

# 프리즘과 열변색성 물질의 평면도파로로 구성된 광섬유형 온도 센서

## A Fiber Temperature Sensor using Prism & Thermochromic Planar Waveguide Materials

조강민, 서규원, 윤종국\*, 이동록\*\*, 강신원\*\*\*

경북대 센서공학과, \*코오롱 중앙기술원, \*\*경북대 전자공학과, \*\*\*경북대 전자전기공학부  
swkang@knu.ac.kr

광섬유형 센서는 전자기적 간섭에 강하고 높은 감도와 원거리 측정 등의 장점뿐만 아니라 낮은 삽입 손실, 높은 기계적인 신뢰성, 원거리 측정과 같은 장점을 가지고 있어 광통신 기술뿐 아니라 기초과학 및 응용 과학분야의 계측에 활발히 이용되고 있다<sup>(1)</sup>.

온도센서의 경우 센서의 재료가 온도에 견디는 정도에 따라 측정범위가 좌우되므로 광섬유형 센서의 경우 넓은 온도범위에서 측정이 가능하며 다양한 구조의 센서구현이 용이하다<sup>(2)</sup>. 최근에 많이 연구되고 있는 광섬유형 센서는 FBG(Fiber Bragg Grating)형과 간섭(interferometric)형 센서가 가장 일반적이었다. 그러나 높은 신뢰성과 넓은 범위의 물리량 측정 그리고 용이한 원거리 측정 등을 동시에 만족시키지는 못하는 단점을 가지고 있었다.

본 논문은 광섬유-평면도파로 결합기와 프리즘을 결합한 측면 연마된 광섬유를 이용한 새로운 개념의 온도센서에 관한 연구이다. 또한 측면 연마된 광섬유와 열변색성 유기재료가 혼합된 고분자 평면도파로를 결합하여 구성된 센서 소자를 제안하였다.

### 1. 소자의 구조 및 동작원리

측면 연마된 광섬유와 평면도파로 결합기를 이용한 센서는 두 가지 방법으로 결과를 분석한다. 첫 번째는 외부변화에 대한 공명파장의 이동을 통한 분석(wavelength based method)이고, 두 번째는 외부변화에 대한 단파장(laser)의 transmission 변화를 통한 분석(intensity based method)이 있다<sup>(3)</sup>. 기존의

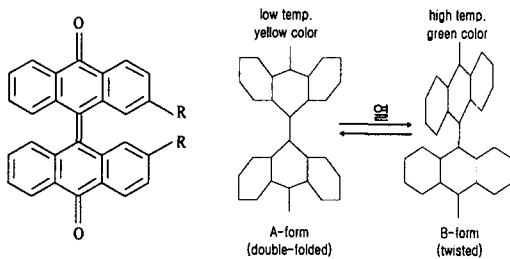


그림 1. 온도에 따른 bianthrone의 구조변화

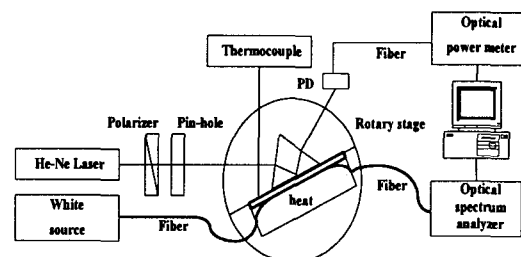


그림 2. 실험 측정 장치도

센서는 각각의 방법을 통해서 측정이 이루어졌다. 그러므로 본 논문에서는 위와 같은 두 가지 분석방법을 동시에 해석하기 위해서 평면도파로 상단에 프리즘을 결합시킨 새로운 형태의 센서를 제시하였다. 평면도파로에 온도가 가해지면 그림1과 같이 구조적인 변화가 일어나며, 이때 제작된 센서의 하단부에서 광섬유와 평면도파로(bianthrone이 분산된 폴리머)의 위상정합으로 인하여 특정파장에서 광결합이 발생하고 굴절률의 변화가 일어나면서 공진파장이 이동하게 된다. 그리고 센서의 상단부에서 평면도파로 위의 프리즘에 입사광이 전반사 될 때 발생하는 소산파가 온도변화에 의해 평면도파로의 흡수계수의 변화로 인하여 반사되어 나오는 광세기가 감쇄 전반사 (ATR : attenuated total reflection)에 의해 변화가 발생한다.

## 2. 실험측정 및 결론

본 연구에서 제안한 온도센서의 특성 측정을 위한 장치도는 그림 2와 같다. 공진파장의 이동을 관측하기 위한 실험장비는 백색광원과 광 스펙트럼 분석기이고, ATR의 광출력 세기의 변화를 관측하기 위해서는 He-Ne laser과 optical power-meter를 사용하였다. 그리고 그림 3과 그림 4는 각각 온도에 따른 공진파장의 이동과 ATR에 의한 광출력 세기의 변화를 나타내고 있다.

본 논문은 새로운 구조의 광섬유-평면도파로 결합기와 프리즘을 결합한 측면 연마된 광섬유를 이용한 온도센서를 제작하여 그 특성을 조사하여 보았다. 실험 결과에서 온도의 변화에 따른 센서의 감도는 파장이동의 변화에 대해서는  $1.596 \text{ nm}/^\circ\text{C}$  이었으며, 출력 광강도의 변화에 대해서는  $2.902 \mu\text{W}/^\circ\text{C}$ 로 나타나 동시에 두 가지의 변수로 센서의 동작결과를 얻을 수 있었다.

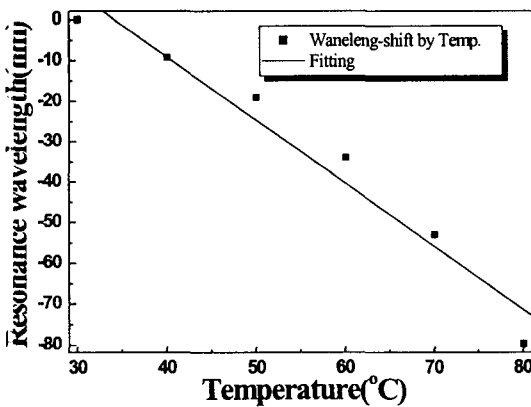


그림 3 . 센서의 파장이동의 변화

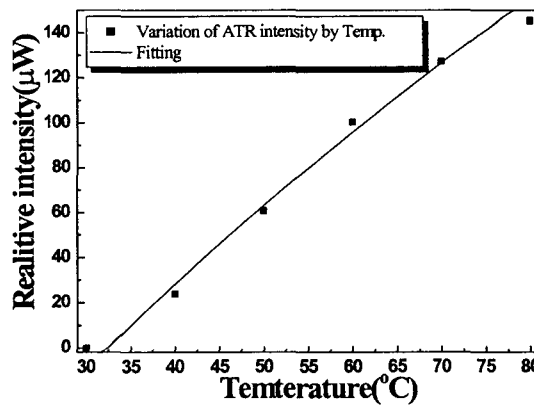


그림 4 . 센서의 출력 광강도의 변화

## 참고 문헌

1. J. K. Yoon, et al, "Side-Polished Fiber Optic Pressure Sensor based on Stress Optical Property of Polymer Planar Wave-Guide", Sensor & Materials, vol.14, no.4, pp.219-230 (2002).
2. Eric UDD, "Fiber Optic Smart Structures", John Wiley & Sons, pp.537-562 (1955).
3. D. Flannery, et al, "pH Sensor using Langmuir-Blodgett Overlays on Polished Optical Fiber", OSA Optics Lett., vol. 22, no.8, pp.567-569 (1997)