

# NR111D

## 概要

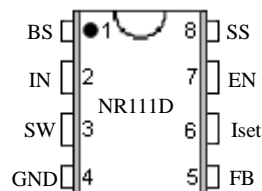
NR111D シリーズは、パワーMOSFET 内蔵の降圧スイッチングレギュレータ IC です。軽負荷の効率を向上させた機能を有しており、低消費電力に適した IC です。電流制御方式により、セラミックコンデンサのような超低 ESR のコンデンサに対応します。過電流保護、低入力禁止、過熱保護等の保護機能を有しています。起動時の突入電流を防ぐためソフトスタート機能を有しています。コンデンサを接続することで、ソフトスタート時間を設定できます。外部信号でオンオフできる機能を有しており、EN 端子へ外部から信号を入力することで、IC をターンオン/ターンオフできます。位相補償回路を内蔵し、過電流外部調整で DIP8 ピンパッケージで供給されます。

## 特長と利点

- 最大効率 90% ( $V_{IN}=12V, V_O=5V, I_O=1A$ )  
軽負荷時効率 68% ( $V_{IN}=12V, V_O=5V, I_O=20mA$ )
- 電流モード型 PWM 制御
- 出力にセラミックコンデンサのような低 ESR コンデンサの使用に対応
- 保護回路を内蔵  
過電流保護 (OCP) 垂下型自動復帰  
過熱保護内蔵 (TSD) 自動復帰  
低入力時誤動作防止回路 (UVLO)
- 外付けコンデンサによる Soft-Start
- ON/OFF 機能
- OCP 動作点調整機能

## パッケージ

- DIP8 Package



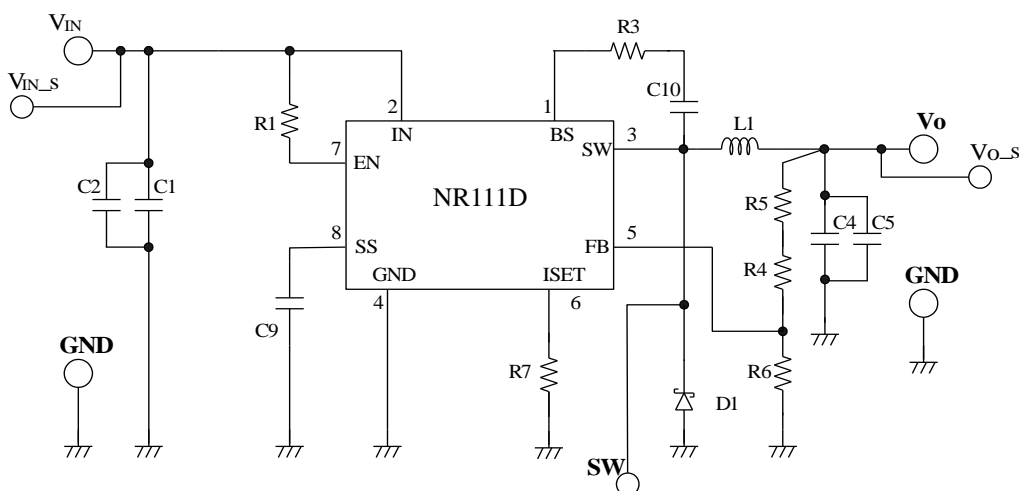
## 主要スペック

- 入力電圧  $V_{IN} = 8V \sim 31V$
- 出力電圧  $V_O = 0.8V \sim 24V$
- 最大出力電流  $I_O = 4A$
- 動作周波数: 350kHz

## アプリケーション

- LCD-TV
- Blue-Ray
- 白物家電
- デジタル家電用電源

## 標準接続図



- |                          |   |                |
|--------------------------|---|----------------|
| C1, C2: 10 $\mu$ F / 35V | R1: 510k $\Omega$                                   | L1: 10 $\mu$ H |
| C4, C5: 22 $\mu$ F / 16V | R3: 22 $\Omega$                                     |                |
| C9: 0.1 $\mu$ F          | R4: 18k $\Omega$ , R5: 2.7k $\Omega$ ( $V_O=5.0V$ ) |                |
| C10: 0.1 $\mu$ F         | R6: 3.9k $\Omega$                                   |                |

# NR111D

Jan./05/2016

## シリーズラインアップ

製品名	f <sub>sw</sub>	V <sub>IN</sub>	V <sub>O</sub>	I <sub>O</sub>
NR111D	350kHz	8V to 31V <sup>(1)</sup>	0.8V to 24V <sup>(2)</sup>	4A

<sup>(1)</sup> 入力電圧の最小値は、8V もしくは V<sub>O</sub>+3V のどちらか大きい値とする

<sup>(2)</sup> 入出力条件は最小 ON 時間により制限されます。

## 絶対最大定格

項目	記号	規格値	単位	条件
入力電圧	V <sub>IN</sub>	35	V	
BS 端子電圧	V <sub>BS</sub>	44	V	
SW 端子電圧	V <sub>SW</sub>	35	V	
BS-SW 間端子電圧	V <sub>BS-SW</sub>	8	V	DC パルス幅 30ns 以内
		12		
FB 端子電圧	V <sub>FB</sub>	5.5	V	
EN 端子電圧	V <sub>EN</sub>	35	V	
SS 端子電圧	V <sub>SS</sub>	5.5	V	
許容損失	<sup>(3)</sup> P <sub>D</sub>	1.47	W	ガラスエポキシ基板 30×30mm (銅箔エリア 25×25mm)実装時 T <sub>J</sub> Max =150°C
接合温度	<sup>(4)</sup> T <sub>J</sub>	-40 to 150	°C	
保存温度	T <sub>S</sub>	-40 to 150	°C	
熱抵抗(接合ーリード(No.7 端子))	θ <sub>JP</sub>	41	°C/W	
熱抵抗(接合ー周囲)	θ <sub>JA</sub>	85	°C/W	ガラスエポキシ基板 30×30mm (銅箔エリア 25×25mm)実装時

<sup>(3)</sup> 過熱保護により制限。

<sup>(4)</sup> 過熱保護検出温度は約 160°Cとなる。

## 推奨動作条件

項目	記号	規格値		単位	条件
		MIN	MAX		
入力電圧	<sup>(5)</sup> V <sub>IN</sub>	V <sub>O</sub> +3	31	V	
出力電流	<sup>(6)</sup> I <sub>O</sub>	0	4.0	A	
	<sup>(7)</sup> I <sub>O</sub>				
出力電圧	V <sub>O</sub>	0.8	24	V	
動作周囲温度	<sup>(7)</sup> Top	-40	85	°C	

<sup>(5)</sup> 入力電圧範囲の最小値は、8V もしくは V<sub>O</sub>+3V のどちらか大きい値とする。

V<sub>IN</sub> = V<sub>O</sub>+1 ~ V<sub>O</sub>+3V の場合は I<sub>O</sub> = 2A MAX となります。

<sup>(6)</sup> 推奨回路は P.7 になります。

<sup>(7)</sup> P.9 に示す熱減定格以内で使用する必要があります。

# NR111D

Jan./05/2016

## 電気的特性

Ta = 25°C

項目	記号	規格値			単位	測定条件	
		MIN	TYP	MAX			
設定基準電圧	V <sub>REF</sub>	0.784	0.800	0.816	V	V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>O</sub> = 1.0A	
出力電圧温度係数	$\Delta V_{REF}/\Delta T$	—	±0.05	—	mV/°C	V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>O</sub> = 1.0A -40°C to +85°C	
動作周波数	f <sub>SW</sub>	(245)	350	(455)	kHz	V <sub>IN</sub> = 12V, V <sub>O</sub> = 5.0V, I <sub>O</sub> = 1A	
ラインレギュレーション	(8) V <sub>Line</sub>	—	50	—	mV	V <sub>IN</sub> = 8V ~ 30V, V <sub>O</sub> = 5.0V, I <sub>O</sub> = 1A	
ロードレギュレーション	(8) V <sub>Load</sub>	—	50	—	mV	V <sub>IN</sub> = 12V, V <sub>O</sub> = 5.0V, I <sub>O</sub> = 0.1A ~ 2.0A	
過電流保護開始電流	I <sub>S1</sub>	—	1.5	—	A	V <sub>IN</sub> = 12V, V <sub>O</sub> = 5.0V ISET = OPEN	
	I <sub>S2</sub>	—	5.5	—		V <sub>IN</sub> = 12V, V <sub>O</sub> = 5.0V ISET = SHORT	
無負荷時回路電流	I <sub>IN</sub>	—	1	—	mA	V <sub>IN</sub> = 12V V <sub>EN</sub> = 10kΩ pull up to V <sub>IN</sub>	
静止時回路電流	I <sub>IN(off)</sub>	0	1	—	μA	V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>O</sub> = 0A, V <sub>EN</sub> = 0V	
SS 端子	Low 時流出電流	I <sub>EN/SS</sub>	6	10	14	μA	V <sub>SS</sub> = 0V, V <sub>IN</sub> = 12V
EN 端子	流入電流	I <sub>EN</sub>		20	50	μA	V <sub>EN</sub> = 10V
	オンスレッシュ電圧	V <sub>C/EH</sub>	0.7	1.4	2.1	V	V <sub>IN</sub> = 12V
ISET 端子	開放電圧	V <sub>ISET</sub>		1.5		V	V <sub>IN</sub> = 12V
最大 ON デューティ	(8) D <sub>MAX</sub>	—	90	—	%		
最小 ON 時間	(8) T <sub>ON(MIN)</sub>	—	150	—	nsec		
過熱保護開始温度	(8) TSD	151	165	—	°C		
過熱保護復帰ヒステリシス	(8) TSD_hys	—	20	—	°C		

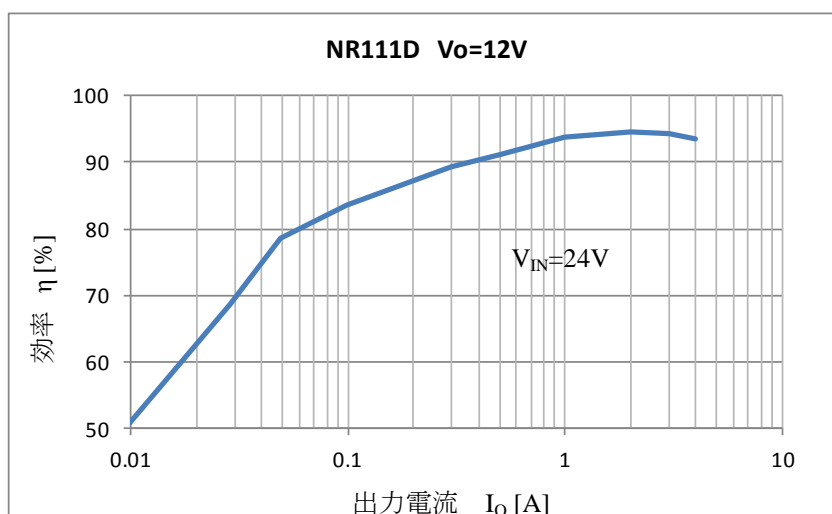
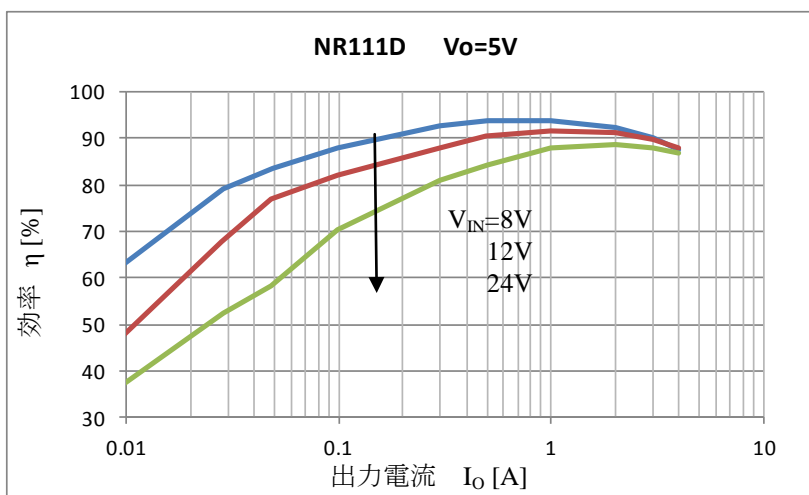
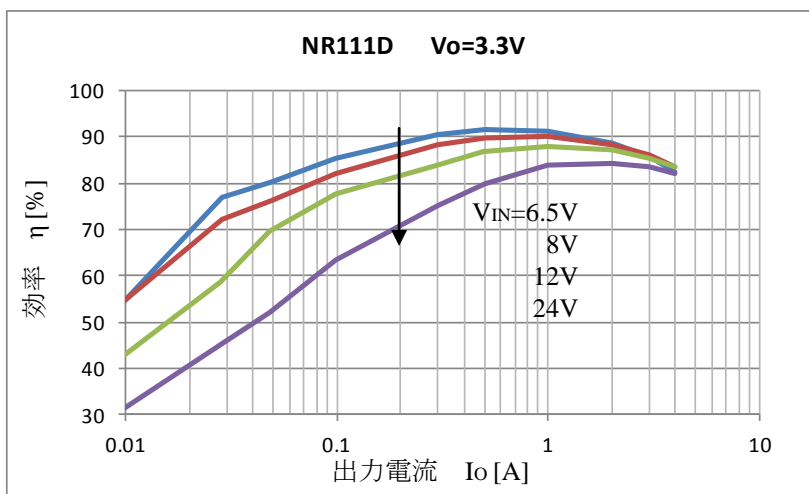
(8) 設計保証値です。

(9) 入出力条件は最小 ON 時間により制限されます。

# NR111D

## 代表特性

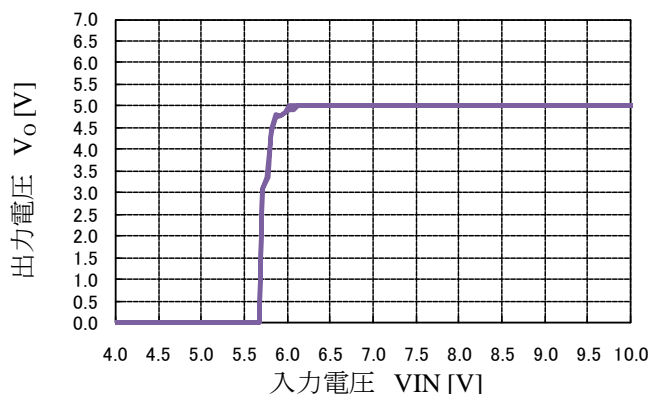
### (1) 効率



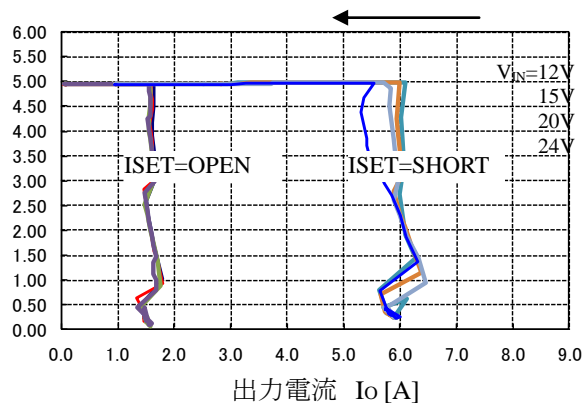
# NR111D

Jan./05/2016

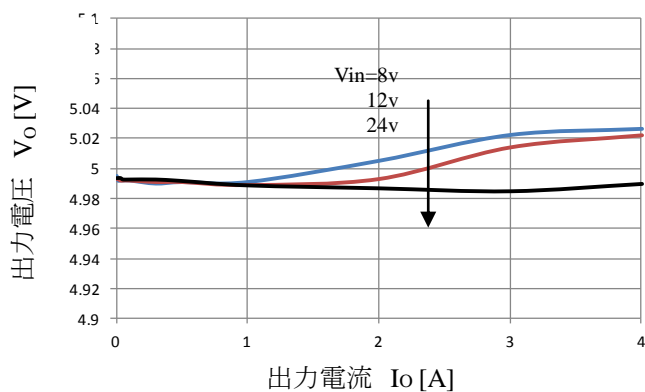
(2)出力電圧立上り Load=CR



(5)過電流保護特性

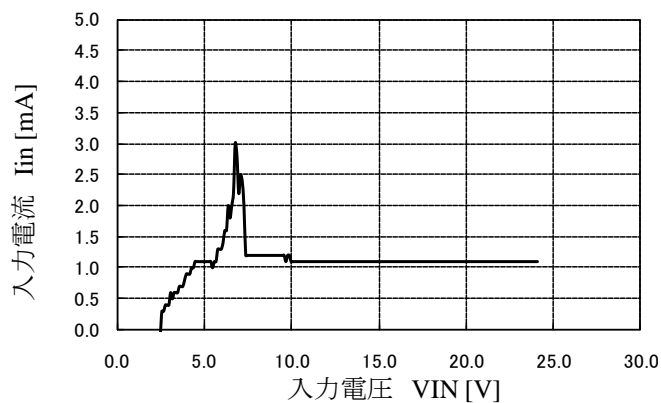


(3)出力電圧変動:  $V_{Load}$

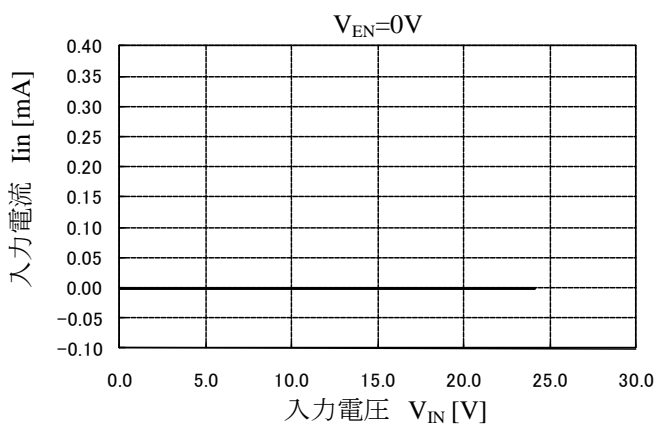


(6) 無負荷時回路電流:  $I_{IN}$

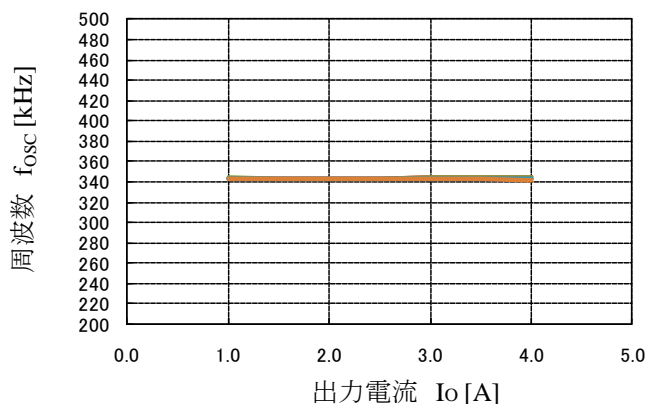
$V_O=5.0V$



(4)静止時回路電流:  $I_{IN(off)}$

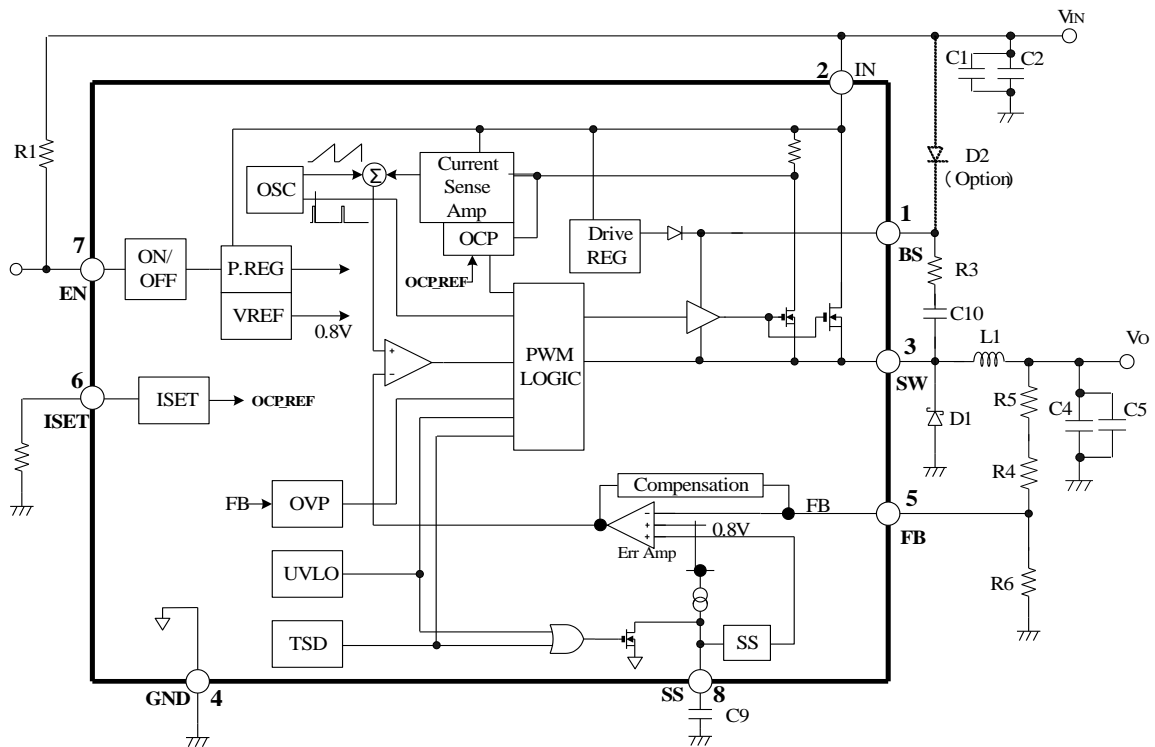


(7) 動作周波数

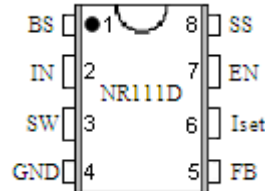


# NR111D

## ブロックダイアグラム



## ピン配置 & 端子機能

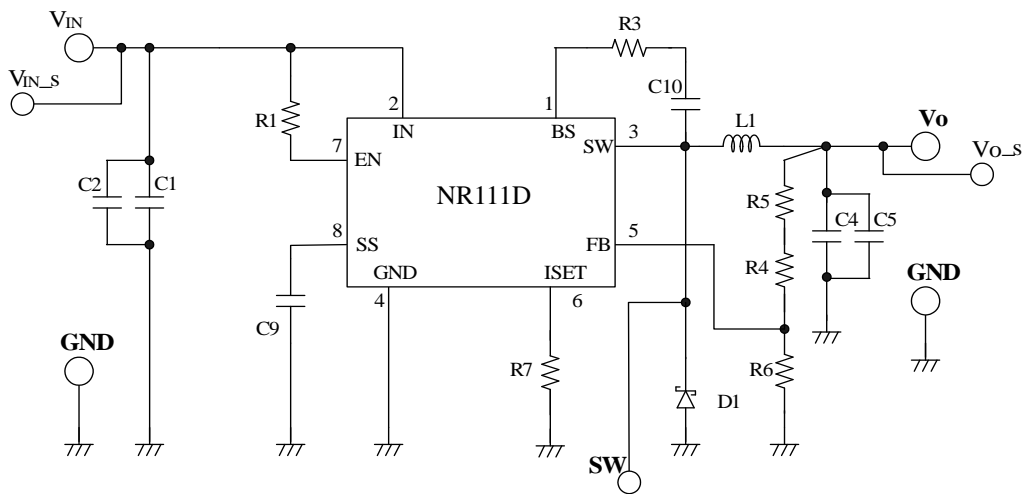


端子配置

### 端子機能

Pin No.	記号	機能
1	BS	ハイサイドブースト入力端子 BS 端子は、ハイサイド MOSFET のドライブ電力を供給します。コンデンサと抵抗を SW 端子と BS 端子間に接続してください。
2	IN	入力端子。IC に電力を供給します。
3	SW	出力端子。出力電力を供給します。出力用 LC フィルタを SW 端子に接続してください。SW 端子と BS 端子間に、ハイサイド MOSFET へ電力供給するコンデンサが必要です。
4	GND	グランド端子。裏面ヒートスラグは、グランド端子に接続してください。
5	FB	基準電圧と出力電圧を比較するフィードバック端子。フィードバック閾値電圧は 0.8V です。FB 端子を分圧抵抗 R4 と R6 の間に接続することで、出力電圧を設定してください。
6	Iset	過電流保護開始電流調整端子。抵抗を接続することで過電流保護開始電流を調整できます。定格電流で使用する場合は、Iset 端子を GND に接続してください。
7	EN	イネーブル入力端子。EN 端子を High でレギュレータをオン、Low でオフします。
8	SS	ソフトスタート端子。SS 端子とグランド間にコンデンサ接続することで、ソフトスタートを設定できます。

## 応用回路例



C1, C2: 10 $\mu$ F / 35V	R1: 510k $\Omega$	L1: 10 $\mu$ H
C4, C5: 22 $\mu$ F / 16V	R3: 22 $\Omega$	
C9: 0.1 $\mu$ F	R4: 18k $\Omega$ , R5: 2.7k $\Omega$ ( $V_o=5.0V$ )	
C10: 0.1 $\mu$ F	R6: 3.9k $\Omega$	

## 外付け部品設計ガイド

### (1)ダイオード D1

- ダイオードには、必ずショットキーバリアダイオードを使用して下さい。  
ファーストリカバリダイオードを使用した場合、リカバリおよびオン電圧による逆電圧印加により IC を破壊する恐れがあります。

### (2)チョークコイル L1

- チョークコイルの巻き線抵抗が大きい場合、効率が低下し、規格値に達しない場合があります。
- 過電流保護開始電流が約 4A のため、過負荷・負荷短絡時の磁気飽和によるチョークコイルの発熱に注意願います。

### (3)コンデンサ C1(C2), C4(C5), C9

- C1 (C2), C4 (C5) には大きなリップル電流が流れますので、スイッチング電源用高周波低インピーダンス品をご使用下さい。  
特に C4 のインピーダンスが高い場合、低温時にスイッチング波形に異常を起こすことがあります。
- C9 はソフトスタート用コンデンサです。出力電圧のオーバーシュート、ラッシュ電流を抑制致します。

### (4)抵抗 R4, R5, R6

- R4, R5, R6 は出力電圧を設定する抵抗です。I<sub>FB</sub> が 0.2mA 程度となるよう設定して下さい。  
R4, R5, R6 を求める式は以下のようになります。

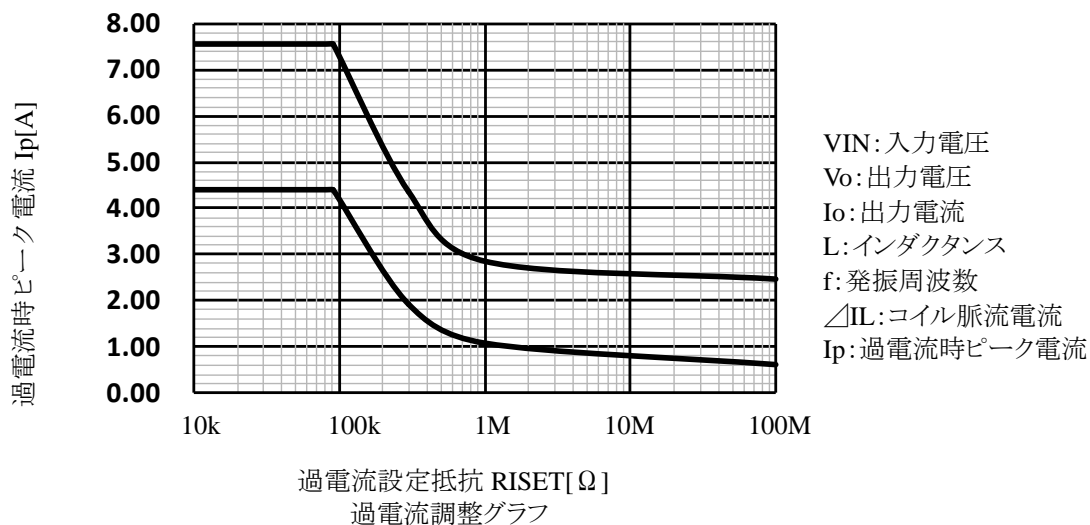
$$R4 + R5 = \frac{(V_o - V_{FB})}{I_{FB}} = \frac{(V_o - 0.8)}{0.2 \times 10^{-3}} (\Omega), \quad R6 = \frac{V_{FB}}{I_{FB}} = \frac{0.8}{0.2 \times 10^{-3}} \div 4.0k(\Omega) \text{ ----- (1)}$$

I<sub>FB</sub>: R6 に流す電流値

# NR111D

## (5)抵抗 R7

- ・R7は過電流開始電流を設定する為の抵抗です。抵抗値と過電流時ピーク電流の関係は以下の特性になります。



また、過電流時ピーク電流から出力電流に換算する場合は以下の計算式となります。

$$\text{コイル連続電流の場合} \cdots \Delta I_L = I_p - \frac{\Delta I_L}{2} \quad \text{----- (2)}$$

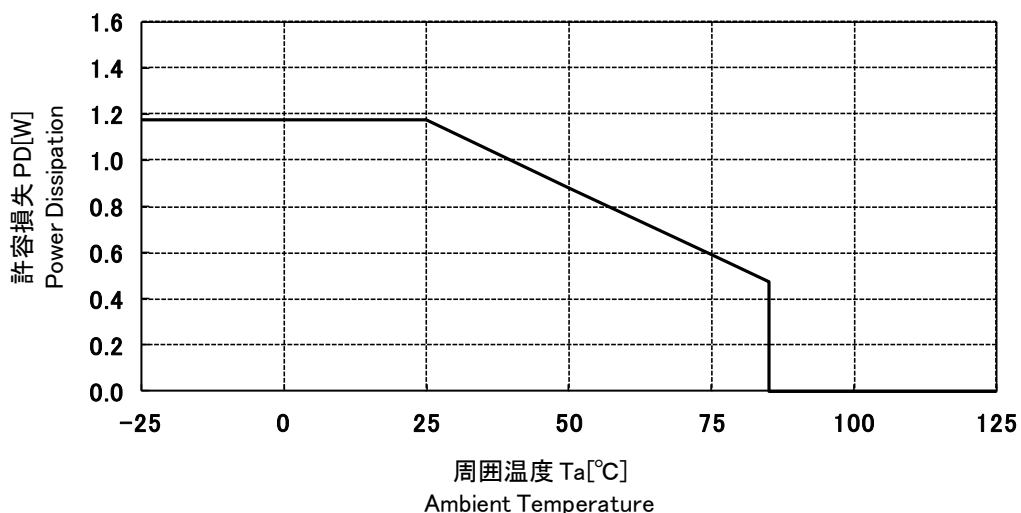
$$\text{コイル不連続電流の場合} \cdots I_o = \frac{(V_{IN} \times L \times f)}{\{2 \times V_o \times (V_{IN} - V_o)\}} \times I_p^2 = \frac{1}{(2 \times \Delta I_L)} \times I_p^2 \quad \text{----- (3)}$$

$$\text{* コイル脈流電流} \cdots \Delta I_L = \frac{V_o}{L \times f} \times \left(1 - \frac{V_o}{V_{IN}}\right) \quad \text{----- (4)}$$

最適な動作環境とするためには、各部品を最短で接続することが必要です。



## 熱減定格



注 1 : 上記熱減定格は、ジャンクション温度 125°C で算出しています。

注 2 : 損失は、下記式を使って求めることができます。尚、効率は、入力電圧、出力電流によって変化する為、P4 の効率曲線より求め、パーセント表示のまま代入します。

注 3 : D1 熱設計は別途行う必要があります。

$$P_D = V_O \cdot I_O \left( \frac{100}{\eta_x} - 1 \right) - V_F \cdot I_O \left( 1 - \frac{V_O}{V_{IN}} \right) \quad \text{----(5)}$$

$V_O$  : 出力電圧

$V_{IN}$  : 入力電圧

$I_O$  : 出力電流

$\eta_x$  : 効率(%)

$V_F$  : Di 順方向電圧

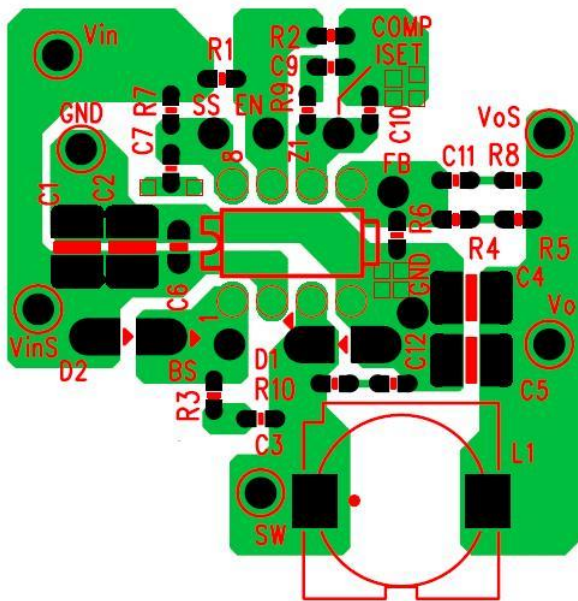
SJPB-L4...0.55V( $I_O=3A$ )

# NR111D

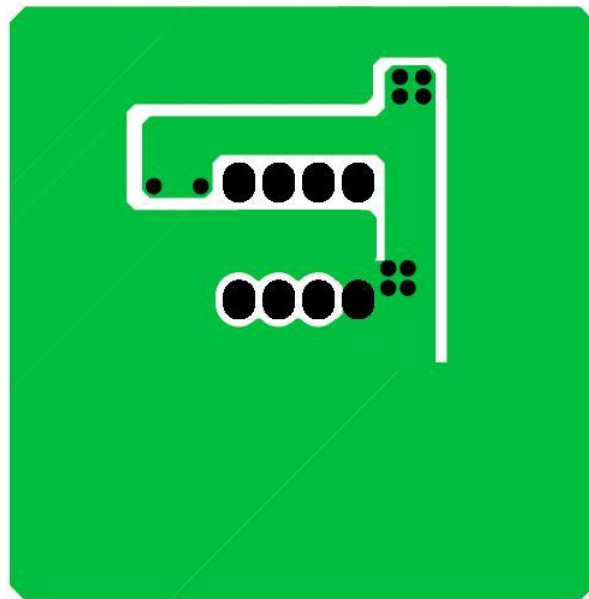
Jan./05/2016

## PCB レイアウト & 推奨ランドパターン

- (1) GND ラインは 4 番端子を中心にした 1 点 GND 配線とし、各部品を最短で配置する必要があります。
- (2) 下記パターンは本 IC の評価用基板(デモボード)のものであります。



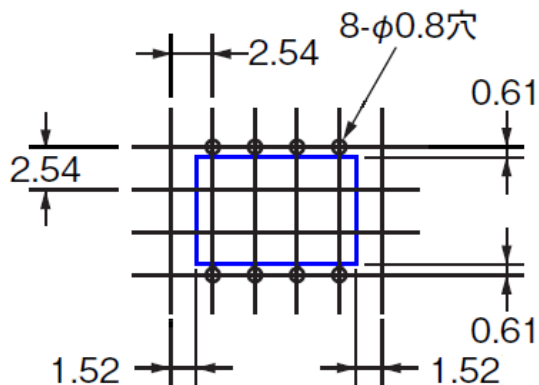
PCB レイアウト表面: 部品面(両面基板)



PCB レイアウト裏面: GND 面(両面基板)

### 注記

PCB サイズ: 40mm × 40mm



PCB 穴位置図

### 注記

- 1) 寸法: mm(inch)
- 2) 図は一定の縮尺で描かれていません

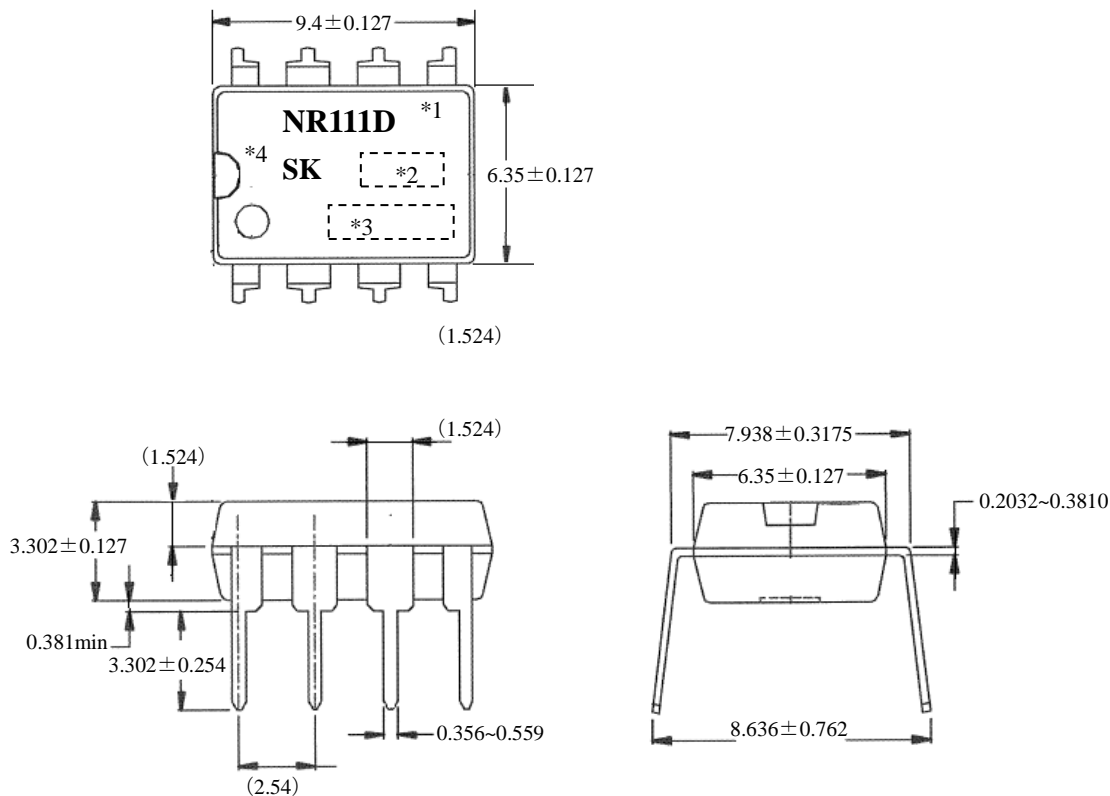
# NR111D

Jan./05/2016

## 外形図

外形図 A もしくは外形図 B のいずれかで納入するものとする。

外形図 A



### 端子配列

- 1.NC
- 2.IN
- 3.SW
- 4.GND
- 5.FB
- 6.EN
- 7.SS
- 8.BS

### \*1.品名標示

### \*2.ロット番号(3桁)

第1文字 西暦年号下一桁

第2文字 月

1~9月 : アラビア数字  
 10月 : O  
 11月 : N  
 12月 : D

第3文字 製造週

01~03 : アラビア数字

### \*3.管理番号(4桁)

\*4 社票 : SK

### 注記

1)寸法表記 mm

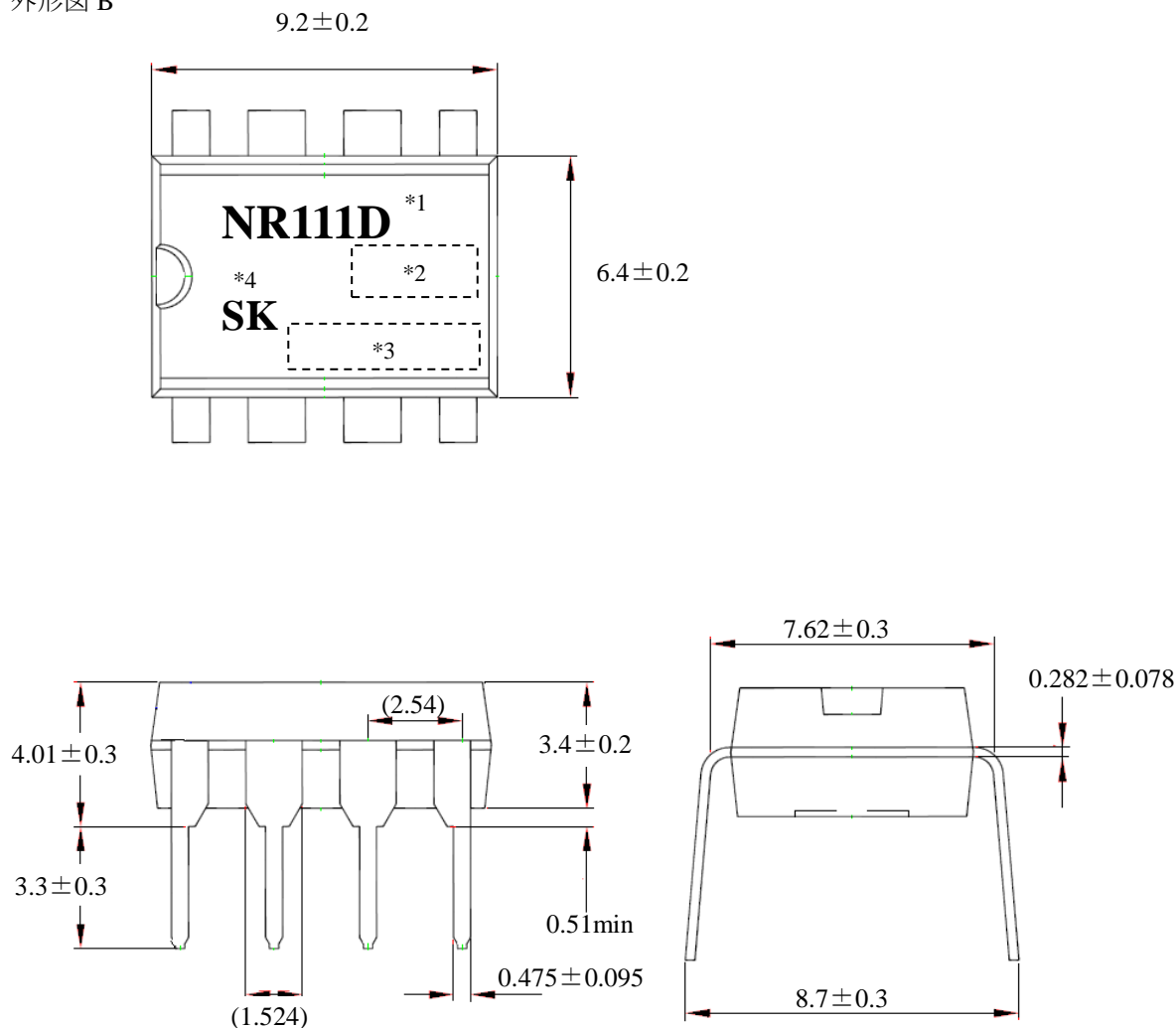
2)図は一定の縮尺で描かれていません

単位 : mm  
 Units : mm

# NR111D

Jan./05/2016

外形図 B



端子配列

- 1.NC
- 2.IN
- 3.SW
- 4.GND
- 5.FB
- 6.EN
- 7.SS
- 8.BS

注記

- 1)寸法表記 mm
- 2)図は一定の縮尺で描かれていません

\*1.品名標示

\*2.ロット番号(3桁)

- 第1文字 西暦年号下一桁
- 第2文字 月

- 1~9月: アラビア数字
- 10月: O
- 11月: N
- 12月: D

第3文字 製造週

- 01~03: アラビア数字

\*3.管理番号(4桁)

\*4 社票 : SK

## 使用上の注意

保管環境、特性検査上の取り扱い方法によっては信頼度を損なう要因となるので、注意事項に留意してください。

### 放熱と信頼性について

- 面実装 IC の発熱は、実装されるプリント基板サイズと材質、及び銅箔面積によって左右されます。
- 放熱には細心の注意を払い、熱設計には十分余裕を設けて下さい。

### 並列運転について

- 電流を増すための並列運転は出来ません。

### 過熱保護特性について

- NR111D は過熱保護回路を内蔵していますが、これは瞬時短絡等の発熱に対し、IC を保護する回路であり、長時間短絡等、発熱が継続状態での信頼性を含めた動作を保証するものではありません。

### 保管上の注意事項

- 保管環境は、常温 (5~35°C)、常湿 (40~75%) 中が望ましく、高温多湿や温湿度変化の大きな場所を避けてください
- 腐食性ガスなどの有毒ガスが発生しない、塵埃の少ない場所で、直射日光を避けてください
- 長期保管したものは、使用前にはんだ付け性やリードの錆等について再点検してください

### 特性検査、取り扱い上の注意事項

- 受入検査などで特性検査を行う場合は、測定器からのサージ電圧の印加、端子間ショートや誤接続などに十分注意してください。また定格以上の測定は避けてください

### はんだ付け方法

- はんだ付けの際は、下記条件以内で、できるだけ短時間に作業してください
  - ・リフロー : 予備加熱 : 180°C / 90±30s.  
本加熱 : 250°C / 10±1s. (260°C peak, 2 回)
  - ・フロー : 260 +0°C -10°C / 10±1s (2 回)
  - ・はんだごて: 380±10°C / 3.5±0.5s (1 回)

### 静電気破壊防止のための取扱注意

- 製品を取り扱う場合は、人体アースを取ってください。人体アースはリストストラップなどを用い、感電防止のため、1MΩ の抵抗を人体に近い所へ入れてください
- デバイスを取り扱う作業台は、導電性のテーブルマットやフロアマット等を敷き、アースを取ってください
- カーブトレーサーなどの測定器を使う場合、測定器もアースを取ってください
- はんだ付けをする場合、はんだごてやディップ槽のリーク電圧が、製品に印加するのを防ぐため、はんだごての先やディップ槽のアースをとってください
- 製品を入れる容器は、弊社出荷時の容器を用いるか、導電性容器やアルミ箔などで、静電対策をしてください

- 本資料に記載されている内容は、改良などにより予告なく変更することがあります。  
ご使用の際には、最新の情報であることを確認してください。
- 本書に記載されている動作例および回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する弊社もしくは第三者の工業所有権、知的所有権、その他の権利の侵害問題について弊社は一切責任を負いません。
- 弊社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品では、ある確率での欠陥、故障の発生は避けられません。部品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害などが発生しないよう、使用者の責任において、装置やシステム上で十分な安全設計および確認を行ってください。
- 本書に記載されている製品は、一般電子機器(家電製品、事務機器、通信端末機器、計測機器など)に使用することを意図しています。  
高い信頼性が要求される装置(輸送機器とその制御装置、交通信号制御装置、防災・防犯装置、各種安全装置など)への使用を検討する場合は、必ず弊社販売窓口へ相談してください。  
極めて高い信頼性を要求する装置(航空宇宙機器、原子力制御、生命維持のための医療機器など)には、弊社の文書による合意がない限り使用しないでください。
- 弊社の製品を使用、またはこれを使用した各種装置を設計する場合、定格値に対するディレーティングをどの程度行うかにより、信頼性に大きく影響します。  
ディレーティングとは信頼性を確保または向上するため、各定格値から負荷を軽減した動作範囲を設定したり、サージやノイズなどについて考慮することです。ディレーティングを行う要素には、一般的には電圧、電流、電力などの電氣的ストレス、周囲温度、湿度などの環境ストレス、半導体製品の自己発熱による熱ストレスがあります。これらのストレスは、瞬間的数値、あるいは最大値、最小値についても考慮する必要があります。  
なおパワーデバイスやパワーデバイス内蔵 IC は、自己発熱が大きく接合部温度のディレーティングの程度が、信頼性を大きく変える要素となりますので十分に配慮してください。
- 本書に記載している製品の使用にあたり、本書記載の製品に他の製品・部材を組み合わせる場合、あるいはこれらの製品に物理的、化学的、その他何らかの加工・処理を施す場合は、使用者の責任においてそのリスクを検討の上行ってください。
- 本書記載の製品は耐放射線設計をしていません。
- 弊社物流網外での輸送、製品落下などによるトラブルについて、弊社は一切責任を負いません。
- 本書記載の内容を、文書による当社の承諾なしに転記複製を禁じます。