

# Plant 급 초고압 합성기를 이용해 제조한 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)의 전기화학적 특성평가

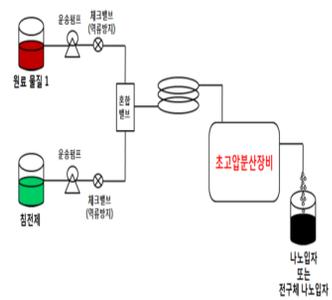
조완택, 지성화, 박종범, 노종호, 유보경, 김현효  
 (주) 일신오토클레이브  
 (jowt@suflex.com)

## 1. Introduction

- 이차전지의 안전성 향상을 위해 음극활 물질로  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)가 검토되고 있다. LTO는 저가이며, 스피넬 구조로 3차원적 Li 확산경로를 가져 고입출력 특성을 보이고, 높은 반응 전위(~1.5V)를 가지므로 SEI가 분해되면서 생기는 발열반응을 피할 수 있고, 충방전에 따른 부피 변화가 없는 결정학적 특성으로 안전성이 높고 장수명의 특징이 있다.
- 초고압 균질기를 이용할 경우, 기존의 공동 침전 방법보다 공정시간을 획기적으로 단축하고, 높은 에너지에 의해 핵생성 속도를 가속화시킴에 따라 금속산화물 음극 소재의 입자 크기 감소 및 균질화 효과를 나타내며, 이로 인한 전극의 가역용량, 출력 및 사이클링 특성 향상을 기대 할 수 있다.
- 본 연구에서는 Plant 급 초고압 균질기를 이용해 제조한LTO의 전기화학적 특성을 평가하기 위해 half cell 및 full cell를 제작하여 물성을 알아보았다.

## 2. Experimental

### 초고압균질기를 이용한 나노입자 제조 시스템



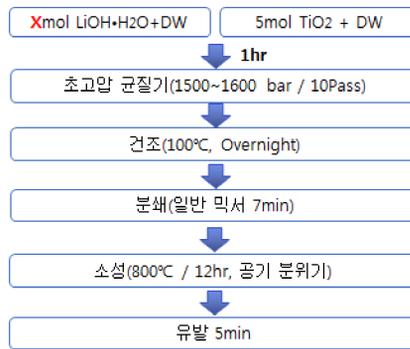
### 실험 조건 및 분석

- 실험 조건**
- 시료 :  $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{TiO}_2 \rightarrow \text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$
  - Li /Ti 몰비 : 0.9
  - 균질기 압력 : 2000bar
  - 통과횟수 : 5, 7, 10회
  - 건조 온도 및 시간 : 100 °C, 12시간
  - 소성온도 및 시간 : 800 °C, 12시간

### 전지특성 평가조건

항목	내역	비고
Cell Type	CR2016	half cell
Cathode	Li metal	
Electrolyte	EC:EMC = 3:7, 1M LiPF6	
Separator	20um PE	
Voltage Range	1.0~3.0V	

### LTO 제조 실험 절차



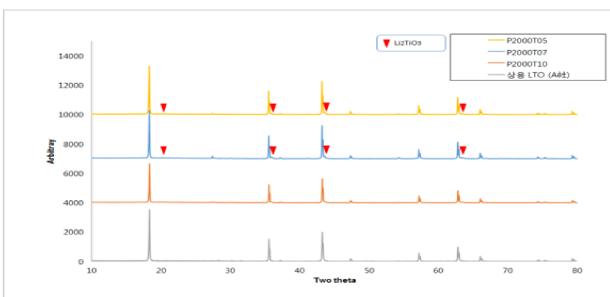
### 실험 장치(Plant scale)



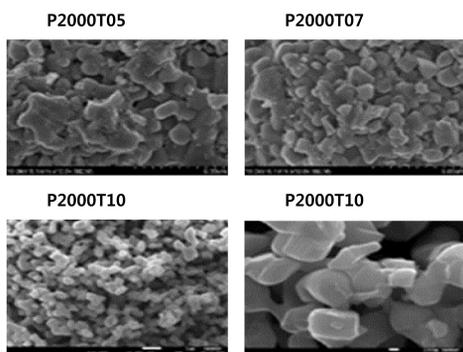
## 3. Results & Discussion

### LTO 시료의 물성 분석

#### XRD 분석



#### SEM 분석

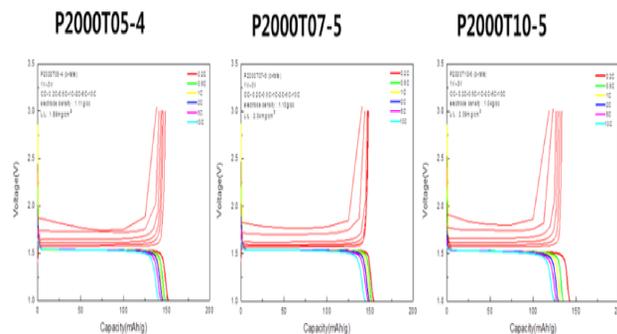


### 전지 특성 분석

#### 0.1C 충/방전 분석

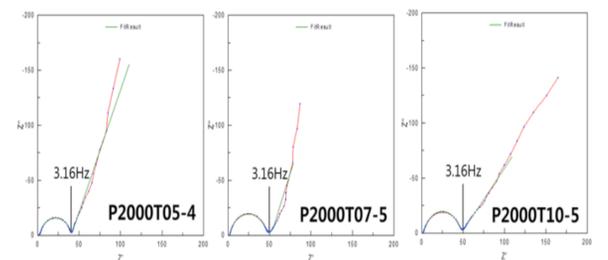
Item	unit	P2000T05	P2000T07	P2000T10
Charge capacity (0.1C)	mAh/g	152.7	151.3	123.6
Discharge capacity (0.1C)	mAh/g	147.7	146.5	122.7
1st efficiency	%	96.7	96.8	99.2
0.1C/10C Discharge capacity	%	93.3	95.4	89.1

#### 울특성 분석



### LTO coin half cell평가

#### 임피던스 결과



#### 울특성 분석

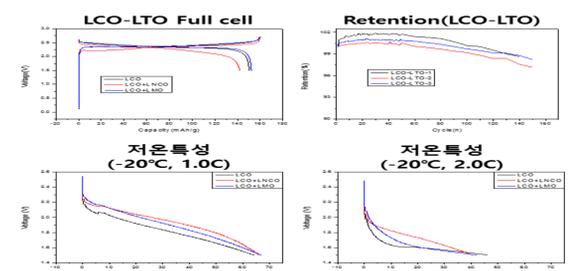
Sample	P2000T05-4	P2000T07-5	P2000T10-5
$R_s$	1.66	1.57	1.50
$R_{sei}$	1.29	0.81	0.84
$R_{ct}$	37.45	40.69	45.37

### LTO coin full cell평가

#### 0.1C 충/방전 분석

Item	unit	LCO	LCO +LNCO	LCO +LMO
1st charge capacity (0.1C)	mAh/g	159.4	160.4	159.3
1st discharge capacity (0.1C)	mAh/g	150.4	141.6	152.4
1st efficiency	%	94.1	88.3	95.4

#### LTO full cell 결과 및 저온특성



## 4. Conclusion

- ❖ XRD 분석 결과 전기화학적으로 비활성 물질인  $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ 는 통과 횟수가 증가할수록 intensity가 감소하는 경향을 보였고 10회 통과하였을 때 관찰되지 않았으며, SEM 분석 결과 P2000T05 > P2000T07 > P2000T10 d의 순서로 입자가 작았다.
- ❖ 울특성 평가에서는 수명에서 좋은 평가를 가졌던 P2000T05, P2000T07 두 샘플이 0.1C 대비 10C의 방전 용량에서 가장 좋은 울특성을 가지는 것으로 평가되었다.
- ❖ 샘플 중에 따라 전하이동 저항 ( $R_{ct}$ )를 비교하면 P1500종이 P2000종에 비해 낮은 전하이동 저항을 가졌다. 또한 P2000 샘플간 측정결과를 비교하면 수명특성이 가장 좋지 않았던 P2000T10-5 샘플의 전하이동저항이 가장 높게 측정 되었다.
- ❖ 결론적으로, coin full cell의 단위 중량당 용량은 coin half cell의 결과와 크게 상이하지 않았지만, LCO를 단독으로 사용하기 보단 첨가물을 추가한 샘플의 경우가 저온특성이 비교적 우수하게 측정되었다

본 연구는 2014년도 중소기업청의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.