한양대학교 화학과 유기광굴절분자집합체 연구단

소재지 : 서울특별시 성동구 행당동 133-791 (우 : 133-791)

연락처 : 한양대학교 화학과 유기광굴절분자집합체 연구단

TEL : (02) 2220-0935, FAX : (02) 2295-0572, Homepage : http//opm.hanyang.ac.kr

본 연구단은 1998년 창의적연구진흥사업으로 선정되어 현재까지 광굴절재료의 개발과 응용에 역점을 두고 활발한 연구를 진행하고 있다.

광굴절재료는 빛을 조사시켰을 때, 그 빛의 세기에 따라 매질의 굴절률이 변화되는 물질이다. 이러한 광굴절 물질은 광전도성과 전기광학 성질 등과 같은 광물리적 현상을 반드시 가지고 있어야 한다. 광전도성은 빛에 의하여 전하가 발생하여 절연체이던 매질에 전기전도성이 나타나는 것을 말하며, 그것은 이미 전자복사기용 감광제로 활용되고 있다. 전기광학물질이란, 외부 전압에 의하여 매질의 굴절률이 변하는 재료로서 비선형광학재료 또는 디스플레이용 액정이 여기에 속한다. 만약 어떠한 물질이 광전도성과 전기광학 성질을 모두 가지고 있다면 어떻게 될까. 광전도성을 가지고 있는 물질은 빛의 세기에 비례하여 전하를 발생시키는데, 생성된 전하들은 확산이나 표류에 의하여 이동하여 물질내부에 공간전하장을 형성할 것이다. 한편, 이 물질은 전기광학 현상도 가지고 있으므로 형성된 공간전하장에 비례하여 굴절률이 변화하게 된다. 결국, 이 물질은 빛의 세기에 비례해서 굴절률이 가역적으로 변화하게 되는데, 이것이 바로 광굴절 현상의 원리(**그림 1**)이다.

본 연구단은 광굴절 복합체에 적합한 여러 종류의 전기 광학 발색단을 합성하여 우수한 광굴절 특성을 나타내는 물질을 얻어 냈었다(**그림 2**). 특히, DB-IP-DC의 비선형 색소를 첨가한 광굴절 고분자 복합체의 경우 비교적 낮은 전압(32 V/μm)에서 92%라는 높은 회절 효율을 나타내었으며, P-IP-DC의 경우 28 V/μm에서 최대 회절 효율(85%)을 나타내었는데, 이는 세계 최고 수준인 미국의 애리조나 대학의 결과보다도 우수하다. 본 연구단에서는 이 재료를 이용하여 전 세계 어느 연구팀보다도 깨끗한 홀로그램 영상을 구현하였으며(**그림 3**) 나아가 광파 보정, 지문 인식 등에 관한 실험도 시연하였다(**그림 4, 5, 6**).

유기 광굴절재료에서의 내부 공간전하장을 직접 측정하는 것은 오랫동안의 숙제였다. 본 연구단에서는 세계 최초로 광굴절 현상에서 생성되는 내부 공간전하장의 크기를 쉽게 측정하는 방법을 제안하였으며 이를 이용하여 고분자 내부에서 전하의 거동을 이해할 수 있게 되었다(**그림 7**). 또한, 본 연구단에서는 Monte-Carlo 시뮬레이션(simulation) 방법을 도입하여 광굴절 복합체의 구성 성분이 소자 내부 전하의 재분포와 내부공간 전하장에 미치는 영향에 대해 연구하고 있다(**그림 8, 9**). 이러한 시뮬레이션 결과는 광굴절 구성 성분과

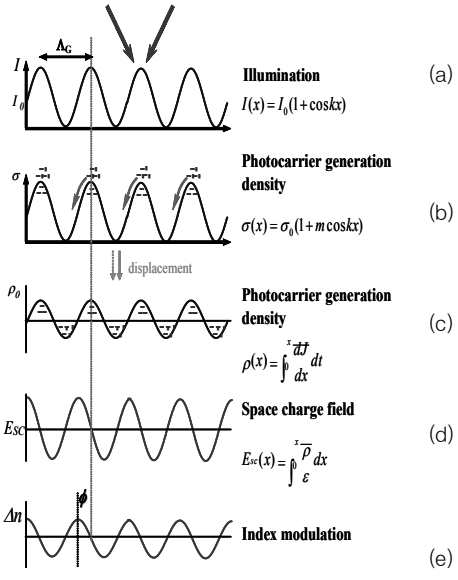

그림 1. 광굴절 현상 메커니즘.

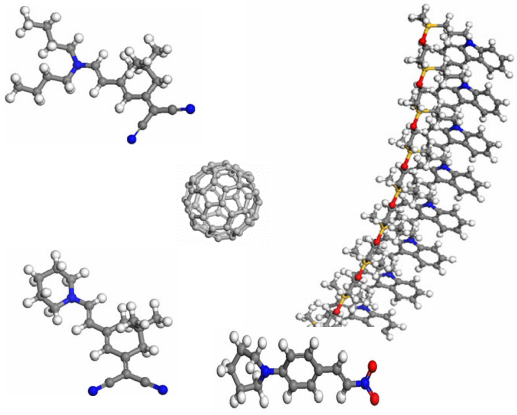

그림 2. 광굴절 복합체의 구성 성분(시계방향으로 DB-IP-DC, PSX-cz, P-ST-NO, C60, P-IP-DC).

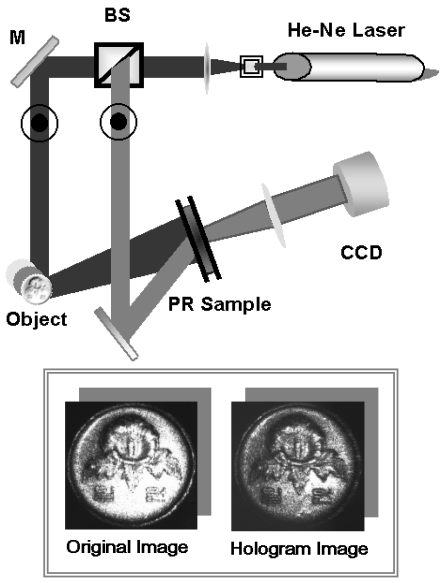

그림 3. 반사형 홀로그램 이미지.

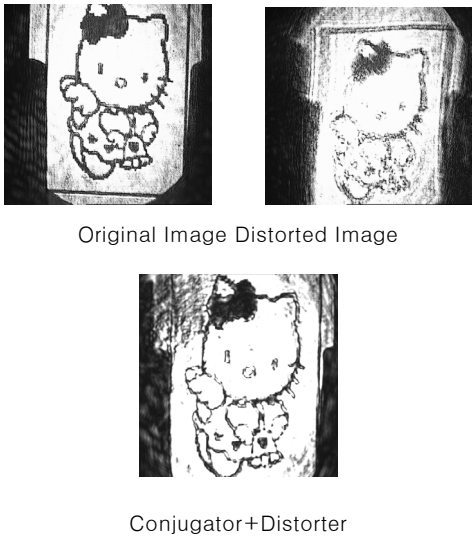

그림 4. 광파보정 실험 그림.

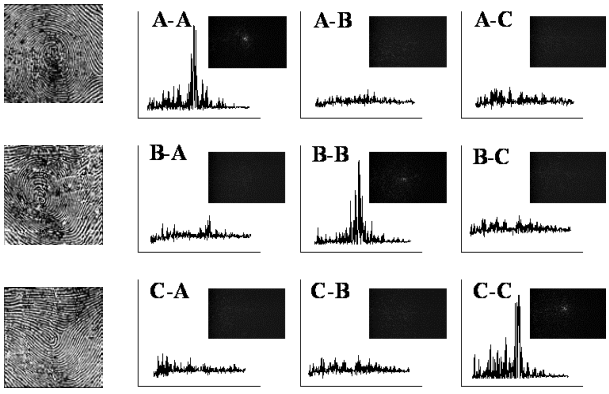

그림 5. 지문인식 실험.

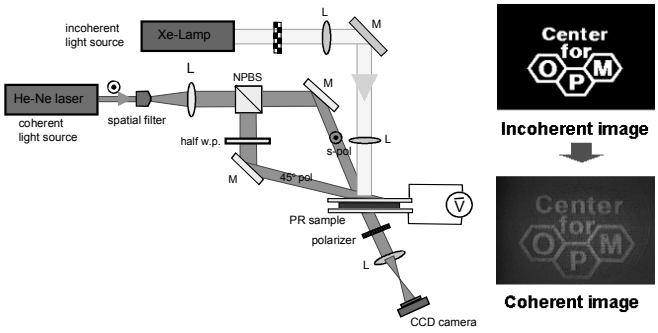

그림 6. Incoherent-to-coherent conversion 실험 장치 및 결과.

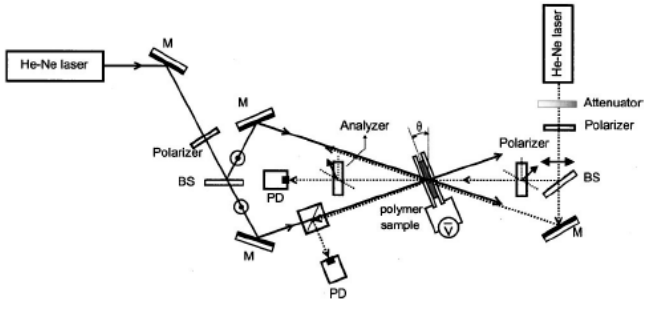

그림 7. 세계 최초의 내부 공간 전하장 측정 장치.

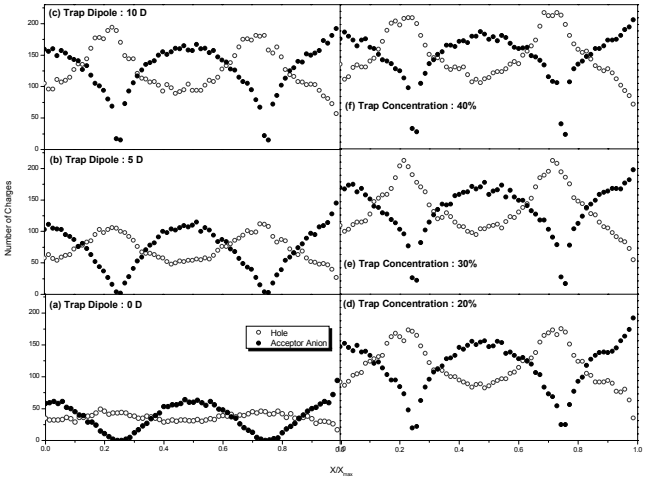

그림 8. 트랩의 쌍극자가 (a) 0 D, (b) 5 D, (c) 10D 일 때(외부전기장 : 80 V/μm, 트랩의 농도 : 30%, 트랩의 깊이 : 0.0 eV)와 트랩의 농도가 (d) 20, (e) 30, and (f) 40% 일 때(외부전기장 : 80 V/μm, 트랩의 쌍극자 : 11 D, 트랩의 깊이 : 0.1 eV)의 정공과 전자 받게 음이온의 분포도.

내부 전하 재분포의 관계를 쉽게 연관 지어 실험적 결과를 좀 더 정확히 예측할 수 있으며, 기존에 보고된 미분방정식 방법의 한계를 극복하여 아직 완전하지 않은 광굴절 현상을 규명하는 데 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

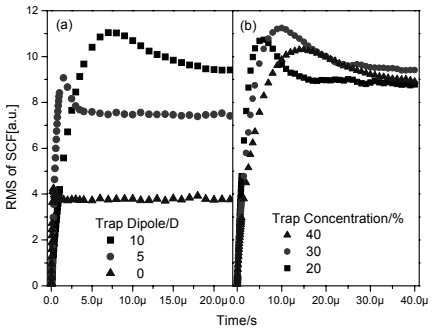

그림 9. 시간에 따른 내부공간 전하장의 크기 변화. (a) 외부전기장 : 80 V/μm, 트랩의 농도 : 30%, 트랩의 깊이 : 0.0 eV, (b) 외부전기장 : 80 V/μm, 트랩의 쌍극자 : 11 D, 트랩의 깊이 : 0.1 eV.

광굴절재료를 이용한 광정보 처리소자는 차세대 고속 정보처리를 구현할 수 있는 매우 매력있는 소자임에 틀림없다. 하지만, 실용화를 위해서는 좀더 나은 물질의 개발이 필수적으로 뒷받침 되어야 한다. 이에 본 연구단에서는 그 동안의 연구 경험을 바탕으로 빠른 속도를 가지는 광굴절 물질 및 광굴절 나노복합체의 개발과 함께 근적외선 영역에서 광감응성을 가지는 광굴절물질 개발 등에 힘쓰는 한편, 광굴절메커니즘에 대한 연구를 계속할 예정이다.

<한양대학교 화학과 교수, 유기광굴절분자집합체 연구단장 김낙중, e-mail : kimnj@hanyang.ac.kr>

김낙중

1969~1973	서울대학교 화학과(학사)
1976~1978	서울 대학교 화학과(석사)
1978~1983	Univ. of Texas at Austin(박사)
1983~2000	한국과학기술연구원 책임 연구원
1999~1999	한국고분자학회 전무이사
2000~2001	한국고분자학회 분자전자부문위원장
2004	대한화학회 고분자화학분과회장
2006	한국고분자학회 감사
2006	대한화학회 총무부회장
1998~현재	유기광굴절분자집합체 연구단장
2000~현재	한양대학교 화학과 교수
2007~현재	한국고분자학회 부회장