

富士 第7世代IGBT-IPM  
X シリーズ  
第4章 応用回路例



**Application Manual**

## 注意

このマニュアルの内容(製品の仕様、特性、データ、材料、構造など)は2020年12月現在のものです。この内容は製品の仕様変更のため、または他の理由により事前の予告なく変更されることがあります。このマニュアルに記載されている製品を使用される場合には、その製品の最新版の仕様書を入手して、データを確認してください。

本資料に記載してある応用例は、富士電機の半導体製品を使用した代表的な応用例を説明するものであり、本資料によって工業所有権、その他権利の実施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。

 **注意**

(1) 輸送と保管

段ボール箱の適切な面を上にして運搬してください。そうしないと製品に予期しないストレスがかかり、端子の曲りや樹脂パッケージ内の歪みなど、影響を及ぼす可能性があります。さらに製品を投げたり落下させたりすると、製品に大きなダメージを与える可能性があります。また水に濡れると破壊や故障の原因になりますので、雨や結露には十分な配慮をお願いします。輸送中の温度や湿度などの環境条件は、仕様書に記載してありますので厳守してください。

(2) 組み立て環境

パワーモジュールの素子は静電気放電に対して非常に弱いため、組み立て環境におけるESD 対策を適切に実施してください。特に、制御端子部は、内蔵されている制御ICと内部で接続されているため注意が必要です。

(3) 動作環境

製品を酸や有機物、腐食性ガス(硫化水素、硫酸ガスなど)にさらされる環境で使用した場合、製品性能や外観を十分確保することができません。

## 第4章 応用回路例

1. 応用回路例	4-2
2. 注意事項	4-6
3. フォトカプラ周辺回路	4-9
4. コネクタ	4-10

本章では、XシリーズIPMの応用回路例について説明します。

## 1. 応用回路例

図4-1に P629、P639 (6in1パッケージ、下アームのみアラーム出力機能搭載) の応用回路例を示します。

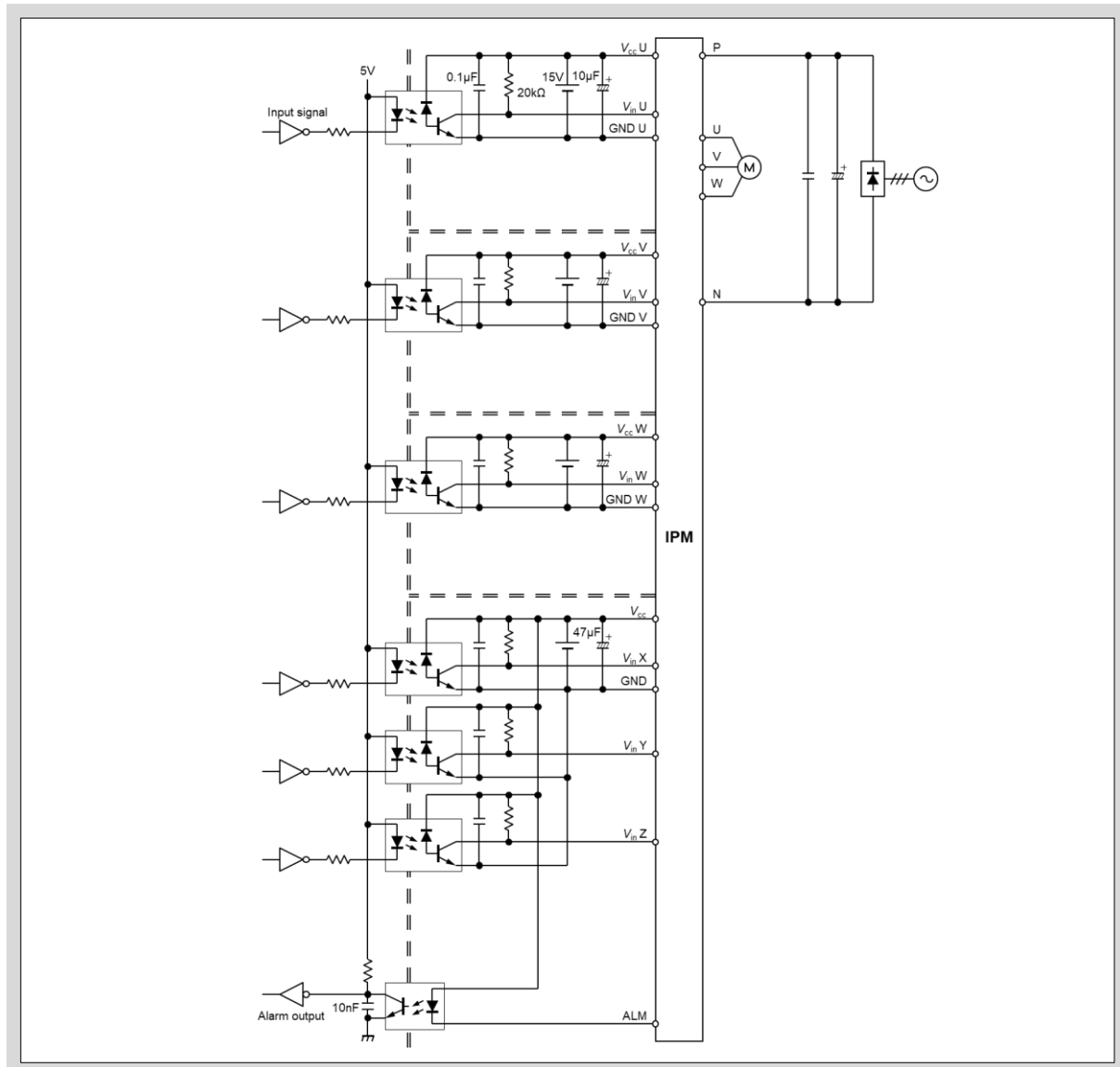


図4-1 P629、P639の応用回路例

図4-2に P626、P636 (6in1パッケージ) の応用回路例を示します。

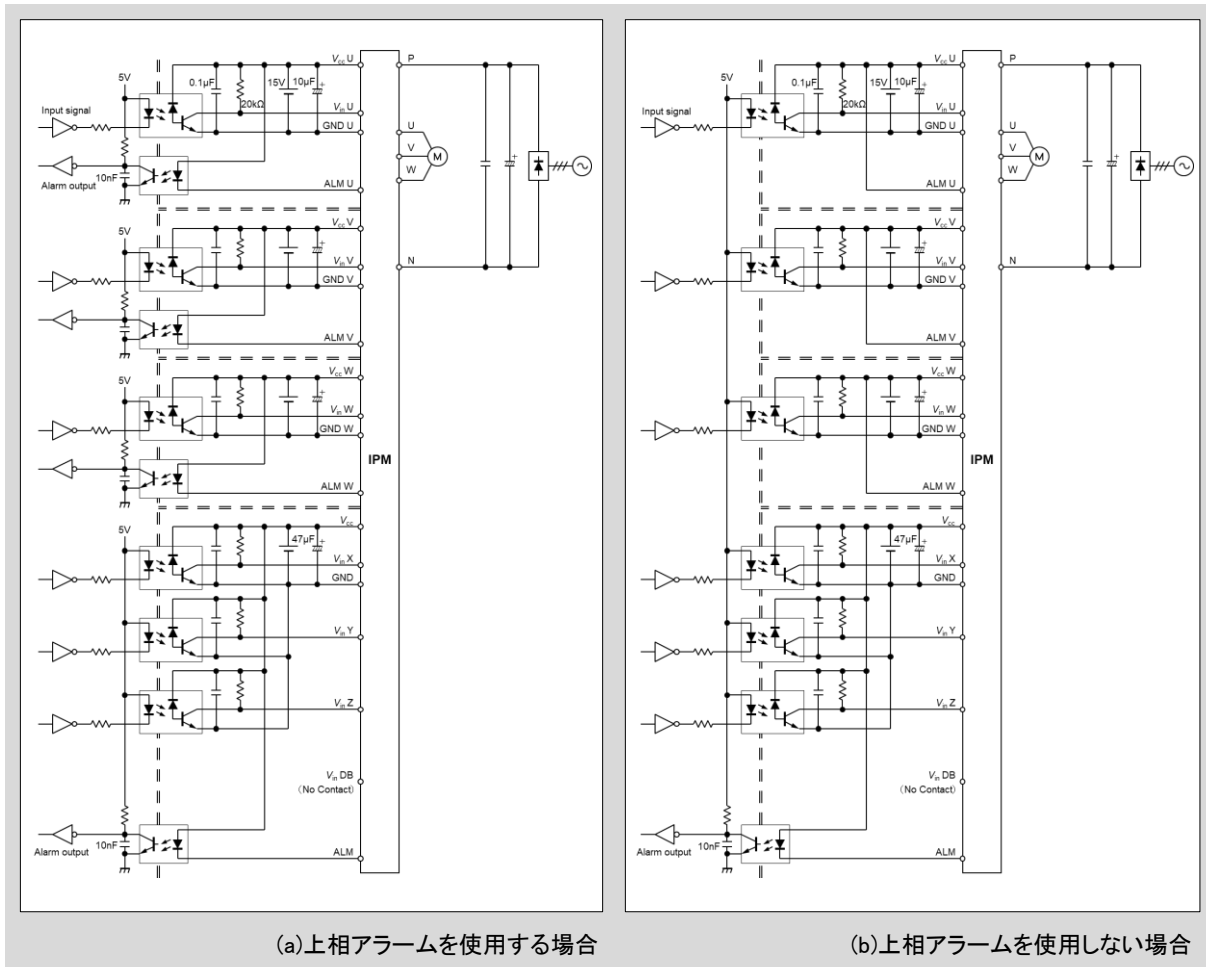


図4-2 P626、P638の応用回路例

図4-3に P26、P630、P631、P636、P638 (6in1パッケージ、温度ワーニング機能内蔵)の応用回路例を示します。

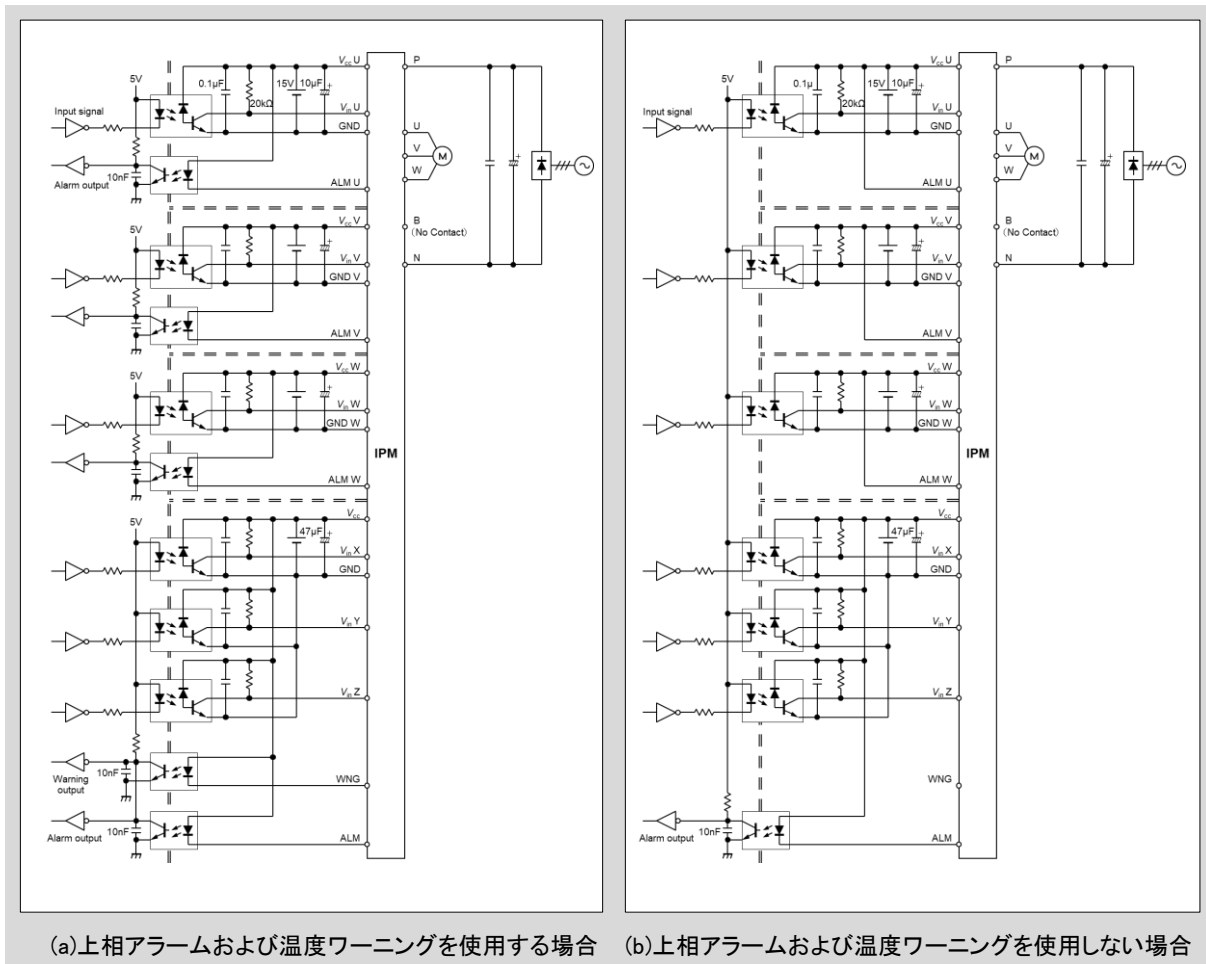


図4-3 P26、P630、P631、P636、P638 (6in1パッケージ、温度ワーニング機能内蔵)の応用回路例

- ・温度ワーニング機能を使用しない場合は、WNG端子をオープンにしてください。
- ・ $V_{cc}$ 端子に接続すると温度ワーニング温度を超えたときに消費電流 $I_{cc}$ が増加します。

図4-4に P630、P631、P636、P644 (7in1パッケージ、ブレーキ機能内蔵)の応用回路例を示します。

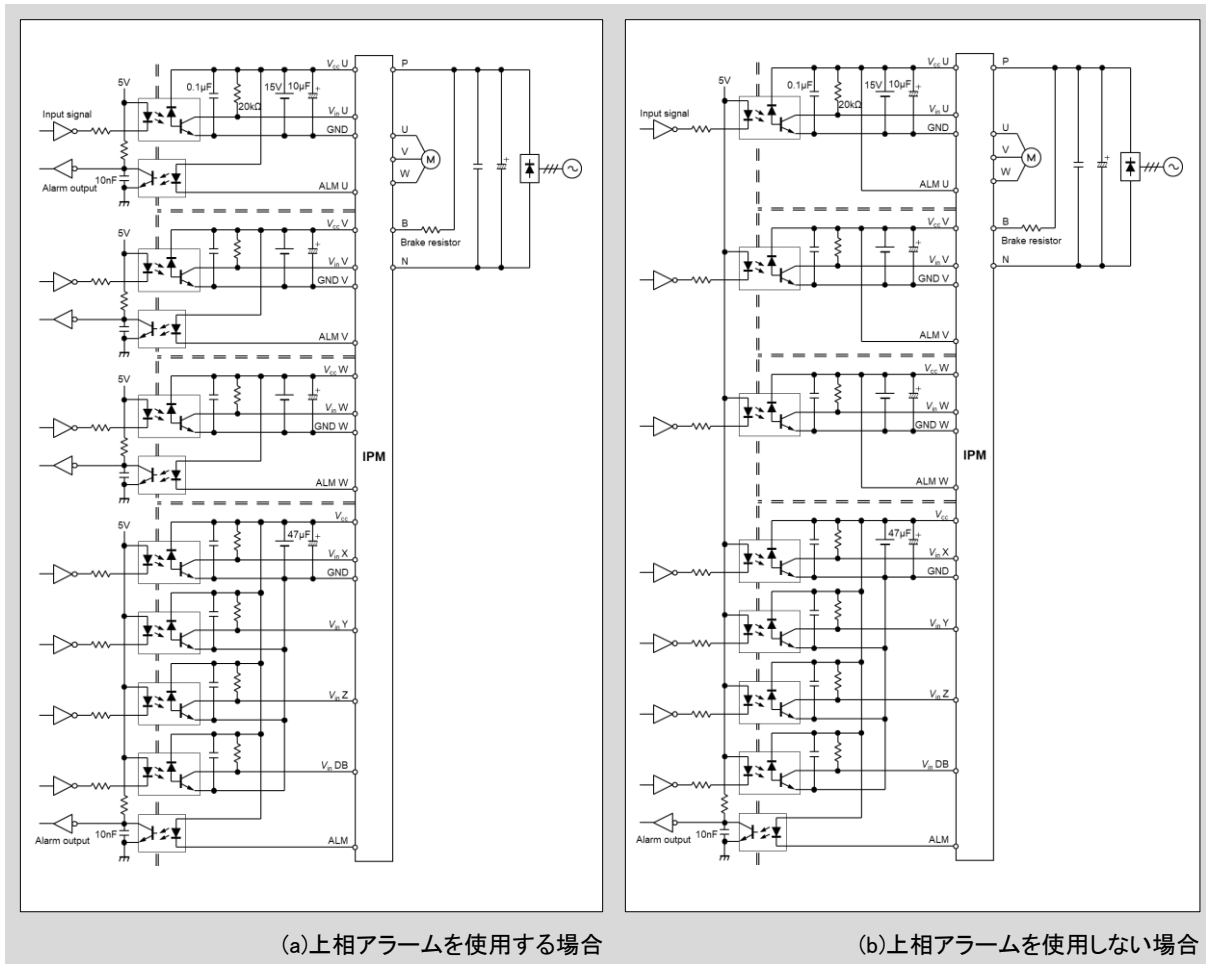


図4-4 P630、P631、P636、P644 (7in1パッケージ)の応用回路例



## 2. 注意事項

### 2.1 制御電源

応用回路例に示すように制御電源は上アーム側=3系統、下アーム側=1系統、合計4系統の絶縁電源が必要です。アルミ電解コンデンサ(上アーム:50V/10 $\mu$ F、下アーム50V/47 $\mu$ F程度)をIPMの制御電源端子 $V_{CC}$ にできるだけ近接して実装してください。尚、本コンデンサは制御電源を平滑化する為のものではなく、IPMまでの配線インピーダンス補正用です。ブートストラップ等の単電源での使用は、制御電圧変動等が予測される為、十分な検討、検証が必要です。

市販の電源ユニットを使用する場合は、電源出力側のGND端子は接続しないでください。

出力側GNDを出力の+または-に接続すると、電源入力側アースで各電源が接続されるため、誤動作の原因となります。また、各電源間とアースとの間のストレーC(浮遊容量)はできるだけ低減してください。

また、瞬時変動が小さく、 $I_{CC}$ を供給・吸収できる能力のものを適用してください。

### 2.2 4電源間の構造的な絶縁(入力部コネクタ及びプリント板)

絶縁は各々4電源間と主電源間に必要です。

また、この絶縁部にはIGBTスイッチング時の大きな $dv/dt$ が加わりますので、十分な絶縁距離を確保してください。(推奨2mm以上)

### 2.3 GND接続

制御端子GND Uと主端子U、制御端子GND Vと主端子V、制御端子GND Wと主端子W、制御端子GNDと主端子N(P631の場合はN1、N2)を外部回路で接続しないでください。誤動作の原因になります。

### 2.4 制御電源コンデンサ

応用回路例に示す各制御電源に接続される10 $\mu$ F(47 $\mu$ F)及び0.1 $\mu$ Fは、制御電源を平滑化するためのコンデンサではなく、IPMまでの配線インピーダンス補正用です。平滑用のコンデンサは他に必要です。

また、10 $\mu$ F(47 $\mu$ F)及び0.1 $\mu$ Fから制御回路までの配線インピーダンスで過渡変動が発生するので、IPM制御端子及びフォトカプラ端子にできるだけ近接して接続してください。

電解コンデンサについても、インピーダンスが低く周波数特性の良い物を選定し、さらにフィルムコンデンサなど周波数特性の良い物を並列に接続してください。

## 2.5 アラーム回路

IPMには1.3k $\Omega$ のアラーム抵抗が内蔵されているため、外部に抵抗を接続せずにフォトカプラを直接接続することができます。尚、フォトカプラを接続する際、フォトカプラとIPM間の配線をできるだけ短くすると共に、フォトカプラ一次側と二次側の浮遊容量を小さくしたパターンレイアウトとしてください。dv/dtによりアラーム用フォトカプラの二次側電位が振られることがあるため、アラーム用フォトカプラの二次側の出力端子に10nF程度のコンデンサを接続し、電位を安定させることを推奨します。

また、上アームにアラーム出力をもつIPMにおいて、上アームアラームを使用しない場合は、アラーム端子を $V_{CC}$ にプルアップして電位を安定させてください。

## 2.6 ワーニング回路（特定型式のみ）

IPMには1.3k $\Omega$ のワーニング抵抗が内蔵されているため、外部に抵抗を接続せずにフォトカプラを直接接続することができます。尚、フォトカプラを接続する際、フォトカプラとIPM間の配線をできるだけ短くすると共に、フォトカプラ一次側と二次側の浮遊容量を小さくしたパターンレイアウトとしてください。

dV/dtによりワーニング用フォトカプラの二次側電位が振られることがあるため、ワーニング用フォトカプラの二次側の出力端子に10nF程度のコンデンサを接続し、電位を安定させることを推奨します。

また、温度ワーニング機能動作時は、 $V_{CC}/R_{WNG}$ による消費電流が増加しますので電源の設計を考慮してください。なお、温度ワーニング機能を使用しない場合は、ワーニング端子をオープンにすることを推奨します。ワーニング端子を $V_{CC}$ にプルアップする場合は、温度ワーニング機能動作時に消費電流が増加しますので電源の設計を考慮してください。また、GNDにプルダウンしないでください。

## 2.7 信号入力端子のプルアップ

制御信号入力端子は20k $\Omega$ の抵抗で $V_{CC}$ にプルアップしてください。また、7in1(ブレーキ内蔵タイプ)のIPMでB相を使用しない場合など、使用しない相の入力端子も20k $\Omega$ の抵抗で $V_{CC}$ にプルアップしてください。プルアップしない場合、電源投入時に制御電源電圧低下保護が継続するため、IPMが動作できません。

## 2.8 使用しない相がある場合の接続

6in1(ブレーキなしタイプ)にて単相で使用する場合や7in1(ブレーキ内蔵タイプ)にてB相を使用しない場合など、使用しない相がある場合、使用しない相にも制御電源を供給し、入力端子、アラーム端子を $V_{CC}$ に接続して電位を安定させてください。ワーニング端子は除きます。(4.2.6参照)

## 2.9 未接続端子(No Contact端子)の取り扱い

未接続端子(No Contact端子)はIPM内部では接続されていません。絶縁されていますので、電位を安定化させる等、特別な処理は必要ありません。

また、ガイドピンについても、IPM内部では接続されていません。

## 2.10 スナバ

スナバはPN端子に直接接続し、できるだけ短い配線で接続してください。

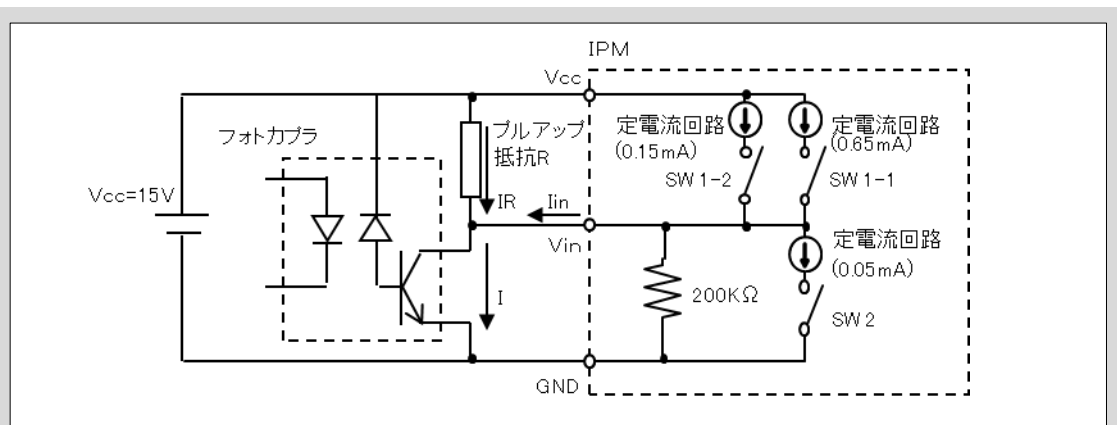
スナバを2箇所接続できるP631パッケージの場合は、P1-N1間、P2-N2間の両側にスナバをつけるとサージ電圧低減に効果的です。P1-N2間、P2-N1間のようにたすき掛けでの接続は誤動作の原因になる可能性があるので行わないでください。

## 2.11 接地コンデンサ

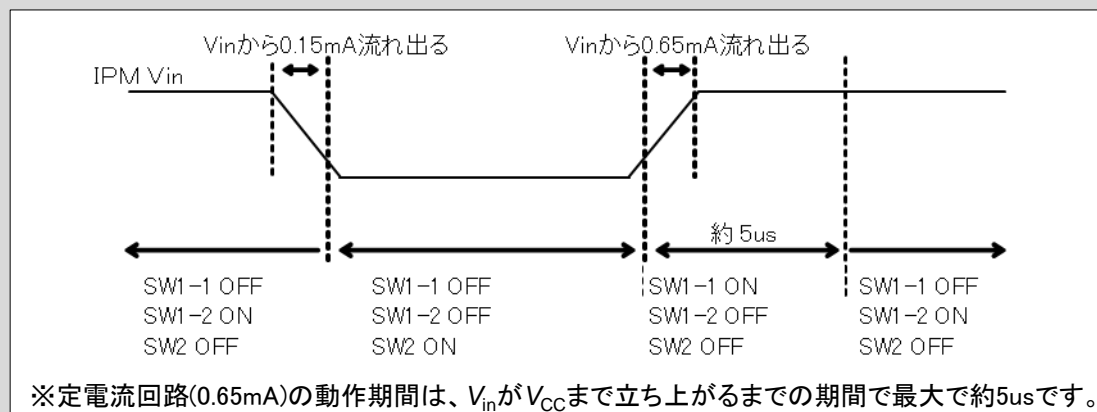
AC入力ラインからのノイズ侵入を防ぐため、AC入力の三相各線—アース間に接地コンデンサを接続してください。

## 2.12 IPMの入力回路

IPMの入力回路部には、図4-5(a)に示す定電流回路が設けられており、図4-5(b)に示したタイミングにてIPMの入力端子から $I_{in}=0.15\text{mA}$ または、 $I_{in}=0.65\text{mA}$ の定電流が出力されます。このため、フォトカプラ二次側には、プルアップ抵抗を流れる電流 $I_R$ と定電流 $I_{in}$ を合わせた電流を流せるようにフォトカプラ一次側の $I_F$ を決める必要があります。 $I_F$ が不十分な場合、二次側が誤動作を起こす可能性があります。



(a) IPM入力回路



(b) 定電流動作タイミング

図4-5 IPM入力回路と定電流動作タイミング

### 3. フォトカプラ周辺回路

#### 3.1 制御入力用フォトカプラ

##### 3.1.1 フォトカプラ定格

フォトカプラは下記の特性を満足するものを使用してください。

- ・ $CMH=CML > 15kV/\mu s$  または  $10kV/\mu s$
- ・ $tpHL=tpLH < 0.8 \mu s$
- ・ $tpLH-tpHL = -0.4 \sim 0.9 \mu s$
- ・ $CTR > 15\%$

例)ブロードコム製: HCPL-4504

東芝製: TLP759(IGM)

東芝製: TLP2958

ルネサスエレクトロニクス製: PS9513

また、UL、VDE等の安全規格にも注意してください。

尚、上記のフォトカプラは推奨であり、当社にて信頼性等の確認を行い保証しているものではありません。

##### 3.1.2 一次側制限抵抗

フォトカプラ一次側の電流制限抵抗は、二次側電流を充分流せるように考慮してください。

フォトカプラのCTRは経年劣化するので、これを考慮した一次側制限抵抗の設計が必要です。

##### 3.1.3 フォトカプラ・IPM間配線

フォトカプラとIPM制御端子間は配線インピーダンスを小さくするために最短で配線し、一次・二次間の浮遊容量が大きくなるよう、各々の配線は近づけないように注意してください。一次・二次間には大きな  $dv/dt$  が加わります。

### 3.2 アラーム出力用フォトカプラ及び温度ワーニング出力用フォトカプラ

#### 3.2.1 フォトカプラ定格

汎用フォトカプラを使用できますが、下記特性のものを推奨します。

- ・ $100\% < \text{CTR} < 300\%$
- ・1素子入りタイプ

例)東芝製:TLP781-1-GRランク、TLP785-1-GRランク

また、UL、VDE等の安全規格にも注意してください。

尚、上記のフォトカプラは推奨であり、当社にて信頼性等の確認を行い保証しているものではありません。

#### 3.2.2 入力電流制限抵抗

フォトカプラ入力側発光ダイオードの電流制限抵抗は、IPMに内蔵されています。 $R_{\text{ALM}}=1.3\text{k}\Omega$ であり、 $V_{\text{cc}}$ に直接接続した場合、 $V_{\text{cc}}=15\text{V}$ で $I_{\text{F}}=$ 約 $10\text{mA}$ 流れます。従って、外部への電流制限抵抗の接続は必要ありません。

但し、フォトカプラ出力側で大きな電流 $I_{\text{out}} > 10\text{mA}$ が必要な場合は、フォトカプラのCTR値を必要な値まで大きくしてください。

#### 3.2.3 フォトカプラ・IPM間配線

アラーム出力用フォトカプラ及び温度ワーニング出力用フォトカプラにも大きな $dv/dt$ が加わりますので3.1.3項と同様の注意をお願いします。

## 4. コネクタ

使用するコネクタの電極表面素材(めっき等)は、IPMの制御端子めっき材と同じものを選定してください。

XシリーズIPMの制御端子形状にあったコネクタが市販されております。

P630用:ヒロセ電機製 MA49-19S-2.54DSA、MA49-19S-2.54DSA(01)

P631用:ヒロセ電機製 MDF7-25S-2.54DSA

また、上記のコネクタの信頼性及び使用に関しては、コネクタメーカーへ御確認ください。

尚、上記のコネクタは推奨であり、当社にて信頼性等の確認を行い保証しているものではありません。