

放熱設計

新日本無線のステッピングモータドライバICはDIP、EMP、PLCCなどのプラスチックパッケージで提供されています。ICチップは大電力対応のリードフレームに直接ボンディングされ、外付けのヒートシンク、もしくは基板の銅箔を介して効率の良い熱伝達ができるよう設計されております。

許容損失 P_D についての説明

放熱設計については、図1のように熱に関するオームの法則を使って説明することができます。許容損失 P_D は、オームの法則の電流に例えて説明できます。パッケージの許容損失 P_D はチップからパッケージを通る放熱を指します。放熱の過程で、放出熱量が熱抵抗により抑制されます。熱抵抗は、チップとIC雰囲気との状態に依存します。チップからIC周囲の外気への放熱には、リードフレームなどの金属を通るものと、プラスチックモールドを通る2通りがあります。金属経由の放熱経路とは、パッケージのリードフレームと外気への放熱、すなわち図2に示すようなICのリード、リードとPCBの銅箔部のはんだ付け部分、およびPCBの銅箔部から外気への放熱を指します。同様に、プラスチックモールド経由の放熱とは、チップからプラスチックモールドを経由して外気に放熱されるものを指します。 V_2 が定電圧で R が固定の場合、オームの法則を基に考慮すると、 I が増えると V_1 が V_2 に対して上昇することは容易に理解できると思います。

これを、放熱モデルにあてはめてみます。外気温度 T_A が一定で熱抵抗 $R_{th_{J-A}}$ が固定の場合、許容損失 P_D が増えると、チップのジャンクション温度 T_J が上昇します。すなわち外気温度の最大が規定されていて、最高チップ温度と最大消費電力が分かっているならば、必要な熱抵抗を計算で求めることができます。

放熱用PCBパターンの設計

図3に、PLCC、DIP、EMPの各パッケージについて、放熱用のピン(バットウイング)に接続されたPCBの銅箔面積に対する熱抵抗の特性例を示します。このグラフは、PCBからの放熱が部品面と同じ場合の熱抵抗を示しています。PLCCやEMPのICを使用していて同一面での放熱パターンが確保できない場合には、基板に使用するスルーホール等を経由し、反対側の銅箔を利用して放熱することもできます。放熱に必要な銅箔の面積を見積もるのは比較的簡単な手順で行えます。以下のガイドラインを参考にしてください。

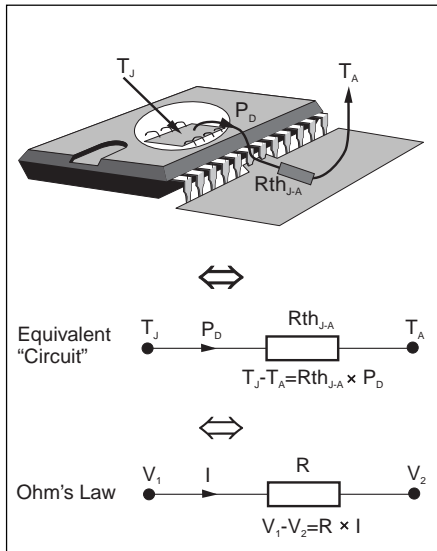


図1. 熱抵抗とオームの法則の比較

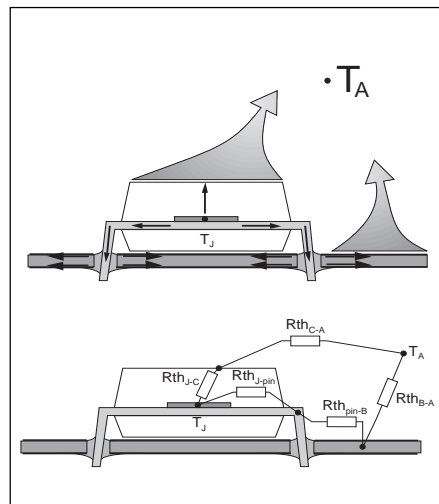


図2. ICからの放熱経路

放熱設計

1. 回路の消費電力 P_D を見積もります。データシートの中に消費電力対出力電流の特性例がありますのでご参照ください。
2. 最大周囲温度 T_A を決定します。
3. 最大電流出力時のチップの温度として、最大ジャンクション温度 T_J を決定します。通常は長期信頼性も考慮し、100 から130 に設定することを推奨します。ちなみに最大定格では T_J は150 (NJM3545 / 3548は140)と規定されています。ジャンクション - 外気間の熱抵抗の最大値、 $R_{th_{J-A}}$ は以下の計算式で求められます。

$$R_{th_{J-A}} = (T_J - T_A) / P_D$$

図3にジャンクション - 外気間の熱抵抗とPCB銅箔面積の特性例を示します。このグラフから、計算で求めた熱抵抗値を実現するための基板の銅箔面積を求めることができます。図4に新日本無線製ステッピングモータドライバの出力電流能力と各レベルでのヒートシンク特性例の一覧を示します。

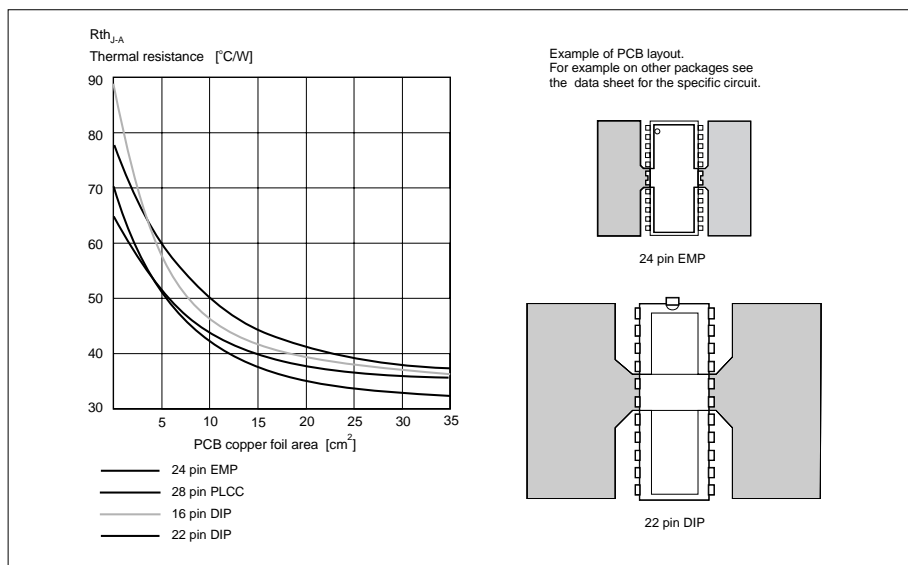


図3. 熱抵抗とPCBの銅箔面積の特性例と推奨レイアウト

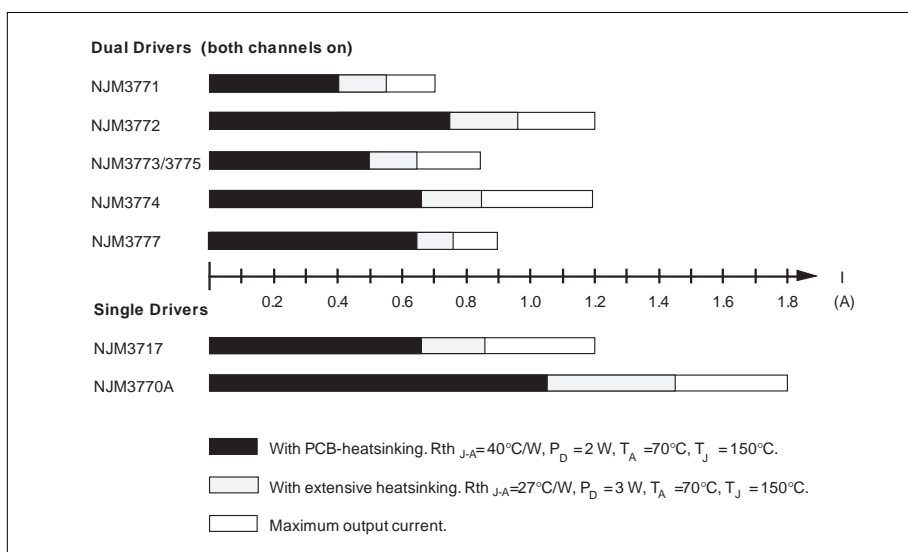


図4. ステッピングモータドライバについての出力電流能力一覧

放熱設計の検証

放熱設計の検証をするためにはICの実際のチップ温度を見積もることが有用です。供試ICのバットウイングの上に熱電対、または同等な小型の温度センサーをのせ、バットウイングの温度を測定し、下記の計算式からチップ温度（ジャンクション温度）を求めます。

$$T_J = T_{BW} + P_D \times R_{th_{J-BW}}$$

$R_{th_{J-BW}}$ はジャンクションからバットウイングへの熱抵抗

外付けヒートシンク

DIPの外付けヒートシンクとして、イギリス、Colombia-Staver社のヒートシンクを推奨します。図5に外形を示します。DIP-16にはV7-3S、またはV8-3S、DIP-22にはV7-7、V8-7、もしくはV7-7ST、V8-7STが適合します。

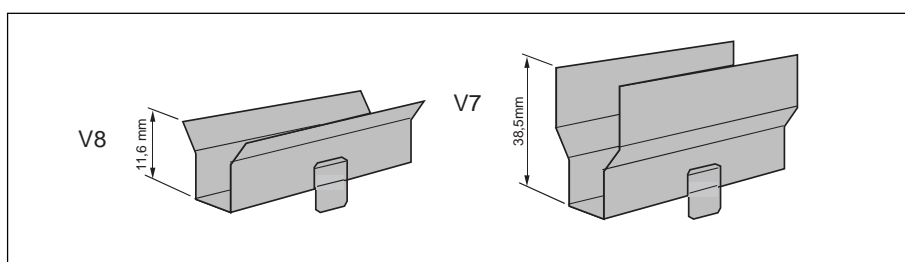


図5. イギリス、Colombia-Staver社のヒートシンク