

$V_{POS} = -65 \text{ V}$ 、 $R_{DS(ON)} = 120 \text{ m}\Omega$

4 直列 LED バイパススイッチ

SPF5047

SanKen

データシート

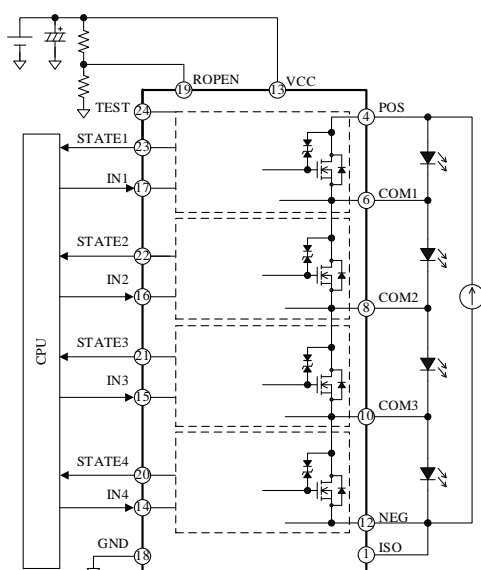
概要

SPF5047 は、自動車のヘッドライトなどに使用する、高輝度マトリクス LED のバイパススイッチです。個々の LED をバイパスするための 4 つの直列スイッチを内蔵しています。CPU からそれぞれの LED を個別に調光できます。また、それぞれの LED のオープン、ショート検出機能を搭載し、その故障信号を CPU に報告できます。1 つの LED がオープン状態になった場合は、内蔵のパワー MOSFET でバイパスし、他の LED の消灯を防止します。パッケージは、小型で高放熱な面実装パッケージ、HSOP24 を採用しています。

特長

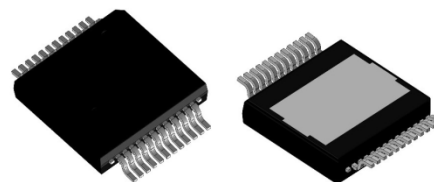
- 4 直列 LED バイパススイッチ
- 最大 16 個の LED を直列駆動可能
(LED の V_F は 3V 程度、本 IC を 4 個使用した場合)
- 低ノイズ
(ゲートドライブ回路にマイナス電源を採用しており、チャージポンプ回路が不要のため、ノイズの原因になる充電電流は流れません。)
- 高効率
(スイッチング損失と、スイッチングノイズのトレードオフの関係を最適化し、 t_r 、 t_f 特性を高精度に制御しています。)
- 故障信号出力
- LED オープン検出
- LED ショート検出

応用回路例



パッケージ

HSOP24



原寸大ではありません。

主要特性

- シリーズ LED 両端電圧 $V_{POS} = -65 \text{ V (max.)}$
- バイパススイッチ出力電流 $I_{OUT} = 2 \text{ A (max.)}$
- バイパススイッチオン抵抗 (25 °C)
 $R_{DS(ON)} = 120 \text{ m}\Omega \text{ (typ.)}$

アプリケーション

- 車載用ヘッドライト
- 昼間点灯装置 (DRL)
- 高輝度マトリクス LED 装置

目次

| | |
|-----------------------|----|
| 概要 | 1 |
| 目次 | 2 |
| 1. 絶対最大定格 | 3 |
| 2. 静電耐量 (ESD) | 3 |
| 3. 推奨動作範囲 | 4 |
| 4. 電気的特性 | 4 |
| 5. ブロックダイアグラム | 6 |
| 6. 各端子機能 | 7 |
| 7. 応用回路例 | 8 |
| 8. 外形図 | 10 |
| 9. 推奨フットパターン | 11 |
| 10. 捺印仕様 | 11 |
| 11. 動作説明 | 12 |
| 11.1. 動作概要 | 12 |
| 11.2. IC の起動、停止 | 12 |
| 11.3. スイッチング動作 | 12 |
| 11.4. LED オープン/ショート検出 | 12 |
| 11.4.1. LED ショート検出 | 13 |
| 11.4.2. LED オープン検出 | 13 |
| 注意書き | 15 |

1. 絶対最大定格

電流値の極性は、IC を基準としてシンクが“+”、ソースが“-”と規定します。
特記がない場合の条件は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、基準電位は GND 端子です。

| 項目 | 記号 | 測定条件 | 定格 | 単位 | 備考 |
|--------------------|--------------------|---|----------------------|------------------|----|
| VCC 端子-NEG 端子間電圧 | V_{CN} | | 70.5 | V | |
| | | $t < 10 \mu\text{s}$ | 72 | V | |
| NEG 端子電圧 | V_{NEG} | | -65~0 | V | |
| POS 端子電圧 | V_{POS} | | -65~0 | V | |
| VCC 端子電圧 | V_{CC} | | 0~5.5 | V | |
| 入力端子電圧 | V_{IN} | | 0~5.5 | V | |
| STATE 端子電圧 | V_{ST} | | 0~5.5 | V | |
| STATE 端子電流 | I_{ST} | | ± 10 | mA | |
| ROPEN 端子電圧 | V_{ROPEN} | | 0~5.5 | V | |
| MOSFET ドレイン-ソース間電圧 | V_{DS} | | V_{CLAMP}^* | V | |
| MOSFET アクティブクランプ時間 | t_{CLAMP} | 1 チャネル、 $I_{\text{OUT}} = 2 \text{ A}$ | 100 | ms | |
| | | 4 チャネル同時、 $I_{\text{OUT}} = 2 \text{ A}$ | 50 | ms | |
| 出力電流 | I_{OUT} | | 2 | A | |
| ジャンクション温度 | T_{j} | | 150 | $^\circ\text{C}$ | |
| 動作周囲温度 | T_{OPR} | | -40~125 | $^\circ\text{C}$ | |
| 許容損失 | P_{D} | | 6.2 | W | |
| 保存温度 | T_{stg} | | -40~150 | $^\circ\text{C}$ | |

*アクティブクランプ電圧 V_{CLAMP} で制限されます。

2. 静電耐量 (ESD)

条件は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、基準電位は ISO 端子です。

| 項目 | 記号 | 測定条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|------------------|-----------------------|---|-------|------|------|----|
| ヒューマンボディーモデル静電耐量 | $V_{\text{ESD(HBM)}}$ | $C = 100 \text{ pF}$ 、 $R = 1.5 \text{ k}\Omega^*$ | -2000 | — | 2000 | V |
| マシーンモデル静電耐量 | $V_{\text{ESD(MM)}}$ | $C = 200 \text{ pF}$ 、 $R = 0 \Omega$ 、 全端子 | -200 | — | 200 | V |

*JEITA EIAJ ED-4701-304 に準拠

3. 推奨動作範囲

| 項目 | 記号 | 測定条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 | 備考 |
|-----------|-----------|------|------|------|------|----|------------|
| 動作電源電圧 | V_{CC} | | 4.9 | — | 5.1 | V | VCC 端子 |
| PWM 駆動周波数 | f_{PWM} | | 100 | — | 500 | Hz | IN1~IN4 端子 |

4. 電気的特性

電流値の極性は、IC を基準としてシンクが“+”、ソースが“-”と規定します。特記がない場合、1 チャンネルあたりの特性値で、電位の基準は GND 端子です。特記がない場合の条件は $T_j = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}^{(1)}$ 、VCC 端子電圧 $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ 、NEG 端子電圧 $V_{NEG} = -30\text{ V}$ 、NEG 端子と ISO 端子は短絡です。測定するチャンネル以外の INx 端子電圧は 5V 固定とします。

| 項目 | 記号 | 測定条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|---------------------------------|---------------|--|----------------|------|----------|------------------|
| 動作開始電源電圧 | $V_{CC(ON)}$ | | 3.0 | 3.5 | 4.0 | V |
| 動作停止電源電圧 | $V_{CC(OFF)}$ | | 2.4 | 2.7 | 3.0 | V |
| 回路電流 1 | I_{CC1} | $V_{IN1} = V_{IN2} = V_{IN3} = V_{IN4} = 0\text{ V}$ | — | — | 11 | mA |
| 回路電流 2 | I_{CC2} | $V_{IN1} = V_{IN2} = V_{IN3} = V_{IN4} = 5\text{ V}$ 、 各ドレイン-ソース間電圧 = 4 V | — | — | 11.5 | mA |
| IN 端子入力しきい値電圧 | V_{THH} | | 3.5 | — | — | V |
| | V_{THL} | | — | — | 1.5 | V |
| IN 端子入力電流 | I_{IN} | | — | 50 | 100 | μA |
| 出力オン抵抗 | $R_{DS(ON)}$ | $T_j = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{ A}$ | — | 120 | 150 | $\text{m}\Omega$ |
| | | $T_j = 125^{\circ}\text{C}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{ A}$ | — | — | 250 | $\text{m}\Omega$ |
| アクティブクランプ電圧 | V_{CLAMP} | $I_{OUT} = 1\text{ A}$ 、 測定するチャンネル以外の INx 端子は 0 V 固定 | 12 | 15 | 18 | V |
| ショート検出電圧 ⁽²⁾ | V_{SH} | $V_{ROPEN} = 2\text{ V}$ | 1.25 | 1.5 | 1.75 | V |
| オープン検出しきい値電圧設定範囲 ⁽²⁾ | V_{OPR} | | 1.75 | — | 11 | V |
| オープン検出電圧 ⁽²⁾ | V_{OP2} | $V_{ROPEN} = 0.5\text{ V}$ | 1.84 | 2.00 | 2.16 | V |
| | V_{OP4} | $V_{ROPEN} = 1\text{ V}$ | 3.68 | 4.00 | 4.32 | V |
| | V_{OP8} | $V_{ROPEN} = 2\text{ V}$ | 7.36 | 8.00 | 8.64 | V |
| | V_{OP10} | $V_{ROPEN} = 2.5\text{ V}$ | 9.2 | 10.0 | 10.8 | V |
| ROPEN 端子入力電流 | I_{ROP} | $V_{ROPEN} = 3\text{ V}$ | — | 1.2 | 4 | μA |
| STATE 端子出力電圧 | V_{STH} | $I_{STATE} = -5\text{ mA}$ | $V_{CC} - 0.5$ | — | V_{CC} | V |
| | V_{STL} | $I_{STATE} = 5\text{ mA}$ | 0 | — | 0.5 | V |
| オープン/ショート検出最小時間 | t_{DET} | | 50 | — | — | μs |
| 内部発振器周期 | t_{CLK} | | 3.04 | 4 | 4.96 | μs |

⁽¹⁾ $T_j = -40^{\circ}\text{C}$ は設計保証です。製品の出荷検査は、電気的特性値に対して 25°C 、 125°C で実施します。

⁽²⁾ 内部 MOSFET のドレイン-ソース間電圧値です。

SPF5047

| 項目 | 記号 | 測定条件 | Min. | Typ. | Max. | 単位 |
|-----------------|----------------|--------------------------|------|------|------|---------------|
| ショート検出フィルタ時間 | t_{SH} | $V_{ROPEN} = 2\text{ V}$ | 17.1 | 22.5 | 27.9 | ms |
| オープン検出フィルタ時間 | t_{OP} | $V_{ROPEN} = 2\text{ V}$ | 17.1 | 22.5 | 27.9 | ms |
| ショート検出復帰遅延時間 | t_{SHB} | $V_{ROPEN} = 2\text{ V}$ | — | — | 50 | μs |
| オープン検出遅延時間 | t_{OPR} | $V_{ROPEN} = 2\text{ V}$ | — | — | 50 | μs |
| オープン復帰フィルタ時間 | t_{OPB} | $V_{ROPEN} = 2\text{ V}$ | 12.4 | 16.4 | 20.4 | ms |
| フィルタ時間関係性 | t_{OP-OPB} | t_{OP} と t_{OPB} の差分 | 4.7 | 6.1 | 7.5 | ms |
| 出力伝達時間 | t_{ON} | (3) | — | 40 | 80 | μs |
| | t_{OFF} | | — | 40 | 80 | μs |
| 出力上昇時間 | t_r | | 30 | 70 | 110 | μs |
| 出力下降時間 | t_f | | 30 | 70 | 110 | μs |
| 出力伝達時間差 | t_{DIFF} | | -30 | — | 30 | μs |
| ジャンクション-ケース間熱抵抗 | θ_{j-c} | | | — | — | 4.9 |

(3) 各ドレイン-ソース間電圧 = -30 V、ソース抵抗 4 Ω を接続。NEG 端子と測定チャンネルのソース端子を短絡。スイッチング時間の定義は図 4-1 参照。

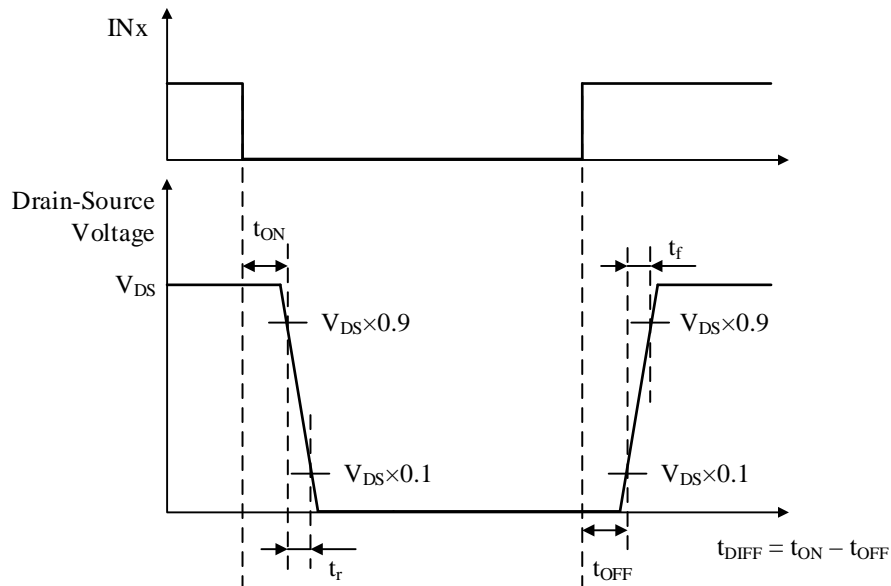
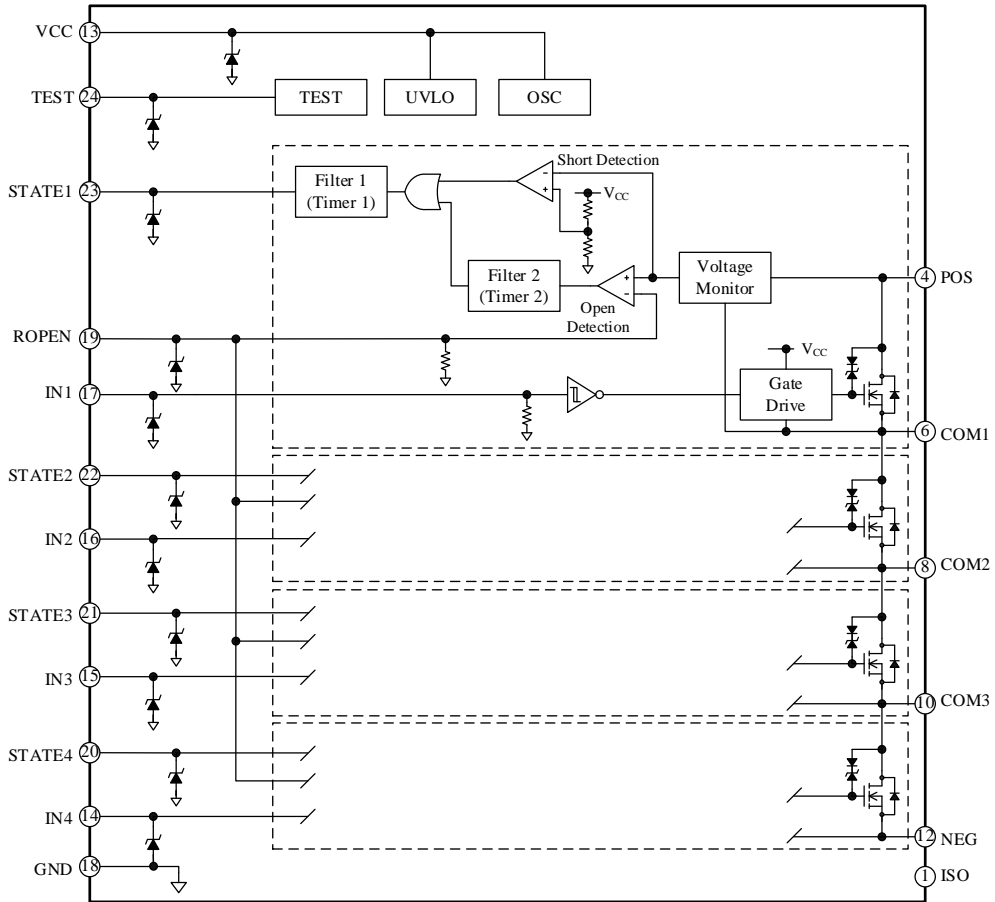
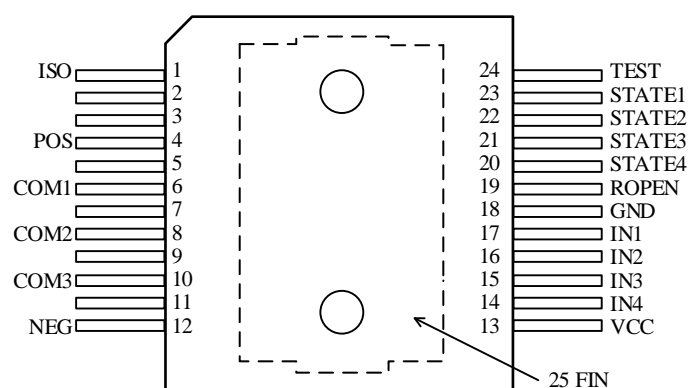


図 4-1 スイッチング時間定義

5. ブロックダイアグラム



6. 各端子機能



| 端子番号 | 端子名 | 機能 |
|------|--------|--|
| 1 | ISO | MIC 基準端子 NEG 端子と IC 内部でショート |
| 2 | (NC) | (非接続) |
| 3 | (NC) | (非接続) |
| 4 | POS | チャンネル 1 ドレイン端子 |
| 5 | (NC) | (非接続) |
| 6 | COM1 | チャンネル 1 ソース端子およびチャンネル 2 ドレイン端子 |
| 7 | (NC) | (非接続) |
| 8 | COM2 | チャンネル 2 ソース端子およびチャンネル 3 ドレイン端子 |
| 9 | (NC) | (非接続) |
| 10 | COM3 | チャンネル 3 ソース端子およびチャンネル 4 ドレイン端子 |
| 11 | (NC) | (非接続) |
| 12 | NEG | チャンネル 4 ソース端子 ISO 端子と IC 内部でショート |
| 13 | VCC | 5V 電源供給端子 |
| 14 | IN4 | チャンネル 4 入力端子 |
| 15 | IN3 | チャンネル 3 入力端子 |
| 16 | IN2 | チャンネル 2 入力端子 |
| 17 | IN1 | チャンネル 1 入力端子 |
| 18 | GND | グラウンド端子 |
| 19 | ROOPEN | LED オープン検出しきい値電圧設定用端子、チャンネル 1～チャンネル 4 共通設定 |
| 20 | STATE4 | チャンネル 4 オープン/ショート検出端子 |
| 21 | STATE3 | チャンネル 3 オープン/ショート検出端子 |
| 22 | STATE2 | チャンネル 2 オープン/ショート検出端子 |
| 23 | STATE1 | チャンネル 1 オープン/ショート検出端子 |
| 24 | TEST | 製品検査用端子 通常は未使用、GND 端子とショートして使用 |
| 25 | FIN | 裏面放熱フィン NEG 端子と ISO 端子にショートして使用 |

7. 応用回路例

NEG 端子、ISO 端子、裏面の放熱フィンが PCB レイアウトでショートして使用します。さらに、これらの端子は IC の端子で最も低い電位（マイナス電位）に接続します。

TEST 端子は GND 端子と PCB レイアウトでショートして使用します。

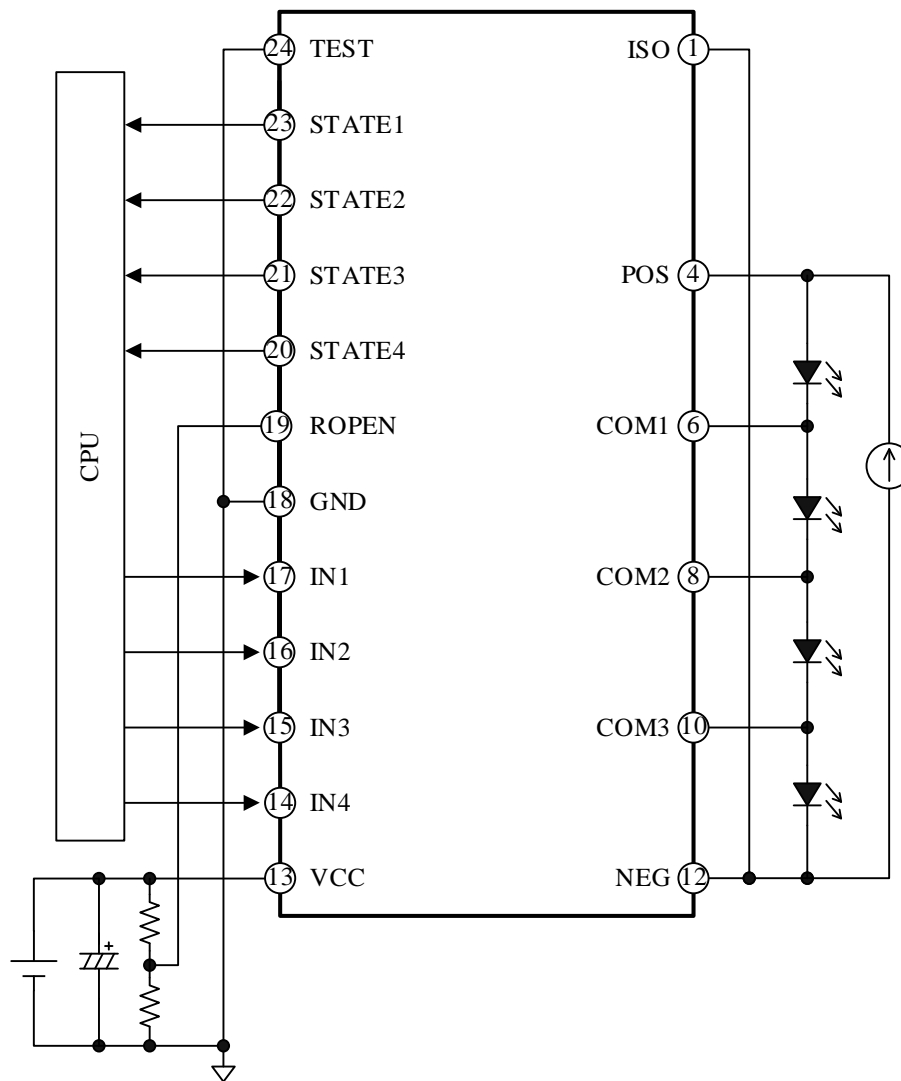


図 7-1 応用回路例 (4 チャンネル)

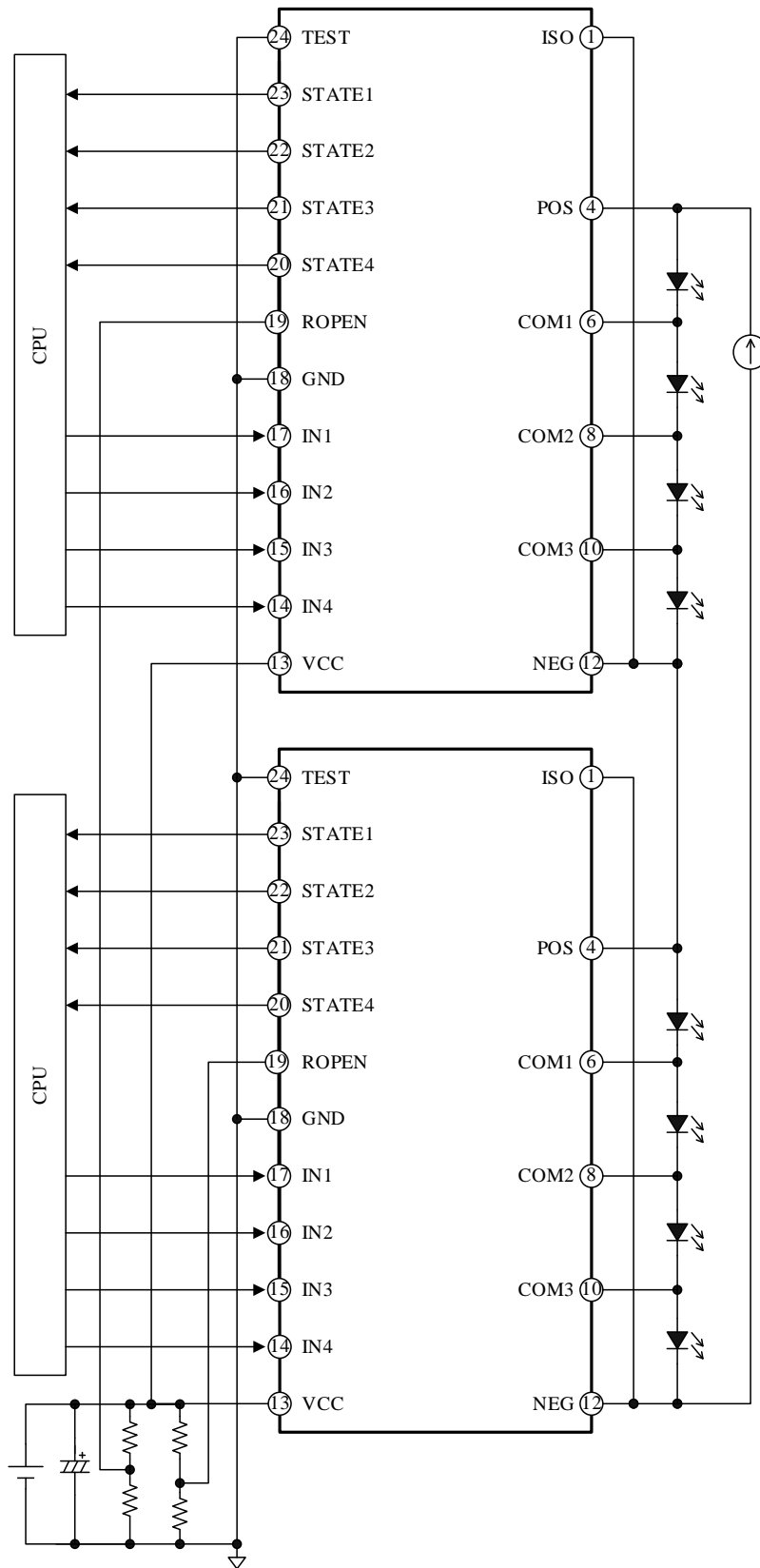
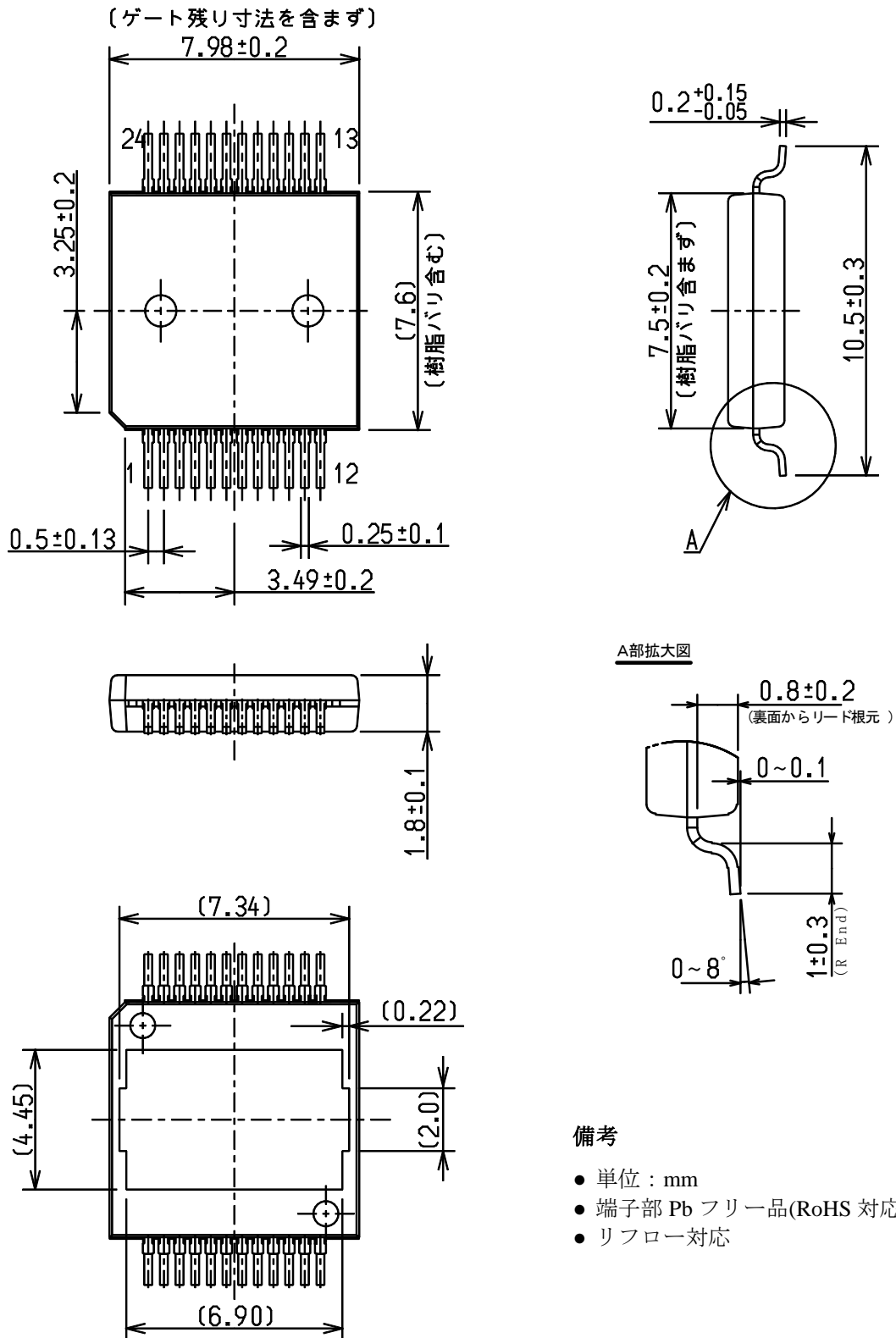


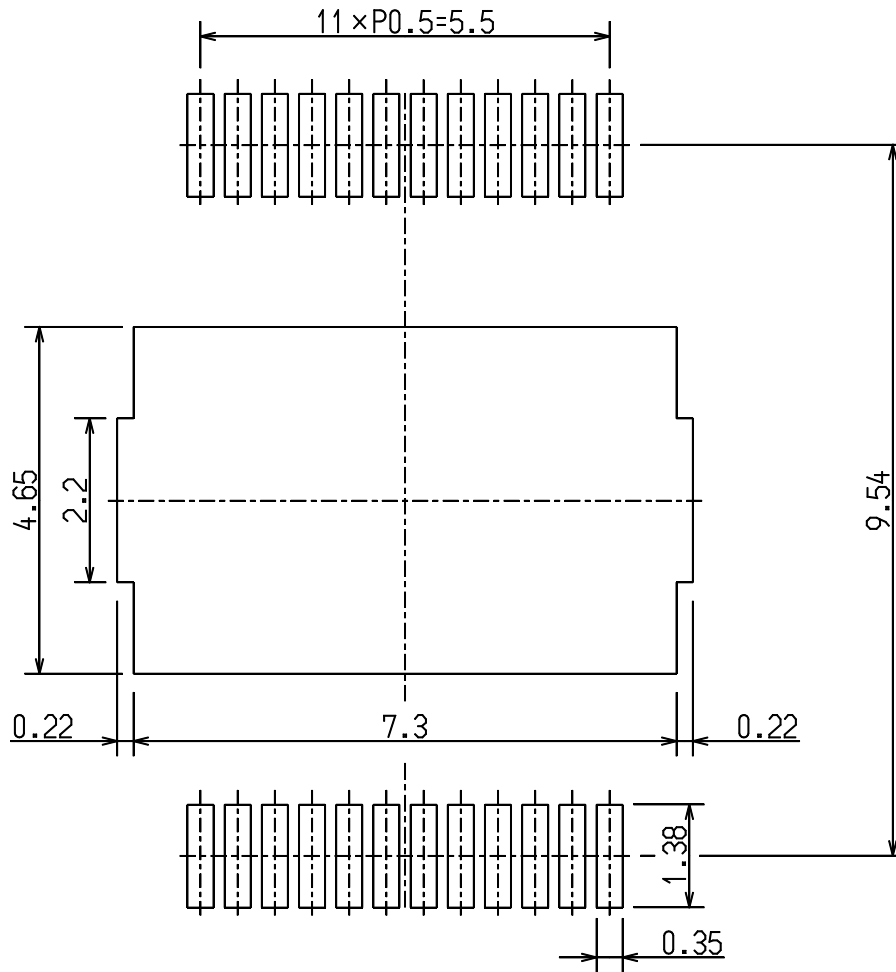
図 7-2 応用回路例 (8チャンネル)

8. 外形図

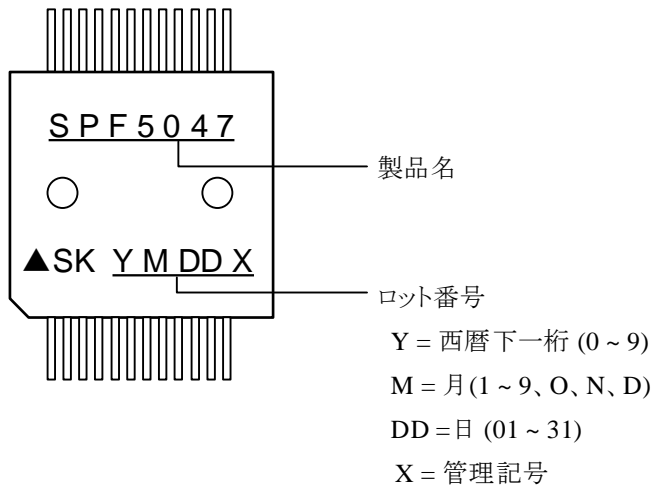
- HSOP24



9. 推奨フットパターン



10. 捺印仕様



11. 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。電流値の極性は、IC を基準として、シンクを“+”、ソースを“-”と規定します。

11.1. 動作概要

SPF5047 は直列接続した LED を、それぞれ個別に調光できます。SPF5047 に内蔵している MOSFET をそれぞれ LED と並列に接続して使用し、LED に流れる電流量を個別に可変させます。これにより、LED の瞬間消灯や直列接続の LED の部分調光が可能です。

また、それぞれの LED に対してオープン/ショート検出機能を搭載し、異常信号を出力します。

11.2. IC の起動、停止

本 IC は低入力電圧保護 (UVLO: Undervoltage Lockout) 回路を搭載し、VCC 端子電圧が $V_{CC(ON)} = 3.5\text{ V}$ 以上になると、制御回路は動作を開始します。

LED は本 IC の起動後に駆動させ、その後、IN1~IN4 端子に PWM 信号を入力します。

VCC 端子電圧が $V_{CC(OFF)} = 2.7\text{ V}$ 以下になると UVLO 回路が動作し、制御回路は動作を停止します。

11.3. スイッチング動作

IN1~IN4 端子 (以下「IN_x 端子」とする) には、出力の MOSFET の駆動信号を入力します。IN_x 端子の入力信号波形に同期して、各出力の MOSFET が動作します。IN_x 端子が“L”で MOSFET がオンの論理で、このときの LED は消灯状態です。IN_x 端子には、PWM 信号を入力し、デューティの設定で LED を調光します。PWM 信号の周波数は 100 Hz~500 Hz を推奨します。

本 IC は、スイッチング損失と、スイッチングノイズのトレードオフの関係を最適化するために、tr、tf 特性を高精度に制御しています。これにより、高効率で低ノイズなスイッチング動作が可能です。

さらに、本 IC の制御回路部はプラス電源で動作し、MOSFET 駆動回路部はマイナス電源 (POS 端子と NEG 端子の間の電位が、制御部のグランド電位以下) で動作します。この方式を採用することで、MOSFET 駆動回路部用のチャージポンプ回路が不要になり、これに起因するノイズを削減できます。

11.4. LED オープン/ショート検出

図 11-1 に CH1 の内部ブロック図を示します。

本 IC は、出力 MOSFET のドレイン-ソース間電圧 V_{DS} を検出し、LED オープン/ショートを判定します。 V_{DS} は IC 内部で 0.25 倍され、ショート検出コンパレータやオープン検出コンパレータに入力されます。これらのコンパレータは $t_{DET} = 50\text{ }\mu\text{s}$ (min.) のフィルタを搭載しており、これ以下の信号には応答しません。

オープン/ショート検出コンパレータ入力電圧とドレイン-ソース間電圧の関係を図 11-2 に示します。異常検出時は、STATE1~STATE4 端子 (以下「STATE_x 端子」とする) が“H”になり、マイコンに異常信号を伝達できます。STATE_x 端子が“H”になる際、ノイズ信号に応答しないように本 IC はフィルタを搭載しています。フィルタ時間は、IC 内部の発振回路 (OSC) のクロックを用いて生成します。

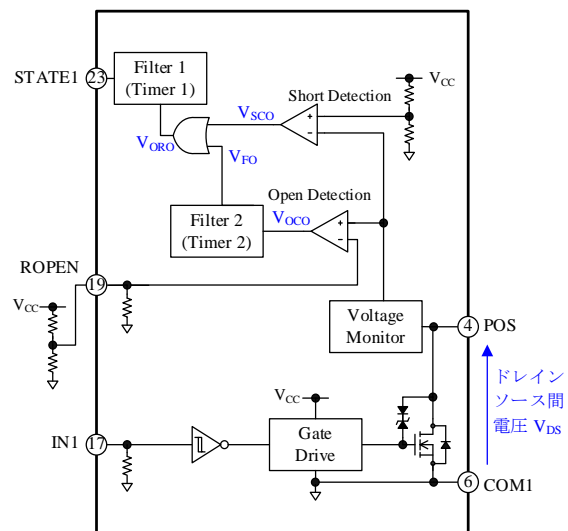


図 11-1 内部ブロック図 (CH1)

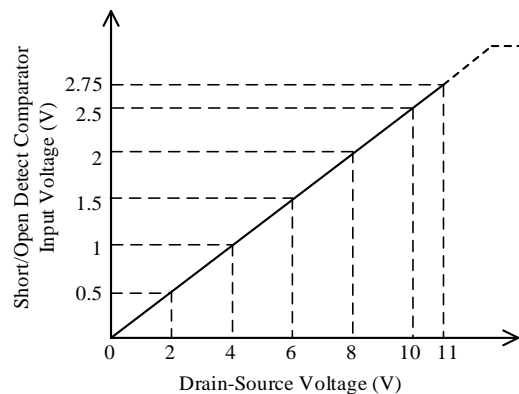


図 11-2 オープン/ショート検出コンパレータ入力電圧とドレイン-ソース間電圧の関係

11.4.1. LED ショート検出

図 11-3 に LED ショート検出時の動作波形、図 11-4 に図 11-3 の A 部の拡大図を示します。

LED がショート状態になると、 V_{DS} が低下します。 V_{DS} がショート検出電圧 $V_{SH} = 1.5 \text{ V}$ 以下の状態を、ショート検出フィルタ時間 $t_{SH} = 22.5 \text{ ms}$ 以上継続すると、対応するチャンネルの $STATEx$ 端子が“H”になります。

その後、 V_{DS} が $V_{SH} = 1.5 \text{ V}$ より高くなると、ショート検出復帰遅延時間 $t_{SHB} = 50 \mu\text{s}$ (max.)後にショート検出コンパレータが反転します。 $STATEx$ 端子は、ショート検出コンパレータが反転してからクロックパルス 12 周期分経過後に“L”になります。その後、定常動作に戻ります。

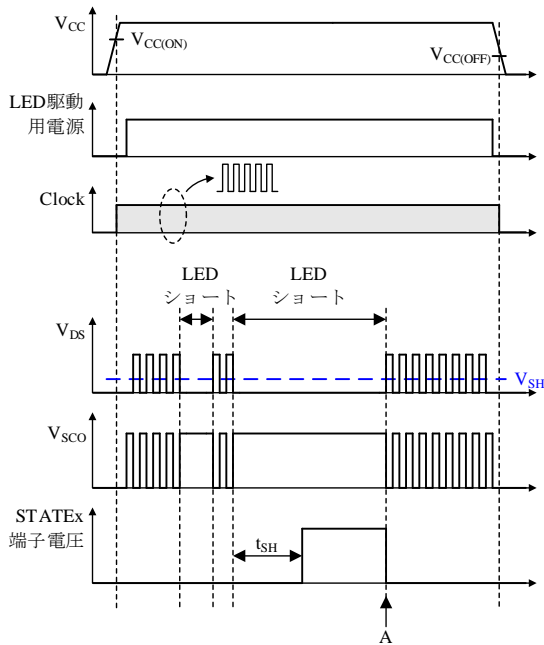


図 11-3 ショート検出波形

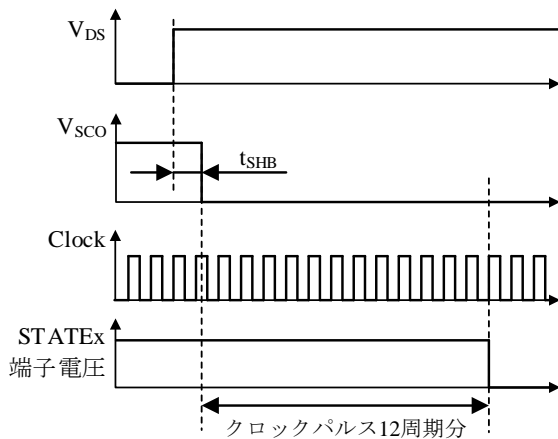


図 11-4 ショート検出波形 (A 部拡大)

11.4.2. LED オープン検出

図 11-5 に LED オープン検出時の動作波形、図 11-6 に図 11-5 の B 部の拡大図を示します。

LED がオープン状態になると、 V_{DS} が上昇します。

V_{DS} がオープン検出電圧 V_{OP} 以上になると、オープン検出フィルタ時間 $t_{OP} = 22.5 \text{ ms}$ に、対応するチャンネルの $STATEx$ 端子が“H”になります。

誤検出防止のため、オープン検出コンパレータ出力 V_{OCO} が“H”になっても、クロックパルス 3 周期分以下の“H”信号は伝達しません (図 11-5 参照)。

その後、 V_{DS} が V_{OP} より低くなると、オープン復帰フィルタ時間 $t_{OPB} = 16.4 \text{ ms}$ 後にオープン検出コンパレータ電圧 V_{OCO} が反転します。その後、図 11-4 同様に、 $t_{SHB} = 50 \mu\text{s}$ (max.)後にショート検出コンパレータが反転し、 $STATEx$ 端子は、ショート検出コンパレータが反転してからクロックパルス 12 周期分経過後に“L”になります。その後、定常動作に戻ります。

オープン検出電圧 V_{OP} は、表 11-1 のように $ROPEN$ 端子電圧に依存します。LED 電流に応じて $ROPEN$ 端子電圧を設定します。

表 11-1 オープン検出電圧と $ROPEN$ 端子電圧の関係

| 記号 | ROPEN 端子電圧 | オープン検出電圧 V_{OP} | | |
|------------|------------|-------------------|--------|--------|
| | | Min. | Typ. | Max. |
| V_{OP2} | 0.5 V | 1.84 V | 2.00 V | 2.16 V |
| V_{OP4} | 1 V | 3.68 V | 4.00 V | 4.32 V |
| V_{OP8} | 2 V | 7.36 V | 8.00 V | 8.64 V |
| V_{OP10} | 2.5 V | 9.2 V | 10.0 V | 10.8 V |

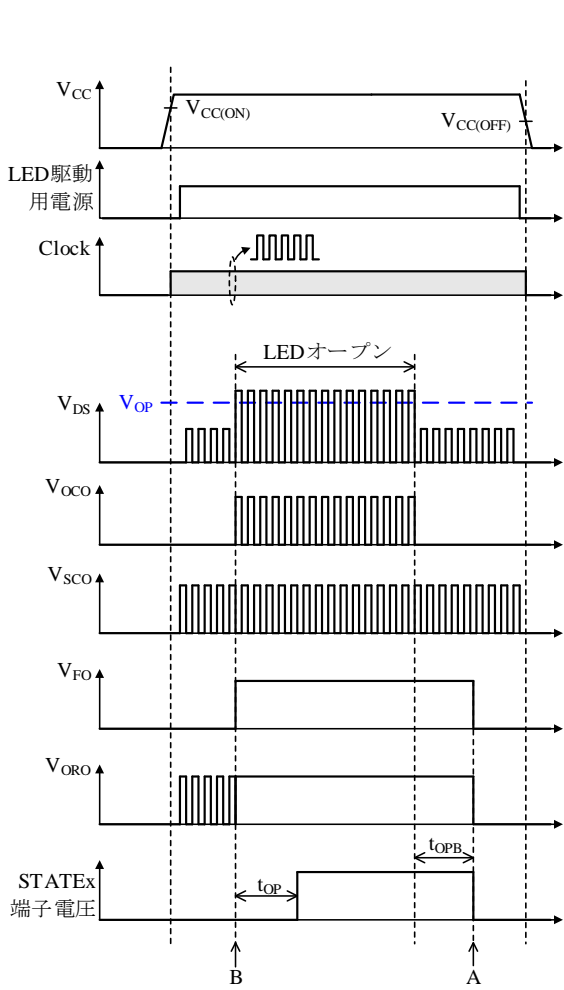


図 11-5 オープン検出波形

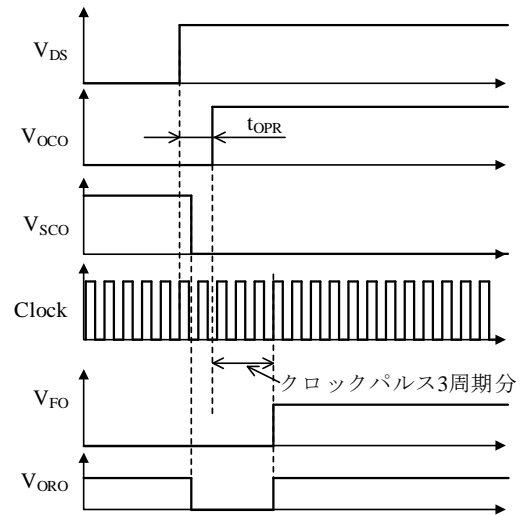


図 11-6 オープン検出波形 (B部拡大)

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弊社販売窓口を確認してください。
- 本製品は、電子機器（輸送機器とその制御装置、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（交通信号制御装置、防災・防犯装置など）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。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りません。特定用途に本製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害などに関し、弊社は一切その責任を負いません。
- 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、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、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など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。
- 本書で使用される個々の商標、商号に関する権利は、弊社その他の原権利者に帰属します。