

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名: バイオテンプレート極限加工による3次元量子構造の制御と新機能発現
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):

研究代表者

寒川 誠二(東北大学 流体科学研究所 教授)

主たる共同研究者

伊藤 公平(慶應義塾大学 理工学部 教授)

村山 明宏(北海道大学 大学院情報科学研究科 教授)

海津 利行(神戸大学 研究基盤センター 助教)

岡田 至崇(東京大学 先端科学技術研究センター 教授)

山下 一郎(奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 教授)

3. 事後評価結果

○評点:

A 期待通りの成果が得られている

○総合評価コメント:

フェリチン/リステリアタンパクを用いたバイオテンプレートと低損傷中性ビームエッチングの組合せで、高密度量子ナノディスクアレー製造技術確立、Si、Ge、GaAs 等の化合物半導体、グラフェンに適用することで、均一・高密度なナノディスクアレーを実現し、量子効果の発現を確認した。本技術を Si 太陽電池に応用、量子効果に基づくミニバンドが形成される事で、Si 量子ドット太陽電池としては世界最高のエネルギー変換効率 12.6%を達成した。またトップダウンのビーム加工により形成された GaAs、InGaN、InGaAs 等の化合物半導体量子ドット構造として、初めて電流注入での発光を実現した。最終年度には、上記の InGaN 量子ドットアレーLEDにより、従来、高効率のLED発光が困難であった緑色の波長において高効率発光を実現した。これは量子ナノディスク構造導入により高 In 濃度における InGaN の歪が緩和したためと推測される。CREST 期間中に高効率レーザー発振には至らなかったが引き続きの開発を期待する。当初の目標外の成果として Si 量子ナノディスク構造における熱伝導率の大幅な低減、GaAs ナノディスク構造におけるスピン緩和時間の増大を実証し、各々高性能熱電素子応用、スピントロニクス応用の可能性を提示した。実用化にはさらなる開発が必要であるが、本手法により多様な半導体量子構造ナノデバイスへの応用が可能であることを示した。