

課題番号 : F-14-HK-0056  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 半導体量子ドットを用いた光スピン機能性素子の作製  
Program Title (English) : Fabrication of spin-functional optical devices using semiconductor quantum dots  
利用者名(日本語) : 野村 讓、高山 純一、明井 祐人  
Username (English) : Yuzuru Nomura, Jyunichi Takayama, Yuto Akei  
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)

科研費基盤研究(S)「量子ドットスピンレーザー」の課題遂行のため、光学特性と電子スピンの保持に優れた III-V 族化合物半導体量子ドットを活性層とする半導体量子構造と電子スピン注入電極層である Fe 系強磁性薄膜の微細ナノ加工を行い、電流による電子スピン注入可能な発光ダイオード素子を作製している。

スガスピンレーザーである。レーザー光発振中に電子スピン状態を維持することが可能な半導体量子ドットを活性層に用いる素子構造を、量子ドットスピンレーザーと呼ぶ。

・謝辞; 本研究は科研費基盤研究(S)No. 22221007 の支援を受けています。

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

### 2. 実験(Experimental)

蒸着装置(ULVAC EBX-8C); 電極層成膜  
電子線描画装置(エリオニクス ERA8000FE)および  
電子線描画装置(エリオニクス ELS-3700); 電極構造や  
光学特性測定用微細形状開口部の作製  
ワイヤーボンダー(アビオニクス); 微細構造電極への電  
流注入端子の取り付け

### 6. 関連特許(Patent)

なし

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

InGaAs 自己組織化量子ドットからなる光学活性層に対して、MgO 酸化膜トンネルバリアを介した CoFe 金属強磁性体電子スピン電極層を用いることにより、量子ドットスピンレーザーの心臓部となる電子スピン注入型発光ダイオード素子を作製した。素子構造や作製条件について最適化を行い、電流リークのない良好な電流電圧特性と室温条件下における高輝度電流注入発光を得ている。そして、CoFe 中の電子スピン分極を反映したスピン偏極電流を量子ドット活性層に注入することにより、200 K において、電流注入発光に円偏光特性を得ることができた(量子ドットへの電子スピン電流注入と、電子スピン-光情報変換)。

### 4. その他・特記事項(Others)

・用語説明

量子ドットスピンレーザー; 電子スピン情報を光の円偏光特性に変換しその偏光のコヒーレント増幅を行う光デバイス