

アプリケーション ノート

超低飽和面実装シリーズレギュレータIC

SI-3010LLSL シリーズ

Not Recommended for New Designs

第3版 2013年11月

サンケン電気株式会社

— — — 目次 — — —

1. 概要		
1-1 特長	-----	3
1-2 主な用途	-----	3
1-3 種別	-----	3
2. 製品仕様		
2-1 外形図	-----	4
2-2 定格	-----	5
2-3 回路図	-----	6
3. SI-3010LLSL の動作説明		
3-1 電圧制御	-----	7
3-2 過電流保護	-----	7
3-3 過熱保護	-----	7
4. 使用に際しての注意事項		
4-1 外付部品選定上の注意	-----	8
4-2 パターン設計上の注意	-----	9
5. 応用		
5-1 出力 ON・OFF 制御	-----	9
5-2 熱設計	-----	9
6. 代表特性例	-----	11

1. 概要

SI-3010LLSL は、パワー部にNPNバイポーラトランジスタを使用したシリーズレギュレータICです。

V_{IN}端子はパワー部NPNバイポーラトランジスタに接続されています。

V_B端子は制御部への電源供給とV_{IN}端子につながるNPNパワートランジスタのダーリントン接続される前段トランジスタに接続されます。

2入力を行う事でV_{IN}端子に対し超低飽和で動作します。

ActiveHi のオンオフ端子を有しておりオフ時の回路消費電流はゼロになります。

出力コンデンサにセラミックコンデンサなどの低ESRコンデンサを使用するレギュレータです。

● 1-1 特長

- ・出力電流 1.5A

SOP8 の外形で、出力電流が最大 1.5 A です。

- ・低飽和 (V_{dif}=0.3v_{max}/I_o=1A)

超低入出力電圧差で設計可能です。

- ・オンオフ機能

TLL ロジック信号で直接制御可能なオンオフ端子を設けています。

- ・低消費電流

オフ時の回路消費電流はゼロです。

無負荷時暗電流は 500uA t y p です。

- ・過電流、過熱保護内蔵

垂下型過電流保護及び過熱保護回路を内蔵しています。

(自動復帰型)

● 1-2 主な用途

- ・オンボードローカル電源
- ・OA機器用電源
- ・レギュレータ 2 次側出力電圧安定化
- ・テレコム用電源

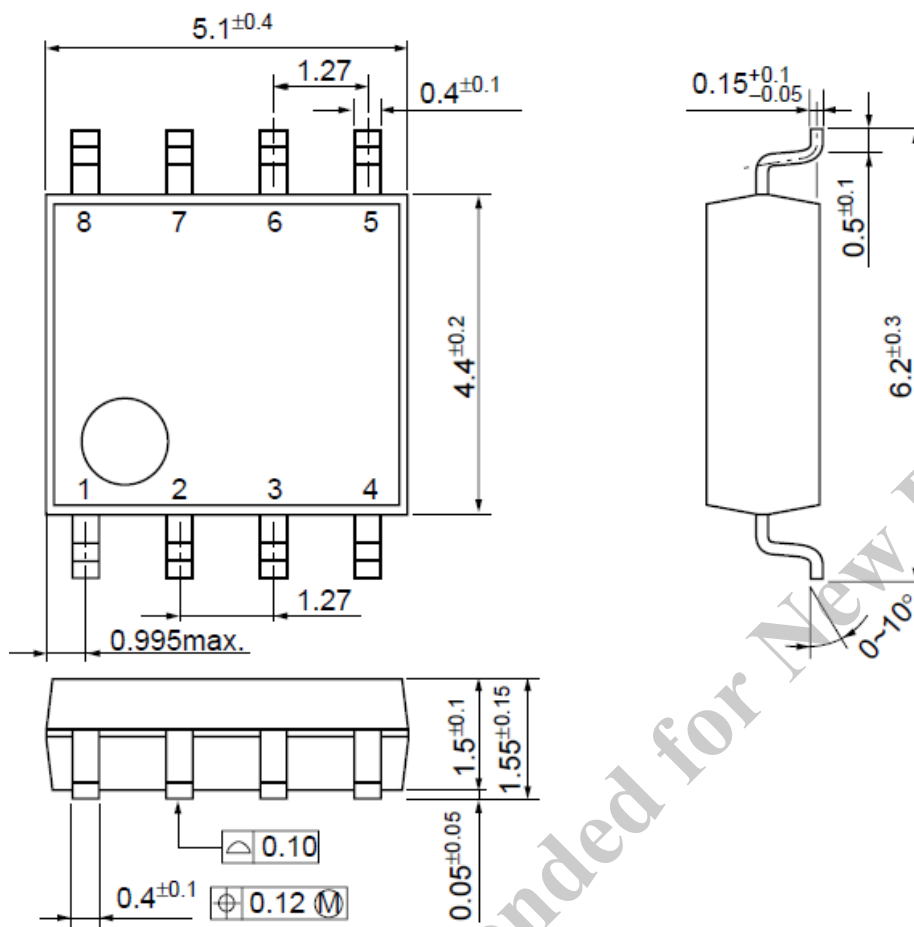
● 1-3 種別

- ・種別：半導体集積回路 (モノリシック IC)
- ・構造：樹脂封止型 (トランスファーモールド)

2. 製品仕様

単位：mm

● 2-1 SI-3010LLSL (面実装：SOP8) 外形図



端子配列

Pin Assignment

1. Vo
2. ADJ
3. VB
4. Vc
5. GND
6. GND
7. VIN
8. VIN

● 2-2 定格

● 2-2-1: 絶対最大定格

Ta=25°C

項目	記号	定格値	単位
直流入力電圧	V _{IN}	10	V
直流バイアス電圧	V _B	10	V
出力制御端子電圧	V _C	V _B	V
出力電流	I _O	1.5	A
許容損失	P _D *1	1.1	W
接合部温度	T _j	-30~+125	°C
動作時周囲温度	T _{op}	-30~+100	°C
保存温度	T _{stg}	-30~+125	°C
接合部ーリード(8Pin)間熱抵抗	θ _(j-L)	36	°C/W
接合部一周囲空気間熱抵抗	θ _(j-a) *1	100	°C/W

*1: ガラスエポキシ基板40×40mm(銅箔エリア100%)実装時

● 2-2-2: 推奨動作条件

項目	記号	定格値		単位
		SI-3010LLSL		
入力電圧	V _{IN}	1.4~3.6*1		V
バイアス電圧	V _B	3.3~5.5		V
出力電流	I _O	0~1.5*1		A
動作時周囲温度	T _{op}	-20~+85*1		°C

*1: Pd=(V_{in}-V_o)×I_oの関係が有り、使用条件によってはV_{in}(max), I_o(max)が制限されます。各々の値については銅箔面積—許容損失のデータを参照し、算出して下さい。

● 2-2-3①電気的特性

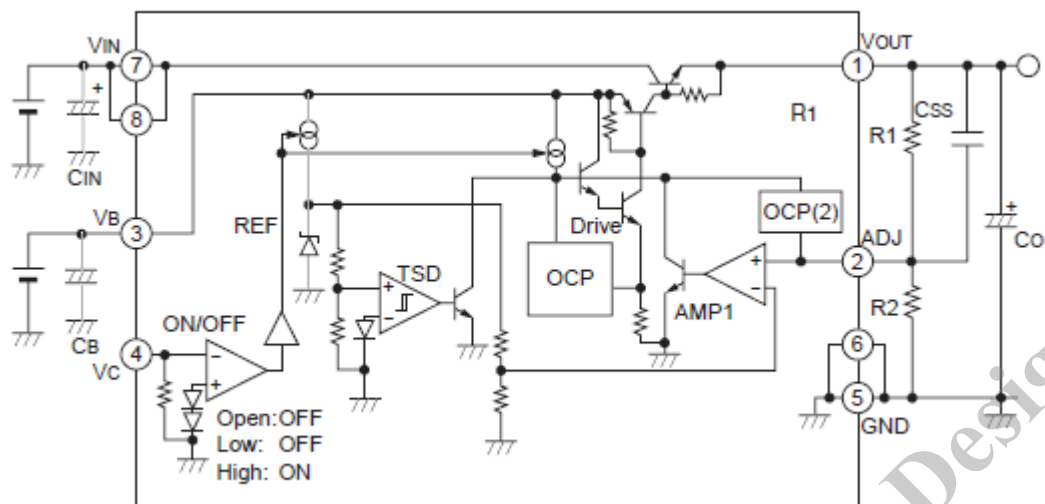
(特に指定のない限り、Ta=25°C、V_C=2V、V_{IN}=1.8V、V_B=3.3V、V_O=1.5V設定時)

項目	記号	規格値			単位
		SI-3010LLSL			
		min.	typ.	max.	
基準電圧	V _{ADJ}	0.980	1.000	1.020	V
	条件	I _O =10mA			
ラインレギュレーション	ΔV _{OLINE}			10	mV
	条件	V _{IN} =1.7~2.5V, I _O =10mA			
ロードレギュレーション	ΔV _{OLOAD}			30	mV
	条件	V _{IN} =1.8V, I _O =0~1.5A			
入出力電圧差	V _{DIF}			0.3	V
	条件	I _O =1.0A			
静止時回路電流	I _q		500	800	μA
	条件	I _O =0A, R _L =10kΩ			
オフ時回路電流	I _q (OFF)			1	μA
	条件	V _C =0V			
出力電圧温度係数	ΔV _O /ΔT _a		±0.2		mV/°C
	条件	T _j =0~100°C			
過電流保護開始電流*1	I _{S1}	1.6			A
	条件	V _{IN} =1.8V, V _B =3.3V			
V _C 端子	制御電圧(出力ON)*2	V _{C, IH}	2		V
	制御電圧(出力OFF)	V _{C, IL}		0.8	V
	制御電流(出力ON)	I _{C, IH}		50	μA
	制御電流(出力OFF)	I _{C, IL}		10	μA
		条件	V _C =2.7V		
		条件	V _C =0.4V		

*1: I_{S1}の規格値は出力電圧V_O(条件V_{IN}過電流保護開始電流の条件、I_O=10mA)の-5%降下点です。*2: 出力制御端子V_Cはオープンで出力はオフします。各入力レベルはLS-TTL相当です。したがってLS-TTLによる直接ドライブも可能です。

● 2-3 回路図

2-3-①ブロック図



CIN, CB: 入力及びバイアスコンデンサ (0.1~10 μ F程度)

入力ラインにインダクタンスを含む場合や、配線の長い場合に必要になります。

Co: 出力コンデンサ (47 μ F以上)

SI-3010LLSLは、出力コンデンサにセラミックコンデンサなどの低ESRタイプのコンデンサを使用する前提で設計しております。出力コンデンサのESR値は500m Ω (室温) 以下のコンデンサを使用されることを推奨します。

R1, R2: 出力電圧設定抵抗

出力電圧は、R1, R2を左図のように接続することで設定することができます。そのとき、R2は10k Ω を推奨します。

$$R1 = (V_O - V_{ADJ}) / (V_{ADJ} / R2)$$

CSS: ソフトスタート設定用コンデンサ

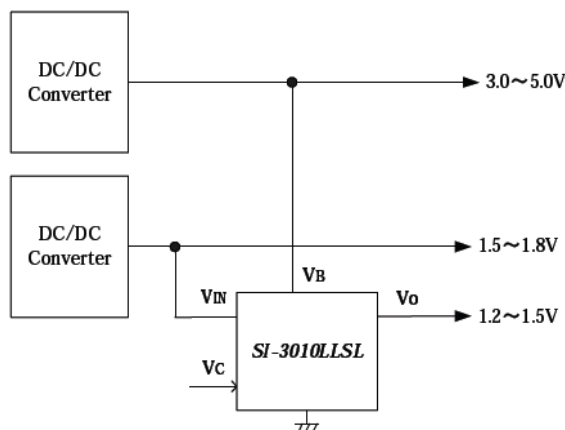
Vout-ADJ間にCSSを接続することで、出力電圧の立上り時間を設定することが可能です。

* V_B電源の電流容量として0.3A程度必要になります。

2-3-②応用回路図

応用回路例

Example application circuit



3. SI-3010LLSL の動作説明

● 3-1 電圧制御

SI-3010LLSL は、エラーアンプにて基準電圧と ADJ 端子（固定出力品は出力電圧を V_o 検出抵抗で分圧された電圧）を比較し、ドライブ回路を制御する事で、メインの NPN パワーTr のエミッターコレクタ間の電圧を変化させ出力電圧を安定化させています。この時のコレクターエミッタ間の電圧と出力電流の積は熱として消費されます。

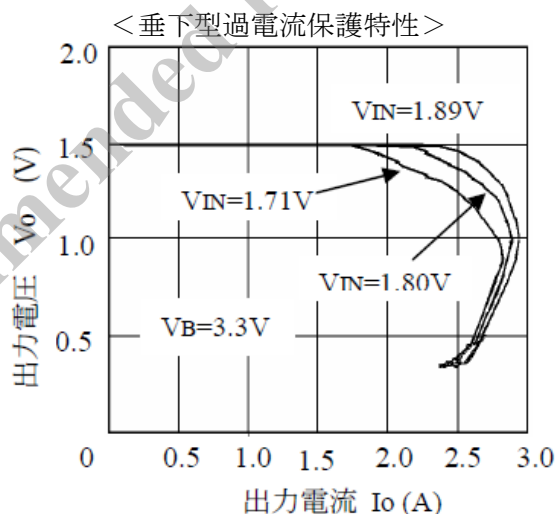
SI-3010LLSL は V_{IN} 端子に接続される NPN トランジスタと V_B 端子につながる PNP トランジスタでダーリントン接続されており、 V_{IN} 端子に対し超低飽和で動作します。

V_{IN} 端子入力電圧は 1.3vMIN ですが、 V_B 端子は制御部の安定動作の為 3.0v 以上の電圧印加が必要です、また V_B 端子はメインのパワートランジスタをダーリントン動作させるために V_B は V_{IN} よりも 1.2v 以上高い電圧を印加する必要があります。

● 3-2 過電流保護特性

SI-3010LLSL は垂下型の過電流保護を内蔵しております。

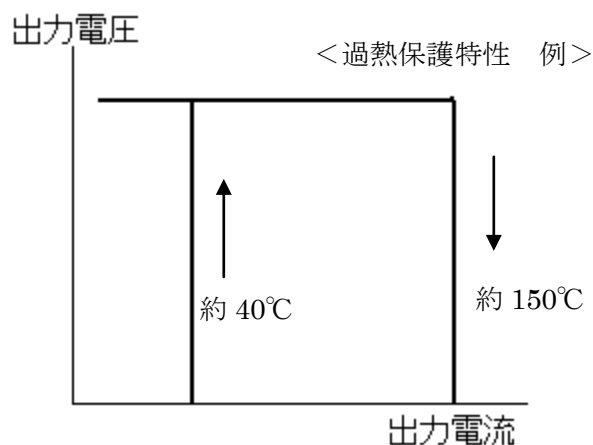
シリーズレギュレータの場合、過電流保護で出力電圧が低下しますと入出力電圧差が増し大きな発熱を伴います。特に垂下型過電流保護の場合、大きな電流を流し続ける為、特に注意が必要です。



● 3-3 過熱保護特性

本 IC は、IC の半導体接合温度を検出し、接合温度が設定値(約 150°C)を超えるとドライブ電流を遮断する過熱保護回路を内蔵しています。過熱保護回路の動作電圧は最小 1.30V で動作する為、 $T_j < 125^\circ\text{C}$ で熱設計する必要があります。

又、過熱保護にはヒステリシスを設けており Junction 温度が約 40°C まで低下すると自動復帰します。又、入力電圧を遮断するか V_c 端子で再起動をかける事でも復帰致します。



※（過熱保護特性）注意事項

瞬時短絡等の発熱に対し I C を保護する回路であり、長時間短絡等、発熱が継続する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。

4. 使用に際しての注意事項

● 4-1 外付部品選定上の注意

4-1-① 入力コンデンサ C_{IN}

入力コンデンサは入力ノイズの除去、安定化目的で必要となり 0.1 μ F~10 μ F を推奨します。

入力コンデンサはセラミックコンデンサと電解コンデンサのどちらでもご使用頂けます。

4-1-② 出力コンデンサ C_O

出力コンデンサ C_O は、位相補正の為、推奨値以上の容量が必要になります。

又、製品によりコンデンサの直列等価抵抗値（ESR）の値に制限があり、推奨できるコンデンサの種類が限定されます。

- 推奨値：ESR < 500m Ω

セラミックコンデンサや機能性高分子コンデンサ、OS コ、などの使用を推奨します、

ESR が大きい電解コンデンサを使用しますと位相余裕度が低下し出力電圧が発振する可能性があります。室温で発振しない場合でも低温にて ESR が増大し発振する可能性がある為、電解コンデンサは使用できません。

● 4-2 パターン設計上の注意

4-2-① 入出力コンデンサ

入力コンデンサC1と、出力コンデンサC2は、出来る限りICに近づけて下さい。入力側にAC整流回路の平滑コンデンサがある場合には、入力コンデンサと兼用にする事が可能ですが、距離が離れている場合には、平滑用とは別に入力コンデンサを接続する事が必要です。

4-2-② ADJ端子（可変タイプ SI-3010LLSL の出力電圧設定について）

ADJ端子は出力電圧を制御する為のフィードバック検出端子です。

R1及びR2を接続する事で出力電圧の設定が可能です。

SI-3010LLSL: I_{ADJ}が約100 μ Aになるように設定ください。

R1、R2、出力電圧は次式で求められます。

$$I_{ADJ} = V_{ADJ} / R2 \quad \left[*V_{ADJ} = 1.00v \pm 2\% \text{ (SI-3010LLSL) 推奨 } R2 = 10k\Omega \right]$$

$$R1 = (V_o - V_{ADJ}) / I_{ADJ} \quad R2 = V_{ADJ} / I_{ADJ}$$

$$V_{out} = R1 \times (V_{ADJ} / R2) + V_{ADJ}$$

5. 応用

● 5-1 出力のON・OFF制御

4番・V_c端子に直接電圧印加を行い、出力ON・OFF制御が可能です。V_c端子オープン時はオフになります

V_c端子は0.8v以下でオフ、2v以上でオンとなります。

● 5 - 2 熱設計

放熱の計算

一般に面実装 IC の発熱は、実装されます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。放熱効果を高めるためには、製品裏面ステム部分の接続される銅箔面積を大きくすることを推奨します。

基板部の銅箔面積が大きく放熱効果に影響します。

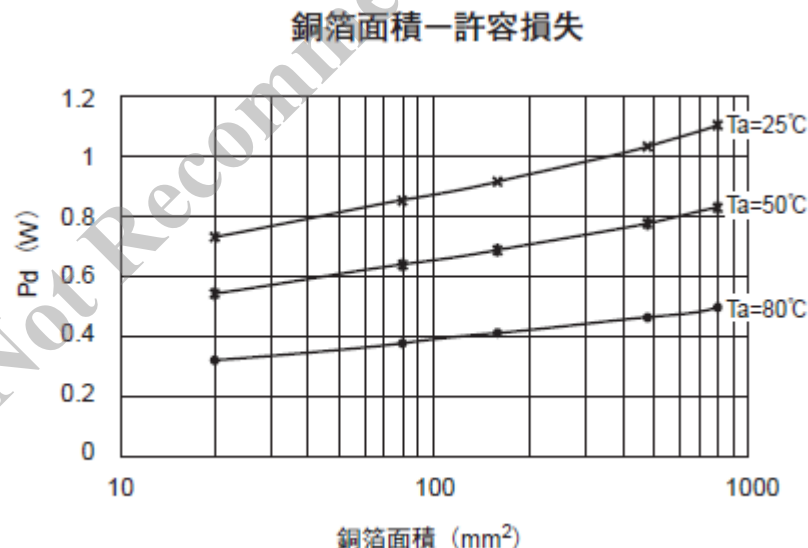
パワートランジスタがマウントされておりますインナーフレームステージは、VIN 端子 (7, 8pin) に接続されています。この為、VIN 端子に接続される銅箔面積を広く設計する事で放熱効果が上がります。

接合部温度 $T_j(\text{MAX})$ は製品固有の値であり、厳守する必要があります。この為には、 $P_d(\text{MAX})$ 、 $T_a \text{ MAX}$ に応じた放熱器設計 (基板熱抵抗) が必要になります。これらをわかりやすくグラフ化した物が熱減定格であります。放熱設計は以下の手順で行います。

- 1) セット内最大周囲温度 $T_a \text{ MAX}$ を求める。
- 2) 入出力条件を変化させ最大損失 $P_d \text{ MAX}$ を求める

$$P_d = (V_{IN} - V_{out}) \times I_{out}$$

- 3) 下図の銅箔面積 vs 許容損失のグラフより銅箔面積 (7, 8pin 接続のラウンド) の大きさを決定する。

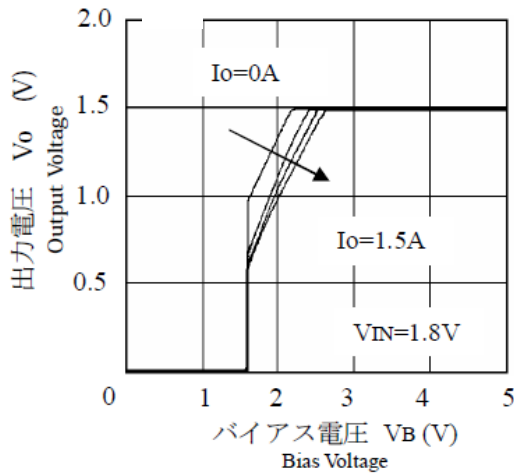


6-1. 代表特性例 (1) SI-3010LLSL

SI-3010LLSL 代表特性例($V_o=1.5V$ 設定時)

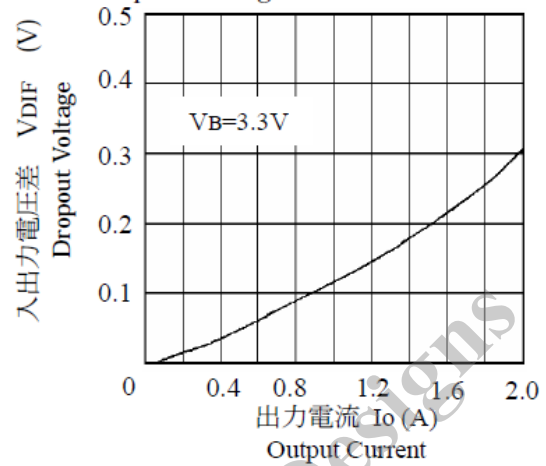
1) 立上り特性

Load Voltage Behavior



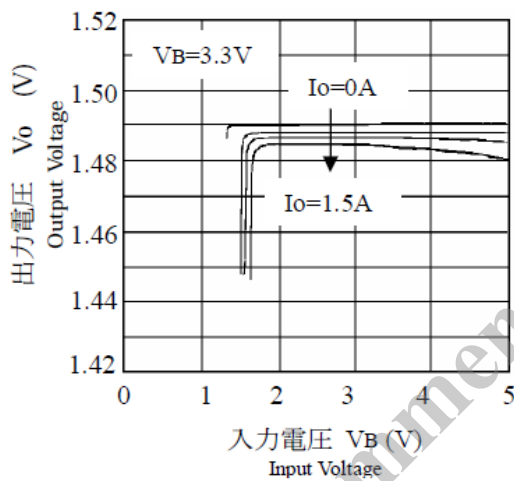
2) 入出力電圧差

Dropout Voltage



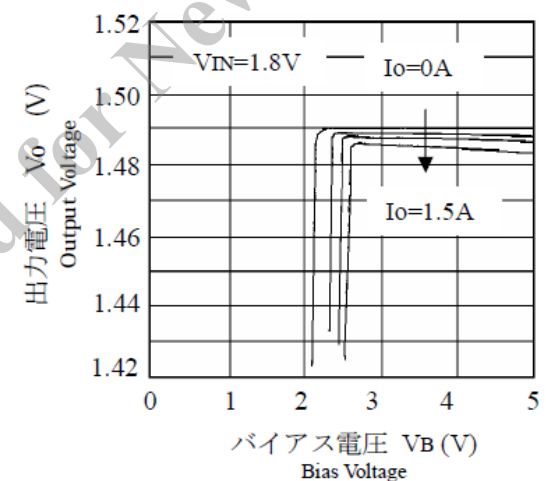
3) ラインレギュレーション(対入力電圧)

Line Regulation (vs. Input voltage)



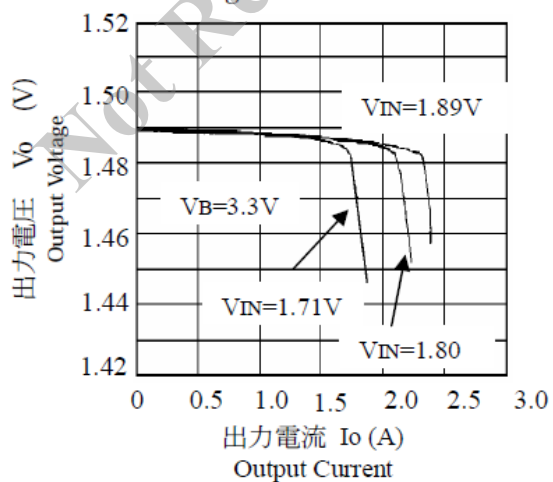
4) ラインレギュレーション(対バイアス電圧)

Line Regulation (vs. Bias voltage)



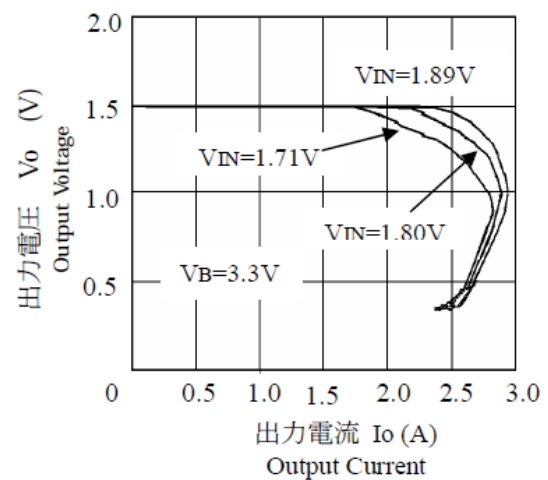
5) ロードレギュレーション

Load Regulation

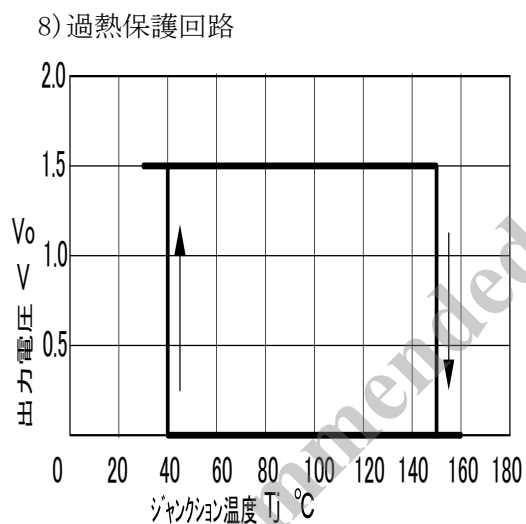
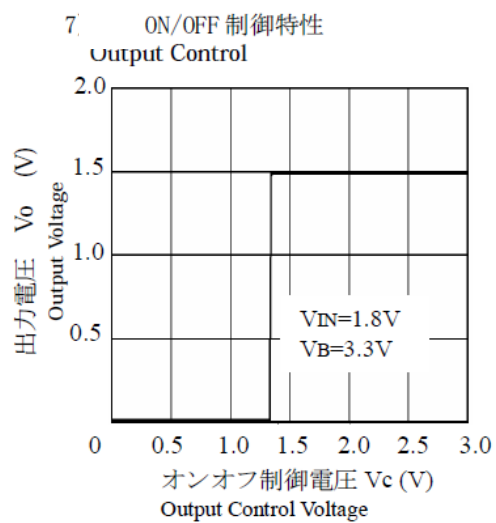


6) 過電流保護特性

Over Current Protection



6-1. 代表特性例(2) SI-3010LLSL



！注意

- 本書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事があります。ご使用の際には、最新の情報である事をご確認下さい。
- 本書に記載されている動作例及び回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する当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当社はいっさい責任を負いません。
- 本書に記載されている製品をご使用の場合は、これらの製品と目的物との組み合わせについて使用者の責任において検討・判断を行って下さい。
- 当社は品質、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、社会的な損害等を発生させないよう、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及び確認を行って下さい。
- 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、計測機器等）に使用される事を意図しております。ご使用の場合は、納入仕様書の締結をお願いします。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、火災・防犯装置、各種安全装置など）への使用をご検討の際には、必ず当社販売窓口へご相談及び納入仕様書の締結をお願いします。極めて高い信頼性が要求される装置（航空宇宙機器、原子力制御、生命維持の為の医療機器など）には、当社の文書による合意がない限り使用しないで下さい。
- 本書に記載された製品は耐放射線設計をしておりません。
- 本書に記載された内容を文書による当社の承諾無しに転記複製を禁じます。