

【174】

氏 名	向 井 邦 彦 むか い くに ひこ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 295 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 7 月 23 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	光学ガラス繊維に関する研究

論文調査委員 (主 査)
教授 功刀雅長 教授 田代 仁 教授 田村幹雄

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光学ガラス繊維、光学ガラス繊維束の新しい製造法、その性質の改良およびこれらを使用した繊維光学系の応用に関する研究をまとめたもので、緒言、本文6章および総括からなっている。

第1章では、二重構造の坩堝により、屈折率の異なる二種類のガラスを同時に熔融して繊維化し、二重構造の光学ガラス繊維を製造する方法について究明した結果を述べている。内側坩堝を微動可能な構造に設計設備することにより、内・外両坩堝の間隔を変化し、これによりガラスの被覆の厚みを制御し、一組の坩堝で種々の繊維径および被覆厚みの光学ガラス繊維の製造に成功している。この方法による光学ガラス繊維の紡糸において、1) 被覆厚みは、芯ガラスの流出量および坩堝間隔によりきまり、外側坩堝のノズル口径にはほとんど無関係であること、2) 芯ガラスの流出量は、内側坩堝のノズル口径、内側坩堝の素地の深さ、紡糸速度および紡糸温度によって決定されること、3) また内側坩堝のノズル口径が小さいほど芯ガラスの直径の変動が小さく、坩堝間隔が小さいほど被覆厚さの変動が小さいことなどを明らかにしている。さらに高・低両屈折率のガラスの組み合わせは、両ガラスの膨張係数の差で 25×10^{-7} 、軟化点の差で 100°C までは繊維化が可能であることなどを確かめている。

第2章では、三重坩堝により三種類のガラスを同時に熔融し、二重被覆の光学ガラス繊維を紡糸する製造法について述べている。すなわち、1) 芯ガラスは、被覆ガラスとともに紡糸する場合には、芯ガラス単独で紡糸する場合に比して縮小された形で流出すること、2) 被覆ガラスの厚みは、上・中両坩堝の間隔により、また外周の吸収層ガラスの厚みは、中・下両坩堝の間隔によりそれぞれ異なること、3) さらに三重坩堝で紡糸できるガラスの組み合わせは、膨張係数の差では約 27×10^{-7} であり、軟化点の差では約 130°C であることなどを明らかにしている。

第3章では第1章に述べた方法で製造した繊維の直径 20μ 以下の光学ガラス繊維を相互に配列した像伝送用繊維束を製造する方法についての研究結果を述べている。光学ガラス繊維を単繊維の状態 で 捲 き 返 し、相互に配列した光学ガラス繊維束を製造し積層して像伝送用光学ガラス繊維束を製造する方法によ

り、繊維径 20, 16 および 12μ の繊維を使用して、像伝送面寸法 $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ ないし $12\text{mm}\times 12\text{mm}$ までの各種の像伝送用繊維束を長さ 4000mm 前後まで製造することができることを確かめている。また、この方法で製造した繊維束の実用上の解像度は、ガラス繊維の直径に逆比例することなどを明らかにしている。

第 4 章では、第 1 章で述べた方法で製造した繊維径 30μ 以上の光学ガラス繊維を集束して繊維束をつくる光伝送用繊維束の製造法および繊維束の性質について究明した結果を述べている。すなわち、1) 繊維束の両端で光学ガラス繊維の集束形状および配列を変化させることにより、光束の形状を変化することのできる光伝送用繊維束を製造しうることを、2) 繊維径 30μ ないし 200μ までの光学ガラス繊維で繊維束を構成し、長さ 6000mm までの光伝送用繊維を製造可能であることを確かめ、3) また光伝送用繊維束の透過光量は、繊維束を構成する光学ガラス繊維の繊維径が大きいほど大きいことなどを明らかにしている。

第 5 章では、光学ガラス繊維および二重被覆光学ガラス繊維を集束してガラス管内に充填し、ガラス管とともに光学ガラス繊維束を加熱し、繊維を相互に熔着して、光学ガラス繊維集束棒を製造する方法について究明した結果を述べている。すなわち、1) 光学ガラス繊維を集束した集束棒においては、被覆ガラスを軟化させて繊維相互に熔着させることにより、2) また二重被覆光学ガラス繊維の集束棒では、繊維の吸収層ガラスを軟化させて、相互に熔着させることによって繊維集束棒を成形することができることを確かめ、3) さらにこの方法で製造する場合、集束した繊維間に存在する気泡が製品の変形や伝送光量の不均一成の原因となることを明らかにし、その対策としてガラス管内の減圧脱気して熱処理することによって良品をうることを確かめている。

第 6 章では、光学ガラス繊維および光学ガラス繊維束を繊維光学系として応用した数例について、その特性、効果などを検討した結果を述べている。すなわち、1) 像伝送用繊維束の両端の対物レンズ系および接眼レンズ系を光学的に接続したファイバースコープは、人体内部の観察を可能にし、観察範囲を拡大できること、2) 高温度の炉内でソーダ・石炭ガラスの原料が熔融する状態を観察できる耐熱構造のファイバースコープの実用化に成功したことなどを明らかにしている。

総括では以上の結果をまとめて記述し、結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

本研究は、光学ガラス繊維、光学ガラス繊維束の新しい製造法、その性質の改良および繊維光学系の応用に関する研究をまとめたものである。

第 1 章では、二重構造の坩堝により、屈折率の異なる二種類のガラスを同時に熔融して繊維化し、二重構造の光学ガラス繊維を製造する方法について究明し、内側坩堝を微動可能な構造に設備することによって、内、外両坩堝の間隔を変化し、これによりガラスの被覆の厚みを制御し、一組の坩堝で種々の繊維径および被覆厚みの光学ガラス繊維の製造に成功している。

第 2 章では、三重坩堝により三種類のガラスを同時に熔融し、二重被覆の光学ガラス繊維を紡糸する製造法を究明し、1) 被覆ガラスの厚みは、上・中両坩堝の間隔により、また外周の吸収層ガラスの厚みは、中・下両坩堝の間隔によりそれぞれ異なること、2) さらに三重坩堝で紡糸できるガラスの組み合わせは、膨張係数の差では約 27×10^{-7} であり、軟化点の差では約 130°C であることなどを明らかにしている。

第3章では、直径 20μ 以下の光学ガラス繊維を相互に配列した像伝送用繊維束の製造法を究明し、その結果、光学ガラス繊維を単繊維の状態で捲き返し、相互に配列した光学ガラス繊維帯を製造し、これを積層して像伝送用光学ガラス繊維束を製造する方法により、繊維径 20 、 16 および 12μ の繊維を使用して、像伝送面寸法 $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ ないし $12\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ までの各種の像伝送用繊維束を長さ 4000 mm まで製造することができることなどを確かめている。

第4章では、繊維径 30μ 以上の光学ガラス繊維を集束して繊維束をつくる光伝送用繊維束の製造法および繊維束の性質について究明し、繊維径 30μ ないし 200μ までの光学ガラス繊維で繊維束を構成し、長さ 6000 mm までの光伝送用繊維を製造可能であることおよび透過光量と繊維径との関係などを明らかにしている。

第5章では、光学ガラス繊維および二重被覆光学ガラス繊維を集束してガラス管内に充填し、ガラス管とともに光学ガラス繊維束を加熱し、繊維を相互に密着して、光学ガラス繊維集束棒を製造する方法について究明し、良品をうるための諸条件を決定し、新しい製造法を確立している。

第6章では、これらの繊維束を繊維光学系として応用した数例について、その特性、効果などを検討し、二・三の興味ある用途を新しく開発している。

これを要するに、本論文は光学ガラス繊維、光学ガラス繊維束の新しい製造法、その性質の改良および新しい用途への応用などについて多くの知見をえたものであって、学術上、工業上貢献するところが少ない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値のあるものと認める。