

Title	Development of Radiation Resistant Optical Fiber and Its Feasibility Study
Author(s)	京藤, 倫久
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38732">https://hdl.handle.net/11094/38732</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	きょうとうみちひさ 京藤倫久
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 11125 号
学位授与年月日	平成6年2月28日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	Development of Radiation Resistant Optical Fiber and Its Feasibility Study (耐放射線性光ファイバの開発とその適用研究)
論文審査委員	(主査) 教授 住田 健二 教授 岡田 東一 教授 西原 浩

### 論文内容の要旨

本論文は、VAD法によるクラッドガラス用弗素添加法ガラスの新しい合成プロセスを開発、これを利用して得られた純粋石英コアシングルモードファイバ(Si-SMF)が耐放射線性に優れていることを確認し、かつそれを使った光伝送システムが放射線環境下において長期信頼性を持つことの実証と評価を行なったものである。

第1章では、従来の研究の背景全般を概観するとともに、本研究の目的とその概要をのべている。

第2章では、VAD法焼結プロセスでの弗素添加法の研究成果をのべている。速度論的研究からは弗素添加量は弗素ガス濃度の $\frac{1}{4}$ 乗になること、この $\frac{1}{4}$ 乗則が $\text{SiF}_4$ ガスとガラスの平衡によることを明らかにし、かつ相対屈折率差で $-0.75\%$ までの改善が可能であることを明らかにしている。

第3章は、ラマン分光、紫外・真空紫外分光及び粘度測定により、得られた弗素添加ガラスの構造的安定性を研究した成果である。この分光的研究によってガラス中のSi-F結合は非常に安定であり、線引き後もその結合に変化のないことが明らかにされている。またこの結合が、ガラスの屈折率を引き下げること、ガラス欠陥に由来する損失を抑えること、さらに粘性を低下させることも明らかにしている。

第4章では、従来から使用されているGe-SMF型光ファイバと比較しながらSi-SMFの伝送特性及びその信頼性に関する検討を行なっている。このファイバは低損失であり、また水素やガンマ線照射の環境下でも従来にない安定性を見せていることを確認し、接続特性、機械強度及び疲労特性でも十分な特性を示すことが確認されている。

第5章では $1.3\mu\text{m}$ 波長帯での、ガンマ線照射によるSi-SMFの伝送損失増加の挙動の研究が報告されている。照射実験から、損失の増加は放射線量、線量率及び温度に依存することが明らかにされている。また速度論的研究から、損失増加が線量に依存する項と線量率に依存する項の2つに分けられること、これらの機構に基づいて高線量での実験結果から長期照射での損失増加が推定できることを見出している。

第6章では、第5章での結果を利用して、ファイバの長期信頼性を検討している。その結果、Si-SMFは在来の光ファイバに比べ放射線環境下での耐性が非常に優れていることを確認している。原子炉の寿命に相当する40年間、線量率 $1\text{R/hr}$ で照射した場合でも、損失はたかだか $1.8\text{dB/km}$ 程度と見積もられ、データ伝送には大きく影響しないことが明らかにされている。

第7章では、光システム部品(光源、受光器、コネクタ)及びSi-SMFを使用した光信号伝送システムに対して、ガンマ線照射実験を行ない、その信頼性を検討している。これらの部品は、原子炉事故時に予想される最大被曝

量に相当する  $10^7 \sim 10^8$  R の高線量照射に十分耐えうること、及び Si-SMF を用いた光信号伝送システムでは 125 Mb/s の信号伝送が可能であることを実証されており、加えて、このシステムの適用の可能性について、いくつかの核施設に対して検討した結果を述べている。

第 8 章では、本論文のまとめと、今後の問題点を述べている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、通信用光ファイバの生産技術の一つである VAD 法により、クラッドガラス用弗素添加ガラスの新しい合成プロセスを開発、これを利用して製作した純粋石英コアシングルモードファイバ (Si-SMF) が耐放射線性に優れていること、それを使った光伝送システムの放射線環境下における長期信頼性をもつことを、ガラスの基礎構造の特性変化の立場から実験とモデル解析により明らかにしたもので、その主な成果は次の通りである。

- (1) VAD 法において焼結弗素添加技術を開発し、その応用により耐放射線性光ファイバである純粋石英コアシングルモードファイバの量産を可能としている。
- (2) 得られた弗素添加ガラスの構造的安定性を研究し、ガラス中の Si-F 結合は非常に安定であり、線引き後もその結合に変化のないことを明らかにしている。またこの結合がガラスの屈折率を引き下げること、及びガラス欠陥に由来する損失を抑えることも確かめている。
- (3) このファイバは低損失であり、また水素やガンマ線照射の環境下でも従来にない優れた安定性があり、接続特性、機械強度及び疲労特性でも使用に十分な特性を示すことが確認されている。
- (4) ガンマ線照射実験によって、損失の増加は放射線量、線量率及び温度に依存することを明らかにし、速度論的研究から、損失増加が線量に依存する項と線量率に依存する項の 2 つに分けられること、及びこれらの機構を利用して、高線量での実験結果から長期照射での損失増加が推定できることを見出している。
- (5) この光ファイバは従来の通信用光ファイバに比して放射線環境下での耐性が非常に優れており、線量率  $1 \text{ R/hr}$  で照射した場合でも、損失はたかだか  $1.8 \text{ dB/km}$  程度と見積もられ、データ伝送には大きく影響しないことが明らかにされている。また、これを使用した光信号伝送システムの照射実験で原子炉事故時の炉施設での最大被爆量に予想される  $10^7 \sim 10^8$  R の高線量照射でも、これらのシステムの使用可能性をもつことを検討している。

以上のように本論文は、耐放射線性光ファイバーの開発とその適用研究に関して多くの新しい知見をもたらし、原子力工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。