



# 지스트(광주과학기술원) 보도자료

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

보도 일시	<b>배포 즉시 보도 부탁드립니다.</b>	
배포일	2021.02.25.(목)	
보도자료 담당	홍보팀 조동선 팀장	062-715-2061
	홍보팀 이나영 선임행정원	062-715-2062
연구자	에너지융합대학원 김형진 교수	062-715-5323

## 지스트, 고용량 실리콘 음극 성능 개선

- 레이저 표면 처리기술 통해 실리콘 음극의 용량 개선과 내구성 확보... 실리콘 음극의 장시간 작동 가능성 확인

□ 지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 에너지융합대학원 김형진 교수와 기계공학부 정성호 교수 연구팀은 차세대 리튬이차전지용 음극으로 주목받고 있는 실리콘 음극\*의 성능과 내구성을 개선하였다.

\* **실리콘 음극**: 실리콘 음극은 현존 차세대 음극 중에서 가장 상용화에 가깝게 다가선 기술로, 단위 무게당 이론용량이 최대 4,200 mAh/g에 달해 기존 흑연 상용 음극 대비 10배가 넘는 이론용량을 갖는 초고용량 차세대 음극이다.

○ 연구팀은 실리콘 전극 표면에 나노초 레이저\* 표면 가공 기술을 처음으로 도입하였고, 충방전 과정에서의 기계적 응력 감소를 통한 지속적인 성능 내구성을 확보하는데 성공했다.

\* **나노초 레이저(nanosecond laser)**: 연속형 레이저와 펄스형 레이저와의 차이는 주어진 에너지를 방출하는 지속 시간에 달려 있다. 주어진 에너지를 긴 시간 동안 일정한 세기로 방출한다면 연속형 레이저이고, 짧은 시간 동안만 방출한다면 펄스형 레이저이다. 이때 방출하는 지속 시간을 펄스폭, 지속 시간이 나노초인 경우 나노초 레이저라고 부른다.

□ 실리콘 음극은 기존 흑연 상용 음극 보다 이론적으로 10배가 넘는 에너지 밀도를 갖고 있을 뿐 아니라 경제적이고 친환경 소재여서 흑연 음극을 대체할 차세대 음극으로 주목받고 있다. 대용량 에너지 저장장치

(ESS) 및 전기차와 같은 높은 에너지 밀도와 출력 밀도를 요구하는 중대형 에너지 저장장치 활용이 가능해 세계 각국에서 개발을 위한 경쟁이 치열하다. 그러나 실리콘의 비전도성 특성, 충전 과정에서의 실리콘의 부피팽창으로 인한 낮은 수명은 상용화에 걸림돌로 작용하고 있다.

- 최근 실리콘 음극의 성능 개선을 위한 재료 연구가 진행되고 있으나, 보다 실용적인 성능향상을 위해서는 생산단가가 낮고 대량 생산이 가능한 기술에 대한 연구가 필요하다. 실리콘 음극 상용화를 위한 실용적이고 대량 생산 가능성을 고려한 기술에 대한 연구가 부족한 실정이다.

□ 연구팀은 나노초 레이저 가공 기술을 활용하여 실리콘 전극 표면을 구조화시켜 충전 과정에서 발생하는 실리콘 표면에서의 기계적 응력을 감소시키는데 성공하였다.

- 실리콘 전극 표면 처리에 적용한 나노초 레이저 기술은 기존 수십 마이크로미터 ( $\mu\text{m}$ )의 좁은 폭으로 가공하는 기술 대비 1 제곱센티미터 ( $1\text{ cm}^2$ )의 넓은 영역을 5초 이내로 가공할 수 있다는 장점이 있다. 이를 통해 기존 레이저 가공 기술 대비 약 60배 이상 전극 가공 속도가 증가하여 높은 대량 생산 가능성을 확인하였다.

□ 김형진 교수는 “이번 연구에서는 특히 배터리 전극 제조 기술과 레이저 가공 기술의 융합 연구가 핵심이다”면서, “지금까지의 배터리 제조 공정에서는 전극 절단, 금속 간 접합 과정에 레이저가 사용되고 있으나, 단시간의 표면가공을 대량 생산에 적용하여 리튬이차전지의 성능향상에 기여할 수 있기를 바란다”고 말했다.

□ 지스트 김형진 교수와 정성호 교수가 주도하고 박준수 박사, 서석호 박사과정 학생이 참여한 이번 연구는 지스트 연구원(GRI), 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행되었으며, 연구결과는 에너지 및 연료 분야의 세계적인 학술지인 ‘저널 오브 파워소스(Journal of Power Sources)’에 2021년 2월 11일자 온라인으로 게재됐다. <끝>

# 논문의 주요 내용

## 1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Journal of Power Sources (Impact factor: 8.247, 2019년 기준)
  - ※ 에너지·연료 과학기술 분야의 세계적 권위를 가진 국제학술지 (Energy & fuels (10/112): 9.259% (상위 10% 이내 저널))
- 논문명 : New approach for the high electrochemical performance of silicon anode in lithium-ion battery: a rapid and large surface treatment using a high-energy pulsed laser
- 저자 정보 : 박준수 박사 (제1저자, 지스트), 서석호 (제1저자, 지스트), 정성호 교수 (공동교신저자, 지스트), 김형진 교수 (교신저자, 지스트)

# 용어 설명

## 1. Journal of Power Sources

- 에너지·연료 과학기술 분야의 세계적 권위를 가진 국제학술지 (2019년 기준 영향력 지수: 8.247 (Energy & fuels (10/112): 9.259% (상위 10% 이내 저널))

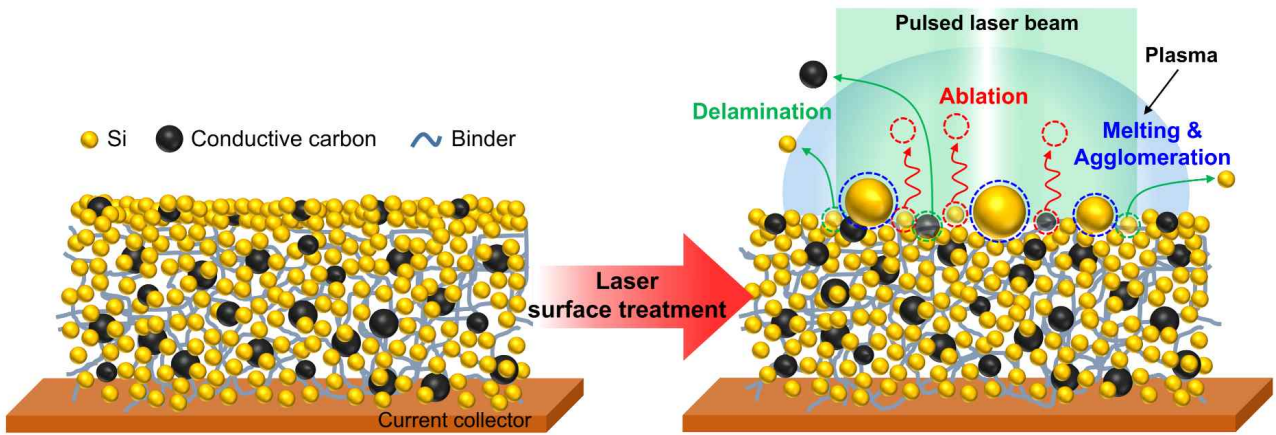
## 2. 실리콘 음극

- 실리콘 음극은 현존 차세대 음극 중에서 가장 상용화에 가깝게 다가선 기술로서 단위 무게당 이론용량이 최대 4,200 mAh/g에 달해 기존 흑연 상용 음극 대비 10배가 넘는 이론용량을 갖는 초고용량 차세대 음극이다. 이러한 높은 가능성에도 불구하고 아직까지 실리콘의 낮은 전기전도성, 충방전시 부피 팽창으로 인한 사이클 불안정성이 가장 큰 상용화 걸림돌로 알려져 왔다.

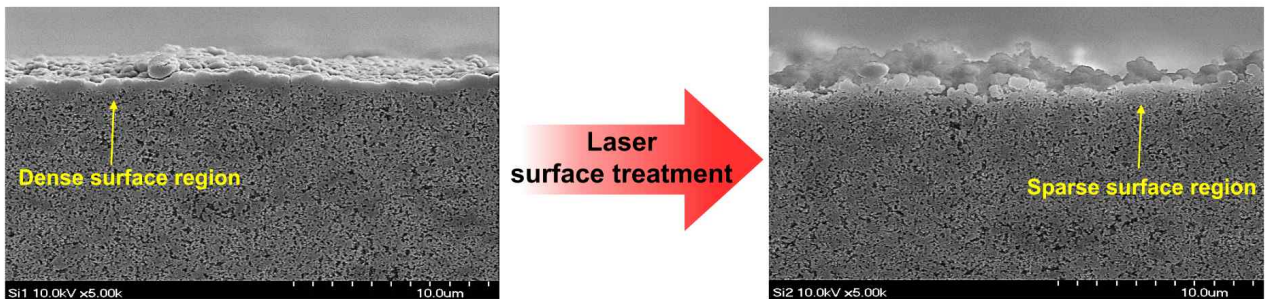
## 3. 나노초 레이저(nanosecond laser)

- 연속형 레이저와 펄스형 레이저와의 차이는 주어진 에너지를 방출하는 지속 시간에 달려 있다. 주어진 에너지를 긴 시간 동안 일정한 세기로 방출한다면 연속형 레이저이고, 짧은 시간 동안만 방출한다면 펄스형 레이저이다. 이때 방출하는 지속 시간을 펄스폭이라고 부르고, 지속 시간이 나노초인 경우 나노초 레이저라고 부른다.

# 그림 설명



[그림 1] 나노초 레이저 가공기술을 활용한 실리콘 전극 표면 처리 과정 도식화



[그림 2] 실리콘 전극 표면 처리 전/후 전극 단면 이미지 (좌) 전극 표면 처리 전  
(우) 전극 표면 처리 후