

## Application

## News

## No. i238K

### 재료시험기

#### MATERIAL TESTING SYSTEM

## MCT를 이용한 리튬이온전지의 음극재 압축시험

Compression Test for Structural Materials of Lithium-Ion Batteries

### ■ 서론

리튬이온전지는 작고 가벼워 휴대전화와 노트북 PC 같은 휴대용 전자기기부터 전기차 및 하이브리드차에 걸쳐 다양한 제품군에 사용됩니다. 리튬이온전지의 내부 재료는 생산 공정 중에 가해지는 외부 또는 사용 중 가해지는 압력에 의한 영향을 받습니다. 따라서, 각 내부 재료의 강도 평가는 성능 유지에 있어 매우 중요합니다. 다양한 구조를 가진 리튬이온전지 중 얇거나 소형의 재료를 사용하여 강도를 측정했습니다.

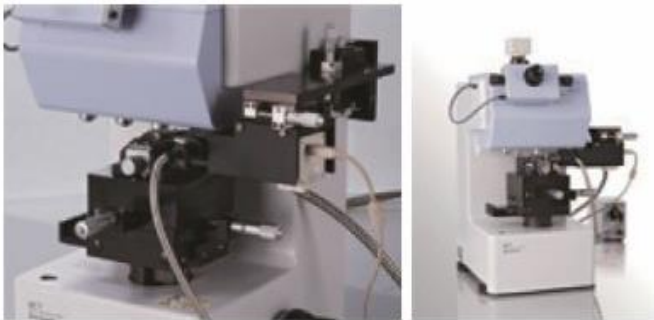


Fig. 1 MCT-211 Series 외관  
(측면 관찰 키트가 장착된 상태)

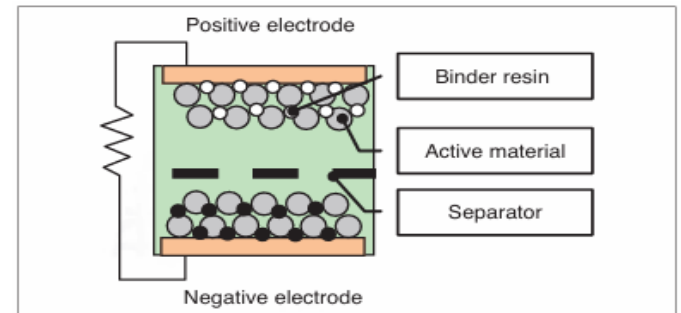


Fig. 2 리튬이온전지 구조

### ■ 리튬이온전지 세퍼레이터의 압축강도시험

Table 1은 시험에 사용한 세 종류의 시료입니다. Table 2는 시험과 시험 조건에 사용된 부속품입니다. Fig. 3은 측정 방법에 대한 개념도입니다. Table 3의 경우 세 종류 시료로 진행한 압축강도시험 결과입니다. 시료에 동일한 시험력을 가하고 그에 따른 압축률을 통해 평가했습니다. 결과를 보면 시료 간 명확한 차이를 확인할 수

있습니다. Fig. 4는 각 시료의 시험력-변위 관계를 나타낸 그래프입니다. 시료2의 변곡점은 10 mN (약 5 MPa)부근이었으며 이는 과한 압력이 세퍼레이터에 플라스틱 변형을 일으킨 것으로 보입니다.

Table 1 시료

| 1) 시료명   | 세퍼레이터      |            |            |
|----------|------------|------------|------------|
| 2) 시료 번호 | ①          | ③          | ③          |
| 3) 두께    | 20 $\mu$ m | 20 $\mu$ m | 10 $\mu$ m |

Table 2 시험 조건

| 1) Upper Indenter        | Flat indenter (다이아몬드 팁), 50 $\mu$ m dia.                                  |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 2) 시험 모드                 | Load-unload test                                                          |
| 3) 시험력 (mN)              | 50                                                                        |
| 4) Loading Rate (mN/sec) | 2.2                                                                       |
| 5) Holding Time (sec)    | 0                                                                         |
| 6) 시험 방법                 | 유리판에 액체 접착제로 얇은 층을 만들고 그 위에 세퍼레이터를 고정함. upper indenter를 이용해 압축 감도 시험을 진행함 |

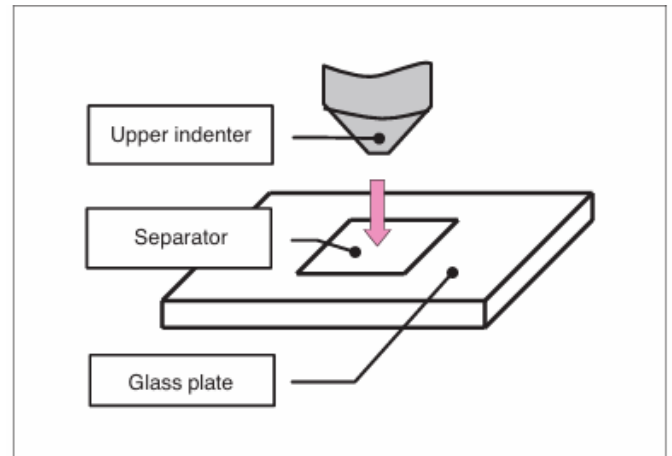


Fig. 3 측정 방법 개념도

Table 3 시험 결과

| 시료명   | 시료 번호 | 최대 힘 (mN) | 압축 변수 (μm) | 압축률 (%) |
|-------|-------|-----------|------------|---------|
| 세퍼레이터 | ①     | 49.9      | 3.651      | 18.3    |
|       | ②     | 49.9      | 3.371      | 16.9    |
|       | ③     | 50.0      | 1.038      | 10.4    |

Note : 아래 계산식을 이용하여 압축률을 계산했습니다.  
압축률 (%) = (압축 부피) / (두께) × 100 (%)

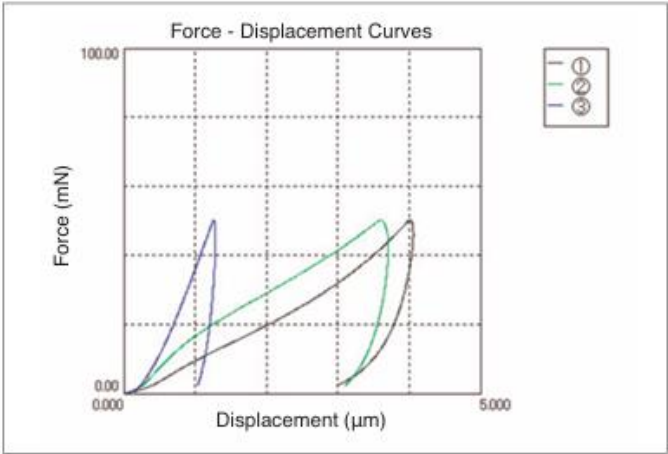


Fig. 4 압축강도 시험 결과

■ 활물질의 압축강도시험

리튬이온전지의 양극 활물질 두 종류에 대한 압축강도시험을 진행했습니다. Table 4는 시험 조건이며, Fig. 5는 시험 개념도 (압축부)입니다. 각 시료당 10회 반복 측정하였으며 각 시료의 평균값을 기재했습니다 (Table 5와 Fig. 6 참고). 결과를 보면 두 종류 활물질 사이에 명확한 강도 차이가 있었으며 lithium cobalt oxide (LiCoO<sub>2</sub>)가 더 큰 강도를 가지는 것이 확인됐습니다.

앞서 기재한 바와 같이 MCT-211 Series 마이크로 압축 시험기를 이용하면 리튬이온전지 내부에 사용되는 얇거나 미세한 재료를 대상으로 정확하고 효율적인 압축강도시험이 가능합니다.

Table 4 시험 조건

|                          |                                                                      |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1) Upper Indenter        | Flat indenter (다이아몬드 팁), 50 μm dia.                                  |
| 2) 시험 모드                 | 압축강도시험                                                               |
| 3) 시험력 (mN)              | 50                                                                   |
| 4) Loading Rate (mN/sec) | 2.2                                                                  |
| 5) Holding Time (sec)    | 0                                                                    |
| 6) 시험 방법                 | 각 시료를 극히 소량 하부 압축강도판에 퍼 바른 후, 각각의 단일 입자에 대해 압축강도시험을 진행함 (Fig. 5 참고). |

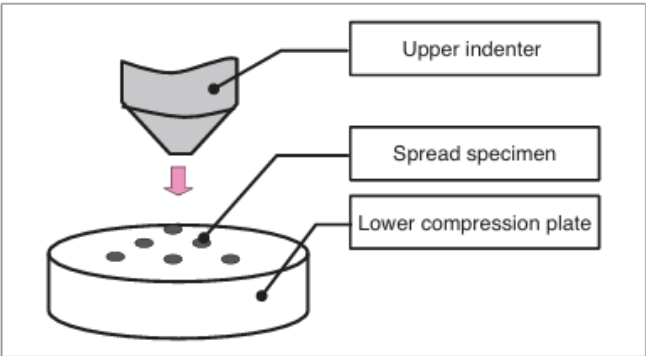


Fig. 5 압축부 개념도

Table 5 시험 결과

| 시료명                              | 파괴력 (mN) | 입자 직경 (μm) | 강도 (MPa) |
|----------------------------------|----------|------------|----------|
| LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> | 1.67     | 13.0       | 7.79     |
| LiCoO <sub>2</sub>               | 16.23    | 13.3       | 72.75    |

Note : 아래 계산식을 이용하여 파괴력을 계산했습니다.  
(JIS R1639-5 \*1)  
 $Cs = 2.48 P / \pi d^2$   
Cs : Strength (MPa), P : Fracture force (N), d : Particle diameter (mm)

\*1 : 미세 세라믹 과립의 특성 시험법 Part 5 : 단일 과립의 압축강도

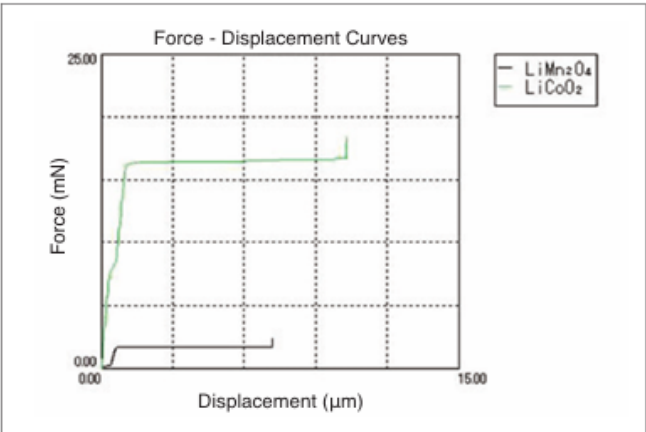


Fig. 6 시험력-변위 곡선

연구용으로만 사용하세요. 진단과정에 사용하지 마세요. —  
본 문서는 해당 국가에서 사용할 수 없는 내용이 포함되어 있을 수 있습니다. 확인이 필요하실 경우 시마즈 사이언티픽 코리아로 문의 바랍니다. 본 문서에 사용된 회사 이름, 제품/서비스 이름 및 로고는 상표기호 "TM" 또는 "®"와 함께 사용되는지 여부와 관계없이 Shimadzu Corporation, 자회사 또는 계열사의 상표 및 상표 이름입니다. 제 3자의 상표 및 상표명은 기호 "TM" 또는 "®"와 함께 사용되는지 여부와 관계없이 기업 또는 그 제품/서비스를 판촉하기 위해 본 문서에 사용될 수 있습니다. 본 문서의 내용은 어떠한 종류의 보증 없이 "있는 그대로" 제공되며, 제품의 외관 및 사양은 성능 개량을 위해 예고 없이 변경될 수 있습니다. 사진에 포함된 PC 또는 프린터는 별도 구매 제품입니다. 시마즈, 시마즈 사이언티픽 코리아는 본 문서의 사용과 관련하여 직접 또는 간접적으로 어떠한 손상에 대한 책임을 지지 않습니다.