



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0162051
(43) 공개일자 2023년11월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 8/0245 (2016.01) B03C 3/47 (2006.01)
H01M 8/0234 (2016.01) H01M 8/0239 (2016.01)
H01M 8/10 (2016.01) H01M 8/18 (2015.01)
- (52) CPC특허분류
H01M 8/0245 (2013.01)
B03C 3/47 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7036855
(22) 출원일자(국제) 2022년03월22일
심사청구일자 2023년10월26일
(85) 번역문제출일자 2023년10월26일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/057454
(87) 국제공개번호 WO 2022/207405
국제공개일자 2022년10월06일
- (30) 우선권주장
10 2021 203 265.6 2021년03월31일 독일(DE)
- (71) 출원인
에스지엘 카본 에스이
독일연방공화국 65201 비스바덴 쾰라인스트라세 8
- (72) 발명자
외팅어 오스빈
독일 86405 마이팅엔 베르너-폰-지멘스-슈트라쎄 18
슈미츠 요나스
독일 86405 마이팅엔 베르너-폰-지멘스-슈트라쎄 18
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 노대웅

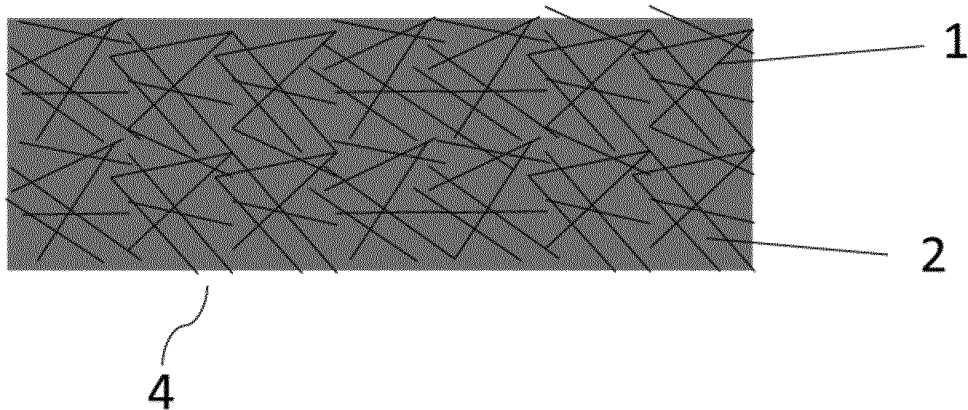
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 분리판

(57) 요약

본 발명은 분리판, 분리판의 제조 방법 그리고 분리판의 사용에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01M 8/0234 (2013.01)

H01M 8/0239 (2013.01)

H01M 8/188 (2013.01)

H01M 2008/1095 (2013.01)

Y02E 60/50 (2020.08)

(72) 발명자

슈베르트 파비안

독일 86405 마이팅엔 베르너-폰-지멘스-슈트라쎈
18

캄머마이어 예니퍼

독일 86405 마이팅엔 베르너-폰-지멘스-슈트라쎈
18

미나르 노마 칼라

독일 86405 마이팅엔 베르너-폰-지멘스-슈트라쎈
18

명세서

청구범위

청구항 1

듀로머 수지에 의해 함침된, 탄소 섬유 보강된 탄소의 단일층을 포함하는 분리판으로서, 이러한 분리판은 연속적인 전기 전도성 탄소 네트워크를 갖고, 0.5mm 미만의 두께를 가질 뿐만 아니라, 30MPa 초과의 인장 강도도 갖는, 분리판.

청구항 2

제1항에 있어서, 분리판은 $8\text{m}\Omega\text{cm}^2$ 미만의 부피 저항을 갖는, 분리판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 분리판은 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 미만의 밀도를 갖는, 분리판.

청구항 4

제1항에 있어서, 탄소 섬유 보강된 탄소는 탄소 섬유들 사이의 탄소 결합제 가교들을 갖는 탄소 섬유 텍스타일의 단일층을 포함하는, 분리판.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 듀로머 수지는 에폭시 수지, 페놀 수지, 푸란 수지 또는 벤족사진 수지의 그룹으로부터의 수지들을 포함하는, 분리판.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 듀로머 수지는 분산된 충전제들을 포함하는, 분리판.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서, 충전제들의 질량 분율은 0 내지 40중량%인, 분리판.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 분리판은 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{s}$ 미만의 투과 계수를 갖는, 분리판.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 듀로머 수지가 함침된, 탄소 섬유 보강된 탄소의 표면은 구조화부를 포함하는, 분리판.

청구항 10

제6항 또는 제7항에 있어서, 분리판의 횡단면은 충전제들의 농도 구배를 갖는, 분리판.

청구항 11

제1항에 따른 분리판의 제조 방법으로서, 하기 단계들, 즉

- a) 탄소 섬유 텍스타일을 제공하는 단계,
- b) 탄소 공여체에 의해 탄소 섬유 텍스타일을 함침하는 단계,
- c) 1300°C 초과의 온도에서, 함침된 탄소 섬유 텍스타일의 불활성 가스 분위기 하에 고온 처리를 실행하는 단계,

- d) 듀로머 수지 시스템을 제공하는 단계,
- e) 단계 c)에서 얻어진 탄소 섬유 보강된 탄소를, 단계 d)에서 제공된 듀로머 수지 시스템에 의해 함침하는 단계,
- f) 단계 e)로부터의, 수지에 의해 함침된, 탄소 섬유 보강된 탄소를 1 내지 50bar의 압력 하에 경화 및 압착하는 단계를 포함하는, 분리판의 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 단계 f) 이후에는, 양측의 연삭, 블라스팅, 화학 처리 또는 플라즈마 처리를 통한 표면의 활성화가 실행되는, 분리판의 제조 방법.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서, 듀로머 수지 시스템 내에는 0중량% 내지 40중량%의 충전제들이 분산되는, 분리판의 제조 방법.

청구항 14

제11항 또는 제12항에 있어서, 압착 단계는 구조화된 공구에 의해 실행되는, 분리판의 제조 방법.

청구항 15

레독스 흐름 배터리들 또는 연료 전지들을 위한, 또는 마찬가지로 정전식 공기 정화 장치용 전극으로서의 분리판의 사용.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 분리판, 분리판의 제조 방법 그리고 분리판의 사용에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 양성자 교환막(PEM) 연료 전지들, 인산 연료 전지들 또는 레독스 흐름 배터리들 내의 분리판들 또는 쌍극판들은 금속 기반이거나 탄소 기반이다. 금속판들은 매우 안정적이고 매우 얇게(<0.2mm) 형성될 수 있지만, 금속을 부식으로부터 보호하고, 이와 같이 전체 시스템의 수명을 연장하는 것이 필요하다. 부식 방지를 위하여, 금속판들이 귀금속들 또는 탄소/흑연으로 코팅되는 경우가 빈번하다. 이는 가격이 매우 비싸다는 단점이 있다. 탄소 기반 판들은 부식 문제가 없지만, 기계적으로 덜 안정적이고, 이에 따라 일반적으로 0.6mm를 초과하는 두꺼운 벽 두께를 갖는다. 두꺼운 벽 두께는 전체 시스템의 중량 및 구조 부피에 부정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라, 더욱 높은 제조 복잡성 및 재료 사용으로 인한 더 높은 비용에도 영향을 미친다. 또한, 분리판이 연속 재료로서 제조될 수 있다면, 최종 제품이 대량으로 설치되고, 이는 생산 비용을 절감하므로 장점이다.

[0003] 예를 들어 EP1369528B1호에 설명된 바와 같이 연료 전지들 또는 레독스 흐름 배터리들 내의 가스 확산층들을 위한 전구체들로서 탄소 섬유 종이들이 공지되어 있다. 이에 설명된 방법은 연속식 프로세스로 실행될 수 있다. 탄소 섬유 종이는 페놀 수지 슬러리에 의해 함침된 이후, 탄화 또는 흑연화된다(EP1369528B1호의 실시예 1 참조). 탄소 섬유 종이와, 슬러리 함침 및 탄화/흑연화 이후의 제1 중간 생성물도 역시 매우 높은 다공성을 가짐으로써, 이들은 매우 높은 투과성을 갖고, 낮은 기계적 안정성도 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 본 발명의 과제는, 종래 기술의 상기 단점들을 극복하는 분리판의 제공, 그리고 분리판의 제조 및 사용이다.

과제의 해결 수단

- [0005] 이러한 과제는, 듀로머 수지에 의해 함침된, 탄소 섬유 보강된 탄소의 단일층을 포함하는 분리판을 제공함으로써 해결되고, 이러한 분리판은 연속적인 전기 전도성 탄소 네트워크를 갖고, 0.5mm 미만, 바람직하게는 0.1 내지 0.3mm의 두께를 가질 뿐만 아니라, 30MPa 초과, 바람직하게는 35MPa 초과, 특히 바람직하게는 45MPa 초과인 인장 강도도 갖는다.
- [0006] 본 발명의 범주 내에서, 연속적인 전기 전도성 네트워크는, 중단되지 않는 네트워크를 의미한다.
- [0007] 분리판의 두께는 벽 두께를 의미하고, 0.5mm 미만의 두께는, 기계적으로 충분히 안정적이고, 더 낮은 중량을 갖고, 이와 관련하여 전체 연료 전지의 총 구조 내부의 더 작은 구조 부피를 요구한다는 장점이 있다. 30MPa 초과인 인장 강도에 의하여, 분리판은 기계적으로 충분히 안정적이므로, 얇은 두께로 제조 및 취급될 수 있다. 0.5mm 초과인 두께에서, 부피 저항은 전체 연료 전지가 비효율적이 될 정도로 매우 상승한다.
- [0008] 본 발명에 따라, 분리판은 $8\text{m}\Omega\text{cm}^2$ 미만, 바람직하게는 $5\text{m}\Omega\text{cm}^2$ 미만, 특히 바람직하게는 $3\text{m}\Omega\text{cm}^2$ 미만의 부피 저항을 갖는다. $8\text{m}\Omega\text{cm}^2$ 초과인 부피 저항에서, 옴 손실은 너무 높아지고, 예를 들어 연료 전지는 효율이 떨어지고, 너무 심하게 과열된다. 부피 저항의 측정은 하기에 설명되어 있다.
- [0009] 바람직하게, 분리판은 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 미만, 바람직하게는 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 미만, 특히 바람직하게는 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 미만의 밀도를 갖는다. $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 초과인 밀도에서는, 이로부터 초래되는 더 높은 중량의 분리판의 단점들이 부정적인 영향을 미친다.
- [0010] 본 발명에 따르면, 탄소 섬유 보강된 탄소는 탄소 섬유들 사이의 탄소 결합제 가교들을 갖는 탄소 섬유 텍스타일의 단일층을 포함한다. 이는, 탄소 섬유들 사이의 탄소 결합제 가교들을 통해 양호한 전도성도 갖는 동시에, 섬유 보강으로 인한 특히 얇고 인장력이 높은 분리판을 가능하게 하기 때문에, 연속적인 전기 전도성 네트워크가 생성된다.
- [0011] 바람직하게, 탄소 섬유 텍스타일은 탄소 섬유 종이, 탄소 섬유 부직포, 탄소 섬유 직물 또는 스테이플 섬유 직물의 그룹으로 이루어진다.
- [0012] 탄소 섬유 종이들의 제조 시에, 수성 탄소 단섬유 결합제 혼합물의 슬러리가 초지기 내의 스크린 상에 증착된다. 건조 단계 이후에, 솜뭉치 섬유들은 서로 결합하고, 종이 평면 내에서의 탄소 섬유들의 평면 정렬(2차원 구조)이 유도된다. 반면, 탄소 섬유 부직포들은, 단섬유들의 습식 배치 또는 건식 배치에 의해 제조되는 3차원 구조들이고, 이러한 3차원 구조는 니들 또는 워터 제트에 의한 기계적 강화를 통해 생성된다. 탄소 섬유 직물들은 텍스타일 표면 구조이고, 이러한 탄소 섬유 직물들은, 평행하게 연장되지 않고, 이에 따라 교차하는 적어도 2개의 스레드 시스템들을 포함한다. 스테이플 섬유 직물들은, 늘어나 찢어지고 꼬인 필라멘트들로 이루어진 직조 원사들이다.
- [0013] 본 발명에 따라, 듀로머 수지는 에폭시 수지, 페놀 수지, 푸란 수지 또는 벤족사진 수지의 그룹으로부터의 수지들을 포함한다.
- [0014] 듀로머 수지를 통해, 탄소 섬유 텍스타일의 기공들은 폐쇄되고, 이와 동시에 탄소 네트워크에 기반한 전도성이 유지된다. 또한, 이를 통해 조밀도 및 기계적 강도가 향상된다.
- [0015] 바람직하게, 듀로머 수지는 분산된 충전제들을 포함한다.
- [0016] 충전제들은 카본 블랙, 팽창 흑연, 천연 흑연 또는 합성 흑연, 분쇄 탄소 섬유들 또는 이들의 혼합물의 그룹으로부터 선택된다. 이러한 충전제들을 통해서는 전도성이 추가로 향상될 수 있는데, 이는 충전제들을 통하여 연속적인 전도성 탄소 네트워크가 추가로 확장되기 때문이다. 충전제 입자들의 형태에 따라, 이러한 충전제 입자들은, 예를 들어 함침될 탄소 네트워크의 개선된 습윤을 통해 기공들의 형성을 방지하거나, 혈소판 유형의 이방성 형태에서 톱니형 층을 가스 장벽으로서 형성함으로써, 분리판의 조밀도에 대한 긍정적인 영향을 미칠 수도 있다.
- [0017] 본 발명에 따라, 충전제들의 질량 분율은 0중량% 내지 40중량%, 바람직하게는 5중량% 내지 20중량%, 특히 바람직하게는 8중량% 내지 15중량%이다. 5중량% 미만에서는 충분한 전도성 증가가 유도되지 않고, 40중량% 초과에서는 높은 점도가 유도되는데, 이는 완전한 함침 시의 문제점들을 야기할 수 있다.
- [0018] 바람직하게, 분리판의 횡단면은 충전제들의 농도 구배를 갖는다. 이는, 충전제들이 입자의 크기와 형태에 따라 주로 표면에 남아있을 수 있음으로써, 농도 구배가 형성됨을 의미한다. 이는, 분리판의 외부 영역 내에는 더욱

높은 충전제 농도가 존재하고, 분리판의 내부 영역 내에는 더욱 낮은 충전제 농도가 존재함을 의미한다. 이러한 농도 구배는 충전제들의 유형과, 특히 입자 크기에 따른다. 충전제들이 주로 표면에 남아있는 것을 통하여, 분리판의 조밀도는 추가로 향상되고, 전도성은 개선되고, 그리고 접촉 저항은 감소된다.

- [0019] 바람직하게, 분리판은 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ 미만, 바람직하게는 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ 미만의 투과 계수를 갖는다. $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ 미만의 투과 계수는 기술적으로 조밀한 분리판이라고 할 수 있으며, 즉 이러한 기술적 조밀도는 다양한 가스 공간 또는 액체 공간을 위한 분리판으로서의 사용에 대한 요건들을 충족한다.
- [0020] 본 발명에 따라, 듀로머 수지가 함침된, 탄소 섬유 보강된 탄소의 표면은 구조화부를 포함한다. 이러한 구조화부는 가스/액체의 의도되고 컨트롤된 공급과, 경우에 따라 발생하는 반응 생성물들의 배출을 가능하게 한다. 또한, 이러한 구조화부는 스택 구조의 수냉을 위해 사용될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 추가의 대상은, 하기 단계들, 즉
- [0022] a) 탄소 섬유 텍스타일을 제공하는 단계,
- [0023] b) 탄소 공여체에 의해 탄소 섬유 텍스타일을 함침하는 단계,
- [0024] c) 1300°C 초과, 바람직하게는 1700°C 초과, 특히 바람직하게는 2000°C 초과의 온도에서, 함침된 탄소 섬유 텍스타일의 불활성 가스 분위기 하에 고온 처리를 실행하는 단계,
- [0025] d) 듀로머 수지 시스템을 제공하는 단계,
- [0026] e) 단계 c)에서 얻어진 탄소 섬유 보강된 탄소를, 단계 d)에서 제공된 듀로머 수지 시스템에 의해 함침하는 단계,
- [0027] f) 단계 e)로부터, 수지에 의해 함침된, 탄소 섬유 보강된 탄소를 1 내지 50bar의 압력 하에 경화 및 압착하는 단계를 포함하는, 분리판의 제조 방법이다.
- [0028] 본 발명의 범주 내에서, 단계 b)에서의 탄소 공여체는, 20중량%를 초과하는 탄소 수율을 갖는 수지를 의미하고, 이러한 수지는 추가적으로 탄소, 흑연 또는 카본 블랙으로 채워질 수 있다. 불활성 가스 분위기는 질소 분위기 또는 아르곤 분위기를 의미한다. 함침 단계 b) 및 함침 단계 e)는 일측에서 또는 양측에서 실행될 수 있다. 단계 e) 및 단계 f)에서의, 듀로머 수지 시스템에 의한 함침, 경화 및 압착을 통해서는, 탄소 보강된 탄소의 기계적 강도 및 조밀도가 향상되기 때문에, 분리판은 매우 얇게 형성될 수 있다.
- [0029] 바람직하게, 단계 f) 이후에는, 양측의 연삭, 블라스팅, 화학 처리 또는 플라즈마 처리를 통한 표면의 활성화가 실행될 수 있다. 이러한 활성화를 통해서는, 분리판 상의, 상황에 따라 존재 가능한 전기 절연층(수지층)이 제거될 수 있다.
- [0030] 바람직하게, 듀로머 수지 시스템 내에는 0중량% 내지 40중량%, 바람직하게는 5중량% 내지 20중량%, 특히 바람직하게는 8중량% 내지 15중량%의 충전제들이 분산되어 있다. 이러한 충전제들을 통해서는, 전도성 및 조밀도가 추가로 향상될 수 있거나 개선될 수 있다.
- [0031] 바람직하게, 압착 단계는 구조화된 공구에 의해 실행된다. 이러한 공구는 엠보싱 롤러, 성형 롤러 또는 판을 의미한다. 구조화된 공구에 의한 압착 단계를 통해서는 성형이 달성된다. 압착 단계는 듀로머 수지 시스템이 탄소 섬유 텍스타일의 내부로 추가로 침투하도록 하고, 충전제들은 입자의 크기에 따라 주로 표면에 남아있을 수 있음으로써, 농도 구배가 형성된다. 이는, 분리판이 횡단면으로 농도 구배를 갖고, 이러한 농도 구배는 분리판의 2개의 측면들 상에서 분리판의 외부로부터 내부를 향해 감소함을 의미한다. 이러한 농도 구배는 충전제들의 유형과, 특히 입자 크기에 따른다. 충전제들이 주로 표면에 남아있는 것을 통하여, 전도성은 개선될 수 있고, 접촉 저항은 감소될 수 있고, 분리판의 조밀도는 추가로 향상될 수 있다.
- [0032] 본 발명에 따라, 본원의 방법은 연속식 방법 또는 회분식 방법으로서 실행될 수 있다. 특히 연속식 방법이 바람직하다.
- [0033] 추가의 대상은, 레독스 흐름 배터리들 또는 연료 전지들을 위한, 또는 마찬가지로 정전식 공기 정화 장치용 전극으로서의 분리판의 사용이다.
- [0034] 하기에는 본 발명이 바람직한 실시예들에 의해 그리고 첨부 도면들을 참조하여 순전히 예시적으로 설명된다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 듀로머 수지(2)를 갖는 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층을 포함하는 분리판(4)을 도시한 도면이다.
- 도 2는 듀로머 수지(2) 및 충전제(3)들을 갖는 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층을 포함하는 분리판(4)을 도시한 도면이다.
- 도 3은 듀로머 수지(2) 및 충전제(3)들을 갖는 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층을 포함하는 분리판(4)을 도시한 도면이다.
- 도 4는 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층의 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscope: SEM)의 이미지를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 분리판의 현미경 사진을 도시한 도면이다.
- 도 6은 표면 압력의 함수로서의 부피 저항을 도시한 다이어그램 1이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 도 1은 듀로머 수지(2)에 의해 함침된, 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층을 포함하는 분리판(4)을 도시한다.
- [0037] 도 2는, 듀로머 수지(2)에 의해 함침되고 충전제(3)들을 포함하는, 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층을 포함하는 분리판(4)을 도시한다. 이러한 충전제들의 유형에 의해서, 충전제들이 탄소 섬유 보강된 다공성 탄소(1)의 내부로 매우 적게만 침투하도록 하는 농도 구배가 발생한다.
- [0038] 도 3은, 듀로머 수지(2)에 의해 함침되고 충전제(3)들을 포함하는, 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층을 포함하는 분리판(4)을 도시하고, 충전제의 다양한 입자 크기들로 인하여 더욱 작은 입자들은 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 내부로, 더욱 큰 입자들보다 더 침투한다.
- [0039] 도 4는 듀로머 수지 시스템에 의한 밀봉 이전의, 탄소 섬유 보강된 다공성 탄소(1)의 SEM 이미지를 도시한다. 탄소 섬유들 사이의 탄소 결합제 가교들을 명확하게 볼 수 있다. 섬유와 결합제 가교의 조합은 연속적인 전도성 네트워크를 생성한다.
- [0040] 도 5는 본 발명에 따른 분리판의 현미경 사진을 도시하고, 외부 영역들은 충전제 축적을 갖고, 내부에서 충전제 농도는 더 낮다.
- [0041] 다이어그램 1은 표면 압력에 따른 부피 저항을 보여준다. 이 경우, (낮은 표면 압력에서의) 초기의 높은 부피 저항은 순수 재료 저항을 나타낼 뿐만 아니라, 접촉 저항의 상당 부분을 반영하기도 한다는 것이 명확해진다. 표면 압력이 증가함에 따라, 접촉 저항은 감소하고, 측정된 부피 저항은 재료 저항 기여도를 통해 지배된다. 1 내지 1.5MPa 범위 내의 표면 압력들에서는 대략적으로 고정된 부피 저항 수준이 달성된다. 1MPa의 표면 압력 수준은 연료 전지 스택 내 실제 적용 조건들에 대략 상응한다. 다이어그램 1은 외부에 위치한 GDL(가스 확산층)의 기준 측정과 함께 실시예 1을 보여준다. 이 경우, 분리판의 추가 재료 층은 2개의 GDL 층들을 가진 샌드위치 층 구조의 전체 저항 중 작은 부분만을 갖는다는 것을 알 수 있다.
- [0042] 하기에 본 발명이 실시예들에 의해 설명되고, 이러한 실시예들은 본 발명을 제한함을 의미하지 않는다.
- [0043] 분리판의 제조는 하기에 설명된 바와 같이 실행될 수 있다.
- [0044] 측정 방법
- [0045] 부피 저항
- [0046] 부피 저항에 대한 적용에 관련 측정 값을 얻기 위하여, 2개의 기체 확산층(GDL 22BB; Sigracet®)들 사이의 연료 전지 내 배열과 유사한, 층 샌드위치 내의 경화된 결과적 분리판이 측정된다. 이 경우, 부피 저항(R_z)은 하기 공식, 즉
- $$R_z = \frac{\Delta U \cdot A}{\Delta I}$$
- [0047] 에 따라 계산된다.
- [0048] 이 경우, ΔU 는 전극들 사이의 전압, A 는 시료의 면적, 그리고 ΔI 는 전류 강도이다.

- [0050] 전극들은, 산화된 표면들을 통한 가능한 경계 저항들을 방지하기 위해 금으로 코팅되어 있다. 측정 시에는, 5psi(US 단위)로부터 1.5MPa까지의 다양한 접촉 압력들이 개시되는 동시에, 층 두께가 결정된다. GDL 22BB로 이루어진 추가 재료 층들의 영향을 결정하기 위하여, 2개의 GDL 22BB 층들만에 의한 기준 측정이 실행되었다. 이러한 직렬 회로 내의 재료 저항들이 합산되므로, 시료의 재료 저항은 층 구조 GDL 22BB/시료/GDL 22BB의 저항과 2개의 GDL 22BB 층들의 기준 측정 사이의 차이로서 결정될 수 있다.
- [0051] 투과 계수
- [0052] 투과 계수는 DIN 51935:2019-06에 따라 측정된다.
- [0053] 강도
- [0054] 강도의 결정은 DIN EN ISO 13934-1:2013-08에 의거한 인장 강도 테스트에 의해 실행되었다. 표준 준수 시험에서는 160mm의 길이 및 연속적으로 일정한 50mm의 폭을 갖는 빔들이 시험편 기하 구조로서 사용되는 반면, 그와는 달리, 여기서는 동일한 길이에서 자유 균열 길이 내에서는 마찬가지로 50mm의 폭을 갖지만, 클램핑 영역 내부의 파괴를 방지하기 위해 클램핑 영역 내에서는 80mm의 폭을 갖는 테이퍼형 시료 기하 구조가 사용된다.
- [0055] 밀도
- [0056] 기하학적 밀도는 50mm의 직경을 갖는 원형 시료의 중량 측정을 통해 결정되었다.
- [0057] 탄소 함유 보강된 탄소의 단일층의 제조는 예를 들어 EP1369528B1호에서 설명된 바와 같이 실행될 수 있다.
- [0058] 실시예 1:
- [0059] 225 μ m(5psi의 하중에서 측정)의 두께를 갖는 탄소 함유 보강된 탄소(1)의 단일층(SGL Carbon GmbH에 의해 GDL 36 AA; SIGRACET[®]라는 명칭으로 시판됨)이 필름 어플리케이션에 의하여 180 μ m의 두께의 에폭시 수지 필름(2)으로 일측에서 코팅되고, 에폭시 수지 내에는 7중량%의 전도성 카본 블랙(Imerys Graphite & Carbon사의 Super P)이 분산되어 있다. 이어서, 코팅된 단일층은 고온 프레스 내에서 32.5bar의 압축 압력 및 130℃에서 60분 동안 경화된다.
- [0060] 1MPa의 압력에서의 부피 저항은 7.8mOhm cm²이다. 투과 계수는 2.2*10⁻⁶cm²/s이다. 이와 같이 얻어진 분리판의 두께는 210 μ m(5psi의 하중에서 측정)이다. 기하학적 밀도는 1.14g/cm이다. 인장 강도는 47MPa이다.
- [0061] 실시예 2
- [0062] 225 μ m(5psi의 하중에서 측정)의 두께를 갖는 탄소 함유 보강된 탄소(1)의 단일층(SGL Carbon GmbH에 의해 GDL 36 AA; SIGRACET[®]라는 명칭으로 시판됨)이 각각 하나의 130 μ m의 두께의 에폭시 수지 필름(2)으로 양측에서 코팅되고, 에폭시 수지 내에는 9중량%의 팽창 흑연(SGL Carbon사의 Sigratherm[®] GFG5)이 분산되어 있다. 이어서, 코팅된 단일층은 고온 프레스 내에서 32.5bar의 압축 압력 및 130℃에서 60분 동안 경화된다.
- [0063] 1MPa의 표면 압력에서의 부피 저항은 7.7mOhm cm²이다. 투과 계수는 1.4*10⁻⁵cm²/s이다. 이와 같이 얻어진 분리판의 두께는 200 μ m(5psi의 하중에서 측정)이다. 기하학적 밀도는 1.18g/cm³이다. 인장 강도는 39MPa이다.
- [0064] 실시예 3
- [0065] 225 μ m(5psi의 하중에서 측정)의 두께를 갖는 탄소 함유 보강된 탄소(1)의 단일층(SGL Carbon GmbH에 의해 GDL 36 AA; SIGRACET[®]라는 명칭으로 시판됨)이 필름 어플리케이션에 의하여 180 μ m의 두께의 에폭시 수지 필름(2)으로 일측에서 코팅되고, 에폭시 수지 내에는 9중량%의 전도성 카본 블랙(Imerys Graphite & Carbon사의 Super P)이 분산되어 있다. 이어서, 코팅된 단일층은 고온 프레스 내에서 32.5bar의 압축 압력 및 130℃에서 60분 동안 경화된다.
- [0066] 1MPa의 압력에서의 부피 저항은 3.8mOhm cm²이다. 투과 계수는 5.5*10⁻⁶cm²/s이다. 이와 같이 얻어진 분리판의 두께는 202 μ m(5psi의 하중에서 측정)이고, 기하학적 밀도는 1.04g/cm³이다.
- [0067] 실시예 4
- [0068] 225 μ m(5psi의 하중에서 측정)의 두께를 갖는 탄소 함유 보강된 탄소(1)의 단일층(SGL Carbon GmbH에 의해 GDL

36 AA; Sigracet[®]라는 명칭으로 시판됨)이 180 μ m의 두께의 에폭시 수지 필름(2)으로 일측에서 코팅되고, 에폭시 수지 내에는 10중량%의 충전제가 분산되어 있다. 이러한 10중량%는 70 대 30 비율의 전도성 카본 블랙(Imerys의 Super P)과 팽창 흑연(SGL Carbon사의 Sigratherm[®] GFG5)으로 구성된다. 이어서, 코팅된 단일층은 고온 프레스 내에서 32.5bar의 압축 압력 및 130℃에서 60분 동안 경화된다.

[0069] 1MPa의 표면 압력에서의 파괴 저항은 6.2mOhm cm²이다. 투과 계수는 2.2×10^{-6} cm²/s이다. 이와 같이 얻어진 분리판의 두께는 220 μ m(5psi의 하중에서 측정)이고, 기하학적 밀도는 1.18g/cm³이다.

[0070] 실시예 5

[0071] 225 μ m(5psi의 하중에서 측정)의 두께를 갖는 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층(SGL Carbon GmbH에 의해 GDL 36 AA; Sigracet[®]라는 명칭으로 시판됨)이 180 μ m의 두께의 에폭시 수지 필름(2)으로 일측에서 코팅되고, 에폭시 수지 내에는 10중량%의 충전제가 분산되어 있다. 이러한 10중량%는 30 대 70 비율의 전도성 카본 블랙(Imerys Graphite & Carbon사의 Super P)과 팽창 흑연(SGL Carbon사의 Sigratherm[®] GFG5)으로 구성된다. 이어서, 코팅된 단일층은 고온 프레스 내에서 32.5bar의 압축 압력 및 130℃에서 60분 동안 경화된다.

[0072] 1MPa의 표면 압력에서의 파괴 저항은 8mOhm cm²이다. 투과 계수는 3.7×10^{-6} cm²/s이다. 이와 같이 얻어진 분리판의 두께는 208 μ m(5psi의 하중에서 측정)이고, 기하학적 밀도는 1.04g/cm³으로 결정되었다.

[0073] 실시예 6:

[0074] 225 μ m(5psi의 하중에서 측정)의 두께를 갖는 탄소 섬유 보강된 탄소(1)의 단일층(SGL Carbon GmbH에 의해 GDL 36 AA; Sigracet[®]라는 명칭으로 시판됨)이 필름 어플리케이션에 의하여 180 μ m의 두께의 에폭시 수지 필름(2)으로 일측에서 코팅되고, 에폭시 수지 내에는 7중량%의 전도성 카본 블랙(Imerys Graphite & Carbon사의 Super P)이 분산되어 있다. 이어서, 코팅된 단일층은 고온 프레스 내에서 10bar의 압축 압력 및 130℃에서 60분 동안 경화된다.

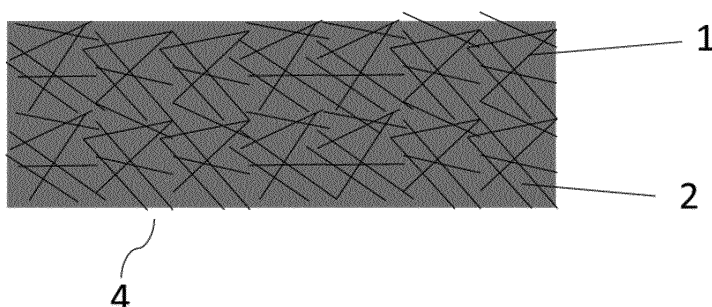
[0075] 1MPa의 압력에서의 파괴 저항은 5.4mOhm cm²이다. 투과 계수는 3.9×10^{-6} cm²/s이다. 이와 같이 얻어진 분리판의 두께는 205 μ m(5psi의 하중에서 측정)이고, 기하학적 밀도는 1.15g/cm³이다.

부호의 설명

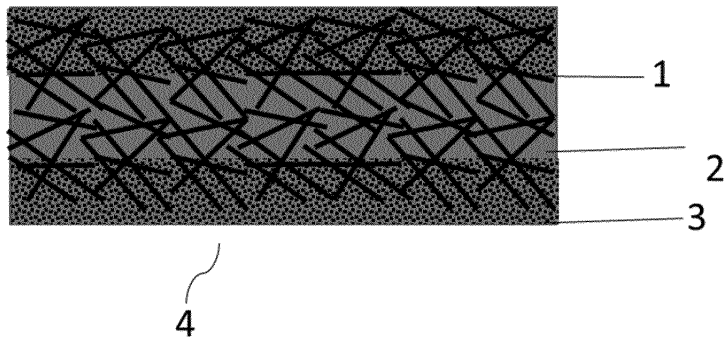
- [0076] (1) 탄소 섬유 보강된 탄소의 단일층
(2) 듀로머 수지
(3) 충전제
(4) 분리판

도면

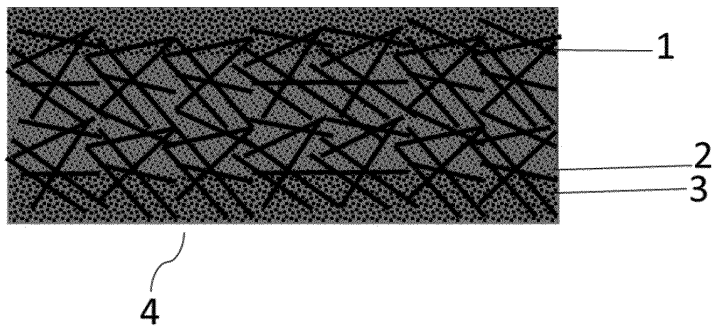
도면1



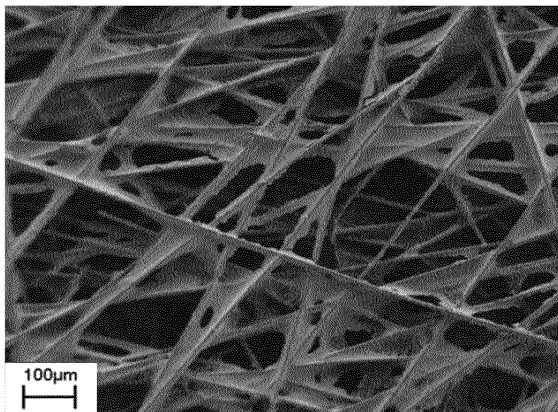
도면2



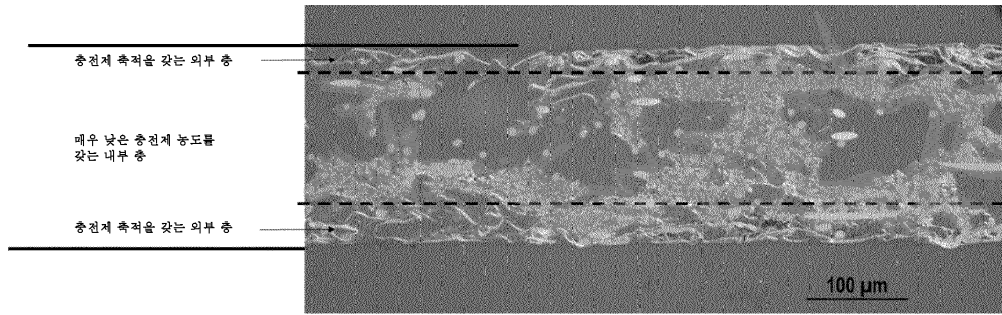
도면3



도면4



도면5



도면6

다이아그램 1

