

## 高 NA レンズ結合型シングルモードファイバ系を用いた量子ドット光源の開発

## Study on SMF-based quantum dot photon sources with high NA collection lens

北大電子研<sup>1</sup>,<sup>○</sup>原田 拓弥<sup>1</sup>, 小田島 聡<sup>1</sup>, 熊野 英和<sup>1</sup>, 末宗 幾夫<sup>1</sup>RIES<sup>1</sup>, T. Harada<sup>1</sup>, S. Odashima<sup>1</sup>, H. Kumano<sup>1</sup>, and I. Suemune<sup>1</sup>

E-mail:harada@es.hokudai.ac.jp

【はじめに】量子情報通信光源として、オン・デマンドで光子生成が可能な量子ドット(QDs)単一光子光源の実用化が期待されている。この特徴を活かすためには、単一光子源とシングルモードファイバ(SMF)を高効率結合させ、これを実用的時間スケールで安定化させることが鍵となる。量子ドットからの光を SMF に高効率に結合させる為には高 NA のレンズを使用する事が必要不可欠である。そこで我々は高 NA レンズと SMF を結合させた系(Fig.1)を用いて、QDs の発光を高効率かつ安定にファイバに結合させる手法を提案した。一般に高 NA レンズは焦点深度が浅く、また QDs からの発光は微弱な為、試料からの発光強度を直接モニターして試料面-レンズ間の距離調整を行うのは困難が伴う。そこで今回、励起レーザーの反射光を利用した距離調整を行った。試料表面からの反射光を用いる事で発光源に依らず容易に最適化が可能になる。その後、実際に量子ドットの発光を観測した。

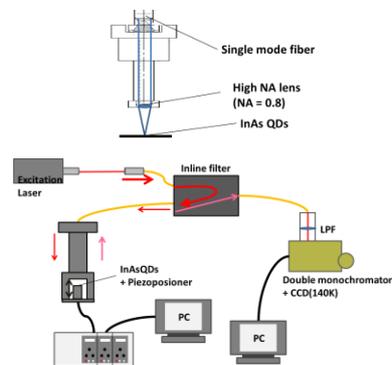


Fig.1 Schematic of fiber with high NA lens &amp; measurement system

【実験】試料はGaAs(100)基板の上にMOMBE法で自己形成した無加工のInAs QDs(密度 $\sim 5 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ )を使用した。試料をピエゾポジショナー上に取り付け、試料面とレンズ(NA=0.8)間の垂直方向の位置調整を行う。距離調整は940nmの半導体ファイバレーザを光源とし、インラインフィルタ(920nm以下を反射、940nm以上を透過)を介して試料面で反射された光強度をパワーメータで測定した。また、InAs QDsの励起にはTi:Sレーザ(780nm)を用いた。尚、QDsを測定する際の試料の冷却は、専用に製作した治具を液体ヘリウム容器中に固定して行い、長時間に渡る光子生成レート安定化を図った。

【結果及び考察】ピエゾポジショナーを試料面直方向に動かし反射光強度を室温で測定した結果をFig.2に示す。明瞭な単一ピークが得られ、反射光強度による焦点調整が可能であることが確認された。最大の反射光強度位置に固定して試料をHe温度に冷却し、PLスペクトルの測定を試みた結果、Fig.3に示すようにInAs QDs発光が明瞭に観測された。光学系の波長分散を考慮することで通信波長帯を含めた発光波長に適用可能であり、今後波長域の拡大、および単一量子ドット検出へと展開していく予定である。

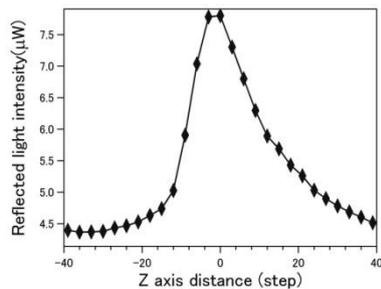


Fig.2 Reflected light intensity vs Z axis distance at room temperature

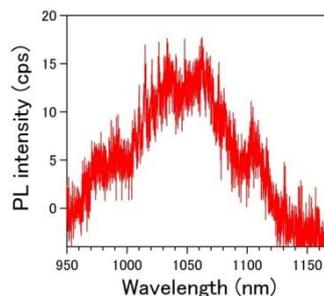


Fig.3 PL spectrum from InAs quantum dots via fiber with high NA lens at 4K