
- 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 ヒートシンク面の平坦度

ヒートシンクはネジ取り付け位置間で平坦度を 100mm で $50\mu\text{m}$ 以下、表面の粗さは $10\mu\text{m}$ 以下を推奨します。

ヒートシンクの面が窪んでいる場合には、接触熱抵抗 ($R_{th(c-f)}$) の増加を招きます。

[理由]

- ・ マイナスの場合：ヒートシンク - IPM 間に隙間ができ、放熱性が悪化(接触熱抵抗 $R_{th(c-f)}$ が増加)します。
- ・ $+50\mu\text{m}$ 以上の場合：IPM の銅ベースが変形し、内部絶縁基板に割れが発生する場合があります。

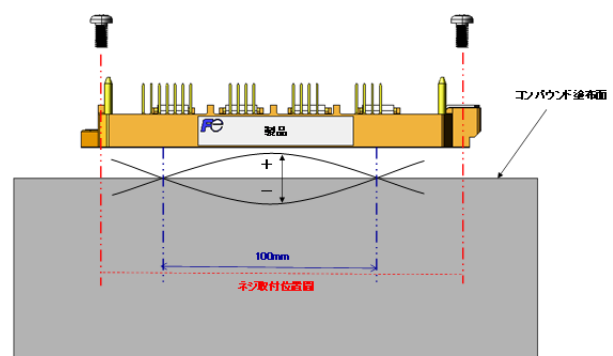


図 5-1 ヒートシンクの平坦度

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

接触熱抵抗を小さくするために、ヒートシンクと IPM の取り付け面の間にサーマルグリースを塗布して IPM を使用して下さい。

サーマルグリースの塗布方法については、一般的にステンシルマスクを用いた塗布や、ローラーなどでの塗布方法があります。

サーマルグリースはヒートシンクへの熱伝導を促進するものですが、それ自体熱容量をもっています。したがって、適切な塗布厚に対して厚く塗布しすぎるとヒートシンクへの放熱を妨げることになりチップ温度の上昇を招きます。一方、サーマルグリースの厚さを適切な厚さに対して薄くした場合には、ヒートシンクと IPM 間でサーマルグリースの未接合部分が生じて接触熱抵抗が上昇する可能性があります。したがって、サーマルグリースは適切な厚さで塗布しなければなりません。

サーマルグリースの塗布厚が不適切な場合にはヒートシンクへの放熱が悪くなるため、最悪の場合にはチップ温度が T_{jmax} を上回ることによって破壊に至る可能性があります。

このような理由からサーマルグリースの塗布方法としては IPM 裏面に均一な厚さでの塗布が可能なステンシルマスクによる塗布方法を推奨します。

ステンシルマスクによるサーマルグリース塗布方法例の概略を図 5-2 に示します。基本的な方法は、所定の重さのサーマルグリースをステンシルマスクによって IPM の金属ベース面に塗布する方法です。その後、サーマルグリースが塗布された IPM をヒートシンクに各製品の推奨トルクでネジを締め付けることによって、サーマルグリース厚を概ね均一にすることが可能となります。なお、富士電機が推奨するステンシルマスクのデザインは、お客様のご要望に応じて提供が可能です。

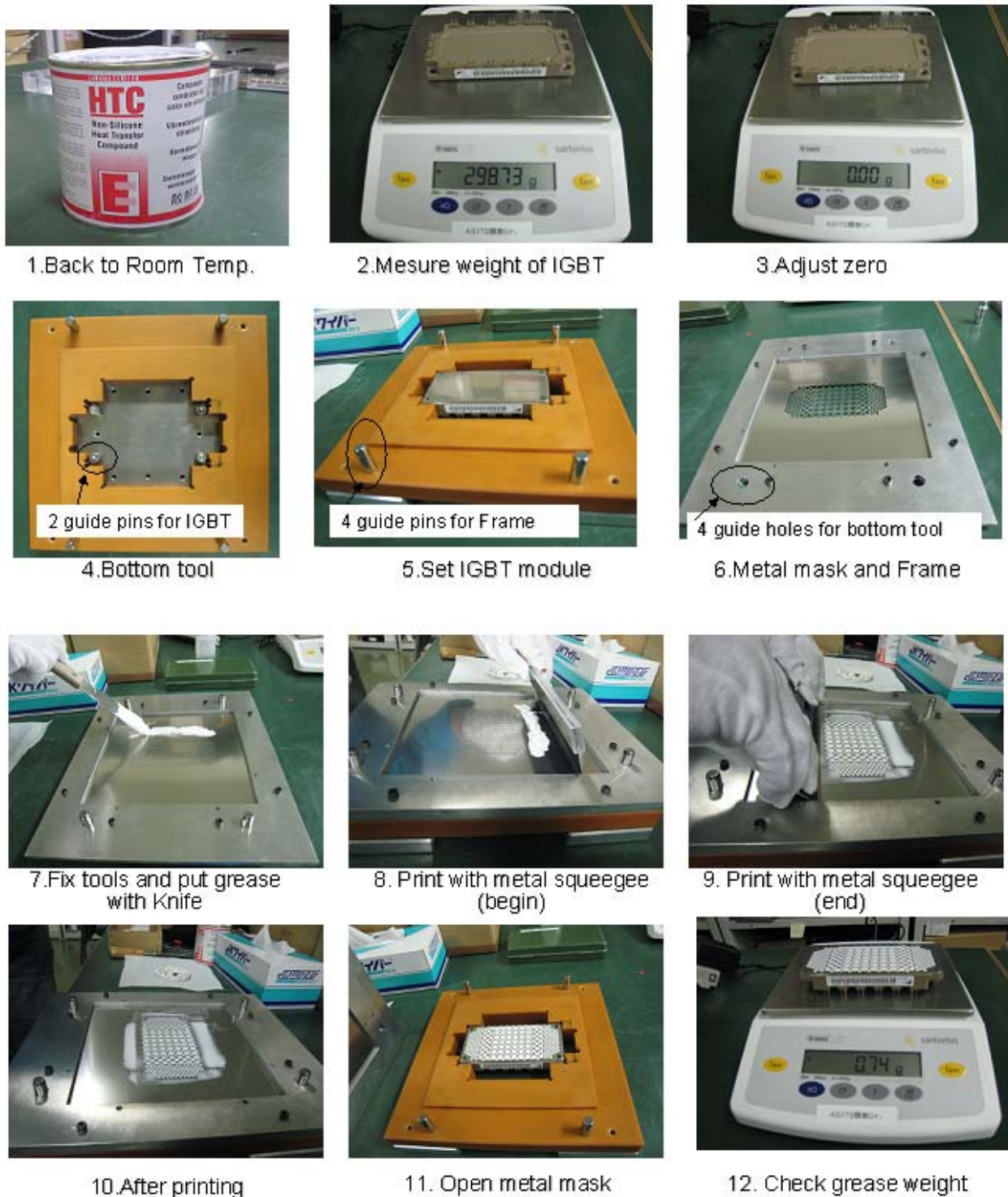


図 5-2 サーマルグリース塗布方法例の概略

ここで、サーマルグリース厚が均一であると仮定した場合に必要な重さは、次の式で表すことができます。

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

この式から必要なサーマルグリース厚に対する重さを求めて、その重さのサーマルグリースをモジュールに塗布してください。ここでサーマルグリースが広がった後の厚さ（サーマルグリース厚）は約 100 μm を推奨いたします。なお、サーマルグリースの最適な塗布厚は使用するサーマルグリースの特性や塗布方法などによって変わりますので確認して使用してください。

表 5-1 に IPM の裏面ベース面積を示します。

表 5-1 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

表 5-2 に推奨サーマルグリースの一例を示します。

表 5-2 サーマルグリースの例

型名	製造メーカ
G746	信越化学工業(株)製
TG221	日本データマテリアル(株)製
SC102	東レダウコーニング(株)製
YG6260	東芝シリコン(株)製
P12	Wacker Chemie
HTC	ELECTROLUBE

尚、ここに示しますサーマルグリースの一覧は、当アプリケーションマニュアル発行当時のものです。各サーマルグリースの詳細に関しては、各メーカへ問い合わせ願います。

3.4 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。

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。

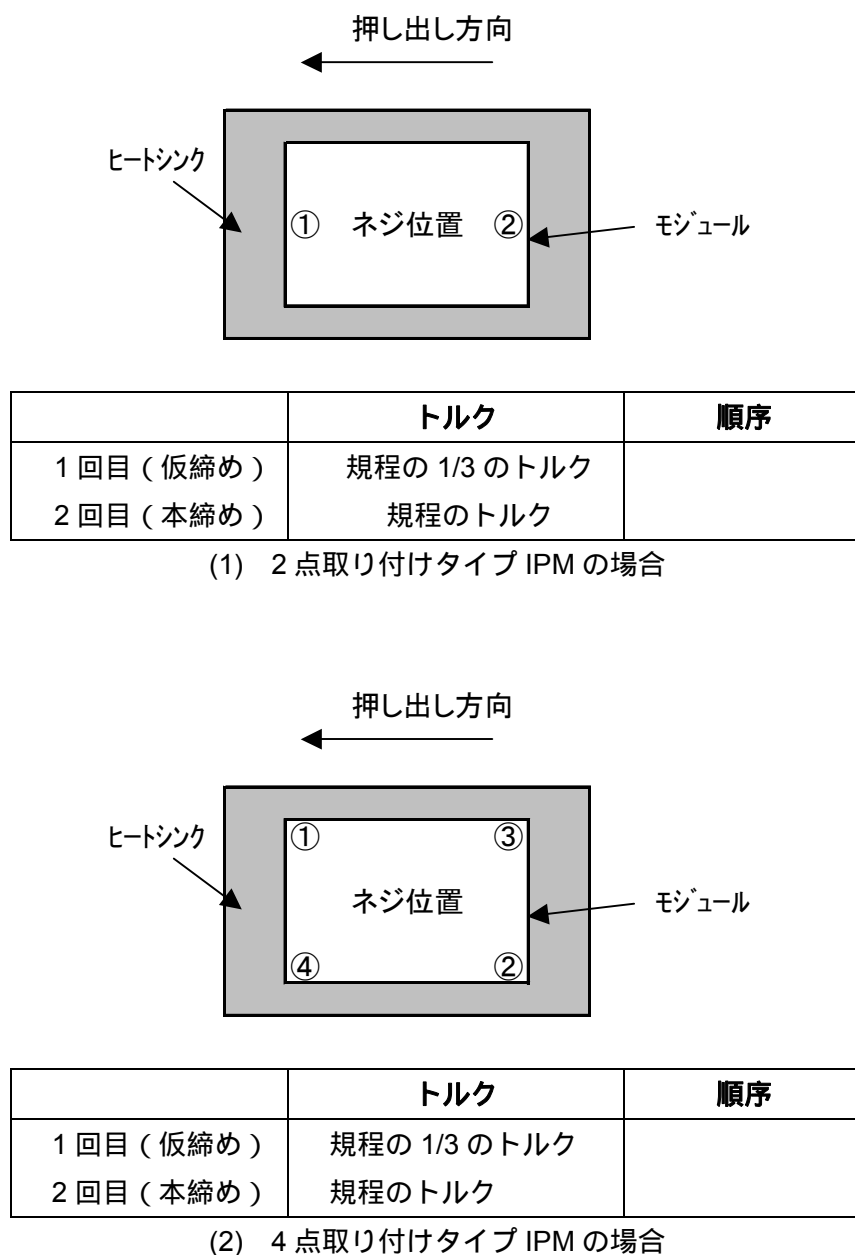


図 5-3 IPM の取り付け方法

3.5 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。

3.6 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。

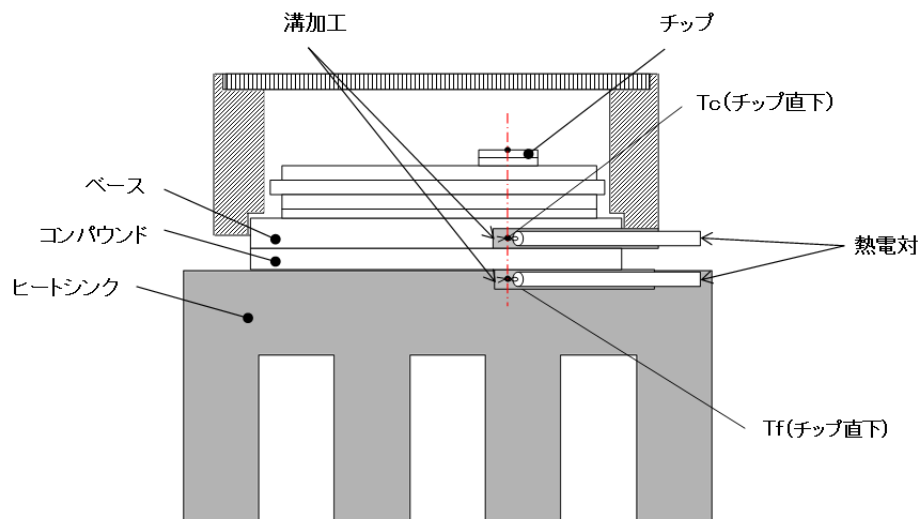


図 5-4 ケース温度の測定