

Redox 反応を利用したアモルファス WO_{3-x} 薄膜のキャパシタンス素子Capacitance Device of Amorphous WO_{3-x} by Redox Reaction東理大理¹, 高エネ研² 酒井貴弘¹, 杉本天¹, 林博洋¹, 箕原誠人², 組頭広志², ○樋口透¹Tokyo Univ. Sci.¹, PF, KEK² T. Sakai,¹ T. Sugimoto,¹ H. Hayashi,¹ M. Mihohara,²H. Kumigashira² and ○T. Higuchi¹

E-mail: higuchi@rs.kagu.tus.ac.jp

【序論】現在の可変容量素子は、半導体の pn 接合の逆バイアス印加で生じる空乏層容量を応用したものであり、データ送信の高速化・高容量化には、70 個以上の素子が必要である。理想的には印加電圧によってキャパシタンスを可変できる素子が 1 つあれば、モジュールの小型化に大きく貢献できるが、そのような素子は現状存在しない。本研究では、アモルファス WO_{3-x} 薄膜を Pt 電極で挟んだクロスポイント構造を作製し、構造・電気特性の基礎評価に加え、電圧印加に伴う WO_{3-x} 内の酸化還元反応(Redox)により原子スイッチ現象を生じさせた時のキャパシタンス変化を評価した。

【実験方法】交流スパッタ法を用いて WO_{3-x} の膜厚を変えた複数の Pt/ WO_{3-x} /Pt 積層薄膜を Al_2O_3 基板上に常温で作製し、X 線光電子分光(XPS)により構造・組成を評価した。また、電気伝導度は、交流インピーダンス法により計測し、キャパシタンスは Cole-Cole プロットより算出した。

【結果・考察】図 1 は、200, 600nm の膜厚を持つ W 4d-XPS スペクトルの結果である。 WO_{3-x} の主な価数は W^{6+} であるが、酸素欠陥の形成による W^{5+} の価数状態も観測される。

図 2 は、200 °C での伝導度の酸素分圧(P_{O_2})依存性である。欠陥化学の解析より、200 nm の薄膜は、低 P_{O_2} 領域で傾き $\Delta=-2.86$ であるため、電子伝導性である。高 P_{O_2} 領域では、 $\Delta\sim 0$ であるため、イオン伝導性である。一方、600 nm の薄膜では、 $\Delta=-0.12$ であることから、電子-イオン混合伝導性である。この混合伝導性は、図 1 の W の混合原子価状態に起因している。

図 3 は、キャパシタンス変化率(C/C_0)の直流電圧依存性である。直流電圧を 0 から 800mV に連続的に変化させた場合、キャパシタンス変化はない。しかし、800mV から小さくすると、-50mV 付近で 20~100 倍程度の急激なキャパシタンス変化が生じる。このとき、計算した誘電損失は $\sim 2.8 \times 10^{-4}$ であった。これは、 WO_{3-x} 内で生じた S Redox 反応により、酸素欠陥による架橋に起因していることを意味する。当日は、 WO_{3-x} 膜のバンド構造に加え、複数の膜厚を有する薄膜のキャパシタンス変化を報告する。

