

課題番号 : F-20-OS-0054  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 光・電子デバイス応用に向けたガルバニック水中結晶光合成法による表面ナノパターン作製  
 Program Title (English) : Fabrication of nano-pattern surfaces by galvanic submerged photo-synthesis of crystallites for optoelectronic device application  
 利用者名(日本語) : 高橋優樹<sup>1)</sup>, 岡本一将<sup>2)</sup>  
 Username (English) : Y. Takahashi<sup>1)</sup>, K. Okamoto<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1)北海道大学大学院工学院, 2)大阪大学産業科学研究所  
 Affiliation (English) : 1) Graduate school of Eng., Hokkaido Univ. 2) ISIR, Osaka Univ.  
 キーワード/Keyword : リソグラフィー・露光・描画装置、表面ナノパターンニング、ヘテロ接合、発光特性調査

### 1. 概要(Summary)

酸化物半導体は地球に豊富に存在する、比較的安価な材料として知られており、これらの材料は、半導体材料としての性能向上及びバルク材料とは異なる性質の顕現のため、ナノスケール( $1.0 \times 10^{-9}$  m)で材料を制御できる手法で作製される。また、半導体デバイスの小型化及び高集積化に伴い、酸化物半導体を用いたヘテロ接合型半導体デバイスの作製においても、任意の箇所にナノ酸化物を形成する、より緻密なパターンニング技術が必要とされている。そこで本研究は、当研究グループで見出された水と光のみで酸化物半導体をナノスケールで制御しながら作製するガルバニック水中結晶光合成法と電子線リソグラフィーによる表面パターンニング技術を組み合わせた独自の手法を用いて、半導体デバイスの作製とその応用、とりわけ表面パターンニングされた3Dヘテロ接合型階層構造の作製及びデバイス応用を目的とする。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

超高精細電子ビームリソグラフィー装置

高速大面積電子ビームリソグラフィー装置

EB蒸着装置

#### 【実験方法】

電子線リソグラフィーにより表面パターンニング処理が施されたCu-Si基板、ZnO-Si基板にG-SPSCを用いてZnOを形成する。Cu-Si基板はEB蒸着により作製を行った。基板にZn箔を巻き付け直接接触させた試料を水中に浸漬し、UV( $\lambda=365$  nm)を照射することでZnO-Cu-Si基板並びにZnO-Si基板を作製した。試料作製後、SEM、EDS、XRDを用いた表面観察ならびに、カソードルミネッセンス(CL)測定による発光特性調査を行った。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

電子線リソグラフィー後のCu-Si基板表面の観察結果をFig. 1a-bに示す。SEMを用いて目的の表面ナノパターンの形成を確認した。またFig. 1c-dに示す表面観察結果から、目的のZnO-Cu-Si階層構造の形成が確認された。

次に、作製した試料のCL測定結果をFig. 2に示す。ZnO単体で観察される発光(380 nm、603 nm)以外に700 nm付近の発光が確認された。

これはCuとZnOの接合により新たに形成された接合界面における欠損(Zn)が発光由来と考えられる。以上の発光特性調査から、作製したヘテロ接合型階層構造材料は新たな発光デバイスへの応用の可能性が示唆された。

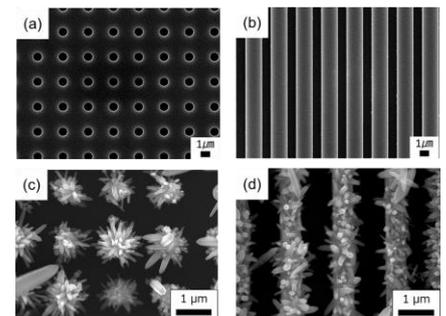


Fig. 1 Results of SEM(a-b)Cu-Si pattern (c-d)ZnO-Cu-Si

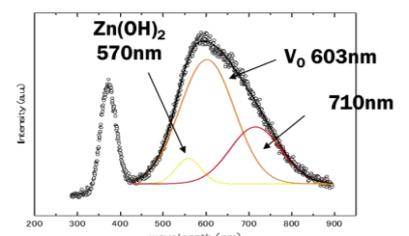


Fig. 2 Result of CL measurement

### 4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 北海道大学 塚村順平、渡辺精一

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

日本金属学会 2020 年秋季第 167 回講演大会

2020 年 9 月 ○高橋 優樹、Melbert Jeem、渡辺精一  
 公益社団法人日本顕微鏡学会第 63 回シンポジウム

2020 年 11 月 ○高橋 優樹、Melbert Jeem、渡辺精一

### 6. 関連特許(Patent)

なし。