

シングルモード光ファイバ用光コネクタの特性及び製造に関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-04-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 高橋, 光雄 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/1563

氏名・(本籍)	高 橋 光 雄 (千葉県)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工博甲第 162 号
学位授与の日付	平成 9 年 12 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻の名称	電子科学研究科 電子応用工学
学位論文題目	シングルモード光ファイバ用光コネクタの特性及び製造に関する研究

論文審査委員	(委員長)		
	教授 篠原茂信	教授 久保高啓	
	教授 皆方誠	教授 池田弘明	

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光ファイバ通信システムにおいて、光コネクタの接続端面からの反射戻り光を極限にまで低減するために、光コネクタ・フェルールの接続端面を、光ファイバ光軸の直角面に対して8度以上の傾斜球面に成形研磨して構成したシングルモード光ファイバ用斜め球面研磨光コネクタ(APC光コネクタ(Angled-physical-contact optical connector))の研究に関する。

本論文は、APC光コネクタの生産に必要な、光ファイバ端面の斜め球面研磨装置に関する研究、及びAPC光コネクタの挿入損失の改善に関する研究の二つの主題により構成した。

光ファイバ端面の斜め球面研磨装置に関する研究に関しては、最初に、公転と自転の複合円軌跡運動をする弾性研磨盤に、固定保持した光ファイバ付きフェルールを押し付けて行う新しい光ファイバ端面の斜め球面成形研磨法について提案し、新しい研磨装置の概要と特徴について記述した。次に、本研磨装置により成形された光ファイバ端面の斜め球面に関して、評価実験から得られた斜め球面成形研磨の特性について記述した。

APCコネクタの挿入損失の改善に関する研究に関しては、最初に、テーパ・フェルールについて、斜め球面の形状特性、及び接続特性の理論解析を行なって、APCコネクタ用フェルールの特性改善に関する課題を明らかにした。

そこで、テーパ・フェルール付きAPCコネクタの改善課題を解決するために、APCコネクタ用フェルールとして、フェルール先端部を段付き直円筒に成形した新しいステップ・フェルール(Stepped-ferrule)を提案し、その形状特性と接続特性の理論解析を行なうと共に、接続実験のデータからステッ

ブ・フェルール付きAPCコネクタの優位性を明らかにした。なお、本研究によるステップ・フェルールは、1997年にIEC874-14-7、SC/APCコネクタの国際規格に採用された。

本研究により提案、実用化した光ファイバ端面の新しい球面研磨装置は、APCコネクタの量産を可能にした。ステップ・フェルールは、本研究によるものが国際的に主流になっている。

第1章では、まず、光コネクタの接続損失に影響する要因、光コネクタ技術の変遷、及び光ファイバ端面研磨技術の変遷について記述した。次いで、本研究の対象とするAPCコネクタに関する課題として、斜め球面成形研磨装置の具備すべき要件、及び接続特性に影響する球面研磨装置の研磨特性、並びにAPCコネクタの構成上の問題点について列挙した。これらの研究の背景にもとずき、本研究の目的および内容について記述した。

第2章では、新しい考え方による、“公転と自転の複合円軌跡運動をする弾性研磨盤に、固定保持した光ファイバ付きフェルールを押し付けて行なう光ファイバ端面の斜め球面成形研磨法及び研磨装置”、及び本装置による斜め球面の成形研磨特性について記述した。

第3章では、テーパ・フェルール付きAPCコネクタについて、初めに、フェルール端面に成形された斜め球面の頂点の光軸からの偏心の生成機構を記述した。次に、フェルール回転角度が 0° の条件における、フェルール端面の斜め球面の傾斜角度及び曲率半径をパラメータとして、斜め球面の頂点の光軸からの偏心、接続時の斜め球面の接点の光軸からの偏心、同接点の光軸に対する傾斜角度、及び光ファイバ端面間に形成されるエアギャップについての形状特性について理論解析を行なった。更に、以上の形状特性をもつテーパ・フェルール付きAPCコネクタについて、エアギャップを消去するための所要接触力、及び前記の各パラメータによる接続特性の理論解析を行い、APCコネクタに関する普遍的な課題について記述した。

第4章では、第3章で記述したテーパ・フェルール付きAPCコネクタについて、フェルール端面の斜め球面の傾斜角度及び曲率半径をパラメータとして、フェルール回転角度 $\psi > 0^\circ$ の条件における、形状特性、及び接続特性を明らかにした。

第5章では、第3章、及び第4章で明らかにした、テーパ・フェルール付きAPCコネクタの課題を解決するために、新たに提案したステップ・フェルール付きAPCコネクタについて、フェルール回転角度 $\psi \geq 0^\circ$ の条件における、斜め球面の頂点の光軸からの偏心、接続時の斜め球面の接点の光軸からの偏心、同接点の光軸に対する傾斜角度、及び光ファイバ端面間に形成されるエアギャップについての形状特性について理論解析を行なった。更に、以上の形状特性をもつステップ・フェルール付きAPCコネクタについて、エアギャップを消去するための所要接触力、及び前記の各パラメータによる接続特性の理論解析を行ない、その優位性を明らかにした。更に、フェルール回転接続による接続損失を改善するために、APCコネクタの構成部品の設計仕様の改善を提案した。

第6章では、テーパ・フェルール付きAPCコネクタと、ステップ・フェルール付きAPCコネクタについて、フェルール回転角度 $\psi \geq 0^\circ$ の条件における接続特性の比較評価実験を行ない、第3章から第5章に述べた理論解析値と実験データを比較して考察した。

第7章では、本研究結果の内容を取りまとめると共に、本研究成果の実用実績と応用についての概要を述べた。

論文審査結果の概要

本論文は、光ファイバ通信システムにおいて使用されるシングルモード光ファイバ用斜め球面研磨光コネクタ (Angled-Physical-Contact Optical Connector. 以下、APC光コネクタと称する。)の研究に関するものである。APC光コネクタは、接続面からの反射戻り光を極限にまで低減するため、フェルール接続端面を、光軸の直角面に対して8度以上に球面成形研磨したものである。

本論文は7章より成り、APC光コネクタの製造に必要な、光ファイバ端面の斜め球面成形研磨に関する研究、及びAPC光コネクタの挿入損失の改善に関する研究の二つの主題により構成されている。

第1章では、研究の背景並びに本研究の対象とするAPC光コネクタに関する課題が列挙され、これらに基づき、本研究の目的、及び論文の構成が記述されている。

第2章では、公転と自転との複合円軌跡運動をする新しい考え方の弾性研磨盤が提案され、この弾性研磨盤を使用して光ファイバ付きフェルールを研磨する新しい斜め球面成形研磨法が記述されている。すなわち、この研磨方式の概要、研磨装置、及び得られる研磨特性について記述されている。

第3章では、テーパ・フェルール付きAPC光コネクタについて、フェルール端面に成形された球面の頂点が、光軸から偏心するメカニズムが解析されている。次に、接続された一对のフェルールで、相互の回転角度が 0° の場合について、球面の頂点の光軸からの偏心、及び接続時における球面上の接点の光軸からの偏心について解析され、同接点の光軸に対する傾斜角度、及び光ファイバ端面間に形成されるエアギャップについて言及されている。これらの解析により、テーパ・フェルール付きAPC光コネクタに関する課題が明らかにされている。

第4章では、第3章のAPC光コネクタについて、フェルール相互間の回転角度が 0° ではない場合における諸特性が解析され、具体的計算例によって、その課題が明らかにされている。

第5章では、上記課題を解決するために、新たにステップ・フェルール付きAPC光コネクタが提案され、新しい光コネクタについて、諸特性が解析され、更に、具体的計算例によって、その優位性が明らかにされている。

第6章では、本論文で取り扱われた両APC光コネクタについて、接続時の挿入損失特性の実測値が解析と比較され、第3章～第5章に述べられた解析の有効性が検証されている。

第7章では、本研究内容が取りまとめられている。

以上のように、本論文は光ファイバ通信システム用光コネクタの分野において大きな貢献をなし、学術的に新しい分野を切り開いた功績は大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位を授与するに十分な内容と価値を有すると認められる。