

1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆課題名 : 革新的光通信インフラの研究開発
- ◆個別課題名 : 課題イ マルチコアファイバ接続技術
- ◆副題 : 実用化可能な、ファンイン・ファンアウト機能、及びマルチコアファイバコネクタの開発
- ◆実施機関 : 古河電気工業株式会社<代表研究者>、学校法人千葉工業大学
- ◆研究開発期間 : 平成23年度から平成27年度
- ◆研究開発予算 : 総額 123百万円(平成26年度 22百万円)

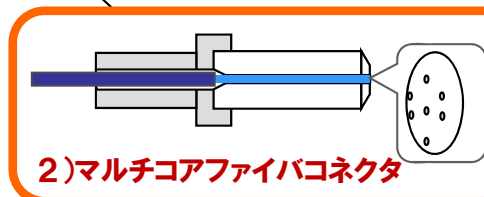
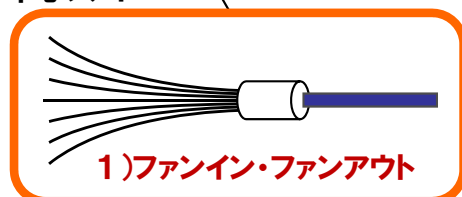
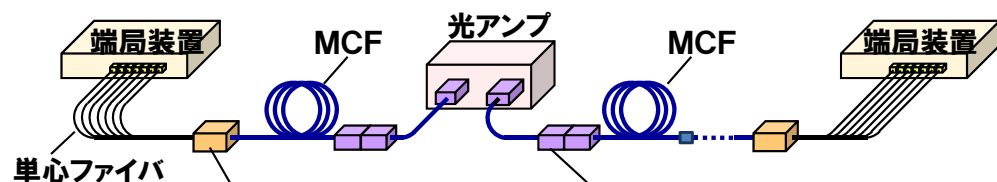
2. 研究開発の目標

ファンイン・ファンアウト機能・マルチコアファイバコネクタの特性向上を実現する技術の開発を行う。

3. 研究開発の成果

マルチコアファイバの接続技術

マルチコアファイバ(MCF)を用いた伝送路例



<ファンアウト>

- ・光学特性(接続損失・反射特性)の向上
- ・コネクタタイプのファンアウトの試作。

<MCFコネクタ>

- ・外力に対して損失が過大に増加しない構造の検討。
- ・±1度以下の回転位置ずれを安定して実現するための要素技術の検討
- ・PC接続を実現するための検討。

要求特性

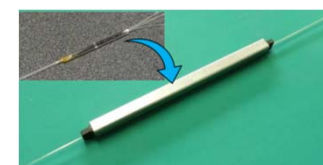
- ・ 低損失(高精度)
- ・ 低クロストーク
- ・ 小型
- ・ 低コスト
- ・ 量産可能

研究成果:ファンイン・ファンアウト技術

- 19コアファンアウトにおいて、MCFのピッチに対応するため、エッチングファイバを適用。高精度なファイバ配列および良好な光学特性を確認した。
- 7コアファンアウトをパッケージングしたものについて、振動試験および衝撃試験を実施し、良好な特性を確認
- コネクタ内蔵型において機械試験、環境試験を実施し、良好な特性を確認した。



19コアファイババンドル



パッケージング型ファンアウト

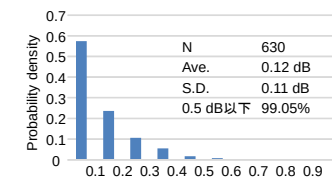


コネクタ内蔵型ファンアウト

研究成果:マルチコアファイバコネクタ技術

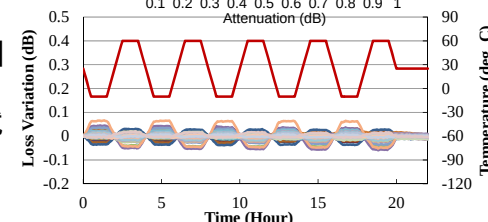
【単心(円筒フェルール)コネクタ】

- IEC 61300-3-34に規定されているランダム接続損失測定を行い、61755-1 Grade C (97% 0.5 dB以下) の性能を確認



【多心(ピン嵌合フェルール)コネクタ】

- 8心MTタイプにおいて、IEC 61753-1 Category Cに準拠する温度サイクル試験を実施し、良好な特性を確認



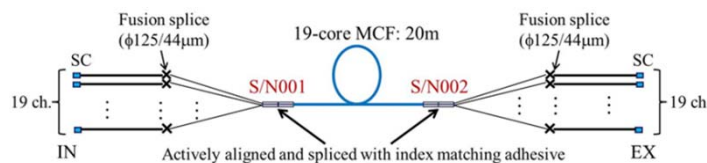
① ファンイン・ファンアウト技術

1-1) 19コアファンアウトの光学特性評価

- ・19コアMCFのコアピッチ(36.6 μ m)に対応するため、44 μ m径ファイバのクラッドをケミカルエッチングした19コアファイババンドルを試作。19コアMCFとの接続特性を評価。



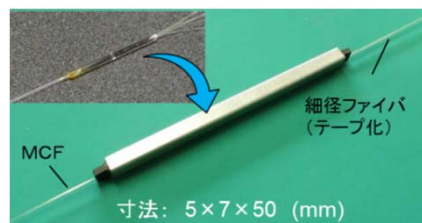
19コアファイババンドル



19コアファンアウトと19コアMCFの接続形態

1-2) パッケージ型ファンアウトの機械特性評価

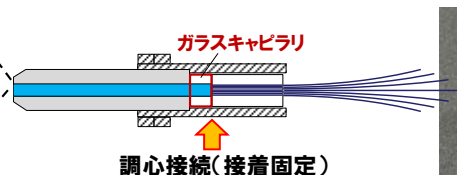
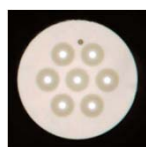
- ・7コアパッケージ型ファンアウトに対し、機械試験として振動試験および衝撃試験を実施(環境試験については実施済み)



パッケージ型ファンアウト

1-3) コネクタ内蔵型ファンアウトの機械・環境特性

- ・コネクタ内蔵型ファンアウトに対し、環境試験として温度サイクル試験および湿熱試験、機械試験として振動試験および衝撃試験を実施



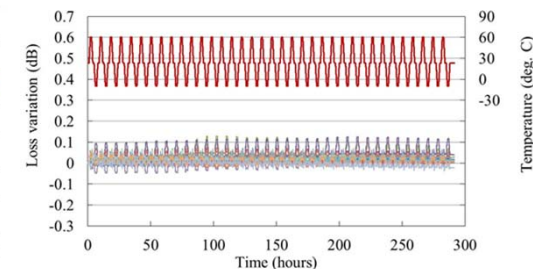
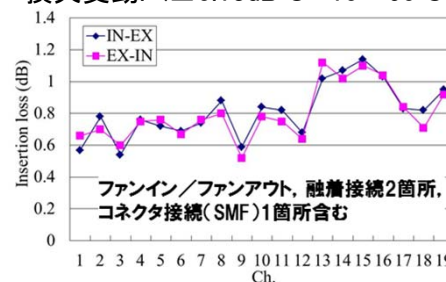
コネクタ型ファンアウトの内部構造



コネクタ型ファンアウトの外観

研究開発成果: 1-1) 19コアファンアウトの光学特性評価

- ・コアピッチ精度: $< \pm 0.46 \mu\text{m}$ (5回測定の平均値)
- ・挿入損失: $< 0.5\text{dB}$ 以下 (片端あたり、細径ファイバとSMFとの融着部は除く)
- ・損失変動: $< \pm 0.13\text{dB}$ @ $-10 \sim 60^\circ\text{C}$



研究開発成果: 1-2) パッケージ型ファンアウトの機械特性

- ・振動試験、衝撃試験ともに損失変動 $< 0.1\text{dB}$ を確認

振動・衝撃試験の試験条件と試験結果(n=2)

試験項目	試験条件、準拠規格	規格	Loss変動 (試験前後)
振動試験	全振幅: 1.5mm, 周波数: 10~55Hz, 2時間/軸	IEC 61753-1 Category 0	$< 0.1\text{dB}$ 試験中
衝撃試験	加速度: 100G, 持続時間: 6ms, 衝撃回数: 5回 $\times$ 3軸 $\times$ 2方向	JIS C5983	$< 0.1\text{dB}$ 試験前後

研究開発成果: 1-3) ファンイン・ファンアウト機能内蔵コネクタの開発

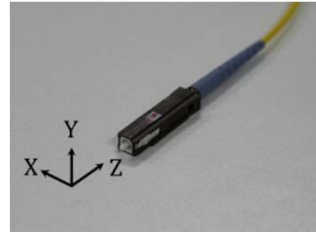
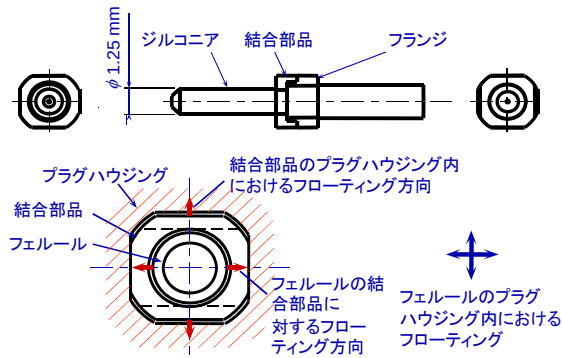
- ・環境試験、機械試験ともに損失変動 $< 0.1\text{dB}$ を確認

信頼性試験結果(n=2)

試験項目	試験条件	参照規格	Loss変動
温度サイクル試験	温度: $-10 \sim 60^\circ\text{C}$ 5サイクル	IEC61753-1 Category C	$< 0.1\text{dB}$
湿熱試験	温度: 40°C 、湿度: 95% 試験時間: 96時間	IEC61753-1 Category C	$< 0.1\text{dB}$
振動試験	全振幅: 1.5mm 周波数: 10~55Hz 試験時間: 2時間/軸 $\times$ 2軸 (X, Y, Z方向)	IEC61753-1 Category O	$< 0.1\text{dB}$
衝撃試験	加速度: 100G、持続時間: 6ms 衝撃回数: 5回 $\times$ 3軸 $\times$ 2方向	JIS C5983	$< 0.1\text{dB}$

②マルチコアファイバコネクタ技術

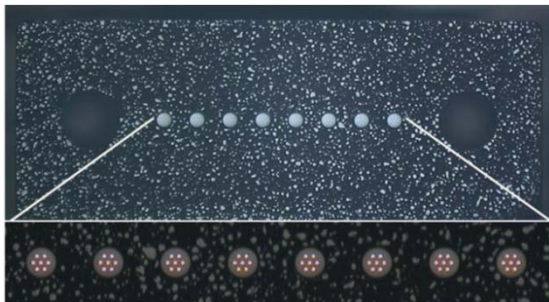
2-1)単心マルチコアファイバコネクタの開発



- ・本機能を確認するためIEC 61300-3-34に準拠するランダム接続において、接続損失および反射減衰量測定を実施
- ・各コアの軸ずれ、角度ずれを基にシミュレーションを実施

2-2)多心マルチコアファイバコネクタの開発

- ・8心MTマルチコアファイバコネクタ(MPOハウジングに実装)に対し、環境特性として温度サイクル試験(IEC61753-1 Category Cに準拠)を実施



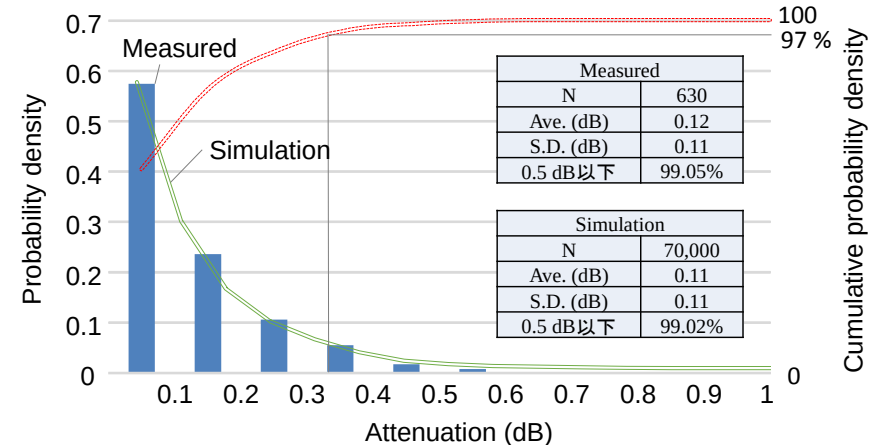
8心MTマルチコアファイバコネクタの端面



MPOハウジング実装時

研究開発成果： 2-1)単心マルチコアファイバコネクタの開発

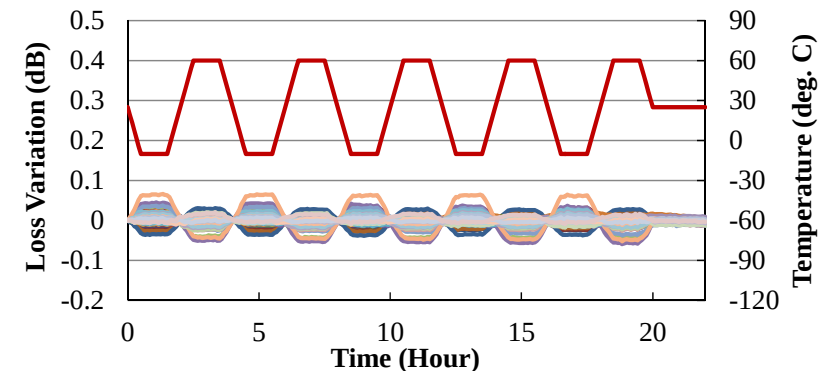
- ・IEC 61755-1に規定されているGrade C(97%が0.5 dB以下)の性能を確認
- ・全コアが安定にPC接続していることを確認
- ・各コアの軸ずれ、角度ずれ実測値の分布を基にシミュレーションした接続損失分布が実測値にほぼ一致したため、フェールのフローティング機構が設計通りに機能していることを確認



単心マルチコアファイバコネクタのランダム接続損失

研究開発成果： 2-2)多心マルチコアファイバコネクタの開発

- ・損失変動: < ±0.1dB (-10/60℃)を確認



温度サイクル試験(-10/60℃)損失変動

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
革新的光通信インフラ の研究開発	13 (2)	16 (2)	4 (1)	72 (15)	7 (0)	10 (2)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1)

課題150ア、ウおよび課題17001と連携し、長尺・低損失MCFを用いたSDM伝送システムの相互接続デモを構築し、各種展示会等で積極的なアピールを行った。

(2)

- OFC2015において報告した8心マルチコアファイバコネクタの論文が、トップスコアリングペーパーに選定され、JLT (Journal of Light wave Technologies) への投稿依頼を受けた。この論文はJLTにアクセプトされ、Volume 34, Issue 2, no. 2, pp. 351-357として出版された。
- また、この内容を更にブラッシュアップした成果をOCS8月研究会で発表し、研究員の渡辺が2015年度OCS研究会奨励賞を受賞した。
- また、研究員の境目がOFT研究会8月研究会の本委託研究による発表で、2015年度OFT研究会奨励賞を受賞した。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

継続して、課題170への技術の展開を行う。開発したファンイン・ファンアウト及びコネクタの技術は、引き続き特性の向上を目指し、成果については外部への発表も行う予定である。また、製造を見据えて量産技術の検討も行うと共に、標準化の検討も継続する。

本委託研究は長距離大容量伝送を目指したものであったが、最近ではデータセンター等短距離通信へのMCFの適用も着目されていることから、短距離通信に適した技術への展開についても検討をおこなう。