

Patent Information

- 발명자
최호석
- Patent number
10-2019-0043756
(2019.04.15.)

Keyword

- 백금계 촉매
- 카본닷
- 나노복합체

Applications

- 연료전지
- 친환경 자동차

Patentee & Contact point



충남대학교
Chungnam National University

충남대학교
기술가치센터
042-821-7174
cnutlo@cnu.ac.kr

Technology Overview

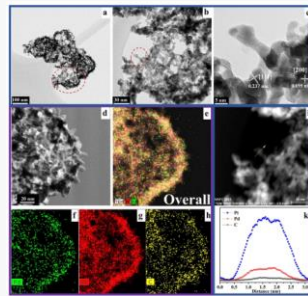
카본닷-백금-팔라듐(Cdot/PtPd) 복합체 제조

- 1) 치밀한 나노수지상 구(dense nanodendritic sphere)형 나노복합체의 제조
 - 카본닷, 백금 전구체 및 팔라듐 전구체가 혼합된 상태에서 백금 전구체 및 팔라듐 전구체를 환원
- 2) 다공성 부여 단계
 - Cdot/PtPd 나노복합체를 선택적 식각제로 처리하여 팔라듐이 제거되고, 화학전위차로 인한 갈바닉 교환 반응이 일어남
 - Cdot/PtPd 나노복합체는 다공성 나노수지상의 구 형상을 가짐
 - 내피독성이 우수하며, 다공성 구조로 인하여 표면적이 넓기 때문에 표면활성이 높으며, N-Cdot의 전기전도도로 인하여 전자의 이동을 가속화 시켜 높은 촉매활성을 가짐

Technology Highlights

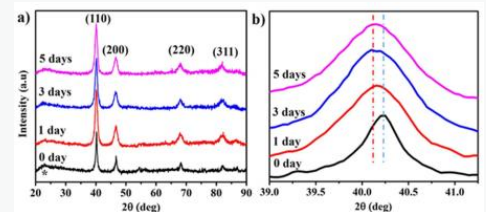
N-Cdot/PtPd 나노복합체 물리· 화학적 특성 분석

- TEM 이미지(a)와 HR-TEM 이미지(b, c)는 복합체 내에 다수의 나노선이 서로 서로 연결되어 네트워크 구조를 갖는 구를 형성하는 것을 보여줌
- HAADF-STEM 이미지(d)에 해당하는 EDX 원소 맵핑(e-g)은 탄소와 팔라듐이 구 내에 고르게 분포되어 있으며, 백금은 구의 경계에 좀 더 집중되어 있음을 나타냄



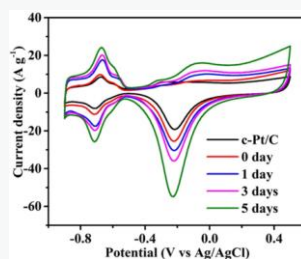
<N-Cdot/PtPd₁₆ 나노복합체의 TEM, HR-TEM 및 EDX 원소 맵핑 이미지>

- 식각 시간이 N-Cdot/PtPd 나노 복합체의 구조에 미치는 영향을 추가적으로 XRD 패턴에 의해 분석
- 식각 전의 나노수지상 구 복합체에서(0 day) 약 40.25°, 46.8°, 68.2°, 및 81.7°의 회절 피크는 면심입방(fcc) 결정성 PtPd의 특징으로서, 각각 {111}, {200}, {220}과 {311} 결정면에 해당
- 식각 시간이 경과함에 따라 해당 회절피크는 식각 전에 비하여 점차 왼쪽으로 이동하며, 이는 합금의 조성 중 백금의 함량이 증가하는 것을 시사함



<N-Cdot/PtPd 나노복합체의 XRD 회절 패턴>

전기화학 유효 표면적(ECSA) 측정 및 전자촉매 성능 평가



<N-Cdot/PtPd 나노복합체의 사이클릭 볼타모그램>

- N-Cdot/Pt₈₄Pd₁₆, N-Cdot/Pt₈₁Pd₁₉, N-Cdot/Pt₇₆Pd₂₄, N-Cdot/Pt₆₃Pd₄₇ 및 비교예의 c-Pt/C의 ECSA (electrochemically active surface area)는 각각 89.92, 80.37, 76.31, 53.32 및 58.03 m²/gPt로 계산되었으며, N-Cdot/Pt₈₄Pd₁₆의 ECSA가 다른 촉매들에 비해 현저하게 높은 것을 확인함
- N-Cdot/Pt₈₄Pd₁₆ 나노복합체가 전기화학적으로 더욱 민감함을 보여주어, 이 나노복합체가 다른 것들에 비해 효과적으로 접근할 수 있음을 의미하며, 이는 전자촉매 반응에서 매우 중요함

<각 촉매별 촉매 특성>

촉매	최대전류밀도 (mA/mg)		MOR 개시전위 (V vs. Ag/AgCl)	I _a /I _b for MOR
	MOR	FAOR		
c-Pt/C	751.32	806.02	-0.395	3.14
PtPd/C	707.01	725.64	-0.401	3.85
Dense N-Cdot/Pt ₈₃ Pd ₄₃	784.95	973.37	-0.476	4.62
Porous N-Cdot/Pt ₇₇ Pd ₂₆	849.25	1265.35	-0.476	5.31
Porous hollow N-Cdot/Pt ₈₃ Pd ₁₉	896.10	1564.52	-0.491	5.44
Nanonetwork N-Cdot/Pt ₈₄ Pd ₁₆	1024.96	1999.50	-0.533	6.84

- 식각 시간이 N-Cdot/PtPd 나노 복합체의 구조에 미치는 영향을 추가적으로 XRD 패턴에 의해 분석
- 식각 전의 나노수지상 구 복합체에서(0 day) 약 40.25°, 46.8°, 68.2°, 및 81.7°의 회절 피크는 면심입방(fcc) 결정성 PtPd의 특징으로서, 각각 {111}, {200}, {220}과 {311} 결정면에 해당
- 식각 시간이 경과함에 따라 해당 회절피크는 식각 전에 비하여 점차 왼쪽으로 이동하며, 이는 합금의 조성 중 백금의 함량이 증가하는 것을 시사함

Technology Readiness Level(TRL)



Technology Applications

휴대용 전자기기



친환경 자동차



발전용 연료전지

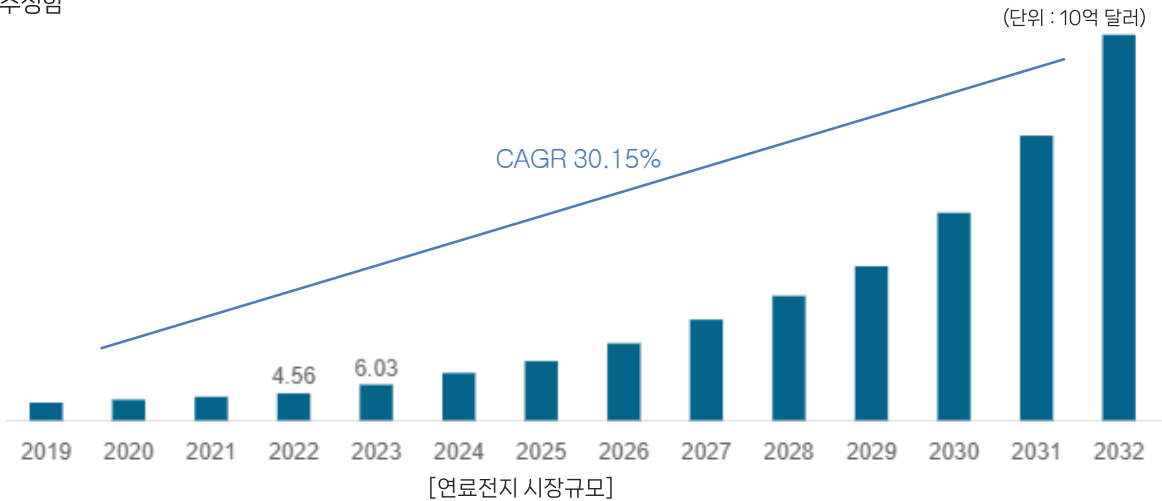


Market Trends

기술의 주요 적용 시장: 연료전지 시장

연료전지 시장규모

- 세계 연료전지 시장 규모는 2023년 98억 5천만 달러로 2024년 127억 5천만 달러에서 2032년 1,050억 1천만 달러로 성장하여 예측 기간 동안 연평균 성장률(CAGR) 30.15%를 나타낼 것으로 예상됨
- 아시아태평양 지역은 2023년 61.21%의 시장 점유율로 연료 전지 산업을 장악함
- 유럽의 민관 협력 R&D 이니셔티브인 FCH JU(연료전지 및 수소 공동 사업)에서는 2050년까지 수소 연료가 지역 전체 에너지 소비의 약 24%를 차지할 것으로 추정함



(출처: Fuel Cell Market 2019-2032, Fortune Business Insights)

- 연료전지의 상업화 및 청정 에너지 수요 증가로 연료전지 시장이 지속적으로 성장 중이며, 특히 백금계 촉매의 효율성 개선이 주요 이슈임
- 백금의 비싼 비용을 절감하기 위한 백금계 나노복합체 촉매의 수요가 증가함에 따라 우수한 시장성을 제공