
이차전지 전극활물질용 바나듐 산수화물



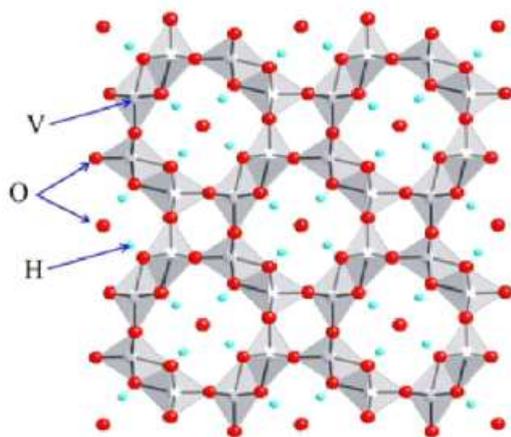
대표발명자 : 명승택 교수

이차전지 전극활물질용 바나듐 산수화물

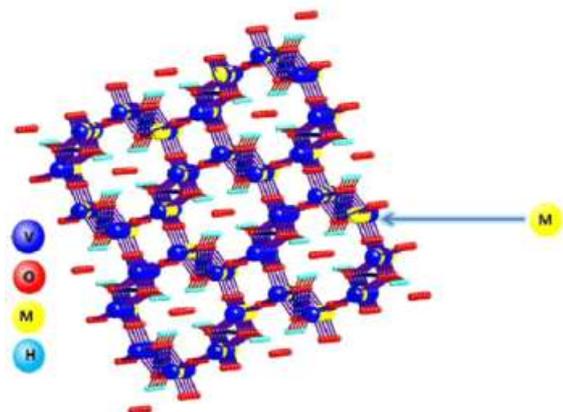
□ 기술개요

- 본 발명은 전극활물질 관련 기술로서, 양극 활물질은 바나듐 산수화물임, 이때 전극활물질의 사용처는 한정되지 않음
- 바나듐 산수화물은 1) 결정 구조 내에 $(V_{1-x}M_x)O_6$ 8면체가 2 X 2 로 배열되어 형성된 터널을 가지거나, 2) $(V_{1-x}M_x)O_{1.52}(OH)_{0.77}$ 로 표시될 수 있고, 여기서 X는 0 초과 0.1이하이고, M은 산화수가 +3 또는 +4인 금속(ex. Al, Si, Cr 또는 Fe)임
- 나트륨 혹은 아연 이차전지용 양극 활물질로서, 바나듐 산수화물은 결정 구조 내에 VO_6 8면체가 2 × 2 로 배열되어 형성된 터널을 갖는 바나듐 산수화물이고, 상기 터널 내에 산소 이온이 배치되며, 나트륨 또는 아연 이온이 상기 터널 내에 삽입 및 상기 터널로부터 탈리될 수 있음
- 이러한 바나듐 산수화물은 결정구조 내에 2 × 2 터널 구조를 가져, 금속 이온을 삽입 또는 탈리가 가능하여 이차전지의 활물질로 사용할 수 있고, 공기 중에서 수분과의 반응성이 감소되어 이차 전지의 안정성을 개선할 수 있음

□ 대표도면



<VO_{1.52}(OH)_{0.77}의 결정구조>



<(V_{1-x}M_x)O_{1.52}(OH)_{0.77}의 결정구조,
X는 0 초과 0.1이하이고, M은 산화수가 +3 또는 +4인 금속>

□ 기술의 특징 및 우수성

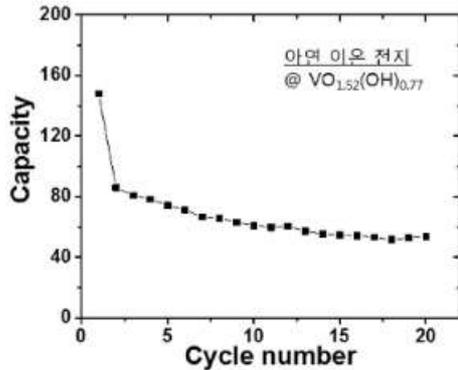
- 본 기술은 전지의 용량감소 및 수명감소 등의 문제점을 해결하고 공기 중에서 수분과의 반응성이 감소되어 안정성을 개선하면서도, 우수한 전기 전도성을 나타내는 양극 활물질을 제공할 수 있음

[표] 기술의 특징 및 우수성

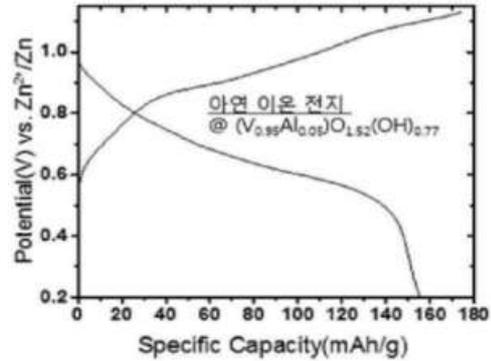
종래기술 문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 양극활물질로 주로 사용되는 리튬의 경우 희소금속원소로 수요증대에 부응하지 못할 염려가 있음 • 또한, 양극활물질은 공기중에서 수분과 민감하게 반응하여 부반응이 일어나는 단점을 가지고 있으며, 그 결과 전지의 용량감소 및 수명감소 등의 문제점이 있음
해결방안	<ul style="list-style-type: none"> • 양극활물질로 바나듐 산수화물을 사용하는데, 이는 수화물의 형태를 가져 공기중의 수분과의 반응에 의해 부산물을 형성하지 않음 • 또한, 바나듐 산수화물은 결정구조 내에 2X2 터널 구조를 포함하여, 금속 이온을 삽입 또는 탈리가 가능하여 이차전지의 활물질로 사용할 수 있음 • 바나듐 산수화물에 금속(ex. Al, Si, Cr, 또는 Fe)를 도핑할 수 있음
기술의 특징 및 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 2X2터널 구조를 갖는 바나듐 산수화물 입자를 이차전지의 활물질로 사용할 수 있음 • 상기 입자에 금속(ex. Al, Si, Cr, 또는 Fe)을 도핑하면, 입자의 길이가 줄어 입자 내 이온 확산거리를 줄일 수 있고, 이에 따라 전기화학적 성능이 향상됨

□ 기술의 효과

- 수분과의 반응으로 부산물을 형성하지 않아 안정성을 개선하고, 금속 이온의 삽입 또는 탈리가 가능하여 활물질의 재료로 사용됨
- 바나듐 산수화물($\text{VO}_{1.52}(\text{OH})_{0.77}$)을 양극 활물질로 사용한 경우, 첫 사이클 방전용량은 리튬 이온전지에서 240 mAh/g이고, 나트륨 이차전지에서 90 mAh/g이고, 아연 이차전지에서 140 mAh/g임
- 바나듐 산수화물에 금속 구체적으로, Al을 도핑한 $(\text{V}_{0.91}\text{Al}_{0.09})\text{O}_{1.52}(\text{OH})_{0.77}$ 의 경우, 각 이차전지의 방전용량이 향상됨 (293 mAh/g @리튬이차전지, 123 mAh/g @나트륨이차전지, 138 mAh/g @아연이차전지)



(VO_{1.52}(OH)_{0.77} 양극활물질을 사용한 아연 이온 전지의 사이클 특성)



((V_{0.95}Al_{0.05})O_{1.52}(OH)_{0.77} 양극활물질을 사용한 아연 이온 전지의 충방전 특성 그래프)

□ 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, 이차전지, 바나듐 산수화물
영문키워드	cathod material, secondary cell, vanadium hydroxide

□ 기술의 적용분야

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

[표] 적용분야

에너지 저장 소자	이차 전지
전극 활물질	양극 활물질

□ 기술경쟁력

○ 리튬 이차전지의 기술적 한계 도달이 임박한 상황에서, 차세대 전지가 개발되고 있으며, 나트륨 이차전지, 칼륨 이차전지, 또는 아연 이차전지는 차세대 전지 중 하나로 리튬 대신 값싼 나트륨 또는 아연을 사용할 수 있어 저가화에 용이함

□ 기술실시에 따른 기업에서의 이점

○ 홀란다이트(hollandite)구조를 갖는 바나듐 산수화물은 리튬 뿐 아니라 나트륨, 아연이온의 삽입 및 탈리가 가능하므로, 리튬 대신 값싼 나트륨 또는 아연을 사용할 수 있어 비용경쟁력 확보 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	전극 활물질 및 이를 포함하는 이차전지	10-2018-0025379 (2018.03.02.)	10-2069739 (2020.01.17.)	한국