

# 화학 기계적 연마에 의한 리튬 니오베이트의 광학 특성에 관한 연구

정석훈\*, 김영진\*, 이현섭\*, 정해도\*  
 부산대학교 기계공학부 정밀가공시스템전공\*

## Study on Optical Properties of Lithium niobate using Chemical Mechanical Polishing

Suk-Hoon Jeong\*, Young-Jin Kim\*, Hyun-Seop Lee\* and Hae-Do Jeong\*  
 Precision Manufacturing System Div., Graduate School of Mechanical Engineering, Pusan National Univ.\*

**Abstract :** Lithium Niobate (LN:LiNbO<sub>3</sub>) is a compound of niobium, lithium and oxygen. The characteristics of LN are piezoelectricity, ferroelectricity and photoelectricity, and which is widely used in surface acoustic wave (SAW). To manufacture LN device, the LN surface should be a smooth surface and defect-free because of optical property, but the LN material is processed difficult by traditional processes such as grinding and mechanical polishing (MP) because of its brittleness. To decrease defects, chemical mechanical polishing (CMP) was applied to the LN wafer. In this study, the suitable parameters such as pressure and relative velocity, were investigated for the LN CMP process. To improve roughness, the LN CMP was performed using the parameters that were the highest removal rate among process parameters. And, evaluation of optical property was performed by the optical reflectance and non-linear characteristic.

**Key Words :** Lithium Niobate, Optical property, CMP, Roughness

### 1. 서론

리튬 니오베이트 (LN:LiNbO<sub>3</sub>)는 일루미나이트 구조를 갖는 강유전체로서 우수한 압전, 전기광학, 비선형 광학 특성을 가지고 있다[1]. 그러나, 리튬 니오베이트 소재는 경도가 큰 물질로써 전통적 입자가공인 그라인딩 (grinding)이나 다이아몬드와 같은 높은 경도의 연마입자를 사용한 기계적 연마 공정에 의하여 표면에 스크래치 (scratch)와 같은 표면 결함이 발생되며, 이는 광소자로써의 물리적인 성질에 직접적인 영향을 미친다[2,3]. 본 연구에서는 화학 기계적 연마 (CMP)를 통하여 표면의 결함을 최소화하며, 표면 거칠기 개선을 통한 리튬 니오베이트 소재의 광학적 특성을 파악하였다.

### 2. 광학적 특성 평가

#### 2.1 LN CMP의 실험조건

최적의 리튬 니오베이트 CMP 공정 조건을 선정하기 위하여 압력 및 속도에 대한 실험을 하였다. 실험에 사용된 패드는 경도가 높은 단일기공 패드이며, 슬러리는 pH 10 정도의 알칼리 용액에 fumed silica를 함유한 현탁액을 사용하였다. 공정압력은 200, 400, 600, 800 g/cm<sup>2</sup>이며, 속도는 30, 60, 90, 120 rpm, 슬러리의 유량은 분당 150 cc로 실험을 진행하였다. 연마율은 압력과 속도가 높을수록 높은 경향성을 보여주었다. 이중 가장 높은 연마율의 조건인 800 g/cm<sup>2</sup>의 압력 및 120 rpm의 속도를 선택하여 거칠기 및 광학적 특성을 비교하였다. LN CMP 공정 조건을 table 1에 나타내었다. 연마 전후의 광학적 특성 평가를 위하여 입사된 가시광선의 강도를 비교하였다.

Table 1 Conditions of LN CMP

Pressure	800 g/cm <sup>2</sup>
Velocity (head/platen)	120/120 rpm
Flow rate of slurry	150 cc/min
Pad type	Closed cell type
Slurry	Fumed silica in alkali of pH 10
Process time	48 minutes

#### 2.2 리튬 니오베이트의 광학적 특성 평가

Table 2는 초기, CMP 공정 8분 및 48분 후의 표면 거칠기를 보여준다. LN CMP 공정이 진행될수록 결함 및 표면 거칠기는 개선되어지는 것을 알 수 있다. 이것은 fumed silica에 의하여 리튬 니오베이트가 연마입자에 의한 스크래치와 같은 결함의 발생없이 평탄하게 연마가 되어지는 것을 알 수 있다.

Table 2 LN CMP 전후의 표면거칠기 비교

	Ra (nm)	Rq (nm)	Rt (nm)	Rz (nm)
Before CMP	1,840	5,250	101,790	99,820
After 8 minute	44.79	81.18	2.70	1.77
After 48 minute	1.91	2.44	34.87	23.29

Fig. 1은 LN CMP 공정 전후의 리튬 니오베이트표면에 수직으로 조사한 가시광선 영역에 대한 반사 강도를 나타낸다. CMP 공정 전에 비하여 CMP 공정 후의 반사율이 조사한 가시광선 영역대인 380~770nm의 파장에서 10배 정도의 높은 반사율을 보이고 있다.

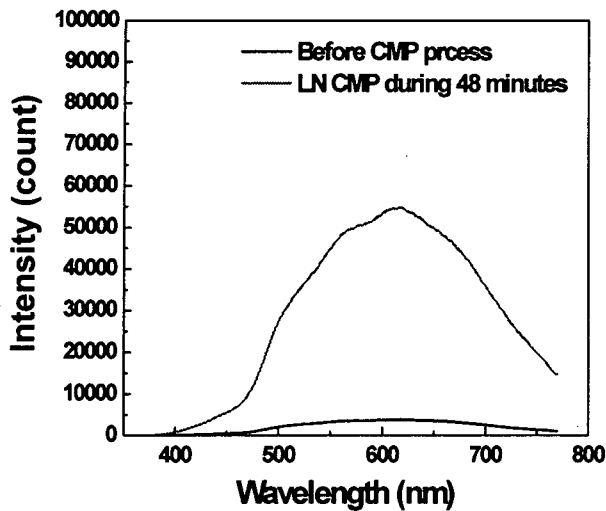


Fig. 1 반사강도

이것은 CMP 가공에 의한 결함 감소 및 표면 거칠기가 개선으로 인하여 입사되어진 빛이 리튬 니오베이트의 표면에서 난반사가 일어나지 않아 반사되어 집광기로 들어오는 빛의 양이 많기 때문이다.

### 3. 결론

리튬 니오베이트 소재의 표면 결함 감소 및 표면 거칠기의 개선을 위하여 화학 및 기계적 복합 가공인 CMP 공정을 적용하였다. 리튬 니오베이트의 CMP 공정은 다이아몬드와 같은 연마입자에 의한 스크래치 등의 결함이 연마 동안 발생하지 않으며, 표면 거칠기가 개선되어졌다. 그리고, 개선되어진 표면 거칠기에 의하여 조사되어진 빛이 난반사가 일어나지 않아 반사율이 향상되었다. 이는 광소자로서 사용되어지는 리튬 니오베이트 소재의 광특성을 향상시키기 위한 화학 및 기계적 복합 가공인 CMP 공정이 적합하다는 것을 보여준다.

### 감사의 글

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 국가핵심연구센터 사업(R15-2006-022-01003-0) 지원으로 수행되었음.

### 참고 문헌

- [1] Chia-Cheng Wu, Ray-Hua Horng, Dong-Sing Wu, Tsai-Ning Chen, Shin-Shiam Ho, Chia-Jen Ting and Hung-Yin Tsai, "Thinning Technology for Lithium Niobate Wafer by Surface Activated Bonding and Chemical Mechanical Polishing", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 45, No. 4B, pp. 3822~3827,

2006.

- [2] K. G. Subhadra, K. Kishan Rao and D. B. Sirdeshmukh, "Systematic hardness studies on lithium niobate crystal", *Bull. Master. Sci.*, Vol. 23, No. 2, pp. 147~150, 2000...
- [3] Han-Chul Cho, Suk-Hoon Jeong, Ho-Jun Lee, Jae-Hong Park and Hae-Do Jeong, "A study on Lithium Niobate(LiNbO3) wafer of CMP", *Proceeding of the KSMPE Spring Conference*, pp. 20~26, 2007.