

LED 電流バランスIC LC101N

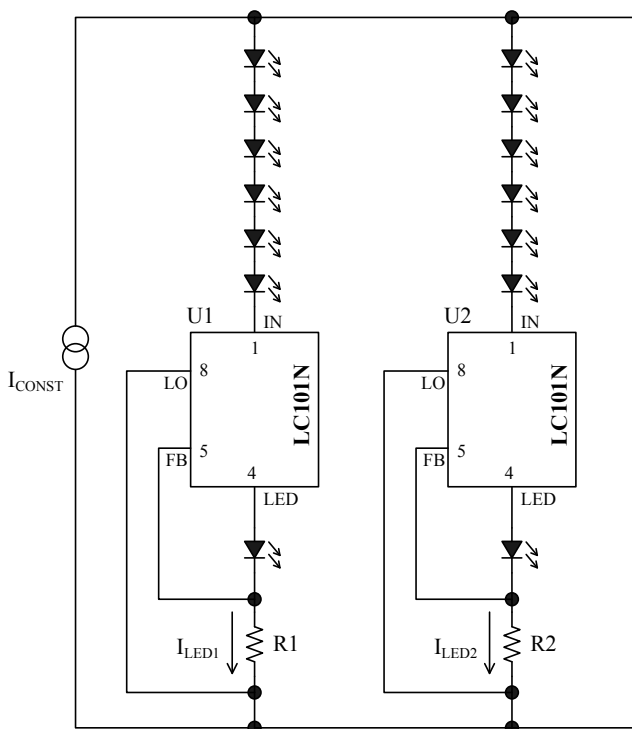
概要

LC101N は、パワー部に低飽和 PNP バイポーラトランジスタを使用した電流制御用 IC です。飽和状態でのサチュレーション電圧が小さく、定電流電源で駆動した場合の損失を最小限に抑えた設計ができます。FB 端子～L_o 端子間に接続する抵抗で定電流値を設定し、LED を定電流駆動できます。LC101N は 8 ピン DFN の面実装パッケージです。

特長

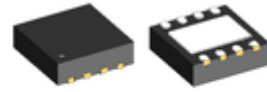
- 最大電流 150 mA
- 低入出力電圧差で設計可能
V_{DIF(max.)} = 0.35 V (I_o = 150 mA)
- 基準電圧 200 mV により検出抵抗の損失低減
- 複数の LED ストリングを並列接続する場合のバランス動作に最適
- 保護機能
過電流保護機能(OCP) : フの字
過熱保護機能(TSD) : 自動復帰

応用回路例



パッケージ

DFN 8



原寸大ではありません

代表特性

- 最大入力電圧 : 35 V
- 最大出力電流 : 150 mA
- LED 電流制御用基準電圧 : 200 mV
- 許容損失 : 1.3 W

アプリケーション

- LED 照明
- LCD タッチパネルなどのバックライト

目次

概要	1
目次	2
1. 絶対最大定格	3
2. 推奨動作条件	3
3. 電気的特性	3
4. 熱抵抗	3
5. 熱減定格曲線	4
6. ブロックダイアグラム	5
7. 各端子機能	5
8. 応用回路例	6
9. 外形図	7
10. 捺印仕様	7
11. 動作説明	8
11.1 基本動作	8
11.2 供給電源	8
11.3 電流バランス動作	8
11.4 LC101N の動作電圧	9
11.5 過電流保護機能 (OCP)	9
11.6 過熱保護機能 (TSD)	9
12. 設計上の注意点	9
12.1 外付け部品	9
12.1.1 LED 電流設定抵抗 R1	9
12.2 パターン設計	10
12.2.1 パターン設計の注意点	10
12.2.2 参考パターンレイアウト	10
12.2.3 推奨フットパターン	11
13. 代表特性例	11
14. 梱包仕様	12
14.1 エンボス・キャリアテープ仕様	12
14.2 リール仕様	13
15. リフロー推奨温度プロファイル	14

LC101N

1. 絶対最大定格

- 特記がない場合の条件 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、電圧は LO 端子がマイナス

項目	記号	規格値	単位	備考
入力電圧	V_{IN}	35	V	
LED 端子電圧	V_{LED}	V_{IN}	V	
FB 端子電圧	V_{FB}	5	V	
許容損失	P_D	1.3	W	参考パターンレイアウト実装時 (FR4 両面基板)。12.2.2 項参照。
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	-40~80	$^\circ\text{C}$	

*過熱保護回路を内蔵しているため、接合部温度が $110\text{ }^\circ\text{C}(\text{min.})$ 以上になると過熱保護機能が動作します。

2. 推奨動作条件

- 特記がない場合の条件 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、電圧は LO 端子がマイナス

項目	記号	Min.	Max.	単位	備考
IN-LO 間電圧	V_{IN}	2.4	*	V	
出力電流	I_{LED}	15	150*	mA	
動作時周囲温度	T_{OP}	-20	+80	$^\circ\text{C}$	

* V_{IN} と I_{LED} には次式の関係があるため、条件によって値が異なります。許容損失 P_D は図 5-1 熱減定格曲線より算出してください。

$$P_{D(\text{MAX})} = (V_{IN} - V_{LED}) \times I_{LED(\text{MAX})} \quad (1)$$

3. 電気的特性

- 特記がない場合の条件 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、電圧は LO 端子がマイナス

項目	記号	測定条件	Min.	Typ.	Max.	単位
基準電圧	V_{FB}	$V_{IN} = 4\text{ V}, I_{LED} = 15\text{ mA}$	0.194	0.200	0.206	V
基準電圧温度係数 ⁽¹⁾	$\Delta V_{FB/TA}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C} \sim 100\text{ }^\circ\text{C}$		-0.02		mV/ $^\circ\text{C}$
入出力電圧差 ⁽²⁾	ΔV_{DIF}	$I_{LED} \leq 50\text{ mA}$			0.18	V
		$I_{LED} \leq 150\text{ mA}$			0.35	V
過電流保護開始電流	I_{SI}	$V_{IN} = 4\text{ V}, V_{LED} = 90\%$	160			mA
過熱保護 ⁽¹⁾	T_{SD}		110	130		$^\circ\text{C}$

⁽¹⁾ 設計保証値

⁽²⁾ IN 端子と LED 端子間の飽和電圧

4. 熱抵抗

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

項目	記号	規格値	単位	備考
接合部-周囲温度熱抵抗	θ_{j-A}	65	$^\circ\text{C}/\text{W}$	
熱抵抗(接合-捺印面)	θ_{j-TOP}	27	$^\circ\text{C}/\text{W}$	

5. 熱減定格曲線

12.2.2 項の参考パターンレイアウト（FR4 材 両面基板）実装時の熱減定格曲線です。熱減定格は、接合部温度 110 °C で算出しています。110 °C になると過熱保護が作動することがあります。

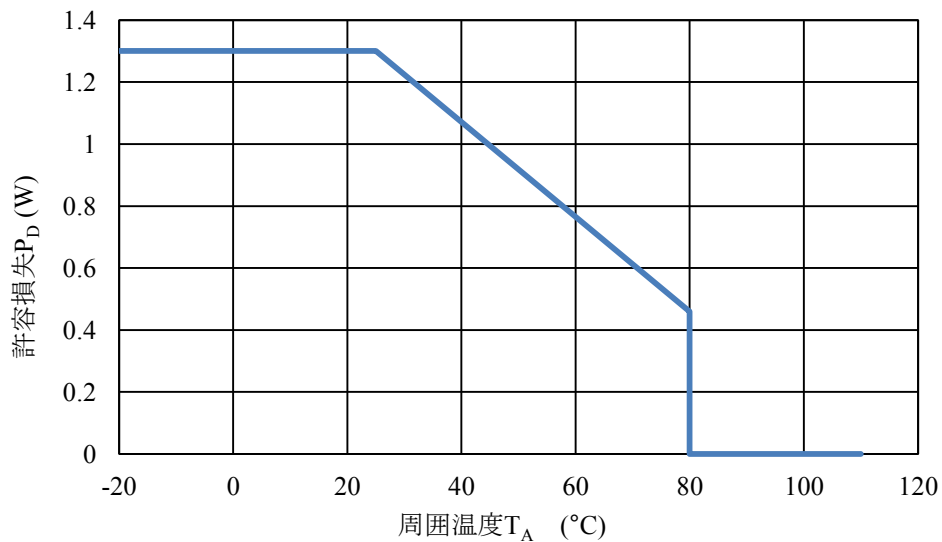


図 5-1 熱減定格曲線

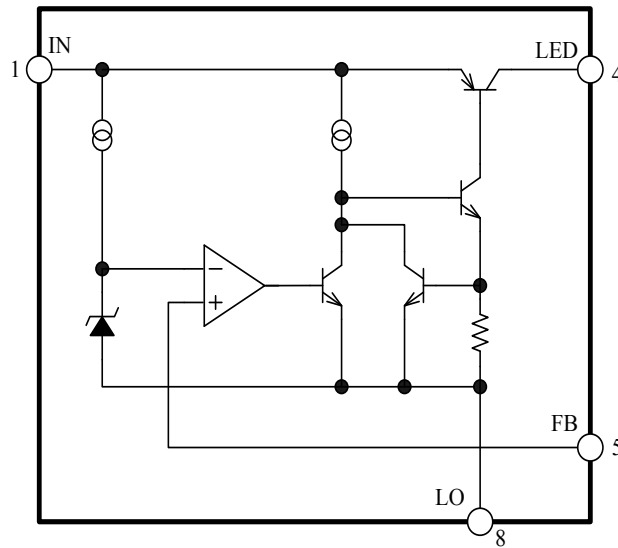
- 接合部温度の求め方

捺印面の温度 T_{TOP} を測定し、次式に代入することで、接合部温度を求めることができます。

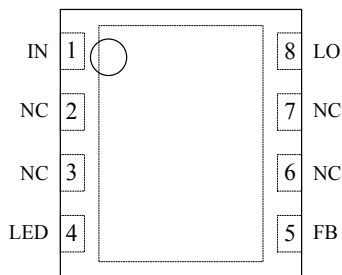
$$T_j = P_D \times \theta_{j-TOP} + T_{TOP} \text{ (°C)} \quad (2)$$

ここで、 $\theta_{j-TOP} = 27 \text{ °C/W}$ 。

6. ブロックダイアグラム

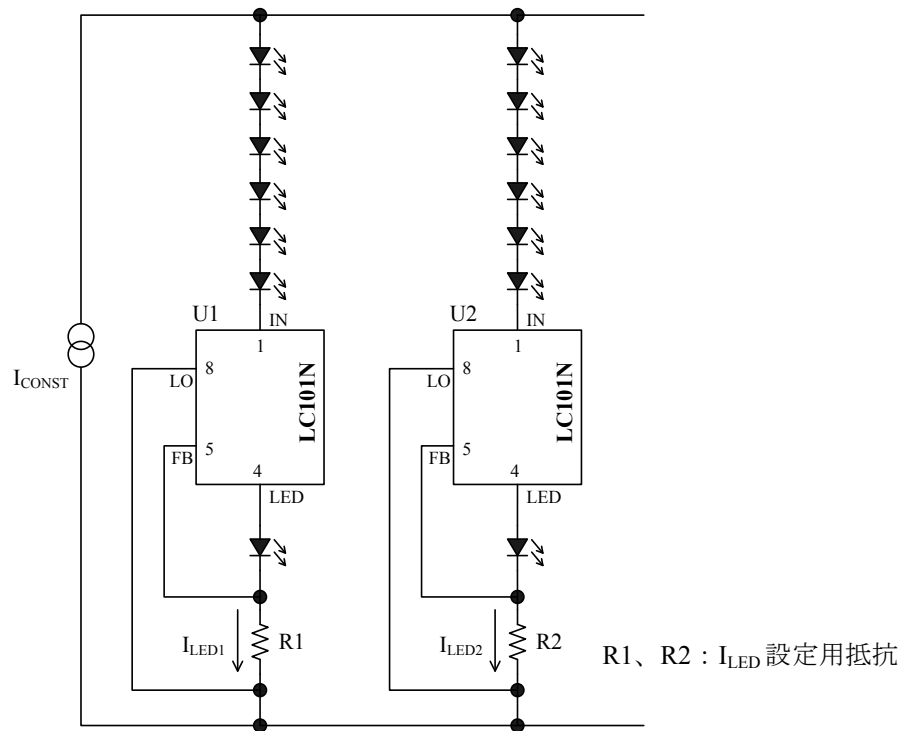


7. 各端子機能



端子番号	端子名	機能
1	IN	入力端子
2	NC	未接続
3	NC	未接続
4	LED	出力端子
5	FB	LED 電流検出端子 (プラス側)
6	NC	未接続
7	NC	未接続
8	LO	LED電流検出端子 (マイナス側)

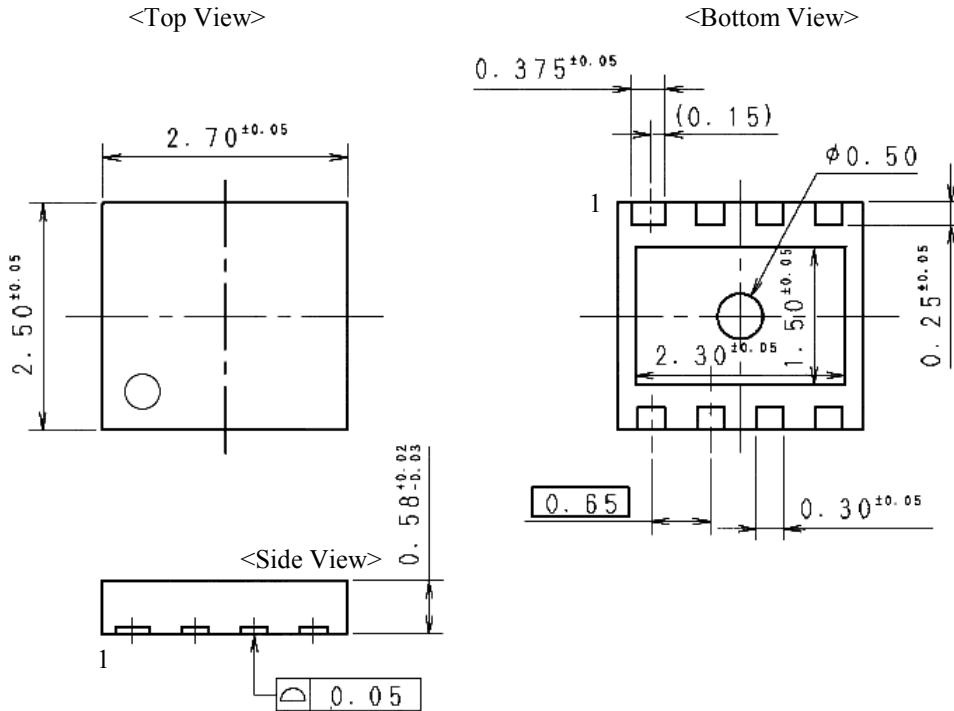
8. 応用回路例



LC101N

9. 外形図

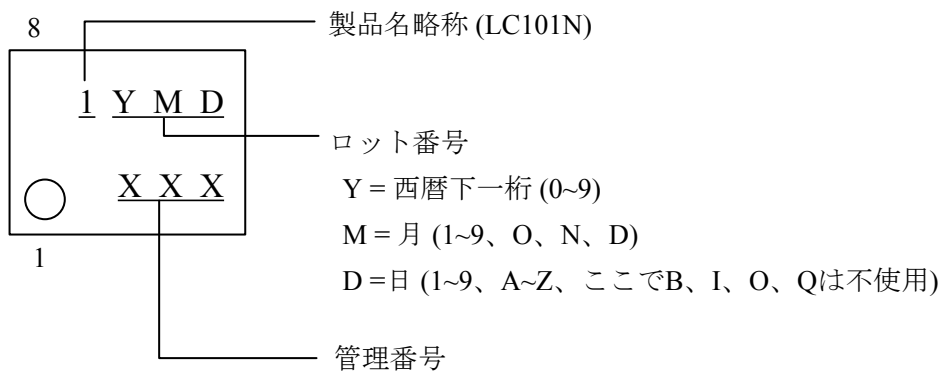
- DFN8



備考

- 単位：mm
- Pb フリー品(RoHS 対応)
- 端子幅：1 番端子 0.375 mm、2 番端子～8 番端子 0.3mm
- 裏面のヒートスラグは基板のパターンで放熱

10. 捺印仕様



11. 動作説明

11.1 基本動作

LC101N の電流制御は非常にシンプルです。FB 端子と LO 端子の間に接続した設定抵抗 R1 の両端電圧が一定になるように、エラーアンプによって内蔵 PNP トランジスタのエミッタとコレクタ間の電圧をリニア制御します。

図 11-1 に LC101N の基本接続回路を示します。

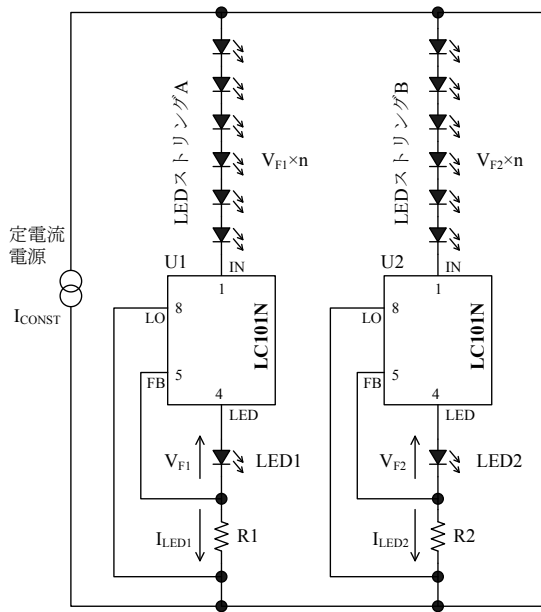


図 11-1 LC101N 基本接続

LED 電流 I_{LED} は式(3)で計算できます。

$$I_{LED} = \frac{V_{FB}}{R1} \tag{3}$$

これより、設定抵抗 R1 は式(4)になります。

$$R1 = \frac{V_{FB}}{I_{LED}} \tag{4}$$

定電流制御するための基準電圧 V_{FB} は 200 mV です。R1 の両端電圧が V_{FB} と等しくなるように制御します。

設定抵抗 R1 の損失 P_{R1} は、式(5)で計算できます。

$$P_{R1} = I_{LED}^2 \times R1 = V_{FB} \times I_{LED} \tag{5}$$

式(3)～式(5)から I_{LED} 、R1 と損失 P_{R1} の関係を求めた結果を表 11-1 に示します。

表 11-1 損失 P_{R1}

I_{LED} (mA)	R1 抵抗値(Ω)	損失 P_{R1} (mW)
50	4	10
100	2	20
150	1.33	30

また、IC の損失は、式(6)で計算できます。

$$P_D = (V_{IN} - V_{LED}) \times I_{LED} \tag{6}$$

ここで、

V_{IN} : IN 端子と LO 端子間の電圧

V_{LED} : LED 端子と LO 端子間の電圧

11.2 供給電源

供給電源には、定電流電源を使用してください。定電圧電源でも動作しますが、本 IC の入出力間電圧差が必要以上に大きくなると、余剰分はすべて損失になります。

供給電源の能力は P_{IN} は、式(7)を満たす必要があります。

$$P_{IN} \geq \{(V_F \times n) + 2.4\} \times I_{CONST} \tag{7}$$

ここで、

N : 直列にする LED の個数

V_F : LED の順方向電圧降下

I_{CONST} : 供給電源の定電流

例えば、図 11-1 において、LED ストリング A、B 共に $I_{LED} = 50$ mA と設定する場合を想定します。 I_{CONST} は、電源の垂下特性を考慮して、LED ストリング A と B の合計の電流値 (100 mA) よりも若干少なめに設定します。ここでは、 $I_{CONST} = 95$ mA とします。 $V_F = 3$ V、 $n = 7$ 個の場合、供給電源の能力 P_{IN} は以下のように計算できます。

$$P_{IN} \geq \{(3 \times 7) + 2.4\} \times 92 = 2.22 \text{ (W)}$$

11.3 電流バランス動作

すべての LED の V_F が同一で、A 列と B 列に同じ電流が流れている場合は、定電流電源 I_{CONST} により制御され、かつ、内蔵トランジスタは飽和状態であるため、電力損失は最小になります。

しかしながら、LED の V_F はばらつくため、完全な平衡状態はありえません。仮に、図 11-1 の LED

ストリング B の V_{F2} がそれぞれ 0.1 V ずつ、LED ストリング A の V_{F1} よりも小さいとします。

このとき、

$$0.1(\text{V}) \times 7(\text{個}) = 0.7(\text{V})$$

は、LED ストリング B の LC101N の IN 端子と LED 端子間で背負うこととなります。しかし、LED ストリング B の I_{LED2} は R2 によって一定に制御されるため、この場合の LED ストリング B の LC101N の損失は、

$$0.7(\text{V}) \times 50(\text{mA}) = 35(\text{mW})$$

の増加に留まり、十分許容可能です。

このように、定電流電源で動作させている場合、LED ストリングへの印加電圧は、最も V_F の高い LED ストリングの必要最小限の値となります。

このように、LC101N を使用すると、 V_F 変化による電流集中や、輝度ムラを最小限に抑えることができます。

11.4 LC101N の動作電圧

LC101N の動作条件は以下の通りです。

- IN 端子と LED 端子の間の最小入出力間電圧差が ΔV_{DIF} より高い。
- LO 端子に対して IN 端子が 2.4 V(min.)以上。

図 11-1 のように、LED 端子と設定抵抗の間に LED を一つ入れることで、LO 端子に対する IN 端子の動作電圧を十分確保できます。

11.5 過電流保護機能 (OCP)

LC101N は図 13-2 のような『フの字』の過電流保護特性を有しています。短絡電流は起動特性を考慮して完全に 0 A にはなりません。そのため、発熱に注意が必要です。

過電流保護で LED 端子電圧が低下すると、入出力間電圧差が大きくなり発熱します (11.6 項の過熱保護が作動することがあります)。

11.6 過熱保護機能 (TSD)

LC101N は、過熱保護回路を有しています。IC チップ上で半導体接合温度 T_j を検出し、接合温度が設定値 $T_{SD} = 130^\circ\text{C}$ (typ.) を超えると、内蔵 PNP トランジスタのドライブ電流を制限します。

過熱保護回路の動作温度は下限が 110°C なので、

$T_j < 110^\circ\text{C}$ で熱設計する必要があります。

過熱保護にはヒステリシスがなく、 T_j が設定温度より下がると、自動復帰します。

過電流状態で過熱保護が作動すると、過電流状態 → V_{LED} の低下 → I_{LED} の低下 → 接合温度低下 → 自動復帰 → 過電流状態

の動作を繰り返し、出力電圧 V_{LED} が間欠発振しているような波形になることがあります (図 13-4 参照)。

● 過熱保護機能に関するご注意

過電流保護機能は、瞬時短絡などの発熱に対して IC を保護することを目的としており、長時間の短絡など、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。

LC101N と接続する LED の実装位置 (距離) や配線方法などによっては、LED の発熱により、LC101N の過熱保護が動作する場合があります。

12. 設計上の注意点

12.1 外付け部品

各部品は使用条件に適合したものを使用してください。

12.1.1 LED 電流設定抵抗 R1

LC101N が LED 電流を制御するための基準電圧 V_{FB} は 200 mV です。この V_{FB} と設定抵抗 R1 の両端電圧が等しくなるように制御します。 V_{FB} は低電圧なので、起動/停止時など過渡状態での誤動作を考慮し、R1 は構造的要因で逆起電圧を生じる巻線型抵抗器は使用しないでください。

また、挿入型の場合はリード線を長くして実装すると、リード線の寄生インダクタンスで逆起電圧が発生しますのでご注意ください。

R1 は、面実装抵抗器を LC101N の近傍に配置して使用することを推奨します。

また、抵抗のオープン/ショート試験で問題が生じる場合は、抵抗器の直並列接続などを考慮してください。

R1 の設定は表 11-1 を参考にしてください。

12.2 パターン設計

12.2.1 パターン設計の注意点

- 図 12-1 のように、設定抵抗 R1 は、LC101N の FB 端子と LO 端子の近傍に配置してください。
- FB 端子から LED1 までの配線は、スイッチング動作している配線との並走パターンは避けてください。誘導によりノイズが FB 端子に重畳し、LC101N が誤動作する場合があります。

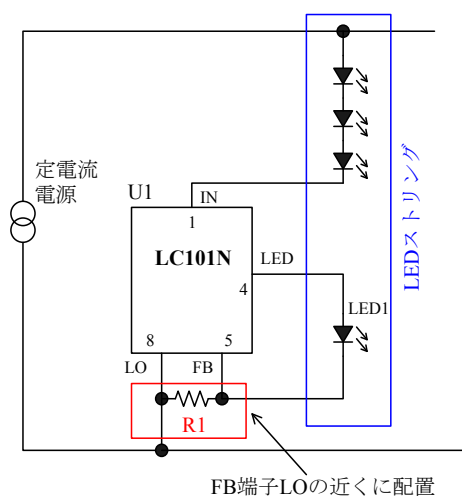


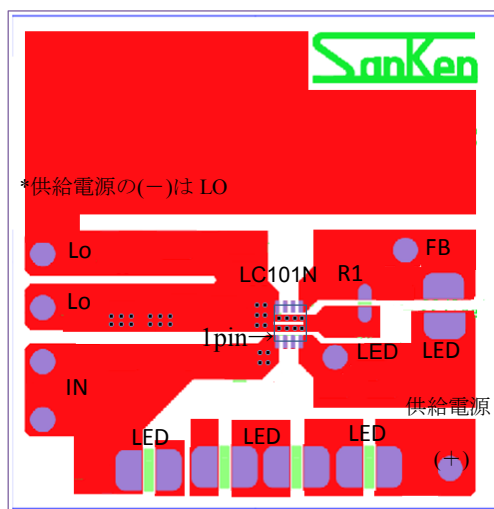
図 12-1 パターンレイアウト注意箇所

12.2.2 参考パターンレイアウト

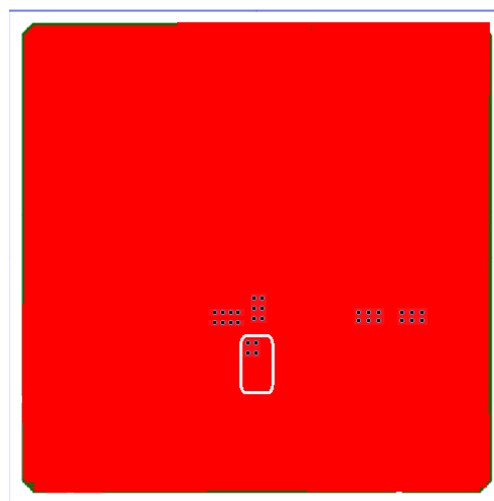
図 12-2 に参考パターンレイアウト、表 12-1 にその基板情報を示します。

表 12-1 参考パターンレイアウトの基板情報

項目	基板情報
基板タイプ	両面
サイズ	40 mm × 40 mm
基材厚	t = 1.6 mm
銅箔厚	35 μm



(A) 部品面



(B) 裏面

図 12-2 参考パターンレイアウト

12.2.3 推奨フットパターン

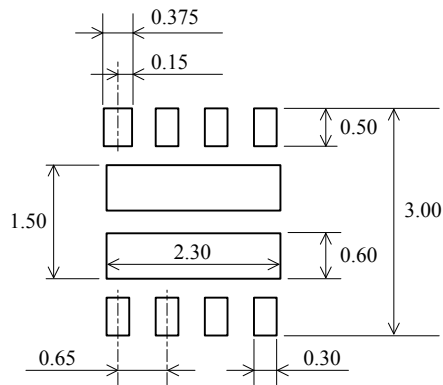


図 12-3 推奨フットパターン
(原寸大ではありません)

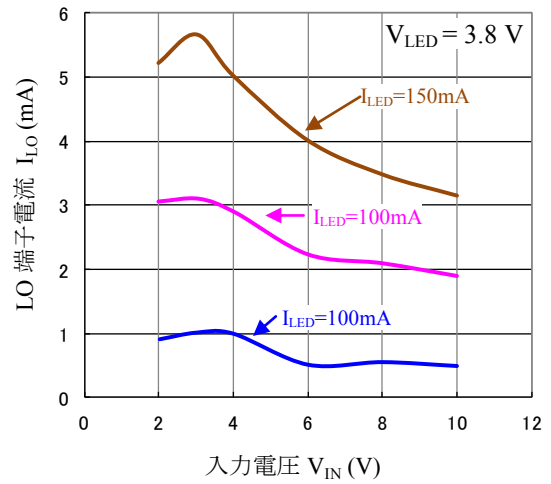


図 13-3 LO 端子電流

13. 代表特性例

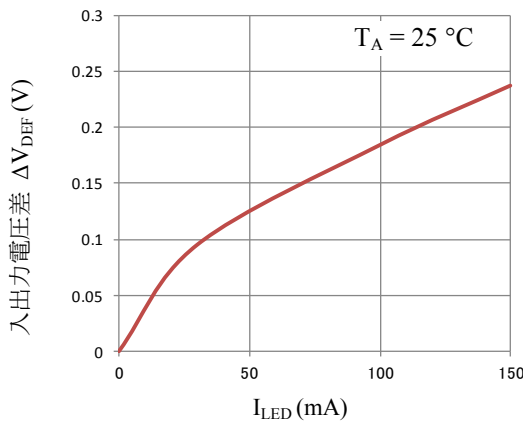


図 13-1 入出力電圧差特性

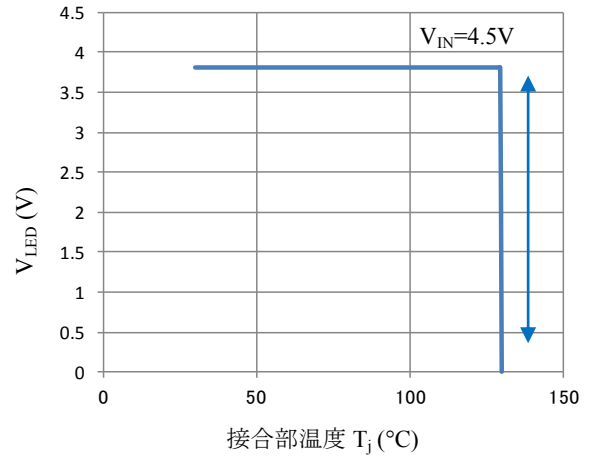


図 13-4 過熱保護

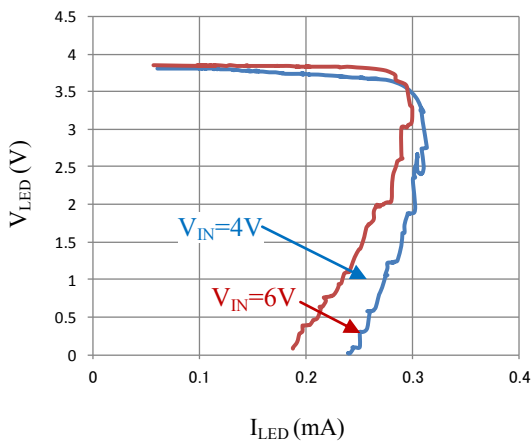
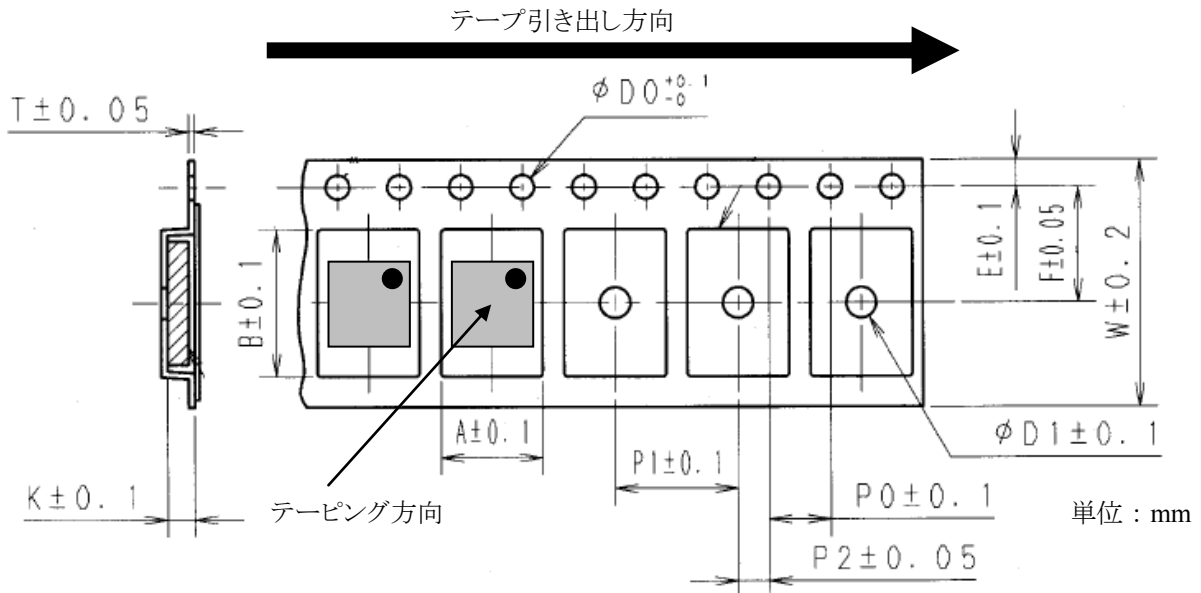
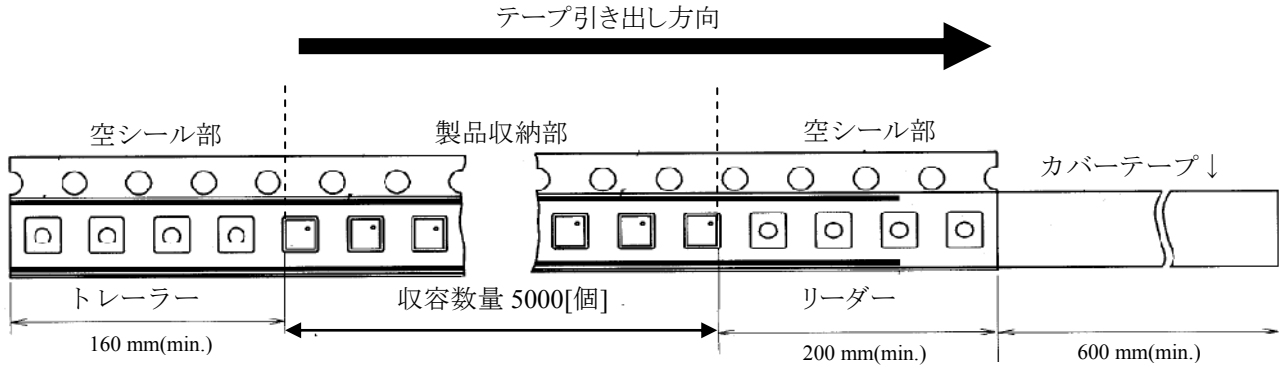


図 13-2 過電流保護特性

14. 梱包仕様

14.1 エンボス・キャリアテープ仕様



W	E	F	P0	P1	P2	A	B	D0	D1	T	K
8.0	1.75	3.5	4.0	4.0	2.0	3.1	2.8	1.5	1.1	0.2	0.75

図 14-1 エンボス・キャリアテープ寸法

14.2 リール仕様

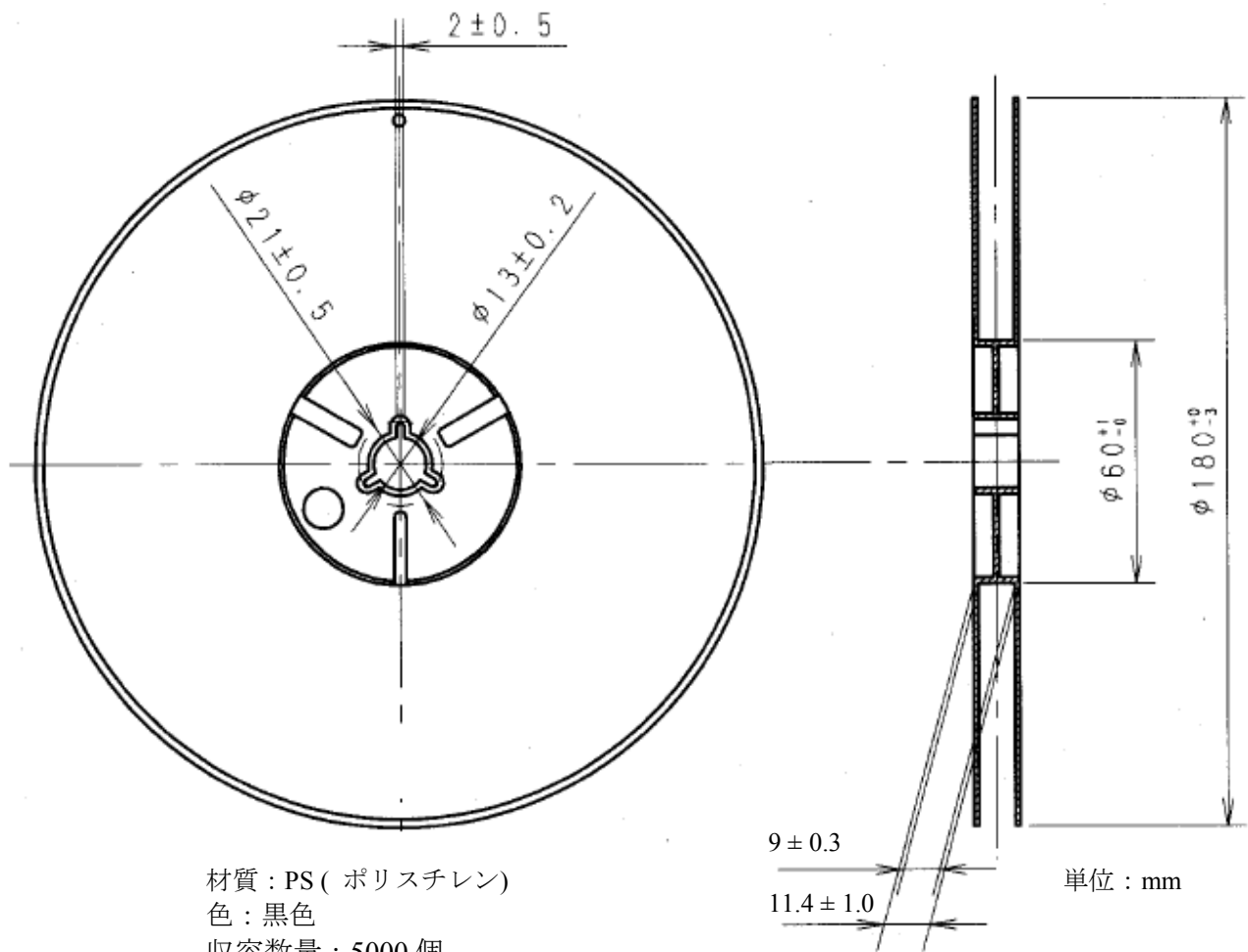


図 14-2 リール寸法

15. リフロー推奨温度プロファイル

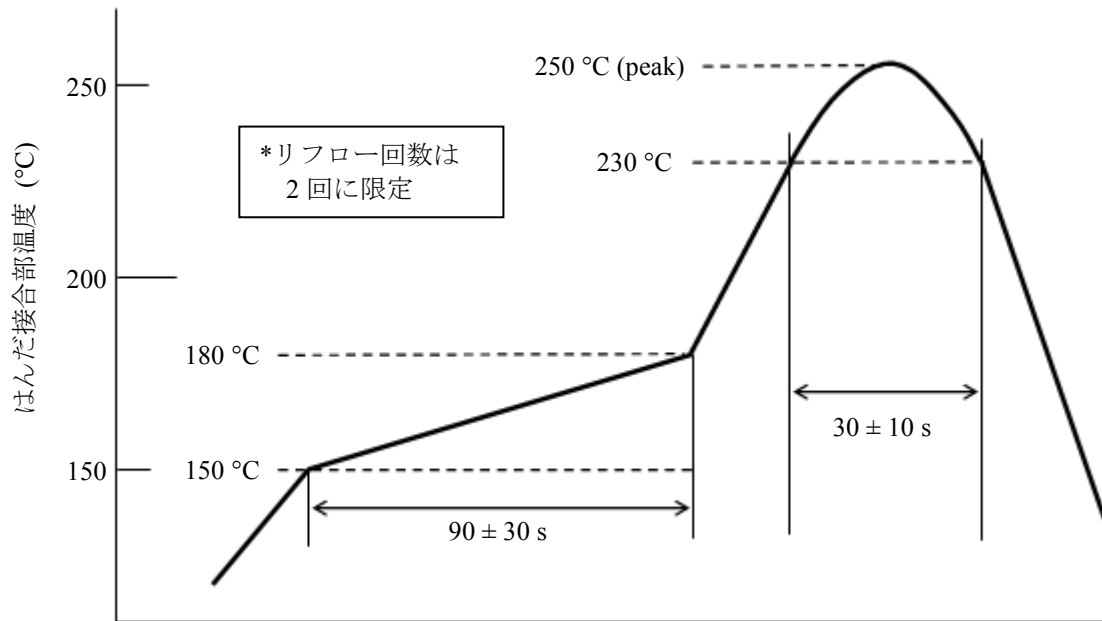


図 15-1 リフロー推奨温度プロファイル

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、表その他のすべての内容は本書発行時点のものとなります。本書に記載している内容は、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。ご使用の際には、納入仕様書に署名または記名押印のうえご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・防犯装置、各種安全装置など）への使用をご検討の際には、必ず事前にその使用の適否につき弊社販売窓口へご相談および納入仕様書に署名または記名押印のうえご返却をお願いします。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、文書による弊社の承諾がない限り使用しないでください。
- 本製品の使用にあたり、本製品に他の製品・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・処理を施す場合には、使用者の責任においてそのリスクを必ずご検討のうえ行ってください。
- 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。本製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、故障発生率およびディレーティングなどを考慮のうえ、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内容を、文書による弊社の承諾なしに転記・複製することを禁じます。
- 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、これらに起因する使用者もしくは第三者のいかなる損害および知的財産権を含む財産権その他一切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。
- 本書に記載している技術情報（以下、「本技術情報」という）は、本製品の使用上の参考として示したもので、弊社の所有する知的財産権その他権利の実施、使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）ならびに本書に記載の情報（正確性、有用性、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。
- 本製品を使用する場合は、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令など、適用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使用してください。
- 本製品および本技術情報を、大量破壊兵器の開発を含む、軍事用途や軍事利用の目的で使用しないでください。また、本製品および本技術情報を輸出または非居住者などに提供する場合は、「米国輸出管理規則」、「外国為替及び外国貿易法」など、各国の適用のある輸出管理法令等を遵守してください。
- 弊社物流網以外での本製品の落下などの輸送中のトラブルについて、弊社は一切責任を負いません。
- 本書は、正確を期すため慎重に製作したのですが、弊社は本書に誤りがないことを保証するものではなく、万一本書に記載している内容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、弊社は一切責任を負いません。
- 本製品を使用するときに特に注意することは納入仕様書、一般的な使用上の注意は弊社ホームページを参照してください。