

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0153522
(43) 공개일자 2022년11월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/0234 (2016.01) H01M 8/0243 (2016.01)
H01M 8/10 (2016.01)
- (52) CPC특허분류
H01M 8/0234 (2013.01)
H01M 8/0243 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-0057962
(22) 출원일자 2022년05월11일
심사청구일자 2022년05월11일
- (30) 우선권주장
1020210060627 2021년05월11일 대한민국(KR)
- (71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
- (72) 발명자
이상의
인천광역시 연수구 해송로 143 (송도동, 송도웰카운티1단지) 124동 201호
신승철
인천광역시 미추홀구 재념이길 128 (용현동) 리가하우스 2층 203호
김성준
인천광역시 미추홀구 독배로 382번길 30(용현동, 대웅빌라) 2동 403호
- (74) 대리인
이은철, 이수찬

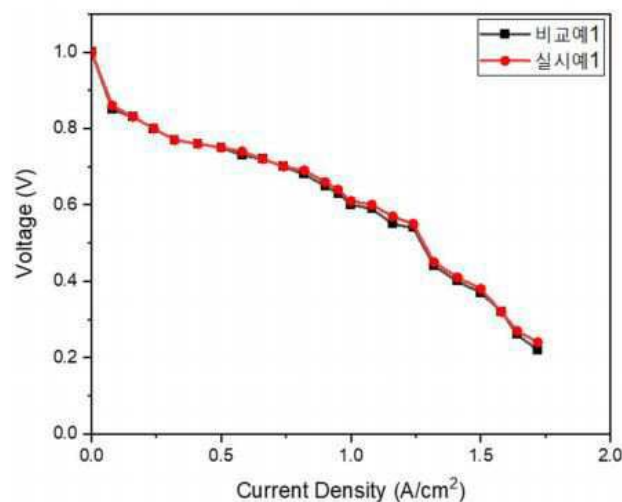
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 재생 탄소 섬유를 포함하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재, 이를 포함하는 기체 확산층 및 이를 포함하는 연료 전지

(57) 요약

본 발명의 목적은, 재생된 탄소 섬유(Recycled carbon fiber)를 사용함으로써, 재생되지 않은 탄소 섬유로 제작된 기체확산층과 동일한 성능에 가격이 절감된 저 비용 연료 전지의 기체확산층용 재생 탄소 섬유 기재를 제공하는 것이다. 본 발명의 한 구현예는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재로서, 재생 탄소 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재를 제공한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01M 2008/1095 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재로서,

재생 탄소 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 재생 탄소 섬유는 열분해, 기계적 재생, 산화, 화학적 재생 및 수분해 방법으로 이루어진 군에서 선택된 어느 1종 이상의 방법에 의해 재생된 탄소 섬유인 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 탄소 섬유 기재는 상기 재생 탄소 섬유 사이에 재생 탄소 섬유를 서로 결합하는 유기 고분자 물질의 탄화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 유기 고분자 물질은 폴리아크릴로니트릴(PAN), 피치(pitch), 레이온(rayon), 폴리비닐알코올(PVA) 및 페놀수지를 포함하는 군에서 선택된 어느 1종 이상인 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 재생 탄소 섬유는 재생되기 전 탄소 섬유의 탄소 원자 함유량 대비 90% 이상의 탄소 원자 함유량을 갖는 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 재생 탄소 섬유는 재생되기 전 탄소 섬유의 인장 강도 대비 50% 이상의 인장 강도를 갖는 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 재생 탄소 섬유는 재생되기 전 탄소 섬유의 전기전도도는 100 S/cm 이상인 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 탄소 섬유 기재는 바인더를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 바인더는 상기 탄소 섬유 기재 100중량% 중 1~20중량% 포함되며,

상기 바인더는 폴리비닐알코올(PVA), 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌-테레프탈레이트 및 셀룰로오스로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상인 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

재생 탄소 섬유 부직포, 재생 탄소 섬유 종이, 재생 탄소 섬유 필라멘트, 재생 탄소 섬유 집합체 또는 재생 탄소 섬유 토우(tow)의 형태인 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재.

청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항의 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재 및 상기 탄소 섬유 기재의 표면 상에 형성된 미세다공층을 포함하는 연료 전지의 기체 확산층.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 미세다공층은 탄소 분말, 분산제, 플루오로 수지 및 전도성 입자 중 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 플루오로 수지는 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE), 플루오로 에틸렌 프로필렌 공중합체(FEP), 폴리플루오린화 비닐라덴(PVDF), 폴리클로로트리플루오르에틸렌(E-CTFE, PCTFE), 폴리프로필렌랜덤공중합체(PP-R), 퍼플루오로알콕시알칸(PFA) 및 테트라플루오르에틸렌-에틸렌(ETFE)으로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 분산제는 비이온성 계면활성제, 음이온성 계면활성제, 양이온성 계면활성제 및 양성 계면활성제로 이루어지는 군으로부터 선택된 어느 1종 이상인 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 전도성 입자는 카본 나노 튜브, 카본 나노 파이버, 그래파이트, 그래핀, 풀러렌, 전도성 고분자로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상인 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층.

청구항 16

제 11 항의 연료 전지의 기체 확산층을 포함하는 연료 전지.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재, 이를 포함하는 기체 확산층 및 이를 포함하는 연료 전지에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 재생 탄소 섬유를 포함하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재, 이를 포함하는 기체 확산층 및 이를 포함하는 연료 전지에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 연료 전지는 연료와 산소를 전기화학적으로 반응시켜 전기에너지를 생산하는 장치로서, 사용되는 전해질의 종류에 따라 고분자 전해질막(polymer electrolyte membrane; PEM), 인산형, 용융탄산염형, 고체산화물형(solid oxide), 알칼리 수용액형 등으로 구분될 수 있다.
- [0003] 여기서, 고분자 전해질막 연료 전지(polymer electrolyte membrane fuel cell; PEMFC)는 다른 형태의 연료전지에 비하여 작동온도가 낮고 효율이 높으며, 전류밀도 및 출력 밀도가 크고, 시동시간이 짧으며, 부하변화에 대한 응답이 빠른 특성이 있다.
- [0004] 고분자 전해질막 연료 전지는 연료로서 메탄올을 사용하는 직접 메탄올 연료전지와 연료로서 수소를 사용하는 수소연료전지 등으로 나눌 수 있다. 고분자 전해질막 연료 전지는 고분자 전해질막의 양측에 형성된 각각의 기체확산층(gas diffusion layer; GDL) 위에 촉매가 도포된 연료극과 공기극이 접합된 막전극접합체(membrane electrode assembly, MEA)가 복수개 적층된 구조를 갖는다.
- [0005] 여기서, 기체확산층은 다공질 탄소막으로 이루어진 탄소 섬유 기재에 미세다공층(microporous layer; MPL)을 코팅하여 형성한 것이다. 현재 수소 연료전지의 중요한 문제점은 기존 제품의 부피감소, 내구성 증가 및 높은 성능을 구현함과 동시에 가격이 하락되는 부품 및 소재를 개발하는 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 높은 전기 전도도를 구현하는 기체확산층용 탄소 섬유 기재에 관한 개발이 요구되는 실정이다.

선행기술문헌

- [0006] 공개특허공보 제10-2020-0076395호(2020.06.29.)
- [0007] 공개특허공보 제10-2020-0068178호(2020.06.15.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은, 재생된 탄소 섬유(Recycled carbon fiber)를 사용함으로써, 재생되지 않은 탄소 섬유로 제작된 기체확산층과 동일한 성능에 가격이 절감된 저 비용 연료 전지의 기체확산층용 재생 탄소 섬유 기재를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은, 상기 재생 탄소 섬유 기재를 포함하는 연료 전지용 기체확산층 또는 이를 포함하는 연료 전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 한 구현예는, 재생 탄소 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재를 제공한다.
- [0011] 상기 재생 탄소 섬유는 열분해, 기계적 재생, 산화, 화학적 재생 및 수분해 방법으로 이루어진 군에서 선택된 어느 1종 이상의 방법에 의해 재생된 탄소 섬유일 수 있다.
- [0012] 상기 탄소 섬유 기재는 상기 재생 탄소 섬유 사이에 재생 탄소 섬유를 서로 결합하는 유기 고분자 물질의 탄화물을 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 유기 고분자 물질은 폴리아크릴로니트릴(PAN), 피치(pitch), 레이온(rayon), 폴리비닐알코올(PVA) 및 페놀 수지를 포함하는 군에서 선택된 어느 1종 이상일 수 있다.
- [0014] 상기 재생 탄소 섬유는 재생되기 전 탄소 섬유의 탄소 원자 함유량 대비 90% 이상의 탄소 원자 함유량을 가질 수 있다.
- [0015] 상기 재생 탄소 섬유는 재생되기 전 탄소 섬유의 인장 강도 대비 50% 이상의 인장 강도를 가질 수 있다.
- [0016] 상기 재생 탄소 섬유는 재생되기 전 탄소 섬유의 전기전도도는 100 S/cm 이상일 수 있다.
- [0017] 상기 탄소 섬유 기재는 바인더를 추가로 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 바인더는 상기 탄소 섬유 기재 100중량% 중 1~20중량% 포함되며, 상기 바인더는 폴리비닐알코올(PVA), 폴리

에스테르, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌-테레프탈레이트 및 셀룰로오스로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상일 수 있다.

- [0019] 상기 탄소 섬유 기체는 재생 탄소 섬유 부직포, 재생 탄소 섬유 종이, 재생 탄소 섬유 필라멘트, 재생 탄소 섬유 집합체 또는 재생 탄소 섬유 토우(tow)의 형태일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 한 구현예는, 상기 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기체 및 상기 탄소 섬유 기체의 표면 상에 형성된 미세다공층을 포함하는 연료 전지의 기체 확산층을 제공할 수 있다.
- [0021] 상기 미세다공층은 탄소 분말, 분산제, 플루오로 수지 및 전도성 입자 중 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 플루오로 수지는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 플루오로 에틸렌 프로필렌 공중합체(FEP), 폴리플루오린화 비닐라덴(PVDF), 폴리클로로트리플루오로에틸렌(E-CTFE, PCTFE), 폴리프로필렌랜덤공중합체(PP-R), 퍼플루오로알콕시알칸(PFA) 및 테트라플루오로에틸렌-에틸렌(ETFE)으로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0023] 상기 분산제는 비이온성 계면활성제, 음이온성 계면활성제, 양이온성 계면활성제 및 양성 계면활성제로 이루어지는 군으로부터 선택된 어느 1종 이상일 수 있다.
- [0024] 상기 전도성 입자는 카본 나노 튜브, 카본 나노 파이버, 그래파이트, 그래핀, 풀러렌, 전도성 고분자로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 한 구현예는, 상기 연료 전지의 기체 확산층을 포함하는 연료 전지를 제공할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명은 재생된 탄소 섬유를 포함하는 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기체를 제공할 수 있다.
- [0027] 본 발명은 상기 탄소 섬유 기체를 포함하는 기체 확산층 및 이를 포함하는 연료 전지를 제공할 수 있다.
- [0028] 본 발명은 저렴한 가격으로 기체 확산층을 제공할 수 있다.
- [0029] 본 발명은 연료전지 성능이 우수한 연료전지 기체확산층을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 기체확산층의 현미경 이미지이다.
- 도 2은 본 발명의 실시예 1과 비교예 1의 상대습도 100RH%에서의 성능평가 결과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 다음으로, 본 발명의 기체확산층용 탄소 섬유 기체 및 이를 이용한 기체확산층의 제조방법을 구체적으로 설명한다.
- [0032] 본 발명의 한 구현예에 따른 재생 탄소 섬유 기체 및 이를 이용한 기체확산층의 제조 방법은 재생 탄소 섬유 기체 제조하는 단계, 함침 및 경화하는 단계, 탄화 및 흑연화 하는 단계, 발수성 처리하는 단계, 기체확산층 제조하는 단계를 포함한다.
- [0033] [재생 탄소 섬유 기체의 제조]
- [0034] 단일종 또는 2종 이상의 길이가 다른 재생 탄소 섬유와 바인더를 분산매가 들어있는 해리기에 넣고 충분히 분산시킨 후, 탄소 섬유 분산물을 초지기로 공급하여 와이어 컨베이어 벨트위에 쌓이도록 한다. 이 과정에서 탄소 섬유의 표면 에너지를 낮추기 위해 탄소 섬유 분산물에 분산제를 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 재생 탄소 섬유는 열분해(Pyrolysis), 기계적 재생(Mechanical recycling), 산화(Oxidation in fluidized bed), 화학적 재생(Chemical recycling), 수분해 방법을 통해 탄소 섬유 복합재의 수지 및 매트릭스 성분을 제거하여 재생된 탄소 섬유로 구성된 군으로부터 선택된 1종 이상의 재생 탄소 섬유를 사용한다. 상기 재생 탄소 섬유는 전구체로서 폴리아크릴로니트릴(PAN), 핏치(pitch), 레이온(rayon), 폴리비닐알코올(PVA), 페놀 수지로 부터 제조된다.
- [0036] 상기 바인더는 PVA, 폴리에스테르, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌-테레프탈레이트, 셀룰로오스로 구성

된 그룹으로부터 선택된 1종 또는 2종 이상일 수 있다.

- [0037] 상기 분산매는 주로 물을 사용하고 있다. 상기 분산물은 탄소 섬유 60~90중량% 및 상기 바인더 10~40중량을 포함할 수 있다. 상기 초지된 분산물에 남아 있는 분산매는 롤러의 가압으로 인한 탈수 과정을 통해 탈수한다. 상기 탈수된 분산물을 온도 70℃ 이상, 압력 1kgf/cm² 이상 양쪽 롤러에 의한 가압 처리하고 권취함으로써, 재생 탄소 섬유 기재를 제조한다.
- [0038] 이때 초지기로 공급되는 재생 탄소 섬유의 양과 초지기 속도에 의하여 재생 탄소 섬유 기재의 면적 중량과 두께를 제어할 수 있으며, 컨베이어 벨트로 나오는 방향을 통해 재생 탄소 섬유의 배열로 제어할 수 있다.
- [0040] [재생 탄소 섬유 기재 함침 및 경화]
- [0041] 재생 탄소 섬유 기재에 열경화성 수지를 분산한 슬러리를 1mg/cm² 이상의 양으로 함침한다. 상기 열경화성 수지는 주로 페놀 수지이다. 상기 슬러리의 분산매는 물을 사용할 수 있다.
- [0042] 위와 같이 함침한 재생 탄소 섬유 시트를, 70~140℃사이의 온도에서 히팅 벨트를 이용하여 건조 및 경화시킨다. 이 때 압력은 10 kgf/cm² 이하이다.
- [0044] [탄화 및 흑연화]
- [0045] 상기 함침 및 경화 공정을 거친 재생 탄소 섬유를 컨베이어 벨트를 통해 질소 분위기 중에서 고온 열처리하여 탄화 처리 및 흑연화 처리한다. 상기 탄화 처리는 온도 약 700~900℃의 탄화로에서, 질소 또는 아르곤 가스를 주입하여 30분~1시간동안 처리한다. 탄화 과정에서 상기 재생 탄소 섬유 사이에 재생 탄소 섬유를 서로 결합하는 유기 고분자 물질의 탄화물이 발생한다.
- [0046] 유기 고분자 물질이란, 탄소 섬유에 포함되어 있는 유기 고분자 물질을 의미한다. 예를 들어, 유기 고분자 물질은 폴리아크릴로니트릴(PAN), 피치(pitch), 레이온(rayon), 폴리비닐알코올(PVA), 또는 페놀 수지이다.
- [0047] 흑연화 처리는 온도 약 1500~2300℃의 흑연화로에서, 질소 또는 아르곤 가스를 주입하여 30분~1시간 동안 처리한다. 탄화 및 흑연화 공정을 거침으로써, 최종적으로 기체확산층용 재생 탄소 섬유 기재를 제조한다.
- [0049] [발수성 처리]
- [0050] 상기 재생 탄소 섬유 기재를 플루오로 수지 현탁액 또는 에멀전을 이용하여 처리하면 상기 플루오로 수지가 함침된 소수성 탄소 섬유 기재를 얻을 수 있다. 상기 플루오로 수지는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 플루오로에틸렌 프로필렌 공중합체(FEP), 폴리플루오린화 비닐라덴(PVDF), 폴리클로로트리플루오로에틸렌(E-CTFE, PCTFE), 폴리프로필렌랜덤공중합체(PP-R), 퍼플루오로알콕시알칸(PFA) 및 테트라플루오로에틸렌-에틸렌(ETFE)으로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0051] 상기 재생 탄소 섬유 기재를 컨베이어 벨트를 통해 플루오로 수지가 포함된 분산액에 함침한 후 롤러의 가압을 통해 상기 분산액이 상기 재생 탄소 섬유들 사이 사이에 형성된 공간 및 재생 탄소 섬유 표면에 코팅되게 한다. 이후, 처리된 상기 재생 탄소 섬유 기재를 건조시켜 수분을 제거한 후, 상기 플루오로 수지가 용융되도록 하면 발수성 탄소 섬유 기재를 얻을 수 있다.
- [0052] 상기 분산액의 분산매는 물을 주로 사용하고 플루오로 수지의 분산성을 증가시키기 위해 분산제를 사용하고 있다. 상기 분산제는 Tergitol, Triton X-100, SDMS, SDS로 이루어진 그룹으로부터 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0053] 이때 건조시키는 열처리 온도는 80℃~150℃ 이며, 30분~1시간동안 처리한다.
- [0055] [기체 확산층의 제조]
- [0056] 이어서 상단의 방법에 따라 제조된 탄소 섬유 기재위에 미세다공층을 도포하고 소결하여 기체확산층(GDL)을 얻을 수 있다. 미세 다공층의 두께는 주로 10~100 μm이며, 기공 크기는 주로 0.05~20μm에 분포되어 있을 수

있다.

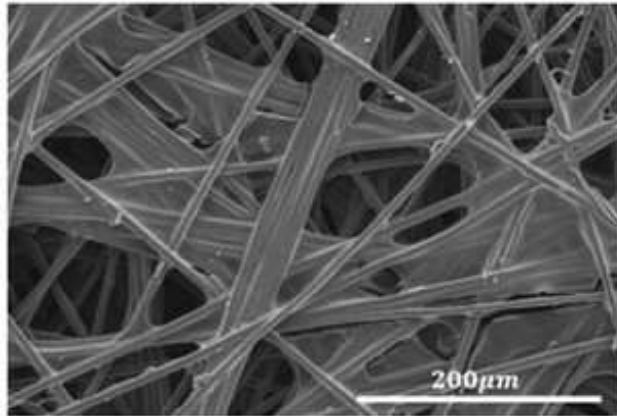
- [0058] 본 발명의 한 구현예는, 상기 연료 전지의 기체 확산층용 탄소 섬유 기재 및 상기 탄소 섬유 기재의 표면 상에 형성된 미세다공층을 포함하는 연료 전지의 기체 확산층을 제공할 수 있다.
- [0059] 상기 미세다공층은 탄소 분말, 분산제, 플루오로 수지 및 전도성 입자 중 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0060] 상기 플루오로 수지는 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE), 플루오로 에틸렌 프로필렌 공중합체(FEP), 폴리플루오린화 비닐라덴(PVDF), 폴리클로로트리플루오르에틸렌(E-CTFE, PCTFE), 폴리프로필렌랜덤공중합체(PP-R), 퍼플루오로알콕시알칸(PFA) 및 테트라플루오르에틸렌-에틸렌(ETFE)으로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0061] 상기 분산제는 비이온성 계면활성제, 음이온성 계면활성제, 양이온성 계면활성제 및 양성 계면활성제로 이루어지는 군으로부터 선택된 어느 1종 이상일 수 있다. 보다 구체적으로는, 상기 분산제는 비이온성 계면활성제, 음이온성 계면활성제, 양이온성 계면활성제 및 양성 계면활성제로 나뉘며, 구체적으로는 비이온성 계면활성제: 알킬글리콜 같은 저분자 계열 또는 폴리에틸렌 글리콜과 폴리비닐 알코올과 같은 고분자 계 등의 비이온성 계면활성제; 음이온 계면활성제: 알킬폴리옥시에틸렌 황산염류, 모노알킬 황산염류, 알킬벤젠술폰산염류, 모노알킬 인산염류 등의 음이온성 계면활성제; 양이온성 계면활성제: 디알킬디메틸암모늄염류, 알킬벤질메틸암모늄염류, 인산아민염류 등의 양이온성 계면활성제; 양성 계면활성제: 알킬설포네이트염류, 알킬카르복시메타인류 등의 양성 계면활성제 등이 될 수 있으며, 상기 분산제의 특징은 소결과정에서 열분해가 되어 제거가 가능한 물질로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0062] 상기 전도성 입자는 카본 나노 튜브, 카본 나노 파이버, 그래파이트, 그래핀, 풀러렌, 전도성 고분자로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상일 수 있다.
- [0063] 본 발명의 한 구현예는, 상기 연료 전지의 기체 확산층을 포함하는 연료 전지를 제공할 수 있다.
- [0065] 이하, 본 발명을 하기 실시예를 이용하여 더 상세히 설명하지만, 본 발명이 하기 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0066] 실시예 1
- [0067] [기체 확산층용 재생 탄소 섬유 기재 제조]
- [0068] 재생 탄소 섬유 95중량%(Zolteck, 모델명: Recycled Chopped Carbon Fiber - Type 65, 탄소함량: 95%, 섬유 길이: 6mm, 섬유 지름: 7.2 μ m, 전구체: PAN)와 바인더로서 PVA 5중량%를 준비하였다.
- [0069] 여기서 중량%란, 모든 물질의 총량을 기준으로 해당 재료의 구성 퍼센트(%)를 의미한다.
- [0070] 탄소 섬유와 바인더, 분산제를 물에 투입하고 1,500rpm~2,000rpm사이의 속도로 기계적 방식을 통해 균일하게 해리하여 재생 탄소 섬유 분산물을 얻었다.
- [0071] 이후 펌프를 통해서 재생 탄소 섬유 분산물을 초지기로 공급하고 이때 공급된 재생 탄소 섬유 분산물은 헤드박스의 좁아지는 구간에 의해 기계방향(분산물이 흐르는 방향)으로 평행하게 배열되게 된다.
- [0072] 이후, 초지된 재생 탄소 섬유 분산물은 이동 과정에서 어느정도 탈수가 진행되지만 추가 탈수 과정을 통해 남아 있는 분산매를 제거한다. 탈수된 재생 탄소 섬유 시트는 온도 70℃ 이상, 압력 1kgf/cm² 이상에서 양쪽 롤러의 가열 가압처리를 하여 재생 탄소 섬유 기재를 얻었다.
- [0073] 이렇게 하여 얻은 재생 탄소 섬유 기재를 함침공정, 경화 공정, 탄화 및 흑연화공정, 발수성 처리 과정을 수행함으로써 기체확산층용 재생 탄소 섬유 기재를 제조하였다.
- [0074] 이때, 함침 공정에서는 재생 탄소 섬유 기재에 페놀 수지를 분산한 슬러리 1mg/cm² 이상의 양으로 함침하였다.
- [0075] 위와 같이 함침한 재생 탄소 섬유 기재를, 70~140℃사이의 온도에서 히팅 벨트를 이용하여 건조 및 경화시킨다. 이 때 압력은 10 kgf/cm² 이하이다.

- [0076] 상기 함침 및 경화 공정을 거친 재생 탄소 섬유를 컨베이어 벨트를 통해 질소 분위기 중에서 고온 열처리하여 탄화 처리 및 흑연화 처리한다. 상기 탄화 처리는 온도 약 700~900℃의 탄화로에서, 질소 또는 아르곤 가스를 주입하여 30분~1시간동안 처리한다. 흑연화 처리는 온도 약 1500~2300℃의 흑연화로에서, 질소 또는 아르곤 가스를 주입하여 30분~1시간 동안 처리한다. 탄화 및 흑연화 공정을 거침으로써, 기체확산층용 재생 탄소 섬유 기재를 제조한다.
- [0078] [발수성 처리하는 단계]
- [0079] 플루오로 수지 용액(Du Pont, 모델명: TeflonTM PTFE DISP 30 Fluoropolymer Dispersion, 전체 용액 100중량% 플루오로 수지 60중량%)을 물과 혼합하여 5중량%로 희석한 후, 교반기와 초음파 분산기를 이용하여 분산액을 제조하였다.
- [0080] 이후, 상기 재생 탄소 섬유 기재를 분산액에 5분간 함침하였고, 꺼내는 과정에서 양쪽 롤러로 가압함으로써 분산액이 재생 탄소 섬유 사이사이 또는 내부에 골고루 코팅되게 한다.
- [0081] 이어서 플루오로 수지가 함침된 재생 탄소 섬유 기재를 공기 분위기중에서 약 80~110℃에서 1시간 건조 후 공기 분위기 중에서 약 350℃에서 30분 동안 열처리하여 발수성 재생 탄소 섬유 기재를 얻었다.
- [0083] [기체확산층 제조]
- [0084] 탈이온수, 분산제, 카본 블랙(Acetylene black), 플루오로 수지 용액을 첨가하여 믹서(Mixer)를 이용하여 기계적 교반을 통해 미세다공층(MPL)용 슬러리를 얻는다.
- [0085] 상기 발수성 재생 탄소 섬유 기재 위에 상기 미세다공층용 슬러리를 두께 40~100 μ m 정도 도포하고 공기 분위기 중에서 약 100℃에서 1시간 건조 후, 공기 분위기 중에서 약 350℃에서 30분간 소결하여 기체확산층을 얻을 수 있다.
- [0087] 비교예 1
- [0088] 상기 실시예 1의 [기체 확산층용 재생 탄소 섬유 기재 제조]에서 탄소 섬유(Zolteck, 모델명: ZOLTEK PX35, 탄소함량: 95%, 섬유 길이: 6mm, 섬유 지름 : 7.2 μ m)를 사용하는 것을 제외하고, 실시예 1과 동일하게 기체확산층을 제조한다.
- [0090] [실험예 1: 기체확산층 표면 관찰]
- [0091] 상기 실시예 1에 따라 준비된 기체확산층을 주사전자현미경(S-4300)으로 촬영하고, 그 결과를 각각 도 1에 나타내었다.
- [0093] [실험예 2: 연료전지 성능 평가]
- [0094] 상기 실시예 1 및 비교예 1에 따라 준비된 기체확산층의 연료전지 성능을 측정하였다. 그리고 그 결과를 하기도 2에 나타내었다.
- [0095] 실시예 1 및 비교예 1을 통해 준비된 기체확산층을 각각 애노드쪽과 캐소드쪽에 이용하고, 상용 멤브레인(제조사: Vina tech, 모델명: VFP-A2A009-G00)에 부착하였다. 이후 가스켓을 끼우고 분리판과 결합하여 연료전지 단위 셀을 조립하였다.
- [0096] 작동 온도는 65℃, 전극 면적은 9cm², 상대습도 100%, 애노드에는 수소를 200cc/min, 캐소드에는 산소를 600cc/min 각각 공급하여 전류밀도에 따른 연료전지의 전압변화를 측정하였다. 그리고 그 결과를 하기도 2에 나타내었다.

[0097] 도 2는 실시예1 및 비교예 1의 기체확산층을 적용한 연료전지 단위셀의 전류 전압 그래프이다.

도면

도면1



도면2

