

課題番号 : F-15-HK-0007  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : ZnO ナノロッドアレイ構造からのランダムレーザー発振の観測  
 Program Title (English) : Random Lasing from a ZnO nanorod array  
 利用者名(日本語) : 鈴木健正、藤原英樹  
 Username (English) : T. Suzuki, H. Fujiwara, K. Sasaki  
 所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究科  
 Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

## 1. 概要(Summary)

波長オーダーの散乱体がランダムに分布したランダム構造中では、光の多重散乱と干渉効果に起因した光局在現象が誘起される。フォトニック結晶や微小球等の微小共振器構造と同様に、レーザー発振等の非線形現象を誘起する事が可能であるだけでなく、高精度の作製技術を必要とせず、作製・大面積・高機能化が容易な光反応場として応用が期待されている。本研究では、簡便な2次元ランダム構造の作製方法として、レーザー誘起水熱合成による酸化亜鉛ナノロッドアレイの作製・制御を試み、そのランダムレーザー発振特性について検証を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

電界放射型走査型電子顕微鏡(JSM-6700FT)

### 【実験方法】

サンプルとして、硝酸亜鉛水溶液(25 mM)と HMTA 水溶液(25 mM)の混合溶液をガラス基板と金コートガラス基板で挟んだ試料セルを作製した。金コート基盤側から波長 405 nm のレーザー光を 5~20 分間照射した後、純水で基板を洗浄し、乾燥した。レーザー照射部に酸化亜鉛ナノロッドアレイが形成されているかを確かめるために、電界放射型走査型電子顕微鏡(JSM-6700FT)を用いて試作構造の確認を行った。また、顕微分光装置を用いて、レーザー照射部に作製した酸化亜鉛ナノロッド構造からのレーザー発振スペクトルを測定し、その発振特性に対するナノロッドの成長時間の影響について検証を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)に光励起による ZnO ナノロッドアレイからのレーザー発振スペクトルを示す。励起光強度の増加に伴い、シャープな離散ピークが現れ、そのしきい値が約 18

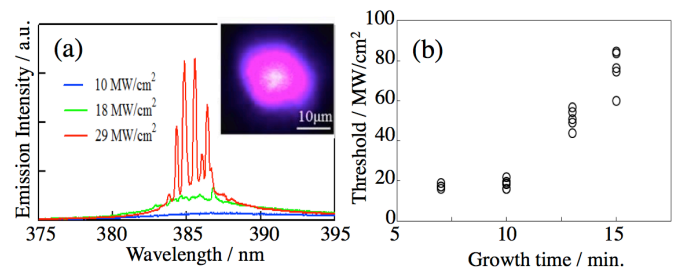


Fig. 1 (a) Typical emission spectra from a ZnO NRA with different excitation intensities (10, 18, 29 MW/cm<sup>2</sup>). Inset: emission image at the excitation intensity of 29 MW/cm<sup>2</sup>. (b) Growth time dependence of lasing threshold.

MW/cm<sup>2</sup> 程度である事が確認できる。この結果から、ナノロッドアレイ構造においてレーザー発振が誘起できる事を確認した。また、レーザー照射による成長時間は、ナノロッドの直径に強く影響する事から、成長時間の調整により、ランダムレーザー発振の最適化を試みた。Fig. 1(b)は、成長時間に対する観測されたしきい値を示しており、成長時間が短い(ナノロッド径が小さい)ほど、しきい値が低下する事が分かった。しかし、成長時間 5 分の試料では、繰り返し実験を行ったにも関わらず、レーザー発振を確認する事ができなかった。この結果は、ランダムレーザー発振のしきい値が平均自由行程に強く依存し、平均自由行程が最小となる最適な散乱体サイズにおいて、しきい値に極小値が表れるとの報告とも良い一致を示しており、成長時間の制御により、ランダムレーザーの最適化が可能となる事を示唆している。

## 4. その他・特記事項(Others)

競争的資金:

公益財団法人天田財団平成 27 年度一般研究開発助成  
 共同研究者: 笹木敬司

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

学会発表: 国際学会 2 件、国内学会 1 件

## 6. 関連特許(Patent)

なし