

課題番号 : F-17-HK-0015  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : ナノワイヤを利用した LED の作製と評価  
Program Title (English) : Fabrication and characterization of nanowire-based LED  
利用者名(日本語) : 佐々木正尋<sup>1)</sup>, 本久順一<sup>2)</sup>  
Username (English) : M. Sasaki, J. Motohisa  
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  
キーワード/Keyword : 半導体ナノワイヤ、発光ダイオード、ダイシングソー、切削、研磨、接合

### 1. 概要(Summary)

半導体ナノワイヤによる LED を作製するとともにその特性の評価を行った。特に温度依存性や単一光子光源のような低温で動作する素子の評価に向け、作製された LED をパッケージにマウントするための加工を行い、実際に動作確認を行った。

2.

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

ダイシングソー DAD322

#### 【実験方法】

有機金属気相成長装置で pn 接合を有する InP 系半導体によるナノワイヤを成長した後、基板とナノワイヤ上部に電極を形成することによって、2 端子素子を作製する。作製した素子を含むウェハを、ダイシングソーを用いてチップ状に加工した。加工したチップはパッケージにマウントし、ボンディングにより配線した。マウントされた LED 試料をクライオスタットに入れて I-V 特性および I-L 特性、それらの温度依存性の評価を行った。温度は 7.6K から 300K まで変化させた。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

図 1 に素子の I-V 特性およびその温度依存性を片対数プロットで示す。良好な整流特性が得られており、また温度の低下とともに順方向・逆方向電流とも減少していることがわかる。これは pn 接合ダイオードの I-V 特性としては予想された特性であり、パッケージにマウントしたことにより温度依存性が評価できていると言える。しかし、室温付近順方向電流における傾き、すなわち理想因子(n 値)は 2 程度で pn 接合ダイオードとしては予想されている値であるのに対し、温度を低下させてもほとんど傾きに変化

しないことから、n 値が低温になるほど異常に大きくなっていることがわかる。この異常な n 値の温度依存性の原因は不明である。また、図 2 に温度 7.6K および室温での電流注入発光スペクトルを示す。室温付近では発光ピーク的位置はバイアス電圧(注入電流)にほとんど依存していないのに対し、低温では注入電流とともに大きくブルーシフトしていることがわかる。さらに図 3 のとおり発光効率には温度に対し単調には変化していないことが明らかになった。今後、これらの結果について、スペクトル解析など詳細な解析を行い、ナノワイヤ LED の発光メカニズムを解明する予定である。

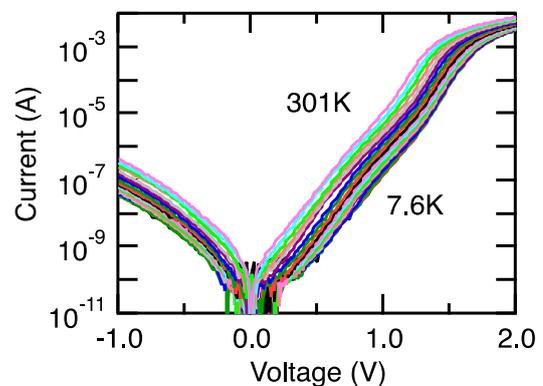


Fig. 1: Temperature dependence of I-V characteristics of an NW-LED.

### 4. その他・特記事項(Others)

- (1) 科学研究費補助金 基盤研究(B)「半導体ナノワイヤによる Si 基板上発光デバイスの研究」
- (2) 参考文献:[1] S. Yanase *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys **56**, 04CP04 (2017). [2] M. Sasaki *et al.*, 24<sup>th</sup> Congress of the International Commission for Optics (ICO-24) P13-11 (2017). [3] S. Maeda *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 02BN03 (2012).

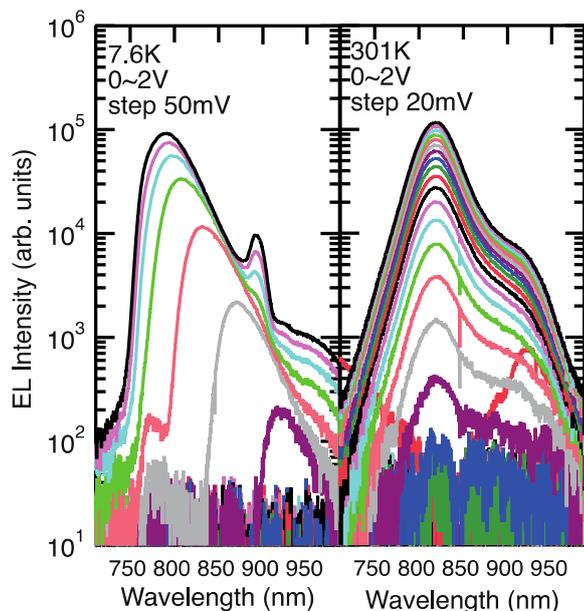


Fig. 2: Electroluminescence spectra under different bias (injection current) conditions measured at (a) 7.6K and (b) 301 K.

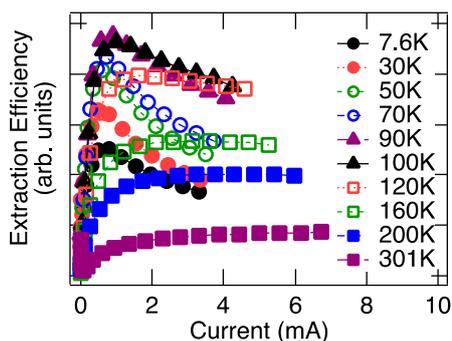


Fig. 3: Temperature dependence of the extraction efficiency of an NW-LED.

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

- (1) J. Motohisa, H. Kameda, M. Sasaki, and K. Tomioka: 19<sup>th</sup> International Conference on Metal Organic Vapor Phase Epitaxy, June Nara, Japan (2018年6月3日-8日) (発表予定).
- (2) J. Motohisa, H. Kameda, M. Sasaki, and K. Tomioka: Nanowire Week 2018, Hamilton, Canada (2018年6月11日-15日) (発表予定).

## 6. 関連特許 (Patent)

なし