

課題番号 : F-16-IT-0029
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : シリコン基板上光デバイスの研究開発
Program Title (English) : Development of photonic devices on Si substrate
利用者名(日本語) : 大平和哉
Username (English) : K. Ohira
所属名(日本語) : 株式会社東芝
Affiliation (English) : TOSHIBA CORPORATION

1. 概要(Summary)

シリコン基板上に光半導体であるⅢ-V族半導体を集積することで、これまで培われてきたシリコンプロセスと光デバイスを融合させた新たな光機能素子の実現が期待できる。シリコン基板上に集積形成した光機能素子の開発として、Si基板上にSiO₂およびアモルファスシリコンを堆積し微細加工を施した光学構造を形成することで、様々な機能を有する発光デバイス、受光デバイス、光制御デバイスの開発を行う。本研究では、それらの光デバイス開発の基盤技術となるアモルファスシリコン膜およびSiO₂膜の微細パターン形成プロセスの検討のために、東京工業大学の微細加工プラットフォームの設備を利用して、アモルファスシリコン膜の成膜を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

プラズマ CVD 装置

【実験方法】

下地層として膜厚 200nm の SiO₂ 膜を形成したサンプル(ウェハサイズ 3 インチ)に対して、第 1 層目のアモルファスシリコンを 390nm 成膜し、その後、SiO₂ 層(膜厚 200nm)を追加成膜してから、第 2 層目のアモルファスシリコンを 400nm 成膜した。その後、光露光により、周期約 500nm のライン&スペース(L/S)のレジストパターンを形成し、それをマスクにアモルファスシリコン層および SiO₂ 層のエッチングを行い、構造形成時の課題抽出を試みた。SiO₂ 層成膜および光露光、ドライエッチング、形状観察については自社の装置を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SiO₂ 上に第 1 層、SiO₂ 層、第 2 層のアモルファスシリコンを成膜したサンプルに関して、露光装置投入前のウェハ反り検査を行ったところ、反り量が 50μm と大きく、その状態ではパターン形成を行うことができないため、装置投入可能なレベルまで反り補正を行う必要があった。おそら

く成膜時の膜応力により反りが発生したと考えられる。反りを数μm まで低減させた後、パターン露光・現像を行い、周期約 500nm の L/S レジストパターンを形成した。その後、形成したレジストパターンをマスクとして、ドライエッチングによりアモルファスシリコン層および SiO₂ 層の積層構造をエッチングして形状観察を行ったところ、パターンが剥離する様子が見られた。詳細を確認すると、アモルファスシリコンと SiO₂ の界面で剥離していることが判明した。この要因としては、アモルファスシリコンと SiO₂ の界面の密着性が低かったこと、および内在する膜応力が大きかったことにより、数百 nm のライン形状に加工した際に構造的強度が不足して層間で剥離を起こしたものと推測される。

上記のプロセス要素検討の結果、アモルファスシリコンと SiO₂ 積層構造の微細パターン形成においては、①アモルファスシリコンと SiO₂ の密着性向上のための表面処理条件の検討および成膜条件の検討、②低膜応力のための成膜条件の検討、が必要なが明らかとなった。以上のことから、本研究の目的である構造形成時の課題抽出を達成することができた。

4. その他・特記事項(Others)

・伊東憲人様(東京工業大学)に感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし