

위상천이 모아레 간섭방법을 이용한 POF의 굴절률 분포 측정

Measurement of POF Refractive Index Profile by using Phase-Shifting Moire Deflectometry

우세윤, 이현호, 박승한
연세대학교 물리학과
saeyoon@hanmail.net

광통신 분야의 연구 중 근거리 광통신 분야에 적용하기 위한 Plastic Optical Fiber(POF)에 관한 연구와 개발이 활발히 이루어지고 있다. POF의 광전송 특성을 결정짓는 요소 중 가장 중요한 특성이 바로 굴절률 분포이다. 이에 따라 그동안 다양한 형태의 POF 굴절률 측정 방법이 연구되어 왔다.

기존 Glass Optical Fiber의 굴절률 분포 측정 방법 중 가장 일반적이고 효과적인 방법 중 하나는 coherent 빛의 간섭을 이용한 transverse interferograms을 분석하는 방법으로 Fizeau 간섭계와 같은 간섭계를 이용하여 위상변화를 측정하고 측정된 위상을 tomography적인 해석방법을 통해 굴절률 분포를 계산하는 방법이다. 그러나, 빛의 광 경로 차이에 의한 위상변화를 측정하는 이 방법은 POF 같이 비교적 큰 직경을 가지는 광섬유의 측정에는 적합하지 않다. 따라서, 본 연구에서는 GOF 보다 비교적 직경이 크고, 굴절률 분포차가 큰 POF의 굴절률 분포를 측정하기에 효과적인 모아레 간섭을 이용하여 GI-POF와 SI-POF의 굴절률을 측정하였다. 그림 1은 굴절률 측정장치의 개략도이다.

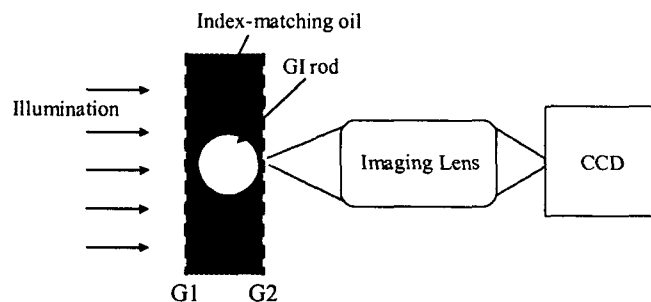


그림 1. 측정 장치도

모아레 위상과 굴절률 분포의 관계가 선형적이지 않은 관계를 가지므로 Bouguer의 식을 이용한 광 경로 계산과 minimum variance technique을 이용하였고, GI-POF의 굴절률 분포를 아래와 같은 함수로 가정했다.

$$N(r) = N_{cladding} + \Delta N \left(1 - \left(\frac{r}{R}\right)^\alpha\right)$$

위 수식에서 ΔN , α , r 는 굴절률 분포를 결정하는 factor로서 측정을 통해 계산하고자 하는 변수이다. 측

정된 모아레 무늬의 위상으로부터 모델링된 굴절률 분포함수의 factor들을 구하기 위해 minimum variance technique를 이용하면 분포함수의 factor를 구하게 된다. 그림2, 3은 각각 GRIN 렌즈에 측정된 모아레 무늬와 굴절률 분포를 나타내고 있으며, 그림 4, 5는 각각 Multi Step GI POF의 모아레 무늬와 굴절률 분포를 나타내고 있다.



그림 2 측정 모아레 무늬

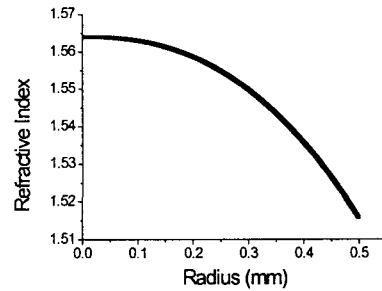


그림 3 GI Fiber의 굴절률 분포

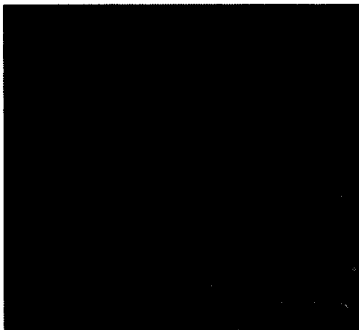


그림 4 SI-POF의 모아레 무늬

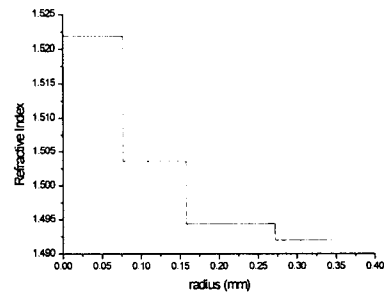


그림 5 SI-POF의 굴절률 분포

결과의 정밀도는 0.01이하로 효과적 적용이 가능함을 확인 할 수 있었다. 이와 같은 방법은 비교적 큰 직경의 광섬유나 core 굴절률의 크기가 큰 경우에도 효과적으로 적용할 수 있는 방법으로서 비교적 간단한 장치를 통해 효과적으로 GI 및 SI 광섬유의 굴절률 분포를 측정할 수 있으리라 기대된다.

[참고 문헌]

1. N. Barakat, "Three-dimensional refractive index profile of a GRIN optical waveguide using multiple beam interference fringes", Optics Comm. 191, 39-47 (2001)
2. Jose A. Ferrari, "Retrieval algorithm for refractive-index profile of fibers from transverse interferograms", Optics Comm. 117, 25 (1995)
3. A. A. Hamza, "Determination of GR-IN optical fiber parameters from transverse interferograms considering the refraction for the incident ray by the fibre", Optics Comm. 200, 1-6 (2001)