

(5) 真空技術による光機能素子の作製に関する研究 (平成18年度～平成20年度)

研究のねらい

真空技術は、エレクトロニクス分野の製造プロセスにおいて重要な技術である。例えば半導体材料の微細加工や電極の形成には、プラズマプロセッシング技術が利用されている。光機能素子については、青色発光ダイオードに代表されるように、応用分野が広く、将来的にも重要な素子として位置づけられている。また、函館地域においては、真空技術を用いて製品を製造している電子部品メーカーや真空応用機器を製造・販売する真空関連企業があることから、真空技術に関する研究は重要と考えられる。

本研究では、工業的に重要な成膜法であるスパッタ法を用いて半導体薄膜を形成し、薄膜の結晶構造や組成を評価する。さらに、最適成膜条件を見出し、光機能素子の作製を行い、電気的光学的特性を評価する。

研究の方法

本年度は、次のことについて実験・検討を実施した。

- 1) マンガン添加硫化亜鉛薄膜のエッチング技術
- 2) リフトオフ法を用いたマンガン添加硫化亜鉛薄膜の微細パターン作製技術

研究成果の概要

- 1) マンガン添加硫化亜鉛薄膜のエッチング技術

マンガン添加硫化亜鉛薄膜を微細加工するため、初めにマグネトロンスパッタ法を用い、マンガン添加硫化亜鉛薄膜をシリコン基板に300 min スパッタした。ターゲットには、硫化マンガン(MnS)を0.5 mol%添加した硫化亜鉛(ZnS)を用い、スパッタガスには、純度99.99%のアルゴン(Ar)ガスを使用した。次に、Mn添加ZnS薄膜の上にレジストを滴下し、スピナーを使用して厚さ約1 μmのレジスト膜を形成した。その後、マスクアライナーを用い、ガラス製のフォトリソマスクをレジスト膜に密着させ、紫外線を照射した。紫外線露光時間は10 s程度とした。レジストの現像後、レジストパターンをSEM観察によって確認した。フォトリソグラフィー後に濃度3 Nの塩酸に3～4 min 浸漬し、Mn添加ZnS薄膜をウェットエッチングした。しかしながら、明瞭な微細パターンを作製することはできなかった。この原因としては、薄膜の結晶粒と結晶粒界とのエッチング速度が大きく異なり、不均一にウェットエッチングされたことが考えられる。

- 2) リフトオフ法を用いたマンガン添加硫化亜鉛薄膜の微細パターン作製技術

シリコン基板にレジストを塗布し、フォトリソグラフィー法を用いて微細パターンを持つレジストマスクを形成した。続いてマグネトロンスパッタ法により、Mn添加ZnS薄膜を100 min 堆積した。膜厚は、触針式表面形状測定器により約250 nmと測定された。Mn添加ZnS薄膜の成膜後、アセトンを用いて超音波洗浄によりレジストマスクを剥離し、リフトオフを行った。SEM観察結果からは、Mn添加ZnS薄膜がパターンニングされていることが分かった。また、EDS分析によってZn元素とS元素のマッピングを行った結果、パターン以外の不要な部分にMn添加ZnS薄膜が残っていないことも確認できた。次に、Mn添加ZnS薄膜に電子線を照射したときに生じる発光、すなわちカソードルミネッセンス(CL)について測定を行った。その結果、CLスペクトルは、波長591 nmに強い発光ピークと波長403 nmに弱い発光ピークを持つことが分かった。発光波長591 nm(2.10 eV)はMnに起因するオレンジ発光と考えられる。一方、波長403 nm(3.08 eV)の青色発光については、無添加ZnS薄膜のバンド構造モデルから考察すると、格子間亜鉛から価電子帯への遷移による発光(約3.1 eV)と考えられる。パターンニングの評価では、加工された試料のSEM像とCL像とが一致していることを確認した。本研究の結果、Mn添加ZnS薄膜の発光特性を失うことなしに、微細パターンを作製することができた。

担当者 菅原智明、田谷嘉浩、小西靖之