

# 이차전지 양극활물질의 표면처리 방법

본 기술은 양극활물질을 인산으로 처리하여 양극활물질 표면의 잔류 리튬화합물을 감소시키고 표면을 안정화하여 방전용량 및 율특성이 향상된 양극활물질을 제공할 수 있음

대표발명자

나노신소재공학과  
명승택 교수



세종대학교  
산학협력단

## 01 발명의 명칭

이차전지 양극활물질의 표면 처리 방법

## 02 종래기술 대비 본 기술의 개요 및 특징

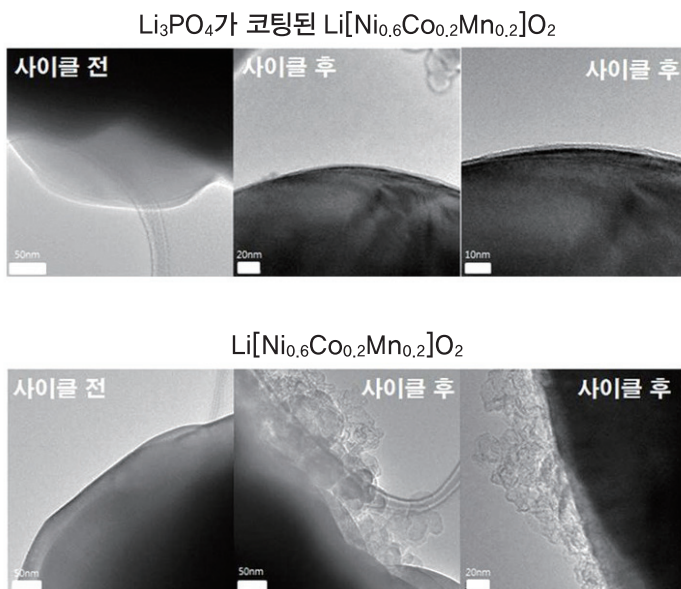
### ■ 종래 기술의 문제점

- 리튬 이차 전지의 양극 활물질로 일반적으로 사용되는 리튬-전이금속 화합물의 표면 상에는 전이금속과 화합물을 형성하지 못한 산화 리튬( $\text{Li}_2\text{O}$ ), 수산화 리튬( $\text{LiOH}$ ), 탄산 리튬( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ), 리튬 카바이드( $\text{Li}_2\text{C}$ ) 등의 잔류 리튬화합물이 있을 수 있는데, 이러한 잔류 리튬화합물은 이차전지 내에서 전해질과 반응하여 반응생성물(ex.  $\text{LiF}$ )을 생성할 수 있음
- 이 반응생성물은 양극활물질의 표면 상에 축적되어 리튬이온의 이동을 방해하여 표면 저항을 높임

### ■ 기술의 간략한 설명

- 본 발명은 리튬-전이금속 화합물의 표면 상에 잔존하는 잔류 리튬 화합물을 효과적으로 저감시키기 위한 기술임
- 양극활물질을 인산( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )과 혼합한 후 열처리하여, 양극활물질의 표면 상에 인산리튬( $\text{Li}_3\text{PO}_4$ )층을 코팅함
- 상기 인산리튬층은 수 내지 수십 나노미터의 매우 얇은 두께를 가져 리튬이온의 이동을 방해하지 않으면서도 양극활물질을 보호함

### ■ 대표도면



〈인산리튬 코팅된 양극활물질과 코팅되지 않은 양극활물질의 사이클 전후 표면 상태〉

## ■ 기술의 특징 및 우수성

- 본 기술은 리튬-전이금속 화합물의 표면 잔류 리튬을 인산( $H_3PO_4$ ) 처리로 소모하여 인산리튬( $Li_3PO_4$ )층을 형성함에 따라, 잔류 리튬의 양을 50% 정도 크게 줄일 수 있음
- 이에 따라, 잔류 리튬과 전해액 사이의 부반응을 줄여 양극 활물질의 열화를 억제할 수 있음
- 그 결과, 용량 유지율 및 율 특성이 크게 향상될 수 있음

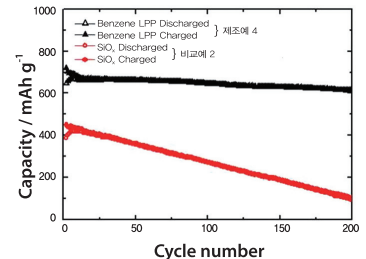
### [ 기술의 특징 및 우수성 ]

종래기술 문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 리튬-전이금속 화합물인 양극 활물질의 표면 상에 잔류하는 리튬은 전해액과 부반응을 일으킴</li> <li>• 이러한 잔류 리튬으로 인한 부반응은 양극 활물질의 표면 저항을 높이고 양극 활물질을 열화시킴</li> </ul>
해결방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 리튬-전이금속 화합물의 표면 잔류 리튬을 인산(<math>H_3PO_4</math>) 처리로 소모함</li> <li>• 이에 따라 리튬-전이금속 화합물의 표면 상에 수 내지 수십 나노미터의 매우 얇은 인산리튬(<math>Li_3PO_4</math>)층을 형성</li> </ul>
기술의 특징 및 우수성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표면 잔류 리튬 저감에 따른 전해액과의 부반응 억제 및 이에 따른 양극 활물질 열화 억제</li> <li>• 용량 유지율 및 율 특성 향상</li> </ul>

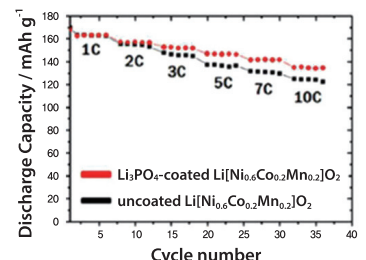
## ■ 기술의 효과

- 표면 잔류 리튬의 양을 약 50% 정도로 줄일 수 있음, 특히 잔류 리튬 양이 많은 고 니켈 함량 양극 활물질에 유리할 수 있음
- 전해액과의 부반응 억제에 따른 양극 활물질 열화 억제
- 용량 유지율 및 율 특성의 향상

	Lithium phosphate coating	Amount of residual lithium(unit: ppm)				Preparation Example
		LiOH	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Total residual lithium	Comparison	
Li[Ni <sub>0.8</sub> Co <sub>0.2</sub> Mn <sub>0.2</sub> ]O <sub>2</sub>	After coating	1197	738	1935	47% reduced	Preparation Example 1
	Before coating	1436	2216	3652		
Li[Ni <sub>0.7</sub> Co <sub>0.2</sub> Mn <sub>0.1</sub> ]O <sub>2</sub>	After coating	2633	2955	5588	50% reduced	Preparation Example 2
	Before coating	4548	6649	11197		
Li[Ni <sub>0.8</sub> Co <sub>0.1</sub> Al <sub>0.1</sub> ]O <sub>2</sub>	After coating	2458	4325	6783	50% reduced	Preparation Example 3
	Before coating	5938	7532	13470		
LiCoO <sub>2</sub>	After coating	324	1134	1458	54% reduced	Preparation Example 4
	Before coating	598	2543	3141		



〈 용량 유지율 〉



〈 율 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
				●				

## 03 기술의 경쟁력

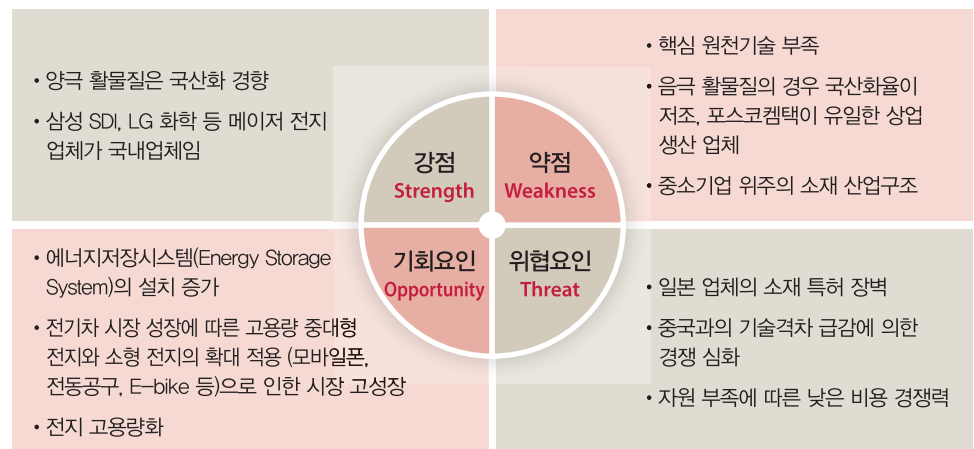
### ■ 기술경쟁력

- 리튬 전이금속 화합물계 양극 활물질의 오랜 문제점으로 제기되었던 표면 잔류 리튬을 크게 저감 가능함에 따른 이차 전지 내구성 향상
- 이차전지 고용량화를 위한 양극 활물질인 고니켈 함량 물질의 표면 잔류 리튬 양 또한 저감가능하여, 고용량화에 대응할 수 있음
- 양극 활물질을 인산 용액으로 처리한 후 열처리를 통해 건조하는 등 비교적 간단한 공정을 사용하므로 비용 측면에서 유리

### ■ 기술실시에 따른 기업에서의 이점

- 이차전지 업체의 고용량화 전략에 선제 대응 가능하고, 용량 유지율 및 율 특성을 향상시킬 수 있는 양극 활물질 제공이 가능함에 따라 시장 경쟁력 확보 가능
- 간단한 프로세스 및 재료 단가가 낮아 비용 경쟁력 확보 가능

#### [ 국내 이차전지 분야의 SWOT 분석 ]



## 04 특허현황

구분	발명의 명칭	출원번호(출원일)	등록번호(등록일)	출원국가
1	리튬 이차전지용 양극 재료 및 이를 포함하는 리튬 이차전지	10-2014-0102252 (2014.08.08)	10-1514605 (2015.04.16)	한국
2	CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM SECONDARY BATTERY, AND LITHIUM SECONDARY BATTERY CONTAINING SAME	14/910,954 (2016.02.08)	—	미국
3	METHOD OF MAKING CATHODE ACTIVE MATERIAL, CATHODE AND LITHIUM SECONDARY BATTERY	15/141,768 (2016.04.28)	9,444,095 (2016.09.13)	미국
4	CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM SECONDARY BATTERY, AND LITHIUM SECONDARY BATTERY CONTAINING SAME	201480053984.8 (2016.03.30)	—	중국
5	CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM SECONDARY BATTERY, AND LITHIUM SECONDARY BATTERY CONTAINING SAME	14833735.5 (2016.03.07)	—	유럽



**교수명** 명 승 택 (차세대전지재료연구실)  
**소속** 세종대학교 공과대학 나노신소재공학과  
**E-mail** smyung@sejong.ac.kr  
**연구분야** 리튬/나트륨 이온전지용 전극재료 및 집전체, 연료전지용 분리막

## ■ 경력

- 2003 ~ 2006 VK Corporation, 책임연구원
- 2006 ~ 2007 3M, 선임연구원
- 2007 ~ 2011 Iwate University 조교수
- 2011 ~ 현재 세종대학교 부교수

## ■ 대표 연구실적

### Journal

- Extending the Battery Life Using an Al-doped  $\text{Li}[\text{Ni}_{0.76}\text{Co}_{0.09}\text{Mn}_{0.15}]\text{O}_2$  cathode with Concentration Gradients for Lithium Ion Batteries, ACS Energy Letters 2 (2017)
- Synthesis and Electrochemical Reaction of Tin Oxalated-Reduced Graphene Oxide composite anode for rechargeable lithium batteries, Acs Applied Materials & Interfaces 9 (2017)
- Graphene Decorated by Indium Sulfide Nanoparticles as High-Performance Anode for Sodium-Ion Batteries, Acs Applied Materials & Interfaces 9 (2017)
- Effect of carbon-sulphur bond in a sulphur/dehydrogenated polyacrylonitrile/reduced graphene oxide composite cathode for lithium-sulphur batteries, Journal Of Power Sources 355 (2017)
- Sodium-ion batteries: present and future, Chemical Society Reviews 46 (2017)
- Structural Stability of  $\text{LiNiO}_2$  Cycled above 4.2 V, ACS Energy Letters 2 (2017)
- Hollandite-type Al-doped  $\text{VO}_{1.52}(\text{OH})_{0.77}$  as a zinc ion insertion host material, Journal of Materials Chemistry A 5 (2017)
- Cathode Materials for Future Electric Vehicles and Energy Storage Systems, ACS Energy Letters 2 (2017)
- Nickel-Rich Layered Cathode Materials for Automotive Lithium-Ion Batteries: Achievements and Perspectives, ACS Energy Letters 2 (2017)

### 학술발표

- Distorted Orthorhombic Type Na-Mn-O Cathode Materials, The 5th International Conference on Nanomaterials and Advanced Energy Storage Systems(Nazarbayev University ), 2017-08
- Nickel Cxalate Dihydrate as an Anode Material for Rechargeable Lithium Batteries, NMEC 2017 Programs&Abstract the third international workshop on nano materials for energy conversion(International Society of Electrochemistry), 2017-05
- The Application of  $\text{VO}_2(\text{B})/\text{rGO}$  composite as Anode Materials for Rechargeable Zinc Ion Batteries, 제 57회 전지토론회(ECSJ), 2016-12
- Synthesis of  $\text{rGO}@S/\text{DPAN}$  composite by layer-by-layer method as a cathode material for Li/S batteries, 제57회 전지토론회(ECSJ), 2016-12
- Synthesis and characterization of distorted orthorhombic type  $\text{Na}_{0.7}\text{MnO}_2$  Cathode Material by spray pyrolysis , 제57회 전지토론회(ECSJ), 2016-12
- Nanosized Tin(IV) oxide anchored on reduced graphene oxide sheet enabling fast sodium storage, 제 57회 전지토론회(ECSJ), 2016-12





세종대학교  
산학협력단