

氏名(本籍)	やま だ ゆ か 山 田 由 佳 (愛知県)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 乙 第 1,210 号		
学位授与年月日	平成 8 年 7 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当		
審査研究科	工 学 研 究 科		
学位論文題目	紫外レーザー励起プロセスと光子への応用に関する研究		
主 査	筑波大学教授	理学博士	大 成 誠之助
副 査	筑波大学教授	理学博士	青 木 貞 雄
副 査	筑波大学教授	理学博士	大 嶋 建 一
副 査	筑波大学教授	理学博士	中 塚 宏 樹
副 査	筑波大学教授	工学博士	村 上 浩 一

論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究では、素子構造の微細化、多層化が要求される種々の新機能デバイスを作製するための紫外レーザー励起プロセス技術の開発を目的として、極薄多層膜作製技術、並びに、微細構造制御技術に関する研究開発を行っている。具体的には、第 2 章から第 4 章において、エキシマレーザー CVD プロセスの軟 X 線多層膜ミラーへの応用を取り上げ、エキシマレーザー CVD プロセスが集光レーザービーム走査により任意形状基板面上に任意膜厚分布を有する薄膜を作製する上で有効であることを示し、従来にない軟 X 線集光用高効率多層膜ミラーの実現を目指した。一方、第 5 章においては、レーザーアブレーションプロセスの発光性 IV 族超微粒子への応用を取り上げ、希ガス中エキシマレーザーアブレーションプロセスが超微粒子の粒径制御に有効であることを示し、Si 超微粒子の新しい発光素子としての可能性を検討した。本研究で明らかにされたことを総括すると以下の結論を得る。

1) 多層膜作製における膜厚制御性、薄膜の膜質、界面状態、大面積化および面内膜厚分布制御性の問題を解決するために、超高真空エキシマレーザー CVD 装置を構築するとともに、新たに膜厚制御法を提案し、その有効性を検証した。さらに、本プロセスを用いた多層膜作製基礎実験を行い、開発したエキシマレーザー CVD プロセスが、軟 X 線多層膜ミラー等の極薄膜作製手法として有望であることを検証した。(2 章)

2) エキシマレーザー CVD プロセスを種々の薄膜作製に適用する際に、従来、大面積化およびそれに伴う膜厚の面内分布制御性が課題となっていたことから、まず、レーザービーム走査速度制御を用いた独自の面内膜厚分布制御法を考察し、レーザービーム走査速度に対応した膜厚分布が得られることを原理実証した。この結果を基に、レーザービーム集光・走査光学系を新たに考案し、大面積薄膜形成を可能とする集光レーザービーム走査 CVD 装置を開発した。本装置を大面積 Si 薄膜作製に適用した結果、従来のエキシマレーザー CVD プロセスの課題であった大面積薄膜作製に有効であることを検証した。(3 章)

3) 軟 X 線集光用高効率多層膜ミラーの具体設計を行い、最適化された膜厚分布を有する多層膜では、均一な膜厚を有する多層膜と比較して、集光効率が計算上約 3 倍になることを示した。次に、設計した膜厚分布を形成するために、集光レーザービーム走査 CVD プロセスにおけるレーザービーム走査波形の解析を行った。形成すべき膜厚分布を二次関数で近似することにより、レーザービーム走査波形の解析的に求められることを示した。一方、集光レーザービーム走査 CVD プロセスを用いて多層膜の均一大面積化の検討を行い、作製した W/Si 多層膜に

において、理想的な多層膜に対する計算値の87%に相当する軟X線反射率を得、本プロセスが、軟X線集光用ミラー開発に不可欠な膜厚分布多層膜作製に有効であることを実証した。(4章)

4) 希ガス中エキシマレーザアブレーションプロセスにおいて、雰囲気ガス圧制御によるSi超微粒子の粒径制御性の検討を行った。さらに、Si超微粒子に酸化処理を施すことにより、フォトルミネッセンス測定において赤色および緑色発光を得、その発光機構を考察した結果、赤色発光については酸素が関与した微結晶表面状態によるものと推察した。一方、緑色発光については、Si微結晶自体の量子閉じ込め効果が関与していることを示唆した。(5章)

審査の結果の要旨

エキシマレーザCVDプロセスの軟X線多層膜ミラーへの応用として、エキシマレーザCVDプロセスが集光レーザビーム走査により任意形状基板面上に任意膜厚分布を有する薄膜を作製する上で有効であることを示し、従来にない軟X線集光用高効率多層膜ミラーの開発を行ったこと、及び、レーザアブレーションプロセスの発光性IV族超微粒子への応用として、希ガス中エキシマレーザアブレーションプロセスが超微粒子の粒径制御に有効であることを示し、Si超微粒子の新しい発光素子としての可能性の検討を試みており成果を得ている。研究の独創性および、この分野の発展に寄与した点に関して、評価できる。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。