

## 集束陽子マイクロビームにより PDMS 薄膜内部に埋め込み加工された Mach-Zehnder 導波路型光スイッチング素子の開発

Fabrication of Flexible Mach-Zehnder Interferometer embedded in PDMS thins Film  
using Focused Proton Microbeam

群馬大理工<sup>1</sup>, 量研機構高崎研<sup>2</sup> ◯三浦 聡<sup>1</sup>, 猿谷 良太<sup>1</sup>, 川端 駿介<sup>1</sup>, 三浦 健太<sup>1</sup>, 加田 渉<sup>1</sup>,  
江夏 昌志<sup>2</sup>, 佐藤 隆博<sup>2</sup>, 神谷 富裕<sup>2</sup>, 花泉 修<sup>1</sup>

Gunma Univ.<sup>1</sup>, QST/TARRI<sup>2</sup>,

◯Satoshi Miura<sup>1\*</sup>, Ryota Saruya<sup>1</sup>, Shunsuke Kawabata<sup>1</sup>, Kenta Miura<sup>1</sup>, Wataru Kada<sup>1</sup>, Masashi  
Koka<sup>2</sup>, Takahiro Satoh<sup>2</sup>, Parajuli Raj Kumar<sup>1</sup>, Tomihiro Kamiya<sup>2</sup>, and Osamu Hanaizumi<sup>1</sup>

E-mail: [t161d090@gunma-u.ac.jp](mailto:t161d090@gunma-u.ac.jp)

情報通信の高速・大容量化に伴い、デバイス内部やデバイス間の短中距離通信に光インターコネクション技術が必要とされはじめています。光インターコネクション材料には、空間的な制約や、配線素子に求められる柔軟性から、一般的なシリコン材料に加えて高分子材料がフレキシブルな光信号処理回路材料として検討されている [1]。他方で、紫外線等を利用した光配線微細加工技術では、高分子材料内部への光導波路構造の形成時に、光伝送路（コア）部分と周辺のクラッド部分に生じる継ぎ目等での漏光が信号伝送上のロスとして課題となる。これに対し、陽子線を利用した微細加工(Proton Beam Writing: PBW)では材料深部の選択的加工が可能である。本研究グループの先行研究では、陽子線照射による飛程部分を光導波路の伝送路（コア部分）として利用することで、高分子薄膜中にマッハツェンダ(Mach-Zehnder: MZ)型光導波路を埋込加工可能であることが確認されている[2]。単一の有機薄膜内部に埋め込まれた光スイッチ構造には境界面が少なく、光ロスの少ないデバイスの実現が期待できる。特に、自立可能な高分子薄膜内部に光導波路構造を埋込加工できれば、目的とするフレキシブルな光信号処理デバイスが実現できると考えられる。

本研究では、汎用性の高い高分子材料である PDMS(polydimethylsiloxane, Toray-Dow corning Sylgard184)を基板材料として選択し、薄膜内包型の光導波路を用いた光スイッチ素子の開発を試みた。平坦なシリコン基板上にスピコートプロセスにより PDMS 薄膜を厚み約40 $\mu\text{m}$ で形成し、その後シリコン基板より剥離し自立薄膜を形成した。次いで、750 keV H<sup>+</sup> を約 1 $\mu\text{m}\phi$  程度で集束とし PBW 微細加工のプロンプとした。本プロンプの走査により、自立型の PDMS 薄膜内 約 18 $\mu\text{m}$  の深さに MZ 型の導波路構造(Fig. 1)を形成した。完成した光導波路上部に熱光学効果を誘発するための Ti-Au 複合電極による加熱ヒータを付与した。ヒータ電極への電圧印加により、Fig.2 に示すように MZ 型光干渉計の基礎動作を簡便に確認することができた。

[謝辞] 本研究は JSPS 科研費 15K04731 の助成を受け実施された。

[参考文献]

[1] K Miura et al, Key Eng. Mater., 534, 158-161, (2013)

[2] W. Kada et al, Nucl. Instr. Meth. Sec. B 348, 218-222, (2015).

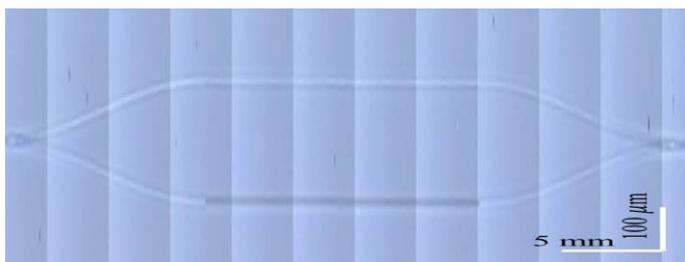


Fig.1 PDMS 薄膜内形成された MZ 型導波路構造

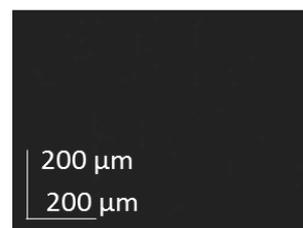
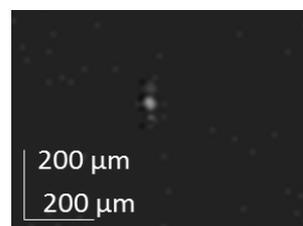


Fig.2 近視野像比較(上 ON, 下 OFF)