

6 小型複合光ファイバカプラの開発

Development of Compact and Multiple Fiber Couplers

| | | | |
|--------|------------------|----------|-----------|
| 武田 光善 | Teruyoshi Takeda | 光デバイス事業部 | 技術部 |
| 嶋田 薫 | Kaoru Shimada | 光デバイス事業部 | 製造部 |
| 渡瀬 光太郎 | Koutarou Watase | 光デバイス事業部 | 技術部 主任 |
| 佐々木 弘之 | Hiroyuki Sasaki | 光デバイス事業部 | 技術部 マネージャ |

キーワード：光ファイバカプラ、融着延伸

要 旨

融着延伸型の光ファイバカプラは市場に投入されて久しく、数々の市場要求に対応してきた光製品の一つです。現在IT技術が飛躍的進歩を続けている中で、光ファイバカプラに対する市場要求もより高いものが要求されています。当社では長年光ファイバカプラの開発、生産を行ってききましたが、今回この新しい市場要求に答えるべく、新たに複合光ファイバカプラの開発を行いました。その結果は大変良好なものとなりました。

SUMMARY

Fusion taper type optical fiber couplers have been supplied to the market for a long time, as an optical product flexibly adapted to meet market demands. With today's rapid advancement of IT technologies, the market demand toward optical fiber couplers is also increasing. JAE has been developing and manufacturing optical fiber couplers for many years. This new compact and multiple optical fiber coupler was developed to meet current market demands. This product has been well-received in the market.

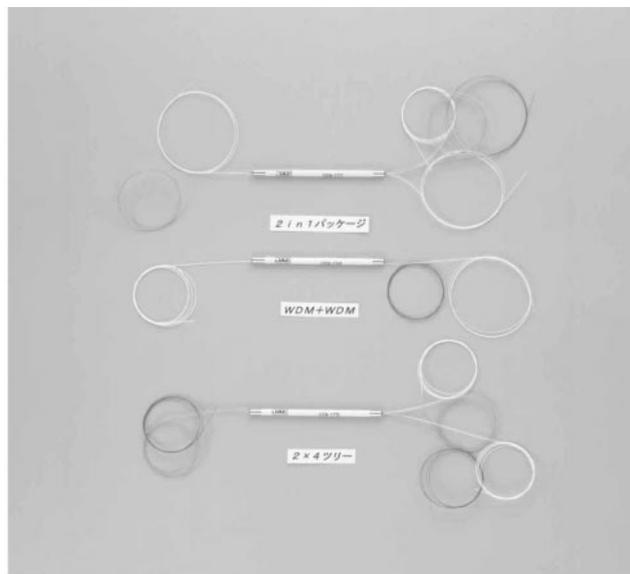


写真1 小型複合光ファイバカプラ

1 まえがき

融着延伸型光ファイバカブラは、本号特集のIT市場の中核を成す光通信技術を構成する主要デバイスの一つです。光ファイバカブラは、他の光コンポーネントあるいは光デバイスに比較して、市場へ投入された歴史も古く、現在では多くの製造メーカーによって市販されています。また小誌でも今までに何度か掲載されている¹⁾²⁾³⁾ように、技術的にはほぼ確立された段階にあります。

このように技術的には確立された観のある光ファイバカブラですが、IT技術の進歩あるいは市場要求の変化に対応していくためには、新しい技術開発が必要です。今回当社では、このような光ファイバカブラに対する市場要求に対応した新しい光ファイバカブラを開発しましたのでここで紹介します。

2 開発のコンセプト

前章に述べたように融着延伸型光ファイバカブラをプロダクトライフサイクルで見ると、成熟期にあると見られます。これは反面次の製品が登場することが予想されます。この製品は導波路型光カブラであり、既に一部の製品は市場へ投入が始まっています。

融着延伸型光ファイバカブラとこの導波路型光カブラを潜在的な特徴を列記してみると表1のようになります。

表1 融着延伸型と導波路型光ファイバカブラの比較

| 融着延伸型光ファイバカブラ | 導波路型光カブラ |
|---------------|-----------|
| 光ファイバとの接続性が良い | 小型である |
| 信頼性を確保しやすい | 複合化が容易である |
| 多様性に適している | 量産性に適している |

融着延伸型光ファイバカブラが成熟期に居続けるには、これら導波路型光カブラの特徴を融着延伸型光ファイバカブラで実現する必要があります。

今回開発した光ファイバカブラは、この導波路型光カブラが持っている特徴、すなわち複合化(小型化を含む)を融着延伸型光ファイバカブラで実現しました。これらは以下に述べる4種類の光ファイバカブラです。

- (1) 2 in 1 パッケージ光ファイバカブラ
 - (2) WDM * 1 (用語説明) + WDM 光ファイバカブラ
 - (3) WDM + WBC * 2 (用語説明) 光ファイバカブラ
 - (4) 一体型ツリー光ファイバカブラ
- 以下にこれらの概要を述べます。

3 開発した複合光ファイバカブラの概要

今回開発した光ファイバカブラの概要をそれぞれ以下に述べます。(写真1参照)

3.1 2 in 1 パッケージ光ファイバカブラ

この光ファイバカブラは、複合光ファイバカブラというより小型を特徴とする光ファイバカブラです。従来までの光ファイバカブラのパッケージは、3 x 50mmの円筒状のパッケージに1つの光ファイバカブラが収納されたものが一般的でした。今回開発した2 in 1 パッケージ光ファイバカブラは、この従来までの大きさのパッケージに2つの光ファイバカブラを収納したものです。(図1参照)

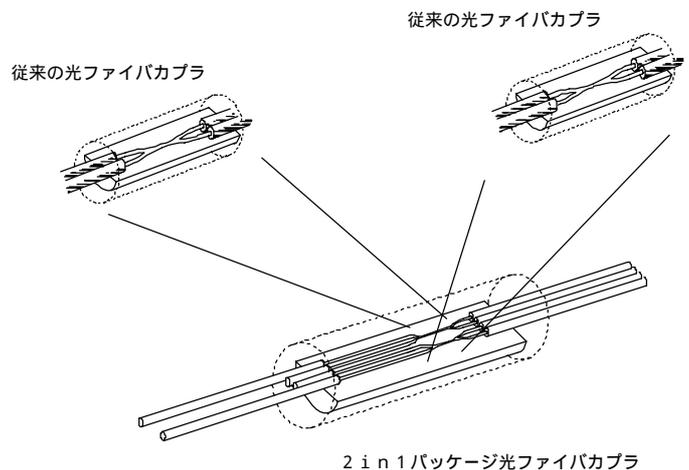


図1 2 in 1 パッケージ光ファイバカブラの説明図

現在市場では、DWDM * 3 (用語説明) 技術が盛んに開発されています。DWDM技術を用いた製品は、各波長毎に同じ機能の部品を使っています。このようなアプリケーションでは、本光ファイバカブラは装置への実装スペースを小さくする上で非常に有効です。

3.2 WDM + WDM光ファイバカブラ

この光ファイバカブラは、2つのWDM光ファイバカブラをシリーズに接続された状態で従来の大きさのパッケージに収納したものです(図2参照)。融着延伸型光ファイバカブラの短所の一つとして使用波長範囲が狭い事が挙げられます。これを回避する手段として2つのWDM光ファイバカブラをシリーズに接続して、使用波長範囲の広帯域化を実現することが可能です。あるいは使用波長範囲でアイソレーションを大きくとることが可能です。

この技術は従来既実現されていましたが、2つの光ファイバカブラをシリーズに接続してパッケージに収納する

ために、どうしてもパッケージの長さが長くなりました。今回開発したWDM + WDM光ファイバケーブルは、既に述べた従来の大きさのパッケージに収納して、あたかも従来のWDM光ファイバケーブルの波長帯域だけが広帯域化されたように見ることが出来ます。

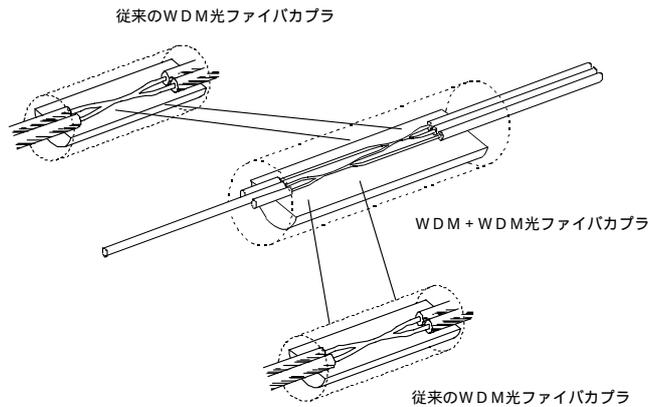


図2 WDM + WDM 光ファイバケーブルの説明図

3.3 WDM + WBC 光ファイバケーブル

この光ファイバケーブルは前記に述べたWDM + WDM 光ファイバケーブルと同じ構造ですが、接続されている光ファイバケーブルが2つのWDM光ファイバケーブルではなく、WDM 光ファイバケーブルと広帯域光ファイバケーブルが接続されたものを従来の大きさのパッケージに収納したものです(図3参照)。

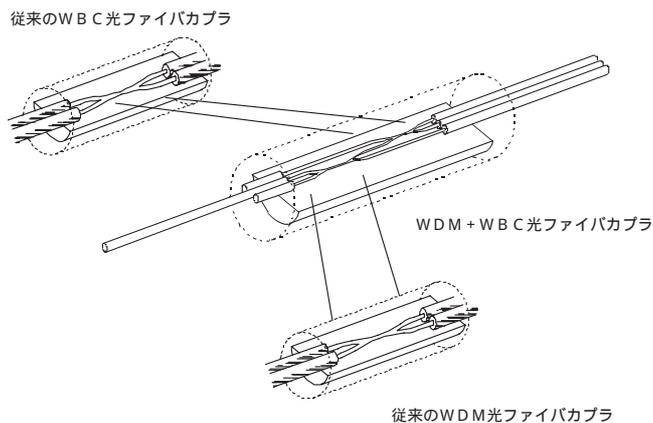


図3 WDM + WBC 光ファイバケーブルの説明図

機能としては、2つの波長を分波しその一つの波長のパワーを2つに分岐するという2つの機能を兼ね備えています。

3.4 一体型ツリー光ファイバケーブル

この光ファイバケーブルは3つの2 x 2 光ファイバケーブルをトーナメント状に接続して、2 x 4 ツリー光ファイバケーブル

が構成されています。パッケージを既に述べた従来の大きさのパッケージに収納しました。(図4参照)

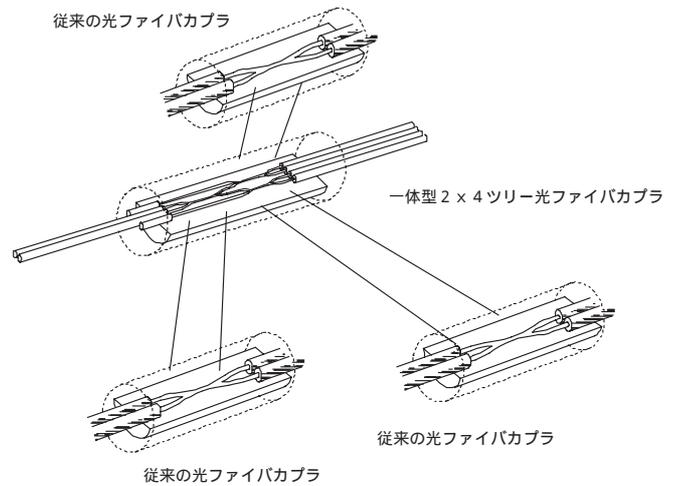


図4 一体型2 x 4 ツリー光ファイバケーブルの説明図

これまでの一般的なツリー光ファイバケーブルは、例えば2 x 4 ツリー光ファイバケーブルであれば3つの2 x 2 光ファイバケーブルを2箇所ですプライス等により接続しました。このように構成すると、3つの2 x 2 光ファイバケーブルを固定し、2つのプライス部分を固定し、かつこれらの余長部分の処理を行う必要があり、2 x 4 ツリー光ファイバケーブルとしてはかなり大きなサイズになりました。これに比べて本光ファイバケーブルは、パッケージを従来の2 x 2 光ファイバケーブルの大きさのパッケージに収納したため、非常にコンパクトなサイズとなります。

4 実現するための技術

これらの光ファイバケーブルを実現するために開発した技術を以下に述べます。

(1) 延伸長の短尺化

複合化するために必要な技術である小型化を行うためには必須の技術です。この技術は、複合光ファイバケーブルの中でも特にWDM + WDM光ファイバケーブル、WDM + WBC光ファイバケーブル及び一体型ツリー光ファイバケーブルの開発に必須となる技術です。

(2) 2本同時延伸の均一化

この技術は、被覆除去された4本の光ファイバを2本ずつ2つアライメントして2箇所を同時に延伸する技術です。この技術は、複合光ファイバケーブルの中でも特に2 in 1パッケージ光ファイバケーブルおよび一体型ツリー光ファイバケーブルの開発に必須となる技術です。

(3) 2箇所連続延伸の実現

この技術は、被覆除去された3本の光ファイバの内の2

箇所をアライメントして連続して融着延伸する技術です。この技術は、複合光ファイバケーブルの中でも特にWDM + WDM光ファイバケーブル、WDM + WBC光ファイバケーブル及び一体型ツリー光ファイバケーブルの開発に必須となる技術です。

5 試作結果

5.1 2 in 1 パッケージ光ファイバケーブル

試作データを以下に示します。

試作は、1.55 μm帯の10dB光ファイバケーブルを2つ行いました。この結果から1つのパッケージに収納されている2つの10dB光ファイバケーブルは、それぞれほぼ同一の性能が得られていることがわかります。

5.2 WDM + WDM光ファイバケーブル

試作データを以下に示します。

試作は、1.31/1.55 μm帯のWDM光ファイバケーブルを1.31 μm帯のアイソレーションを大きくするように行いました。この結果から従来のWDM光ファイバケーブルに見られないような大きなアイソレーションを得ることができました。

5.3 一体型ツリー光ファイバケーブル

試作データを以下に示します。

試作は、1.31 μm帯の2 × 4 ツリー光ファイバケーブルと1.55 μm帯の2 × 4 ツリー光ファイバケーブルをそれぞれ1つずつ行いました。この結果から4つの出射ポートのばらつきも小さく押さえて作ることが可能なことがわかりました。

表2 2 in 1 パッケージ光ファイバケーブルの試作データ

| サンプル | 波長 [nm] | 挿入損失 | | | | | | 挿入損失偏光依存性 (PDL) | | | | | | | | | |
|------|--------------|--------|----|-----|----|-----|----|-----------------|------|----|------|----|------|----|------|----|----|
| | | P1 | P2 | P1 | P3 | P4 | P5 | P4 | P6 | P1 | P2 | P1 | P3 | P4 | P5 | P4 | P6 |
| | | [dB] | | | | | | [dBp-p] | | | | | | | | | |
| 1 | 1535 | 0.8 | | 9.4 | | 0.7 | | 10.9 | 0.03 | | 0.04 | | 0.04 | | 0.18 | | |
| | 1565 | 0.8 | | 9.3 | | 0.7 | | 10.8 | 0.06 | | 0.08 | | 0.08 | | 0.20 | | |
| 2 | 1535 | 0.7 | | 9.5 | | 0.7 | | 10.3 | 0.10 | | 0.19 | | 0.05 | | 0.18 | | |
| | 1565 | 0.7 | | 9.3 | | 0.7 | | 10.2 | 0.07 | | 0.20 | | 0.06 | | 0.20 | | |

表3 WDM*1 + WDM光ファイバケーブルの試作データ

| サンプル | 波長 [nm] | 挿入損失 | | | | アイソレーション | | | | ダイレクトビティ | | | |
|------|--------------|--------|----|------|----|----------|----|----|----|----------|----|----|----|
| | | P1 | P2 | P1 | P3 | P1 | P2 | P1 | P3 | P2 | P3 | P3 | P2 |
| | | [dB] | | | | [dB] | | | | [dB] | | | |
| 1 | 1280 | 0.82 | | | | | | | 39 | | | | |
| | 1308 | 0.96 | | | | | | | 27 | 74以上 | | | |
| | 1330 | 1.40 | | | | | | | 31 | | | | |
| | 1480 | | | 2.06 | | 8 | | | | | | | |
| | 1530 | | | 0.67 | | 19 | | | | | | | 65 |
| | 1580 | | | 1.72 | | 13 | | | | | | | |
| 2 | 1280 | 0.35 | | | | | | | 34 | | | | |
| | 1308 | 0.50 | | | | | | | 28 | 74以上 | | | |
| | 1330 | 0.80 | | | | | | | 36 | | | | |
| | 1480 | | | 1.64 | | 8 | | | | | | | |
| | 1530 | | | 0.63 | | 19 | | | | | | | 63 |
| | 1580 | | | 2.04 | | 10 | | | | | | | |
| 3 | 1280 | 0.20 | | | | | | | 35 | | | | |
| | 1308 | 0.39 | | | | | | | 25 | 74以上 | | | |
| | 1330 | 0.75 | | | | | | | 29 | | | | |
| | 1480 | | | 1.87 | | 8 | | | | | | | |
| | 1530 | | | 0.53 | | 19 | | | | | | | 74 |
| | 1580 | | | 1.41 | | 10 | | | | | | | |

表4 一体型2×4ツリー光ファイバカプラの試作データ

| サンプル | 波長 | 挿入損失 | | | | 挿入損失偏光依存性 (PDL) | | | |
|------|--------|--------|-----|-----|-----|-----------------|------|------|------|
| | | P1 | P2 | P3 | P4 | P1 | P2 | P3 | P4 |
| | [nm] | [dB] | | | | [dBp-p] | | | |
| 1 | 1290 | 6.8 | 6.0 | 6.4 | 7.1 | 0.09 | 0.08 | 0.13 | 0.09 |
| | 1310 | 6.8 | 6.5 | 6.3 | 6.7 | 0.08 | 0.07 | 0.15 | 0.13 |
| | 1330 | 6.9 | 7.2 | 6.4 | 6.0 | 0.18 | 0.13 | 0.18 | 0.12 |
| 2 | 1550 | 6.4 | 6.4 | 6.3 | 6.3 | 0.17 | 0.04 | 0.16 | 0.04 |
| | 1555 | 6.4 | 6.5 | 6.3 | 6.3 | 0.16 | 0.04 | 0.17 | 0.04 |
| | 1560 | 6.4 | 6.6 | 6.3 | 6.2 | 0.18 | 0.04 | 0.16 | 0.05 |

6 今後の展開

冒頭で述べたWDM + WBC光ファイバカプラの試作は未だ行っていません。今後の展開としてこの光ファイバカプラの試作を行っていますが、技術要素としてはWDM + WDM光ファイバカプラと同じであり、特に大きな開発要素があるとは考えていません。

またこれらの新しい複合光ファイバカプラの信頼性評価については現在実施中ですが、当社のこれまで培ってきた光ファイバカプラの信頼性設計技術の範疇内にあり、良好な結果が期待できます。

7 むすび

以上述べてきたとおり、複数の光ファイバカプラを従来までの大きさのパッケージに収納して、複数の光ファイバカプラをあるいは複数の機能を持つ光ファイバカプラを、あとかも一つの光ファイバカプラとしてご利用いただけるような新しい融着延伸型光ファイバカプラを実現しました。今後は現在実施している信頼性評価を終了し、市場に満足していただける製品を提供していきます。

8 用語の説明

- *1: Wavelength Division Multiplex/Demultiplex: 分波合波あるいは波長分割多重、通常2つの波長(一般的には、1310nmと1550nmの光)を、1本の光ファイバに多重する。
- *2: Wavelength Broadband Coupler: 広波長帯域光ファイバカプラ、通常2つの波長(1310nmと1550nm)帯域で使用できるようにした光ファイバカプラと1つの波長帯域において広い波長範囲で分岐比の変化が小さくなるようにした光ファイバカプラとがある。
- *3: Dense Wavelength Division Multiplex/Demultiplex: 高密度波長多重あるいは高密度波長分割多重、現在では1550nm帯の光において0.8nm間隔あるいは0.4nm間隔の複数の波長の光を1本の光ファイバに多重する。

[参考文献]

- 1) 佐久間一浩他; 航空電子技報、No.11, pp21-26 (1988)
- 2) 岡憲臣他; 航空電子技報、No.13, pp80-84 (1990)
- 3) 佐々木弘之; 航空電子技報、No. 21, pp3-10(1988)