

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0109652

(43) 공개일자 2022년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01M 4/92 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01M 4/926 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0012922

(22) 출원일자 2021년01월29일

심사청구일자 2021년01월29일

(71) 출원인

주식회사 코렌스알티엑스

충남 계룡시 두마면 입암길 76-32

(72) 발명자

양대수

대전광역시 유성구 학하중양로 60, 501동 201호
(덕명동, 유성숲오뚜그란테3차)

박현열

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 204동 1201호
(전민동, 엑스포아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김선기, 호진석

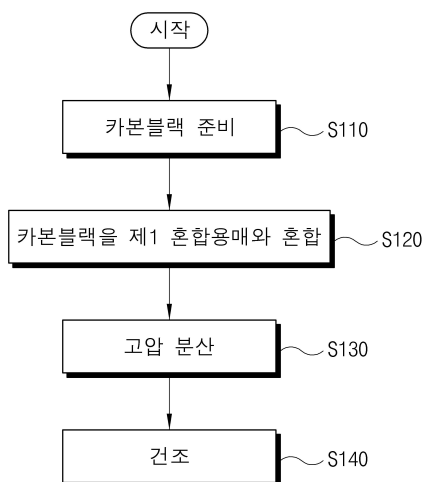
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 연료전지용 다공성 촉매담지체 및 촉매의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 연료전지용 다공성 촉매담지체 및 촉매의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 연료전지용 촉매담지체 제조방법은 연료전지용 촉매담지체 제조방법은, 평균입자 크기가 $30\mu\text{m} \sim 80\mu\text{m}$ 인 카본블랙을 준비하는 제1단계와; 알코올과 증류수를 1:1 혼합비율로 혼합한 제1혼합용매에, 상기 카본블랙을 혼합하는 제2단계와; 이산화탄소 가스가 완충된 고압분산기를 이용하여 상기 제1혼합용매에 혼합된 상기 카본블랙에 대한 순환분산을 진행하여, 평균입자 크기가 $2 \sim 10\mu\text{m}$ 인 촉매담지체를 제조하는 제3단계를 구비한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

임소연

세종특별자치시 대평1길 37, 205동 301호 (대평동, 해들마을2단지)

최소원

대전광역시 유성구 문지로 300, 108동 1104호 (문지동, 효성해링턴플레이스)

김용기

대전광역시 유성구 송강로 15, 101동 205호 (송강동, 한솔아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425144649
과제번호	P0012864
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	규제자유특구혁신사업육성(R&D)
연구과제명	5kW급 수소연료전지 파워팩 적용 지게차 실증
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)코렌스알티엑스
연구기간	2020.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

평균입자 크기가 $30\mu\text{m}$ ~ $80\mu\text{m}$ 인 카본블랙을 준비하는 제1단계와;

알코올과 증류수를 1:1 혼합비율로 혼합한 제1혼합용매에, 상기 카본블랙을 혼합하는 제2단계와;

이산화탄소 가스가 완충된 고압분산기를 이용하여 상기 제1혼합용매에 혼합된 상기 카본블랙에 대한 순환분산을 진행하여, 평균입자 크기가 $2\sim 10\mu\text{m}$ 인 촉매담지체를 제조하는 제3단계를 구비함을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매담지체의 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 고압분산기에서 이산화탄소의 분사압력은 $500\sim 1500\text{ bar}$ 이고, 이산화탄소 가스의 공급유량은 $400 \sim 600\text{ mL/min}$ 임을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매담지체의 제조방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 카본블랙은 상기 제1혼합용매 10 L 에 대하여 100 g 의 비율로 혼합됨을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매담지체의 제조방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제3단계에서,

상기 고압분산기를 이용한 고압분산이후에, 상기 제1혼합용매를 증발시키는 단계를 더 구비함을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매담지체의 제조방법.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 하나의 청구항에 따라 제조된 촉매담지체를 준비하는 제1단계와;

상기 촉매담지체를 알코올과 증류수가 혼합된 제2혼합용매에 혼합시켜 초음파 분산기를 이용하여 분산시켜 분산용매를 형성하는 제2단계와;

상기 분산용매에 백금전구체를 상기 촉매담지체와 같은 비율로 용해시켜 교반하는 제3단계와;

전자빔 반응기를 이용하여 일정시간동안 백금 염을 환원시켜 상기 촉매담지체에 담지하는 제4단계를 구비함을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매의 제조방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 제2혼합용매는 에탄올과 증류수가 1:0.5의 비율을 가지며, 상기 제2혼합용매는 4.5 l 일때, 상기 촉매담지체와 상기 백금전구체는 동일중량비율로 5g 이 혼합됨을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매의 제조방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 제2단계에서의 초음파 분산은 1시간 동안 수행됨을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매의 제조방법.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 제4단계에서의 전자빔 반응기를 이용하여 백금 염을 환원시켜 담지하는 과정은 10~60 분 동안 수행됨을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매의 제조방법.

청구항 9

청구항 5에 있어서,

상기 제4단계 이후에,

50~120℃에서 건조시켜 촉매담지체에 백금 나노입자가 담지된 촉매를 제조하는 단계를 더 구비함을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매의 제조방법.

청구항 10

청구항 5에 있어서,

상기 백금 전구체는 H_2PtCl_6 염을 특징으로 하는 연료전지용 다공성 촉매의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연료전지용 다공성 촉매담지체 및 촉매의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 우수한 표면 물성을 유지하면서도 효과적인 다중 메조기공 구조를 가지는 연료전지용 다공성 촉매담지체 및 촉매의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 연료전지(fuel cell)는 연료와 산화제를 전기화학적으로 반응시켜 전기에너지를 발생시키는 환경 친화적인 전기 화학 소자이며, 다양한 종류의 연료전지 가운데 신속하고 동적 하중에 대해 빠른 응답을 가지고 있는 직접 메탄올 연료전지와 고분자 전해질 연료전지가 알려져 있다.

[0003] 수소를 연료로 사용하는 고분자 전해질 연료전지(PEMFC)는 에너지 밀도가 크고, 출력이 높다는 장점을 가지며, 공해물질의 배출이 없는 발전 장치로 주목 받아, 최근 친환경 자동차, 건물용 전원공급, 대용량 연료전지 발전소의 대안으로 주목받고 있다.

[0004] 연료전지에 관한 연구는 전극, 연료 및 전해질막의 특성을 개선하여 출력밀도와 출력전압을 향상시키기 위한 방향으로 진행되고 있고, 특히 전극의 활용 효율 향상을 위해 촉매의 활성 및 내구성을 높이려는 시도가 많이 이루어지고 있다.

[0005] 연료전지의 전극 성능은 전극에서 산화 및 환원 반응을 담당하는 전극 촉매 나노입자의 화학조성, 크기, 분포, 안정성 등에 의해 크게 결정되며, 나노입자의 지지체인 탄소에서 반응물의 확산과 반응 생성물의 배출 등과 같

은 물질 전달의 용이성에 의해서도 크게 영향을 받게 되는데, 이는 촉매 층의 반응표면적, 세공 구조, 분포 및 연결성과 관련된다.

[0006] 한편, 촉매 담지체는 촉매의 분산, 촉매 이용률 증대 그리고 촉매의 안정화를 위하여 사용된다. 촉매 담지체로는 카본 재료가 가장 많이 사용되는데, 이는 우수한 산염기 안정성, 우수한 전기 전도도 그리고 높은 비표면적을 가지고 있기 때문이다.

[0007] 이러한 카본계 촉매 담지체로는 카본블랙(Carbon black), 케천블랙(Ketjen black), 아세틸렌 블랙(Acetylene black) 등과 같은 소재를 주로 사용하고 있다.

[0008] 촉매 담지체를 제조할 때에는 단일 입자의 기공 크기와 분포를 균일하게 제조하는 것이 필요하다. 촉매 함침 공정에서 금속 촉매 나노 입자가 카본의 마이크로 기공 내부로 들어가면 활성이 낮아지게 되므로, 촉매 담지체의 마이크로 기공 크기는 백금 나노 입자의 크기보다 더 작아야 한다. 또한 연료전지 촉매의 활성을 증가시키기 위해서는 탄소담지체의 높은 비 표면적이 필요하고 백금 입자를 나노크기로 제어해야하는 문제점이 있다.

[0009] 이러한 단점을 해결하기 위하여 최근에는 카본 나노튜브나 카본 나노화이버와 같은 나노 소재를 개발하고 있다. 그러나 이러한 소재는 전기전도도는 아주 우수하지만 촉매 담지를 위한 담지체의 표면 특성을 개질하여 촉매 나노 입자를 균일하게 분산시키는 기술이 더 필요하며 대량생산이 어렵다는 문제점이 있다.

[0010] 카본 블랙의 미세기공의 형성을 위하여 1000℃ 이상에서 수증기를 이용하여 열처리하는 종래기술이 있지만, 이는 고온에서 제조되기 때문에 미량의 금속 유입으로 인한 불순물 생성의 문제점 및 정밀한 처리가 어렵다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1013600호(2011.01.31.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 따라서, 본 발명의 목적은 상기한 종래의 문제점을 극복할 수 있는 연료전지용 다공성 촉매담지체 및 촉매의 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은 우수한 표면 물성을 유지하면서도 효과적인 다중 메조기공 구조를 가지는 연료전지용 다공성 촉매담지체 및 촉매의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기한 기술적 과제들의 일부를 달성하기 위한 본 발명의 구체화에 따라, 본 발명에 따른 연료전지용 촉매담지체 제조방법은, 평균입자 크기가 30 μ m ~ 80 μ m 인 카본블랙을 준비하는 제1단계와; 알코올과 증류수를 1:1 혼합 비율로 혼합한 제1혼합용매에, 상기 카본블랙을 혼합하는 제2단계와; 이산화탄소 가스가 완충된 고압분산기를 이용하여 상기 제1혼합용매에 혼합된 상기 카본블랙에 대한 순환분산을 진행하여, 평균입자 크기가 2~10 μ m인 촉매담지체를 제조하는 제3단계를 구비한다.

[0015] 상기 고압분산기에서 이산화탄소의 분사압력은 500~1500 bar 이고, 이산화탄소 가스의 공급유량은 400 ~ 600 ml/min 일 수 있다.

[0016] 상기 카본블랙은 상기 제1혼합용매 10 l 에 대하여 100g 의 비율로 혼합될 수 있다.

[0017] 상기 제3단계에서, 상기 고압분산기를 이용한 고압분산이후에, 상기 제1혼합용매를 증발시키는 단계를 더 구비할 수 있다.

[0018] 상기한 기술적 과제들의 일부를 달성하기 위한 본 발명의 다른 구체화에 따라, 본 발명에 따른 연료전지용 촉매 제조방법은, 촉매담지체를 준비하는 제1단계와; 상기 촉매담지체를 알코올과 증류수가 혼합된 제2혼합용매에 혼합시켜 초음파 분산기를 이용하여 분산시켜 분산용매를 형성하는 제2단계와; 상기 분산용매에 백금전구체를 상

기 촉매담지체와 같은 비율로 용해시켜 교반하는 제3단계와; 전자빔 반응기를 이용하여 일정시간동안 백금 염을 환원시켜 상기 촉매담지체에 담지하는 제4단계를 구비한다.

[0019] 상기 제2혼합용매는 에탄올과 증류수가 1:0.5의 비율을 가지며, 상기 제2혼합용매는 4.5 ℓ 일때, 상기 촉매담지체와 상기 백금전구체는 동일비율로 5g 이 혼합될 수 있다.

[0020] 상기 제2단계에서의 초음파 분산은 1시간 동안 수행될 수 있다.

[0021] 상기 제4단계에서의 전자빔 반응기를 이용하여 백금 염을 환원시켜 담지하는 과정은 10~60 분 동안 수행될 수 있다.

[0022] 상기 제4단계 이후에, 50~120℃에서 건조시켜 촉매담지체에 백금 나노입자가 담지된 촉매를 제조하는 단계를 더 구비할 수 있다.

[0023] 상기 백금 전구체는 H_2PtCl_6 일 수 있다.

[0024]

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따르면, 우수한 표면 물성을 유지하면서도 효과적인 다중 메조기공 구조를 가지는 연료전지용 다공성 촉매담지체 및 촉매의 제조가 가능하다. 또한 화학적 부산물 발생이 적고 연속공정이 가능하기 때문에 대량생산에 용이한 친환경적인 제조가 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 연료전지용 촉매담지체의 제조과정 순서도이고,

도 2는 본 발명의 제2실시예에 따른 연료전지용 촉매의 제조과정 순서도이고,

도 3은 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 전 후의 입도분석 그래프를 나타낸 것이고,

도 4는 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 전 후의 세공 크기 분포도이고,

도 5는 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 공정을 이용하여 제조된 촉매와 고압분산공정 없이 제조된 촉매의 전기화학적 반응 비교그래프이고,

도 6은 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 공정을 이용하여 제조된 촉매와 고압분산공정 없이 제조된 촉매를 이용하여 각각 제조된 막전극접합체(MEA) 성능평가그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예가, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 철저한 이해를 제공할 의도 외에는 다른 의도 없이, 첨부한 도면들을 참조로 하여 상세히 설명될 것이다.

[0028] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 연료전지용 촉매담지체의 제조과정 순서도이다.

[0029] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 연료전지용 촉매담지체의 제조를 위해서, 우선, 카본블랙을 준비한다(S110). 상기 카본 블랙은 평균입자크기가 30 μm ~ 80 μm 의 고결정성 카본 블랙으로 준비된다. 상기 카본 블랙은 상업적으로 판매 및 구입 가능한 카본 블랙이 사용될 수 있다.

[0030] 다음으로, 상기 카본블랙을 알코올과 증류수를 1:1 혼합비율로 혼합한 제1혼합용매에 혼합한다(S120). 상기 제1혼합용액은 알코올 5ℓ와 증류수 5ℓ를 혼합하여 형성할 수 있으며, 상기 카본블랙은 상기 제1혼합용매 10ℓ에 대하여 100g의 비율로 혼합될 수 있다.

[0031] 다음으로, 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산을 수행하게 된다(S130). 즉, 이산화탄소 가스가 완충된 고압분산기를 이용하여 상기 제1혼합용매에 혼합된 상기 카본블랙에 대한 순환분산을 진행하여, 평균입자 크기가 2~10 μm 인 촉매담지체를 제조하게 된다. 여기서, 상기 고압분산기에서 이산화탄소 가스의 분사압력은 500~1500 bar 이고, 이산화탄소 가스의 공급유량은 400~600 ml/min(바람직하게는 500 ml/min)일 수 있다.

[0032] 상기 분사압력과 공급유량은 상기 카본블랙의 순환분산을 통해 상기 카본 블랙의 평균입자 크기를 줄이고 균일하게 하며, 메조세공의 발생을 증가시켜 연료전지용 촉매담지체로의 사용시 최적 조건을 가지도록 하기 위한 것

으로, 다수의 실험을 통해 정의된 것이다. 상기 분사압력 범위와 상기 공급유량 범위를 벗어나는 경우에는 카본 블랙의 기계적 강도가 저하되거나 부서지고, 메조세공의 신규발생이 저하되는 등 촉매담지체로서의 최적 사용 조건을 벗어나게 되는 문제점이 발생된다,

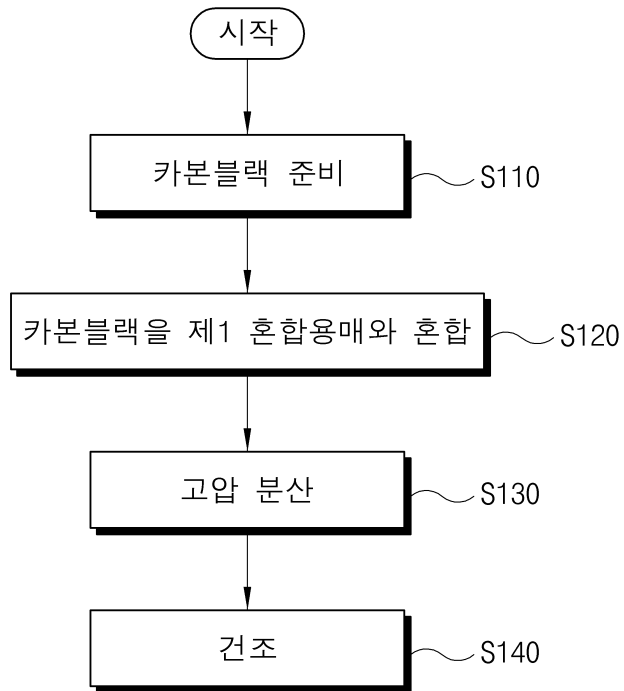
- [0033] 이산화탄소 가스는 카본블랙을 부식시키고 깨뜨리는 성질을 가지고 있어, 고압 분산을 수행하게 되면, 카본 블랙의 평균입자 크기가 작아지고 균일해지게 된다, 또한 카본 블랙을 분리시켜 메조세공의 발생을 증가시키게 된다. 통상적으로 일반적인 카본 블랙은 10nm 및 70nm의 직경의 세공을 가지고 있으나, 상술한 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산을 수행하게 되면, 10nm 직경의 세공은 감소하고 70nm 이상의 크기를 가지는 세공이 증가하고, 특히 카본 블랙의 분리로 인하여 25nm의 신규 메조 세공의 발생이 증가되는 장점을 가진다.
- [0034] 이러한 신규 메조세공은 촉매를 담지하는 경우에 산소화산저항감소 및 균일한 아이노머 코팅성이 개선되는 효과를 가지므로, 연료전지용 촉매 담지체로서의 사용에 최적의 조건을 형성하게 될 수 있다.
- [0035] 또한, 상기 고압 분산시에 이산화탄소 가스의 분사압력을 500~1500 bar의 범위에서 조절하여 세공분포를 조절하는 것이 가능하다.
- [0036] 이후 상기 제1혼합용매를 증발시키는 건조단계(S140)를 통해 탄소 촉매담지체를 제조하는 것이 가능하다.
- [0037] 도 2는 본 발명의 제2실시예에 따른 연료전지용 촉매의 제조과정 순서도이다.
- [0038] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에 따른 연료전지용 촉매는 본 발명의 제1실시예에 따라 제조된 촉매담지체를 이용해서 제조한다.
- [0039] 우선적으로, 상기 촉매담지체를 준비하게 된다(S210).
- [0040] 다음으로, 상기 촉매담지체를 알코올과 증류수가 혼합된 제2혼합용매에 혼합시키고, 초음파 분산기를 이용하여 분산시켜 분산용매를 형성하게 된다(S220).
- [0041] 상기 제2혼합용매는 에탄올과 증류수가 1:0.5의 비율을 가지며, 에탄올 3ℓ와 증류수 1.5ℓ를 혼합하여 형성할 수 있다. 그리고, 상기 제2혼합용매 4.5ℓ에 대하여 상기 촉매담지체는 5g의 비율로 혼합될 수 있다.
- [0042] 상기 초음파 분산기를 이용한 분산은 1시간 정도 진행되게 된다. 본 발명의 제1실시예에서 촉매담지체를 제조하기 위한 이산화탄소 고압분산은 카본블랙의 사이즈 균일화 및 세공 증가에 초점이 맞춰졌다면, 본 발명의 제2실시예에서 촉매 제조를 위한 초음파 분산은 분산효율을 높이기 위한 것이다.
- [0043] 다음으로 상기 분산용매에 백금전구체를 상기 촉매담지체와 같은 비율로 용해시켜 충분히 교반한다(S230). 상기 백금전구체는 H_2PtCl_6 이 사용될 수 있다.
- [0044] 상기 촉매담지체와 상기 백금전구체는 동일비율로 혼합되며, 상기 촉매담지체가 5g 이 혼합된 경우에 동일하게 5g 이 혼합될 수 있다.
- [0045] 이후 전자빔 반응기를 이용하여 일정시간동안 백금 염을 환원시켜 상기 촉매담지체에 담지하게 된다(S240).
- [0046] 종래의 경우에는 나노입자 형성을 위하여 열화학적 방법을 사용하였으며, 이 경우 고온(150 ℃ 이상) 환경에서 고가의 환원제를 사용하여 장시간(수 십분~수 시간) 반응시켜 나노입자를 형성하는 방법을 취하였다. 그러나 본 발명의 경우에는 종래의 열에너지(~meV)나 화학적에너지(~eV)에 비해 훨씬 강력한(~100 keV) 전자빔의 에너지를 이용하여 상온에서 환원제를 사용하지 않고 짧은(수 초~수 분) 시간에 환원반응을 일으키므로 간편하고 생산성의 향상이 가능한 장점이 있다.
- [0047] 또한, 전자빔을 이용한 촉매 합성법은 금속염을 포함하는 수용액에 전자빔을 조사하여 균일한 금속나노입자를 빠른 시간에 제조하는 간단한 공정으로, 화학적 부산물 발생이 적고 연속공정이 가능하기 때문에 대량생산에 용이한 친환경적인 신 제조 기술이다.
- [0048] 상기 전자빔 반응기를 이용하여 백금 염을 환원시켜 담지하는 과정은 10~60 분 동안 수행될 수 있다.
- [0049] 이후, 50~120℃에서 건조시켜 촉매담지체에 백금 나노입자가 담지된 촉매의 제조가 완료된다(S250).
- [0050] 이하 도 3 내지 도 6을 통해 본 발명의 실시예에 따라 제조된 촉매담지체 및 촉매의 성능을 확인해보기로 한다.
- [0051] 도 3은 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 전 후의 카본블랙의 입도분석 그래프를 나타낸 것이다. 도 3의 (a)는 고압분산을 하지 않은 상태의 카본블랙의 입도분석그래프이고, 도 3의 (b)는 고압분산을 수행한 이후의 카본

블랙의 입도분석그래프이다.

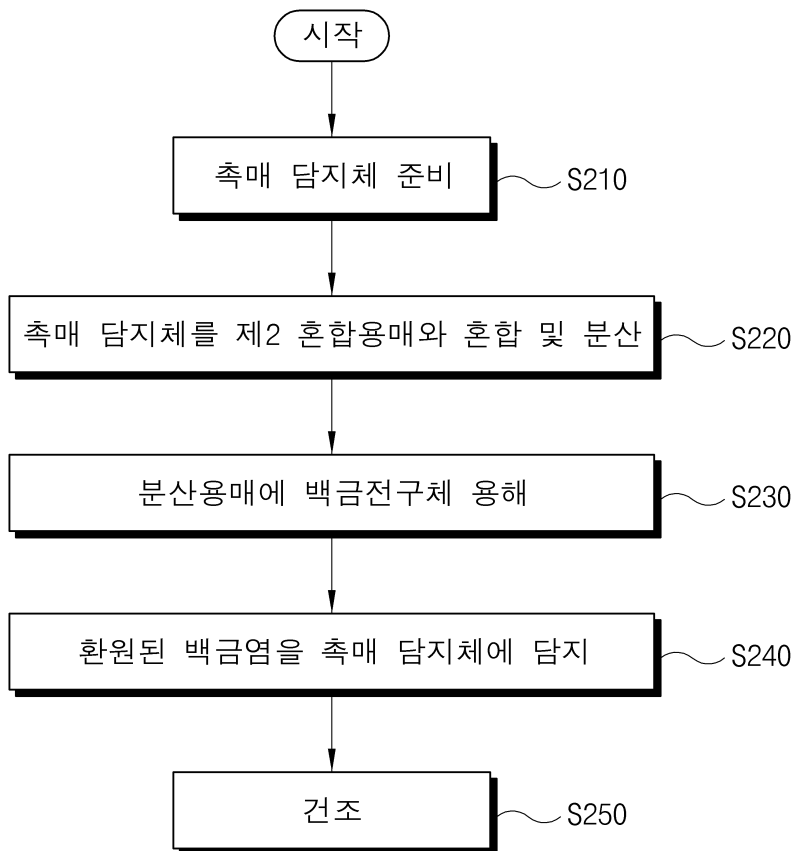
- [0052] 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 고압분산을 하지 않은 상태의 카본블랙 입자의 평균사이즈가 $41.81\mu\text{m}$ 이고 대략 $30\sim 80\mu\text{m}$ 범위의 사이즈의 입자들이 가장 많이 분포되어 있음을 알 수 있으며, 이들에 대한 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산처리를 수행하게 되면, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 카본블랙 입자의 평균사이즈가 $4.01\mu\text{m}$ 로 대략 $2\sim 10\mu\text{m}$ 범위의 사이즈의 입자들이 가장 많이 분포되어 있음을 알 수 있다.
- [0053] 이에 따라, 이산화탄소 가스는 카본블랙을 부식시키고 깨뜨리는 성질을 가지고 있어, 고압 분산을 수행하게 되면, 카본 블랙의 평균입자 크기가 작아지고 균일해지게 됨을 알 수 있게 된다.
- [0054] 도 4는 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 전 후의 카본블랙의 세공 크기 분포를 나타낸 그래프이다.
- [0055] 도 4에 도시된 바와 같이, 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 전(Initial KB)의 검은색 그래프를 보면, 카본블랙이 직경이 10nm 및 70nm 의 세공을 가지고 있음을 알 수 있으며, 10nm 의 세공이 70nm 직경의 세공보다 더 많이 분포하고 있음을 알 수 있다.
- [0056] 그러나, 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 후(CO_2 High Pressure KB)의 붉은색 그래프를 보면, 10nm 직경의 세공은 감소하고 70nm 이상의 직경을 가지는 세공이 증가함을 알 수 있으며, 특히 카본 블랙의 분리로 인하여 25nm 의 신규 메조 세공의 발생이 증가됨을 알 수 있다. 이러한 신규 메조세공은 촉매를 담지하는 경우에 산소환산저항감소 및 균일한 아이노머 코팅성이 개선되는 효과를 가지므로, 연료전지용 촉매 담지체로서의 사용에 최적의 조건을 형성하게 된다.
- [0057] 도 5는 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 공정을 이용하여 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C CO}_2 \text{ HP KB}$)와 고압분산공정 없이 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C Initial KB}$)의 전기화학적 반응 비교그래프이다.
- [0058] 본 발명의 제2실시예에 상기 촉매담지체와 상기 백금전극체가 동일 중량비율로 $50\% : 50\%$ 비율로 혼합되어 제조된 촉매의 전기화학적 특성을 확인하기위하여 반전지 실험을 수행하였다. 반전지 실험을 수행하기위해서 전위가 변기(Potentiostat) 장비를 이용하였으며 합성된 촉매는 0.196 cm^2 의 회전원판전극(Rotating Disk Electrode (RDE))을 워킹전극(Working 전극)으로 사용하여 실험하였다. 그리고, 준비된 3전극 반응 장치에 비활성 기체를 전압이 안정되도록 충분히 가스퍼징(gas purging)을 진행하고, 퍼징(Purging) 완료된 반응 장치에 순환 전압을 가하여 데이터를 확인하였다.
- [0059] 확인결과, 도 5에 도시된 바와 같이, 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 공정을 이용하여 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C CO}_2 \text{ HP KB}$)가 고압분산공정 없이 일반적인 공정으로 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C Initial KB}$)의 경우보다 개선된 촉매활용면적(Electrochemical surface area, ECSA)이 관찰됨을 확인할 수 있었다.
- [0060] 도 6은 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 공정을 이용하여 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C CO}_2 \text{ HP KB}$)와 고압분산공정 없이 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C Initial KB}$)를 이용하여 각각 제조된 막전극접합체(MEA) 성능평가그래프이다.
- [0061] 성능평가를 위해 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 공정을 이용하여 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C CO}_2 \text{ HP KB}$)와 고압분산공정 없이 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C Initial KB}$) 각각을 아이노머와 이소프로필 알코올 용액에 불밀을 이용하고, 고분자 분리막은 듀폰사의 Nafion 211 이용하고 Decal 법을 이용하여 전극을 제조하였다. 막전극접합체(MEA) 제조에서 연료극과 공기극의 백금 함량은 $0.15\text{mg}/\text{cm}^2$, $0.3\text{mg}/\text{cm}^2$ 으로 고정후 전류-전압 평가를 실시하였다.
- [0062] 도 6에 도시된 바와 같이, 성능평가결과 이산화탄소 가스를 이용한 고압분산 공정을 이용하여 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C CO}_2 \text{ HP KB}$)의 경우가 고압분산공정 없이 제조된 촉매($50\% \text{ Pt/C Initial KB}$)의 경우보다 출력밀도가 약 10.8% 증가함을 확인할 수 있었다.
- [0063] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 우수한 표면 물성을 유지하면서도 효과적인 다중 메조기공 구조를 가지는 연료전지용 다공성 촉매담지체 및 촉매의 제조가 가능하다. 또한 화학적 부산물 발생이 적고 연속공정이 가능하기 때문에 대량생산에 용이한 친환경적인 제조가 가능한 장점이 있다.
- [0064] 상기한 실시예의 설명은 본 발명의 더욱 철저한 이해를 위하여 도면을 참조로 예를 든 것에 불과하므로, 본 발명을 한정하는 의미로 해석되어서는 안될 것이다. 또한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기본적 원리를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화와 변경이 가능함은 명백하다 할 것이다.

도면

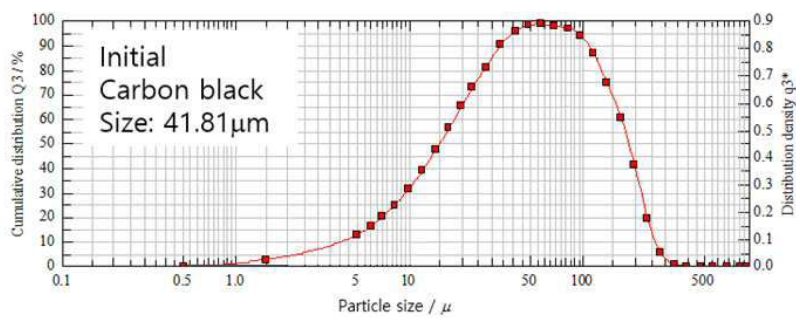
도면1



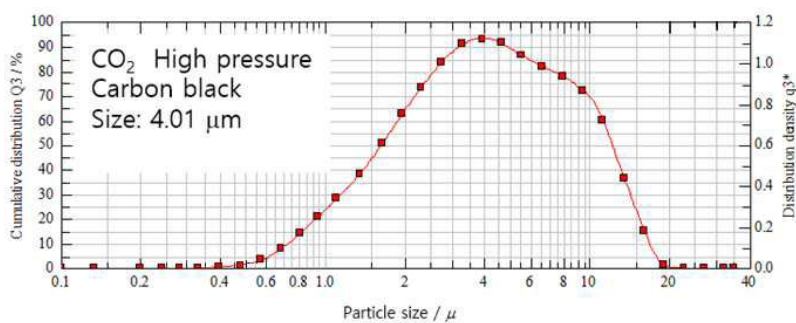
도면2



도면3

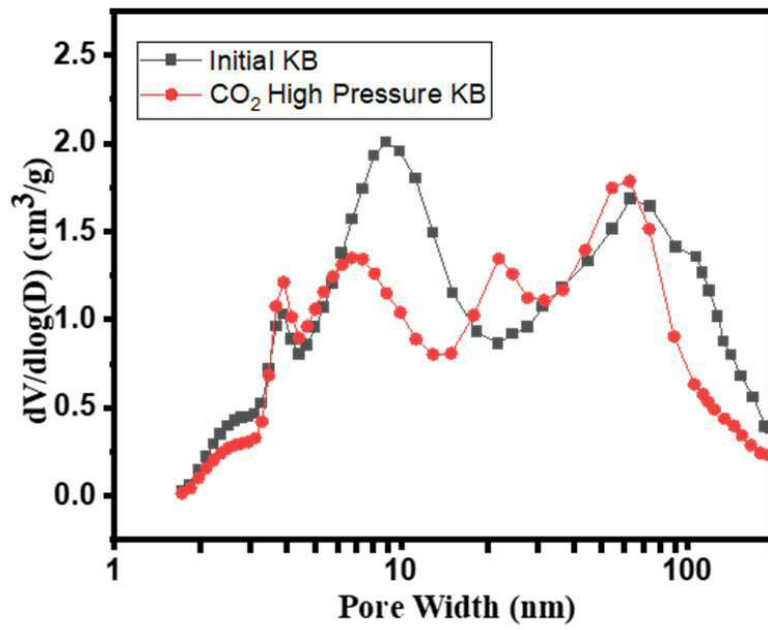


(a)

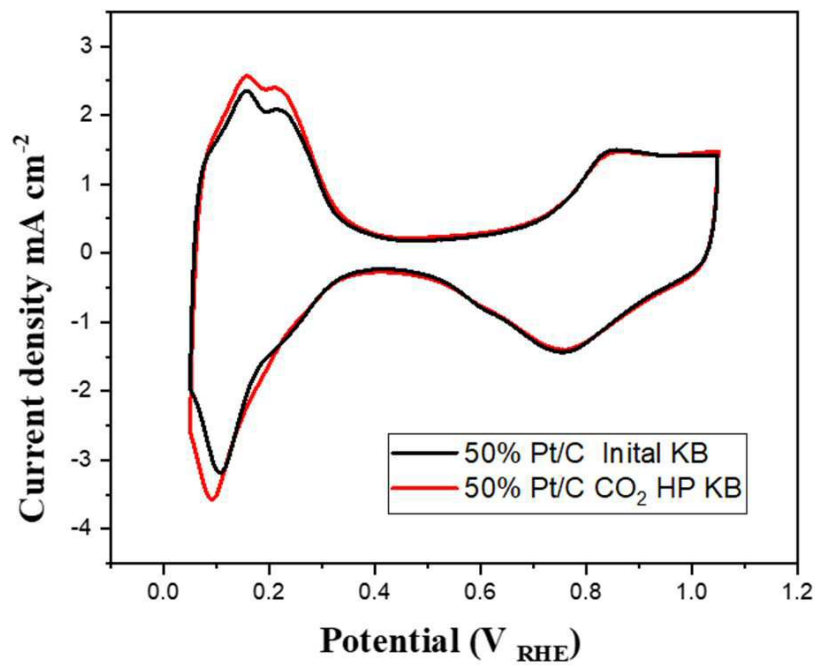


(b)

도면4



도면5



도면6

