

アプリケーション ノート

面実装チヨツパ型スイッチングレギュレータIC

SI-8010GL

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-8010GLの動作説明		
3-1 PWM出力電圧制御	-----	7
3-2 過電流・過熱保護	-----	8
4. 使用に際しての注意事項		
4-1 外付部品選定上の注意	-----	9
4-2 パターン設計上の注意	-----	12
4-3 動作波形の確認	-----	14
4-5 熱設計	-----	15
5. 応用		
5-1 ソフトスタート	-----	17
5-2 出力のON/OFF制御	-----	17
5-3 出力電圧可変	-----	18
5-4 逆バイアス保護	-----	18
7. 代表特性例	-----	19
8. 用語解説	-----	20

1. 概要

SI-8010GLは、降圧スイッチングレギュレータに必要な各種の機能と保護機能を備えたチョップ型スイッチングレギュレータICです。動作周波数250KHzの高速高精度高性能のスイッチングレギュレータを構成することができます。ICのGNDピンと内部フレームが一体となっているパッケージを使用しておりますので、熱抵抗を非常に小さくできます。

● 1-1 特長

- ・ 小型大出力電流3A
DIP8の外形で、出力電流が最大1.5Aです。
- ・ 高効率86% ($V_{IN}=20V$, $V_o/I_o=5V/1A$)
出力段にDMOSを使用することで、発熱が小さく、放熱パターンも小さくする事が出来ます。
- ・ タイミングコンデンサ内蔵型基準発振
発振周波数設定用の外付コンデンサは不要です。
- ・ 過電流、過熱保護内蔵
フの字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)
- ・ ソフトスタート機能 (出力ON/OFF可能)
外付コンデンサの追加で、起動時に出力電圧が立ち上がるタイミングを遅らせる事が出来ます。又出力のON/OFF制御も可能です。
- ・ 出力電圧は外部抵抗で調整できます。
外部抵抗を2個使い、出力電圧を+1V~+14Vの範囲で可変できます。

● 1-2 主な用途

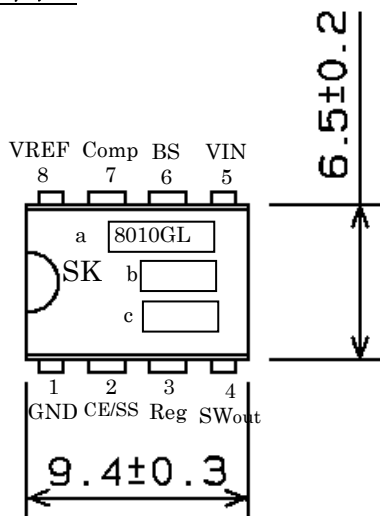
- ・ オンボードローカル電源
- ・ OA機器用電源
- ・ レギュレータ2次側出力電圧安定化
- ・ テレコム用電源

● 1-3 種別

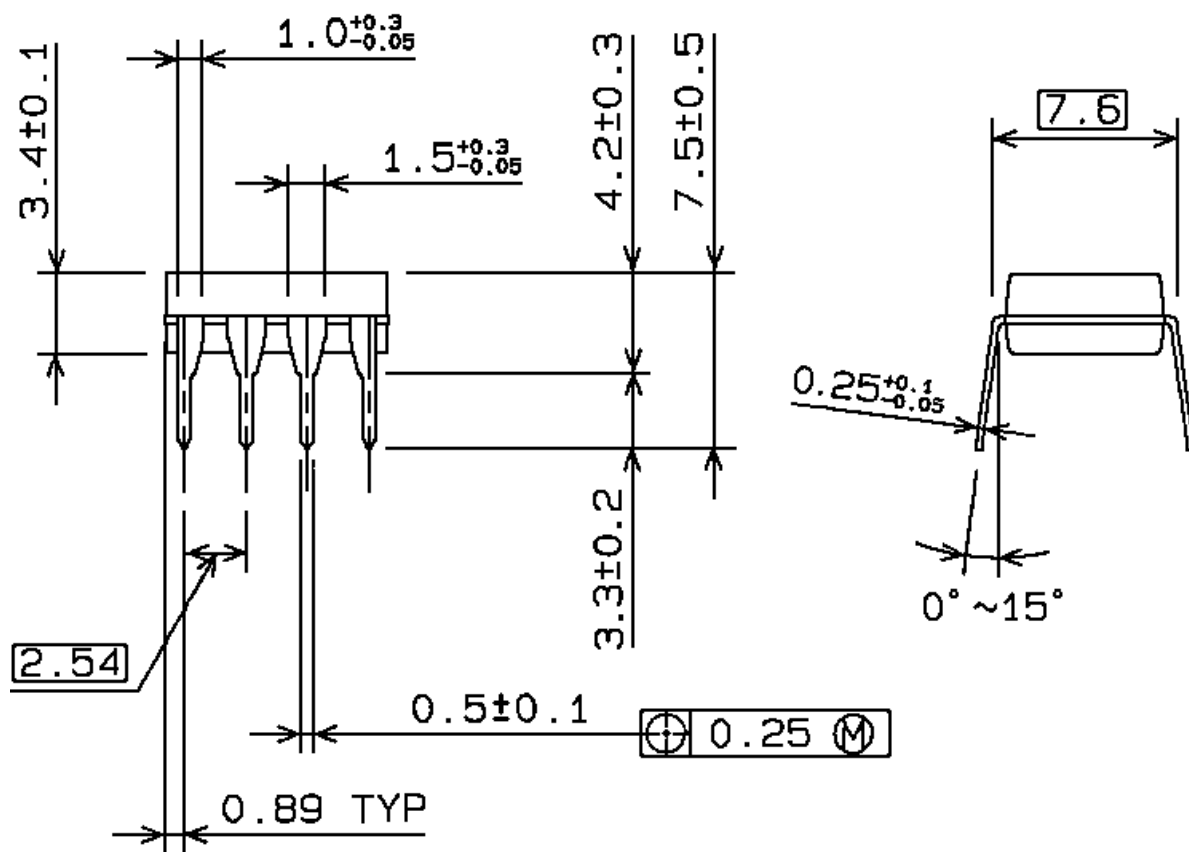
- ・ 種別：半導体集積回路 (モノリシックIC)
- ・ 構造：樹脂封止型 (トランスファーモールド)

2. 製品仕様

● 2-1 外形図



- a. 品名標示
Type number
- b. ロット番号(3桁)
Lot number (three digit)
 - 第1文字 西暦年号下一桁
1st letter The last digit of year
 - 第2文字 月
2nd letter Month
 - 1~9月 : アラビア数字
 - 10月 : O
 - 11月 : N
 - 12月 : D
 - (1 to 9 for Jan. to Sept.,
O for Oct. N for Nov. D for Dec.)
 - 第3文字 製造時期
3rd letter Assembly span
 - 1~3 : アラビア数字
Arabic Numerical
- c. 管理番号(4桁)
Control number (four digit)



- 2-2 定格

絶対最大定格

項目	記号	規格	単位	条件
入力電圧	V_{IN}	53	V	
許容損失	P_d	1	W	ガラスエポキシ基板 7000mm ² (銅箔エリア 3080mm ²)実装時
接合温度	T_j	125	°C	
保存温度	T_{stg}	-40~125	°C	
熱抵抗(接合-ケース間)	θ_{j-c}	28	°C/W	ガラスエポキシ基板 7000mm ² (銅箔エリア 3080mm ²)実装時
熱抵抗(接合-周囲間)	θ_{j-a}	100	°C/W	ガラスエポキシ基板 7000mm ² (銅箔エリア 3080mm ²)実装時

推奨動作条件

項目	記号	規格		単位	条件
		MIN	MAX		
入力電圧範囲	V_{CC}	8 or V_o+3	50	V	
出力電圧範囲	V_o	1	14	V	
出力電流範囲 *1	I_{OUT}	0.02	1.5	A	
動作時接合温度範囲	T_{jop}	-30	125	°C	
動作温度範囲	T_{op}	-30	85	°C	

出力電流は、必ず 20 mA 以上流して下さい。20 mA 以下で使用した場合、出力電圧が不安定になる可能性があります。

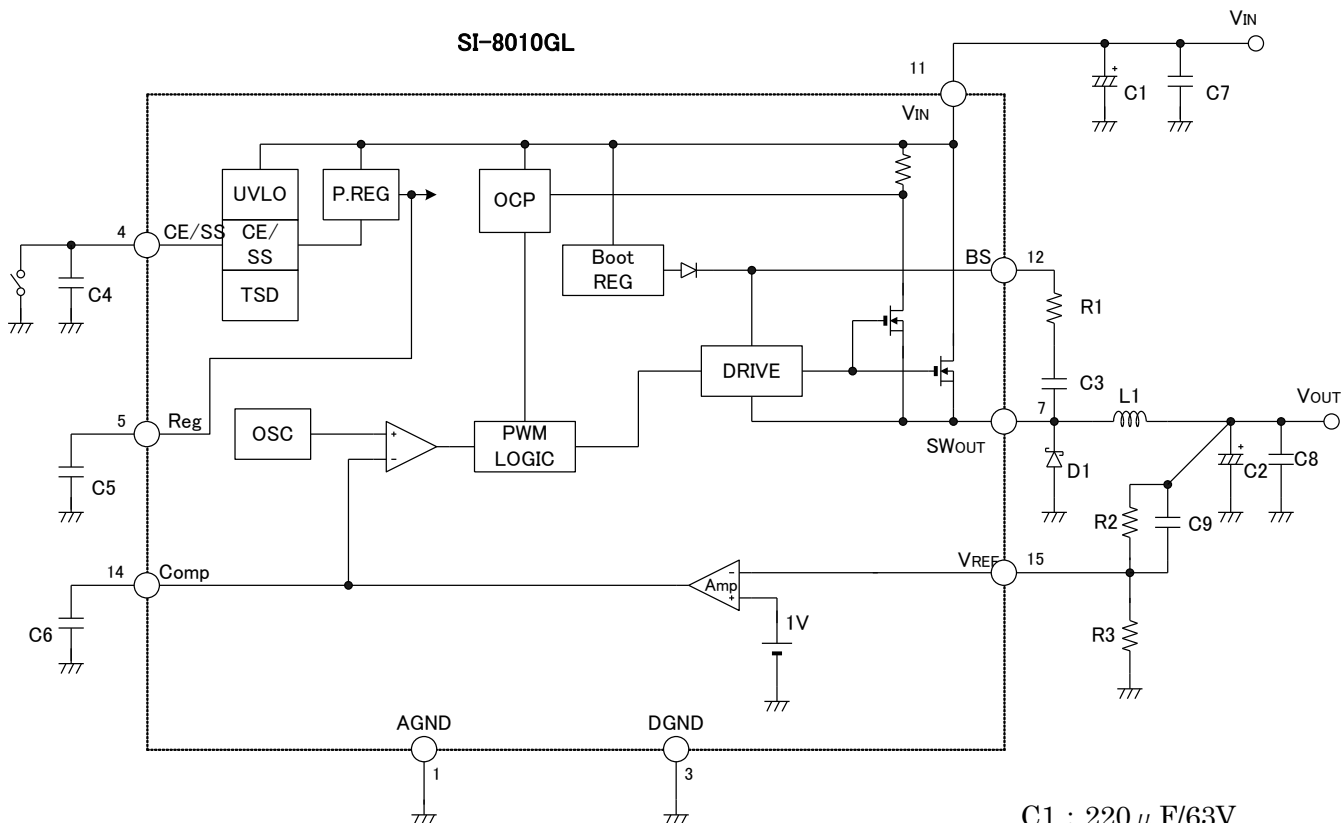
電気的特性

(Ta=25 °C)

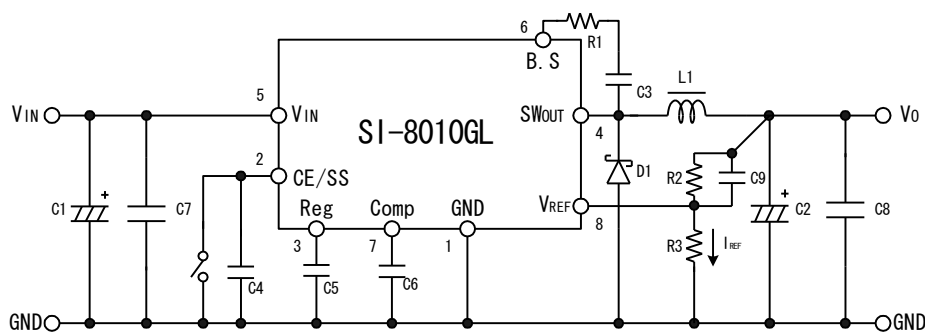
項目	記号	規格値			単位	測定条件
		MIN	TYP	MAX		
設定基準電圧	V_{REF}	0.97	1.00	1.03	V	$V_{IN}=12V, I_o=1A$
基準電圧温度係数	$\Delta V_{REF}/\Delta T$		±0.5		mV/°C	
効率	Eff		86		%	$V_{IN}=20V, I_o=1A, V_o=5V$
動作周波数	fosc		250		kHz	$V_{IN}=12V, I_o=1A$
ラインレギュレーション	V_{Line}		20	40	mV	$V_{IN}=10\sim 30V, I_o=1A$
ロードレギュレーション	V_{Load}		10	30	mV	$V_{IN}=12V, I_o=0.1\sim 1.5A$
過電流保護開始電流	I_s	1.6			A	$V_{IN}=12V$
静止時回路電流 1	I_q		7		mA	$V_{IN}=12V, I_o=0A$
静止時回路電流 2	$I_q(off)$			400	μA	$V_{IN}=12V$ $V_{ON/OFF}=0.3V$
CE/SS 端子	Low レベル電圧	VSSL		0.5	V	
	Low 時流出電流	ISSL		50	μA	VSSL=0V

● 2-3 回路図

2-3-① 内部等価回路図



2-3-② 標準接続図



- C1 : 220 μ F/63V
- C2 : 470 μ F/25V
- C3 : 0.1 μ F
- C4 : 1000pF
- C5 : 0.1 μ F
- C6 : 0.047 μ F
- C7 : 0.1 μ F
- C8 : 0.1 μ F
- C9 : 6800pF
- R1 : 47 Ω
- L1 : 47 μ H
- D1 : RK16

2-3-③ 主要部品一覧表

(サンケン製)

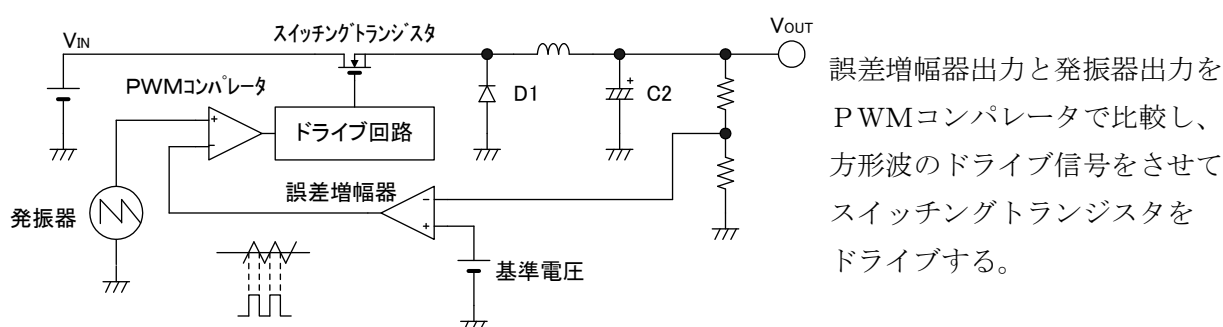
部品番号	定格	推奨部品
C1	220 μ F/63V 電解コンデンサ	EMVY630GTR221MLHoS (日本ケミコン)
C2	470 μ F/25V 電解コンデンサ	UUD1E471MNR1GS (nichicon)
C3, C5	0.1 μ F/10V セラミックコンデンサ	GRM31BR11A105MA01B (村田製作所)
C4	0.1 μ F/50V セラミックコンデンサ	GRM21BR11H104MA01B (村田製作所)
C6	0.1 μ F/50V セラミックコンデンサ	GRM21BR11H104MA01B (村田製作所)
C7, C8	0.1 μ F/50V セラミックコンデンサ	GRM21BR11H104MA01B (村田製作所)
C9	0.1 μ F/50V セラミックコンデンサ	GRM21BR11H104MA01B (村田製作所)
L1	47 μ H インダクター	SLF12575T-470M2R7 (TDK)
D1, D2	1.5A/60V ショットキバリアダイオード	RK16 (サンケン電気)
R1	47 Ω	—
R2	2k Ω ($V_o=5V$ 設定)	—
R3	500 Ω	—

3. SI-8010GL の動作説明

● 3-1 PWM出力電圧制御

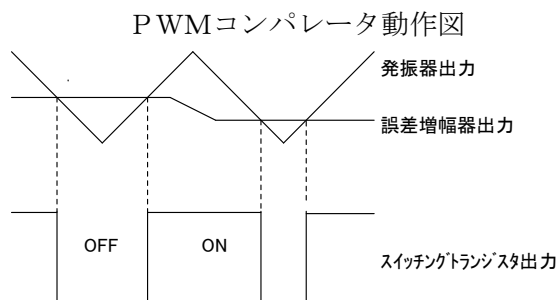
SI-8010GLは、PWM方式にて出力電圧を制御しており、PWMコンパレータ、発振器、誤差増幅器、基準電圧、出力トランジスタドライブ回路、等を内蔵しております。PWMコンパレータの入力には発振器からの三角波出力(≒250kHz)と誤差増幅器の出力が与えられます。PWMコンパレータは発振器出力と誤差増幅器出力を比較し、発振器出力に対し誤差増幅器出力が上回った時間にスイッチングトランジスタがONになるよう制御しています。

PWM制御チョップパ型レギュレータ基本構成



仮に出力電圧が上昇しようとした場合、誤差増幅器は反転型のため誤差増幅器の出力は低下します。誤差増幅器出力が低下すると発振器の三角波レベルを上回る時間が増加しスイッチングトランジスタのON時間を短縮させる事により出力電圧を一定に保ちます。このようにスイッチングの周波数は固定したままで、スイッチングトランジスタのON時間を変化させる事により出力電圧を制御しています。

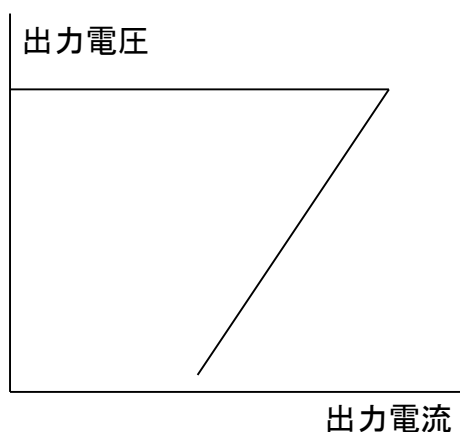
(V_{IN} が高い程スイッチングトランジスタのON時間は短くなります。)



スイッチングトランジスタの方形波出力は、チョークコイルとコンデンサによるLCローパスフィルターにより平滑され、安定化された直流電圧として負荷へ供給される事になります。

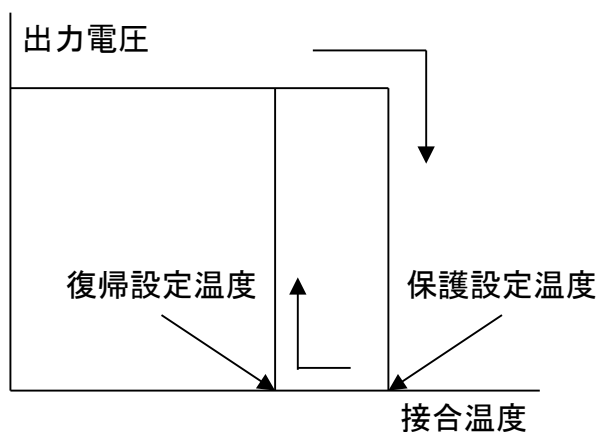
● 3-2 過電流・過熱保護

過電流時出力電圧特性



SI-8010GLは、フの字型過電流保護回路を内蔵しています。過電流保護回路はスイッチングトランジスタのピーク電流を検出し、ピーク電流が設定値を超えると強制的にトランジスタのON時間を短縮させて出力電圧を低下させ電流を制限しています。過電流状態を解除すると出力電圧は自動的に復帰します。

過熱保護時出力電圧特性



過熱保護回路は、ICの半導体接合温度を検出し、接合温度が設定値を超えると出力トランジスタを停止させ、出力をOFFとします。接合温度が過熱保護設定値より約15℃程度低下しますと自動的に復帰します。

※（過熱保護特性）注意事項

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 チョークコイルL1

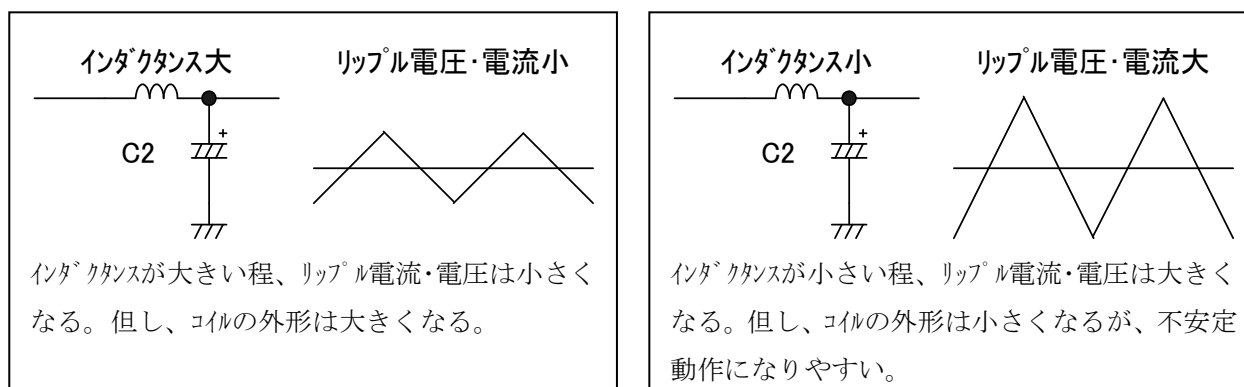
チョークコイルL1は、チョップ型スイッチングレギュレータの中心的役割を果たしています。レギュレータの安定動作維持のため、飽和状態での動作や、自己発熱による高温動作等の危険な状態は回避しなくてはなりません。チョークコイル選定のポイントとしては以下の事項が挙げられます

a) スwitchングレギュレータ用である事

ノイズフィルタ用のコイルは、損失が大きく発熱が大となりますのでご使用を避けて下さい。

b) インダクタンス値が適正である事

チョークコイルのインダクタンスは、大きい程コイルを流れるリップル電流が減少し出力リップル電圧が小さくなりますが、コイルの外形は大形になります。逆に小さなインダクタンスとすると、スイッチングトランジスタやダイオードを流れるピーク電流が増大して損失が増加し、リップル電圧も大きくなり安定動作確保の上で好ましくありません。



仕様書に示すインダクタンス値は、安定動作に適した目安の値ではありますが、(1)式によって適当なインダクタンス値を求めることもできます。

ここで、 ΔIL はチョークコイルのリップル電流値を示し、大略下記の目安に従って設定します。

・使用出力電流がSI-8010GLの最大定格(1.5A)に近い場合：出力電流×0.2～0.3倍

・使用出力電流が大略1A以下の場合：出力電流×0.5～0.6倍

$$L1 = \frac{(VIN - VOUT) \cdot VOUT}{\Delta IL \cdot VIN \cdot f} \quad \text{--- (1)}$$

例えば $VIN=25V$, $VOUT=5V$, $\Delta IL=0.35A$, 周波数=250kHz とすると、

$$L1 = \frac{(25-5) \times 5}{0.35 \times 25 \times 250 \times 10^3} \doteq 45.7\mu H$$

となりますので、インダクタンスが47 μH のコイルを選択すればよい事になります。

c) 定格電流を満足する事

チョークコイルの定格電流は、使用する最大負荷電流より大きくなくてはなりません。負荷電流がコイルの定格電流を越えると、インダクタンスが激減し、ついには飽和状態となります。この状態では、高周波インピーダンスが低下し、過大な電流が流れますのでご注意ください。

d) ノイズが少ない事

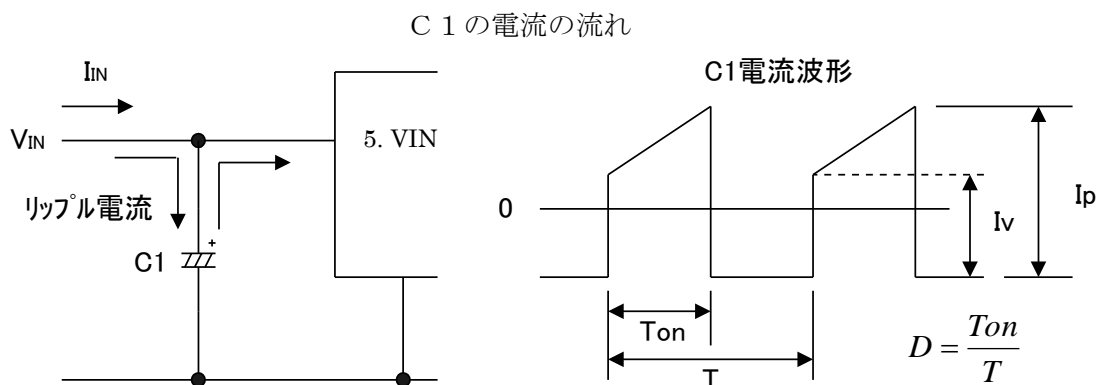
ドラム型のような開磁路型コアは、磁束がコイルの外側を通過するため周辺回路へノイズによる障害を与える事があります。なるべくトロイダル型や EI 型、EE 型のような閉磁路型コアのコイルをご使用下さい。

4-1-② 入力コンデンサ C1

入力コンデンサは、入力回路のバイパスコンデンサとして動作し、スイッチング時の急峻な電流をレギュレータに供給しており、入力側の電圧降下を補償しています。従って極力レギュレータ IC の近くに取り付ける必要があります。また、AC 整流回路の平滑コンデンサが入力回路にある場合には、入力コンデンサは平滑コンデンサと兼用とする事が出来ませんが、同様の配慮が必要です。

C1 選定のポイントとして次の事が挙げられます。

- a) 耐圧を満足する事
- b) 許容リップル電流値を満足する事



入力コンデンサのリップル電流は負荷電流の増加に伴って増大する。

これら耐圧や許容リップル電流値を、オーバーさせた場合やディレーティング無しで使用した場合、コンデンサ自身の寿命が低下（パンク、容量の減少、等価インピーダンス増大、等）するばかりでなく、レギュレータの異常発振を誘発する危険があります。従って、十分なマージンをとった選択が必要です。尚入力コンデンサに流れるリップル電流実効値 I_{rms} は下記の (2) 式で求められます。

$$I_{rms} \approx 1.2 \times \frac{V_o}{V_{in}} \times I_o \quad \text{--- (2)}$$

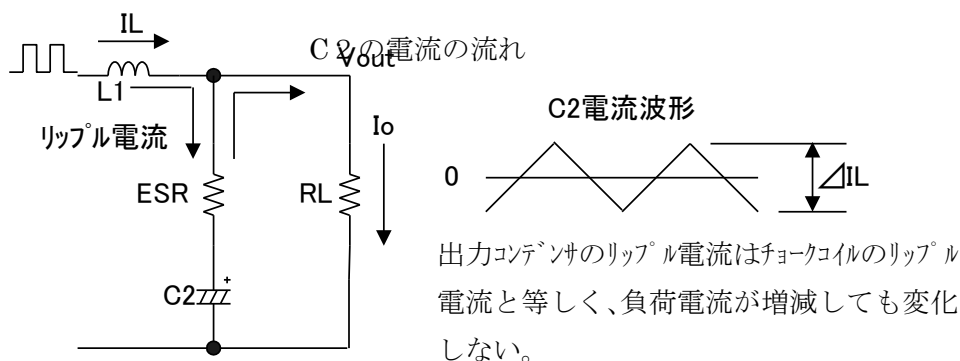
例えば $V_{IN}=20V$, $I_o=3A$, $V_o=5V$ とすると、

$$I_{rms} \approx k_2 \times \frac{5}{20} \times 3 = 0.9A$$

となりますので、許容リップル電流が、0.9A より大きいコンデンサを選ぶ必要があります。

4-1-③ 出力コンデンサC2

出力コンデンサC2は、チョークコイルL1と共にLCローパスフィルターを構成し、スイッチング出力の平滑コンデンサとして機能しています。出力コンデンサにはチョークコイル電流の脈流部 ΔIL と等しい電流が充放電されています。従って入力コンデンサと同様に、耐圧及び許容リップル電流値を十分なマージンを取った上で満足する必要があります。



a) 許容リップル電流

出力コンデンサのリップル電流実効値は、下記の(3)式で求められます。

$$I_{rms} = \frac{\Delta IL}{2\sqrt{3}} \quad \text{--- (3)}$$

例えば ΔIL を0.5Aとしますと、

$$I_{rms} = \frac{0.5}{2\sqrt{3}} \approx 0.14A$$

となり、許容リップル電流が0.14A以上のコンデンサが必要になります。

又レギュレータの出力リップル電圧 V_{rip} は、チョークコイル電流の脈流部 ΔIL (=C2充放電電流)と出力コンデンサC2の等価直列抵抗ESRの積によって定まります。

$$V_{rip} = \Delta IL \cdot C2ESR \quad \text{--- (4)}$$

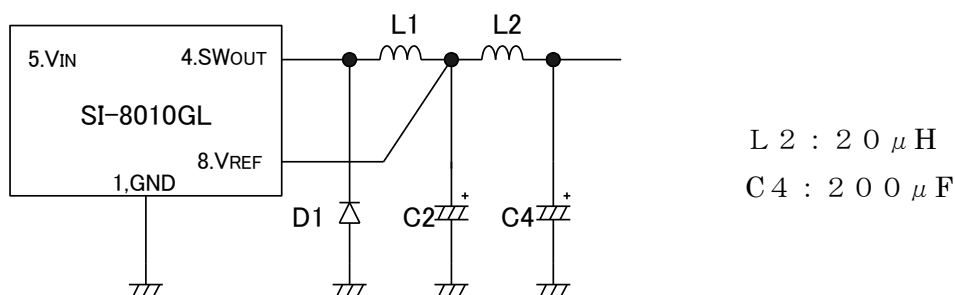
b) 直流等価抵抗 (ESR)

安定動作のためESRは適切な値を選ぶことが必要です。ESRが過大な場合には、出力リップル電圧増大による異常発振、一方、過少な場合は位相余裕の不足となります。出力リップル電圧は、チョークコイル電流の脈流部 ΔIL (=C2充放電電流)とESRの積で決まり、出力リップル電圧としては、出力電圧の0.5~1%程度(例： $V_{out}=5V$ で0.5%の場合：25mV)にて良好な動作となり、出力電圧リップルの求め方は(5)(6)を参照願います。ESRは温度で変化し、特に高温時にはESRが低下することから注意が必要です。

$$V_{rip} \approx \frac{(V_{in} - V_{out})V_{out}}{L \cdot V_{in} \cdot f} ESR \quad \text{--- (5)}$$

$$V_{rip} \approx \Delta L \cdot ESR \quad \text{--- (6)}$$

しかし出力コンデンサの ESR が極端に小さくなりますと (約 10~20mΩ 以下)、レギュレータの帰還ループ内の位相余裕が不足し、動作が不安定になる恐れがあります。この為、出力コンデンサにタンタルコンデンサや積層セラミックコンデンサを単体で用いる事は適当ではありません。但し低温 (<0°C) で使用される場合には、電解コンデンサと並列にタンタルコンデンサや積層セラミックコンデンサを接続すると出力リップル電圧の低減に有効です。更に、一層出力リップル電圧を小さくするには、下図に示すように、LC フィルタを一段追加し π 型フィルタを構成するのが効果的です。



但し 2 段目のフィルタを追加した場合には出力電圧検出点 (V_{OS} 端子への配線) を 2 段目フィルタの前段にしないと異常発振を起こす事がありますので、注意が必要です。

このように、出力コンデンサ C 2 においては、耐圧及び許容リップル電流が満足されれば、容量より ESR の方が動作安定度に与える影響が大きい事にご注意ください。

4-1-④ フライホイールダイオード・D 1

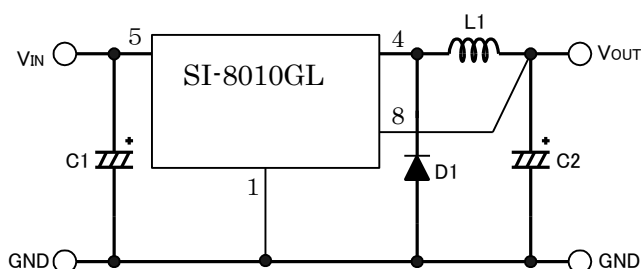
フライホイールダイオード D 1 は、スイッチングオフ時にチョークコイルに貯えられたエネルギーを放出させる為の物です。フライホイールダイオードには必ずショットキーバリアダイオードを使用して下さい。一般の整流用ダイオードやファーストリカバリダイオード等を使用した場合、リカバリ及びオン電圧による逆電圧印可により IC を破壊する恐れがあります。

又 SI-8010GL の SWOUT (4 番端子) から出力された電圧は入力電圧とほぼ同等である為、フライホイールダイオードの逆方向耐圧が入力電圧×1.2 以上あるものをご使用下さい。

● 4-2 パターン設計上の注意

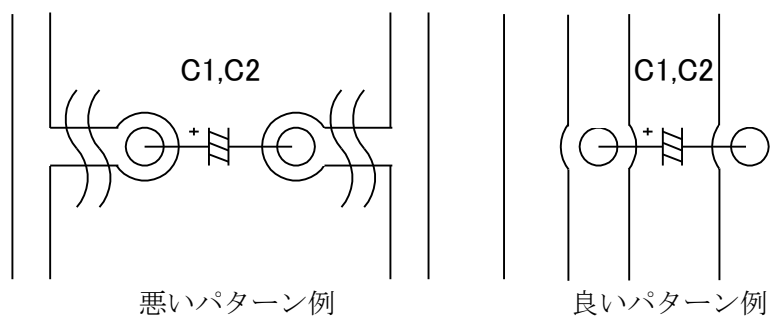
4-2-① 大電流ライン

接続図中の太線部分には大電流が流れますので、出来る限り太く短いパターンとして下さい。



4-2-② 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必要があります。また入出力コンデンサのリード線には、大電流が高速で充放電されるので、リード線の長さは最短として下さい。コンデンサ部分のパターン引き回しにも同様の配慮が必要です。



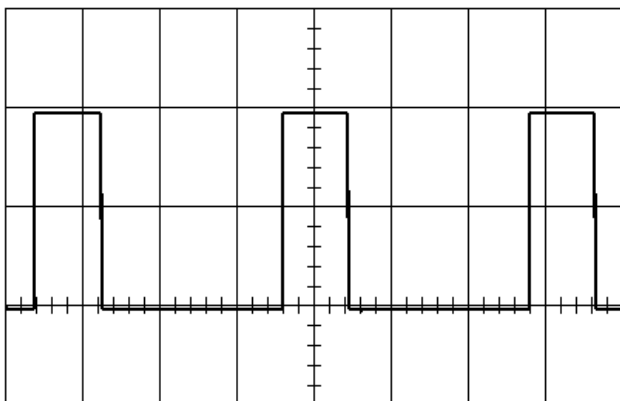
4-2-③ センシング端子

出力電圧センシング端子V_{os}は出来る限り出力コンデンサC2に近い所に接続して下さい。(遠い場合、レギュレーションの低下、スイッチングリップルの増大により異常発振の原因となる事がありますのでご注意ください。)

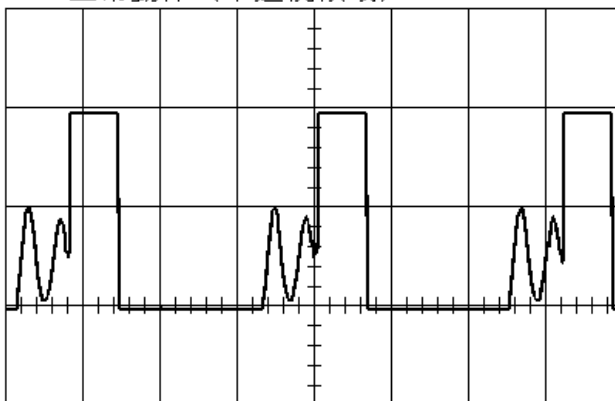
● 4-3 動作波形の確認

スイッチング動作が正常であるかどうかはSI-8010GLの1、4端子間波形(SWOUT-GND間波形)にて確認できます。以下に正常動作時及び異常発振時における波形例を示します。

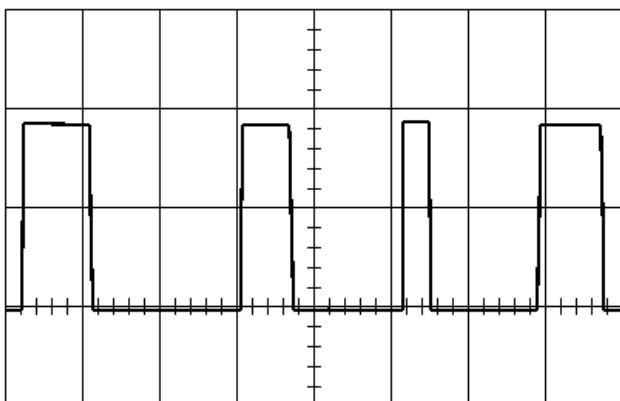
1. 正常動作（連続領域）



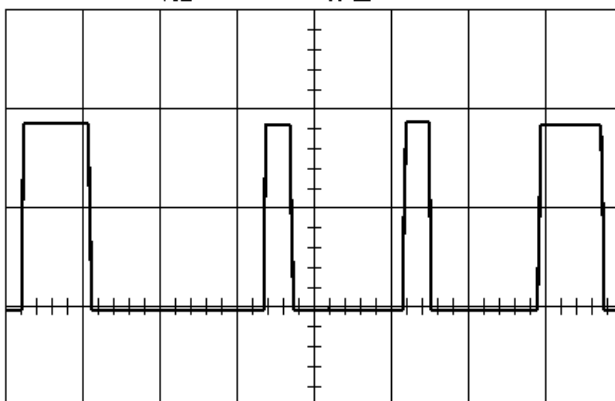
2. 正常動作（不連続領域）



3. C1が離れている場合



4. C2が離れている場合



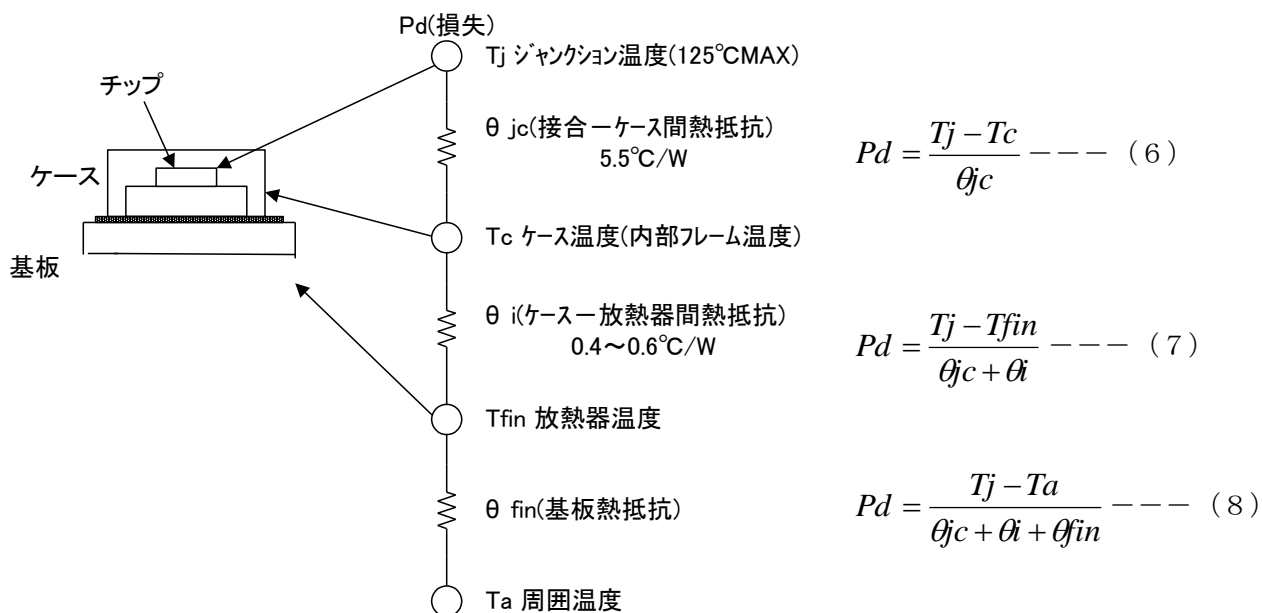
連続領域は、チョークコイルを流れる電流に、三角波に直流成分が重畳している領域であり、不連続領域はチョークコイル電流が少ない為チョークコイルを流れる電流が断続的になる（ゼロになる期間が発生する）領域です。従って負荷電流が多い場合は連続領域に、少ない場合は不連続領域になります。連続領域ではスイッチング波形は通常の方形波の形状となり（波形1）、不連続領域ではスイッチング波形に減衰振動が発生しますが（波形2）、これは正常な動作であり問題はありません。

ところがICとC1, C2が離れていると、上の波形（3, 4）にみられるように、スイッチングのON・OFF時間が乱れるジッタが発生します。前述の通り、C1, C2はICの近くに接続する事が必要です。

● 4-4 熱設計

4-4-① 放熱の計算

レギュレータの損失 P_d と、接合部温度 T_j 、ケース温度 T_c 、基板パターン温度 T_{fin} 、周囲温度 T_a は、以下の関係にあります。



$T_{j\text{MAX}}$ 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、 $P_{d\text{MAX}}$ 、 $T_{a\text{MAX}}$ に応じた基板パターン設計 (θ_{fin} の決定) が必要になります。これらを分かりやすくグラフ化した物が熱減定格であります。基板パターン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

$$Pd = V_{OUT} \cdot I_o \left(\frac{100}{\eta_x} - 1 \right) - V_f \cdot I_o \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad \text{--- (9)}$$

※ η_x = 効率 (%), V_f = ダイオード順方向電圧

- 3) 熱減定格上の交点より基板パターンの大きさを決定する。

又計算にて必要な基板の熱抵抗を求める事も出来ます。必要な基板の熱抵抗は、

$$\theta_i + \theta_{fin} = \frac{T_j - T_a}{Pd} - \theta_{jc} \quad \text{--- (10)}$$

で求められます。例として、以下に SI-8010GL を $V_{IN}=10\text{V}$, $V_o/I_o=5\text{V}/1.5\text{A}$, $T_a=85^\circ\text{C}$ で使用する場合の熱計算例を示します。代表特性例より効率 $\eta=87\%$ 、 $V_f=0.5\text{V}$ とし、

$$Pd = 5 \times 1.5 \times \left(\frac{100}{87} - 1 \right) - 0.5 \times 1.5 \times \left(1 - \frac{5}{10} \right) \doteq 0.75\text{W}$$

$$\theta_i + \theta_{fin} = \frac{125 - 85}{0.75} - 28 \doteq 25.33^\circ\text{C/W}$$

よって熱抵抗が 25°C/W 以下の放熱器が必要になります。

以上により基板の熱抵抗が決定された事になりますが、一般的には 10~20%以上のディレーティングで使用します。又実際には、実装上の違いにより放熱効果が大きく変化します。従って、実装状態での基板温度あるいはケース温度の確認が必要となります。

4-4-② 基板への取り付け

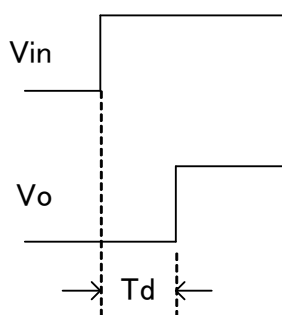
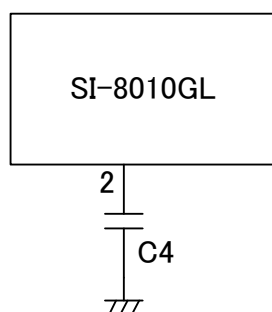
GNDパターンのについて

SI-8010GLは、GND端子(1pin)が、IC内部のフレームと一体となっているパッケージを採用しております。放熱効果を高めるために、GNDパターンを広くすることを推奨します。

5. 応用

● 5-1 ソフトスタート

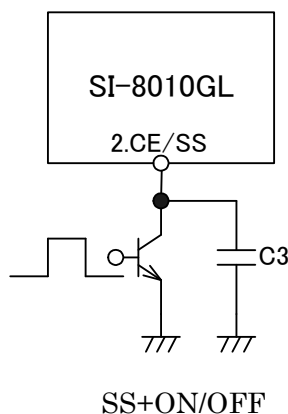
SI-8010GL の 2 番端子にコンデンサを接続すると、入力電圧投入時から、出力電圧が立ち上がるまでの遅延目的としたソフトスタート動作を行うことができます。この遅延を行うことで、レギュレータが動作する前に、入力電圧が高い状態となります。降圧型スイッチングレギュレータの場合、入力電圧が高いほど、入力電流が減少するため、少ない電流でスタートさせることができます。実機においては、入力電源の立ち上がり時間等の影響をうけるため多少の変動があります。また C4 については、4700 pF 以下で使用願います。



$$T_d = \frac{3.2 \times C4}{15 \times 10^{-6}} (\text{Sec})$$

● 5-2 出力のON/OFF制御

2 番・CE/SS 端子を用いて、出力ON/OFF制御が可能です。オープンコレクタ等のスイッチにより、2 番端子を Lo レベルとすると出力は停止します。又ソフトスタートとの併用も可能です。CE/SS 端子は IC 内部でプルアップ済みですので外部からは電圧を印加しないで下さい。



● 5 - 3 出力電圧可変

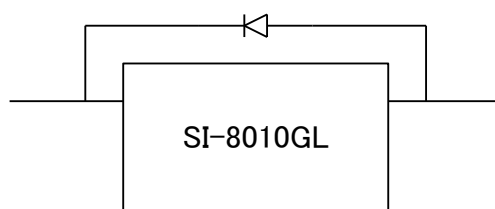
抵抗 R2, R3

・R2, R3 は出力電圧を設定する為の抵抗です。I_{REF}が 2mA 程度となるよう設定して下さい。又、R2, R3 の値を求める式は以下のようになります。

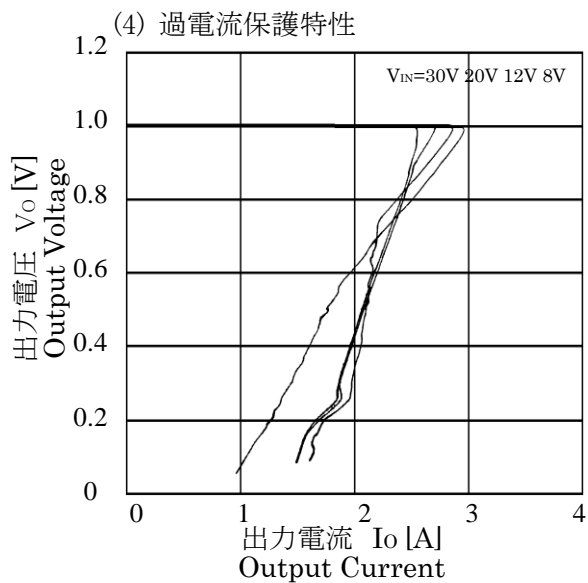
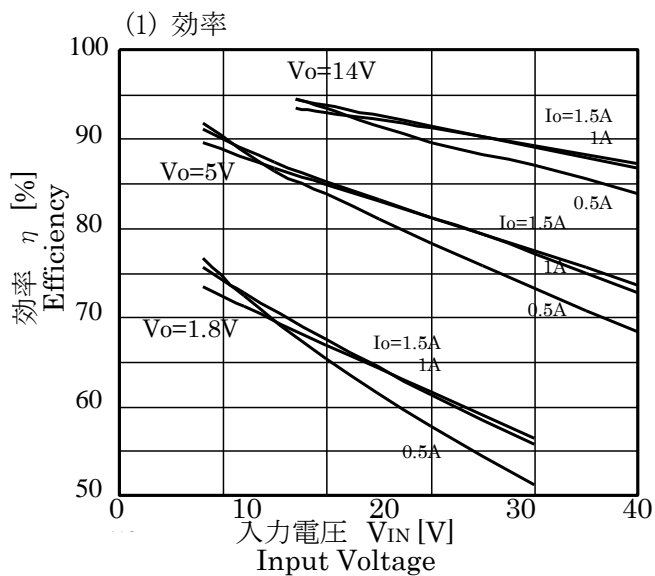
$$R2 = \frac{(V_{OUT} - V_{REF})}{I_{REF}} = \frac{(V_{OUT} - 1)}{2 \times 10^{-3}} (\Omega), \quad R3 = \frac{V_{REF}}{I_{REF}} = \frac{1}{2 \times 10^{-3}} \cong 500 (\Omega)$$

● 5 - 4 逆バイアス保護

バッテリーチャージ等、入力端子より出力の電圧が高くなるような場合には、入出力間に逆バイアス保護用のダイオードが必要となります。

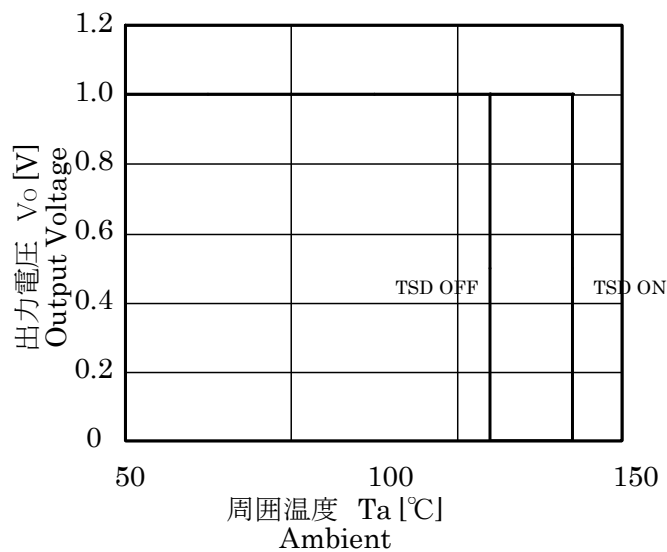
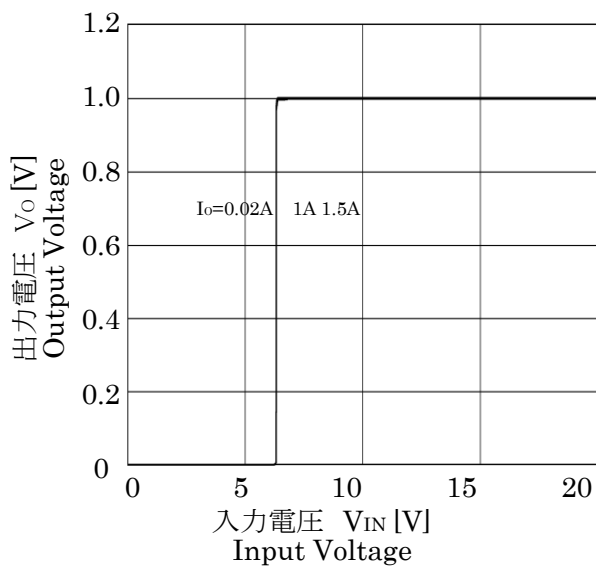


6. 代表特性例



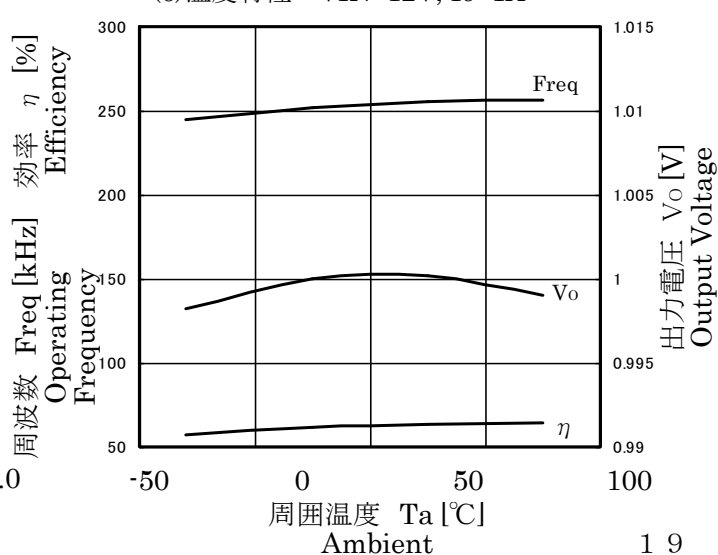
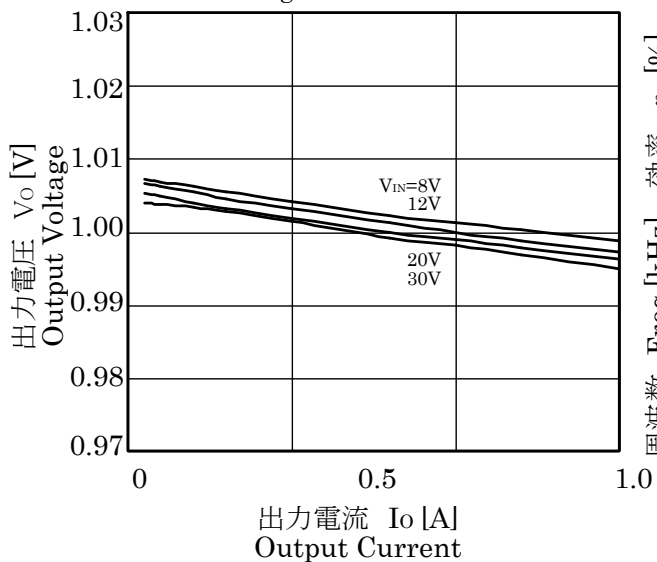
(2) 出力電圧立ち上がり ※Load=CR

(5) 過熱保護 $V_{IN}=12V, I_o=0.02A$



(3) Load Regulation

(6) 温度特性 $V_{IN}=12V, I_o=1A$



8. 用語解説

- **ジッタ**

異常スイッチング動作の一種で、入出力条件が一定にも関わらずスイッチングパルス幅が変動する現象であります。ジッタが発生すると、出力のリプル電圧ピーク幅が増加します。

- **推奨動作条件**

正常な回路機能を維持するために必要とされる動作条件を示すもので、実使用においては当条件内とする必要があります。

- **絶対最大定格**

破壊限界を示す定格であり、瞬時動作及び定常動作において、一項目かつ一瞬たりとも規格値を超えないように配慮する必要があります。

- **電気的特性**

各項目に示している条件で動作させた場合の特性値規格であります。動作条件が異なる場合には、規格値から外れる可能性があります。

- **PWM (Pulse width modulation)**

パルス変調方式の一種で、変調信号波（チョップ型スイッチングレギュレータの場合、出力電圧）の変化に応じて、パルスの幅を変えて変調する方式であります。

- **ESR (Equivalent series resistance)**

コンデンサの等価直列抵抗値を示します。コンデンサに直列に接続された抵抗と同等の作用を示します。

ご注文に際して

ご注文数量は、1400個(1リール)の整数倍でご指定下さいますようお願い致します。

！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ご確認ください。
- 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）に使用されること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、生命維持のための医療機器など）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。