

Title	通信システム用光ファイバコネクタの開発に関する研究
Author(s)	安東, 泰博
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42717
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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	安東泰博
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第15825号
学位授与年月日	平成13年1月29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	通信システム用光ファイバコネクタの開発に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 西原 浩
	(副査) 教授 吉野 勝美 教授 谷口 研二 教授 濱口 智尋 教授 森田 清三 教授 尾浦憲治郎

論文内容の要旨

本論文は、通信システム用光ファイバコネクタの開発に関する研究の成果をまとめたものであり、全体は5章から構成されている。

第1章の序論では、本研究の背景、光コネクタ開発の歴史および本研究の目的と課題について述べている。

第2章では、光コネクタの接続損失や反射減衰量は統計的に取り扱う必要性があることを提起すると共に確率論による定式化を行っている。典型的な条件での光コネクタの軸ずれと接続損失に関する分布関数、平均値、標準偏差等の表現式を解析的に導くと共に、偏心方向を一致させることにより接続損失を大幅に減少させ得ることを定量的に示している。これらの理論結果が実験と良く一致することも確認している。また、PC (Physical Contact) 形光コネクタにおける反射減衰量の統計的性質についても明らかにしている。

第3章では、単一モード光ファイバ用のフェルール形光コネクタを現在の性能にまで高めた主要技術の開発について述べている。①フェルール外径の極限までの細径化(直径1.25mm)、②着脱特性の安定化が図れるジルコニア製割りスリーブ、③反射減衰量50dB級のアドバンスドPC技術、④装置用バックプレーン光コネクタのためのかん合誤差吸収機構と自己保持機構等を開発し、これら要素技術を集大成して単心光コネクタとしては世界最小であるMU形光コネクタシステムを実用化している。さらに、熱拡散によるコア径拡大技術を、細径コアファイバ同士の接続や異種コア径ファイバ間の接続に適用し、接続損失低減に絶大な威力を発揮することを実証している。

第4章では、光ファイバの柔軟性を積極的に利用する多心光接続技術として、①磁性体クラッドファイバを永久磁石でV溝上に吸引する磁気吸引形光コネクタ、②個別押えばねによるV溝スプライス、③光ファイバ心線の機械的クランプ機構を提案し、その設計法、特性を明らかにしている。また、光ファイバの座屈現象を利用してPC接続も可能な新原理のBF (Bare Fiber) 形光コネクタを提案し、その設計理論を確立している。試作したコネクタは平均接続損失0.05dB、反射減衰量35dB以上と優れた特性を示し、経済的な超多心光コネクタへの可能性を実証している。さらに、本光コネクタを全スループット60Gbit/sという超大容量並列光インタコネクタモジュールに適用し、この光コネクタの実用性を確認している。

第5章では、本研究で得られた研究成果をまとめて結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

インターネットで代表される超高速・大容量情報伝送の実現のためには、光ファイバ通信システムの開発が必須である。そのためには、3要素部品である発光デバイス、受光デバイスおよび光ファイバを相互に接続（着脱）する高性能な光コネクタの開発が不可欠である。

特に単一モード光ファイバのコア径は約 $10\mu\text{m}$ であり、 0.1dB 以下の損失（98%以上の透過率）を達成するためには、着脱を繰り返しても常にサブミクロン以下の精度で双方のファイバを機械的に整列させる必要がある。この技術の確立をめざして、これまで多くの研究開発がなされてきた。

本論文は、光ファイバ伝送システムのための着脱可能な光コネクタの接続損失と反射減衰量の低減化を目的にしたものであり、設計理論および実用化のための種々の整列技術の確立、また新しい原理に基づく多心一括コネクタの提案とその作製技術の確立など、光ファイバコネクタの総合的な開発成果を述べたものである。得られた成果を要約すると、次のとおりである。

- (1) 光ファイバ接続技術の基礎理論として、2つの光ファイバコアの軸ずれと接続損失との統計的関係を表す理論式を新たに導出している。
- (2) そして、軸ずれが (a) ランダム、(b) 特定偏心プラグに対してランダム、および (c) コア偏心方向を一致させた同士でランダム、である3つの場合について解析し、偏心方向を一致させることにより、接続損失を大幅に減少させ得ることを示し、また実験により確認している。
- (3) 光コネクタの要求性能を満たしながら限界まで小形化する設計法を示しており、直径 1.25mm の細径フェルールをもつ世界最小のMU形光コネクタを実用化し、接続損失 0.5dB 以下、反射減衰量 40dB 以上の目標性能を満足していることを確認している。
- (4) 熱拡散によるコア径拡大技術を、細径コア光ファイバ同士の接続、および原理的な接続損失をもつ異種コア径ファイバ間の接続に適用し、接続損失低減に絶大な威力を発揮することを実証している。
- (5) 裸光ファイバの座屈現象を積極的に利用したBF（Bare Fiber）形光コネクタを提案し、座屈に関する光ファイバの機械的・光学的特性を明らかにし、この成果をもとにBF形コネクタを設計・試作し、平均接続損失 0.05dB 、反射減衰量 35dB 以上という優れた特性を持つことを示し、経済的な超多心光コネクタへの可能性を実証している。
- (6) 作製した24心BF形光コネクタを 60Gbit/s （ $1.25\text{Gbit/s}\times 48$ チャンネル）という超大容量並列コネクタモジュールに適用し、このコネクタの実用性を確認している。

以上のように、本論文は、超高速・大容量光ファイバ通信システムに要求される種々の要素部品接続に必要な光ファイバコネクタの設計・作製技術に関する多くの知見を含んでおり、光電子工学の発展に寄与するところ大である。よって、本論文は、博士論文として価値あるものと認める。