

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Engineering control of composition and structural defects in optical thin films on glass substrates prepared by plasma-based vapor deposition
著者(和文)	陰山淳一
Author(English)	Junichi Kageyama
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9687号, 授与年月日:2014年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉本 護,舟窪 浩,北本 仁孝,細田 秀樹,和田 裕之
Citation(English)	Degree; Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9687号, Conferred date:2014/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

論文の要約

専攻：物質科学創造 専攻

学生氏名：陰山 淳一

本論文は“Engineering control of composition and structural defects in optical thin films on glass substrates prepared by plasma-based vapor deposition”（プラズマ利用気相成長法を用いてガラス基板上に作製した光学薄膜の組成および構造的欠陥の工学的制御）と題し、英文で全6章より構成した。

第1章“General introduction”では、本研究の背景としてプラズマ励起を利用した化学気相成長法やスパッタリング成膜法の原理や特徴を紹介し、それら手法を使ってガラス基板上に種々の光学薄膜を作製する時のプロセス因子に関する課題について述べ、光学薄膜の組成および構造的欠陥の工学的制御の重要性を述べた上で、本研究の目的および意義を明らかにした。

第2章“Impurity-controlled fabrication of silicon nitride thin films for low light-scattering waveguides by plasma-enhanced chemical vapor deposition with liquid source”では、取り扱い上安全な液体原料である hexamethyl disilazane (HMDS) および trisdimethyl aminosilane (TDMAS) を用いてプラズマ励起化学気相成長法 (PECVD) により SiN 薄膜をガラス基板上に作製し、伝送損失を評価した。その結果、TDMAS を用いて低 RF パワーで成膜すると波長 1550nm において屈折率が 1.71 と高く、損失が 0.1dB/cm の低損失な薄膜が得られることを見出した。また HMDS を用いた場合では TDMAS の場合に比べ、散乱損失が大きくなってしまいうことを明らかにした。このことは、TDMAS を用いると原料の分解に必要な RF パワーを下げるできるので、膜へのプラズマによる表面欠陥が最小限に抑制され、異物粒子の混入が抑制できた結果であると考察した。

第3章“Refractive index control of Bi₂O₃-based glass thin films for low light-scattering waveguide amplifiers in growth by radio frequency magnetron sputtering”では、RF マグネトロンスパッタを用いて光導波路アンプ用 Bi₂O₃ 系多成分ガラス薄膜の屈折率パッチ間ばらつきを制御する方法について検討した。特に、低磁場、かつ、磁力線形状を平坦化する磁気回路を用いると、ターゲットの消耗度に寄らず、同ばらつきを 0.001 以下に制御できることを見出した。また、同ばらつきの制御機構に関して考察した。

第4章“Control of structural defects of Mo/Si multilayer films for extreme ultraviolet mask blanks in deposition by ion beam sputtering”では、イオンビームスパッタを用いて EUV マスクブランク用 Mo/Si 多層反射膜を作製する際の、成膜室の内壁シールドの表面粗さが成膜欠点へ及ぼす影響を調査した。その結果、サイズ 100nm 以上の成膜付着欠点がシールド表面粗さ Ra の二乗に反比例することを明らかにし、同付着欠点を2個以下にするためにはシールド表面粗さ Ra が 8μm 以上必要であることを見出した。

第5章“Numerical simulation of Ar ion flux in direct current magnetron sputtering for plasma damageless deposition of metal films for light shield layers”では、DC マグネトロンスパッタを用いてガラス基板上に金属膜を作製する際の、電極と磁場の構造に着目し、中心磁石を大きくした磁気回路を用いれば、補助アノードがなくてもプラズマをターゲット近傍に閉じ込められることをプラズマシミュレーション (2次元ハイブリッドモデル) を用いて明らかにした。

第6章“General conclusions”では、本研究で得られた成果を総括した。

以上を要するに本論文は、プラズマ利用の気相成長法によりガラス基板上へ光学薄膜を作製する際に生じる異物混入や組成変動による屈折率ばらつき、およびイオン衝撃などによる構造的欠陥を光学的な観点から制御するための新しい科学的知見を見出した。