

シャント抵抗器使用時の注意事項

シャント抵抗器の表面温度上昇を抑制する方法

●概要

シャント抵抗器は電流検出用途として、車載や産業機器分野で幅広く搭載されています。また車載分野においては、自動車の高機能化に伴いモーターや ECU の搭載数が増加しており、限られたスペースでアプリケーションを構成する必要があります。そのため、部品の高密度実装も進み、搭載部品のひとつであるシャント抵抗器に対しても、高電力化、小型化の要求が高まっています。それに伴い、製品や基板の熱設計は重要な課題となっています。

●シャント抵抗器の温度上昇を抑制する方法

シャント抵抗器の温度上昇を抑制するには、製品の放熱設計、実装基板の放熱設計の両方が重要になります。温度上昇を抑制する設計がされた製品でも、実装する基板で放熱設計が十分でなければ、思いのほか温度が上昇します。またその逆で実装基板の方は放熱設計がされていても、製品の放熱設計次第では温度上昇が大きくなります。

【製品の放熱設計による温度上昇抑制】

発生した熱を効率よく実装基板へ放熱出来なければ、製品に熱が籠り、温度上昇が大きくなります。製品の放熱設計に関しまして、抵抗体素子から基板への放熱経路を確保する必要があります。代表的な例を挙げて説明します。

Figure 1 に一般品と GMR シリーズの基板への放熱経路を示します。一般品に比べて GMR シリーズは抵抗体で発生した熱を基板へより効率よくダイレクトに放熱できる構造になっています。その為、同じサイズの製品でも GMR シリーズは一般品に比べて製品の表面温度上昇を抑制できます。表面温度上昇が低ければより高い電力を印加できるため、高電力保証が可能になります。

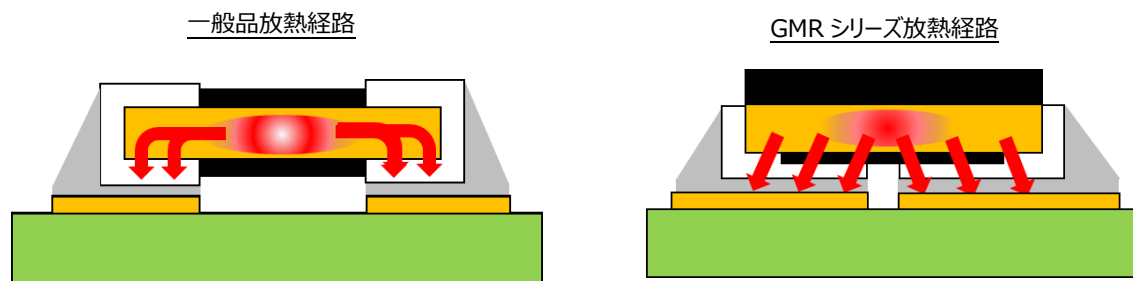


Figure 1. 製品の基板への放熱経路

Figure 2 に 5025 サイズの一般品と、GMR50 に 2W 印加した際の表面温度のサーモグラフィ画像を示します。
実装する基板は共通のものを使用し、抵抗値はどちらも 5mΩ を使用しています。
この結果から、GMR50 は抵抗体の HOT SPOT^{※1)} 温度が一般品と比べ低く抑制できている事がわかります。
一方端子部温度はどちらも同程度になっています。
このことから、製品の温度上昇の差は、抵抗体 HOT SPOT から端子部までの熱抵抗^{※2)}の差によるものと言えます。
発熱を低く抑えたい場合、この熱抵抗（抵抗体～端子間）が低い製品を選定する必要があります。

- ・5025 サイズ一般品熱抵抗 : 31.0°C/W (117°C-55°C/2W)
- ・GMR50 熱抵抗 : 9.5°C/W (75°C-56°C/2W)

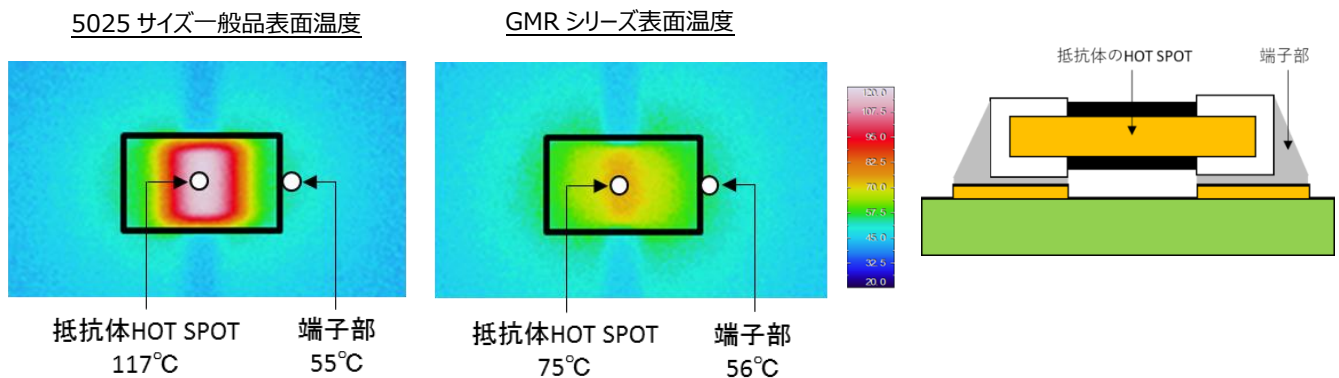


Figure 2. 2W 印加時の発熱比較

【基板放熱設計】

基板の放熱設計を考える際に重要な項目には下記が挙げられます。

- ・銅箔厚み（多層基板）
- ・銅箔面積

銅箔厚みについて、銅箔厚み 35μm の 2 層基板と、銅箔厚み 75μm の 4 層基板、銅箔については、表層の銅箔の面積を変えた 4 種類の基板を用意し、発熱の比較を行った結果を Figure 3 に示します。
表層以外の銅箔は基板サイズのベタ型のレイアウトとします。製品は GMR50 と 5025 サイズ一般品の 5mΩ を用います。
銅箔厚み 35μm の 2 層基板の場合、基板の厚み方向への放熱が少なく、水平方向への放熱が主であるため、表層の銅箔の面積が狭くなると、製品の温度が大幅に上昇します。

一方、銅箔厚み 75μm の 4 層基板の場合、基板の厚み方向への放熱も多い為、表層の銅箔の面積が小さくても、製品の温度上昇が比較的小さく抑えられています。基板の表層でシャント抵抗器実装エリアを大きく取れない場合は、銅箔を厚くする事や、多層基板にして製品から発生する熱の放熱経路を作る事で、製品の温度上昇を低く抑えられます。
また、先でも述べたように放熱設計が優れた製品でも、実装する基板の設計によっては、大幅に温度上昇が変わる事がわかります。
シャント抵抗器を選定される際は、製品の熱抵抗と実際に使用する基板の放熱性を考慮する事が重要になります。

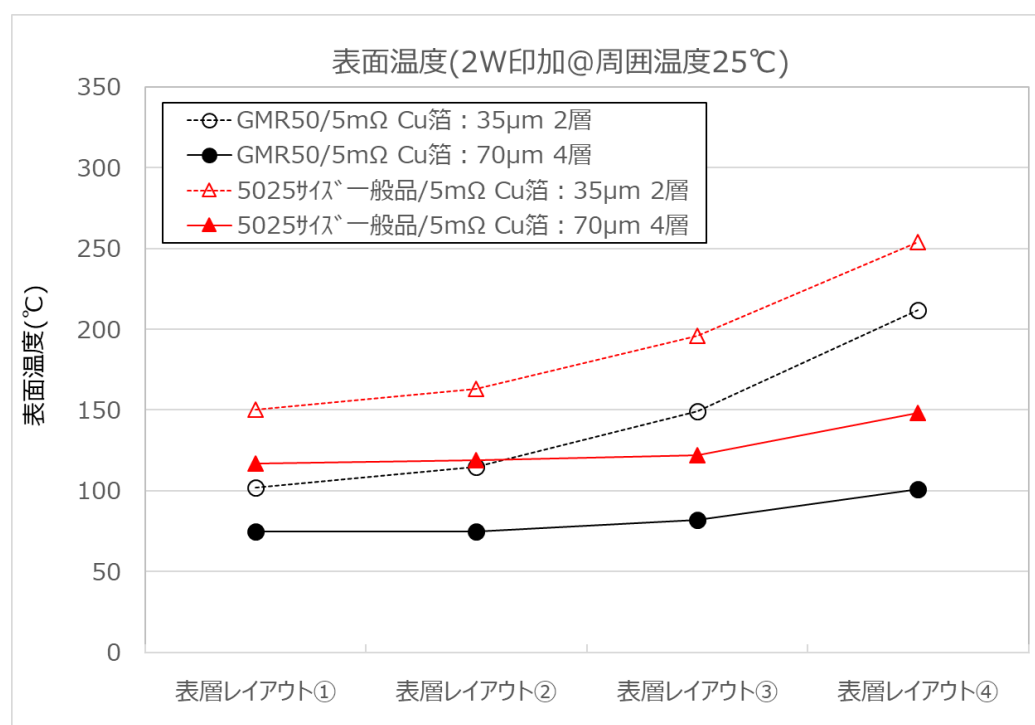
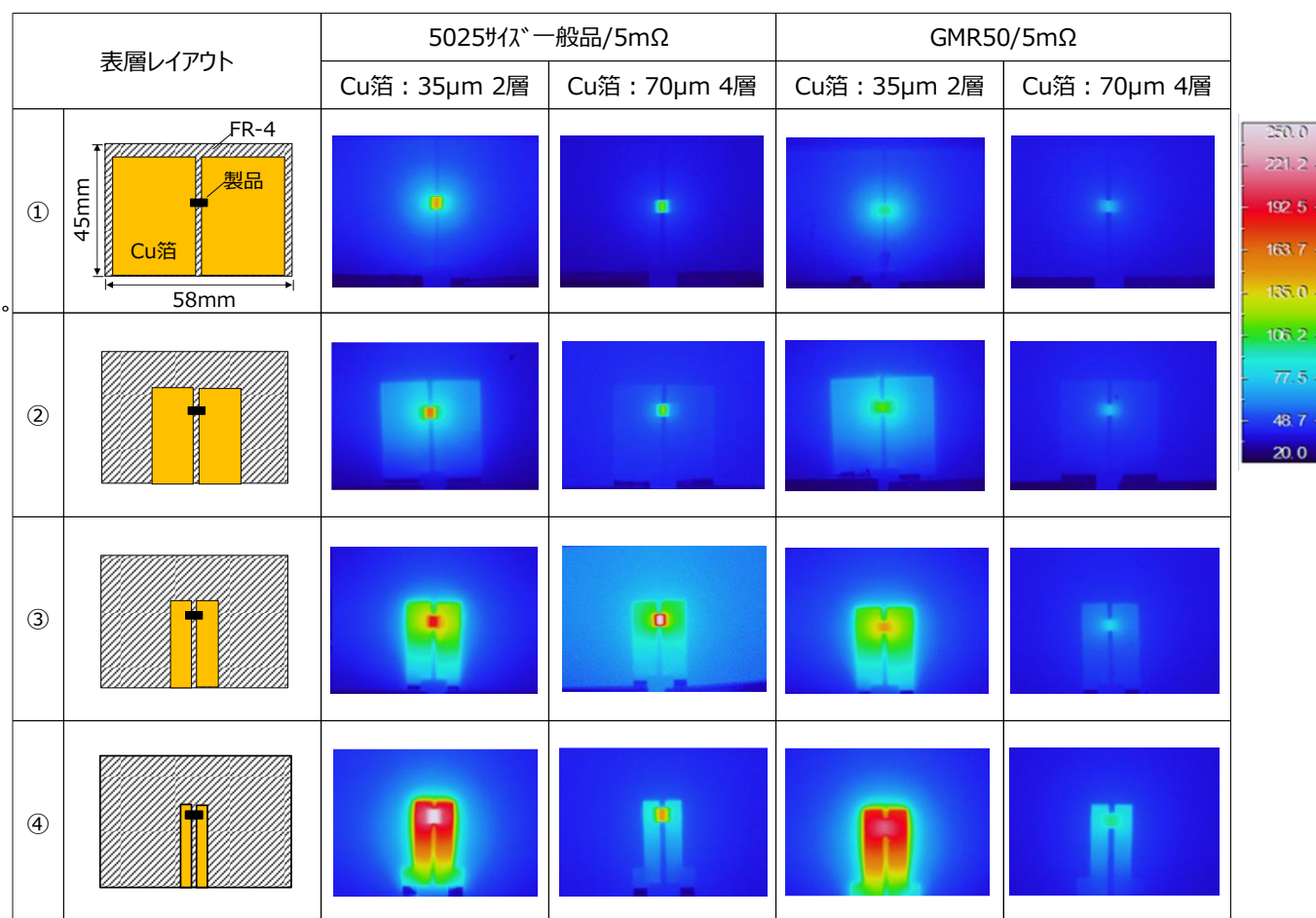


Figure 3. 基板の銅箔レイアウトによる表面温度比較

また、実際ご使用される基板にはシャント抵抗器の周りに他の部品も実装されており、そこからのもらい熱や、周囲部品への熱の影響も考慮する必要があります。

ROHM では抵抗器だけではなく、IC、パワー半導体などの周辺部品も含めたシミュレーションによる熱対策の設計サポートも可能です。

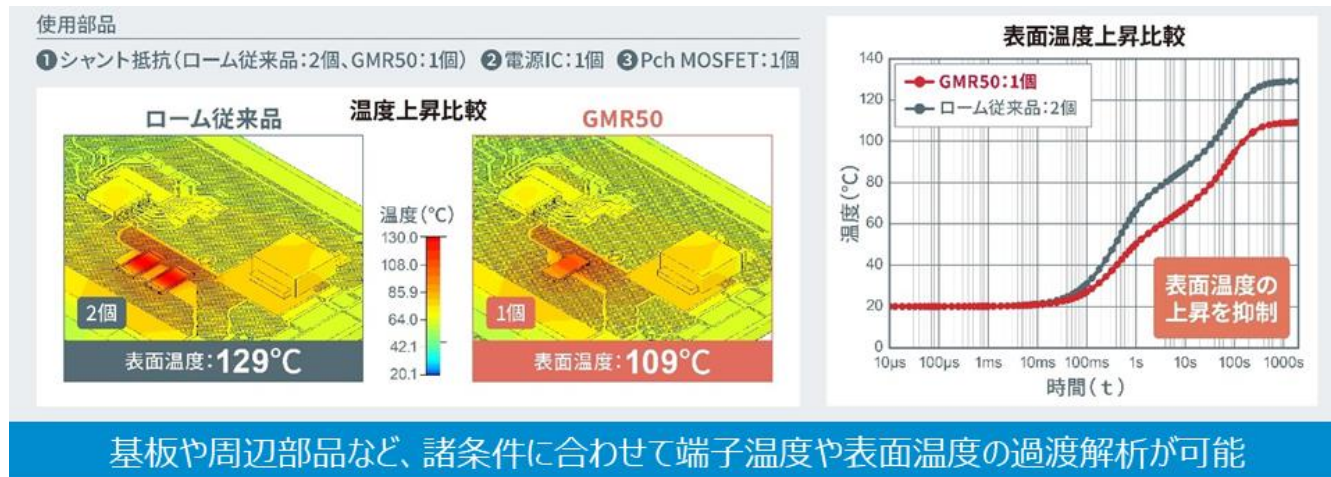


Figure 4. 熱シミュレーション事例

<用語説明>

※1)HOT SPOT

抵抗体の中で最も熱集中が起こっている場所で、表面温度の最高点の事を指します。

※2)熱抵抗

熱の伝わりにくさを数値化したものの事です。任意の2点間の温度差を、流れる熱量（印加電力）で割った値になります。

単位は℃/W（K/W）です。熱抵抗が高ければ熱が伝わりにくく、低ければ伝わりやすい事を意味します。