

## Ce:BaTiO<sub>3</sub>, MgO:LiNbO<sub>3</sub>와 Fe:LiNbO<sub>3</sub> 결정에서의 이광파혼합 실험

주원제 · 박주형 · 박장만 · 오차환 · 송석호 · 한양규\* · 김필수

한양대학교 물리학과

\*한양대학교 화학과

(1998년 9월 15일 받음, 1998년 10월 28일 수정본 받음)

광정보처리용 매질로 많이 사용되는 LiNbO<sub>3</sub>와 BaTiO<sub>3</sub> 결정에 대한 이광파혼합 실험을 통하여 광정보처리 소자로서의 특성을 조사하였다. 조사된 결정들은 각각 범용으로 사용되는 것들로서, BaTiO<sub>3</sub>는 0.03% mol의 cerium이 첨가된 것이며, 두 개의 LiNbO<sub>3</sub>는 각각 0.03% mol의 Fe와 6% mol의 MgO가 첨가된 것이다. 이광파혼합을 위한 기록광으로는 Ar<sup>+</sup> 이온 레이저를 사용하였고, 실시간으로 기록, 소거 및 감쇠를 관찰하기 위한 검출광으로는 He-Ne 레이저를 이용하였다. 각 결정들에 대하여 회절격자의 기록-감쇠 및 소거 특성, 조사광에 대한 응답특성, 또한 각선택성을 측정하고 비교하였다.

### I. 서 론

광굴절 매질은 광정보의 저장 및 전송, 공간변조, 광스위칭 등 광정보처리소자의 구현에 매우 유용하다. 광굴절 매질을 여러 광정보처리소자로 응용하고 상업화하기 위한 많은 연구, 개발이 활발히 이루어지고 있다.<sup>[1-4]</sup> 이와 관련하여 광굴절 고분자 매질의 개발이 활발히 이루어지고 있으나 아직까지 정보 기록의 안정성이 떨어지는 문제점 때문에 안정성을 향상시키는 연구와 더불어 다시금 기존의 광굴절 무기 단결정에 대한 관심이 높아지고 있다.

광굴절 BaTiO<sub>3</sub> 결정은 홀로그래프 기억소자(holographic memory device), 광신경망(optical neural network), self-pumped phase conjugate, 광연결(optical interconnection) 등의 광정보처리 응용에 있어 매우 중요한 매질로 알려져 있다. BaTiO<sub>3</sub> 결정은 전기광학계수( $\gamma_{42}$ )가 크기 때문에 높은 결합상수와 self-pumped phase conjugate reflectivity를 나타낸다.<sup>[5,6]</sup> 그러나 반응시간이 비교적 느리기 때문에 이를 개선하고, 결합상수와 같은 광굴절 특성을 더욱 향상시키기 위한 노력으로 순수한 BaTiO<sub>3</sub> 결정에 여러 적절한 불순물을 첨가하는 방법이 제안되었다. 이와 함께 광굴절 효과의 명확한 원인에 대한 규명 연구가 진행되어 왔다.<sup>[7-9]</sup> 적당한 양의 cerium이 불순물로 첨가된 BaTiO<sub>3</sub>는 뛰어난 위상공액 특성과 정상편광(ordinary polarization)에서 높은 결합상수 값과 비교적 빠른 응답특성을 나타내는 것으로 알려져 있다.<sup>[10]</sup> 광굴절 LiNbO<sub>3</sub> 결정은 1960년 이후로 광굴절효과에 대한 기초연구에 매우 유용하게 사용되어 왔다. 그리고 불순물로서 Fe를 첨가하면 결정은 색을 띄고, 적절한 파장의 광에 대해 불순물 준위에 존재하는 전자와 정공은 여기되어 광굴절 효율은 뚜렷하게 증가하고, 이로부터 결정의 응용 범위가 크게 넓어진다.<sup>[11]</sup> 또, LiNbO<sub>3</sub> 결정에 MgO를 첨가하면 fanning 효과가 감소하고, 광손상의 효과가 줄어들며, 반응시간이 단축되는 것으로 알려

져 있다.<sup>[12]</sup>

본 실험에서는 각 결정에 대해 범용으로 이용되고 있는 Ce (0.03% mol):BaTiO<sub>3</sub>, MgO(6% mol):LiNbO<sub>3</sub>와 Fe(0.03% mol):LiNbO<sub>3</sub>에서의 이광파혼합실험을 통해 각각에 대한 광기록 특성을 평가하고, 비교 분석하였다. 그리고 광굴절 매질을 광정보 처리소자로서 응용할 때 중요한 기준이 되는 각선택성을 측정하고 이론값과 비교하였다.

### II. 이 론

광굴절 효과에 의한 매질내 굴절률 격자의 형성과정은 두 평면파의 간섭, 불순물의 광이온화에 의한 전하 운반자들의 생성과 수송, 전하 운반자들의 포획과 공간전하의 형성, 광유도 공간전하장의 형성, 전기광학효과(Pockels effect)에 의한 굴절률 격자의 형성으로 이해된다.

광굴절 효과에 의해 형성되는 공간전하장을 수식으로 표현하면<sup>[13]</sup>

$$E_{sc} = \frac{k_B T}{q} \frac{K_g}{1 + (K_o/K_g)^2}, \quad (1)$$

$$K_o = \left( \frac{Nq^2}{\epsilon \epsilon_o k_B T} \right), \quad K_g = \frac{2\pi}{\Lambda} = \frac{4\pi \sin \theta_w}{\lambda_w},$$

으로  $k_B$ 는 Boltzmann 상수, T는 절대온도, q는 기본 전하량, N은 유효 포획밀도(effective trap density),  $\epsilon$ 는 격자벡터 방향의 유전상수,  $K_g$ 는 격자벡터의 크기,  $2\theta_w$ 는 두 기록광의 사이각이다. 공간 전하장은 간섭무늬 분포에 대해  $\pi/2$ 만큼의 위상차가 생기게 된다. 이 공간 전하장은 포켈 효과로부터 다음의 굴절률 변화를 유도하게 된다.

$$\Delta n = -\frac{1}{2} n^3 \gamma_{eff} E_{sc}, \quad (2)$$

$\Delta n$ 은 공간전하장( $E_{sc}$ )과 유효전기광학계수( $\gamma_{eff}$ )에 의존하게

되는데, BaTiO<sub>3</sub> 같이 높은 유효 전기광학 계수값을 갖는 결정일수록 높은 굴절률 변화를 얻을 수 있게 된다. 유효 전기광학 계수는 결정구조에 따라 각 편광성분이 결정내부를 통과하는 방향이 다르기 때문에 편광상태에 따라 다른 값을 갖는다.<sup>[13]</sup> 매질내 흡수를 무시하고 굴절률의 변화가 Δn일 경우, 회절효율은 아래와 같다.<sup>[7]</sup>

$$\eta = \sin^2\left(\frac{\pi \Delta n d}{\lambda_r \cos \theta_r}\right) \quad (3)$$

여기서 λ<sub>r</sub>과 θ<sub>r</sub>은 검출광의 파장과 입사각이고, d는 매질의 두께이다.

굴절률 격자를 만드는 간섭성이 있는 두 광파는 E<sub>i</sub> = A<sub>i(z)</sub> exp(i $\vec{k}$ · $\vec{r}$ ), i = 1, 2으로 나타낼 수 있으며, 매질내 흡수가 작을 때 혼합 방정식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.<sup>[14]</sup>

$$\frac{dA_1}{dz} = -\frac{1}{2I_0} \Gamma |A_2|^2 A_1, \quad \frac{dA_2}{dz} = \frac{1}{2I_0} \Gamma^* |A_1|^2 A_2 \quad (4)$$

이 때, 결합상수(coupling constant)는 Γ ≡ ie<sup>-iφ</sup>2πΔn/λ<sub>w</sub> cos θ<sub>w</sub>으로 정의하였다. 또, 위 식을 A<sub>i</sub> = √I<sub>i</sub> exp(-ψ<sub>i</sub>), i = 1, 2으로 치환하고, 방정식을 정리하면

$$I_1(z) = I_0(1 + me^{-Γz})^{-1}, \quad I_2(z) = I_0(1 + m^{-1}e^{Γz})^{-1} \quad (5)$$

으로 나타낼 수 있으며, m은 입사하는 기록광의 상대적인 세기비로 m = I<sub>1</sub>(0)/I<sub>2</sub>(0)이다.

### III. 실험

그림 1은 이광파혼합을 위한 실험장치도이다. 기록광으로 빔직경 1.9 mm의 Ar<sup>+</sup> ion (514.5 nm, TEM<sub>00</sub> single frequency) 레이저를 사용하였고, 광의 세기를 ND filter로 조절하였다. 50:50 광분할기로 나누어진 두 광은 서로 각 2 θ<sub>w</sub>를 이루어 기록매질에 입사되며, 두 빔의 간섭성을 고려하여 경로차를 1 cm 이내가 되도록 하였다. 기록된 회절격자에 영향을 주지 않고, 실시간으로 회절격자의 형성을 관찰하기 위하

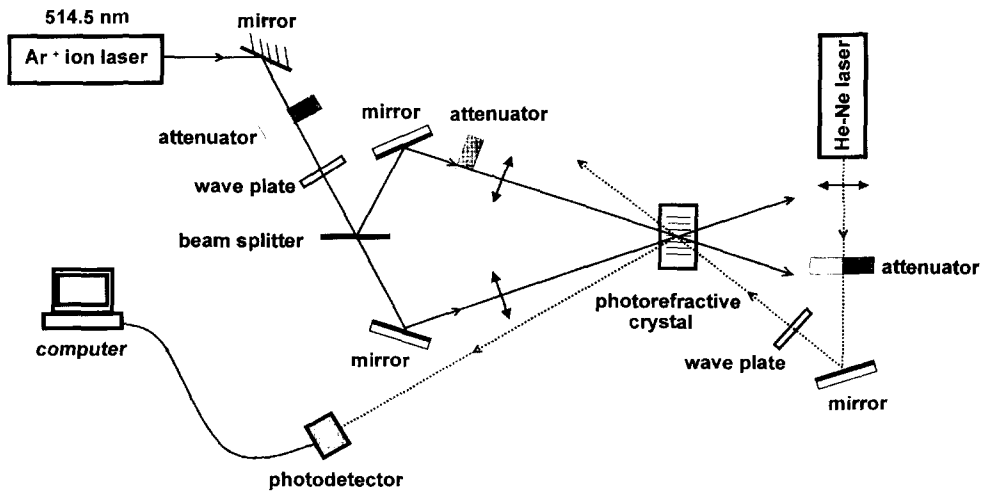


그림 1. 이광파혼합을 위한 실험 장치도.

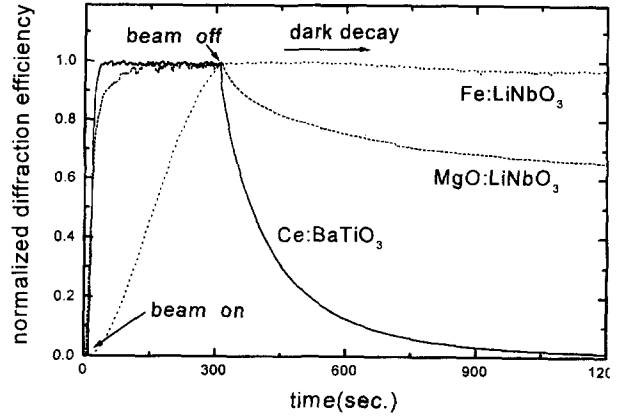


그림 2. 각 결정에서의 회절격자 형성 및 암실에서의 감쇠 곡선.

여, 매질 흡수 영역을 벗어나는 파장의 검출광을 사용하여 회절된 광을 측정하였다. 검출광으로는 He-Ne 레이저를 사용하였고, 기록된 회절격자에 영향을 최소화 하기 위해서 100 μW/cm<sup>2</sup>의 세기로 조사하였다. 그리고 본 실험에서 사용된 결정들은 중국의 CASIX사에서 제작되었다.

그림 2는 이광파혼합법으로 매질에 회절격자를 형성하였을 때, 암실 상태에서의 감쇠특성을 나타낸다. 이 때 Ce:BaTiO<sub>3</sub> 결정에서 기록광의 입사각(2θ<sub>w</sub>)은 30°, 두 기록광의 세기는 각각 25 mW/cm<sup>2</sup>로 동일하도록 하였으며, MgO:LiNbO<sub>3</sub>와 Fe:LiNbO<sub>3</sub> 결정에서도 동일한 입사각이 되도록 하였고, 기록광의 세기는 각각 500, 75 mW/cm<sup>2</sup>였다. 각 감쇠곡선을 이중지수함수(η = A exp(-k<sub>a</sub>t) + B exp(-k<sub>b</sub>t) + C)로 곡선맞춤한 결과, Ce:BaTiO<sub>3</sub> 결정은 약 2초의 빠른 감쇠와 30분 이상의 느린 감쇠로 이어지는 다중 감쇠특성을 나타내고 있다. MgO:LiNbO<sub>3</sub>에서는 약 4분과 46분의 다중감쇠를 나타내었고, Fe:LiNbO<sub>3</sub>에서는 약 26분과 410분의 다중감쇠를 나타낸다. 이런 다중감쇠특성은 적어도 두 개 이상의 trap level이 존재한다는 것을 의미한다. 감쇠곡선의 기울기는 Fe:LiNbO<sub>3</sub>, MgO:LiNbO<sub>3</sub>, Ce:BaTiO<sub>3</sub>의 순으로 완만하게 감쇠하고 있으며, 결

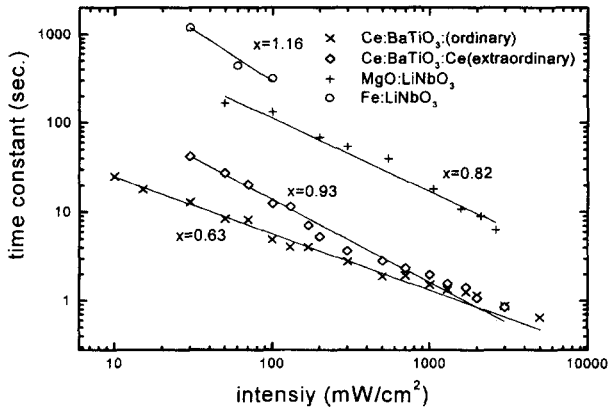


그림 3. 각 결정에서의 기록광의 세기에 따른 응답특성.

정의 감쇠시간은 기록시 반응시간과 비례함을 알 수 있었다. 이를 분석하면 thermal fixing 등의 별도의 과정을 거치지 않고, 결정에 저장된 정보의 안정성을 평가할 수 있다. 실험에 사용된 결정 중에서 가장 안정적인 Fe:LiNbO<sub>3</sub>의 경우, 상온에서 유전 감쇠시간(dielectric relaxation time)은 10<sup>6</sup>초로 보고된 바 있다.<sup>[17, 18, 19]</sup> 하지만 상업적 응용을 위해서는 수 년 정도의 긴 시간동안 안정성을 가져야하며, 이를 위해서는 fixing 과정이 필수적이다.

그림 3은 기록광의 세기에 따른 각 결정의 응답특성을 나타내고 있다. 기록광의 세기를 수 십 ~수 천 mW/cm<sup>2</sup>로 변화시키면서 시상수로 기록되는 시간을 관찰하였다. 여기서, 시상수(time constant)는 정상상태의 회절효율의(1-e<sup>-1</sup>)에 도달하는 시간으로 정의하였다. Ce:BaTiO<sub>3</sub> 결정에 100 mW/cm<sup>2</sup>의 세기로 기록할 경우, 회절격자의 기록 시상수는 5.6 초로 측정되었다. 이는 0.005% mol 첨가된 BaTiO<sub>3</sub>의 시상수와 거의 유사하고, undoped BaTiO<sub>3</sub>의 약 90초보다는 매우 빠른 반응특성을 보였으며, 이는 기존의 다른 비율로 cerium을 첨가했을 때와 유사한 특성을 나타낸다.<sup>[10]</sup> MgO가 6% mol이 첨가된 LiNbO<sub>3</sub>결정에서 100 mW/cm<sup>2</sup>의 세기에 대한 시상수는 110초였다.

각 결정에 대한 실험값을  $\eta \propto I^{-X}$ 으로 곡선맞춤하여 X의 값을 구하였다. 여기서 X ≈ 1이면 회절격자의 형성시 하나의 trap level 이 존재하는 것이고, X < 1이면 두 개 이상의 trap level이 존재하는 것이다.<sup>[7]</sup> Ce:BaTiO<sub>3</sub>의 경우, 이상편광과 정상편광에서 다른 X 값을 나타내는데 이는 이상편광에서의 fanning 현상이 커지기 때문으로 판단된다. Ce:BaTiO<sub>3</sub>과 MgO:LiNbO<sub>3</sub>에서 X 값이 1보다 작은 것은 그림 3에서의 두 개 이상의 trap level을 나타내는 다중감쇠에서 예측할 수 있는 결과이다. Fe:LiNbO<sub>3</sub> 결정에서 X는 1.16 이었는데, 이론적으로 X는 1보다 클 수 없다. 그 이유로 Fe:LiNbO<sub>3</sub>은 100 mW/cm<sup>2</sup> 이하에서만 포화상태에서 최고값을 가지는 곡선을 얻을 수 있었으므로 실험적으로 시상수를 구할 수 있는 영역이 비교적 좁아서 실험치의 개수가 적었고, 여기서 구한 X 값으로는 결정의 trap level을 판단하기 어렵다. Fe가 첨가된 LiNbO<sub>3</sub> 결정은 기록광의 세기가 100 mW/cm<sup>2</sup> 이상에서 광기록시 광손상효과가 커져서 회절효율이 증가하다가 감소하는

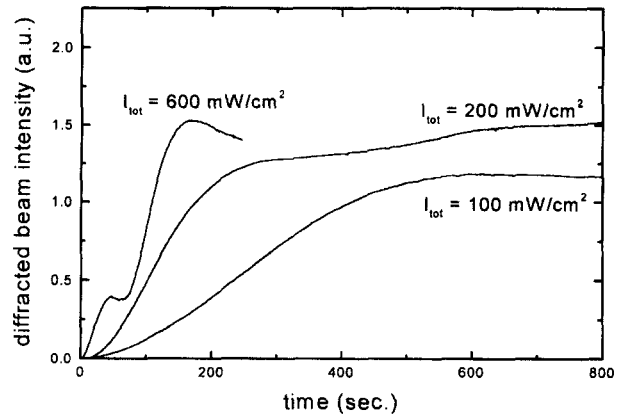


그림 4. Fe:LiNbO<sub>3</sub> 결정에서 기록광의 세기에 따른 기록특성.

피크곡선이 두 개가 나타난다[그림 4]. 이 때 두 번째 피크에서는 투과한 빔과 회절된 빔의 패턴이 분산되며 진행하였다. 이에 비해 MgO가 첨가된 LiNbO<sub>3</sub>결정은 광손상에 대한 저항력이 크게 증가하여 1 W/cm<sup>2</sup> 이상의 광세기로 기록시에도 광손상에 의한 감쇠나 결정을 투과한 빔의 패턴이 분산되는 현상은 발생하지 않았다.

회절격자의 간격에 따라 공간전하장의 세기가 변하고, 이에 비례하여 회절격자의 결합상수(coupling constant)도 변하게 된다. 그림 5는 격자간격에 따른 결합상수의 변화를 나타낸 그래프이다. BaTiO<sub>3</sub>에서는 공간전하장을 형성하는 전자의 이동이 외부전기장에 의한 표류와 온도에 의한 확산에 의하여 주로 일어나고, LiNbO<sub>3</sub>에서는 이에 더하여 광기전 효과(photovoltaic effect)가 일어난다. 격자간격에 대한 공간전하장의 곡선은 Debye length ( $\Lambda_D = 2\pi \left( \frac{\langle \epsilon \rangle k_B T}{q^2 N_A} \right)^{1/2}$ )로 정의되는

값에서 최대값을 가지며, 이보다 작은 경우는 확산에 의한 효과가 주도적으로 일어나 격자간격에 비례하며 증가하고, 큰 경우는 표류에 의한 영향이 크게되어 거리에 반비례하며 감소하게 된다. 각 결정에 대해 격자상수가 1 μm일 때 최대 회절효율을 얻을 수 있었다. 실험에서 구한 회절효율과 식 (3)로부터 결정의 결합상수를 구하였는데, Ce:BaTiO<sub>3</sub> 결정에서의 결합상수는 이상편광으로 기록할 경우 4.6 cm<sup>-1</sup>이고, 정상

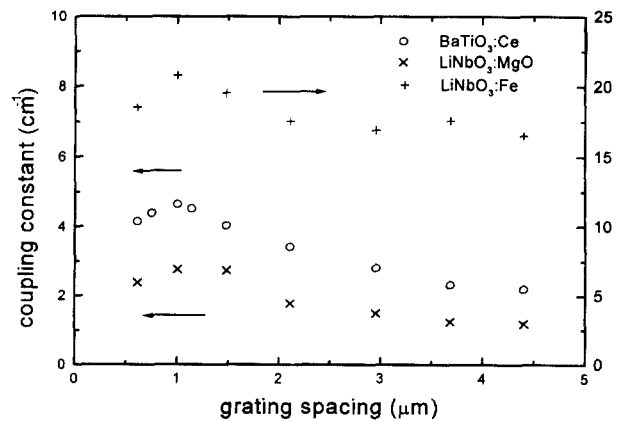


그림 5. 회절격자 간격에 따른 결합상수 변화.

표 1. 각 결정에 대한 광기록 특성

crystal	concentration of dopant (% mol)	thickness (mm)	coupling constant (cm <sup>-1</sup> )	time constant (sec.) (I <sub>tot</sub> =100 mW/cm <sup>2</sup> )	Δθ <sub>0</sub> (mrad)
Ce:BaTiO <sub>3</sub>	0.03	5	4.6	5.8	0.346
MgO:LiNbO <sub>3</sub>	6	5	2.7	110	0.446
Fe:LiNbO <sub>3</sub>	0.03	2	20.8	300	1.037

편광에서는 1.0 cm<sup>-1</sup>이었다. MgO:LiNbO<sub>3</sub> 결정은 2.7 cm<sup>-1</sup>, Fe:LiNbO<sub>3</sub> 결정은 21 cm<sup>-1</sup>의 결합상수를 나타낸다

각각의 결정에 기록된 회절격자에서는 Bragg 회절이 일어나고, 따라서 각선택성이 존재한다. 이러한 최소 변위각은 회절격자 간격(Λ)과 결정의 두께(d)의 함수로 다음과 같이 나타난다.<sup>[15]</sup>

$$\Delta\theta_0 = \frac{\Lambda}{d} \tag{6}$$

그림 6은 각 결정에 기록된 회절격자에 대해서 Bragg 각에서 벗어난 각에 따른 회절효율을 나타낸다. 그림에서 실선은 sinc<sup>2</sup>(Δθ/Δθ<sub>0</sub>)의 곡선맞춤의 결과이고, 이로부터 Δθ<sub>0</sub>를 구하였다. 결정에 기록된 격자간격이 1 μm이고, 두께가 각각 2, 5 mm인 결정의 이론적인 최소 Δθ<sub>0</sub>값을 식 (6)으로 구하면 0.5, 0.2 mrad이다. 각 결정에서 실험값이 이론값에 비하여 1.5~2배 정도 더 크게 측정되었다. M. J. Damzen 등이 보고한 결과는 실험값이 최소값과 8배 정도의 차이가 있었고, M. Kaczmarek등이 보고한 결과는 약 1.5배의 차이가 있었다.<sup>[7,16]</sup> 이는 결정 내부에서 결합을 일으키는 두 광의 유효 결합길이(effective coupling length)가 결정의 길이보다 작은 것이 원인으로 판단된다.

표 1은 지금까지 세가지 결정에 대한 실험결과를 요약한 것이다. 결합상수에서는 Fe:LiNbO<sub>3</sub>가 가장 우수함을 알 수 있었고, 반응시간은 Ce:BaTiO<sub>3</sub>가 가장 우수하였다. 각선택성은 식 (6)에서와 같이 결정의 두께에 반비례하므로 각 결정의 두께를 고려해서 판단해야 한다. Fe:LiNbO<sub>3</sub>는 2 mm 두께에 대한 결과이므로 두께를 5 mm로 환산하여 계산할 경우 0.415 mrad이 된다. 같은 두께일 경우에 각선택성은 Ce:BaTiO<sub>3</sub>가 가장 우수하였다.

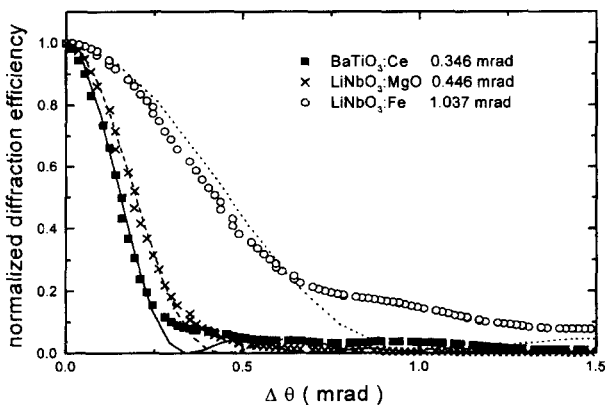


그림 6. 각 결정에서의 Bragg 각 벗어남(angular deviation)에 대한 회절효율.

#### IV. 결 론

Cerium을 0.03% mol 첨가한 BaTiO<sub>3</sub>에서는 undoped BaTiO<sub>3</sub>에 비해 이상편광에 대한 beam fanning 효과가 증가함으로 인해 결합상수가 현저히 감소하였고, 정상편광에 대해서 결합상수가 증가하는 현상도 나타나지 않았다. 회절격자 기록시 시상수는 수 초로 감소하였다.

LiNbO<sub>3</sub>결정에 6% mol의 MgO를 첨가함으로 광손상에 대한 저항력이 증가하여 수 W/cm<sup>2</sup> 세기의 광으로 기록-소거할 수 있었고, 기록광에 대한 응답특성은 약 3배 정도 빨라졌으나, 결합상수는 약 8 배 정도로 감소하였다. 그리고 0.03% mol의 Fe를 첨가함으로서 높은 결합상수를 얻었으며, 느린 응답특성을 보이지만 기록된 정보가 보다 안정적으로 저장되는 것을 알 수 있었다.

본 논문에서 각 결정에 대한 각선택성에 대한 실험결과는 이론으로 구한 최소값과 1.5~2배 정도의 차이가 생겼다. 현재 고집적 광정보 기록소자로서 광굴절 매질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고, 각선택성에 대한 이론적인 연구가 계속 되어야 할 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정기초과제(과제번호:96-03-00-10-01-3-01)와 교육부 기초과학연구소 지원사업(과제번호: BSRI-97-2447)에 의해 지원되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- [1] John H. Hong, Ian McMichael, Tallis Y. Chang, William Christian, Eung Gi Paek, Opt. Eng. **34**(8), 2193 (1995).
- [2] Fai H. Mok, Opt. Lett. **18**(11), 915 (1993).
- [3] D. Psaltis, D. Brady, X.-G. Gu, S. Lin, Nature **343**, 325 (1990).
- [4] D. Z. Anderson, M. C. Erie, Opt. Eng. **26**, 434 (1987).
- [5] Hideki Okamura, Tsutomu Shimura, Kazuo Kuroda, Opt. Commun. **99**, 230 (1993).
- [6] J. Feinberg, Opt. Lett. **7**, 486 (1982).
- [7] M. Kaczmarek, P. Hribek, and R. W. Eason, Journal of Modern Optics **43**, 1817 (1996).
- [8] Changxi Yang, Yong Zhu, Mengjun Hui, Xiaojuan Niu, Hongbing Liu, Xing Wu, Opt. Commun. **109**, 318 (1994).
- [9] Daniel Rytz, Barry A. Wechsler, Mark H. Garrett, Charles C. Nelson, Robert N. Schwartz, J. Opt. Soc. Am. **B 7**(12), 2245 (1996).

- [10] Changxi Yang, Yuheng Zhang, Pochi Yeh, Yong Zhu, Xing Wu, *Opt. Commun.* **113**, 416 (1994).
- [11] F. Jermann, J. Otten, *J. Opt. Soc. Am. B* **10**(11), 2085 (1993).
- [12] D. A. Bryan, R. R. Rice, R. Geoson, H. E. Tomaschke, K. L. Sweeney, L. E. Halliburton, *Opt. Eng.* **24**(1), 138 (1985).
- [13] Pochi Yeh, *Introduction to photorefractive nonlinear optics* (A Wiley-Interscience Publication, New York, 1993) pp. 82.
- [14] Pochi Yeh, *IEEE J. Quantum Electron.* **25**, 484 (1989).
- [15] H. Kogelnik, *Bell Syst. Tech. J.* **48**, 2909 (1969).
- [16] M. J. Damzen, Y. Matsumoto, G. J. Crofts, R. P. M. Green, *Opt. Commun.* **123**, 182 (1996).
- [17] J. J. Amodei, D. L. Staebler, *Appl. Phys. Lett.* **18**, 540 (1971).
- [18] D. L. Staebler, J. J. Amodei, *Ferroelectrics* **3**, 107 (1972).
- [19] D. L. Staebler, W. J. Burke, W. Phillips, J. J. Amodei *Appl. Phys. Lett.* **26**, 182 (1975).

### Two-wave mixing in Ce:BaTiO<sub>3</sub>, MgO:LiNbO<sub>3</sub>, and Fe:LiNbO<sub>3</sub> crystals

Won Je Joo, Joo Hyung Park, Jang Man Kwak, Cha Hwan Oh, Seok Ho Song,  
Yong Kyu Han\* and Pill Soo Kim

*Department of physics, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea*

*\*Department of Chemistry, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea*

(Received September 15, 1998, Revised manuscript received October 28, 1998)

Two wave mixing experiments in LiNbO<sub>3</sub>, BaTiO<sub>3</sub> are carried out, and the characteristics as optical information processing device are investigated. Examined crystals are commonly used ones, such as 0.03% mol Ce-doped BaTiO<sub>3</sub>, 0.03% mol Fe-doped LiNbO<sub>3</sub>, and 6% mol MgO-doped LiNbO<sub>3</sub>. Ar<sup>+</sup> ion laser is used as the writing beam, and He-Ne Laser is used as the reading beam. The recording-decay and erasing characteristics of diffraction gratings, the time constants, and also the angular selectivities are measured for each crystals and compared.