

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	小池 康太郎
主 論 文 題 目 : Design of Plastic Optical Fiber for Home Network (ホームネットワーク用プラスチック光ファイバの設計)			
(内容の要旨) 屈折率分布型プラスチック光ファイバ (GI POF) は, その高速性, 柔軟性, 端末加工の容易さなどから, 曲げや接続の多い建物内における, 短距離通信用途として研究が進められてきた. 1982 年に最初の GI POF が報告されて以来, 多くの改良が重ねられ, 2001 年からは大型のオフィスビルや病院などへの導入が始まっている. しかし, 母材ポリマーの合成コストが極めて高いことから, 広く普及するには至っておらず, 特に今後最も大きな需要が見込まれる一般家庭向けに対しては実用化の目処が立っていない. 本研究では, 高い透明性 (アモルファス構造), 材料変性の自由度, 触媒・溶媒を用いないフリーラジカル重合, 低コスト合成などの観点から, アクリル樹脂に着目し, 家庭内用途において十分な伝送特性・耐環境特性を備えた, 新規材料系による GI POF の作製を目的とした. 第 1 章に, 光ファイバ通信の基礎から GI POF の開発に至るまでの経緯, ホームネットワーク用通信媒体として使用するための課題をまとめた. 第 2 章では, ラジカル重合反応の基礎知識と, 本研究において特に重要な, ポリマーの光学・熱特性を支配する各要因について概説した. 第 3 章では, 光ファイバの低損失化手法について検討した. 戸建住宅における単線当りの最大敷設距離 (30-50 m) を考慮すると, ファイバに許容される伝送損失はおおよそ 200 dB/km 以下となる. これまで研究されてきた poly(methyl methacrylate) (PMMA) は, 光源波長域 (670-680 nm) に C-H の分子間振動に伴う吸収ピークを有するため, この条件を満たすことができない. 本論文の著者は PMMA の側鎖末端の水素をわずかに一つ, CF_3, もしくは CCl_3 基で置換するだけで, ポリマー単位体積中の C-H 結合数が半減することに着目し, 伝送損失に与える影響を検討した. 作製法の改良を重ねた結果, フッ素化の場合に 127-152 dB/km, 塩素化では 104-136 dB/km at 670-680 nm と, 極めて低損失なファイバが得られることを明らかにした. 第 4 章では, 母材ポリマーの熱特性について述べた. 戸建住宅での使用温度と, 屈折率分布を形成する低分子ドーパントによる過疎化効果を考慮すると, 母材ポリマーのガラス転移温度 (T_g) は 110 °C 以上が必要となる. また, 熔融押出法による連続生産を実現するためには, ポリマーの熱分解温度 (T_{ds}) は 295 °C 以上であることが望ましい. 第 3 章で扱った二種のポリマーより着想を得て検討した poly(pentafluorophenyl methacrylate) (PFPMA) は, いずれの条件も満たす上に, 透明性も十分であったが, 重合転化率に問題があることが分かった. 嵩高い側鎖を導入した結果, その立体障害により高温下での反応性が乏しく, 多量の残存モノマーがバルク状態での熱特性を著しく劣化させることが確認された. 第 5 章では, 共重合について述べた. PFPMA の重合転化率を向上させると同時に, 誘電率揺らぎに伴う散乱損失の増加を抑制するため, モノマー反応性比がより小さく, かつポリマー屈折率が極めて近い MMA をコモノマーとして選択した. 共重合により, 残存 PFPMA 量は 1 wt% 以下にまで減少し, PFPMA 組成が 0-60 mol% の広範囲において T_g, T_{ds} とともに条件を満たすバルクが得られた. また, 共重合に伴う散乱損失の増大は確認されず, C-H 結合数を低減した効果から, 本共重合体は PMMA より高い透過率を示した. 最も高い T_g が得られた, MMA/PFPMA=65/35 mol% の共重合体をコアに用い, 172-185 dB/km at 670-680 nm と低損失な GI POF の作製に成功し, 1.25 Gbps の高速伝送が可能であることを実証した. 第 6 章に, 結論として各章で得られた内容をまとめ, 本研究の成果を要約した. 以上			