

電圧印加値を変化させた積層型セラミックコンデンサの ヘリウムイオン顕微鏡を用いた二次電子像観察

Observation of Secondary Electron Image for Multilayer Ceramic Capacitors with Applied Several Voltages using Helium Ion Microscope

○酒井 智香子¹、石田 暢之¹、永野 聖子¹、小形 曜一郎²、藤田 大介¹
(1. 物材機構、2. 太陽誘電株式会社)

○Chikako Sakai¹, Nobuyuki Ishida¹, Shoko Nagano¹, Yoichiro Ogata², Daisuke Fujita¹
(1.NIMS, 2.TAIYO YUDEN CO., LTD.)
E-mail: SAKAI.Chikako@nims.go.jp

【はじめに】

我々はこれまでに、内部電極に電圧印加を行った積層型セラミックコンデンサ(MLCCs)の“高空間分解能を有するヘリウムイオン顕微鏡(HIM)からのアクティブ電圧コントラスト像”と“電位を定量的に評価できるケルビンプローブフォース顕微鏡測定からの接触電位差像”を観察した。この2つを組み合わせた、新しい電位分布計測手法を開発したと考える[1]。Wardらが開発したHIM(Orion Plus, Carl Zeiss)はイメージングの技術であり[2]、サブナノメートルの空間分解能を有する(電子のド・ブROI波長よりもヘリウムイオンのド・ブROI波長は短く、励起源であるヘリウムイオンビームは安定した単一の原子から放出されるため)。我々の以前の研究[1]では、充電を行った全固体リチウムイオン電池をMLCCsの外部電極に配線したため、印加できるのは一定の電圧のみであった。今回、試料にかかる電圧を変え、二次電子(SE)像を観察するため、超高真空分析装置用電圧印加機構(以下、電圧印加機構)をHIM装置に導入した。図1に電圧印加機構を設置したHIM装置の写真を示す。機構の先に付けたプローブを試料ホルダー一台に接触させることにより、試料ホルダーに挟んだ試料に電圧印加を行うことができるようになった。

【実験方法】

試料は以前の実験で用いた、Ni内部電極とチタン酸バリウム誘電体からなる無機固体MLCCs(EMK325BJ226MM-P, Taiyo Yuden, Co.)を用いた[1]。上記に記載した電圧印加機構を用い、MLCCの外部電極に電圧を印加(0.5 Vから5 Vの間で0.5 V毎)し、平滑平面を得るために断面を機械研磨したMLCC断面のHIM観察を行った。

【実験結果】

図2(a)にMLCCの内部電極に電圧印加を行わなかった場合のSE像を、図2(b)にラインプロファイル((a)に示したエリアから取得)を示す。物質コントラスト(SE強度が誘電体領域より内部電極領域の方が大きい)が観察された。図2(c), (e), (g)に内部電極に1, 2, 3 Vの電圧印加を行った場合のSE像を示す。図2(d), (f), (h)に、図2(c), (e), (g)に示したエリアのラインプロファイルを示す。電圧コントラストが観察された。誘電体領域に、接地した内部電極から、正にバイアスされた内部電極にかけてSE強度の減衰が観察された。印加電圧値が1 Vまではリアにグレースケール値が減衰したが、1.5 V以上では、接地した内部電極の両端にSE強度の強調が見られた(図2(f)に矢印で示す)。その強度は印加電圧の値が大きくなるほど強調された。印加電圧の値が大きくなるほど、接地した内部電極の付近が負に大きく帯電するためと考えられる。今後、この手法を用いた、ナノスケール高空間分解能での種々のデバイスの電位観察(p-n接合等)への応用が期待される。



Fig. 1 電圧印加機構を設置したHIM装置

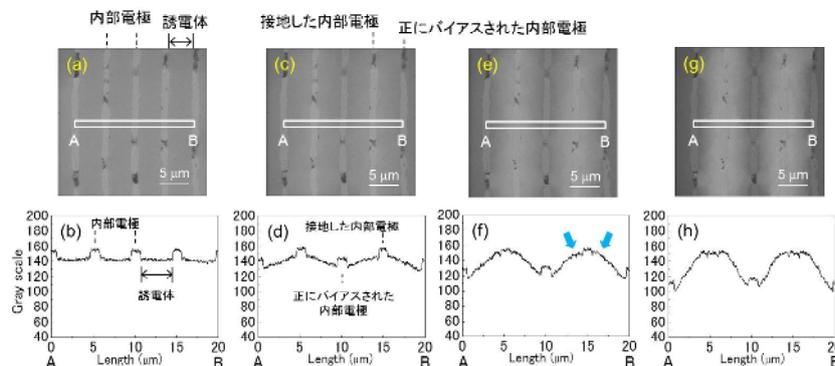


Fig. 2 (a), (c), (e), (g) 0, 1, 2, 3 V印加した場合の二次電子像
(b), (d), (f), (h) 二次電子像(a), (c), (e), (g)から得たラインプロファイル

【謝辞】

この研究は主に、文部科学省の委託事業「ナノテクノロジーを活用した環境技術開発プログラム」及び「JSPS 科研費 JP16K14104」の助成を受けたものです。

[1] C. Sakai *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109** (2016) 051603.

[2] B. W. Ward *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. B **24** (2006) 2871.