

## 2차 조화파 발생을 이용하여 비선형광학 단축결정의 결정축 찾는 방법

### Simple method for determining the crystalline axes of nonlinear uniaxial crystal using second-harmonic generation

정창수, 김도석, 이범구  
서강대학교 물리학과  
jungchangsoo@hanmail.net

1961년에 비선형 광학이 시작된<sup>(1)</sup> 이후로 비선형 광학의 큰 응용 잠재성 때문에 많은 비선형 광학 결정이 개발되어 왔고, 현재도 많은 연구실에서 제조 및 연구되고 있다. 일단 결정이 만들어지면 결정축(X, Y, Z축)이 파악되어야 모든 연구나 응용이 가능하다. 이러한 결정축의 측정은 X선, 중성자, 또는 전자를 이용하는 회절 방법을 통하여 가능하며, 이 중 X선회절 장비가 가장 많이 쓰인다.<sup>(2, 4)</sup> 그러나 이러한 장비들은 값이 워낙 비싸서, 결정축 측정외에 그다지 쓸 모가 없는 비선형 광학 물질 제조 연구실이나 광학 연구실에서는 이 장비를 구입하기가 다소 어려운 것이 현실이다. 더구나 이 방법은 해석이 복잡하다는 단점이 있다.

우리는 몇 가지 단축 결정( $3m$ ,  $\bar{6}2m$ ,  $\bar{4}2m$ , 32 점군)에 대하여, 대부분의 비선형 광학 연구실에서 보유하고 있는 레이저를 이용, 손쉽게 비선형 광학 결정의 결정축을 측정하는 방법을 전개하였다. 비선형 광학, 특히 2차 조화파 발생 현상은 물질의 구조를 쉽게 분석할 수 있는 장점이 있다. 많은 사람들이 시료를 표면에 수직인 방향으로 회전시키면서 발생하는 2차 조화파의 형태를 분석하여 시료 표면의 대칭성을 파악해내기도 했다.<sup>(5, 12)</sup> 이러한 실험을 Z축에 수직하게 절단된 결정에 실시하고 나타나는 대칭성을 분석하면 결정의 X, Y축을 파악할 수 있다. 이 방법을 이용하기 위해서는 먼저 Z축을 파악하고 이 축에 수직하도록 결정을 절단해야 하는데, Z축은 보통 결정의 성장 방향에 평행하므로 결정 성장과 동시에 파악할 수 있다. 더구나 높은 응용성을 지니는 박막 결정의 경우에는<sup>(11)</sup> 절단하는 단계가 필요없기 때문에 우리의 방법을 바로 적용할 수 있다. 비선형 광학 결정 중에는 지니고 있는 다른 특성 때문에 광학이 아닌 다른 분야(예. 축전기, 압전 소자)에도 이용되는 경우도 있으므로, 우리 방법의 적용 범위는 그만큼 넓다고 볼 수 있다.

3m 점군 결정 중 하나인  $\text{LiNbO}_3$ 에 대하여 다음과 같은 실험결과를 얻었으며 이로부터 우리 방법의 타당성을 확인할 수 있었다.

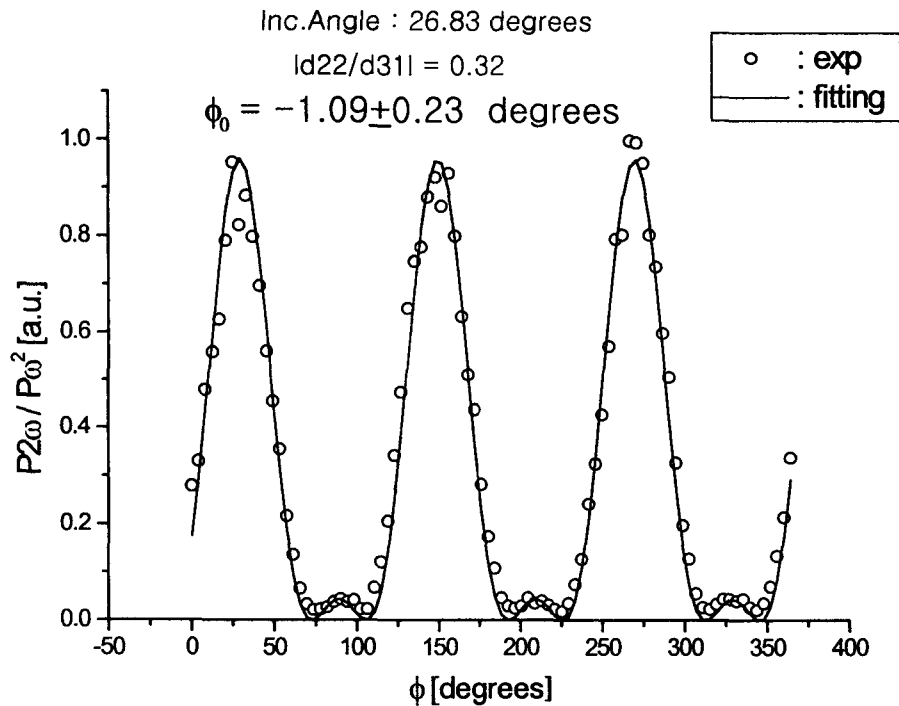


그림 1

참고 문헌

1. Robert W. Boyd, *Nonlinear Optics*(Academic, San Diego, 1992), p.1.
2. P.J. Brown and J.B. Forsyth, *The Crystal Structure of Solids*(Edward Arnold, London, 1979), p.1.
3. 참고문헌 '2'의 ch.5.
4. Neil W. Ashcroft and N. David Mermin, *Solid State Physics*(W. B. Saunders, USA, 1976), ch.6.
5. N. Bloembergen, R.K. Chang, S.S. Jha, and C.H. Lee, *Phys. Rev.* **174**, 813-822(1968).
6. H.W.K. Tom, T.F. Heinz, and Y.R. Shen, *Phys. Rev. Lett.* **51**, 1983-1986(1983).
7. T.A. Driscoll and D.Guidotti, *Phys. Rev. B* **28**, 1171-1173(1983).
8. J.E. Sipe, D.J. Moss, and H.M. van Driel, *Phys. Rev. B* **35**, 1129-1141(1987).
9. G. Lüpke, G. Marowsky, R. Steinhoff, A. Friedrich, B. Pettinger, and D.M. Kolb, *Phys. Rev. B* **41**, 6913-6919(1990).
10. C. Yamaha and T. Kimura, *Phys. Rev. B* **49**, 14 372-14 381(1994).
11. D.B. Studebaker, G.T. Stauf, T.H. Baum, T.J. Marks, H. Zhou, and G.K. Wong, *Appl. Phys. Lett.* **70**, 565-567(1997).
12. S.K. Anderson, M.C. Schanne-Klein, and F. Hache, *Phys. Rev. B* **59**, 3210-3217(1999).