



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월18일

(11) 등록번호 10-1640639

(24) 등록일자 2016년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

*H01M 4/86* (2006.01) *D03D 1/00* (2006.01)  
*D03D 13/00* (2006.01) *D03D 15/00* (2006.01)  
*D06C 7/04* (2006.01) *H01M 8/10* (2016.01)  
*H01M 8/12* (2016.01)

(21) 출원번호 10-2013-0084036

(22) 출원일자 2013년07월17일

심사청구일자 2015년01월07일

(65) 공개번호 10-2015-0009733

(43) 공개일자 2015년01월27일

(56) 선행기술조사문헌

JP2002280018 A  
KR1020110057079 A  
KR1020040005664 A  
KR1020060003347 A

(73) 특허권자

주식회사 엘지화학

서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)

(72) 발명자

오탁근

대전 유성구 문지로 188, LG화학기술연구원 내 (문지동)

이종진

대전 유성구 문지로 188, LG화학기술연구원 내 (문지동)

최광옥

대전 유성구 문지로 188, LG화학기술연구원 내 (문지동)

(74) 대리인

정순성

전체 청구항 수 : 총 21 항

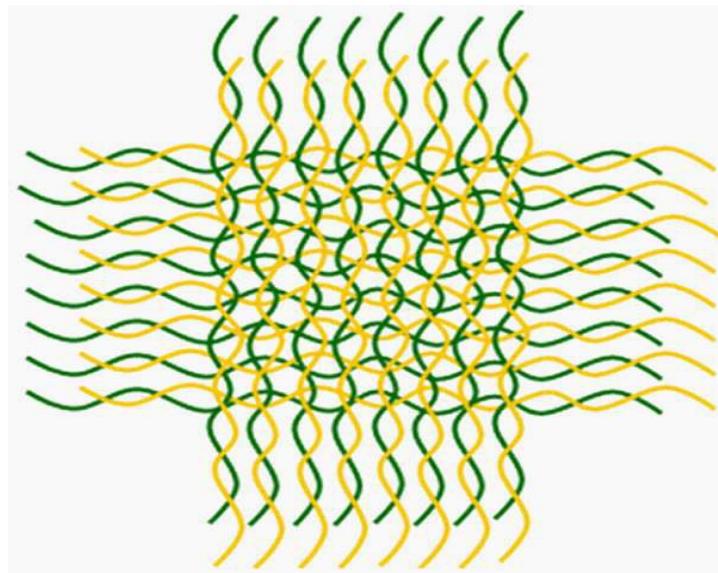
심사관 : 조호정

(54) 발명의 명칭 다공성 막, 다공성 막의 제조방법 및 다공성 막을 포함하는 연료전지

### (57) 요 약

본 명세서는 다공성 막 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 나아가, 상기 다공성 막을 포함하는 연료전지에 관한 것이다.

**대 표 도** - 도2



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 투브형 섬유 및 제2 투브형 섬유를 포함하는 직물을 포함하고,

상기 제1 투브형 섬유와 상기 제2 투브형 섬유는 서로 다른 물질을 포함하는 다공성 막.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 직물은 상기 제1 투브형 섬유를 씨실, 상기 제2 투브형 섬유를 날실로 제작하거나,

상기 제1 투브형 섬유를 날실, 상기 제2 투브형 섬유를 씨실로 제작한 것인 다공성 막.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 직물은 상기 제1 투브형 섬유와 상기 제2 투브형 섬유를 서로 꼬아서 형성된 혼합 섬유를 씨실 및 날실로 제작한 것인 다공성 막.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1 투브형 섬유 및 상기 제2 투브형 섬유의 직경은 각각 독립적으로,  $1 \mu\text{m}$  이상  $100 \mu\text{m}$  이하인 것인 다공성 막.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제1 투브형 섬유 및 상기 제2 투브형 섬유의 중공의 직경은 각각 독립적으로,  $0.1 \mu\text{m}$  이상  $10 \mu\text{m}$  이하인 것인 다공성 막.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 다공성 막의 공극률은  $10\%$  이상  $60\%$  이하인 것인 다공성 막.

#### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제1 투브형 섬유는 전자 전도(electron conduction) 물질을 포함하고, 상기 제2 투브형 섬유는 이온 전도(ionic conduction) 물질을 포함하는 것인 다공성 막.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1 투브형 섬유는 Ni, Cu, LSCF(Lanthanum strontium cobalt ferrite), BSCF(Barium strontium cobalt ferrite), LSM(Lanthanum strontium manganite) 또는 SSC(samarium strontium cobaltite), LSCM(Lanthanum strontium cobalt manganite) 및 이의 산화물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상을 포함하는 것인 다공성 막.

**청구항 9**

청구항 1에 있어서,

상기 제2 투브형 섬유는 YSZ(Yttria Stabilized Zirconia), ScSZ(Scandia Stabilized Zirconia), SDC(Samarium Doped Ceria), GDC(Gadolinium Doped Ceria), LSGM(Lanthanum Strontium Gallate Magnesite) 및 이의 산화물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상을 포함하는 다공성 막.

**청구항 10**

청구항 1 내지 9 중 어느 한 항에 따른 다공성 막을 포함하는 전극.

**청구항 11**

청구항 10에 있어서,

상기 제1 투브형 섬유와 상기 제2 투브형 섬유가 접하는 영역은 삼상 계면(triple phase boundary)인 것인 전극.

**청구항 12**

청구항 10에 있어서,

상기 전극은 애노드이고, 상기 다공성 막은 AFL(Anode Functional Layer)인 것인 전극.

**청구항 13**

청구항 10에 있어서,

상기 전극은 캐소드이고, 상기 다공성 막은 CFL(Cathode Functional Layer)인 것인 전극.

**청구항 14**

애노드; 상기 애노드에 대향하여 구비된 캐소드; 및 상기 애노드와 캐소드 사이에 구비된 전해질막을 포함하는 막-전극 접합체에 있어서,

상기 애노드 또는 상기 캐소드는 청구항 11에 따른 전극인 것인 막-전극 접합체.

**청구항 15**

2 이상의 단위셀들을 서로 연결하는 인터커넥트를 포함하는 스택;

연료를 상기 스택으로 공급하는 연료공급부; 및

공기를 상기 스택으로 공급하는 공기공급부를 포함하고,

상기 단위셀은 청구항 14에 따른 막-전극 접합체를 포함하는 것인 고체산화물 연료전지.

**청구항 16**

실에 전자 전도 물질을 코팅하여 제1 섬유를 형성하는 단계;

또 다른 실에 이온 전도 물질을 코팅하여 제2 섬유를 형성하는 단계;

상기 제1 섬유 및 상기 제2 섬유를 이용하여 직물을 형성하는 단계; 및

상기 직물을 소성하여 제1 투브형 섬유 및 제2 투브형 섬유를 포함하는 직물을 형성하는 소성 단계를 포함하는 청구항 1 내지 9 중 어느 한 항에 따른 다공성 막의 제조방법.

**청구항 17**

청구항 16에 있어서,

상기 제1 섬유를 형성하는 단계는 전자 전도 물질을 이용하여 제조된 슬러리에 상기 실을 딥 코팅하는 것인 다

공성 막의 제조방법.

### 청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 제2 섬유를 형성하는 단계는 이온 전도 물질을 이용하여 제조된 슬러리에 상기 실을 딥 코팅하는 것인 다공성 막의 제조방법.

### 청구항 19

청구항 16에 있어서,

상기 직물을 형성하는 단계는 상기 제1 섬유 및 상기 제2 섬유를 각각 씨실 및 날실로 이용하여 제조하거나,

상기 제1 섬유 및 상기 제2 섬유를 각각 날실 및 씨실로 이용하여 제조하는 것인 다공성 막의 제조방법.

### 청구항 20

청구항 16에 있어서,

상기 직물을 형성하는 단계는 상기 제1 섬유와 상기 제2 섬유를 서로 엮어 제조한 혼합 섬유를 씨실 및 날실로 이용하여 제조하는 것인 다공성 막의 제조방법.

### 청구항 21

청구항 16에 있어서,

상기 소성 단계의 소성 온도는 1000 °C 이상 1600 °C 이하인 것인 다공성 막의 제조방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 명세서는 직물을 포함하는 다공성 막 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 나아가, 상기 다공성 막을 포함하는 연료전지에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기준 에너지 자원의 고갈이 예측되면서 이들을 대체할 수 있는 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 대체에너지의 하나로서 연료전지는 고효율이고,  $\text{NO}_x$  및  $\text{SO}_x$  등의 공해 물질을 배출하지 않으며, 사용되는 연료가 풍부하다는 등의 장점으로 인해 특히 주목 받고 있다.

[0003] 연료전지는 연료와 산화제의 화학 반응 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 발전 시스템으로서, 연료로는 수소와 메탄올, 부탄 등과 같은 탄화수소가, 산화제로는 산소가 대표적으로 사용된다.

[0004] 연료전지에는 고분자 전해질형 연료전지(PEMFC), 직접메탄올형 연료전지(DMFC), 인산형 연료전지(PAFC), 알칼리형 연료전지(AFC), 용융탄산염형 연료전지(MCFC), 고체산화물형 연료전지(SOFC) 등이 있다.

[0005] 연료전지의 공기극(캐소드)에서 일어나는 반응( $1/2 \text{O}_2 + 2e \rightarrow \text{O}^{2-}$ )은 공기극, 전해질 및 산소가 만나는 삼상 계면에서 주로 일어나고, 이 삼상 계면은 전해질과 공기극의 접촉 형태에 의해 큰 영향을 받는다. 따라서, 산소가 잘 확산되면서 전해질과 공기극의 접촉 면적을 증가시키는 구조의 공기극-전해질 계면을 형성시키면, 공기극-전해질의 계면 저항이 감소될 뿐만 아니라, 반응이 일어나는 삼상 계면의 면적 증가로 전극 분극 저항 역시 감소되어 전체적으로 공기극의 성능이 향상된다.

[0006] 이러한 전극의 미세구조를 조절함으로써 전극 성능을 증가시키는 방법으로는, 미세한 전극 분말을 잘 분산시킴으로써 전극/전해질 계면에 충진 밀도를 최대화하는 2차원적인 방법(M. Suzuki, H. Sasaki, S. Otoshi, A. Kajimura, N. Sugiura, and M. Ippommatsu, "High Performance Solid Oxide Fuel Cell Cathode Fabricated by Electrochemical Vapor Deposition," J. Electrochem. Soc., 141(7), pp. 1928~1931(1994)), 그리고 전극반응이 삼상 계면 뿐만 아니라, 전해질로부터 떨어진 전극 쪽에서도 일어나도록 하는 3차원적인 방법을 들 수 있다

(T. Kenjo and M. Nishiya, "LaMnO<sub>3</sub> Air Cathodes Containing ZrO<sub>2</sub> Electrolyte for High Temperature Solid Oxide Fuel Cells," Solid State Ionics, 57, pp. 295~302(1992)).

[0007] 이러한 3차원적인 방법은 전극 성능 향상에 바람직하긴 하지만, 혼합 전도체 또는 이온 및 전자 전도 경로(path)를 동시에 갖는 복합체에서만 가능하다. 또한, 상기와 같은 방법에 의하는 경우, 전극 분말 및 전해질 분말을 고르게 분포되도록 조절하기 곤란한 문제가 있다. 나아가, 소결시 같은 물질끼리 서로 응집하여 삼상 계면의 형성을 방해하는 문제가 존재한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명자들은 상기의 문제점을 해결하기 위하여, 삼상 계면이 일정하게 형성될 수 있는 다공성막을 제공하고자 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0009] 본 명세서는 제1 투브형 섬유 및 제2 투브형 섬유를 포함하는 직물을 포함하고, 상기 제1 투브형 섬유와 상기 제2 투브형 섬유는 서로 다른 물질을 포함하는 다공성 막을 제공한다.

[0010] 또한, 본 명세서는 상기 다공성 막을 포함하는 전극을 제공한다.

[0011] 또한, 본 명세서는 애노드; 상기 애노드에 대향하여 구비된 캐소드; 및 상기 애노드와 캐소드 사이에 구비된 전해질막을 포함하는 막-전극 접합체에 있어서, 상기 애노드 또는 상기 캐소드는 상기 전극인 것인 막-전극 접합체를 제공한다.

[0012] 또한, 본 명세서는 2 이상의 단위셀들을 서로 연결하는 인터커넥트를 포함하는 스택; 연료를 상기 스택으로 공급하는 연료공급부; 및 공기를 상기 스택으로 공급하는 공기공급부를 포함하고, 상기 단위셀은 상기 막-전극 접합체를 포함하는 것인 고체산화물 연료전지를 제공한다.

[0013] 또한, 본 명세서는 실에 전자 전도 물질을 코팅하여 제1 섬유를 형성하는 단계; 또 다른 실에 이온 전도 물질을 코팅하여 제2 섬유를 형성하는 단계; 상기 제1 섬유 및 상기 제2 섬유를 이용하여 직물을 형성하는 단계; 및 상기 직물을 소성하여 제1 투브형 섬유 및 제2 투브형 섬유를 포함하는 직물을 형성하는 소성 단계를 포함하는 청구항 1 내지 10 중 어느 한 항에 따른 다공성 막의 제조방법을 제공한다.

### 발명의 효과

[0014] 본 명세서의 상기 다공성 막은 균일하고 일정한 간격으로 삼상 계면(triple phase boundary)이 존재하도록 할 수 있다.

[0015] 또한, 본 명세서의 상기 다공성 막은 삼상 계면의 면적을 손쉽게 조절할 수 있다.

[0016] 또한, 본 명세서의 상기 다공성 막은 연료 또는 산소가 통과하는 공극을 손쉽게 조절할 수 있다.

[0017] 또한, 본 명세서의 상기 다공성 막을 포함하는 연료전지는 안정적인 성능을 유지할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 제1 투브형 섬유 및 제2 투브형 섬유를 서로 꼬아서 형성된 혼합 섬유의 일 예를 도시한 것이다.

도 2는 본 명세서의 일 구현예에 따른 직물을 도시한 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 명세서에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

[0020] 본 명세서는 제1 투브형 섬유 및 제2 투브형 섬유를 포함하는 직물을 포함하고, 상기 제1 투브형 섬유와 상기 제2 투브형 섬유는 서로 다른 물질을 포함하는 다공성 막을 제공한다.

[0021] 본 명세서의 "섬유"는 길고 가는 선상(線狀)의 물체이다. 또는, 상기 섬유는 두께 방향의 거리보다 길이방향의 거리가 더 긴 선상의 물체일 수 있다.

[0022] 본 명세서의 "직물"은 날실과 씨실이 서로 아래 위로 교차하여 짜여져 어떤 넓이의 평면체가 된 천을 의미할 수 있다. 상기 직물의 짜여지는 방법에 따라 평직, 능직, 수직직이 있다.

[0023] 상기 평직은 날실과 씨실이 짜여지는 방법 중 가장 간단하고 촘촘하며 날실과 씨실이 한 올씩 교차한다. 구체적으로, 프레스코 오간디, 태프타, 머슬린 등이 있다.

[0024] 상기 능직은 날실과 씨실을 각각 두 올 이상씩 건너뛰어 사선이 나타나게 하는 직물이다. 구체적으로, 데님, 드릴, 개버딘, 트윌, 트리코틴, 서지 등이 있다.

[0025] 상기 수직직은 날실이 네 올 또는 그 이상의 씨실 위에 일정 간격으로 배치되며 매끄럽고 균일하며 광택이 있다. 구체적으로, 새틴, 다마스크, 애틀라스 등이 있다.

[0026] 본 명세서의 "튜브형 섬유"는 중공을 포함하는 직물을 의미한다. 구체적으로, 상기 튜브형 섬유는 내부에 비어 있는 공간이 연속적으로 이루어진 섬유를 의미할 수 있다.

[0027] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 제1 튜브형 섬유는 전자 전도(electron conduction) 물질을 포함할 수 있다. 구체적으로, 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 전자 전도 물질은 Ni, Cu, LSCF(Lanthanum strontium cobalt ferrite), BSCF(Barium strontium cobalt ferrite), LSM(Lanthanum strontium manganite) 또는 SSC(samarium strontium cobaltite), LSCM(Lanthanum strontium cobalt manganite) 및 이의 산화물로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0028] 또한, 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 제2 튜브형 섬유는 이온 전도(ionic conduction) 물질을 포함할 수 있다. 구체적으로, 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 이온 전도 물질은 YSZ(Yttria Stabilized Zirconia), ScSZ(Scandia Stabilized Zirconia), SDC(Samarium Doped Ceria), GDC(Gadolinium Doped Ceria), 및 LSGM(Lanthanum Strontium Gallate Magnesite)로 이루어진 군에서 선택되는 1 종 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0029] 상기 YSZ는 이트리아(yttria) 안정화 산화 지르코늄으로서,  $(Y_2O_3)_x(ZrO_2)_{1-x}$ 로 표현될 수 있고, x는 0.05 내지 0.15일 수 있다.

[0030] 상기 ScSZ는 스칸디나비아 안정화 산화 지르코늄으로서,  $(Sc_2O_3)_x(ZrO_2)_{1-x}$ 로 표현될 수 있고, x는 0.05 내지 0.15일 수 있다.

[0031] 상기 SDC는 사마륨 도프 세리아로서,  $(Sm_2O_3)_x(CeO_2)_{1-x}$ 로 표현될 수 있고, x는 0.02 내지 0.4일 수 있다.

[0032] 상기 GDC는 가도리움 도프 세리아로서,  $(Gd_2O_3)_x(CeO_2)_{1-x}$ 로 표현될 수 있고, x는 0.02 내지 0.4일 수 있다.

[0033] 구체적으로, 상기 제1 튜브형 섬유와 상기 제2 튜브형 섬유가 접하는 영역은 삼상 계면(triple phase boundary)이 될 수 있다. 즉, 전자 전도 물질과 이온 전도 물질이 서로 독립적으로 존재하면서, 전기화학반응 영역으로서 전극, 전해질, 기체가 만나는 삼상 계면이 형성될 수 있다.

[0034] 보다 구체적으로, 상기 제1 튜브형 섬유는 전자 이동 영역이 될 수 있고, 상기 제2 튜브형 섬유는 이온 이동 영역이 될 수 있다. 나아가, 상기 직물의 공극은 기체의 이동 영역이 될 수 있으며, 상기 제1 및 제2 튜브형 섬유의 중공도 기체의 이동 영역이 될 수 있다.

[0035] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 직물은 상기 제1 튜브형 섬유를 씨실, 상기 제2 튜브형 섬유를 날실로 제작할 수 있다.

[0036] 또는, 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 직물은 상기 제1 튜브형 섬유를 날실, 상기 제2 튜브형 섬유를 씨실로 제작할 수 있다.

[0037] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 제1 튜브형 섬유와 상기 제2 튜브형 섬유를 씨실 및 날실로 이용하여 직물을 형성하는 경우, 직물을 짜는 방법 및 직물을 헐겁게 짜는 정도에 의하여 직물의 공극률을 조절할 수 있으며, 삼상 계면의 면적을 조절할 수 있다.

[0038] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 직물은 상기 제1 튜브형 섬유와 상기 제2 튜브형 섬유를 서로 꼬아서 형성된 혼합 섬유를 씨실 및 날실로 제작할 수 있다.

[0039] 도 1은 본 명세서의 일 구현예에 따른 상기 혼합 섬유의 일 예를 도시한 것이다. 나아가, 도 2는 상기 혼합 섬

유를 이용하여 직물을 제작한 일 예를 도시한 것이다. 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 혼합 섬유를 꼬는 정도에 따라, 삼상 계면의 면적을 조절할 수 있다. 나아가, 상기 혼합 섬유를 씨실 및 날실로 이용하여 직물을 형성하는 경우, 직물을 짜는 방법 및 직물을 헐겁게 짜는 정도에 의하여 직물의 공극률을 조절할 수 있으며, 삼상 계면의 면적을 조절할 수 있다.

[0040] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 제1 투브형 섬유 및 상기 제2 투브형 섬유의 직경은 각각 독립적으로,  $1 \mu\text{m}$  이상  $100 \mu\text{m}$  이하일 수 있다.

[0041] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 제1 투브형 섬유 및 상기 제2 투브형 섬유의 중공의 직경은 각각 독립적으로,  $0.1 \mu\text{m}$  이상  $10 \mu\text{m}$  이하일 수 있다. 구체적으로, 상기 중공의 직경은 상기 제1 또는 제2 투브형 섬유의 직경의 1 % 이상 10 % 이하일 수 있다.

[0042] 본 명세서의 "직경"이란, 길이 방향의 수직 단면 길이를 의미한다. 구체적으로, 상기 수직 단면의 한 점으로부터 다른 점까지의 최장 거리를 의미할 수 있다.

[0043] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 다공성 막의 공극률은 10 % 이상 60 % 이하일 수 있다.

[0044] 상기 다공성 막의 공극률은 섬유 내의 중공의 공극을 제외한 다공성 막의 공극의 비율을 의미할 수 있다. 또는, 상기 다공성 막의 공극률은 상기 직물의 공극의 비율을 의미할 수도 있다.

[0045] 본 명세서는 상기 다공성 막을 포함하는 전극을 제공한다.

[0046] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 전극에서, 상기 다공성 막의 상기 제1 투브형 섬유와 상기 제2 투브형 섬유가 접하는 영역은 삼상 계면(triple phase boundary)일 수 있다.

[0047] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 전극은 애노드(연료극)일 수 있다.

[0048] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 애노드는 ASL(Anode Support layer) 및 ASL(Anode Functional Layer)을 포함할 수 있다.

[0049] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 전극은 애노드이고, 상기 다공성 막은 AFL일 수 있다. 구체적으로, 상기 다공성 막은 ASL 및 전해질막 사이에 구비될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 다공성 막은 전해질막과 접하여, 전기화학적반응이 일어나는 영역이 될 수 있다.

[0050] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 전극은 캐소드(공기극)일 수 있다.

[0051] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 캐소드는 CSL(Cathode Support layer) 및 CFL(Cathode Functional Layer)를 포함할 수 있다.

[0052] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 전극은 캐소드이고, 상기 다공성 막은 CFL(cathode functional layer)일 수 있다.

[0053] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 ASL은 애노드의 지지층의 역할을 하며, 이를 위하여 AFL에 비하여 상대적으로 더 두껍게 형성될 수 있다. 또한, 상기 ASL은 연료를 AFL에까지 원활하게 도달하도록 하고. 전기 전도도가 우수하게 형성될 수 있다. 본 명세서는 애노드; 상기 애노드에 대향하여 구비된 캐소드; 및 상기 애노드와 캐소드 사이에 구비된 전해질막을 포함하는 막-전극 접합체에 있어서, 상기 애노드 또는 상기 캐소드는 상기 전극인 것인 막-전극 접합체를 제공한다.

[0054] 또한, 본 명세서는 2 이상의 단위셀들을 서로 연결하는 인터커넥트를 포함하는 스택; 연료를 상기 스택으로 공급하는 연료공급부; 및 공기를 상기 스택으로 공급하는 공기공급부를 포함하고, 상기 단위셀은 상기 막-전극 접합체를 포함하는 것인 고체산화물 연료전지를 제공한다.

[0056] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 고체산화물 연료전지는 전해질로서 이온 전도성을 가지는 고체산화물을 사용한다. 상기 고체산화물 연료전지는 효율이 높고, 내구성이 높으며, 다양한 종류의 연료를 사용할 수 있으며, 제조 비용이 저렴하다.

[0057] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 인터커넥트는 각각의 단위셀로 연료가 이동할 수 있는 연료 유로 및 각

각의 단위셀로 공기가 이동할 수 있는 공기 유로를 포함할 수 있다.

[0058] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 스택은 2 이상의 단위셀의 스택(stack)일 수 있다. 또한, 상기 인터커넥트는 각각의 단위셀을 연결하는 연료 유로 및 공기 유로를 포함할 수 있다.

[0059] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 스택은 각각의 단위셀이 직렬로 적층되고, 상기 단위셀들 사이에 이들을 전기적으로 연결하는 분리판(seperator)이 더 구비될 수 있다.

[0060] 본 명세서는 실에 전자 전도 물질을 코팅하여 제1 섬유를 형성하는 단계; 또 다른 실에 이온 전도 물질을 코팅하여 제2 섬유를 형성하는 단계; 상기 제1 섬유 및 상기 제2 섬유를 이용하여 직물을 형성하는 단계; 및 상기 직물을 소성하여 제1 튜브형 섬유 및 제2 튜브형 섬유를 포함하는 직물을 형성하는 소성 단계를 포함하는 청구항 1 내지 10 중 어느 한 항에 따른 다공성 막의 제조방법을 제공한다.

[0061] 본 명세서의 상기 실은 일반적으로 사용되는 실이면 제한 없이 사용될 수 있다. 구체적으로, 본 명세서의 상기 실은 소성과정에 의하여 제거될 수 있는 것이면 제한없이 사용될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 실은 무명실, 명주실, 나이론실 등이 될 수 있다.

[0062] 본 명세서의 상기 제조방법에 있어서, 상기 전자 전도 물질 및 상기 이온 전도 물질은 전술한 전자 전도 물질 및 이온 전도 물질과 동일할 수 있다.

[0063] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 소성 단계에 의하여 제1 섬유 및 제2 섬유 내의 실이 소멸하여 내부에 중공을 포함하는 제1 튜브형 섬유 및 제2 튜브형 섬유가 형성된다.

[0064] 본 명세서의 상기 제조방법에 의하면, 간편한 방법으로 삼상 계면의 면적을 조절할 수 있다.

[0065] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 제1 섬유를 형성하는 단계는 전자 전도 물질을 이용하여 제조된 슬러리에 상기 실을 딥 코팅하는 것일 수 있다.

[0066] 또한, 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 제2 섬유를 형성하는 단계는 이온 전도 물질을 이용하여 제조된 슬러리에 상기 실을 딥 코팅하는 것일 수 있다.

[0067] 본 명세서의 상기 딥 코팅은 당업계에서 일반적으로 수행하는 딥 코팅법이면 제한없이 적용할 수 있다.

[0068] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 직물을 형성하는 단계는 상기 제1 섬유 및 상기 제2 섬유를 각각 씨실 및 날실로 이용하여 제조하는 것일 수 있다.

[0069] 또는, 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 제1 섬유 및 상기 제2 섬유를 각각 날실 및 씨실로 이용하여 제조하는 것일 수 있다.

[0070] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 직물을 형성하는 단계는 상기 제1 섬유와 상기 제2 섬유를 서로 엮어 제조한 혼합 섬유를 씨실 및 날실로 이용하여 제조하는 것일 수 있다.

[0071] 본 명세서의 일 구현예에 따르면, 상기 소성 단계의 소성 온도는 1000 °C 이상 1600 °C 이하인 것일 수 있다.

## 도면

### 도면1



도면2

