

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 4 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23760309

 研究課題名（和文） 光誘起自己形成技術により作製された波長フィルタに基づく  
熱光学スイッチ

研究課題名（英文）

 T0-Switch based on wavelength filter fabricated by light-induced  
self-written technology

研究代表者

富木 政宏 (TOMIKI MASAHIRO)

静岡大学・工学部・助教

研究者番号：60362183

研究成果の概要（和文）：

フレネル反射による屈折率測定を行った。自己形成に用いる材料の光硬化時の屈折率変化の測定に成功した。また温度変化についても評価を行い、一般的な高分子材料と同等の温度係数を持つことが分かった。

2 本同時形成による合波構造の形成に成功した。また合波後に回折格子を形成することで選択比 16dB の波長フィルタとして動作することを確認した。

温度変化については材料とファイバとの密着性の問題のため剥離が頻繁に生じ、安定した結果を得ることができなかったが、材料を改善すれば解決する問題である。

研究成果の概要（英文）：

I measured the refractive indices by the Fresnel reflection. I have succeeded in measuring the refractive index change of the material for self-written during the light curing. As the results, the material has the temperature coefficient equivalent to the polymeric materials in general.

It was fabricated the combined structure by simultaneous formation by self-written technique. In addition, it was confirmed that the unit was operating as a reflection wavelength filter with the extinction ratio 16 dB by forming a diffraction grating.

It has been occurred delamination frequently due to the problems of adhesion to the fiber. Therefore it was not be able to obtain the stable results for temperature changes. However, this problem is easily to be solved by improving the material.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電子デバイス・電子機器

キーワード：熱光学スイッチ、自己形成、波長フィルタ、合分波器

## 1. 研究開始当初の背景

建物内・装置間・ボード間の光配線化の実現のために、光スイッチの小型・高性能化かつ簡便・安価な作製方法の確立が必要である。特に課題となるのが接続方法であるが、本提案の手法は光ファイバから出射される光により形成されるため、位置合わせが不要で接続効率が良いため、有望視されている。

## 2. 研究の目的

光誘起自己形成技術は簡便・高効率かつ安価に光ファイバを接続できる技術として注目を集めている。これに対し、申請者はシングルモード条件下で直線形状のみならず2分岐、4分岐、曲線等の形状や屈折率変調型周期構造の形成に成功しており、この技術が光デバイス作製に適用可能であることを示

峻してきた。本研究では光波長多重通信システムにおいて根幹を成す波長選択スイッチを、光誘起自己形成技術を用いて作製した波長フィルタにヒータを付与することで小型・高性能の光スイッチの実現を目指すものである。

### 3. 研究の方法

主に下記の3つの課題に分けて解決していった。

- ① 材料の屈折率温度依存性の測定
- ② 2本から1本に合波する形状の形成
- ③ ②で得られた構造物の合波後に回折格子を形成しフィルタを形成および選択波長の温度変化の測定・評価を

### 4. 研究成果

①については、従来の薄膜化してから測定は困難であったことから、材料に挿入した光ファイバ端面からフレネル反射を測定することで屈折率および屈折率変化の測定を行った(図1)。自己形成材料の光硬化時の屈折率変化を測定することで、作製条件の最適化を図ることができ、再現性が向上した(図2)。また温度変化の測定も行い、一般的な高分子光学材料であるPMMAやPSとほぼ同等の温度係数を持つことが判明した(図3)。

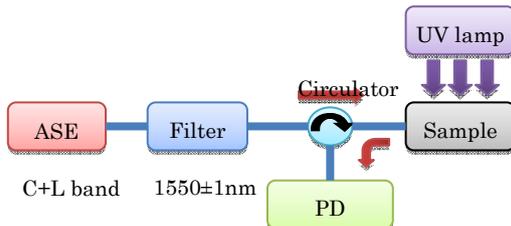


図1 屈折率測定光学系

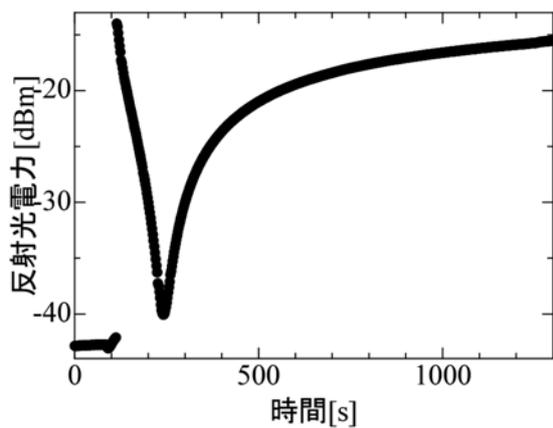


図2 UV照射に対するフレネル反射光の変化

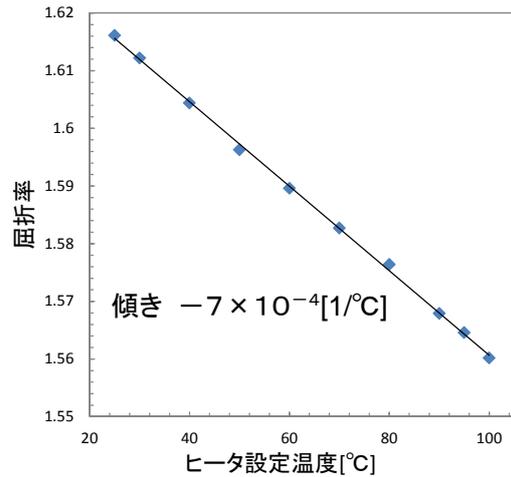


図3 屈折率の温度変化

②についてはLDを2つ用意し、それぞれの独立に制御することで2本同時に形成し(図4)、事前に照射した紫外線により中央に寄せさせることで2本から1本に合波する構造を得ることに成功した(図5)。図6に導波時の様子を示す。またこの結果から輝度情報を取り出し、損失を見積もったところ、合波部の損失は1.25dBと比較的低損失であった。

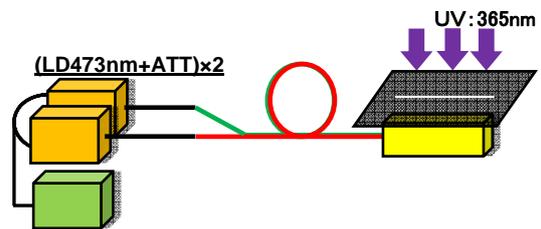


図4 合波構造形成の光学系

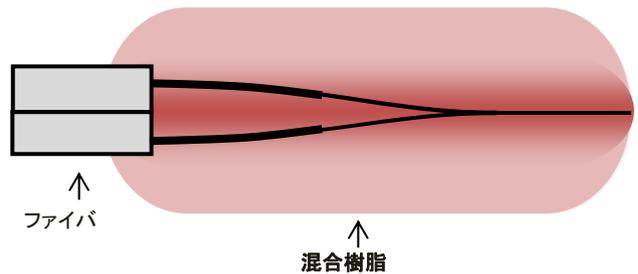


図5 マスクによる曲線部形成

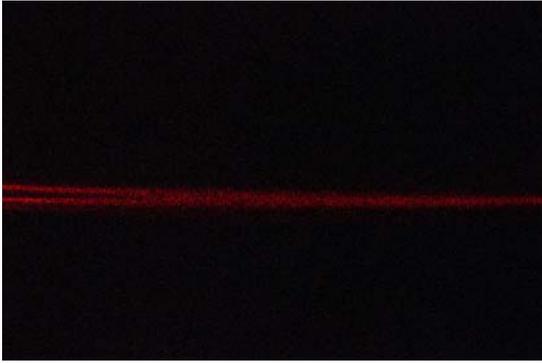


図6 He-Ne レーザによる導波確認

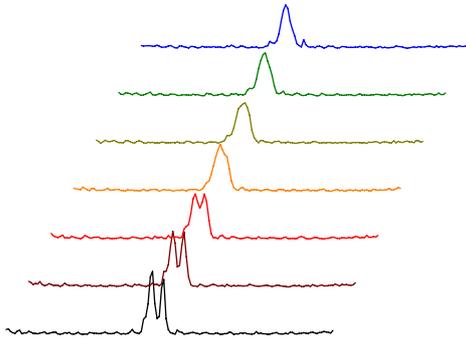


図7 輝度情報を抜き出した結果

③については合波後の直線部分に位相マスクにより回折格子を形成し(図8)、反射型波長選択フィルタを作製した(図9)。得られた結果を図10に示す。図から選択比は16dB、半値全幅は0.7nmであった。このグレーティングを加熱したところファイバと材料が剥離して測定が継続できなかった。これは材料とファイバとの密着性の問題であり、材料を改善することで改善できると考えられる。

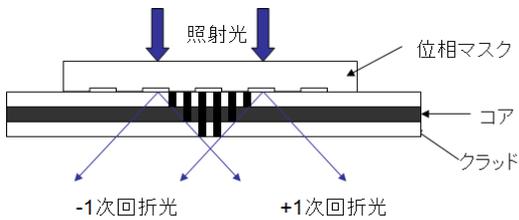


図8 位相マスクによる回折格子形成

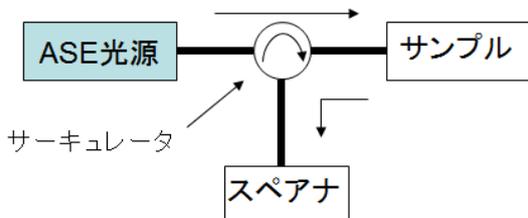


図9 反射型波長選択フィルタ

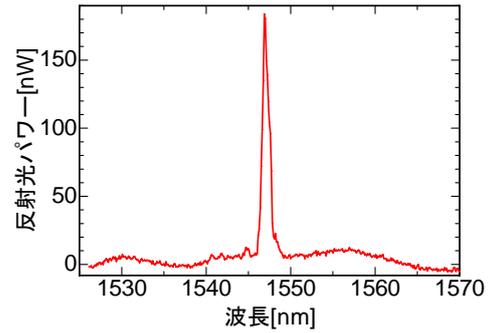


図10 波長フィルタの反射光スペクトル

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計8件)

- ① 富木政宏, 東 健太, 坂田 肇, “ファイバ端面からのフレネル反射を用いた屈折率変化測定,” 第73回応用物理学会学術講演会, 2012年9月12日, 愛媛大学(愛媛県)
- ② 寺田悠真, 富木政宏, 坂田 肇, “自己形成導波路作製技術による合分波器の作製,” 第73回応用物理学会学術講演会, 2012年9月12日, 愛媛大学(愛媛県)
- ③ M. Tomiki, H. Watanabe, Y. Terada, H. Sakata, A. Kawasaki, T. Yamashita, M. Kagami, “FABRICATION OF OPTICAL COMPONENT IN LIGHT-INDUCED SELF-WRITTEN WAVEGUIDE,” 1st International Conference on Advanced Photonic Polymers, 2011年12月1日, パシフィコ横浜(神奈川県)
- ④ M. Tomiki, H. Watanabe, H. Sakata, A. Kawasaki, T. Yamashita, M. Kagami, “FABRICATION OF A BAND-PASS FILTER IN A LIGHT-INDUCED SELF-WRITTEN WAVEGUIDE,” 17th Microoptics Conference, 2011年11月1日, 仙台国際センター(宮城県)
- ⑤ H. Watanabe, M. Tomiki, H. Sakata, T. Yamashita, A. Kawasaki, M. Kagami, “Band-pass Optical Filter in Light-induced Self-written Waveguide,” Solid State Devices and Materials, 2011年9月29日, Winc あいち(愛知県)
- ⑥ 渡邊裕樹, 富木政宏, 坂田 肇, 河崎朱里, 山下達弥, 各務 学, “自己形成導波路への波長フィルタ形成,” 第72回応用物理学会学術講演会, 2011年8月31日, 山形大学(山形県)

- ⑦ 寺田悠真, 富木政宏, 坂田肇, 山下達弥, 河崎朱里, 各務学, “自己形成導波路の複数本同時形成,” 2011年8月31日, 山形大学 (山形県)
- ⑧ 富木政宏, 宇野将也, 渡邊裕樹, 坂田肇, 山下達弥, 河崎朱里, 各務学, “ポリマー光学材料の屈折率変化の測定,” 電子情報通信学会電子部品・材料研究会, 2011年8月25日, 北海道大学 (北海道)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

富木政宏 (TOMIKI MASAHIRO)  
静岡大学・工学部・助教  
研究者番号 : 60362183

### (2) 研究分担者

なし ( )

研究者番号 :

### (3) 連携研究者

なし ( )

研究者番号 :