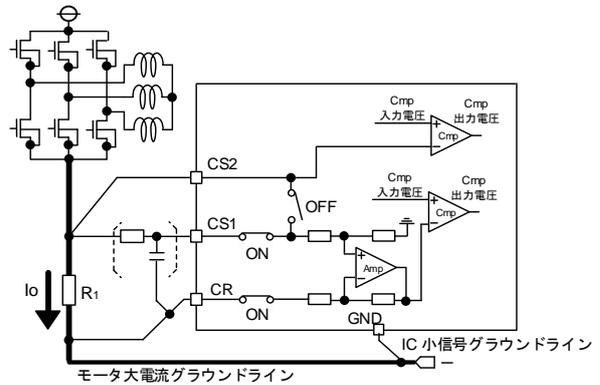


Figure 25. 誘起電圧検出駆動区間におけるカレントリミット検出経路

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	選択モード	説明
CL_LINE_SWMASK	0h	カレントリミット検出経路切替え無効設定	通常モード/ 高速起動モード	0h: 切替え有効, 1h: 切替え無効

2. センサレス正弦波駆動 — 続き

(11) カレントリミット

OTP 設定: CL Noise Mask

設定電流値以上の下側モータ電流を検出すると出力 Duty を制限して電流を抑制します。その後、次の PWM (ON) のタイミングで下側モータ電流が設定電流値(VCL/レジスタ初期値 [1Ch]: 104.1 mV)を下回った場合、通常駆動に戻ります。カレントリミットが動作する設定電流値  $I_o$  は CS1 端子電圧  $V_{CS1}$ 、CR 端子電圧  $V_{CR}$  と下側モータ電流検出抵抗  $R_1$  で決まります。以下に例として  $R_1 = 39\text{ m}\Omega$  の場合の式を示します。

$$I_o [A] = \frac{(V_{CS1} [V] - V_{CR} [V])}{R_1 [\Omega]}$$

$$= 0.1041 / 0.039$$

$$= 2.67\text{ A}$$

$$P_c [W] = (V_{CS1} [V] - V_{CR} [V]) \times I_o [A]$$

$$= 0.1041 \times 2.67$$

$$= 0.28\text{ W}$$

カレントリミット機能を使用しない場合、CS1 端子は GND とショートしてください。下側モータ電流検出に使用する抵抗  $R_1$  は大電流が流れます。消費電力  $P_c$  は上記に示す式で計算となりますので、許容損失に注意してください。

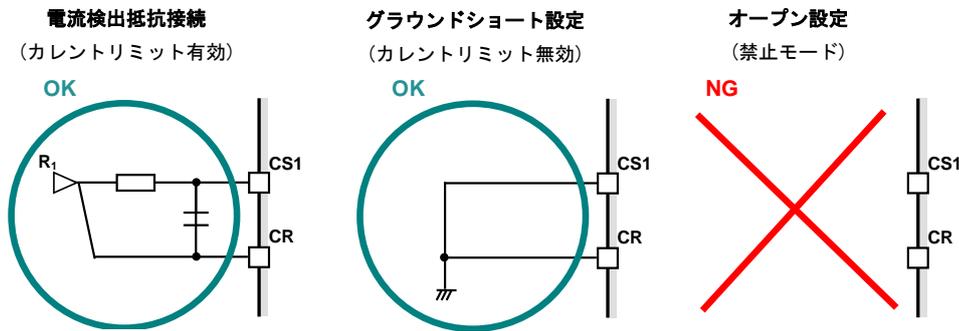


Figure 26. CS1 端子処理

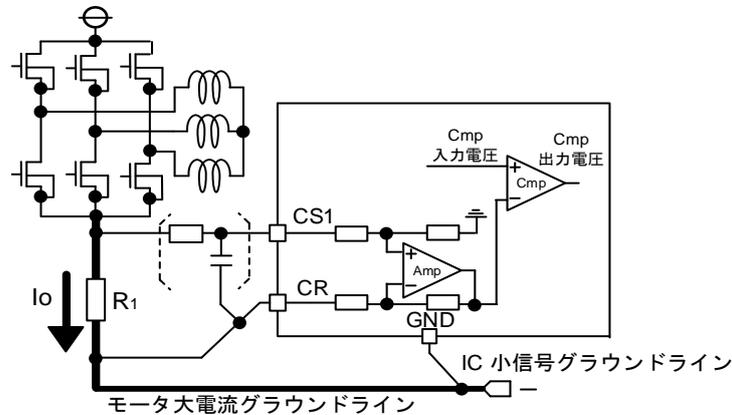


Figure 27. 小信号と大電流グラウンドライン分離

PCB レイアウト設計時は Figure 27 に示すように、IC 小信号グラウンドラインは  $R_1$  が接続されるモータ大電流グラウンドラインとは分離してください。

カレントリミット誤検出防止のためノイズマスク機能 (CL Noise Mask / レジスタ初期値 [0h]: 1  $\mu$ s [Typ]) を内蔵しています。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
CL Noise Mask	0h	カレントリミット誤動作防止マスク時間設定	0h: 1 $\mu$ s, 1h: 2 $\mu$ s, 2h: 4 $\mu$ s, 3h: 0 $\mu$ s

動作説明 — 続き

3. 速度制御

モータの回転数を一定に保つ速度制御を内蔵しています。PWMIN 端子によって設定した目標回転数とモータを駆動して検出された内部基準 FG 信号の周波数が等しくなるように出力 Duty を制御します。速度制御ブロックの構成図を Figure 28 に示します。

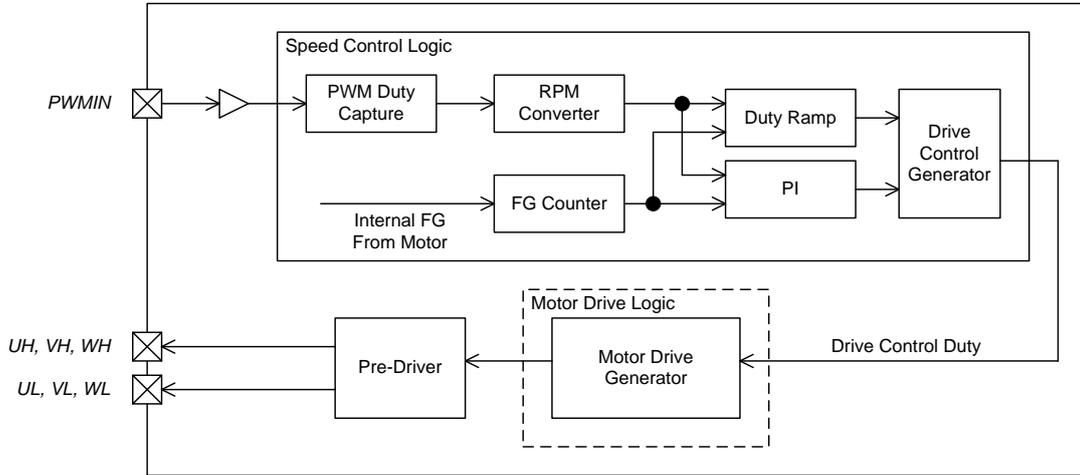


Figure 28. 速度制御ブロック図

(1) PWMIN Duty と目標回転数の関係

OTP 設定: PWMIN POLE, OPEN\_DSTEP

RREF, RREF2, RREF2IN, MIN, Calc Duty 0, Calc Duty 1, PWM Duty 3, PWM Duty 4

入力 PWMIN Duty に対する目標回転数を、Figure 29 と Figure 30 に示します。これらの図は PWMIN 入力極性 (PWMIN POLE /レジスタ初期値 [0h]: 正論理<sup>(Note 1)</sup>) が正論理の場合であり、負論理の場合は x 軸の 0 % と 100 % が反転することに注意してください。最大目標回転数 Target RPM (Max) は、最高回転数設定値 (RREF /レジスタ初期値 [147h] = [327d]) で定義される最大目標回転数時のモータ周波数  $f_{MAXRPM}$  を用いて次のようになります。なお、PWMIN Duty = 100 %時は駆動 OFF 判定となり単位時間 (OPEN\_DSTEP /レジスタ初期値 [30h]: 4.9 ms [Typ]) 毎に 0.1 % (Typ) 出力 Duty が減少し、モータは停止します。

(Note 1) High 論理の Duty で表記。

$$\begin{aligned}
 poles &= 10 \\
 Target\ RPM\ (Max) &= f_{MAXRPM}[Hz] \times 60[s] \\
 &= \{RREF + 1\} \times 1.041 \times \frac{2}{poles} \times 60 \\
 &= (327 + 1) \times 1.041 \times \frac{2}{10} \times 60 \\
 &= 4097\ min^{-1}
 \end{aligned}$$

さらに第 2 最高回転数も最大目標回転数に対する割合 (RREF2 /レジスタ初期値 [400h]: 100 %) で 100 %以下の回転数が設定可能です。第 2 最高回転数入力しきい値 (RREF2IN /レジスタ初期値 [39Ah]: 90.0 %) 以上の入力 PWMIN Duty で第 2 最高回転数を維持します。

また最低回転数は最大目標回転数([400h] = [1024d]: 100 %)に対する割合 (MIN /レジスタ初期値 [096h] = [150d]: 14.6 %) で設定可能です。最低回転数飽和しきい値 (PWM Duty 3, PWM Duty 4 /レジスタ初期値 [0CDh]: 20.0 %) 以下の入力 PWMIN Duty では最低回転数を維持します。

$$\begin{aligned}
 Target\ RPM\ (Min) &= Target\ RPM\ (Max) \times 150 \div 1024 \\
 &= 600\ min^{-1}
 \end{aligned}$$

入力 PWMIN Duty を駆動 OFF 判定しきい値 (Calc Duty 0 /レジスタ初期値 [068h]: 10.2 % [Typ]) 以下に設定した場合にモータ停止(外付け FET 出力はすべて OFF)、また駆動 ON 判定しきい値 (Calc Duty 1 /レジスタ初期値 [099h]: 14.9 % [Typ]) 以上に設定した場合にはモータを回転させることができます。

(1) PWMIN Duty と目標回転数の関係 — 続き

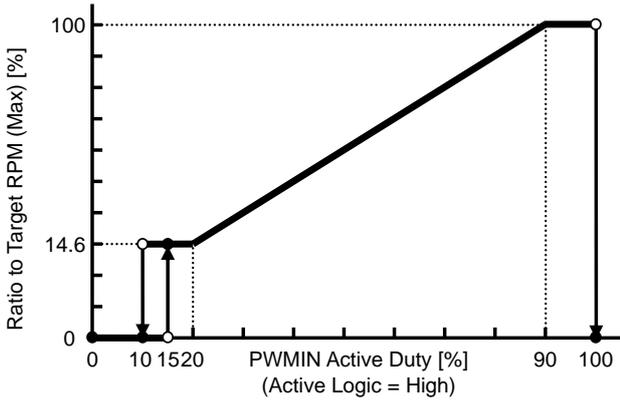


Figure 29.

PWMIN Duty と最大回転数に対する目標回転数比の関係 (レジスタ初期値の場合)

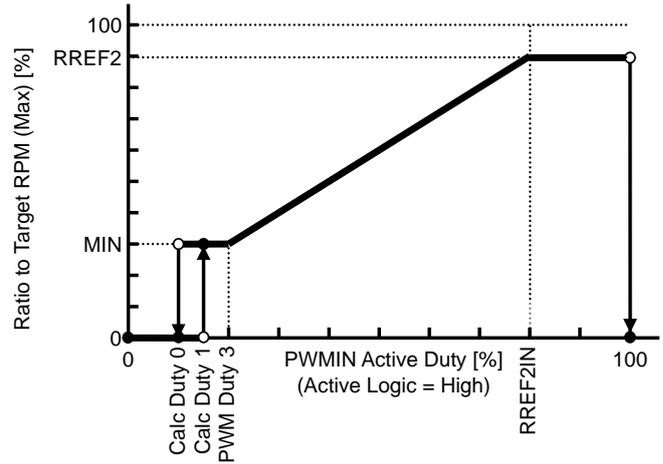


Figure 30.

PWMIN Duty と最大回転数に対する目標回転数比の関係 (パラメータ名の場合)<sup>(Note 1)</sup>

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
PWMIN POLE	0h	PWMIN 入力極性切替設定 <i>(Note 2)</i>	0h: 正論理, 1h: 負論理
OPEN_DSTEP	30h	駆動オフ指令時出力 Duty ステップ時間設定	0 ms ~ 26.112 ms, 102.4 μs step, OPEN_DSTEP = 0d ~ 255d
RREF	147h	最高回転数設定 (100 % 回転数)	$f_{MAXRPM} [Hz] = \{RREF + 1\} * 1.041 * 2 / poles$ , RREF = 0d ~ 1024d, 1025d ~ 2047d 禁止設定
RREF2	400h	第 2 最高回転数割合設定	$f_{MAXRPM2} [Hz] = f_{MAXRPM} [Hz] * \{RREF2\} / 1024$ , RREF2 = 0d ~ 1024d, 1025d ~ 2047d 禁止設定
RREF2IN	39Ah	第 2 最高回転数入力しきい値設定	$D_{MAXRPM2} [\%] = \{RREF2IN\} / 1024$ , RREF2IN = 1d ~ 1024d, 0d / 1025d ~ 2047d 禁止設定
MIN	096h	最低回転数割合設定	$f_{MINRPM} [Hz] = f_{MAXRPM} [Hz] * \{MIN\} / 1024$ , MIN = 0d ~ 1024d, 1025d ~ 2047d 禁止設定
Calc Duty 0	068h	PWMIN 入力駆動 OFF 判定しきい値設定	$D_{Calc Duty 0} [\%] = \{Calc Duty 0\} / 1024$ , Calc Duty 0 = 1d ~ 1024d, 0d / 1025d ~ 2047d 禁止設定
Calc Duty 1	099h	PWMIN 入力駆動 ON 判定しきい値設定	$D_{Calc Duty 1} [\%] = \{Calc Duty 1\} / 1024$ , Calc Duty 1 = 1d ~ 1024d, 0d / 1025d ~ 2047d 禁止設定
PWM Duty 3	0CDh	最低回転数飽和入力しきい値設定 <i>(Note 1)</i>	$D_{PWM Duty 3} [\%] = \{PWM Duty 3\} / 1024$ , PWM Duty 3 = 1d ~ 1024d, 0d / 1025d ~ 2047d 禁止設定
PWM Duty 4	0CDh	最低回転数飽和入力しきい値設定 <i>(Note 1)</i>	$D_{PWM Duty 4} [\%] = \{PWM Duty 4\} / 1024$ , PWM Duty 4 = 1d ~ 1024d, 0d / 1025d ~ 2047d 禁止設定

*(Note 1)* パラメータ名 PWM Duty 3 及び PWM Duty 4 につきましては、同じ値を設定する必要があります。

*(Note 2)* High 論理の Duty で表記するのが正論理、Low 論理の Duty で表記するのが負論理。

3. 速度制御 — 続き

(2) PWMIN 端子処理設定

OTP 設定: PWMIN\_PD, PWMIN\_PU

PWMIN 端子内部の抵抗プルアップ/抵抗プルダウンを選択可能です。PWMIN\_PD (初期値 [0h]: 抵抗プルダウン無効)、PWMIN\_PU (初期値 [0h]: 抵抗プルアップ無効) の設定値にて決定されます。初期設定はどちらも無効のため、IC 内部で論理固定されません。PWMIN 入力が不定にならないよう、アプリケーション回路上で抵抗プルダウンもしくは抵抗プルアップしてください。IC 外部に抵抗を置かずに使用する場合、必ずどちらかの設定値を変更して論理固定してください。

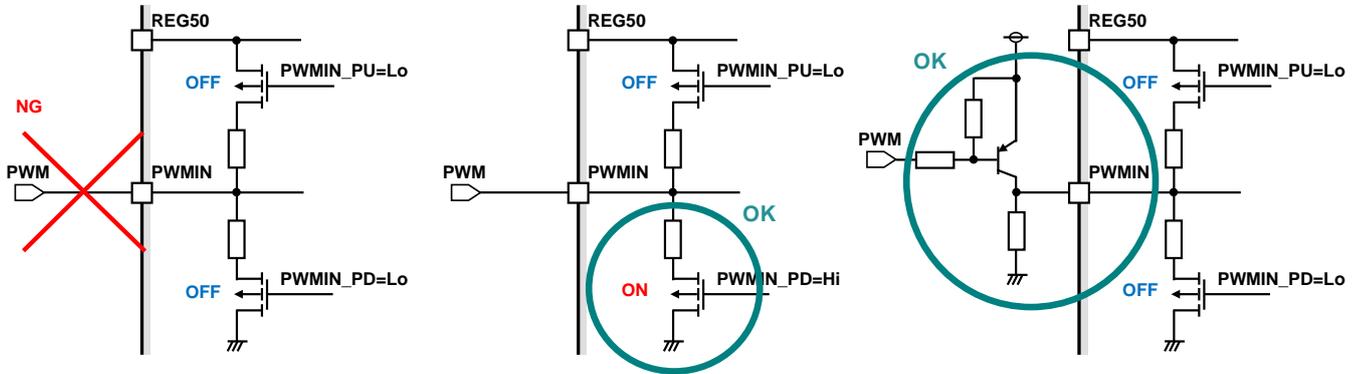


Figure 31. PWMIN 端子内部 プルアップ / プルダウン 設定

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
PWMIN_PD	0h	PWMIN 内部抵抗プルダウン有効設定	0h: 抵抗プルダウン無効, 1h: 抵抗プルダウン有効 (PWMIN_PU = 1h 設定時禁止)
PWMIN_PU	0h	PWMIN 内部抵抗プルアップ有効設定	0h: 抵抗プルアップ無効, 1h: 抵抗プルアップ有効 (PWMIN_PD = 1h 設定時禁止)

3. 速度制御 — 続き

(3) モータ回転数測定

モータ回転数は誘起電圧検出周期の測定値から生成された内部 FG 信号の半周期と目標回転数から計算される目標周期の半周期と比較し、その差分を速度エラー値とします。内部 FG 信号の半周期が長い (目標回転数より遅い) 場合、速度エラー値はマイナスの値をとります。逆に短い (目標回転数より速い) 場合、速度エラー値はプラスの値をとります。

(4) モータ速度制御設定

RAMP 制御駆動と PI 制御駆動で駆動します。モータ速度制御設定を下表に示します。

起動・加減速動作	定常動作
RAMP 制御駆動	PI 制御駆動

(5) RAMP 制御

OTP 設定: Ramp Step Time Dec, Ramp Step Time Acc, RAMP\_TO\_PI\_LEV

速度エラー値がマイナス (目標回転数より遅い) の場合は出力 Duty を徐々に増加させ、プラス (目標回転数より速い) の場合は徐々に減少させて実際のモータ回転数が目標回転数に近づきます。Figure 33 に示すように、1 ステップ時間毎に 0.1% (Typ) 出力 Duty が変化します。加速時ステップ時間幅 (Ramp Step Time Acc / レジスタ初期値[10h]: 13.9 ms [Typ]) と減速時のステップ時間幅 (Ramp Step Time Dec / レジスタ初期値[10h]: 13.9 ms [Typ]) は、個別に設定可能です。

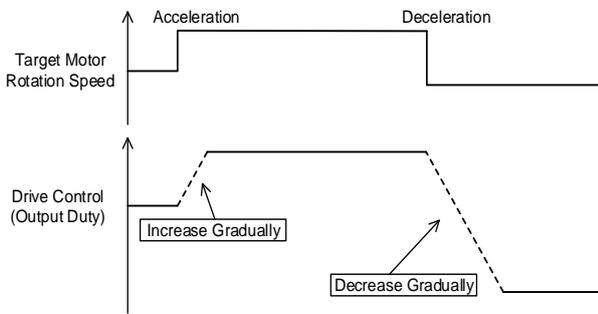


Figure 32. RAMP 制御

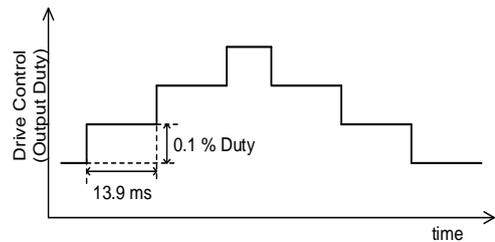


Figure 33. RAMP ステップ

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
Ramp Step Time Dec (RAMP_TIMESTEP_DEC)	10h	減速時 RAMP 動作ステップ時間幅設定	0.819 ms ~ 209.6 ms, 0.819 ms step $t_{RAMP} [ms] = \{RAMP\_TIMESTEP\_DEC + 1\} * 0.819 [ms]$ , Ramp Step Time Dec = 0d ~ 255d
Ramp Step Time Acc (RAMP_TIMESTEP_ACC)	10h	加速時 RAMP 動作ステップ時間幅設定	0.819 ms ~ 209.6 ms, 0.819 ms step $t_{RAMP} [ms] = \{RAMP\_TIMESTEP\_ACC + 1\} * 0.819 [ms]$ , Ramp Step Time Acc = 0d ~ 255d

(5) RAMP 制御 — 続き

RAMP 制御から PI 制御への切替は目標回転数に対する速度エラー値がしきい値 (RAMP\_TO\_PI\_LEV / レジスタ初期値 [04h]: 1.57 % [Typ]) 以内に収まると PI 制御に移行します。速度エラー値の大きい領域では、実際のモータ回転数は RAMP 制御を行い目標回転数に近づきます。速度エラー値が小さくなると PI 制御を開始することでパラメータ調整を容易にします。

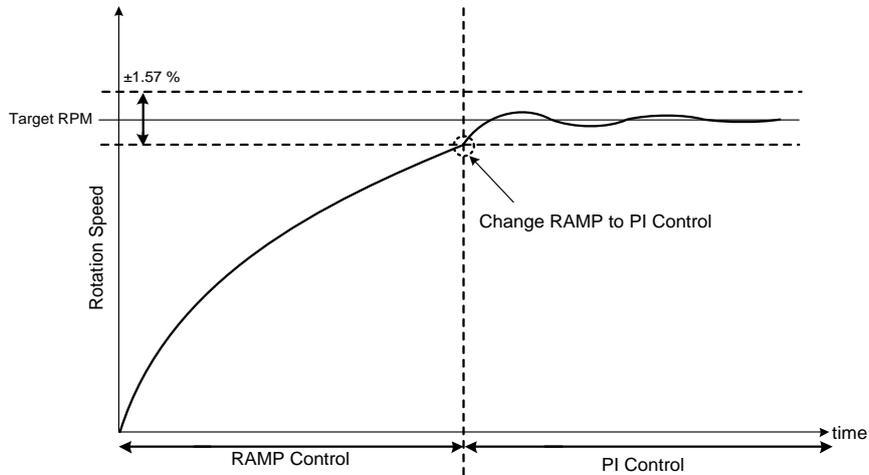


Figure 34. RAMP 制御から PI 制御

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
Ramp to PI Change Level (RAMP_TO_PI_LEV)	04h	PI 切替速度誤差しきい値設定	0 % ~ 24.609 %, 0.391 % step, RAMP_TO_PI_LEV = 0d ~ 63d

(6) PI 制御

OTP 設定: EC\_LIMIT, KP\_0, KI\_0

PI 制御を用いたクローズドループ速度制御を行います。出力 Duty (Drive Control) は内部基準周期で計測した速度エラー値 (Error Value) に対して誤差制限 (EC\_LIMIT / レジスタ初期値 [FFh]: 100 %) 後、比例ゲイン (KP\_0 / レジスタ初期値 [18h]: 0.375)、積分ゲイン (KI\_0 / レジスタ初期値 [03h]: 0.012) を用いて算出されます。Figure 35 に PI 制御ブロック図を示します。

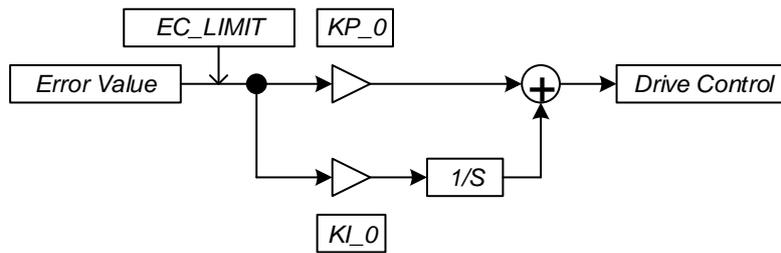


Figure 35. PI 制御ブロック図

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
Speed Error Limit (EC_LIMIT)	FFh	速度誤差制限設定	0 % ~ 100 %, 0.781 % step, EC_LIMIT = 0d ~ 128d, 129d ~ 255d: 100 %
P Value of PI (KP_0)	18h	速度 PI 制御比例ゲイン設定	$KP = \{KP\_0\} * 0.01564$ , KP_0 = 0d ~ 255d
I Value of PI (KI_0)	03h	速度 PI 制御積分ゲイン設定	$KI = \{KI\_0\} * 0.00391$ , KI_0 = 0d ~ 255d

動作説明 — 続き

4. 信号出力

(1) 起動安定判定出力設定(FG マスク)

OTP 設定: FGMASKEN, FGALTIME

FG 信号は空転検出区間 ~ 強制同期区間 (FG Mask 1) 及び、誘起電圧検出駆動区間開始直後 (FG Mask 2) はマスクされ (FGMASKEN / レジスタ初期値 [1h]: マスク有効)、起動安定判定されたタイミング (FGALTIME / レジスタ初期値 [0h]: 誘起電圧安定検出 5 回連続成立時) から出力開始されます。

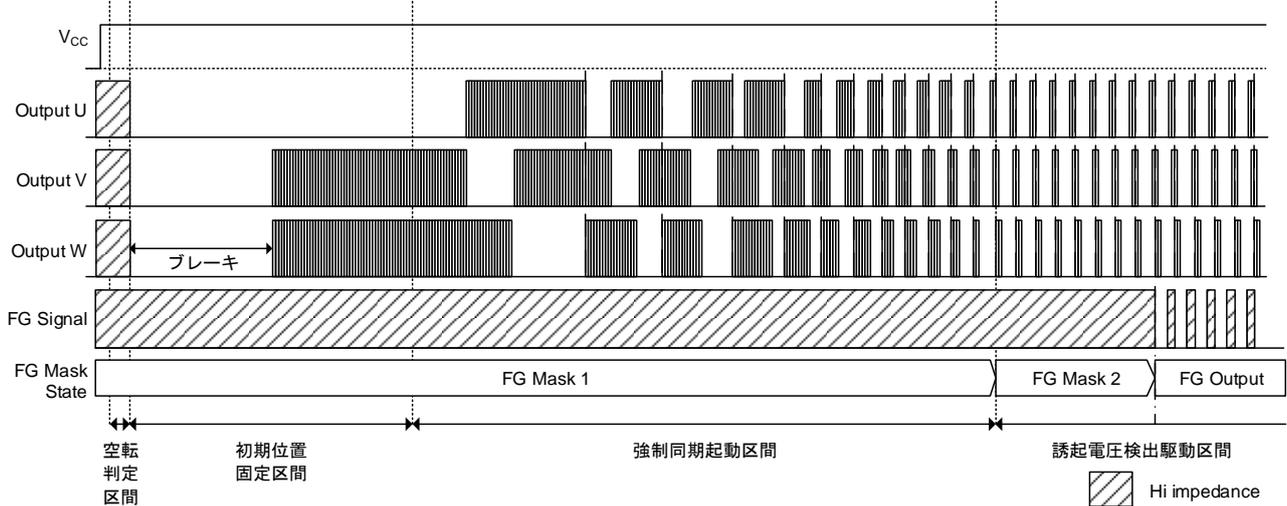


Figure 36. 出力信号 (U, V, W) と FG 信号タイミングチャート (FG マスク有効時)<sup>(Note 1)</sup>

(Note 1) 本製品は三相変調ですが、出力信号波形の最小 Duty 区間は図示してません。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
Initial FG Mask (FGMASKEN)	1h	強制同期起動時 FG 出力マスク設定	0h: マスク無効 (FG 出力), 1h: マスク有効 (FGALTIME の設定条件成立以降、マスク解除)
FG Mask Count (FGALTIME)	0h	FG マスク解除条件切替設定 (起動安定判定条件)	0h: 誘起電圧安定検出 5 回連続成立後, (誘起電圧安定検出 6 回目より FG 出力) 1h: 誘起電圧安定検出 9 回連続成立後, (誘起電圧安定検出 10 回目より FG 出力)

誘起電圧検出駆動区間開始直後 (FG Mask 2)における起動安定判定については、下記起動時の FG マスク解除条件が FGALTIME 設定で指定した回数連続発生した場合(急加速及びロック保護検出条件の発生がないこと)となります。

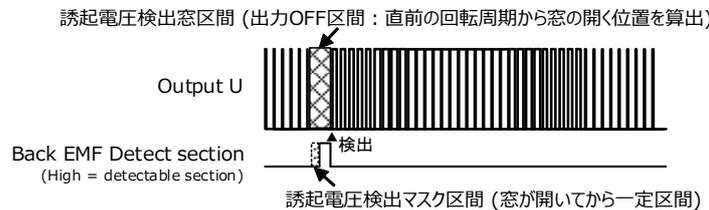


Figure 37. 起動時の FG マスク解除条件(FGALTIME 設定回数連続成立) : 誘起電圧安定検出時の出力信号波形

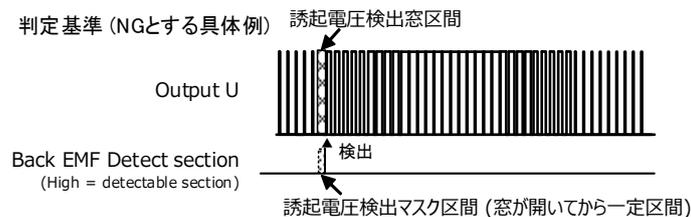


Figure 38. 起動時の FG マスク継続条件 : 急加速及び、モータロックの場合

## 4. 信号出力 — 続き

## (2) 異常検出出力 (AL)

OTP 設定: FG\_ALEN, MIN\_TIME, AL\_MIN\_3CYCLES

異常検出出力設定 (FG\_ALEN /レジスタ初期値 [0h]: AL 無効) 有効時、異常検出時及び保護時間中に、FG 端子から異常検出別周波数信号 (1 Hz [Typ] ~ 5 Hz [Typ]) を出力します。異常検出後は異常検出別周波数信号を出力し続け、最後の異常検出からの出力条件(AL\_MIN\_3CYCLES /レジスタ初期値 [1h]: 3 周期出力)を選択できます。時間出力設定時はその出力時間 (MIN\_TIME /レジスタ初期値 [0h]: 3 s)を選択できます。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
FG_ALEN	0h	AL 信号の FG 重畳切替設定	0h: AL 信号重畳無効, 1h: AL 信号重畳有効
MIN_TIME	0h	AL 信号最小出力時間切替設定 (Note 1)	0h: 3 s, 1h: 5 s, 2h: 7 s, 3h: 14 s
AL_MIN_3CYCLES	1h	AL 信号最小出力条件切替設定	0h: MIN_TIME 設定時間出力, 1h: 3 周期出力 (MIN_TIME 設定無効)

(Note 1) FG\_ALEN = 1h かつ AL\_MIN\_3CYCLES = 0h の場合のみ有効。

動作説明 — 続き

5. 保護機能

保護機能として過電流保護 (OCP)、過熱保護 (TSD)、モータロック保護 (MLP)、入力異常周波数保護 (EFP)、過電圧保護 (OVP)、減電圧保護として VCC 端子保護 (UVLO)、VG 端子保護 (UVGP) があります。これらの保護機能はすべて自動復帰タイプで、以下の条件と優先順位で動作します。

優先順位	保護機能	動作条件		昇圧回路出力	外付け FET 出力	異常検出時出力周波数
		検出	解除			
1	減電圧 (VCC)	$V_{CC} \leq 6 \text{ V (Typ)}$	$V_{CC} \geq 7 \text{ V (Typ)}$	Mute	OFF (Hi-Z)	0 Hz (Low 論理)
2	減電圧 (VG)	$V_G \leq V_{CC} + 3 \text{ V (Typ)}$	$V_G \geq V_{CC} + 3 \text{ V (Typ)}$	Active (Note 1)		_(Note 2)
3	過電流	CS2 端子 - GND 端子間検出電圧(OTP 設定)以上	保護時間経過後検出電圧以下			1 Hz (Typ)
4	過熱	$T_j \geq 175 \text{ }^\circ\text{C (Typ)}$	保護時間経過後 $T_j \leq 150 \text{ }^\circ\text{C (Typ)}$	2 Hz (Typ)		
5	過電圧	$V_{CC} \geq 22 \text{ V (Typ)} / 31 \text{ V (Typ)}$	保護時間経過後 $V_{CC} \leq 20 \text{ V (Typ)} / 29 \text{ V (Typ)}$	Mute/Active (Note 3)		3 Hz (Typ)
6	モータロック	(1)誘起電圧エッジが未検出 (OTP 設定) (2)高回転異常検出 (最高回転数 $\times 1.5$ 倍 (Typ),即時検出) (3)低回転異常検出 ( $80 \text{ min}^{-1}$ (Typ) 以下,即時検出)(Note 4)	保護時間経過後	Active		4 Hz (Typ)
7	入力異常周波数	150 ms (Typ) 間継続して異常周波数を入力	正常範囲内の周波数を 15 周期連続で入力			5 Hz (Typ)

(Note 1) 過電圧異常検出時に昇圧回路出力が Mute すると、それより優先順位が上位の異常を検出しても過電圧異常が解除するまでは昇圧回路は Mute 状態を維持します。

(Note 2) 減電圧(VG)異常検出時は、それより優先順位が下位の異常検出時出力周波数を保持します。

(Note 3) レジスタ「VG\_OVP\_SET」により選択可能です。

(Note 4) 10 極モータ換算の回転数表記です。

5. 保護機能 — 続き

(1) モータロック保護(MLP: Motor Lock Protection)

(a) モータロック

OTP 設定: LKPRT\_OFF, TLK\_DET, TLK

モータが外乱要因などでロック状態になるとモータロック保護機能が作動し、保護時間 (TLK /レジスタ初期値 [32h]: 5 s [Typ]) 中、外付け FET 出力はすべて OFF します。モータが回転している場合は誘起電圧エッジを検出しますが、モータがロックした場合は検出されません。誘起電圧エッジが一定時間検出されなかった場合 (TLK\_DET /レジスタ初期値 [0Ah]: 1 s [Typ])、モータがロックしたと判断します。ロック判定は前周期を基準で生成された正弦波波形の誘起電圧検出区間から開始するため、電気角当たりの誘起電圧検出回数設定やモータ回転速度に依存します。

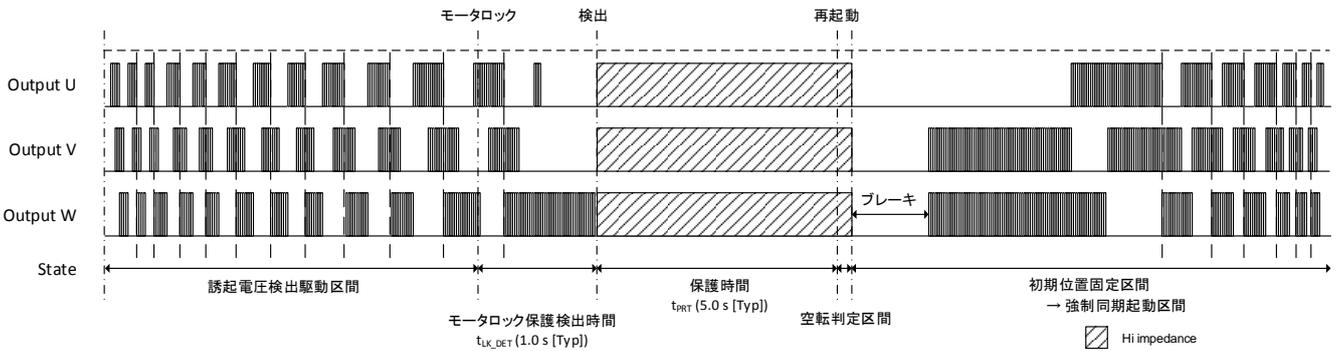


Figure 39. モータロック保護検出・解除時の動作

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
LKPRT_OFF	2h	ロック保護無効設定	1h: 保護無効 <sup>(Note 1)</sup> , 2h: 保護有効, 0h/3h: 禁止設定
MLP Detect Time (TLK_DET)	0Ah	モータロック検出時間設定	0 s ~ 25.5 s, 100 ms step TLKDET = 1d ~ 255d, 0d: 禁止設定
MLP Time (TLK)	32h	モータロック保護時間設定	0 s ~ 25.5 s, 100 ms step TLK = 0d ~ 255d

(Note 1) 保護無効は OTP でのレジスタ値変更時のみ有効。

(1) モータロック保護(MLP: Motor Lock Protection) — 続き

(b) 高回転異常

OTP 設定: MAXRMPRT\_OFF, TMAXRPM

モータが外乱要因などで最高回転数設定値の 1.5 倍 (Typ) 以上の速度に上昇するとモータロック保護機能が作動し、保護時間中 (TMAXRPM/レジスタ初期値 [32h]: 5 s [Typ])、外付け FET 出力はすべて OFF します。保護時間経過後にモータロック保護は解除されます。ロック判定は電気角当たりの誘起電圧検出回数設定 (BEMF Detect Type /レジスタ初期値 [1h]: 360°)に依存します。

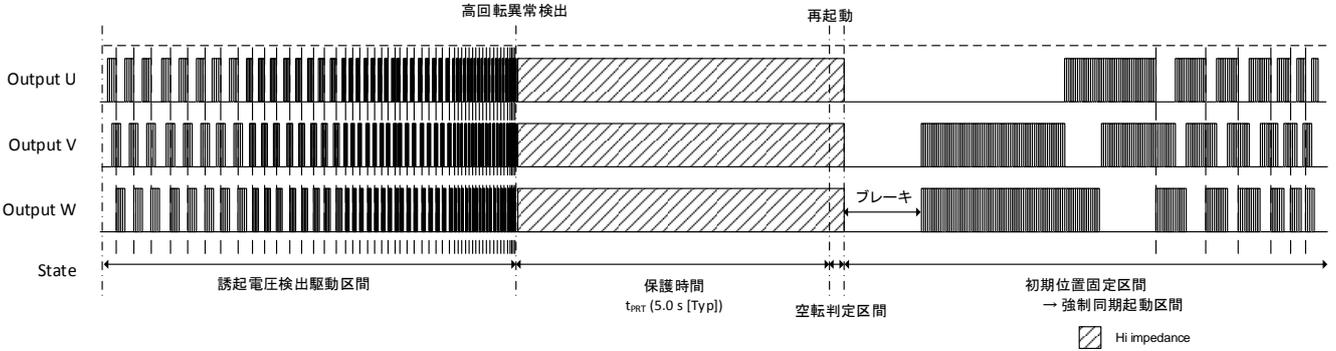


Figure 40. 高回転異常検出・解除時の動作

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
MAXRMPRT_OFF	2h	高回転異常保護無効設定	1h: 保護無効 <sup>(Note 1)</sup> , 2h: 保護有効, 0h/3h: 禁止設定
Max RPM Protect Time (TMAXRPM)	32h	高回転異常保護時間設定	0 s ~ 25.5 s, 100 ms step TMAXRPM = 0d ~ 255d

(Note 1) 保護無効は OTP でのレジスタ値変更時のみ有効。

(1) モータロック保護(MLP: Motor Lock Protection) — 続き

(c) 低回転異常<sup>(Note 1)</sup>

OTP 設定: MINRMPRT\_OFF, TMINRPM

外乱要因などで誘起電圧検出の周期がモータ回転数 80 min<sup>-1</sup> (Typ) 相当の時間を下回るとロック保護機能が作動し、保護時間中 (TMINRPM / レジスタ初期値 [32h]: 5 s [Typ])、外付け FET 出力はすべて OFF します。保護時間経過後にモータロック保護は解除されます。ロック判定は電気角当たりの誘起電圧検出回数設定 (BEMF Detect Type / レジスタ初期値 [1h]: 360°) に依存します。

(Note 1) 10 極モータ換算の回転数表記です。

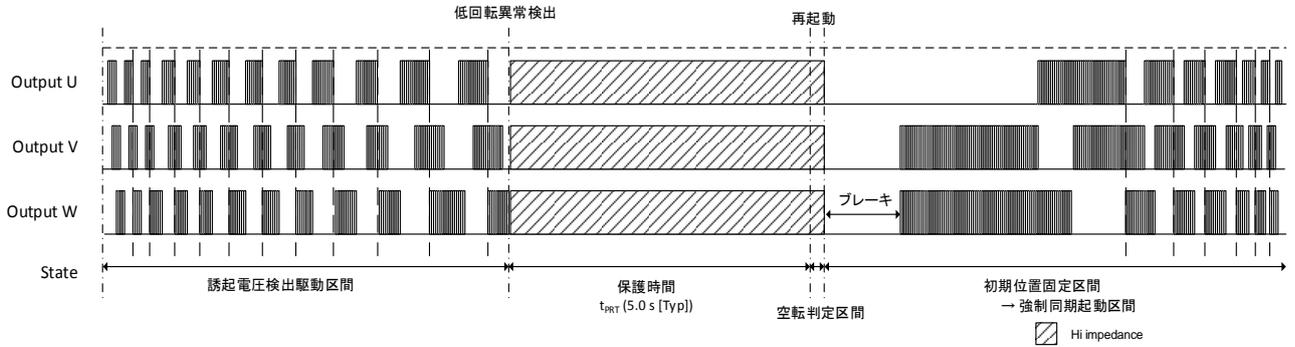


Figure 41. 低回転異常検出・解除時の動作

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
MINRMPRT_OFF	2h	低回転異常保護無効設定	1h: 保護無効 <sup>(Note 1)</sup> , 2h: 保護有効, 0h/3h: 禁止設定
Min RPM Protect Time(TMINRPM)	32h	低回転異常保護時間設定	0 s ~ 25.5 s, 100 ms step TMINRPM = 0d ~ 255d

(Note 1) 保護無効は OTP でのレジスタ値変更時のみ有効。

5. 保護機能 — 続き

(2) 電流保護 (OCP: Over Current Protection)

OTP 設定: OCP\_PRTMSK, OCP, TOCP, OCP Noise Mask

過電流保護回路を内蔵しており、出力天絡時のみ保護されます。Figure 42 に示すように、CS2 端子電圧を検出電圧値 (OCP /レジスタ初期値 [362h]: 0.2 V [Typ]) と比較するコンパレータを内蔵しており、CS2 端子電圧が検出電圧以上になると過電流保護が作動し、保護時間 (TOCP/レジスタ初期値 [32h]: 5 s [Typ]) 中、外付け FET 出力はすべて OFF します。保護時間経過後に過電流が検出されないと保護は解除されます。なお、誤動作防止のためのマスク時間 (OCP Noise Mask/レジスタ初期値 [2h]: 3  $\mu$ s [Typ]) を設けております。マスク時間未満の OCP コンパレータ出力は Figure 43(a) のように無視されます。また、マスク時間に加えプリドライバ出力が Low になるまでの反応時間 (5.5  $\mu$ s Max) があります。したがって、Figure 43 (b) に示すように、CS2 端子電圧が検出電圧値を超えた時点から、マスク時間と反応時間を加算した時間が経過した後、プリドライバ出力が Low になります。

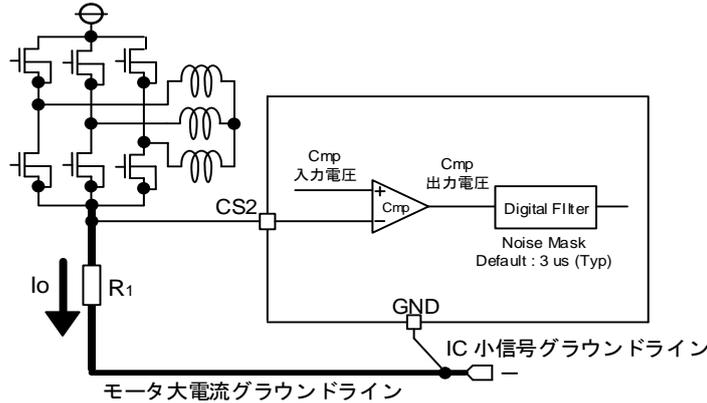
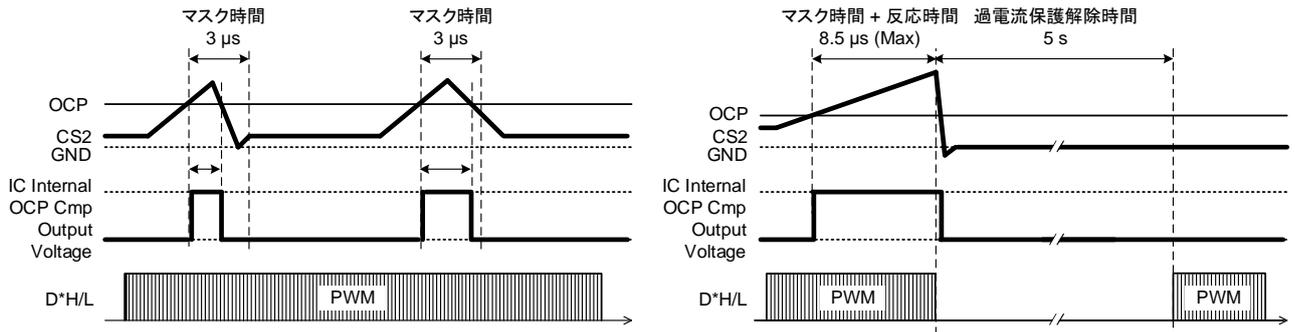


Figure 42. 過電流保護周辺回路図



(a) ノイズフィルタ動作 (OCP Noise Mask = 2h)  
(マスク時間内の過電流は検出されません)

(b) 保護検出・解除動作(OCP Noise Mask = 2h)

Figure 43. 過電流保護回路動作

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
OCP_PRTMSK	2h	過電流保護無効設定	1h: 保護無効 <sup>(Note 1)</sup> , 2h: 保護有効, 0h/3h: 禁止設定
OCP Level (OCP)	362h	過電流保護検出しきい値設定	44 mV ~ 210 mV, 0.23 mV step, OCP = 192d ~ 909d, 0d ~ 191d/910d ~ 1023d 禁止設定
OCP Time (TOCP)	32h	過電流保護時間設定	0 s ~ 25.5 s, 100 ms step, TOCP = 0d ~ 255d
OCP Noise Mask	2h	過電流保護誤動作防止マスク時間設定	0h: 0 $\mu$ s, 1h: 1 $\mu$ s, 2h: 3 $\mu$ s, 3h: 7 $\mu$ s

(Note 1) 保護無効は OTP でのレジスタ値変更時のみ有効。

## 5. 保護機能 — 続き

## (3) 過熱保護 (TSD: Thermal Shutdown)

OTP 設定: TSD\_PRTMSK, TTP

チップ温度が 175 °C (Typ) 以上になると過熱保護が作動し、保護時間 (TTP / レジスタ初期値 [32h]: 5 s [Typ]) 中、外付け FET 出力はすべて OFF します。過熱保護回路にはヒステリシス幅が 25 °C (Typ) あり、保護時間経過後にチップ温度が 150 °C (Typ) 以下になると過熱保護が解除されます。

なお、過熱保護回路はあくまでも熱的暴走から本 IC を遮断することを目的とした回路であり、この回路が動作する時点で動作温度保証範囲を超えています。したがって、この回路を動作させて以降の連続使用、及び動作を前提とした使用にならないよう、十分マージンを持った熱設計をしてください。

また、上記設定温度は設計値であり、温度を上昇させての出荷検査は行っていません。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
TSD_PRTMSK	2h	過熱保護無効設定	1h: 保護無効 <sup>(Note 1)</sup> , 2h: 保護有効, 0h/3h: 禁止設定
TSD Time (TTP)	32h	過熱保護時間設定	0 s ~ 25.5 s, 100 ms step TTP = 0d ~ 255d

(Note 1) 保護無効は OTP でのレジスタ値変更時のみ有効。

## (4) 過電圧保護 (OVP: Over Voltage Protection)

OTP 設定: OVP\_PRTMSK, TOVP, OVP Noise Mask, OVP\_THR\_SEL, VG\_OVP\_SET

過電圧状態で外付け FET に大電流が流れることを防ぐための保護機能です。通常動作から逸脱するような高い電源電圧域で規定の電源電圧以上を検出すると、保護時間 (TOVP / レジスタ初期値 [32h]: 5 s [Typ]) 中、外付け FET をすべて OFF します。22 V 検出、20 V 解除と、31 V 検出、29 V 解除の 2 つの設定が OVP\_THR\_SEL によって選択できます。また、誤動作防止のためのマスク時間 (OVP Noise Mask / レジスタ初期値 [2h]: 3 μs [Typ]) を設けております。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
OVP_PRTMSK	2h	過電圧保護無効設定	1h: 保護無効 <sup>(Note 2)</sup> , 2h: 保護有効, 0h/3h: 禁止設定
OVP Time (TOVP)	32h	過電圧保護時間設定	0 s ~ 25.5 s, 100 ms step TOVP = 0d ~ 255d
OVP Noise Mask	2h	過電圧保護誤動作防止マスク時間設定	0h: 0 μs, 1h: 1 μs, 2h: 3 μs, 3h: 7 μs
OVP_THR_SEL	0h	過電圧保護しきい値設定	0h: 22 V / 20 V, 1h: 31 V / 29 V
VG_OVP_SET <sup>(Note 3)</sup>	0h	過電圧保護検出時昇圧回路動作設定	0h: Mute, 1h: Active

(Note 2) 保護無効は OTP でのレジスタ値変更時のみ有効。

(Note 3) 過電圧保護無効時は Active に設定してください。Mute 設定でも過電圧異常を無視しますが、VG 減電圧保護により外付け FET 出力は OFF します。

## (5) 入力異常周波数保護 (EFP: Error Frequency Protection)

OTP 設定: EFP\_PRTMSK

PWMIN 入力周波数が 150 ms (Typ) 間以上 1025 Hz (Typ) 超えた場合に入力異常周波数保護が作動し、外付け FET 出力はすべて OFF します。正常範囲内 (7 Hz [Typ] ~ 1000 Hz [Typ]) 周波数を 15 周期連続で入力すると保護が解除されます。周波数異常検出継続時間が 150 ms (Typ) 以下の場合、異常周波数での入力は無視し、直前の Duty を保持します。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
EFP_PRTMSK	0h	入力周波数異常保護無効設定	0h: 保護有効, 1h: 保護無効

5. 保護機能 — 続き

(6) V<sub>CC</sub> 減電圧保護 (UVLO: Under Voltage Lock Out)

推奨動作条件から逸脱するような低い電源電圧域にて、IC の誤動作を防ぐための保護機能です。V<sub>CC</sub> が設定電圧 (6 V [Typ]) まで下がると保護機能が動作し、外付け FET 出力はすべて OFF します。また、昇圧出力が OFF します。減電圧保護回路にはヒステリシス幅が 1 V (Typ) あり、V<sub>CC</sub> が 7 V (Typ) 以上になると保護が解除となります。

(7) V<sub>G</sub> 減電圧保護 (UVGP: Under V<sub>G</sub> Voltage Protection)

V<sub>G</sub> が V<sub>CC</sub> + 3.0 V (Typ) 以下になると V<sub>G</sub> 減電圧保護回路が作動し、外付け FET 出力はすべて OFF します。V<sub>G</sub> 減電圧保護機能にはヒステリシスを設けていません。

6. その他機能

(1) 回転方向設定

OTP 設定: FR

回転方向設定 (FR / レジスタ初期値 [1h]: U→V→W) で回転方向を変更することが可能です。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
FR	1h	回転方向設定	0h: U→W→V, 1h: U→V→W

駆動時における出力信号 (U, V, W) 及び FG 信号のタイミングチャートを Figure 44 及び Figure 45 に示します。

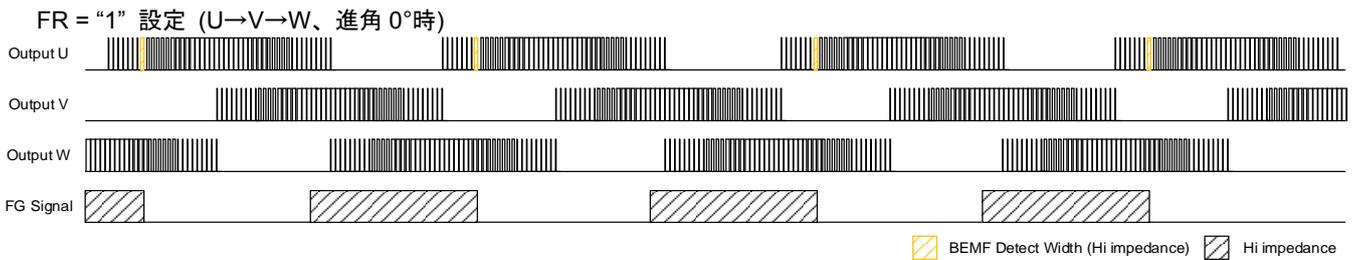


Figure 44. 定常駆動時の出力信号 (U, V, W) 及び FG 信号のタイミングチャート (FR = "1" 設定)<sup>(Note 1)</sup>

(Note 1) 本製品は三相変調ですが、出力信号波形の最小 Duty 区間は図示してません。

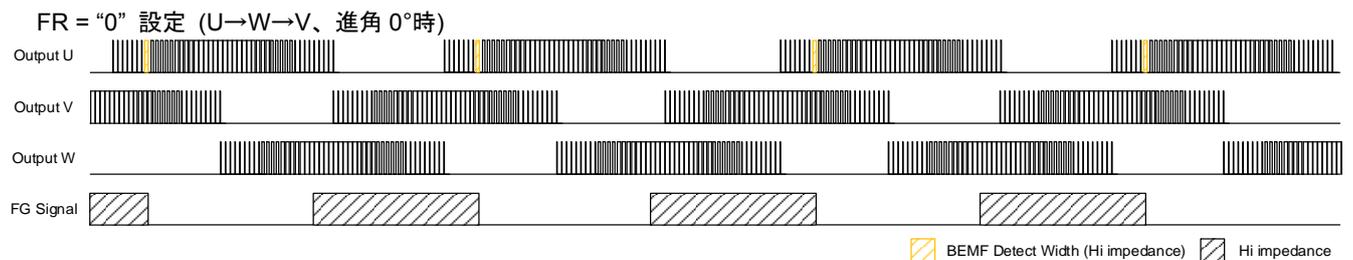


Figure 45. 定常駆動時の出力信号 (U, V, W) 及び FG 信号のタイミングチャート (FR = "0" 設定)<sup>(Note 2)</sup>

(Note 2) 本製品は三相変調ですが、出力信号波形の最小 Duty 区間は図示してません。

6. その他機能 — 続き

(2) スタンバイ時 OTP オートリフレッシュ機能 (OTP 値再読出し)

OTP 設定: AR\_STB\_OFF

OTP レジスタへの書き込み以外の設定値変更は、IC スタンバイ (PWWIN 入力指令値 0% / 100%) 時、書き込み済の OTP 値に自動で上書きします。

なお、スタンバイ時 OTP オートリフレッシュ機能のマスク設定 (AR\_STB\_OFF / レジスタ初期値 [1h]: マスク有効) で、この機能をマスクすることができます。

パラメータ名	レジスタ初期値	機能	説明
AR_STB_OFF	1h	Standby 時 OTP Auto Refresh 有無切替設定	0h: マスク無効(通常用), 1h: マスク有効(パラメータ評価用)

(3) 2 線シリアル通信

IC と通信を行うためのフォーマット及び信号タイミングを下記に示します。

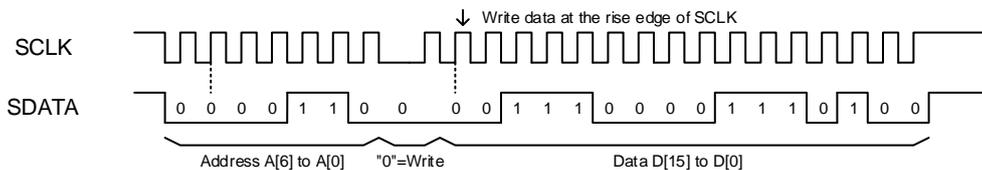


Figure 46. 2 線シリアル通信 書き込みフォーマット (例: Register Address: 06h、Data: 3874h)

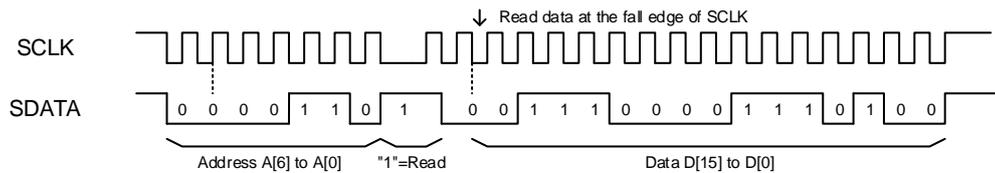


Figure 47. 2 線シリアル通信 読み出しフォーマット (例: Register Address: 06h、Data: 3874h)

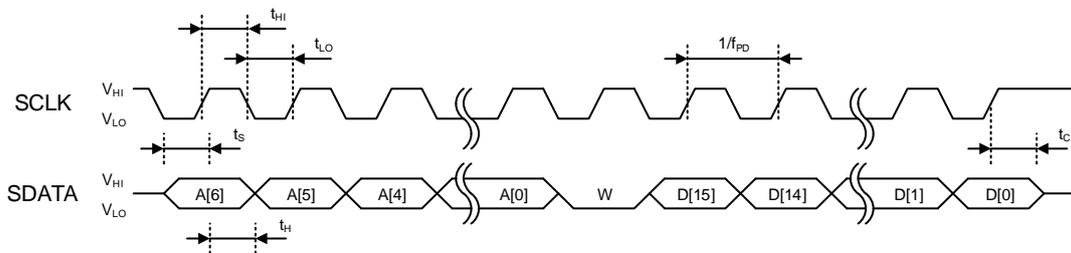


Figure 48. 2 線シリアル通信 書き込み動作タイミング

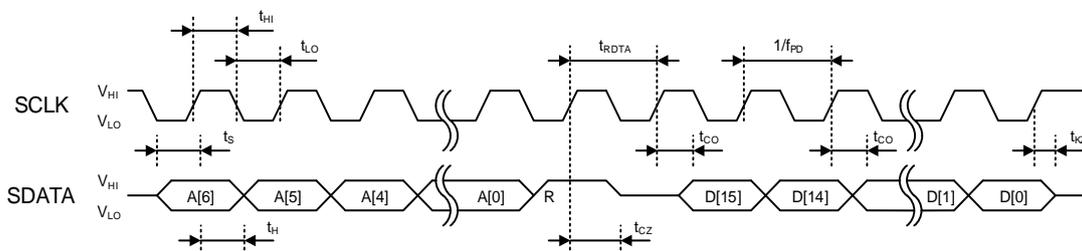


Figure 49. 2 線シリアル通信 読み出し動作タイミング

## (3) 2線シリアル通信 — 続き

## 2線シリアル通信 動作タイミング特性 (設計値)

項目	記号	最小	標準	最大	単位
SDATA / SCLK High 電圧	V <sub>HI</sub>	V <sub>REG50</sub> - 1.2	-	V <sub>REG50</sub>	V
SDATA / SCLK Low 電圧	V <sub>LO</sub>	0	-	0.8	V
2線シリアル通信 動作周波数	f <sub>PD</sub>	300	500	700	kHz
SCLK 信号 High 期間	t <sub>HI</sub>	600	-	1400	ns
SCLK 信号 Low 期間	t <sub>LO</sub>	600	-	1400	ns
データリード切り替え時間	t <sub>RDTA</sub>	1000	-	4000	ns
データセットアップ時間	t <sub>S</sub>	300	-	800	ns
データホールド時間	t <sub>H</sub>	300	-	800	ns
リードデータ出力開始時間	t <sub>CO</sub>	-	100	-	ns
I/O 切り替え時間 [ Input to Hi-Z ]	t <sub>KZ</sub>	-	100	-	ns
I/O 切り替え時間 [ Hi-Z to Output ]	t <sub>CZ</sub>	300	-	800	ns

動作説明 — 続き

7. OTP

ICにはOTP (One Time Programmable Rom) が搭載されています。レジスタマップ内にある各設定値をOTPに書き込むことができます。OTPに書き込まれた各設定値はIC電源投入後、自動的にOTPから各レジスタに読み出されます。

(1) OTP書き込み時回路例

外付け部品が実装状態でOTPへの書き込み動作を行う場合の回路図例を示します。OTPへの書き込み動作を行う場合はモータを停止してください。

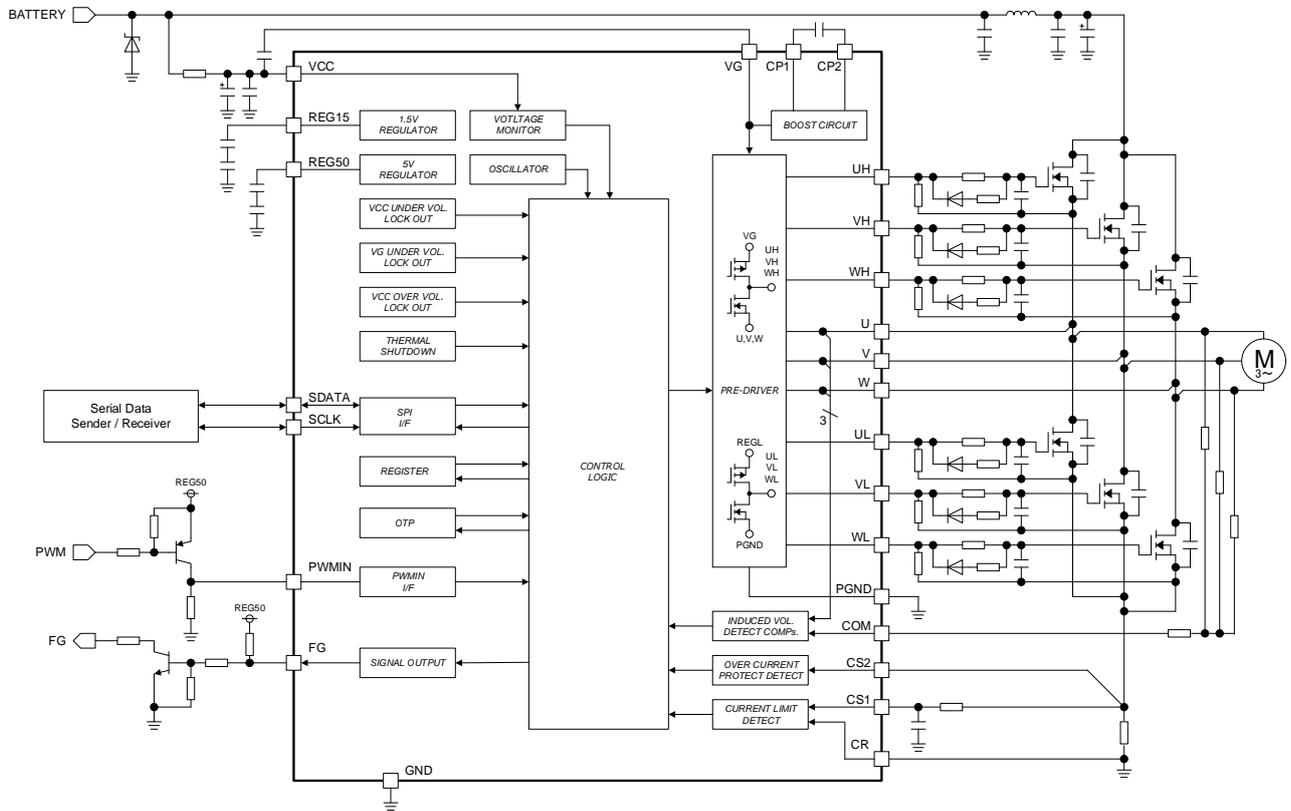


Figure 50. OTPへの書き込み動作回路図例 (外付け部品実装状態の場合)

OTPへの書き込み動作前手順

1. PWMIN端子をVREG50に接続してください。(もしくは外部から5V印加してください)
2. SCLK端子にSPI通信CLK、SDATA端子にSPIデータ入出力を接続してください。
3. 電源(VCC)に12V(Typ)を投入してください。VCCの電圧範囲を下表に示します。
4. 「OTP書き込み手順」に従ってOTPへの書き込み動作を行ってください。
5. OTP書き込み内容を確認する場合は、一度電源をOFFしてください。

項目	最小	標準	最大	単位
VCC印加電圧	8	-	18	V
SCLK, SDATA 入力 High 電圧	4.5	-	5.6	V
SCLK, SDATA 入力 Low 電圧	0	-	0.8	V
PWMIN印加電圧	0	-	0.8	V

## 7. OTP — 続き

### (2) OTP 書き込み回数

OTP は 1 アドレスに対し 1 回のみ書き込みを行うことができるメモリです。OTP の特性上、出荷前にすべてのメモリセルに書き込みテストを行うことはできません。メモリセルに異常がある場合に OTP への書き込み動作が失敗する場合があります。そのため IC は最大 3 回まで書き込み動作が可能になっています。また、OI\_WR\_STC (Register Address: 0x2C、Data: D[1:0])は OTP への書き込み動作を実施した回数を格納します。

もし OI\_WR\_STC = 0x3 の場合、これ以上そのアドレスでの書き込み動作を行うことはできません。

CNTERR (Register Address: 0x2C、Data: D[6])は、既に 3 回 OTP への書き込み動作が行われたアドレスに対してさらに書き込み動作を行った場合、書き込み動作ができないという結果を格納します。書き込み回数と書き込み動作の可否についてはこれらをご確認ください。

また、同一のデータで OTP のメモリを消費してしまわないように同一データ書き込み防止機能を搭載しております。既に 1 回以上 OTP が書き込み済みの状態で OTP 書き込み動作を実施した場合、最後に書かれているデータと新規で書き込むデータを比較し、値が一致している場合は自動的に該当アドレスへの書き込み動作を中止します。比較の結果は CMP\_DATA\_FLG (Register Address: 0x2C、Data: D[5])

### (3) OTP 書き込み動作時の電源電圧

OTP への書き込み動作時の電源電圧 ( $V_{CC}$ )が低い場合、OTP の書き込みが不十分となり、経年劣化でデータが消失してしまう可能性があります。本 IC は OTP への書き込み動作時の  $V_{CC}$  をモニタし、もし  $V_{CC}$  が低い場合、エラーを出力して OTP への書き込み動作を停止します。書き込み動作の電圧状態の結果は VPP28\_UVLO\_VCHECK (Register Address: 0x2C、Data: D[3])に格納されます。

また、OTP への書き込み動作時に IC へ電流を流しますので、電源供給装置の電流制限を設定する場合は 100 mA 以上に設定してください。電源ラインインピーダンスの影響で  $V_{CC}$  がドロップした場合でも IC はエラーを出力し、OTP への書き込み動作を停止しますが、OTP 書き込み回数が増えている場合があります。VPP28\_UVLO\_VCHECK を検出した OTP 書き込み製品は使用しないでください。

## 7. OTP — 続き

## (4) OTP 書き込み手順

一連の OTP への書き込み手順を下表に示します。OTP への書き込み動作は 1 アドレス毎に行います。複数アドレスの OTP に書き込み動作を行う場合は、最初に、No.1 から No.6 まで設定してください。次に 1 アドレス毎に No.7-1 から No.7-7 までの手順を繰り返し行ってください。No.7-4 の処理には 1 アドレス毎に約 15 ms 必要となります。最後に、No.8 ~ No.23 まで実行して終了となります。

## ・ No.1 ~ No.6 : 開始シーケンス

OTP 書き込み前に 1 度だけ設定するコマンドになります。

No.	Register Address [HEX]	Write = 0x0 Read = 0x1	Data [HEX]	内容
1	0x60	0x0	0x5102	開始シーケンス (OTP 書き込み設定)
-	waiting time: 10 μs			
2	0x2F	0x0	0xAAAA	開始シーケンス (OTP アクセス 有効)
-	waiting time: 10 μs			
3	0x75	0x0	0x3000	開始シーケンス (OTP 書き込みチェック機能 有効)
-	waiting time: 10 μs			
4	0x7B	0x0	0x3001	開始シーケンス (OTP モード設定)
-	waiting time: 10 μs			
5	0x73	0x0	0x0800	開始シーケンス (内部電源 5.4 V 有効)
-	waiting time: 200 μs			
6	0x5C	0x0	0x0000	モータ駆動コア動作停止シーケンス
-	waiting time: 1 ms			

## ・ No.7 : OTP 書き込みシーケンス

複数の OTP アドレス書き込みを行う場合は、2Ah、2Dh の値を書き換え No.7 を繰り返し行ってください。OTP 書き込み結果については、1 アドレス毎に 2Ch[7:5]、[3:0]の値を確認し、書き込みが正しく行われたことを確認する必要があります。書き込み PASS/FAIL 判定内容については、「[OTP 関連のレジスタ詳細 \[PASS/FAIL 判定\]](#)」を参照してください。

No.	Register Address [HEX]	Write = 0x0 Read = 0x1	Data [HEX]	内容
7-1	0x5B	0x1	0x0000	IC の保護状態を確認 0x0000 以外は FAIL 判定となります。
-	waiting time: 200 μs			
7-2	0x2A	0x0	0x■■00	OTP アドレス■■を設定
-	waiting time: 500 μs			
7-3	0x2C	0x1	0x0000 or 0x200X	OTP の初期状態を確認 (前回書き込みで ECC 補正がある場合) 1 回目: 0x0000 2 回目: 0x0001 (or 0x2001) 3 回目: 0x0002 (or 0x2002) 上記以外は FAIL 判定となります。
-	waiting time: 200 μs			
7-4	0x2D	0x0	0x□□□□	OTP データ □□□□を設定
-	waiting time: 15 ms			
7-5	0x2C	0x1	0x000X or 0x200X	OTP への書き込み結果を確認 (前回書き込みで ECC 補正がある場合) 1 回目: 0x0001 (or 0x2001) 2 回目: 0x0002 (or 0x2002) 3 回目: 0x0003 (or 0x2003) 上記以外は FAIL 判定となります。
-	waiting time: 200 μs			
7-6	0x2A	0x0	0x■■00	OTP アドレス■■を設定
-	waiting time: 500 μs			
7-7	0x2E	0x1	0x□□□□	OTP に書き込まれたデータ □□□□を確認
-	waiting time: 200 μs			
-	さらに別のアドレスで OTP 書き込み動作を行う場合は No.7-1 へ戻る。書き込み動作をしない場合は No.8 へ進む。			

## (4) OTP 書き込み手順 — 続き

## ・ No.8 ~ No.20 : 書き込みチェックシーケンス

OTP 書き込み後、OTP 未書き込み領域を含めた全領域に対する 15 年読み出し保証チェックを、二つのエリアに分けて実施します。結果は 29h[0]に格納されますので、エリア毎に値を確認してください。PASS/FAIL 判定内容については、「[OTP 関連のレジスタ詳細\[PASS/FAIL 判定\]](#)」を参照してください。

No.	Register Address [HEX]	Write = 0x0 Read = 0x1	Data [HEX]	内容
8	0x7B	0x0	0x0001	書き込みチェックシーケンス (OTP モード設定)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
9	0x75	0x0	0x0020	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域チェック機能 有効)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
10	0x29	0x0	0x0420	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域チェックフラグ クリア)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
11	0x29	0x0	0x4320	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域チェック エリア①)
-	waiting time: 3 ms			
12	0x29	0x1	0xXXX6	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域確認 エリア①)
-	waiting time: 200 $\mu$ s			
13	0x29	0x0	0x0540	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域チェックフラグ クリア①)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
14	0x29	0x0	0x0420	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域チェックフラグ クリア②)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
15	0x29	0x0	0x5320	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域チェック エリア②)
-	waiting time: 3 ms			
16	0x29	0x1	0xXXX6	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域確認 エリア②)
-	waiting time: 200 $\mu$ s			
17	0x29	0x0	0x0540	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域チェックフラグ クリア①)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
18	0x29	0x0	0x0170	書き込みチェックシーケンス (OTP 電源リセット①)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
19	0x29	0x0	0x0110	書き込みチェックシーケンス (OTP 電源リセット②)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
20	0x29	0x0	0x0010	書き込みチェックシーケンス (OTP 全領域確認チェックリセット)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			

## ・ No.21 ~ No.23 : 終了シーケンス

OTP 書き込み後に一度だけ設定するコマンドになります。OTP 誤書き込みを防ぐため、「終了シーケンス」は必ず実施してください。

No.	Register Address [HEX]	Write = 0x0 Read = 0x1	Data [HEX]	内容
21	0x2F	0x0	0x0000	終了シーケンス (OTP アクセス 無効)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			
22	0x73	0x0	0x0000	終了シーケンス (内部電源 5.4 V 無効)
-	waiting time: 1 ms			
23	0x60	0x0	0x0000	終了シーケンス (OTP 書き込み設定解除)
-	waiting time: 10 $\mu$ s			

## (5) OTP 書き込み後の温度条件

OTP を含む不揮発メモリは温度依存性が強く、200 °C 以上にさらされるとデータが消える可能性があります。200 °C 以上にさらされる場合、その温度と時間が重要です。OTP にデータを書き込んだ後、200 °C 以上となる条件の一つに実装時のハンダリフローがありますが、本製品のハンダリフロー実装条件であれば、絶対最大定格 150 °C の環境下でも 15 年以上のデータ保持が可能です。

7. OTP — 続き

(6) OTP 関連のレジスタマップ

Register Name	Register Address [6:0]	W/R	Data[15:0]																
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
CHIP STATUS Command (Protection Status)	5Bh	W/R	CHIP STATUS																
			1'b0	1'b0	1'b0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OTP BIST Command (OTPBI)	29h	W/R	OTPBI																
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1'b0	1'b0	1'b0
OTP Address (OTPADDR)	2Ah	W/R	OTPADDR																
			8'b00_0000								-	-	-	-	-	-	-	-	-
OTP Status Check (OTPST)	2Ch	R	OTPST																
			1'b0	-	1'b0	-	-	1'b0	1'b0	1'b0	1'b0	-	1'b0	-	-	1'b0	1'b0	1'b0	
OTP Write (OTPWR)	2Dh	W/R	OTPWR																
			16'b0000_0000_0000_0000																
OTP Read (OTPRD)	2Eh	R	OTPRD																
			16'b0000_0000_0000_0000																

(7) OTP 関連のレジスタ詳細

レジスタアドレス	Data	レジスタ名	機能	判定方法
5Bh	[15]	TSD	過熱保護状態検知フラグ	1'b0 : 過熱保護 未検知 1'b1 : 過熱保護 検知中
	[14]	OCP	過電流保護状態検知フラグ	1'b0 : 過電流保護 未検知 1'b1 : 過電流保護 検知中
	[13]	OVP	過電圧保護状態検知フラグ	1'b0 : 過電圧保護 未検知 1'b1 : 過電圧保護 検知中
29h	[2]	OI_OB_STARTED_IH	OTP 全領域チェック START Flag	1'b0 : OTP全領域チェック未実施 1'b1 : OTP全領域チェック実施中又は、実施済
	[1]	OI_OB_END_IH	OTP 全領域チェック END Flag	1'b0 : OTP全領域チェック未終了又は、未実施 1'b1 : OTP全領域チェック終了
	[0]	OI_OB_FAIL_IH	OTP 全領域チェック結果	1'b0 : OTP 全領域チェック結果OK 1'b1 : OTP 全領域チェック結果NG
2Ah	[15:8]	OI_OC_ADDR_OD[7:0]	OTP Address Setting	-
2Ch	[15]	OB_MM_FAIL	既存の書き込みデータ/新規書き込みデータ 比較チェック OTP未書き込み(既存データなし)の場合は比較チェックを行いません。	1'b0 : OTP STORE Data OK (既存データ ≠ 新規データ, もしくは未書き込み) 1'b1 : OTP STORE Data NG (既存データ = 新規データ)
	[13]	ECCERR_S	OTP ECC Error Flag (1bit)	1'b0 : OTP ECC OK 1'b1 : OTP ECC NG
	[10]	ORP	OTP読み出し動作中チェック	1'b0 : OTP読み出し動作未実施又は、実施済 1'b1 : OTP読み出し動作中
	[9]	OWP	OTP書き込み動作中チェック	1'b0 : OTP書き込み動作未実施又は、実施済 1'b1 : OTP書き込み動作中
	[8]	OB	OTP動作中チェック	1'b0 : OTP動作スタンバイ 1'b1 : OTP動作BUSY
	[7]	ECCERR_M	OTP ECC Error Flag (multiple bits)	1'b0 : OTP ECC OK 1'b1 : OTP ECC NG
	[5]	CMP_DATA_FLG	OTP書き込みデータ比較チェック OTP書き込みデータと、読み出しデータを比較します。	1'b0 : OTP STORE Data OK. 1'b1 : OTP STORE Data NG
	[2]	OI_OB_FAIL	OTP BIST Practice result flag (Normal and Counter area)	1'b0 : OTP 15年読み出し保証チェックOK 1'b1 : OTP 15年読み出し保証チェックNG
2Dh	[15:0]	OI_OC_WDATA_OD[15:0]	OTP 書き込みデータ設定	-
			OTPRD	-
2Eh	[15:0]	OI_OC_RDATA_ID[15:0]	OTP 読み出しデータ	-

7. OTP — 続き

(8) OTP 関連のレジスタ詳細[PASS/FAIL 判定]

5Bh を READ した時の PASS/FAIL 判定

OTP書き込み前チェック

5Bh[15:13]	Judge	詳細
16'b000* _** _** _**	OK	IC 保護状態未検知
16'b1*** _** _** _**	NG	IC 過熱保護 検知状態
16'b*1** _** _** _**	NG	IC 過電流保護 検知状態
16'b**1* _** _** _**	NG	IC 過電圧保護 検知状態
Others	NG	その他

2Ch を READ した時の PASS/FAIL 判定

OTP書き込み前チェック

2Ch[10],[8],[2],[1:0]	Judge	詳細
16'b0000_0000_0000_0000	OK	OTP 未書き込み
16'b00*0_0000_0000_0001	OK	OTP 1回書き込み
16'b00*0_0000_0000_0010	OK	OTP 2回書き込み
16'b00*0_0000_0000_0011	NG	OTP 書き込み回数NG
16'b**** _** _** *_1**	NG	OTP15年保証読み出しNG
16'b**** *_1*1_** _**	NG	OTP読み出し動作中 (2Ch READ前のwait時間不足)
Others	NG	その他

OTP書き込み後チェック

2Ch[15],[13],[10:8],[7],[5],[2],[1:0]	Judge	詳細
16'b00*0_0000_0000_0001	OK	OTP 1回書き込み
16'b00*0_0000_0000_0010	OK	OTP 2回書き込み
16'b00*0_0000_0000_0011	OK	OTP 3回書き込み
16'b0010_0000_0000_00**	OK	書き込みデータ1ビットエラー データ補正OK
16'b**** _** *_00*_0000	NG	OTP 未書き込み
16'b**** _** _** *_1**	NG	OTP15年保証読み出しNG
16'b**** _** *_1*_**	NG	OTP書き込み/読み出しデータ比較結果NG
16'b**** _** *_1** _**	NG	書き込みデータ2ビット以上エラー
16'b**** *_11_** _**	NG	OTP書き込み動作中 (2Ch READ前のwait時間不足)
16'b**** *_1*1_** _**	NG	OTP読み出し動作中 (2Ch READ前のwait時間不足)
16'b1*** _** _** _**	NG <sup>(Note1)</sup>	既存のOTP書き込みデータ = 新規OTP書き込みデータ
Others	NG	その他

(Note 1) 基本的に同一データを書き込むことは想定していないため NG 判定としています。ただし、OTP 書き込みを複数回実行する場合や、一部のアドレスのみ同一データを含む場合など、同一データ書き込みとなることがあらかじめ確定しているのであれば OK 判定としてください。

29h を READ した時の PASS/FAIL 判定

OTP書き込み後最終チェック

29h[2:0]	Judge	詳細
16'b**** _** *_110	OK	OTP全領域チェック終了 判定OK
16'b**** _** *_111	NG	OTP全領域チェック終了 判定NG
16'b**** _** *_100	NG	OTP全領域チェック中 (29h READ前のwait時間不足)
Others	NG	その他

熱抵抗モデル

IC が電力を消費することにより発生する熱は、パッケージのモールド樹脂やリードフレームなどから放熱されます。この放熱性（熱の逃げにくさ）を示すパラメータは熱抵抗と呼ばれます。また、チップ接合部から周囲温度までの熱抵抗は  $\theta_{JA}$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )、チップ接合部からパッケージ上面中心までの熱抵抗パラメータは  $\psi_{JT}$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ) で表されます。熱抵抗はパッケージ部と基板部に分かれ、パッケージ部の熱抵抗は、モールド樹脂やリードフレームなどの構成材料に依存し、一方、基板部の熱抵抗は、材質、大きさ、銅箔面積などの基板放熱性に依存します。したがって、実装基板にヒートシンクなどを装着する放熱対策により熱抵抗を低減できます。以下に熱抵抗算出式を、Figure 51 に熱抵抗モデルを示します。

計算式

$$\theta_{JA} = \frac{Tj-Ta}{P} \text{ [}^{\circ}\text{C}/\text{W}]$$

$$\psi_{JT} = \frac{Tj-Tt}{P} \text{ [}^{\circ}\text{C}/\text{W}]$$

- $\theta_{JA}$ : 接合部から周囲環境までの熱抵抗 ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )
- $\psi_{JT}$ : 接合部からパッケージ上面中心までの熱抵抗パラメータ ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )
- $Tj$ : 接合部温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $Ta$ : 周囲温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $Tt$ : パッケージ上面中心温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $P$ : 消費電力 (W)

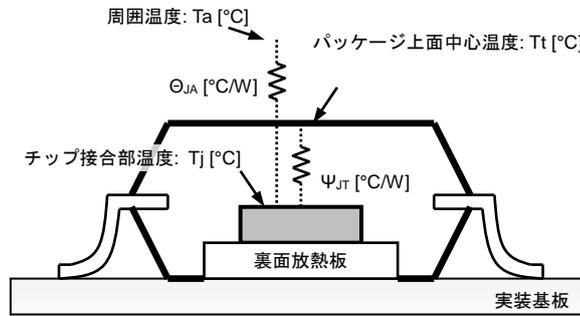


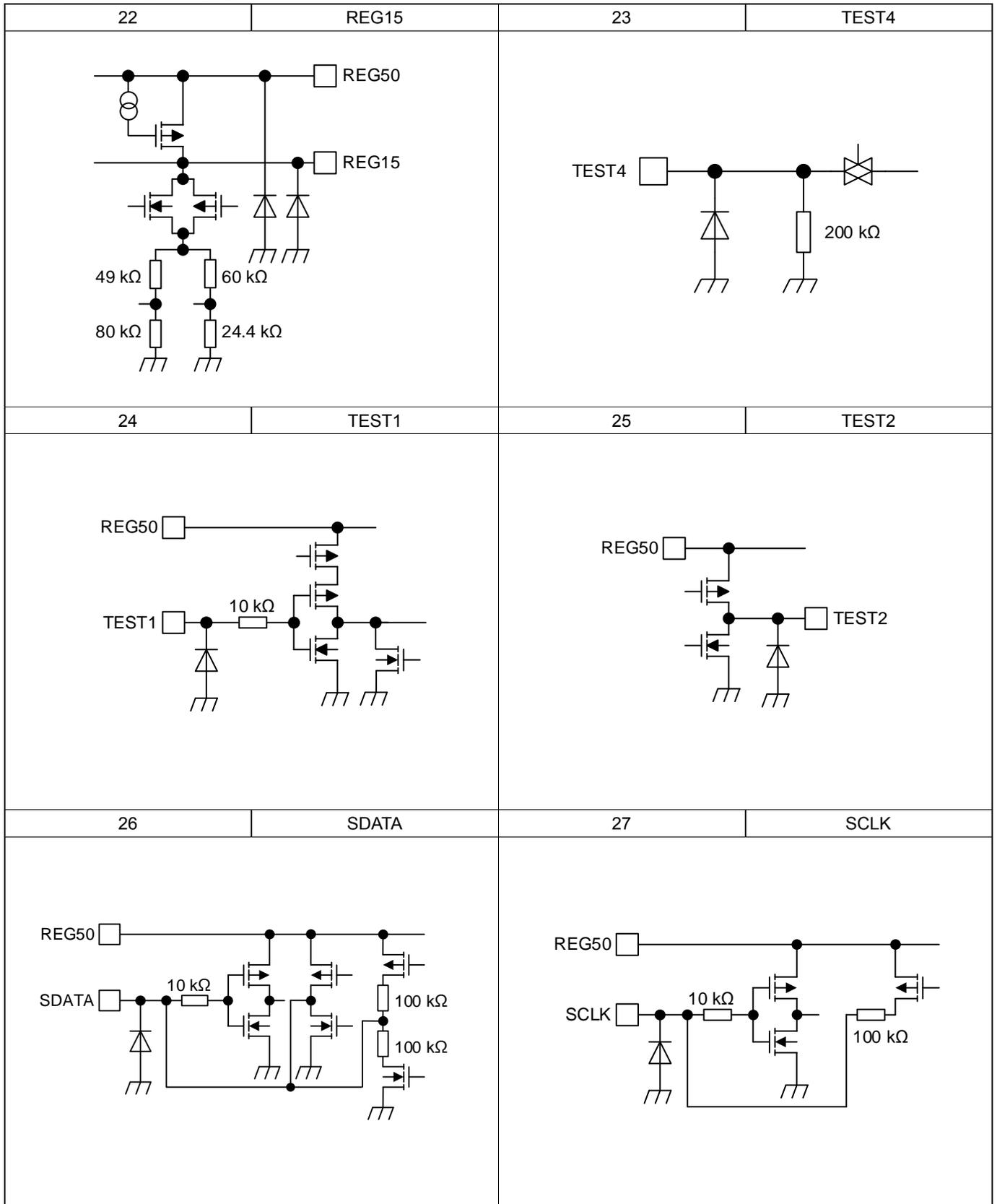
Figure 51. 表面実装パッケージの熱抵抗モデル

$\theta_{JA}$ 、 $\psi_{JT}$  は、同一パッケージを使用しても搭載 IC のチップサイズや消費電力、並びに周囲温度、実装条件、風速などの測定環境により変化します。

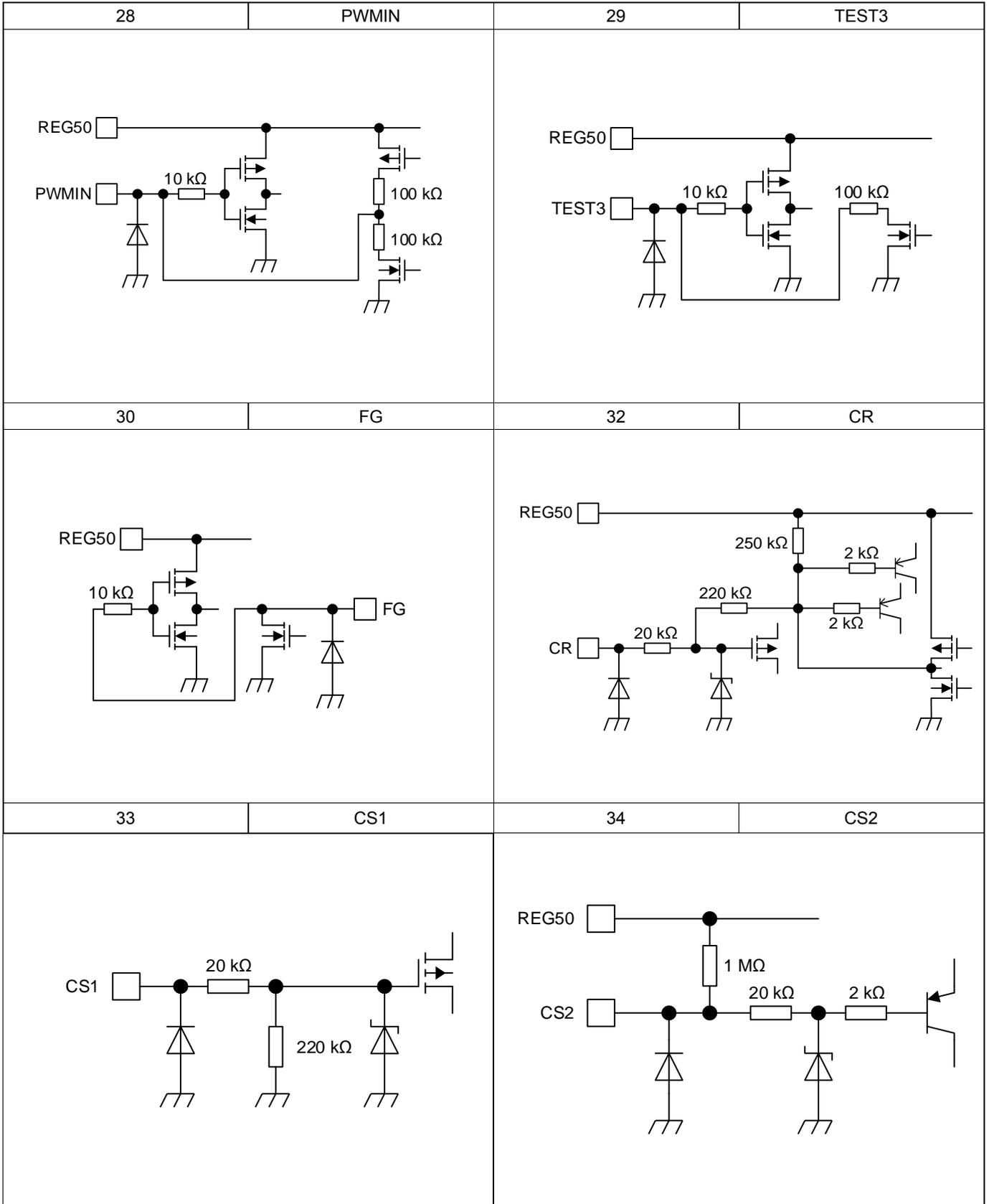
入出力等価回路図 (抵抗値と容量値は Typ 値です)

2, 3, 8, 9, 37, 38	VH, V, U, UH, W, WH	5, 6, 35, 40	VL, UL, WL, PGND
10	COM	14, 15	VG, CP2
17	CP1	19	REG50

入出力等価回路図 — 続き



入出力等価回路図 — 続き



## 使用上の注意

## 1. 電源の逆接続について

電源コネクタの逆接続により LSI が破壊する恐れがあります。逆接続破壊保護用として外部に電源と LSI の電源端子間にダイオードを入れるなどの対策を施してください。

## 2. 電源ラインについて

基板パターン設計においては、電源ラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。その際、デジタル系電源とアナログ系電源は、それらが同電位であっても、デジタル系電源パターンとアナログ系電源パターンは分離し、配線パターンの共通インピーダンスによるアナログ電源へのデジタル・ノイズの回り込みを抑制してください。グラウンドラインについても、同様のパターン設計を考慮してください。

また、LSI のすべての電源端子について電源-グラウンド端子間にコンデンサを挿入するとともに、電解コンデンサ使用の際は、低温で容量低下が起こることなど使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。

## 3. グラウンド電位について

L 負荷駆動端子(例：モータドライバの出力、DC-DC コンバータの出力など)については、L 負荷の逆起電圧の影響でグラウンド以下に振れることが考えられます。L 負荷駆動端子が逆起電圧によって負電位になる場合を除き、グラウンド端子はいかなる動作状態においても最低電位になるようにしてください。また実際に過渡現象を含め、グラウンド端子、L 負荷駆動端子以外のすべての端子がグラウンド以下の電圧にならないようにしてください。使用条件、環境及び L 負荷個々の特性によっては誤動作などの不具合が発生する可能性があります。IC の動作などに問題のないことを十分ご確認ください。

## 4. グラウンド配線パターンについて

小信号グラウンドと大電流グラウンドがある場合、大電流グラウンドパターンと小信号グラウンドパターンは分離し、パターン配線の抵抗分と大電流による電圧変化が小信号グラウンドの電圧を変化させないように、セットの基準点で 1 点アースすることを推奨します。外付け部品のグラウンドの配線パターンも変動しないよう注意してください。グラウンドラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。

## 5. 推奨動作条件について

推奨動作条件で規定される範囲で IC の機能・動作を保証します。また、特性値は電気的特性で規定される各項目の条件下においてのみ保証されます。

## 6. ラッシュカレントについて

IC 内部論理回路は、電源投入時に論理不定状態で、瞬間的にラッシュカレントが流れる場合がありますので、電源カップリング容量や電源、グラウンドパターン配線の幅、引き回しに注意してください。

## 7. セット基板での検査について

セット基板での検査時に、インピーダンスの低い端子にコンデンサを接続する場合は、IC にストレスがかかる恐れがあるので、1 工程ごとに必ず放電を行ってください。静電気対策として、組立工程にはアースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。また、検査工程での治具への接続をする際には必ず電源を OFF にしてから接続し、電源を OFF にしてから取り外してください。

## 8. 端子間ショートと誤装着について

プリント基板に取り付ける際、IC の向きや位置ずれに十分注意してください。誤って取り付けた場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源及びグラウンド間、出力間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

## 9. 未使用の入力端子の処理について

CMOS トランジスタの入力は非常にインピーダンスが高く、入力端子をオープンにすることで論理不定の状態になります。これにより内部の論理ゲートの p チャネル、n チャネルトランジスタが導通状態となり、不要な電源電流が流れます。また 論理不定により、想定外の動作をすることがあります。よって、未使用の端子は特に仕様書上でうたわれていない限り、適切な電源、もしくはグラウンドに接続するようにしてください。

## 使用上の注意 — 続き

## 10. 各入力端子について

本 IC は、各素子間に素子分離のための P+アイソレーションと、P 基板を有しています。この P 層と各素子の N 層とで P-N 接合が形成され、各種の寄生素子が構成されます。

例えば、下図のように、抵抗とトランジスタが端子と接続されている場合、

○抵抗では、GND > (端子 A)の時、トランジスタ(NPN)では GND > (端子 B)の時、P-N 接合が寄生ダイオードとして動作します。

○また、トランジスタ(NPN)では、GND > (端子 B)の時、前述の寄生ダイオードと近接する他の素子の N 層によって寄生の NPN トランジスタが動作します。

IC の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的にできます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因ともなり得ます。したがって、入出力端子に GND(P 基板)より低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分に注意してください。アプリケーションにおいて電源端子と各端子電圧が逆になった場合、内部回路または素子を損傷する可能性があります。例えば、外付けコンデンサに電荷がチャージされた状態で、電源端子が GND にショートされた場合などです。また、電源端子直列に逆流防止のダイオードもしくは各端子と電源端子間にバイパスのダイオードを挿入することを推奨します。

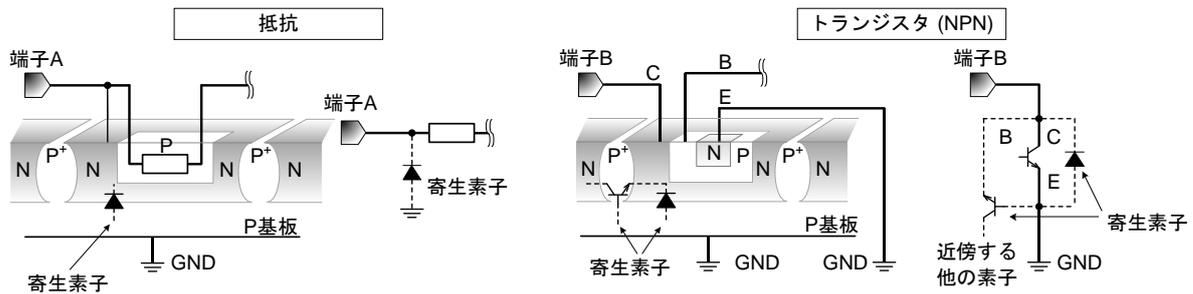


Figure 52. IC 構造例

## 11. セラミック・コンデンサの特性変動について

外付けコンデンサに、セラミック・コンデンサを使用する場合、直流バイアスによる公称容量の低下、及び温度などによる容量の変化を考慮のうえ、定数を決定してください。

## 12. 温度保護回路について

IC を熱破壊から防ぐための温度保護回路を内蔵しております。最高接合部温度内でご使用いただきますが、万が一最高接合部温度を超えた状態が継続すると、温度保護回路が動作し出力パワー素子が OFF します。その後チップ温度  $T_j$  が低下すると回路は自動で復帰します。なお、温度保護回路は絶対最大定格を超えた状態での動作となりますので、温度保護回路を使用したセット設計などは、絶対に避けてください。

## 13. 過電流保護回路について

出力には電流能力に応じた過電流保護回路が内部に内蔵されているため、負荷ショート時には IC 破壊を防止しますが、この保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効なもので、連続的な保護回路動作、過渡時でのご使用に対応するものではありません。

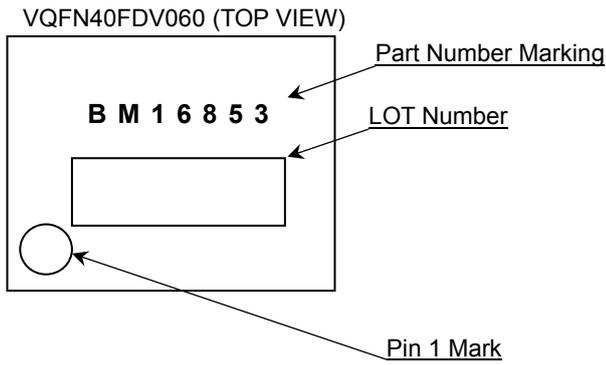
発注形名情報

B M 1 6 8 5 3 M U F - CE 2

パッケージ  
MUF: VQFN40FDV060

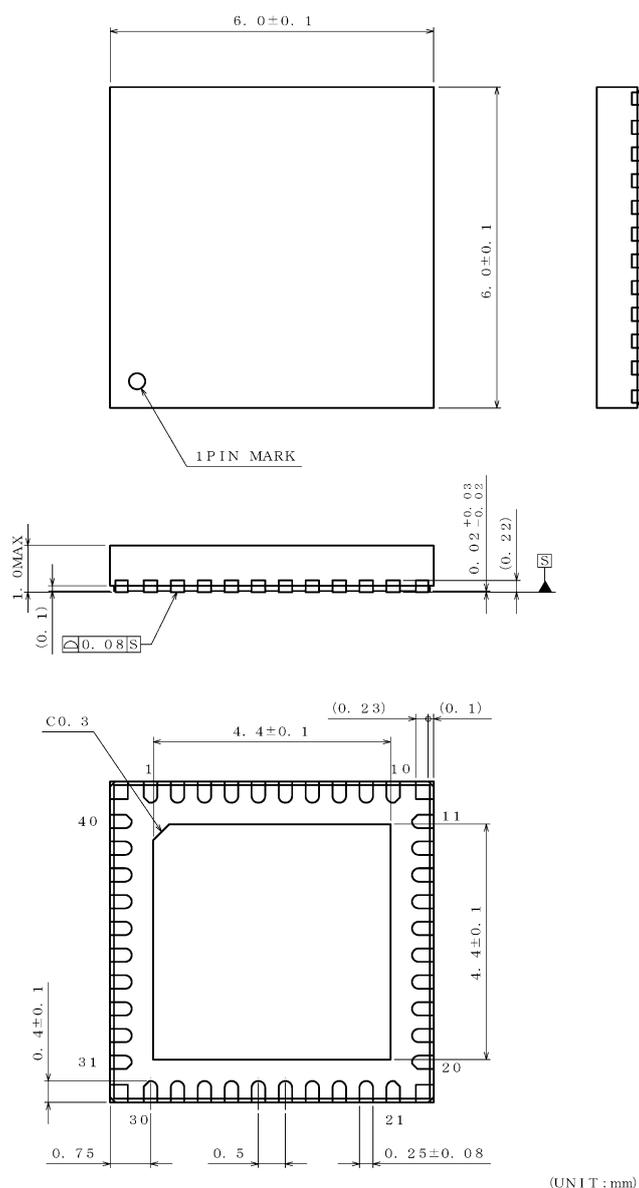
製品ランク  
C: 車載ランク製品  
包装、フォーミング仕様  
E2: リール状エンボステーピング

標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様

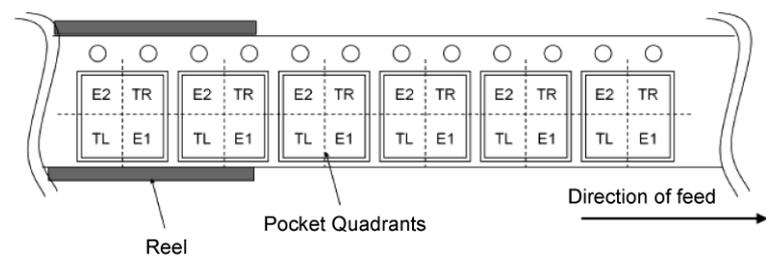
Package Name	VQFN40FDV060
--------------	--------------



NOTE: Dimensions in ( ) for reference only. PKG: VQFN40FDV060 Drawing No. EX446-5001

<包装形態、包装数量、包装方向>

包装形態	エンボステーピング
包装数量	2000pcs
包装方向	E2 (リールを左手に持ち、右手でテープを引き出したときに、製品の1番ピンが左上にくる方向。)



## 改訂履歴

日付	版	変更内容
2025.03.05	001	新規作成

# ご注意

## ローム製品取扱い上の注意事項

- 極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器<sup>(Note 1)</sup>、航空宇宙機器、原子力制御装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

日本	USA	EU	中国
CLASS III	CLASS III	CLASS II b	Ⅲ類
CLASS IV		CLASS III	

- 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
  - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
  - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
- 本製品は、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
  - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
  - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
  - ③潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
  - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
  - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合
  - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用
  - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合(無洗浄タイプのフラックスを使用される場合は除く。ただし、残渣については十分に確認をお願いします。)又は、はんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合
  - ⑧結露するような場所でのご使用
- 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
- 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
- パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
- 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
- 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
- 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

## 実装及び基板設計上の注意事項

- ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
- はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

## **応用回路、外付け回路等に関する注意事項**

1. 本製品の外付け回路定数を変更してご使用になる際は静特性のみならず、過渡特性も含め外付け部品及び本製品のバラツキ等を考慮して十分なマージンをみて決定してください。
2. 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、本製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様又は第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。

## **静電気に対する注意事項**

本製品は静電気に対して敏感な製品であり、静電放電等により破壊することがあります。取り扱い時や工程での実装時、保管時において静電気対策を実施のうえ、絶対最大定格以上の過電圧等が印加されないようにご使用ください。特に乾燥環境下では静電気が発生しやすくなるため、十分な静電対策を実施ください。(人体及び設備のアース、帯電物からの隔離、イオナイザの設置、摩擦防止、温湿度管理、はんだごてのこて先のアース等)

## **保管・運搬上の注意事項**

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
  - ① 潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等の腐食性ガスの多い場所での保管
  - ② 推奨温度、湿度以外での保管
  - ③ 直射日光や結露する場所での保管
  - ④ 強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き(梱包箱に表示されている天面方向)で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

## **製品ラベルに関する注意事項**

本製品に貼付されている製品ラベルに2次元バーコードが印字されていますが、2次元バーコードはロームの社内管理のみを目的としたものです。

## **製品廃棄上の注意事項**

本製品を廃棄する際は、専門の産業廃棄物処理業者にて、適切な処置をしてください。

## **外国為替及び外国貿易法に関する注意事項**

本製品は、外国為替及び外国貿易法に定めるリスト規制貨物等に該当するおそれがありますので、輸出する場合には、ロームへお問い合わせください。

## **知的財産権に関する注意事項**

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等(ソフトウェア含む)との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。
3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

## **その他の注意事項**

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。
2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。
3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。
4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。

**一般的な注意事項**

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。
2. 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。