

## 光ファイバ/光導波路一体型宅内伝送用光モジュールの研究開発（032201002）

Research & Development on optical modules for transmission of fiber/waveguide all-in-one design for the home networks

### 研究代表者

小林 壮一 フォトニックサイエンステクノロジー株式会社  
Soichi Kobayashi Photonic Science Technology, inc.

### 研究分担者

川瀬 正明<sup>†</sup> 山林由明<sup>†</sup> 佐々木恵逸<sup>††</sup> 春木 明<sup>†††</sup> 長枝 浩<sup>††††</sup>  
Masaaki Kawase<sup>†</sup> Yoshiaki Yamabayashi<sup>†</sup> Keiichi Sasaki<sup>††</sup> Akira Haruki<sup>†††</sup> Hiroshi Nagaeda<sup>††††</sup>  
<sup>†</sup>千歳科学技術大学 <sup>††</sup>北日本電線株式会社 <sup>†††</sup>アイフォコム株式会社 <sup>††††</sup>株式会社トリマテイズ  
<sup>†</sup>Chitose Institute of Science and Technology.  
<sup>††</sup>Kitanihon electric cable co., Ltd. <sup>†††</sup>iFORCOM Co., Ltd. <sup>††††</sup>Trimatiz, Ltd

研究期間 平成 15 年度～平成 19 年度

### 本研究開発の概要

FTTH 及びホームネットワークの普及には、回線使用料の低価格化とともに関連デバイスの低価格化が重要課題となっている。宅内配線・伝送のキーパーツとなる光回路の従来の作製技術は、石英ガラスを主体に用いて、光導波路、入力光ファイバ、出力光ファイバアレイの 3 つのパーツを個別に製造し、それぞれを接続してモジュールを作製する方法が開発実用化されている。しかし、この方法は、設備に多大な投資がかかる他、多段階の接続工程毎に 0.1  $\mu$ m 精度の超微細調芯技術が要求され、製品の高価格化の誘因となっている。この解決には、加工が容易で低価格な材料開発と製造工程の簡素化、パーツの一体化が不可欠である。そこで本研究開発では、低価格なポリシランを用いて、大面積化し、量産化工程により光ファイバと光導波路を一体化した光モジュール開発をする。

### Abstract

In the spread of the fiber to the home (FTTH) systems and the home network systems, the reducing cost of related devices becomes an important problem with the reducing cost of connection between optical parts. Fabrication methods of optical components have been developed based on using silica glass. The optical components such as splitters for the FTTH systems have been assembled with three parts consisting of a planer lightwave circuit (PLC) block, an input fiber block and an output fiber array block. The method, however, requires a high-alignment technology with 0.1  $\mu$ m accuracy for adjusting the parts at each connection and a high cost investment for the alignment equipments, and is a cause of making of high-price products. The solutions for the problems need a low-priced material to be developed and simple integration technologies of the parts. In this research and development, an optical module made by the integration technology between the fiber array parts and the PLC parts with a large area and a mass production industrial method is developed.

### 1. まえがき

インターネットユーザが年々増加し、IP アドレスの需要が増えている。どこでも、いつでも、誰でも可能なユビキタスネットワークの本格普及が進むと宅内光ネットワークの需要も増加し、ビル内、家庭内の光デバイスの低価格化が要求される。低コストプロセス化可能なポリマー光部品はその需要に大いに応えられると期待されている。本研究では、エッチング工程を必要としないポリシランに着目し、光導波路形成技術と光伝送用デバイスへの応用について報告する。

### 2. 研究内容及び成果

#### 2.1 ポリシラン光導波路作製技術

ポリシランはケイ素原子が一次元的に直接結合する高分子材料であり、紫外線を吸収するとケイ素-ケイ素結合が切断され酸素と結合し、屈折率が低くなる。ポリシラン

光導波路作製プロセスは、基板上にアンダークラッドを堆積し光分岐回路等のマスクパターンを用い、紫外線露光により立体的に埋め込み型コアが形成でき、エッチング工程を必要としないため経済的なプロセスと言える。ポリシランは紫外線照射後、ポストバーク工程を経て硬化する。屈折率制御は紫外線の照射時間とポストバークの温度で決定される。以上により、ポリシランに依る光導波路作製技術を確立した。

#### 2.2 ポリシラン光スプリッタハブの作製

フォトリソ現象を用いた光導波路作製技術の課題点ある深さ方向の屈折率制御方法及び光ファイバ/ポリシラン光導波路実装方法の最適化を行いポリシラン光スプリッタハブの作製を行った結果、平均挿入損失：10.65dB、偏波依存損失：<1.0dB を達成した。作製した光スプリッタハブを図 1 に示す。



図 1 ポリシラン光スプリッタハブ概観写真

## 2.3 光ファイバ/光導波路一体型モジュール

上記ポリシラン光導波路作製技術を用い光コネクタ接続を可能とするパッシブアライメント型光ファイバ/光導波路一体型光スプリッタを開発した。通常 MT コネクタ接続と同様、勘合ピンで接続を可能とする光導波路固定用部品の開発を行い、コネクタ接続時に使用しているクリップ式のアタッチメント構造を採用した (図 2)。作製した光ファイバ/光導波路一体型 1x8 スプリッタモジュールの光学特性評価を行ったところ、平均挿入損失: 12.1dB、MT コネクタ抜き差し試験(変動損失): <0.1dB と良好な結果を得た。

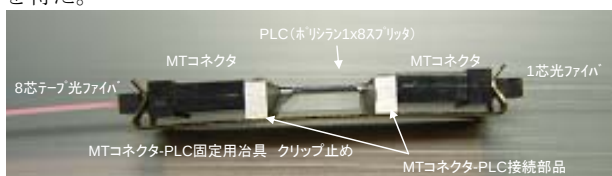


図 2 光ファイバ/光導波路一体型モジュール

## 2.4 光応用デバイスについて

二光束干渉露光による OADM デバイス検討  
ポリシラン光導波路の特徴は紫外線を照射すると屈折率が下がる点にあるため、コアパターンニング後においてもコア部は元の状態が保持されており、新たに紫外線でパターンを書き込むことができる。上記特徴を活かし、二光束干渉露光方法を用いコアに直接回折格子の書き込みを行い OADM デバイスモジュールへの応用を提案し、良好な特性を得た。光源には 325nm に中心波長を持つ He-Cd レーザを用い、入射角 19 度で干渉露光した(ピッチ:499nm)。回折格子長が 5mm、ブラッグ波長が 1549.5nm の試料で回折格子フィルタの反射特性、透過特性スペクトルを測定し、半値全幅が 0.5nm であった。隣接クロストークは 10dB 以上であった (図 3)。

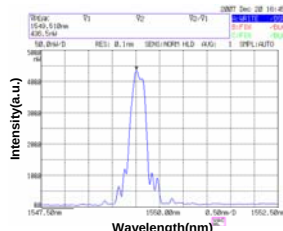


図 3-a 反射スペクトル特性

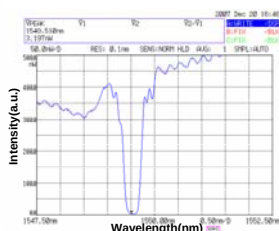


図 3-b 透過スペクトル特性

## 2.5 光伝送評価

Gbps 家庭内情報ハイウェイの可能性を明らかにするため作製した光スプリッタハブ(1x8ch)と、千歳市内の AWG-STAR (光合・分波器網) ※を使用して家庭内 LAN におけるフィールド実証実験を行った。構成図を図 4 に示す。測定条件は、クロック周波数(Clock Frequency): 1.0GHz、測定波長: 1.5μm である。その結果、スプリッタによる信号劣化は確認されず良好な結果であった。また、ビル内、家庭内における宅内波長分割多重システムを想定した構

内光 LAN の実証実験として、千歳市内の AWG-STAR (光合・分波器網) と本研究で開発を行った OADM モジュールを用いて実証実験を行った。測定条件は、上記光スプリッタハブのフィールド実験と同様条件で行った。測定結果、OADM モジュールを使用することで、雑音レベルが劣化し信号特性が 1dB、Back to Back より向上した。

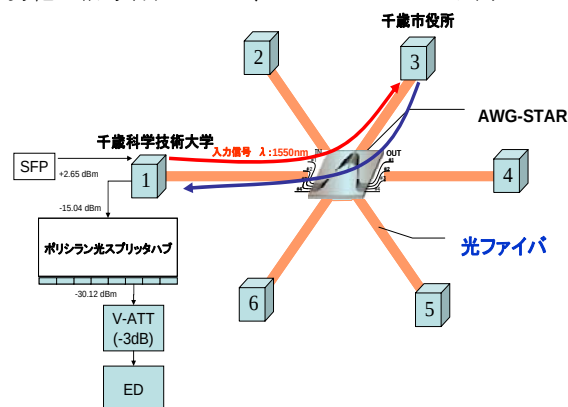


図 4 フィールド実験構成図

※AWG-STAR (光合・分波器網): 「AWG-STAR 千歳光トライアル」は千歳市役所を中心として市内の公共施設や小中学校をスター状(星状)に配置した光ファイバで結ぶ行政イントラネット。

## 3. むすび

我々はポリシラン材料を用いてポリマー膜形成技術を開発し、ポリマーの特色を生かした光伝送用デバイスへの応用を検討した。光通信部品は信頼性評価基準が高いため環境によって材料の制限を受ける。しかし、光通信システムの成熟度に従い、部品に要求される条件が変わり、価格重視の世代になると、環境を限定したポリマー部品が必ず要求され、本研究開発では量産、大面積化の面でも実現可能であることを明確にした。

### 【誌上発表リスト】

- [1] S.Kobayashi, M.Sawada, T.Suda, K.Ogura and H.Tsushima, "Narrow Tunable Polysilane Optical Waveguide Bragg Grating Filters" IEEE Photon.Technol.Lett.vol 19, no. 5, pp. 363-365,2007
- [2] 小林壮一 "ポリマー光導波路への期待とそれを支える材料技術" 雑誌光学 2008 年 37 巻 2 号 P74~81

### 【申請特許リスト】

- [1] 発明者 小林壮一、津島宏、廣田一也、発明の名称 光導波路及びその製造方法、申請国 日本、申請年月日 平成 15 年 6 月 25 日
- [2] 発明者 小林壮一、津島宏、発明の名称 光導波路及びその製造方法、申請国 日本、申請年月日 平成 17 年 5 月 11 日
- [3] 発明者 小林壮一、須田俊央、本吉大軌 発明の名称 光アドドロップ回路、申請国 日本、申請年月日 平成 19 年 3 月 14 日

### 【報道発表リスト】

- [1] 道内大学発ベンチャー企業の特集" 財界さっぽろ " 平成 17 年 7 月掲載

### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

URL: <http://www.psti7.com/>