
액상플라즈마 사용 결정성 탄소구조체 생산



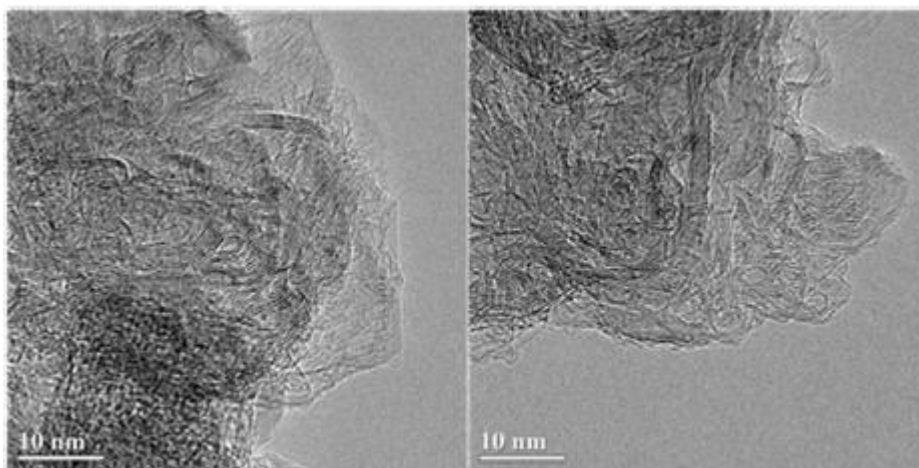
대표발명자 : 김선재 교수

액상플라즈마 사용 결정성 탄소구조체 생산

□ 기술개요

- 카본블랙들은 주로 천연가스나 석유가스 전구체로부터 불완전 연소나 열분해를 실시함으로써 만들어지며, 현재 가장 도전성이 높은 것으로 알려진 Ketjen black 역시 불완전 연소 방법의 하나인 furnace process를 통해서 만들어짐
- 최근 이차전지 수요증가에 따라 카본 블랙 등 탄소 구조체를 대량으로 생산하면서도 결정성을 향상시키는 새로운 방법에 대한 필요성이 대두됨
- 본 기술은 탄소구조체 생산방법으로, 방향족 화합물을 포함하는 유기용매와 유기금속화합물을 포함하는 촉매를 함유하는 반응액 내에 플라즈마를 발생시켜 탄소구조체를 얻는 것을 특징으로 함
- 플라즈마 방전을 이용하여 낮은 온도에서 생산 효율을 높일 수 있으며, 본 발명의 제조 방법에 의하여 제조된 탄소구조체는 직선형 결정상 그룹들을 가지며 메조기공들을 가질 수 있음

□ 대표도면



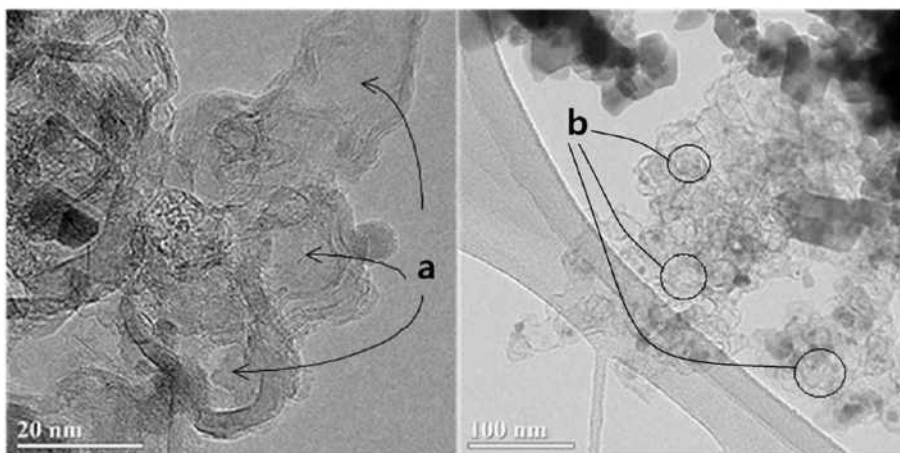
제조예 3

[직선형의 결정상 그룹들을 갖는 탄소구조체를 촬영한 TEM 사진]

□ 기술의 특징 및 우수성

※ 탄소 구조체 제조방법

- 1) 방향족 화합물을 포함하는 유기 용매와 유기금속화합물을 포함하는 촉매를 함유하되, 상기 유기금속화합물은 상기 용매를 100 중량부로 할 때, 2 내지 10 중량부로 함유하는 반응액을 제공하는 단계; 및 2) 상기 반응액 내에 플라즈마를 발생시켜 결정성 탄소 구조체를 형성하는 단계를 포함하되, 상기 결정성 탄소 구조체는 다수 개의 서로 다른 방향으로 배치된 직선형의 결정상 그룹들을 갖는 탄소 구조체 제조방법
- 상기 방향족 화합물은 벤젠, 바이페닐, 나프탈렌, 안트라센, 또는 이들 중 둘 이상의 조합일 수 있음
- 상기 촉매는 황-함유 화합물 일 예로서, 티오펜(thiophene), 다이벤조티오펜(dibenzothiophene), 다이페닐다이설파이드(diphenyldisulfide), 황화수소(hydrogen sulfide), 다이알릴 설파이드(diallyl sulfide), 알릴 메틸 설파이드(allyl methyl sulfide), 또는 이들의 조합을 더 포함할 수 있음
- 상기 유기금속화합물은 메탈로센(metallocene) 일 예로서, 페로센(ferrocene), 니켈로센(nickelocene), 코발토센(cobaltocene), 또는 루테노센(ruthenocene)일 수 있음. 상기 플라즈마 방전 단계에서 상기 반응액의 온도는 상기 방향족 화합물의 끓는점으로 유지할 수 있음



제조예 7

[직선형의 결정상 그룹들과 더불어 메조기공(a)을 갖는 탄소구조체를 촬영한 TEM 사진]

□ 기술의 우수성

- 본 기술에 의해 제조된 탄소구조체는 직선형 결정상 그룹들을 가짐에 따라 도전성이 크게 향상될 수 있음. 또한, 탄소 구조체가 내부에 다수의 기공을 구비하는 경우에는, 이러한 기공은 리튬 공기 전지에 있어서 산소의 전달통로로서 사용될 수 있으므로 전지용량을 향상시킬 수 있음

총래기술 문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 종래 카본블랙들은 불완전 연소나 열분해를 실시함으로써 만들어짐 • 이차전지 수요증가에 따라 이러한 탄소 들의 결정성 및 생산성을 향상시킬 필요성이 있음
해결방안	<ul style="list-style-type: none"> • 방향족 화합물을 포함하는 유기용매와 유기금속화합물을 포함하는 촉매를 함유하는 반응액 내에 플라즈마를 발생시켜 탄소구조체를 얻음. 제조된 탄소구조체는 직선형 결정상 그룹들을 가지며 메조기공들을 가질 수 있음
기술의 특징 및 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 플라즈마 방전을 이용하여 낮은 온도에서 생산 효율을 높일 수 있음 • 탄소구조체의 결정성과 비표면적을 향상시킬 수 있음 • 리튬공기전지의 양극재료 사용할 수 있음

□ 기술의 효과

- 생산효율이 향상된 본 기술의 탄소구조체 제조방법을 통해 탄소구조체 결정성과 비표면적을 향상시킬 수 있음
- 결정성이 우수하고 메조기공을 갖는 탄소구조체는 리튬공기전지의 양극재료 사용할 수 있음

□ 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	탄소 구조체, 액상플라즈마, 방향족 화합물 용매, 유기금속화합물
영문키워드	carbon structure, liquid phase plasma, aromatic compound solvent, organometallic compound

□ 기술의 적용분야

- 에너지 저장소자의 도전재 혹은 활물질
- 이차전지의 음극재, 리튬공기전지의 양극재

□ 기술경쟁력

- 유기용매 내에 플라즈마 발생시키는 비교적 간단한 공정을 사용하는 등 비용 측면에서 유리
- 탄소구조체의 결정성 향상 및 다수의 메조기공 보유에 따른 응용처 다양화

□ 기술실시에 따른 기업에서의 이점

- 간단한 프로세스를 사용하여 탄소구조체를 생산 가능함에 따른 비용 경쟁력 확보 가능
- 결정성 및 비표면적 향상된 탄소구조체를 이차전지의 음극활물질로 적용하는 경우 용량향상시킬 수 있고 리튬공기전지의 양극재로도 사용할 수 있음

[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 • 전기차 시장 성장에 따른 고용량 중대형 전지와 소형 전지의 확대 적용 (모바일폰, 전동공구, E-bike 등)으로 인한 시장 고성장 • 전지 고용량화 	<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	결정성 탄소 구조체, 이의 제조방법, 및 이를 함유하는 에너지 저장소자	10-2014-0195500 (2014.12.31)	10-1627438 (2016.05.30)	한국
2	Crystalline carbon structure, method of manufacturing the same, and energy storage device having the same	14/618,974 (2015.02.10)	9,761,886 (2017.09.12)	미국