



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0134579  
(43) 공개일자 2010년12월23일

(51) Int. Cl.

H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)  
C08J 7/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7019762

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년03월04일  
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년09월03일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2009/050217

(87) 국제공개번호 WO 2009/109780  
국제공개일자 2009년09월11일

(30) 우선권주장  
0804185.7 2008년03월07일 영국(GB)

(71) 출원인

존슨 맛췌이 퍼블릭 리미티드 컴파니  
영국 런던 이 씨 1 엔 8이이 해튼 가든 40-42

(72) 발명자

반웰, 데이비드 에드워드  
영국 윌트셔 에스엔6 7피제이 하이워스 1 에스피  
에이 클로즈

호지킨슨, 아담 존

영국 윌트셔 에스엔5 5유와이 스윈든 나인 엘름  
43 래드코트 클로즈

랄프, 토마스 로버트슨

영국 윌트셔 에스엔15 5 에이엑스 치펜햄 브링크  
워스 스쿨 힐 업사이드

(74) 대리인

양영준, 위혜숙

전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 이온 전도성 막 구조물

(57) 요약

본 발명에는 (i) 제1 면 및 제2 면을 가지는 이온 전도성 막, (ii) 제1 과산화수소 분해 촉매, 및 (iii) 제1 라디칼 스캐빈저를 포함하며, 이때 0.01 내지 15  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 양의 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 있거나 또는 0.001 내지 5 중량%의 양의 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 이온 전도성 막 구조물이 개시되어 있다.

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

(i) 제1 면 및 제2 면을 가지는 이온 전도성 막, (ii) 제1 과산화수소 분해 촉매, 및 (iii) 제1 라디칼 스캐빈저를 포함하며, 이때  $0.01$  내지  $15 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 양의 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 있거나 또는  $0.001$  내지  $5$  중량%의 양의 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 분리된 층으로서 존재하는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 층 내의 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막에 근접해 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 6

제4항에 있어서, 상기 제1 층 내의 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막에 근접해 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 7

제3항에 있어서, 상기 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 혼합되어 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 8

제2항에 있어서, 상기 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 제2 면 상의 제2 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 9

제2항에 있어서, 상기 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

### 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 내 분리된 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 14

제12항에 있어서, 상기 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 내에 혼합되어 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 이온 전도성 막 구조물이 1 이상의 제2 과산화수소 분해 촉매를 추가로 포함하는 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 1 이상의 제2 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막 상의 제1 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 17

제15항에 있어서, 상기 1 이상의 제2 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막 상의 제2 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 18

제15항에 있어서, 상기 1 이상의 제2 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 이온 전도성 막 구조물이 1 이상의 제2 라디칼 스캐빈저를 추가로 포함하는 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 20

제19항에 있어서, 상기 1 이상의 제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 상의 제1 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 21

제19항에 있어서, 상기 1 이상의 제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 상의 제2 층 내에 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 22

제19항에 있어서, 상기 1 이상의 제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 것인 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 23

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 따른 이온 전도성 막 구조물 및 이온 전도성 막 구조물의 적어도 일 측 상에 침착된 전극촉매 층을 포함하는 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물.

#### 청구항 24

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 따른 이온 전도성 막 구조물을 포함하는 막 전극 어셈블리.

## 청구항 25

제23항에 따른 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물을 포함하는 막 전극 어셈블리.

## 청구항 26

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 따른 이온 전도성 막 구조물을 포함하는 연료 전지.

## 청구항 27

제23항에 따른 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물을 포함하는 연료 전지.

## 청구항 28

제24항 또는 제25항에 따른 막 전극 어셈블리를 포함하는 연료 전지.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 전기화학 장치, 예를 들면 연료 전지에 사용하기 적합한 신규한 이온 전도성 막 구조물에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 연료 전지는 전해질에 의해서 분리된 2개의 전극을 포함하는 전기화학 전지이다. 수소 또는 알코올, 예를 들면 메탄올 또는 에탄올과 같은 연료는 애노드로 공급되고, 산소 또는 공기와 같은 산화제는 캐소드로 공급된다. 전기화학 반응이 전극에서 일어나고, 연료 및 산화제의 화학 에너지는 전기 에너지 및 열로 전환된다. 애노드에서 연료의 전기화학적 산화 및 캐소드에서 산소의 전기화학적 환원을 촉진시키기 위하여 전극촉매가 사용된다.

[0003] 양성자 교환 막 (PEM) 연료 전지에서, 전해질은 고체 중합체 막이다. 막은 전기 절연성이지만 이온 전도성이다. 막은 전형적으로 양성자 전도성이고, 애노드에서 생성된 양성자는 막을 통과해 캐소드로 전달되어, 여기서 산소와 결합하여 물을 생성한다.

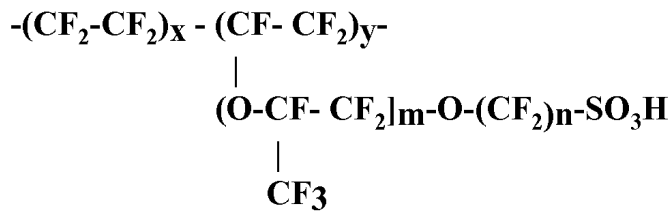
[0004] PEM 연료 전지의 주 구성요소는 막 전극 어셈블리(assembly) (MEA)로 공지되어 있고, 5개의 층으로 필수적으로 구성된다. 중심층은 중합체 이온 전도성 막이다. 이온 전도성 막의 양 측에, 특정 전해 반응을 위해 고안된 전극촉매를 포함하는 전극촉매 층이 있다. 마지막으로, 각 전극촉매 층에 근접한 기체 확산 층이 있다. 기체 확산 층은 반응물이 전극촉매 층에 이를 수 있도록 해주어야 하며, 전기화학 반응에 의해 생성된 전류를 전도해야 한다. 따라서, 기체 확산 층은 다공성이고 전기 전도성이어야 한다.

[0005] MEA는 몇몇 방법에 의해 구성될 수 있다. 전극촉매 층이 기체 확산 층에 적용되어 기체 확산 전극을 형성할 수 있다. 2개의 기체 확산 전극이 이온 전도성 막의 양 측에 위치할 수 있고, 함께 적층되어 5-층 MEA를 형성할 수 있다. 다르게는, 전극촉매 층이 이온 전도성 막의 양 면에 적용되어 촉매 코팅된 이온 전도성 막을 형성할 수 있다. 이어서, 기체 확산 층이 촉매 코팅된 이온 전도성 막의 양 면에 적용된다. 마지막으로, MEA는 일 측에 전극촉매 층이 코팅된 이온 전도성 막, 전극촉매 층에 근접한 기체 확산 층, 및 이온 전도성 막의 다른 측상의 기체 확산 전극으로 형성될 수 있다.

[0006] 일반적으로, 대부분의 적용에 충분한 전력을 공급하기 위해 수십 또는 수백개의 MEA가 필요하고, 따라서 복수개의 MEA가 조립되어 연료 전지 스택(fuel cell stack)을 구성한다. 필드 플로우(field flow) 판이 MEA를 분리하는데 사용된다. 판은 반응물을 MEA에 공급하고, 생성물을 제거하고, 전기적 연결을 제공하고, 물리적 지지체를 제공하는 몇몇의 기능을 수행한다.

[0007] PEM 연료 전지에서 사용되는 통상적인 이온 전도성 막은 상표명 나피온(Nafion)<sup>®</sup> (E.I. DuPont de Nemours and Co.), 아시플렉스(Aciple)<sup>®</sup> (Asahi Kasei) 및 플레미온(Flemion)<sup>®</sup> (Asahi Glass KK)으로 판매되는 퍼플루오르화 술폰산 (PFSA) 이오노머 및 막으로부터 형성된다. 이러한 PFSA계 이온 전도성 막은 에테르 결합을 통해 중합체의 백본에 연결된 측쇄를 가지는 중합체로부터 적절히 형성된다. PFSA 이오노머의 전형적인 구조가 다음

에 나타나 있다.



[0008]

[0009]

PFSA 이온노머의 전형적인 구조

[0010]

PFSA 이온 전도성 막의 대체물로서, 폴리에테르 술폰 (예를 들면, 폴리아릴렌 술폰 (PSU, Udel®), 폴리아릴렌 에테르 술폰 (PES, Victrex®) 및 폴리에테르 케톤 (예를 들면, 폴리아릴렌 에테르 에테르 케톤 (PEEK, Victrex®), 폴리아릴렌 에테르 에테르 케톤 케톤 (PEEKK, Hostatec®), 폴리아릴렌 에테르 케톤 에테르 케톤 케톤 (PEKEKK, Ultrapec®) 및 폴리아릴렌 에테르 케톤 (PEK, Victrex®))을 비롯한, 폴리아릴렌과 같은 술폰화 또는 포스폰산화 탄화수소 중합체계 이온 전도성 막을 사용하는 것이 가능하다. 폴리벤즈아졸 중합체는, 예를 들면 아릴 또는 알킬 치환된 폴리벤즈이미다졸 (예를 들면, 폴리벤즈이미다졸-N-벤질술포네이트), 폴리벤즈옥사졸 및 폴리벤조티아졸이 사용될 수 있다.

[0011]

PFSA 또는 탄화수소계 이온 전도성 막은 내인열성 증가 및 수화 및 탈수에 대한 치수 변화 감소와 같은 향상된 기계적 속성을 제공하기 위한 강화재를 함유할 수 있다. 바람직한 강화재는, 비배타적으로, 플루오로중합체, 예를 들면 US 6,254,978, EP 0814897 및 US 6,110,330에 기재된 폴리테트라플루오로에틸렌 또는 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF), 또는 PEEK 또는 폴리에틸렌과 같은 대체 물질의 섬유 또는 다공성 웹을 기본으로 할 수 있다.

[0012]

PEM 연료 전지의 광범위한 채택을 위해, 요구되는 성능 및 내구성 둘 다 제공하는 것이 필요하다. 특히 자동차에 적용을 위해, 성능 수준을 증가시키기 위한 구동장치(drive)로 두께 30 μm 이하의 얇은 PFSA 이온 전도성 막을 사용하게 되었다. 얇은 이온 전도성 막의 사용은 고전류 밀도 MEA 성능을 증가시킨다. 얇은 이온 전도성 막이 증가된 성능을 가져오기는 하지만, 얇은 이온 전도성 막을 포함하는 MEA의 내구성을 향상시킬 필요가 있다. 정상보다 이른 이온 전도성 막 파괴의 근원은 기계적 응력 및 화학적 어택(attack)으로 인한 찢힘 또는 찢김 때문이다. 보강재를 이온 전도성 막에 도입하여 이온 전도성 막의 기계적 파괴를 완화할 수 있다.

[0013]

PFSA의 화학적 어택은 전극촉매 층 내 및 이온 전도성 막 내에 위치하는 Pt 촉매에서, 이온 전도성 막을 통해 침투하는 산소 및 수소의 반응의 결과로서 형성된 퍼옥시 및 하이드로퍼옥시 라디칼의 형성 때문일 수 있다 (장기적 작업 후에 전극촉매 탄소 담지체의 부식 및 Pt 용해 때문). 보통, 과산화수소가 형성되고, 이어서 이온 전도성 막 내 금속 불순물에 의해 촉매화되는 과정에서 라디칼로 분해되는 것으로 생각된다 (예를 들면,  $\text{Fe}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Ti}^{3+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$ ). 이와는 달리, 다른 작업이 직접적인 라디칼 형성이 가능함을 보여주었다.

[0014]

예를 들면 W02005/060039에 기재된 바와 같이 과산화수소를 물 및 산소로 분해하는, MEA 내 과산화수소 분해 촉매를 사용하는 시도가 있어왔다. 그러나, 이온 전도성 막을 통해 침투하는 현저히 낮은 수준의 산소 및 수소로 인하여, 화학적 어택으로부터 보호하기에 보다 용이한 보다 두꺼운 PFSA 이온 전도성 막(예를 들면, 나피온® NE-112, 약 50 μm 두께)을 사용하여, 과산화수소 분해 촉매의 존재로 인하여 허용될 수 없는 MEA 성능의 저하가 있었다. 오늘날 사용되는 훨씬 더 얇은 이온 전도성 막에 의해 나타나는 내구성 도전은 현저히 더 높고, 연료 전지 시스템 효능에 있어서 관련된 감소로 인하여, 보다 낮은 MEA 성능은 용인될 수 없다.

### 발명의 내용

[0015]

따라서, 본 발명의 목적은 MEA 성능에 부정적인 영향을 주지 않으면서 화학적 어택에 대하여 향상된 저항을 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 향상된 이온 전도성 막 구조물을 제공하는 것이다.

[0016]

따라서, 본 발명은 (i) 제1 면 및 제2 면을 가지는 이온 전도성 막, (ii) 제1 과산화수소 분해 촉매, 및 (iii) 제1 라디칼 스캐빈저(scavenger)를 포함하며, 이때 0.01 내지 15 μg/cm<sup>2</sup>의 양의 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 존재하거나 또는 0.001 내지 5 중량%의 양의 제1 과산화수소 분해

촉매가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 이온 전도성 막 구조물을 제공한다.

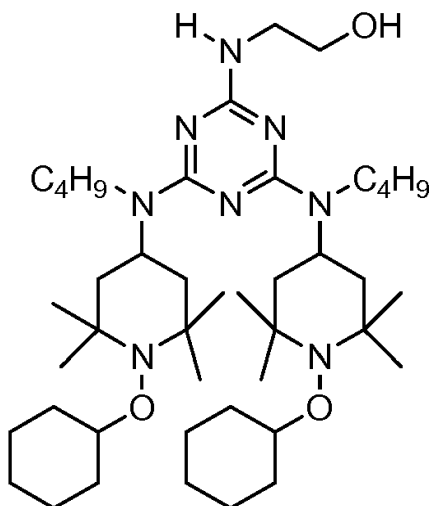
- [0017] 본 발명의 일 측면에서  $0.01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $15 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 양의 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 있다. 제1 라디칼 스캐빈저는 (i) 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 있거나; (ii) 이온 전도성 막의 제2 면 상의 제2 층 내에 있거나; 또는 (iii) 이온 전도성 막 내에 매립되어 있을 수 있다.
- [0018] 본 발명의 제1 측면의 일 실시양태에서, 제1 라디칼 스캐빈저는 또한 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 존재한다. 하나의 가능한 배열에서, 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저가 제1 층 내에 분리된 층으로서 존재한다. 제1 과산화수소 분해 촉매 층이 이온 전도성 막에 근접해 있을 수 있고; 다르게는, 제1 라디칼 스캐빈저 층이 이온 전도성 막에 근접해 있다. 두번째 가능한 배열에서, 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 혼합된 단일층으로서 존재한다. 세번째 가능한 배열에서, 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층은 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저를 포함하는 분리된 층 및 혼합된 층의 혼합을 포함한다. 분리된 층이 이온 전도성 막에 근접해 있을 수 있고; 다르게는, 혼합된 층이 이온 전도성 막에 근접해 있다.
- [0019] 본 발명의 제1 측면의 제2 실시양태에서, 제1 라디칼 스캐빈저는 이온 전도성 막의 제2 면 상의 제2 층 내에 존재한다.
- [0020] 본 발명의 제1 측면의 제3 실시양태에서, 제1 라디칼 스캐빈저는 이온 전도성 막 내에 매립되어 있다.
- [0021] 이온 전도성 막 구조물은 1 이상의 추가의 과산화수소 분해 촉매 및/또는 1 이상의 추가의 라디칼 스캐빈저를 추가로 포함할 수 있다. 1 이상의 추가의 과산화수소 분해 촉매 및/또는 1 이상의 추가의 라디칼 스캐빈저는 (i) 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 존재; (ii) 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제2 층 내에 존재; 및/또는 (iii) 이온 전도성 막 내에 매립되어 있을 수 있거나 또는 이들의 혼합일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 제2 측면에서,  $0.001$  내지  $5$  중량%의 양의 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있다. 제1 라디칼 스캐빈저는 (i) 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 있거나; 또는 (ii) 이온 전도성 막 내에 매립되어 있을 수 있다.
- [0023] 본 발명의 제2 측면의 일 실시양태에서, 제1 라디칼 스캐빈저는 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 존재한다.
- [0024] 본 발명의 제2 측면의 제2 실시양태에서, 제1 라디칼 스캐빈저는 이온 전도성 막 내에 매립되어 있다. 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저는 이온 전도성 막 내에 분리된 층 또는 혼합된 층 또는 분리된 층 및 혼합된 층의 혼합으로서 존재할 수 있다.
- [0025] 상기 실시양태 중 임의의 것은 1 이상의 제2 과산화수소 분해 촉매 및/또는 1 이상의 제2 라디칼 스캐빈저를 또한 포함할 수 있다. 1 이상의 제2 과산화수소 분해 촉매 및/또는 1 이상의 제2 라디칼 스캐빈저는 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 존재, 이온 전도성 막의 제2 면 상의 제2 층 내에 존재 및/또는 이온 전도성 막 내에 매립되어 있을 수 있거나 또는 이들의 혼합일 수 있다.
- [0026] 제1 및 제2 (존재하는 경우) 과산화수소 분해 촉매는 산화 금속의 군으로부터 적절히 독립적으로 선택된다. 적절한 산화 금속의 예에는 산화 세륨, 산화 망간, 산화 티타늄, 산화 베릴륨, 산화 비스무트, 산화 지르코늄, 산화 갈륨, 산화 게르마늄, 산화 알루미늄, 산화 탄탈륨, 산화 니오븀, 산화 하프늄, 산화 바나듐 및 산화 란타넘이 포함된다. 세륨의 산화물(예를 들면, 니아콜 나노 테크놀로지스 인크.(Nyacol Nano Technologies Inc.) 또는 로디아 일렉트로닉스 앤드 캐탈리스트즈(Rhodia Electronics and Catalysts)의 유백색 범위의 이산화 세륨, 멜리오름 테크놀로지스(Meliorum Technologies)의 산화 세륨 나노 분말), 망간의 산화물(예를 들면 멜리오름 테크놀로지스의 이산화 망간), 또는 티타늄의 산화물이 보다 바람직하게 사용된다. 가장 바람직하게는, 세륨 이산화물(세리아)이 사용된다.
- [0027] 제1 및/또는 제2 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 또는 이온 전도성 막의 제2 면 상의 제2 층 내에 존재하는 경우, 이는 적합하게는  $0.01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $15 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 보다 적합하게는  $0.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 바람직하게는  $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 보다 바람직하게는  $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 양만큼 존재한다. 적합하게는, 제1 및/또는 제2 과산화수소 분해 촉매는 이온 전도성 막의 제1 및/또는 제2 면 상의 제1 및/또는 제2 층에서 x-y 방향으로 연속의 균일한 로딩(loadings)을 가진다. 이온 전도성 막의 제1 및/또

는 제2 면 상의 제1 및/또는 제2 층에서 z 방향으로의 제1 및/또는 제2 과산화수소 분해 촉매 층의 두께는 적합하게는 200 nm 미만, 보다 적합하게는 100 nm 미만이다.

[0028] 제1 및/또는 제2 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 경우, 이는 적합하게는 0.001 내지 5 중량% (이온 전도성 막 구조물의 중량에 기초한 퍼센트), 보다 적합하게는 0.005 내지 2 중량%, 가장 적합하게는 0.01 내지 1 중량%, 바람직하게는 0.02 내지 0.5 중량% 만큼 존재한다. 적합하게, 제1 및/또는 제2 과산화수소 분해 촉매는 이온 전도성 막에서 x-y 방향으로 연속의 균일한 로딩을 가진다.

[0029] 제1 및 제2 라디칼 스캐빈저는 적합하게는 재생성(regenerative) 항산화제, 예를 들면 힌더드(hindered) 아민 안정화제(HAS) 또는 힌더드 아민 광안정화제(HALS)를 포함하는 군으로부터 독립적으로 선택된 1 이상의 라디칼 스캐빈저이다. 제1 및 제2 라디칼 스캐빈저는 동일 또는 상이할 수 있고, 각각은 단일 라디칼 스캐빈저 또는 2 이상의 혼합물을 포함할 수 있다.

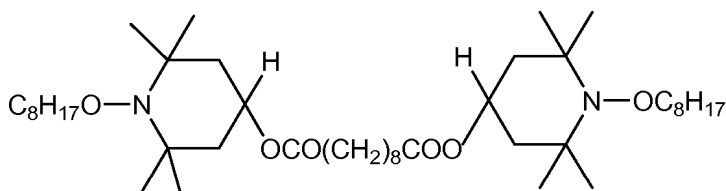
[0030] 일 실시양태에서, 제1 및/또는 제2 라디칼 스캐빈저는 재생성 HALS 타입이며, 예를 들면 -NOR 기를 가지고, PFSA 이온 전도성 막에 의해 제공되는 환경과 같은 산성 환경 내에서 안정하다. 시바(Ciba)의 시판품인 티누빈(Tinuvin)<sup>®</sup> HALS 항산화제 또는 그레이트 레이크스(Great Lakes)의 로위녹스(Lowinox)<sup>®</sup>로 알려진 일반 등가물(generic equivalent)이 가장 바람직하다. 특히 가장 바람직한 것은 티누빈<sup>®</sup> 152 및 티누빈<sup>®</sup> 123 HALS 항산화제이다. 티누빈<sup>®</sup> 152는 아래 나타낸 바와 같이, 화학 구조 2,4-비스[N-부틸-N-(1-시클로헥실옥시)-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일)아미노]-6-(2-히드록시에틸아민)-1,3,5-트리아진을 가진다.



[0031]

[0032] 티누빈<sup>®</sup> 152

[0033] 티누빈<sup>®</sup> 123은 아래 나타낸 바와 같이, 화학 구조 테칸디산, 비스(2,2,6,6-테트라메틸-1-(옥틸옥시)-4-피페리디닐)에스테르를 가진다.



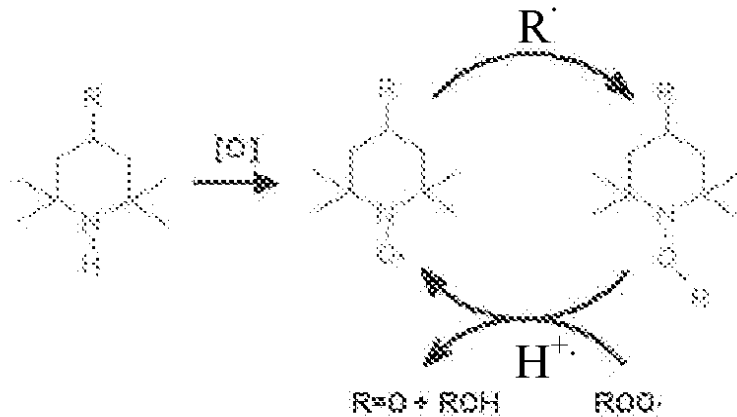
[0034]

[0035] 티누빈<sup>®</sup> 123

[0036] 티누빈<sup>®</sup> 152 및 티누빈<sup>®</sup> 123은 구조식 안에 -NOR 기를 가짐으로써, 안정화 공정 중에 소비되는 반면, 데니소브 사이클(Denisov cycle)(아래 나타냄)이라고 불리는 순환 공정에 의한 라디칼 제거 중에 재생된다. 이는 실제 기술 적용에서 요구되는 PEM 연료 전지의 장기간 작동에 걸쳐 활성인 가능성을 가짐을 의미하기 때문에, 이



재생 능력은 이 타입의 라디칼 스캐빈저의 주된 이점이다.



[0037]

[0038]

테니소브 사이클

[0039]

다른 적합한 라디칼 스캐빈저 항산화제에는 탄소 중심 라디칼 스캐빈저, 예를 들면 락톤 (예를 들면, 치환된 벤조푸라논, 벤조푸라논 유도체, HP-136 (시바 인크.)), 히드로퀴놀린 (예를 들면, 플렉시스 솔루티아(Flexsys Solutia)에 의해 플렉톨(Flectol) HPG로 제공되는 2,2,4-트리메틸-1,2-디히드로퀴놀린), 히드록실아민 (예를 들면, 시바 인크.의 FS042), 아크릴화된 비스-페놀, 히드로퀴놀린 및 퀴논이 포함된다.

[0040]

이들 라디칼 스캐빈저는 재생성이 아니기 때문에 오직 제한된 용도만 가질 수 있으므로, HALS/HAS 라디칼 스캐빈저와 혼합되어 사용되는 것이 적합하다.

[0041]

제1 및/또는 제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 또는 이온 전도성 막의 제2 면 상의 제2 층 내에 존재하는 경우, 이는 적합하게는  $0.06 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $120 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 보다 적합하게는  $0.3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $60 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 바람직하게는  $0.6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $30 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 보다 바람직하게는  $1.2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  내지  $15 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 양만큼 존재한다. 적합하게는, 제1 및/또는 제2 라디칼 스캐빈저는 이온 전도성 막의 제1 및/또는 제2 면 상의 제1 및/또는 제2 층에서 x-y 방향으로 연속의 균일한 로딩을 가진다. 이온 전도성 막의 제1 및/또는 제2 면 상의 제1 및/또는 제2 층에서 z 방향으로의 제1 및/또는 제2 라디칼 스캐빈저 층의 두께는 적합하게는 200 nm 미만, 보다 적합하게는 100 nm 미만이다.

[0042]

제1 및/또는 제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 대부분에 분포되어 있는 경우, 이는 적합하게는 0.001 내지 2 중량% (이온 전도성 막 구조물의 중량에 기초한 퍼센트), 보다 적합하게는 0.005 내지 1 중량%, 가장 적합하게는 0.01 내지 0.5 중량%, 바람직하게는 0.01 내지 0.5 중량%, 가장 바람직하게는 0.02 내지 0.25 중량%의 양만큼 존재한다. 적합하게, 제1 및/또는 제2 라디칼 스캐빈저는 이온 전도성 막에서 x-y 방향으로 연속의 균일한 로딩을 가진다.

[0043]

이온 전도성 막은 상기에 기재된 바와 같이 PEM 연료 전지에서 사용되는 중합체인 것이 적합하다. 바람직한 일 실시양태에서, 이온 전도성 막은 PFSA 중합체를 기본으로 한다. 이온 전도성 막은 적합하게는 200  $\mu\text{m}$  미만, 보다 적합하게는 50  $\mu\text{m}$  미만, 바람직하게는 40  $\mu\text{m}$  미만의 두께를 가진다. 이온 전도성 막은 적합하게는 최소 5  $\mu\text{m}$ 의 두께를 가진다. 일 실시양태에서, 이온 전도성 막은 5  $\mu\text{m}$  내지 40  $\mu\text{m}$ 의 두께를 가진다. 제2 실시양태에서, 이온 전도성 막은 5  $\mu\text{m}$  내지 25  $\mu\text{m}$ 의 두께를 가진다.

[0044]

본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 제조는 제1/제2 과산화수소 분해 촉매 및 제1/제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 면 상의 층 내에 있는지 또는 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는지에 따라 달라질 것이다.

[0045]

제1/제2 과산화수소 분해 촉매 및/또는 제1/제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막의 면 상의 층 내에 존재하는 경우, 적합한 담체 내에 과산화수소 분해 촉매 및 라디칼 스캐빈저를 포함하는 분산물을 먼저 제조한다. 적합한 담체에는 비제한적으로 물, PFSA 또는 탄화수소계 이오노머 (물/알코올 혼합 또는 알코올 내로서) 또는 유기 용매, 예를 들면 메틸 에틸 케톤(MEK), 1-부탄올 또는 첨가물이 분산될 수 있는 다른 적합한 유기 용매가 포함된다. 바람직한 담체에는 PFSA 또는 탄화수소계 이오노머가 포함된다. 제조한 분산물을 당업자에게 공지된 임의의 기술, 예를 들면 스크린 프린팅, 로터리 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅, 스프레이, 페인팅, 이머전



(immersion) 또는 디핑(dipping), 바 코팅, 패드 코팅, 갭 코팅 기술, 예를 들면 물에 대한 나이프 또는 독터 블레이드 (코팅이 기재에 적용되고, 이어서 나이프 및 지지 롤러 사이의 틈을 통해 통과됨), 에어 나이프 코팅 (코팅이 기재에 적용되고, 그의 초과량이 에어 나이프로부터 강력한 제트(jet)에 의해 날아감), 슬롯 다이 (슬롯, 압출) 코팅 (코팅이 중력에 의해 또는 압력에 의해 슬롯을 통해 기재 위에 짜내어짐), 메이어(Meyer) 바 같은 것을 이용한 미터링 로드(metering rod) 적용 및 그라비아 코팅에 의해 이온 전도성 막에 적용한다. 다르게는, 과산화수소 분해 촉매 및/또는 라디칼 스캐빈저를 전사 기재(transfer substrate)에 적용하고, 이어서 데칼 전사에 의해 이온 전도성 막에 적용하고, 그 뒤에 전사 기재를 제거할 수 있다. 이어서, 적용된 코팅 분산물을 건조시킨다. 필요한 구조물을 만들기 위해 상이하거나 동일한 구성요소를 사용하여 동일한 면 또는 다른 면 상에 필요한 수의 코팅이 적용될 수 있다.

[0046] 제1/제2 과산화수소 분해 촉매 및 제1/제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 경우, 제1/제2 과산화수소 분해 촉매 및/또는 제1/제2 라디칼 스캐빈저를 주조, 압출 주조, 용융 공정 압출 또는 사출 성형에 의해 막 필름을 형성하기 이전에, 콜로이드, 용액, 또는 분산물로서, 당업자에게 공지된 임의의 혼합, 블렌딩, 분산 또는 용해 공정에 의해 이온 전도성 막 대부분에 첨가한다. 예를 들면, 라디칼 스캐빈저를 저전단 또는 고전단 혼합기, 단일 또는 트윈 왕복식 스크류 혼합기, 섞인 타입의 회전 혼합기 또는 교반기를 사용하여 첨가할 수 있다. 제1/제2 과산화수소 분해 촉매 및/또는 제1/제2 라디칼 스캐빈저를 또한 정밀한 계량에 의해 주조/압출 공정 또는 성형 공정 중에 첨가할 수 있다. 제1/제2 과산화수소 분해 촉매 및/또는 제1/제2 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막 내 분리된 층 내에 존재하는 경우, 분리된 이온 전도성 막을 제조하고, 이어서 결합하여 단일의 이온 전도성 막을 형성할 수 있다.

[0047] 본 발명의 이온 전도성 막 구조물은 이온 전도성, 특히 양성자 전도성 막을 필요로 하는 임의의 전기화학적 장치에 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 추가의 측면은 상기에 기재된 바와 같은 이온 전도성 막 구조물을 포함하는 전기화학적 장치를 제공한다. 다르게는, 전기화학적 장치에서의 상기에 기재된 바와 같은 이온 전도성 막 구조물의 용도가 제공된다. 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 이온 전도성 막 구조물은 연료 전지에 사용된다. 따라서, 본 발명은 본 발명에 따른 이온 전도성 막 구조물 및 이온 전도성 막 구조물의 적어도 일 측에 침착된 전극촉매 층을 포함하는 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물을 추가로 제공한다. 일 실시양태에서, 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물은 이온 전도성 막 구조물의 양 측에 침착된 전극촉매 층을 가진다.

[0048] 전극촉매 층은 미세하게 분리된 담지자 금속 분말일 수 있거나, 또는 작은 금속 입자가 전기 전도성 미립자 탄소 담지체 상에 분산된 담지 촉매일 수 있는 전극촉매를 포함한다. 전극촉매 금속은

[0049] (i) 백금족 금속 (백금, 팔라듐, 로듐, 루테튬, 이리듐 및 오스뮴),

[0050] (ii) 금 또는 은,

[0051] (iii) 베이스 금속,

[0052] 또는 합금 또는 이들 금속을 1 이상 포함하는 혼합물 또는 그들의 산화물로부터 적절히 선택된다. 바람직한 전극촉매 금속은 다른 귀금속 또는 베이스 금속과 합금될 수 있는 백금이다. 전극촉매가 담지 촉매인 경우, 금속 입자의 탄소 담지 물질로의 로딩은 결과 전극촉매 중량의 10 내지 90 중량%, 바람직하게는 15 내지 75 중량% 범위 내가 적합하다.

[0053] 전극촉매 층은 다른 구성요소, 예를 들면 층 내에서 이온 전도성을 향상시키기 위해 포함되는 이온 전도성 중합체를 적절히 포함할 수 있다. 일 실시양태에서, 전극촉매 층은 상기 기재된 바와 같이 1 이상의 과산화수소 분해 촉매 및/또는 1 이상의 라디칼 스캐빈저를 추가로 포함할 수 있다. 이들 구성요소를 포함하는 전극촉매 층을 제조하는 제조 경로는 당업자에게 공지되어 있을 것이다.

[0054] 본 발명의 또 다른 추가의 측면은 상기에 기재된 바와 같이 이온 전도성 막 구조물 또는 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물을 포함하는 MEA를 제공한다. MEA는 비제한적으로,

[0055] (i) 본 발명의 이온 전도성 막 구조물이 2개의 기체 확산 전극 (하나의 애노드 및 하나의 캐소드) 사이에 끼워질 수 있거나;

[0056] (ii) 본 발명의 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물이 촉매 층에 의해서만 하나의 측 상에 코팅이 되고, 촉매 층으로 코팅된 이온 전도성 막 구조물 측에 접촉하는 기체 확산 층 및 기체 확산 전극 사이에 끼워지거나; 또는

[0057] (iii) 본 발명의 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물이 촉매 층으로 양 측 상에 코팅되고 2개의 기체 확산 층

사이에 끼워지는

[0058] 것을 포함하는 다수의 방법으로 구성될 수 있다.

[0059] 애노드 및 캐소드 기체 확산 층은 통상의 기체 확산 기재를 기본으로 하는 것이 적합하다. 전형적인 기체에는 부식포 종이 또는 탄소 섬유 및 열경화성 수지 결합체의 네트워크를 포함하는 웹 (예를 들면, 일본의 도레이 인더스트리얼스 인크.(Toray Industries Inc.)로부터 입수 가능한 도레이(Toray)<sup>®</sup> 종이, 또는 독일의 프로이텐베르그 FCCT KG(Freudenberg FCCT KG)로부터 입수 가능한 H2315 시리즈, 또는 독일의 SGL 테크놀로지스 게엠베하(SGL Technologies GmbH)로부터 입수 가능한 시그라세트(Sigracet)<sup>®</sup> 시리즈, 또는 일본의 미쯔비시 레이온(Mitsubishi Rayon)으로부터 입수 가능한 U105 또는 U107 종이), 또는 부식 탄소 직물 (예를 들면, 독일의 바스프 퓨어 셀 게엠베하(BASF Fuel Cell GmbH)로부터 입수 가능한 부식 탄소 기체 확산 층의 일렛(ELAT)<sup>®</sup> 시리즈)이 포함된다. 먹지, 웹 또는 직물은 보다 습윤성일 수 있도록 (친수성), 또는 보다 방습성일 수 있도록 (소수성), 전극촉매 층의 적용 이전에 추가의 처리가 제공될 수 있다. 임의의 처리의 특징은 연료 전지의 유형 및 사용될 작동 조건에 따라 달라질 것이다. 기재는 무정형의 카본 블랙과 같은 물질을 현탁액으로부터의 함침(impregnation)을 통하여 도입함으로써 보다 습윤성일 수 있게 할 수 있거나, 또는 기재의 다공성 구조물에 PTFE 또는 폴리플루오로에틸렌프로필렌(FEP)와 같은 중합체의 콜로이드 현탁물을 함침시키고, 이어서 건조시키고 중합체의 용점보다 높은 온도에서 가열함으로써 보다 소수성이 되도록 할 수 있다. PEMFC와 같은 적용을 위해서, 추가의 탄소질 층 (흔히 미세다공성 층 또는 베이스 층이라고 칭함)이 또한 전극촉매 층의 침착 전에 적용될 수 있다. 미세다공성 층은 일반적으로 카본 블랙 및 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)과 같은 중합체의 혼합물을 포함하고, 전극촉매 층에 접촉하는 기체 확산 기재의 면에 적용된다.

[0060] MEA는 예를 들면 W02005/020356에 기재된 바와 같이 MEA의 모서리 부분을 밀봉하고/거나 강화하는 구성요소를 추가로 포함할 수 있다. MEA는 당업자에게 공지된 통상의 방법으로 조립된다.

[0061] 본 발명의 또 다른 추가의 측면은 상기에 기재된 바와 같은 이온 전도성 막 구조물, 촉매 코팅된 이온 전도성 막 구조물 또는 MEA를 포함하는 연료 전지를 제공한다.

[0062] 이제 본 발명의 이온 전도성 막 구조물을 도면 및 실시예를 참고로 하여 보다 상세히 기재할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0063] 도 1은 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내 분리된 층 내에 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저를 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 단면의 개략도를 나타내며, 이때 제1 과산화수소 분해 촉매가 이온 전도성 막에 근접해 있다.

도 2는 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내 분리된 층 내에 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저를 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 단면의 개략도를 나타내며, 이때 제1 라디칼 스캐빈저가 이온 전도성 막에 근접해 있다.

도 3은 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내 혼합된 층으로서 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저를 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 단면의 개략도를 나타낸다.

도 4는 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 제1 과산화수소 분해 촉매 및 이온 전도성 막의 제2 면 상의 제2 층 내에 제1 라디칼 스캐빈저를 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 단면의 개략도를 나타낸다.

도 5는 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 제1 과산화수소 분해 촉매 및 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 제1 라디칼 스캐빈저를 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 단면의 개략도를 나타낸다.

도 6은 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 제1 과산화수소 분해 촉매 및 이온 전도성 막의 제1 면 상의 제1 층 내에 제1 라디칼 스캐빈저를 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 단면의 개략도를 나타낸다.

도 7은 이온 전도성 막 내에 혼합된 층으로서 매립되어 있는 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저를 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 단면의 개략도를 나타낸다.

도 8은 이온 전도성 막 내에 매립되어 있는 분리된 층 내에 제1 과산화수소 분해 촉매 및 제1 라디칼 스캐빈저

를 가지는 이온 전도성 막을 포함하는 본 발명의 이온 전도성 막 구조물의 단면의 개략도를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

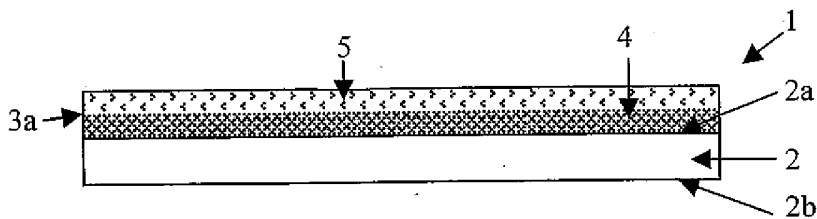
- [0064] 도 1은 위에 제1 층 (3a)가 있는 제1 면 (2a) 및 제2 면 (2b)를 가지는 이온 전도성 막 (2)를 포함하는 이온 전도성 막 구조물 (1)을 나타내고, 이때 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)가 이온 전도성 막 (2)에 근접한 제1 층 (3a) 내에 있고, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 이온 전도성 막 (2)로부터 떨어진 제1 층 (3a) 내에 있다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)를 포함하는 분산물이 당업자에게 공지된 임의의 기술, 예를 들면 스크린 프린팅, 로터리 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅, 스프레이, 페인팅, 이머전 또는 디핑, 바 코팅, 패드 코팅, 갭 코팅 기술, 예를 들면 롤에 대한 나이프 또는 독터 블레이드 (코팅이 기재에 적용되고, 이어서 나이프 및 지지 롤러 사이의 틈을 통해 통과됨), 에어 나이프 코팅 (코팅이 기재에 적용되고, 그의 초과량이 에어 나이프로부터 강력한 제트에 의해 날아감), 슬롯 다이 (슬롯, 압출) 코팅 (코팅이 중력에 의해 또는 압력에 의해 슬롯을 통해 기재 위에 짜내어짐), 메이어 바 같은 것을 이용한 미터링 로드 적용 및 그라비아 코팅에 의해 이온 전도성 막의 제1 면 (2a)에 적용된다. 다르게는, 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)가 전사 기재에 적용되고, 이어서 데칼 전사에 의해 이온 전도성 막 (2)의 제1 면 (2a)에 적용되고, 그 뒤에 전사 기재가 제거된다. 이어서, 적용된 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)의 코팅을 건조시킨다. 이어서, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)를 포함하는 분산물이 상기 기재된 당업자에게 공지된 기술에 의해 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)의 코팅에 적용된다. 다르게는, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 상기 기재된 바와 같이 전사 기재를 사용하여 적용된다. 이어서, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)의 코팅을 건조시킨다.
- [0065] 도 2는 위에 제1 층 (3a)가 있는 제1 면 (2a) 및 제2 면 (2b)를 가지는 이온 전도성 막 (2)를 포함하는 이온 전도성 막 구조물 (1)을 나타내고, 이때 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 이온 전도성 막 (2)에 근접한 제1 층 (3a) 내에 있고, 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)가 이온 전도성 막 (2)로부터 떨어진 제1 층 (3a) 내에 있다. 제1 라디칼 스캐빈저 (5) 및 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)는 상기 기재된 기술 중 하나에 의해 적용된다.
- [0066] 도 3은 위에 제1 층 (3a)가 있는 제1 면 (2a) 및 제2 면 (2b)를 가지는 이온 전도성 막 (2)를 포함하는 이온 전도성 막 구조물 (1)을 나타내고, 이때 제1 과산화수소 분해 촉매 (4) 및 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 혼합된 층을 형성하여 제1 층 (3a) 내에 있다. 혼합된 층은 상기 기재된 기술 중 하나와 유사한 기술을 사용하여 형성되지만, 분산물이 제1 과산화수소 분해 촉매 (4) 및 제1 라디칼 스캐빈저 (5)의 혼합물을 포함하거나, 또는 제1 과산화수소 분해 촉매 (4) 및 제1 라디칼 스캐빈저 (5)의 혼합물은 전사 기재에 먼저 적용된 후 이온 전도성 막 (2)로 전사된다.
- [0067] 도 4는 위에 제1 층 (3a)가 있는 제1 면 (2a) 및 위에 제2 층 (3b)가 있는 제2 면 (2b)를 가지는 이온 전도성 막 (2)를 포함하는 이온 전도성 막 구조물 (1)을 나타낸다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)가 제1 층 (3a) 내에 있고, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 제2 층 (3b)에 있다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4) 및 제1 라디칼 스캐빈저 (5)는 상기에 기재된 기술 중 하나에 의해 적용된다.
- [0068] 도 5는 위에 제1 층 (3a)가 있는 제1 면 (2a) 및 제2 면 (2b)를 가지는 이온 전도성 막 (2)를 포함하는 이온 전도성 막 구조물 (1)을 나타낸다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)가 제1 층 내에 있고, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 이온 전도성 막 (2) 내에 매립되어 있다. 제1 라디칼 스캐빈저 (5)는 막을 주조하기 이전에, 콜로이드, 용액, 또는 분산물로서, 당업자에게 공지된 임의의 혼합, 블렌딩, 분산 또는 용해 공정 기술에 의해 이온 전도성 막 내에 매립되는데; 예를 들면, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)는 저전단 또는 고전단 혼합기, 단일 또는 트윈 왕복식 스크류 혼합기, 섞인 타입의 회전 혼합기 또는 교반기를 사용하여 첨가될 수 있다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)는 상기 기재된 기술 중 하나에 의해 적용된다.
- [0069] 도 6은 위에 제1 층 (3a)가 있는 제1 면 (2a) 및 제2 면 (2b)를 가지는 이온 전도성 막 (2)를 포함하는 이온 전도성 막 구조물 (1)을 나타낸다. 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 제1 층 내에 있고, 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)가 이온 전도성 막 (2) 내에 매립되어 있다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)는 상기에 기재된 기술 중 하나에 의해 이온 전도성 막 내에 매립된다. 제1 라디칼 스캐빈저 (5)는 상기에 기재된 기술 중 하나에 의해 적용된다.
- [0070] 도 7은 이온 전도성 막 (2)를 포함하는 이온 전도성 막 구조물 (1)을 나타낸다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4) 및 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 이온 전도성 막 (2) 내에 매립되어 있다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4) 및 제1 라디칼 스캐빈저 (5)는 이온 전도성 막 (2)를 통하여 혼합된다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4) 및 제1 라디칼 스캐빈저 (5)는 상기에 기재된 기술 중 하나를 사용하여 이온 전도성 막 내에 매립된다.

[0071] 도 8은 이온 전도성 막 (2)를 포함하는 이온 전도성 막 구조물 (1)을 나타낸다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)가 이온 전도성 막의 일 부분 내에 z 방향으로 매립되어 있고, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)가 이온 전도성 막 (2)의 다른 부분 내에 z 방향으로 매립되어 있다. 제1 과산화수소 분해 촉매 (4)는 상기 기재한 바와 같이 구조하기 이전에 이온 전도성 막 내에 매립된다. 유사하게, 제1 라디칼 스캐빈저 (5)는 상기 기재된 바와 같이 구조하기 이전에 이온 전도성 막 내에 매립된다. 이어서, 적층 프레스 또는 적층 롤러를 사용하여 이온 전도성 막을 함께 적층함으로써 결합되어 본 발명의 단일한 이온 전도성 막 (2)가 형성된다. 이 공정은 압력 및 열을 포함할 것이다. 대체 방법은 두 이온 전도성 막 사이에 이온 전도성 접착층(예를 들면, 이오노머)을 사용하는 것이다.

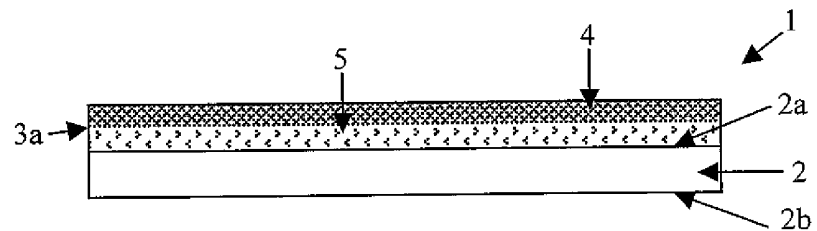
[0072] 도 1 내지 8에 기재된 이온 전도성 막 구조물 (1) 내에 존재하는 제1 과산화수소 분해 촉매 (4) 및 제1 라디칼 스캐빈저 (5)에 추가로 1 이상의 제2 과산화수소 분해 촉매 및/또는 1 이상의 제2 라디칼 스캐빈저가 또한 존재할 수 있다. 1 이상의 추가의 구성요소는 이온 전도성 막 (2)의 제1 면 (2a) 상의 제1 층 (3a) 내에 있거나, 이온 전도성 막 (2)의 제2 면 (2b) 상의 제2 층 (3b) 내에 있거나, 또는 이온 전도성 막 (2) 매립되어 있거나 또는 이들의 혼합일 수 있다. 1 이상의 추가의 구성요소는 상기 기재된 임의의 기술에 의해 이온 전도성 막 구조물 (1) 내로 도입될 수 있다.

## 도면

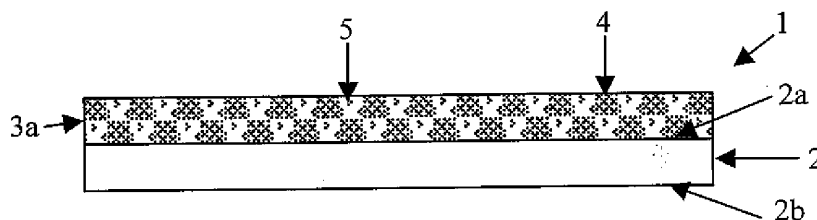
### 도면1



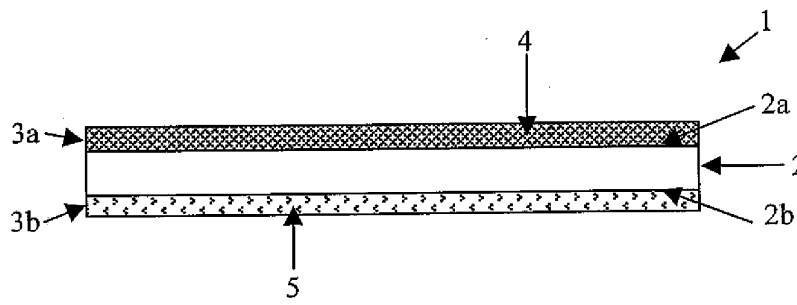
### 도면2



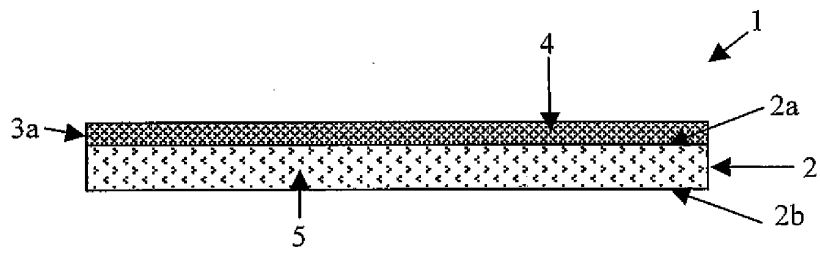
### 도면3



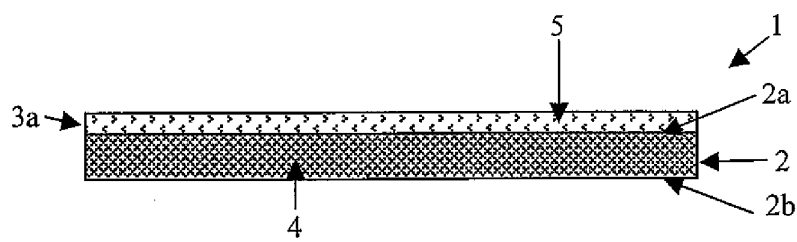
도면4



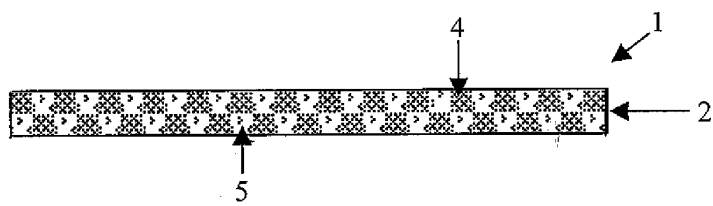
도면5



도면6



도면7



도면8

