

## 소산파의 복굴절을 이용한 광 도파관 센서

### Optical waveguide sensors using optical birefringence of evanescent fields

K. -S. Son<sup>1</sup>, H. Y. Lee<sup>2</sup>, W. -K. Kim<sup>2</sup>, S. S. Lee<sup>1</sup>, S. S. Park<sup>2</sup>, S. -W. Kwon<sup>3</sup>, E. C. Lee<sup>4,5</sup>, J.-W. Park<sup>4,5</sup>, H. Ju<sup>4,5\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Electronic Engineering, Kwangwoon University 447-1, Seoul 139-701, Korea,

<sup>2</sup>Nano Bio Research center, Korea Electronics Technology Institute Seongnam, Gyeonggi-do, 463-816, Korea,

<sup>3</sup>School of Advanced Materials scienc & Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, 440-746, Korea,

<sup>4</sup>Division of Bionano Technology, College of Bionano Technology, Kyungwon University, 461-701, Gyeonggi-do, Korea

<sup>5</sup>Gachon Bionano Research Institute, Kyungwon University, Gyeonggi-do, 461-701, Korea  
batu@kyungwon.ac.kr (대표저자\*) e-mail address)

#### 요약

Polymer optical waveguides are fabricated with high-index materials deposited to strengthen exciations of evanescent field whose birefringence is utilized for optical sensing. Optical sensing properties are examined as a function of time, using different types of analyte solutions to extract noise-free signal induced by evanescent field birefringence. It is observed that sensing signal can be free of initial noise that may obscure real signal recognition, when glycerol is used for sensing characterization, due to slow accumulation process following adsorption of analyte material onto the sensing surface of the waveguide.

#### 본문

광 시그날을 이용한 광센서는 화학센서 등 기존의 센서에 비해서 신속성, 디바이스 크기, 비 침습성, label-free, 등 많은 장점들을 가지고 있다. 그중에서도 도파관을 이용한 광센서는 초소형 다기능 광센서 등에 필요한 부분이며 공정 공학, 시그날 처리, 바이오 공학 등의 분야의 다양한 기술들이 접목이 요구되고 있는 분야이다. 특히 센서의 감도를 높이면서 기존의 센서보다는 작게 만드는 기술이 요구되어지고 있다. 이를 위해서 도파관 광센서가 중요한 수단으로 인식되어지고 있는데 마흐젠더 간섭계 등의 방법을 이용하여 센싱 지역에서의 굴절률의 변화를 유도하고 이를 타겟 물질 센싱에 활용하고 있다 [1,2]. 특히 마흐젠더 간섭계의 경우 높은 센싱 감도를 보이고 있으며 구성하기 쉬운 장점이 있으나 마흐젠더 간

쉽게 고유의 노이즈와 복굴절 노이즈 등의 문제점 등이 있다.

본 연구에서는 단일 도파관을 이용한 복굴절 광센서를 제작하고 그 특성을 분석하였다. 마흐젠더 타입 광센서에서 보이는 단점들을 제거하기 위해 고안된 단일 도파관 센서는 타겟 물질이 도파관의 소산과와 일으키는 복굴절을 이용한 센서이며 단일 도파관을 사용함으로써 마흐젠더 타입보다 더 컴팩트한 구조로 만들 수 있는 장점이 있어서 다기능 광센서 제작에 유리한 장점이 있다.  $TiO_2$  등 높은 굴절률을 보이는 물질들의 막을 도파관 센싱지역에 입힘으로써 소산과를 강화시킨후 이 소산과와 센싱 물질간의 상호작용에 의한 도파관의 복굴절을 이용하여 센싱을 하게 된다. 특히 시그널 센싱을 할때 초기 시그널의 노이즈는 센서의 특성을 파악하는데 큰 장애가 된다. 이는 센싱 초기에 센싱 물질이 센싱 표면에 흡착할 때 발생하는 것으로서 센서의 민감도 측정을 어렵게 하며 이는 글리세롤과 같은 물질을 써서 느린 속도로 흡착하고 쌓이는현상을 이용해서 극복할 수 있다. 사용하는 빛은 1064 nm 파장대의 레이저이며 이는 물을 가장 적게 흡수하는 파장대 중의 하나이기 때문이다.

그림 1은  $TiO_2$  20 nm 박막을 폴리머 도파관 표면위에 입혔을때 편광의 변화를 관측한

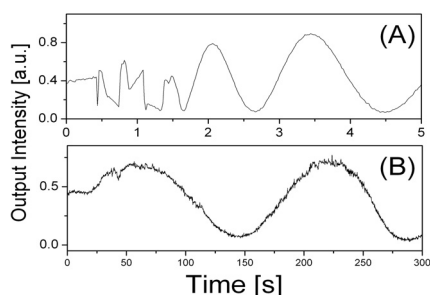


그림 1 시간에 따른 센서 시그널의 변화 (A): water sensing, (B) Glycerol sensing

것이다. 도파관 출구에 위치한 편광기를 통과한 빛의 세기가 시간의 함수로 표현되고 있으며, 센싱 물질(물 또는 글리세롤)이 일으키는 복굴절에 의해서 변화하는 빛의 편광의 변화를 설명하고 있다. 그림 (A)에서와 같이 센싱 타겟물질로서 물을 사용했을 때는 초기 시그널의 노이즈가 관측이 되어 센서의 민감도를 측정하기가 용이하지 않으나 글리세롤을 사용 했을 때에는 (B)에서와 같이 복굴절에 의한 시그널의 변화가 매우 느리므로 초기 시그널에 의한 노이즈가 센서 민감도 측정에 전혀 영향을 주지 않는다. 또한 굴절율이 다른 물질의 박막을 입혔을때 센서의 민감도가 달라지는 것을 관측할 수 있었으며 이는 도파관 센서의 소산과의 비율이 달라지기 때문인데, 자체 시뮬레이션 계산을 통해서 계산된 결과와 일치함을 알 수 있었다

#### 참고 논문

- [1] W. Lukosz, Biosensors Bioelectron. "Principles and sensitivities of integrated optical and surface plasmon sensors for direct affinity sensing and immunosensing" 6, 215-225, (1991).
- [2] N. Fabricius, G. Gauglitz, and J. Ingenhoff, Sensors and Actuators B, "A gas sensor based on an integrated optical Mach-Zehnder interferometer" 7, 672-676 (1992).