

광표백에 의해 유기된 복굴절을 이용한 폴리머 편광분리기  
 Integrated Optical Polarization Splitter Based on  
 Photobleaching-Induced Birefringence in Azo Dye Polymers

이 상 신\*

LG 종합기술원 소재재료연구소 MS team

sslee@lgcit.com

Sean Garner, William H. Steier

Department of Electrical Engineering-Electrophysics, University of Southern California

신 상 영

한국과학기술원 전기 및 전자공학과

집적광학 편광분리기는 도파광의 서로 수직한 두 편광 성분을 분리시키는 역할을 한다. 이러한 소자는 polarization-diversity 방식을 이용한 코히런트 광수신기와 필터 등에 필수적으로 이용된다. 지금까지 반도체나 리튬나리오베이트 기판 등에 다양한 형태의 편광분리기가 제작되었다. 최근에는 전기광학 폴리머에서 편광에 의한 복굴절을 이용한 소자도 발표되었다. 폴리머 광소자는 가격이 저렴하고, 설계가 자유로우며, 다른 전자회로난 광소자와 집적이 용이한 등의 여러 가지 장점을 지니고 있다. 본 논문은 광표백에 의해 유기된 복굴절을 이용한 폴리머 광도파로 편광분리기에 관한 것이다.

광표백 방법은 폴리머에 민감한 자외선을 조사하여 굴절을 변화 일으킴으로써 채널광도파로를 제작하는데 널리 이용되어 왔다. 최근, azo 염료분자를 갖는 폴리머의 경우 상온에서 광표백될 때 강한 복굴절이 유기된다는 사실이 보고되었다<sup>(1,2)</sup>. 이러한 복굴절은 폴리머 내 염료분자의 두가지 상태인 trans isomer와 cis isomer간의 광방향재배치 (photoreorientation)에 기인한다.

본 논문에서는 폴리머 재료로 azo계열의 Disperse Red 1 염료분자가 PMMA backbone에 측쇄 결합된 PMMA-DR1을 이용하였다. 자외선 노출에 따른 폴리머의 굴절을 변화 조사한 결과, 광표백량이 증가함에 따라 TE모드 굴절률은 감소하고, TM모드 굴절률은 증가함을 알 수 있었다. 그림 1에는 제안된 편광분리기의 구조가 도시되어 있다. 이 소자는 비대칭의 굴절을 분포를 갖는 분기형 도파로로 이루어져 있으며 모드진화 (mode evolution) 효과에 의하여 동작된다. 광표백된 팔의 TE 모드 굴절률은 광표백이 되지 않은 다른 팔보다 작고, 반대로 TM모드 굴절률은 더 크다. 따라서 입력단에 TE/TM 두 성분을 갖는 광이 입사할 경우 모드진화효과에 TM모드는 광표백된 팔로 결합되고 TE모드는 광표백안된 팔로 결합된다. 따라서 두 편광성분은 adiabatic하게 분리된다. 그림 2에는 제작된 소자의 성능 측정결과가 도시되어 있다. 광표백을 위한 자외선 에너지 양을 점차적으로 증가시키면서 누화와 추가 손실을 측정하였다. TM모드에 대한 누화는 -28dB 이하였고, TE모드에 대해서는 -24 dB 이하였다. 그리고 TE와 TM 모드에 대해서 추가손실은 0.3 dB 미만이었다.

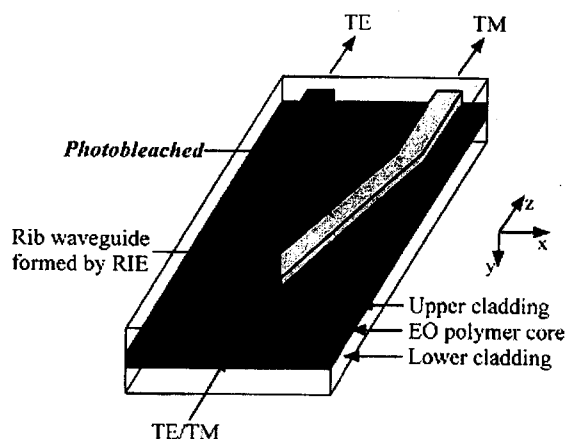


그림 1. 제안된 폴리머 편광분리기의 구조.

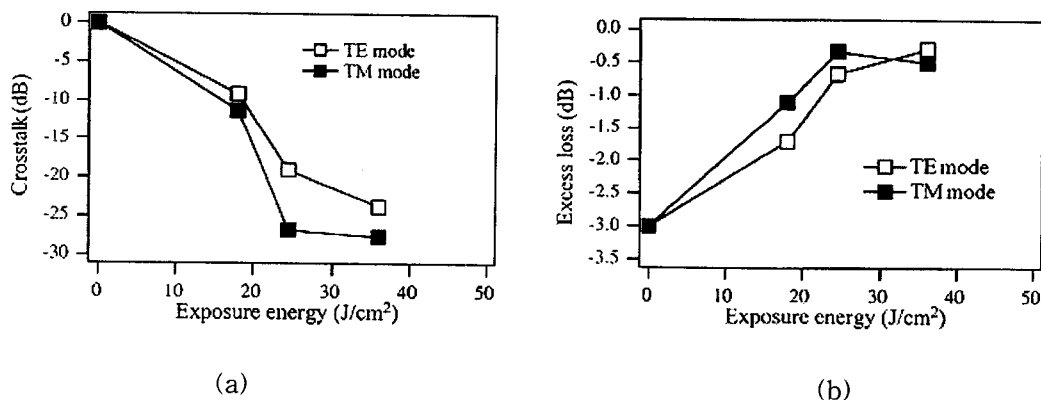


그림 2. 제작된 소자의 성능 측정결과 (a) 누화 (b) 추가손실.

### 참고문헌

1. Sekkat, J. Wood, E. F. Aust, W. Knoll, W. Volksen, and R. D. Miller, "Light-induced orientation in a high glass transition temperature polyimide with polar azo dyes in the side chain," *J. Opt. Soc. Amer. B*, vol. 13, pp. 1713-1724, 1996.
2. Sang-Shin Lee, Sean Garner, William H. Steier, and Sang-Yung Shin, "Integrated optical polarization splitter based on photobleaching-induced birefringence in azo dye polymers," *Applied Optics*, vol. 38, no. 3, pp. 530-533, 1999.