

## 概要

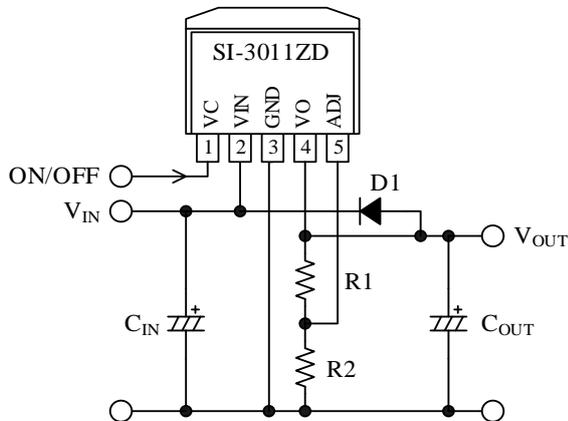
SI-3011ZD は、最大出力電流 3 A のリニアレギュレータ IC です。出力電圧は外付け抵抗で設定できます。

低飽和な PNP バイポーラトランジスタを内蔵しており、低い入出力電圧差で動作可能です。出力オン/オフ機能や、過電流保護機能、過熱保護機能を搭載し、少ない周辺部品でリニアレギュレータ回路を構成できます。

## 特長

- 出力電圧可変タイプ ( $V_{OUT} = 1.2\text{ V} \sim 5.0\text{ V}$ )
- 低入出力電圧差  $\Delta V_{DIF} \leq 0.6\text{ V}$  ( $I_{OUT} = 3\text{ A}$ )
- 出力オン/オフ機能
- 保護機能
  - 過電流保護 (OCP) : フの字型
  - ヒステリシス付き過熱保護 (TSD) : 自動復帰

## 応用回路例



## パッケージ

TO263-5L



原寸大ではありません。

## 主要特性

- 推奨入力電圧  $V_{IN} = 2.4\text{ V} \sim 6.0\text{ V}$
- 基準電圧  $V_{REF} = 1.1\text{ V} \pm 2\%$
- 出力電流  $I_{OUT} = 3.0\text{ A}$
- 入出力電圧差  $\Delta V_{DIF} \leq 0.6\text{ V}$  ( $I_{OUT} = 3\text{ A}$ )

## アプリケーション

- AV 機器
- OA 機器
- 白物家電など

## 目次

概要	1
目次	2
1. 絶対最大定格	3
2. 熱抵抗	3
3. 推奨動作範囲	4
4. 電気的特性	4
5. 代表特性	5
6. ディレーティング曲線	7
7. ブロックダイアグラム	8
8. 各端子機能	8
9. 応用回路例	9
10. 外形図	10
10.1. ランドパターン例	10
11. 捺印仕様	11
12. 動作説明	12
12.1. 定電圧制御	12
12.2. 出力電圧の設定	12
12.3. 過電流保護機能 (OCP)	12
12.4. 過熱保護機能 (TSD)	12
12.5. 出力オン/オフ機能	12
13. 設計上の注意点	13
13.1. 回路構成の注意	13
13.2. 外付け部品	13
13.3. パターンレイアウト	13
13.4. 熱設計	13
注意書き	15

## SI-3011ZD

### 1. 絶対最大定格

特記がない場合の条件は  $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$  です。

項目	記号	測定条件	定格	単位
VIN 端子電圧	$V_{IN}$		10	V
VC 端子電圧	$V_C$	$V_C \leq V_{IN}$	6	V
出力電流	$I_{OUT}$		3	A
許容損失	$P_D$	基板実装時 <sup>(1)</sup>	3	W
ジャンクション温度 <sup>(2)</sup>	$T_J$		-30~125	$^\circ\text{C}$
動作時周囲温度 <sup>(2)</sup>	$T_{OP}$		-30~85	$^\circ\text{C}$
保存温度	$T_{STG}$		-40~125	$^\circ\text{C}$

(1) ガラスエポキシ基板 (40 mm × 40 mm)、銅箔エリア 100%

(2) ジャンクション温度が 135  $^\circ\text{C}$  以上になると、過熱保護機能が動作します。

### 2. 熱抵抗

項目	記号	測定条件	Min.	Typ.	Max.	単位
ジャンクション-周囲間	$\theta_{J-A}$	基板実装時 <sup>(1)</sup>	—	—	33.3	$^\circ\text{C/W}$
ジャンクション-ケース間 <sup>(2)</sup>	$\theta_{J-C}$		—	—	3	$^\circ\text{C/W}$

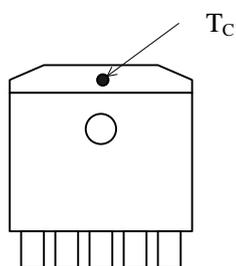


図 2-1 ケース温度測定位置

(1) ガラスエポキシ基板 (40 mm × 40 mm)、銅箔エリア 100%

(2) ケース温度の測定位置は図 2-1 参照

## 3. 推奨動作範囲

項目	記号	Min.	Max.	単位
VIN 端子電圧	V <sub>IN</sub>	(3)	6 <sup>(4)</sup>	V
出力電流	I <sub>OUT</sub>	0	3 <sup>(2)</sup>	A
出力電圧	V <sub>OUT</sub>	1.2	5	V
動作時周囲温度	T <sub>OP(A)</sub>	-20	85	°C
動作時ジャンクション温度	T <sub>OP(J)</sub>	-20	100	°C

(3) 出力電圧を 2.0 V 以下に設定する場合、入力電圧は 2.4 V 以上に設定してください。

(4) V<sub>IN</sub>、V<sub>OUT</sub>、I<sub>OUT</sub> は、次式の関係があります。そのため、使用する条件によっては、入出力差 (V<sub>IN</sub> - V<sub>OUT</sub>) や I<sub>OUT</sub> が制限されます。

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT}$$

## 4. 電気的特性

電流値の極性は、IC を基準として流入 (シンク) を“+”、流出 (ソース) を“-”と規定します。  
特記がない場合の条件は、T<sub>A</sub> = 25 °C です。

項目	記号	測定条件 <sup>(1)</sup>	Min	Typ.	Max	単位
基準電圧	V <sub>REF</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> + 1 V、 I <sub>OUT</sub> = 10 mA	1.078	1.100	1.122	V
ラインレギュレーション	ΔV <sub>LINE</sub>	V <sub>IN</sub> = 3.3 V ~ 5 V、 I <sub>OUT</sub> = 10 mA、 V <sub>OUT</sub> = 2.5 V	—	—	10	mV
ロードレギュレーション	ΔV <sub>LOAD</sub>	V <sub>IN</sub> = 3.3 V、 I <sub>OUT</sub> = 0 A ~ 10 mA、 V <sub>OUT</sub> = 2.5 V	—	—	40	mV
入出力電圧差	ΔV <sub>DIF</sub>	I <sub>OUT</sub> = 3 A	—	—	0.6	V
出力電圧温度係数	ΔV <sub>OUT</sub> /ΔT <sub>A</sub>	T <sub>J</sub> = 0 °C ~ 100 °C	—	±0.05	—	mV/°C
リップル減衰率	R <sub>REJ</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> + 1 V、 f = 100 Hz ~ 120 Hz	—	60	—	DB
過電流保護開始電流 <sup>(2)</sup>	I <sub>SI</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> + 1 V、 I <sub>OUT</sub> = 10 mA	3.2	—	—	A
静止時回路電流	I <sub>Q</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> + 1 V、 I <sub>OUT</sub> = 10 mA、 V <sub>C</sub> = 2 V	—	1.0	1.5	mA
オフ時回路電流	I <sub>Q(OFF)</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> + 1 V、 V <sub>C</sub> = 0 V	—	—	1	μA
VC 端子制御電圧 (出力オン)	V <sub>C_IH</sub>		2	—	—	V
VC 端子制御電圧 (出力オフ)	V <sub>C_IL</sub>		—	—	0.8	V
VC 端子制御電流 (出力オン)	I <sub>C_IH</sub>	V <sub>C</sub> = 2.7 V	—	—	100	μA
VC 端子制御電流 (出力オフ)	I <sub>C_IL</sub>	V <sub>C</sub> = 0 V	-5	0	—	μA

(1) V<sub>IN</sub>、V<sub>OUT</sub>、I<sub>OUT</sub> は、次式の関係があります。そのため、使用する条件によっては、入出力差 (V<sub>IN</sub> - V<sub>OUT</sub>) や I<sub>OUT</sub> が制限されます。

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT}$$

(2) I<sub>SI</sub> は、過電流保護が動作して、出力電圧 V<sub>OUT</sub> が、基準出力電圧 (I<sub>OUT</sub> = 10 mA) から 5% 低下した点で測定

5. 代表特性

特記がない場合の条件は、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$  です。

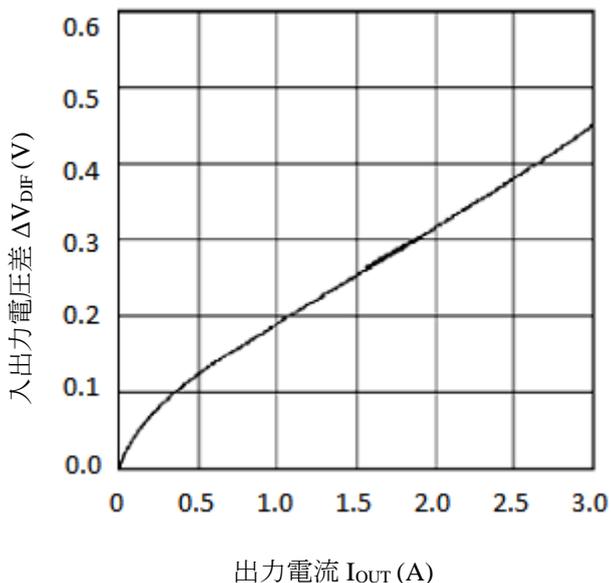


図 5-1 入出力電圧差

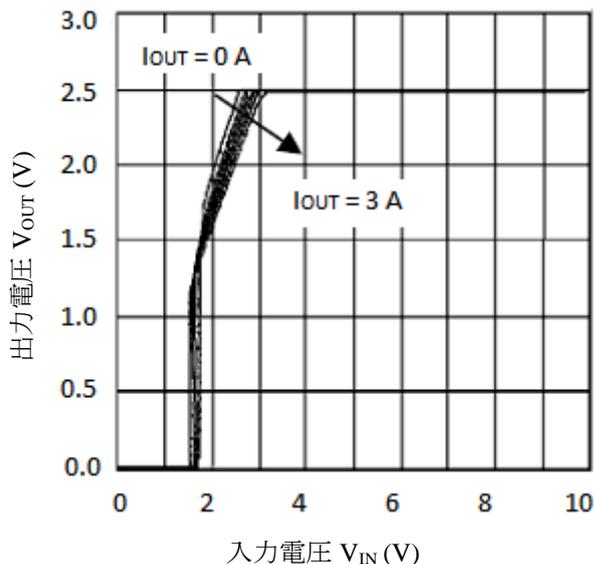


図 5-2 出力立ち上がり特性

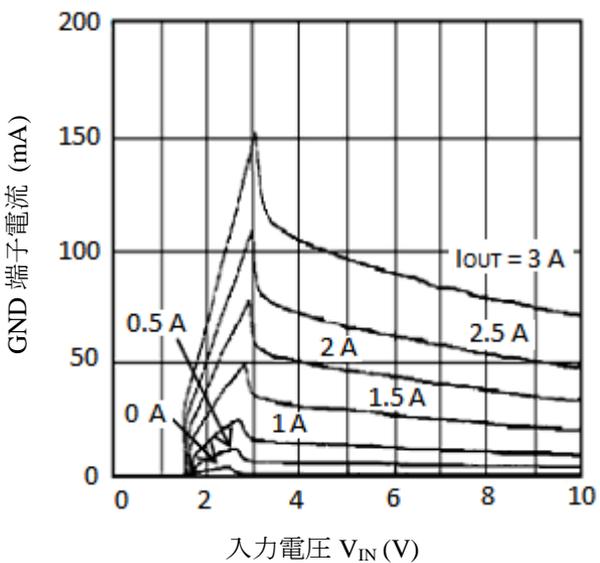


図 5-3 GND 端子電流

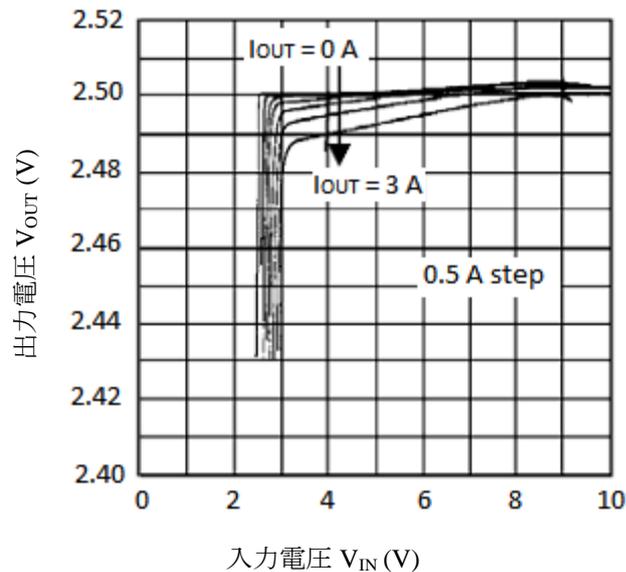


図 5-4 ラインレギュレーション

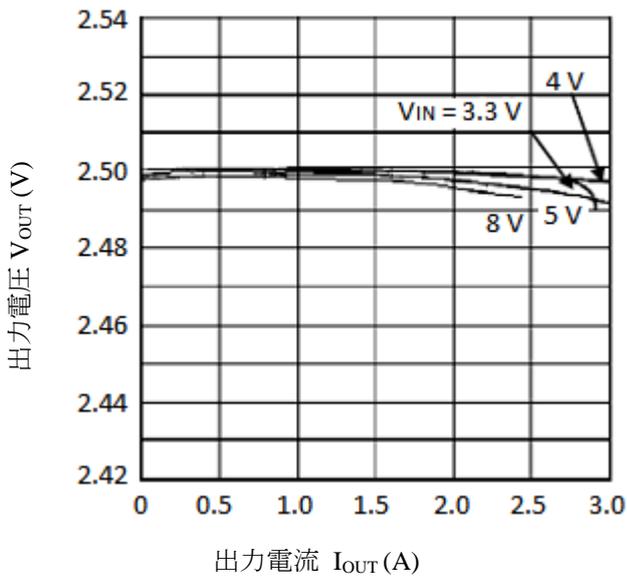


図 5-5 ロードレギュレーション

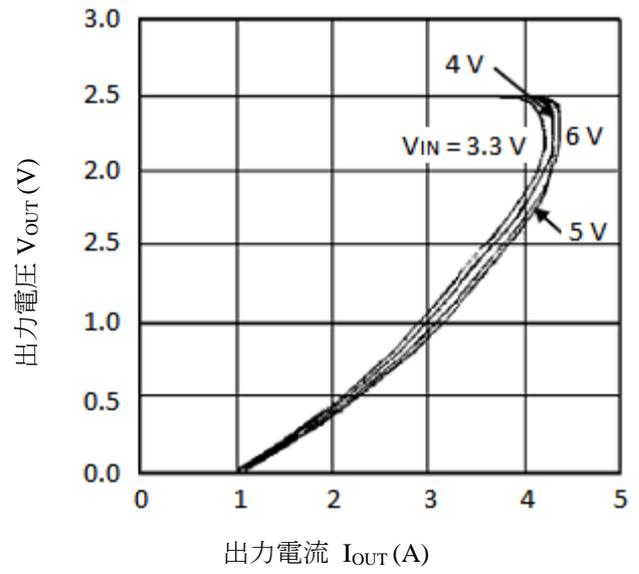


図 5-6 過電流保護特性

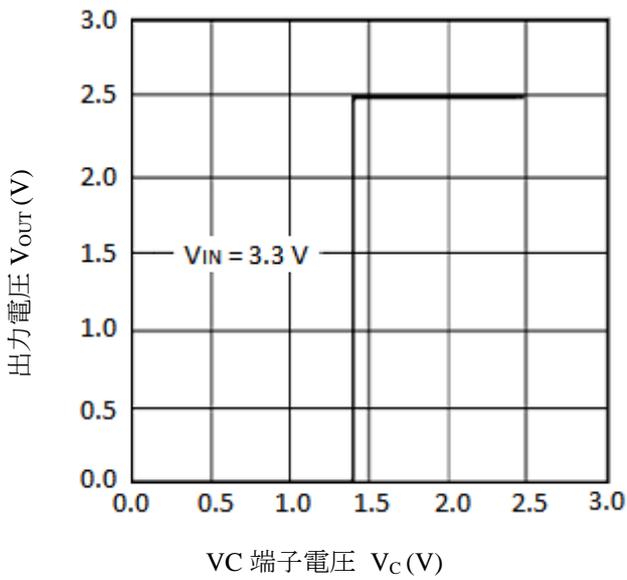


図 5-7  $V_{OUT} - V_C$  特性

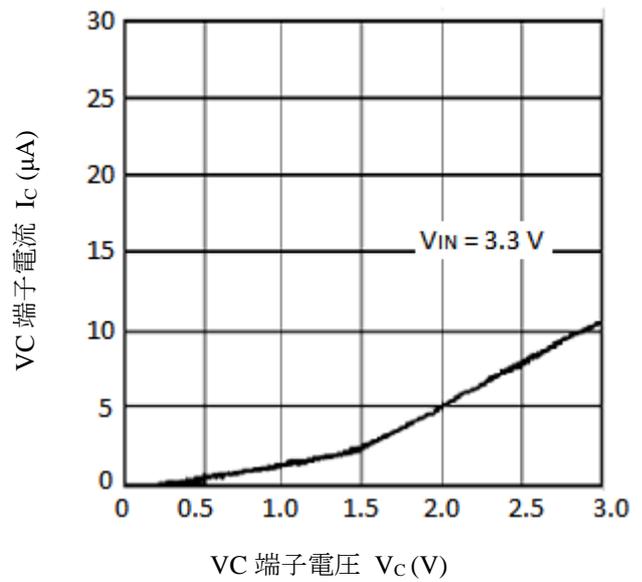


図 5-8  $I_C - V_C$  特性

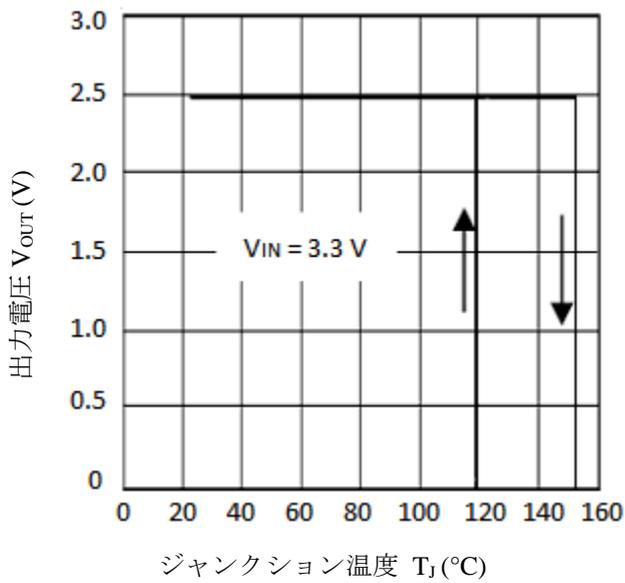


図 5-9 過熱保護特性

## 6. デイレーティング曲線

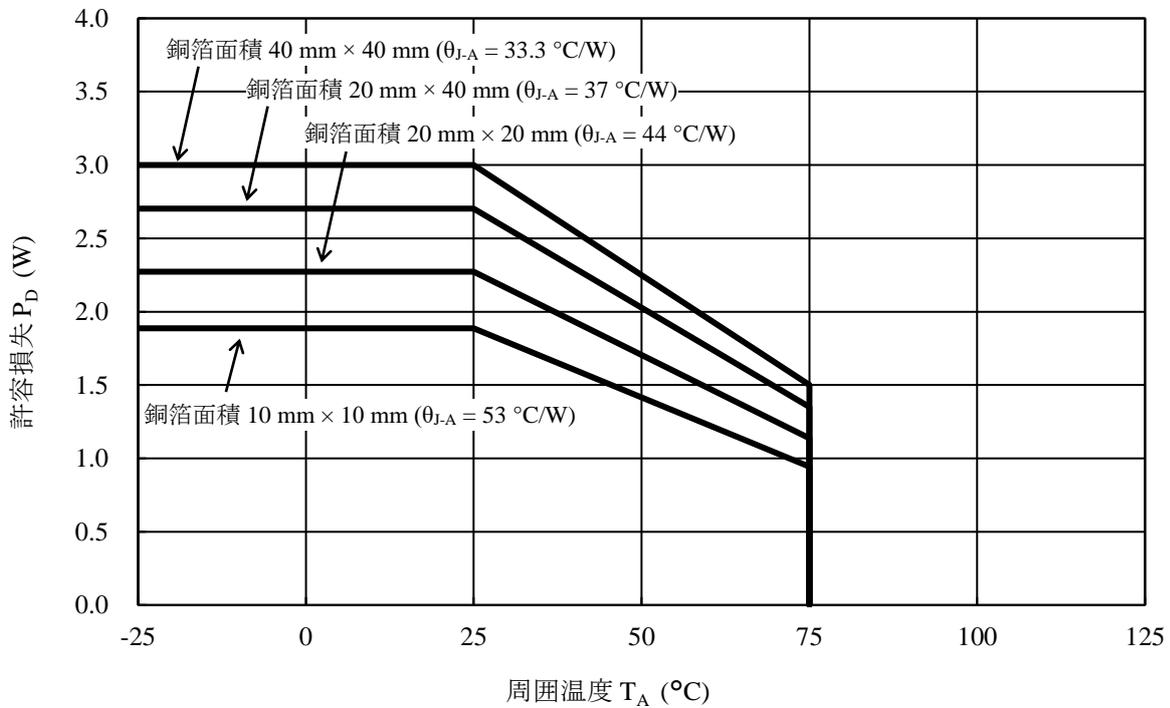
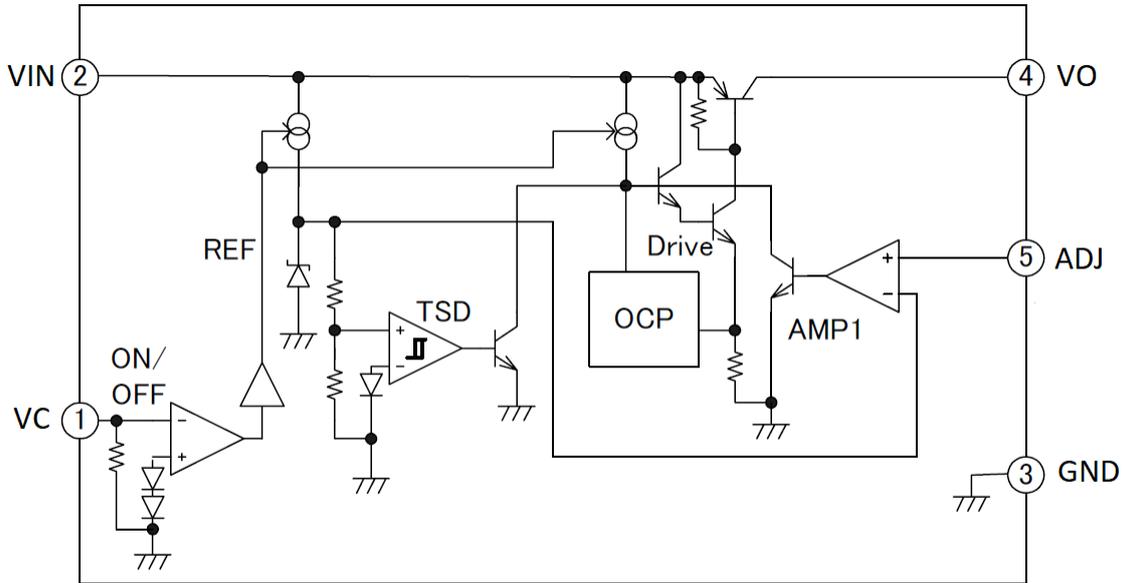
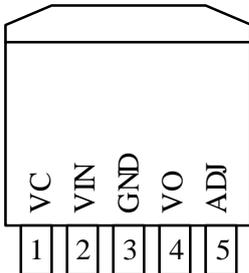


図 6-1 許容損失  $P_D$  - 周囲温度  $T_A$  特性

7. ブロックダイアグラム



8. 各端子機能



端子番号	端子名	機能
1	VC	オン／オフ信号入力
2	VIN	電圧入力
3	GND	グラウンド
4	VO	電圧出力
5	ADJ	出力電圧設定用抵抗接続
(裏面)	—	放熱器 (放熱器は、IC内部でGND端子と接続しています。 放熱性を上げるため、ICの放熱器部は、必ず基板の銅箔にはんだ付けし、銅箔面積はできるだけ広く設計してください)

9. 応用回路例

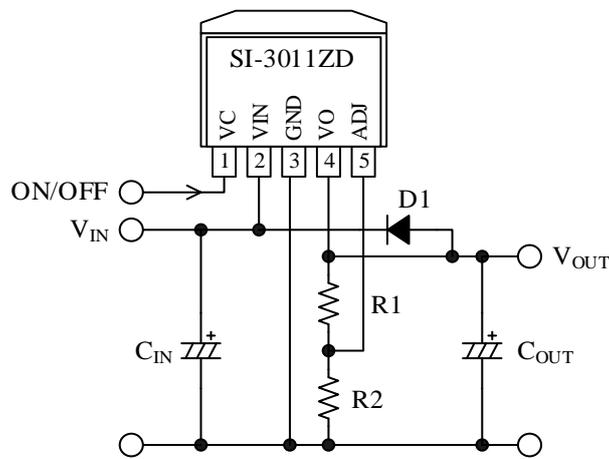


図 9-1 応用回路例 ( $V_{OUT} > 1.8\text{ V}$ )

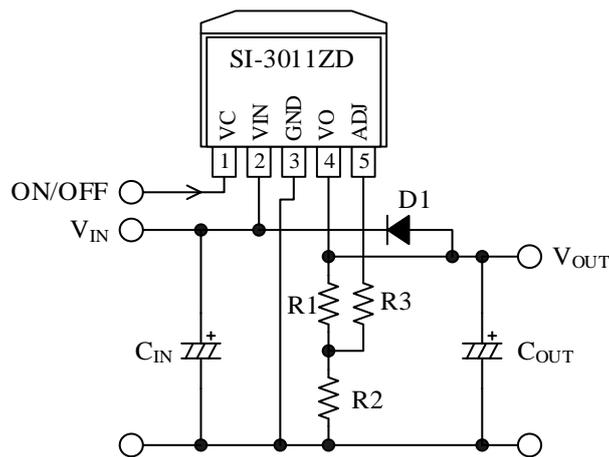


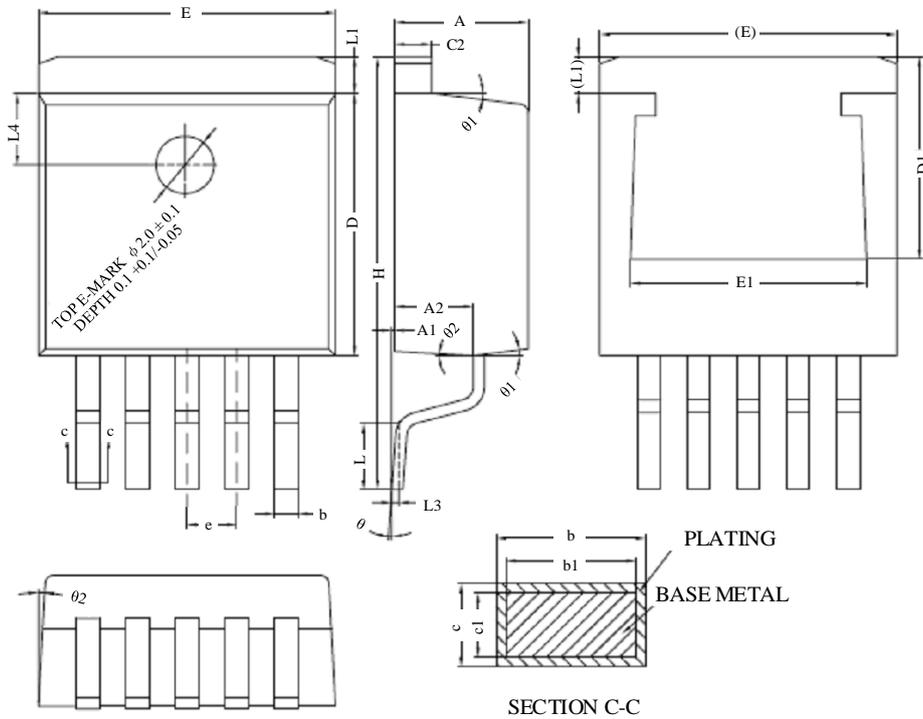
図 9-2 応用回路例 ( $V_{OUT} \leq 1.8\text{ V}$ )

表 9-1 参考部品定数 ( $V_{IN}=6\text{ V}$ 、 $V_{OUT}=5\text{ V}$ )

記号	部品名	参考定数	備考
$C_{IN}$	電解コンデンサ/ セラミックコンデンサ	10 $\mu\text{F}$	入力ラインにインダクタンスを含む場合や、配線の長い場合は必要。 $C_{IN}$ はVIN端子とGND端子のできるだけ近くに配置して、最短で接続
$C_{OUT}$	電解コンデンサ	47 $\mu\text{F}$ 以上	セラミックコンデンサは使用不可
R1	抵抗	35.4 k $\Omega$	出力電圧に応じて調整が必要。12.2 項参照
R2	抵抗	10 k $\Omega$	12.2 項参照
R3	抵抗	10 k $\Omega$	$V_{OUT} \leq 1.8\text{ V}$ の場合に追加
D1	ダイオード	13.2 項参照	$V_{OUT} > 3.3\text{ V}$ の場合に追加 $C_{OUT}$ の放電電流に対して十分なサージ順方向電流耐量があるダイオードを選定

10. 外形図

● TO263-5L

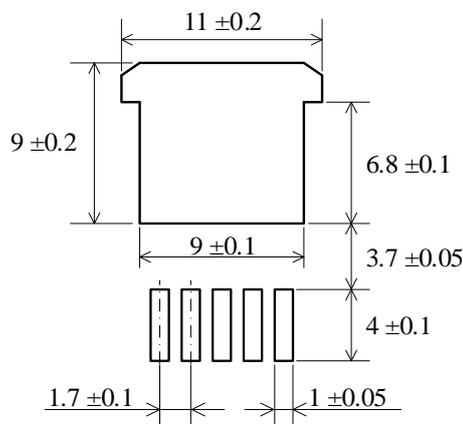


Symbol	Min.	Nom.	Max.
A	4.40	4.57	4.70
A1	0	0.10	0.25
A2	2.59	2.69	2.79
b	0.77	—	0.90
b1	0.76	0.81	0.86
c	0.34	—	0.47
c1	0.33	0.38	0.43
C2	1.22	—	1.32
D	9.05	9.15	9.25
D1	6.86	—	7.50
E	10.06	10.16	10.26
E1	7.50	—	8.30
e		1.70 BSC	
H	14.70	15.10	15.50
L	2.00	2.30	2.60
L1	1.17	1.27	1.40
L3	0.25 BSC		
L4	2.00 REF		
$\theta$	0°	—	8°
$\theta_1$	5°	7°	9°
$\theta_2$	1°	3°	5°

備考：

- 単位：mm
- 端子部 Pb フリー (RoHS 対応)
- 樹脂バリは含みません。

10.1. ランドパターン例



単位：mm

11. 捺印仕様

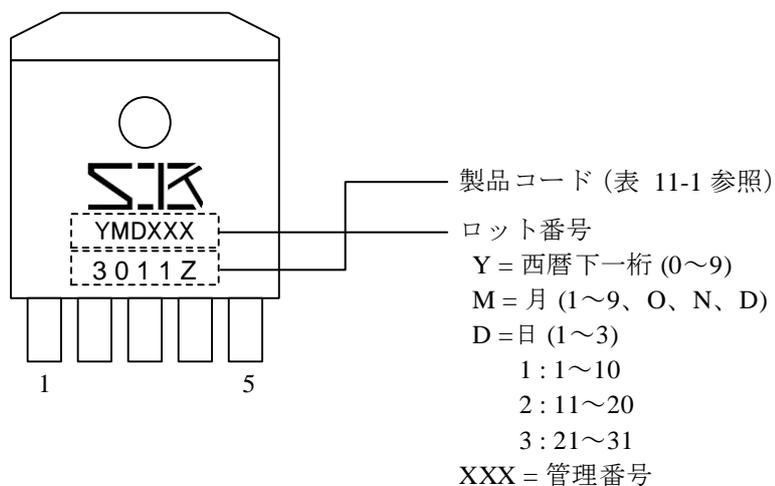


表 11-1 製品コード

製品コード	製品名
3011Z	SI-3011ZD

## 12. 動作説明

特記のない場合の特性数値は Typ.値を表記します。説明に使用する記号は図 9-1 および図 9-2 を参照してください。

### 12.1. 定電圧制御

本 IC は、基準電圧やエラーアンプ、PNP トランジスタなどで構成されています。

本 IC は、エラーアンプで ADJ 端子電圧と基準電圧が一致するように、PNP トランジスタのエミッタ-コレクタ間電圧をリニア制御して、出力電圧を一定にします。

エミッタ-コレクタ間電圧（入出力電圧差）と出力電流の積は、IC の損失になるため、十分な放熱設計が必要です。

### 12.2. 出力電圧の設定

本 IC は外付け抵抗 R1、R2 で出力電圧を設定できます（図 9-1、図 9-2 参照）。ADJ 端子は、出力電圧を制御するためのフィードバック信号入力端子です。ADJ 端子には、このフィードバック信号以外の電圧を印加しないでください。

R1、R2 に流れるフィードバック電流は、約 100  $\mu$ A に設定します。ADJ 端子基準電圧  $V_{REF} = 1.10$  V より、R2 は次式で算出できます。

$$R2 = \frac{V_{REF}}{100 (\mu A)} = \frac{1.10 (V)}{100 (\mu A)} = 11 (k\Omega) \quad (1)$$

出力電圧  $V_{OUT}$  は、次式で求められます。

$$V_{OUT} = \frac{R1 + R2}{R2} \times V_{REF} \quad (2)$$

よって、R1 は次式で算出できます。

$$R1 = \frac{R2 \times (V_{OUT} - V_{REF})}{V_{REF}} \\ = \frac{10 k\Omega \times (V_{OUT} - 1.10 V)}{1.10 V} \quad (3)$$

R1 の計算結果が E 系列の値と一致しない場合は、直列または並列に抵抗を接続して調整します。

出力電圧を 1.8 V 以下に設定する場合は、図 9-2 のように、R3 を追加します。R3 は 10 k $\Omega$  程度です。

### 12.3. 過電流保護機能（OCP）

本 IC は、図 5-6 のように、フの字型（フォールドバック型）の過電流保護機能（OCP : Overcurrent Protection）を搭載しています。フの字型は、OCP 直後の出力電流よりも、完全短絡時（ $V_{OUT} = 0$  V）の出力電流のほうが小さくなります。そのため、完全短絡時の IC の損失（ $V_{IN} \times I_O$ ）は、定電圧垂下型やへの字垂下型の損失よりも抑制できます。

IC の起動時、出力コンデンサの両端電圧が 0 V の場合、IC は OCP で出力電流を制限しながら、出力電圧を徐々に上昇させます。

### 12.4. 過熱保護機能（TSD）

本 IC は温度ヒステリシス付きの過熱保護機能（TSD : Thermal Shutdown）を搭載しています。IC のジャンクション温度が 130  $^{\circ}$ C 以上になると、TSD が動作し、内蔵の PNP トランジスタをオフして、負荷電流を遮断します。

TSD の温度ヒステリシスは、約 30  $^{\circ}$ C です。負荷電流遮断後、ジャンクション温度が約 100  $^{\circ}$ C まで低下すると、IC は定電圧制御を再開します。

TSD は、瞬時の負荷短絡などによる損失増大で発熱した場合に、IC を保護することが目的です。長時間の短絡状態や発熱が継続する状態において、信頼性を含めた IC の動作を保証するものではありません。

### 12.5. 出力オン／オフ機能

VC 端子に信号を印加すると、出力のオン／オフができます。VC 端子電圧  $V_C$  が、2 V 以上になると出力はオン、0.8 V 以下で出力はオフになります。VC 端子がオープンの場合、出力はオフになります。

VC 端子の入力は低電力ショットキ TTL 回路（LS-TTL）相当なので、LS-TTL で直接駆動できます。

VC 端子に印加する電圧は、最大定格 6 V を超えないように注意が必要です。

## 13. 設計上の注意点

### 13.1. 回路構成の注意

本 IC はフの字型の過電流保護機能を搭載しています。起動時不良になる場合があるため、次に示すような回路は使用しないでください。

- 定電流負荷を IC に接続する
- CV/CC 回路構成の負荷を IC に接続する
- 図 13-1 のように負荷を積み上げて使用する回路構成
- 図 13-2 のように GND 端子とグラウンドラインの間に抵抗を接続し、出力電圧を設定する回路構成

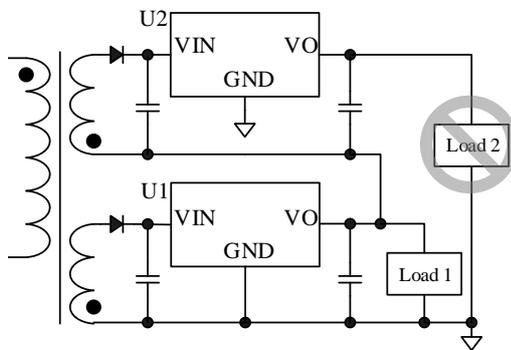


図 13-1 負荷の積み上げ (Load 2 の接続は非推奨)

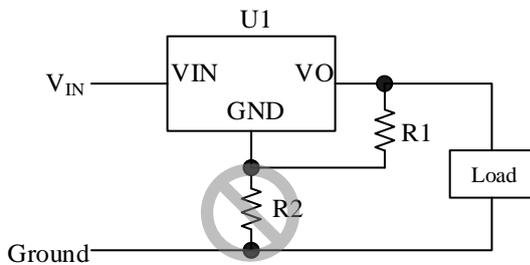


図 13-2 出力電圧の設定方法 (R2 の接続は非推奨)

### 13.2. 外付け部品

#### ● 入力コンデンサ $C_{IN}$

VIN 端子に接続するコンデンサ  $C_{IN}$  は、ノイズの除去および電圧の安定化用のバイパスコンデンサです。 $C_{IN}$  には電解コンデンサかセラミックコンデンサを使用してください。容量の目安は  $0.47 \mu\text{F} \sim 22 \mu\text{F}$  程度です。

#### ● 出力コンデンサ

VO 端子には出力コンデンサ  $C_{OUT}$  を接続します。 $C_{OUT}$  は位相補正用に  $47 \mu\text{F}$  以上の電解コンデンサを接続します。電解コンデンサは、直列等価抵抗値 (ESR) が  $0.2 \Omega \sim 2 \Omega$  の範囲のものを選択してください。

出力コンデンサに、セラミックコンデンサなど低 ESR タイプのコンデンサを使用すると、出力電圧が発振する可能性があるため注意が必要です。

#### ● 逆バイアス保護ダイオード

出力電圧が  $3.3 \text{ V}$  以上の場合、逆バイアス保護用にダイオード D1 を接続してください。入力電圧をオフにした場合など、入出力間に逆バイアスが印加されたときに、IC を保護できます。出力電圧が  $3.3 \text{ V}$  未満の場合、D1 は不要です。

### 13.3. パターンレイアウト

#### ● 入出力コンデンサ $C_{IN}$ 、 $C_{OUT}$

$C_{IN}$  と  $C_{OUT}$  は IC のできるだけ近くに配置し、VIN 端子と VO 端子にそれぞれ最短で接続します。

#### ● 出力電圧設定用抵抗 $R1$ 、 $R2$

$R1$  と  $R2$  は IC のできるだけ近くに配置します。 $R2$  は、ADJ 端子と GND 端子に最短で接続します。

#### ● グラウンド

グラウンドラインはノイズに大きな影響を与えるため、極力太く、短く配線します。

### 13.4. 熱設計

一般的に、IC の放熱性は基板のサイズや材質、銅箔面積に依存します。放熱性を向上させるために、IC の裏面がはんだ付けされる部分の銅箔面積を、できるだけ広くしてください。

図 13-3 に IC の熱減定格を示します。IC を使用する際は、十分にマージンを確保してください。

放熱設計は以下の手順で行います。

- (1) IC の最大周囲温度  $T_{A(MAX)}$  を測定する。
- (2) 入出力条件を変化させ、損失  $P_D$  を確認し、最大損失  $P_{D(MAX)}$  を求める。  $P_D$  は次式で算出。

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} \quad (4)$$

- (3) 図 13-3 の熱減定格特性で周囲温度と損失の交点を確認し、銅箔面積を決定する。

参考として、図 13-3 に片面銅箔基板 FR-4 における銅箔面積と熱抵抗の関係を示します。

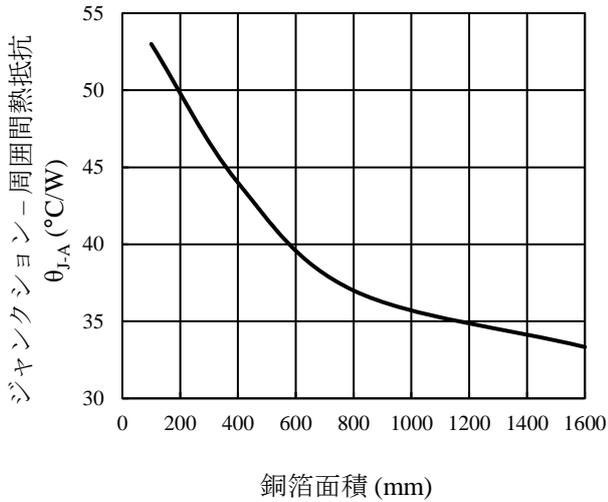


図 13-3 熱抵抗 – 銅箔面積参考特性  
(片面銅箔基板 FR-4)

## 注意書き

- 本書に記載している製品（以下、「本製品」という）のデータ、図、表、およびその他の情報（以下、「本情報」という）は、本書発行時点のものであります。本情報は、改良などで予告なく変更することがあります。本製品を使用する際は、本情報が最新であることを弊社販売窓口を確認してください。
- 本製品は、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）の部品に使用されることを意図しております。本製品を使用する際は、納入仕様書に署名または記名押印のうえ、返却をお願いします。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、防災装置、防犯装置、各種安全装置など）に本製品を使用することを検討する際は、必ず事前にその使用の適否について弊社販売窓口へ相談いただき、納入仕様書に署名または記名押印のうえ、返却をお願いします。本製品は、極めて高い信頼性が要求される機器または装置（航空宇宙機器、原子力制御、その故障や誤動作が生命や人体に危害を及ぼす恐れのある医療機器（日本における法令でクラスⅢ以上）など）（以下「特定用途」という）に使用されることは意図されておられません。特定用途に本製品を使用したことでお客様または第三者に生じた損害などに関して、弊社は一切その責任を負いません。
- 本製品を使用するにあたり、本製品に他の製品や部材を組み合わせる際、あるいはこれらの製品に物理的、化学的、その他の何らかの加工や処理を施す際は、使用者の責任においてそのリスクを必ず検討したうえで行ってください。
- 弊社は、品質や信頼性の向上に努めていますが、半導体製品は、ある確率で欠陥や故障が発生することは避けられません。本製品が故障し、その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に、故障発生率やディレーティングなどを考慮したうえで、使用者の責任において、本製品が使用される装置やシステム上で、十分な安全設計および確認を含む予防措置を必ず行ってください。ディレーティングについては、納入仕様書および弊社ホームページを参照してください。
- 本製品は、耐放射線設計をしておりません。
- 本書に記載している回路定数、動作例、回路例、パターンレイアウト例、設計例、推奨例、本書に記載しているすべての情報、およびこれらに基づく評価結果などは、使用上の参考として示したものです。
- 本情報に起因する使用者または第三者のいかなる損害、および使用者または第三者の知的財産権を含む財産権とその他一切の権利の侵害問題について、弊社は一切その責任を負いません。
- 本情報を、文書による弊社の承諾なしに転記や複製をすることを禁じます。
- 本情報について、弊社の所有する知的財産権およびその他の権利の実施、使用または利用を許諾するものではありません。
- 使用者と弊社との間で別途文書による合意がない限り、弊社は、本製品の品質（商品性、および特定目的または特別環境に対する適合性を含む）ならびに本情報（正確性、有用性、および信頼性を含む）について、明示的か黙示的かを問わず、いかなる保証もしておりません。
- 本製品を使用する際は、特定の物質の含有や使用を規制する RoHS 指令など、適用される可能性がある環境関連法令を十分に調査したうえで、当該法令に適合するように使用してください。
- 本製品および本情報を、大量破壊兵器の開発を含む軍事用途やその他軍事利用の目的で使用しないでください。また、本製品および本情報を輸出または非居住者などに提供する際は、「米国輸出管理規則」や「外国為替及び外国貿易法」など、各国で適用される輸出管理法令などを遵守してください。
- 弊社物流網以外における本製品の落下などの輸送中のトラブルについて、弊社は一切その責任を負いません。
- 本書は、正確を期すために慎重に製作したのですが、本書に誤りがないことを保証するものではありません。万一、本情報の誤りや欠落に起因して、使用者に損害が生じた場合においても、弊社は一切その責任を負いません。
- 本製品を使用する際の一般的な使用上の注意は弊社ホームページを、特に注意する内容は納入仕様書を参照してください。
- 本書で使用されている個々の商標、商号に関する権利は、弊社を含むその他の原権利者に帰属します。