

高性能 PC 用電源 IC シリーズ

デスクトップ PC 向け 2ch スイッチング電源



BD9536FV

No.10030JAT35

●概要

BD9536FV は、広入力電圧範囲(7.5~15V)から低出力電圧(0.7V~5.5V)を大電流出力で実現できる 2ch スイッチングレギュレータコントローラです。外付けのスイッチングトランジスタに N-MOSFET を使用することで高効率同期整流スイッチングレギュレータを実現できます。H³RegTM というローム独自の制御モードを採用することで、業界最速の過渡応答特性を実現できます。ソフトスタート機能、周波数可変機能、タイマーラッチ付短絡出力過電圧保護回路機能を有しており、DRAM やグラフィックチップ用電源として最適です。

●特長

- 1) 2ch H³RegTM DC/DC コンバータコントローラ内蔵
- 2) 過熱、低入力、過電流(FET Ron 検出タイプ)、過電圧、短絡時の保護回路内蔵
- 3) ソフトスタート機能により起動時の突入電流を軽減
- 4) 周波数設定可能 (f=200kHz~600kHz)
- 5) SSOP-B28 パッケージ採用
- 6) FET 駆動用 5V 電源内蔵
- 7) ブートストラップ用 Di 内蔵

●用途

液晶 TV、ゲーム機、デスクトップ PC 等

●絶対最大定格(Ta=25°C)

項目	記号	定格	単位
入力電圧	V _{IN}	16 ^{*1}	V
BOOT 電圧	BOOT1/2	23 ^{*1}	V
BOOT-SW 電圧	BOOT1-SW1, BOOT2-SW2	7 ^{*1}	V
HG-SW 電圧	HG1-SW1, HG2-SW2	7 ^{*1}	V
LG 電圧	LG1/2	5VReg	V
出力電圧	V _{OUT1/2}	7 ^{*1}	V
出力フィードバック電圧	FB1/2	5VReg	V
FS 電圧	FS1/2	5VReg	V
5VReg 電圧	5VReg	7 ^{*1}	V
カレントリミット設定電圧	I _{LIM1/2}	5VReg	V
ロジック入力電圧	EN1/2, CTL1/2	7 ^{*1}	V
許容損失 1	Pd1	0.8 ^{*2}	W
許容損失 2	Pd2	1.06 ^{*3}	W
動作温度範囲	Topr	-20~+100	°C
保存温度範囲	Tstg	-55~+150	°C
接合部温度	Tjmax	+150	°C

*1 ただし Pd を超えないこと。

*2 Ta≥25°Cの場合(放熱板なし)6.4mW/°Cで軽減。

*3 Ta≥25°Cの場合(70mm×70mm×1.6mm ガラエポ基盤実装、基板裏面銅箔面積なし) 8.5mW/°Cで軽減。

●動作範囲 (Ta=25°C)

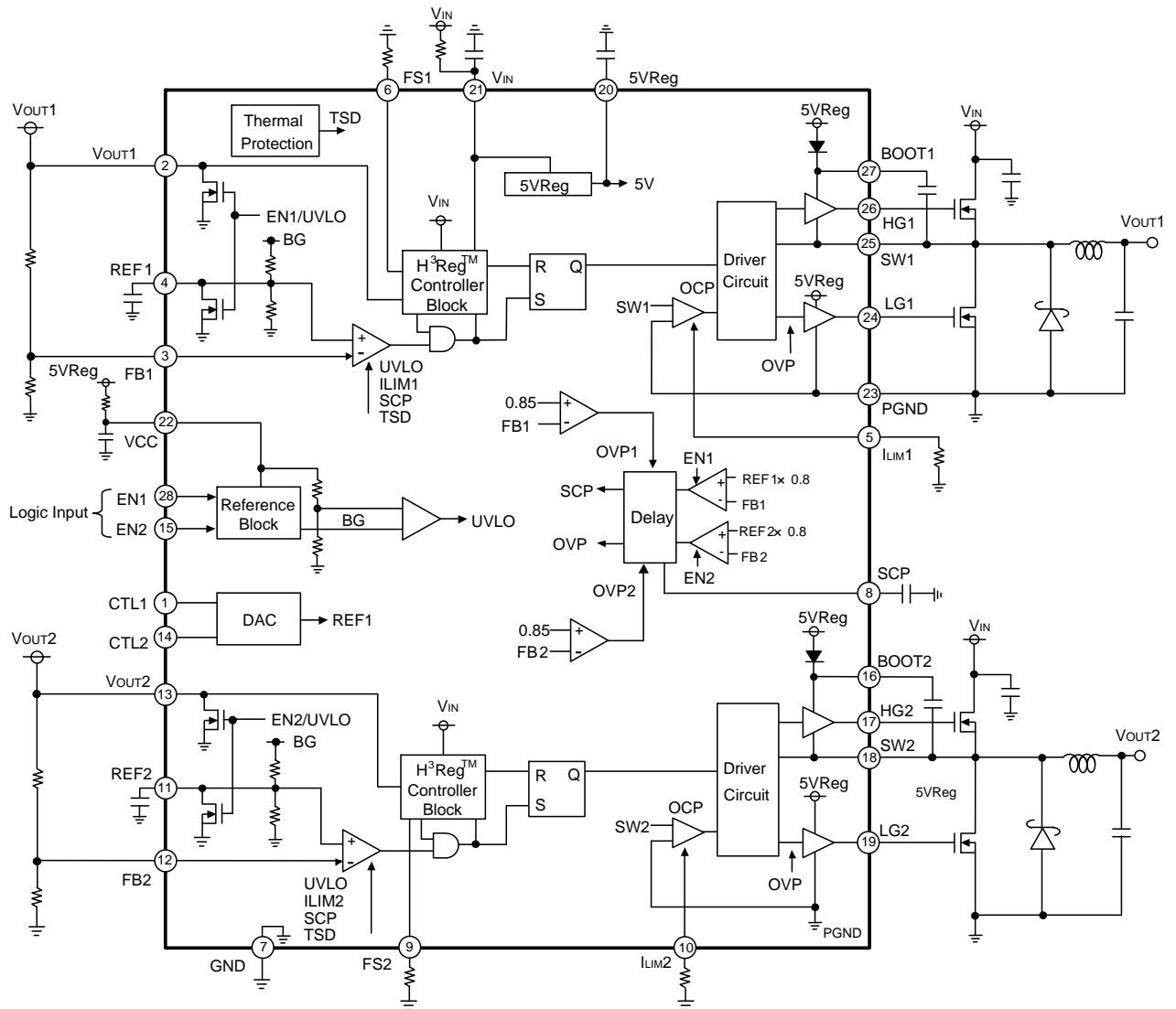
項目	記号	定格		単位
		最小	最大	
入力電圧	V _{IN}	7.5	15	V
BOOT 電圧	BOOT1/2	4.5	20	V
SW 電圧	SW1/2	-0.7	15	V
BOOT-SW 電圧	BOOT1-SW1, BOOT2-SW2	4.5	5.5	V
ロジック入力電圧	EN1/2, CTL1/2	0	5.5	V
出力電圧	V _{OUT1/2}	0.7	5.5	V
MIN ON 時間	tonmin	-	100	nsec

★ 本製品は耐放射線設計はしていません。

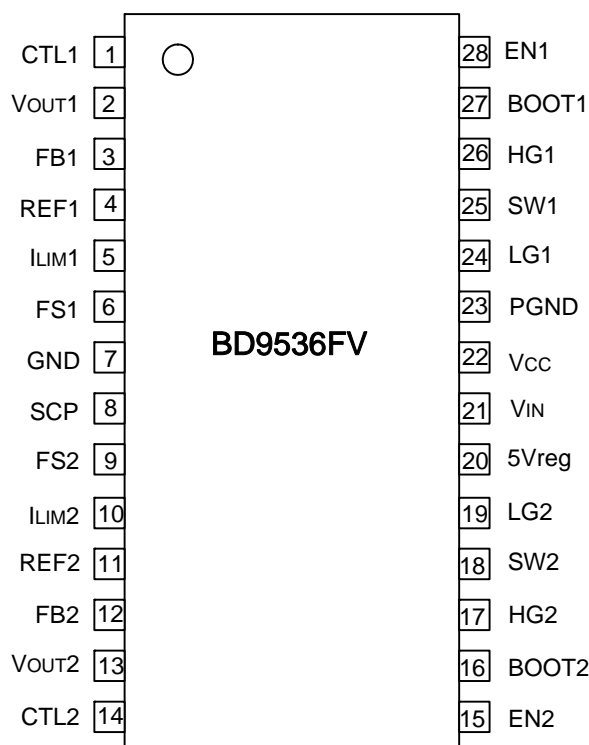
●電氣的特性 (特に指定のない限り Ta=25°C V_{CC}=5V, V_{IN}=12V, V_{EN1}=V_{EN2}=3V, V_{out1}=V_{out2}=1.8V, R_{FS}=75kΩ)

項目	記号	規格値			単位	条件
		最小	標準	最大		
[Whole Device]						
VIN バイアス電流	I _{IN}	-	1.6	2.5	mA	
VIN スタンバイ電流	I _{IN_stb}	-	0	10	μA	V _{EN1} =V _{EN2} =0V
EN Low 電圧 1,2	V _{EN_low1,2}	GND	-	0.3	V	
EN High 電圧 1,2	V _{EN_high1,2}	2.2	-	5.5	V	
EN バイアス電流 1,2	I _{EN1,2}	-	14	20	μA	
[5V リニアレギュレータ]						
5Vreg スタンバイ電圧	5Vreg_stb	-	-	0.1	V	V _{EN1} =V _{EN2} =0V
5VReg 出力電圧	5VReg	4.8	5.0	5.2	V	V _{IN} =7.5V to 15V I _{reg} =0mA to 10mA
最大電流	I _{Reg}	50	-	-	mA	
[低入力誤作動防止部]						
5VReg スレッシュホールド電圧	5Vreg_UVLO	3.75	4.20	4.65	V	5VReg:Sweep up
5VReg ヒステリシス電圧	d5Vreg_UVLO	100	160	220	mV	5VReg:Sweep down
[過電圧保護部]						
FB スレッシュホールド電圧 1,2	FB_OVP1,2	0.75	0.85	0.95	V	
[H ³ Reg™ 制御部]						
ON Time1	ton ₁	480	600	720	ns	R _{FS1} =75kΩ
MAX ON Time 1	Tonmax ₁	3.0	4.0	5.0	μs	
MIN OFF Time 1	Toffmin ₁	600	900	-	ns	
ON Time 2	Ton ₂	480	600	720	ns	R _{FS2} =75kΩ
MAX ON Time 2	Tonmax ₂	3.0	4.0	5.0	μs	
MIN OFF Time 2	Toffmin ₂	600	900	-	ns	
[FET Driver 部]						
HG 上側 ON 抵抗 1,2	R _{HGhon1,2}	-	3.0	6.0	Ω	
HG 下側 ON 抵抗 1,2	R _{HGlon1,2}	-	2.0	4.0	Ω	
LG 上側 ON 抵抗 1,2	R _{LGhon1,2}	-	2.0	4.0	Ω	
LG 下側 ON 抵抗 1,2	R _{LGlon1,2}	-	0.5	1.0	Ω	
[電流制限部]						
電流制限 スレッシュホールド電圧 1_1,2	V _{ilim11,2}	80	100	120	mV	R _{LIM} =100k
逆流電流制限 スレッシュホールド電圧 1_1,2	V _{Relim11,2}	80	100	120	mV	R _{LIM} =100k
[出力電圧検出部]						
FB1 スレッシュホールド電圧 1	FB1-1	0.615	0.625	0.635	V	CTL1/2=0V or 3V
FB1 スレッシュホールド電圧 2	FB1-2	0.640	0.650	0.660	V	CTL1=0V, CTL2=3V
FB1 スレッシュホールド電圧 3	FB1-3	0.590	0.600	0.610	V	CTL1=3V, CTL2=0V
FB2 スレッシュホールド電圧	FB2	0.640	0.650	0.660	V	
CTL Low 電圧 1,2	V _{CTL_low1,2}	GND	-	0.5	V	
CTL High 電圧 1,2	V _{CTL_high1,2}	V _{CC} -0.5	-	V _{CC}	V	
FB1/2 入力電流	I _{FB}	-1	-	1	μA	
VOUT ディスチャージ電流	I _{VOU}	5	10	-	mA	V _{OUT} =1V, EN=0V
[SCP 部]						
スレッシュホールド電圧 1,2	V _{thscp1,2}	REF1/2×0.70	REF1/2×0.80	REF1/2×0.90	V	
チャージ電源 (SCP 時)	I _{SCP}	1	2	3	μA	
チャージ電源 (OVP 時)	I _{OVP}	4	8	12	μA	
Delay セット電圧	V _{SCP}	1.05	1.2	1.35	V	

● ブロック図



●ピン配置図



●ピン機能表

PIN No.	PIN 名	PIN 機能	PIN No.	PIN 名	PIN 機能
1	CTL1	1ch 出力電圧設定コントロール用端子 1	15	EN2	イネイブル入力端子 2 (0~0.3V:OFF, 2.2~5.5V:ON)
2	VOUT1	出力電圧センス端子 1	16	BOOT2	HG ドライバー電源端子 2
3	FB1	出力電圧フィードバック端子 1	17	HG2	ハイサイド FET ゲートドライブ端子 2
4	REF1	基準電圧端子 1/ソフトスタート用 コンデンサ接続端子 1 (0.625V±25mV セレクト)	18	SW2	ハイサイド FET ソース端子 2
5	ILIM1	1ch OCP 設定端子	19	LG2	ローサイド FET ゲートドライブ端子 2
6	FS1	周波数設定用抵抗接続端子 1	20	5VReg	IC 内部基準電圧 (5V 出力)
7	GND	センス GND	21	VIN	バッテリー電圧センス端子
8	SCP	出力短絡保護遅延時間設定用 コンデンサ接続端子	22	VCC	電源入力端子
9	FS2	周波数設定用抵抗接続端子 2	23	PGND	パワーGND
10	ILIM2	2ch OCP 設定端子	24	LG1	ローサイド FET ゲートドライブ端子 1
11	REF2	基準電圧端子 2/ソフトスタート用 コンデンサ接続端子 2 (0.65V)	25	SW1	ハイサイド FET ソース端子 1
12	FB2	出力電圧フィードバック端子 2	26	HG1	ハイサイド FET ゲートドライブ端子 1
13	VOUT2	出力電圧センス端子 2	27	BOOT1	HG ドライバー電源端子 1
14	CTL2	1ch 出力電圧設定コントロール用端子 2	28	EN1	イネイブル入力端子 1 (0~0.3V:OFF, 2.2~5.5V:ON)

●特性データ

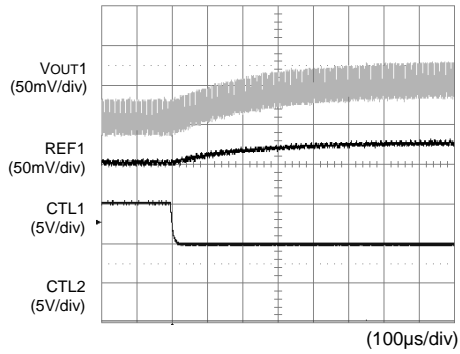


Fig.1 DAC 切り替え 1

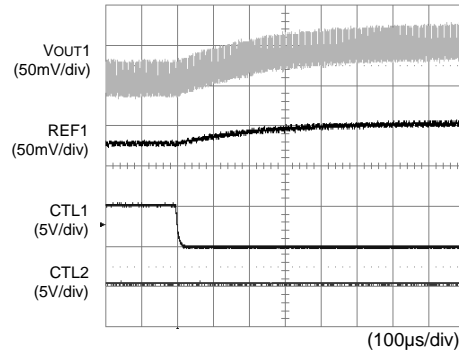


Fig.2 DAC 切り替え 2

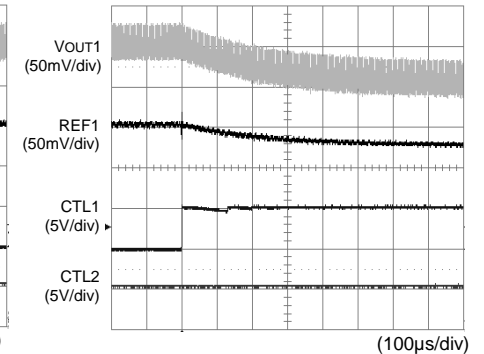


Fig.3 DAC 切り替え 3

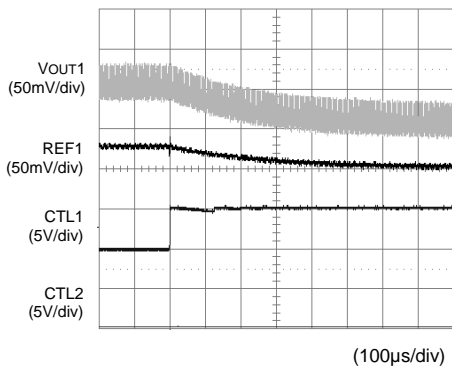


Fig.4 DAC 切り替え 4

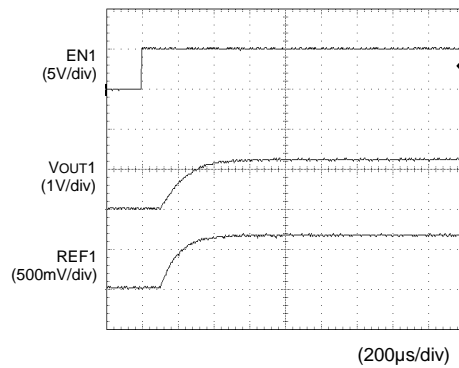


Fig.5 EN startup (REF1)

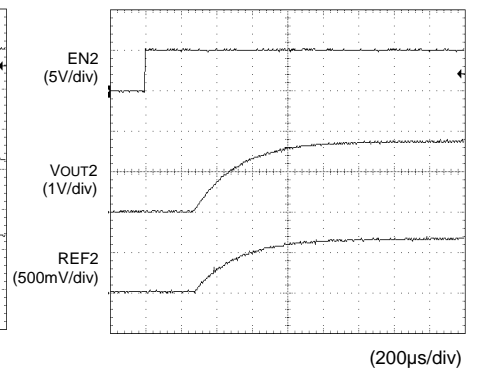


Fig.6 EN startup (REF2)

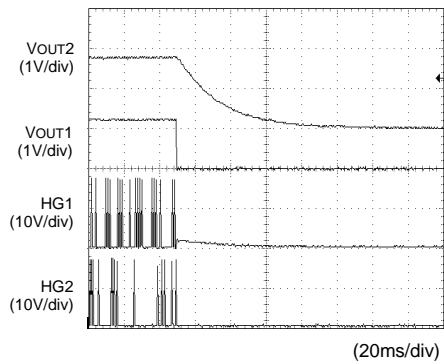


Fig.7 VOUT1 負荷短絡

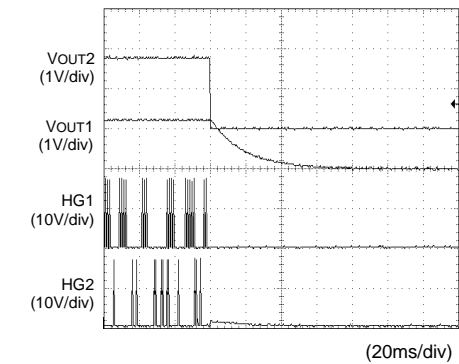


Fig.8 VOUT2 負荷短絡

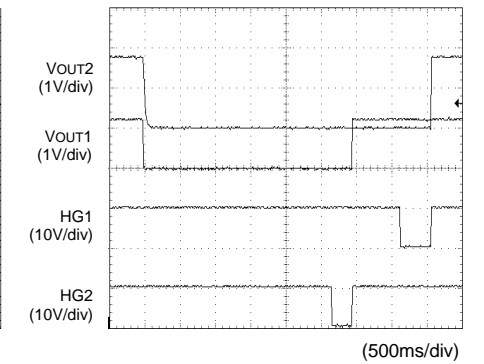


Fig.9 出力負荷短絡

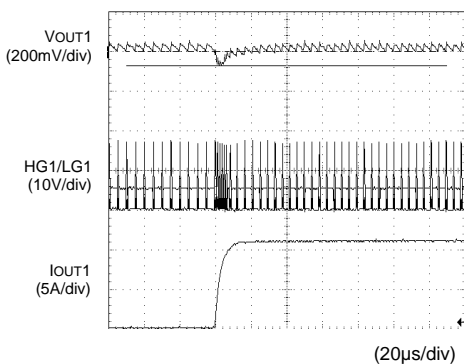


Fig.10 VOUT1 過渡応答特性

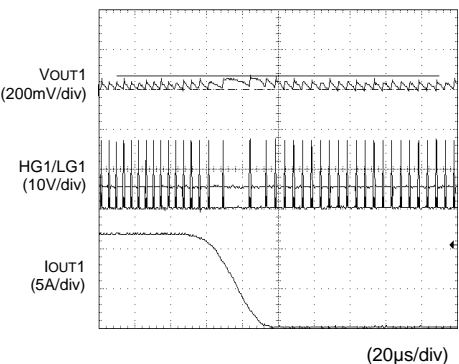


Fig.11 VOUT1 過渡応答特性

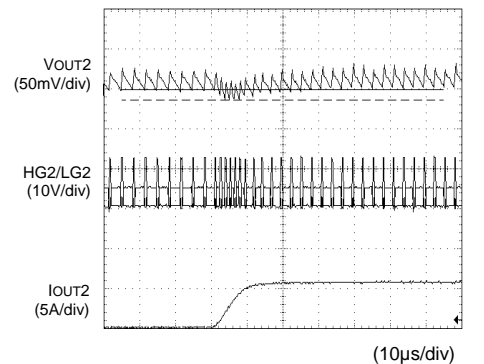


Fig.12 VOUT2 過渡応答特性

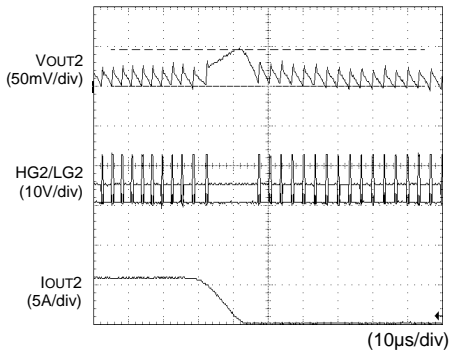


Fig.13 VOUT2 過渡応答特性

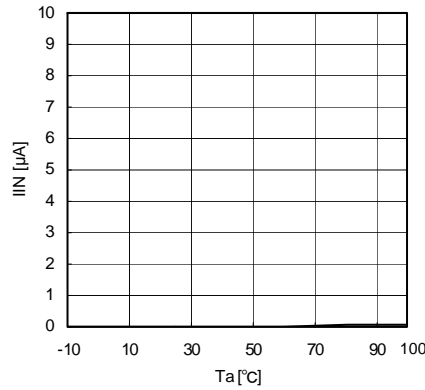


Fig.14 IIN 温度特性 (スタンバイ時)

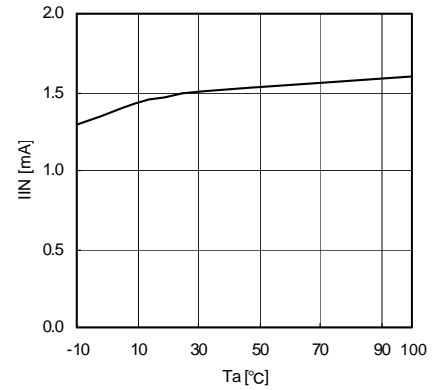


Fig.15 IIN 温度特性 (アクティブ時)

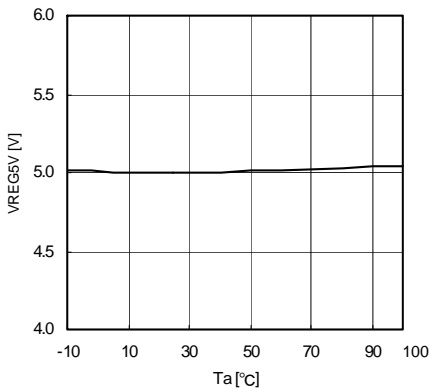


Fig.16 VREG5V 温度特性

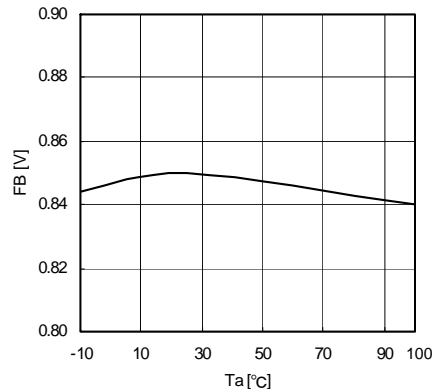


Fig.17 OVP スレッシュホールド 温度特性

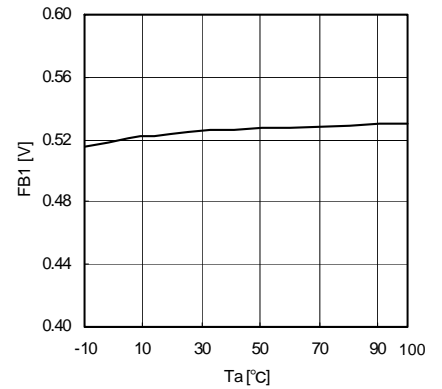


Fig.18 SCP スレッシュホールド 温度特性 (1ch 側)

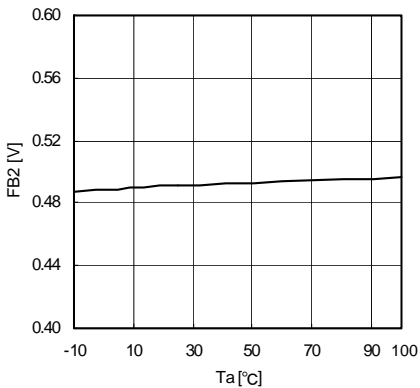


Fig.19 SCP スレッシュホールド 温度特性 (2ch 側)

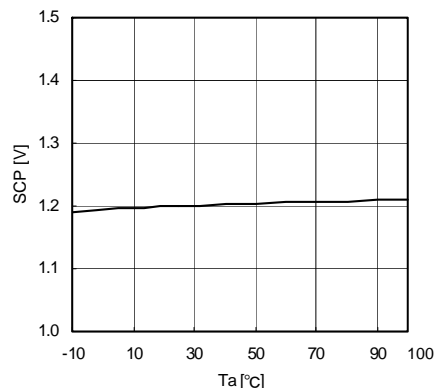


Fig.20 delay セットアップ 電圧温度特性

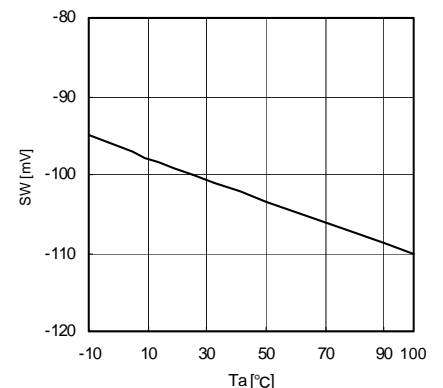


Fig.21 OCP スレッシュホールド 温度特性

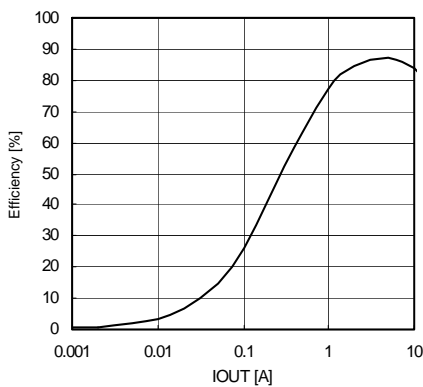


Fig.22 効率 (1ch 側)

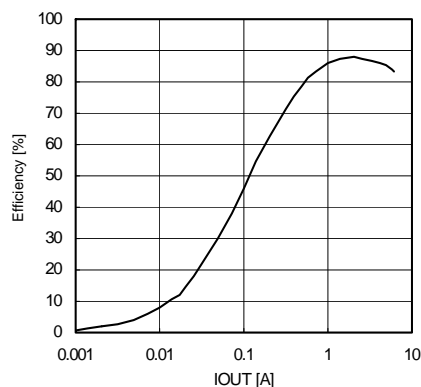


Fig.23 効率 (2ch 側)

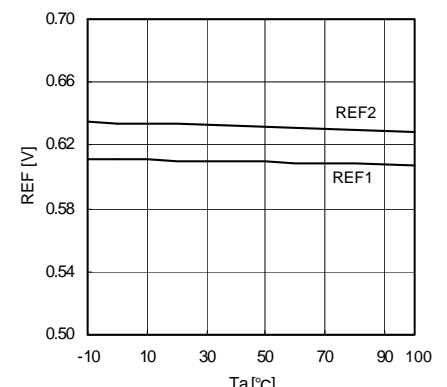
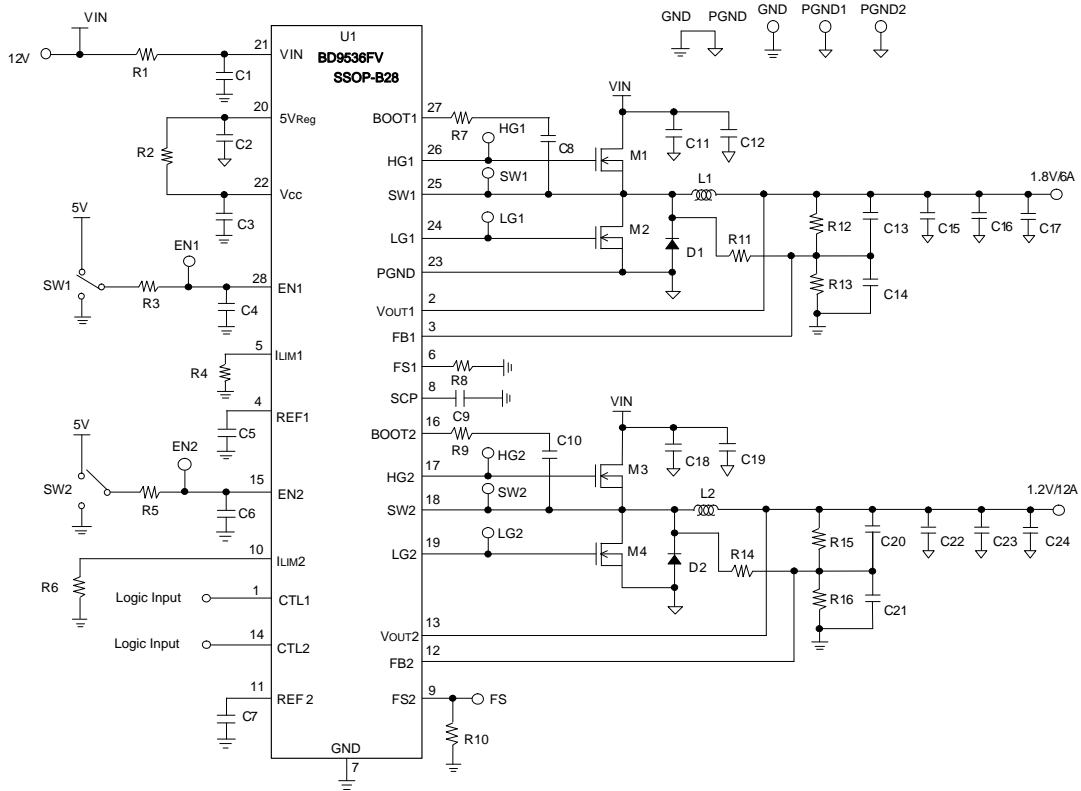


Fig.24 REF 温度特性

● Evaluation Board Circuit



● Evaluation Board Parts List

Designation	Value	Part No.	Company
R1	0Ω	MCR03 series	ROHM
R2	10Ω	MCR03 series	ROHM
R3	1kΩ	MCR03 series	ROHM
R4	100kΩ	MCR03 series	ROHM
R5	1kΩ	MCR03 series	ROHM
R6	100kΩ	MCR03 series	ROHM
R7	0Ω	MCR03 series	ROHM
R8	68kΩ	MCR03 series	ROHM
R9	0Ω	MCR03 series	ROHM
R10	58kΩ	MCR03 series	ROHM
R11	510kΩ	MCR03 series	ROHM
R12	11.5kΩ	MCR03 series	ROHM
R13	6.5kΩ	MCR03 series	ROHM
R14	510kΩ	MCR03 series	ROHM
R15	6.5kΩ	MCR03 series	ROHM
R16	6.5kΩ	MCR03 series	ROHM
C1	1uF		KYOCERA
C2	10uF		KYOCERA
C3	0.1uF		KYOCERA
C4	33pF		KYOCERA
C5	0.01uF		KYOCERA
C6	33pF		KYOCERA
C7	0.01uF		KYOCERA
C8	0.1uF		KYOCERA
C9	0.01uF		KYOCERA

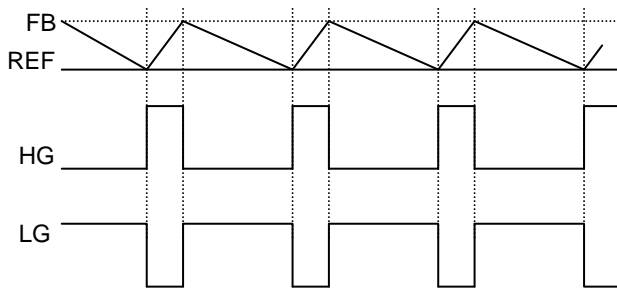
Designation	Value	Part No.	Company
C10	0.1uF		KYOCERA
C11	0.1uF		KYOCERA
C12	10uF		KYOCERA
C13	330pF		KYOCERA
C14	100pF		KYOCERA
C15	330uF	OS-CON	SANYO
C16	0.1uF		KYOCERA
C17	-		KYOCERA
C18	10uF		KYOCERA
C19	10uF		KYOCERA
C20	330pF		KYOCERA
C21	100pF		KYOCERA
C22	330uF	SPCAP	Panasonic
C23	0.1uF		KYOCERA
C24	-		KYOCERA
D1		RB083L-20	ROHM
D2		RB083L-20	ROHM
L1	3.9uH	B966AS	TOKO
L2	1.6uH	962BS	TOKO
M1		SH8K4 (Q1)	ROHM
M2		SH8K4 (Q2)	ROHM
M3		RSS100N03	ROHM
M4		RSS100N03	ROHM
U1	-	BD9536FV	ROHM

●端子説明

- ・ EN1 (28 ピン) / EN2 (15 ピン)
EN 端子は 2.2V 以上でハイレベルとなり、スイッチング動作が開始されます。0.3V 以下でローレベルとなりスイッチング動作が OFF します。回路電流も 10 μ A 以下となります。2.5V, 3.3V もしくは 5V の電源系統で制御することで選択可能です。
- ・ 5VReg (20 ピン)
基準電圧出力ピンです。EN1 もしくは EN2 に 2.2V 以上の電圧が印加されると電圧を出力します。
出力 5.0V で 50mA の電流能力があり、10 μ F(B 特以上)を対 GND に接続してください。
- ・ I_{LIM1} (5 ピン) / I_{LIM2} (10 ピン)
BD9536FV は SW-PGND 間の電位差を検出し OCP をかけます。
I_{LIM} ピンに設定した抵抗値で OCP 設定電流値が決まります。様々な Ron の FET に対応可能です。
- ・ V_{IN} (21 ピン)
BD9536FV は入力電圧により Duty を決定し出力電圧を制御します。そのためこの端子がゆれると動作が非常に不安定になります。VIN ラインはスイッチング部の入力電圧ともなっているため電源のインピーダンスによっては非常に不安定になります。セット内状態に応じたパスコン、CR フィルタ等を付けることを推奨します。
- ・ FS1 (6 ピン) / FS2 (9 ピン)
周波数設定用抵抗接続端子です。周波数範囲 f=200KHz~600kHz で設定が可能です。
- ・ BOOT1 (27 ピン) / BOOT2 (16 ピン)
ハイサイド FET ドライブ用電源端子です。対 GND 耐圧は 23V まで、対 SW 耐圧は 5.5V まであります。
スイッチング動作時、BOOT 動作により(VIN+5VReg)~5VReg までスイングします。
- ・ HG1 (26 ピン) / HG2 (17 ピン)
ハイサイド FET のゲート駆動用端子です。BOOT-SW 間でスイッチング動作します。
High 時 3 Ω /Low 時 2 Ω の出力 MOS でハイサイド FET のゲートをハイスピードで駆動します。
- ・ SW1 (25 ピン) / SW2 (18 ピン)
ハイサイド FET ドライブ用接地端子です。対 GND 耐圧は 16V まであります。
スイッチング動作は VIN~GND までスイングします。
- ・ LG1 (24 ピン) / LG2 (19 ピン)
ローサイド FET ゲート駆動用端子です。VDD-PGND 間でスイッチング動作します。
High 時 2 Ω /Low 時 0.5 Ω の出力 MOS でローサイド FET のゲートをハイスピードで駆動します。
- ・ PGND (23 ピン)
ローサイド FET ドライブ用接地端子です。
 - ・ GND (7 ピン)
アナログ、デジタル系の GND ピンです。
- ・ SCP (8 ピン)
タイマーラッチ式保護回路の時間を設定するための端子です。
出力が設定電圧の 80%以下になるとタイマーが起動し、設定時間を過ぎると出力を OFF し、ラッチさせます。
UVLO か EN によりリセットされます。
- ・ V_{OUT1} (2 ピン) / V_{OUT2} (13 ピン)
出力電圧センス端子です。OFF 時に出力コンデンサを放電するディスチャージ用 FET が内蔵されています。
- ・ FB1 (3 ピン) / FB2 (12 ピン)
出力電圧フィードバック端子です。
Ch1 は CTL の入力条件により IC 内部基準電圧が可変に、Ch2 は IC 内部基準電圧の 0.650V となります。
- ・ REF1 (4 ピン) / REF2 (11 ピン)
基準端子/ソフトスタート時間設定端子です。
IC 内部の抵抗(50k Ω <typ.>)と外付けコンデンサにより出力立ち上がり時間が決定できます。
- ・ V_{CC} (22 ピン)
内部回路の電源です。
外部から 5V 入力するか、BD9536FV の 5Vreg ピンに CR フィルタ(10 Ω , 0.01 μ F)を付けて接続してください。
- ・ CTL1 (1 ピン) / CTL2 (14 ピン)
Ch1 の基準電圧(REF1)設定端子です。
VCC-0.5V 以上でハイレベル、0.5V 以下でローレベルとなります。REF1 設定電圧は、P13 の設定表をご確認ください。

●動作説明

BD9536FV は、ローム独自の制御方式 H³Reg™ CONTROLLA を内蔵した降圧型 2ch 同期整流スイッチングレギュレータです。負荷急変時 V_{OUT} が低下した場合、高周波数動作することにより V_{OUT} の復帰を高速にして過渡応答特性を向上させます。

H³Reg™ 制御
(通常動作時)

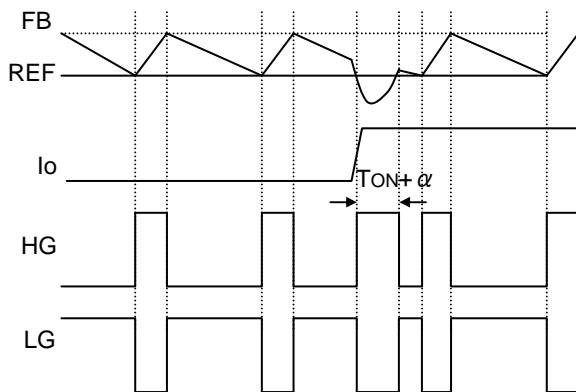
FB が基準電圧(REF)以下になったことを検出したら、H³Reg™ CONTROLLA が起動し、

$$t_{ON} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \frac{1}{f} \text{ [sec]} \dots (1)$$

で決定する HG を出力します。

LG は HG が OFF した後、FB が REF 以下になるまで出力します。

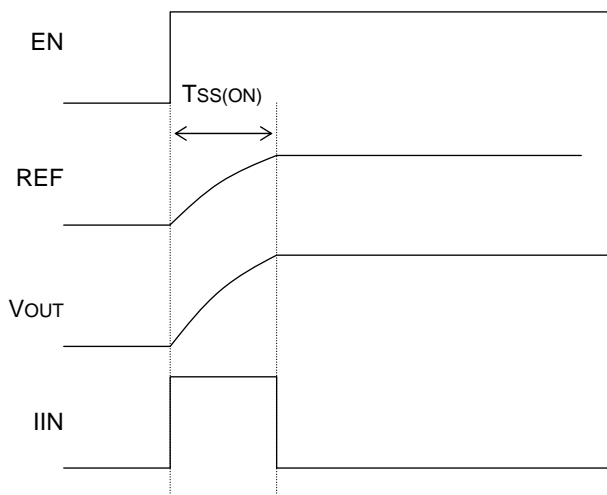
(負荷急変時)



負荷急変時 FB(V_{OUT})が低下し、設定 t_{ON} 経過後まだ FB が REF 以下の場合、t_{ON} 時間をのばすことにより、FB の復帰を高速にして過渡応答特性を向上させます。

●タイミングチャート

・ソフトスタート機能



EN 端子を High にすると、ソフトスタート機能が働き、起動時の電流に制限をかけたまま徐々に出力電圧を立ち上げます。出力ソフトスタート時間、突入電流は式(2)(3)のように決定します。

ソフトスタート時間

$$T_{SS(ON)} = 50k\Omega \times C_{SS} \text{ [sec]} \dots (2)$$

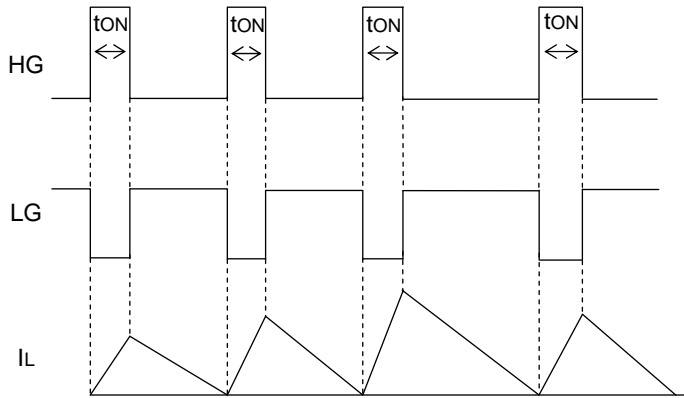
突入電流

$$I_{IN} = \frac{C_o \times V_{OUT}}{T_{SS}} \text{ [A]} \dots (3)$$

(C_{SS}:ソフトスタート用コンデンサ C_o:出力コンデンサ)

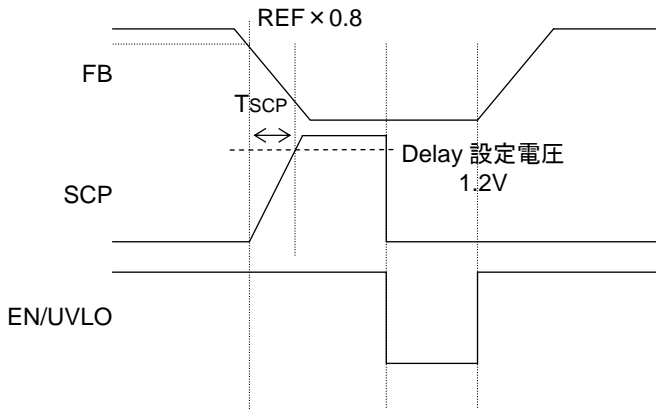
●タイミングチャート

・過電流保護回路



通常動作時、FB が REF 以下になると P9 のように tON のパルス幅の HG を出力し、HG が OFF 後 LG を出力しますが、コイル電流が I_{LIMIT} ポイントを超えていると、次の HG パルスは I_{LIMIT} を下回るまで打ちません。

・タイマーラッチ式出力短絡保護回路

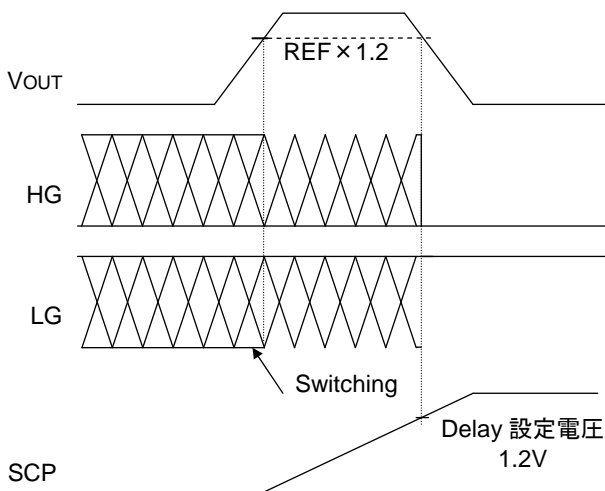


出力が REF×0.80 以下になると、出力短絡保護が起動し、設定時間（下式参考）経過後出力を OFF 状態でラッチさせ、IC の破壊を防止します。EN を再投入する、または UVLO を再度解除することで出力は復帰します。出力短絡保護設定時間は式(4)のように決定します。

出力短絡保護設定時間

$$T_{scp} = \frac{1.2(V) \times C_{SCP}}{2\mu A(\text{typ})} \quad [\text{sec}] \quad \dots (4)$$

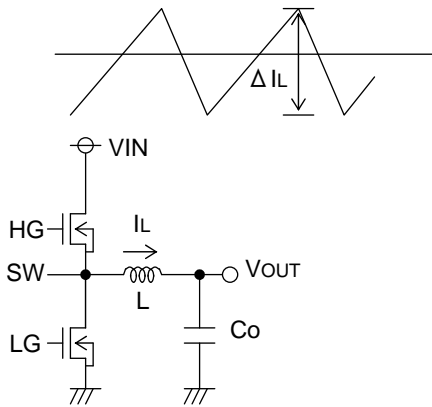
・出力過電圧保護回路



出力が REF×1.2 以上になると、設定時間 (T_{SCP}/8) 経過後出力過電圧保護が起動し、出力を下げるため Low Side FET をフルオンさせます。(LG=High、HG=Low)EN を再投入する、または UVLO を再度解除することで出力は復帰します。

●外付け部品の選定

1.コイル(L)の選定



出力リップル電流

コイルの値は、出力リップル電流に大きく影響します。式(5)のようにコイルが大きいくほど、また、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。

$$\Delta I_L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{L \times V_{IN} \times f} \quad [A] \dots (5)$$

出力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。

$$\Delta I_L = 0.3 \times I_{OUTmax.} \quad [A] \dots (6)$$

$$L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{\Delta I_L \times V_{IN} \times f} \quad [H] \dots (7)$$

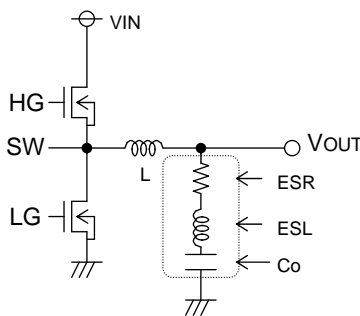
(ΔI_L :出力リップル電流、 f :スイッチング周波数)

※コイルの定格電流値を越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。

ピーク電流がコイルの定格電流値を超えないよう十分なマージンをもって選定してください。

※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.出力コンデンサ(Co)の選定



出力コンデンサ

出力コンデンサは、出力リップル電圧が 20mV 以上になるように等価直列抵抗、等価直列インダクタンスを考慮して決定してください。(注;20mV 以下の場合は回路 14/17 ページの回路図を参照してください。) また、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もって選定してください。

出力リップル電圧は、式(8)のように決定されます。

$$\Delta V_{OUT} = \Delta I_L \times ESR + ESL \times \Delta I_L / T_{ON} \dots (8)$$

(ΔI_L :出力リップル電流、ESR:等価直列抵抗、ESL:等価直列インダクタンス)

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式(9)の条件も考慮してください。

$$C_o \leq \frac{T_{SS} \times (\text{Limit} - I_{OUT})}{V_{OUT}} \dots (9)$$

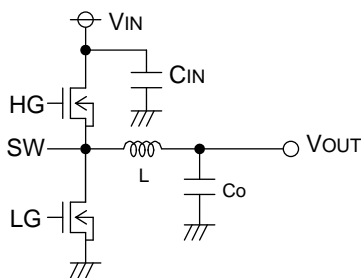
T_{SS} :ソフトスタート時間

Limit:過電流設定値

I_{OUT} :出力電流

容量値が最適でないとき起動不良などが発生する可能性があります。

3.入力コンデンサ(CIN)の選定



入力コンデンサ

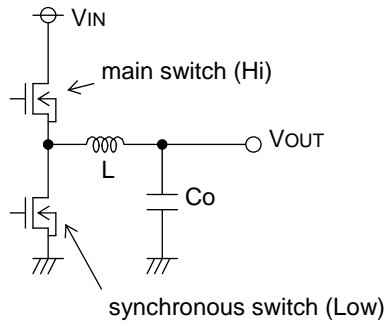
入力側コンデンサの選定におきましては、大きな過渡電圧を防止するために大きなリップル電流に充分対応できる大きさの低 ESR 入力コンデンサである必要があります。リップル電流 I_{RMS} は式(10)で与えられます。

$$I_{RMS} = I_{OUT} \times \frac{\sqrt{V_{OUT} (V_{IN} - V_{OUT})}}{V_{IN}} \quad [A] \dots (10)$$

$$V_{IN} = 2 \times V_{OUT} \text{ の時、} I_{RMS} = \frac{I_{OUT}}{2}$$

また、入力コンデンサの ESR 損失を少なくし、効率をよくするために低 ESR のコンデンサを推奨します。

4. MOSFET の選定



メイン側 MOSFET の損失

$$P_{\text{main}} = P_{\text{RON}} + P_{\text{GATE}} + P_{\text{TRAN}}$$

$$= \frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}} \times R_{\text{ON}} \times I_{\text{OUT}}^2 + Q_{\text{g}}(\text{Hi}) \times f \times 5V_{\text{Reg}} + \frac{V_{\text{IN}}^2 \times C_{\text{rSS}} \times I_{\text{OUT}} \times f}{I_{\text{DRIVE}}} \dots (11)$$

(R_{ON} : FET の ON 抵抗 Q_{g} : FET のゲート総電荷量
 f : スイッチング周波数 C_{rSS} : FET の逆伝達容量
 I_{DRIVE} : ゲートのピーク電流)

同期側 MOSFET の損失

$$P_{\text{syn}} = P_{\text{RON}} + P_{\text{GATE}}$$

$$= \frac{V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}} \times R_{\text{ON}} \times I_{\text{OUT}}^2 + 5V_{\text{Reg}} \times f \times V_{\text{DD}} \dots (12)$$

また、 Q_{g} による損失は IC 側に損失として発生します。

$$= P_{\text{IC(DRIVE)}} = \{ Q_{\text{g}}(\text{Hi}) \times f + Q_{\text{g}}(\text{Low}) \times f \} \times (V_{\text{IN}} - 5V_{\text{Reg}}) \dots (13)$$

例えば、

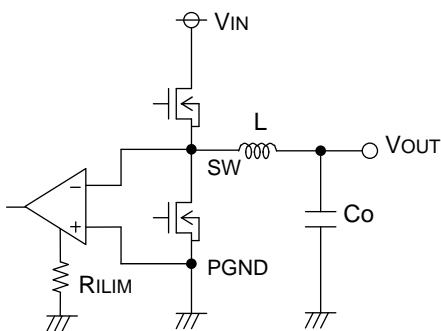
$Q_{\text{g}}(\text{Hi}) = 20\text{nC}$, $Q_{\text{g}}(\text{Low}) = 50\text{nC}$, $f = 300\text{kHz}$ の場合、

$$= P_{\text{IC(DRIVE)}} = \{ 20\text{n} \times 300\text{k} + 50\text{n} \times 300\text{k} \} \times (12-5)$$

$$= 0.147\text{W}$$

となります。

5. 検出抵抗の選定



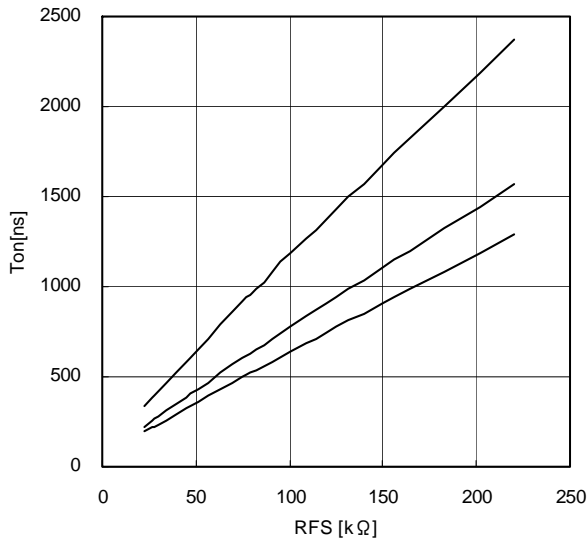
Low side 側の MOSFET の ON 抵抗 (SW-PGND 間電圧) を検出し、
 過電流保護をかけます。
 過電流設定値は式(14)のように決定します。

$$I_{\text{LIM}} = \frac{10\text{k}}{R_{\text{ILIM}} \times R_{\text{ON}}} [\text{A}] \dots (14)$$

(R_{ILIM} : 過電流保護値設定用抵抗, R_{ON} : Low side 側 FET ON 抵抗値)

6.周波数設定

【1ch, 2ch】



FS1,2 端子に接続する抵抗値によって左図のように定常時のオンタイム(TON)が決定されます。TON、入力電圧、REF 電圧が発生すると、以下の式により周波数が決定します。

$$Freq = \frac{V_{OUT}}{V_{IN} \times T_{ON}} \dots (15)$$

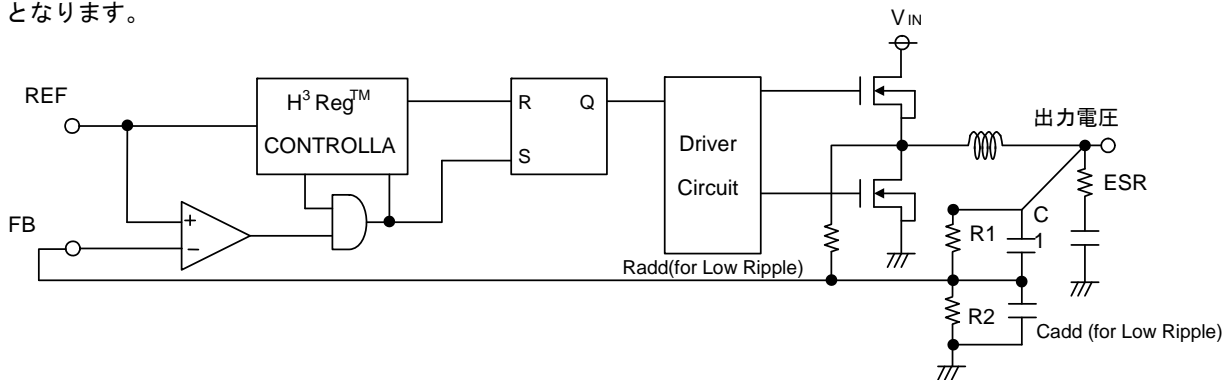
しかし実際には、外付け MOSFET のゲート容量やスイッチングスピードの影響で SW の立ち上がり、立ち下り時間が発生するため、TON が増加し、上記式よりトータル周波数は低下します。また、出力電流 0A 付近の領域では Dead Time (同時 OFF 時間) も TON に影響を与えるため、設定周波数よりもより低周波になります。大電流領域(コイル電流が逆流しないポイント)での定常周波数の確認をお願いします。

7.出力電圧設定

出力電圧は、REF≒VFB となるように IC は動作します。実際の出力電圧にはリップル電圧の平均値が上乘せされます。出力電圧は、出力電圧を抵抗で分割し、その抵抗分割値を FB にフィードバックすることにより動作します。出力電圧値は、

$$出力電圧 = \frac{R1+R2}{R2} \times REF + \frac{1}{2} \times \Delta I_L \times ESR \dots (16)$$

となります。



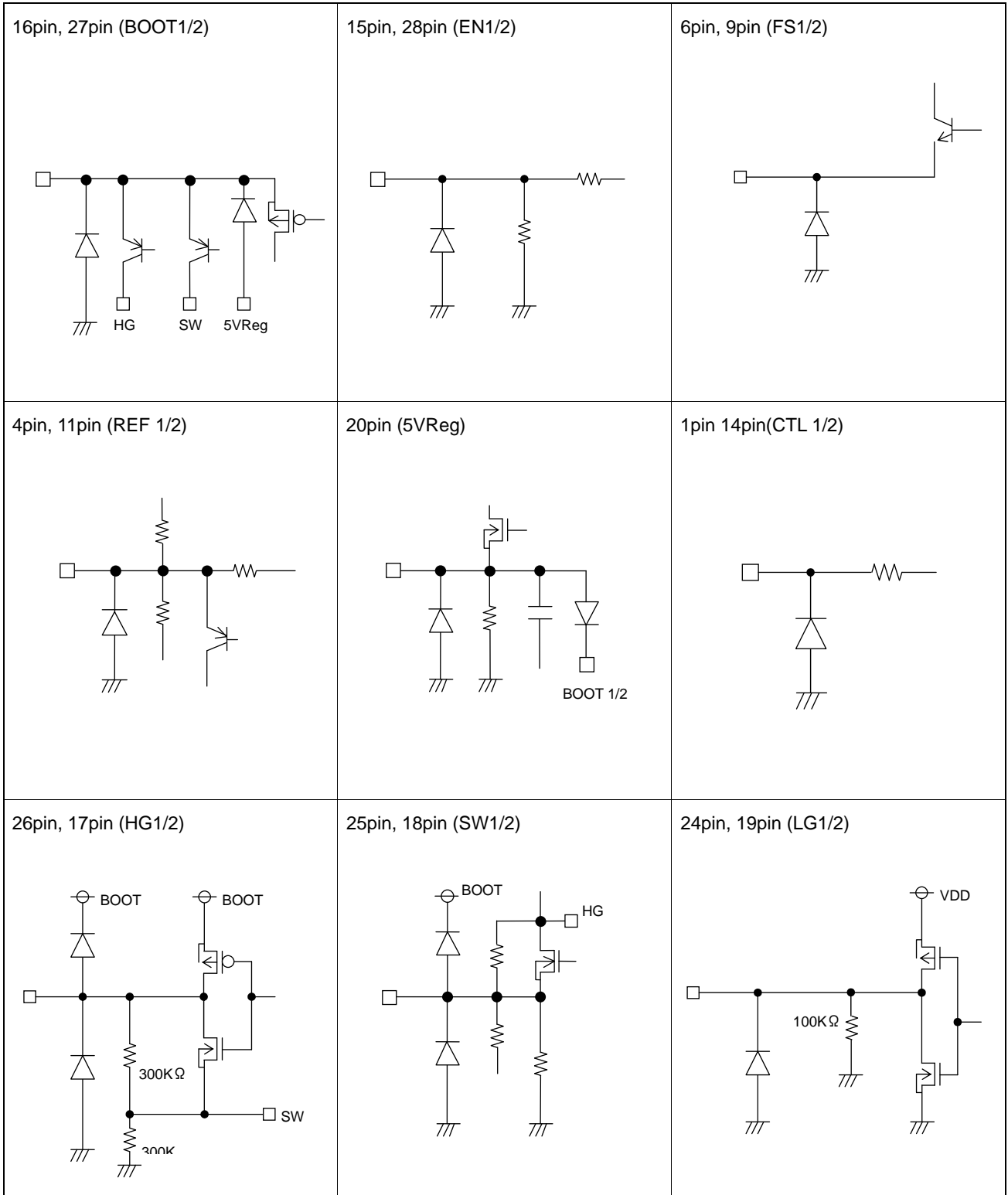
出力リップル電圧を FB 端子にフィードバックするために、R1 とパラに C1 を接続することを推奨します。また、低リップル出力電圧アプリケーション(ΔV<20mV)においては上記回路図上の Radd、Cadd を追加してください。定数設定に関しては別途ツールを用意しておりますのでお問い合わせください。

REF 電圧は Ch1:CTL の入力条件により可変することができます。Ch2:REF1=0.650V(固定)

<REF1 電圧設定表>

CTL1	CTL2	REF1
L	L	0.625V
H	L	0.600V
L	H	0.650V
H	H	0.625V

●各入出力部等価回路図



●使用上の注意点

1) 絶対最大定格について

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、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など、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、ヒューズなど、物理的な安全対策を施すようお願い致します。

2) 電源コネクタの逆接続について

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

3) 電源ラインについて

電源ラインには出力インピーダンスを下げるため、温度変化の少ない低 ESR のコンデンサを使用してください。入力に使用する電源の特性、基板の配線パターンに大きく依存するため、ご使用の温度、負荷範囲条件での十分な確認をお願いします。

4) GND 電位について

GND, PGND 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。

5) 熱設計について

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

6) 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可能性があります。

7) 強電界中での動作について

強電界中のご使用では、誤動作をする可能性がありますのでご注意ください。

8) ASO

本 IC を使用する際には、出力 Tr が絶対最大定格及び ASO を超えないように設定してください。

9) 熱遮断回路

本 IC は熱遮断回路(TSD 回路)を内蔵しています。チップ温度が下記の温度になると出力ゲートドライバを Low 状態にします。熱遮断回路は、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はしておりません。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。

	TSD ON 温度[°C] (typ.)	ヒステリシス温度[°C] (typ.)
BD9536FV	175	15

10) 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。また静電気対策として、組み立て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、検査工程までの治具への接続時には、必ず電源を OFF にしてから接続し検査を行い、電源を OFF にしてから取りはずしてください。

11) 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。

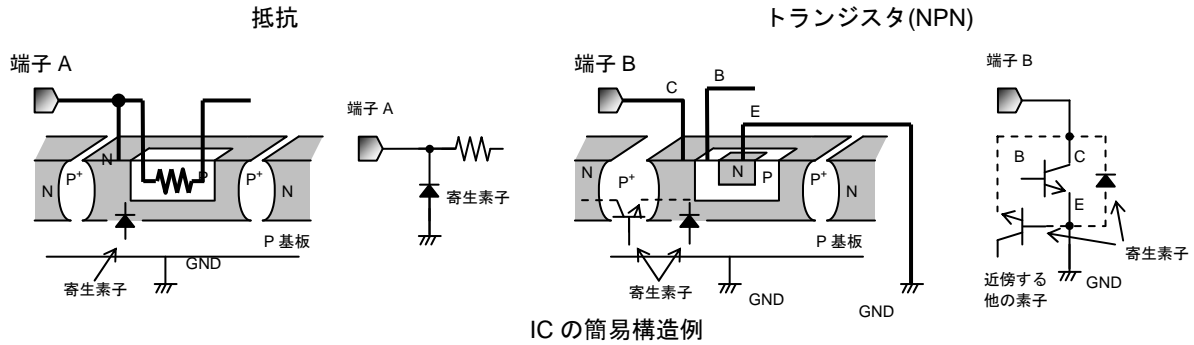
例えば下図のように抵抗とトランジスタが端子と接続されている場合、

○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。

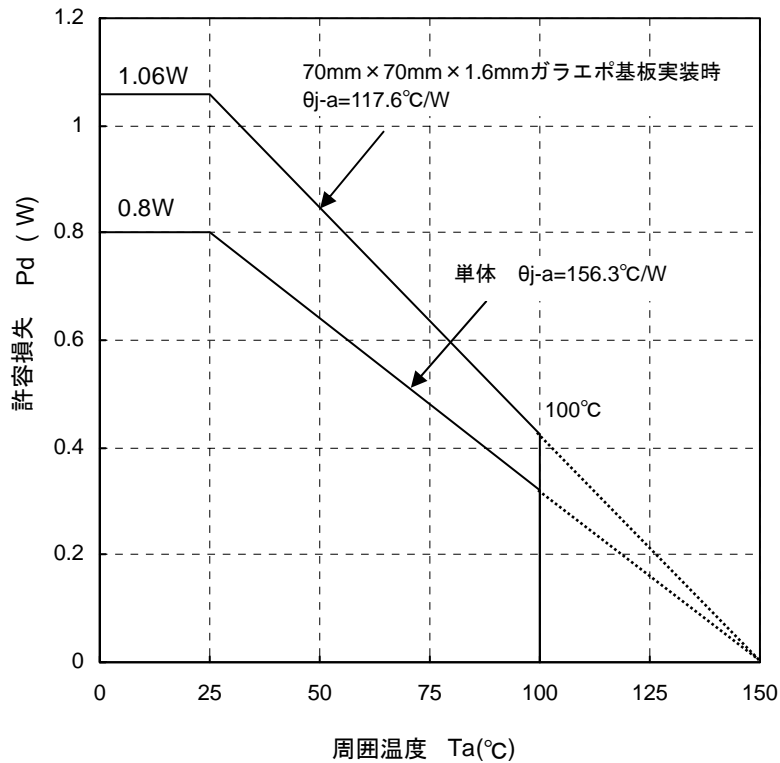
IC の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的にできます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因ともなり得ます。したがって、入力端子に GND (P 基板) より低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分に注意してください。



12) アース配線パターンについて

小信号 GND と大電流 GND がある場合、大電流 GND パターンと小信号 GND 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 GND の電圧を変化させないように、セットの基準点で一点アースすることを推奨します。外付け部品の GND 配線パターンも変動しないように注意してください。

●熱軽減特性



●発注形名セレクション

B	D
---	---

ローム形名

9	5	3	6
---	---	---	---

品番

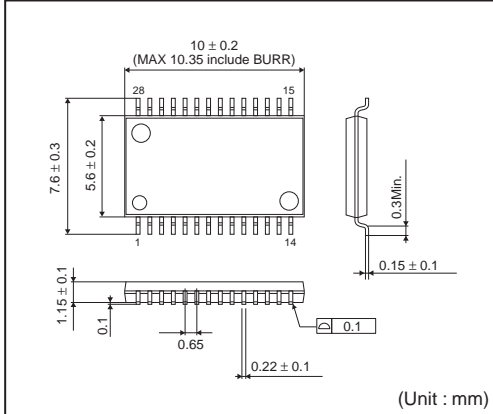
F	V
---	---

パッケージ
F: SSSOP-B28

E	2
---	---

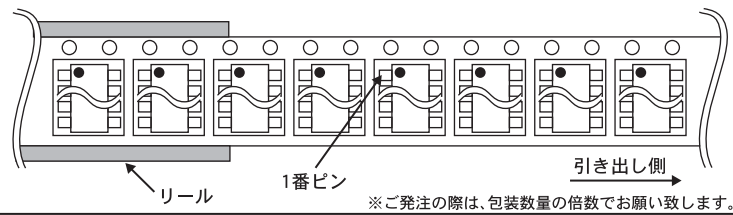
包装、フォーミング仕様
E2: リール状エンボステーピング

SSOP-B28



<包装仕様>

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



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。従いまして、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、身体への危険若しくは損害、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
CLASS III	CLASS III	CLASS II b	Ⅲ類
CLASS IV		CLASS III	

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られません。従いまして、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、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られません。
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. 許容損失(Pd)は周囲温度(Ta)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、ディレーティングカーブ範囲内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. はんだ付けはリフローはんだを原則とさせていただきます。なお、フロー方法でのご使用につきましては別途ロームまでお問い合わせください。詳細な実装及び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。従いまして、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上、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上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上でご使用ください。

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QRコードが印字されていますが、QR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。従いまして、上記第三者の知的財産権侵害の責任、及び本製品の使用により発生するその他の責任に関し、ロームは一切その責任を負いません。
2. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ローム若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。

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、ローム関係会社若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。