

\*課題番号 : F-12-HK-0042  
\*支援課題名 (日本語) : 半導体量子ドットと金属からなる複合ナノ構造の作製と光学特性  
\*Program Title (in English) : Fabrication and optical properties of hybrid nanostructures of semiconductor quantum dots with metallic nanostructures  
\*利用者名 (日本語) : 李昊, 中治光童  
\*Username (in English) : Hao LI, Koudo Nakaji  
\*所属名 (日本語) : 北海道大学 大学院情報科学研究科  
\*Affiliation (in English) : The graduate school of information science and technology, Hokkaido University

※概要 (Summary) :

Si や InGaAs などの半導体量子ドットに対して Au などの金属ナノ構造を積層することにより、量子ドットにおける新しい光学機能性の発現を探求している。本年度は特に、非常に面密度の高い Si 量子ディスクに対して、様々なサイズや形状、規則配列を有する Au ナノ構造を複合させたハイブリッドナノ構造を作製し、Si 量子ディスクの発光特性を研究した。

※実験 (Experimental) :

上記複合ナノ構造の作製については、半導体量子ドット構造上に、超高精度電子ビーム描画装置 (100 kV) により微細レジストパターンを形成し、さらにその上にヘリコンスパッタリング装置により Au 薄膜を形成した。そして最終的に、レジストパターンをリフトオフにより除去することにより、様々なサイズや形状、配置を有する Au ナノ構造を作製した。

次に、このようにして作製した半導体量子ドットと金属ナノ構造からなる複合ナノ構造の光学特性 (微細構造領域の反射スペクトルと光励起発光スペクトル) について、顕微分光装置により測定を行った。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

面密度が  $10^{11} \text{ cm}^{-2}$  台と高く、Au ナノ構造の光励起時に生じるプラズモン電場の影響を受けやすい Si 量子ディスクに対して、サイズ (50 nm~300 nm) や形状、規則配列を様々に変えた Au ナノ構造を設計し複合させた半導体・金属ハイブリッド量子ナノ構造を作製した。その結果、Au プラズモン電場による発光増幅作用が期待できる波長領域において、Si 量子ディスクにおける界面量子準位からの発光を最大で3倍程度増幅させることができた。

※その他・特記事項 (Others) :

- ・今後の課題  
本研究結果を踏まえ、InGaAs 系半導体自己組織化量子ドットなどの各種半導体量子ドットに対する複合ナノ構造の作製と光学特性の研究を継続する。
- ・用語説明  
プラズモン電場 ; 金属中の電荷の偏りにより生じる電場で、励起光や発光の強度を増大させる作用を持つ。

共同研究者等 (Coauthor)

村山明宏 (北海道大学大学院情報科学研究科)  
寒川誠二、五十嵐誠 (東北大学 流体科学研究所)  
佐久間実緒 (仙台高等専門学校)

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

1. Koudo Nakaji, Hao Li, Takayuki Kiba, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, Akihiro Murayama, Plasmonic enhancement of photoluminescence in hybrid Si nanostructures with Au fabricated by fully top-down lithography, International Conference on Superlattices, Nanostructures, and Nanodevices, Dresden (Germany), 7/24/2012.

2. 李昊, 中治光童, 木場隆之, 五十嵐誠, 寒川誠二, 佐久間実緒, 上野貢生, 三澤弘明, 村山明宏, Au 微細構造を複合させた高密度 Si ナノディスクにおける発光特性、2012 年秋応用物理学関係連合講演会, 松山 (愛媛大学), 2012 年 9 月 11 日

3. Koudo Nakaji, Hao Li, Takayuki Kiba, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, "Plasmonic enhancements of photoluminescence in hybrid Si nanostructures with Au fabricated by fully top-down lithography", Nanoscale Research Letters 7, 629:1-5, 2012.

関連特許 (Patent) : なし