

利用課題番号 : F-13-NM-0039
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : GaAs:N を用いたマイクロピラー光共振器の作製
Program Title (English) : Fabrication of micro-pillar optical cavities containing a GaAs:N active layer
利用者名 (日本語) : 梅原 晋太郎¹⁾、池沢 道男¹⁾、佐久間 芳樹²⁾
Username (English) : S. Umehara¹⁾, M. Ikezawa¹⁾, Y. Sakuma²⁾
所属名 (日本語) : 1) 筑波大学数理物質系物理学域, 2) 物質・材料研究機構
Affiliation (English) : 1) University of Tsukuba, 2) NIMS

1. 概要 (Summary) :

GaAs 中の窒素等電子不純物による発光中心は、エネルギーの揃った単一光子源になり得るほか、低温においてフーリエ変換限界に近い長いコヒーレンス時間を持つことから、区別のつかない光子源として利用できる可能性もある。その為には、光共振器構造に発光中心を閉じ込めることによってパーセル効果による発光寿命の短縮を引き起こし、フーリエ変換限界の状況を作り出す必要がある。本研究課題では、GaAs/AlGaAs ブラッグミラーを用いたピラー型の微小光共振器構造を用いて、キャビティー層内に形成した窒素デルタドープ層内の単一発光中心のパーセル効果と、高効率の単一光子取出しを実現することを目指す。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

- ・ レーザー露光装置
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ プラズマ CVD 装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置
- ・ 化合物ドライエッチング装置
- ・ 走査電子顕微鏡

【実験方法】

光共振器内に単一のあるいは少数個の等電子トラップを含むように、希薄に窒素不純物をデルタドープした GaAs 結晶を用いる。デルタドープ層の上下には GaAs/AlAs からなるブラッグ反射鏡(DBR)をあらかじめ積層しておく。このような試料を、マイクロメートル径の円柱状に残して下部の DBR 層の深さまで垂直にエッチングし、マイクロピラー光共振器を形成する。まずは、このようなプロセスによる試料へのダメージを評価するために、DBR 層を含まない単純な窒

素デルタドープ試料を用いて、いくつかのピラー径についてプロセスを行って、光学特性を評価することを目指した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

プロセスの確認のために GaAs 基板をエッチングした場合には、図 1 のように予定通りの μm 程度の直径を持つピラー構造が得られた。側面もスムーズで問題ないように思われる。ここでは、フォトリソをマスクとして使い、エッチングガスは Cl_2+N_2 混合である。しかし、予定している DBR を含む試料では、AlGaAs を用いているために、レジストの剥離に有効

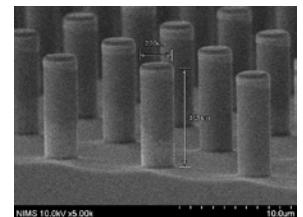


図 1 加工後の SEM 像

なアルカリ系の現像液が使えないため、レジストの剥離に問題が生じた。2 層レジスト法などを試みて頂いたが、条件出しに時間がかかり、実際の試料の加工には至らなかった。また、ネガレジストの密着性向上のために薄い Al を蒸着した場合に、ピラー側面が荒れるという現象も発生したが、これも光の損失につながるため解決する必要がある。

4. その他・特記事項 (Others) :

今後の課題としては、Al を含む試料についての良い加工手法を見つける必要がある。その後、DBR を形成した試料を用意して、実際に光共振器を形成する。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし

6. 関連特許 (Patent) :

なし