

Bi 層状構造酸化物 $\text{Bi}_{2.5}\text{Na}_{2.5}\text{Nb}_4\text{O}_{15}$ の強誘電性

本 間 健 祐

Ferroelectricity of Complex Bismuth Compound $\text{Bi}_{2.5}\text{Na}_{2.5}\text{Nb}_4\text{O}_{15}$ with Layer Lattices

Kensuke HOMMA

Abstract

The complex bismuth compound $\text{Bi}_{2.5}\text{Na}_{2.5}\text{Nb}_4\text{O}_{15}$ with layer lattices is found in the system $\text{Bi}_5\text{Nb}_3\text{O}_{15}$ - NaNbO_3 . From temperature dependence of dielectric constant and D - E hysteresis loops, this compound is considered to be ferroelectric at room temperature. From these results and X-ray diffraction data, the crystal system of $\text{Bi}_{2.5}\text{Na}_{2.5}\text{Nb}_4\text{O}_{15}$ is determined to be orthorhombic (pseudotetragonal) with the lattice parameters $a \approx b = 0.389 \times \sqrt{2} \text{ nm} = 0.550 \text{ nm}$ and $c = 4.082 \text{ nm}$ at room temperature.

1. 緒 言

変位型酸化物強誘電体は、構成イオンの半径の大きさが考慮されなければならないが、頂点共有の酸素八面体 (BO_6) 型から成り立つ構造の化合物に見いだされることが多い。そのような構造をもつものには、有名なペロブスカイト型 (BaTiO_3 など) のほかに、イルメナイト型 (LiNbO_3 など)、タングステンブロンズ型 ($\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ など)、パイロクロア型 ($\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ など) および Bi を含む層状型 ($\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ など) などのものがある^{1),2)}。

これらの中で、Bi を含む層状型強誘電体は、ペロブスカイト型構造が $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+}$ 層で断ち切られた構造、すなわち $(\text{A}_{m-1}\text{B}_m\text{O}_{3m+1})^{2-}$ で示されるペロブスカイト類似層 (m は BO_6 の層数であり、 ABO_3 の層数で見ると $m-1$ 層となる。) と $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+}$ 層から成る構造で、一般式が $\text{Bi}_2\text{A}_{m-1}\text{B}_m\text{O}_{3m+3}$ (A : Li, Na, K, Sr, Y, Ba, Pb, Bi, B : Ti, Cr, Fe, Zr, Nb, Mo, W, Ta) と表される層状型化合物である^{3),4)}。このような構

造からも分かるように、その特異な結晶構造に起因する諸性質の大きな異方性を示すこと^{5),6)}から、そしてまた、室温における電氣的損失が比較的小さいことから、物性面ばかりでなく圧電材料としてや高周波用の誘電体材料として実用面からも興味深い物質グループである⁷⁾。

酸素八面体 NbO_6 は TiO_6 などと同じように大きな分極率を持ち、そしてまた、 Bi^{3+} が Pb^{2+} と同じように方向性を持った共有結合をすると考えられる⁸⁾ ことから、 NbO_6 を有する Bi 層状構造酸化物は大きい屈折率を有する可能性があり、あわせて強誘電的性質をもつことが期待される。

$\text{Bi}_5\text{Nb}_3\text{O}_{15}$ と NaNbO_3 の擬二成分系において、上述の一般式の m が 2, 4, 5 の 3 種の層状型化合物の存在が確かめられ⁹⁾、 $m=2$ の化合物 $\text{Bi}_{2.5}\text{Na}_{0.5}\text{Nb}_2\text{O}_9$ は、室温で強誘電性を示すことが分かっている¹⁰⁾。 $m=4$ の化合物 $\text{Bi}_{2.5}\text{Na}_{2.5}\text{Nb}_4\text{O}_{15}$ の構造は、図 1 に示すように、 $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{2.5}\text{Nb}_4\text{O}_{13})^{2-}$ と表されるペロブスカイト類似層と $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+}$ 層とから成っていると考えられ³⁾、この化合物に対してその誘電的性質について調べた。

平成 6 年 10 月 18 日受理
エネルギー工業科 教授