

# 超スマート社会実現に資するナノワイヤフォトニクスの開拓

## Exploration of nanowire photonics towards advent of ultra-smart societies

阪大工 〇館林 潤, 市川 修平, 藤原 康文

Osaka Univ., 〇Jun Tatebayashi, Shuhei Ichikawa, Yasufumi Fujiwara

E-mail: tatebaya@mat.eng.osaka-u.ac.jp

2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発目標」を受け、日本政府は『ソサエティー5.0』を提唱し、「仮想空間と現実空間を高度に融合させたシステム」実現に向けた取り組みが始まっている。この『ソサエティー5.0』が目指す「モノのインターネット時代」を支える科学技術として、半導体デバイスは生活の様々な場面で必要不可欠な科学技術として進化を遂げてきた(図(a))。かつて「身の回り」で活躍していた半導体は、近年のスマートフォン等に代表されるように「持ち歩ける」ようになった。今後普及するスマートデバイスは「皮膚に触れる」領域でウェアラブル且つフレキシブルな端末として動作するようになる。このように、半導体デバイスは益々進化することが期待される中、更なる小型・集積化及び多機能化は必須になるが、光デバイスを更に革新的に飛躍させうる半導体ナノ構造の一つとして『ナノワイヤ』に注目する。

ナノワイヤは直径数百 nm、長さ数 $\mu\text{m}$ 程度の半導体一次元ナノ細線構造である。今から半世紀以上前に気相-液相-固相法という自己組織化手法により最初の Si ナノワイヤの針状結晶成長が報告されて以降[1]、多くの材料系に展開された。更に、選択成長技術によりナノワイヤの寸法・位置・配向性を制御するボトムアップ的結晶成長技術が確立された[2]。これらの結晶成長法は、それぞれ金属触媒やパターン基板をシードとし、半導体の持つ『晶癖』を活かすことにより結晶構造・結晶面を多形制御することを可能にした。更に、原子スケールでのヘテロ界面制御によりナノワイヤ内に量子構造を導入することが可能になり、デバイス応用の際の機能性・多様性が高まった。その結果、意図した軸・径方向の二次元結晶成長として半導体結晶構造の自由度が高まり、「ナノワイヤフォトニクス」として一つの分野が確立され、レーザ・発光素子[3-5]、単一光子源[6]のみならず、太陽電池や生体センシング等多様な応用に向けた研究が活発に進められている。

本シンポジウムでは、「超スマート社会実現に資するナノワイヤフォトニクスの開拓」を目指し我々が近年遂行しているナノワイヤ研究のうち、生体親和性の高いワイドギャップ半導体酸化亜鉛を用いたナノワイヤ成長技術およびナノワイヤ上の希土類添加半導体成膜技術[7,8]について紹介するとともに、太陽電池や発光素子、バイオ応用に向けた今後の展望について議論する(図(b-d))。

【謝辞】本研究は科研費「基盤(B) (No.19H02573)」「特別推進 (No.18H05212)」、村田学術振興財団、サムコ財団、キャノン財団の支援を受けた。本研究遂行に際しご協力頂いた京大・金子講師、阪大・藤平准教授に感謝する。

【参考文献】[1] R. Wagner *et al.*, APL, **4**, 89 (1964). [2] J. Motohisa *et al.*, JCG, **272**, 180 (2004). [3] J. Tatebayashi and Y. Arakawa *et al.*, Nat. Photon. **9**, 501 (2015). [4] J. Tatebayashi and Y. Arakawa *et al.*, JCG, **468**, 144 (2017). [5] J. Tatebayashi and Y. Arakawa *et al.*, APEX, **11**, 065002 (2018). [6] J. Tatebayashi and Y. Arakawa *et al.*, APL, **100**, 263101 (2012). [7] J. Tatebayashi and Y. Fujiwara *et al.*, JCG, **503**, 13 (2018). [8] J. Tatebayashi and Y. Fujiwara *et al.*, submitted to JJAP.

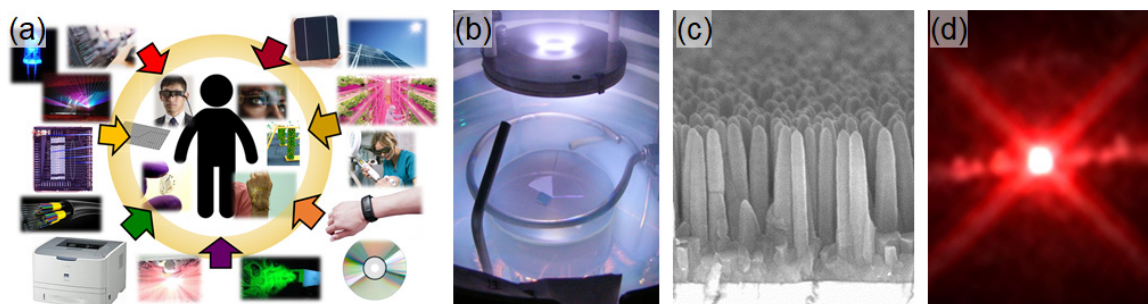


Figure (a) Future prospects of semiconductor optical devices towards wearable photonics. (b) Photo image of the sputtering-assisted metalorganic chemical vapor deposition facility. (c) Scanning electron microscope image from an angle of high-density ZnO nanowires grown on c-plane sapphire substrates.[7] (d) Photo image of red luminescence from Eu-doped ZnO nanowires grown on sapphire substrates.[8]