

マイクロカロリメータ用 KTN 誘電体温度計の極低温における 静電容量温度依存性の測定

Measurement of temperature dependence of electric capacitance of dielectric
thermometer using KTN dielectric for Microcalorimeter at low temperatures.

九大工¹, 村田製作所², °安部将史¹, 前畑京介¹, 西表優太¹, 和田信之², 坂部行雄²

Kyushu Univ.¹, Murata Electronics.², °Masafumi Abe¹, Keisuke Maehata¹

,Yuta Iriomote¹, Nobuyuki Wada², Yukio Sakabe²

E-mail: masafumi-abe@kune2a.nucl.kyushu-u.ac.jp

1 序論

マイクロカロリメータは、100mK 近くの極低温領域で動作する優れたエネルギー分解能を保つ放射線検出器である。マイクロカロリメータは、放射線のエネルギーを熱に変換する吸収体と、変換された熱による温度上昇精度よく計測する温度計から構成される。マイクロカロリメータの温度計としては、超伝導体、磁性体あるいは半導体などが開発されている。誘電率が 100mK 領域で温度依存性を持つ特殊な誘電体をマイクロカロリメータの吸収体及び温度計として使用することで超伝導体等を用いた場合に必要になる磁場の遮蔽が不必要となること、ジュール熱によるノイズの低減、信号の読み出しに必要な回路の簡略化などの利点があると期待されている。

誘電体をマイクロカロリメータの温度計に使用する場合、静電容量が変化する温度域とその変化量が重要となる。そこで、本研究では 100mK 領域において誘電率が温度に依存性を持ち、その組成を変化させることで誘電率の温度依存性を操作できると期待されるニオブ酸カリウム (KNbO₃) とタンタル酸カリウム (KTaO₃) が混ざり合った KTN (KTa_(1-x)Nb_xO₃) 誘電体試料について組成の違いによる誘電率の特性の違いを測定した。

2 実験

本研究では KTN について誘電率を測定した。この KNT はニオブ酸カリウムとタンタル酸カリウムが混ざり合った結晶で、その組成比を変化させることで誘電率の温度依存性を制御できることが期待されている。図 1 に示す様に試料の両面には金薄膜電極が取り付けられており、電極間に KTN が挟まれコンデンサとなっている (1 × 2 × 0.2mm)。本研究では組成比が $x = 0.012$ と 0.0065 の 2 種類の KTN 試料について 100mK 領域における静電容量を測定し、組成比の違いによる温度依存性の変化を調べた。

図 2 に $x = 0.012$ の試料の静電容量を測定した結果を示す。この測定により 150mK から 175mK にかけて静電容量の値が温度と共に 1.0×10^{-12} [F] 増加することを確認することができた。

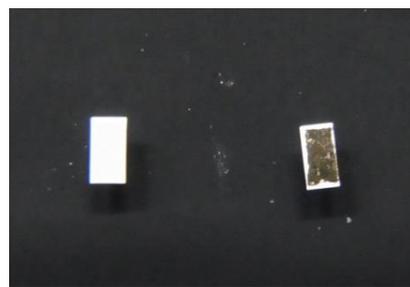


図 1 KTN 誘電体試料

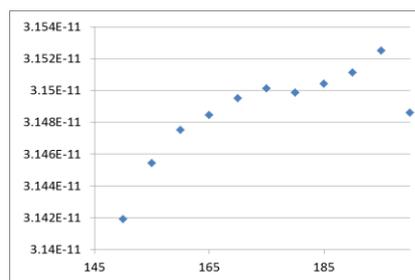


図 2 KTN(x=0.012)の静電容量温度依存性