液晶バックライト用 LED ドライバ向け

昇圧型 1 チャンネル 大画面向け白色 LED ドライバ

BD9408FV

概要

BD9408FV は白色 LED 用の高効率ドライバで、大画面の液晶ドライバ用に設計されています。BD9408FV はライトソース(LED を直列に接続したアレイ)に適切な電圧を供給できる DC/DC コンバータを内蔵しています。
BD9408FV は異常状態に対するいくつかの保護機能が内蔵されています。過電圧保護(OVP: over voltage protection)、過電流検出(OCP: over current limit protection of DC/DC)、LED 過電流保護(LED OCP: LED Over Current Protection)、過昇圧保護(FBMAX)などがそうです。したがって、広い電圧条件や負荷条件にわたって使用することができます。

重要特性

- VCC 電源電圧範囲： 9.0V ～ 35.0V
- DC/DC 発振周波数： 150kHz(R_{RT}=100kΩ)
- 動作時回路電流： 3mA(Typ)
- 動作温度範囲： -40°C ～ +105°C

パッケージ	W(Typ) x D(Typ) x H(Max)
SSOP-B14	5.00mm x 6.40mm x 1.35mm

SSOP-B14

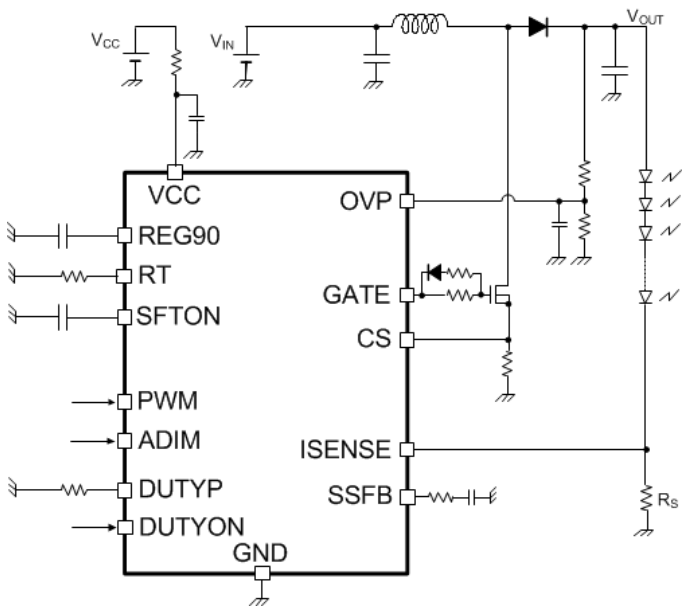
特長

- カレントモード DC/DC コンバータ
- LED 保護回路(過電圧保護、LED OCP 保護)内蔵
- V_{OUT} 過電圧(OVP)保護回路内蔵
- ソフトスタート時定数可変
- DC/DC 発振周波数可変
- アナログ調光範囲 0.2V ～ 3.0V
- LED 調光 PWM Over Duty Protection(ODP)内蔵

用途

- TV、PC ディスプレイ
- その他液晶バックライト

基本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おりません

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

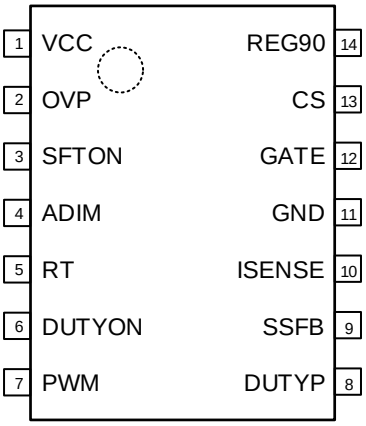
目 次

概要 1
特長 1
用途 1
重要特性 1
パッケージ 1
基本アプリケーション回路 1
目 次 2
端子配置図 3
端子説明 3
ブロック図 4
端子機能説明 5
絶対最大定格 8
熱抵抗 8
推奨動作条件 8
電気的特性 9
特性データ 11
保護機能検出条件一覧 12
保護機能動作一覧 12
タイミングチャート 13
応用回路例 19
アプリケーション部品選定方法 20
入出力等価回路図 28
使用上の注意 29
発注形名情報 31
標印図 31
外形寸法図と包装・フォーミング仕様 32
改訂履歴 33

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

端子配置図

(TOP VIEW)

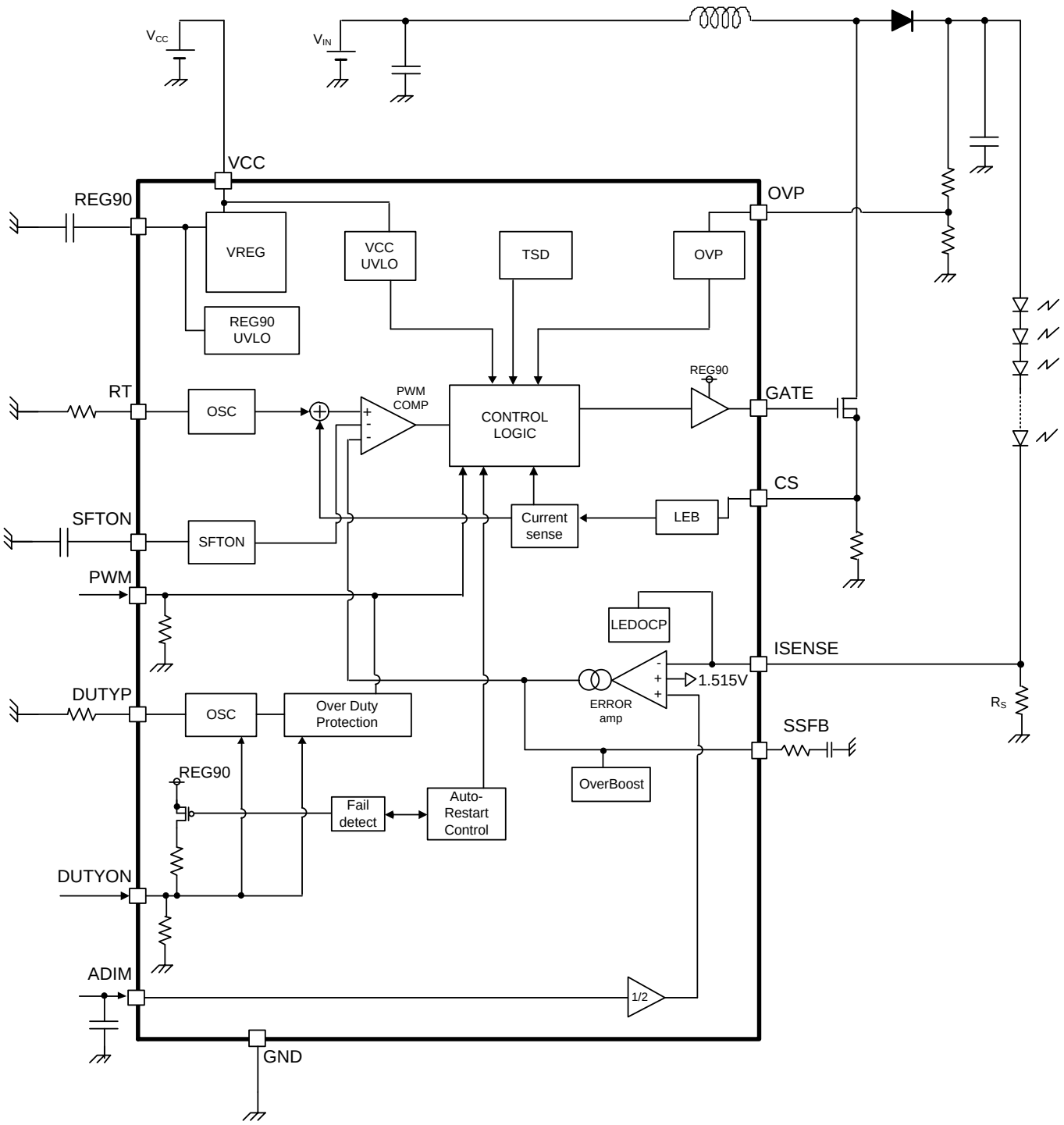


端子説明

端子番号	端子名	機　能
1	VCC	電源電圧入力
2	OVP	過電圧保護検出
3	SFTON	PWM 調光ソフトオン設定
4	ADIM	アナログ調光信号入力
5	RT	DC/DC 発振周波数設定
6	DUTYON	ODP ON/OFF
7	PWM	外部 PWM 調光信号入力
8	DUTYP	ODP 設定
9	SSFB	ソフトスタート設定端子、エラーアンプ出力
10	ISENSE	LED 電流信号入力
11	GND	GND
12	GATE	MOSFET GATE 信号出力
13	CS	インダクタ電流センス
14	REG90	9.0V 出力

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

ブロック図



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

端子機能説明

特に記載が無い場合、記載値は Typ 値となります。

Pin 1: VCC

IC の電源端子です。入力範囲は 9.0V~35.0V になります。
7.5V 以上で動作を開始し、7.2V 未満でシャットダウンします。

Pin 2: OVP

OVP 端子は過電圧保護入力端子です。V_{OVP} ≥ 3.0V 時、過電圧保護(OVP)を検出します。検出時には GATE=L とし、タイマーカウントが開始します。GATE 周波数で 4clkOVP が継続すると、IC はラッチオフします(タイミングチャート OVP 検出"参照してください)。
OVP 端子は High Impedance 端子となっており、内部抵抗プルダウンをしていません。よって OPEN 状態では電位が定まらないので、OVP 機能を使用しない場合でも入力電圧の設定をしてください。
設定例は"OVP 設定方法について"に別途記載しています。

Pin3: SFTON

SFTON 端子は PWM=L から H になる際の LED 電流のソフトオン時間を設定します。SFTON 端子の外部容量 C_{SFTON} が一定電流 30.0μA にて充電されます。SFTON 端子の電圧が 0V から SSFB 端子電圧までの区間は、GATE 端子のスイッチングデューティは SFTON 端子の電圧に応じて制限されます。したがって、ソフトオンの動作区間 t_{SFTON} は次式で表されます。

$$t_{SFTON} = \frac{C_{SFTON} \times V_{SSFB}}{30 \times 10^{-6}} \quad [s]$$

t_{SFTON} : ソフトオン動作区間
C_{SFTON} : SFTON 端子外部容量
V_{SSFB} : SSFB 端子電圧

Pin4: ADIM

アナログ調光信号用の入力端子です。ISENSE 端子の帰還電圧はこの端子の電圧の 1/2 に設定されます。V_{ADIM} ≥ 3.03V 時、LED に過大な電流が流れないように ISENSE の帰還電圧が制限されます。このとき、ADIM 端子の流入電流が発生します。"ISENSE 端子の機能説明"も参照してください。

Pin5: RT

DC/DC 発振周波数設定端子です。抵抗を接続することで DC/DC 発振周波数が決まります。
・発振周波数と RT 抵抗値の関係**(ideal)**

$$R_{RT} = \frac{15000}{f_{SW} \times 10^{-3}} \quad [k\Omega]$$

R_{RT} : RT 端子外部抵抗
f_{SW} : DC/DC 発振周波数

周波数設定範囲は 50kHz ~ 2000kHz までとなります。
設定例につきましては"DC/DC 発振周波数設定方法について" を参照してください。

Pin6: DUTYON

LED PWM Over Duty Protection(ODP)の ON/OFF 設定端子です。
DUTYON の入力電圧により、ODP の ON/OFF を切り替えます。

状態	DUTYON 入力電圧
ODP=ON	V_{DUTYON_L}=-0.3V ~ +0.8V
ODP=OFF	V_{DUTYON_H}=1.5V ~ 18.0V

また FAIL 信号出力(OPEN DRAIN)端子でもあります。通常動作時、PMOS は OPEN 状態となります。異常検出時には PMOS は ON 状態となり、この端子は REG90 端子へ 3.4kΩ でプルアップされます。

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

端子機能説明　－　続き

Pin7: PWM

PWM 調光信号の入力端子です。PWM 端子の H/L レベルは次のとおりです。

状態	PWM 入力電圧
PWM=H	V_{PWM_H}=1.5V ~ 18.0V
PWM=L	V_{PWM_L}=-0.3V ~ +0.8V

ODP 機能 ON 時は PWM 端子に L 区間が以下の値未満のパルスは入力しないでください。

$$t_{PWML_MIN} = \frac{R_{DUTYP} \times 10^{-3}}{15} < t_{PWML} \quad [\mu s]$$

t_{PWML_MIN}：使用可能な PWM=L の最小幅
R_{DUTYP}：DUTYP 端子外部抵抗
t_{PWML}：入力 PWM_L 区間

Pin8: DUTYP

ODP 設定抵抗接続端子です。ODP(Over Duty Protection)とは、DUTYP 端子に接続された抵抗 R_{DUTYP} で設定された ODP 検出 duty(ODP_{DUTY})によって、LED 調光の duty を制限する機能です。
・LED 調光周波数 f_{PWM}、ODP 検出 duty と DUTYP 抵抗値の関係(ideal)

$$R_{DUTYP} = \frac{1172 \times ODP_{DUTY}}{f_{PWM}} \quad [k\Omega]$$

R_{DUTYP}：DUTYP 端子外部抵抗
ODP_{DUTY}：ODP 検出 duty [%]
f_{PWM}：LED 調光周波数

R_{DUTYP} の設定範囲は 15kΩ ~ 600kΩ となります。
計算例につきましては"ODP 設定方法について"を参照してください。

Pin9: SSFB

ソフトスタート区間の設定端子かつ、DC/DC エラーアンプの出力端子です。ソフトスタート時は外部容量 C_{SSFB} が一定電流 10.0μA にて充電されます。SSFB 端子の容量が 1nF 以下と小さい時には、起動時の VIN の突入電流が大きすぎないか、過昇圧異常検出(FBMAX)のマスク時間が短すぎないかに注意する必要があります。ソフトスタート完了(V_{SSFB} ≥ 3.7V)後は次のような動作をします。PWM=H の時は ISENSE 端子電圧を検出し、アナログ調光電圧(ADIM 端子)との誤差分の信号を出力します。PWM=L の時は、直前の PWM=H から L に切り換わった時点の電圧を保持します。V_{SSFB} ≥ 4.0V かつ PWM=H の状態が GATE 周波数で 4clk 継続すれば、異常判定カウンタ(CP カウンタ)がカウントスタートします。その後は V_{SSFB} ≥ 4.0V だけを監視し、CP カウンタが 2048clk(2^{11}clk)に達すれば、ラッチ OFF 状態となります。
（"タイミングチャート　FBMAX 検出"を参照してください。）

位相補償設定方法は"位相補償設定について"に別途記載しています。

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

端子機能説明 ー 続き

Pin10: ISENSE

電流検出信号入力端子です。エラーアンプはアナログ調光端子 ADIM 電圧の 1/2 と 1.515V のうち、低い方の電圧との比較をおこないます。また V_{ISENSE} が 3V 以上で LED の過電流の異常を検出し、GATE 周波数で 4clk 継続すればラッチ OFF します。"タイミングチャート LED OCP 検出"を参照してください。）

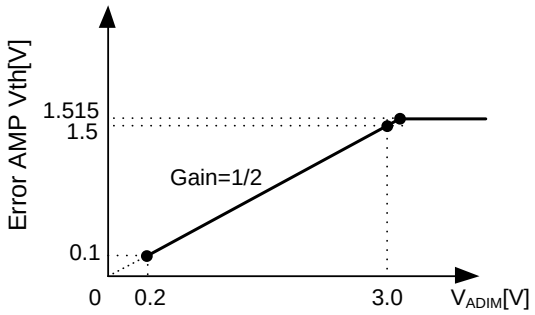


Figure 1. 帰還電圧と V_{ADIM} の関係

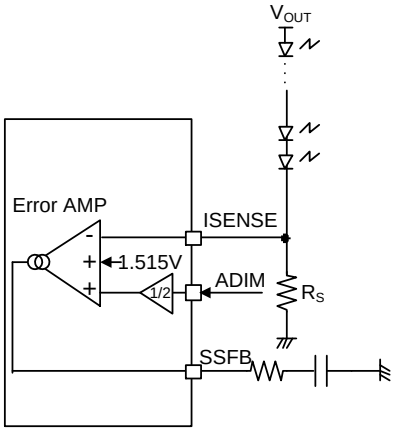


Figure 2. ISENSE 端子回路

Pin11: GND

IC 内部の GND です。

Pin12: GATE

昇圧 MOSFET の Gate 駆動出力用端子で、High レベルは REG90 です。周波数設定は RT 端子に接続する抵抗により設定できます。周波数設定については"DC/DC 発振周波数設定方法について"を参照してください。

Pin13: CS

CS 端子には 2 つの機能があります。

(1)DC/DC カレントモード Feed Back 端子

インダクタに流れる電流を CS 端子に接続されたセンス抵抗 R_{CS} により電圧変換し、この電圧がエラーアンプで設定された電圧と比較され出力パルスを制御します。

(2)インダクタ電流制限(OCP)端子

CS 端子は過電流保護(OCP)を兼ねており、CS 端子電圧が 0.4V 以上となると、スイッチング動作を強制停止させます。次の周期では同じ周期でパルスが出力します。さらに、$V_{CS} \geq 1.0V$ の状態が 4GATE clk 継続すると IC がラッチオフします。上記 OCP で GATE=L であるにも関わらず、昇圧 MOS が破壊するなどして電流が流れ続ける場合に、完全に動作停止します。

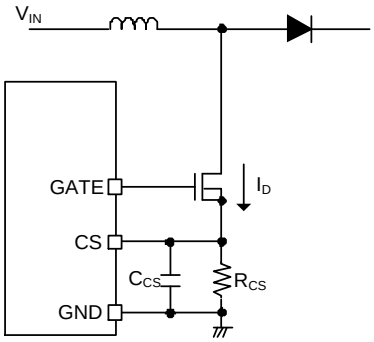


Figure 3. CS 端子回路例

上記 2 機能について、GATE=H になってから 300ns は CS 端子の信号が IC 内部へ入力されないようマスクされる LEB(Lead Edge Blanking)機能が内蔵されており、GATE=H になる瞬間に発生するノイズで誤動作するのを防ぎます。OCP の詳細設定例は"OCP 設定方法／DC/DC 部品電流許容量選定について"を参照してください。上図の容量 C_{CS} を数 μF と大きくした場合、過電流リミッタがかかる NMOS のドレイン電流 I_D が大きくなることに注意をしてください。CS 端子の電圧は I_D に応じて変動しているので、I_D が R_{CS} だけでなく C_{CS} にも流れ込むためです。

Pin14: REG90

9.0V 出力端子です。最大ソース電流は 15mA(Min)です。
安定した 9.0V を出力するためには、VCC は 10.5V 以上で使用してください。
REG90 端子には発振止めセラミック・コンデンサ(1.0μF ~ 10.0μF)を REG90-GND 端子間のできるだけ近い位置に配置してください。

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

絶対最大定格(Ta=25°C)

項　目	記号	定　格	単位
電源電圧	V_{CC}	-0.3 ~ +36	V
SFTON, RT, DUTYP, SSFB, ISENSE, CS 端子電圧	V_{SFTON}, V_{RT}, V_{DUTYP}, V_{SSFB}, V_{ISENSE}, V_{CS}	-0.3 ~ +7	V
REG90 端子電圧	V_{REG90}	-0.3 ~ +13	V
GATE 端子電圧	V_{GATE}	-0.3 ~ +15	V
OVP, ADIM, DUTYON, PWM 端子電圧	V_{OVP}, V_{ADIM}, V_{DUTYON}, V_{PWM}	-0.3~ +20	V
最高接合部温度	Tjmax	150	°C
保存温度範囲	Tstg	- 55 ～ + 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けるようご検討お願いします。

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。

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)*	
SSOP-B14				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	159.6	92.8	°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)*	Ψ_{JT}	13	9	°C/W

(Note 1) JESD51-2A(Still-Air)に準拠。
(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) JESD51-7 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	114.3mm x 76.2mm x 1.57mmt

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	70μm

測定基板	基板材	基板寸法
4 層	FR-4	114.3mm x 76.2mm x 1.6mmt

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	70μm	74.2mm□（正方形）	35μm	74.2mm□（正方形）	70μm

推奨動作条件

項　目	記号	最小	標準	最大	単位
動作温度	Topr	-40	+25	+105	°C
電源電圧	V_{CC}	9.0	24.0	35.0	V
DC/DC 発振周波数	f_{SW}	50	150	2000	kHz
ADIM 入力電圧	V_{ADIM}	0.2	2.0	3.0	V
PWM 入力周波数	f_{PWM}	90	120	2000	Hz
REG90 端子外部容量*(Note 5)*	C_{REG90}	1.0	2.2	10.0	μF
SFTON 端子外部容量	C_{SFTON}	100	470	1000	pF

(Note 5) DC 電圧を印加すると実効的な容量値が大幅に小さくなる特性の部品があり、出力電圧が発振することがあるのでご注意ください。

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

電気的特性 (特に指定のない限り V_{CC}=24V Ta=25°C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
デバイス全体						
動作時回路電流	I_{CC}	-	3	6	mA	V_{PWM}=3.0V
UVLO						
動作電源電圧(VCC)	V_{UVLO_VCC}	6.5	7.5	8.5	V	V_{CC}=Sweep Up
ヒステリシス電圧(VCC)	V_{UHYS_VCC}	150	300	600	mV	V_{CC}=Sweep Down
DC/DC						
ISENSE しきい値電圧 1	V_{LED1}	0.346	0.350	0.354	V	V_{ADIM}=0.7V
ISENSE しきい値電圧 2	V_{LED2}	0.992	1.000	1.008	V	V_{ADIM}=2.0V
ISENSE しきい値電圧 3	V_{LED3}	1.489	1.500	1.511	V	V_{ADIM}=3.0V
ISENSE クランプ電圧	V_{LED4}	1.497	1.515	1.533	V	V_{ADIM}=3.3V (アナログ調光マスク時)
発振周波数	f_{SW}	142.5	150	157.5	kHz	R_{RT}=100kΩ
RT 短絡保護範囲	V_{RT_DET}	-0.3	-	V_{RT_1} x 90%	V	V_{RT}=Sweep Down
RT 端子電圧	V_{RT_1}	-	2.0	-	V	R_{RT}=100kΩ
GATE 端子 MAX Duty 出力	D_{MAX_DUTY}	90	95	99	%	R_{RT}=100kΩ
GATE 端子ソース側 ON 抵抗	R_{ON_GSO}	2.5	5.0	10.0	Ω	
GATE 端子シンク側 ON 抵抗	R_{ON_GSI}	2.0	4.0	8.0	Ω	
SFTON 端子ソース電流	I_{SFTSO}	-37.5	-30.0	-22.5	μA	V_{PWM}=3.0V
SFTON 端子放電抵抗	R_{SFTDIS}	-	1.5	2.5	kΩ	
SSFB ソフトスタート時ソース電流	I_{SSSO}	-13.0	-10.0	-7.0	μA	V_{SSFB}=2.0V
SSFB ソース電流	I_{SSFBSO}	-115	-100	-85	μA	V_{ISENSE}=0.2V, V_{ADIM}=3.0V, V_{SSFB}=1.0V
SSFB シンク電流	I_{SSFBSI}	85	100	115	μA	V_{ISENSE}=2.0V, V_{ADIM}=3.0V, V_{SSFB}=1.0V

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

電気的特性　ー　続き（特に指定が無い限り V_{CC}=24V Ta=25°C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
DC/DC 保護						
OCP 検出電圧	V_{OCP}	360	400	440	mV	V_{CS}=Sweep Up
OCP ラッチオフ検出電圧	V_{OCPOFF}	0.85	1.00	1.15	V	V_{CS}=Sweep Up
OVP 検出電圧	V_{OVP_DET}	2.88	3.00	3.12	V	V_{OVP}=Sweep Up
OVP 検出ヒステリシス	V_{OVP_HYS}	150	200	250	mV	V_{OVP}=Sweep Down
OVP 端子リーク電流	I_{OVP_LK}	-2	0	+2	μA	V_{OVP}=4.0V
LED 保護						
LED OCP 検出電圧	V_{LEDOCP}	2.88	3.00	3.12	V	V_{ISENSE}=Sweep Up
過昇圧検出電圧	V_{FBMAX}	3.84	4.00	4.16	V	V_{SSFB}=Sweep Up
調光						
ADIM 端子リーク電流	I_{ADIM_LK}	-2	0	+2	μA	V_{ADIM}=2.0V
ISENSE 端子リーク電流	I_{ISENSE_LK}	-2	0	+2	μA	V_{ISENSE}=4.0V
REG90						
REG90 出力電圧 1	V_{REG90_1}	8.955	9.000	9.045	V	I_{REG90}=0mA
REG90 出力電圧 2	V_{REG90_2}	8.910	9.000	9.090	V	I_{REG90}=-15mA
REG90 最大ソース電流	I_{REG90_SOMAX}	15	-	-	mA	
REG90_UVLO 検出電圧	V_{REG90_UVDET}	5.22	6.00	6.78	V	V_{REG90}=Sweep Down
PWM						
PWM 端子 H 電圧	V_{PWM_H}	1.5	-	18	V	
PWM 端子 L 電圧	V_{PWM_L}	-0.3	-	+0.8	V	
PWM 端子プルダウン抵抗	R_{PWM}	600	1000	1400	kΩ	V_{PWM}=3.0V
DUTYON						
DUTYON 端子 H 電圧	V_{DTYON_H}	1.5	-	18	V	
DUTYON 端子 L 電圧	V_{DTYON_L}	-0.3	-	+0.8	V	
DUTYON 端子プルダウン抵抗	R_{DTYON}	600	1000	1400	kΩ	V_{DUTYON}=3.0V
Over Duty 保護						
PWM ODP 保護検出 Duty	D_{ODP}	-	35	-	%	f_{PWM}=120Hz,R_{DUTYP}=341kΩ
DUTYP 短絡保護範囲	V_{DUTYP_DET}	-0.3	-	V_{DUTYP_1} x 90%	V	V_{DUTYP}=Sweep Down
DUTYP 端子電圧	V_{DUTYP_1}	-	2.0	-	V	R_{DUTYP}=100kΩ
Timer						
異常検出時間	t_{LATCH}	-	2.5	-	ms	f_{SW}=800kHz
オートリスタート時間	t_{AUTO}	-	163	-	ms	f_{SW}=800kHz

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

特性データ

(参考データ)

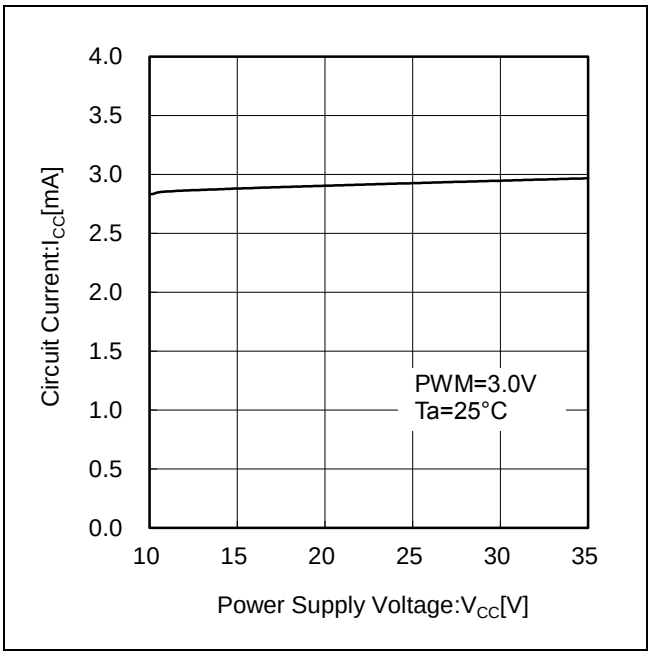


Figure 4. Circuit Current vs Power Supply Voltage

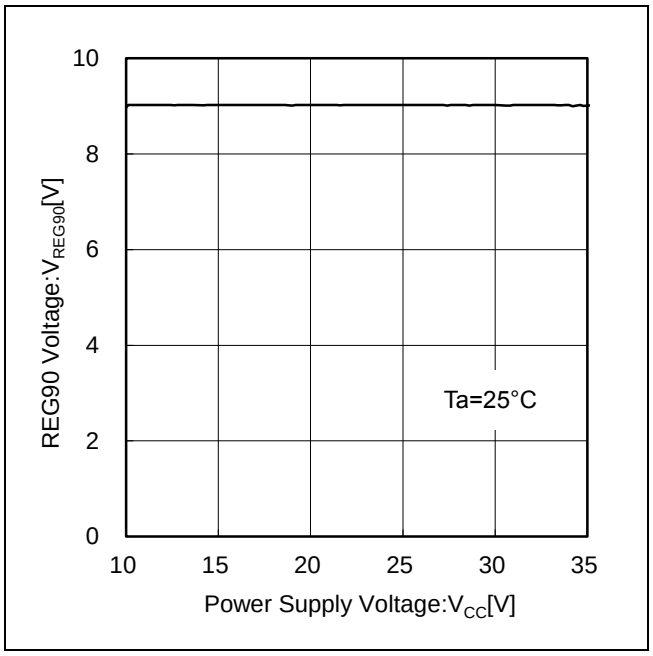


Figure 5. REG90 Voltage vs Power Supply Voltage

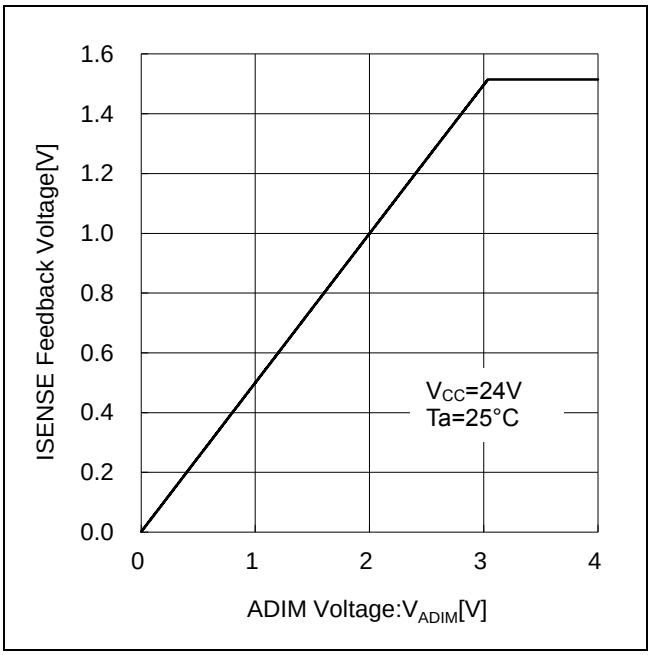


Figure 6. ISENSE Feedback Voltage vs ADIM Voltage

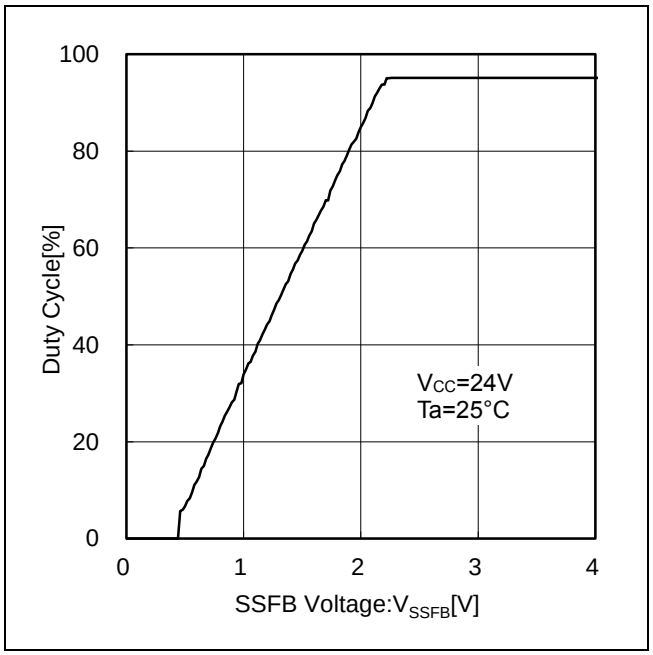


Figure 7. Duty Cycle vs SSFB Voltage

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

保護機能検出条件一覧

特に記載が無い場合、記載値は Typ 値となります。

保護機能	検出端子	検出条件		解除条件	タイマ動作	保護タイプ
		検出端子条件	PWM			
FBMAX	SSFB	V_{SSFB} ≥ 4.0V	H(4clk)	V_{SSFB} < 4.0V	2^{11}clk	Auto-restart（周期的に正常可否判定）
LED OCP	ISENSE	V_{ISENSE} ≥ 3.0V	-	V_{ISENSE} < 3.0V	4clk	Auto-restart（周期的に正常可否判定）
RT GND Short	RT	V_{RT} < V_{RT_1}×90%	-	RT=GND 状態解除	なし	解除で再開
RT High Short	RT	V_{RT} ≥ 5.0V	-	RT=H 状態解除	なし	解除で再開
REG90 UVLO	REG90	V_{REG90} < 6.0V	-	V_{REG90} ≥ 6.5V	なし	解除で再開
VCC UVLO	VCC	V_{CC} < 7.2V	-	V_{CC} ≥ 7.5V	なし	解除で再開
OVP	OVP	V_{OVP} ≥ 3.0V	-	V_{OVP} < 2.8V	4clk	Auto-restart（周期的に正常可否判定）
OCP	CS	V_{CS} ≥ 0.4V	-	-	なし	Pulse by Pulse
OCP LATCH	CS	V_{CS} ≥ 1.0V	-	V_{CS} < 1.0V	4clk	Auto-restart（周期的に正常可否判定）
DUTYP GND Short	DUTYP	V_{DUTYP} < V_{DUTYP_1} x 90%	-	DUTYP=GND 状態解除	なし	解除で再開
DUTYP High Short	DUTYP	V_{DUTYP} ≥ 5.0V	-	DUTYP=H 状態解除	なし	解除で再開
ODP*(Note 1)*	PWM	DUTYON=H and PWM On Duty ≥ Setting Duty by DUTYP resistor	H	-	なし	Cycle by Cycle

表に示す clk 数は DC/DC の発振周波数で換算します。

(Note 1) ODP は PWM=L→H のエッジが入力された時に PWM duty カウント開始、PWM=H→L が入力された時にリセットされます。PWM=100%時には一度 ODP 動作すると再び PWM=H→L が入力されるまで GATE 出力は L を維持します。

保護機能動作一覧

保護機能	保護機能動作			
	DC/DC ゲート出力	SSFB 端子	SFTON 端子	PMOS DUTYON 端子
FBMAX	タイマ動作後停止	タイマ動作後放電	タイマ動作後放電	タイマ動作後 ON
LED OCP	瞬時に停止	タイマ動作後放電	タイマ動作後放電	タイマ動作後 ON
RT GND Short	瞬時に停止	放電しない	放電しない	OPEN
RT High Short	瞬時に停止	放電しない	放電しない	OPEN
REG90 UVLO	瞬時に停止	瞬時に放電	瞬時に放電	OPEN
VCC UVLO	瞬時に停止	瞬時に放電	瞬時に放電	OPEN
OVP	瞬時に停止	タイマ動作後放電	タイマ動作後放電	タイマ動作後 ON
OCP	瞬時に停止	放電しない	放電しない	OPEN
OCP LATCH	タイマ動作後停止	タイマ動作後放電	タイマ動作後放電	タイマ動作後 ON
DUTYP GND Short	瞬時に停止	放電しない	放電しない	OPEN
DUTYP High Short	瞬時に停止	放電しない	放電しない	OPEN
ODP	瞬時に L	放電しない	放電しない	OPEN

詳細は"タイミングチャート"を参照してください。

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

タイミングチャート

特に記載が無い場合、記載値は Typ 値となります。

1 PWM 起動時

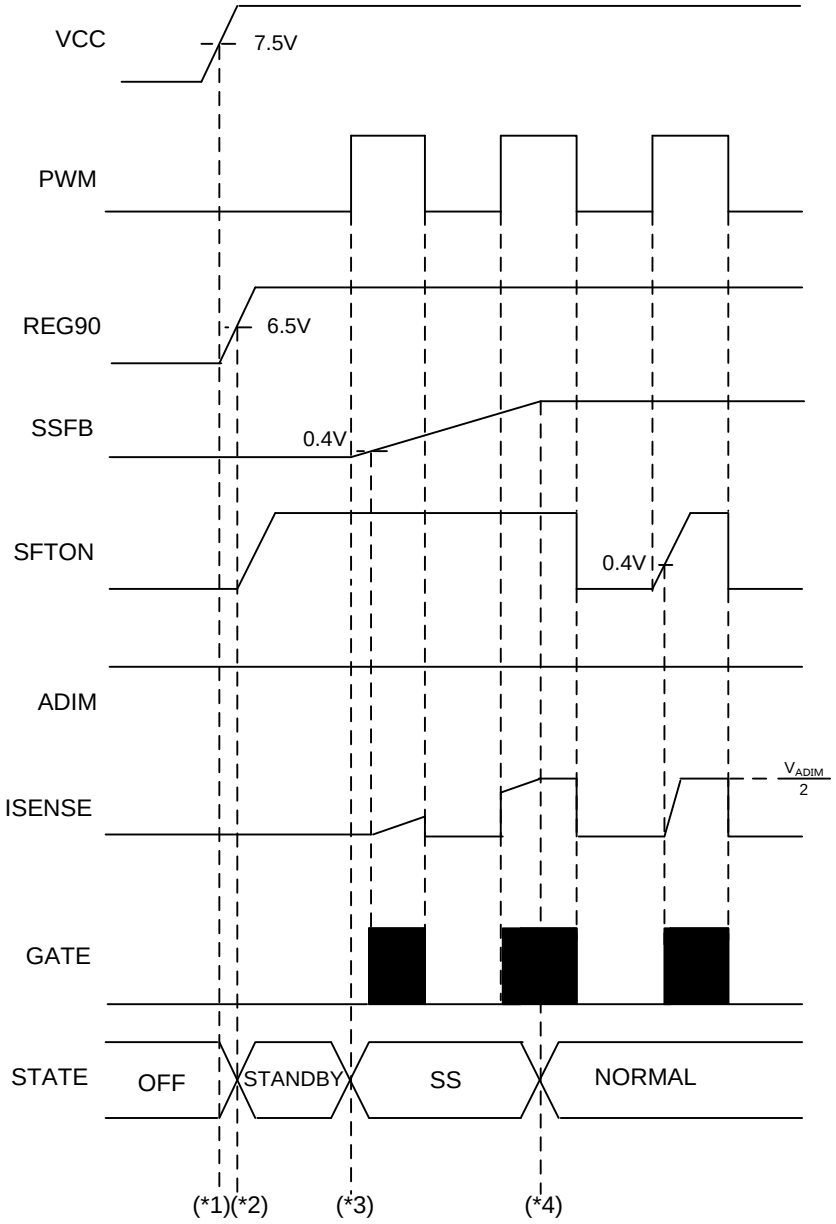


Figure 8. PWM 起動時

(*1) VCC が 7.5V になれば REG90 が起動します。PWM 信号が入力されていない状態では SSFB 端子が充電されず、昇圧も開始されません。
(*2) REG90 が 6.5V 以上になればリセット信号が解除されます。
(*3) PWM=L→H のエッジで SSFB 端子の充電がスタートし、ソフトスタート区間が始まります。SSFB 端子または SFTON 端子が 0.4V 未満の場合、GATE のパルスは出力しません。SSFB 端子は PWM や OVP のレベルに関わらず、充電を継続します。
(*4) ISENSE 端子の電圧 V_{ISENSE} が $V_{ISENSE} = V_{ADIM}/2$ になれば、ソフトスタート区間が終了し、V_{OUT}(LED アノード電圧)は設定した LED 電流の流れる電圧まで昇圧しています。

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

タイミングチャート　ー　続き

2　消灯終了時

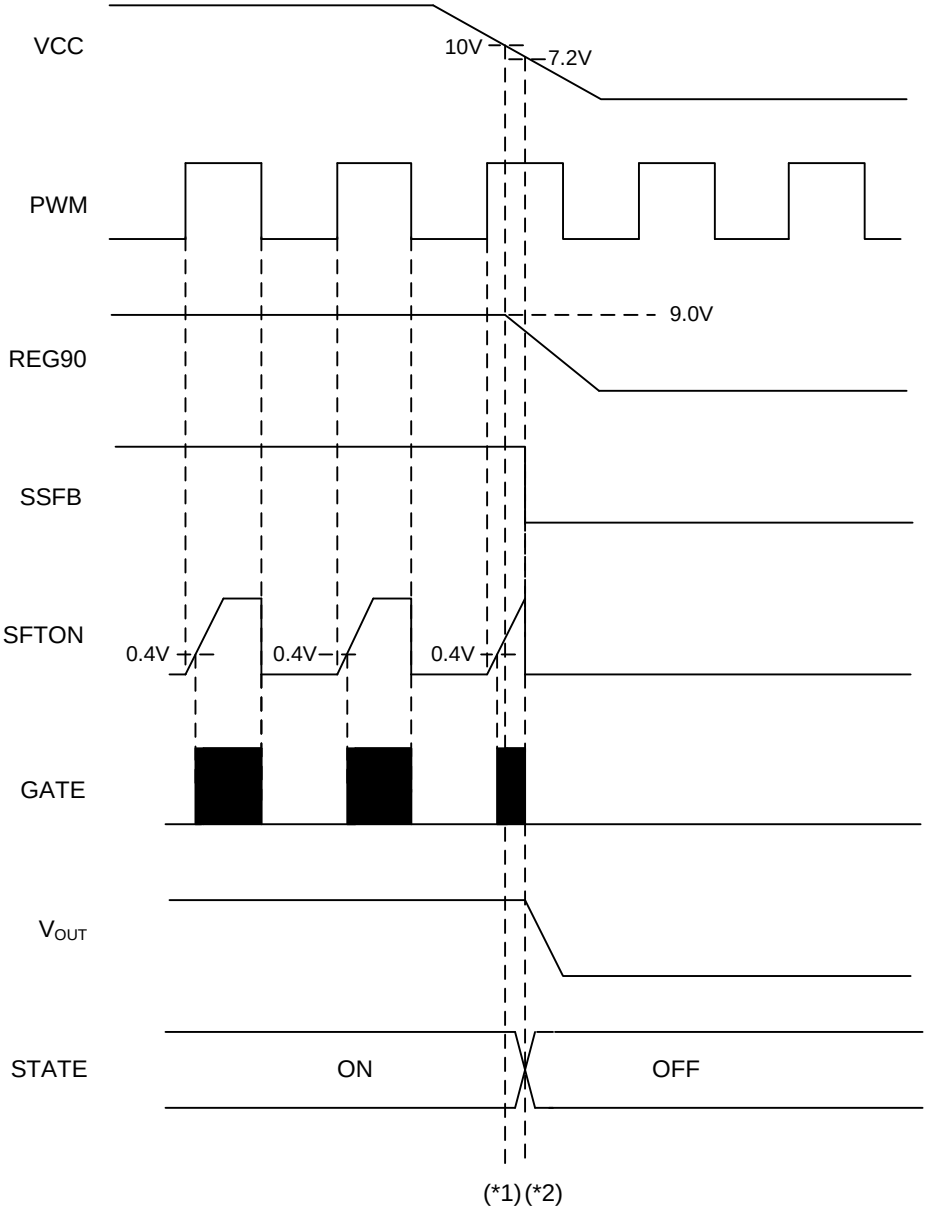


Figure 9. 消灯終了時

(*1) V_{CC} が 10.0V 未満になると、V_{REG90} =9V を維持出来なくなります。
(*2) V_{CC} が 7.2V 未満になると、昇圧動作がストップし IC は OFF します。

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

タイミングチャート　ー　続き

3　ソフトスタートの動作

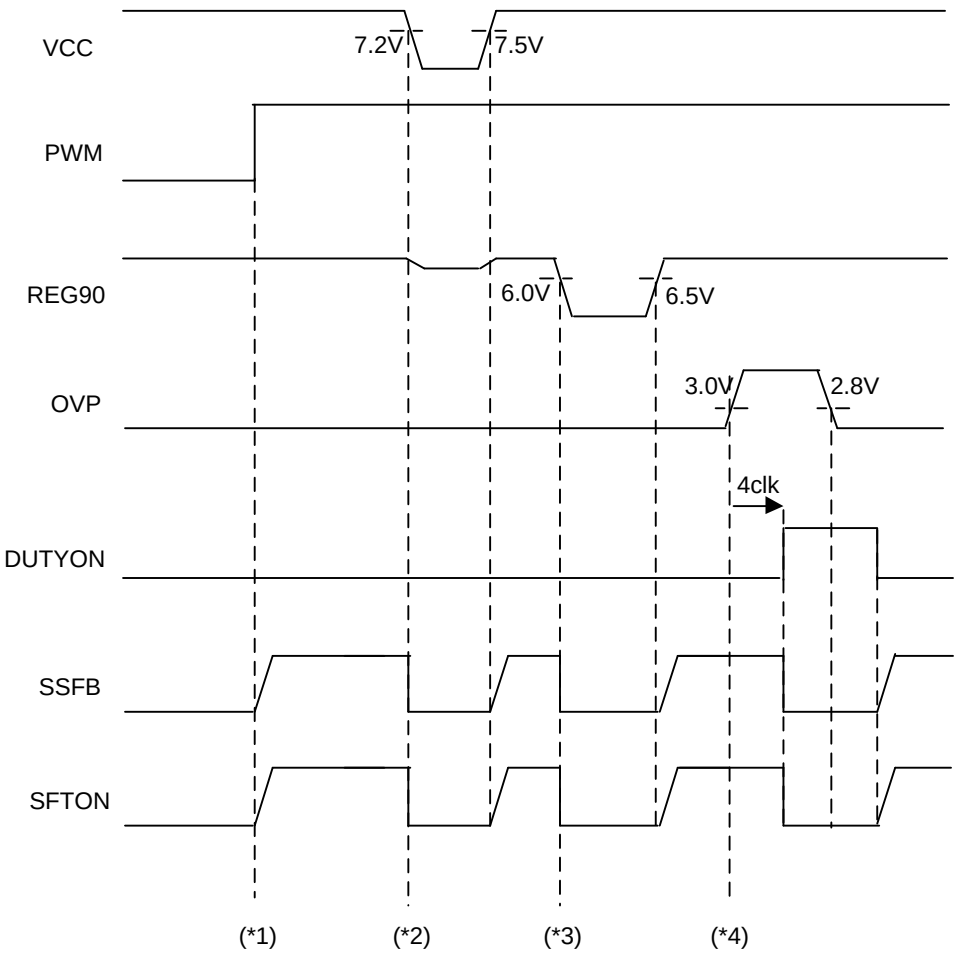


Figure 10. ソフトスタート機能

(*1) VCC が 7.5V になっただけでは SSFB 端子と SFTON 端子の充電はスタートしません。PWM=H となればソフトスタートが開始します。SSFB 端子もしくは SFTON 端子の電圧が低いときは GATE 端子の duty が制限されます。SSFB 端子もしくは SFTON 端子が 0.4V 未満ではパルスを出力しません。
(*2) VCC 電圧が 7.2V 未満になると、SSFB 端子と SFTON 端子は放電されます。
(*3) REG90 電圧が 6.0V 未満になると、SSFB 端子と SFTON 端子は放電されます。
(*4) OVP 検出などラッチ OFF に至る異常検出は、ラッチ OFF してはじめて SSFB 端子と SFTON 端子は放電されます。

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

タイミングチャート　ー　続き

4　OVP 検出

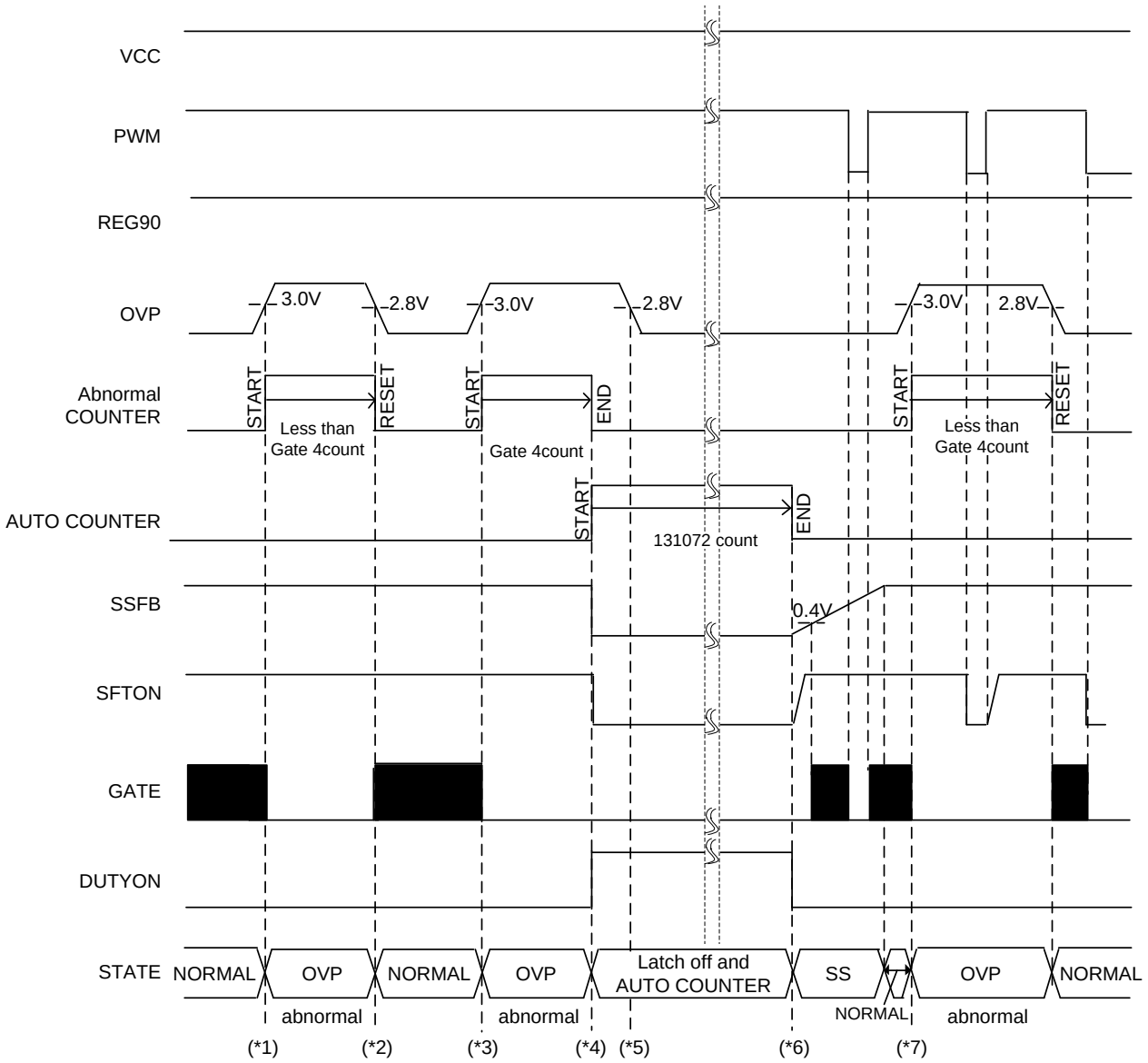


Figure 11. OVP 検出

(*1) OVP を検出すると GATE=L となり、異常カウンタスタートします。
(*2) GATE 周波数 4clk 未満に OVP が解除した場合、昇圧動作を再開します。
(*3) 再び OVP を検出すると昇圧動作を停止します。
(*4) 異常カウンタが 4 カウントするまで OVP 検出が継続した場合､IC がラッチオフします｡IC がラッチオフした後、オートカウンタがカウントスタートします。
(*5) IC のラッチオフ後、OVP が解除しても昇圧動作は再開しません。
(*6) オートカウンタが 131072clk(2^{17}clk)に達するとオートリスタートします。オートリスタートの間隔は RT 端子の外部抵抗によって計算できます｡(“異常判定時間､オートリスタート時間設定方法について”を参照してください｡)
(*7) OVP 検出の動作は PWM の論理と関係ありません。

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

タイミングチャート　ー　続き

5　FBMAX 検出

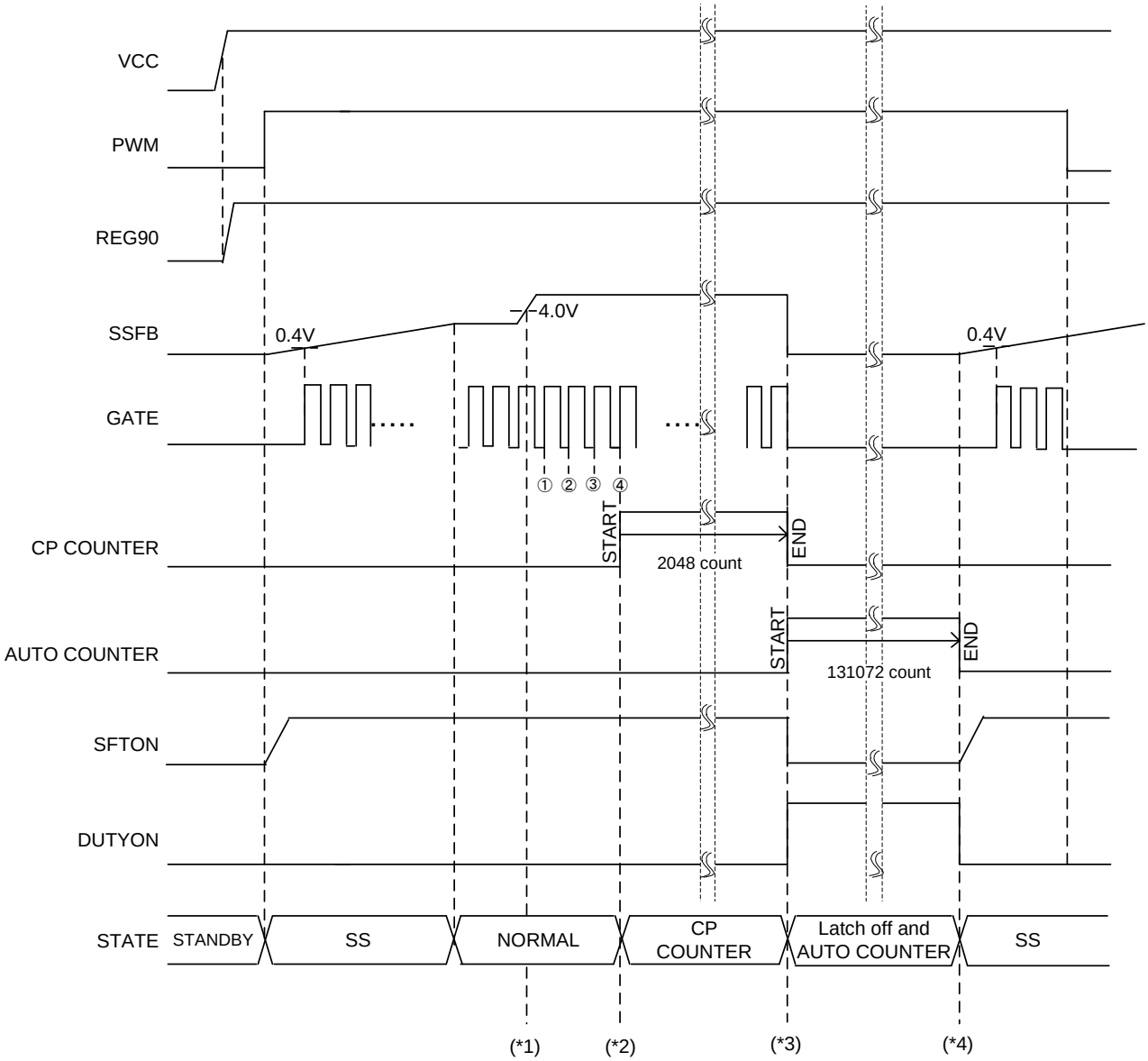


Figure 12. FBMAX 検出

(*1) PWM=H かつ SSFB=H(V_{SSFB} ≧ 4.0V)のとき、異常カウンタはすぐには開始しません。
(*2) PWM=H と SSFB=H 検出が GATE 周波数で 4clk 続くと、異常判定カウンタ(CP カウンタ)がカウントスタートします。一度カウント開始すると、SSFB レベルのみモニタされます。
(*3) FBMAX 検出が CP カウント 2048clk(2^{11}clk)に達するまで続くと、IC がラッチオフします。ラッチオフ時間は RT 端子の外部抵抗によって計算できます。(“異常判定時間、オートリスタート時間設定方法について”を参照してください。)
(*4) オートカウンタが 131072clk(2^{17}clk)に達するとオートリスタートします。オートリスタート時間は RT 端子の外部抵抗によって計算できます。(“異常判定時間、オートリスタート時間設定方法について”を参照してください。)

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

タイミングチャート　ー　続き

6　LED OCP 検出

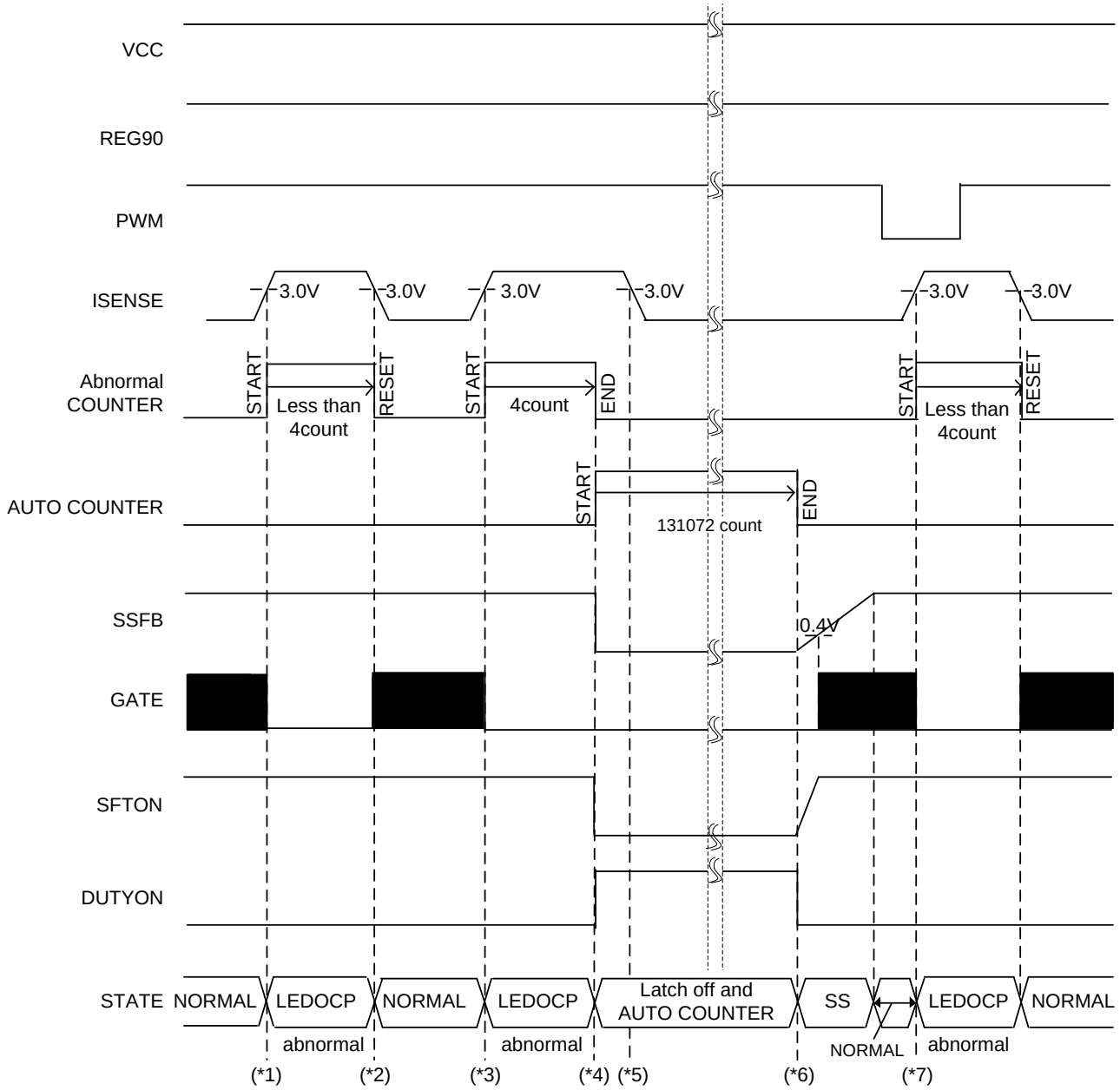


Figure 13. LED OCP 検出

(*1) V_{ISENSE} ≥ 3.0V になり、LED OCP を検出すると、GATE=L となります。
(*2) GATE 周波数 4clk 以内に LED OCP が解除した場合、昇圧動作を再開します。
(*3) 再び LED OCP を検出すると昇圧動作を停止します。
(*4) GATE 周波数で 4clk LED OCP が継続すると、IC はラッチオフします。ラッチオフ後、オートカウンタがスタートします。
(*5) 一度 IC がラッチオフすると、LED OCP が解除しても昇圧動作は再開しません。
(*6) オートカウンタが 131072clk(2^{17}clk)に達すると IC はオートリスタートします。オートリスタート時間は RT 端子の外部抵抗によって計算できます。(“異常判定時間、オートリスタート時間設定方法について”を参照してください。)
(*7) LED OCP 検出の動作は PWM の論理と関係ありません。

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

応用回路例

BD9408FV を使用したアプリケーション例を紹介します。

1 基本アプリケーション例

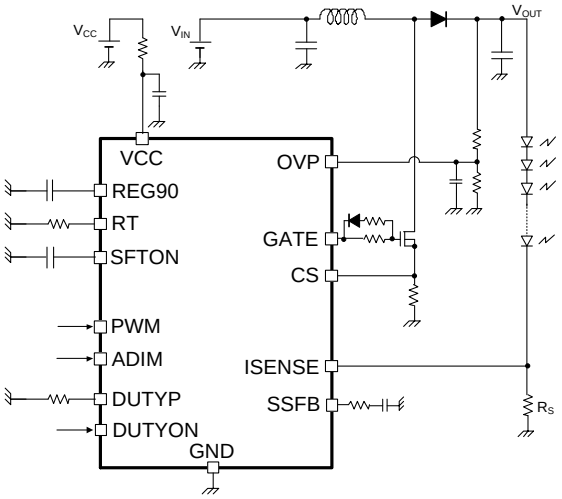


Figure 14. 基本アプリケーション例

2 アナログ調光のみ／PWM 調光のみの場合

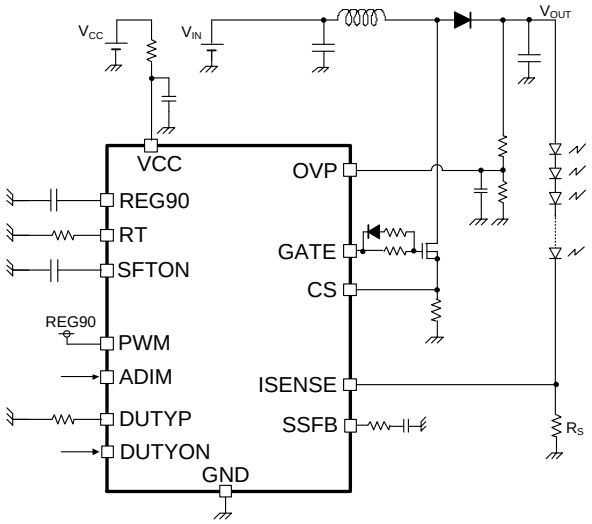


Figure 15. アナログ調光のみの回路例

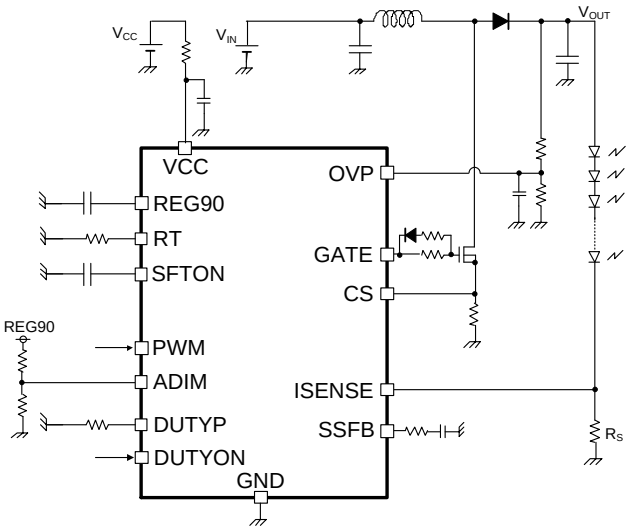


Figure 16. PWM 調光のみの回路例

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

アプリケーション部品選定方法

特に記載が無い場合、記載値は Typ 値となります。

1 起動動作と SSFB 端子容量設定方法について

本 IC の起動時シーケンス動作説明を示します。

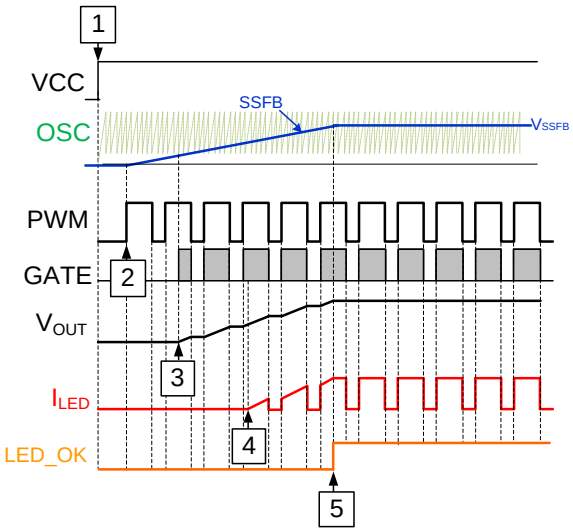


Figure 17. 起動時波形

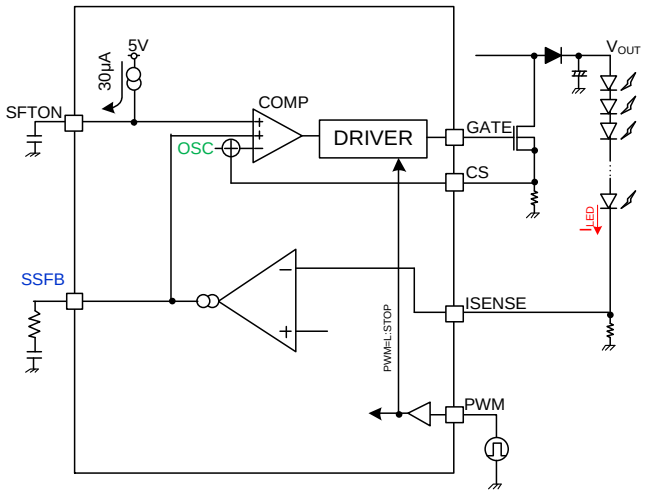


Figure 18. 起動時回路動作

(1)起動時シーケンスについて

1. V_{CC}=7.5V で基準電圧 REG90 が起動します。
2. 最初の PWM=H のタイミングで SSFB がチャージ開始します。
3. SSFB が IC 内部ノコギリ波の下限に達すると、GATE 端子のパルスが発生し、V_{OUT} の昇圧が始まります。
4. V_{OUT} が昇圧され、LED 電流が流れ始める電圧に達します。
5. LED 電流が一定電流以上流れたら、起動動作完了します。

(2)SSFB 端子の容量設定方法

前述のシーケンスによると、起動時間は LED 電流が一定電流以上流れるまでの時間と考えることができます。起動時間は次式で表されます。

$$t_{SSFB} = \frac{C_{SSFB} \times V_{SSFB}}{I_{SSFB}} \quad [s]$$

t_{SSFB} : 起動時間
C_{SSFB} : SSFB 端子外部容量
V_{SSFB} : SSFB 端子電圧
I_{SSFB} : SSFB ソース電流

C_{SSFB} を小さくしすぎると起動時にインダクタへ突入電流が流れます。逆に、C_{SSFB} を大きくしすぎると段階的に LED が点灯します。C_{SSFB} は求められる特性によって設定する定数が異なり、昇圧比・出力容量・DC/DC 発振周波数・LED 電流などの要因でも異なりますので、実機にてご確認ください。

[設定例]

C_{SSFB}=0.1μF、V_{SSFB}=3.7V、I_{SSFB}=10μA とした場合、起動時間 t_{SSFB} は次式で表されます。

$$t_{SSFB} = \frac{0.1\times10^{-6}\times3.7}{10\times10^{-6}} = 0.037 \quad [s]$$

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

アプリケーション部品選定方法　－　続き

2　SOFTON 外部容量設定方法について

PWM=L→H 時の LED 電流のソフトスタート時間を設定します。外部容量の C_{SFTON} は 30.0μA の定電流で充電されます。SFTON 端子の電圧が 0V から SSFB 端子電圧までの区間は、GATE 端子のスイッチングデューティは SFTON 端子の電圧に応じて制限されます。したがって、ソフトオン動作区間は次式で表されます。

$$t_{SFTON} = \frac{C_{SFTON} \times V_{SSFB}}{30 \times 10^{-6}} \quad [s]$$

t_{SFTON} ：ソフトオン動作区間
C_{SFTON} ：SFTON 端子外部容量
V_{SSFB} ：SSFB 端子電圧

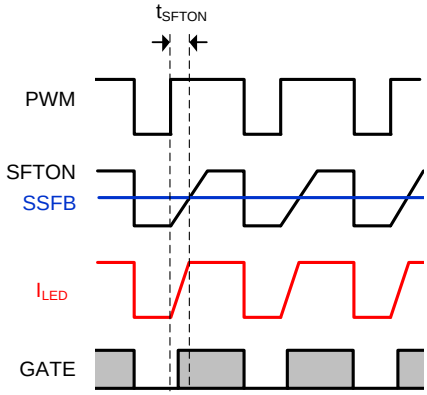


Figure 19. ソフトオン機能

[設定例]
C_{SFTON}=1000pF、V_{SSFB} =3V とした場合ソフトオン動作区間は次式で表されます。

$$t_{SFTON} = \frac{1000 \times 10^{-12} \times 3}{30 \times 10^{-6}} = 100 \times 10^{-6} \quad [s]$$

3　VCC 直列抵抗設定方法について

VCC へ直列抵抗 R_{VCC} を挿入することにより、次のような効果があります。

(1)　VCC 電圧をドロップさせるため、IC の発熱を抑制することができる。
(2)　VCC への流入電流を制限することができる。ただし、抵抗値 R_{VCC} を大きくしすぎると、V_{CC} < 9V（動作最小電源電圧）となってしまうため、R_{VCC} は適切な直列抵抗を設定する必要があります。

右図のように、IC の流入電流 I_{IN} には
●IC の回路電流…I_{CC}
●DC/DC DRIVER へ流れる電流…I_{DCDC}
●REG90 へ接続されている負荷 R_{REG} への電流…I_{REG}
などの経路があります。これらによって R_{VCC} に発生する電圧 ΔV が決定します。
その時の VCC 端子の電圧は次式で表されます。

$$V_{CC} = V_{IN} - (I_{CC} + I_{DCDC} + I_{REG}) \times R_{VCC} \geq 9 \quad [V]$$

ここで判定基準の 9V は IC の動作最小電圧です。
VCC 直列抵抗を設定する際には十分マージンを考慮してください。

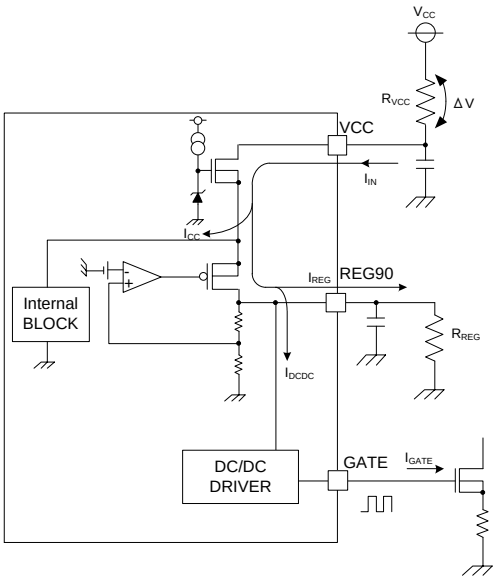


Figure 20. VCC 直列抵抗回路

[設定例]
上記式を変形すると次式で表されます。

$$R_{VCC} = \frac{V_{IN} - 9}{I_{CC} + I_{DCDC} + I_{REG}}$$

V_{IN}=24V、I_{CC}=3.0mA、I_{DCDC}=2.0mA、I_{REG}=0.9mA(R_{REG}=10kΩ)とした場合、R_{VCC} は次式で表されます。

$$R_{VCC} = \frac{24-9}{(0.003+0.002+0.0009) \times 1000} = 2.54 \quad [k\Omega]$$

各値の代入に関しては、ばらつきとマージンを考慮し設定してください。

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

アプリケーション部品選定方法 ー 続き

4 LED 電流設定方法について

LED 電流は ISENSE 端子外部抵抗と ADIM 端子電圧で設定され、次式で表されます。

DC 調光あり時(V_{ADIM} < 3.03V)

$$R_S = \frac{1}{2} \times \frac{V_{ADIM}}{I_{LED}} \quad [\Omega]$$

R_S：ISENSE 端子外部抵抗
V_{ADIM}：ADIM 端子電圧
I_{LED}：LED 電流

DC 調光なし時(V_{ADIM} ≥ 3.03V)

$$R_S = \frac{1}{2} \times \frac{3.03}{I_{LED}} \quad [\Omega]$$

[設定例]
I_{LED}=200mA、V_{ADIM}=2.0V とした場合、R_S は次式で表されます。

$$R_S = \frac{1}{2} \times \frac{V_{ADIM}}{I_{LED}} = \frac{1}{2} \times \frac{2.0}{0.2} = 5 \quad [\Omega]$$

5 DC/DC 発振周波数設定方法について

DC/DC 発振周波数は RT 端子に接続された抵抗で設定され、次式で表されます。

$$R_{RT} = \frac{15000}{f_{SW} \times 10^{-3}} \quad [k\Omega]$$

R_{RT}：RT 端子外部抵抗
f_{SW}：DC/DC 発振周波数

[設定例]
f_{SW}=200kHz とした場合 R_{RT} は次式で表されます。

$$R_{RT} = \frac{15000}{f_{SW} \times 10^{-3}} = \frac{15000}{200 \times 10^3 \times 10^{-3}} = 75 \quad [k\Omega]$$

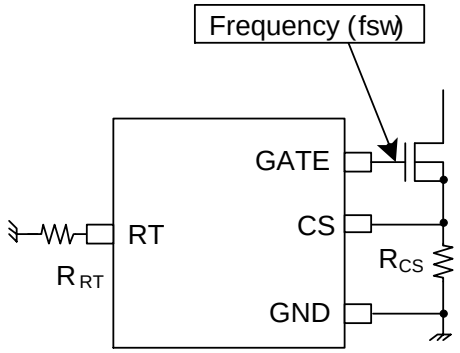


Figure 21. RT 端子設定

6 ODP 設定方法について

ODP 検出 duty は DUTYP 端子外部抵抗 R_{DUTYP} で設定され、次式で表されます。

$$R_{DUTYP} = \frac{1172 \times ODP_{DUTY}}{f_{PWM}} \quad [k\Omega]$$

R_{DUTYP}：DUTYP 端子外部抵抗
ODP_{DUTY}：ODP 検出 duty [%]
f_{PWM}：LED 調光周波数

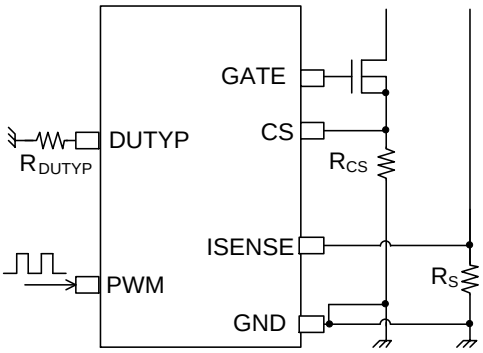


Figure 22. ODP 設定

[設定例]

f_{PWM}=120Hz、ODP_{DUTY}=35%の場合 R_{DUTYP} は次式で表されます。

$$R_{DUTYP} = \frac{1172 \times 35}{120} = 341.8 \quad [k\Omega]$$

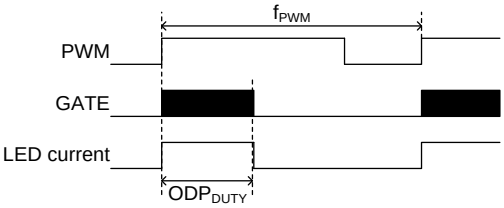


Figure 23. PWM 調光(ODP)時波形

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

アプリケーション部品選定方法 ー 続き

7 OVP 設定方法について

OVP 端子は出力電圧の過電圧保護の入力端子です。
OVP 端子は High impedance 端子となっており、内部で抵抗プルダウンをしていません。
よって OPEN 状態では電位が定まらないので、OVP 機能を使用しない場合でも入力電圧の設定をしてください。

(1)OVP 検出電圧設定式

V_{OUT} 異常昇圧による OVP 検出電圧は OVP 端子外部抵抗で設定され、抵抗値は次式で表されます。

$$R_1 = R_2 \times \frac{(V_{OVPOUT} - 3.0)}{3.0} \quad [\Omega]$$

V_{OVPOUT} ：V_{OUT} での OVP 検出電圧
R_1 ：OVP 端子-V_{OUT} 間抵抗
R_2 ：OVP 端子-GND 間抵抗

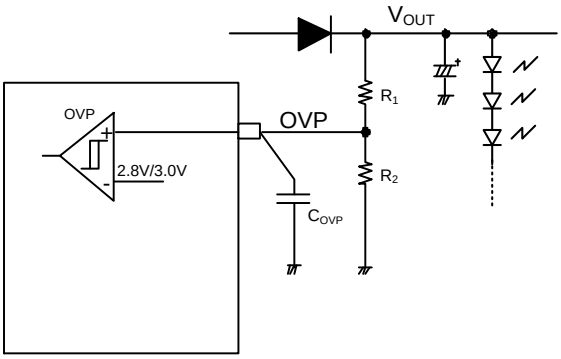


Figure 24. OVP 設定例

(2)OVP 解除設定式

OVP 解除電圧 V_{OVPCAN} は次式で表されます。

$$V_{OVPCAN} = 2.8V \times \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} \quad [V]$$

V_{OVPCAN} ：OVP 解除電圧

[設定例]

V_{OUT}=40V、V_{OVPOUT}=48V、R_2=10kΩ とした場合の R_1 は次式で表されます。

$$R_1 = R_2 \times \frac{(V_{OVPOUT} - 3.0)}{3.0} = 10 \times 10^3 \times \frac{(48-3)}{3} = 150 \times 10^3 \quad [\Omega]$$

この R_1、R_2 で設定としたときの OVP 解除電圧 V_{OVPCAN} は次式で表されます。

$$V_{OVPCAN} = 2.8 \times \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} = 2.8 \times \frac{(150 \times 10^3 + 10 \times 10^3)}{10 \times 10^3} = 44.8 \quad [V]$$

8 異常判定時間、オートリスタート時間設定方法について

過昇圧保護(FBMAX)に関して異常判定カウンタ(CP カウンタ)が内蔵されており、RT 端子により設定したクロック周波数をカウントすることで異常判定時間を設定しています。異常を検出してからラッチ OFF、オートリスタートするまでの動作は“タイミングチャート”を参照してください。

V_{SSFB} ≧ 4.0V かつ PWM=H が GATE 端子の 4clk 継続したタイミングから異常判定をカウントします。その後は SSFB のみを検出し、次式の時間が経過するとラッチ OFF します。

$$t_{LATCH} = 2^{11} \times \frac{R_{RT}}{1.5 \times 10^{10}} = 2048 \times \frac{R_{RT}}{1.5 \times 10^{10}} \quad [s]$$

$$t_{AUTO} = 2^{17} \times \frac{R_{RT}}{1.5 \times 10^{10}} = 131072 \times \frac{R_{RT}}{1.5 \times 10^{10}} \quad [s]$$

t_{LATCH} ：ラッチ状態になるまでの時間
t_{AUTO} ：オートリスタート時間
R_{RT} ：RT 端子外部抵抗

[設定例]

R_{RT}=100kΩ 時の t_{LATCH}, t_{AUTO} は次式で表されます。

$$t_{LATCH} = 2048 \times \frac{100 \times 10^3}{1.5 \times 10^{10}} = 13.7 \quad [ms]$$

$$t_{AUTO} = 131072 \times \frac{100 \times 10^3}{1.5 \times 10^{10}} = 873.8 \quad [ms]$$

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

アプリケーション部品選定方法 ー 続き

9 OCP 設定方法／DC/DC 部品電流許容量選定について

OCP 検出は $V_{CS} \geq 0.4V$ となる場合にスイッチングを停止させます。よってコイル電流を算出してから CS 端子の抵抗値 R_{CS} を検討する必要があります。また DC/DC 外付け部品の電流許容量はこのコイルに流れる Peak 電流超の許容量が必要となります。下記に電流連続モードを例にコイル電流の Peak 電流算出方法と CS 端子外部抵抗 R_{CS} の選定方法及び、DC/DC 外付け部品の電流許容量選定方法を示します。

（インダクタピーク電流 I_{PEAK} の算出方法：電流連続モード時）

まず CS 端子に発生するリップル電圧は DC/DC のアプリケーション条件で決まります。インダクタ平均入力電流は次式で表されます。

$$I_{IN} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times \eta \times 10^{-2}} \quad [A]$$

I_{IN}：インダクタ平均入力電流
V_{OUT}：DC/DC 出力電圧
I_{OUT}：LED 総和電流
V_{IN}：DC/DC 入力電圧
η：DC/DC 効率[%]

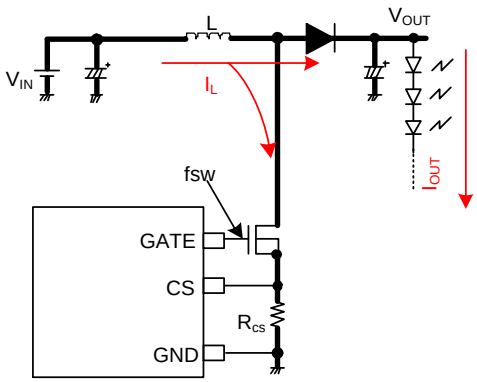


Figure 25. インダクタピーク電流算出方法

また DC/DC 駆動動作により、インダクタ L に発生するインダクタリップル電流 ΔI_L[A]は次式で表されます。

$$\Delta I_L = \frac{(V_{OUT} - V_{IN}) \times V_{IN}}{L \times V_{OUT} \times f_{SW}} \quad [A]$$

ΔI_L：インダクタリップル電流
L：インダクタ値
f_{SW}：DC/DC 発振周波数

一方インダクタピーク電流は次式で表されます。

$$I_{PEAK} = I_{IN} + \frac{\Delta I_L}{2} \quad [A] \qquad (1)$$

I_{PEAK}：インダクタピーク電流

よってリップル電流下限値 I_{MIN} は次式で表されます。

$$I_{MIN} = I_{IN} - \frac{\Delta I_L}{2} \quad or \quad 0 \quad [A]$$

I_{MIN}：インダクタリップル電流下限値

$I_{MIN} > 0$ を満たす動作を電流連続モード(CCM: Continuous Current Mode)、満たさない場合を電流不連続モード DCM(Discontinuous Current Mode)と呼びます。

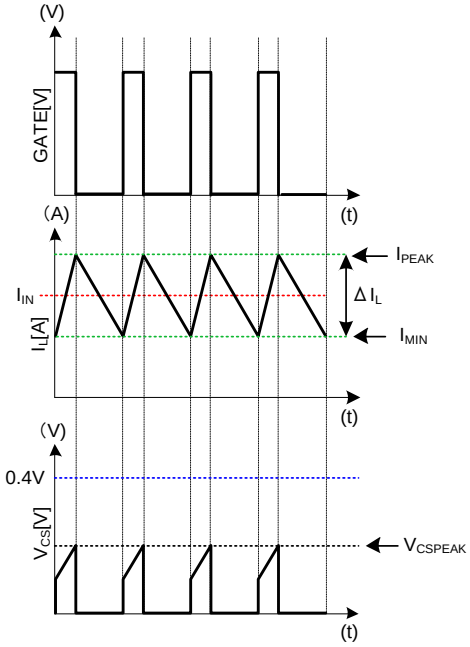


Figure 26. コイル電流波形

（R_{CS} の選定方法：電流連続モード時）

R_{CS} にはこの I_{PEAK} 電流が流れ込み、CS 端子に電圧が発生します。（右記タイミングチャート参照）
ピーク電圧 V_{CSPEAK} は次式で表されます。

$$V_{CSPEAK} = R_{CS} \times I_{PEAK} \quad [V]$$

V_{CSPEAK}：CS 端子ピーク電圧

この V_{CSPEAK} 電圧が 0.4V に達すると DC/DC 出力を停止させます。よって R_{CS} 値を選定する際には下記条件を満たす必要があります。

$$R_{CS} \times I_{PEAK} \ll 0.4 \quad [V]$$

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

アプリケーション部品選定方法　ー　続き

（DC/DC 外付け部品電流許容量選定方法）
CS 電圧が OCP レベル 0.4V に達するときのピーク電流は次式で表されます。

$$I_{PEAK_DET} = \frac{0.4}{R_{CS}} \quad [A] \qquad (2)$$

I_{PEAK_DET}：インダクタピーク電流(V_{CS}=0.4V 時)

I_{PEAK}((1)式)、I_{PEAK_DET} ((2)式)、部品の電流許容量の関係は次式を満たす必要があります。

$$I_{PEAK} \ll I_{PEAK_DET} \ll \text{部品の電流許容量}$$

上記式の条件を満たすように DC/DC アプリケーション部品の FET、インダクタ、ダイオード等の選定が必要です。

[設定例]
V_{OUT}=40V、I_{OUT}=0.48A、V_{IN}=24V、η=90%とすると、I_{IN} は次式で表されます。

$$I_{IN} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times \eta \times 10^{-2}} = \frac{40 \times 0.48}{24 \times 90 \times 10^{-2}} = 0.89 \quad [A]$$

f_{SW}=200kHz、L=100μH とした場合の ΔI_L は次式で表されます。

$$\Delta I_L = \frac{(V_{OUT} - V_{IN}) \times V_{IN}}{L \times V_{OUT} \times f_{SW}} = \frac{(40-24) \times 24}{100 \times 10^{-6} \times 40 \times 200 \times 10^3} = 0.48 \quad [A]$$

よってインダクタピーク電流 I_{PEAK} は

$$I_{PEAK} = I_{IN} + \frac{\Delta I_L}{2} = 0.89 + \frac{0.48}{2} = 1.13 \quad [A]$$

となります。
R_{CS} を 0.3Ω と設定した場合では、

$$V_{CSPEAK} = R_{CS} \times I_{PEAK} = 0.3 \times 1.13 = 0.339 \ll 0.4 \quad [V]$$

となり、条件を満たします。
このとき OCP が検出される I_{PEAK_DET} 電流は

$$I_{PEAK_DET} = \frac{0.4}{R_{CS}} = \frac{0.4}{0.3} = 1.33 \quad [A]$$

であり、使用部品の電流許容量が 2A であるならば、

$$I_{PEAK} \ll I_{PEAK_DET} \ll \text{部品の電流容量} = 1.13 \ll 1.33 \ll 2.0 \quad [A]$$

よって、上記条件を満たすので、部品の選定は問題ありません。
また、I_L のリップル電流下限値 I_{MIN} は次式で表されます。

$$I_{MIN} = I_{IN} - \frac{\Delta I_L}{2} = 0.89 - 0.24 = 0.65 \gg 0 \quad [A]$$

となり、不連続モードにはなりません。

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

アプリケーション部品選定方法 － 続き

10 インダクタの選定について

インダクタ値は、"OCP 設定方法／DC/DC 部品電流許容量選定について"に示すように、入力リップル電流に大きく影響します。

$$\Delta I_L = \frac{(V_{OUT}-V_{IN})\times V_{IN}}{L\times V_{OUT}\times f_{SW}} \quad [A]$$

$$I_{IN} = \frac{V_{OUT}\times I_{OUT}}{V_{IN}\times \eta\times 10^{-2}} \quad [A]$$

$$I_{PEAK} = I_{IN} + \frac{\Delta I_L}{2} \quad [A]$$

L：インダクダンス値
V_{OUT}：DC/DC 出力電圧
V_{IN}：入力電圧
I_{OUT}：出力負荷電流（LED 電流の総和）
I_{IN}：入力電流
f_{SW}：発振周波数

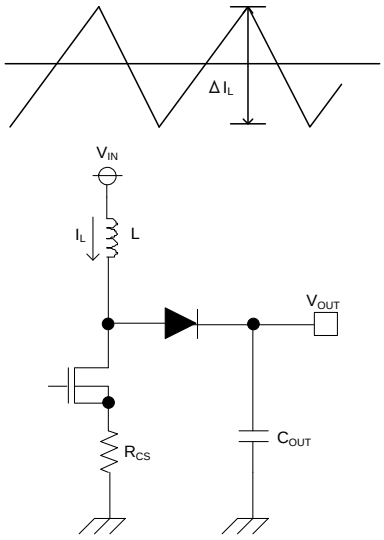


Figure 27. インダクタ電流の波形と回路図

電流連続モードならば、ΔI_L は出力負荷電流の 30%~50%程度となるように設定することが多いです。インダクタの値が小さくなれば、動作モードは周期毎にコイル電流が 0 になる電流不連続モードになります。
インダクタの定格電流値を超える電流をコイルに流すと、インダクタが磁気飽和を起こし、効率が低下します。ピーク電流がインダクタの定格電流値を超えないように充分なマージンを持って選定してください。
インダクタでの損失を少なくし、効率を良くするため、抵抗成分(DCR, ACR)の低いインダクタを選定してください。

11 出力コンデンサの選定について

出力コンデンサは、容量値 C_{OUT} や等価直列抵抗 R_{ESR} を考慮してください。R_{ESR} はリップル電圧を平滑化するために十分小さい必要があります。
出力リップル電圧 ΔV_{OUT} は次式で表されます。

$$\Delta V_{OUT} = \Delta I_L \times R_{ESR} \quad [V]$$

ΔV_{OUT}：出力リップル電圧
ΔI_L：LED リップル電流
R_{ESR}：出力コンデンサの等価直列抵抗

MOS が OFF してコイル電流が出力コンデンサに充電している区間に、特に出力リップルが発生します。出力リップル電圧が大きいと、それによって LED 電流のリップルが大きくなります。

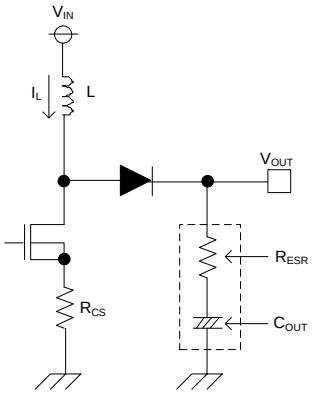


Figure 28. 出力コンデンサの回路図

コンデンサの定格は、出力電圧に対して十分なマージンを持って選定してください。
電解コンデンサを使用する場合には、許容電流に対しても十分なマージンが必要となります。特に LED を PWM 調光する場合には過度的に設定 LED 電流よりも大きな電流が流れるので注意してください。

12 MOSFET の選定について

絶対最大定格が V_{OVPOUT}(V_{OUT} での OVP 検出電圧)+V_F(整流用ダイオードの順方向電圧)超のものであれば問題ありません。定格電流の推奨は過電流保護設定超です。高速スイッチングを実現するため、ゲート容量(注入電荷量)の小さいものを選定してください。ON 抵抗が小さいものを選ぶと高効率が得られます。

13 整流用ダイオードの選定について

L の定格電流以上の電流能力、V_{OVPOUT} 超の逆耐圧をもつショットキーバリアダイオードで、特に順方向電圧 V_F の低いものを選定してください。

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

アプリケーション部品選定方法 ー 続き

14 位相補償設定方法について

電流モード制御の DC/DC コンバータでは、出力コンデンサと出力抵抗(=LED 電流)からなる CR フィルタによるポール f_P(位相遅れ)と出力コンデンサとコンデンサの ESR によるゼロ(位相進み)f_Z が 1 つずつ存在します。
さらに、昇圧 DC/DC コンバータには固有の右半平面ゼロ(RHP ゼロ)f_{ZRHP} が存在します。このゼロ点が制御ループに作用すると不安定な動作をします。RHP ゼロによる不安定動作を防ぐために、ここでは制御ループの帯域周波数 f_C を

$$f_C = \frac{f_{ZRHP}}{5} \quad \text{[Hz]}$$

f_C：制御ループの帯域周波数
f_{ZRHP}：RHP ゼロの周波数

となるように設定する位相補償を示します。応答速度を考慮すると最適の定数にはなっていませんので、実機での特性確認を十分に行ってください。

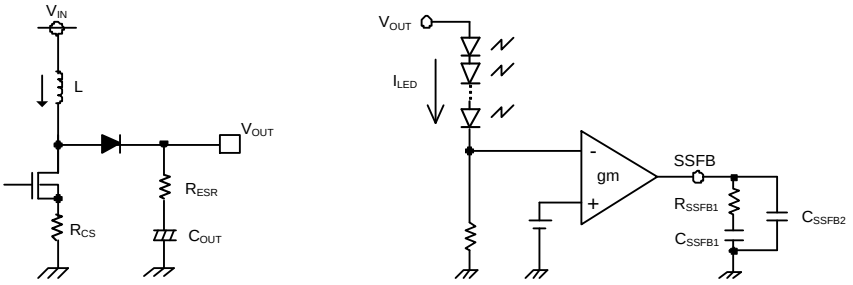


Figure 29. 出力部とエラーアンプ部回路図

(1) DC/DC コンバータのポール f_P と RHP ゼロの周波数 f_{ZRHP} を求める。

$$f_P = \frac{I_{LED}}{2\pi \times V_{OUT} \times C_{OUT}} \quad \text{[Hz]}$$

$$f_{ZRHP} = \frac{V_{OUT} \times (1-D)^2}{2\pi \times L \times I_{LED}} \quad \text{[Hz]}$$

f_P：DC/DC コンバータのポールの周波数
f_{ZRHP}：RHP ゼロの周波数
D：スイッチング Duty ($D = \frac{V_{OUT}-V_{IN}}{V_{OUT}}$)

(2) エラーアンプに挿入する位相補償を求める。(f_C=f_{ZRHP}/5).

$$R_{SSFB1} = \frac{f_{RHZP} \times R_{CS} \times I_{LED}}{5 \times f_p \times gm \times V_{OUT} \times (1-D)} \quad [\Omega]$$

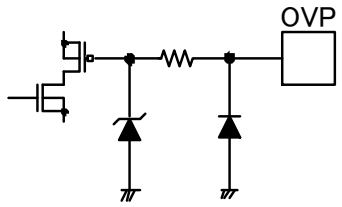
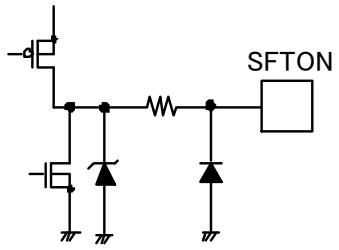
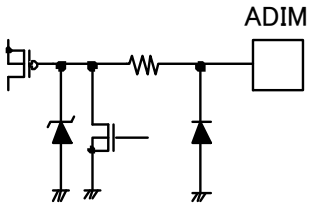
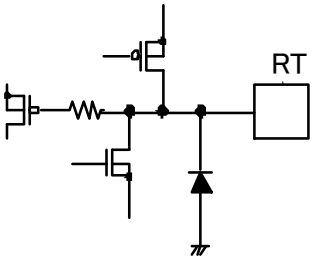
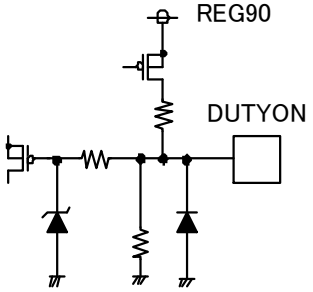
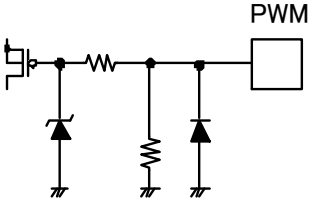
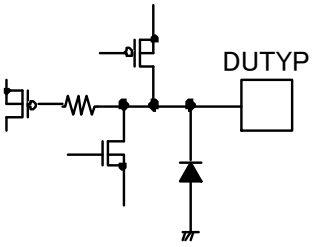
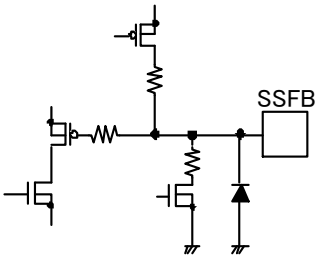
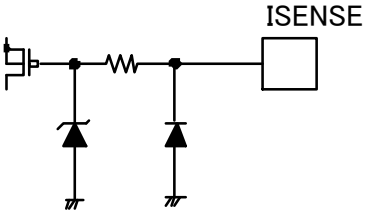
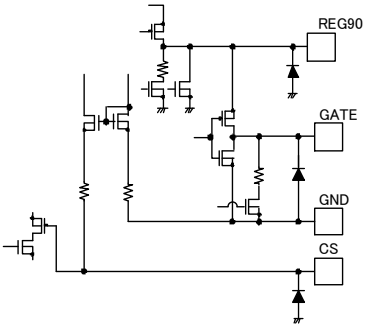
$$C_{SSFB1} = \frac{1}{2\pi \times R_{SSFB1} \times f_C} = \frac{5}{2\pi \times R_{SSFB1} \times f_{ZRHP}} \quad \text{[F]}$$

$$gm = 4.0 \times 10^{-4} \quad \text{[S]}$$

上記の式は発振せずに LED を点灯させることを目的に記載された式です。急峻な調光信号の変化に対しても応答性を持たせるには、値が異なることがあります。
過度応答を改善したい場合には R_{SSFB1} を上げる、C_{SSFB1} を下げる必要がありますが、位相余裕は減りますので外付け部品のバラツキを含め実機にて充分な確認をしてください。

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

入出力等価回路図

Pin2: OVP	Pin3: SFTON	Pin4: ADIM
		
Pin5: RT	Pin6: DUTYON	Pin7: PWM
		
Pin8: DUTYP	Pin9: SSFB	Pin10: ISENSE
		
Pin12: GATE, Pin13: CS, Pin14: REG90		
		

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

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

基板パターンの設計においては、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。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

グラウンド端子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。また実際に過渡現象を含め、グラウンド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。

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。

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

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 > (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。

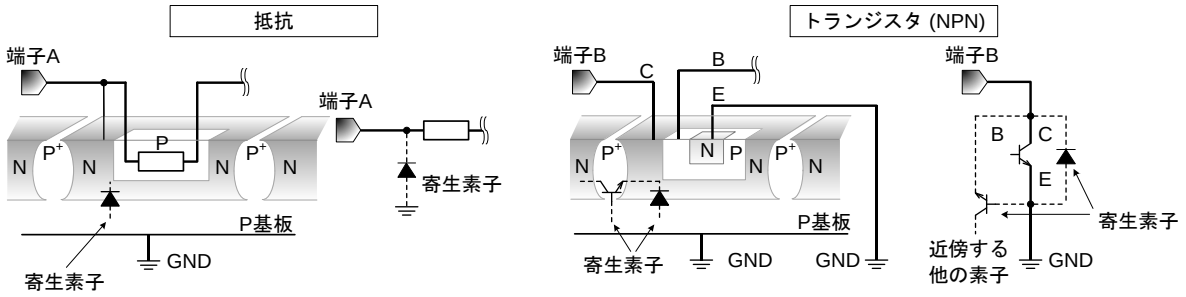


Figure 30. モノリシック IC 構造例

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

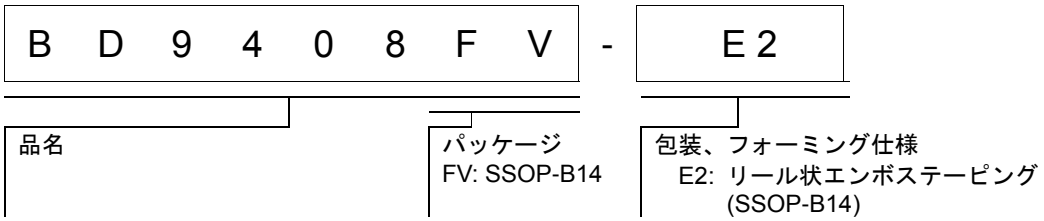
IC を熱破壊から防ぐための温度保護回路を内蔵しております。最高接合部温度内でご使用いただきますが、万が一最高接合部温度を超えた状態が継続すると、温度保護回路が動作し出力パワー素子が OFF します。その後チップ温度 Tj が低下すると回路は自動で復帰します。なお、温度保護回路は絶対最大定格を超えた状態での動作となりますので、温度保護回路を使用したセット設計などは、絶対に避けてください。

15. 過電流保護回路について

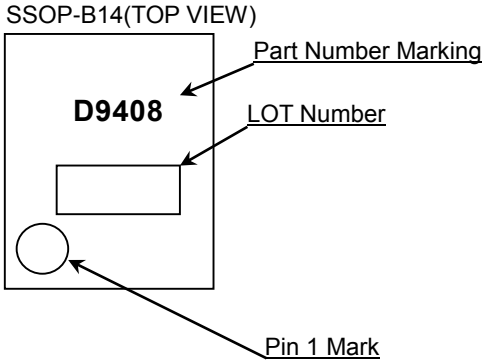
出力には電流能力に応じた過電流保護回路が内部に内蔵されているため、負荷ショート時には IC 破壊を防止しますが、この保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効なもので、連続的な保護回路動作、過渡時でのご使用に対応するものではありません。

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

発注形名情報



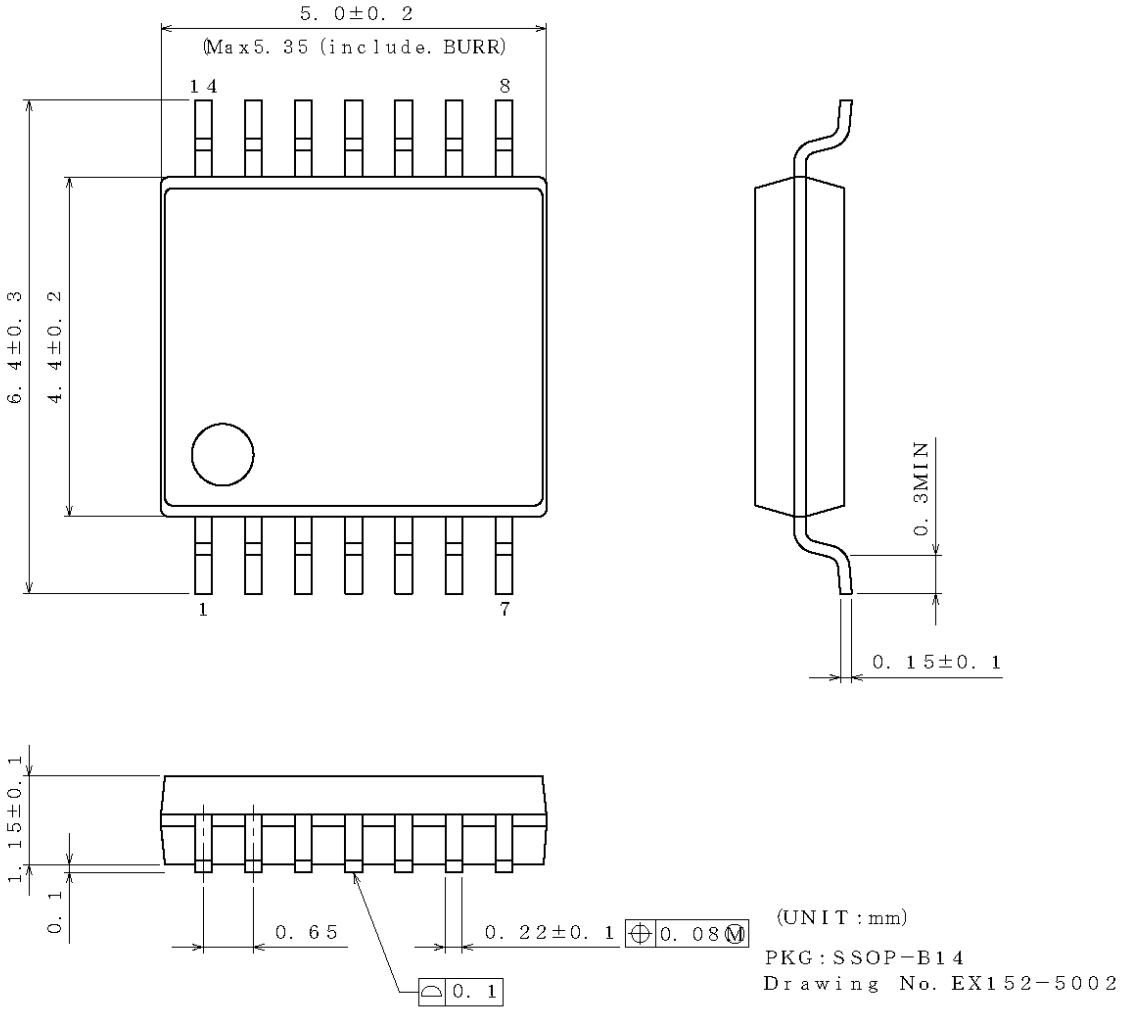
標印図



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

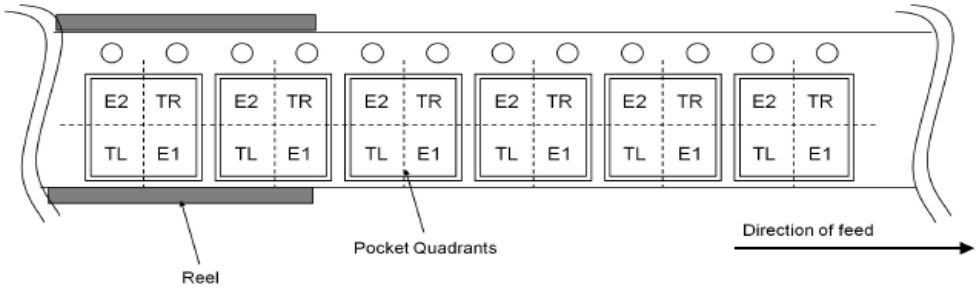
外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name	SSOP-B14



＜包装仕様＞

包装形態	エンボステーピング
包装数量	2500pcs
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）



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

改訂履歴

日付	版	変更内容
2018.05.16	001	新規作成

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

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

1. 本製品は一般的な電子機器（AV 機器、OA 機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等）への使用を意図して設計・製造されております。したがいまして、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)、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリを含む車載機器、各種安全装置等）（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、かかる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、一般的な電子機器に標準的な用途で使用されることを意図して設計・製造されており、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た場合も、残渣の洗浄は確実に行うことをお薦め致します)、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本製品が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、ロームに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.