

## 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 : ファンイン、ファンアウト機能を有する光接続部品
- ◆実施機関 : 住友電気工業株式会社
- ◆研究開発期間 : 平成23年度から平成27年度 (5年間)
- ◆研究開発予算 : 総額147百万円 (平成27年度26百万円)

## 2. 研究開発の目標

- ◆ 7コアマルチコアファイバとの接続による挿入損失0.25dB以下のファンイン、ファンアウト機能を有する光接続部品を開発する。

## 3. 研究開発の成果

### 平成27年度目標

### 研究開発成果

#### ①ファンイン、ファンアウト機能の開発

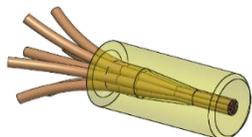
ファンイン、ファンアウト(FIFO)機能を実現する手法として、ファイバ集合方式と微小光学素子方式の2方式に取り組み、両方もしくはいずれか一方でマルチコアファイバ(MCF)とFIFO機能部品間の挿入損失0.25dB以下を達成する。

##### <ファイバ集合方式>

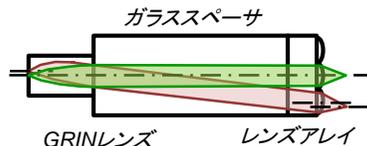
・高い調心精度と製造性を両立するプロセス技術を開発し、上記挿入損失達成を目指す。

##### <微小光学素子方式>

・H26年度に実施した高反射減衰量設計をもとに試作しながら組立てプロセス開発をし、上記挿入損失目標達成と反射減衰量40dB以上を達成する。



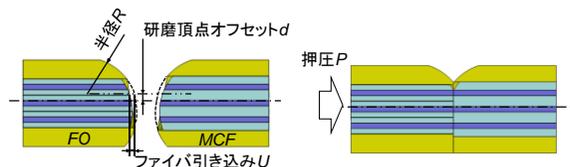
<ファイバ集合方式>



<微小光学素子方式>

#### ②ファンイン、ファンアウト光コネクタ開発

ファイバ集合方式のFIFO機能部品とMCFを安定的にフィジカルコンタクト(PC)接続するコネクタを開発し、コネクタ挿入損失0.25dB以下を達成する。



#### ①ファンイン、ファンアウト機能の開発

##### <ファイバ集合方式>

- フェルルールへMCFを回転調心しながら結線を同時に行うプロセスを開発した。これにより、フェルルールとフランジの回転調心が不要となった。
- Φ2.5mm(SC)、Φ1.25mm(LC,MU)各々のフェルルールに実装したFIFOを、上記プロセスで結線したMCFと割スリーブを用いて結合させ、**いずれも全ポート挿入損失0.25dB以下を実現した。**

##### <微小光学素子方式>

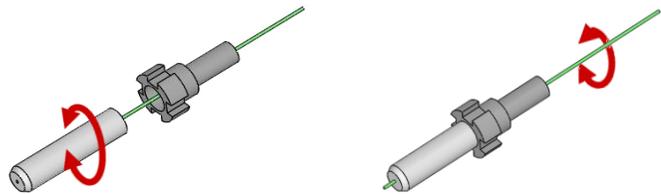
- H26年度に行った新たな高反射減衰量設計に基づき試作をした。7コアMCFと7本のシングルコアファイバ(SCF)の接続特性は、
  - ・全7ポートの**最小反射減衰量47dBに改善**(従来設計品は26dB)し目標を達成した
  - ・全7ポートの最大挿入0.87dB以下
- パッシブ調心で3つのサブアセンブル体を組立て、最後に**3つを一括でアクティブ調心して組立てるプロセスを開発した。**光パワーモニター調心工程が1回だけであり、調心負荷が低いことが特徴である。

#### ②ファンイン、ファンアウト光コネクタ開発

- H26年度までに計算により算出したPC接続に必要なコネクタ端面形状を研磨で実現させた。それを基にSC,MU,LC型のMCF,FIFOコネクタを製作して、挿入損失の着脱特性を評価した。
  - ・SCコネクタ: 全7ポートの**挿入損失0.24dB以下(目標達成)**
  - ・MUコネクタ: 全7ポートの挿入損失0.28dB以下
  - ・LCコネクタ: 全7ポートの**挿入損失0.24dB以下(目標達成)**

# ファイバ集合方式ファンイン、ファンアウト機能およびコネクタの開発成果

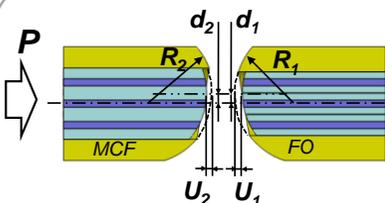
## ①MCF結線方法改善



従来方法:  
MCFを結線・研磨したフェルルールを端面観察しながらフランジと回転調心し、接着で固定

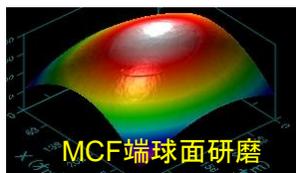
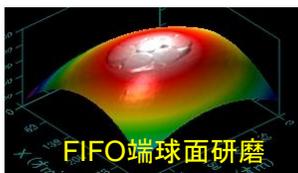
改善:  
フランジがすでに圧入されたフェルルールにMCFを端面観察しながら回転調心して結線。  
⇒・調心精度を保ったまま調心  
・フランジの回転調心不要

## ②MCF、FIFOの研磨による端面形状制御



$U_n$	ファイバ突出し/引込み
$P$	押圧荷重
$R_n$	曲率半径
$d_n$	研磨頂(Apex)オフセット
$\theta_n$	研磨頂方位角

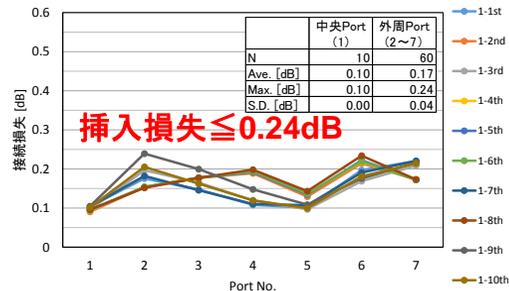
MCFとFIFOが安定的にPC接続するためのコネクタ端面形状条件を、有限要素法による解析で算出(～H.26年度)。その形状を高精度研磨により実現。繰り返し着脱しても安定的にPC接続し、挿入損失が安定。



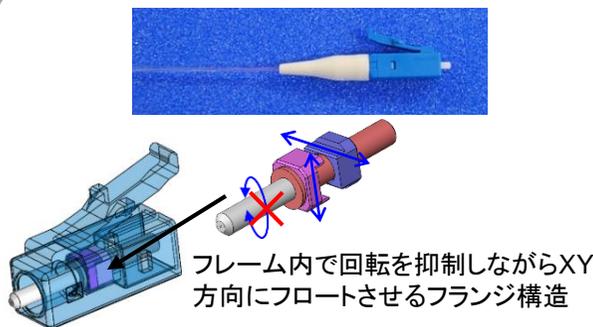
## ③MCFとFIFOのコネクタ接続時の挿入損失



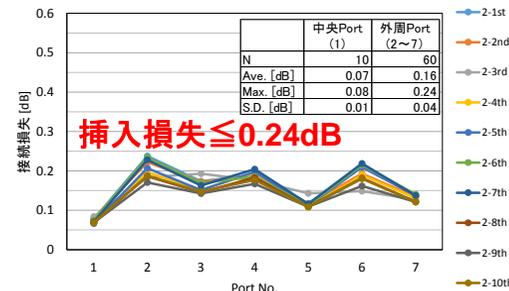
SCコネクタ型FIFOの外観と内部構造



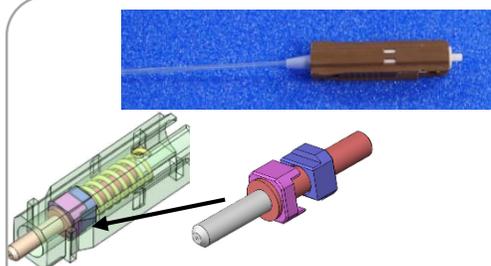
10回着脱の挿入損失 (SCコネクタ)



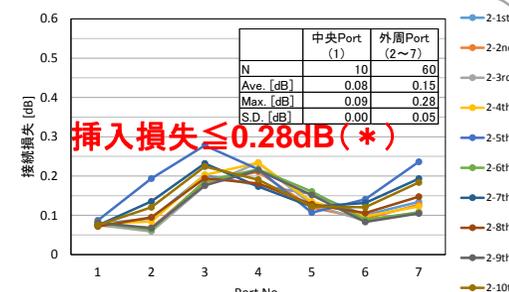
LCコネクタ型FIFOの外観と内部構造



10回着脱の挿入損失 (LCコネクタ)

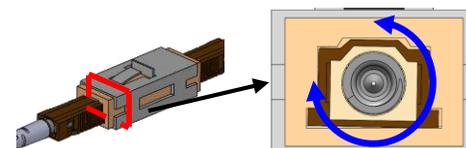


MUコネクタ型FIFOの外観と内部構造



10回着脱の挿入損失 (MUコネクタ)

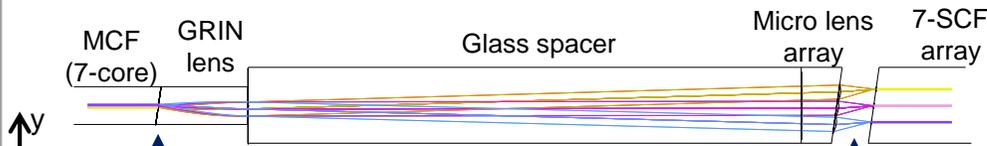
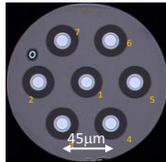
(\*) MU型はSC, LC型に比べてアダプタとプラグ間のクリアランスが大きく回転ずれが発生しやすい構造である(右図)。これを修正することで挿入損失0.25dB以下が期待できる。



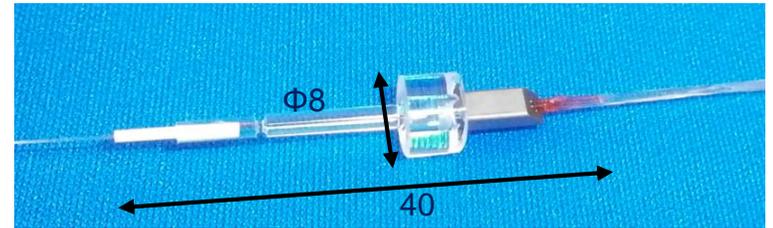
# 微小光学素子方式ファンイン、ファンアウトの開発成果

## ①設計変更

H26年度までに開発したレンズ結合型FIFOの光学設計を変更することで反射減衰量を改善

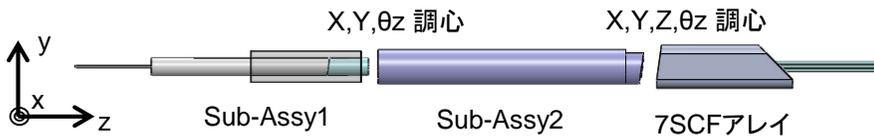


- ① MCFとGRINレンズの端面を8° 傾斜化
- ② SCF端面とレンズアレイ端を8° 傾斜化

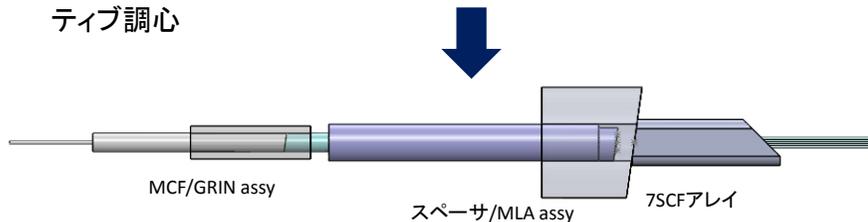


高反射減衰量設計のFIFOの外観

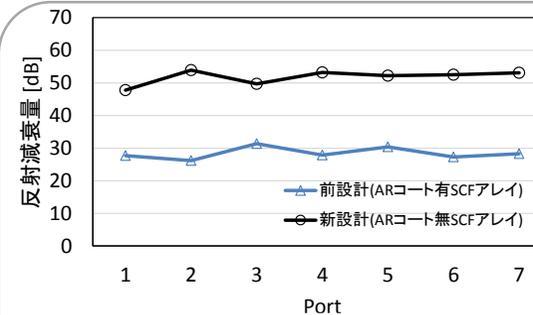
## ②組立プロセス開発



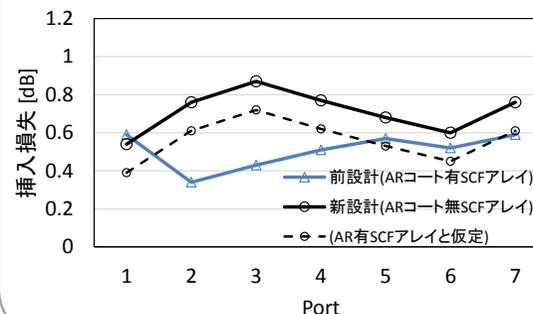
- Sub-Assy1、Sub-Assy2、7SCFアレイは各々光学素子をパッシブに調心して組立
- サブアセンブルした3体を光パワーモニターしながら同時にアクティブ調心



## ③光学特性



設計変更により、SCFアレイ端ARコート無しでも反射減衰量47dB以上を達成。  
(従来設計ではARコート付きで26dB以上)



挿入損失は0.87dB以下。  
SCFアレイ端にARコートすると0.72dB以下に低減できる。また、Port毎の調心では0.4dB以下を確認しており、レンズアレイの修正で損失低減できる見込み。

従来設計 (SCFアレイ端ARコート付) では0.6dB。

#### 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 に関する研究開発	21 ( 2 )	19 ( 0 )	0 ( 0 )	40 ( 7 )	0 ( 0 )	12 ( 3 )	0 ( 0 )

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

#### (1)トピックス 特記事項なし

#### 5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

接続部品の方式や仕様はファイバの仕様大きく依存する。そのため、ファイバの規格を決めることが先決である。課題170の受託者と連携し、伝送、ファイバ、増幅、接続など各技術の有識者間で実用化に向けたファイバの規格案を議論し、候補を絞る。絞ったファイバの候補に対応できる接続部品の開発を進め、実現性、製造性、品質などの観点で評価する。最終的にファイバと合わせて接続部品の標準化を行う。

なお、マルチコアファイバのコア配列によってファンイン、ファンアウトを実用化する方式も変わってくる。配列が六角格子配列の場合は、今回の受託研究で開発したファイバ集合方式が親和性が高く、有力なファンイン、ファンアウト方式の候補になると考えている。一方、非六角格子配列の場合は、MCFのコア配列に対して融通性が高い微小光学素子方式が有力な候補になると考えている。