

ALCA-Next

「半導体」領域

2023 年度 年次報告書

2023 年度採択

[村山明宏]

[北海道大学大学院情報科学研究院 教授]

[0-2D ハイブリッド半導体光電スピニターフェース]

主たる共同研究者:なし

実施期間 : 2023 年 11 月 15 日～2024 年 3 月 31 日

## §1. 研究開発成果の概要

スピン偏極した電子信号を光電変換し光で伝送するために、光電スピン変換デバイスによるインターフェースを構築する。電子スピン注入やスピン偏極の増幅機能をもつ半導体の2次元電子系と量子ドットを活用するハイブリッド半導体量子構造を研究し、光電スピン変換機能の高性能化を目指すとともに、光信号にスピン偏極成分を重畳し活用する光電スピン信号技術を開発する。

本年度は、InAs 量子ドット光学活性層と電子スピン偏極のフィルタリング増幅機能を持つ GaNAs 量子井戸の新規なハイブリッド量子構造を設計検討し、GaNAs の窒素濃度と井戸厚、量子ドットへのトンネルバリアの膜厚などを検討する各種の試料をプラズマ支援分子線エピタキシーにより成長させた。そして、量子ドット発光の減衰特性と電子スピン偏極を反映する発光円偏光度の時間変化を室温で実時間計測した。その結果、GaNAs 井戸の膜厚制御により、高速の発光減衰特性とスピン増幅機能を得ることができた。バリア層における電子スピン生成後、数十 ps の時間領域において円偏光度が顕著に増加しており、通常の量子ドットとの比較においても室温での発光円偏光度を高めることができた。

デバイスの作製に関しては、室温動作可能なスピン偏極 LED とスピン偏極受光ダイオードの作製を行った。スピン LED の光学活性層として GaNAs 量子井戸と結合した量子ドットを用いることで、GaNAs のスピンフィルタリング増幅効果を確認した。また、金属強磁性体から成る電子スピン注入電極やトレンチ構造などの微細加工プロセスについても検討を行った。特に、フォトリソグラフィーマスクパターンの迅速な設計が可能なマスクレス LED 露光機の導入し、高精度の微細加工とそのパターンの繋ぎにおいて顕著な改善を得ている。

### 【代表的な原著論文情報】

なし