

보도일시	즉시 보도 가능
	2024. 6. 3.(월)
문의	연구단장/연구책임자 기계공학부 고승환 교수(02-880-1681) / 교신저자
	연구단/연구진 박희재, 최규호 연구원(02-880-1681) / 공동 제1저자

■ 제목/부제

제목	국문	물의 증발 및 모세관 현상을 이용한 반도체 나노채널에서의 맥센 광열 강화 에너지하베스팅 효과
부제	국문	Ionovoltaic 기반 에너지하베스팅 기술 및 Mxene 광열 효과로 인한 효율 증대

■ 요약

연구 필요성	태양광 에너지와 수자원을 활용하는 기술은 담수화, 에너지 하베스팅, 수질 정화, 살균, 태양열 에너지 저장 등 다양한 분야에서 적용되고 있습니다. 특히, 에너지 하베스팅 분야에 대한 관심이 증가하고 있는데 이는 지속가능한 전력 생산을 향한 세계적인 움직임과 맞물려 있어 중요한 의미를 지닙니다. 물 분자의 움직임과 태양광을 활용하여 에너지를 발생시키는 분야는 자원의 접근성이 용이하며 높은 잠재력을 가지고 있기 때문에 앞으로도 관련 연구 분야의 필요성은 증가할 것입니다.
연구성과/기대효과	이 연구는 반도체 물질의 전자 이동과 물 속 이온의 맞물림 현상을 이용해 에너지를 발생시키는 점에서 의의가 있습니다. 또한, 2차원 물질의 태양광 흡수 특성을 활용해 전력 생산을 증대시키는 기술을 세계 최초로 개발하였습니다. 이 새로운 기술은 지구 온난화와 전력 공급 부족 문제를 친환경적으로 해결할 잠재력을 가지고 있습니다. 앞으로 이러한 기술이 상용화되어 지속 가능한 에너지 발전을 이룰 수 있기를 기대합니다.

■ 본문

□ 문단 1

- 저희 연구에서는 SVO 나노로드와 2차원 MXene 나노시트를 성공적으로 합성했습니다. SVO 나노로드는 hydrothermal 방법을 사용하여 실온에서 합성하였고, MXene 나노시트는 에칭 기술을 통해 합성되었습니다. 주사 전자 현미경 분석 결과, 나노로드의 길이가 5~8 μm 이며 지름은 약 50nm인 것으로 나타났습니다. 이러한 나노로드는 다공성 구조를 형성하기 위해 서로 얽혀

필름을 형성하는데, 이는 이온들과의 상호 작용을 위한 표면 면적을 크게 증가시켜 에너지 수확 성능을 향상시킵니다. X-선 회절 측정 결과, SVO 나노로드가 $\text{NaV}_3\text{O}_8 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ 의 상과 일치함을 확인했습니다. 이 구조 내에서 나트륨 이온은 V_3O_8 층 사이에 삽입되어 층 상태의 구조를 유지하는 역할을 합니다. 에너지 분산 X-선 분광법 (EDS)은 구조 내 Na, V 및 O 원소의 균일한 분포를 보여주었습니다. 또한, 푸리에 변환 적외선 분광법 (FT-IR)을 사용하여 물질의 분자 진동과 관련된 주요 흡수 대역을 식별했으며, 여기에는 O-H 및 다양한 V-O 결합이 포함되었습니다.

이러한 상세한 분석 결과, SVO 나노로드에 의해 유도된 나노 다공성 구조가 효율적인 에너지 수확을 위해 필수적인 이온과의 활발한 상호 작용을 촉진한다는 것을 확인했습니다. 저희가 합성한 SVO 나노로드 기반의 에너지하베스팅 시스템의 실제 응용 가능성을 검증하기 위해, 다양한 전자 장치를 구동 에너지하베스팅 디바이스를 사용하여 여러 실험을 수행했습니다. 구체적으로, 직렬 연결된 세 개의 셀은 빨간색 및 녹색 LED를 구동할 수 있었으며, 네 개의 셀은 파란색 LED를 구동할 수 있었습니다. 또한, 직렬로 연결된 두 개의 셀은 계산기를 작동할 수 있었습니다. 두 경우 모두 나노로드 셀에 0.1 M NaCl 용액을 넣고 용액이 상승하는 동안 전원 공급이 활성화되었습니다. 또한, 12개의 셀을 직렬-병렬 구성으로 배열하고 충전 목적으로 1F 캐패시터 사용하여 스마트 부표를 만들어 실험을 진행하였습니다. 이 스마트 부표는 파도 변동, 용존 산소 및 농도를 측정하는 센서를 장착하고 있으며 MCU와 블루투스 모듈을 통해 핸드폰으로 데이터를 무선으로 전송했습니다. 효과적으로 센서 데이터를 수집하고 전송할 수 있음을 보여주었으며, 환경 변화에 따른 명확한 데이터 수집을 할 수 있었습니다.

□ 문단 2

○ 저희의 연구 결과는 MXene의 광열 효과로 인한 향상된 에너지 수확 성능을 강조하였습니다. 이는 주변 빛을 열로 변환하여 수송된 물의 유속을 증가시키고 반도체 셀의 저항을 크게 감소 시킴으로써 전체 효율을 향상시킵니다. 구체적으로, 디바이스 내 저항은 27°C에서 2320 Ω에서 80°C에서 1042 Ω로 약 45% 감소했습니다. 따라서 빛에 노출될 때, 단락 전류 (ISC)는 약 165.7% 증가하여 35에서 58 μA 로 증가했으며 최대 출력도 약 165.8% 상승하여 6.29에서 10.43 μW 로 상승했습니다. 이러한 혁신적인 구성은 MXene의 광열 변환 효과에 의해 강화된 에너지 수확의 상용화 가능성을 보여줍니다. 더욱이, 이러한 에너지 수확 모듈을 풍부한 물과 햇빛이 있는 환경에 배치하는 것이 실현가능함을 보여주며, 지속 가능한 에너지 기술에 대한 새로운 응용 분야에 쓰일 것으로 기대됩니다.

□ 연구결과

※ 연구성과에 대한 개괄적인 내용 서술

MXene-enhanced Ionovoltaic Effect by Evaporation and Water Infiltration in Semiconductor Nanochannels

Huijae Park[†], Gyuho Choi[†], Sangjin Yoon, Yeongju Jung, Junhyuk Bang, Minwoo Kim, Seung Hwan Ko^{*}

이 연구는 반도체 물질의 전자 이동과 전해질 이온의 맞물림 현상 (ionovoltaic effect)을 이용해 에너지를 수확하였으며 2차원 물질인 Mxene의 태양광 흡수 특성 (photothermal effect)을 활용해 전력 생산을 증대시키는 기술을 개발하였습니다.