

シャント抵抗器使用時の注意事項

PCB 設計が抵抗温度係数に与える影響

●概要

シャント抵抗器を使用する場合、抵抗値、定格電力、サイズは重要な検討事項になりますが、さらに検出される電圧精度に影響をおよぼす許容誤差も考慮する必要があります。この許容誤差には常温での抵抗値の許容差(F 級品:±1%)の他に、抵抗温度係数があります。抵抗温度係数は製品の温度変化による抵抗値変化を示す係数です。抵抗器は電流が流れる際の消費電力による部品の温度上昇や周囲温度の変化によって抵抗値変化が発生する為、抵抗温度係数は精度良く電流値を検出するためには重要なファクターになります。

●シャント抵抗器の電圧測定方法

シャント抵抗器の抵抗値は数 $\mu\Omega$ ～数 100m Ω 台と低いのが一般的です。

このような低抵抗での電圧測定の場合 4 端子法によるケルビン接続にする必要があります。但し、Figure 1 のようにセンシングラインをシャント抵抗のパッドの外側にレイアウトしてしまうと配線の銅箔やはんだの抵抗成分を含んでしまうため正確な測定ができません。

また、配線の銅箔の抵抗温度係数は 3900ppm/K 程度あり、シャント抵抗固有の値より大幅に大きい為、抵抗温度係数の観点からも銅箔の影響を小さくする為に、センシングラインは Figure 2 のようにシャント抵抗器のパッド内にレイアウトしなければなりません。

例として GMR50 の抵抗値毎の各センシングラインでの抵抗温度係数(20℃→125℃)の比較を Figure 3 に示します。

センシングライン②～④では大きな差は見られませんが、センシングライン①では大幅に抵抗温度係数が高くなる事がわかります。また、抵抗値が低くなるに従って銅箔の影響は大きくなっていく事がわかります。

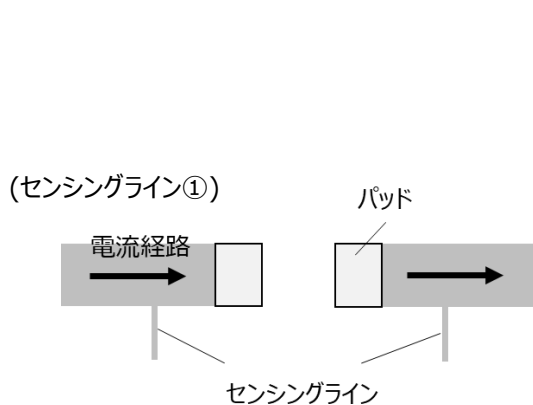


Figure 1. センシングラインの誤ったレイアウト例

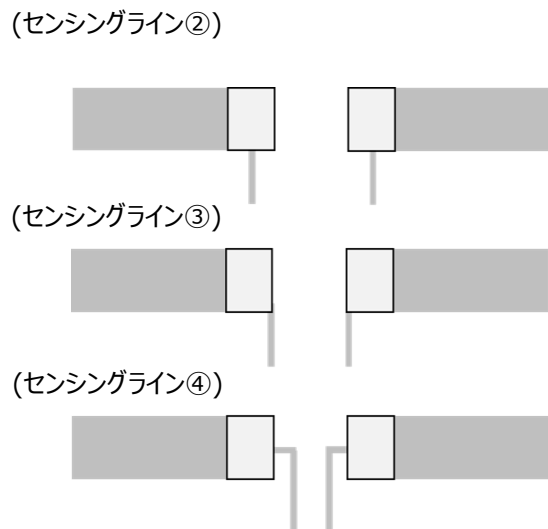


Figure 2. センシングラインの正しいレイアウト例

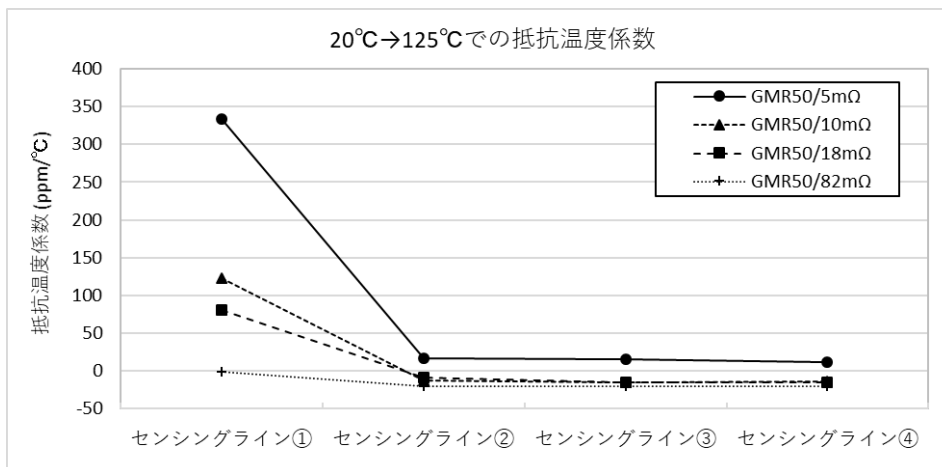


Figure 3. センシングラインによる抵抗温度係数比較

● 抵抗温度係数の影響

【抵抗値領域：10mΩ以上】

10mΩ以上のシャント抵抗器には厚膜抵抗器と金属板抵抗器があります。

一般的に厚膜抵抗は抵抗体に抵抗温度係数の大きい銀を含んだ材料を用いているのに対し、金属板抵抗は抵抗温度係数の低い合金を用いている為、抵抗値が低くなるにつれて金属板抵抗の方が優れた抵抗温度特性を示します。

代表例として、厚膜抵抗の LTR50 と金属板抵抗の GMR50 について、温度による抵抗値変化率を比較した結果を記載します。(Figure 4)

※20°Cでの抵抗値を基準にしています。

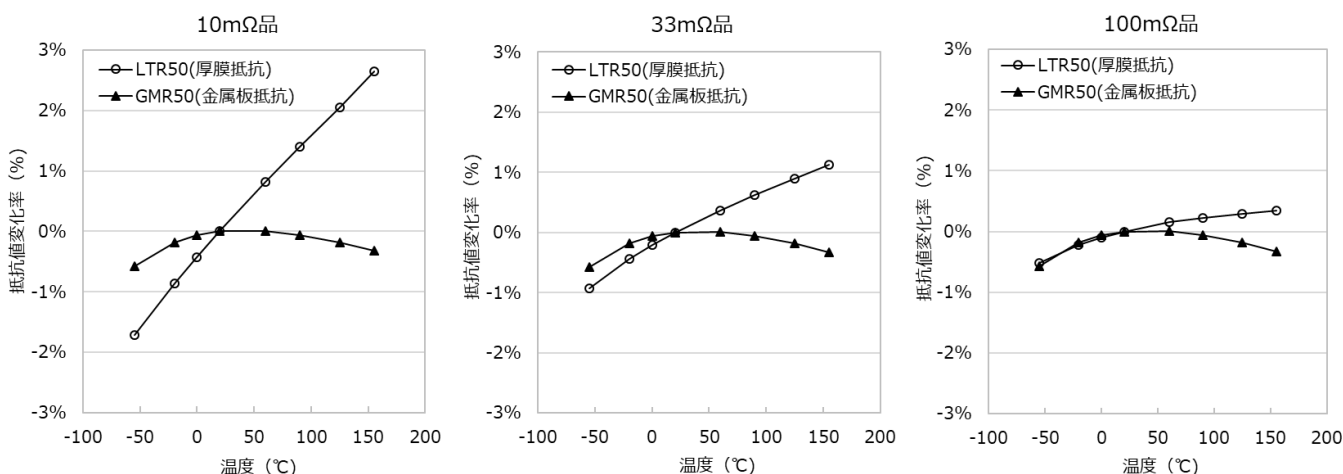


Figure 4. 厚膜抵抗と金属板抵抗の温度による抵抗値変化比較

【抵抗値領域：10mΩ以下】

10mΩ以下のシャント抵抗を使用する場合、Figure 2 のようにセンシングラインをシャント抵抗器のパッド内にレイアウトした場合でも、抵抗温度係数に関して実装基板の銅箔や製品の銅電極の影響を受ける為、基板設計の際はそれも考慮にいれなければいけません。抵抗温度係数に影響を及ぼす項目については下記の4項目が挙げられます。

- ・センシングラインの引き出し位置
- ・銅箔厚み
- ・製品の電極間寸法とパッド間寸法の差
- ・電流経路

① センシングラインの引き出し位置

10mΩ以下のシャント抵抗器ではパッド内においてもセンシングラインの引き出し位置により、銅箔や銅電極の影響を受けて抵抗温度係数に差が生じる事があります。一般的に抵抗値が低くなる程、この影響は大きくなります。その為、パッド内でも出来る限りこれらの影響を減らせる位置にセンシングラインをレイアウトする必要があります。代表例としてPSR100/0.3mΩで、センシングラインをパッドの中央部(センシング位置 A)、端部(センシング位置 B)、から引き出した場合の抵抗温度係数(20℃→125℃)を記載します。(Figure 5) この結果から、センシングラインをパッドの端部から引き出した場合、抵抗温度係数は銅箔の影響を受けて高くなる事がわかります。

ROHM で保証値としてデータシートに記載しているものは、センシングラインをパッドの中央部にレイアウトした基板での測定結果によるものになります。

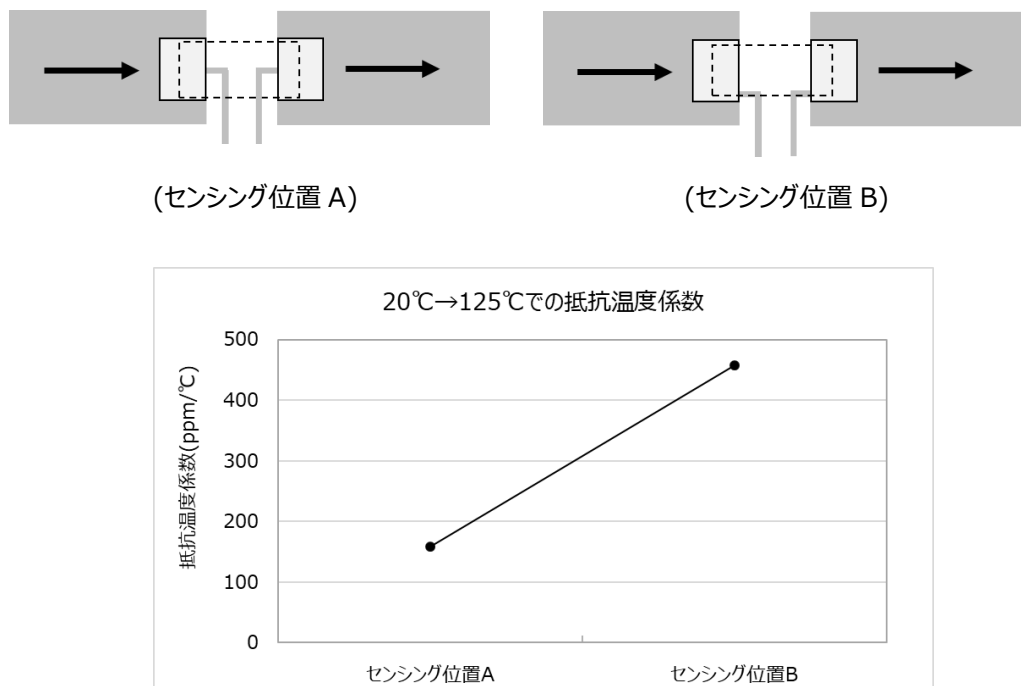


Figure 5. PSR100/0.3mΩのセンシング位置による抵抗温度係数の比較

② 銅箔厚みの影響

大電流を流す為や、放熱性を良くするためには、プリント基板の銅箔を厚くする必要がある場合もありますが、銅箔が厚くなるにつれて抵抗温度係数への影響は大きくなります。代表例として PSR100/0.3mΩで基板の銅箔厚みの違いによる抵抗温度係数(20℃→125℃)を比較した結果を記載します。(Figure 6)
ROHM で保証している抵抗温度係数は銅箔 35μm での使用時の保証値になります。

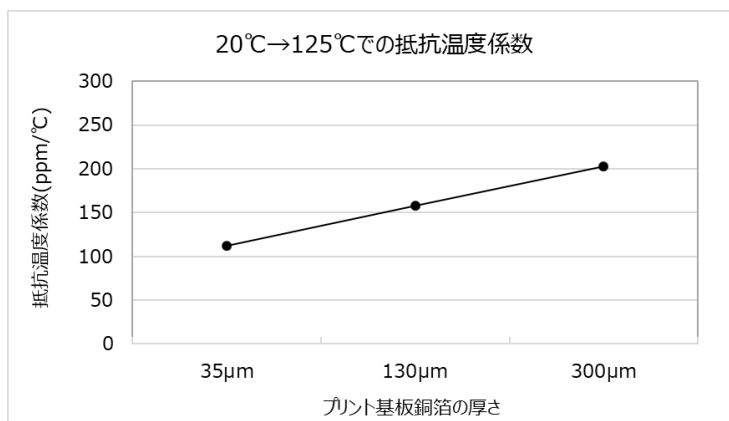


Figure 6. PSR100/0.3mΩの銅箔厚みによる抵抗温度係数の比較

③ 製品の電極間寸法とパッド間寸法の差

シャント抵抗は各社製品の電極寸法が異なる事が多い為、2社購買を行っている場合、メーカー推奨のパッドサイズを採用できない場合があります。このように製品の電極間寸法に対してパッド間寸法が異なる場合も、抵抗温度係数に影響を及ぼします。代表例として PMR100/1mΩでパッド間寸法の違いによる、抵抗温度係数(20℃→125℃)を比較した結果を記載します。(Figure 7) この結果より、製品の電極間寸法よりパッド間寸法が長い場合、抵抗温度係数は高くなる事がわかります。
※製品構造によってはこの傾向が変わる場合があります。

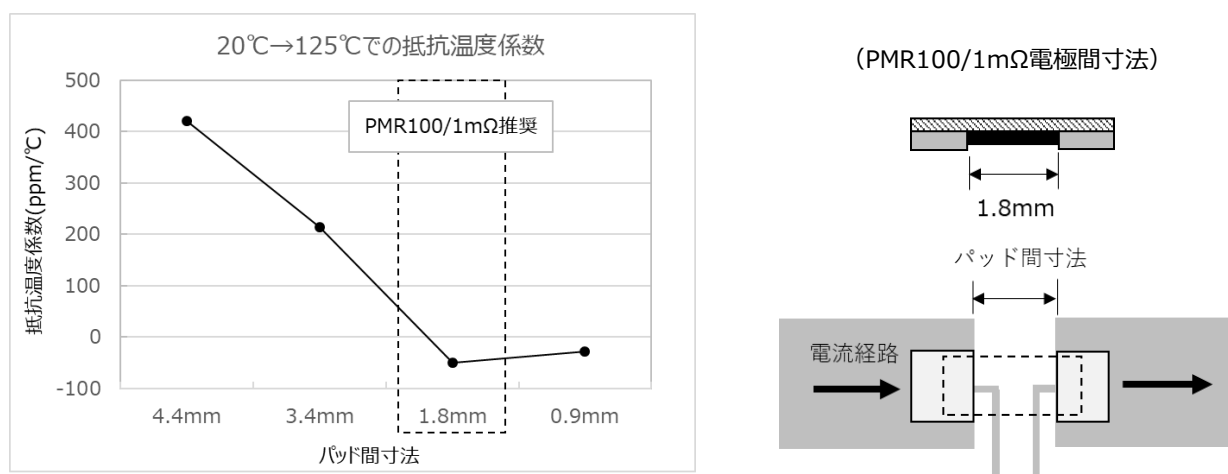


Figure 7. PMR100/1mΩのパッド間寸法による抵抗温度係数への影響

④ 電流経路の影響

先に説明したとおり、センシングラインをパッドの内側中央部にレイアウトすると抵抗温度係数への影響を抑制できますが、加えて電流経路によっても影響を受けます。代表例として PSR100/0.3mΩ で、下記のように 3 条件の電流経路の場合で抵抗温度係数(20℃→125℃)を比較した結果を記載します。(Figure 8)

基板の作り込み精度や実装ズレでセンシングラインに対して製品の位置ずれが生じる事も想定しての比較となります。

この結果より、製品とセンシングラインの位置にずれが生じた場合の抵抗温度係数への影響が、電流経路によって異なる事がわかります。電流経路 B の場合は、あらかじめセンシングラインの引き出し位置を製品(パッド)の中心からあらかじめ、Figure 8 でのマイナス方向にズラして設計した方が抵抗温度係数に対して優位であると言えます。

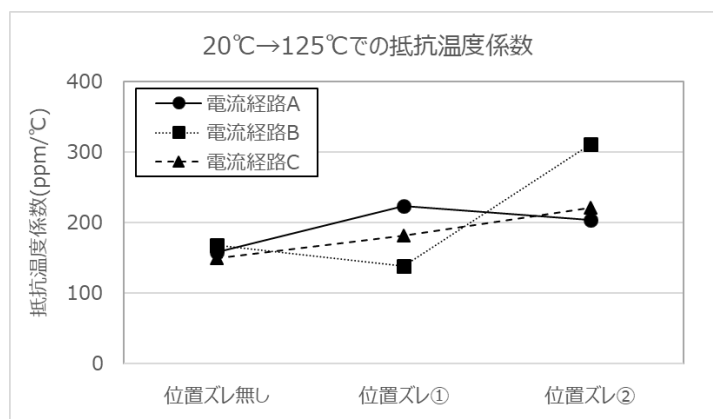
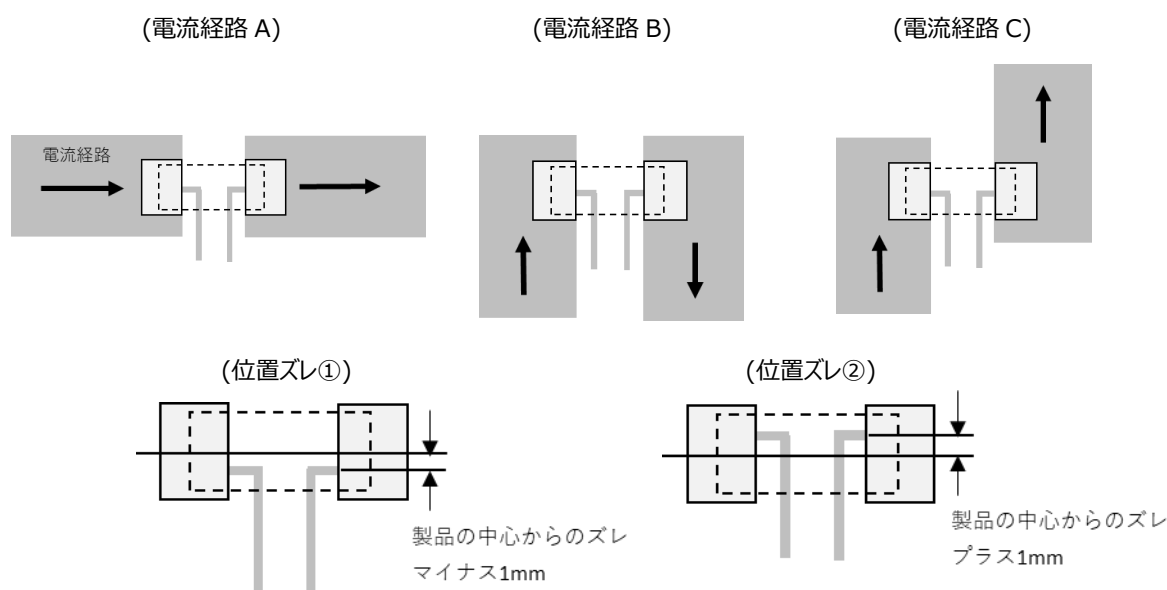


Figure 8. PSR100/0.3mΩの電流経路による抵抗温度係数への影響

まとめ

これらの抵抗温度係数への影響の大きさは、製品(製品構造、サイズ、銅電極厚み、抵抗値)に異なります。一般的に製品の抵抗値が低ければその影響も大きくなります。

ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.co.jp/contact/>