

## 상업용 고분자 물질을 이용한 Solc 필터 제작 및 분석

### Fabrication and Analysis of Solc Filter with Commercial Polymers

이제홍, 박경민, 김석원  
 울산대학교 물리학과  
[sosboy@nate.com](mailto:sosboy@nate.com)

간섭 복굴절 필터는 복굴절 물질에 의해 편광된 빛의 상태 변화에 기초를 두는 필터로 대개 값이 비싼 비등방성 결정인 석영 또는 운모로 제작된 파장판이 사용되지만 그 대안으로 값싼 복굴절 고분자 물질이 사용될 수 있다. 폴리올레핀으로 만들어진 셀로판테이프는 생산 과정에서 사슬 구조의 유기분자들이 정렬하게 된다. 이 과정에서 비등방성을 얻게 되고 물질 속의 전자들은 분자의 배열방향과 수직한 방향으로 같은 결합력을 받지 않아서 비록 결정은 아니지만 복굴절성을 갖는다<sup>(1)</sup>.

본 연구에서는 시중에 나와 있는 셀로판테이프 중에서 복굴절성을 가진 테이프를 선별하여 두께에 따른 위상변화를 관찰하고 이를 바탕으로 간섭 복굴절 필터 종류 중에 하나인 Solc 필터를 제작하였다. 실험 장치에는 편광 되지 않은 텅스텐-할로겐램프를 광원으로 사용하고, 램프로부터 방출된 광은 광섬유를 도파한 후 필터를 통과하며 그 광을 분광기로 측정하였다. 입사된 빛은 가시광선(450~750 nm)영역에서 연속적인 스펙트럼을 보여주며 이외의 영역에서는 나타나지 않았다. 따라서 연속적인 스펙트럼을 보이는 450~750 nm 범위 안으로 실험을 제한하였다. Solc 필터는 두 가지 형식으로 위상지연자가 입사광을 어떻게 변화시키는가에 따라서 Fan과 Folded 타입으로 나뉜다. 이 중에 Folded 타입의 필터는 Fig. 1과 같이 여러 장의 동일한 위상지연자들을 회전시켜 편광방향을  $+\rho$ ,  $-\rho$  순으로 배열되게 하고 양쪽 끝에 교차하는 선형 편광자를 위치시켜 제작되는 복굴절 필터이다.

기존의 Solc 필터에서 석영 또는 운모로 제작된 위상지연자를 대신해 복굴절 고분자 물질인 셀로판테이프를 슬라이드 글라스에 부착시켜 만든 파장판을 사용하였다. 셀로판테이프의 한 층의 두께를 측정하고 이를 토대로 두께에 따른 층수를 결정하여 동일한 파장판을 제작하였다. 이 복굴절 파장판의 규격화된 투과도  $t$ 는  $\phi$ 가  $\pi$ 의 홀수배일 때( $\phi = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots$ ) 다음 식(1)과 같게 된다<sup>(2,3)</sup>.

$$t = \sin^2(2N\rho) \quad (1)$$

$N$ 은 필터 안에 파장판의 개수이고  $\rho$ 는 파장판 마다 이루는 편광방향의 각도이다. 만약 각도가 다음 식(2)와 같게 된다면 100%의 투과도를 얻을 수 있다.

$$\rho = \frac{\pi}{4N} \quad (2)$$

Fig. 2는 셀로판테이프 12층(0.634mm)을 슬라이드 글라스에 붙여 만든 단위 파장판을  $N=4$ 로 하여 제작한 빨간색 필터의 투과도 그래프이다. 이것도 마찬가지로 높은 투과도를 얻기 위해  $N$ 에 따른 각도

를 식(10)에 대입하여  $\rho = \pm 11.25^\circ$ 로 하였다. FWHM(Full width at half maximum)이 70 nm와 최대 파장(peak wavelength)이 629 nm임을 알 수 있었다.

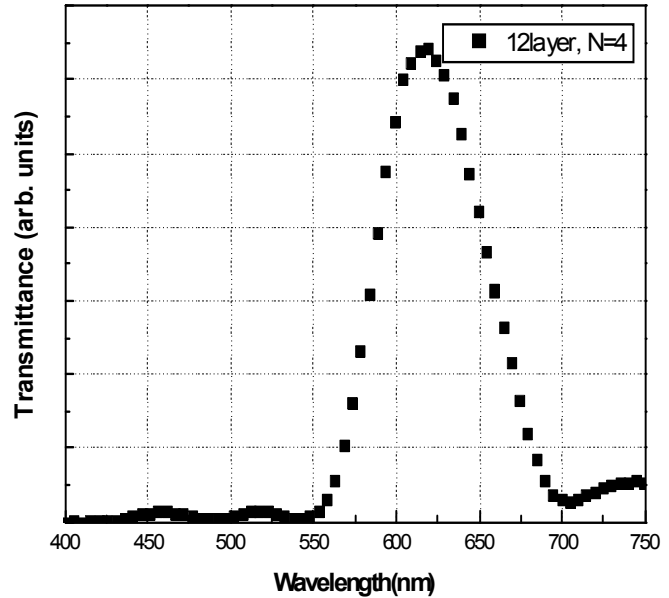
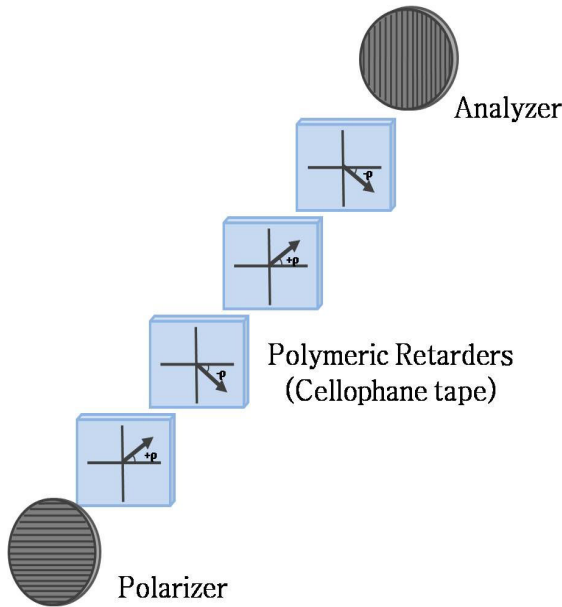


Fig. 1. Section of a the folded Solc filter, consisting of retardation plates between a pair of polarizers and analyzer.

Fig. 2. Normalized spectral response of folded Solc filters. The input and output polarizers are set at  $0^\circ$  and  $90^\circ$ , respectively. The red filter is constructed with  $N=4$  wave plates, each one composed of 12 tape layers, with the azimuthal angle at  $\pm 11.5^\circ$ .

값 비싼 복굴절 필터의 대안으로 상업용 고분자 물질인 셀로판테이프의 복굴절 특성을 근거로 하여 간섭 필터를 제작하는 단순한 방법을 확인하였다. 셀로판테이프의 두께에 따른 위상 지연을 확인하였고 기존의 석영으로 구성된 위상지연자를 대신해 셀로판테이프 12층으로 이루어진 위상지연자 4장을 가지고 최대 파장이 629 nm 인 빨간색 범위의 Solc 필터를 제작하였다. 석영 대신 값 싼 물질을 사용하기에 보다 저렴하게 복굴절 필터를 제작할 수 있고, 고품질 간섭필터를 제작하기 앞서 구조면에서 검증할 수 있는 도구로 사용될 수 있을 것이다.

**참고문헌**

1. E. Hecht, *Optics*, 4th ed. (Addison-Wesley, Reading, 1997), Chap. 8.
2. J. W. Evans, *J. Opt. Soc. Am.* **48**, 142 (1958).
3. S Saeed, PJ Bos, and Z Li, *Jpn. J. Appl. Phys.* **40**, 3266 (2001).