

7 偏波面保存光ファイバ用コネクタの開発

Development of Connector for Polarization Maintaining Fiber

村上 恵司 Keiji Murakami コネクタ開発本部 主任
大津 兼次 Kenji Ootsu コネクタ開発本部

キーワード：偏波面保存光ファイバ、光コネクタ、挿入損失、クロストーク

要 旨

偏光依存性を考慮した光通信には偏波面保存光ファイバが用いられます。偏波面保存光ファイバには特有のパラメータとしてクロストークがあり、高クロストークの製品は、偏光依存性のある素子に対し、特性を不安定にする要因となります。したがって低クロストークでかつ低損失な特性を得るため、偏波面保存光ファイバ用の F01 型(FC)、F04 型(SC)光コネクタを開発しました。

短波長向けハーネス品において、挿入損失は 0.52dB 以下、クロストークは 20dB 以上、長波長向けハーネス品においては、挿入損失は 0.36dB 以下、クロストークは 25dB 以上と良好な結果を得ることができました。

SUMMARY

Polarization maintaining optical fiber is used for optical communications that take into account polarization dependence. Crosstalk is an inherent parameter of polarization maintaining optical fiber. For products with a high level of crosstalk, this can cause characteristic instability for components with polarization dependency. Consequently, we developed the F01 (FC) and F04 (SC) optical connectors for polarization maintaining optical fiber in order to obtain characteristics with low crosstalk and low loss.

We were able to obtain favorable results with insertion loss of 0.52dB or less and crosstalk of 20dB or more with harness products for short-wavelengths, and insertion loss of 0.36dB or less and crosstalk of 25dB or more with harness products for long-wavelengths.



写真1 偏波面保存光ファイバ用コネクタ (F01 型)

1 はじめに

現在、長距離大容量通信として、光通信が注目を集めています。その中でも特に、偏光依存性を考慮したものには、偏波面保存光ファイバが用いられています。

偏波面保存光ファイバは、偏波間での光の漏れ量を示すクロストークという他の光ファイバにはない特有のパラメータを持っており、このクロストークの悪い製品、つまり高クロストークの製品を偏光依存性のある素子に対して用いた場合、特性は不安定となってしまいます。したがって、偏波面保存光ファイバを用いた製品には低クロストーク化が求められます。

また、それと共に従来の光コネクタとしての特性である低挿入損失および、低反射減衰量化も求められます。

今回、このような低クロストーク化、低損失化が求められる偏波面保存光ファイバを用いたハーネス品用のF01型(FC)、F04型(SC)光コネクタを開発しましたので紹介します。

2 光学的特性

ここでは、代表例として今回開発した光コネクタの特性を見るために、偏波面保存光ファイバの中でも細径のコアを持ち、低クロストーク、さらには低損失を必要とする短波長用偏波面保存光ファイバに対して、光学的特性から、関係するパラメータの許容値を理論解析から求めます。

2.1 挿入損失

今回、検討する偏波面保存光ファイバは短波長用であり、コア径が $4\mu\text{m}$ と、シングルモードファイバのコア径 $10\mu\text{m}$

以下という中でも細径であります。したがって、偏芯によるコアの軸ずれが発生しやすく、同一の偏芯量、軸ずれ量でもコア径が $10\mu\text{m}$ のものより挿入損失が増加することが予想されます。図1にコアの軸ずれ量対挿入損失の関係を示します。

図1より、仮に目標挿入損失値を 0.5dB 以下としたときの許容軸ずれ量は、プラグ - アダプタ - プラグでの接続時で、両プラグのコアの軸ずれ量の和がコア径 $10\mu\text{m}$ のもので $1.6\mu\text{m}$ 以下、今回のコア径 $4\mu\text{m}$ のもので $0.6\mu\text{m}$ 以下が求められることになります。

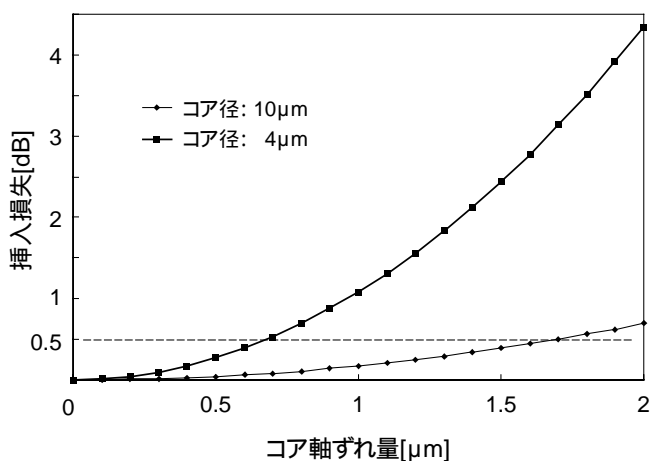


図1 コア軸ずれ量対挿入損失

2.2 クロストーク

前述したように、偏波面保存光ファイバには、特有のパラメータとして、クロストークがあります。ここで、図2に偏波面保存光ファイバとクロストークの関係を簡単な模式図で示します。

偏波面保存光ファイバ(図2においてはPANDA型ファイバ)の主軸に、直線偏光を入射し、出射端での主軸光量に

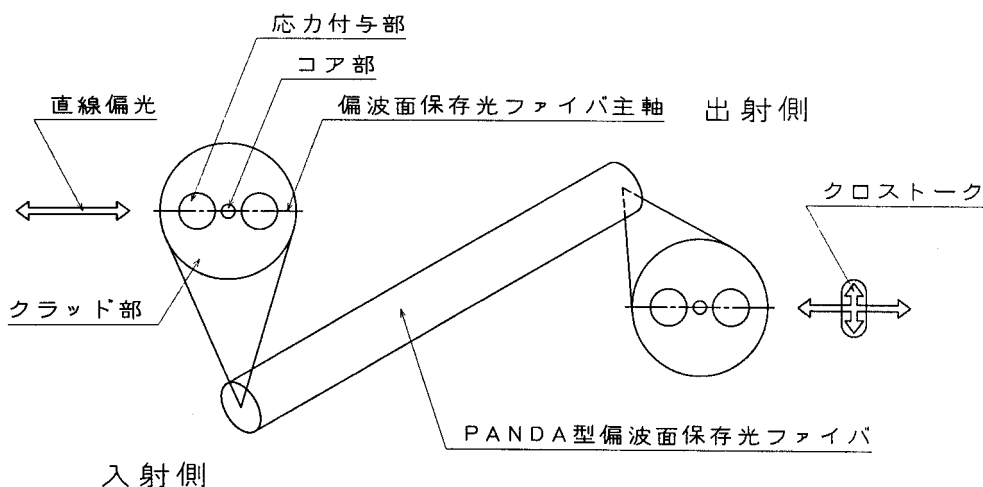


図2 偏波面保存ファイバとクロストーク

対する直角方向成分への漏れ光量がクロストークとなります。したがって、偏波面保存光ファイバ主軸に対して直線偏光を入射することから、コネクタ接続時に、対向する主軸同志にずれ(今回の場合回転による主軸ずれ)が発生すると漏れ量が増加することになり、クロストークが劣化してしまいます。図3に偏波面保存光ファイバ主軸のずれ量対クロストークの関係を示します。

図3は偏波面保存光ファイバ同志の接続における主軸のずれに対する挙動を示したものです。ただし、実製品においては、ハーネス化されることによりクロストークの劣化が発生するため、クロストーク値は図3よりも悪くなります。

図3より、コネクタ接続時における一般的なクロストーク要求値である20dB以上を満足するためには、偏波面保存光ファイバ主軸のずれ量が6°以下、つまり対向するプラグによる接続では、片端プラグの主軸ずれ量許容値が±3°以内であることが求められます。

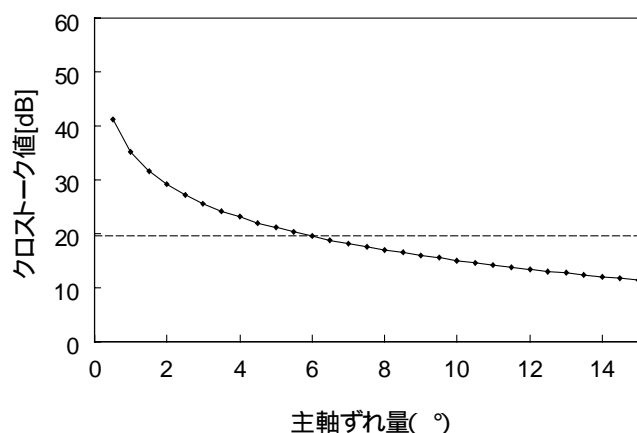


図3 偏波面保存光ファイバ主軸ずれ量対クロストーク値

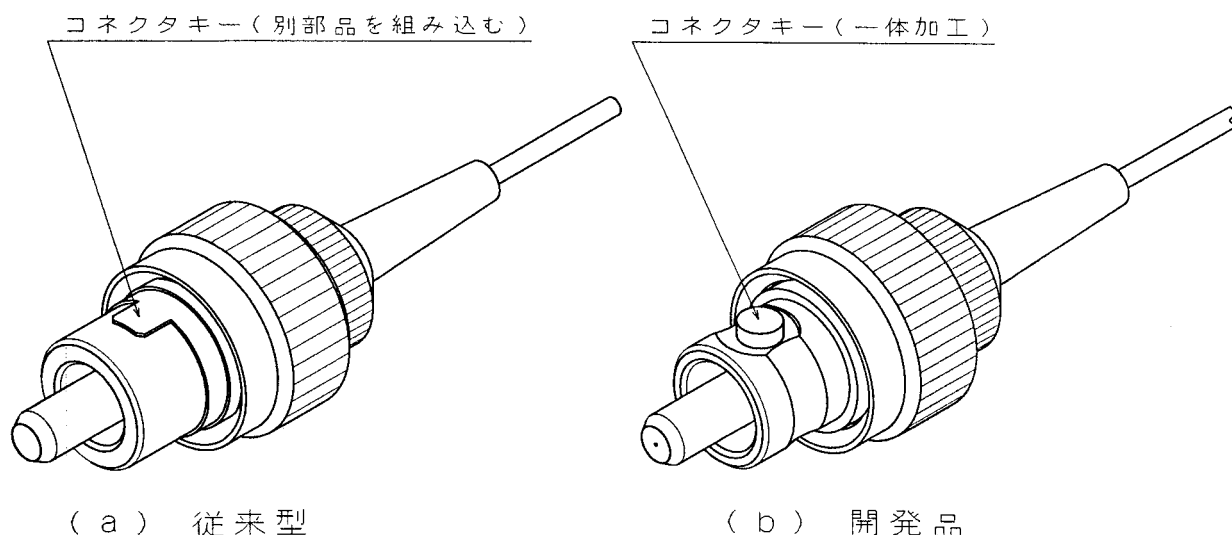


図4 F01型（FC）光コネクタ外観

3 コネクタ概要

図4に今回開発したコネクタのうちF01型のものを示します。従来のF01型と異なる点は内部機構の追加、およびコネクタキーの一体化を行ったところです。このコネクタにおける偏波面保存光ファイバ主軸のずれ発生量は約±1.5°となります。また、JIS規格を満足していますので、従来のF01型のアダプタもしくはレセプタクルとの嵌合においても問題ありません(ただしこの場合、主軸のずれ量にコネクタキーとアダプタの嵌合部間に発生するクリアランス分が加わります)。

4 コネクタの特性評価結果

今回開発したコネクタに対して、以下の試験および、光学特性の測定・評価を行いました。

- ・対マスターケーブル接続での挿入損失測定
- ・対マスターケーブル接続でのクロストーク測定
- ・500回挿抜試験での挿入損失、クロストーク測定

また、対マスターケーブル接続での挿入損失、クロストーク測定においては、短波長および、長波長での測定結果を示します。

4.1 対マスターケーブル接続での挿入損失測定

図5に短波長における対マスターケーブル接続での挿入損失の測定結果を、図6に長波長におけるその測定結果を示します。

図5の短波長測定結果において、最小挿入損失は0.09dB、最大挿入損失は0.52dBであり、細径のコアを持つファイバでも低損失な結果を得ることができました。また、図6の長波長測定結果において、最小挿入損失は0.06dB、最大挿入損失は0.36dBであり、同様に低損失な結果を得ることができました。

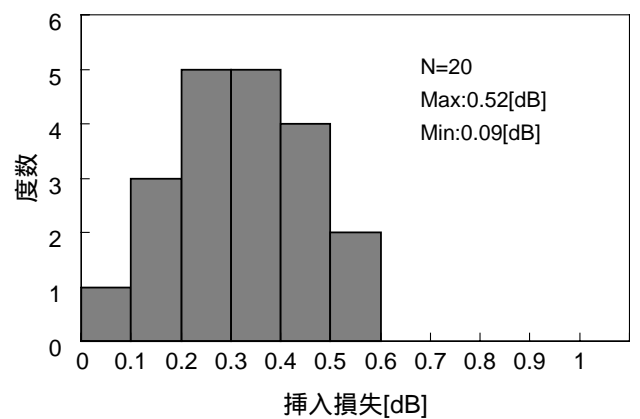


図5 短波長における対マスターケーブルでの挿入損失

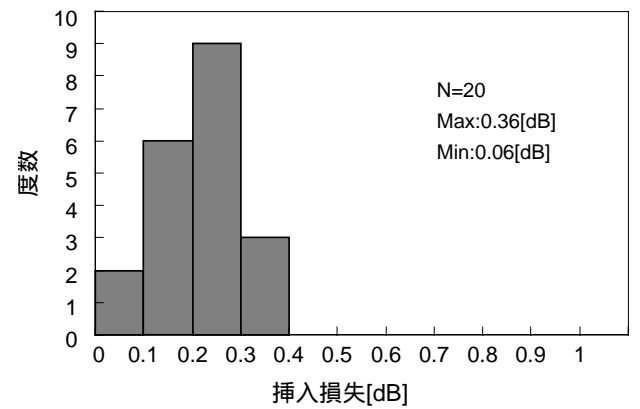


図6 長波長における対マスターケーブルでの挿入損失

4.2 対マスターケーブル接続でのクロストーク測定

図7に短波長における対マスターケーブル接続でのクロストーク測定結果を、図8に長波長におけるその測定結果を示します。

図7の短波長測定結果において、最小クロストークは24dB、最大クロストークは20dBであり、求められる性能を満足する結果を得ることができました。また、図8の長波長測定結果において、最小クロストークは29dB、最大クロストークは25dBと非常に良好な結果が得られました。

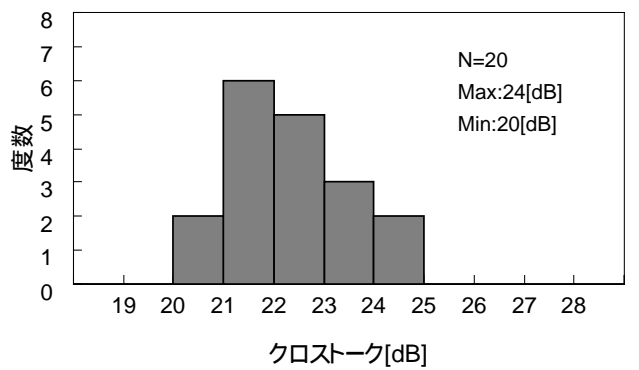


図7 短波長における対マスターケーブルでのクロストーク

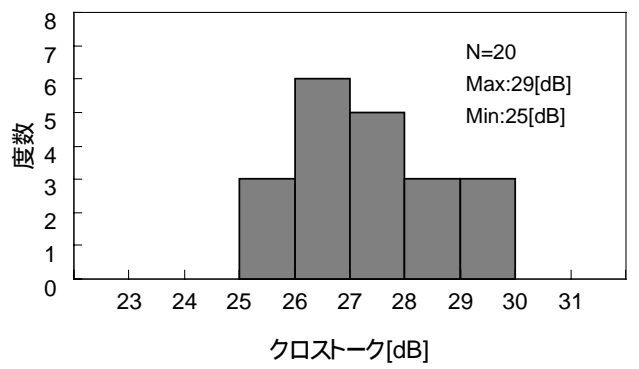


図8 長波長における対マスターケーブルでのクロストーク

4.3 500回挿抜試験での挿入損失、クロストーク測定結果

図9に500回挿抜試験での挿入損失測定結果、図10にそのクロストーク測定結果を示します。測定サンプルとしては、コア径が細径であり、図1から偏芯による軸ずれによって大きな影響を受けやすい短波長用偏波面保存光ファイバハーネス品を用い、今回開発したコネクタの安定動作の確認を行いました。測定の結果から、挿入損失、クロストーク共に、500回の挿抜において大きな変動はありませんでした。

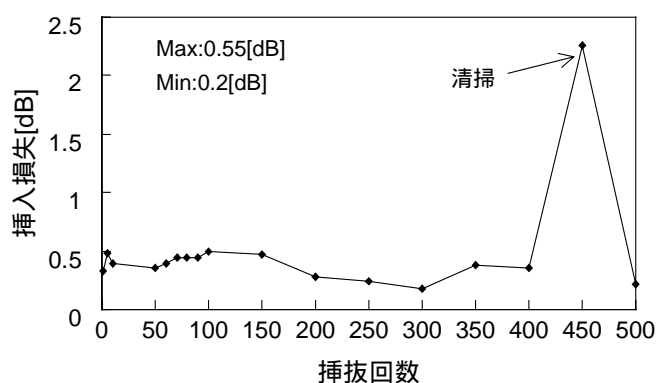


図9 500回挿抜試験での挿入損失

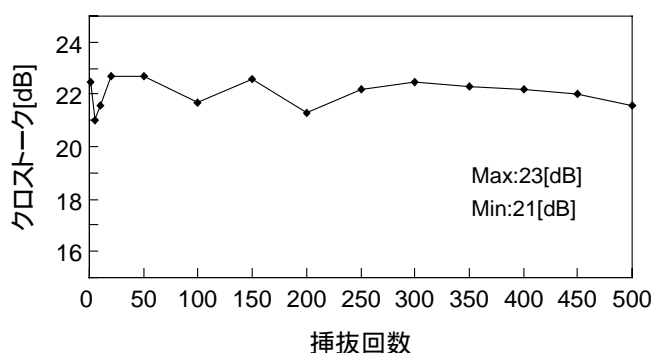


図10 500回挿抜試験でのクロストーク

5 まとめ

偏波面保存光ファイバ用F01型、F04型光コネクタの開発を行ないました。その結果、短波長および、長波長ともに良好な結果を得ることができました。また、今回の開発品は両端ハーネスとしたパッチコードタイプのものでしたが、片端がSUSパイプフェルールであるピグテールタイプの製品(写真2)LDモジュール(写真3)や光変調器(写真4)等にも適応することができます。

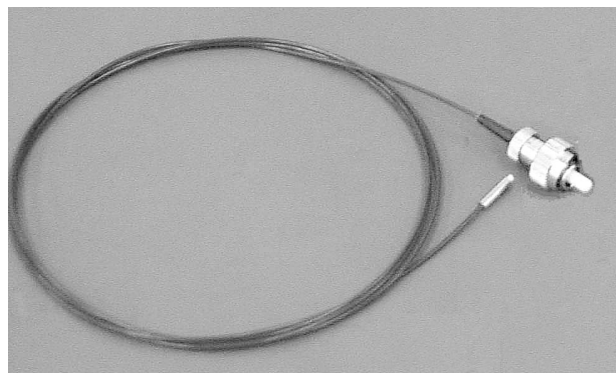


写真2 SUBパイプフェルール付きピグテール
(F01型 SUSパイプフェルール)



写真3 LDモジュール (F01型光コネクタ使用)



写真4 光変調器 (F04型光コネクタ使用)