

高消光比温度安定特性を有する偏波保持光部品

光電子技術研究所 松浦隆明*1・中村卓広*1・西脇賢治*1・百津仁博*1
浅野健一郎*1・細谷英行*2
フジクラ・テクノロジー・シンガポール株式会社 タン ソクチェン・ン フィリイー・タン コクシオン

Polarization Maintaining Optical Device with Low Polarization Crosstalk and High Temperature Stability

T. Matsuura, T. Nakamura, K. Nishiwaki, N. Momotsu, K. Asano, H. Hosoya, S. C. Tan, H. L. Ng & K. S. Tan

近年の急速な通信容量の高速・大容量化に対応するため、偏波保持技術を応用した波長多重伝送方式の検討が進められている。このようなシステムに適用される光増幅器、光合波器等の機器において使用される光部品は、信号光の偏波状態を保持する機能が重要となる。

今回当社は、高い偏波保持性が広範な温度範囲において安定して得られる、偏波保持WDMを開発したので以下に報告する。

In recent years, with increasing need for transmission capacity, research and reports have been done on DWDM transmission systems with polarization maintaining technology. In these transmission systems, optical components, modules and devices are required to have good performance in polarization maintenance.

In this paper, polarization maintaining WDMs (Wavelength Division Multiplexers) with good polarization crosstalk and highly stable characteristics in a wide temperature range are described.

1. ま え が き

近年インターネットの急速な普及にともなうデータトラフィック増大により、通信システムにおける伝送容量向上が重要な課題となっている。現用の波長多重伝送方式に対しては、伝送容量向上対策として偏光インターリーブ方式¹⁾などの偏波多重伝送方式や、単一偏波伝送方式等²⁾³⁾が検討および提案されている。

このような伝送方式においては、送受信端もしくは光ファイバ伝送路中における信号光の偏波状態を一定に保つために、偏波保持光ファイバや偏波保持機能を有する光機器ならびに部品が必要とされる⁴⁾。

これらの偏波保持型光機器およびそれに用いられる光ファイバならびに各種光部品には、偏波状態を保つ特性すなわち良好な偏波クロストーク特性が求められている。

当社は、偏波保持型光部品のひとつとして、偏波保持型光増幅器⁵⁾への適用を目的とした偏波保持1,480nm/1,550nm WDM (Wavelength Division Multiplexer: 合波器)を開発した。

偏波保持WDMは、誘電体多層膜フィルタとマイクロレンズ、光ファイバから構成されている。

同部品の偏波クロストーク特性は、部品内における偏波保持型光ファイバ(PANDA光ファイバ)とコリメートレンズの接続固定方法に大きく影響を受けるが、今回、広い温度範囲で偏波クロストーク - 30dB以下の良好な特性を得た。

本報では、偏波保持WDMの偏波クロストークを含めた光学特性および信頼性について述べる。

2. 構 造

偏波保持型光増幅器の構成例を図1に示す。

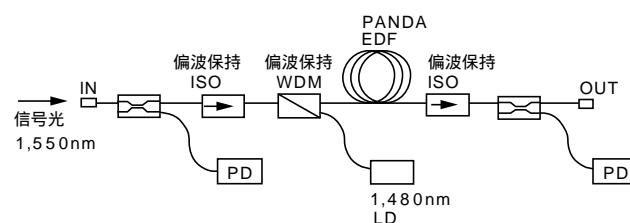


図1 偏波保持型光増幅器の構成例
Example of polarization maintaining optical amplifier

*1 光通信研究部

*2 光通信研究部グループ長

偏波保持WDMは、1,550nmの信号光と1,480nmの励起光を合波すると同時に、信号光の偏波状態を一定に保持する機能を持つ。

図2に偏波保持WDMの構造を示す。信号光の伝送用PANDA光ファイバと光ファイバホルダ、コリメートレンズとしてマイクロレンズ、誘電体多層膜フィルタ素子から構成されている。

図3に偏波保持WDMの外観を示す。パッケージ寸法は、長さ55mm×幅6.5mm×高さ6mmとコンパクトな形状をしている。

3. 偏波クロストーク特性

偏波保持WDMの偏波クロストーク特性を決定する主要因について述べる。

信号光の出射、入射を行う二つのPANDA光ファイバ間

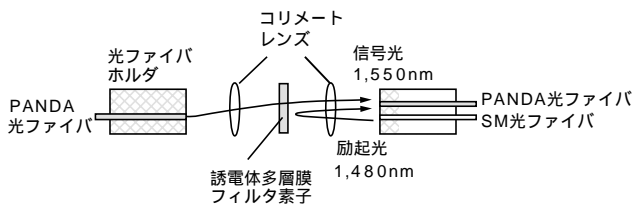


図2 偏波保持WDM部品の構造
Structure of polarization maintaining WDM



図3 偏波保持WDMの外観
External view of polarization maintaining WDM

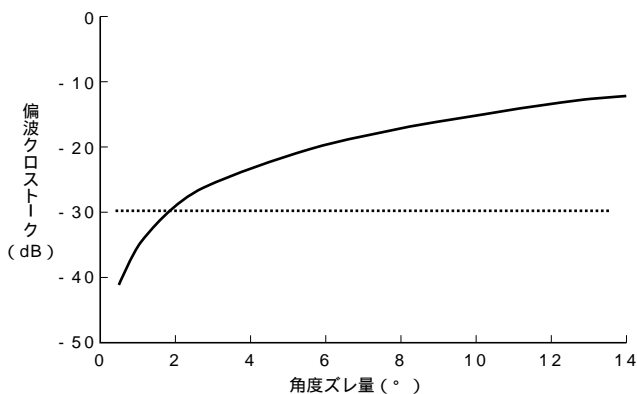


図4 2つのPANDA光ファイバ間における偏波保持軸の角度ズレ量と偏波クロストーク特性の関係
Relationship between offset angle of 2-polarization maintaining axes and polarization crosstalk

において偏波保持軸方向に角度ずれがあると、部品を通過した信号光は偏波クロストーク特性の劣化を起こす。図4に角度ズレと偏波クロストークの関係を示す。-30dBを得るためには、角度ズレを1.8度以下にする必要がある。

PANDA光ファイバは、光ファイバ側面から応力を受けると偏波クロストーク特性に劣化が起きる。このため、光ファイバホルダに固定する接着剤により発生する応力が偏波クロストーク特性に影響を与える^{(6) (7) (8)}。接着剤により発生する応力は、弾性係数により決定されるが、今回の検討では弾性係数の代用特性として硬度に着目した。図5から、接着剤は硬度の軟らかいものが適していることがわかる。

図6に、試作した偏波保持WDMの偏波クロストークを示す。平均 -31.3dBと安定した特性が得られている。図7に硬度の異なる2種の接着剤についての偏波クロストーク温度依存性を示す。光ファイバ固定に軟らかい材質の接着剤を使用することで、広い温度範囲において安定して -30dB以下の偏波クロストークが得られている。

4. 光学特性

図8に挿入損失を示す。信号光の経路については平均で0.34dB、励起光の経路については平均0.18dBと十分に低い挿入損失を達成することができた。

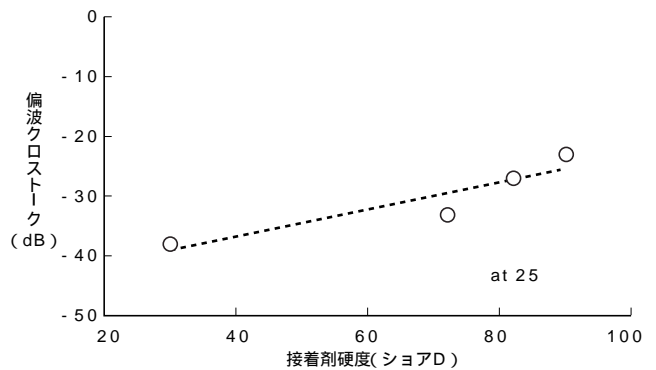


図5 光ファイバ固定接着剤の硬度と偏波クロストーク
Relationship between hardness of resin and polarization crosstalk

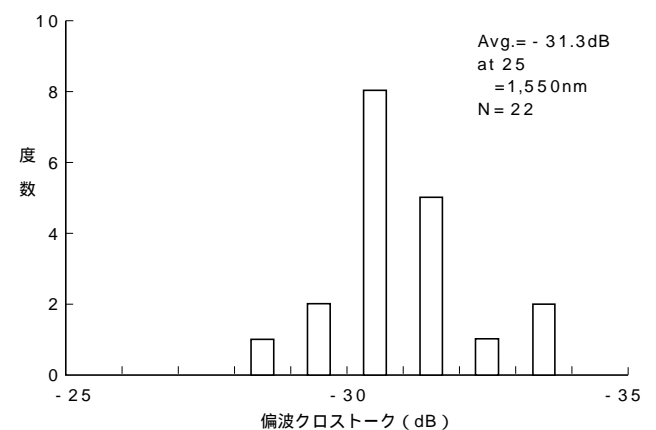


図6 偏波クロストーク
Polarization maintaining crosstalk

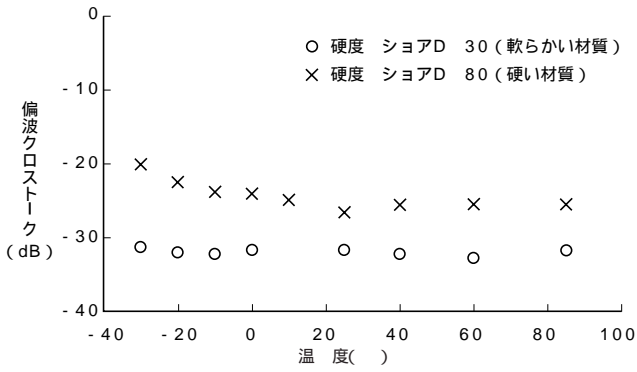


図7 偏波クロストークの温度依存特性
Temperature dependence of polarization crosstalk

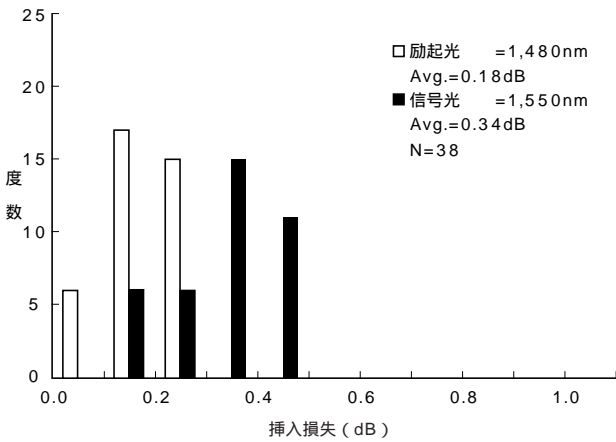


図8 挿入損失の発生頻度
Insertion loss

表1 光学特性一覧
Optical characteristics

項目		特性
信号光	波長 (nm)	1,530 ~ 1,570
	偏波クロストーク (dB)	< -25
	挿入損失 (dB)	< 0.6
	挿入損失波長依存性 (dB)	< 0.15
	挿入損失温度依存性 (dB)	< 0.15
	反射減衰量 (dB)	> 55
	アイソレーション (1,460 ~ 1,490nm) (dB)	> 25
励起光	波長 (nm)	1,460 ~ 1,490
	挿入損失 (dB)	< 0.4
	反射減衰量 (双方向) (dB)	> 50
	アイソレーション (1,530 ~ 1,570nm) (dB)	> 15

主要な光学特性を表1に示す。

5. 信頼性

偏波保持WDMについて、テルコーディア規格に準じた信頼性試験を実施した結果を以下に報告する。

実施した試験項目と試験条件、および試験前後での光

表2 信頼性試験結果一覧
Result of reliability test

項目	条件	結果	
		挿入損失変動量	偏波クロストーク変動量
ヒートサイクル試験	-40 ~ 85 500サイクル	< 0.1dB	< 1.5dB
ヒートショック試験	-40 ~ 85 20サイクル	< 0.1dB	< 1.5dB
振動試験	10 ~ 2,000Hz, 20G 12サイクル×3方向	< 0.1dB	< 1.5dB
衝撃試験	500G, 1ms 5回/方向×6方向	< 0.1dB	< 1.5dB
浸水試験	43 °C, 168h	< 0.1dB	< 1.5dB
高温高湿試験	85 °C, 85% 500h	< 0.1dB	< 1.5dB

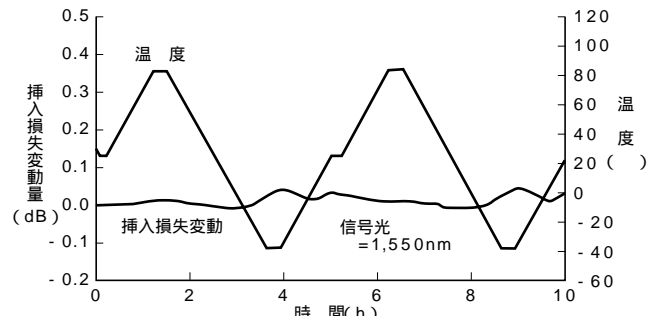


図9 ヒートサイクル試験結果
Result of heat cycle test

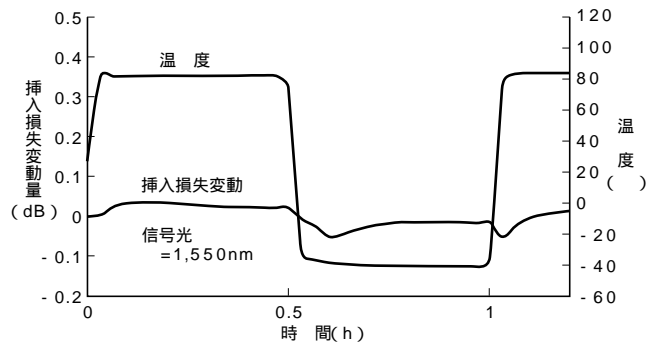


図10 ヒートショック試験結果
Result of thermal shock test

学特性の変化を表2に示す。

温度安定性を確認するために、試作した偏波保持WDMについて、ヒートサイクル試験および熱衝撃試験を実施した。図9、10に試験時の挿入損失変動を示す。

耐環境性能を確認するために、浸水試験と高温高湿試験を実施した。図11に浸水試験、図12に高温高湿試験での挿入損失の変動量を示す。

機械特性については、振動試験、衝撃試験を実施した。

表2に示すように上記のすべての試験において、試験後の挿入損失変動量が0.1dB以下、偏波クロストークの変動も1.5dB以下と、光学特性の劣化は見られず良好な結果で

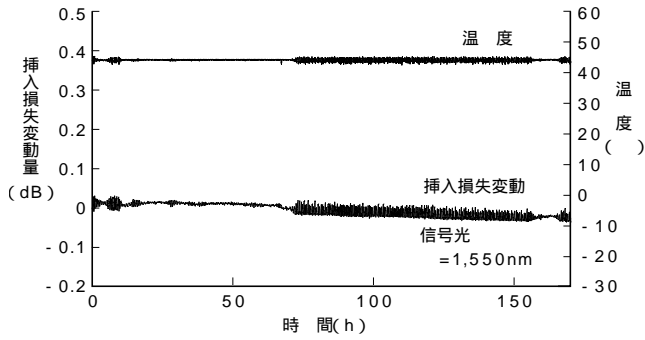


図11 浸水試験結果
Result of water immersion test

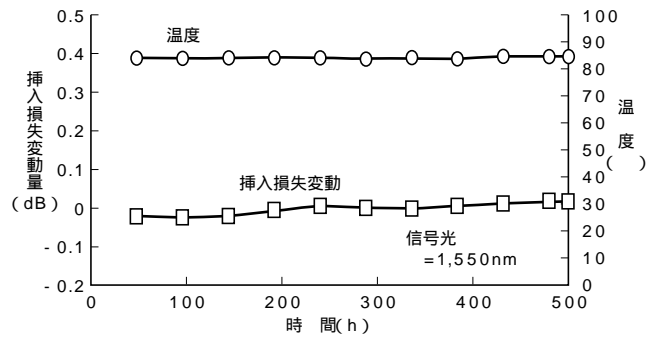


図12 高温高湿試験結果
Result of dump heat test

あった。

6. むすび

偏波クロストーク - 30dBの高い偏波保持性を，広範な温度範囲において安定して得られる偏波保持WDMを開発した．また各種の信頼性試験を実施し，十分な信頼性を有することを確認した．

参 考 文 献

1) 伊藤ほか：信学技報OCS2000-68，2000
2) 伊藤ほか：電子情報通信学会ソサイエティ大会 C-3-48，

2000

3) 毛利ほか：電子情報通信学会ソサイエティ大会 C-3-49，2000
4) 菅谷ほか：電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-13-10，2000
5) T.Sakai：OAA FC6，1995
6) 西脇ほか：電子情報通信学会ソサイエティ大会 C-3-4，2000
7) 松浦ほか：信学技報 OPE2000-116，2000
8) 中村ほか：電子情報通信学会総合大会 C-3-130，2001