

＊課題番号 : F-12-HK-0044  
 ＊支援課題名 (日本語) : 半導体量子ドットを用いた単一光子源の開発  
 ＊Program Title (in English) : Fabrication of a single photon emitter by semiconductor quantum dots grown by Metal Organic Molecular Beam Epitaxy  
 ＊利用者名 (日本語) : 浅野智也、竹本亮、根岸洋介、武田一、岩佐鴻也、小林夏子、岩崎純子  
 ＊Username (in English) : T. Asano, R. Takemoto, Y. Negishi, H. Takeda, K. Iwasa, N. Kobayashi, J. Iwasaki  
 ＊所属名 (日本語) : 北海道大学電子科学研究所附属グリーンナノテクノロジー研究センター  
 ＊Affiliation (in English) : RIES, Hokkaido University

※概要 (Summary) :

我々の研究グループでは次世代量子情報通信での活用を目指し、単一光子およびもつれ合い光子対発生源となる半導体量子ドットの成長およびナノスケールフォトニックデバイスの作製を行なっている。最近の研究で、試料形状の最適化・光子反射層の導入により単一光子発生の高効率化に成功したので、その結果について報告する。

※実験 (Experimental) :

MOMBE(有機金属MBE)装置 (Epiquest RC1100) により、S.I.-GaAs(100)基板上に InAs 量子ドットを自己成長させた。量子ドットを内包するエピタキシャル膜を、EB リソグラフィ (Elionix ELS-7000HM, ELS-F125-U) およびドライエッチング (Samco RIE-10NRV, ICP-RIE-101iH) によりナノコーン状に成形し、その後 EB 蒸着 (SANVAC ED-1500R) によりナノコーンを Ag 金属で完全に覆った。最後に残った GaAs 基板部を研磨により取り除く事で、図 1 に示すような金属に埋め込まれた半導体ナノコーン構

造 Ag に埋め込まれている為、高い光子取り出し効率を得られる。3) 更には柱状ではなくコーン型の形状の為、生成された光子が無駄なく上部取り出し口に向けて反射される。といった事柄が期待される。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

作製された金属埋め込みナノコーンを用い、顕微フトルミネッセンス( $\mu$ PL)測定を行なった。図 2 に示すように、明瞭な単一ピーク構造を観測する事が出来た。このとき柱状構造の場合と比較し、ナノコーン型のほうが十分に大きな発光強度を得られる事が分かった<sup>1,2)</sup>。また自己相関測定により<sup>1,2)</sup>、本構造は単一光子発生源として非常に有望である事が確認された。

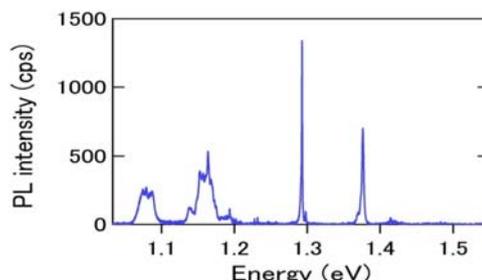


図 2 金属埋め込みナノコーンでの  $\mu$ PL 測定

※その他・特記事項 (Others) : なし

共同研究者等 (Coauthor) :

北海道電子科学研究所 末宗幾夫  
 北海道電子科学研究所 熊野英和  
 北海道電子科学研究所 小田島聡

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

- 1) X. Liu, et. al., Appl. Phys. Lett. **102**,131114 (2013).
- 2) H. Kumano, et. al., Appl. Phys. Express, accepted.

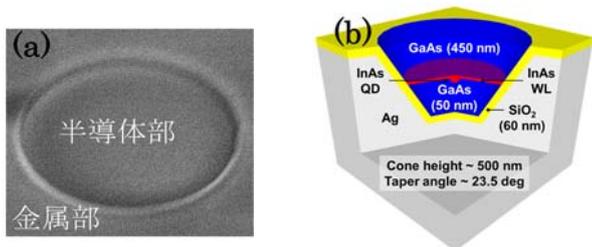


図 1 金属埋め込みナノコーンの SEM 像(a)と断面模式図(b)

造を得る事が出来る。本構造は 1) ナノコーンが数個から数十個の量子ドットのみ内包する為、個々の量子ドットの情報を明確に選別する事が出来る。2) InAs 量子ドットの発光波長域 (  $\sim 1 \mu\text{m}$  ) で高い反射率を示