圧電材料での強誘電体ドメインおよび結晶粒界の弾性定数による評価

Evaluation of Ferroelectric Domain and Grain Boundaries by Elastic Constants

in Piezoelectric Materials

⁰小川 敏夫、池谷 泰輝(静岡理工科大 電気電子)

°Toshio Ogawa, Taiki Ikegawa (Shizuoka Inst. Sci. & Tech.)

E-mail: ogawa@ee.sist.ac.jp

【緒言】高周波超音波が発振可能な超音波厚さ計により、圧電セラミック円板およびリラクサ圧 電単結晶板での縦波・横波音速を測定し、強誘電体ドメインおよび結晶粒界の弾性定数に与える 影響を明らかにする。

【実験方法】PZT・チタン酸鉛・ニオブ酸アルカリ等圧電セラミック円板(直径 14-20×厚さ 0.5-1.5 mm)および(100) 0.70Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})TiO₃-0.30PbTiO₃(PMNT70/30)圧電単結晶板(長さ 20.7×幅 14.0×厚 さ 0.39 mm)の厚み方向(分極方向)に伝搬する音速[縦波(V_L)・横波(V_S)]を測定した。測定には縦波 (周波数 30/20 MHz)・横波(20/5 MHz)を発振する PZT トランスデューサからなる超音波厚さ計(オ リンパス 35DL)を用い、音速より弾性定数[ヤング率(Y)・剛性率(G)・ポアソン比(σ)・体積弾性率 (K)]を求めた^{1,2)}。尚、セラミック円板では中央部 1 ヶ所、単結晶矩形板内では板内上下 3 ヶ所の計 6 ヶ所の音速を測定した。更に、圧電特性(圧電歪定数・インピーダンス周波数応答)の測定と共 に単結晶板では透過型光学顕微鏡により板面内の強誘電体ドメインを観察した。

【結果と考察】図1に単結晶板6サンプル(Nos. 1~6),6ヶ所/板、計36ヶ所でのY, σ と圧電歪(d₃₃) 定数との関係を示す。Nos. 1~4ではV_L, V_Sおよびd₃₃のバラツキは殆どなく、一方、Nos. 5,6では これらのバラツキが見られ、透過型光学顕微鏡クロスニコル下で面内の不均一も観測された。こ れは面内にドメインバウンダリーが存在することを意味し、Y(G)の増加、 σ (K)の減少に対応して いた。図2に鉛・非鉛系圧電セラミックス、PMNT70/30圧電単結晶板および PMNT70/30 セラミ ック円板の音速と電気機械結合係数k(k_p:セラミックス;k₃₁,k₃₂,k_t:単結晶板)との関係を示す。 PMNT セラミックスでは単結晶に比べ、V_Lは100 m/s,V_Sは1,000 m/s 低下した。これら変化は結 晶粒界の導入によるものと考えられ、Y,Gの低下、 σ ,Kの上昇に繋がっていた。更に、 σ はDC 分極前後で PMNT セラミックスでは0.36(前)→0.40(後)、PMNT 単結晶では0.00(前)→0.16(後)と両 者で大きく異なり、弾性定数の観点から圧電性発現のメカニズムが異なることを示唆していた。







Fig. 2 V_L and V_S vs. various k's in lead-containing and lead-free ceramics, and PMNT single-crystal plates and the ceramics. 【文献】 1) T. Ogawa: in *Piezoelectric Materials and Devices –Practice and Applications*–, ed. F. Ebrahimi (InTech, Rijeka, 2013) p. 35. 2) T. Ogawa: in *Ferroelectric Materials –Synthesis and Characterization*–, ed. A. P. Barrano (InTech, Rijeka, 2015) p. 33. 【**謝辞**】本研究の一部は文部科学省科研費基盤研究(C) (Nos.21560340, 26420282)、平成 22-26 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(S1001032)、平成 26-27 年度袋井市産学交流研究開発事業の援助を受けて行われた。