

Title	光伝送用りん酸塩ガラスファイバに関する研究
Author(s)	赤松, 武志
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34745
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	赤 松 武 志
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 7 6 2 号
学位授与の日付	昭和 60 年 3 月 20 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	光伝送用りん酸塩ガラスファイバに関する研究
論文審査委員	(主査)
	教授 末田 正
	(副査)
	教授 藤澤 和男 教授 難波 進 教授 浜川 圭弘 教授 山本 錠彦

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、構内・ビル内等比較的近距离の光伝送方式の伝送路として用いるりん酸塩ガラスからなる高品質光ファイバに関する研究結果をまとめたものである。伝送距離が 10km 以下の光伝送方式において、伝送路となる光ファイバに求められる条件としては、伝送損失が少いこと（損失値 10dB/km 以下）と同時に、光源となる発光ダイオード或いはレーザーダイオードとの結合効率、ファイバ相互間の接続損失等を考慮すると、ファイバの開口数が大きく（開口数 0.3 以上）、且つコア径が大きいこと（直径 100 μm ）が要求される。更に工業生産の視点において重要なことは、ファイバの量産が可能で、低価格で製作できることである。りん酸塩ガラスファイバは、上記の諸条件を満足することに開発目標を設定し研究を行った。

りん酸塩ガラスの成分は P_2O_5 と Ga_2O_3 を基本とし、コアガラスに GeO_2 、クラッドガラスに SiO_2 をドーパントとして含む三元系酸化物からなる。コア及びクラッドガラスの組成比は、各ガラスの物性値、即ち屈折率・熱膨張係数・ガラス転移温度等を考えて決定し、耐水性においても、石英系ガラスに匹敵する強度を有することを実験的に確認した。ガラスの原料となる各酸化物は、工業生産化に適した液相合成法により製作した。即ち、超高純度の各塩化物原料と水との加水分解反応により、原料収率ほぼ 100% の高収率で反応生成物を収集する方法を採用した。

ファイバの線引は、石英ガラス製の特殊構造の二重のつばを用い、連続線引法により行った。線引したファイバは、機械的強度及び取扱い性・信頼性の向上をはかる目的で、シリコン樹脂一次被覆、ナイロン樹脂二次被覆が施される。被覆ファイバの光学的特性及び機械的特性を測定し、りん酸塩ガラスファイバが近距离伝送方式の伝送路に適した特性を有することを確認した。伝送特性で最も重要な損失

値に関しては、りん酸塩ガラス固有の基本散乱損失値について論じ、ガラスの結晶化による散乱損、金属及び水による不純物吸収損の要因を解析し、これら損失値の低減をはかった。試作ファイバの光伝送損失値は、波長 $0.85\ \mu\text{m}$ で $5.8\ \text{dB/km}$ 、波長 $1.12\ \mu\text{m}$ で $2.3\ \text{dB/km}$ であり、開口数としては 0.31 が得られ、当初の開発目標が達成できた。また機械的性質は、破断強度 $4\ \text{kg/fiber}$ (破断確率 50% 値) で実用上十分であり、三年間にわたり屋外架空配線の伝送損失特性の安定性を確認した。

またファイバの製作コストに関し、CVD法(化学気相堆積法)により製作した石英光ファイバの生産コストとの比較を行い、年間 $100,000\ \text{km}$ の量産時において、石英光ファイバの $1/3$ のコストでりん酸塩ガラスファイバが製作できる見通しを得た。

論文の審査結果の要旨

本論文は、近距離光伝送用として著者が提案したりん酸塩ガラス光ファイバに関する研究結果をまとめたものである。

光ガラスファイバには、石英系と多成分系の2種類があり、後者は設計の多様性、経済性などの利点を有するものの、低損失性、耐環境性、機械的強度などに問題がある。著者は、多成分系の一種ではあるが、りんの酸化物を主成分とする全く新しい組成の光伝送用ガラスファイバを提案し、これを開発した。

光ファイバを実現するには、コアおよびクラッド用として、屈折率の異なる2種類のガラスが必要である。著者は、まず、 P_2O_5 と Ga_2O_3 を基本成分とし、これに適量の GeO_2 (コア用) あるいは SiO_2 (クラッド用) を添加することにより、光ファイバを構成するのに十分な屈折率、熱膨張係数、ガラス転移温度、耐水性などを有する素材ガラスの得られることを見出した。また、量産に適したりん酸ガラス製造法として液相反応法を開発した。

つぎに、ガラス線引、シリコーン一次被覆およびナイロン二次被覆によってファイバ心線を連続的に作製する際の、コアおよびクラッド径の変動、結晶化、汚染、マイクロベンディングなどの諸問題について詳細に検討し、これらを解決する方法を見出した。さらに、光伝送損失の低減化について考察し、ガラス固化時の屈折率ゆらぎによる基本散乱損失の値を決定すると共に、これに近い伝送損失値を、合成石英でライニングした特殊な石英二重つぼの使用などによって実現している。

このように、著者はりん酸塩ガラスファイバを提案し、その製造方法を確立すると共に、試作した光ケーブルを用いた屋外光伝送実験を3年間にわたって行い、伝送損失値が十分安定していることを確かめた。これらの成果は光通信技術の発展に貢献する所が大きく、本論文は博士論文として価値あるものと認める。