「次世代光電子材料として期待される酸化亜鉛」特集号によせて

岡田 龍雄

九州大学 電気システム工学部門 (〒812-3695 福岡市西区元岡744)

Preface to the Special Issue on ZnO: New Materials for Opto-Electronics

Tatsuo OKADA

Department of Electrical Engineering, Kyushu University, 744 Motoooka, Nishi-ku, Fukuoka 812-3695

(Received December 8, 2010)

今回の特集号の対象として取り上げた酸化亜鉛(ZnO)は、避雷器、化粧品、ゴムの添加材などなど、既にさまざまな分野で工業製品に利用されている材料である。電気的には、II-IV属の半導体で3.34 eVの広いバンドギャップを有し、室温の熱エネルギーを大きく超える60 meVの励起子束縛エネルギーをもっている。このような特徴から、透明導電材料や紫外発光素子など次世代の光・電子材料として期待されている。さらに、ピエゾ効果を有し、ドーピングにより強磁性を示すなど、さまざまな電磁気的な機能も有しており、電荷、スピン、光、半導体の機能を組み合わせたこれまでにないユニークな光・電子素子の開発ができるのではないかと期待されている。また、資源的にも豊富で比較的安価であり、毒性が低く環境や生体に優しいこともZnOが次世代の材料として期待される点である。このような特徴から、光電子材料としては、透明導電材料として現在広く用いられているITOや、発光素子として利用されているGaNに置き換わるものとして期待されており、研究開発面でもこれらが主要な課題となっている。

一方、レーザー材料としてのZnOに関しては、1966年に電子ビーム励起でのレーザー発振が初めて報告されている。国内でも、当学会元会長で理化学研究所に居られた難波進先生のグループから、電子ビーム励起ZnOレーザーの発振特性が1970年に報告がなされている。また、比較的最近ではZnOナノ結晶の光励起によるレーザー発振が国内のグループから報告され、現在の活発な研究の先駆けになっている。レーザーの観点からも古くて新しい材料と言える。

また、ZnOは上に述べた光・電気的な特性に加えて、さまざまな形態のナノ結晶を比較的容易に作製できるのも大きな特徴である。ナノ結晶化することにより、量子サイズ効果の発現、大きな表面積/体積比の実現、基板を選ばずに高品位の結晶を合成できるなどの特徴が加わ

る。これにより、光学的にもバルクの結晶や薄膜結晶にはないさまざまな付加的な効果を期待でき、レーザー工学分野でのZnOの魅力をさらに高めている。

さて、今回の特集号では、このような特徴を持つZnOを横糸として、ZnOを利用したレーザー工学分野のさまざまな研究を横断的に取り上げた。まず、第一稿では京都大学の藤田 静雄氏に、横糸となるZnO自体についてZnOの光特性と紫外発光素子への応用の現状について解説していただいた。ZnOの特徴と特に光素子への応用の現状について限られた紙面で大変要領よくまとめたいただき、本特集号の全体の基礎として他の記事を理解するのに役立つものと思われる。

第二稿では、村田製作所の鈴木 啓悟氏によるレーザーアブレーションを利用したZnO量子ドットの作製の解説では、ZnO量子ドットの特性評価とともに、ドットのサイズ選別も含めたレーザーアブレーションによる作製プロセスの観点も含めて解説していただいた。第三稿では、慶応義塾大学の小原 実氏のグループから、ZnOナノワイヤ結晶をテンプレートとして作製した金薄膜とのコアシェル構造を利用したプラズモン増強表面ラマン散乱による微量検知への応用について、レーザーを利用したナノワイヤの合成法の解説も含めて執筆していただいた。第四稿では、東京大学の八井 崇先生に、次世代の光配線への応用が注目されている近接場光を利用した回折限界に制限されないナノフォトニックデバイスについて、ZnOナノ結晶を利用した研究の最近の進展について解説していただいた。

本特集号の解説と関連のオリジナル論文と合わせて、ZnOがレーザー工学分野のさまざまな研究シーンに利用されているのを理解いただけるものと思う。読者の方々のそれぞれの研究を進める上で、ZnOは何か役立たないだろうか。本特集号が何らかのヒントになれば幸いである。