

特別講演会のお知らせ

タイトル:「水電気分解を利用した機能性酸化物の物性変調」

講師: 太田 裕道 教授

(北海道大学電子科学研究所 物質科学研究部門
薄膜機能材料研究分野)

日時: 平成27年11月20日(金) 13:00~14:00

場所: 総理工共通第一講義室

主催: 大学院総合理工学府 量子プロセス理工学専攻

協賛: エネルギー基盤技術国際教育研究センター

【概要】「機能性酸化物」の酸素/水素組成と、光・電気・磁気物性には強い相関があることが知られている。酸素/水素組成を変化させるため、①高温で雰囲気酸素圧力を増減させる、②還元力の強い物質 (CaH_2 など) と共に加熱する、③電解液中で電気化学的に酸素を脱挿入するなどの方法が知られているが、これらの方法は高温や液体を使用するため薄膜デバイスとしての応用には不適である。我々は、機能性酸化物薄膜 (ナノ層) 上に、水を含むナノ多孔質ガラスをゲート絶縁体とした薄膜トランジスタ構造を作製し、ゲート電圧を印加することによって、室温で動作可能な電界効果型/酸素組成変調型の薄膜固体デバイスを作製している。本講演では、このように (見かけ上) 固体に閉じ込めた水を固体電解質として利用した機能性酸化物薄膜の組成・物性変調について紹介する。

この講演会は、集中講義の受講者は出席が必須です。

連絡・問合せ先: 大瀧 倫卓 (量子プロセス理工学専攻)

E-mail: ohtaki@kyudai.jp TEL: 092-583-7947

「水電気分解を利用した機能性酸化物の物性変調」

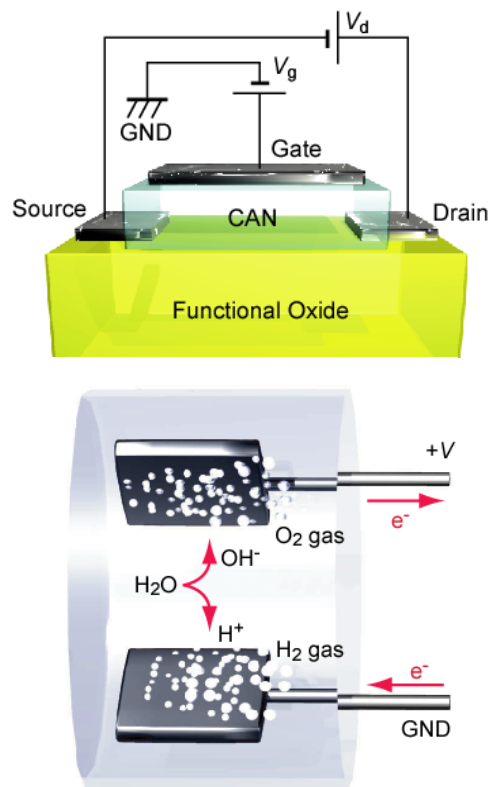
太田 裕道

(北海道大学電子科学研究所 物質科学研究部門薄膜機能材料研究分野 教授)

「機能性酸化物」の酸素／水素組成と、光・電気・磁気物性には強い相関があることが知られている。酸素／水素組成を変化させるため、①高温で雰囲気酸素圧力を増減させる、②還元力の強い物質(CaH₂など)と共に加熱する、③電解液中で電気化学的に酸素を脱挿入するなどの方法が知られているが、これらの方法は高温や液体を使用するため薄膜デバイスとしての応用には不適である。我々は、機能性酸化物薄膜(ナノ層)上に、水を含むナノ多孔質ガラス CAN^[1]をゲート絶縁体とした薄膜トランジスタ構造を作製し、ゲート電圧を印加することによって、室温で動作可能な電界効果型／酸素組成変調型の薄膜固体デバイスを作製している(図上)。

デバイスにゲート電圧を印加することでナノ多孔質ガラス CAN を平行平板電極で挟んだキャパシタとし、さらに水の電気分解電圧(1.23 V)以上の電圧を印加することによりナノ細孔中で生成した H⁺(H₃O⁺)

/OH⁻イオンを酸化物と相互作用させる(図下)、いわばイオンデバイスである。電界効果型／酸素組成変調型は水素(E_{H_2})/酸素発生電位(E_{O_2})と機能性酸化物の伝導帯下端(E_{CBM})/価電子帯上端(E_{VBM})のエネルギーの大小関係によって決まる。例えば、SrTiO₃ や KTaO₃ のように $E_{CBM} > E_{H_2}$ の場合、正のゲート電圧印加により酸化物表面に到達した H₃O⁺イオンは酸化物結晶内部に侵入することなく酸化物表面に電子キャリアを引き寄せ、巨大熱電能を示す高濃度二次元電子ガスを誘起させる電界効果型である^[2]。一方、WO₃ や VO₂ のように $E_{CBM} < E_{H_2}$ の場合は、プロトンが酸化物結晶内に拡散する水素組成変調型となり、酸化物を室温でプロトン化して金属に変えると同時に色調を変化させることができる^[3]。また、 $E_{VBM} > E_{O_2}$ の場合、例えば SrCoO_x では負のゲート電圧印加により OH⁻イオンが SrCoO_x 結晶内に侵入し、反強磁性絶縁体 SrCoO_{2.5} を強磁性金属 SrCoO₃ に、電気特性と磁性を同時可逆的に変化させられる酸素組成変調型となる^[4]。本講演では、このように(見かけ上)固体に閉じ込めた水を固体電解質として利用した機能性酸化物薄膜の組成・物性変調について紹介する。



[1] H. Ohta *et al.*, *Nature Commun.*, **1**, 118 (2010). [2] H. Ohta *et al.*, *Adv. Mater.*, **24**, 740 (2012). [3] T. Katase *et al.*, *Adv. Electron. Mater.*, **1**, 1500063 (2015). [4] 特願 2015-002769.