

TOSHIBA

フォトリレー E-book (メカニカルリレー置換)

東芝デバイス&ストレージ株式会社

2024-02-01

Contents

- 01 フォトリレーとは
- 02 フォトリレーの利点
- 03 フォトリレーの用語解説
- 04 フォトリレー選定のポイント
- 05 設計時の注意点
- 06 高容量 (大電流)品主要ラインアップ
- 07 応用例

01

フォトリレーとは

リレーの分類

| 大分類 | 小分類 | 備考 |
|----------------------|----------------------|---|
| メカニカルリレー (有接点リレー) | シグナルリレー | <ul style="list-style-type: none">接点電流が2 A以下で、信号、回線、高周波などの制御を目的としたメカニカルリレー高周波リレーを含む |
| | パワーリレー | <ul style="list-style-type: none">接点開閉電流が2 A超のメカニカルリレー制御盤向けの汎用リレー (一般リレー)、DC大電流を制御するパワーリレーなどを含む |
| 半導体リレー (無接点リレー) | フォトリレー (MOSFET出力) | <ul style="list-style-type: none">出力側のデバイスとしてMOSFETを用いたリレー主にシグナルリレーの代替として用いられるAC/DCどちらの負荷にも対応可能 <p>当社では、電流定格が1 A以上の製品を高容量 (大電流)フォトリレーと呼んでいる</p> |
| | SSR (ソリッドステートリレー) | <ul style="list-style-type: none">出力側のデバイスとしてフォトトライアック / フォトランジスター / フォトサイリスターなどの半導体デバイスを用いたリレーフォトトライアック / フォトサイリスターはAC負荷に限定される |

 この分類は実際のカatalogディストリビューター (例: Digikey / Mouserなど)での分類とは異なる場合があります。製品検索時には直接製品名で検索することを推奨します。

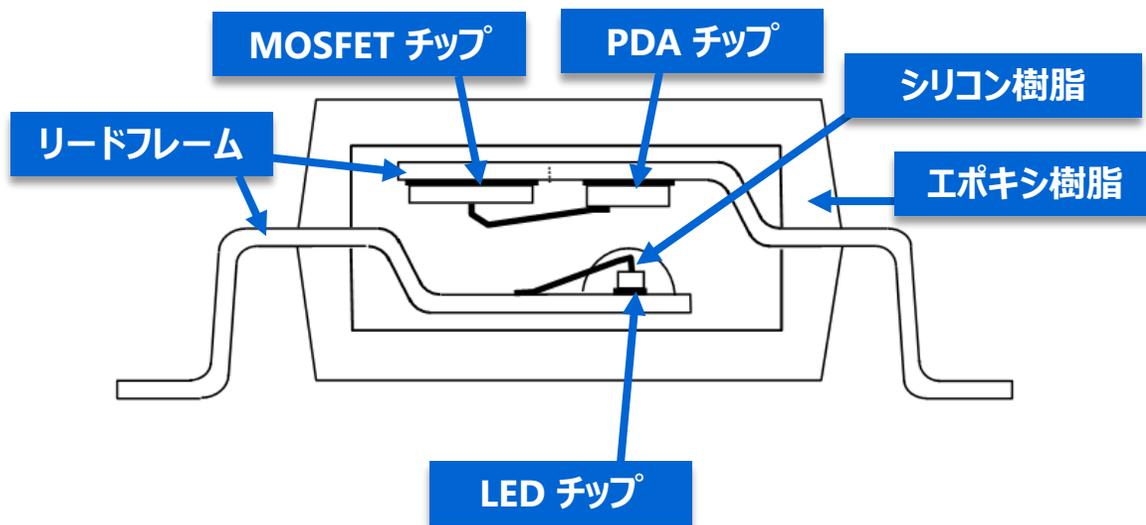
フォトリレーの構造

SO6 パッケージ



3.7 × 7.0 × 2.1 mm

フレームタイプ



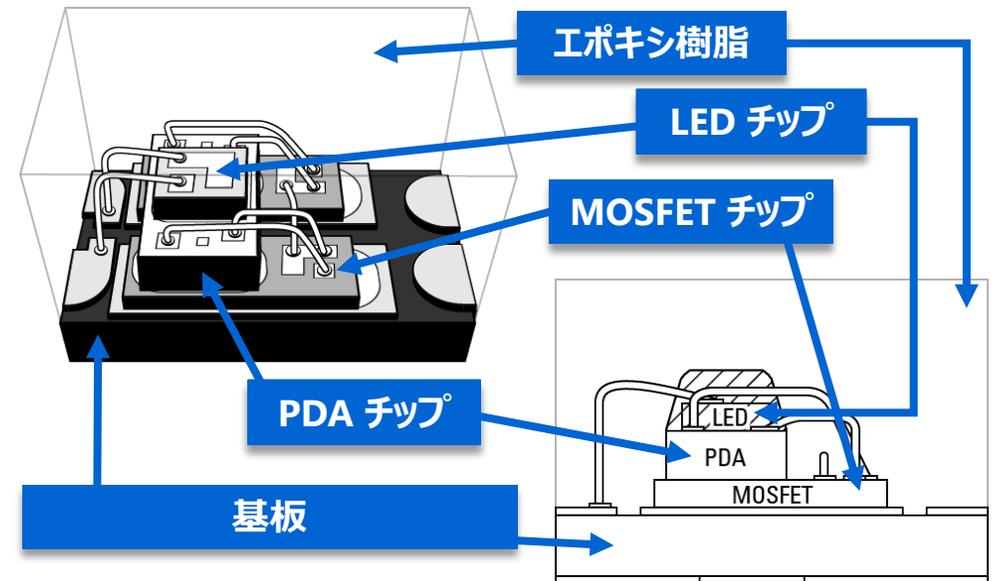
MOSFET: **M**etal **O**xide **S**emiconductor **F**ield **E**ffect **T**ransistor
PDA: **P**hoto **D**iode **A**rray

S-VSON パッケージ

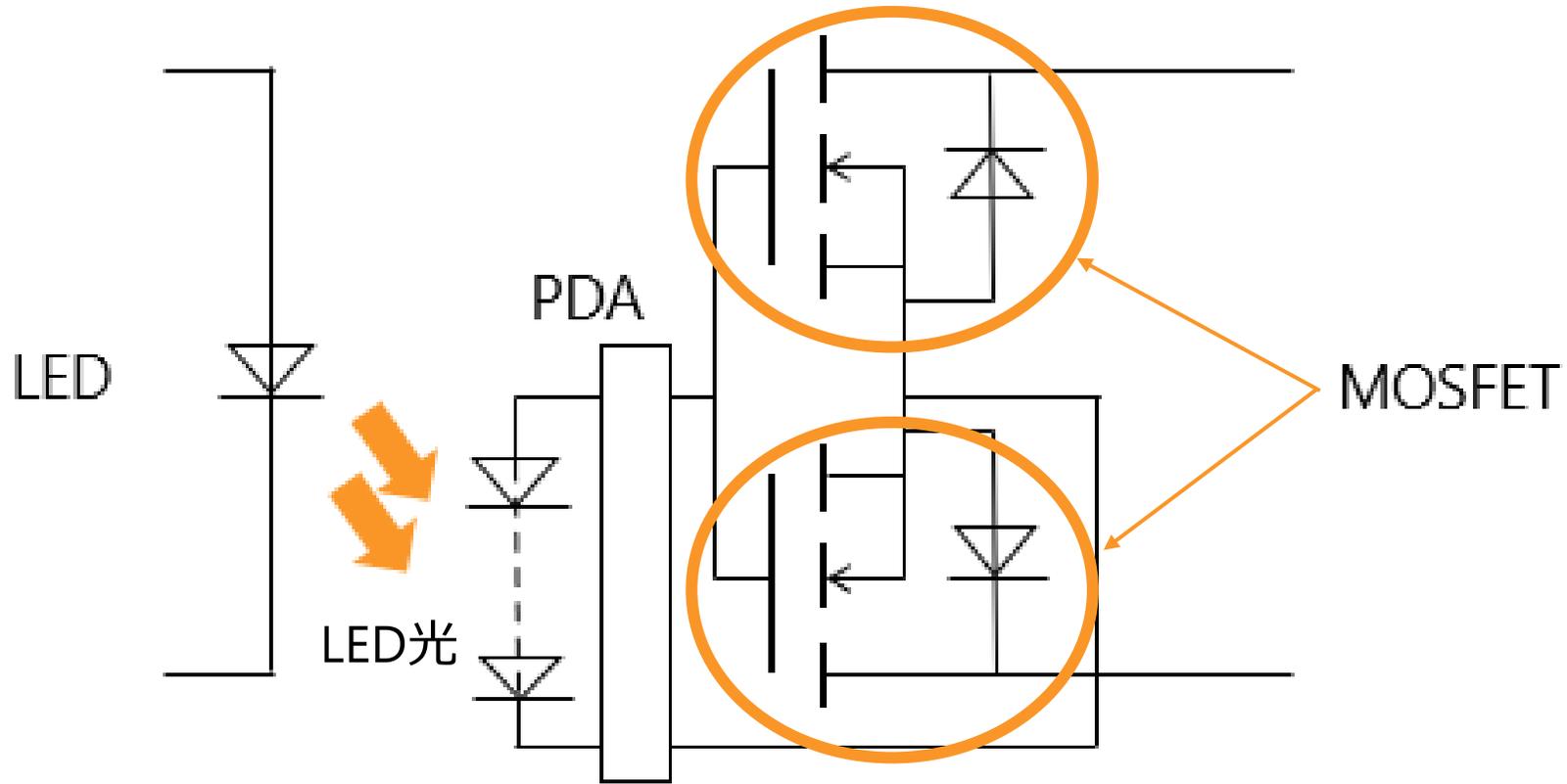


2.0 × 1.45 × 1.65 mm

基板タイプ



フォトリレーの動作原理 (1a接点品の場合)



動作の流れ

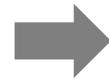
①

LEDを発光



②

LEDの光を受光したPDA (太陽電池と同様の役割)が電源としてMOSFETのゲートを駆動



③

MOSFETがオンし、出力側の回路が導通

02

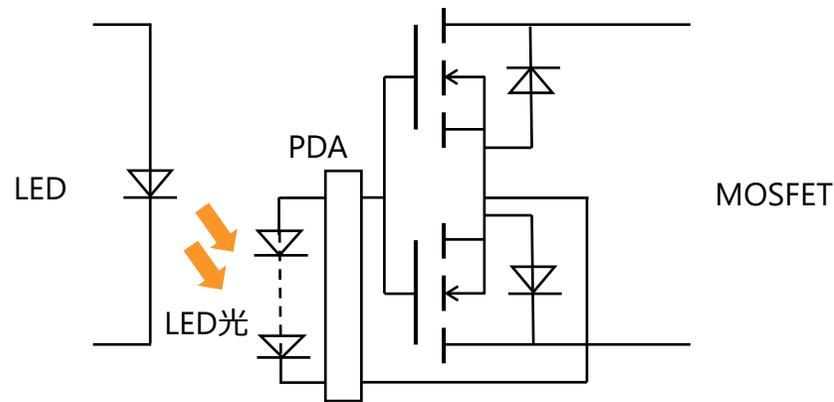
フォトリレーの利点

項目

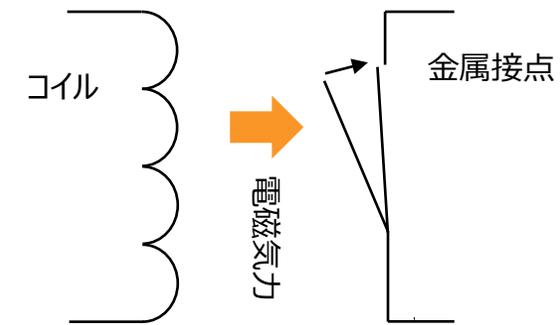
- フォトリレーとメカニカルリレーの違い p. 9
- 東芝フォトリレーのパッケージトレンド p.10
- 高信頼性 (長寿命) p.11
- 低入力電流 / 低電圧駆動 p.12
- スイッチング特性に優れる (高速・低ノイズ・静音) p.13
- ホットスイッチングに対応 p.14
- メカニカルリレーとの性能比較 p.15

フォトリレーとメカニカルリレーの違い

フォトリレー (MOSFET出力)



メカニカルリレー

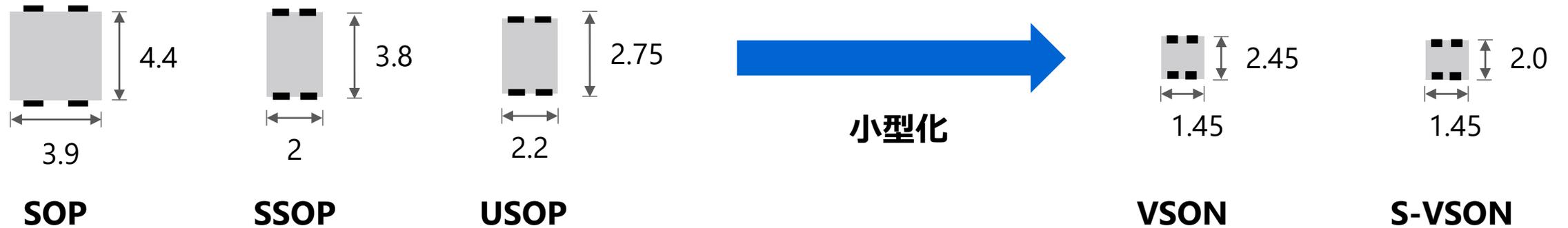


メカニカルリレーとの比較

1. 実装面積の小型化
2. 高信頼性 (長寿命)
3. 低入力電流/低電圧駆動
4. スイッチング特性に優れる (高速・低ノイズ・静音)
5. ホットスイッチングに対応

東芝フォトリレーのパッケージトレンド

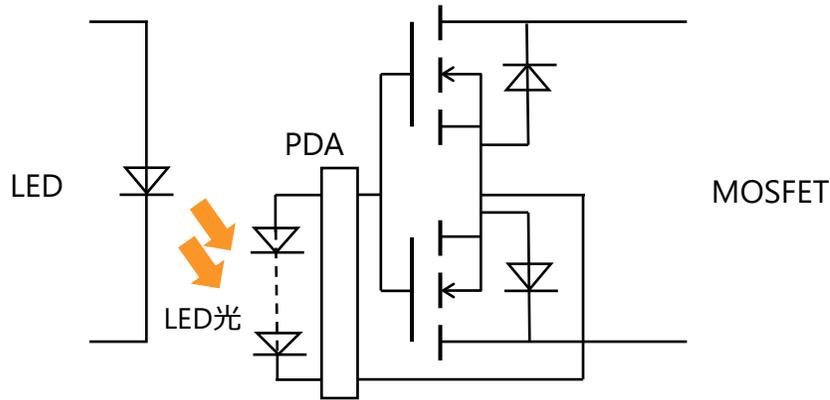
パッケージトレンド (単位: mm)



VSONやS-VSONといった小型パッケージ品を多数ラインアップしています。
メカニカルリレーからの置き換えによりセットの小型化に大きく貢献します。

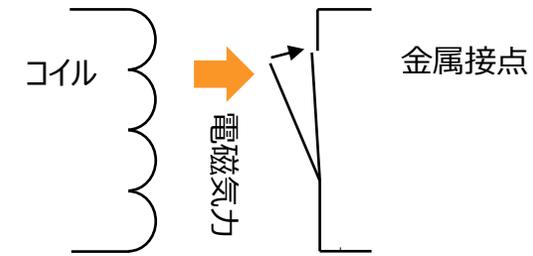
高信頼性 (長寿命)

フォトリレー (MOSFET出力)



💡 接点の摩耗・溶着が無い!!

メカニカルリレー

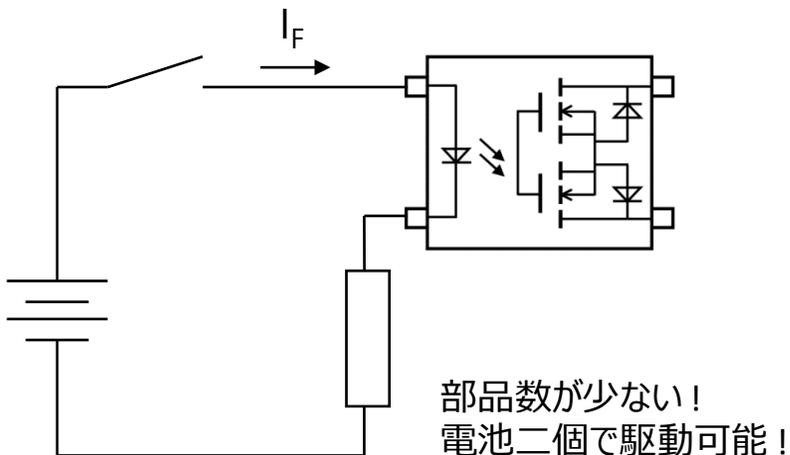


💡 摩耗・溶着の恐れあり!!
→ 定期的なメンテナンスが必要!!

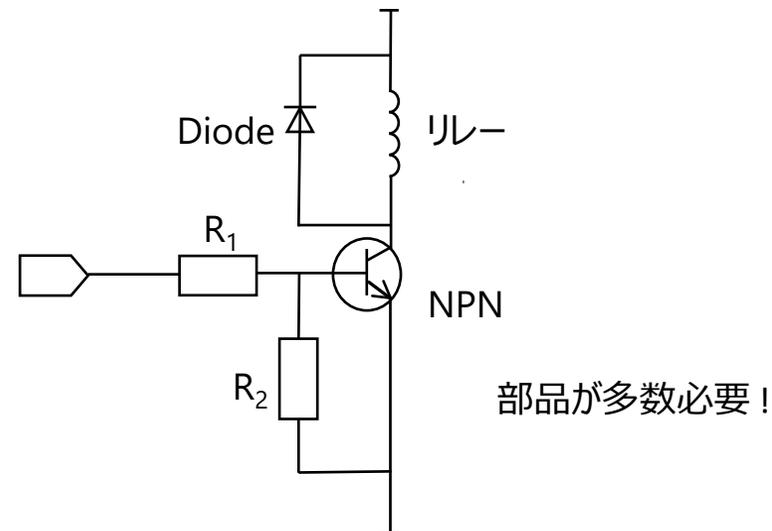
フォトリレーはLEDの光をPDA (フォトダイオードアレイ)が受け、電圧に変換して、MOSFETを駆動します。
物理的な接点がないため、メカニカルリレーのように**接点磨耗や溶着がありません**。(接点回数の制限もなく、メンテナンスフリーです)

低入力電流 / 低電圧駆動

フォトリレー (MOSFET出力)



メカニカルリレー



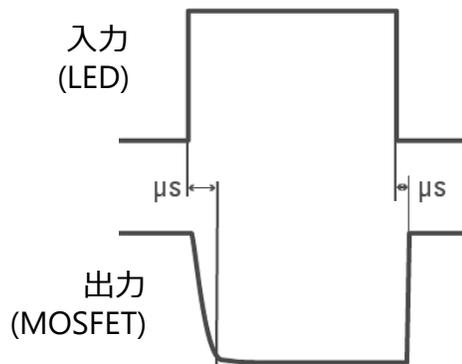
💡 **フォトリレーの駆動回路はシンプル!**
低入力タイプは電池駆動やマイコンからの直接入力も可能です。

💡 **駆動電流が大きい為、マイコン出力をブーストするバッファートランジスターが必要です。**

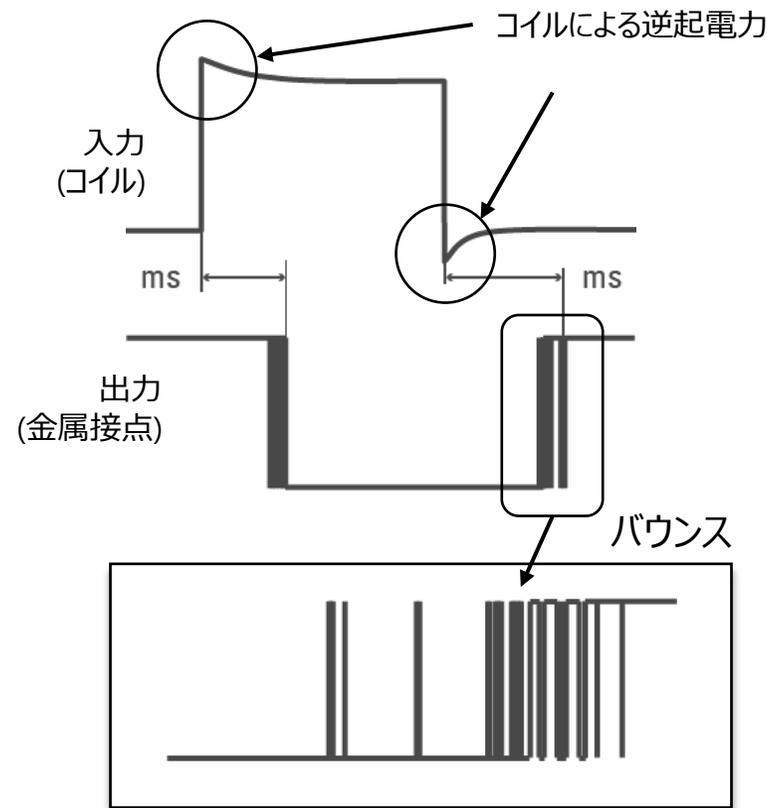
入力側にLEDを使用しているため、電流駆動で、出力をオンさせるために必要な入力電流 (トリガーLED電流: I_{FT}) が 3 ~ 5 mA (max) と低く、**電池による駆動も可能**です。ただし、LED側の寿命を考慮した I_F 設計が必要です。

スイッチング特性に優れる (高速・低ノイズ・静音)

フォトリレー (MOSFET出力)



メカニカルリレー



メカニカルリレーからフォトリレーへの置換えメリット

・ノイズの削減

入力側: 逆起電力が起こらない

出力側: バウンスが起こらない

・スイッチング時間が1/10 ~ 1/100

フォトリレーは接点部分が物理的に離れているため、スイッチング時にメカニカルリレーのような逆起電力やバウンス (接点部分の跳ね返りによる開閉現象) などによるノイズが発生しません。

また、接点音也没有せん。

ホットスイッチングに対応

ホットスイッチング



電圧を印加した状態でスイッチ (SW) を作動させることを意味します。

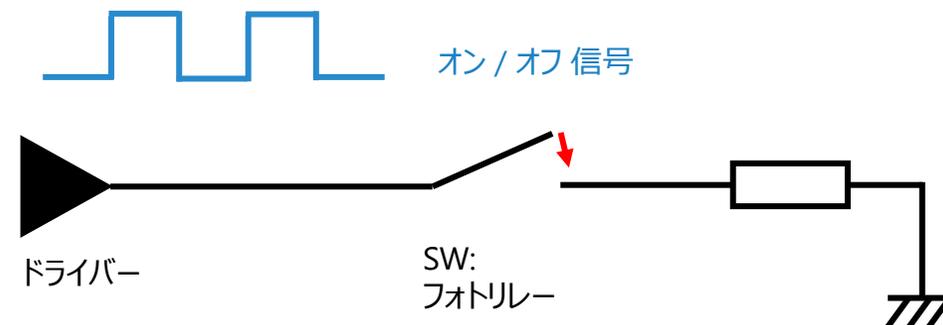
スイッチが閉じた瞬間に負荷に電流が流れます。

メカニカルリレーはホットスイッチングで使用すると寿命が短くなります。

フォトリレーは最大定格を守れば、ホットスイッチング・コールドスイッチングどちらでも使用可能です。

*** メカニカルリレーの場合、ホットスイッチングでは電圧が印加されているため、接点が閉じた瞬間に電流が流れ接点が消耗しやすくなります。また、スイッチが開くと電流が遮断されてアークが発生し、寿命が短くなります。**

コールドスイッチング



電圧を印加しない状態でスイッチ (SW) が作動することを意味します。

スイッチを閉じた時に電流は流れず、その後電源から信号を出力します。

メカニカルリレーとの性能比較

| | メカニカルリレー (シグナルリレー) | フォトリレー | 備考欄 (フォトリレーの特性) |
|-----------------|--|---|--------------------|
| 寿命 | △ (接点回数制限あり) | ◎ (接点回数制限なし) | 長寿命 |
| オン電流 | ◎ (2 A) ※T _a 85 °C / AC・DC兼用 | ○ (~5 A) ※T _a 25 °C / V _{OFF} = 60 V ベース | |
| オン抵抗 | 約0.1 Ω (開閉劣化あり) | 約0.02 ~ 25 Ω (開閉安定) | 高信頼性 |
| 阻止電圧 | ◎ (例: AC 250 V, DC 30 V) | ○ (例: 20 ~ 600 Vまでラインアップ) | |
| 絶縁耐圧 | ○ (例: 1 kV _{rms}) | ◎ (max: 5 kV _{rms}) | |
| ターンオン / ターンオフ時間 | △ (約5 ms) | ○ (約0.1 ms) | 高速 |
| 動作音 | △あり | ◎なし | 静音 |
| 小型化 | ○ (例: 60 mm ²) | ◎ (S-VSON: 2.9 mm ² - 1.45 × 2.0 mm) | 省面積 |
| 入力側消費電力 | × (コイル) 100 mW~ | ◎ (LED) (例: 0.5 mW) | 低消費電力 |
| 接点構成 | 1c、2cメイン | 1a、1b、2a、1a1b | |
| オフ電流 | ◎ なし | ○微小 20 pA ~ | |

近年、メカニカルリレーからの置換えが加速しています。

03

フォトリレーの用語解説

項目

- メカニカルリレーとフォトリレー 対応する電気的特性項目 p.18-19
- フォトリレーの用語解説1 p.20-21
- フォトリレーの用語解説2 電気的特性 p.22-23
- フォトリレーの用語解説3 推奨動作条件 p.24-25
- 重要特性 オン抵抗 (R_{ON}) p.26
- 重要特性 出力端子間容量 (C_{OFF}) p.27
- スwitchング特性 (t_{ON} / t_{OFF}) p.28
- CR積 p.29
- LEDの推定寿命 p.30
- 当社フォトリレーのデータシート例 p.31-32

メカニカルリレーとフォトリレー 対応する電気的特性項目

| メカニカルリレーの特性項目 | 解説 | フォトリレーで相当する特性項目 |
|---------------|---|--|
| コイル定格 | コイルを適正に動作させるために印加する電圧と流れる電流値 | 入力順電流 (I_F) 入力順電圧 (V_F) 入力順電流の推奨動作条件 |
| 接点構成 | 接点の動作方式およびその接点数 例: ノーマリーオン×1接点 (1a) ノーマリーオフ×1接点 (1b) 切換接点×1接点 (1c) | 接点の動作方式およびその接点数 例: ノーマリーオン×1接点 (1a) ノーマリーオフ×1接点 (1b) |
| 接触抵抗 | 接点の抵抗値 | オン抵抗 (R_{ON}) |
| 接点容量 | 接点に流せる電流と電圧 | 阻止電圧 (V_{OFF}) オン電流 (I_{ON}, I_{ONP}) |
| 接点最大許容電力 | 実用上支障なく開閉できる負荷容量の最大値 | 出力許容損失 (P_o) |
| 接点最大許容電圧 | 接点开閉電圧の最大値 駆動する負荷や電流によりディレーティング | 阻止電圧 (V_{OFF}) |

メカニカルリレーとフォトリレー 対応する電気的特性項目

| メカニカルリレーの特性項目 | | 解説 | フォトリレーで相当する特性項目 |
|---------------|-------|--------------------------------------|--|
| 接点最大許容電流 | | 接点開閉電流の最大値 駆動する負荷や電圧によりディレーティング | オン電流 (I_{ON} , I_{ONP}) |
| 時間特性 | 動作時間 | コイルに定格電圧を加えた時点から 接点が接触するまでの時間 | ターンオン時間 (t_{ON}) |
| | 復帰時間 | コイルよりコイル定格電圧を取り除いてから 接点が接触するまでの時間 | ターンオフ時間 (t_{OFF}) |
| 開閉寿命 | 機械的寿命 | リレーの接点に通電せず、コイルに定格電圧を 加えたときの開閉寿命 | 発光素子劣化データおよび トリガーLED電流max値から動作可能時間を推定 |
| | 電気的寿命 | 接点に規定負荷を接続し、コイルに定格電圧を 印加したときの開閉寿命 | 発光素子劣化データおよび トリガーLED電流max値から動作可能時間を推定 |
| 使用周囲温度 | | リレーが動作する周囲温度 | 動作温度 (T_{opr}) |

フォトリレー用語解説1

| 項目 | | 記号 | 説明 |
|--------|-------------|------------------------------|---|
| 絶対最大定格 | | --- | 瞬時といえども超えてはならない最大値 ※特に指定のない場合は $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ における値を指す |
| 発光側 | 入力順電流 | I_F | 連続的にLED順方向に流し得る電流定格 |
| | 入力順電流 (パルス) | I_{FP} | 瞬時的にLED順方向に流し得る電流定格 |
| | 入力順電流低減率 | $\Delta I_F / \Delta T_a$ | 周囲温度に対するLED順電流低減率 |
| | 入力逆電圧 | V_R | カソード (-側)-アノード (+側)間に印加し得る逆電圧定格 |
| | 接合温度 | T_j | LEDのジャンクション部で許容し得る温度定格 |
| 受光側 | 阻止電圧 | V_{OFF} | オフ状態でリレー出力端子間に印加し得る電圧定格 交流の場合はピーク電圧 |
| | オン電流 | I_{ON} | 規定の温度条件のもと、オン状態でリレー出力端子間に流し得る電流定格 交流の場合はピーク電流 |
| | オン電流低減率 | $\Delta I_{ON} / \Delta T_a$ | 周囲温度に対する出力オン電流低減率 |
| | オン電流 (パルス) | I_{ONP} | オン状態でリレー出力端子間に瞬時的に流し得る電流定格 (100 ms, DUTY = 1/10) |
| | 接合温度 | T_j | 受光回路部のジャンクション部で許容し得る温度定格 |

 **絶対最大定格: この規定以上の値を印加した場合、素子破壊の可能性が極めて高まります。
これ以上は絶対に印加してはいけません。**

フォトリレー用語解説1

| 項目 | 記号 | 説明 |
|---------|-----------|---------------------------------|
| 絶縁耐圧 | BV_s | 入力・出力間の絶縁耐量を定義する電圧 (High POT) |
| 使用温度 | T_a | リレーの機能を損なうことなく動作させ得る周囲温度定格 |
| 保存温度 | T_{stg} | リレーに電圧を印加しない状態で保存し得る周囲温度定格 |
| はんだ付け温度 | T_{sol} | リレーの機能を損なうことなく端子をはんだ付けするための温度定格 |

フォトリレー用語解説2 電気的特性

| | 項目 | 記号 | 説明 |
|-------------|-------------|-----------|--|
| 発 光 側 | 入力順電圧 | V_F | 規定の順電流値でのLEDのアノード・カソード間電圧降下 |
| | 入力逆電流 | I_R | LED逆方向 (カソード・アノード間)に流れる漏れ電流 |
| | 端子間容量 (入力側) | C_t | LEDのアノード端子・カソード端子間の静電容量 |
| | トリガーLED電流 | --- | リレーの出力状態を遷移するための入力電流の最小値 リレーを確実に動作させるためにはこの項目の 最大規格以上の電流 で使用する必要がある |
| | | I_{FT} | a接点タイプの出力MOSFETを オン 状態へ移行させるに必要な入力電流 I_F の最小値 |
| | | I_{FC} | b接点タイプの出力MOSFETを オフ 状態へ移行させるに必要な入力電流 I_F の最小値 |
| | 復帰LED電流 | --- | リレーの出力状態を復帰させるための入力電流の最大値 リレーを確実に復帰させるためにはこの項目の 最小規格以下の電流 で使用する必要がある |
| | | I_{FC} | a接点タイプの出力MOSFETを オフ 状態に復帰させるために流せる入力電流 I_F の最大値 |
| | | I_{FT} | b接点タイプの出力MOSFETを オン 状態に復帰させるために流せる入力電流 I_F の最大値 |
| 受 光 側 | オン抵抗 | R_{ON} | 規定のオン状態におけるリレー出力端子間の抵抗値 |
| | オフ電流 | I_{OFF} | オフ状態でリレー出力端子間に規定の電圧を印加した際に流れる漏れ電流 |
| | 端子間容量(出力側) | C_{OFF} | 規定のオフ状態におけるリレー出力端子間の静電容量 |

フォトリレー用語解説2 電気的特性

| 項目 | 記号 | 説明 |
|---------------|-----------|---|
| 制限電流 | I_{LIM} | カレントリミット機能が働いた際に保持される負荷電流値 |
| 端子間容量(入力-出力間) | C_s | 入力端子 - 出力端子間の静電容量 |
| 絶縁耐圧 | BV_S | 入力端子 - 出力端子間に印加可能な最大電圧値 |
| ターンオン時間 | t_{ON} | 規定の入力LED電流を印加してから出力波形が遷移するのに要する時間 |
| | | a接点タイプ：入力オフ→オン時点から出力電圧波形が10%まで遷移するのに要する時間 |
| | | b接点タイプ：入力オフ→オン時点から出力電圧波形が90%まで遷移するのに要する時間 |
| ターンオフ時間 | t_{OFF} | 規定の入力LED電流を遮断してから出力電圧波形が遷移するのに要する時間 |
| | | a接点タイプ：入力オン→オフ時点から出力電圧波形が90%まで遷移するのに要する時間 |
| | | b接点タイプ：入力オン→オフ時点から出力電圧波形が10%まで遷移するのに要する時間 |
| 等価立ち上がり時間 | ERT | <p>高速信号やパルス信号に対する出力側の通過特性の指標 入力波形の立ち上がり時間t_{rin}、リレーを通過した出力波形の立ち上がり時間t_{rout}として次の式で表され、 値が小さいほど信号の変化が少ないため良い特性とされる</p> $ERT = \sqrt{t_{rout}^2 - t_{rin}^2}$ |

フォトリレーの用語解説2 電気的特性

| 項目 | | 記号 | 説明 |
|-------|------------|-----------------------|--|
| 参考データ | 出力側オン電圧 | V_{ON} | 出力MOSFETのオン状態における出力端子間の電圧降下 |
| | 相対出力端子間容量 | $C_{OFF}/C_{OFF}(0V)$ | 出力端子間電圧が0Vにおける出力側端子間容量を基準とした相対比 |
| その他 | カレントリミット機能 | --- | 過電流がある値以上に達すると、負荷電流をリミット電流特性の最小-最大の間の一定値に保つ機能 電流を一定値で抑えることで、リレーおよびリレー以降に接続されている回路部品を保護する |
| | CR積 | --- | 高周波信号や高速信号などを扱う用途での出力側の特性の指標 Cはオフ状態の出力側端子間容量 C_{OFF} を、Rはオン状態の出力端子間抵抗 R_{ON} を指す C_{OFF} が大きいとリレーがオフ状態でも信号が通過(信号漏れ、アイソレーション低下)することや オン状態で信号の立ち上がり時間の遅れ(波形のなまり)、 R_{ON} が大きいと信号の通過損失 (電圧降下、インサーションロス低下)に影響する このような用途では C_{OFF} が小さく、かつ R_{ON} が小さい低C×R特性が重要となる |

フォトリレーの用語解説3 推奨動作条件

| 項目 | | 記号 | 説明 |
|--------|----------|-----------|--------------------------------------|
| 推奨動作条件 | 負荷電圧 | V_{DD} | デレーティングを考慮した負荷電圧の推奨条件 交流の場合はピーク電圧 |
| | 動作LED順電流 | I_F | デレーティングを考慮したLED順電流の推奨条件 |
| | オン電流 | I_{ON} | デレーティングを考慮した負荷電流の推奨条件 交流の場合はピーク電流 |
| | 動作温度 | T_{opr} | デレーティングを考慮した使用周囲温度の推奨条件 |



推奨動作条件はマージンを考慮した設計の参考値です。
詳細の設計に際しては、お客様の使用条件に合わせた設計が必要となります。

重要特性 オン抵抗 (R_{ON})

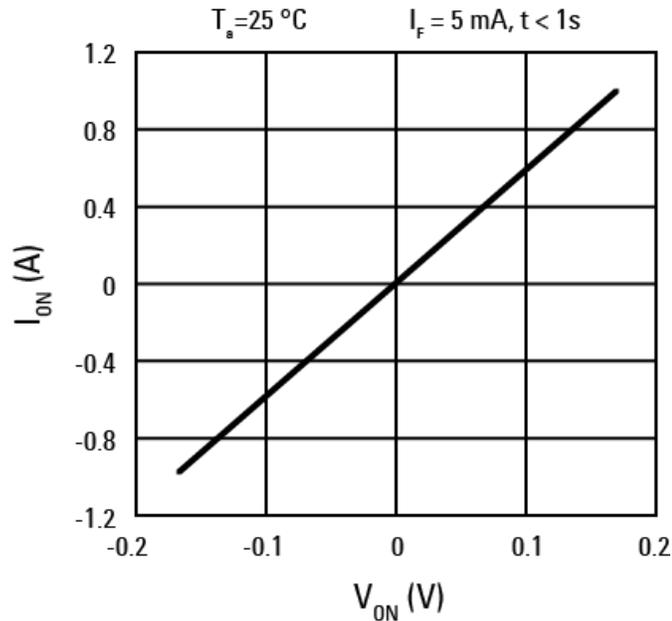


Fig 1. $I_{ON} - V_{ON}$

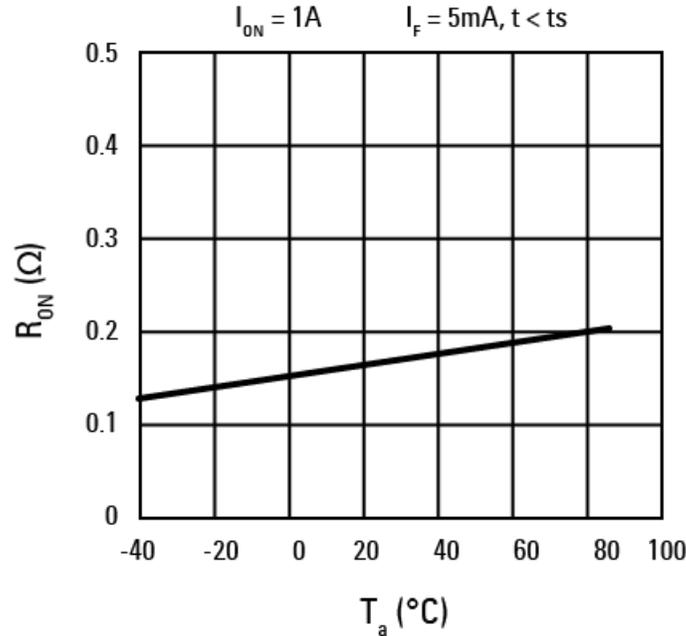


Fig 2. $R_{ON} - T_a$

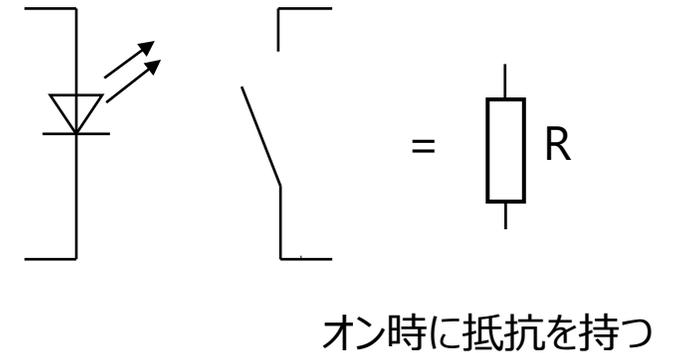


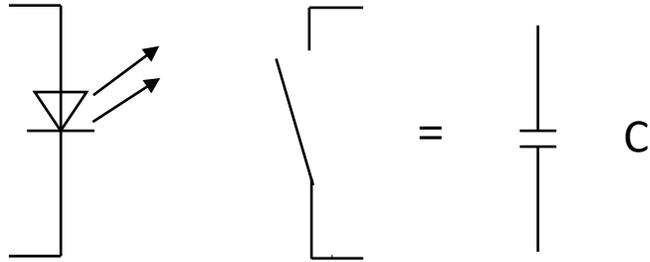
Fig 3. 高温条件下の特性

💡 オン抵抗 (R_{ON})

- メカニカルリレーにおける接触抵抗にあたる特性で、フォトリレー出力部の電流-電圧特性を表します (Fig. 1)。この直線の傾きが大きいほど R_{ON} が小さいことを表します。
- 出力側に用いられる MOSFET の R_{ON} は、耐圧とトレードオフの関係にあり、耐圧が上がると R_{ON} 、消費電力は大きくなります。
- R_{ON} の値は、周囲温度の影響を受けます (Fig. 2)。また、周辺温度が上昇すると R_{ON} が大きくなり、消費電力も増加します。
- V_{OFF} のマージンを確保した上で R_{ON} がもっとも小さいフォトリレーを選択しましょう。
- 消費電力増加による発熱での内部素子破壊防止のため、高温条件下では一定以上の負荷電流を流さないように定格を定めています。

使用する負荷電圧に対して十分に耐圧マージンを確保した上で、最も R_{ON} が小さいフォトリレーを選定することを推奨します。

重要特性 出力端子間容量 (C_{OFF})



フォトリレーにはオン抵抗と端子間容量 (出力側)が存在します。メカニカルリレーとの大きな違いはこの特性であり、メカニカルリレーを置き換える際には配慮が必要です。右の表はオン抵抗および端子間容量が原因で起こる動作例となります。

| 状態 | 等価回路 | 動作例 |
|-----------|----------|---|
| LED : ON | 抵抗 R | $V_{OUT} = \frac{V_{DD} \times R_L}{R_{ON} \times R_L}$ |
| LED : OFF | 容量 C | 矩形波 矩形波の立ち上がり、立ち下がりで瞬時に電流が流れる |

- 出力端子間容量とはLEDに電流を流さない状態 (出力オフ状態)でのMOSFET端子間の静電容量を指します。非導通時に交流信号はこの容量を通じて漏れます。
- 交流回路における電気の流れにくさをインピーダンスといい、直流回路でいう抵抗にあたりますが、静電容量のインピーダンスは周波数・静電容量が大きいほど小さくなります (=電流が流れやすくなります)。
- フォトリレーの入力側がオフの際は出力側の漏れ電流は小さいものが望まれ、端子間容量を小さくすれば漏れ電流を抑えることにつながります(特に高周波)。

スイッチング特性 (t_{ON} / t_{OFF})

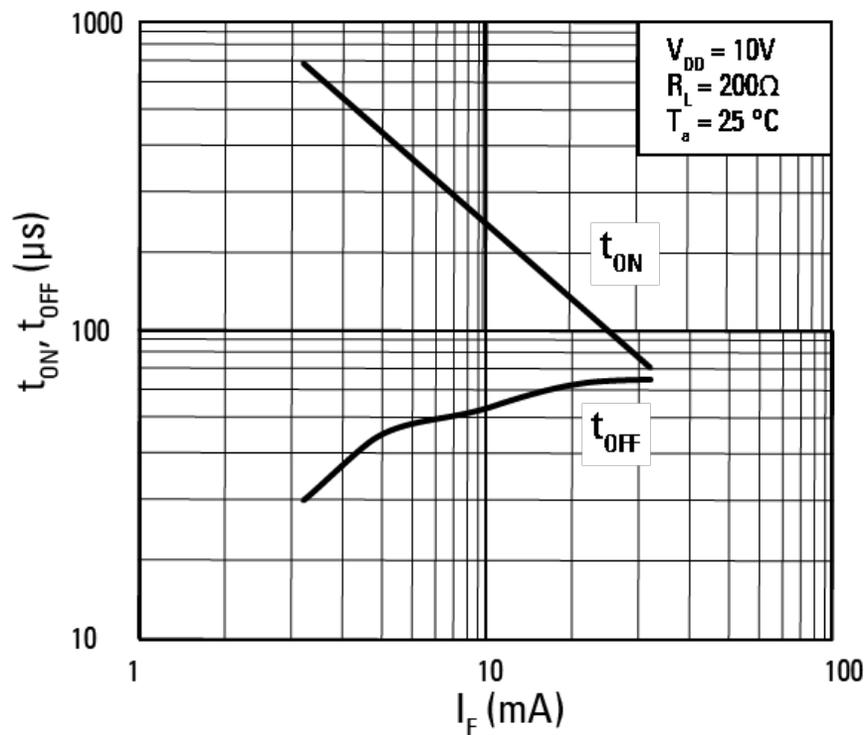


Fig. 1 t_{ON} , t_{OFF} - I_F

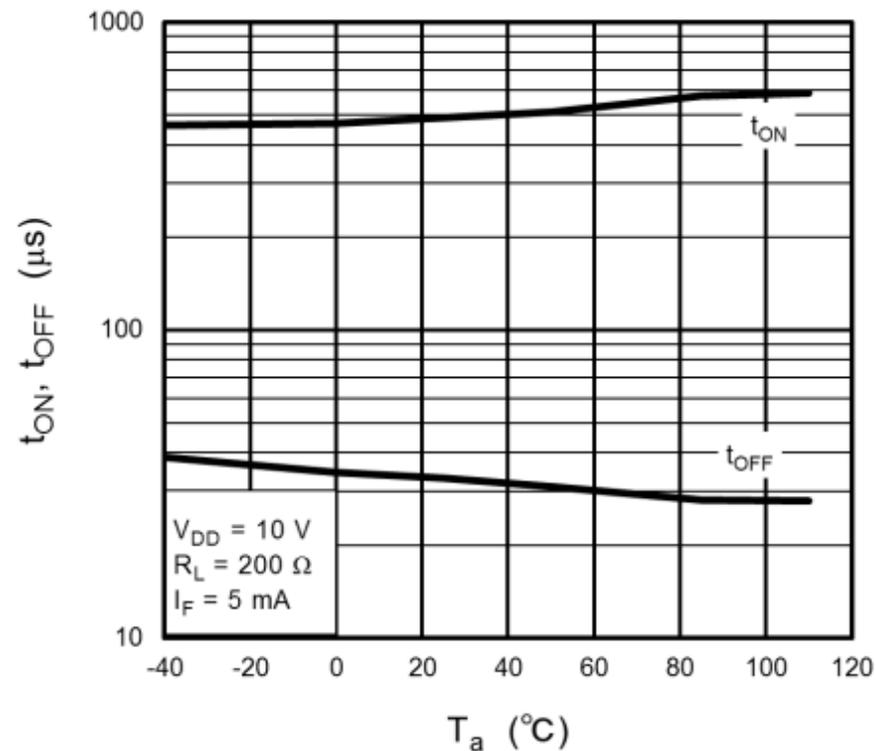


Fig. 2 t_{ON} , t_{OFF} - T_a

- タイプにより異なりますが、スイッチング時間は標準的なもので最大値2.0 ms程度、最も短いもので0.2 msです。
- LED電流が大きくなると発光強度が増し、動作までの時間が短縮可能となります。
- 温度が高くなるとLEDの発光強度が減り、PDAの能力も落ち、動作までの時間が長くなります。

CR積

フォトリレーにおいて、矩形波の高速信号を制御する場合 (数MHz以上)、CR積が大きいと伝達信号にひずみ (Fig. 1)が発生してしまいます。また、フォトリレー通過後の信号品質の劣化や信号強度の劣化、フォトリレーオフ時の信号リークにつながります。

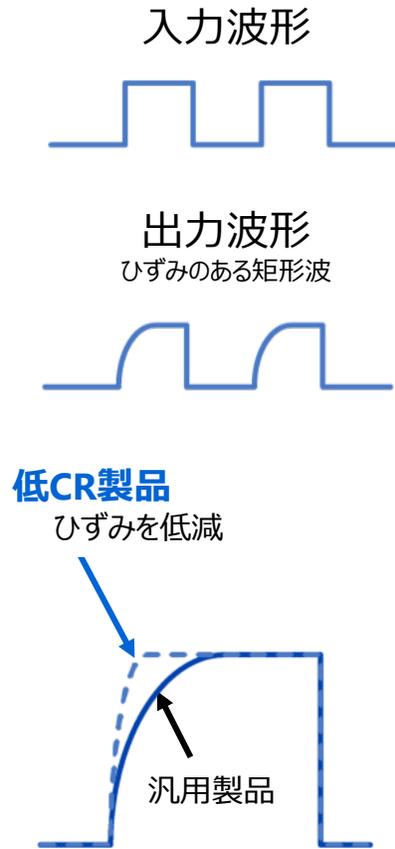
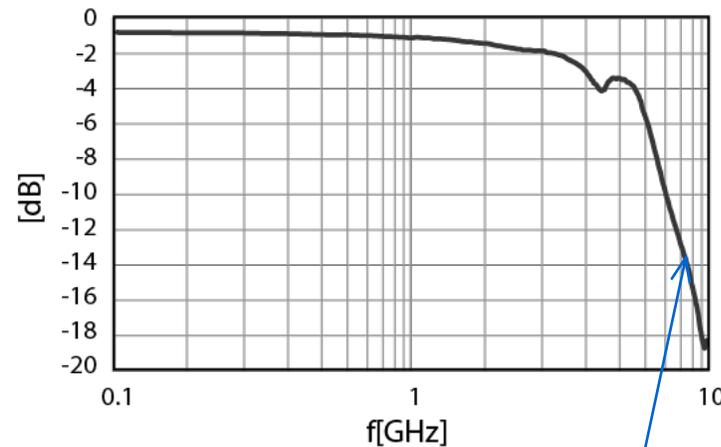


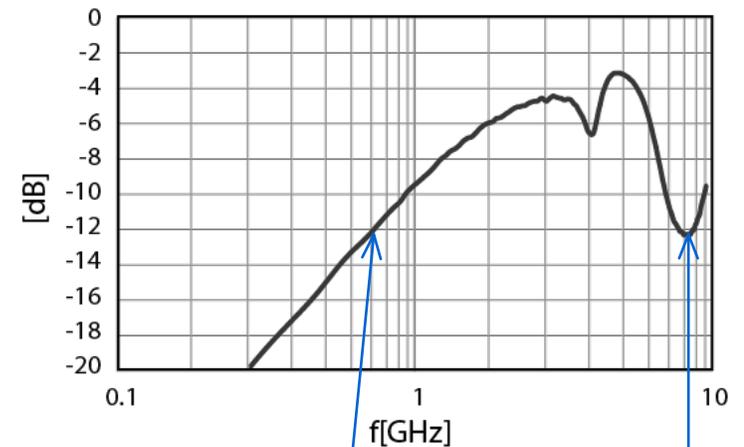
Fig. 1

インサクションロス: **LED オン**



高周波になるとフレームやワイヤーのインダクタンス成分が影響してくるため信号が通過しにくくなります

インサクションロス : **LED オフ**



高周波になるとオフ容量によるキャパシタンス成分によりインピーダンスが下がり、オフ状態においても信号が通過しやすくなります

CとL成分により共振が発生します

CR積が小さくなることで、信号のひずみが少なくなり矩形波に近づきます (インピーダンスマッチング特性が向上します)

➡ CR積の概念がほとんどないリードリレーの置き換えが可能です。

LEDの推定寿命

フォトリレー内のLEDは、印加する電流値と時間によって経年劣化していきます。以下は、LED長期評価 (単一ロット) をもとに寿命推定した参考データです。

F50%寿命: 累積故障確率50 %寿命で推定経時変化データにおける平均変化率AVGのラインが故障判定基準に達した時間を指します。

F0.1%寿命: 累積故障確率0.1 %寿命で推定経時変化データにおけるAVG-3 σ のラインが故障判定基準に達した時間を指します。

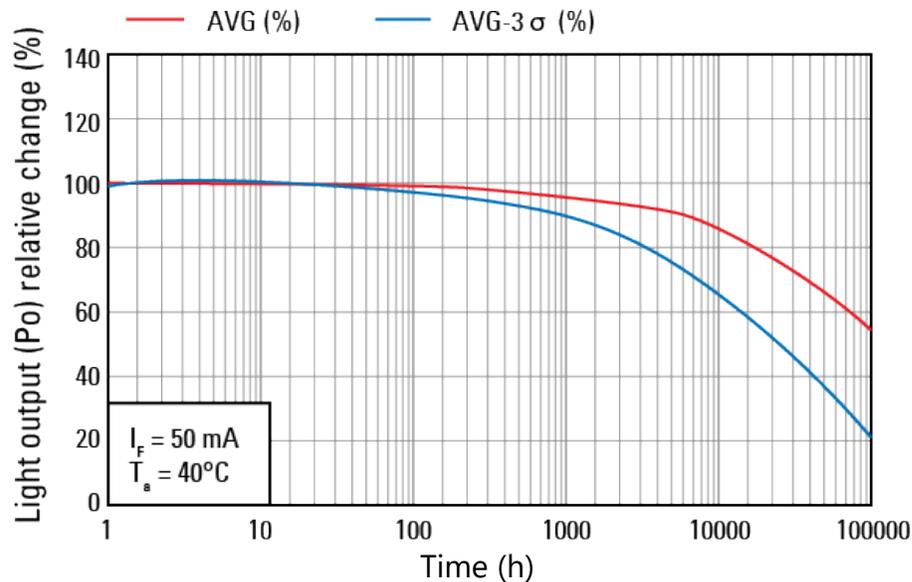


Fig. 1 GaAs LED光出力の劣化カーブ

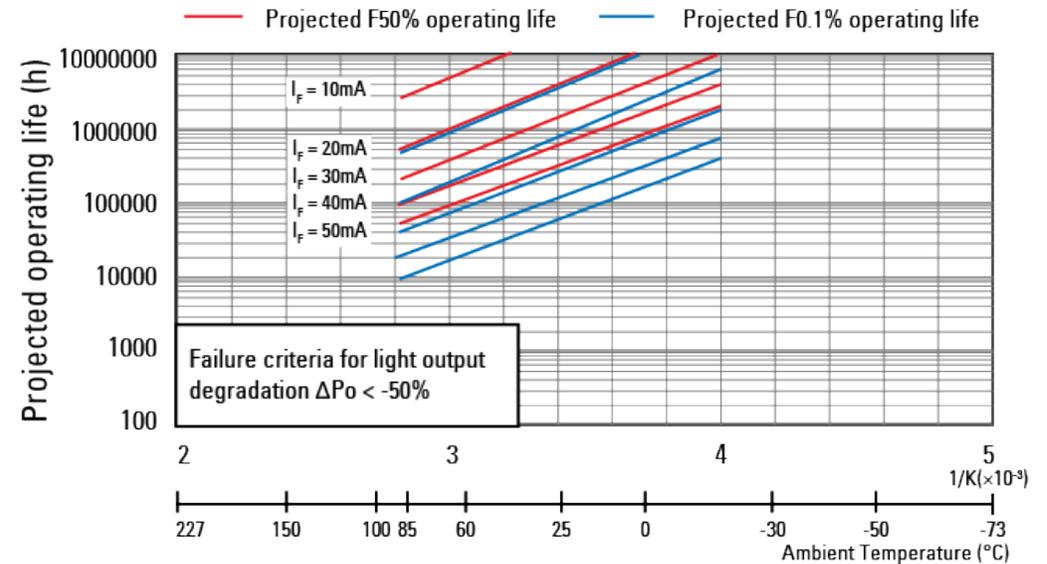


Fig. 2 GaAs LEDの動作寿命

当社フォトリレーのデータシート例

*当社製品TLP3403の例

入力順電流

- 入力側のLED (発光ダイオード)が破壊しない最大電流です。
- 設計時は、入力側に印加する電流の最大値をこの範囲内に収める必要があります。

絶対最大定格 (注) (特に指定のない限り, $T_a = 25^\circ\text{C}$)

| | 項目 | 記号 | 注記 | 定格 | 単位 |
|-----|--|------------------------------|------|-----------|----------------------|
| 発光側 | 入力順電流 | I_F | | 30 | mA |
| | 入力順電流低減率 ($T_a \geq 25^\circ\text{C}$) | $\Delta I_F / \Delta T_a$ | | -0.3 | mA/ $^\circ\text{C}$ |
| | 入力逆電圧 | V_R | | 5 | V |
| | 入力許容損失 | P_D | | 50 | mW |
| | 入力許容損失低減率 ($T_a \geq 25^\circ\text{C}$) | $\Delta P_D / \Delta T_a$ | | -0.5 | mW/ $^\circ\text{C}$ |
| | 接合温度 | T_j | | 125 | $^\circ\text{C}$ |
| 受光側 | 阻止電圧 | V_{OFF} | | 20 | V |
| | オン電流 | I_{ON} | | 1 | A |
| | オン電流低減率 ($T_a \geq 25^\circ\text{C}$) | $\Delta I_{ON} / \Delta T_a$ | | -10 | mA/ $^\circ\text{C}$ |
| | オン電流 (パルス) ($t = 100\text{ ms}$, Duty = 1/10) | I_{ONP} | | 3 | A |
| | 出力許容損失 | P_O | | 240 | mW |
| | 出力許容損失低減率 ($T_a \geq 25^\circ\text{C}$) | $\Delta P_O / \Delta T_a$ | | -2.4 | mW/ $^\circ\text{C}$ |
| | 接合温度 | T_j | | 125 | $^\circ\text{C}$ |
| 共通 | 保存温度 | T_{stg} | | -40 ~ 125 | |
| | 動作温度 | T_{opr} | | -40 ~ 110 | |
| | はんだ付け温度 (10 s) | T_{sol} | | 260 | |
| | 絶縁耐圧 AC, 60 s, R.H. $\leq 60\%$ | BV_S | (注1) | 500 | Vrms |

阻止電圧

- フォトリレーオフ時において出力間に印加できる電源電圧範囲の最大値であり、使用電源の目安となります。

オン電流

- 出力側のMOSFETがオン時に流すことができる負荷電流の最大値です。
- 設計時は、直流 / 交流どちらのときも、最大値がこの値以下なる必要があります。
- 使用周囲温度によりこの値は変化します。

絶縁耐圧

- 入出力間に高電圧を印加したとき、絶縁破壊の起こらない限界値です。

当社フォトリレーのデータシート例

*当社製品TLP3403の例

電気的特性 (特に指定のない限り, $T_a = 25^\circ\text{C}$)

| | 項目 | 記号 | 注記 | 測定条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|-----|-------------|-----------|----|--|-----|------|-----|---------------|
| 発光側 | 入力順電圧 | V_F | | $I_F = 10\text{ mA}$ | 1.1 | 1.27 | 1.4 | V |
| | 入力逆電流 | I_R | | $V_R = 5\text{ V}$ | — | — | 10 | μA |
| | 端子間容量 (入力側) | C_I | | $V = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$ | — | 30 | — | pF |
| 受光側 | オフ電流 | I_{OFF} | | $V_{OFF} = 20\text{ V}$ | — | — | 1 | nA |
| | 端子間容量 (出力側) | C_{OFF} | | $V = 0\text{ V}, f = 100\text{ MHz}, t < 1\text{ s}$ | — | 40 | — | pF |

端子間容量 (出力側)

- 出力側端子間がオフ状態の静電容量です。(寄生ダイオードのPNジャンクション容量)
- 非導通時に交流信号はこの容量を通じて漏れます。

結合特性 (特に指定のない限り, $T_a = 25^\circ\text{C}$)

| 項目 | 記号 | 注記 | 測定条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|-----------|----------|----|--|-----|------|------|----------|
| トリガーLED電流 | I_{FT} | | $I_{ON} = 100\text{ mA}, t < 1\text{ s}$ | — | — | 3 | mA |
| 復帰LED電流 | I_{FC} | | $I_{OFF} = 10\text{ }\mu\text{A}$ | 0.1 | — | — | |
| オン抵抗 | R_{ON} | | $I_{ON} = 1\text{ A}, I_F = 5\text{ mA}, t < 1\text{ s}$ | — | 0.18 | 0.22 | Ω |

トリガーLED電流

- MOSFETの出力がオン状態になるために必要な順電流の最小値です。

オン抵抗

- 入力側に規定の電流を印加し、出力側MOSFETがオン状態での端子間の抵抗値です。

絶縁特性 (特に指定のない限り, $T_a = 25^\circ\text{C}$)

| 項目 | 記号 | 注記 | 測定条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|----------------|--------|------|--------------------------------------|-----|-----------|----|----------|
| 端子間容量 (入力-出力間) | C_S | (注1) | $V_S = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$ | — | 1.0 | — | pF |
| 絶縁抵抗 | R_S | (注1) | $V_S = 500\text{ V}, R.H. \leq 60\%$ | — | 10^{14} | — | Ω |
| 絶縁耐圧 | BV_S | (注1) | AC, 60 s | 500 | — | — | Vrms |

注1: ピン1, 2とピン3, 4をそれぞれ一括し、電圧を印加する。

スイッチング特性 (特に指定のない限り, $T_a = 25^\circ\text{C}$)

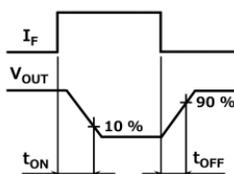
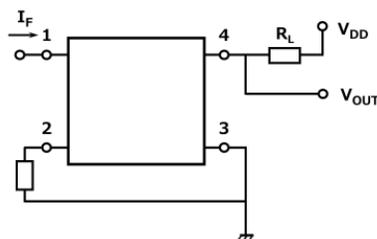
| 項目 | 記号 | 注記 | 測定条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|---------|-----------|----|--|----|----|-----|----|
| ターンオン時間 | t_{ON} | | 図11.1参照 | — | — | 2.0 | ms |
| ターンオフ時間 | t_{OFF} | | $R_L = 200\text{ }\Omega, V_{DD} = 10\text{ V}, I_F = 5\text{ mA}$ | — | — | 1.0 | |

ターンオン時間

- 入力開始後、出力電圧波形の10%に到達するまでの時間です。

ターンオフ時間

- 入力終了後、出力電圧波形が90%に到達するまでの時間です。



04

選定のポイント

フォトリレー選定のポイントと注意点 (1/3)

1 電圧・電流定格

メカニカルリレーは、負荷電圧や負荷電流が定格値を多少超えてしまった場合でもすぐに破壊されることは少ないですが、フォトリレーは、一瞬でも定格を超えてしまうと破壊につながりますので注意が必要です。

2 開閉寿命 (信頼性)

メカニカルリレーは、接点の消耗があるため、一定の開閉寿命があります。

フォトリレーは、LEDの光を受けて、PDAがMOSFETのゲートを充電して能動状態になることで電流経路がオン状態となります。つまり、フォトリレーは機械的な接点がなく、定格内で使用する範囲においては長寿命となるため、メカニカルリレーのように定期的なメンテナンスの必要がなくなります。

3 出力側オン状態 (オン抵抗)

メカニカルリレーは、オン抵抗はほとんどありませんが、

フォトリレーは、製品によりオン抵抗が大きいもの、小さいものがあります。

高容量フォトリレーではメカニカルリレーよりもオン抵抗が小さいものも存在します。

フォトリレー選定のポイント (2/3)

4 出力側オフ状態

出力側耐電圧

メカニカルリレーは、リレーの接点間が完全にオープンとなり絶縁されています。一方、フォトリレーは、PNジャンクションがあるために完全にオープンではありません。メカニカルリレーと比較して出力側耐電圧が弱い場合、外付けの保護素子などが必要となる場合があります。

出力側漏れ電流

メカニカルリレーは、リーク電流はほとんどありませんが、フォトリレーの場合は電圧が印加されるとリーク電流が流れます。リーク電流が気になる応用においては、低 I_{OFF} 製品 (pAオーダー) を推奨します。

5 動作時間

フォトリレーの動作時間は、標準値で1 ms以下で、0.01 msの高速品もあります。メカニカルリレーは、シグナルリレーでも標準値で数 msの動作時間となります。

フォトリレー選定のポイント(3/3)

6 入力消費電力

メカニカルリレーは、入力消費電力がシグナルリレーでも100 mW以上が標準となっています。
フォトリレーは、MOSFETを動作させるトリガーLED電流が3 mA程度であり、標準 I_F 設計で5 mA程度(10 mW以下)で十分です。
製品によっては、 $I_{FT} = 0.2$ mA(最大)のものもあり、さらなる省エネ設計が可能です。

7 駆動電源

メカニカルリレーは、DC駆動方式とAC駆動方式のものがありますが、
フォトリレーは、DC電源による駆動方式となります。

8 接点構成

メカニカルリレーは、さまざまな接点構成 (a接点、b接点、c接点)から製品を選択することができます。
当社フォトリレーは、a接点品を中心にラインアップしています。(b接点品も一部あります)

9 サイズ

メカニカルリレーは、小型のシグナルリレーでも60 mm²ですが、
フォトリレーは、サイズ2.9 mm² (2.0 mm × 1.45 mm)の実装面積の製品があり、1つの基板に多くのスイッチを使用する場合は大きなスペースメリットがあります。

05

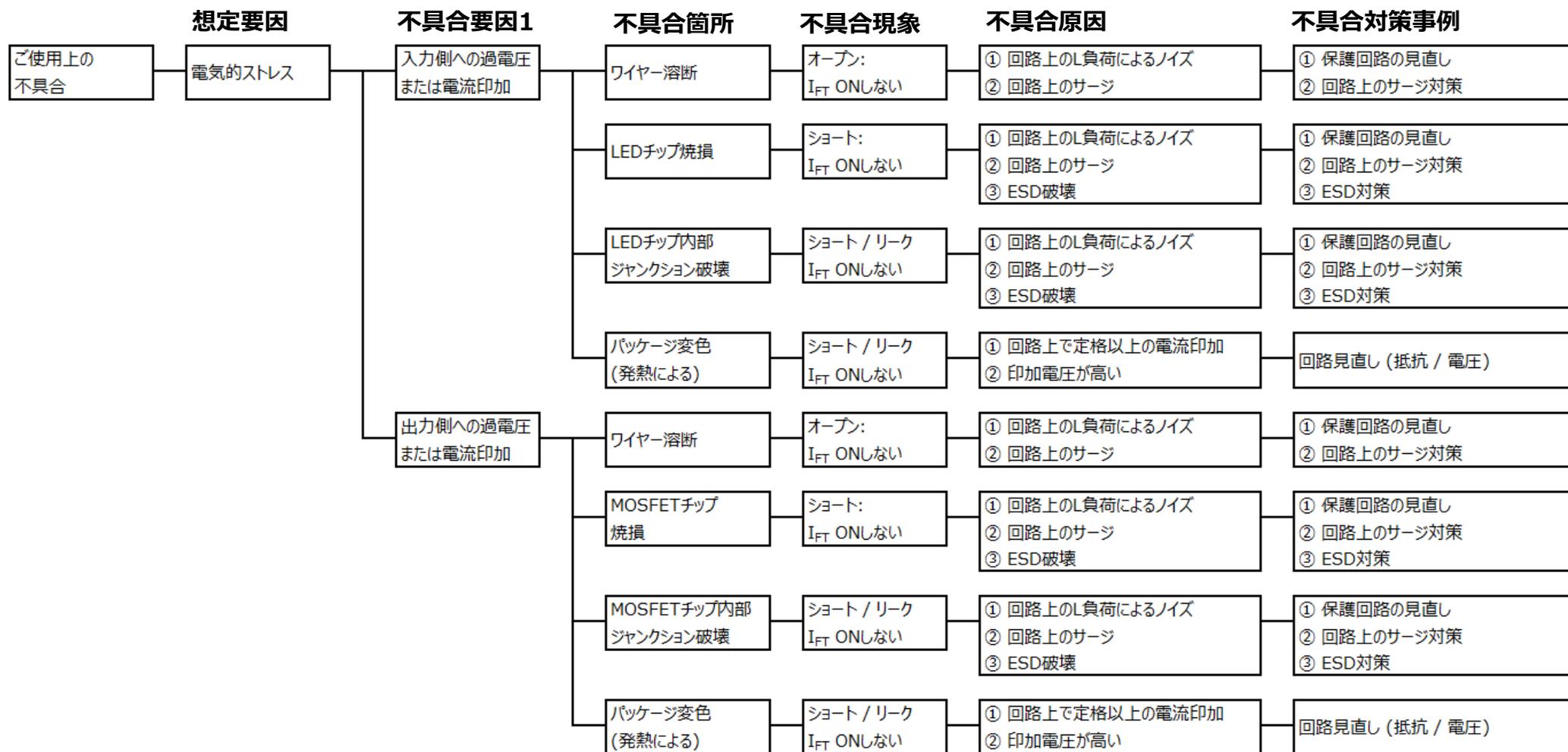
設計時の注意点

項目

- フォトリレーの故障モード p.39
- I_F の設計方法 p.40-42
- 入力側の注意点 (過電圧 / 過電流) p.43-44
- 入力側の設計留意点 p.45-49
- 出力側の注意点 (過電圧 / 過電流) p.50-56
- 出力側の設計留意点 p.57-58

フォトリレーの故障モード

フォトリレーに定格を超える過電圧・過電流が加わった場合、以下の原因で不具合が生じる恐れがあります。ご使用時の不具合発生リスク低減のために、『設計上の注意点・留意点』を掲載しますので、ご参考ください。



I_Fの設計方法

フォトレレーの接点をオンするためには、入力側LEDにトリガーLED順電流 (I_{FT})以上の電流 (I_F)を流すように設計します。I_Fは、トリガーLED電流 I_{FT(max)}値を基準に、以下係数を考慮する必要があります。

$$\text{Design } I_F(\text{ON}) = I_{FT}(\text{max}) \times \alpha 1 \times \alpha 2 (\times \alpha 3)$$

α1: LEDの経年変化率
(係数)

平均値(X)−3σのカーブで確認します(Fig. 1)。

周囲温度が高温・および I_F値が大きい程、変化率は大きくなります。また、LEDの種類により変化率は異なりますので、個別にお問い合わせください。

A2: I_{FT}の周囲温度変化
(係数)

個別技術資料のI_{FT} - T_aから、α2を算出します(Fig. 2)。

A3: ドライブ係数
(電源のばらつき他)

電源の変動・設定公差を指します。

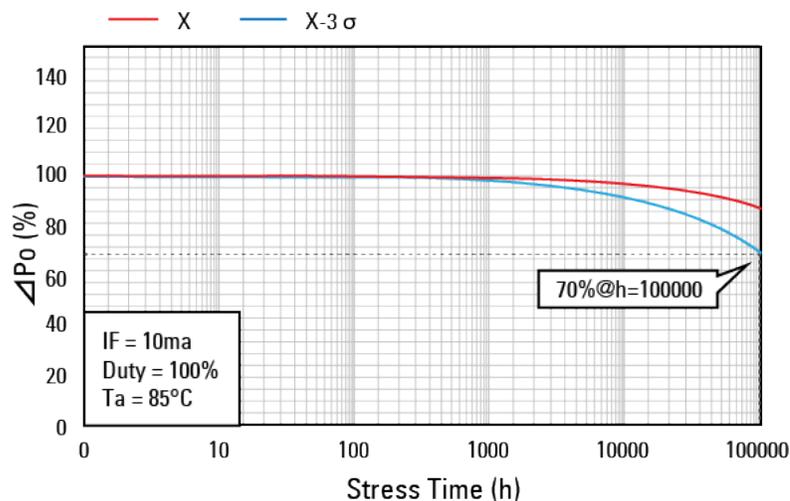


Fig. 1 GaAs LED 推定経時変化データの例

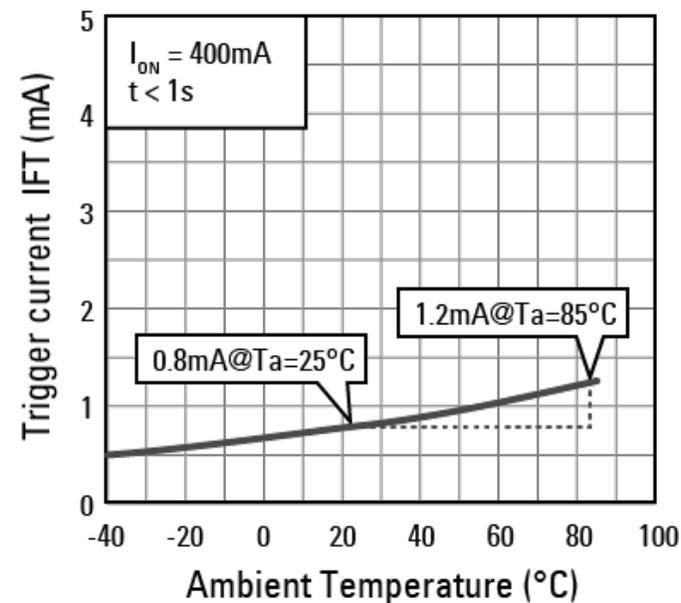


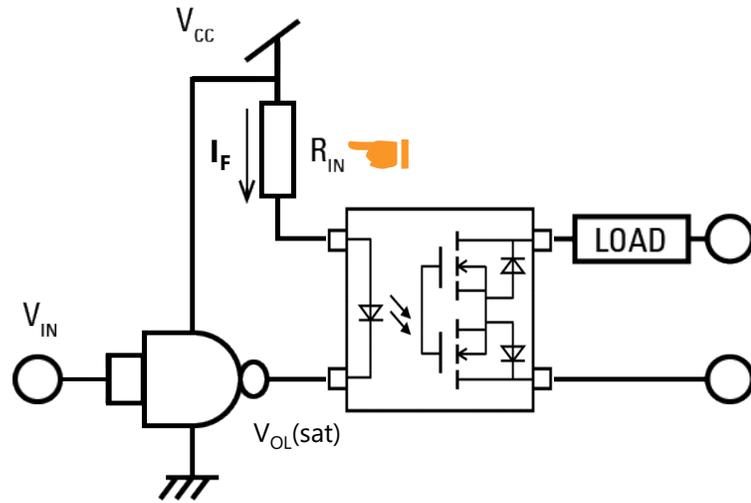
Fig. 2 I_{FT}の周囲温度依存性

例) 製品のI_{FT}最大規格が3 mA、T_a = 85 °C、期待寿命10万時間の場合、設計I_F(ON) = 3 mA × 1.43倍 × 1.5倍 = 6.53 mA この時、I_Fは6.53 mA以上流れるように設計します。

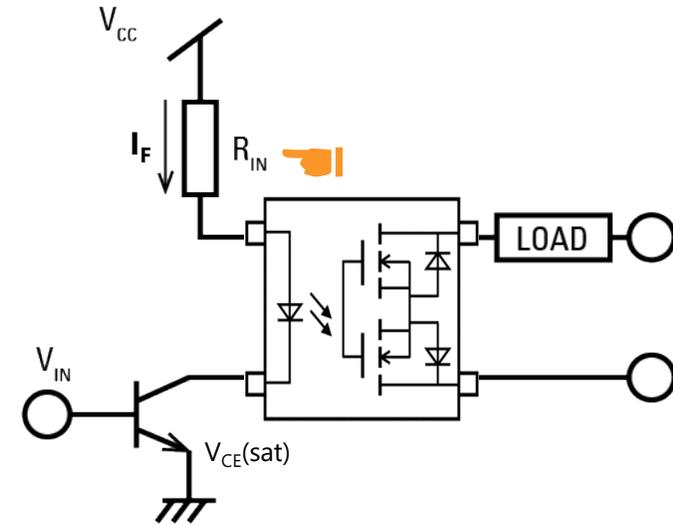
I_Fの設計方法

電圧印加 (LED制限抵抗の算出)時の注意点

- 前ページで求めた設計I_F(ON)をもとに、LEDに直列に接続する制限抵抗値を求めます。
- LEDの順電流値による電圧降下・ご使用温度での依存性 (V_Fは低温の方が大きくなります)、および信号入力 (駆動)素子の電圧降下の考慮が必要です。
- 各最大値は、個別技術資料に記載の最大値を考慮してください。この時、I_Fの絶対最大定格を超えないことの確認が必要です。
- また、電源 (V_{CC})および駆動素子の供給電流が設計I_F(ON)以上の能力があることをご確認ください。



$$R_{IN} \leq \frac{V_{CC}(\min) - V_F(\max) - V_{OL}(\max)}{\text{Design } I_F(\text{ON})}$$
$$*R_{IN} > \frac{V_{CC}(\max) - V_F(\min) - V_{OL}}{I_F(\max)}$$

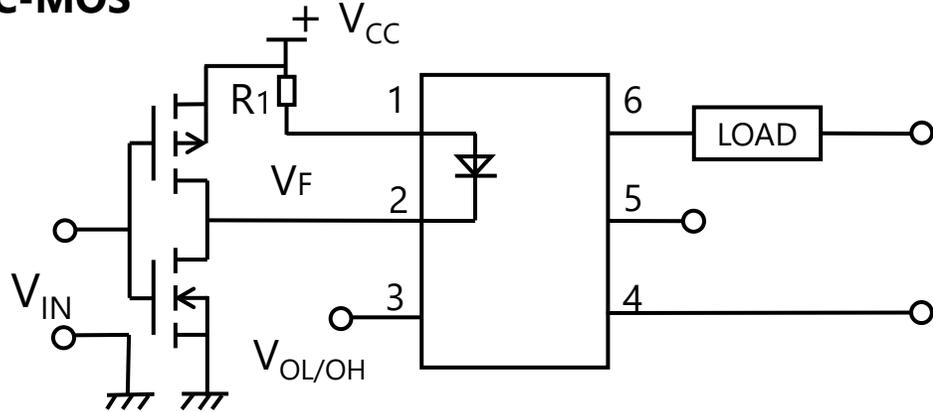


$$R_{IN} \leq \frac{V_{CC}(\min) - V_F(\max) - V_{CE}(\text{sat})(\max)}{\text{Design } I_F(\text{ON})}$$
$$* R_{IN} > \frac{V_{CC}(\max) - V_F(\min) - V_{CE}(\text{sat})}{I_F(\max)}$$

代表的なフォトリレーの駆動回路

代表的なフォトリレーの駆動回路

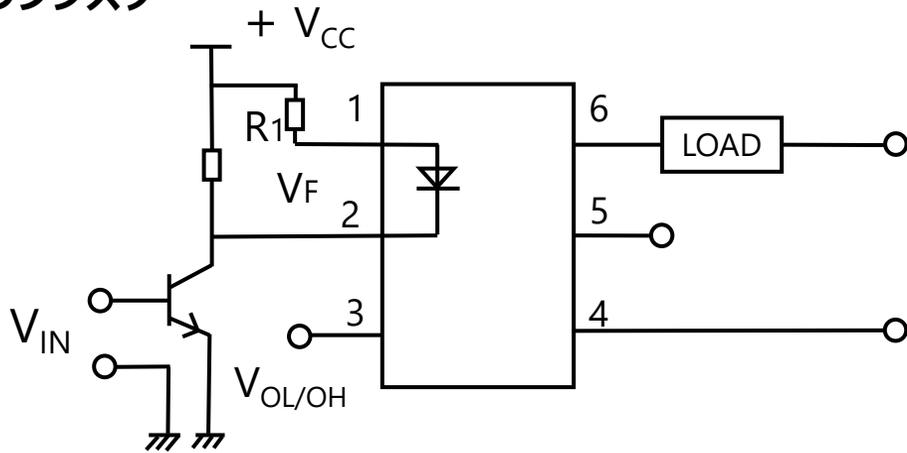
C-MOS



フォトリレーの適切な動作に必要なLED電流の制限抵抗値

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{OL} - V_F(ON)}{5 - 20 \text{ mA}}$$

トランジスター



フォトリレーが適切に復帰動作をするために必要な V_F

$$V_F(OFF) = V_{CC} - I_F R_1 - V_{OH} < 0.8 \text{ V}$$

上記C-MOS駆動回路ではLEDがオフ状態で上段のMOSがオンしているために (ほぼショート)ノイズ耐量に優れています。
トランジスター駆動回路ではノイズが発生する場合には、LEDと並列に数10 k Ω の抵抗を入れてください。

入力側への過電圧または過電流印加

外来サージによる出力故障の原因

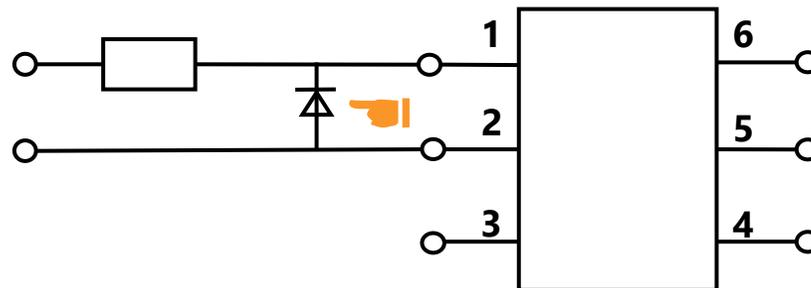
入力LEDに入力逆電圧の定格以上のサージ電圧が印加された場合には、下記現象が生じます。

- 入力素子がショート故障した場合 ⇒ 入力LEDを入れても負荷が動作 (オン)しない。
- 入力素子がオープン故障した場合 ⇒ 入力LEDを入れても負荷が動作 (オン)しない。

外来サージによる出力故障の対策

入力端子に逆サージ電圧が加わる場合は、入力端子と逆並列にダイオードを接続し、入力LEDに逆耐圧以上の逆電圧を印加しないください。

その代表的な回路例を以下に示します。

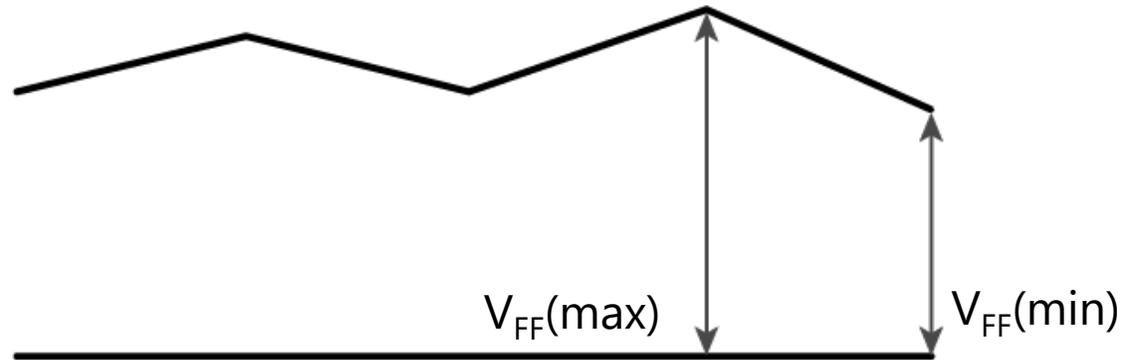


入力側への過電圧または過電流印加

入力電源のリプルがおよぼす不具合

入力LEDに定格以上の電流が印加された場合は、下記現象が生じます。

- 入力素子がショート故障した場合 ⇒ 入力LEDを入れても負荷が動作 (オン)しない。
- 入力素子がオープン故障した場合 ⇒ 入力LEDを入れても負荷が動作 (オン)しない。



入力電源のリプルの対策

入力側の電源にリプルがある場合は、下記に注意して使用してください。

- $V_{FF}(\min)$ において、入力LED電流は各製品のデータシートに記載されているトリガーLED電流値を確保してください。
- $V_{FF}(\max)$ において、入力順電流の最大定格を超えないようにしてください。

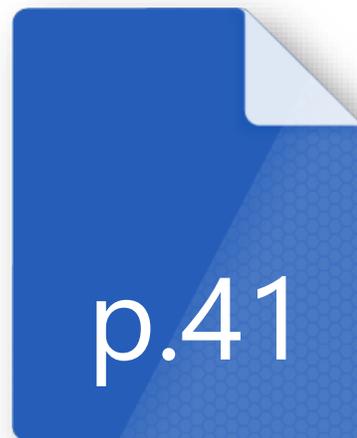
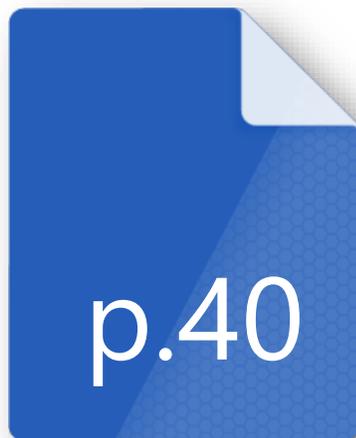
入力側の設計留意点

入力側電流が足りずオンしなかった場合

入力側の設計電流値がトリガーLED(I_{FT})に対して、十分確保されておらず、ある時間稼動後にオンしなくなります。これは**周囲温度によるトリガーLEDの上昇**および**LEDの経年劣化**を十分に考慮していない可能性があります。

入力側電流が足りずオンしなかった場合

下記のように、初期設計段階で適切なIF設計を推奨します。



設計の失敗例: I_F 設計

失敗例

データシートでのトリガーLEDの標準値が1 mA (周囲温度は $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

⇒ Aさんは I_F 設計値を1 mAで設定。

研究所の試作回路ではうまくセットの動作確認ができた (研究所の空調は $25\text{ }^\circ\text{C}$ 設定)。

しかし、量産時セットが動かない。

結合特性 (特に指定のない限り, $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

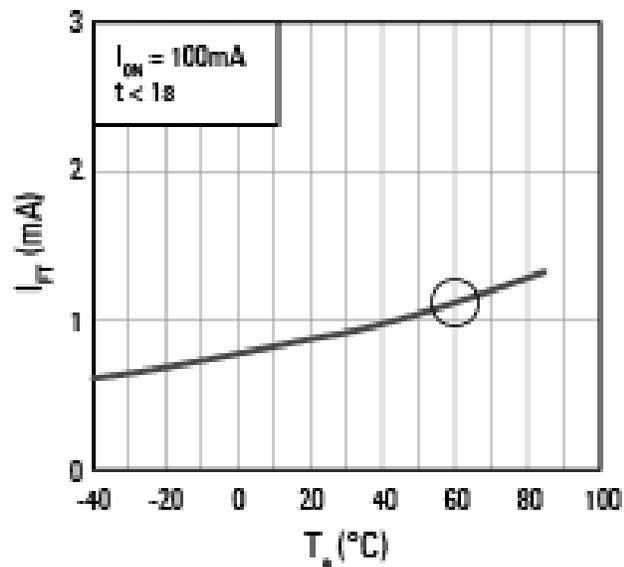
| 項目 | 記号 | 注記 | 測定条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|-----------|----------|----|---|-----|-----|----|----------|
| トリガーLED電流 | I_{FT} | | $I_{ON} = 500\text{ mA}$ | — | 1 | 3 | mA |
| 復帰LED電流 | I_{FC} | | $I_{OFF} = 100\text{ }\mu\text{A}$ | 0.1 | 0.5 | — | mA |
| オン抵抗 | R_{ON} | | $I_{ON} = 500\text{ mA}, I_F = 5\text{ mA}$ | — | 1 | 2 | Ω |

*当社製品TLP172AMの例

設計の失敗例: I_F 設計

原因

量産セットのフォトリレーの周辺温度が60 °Cに上昇していた。
しかし、25 °C条件下で使用する設計のまま動かしてしまった。



I_{FT} は周囲温度により上昇します。
左図のように設計 $I_F = 1 \text{ mA} < I_{FT}$ となり
1 mAの印加ではフォトリレーは I_F を入れても動作しません。

I_F を決定する際は、 $I_{FT}(\text{max})$ にマージンを加えた設計にしてください。

結合特性 (特に指定のない限り, $T_a = 25 \text{ °C}$)

| 項目 | 記号 | 注記 | 測定条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|-----------|----------|----|---|-----|-----|----|----------|
| トリガーLED電流 | I_{FT} | | $I_{ON} = 500 \text{ mA}$ | — | 1 | 3 | mA |
| 復帰LED電流 | I_{FC} | | $I_{OFF} = 100 \text{ }\mu\text{A}$ | 0.1 | 0.5 | — | mA |
| オン抵抗 | R_{ON} | | $I_{ON} = 500 \text{ mA}, I_F = 5 \text{ mA}$ | — | 1 | 2 | Ω |

*当社製品TLP172AMの例

設計の失敗例: LEDの経年劣化の考慮

失敗例

データシートでのトリガーLED電流の最大値3 mA (周囲温度は $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

⇒ Aさんは I_F 設計値を3 mAで設定。研究所の試作回路ではうまくセットの動作確認ができた。
しかし、出荷試験1000時間後にセットが動作しなくなった。

結合特性 (特に指定のない限り, $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

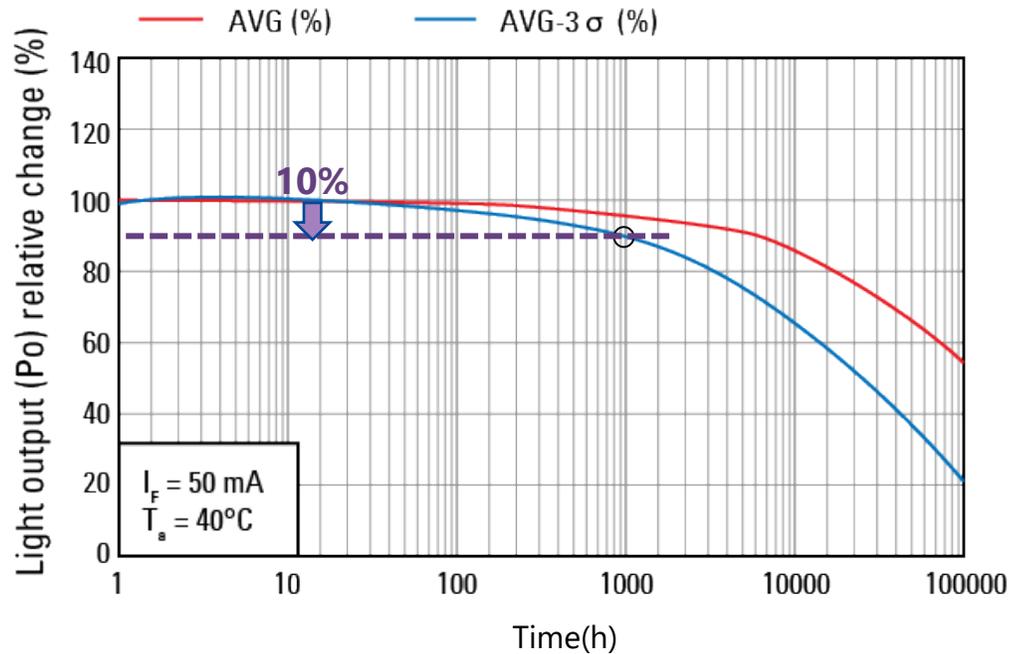
| 項目 | 記号 | 注記 | 測定条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|-----------|----------|----|---|-----|-----|----|----------|
| トリガーLED電流 | I_{FT} | | $I_{ON} = 500\text{ mA}$ | — | 1 | 3 | mA |
| 復帰LED電流 | I_{FC} | | $I_{OFF} = 100\text{ }\mu\text{A}$ | 0.1 | 0.5 | — | mA |
| オン抵抗 | R_{ON} | | $I_{ON} = 500\text{ mA}, I_F = 5\text{ mA}$ | — | 1 | 2 | Ω |

*当社製品TLP172AMの例

設計の失敗: LEDの経年劣化の考慮

原因

入力LEDの光出力が経年劣化してしまっていた。



左図のようにLEDは通電すると結晶内の欠陥が増えるため、通電時間に応じて、光出力は劣化します。

今回の場合は、初期状態から光出力が10 %劣化したために、 I_{FT} が実質10 %増加したことになります ($I_{FT} = 3.3 \text{ mA}$)。

これによって $I_F 3 \text{ mA} < I_{FT} 3.3 \text{ mA}$ となり、**MOSFETがオンするために必要な I_F 値を下回ってしまったため動作しなくなったことが原因**と言えます。

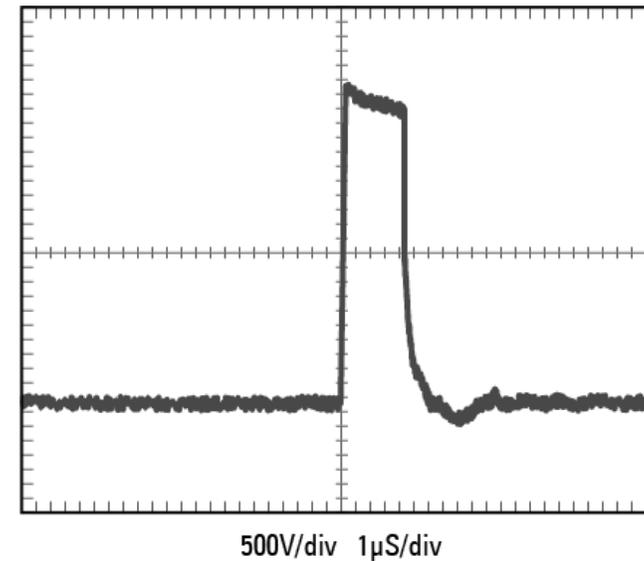
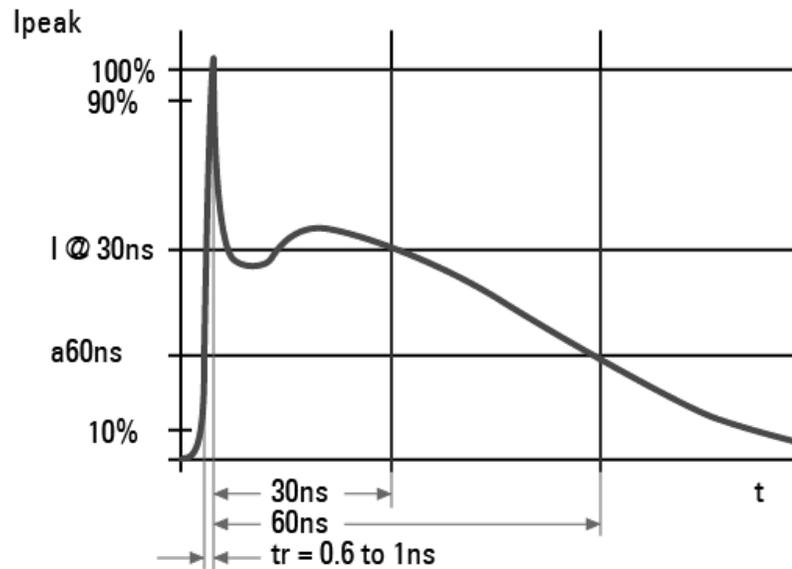
I_F 設計は $I_{FT}(\text{max})$ をベースにセットの動作時間に応じた光出力劣化を考慮した設計を推奨します。

出力側への過電圧または過電流印加

外来サージによる出力故障

負荷電源には、送電線への誘導インパルスノイズ・ESDサージなどが重畳する場合があります、フォトリレーの出力素子が故障する場合があります。(ショートおよびオープン)

- 出力素子がショート故障した場合 ⇒ 入力LEDが入っていないのに負荷が動作 (オン)している。
- 出力素子がオープン故障した場合 ⇒ 入力LEDを入れても負荷が動作 (オン)しない。



出力側への過電圧または過電流印加

外来サージによる出力故障対策

■バリスターを入れる

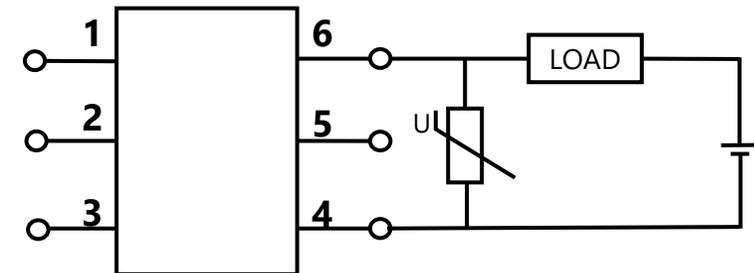
バリスター: 普段 (電流小時)はコンデンサーの動作をし、過電圧により大電流が流れたときは抵抗となり短絡電流を流すことで、後段の回路を保護します。

■選定方法

バリスターの制限電圧がフォトリレーの阻止電圧 (V_{OFF})を超えないようにすることを意識します。(目安: $V_{OFF} \times 0.7$)

- ・ ESDの場合: 静電気対策用の積層形チップバリスターが一般的です。
- ・ 商用AC電源で使用する場合は、下表をご参考ください。

| 電源電圧 | 推奨 バリスター 制限電圧 | フォトリレー V_{OFF} | サージ耐量 |
|----------|---------------------|---------------------|--------------|
| AC 100 V | 220 ~ 270 V | 400 ~ 600 V | 1000 A 以上 |
| AC 200 V | 430 ~ 470 V | 600 V | 1000 A 以上 |



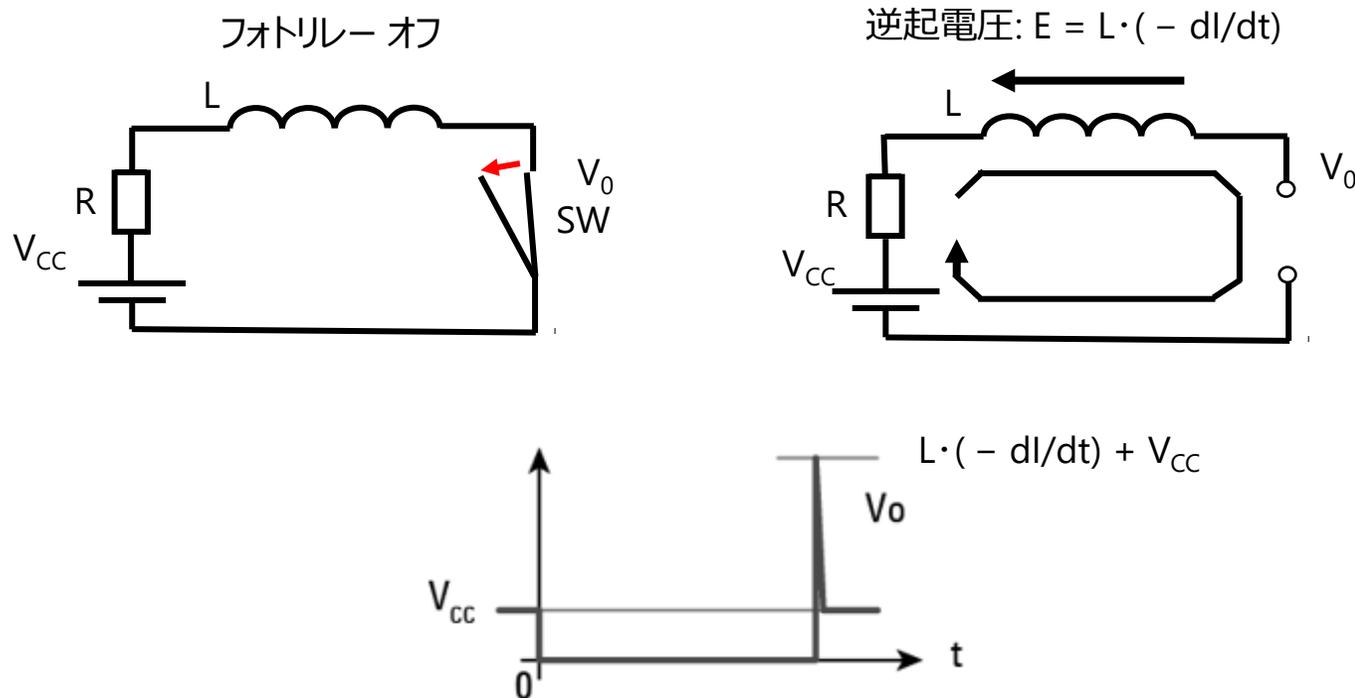
出力側への過電圧または過電流印加

逆起電圧による出力素子故障

誘導負荷を制御する場合でフォトリレーをオンからオフにすると、インダクタンスの電流は (V_{CC}/R) から急激にゼロとなり、大きな電流変化 (di/dt) となります。

この結果、インダクタンス L の両端の電圧は $E = L \cdot (-di/dt)$ の関係から、電源側： V_{CC} を起点として $L \cdot (-di/dt)$ の高い逆起電圧が発生します。

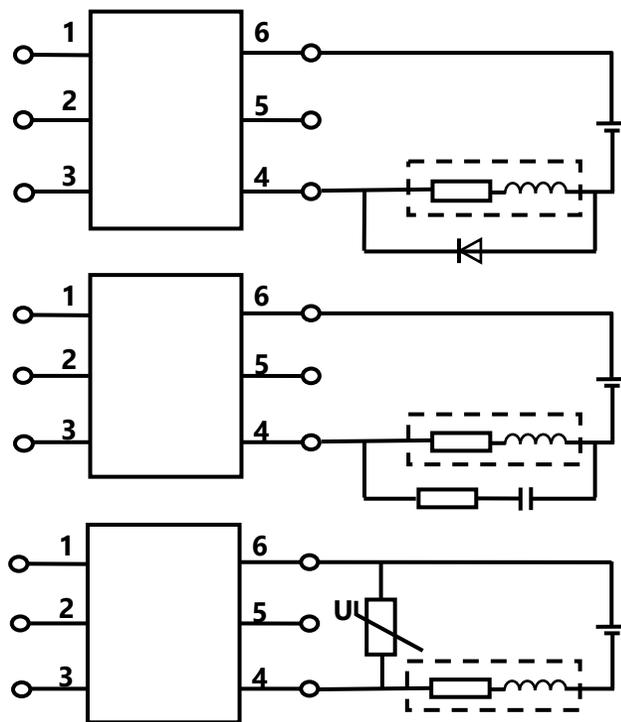
この電圧がフォトリレーの阻止電圧を超えた場合には、フォトリレーが故障する場合があります。



出力側への過電圧または過電流印加

逆起電圧による出力素子故障対策

誘導負荷からの過電圧を防ぐための保護素子を入れることを推奨します。
ポイントは過電圧が阻止電圧 (V_{OFF}) を超えないように抑えることです。



外付けダイオードでエネルギーを逃がす。

スナバー回路でエネルギーを吸収する。

バリスターで過電圧印加を抑える。

備考: ダイオード、スナバー (C-R)、バリスターなどの保護素子を実際に組み込む場合には、負荷またはフォトリレーの近辺に取り付けることが必要です。
距離が離れていると、保護素子をつけた効果が発揮できない場合があります。

出力側への過電圧または過電流印加

突入電流による出力素子の故障

突入電流は、フォトリレーで制御する負荷への電源投入時に発生します。
負荷の種類によって、突入電流の値が異なりますので以下に各負荷の特徴を示します。

1. ヒーター負荷 (抵抗負荷)

基本的には、突入電流は発生しません。

ヒーターの種類によっては、温度によって抵抗値が変化するものがあります。

この場合、常温時に抵抗値が低いため突入電流が発生するので注意が必要です。

突入電流がフォトリレーのパルスオン電流耐量をオーバーした場合に出力素子の故障につながります。

<突入電流が流れるヒーターの種類>

- 純金属系のヒーター (定格電流の約3 ~ 5倍)
- セラミック系のヒーター (定格電流の約3 ~ 5倍)
- ランプヒーター (定格電流の約10 ~ 15倍)

2. ランプ負荷

白熱電球・ハロゲンランプ (ランプヒーターなども含む)は定格電流の約10 ~ 15倍程度の突入電流が流れます。
フォトリレーのパルスオン電流の耐量を超える突入電流がくり返し流れると、出力素子故障の原因になります。

出力側への過電圧または過電流印加

突入電流による出力素子の故障

3. モーター負荷

モーターなどの誘導負荷は始動時に、定格電流の約5 ~ 10倍程度の突入電流が流れます。
フォトリレーのパルスオン電流の耐量を超える突入電流が繰り返し流れると、出力素子故障の原因になります。

4. トランス負荷

トランス負荷は、1次側の電源を投入した瞬間に、10 ~ 500 msの短時間ですが定格の10 ~ 20倍程度の励磁電流が流れます。
フォトリレーのパルスオン電流定格を超える励磁電流が流れると、出力素子故障の原因になります。

出力側への過電圧または過電流印加

突入電流による出力素子の故障対策

フォトリレー選定の際に、負荷の突入電流をご確認いただき、フォトリレーのパルスオン電流定格以下となるような製品を選定してください。

| | | | | | |
|-----|--|----------------------------|--|------|----------------------|
| 受光側 | 阻止電圧 | V_{OFF} | | 60 | V |
| | オン電流 | I_{ON} | | 500 | mA |
| | オン電流低減率 ($T_a \geq 25\text{ }^\circ\text{C}$) | $\Delta I_{ON}/\Delta T_a$ | | -5.0 | mA/ $^\circ\text{C}$ |
| | オン電流 (パルス) ($t = 100\text{ ms, duty} = 1/10$) | I_{ONP} | | 1.5 | A |
| | 出力許容損失 | P_O | | 300 | mW |
| | 出力許容損失低減率 ($T_a \geq 25\text{ }^\circ\text{C}$) | $\Delta P_O/\Delta T_a$ | | -3.0 | mW/ $^\circ\text{C}$ |
| | 接合温度 | T_j | | 125 | $^\circ\text{C}$ |

*当社製品TLP172AMの例

出力側の設計留意点

失敗例

データシートでのオン電流定格が500 mA

⇒ Aさんは 80 %マージンを取り、 $I_{ON} = 400$ mAで回路を構成した。

研究所の試作回路ではうまくセットの動作確認ができたが、**量産時セットが動かなくなりました**。(研究所の空調は25 °Cに設定)

絶対最大定格 (特に指定のない限り, $T_a = 25$ °C)

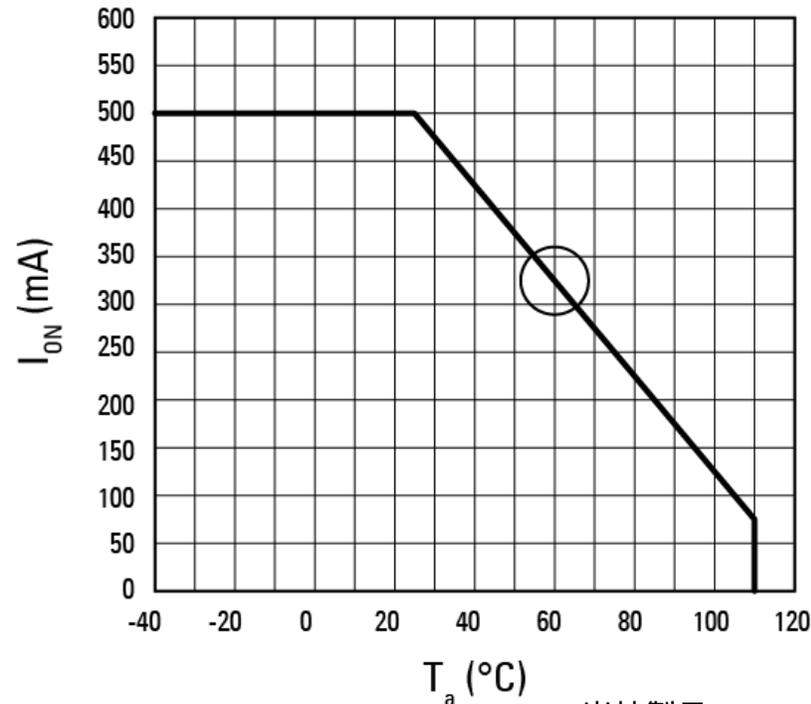
| | 項目 | 記号 | 注記 | 定格 | 単位 |
|-----|---|------------------------------|----|------|-------|
| 発光側 | 入力順電流 | I_F | | 30 | mA |
| | 入力順電流低減率 ($T_a \geq 25$ °C) | $\Delta I_F / \Delta T_a$ | | -0.3 | mA/°C |
| | 入力順電流 (パルス) (100 μ s / パルス, 100 pps) | I_{FP} | | 1 | A |
| | 入力逆電圧 | V_R | | 6 | V |
| | 入力許容損失 | P_D | | 50 | mW |
| | 入力許容損失低減率 ($T_a \geq 25$ °C) | $\Delta P_D / \Delta T_a$ | | -0.5 | mW/°C |
| | 接合温度 | T_j | | 125 | °C |
| 受光側 | 阻止電圧 | V_{OFF} | | 60 | V |
| | オン電流 | I_{ON} | | 500 | mA |
| | オン電流低減率 ($T_a \geq 25$ °C) | $\Delta I_{ON} / \Delta T_a$ | | -5.0 | mA/°C |
| | オン電流 (パルス) ($t = 100$ ms, duty = 1/10) | I_{ONP} | | 1.5 | A |
| | 出力許容損失 | P_O | | 300 | mW |
| | 出力許容損失低減率 ($T_a \geq 25$ °C) | $\Delta P_O / \Delta T_a$ | | -3.0 | mW/°C |
| | 接合温度 | T_j | | 125 | °C |

*当社製品TLP172AMの例

出力側の設計留意点

失敗例 (原因)

量産セットのフォトリレー部品の周辺温度は60 °Cに上昇していた。



*当社製品TLP172AMの例

半導体デバイスである、フォトリレーのオン電流は周囲温度によりディレーティングが必要です。

左図のように、周囲温度60 °Cでは25 °Cでのオン電流に比べて、定格オン電流が $500 \text{ mA} - (5 \text{ mA/}^\circ\text{C} \times (60 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C})) = 325 \text{ mA}$ と小さくなります。

その結果、定格オーバーである400 mA通電により熱暴走が発生したことで、MOSFETが故障してしまったと言えます。

オン電流は温度ディレーティングを考慮して設計してください。

06

高容量 (大電流)品主要ラインアップ

高容量フォトリレー製品主要ラインアップ

以下は、当社における高容量フォトリレー製品のパッケージ別主要ラインアップです。
全製品のフォトリレーについては、ホームページを参照してください。パラメーター検索機能からでも検索可能です。

新製品

| V _{OFF} | 20 V | 30 V | 40 V | 60 V | 80 V | 100 V | 200 V | 400 V | 600 V |
|---|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 2.54 SOP4  | | TLP3146 (3.3 A) | | TLP3147 (2.5 A) | | TLP3149 (1.5 A) | TLP3145 (0.4 A) | | |
| 2.54 SOP6  | TLP3100 (2.5 A) | | TLP3102 (2.5 A) | TLP3103 (2.3 A) | | TLP3105 (1.4 A) | | | |
| | | TLP3106A (4.5 A) | | TLP3107A (4 A) | | TLP3109A (3 A) | | | |
| 4pin SO6  | | | | TLP3122A (1.4 A) | | | | | |
| DIP4   | TLP3553 (3 A) | | TLP3553A (3.5 A) | TLP3555A (3 A) | | TLP3556A (2 A) | TLP3558A (0.7 A) | | |
| | | | TLP241A (2 A) | | TLP241BP (1.4 A) | TLP241B (2 A) | | TLP223GA (0.12 A) | TLP223J (0.09 A) |
| DIP6   | TLP3543 (4 A) | TLP3543A (5 A) | TLP3544 (3.5 A) | TLP3545A (4 A) | | TLP3546A (3.5 A) | | | |
| | | | | TLP4590A 1-Form-B (1.2 A) | | | | | |
| DIP8  | | | | TLP3547 (5 A) | | TLP3823 (3 A) | TLP3825 (1.5 A) | TLP3548 (0.4 A) | TLP3549 (0.6 A) |

※ラインアップは2023年12月時点です。詳しくは当社ホームページをご覧ください。

07

応用例

項目

- 空調制御システム: HVAC p.63
- 監視カメラ p.64
- ファクトリー・オートメーション p.65
- 電力メーター・スマートメーター p.66
- 電力監視システム p.67
- 受動型センサー p.68
- PLC (Programmable logic controller) p.69

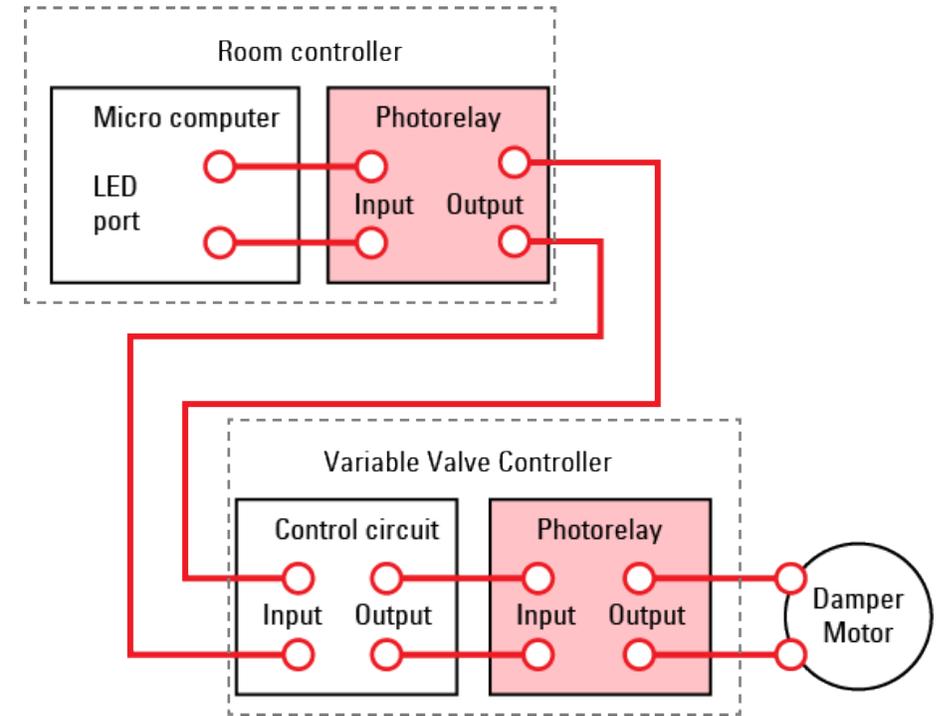
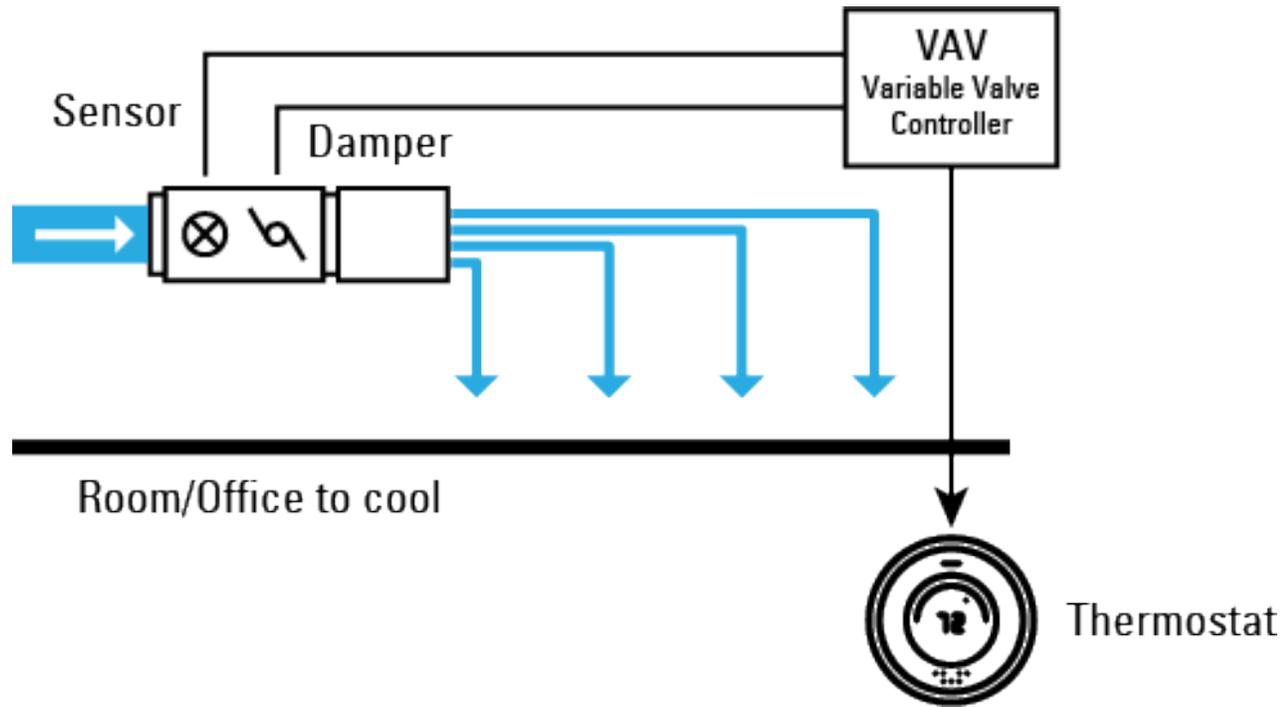
空調制御システム: HVAC (サーモスタットを含む)

リレーの機能

ビルオートメーションの暖房、換気や空調制御用サーモスタットの信号伝送および、バルブコントロールのダンパーモーター制御にフォトリレーが使用されています。従来は機械式リレー使用が多いですが、フォトリレーの電流定格アップに伴い、フォトリレー化が進んでいます。

半導体化のメリット

- 静音
- 長寿命
- 大電流



HVAC: Heating, Ventilation and Air Conditioning (暖房・換気および空調) の略

監視カメラ

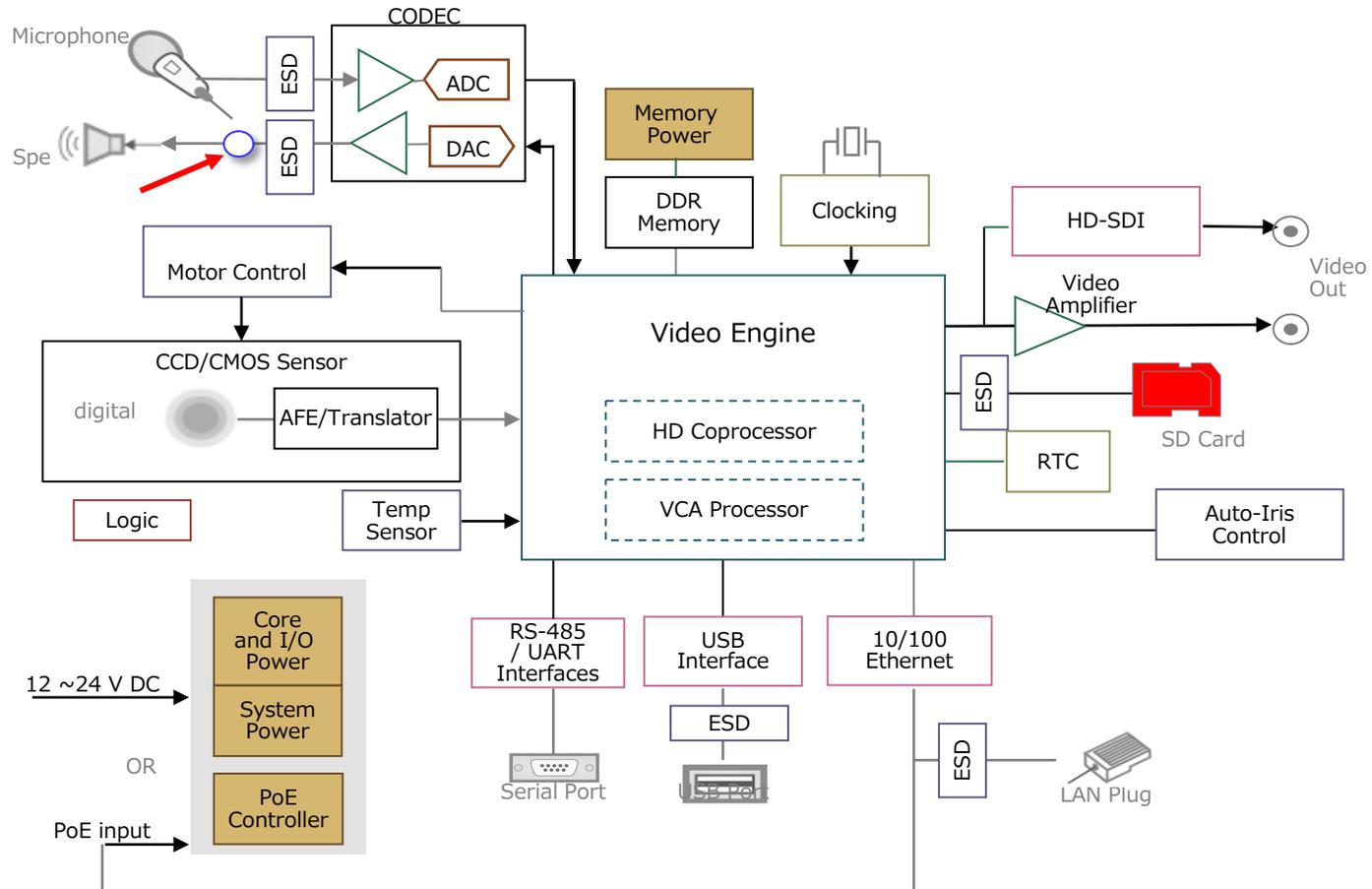
リレーの機能

カメラセットの光・音のアウトプットのためのスイッチとしてフォトリレーが使われています。

例: 絶縁耐圧 >2 kV
60 V/2A仕様
2つ使用

半導体化のメリット

- 静音
- 長寿命
- 小型化



ファクトリー・オートメーション (セーフトルクオフ付き)

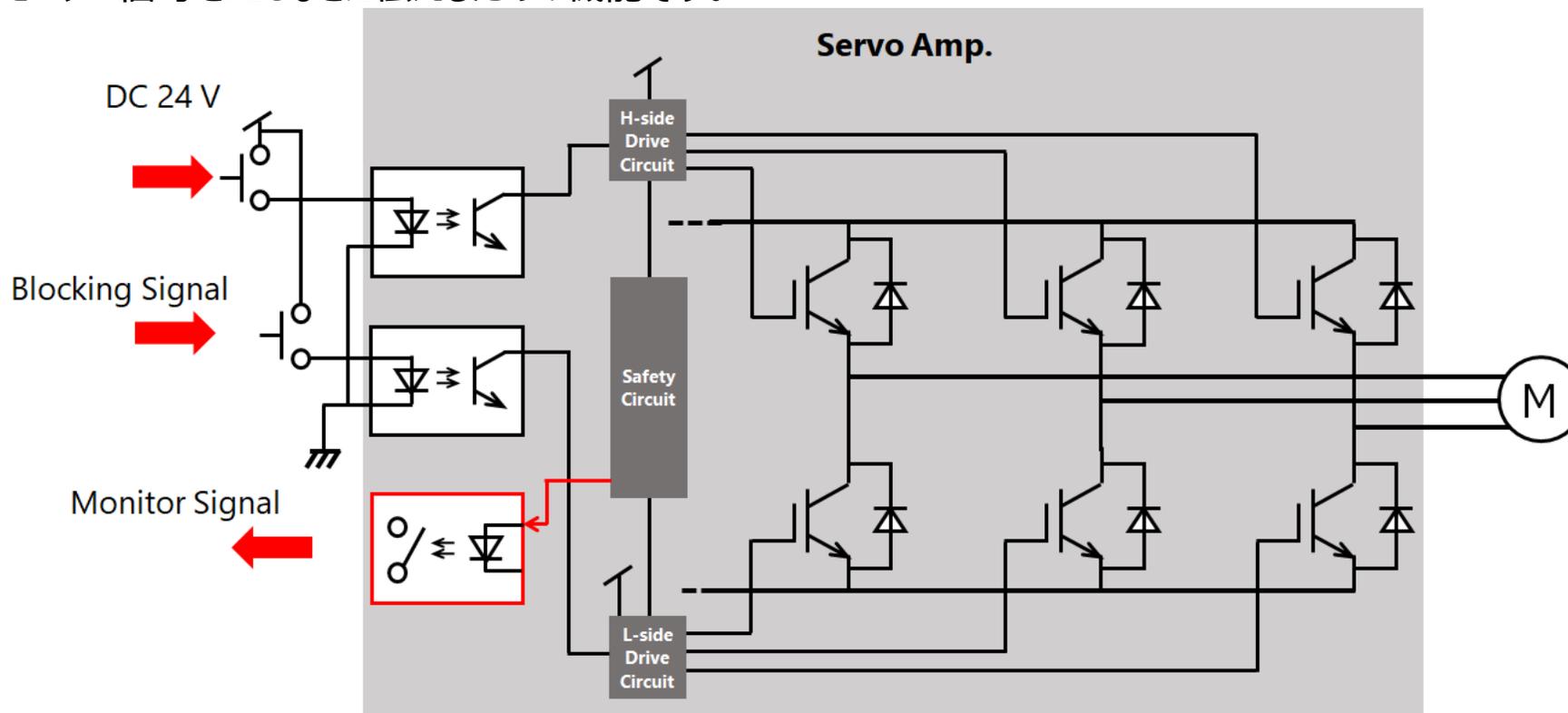
リレーの機能

セーフトルクオフ機能とは、セーフティ入力信号から回路上サーボアンプなどの駆動信号を強制的にオフすることで、モーター電流を遮断して、モーター出力のトルクをオフするセーフティ機能です。

フォトリレーはモニター信号をPLCなどに伝えるための機能です。

半導体化のメリット

- 小型化
- 高速



サーボアンプ、CNC、ロボットなどに使用

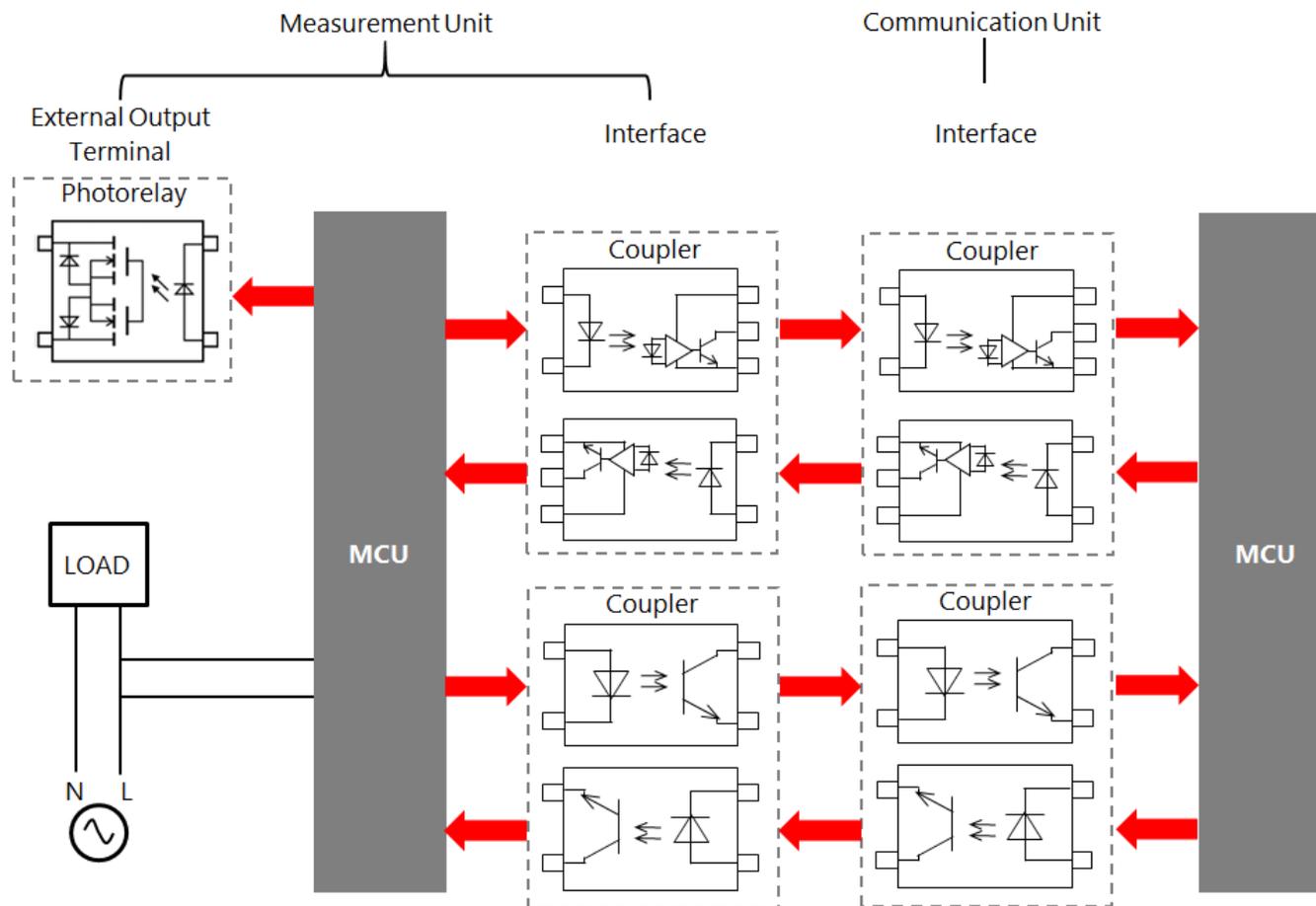
電力メーター・スマートメーター

リレーの機能

フォトリレーを外部へ通信する際の接点出力として使用されます。

半導体化のメリット

- 高耐圧
- 強化絶縁
- 長寿命



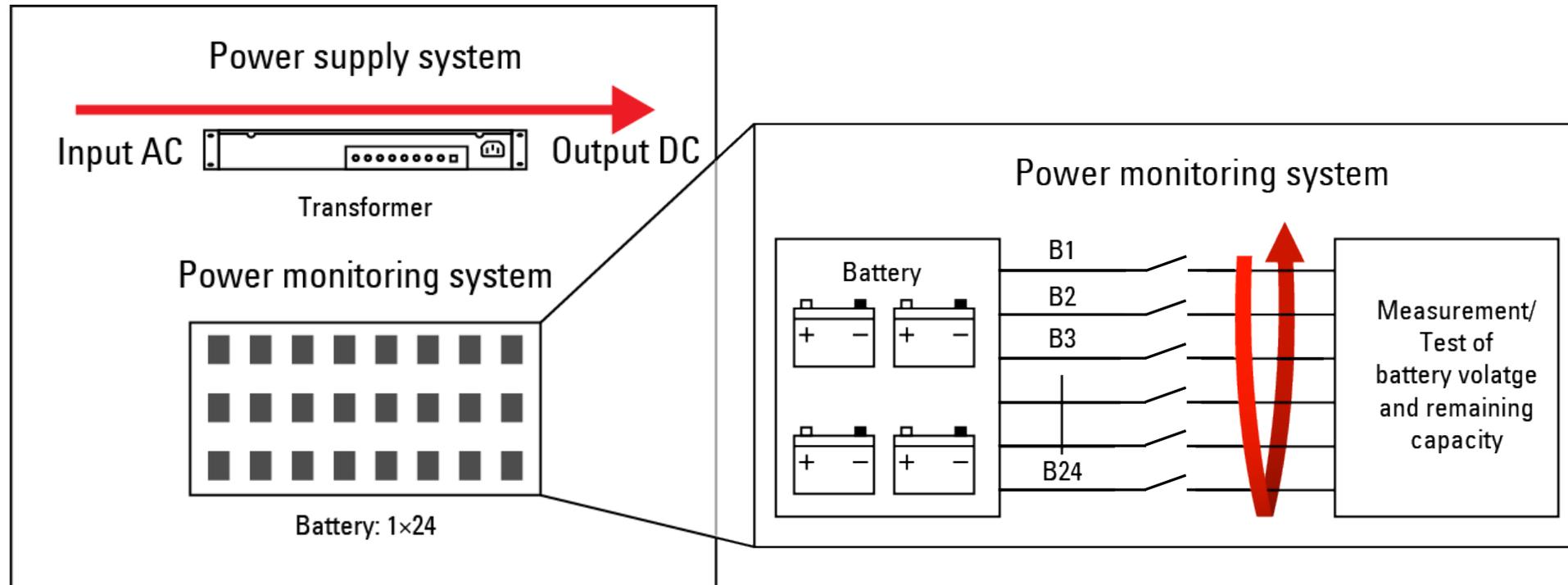
電力監視システム: バッテリーマネジメントシステム など

リレーの機能

フォトリレーは電池セル (群)の充電電圧のモニタリング回路用として使用されます。接点回数が多く、接点寿命のないフォトリレーが最適です。

半導体化のメリット

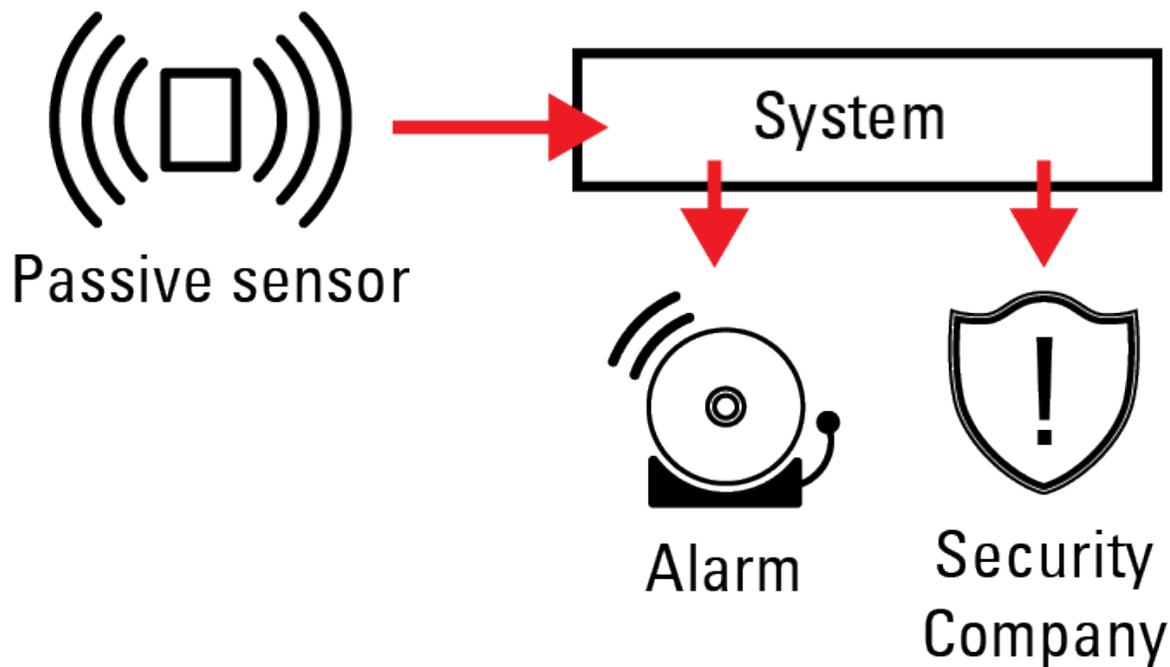
- 小型
- 長寿命
- 高耐圧



受動型センサー

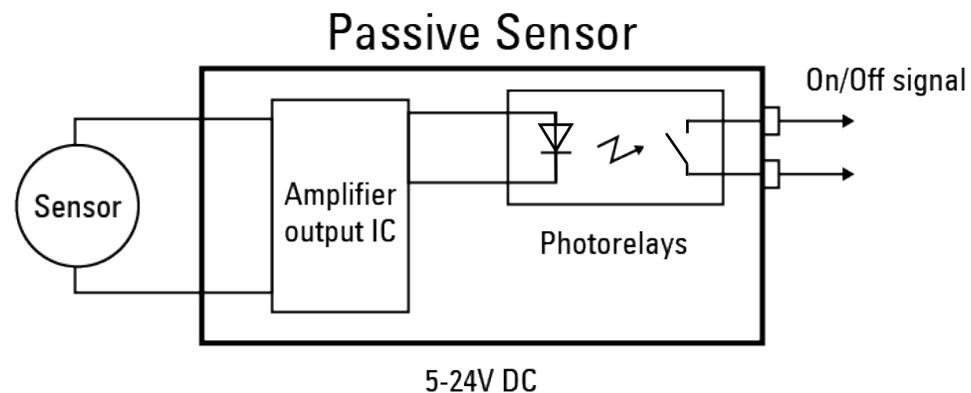
リレーの機能

不審者が家・マンションなどに入ったときに、人感センサーで感知し、その情報をフォトリレーをON / OFFすることで、集合端末などに伝えます。



半導体化のメリット

- 小型
- 低消費
- 大電流



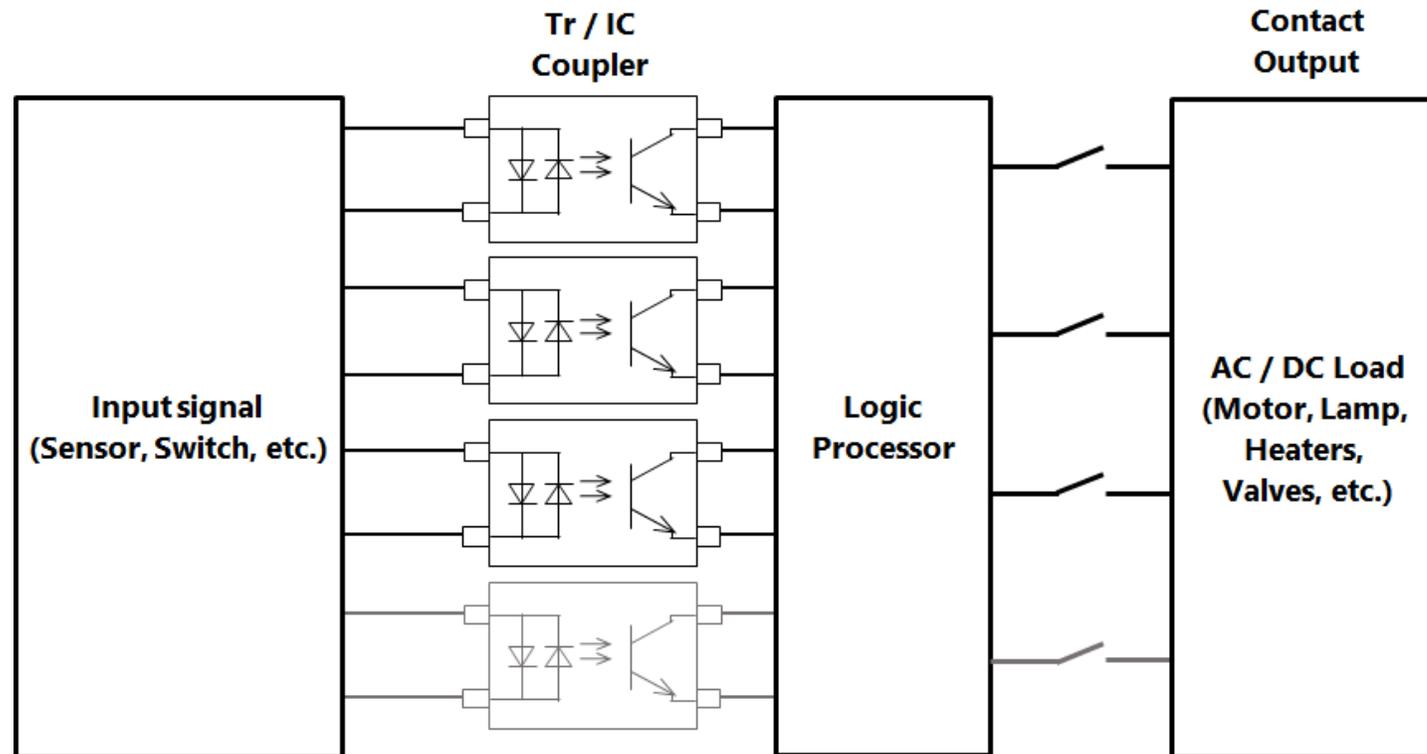
PLC (Programmable logic controller)

リレーの機能

PLCの出力段の接点出力に機械式リレーが使用されていますが、フォトリレーの電流定格が向上してきたことから、信頼性面で半導体リレー化(フォトリレー、PDAカップラー + MOSFET)が進んできています。

半導体化のメリット

- 信頼性
- 小型
- 大電流



製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社Webサイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品にはGaAs(ガリウムヒ素)が使われています。その粉末や蒸気等は人体に対し有害ですので、破壊、切断、粉碎や化学的な分解はしないでください。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品のRoHS適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。