
아연 이온 이차전지용 $\text{VO}_2(\text{B})$ 입자들을 포함한 양극활물질



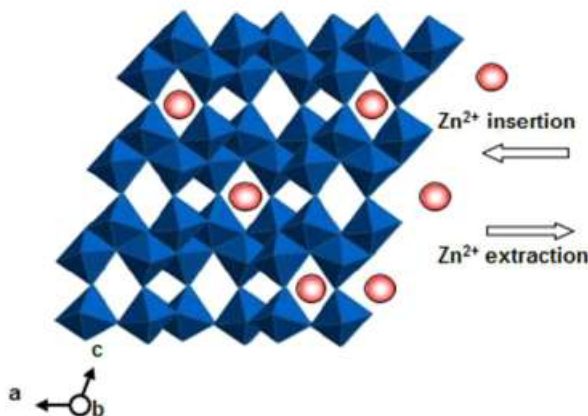
대표발명자 : 명승택 교수

아연이온 이차전지용 $\text{VO}_2(\text{B})$ 입자들을 포함한 양극활물질

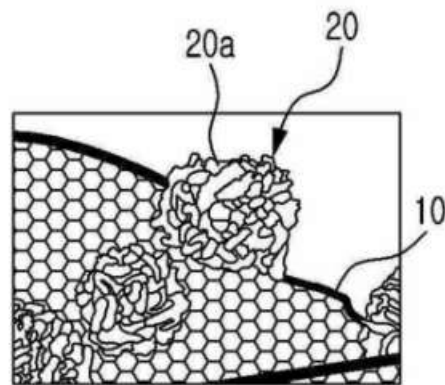
□ 기술개요

- 본 발명은 안정성 문제 및 환경 문제를 해결하는 아연이온 이차전지에 적용 가능한 새로운 전극 활물질 관련 기술임
- 전극 활물질은 $\text{VO}_2(\text{B})$ 로서, 이는 VO_6 8면체들로 구성되고 상기 VO_6 8면체들은 코너 또는 에지를 공유하면서 터널을 형성하는 결정구조를 가짐, 상기 터널을 통해 아연 이온이 탈삽입될 수 있음, 비교적 크기가 큰 아연이온이 탈삽입되는 경우에도 $\text{VO}_2(\text{B})$ 의 결정구조가 변화되지 않음
- $\text{VO}_2(\text{B})$ 를 rGO (reduced graphene oxide)와 복합화한 $\text{VO}_2(\text{B})/\text{rGO}$ 복합체는 전도성이 향상될 수 있음

□ 대표도면



< $\text{VO}_2(\text{B})$ 의 결정구조>



< $\text{VO}_2(\text{B})/\text{rGO}$ 복합체>

- 10: 환원 그래핀 산화물 시트
20: $\text{VO}_2(\text{B})$ 입자들
20a: 수십 나노미터 사이즈를 갖는 막대 형태의 1차 입자들

□ 기술의 특징 및 우수성

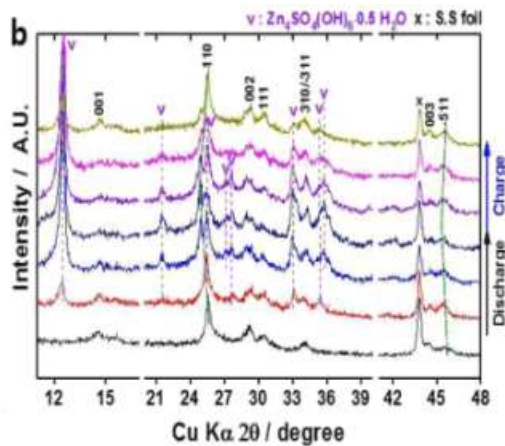
- 본 기술은 아연 이온 전지 시스템에 $\text{VO}_2(\text{B})$ 를 전극활물질로 포함하여 우수한 충방전 특성을 나타내는 양극 활물질을 제공함
- 이에 더하여, $\text{VO}_2(\text{B})$ 를 rGO (reduced graphene oxide)와 복합화한 $\text{VO}_2(\text{B})/\text{rGO}$ 복합체는 활물질의 전기전도도 향상에 기여함

[표] 기술의 특징 및 우수성

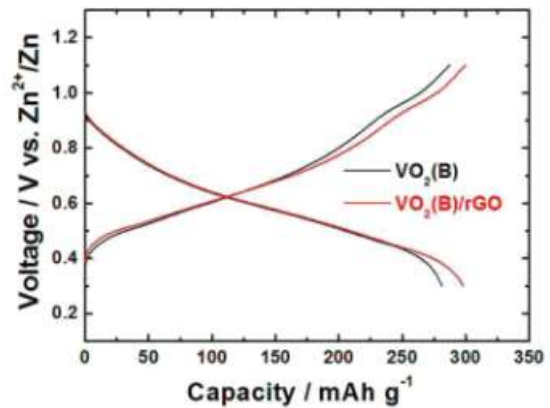
종래기술 문제점	<ul style="list-style-type: none"> 리튬 이차전지에서 양극활물질로 주로 사용되는 복합금속 산화물은 리튬 등의 희소금속원소를 포함하여 수요증대에 부응하기 어려움 공급량이 풍부하고 값싼 나트륨을 양극활물질로 사용하는 경우 여전히 복잡한 안정성 문제 및 환경문제를 지님
해결방안	<ul style="list-style-type: none"> 리튬에 비하여 풍부한 자원량을 보이며 환경 친화적이고 저렴하며 수분에 의한 오염 위험이 적은 아연이온 이차전지에 적용가능한 새로운 전극활물질을 제공함 이 전극활물질은 결정구조가 VO_6 8면체들로 구성되고 상기 VO_6 8면체들은 코너 또는 에지를 공유하면서 터널을 형성하여 아연 이온이 탈삽입될 수 있는 $\text{VO}_2(\text{B})$ 입자들을 전극 활물질로서 포함하는 구조임 $\text{VO}_2(\text{B})$를 rGO (reduced graphene oxide)와 복합화하여 $\text{VO}_2(\text{B})/\text{rGO}$ 복합체 제공
기술의 특징 및 우수성	<ul style="list-style-type: none"> $\text{VO}_2(\text{B})$는 비교적 큰 아연이온이 탈삽입되더라도 결정성이 열화되지 않을 수 있고, 우수한 충방전 특성을 나타냄 $\text{VO}_2(\text{B})/\text{rGO}$ 복합체는 전기전도성이 더 향상될 수 있음

□ 기술의 효과

- 충방전 과정시, $\text{VO}_2(\text{B})$ 양극활물질의 엑스시츄 XRD에서 $\text{VO}_2(\text{B})$ 의 110면, 310/-311면, 및 -511면들이 방전 및 충전 동안에 시프트되기는 하지만 새로운 피크는 발생하지 않음, 이는 비교적 큰 아연이온이 삽입 또는 탈리하더라도 $\text{VO}_2(\text{B})$ 양극활물질의 결정 구조가 영향을 받지 않음을 의미함
- 아연 이온 전지 시스템에 $\text{VO}_2(\text{B})$ 또는 $\text{VO}_2(\text{B})/\text{rGO}$ 복합체를 전극활물질로 포함하여 우수한 충방전 특성을 나타내며, rGO는 활물질의 전기전도도 향상에 기여함



<아연이차전지 초기 사이클에서
VO₂(B)의 엑스시츄 XRD 그래프>



<VO₂(B) 또는 VO₂(B)/rGO 복합체를 양극 활물질로
사용한 아연 이온 반전지들의 첫 번째
사이클에서의 충방전 특성>

□ 기술의 완성도(TRL)

기초 연구 단계		실험 단계		시작품 단계		제품화 단계		사업화
기본원리 파악	기본개념 정립	기능 및 개념 검증	연구실환경 테스트	유사환경 테스트	파일럿현장 테스트	상용모델 개발	실제 환경 최종테스트	상용운영
			●					

□ 기술 키워드

한글키워드	양극 활물질, 아연 이차 전지, 이산화 바나듐(B)
영문키워드	cathod material, zinc secondary cell, VO ₂ (B)

□ 기술의 적용분야

- 본 기술은 에너지 저장 소자의 전극 활물질로 사용될 수 있으며, 특히 아연 이차 전지의 양극 활물질로 사용가능함

[표] 적용분야

에너지 저장 소자	아연 이차 전지
전극 활물질	양극 활물질

□ 기술경쟁력

- 연구실 환경에서 $\text{VO}_2(\text{B})$ 와 $\text{VO}_2(\text{B})/\text{rGO}$ 복합체는 각각 281 mAh/g과 298 mAh/g의 방전용량을 보여, 아연 전지 시스템에서의 $\text{VO}_2(\text{B})$ 의 실용성을 입증 하였고 또한, $\text{VO}_2(\text{B})$ 와 전도성이 우수한 rGO를 복합화하여 방전용량을 향상
- 리튬에 비해 풍부한 자원량을 보이고 환경친화적인 아연을 전지에 적용함으로써 비용 측면에서 유리

□ 기술실시에 따른 기업에서의 이점

- 기존 이차전지에 사용된 리튬 등의 희소금속원소의 경우 수요증대로 인한 문제가 발생가능하며 이를 풍부한 자원량으로 보다 수급이 용이한 아연으로 대체함에 따라 시장 경쟁력을 확보하는 것이 가능하며, 환경친화적이고 저가의 재료를 사용하여 비용 측면에서도 경쟁력을 확보하는 것이 가능

[표] 국내 이차전지 분야의 SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> 양극 활물질은 국산화 경향 삼성 SDI, LG 화학 등 메이저 전지 업체가 국내업체임 	<ul style="list-style-type: none"> 핵심 원천기술 부족 음극 활물질의 경우 국산화율이 저조, 포스코캠택이 유일한 상업 생산 업체 중소기업 위주의 소재 산업구조
기회요인(Opportunity)	위협요인(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> 에너지저장시스템(Energy Storage System)의 설치 증가 및 전지 고용량화 전기차 시장 성장에 따른 고용량 중대형 전지와 소형 전지의 확대 적용 (모바일폰, 전동공구, E-bike 등)으로 인한 시장 고성장 	<ul style="list-style-type: none"> 일본 업체의 소재 특허 장벽 중국과의 기술격차 급감에 의한 경쟁 심화 자원 부족에 따른 낮은 비용 경쟁력

□ 특허현황

구분	발명의 명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	출원 국가
1	$\text{VO}_2(\text{B})$ 입자들을 전극 활물질로서 포함하는 아연 이온 이차전지	10-2018-0026181 (2018.03.06.)	10-2066256 (2020.01.08.)	한국