

銅系抵抗材料 EFCR[®]シリーズ

Copper Based Resistance Alloy EFCR Series

1. はじめに

抵抗器は電気電子回路において電流制御、検知、分流の役割を果たし、次世代自動車や民生用電気機器には不可欠な部品です。図1に抵抗器を代表してチップ抵抗器とシャント抵抗器、及び電気電子回路基板を示します。抵抗器は保証温度範囲が広がる中で高信頼かつ高精度であることが求められ、その中でも小型化やハイパワー、省エネなどの様々なニーズがあります。それに伴い抵抗材料に対しても様々な環境で抵抗値の安定化につながる特性や高い品質が求められています。

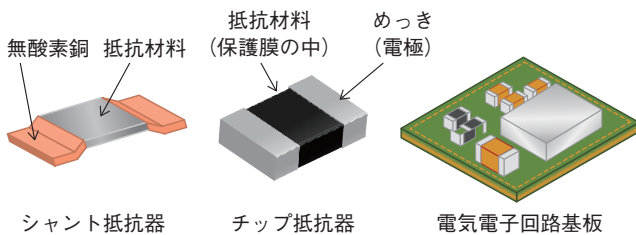


図1 抵抗器と電気電子回路基板
Resistors and electric and electronic circuit board.

当社は、その抵抗率だけでなく高精度な抵抗器に必要な抵抗温度係数(T.C.R.)や対銅熱起電力特性(EMF)を最適化した銅系抵抗材料のラインアップ(シリーズ)を強化しており、今回、銅系抵抗材として世界最高クラスの高い抵抗率を有する「EFCR-100」を加えました。本書では、EFCRシリーズの優れた特長をご紹介します。

2. 特長

(1) 物性値

表1にEFCRシリーズの主な電気的特性及び熱物性値を示します。体積抵抗率(以下、抵抗率)は四端子法により測定し、EMFは銅と抵抗材料間に発生した熱起電力を単位温度当たりの値に換算しています。また、熱物性値として熱伝導率及び比熱を示します。「EFCR-30(HRR)」「EFCR-44(CMR)」に「EFCR-100」が加わることで広範囲の抵抗率に対応することができます。今回リリースしたEFCR-100の高い抵抗率(98 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$)は、FeCr系合金やNiCr系合金などの高抵抗率材料と同等の抵抗率を有し、それら合金を代替することが可能です。

表1 EFCRシリーズの物性値
Electrical and thermal properties of EFCR series.

製品名	体積抵抗率 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$	対銅熱起電力 EMF $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	熱伝導率 $\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$	比熱 $\text{J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$
EFCR-30	29	0.1	32.2	393
EFCR-44	43	0.4	21.3	393
EFCR-100	98	0.2	11.7	457

図2にEFCRシリーズの抵抗率の変化率を、表2に複数の温度範囲におけるT.C.R.を示します。抵抗率の変化率は温度を変えながら四端子法にて測定した結果を示します。また、T.C.R.は各温度の差、温度間での傾きを示します。T.C.R.及びEMF(表1参照)の絶対値が小さいことから、EFCRシリーズは温度変化に対して抵抗特性が変わりづらく、これは抵抗器にとって重要な特長です。特に、EFCR-30は広い温度域で抵抗率の変化率が小さく、電気自動車をはじめとして、多様な用途で使用されているリチウムイオンバッテリーが高温になっても安定な抵抗値を示します。一方、EFCR-44とEFCR-100は、高温、低温側で抵抗率の変化がマイナスとなる特長を持ちます。例えば、T.C.R.がプラスの傾向である純銅やSn、Niめっきと組み合わせることで、T.C.R.の絶対値を低く抑えたシャント抵抗器やチップ抵抗器の設計がし易くなると想定しています。

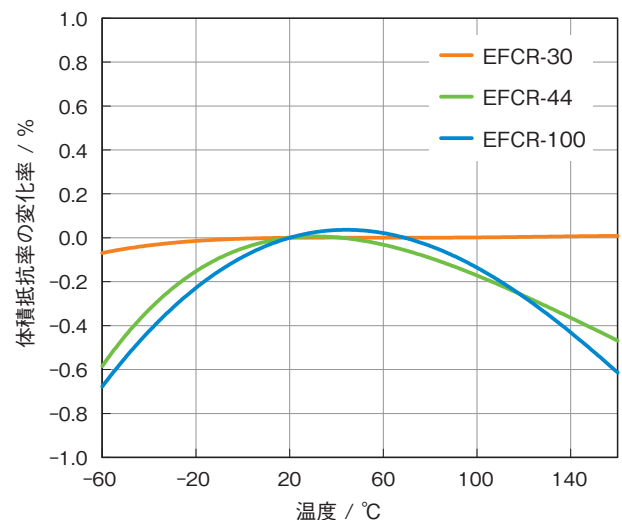


図2 EFCRシリーズの体積抵抗率の温度に対する変化率
Change rate of volume resistivity to temperature of EFCR series.

表2 EFCRシリーズの抵抗温度係数
Temperature coefficient of resistance of EFCR series.

製品名	抵抗温度係数 T.C.R. ppm/℃		
	20～60℃	25～125℃	-60～160℃
EFCR-30	3	5	4
EFCR-44	3	-35	5
EFCR-100	5	-35	2

(2) 機械的特性

表3にEFCRシリーズの主な機械的特性として0.2%耐力、引張強さ、伸び、ビッカース硬さを示します。各製品に対して強度・硬度の異なる質別を設けて、様々な抵抗器の製造設計やその製造プロセスに合わせた材質を提供することが可能です。

表3 EFCRシリーズの機械的特性
Mechanical properties of EFCR series.

製品名	質別	0.2%耐力 MPa	引張強さ MPa	伸び %	ビッカース硬さ
EFCR-30	O	220	390	40	110
	HS	480	530	10	170
	H	590	600	3	200
EFCR-44	O	280	450	35	120
	HS	550	580	10	170
	H	690	700	3	210
EFCR-100	O	280	590	38	135
	HS	670	740	10	220

(3) 磁性

図3にEFCR-100とFeCr系合金の磁界強度と磁束密度の関係を示します。FeCr系合金は磁界強度の変化に対して磁束密度の変化が起きる強磁性材であるため、特に高周波領域においては抵抗値の変化の原因となります。一方磁束密度の変化が起きず非磁性であるEFCR-100は、FeCr系合金のような磁性を有する素材では検討する事が難しかった高周波用途向けの抵抗器に対しても適用可能です。

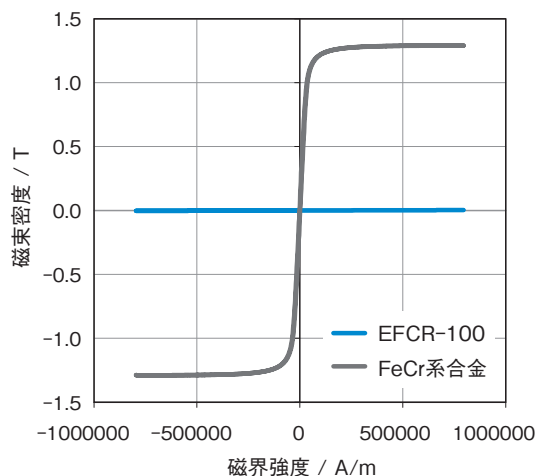


図3 磁界強度と磁束密度の関係 (EFCR-100及びFeCr系合金)
Relationship between magnetic flux density and magnetic field strength (EFCR-100 and FeCr alloy).

(4) 銅めっき密着性

図4にEFCR-100とFeCr, NiCr系合金の銅めっきの密着評価としてピール試験(クロスカット後のテープ試験)の結果を示します。EFCR-100は粘着テープを剥離した後も表面の銅めっきが残存している状態であるのに対し、FeCr, NiCr系合金はめっきが剥離しています。優れためっき密着性はチップ抵抗器の接続信頼性の向上につながります。

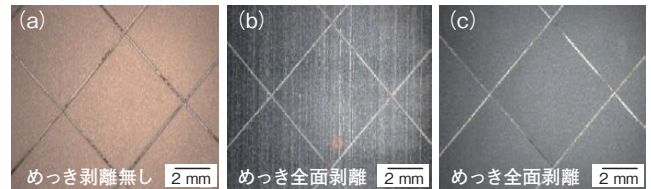


図4 ピール試験後の表面写真
(a) EFCR-100, (b) FeCr系合金, (c) NiCr系合金
Surface images after peeling test.
(a) EFCR-100, (b) FeCr alloy, (c) NiCr alloy

3. おわりに

新開発したEFCR-100は銅系材料として高い抵抗率を有しており、かつ非磁性であることや良好なめっき密着性は他の金属系の抵抗材料にはない特長であることから、新しい抵抗器の設計や生産性の向上が期待されます。この非磁性や優れた銅めっき密着性はEFCRシリーズの特長で、お客様のニーズに応えるためいづれにおいても条材(コイル)や線材(丸線・平角線)にてご提供が可能です。

<製品お問い合わせ先>

営業統括本部 電装エレクトロニクス営業部

E-Mail : fec.kinzoku@furukawaelectric.com