

光ファイバー量子ビットデバイスを用いた量子シミュレータの基盤技術開発 (142101002)

Quantum-dot-based single photon sources attached on optical fibers for quantum simulator

研究代表者

笹倉弘理 北海道大学大学院工学研究院

Hiroataka Sasakura Department applied physics, Hokkaido University

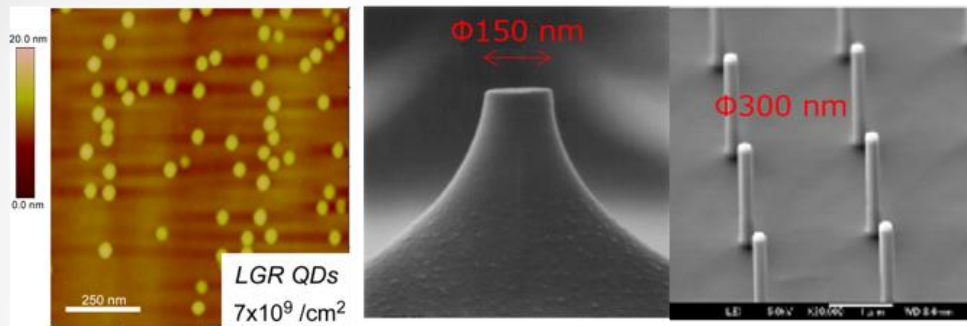
研究分担者

熊野英和 北海道大学電子科学研究所(現職：新潟大学創生学部)

Hidekazu Kumano College of Creative Studies, Niigata University

研究開発の内容

● 半導体量子ドット構造



- キャリアの3次元閉じ込め
- パウリ排他律
||
単一光子、量子もつれ光子対の
光子数状態生成デバイス

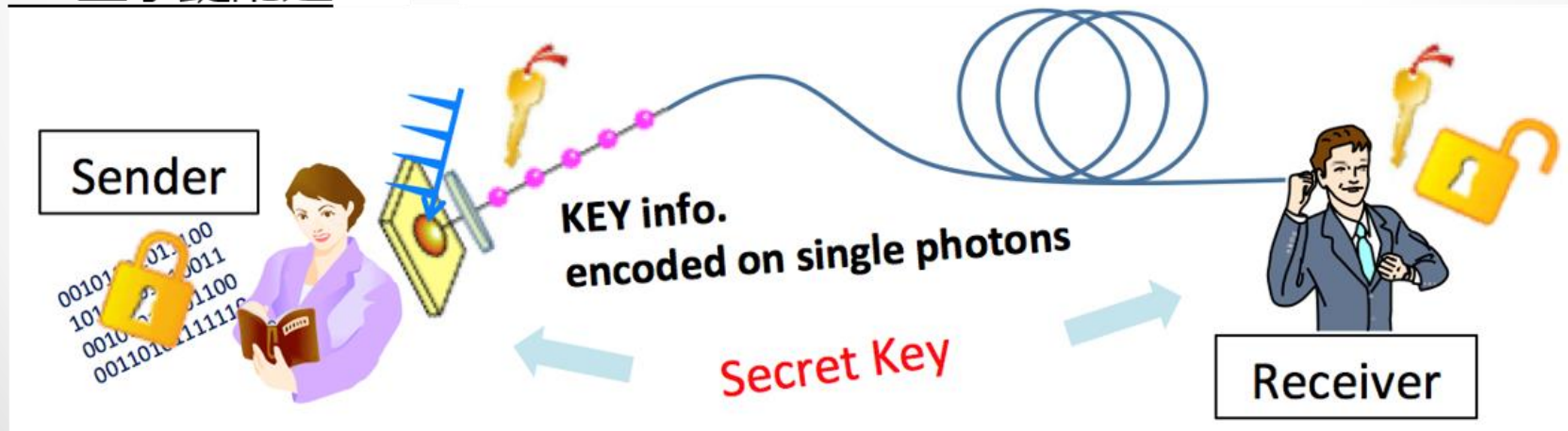
基盤要素

↑
実用的
アプローチ
↓

高性能化

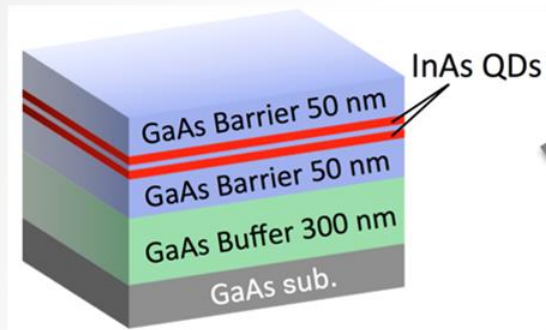
単一光子の純度
量子もつれの忠実度
光子取り出し効率
コヒーレンス時間

● 量子鍵配送

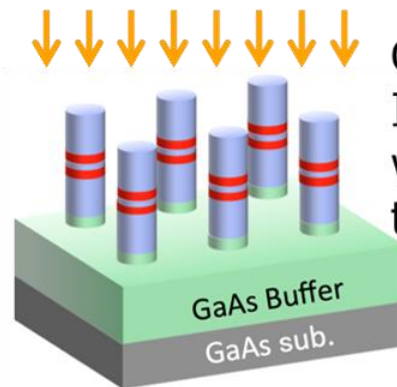
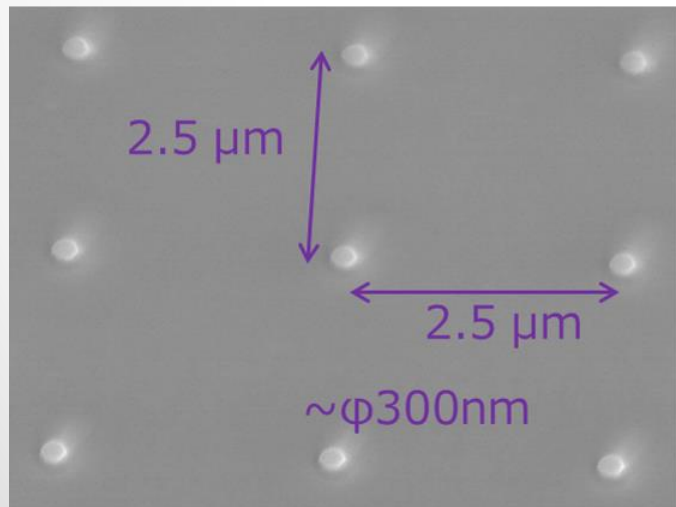


研究開発の成果

ナノピラーアレイ型QDinFの開発

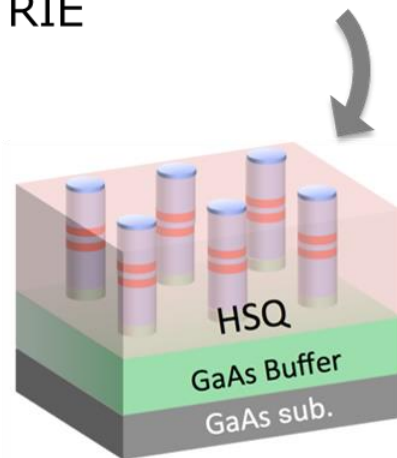
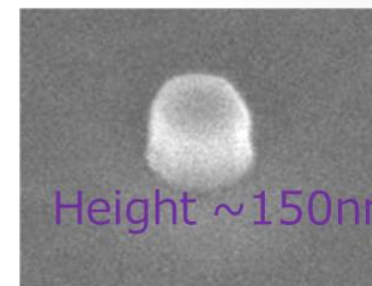


InAs QD growth
on non-doped
GaAs(001)

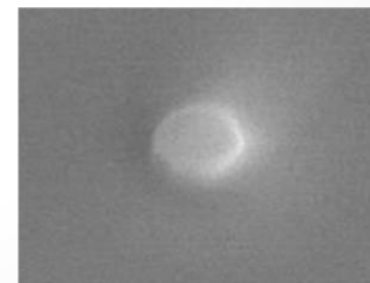


Cl₂/Ar Reactive
Ion Etching (RIE)
with negative-
type mask

Pillar fabrication by
EB lithography and
RIE

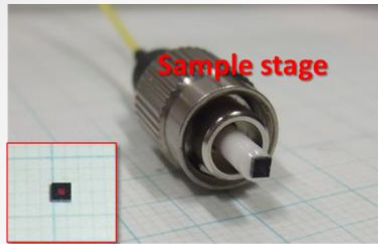


HSQ spin coating

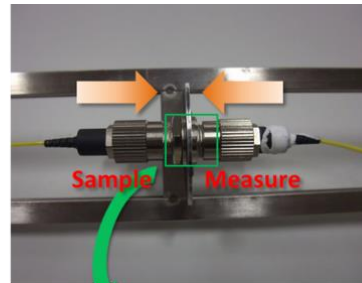


研究開発の成果

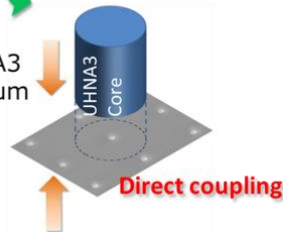
ナノピラーアレイ型QDinFの開発



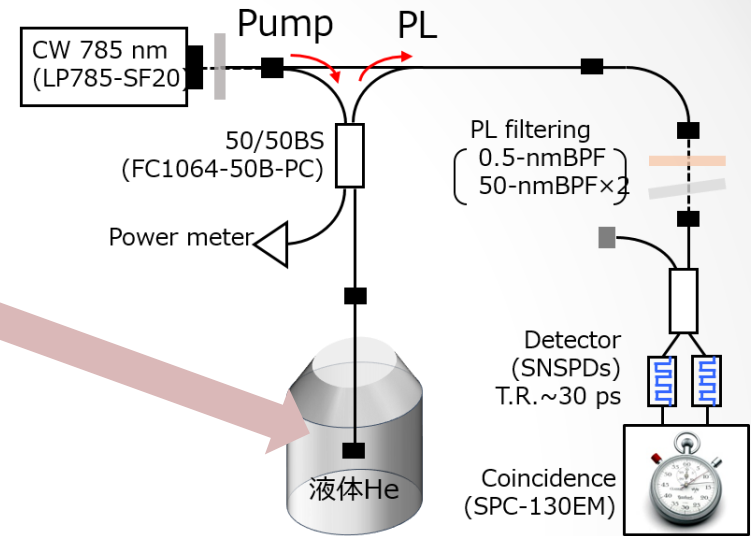
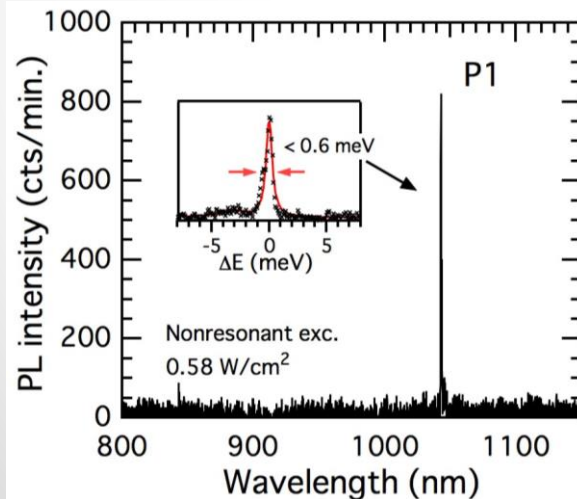
Sample size : 1.5 mm * 1.5 mm
Pillar array area : 500 nm * 500 nm



SMF : Thorlabs UHNA3
NA=0.35, MFD=2.6 μm



Coupled QD number is fairly reduced.

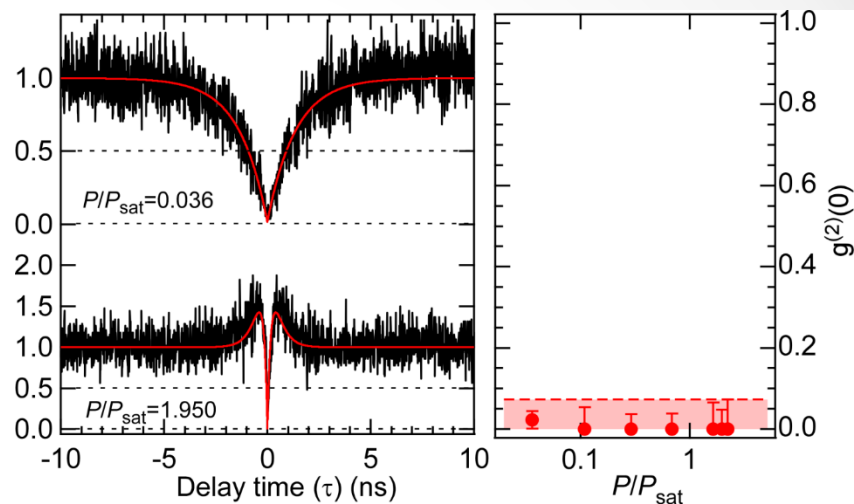
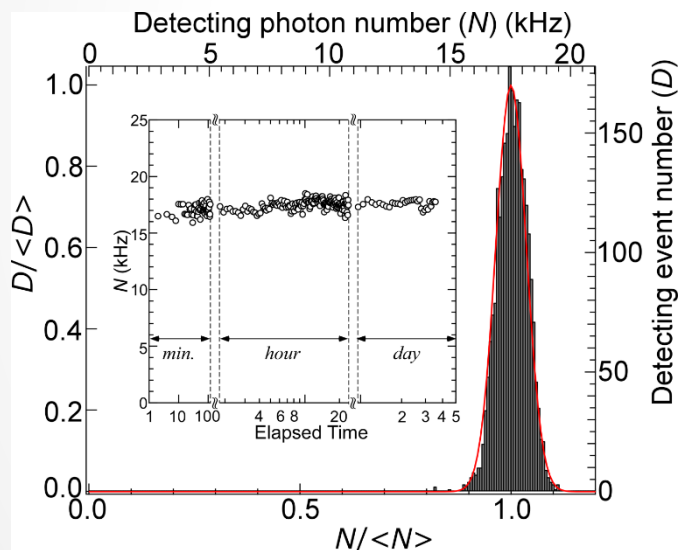


- QDinFを含む治具をヘリウム容器内に設置して冷却($\sim 4 \text{ K}$)
- 測定系は一部を除き全てSMFで構築
- 単一QD由来の輝線P1が支配的に生成
- 2次相関測定により単一光子純度を評価(非共鳴励起)

研究開発の成果

Highly pure single photon generation under non-resonant excitation.

$$g^{(2)}(0) < 0.1$$



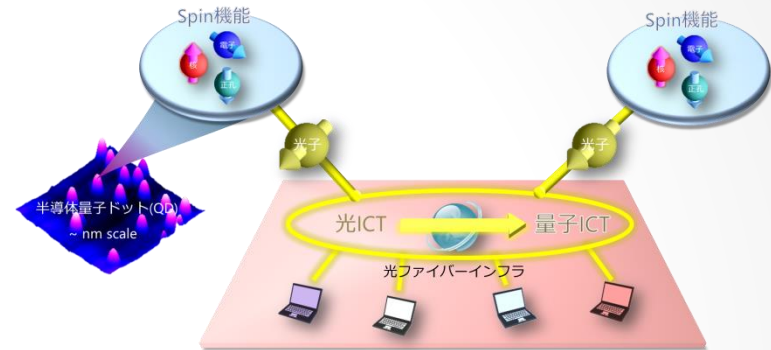
Long term stability of wavelength and photon number under single photon generation

Fluctuation of photon number is lower than 5%

高純度且つ数日間の安定連続動作が可能

今後の研究開発成果の展開、波及効果創出に関して

- 光子を介したスピンネットワークによる情報処理技術の開発



- 空間移動度の高い実光子を介したスピン間相互作用の形成
- 利点：相互作用距離の飛躍的向上/遠隔スピン間の直接結合
カスケード過程の削減による処理ステップの低減
→ネットワーク構成の自由度が高く、新たなプロトコルの探索に有効

