走査型ヘリウムイオン顕微鏡による 電圧印加積層型セラミックコンデンサの二次電子像観察 Secondary Electron Imaging of Multilayer Ceramic Capacitors with applied voltage using Scanning Helium Ion Microscope ^o酒井 智香子¹、石田 暢之^{1,2}、増田 秀樹³、小形 曜一郎⁴、藤田 大介^{1,3} (1.物材機構 ナノ材料科学環境拠点、2.物材機構 環境・エネルギー材料部門、 3.物材機構 先端的共通技術部門、4.太陽誘電) ^oChikako Sakai¹, Nobuyuki Ishida^{1,2}, Hideki Masuda³, Yoichiro Ogata⁴, Daisuke Fujita^{1,3} (1.NIMS GREEN, 2.NIMS Environment and Energy Materials Division, 3.NIMS Advanced Key Technologies Division, 4.TAIYO YUDEN CO., LTD.) E-mail: SAKAI.Chikako@nims.go.jp

【はじめに】

種々なデバイス(リチウムイオン電池や太陽電池)のナノスケールポテンシャル分布計測からデ バイス性能向上のための設計指針を得ることができる。走査電子顕微鏡(SEM)やケルビンプロー ブフォース顕微鏡(KPFM)を用いて半導体等の試料表面の静電ポテンシャル分布を測定する試み がいくつか報告されている[1-3]。我々は新しいポテンシャル計測技術の開発を目的とし、SEM、 KPFMに比べ高空間分解能(サブナノメートル)を誇り、短時間でデータ取得が可能である走査型へ リウムイオン顕微鏡(HIM)を用いて、電圧印加した積層型セラミックコンデンサ(MLCC)の電位分 布計測を世界で初めて試みた[4]。電圧印加を行った場合、正負の内部電極に電位コントラストが 現れた。今回はこの電位コントラストが現れる理由の考察を行った。

【実験方法】

市販の MLCC を切断、機械研磨して試料を作製した。正負の内部電極間の電位分布を測定するために、電極に電圧を印加して HIM 観察を行った(Fig. 1)。

【実験結果】

Figure 2 (a)、(b)にそれぞれ電圧印加無し、有り(4 V)の MLCC 断面の HIM による二次電子 (SE)像を、(c)、(d)には(a)、(b)に示した ラインのプロファイルを示す。電圧印加を行わなかった場合の MLCC 断面の二次電子像では、誘電体領域が内部電極領域に比べて 暗いコントラストで観察された。電圧印加を行った場合、負電極が 明るく、正電極が暗く観察された。この現象は、電圧印加を行わな かった場合には観察されなかったため、電極ならびに電極間誘電体



Fig. 1 コンデンサへの電源 接続図

領域のポテンシャルを反映していると考えられる。SEM による半導体の観察事例では、p-n 接合 により、p型とn型の脱出障壁高さの差異からp型の方が二次電子強度が大きく、明るく観察さ れている。今回の HIM を用いた SE 像観察の場合、電圧印加により電極間誘電体領域に発生した 電位分布に応じた SE 放出強度分布が観測された。HIM-SE イメージングにより表面電位分布のナ ノスケール可視化が実証された。詳細なメカニズムについては当日報告する。

200

180

160

9 140







positive electrode : darkly





Fig.2 二次電子像とラインプロファイル

【謝辞】

この研究は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」により実施された。

[1] B. Kaestner et al., Appl. Phys. Lett. 84 (2004) 2109.

[2] A. Schwarzman et al., J. Appl. Phys. 98 (2005) 084310.

[3] K. Suzuki *et al.*, J. Appl. Phys. **113** (2013) 064103.
[4] 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (2015) 14a-C1-11