

※課題番号 : F-12-NM-0059  
※支援課題名 (日本語) : 紫外線照射による光学部品劣化の分析  
※Program Title (in English) : The analysis of the optical parts exposed to UV light  
※利用者名 (日本語) : 鶴岡 和之  
※Username (in English) : Kazuyuki Tsuruoka  
※所属名 (日本語) : ウシオ電機株式会社  
※Affiliation (in English) : USHIO INC.

※概要 (Summary) :

紫外線ランプ下に配置された光学部品は、長時間の紫外線照射に伴い光学特性が劣化することが知られている。原因は汚染物質の吸着、材料の変質など、環境により様々であり、原因の特定は難しい。今回、アモルファスシリコン (以下、a-Si) からなる光学部品を紫外線ランプで約 100 時間暴露させたところ、光学特性に劣化が観察されたため、劣化原因を調査する目的でTEM分析を行った。その結果、a-Si の結晶化は進んでいないことが確認できた。また、元素マッピングの結果から、a-Si 部の広範囲で酸素シグナルが検出された。以上の結果から、光学部品の劣化原因は、紫外線により励起された活性酸素が a-Si 中を拡散・酸化させたものと考えられる。

※実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

FIB-SEM ダブルビーム装置

【実験方法】

対象となる光学部品は、石英基板上に a-Si を蒸着させ、リソグラフィ、ドライエッチング工程を経て微細構造が形成されたものである。紫外線照射装置にて約 100 時間紫外線に暴露したところ、光学特性に劣化が観察された。光学部品の設置環境から、劣化の原因を a-Si の結晶化、または酸化によるものと推定し、TEM分析を行うことにした。TEM分析は透過電子を観測するため、サンプルは予めサブミクロンの厚さに薄膜化する必要がある。この薄膜化加工に、NIMS 微細加工プラットフォームの FIB-SEM ダブルビーム装置 (SII ナノテクノロジー製、Xvision200DB) を用いた。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

サンプルを約 100nm まで薄膜化した後、TEMで

断面観察を行った。画像解析の結果、原子配列に結晶構造は認められなかった。したがって、a-Si は結晶化していないことが確認できた。

次に、TEM分析時にサンプルから放出される特性X線を用いて元素マッピングを行った結果を、図1に示す。図中の赤いプロットは、酸素のK $\alpha$ 線が観測された位置に対応し、その位置に酸素原子が存在することを示している。図1から a-Si の全域に渡り酸素のK $\alpha$ 線が観測されていることがわかる。よって今回の光学特性劣化は、紫外線により励起された活性酸素が a-Si 中を拡散・酸化したことが原因と考えられる。

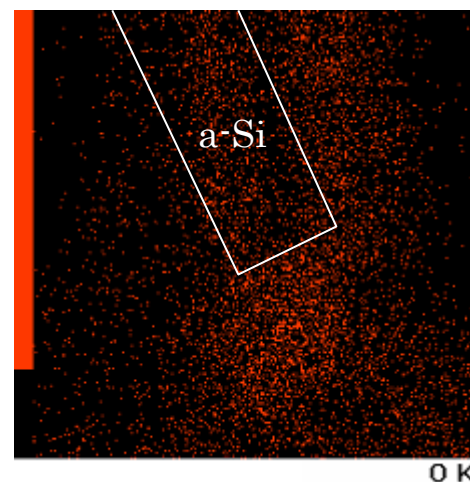


図1. 特性X線による元素マッピング

※その他・特記事項 (Others) :

紫外照射装置に組み込まれた光学部品の劣化は、装置ランニングコストを跳ね上げる。劣化しない、しにくい、または洗浄等で性能回復が可能な光学部品の設計は、極めて重要である。今回の分析では、劣化の原因が原子レベルで明らかになった。今後の製品開発において、価値の高い結果となった。