

# パワーモジュール・アプリケーションノート

## 内 容

### 1. 製品アプリケーション構成例

製品ラインアップが豊富な、パワーモジュールおよびオンボード電源製品の組み合わせによる電源構成の例を、概略図を用いて紹介しています。

### 2. パワーモジュールの放熱設計

アルミ基板タイプのパワーモジュールでは、コンダクションクーリング（伝導冷却）の熱設計が必要です。使用される際の入出力条件や温度環境等をもとに、パワーモジュールのベースプレート温度が許容温度以下となるような放熱設計（ヒートシンク選定や送風の設定）を実施して下さい。

ここでは放熱器による強制空冷時の放熱設計について記載しています。

#### 2-1 放熱設計（説明および事例）

#### 2-2 標準放熱器（下記の早見表もご参照下さい）

### 3. パワーモジュールの実装方法

アルミ基板タイプのパワーモジュールは、プリント基板へネジによる固定を行い、半田付けしてご利用下さい。 その方法について記載しています。

#### 3-1 基板実装方法

#### 3-2 放熱器実装方法

#### 3-3 耐振動について

#### 3-4 推奨半田付け条件

#### 3-5 推奨洗浄条件

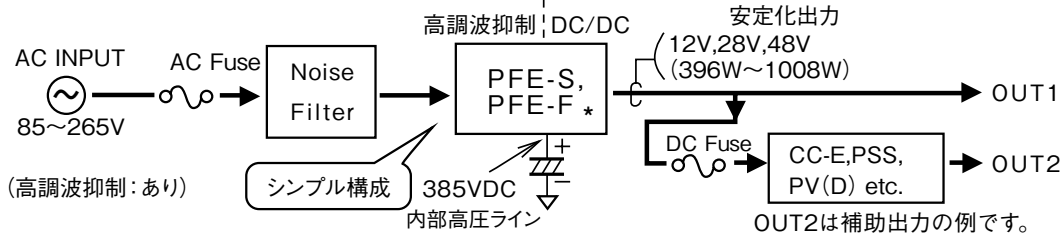
#### ●弊社 標準ヒートシンク（放熱器）早見表

No.	モジュール製品型名	放熱器 型名
1.	PH50S, PH75S	HAA-041
2.	PH75F, PH100S	HAA-062
3.	PH150S	HAA-072
4.	PH100F, PH150F, PH300S, PF500A	HAA-083
5.	PH300F, PH600S, PF1000A	HAA-146
6.	PAH50S, PAH75S, PAH100S, PAH150S, PAH200S, PAH300S, PAH350S, PAH400S, PAH75D, CN200A110	HAH-10T, HAH-10L, HAH-15L
7.	PAF400F, PAF450F, PAF500F PAF600F, PAF700F, PFE300S, PFE500S, PFE700S	HAF-10L, HAF-15L, HAF-15T
8.	PFE500F	HAL-F12T
9.	PFE1000F	HAM-F10T
10.	CN30A110, CN50A110, CN100A110, CN50A24, CN100A24	HAQ-10T

1. 製品アプリケーション構成例

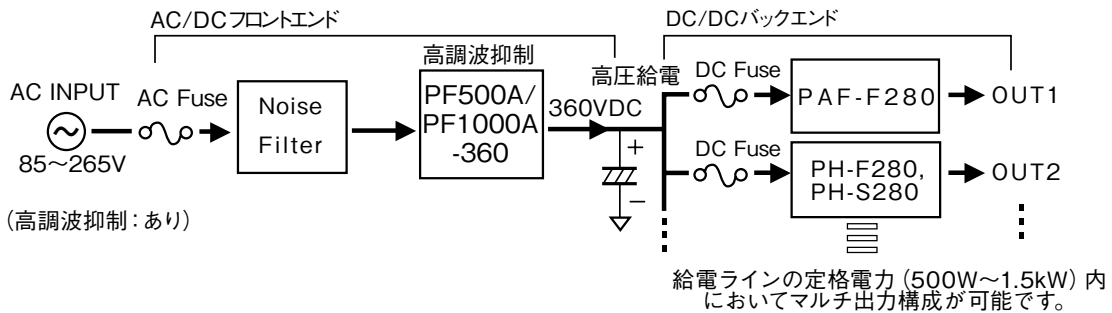
本ページに示したDC/DCコンバータはすべて絶縁タイプです。

例1 : 500W, 1000W ~ AC/DC電源 **NEW!**

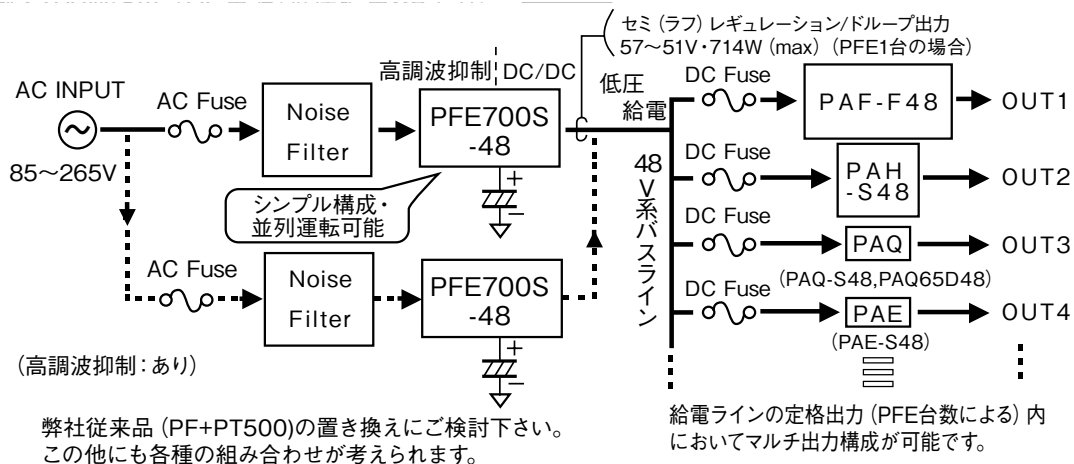


\*PFE-Fは、並列運転による出力増強(kWクラス電力)も可能

例2 : 500 ~ 1500W AC/DC電源 (高圧給電・多出力)

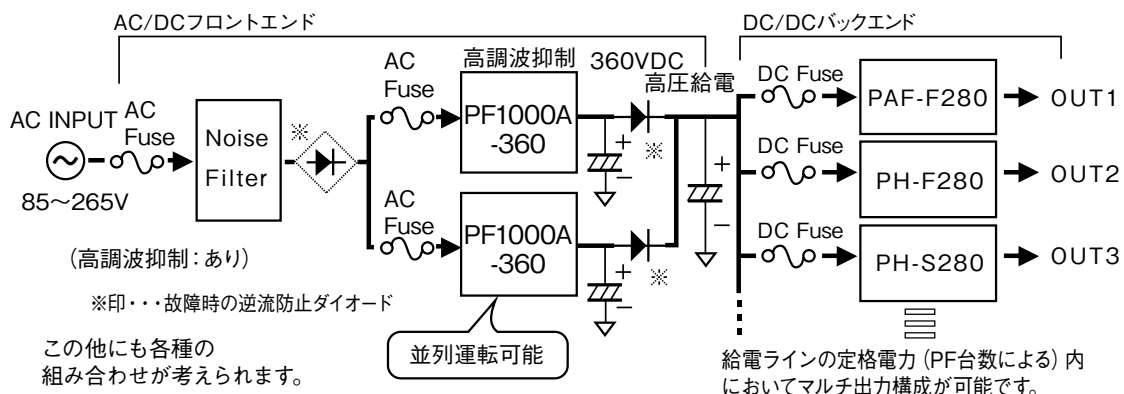


例3 : 700W ~ AC/DC電源 (低圧給電・多出力)



弊社従来品 (PF+PT500)の置き換えにご検討下さい。  
この他にも各種の組み合わせが考えられます。

例4 : 大電力 (kWクラス) N+1 並列冗長 AC/DC電源 (高圧給電・多出力)

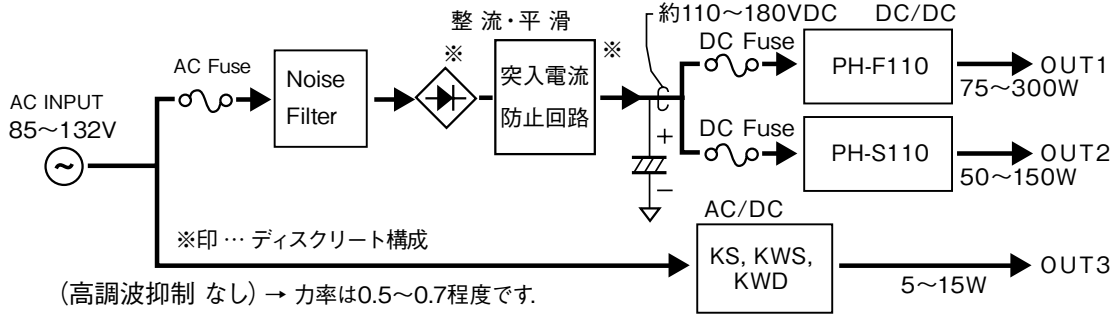


※印・・・故障時の逆流防止ダイオード  
この他にも各種の組み合わせが考えられます。

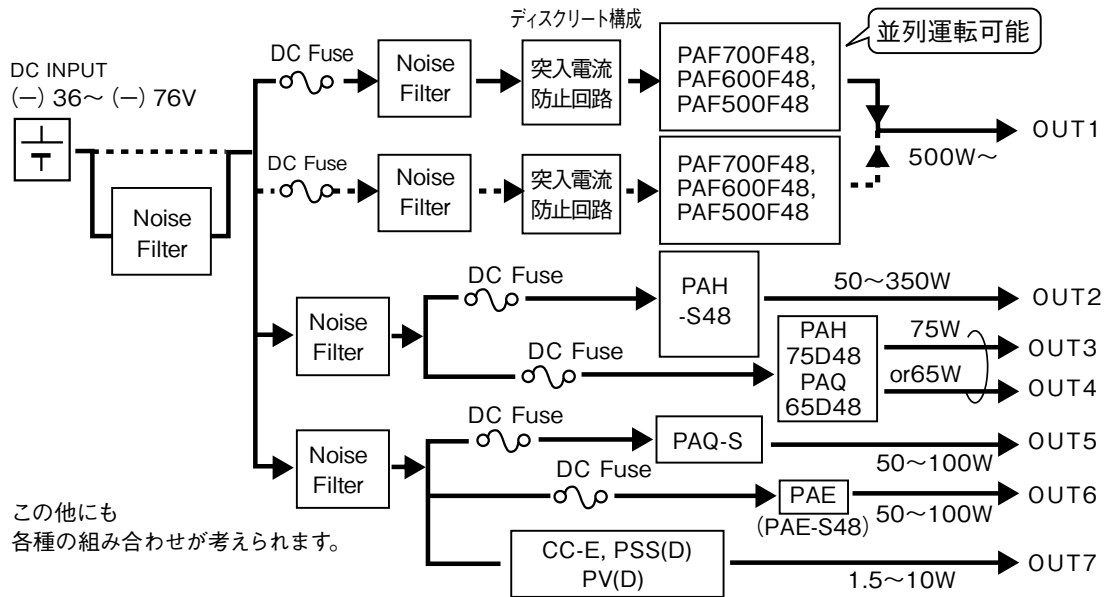
給電ラインの定格電力 (PF台数による) 内においてマルチ出力構成が可能です。

例5：日本国内用 AC/DC電源

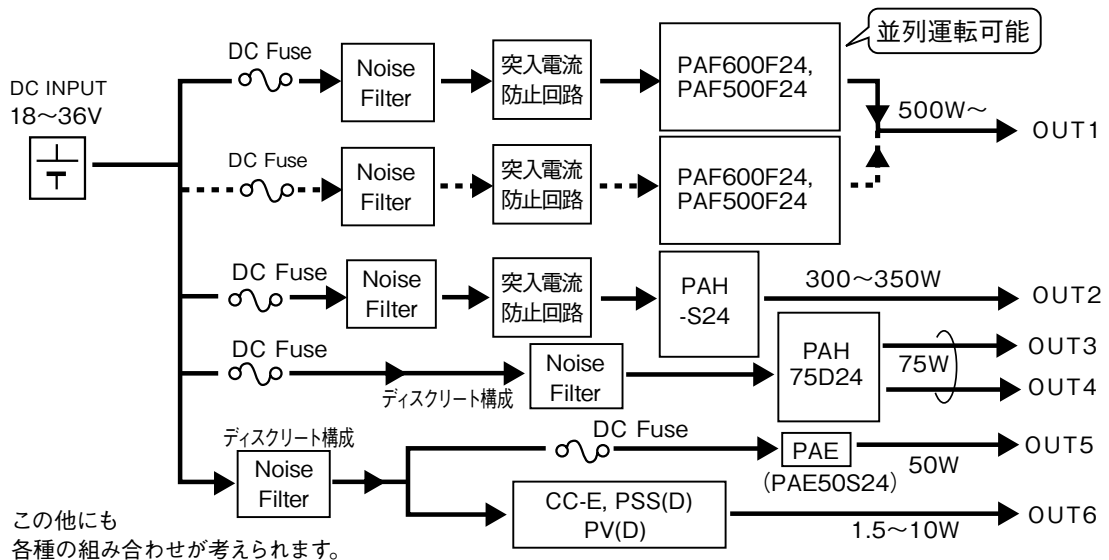
本ページに示したDC/DCコンバータはすべて絶縁タイプです。



例6：通信・工業用 -48V 給電 DC/DC電源

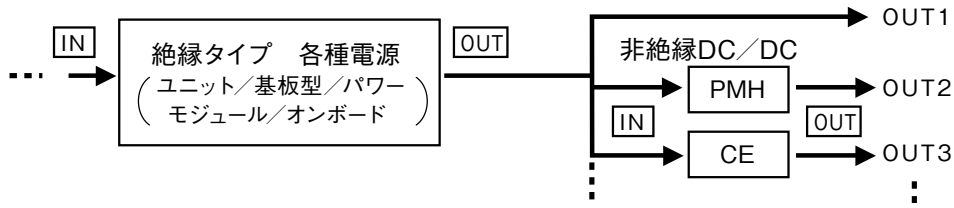


例7：通信・工業用 24V 給電 DC/DC電源



・製品をより正しく、安全にご使用いただくために、さらに詳細な特性・仕様をご確認いただける納入仕様書をぜひご請求ください。  
 ・記載内容は、改良その他により予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。

例8：絶縁・非絶縁型電源の使い分け

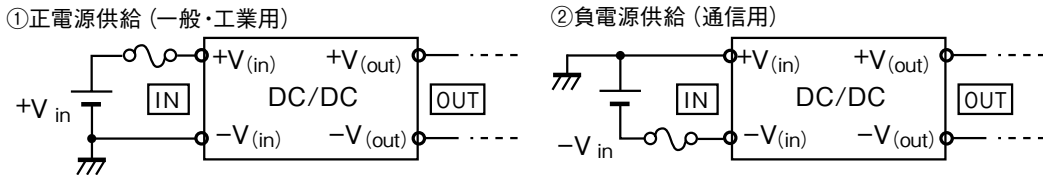


台参考

例9：絶縁型DC/DCコンバータの入出力接続

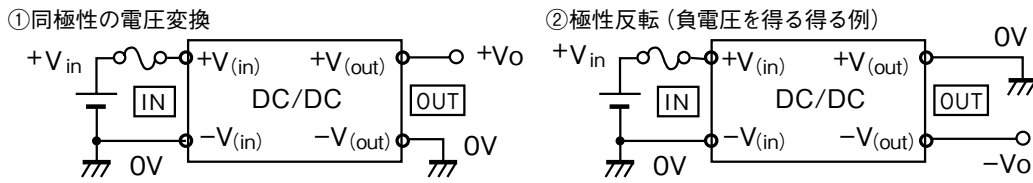
ここでは、絶縁型のDC/DCコンバータにおける、いろいろな使用法の概念図を示します。  
 製品によっては、外付け部品が必要な場合があります、また端子名が異なる場合がありますので、詳しくは各製品のページをご参照下さい。

(1) 入力ヒューズの挿入位置

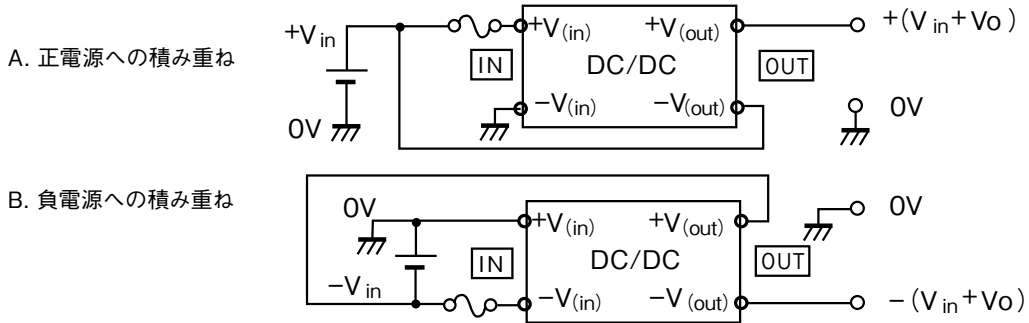


障害が発生した際、ヒューズ断線後に残る接続状態の安全性より決定して下さい。  
 なお、各製品の取扱説明では、正電源供給を基準に表記しております。

(2) 非絶縁電源としての応用

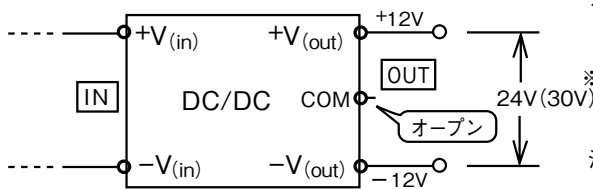


③ 入力ラインへ出力電圧を直列にして利用



絶縁タイプDC/DCコンバータでは、上記の様に入出力同士を接続することで、非絶縁電源への応用が可能です。この他にも各種の接続が考えられます。

(3) デュアル(二)出力の両極電圧利用



左記対象製品

KWD, CC-DxE, PSD, PVD

※ 上記(1)(2)との組み合わせも可

※一部の製品では可変機能使用

注) 下記製品では、この使い方はできません。

CE, PAH75D, PAQ65D

パワーモジュールアプリケーションノート

2. パワーモジュールの放熱設計

2-1 放熱設計

パワーモジュールは、動作させる際のベースプレート温度を許容温度以下に保つことにより使用が可能となります。そして、使用時のベースプレート温度を何℃にするかで、システムの信頼性が決定します。

ここでパワーモジュールを使用した放熱設計のプロセスについて、「PAF600F280-48」を例にして説明します。図1-1に放熱設計のフローチャートを示します。

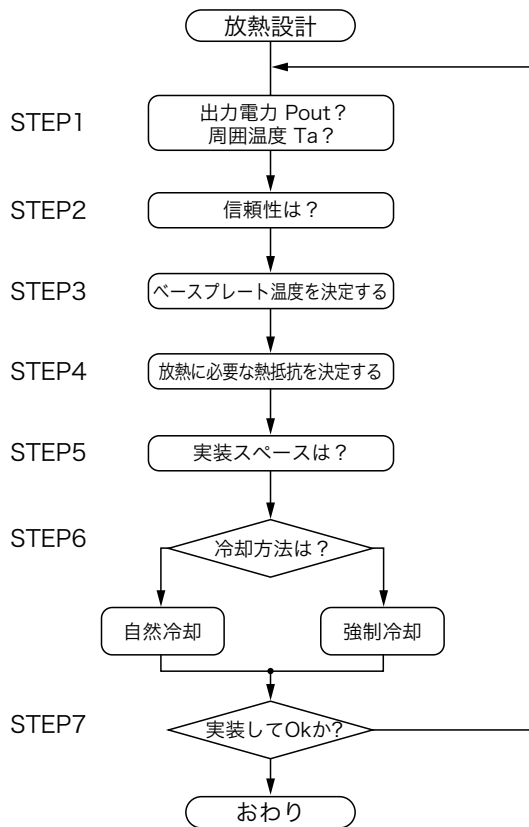


図1-1 放熱設計のフローチャート

●STEP 1

使用するパワーモジュールの出力電力Poutと周囲温度Taを決定します。

機種：PAF600F280-48  
 Pout=500(W) (80%負荷)  
 Ta=50(℃)

(以下、枠内では、実機における設計例を示します。)

●STEP 2

要求される信頼性よりベースプレート温度を決定します。表1-1(ベースプレート温度と用途)を目安として下さい。

用途	ベースプレート温度	信頼性目安
公共性機器 無人制御機器	70℃以下	最も高い
一般工業機器 生産設備機器	80℃以下	やや高い
汎用電子機器	85℃以下	一般的

表1-1 ベースプレート温度と用途

●STEP 3

ここでは、装置を一般工業機器と仮定し、ベースプレート温度をTp = 80℃以下に設定します。

●STEP 4

放熱に必要な放熱器の熱抵抗を決定します。

(1) 内部消費電力を求めます。

$$Pd = \frac{1 - \eta}{\eta} \times Pout = Pout \times \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right) \dots\dots (式1-1)$$

Pd : 内部消費電力(W)  
 Pout : 出力電力(W)  
 η : 効率

ここで、効率は下式で求められます。

$$\eta = \frac{Pout}{Pin} \times 100 \dots\dots (式1-2)$$

η : 効率(%)  
 Pout : 出力電力(W)  
 Pin : 入力電力(W)

効率は入力電圧と出力電流により変化します。また、効率は各パワーモジュールによって異なりますので、個別の型式データをご参照下さい。ここでは、「PAF600F280-48」を代表例として図1-2に示します。

また、内部消費電力を求める際は、効率対出力電流特性より計算した効率値に対し、1～2%の余裕を持って、決定して下さい。

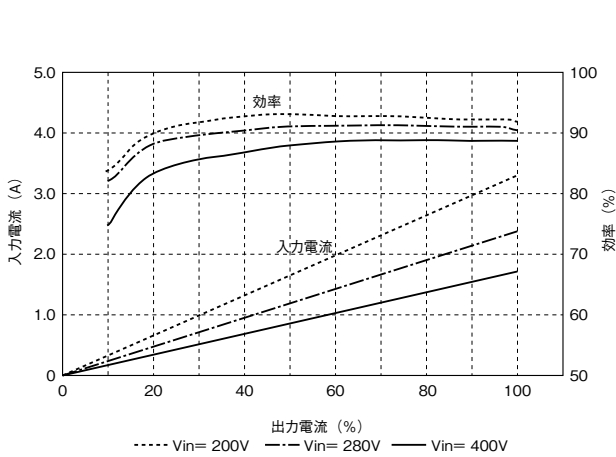


図1-2 PAF600F280-48 効率特性

効率は、図 1-2 より求めます。ここでは、PAF600F280-48 を定格電圧 280VDC にて動作させるとして、効率を求めます。図 1-2 より入力電圧 280VDC で、出力電流 100% 時の効率は 91% です。ここで、1% の余裕を考慮すると

効率  $\eta = 90(\%)$   
これより、内部消費電力は

$$P_d = 500 \times \left( \frac{1}{0.9} - 1 \right) = 56(W)$$

となります。

(2) 必要な放熱器の熱抵抗を求めます。

$$\theta_{bp-a} = (T_p - T_a) / P_d \quad (式1-4)$$

$\theta_{bp-a}$  : 熱抵抗 ( $^{\circ}C/W$ )  
(ベースプレート～空気間)  
 $P_d$  : 内部消費電力 (W)  
 $T_a$  : 周囲温度 ( $^{\circ}C$ )  
 $T_p$  : ベースプレート温度 ( $^{\circ}C$ )

放熱器の熱抵抗は下式で求められます。

$$\theta_{hs-a} = \theta_{bp-a} - \theta_{bp-hs} \quad (式1-5)$$

$\theta_{hs-a}$  : 放熱器～空気間の熱抵抗 ( $^{\circ}C/W$ )

$\theta_{bp-hs}$  : 接触熱抵抗 ( $^{\circ}C/W$ )  
(ベースプレート～放熱器間)

接触熱抵抗とは、パワーモジュールのベースプレートと放熱器との接合面の熱抵抗です。この接触熱抵抗を低減するには、シリコングリス等をご使用ください。また、別項にある通り、放熱器はパワーモジュールへネジ止めして固定して下さい。なお、パワーモジュールを固定するネジの推奨締め付けトルク値は、 $0.54N \cdot m$ です。

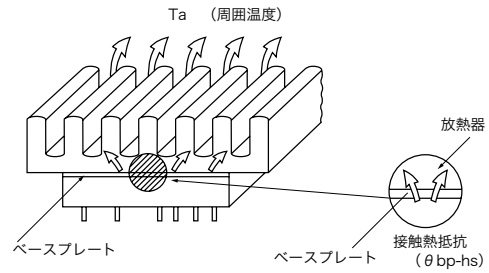


図1-4 接触熱抵抗

●STEP 5

例において、ベースプレート～空気間の熱抵抗は

$$\theta_{bp-a} = (80 - 50) / 56 = 0.54(^{\circ}C/W)$$

となります。

また、放熱器の熱抵抗は、接触熱抵抗 ( $\theta_{bp-hs}$ ) を  $0.2^{\circ}C/W$  とすると

$$\theta_{hs-a} = 0.54 - 0.2 = 0.34(^{\circ}C/W)$$

と求められます。

次に、パワーモジュールを実装時、物理的にどの程度のスペースが確保できるか、検討します。

ここで、モジュールの実装スペースを、 $70(W) \times 60(H) \times 125(D)mm$  とします。PAF600Fの本体が  $61(W) \times 12.7(H) \times 117(D)mm$  なので、放熱器のスペースとして  $約70(W) \times 47(H) \times 125(D)mm$  (約  $4.1 \times 10^5 mm^3$ ) が取れます。

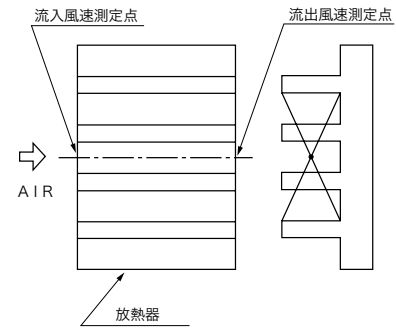


●STEP 6

実装スペースに入る冷却方法を検討します。

(1) 自然空冷

STEP4で求めた熱抵抗を得るために必要な放熱器の体積を、図1-5(放熱器の包絡体積と熱抵抗の関係)より、自然空冷時に必要な体積の概算値を求めます。この特性は材質がアルミニウムで、適切なフィン間隔(狭すぎると通風抵抗が大きくなり、放熱量が減少します)を有する一般的な放熱器の場合です。包絡体積とは、放熱器の輪郭が占める体積のことで、ここで求めた包絡体積が、自然空冷時に必要な放熱器の概略の大きさとなります。但し、熱抵抗は放熱器の形状にも左右されますので、詳細は放熱器メーカーのデータをご参照の上、決定して下さい。



$$\text{平均風速} = \frac{\text{流入風速} + \text{流出風速}}{2}$$

図1-6 風速測定点

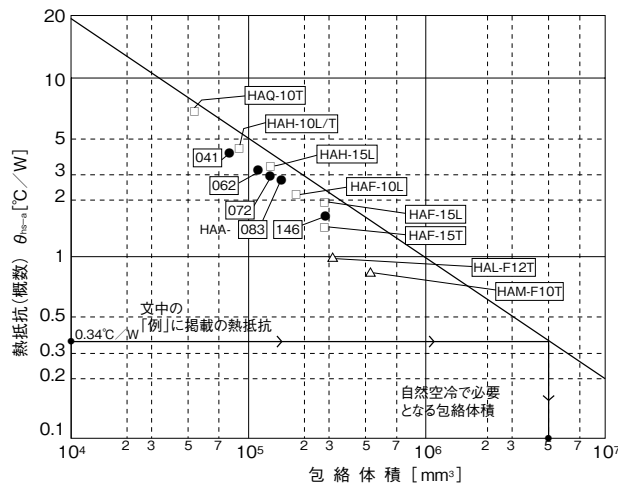


図1-5 放熱器の包絡体積と熱抵抗 (自然空冷時)

また、放熱器メーカーの熱抵抗データは、大部分が垂直取付の場合です。実装条件により、水平に取り付けた場合、冷却効率が大幅に低下しますので注意が必要です。選定された放熱器が、実装スペースを満足できれば、STEP7へ進みます。実装スペースより必要なだけの大きさの放熱器が入らない場合は、強制空冷での冷却方法を検討します。

(2) 強制空冷

強制空冷を行うと、放熱器の放熱能力は自然空冷時に比べて数倍も向上します。

強制空冷による放熱設計は、筐体内の空気の対流が均一とならず、簡単に計算することは出来ません。これは、筐体の形状・構造が複雑だったり、実装部品等によりファンによる筐体内の対流が乱れるためです。また、多くの文献等に算出方法が紹介されていますが、条件設定が多く実用的ではありません。

ここでは、筐体模型の風速を測定し、熱抵抗を推定する方法をご紹介します。

まず、筐体形状、ファンの個数と取付位置、放熱器への風の当たり方、及び放熱器周辺の実装部品などの機構設計を考慮した筐体の模型を製作します。そして、ファンを動作させ、放熱器の流入風速と流出風速を風速計を用いて測定します。測定位置は、図1-6(風速測定点)のように放熱器の中央で測定します。流入風速と流出風速の平均風速を、放熱器の熱抵抗対風速特性の風速値として、熱抵抗値を推定します。

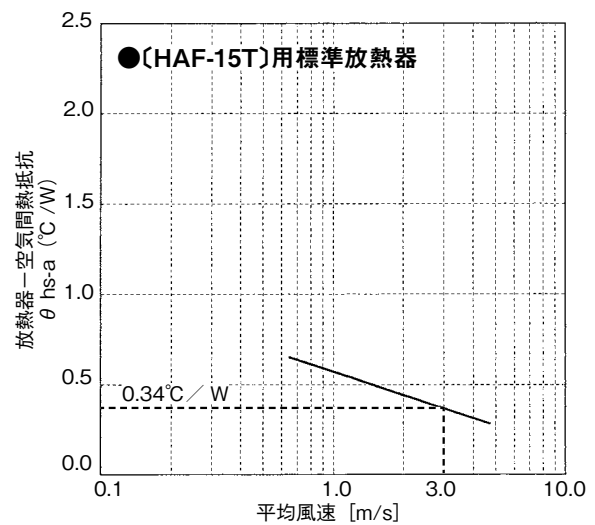


図1-7 放熱器の熱抵抗対風速特性

次に測定した風速値をもとに、放熱器の熱抵抗対風速特性より熱抵抗値を推定します。

この熱抵抗がSTEP4で求めた熱抵抗値以下となるか、確認して下さい。必要な熱抵抗が得られない場合は、ファンの特性や個数を変えるか、筐体の機構を見直し、必要な熱抵抗値を得られるようにして下さい。

自然空冷にて必要な放熱器の包絡体積を求めます。図1-5より必要な熱抵抗値の包絡体積は $5.2 \times 10^6 \text{ mm}^3$ 以上となります。実装スペースより放熱器の体積は、約  $4.1 \times 10^5 \text{ mm}^3$  ですので、実装スペースに入りません。従って、強制空冷が必要となります。ここでは、実装スペースより弊社標準放熱器(HAF-15T)を使用する事にします。図1-7の熱抵抗対風速特性より、熱抵抗値が $0.34 \text{ °C/W}$ 以下となるには風速が約 $3 \text{ m/s}$ 以上必要となります。筐体模型での風速を測定し、必要な風速値を得られる事を確認します。

また強制空冷では、ファン故障時の保護、ファンによる騒音、塵埃、排熱処理に対する対策を検討する必要があります。

強制空冷で物理的に可能であれば、STEP7に進みます。もし使用不可能であれば、水冷等の冷却方法を考えるか、再設計が必要となります。

・製品をより正しく、安全にご使用いただくために、さらに詳細な特性・仕様をご確認いただける納入仕様書をぜひご請求ください。  
 ・記載内容は、改良その他により予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。

●STEP 7

実験により設計通りの性能を示すか、確認します。ベースプレートの温度は下式にて予測できます。

$$T_p = T_a + P_d \times \theta_{bp-a}$$

$$= T_a + P_d (\theta_{bp-hs} + \theta_{hs-a}) \quad (式1-6)$$

- T<sub>p</sub> : ベースプレート温度(°C)
- T<sub>a</sub> : 周囲温度(°C)
- P<sub>d</sub> : 内部消費電力(W)
- θ<sub>bp-a</sub> : 熱抵抗(°C/W)  
(ベースプレートー空気間)
- θ<sub>bp-hs</sub> : 接触熱抵抗(°C/W)  
(ベースプレートー放熱器間)
- θ<sub>hs-a</sub> : 放熱器の熱抵抗(°C/W)  
(放熱器ー空気間)

実際に使用する際は、ベースプレート温度がSTEP3で決定した温度以下であることを確認して下さい。問題なければ設計終了です。設計通りの性能を示さない場合は、再設計を行って下さい。  
 なお、PAF600F280-48のベースプレート温度測定は、ベースプレートの中心にて測定して下さい。また、放熱器の構造等で不可能な場合は、可能な限り対角線の交点に近い所で測定して下さい。(モデルにより測定点は異なります。)

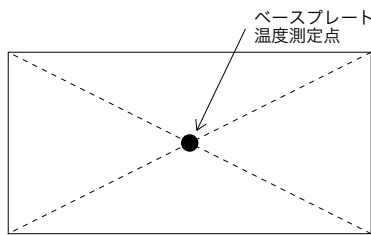


図1-7 ベースプレート温度測定点

実機に、「PAF600F280-48」を取り付けて実験を行います。実使用条件にて (P<sub>out</sub> = 500W、T<sub>a</sub> = 50°C) ベースプレート温度を測定します。測定したベースプレート温度が 80°C以下に保たれている事を確認します。これで設計終了です。

システム  
モジュール

パワーモジュール  
アプリケーションノート

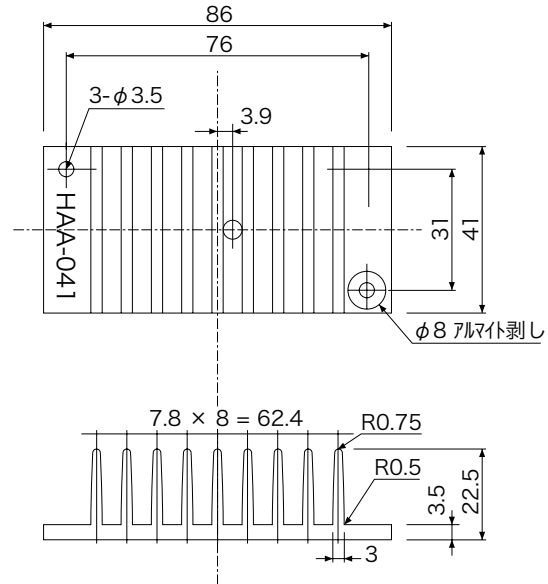
2-2 標準放熱器

弊社標準放熱器として、パワーモジュールのパッケージ毎にご用意致しました。  
 なお、熱抵抗の値は、シリコングリスを塗布した場合の値です。標準価格・重量についてはF-1ページをご覧ください。

(1) [T41] 用放熱器 (HAA-041)

サイズ : 86(W) × 41(D) × 22.5(H) mm  
 適用モジュール : PH50S・75S

[外観図] 材質 : アルミニウム(黒色アルマイト処理)



[冷却特性]

〈自然空冷〉熱抵抗 : 約3.9 (°C/W)

〈強制空冷〉

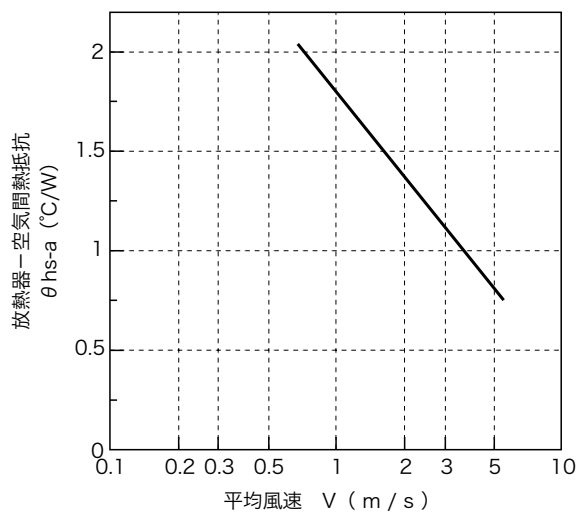


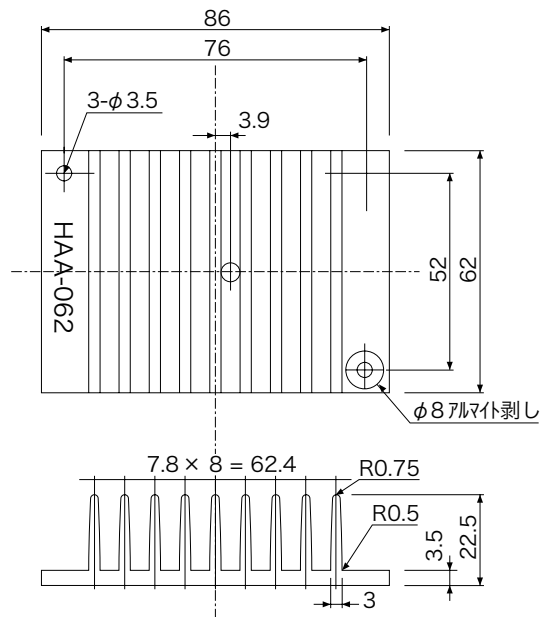
図2-1 [T41]用放熱器の熱抵抗対風速特性



(2) [T62] 用放熱器 (HAA-062)

サイズ: 86 (W) × 62 (D) × 22.5 (H) mm  
適用モジュール: PH75F・100 S

[外觀図] 材質: アルミニウム (黒色アルマイト処理)



[冷却特性]

〈自然空冷〉 熱抵抗: 約 3.2 (°C/W)

〈強制空冷〉

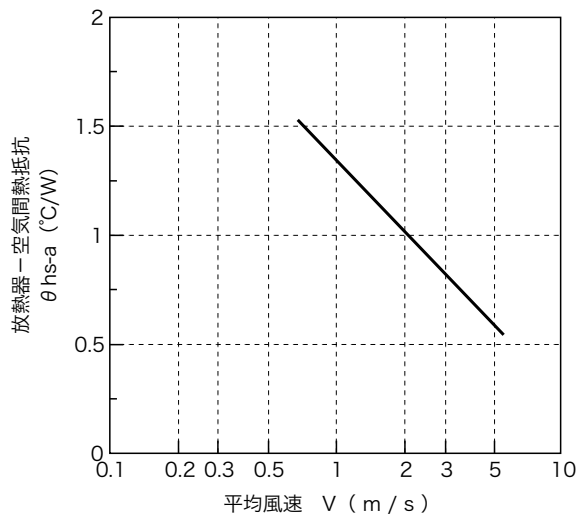
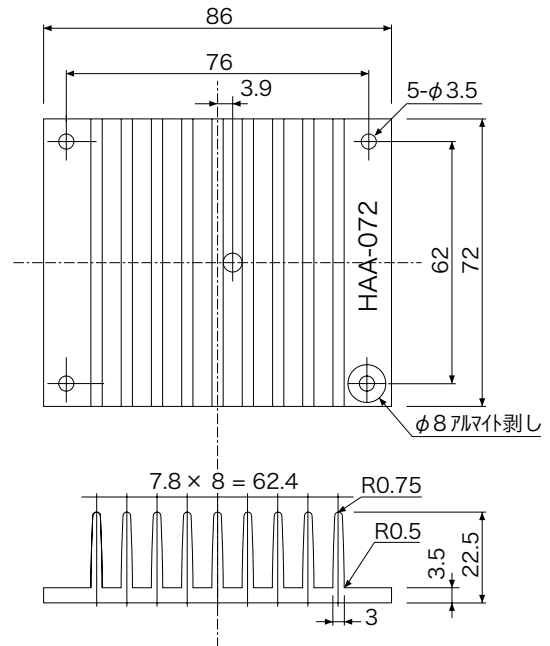


図 2-2 [T62] 用放熱器の熱抵抗対風速特性

(3) [T72] 用放熱器 (HAA-072)

サイズ: 86 (W) × 72 (D) × 22.5 (H) mm  
適用モジュール: PH150 S

[外觀図] 材質: アルミニウム (黒色アルマイト処理)



[冷却特性]

〈自然空冷〉 熱抵抗: 3.0 (°C/W)

〈強制空冷〉

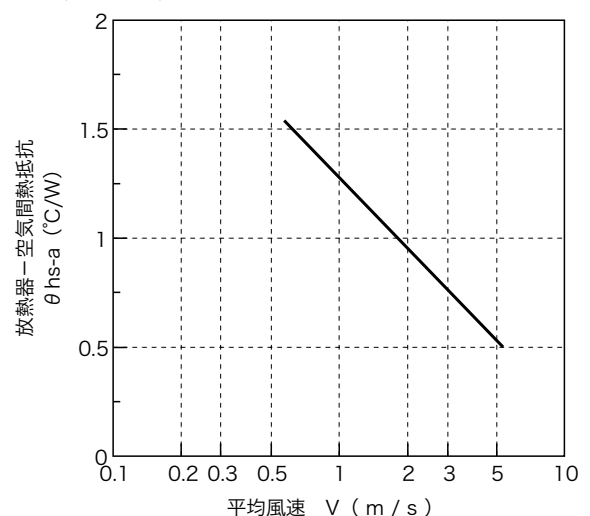
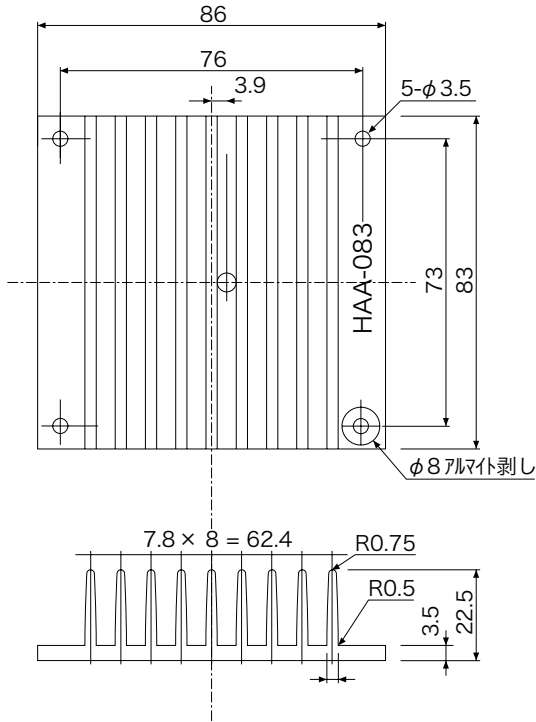


図 2-3 [T72] 用放熱器の熱抵抗対風速特性

(4) [T83] 用放熱器 (HAA-083)

サイズ：86 (W) × 83 (D) × 22.5 (H) mm  
 適用モジュール：PH150F・PH100F・PF500A・PH300S

[外觀図] 材質：アルミニウム (黒色アルマイト処理)



[冷却特性]  
 〈自然空冷〉熱抵抗：2.7 (°C/W)

〈強制空冷〉

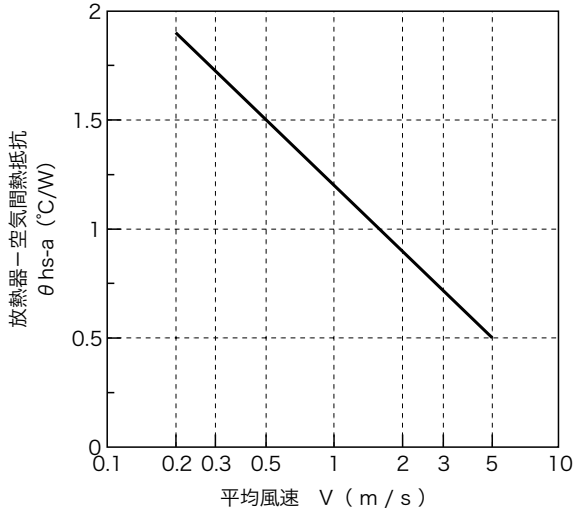
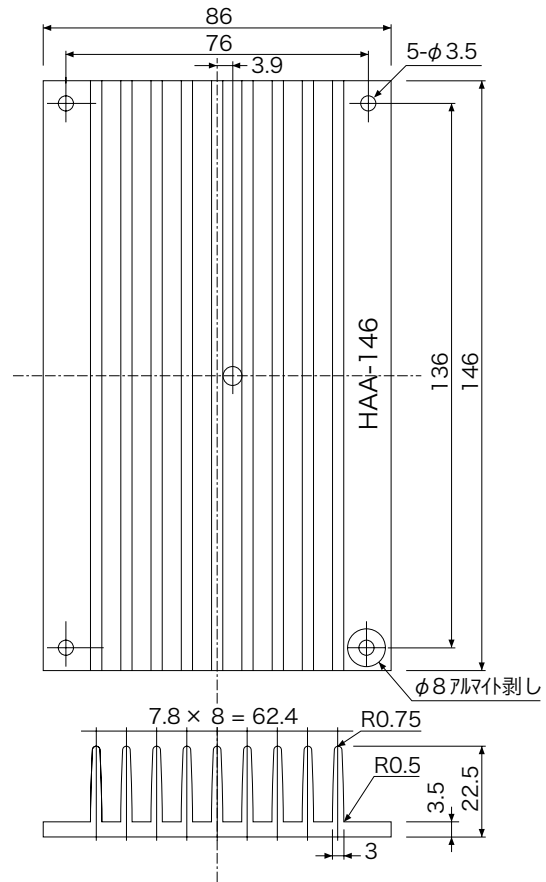


図 2-4 [T83] 用放熱器の熱抵抗対風速特性

(5) [T146] 用放熱器 (HAA-146)

サイズ：86 (W) × 146 (D) × 22.5 (H) mm  
 適用モジュール：PH300F・PF1000A・PH600S

[外觀図] 材質：アルミニウム (黒色アルマイト処理)



[冷却特性]  
 〈自然空冷〉熱抵抗：約 1.7 (°C/W)

〈強制空冷〉

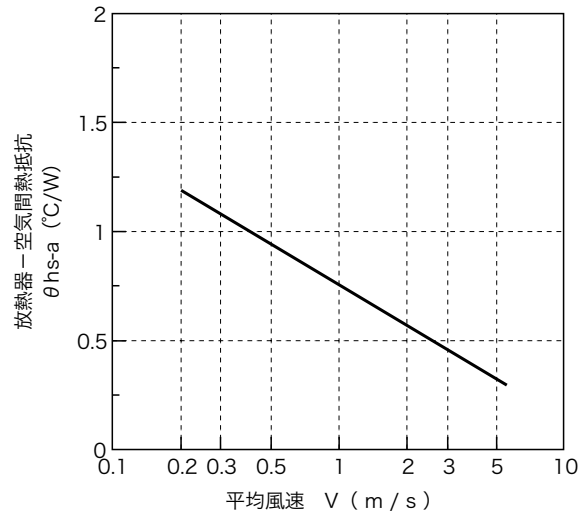


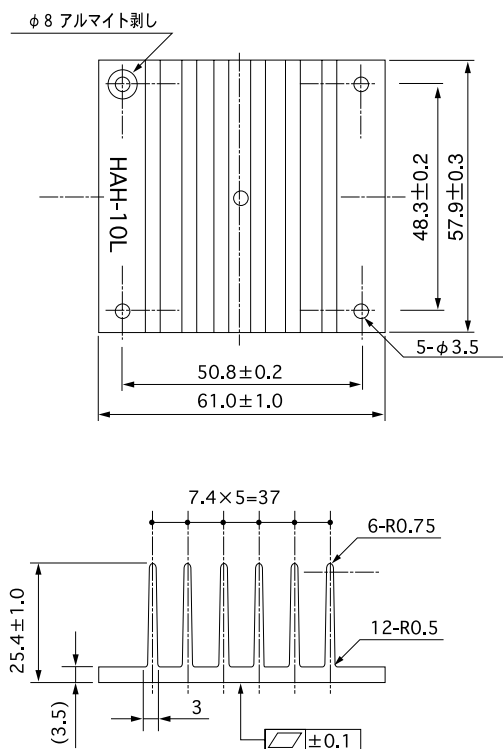
図 2-5 [T146] 用放熱器の熱抵抗対風速特性

システム  
 モジュール

パワーモジュール  
 アプリケーションノート

(6) ハーフブリック用放熱器①(HAH-10L)  
 サイズ：57.9 (W) × 61 (D) × 25.4 (H) mm  
 適用モジュール：PAH・PAH75D シリーズ  
 CN200A110

[外観図] 材質：アルミニウム（黒色アルマイト処理）



[冷却特性]  
 〈自然空冷〉熱抵抗：4.6 (°C / W)

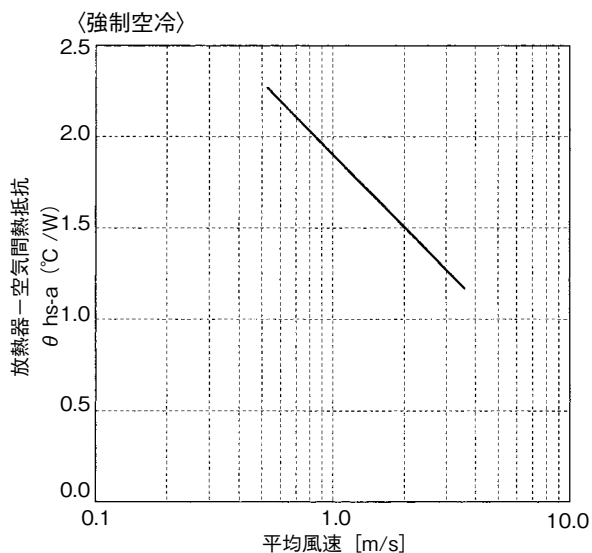
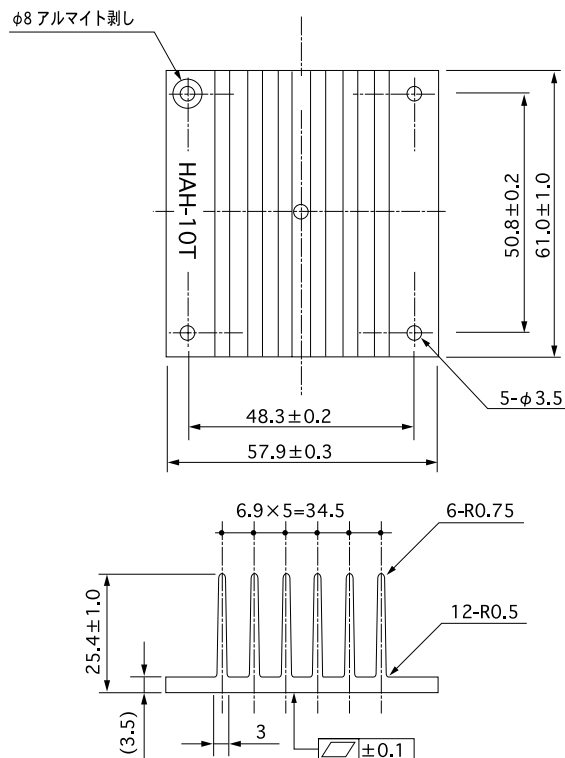


図 2-6 HAH-10L 放熱器の熱抵抗対風速特性

(7) ハーフブリック用放熱器②(HAH-10T)  
 サイズ：57.9 (W) × 61 (D) × 25.4 (H) mm  
 適用モジュール：PAH・PAH75D シリーズ  
 CN200A110

[外観図] 材質：アルミニウム（黒色アルマイト処理）



[冷却特性]  
 〈自然空冷〉熱抵抗：約 4.5 (°C / W)

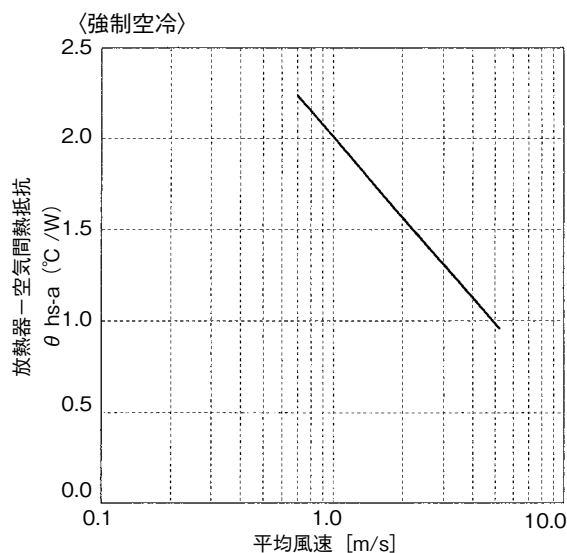
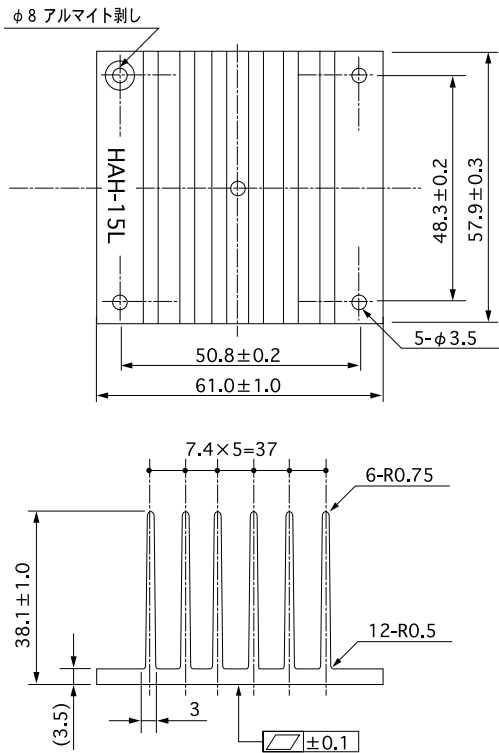


図 2-7 HAH-10T 放熱器の熱抵抗対風速特性

## (8) ハーフブリック用放熱器③ (HAH-15L)

サイズ：57.9 (W) × 61 (D) × 38.1 (H) mm  
 適用モジュール：PAH・PAH75D シリーズ  
 CN200A110

[外観図] 材質：アルミニウム（黒色アルマイト処理）



[冷却特性]  
 〈自然空冷〉熱抵抗：3.4 (°C/W)

〈強制空冷〉

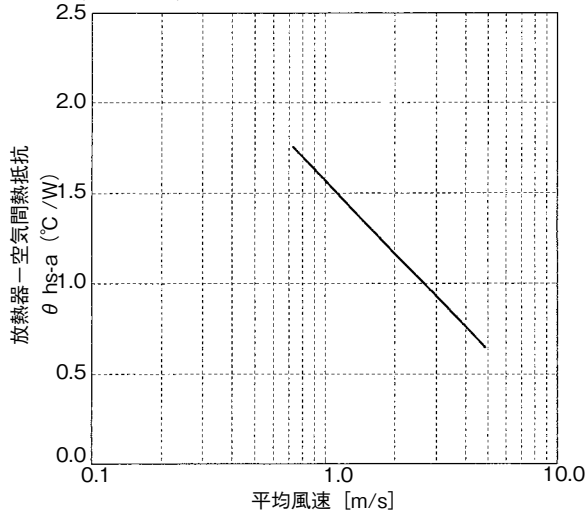
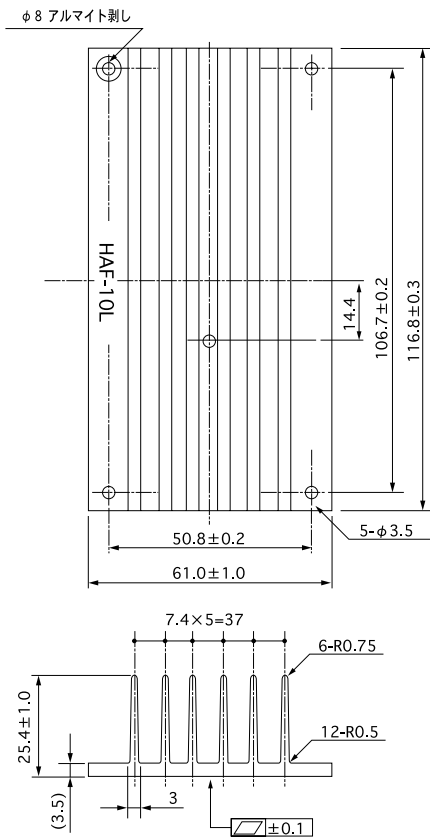


図 2-8 HAH-15L 放熱器の熱抵抗対風速特性

## (9) フルブリック用放熱器① (HAF-10L)

サイズ：116.8 (W) × 61 (D) × 25.4 (H) mm  
 適用モジュール：PAF シリーズ・PFE-S シリーズ

[外観図] 材質：アルミニウム（黒色アルマイト処理）



[冷却特性]  
 〈自然空冷〉熱抵抗：2.2 (°C/W)

〈強制空冷〉

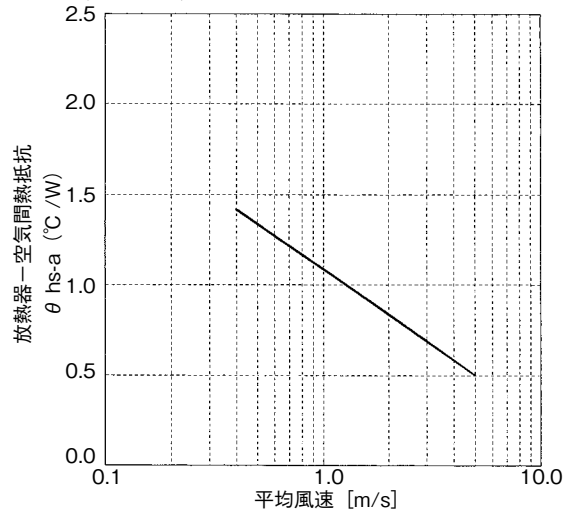
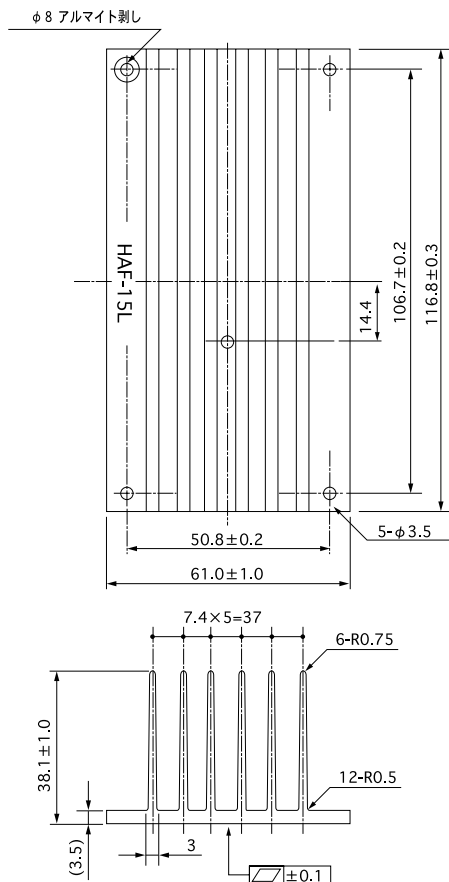


図 2-9 HAF-10L 放熱器の熱抵抗対風速特性

(10) フルブリック用放熱器②(HAF-15L)

サイズ：116.8 (W) × 61 (D) × 38.1 (H) mm  
 適用モジュール：PAF シリーズ・PFE-S シリーズ

[外觀図] 材質：アルミニウム (黒色アルマイト処理)



[冷却特性]

〈自然空冷〉 熱抵抗：1.9 (°C/W)

〈強制空冷〉

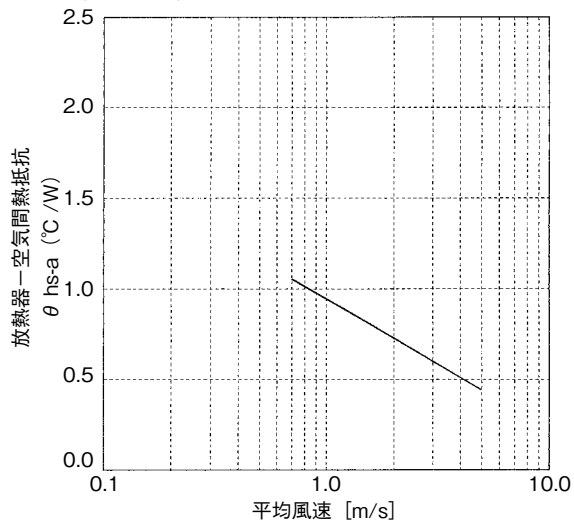
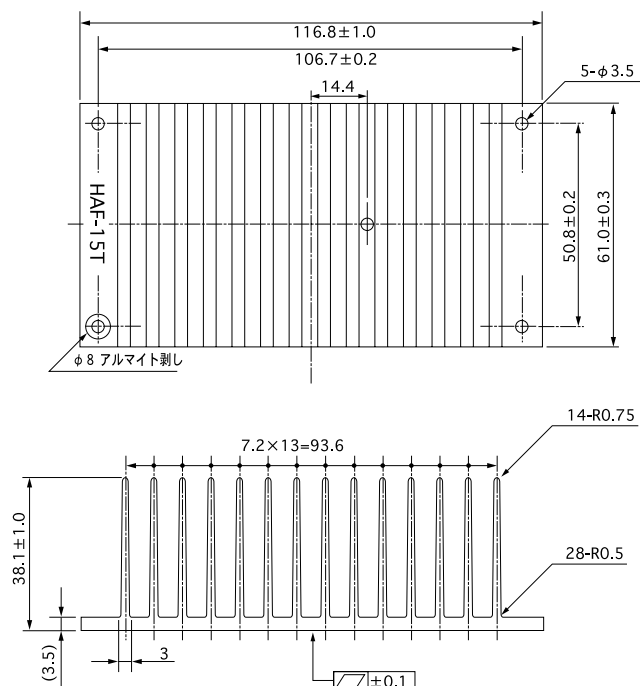


図 2-10 HAF-15L 放熱器の熱抵抗対風速特性

(11) フルブリック用放熱器③(HAF-15T)

サイズ：116.8 (W) × 61 (D) × 38.1 (H) mm  
 適用モジュール：PAF シリーズ・PFE-S シリーズ

[外觀図] 材質：アルミニウム (黒色アルマイト処理)



[冷却特性]

〈自然空冷〉 熱抵抗：1.5 (°C/W)

〈強制空冷〉

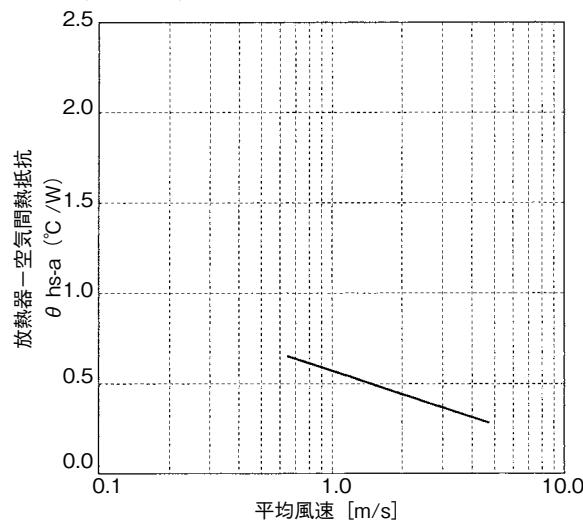


図 2-11 HAF-15T 放熱器の熱抵抗対風速特性

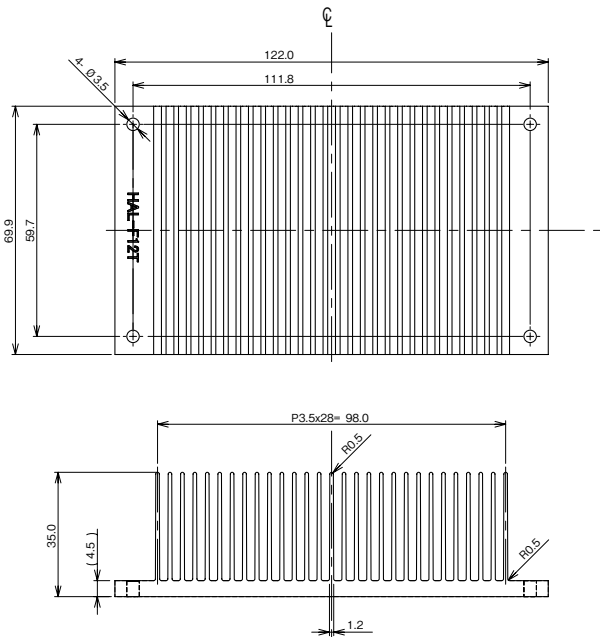
多  
ポ  
ト  
モ  
ジュール

パ  
ワ  
ー  
モ  
ジ  
ュ  
ー  
ル  
ア  
プ  
リ  
ケ  
ー  
シ  
ヨ  
ン  
ノ  
ー  
ト

(12) PFE500F 専用放熱器(HAL-F12T)

サイズ：122 (W) × 35 (H) × 69.9 (D) mm  
 適用モジュール：PFE500F

[外観図] 材質：アルミニウム (表面処理なし)



[冷却特性]

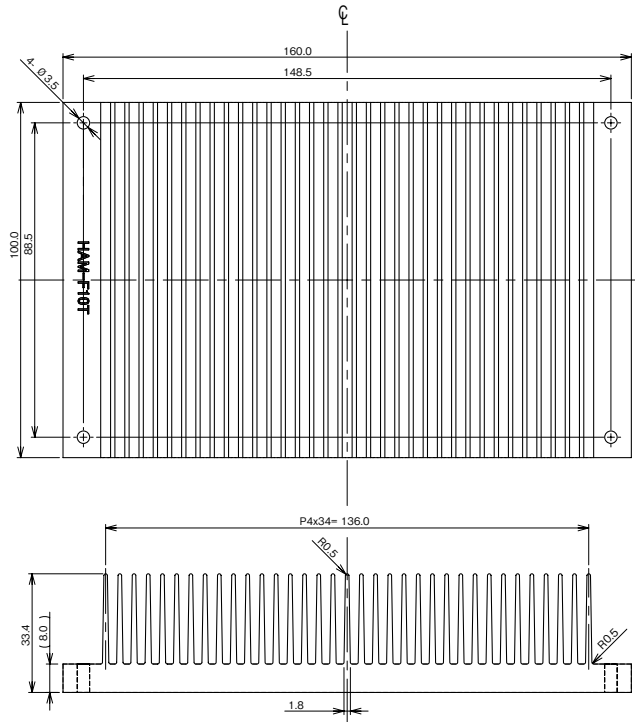
〈自然空冷〉熱抵抗：0.97 (°C/W)

〈強制空冷〉下図をご参照ください。

(13) PFE1000F 専用放熱器(HAM-F10T)

サイズ：160 (W) × 33.4 (H) × 100 (D) mm  
 適用モジュール：PFE1000F

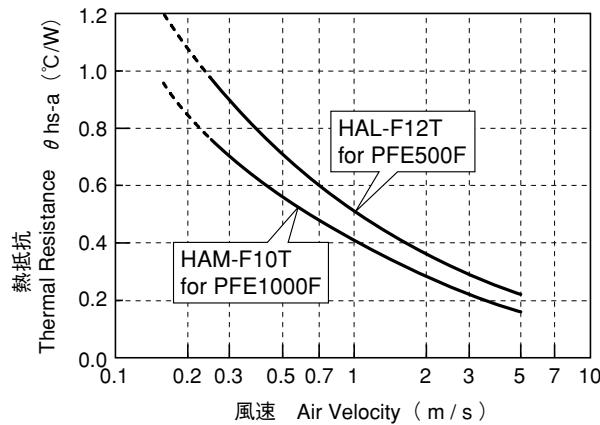
[外観図] 材質：アルミニウム (表面処理なし)



[冷却特性]

〈自然空冷〉熱抵抗：0.78 (°C/W)

〈強制空冷〉下図をご参照ください。



注) ご使用の際は、ヒートシンクの中央に穴を開けて熱電対を用いベースプレート温度をご確認下さい。

モジュール

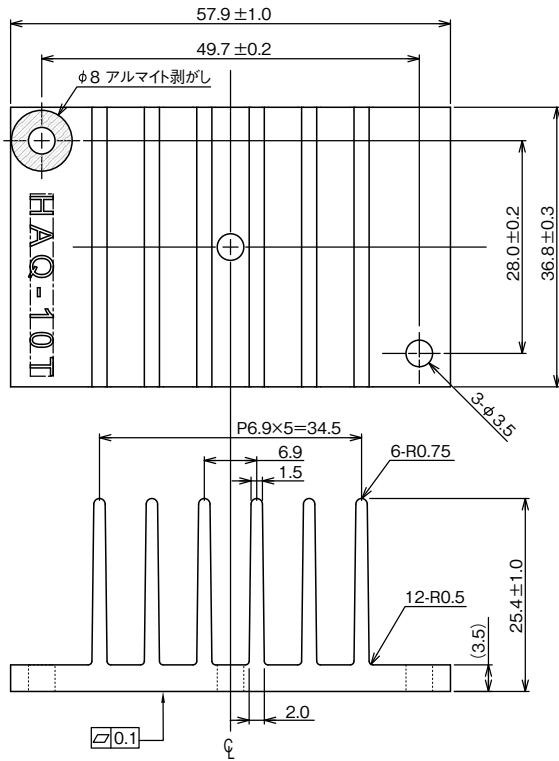
パワーモジュール  
アプリケーションノート



(14) CN-A 用放熱器 (HAQ-10T)

サイズ：57.9 (W) × 25.4 (H) × 36.8 (D) mm  
 適用モジュール：CN30A110, CN50A110,  
 CN100A110, CN50A24,  
 CN100A24

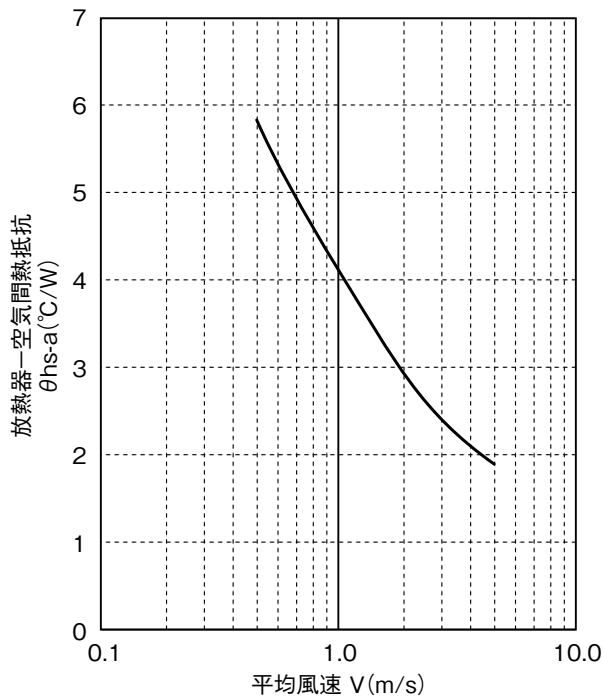
[外観図] 材質：アルミニウム (黒色アルマイト処理)



[冷却特性]

〈自然空冷〉 熱抵抗：7.5 (°C /W)

〈強制空冷〉



### 3. パワーモジュールの実装方法

#### 3-1 基板実装方法

パワーモジュールをプリント基板に実装する場合は、図 1-1 に示す方法で実装して下さい。

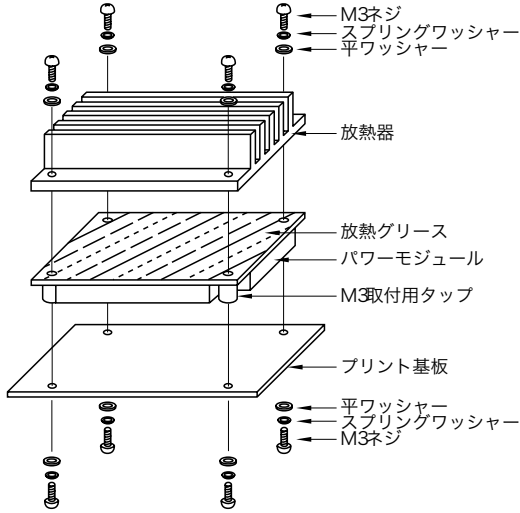


図 1-1 基板・放熱器取付方法

##### (1) 固定方法

プリント基板への固定は、樹脂ケース側（入・出力端子ピン側）M3 取付用タップ（2ヶ所または4ヶ所で、パッケージサイズにより異なります）を使用します。推奨締め付けトルクは、0.54N・mです。

##### (2) M3 取付用タップ

パワーモジュールの M3 取付用タップは、ベースプレートと接続されています。この M3 取付用タップにて FG（フレームグランド）に接続して下さい。

##### (3) 基板取付穴

プリント基板の穴・ランド径は、下記サイズを参考に決定して下さい。

タイプ	PH50 ~ PH300F	PH300S	PH600S	PAH・PAF・PFE	PAH75D	CN30 ~ CN100A	CN200A
入力端子ピン	φ 2.0mm	←	←	φ 1.0mm	←	φ 1.0mm	←
穴径	φ 2.5mm	←	←	φ 1.5mm	←	φ 1.5mm	←
ランド径	φ 5.0mm	←	←	φ 3.5mm	←	φ 2.5mm	←
出力端子ピン	φ 2.0mm	←	□ 2.0mm	φ 2.0mm	φ 1.0mm	φ 1.5mm	φ 2.0mm
穴径	φ 2.5mm	←	□ 2.8mm	φ 2.5mm	φ 1.5mm	φ 2.0mm	φ 2.5mm
ランド径	φ 5.0mm	←	□ 5.0mm	φ 5.0mm	φ 3.5mm	φ 3.5mm	φ 5.0mm
信号端子ピン	φ 0.6mm	φ 0.8mm	←	φ 1.0mm	←	φ 1.0mm	←
穴径	φ 1.0mm	φ 1.2mm	←	φ 1.5mm	←	φ 1.5mm	←
ランド径	φ 2.0mm	φ 2.4mm	←	φ 3.5mm	←	φ 2.5mm	←
取付用タップ (FG)	M3	←	←	←	←	←	←
穴径	φ 3.5mm	←	←	←	←	←	←
ランド径	φ 7.0mm	←	←	←	←	←	←

また、穴位置については、各パワーモジュールの外観図をご参照下さい。

##### (4) 推奨基板材質

推奨基板材質は、両面スルーホールガラスエポキシ基板です。（厚さ t = 1.6mm, 銅箔厚 35 μm 以上）

##### (5) 出力パターン幅

出力パターンは、数 A ~ 数十 A の電流が流れるので、基板パターン幅が細すぎると電圧降下を生じ基板の発熱が大きくなります。電流とパターン幅の関係は、基板の材質、導体の厚さ、パターンの許容温度上昇等によって変わりますが、ガラスエポキシ基板で銅箔 35 μm の場合の一例を図 1-2 に示します。

例えば電流を 5A 流し、温度上昇を 10℃ 以下にしたい場合は、銅箔 35 μm ではパターン幅を 4.2mm 以上にする必要があります。（一般には、1mm/A を目安として下さい。）尚、図 1-2 の特性は基板メーカーによって異なりますので、設計する際は必ずご確認ください。

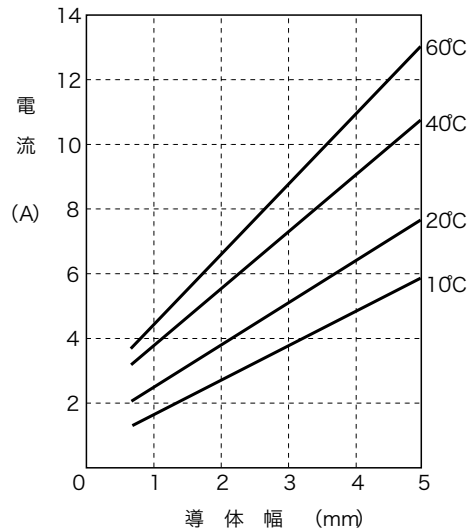


図 1-2 銅箔 35 μm に於ける容量電流対導体幅特性

#### 3-2 放熱器実装方法

##### (1) 固定方法

放熱器の固定は、ベースプレート側にある 3M 取付用タップ（2ヶ所または4ヶ所で、パッケージサイズにより異なります）を使用します。

推奨締め付けトルクは、0.54N・mです。

放熱器取付の際は、接触熱抵抗を減らし、放熱効果を上げる為に、放熱器とベースプレート間に放熱用グリースあるいは放熱シートを必ず使用して下さい。また、放熱器は反りのないものを使用し、ベースプレートと放熱器が密着する様にして下さい。

##### (2) 放熱器取付穴

放熱器の取付用穴径は、下記サイズを参考に決定して下さい。

穴径：φ 3.5mm

### 3-3 耐振動について

パワーモジュールの振動規格値は、プリント基板にパワーモジュールのみを実装した状態での値です。  
従って、大型の放熱器を使用する場合は、パワーモジュールとの固定とは別に、装置の筐体に固定し、パワーモジュール、及びプリント基板に無理な力がかからないようにして下さい。

### 3-4 推奨半田付け条件

半田付け条件は、下記条件内で行って下さい。

- (1) 半田デップ槽を使用する場合  
……………260℃、10 秒以内  
    プリヒート条件  
……………110℃、30～40 秒以下
- (2) 半田ゴテを使用する場合  
……………350℃、3 秒以下

### 3-5 推奨洗浄条件

半田付け後の推奨洗浄条件は、以下の通りです。また、下記以外の条件での洗浄方法につきましては、別途弊社まで御相談下さい。

- (1) 推奨洗浄液  
    ・IPA（イソ・プロピル・アルコール）
- (2) 洗浄方法  
洗浄液がパワーモジュール内部に浸透しない様に、ブラシ洗浄で行って下さい。尚、洗浄液が十分に乾燥する様にして下さい。

***TDK·Lambda***