入力電圧 5.0V～35V 出力スイッチ電流 2A 1ch 降圧 DC/DC コンバータ

BD9060HFP-C　BD9060F-C

●概要

高精度周波数フレキシブル降圧スイッチングレギュレータは外付け抵抗で動作周波数を自由に設定可能な高耐圧 POWER MOS FET 内蔵スイッチングレギュレータです。広い入力電圧範囲（5～35V）、高い周波数精度±5%(f=200～500kHz)が特長で、また外部同期入力端子により外部クロックとの同期動作も可能です。出力コンデンサはセラミックコンデンサに対応しています。

●特長

- ■ 少ない外付け部品
- ■ Pch POWER MOS FET 内蔵
- ■ 低ドロップアウト動作：
  100% ON デューティサイクル
- ■ 外部同期可能
- ■ ソフトスタート機能 (内蔵 2.7ms (Typ))
- ■ 過電流保護回路
- ■ 温度保護回路

●用途

バッテリー駆動車載ユニット(クラスタ、カーマルチメディア、etc)、ETC などの車載機器、産業機器、薄型 TV、プリンタ、DVD、AV、OA など

●重要特性

- ■ 入力電圧範囲：　5V ~ 35 V
- ■ 出力電圧範囲：　0.8V ~ V_{IN}V
- ■ 出力スイッチ電流：　2A(Max)
- ■ 発振周波数範囲：　50kHz ~ 500 kHz
- ■ 周波数精度：　±5%(f=200kHz ~ 500kHz)
- ■ POWER MOS FET ON 抵抗：　0.6Ω(Max)
- ■ 基準電圧精度　±2 %(Typ)
- ■ スタンバイ時回路電流：　0μA (Typ)
- ■ 動作温度範囲：　-40°C ~ +125°C
- ■ AEC-Q100 対応

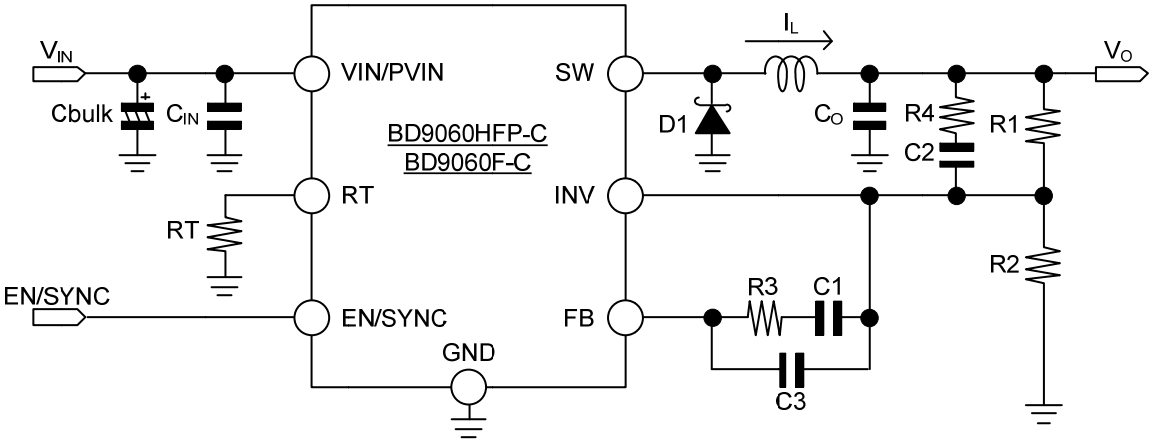
●パッケージ

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

■HRP7　9.395mm x 10.540mm x 2.005mm

■SOP8　5.00mm x 6.20mm x 1.71mm

●基本アプリケーション回路

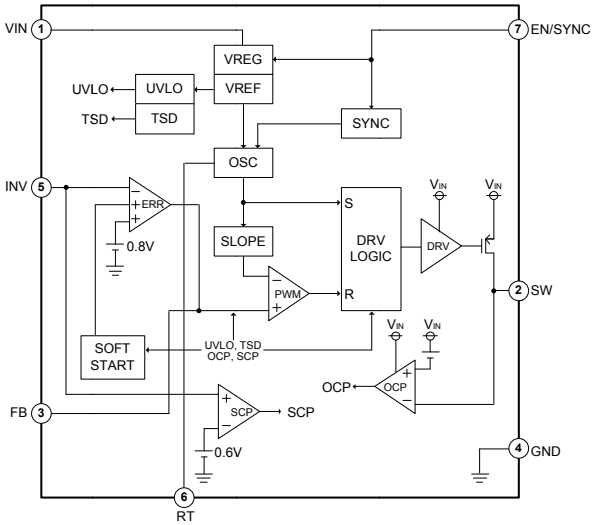


○製品構造：シリコンモノリシック集積回路　○耐放射線設計はしておりません

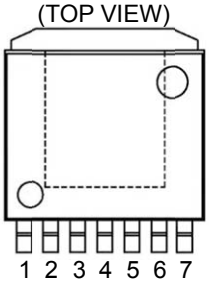
©2013 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

●端子配置図、端子説明、ブロック図

(BD9060HFP-C)

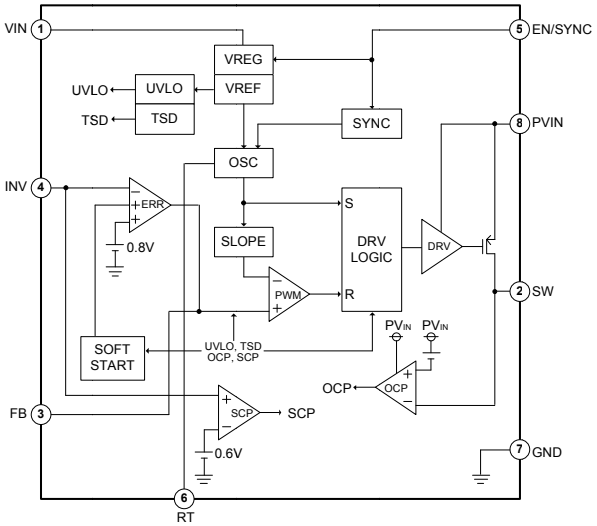


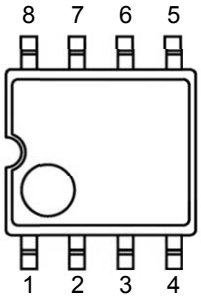
HRP7
(TOP VIEW)



番号	端子名	機　能
1	VIN	電源入力端子
2	SW	出力端子
3	FB	エラーアンプ出力端子
4	GND	GND端子
5	INV	出力電圧フィードバック端子
6	RT	周波数設定抵抗接続端子
7	EN/SYNC	イネーブル、外部同期端子
FIN	-	GND端子

(BD9060F-C)





番号	端子名	機　能
1	VIN	電源入力端子(Note1)
2	SW	出力端子
3	FB	エラーアンプ出力端子
4	INV	出力電圧フィードバック端子
5	EN/SYNC	イネーブル,外部同期端子
6	RT	周波数設定抵抗接続端子
7	GND	GND端子
8	PVIN	パワー系電源入力端子(Note1)

(Note1)VINとPVINは必ずショートしてご使用ください

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

●各ブロック動作説明

・ERR(Error Amp)
基準電圧(0.8V Typ)と”INV”端子電圧を入力とする誤差増幅器です。出力の”FB”により、スイッチングパルスのデューティ幅を制御します。この”INV”と”FB”は位相補償を簡単に行うために IC 外部に出されています。この端子間に容量と抵抗を入れることにより位相マージンを調整できます。（位相補償設定方法は P.15 ~ P.17 を参照）

・SOFT START
電源投入時に Error Amp の非反転入力電圧を徐々に上昇させ、スイッチングパルスのデューティ幅を徐々に大きくすることにより、出力電圧 V_O のオーバーシュートを防止する機能です。ソフトスタート時間は 2.7ms(Typ)です。

・SYNC(EN/SYNC)
“EN/SYNC”端子を 0.8V 以下にすることにより、回路をシャットダウンできます。
また、”EN/SYNC”端子に設定発振周波数より高い周波数のパルスを印加することにより、外部同期が可能です。
外部同期の周波数範囲は、設定周波数の 1.05 倍以上から 500kHz まで、かつ設定周波数の 1.5 倍までです。（P.11 参照）

・OSC (Oscillator)
SLOPE に入力するパルス波を発生させる回路で、”RT”に抵抗を接続することにより、50kHz ~ 500kHz の発振周波数を設定できます。（P.15 Figure23 参照）

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

・PWM
“FB”端子と slope 部ののこぎり波を比較しスイッチングパルスを出力するコンパレータです。
“FB”の値によりスイッチングパルスのデューティ幅が変化します。（Min デューティ幅：250ns）

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

・OCP (Over Current Protection)
スイッチングレギュレータの過電流保護(OCP)は出力 Pch POWER MOS FET が ON している時に、ドレイン-ソース間電圧 (ON 抵抗 x 負荷電流)が IC 内部で設定される基準電圧値を超えると過電流保護が動作します。また、この過電流保護は自己復帰型となっています。過電流保護が動作するとデューティが小さくなり、出力電圧が低下します。ただし、これらの保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効的なもので、連続的な保護回路動作時 (例えば出力電流能力を大きく上回る負荷が常時接続される場合など)でのご使用は避けてください。

・SCP (Short Current Protection)
スイッチングレギュレータの短絡保護(SCP)は、過電流保護(OCP)が動作したのち、出力が 70%以下に下がると動作します。SCP が動作すると発振周波数の 1024 パルスの間、出力を OFF し、出力 OFF 時間を延ばすことで出力平均電流を小さくします。また、電源立ち上げ時は出力が設定した電圧に達するまでこの機能はマスクされており、
立ち上がり不良を防止します。

・UVLO (Under Voltage Lock-Out)
低電圧誤動作防止回路です。電源電圧立ち上がり時、及び電源電圧低下時における内部回路の誤動作を防止します。
V_{IN} 入力電圧及び内部レギュレータ電圧をモニタしており、V_{IN} 入力電圧が 4.3V(Typ)以下になると出力 Pch POWER MOS FET が OFF し、出力が OFF します。なお、本スレッショルドは 200mV(Typ)のヒステリシスを有しており、V_{IN} 入力電圧が 4.5V(Typ)以上になると、UVLO が解除されソフトスタート回路が再起動されます。

・DRV (Driver)
出力 Pch POWER MOS FET のゲート電極を駆動するドライバ回路です。本 IC では電源電圧低下時に駆動電圧を切り替えることで、出力 ON 抵抗の悪化を軽減しています。V_{IN} 入力電圧及び内部レギュレータ電圧をモニタしており、V_{IN} 入力電圧が 7.5V(Typ)以下になると駆動電圧を切り替えます。なお、本スレッショルドは 1.5V(Typ)のヒステリシスを有しています。

©2013 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_{IN}, PV_{IN}	42	V
出力スイッチ端子電圧		V_{SW}	V_{IN}	V
出力スイッチ電流		I_{SW}	4 (Note 1)	A
EN/SYNC 端子電圧		$V_{EN/SYNC}$	V_{IN}	V
RT,FB,INV 端子電圧		V_{RT},V_{FB}, V_{INV}	7	V
許容損失	HRP7	Pd	5.51(Note 2)	W
	SOP8	Pd	0.69(Note 3)	W
保存温度範囲		Tstg	-55 ~ +150	°C
最大接合部温度		Tjmax	150	°C

(Note 1)　Pd を超えないこと。
(Note 2)　Ta=25°C 以上は 44mW/°C で軽減。
(70mmx70mmx1.6mm　2 層基板実装時、基板表面銅箔面積：10.5mmx10.5mm,基板にサーマルビア有り、
基板裏面銅箔面積：70mmx70mm)
(Note 3)　Ta=25°C 以上は 5.52mW/°C で軽減。(70mmx70mm×1.6mm　1 層基板実装時。)

Caution　本製品に於きましては品質管理には十分注意を払っておりますが、印加電圧及び動作温度範囲の絶対最大定格を超えた場合、破壊の可能性があります。破壊した場合、ショートモードもしくはオープンモード等特定できませんので、絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、物理的な安全対策を施すようご検討をお願いします。

.

●推奨動作条件

項　目	記号	動作範囲	単位
動作電源電圧	V_{IN}, PV_{IN}	5 ~ 35	V
動作温度範囲	Topr	-40 ~ +125	°C
出力スイッチ電流	I_{SW}	~ 2	A
最小パルス幅	PW_{MIN}	250	ns
発振周波数	F_{OSC}	50 ~ 500	kHz
発振周波数設定抵抗値	RT	27 ~ 360	kΩ
外部同期周波数	F_{SYNC}	F_{OSC} x 1.05 ≤F_{SYNC}≤F_{OSC} x1.5(Note 1)	kHz

(Note 1)　500kHz を超えないこと。

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

●電気的特性 (特に指定のない限り、Ta=- 40°C ~ +125°C，V_{IN}=13.2V，$V_{EN/SYNC}$ =5V とする。)

項　目	記号	規　格　値			単位	条　件
		最小	標準	最大		
スタンバイ時回路電流	I_{STB}	－	0	5	μA	$V_{EN/SYNC}$=0V, Ta=-40°C~+105°C
回路電流	Icc	－	3.7	8.0	mA	I_{out}=0A, RT=51kΩ, V_{INV}=0.7V
【SW 部】						
POWER MOS FET ON 抵抗	R_{ON}	－	0.3	0.6	Ω	
過電流保護動作 出力スイッチ電流 (Note 1)	I_{LIMIIT}	2.5	4.0	－	A	
出力リーク電流	I_{OLEAK}	－	0	5	μA	V_{IN} =35V, $V_{EN/SYNC}$ =0V, Ta=-40°C~+105°C
【エラーアンプ部】						
基準電圧 1	V_{REF}1	0.784	0.800	0.816	V	V_{FB}= V_{INV}
基準電圧 2	V_{REF}2	0.780	0.800	0.820	V	V_{FB}= V_{INV}, V_{IN} =5V ~ 35V
基準電圧入力変動	ΔV_{REF}	－	0.5	－	%	V_{IN} =5V ~ 35V
入力バイアス電流	IB	-1	－	－	μA	V_{INV} =0.6V
最大 FB 電圧	V_{FBH}	2.0	2.5	－	V	V_{INV} =0V
最小 FB 電圧	V_{FBL}	－	0.51	0.80	V	V_{INV} =2V
FB シンク電流	I_{FBSINK}	-2.45	-1.23	-0.45	mA	V_{FB}=1V, V_{INV}=1V
FB ソース電流	$I_{FBSOURCE}$	1.0	6.3	15.0	mA	V_{FB}=1V, V_{INV}=0.6V
ソフトスタート時間 (Note 1)	T_{SS}	1.7	2.7	5.0	ms	
【発振器部】						
発振周波数	F_{OSC}	285	300	315	kHz	RT=51kΩ
周波数入力変動	ΔF_{OSC}	－	0.5	－	%	V_{IN} =5V ~ 35V
【イネーブル / 同期入力部】						
出力 ON 電圧	V_{ENON}	2.6	－	－	V	$V_{EN/SYNC}$ Sweep Up
出力 OFF 電圧	V_{ENOFF}	－	－	0.8	V	$V_{EN/SYNC}$ Sweep Down
流入電流	$I_{EN/SYNC}$	－	19	60	μA	

(Note 1)　全数測定は行っておりません。
(Caution)　VIN と EN/SYNC 端子をショートしてご使用の際に 5pin(SOP8 パッケージ)、7pin(HRP7 パッケージ)EN/SYNC 端子と 6pin RT 端子をショートした場合、VIN=7V 以上で IC の破壊を起こしますので十分注意してください。

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

●特性データ(参考データ)

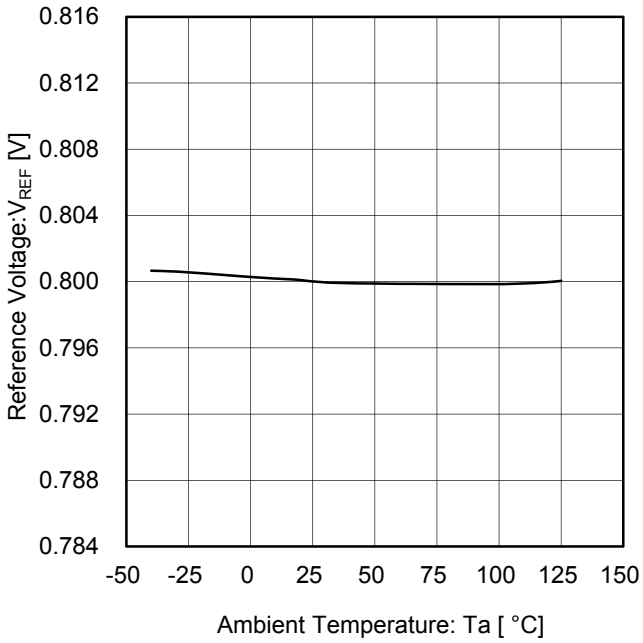


Figure 1.Reference Voltage vs Ambient Temperature
(基準電圧温度特性)

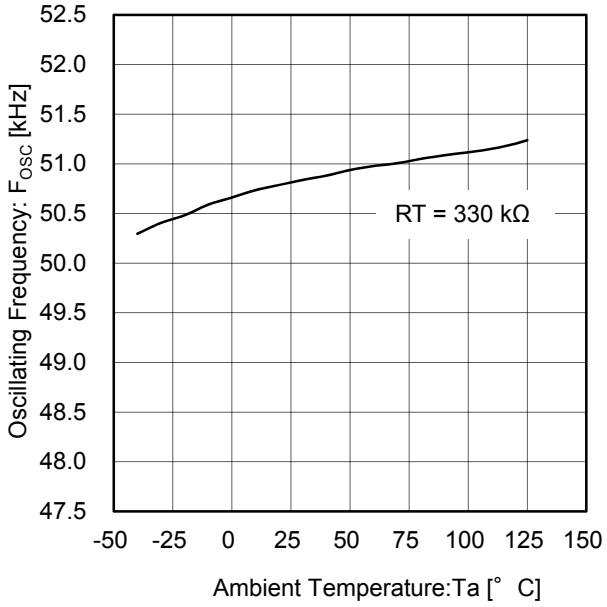


Figure 2.Oscillating Frequency vs Ambient Temperature
(発振周波数温度特性、RT = 330 kΩ)

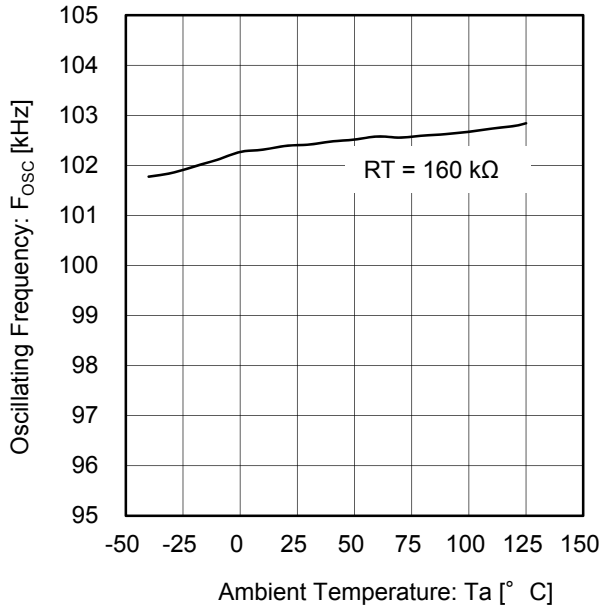


Figure 3.Oscillating Frequency vs Ambient Temperature
(発振周波数温度特性、RT = 160 kΩ)

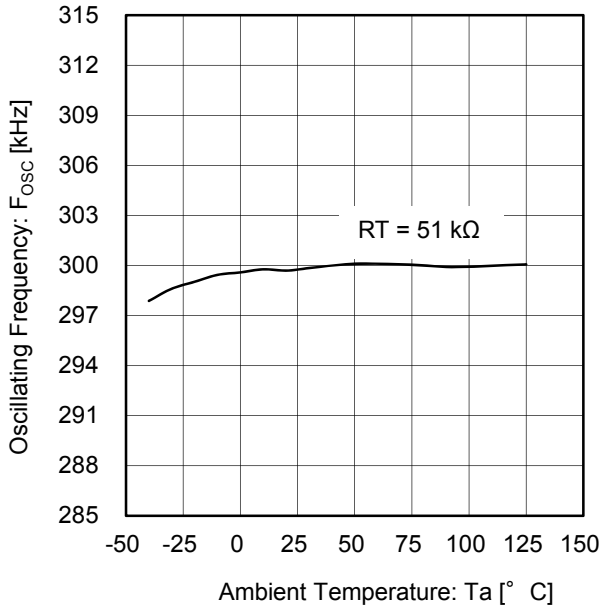


Figure 4.Oscillating Frequency vs Ambient Temperature
(発振周波数温度特性、RT = 51 kΩ)

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

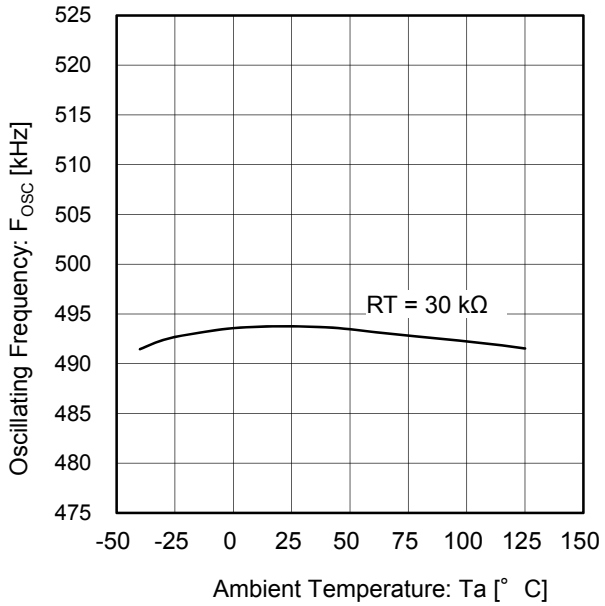


Figure 5.Oscillating Frequency vs Ambient Temperature
(周波数温度特性、RT = 30 kΩ)

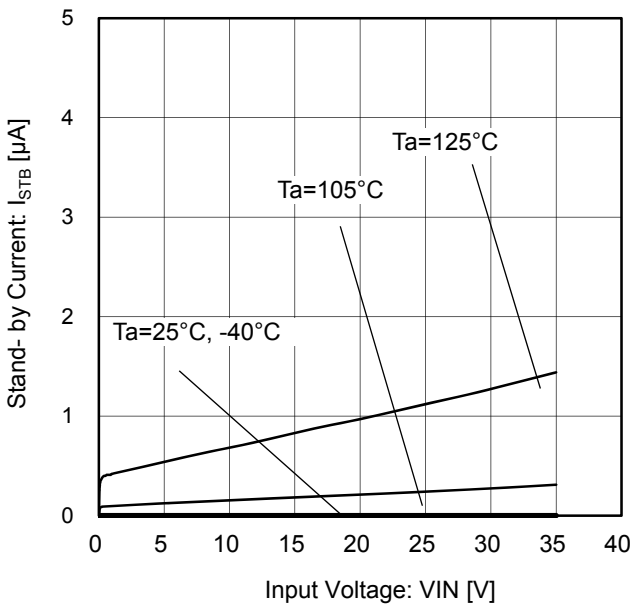


Figure 6.Stand-by Current vs Input Voltage
(スタンバイ時回路電流)

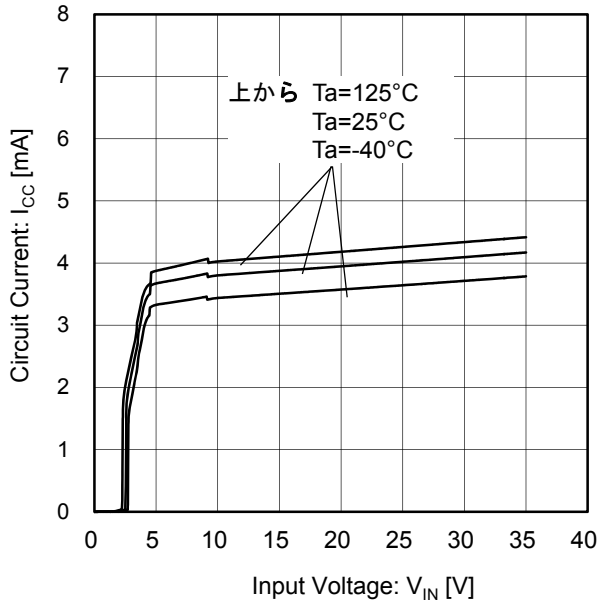


Figure 7.Circuit Current vs Input Voltage
(回路電流)

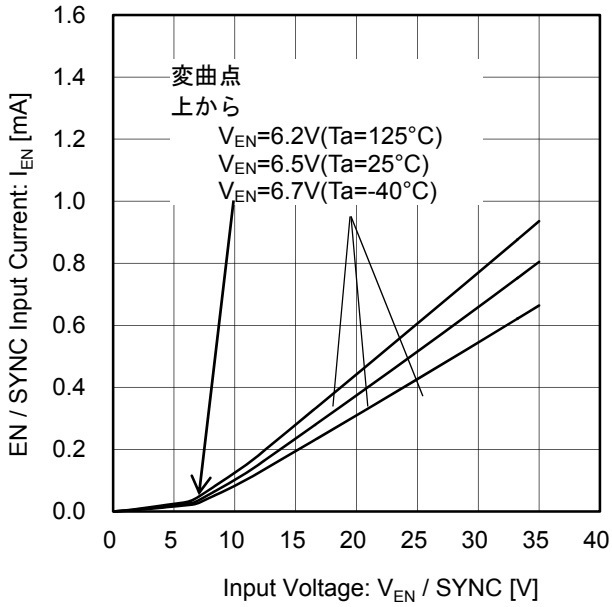


Figure 8.EN / SYNC Input Current vs Input Voltage
(EN/SYNC 流入電流)

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

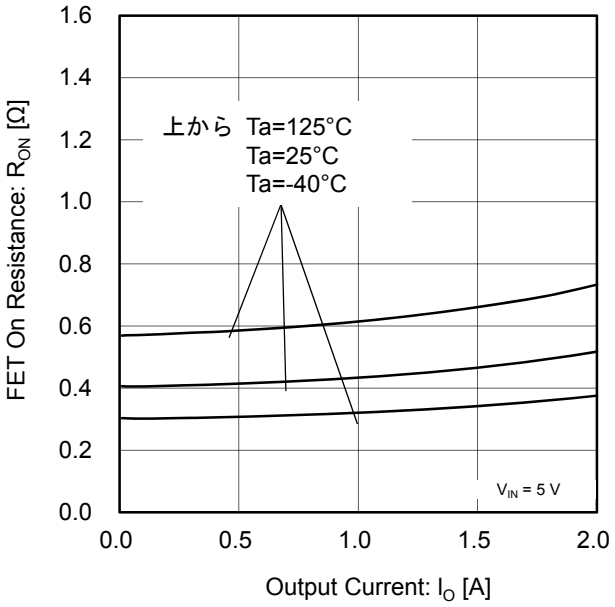


Figure 9.FET On Resistance vs Output Current
(ON 抵抗、V_{IN}=5V)

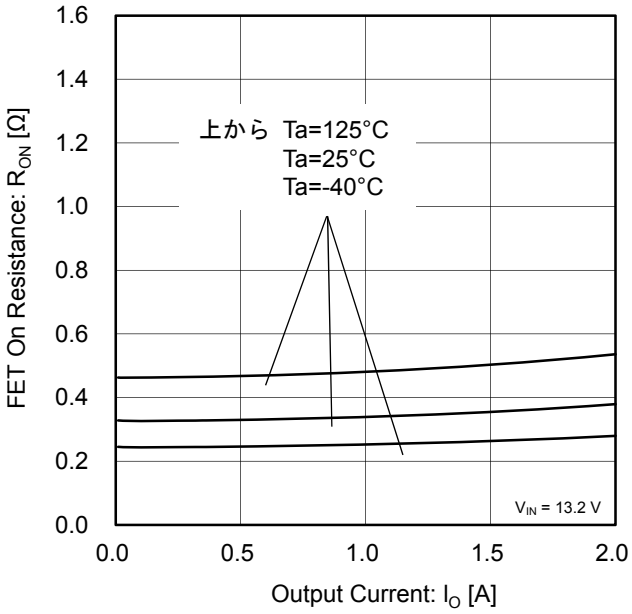


Figure 10.FET On Resistance vs Output Current
(ON 抵抗、V_{IN} =13.2V)

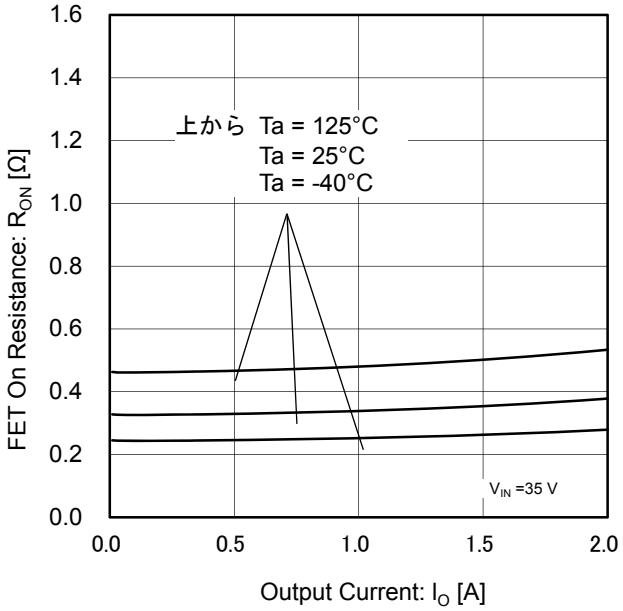


Figure 11.FET On Resistance vs Output Current(ON 抵抗、V_{IN} =35V)

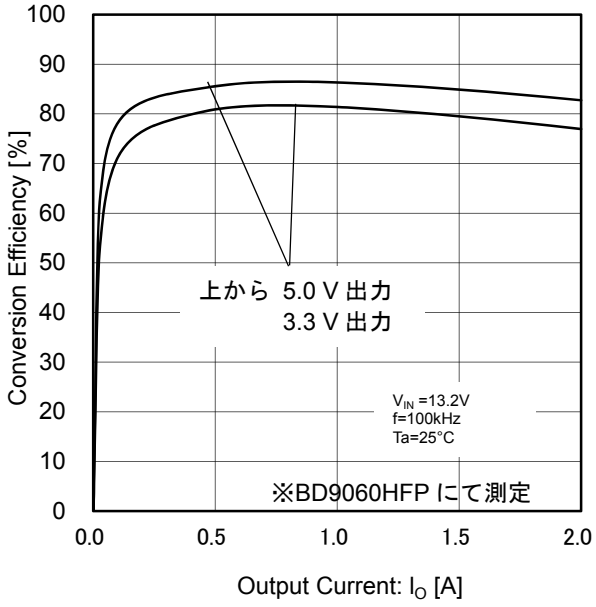


Figure 12.Conversion Efficiency vs Output Current
(効率、100kHz)

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

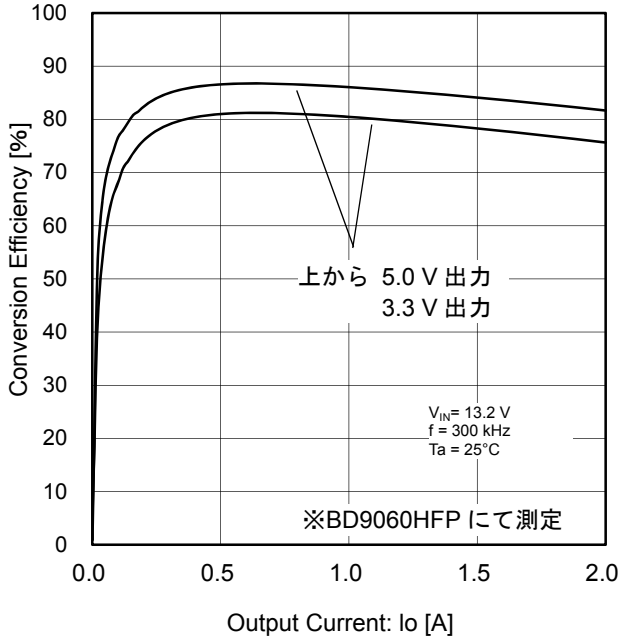


Figure 13. Conversion Efficiency vs Output Current
効率(f=300kHz)

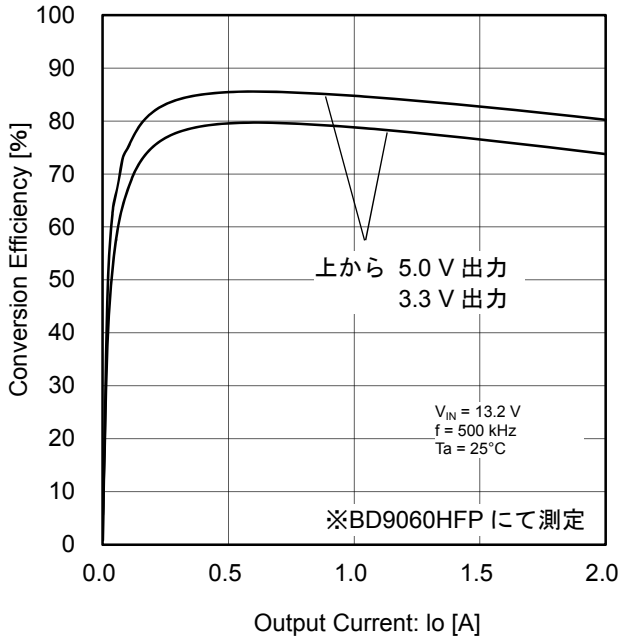


Figure 14. Conversion Efficiency vs Output Current
効率(f=500kHz)

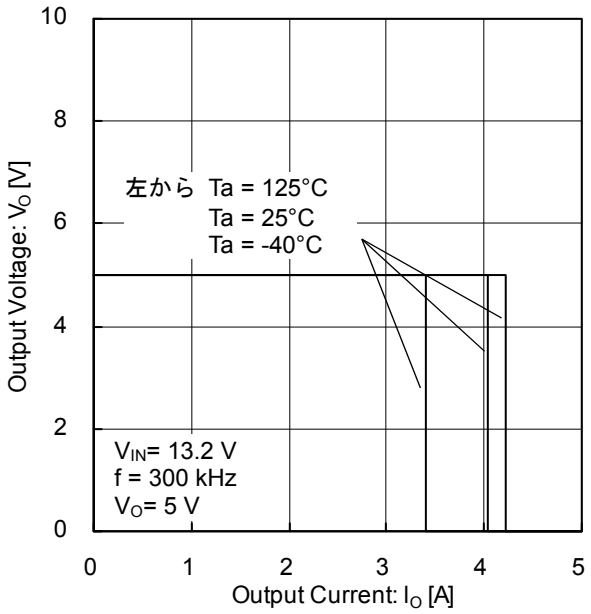


Figure 15.過電流保護動作出力電流

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

●タイミングチャート

・基本動作時

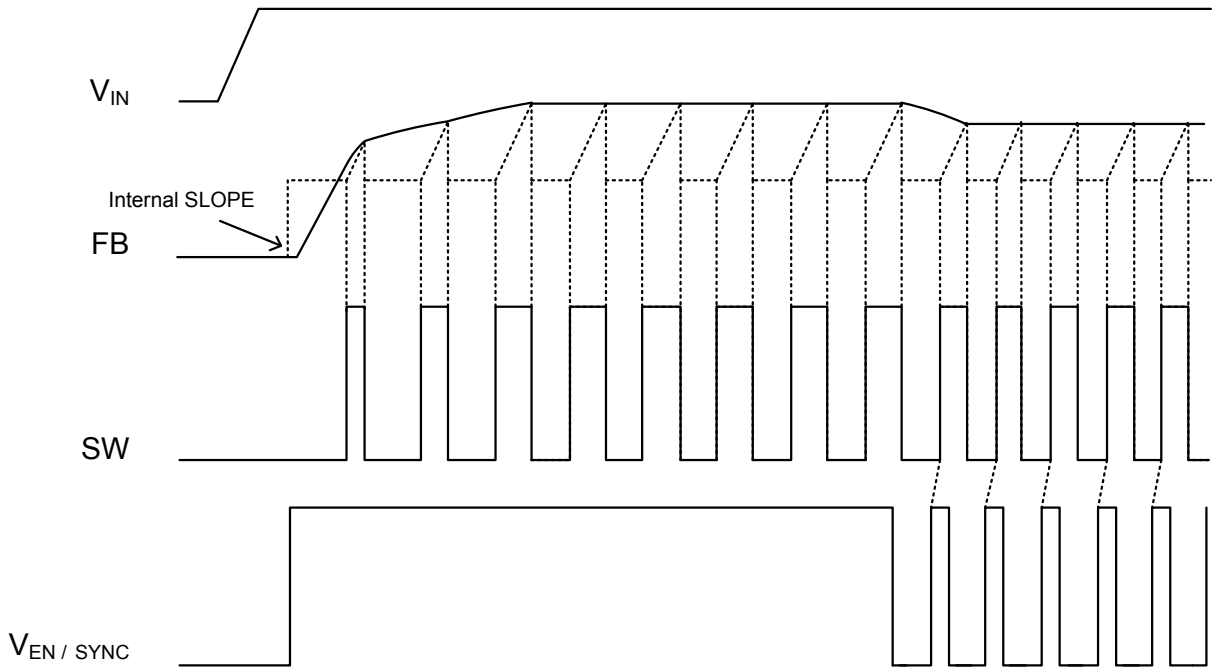


Figure 16. タイミングチャート(基本動作時)

・過電流保護動作時

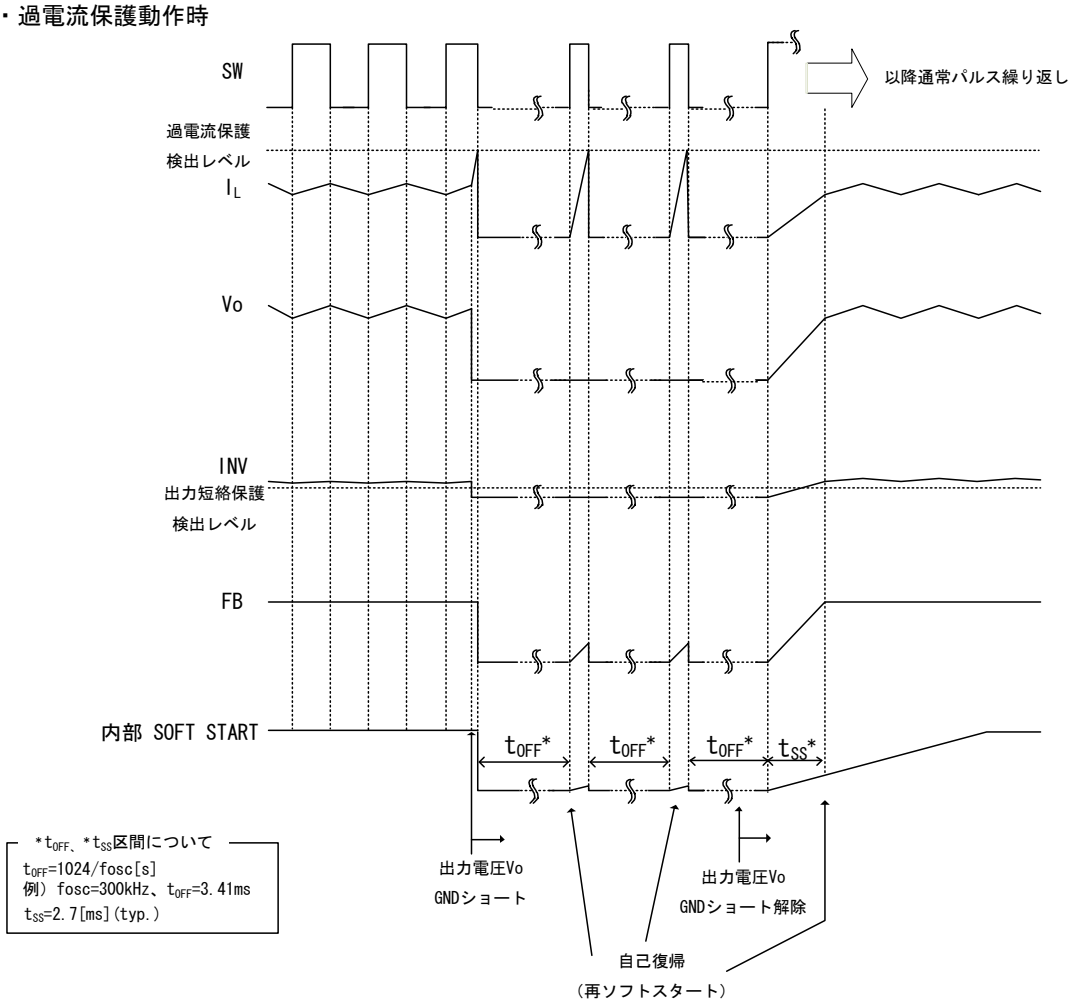


Figure 17.タイミングチャート(過電流保護動作時)

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

●外部同期機能

外部同期動作には RT 端子に周波数設定抵抗を接続したうえで EN/SYNC 端子に同期信号を入力します。
同期信号として設定抵抗(RT)により決定される周波数より高い周波数のパルス波を入力してください。
ただし、外部同期周波数は設定周波数の 1.05 倍以上 (バラツキ込み)、設定周波数の 1.5 倍以下に設定してください。
(RT の設定周波数 x 1.05≤外部同期周波数≤RT の設定周波数 x 1.5)
(例) 設定周波数 300kHz の時、外部同期周波数は 315kHz ~ 450kHz 以下の周波数にしてください。
また、パルス波の LOW 電圧は 0.8V 以下、HIGH 電圧は 2.6V 以上(HIGH 電圧が 6V 以上になると EN/SYNC 流入電流が増加しますので注意してください。(P.7 Figure 8 参照)、立ち上がり(下がり)のスルーレートは 20V/μs 以下、デューティは 20% ~ 80%の範囲で設定してください。

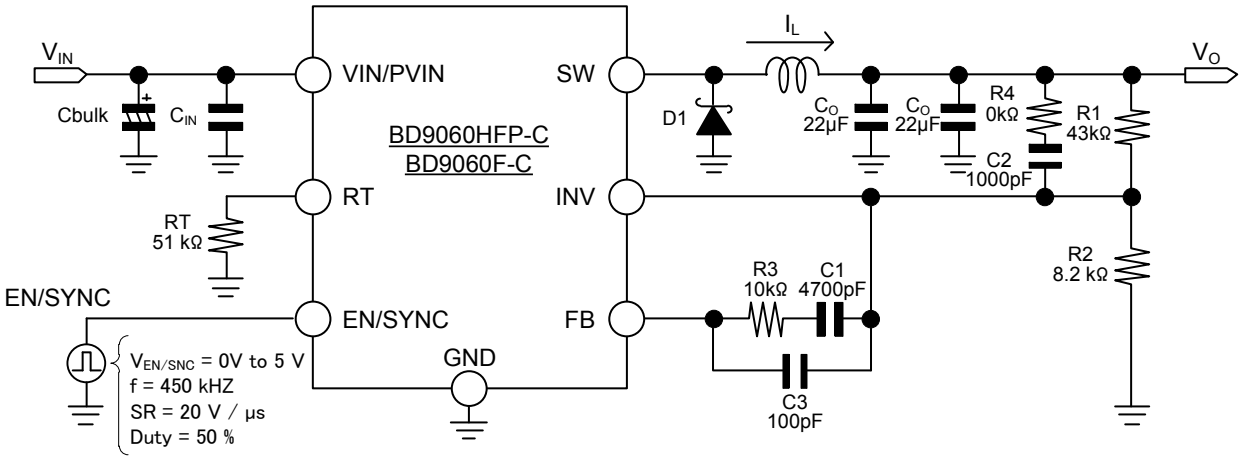


Figure 18.外部同期使用回路例
(V_O=5V,Io=1A,f=300kHz,EN/SYNC=450kHz)

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

●アプリケーション部品選定方法

電源を設計するにあたり必要なパラメータは下記になります。

項目	記号	仕様例
入力電圧	V_{IN}	8V ~33V
出力電圧	V_O	5V
出力リップル電圧	ΔV_{PP}	$20mV_{p-p}$
出力電流	I_O	Min 0.5A /Typ 1.0A /Max 1.5A
スイッチング周波数	f_{SW}	300kHz
動作温度範囲	Topr	-40°C~ +125°C

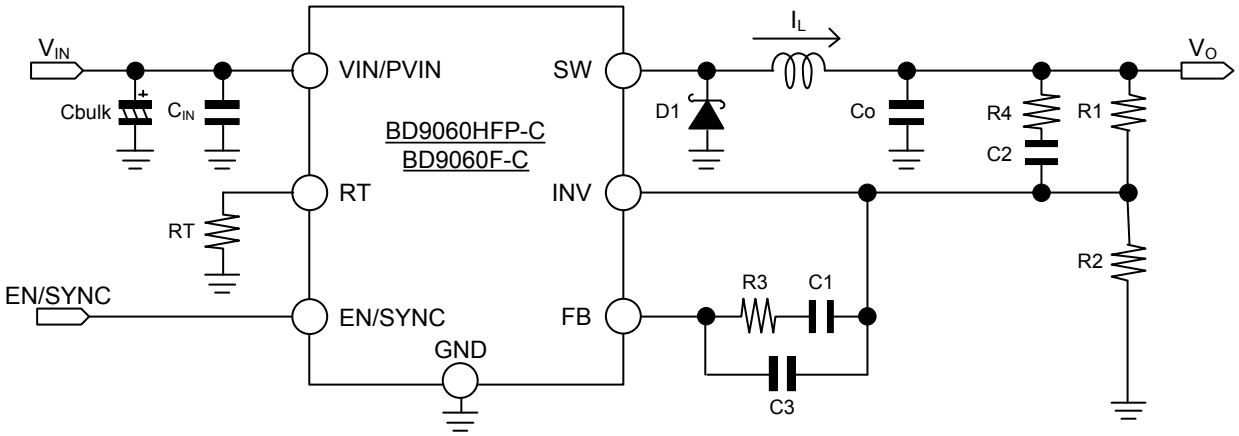


Figure 19.アプリケーション回路例

1.　出力 L 定数の設定

DC/DC コンバータでは、負荷に連続的な電流を供給するために、出力電圧の平滑用の LC フィルタが必要になります。インダクタンス値の大きなインダクタを選択すると、インダクタに流れる ΔI_L が小さくなり、出力リップル電圧が小さくなりますが、応答性・インダクタのサイズ・コストとのトレードオフになります。

インダクタのインダクタンス値は次式により求めます。

$$L = \frac{(V_{IN(MAX)} - Vo) \times Vo}{V_{IN(MAX)} \times f_{SW} \times \Delta I_L} \quad \cdot\cdot\cdot (a)$$

($V_{IN(MAX)}$:最大入力電圧、ΔI_L:インダクタリップル電流)

通常 ΔI_L は、SW が連続動作(I_L が連続で流れ続ける)になるように設定します。連続動作する条件は、次式の通りです。

$$Io > \frac{(V_{IN} - Vo) \times Vo}{2 \times V_{IN} \times f_{SW} \times L} \quad \cdot\cdot\cdot (b)$$

(I_O: 負荷電流)

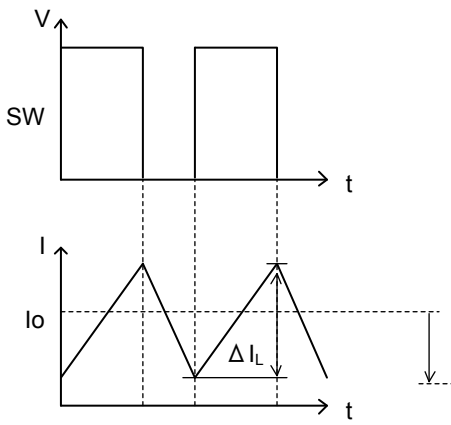


Figure 20. 連続動作

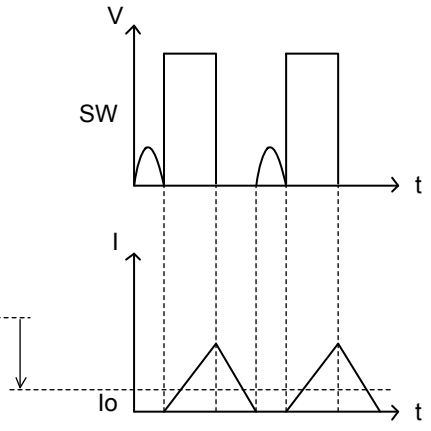


Figure 21. 不連続動作

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

ΔI_L が小さくなると、インダクタのコア損失（鉄損）、出力コンデンサの ESR による損失、ΔV_{PP} が小さくなります。
ΔV_{PP} は次式により求めます。

$$\Delta V_{PP} = \Delta I_L \times ESR + \frac{\Delta I_L}{8 \times Co \times f_{SW}} \quad \cdots (c)$$

(ESR:出力コンデンサ等価直列抵抗、C_O:出力コンデンサ容量)

ΔI_L は I_O の 10% ~ 40%程度に設定します。一般的にセラミックコンデンサは超低 ESR であるため、多少 ΔI_L が大きくても目標の ΔV_{PP} を満足します。その場合、不連続動作で使用することも可能です。メリットとしてはインダクタのインダクタンス値を小さく設定できることです。
インダクタンス値が小さければ定格電流が大きく小型のインダクタを選択できるため、セットの省スペース化に貢献します。
デメリットは、インダクタのコア損失の増加、最大出力電流低下です。
また、出力コンデンサ C_O にその他のコンデンサ（電解コンデンサ、タンタルコンデンサ、導電性高分子 etc）をご使用の際はメーカーのデータシートより ESR を確認し、ΔV_{PP} が許容範囲内に収まるように ΔI_L を決定します。
特に、電解コンデンサは低温時の容量低下が顕著であるため、ΔV_{PP} が増大します。低温での使用時は注意が必要です。
なお、最大出力電流については、次式の通り過電流保護動作電流に制限されます。

$$Io_{(MAX)} = I_{LIMIT(MIN)} - \frac{\Delta I_L}{2} \quad \cdots (d)$$

($I_{O(MAX)}$:最大出力電流、$I_{LIMIT(MIN)}$:最小過電流保護動作出力スイッチ電流 2.5A)

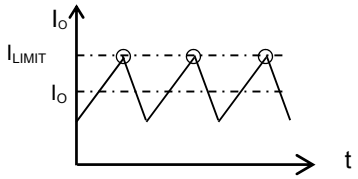


Figure 22.過電流検出

インダクタの種類には、シールドタイプ（閉磁路タイプ）を推奨します。ノイズの気にならない、コスト重視のアプリケーションであれば開磁路タイプでも問題ございません。その際、磁界放射により隣接する部品への影響が考えられるため、部品間に余裕のあるレイアウトを心がけてください。
フェライト・コアタイプのインダクタについては特に、磁気飽和にご注意ください。すべての使用状態で、コアが飽和しない必要がございます。定格電流の規定は各メーカーにより異なるので注意が必要です。アプリケーションの最大周囲温度における定格電流をメーカーにご確認ください。

2. 出力コンデンサ C_O 定数の設定

出力コンデンサは、式(c)より必要な ESR に基づき選定します。ESR の小さなコンデンサを使用することで ΔV_{PP} を小さくできます。この要件を満たす最適な選択として、セラミックコンデンサがございます。セラミックコンデンサは低 ESR であることに加え、小型であるためセットの省スペース化にも貢献します。メーカーのデータシートより、ESR の周波数特性をご確認いただき、使用するスイッチング周波数での ESR が低いものをご選定ください。
セラミックコンデンサは DC バイアス特性が顕著であるため注意が必要です。通常セラミックコンデンサの定格電圧は、最大出力電圧の 2 倍以上が望まれます。定格電圧が高いものを選定することで、DC バイアス特性の影響を低減することができます。また、温度特性を良好に保つため、X7R、X5R 以上の特性のものを推奨します。
大容量セラミックコンデンサは定格電圧が低いため、出力電圧が高いアプリケーションでは選択が困難になります。
その場合は、電解コンデンサをご選択ください。電解コンデンサをご使用の際は出力電圧の 1.2 倍以上の定格電圧のものをご選択ください。電解コンデンサは高耐圧、大容量、DC バイアス特性がほとんどなく、一般的に安価です。
主な故障モードが OPEN であることより、車載など信頼性の要求されるアプリケーションでは有効な選択です。
デメリットとして、比較的 ESR が大きい、低温時の容量低下があります。低温時特に ΔV_{PP} が増大するため注意が必要です。また、ドライアップがあるため寿命の定義があるのもこのコンデンサの特長です。
タンタルコンデンサ、導電性高分子については電解コンデンサのデメリットである温度特性に関して、非常に良好な特性を持っています。電解コンデンサ同様、DC バイアス特性もほとんどないため設計を容易にします。通常、タンタルコンデンサは出力電圧の 2 倍、導電性高分子については出力電圧の 1.5 倍程度の定格電圧のものを選択します。
タンタルコンデンサのデメリットは故障モードが SHORT であること、耐圧が低いことです。車載など信頼性の要求されるアプリケーションでは一般的に選択されません。導電性高分子のデメリットは故障モードが SHORT（主には OPEN だが、偶発的に SHORT が発生）、耐圧が低いこと、一般的に高価であることです。
ほとんどの場合気になりませんが、これらのコンデンサは定格リップル電流が規定されております。次式で求まるリップル電流の RMS 値が定格リップル電流を超えないようご注意ください。

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

$$I_{CO(RMS)} = \frac{\Delta I_L}{\sqrt{12}} \quad \cdots (e)$$

($I_{CO(RMS)}$:出力リップル電流 RMS 値)

また、容量 C_O に関しては次式で求まる値より小さい値にしてください。

$$Co_{(MAX)} = \frac{1.7\ ms \times (I_{OLIMIT\ (MIN)} - I_{O(MAX)})}{V_O} \quad \cdots (f)$$

($I_{LIMIT(MIN)}$:最少過電流保護動作出力スイッチ電流 2.5A、1.7ms:ソフトスタート Min 時間)

上記を外れると起動不良などが発生する可能性がございます。特に容量値が極端に大きい場合、起動時の突入電流により過電流保護が動作し、出力が起動しない可能性がありますので実機での十分な確認をお願いします。
容量値に関しては LC 共振周波数を決定する重要なパラメータです。過渡応答性、ループの安定動作は C_O に依存します。位相補償回路の設定をご確認のうえご選定ください。

3. 入力コンデンサ C_{IN}/ C_{bulk} 定数の設定

入力コンデンサは、通常デカップリングコンデンサ C_{IN} とバルクコンデンサ C_{bulk} の 2 種類が必要です。デカップリングコンデンサにはセラミックコンデンサ 1μF ~ 10μF が必要です。このセラミックコンデンサは V_{IN} ピンの極力近くに配置することで効果を発揮します。定格電圧は最大入力電圧の 1.2 倍以上、通常時入力電圧の 2 倍以上のものを推奨します。
バルクコンデンサについては、ライン電圧の低下を防ぎ、入力電圧を保持するバックアップ電源の役割を果たします。
バルクコンデンサには大容量の低 ESR 電解コンデンサが適しています。容量値についてセットによって最適な値を選定する必要があります。電源から V_{IN} までの配線が長いなど、入力側のインピーダンスが高い場合は高容量が必要になります。実使用状態にて、過渡応答時の V_{IN} の低下によって、出力が OFF するなど動作に問題が無いことを検証する必要があります。
その際、コンデンサの定格リップル電流を超えないようご注意ください。
入力リップル電流の RMS 値は次式で求まります。

$$I_{CIN(RMS)} = Io_{(MAX)} \frac{\sqrt{Vo \times (V_{IN} - Vo)}}{V_{IN}} \quad \cdots (g)$$

($I_{CIN(RMS)}$:入力リップル電流 RMS 値)

また、車載など信頼性の必要なアプリケーションでは、電解コンデンサのドライアップに対応するため複数個並列に接続することを推奨します。セラミックコンデンサについてもショート破壊によるリスクを低減するため、2 直列+2 並列構造にすることをお勧めします。2 直列、2 並列構造をそれぞれ 1pack にまとめたものも各コンデンサメーカーでラインアップされているため、各メーカーへご確認ください。

4. 出力電圧設定

出力電圧は次式により求まります。

$$Vo = 0.8 \times \frac{R1+R2}{R2} \quad \cdots (h)$$

バイアス電流による誤差を小さくするため、帰還抵抗 R2 は 30kΩ 以下に設定してください。また、R1+R2 が小さいと電源効率が低下するため、帰還抵抗に流れる電流は出力電流 I_O に対して十分小さくなるよう設定してください。

5. ショットキーバリアダイオードの選定

Di には順方向電圧が小さく、逆回復時間が短いショットキーバリアダイオードを使用します。
選択する上で重要なパラメータは、平均整流電流と直流逆方向電圧です。平均整流電流 $I_{F(AVG)}$は次式で求まります。

$$I_{F(AVG)} = Io_{(MAX)} \times \frac{V_{IN(MAX)} - Vo}{V_{IN(MAX)}} \quad \cdots (i)$$

($I_{F(AVG)}$:平均整流電流)
ショットキーバリアダイオード平均整流電流の絶対最大定格は、$I_{F(AVG)}$の 1.2 倍以上、直流逆方向電圧の絶対最大定格は最大入力電圧の 1.2 倍以上必要です。
Di の損失は次式で求まります。

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

$$P_{Di} = Io_{(MAX)} \times \frac{V_{IN(MAX)} - Vo}{V_{IN(MAX)}} \times VF \quad \cdot\cdot\cdot (j)$$

(VF:$I_{O(MAX)}$時の順方向電圧)

順方向電圧が小さく、逆回復時間が短いものを選択すると高効率が得られます。順方向電圧は Max0.6V 以下のものをご選定ください。それより大きいものを使用すると内部素子破壊の恐れがあるのでご注意ください。通常、ショットキーバリアダイオードの逆回復時間は無視できるほど短いため、スイッチング損失は無視できます。
出力短絡状態に耐える必要がある場合は、さらに余裕を持った定格と放熱能力が必要になります。定格電流は過電流検出値の 1.5 倍程度必要です。出力短絡時の損失は次式で求まります。

$$P_{Di(SHORT)} = I_{LIMIT(MAX)} \times VF \quad \cdot\cdot\cdot (k)$$

($I_{LIMIT(MAX)}$: 最大過電流保護動作出力スイッチ電流 6A)

6. 発振周波数の設定

RT に接続する抵抗値により、内部発振周波数を設定することが可能です。
設定可能範囲は 50kHz ~ 500kHz で、抵抗値と発振周波数の関係は下図のように決まります。
この範囲から外れた設定では、スイッチングが停止する可能性があり、動作保証できませんのでご注意ください。

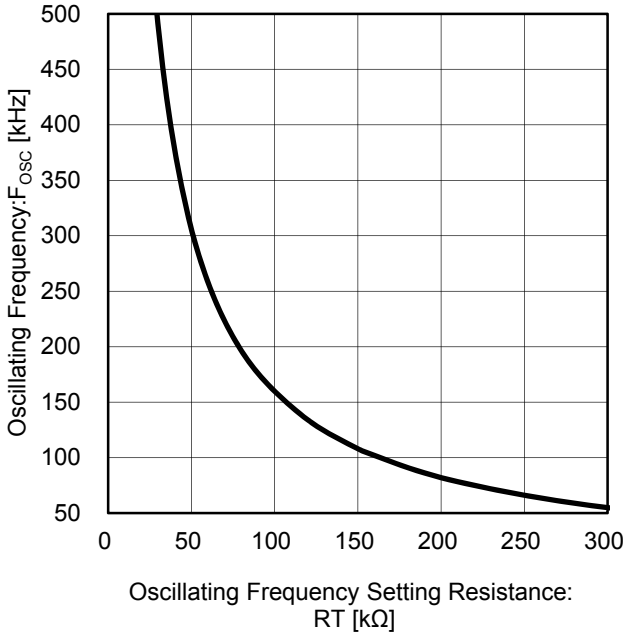


Figure 23. RT 抵抗値対発振周波数

RT[kΩ]	fosc[kHz]	RT[kΩ]	fosc[kHz]
27	537	100	160
30	489	110	146
33	449	120	134
36	415	130	124
39	386	150	108
43	353	160	102
47	324	180	91
51	300	200	82
56	275	220	75
62	250	240	69
68	229	270	61
75	209	300	55
82	192	330	50
91	174	360	46

※発振周波数はグラフ値を Typical 値として、それぞれ±5%のばらつきを考慮する必要があります。

7. 位相補償回路の設定

位相補償により、回路の安定性と過渡応答性能が決まります。負帰還回路の安定条件は次のようになります。
・ゲイン1(0dB)時の位相遅れが135°以下(位相マージン45°以上)
高い応答性能は、トータルゲインのゼロクロス周波数fc（ゲイン0dBの周波数）を高く設定することで実現します。ただし、安定性とのトレードオフの関係であることに注意が必要です。
また、DC/DCコンバータアプリケーションはスイッチング周波数によりサンプリングされており、スイッチング周波数でのゲインを抑える必要があるため、ゼロクロス周波数はスイッチング周波数の1/10以下に設定する必要があります。
まとめると、アプリケーションが目標とする特性は以下のようになります。
・ゲイン1(0dB)時の位相遅れが135°以下(位相マージン45°以上)
・ゼロクロス周波数がスイッチング周波数の1/10以下
応答性を上げるためにはスイッチング周波数の高周波化が必要となります。
位相補償回路にて、目標とする周波数特性を得るために、制御ループの伝達関数を使用してボード線図を作成することをお勧めします。下記の3つの伝達関数を合算してトータルゲインの周波数特性を確認します。

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

$$G_{LC} = \frac{1+\frac{s}{2\pi\times f_{ESR}}}{1+\frac{s}{Q\times 2\pi\times f_{LC}}+\left(\frac{s}{2\pi\times f_{LC}}\right)^2} \quad \cdots (l)$$

$$G_{FB} = \frac{\left(1+\frac{s}{2\pi\times f_{Z1}}\right)\left(1+\frac{s}{2\pi\times f_{Z2}}\right)}{s\times R1\times C1\left(1+\frac{s}{2\pi\times f_{P1}}\right)\left(1+\frac{s}{2\pi\times f_{P2}}\right)} \quad \cdots (m)$$

$$G_{PWM} = \frac{V_{IN}}{\Delta V_{RAMP}} \quad \cdots (n)$$

(G_{LC}:LC 共振部の伝達関数、G_{FB}：位相補償部の伝達関数、G_{PWM}：PWM 部の伝達関数、ΔV_{RAMP}：0.7V)

BD9060HFP-C/BD9060F-C は電圧モード制御であるため、下図の位相補償回路のように 2 ポール 2 ゼロ補償を追加することが可能です。必要なゼロ、ポールの周波数は下記で求まります。

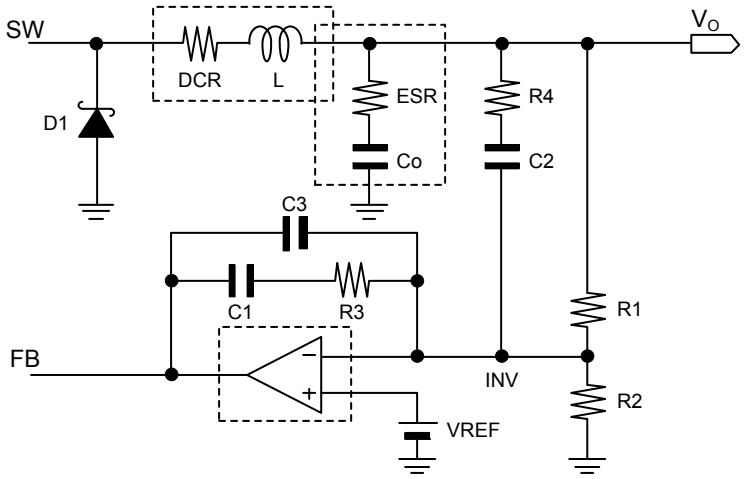


Figure 24. 位相補償回路

$$f_{LC} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Ro+DCR}{L\times Co(Ro+ESR)}} \quad \cdots (o)$$

$$f_{ESR} = \frac{1}{2\pi\times ESR\times Co} \quad \cdots (p)$$

$$f_{Z1} = \frac{1}{2\pi\times R3\times C1} \quad \cdots (q)$$

$$f_{Z2} = \frac{1}{2\pi\times(R1+R4)\times C2} \quad \cdots (r)$$

$$f_{P1} = \frac{C1+C3}{2\pi\times R3\times C1\times C3} \quad \cdots (s)$$

$$f_{P2} = \frac{1}{2\pi\times R4\times C2} \quad \cdots (t)$$

(DCR:インダクタの DC 抵抗、R_O：負荷抵抗)

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

これらのポールとゼロを適切な周波数に配置することで周波数特性は最適化されます。目安は下記の通りです。

$$0.2 \times f_{LC} \leq f_{Z1} \leq f_{LC} \quad \cdots (u)$$

$$0.5 \times f_{LC} \leq f_{Z2} \leq f_{LC} \times 2 \quad \cdots (v)$$

$$f_{P1} \approx f_{SW} \times 0.5 \quad \cdots (w)$$

$$f_{P2} \approx f_{ESR} \quad \cdots (x)$$

以上のように位相補償を設定することで、LC共振による2次の遅れ（-180°）をキャンセルすることができます。f_{P2}について　f_{ESR}がSW周波数より高い位置にある場合（出力コンデンサに低ESRであるセラミックコンデンサを使用する場合など）は必要ございません。
なお、LCフィルタのQ（クォリティファクタ）が高い場合、ゲインにピークがでて、位相が急激にまわり余裕度を十分確保できない場合もございます。Qが高い場合は、f_{z1}、f_{z2}を極力f_{LC}に近づけます。Qは次式で求まります。

$$Q = \frac{\sqrt{L \times Co \times Ro(Ro+ESR)}}{L+Co \times Ro \times ESR} \quad \cdots (y)$$

$$\approx Ro \times \sqrt{\frac{Co}{L}} \quad \cdots (z)$$

位相補償の出発点としては以上の条件式より設定する方法が適当です。ボード線図を作成し、目標とする周波数特性を満たしていることを確認してください。実際には、PCBのレイアウトや配線の引き回し、使用する部品の種類、使用条件（温度など）により特性は大きく変化します。例えば、出力コンデンサに電解コンデンサを使用する場合、低温での容量低下、ESRの増加によりLC共振点が移動し発振の恐れがあります。位相補償用のコンデンサC1、C2、C3には、温度特性が良好なCH品、もしくは温度補償タイプC0Gなどを使用することを推奨いたします。
必ず実機にて安定性、応答性の確認をしてください。
実機での周波数特性の確認には、ゲインフェーズアナライザやFRAを使用します。測定方法などは各測定器メーカーにお問い合わせください。
また、これらの測定器がない場合は、負荷応答により余裕度を推し量る方法もございます。無負荷状態から最大負荷に変動させたときの出力の変動をモニタし、変動量が多い場合は応答性が低く、変動後のリンギング回数が多い場合は位相余裕度が少ないといえます。目安としてはリンギング2回以上です。ただし、定量的な位相余裕度の確認はできません。

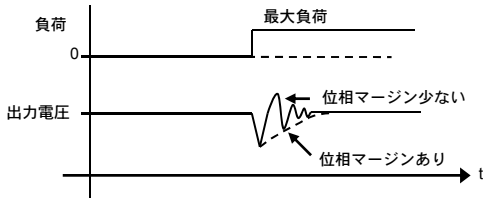


Figure 25. 負荷応答

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

●応用回路例

パラメータ	シンボル	仕様例
入力電圧	V_{IN}	8V ~28V
出力電圧	V_O	5V
出力リップル電圧	ΔV_{PP}	20mVp-p
出力電流	I_O	Min 0.5A /Typ 1.0A /Max 1.5A
スイッチング周波数	f_{SW}	300kHz
動作温度範囲	Topr	-40°C ~ 125°C

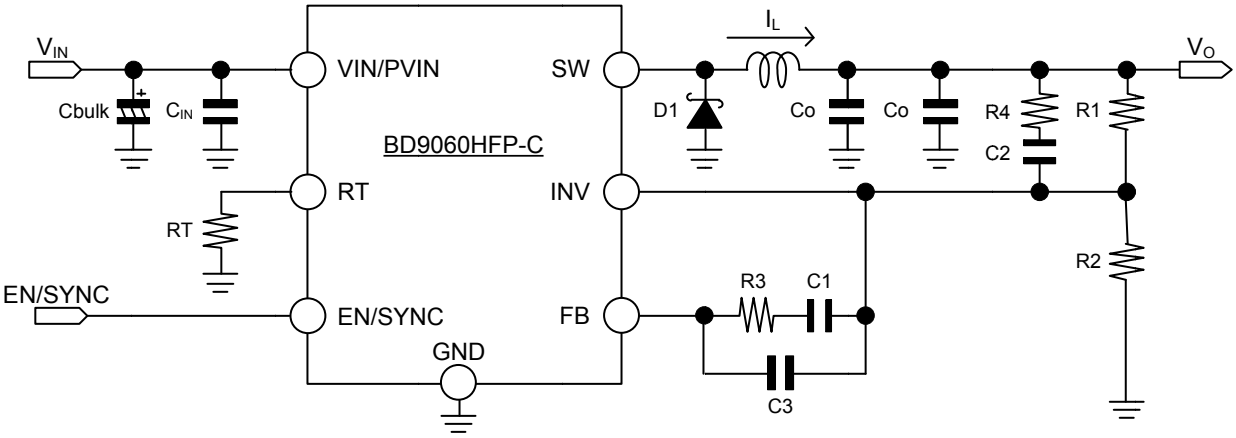
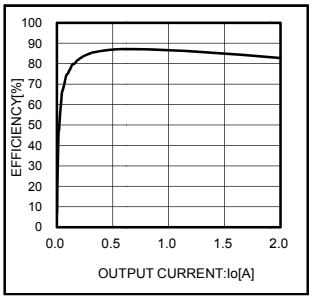
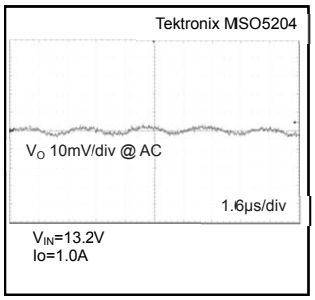


Figure 26. 参考回路 1

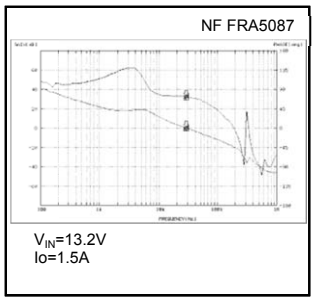
No	Package	Parameters	Part name(series)	Type	Manufacturer
R1	1005	43kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
R2	1005	8.2kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
R3	1005	10kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
R4	1005	0kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
RT	1005	51kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
C1	1005	4700pF,R,50V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C2	1005	1000pF,CH,50V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C3	1005	100pF,CH,50V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C_{IN}	3216	2.2μF,X7R.50V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C_O	3216	22μF,X7R,16V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C_{bulk}		220μFx2,35V	CZ series	Electrolytic capacitors	NICHICON
L	10x10x3.8mm	33μH	CLF10040 series	Coil	TDK
D	CPD	Average I = 6A Max	RB095B-40	Schottky Diodes	ROHM



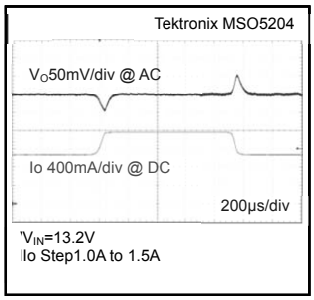
効率



出力リップル電圧



周波数特性



負荷変動

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

パラメータ	シンボル	仕様例
入力電圧	V_{IN}	5V ~ 16V
出力電圧	V_O	3.3V
出力リップル電圧	ΔV_{PP}	20mVp-p
出力電流	I_O	Min 0.1A / Typ 0.4A / Max0.8A
スイッチング周波数	f_{SW}	300kHz
動作温度範囲	Topr	-40°C ~ 85°C

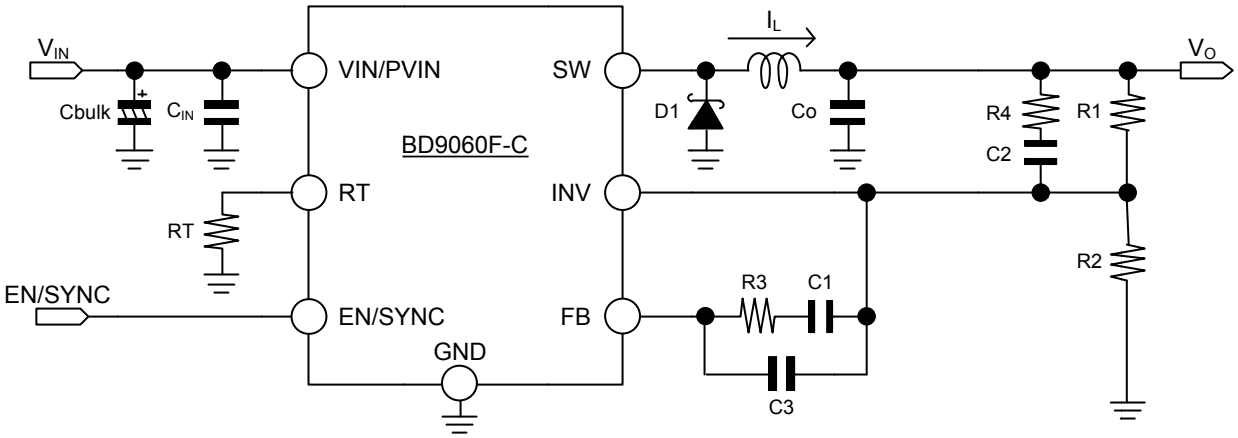
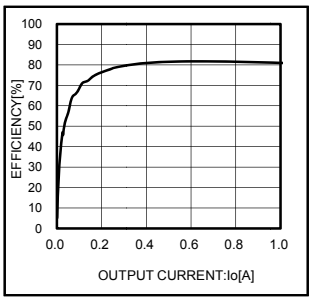
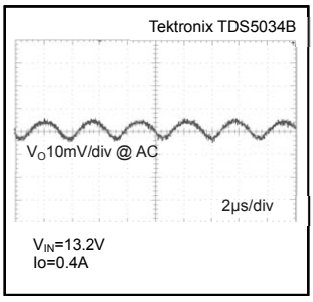


Figure 27. 参考回路 2

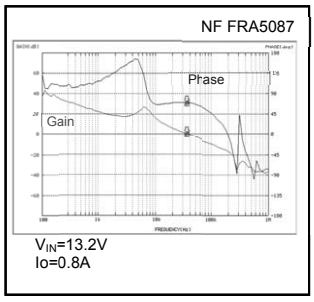
No	Package	Parameters	Part name(series)	Type	Manufacturer
R1	1005	47kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
R2	1005	15kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
R3	1005	8.2kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
R4	1005	0kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
RT	1005	51kΩ,1%,1/16W	MCR01 series	Chip resisters	ROHM
C1	1005	4700pF,R,50V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C2	1005	820pF,CH,50V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C3	1005	100pF,CH,50V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C_{IN}	3216	2.2μF,X7R, 50V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C_O	3216	22μF,X7R,16V	GCM series	Ceramic capacitors	MURATA
C_{bulk}		220μF,50V	CD series	Electrolytic capacitors	NICHICON
L	10x10x3.8mm	33μH	CLF6045 series	Coil	TDK
D	PMDS	Average I = 2A Max	RB060L-40	Schottky Diodes	ROHM



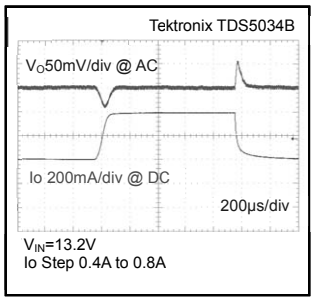
効率



出力リップル電圧



周波数特性



負荷変動

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

●入力フィルタについて

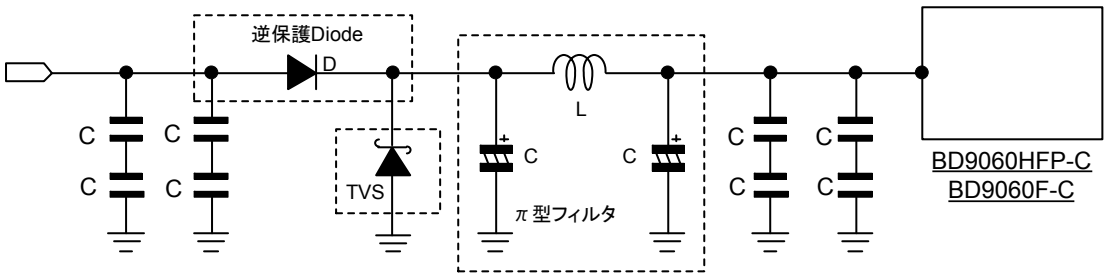


Figure 28. フィルタ回路図

参考として、Figure.28 に EMC 対策用入力フィルタ回路を記載します。

π 型フィルタは、3 次の LC フィルタです。高周波用のデカップリングコンデンサだけでは不十分な場合に使用します。大きな減衰特性を得られるため EMI フィルタとして良好な特性を得ることが可能です。
TVS（TransientVoltageSuppressors)は車載電源供給ラインの一次保護に使用されます。ロードダンプ状態の高いエネルギーに耐える必要があるため、一般的なツェナーダイオードでは不十分です。下記を推奨します。
逆接保護 Diode は、BATTERY などの電源を誤って逆に接続した際の保護のために必要となります。

No	Part name(series)	Manufacturer
L	CLF series	TDK
	XAL series	Coilcraft
C	CJ series	NICHICON
	CZ series	NICHICON
TVS	SM8 series	VISHAY
D	S3A thru S3M series	VISHAY

●推奨部品メーカー一覧

参考に推奨の部品メーカーを示します。

Device	Type	Manufacturer	URL
C	Electrolytic capacitors	NICHICON	www.nichicon.com
C	Ceramic capacitors	MURATA	www.murata.com
L	Coils	TDK	www.global.tdk.com
L	Coils	Coilcraft	www.coilcraft.com
L	Coils	Sumida	www.sumida.com
D	Diodes	VISHAY	www.vishay.com
D	Diodes/Resisters	ROHM	www.rohm.com

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

●基板レイアウトの注意点

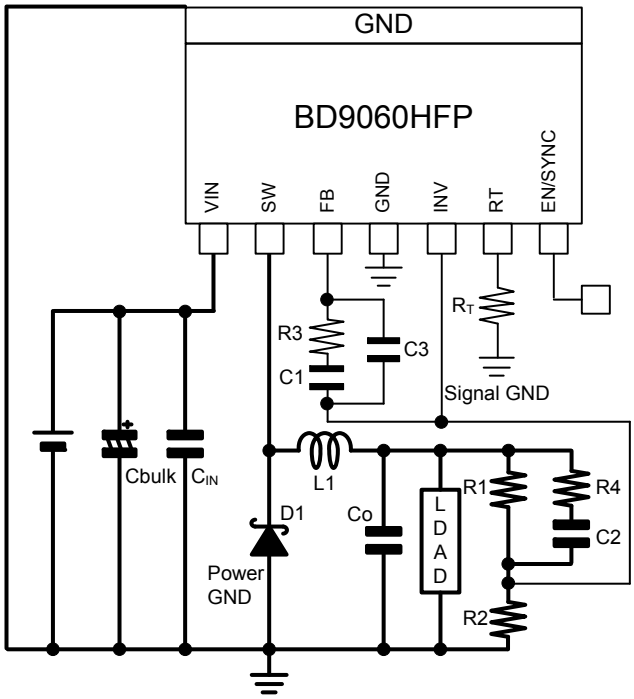


Figure 29. アプリケーション回路図
(BD9060HFP-C)

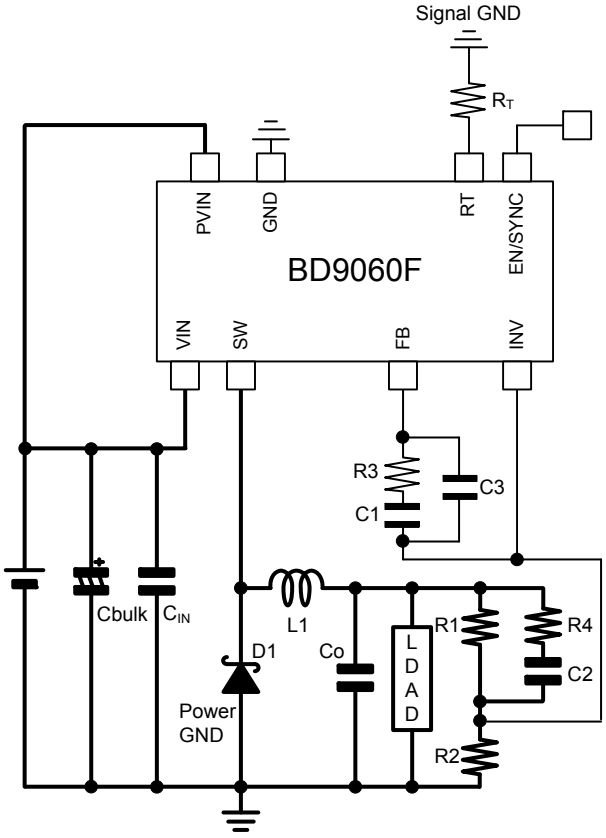


Figure 30. アプリケーション回路図
(BD9060F-C)

①太線の部分は幅広のパターンでできるだけ短くしてください。
②入力のセラミックコンデンサ C_{IN} は、VIN-GND ピンにできるだけ近い位置に配置してください。
③RT は GND ピンにできるだけ近い位置に配置してください。
④R1 と R2 は INV ピンにできるだけ近い位置に配置し、R1、R2 から INV ピンまでの配線を短くしてください。
⑤R1 と R2 は L1 からできるだけ離して配置してください。
⑥パワー系 GND（ショットキーダイオード、入出力コンデンサ GND）と基準系 GND（RT、GND）を
　分けることにより、SW ノイズの影響が小さくなります。
⑦パワー系ラインは太く、短くレイアウトしてください。

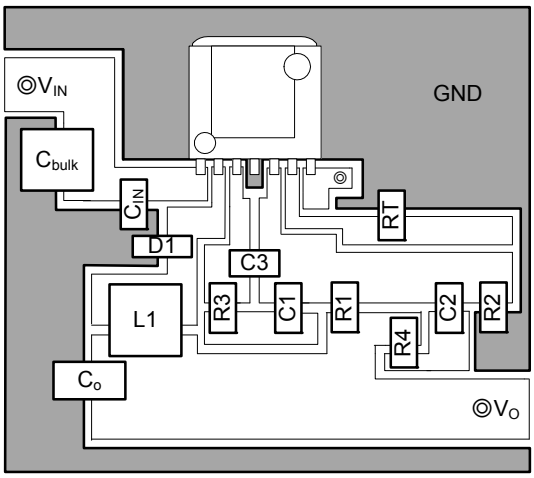


Figure 31. BD9060HFP-C 参考レイアウトパターン

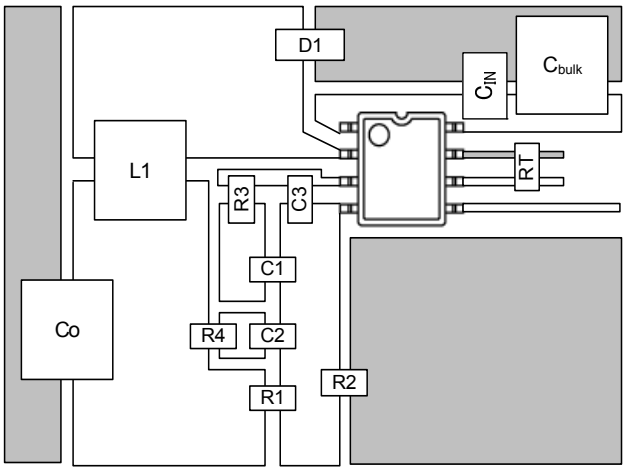


Figure 32. BD9060F-C 参考レイアウトパターン

※GND は内装で幅広い面積でレイアウトしてください。
※上記レイアウトパターン図において灰色の領域は GND をあらわします。

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

●熱損失について

熱設計において、次の条件内で動作させてください。
（下記温度は保証温度ですので、必ずマージンなどを考慮してください。）

1. 周囲温度 Ta が 125°C 以下であること。
2. チップジャンクション温度 Tj が 150°C 以下であること。

チップジャンクション温度 Tj は以下の 2 通りで考えることができます。

1. 実使用状態での IC 表面温度 Tc から求める場合、

$$Tj = Tc + \theta jc \times W$$

＜参考値＞　θjc : HRP7　7°C/W
θjc : SOP8　32.5℃/W

2. 実周囲温度 Ta から求める場合、

$$Tj = Ta + \theta ja \times W$$

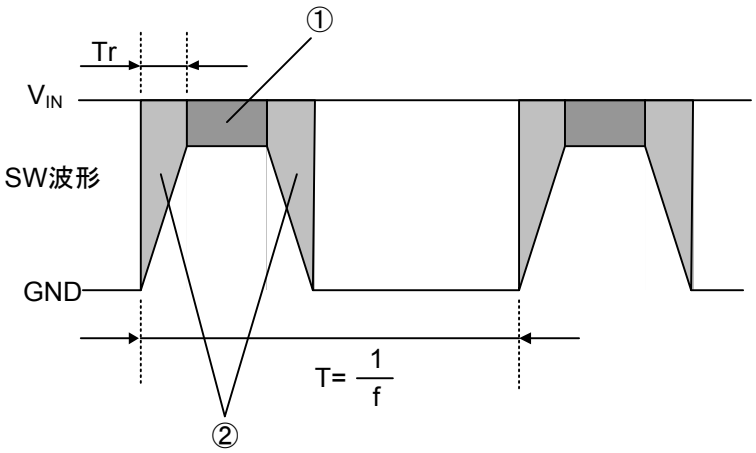
＜参考値＞　θja : HRP7　125.0°C /W　IC 単体
54.3°C /W　2 層基板(基板裏面銅箔面積 ：15mm×15mm)
22.7°C /W　2 層基板(基板裏面銅箔面積 ：70mm×70mm)
17.1°C /W　4 層基板(基板裏面銅箔面積 ：70mm×70mm)
基板サイズ 70mm×70mm×1.6mm (基板にサーマルビア有り)
(基板表面銅箔面積 ：10.5mm×10.5mm)

θja : SOP8　222.2°C /W　IC 単体
181.3°C /W　1 層基板(基板裏面銅箔面積 ：70mm×70mm)

IC の熱損失 W は以下の式で求められます。

$$W = Ron \times Io^2 \times \frac{Vo}{V_{IN}} + V_{IN} \times Icc + Tr \times V_{IN} \times Io \times f$$

R_{ON} : IC の ON 抵抗(8 ページ参照)　Io : 負荷電流
V_O : 出力電圧　V_{IN} : 入力電圧　Icc : 回路電流(5 ページ参照)
Tr : スイッチング立ち上がり/下がり時間(約 15n/35ns)
f : 発振周波数



①$Ron \times Io^2$

②$2 \times \frac{1}{2} \times Tr \times \frac{1}{T} \times V_{IN} \times Io$

$= Tr \times V_{IN} \times Io \times f$

Figure 33. SW 波形

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

●入出力等価回路図

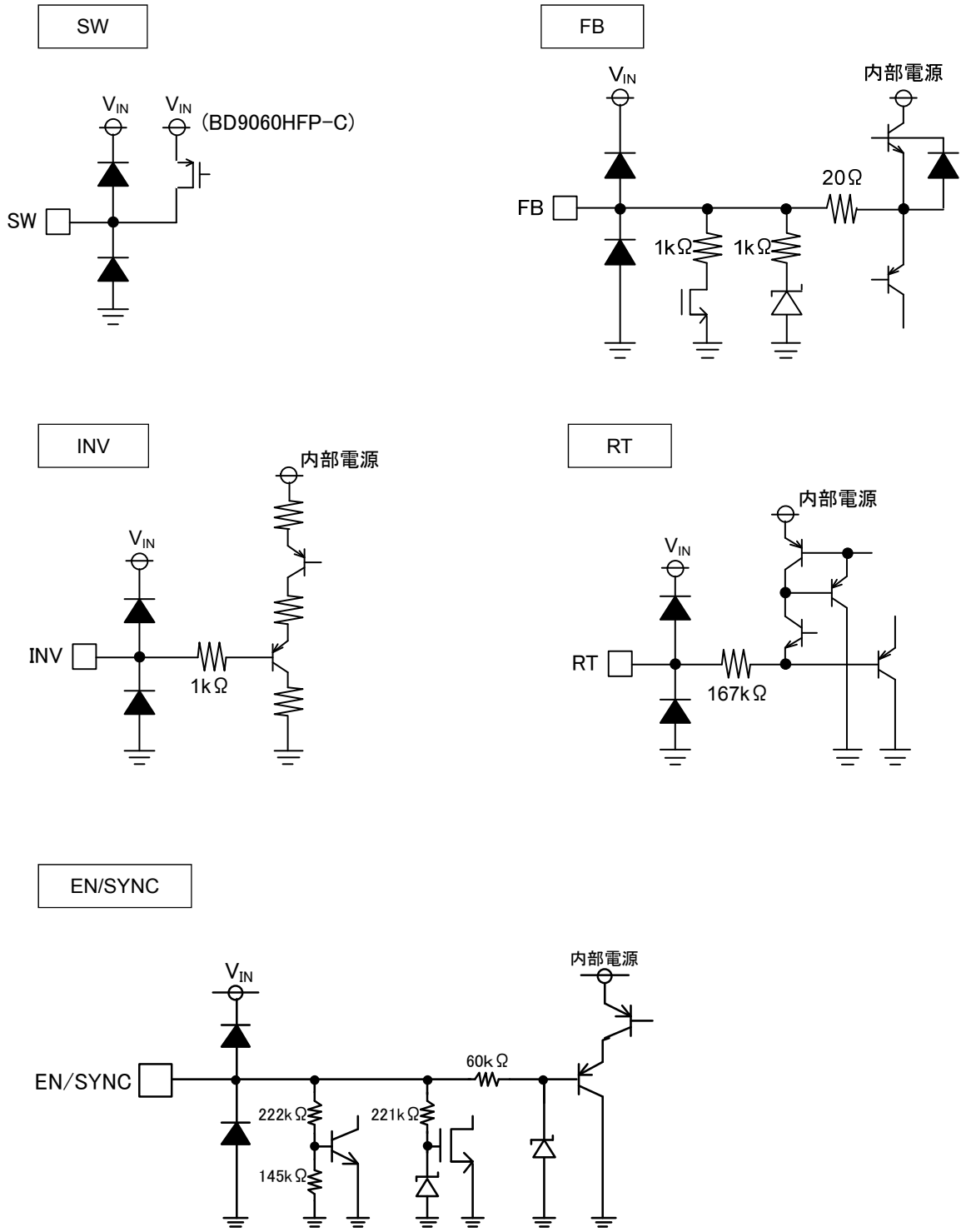


Figure 34. 入出力等価回路図

©2013 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／GND 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。GND 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－GND 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
GND 端子の電位はいかなる動作状態においても、最低電位になるようにしてください。また実際に過渡現象を含め、GND 端子以外のすべての端子が GND 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 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 1 点アースすることを推奨します。外付け部品の GND の配線パターンも変動しないよう注意してください。電源／GND 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×70mm×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、GND 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。

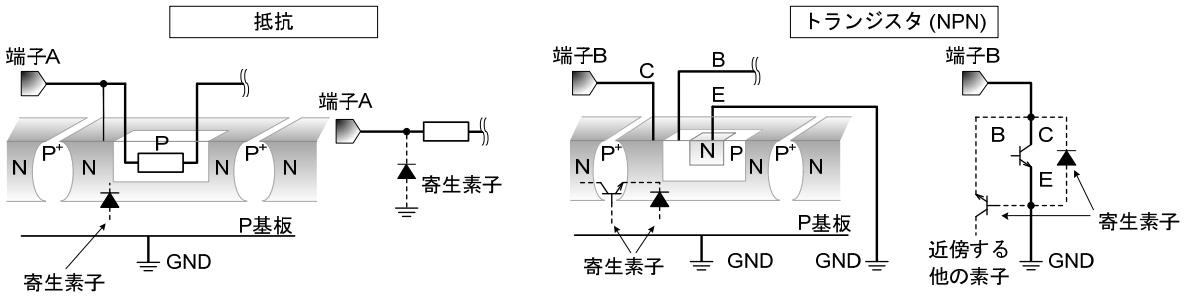
10. 端子間ショートと誤装着について
プリント基板に取り付ける際、IC の向きや位置ずれに十分注意してください。誤って取り付けた場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源および GND 間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

11. 未使用の入力端子の処理について
CMOS トタ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 GND に接続するようにしてください。

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

●使用上の注意–続き

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、
〇抵抗では、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。
〇また、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。プリケーションにおいて VCC 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、VCC が GND にショートされた場合などです。出力端子のコンデンサは 1000 μF 以下でご使用ください。また、VCC 直列に逆流防止のダイオードもしくは各端子と VCC 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。



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。

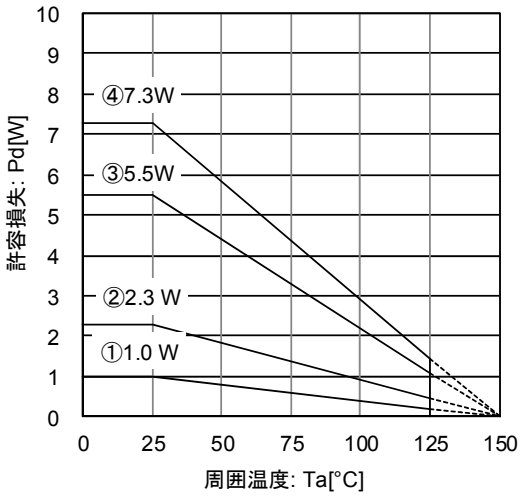
15. 温度保護回路について
IC を熱破壊から防ぐための温度保護回路を内蔵しております。許容損失範囲内でご使用いただきますが、万が一許容損失を超えた状態が継続すると、チップ温度 Tj が上昇し温度保護回路が動作し出力パワー素子が OFF します。その後チップ温度 Tj が低下すると回路は自動で復帰します。なお、温度保護回路は絶対最大定格を超えた状態での動作となりますので、温度保護回路を使用したセット設計等は絶対に避けて下さい。

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。

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

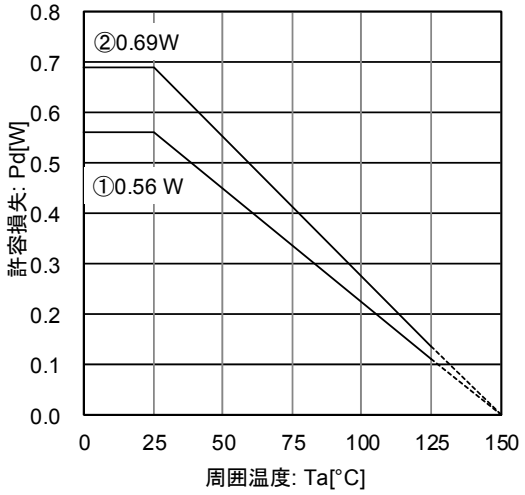
●熱軽減特性

HRP7



①IC単体
基板サイズ：70mm×70mm×1.6mm(基板にサーマルビア有り)
基板表面銅箔面積：10.5mm×10.5mm
②2層基板(基板裏面銅箔面積：15mm×15mm)
③2層基板(基板裏面銅箔面積：70mm×70mm)
④4層基板(基板裏面銅箔面積：70mm×70mm)

SOP8



①IC単体
②ローム標準基板実装時
(70mm×70mm×1.6mm ガラスエポキシ基板)

Figure 35. 熱軽減特性

●発注形名情報

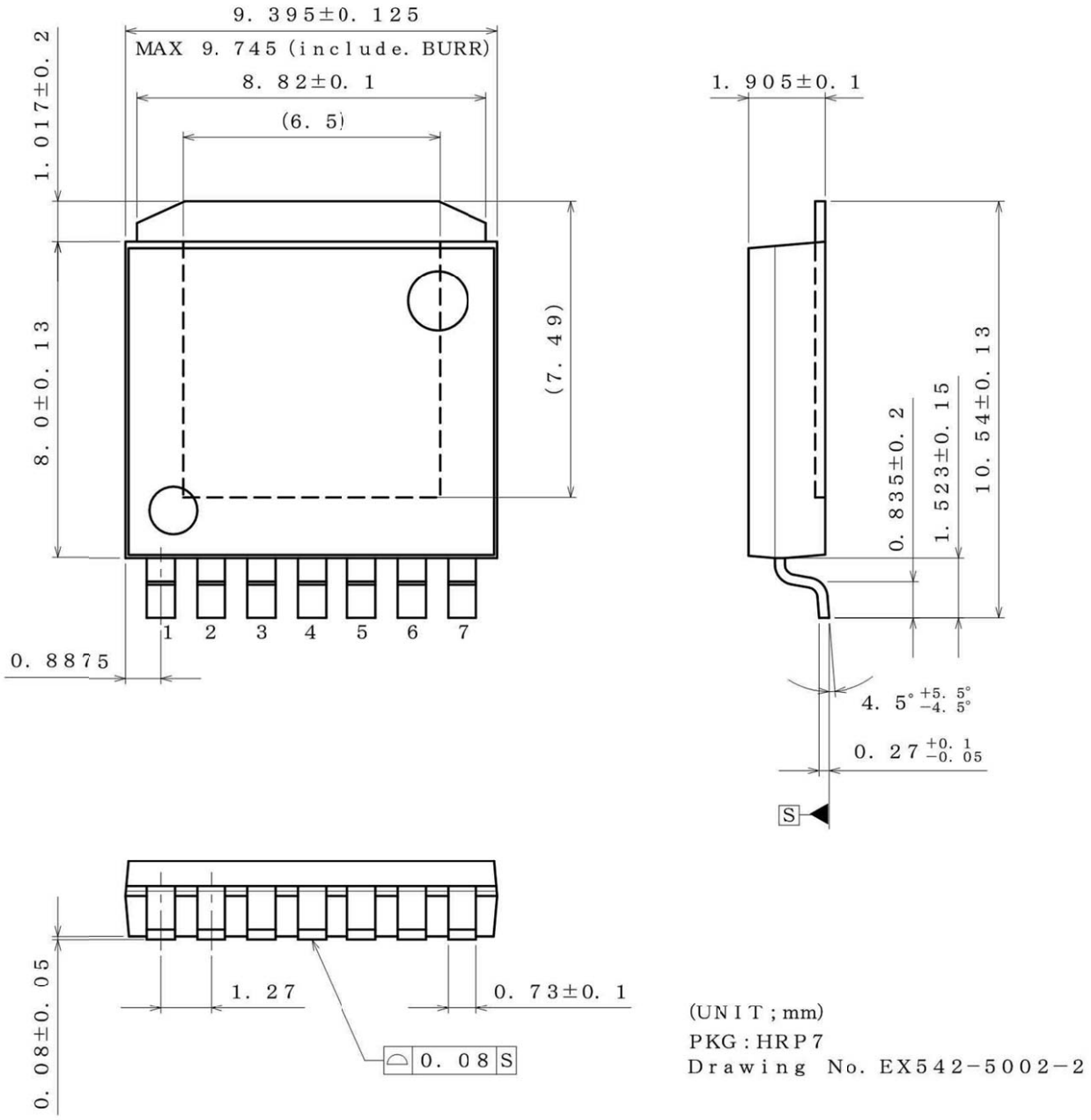
B D 9 0 6 0 H F P - C T R

- ローム形名
- パッケージ
  HFP : HRP7
  F:SOP8
- 製品ランク
  車載ランク製品
- 包装、フォーミング仕様
  TR:リール状エンボステーピング(HRP7)
  E2:リール状エンボステーピング(SOP8)

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

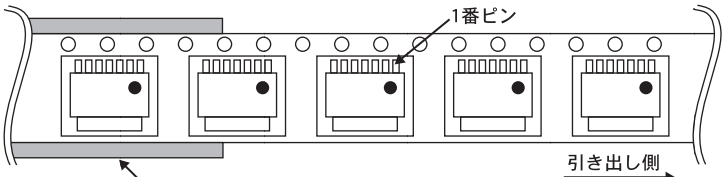
●外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name	HRP7



＜包装仕様＞

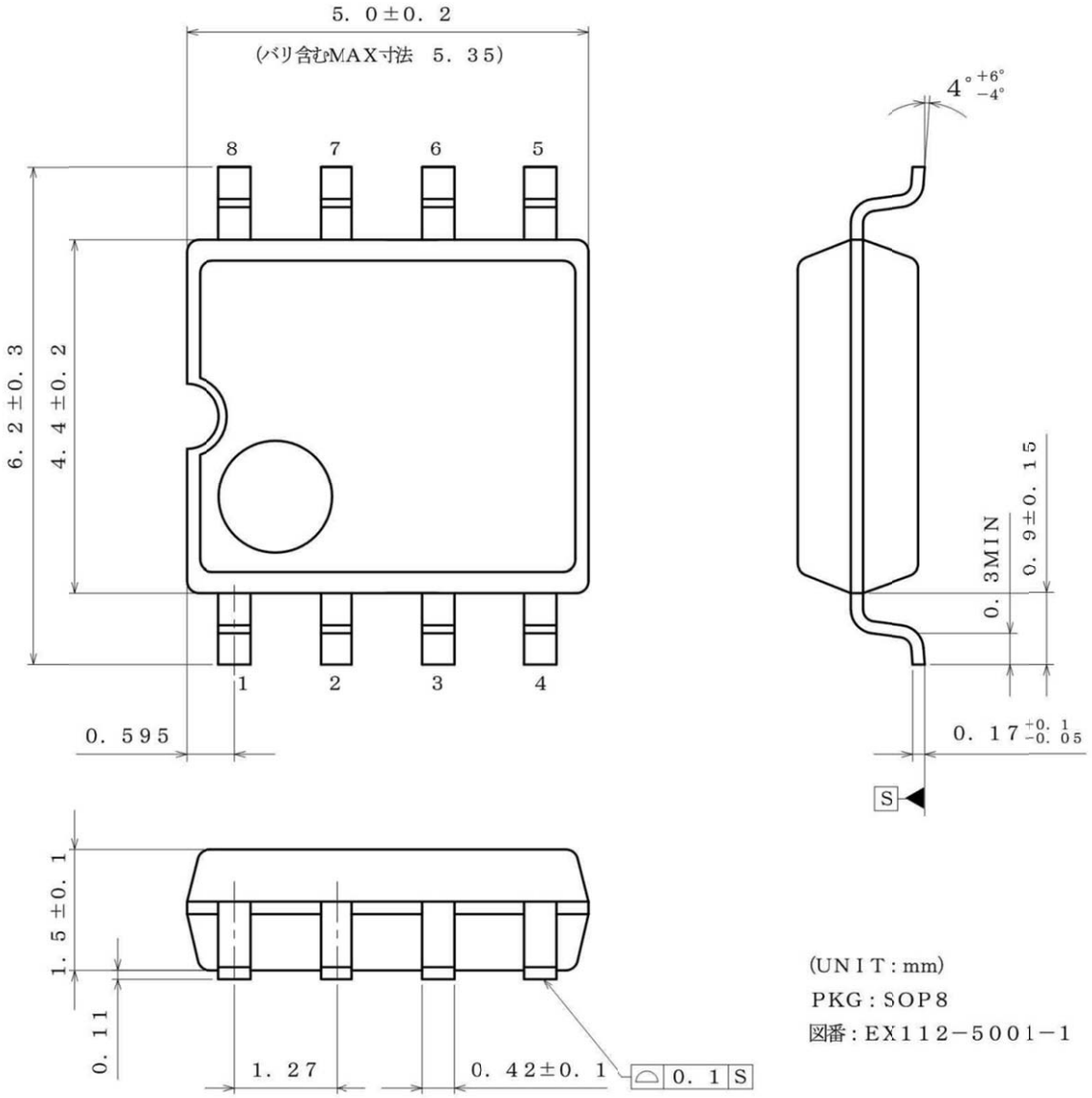
包装形態	エンボステーピング
包装数量	2000pcs
包装方向	TR （リールを左手に持ち、右手でテープを引き出したときに製品の1番ピンが右上にくる方向）



※ご発注の際は、包装数量の倍数でお願い致します。

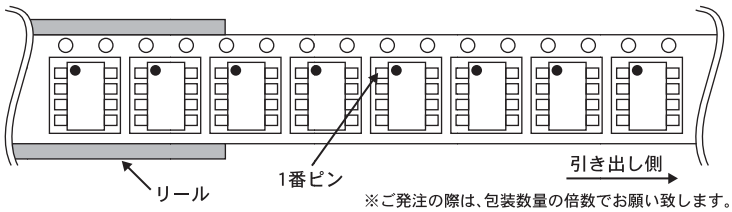
©2013 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

Package Name	SOP8



＜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）

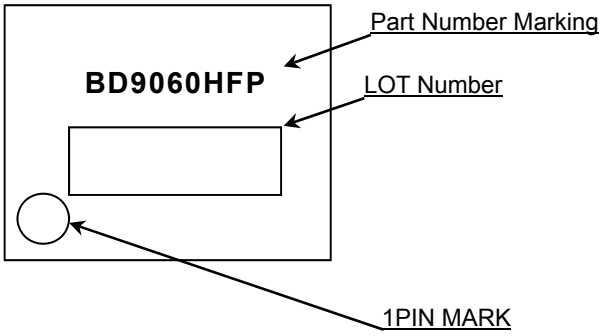


※ご発注の際は、包装数量の倍数でお願い致します。

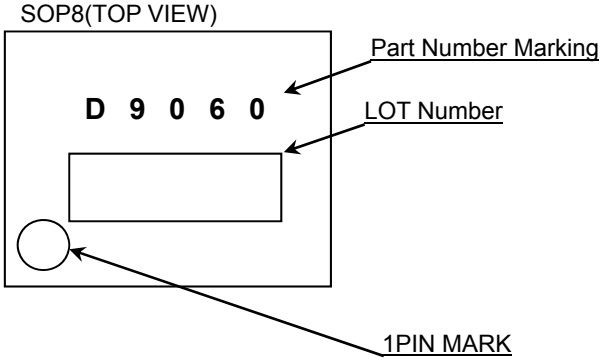
©2013 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

●標印図

HRP7(TOP VIEW)



SOP8(TOP VIEW)



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

●改訂履歴

日付	Revision	変更内容
2012.07.18	001	・新規登録
2012.10.23	002	・アプリケーション回路例(p18)の入力電圧範囲、外付け部品(C_{bulk},D)を変更
2013.03.01	003	・SOP8 パッケージを追加 ・HRP7 パッケージの IC 単体での熱低減特性を修正 ・使用上の注意(8)「誤装着、隣接ピンショートについて」の記載事項を変更 ・アプリケーション回路例(p19)を BD9060HFP-C 版から BD9060F-C 版の回路例に変更
2013.08.30	004	・タイトルを「出力電流」から「出力スイッチ電流」に変更 ・重要特性に「AECQ100 対応」の文言追加 ・重要特性の「出力電流」を「出力スイッチ電流」に変更 ・推奨動作範囲の外部同期周波数の項目を「fosc ×1.05 <= Fsync <= Fosc×1.5」に変更 ・電気的特性を「過電流保護動作スイッチ電流」に変更

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

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

1. 極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器(Note 1)、航空宇宙機器、原子力制御装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

日本	USA	EU	中国
CLASSⅢ	CLASSⅢ	CLASSⅡb	Ⅲ類
CLASSⅣ		CLASSⅢ	

2. 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
   ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
   ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。

3. 本製品は、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておりません。したがいまして、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
   ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
   ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
   ③潮風、Cl_2、H_2S、NH_3、SO_2、NO_2 等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
   ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
   ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合
   ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用
   ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合(無洗浄タイプのフラックスを使用された場合も、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、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）で取り扱いください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。

4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

製品ラベルに関する注意事項

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

製品廃棄上の注意事項

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

外国為替及び外国貿易法に関する注意事項

本製品は、外国為替及び外国貿易法に定めるリスト規制貨物等に該当するおそれがありますので、輸出する場合には、ロームへお問い合わせください。

知的財産権に関する注意事項

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。

2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等（ソフトウェア含む）との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。

3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権 その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。 ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

その他の注意事項

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。

2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。

3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。

4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。

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

一般的な注意事項

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。

2. 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。

3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。

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