

4.5V~25V 入力 1ch 同期整流 降圧 DC/DC コントローラ

BD95601MUV-LB

概要

本製品は産業機器市場へ向けた、長期の供給を保証するランクの製品です。これらのアプリケーションとして、ご使用される場合に最適な商品です。

BD95601MUV-LB は、広入力電圧範囲(4.5~25V)から低出力電圧(0.75V~2.0V)を大電流で出力できる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。固定 ON タイムの進化版である H³Reg™ というローム独自の制御モードを採用することで、高速な過渡応答特性を実現できます。また、軽負荷時の効率を改善するために SLLM(Simple Light Load Mode)を採用し、広範囲な負荷電流に対して高効率を実現できます。ソフトスタート機能、タイマラッチ付短絡保護回路機能、過電流保護回路、トラッキング機能を有しており、低電圧大電流電源として最適です。

特長

- 産業機器に適した長期の供給保証。
- 軽負荷モード、連続モード選択可能。
- 多機能な保護回路。
 - ー過熱保護(TSD)。
 - ー低入力電圧誤動作防止(UVLO)。
 - ー設定可能な過電流保護回路(OCP)。
 - ー過電圧保護(OVP)。
 - ータイマラッチ付き短絡保護(SCP)。
- 可変ソフトスタート。
- パワーグッド。
- 周波数設定可能 (f=200kHz~500kHz)。

重要特性

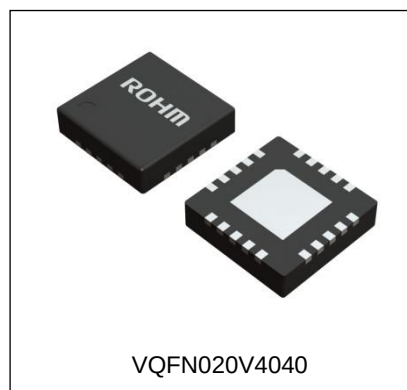
- VIN 入力電圧範囲 : 4.5V ~ 25V
- VCC 入力電圧範囲 : 4.5V ~ 5.5V
- VDD 入力電圧範囲 : 4.5V ~ 5.5V
- 出力電圧範囲 : 0.75V ~ 2.0V
- スタンバイ電流 : 0μA (Typ)
- 動作温度範囲 : -10°C ~ +85°C

パッケージ

VQFN020V4040

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

4.00mm x 4.00mm x 1.00mm



用途

- FPGA、POL 電源。
- モバイル PC、デスクトップ PC、LCD-TV、デジタル家電等。
- 産業機器。

基本アプリケーション回路

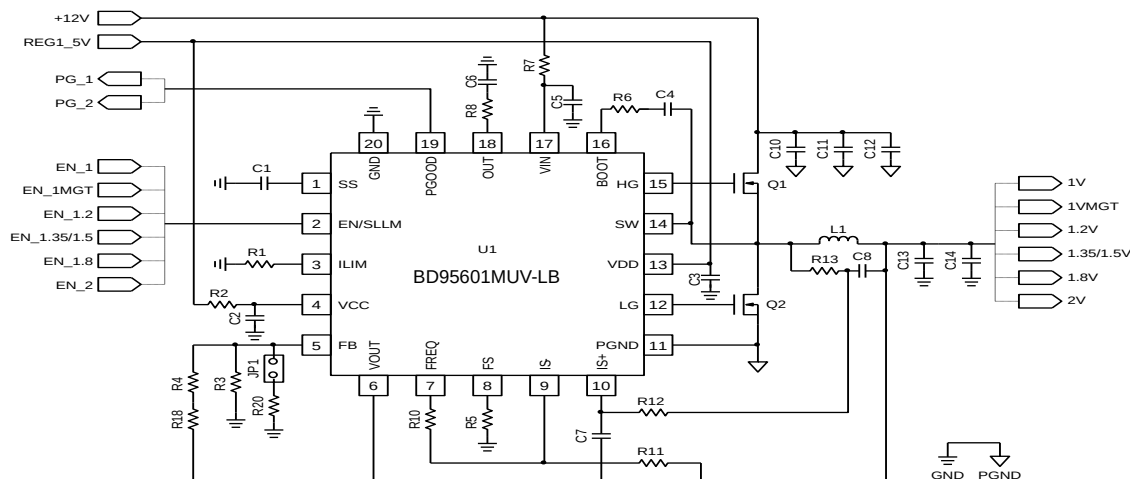


Figure 1. アプリケーション回路

○製品構造：シリコンモノリシック集積回路 ○耐放射線設計はしていません

www.rohm.co.jp

© 2013 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

TSZ22111・14・001

端子配置図

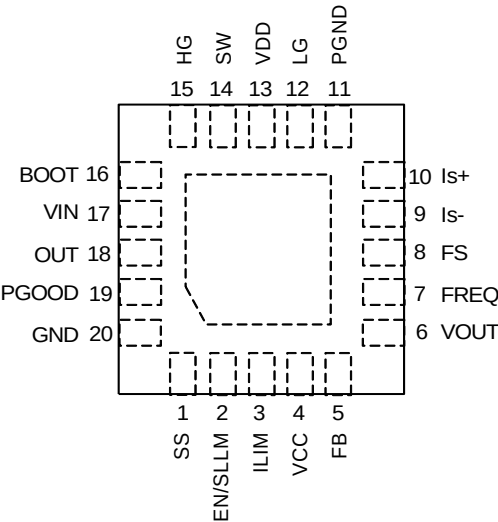


Figure 2. 端子配置図

端子説明

端子番号	記号	機能
1	SS	ソフトスタート時間設定端子です。端子電圧はスタンバイ時ローレベルになり、イネーブルオン時に IC 内部の定電流と SS-グラウンド間に接続されたコンデンサにより立ち上がり時間が決定します。SS 端子電圧がリファレンス電圧(0.75V)に達するまでの間、出力電圧を SS 端子に同期して単調増加します。
2	EN/SLLM	端子電圧が 2.3V 以上でハイレベルとなり、スイッチング動作が開始します。0.8V 以下でローレベルとなりスイッチング動作が停止します。回路電流は 10μA 以下になります。またこの端子は、SLLM と連続 PWM モードの切り替え端子を兼ねており、端子電圧が 2.3V~3.8V 時に連続 PWM モード、4.5V~5.5V 時に SLLM になります。3.3V または 5V の電源系統にて制御することで選択可能です。
3	ILIM	コイル電流制限設定端子です。グラウンド間に 100kΩ を接続してください。
4	VCC	制御回路の電源端子で、FET ドライバ回路以外の電源です。最大電流は 1.8mA で、電源電圧は 4.5V~5.5V を使用します。VCC 端子には 10Ω、1μF 程度の CR フィルタを付けることを推奨します。
5	FB	出力電圧フィードバック端子です。リファレンス電圧と FB 端子電圧が同じになるよう IC が制御します。
6	VOUT	出力電圧モニタ端子です。過電流モニタと出力電圧ディスチャージ機能も兼ねています。
7	FREQ	負荷の変動に対し、外付け抵抗にて周波数変動を抑制します。
8	FS	スイッチング周波数設定端子です。グラウンド間に抵抗を接続してください。周波数範囲は 200kHz~500kHz で設定可能です。
9	Is-	FREQ 端子を出力とするアンプの入力端子です。
10	Is+	出力電流検出端子です。この端子と VOUT 端子間の電圧が、ILIM 端子で設定した電圧以上になると、過電流検出とみなし、スイッチング動作を停止します。
11	PGND	ローサイド FET ドライバ用のグラウンド端子です。
12	LG	ローサイド FET ゲートドライバ用端子です。VDD-PGND 間でスイッチング動作します。出力段のオン抵抗は、ハイ時 3Ω/ロー時 0.5Ω で、ローサイド FET のゲートをハイスピードで駆動します。
13	VDD	ローサイド FET ゲートドライバの電源です。FET ON/OFF 時のピーク電流が流れるため 10μF 程度のバイパスコンデンサを付けることを推奨します。
14	SW	ハイサイド FET ゲートドライバ用接地端子です。対グラウンド耐圧は 30V です。
15	HG	ハイサイド FET ゲートドライバ用端子です。BOOT-SW 間でスイッチング動作します。出力段のオン抵抗は、ハイ時 3Ω/ロー時 2Ω で、ハイサイド FET のゲートをハイスピードで駆動します。
16	BOOT	ハイサイド FET ゲートドライバ用電源端子です。対グラウンド耐圧は 35V、対 SW 耐圧は 7V です。スイッチング波形は、BOOT 動作により (VIN+VDD)~VDD まで振幅します。
17	VIN	H ³ Reg™ 制御回路の電源端子です。入力電圧をモニタし必要なオンタイムを決定します。1kΩ、0.1μF 程度の CR フィルタを接続してください。
18	OUT	出力電圧制御アンプの出力端子です。抵抗とコンデンサの直列回路をグラウンドへ接続します。通常時は 0.01μF を接続してください。
19	PGOOD	FB 端子電圧がリファレンス電圧の 63%以上になるとハイレベルを出力します。出力形式はオープンドレインになっているので、プルアップ抵抗を接続してください。
20	GND	制御回路のグラウンド端子です。FIN と同電位です。
裏面	FIN	裏面放熱 PAD です。グラウンドへ接続してください。

ブロック図

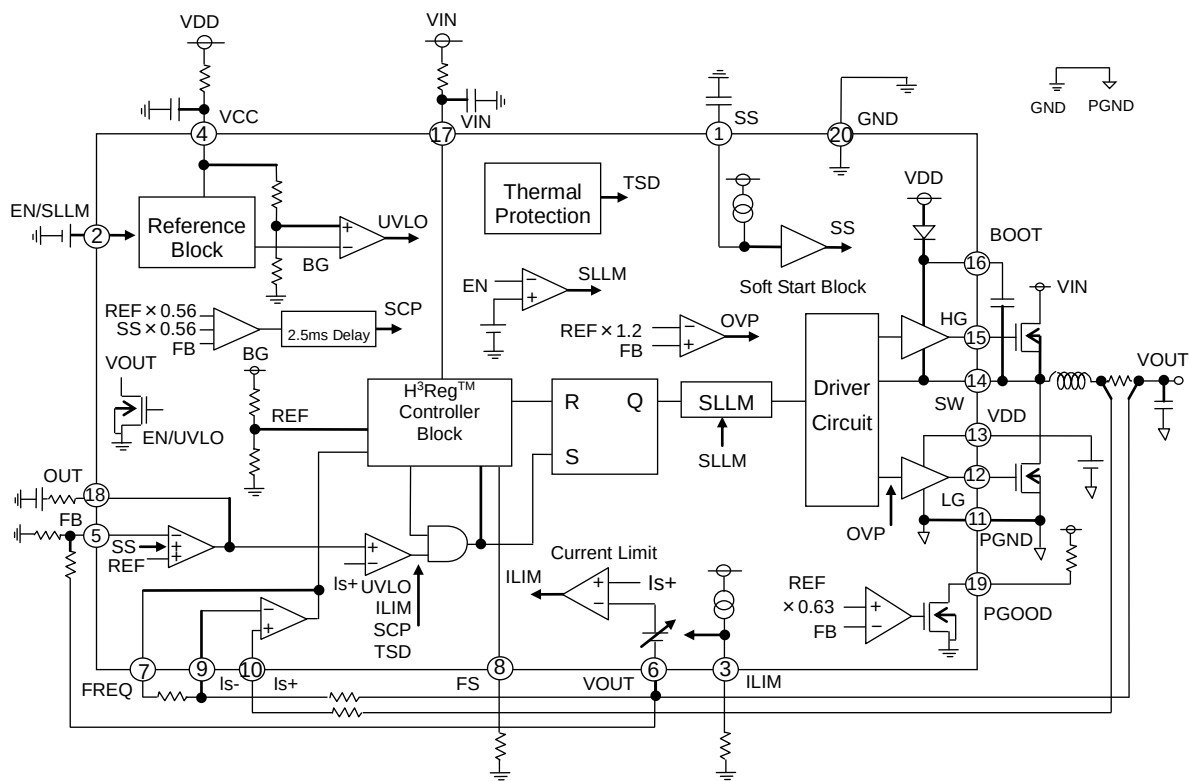


Figure 3. ブロック図

絶対最大定格(Ta = 25°C)

項 目	記号	定 格	単位	条件
入力電圧 1	V _{CC}	7	V	Note 1, Note 2
入力電圧 2	V _{DD}	7	V	Note 1, Note 2
入力電圧 3	V _{IN}	28	V	Note 1, Note 2
BOOT 電圧	BOOT	35	V	Note 1, Note 2
BOOT-SW 電圧	BOOT-SW	7	V	Note 1, Note 2
HG-SW 電圧	HG-SW	7	V	Note 1, Note 2
LG 電圧	LG	V _{DD}	V	
出力電圧	V _{OUT} /I _{S+} /I _{S-}	V _{CC}	V	
EN 入力電圧	EN	7	V	Note 1
許容損失 1	Pd1	0.34	W	Note 3
許容損失 2	Pd2	0.70	W	Note 4
許容損失 3	Pd3	2.20	W	Note 5
許容損失 4	Pd4	3.56	W	Note 6
動作温度範囲	Topr	-10 ~ +85	°C	
保存温度範囲	Tstg	-55 ~ +150	°C	
接合部温度	Tjmax	+150	°C	

(Note 1) ただし Pd を超えないこと。

(Note 2) サージ、逆起電圧等の瞬時的な電圧印加、もしくは Duty 比が 10%を下回る連続パルス印加に耐えうる最大定格。

(Note 3) Ta=25°C 以上は、2.7mW/°C で軽減。放熱板なし。

(Note 4) Ta=25°C 以上は、5.6mW/°C で軽減。74.2×74.2×1.6mm 1 層ガラエポ基板実装時、表層放熱銅箔:10.29mm²。

(Note 5) Ta=25°C 以上は、17.6m W/°C で軽減。74.2×74.2×1.6mm 4 層ガラエポ基板実装時、表層放熱銅箔:10.29mm²、2,3 層:放熱銅箔:5505mm²。

(Note 6) Ta=25°C 以上は、28.5mW/°C で軽減。74.2×74.2×1.6mm 4 層ガラエポ基板実装時、全層放熱銅箔:5505mm²。

注意: 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をお願いします。

推奨動作条件(Ta= 25°C)

項 目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
入力電圧 1	V _{CC}	4.5	-	5.5	V	
入力電圧 2	V _{DD}	4.5	-	5.5	V	
入力電圧 3	V _{IN}	4.5	-	25	V	
BOOT 電圧	BOOT	4.5	-	30	V	
SW 電圧	SW	-0.7	-	25	V	
BOOT-SW 電圧	BOOT-SW	4.5	-	5.5	V	
EN 入力電圧	EN	0	-	5.5	V	
I _S 入力電圧	I _{S+} /I _{S-}	0.7	-	2.7	V	
MIN ON 時間	TONMIN	-	-	80	ns	

電氣的特性(特に指定のない限り VCC=5V VDD=5V EN=3V VIN=12V VOUT=1.05V RFS=36kΩ Ta=25°C)

項 目	記号	最小	標準	最大	単位	条 件
全体						
VCC バイアス電流	I _{CC}	-	1500	1800	μA	
VCC スタンバイ電流	I _{CCSTB}	-	0	10	μA	EN= 0V
VIN バイアス電流	I _{IN}	-	30	80	μA	
VIN スタンバイ電流	I _{INSTB}	-	0	10	μA	EN= 0V
EN Low 電圧	EN _{LOW}	GND	-	0.8	V	
EN High 電圧 (強制連続モード)	EN _{HIGH_CON}	2.3	-	3.8	V	
EN High 電圧 (SLLM モード)	EN _{HIGH_SLLM}	4.5	-	5.5	V	
EN バイアス電流	I _{EN}	-	15	25	μA	EN= 3V
低入力誤作動防止部						
VCC スレッシュホールド電圧	V _{CC_UVLO}	3.7	4.0	4.2	V	VCC:Sweep up
VCC ヒステリシス電圧	dV _{CC_UVLO}	100	160	220	mV	VCC:Sweep down
H ³ Reg™ 制御部						
ON Time	T _{ON}	194	219	244	ns	
MAX ON Time	T _{ONMAX}	-	3.5	-	μs	
MIN OFF Time	T _{OFFMIN}	-	490	700	ns	
FET Driver 部						
HG 上側 ON 抵抗	HG _{HON}	-	3.0	6.0	Ω	
HG 下側 ON 抵抗	HG _{LON}	-	2.0	4.0	Ω	
LG 上側 ON 抵抗	LG _{HON}	-	3.0	6.0	Ω	
LG 下側 ON 抵抗	LG _{LON}	-	0.5	1.0	Ω	
SCP 部						
SCP 起動電圧	V _{SCP}	0.345	0.420	0.495	V	
SCP ディレイ時間	T _{SCP}	-	2.5	-	ms	
過電圧保護部						
FB スレッシュホールド電圧	V _{OV} P	0.825	0.900	0.975	V	
ソフトスタート部						
チャージ電流	I _{SS}	1	2	3	μA	
スタンバイ電圧	V _{SS_STB}	-	-	50	mV	
電流制限部						
設定用電流	I _{LIM}	-	10	-	μA	
電流制限スレッシュホールド電圧	V _{LIM}	75	100	120	mV	R _{LIM} = 100kΩ
出力電圧検出部						
出力基準電圧 1	REF1	0.743	0.750	0.757	V	
Is+入力電流	I _{S+}	-1	0	1	μA	LS+= 1.05V
Is-入力電流	I _{S-}	-1	0	1	μA	LS-= 1.05V
パワーグッド部						
FB パワーグッド電圧	V _{PGOOD}	0.38	0.47	0.56	V	
ディスチャージ ON 抵抗	R _{ONPGOOD}	-	50	150	Ω	
BOOT 用ダイオード						
V _F voltage	V _F	0.4	0.5	0.6	V	I _F = 1mA

特性データ(参考データ)

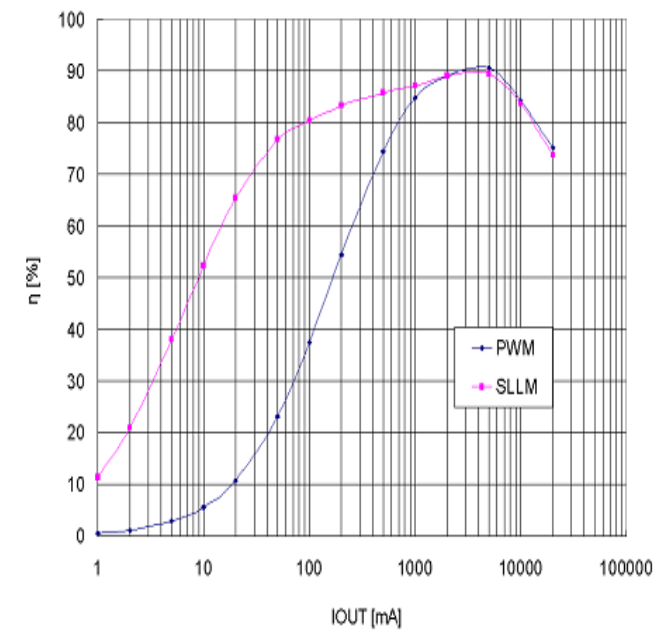


Figure 4. 効率(VIN= 7.5V)

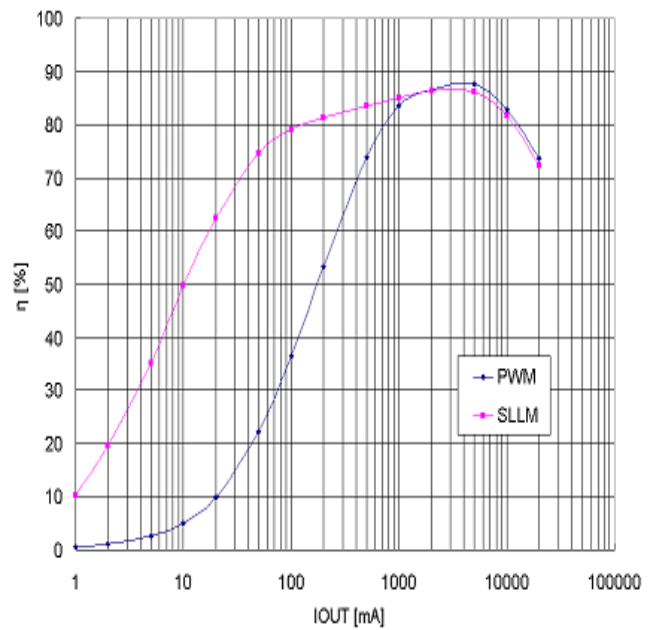


Figure 5. 効率(VIN= 12V)

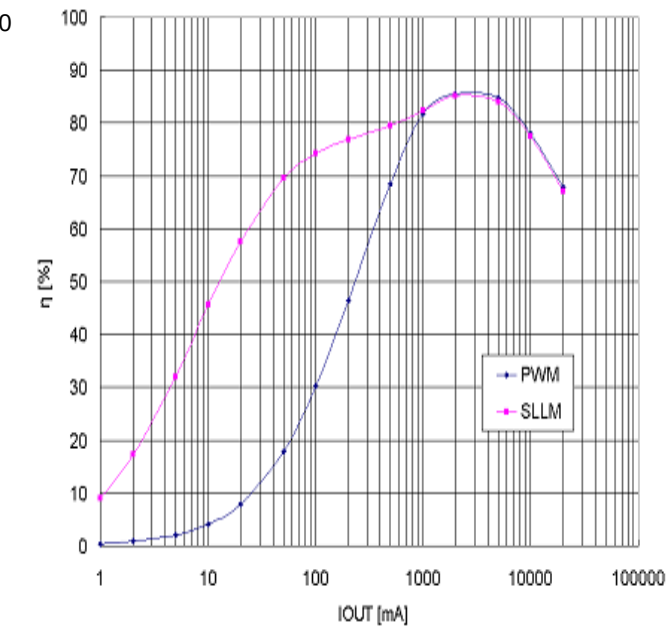


Figure 6. 効率(VIN= 21V)

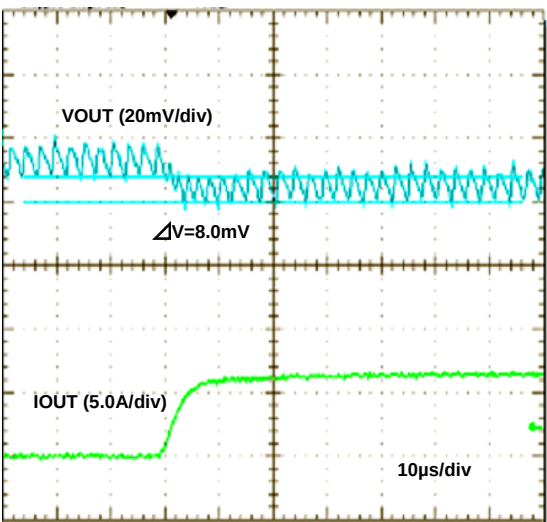


Figure 7. 過渡応答波形(VIN= 5V)

特性データ(参考データ) ー 続き

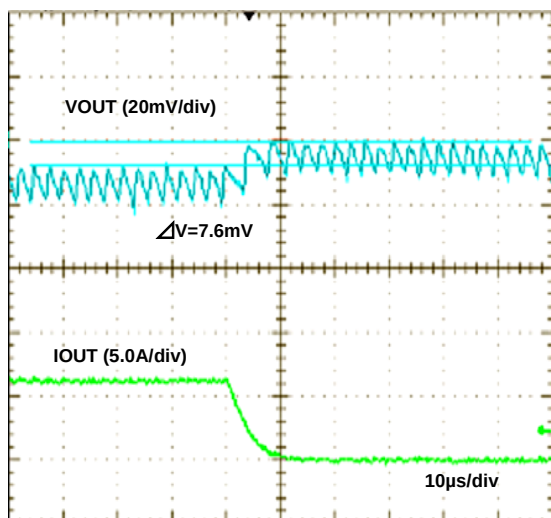


Figure 8. 過渡応答波形(VIN= 5V)

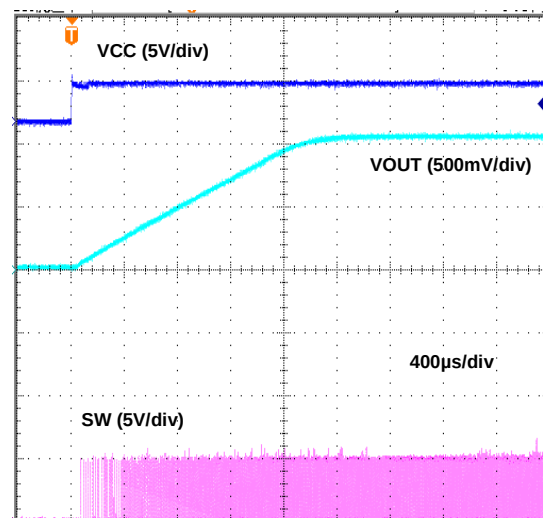


Figure 9. VCC によるパワーアップ

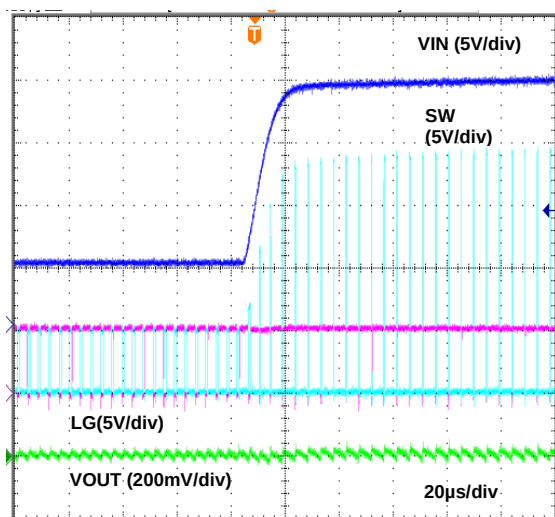


Figure 10. ラインレギュレーション

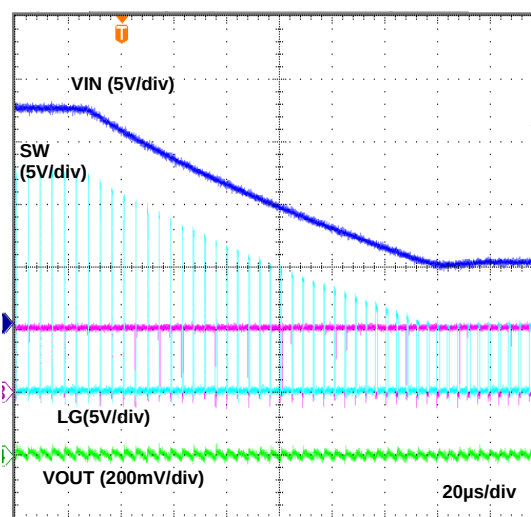


Figure 11. ラインレギュレーション

特性データ(参考データ) ー 続き

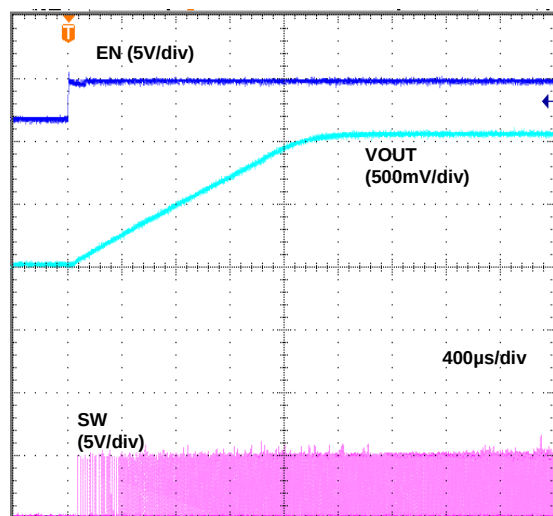


Figure 12. EN によるパワーアップ

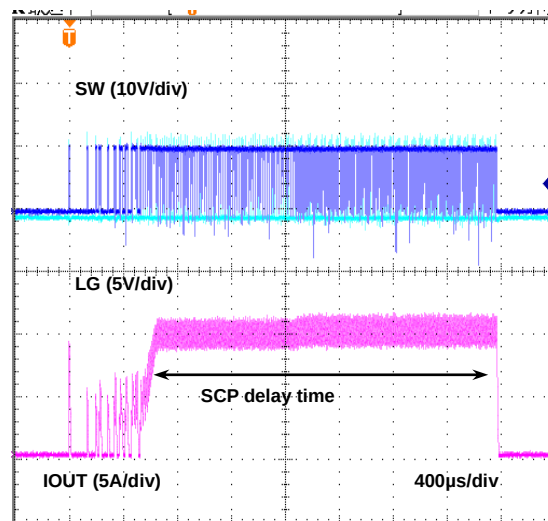
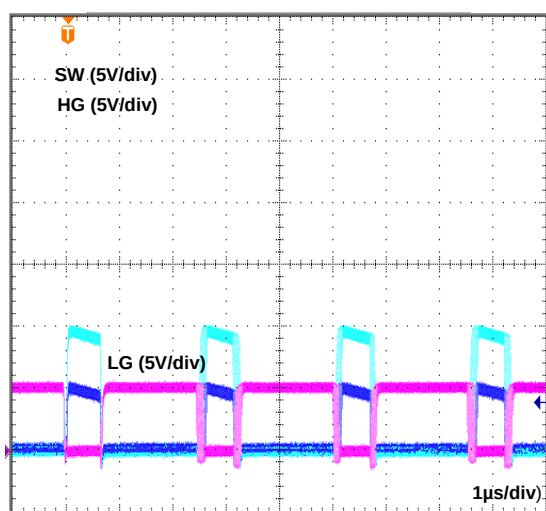
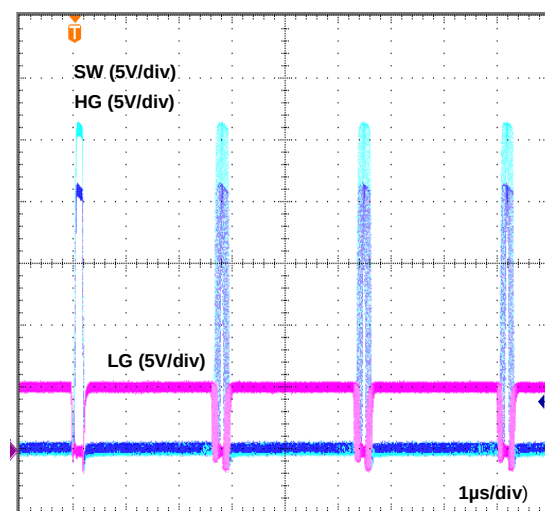
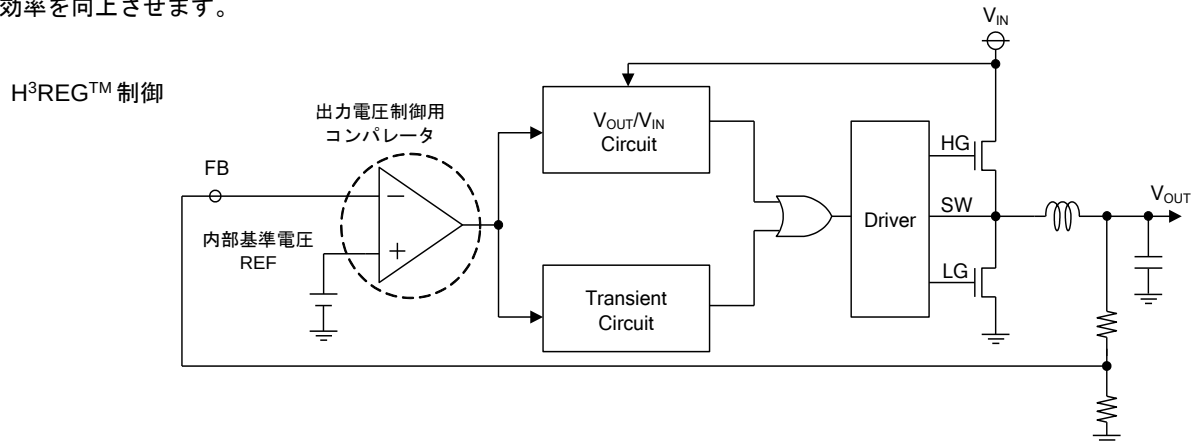


Figure 13. OCP & SCP

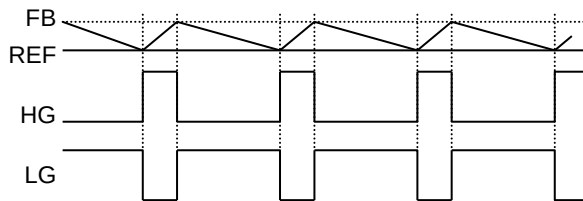
Figure 14. スイッチング波形($V_{in}= 5V, I_{out}= 18A$)Figure 15. スイッチング波形($V_{in}= 21V, I_{out}= 18A$)

各ブロック動作説明

BD95601MUV-LB は、固定 ON タイムの進化版である H³REG™ コントローラを内蔵した降圧型 1ch 同期整流スイッチングレギュレータです。コンパレータにて出力電圧の制御を行っているため、スイッチングの周波数に依存せず高速応答を実現できます。また負荷急変時 V_{OUT} が低下した場合、 t_{ON} 時間を延長することにより V_{OUT} の復帰を高速にして過渡応答特性を向上させます。軽負荷モードを起動させることにより、負荷が軽い時 Simple Light Load Mode(SLLM)制御を行い、効率を向上させます。



(通常動作時)



FB が出力設定電圧(REF)以下になったことを検出したら、H³REG™ コントローラが起動します。(経路 A)

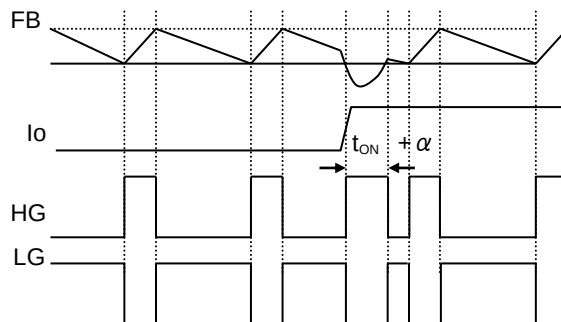
$$t_{ON} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \frac{1}{f} \text{ [sec]} \cdots (1)$$

HG は(1)式にて決まる時間出力します。

(FS 端子の抵抗値により設定)

LG は HG が OFF した後、FB=REF になるまで出力します。

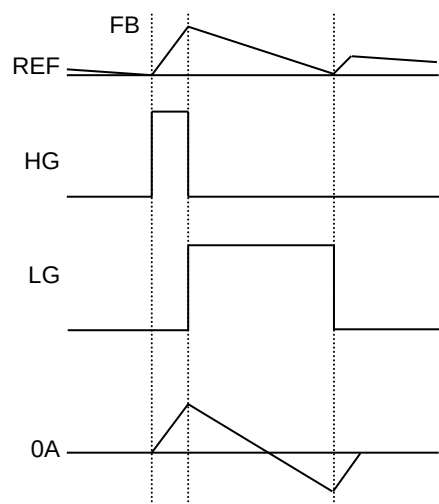
(負荷急変時)



負荷急変時 V_{OUT} が低下し、設定 t_{ON} 経過後まだ V_{OUT} が出力設定電圧以下の場合、 t_{ON} 時間を延長することにより、 V_{OUT} の復帰を高速にして過渡応答特性を向上させます。 V_{OUT} 復帰後は、通常動作に戻ります。

各ブロック動作説明 ー続き

(軽負荷時)

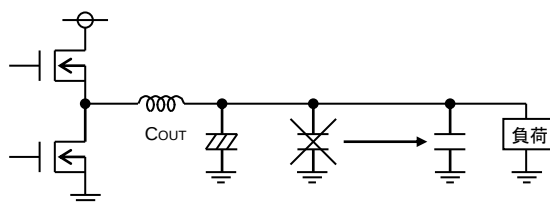


SLLM モード状態($EN/SLLM = 4.5V \sim 5.5V$)では LG が OFF した時、コイル電流が 0A 以下(V_{OUT} から SW 方向へ電流が流れる状態)であれば SLLM 機能が動作し、次の HG を出力できないようにします。

再び、FB が REF 電圧を下回ると HG を ON させます。

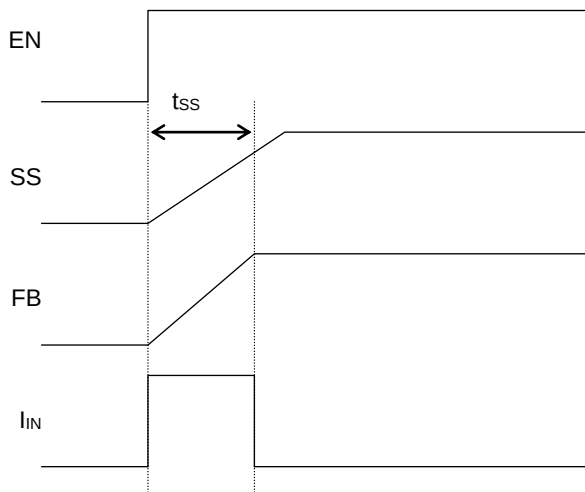
*注意

H³Reg™コントローラは出力コンデンサの ESR を利用することで、コンデンサから負荷に供給する電流をモニタし、高速応答を実現しています。各負荷で使用するパスコン(セラミックコンデンサ等)は各負荷側に接続することで効果を発揮します。電源の C_{OUT} 側はセラミックコンデンサを置かないでください



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ながら緩やか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

$$t_{ss} = \frac{0.75(\text{Typ}) \times C_{ss}}{2\mu\text{A}(\text{Typ})} \dots (2)$$

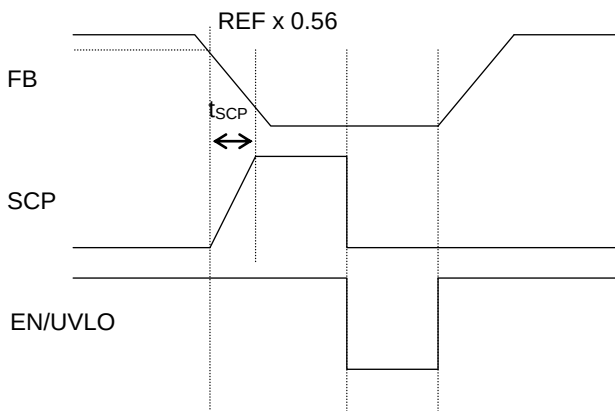
$C_{ss}(\text{pF})$	ソフトスタート時間(ms)
12000	5
27000	10
51000	20

突入電流

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

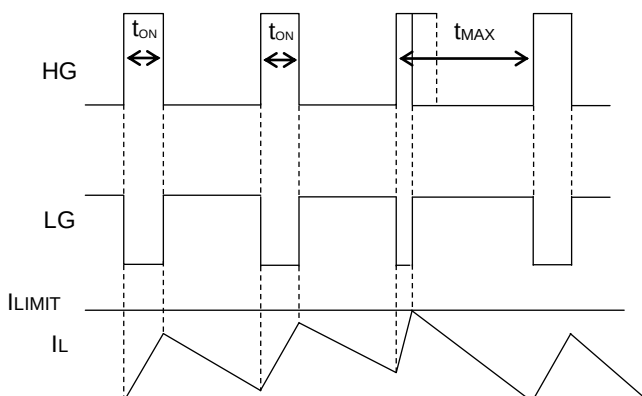
(C_{ss} :ソフトスタート用コンデンサ C_o :出力コンデンサ)

タイマラッチ式 出力短絡保護回路



FBがREF x 0.56以下になると、出力短絡保護が起動し、設定時間経過後に出力を OFF 状態でラッチし、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 2.5msec(Typ)です。

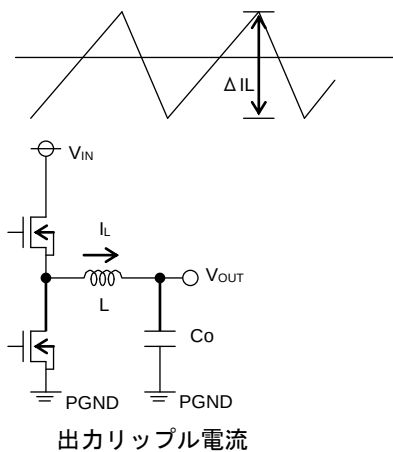
過電流保護回路



通常動作時、FB が REF 以下になると P8 のように t_{ON} のパルス幅の HG が出力しますが、コイル電流が I_{LIMIT} ポイントを超えると HG を OFF します。次のパルスは MAX ON TIME 後に出力電圧が低下かつ、 I_L が I_{LIMIT} 以下であれば通常動作に復帰します。

アプリケーション部品選定方法

1. コイル(L)の選定



コイルの値は、出力リップル電流に大きく影響します。
式(4)のようにコイルが大きいほど、また、スイッチング周波数が高いほどリップル電流は小さくなります。

$$\Delta I_L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{L \times V_{IN} \times f} [A] \dots (4)$$

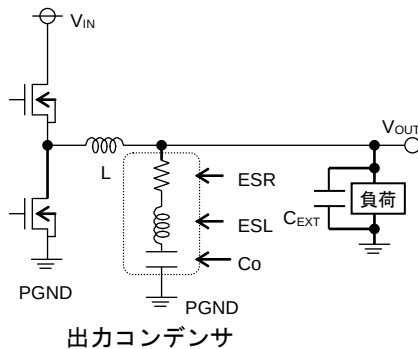
コイルのインダクタンス値は、一般的に値を下げるほど応答性が速くなりますが、出力リップル増加や効率悪化を伴います。
適切な設定値として 0.47μH~2.2μH を推奨します。

コイルのピーク電流定格は式(5)で近似されます。
この値より高いインダクタを選定ください。

$$I_{LPEAK} = I_{OUTMAX} + \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{2 \times L \times V_{IN} \times f} [A] \dots (5)$$

※コイルに定格電流値を超える電流を流すと、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、効率を良くするため、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



出力コンデンサは、出力リップル電圧が 30mV 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。
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(6)のように決定されます。

$$\Delta V_{OUT} = ESR \times \Delta I_L + ESL \times \Delta I_L / t_{ON} \dots (6)$$

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(7)の条件も考慮してください。出力コンデンサ容量には出力に接続する負荷側にもバスコン目的のコンデンサが接続されます(上図の C_{EXT})。これらの容量も考慮しソフトスタート時間や過電流検出値を設定してください。

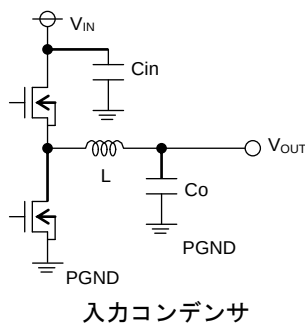
$$C_o + C_{EXT} \leq \frac{t_{SS} \times (Limit - I_{OUT})}{V_{OUT}} \dots (7)$$

t_{SS} : ソフトスタート時間

Limit: 過電流検出

容量値が最適でないと OCP を検出し、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



入力側コンデンサの選定では、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 する必要があります。リップル電流 I_{RMS} は式(8)で与えられます。

$$I_{RMS} = I_{OUT} \times \frac{\sqrt{V_{OUT} (V_{IN} - V_{OUT})}}{V_{IN}} [A] \dots (8)$$

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

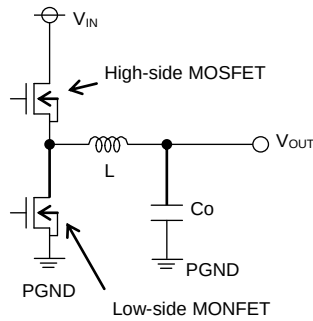
また、入力コンデンサの ESR 損失を少なくし、効率を良くするためにセラミックコンデンサを推奨します。

アプリケーション部品選定方法 ー続き

4. MOSFET の選定

High-side ドライバ、Low-side ドライバは、低オン抵抗の N チャンネル MOSFET を駆動するように設計されています。

MOSFET は下記のような損失が発生するため、入出力条件や負荷電流によってそれぞれ最適な FET を選定することが重要です。



< High-side MOSFET の損失 >

$$P_{\text{High-side}} = P_{\text{RON}} + P_{\text{TRAN}} \\ = \frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}} \times R_{\text{IN}} \times I_{\text{OUT}}^2 + \frac{(T_r + T_f) \times V_{\text{IN}} \times I_{\text{OUT}} \times f}{6} \quad \dots (9)$$

(Ron: FET の ON 抵抗、f: スイッチング周波数 Tr: 上昇時間、Tf: 下降時間)

< Low-side MOSFET の損失 >

$$P_{\text{Low-side}} = P_{\text{RON}} \\ = \frac{V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}} \times R_{\text{IN}} \times I_{\text{OUT}}^2 \quad \dots (10)$$

High-side MOSFET は ON 抵抗による損失の他に、スイッチング時にも損失が発生するため ON 抵抗と Qg(ゲート総電荷量)の両方ともに低い MOSFET を選定することで良好な効率となります。下記に各電流値での MOSFET を推奨します。

出力電流	High-side MOSFET	Low-side MOSFET
～5A	RQ3E080GN	RQ3E100GN
5～8A	RQ3E120GN	RQ3E150GN
8～10A	RQ3E150GN	RQ3E180GN

5. 出力電圧設定

出力電圧が REF= FB となるように IC は動作します。
出力電圧を 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>

$$V_{\text{OUT}} = \frac{(R1+R2)}{R2} \times \text{REF}(0.75\text{V})$$

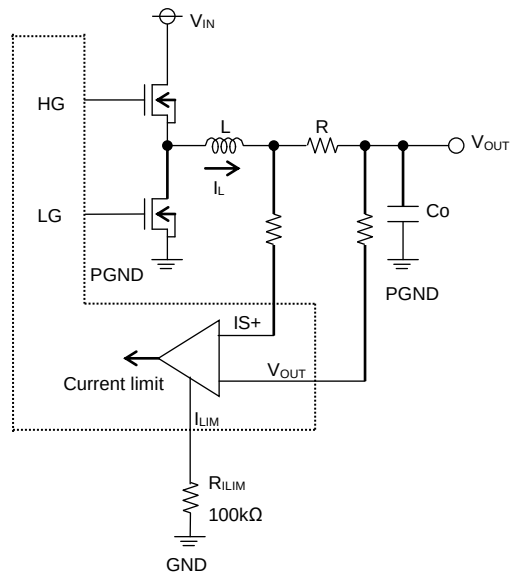
設定抵抗は帰還電流と外部からのノイズ耐性のため 10kΩ～50kΩ の範囲で選択します。
代表的な出力電圧は下記定数を参考ください。

出力電圧	R1	R2
1.0V	10kΩ	30kΩ
1.2V	18kΩ+1.8kΩ	33kΩ
1.35V	24kΩ	30kΩ
1.5V	24kΩ	12kΩ(30kΩ//20kΩ)
1.8V	39kΩ+3kΩ	30kΩ
2.0V	36kΩ+0.68kΩ	22kΩ

アプリケーション部品選定方法 ー続き

6. 過電流設定用抵抗の選定

(A) 高精度電流検出回路 (低抵抗を使用)

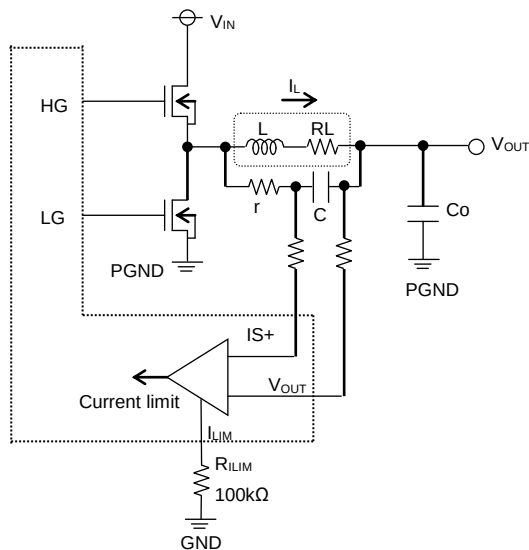


$$I_{LIMIT} = \frac{0.1}{R} \quad [A] \cdots (11)$$

(R: 検出抵抗)

 R_{LIM} は 100kΩ 固定です。

(B) 低損失電流検出回路 (L の DCR を使用)

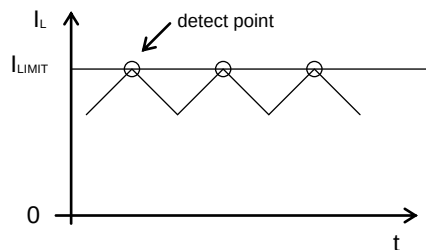


$$I_{LIMIT} = 0.1 \times \frac{r \times C}{L} \quad [A] \cdots (12)$$

$$\text{ただし } R_L = \frac{L}{r \times C}$$

(R_L:コイルの DCR 値) r は許容損失が入るよう調整する必要があります。

47kΩ~330kΩ 程度にしてください

 R_{LIM} は 100kΩ 固定です。

左図のようにコイル電流により発生した I_{S+} , V_{OUT} 間の電圧が設定ポイントを超えると、High-side FET のゲートを Low にします。コイル電流のピーク値で検出できるため、コイルの飽和時にも対応でき、システムの信頼性を向上させます。

応用回路例

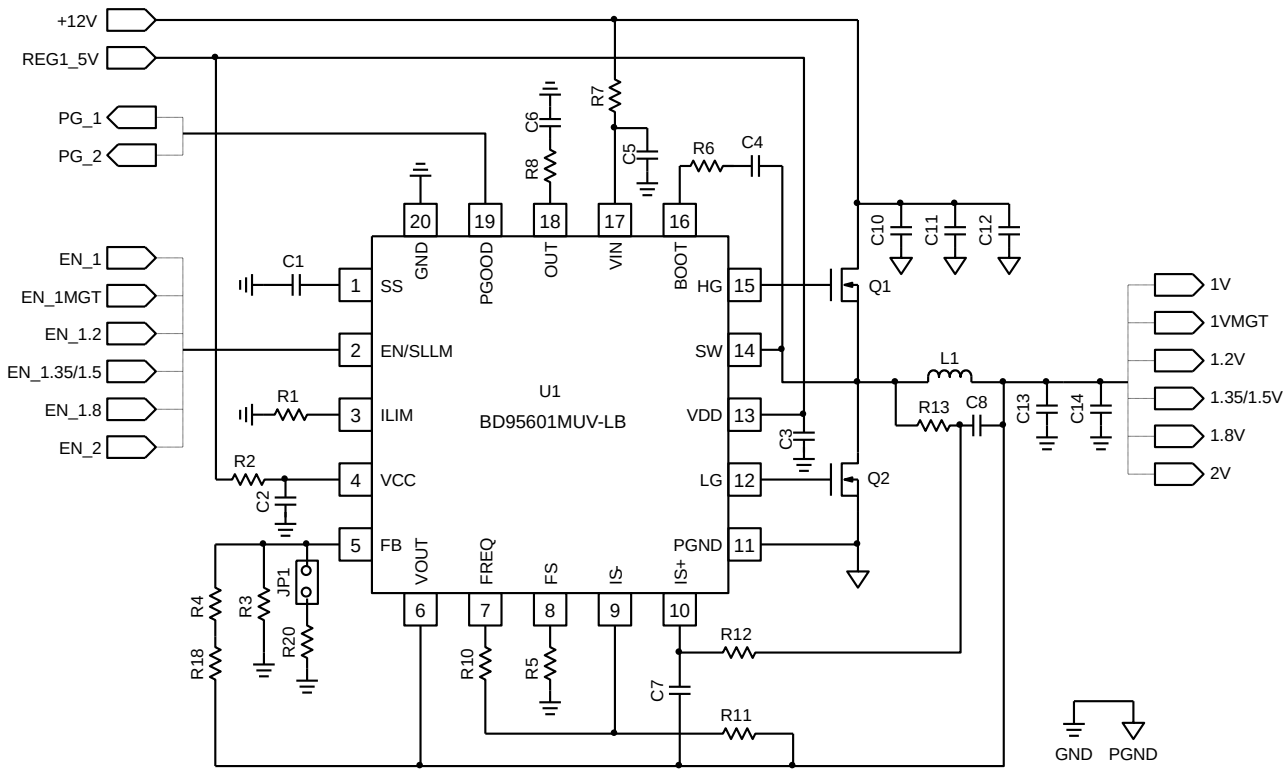


Figure 16. BD95601MUV-LB 基本アプリケーション回路

部品表

Reference Designator	Type	Value	Description	Manufacturer Part Number	Manufacturer	Configuration (mm)
C1	Ceramic Capacitor	0.022μF	25V, X7R, ±10%	GRM155R71E223KA61	MURATA	1005
C2	Ceramic Capacitor	1μF	10V, X5R, ±10%	GRM188R61A105KA61	MURATA	1608
C3	Ceramic Capacitor	10μF	25V, X5R, ±10%	GRM32DR61E106KA12	MURATA	3225
C4	Ceramic Capacitor	0.47μF	10V, X5R, ±10%	GRM188R61A474KA61	MURATA	1608
C5, C6	Ceramic Capacitor	0.01μF	25V, X7R, ±10%	GRM155R71E103KA01	MURATA	1005
C7	Ceramic Capacitor	10pF	50V, CH, ±5%	GRM1552C1H100JA01	MURATA	1005
C8	Ceramic Capacitor	1000pF	50V, X5R, ±10%	GRM155R61H102KA01	MURATA	1005
C10	Ceramic Capacitor	0.1μF	50V, X5R, ±10%	GRM155R61E104KA87	MURATA	1005
C11, C12	Ceramic Capacitor	10μF	35V, X5R, ±10%	GRM32ER6YA106KA12	MURATA	3225
L1	Inductor	0.56μH	±20%, 14.2A(L=-20%), DCR=3.2mΩmax	FDU0650-H-R56M	TOKO	7667
Q1	MOSFET	-	N-ch, Vdss 30V, Id 15A, Ron 4.7mΩ	RQ3E150GN	ROHM	3333
Q2	MOSFET	-	N-ch, Vdss 30V, Id 18A, Ron 3.3mΩ	RQ3E180GN	ROHM	3333
R1	Resistor	100kΩ	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ104	ROHM	1005
R2	Resistor	10Ω	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ100	ROHM	1005
R5	Resistor	36kΩ	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ363	ROHM	1005
R6	Resistor	3.3Ω	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ3R3	ROHM	1005
R7	Resistor	1kΩ	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ102	ROHM	1005
R8	Resistor	2.7kΩ	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ272	ROHM	1005
R10	Resistor	510Ω	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ511	ROHM	1005
R11, R12	Resistor	100Ω	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ101	ROHM	1005
R13	Resistor	100kΩ	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ104	ROHM	1005
U1	IC	-	Buck DC/DC Controller	BD95601MUV-LB	ROHM	VQFN020V4040

VOUT=1.0V, IOUT=6A

Reference Designator	Type	Value	Description	Manufacturer Part Number	Manufacturer	Configuration (mm)
C13, C14	POSCAP	470μF	2.5V, ±20%, ESR 6mΩmax	2R5TPF470M6L	SANYO	7343
JP1	Jumper	n/a	Not applicable	-	-	-
R3	Resistor	30kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD3002	ROHM	1005
R4	Resistor	10kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD1002	ROHM	1005
R18	Resistor	0Ω	Jumper, 1A, 50mΩmax	MCR01MZPJ000	ROHM	1005
R20	Resistor	n/a	Not applicable	-	-	-

VOUT=1.2V, IOUT=4A

Reference Designator	Type	Value	Description	Manufacturer Part Number	Manufacturer	Configuration (mm)
C13, C14	POSCAP	470μF	2.5V, ±20%, ESR 6mΩmax	2R5TPF470M6L	SANYO	7343
JP1	Jumper	n/a	Not applicable	-	-	-
R3	Resistor	30kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD3002	ROHM	1005
R4	Resistor	18kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD1802	ROHM	1005
R18	Resistor	0Ω	Jumper, 1A, 50mΩmax	MCR01MZPJ000	ROHM	1005
R20	Resistor	n/a	Not applicable	-	-	-

VOUT=1.8V, IOUT=6A

Reference Designator	Type	Value	Description	Manufacturer Part Number	Manufacturer	Configuration (mm)
C13, C14	POSCAP	470μF	2.5V, ±20%, ESR 6mΩmax	2R5TPF470M6L	SANYO	7343
JP1	Jumper	n/a	Not applicable	-	-	-
R3	Resistor	30kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD3002	ROHM	1005
R4	Resistor	39kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD3902	ROHM	1005
R18	Resistor	3kΩ	1/16W, 50V, 5%	MCR01MZPJ302	ROHM	1005
R20	Resistor	n/a	Not applicable	-	-	-

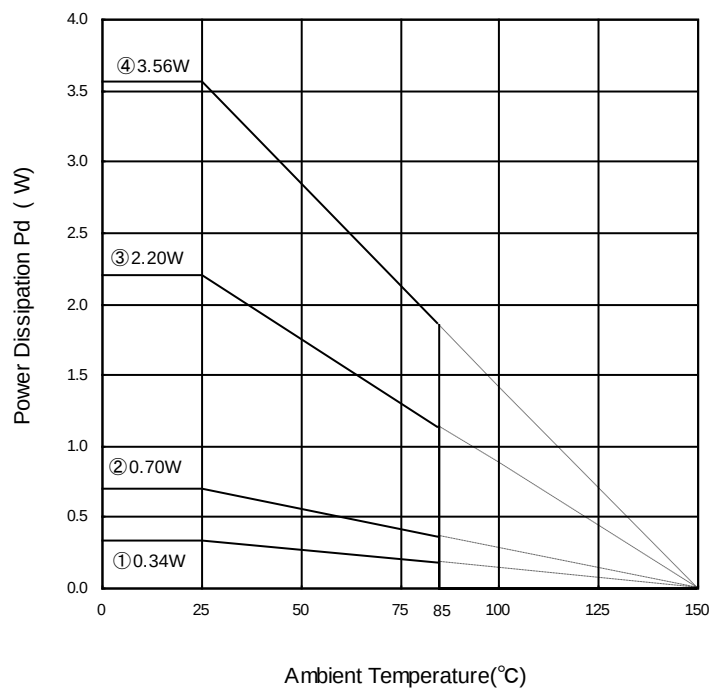
VOUT=1.35V, IOUT=4A

Reference Designator	Type	Value	Description	Manufacturer Part Number	Manufacturer	Configuration (mm)
C13, C14	POSCAP	470μF	2.5V, ±20%, ESR 6mΩmax	2R5TPF470M6L	SANYO	7343
JP1	Jumper	-	0: 1.35V, 1: 1.5V	-	-	-
R3	Resistor	30kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD3002	ROHM	1005
R4	Resistor	24kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD2402	ROHM	1005
R18	Resistor	0Ω	Jumper, 1A, 50mΩmax	MCR01MZPJ000	ROHM	1005
R20	Resistor	120kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD1203	ROHM	1005

VOUT=2.0V, IOUT=2A

Reference Designator	Type	Value	Description	Manufacturer Part Number	Manufacturer	Configuration (mm)
C13, C14	POSCAP	330μF	6.3V, ±20%, ESR 18mΩmax	6TPE330MIL	SANYO	7343
JP1	Jumper	n/a	Not applicable	-	-	-
R3	Resistor	18kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD1802	ROHM	1005
R4	Resistor	30kΩ	1/16W, 50V, 0.5%	MCR01MZPD3002	ROHM	1005
R18	Resistor	0Ω	Jumper, 1A, 50mΩmax	MCR01MZPJ000	ROHM	1005
R20	Resistor	n/a	Not applicable	-	-	-

熱損失について



基板サイズ:74.2mm x 74.2mm x 1.6mm
基板①:IC 単体
基板②:1 層基板(表層放熱銅箔 10.29mm²)
基板③:4 層基板(表裏層放熱銅箔 10.29mm²、2,3 層放熱銅箔 5505mm²)
基板④:4 層基板(全層放熱銅箔 5505mm²)

基板①: $\theta_{ja}=367.6^{\circ}\text{C/W}$
基板②: $\theta_{ja}=178.6^{\circ}\text{C/W}$
基板③: $\theta_{ja}=56.6^{\circ}\text{C/W}$
基板④: $\theta_{ja}=35.1^{\circ}\text{C/W}$

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

また、LSI のすべての電源端子について電源ー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、低温で容量ぬけ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. 熱設計について

万一、許容損失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。本仕様書の絶対最大定格に記載しています許容損失は、70mm x 70mm x 1.6mm ガラスエポキシ基板実装時、放熱板なし時の値であり、これ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、放熱板を使用する等の対策をして、許容損失を超えないようにしてください。

6. 推奨動作条件について

この範囲であればほぼ期待通りの特性を得ることが出来る範囲です。電気特性については各項目の条件下において保証されるものです。推奨動作範囲内であっても電圧、温度特性を示します。

7. 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。

8. 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。

9. 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。

10. 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、出力と電源およびグラウンド間、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。

使用上の注意 — 続き

11. 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。

12. 各入力端子について

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

例えば、下図のように、抵抗とトランジスタが端子と接続されている場合、

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

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

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

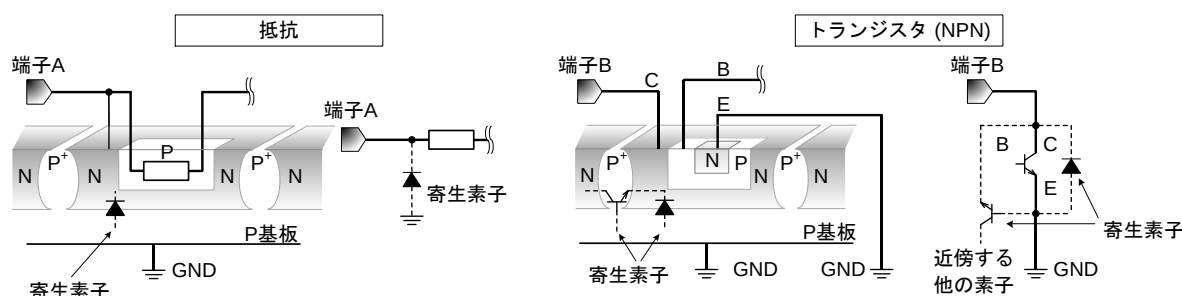


Figure 17. モノリシック IC 構造例

13. 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上定数を決定してください。

14. 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 を越えないよう設定してください。

15. 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。許容損失範囲内でご使用いただきますが、万が一許容損失を超えた状態が継続すると、チップ温度 T_j が上昇し温度保護回路が動作し出力パワー素子が OFF します。その後チップ温度 T_j が低下すると回路は自動で復帰します。なお、温度保護回路は絶対最大定格を超えた状態での動作となりますので、温度保護回路を使用したセット設計等は、絶対に避けてください。

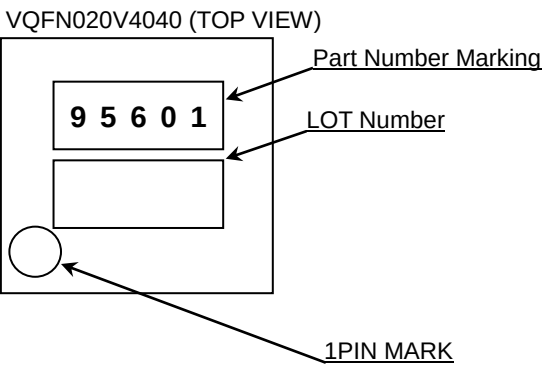
16. 過電流保護回路について

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

発注形名情報

B D 9 5 6 0 1 M U V											-	L B E 2			
品名											パッケージ MUV: VQFN	製品ランク LB:産業機器用			
												包装、フォーミング仕様 E2:リール状エンボステーピング (包装数量 2500 個) H2:リール状エンボステーピング (包装数量 250 個)			

標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name

VQFN020V4040

4.0 ± 0.1

4.0 ± 0.1

1 PIN MARK

1.0 MAX

0.08

0.02 + 0.03
- 0.02
(0.22)

C0.2

2.1 ± 0.1

1

5

20

6

16

10

15

11

1.0

0.5

0.25 + 0.05
- 0.04

0.4 ± 0.1

2.1 ± 0.1

(UNIT : mm)

PKG : VQFN020V4040

Drawing No. EX474-5001-1

<包装仕様>

包装形態	エンボステーピング
包装数量	250pcs
包装方向	H2 （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）

リール

1番ピン

引き出し側

*ご発注の際は、包装数量の倍数でお願い致します。

改訂履歴

日付	版	変更内容
2013.09.06	001	新規作成
2013.04.01	002	「長期の稼働・供給」⇒「長期の供給」に変更 包装・フォーミング仕様 E2 ⇒H2 に変更
2016.08.02	003	誤記訂正

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。したがって、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
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。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
 - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
 - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
 - ③潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂ 等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
 - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
 - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合。
 - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用。
 - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合(無洗浄タイプのフラックスを使用された場合も、残渣の洗浄は確実にを行うことをお勧め致します)、又ははんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合。
 - ⑧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. 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いただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。
その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

応用回路、外付け回路等に関する注意事項

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

静電気に対する注意事項

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

保管・運搬上の注意事項

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
 - ①潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所での保管
 - ②推奨温度、湿度以外での保管
 - ③直射日光や結露する場所での保管
 - ④強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き（梱包箱に表示されている天面方向）で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

製品ラベルに関する注意事項

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

製品廃棄上の注意事項

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

外国為替及び外国貿易法に関する注意事項

本製品は外国為替及び外国貿易法に定める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。

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。