



# 지스트(광주과학기술원) 보도자료

<http://www.gist.ac.kr>

보도 일시	<b>배포 즉시 보도 부탁드립니다.</b>	
배포일	2021.05.26.(수)	
보도자료 담당	홍보팀 조동선 팀장	062-715-2061
	홍보팀 이나영 선임행정원	062-715-2062
연구자	에너지융합대학원 김형진 교수	062-715-5323

## 전지의 전극을 레이저로 미세가공해 용량과 출력 동시 향상

- 레이저유도붕괴분광법 활용해 레이저 가공효과 직관적 분석... 에너지 밀도와 파워 밀도 동시 개선

□ 지스트(광주과학기술원) 에너지융합대학원의 김형진 교수와 기계공학부 정성호 교수 연구팀은 리튬니켈망간코발트산화물(NMC), 리튬인산철(LFP), 흑연 등의 다양한 리튬이차전지의 전극을 펨토초 레이저\*로 가공하여 전지 용량과 출력을 동시에 향상시켰다.

\* 펨토초 레이저(femtosecond laser): 한 펄스가 수십 펨토초의 매우 짧은 펄스폭을 갖는 레이저로 열 영향이 거의 없이 수 마이크로미터의 미세가공이 가능하다 (1 펨토초=10<sup>-15</sup>초).

□ 리튬이차전지에서 전극의 두께와 공극률에 따른 구조적 특성은 전지 성능에 큰 영향을 미친다. 더 많은 활물질을 쌓아 올리는 전극의 후막화나 강한 압축 공정에 의한 고밀도화는 에너지밀도를 향상시킬 수 있는 반면, 이온 전도성에 불리한 구조적인 한계 때문에 급격히 출력밀도가 감소한다.

◦ 즉, 전지에서 용량과 출력은 트레이드 오프(trade off) 관계로 성능에 가장 큰 영향을 주는 전극의 두께와 공극률은 제한적인 범위에서 최적화

되어 적용되고 있다.

□ 연구팀은 선행연구에서 상용전극 수준보다 두껍고(두께 100~700  $\mu\text{m}$ ) 밀도가 높은(공극률 26%) 전극의 레이저 가공을 통해 기존 전극구조를 3차원화 하여 전극표면에서 집전체까지의 리튬이온 확산 경로를 넓혀 주고 단축시킴으로써 에너지밀도와 파워밀도를 동시에 크게 향상시켜 레이저 가공효과를 입증한 바 있다.

○ 이번 연구에서는 레이저 가공기술의 대량생산 적용을 위해 다양한 가공 조건(가공 깊이, 간격 등)과 전지성능변화의 상관관계를 분석함으로써 리튬이차전지의 사용처에 따른 작동 환경과 성능을 고려한 레이저 가공 설계 조건을 제시했다. 특히 레이저유도붕괴분광법(LIBS)\*을 활용하여 전극 내부의 리튬이온 분포를 시각화함으로써 레이저 가공효과를 직관적으로 분석했다.

\* 레이저유도붕괴분광법(Laser induced breakdown spectroscopy): 집속된 레이저 빔을 시료 표면에 조사하면 시료내 원자가 들뜬상태에 도달한 후 다시 기저상태로 돌아올 때 원소에 따라 고유 파장의 빛을 방출하고, 이 분광신호를 분석하여 시료를 구성하는 물질의 조성과 성분별 함량 분석이 가능한 분광분석기술이다.

□ 김형진 교수는 “리튬이차전지 전극의 레이저 가공에서 주요 설계 조건의 확립과 충방전시 전극 내 리튬이온의 분포를 레이저 분석기술을 이용하여 시각화한 것이 이번 연구의 핵심이다” 면서, “레이저 미세 가공 공정으로 기존 전극 사양의 한계를 뛰어넘는 설계가 가능하고, 에너지밀도와 파워밀도를 동시에 개선함으로써 리튬이차전지의 획기적인 성능향상에 기여할 수 있기를 바란다” 고 말했다.

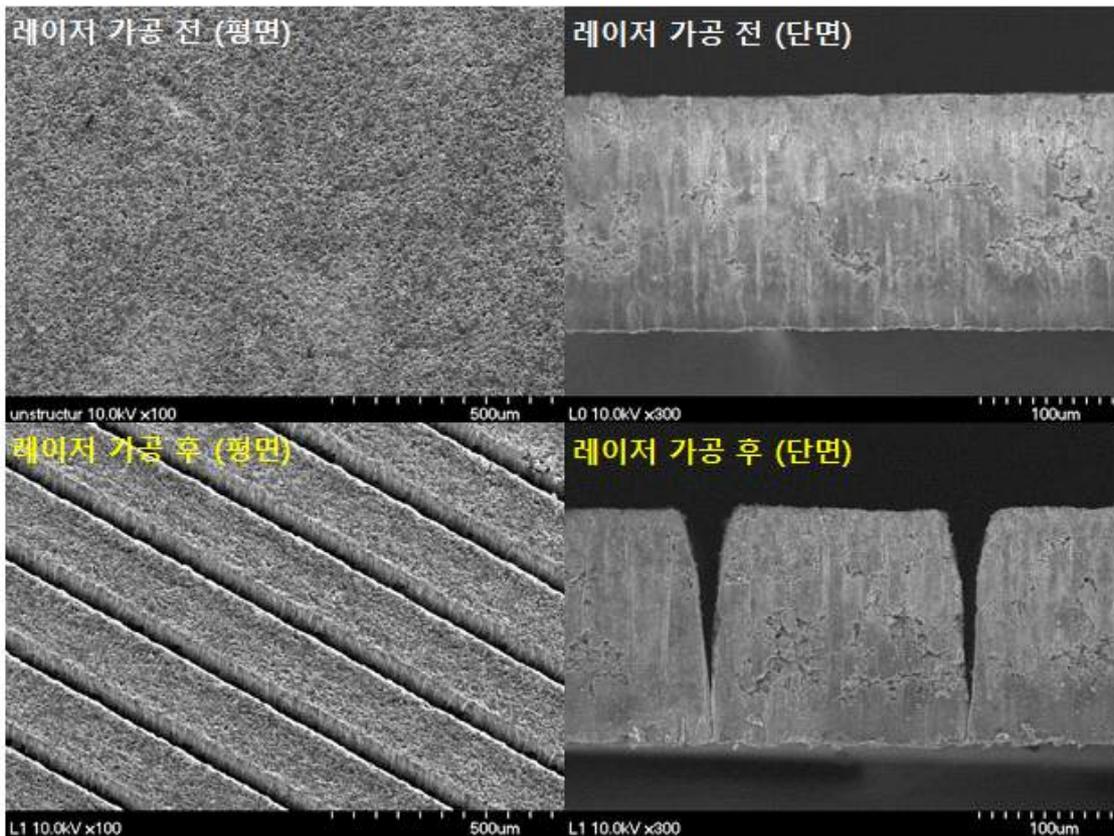
□ 지스트 김형진 교수와 정성호 교수가 주도하고 박준수 박사가 제1저자로 참여한 이번 연구는 지스트 연구원(GRI), 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행되었으며, 연구결과는 응용 화학 분야의 세계적인 학술지인 ‘저널 오브 에너지 케미스트리(Journal of Energy Chemistry)’ 에 2021년 4월 22일 온라인으로 게재됐다. <끝>

## 논문의 주요 내용

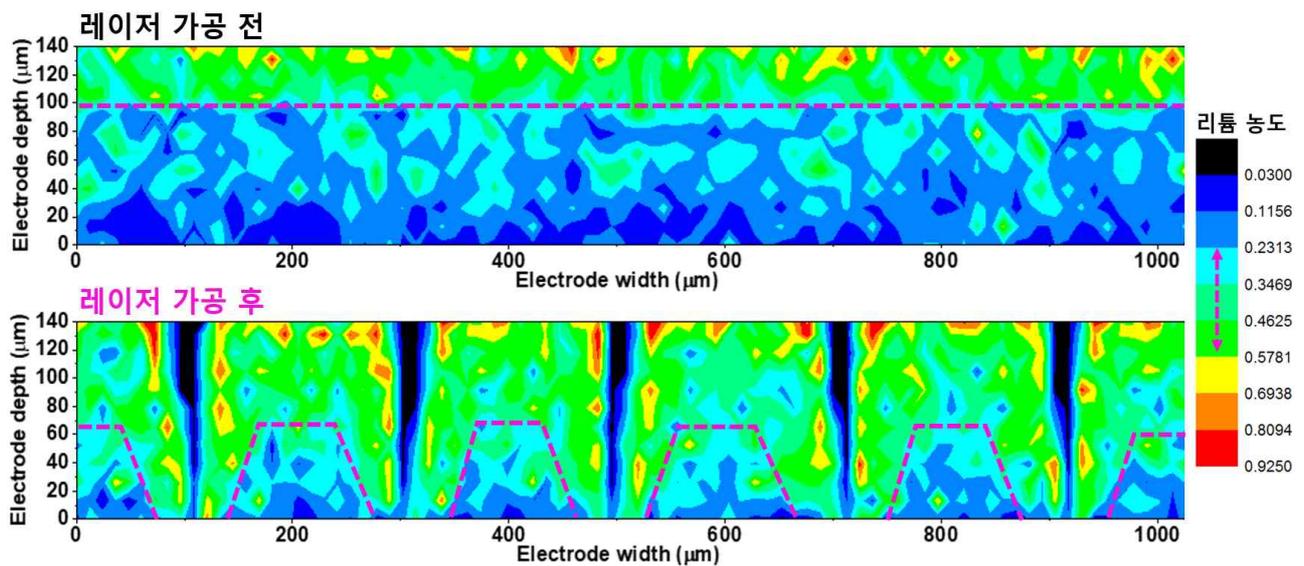
### 1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Journal of Energy Chemistry (Impact factor: 7.216, 2019년 기준)
  - ※ 응용 화학 분야의 세계적 권위를 가진 국제학술지 (Chemistry, Applied (2/71): 2.113% (상위 3% 이내 저널))
- 논문명 : Three-dimensionalization via control of laser-structuring parameters for high energy and high power lithium-ion battery under various operating conditions
- 저자 정보 : 박준수 박사 (제1저자, 지스트 기계공학부 박사졸업), 송현기 (지스트 기계공학부 석사졸업), 장인석 (지스트 기계공학부 박사과정), 이재필 (지스트 기계공학부 박사과정), 엄정욱 (지스트 기계공학부 박사과정), 배성국 (지스트 기계공학부 박사과정), 김지훈 (지스트 에너지융합대학원 박사졸업), 정성호 교수 (공동교신저자, 지스트 기계공학부), 김형진 교수 (교신저자, 지스트 에너지융합대학원)

# 그림 설명



[그림 1] 펨토초 레이저 가공을 통한 전극 구조의 3차원화



[그림 2] 레이저유도붕괴분광법을 활용한 레이저 가공 전/후 전극 내 리튬이온 분포의 시각화 (단면도)