高周波精度 FET 外付けコントローラタイプスイッチングレギュレータ

自動制御昇降圧
スイッチングレギュレータ

BD9036EFV-C

概要

BD9036EFV-C は広い入力範囲（VIN=3.8~30V）で使用できる高耐圧の昇降圧スイッチングコントローラで、昇降圧出力をインダクタ 1 個で作製することができます。本 IC のスイッチング周波数は全動作温度範囲（Ta=-40℃~+125℃）において±7%の高精度を実現しています。また、昇降圧自動制御方式を採用しており、従来の Sepic 方式、H ブリッジ方式のスイッチングレギュレータと比較して高効率な電源を実現できます。

特長

- ■ 電源電圧 40V 耐圧
- ■ 昇降圧自動制御方式
- ■ ±7%の高精度スイッチング周波数(Ta=-40~+125℃)
- ■ PLL による広い外部同期周波数(100kHz～600kHz)
- ■ 1 つの外付け抵抗による 2 段階過電流保護機能
- ■ 各種保護機能
- ■ 出力低電圧、過電圧検出回路、出力異常モニタ端子（PGOOD）あり
- ■ AEC-Q100 対応

用途

- ■ 車載マイコン、カーオーディオ、カーナビゲーション、LCDTV・PDPTV、DVD、PC 等

重要特性

■入力電圧範囲：	3.8V ～ 30V (ただし、一旦 4.5V 以上にした後)
■発振周波数：	100kHz ～ 600kHz
■基準電圧精度：	0.8V±1.5%
■シャットダウン時回路電流：	0μA (Typ.)
■動作温度範囲：	-40℃ ～ +125℃

パッケージ	W(Typ.) x D(Typ.) x H(Max.)
HTSSOP-B24	7.80mm x 7.60mm x 1.00mm

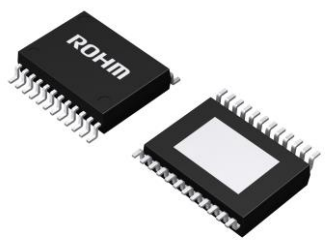


Figure 1. パッケージ外形図

基本アプリケーション回路

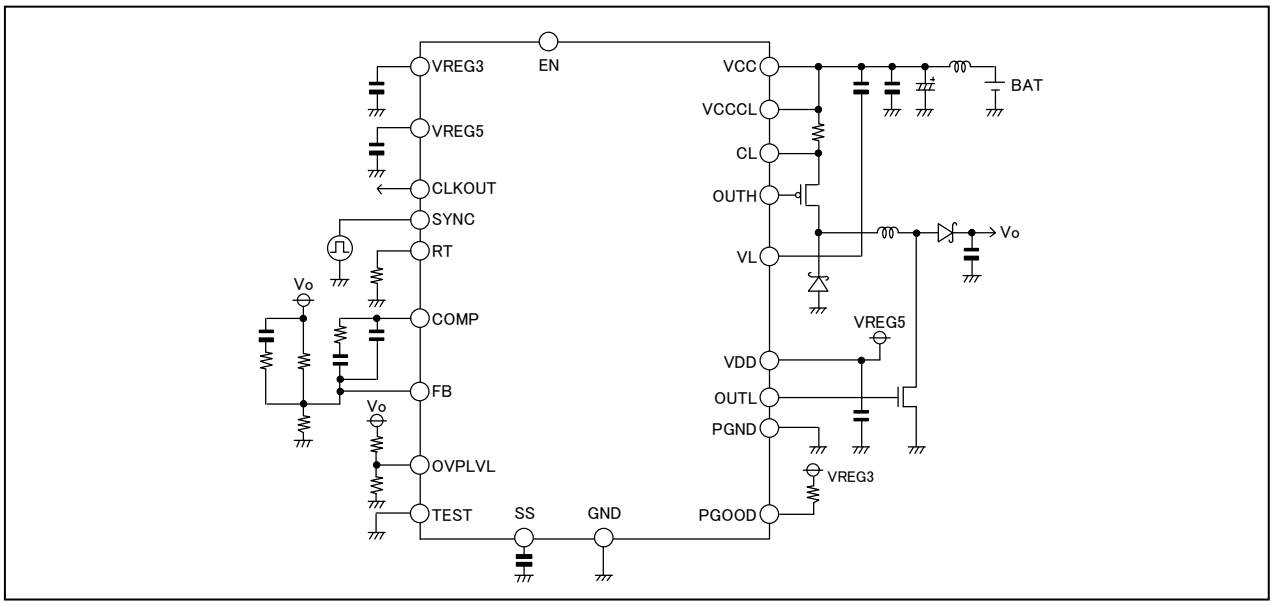


Figure 2. 基本アプリケーション回路図

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

端子配置図

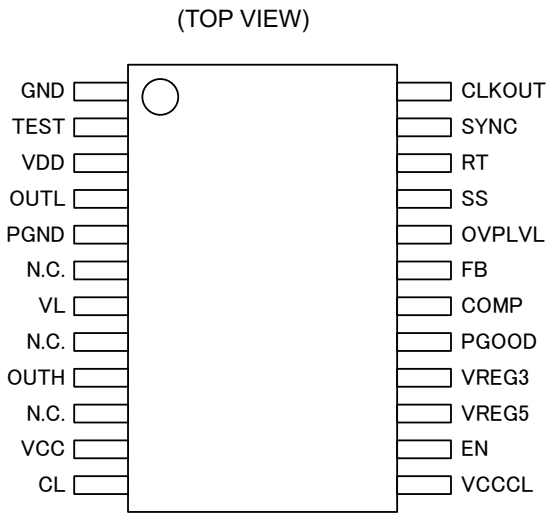


Figure 3. 端子配置図

端子説明

端子番号	記　号	機　　能	端子番号	記　号	機　　能
1	GND	グランド端子	13	VCCCL	過電流検出設定端子 1
2	TEST	テスト端子	14	EN	出力 ON/OFF 端子
3	VDD	NchFET ドライブ電源端子	15	VREG5	5V 内部電源出力端子
4	OUTL	NchFET ドライブ端子	16	VREG3	3.5V 内部電源出力端子
5	PGND	パワーGND 端子	17	PGOOD	出力異常信号出力端子
6	N.C.	非接続端子	18	COMP	エラーアンプ出力端子
7	VL	PchFET ゲートクランプ端子	19	FB	フィードバック端子
8	N.C.	非接続端子	20	OVPLVL	過電圧検出設定端子
9	OUTH	PchFET ドライブ端子	21	SS	ソフトスタート時間設定端子
10	N.C.	非接続端子	22	RT	周波数設定端子
11	VCC	電源端子	23	SYNC	外部同期パルス入力端子
12	CL	過電流検出設定端子 2	24	CLKOUT	クロックパルス出力端子

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

ブロック図

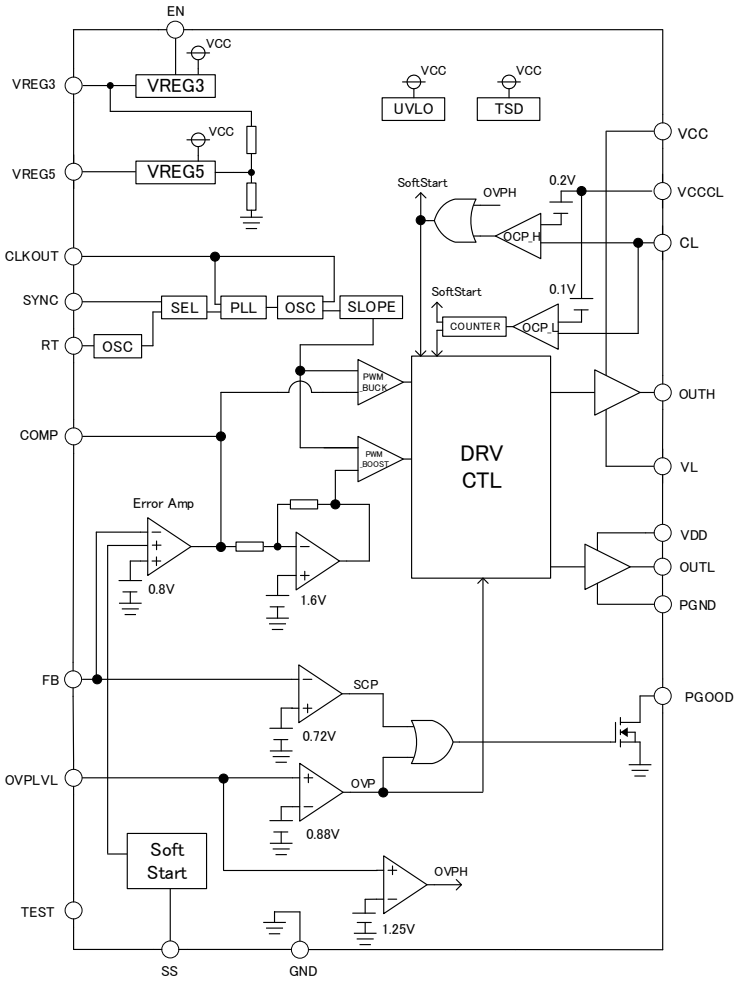


Figure 4. ブロック図

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

各ブロック動作説明

■エラーアンプ部(Error Amp)
基準電圧 0.8V と出力電圧のフィードバック電圧を比較する回路です。
この比較結果の COMP 電圧により、スイッチング Duty が決定されます。
また、起動時は SS 電圧によりソフトスタートがかかるため、COMP 電圧は SS 電圧によって制限されます。

■発振器部(OSC)
RT の抵抗と端子電圧によって発生する電流で、発振周波数が決定します。
発振周波数の範囲は 100kHz～600kHz まで設定できます。

■SLOPE 部
OSC にて生成されたクロックからのこぎり波を生成するブロックです。
発生したのこぎり波を PWM コンパレータへ送ります。

■PWM_BUCK 部
エラーアンプの出力電圧と、SLOPE 部の三角波を比較し、OUTH のスイッチング Duty を決定します。

■PWM_BOOST 部
反転増幅器の出力電圧と、SLOPE 部の三角波を比較し、OUTL のスイッチング Duty を決定します。

■パワーグッド(PGOOD)端子
①出力過電圧検知 (OVP)
OVPLVL 電圧をモニタし、OVPLVL 電圧が 0.88V(Typ.)未満のとき"H"を出力し、それ以上の電圧では、"L"を出力します。
②出力低電圧検知 (SCP)
出力電圧（FB 電圧）をモニタし、出力電圧の 90%(Typ.)以上のとき"H"を出力し、それ未満の電圧では、"L"を出力します。

PGOOD 端子はオープンドレイン出力のため、使用する場合はプルアップ抵抗を接続してください。

■過電流保護機能(OCP_L, OCP_H)
過電流保護は 2 段階形式を設けており、制御方法は以下のようになります。

①OCP LOW level 動作(OCPL)
VCCL-CL 端子間電圧が 100mV(Typ.)をこえると OCP LOW level 動作に入り、OUTH、OUTL 端子のパルスを制限します。
又、FB 端子電圧が出力低電圧検知電圧 VLOW を下回った状態でこのパルス制限状態が 256clk 間続いた場合、SS 端子のコンデンサをディスチャージし、出力を 8192clk 間 OFF させます。
8192clk 間出力を OFF させている時の OUTH、OUTL 端子の論理は OUTH=H、OUTL=H になります。
8192clk 後は通常動作に戻り SS 端子を再充電します。

②OCP HIGH level 動作(OCPH)
VCCL-CL 端子間電圧が 200mV(Typ.)をこえると OCP HIGH level 動作に入り、SS 端子のコンデンサをディスチャージし、出力を 8192clk 間 OFF させます。8192clk 間出力を OFF させている時の OUTH、OUTL 端子の論理は OUTH=H、OUTL=H になります。
8192clk 後は通常動作に戻り、SS 端子を再充電します。

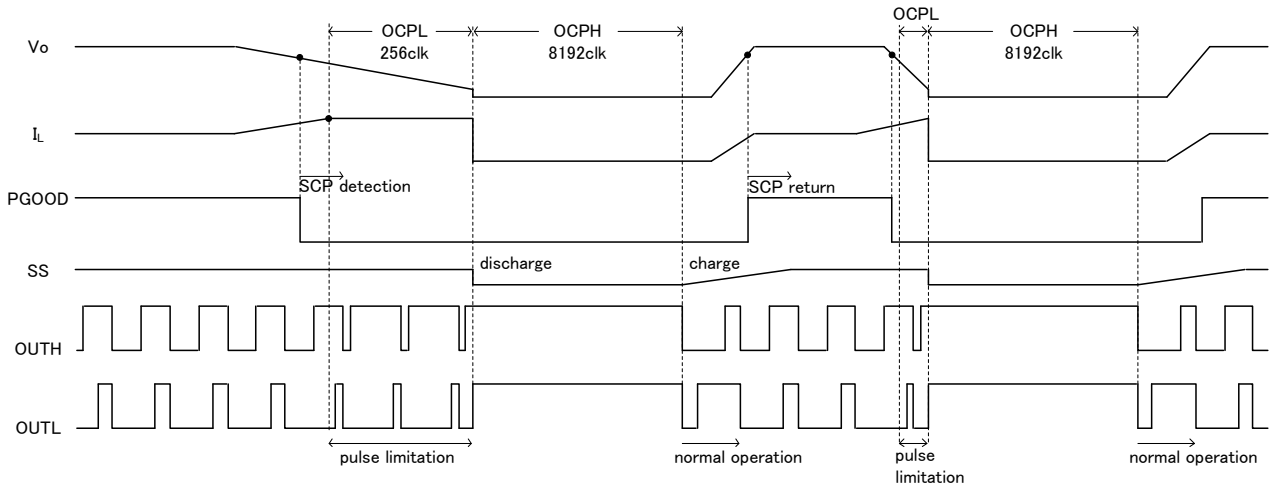


Figure 5. 2 段階式過電流保護動作タイミングチャート

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

■過電圧保護機能 (OVP・OVPH)
OVPLVL 電圧をモニタし、OVPLVL 電圧が 0.88V(Typ.)をこえるとスイッチングを停止します。
OVPLVL 電圧が 0.84V(Typ.)を下回るとスイッチングを再開します。
スイッチング停止時の OUTH、OUTL 端子の論理は OUTH=H、OUTL=H になります。
また、OVPLVL 電圧が 1.25V(Typ.)をこえると SS 端子のコンデンサをディスチャージし、出力を 8192clk 間 OFF させます。
8192clk 間出力を OFF させている時の OUTH、OUTL 端子の論理は OUTH=H、OUTL=H になります。
8192clk 後は通常動作に戻り、SS 端子を再充電します。

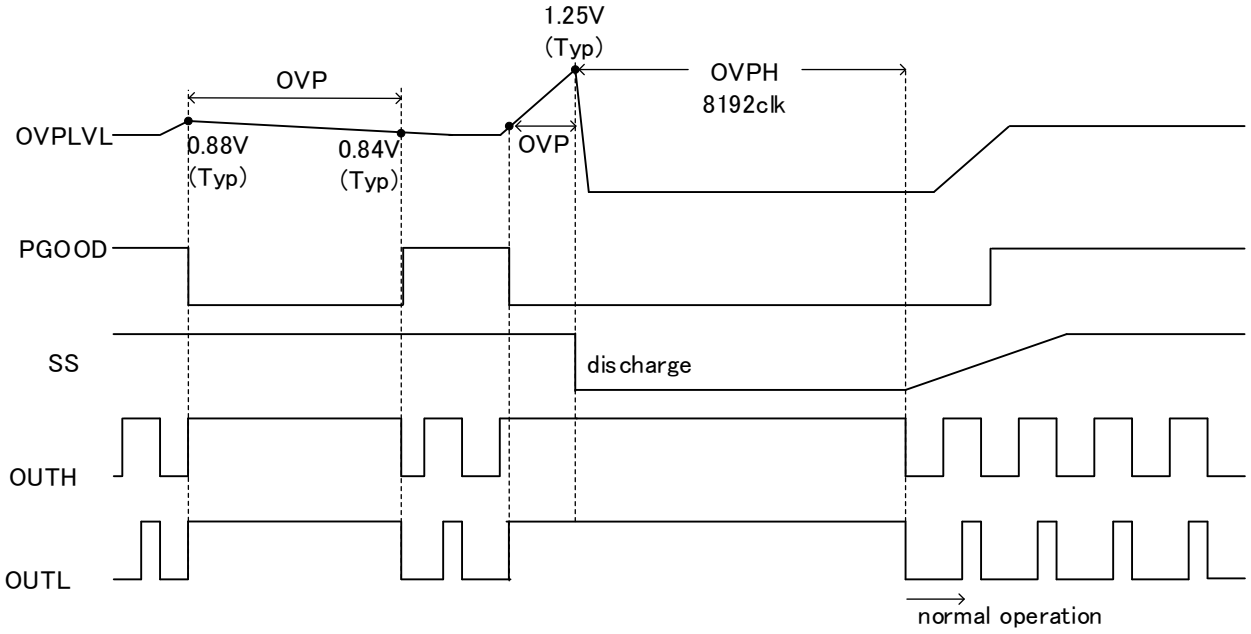


Figure 6. 過電圧保護動作タイミングチャート

■ソフトスタート部(Soft Start)
電源投入時にエラーアンプの正転入力を除々に上昇させ、スイッチングパルスのデューティ幅を除々に大きくすることにより、出力電圧Voのオーバーシュートを防止する機能です。ソフトスタート時間はSS端子に接続するコンデンサ容量により決まります。(P.17 参照)

■低電圧誤動作防止回路部(UVLO)
低電圧誤動作防止回路です。電源電圧立ち上がり時、及び電源電圧低下時における内部回路の誤動作を防止します。
VCC が 3.4V(Typ.)以下になると UVLO が動作し、IC 内部の回路が OFF します。

■過熱保護回路部(TSD)
IC の熱破壊・熱暴走を防止するために、チップ温度が約 150℃以上になると IC 内部の回路が OFF します。
また、一定温度に戻ると復帰します。ただし、温度保護回路は本来 IC 自身を保護する目的で内蔵しておりますので、
チップジャンクション温度はサーマルシャットダウン検知温度約 150℃未満での熱設計をお願いします。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

絶対最大定格

項　目	記号	定　格	単位
VCC 端子電圧	VCC	40 *1	V
EN 端子電圧	EN	VCC	V
VCCCL 端子電圧	VCCCL	VCC	V
CL 端子電圧	VCL	VCCCL	V
VCC-VL 端子間電圧	VCC-VL	13	V
VDD 端子電圧	VDD	VCC または 7V のいずれか低い方	V
VREG3 端子電圧	VREG3	VCC または 7V のいずれか低い方	V
VREG5 端子電圧	VREG5	VCC または 7V のいずれか低い方	V
SS 端子電圧	SS	VREG3	V
FB 端子電圧	FB	VREG3	V
OVPLVL 端子電圧	OVPLVL	VREG3	V
COMP 端子電圧	COMP	VREG3	V
SYNC 端子電圧	SYNC	VREG3	V
PGOOD 端子電圧	PGOOD	VREG3	V
許容損失 *2	Pd	4.00	W
動作温度範囲	Topr	-40～+125	ºC
保存温度範囲	Tstg	-55～+150	ºC
ジャンクション温度	Tjmax	150	ºC

*1　ただし、Pd を越えない事
*2　4 層ローム標準基板実装時[銅箔面積：70×70mm] (ローム標準基板サイズ：70×70×1.6mm)
Ta=25℃以上は 32mW/℃で軽減

推奨動作範囲（Ta=-40℃～125℃）

項　目	記号	定　格		単位
		最小	最大	
電源電圧	VCC	3.8 *3	30	V
発振周波数	FOSC	100	600	kHz
外部同期周波数	FSYNC	100	600	kHz

*3　一旦 4.5V 以上にした後の電圧範囲です。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

電気的特性（特に記載のない限り、Ta=-40℃～125℃、VCC=12V、EN=5V）

項　目	記号	規　格　値			単位	条　件
		最小	標準	最大		
【全体】						
回路電流	IVCC	-	7	15	mA	
シャットダウン時回路電流	IST	-	0	10	μA	EN=0V
【EN】						
EN端子ONスレッショルド電圧	VENON	2.5	-	-	V	
EN端子OFFスレッショルド電圧	VENOFF	-	-	0.5	V	
ENプルダウン抵抗	REN	188	375	750	kΩ	
【VREG3】						
VREG3出力電圧	VVREG3	3.3	3.5	3.7	V	
【VREG5】						
VREG5出力電圧	VVREG5	4.5	5.0	5.4	V	
【UVLO】						
UVLO_VCC検出電圧	VUVLO	3.1	3.4	3.7	V	
UVLOヒステリシス電圧	VUVLOHYS	0.4	0.6	0.8	V	
【エラーアンプ】						
FB入力バイアス電流	IFB	-	0	-	μA	FB=VFB2
基準電圧1	VFB1	0.792	0.800	0.808	V	Ta=25 ºC
基準電圧2	VFB2	0.788	0.800	0.812	V	Ta=-40 ºC～+105 ºC
【ソフトスタート】						
ソフトスタート充電電流	ISS	5	10	15	μA	SS=0.1V
【発振器】						
発振周波数	FOSC	326	350	375	kHz	RT=33kΩ
外部同期周波数	FSYNC	-	350	-	kHz	SYNC=350kHz
SYNCスレッショルド電圧	VSYNC	0.5	1.8	2.5	V	
SYNCプルダウン抵抗	RSYNC	125	250	500	kΩ	SYNC=3V
SYNC 入力最大ON duty	DONMAX	80	-	-	%	
SYNC 入力最小ON duty	DONMIN	-	-	20	%	

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

電気的特性（特に記載のない限り、Ta=-40℃～125℃、VCC=12V、EN=5V）

項　目	記号	規　格　値			単位	条　件
		最小	標準	最大		
【ドライバー】						
OUTH端子上側ON抵抗	RONHH	-	1.7	-	Ω	
OUTH端子下側ON抵抗	RONHL	-	3	-	Ω	
OUTL端子上側ON抵抗	RONLH	-	24	-	Ω	
OUTL端子下側ON抵抗	RONLL	-	22	-	Ω	
昇圧時 OUTL max duty1	DBSTMAX1	-	92	-	%	f=600kHz
昇圧時 OUTL max duty2	DBSTMAX2	60	-	-	%	VCC=3.8V
【過電流保護】						
過電流検出CL端子電圧1	VCL1	86	100	114	mV	VCCCL－CL間電圧
過電流検出CL端子電圧2	VCL2	172	200	228	mV	VCCCL－CL間電圧
【PGOOD】						
PGOOD端子ON抵抗	RPG	-	0.1	0.4	kΩ	PGOOD=0.15V,FB=0V
PGOOD端子リーク電流	IPG	-	0	1	μA	PGOOD=3.3V,FB=0.8V, Ta=-40~+105 ºC
出力過電圧検知電圧	VOVER	0.85	0.88	0.91	V	OVPLVL端子電圧
出力低電圧検知電圧	VLOW	0.70	0.72	0.74	V	FB端子電圧

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ(参考データ) (特に指定のない限り Ta=25℃)

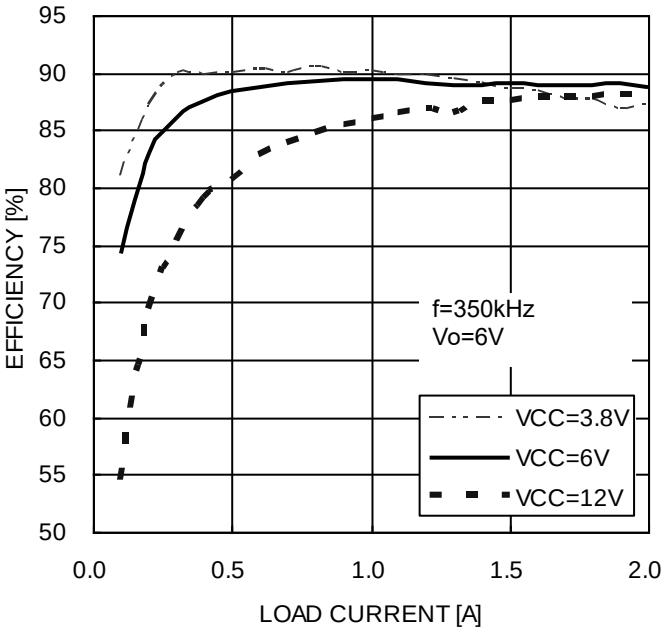


Figure 7. 効率

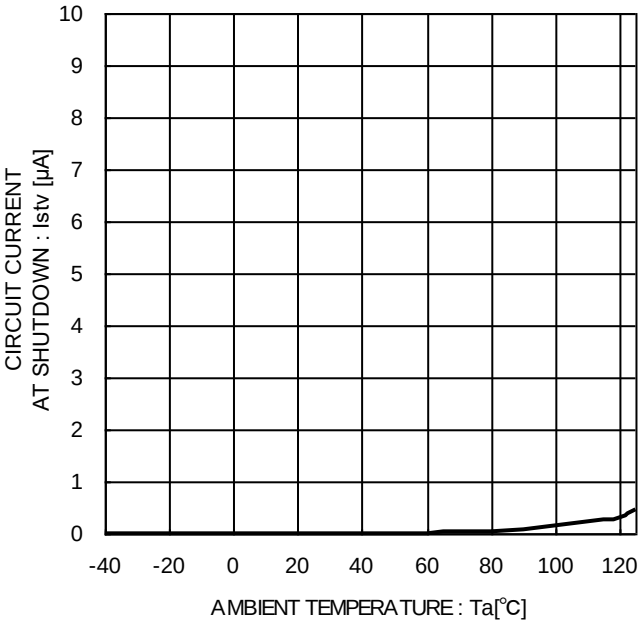


Figure 8. シャットダウン時回路電流
温度特性

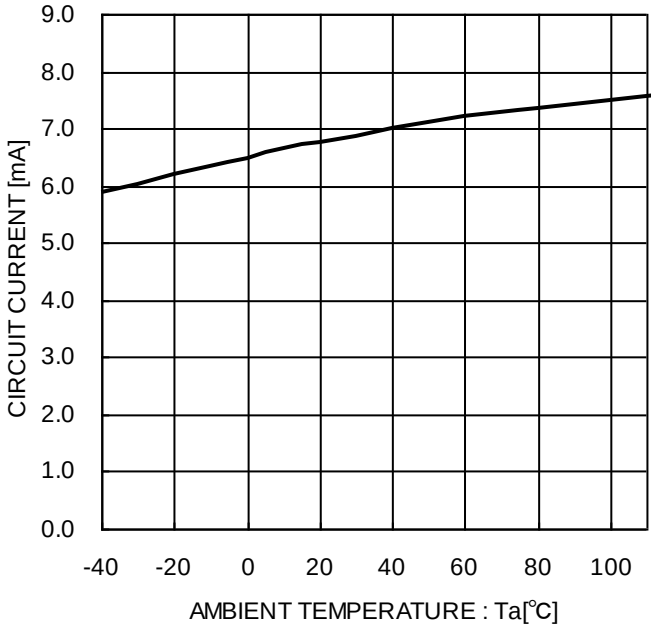


Figure 9. 回路電流温度特性

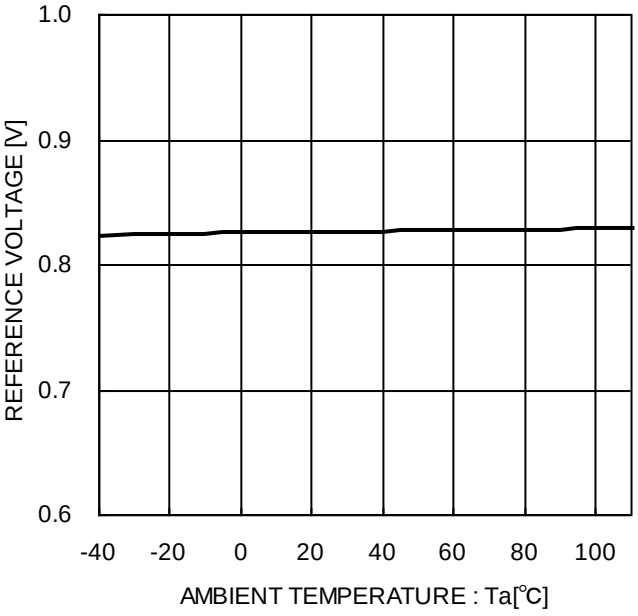


Figure 10. 基準電圧温度特性

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ(参考データ) (特に指定のない限り Ta=25℃)

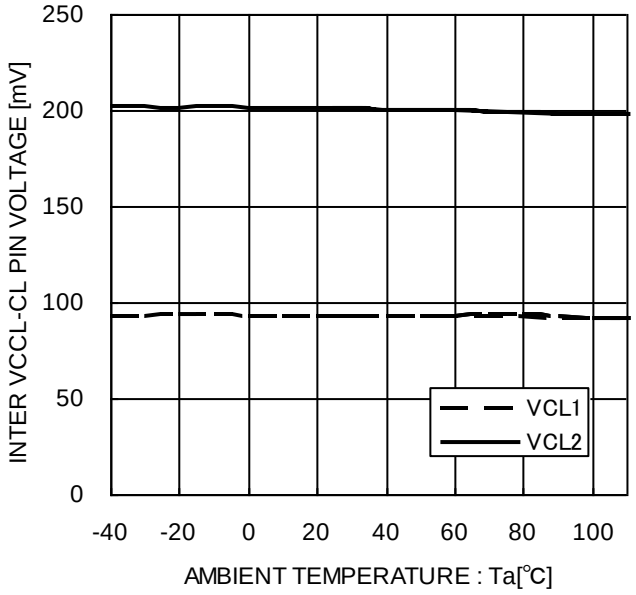


Figure 11. 過電流検出 CL 端子電圧
温度特性

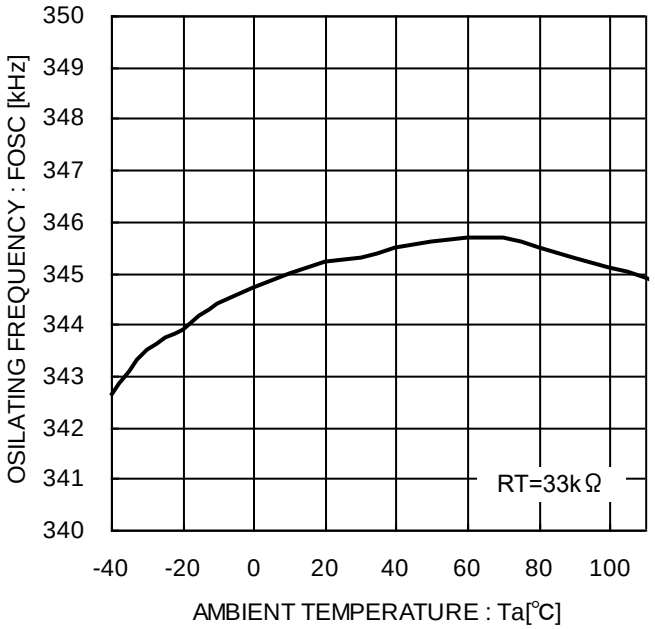


Figure 12. 発振周波数温度特性

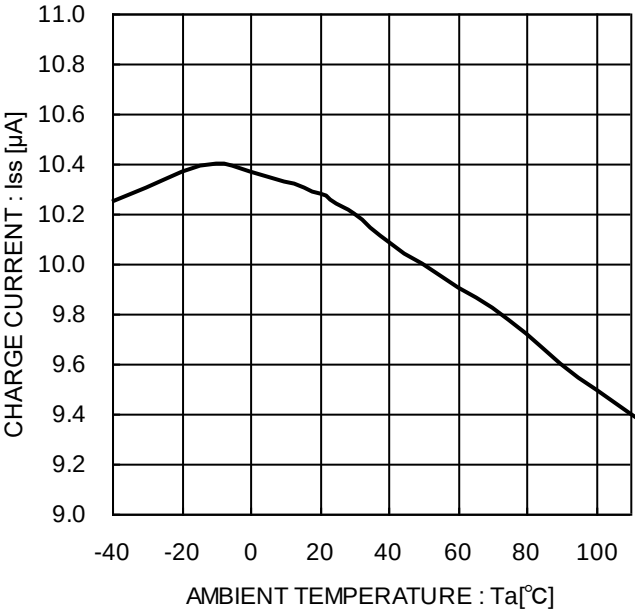


Figure 13. ソフトスタート充電電流温度特性

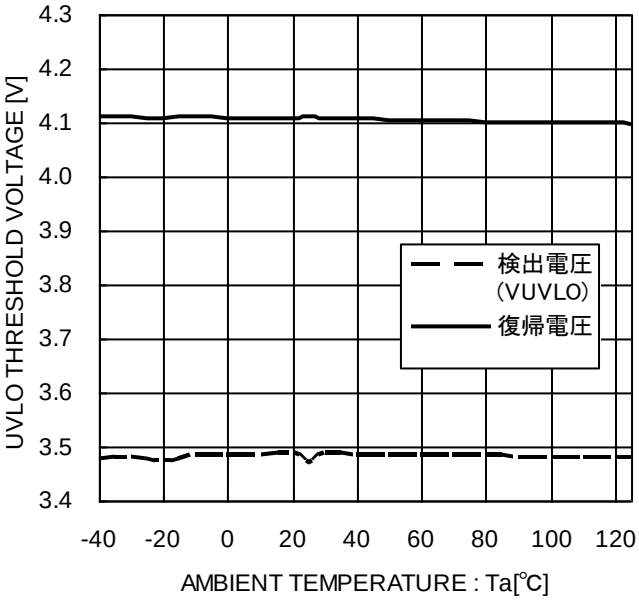


Figure 14. UVLO 検出／復帰電圧
温度特性

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ(参考データ) (特に指定のない限り Ta=25℃)

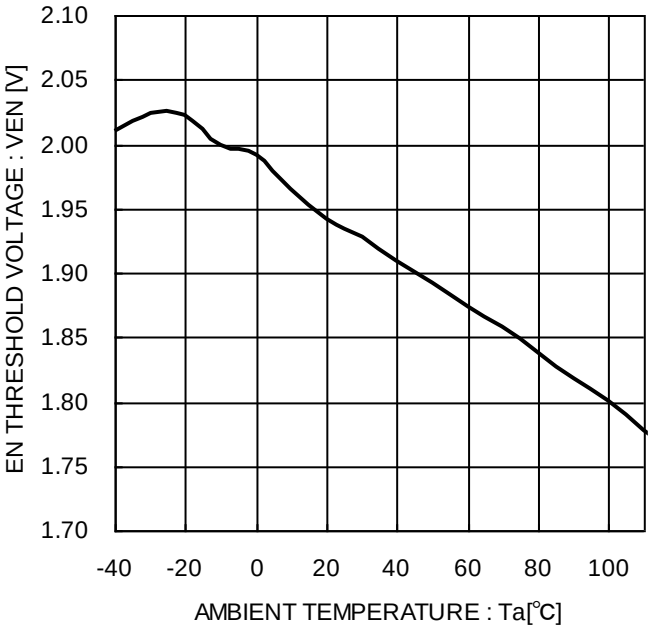


Figure 15. EN スレッショルド電圧
温度特性

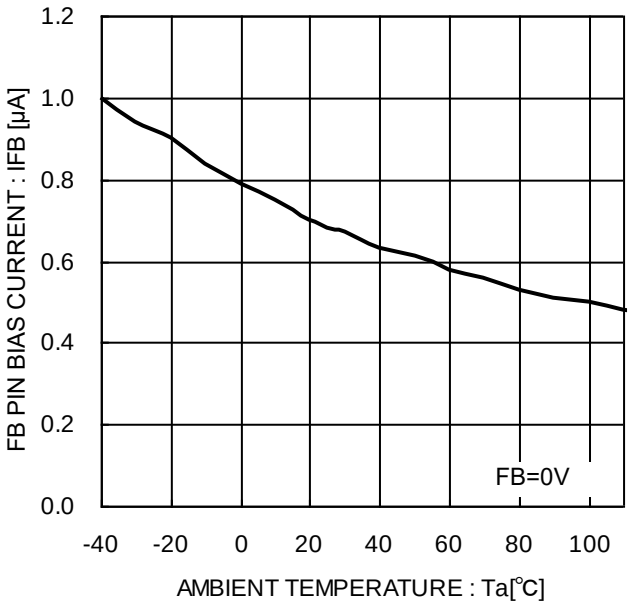


Figure 16. FB 端子バイアス電流温度特性

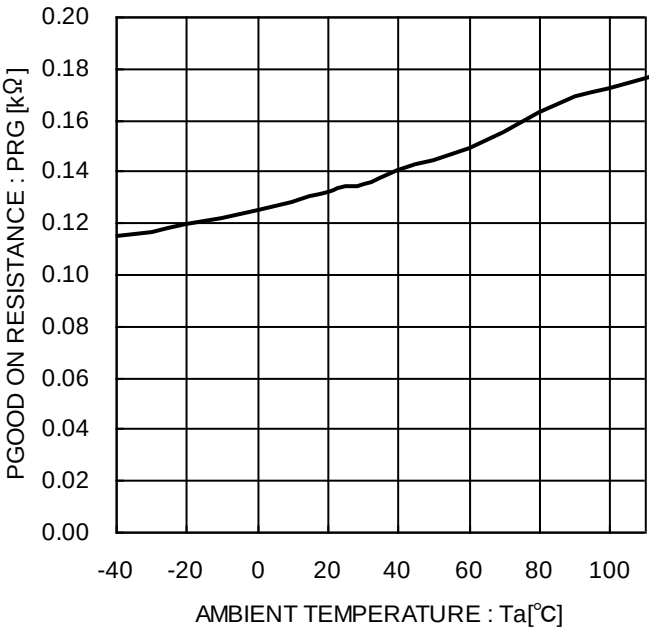


Figure 17. PGOOD 端子 ON 抵抗
温度特性

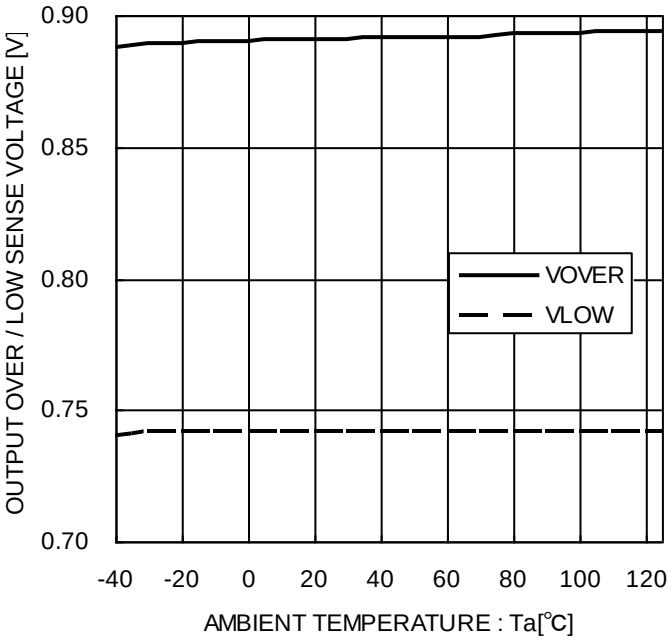
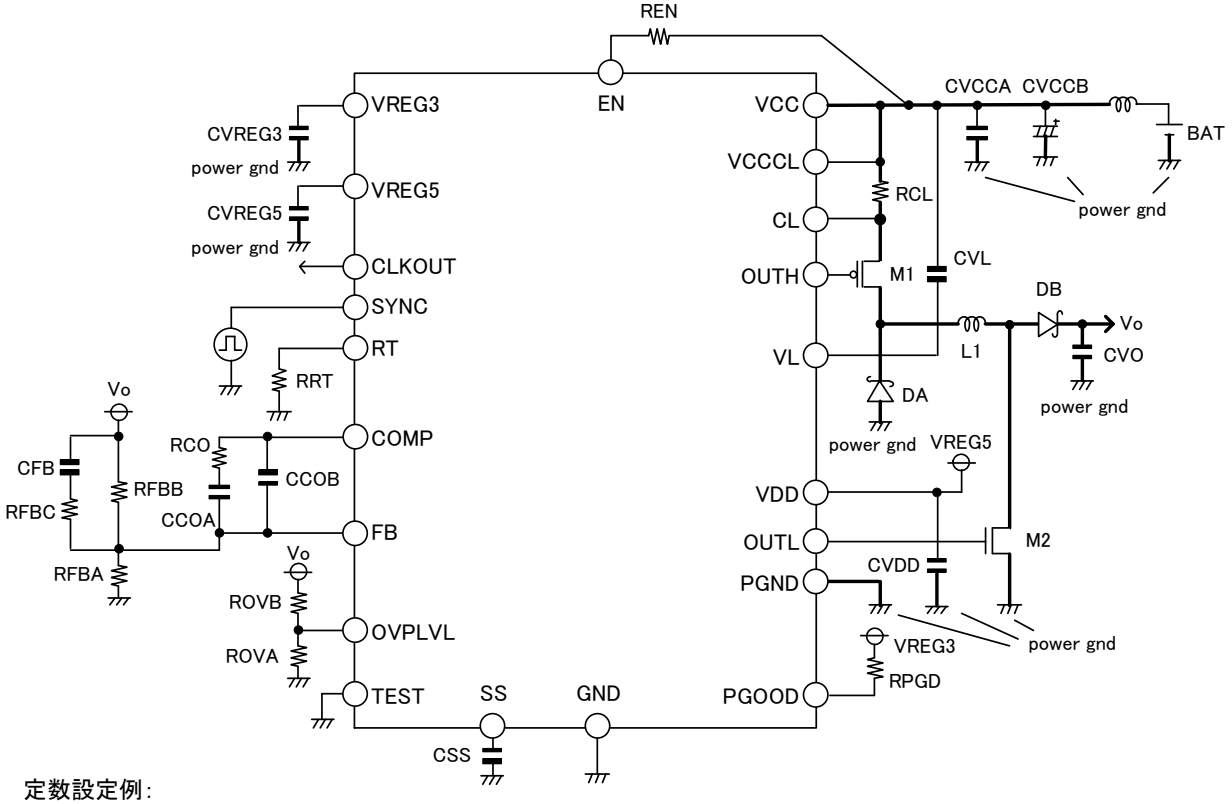


Figure 18. 出力過電圧／低電圧
検知電圧温度特性

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

応用回路例

※基板のレイアウト、部品の種類などの違いにより特性が変化しますので実機での十分な確認をお願い致します。
※N.C.端子は非接続としてください。
※TEST 端子、及び外部同期を使用しない場合の SYNC 端子はグランドへ接続してください。
※昇圧回路、降圧回路単体での動作はできません。M1、M2 を使用してください。
※VCC と EN を接続する場合は 150kΩ の抵抗を間に挿入してください。



定数設定例:
VCC=3.8～30V, Vo=5V, Io=0～3A, 350kHz の場合

Parts No.	Value	Parts No.	Value
DA	RBR30NS40AFH	L1	10μ (TDK SLF series)
DB	RBR30NS40AFH	CVO	100μ(16V)
M1	RSJ250P10FRA	RCO	2.2k
M2	RSJ451N04FRA	RFBA	15.6k
RCL	13.33m	RFBB	82k
REN	150k	RFBC	330
RRT	33k	ROVA	15.6k
RPGD	47k	ROVB	82k
CVDD	1μ (10V)	CCOA	0.015μ (10V)
CVL	0.1μ (50V)	CCOB	100p (10V)
CVCCA	2.2μ (50V)	CFB	680p (10V)
CVCCB	220μ (50V)		
CVREG3	0.47μ (10V)		
CVREG5	0.47μ (10V)		
CSS	0.047μ (10V)		

基板レイアウトの注意点

① 太線の部分は幅広のパターンでできるだけ短くしてください。
② 入力コンデンサ CVCCA, CVCCB は M1 にできるだけ近い位置に配置してください。
③ RRT は GND 端子にできるだけ近い位置に配置してください。
④ RFBA と RFBB は FB 端子にできるだけ近い位置に配置し、FB 端子までの配線を短くしてください。
⑤ ROVA と ROVB は OVPLVL 端子にできるだけ近い位置に配置し、OVPLVL 端子までの配線を短くしてください。
⑥ RFBA, RFBB, ROVA, ROVB は L1 からできるだけ離して配置してください。
⑦ パワー系 GND（power gnd）と基準系 GND を分けることにより、SW ノイズの影響が小さくなります。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

昇降圧自動制御について

以下に各モードのスイッチングの状態を示します。

(1) 降圧モード(VCC>>Vo)

入力電圧が出力電圧に対して高い場合、降圧モードとして動作し、
OUTH が H/L を繰り返し、OUTL は L(=OFF)になります
この動作は標準的な降圧スイッチングレギュレータと同じです。
PMOS のオン duty(Dpon)、VCC、Vo は下式で表されます。

VCC×Dpon = Vo (式 1)

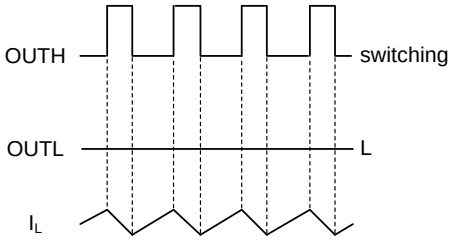


Figure 19.

(2) 昇降圧モード(VCC≒Vo)

入力電圧が出力電圧近傍にある場合、昇降圧モードとして動作し、OUTH,OUTL 共に H/L を繰り返します。
OUTH,OUTL のタイミングは、OUTH：H→L 時 OUTL：H→L になるように IC 内部で制御されています。
以下に OUTH,OUTL の波形を示します。

① VCC > Vo

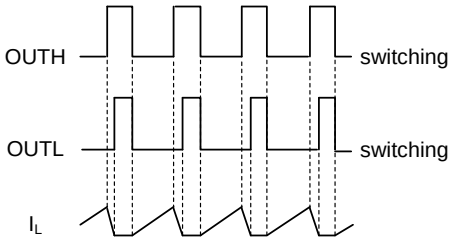


Figure 20.

② VCC < Vo

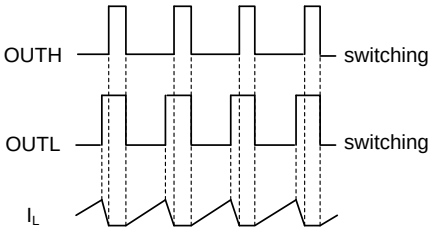


Figure 21.

※スイッチングの遅延を含まないタイミングです。

PMOS のオン duty(Dpon)、NMOS のオン duty(Dnon)、VCC、Vo は下式で表されます。

VCC×Dpon/(1-Dnon) = Vo (式 2)

Dpon、Dnon の算出方法は P.15 に示します。

(3) 昇圧モード(VCC<<Vo)

入力電圧が出力電圧に対して低い場合、昇圧モードとして動作し、
OUTH は L（＝ON）, OUTL が H/L を繰り返します。
この動作は、標準的な昇圧スイッチングレギュレータと同じです。
ただし、OUTL のフル ON 時の Max duty は内部回路により、
DBSTMAX で規定される duty に制限されます。
NMOS のオン duty(Dnon)、VCC、Vo は下式で表されます。

Vo×(1-Dnon) = VCC (式 3)

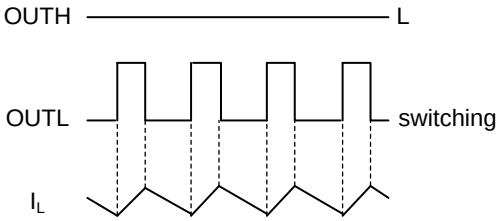


Figure 22.

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

(4) モード切替り電圧と duty 制御について

昇圧モードから昇降圧モード、昇降圧モードから降圧モードへの切替り入力電圧は、出力電圧と反転アンプの増幅率、及び後述のクロス duty により決まります。以下に概要を示します。

OUTH の duty は、エラーアンプの出力(COMP)と、SLOPE 電圧により制御されます。
また、OUTL の duty は、IC 内の反転アンプの出力(BOOSTCOMP)と、SLOPE 電圧により制御されます。
VCC=Vo 時、COMP 電圧と BOOSTCOMP 電圧が等しくなり、OUTH、OUTL のスイッチング制御のタイミングが等しくなります。

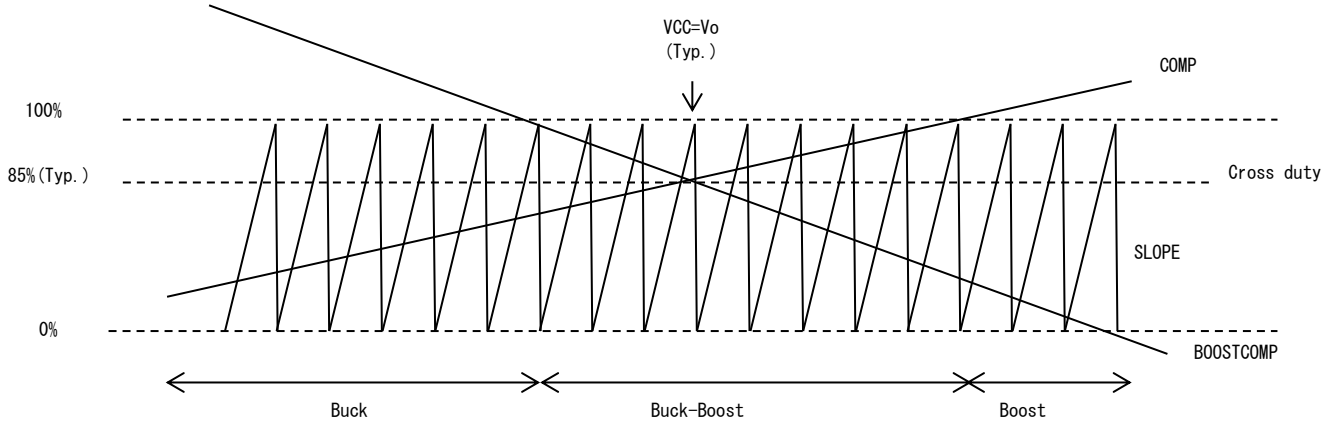


Figure 23. COMP, BOOSTCOMP と SLOPE による昇降圧制御

このときの PMOS のオン duty をクロス duty (Dx = 0.85, Typ.) と呼び 、反転アンプの増幅率を A 倍(1.5, Typ.)とすると Dpon と Dnon は以下の関係が成り立ちます。

$$Dnon = 1 - Dx + A(Dpon - Dx) \quad \text{(式 4)}$$
$$= 1.5Dpon - 1.125 \quad \text{(※)}$$

以上より昇降圧モードと昇圧モードの切替り入力電圧は、(式 3)、(式 4)と Dpon=1 から以下の式で表されます。

$$VCC = \{Dx - A(1 - Dx)\}Vo$$
$$= 0.625 \times Vo \quad \text{(※)}$$

また、昇降圧モードと降圧モードの切替り入力電圧は、(式 1)、(式 4)と Dnon=0 から以下の式で表されます。

$$VCC = Vo \times A/\{(1 + A)Dx - 1\}$$
$$= 1.333 \times Vo \quad \text{(※)}$$

※A=1.5(Typ.)、Dx=0.85(Typ.)の場合

Dx 及び A は使用条件、使用部品により変化するため、
実機での十分な確認をお願いします。
なお、Dx は Fig.24 のような周波数依存性をもちます。
また､A の値は Dpon､Dnon の変化率の比を測定することで算出可能です。

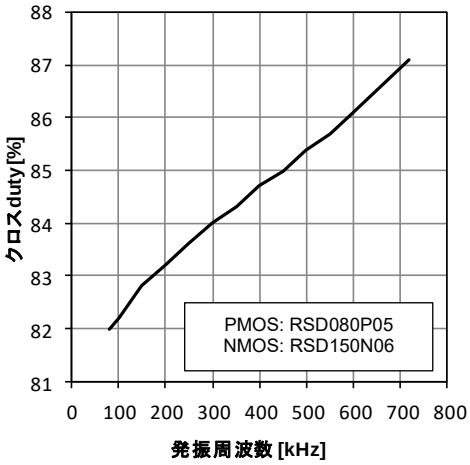


Figure 24. クロス duty 周波数特性

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定方法

（1）出力 L 定数の設定

コイルの値はリップル電流に大きく影響します。コイルが大きく、スイッチング周波数が高いほどリップル電流は下がります。リップル電流の適当な設定値は、最大出力電流の 30%程度です。

降圧モード	昇降圧モード		昇圧モード
	VCC > Vo	VCC < Vo	
$\Delta I_L = \frac{(VCC-Vo)\times Vo}{L\times VCC\times f}$	$\Delta I_L = \frac{(VCC-Vo)\times Dpon}{L\times f}$	$\Delta I_L = \frac{(Vo-VCC)\times Dnoff}{L\times f}$	$\Delta I_L = \frac{(Vo-VCC)\times VCC}{L\times VOUT\times f}$
$\overline{I_L} = Io$	$\overline{I_L} = \frac{Io}{Dnoff}$		

ΔI_L：リップル電流、$\overline{I_L}$：平均コイル電流、f：スイッチング周波数

Dpon：PMOS のオン duty = Vo × Dx (1+A) / (VCC+A × Vo)

=2.13 × Vo / (Vcc+1.5 × Vo)　(Typ.)

Dnoff：NMOS のオフ duty = (1+A) × Dx – A × Dpon

=2.13 - 1.5 × Dpon　(Typ.)

コイルの定格電流値を超える電流をコイルに流しますと、コイルが磁気飽和を起こし、効率が低下します。
下式は、効率 η 時のコイルのピーク電流 I_{LMAX} を示します。
この値が定格電流値をこえないよう充分なマージンをもって選定してください。

$$I_{LMAX} = \frac{1}{\eta}\left(\overline{I_L} + \frac{\Delta I_L}{2}\right)$$

また、コイルでの損失を少なくし、効率をよくするため、抵抗成分（DCR, ACR）の低いコイルを選定してください。

（2）出力 Co 定数の設定

出力に使用するコンデンサは、リップル電圧 ΔV_{P-P} の許容値を考慮して選択してください。出力リップル電圧は、次式より求まります。

降圧モード	昇圧モード
$\Delta V_{P-P} = \Delta I_L \times R_{ESR} + \frac{\Delta I_L}{8Co}\times\frac{1}{f}$	$\Delta V_{P-P} = \Delta I_L \times R_{ESR} + \frac{Io}{Co}\times\frac{Vo-VCC}{Vo}\times\frac{1}{f}$

許容リップル電圧内におさまるように設定をおこなってください。コンデンサの定格は、出力電圧に対し充分なマージンをもって選定してください。ESR は小さい方が出力リップル電圧を小さくすることができます。また、出力の立ち上がり時間は、ソフトスタート時間内に設定する必要があるため、出力コンデンサの容量は次式の条件も考慮してください。

$$Co \leqq \frac{TSS \times (ILimit - Io)}{Vo}$$

TSS：ソフトスタート時間

ILimit：過電流検出値

容量値が最適でないと起動不良などが発生する可能性があります。
特に容量値が極端に大きい場合、起動時の突入電流により過電流保護が動作し、出力が起動しない可能性がありますので実機での十分な確認をお願いします。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

(3)入力コンデンサ（Cin）の選定

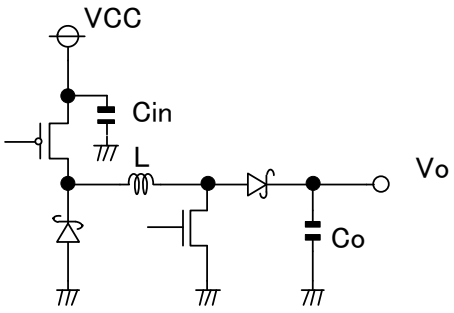


Figure 25.

入力コンデンサは入力端子(VCC,VCCCL)に接続される電源の出力インピーダンスを下げる役割を果たします。この電源の出力インピーダンスが増加すると入力電圧（VCC）が不安定になり、発振または、リップルリジェクション特性の低下を引き起こす可能性があります。
よって、MOSFET と PGND 端子の近くに必ず入れてください。
入力コンデンサの選定におきましては、温度変化による容量値変化の少ない低 ESR のもので充分に大きなリップル電流を備えている必要があります。
リップル電流 IRMS は以下の式で求められます。

$$IRMS = Io \times \sqrt{\frac{Vo\ (VCC - Vo)}{VCC}}\ [A]$$

また、入力に使用する電源の特性、基板の配線パターン及び MOSFET のゲートードレイン容量に大きく依存するため、ご使用の温度、負荷範囲及び MOSFET の条件での十分な確認をお願い致します。

(4)出力電圧の設定

出力電圧は次式によって決まります。必要な電圧が得られる RFBA と RFBB の組み合わせに設定してください。
なお、抵抗値が小さい場合、電力効率の低下を招き、大きい場合エラーアンプの入力流出電流によりオフセット電圧が大きくなることに注意してください。

$$Vo = 0.8 \times \frac{RFBA + RFBB}{RFBA}$$

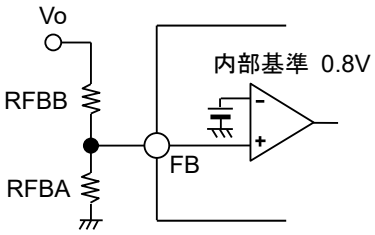


Figure 26.

(5)発振周波数の設定

RRT により、内部発振周波数を設定することが可能です。
設定可能範囲は 100kHz から 600kHz で抵抗値と発振周波数の関係は下図のように決まります。
この範囲から外れた設定では、スイッチングが停止する可能性があり、動作保証できませんのでご注意ください。

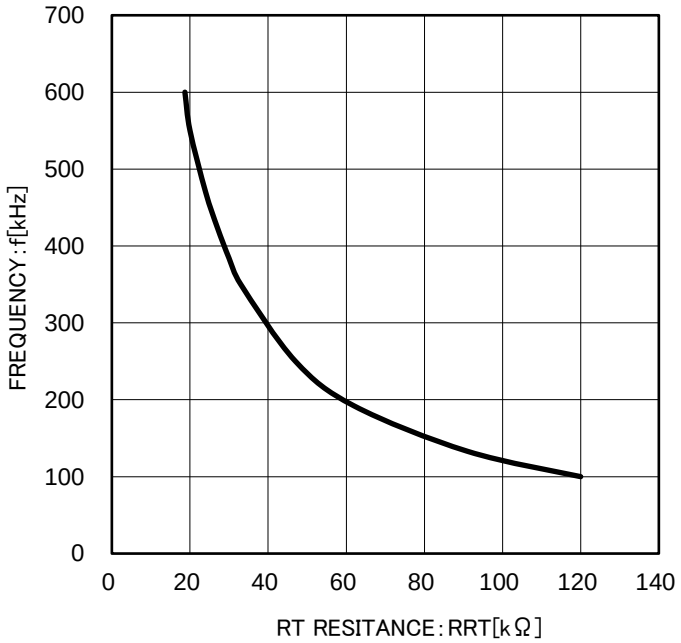


Figure 27. RT 抵抗対発振周波数

RT 抵抗	発振周波数
18.7kΩ	600kHz
20kΩ	550kHz
22.5kΩ	500kHz
24kΩ	470kHz
27kΩ	424kHz
28.5kΩ	400kHz
30kΩ	384kHz
33kΩ	350kHz
47kΩ	250kHz
62kΩ	192kHz
91kΩ	133kHz
120kΩ	100kHz

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

(6)ソフトスタート時間の設定

ソフトスタートは、起動時の出力電流の過増と、出力電圧の起動時オーバーシュートを防ぐために必要となります。
コンデンサとソフトスタート時間の関係を示します。

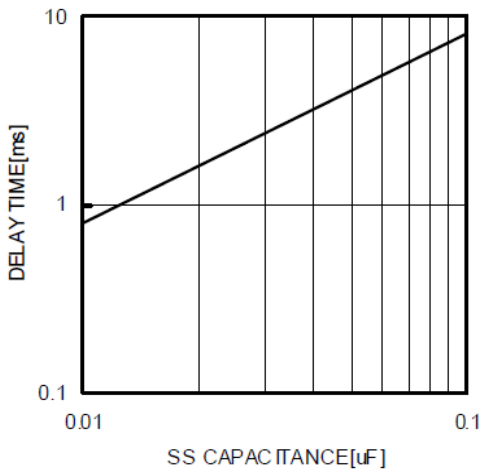


Figure 28. SS 容量対遅延時間

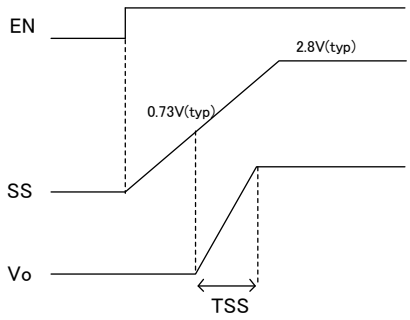


Figure 29. ソフトスタート時間 TSS

$$TSS = \frac{0.8\,[V]\ (Typ.) \times CSS\,[\mu F]}{ISS\,[\mu A]\ (Typ.:10\mu A)}\ [sec]$$

容量値として、0.01μF～0.1μF を推奨いたします。ただし、位相定数や出力容量等によっては、出力にオーバーシュートが発生する可能性がありますので、必ず実機で確認するようにお願い致します。
他電源の起動関係（シーケンス）がある場合には、高精度品（×5R）等をご使用ください。

(7)MOSFET の選定

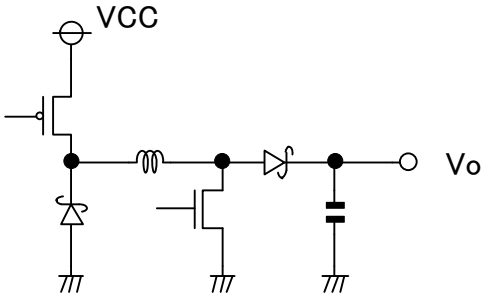


Figure 30.

(i) PMOS
- V_{ds} 耐圧＞VCC
- V_{gs} 耐圧＞13V または VCC 電圧の低い方
  ※VCC-VL 間の電圧は 10.3V(Typ.)、13V(Max.) 一定に保たれます。
  VCC が 10.3V(Typ.)以下になると VL は 0V になります。
- 許容電流＞コイルピーク電流 I_{LMAX}
  ※推奨は過電流保護設定値以上
  ※ON 抵抗は小さいものを選ぶと高効率が得られます。

(ii) NMOS
- V_{ds} 耐圧＞Vo
- V_{gs} 耐圧＞VDD
- 許容電流＞コイルピーク電流 I_{LMAX}
  ※推奨は過電流保護設定値以上
  ※ON 抵抗は小さいものを選ぶと高効率が得られます。

(9)ショットキーバリアダイオードの選定

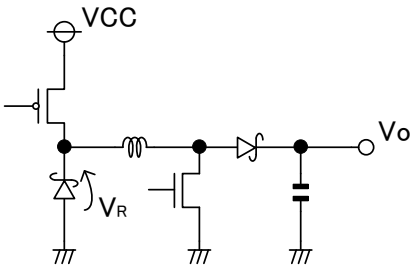


Figure 31.

- 逆耐圧 V_R＞VCC
- 許容電流＞コイルピーク電流 I_{LMAX}

※推奨は過電流保護設定値以上
※順方向電圧が小さく、リカバリー時間が速いものを選ぶと高効率が得られます。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

(10)位相補償の設定

COMP 端子と FB 端子間、及び RFBB に並列に容量と抵抗を入れることにより、位相マージンを設定します。
始めに使用条件内の最小入力電圧、最大負荷で調整すると他の入力電圧、負荷でも出力が安定し易くなります。
この設定が最適でないと、出力発振などが発生する可能性があります。
RFBB>>RFBC, CCOA>>CCOB が成り立つとき、各位相補償素子による位相遅れ fp1, fp2、位相進み fz1, fz2 は以下の式で表されます。

$$fp1 = \frac{1}{2\pi \times CFB \times RFBC} \qquad fp2 = \frac{1}{2\pi \times CCOB \times RCO}$$

$$fz1 = \frac{1}{2\pi \times CFB \times RFBB} \qquad fz2 = \frac{1}{2\pi \times CCOA \times RCO}$$

各設定値はコイル、出力コンデンサの容量、入出力電圧及び負荷等により変化しますので、
これらの条件により最適値に調整してください。

(11)スイッチングパルスのジッタやスプリットについて

外付け FET、ダイオードの種類等によりスイッチングパルスに
ジッタやスプリットが発生する場合があります。
このジッタやスプリットが問題となる場合、以下のように対策してください。

①降圧 FET のゲート OUTH に抵抗を挿入する
②昇圧 FET のゲート OUTL に抵抗を挿入する

なお、基板パターンや使用する FET、その他定数により特性が
変化する可能性がありますので、実機にて十分な検証をお願いします。

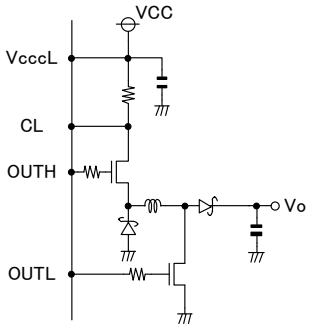


Figure 32.

(12)DC/DC コンバータの周波数特性評価

DC/DCコンバータの周波数特性（位相余裕、利得余裕）を評価する場合は、ゲイン･フェーズアナライザやFRAを使用して測定します。

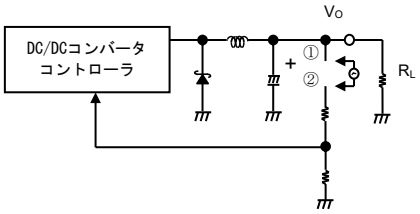


Figure 33.

<手順>

1. 閉ループで最大負荷にて出力が発振しないことを確認する。
2. ①、②を切り離し、Vm(振幅は20mVpp～100mVpp程度)を挿入する。
3. ②の揺れに対する①の揺れを測定(プローブ)する。

熱軽減特性

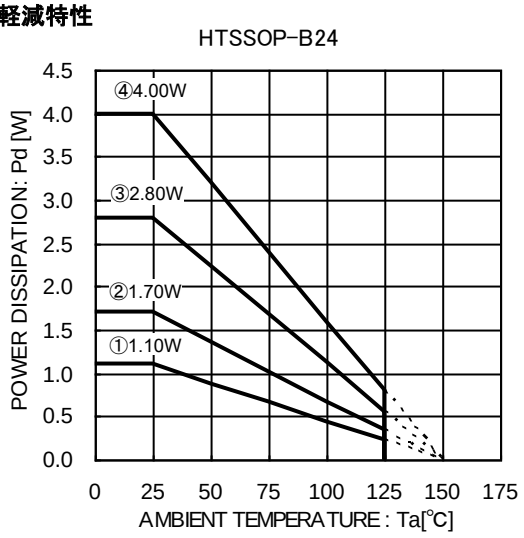


Figure 34. 熱軽減特性

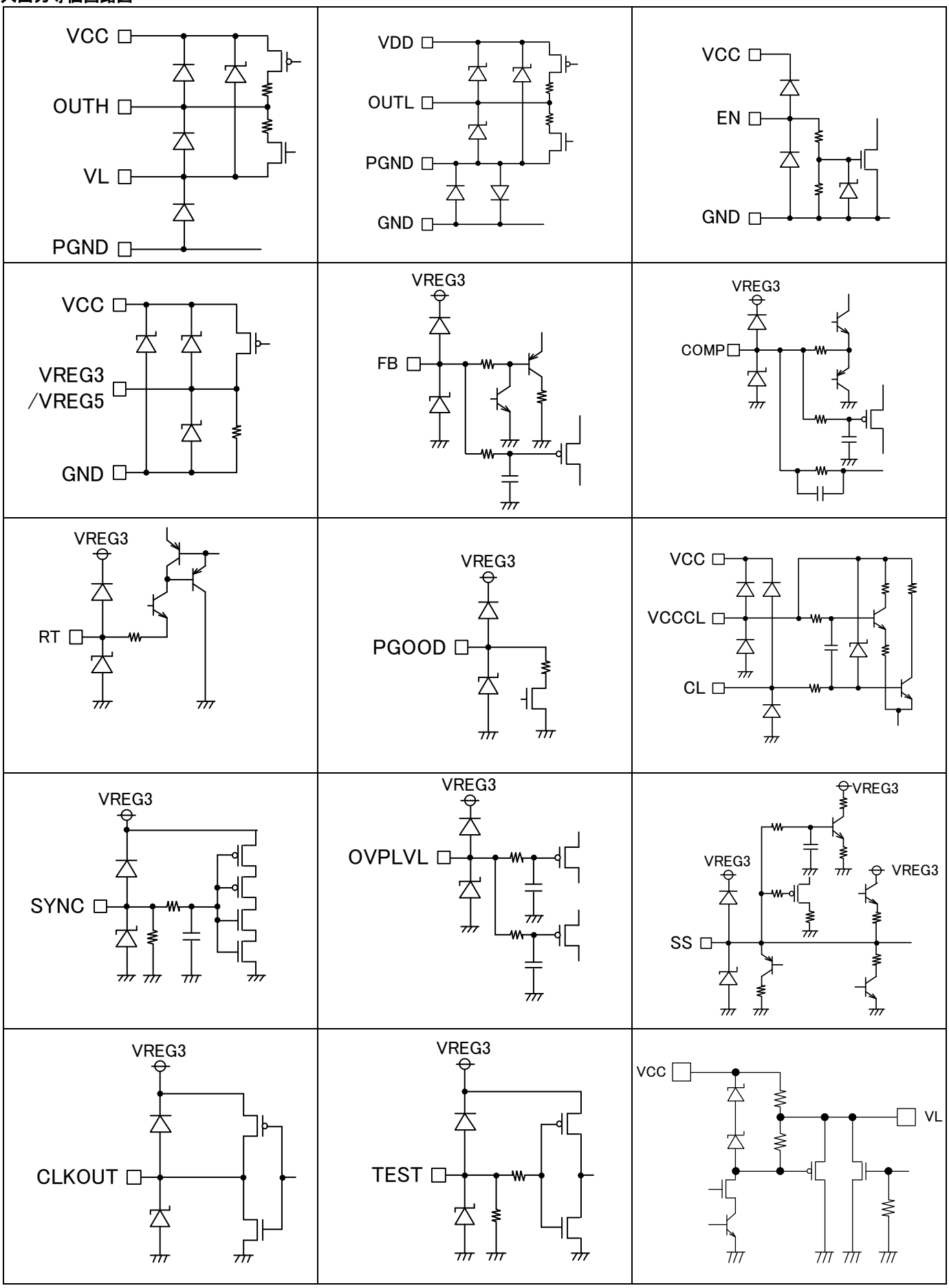
70mmx70mm、厚さ1.6mm、銅箔占有率3%未満、
ガラスエポキシ基板実装時
パッケージ裏面露出放熱板と基板とを半田で接続

①1層基板（裏面銅箔 0mmx0mm）
θja＝113.6℃/W
②2層基板（裏面銅箔 15mmx15mm）
θja＝73.5℃/W
③2層基板（裏面銅箔 70mmx70mm）
θja＝44.6℃/W
④4層基板（裏面銅箔 70mmx70mm）
θja＝31.3℃/W

注：基板の層数及び銅箔面積により値が変化します。
この値は実測値であり、保証値ではありません。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

入出力等価回路図



© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

使用上の注意

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等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、ヒューズ等物理的な安全対策を施して頂けるようご検討お願いします。

2) GND 電位について
GND ピンの電位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。

3) 熱設計について
実際の使用状態での許容損失(Pd)を考え、十分マージンを持った熱設計を行ってください。

4) ピン間ショートと誤装着について
プリント基板にとりつける際、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。また出力間や出力と電源 GND 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。

5) 強電磁界中の動作について
強電磁界中でのご使用では、誤動作をする可能性がありますのでご注意ください。

6) 共通インピーダンスについて
電源及び GND の配線は、共通インピーダンスを下げる、リップルをできるだけ小さくする（配線をできるだけ太く短くする、L、C によりリップルを落とす）等、十分な配慮を行ってください。

7) 温度保護回路(TSD 回路)
本 IC は温度保護回路(TSD 回路)を内蔵しています。温度保護回路(TSD 回路)はあくまでも熱的暴走から IC を遮断することを目的とした回路であり、IC の保護及び保証を目的としておりません。よって、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はしないでください。

8) 電源投入時のラッシュカレントについて
CMOS IC、複数電源を持つ IC では電源投入時に、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、GND パターン配線の幅、引き回しに注意してください。

9) シャットダウン(EN=OFF)時の電源投入について
シャットダウン(EN=OFF)状態での電源投入時には、VCC 端子電圧の急峻な変動により VREG3 出力電圧が発生し IC が誤動作をする可能性がありますので、VCC 端子電圧の立ち上げは 40V/ms 以下でおこなってください。

10) IC 端子入力について
本 IC はモノリシック IC であり、各素子間に素子分離の為の 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 接続が形成され、各種の寄生素子が構成されます。
例えば Figure 35 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。

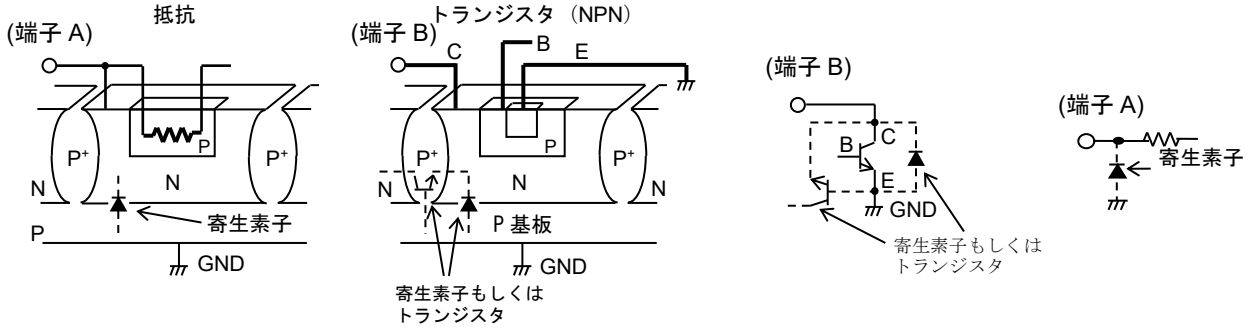


Figure 35.

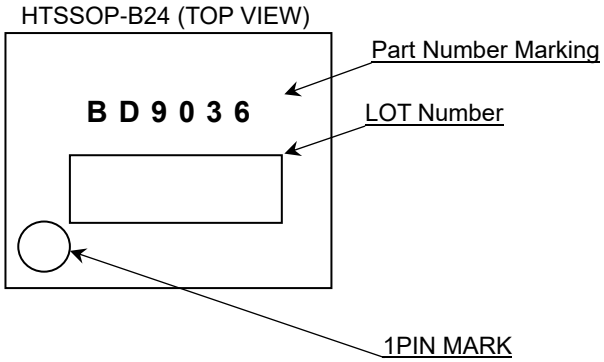
© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

11) TEST 端子について
TEST 端子に電圧を印加すると、保護機能をマスクするテストモードに入りますのでご注意ください。使用時は GND にショートしてください。

12) VREG3、VREG5 端子について
VREG3、VREG5 端子は IC 内部に電源を供給するための出力です。そのため、他の用途に VREG3、VREG5 を使用することは推奨しません。

発注形名情報

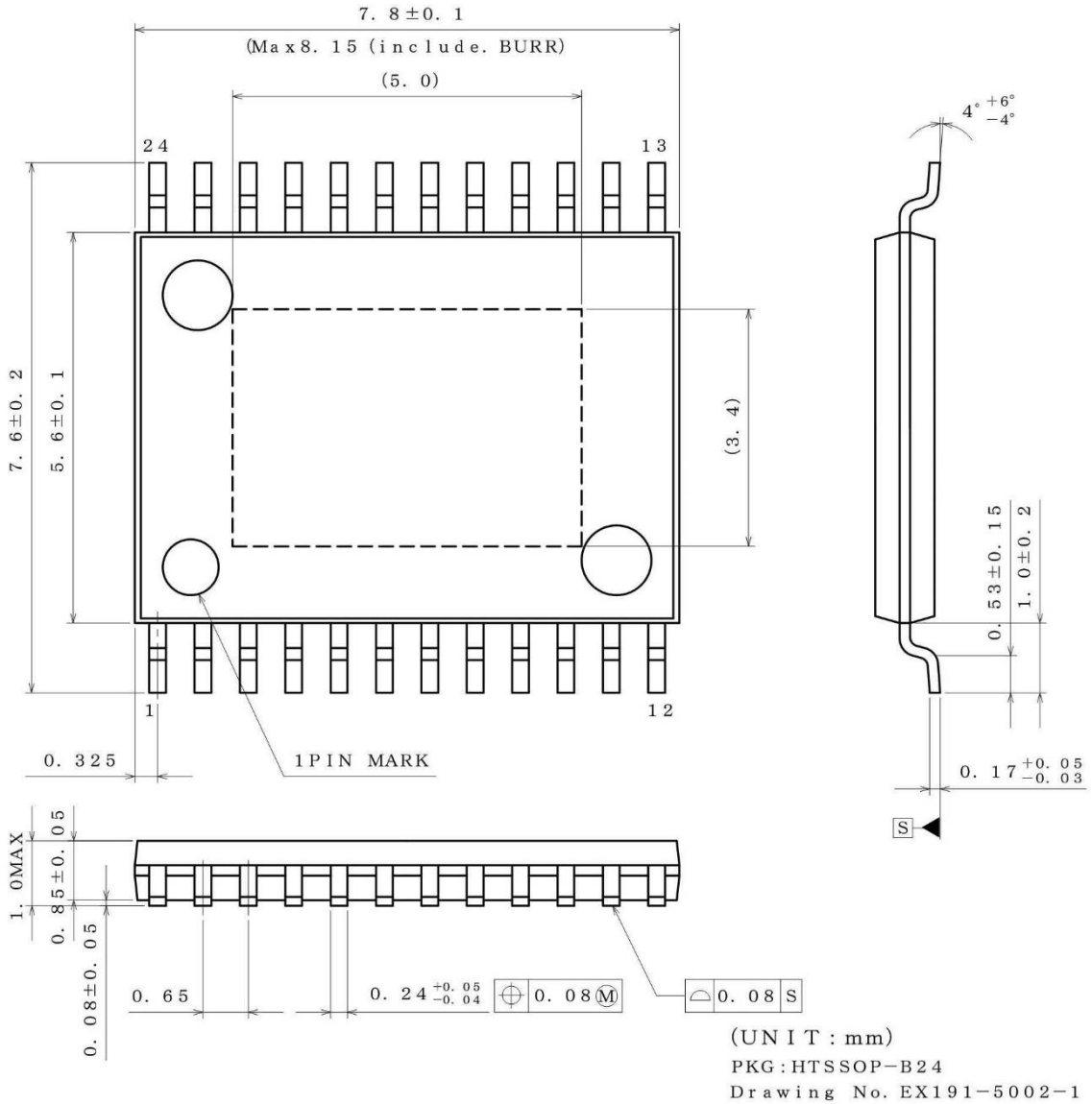
標印図



© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

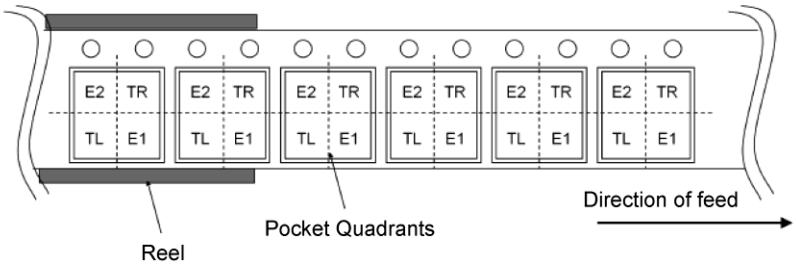
外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name	HTSSOP-B24



＜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。）



© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

改訂履歴

日付	Revision	変更内容
2020.11.13	001	新規作成

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

1. 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
CLASSⅢ	CLASSⅢ	CLASSⅡb	Ⅲ類
CLASSⅣ		CLASSⅢ	

2. 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。

3. 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りません。したがいまして、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_2、H_2S、NH_3、SO_2、NO_2 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

4. 本製品は耐放射線設計はなされておりません。

5. 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。

6. 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。

7. 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。

8. 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。

9. 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

1. 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。

2. 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頂きます。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。

© 2015 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

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。したがいまして、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_2、H_2S、NH_3、SO_2、NO_2 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）で取り扱いください。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。

© 2015 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

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。

© 2015 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.