

富士 IGBT V-IPM アプリケーション マニュアル



富士電機株式会社

－ 第 5 章 －

放熱設計

目次		ページ
1	冷却体（ヒートシンク）の選定方法	5-2
2	ヒートシンク選定の注意事項	5-2
3	IPM の取り付け方法	5-3

1 冷却体（ヒートシンク）の選定方法

- ・ IGBT を安全に動作させる為には接合温度 T_j が T_{jmax} を越えないようにする必要があります。定格負荷時はもちろんですが、過負荷時等の異常時にも必ず T_{jmax} 以下になるよう十分に余裕を持った熱設計を実施して下さい。
- ・ T_{jmax} 以上の温度で動作させるとチップが熱破壊する危険性があります。
IPM では IGBT のチップ温度が T_{jmax} を越えると、 T_{jOH} 機能が動作しますが、温度上昇が急激な場合、保護できない可能性もあります。
FWD についても IGBT と同様に T_{jmax} を越えないように注意してください。
- ・ 冷却体(ヒートシンク)の選定時には必ずチップ中央直下の温度を測定して下さい。
チップ配置につきましては、IPM の納入仕様書をご参照下さい。
また、具体的設計については、下記資料を参照してください。

「IGBT モジュールアプリケーションマニュアル RH984」

- ・ 発生損失の求め方
- ・ ヒートシンク(冷却体)の選定方法
- ・ ヒートシンク(冷却体)への取り付け方法
- ・ トラブルシューティング

2 ヒートシンク選定の注意事項

IGBT モジュールアプリケーションマニュアル RH984 に選定方法は記載されていますが、下記の点に注意してください。

2.1 ヒートシンクの表面形状

製品を実装するヒートシンクは下記の表面条件を満たすように設計して下さい。粗さや平面度が条件を満たさない場合、接触熱抵抗の増加やパッケージ割れによる絶縁破壊などを起こす可能性があります。

1. ヒートシンクの表面粗さは、 $10\mu\text{m}$ 以下となるようにして下さい。
2. ヒートシンクの表面平面度は、ネジ取付穴の中心点間を結んだ直線を基準面とし、その基準面からのずれの最大値（最小値）が 100mm あたり $+50\mu\text{m}$ ($-50\mu\text{m}$) 以内となるようにして下さい。ここで凸形状を「+」（プラス）、凹形状を「-」（マイナス）と定義しています。凹凸形状を共に有する場合は、最大値と最小値の絶対値の和が $50\mu\text{m}$ 以下となるようにして下さい。

図1にヒートシンクの表面粗さと平面度の定義について記します。

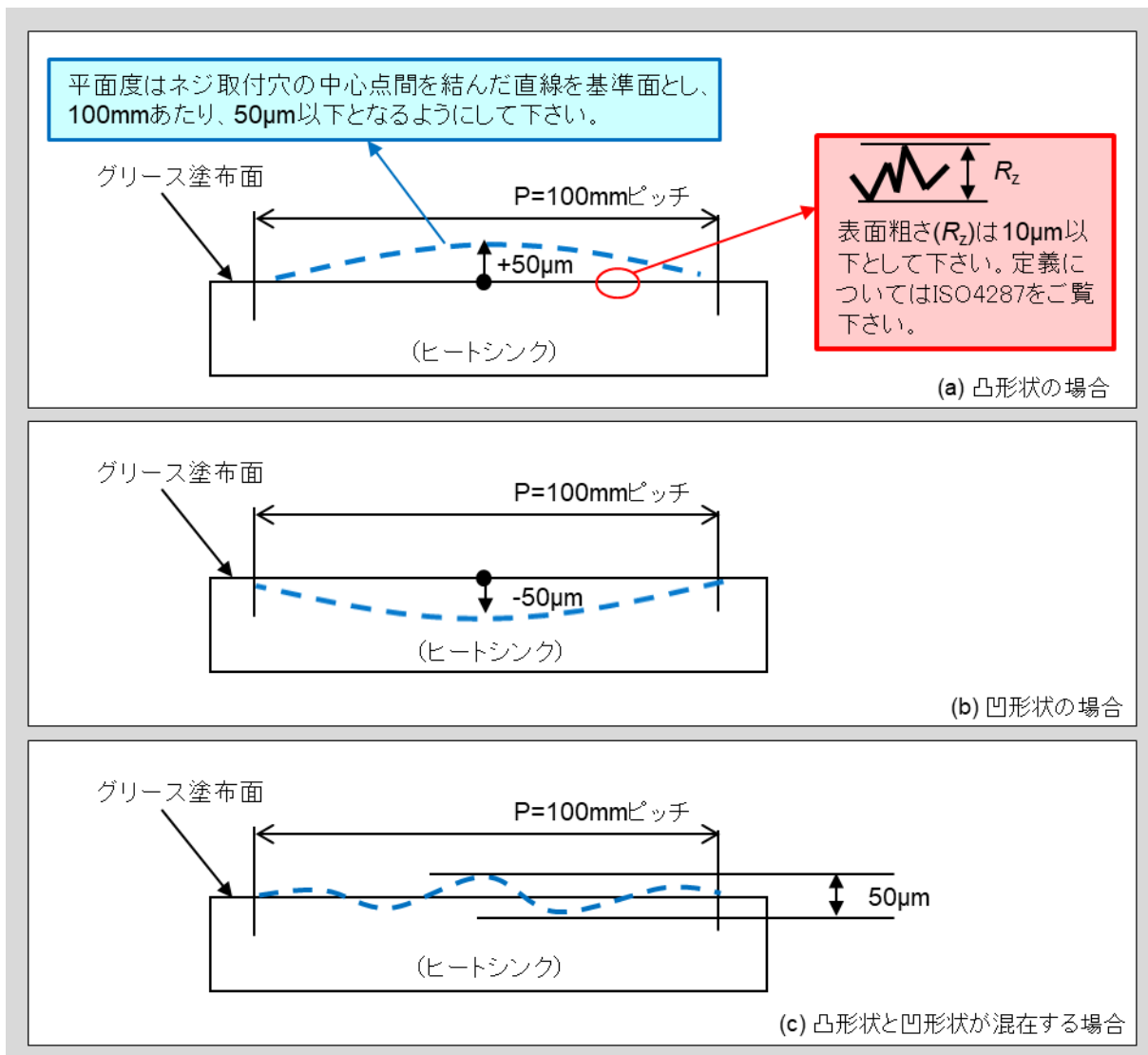


図 5-1 ヒートシンクの平面度

3 IPM の取り付け方法

3.1 ヒートシンクへの取り付け方法

熱抵抗は IPM が取り付けられる位置により変化しますので、下記の点に注意して下さい。

IPM1 個をヒートシンクに取り付ける場合、ヒートシンクの中心に取り付けると熱抵抗が最小となります。1 つのヒートシンクに複数個の IPM を取り付けける場合は、各 IPM が発生する損失を考慮して、取り付け位置を決定して下さい。大きな損失を発生する IPM には、大きな占有面積を与えるようにして下さい。

3.2 サーマルグリースの塗布

製品からヒートシンクへの放熱性を確保するために製品取り付け面とヒートシンクとの間にサーマルグリースを塗布してください。サーマルグリースは製品取り付け面に塗布願います。

サーマルグリースの特性、塗布量、塗布方法が適切でない場合、サーマルグリースが十分に製品全体に広がらず放熱性が悪化することによる熱破壊や高温動作時や温度サイクルでのサーマルグリースの劣化や枯渇による製品寿命の低下に繋がる可能性があります。サーマルグリースの選定と塗布方法には十分留意してご使用ください。

表 5-1 に推奨のサーマルグリース仕様、厚さを示します。サーマルグリースの必要量(重さ)は厚さが均一であると仮定した場合に次式から算出することができます。

$$\text{サーマルグリースの重さ (g)} \times 10^4 = \frac{\text{サーマルグリースの厚さ } (\mu\text{m})}{\text{製品のベース面積 (cm}^2\text{)}} \times \text{サーマルグリースの密度 (g/cm}^3\text{)}$$

塗布方法は、適切な厚さを管理するためにステンシル工法を推奨します(図 5-2)。推奨のステンシルマスクパターンは、お客様のご要望に応じて提供が可能です。

実装した後に素子を取り外すとサーマルグリースの拡がり具合を確認する事ができます。製品取り付け面全体にサーマルグリースが十分に拡がっていることを確認してください。

またサーマルグリースを塗布する際には、製品全面のサーマルグリースの拡がりだけでなく、製品の放熱状態をお客様にてご確認をお願いします。

弊社では、ELECTROLUBE 社 HTC サーマルグリースを用いて、弊社指定ステンシルマスク、弊社納入仕様書記載の形状のヒートシンクにて、実使用上問題ないと考えられる塗れ拡がりを確認しております。表 2 に HTC サーマルグリースの代表特性を示します。

また、フェイズチェンジサーマルインターフェイスマテリアル、サーマルシートの使用については、下記のように製品に過大なストレスが発生する可能性があります。

・フェイズチェンジサーマルインターフェイスマテリアル：

グリース固化時は通常のサーマルグリースに対して大幅に硬さが増加します。締結点間にグリースによる段差があると、製品締結時に当該段差で製品に過大なストレスが発生する可能性があります。締結時の製品ストレスを軽減する為、締結トルクを段階的に増す、加温しグリースを軟化させて状態で締結する等、対策をご検討ください。またグリースが軟化し広がった後は締付トルクが低下する可能性がある為、規定トルクの範囲内での増し締めや、スプリングワッシャーを使用する等、対策を検討ください。

・サーマルシート：

締結点間にシートによる段差があると、製品締結時に当該段差部で製品に過大なストレスが発生する可能性があります。ヒートシンク締結ネジ穴部周囲を含む、製品裏面全体にシートを配置することをご検討ください。

上記の説明は基本的なサーマルグリースについての考え方を示しておりますが、お客様にてご使用の際には、十分な適用検証を実施し、お客様の責任において適用をお願いします。

表 5-1. HTC サーマルグリースの代表特性と推奨厚さ

	単位	数値
粘度 (23℃, 1RPM)	Pa・s	202 ~ 205 *
熱伝導率	W/m・K	0.9 *
塗れ拡がり後の平均厚さ	μm	100 +/- 30

* HTC技術データシートより抜粋

表 5-2 IPM の裏面ベース面積

パッケージ	裏面ベース 面積(cm ²)
P629	21.71
P626	22.77
P630	55.67
P631	141.24
P636	41.17

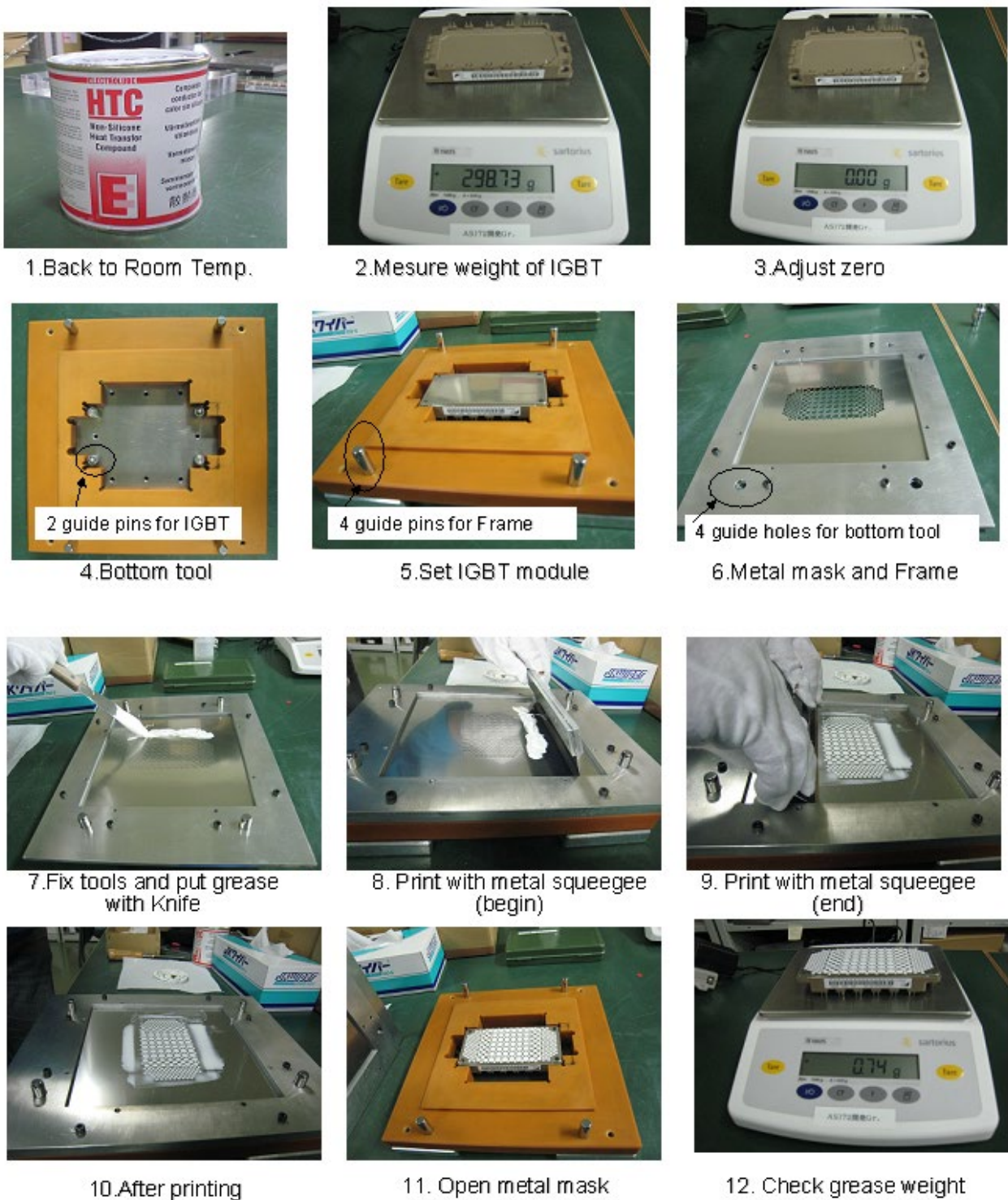


図 5-2 サーマルグリース塗布方法例の概略

3.3 締め付け方法

IPM 取り付け時のネジの締め付け方を図 5-3 に示します。なお、ネジは規程の締め付けトルクで締め付けるようにして下さい。また、ネジを使用する際にはスプリングワッシャーを使用することを推奨します。規程トルクは仕様書中に記載されておりますので別途参照してください。このトルクが不足すると、接触熱抵抗が大きくなることや、動作中に緩みが生じる恐れがあります。逆にトルクが過大の場合にはケースの破損等の恐れがあります。

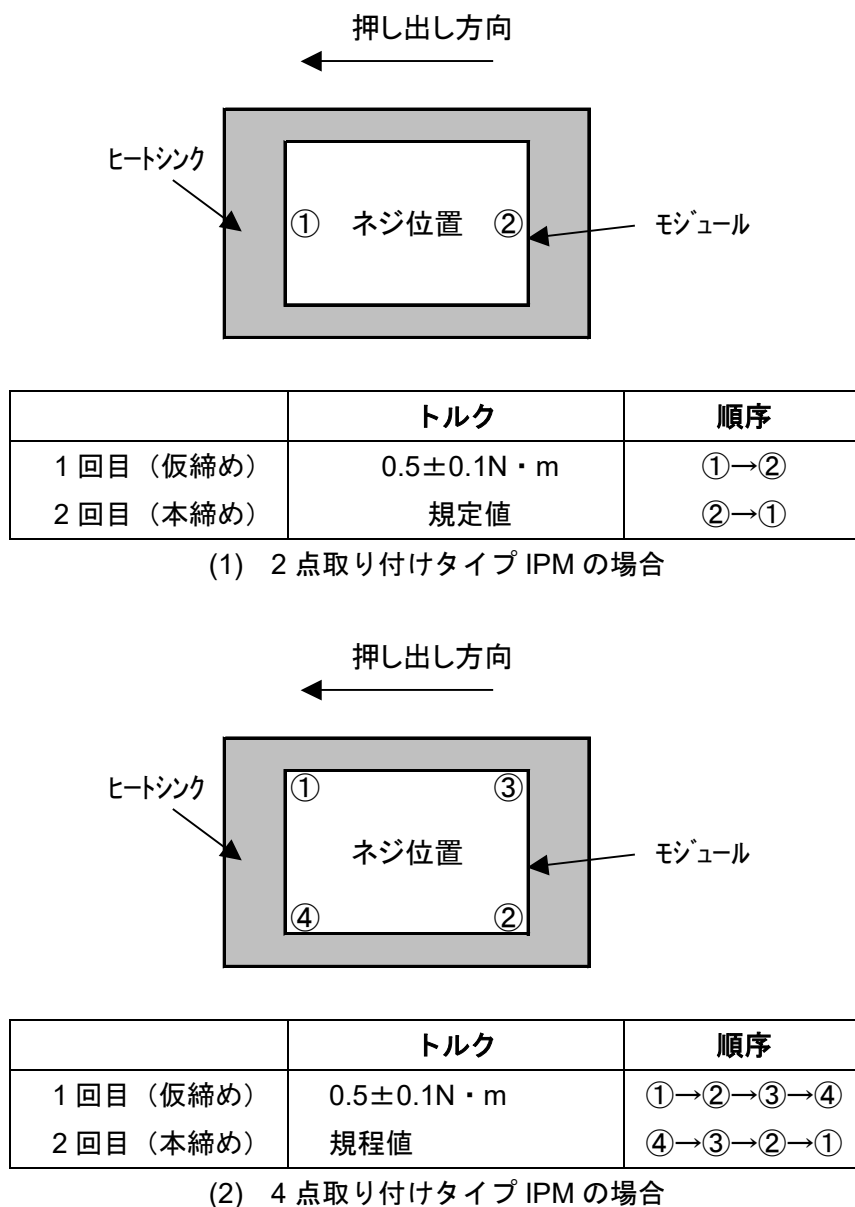


図 5-3 IPM の取り付け方法

3.4 IPM の取り付け方向

押し出し型によって作られたヒートシンクに IPM を取り付ける場合、図 5-3 に示すように、ヒートシンクの押し出し方向と平行に、IPM を取り付けるよう推奨します。これはヒートシンクが変形する影響を少なくするためです。

3.5 チップ温度の検証

ヒートシンクを選定し、IPM の取り付け位置を決めた後、各部の温度を測定し、チップの接合温度 (T_j) を確認してください。

ケース温度 (T_c) の正確な測定方法例を図 5-4 に示します。仕様書記載のチップ座標を参照頂き、チップ直下の温度を測定してください。

チップ° が T_{jmax} 以下であり、装置想定寿命を考慮した放熱設計であるか検証実施してください。

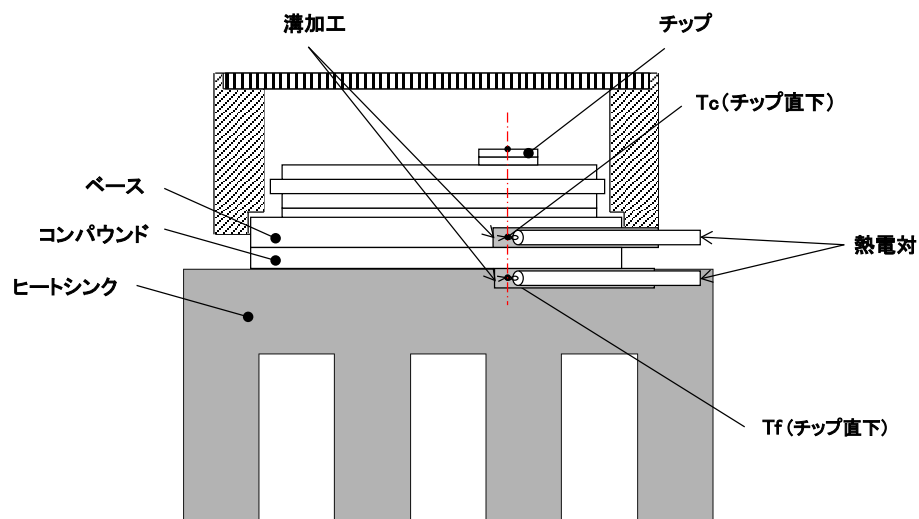


図 5-4 ケース温度の測定

ご 注 意

- このカタログの内容（製品の仕様、特性、データ、材料、構造など）は2024年10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。このカタログ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。
- 本カタログ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、本カタログ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。
- 富士電機（株）は絶えず製品の品質と信頼性の向上に努めています。しかし、半導体製品はある確率で故障する可能性があります。富士電機の半導体製品の故障が、結果として人身事故、火災等による財産に対する損害や、社会的な損害を起こさぬように冗長設計、延焼防止設計、誤動作防止設計など安全確保のための手段を講じてください。
- 本カタログに記載している製品は、普通の信頼度が要求される下記のような電子機器や電気機器に使用されることを意図して造られています。

・コンピュータ	・OA 機器	・通信機器（端末）	・計測機器	・工作機械
・オーディオビジュアル機器		・家庭用電気製品	・パーソナル機器	・産業用ロボット など
- 本カタログに記載の製品を、下記のような特に高い信頼度を持つ必要がある機器に使用をご予定のお客様は、事前に富士電機（株）へ必ず連絡の上、了解を得てください。このカタログの製品をこれらの機器に使用するには、そこに組み込まれた富士電機の半導体製品が故障しても、機器が誤動作しないように、バックアップ・システムなど、安全維持のための適切な手段を講じることが必要です。

・輸送機器（車載、船用など）	・幹線用通信機器	・交通信号機器	
・ガス漏れ検知及び遮断機	・防災／防犯装置	・安全確保のための各種装置	・医療機器
- 極めて高い信頼性を要求される下記のような機器及び戦略物資に該当する機器には、本カタログに記載の製品を使用しないでください。

・宇宙機器	・航空機搭載用機器	・原子力制御機器	・海底中継機器
-------	-----------	----------	---------
- 本カタログの一部または全部の転載複製については、文書による当社の承諾が必要です。
- このカタログの内容にご不明の点がありましたら、製品を使用する前に富士電機（株）または、その販売店へ質問してください。本注意書きの指示に従わないために生じたいかなる損害も富士電機（株）とその販売店は責任を負うものではありません。