

光学ガラスの耐荷重性推定の再検討と軌道上の放射線環境による線量推算

宇宙システム工学科機械宇宙システム工学コース 岩田研究室

201A5011 学部4年 織田漸

要旨

地上模擬試験がどの程度宇宙空間を模擬できているかを検証・評価するためには軌道上曝露試験を行い比較する必要がある。現在の課題として地上模擬試験単一環境による劣化試験と軌道上曝露試験複合環境による劣化試験では、環境要因の違いにより試験結果に差が生じ、試験結果を比較・評価することが難しい。そこで軌道上曝露試験で曝露する材料をガラスで保護することにより、劣化を引き起こす環境因子をできるだけ遮蔽・軽減し、紫外線のみ劣化を抽出する光学ガラスの開発を検討している。本研究の目的は、軌道上曝露複合環境において紫外線劣化のみを抽出する光学ガラスの設計をすることである。結果として、68mm角のガラスにおいてホウケイ酸ガラスの場合だと3mm以上、合成石英の場合だと2mm以上の厚さの設計が必要であり、軌道上曝露する際の各材料の深度吸収線量分布を推算することができた。

Reexamination of Load Carrying Capacity Estimation of Optical Glass and Dose Estimation by Orbital Radiation Environment

Iwata Laboratory
201A5011 Zen Orita

Abstract

In order to verify and evaluate how well ground-based tests simulate space, it is necessary to conduct on-orbit exposure tests and compare the results with actual values. Currently, it is difficult to compare and evaluate the results of degradation tests conducted in a single environment for ground-based tests and in a combined environment for on-orbit exposure tests, because differences in environmental factors cause differences in the test results. Therefore, we are investigating the development of optical glass that protects samples used in on-orbit exposure tests with glass to shield and reduce environmental factors that cause degradation as much as possible, and to extract degradation only from ultraviolet light. The objective of this study is to design an optical glass that extracts only UV degradation in a combined on-orbit exposure environment. As a result, we were able to estimate the depth-absorbed dose distribution of each material in the case of on-orbit exposure, which requires the design of a thickness of at least 3 mm for borosilicate glass and 2 mm for synthetic quartz in a 68-mm square glass.

目次

第1章 序論.....	4
1.1 研究背景.....	4
1.2 研究状況.....	6
1.3 研究目的.....	8
第2章 原理.....	10
2.1 宇宙環境について.....	10
2.1.1 紫外線.....	10
2.1.2 放射線.....	11
2.1.3 原子状酸素.....	11
2.2 ExBAS について.....	12
2.3 ガラスについて.....	13
2.3.1 ホウケイ酸ガラス.....	13
2.3.2 合成石英.....	14
2.3.3 フッ化カルシウム.....	14
2.3.4 フッ化マグネシウム.....	14
2.4 3点曲げ試験 (JIS R 1601:2008).....	15
2.5 ワイブル分布について.....	16
2.5.1 ワイブル分布.....	16
2.5.2 95%の信頼区間.....	18
2.5.3 有効体積.....	20
2.6 SPENVIS について.....	21
2.6.1 Integral Flux.....	21
2.6.2 Differential Flux.....	21
2.6.3 Integral Fluence.....	21
2.6.4 Differential Fluence.....	22
2.6.5 SHIELDOSE-2.....	22
2.6.6 MULASSIS (Multi-Layered Shielding Simulation).....	22
第3章 各光学ガラスの耐荷重性の検証評価.....	23
3.1 各光学ガラスの破壊試験.....	23
3.2 ワイブル係数と尺度パラメータの算出.....	32
3.3 各光学ガラスにおける強度予測.....	35
第4章 宇宙環境における各ガラスの深度吸収線量分布.....	38
4.1 SHIELDOSE-2 でのアルミニウム球による深度吸収線量分布.....	38
4.2 SHIELDOSE-2 による合成石英・CaF ₂ による深度吸収線量分布.....	45

4.3 MULASSIS でのアルミニウム球による深度吸収線量分布.....	46
4.4 MULASSIS による合成石英・CaF ₂ ・MgF ₂ の深度吸収線量分布.....	48
第 5 章 考察および結論.....	50
第 6 章 今後の展望.....	51
参考文献.....	52
謝辞.....	54

全文をご希望の方は cho.mengu801@mail.kyutech.jp までご連絡ください。