

# 다기능성 가소제를 포함하는 광굴절 고분자 복합재료

## PHOTOREFRACTIVE POLYMER COMPOSITES

### WITH MULTIFUNCTIONAL PLASTICIZERS

손지원, 황재훈, 김세훈\*, 이상구\*\*, 박수영

서울대학교 재료공학부, \*강릉대학교 세라믹공학과, \*\*아이블포토닉스 (주)

parksy@plaza.snu.ac.kr

광굴절 유기재료는 높은 회절효율 및 빠른 응답속도, 저렴한 생산비용 등의 이유로 널리 연구되고 있는 재료로서 holographic data storage, dynamic holography, optical correlation, phase conjugation, optical image processing 등에 응용이 가능하다.<sup>(1)</sup> 최근 PVK를 기반으로 한 다성분계 재료들이 높은 회절효율과 이득계수를 보이며 무기계 결정성을 증가하는 뛰어난 성능을 나타내었다. 그들은 광전도성 고분자인 PVK와 비선형 광학 색소, Tg를 조절하기 위한 가소제, 전하 생성을 위한 전하 발생체로 구성되어 있는데 이러한 4 성분계 복합재료들은 뛰어난 성능에도 불구하고 상분리나 결정화 현상으로 인해 실제 소자로의 응용을 위해서는 극복해나가야 할 부분이 있는 실정이다.

본 연구에서는 비선형 광학 성질과 광전도성을 모두 보이면서 아울러 가소제의 역할까지 수행하는 다기능성 가소제를 합성하여, PVK와 합성된 다기능성 가소제, 전하 발생체로 이루어진 3 성분계 광굴절 고분자 복합재료를 제작하여 그 특성을 연구하였다. 다기능성 가소제는 가소제 역할을 하면서 광굴절성을 띠기 때문에 재료 내의 기능단 농도를 높이는데 크게 기여할 수 있었다. Ethylhexyl 기를 가지고 있는 이들 다기능성 가소제들은 PVK와 뛰어난 상용성을 보여 상분리 등의 문제를 일으키지 않았다. 그림 1에 다기능성 가소제 (EHIN과 EHCN)의 화학적 구조를 명시하였다.

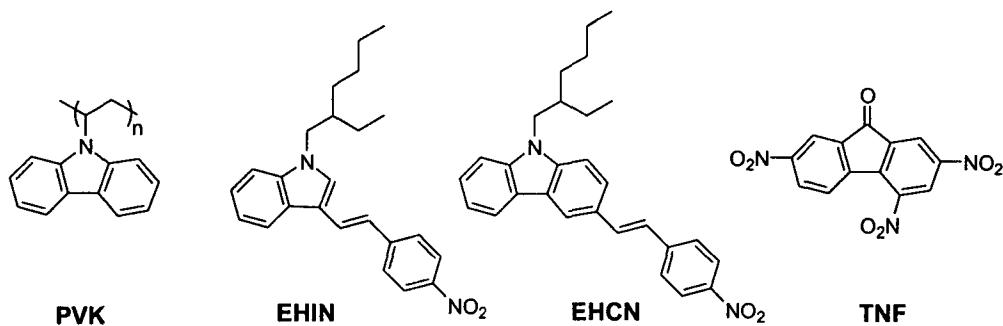


그림 1. 사용된 화합물들의 화학적 구조

EHCN의 합성법은 이미 보고된바 있으며<sup>(2)</sup>, EHIN은 염기로는 potassium *t*-butoxide를, 용매로는 tetrahydrofuran을 사용하여 1-(2-ethyl-hexyl)-1H-indole-3-carbaldehyde와 (4-nitro-benzyl)- phosphonic acid diethyl ester 사이의 Wadsworth-Emmons reaction을 통하여 합성하였다.

이들 다기능성 가소제를 이용하여 상온에서 Tg를 보이는 V1 (PVK:EHIN:TNF=20:79:1)과 V2

(PVK:EHCN:TNF=20:79:1)의 두 종류의 복합재료를 만들었다. 흡광계수와 광굴절성 측정을 위하여 100  $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 소자를 제작하였고, 두 재료의 633 nm에서의 흡광계수는 V1의 경우  $51 \text{ cm}^{-1}$ , V2의 경우는  $33 \text{ cm}^{-1}$ 였다.

광굴절성 측정은 two-beam coupling과 degenerated four-wave mixing 방법을 이용하여 633 nm He-Ne laser로 측정하였다. 얻어진 두빔 결합 이득 계수는 그림 2와 같으며, V1이 V2에 비해 큰 값을 보였다. Four-wave mixing을 통하여 회절효율을 다음과 같은 방법으로 구했다.

$$\eta = \frac{I(\text{diffracted beam})}{I(\text{diffracted beam}) + I(\text{transmitted beam})} \quad (1)$$

V2의 회절효율은  $50 \text{ V}/\mu\text{m}$ 에서 65%였으며 V1의 회절효율은  $40 \text{ V}/\mu\text{m}$ 에서 20%였다. 계산으로 얻은 EHIN의 first hyperpolarizability<sup>(3)</sup>는  $35.3 \times 10^{-30} \text{ esu}$ 로  $33.8 \times 10^{-30} \text{ esu}$ 의 값을 가지는 EHCN보다 컸지만 회절효율은 EHCN을 포함하고 있는 V2가 더 큰 값을 보였다. 이는 다음과 같이 설명할 수 있는데, 광굴절 재료에서 회절효율은 다음과 같은 관계를 가진다.

$$\eta \propto r_{\text{eff}} \times E_{\text{sc}} \quad (2)$$

EHCN은 더 작은 first hyperpolarizability를 보이기 때문에 작은  $r_{\text{eff}}$  값을 가지리라 예상되지만 광전도성이 우수한 카바졸기를 포함하고 있기 때문에  $E_{\text{sc}}$  형성 면에서는 훨씬 더 유리할 것으로 생각된다. 그러므로 EHCN을 포함하고 있는 V2가 EHIN을 포함하고 있는 V1보다 더 큰 회절효율을 보일 수 있다.

요약하면 광굴절성을 보이는 다기능성 가소제 (EHIN과 EHCN)를 합성하였고 합성된 다기능성 가소제들은 PVK와 복합재료를 이루었을 때 우수한 광학적 성질과 안정성을 보였으며, 다기능성 가소제를 이용함으로써 기능단의 농도를 80%까지 향상시킬 수 있었다.

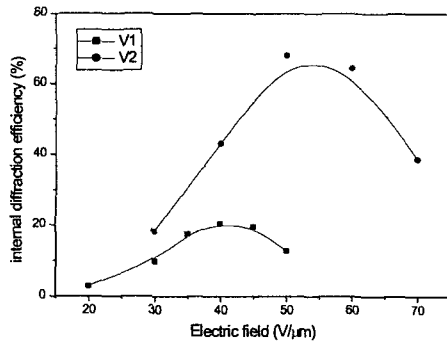


그림 2. 두빔 결합 이득계수

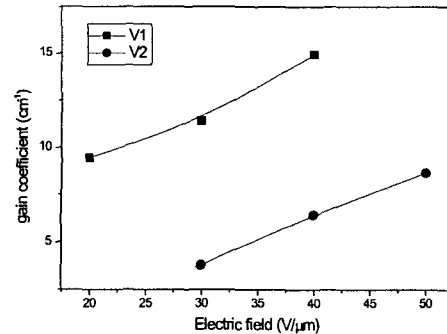


그림 3. 회절효율

#### 참고문헌

1. W. E. Moerner, A. Grunnet-Jepsen, and C. L. Thompson, *Annu. Rev. Mater. Sci.*, **27** 585 (1997).
2. J. Sohn, J. Hwang, S. Y. Park, and G. J. Lee, *Jap. J. Appl. Phys.*, **40**, 3301 (2001).
3. S. Kim, H. Moon, J. Hwang, J. Sohn, J. Seo, S. Y. Park, T. I. Kang, and B. R. Cho, *Chem. Phys.*, **256**(3), 289 (2000).