

C02 ハイパワー駆動を想定したニオブ系無鉛圧電材料のインピーダンス特性

(名古屋工業大学¹・太陽誘電株式会社²) ○西山拓¹, 柿本健一¹・波多野桂一², 小西幸宏²

E-mail: cky11121@stn.nitech.ac.jp

【緒言】

ニオブ系無鉛圧電材料は高いキュリー点、比較的優れた圧電特性を発揮することから、高温・高電界といったハイパワー用途への応用が期待されている[1]。特に抗電界に匹敵する高い電界でのハイパワー駆動では、非 180°ドメイン壁の移動が生じるとされているが、これを分光的に直接評価した例はこれまでない。交流インピーダンス分光法は試料内部の各緩和過程を周波数分離できるため、材料内部の微構造に対応した電気特性を調べることが可能である。本研究の目的は、高電界を印加することで分域回転を促し、ドメイン壁の電気特性を明瞭に分離評価することである[2]。

【実験方法】

組成式(Na_{0.55}K_{0.45})NbO₃+0.25mol%MnO(NKN-Mn)セラミックスを固相反応法により合成し、厚さ 0.3 mm の板状試験片に加工した。未分極・分極・繰り返し電界疲労させた試料に対して、高電界下(～300 V/mm)で交流インピーダンス測定を行った。試料片作製時の分極処理は、温度 150 °C にて直流電界 3 kV/mm を 30 分間印加する条件とした。また疲労処理は温度 100 °C にてユニポーラ電界 3 kV/mm を周波数 50 Hz で 10⁶ 回印加する条件とした。この疲労前後における圧電特性の変化は共振・反共振法および P-E ヒステリシス測定にて評価した。

【結果と考察】

Fig. 1(a),(b)に未分極 NKN-Mn セラミックスに対して印加電界を 60-300 V/mm に変化させたときのインピーダンススペクトルを示す。Fig.1(b)のインピーダンス虚部成分のピークトップは、高電界印加に伴い 1600 Hz から 1000 Hz にシフトした。Fig. 2 に $E \leq 210$ V/mm, および $E \geq 240$ V/mm で得られたインピーダンススペクトルに対して、2 および 3 R-CPE 並列回路でそれぞれ等価回路フィッティングを行った結果を示す。高周波数側から順に Factor 1, Factor 2 とし、高電界を印加して初めて現れた緩和過程を Factor 3 とした。Factor 1 の静電容量は、電界 E を関数として $C=5.5 \times 10^{-13}E + 1.5 \times 10^{-10}$ という直線で表すことができ、Factor 2 よりも高周波数側に現れたことから Factor 1, Factor 2 はそれぞれ粒内、粒界と同定した。 $E \geq 240$ V/mm では Factor 3 を Factor 1 から分離でき、Factor 1 よりも 10 倍程度高い静電容量を示したことから、ドメイン壁の移動を表していると考えた。

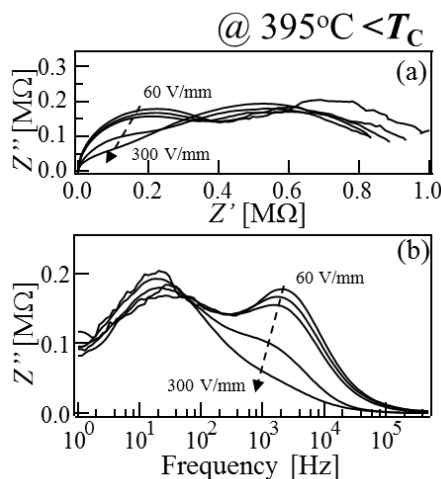


Figure 1 High-power impedance spectra for virgin NKN-Mn measured below T_c . (a) and (b) show Cole-Cole plot and Bode diagram for Z'' , respectively.

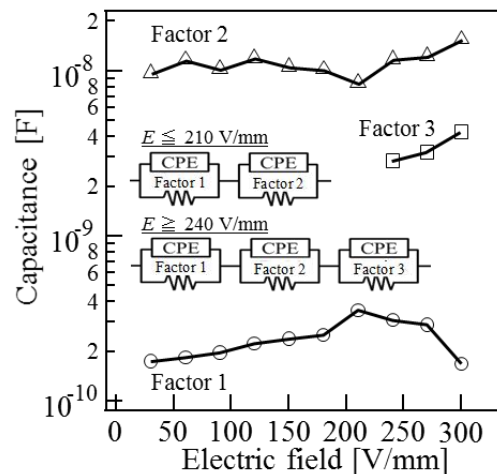


Figure 2 Fitting result for 2 and 3 R-CPE equivalent circuits to high-power impedance measurement for virgin NKN-Mn at 395°C.

【参考文献】

- [1] K.Hatano, A.Yamamoto, S.Kishimoto and Y.Doshida, Jap. J. Appl. Phys., **55** (2016) 10TD03.
- [2] H.Nishiyama, K.Kakimoto, K.Hatano and Y.Konishi, Jap. J. Appl. Phys., **56** (2017) 10PD07.