

銅系抵抗材料 EFCR®シリーズのラインアップ拡充

Cu-Based Resistance Alloy EFCR Series Lineup Expansion

1. はじめに

抵抗材料は電気電子回路における電流の制御や電圧の調整を行う抵抗器に使用されており、近年のAIの発達や急増するデータセンタにおける膨大なデータ処理をするコンピュータや、自動運転に不可欠な周囲の環境を感知するための各種センサ(LiDAR, カメラ, レーダなど)、ハイブリッド車や電気自動車のバッテリー充電制御などの最先端技術に抵抗器は不可欠です。抵抗器の用途や設計の多様化により、抵抗材料は低抵抗率から高抵抗率まで幅広い抵抗率と、抵抗器が使用される幅広い温度域において安定した抵抗率を保つことが、抵抗器を小型化・高精度化する上で求められています。

当社は、高性能な抵抗器の特性として重要なTCR(Temperature Coefficient of Resistance, 抵抗温度係数)やEMF(Thermal Electromotive Force against copper, 対銅熱起電力)を各抵抗率において最小限となるよう合金設計した銅系抵抗材料EFCRシリーズのラインアップ化を進めており、銅系抵抗材として世界最高クラスの高い体積抵抗率を有する「EFCR-100」の上市に続き、「EFCR-25」、「EFCR-38」、「EFCR-50」を新たに加えました。既に、好評を得ている「EFCR-30(HRR)」、「EFCR-44(CMR)」と併せて、お客様の抵抗器の小型化・高精度化に必要な特性(TCRやEMFなど)を保ちつつ、より広範囲な抵抗率に対応することができます。本書ではEFCRシリーズに新たに加わった抵抗材料EFCR-25, EFCR-38, EFCR-50の特長をご紹介します。

2. 特長

(1) EFCR-25

EFCR-25はEFCRシリーズでは最低の体積抵抗率(25 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$)を有します。表1にEFCRシリーズの電気的特性、図1にEFCRシリーズの温度変化に対する抵抗率の変化率を示します。一般的な金属材料は昇温するにつれて抵抗率が増加し、例えば純銅のTCR(25~125℃)は 4×10^3 ppm/℃と極めて大きいですが、当社で開発した高性能な抵抗材料では、種々の元素を最適量を加え独自の熱処理技術によりそのTCRを制御し、低い体積抵抗率とTCRをバランス良く両立しています。低抵抗材料であるため、例えば電気自動車バッテリーの通電時の発熱ロスを抑制させ、スマートフォン等の設計上の制約があるデバイスに適した小型化に寄与することができます。

表1 EFCRシリーズの電気的特性
Electrical properties of EFCR series.

	体積抵抗率 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$	対銅熱 起電力 EMF $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	抵抗温度係数 TCR* ppm/℃		
			20~60 ℃	25~125 ℃	-60~160 ℃
EFCR-25	25	0.7	40	30	45
EFCR-30	29	0.1	3	5	4
EFCR-38	38	0.0	0	-25	22
EFCR-44	43	0.4	3	-35	5
EFCR-50	49	4.0	-10	-25	1
EFCR-100	98	0.2	5	-35	2

※TCRは温度環境を変化させたときの体積抵抗率の変化率をその変化させた温度差で割った値

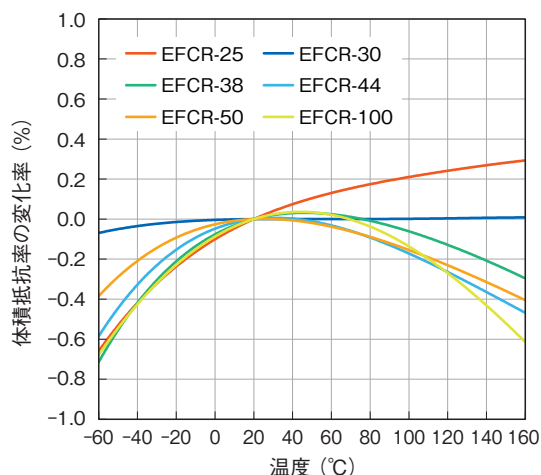


図1 EFCRシリーズの温度に対する体積抵抗率の変化率
Change rate of volume resistivity to temperature of EFCR series.

(2) EFCR-38

EFCR-38は「EFCR-30」と「EFCR-44」のほぼ中間となる体積抵抗率(38 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$)を有します。抵抗率の異なる抵抗材料が増えることで、お客様が抵抗器を設計する際の抵抗材料の選択肢を広げ、より効率的な設計に寄与すること狙いとしています。またTCRはEFCR-30とEFCR-44の中間になり、EMFはEFCR-30, EFCR-44と同様に極めて小さいため(表1, 図1参照)、温度変化に対して安定した抵抗率を保つ抵抗材料として抵抗器の高精度化に寄与することができます。

(3) EFCR-50

EFCR-50は体積抵抗率(49 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$)を有し、標準電気抵抗

線や温度測定用熱電対等に対して用いられている抵抗材料 Cu-40～50 wt%Ni 合金 (GCN49, JIS C2532) とほぼ同等であることから、その代替が可能です。EFCR-44 よりも体積抵抗率がが高く、温度変化に対する抵抗率の変化が少ないことから通信機器用や電気計測器用の精密抵抗器に適しております。また、温度変化に対する熱起電力の変化量 (EMF) が Cu-Ni 系合金 ($39 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$) よりも極めて低いことが挙げられます。図2に EFCR シリーズの温度に対する熱起電力を示します。EMF が大きいと温度変化に伴う電圧の変動が大きくなるため、抵抗器の性能が温度に敏感になり、誤差やノイズが増加して測定精度が低下する要因となります。Cu-Ni 系合金 (熱起電力が 3 mV (80°C)) と比較すると EFCR シリーズはいずれも熱起電力は小さいため、高い電圧検出感度が必要な直流精密抵抗器にも好適です。

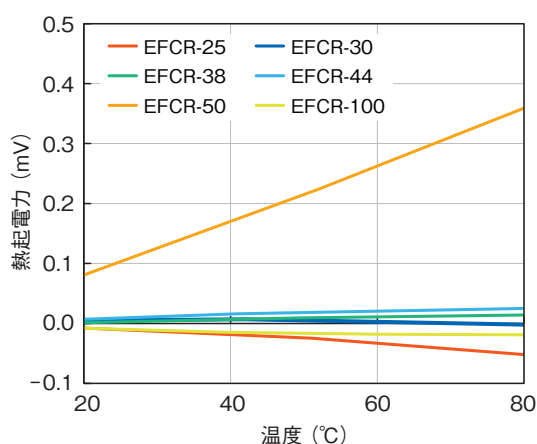


図2 EFCRシリーズの温度に対する熱起電力
Thermal Electromotive Force against copper to temperature of EFCR series.

(4) 機械的特性

表2に代表的な質別の機械的特性 (0.2%耐力, 引張強さ, 伸び, ビッカース硬さ) を示します。EFCRシリーズの形状は特に限定されるものではなく、表2の機械的特性を持つ条・板、丸線、平角線などを提供することが可能です。また機械的特性はこれに限定したものではなく、お客様の抵抗器の製造プロセスや製品設計に合わせて提供することも可能です。

表2 EFCRシリーズの機械的特性 (代表値)
Mechanical properties of EFCR series (typical values).

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-25	O	200	350	40	100
	HS	440	450	10	140
EFCR-30	O	220	390	40	110
	HS	480	530	10	170
	H	590	600	3	200
EFCR-38	O	190	400	38	90
EFCR-44	O	280	450	35	120
	HS	550	580	10	170
	H	690	700	3	210
EFCR-50	O	200	480	30	100
EFCR-100	O	280	590	38	135
	HS	670	740	10	220

3. おわりに

図3に既に上市済みと今回開発した各抵抗材を、抵抗率で整理した図を示します。開発材のラインアップにより、製品の充実化が図れています。高精度な電流検出が求められる車載LiBは高圧化し、電子機器は更なる小型化が進む中で、抵抗器のニーズは多様化しています。抵抗器メーカーからは、抵抗材の微妙な抵抗率の違いであっても設計がしやすくなるとの声を頂いています。加えて、当社の抵抗材シリーズは、抵抗器の加工プロセスに適合し、条・板だけでなく丸線や平角線の提供も可能です。

また、当社の抵抗材の特長としてTCRやEMFの制御には長年培ってきた合金設計や工程設計技術を活用しており、その優位性を発揮できる高精度な抵抗器への適用が期待されています。

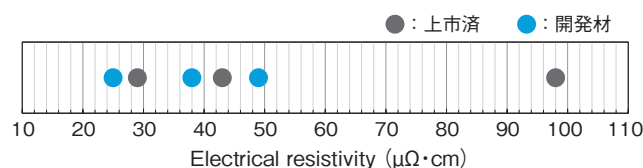


図3 EFCRシリーズの抵抗率
Resistivity of EFCR Series.

<製品お問い合わせ先 (EFCRシリーズ)>

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