

課題番号 : F-14-HK-0023
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 超伝導発光素子の開発
Program Title (English) : Development of superconducting light emitter
利用者名(日本語) : シンシア S. モウ, 熊野英和, 末宗幾夫
Username (English) : S. S. Mou, H. Kumano, I. Suemune
所属名(日本語) : 北海道大学電子科学研究所
Affiliation (English) : Research Institute for Electronic Science, Hokkaido Univ.

1. 概要(Summary)

量子情報通信に必要なオンデマンド量子もつれ光子対光源は、現在同時に光子対を発生する方法がない。我々は量子もつれ電子対(クーパー対)を光子対に変換することによりその実現を目指しており、超伝導電極を持つ発光素子を製作するために、北海道大学微細加工プラットフォームの設備を利用して微細加工を行った。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

ICP 高密度プラズマエッチング装置
電界放射型走査電子顕微鏡

・実験方法

InP 半導体基板上に成膜した InAs 量子ドットを含むヘテロ構造試料を微細な柱構造に微細加工し、その上にニオブ超伝導体を蒸着する。試料を硝子支持基板に貼り付けた後、InP 基板を、機械研磨とプラズマエッチング装置で除去した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ニオブ超伝導体を蒸着した表面に厚さ 1.5 μm の銀膜を蒸着し、その表面を紫外線硬化樹脂で硝子支持基板に貼り付けた。厚さ 350 μm の InP 基板を機械研磨で 50 μm まで薄くし、塩素ガスを用いて ICP 高密度プラズマエッチング装置により残りの部分を除去した。Fig. 1 はその光学顕微鏡像であり、丸く黒く見える周期配列が直径 0.2~2.0 μm の InAs 量子ドットを含む半導体ヘテロ柱状構造部分であり、その周りの白く見える部分がニオブ金属表面である。このニオブ膜の超伝導転移臨界温度は 9.07 K であり、臨界温度以下で約3倍のクーパー対による発光増強が観測された。

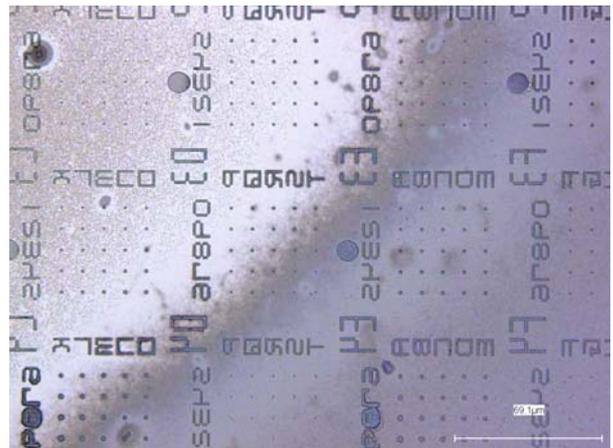


Fig.1 Microscope image of InP-based heterostructure pillar patterns embedded in niobium layer after substrate removal. Thin substrate remains on the right lower half surface.

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 情報通信機構 赤羽浩一様、NTT 物性科学基礎研究所 入江 宏様に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) S. S. Mou et al., *IEEE J. Selected Topics Quantum Electron.* **21**, 2, 7900111 (2015).
- (2) S. S. Mou et al., 26th Int. Conf. on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM 2014), Montpellier, France, We-C1-2, May 11, 2014.
- (3) S. S. Mou et al., Int. Conf. on Solid-State Devices and Materials, Tsukuba, H-6-3, September 11, 2014.

6. 関連特許(Patent)

- (1) 末宗幾夫, 入江 宏, “量子もつれ光子対発生素子および量子もつれ光子対発生方法”, 特開 2014-097372, 平成 26 年 5 月 9 日.