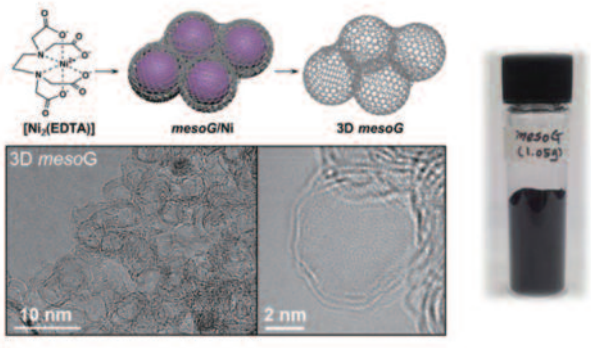
니켈(II) 착물유래 3차원 메조기공 그래핀 제조 방법

01 기술개요

본 기술은 니켈(II) 착물 유래 3차원 메조기공 그래핀 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 니켈(II) 착물의 열분해를 통하여 메조기공 그래핀/니켈 복합체를 형성한 후, 이를 에칭하는 간단한 공정으로 고품질의 3차원 메조기공 그래핀을 제조하고, 이를 재생 연료전지 및 금속공기 이차전지용 이작용성 촉매로 응용하는 기술에 관한 것이다.

기존기술 대비 특 · 장점

- 기존의 그래핀 합성법으로는 화학 기상 증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD)이 널리 사용되고 있음
- 3차원 구조의 그래핀을 합성하기 위해 3차원으로 조립된 주형과 추가적인 흑연화 촉매 존재 하에서 화학 기상 증착법을 이용 → 기존에 방법과 달리 보다 간단한 합성법 구현을 통한 그래핀 제조의 실현
- 주형 물질의 도입 및 제거와 같은 추가적인 기공형 공정, 흑연화 촉매 및 증착 공정 없이 3차원 그래핀 구조체를 양산할 수 있는 합성법 제작
- 니켈(II) 착물의 열분해 및 후속 에칭 과정을 거치는 간단한 공정으로, 고품질의 3차원 메조기공 그래핀 제조 가능
- 합성된 3차원 메조기공 그래핀의 비표면적은 500~600 m2/g, 총 기공 부피는 1.2~1.5 cm3/g 로 매우 높음
- 탄소/산소 함량비가 40~50으로, 기존의 화학적 또는 열적으로 환원된 그래핀옥사이드보다 매우 높으므로 우수한 그래핀 성질을 지님



[본 기술에 따른 니켈(II) 착물 유래 3차원 메조기공 그래핀의 제조과정, 3차원 메조기공 그래핀의 투과전자현미경 사진 및 합성한 그램 규모의 3차원 메조기공 그래핀]

발명자(소속)
문회리(자연과학부)

특허출원(등록)번호
10-2015-0017486

거래유형
라이센스

기술가격
별도 협의

문 의
울산과학기술원
기술사업화센터
· 담당 : 이상민 선생님
· T. 052-217-1352
· E-mail. shawn79@unist.ac.kr

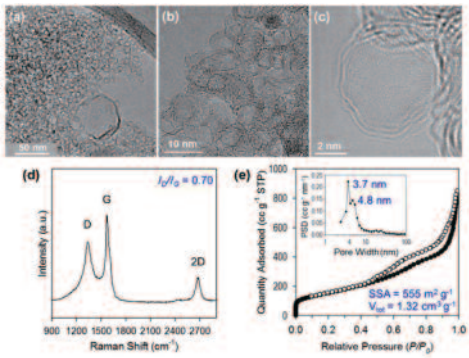
구현방법

본 기술을 원리는 다음과 같이 구성됨. 니켈(Ⅱ) 착물을 합성하고 이를 불활성 기체 분위기 하에서 열처리 하게 되면, 니켈(Ⅱ) 이온은 니켈 나노입자로 환원되며, 환원된 니켈 나노입자는 착물의 유기 리간드로부터 탄소–탄소 결합을 깨고 흑연화시키는 촉매로 작용할 뿐 아니라, 메조기공을 형성하는 주형의 기능을 수행하게 됨
이 후, 에칭과정을 통해 니켈을 제거하게 되면, 고품질의 3차원 메조기공 그래핀을 합성할 수 있음

① 니켈(Ⅱ) 금속 이온과 유기 리간드를 이용한 니켈(Ⅱ) 착물 합성
② 니켈(Ⅱ) 착물의 열처리를 통한 메조기공 그래핀/니켈 복합체 제조
③ 니켈을 제거하기 위한 에칭 과정을 통해, 3차원 메조기공 그래핀 합성

종래에는 주형 물질의 도입 및 제거처럼 추가적인 기공형성 공정 없이 크기가 작고 단분산성의 메조기공을 갖는 3차원 그래핀을 제조할 수 없었으나 본 기술에서는, 그래핀 탄소를 형성하기 위해 통상적으로 요구되는 환원 가스(수소 기체)를 사용하지 않으면서도 고품질의 3차원 그래핀 물질을 제조하였을 뿐만 아니라, 그 제조방법 측면에서도 획기적인 진전을 이루었음

대표도면



[본 기술의 제조방법으로 합성된 3차원 메조기공 그래핀의 구조적 특성. (a)~(c) 다양한 배율에서의 투과전자현미경 사진, (d) 라만 스텍트럼 및 (e) 질소기체 흡착–탈착 등온곡선과 그에 상응하는 BJH 기공 크기 분포도]

기술응용분야

응용분야	다공성 탄소 물질
적용제품	이차전지용 이작용성 촉매
관련업체	포스코파워, GS EPS, 두산중공업

연구개발 현황

구분	단계	개발범위	수준
기초 연구	1	기초 이론 / 실험	완료
	2	실용 목적의 아이디어, 특허 등 개념 정립	완료
실험	3	연구실 규모의 기본 성능 검증	완료
	4	연구실 규모의 부품 / 시스템 성능평가	완료
시작품	5	개발한 부품 / 시스템으로 구성된 시작품 제작 및 성능평가	
	6	Pilot 단계 시작품의 성능 평가	
제품화	7	Pilot 단계 시작품의 신뢰성 평가	
	8	시제품의 인증 및 표준화	
사업화	9	사업화	

시장동향

· 2013년 우리나라의 연료전지 시장은 약 1억 3천만 달러의 규모를 나타내었는데 응용분야 중 발전용 연료전지가 70% 정도를 차지

· 현재 발전용 연료전지 시장 대부분을 점유하고 있는 MCFC가 당분간 시장 성장을 견인할 것으로 판단되며 그린홈 100만호 보급사업 등 정부정책의 추진으로 건물용 PEMFC도 전체 수요 확대에 기여할 것으로 기대됨

시장규모

연료전지 수요		2003	2008	2013	2018
응용기기	전기발전생산	1	50	90	160
	산업용 고정식 동력발전	–	1	5	15
	자동차	–	13	26	10
	여타 운송수단		2	12	52
종류	PEMFC	5	17	36	74
	MICFC	–	47	70	110
	PAFC	1	2	8	9
	SOFC	–	–	11	18

[연료전지 분야별 시장 규모 및 전망]

업체동향

- 연료전지의 경우 최근 두산이 그룹 미래 성장동력으로 연료전지를 낙점하고 사업에 뛰어들면서 시장을 선점한 포스코에너지와 2파전 구도를 형성하였음
- LG그룹 역시 2012년 연료전지 사업을 담당할 'LG퓨얼셀시스템즈코리아'를 설립하고 사업에 속도를 낼 계획에 있으므로 이를 통하여 연료전지 시장에서 수년 내 대기업 간 뜨거운 경쟁을 유추
- 발전 시장도 규모를 더하여 지난 해(2014년), 국내 연료전지 설치량이 처음으로 100㎿를 넘어섬
- 제조 분야에서 대기업이 시장을 선도하고 시장 수요가 증가하면서 연료전지 시장이 크게 발전할 전망

기술동향

- 연료전지의 형태에 따라서 PEMFC는 생산 자동화 기술이 필요하며 백금전극의 사용량을 줄여 원가를 낮추는 것이 필요하므로 많은 종류의 대체물질들이 촉매제로 테스트 되고 있음
- MCFC는 동작온도가 높아 고온에서 전해진 휘발에 따른 수명단축 문제 해결하기 위한 기술개발이 지속적으로 이루어짐
- SOFC의 경우 MCFC의 수명 문제를 해소하기 위해 전해질로 세라믹 소재를 사용하는 데 세라믹 소재의 균열문제로 대형화와 이동형 분야 적용에 제약이 있어 이를 극복하기 위한 기술이 개발 중에 있음

문헌정보

구분	제목	저널명	발행연도
논문	Simple coordination complex–derived three–dimensional mesoporous graphene as an efficient bifunctional oxygen electrocatalyst	Chemical Communications	2015년

연구과제정보

사업명	과제명	주관부처명	연구기간
일반연구자지원사업	MOF(금속–유기 골격체)의 화학적 변환을 통한 신개념 에너지 소재 개발	미래창조과학부	2013. 06. 01~2016. 05. 31