



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0054689
 (43) 공개일자 2017년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01M 8/02 (2016.01) H01M 8/08 (2016.01)
 H01M 8/10 (2016.01)

(52) CPC특허분류
 H01M 8/0228 (2013.01)
 H01M 8/0206 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0157148
 (22) 출원일자 2015년11월10일
 심사청구일자 2015년11월10일

(71) 출원인
한국타이어 주식회사
 서울특별시 강남구 테헤란로 133 (역삼동)

(72) 발명자
임재욱
 대전광역시 유성구 가정로 63, 110동 103호 (신성동, 럭키하나아파트)

허정무
 대전광역시 유성구 가정북로 112 (장동)
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인 천지

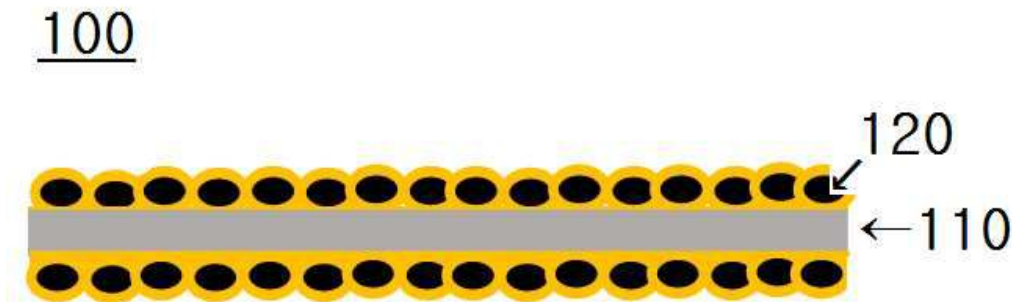
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **연료전지 분리판, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 연료전지**

(57) 요약

본 발명은 연료전지 분리판 및 이를 포함하는 연료전지에 관한 것으로, 상기 연료전지 분리판은 금속 박판, 및 상기 박판의 적어도 일면에 위치하는 탄소복합체 층을 포함하고, 상기 탄소복합체는 탄소 재료 및 고분자 재료를 포함하고, 상기 고분자 재료는 열경화성 수지, 열가소성 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함한다. 본 발명에 따른 연료전지 분리판은 두께가 얇으면서도 우수한 기계적 강도 및 기체 밀폐도를 나타낼 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01M 8/0221 (2013.01)
H01M 8/026 (2013.01)
H01M 8/086 (2013.01)
H01M 8/1011 (2013.01)
H01M 2008/1095 (2013.01)
Y02E 60/521 (2013.01)
Y02E 60/523 (2013.01)

김정현

대전광역시 유성구 은구비남로 34, 812동 1001호
(노은동, 열매마을8단지)

(72) 발명자

소순홍

대전광역시 동구 대전로 646, 105동 2210호 (효동,
현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20148520120160
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지국제공동연구사업
연구과제명	다공성 기체유로 100W급 고분자 연료전지 스택 개발
기여율	1/1
주관기관	한국에너지기술연구원
연구기간	2014.12.01 ~ 2017.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

금속 박판, 및

상기 박판의 적어도 일면에 위치하는 탄소복합체 층을 포함하고,

상기 탄소복합체 층은 탄소 재료 및 고분자 재료를 포함하는 것이고,

상기 고분자 재료는 열경화성 수지, 열가소성 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것인

연료전지 분리판.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 열경화성 수지는 페놀수지, 에폭시 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나이고,

상기 열경화성 수지는 상기 탄소복합체 층 전체 중량에 대하여 10 내지 30 중량%로 포함되는 것인 연료전지 분리판.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 열가소성 수지는 폴리프로필렌(Polypropylene, PP), 폴리페닐설파이드(polyphenylenesulfide, PPS), 폴리비닐리덴 플루오라이드(Polyvinylidene fluoride, PVDF), 플루오르화 에틸렌 프로필렌(fluorinated ethylene propylene, FEP), 퍼플루오르알콕시(perfluoroalkoxy, PFA) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나이고,

상기 열가소성 수지는 상기 탄소복합체 층 전체 중량에 대하여 10 내지 30 중량%로 포함되는 것인 연료전지 분리판.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 고분자 재료는 경화제 및 경화 촉진제를 더 포함하는 것인 연료전지 분리판.

청구항 5

제1항에 있어서

상기 금속 박판은 알루미늄, 구리, 카본 호일, 티타늄, 철, 스테인리스 (SUS), 니켈, 코발트 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나이고,

상기 금속 박판의 두께는 0.04 내지 0.3 mm이고,

상기 금속 박판 표면은 플라즈마 처리된 것인 연료전지 분리판.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 탄소 재료는 천연흑연, 인상흑연, 팽창흑연, 인조흑연, 카본블랙, 그래핀, 탄소섬유 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나이고,

상기 탄소 재료는 입자 크기가 5 내지 300 μm 인 것인 연료전지 분리판.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 연료전지 분리판은 상기 금속 박판과 상기 탄소복합체 층 사이에 접착제 층을 더 포함하고,

상기 접착제 층은 상기 고분자 재료를 포함하는 것인 연료전지 분리판.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 연료전지 분리판은 두께가 0.1 내지 1.5 mm이고,

기체 투과도가 1×10^{-6} 내지 $2 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec}$ 이고,

굴곡강도가 50 내지 120 Mpa, 밀도가 0.8 내지 2.2 g/mL, 전기전도도가 80 내지 250 S/cm인 것인 연료전지 분리판.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 연료전지 분리판은 직접 메탄올 연료전지(DMFC), 고분자 전해질 연료전지(PEMFC), 및 인산형 연료전지(PAFC)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나에 적용되는 것인 연료전지 분리판.

청구항 10

금속 박판 위에 탄소복합체 조성물을 도포하는 단계, 그리고

상기 탄소복합체 조성물이 도포된 금속 박판을 140 내지 160 $^{\circ}\text{C}$ 로 가열된 롤러에 1 내지 30 m/s의 속도로 통과시켜 압축성형하는 단계를 포함하고,

상기 탄소복합체 조성물은 탄소 재료 및 고분자 재료를 포함하고,

상기 고분자 재료는 열경화성 수지, 열가소성 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것인 연료전지 분리판 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 압축성형은 유로 형상을 구현하는 것으로,

상기 유로 형상은, 서로 반대방향(두께 반대방향)에 상이한 돌출부와 요입부를 가지는 구조(채널 방향으로 돌출부와 요입부가 배열된 구조)인 것인 연료전지 분리판 제조방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 금속 박판 위에 탄소복합체 조성물을 도포하는 단계 전에, 상기 금속 박판에 상기 고분자 재료를 도포하여 접착층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것인 연료전지 분리판 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 두께가 얇으면서도 우수한 기계적 강도, 기체 밀폐도 및 내부식성을 나타내고, 성형이 용이한 연료전지 분리판, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 연료전지에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 에너지 자원의 고갈에 따른 대체에너지에 대한 중요성이 부각됨에 따라 연료전지는 신재생 에너지의 한 분야로 주목 받고 있다. 특히 연료전지는 고효율 및 환경친화적이라는 장점으로 인해 집중 연구되고 있다.
- [0003] 연료전지 시스템의 주요부품인 스택은 적층된 단위 셀들의 집합으로, 하나의 셀은 막 전극 집합체(Membrane electrode assembly: MEA)와 분리판(Bipolar plate 또는 Separator)으로 구성되어 있다. 분리판은 스택 제조시 가장 많은 수량이 사용되고 있으며, 분리판의 형태에 따라 스택의 구조가 결정된다.
- [0004] 분리판은 음극과 양극에 대해 각각 수소와 산소를 공급하고, 공급된 가스의 혼합을 방지하며, 전극 반응시 생성된 전자를 이동시키고 양극에서 생성된 물을 밖으로 배출하는 등의 다양한 기능을 수행한다. 이에 따라 분리판은 전자의 이동이 용이하도록 우수한 전자 전도성을 가져야 하고, 양극에서 생성된 물이 원활 하게 배출될 수 있도록 적절한 표면 특성을 가져야 한다. 또한 음극 및 양극으로 공급되는 가스의 혼합을 방지하기 위해서는 우수한 가스 밀폐도를 가져야 하며, 그 외 연료전지의 작동환경과 운전조건에 따른 적절한 내식성 및 강도 특성을 가져야 한다. 또, 가정용을 비롯하여 자동차용, 휴대용 등 다양한 분야로의 접근이 용이하도록 얇고 가공성이 좋아야 한다.
- [0005] 현재 개발 및 상용되고 있는 연료전지 분리판의 소재는 흑연, 흑연과 수지의 복합재, 또는 스테인리스 스틸이나 알루미늄 등의 금속 소재이다. 그러나, 흑연을 사용하여 분리판을 제조하는 경우, 기계 가공에 의한 유로 가공 비용이 높을 뿐만 아니라 기계 가공에 소요되는 시간이 길어 생산성이 매우 낮은 문제가 있다. 또, 금속 기재의 분리판을 제조하는 경우 가공성 및 치수 정밀도는 좋은 반면 부식되기 쉽다는 단점이 있다. 또한 흑연과 수지의 복합재료를 이용하여 분리판을 제조하는 경우 상기한 문제점들을 모두 해결할 수 있는 장점을 가지고 있으나, 소재 제조 환경 및 소재 보관의 어려움이 있고, 제품의 치수 정밀도가 낮으며, 박판화가 용이하지 않다. 또, 흑연과 수지의 복합재료를 박판화하여 사용할 경우 연료전지의 스택의 부피를 줄일 수 있기 때문에 가정용을 비롯하여 자동차용, 휴대용 등 다양한 분야로의 접근이 용이하지만, 전지의 작동환경 및 운전 조건에 따른 굴곡강도와 기체 밀폐도가 저하되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국특허공개 제2012-0128172호(2012년 11월 27일 공개)
- (특허문헌 0002) 한국특허공개 제2012-0093701호(2012년 8월 23일 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은 두께가 얇으면서도 우수한 기계적 강도, 기체 밀폐도 및 내부식성을 나타내고, 성형이 용이한 연료전지 분리판 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 연료전지 분리판을 포함하여 개선된 전지특성을 나타내는 연료전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 금속 박판, 및 상기 박판의 적어도 일면에 위치하는 탄소복합체 층을 포함하고, 상기 탄소복합체 층은 탄소 재료 및 고분자 재료를 포함하는 것이고, 상기 고분자 재료는 열경화성 수지, 열가소성 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것인 연료전지 분리판을 제공한다.
- [0010] 상기 열경화성 수지는 페놀수지, 에폭시 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다.
- [0011] 상기 열경화성 수지는 상기 탄소복합체 층 전체 중량에 대하여 10 내지 30 중량%로 포함되는 것일 수 있다.

- [0012] 상기 열가소성 수지는 폴리프로필렌(Polypropylene, PP), 폴리페닐설파이드(polyphenylenesulfide, PPS), 폴리비닐리덴 플루오라이드(Polyvinylidene fluoride, PVDF), 플루오르화 에틸렌 프로필렌(fluorinated ethylene propylene, FEP), 퍼플루오르알콕시(perfluoroalkoxy, PFA) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다.
- [0013] 상기 열가소성 수지는 상기 탄소복합체 층 전체 중량에 대하여 10 내지 30 중량%로 포함되는 것일 수 있다.
- [0014] 상기 고분자 재료는 경화제 및 경화 촉진제를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0015] 상기 금속 박판은 알루미늄, 구리, 카본 호일, 티타늄, 철, 스테인리스 (SUS), 니켈, 코발트 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다.
- [0016] 상기 금속 박판의 두께는 0.04 내지 0.3 mm인 것일 수 있다.
- [0017] 상기 금속박판 표면은 플라즈마 처리된 것일 수 있다.
- [0018] 상기 탄소 재료는 천연흑연, 인상흑연, 팽창흑연, 인조흑연, 카본블랙, 그래핀, 탄소섬유 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다.
- [0019] 상기 탄소 재료는 입자 크기가 5 내지 300 μm 인 것일 수 있다.
- [0020] 상기 연료전지 분리판은 상기 금속 박판과 상기 탄소복합체 층 사이에 접착제 층을 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0021] 상기 접착제 층은 고분자 재료, 경화제 및 경화 촉진제를 포함하는 것일 수 있다.
- [0022] 상기 연료전지 분리판은 50 내지 120 MPa의 굴곡강도, 0.8 내지 2.2 g/mL의 밀도 및 80 내지 250 S/cm의 전기 전도도를 갖는 것일 수 있다.
- [0023] 상기 연료전지 분리판은 0.1 내지 1.5 mm의 두께에서 $2 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec}$ 이하의 기체 투과도를 갖는 것일 수 있다.
- [0024] 상기 연료전지 분리판은 한 개의 분리판 활성화 면적 내에 연료가 흐르는 복수의 연료 채널이 형성되며, 상기 연료 채널에는 서로 다른 유입 매니폴드를 통해 연료가 유입되어 배출 매니폴드를 통해 배출되는 것일 수 있다.
- [0025] 상기 연료전지 분리판은 직접 메탄올 연료전지(DMFC), 고분자 전해질 연료전지(PEMFC), 및 인산형 연료전지(PAFC)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나에 적용되는 것일 수 있다.
- [0026] 본 발명은 금속 박판 위에 탄소복합체 조성물을 도포하는 단계, 그리고 상기 탄소복합체 조성물이 도포된 금속 박판을 140 내지 160 $^{\circ}\text{C}$ 로 가열된 롤러에 1 내지 30 m/s의 속도로 통과시켜 압축성형하는 단계를 포함하고, 상기 탄소복합체 조성물은 탄소 재료 및 고분자 재료를 포함하고, 상기 고분자 재료는 열경화성 수지, 열가소성 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것인 연료전지 분리판 제조방법을 제공한다.
- [0027] 상기 압축성형은 유로 형상을 구현하는 것일 수 있다.
- [0028] 상기 유로 형상은, 서로 반대방향(두께 반대방향)에 상이한 돌출부와 요입부를 가지는 구조 (채널 방향으로 돌출부와 요입부가 배열된 구조)인 것일 수 있다.
- [0029] 상기 제조방법은 금속 박판 위에 탄소복합체 조성물을 도포하는 단계 전에, 상기 금속 박판에 상기 고분자 재료를 도포하여 접착층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명에 따른 연료전지 분리판은, 두께가 얇으면서도 우수한 기계적 강도 및 기체 밀폐도를 나타낼 수 있다. 그 결과 연료전지에 적용시 전기특성을 더욱 개선시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지 분리판(100)을 개략적으로 나타낸 구조도로서, (110)은 금속 박판을 나타낸 평면구조도이고, (120)은 탄소복합체 층의 단면구조도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지 분리판(100)을 개략적으로 나타낸 구조도로서 (110)은 금속 박판을 나타낸 평면구조도이고, (120)은 탄소복합체 층, (130)은 접착제 층의 단면구조도이다.

도 3은 상기 실시예 및 비교예에서 제조된 연료전지 분리판(100)의 압축성형과정을 나타낸 단면구조도이다.

도 4는 실시예 및 비교예에서 제조한 연료전지 분리판의 유로구조(200)를 나타낸 단면구조도이다.

도 5는 일반적인 탄소복합체 분리판의 유로구조(200)를 나타낸 단면구조도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 본 발명을 더욱 상세히 설명한다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지 분리판은, 금속 박판, 및 상기 박판의 적어도 일면에 위치하는 탄소복합체 층을 포함한다.
- [0034] 상기 탄소복합체 층은 탄소 재료 및 고분자 재료를 포함하는 것이고, 상기 고분자 재료는 열경화성 수지, 열가소성 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것이다.
- [0035] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지 분리판(100)을 개략적으로 나타낸 구조도로서, (110)은 금속 박판, (120)은 탄소복합체 층, (130)은 접착제 층의 단면구조도이다. 도 1은 본 발명을 설명하기 위한 일 예일 뿐 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0036] 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 연료전지 분리판(100)은 금속 박판(110) 및 탄소복합체 층(120)을 포함한다.
- [0037] 상기 금속 박판(110)은 지지 기능과 함께 전도성을 나타내는 것으로, 구체적으로는 알루미늄, 구리, 카본 호일, 티타늄, 철, 스테인리스 (SUS), 니켈, 코발트 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다.
- [0038] 상기 금속 박판(110)은 필름 또는 시트상일 수 있다.
- [0039] 또, 상기와 같은 금속 박판(110)은 분리판의 전체 두께 및 외피재 형성 물질의 종류 등을 고려하여 충분한 지지 효과를 나타낼 수 있는 두께를 갖도록 조절되는 것이 바람직하며 구체적으로는 0.04 내지 0.3 mm 의 두께 범위에서 30 MPa 내지 70 MPa의 강도를 갖는 것이 바람직할 수 있다. 상기 금속 박판(110)의 두께가 0.04 mm 미만이면 기계적 강도 특성이 저하될 수 있고, 또 0.3 mm를 초과하면 필름 또는 시트상으로의 제조가 용이하지 않다.
- [0040] 한편, 상기와 같은 금속 박판(110)의 적어도 일면에 위치하는 탄소복합체 층(120)이 형성된다.
- [0041] 상기 탄소복합체 층(120)은 통상 연료전지의 분리판 기능을 하는 것으로, 적어도 하나의 외측면에 기체 또는 액체가 흐를 수 있도록 형성된 유로(200)를 포함한다. 또, 탄소복합체 층(120)은 수소 및 산소를 공급하기 위한 구멍으로서 복수개의 매니폴드, 또는 연료전지 운전시 내부의 온도유지를 위한 냉각수 통로(미도시)를 선택적으로 더 포함할 수도 있다. 또 상기 매니폴드가 형성될 경우, 매니폴드로부터 유입된 기체 또는 액체가 흐를 수 있도록 상기한 유로는 매니폴드 중 임의적으로 선택된 어느 두 개를 서로 연결하여 형성되는 것이 바람직하다.
- [0042] 상기 탄소복합체 층(120)은 탄소 재료 및 고분자 재료를 포함하고, 상기 고분자 재료는 열경화성 수지, 열가소성 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0043] 상기 탄소 재료는 천연흑연, 인상흑연, 팽창흑연, 인조흑연, 카본블랙, 그래핀, 탄소섬유 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것이 보강성 및 가공성 면에서 바람직하다.
- [0044] 상기 탄소 재료는 입자형, 판형, 인편상 등 그 형상이 특별히 한정되는 것은 아니지만, 5 내지 300 μm의 평균 입자 직경을 갖는 입자인 것이 바람직할 수 있다. 탄소 재료의 평균 입자 직경이 5 μm 미만이면 탄소 재료끼리의 응집 우려가 있고, 전도성 충전제의 평균 입자 크기가 300 μm를 초과하면 성형 및 기체밀폐도가 저하될 우려가 있다.
- [0045] 상기 탄소 재료는 탄소복합체 전체 중량에 대하여 50 내지 90 중량%로 포함될 수 있고, 더욱 바람직하게 70 내지 90 중량부로 포함될 수 있다. 상기 탄소 재료의 함량이 50 중량% 미만이면 탄소 재료의 사용에 따른 전도성 및 기계적 물성 개선 효과가 미미하고, 90 중량%를 초과하면 유동성이 낮아 분리판 제조를 위한 사출성형 또는 압축성형 등의 성형 공정시 매니폴드의 동시 성형이 어렵고, 성형하고자 하는 분리판의 크기가 커질수록 두께 편차가 커지고, 강도 및 기체밀폐도가 저하될 우려가 있다. 상기 탄소 재료의 사용에 따른 보강성 및 전도성,

그리고 기체밀폐도 개선 효과를 고려할 때, 상기 탄소 재료는 상기 열경화성 수지 또는 열가소성 수지에 대하여 2:8 내지 3:7로 포함되는 것이 보다 바람직할 수 있다.

- [0046] 구체적으로 상기 열경화성 수지는 페놀 수지, 에폭시 수지, 벤조옥사진계 수지, 멜라민 수지, 폴리우레탄 수지, 우레아계 수지, 알키드계 수지, 또는 폴리이미드계 수지 등일 수 있다.
- [0047] 상기한 열경화성 수지 중에서도 내화확성, 내부식성, 내구성의 물성이 우수한 페놀 수지, 에폭시 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것이 가장 바람직 하다.
- [0048] 또, 상기 열가소성 수지는 폴리프로필렌 (Polypropylene, PP), 폴리페닐설파이드 (polyphenylenesulfide, PPS), 폴리비닐리덴 플루오라이드 (Polyvinylidene fluoride, PVDF), 플루오르화 에틸렌 프로필렌 (fluorinated ethylene propylene, FEP), 퍼플루오르알콕시 (perfluoroalkoxy, PFA) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것일 수 있다.
- [0049] 상기 열경화성 수지 또는 상기 열가소성 수지는 상기 탄소복합체(120) 전체 중량에 대하여 10 내지 30 중량%로 포함되는 것일 수 있다.
- [0050] 금속 박판(110)에 열경화성 탄소복합체 조성물 또는 열가소성 탄소복합체(120) 조성물을 얇게 코팅하기 위해서는 열경화성 또는 열가소성 수지의 함량을 높여 금속 박판(110)과의 결합력을 증가시킬 수 있다. 그러나 상기 열경화성 또는 열가소성 수지의 함량이 30 중량%를 초과하면 전기전도도가 낮아지기 때문에 금속 박판(110)과 충분히 결합될 수 있는 탄소복합체 조성물을 제조하기 어렵다.
- [0051] 또한, 상기 탄소 재료의 종류에 따라 상기 열경화성 수지 또는 상기 열가소성 수지의 함량을 변화시킬 수 있다. 상기 탄소 재료가 팽창후연인 경우 열경화성 수지 또는 상기 열가소성 수지는 상기 탄소복합체(120) 전체 중량에 대하여 20 내지 30 중량%로 포함되는 것일 수 있다.
- [0052] 추가적으로, 금속 박판(110)과 탄소복합체(120) 조성물의 결합력 향상을 위해 금속 박판(110) 표면을 플라즈마 처리하여 사용하거나, 금속 박판(110)과 탄소복합체 층(120) 사이에 접착제 층(130)을 더 포함시킬 수 있다.
- [0053] 상기 접착제 층은 고분자 재료, 경화제 및 경화 촉진제를 포함하는 액상 조성물을 제조하여 금속 박판 표면 위에 얇게 도포하여 형성시킬 수 있다.
- [0054] 상기 액상 조성물의 도포 방법은 스프레이를 이용하여 분사하거나 침적하는 것일 수 있다.
- [0055] 또, 상기 탄소복합체층을 포함하는 연료전지 분리판의 물성 강화 및 제조 공정의 용이성 개선 등을 목적으로 내부이형제, 경화제, 경화촉진제, 또는 저수축제 등의 통상 분리판의 제조에 사용되는 첨가제를 더 포함할 수 있다.
- [0056] 상기 경화제로는 통상 열경화성 수지의 경화를 위해 사용되는 것이라면 특별한 제한없이 사용할 수 있으며, 구체적으로는 에폭시계 화합물, 아민계 화합물, 디아민계 화합물, 폴리아민계 화합물, 폴리이미드계 화합물 또는 페놀 수지 등을 들 수 있다. 특히, 상기 벤조옥사진계 수지를 사용하는 경우 상기 경화제로서 에폭시계 화합물이 바람직할 수 있으며, 또 상기 에폭시계 화합물 중에서도 시클로알리파틱(cycloaliphatic)계 에폭시 레진 또는 크레졸 노볼락(cresol novolac)계 에폭시 레진이 바람직할 수 있다.
- [0057] 이때 경화제의 첨가량은 상기 열경화성 수지 또는 열가소성 수지 100 중량부에 대하여 30 내지 70 중량부인 것이 바람직하다. 경화제의 함량이 30 중량부 미만이면 미반응 수지가 잔류할 우려가 있고, 70 중량부를 초과하면 경화제의 일부가 미반응할 우려가 있다.
- [0058] 또한 경화 시간의 단축을 위해 상기 경화제와 함께 경화촉진제를 더 포함할 수 있다. 상기 경화촉진제로는 구체적으로 트리페닐포스핀(triphenylphosphine: TPP) 디아미노디페닐술포네(diaminodiphenylsulfone: DDS), 제3차아민, 이미다졸계, 에폭시계, 페놀계 등의 염기성 화합물이 사용될 수 있다.
- [0059] 또, 상기 경화촉진제의 첨가량은 상기 열경화성 수지 또는 열가소성 수지 100 중량부에 대하여 0.5 내지 8 중량부인 것이 바람직할 수 있다. 경화촉진제의 함량이 0.5 중량부 미만이면 가사시간이 길어져 작업에는 용이하나 경화속도가 느리므로 성형시간이 길어져 바람직하지 않고, 8 중량부를 초과하면 가사시간이 짧아 경화속도가 빨라져 성형이 어려워지므로 바람직하지 않다.

- [0060] 또, 상기와 같이 탄소복합체 조성물이 경화제 및 경화촉진제를 더 포함하는 경우, 상기 열경화성 수지 또는 열가소성 수지, 경화제 및 경화촉진제를 먼저 혼합한 후 탄소 재료를 혼합하는 것이 바람직하며, 이때, 탄소 재료의 혼합에 앞서, 상기 수지와 경화제 및 경화촉진제의 혼합물에 대해 분쇄공정을 선택적으로 더 실시하는 것이 바람직할 수 있다. 상기 분쇄공정을 통해 상기 열경화성 수지 또는 열가소성 수지와 상기 경화제의 입자 크기를 상기 탄소 재료의 입자 크기와 동등 수준의 크기가 되도록 조절함으로써 보다 균질한 혼합이 가능하고 또한 성형 시의 빠른 경화 반응을 유도할 수 있다.
- [0061] 제조된 연료전지 분리판은 두께가 0.8 내지 1.5 mm이고, 기체 투과도가 1×10^{-6} 내지 $2 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec}$ 이고, 굴곡강도가 50 내지 120 Mpa, 밀도가 0.8 내지 2.2 g/mL, 전기전도도가 80 내지 250 S/cm인 것일 수 있다.
- [0062] 상기 연료전지 분리판은 한 개의 분리판 활성화 면적 내에 연료가 흐르는 복수의 연료 채널이 형성되며, 상기 연료 채널에는 서로 다른 유입 매니폴드를 통해 연료가 유입되어 배출 매니폴드를 통해 배출되는 것일 수 있다.
- [0063] 상세하게는, 상기 연료전지는 연료와 산화제의 전기화학적 반응을 통하여 전기를 생성시키는 스택, 연료를 상기 전기 발생부로 공급하는 연료공급부, 및 산화제를 상기 전기 발생부로 공급하는 산화제 공급부를 포함하고, 상기 스택은 서로 대향하여 위치하는 애노드 전극과 캐소드 전극, 및 상기 애노드 전극과 캐소드 전극 사이에 위치한 고분자 전해질막을 포함하는 막-전극 어셈블리; 그리고 상기 막-전극 어셈블리의 양면에 위치하는 상기 연료전지 분리판을 포함하는 단위 셀을 적어도 하나 이상 포함한다.
- [0064] 상기 연료전지의 각 구성부는 통상의 연료전지의 구성에 의하므로 그 구체적인 기재는 생략한다.
- [0065] 또, 상기 연료전지는 고분자 전해질형 연료전지(PEMFC), 직접 메탄올형 연료전지(DMFC), 고온용 고분자전해질 연료전지 또는 인산형 연료전지(PAFC)중 어느 하나일 수 있으며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0066] 다음으로, 연료전지 분리판(100) 제조방법에 대하여 설명한다.
- [0067] 금속 박판(110), 상기 금속 박판(110) 위에 상기 탄소복합체(120) 조성물을 도포하는 단계, 상기 탄소복합체가 도포된 금속 박판을 140 내지 160 °C로 가열된 롤러(140)에 1 내지 30 m/s의 속도로 통과시켜 압축성형하는 단계를 포함한다.
- [0068] 상기 탄소복합체는 탄소 재료 및 고분자 재료를 포함하고, 상기 고분자 재료는 열경화성 수지, 열가소성 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함한다.
- [0069] 상기 탄소복합체 조성물을 도포하는 단계 전에 상기 금속 박판에 접착제층을 도포하는 단계를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0070] 상기 접착제층은 상기 고분자 재료, 경화제 및 경화 촉진제를 포함하는 것일 수 있다.
- [0071] 상기 탄소복합체 조성물에 포함된 열경화성 수지 및 열가소성 수지류의 녹는 온도인 140 내지 160 °C에서 롤러(140)를 통해 금속 박판(110)과 탄소복합체(120) 조성물이 결합된 박판형 연료전지 분리판 중간체를 제조한다.
- [0072] 이 때, 탄소복합체 조성물 중 열경화성 수지류가 포함된 것은 중간체 제조 중 완전 경화되지 않는 반경화 상태로 제조하는 것이 중요하다.
- [0073] 상기 압축성형은 유로 형상을 구현하는 것일 수 있다.
- [0074] 상기 유로 형상은, 서로 반대방향(두께 반대방향)에 상이한 돌출부와 요입부를 가지는 구조 (채널 방향으로 돌출부와 요입부가 배열된 구조)인 것일 수 있다(도 4).
- [0075] 상기 유로 형상은, 서로 반대방향(두께 반대방향)에 동일한 돌출부 또는 요입부를 가지는 구조인 것일 수 있다(도 5).
- [0076] 본 발명을 통해 제조되는 연료전지 분리판은 기존 탄소복합체 조성물을 이용하여 제조하는 분리판에서 구현할 수 없는 형상을 구현할 수 있다.
- [0077] 일반적인 탄소복합체 분리판은 도 5에 나타낸 바와 같이 서로 반대방향(두께 반대방향)에 동일한 돌출부 또는 요입부를 가지는 구조로 성형되고, 일반적인 금속 분리판은 도 4와 같이 서로 반대방향(두께 반대방향)에 상이

한 돌출부와 요입부를 가지는 구조 (채널 방향으로 돌출부와 요입부가 배열된 구조)이다.

[0078] 그러나 상기 제조방법에 따른 본원발명의 분리판은 탄소복합체 분리막의 일반적인 유로 구조 이외에도 금속 분리막의 구조도 가질 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0079] 상기와 같은 제조방법에 의해 제조된 연료전지 분리판은, 두께가 얇으면서도 우수한 기계적 강도 및 기체 밀폐도를 나타낼 수 있다.

[0080] 본 발명은 또한 상기 연료전지 분리판과, 상기 분리판을 사이에 두고 서로 마주보도록 배치되는 연료극(애노드) 및 공기극(캐소드)을 포함하는 연료전지를 제공한다.

[0081] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0082] **[제조예: 연료전지 분리판의 제조]**

[0083] **<실시예 1>**

[0084] 금속 박판으로 두께 0.05mm의 스테인리스 (SUS) 박판을 준비하였다.

[0085] 에폭시 수지, 경화제, 경화 촉진제 및 팽창흑연을 혼합하여 탄소복합체 조성물을 제조하고, 상기 스테인리스 박판 위에 탄소복합체 조성물을 도포하였다.

[0086] 상기 탄소복합체가 도포된 금속 박판을 150 °C로 가열된 롤러에 30 m/s의 속도로 통과시켜 압축성형하여 연료전지 분리판을 제조하였다.

[0087] **<실시예 2~4, 비교예 1~2>**

[0088] 금속 박판의 두께와, 탄소복합체 조성물을 하기 표 1과 같이 사용한 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

표 1

[0089]

		실시예1	실시예2	실시예3	실시예4
금속 박판 두께 ¹⁾		0.05 mm	0.1 mm	1.5 mm	0.1 mm
탄소복합체	열경화성수지 ²⁾	20	20	20	10
	열가소성수지 ³⁾	-	-	-	10
	탄소 재료 ⁴⁾	70	70	70	70
	기타첨가제 ⁵⁾	10	10	10	10
분리판 두께		0.1 mm	0.15 mm	1.5 mm	0.15 mm

[0090] (단위: 탄소복합체층 100 중량부를 기준으로 한 중량비)

[0091] 1) 금속박판: 스테인리스 (SUS)

[0092] 2) 열경화성수지: 에폭시 수지, 경화제 및 경화 촉진제를 혼합한 액상 혼합물

[0093] 3) 열가소성수지: 폴리프로필렌(Polypropylene, PP)

- [0094] 4) 탄소재료: 팽창흑연
- [0095] 5) 기타첨가제: 내부이형제, 저수축제

[0096] **[실험예 1: 연료전지 분리판의 밀폐성능 측정]**

[0097] 상기 실시예 및 비교예에서 제조한 연료전지 분리판에 대해 가스밀폐도를 측정하였다.

표 2

	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4
분리판 두께(mm)	0.1	0.15	1.5	0.15
가스밀폐도(cc/min)	No Leak	No Leak	No Leak	No Leak

[0099] 열경화성 및 열가소성 수지를 포함한 탄소복합체 조성물을 이용하여 제조되는 분리판은 0.5 mm 이하의 두께에서 는 가스밀폐도가 확보되지 않는 것이 일반적이다. 또한 가스밀폐도를 확보하기 위해 탄소복합체 조성물 중 열 경화성 및 열가소성 수지의 함량을 증가시키면 가스밀폐도는 확보할 수 있으나, 연료전지에 적용할 수 있는 전 기전도도 특성을 가질 수 없다.

[0100] 그러나 상기 표 2를 참고하면, 본 발명의 실시예에 따른 연료전지 분리판의 두께가 0.1 mm로 얇아도 가스밀폐도 가 확보되는 것을 확인하였다.

[0101] 본 발명은 연료전지 분리판을 내구성, 경량화 및 고밀폐성능을 갖으면서 얇게 제조되는 박판형 연료전지 분리판 을 제조할 수 있다.

[0102] **[실험예 2: 연료전지 분리판의 내구성 측정]**

표 3

	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4
내부식특성 (산성물질 침투정도)	0	0	0	0

[0104] (단위: 0: 투과되지 않음 ~ 10: 침투되어 부식이 발생함)

[0105] 연료전지 분리판이 고내구성을 갖기 위해서는 표면에 코팅되는 탄소복합체 조성물을 통해 금속 박판까지 연료전 지 운전 조건에서 발생하는 산성 물질이 침투되지 않아야 한다.

[0106] 상기 표 3을 살펴보면, 탄소 재료로 팽창흑연을 사용한 경우는 열경화성 수지 및 열가소성 수지의 함량이 탄소 복합체 전체 중량에 대하여 20 중량%인 경우에 내구성이 뛰어난 것을 확인하였다.

[0107] 본 발명의 실시예 1 내지 4에 따른 연료전지 분리판은 탄소복합체 조성물의 열경화성 수지 및 열가소성 수지의 함량을 조절하여 내구성을 향상시킨 것을 확인할 수 있었다.

[0108] **[제조예 2: 연료전지 분리판 유로 구조]**

[0109] 도 4에 본 발명의 실시예 1에 따른 연료전지 분리판을 이용하여 성형한 유로 구조를 나타내었고, 도 5에 일반적 인 탄소복합체의 유로 구조를 나타내었다.

[0110] 도 4 및 5를 비교하면, 본 발명을 통해 제조되는 연료전지 분리판은 기존 탄소복합체 조성물을 이용하여 제조하 는 분리판에서 구현할 수 없는 형상을 구현할 수 있다는 것을 확인하였다.

[0111] 특히, 연료전지 자동차에 적용 가능한 연료전지 분리판의 형상을 구현할 수 있는 장점이 있으며, 금속 분리판의 일반적인 유로 형상을 구현할 수 있다. 추가적으로 금속이 취약한 부식특성을 금속 박판 표면에 코팅된 탄소복 합체 조성물이 금속을 보호하기 때문에 내부식성을 갖는 동시에 높은 전도도 특성을 유지할 수 있다.

[0112] [실험예 3: 연료전지 분리판의 전기전도도 측정]

[0113] 상기 실시예 및 비교예에서 제조한 연료전지 분리판에 대해 전기전도도를 측정하였다.

[0114] 4-탐침 프로브(4 point probe)에 의해 측정된 저항값들을 이용하여 평균 전기전도도를 평가하였다. 그 결과를 하기 표 4에 나타내었다.

표 4

	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4
전기전도도(s/cm)	120	120	120	110

[0116] 상기 표 4를 참고하면, 본 발명에 따른 탄소복합체 조성물 조건에서 열경화성 수지가 첨가되어 제조된 분리판은 120s/cm, 열가소성 수지가 첨가되어 제조된 분리판은 100s/cm 정도의 전기 전도도가 나오는 것을 확인 하였다.

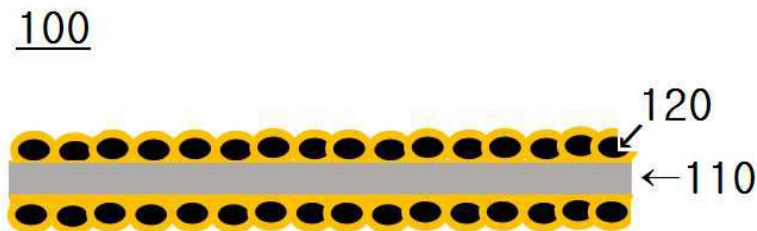
[0117] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

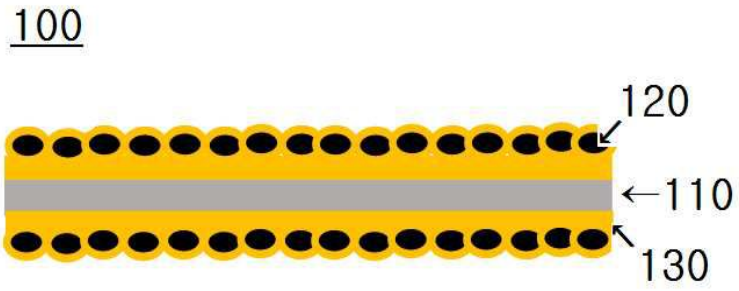
- [0118] 100: 연료전지 분리판
- 110: 금속 박판
- 120: 탄소복합체 층
- 130: 집착제 층
- 140: 롤러
- 200: 연료전지 분리판 유로

도면

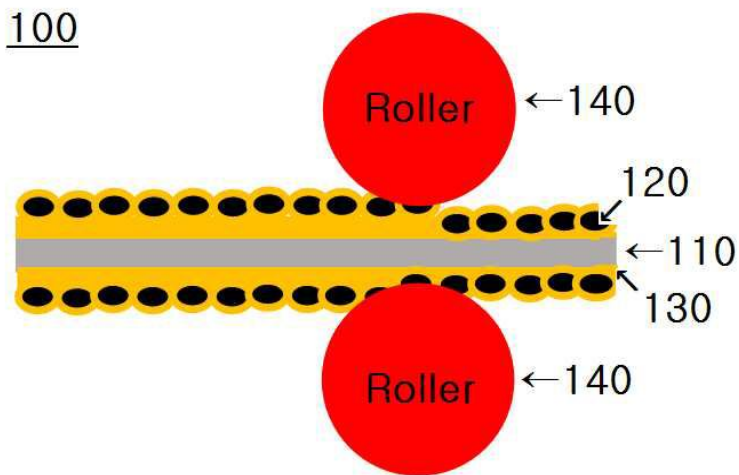
도면1



도면2



도면3



도면4



도면5

