

U-Shaped의 POF probe를 이용한 굴절률 변화 측정 Refractive Index Monitoring Using U-shaped POF probe

김승필*, 김기수, 김동민
홍익대학교 재료공학부
kspman@hanmail.net

Refractive index monitoring using U-shaped POF (Plastic optical fiber) in the sugar solution and salt solution were performed. The various bending losses of U-shaped POF due to the environmental refractive index changes of the measurand solution. The loss increases according to the amounts of solute in the solution which causes the refractive index change in the solution.

광통신 분야의 발달에 따라 광섬유는 통신용이 아닌 계측용 센서로서 응용하고자 많은 연구가 이루어지고 있다. ⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾

일반적으로 광섬유 센서는 기존의 계측 방법들에 비해 우수한 민감도와 분해능을 가지고 있으며, 크기가 작고 유연하며 내구성이 우수한 장점을 가지고 있어 재료에 삽입하거나 일체화가 용이하다는 장점을 가지고 있다.

광섬유 속을 진행하는 빛은 여러 가지 외부요인(압력, 온도, 자기장, 응력 등)에 의해 직접 변조될 수 있다. 특히 굽힘에 의한 광 손실은 통신 분야에서는 유해한 현상이기 때문에 이를 줄이기 위한 연구가 진행되고 있지만, 굽힘 광 손실이 센서로서 이용되면 작동방식과 신호처리가 간편하고 적용분야가 다양하다는 장점이 있어 광섬유 센서 분야에서 각광받고 있다.

본 연구에서는 광섬유의 굽힘에 따른 광 손실을 이용하여 액체의 농도에 따른 굴절률의 변화를 측정하였다. 광섬유는 POF(Plastic Optical Fiber)를 사용하였으며, 직경이 250 μ m, 500 μ m의 두가지 조건에서 측정하였다. 액체는 설탕물과 소금물을 사용하였으며, 비교 실험으로 액체의 농도에 변화에 따른 굴절률을 아베 굴절계(ABBE Refractometer)를 사용하여 측정하였다.

그림 1은 액체 내에서 굽힘 손실을 이용한 굴절률 변화 측정원리를 보여준다. 광섬유를 구부리면 광섬유 내에 진행하는 빛은 전반사 조건이 깨져 외부로 빠져나와 액체에 흡수된다. 이에 따라 광섬유를 진행한 빛의 손실이 일어나게 되고, 액체의 농도에 따라 광 손실 정도를 측정하여 액체의 굴절률 변화를 알 수 있다.

그림 2, 3은 소금물에서 250 μ m POF와 500 μ m POF를 사용하여 측정하였다. probe의 곡률 반경은 3mm이며 광원 파장은 665nm로 측정하였다. 아베 굴절계로 측정결과 소금물의 농도가 증가함에 따라 소금물의 굴절률도 증가하는 것을 알 수 있다. 그림 2, 3과 같이 소금물의 굴절률이 증가함에 따라 광 손실양도 증가하는 것을 확인 할 수 있다.

그림 4, 5는 설탕물에서 위와 동일한 방법으로 측정하였다. 아베 굴절계로 측정결과 설탕물의 농도가 증가함에 따라 설탕물의 굴절률도 증가하는 것을 알 수 있다. 또한, 설탕물의 굴절률이 증가함에 따라 광 손실양도 증가하는 것을 확인 할 수 있다.

결과적으로 액체의 농도가 증가함에 따라 굴절률과 광 손실 또한 증가하는 것을 알 수 있다.

향후 바이오센서로 활용하기 위해 probe의 물질 도포를 통한 특정 매질의 검출과 농도에 따른 광 손실양 등을 측정 할 수 있는 연구를 할 예정이다.

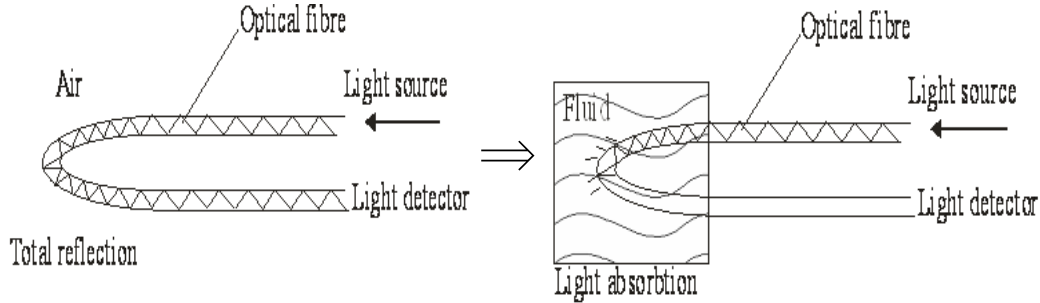


그림 1. 액체 내에서 굽힘 손실을 이용한 굴절률 변화 측정원리

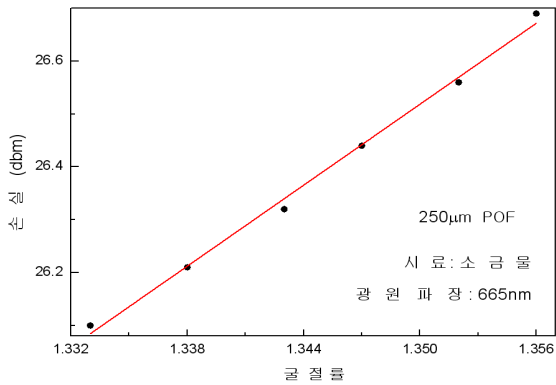


그림 2. 250µm POF / 소금물

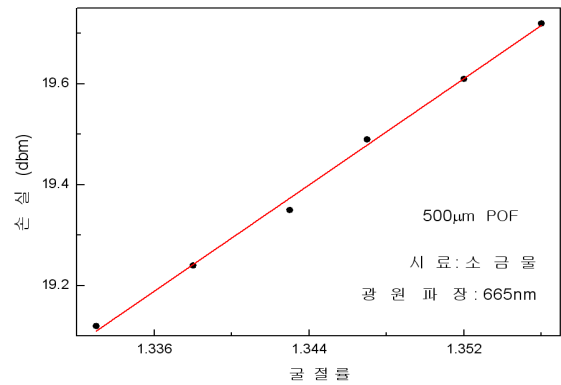


그림 3. 500µm POF / 소금물

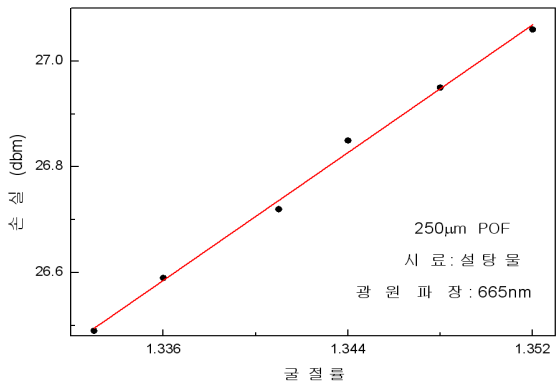


그림 4. 250µm POF / 설탕물

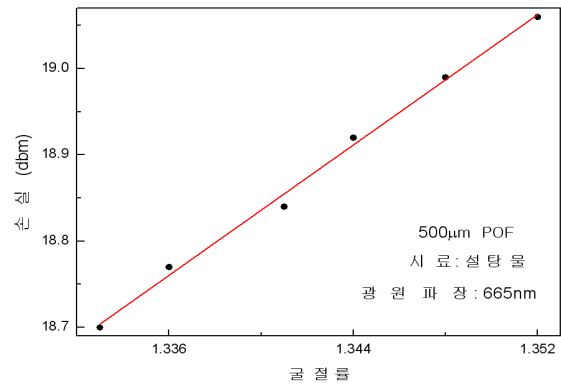


그림 5. 500µm POF / 설탕물

참고 문헌

1. Eric Udd, "Fiber Optic Smart Structures" pp.319-355
2. Katsumi Kumaai, "On the accuracy of scalar approximation technique in optical fiber analysis," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-28, 1980
3. 이동호, 권광희, 이철희, 송재원, 박재희, "굽힘에 민감한 광섬유를 이용한 광섬유 센서," 한국통신학회 논문지, 29권, 10호, 2004.
4. M. Lomer 외, "Lateral polishing of bends in plastic optical fibres applied to a multipoint liquid-level measurement sensor," Sensor and Actuator, A137 pp68-73, 2007