

## Fiber Loop Reflector에서 비틀림을 이용한

### 선편광 및 원편광 복굴절을 측정

## Simultaneous Measurement of Linear and Circular

## Birefringence Using Fiber-Twist in a Fiber Loop Reflector

고원태, 박갑동, 박남규\*, 이재형, 장준성  
 서울대학교 물리학과, \*서울대학교 전기공학부  
 joshuadh@hanmail.net

광섬유에 비틀림이 존재할 때 선편광 복굴절과 원편광 복굴절에 의해서 편광상태의 변화가 생기게 된다. 이때 원편광 복굴절에 의해서 진행되는 빛의 편광의 회전각은 광섬유의 비틀림 양  $\tau$  와 비례상수  $g$ 에 비례하며 그 방향은 비틀림의 반대 방향으로 회전하게 된다.<sup>(1)</sup>

먼저 Fiber Loop Reflector를 설명하면 그림(1)에서 (a)로 들어간 빛이 비틀림이 없을 때 커플러(coupler)에서  $\pi$  만큼의 위상지연을 느끼는 빛과 위상지연이 없는 빛과의 간섭으로 (e)에서는 투과율이 0이 되고 (a)에서는 반사율이 1로 되는 것이다. 이 때 루프(loop)내의 모든 광섬유가 아래 쪽 부분에 모여 있다고 가정하는 straightened fiber loop를 이용하여 풀었다.<sup>(2)</sup> 비틀림이 가해질 때 이 방법을 이용하여 풀면 투과율은 식(1)과 같이 주어진다.

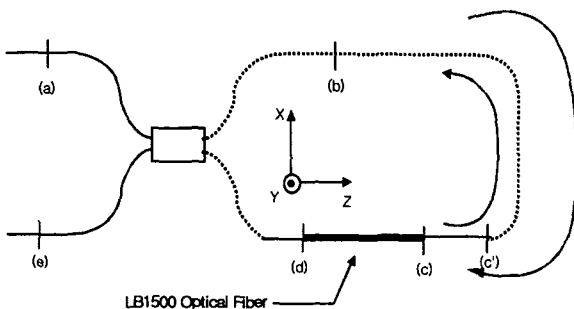
$$T = \left( \cos \lambda \sin \tau - \frac{(1-g)\tau}{\lambda} \sin \lambda \cos \tau \right)^2 \quad (1)$$

여기서  $\lambda$ 는 선편광 및 원편광 복굴절을 나타내는 전체 위상 지연을 나타내는 양이다.

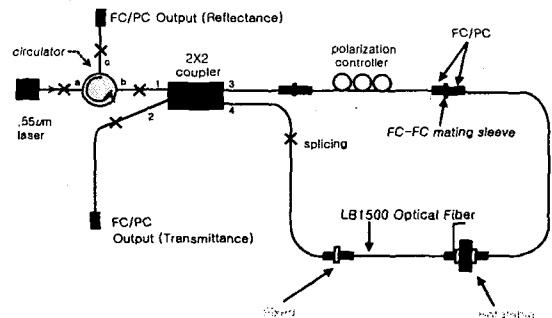
FC-FC mating sleeve의 한쪽은 고정하고 나머지 한쪽은 회전할 수 있도록 하여 비틀림에 따른 투과율의 변화를 측정함으로써 선편광 및 원편광 복굴절을 동시에 측정하였다. 실험 결과 식(1)에서

$\Delta n < 10^{-7}$ 인 경우에 근사한 투과율이 식(2)와 같이 된다. 이는 낮은 복굴절 광섬유에서 원편광 복굴절이 지배적이기 때문이다.<sup>(3)(4)</sup>

$$T \approx \{ \sin(g\tau) \}^2 \quad (\Delta n < 10^{-7}) \quad (2)$$

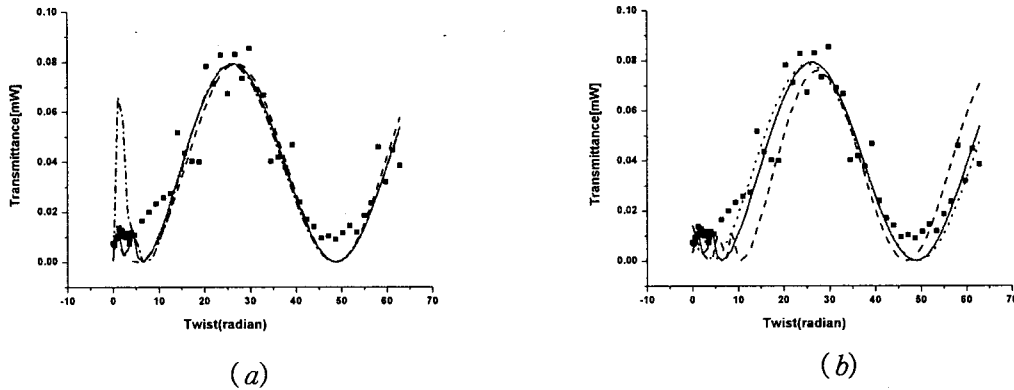


그림(1) Fiber Loop Reflector



그림(2) 실험 장치 구성도

복굴절의 크기에 따라서 식(1)의 투과율이 달라지는 경우와  $g$ 값에 따라서 투과율이 달라지는 경우의 두가지로 고려해 보았다. 높은 복굴절 광섬유에서는  $\pi$  라디안 정도의 비틀림에서 한 주기를 가지며 낮은 복굴절 광섬유에서는 식(2)에 의해 silica 광섬유에서는  $g$  값에 따라 6-10바퀴의 비틀림에서 한 주기를 가진다.<sup>(1)</sup>



그림(4) 길이 126.7cm인 LB1500 광섬유에서 30개의 데이터 평균을 이용한 데이터 점들

그림(4)(a)는 낮은 복굴절 광섬유인 경우에 투과율을 측정하여 식(1)을 이용하여 fitting한 결과가 실선으로 굴절률 차는  $5.2 \times 10^{-7}$  이다. 낮은 굴절률 차의 다른 값과 비교하기 위해 굴절률 차가  $10^{-6}$ ,  $10^{-8}$  이며 이때에 각각 dash line과 dash dot line 으로 나타내었다. 그림(4)(b)에서는 광탄성 계수와 관계있는 양인  $g$ 값을 식(1)을 이용하여 fitting한 결과가 실선으로 그 값이 0.068이다. 그리고 다른  $g$ 값에 대해 비교해 보기 위해 dash line인  $g$  값이 0.08인 경우와 점선인  $g$  값이 0.065인 경우에 대해 비틀림에 따른 투과율을 나타내었다.

1. C. Tsao , Optical Fiber Waveguide Analysis (1992).
2. D. B. Mortimore, J. Lightwave technol. 6, 1217 (1988).
3. A. Rodriguez, A. V. Khomenko, R. Cortes and A. Garcia-Widner, Opt. Lett., 22, 877 (1997).
4. E. A. Kuzin, B. Ibarra Escamilla and J. M. Estudilo Ayala, Electron. Lett. 35, 332 (1999).