

# 高性能薄膜抵抗チップに関する研究

評価技術課 岩坪 聡 加工技術課 小幡 勤、機械電子研究所 寺澤 孝志  
北陸電気工業株式会社 佐々木 敬彦 新川 翔平 小森 一哉 小川 明夫

## 1. はじめに

近年、情報通信の発達により電子部品には、より小型・高精度化が求められている。そのため抵抗器にも高い信頼性と精度が求められるようになってきた。しかしながら、小型の薄膜抵抗チップにおいては抵抗体材料そのものの特性の他に、薄膜を形成・加工したときに発生する特性のばらつきが大きく、温度抵抗係数 (Temperature Coefficient Resistance : TCR) を 30 ppm/K 以下にすることは、非常に困難であった。

そこで、高性能薄膜抵抗チップ製造で必要となる NiCr 合金系抵抗体薄膜の TCR 調整用プロセスとその作製技術の開発を行った。

## 2. 実験方法及び結果

これまでの研究の成果から NiCr 系合金薄膜の TCR は、基板の熱ひずみの影響を強く受けることが分かっている<sup>1,2)</sup>。本研究では、成膜直後の TCR が少し負になる組成の Si を添加した NiCr 系合金薄膜を作製し、アニール処理することで、TCR を正の方向へシフトさせる。これにより 0ppm/°C 付近の TCR が得られるプロセスを検討した。

NiCr 系合金薄膜は RF マグネトロンスパッタ (RFMS) でアルミナ基板上に形成し、その抵抗値と TCR の評価は、ホール効果測定装置のクライオスタットを使用して -55°C から 155°C までの範囲で行った。成膜条件と成膜直後のシート抵抗、TCR を表 1 に示す。準備した試料は、2 種類で膜厚は両方とも 100 nm であり、RF パワーと成膜時間以外は同じ条件である。試料 2 は材料、膜厚が同じにも関わらずシート抵抗が小さく、TCR は正側になっている。これは RF パワーを大きくして膜の微細構造が変わることで電子の散乱が小さくなったためである。多少ではあるが、成膜条件でも TCR が微調整できることを見出した。

表 1 測定に用いた試料の成膜条件とシート抵抗、TCR

試料	試料 1	試料 2
RF パワー [W]	100	200
成膜レート [nm/分]	5.0	7.8
シート抵抗 [ $\Omega/\square$ ]	36.2	18.5
TCR (ppm/°C)	-60	-33

次にアニール処理による抵抗値変化量と、TCR の関係を示した結果を図 1 (a) と (b) に示す。アニールなしを基準抵抗として示す。熱処理は真空中で行い、300°C、350°C、375°C、400°C の 4 点で行った。試料 1 と 2 の両方で、処理温度が 300°C 以上になると抵抗値は急激に減少した。その変化は RF パワーを大きくしたシ

ト試料 2 の方が小さく、抵抗値も低かった。

TCR も 300°C 以上になると急激に正の方向へ変化しており、抵抗値の温度変化との相関が見られた。これは、アニールによる膜中の微細構造の変化が電子の散乱を減少させたものと推測される。尚、TCR が最も 0ppm/°C に近接する温度は、試料 1 が 375°C であるのに対し、試料 2 は 350°C と低温側となった。これらの結果から、目標とする 0ppm/°C 付近の TCR を得るためにアニール処理で、スパッタの成膜条件の変動分が微調整できることを意味している。

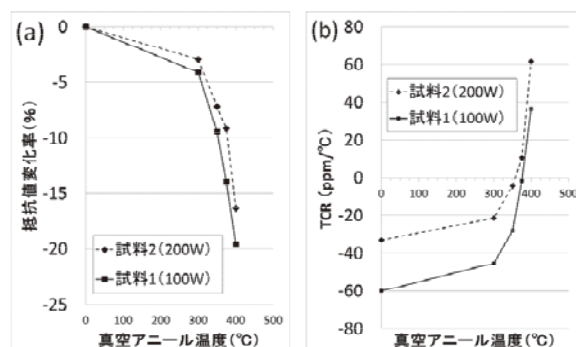


図 1 真空アニール温度と (a) 抵抗値変化量、(b) TCR の関係

その後、抵抗体薄膜のパターニングとその電極、保護膜形成技術も開発した。前述の TCR 微調整プロセスを用いることで、作製した表面実装型の薄膜抵抗器の TCR は  $\pm 25$  ppm/K 以内とすることができた。

## 3. まとめ

本研究における薄膜抵抗製品化に向けた関連技術の成果は、次の通りである。

- Si が添加された NiCr 系合金薄膜膜を RFMS で成膜した場合、アニール温度と TCR・抵抗値の変化には相関があることを見出した。
- RFMS の成膜条件を変えた場合、TCR の最適化はアニール温度で微調整できることを見出した。
- 上記 TCR 微調整プロセスを用いることで、TCR 特性が  $\pm 25$  ppm/K 以内の表面実装型の薄抵抗器を作製することができた。

## 参考文献

- 1) 岩坪 聡、清水 孝晃、津幡 健、桑原 大輔、谷野 克巳: 「NiCr スパッタ膜の熱歪が抵抗温度特性 TCR に及ぼす効果」、電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会、C-6-10, 15 (2005)
- 2) 2005 年若い研究者を育てる会研究論文集