

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

BD63030EKV-C

概要

BD63030EKV-C はエアコンプロアモータ、バッテリークーリングファンモータなどの三相ブラシレスモータ用プリドライバです。180°通電の正弦波駆動をすることでモータの駆動音を低減します。また、自動進角制御機能を内蔵しているため高効率で駆動することが可能となります。その他、ロック保護時間・過電流制限検出値・過電流保護検出値・外付け部品温度検出値・起動時間を外付け定数により設定できるため、各種モータ制御に対応できます。

特長

- AEC-Q100 対応 (Note 1)
- 自動進角機能内蔵
- 速度フィードバック回路内蔵
- 180°通電正弦波駆動(二相変調方式)
- チャージポンプ内蔵
- 正転・逆転切換機能
- 可変速制御兼用、スタンバイ指令機能 (PWM・DC 入力対応)
- 出力モード選択可能、デッドタイム選択可能
- ソフトスタート、ソフトストップ設定機能
- 各種保護機能内蔵
 - ・過電圧保護(OVP)・減電圧保護(UVLO)
 - ・過電流制限(OCL)・過電流保護(OCP)
 - ・ロック保護(LOCK)・サーマルシャットダウン(TSD)
 - ・外付け部品温度検出(EXTSD)
 - ・ホール入力異常検出(HALLERR)

(Note 1) Grade 1

重要特性

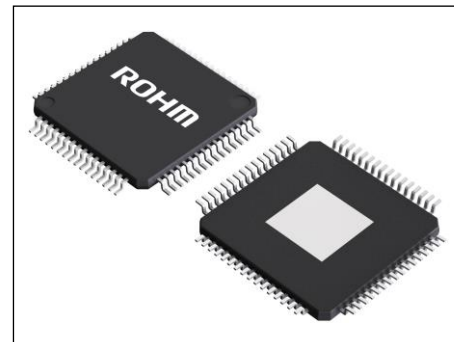
- 電源電圧 : 6.5 V ~ 18 V
- スタンバイ電流 : 55 μ A (Max)
- 動作温度範囲 : -40 °C ~ +125 °C

パッケージ

HTQFP64AV

W(Typ) x D(Typ) x H(Max)

12.00 mm x 12.00 mm x 1.00 mm



HTQFP64AV

用途

- エアコンプロアモータ
- バッテリークーリングファンモータ

基本アプリケーション回路

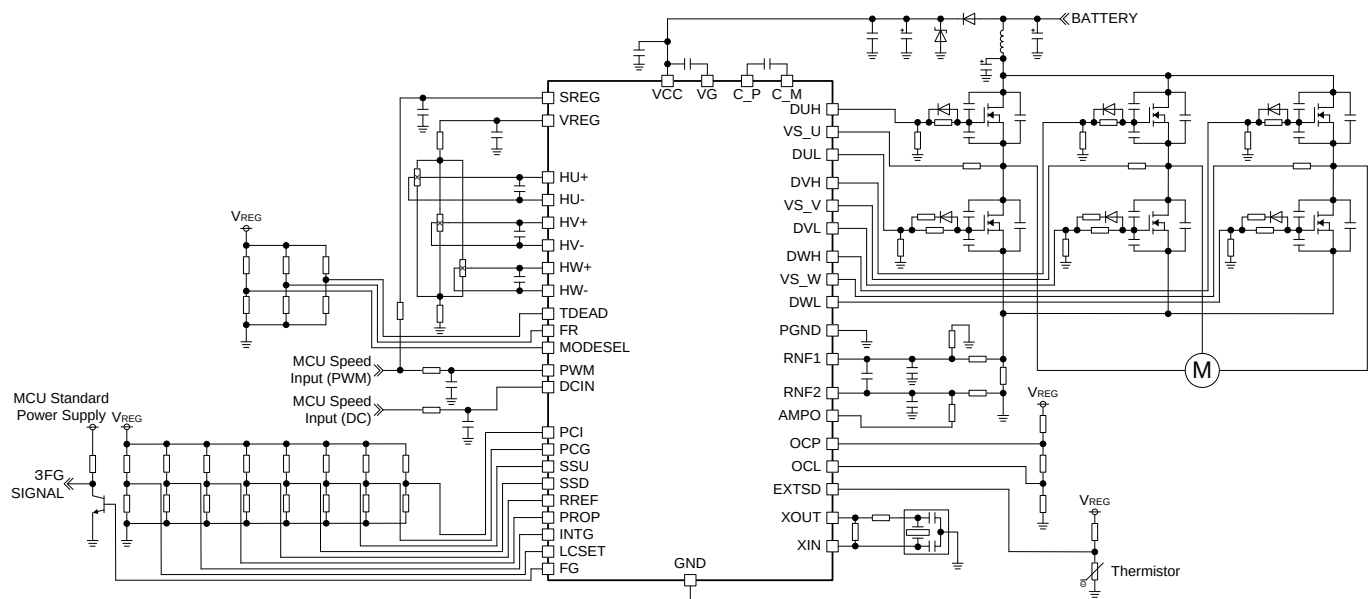


Figure 1. アプリケーション回路

○製品構造：シリコンモノリシック集積回路 ○耐放射線設計はしていません

www.rohm.co.jp

© 2018 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

TSZ22111・14・001

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
端子配置図.....	3
端子説明.....	3
ブロック図.....	4
動作説明.....	5
1. 動作概要.....	5
(1) 動作モードについて.....	5
(2) 通電ロジック.....	5
(3) 各設定端子について.....	6
(4) 駆動波形生成について.....	7
(5) スタンバイ回路.....	8
(6) 回転数指令について.....	8
(7) 入出力モード選択について.....	9
2. 通電角制御.....	10
(8) 電圧電流位相関係と進角制御設定.....	10
(9) 進角制御設定.....	11
3. 速度制御.....	13
(10) 速度制御について.....	13
(11) ソフトスタートについて.....	15
4. 端子機能.....	16
(12) チャージポンプ回路について.....	16
(13) デッドタイム設定端子.....	16
(14) VREG 出力端子.....	16
(15) ホール入力端子.....	16
(16) FR 端子.....	16
(17) FG 端子.....	16
(18) XIN, XOUT 端子.....	17
5. 保護機能.....	17
(19) 保護動作モードについて.....	17
(20) 過電流保護.....	18
(21) 過電流制限.....	19
(22) ロック保護.....	20
(23) 減電圧保護.....	20
(24) 過電圧保護.....	21
(25) サーマルシャットダウン.....	21
(26) 外付け部品温度検出.....	22
(27) ホール入力異常検出.....	22
6. テストモード.....	23
(28) TEST 端子.....	23
7. 参考特性.....	23
(29) 昇圧電圧特性.....	23
絶対最大定格.....	24
推奨動作条件.....	24
熱抵抗.....	24
電気的特性.....	25
特性データ.....	29
タイミングチャート.....	32
応用回路例.....	34
推奨回路部品定数.....	34
アプリケーション回路設計上の注意.....	35
入出力等価回路図.....	36
使用上の注意.....	39
発注形名情報.....	41
標印図.....	41
外形寸法図と包装・フォーミング仕様.....	42

端子配置図

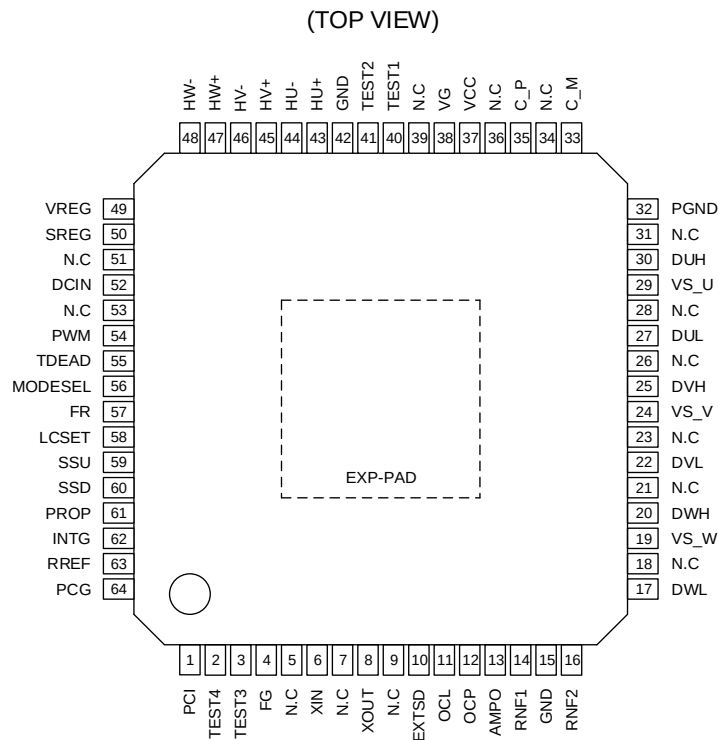


Figure 2. 端子配置図

端子説明

端子番号	端子名	機 能	端子番号	端子名	機 能
1	PC	進角制御初期トルク設定端子	34	N.C	-
2	TEST4	TEST4 端子	35	C_P	昇圧回路コンデンサ正側接続端子
3	TEST3	TEST3 端子	36	N.C	-
4	FG	回転数・診断結果出力端子	37	VCC	電源端子
5	N.C	-	38	VG	昇圧回路出力端子
6	XIN	外部 CLK 入力端子	39	N.C	-
7	N.C	-	40	TEST1	TEST1 入力端子
8	XOUT	外部 CLK 出力端子	41	TEST2	TEST2 入力端子
9	N.C	-	42	GND	GND 端子
10	EXTSD	外付け部品温度検出端子	43	HU+	U 相正側ホール入力端子
11	OCL	過電流制限設定端子	44	HU-	U 相負側ホール入力端子
12	OCP	過電流保護設定端子	45	HV+	V 相正側ホール入力端子
13	AMPO	アンプ出力端子	46	HV-	V 相負側ホール入力端子
14	RNF1	電流検出端子 1	47	HW+	W 相正側ホール入力端子
15	GND	GND 端子	48	HW-	W 相負側ホール入力端子
16	RNF2	電流検出端子 2	49	VREG	内部基準電源端子
17	DWL	W 相下側 MOS-FET 駆動出力端子	50	SREG	内部基準電源端子
18	N.C	-	51	N.C	-
19	VS_W	W 相出力端子	52	DCIN	DC 信号入力端子
20	DWH	W 相上側 MOS-FET 駆動出力端子	53	N.C	-
21	N.C	-	54	PWM	PWM 信号入力端子
22	DVL	V 相下側 MOS-FET 駆動出力端子	55	TDEAD	デッドタイム選択端子
23	N.C	-	56	MODESEL	入出力モード選択端子
24	VS_V	V 相出力端子	57	FR	正転/逆転選択端子
25	DVH	V 相上側 MOS-FET 駆動出力端子	58	LCSET	ロック保護時間設定端子
26	N.C	-	59	SSU	ソフトスタート Spin up 時間設定端子
27	DUL	U 相下側 MOS-FET 駆動出力端子	60	SSD	ソフトスタート Spin down 時間設定端子
28	N.C	-	61	PROP	速度制御ゲイン設定端子(比例制御)
29	VS_U	U 相出力端子	62	INTG	速度制御ゲイン設定端子(積分制御)
30	DUH	U 相上側 MOS-FET 駆動出力端子	63	RREF	速度制御最大回転数設定端子
31	N.C	-	64	PCG	進角制御ゲイン設定端子
32	PGND	POWER GND 端子	-	EXP-PAD	EXP-PAD は、GND に接続してください
33	C_M	昇圧回路コンデンサ負側接続端子			

ブロック図

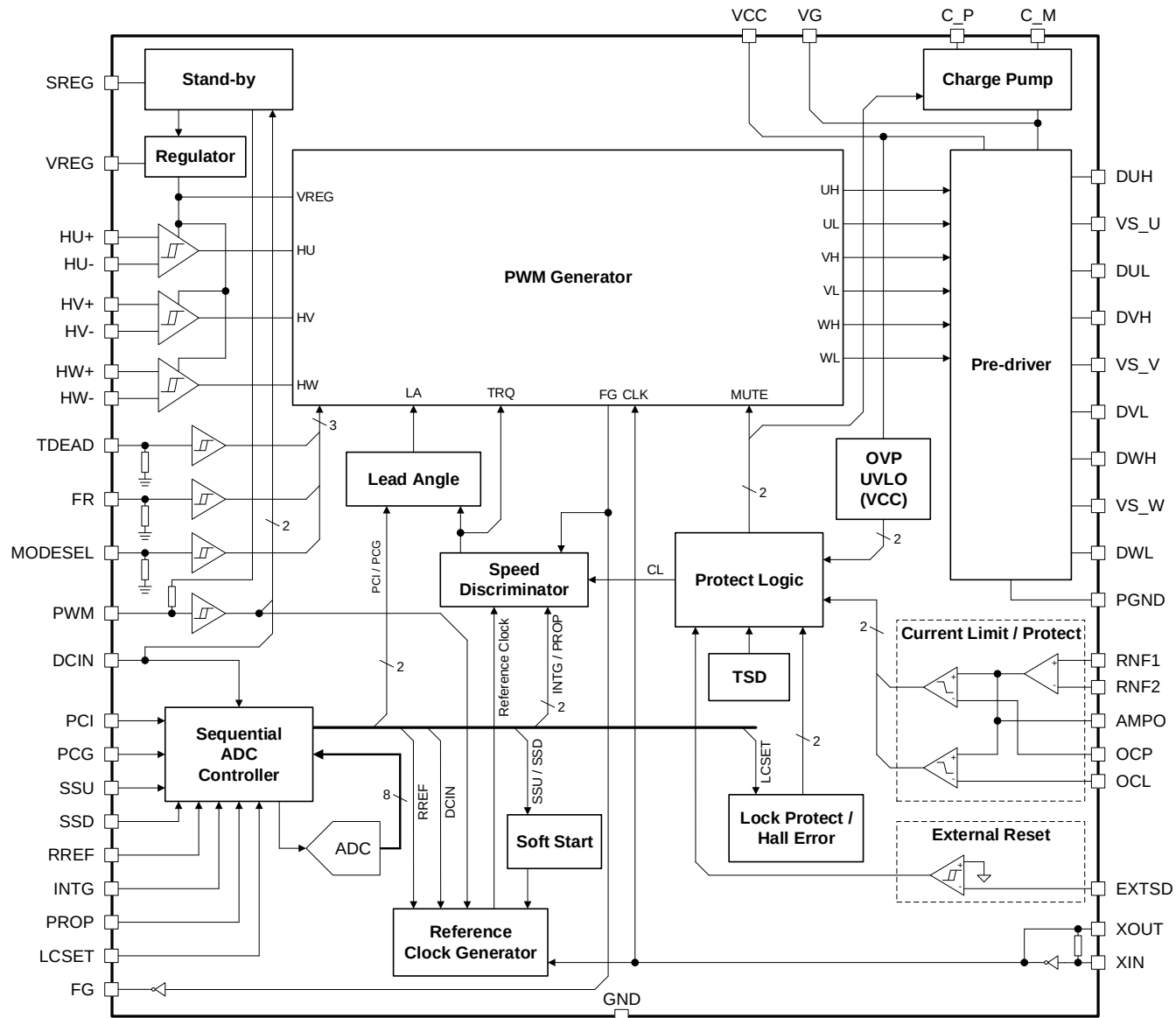


Figure 3. ブロック図

動作説明^(Note 1)

^(Note 1) 時間特性、及び周波数特性については、XIN 端子に入力される周波数を 10MHz とした場合です。

1. 動作概要

(1) 動作モードについて^(Note 2)

条件	FR	Low		High		Low		High	
	回転方向設定	CCW (U~W~V)		CW (U~V~W)		CCW (U~W~V)		CW (U~V~W)	
	回転方向検出	CCW 方向(逆転)		CW 方向(正転)		CW 方向(正転)		CCW 方向(逆転)	
	回転数 (ホール周期) ^(Note 3)	1.59 Hz 未満	1.59 Hz 以上	1.59 Hz 未満	1.59 Hz 以上	1.59 Hz 未満	1.59 Hz 以上	1.59 Hz 未満	1.59 Hz 以上
通常動作	PWM < D _{MINOFF1} or PWM > D _{MAXOFF2} or PWM < D _{MINOFF3} ^(Note 4)	上下アーム OFF (全ゲート出力 Low の論理)							
	D _{MINON1} < PWM < D _{MAXON2} or PWM > D _{MINON3} ^(Note 4)	120°通電 同期整流	180°通電 同期整流	120°通電 同期整流	180°通電 同期整流	120°通電 非同期整流		120°通電 非同期整流	

^(Note 2) 起動時の 120°通電では進角機能が動作しません。180°通電では、進角機能が動作します。

^(Note 3) ホール周期は、W 相(HW)立ち下がり起点に 1 相信号(電気角 360°)をモニタしています(P.7 参照)。

^(Note 4) 電気的特性 1 を参照してください(P.25 参照)。

回転方向設定(FR)に対し、逆回転方向のホール信号が入力されると、非同期整流での 120°通電駆動となり、上側アーム出力が PWM します。その後、回転方向設定と同じシーケンスでホール信号が入力されても、ホール周期の 1 周期は非同期整流での 120°通電駆動で動作します^(Note 5)。

^(Note 5) ホール周期が 1.59 Hz 未満では非同期整流は動作しません。

(2) 通電ロジック

起動時においては 120°通電駆動(同期整流、進角なし)ですが、ホール周波数が 3FG で 3 周期分連続して 1.59 Hz 以上になると、180°通電駆動(同期整流)に切り換わります。

(P.32-33 の Figure 49, Figure 50 タイミングチャート参照)

120°通電、及び 180°通電のホール入力に対する上下アーム出力論理を、下の表に示します。

・ 120°通電駆動入出力論理^{(Note 6), (Note 7)}

HU	HV	HW	CW : clockwise						CCW : counter-clockwise					
			DUH	DVH	DWH	DUL	DVL	DWL	DUH	DVH	DWH	DUL	DVL	DWL
H	L	H	L	PWM	L	H	$\overline{\text{PWM}}$	L	PWM	L	L	$\overline{\text{PWM}}$	H	L
H	L	L	L	L	PWM	H	L	$\overline{\text{PWM}}$	PWM	L	L	PWM	L	H
H	H	L	L	L	PWM	L	H	$\overline{\text{PWM}}$	L	PWM	L	L	$\overline{\text{PWM}}$	H
L	H	L	PWM	L	L	$\overline{\text{PWM}}$	H	L	L	PWM	L	H	PWM	L
L	H	H	PWM	L	L	$\overline{\text{PWM}}$	L	H	L	L	PWM	H	L	$\overline{\text{PWM}}$
L	L	H	L	PWM	L	L	$\overline{\text{PWM}}$	H	L	L	PWM	L	H	$\overline{\text{PWM}}$

^(Note 6) 逆転検出時は非同期整流となり、下側アーム出力の PWM の反転出力論理は、Low 出力となります。

・ 180°通電駆動入出力論理^(Note 7)

HU	HV	HW	CW : clockwise						CCW : counter-clockwise					
			DUH	DVH	DWH	DUL	DVL	DWL	DUH	DVH	DWH	DUL	DVL	DWL
H	L	H	L	PWM	PWM	H	$\overline{\text{PWM}}$	$\overline{\text{PWM}}$	PWM	L	PWM	$\overline{\text{PWM}}$	H	$\overline{\text{PWM}}$
H	L	L	L	PWM	PWM	H	$\overline{\text{PWM}}$	$\overline{\text{PWM}}$	PWM	PWM	L	$\overline{\text{PWM}}$	$\overline{\text{PWM}}$	H
H	H	L	PWM	L	PWM	$\overline{\text{PWM}}$	H	PWM	PWM	PWM	L	PWM	PWM	H
L	H	L	PWM	L	PWM	$\overline{\text{PWM}}$	H	$\overline{\text{PWM}}$	L	PWM	PWM	H	$\overline{\text{PWM}}$	$\overline{\text{PWM}}$
L	H	H	PWM	PWM	L	PWM	$\overline{\text{PWM}}$	H	L	PWM	PWM	H	PWM	PWM
L	L	H	PWM	PWM	L	$\overline{\text{PWM}}$	$\overline{\text{PWM}}$	H	PWM	L	PWM	$\overline{\text{PWM}}$	H	$\overline{\text{PWM}}$

^(Note 7) L は Low、H は High を意味します。

動作説明 — 続き

(3) 各設定端子について

回転数指令(DCIN)、速度制御(RREF, INTG, PROP)や、進角制御(PCI, PCG)、ソフトスタート(SSU, SSD)、ロック保護時間設定(LCSET)の各機能の制御にかかわる設定値は、対応する端子に V_{REG} の抵抗分圧^(Note 1)で電圧を印加することで設定されます。ゼロスケールがGNDで、フルスケールで V_{REG} です。

印加された電圧は、A/Dコンバータ(以下、ADC)で読み込まれます。

(Note 1) 入力インピーダンスは 5 MΩ 以下に設定してください。

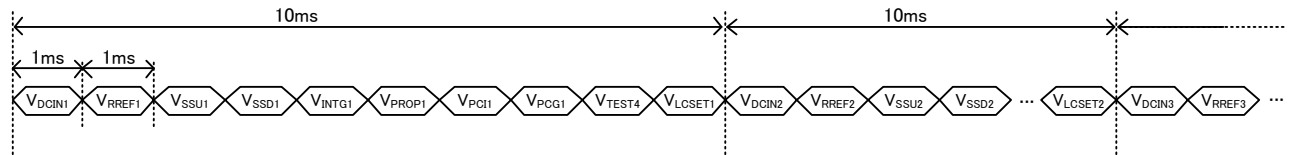


Figure 4. ADC 動作シーケンス

ADC は、繰り返し端子電圧をサンプリングし、設定値の更新判定を行います。

この設定値は初期値(Figure 5 の V_{RREF1})の ± 1 LSB の範囲を超えないと変更されません。

設定値の更新には、初期値 ± 1 LSB の範囲を超えること、初期値を超えた値(Figure 5 の V_{RREF7})から 3 回 ± 1 LSB^(Note 2)の範囲内に値が収まることの 2 つの条件を満たす必要があります。

(Note 2) 入力を 2 LSB 未満の分解能で変化させると、上記の仕様により設定値が変化しない場合があります。

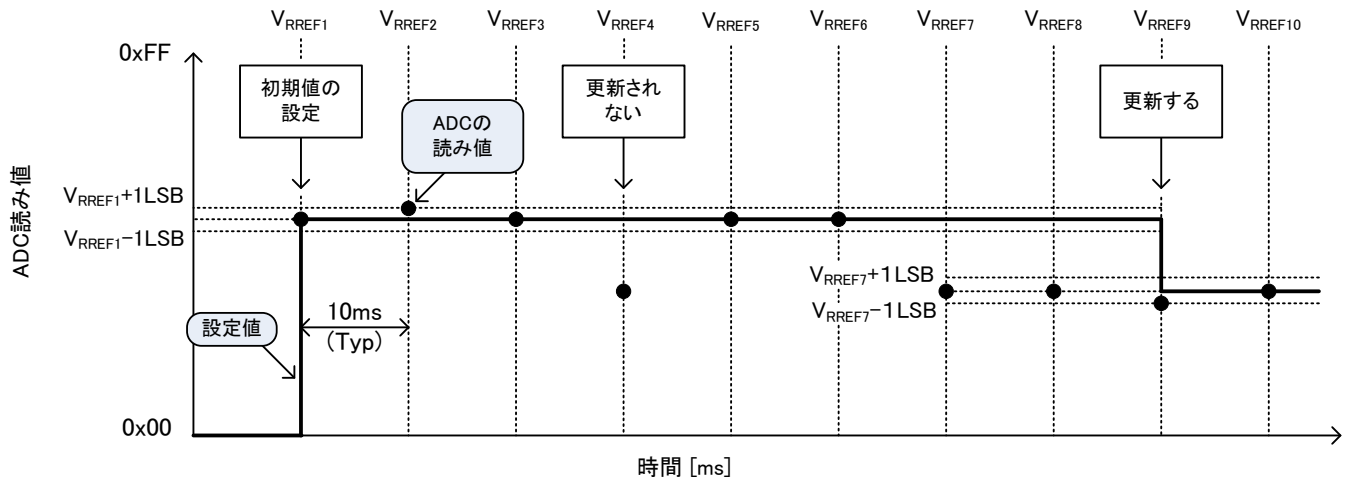


Figure 5. ADC 結果の更新

動作説明 — 続き

(4) 駆動波形生成について

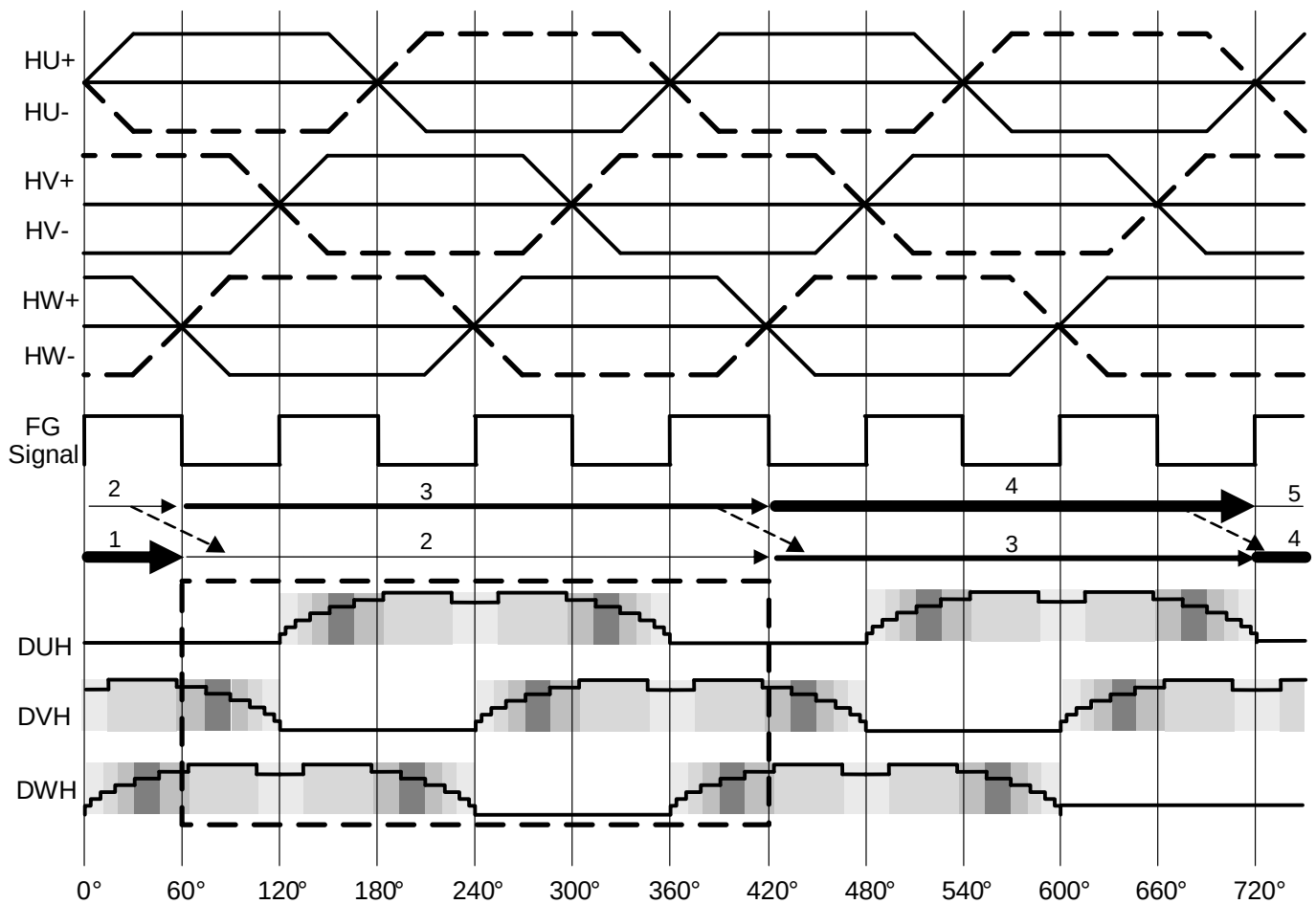


Figure 6. 駆動波形生成

駆動波形の変化するタイミングは、W相(HW)のホール信号(電気角 360°)のエッジ間(立ち下がり→立ち下がり)の電気角をモニターすることで決まります。波形変化タイミングを生成する内部カウンタは、モニタ信号の立ち下りのエッジを検出するとリセットされ、変化タイミングもアップデートされます(120°通電時は、位相に関係なく Duty が決まります)。

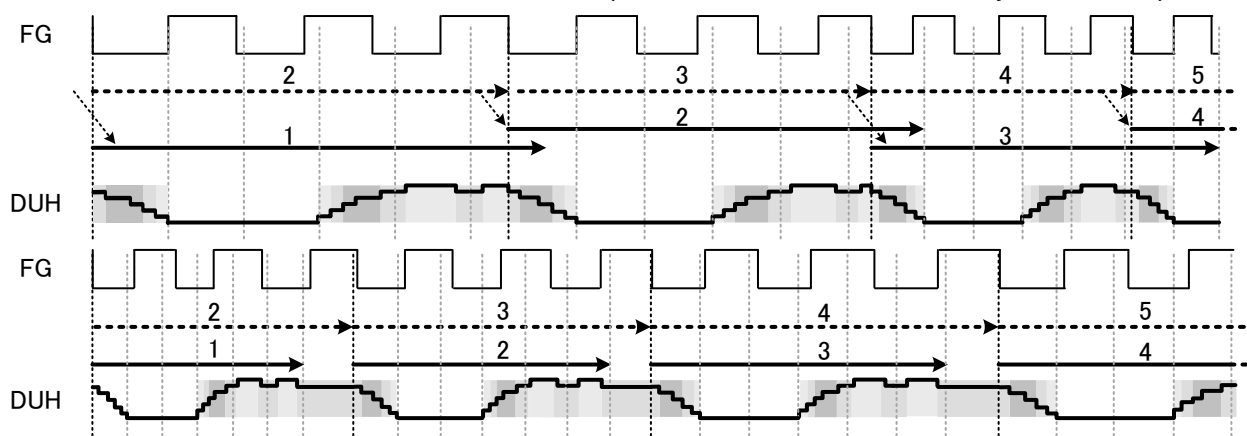


Figure 7. 急加速時 (上)、急減速時(下)の駆動波形生成例(進角なし)

そのため、急加速時は想定した周期より早く切り換わり点ができます。その場合は、切り換わり点から次の 360°パターンが出力され、前の周期から推定した電気角でパターンが出力されます。急減速時は逆に、想定した周期より遅く切り換わり点ができるので、360°のパターンが終了した Duty が維持されます。そのため、モータの加速・減速時は、Duty が不連続となり、周期の変化が大きいくほど、電流の歪みが大きくなります。電流の歪みは、ソフトスタートによって加速、及び減速時間を長くすることで軽減されます(P.15 ソフトスタートについて参照)。

動作説明 — 続き

(5) スタンバイ回路

PWM 端子は High/Low の Duty によって回転数指令として使用できますが、High 固定の電圧が印加されるとスタンバイモードとなります(PWM 端子ハイインピーダンス(= Hi-Z) で、内部電圧に固定され High と認識されます)。PWM 端子の立ち下がりをも 1 回検出してスタンバイ解除(アクティブモード)となります。

また、DCIN 端子でも DC 電圧を印加しない(下表「 $< 0.15 \text{ V (Typ)}$ 」)、印加(下表「 $> 0.3 \text{ V (Typ)}$ 」)で、スタンバイモード(STBY)とアクティブモードを切り換えることが可能です。

PWM と DCIN が同時に入力された場合は、PWM 入力が優先されますが、誤動作の原因になる可能性がありますので、使用しないようにお願いします(Figure 9 参照)。また、PWM が Low で電源 VCC が投入されると、スタンバイが維持され、モータが動作しません。SREG が安定電圧になってから PWM を入力するようにしてください。

		PWM 端子論理	
		Open(Hi-Z) or High 固定 ^(Note 1) or PWM $\leq 19.0 \text{ Hz}$, PWM $\geq 1.25 \text{ kHz}$	Low 固定 ^(Note 2) or PWM(20 Hz~800 Hz)
DCIN 端子電圧	$< 0.15 \text{ V (Typ)}$	スタンバイモード	アクティブモード(PWM 入力)
	$> 0.3 \text{ V (Typ)}$	アクティブモード(DC 入力)	アクティブモード(PWM 入力)

(Note 1) 513 ms 以上、PWM $\geq V_{SREG} \times 0.8$ の場合を High 固定とする。

(Note 2) 53 ms(19.0 Hz)以上、PWM $\leq V_{SREG} \times 0.4$ の場合を Low 固定とする。

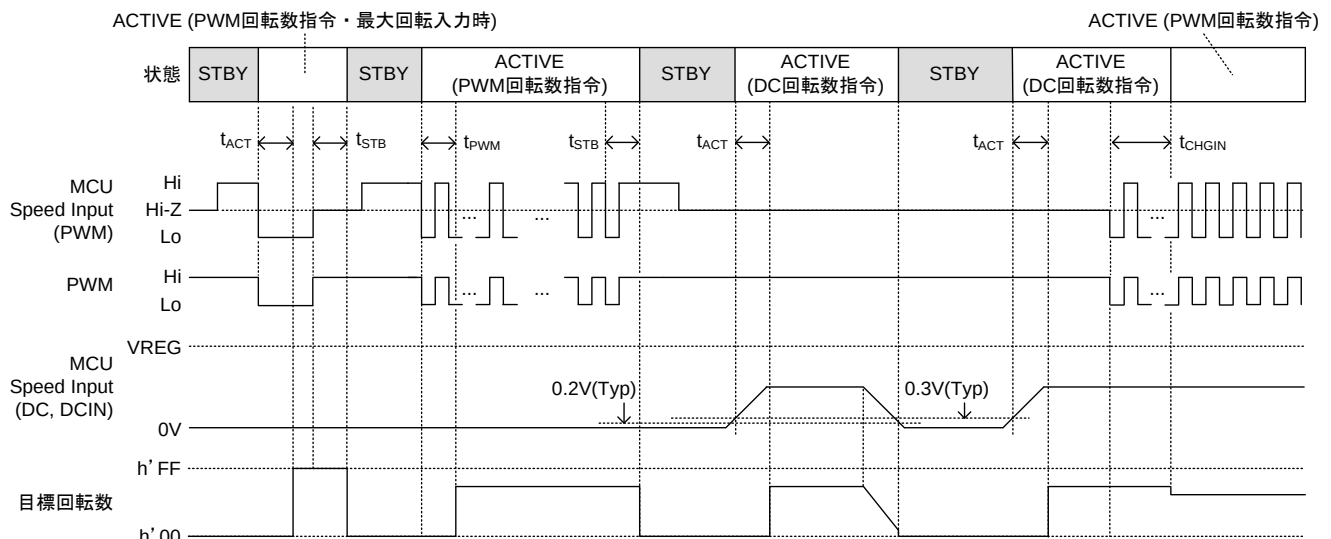


Figure 8. スタンバイ移行・復帰動作^(Note 3)

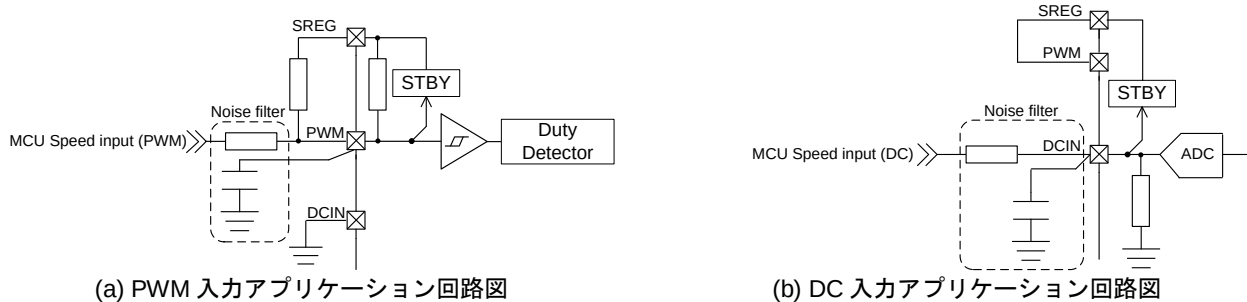
(Note 3) t_{ACT} は、内部電源 VREG が保証値 V_{REG} に入ってから出力が開始するまでの時間であり、最大で 53 ms(PWM サンプル時間 19 Hz)+約 1 ms(クロック周期に依存)だけ必要です。 t_{STB} は、異常入力(Open or High 固定 or PWM $\leq 19.0 \text{ Hz}$, PWM $\geq 1.25 \text{ kHz}$)を検出するまでの時間であり、513 ms(Typ)を超える異常入力を検出すると STBY へ移行します。また、モータへのトルクは SSU/SSD によって設定される時間で変化します。

(6) 回転数指令について

回転数指令は、PWM 入力と DC 入力を選択することができます。PWM 入力を使用される場合は、PWM の Duty(Low アクティブ入力になります)を変化させることで回転数指令値入力となります。また、ノイズにより、PWM 端子に PWM $\leq 19.0 \text{ Hz}$, PWM $\geq 1.25 \text{ kHz}$ の周波数が入力されると、スタンバイに移行します。PWM 端子にも適切なフィルタ^(Note 4)を挿入していただきますようお願いします。

DC 入力を使用される場合は、DCIN 端子に直接電圧を印加することで回転数指令値入力となります。電圧印加時は配線間ノイズを考慮して適切なフィルタ^(Note 4)を挿入し、DCIN 端子の定格電圧を超えないように注意してください。

(Note 4) フィルタを構成いただく際に、端子インピーダンスを考慮してください。端子インピーダンスは、電気的特性 2 の各端子(PWM, DCIN)の H レベル入力電流を参照してください。



(a) PWM 入力アプリケーション回路図

(b) DC 入力アプリケーション回路図

Figure 9. スタンバイ移行・復帰動作回転数指令入力アプリケーション回路図

動作説明 — 続き

(7) 入出力モード選択について

MODESEL 端子の設定電圧により、入出力モードの設定が可能となります。

また、入出力モード選択を動作中に切り換えないようお願いします^(Note 1)。

(Note 1) MODESEL 端子が動作中に切り換えることを想定しておりませんが、PWM = 100 %入力時に MODESEL が切り換わった場合、ソフトスタート設定値によって回転数目標値が変化します。

出力モード	MODESEL 端子論理	
	Low : $0\text{ V} \sim V_{\text{REG}} \times 0.2$	High : $V_{\text{REG}} \times 0.6 \sim V_{\text{REG}}$
	I モード	II モード

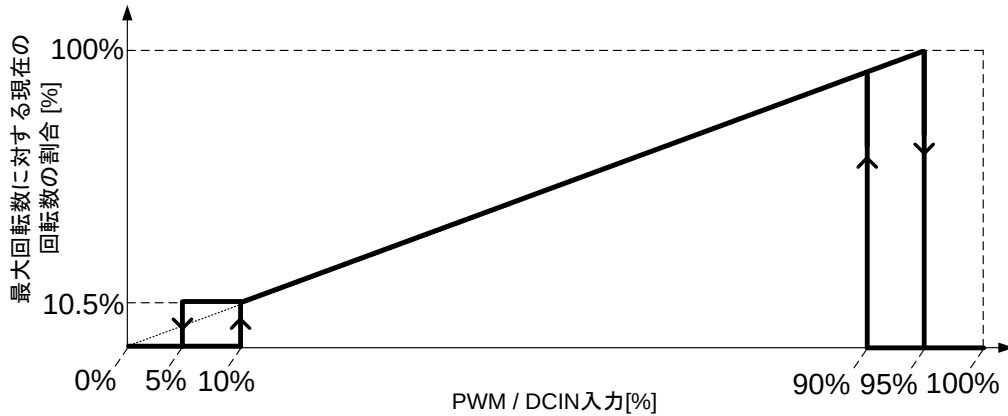


Figure 10. I モード 目標回転数 vs PWM 入力 Duty / DCIN 入力電圧^(Note 2)
(MODESEL = Low)

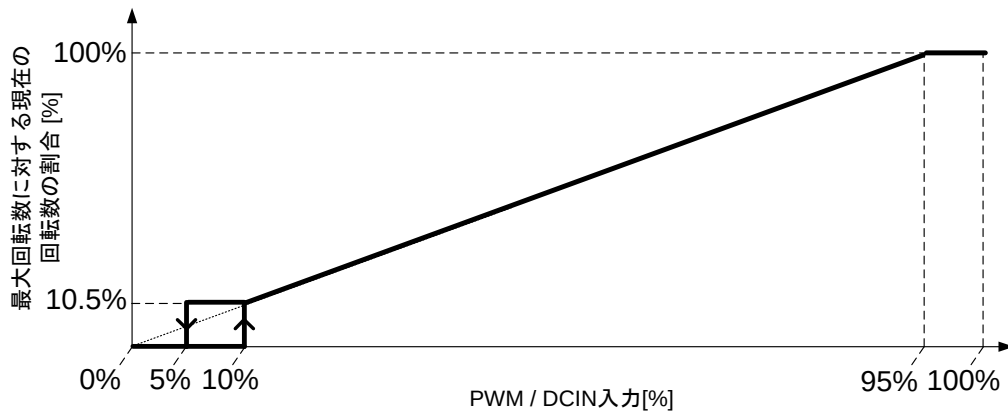


Figure 11. II モード 目標回転数 vs PWM 入力 Duty / DCIN 入力電圧^(Note 2)
(MODESEL = High)

(Note 2) PWM 入力はパルス入力 Duty を、DCIN 入力は DCIN 端子電圧の VREG に対する割合をパーセンテージで図示しています。

動作説明 — 続き

2. 通電角制御

(8) 電圧電流位相関係と進角制御設定

プリドライバ側の進角設定を 0° にした場合、Figure 12 のような電圧 / 電流位相関係となります。

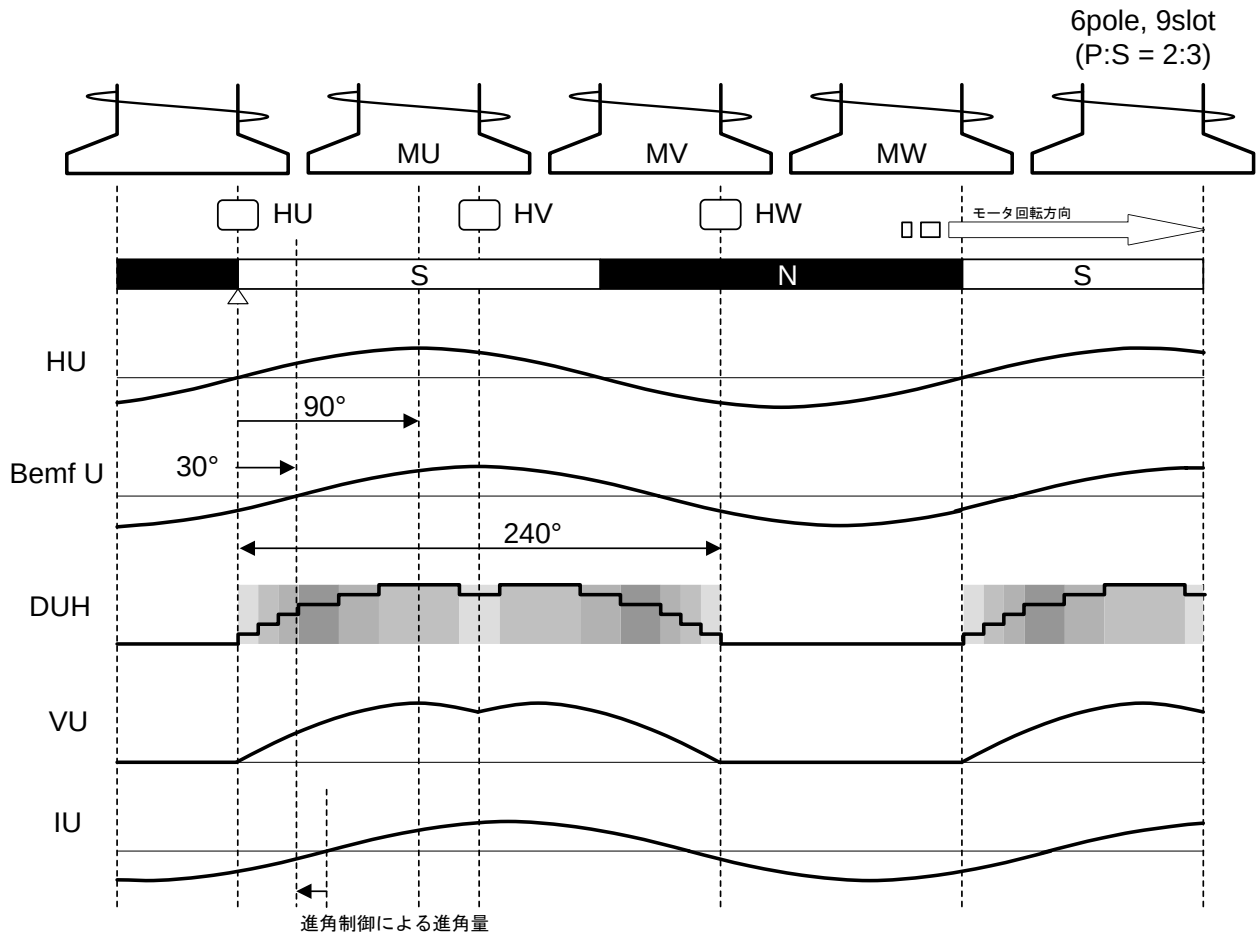


Figure 12. ブラシレスモータの電圧 / 電流位相関係 (デルタ結線 6 極・9 スロット)

DUH(プリドライバU相 High 側出力信号)^(Note 1)の出力のスイッチングは、U相ホール信号(HU)の立ち上がりから始まります。このとき、U相誘起電圧(Bemf U)のゼロクロス点はU相ホール信号の立ち上がりから 30° 遅れた位置にあり、U相巻線電流(IU)の位相は一般的に誘起電圧より遅れた位置になっています。しかし、この状態のままだとモータの電力効率が悪いので、巻線電流の位相を進める(進角する)ことで高効率化を実現できます。

最適な状態にするには、誘起電圧のゼロクロス点と巻線電流のゼロクロス点を合わせればよく、プリドライバの進角設定機能(PCI, PCG 端子電圧を設定)を使って、電流のゼロクロス点をU相ホール信号の立ち上がりから 30° 遅れた位置にします。

(Note 1) Low 側出力信号 DUL は DUH の反転論理となります。

動作説明 — 続き

(9) 進角制御設定

進角値を設定するには、次の通り PCI 端子、PCG 端子に抵抗(R_{PCI} , R_{PCG})を接続します。

R_{PCI} の定数によって、進角開始トルクを調整することが可能で、 R_{PCG} の定数によって、トルクに対する進角量の傾きを調整することが可能です。トルクは出力 D*H、及び D*L の出力 Duty(TRQ Duty)に相当します。トルクに連動した進角値の算出は、TRQ Duty (Note 1) を使用してください。また進角値は最大で 30°であり、 R_{PCG} によって 30°を超える進角値を設定した場合でも、30°で飽和することにご注意ください。

(Note 1) 「TRQ Duty」は、<TEST 端子>の記載を参照してください。(P.23 参照)

固定した進角を設定する場合は、Figure 13 の通り PCI 端子と PCG 端子を GND とし、ステータとホール位置 (Note 2) を調整することで進角していただきますようお願いいたします。(Figure 13 の例では、ステータとホール位置が進角ゼロの状態です)

(Note 2) ステータとホールの位相関係は、Figure 12 を参照して設計ください。

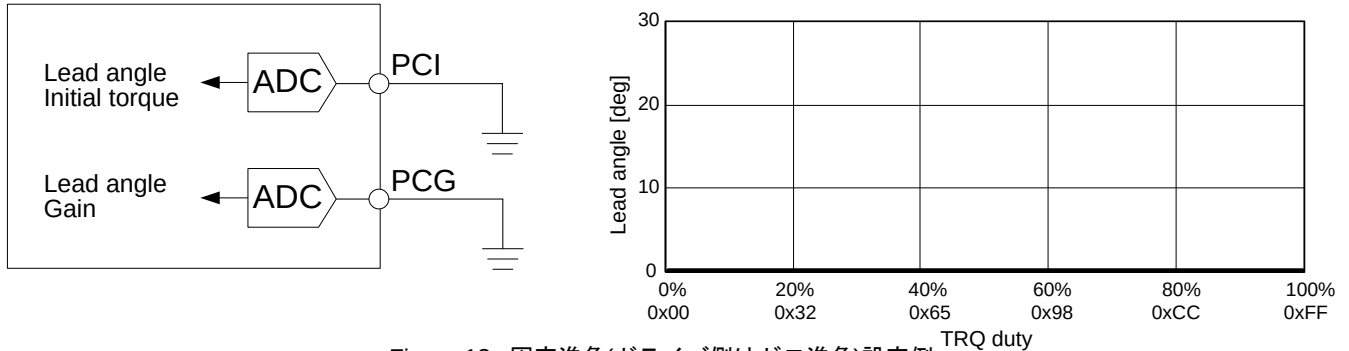


Figure 13. 固定進角(ドライバ側はゼロ進角)設定例

進角値を TRQ Duty 連動して設定する場合は、Figure 14 のように外付け回路を構成することで実現できます。

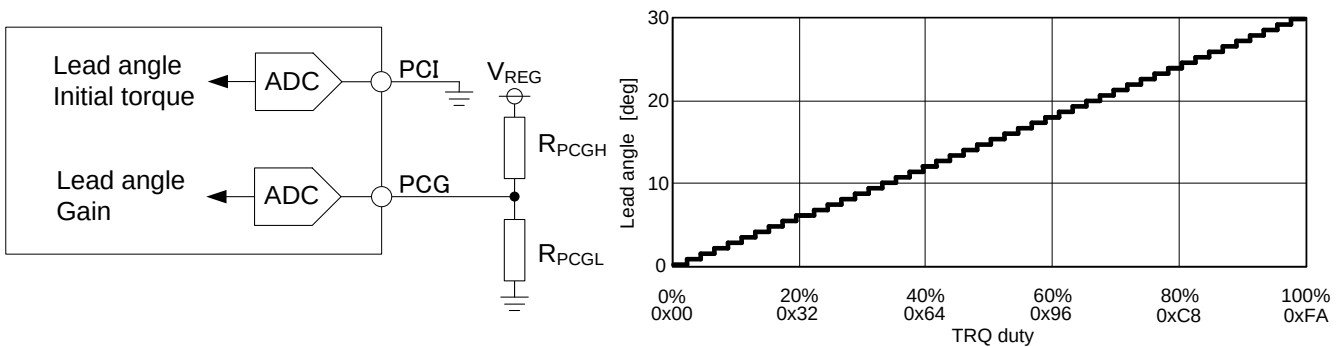


Figure 14. トルク連動進角ゲイン設定例 1

TRQ Duty に対する進角量 G_{PCG} は次の式で算出されます。(Note 3)

(Note 3) 進角設定の最小分解能は、0.47°です。下記の式で算出された進角値が、0.47°の分解能を超えなければ、進角値が変化しません。

$$G_{PCG} = \frac{R_{PCGL}}{R_{PCGH} + R_{PCGL}} \times 119.85 \times TRQ\ Duty \text{ [deg]}$$

$$\therefore G_{PCG} \leq 30 \text{ [deg]}$$

例) $\frac{R_{PCGL}}{R_{PCGH} + R_{PCGL}} = \frac{1}{2}$, TRQ duty = 75 % とすると、

$$\frac{1}{2} \times 119.85 \times 0.75 \geq 30, \therefore G_{PCG75\%} = 30 \text{ [deg]}$$

また、TRQ duty = 25 % とすると、

$$\frac{1}{2} \times 119.85 \times 0.25 = 14.98 \therefore G_{PCG25\%} = 14.57 \text{ [deg]}$$

となります。

進角制御設定 — 続き

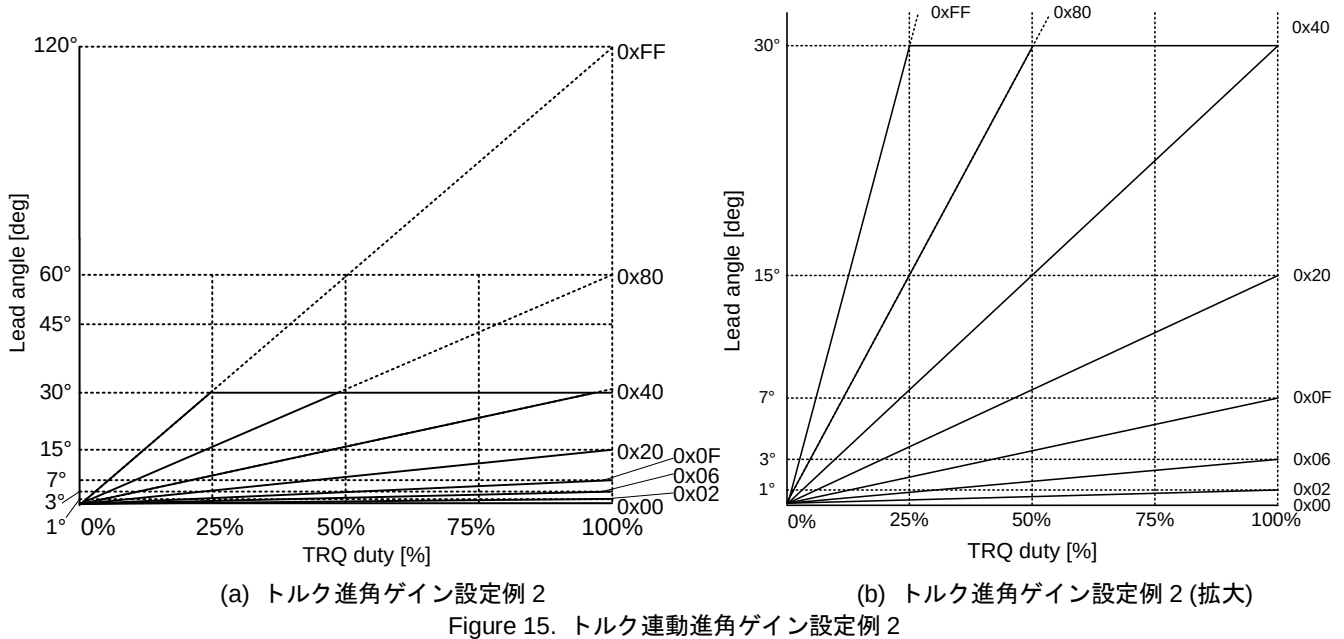


Figure 15. トルク運動進角ゲイン設定例 2

また、進角開始トルク T_{PCI} を設定する場合は、Figure 16 のように外付け回路を構成することで実現できます。

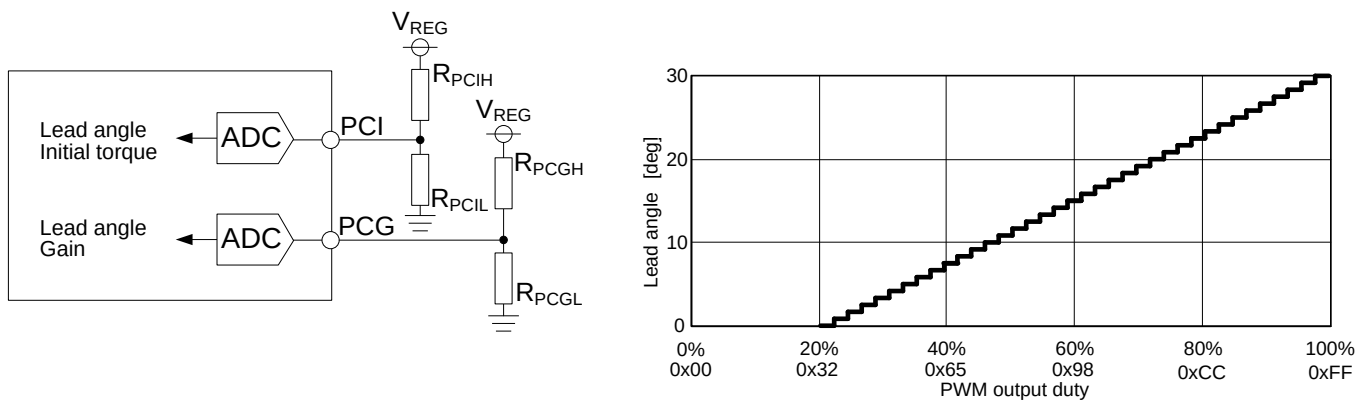


Figure 16. トルク運動進角開始設定例 3

進角開始トルク T_{PCI} は、以下の式で算出されます。

$$T_{PCI} = \frac{R_{PCIL}}{R_{PCIH} + R_{PCIL}} \times 100 \quad [\%]$$

例) $\frac{R_{PCIL}}{R_{PCIH} + R_{PCIL}} = \frac{1}{2}$ とすると、進角開始トルクは、 $T_{PCI} = \frac{1}{2} \times 100\% = 50\%$ となります。

進角値は、W 相ホール信号 8 周期分ごとに更新されますが、1 回の更新による値の変化は 0.47°ステップになります。例えば、進角 0°設定を 30°設定に変えた場合、4 極モータなら 255 回転で進角値が 0°→30°に変わります。6 極モータなら 170 回転で進角値が 0°→30°に変わります。

$$\begin{aligned} \text{4 極モータ : } & \frac{30[\text{deg}] \times 8[\text{period}]}{0.47[\text{deg}] \times 4[\text{pole}] / 2} = 255 \text{ [revolutions]} \\ \text{6 極モータ : } & \frac{30[\text{deg}] \times 8[\text{period}]}{0.47[\text{deg}] \times 6[\text{pole}] / 2} = 170 \text{ [revolutions]} \\ \text{10 極モータ : } & \frac{30[\text{deg}] \times 8[\text{period}]}{0.47[\text{deg}] \times 10[\text{pole}] / 2} = 102 \text{ [revolutions]} \end{aligned}$$

動作説明 — 続き

3. 速度制御

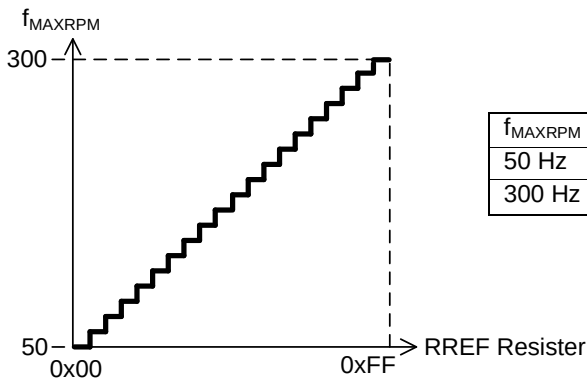
(10) 速度制御について

モータの回転数は、PWM 端子または DCIN 端子から入力される回転数指令に応じて一定回転となるよう、フィードバック制御されます (Figure 18)。フィードバックによる目標回転数 (REFCLK) は、「RREF によって最大回転数が決定」し、「PWM Duty または V_{REG} に対する DCIN 入力電圧によって最大回転数に対する回転数指令値の割合」を決めることで設定されます (Figure 18 ①②)。

【最大回転数の設定】

RREF 端子に V_{REG} から抵抗分圧した電圧を印加することにより、最大回転数を設定することができます。下記の理論式を参考に、RREF の抵抗比を設定してください。

$$f_{MAXRPM} = (300 - 50) \times \frac{R_{REF}}{V_{REG}} + 50 \text{ [Hz]}$$



f_{MAXRPM}	Pole = 4 極	Pole = 6 極	Pole = 10 極
50 Hz	1500 rpm	1000 rpm	600 rpm
300 Hz	9000 rpm	6000 rpm	3600 rpm

Figure 17. 最大回転数の設定

REFCLK は、下記の理論式で算出されます。

$$f_{MAXRPM} \times Duty_{PWM} = 160\text{Hz} \times 0.5 \text{ [Hz]}$$

[例] $f_{MAXRPM} = 160\text{Hz}$, $pole = 10$, $Duty_{PWM} = 50\%$ の場合、 $REFCLK = 80\text{Hz}$ (960rpm) となります。

REFCLK とホールコンパレータで生成された FG が周波数比較され、その差分をループフィルタに通すことでモータへのトルク (TRQ) が決まります。 (Figure 18 ③④⑦)

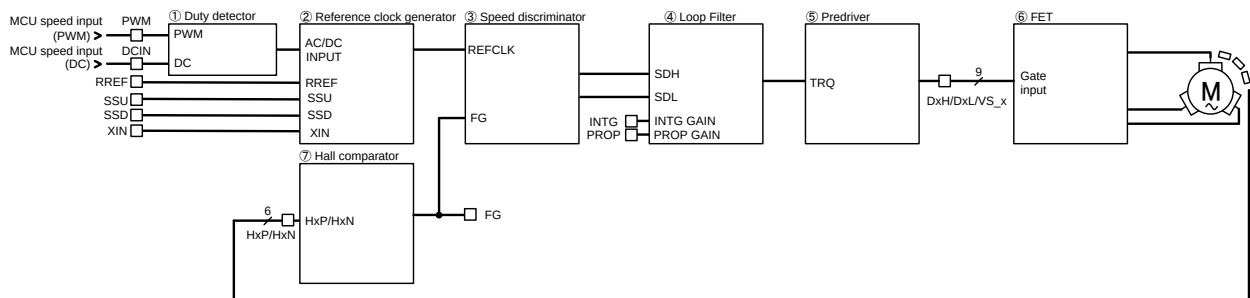


Figure 18. 速度制御構成図

f_{MAXRPM} は XIN 端子 (Note 1) に入力される CLK 信号にも依存し (上記【最大回転数の設定】参照)、 f_{XIN} が 10 MHz の場合です。 (Note 1) XIN、及び XOUT 端子については、(18)XIN、XOUT 端子 (P.17) を参照してください。

DCIN から指令値を入力する場合は、「1-(3) 各設定端子について」で述べた通り ADC のフィルタが動作するため、DCIN を 1 LSB 以下のステップで入力しても、2 LSB のステップでしか指令値が変化しません。これは、1 LSB を超えて値が変化しないと設定値を更新しないためです。

速度制御について — 続き

速度制御のトルク(TRQ)は、以下の通りに設定されます。
速度制御ブロックの構成を、下図に示します。

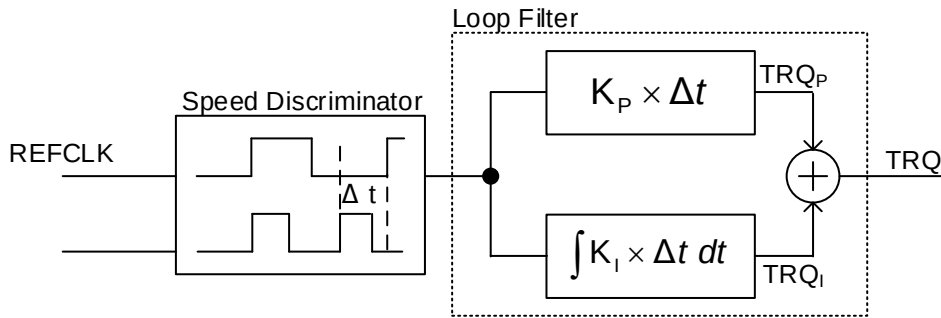


Figure 19. 速度制御ブロック構成

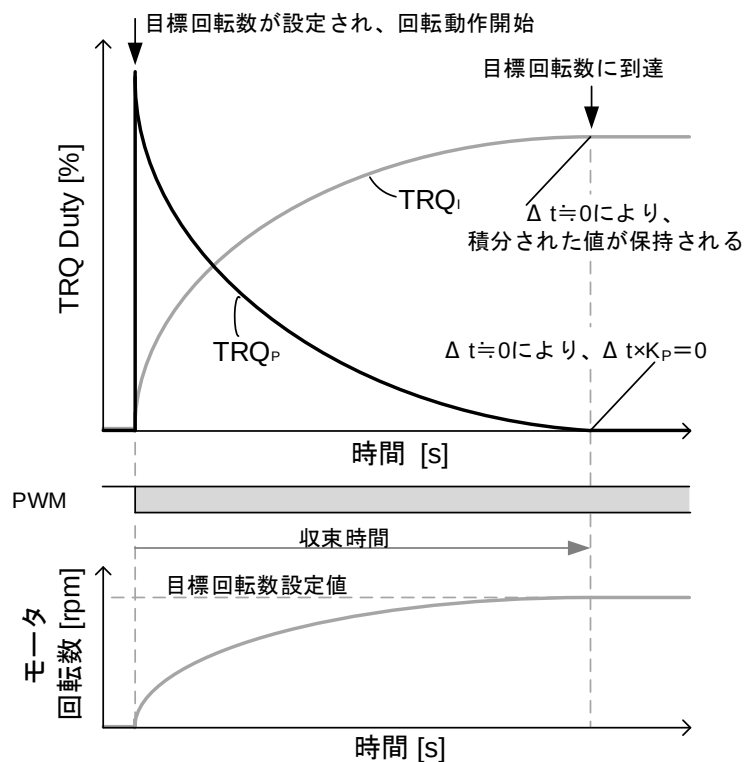
目標回転数(REFCLK)と、実測の回転数(FG)の周期の差 Δt をカウントします。 Δt をもとに、比例制御部で算出されたトルク TRQ_p と、積分制御部で算出されたトルク TRQ_i を加算してトルクが決定します。
以下の式で算出されます。

$$TRQ = TRQ_p + TRQ_i,$$

$$TRQ_p = K_p \times \Delta t \quad TRQ_i = \int (K_i \times \Delta t) dt \quad \therefore K_p = PROP, \quad K_i = INTG$$

モータの回転変動が発生してから、目標回転数で安定するまでの時間(収束時間)を決めるのは、PROP 端子で設定される比例定数 K_p と、INTG 端子で設定される積分定数 K_i です。

K_p と K_i によってトルクゲインが設定され、 TRQ_p と TRQ_i は、下図(Figure 20)の通りに変化します。

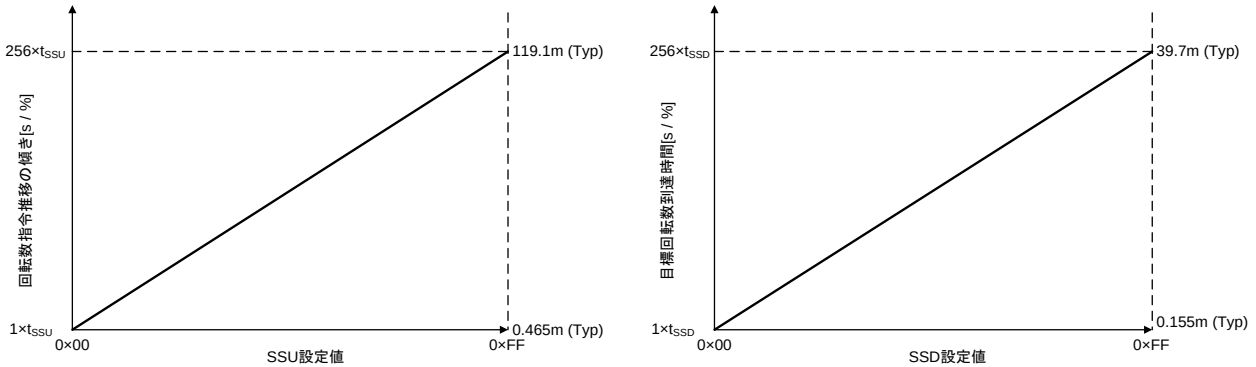
Figure 20. 速度制御での TRQ_p と TRQ_i の推移

動作説明 — 続き

(11) ソフトスタートについて

PWM や DCIN によって回転数指令値が入力されると、目標回転数に近づくように、モータへ駆動トルクが入力されますが、起動時等即座に大きなトルクをかけると、ラッシュ電流により MOS-FET の信頼性を損なう可能性があります。そこで、目標回転数にスロープを設けることによって、Spin up 時間、及び Spin down 時間を設定し、MOS-FET に流れるラッシュ電流を抑制することが可能です。

Spin up 時間を設定する端子が SSU、Spin down 時間を設定する端子が SSD で、時間に対して回転指令が変化する傾きを規定しています。



(a) Spin up 時間の設定

(b) Spin down 時間の設定

Figure 21. Spin up / down 時間の設定方法

Spin up / Spin down 時の回転数指令推移の傾きは、最小設定値 t_{SSU} 、及び t_{SSD} の整数倍(1~256)で設定可能です。

$$t_{SSU} = 0.465m [s/\%] \text{ (Typ)}$$

$$t_{SSD} = 0.155m [s/\%] \text{ (Typ)}$$

例えば、目標回転数指令値の Spin up 時の傾きを 0.1 [s/%] で設定する場合は、

$$\frac{0.1[s/\%]}{0.465m[s/\%]} = 215.1$$

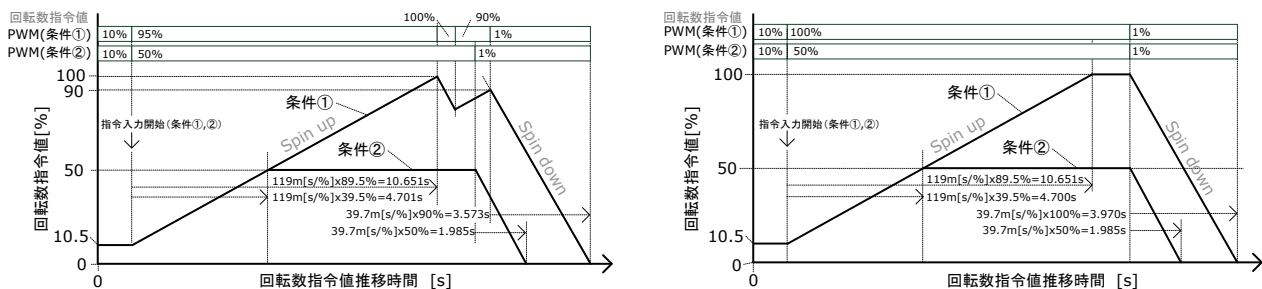
SSU 端子に、抵抗比率 215 / 256 で、 V_{REG} から抵抗分圧した電圧を印加してください。

Spin down 時間も同様に、0.01 [s/%] で設定する場合は、

$$\frac{0.01[s/\%]}{0.155m[s/\%]} = 64.5$$

SSD 端子に、抵抗比率 65 / 256 で、 V_{REG} から抵抗分圧した電圧を印加してください。

次に、Spin up 時間を 119.1m [s/%]、Spin down 時間を 39.7m [s/%] に設定した場合の、時間に対する目標回転数の挙動を Figure 22 に示します。



(a) MODESEL = L での Spin up / down

(b) MODESEL = H での Spin up / down

Figure 22. 回転数目標値の変化(条件: $V_{SSU} = V_{REG}$, $V_{SSD} = V_{REG}$)

Figure 22 のように、回転数指令値が 10 % 以上入力され Spin up する場合、SSU 設定値の傾きで最大回転数の 10 % からソフトスタートします。また、Figure 22(a) のように 95 % の状態で 100 % の回転数指令値が入力されると、SSD の設定値の傾きで最大回転数の 95 % からソフトダウンします。モータ回転中に回転指令値が 0 % となると、出力は Hi-Z となり、空転しながらモータは停止します。

動作説明 — 続き

4. 端子機能

(12) チャージポンプ回路について

High 側の外付け MOS-FET を駆動するためチャージポンプ回路を内蔵しております。
 0.1 μ F のコンデンサを C_M-C_P 間に接続してください。また、同様に 0.1 μ F のコンデンサを
 VG-VCC 間に接続してください。VG 電圧が電圧降下する可能性があるため、できるだけピン近傍にコンデンサを付けて
 ください。
 なお、過電圧保護回路が動作するとチャージポンプを停止し、昇圧動作を停止します。

(13) デッドタイム設定端子

各ブリドライバ出力段(例えば DUH と DUL)において、外付け MOS-FET が上下同時オンしないよう、出力デッドタイムを
 設けております。
 出力デッドタイムは TDEAD 端子にてその時間を切り換えることができます。

	TDEAD 端子論理	
	Low : 0 V~V _{REG} × 0.2	High : V _{REG} × 0.6~V _{REG}
出力デッドタイム	1.0 μ s (Typ)	0.5 μ s (Typ)

(14) VREG 出力端子

ホール素子バイアス、位相制御設定、各 PIN のプルアップなどのため、VREG 出力(5.0 V Typ)を設けています。
 使用する場合は最大出力電流 I_{VREG} にご注意ください。なお、安定化のため、対 GND にコンデンサ 1 μ F 以上を接続し
 てください。
 ただし、対 GND コンデンサのショート故障や GND ラインとの配線間ショートにより地絡すると、VREG の最大出力電流
 を超えるため、地絡の可能性がある構成やレイアウトがある場合は制限抵抗を挿入するなどの対策をお願いします。

(15) ホール入力端子

ホール入力電圧振幅：最小入力電圧 35mVpp 以上、同相入力電圧範囲：0 V~V_{REG}-1.2 V となるようホール素子へのバ
 イアス電流を設定してください。
 ホール入力にノイズの影響がある場合は、入力間のできるだけピン近傍にコンデンサを付け、ノイズを除去してください。

(16) FR 端子

FR 端子にて回転方向の選択が可能となります。
 タイミングチャートについては Figure 49, Figure 50 を参照してください。
 モータ回転中に FR 信号を切り換えると、MOS-FET にラッシュ電流による負荷がかかりますので、MOS-FET の許容電流
 にご注意ください。

	FR 端子論理	
	Low : 0 V~V _{REG} × 0.2	High : V _{REG} × 0.6~V _{REG}
回転モード	逆転モード	正転モード

(17) FG 端子

FG 出力は、電気角 360°で 3 パルス出力されます。
 ホール信号の周期が、360°で 1.59 Hz 未満の場合(低回転検出 = High)は、ホール信号の三相ホールコンパレータ出力の排他
 的論理和(Exclusive-OR)で出力され、1.59 Hz 以上で電気角 360°を 6 分割した周期で High/Low を切り換える信号へ変わ
 ります。ただし、電気角 360°の周期で FG の切り換え周期を更新するため、モータが急加速・急減速する場合などは、360°
 の電気角で FG 信号が 3 パルス出力されるとは限りません。

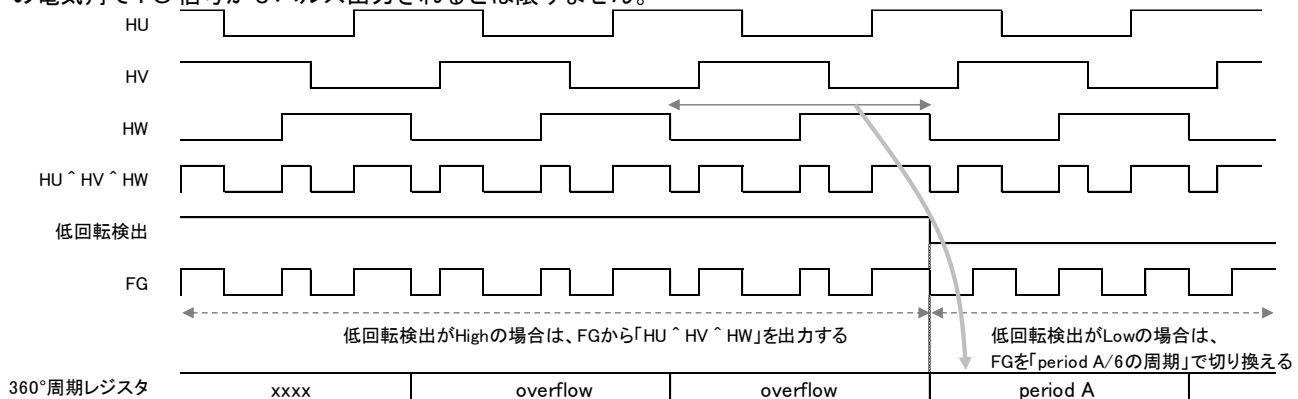


Figure 23. FG 信号について

FG 端子 — 続き

また、保護機能が動作した場合、FG 信号の Duty を変化させる DIAG 機能^(Note 1)があります。
DIAG 機能が動作している間は、FG 信号の周波数は 10 Hz(Typ)に固定されます。
保護がかかっている時間が DIAG 出力の 1 周期より短い場合でも、最低 3 パルスは DIAG 機能が動作します。
FG 信号の Duty は、各保護モードによって、次の通り出力されます。
(Note 1) DIAG 機能の Duty は、FG 端子論理で High アクティブとして記載しています。オープンコレクタ回路に接続することで、論理が反転しますのでご注意ください。

保護モード	FG 信号 Duty	DIAG 優先度
ロック保護・ホール入力異常検出	10 %	低 ↓ 高
過電流保護・過電流制限	90 %	
サーマルシャットダウン・外付け部品温度検出	30 %	
過電圧保護・減電圧保護	70 %	

(18) XIN, XOUT 端子

XIN に 10 MHz の周波数の波形を入力してください。
発振回路が必要な場合は、XIN と XOUT の間に、帰還抵抗とセラミック発振子「CSTNE10M0G55A」を接続することで、実現できます。^(Note 2)
(Note 2) R_{XOUT} や R_{XIO} は P.34 の「応用回路例」を参考にしてください。

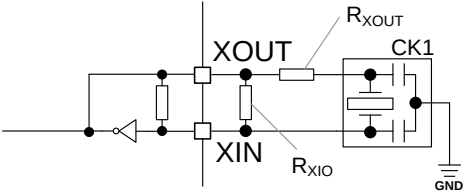


Figure 24. 発振回路例

5. 保護機能

(19) 保護動作モードについて

保護機能として過電流保護(OCP)、過電流制限(OCL)、ロック保護(LOCK)、減電圧保護(UVLO)、過電圧保護(OVP)、サーマルシャットダウン(TSD)、外付け部品温度検出(EXTSD)、ホール入力異常検出(HALLERR)があり、過電流制限を除き保護機能が動作したときは以下の通りになります。

保護モード	プリドライバ出力 (D*H)	プリドライバ出力 (D*L)	チャージポンプ出力 (C_P, C_M)	出力優先度
ロック保護	Low	Low	ACTIVE	低
ホール入力異常検出				
過電流保護				
外付け部品温度検出				
減電圧保護	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	中
サーマルシャットダウン				
過電圧保護 ^(Note 3)	Low	High	MUTE	高

(Note 3) 過電圧保護がかかった場合、その他の保護動作に関係なくプリドライバがショートブレーキとなりチャージポンプ出力は MUTE されます。

動作説明 — 続き

(20) 過電流保護

外付け出力段の GND 側に電流検出用の低抵抗(Figure 25 R_{RNF})を接続し、 R_{RNF} の両端電圧を増幅するアンプと、アンプ出力(AMPO)を基準電圧 OCP, OCL 端子と比較するコンパレータで、過電流保護回路と過電流制限回路を実現できます。 R_{RNF} に発生する電圧により、AMPO 端子電圧が OCP 端子に設定した電圧値を超えると、プリドライバ全出力段を Low とし、その状態でラッチします。なお、過電流保護回路には誤動作防止のため、フィルタを内蔵しています。ノイズマスク時間(10 μ s Typ)未満の OCP コンパレータ出力は Figure 27(a)のように無視されます。過電流保護を解除する場合は、一度、スタンバイモードに入れてください。

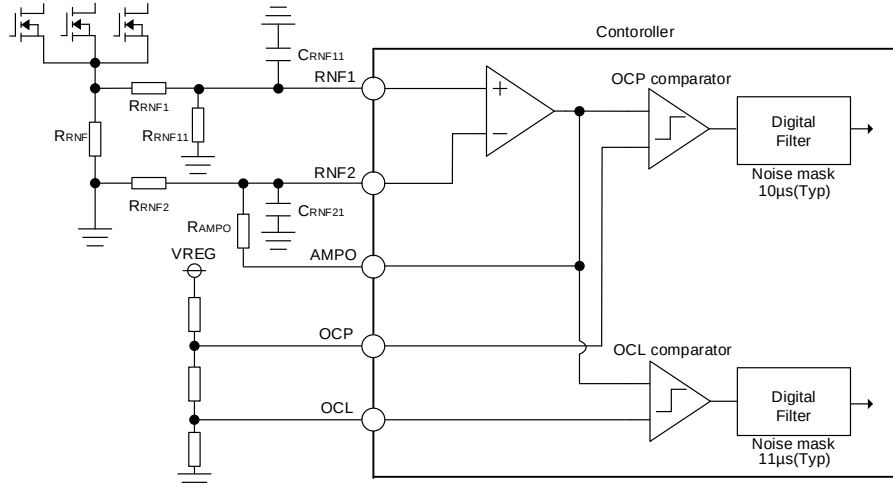


Figure 25. 過電流保護周辺回路図

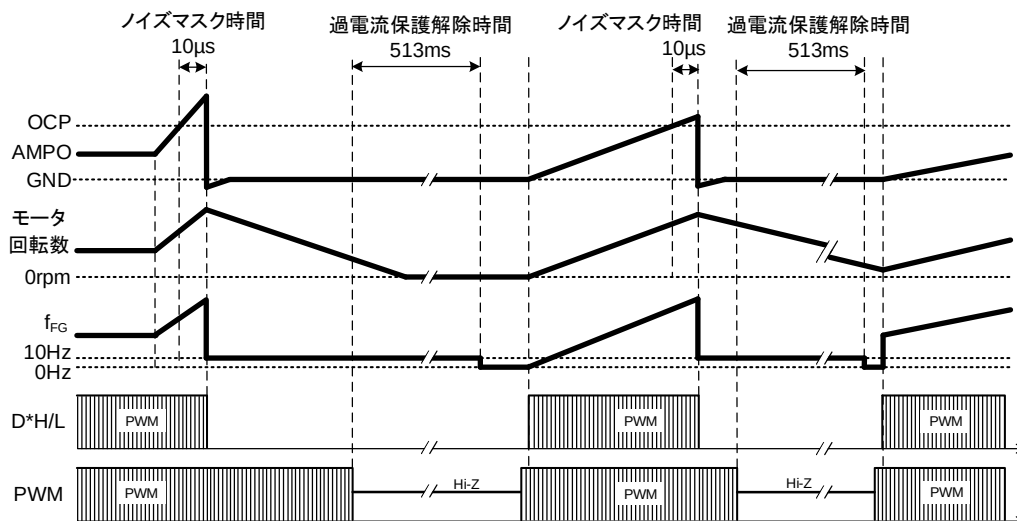
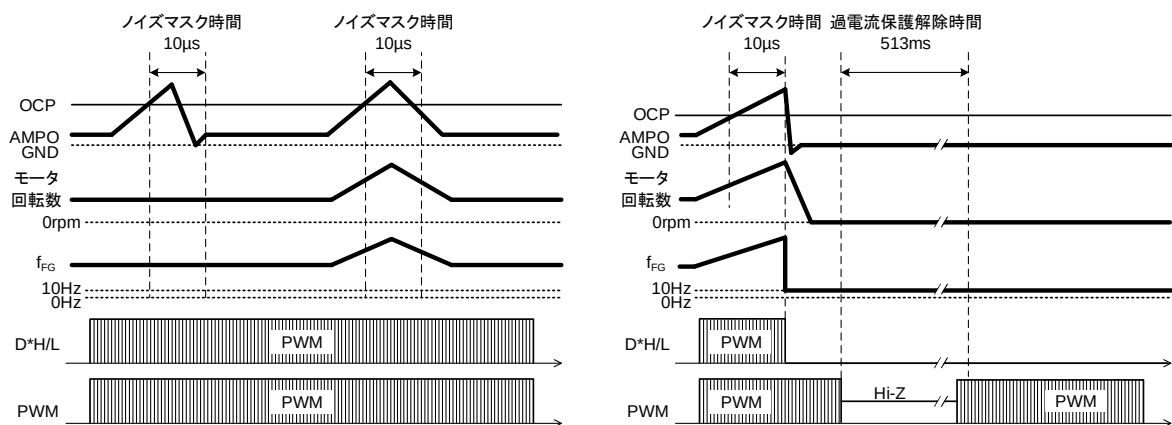


Figure 26. 過電流保護回路動作 1



(a) ノイズフィルタ動作
(マスク時間内の過電流は検出されません)

(b) 過電流保護検出・解除動作
(513 ms の間、PWM Duty = 0% にしなければ復帰しません)

Figure 27. 過電流保護回路動作 2

過電流保護 — 続き

マスク時間を超えるようなノイズの影響で誤動作する場合は、基板パターンの見直しをするとともに、外部での RC フィルタ (Figure 25 の R_{RNF1} , R_{RNF2} , C_{RNF11} , C_{RNF21} を参照) を追加することを推奨します。ただしこの場合、保護回路が動作するまでの遅延時間が外部フィルタにより増加しますので、外付け出力段 MOS-FET の安全動作領域 (ASO) を超えないように、ご注意ください。

また、Figure 26, Figure 27(b)では DIAG 機能が動作しますが、保護状態のラッチ解除を行うためスタンバイモードにすると DIAG 機能も停止します。

(21) 過電流制限

過電流保護と同様に、Figure 25 の R_{RNF} に発生する電圧により AMPO 端子電圧が OCL 端子に設定した電圧値を超えると、モータへのトルクを制限する過電流制限モードへ移行します。過電流制限モードでは OCL 電圧を下回るまで内部のトルク信号を下げるため、速度変動に対して制御されなくなります。電源電圧や負荷が変化した場合、回転数が変わりますのでご注意ください。過電流保護と同様、過電流制限回路には誤動作防止のためにフィルタを内蔵しています。ノイズマスク時間 (11 μ s Tvp) 未満のパルス入力は無視されます。

また、Figure 28 では DIAG 機能が動作していますが、過電流制限のように DIAG 出力の 1 周期より短い時間での検出と復帰を行う場合、最低 3 パルスは DIAG 機能が動作します。

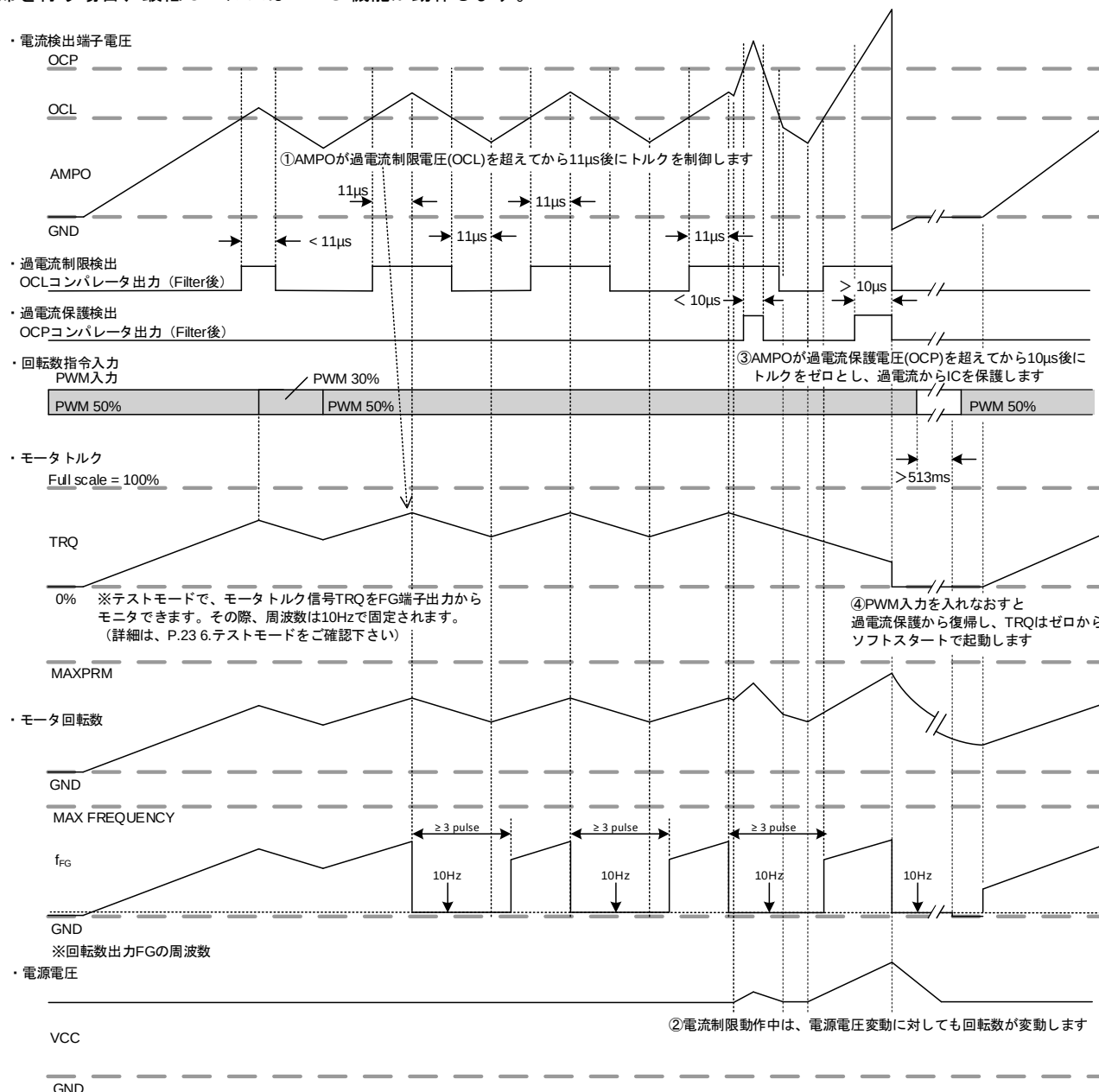


Figure 28. 過電流制限回路動作

動作説明 — 続き

(22) ロック保護

モータが一定時間ロックしたことを検出すると、プリドライバ全出力段を Low とし、その状態でラッチします。ロック保護を解除する場合は、一度、スタンバイモードに入ってください。

ロック検出時間 t_{LOCK} は、LCSET 端子に V_{REG} から抵抗分圧した電圧を印加することで設定され、1.68 s から 15.05 s まで設定が可能です。

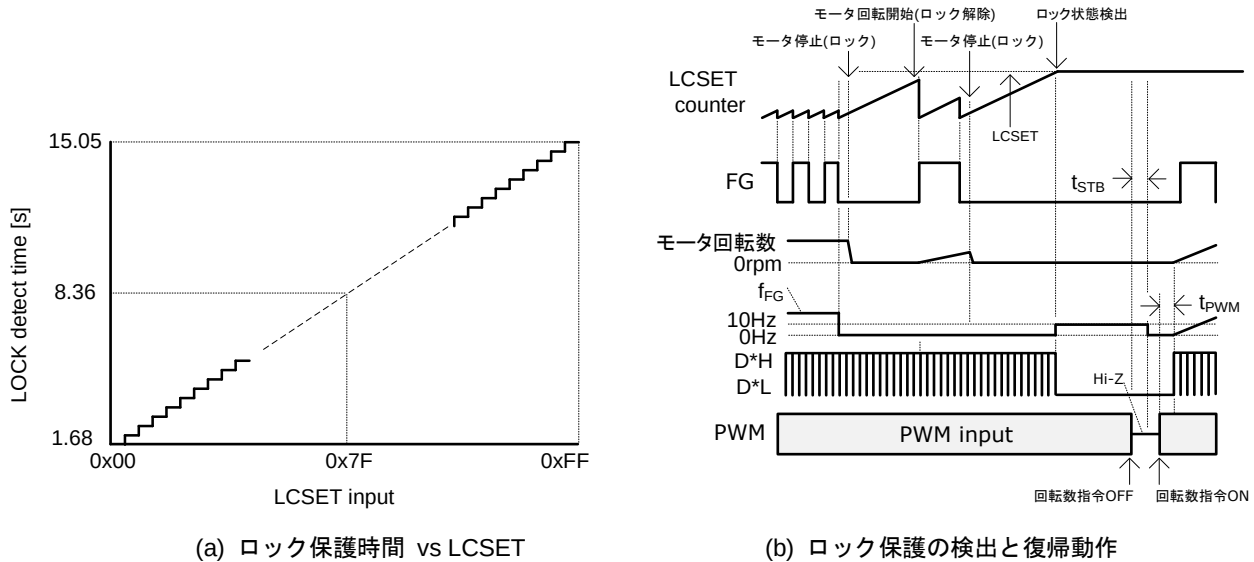


Figure 29. ロック保護動作

(23) 減電圧保護

ドライバICの動作できる最低電圧をVCC端子電圧が下回った場合、ICが誤動作する可能性があるため、減電圧保護回路を内蔵しています。

電源電圧が低下し、設定電圧(5.5 V Typ)まで下がるとプリドライバ全出力段はLowとなります。

また、電源電圧が上がると(6.0 V Typ)保護が解除され、モータ回転状態に応じたTRQ Dutyで通常動作に戻ります。

ただし、VCCが4.5 V(Min)を下回ると減電圧保護が動作しませんのでご注意ください。

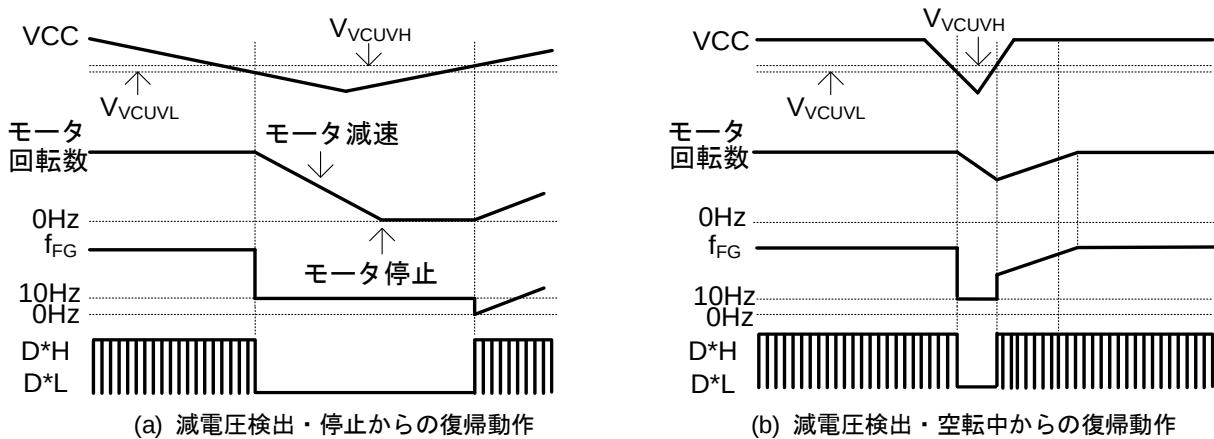


Figure 30. 減電圧保護動作

動作説明 — 続き

(24) 過電圧保護

VCC 電源電圧が上昇し、VCC 過電圧検出設定(20 V Typ)を超えると、過電圧保護回路が動作します。このとき、プリドライバ出力段の High 側は Low に、Low 側は High になります。また、VCC 電源電圧が下がり、VCC 過電圧解除設定(19 V Typ)を下回ると保護が解除され、モータ回転状態に応じた TRQ Duty で通常動作に戻ります。

ただし、動作条件としてはアクティブモード時のみで、スタンバイ時は IC 内部への電流供給がストップしているためこの機能は動作しませんのでご注意ください。

また、過電圧保護を内蔵していますが、電源電圧が絶対最大定格を超えた場合、破壊の可能性があるので絶対最大定格を超えないようにしてください。

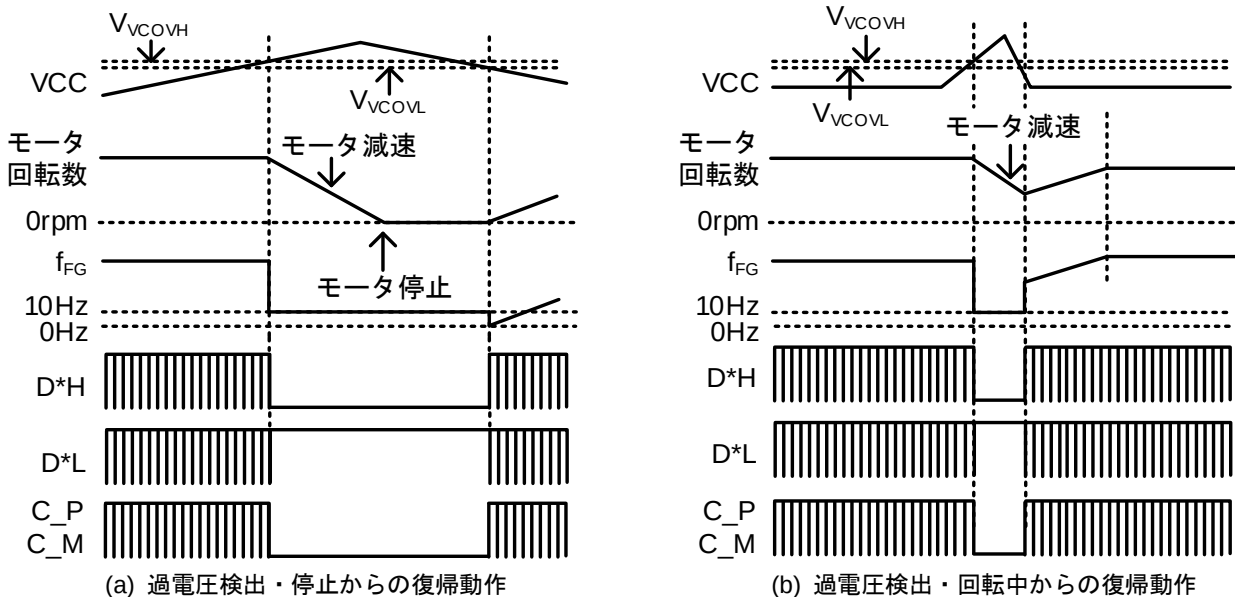


Figure 31. 過電圧保護動作

(25) サーマルシャットダウン

ドライバICのジャンクション温度が上昇し、設定温度(175 °C Typ)を超えると、サーマルシャットダウン回路が動作します。このとき、プリドライバ全出力段とチャージポンプはHi-Zとなります。ジャンクション温度が下がると(150 °C Typ)保護が解除され、モータ回転状態に応じた TRQ Duty で通常動作に戻ります。

なお、サーマルシャットダウン回路はあくまでも熱的暴走からドライバ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保証温度を超えています。従いまし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もった熱設計をしてください。

また、上記設定温度は設計保証値であり温度を上昇させての測定は行っておりません。

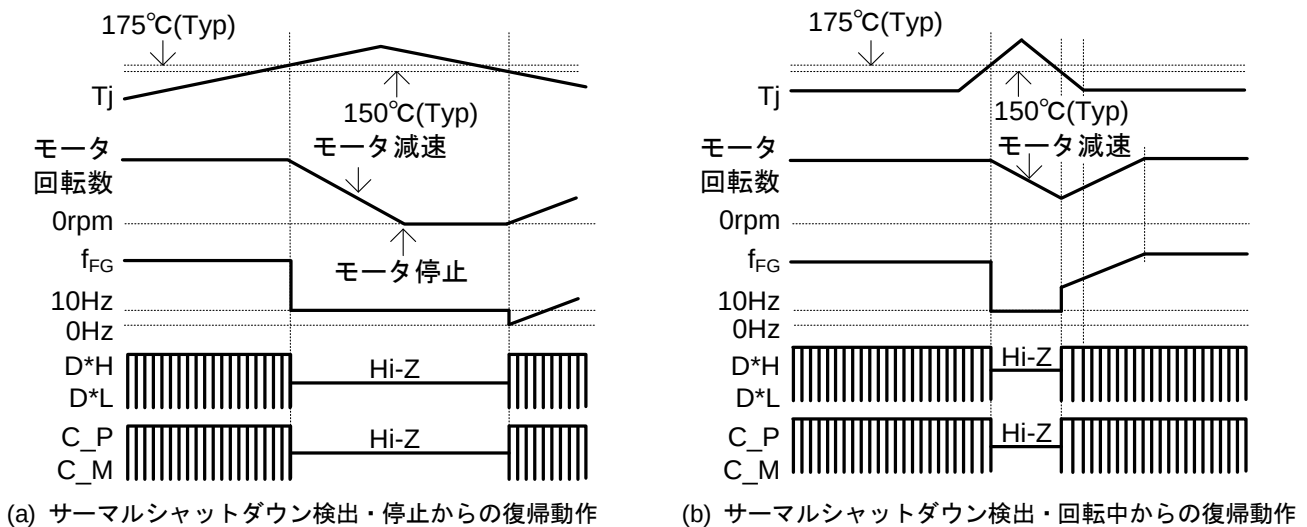


Figure 32. サーマルシャットダウン動作

動作説明 — 続き

(26) 外付け部品温度検出

外付け部品の温度上昇を検出し、ドライバICの出力をOFFする回路を構成することができます。

温度保護が必要な部品の近傍にサーミスタを設置し、サーミスタに発生した電圧が内部基準電圧 $V_{THON}(2.5\text{ V Typ})$ を下回るとプリドライバ全出力段はLowとなります。

また、保護解除時はモータ回転状態に応じた TRQ Duty で動作を開始します。

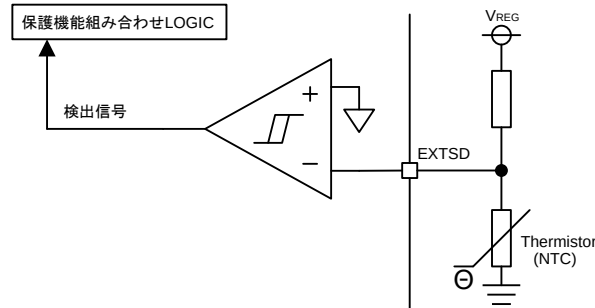


Figure 33. 外付け部品温度検出回路図

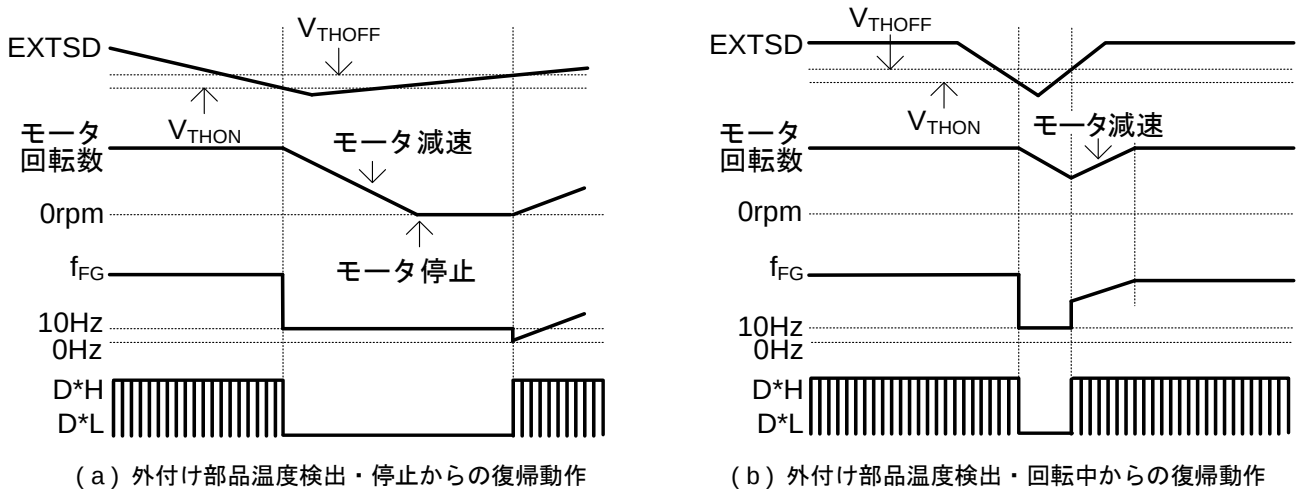


Figure 34. 外付け部品温度検出動作

(27) ホール入力異常検出

ホール素子、もしくはホール素子周辺の回路に異常が発生し、ホール入力信号の1相が切り換わらない状態の場合、ホール信号の論理が正常なシーケンス (Figure 49, Figure 50 参照) で入力されない状態を検出してから、他相のホール入力信号が7回切り換わると、ホール入力信号の異常と判断し、プリドライバ全出力段はLowとなります。ホール入力異常を検出後、保護状態を解除する場合は、一度、スタンバイモードに入れてください。

ホール入力の2相、及び3相が切り換わらない状態の場合は、モータがロックするため、ロック保護が動作し保護できます。ホール入力の3相がLow、もしくはHighに固定されると、ホール入力信号が正常に切り換わるまで、ドライバ出力はLowが出力されます。

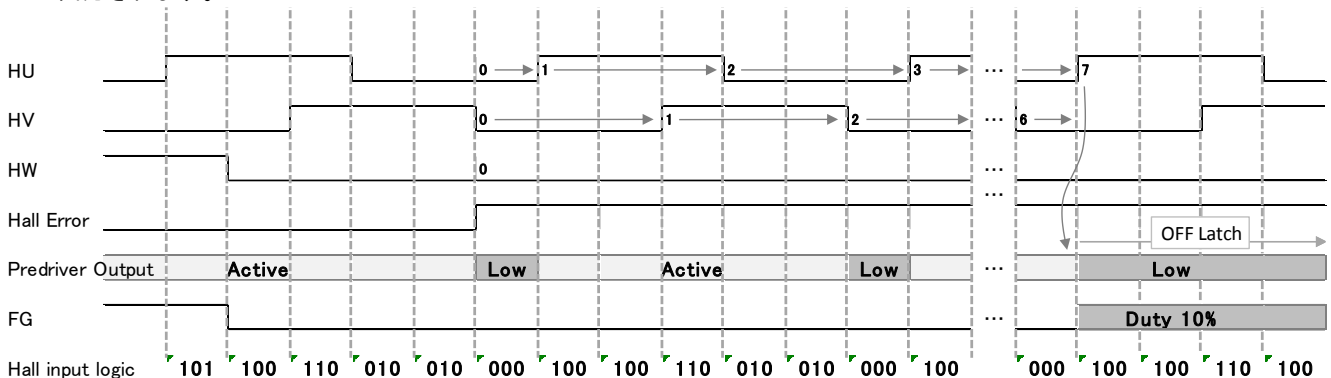


Figure 35. ホール入力異常検出動作

動作説明 — 続き

6. テストモード

(28) TEST 端子

TEST1 / TEST2 / TEST3 / TEST4 端子は、出荷検査用のテスト端子であり、TEST1~TEST3 端子は GND、TEST4 端子は VREG とショートして使用してください。

また、テストモードとして、TEST1 = TEST3 = GND, TEST2 = TEST4 = V_{REG} とすることで、トルクを FG の Duty でモニタすることができます。

トルクは、DUH 出力の High Duty が FG 出力の High Duty として出力されます。

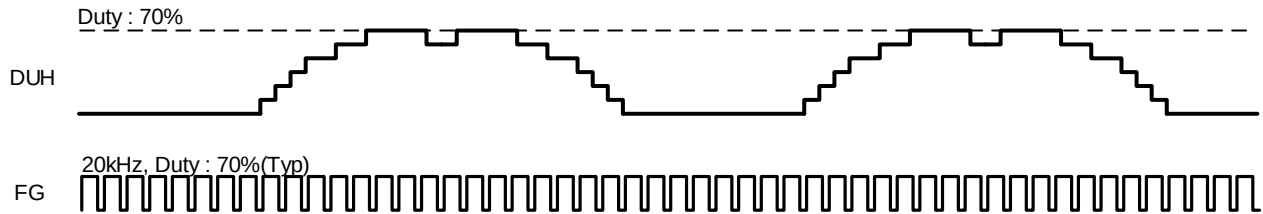


Figure 36. TRQ Duty モニタ

7. 参考特性

(29) 昇圧電圧特性

High 側の N channel MOS-FET を駆動するために、昇圧回路が内蔵されています。

昇圧電圧は負荷条件、電圧条件、温度条件、素子ばらつきによって特性が変化しますが、負荷を接続していない状態での電圧特性と温度特性は Figure 37 となります。

負荷条件^(Note 1)、素子ばらつきを考慮すると、昇圧電圧 V_G は、 $V_G = 2 \times V_{CC} - 2.218 \text{ V}$ ^(Note 2) となります。

(Note 1) 出力に外付け MOS-FET のゲート容量として 10000 pF のコンデンサを接続したときの測定値です。

(Note 2) V_{CC} = 6.5 V~11.5 V 時の測定値です。参考としてご使用ください。

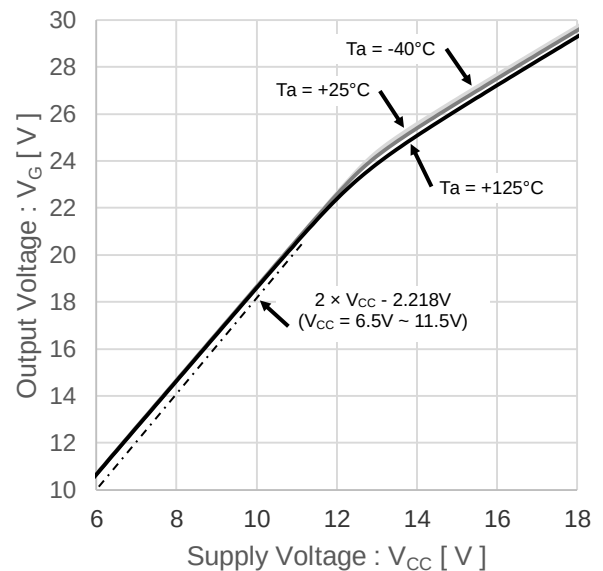


Figure 37. OUTPUT VOLTAGE vs SUPPLY VOLTAGE
昇圧電圧 温度・電圧特性

絶対最大定格(Ta = 25°C)

項 目		記号	定 格	単位
電源電圧	VCC, VG	V _{CC} , V _G	50	V
入力電圧 (Note 1)	PWM, DCIN	V _{PWM} , V _{DCIN}	V _{SREG}	V
	TDEAD, FR, MODESEL, LCSET, PCI, PCG, SSU, SSD, RREF, INTG, PROP, TEST1, TEST2, TEST3, TEST4	V _{TDEAD} , V _{FR} , V _{MODESEL} , V _{LCSET} , V _{PCI} , V _{PCG} , V _{SSU} , V _{SSD} , V _{RREF} , V _{INTG} , V _{PROP} , V _{TEST1} , V _{TEST2} , V _{TEST3} , V _{TEST4}	V _{REG}	V
	RNF1, RNF2, OCP, OCL, EXTSD, XIN	V _{RNF1} , V _{RNF2} , V _{OCP} , V _{OCL} , V _{EXTSD} , V _{XIN}		
	HU+, HU-, HV+, HV-, HW+, HW-	V _{HU+} , V _{HU-} , V _{HV+} , V _{HV-} , V _{HW+} , V _{HW-}		
出力電圧	VREG	V _{REG}	6	V
	SREG	V _{SREG}	6	V
	AMPO, FG, XOUT	V _{AMPO} , V _{FG} , V _{XOUT}	V _{REG}	V
	DUH, DVH, DWH, VS_U, VS_V, VS_W, C_P	V _{DUH} , V _{DVH} , V _{DWH} , V _{VSU} , V _{VSV} , V _{VSW} , V _{CP}	50	V
	DUL, DVL, DWL, C_M	V _{DUL} , V _{DVL} , V _{DWL} , V _{CM}	15	V
電流能力 (Note 2)	VREG	I _{VREG}	-40	mA
	SREG	I _{SREG}	-10	mA
	FG	I _{FG}	±500	μA
保存温度範囲		Tstg	-55 ~ +150	°C
最高接合部温度		Tjmax	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頂く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) VREG 端子にプルアップするなど、VREG 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。

推奨動作条件

項 目	記号	規 格 値			単位
		最小	標準	最大	
電源電圧	V _{CC}	6.5	12	18	V
動作温度	Topr	-40	+25	+125	°C

熱抵抗 (Note 2)

項目	記号	熱抵抗(Typ)		単位
		1 層基板 ^(Note 4)	4 層基板 ^(Note 5)	
HTQFP64AV				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	69.8	23.6	°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 3)	Ψ_{JT}	11	10	°C/W

(Note 2) JESD51-2A(Still-Air) に準拠。

(Note 3) 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 4) JESD51-3 に準拠した基板を使用。

(Note 5) 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 μm

測定基板	基板材	基板寸法	サーマルビア (Note 6)	
			ピッチ	直径
4 層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt	1.20 mm	Φ0.30 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 μm	74.2 mm□ (正方形)	35 μm	74.2 mm□ (正方形)	70 μm

(Note 6) 貫通ビア。全層の銅箔と接続する。配置はランドパターンに従う。

電気的特性 1 (特に指定のない限り $V_{CC} = 6.5\text{ V} \sim 18\text{ V}$, $T_j = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +150\text{ }^{\circ}\text{C}$, C_{P-C_M} 間 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, $V_G\text{-}V_{CC}$ 間 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, $V_{S_U} = V_{S_V} = V_{S_W} = \text{GND}$, $f_{XIN} = 10\text{ MHz}$)

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
【全体】						
回路電流 1	I _{CC1}	-	26	55	μA	V _{PWM} = V _{SREG} , V _{DCIN} = 0 V
回路電流 2	I _{CC2}	-	18	35	mA	V _{DCIN} = 2.5 V
VREG 電圧	V _{REG}	4.8	5.0	5.2	V	I _{VREG} = -40 mA
SREG 電圧	V _{SREG}	3.6	4.75	5.6	V	I _{VSREG} = -10 mA
昇圧電圧 1	V _{G1}	2×V _{CC} -2.0	2×V _{CC} -1.0	2×V _{CC}	V	V _{CC} = 6.5 V~11.5 V, f _{PWM} = 625 Hz (Duty = 1 %)
昇圧電圧 2	V _{G2}	V _{CC} +9	V _{CC} +11.5	V _{CC} +13	V	V _{CC} = 11.5 V~18 V f _{PWM} = 625 Hz (Duty = 1 %)
昇圧電圧負荷変動	V _{G3}	-	0.8	1.3	V	I _{VG} = -5 mA, V _{CC} = 6.5 V~11.5 V, f _{PWM} = 625 Hz (Duty = 1 %)
昇圧電圧負荷変動	V _{G4}	-	0.6	1.0	V	I _{VG} = -5 mA, V _{CC} = 11.5 V~18 V, f _{PWM} = 625 Hz (Duty = 1 %)
昇圧用スイッチング周波数	f _{CP}	250	312.5	375	kHz	
【ADC】						
ADC 更新周期	t _{ADC}	9	10	11	ms	V _{DCIN} , V _{PCI} , V _{PCG} , V _{SSU} , V _{SSD} , V _{INTG} , V _{PROP} , V _{RREF} , V _{LCSET} を t _{ADC} の周期で更新
【ホール入力】						
入力バイアス電流	I _{HALL}	-10	0	+10	μA	
入力振幅電圧	V _{HALLMIN}	35	-	-	mVpp	
同相入力電圧範囲	V _{HALLCM}	0	-	V _{REG} -1.2	V	
【回転指令】 (Note 1)						
回転指令最小 ON Duty 1	D _{MINON1}	8	10	12	%	V _{MODESEL} = Low
回転指令最小 OFF Duty 1	D _{MINOFF1}	3	5	7	%	V _{MODESEL} = Low
ヒステリシス幅 1	D _{HYS1}	3	5	7	%	V _{MODESEL} = Low
回転指令最大 OFF Duty 2	D _{MAXOFF2}	93	95	97	%	V _{MODESEL} = Low
回転指令最大 ON Duty 2	D _{MAXON2}	88	90	92	%	V _{MODESEL} = Low
ヒステリシス幅 2	D _{HYS2}	3	5	7	%	V _{MODESEL} = Low
回転指令最小 ON Duty 3	D _{MINON3}	8	10	12	%	V _{MODESEL} = High
回転指令最小 OFF Duty 3	D _{MINOFF3}	3	5	7	%	V _{MODESEL} = High
ヒステリシス幅 3	D _{HYS3}	3	5	7	%	V _{MODESEL} = High
【出力デッドタイム】 (Note 2)						
デッドタイム 1	t _{DT1}	0.55	1.0	1.45	μs	V _{TDEAD} = Low
デッドタイム 2	t _{DT2}	0.05	0.5	0.95	μs	V _{TDEAD} = High

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) 回転指令を $DCIN$ で入力する場合は、 V_{REG} 端子電圧に対する割合を示します。

(Note 2) DUH , DUL を $10\text{ k}\Omega$ でプルダウンし、出力が 10 % から 90 %、また 90 % から 10 % まで変化する時間を規定。

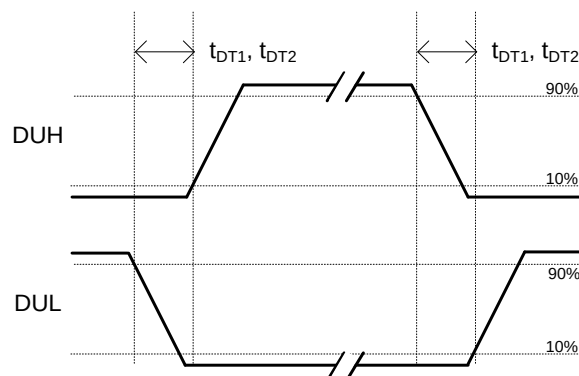


Figure 38. デッドタイムの規格値について

電気的特性 2 (特に指定のない限り $V_{CC} = 6.5\text{ V} \sim 18\text{ V}$, $T_j = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +150\text{ }^{\circ}\text{C}$, C_{P-C_M} 間 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, $V_G\text{-}V_{CC}$ 間 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, $V_{S_U} = V_{S_V} = V_{S_W} = \text{GND}$, $f_{XIN} = 10\text{ MHz}$)

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
【モード切り換え：FR, MODESEL, TDEAD】						
H レベル入力電圧	V _{INH}	V _{REG} ×0.6	-	V _{REG}	V	
L レベル入力電圧	V _{INL}	0	-	V _{REG} ×0.2	V	
ヒステリシス電圧幅	V _{INHYS}	-	V _{REG} ×0.11	-	V	
H レベル入力電流	I _{INH}	25	50	100	μA	V _{IN} = 5 V
L レベル入力電流	I _{INL}	-10	0	+10	μA	V _{IN} = 0 V
【PWM 端子】						
H レベル入力電圧	V _{PWMH}	V _{SREG} ×0.8	-	V _{SREG}	V	
L レベル入力電圧	V _{PWML}	0	-	V _{SREG} ×0.4	V	
ヒステリシス電圧幅	V _{PWMHYS}	-	V _{SREG} ×0.11	-	V	
L レベル入力電流	I _{PWML}	-100	-50	-	μA	V _{PWM} = 0 V
H レベル入力電流	I _{PWMH}	-20	0	+20	μA	V _{PWM} = V _{SREG}
端子オープン検出時間	t _{STB}	-	513	530	ms	V _{PWM} = 0 V→open, R _{SREG} = 10 kΩ
端子オープン解除時間	t _{PWM}	-	-	53	ms	V _{PWM} = open→0 V, R _{SREG} = 10 kΩ
端子入力切換時間	t _{CHGIN}	-	-	53	ms	V _{DCIN} = V _{REG} , V _{PWM} = open→0 V, R _{SREG} = 10 kΩ
【DCIN 端子】						
入力電圧設定範囲	V _{DCRANGE}	0.25	-	V _{REG} ×0.95	V	
H レベル入力電流	I _{DCINH}	-	50	100	μA	
L レベル入力電流	I _{DCINL}	-20	0	+20	μA	
DCIN 端子 STBY 解除電圧	V _{STBOFF}	0.15	0.30	0.45	V	V _{PWM} = High
DCIN 端子 STBY 検出電圧	V _{STBON}	0.05	0.15	0.25	V	V _{PWM} = High
DCIN 端子 STBY ヒステリシス電圧	V _{STBHYS}	0.05	0.15	0.25	V	V _{STBOFF} - V _{STBON}
【FG 端子】						
H レベル出力電圧	V _{FGH}	4.0	-	-	V	I _{FG} = -500 μA
L レベル出力電圧	V _{FGL}	-	-	0.3	V	I _{FG} = 500 μA
H 出力リーク電流	I _{LKFGH}	-10	-	-	μA	V _{FG} = 0 V
L 出力リーク電流	I _{LKFGL}	-	-	10	μA	V _{FG} = 5 V
【速度制御基準 CLK 設定端子 XOUT】						
XOUT H 電圧	V _{XOH}	V _{REG} -1.0	V _{REG} -0.2	V _{REG}	V	V _{XIN} = 0 V, I _{XOUT} = -2 mA
XOUT L 電圧	V _{XOL}	0	0.3	0.5	V	V _{XIN} = 5 V, I _{XOUT} = 2 mA

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。

電気的特性 3 (特に指定のない限り $V_{CC} = 6.5\text{ V} \sim 18\text{ V}$, $T_j = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +150\text{ }^{\circ}\text{C}$, C_{P-C_M} 間 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, $V_G\text{-}V_{CC}$ 間 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, $V_{S_U} = V_{S_V} = V_{S_W} = \text{GND}$, $f_{XIN} = 10\text{ MHz}$)

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
【最大回転数設定】						
最大回転数設定誤差	f _{MAXRPM}	257	264	271	Hz	R _{RREFH} = 27 kΩ, R _{RREFL} = 160 kΩ (Note 1)
【SSU,SSD 端子】						
回転指令立ち上がり時間 ^(Note 2)	t _{SSU}	-	0.492	-	ms	V _{SSU} = GND, V _{RREF} = V _{REG}
回転指令立ち上がり時間 ^(Note 2)	t _{SSD}	-	0.164	-	ms	V _{SSD} = GND, V _{RREF} = V _{REG}
【位相制御】						
進角ゲイン設定 ^(Note 3)	G _{PCG}	14	15	16	°	V _{PCG} = V _{REG} /4, V _{PCI} = GND, f _{PWM} = 625 Hz (Duty = 50 %), TRQ duty = 50 %
進角初期トルク設定	T _{PCI}	46	50	54	%	V _{PCI} = V _{REG} /2, V _{PCG} = V _{REG} /2
最大進角値	P _{MAX}	29	30	31	°	V _{PCG} = V _{REG} , V _{PCI} = V _{PWM} = GND
【プリドライバ出力端子】 ^(Note 4)						
D*H/ D*L 出力発振周波数	f _{OSC}	18	20	22	kHz	f _{XOUT} = 10 MHz
D*H High 電圧 1	V _{OUTH1}	23	-	31	V	V _{CC} = 18 V
D*H Low 電圧 1	V _{OUTHL1}	-	0	0.2	V	V _{CC} = 18 V
D*L High 電圧 1	V _{OUTLH1}	9	-	13	V	V _{CC} = 18 V
D*L Low 電圧 1	V _{OUTLL1}	-	0	0.2	V	V _{CC} = 18 V
D*H High 電圧 2	V _{OUTH2}	10.5	-	13.5	V	V _{CC} = 6.5 V
D*H Low 電圧 2	V _{OUTHL2}	-	0	0.2	V	V _{CC} = 6.5 V
D*L High 電圧 2	V _{OUTLH2}	4.5	-	7	V	V _{CC} = 6.5 V
D*L Low 電圧 2	V _{OUTLL2}	-	0	0.2	V	V _{CC} = 6.5 V
D*H 立ち上がりスルーレート 1	V _{OHUSR1}	10	-	55	V/μs	V _{CC} = 18 V
D*H 立ち下がりスルーレート 1	V _{OHDSR1}	30	-	120	V/μs	V _{CC} = 18 V
D*L 立ち上がりスルーレート 1	V _{OLUSR1}	2	-	40	V/μs	V _{CC} = 18 V
D*L 立ち下がりスルーレート 1	V _{OLDSR1}	8	-	85	V/μs	V _{CC} = 18 V
D*H 立ち上がりスルーレート 2	V _{OHUSR2}	6	-	45	V/μs	V _{CC} = 6.5 V
D*H 立ち下がりスルーレート 2	V _{OHDSR2}	6	-	70	V/μs	V _{CC} = 6.5 V
D*L 立ち上がりスルーレート 2	V _{OLUSR2}	1	-	10	V/μs	V _{CC} = 6.5 V
D*L 立ち下がりスルーレート 2	V _{OLDSR2}	6	-	55	V/μs	V _{CC} = 6.5 V
VS_U / VS_V / VS_W – GND 間 ダイオード電圧	V _{DI}	-1.35	-0.72	-0.40	V	I _{SINK} = -50 mA

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) RREF 端子電圧設定用の抵抗比により、RREF 端子には $V_{\text{REG}} \times 0.855$ が印加されます。

(Note 2) 回転指令が 1 %変動するのに必要な時間を定義しています。

また、参考値は出来映えの評価確認を行った設計値であり、出荷検査は行っておりません。

(Note 3) 参考値は出来映えの評価確認を行った設計値であり、出荷検査は行っておりません。

(Note 4) スルーレート項目は出力に外付け MOS-FET のゲート容量として 10000 pF のコンデンサを接続したときの規定値です。

電気的特性 4 (特に指定のない限り $V_{CC} = 6.5\text{ V} \sim 18\text{ V}$, $T_j = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +150\text{ }^{\circ}\text{C}$, C_{P-C_M} 間 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, $V_G\text{-}V_{CC}$ 間 $0.1\text{ }\mu\text{F}$, $V_{S_U} = V_{S_V} = V_{S_W} = \text{GND}$, $f_{XIN} = 10\text{ MHz}$)

項 目	記号	規 格 値			単位	条 件
		最小	標準	最大		
【ロック保護】						
ロック保護検出時間 ^(Note 1)	t _{LOCK}	-	8.36	-	s	V _{LCSET} = V _{REG} /2
【過電流検出アンプ】						
入力オフセット電圧	V _{AMPOFST}	-8	0	+8	mV	V _{RNF2} = V _{AMPO} , V _{RNF1} = 200 mV V _{AMPOFST} = V _{AMPO} - V _{RNF1}
同相入力範囲	V _{INRNG}	0.2	-	2.5	V	V _{RNF2} = V _{AMPO} , V _{AMPOFST} ≤ 8 mV
出力ソース電流	I _{AMPSRC}	-	-	-50	μA	V _{RNF2} = V _{AMPO} , V _{RNF1} = 2.5 V V _{AMPO} ≥ 2.0 V
出力シンク電流	I _{AMPSNK}	50	-	-	μA	V _{RNF2} = V _{AMPO} , V _{RNF1} = 0 V V _{AMPO} ≤ 0.2 V
出力電圧範囲	V _{OUTRNG}	0.2	-	2.5	V	V _{RNF2} = V _{AMPO} , V _{AMPOFST} ≤ 8 mV
電圧利得	A _{OC}	31	32	33	dB	R _{RNF1} = R _{RNF2} = 10 kΩ, R _{RNF11} = R _{AMPO} = 400 kΩ
【過電流保護】						
過電流検出 コンパレータオフセット	V _{OCPOFST}	-10	-	+10	mV	V _{RNF2} = V _{AMPO} , V _{RNF1} = Sweep, V _{OCP} = 500 mV
過電流保護検出時間	t _{OCPON}	-	10	35	μs	
【過電流制限】						
過電流検出 コンパレータオフセット	V _{OCLOFST}	-10	-	+10	mV	V _{RNF2} = V _{AMPO} , V _{RNF1} = Sweep, V _{OCL} = 1.0 V
過電流制限検出時間	t _{OCLON}	-	11	35	μs	
過電流制限解除時間	t _{OCCLOFF}	-	11	35	μs	
【減電圧保護】						
減電圧解除電圧	V _{VCUVH}	5.5	6.0	6.5	V	
減電圧検出電圧	V _{VCUVL}	5.0	5.5	6.0	V	
減電圧検出ヒステリシス幅	V _{VCUVHYS}	0.3	0.5	0.7	V	
【過電圧保護】						
過電圧検出電圧	V _{VCOVH}	17.3	20.0	22.7	V	
過電圧解除電圧	V _{VCOVL}	16.5	19.0	21.5	V	
過電圧検出ヒステリシス幅	V _{VCOVHYS}	0.4	1.0	1.6	V	
【外付け部品温度検出】						
外付け部品温度検出電圧	V _{THON}	V _{REG} ×0.47	V _{REG} ×0.50	V _{REG} ×0.53	V	
外付け部品温度復帰電圧	V _{THOFF}	V _{REG} ×0.55	V _{REG} ×0.58	V _{REG} ×0.61	V	
【FG Duty による DIAG 出力機能】						
DIAG1 (LOCK・HALLERR) FG Duty	D _{DIAG1}	5	10	15	%	ロック保護・ホール入力異常
DIAG2 (OCP・OCL) FG Duty	D _{DIAG2}	85	90	95	%	過電流保護・過電流制限
DIAG3 (TSD・EXTSD) FG Duty	D _{DIAG3}	25	30	35	%	サーマルシャットダウン・外付け部品温度検出
DIAG4 (OVP・UVLO) FG Duty	D _{DIAG4}	65	70	75	%	過電圧保護・減電圧保護

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) 参考値は出来映えの評価確認を行った設計値であり、出荷検査は行っておりません。

特性データ

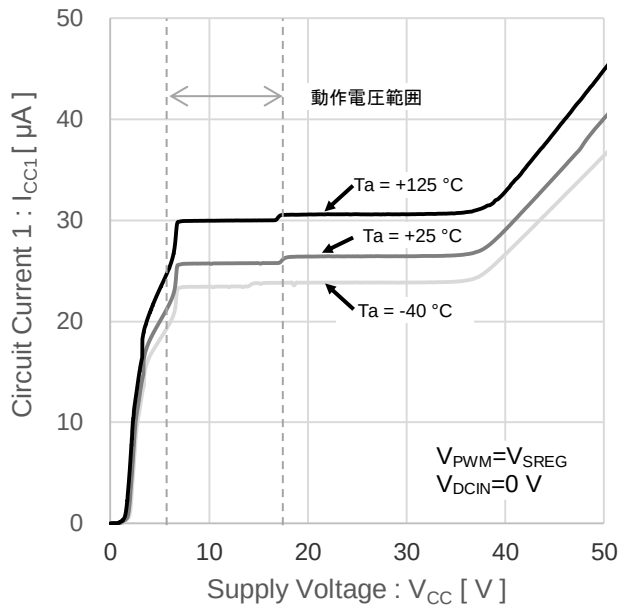


Figure 39. Circuit Current 1 vs Supply Voltage

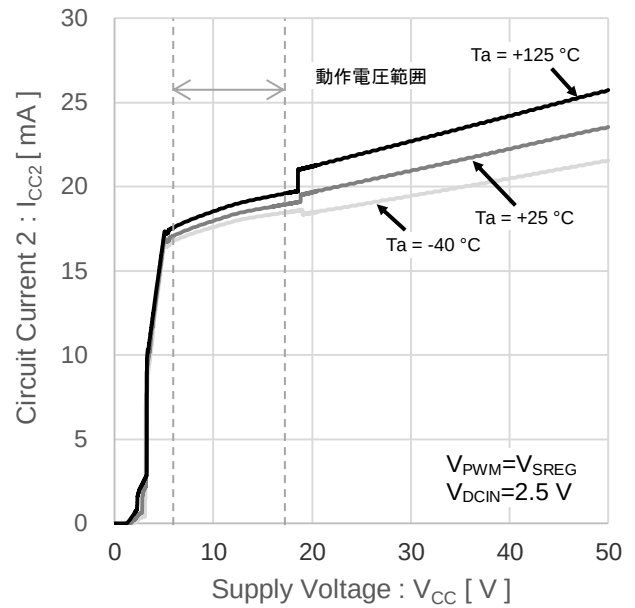


Figure 40. Circuit Current 2 vs Supply Voltage

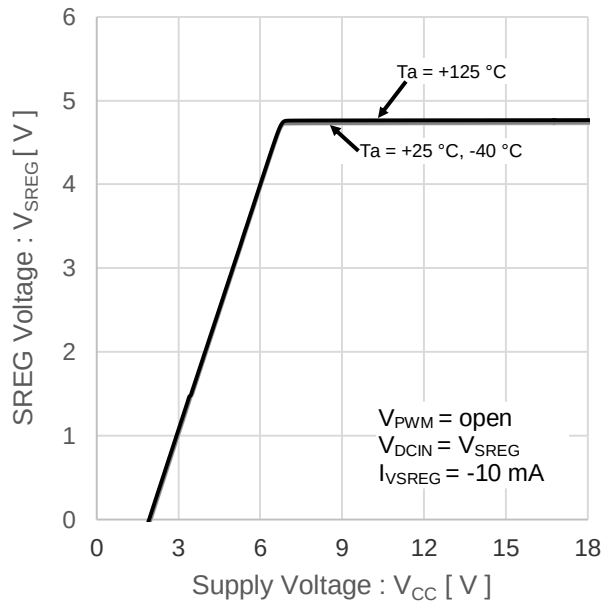


Figure 41. SREG Voltage vs Supply Voltage

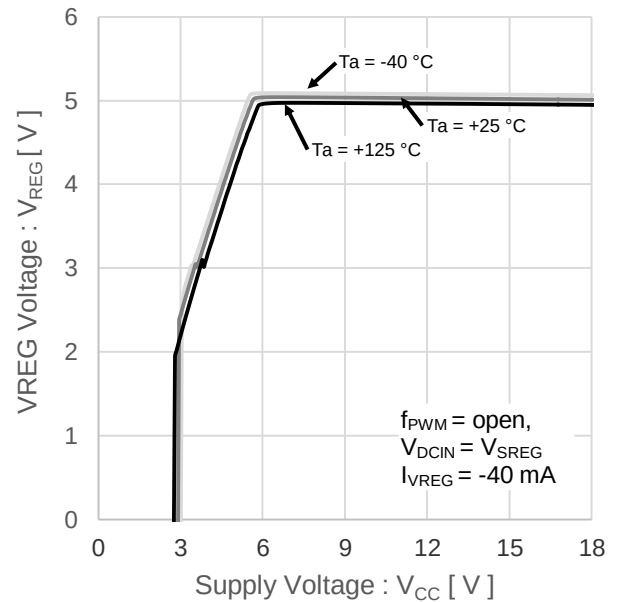


Figure 42. VREG Voltage vs Supply Voltage

特性データ — 続き

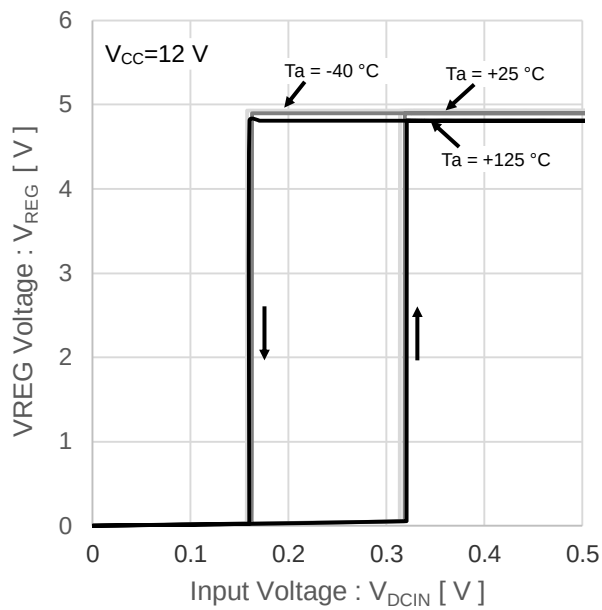


Figure 43. VREG Voltage vs Input Voltage
(DCIN 端子 STBY 検出解除・検出電圧)

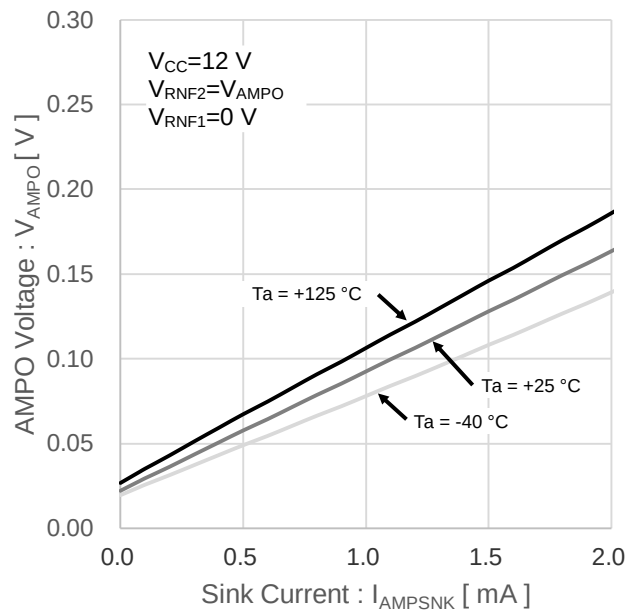


Figure 44. AMPO Voltage vs Sink Current
(過電流検出アンプシンク能力)

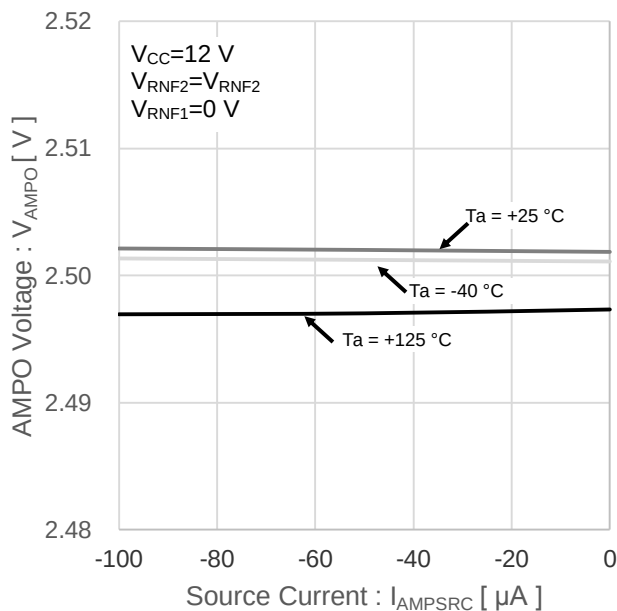


Figure 45. AMPO Voltage vs Source Current
(過電流検出アンプソース能力)

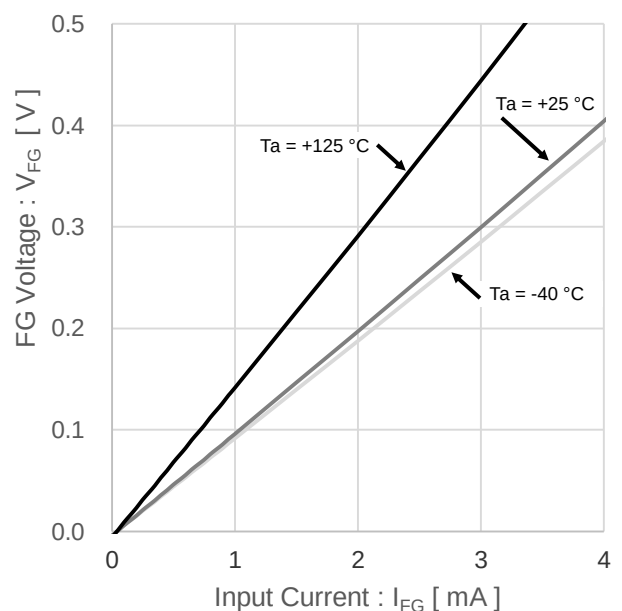


Figure 46. FG Voltage vs Input Current
(FG 端子 L レベル出力電圧)

特性データ — 続き

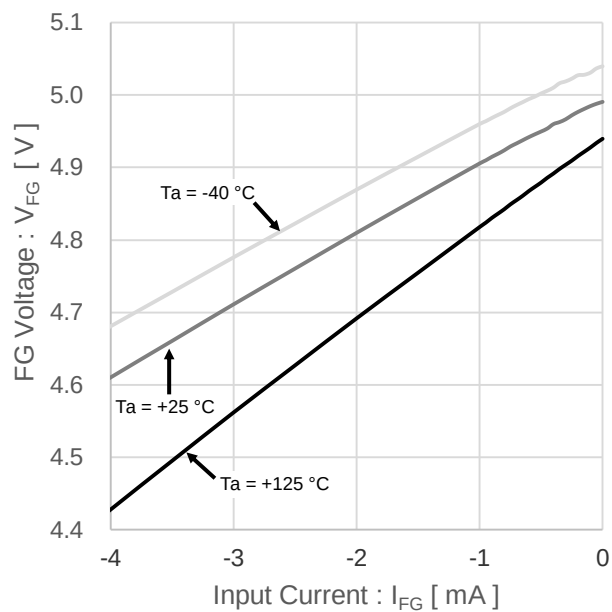


Figure 47. FG Voltage vs Input Current
(FG 端子 H レベル出力電圧)

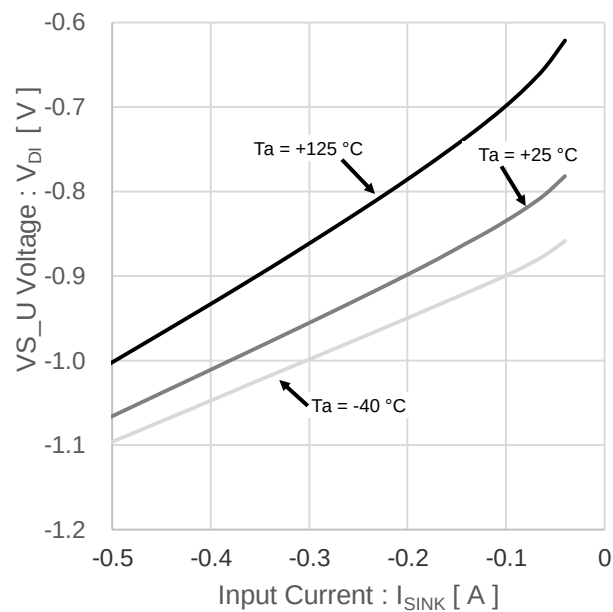


Figure 48. VS_U Voltage vs Input Current
($VS_U / VS_V / VS_W$ - GND 間 ダイオード電圧)

タイミングチャート(正転)

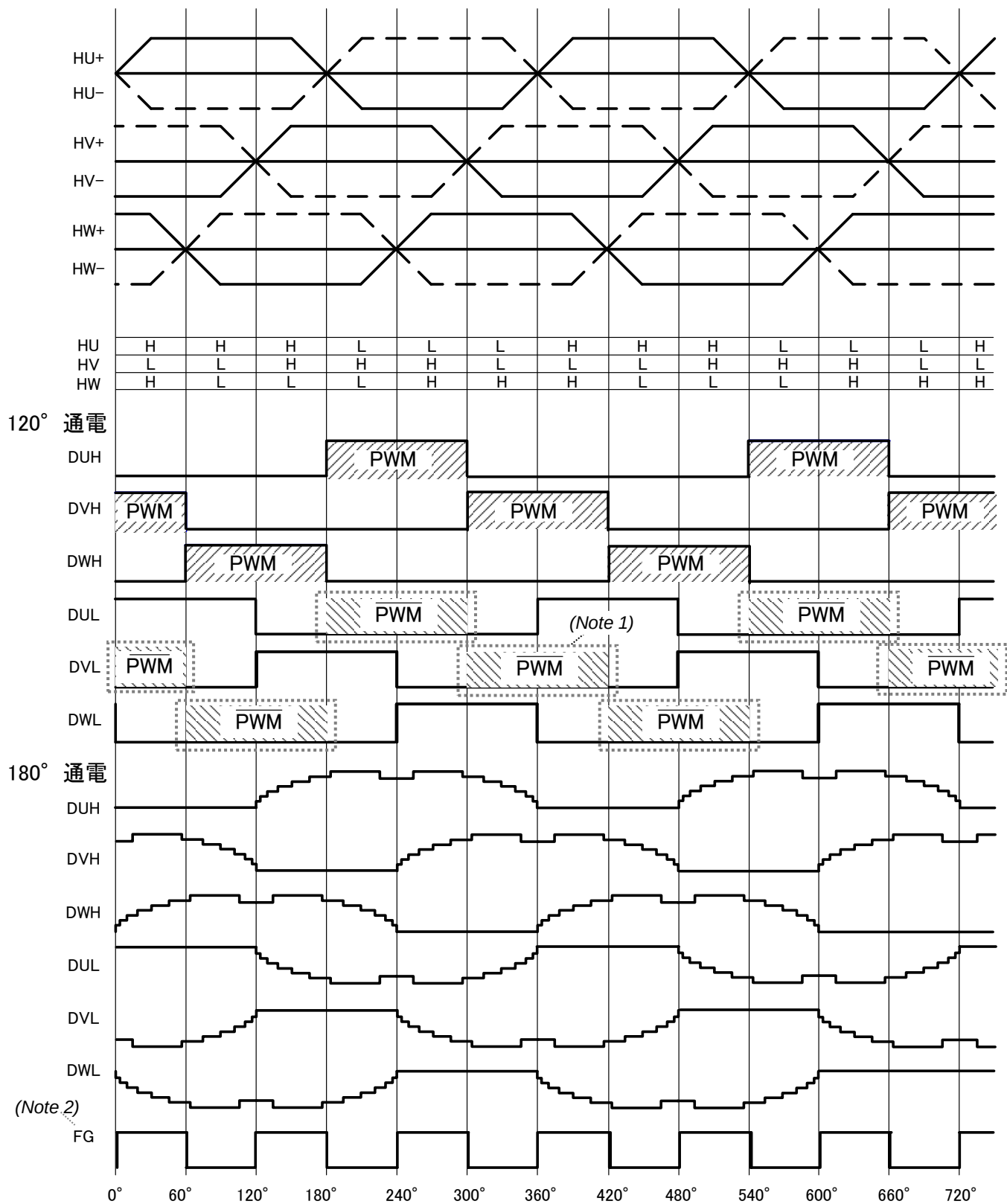


Figure 49. タイミングチャート(FR = H 正転)

(Note 1) 非同期整流では、点線で囲まれた DUL, DVL, DWL の PWM 区間が Low 固定となり、下側アームが OFF します。

(Note 2) FG が切り換わるタイミングは、IC 内部で保持された電気角から生成しているため、U 相、V 相、W 相のホール信号の位相と必ずしも一致するとは限りません。

タイミングチャート(逆転)

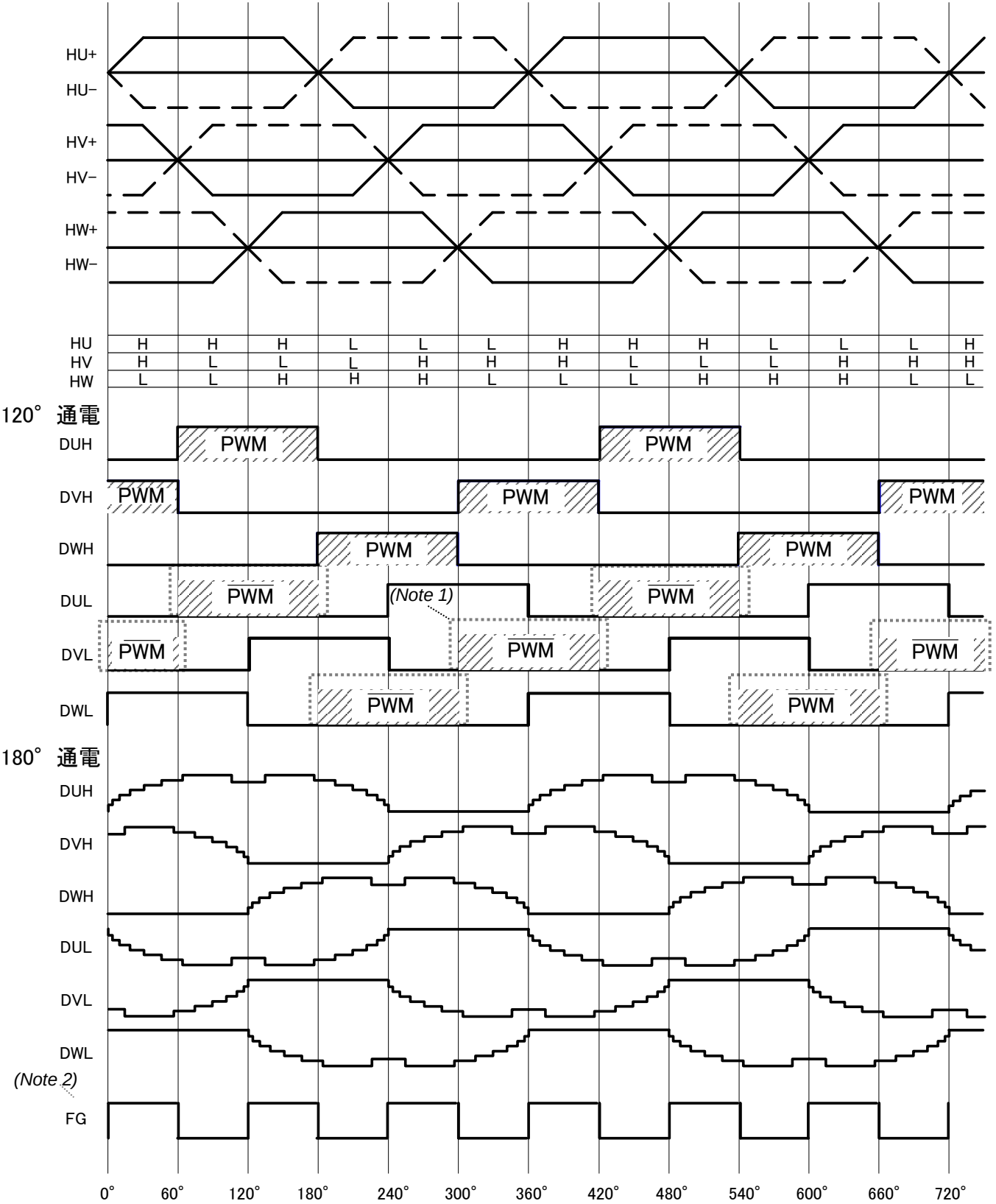


Figure 50. タイミングチャート(FR = L 逆転)

(Note 1) 非同期整流では、点線で囲まれた DUL, DVL, DWL の PWM 区間が Low 固定となり、下側アームが OFF します。

(Note 2) FG が切り換わるタイミングは、IC 内部で保持された電気角から生成しているため、U 相、V 相、W 相のホール信号の位相と必ずしも一致するとは限りません。

応用回路例

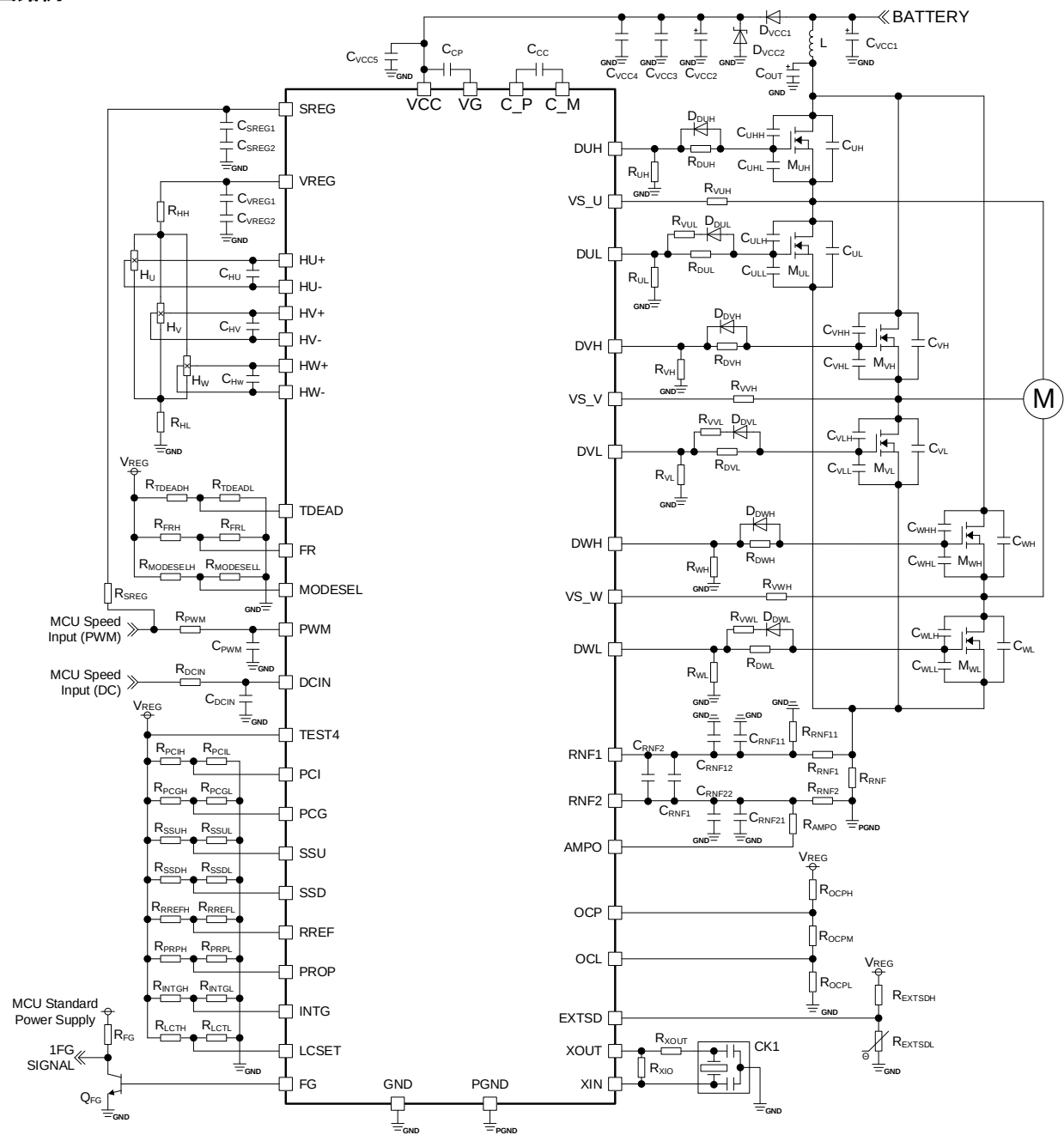


Figure 51. 応用回路例

推奨回路部品定数

本 IC は下記推奨部品定数を用いることを前提とした設計及び評価を行っています。
下記推奨部品定数以外の部品定数を用いたアプリケーション回路設計を行う場合、諸特性に問題のないことを十分確認のうえ、部品選定を行ってください。

No.	Component Name	Component Value	Description
1	D _{VCC1}	1.0 A	Rectifier
2	D _{VCC2}	30 V	Zener Diode
3	L	100 μ H	Inductor
4	C _{VCC1}	220 μ F / 35 V	Electrolytic Capacitor
5	C _{VCC2}	100 μ F / 50 V	Electrolytic Capacitor
6	C _{VCC3}	0.1 μ F / 50 V	Ceramic Capacitor
7	C _{VCC4}	100 pF / 50 V	Ceramic Capacitor
8	C _{VCC5}	0.1 μ F / 50 V	Ceramic Capacitor
9	C _{OUT}	1320 μ F / 35 V	Electrolytic Capacitor
10	C _{CC} , C _{CP}	0.1 μ F / 50 V	Ceramic Capacitor
11	M _{UH} , M _{UL} , M _{VH} , M _{VL} , M _{WH} , M _{WL}	-	Nch MOSFET
12	C _{UHH} , C _{VHH} , C _{WHH} , C _{ULH} , C _{VLH} , C _{WLH}	100 pF / 50 V	Ceramic Capacitor

推奨回路部品定数 — 続き

No.	Component Name	Component Value	Description
13	C _{UHL} , C _{VHL} , C _{WHL} , C _{ULL} , C _{VLL} , C _{WLL}	100 pF / 50 V	Ceramic Capacitor
14	C _{UH} , C _{VH} , C _{WH} , C _{UL} , C _{VL} , C _{WL}	1000 pF / 50 V	Ceramic Capacitor
15	R _{VUH} , R _{VUL} , R _{VVH} , R _{VVL} , R _{VWH} , R _{VWL}	51 Ω	Resistor
16	R _{UH} , R _{VH} , R _{WH}	47 kΩ	Resistor
17	R _{UL} , R _{VL} , R _{WL}	10 kΩ	Resistor
18	R _{DUH} , R _{DUL} , R _{DVH} , R _{DVL} , R _{DWH} , R _{DWL}	75 Ω	Resistor
19	D _{DUH} , D _{DUL} , D _{DVH} , D _{DVL} , D _{DWH} , D _{DWL}	-	Diode
20	R _{RNF}	1 mΩ / 5 W	Shunt Resistor
21	R _{RNF1} , R _{RNF2}	2.2 kΩ	Resistor
22	R _{RNF11}	47 kΩ	Resistor
23	R _{AMPO}	47 kΩ	Resistor
24	C _{RNF1} , C _{RNF11} , C _{RNF21}	0.1 μF / 50 V	Ceramic Capacitor
25	C _{RNF2} , C _{RNF12} , C _{RNF22}	100 pF / 50 V	Ceramic Capacitor
26	R _{OCPH}	39 kΩ	Resistor
27	R _{OCPM}	4.7 kΩ	Resistor
28	R _{OCPH}	5.6 kΩ	Resistor
29	R _{EXTSDH}	1.4 kΩ	Resistor
30	R _{EXTSDL}	100 kΩ	NTC Thermistor
31	R _{XOUT}	150 Ω	Resistor
32	R _{XIO}	1 MΩ	Resistor
33	CK1	10.000 MHz	Ceramic Resonator
34	C _{VREG1} , C _{VREG2}	2.2 μF / 5 V	Ceramic Capacitor
35	C _{SREG1} , C _{SREG2}	0.22 μF / 5 V	Ceramic Capacitor
36	R _{HH}	150 Ω	Resistor
37	H _U , H _V , H _W	-	Hall Element
38	C _{HU} , C _{HV} , C _{HW}	0.1 μF / 5 V	Ceramic Capacitor
39	R _{HL}	150 Ω	Resistor
40	R _{SREG}	10 kΩ	Resistor
41	R _{TDEADL} , R _{FR} , R _{MODESELL}	0 Ω	Resistor
42	R _{TDEADH} , R _{FRH} , R _{MODESELH}	N.A	Resistor
43	R _{PWM}	47 kΩ	Resistor
44	C _{PWM}	100 pF / 5 V	Ceramic Capacitor
45	R _{DCIN}	47 kΩ	Resistor
46	C _{DCIN}	100 pF / 5 V	Ceramic Capacitor
47	R _{LC} , R _{INTGH} , R _{PRPH} , R _{REFH} , R _{SSDH} , R _{SSUH} , R _{PCGH} , R _{PCIH}	~500 kΩ	Resistor
48	R _{LC} , R _{INTGL} , R _{PRPL} , R _{REFL} , R _{SSDL} , R _{SSUL} , R _{PCGL} , R _{PCIL}	~500 kΩ	Resistor
49	R _{FG}	1 kΩ	Resistor
50	Q _{FG}	-	NPN Transistor

アプリケーション回路設計上の注意

1. 絶対最大定格について

本製品におきましては品質管理には十分注意を払っておりますが、印加電圧及び動作電圧範囲等の絶対最大定格を超えた場合、破壊の可能性があります。破壊した場合、ショートモードもしくはオープンモード等、特定できませんので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、ヒューズ等、物理的な安全対策を施すようお願いいたします。

2. GND 電位について

本 IC では発熱条件、電源電圧、使用モータ等の条件によっては、出力端子の電位が大きく GND 以下の電位に振れると、誤動作等の不具合が発生する可能性があります。そのような場合、出力-GND 間にショットキーダイオードを付加するなど、不具合の発生しないような対策をお願いします。GND 端子の電位はいかなる動作状態においても最低電位に保ってください。

3. 逆起電圧について

使用条件、環境、及びモータの個々特性により逆起電圧が変化する場合があります。逆起電圧により IC の動作等に問題のないことを十分ご確認ください。

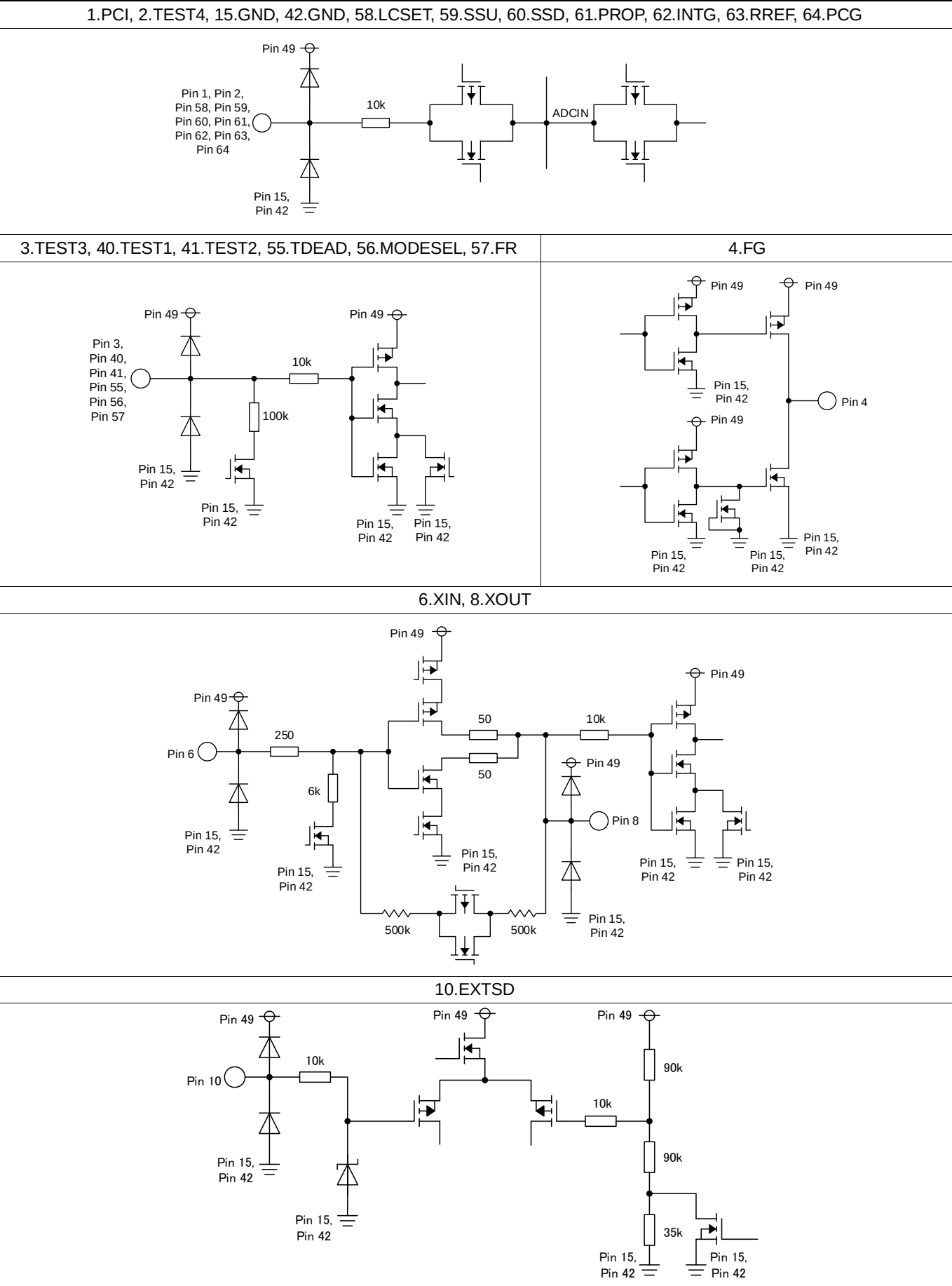
4. GND 配線について

Figure 51 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。PGND には大電流が流れるため、配線には十分ご注意ください。

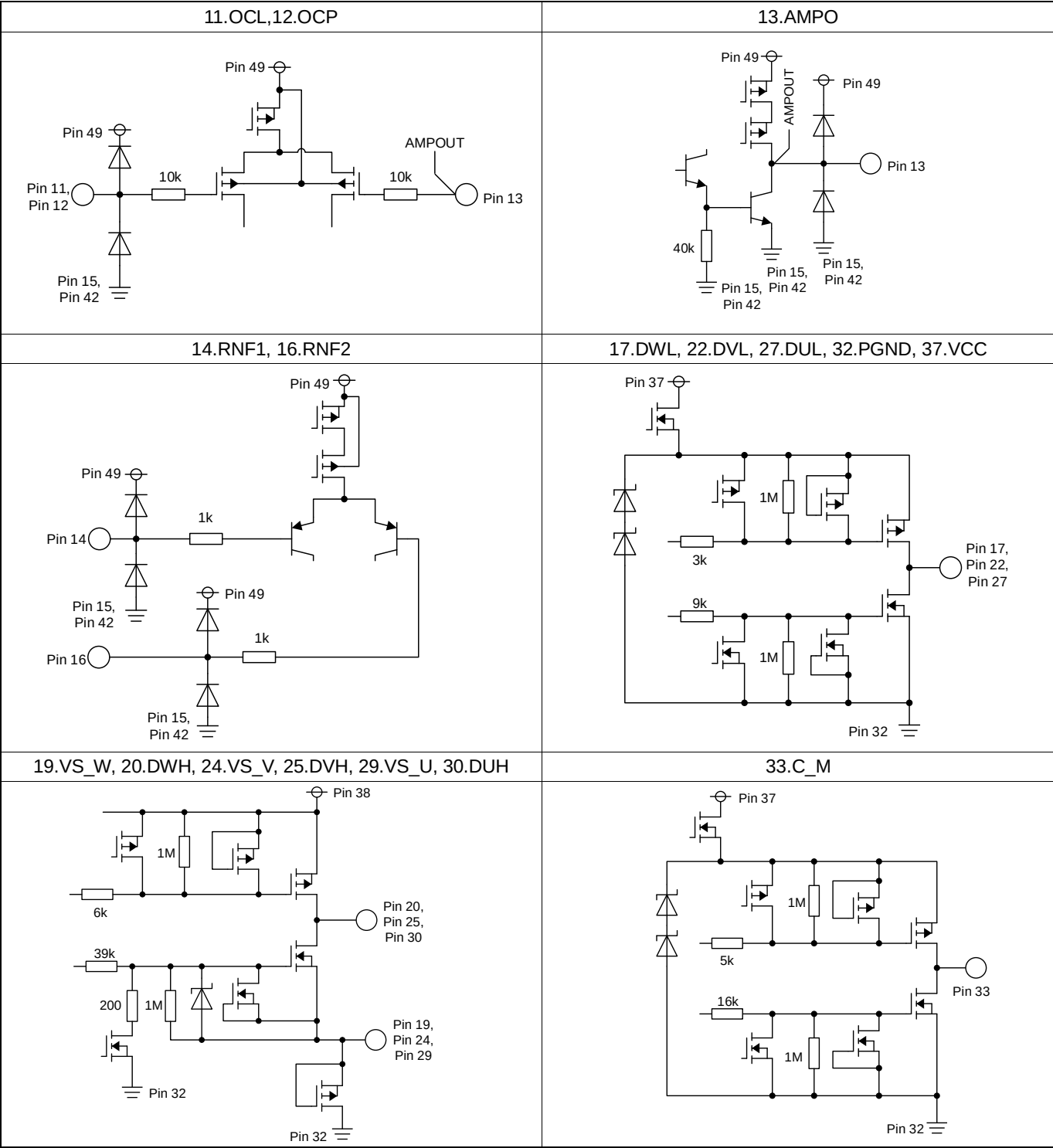
5. TDEAD, FR, MODESEL について

Figure 51 の回路図に推奨回路部品定数を実装すると、TDEAD, FR, MODESEL 端子はそれぞれ 0Ω で GND に接続されます。これらを VREG 端子に接続する場合、抵抗値を 130 Ω~10 kΩ に設定してください。

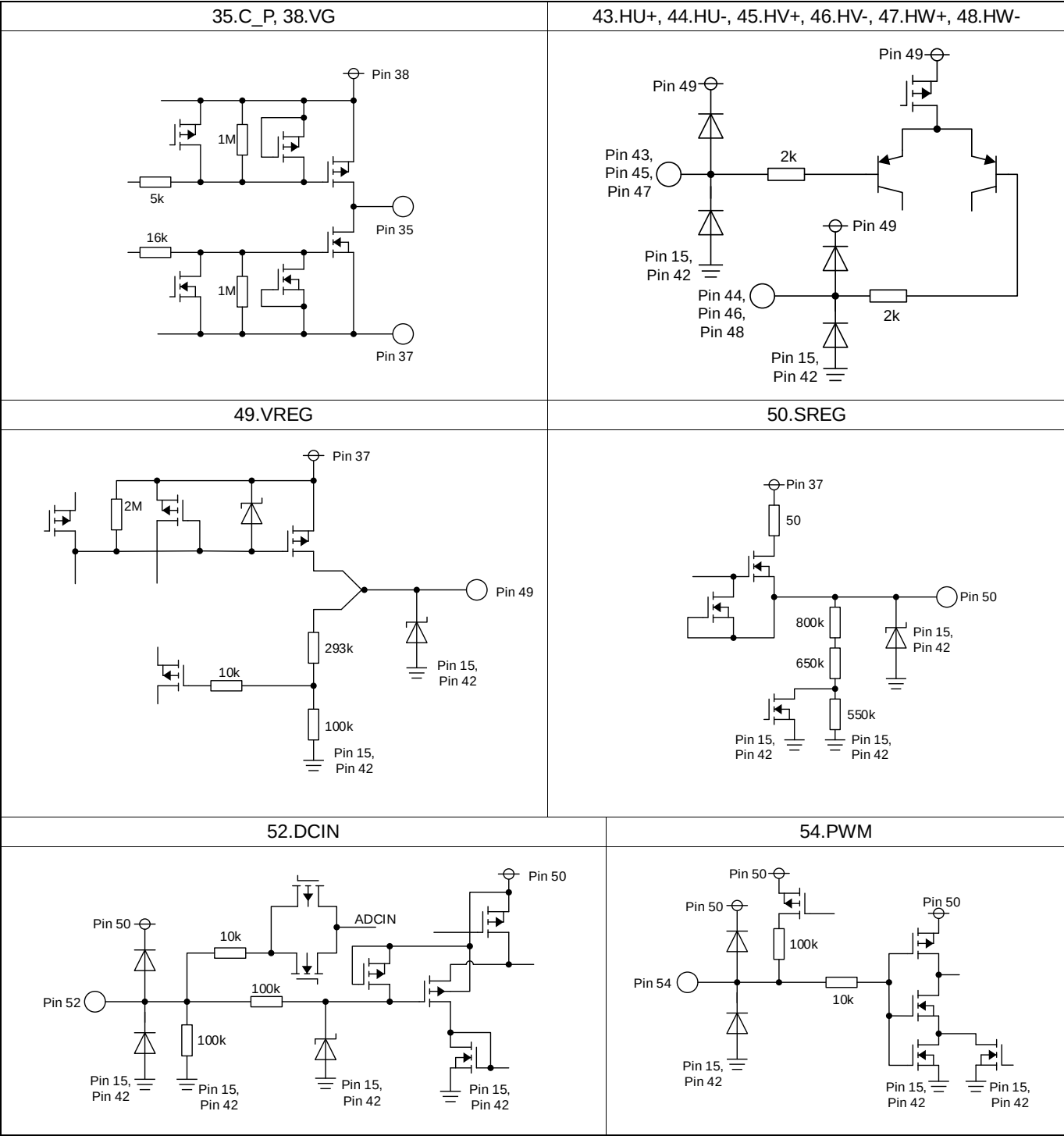
入出力等価回路図 (抵抗値と容量値は Typ 値です)



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止してください。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. 強電磁界中の動作について

強電磁界中でのご使用では、まれに誤動作する可能性がありますのでご注意ください。

8. 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ピン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。

9. 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。誤って取り付けした場合、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。

10. 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

11. 各入力端子について

本 IC はモノリシック IC であり、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、 $GND > (\text{端子 A})$ の時、トランジスタ(NPN)では $GND > (\text{端子 B})$ 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、 $GND > (\text{端子 B})$ 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。

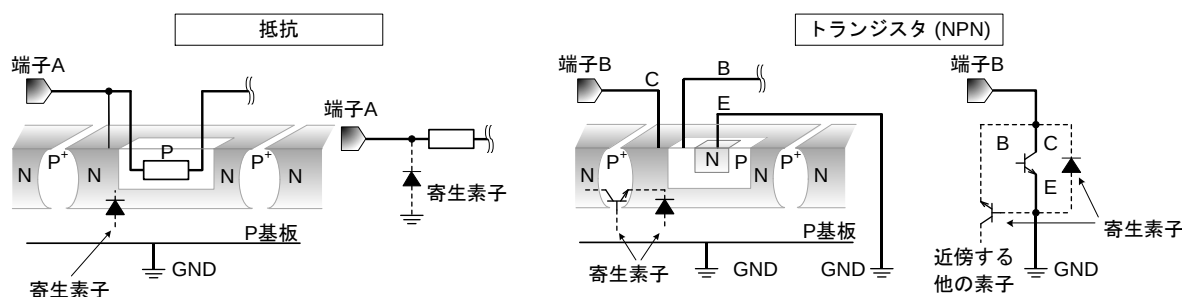


Figure 52. モノリシック IC 構造例

12. 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。

13. 安全動作領域について

本製品を使用する際には、出力トランジスタが絶対最大定格及び ASO を超えないよう設定してください。

14. 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。

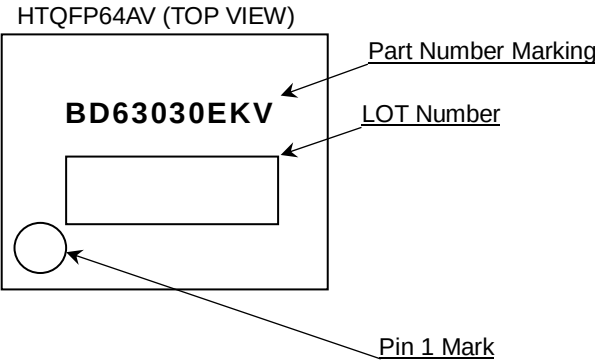
15. 過電流保護回路について

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。

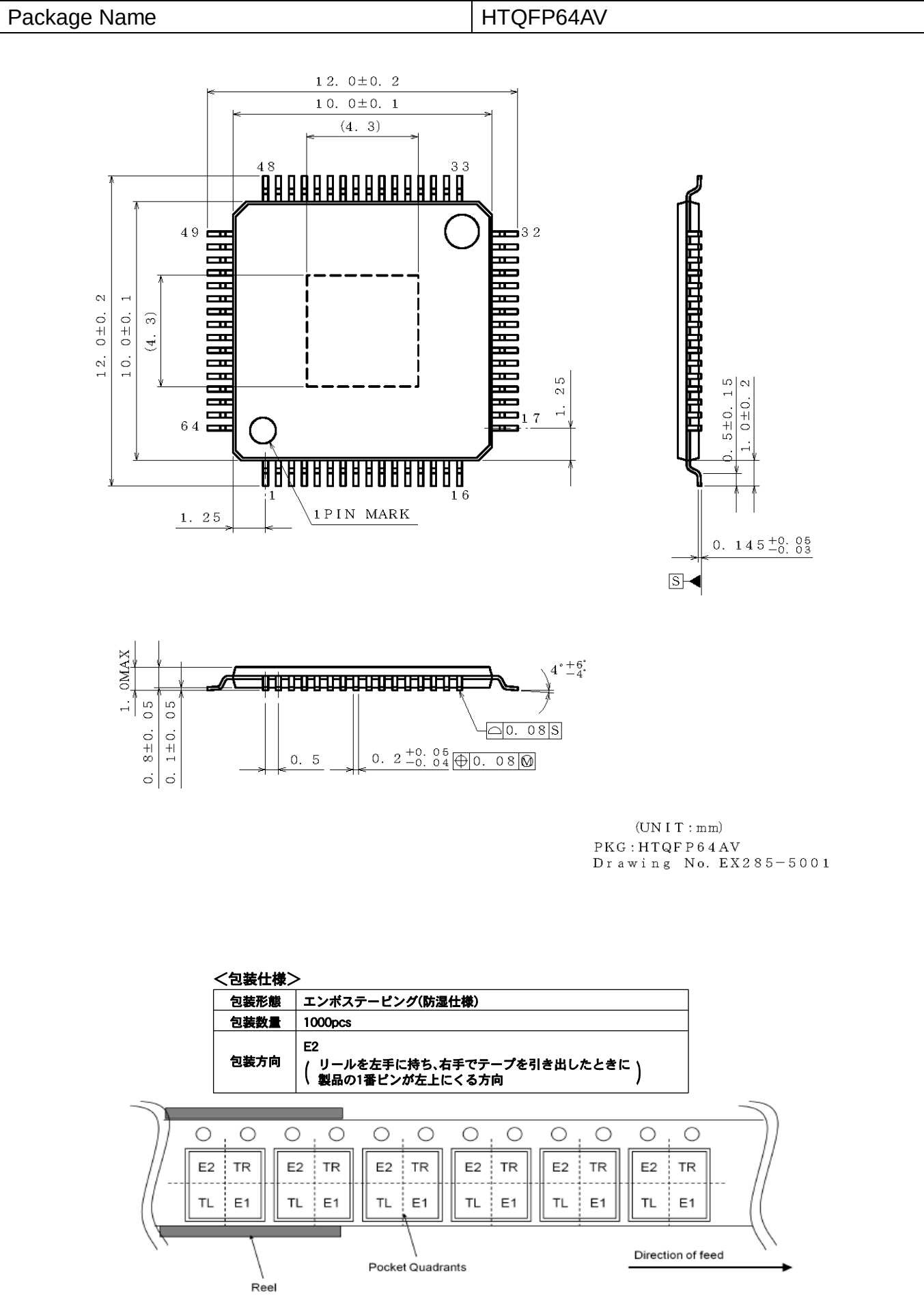
発注形名情報



標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様



改訂履歴

Date	Revision	Changes
2018.03.16	001	新規作成
2018.07.04	002	全ページ 数字と単位の間半角スペースを追加
		p.3 端子説明 EXP-PAD 説明文変更。「中央の EXP-PAD は~」 → 「EXP-PAD は~」に変更
		p.4 Figure 3 誤記訂正。「Prederver」 → 「Pre-driver」に変更 文字サイズ変更
		p.11 Figure 14 名称変更。「トルク連動進角ゲイン設定例」 → 「トルク連動進角ゲイン設定例 1」に変更
		p.12 Figure 16 名称変更。「トルク連動進角開始設定例」 → 「トルク連動進角開始設定例 3」に変更
		p.17 (18) XIN, XOUT 端子 品番変更。「CSTCE10M0G55A」 → 「CSTNE10M0G55A」に変更
		p.24 絶対最大定格 項目名変更。「出力電流」 → 「電流能力」に変更 I_{VREG} 定格値に正負記号追加 I_{SREG} 定格値に正負記号追加 I_{FG} 定格値に正負記号追加 Note 文を追加
		p.24 推奨動作条件 動作温度標準値に正負記号追加
		p.25 ~ p.28 電気的特性 Note 文の位置を調整
		p.26 電気的特性 2 I_{DCINL} 最大規格値に正負記号追加
		p.28 電気的特性 4 項目名変更。「出力ソース能力」 → 「出力ソース電流」に変更 項目名変更。「出力シンク能力」 → 「出力シンク電流」に変更 記号名変更。「 I_{SOURCE} 」 → 「 I_{AMPSRC} 」に変更 記号名変更。「 I_{SINK} 」 → 「 I_{AMPSNK} 」に変更
		p.29 ~ p.31 特性データ 表記書式を変更
		p.30 Figure 45 データ差し替え
		p.36 ~ p.38 端子等価回路図 図表差し替え
		p.41 発注形名情報 Part Number を削除

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^(Note 1)、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、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂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た場合も、残渣の洗浄は確実にを行うことをお勧め致します)、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、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂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。