

強誘電体薄膜における電気熱量効果の直接測定

Direct measurement of the electrocaloric effect in ferroelectric thin films

阪府大院工¹, [○]松下 裕司¹, 後田 敦史¹, 吉村 武^{1*}, 藤村 紀文¹

Osaka Pref. Univ.¹, [○]Y. Matsushita¹, A. Nochida¹, T. Yoshimura^{1*}, N. Fujimura¹

*E-mail: tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】 近年、小型ヒートポンプへの応用に向け、電気熱量効果 (Electrocaloric effect : EC effect) が注目を集めている。EC 効果は、電気双極子を有する物質に電界を印加した際に分極のエントロピー変化が誘起する吸熱・発熱反応であり、ペルチェ効果に比べてジュール熱の発生量が少ないなどの利点を有している。自発分極を有する強誘電体において巨大な電気熱量効果が出現することが報告¹されており、様々な物質において EC 効果が研究されている。しかし EC 効果の大きさは、エントロピー変化から間接的に見積もった報告が多い。本研究では、T 型 (銅-コンスタンタン) 薄膜熱電対を用いて、EC 効果の断熱温度変化の直接測定の報告してきた²。今回は強電界に印加に有利な薄膜における EC 効果の直接測定を試みた。

【実験及び結果】 パルスレーザ堆積法を用いて、(Ba_{0.9}, Ca_{0.1})TiO₃ 薄膜を作製した。基板には下部電極として(100)LaNiO₃を製膜した Si 単結晶を用いた。Fig. 1 に試料の X 線回折図形を示す。(Ba_{0.9}, Ca_{0.1})TiO₃ 薄膜の結晶化が確認できる。EC 効果の測定試料はフォトリソグラフプロセスを用いて作製した。試料の光学顕微鏡写真を Fig. 2 中に示す。銅-コンスタンタン薄膜熱電対はスパッタ法およびリフトオフプロセスにより形成した。室温において DC 電圧を重畳した交流電圧を印加した際の、薄膜熱電対で測定される温度変化をロックアンプを用いて測定した。Fig. 2 に温度変化の印加周波数および電界依存性を示す。等価回路を用いた解析の結果、20~100Hz の領域の温度変化は熱電対の内部抵抗に起因したものであるが、10Hz 以下の領域では薄膜の EC 効果による温度変化を測定できていることがわかった。EC 効果の大きさは、100kV/cm 印加時に $\Delta T = 0.18$ °C であり、この時の EC 係数($\Delta T / \Delta E$)は 0.0018×10^{-6} K m/V であった。

【参考文献】

[1] M. S. Mischenko et al., Science **311**, 1270(2006)

[2] Y. Matsushita et al., Jpn. J. Appl. Phys. submitted.

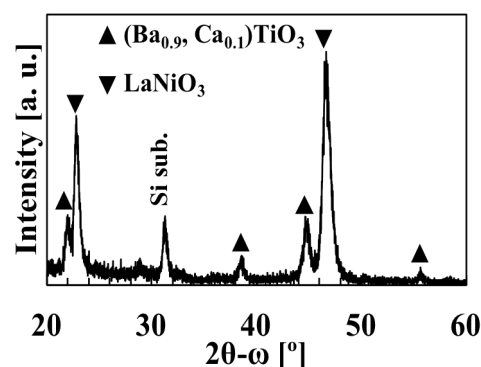


Fig. 1 XRD profile of the (Ba_{0.9},Ca_{0.1})TiO₃ thin films on LaNiO₃ / Si substrate

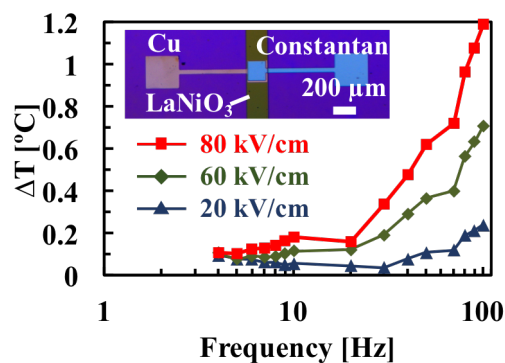


Fig. 2 EC temperature changes as a function of frequency of applied electric field.