Rb を含むペロブスカイト型セラミックスの高圧反応焼結による作製

Preparation of Perovskite-type Ceramics Containing Rb by High-pressure Reaction Sintering

山梨大院 [1]，東工大元素 [2]，東工大フロ研 [3] ○(M2)安江 祐亮 [1]，上野 慎太郎 [1]，
藤井 一郎 [1]，熊田 伸弘 [1]，村場 善行 [2]，細野 秀雄 [2,3]，和田智志 [1]
Univ. of Yamanashi[1], MCES, Tokyo Tech.[2], MSL, Tokyo Tech.[3] ○(M2)Yusuke Yasue[1], Shintaro Ueno[1], Ichiro Fujii[1], Nobuhiro Kumada[1], Yoshinori Muraba[2], Hideo Hosono[2,3], Satoshi Wada[1]
E-mail: swada@yamanashi.ac.jp

【緒論】現在、様々な電子デバイスに積層セラミックコンデンサー(MLCC)が用いられているが、この MLCC には静電容量が電場(DC バイアス)に依存するという問題がある。これは誘電体層の主成分であるチタン酸バリウムが強誘電体であることに起因している。一方、常誘電体は比誘電率の電場依存性がないものの比誘電率が低い。そこで比誘電率が高くかつ DC バイアスに依存しない新規誘電材料を開発するため、我々はナノドメインに着目した。ナノドメインは、リラクサーと強誘電体の中間の組成領域で形成され、ドメイン壁が高密度で固定されることにより、DC バイアス依存性フリーでかつ高い比誘電率を示すことが期待される。我々は、リラクサー材料として$(Ba_{0.8}Sr_{0.2})TiO_3$-$Bi(Mg_{0.5}Ti_{0.5})O_3$ (BST-BMT)、強誘電体材料として$(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO_3$ (BNT) を選択し、BST-BMT-BNT セラミックスを作製した結果、1,000 近い比誘電率と DC バイアスフリーの誘電特性を両立できたが、実用化のためには更なる比誘電率の向上 ($\varepsilon_r > 2{,}000$) が必要である。個々の自発分極を増加させることができればドメイン壁での歪みが大きくなり、比誘電率の向上に繋がると考えられる。これまでに A サイトにおいて Ba などの大きなサイズのイオンと、それよりも小さな Bi イオンを組み合わせることで、Bi イオンが off-center 位置をとり、大きな自発分極が生じることが報告されている。我々の材料系においても同様に Bi イオンの off-center が自発分極に影響すると考えられ、より大きなサイズのイオンを A サイトに導入することで、Bi イオンの off-center 量を増加させることができると考えた。そこで、上記のナノドメインを有するセラミックス中の BNT の A サイトを、Na イオンよりもイオン半径の大きな Rb イオン(1.72 Å)で置換することにした。まず$(Bi_{0.5}Rb_{0.5})TiO_3$ (BRT)の固相法による合成を試みたが、Rb の出発原料の融点が低いため合成が困難であった。そこで密閉系における高圧下での BRT の合成・焼結を試みた。

【実験方法】出発原料として酸化ビスマス、酸化チタン、Rb 源として酸化ルビジウムの粉末を用いた。目的組成に合わせてそれぞれの原料粉を秤量し、混合した。この試料を窒化ホウ素容器に入れ、SUS 管に封入した。この SUS 管を 2.5 GPa の圧力下で、600、800、1000℃の各温度において 30 分間焼結した。

【結果及び考察】Fig. 1 には得られたセラミックス試料の XRD パターンを示す。800、1000℃においてペロブスカイト相の生成が示唆される。しかし、異相が多くみられたため、ペロブスカイト単相となる合成・焼結条件を検討する必要がある。

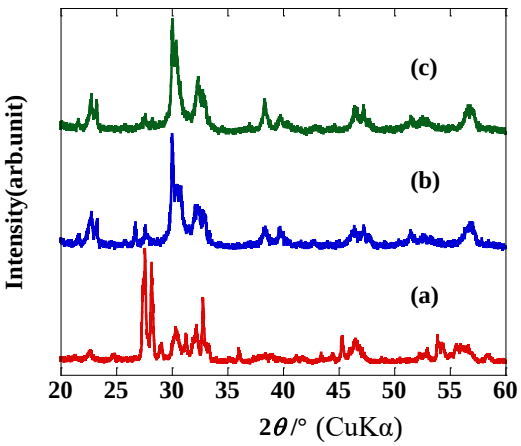

Fig. 1 XRD patterns of the ceramics prepared at (a) 600°C, (b) 800 °C and (c) 1000°C by the high-pressure reaction sintering method.