

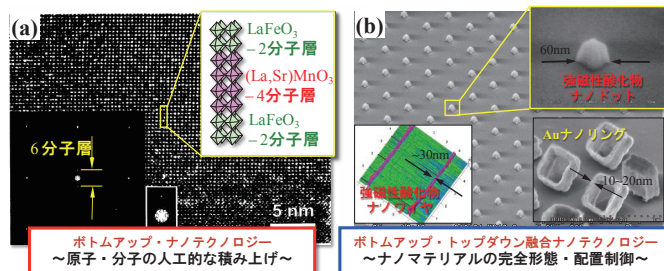
ナノ構造を自在に制御して、電子を操り、 新材料・デバイスの創製へ

<スタッフ> 田中 秀和 教授、神吉 輝夫 准教授、服部 梓 助教、山本 真人 助教

物質・材料の機能はナノスケールの原子の配列・組み合わせおよびそれらに付随する電子やスピンの状態から生じます。人の手により、この機能の根源から物質を設計・作製しこれまでにない優れた機能を創出することは、究極の夢であると言えます。

田中研究室では、磁性や巨大相転移現象などの Si に無い機能を有するエキゾチック材料に対し、レーザービームを用いて、原子・分子を一層ずつ積み上げ、その組み合わせ配列を直接的に制御する薄膜結晶成長ボトムアップ・ナノテクノロジーにより特別仕立てのナノ構造を形成することにより、従来の原理を超えた機能を発現するナノ材料を創製します(図(a))。さらに、超微細加工技術と薄膜結晶成長ボトムアップ・ナノテクノロジーを融合することにより、3次元的に自由自在に形を設計したナノ材料の創製により新規な酸化物ナノエレクトロニクス・デバイス分野の開拓を目指しています(図(b))。

【ナノテクノロジーによる新物質・デバイスの創製】



図(a)
レーザーMBE法を用いた分子層人工格子結晶の透過型電子顕微鏡像

図(b)
超微細加工ナノテンプレートへ成長させた機能性酸化物多次元ナノ構造材料(ナノワイヤ、ナノドット、ナノボックス)

TOPIC 最新研究トピック

酸化亜鉛(ZnO)は白粉の材料として知られていますが、紫外発光ダイオードなどのオプトエレクトロニクスへのデバイス展開に向け、多くの取り組みが行われています。我々が開発した3次元ナノテンプレートパルスレーザー蒸着法により、世界最小クラスのナノボックス(Nano-Box)発光デバイスを創製できました。ナノスケールのハンコ印刷【ナノインプリント法】によりナノスケールの立方体構造を大量に作成し、その側面にレーザービームを用いたナノレベル薄膜蒸着法により酸化亜鉛を成長させることにより、ナノ

ボックス構造を作成できます。Si基板上に、大面積にナノボックス構造が均一に得られ、カソードルミネッセンス測定から、作製した ZnO が室温で良質な3.2eVの紫外発光を示すことがわかりました。ナノ発光素子などへの応用展開が期待されます(図2)。また、このようなナノボックス構造を鋳型とし、その中へ機能材料を形成しナノボックスを取り除くことにより、世界最小の強磁性酸化物ナノドット(Nano-dot)デバイスの形成や、光触媒水分解による水素発生を行う金属/酸化物接合極小ナノバー(Nano-bar)などが作成できます。(図3)

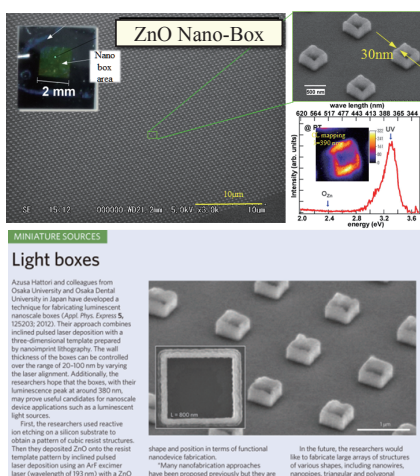


図2:
酸化亜鉛ナノボックスの走査型電子顕微鏡像とカソードルミネッセンス像:
一個のナノボックスが発光している事がわかります。(Appl. Phys. Exp., 5 (2012) 125203, Nature Photonics, 7 (2013) 92, News & Views)

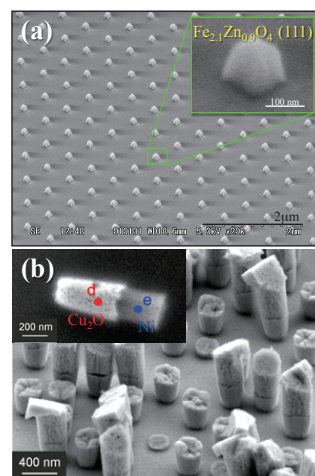


図3:
(a) 単結晶強磁性半導体酸化物ナノドットアレイ ($(\text{Fe,Zn})_3\text{O}_4$ Nano-dot) の走査型顕微鏡像 (Nanotechnology 22 (2011) 185306, Nano Lett. 11 (2011) 343), (b) ナノバーの走査型顕微鏡像 ($\text{Cu}_2\text{O/Ni}$ Nano-bar) ACS Applied Mater. & Interfaces, 5 (2013) 10938-10945)

URL : <http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/bis/>