

課題番号 : F-19-NM-0090  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 液体窒素プローバシステムを用いた Cu/Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Pt 素子のインピーダンス測定の大気の影響  
 Program Title(English) : Effect of atmosphere on impedance measurement of Cu / Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / Pt device using liquid nitrogen prober system  
 利用者名(日本語) : 川並将太郎  
 Username(English) : S. Kawanami  
 所属名(日本語) : 東京理科大学理学研究科  
 Affiliation(English) : Graduate school of Sci. Tokyo University of Science  
 キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、電気計測、CBRAM、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、電気化学インピーダンス

### 1. 概要(Summary)

電気化学インピーダンス法(EIS)を用いて、導電性ブリッジメモリ(CBRAM)の評価手法確立を目標とした研究を行っている。CBRAM は素子内部で電気化学反応を起こすことで抵抗が変化すると考えられている。具体的には、素子中に微量に溶け込んでいる水分に、活性金属電極からイオンが溶出し、素子中を拡散、非活性電極側で析出するというプロセスを経て金属架橋が形成され、抵抗変化現象が起きると考えられている。[1]実際に、周囲の大気圧を減少させることで動作電圧が変化することが報告されており、これは Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 膜内の水分が減るためだと考えられている。[2]

今回、EIS 測定を行う事で、電極界面の酸化還元反応だけでなく、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 薄膜中のイオンの拡散が周囲の水蒸気圧にどのような依存性を示すかを調査するため、物質・材料研究機構、微細加工 PF の設備を利用し真空下での EIS 測定を行った。

### 2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】液体窒素(LN<sub>2</sub>)プローバシステム

#### 【実験方法】

密着層として Ti、下部電極として Pt を成膜した Pt/Ti/SiO<sub>2</sub> 基板上に、加熱温度 550 °C で Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 膜を 70 nm 堆積させた。その後、上部電極として、Cu を  $\phi = 200, 150, 100, 80 \mu\text{m}$  で堆積させ、Cu/Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Pt 構造の CBRAM を作製した。本素子を用いて、まず大気中にて EIS 測定を行い、面積依存性や DC バイアス依存性を調査した。その後 LN<sub>2</sub> プローバシステムを用い、徐々に圧力を下げていく事で EIS 測定の結果がどのように変化するかを調査した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

大気下での EIS 測定の結果から得たナイキスト線図を Fig. 1 に示す。本素子は典型的な容量性半円を示し、その形状が横に潰れている事から、複数の半円が重なっていると考えられ、少なくとも上下電極界面での電気二重層の形成と酸化還元反応が起きている事が分かる。この容量性半円は面積にスケールしたことから、電極界面の反応が均一であることが示唆された。

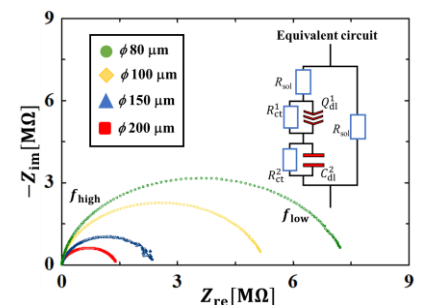


Fig. 1: Nyquist plot of EIS. (Inset: Equivalent circuit.)

次に、LN<sub>2</sub> プローバシステムを用いて真空下で EIS 測定を試みた。しかし、プローブが Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 薄膜を貫通し、リークが発生するため困難であった。今後、プローブが素子の動作領域に直接当たるのを避ける構造を採用するなど、対策を講じたい。

### 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] K. Kinoshita, ECS Transactions, **69**, 11 (2015).  
 [2] T. Tsuruoka *et al*, Adv.Funct.Mater, **22**, 70 (2012)

・技術支援者

渡辺 英一郎 (NIMS 微細加工 PF)

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

### 6. 関連特許(Patent)

なし