

9 インラインフィルタの開発

Development of Inline Filter

大津 兼次	Kenji Ootsu	コネクタ開発本部
村松 尚宏	Takahiro Muramatsu	光エレクトロニクス開発本部
平山 智士	Satoshi Hirayama	中央研究所 研究開発部
亀田 健二	Kenji Kameda	中央研究所 研究開発部
鈴木 芳生	Yoshio Suzuki	プロダクトマーケティング本部
村上 恵司	Keiji Murakami	コネクタ開発本部 主任
伊藤 和彦	Kazuhiko Ito	中央研究所 研究開発部 薄膜技術担当課長
佐々木 弘之	Hiroyuki Sasaki	光エレクトロニクス開発本部 技術課長

キ - ワ - ド : 光ファイバ通信、光フィルタ、WDM、多層膜、アングル P C 研磨、小型化

要 旨

情報通信の大容量化に伴い、光の WDM 技術が急速に発展し、その技術に利用する光キーデバイスの開発競争が各社間で行われています。今回、私たちは波長多重通信システムにおいて光の分波に利用される光フィルタ製品（インラインフィルタ）を開発しました。

本製品は、透過損失が小さく、また、アイソレ - ション、反射減衰量の高いものが実現できました。熱衝撃試験、高温高湿試験、温度特性及び衝撃試験においても、光学特性が非常に安定しており信頼性の高いものとなっています。

SUMMARY

Optical wavelength division multiplexing (WDM) technology is rapidly advancing as the volume of communications data flow increases, and competition to develop the key devices that employ this technology is intensifying among manufacturers. Against this backdrop, we developed an optical filter (inline filter) used for wavelength division in WDM communications systems.

This product has low transmission loss and delivers high isolation and return loss. It boasts high reliability and extremely stable optical characteristics in thermal shock tests, high temperature/high-humidity tests, and in temperature characteristics and shock tests.

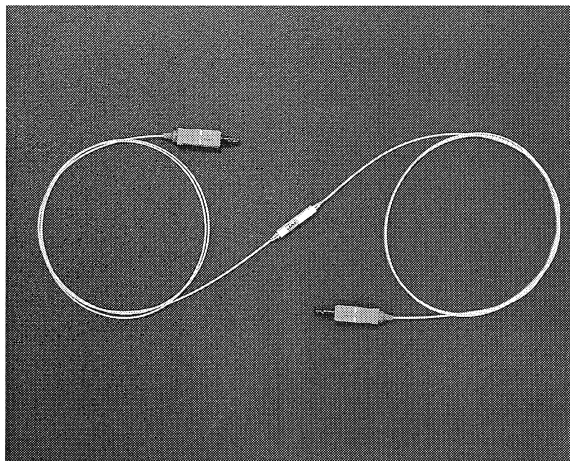


写真1 インラインフィルタ全体

1 はじめに

近年、インターネットに代表される情報通信は、ますます高速化および大容量化が進んでいますが、その中で光ファイバ通信は今後の情報通信の重要な担い手として、さらなる技術開発が行われています。その技術の一つに波長分割多重 (Wavelength Division Multiplexing : WDM) 技術があります。WDM 技術とは、1 本の光ファイバの中に多数の波長の光を通し、それぞれの波長でそれぞれ異なる情報を伝播させる事により、非常に大量の情報を伝送する技術です。

以上より WDM 技術においては、波長の分波合波に用いるキーデバイスが求められています。

今回、そのキーデバイスの一つとして、多層膜を使用した光フィルタ¹⁾ による波長の分波デバイス (インラインフィルタ) を開発しましたので紹介します。

2 インラインフィルタ

今回開発したインラインフィルタの概要、構成及び仕様を説明致します。

2.1 インラインフィルタの概要

インラインフィルタとは、1 本の光ファイバ中に波長の異なる 2 つ以上の光を伝搬させ、その伝搬経路において多層膜中を通過させます。その際、一方の波長の光は多層膜内を透過し続く経路へ進行させ、もう一方の波長の光は多層膜内で反射し経路外へ放射させることにより、必要とする波長の光のみ出力できる光デバイスです。

このようなデバイスは他にもいくつかありますが、インラインフィルタは多層膜を用いている点で、比較的特性が制御しやすい、量産性に優れている、また温度特性が安定している等という特長があり、今後用途は増えていくと考えられています。

2.2 開発目標

ここで、光フィルタを開発するにあたり、次の開発目標を設定し実現手段を検討しました。

(1) 開発目標

低損失、安価で信頼性の高いインラインフィルタの開発。

(2) 実現手段

当社が得意とする光コネクタの技術とファイバ端面への成膜技術を融合することにより、実現する。

光コネクタの技術を用いることにより以下の a ~ c を実現させる。

- a 低損失の実現
- b 共通部品、共通工程による低コスト、量産可能、高信頼性を実現
- c 調芯作業を用いないことによる低コスト、量産可能、高信頼性を実現

ファイバ端面への成膜技術を用いることにより以下の a、b を実現させる。

- a 成膜条件を変えることだけで、多品種の製品に対応可能とする
- b IBS (Ion Beam Sputter) 法による低コスト、量産可能、高信頼性を実現

2.3 構成及び仕様

上記 2.2 項を受けて、今回開発しましたインラインフィルタの外観写真を写真 1 に、外観寸法を図 1 に、構成を図 2 に示します。

外観寸法は図 1 及び写真 2 のように 4 × 4 × 35mm と小型化を実現することができました。また、その構成として、図 2 のように斜め凸球面を形成した (アングル P C (Physical Contact) 研磨加工) 一方のフェルール端面上に多層膜を成膜し、接続させております。従来のコリメータを使用したインライン・フィルタとは異なり、フェルールを用いた構造であるため、低損失化ならびに、小型化が可能になりました。さらに、標準的なコネクタ部品を使用することにより、ローコスト化も実現しております。表 1 にその仕様を示します。

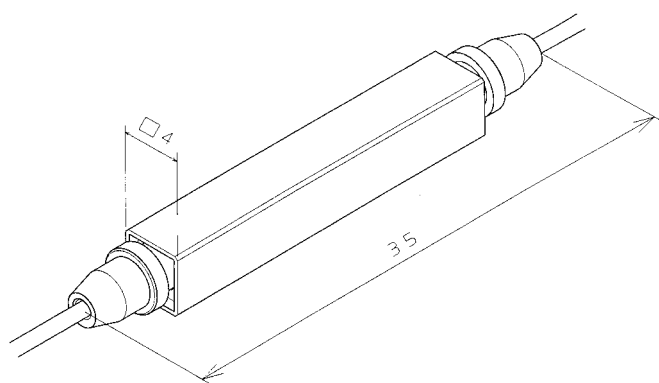


図1 インライン・フィルタ外観

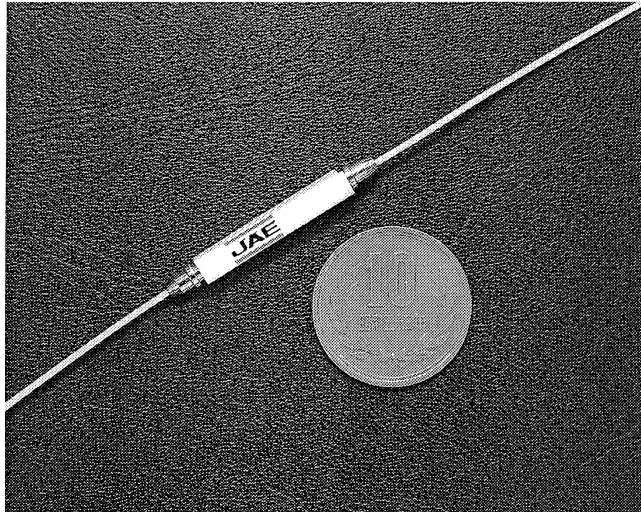


写真2 インラインフィルタ主要部

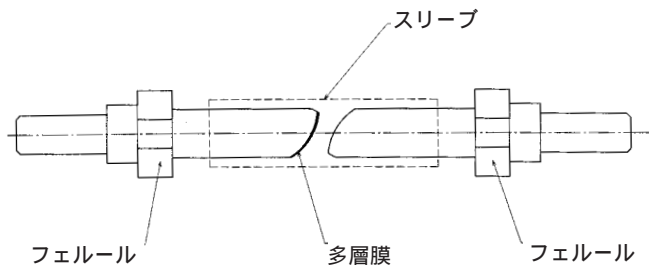


図2 内部構成図

3 特性評価結果

表1の仕様で設計したインラインフィルタについて、性能及び環境評価を行いました。

表1 インラインフィルタ仕様

波長範囲 (nm)	1550 ± 20	1270 ~ 1340
透過損失 (dB)	0.5 以下	
アイソレーション (dB)		15 以上
反射減衰量 (dB)	50 以上	
PDL (dB)	0.2 以下	
使用温度範囲 ()	- 20 ~ + 75	
保存温度範囲 ()	- 40 ~ + 80	
使用ファイバ	シングルモードファイバ	
外観寸法	図1	

3.1 初期性能

初期性能の測定結果を表2に、また、図3にその波長特性を示します。全てのサンプルの透過損失は0.4dB以下、アイソレーションは18dB ~ 37dBと設計仕様を大きく上まり、また、反射減衰量は、アングルPC研磨されたフェルール同士の接続により58dB以上であり、PDL (Polarization Dependent Loss) については0.13dB以下となっています。この測定結果から、設計仕様を満足していることが確認されました。

表2 インラインフィルタ初期性能

シリアル No.	透過損失 [dB]		アイソレ - ション [dB]		反射減衰量 [dB]	PDL [dB]
	波長 [nm]					
	1530	1570	1280	1340	1550	
1	0.11	0.11	35.9	23.2	- 64.1	0.01
2	0.10	0.07	35.3	21.4	- 58.0	0.02
3	0.16	0.14	35.0	21.6	- 64.3	0.04
4	0.30	0.25	35.3	21.7	- 64.7	0.13
5	0.28	0.26	36.1	23.2	- 62.7	0.04
6	0.13	0.09	35.8	22.2	- 65.3	0.09
7	0.29	0.26	34.3	18.8	- 64.2	0.06
8	0.11	0.08	35.8	21.7	- 59.9	0.02
9	0.08	0.06	34.5	20.9	- 65.8	0.04
10	0.18	0.11	35.6	22.5	- 63.7	0.02
11	0.15	0.15	34.1	19.6	- 63.6	0.03
12	0.34	0.11	37.6	24.7	- 64.3	0.07

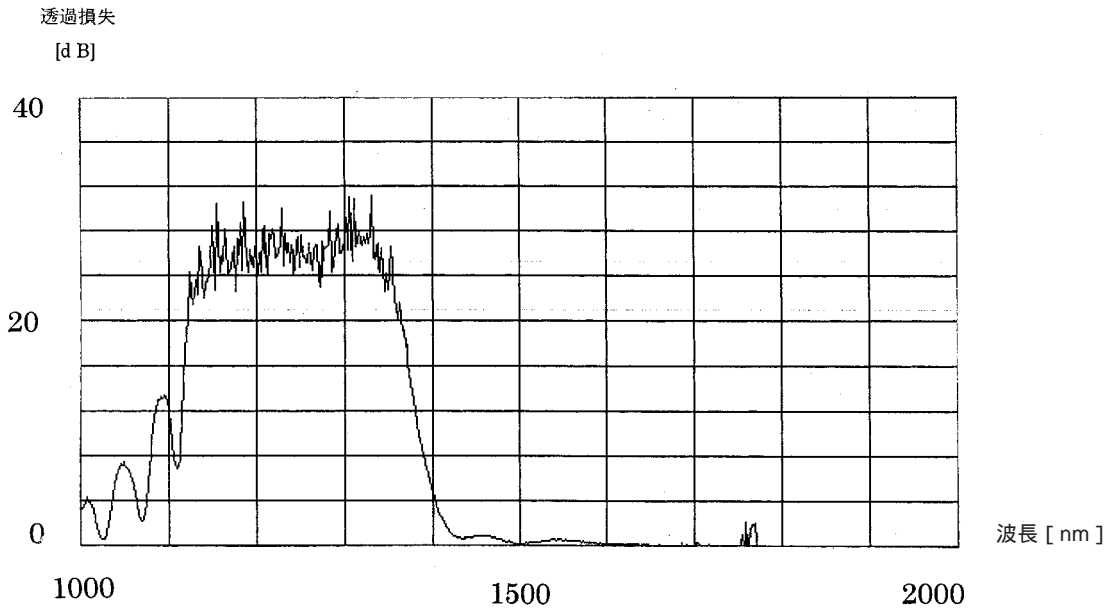


図3 波長特性

3.2 環境性能

変動量は、 $\pm 0.05\text{dB}$ 以内と極めて小さい値となっています。

3.2.1 熱衝撃試験

(1) 試験条件

温度範囲 : -40 、 $+80$
 高低温放置時間 : 30分 (-40 、 $+80$)
 温度移行時間 : 2分以内
 サイクル数 : 124サイクル

(2) 試験結果

熱衝撃試験での透過損失変動量の結果を図4に、PDL変動量を図5に示します。

図4より $-40 \sim +80$ の熱衝撃を124サイクル付加したことによるサンプルの透過損失の変動量は、 $\pm 0.2\text{dB}$ 以内となっていて変動が小さく、また、図5よりPDLの変動量は、 $\pm 0.05\text{dB}$ 以内と極めて小さい値となっていることがわかります。

3.2.2 高温高湿試験

(1) 試験条件

温度 : 85
 湿度 : 60%
 試験時間 : 250時間

(2) 試験結果

高温高湿試験での透過損失変動量の結果を図6に、PDL変動量を図7に示します。

図6よりサンプルの透過損失の変動量は、 $\pm 0.25\text{dB}$ 以内となっていて変動が小さく、また、図7よりPDLの

3.2.3 温度特性試験

(1) 試験条件

温度 : -40 、 25 、 $+85$
 温度放置時間 : 30分

(2) 試験結果

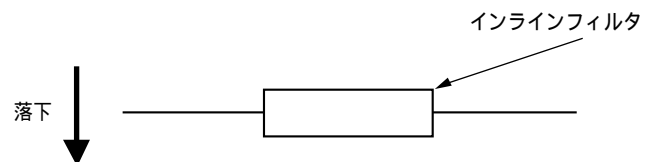
透過損失の温度特性試験の結果を図8に示します。

図8より温度特性は、 $-40 \sim 85$ の範囲で $\pm 0.3\text{dB}$ 以内であり温度特性は安定している事が分かります。

3.2.4 衝撃試験

(1) 試験条件

落下距離 : 1.8m
 落下方法 : 下図に示す軸方向に地面(コンクリート)へ向けて落します。



落下回数 : 8回を1サイクルとして3サイクル実施しました。

(2) 試験結果

衝撃試験での透過損失変動量を図9に示します。

図9より透過損失変動量は、 ± 0.4 dB以内と小さく、また、破壊されたものがないことがわかります。

3.2.5 荷重試験

(1) 試験条件

荷重試験測定方法： 金属ブロックをインラインフィルタ上面に置き，上方よりプッシュプルゲージで荷重を加え，その時の損失を測定する。

荷重 : 10 ~ 30 N

(2) 試験結果

荷重試験の結果を図10に示します。

図10より、変動は0.01 dB以下と極めて小さく、この荷重では問題ないことがわかりました。

以上の環境試験により、本インラインフィルタは、環境変化に対して性能変動が小さく高信頼性であることを確認した。

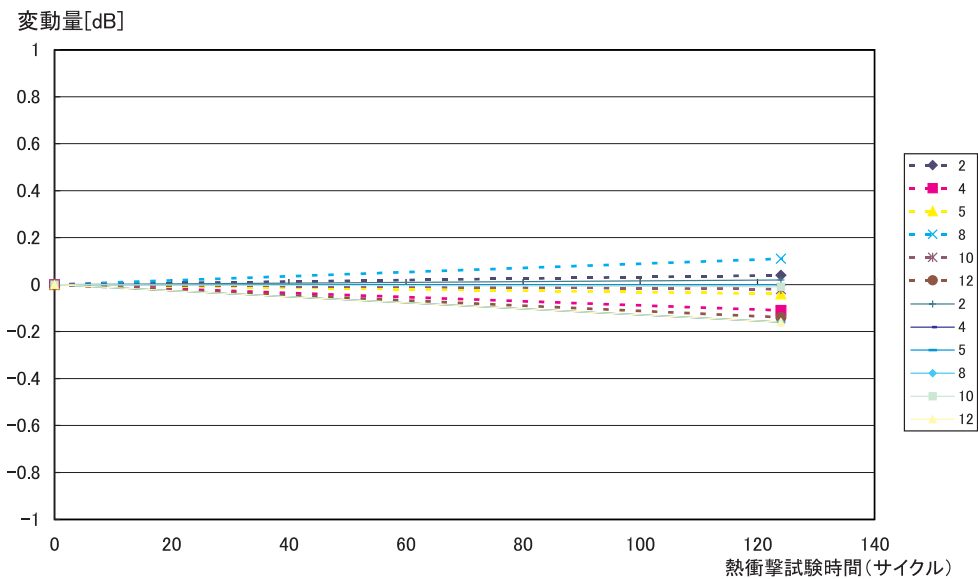


図4 熱衝撃試験 透過損失変動量

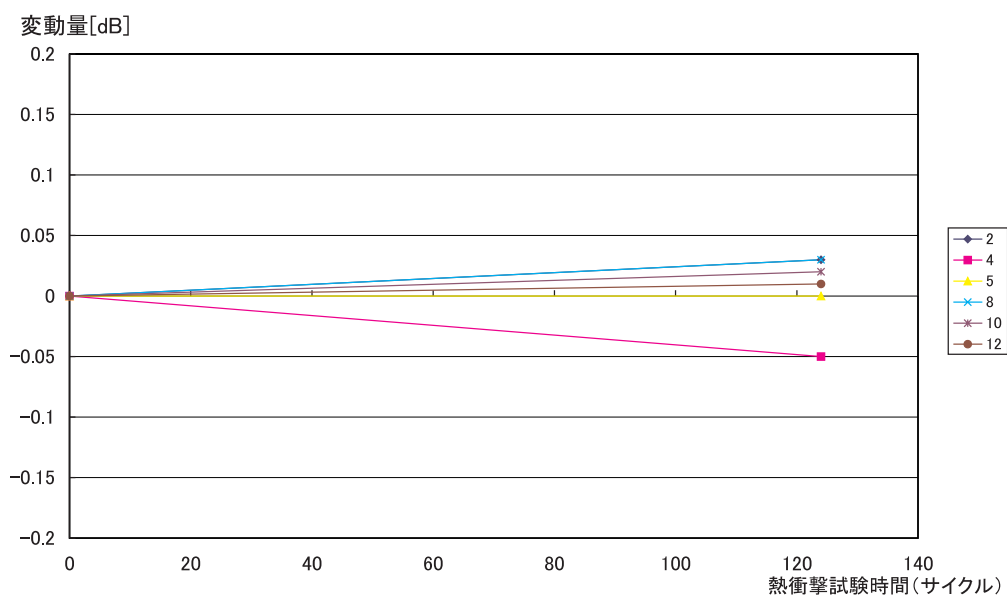


図5 熱衝撃試験 1550nm、PDL 変動量

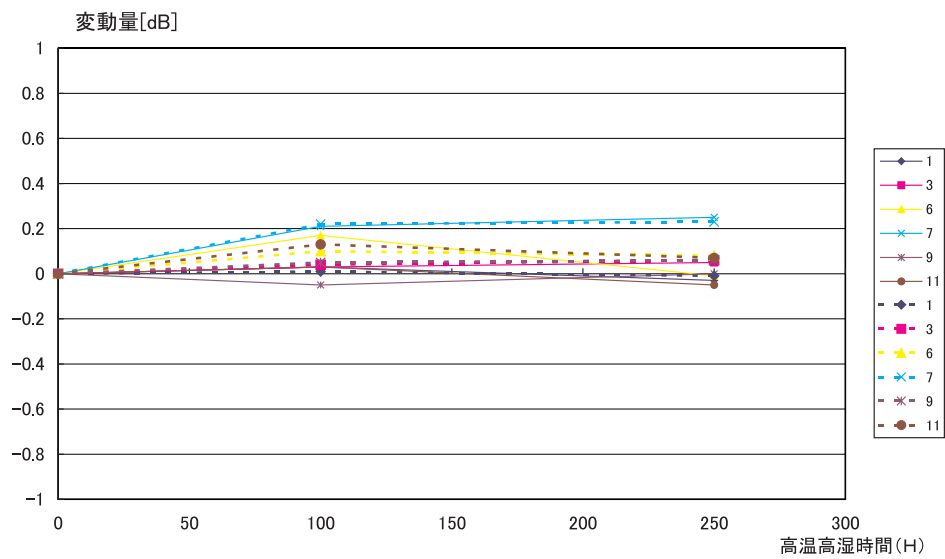


図6 高温高湿試験 1550nm、透過損失変動量

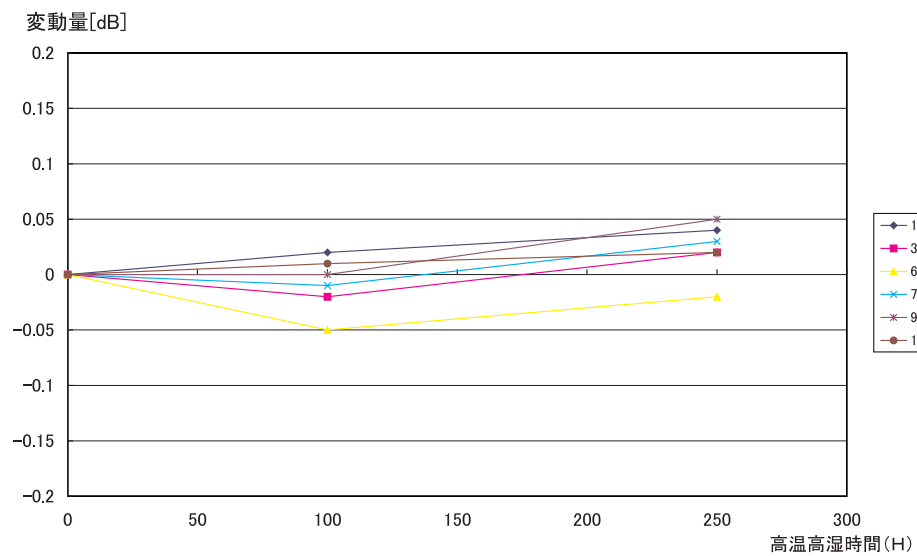


図7 高温高湿試験 1550nm、PDL 変動量

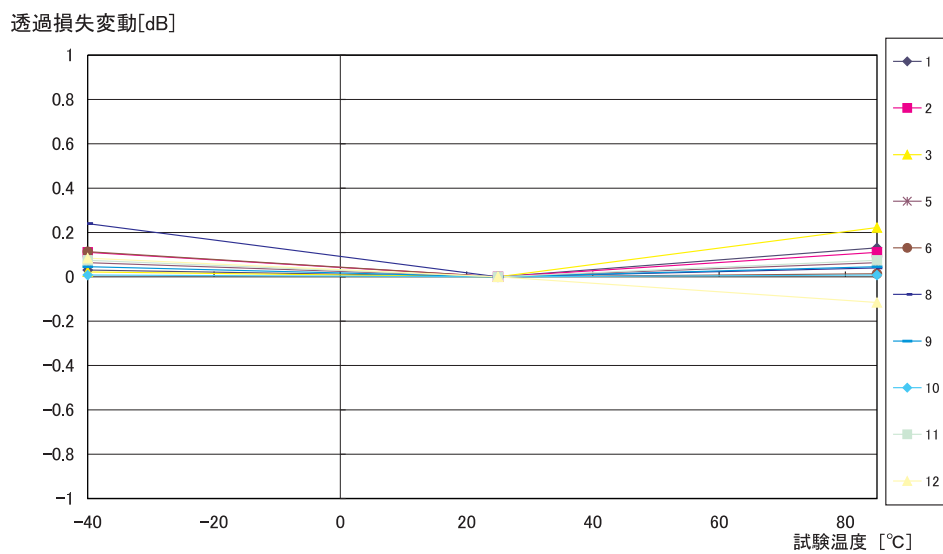


図8 温度特性試験 透過損失

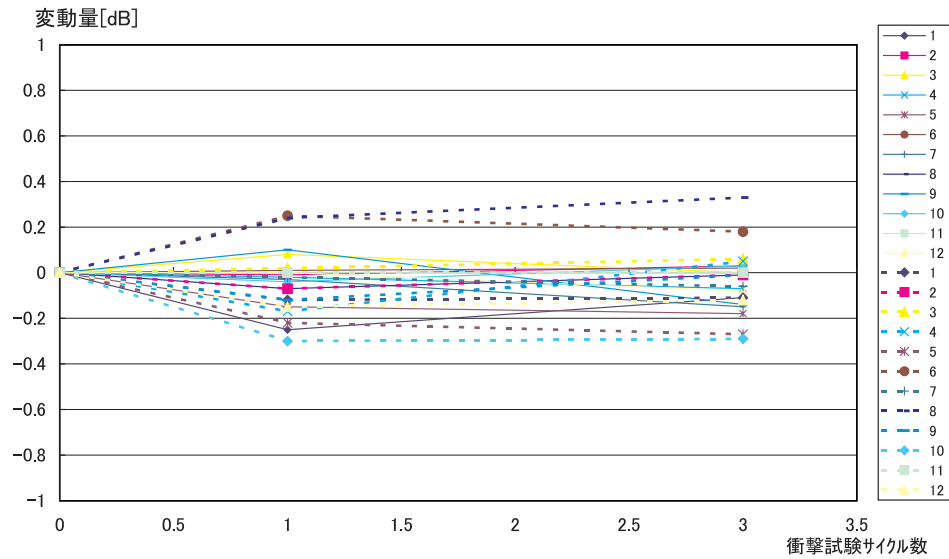


図9 衝撃試験 1550nm、透過損失変動量

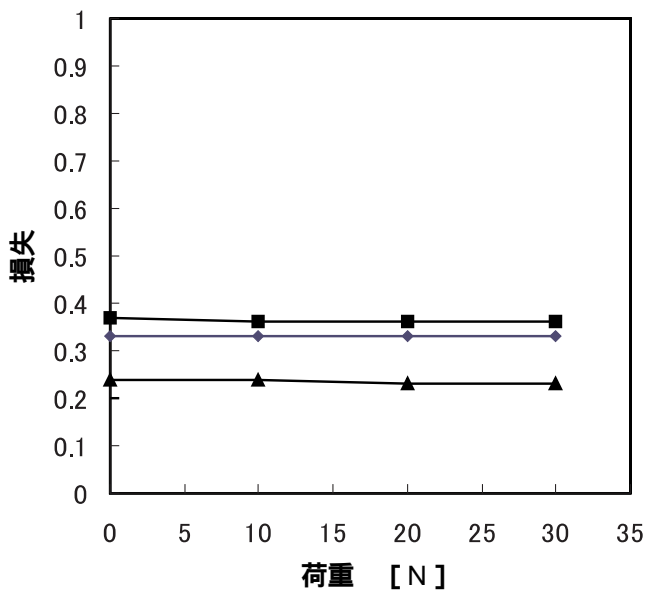


図10 荷重試験

4 むすび

ここに紹介したインラインフィルタは、多層膜の仕様を変えるだけで、様々な光を透過及び反射させることができる機構であり、また小型軽量、コストも安価、そして高信頼性を兼ね備えた製品となっていますので情報通信関連分野を中心に多くの需要が期待されます。

今後も、様々なフィルタ仕様及び低コスト化などが更に要求されていくと予想され、その要求に対して迅速に対応していきたいと考えております。

[参考文献]

- 1) 伊藤 和彦 ほか：“光通信用フィルタ - ”、航空電子技報、No.22、p57 (1999)