Rb 置換 BST-BMT-BNT セラミックスの作製と誘電特性

Preparation and Dielectric Properties of Rb-substituted BST-BMT-BNT ceramics

山梨大工¹,物質・材料研究機構², TDK(株)³,○(B)川口裕史¹,上野慎太郎¹,藤井一郎¹,

和田智志 1, 宮川仁 2, 谷口尚 2, 大槻史朗 3, 古川正仁 3

Univ. of Yamanashi¹, NIMS², TDK Corp.³, "Yushi Kawaguchi¹, Shintaro Ueno¹, Ichiro Fujii¹, Satoshi Wada¹, Masashi Miyakawa², Takashi Taniguchi², Shirou Ootsuki³, Masahito Furukawa³ E-mail: swada@yamanashi.ac.jp

【緒論】現在、様々な電子機器に搭載されている積層セラミックコンデンサ(MLCC)は、その誘電 体層の主成分に強誘電体であるチタン酸バリウムが用いられており、静電容量が DC バイアス依 存性を持つ。自発分極を持たない常誘電体を選択すれば、比誘電率は DC バイアスに依存しなく なるものの、その値は小さく、応用範囲が限定される。比誘電率が高く、かつ DC バイアス依存 性のない誘電材料を開発するため、我々はリラクサーと強誘電体の中間の組成領域で生成すると 考えられるナノサイズのドメイン構造に着目した。ここでは、応力等で固定化されたドメイン壁 が高密度で導入されることにより、高い比誘電率と DC バイアス依存フリーの状態を両立するこ とが期待される。 先行研究では、リラクサー材料として(Ba_{0.8}Sr_{0.2})TiO₃-Bi(Mg_{0.5}Ti_{0.5})O₃ (BST-BMT)、 強誘電体材料として(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃ (BNT)を選択し、BST-BMT-BNT セラミックスを作製した結果、 DC バイアス依存性が小さく 1,000 程度の比誘電率を示すことが確認されたが、更なる比誘電率 (>2,000)の向上が求められている。そこで DC バイアス依存性の小さな 0.5BST-0.25BMT-0.25BNT 組成を選択し、ナノドメイン構造を維持したまま自発分極のみを増大できれば、ドメイン壁での 歪みが大きくなることで高い比誘電率が得られると考えられる。これまでの研究で、A サイトに Ba イオンとより小さな Bi イオンを共存させると、Bi イオンが off-center 位置をとることで大きな 自発分極が生じることが分かっている[1]。そこで本研究では、BNT の A サイトである Na イオン (1.39Å)を、よりイオン半径の大きな Rb イオン(1.72Å)に置換した BST-BMT-(Bi_{0.5}Rb_{0.5})TiO₃ (BRT) セラミックスの誘電特性評価を行うため、高圧焼結法による作製条件を検討した。

【実験方法】まず作製条件の検討のため、BST-BMT-BNT を作製した。出発原料として $BaCO_3$ 、 $SrCO_3$ 、 TiO_2 、 Bi_2O_3 、MgO、 $NaHCO_3$ 粉末を目的組成に合わせ秤量し、ボールミル混合(20 h)を行った。混合粉は 950° C、6 h の仮焼により作製した。仮焼粉をボールミルにより粉砕後、金カプセル封入し、7.7 GPa、 300° C、20 min で高圧焼結をした。 Rb を置換する際には、BST-BMT 仮焼粉を作製後、 $NaHCO_3$ の代わりに、 $RbOH\cdot H_2O$ 或いは RbO_2 及び TiO_2 、 Bi_2O_3 を混合した。 200° Cで加熱後、グローブボックス内で金カプセルに封入し、高圧焼結を行った。その後、それぞれの焼結体に対してアニール処理を行った。セラミックスの相対密度はアルキメデス法による測定値から算出した。試料は研磨、電極形成後、所定のサイズに切断加工し誘電特性を評価した。

【結果及び考察】Fig. 1 には Rb 無添加の 0.5BST-0.25BMT-0.25BNT セラミックスの XRD パターンを示す。Fig. 2 は Rb 無添加、アニール前の 0.5BST-0.25BMT-0.25BNT セラミックスの分極一電場 (P-E)ヒステリシスを示す。グラフの傾きから電場依存性を評価すると、本セラミックスは小さな電場依存性を示す。アニールの効果と Rb を置換したセラミックスについては当日報告する。

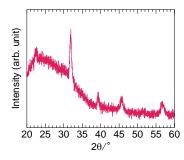


Fig. 1 XRD pattern of the 0.5BST-0.25BMT-0.25BNT ceramics.

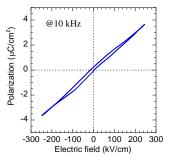


Fig. 2 The polarization-electric field (*P-E*) hysteresis loop of the 0.5BST-0.25BMT-0.25BNT ceramics.

[1] 飯塚ら、2015年日本セラミックス協会年会予稿集、3C20 (2014).