

放射光光電子分光による金属・半導体界面の解析 ～ ReRAM (抵抗変化型メモリ) の動作機構の解明に向けて～

物質・材料研究機構¹、村田製作所²、東工大元素戦略³
大橋直樹^{1,3}、廣瀬左京²、上田茂典¹、大澤健夫¹、坂口勲¹、安藤陽²、大串秀世¹
Ohashi.naoki@nims.go.jp

酸化物は多くの電子部品の利用される電子材料であり、導電体、誘電体、圧電体、磁性体などの様々な機能が利用される。圧電特性のように結晶格子の持つ特性を利用した素子に加えて、多結晶(セラミックス)中に形成される粒界や界面の機能を活用した整流素子などが実用に供されている。そうした素子のさらなる機能高度化には、界面や粒界のさらに精緻な制御が求められる。しかし、そうした界面での機能は、局所的な原子配列の乱れや化学組成の変調などの複雑な構造・組成によって誘起されていると考えられ、本質的な機能発現機構の説明や材料設計のための明確な指針は得られていない。そこで本研究では、セラミックス粒界へのアプローチの前段として、酸化物単結晶で形成される界面の評価・解析を進めている。本課題においては、ペロブスカイト型酸化物半導体と金属との界面における構造・物性相関を解明し、素子機能のさらなる高度化を図ることを目的とした。

SPring8 に設置された BL15XU ビームラインを利用し、6～8keV の X 線を励起源として硬 X 線光電子分光(HXPES)による金属/酸化物界面でのポテンシャル障壁形成の様子を評価した。

図 1 に示す通り、界面でのバンド曲がりは、光電子ピークの広がりとして観測される。一般に、光電子分光は表面分析の手段であるが、HXPES では、光電子が高い運動エネルギーを持ち、平均自由行程が拡張されるため、比較的深い位置から放出された光電子の観測が可能である。図 2 に示す通り、8keV の線源で Ti2p を測定した場合、その平均自由行程は 10.1nm に及び、界面から数十 nm にわたる領域の電子状態についての情報を含むスペクトルが得られることになる。すなわち、ポテンシャル障壁の奥を見るのが可能となる。

本研究では、この手法を活用し、特に、界面に不定比性を導入した金属/酸化物界面でのポテンシャル分布を検討することによって、顕著な抵抗変化現象を示す界面を特徴付ける電子状態をとらえることに成功したので、その結果を報告する。

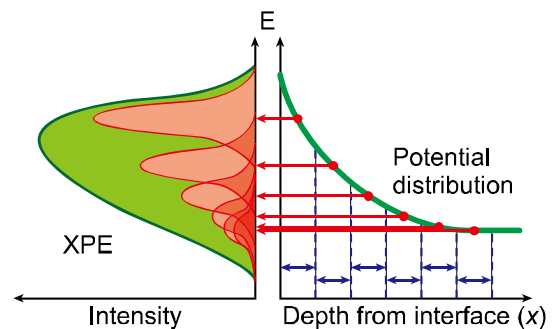


図 1 界面でバンド曲がりと光電子スペクトルのブロードニング。

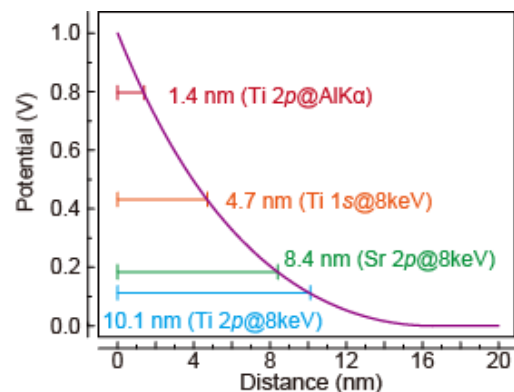


図 2 ショットキー障壁のポテンシャル分布と光電子の脱出深さ

- [1] Hirose et al., Appl. Phys. Lett. 106[19] (2015) 191602 DOI:10.1063/1.4921092
- [2] Hirose et al., ECS J. Solid State Sci. Tech. 3[7] (2014) P243 DOI:10.1149/2.0051407jss
- [3] Ohashi et al., Appl. Phys. Lett. 101[25] (2012) 251911 DOI:10.1063/1.4772628