



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0043908
(43) 공개일자 2011년04월28일

(51) Int. Cl.

H01M 4/88 (2006.01) H01M 4/92 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0100647

(22) 출원일자 2009년10월22일

심사청구일자 2009년10월22일

(71) 출원인

한국에너지기술연구원

대전 유성구 장동 71-2

(72) 발명자

임성대

대전광역시 유성구 관평동 대덕테크노밸리
405-501

박석희

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 303-1403
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박창희, 김종관, 권오식

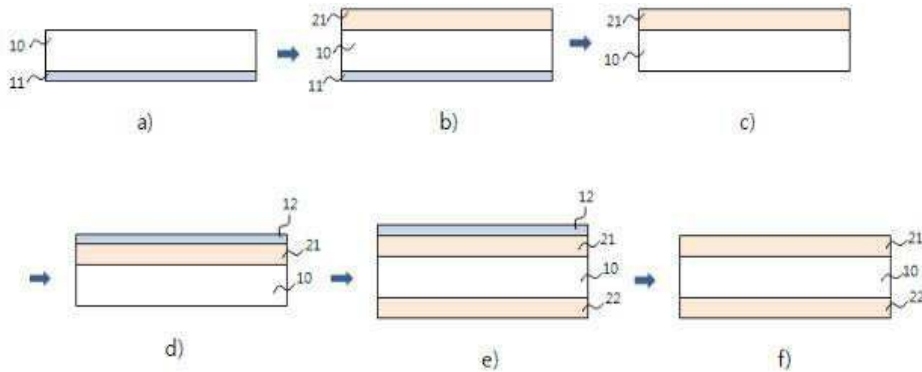
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체(Membrane Electrode Assembly, MEA)의 제조방법에 관한 것으로서, 고분자 전해질 막과 제1 지지필름을 접착 또는 고정하고, 상기 고분자 전해질 막에 제1 촉매층을 형성한 다음, 상기 제1 지지필름을 제거하는 단계와 상기 고분자 전해질 막에 형성된 제1 촉매층과 제2 지지필름을 접착 또는 고정하고, 상기 고분자 전해질 막에 제2 촉매층을 형성한 다음, 상기 제2 지지필름을 제거하여 막전극접합체를 완성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박구곤

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 304-1402호

손영준

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 304-803

김민진

대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 105-602

양태현

대전광역시 유성구 신성동 두레아파트 110-203

윤영기

대전광역시 서구 삼천동 국화신동아아파트 302-1302

김창수

인천광역시 중구 전동 24 6/5

이원용

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 108-1702

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2009-0005

부처명 지식경제부

연구관리전문기관

연구사업명 기본사업

연구과제명 연료전지용 막전극 집합체 및 이의 제조방법 기술 개발

기여율

주관기관 한국에너지기술연구원

연구기간 2009.01.01~2009.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조방법에 있어서,
 고분자 전해질 막과 제1 지지필름을 점착 또는 고정하는 단계;
 상기 고분자 전해질 막에 제1 촉매층을 형성하는 단계;
 상기 제1 지지필름을 제거하는 단계;
 상기 고분자 전해질 막에 형성된 제1 촉매층과 제2 지지필름을 점착 또는 고정하는 단계;
 상기 고분자 전해질 막에 제2 촉매층을 형성하는 단계;
 상기 제2 지지필름을 제거하여 막전극접합체를 완성하는 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 고분자 전해질 막과 제1 지지필름 또는 제1 촉매층과 제2 지지필름의 점착은 상기 제1 지지필름과 제2 지지필름의 일면에 점착제를 코팅하여 점착하는 방법 또는 정전기적 인력으로 고정하는 방법을 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,
 상기 고분자 전해질 막에 제1 촉매층 또는 제2 촉매층을 형성하는 단계는 전극 촉매 슬러리를 고분자 전해질 막에 코팅한 후 건조하는 것을 특징으로 하는 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
 상기 제1 지지필름 및 제2 지지필름은 폴리테트라플루오로에틸렌, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체, 테트라플루오로에틸렌-퍼플루오로알킬비닐에테르 공중합체, 에틸렌/테트라플루오로에틸렌, 폴리비닐리덴플루오라이드, 폴리비닐클로라이드, 폴리이미드, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에스테르, 및 이들의 공중합체로 이루어진 군에서 선택된 것을 사용하는 것을 특징으로 하는 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조방법.

청구항 5

제 2항에 있어서,
 점착제는 아크릴계 수지, 실리콘계 수지, 고무계 수지, 유레탄계 수지, 폴리에스테르계 수지 또는 에폭시계 수지를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조방법.

청구항 6

제 3항에 있어서,
 상기 전극 촉매 슬러리 조성물은 백금, 루테튬, 오스뮴, 백금-루테튬 합금, 백금-오스뮴 합금, 백금-팔라듐 합금, 백금-M 합금(M은 Ga, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sn, Mo, W, Rh, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 전이 금속) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 촉매를 포함하는 것인 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체 제조방법.

청구항 7

제 3항에 있어서,

상기 전극 촉매 슬러리를 고분자 전해질 막에 코팅하는 방법은 스프레이 코팅법, 스크린 프린팅법, 닥터 블레이드법, 그라비아 코팅법, 딥코팅법, 실크 스크린법, 페인팅법, 슬롯 다이법 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 방법에 의해 실시되는 것인 연료전지용 막전극접합체의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체(Membrane Electrode Assembly, 이하 'MEA' 라 칭함)의 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 지지필름을 이용하여 고분자 전해질 막에 직접코팅하는 것에 의해 제조되는 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 연료전지는 연료의 산화에 의해 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 전지로 일종의 발전장치이다. 이것은 산화환원반응을 이용하는 점에서 보통의 화학전지와 같지만, 닫힌 계 내에서 전지반응을 하는 화학전지와 달리, 반응물이 외부에서 연속적으로 공급되어, 반응생성물이 연속적으로 계 외로 제거되는 장치로, 가장 전형적인 것에는 수소-산소 연료전지가 있다.

[0003] 연료전지는 종래의 내연기관에 비해 효율이 높고, 대기오염의 원인이 되는 질소산화물과 아황산화물의 배출량이 적으며, 더구나 이산화탄소의 배출을 크게 감소시킬 수 있어 환경 보전상 효과가 크다. 또한, 메탄올, 에탄올, 천연가스와 같은 탄화수소 계열 물질 내에 함유되어 있는 수소와 산소를 이용하기 때문에 다양한 연료의 사용이 가능하며, 소음이나 진동이 거의 없다.

[0004] 연료전지는 전해질을 두개의 전극으로 둘러싼 구조를 하고 있으며, 전해질의 종류에 따라 고체고분자형(Polymer electrolyte fuel cell : PEFC, 또는 proton exchange), 알칼리형(alkaline fuel cell : PAFC), 용융 탄산염형(Molten carbonate fuel cell : MCFC), 고체 산화물형(Solid oxide fuel cell : SOFC)가 있으며, 대표적인 예로는 고분자 전해질 연료전지(PEMFC: Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)와 직접 메탄올 연료 전지(DMFC: Direct Methanol Fuel Cell)를 들 수 있다.

[0005] 상기 고분자 전해질 연료전지(PEMFC)는 출력밀도와 에너지 효율이 높고, 상온에서 운전되며, 장치 구성이 간단하여 가정용 발전 시스템, 이동통신 장비의 전원, 자동차 동력원 등으로 폭넓게 사용이 가능하다.

[0006] 고분자 전해질 연료전지는 막전극접합체(MEA)가 중심에 위치하며, 상기 MEA는 양극(Anode, "연료극"이라고도 함)과 음극(Cathode; "공기극" 혹은 "산소극"이라고도 함)이 고분자 전해질 막의 양쪽 면에 위치하고, 전극 촉매 슬러리를 고분자 전해질 막에 코팅한 후 건조하여 양 극 사이에 촉매층이 형성되도록 제조한다.

[0007] 상기 고분자 전해질 연료전지의 원리는 연료가 연료극인 양극에 공급되어 촉매층에서 흡착, 산화되어, 수소가 온과 전자를 생성시킨다. 이때 발생한 전자는 외부 회로에 따라 산화극인 음극에 도달하며, 수소 이온은 고분자 전해질 막을 통하여 음극으로 전달된다. 음극은 산화제가 공급되며, 수소 이온 및 전자가 음극의 촉매 상에서 반응하여 물을 생성하면서 전기를 발생시킨다.

[0008] 고분자 전해질 연료전지의 성능 향상을 위한 기술은 수소의 산화반응과 산소의 환원반응을 일으키는 촉매 제조 기술과 수소의 산화반응에 의해 생성되는 양이온을 환원극으로 전달하는 이온전도성 고분자 막 제조기술과 촉매층을 지지해주면서 동시에 공급되는 가스의 원활한 전달을 돕는 기체확산층 및 지지체 제조기술 같은 연료전지 소재기술이 필요하다. 그 중에서 MEA 제조기술은 연료전지 성능에 중요한 영향을 미친다.

[0009] MEA 제조방법은 촉매를 가스확산층에 코팅하는 CCD(catalyst coated diffusion layer)방법과 촉매를 전해질 막에 직접 코팅하는 CCM(catalyst coated membrane) 방법이 있다. 일반적으로 많이 사용하고 있는 CCD의 경우, 촉매와 나피온 이오노머를 혼합하여 촉매 슬러리를 만들고, 이를 다공성 카본 종이(carbon paper) 또는 카본천(carbon cloth)에 고르게 코팅한 다음 전해질 막의 양쪽에 전극을 설치하여 핫프레스(hot press)하여 제조한다. 반면, CCM은 나피온 이오노머가 포함된 촉매 슬러리를 전해질 막에 직접 코팅하는 직접 코팅법 또는 테프론 등과 같은 전사필름에 코팅한 전극을 전해질 막에 전사하는 전사방법으로 제조한다.

- [0010] 직접 코팅법은 전해질 막에 촉매 슬러리를 직접 코팅하므로 촉매 슬러리에 있는 용매가 전해질 막과 접촉하여 팽윤현상(swelling)이 일어나 상기 전해질 막의 형상과 크기가 변하기 때문에 제조의 어려움이 있다. 따라서, 일반적으로 스프레이 코팅법을 사용하는데 용매를 제거하기 곤란하고 촉매층의 강도를 높이기 위해 반복 코팅하여 사용하기 때문에, 손실되는 촉매양이 많아지고, 제조 시간이 길어 연속공정이 어렵고, 비용이 많이 든다는 단점이 있다.
- [0011] 전사방법은 용매와 접촉 시 변형이 없는 이형필름 위에 촉매층을 형성하고 이를 전해질 막 위에 놓고, 핫 프레싱하여 이형필름에 코팅된 촉매층을 전해질 막에 전사하는 방법으로, 전해질 막의 변형 염려는 없으나, 촉매층의 전사를 깨끗하게 수행하기 위해서 높은 온도와 압력이 필요하여 고분자 전해질 막을 이루는 고분자의 유리전이 온도가 한정되고, 압력에 의한 촉매층 손상이 있을 가능성이 있으며, 또한, 촉매층과 막 사이의 전사는 둘 사이의 접촉 면적을 감소시켜 계면저항이 크다는 단점이 있다.
- [0012] 따라서, 이러한 문제점들을 해결하고 연속 공정으로의 적용을 위해서 촉매슬러리를 전해질막에 직접코팅하는 방법이 가장 이상적이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0013] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 발명한 것으로서, 고분자 전해질 막의 양 면에 직접코팅법으로 촉매층을 형성하여 전해질 막과 촉매층의 접촉면적을 향상시킴으로써 접촉저항을 줄이고, 상기 촉매층을 형성함에 있어서, 상기 고분자 전해질 막에 지지필름을 점착 또는 고정시킨 후에 실시함으로써 전해질 막의 변형이 없도록 하는 MEA 제조방법을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

- [0014] 본 발명은 상기한 목적을 달성하기 위해, 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체를 제조하는 방법에 있어서,
- [0015] a) 고분자 전해질 막과 제1 지지필름을 점착 또는 고정하는 단계;
- [0016] b) 상기 고분자 전해질 막에 제1 촉매층을 형성하는 단계;
- [0017] c) 상기 제1 지지필름을 제거하는 단계;
- [0018] d) 상기 고분자 전해질 막에 형성된 제1 촉매층과 제2 지지필름을 점착 또는 고정하는 단계;
- [0019] e) 상기 고분자 전해질 막에 제2 촉매층을 형성하는 단계;
- [0020] f) 상기 제2 지지필름을 제거하는 단계;
- [0021] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체를 제조하는 방법을 제공한다.
- [0022] 이하 도면을 참조하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 하기 도면은 본발명의 구체적인 설명을 위한 일례일 뿐 본 발명이 도면에 한정되는 것은 아니다.
- [0023] a) 단계에서, 제1 지지필름(11)과 고분자 전해질 막(10)의 점착은 상기 제1 지지필름(11)에 점착제를 코팅하여 이를 전해질 막(10)에 점착시키는 단계이다. 상기 점착제는 아크릴계 수지, 실리콘계 수지, 고무계 수지, 우레탄계 수지, 폴리에스테르계 수지 또는 에폭시계 수지를 포함하는 것을 특징으로 하며, 점착제를 지지필름에 코팅하는 방법은 스프레이 코팅법 또는 바 코팅법을 포함하는 일정 두께로 지지필름에 코팅할 수 있는 것이라면 어떠한 코팅법에 의한 것도 가능하다.
- [0024] 또한, 상기 점착은 지지필름으로 전해질막을 지지할 수 있는 방법이라면 한정되지 않는다. 구체적으로 상기 지지필름이 전해질막에 고정되었다가 제거가 용이하도록 하는 수단이라면 제한되지 않는다. 예를 들면, 점착제를 도포하거나, 정전기적 인력을 형성하는 등 지지필름과 전해질막 사이의 고정을 위한 수단이 사용될 수 있다.
- [0025] 상기 고분자 전해질 막(10)은 양이온 교환 수지를 용매에 용해시켜 제조할 수 있는데, 일반적으로 촉매에 슬픈 산기, 카르복실산기, 인산기, 포스포닌산기 및 이들의 유도체로 이루어진 군에서 선택되는 양이온 교환기를 갖고 있는 고분자 수지를 들 수 있다.
- [0026] 상기 고분자 수지의 구체적인 예로는 플루오르계 고분자, 벤즈이미다졸계 고분자, 폴리이미드계 고분자, 폴리에테르이미드계 고분자, 폴리술폰계 고분자, 폴리페닐렌설파이드계 고분자, 폴리에테르케톤계 고분자, 이들의 공

중합체 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 수소 이온 전도성 고분자를 사용할 수 있고, 바람직하게는 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴리아크릴로니트릴, 폴리비닐클로라이드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리우레탄으로 제조된 필름 중에 선택된 것을 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 다음으로 b) 단계는 고분자 전해질 막(10)에 제1 촉매층을 형성하는 단계로 전해질 막에 직접 코팅하는 방법을 사용함으로써, 종래 일반적으로 사용되는 전사방법에 비해 촉매층과 전해질 막의 접촉면적을 향상시킬 수 있으며, 상기 a) 단계에서 고분자 전해질 막에 지지필름을 접촉하였기 때문에, 직접 코팅 시 발생했던 촉매 슬러리에 있는 용매에 의한 팽윤현상으로 인한 전해질 막의 변형을 막을 수 있다. 상기 촉매층을 형성하기 위한 촉매 슬러리 조성물은 촉매를 용매와 혼합시켜 제조할 수 있다.

[0028] 상기 촉매로는 연료 전지 반응에 참여하여 촉매로 사용하는 것은 어떠한 것도 사용할 수 있으며, 일반적으로 백금계 촉매를 사용한다. 상기 백금계 촉매로는 백금, 루테튬, 오스뮴, 백금-루테튬 합금, 백금-오스뮴 합금, 백금-팔라듐 합금, 백금-M 합금(M은 Ga, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sn, Mo, W, Rh, 및 이들의 조합으로 이루어진 군) 중에서 선택되는 촉매를 포함한다. 구체적인 예로는 Pt, Pt/Ru, Pt/W, Pt/Ni, Pt/Sn, Pt/Mo, Pt/Pd, Pt/Fe, Pt/Cr, Pt/Co, Pt/Ru/W, Pt/Ru/Mo, Pt/Ru/V, Pt/Fe/Co, Pt/Fe/Cr, Pt/Ru/Rh/Ni 및 Pt/Ru/Sn/W으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 사용할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 촉매는 금속 촉매 자체로 사용가능하며, 담체에 담지시켜 사용할 수도 있다. 담체로는 흑연, 덴카블랙, 케첸 블랙, 아세틸렌 블랙, 탄소 나노 튜브, 탄소 나노 섬유 또는 활성 탄소 등의 탄소계 물질을 사용할 수 있고, 또는 알루미늄, 실리카, 지르코니아, 티타니아 등의 무기물 미립자를 사용할 수 있다.

[0030] 상기 촉매를 혼합 또는 용해시키는 용매는 물, 메탄올, 에탄올, 이소프로필알코올 등의 알코올계 용매 또는 N-메틸 피롤리돈, 디메틸포름아미드 등 아미드계 용매 및 디메틸술폰사이드 등의 술폰사이드계 용매를 사용할 수 있다.

[0031] 상기 촉매 슬러리 조성물을 고분자 전해질 막(10)에 코팅하여 제1 촉매층(21)을 형성하는 방법에는 스프레이 코팅법, 스크린 프린팅법, 닥터 블레이드법, 그라비아 코팅법, 딥코팅법, 실크 프린터법, 페인팅법 및 슬롯다이법으로 이루어진 군에서 선택된 방법으로 실시될 수 있으며, 이에 한정된 것은 아니다.

[0032] 상기 형성된 제1 촉매층(21)은 전해질 막에 고온고압으로 핫프레스(hot press)하여 얻는데, 온도는 100℃ 내지 200℃, 보다 바람직하게는 100℃ 내지 150℃인 것, 압력은 1 kgf/cm² 내지 15kgf/cm², 보다 바람직하게는 5kgf/cm² 내지 10kgf/cm²이 바람직하다.

[0033] c) 단계는 상기 제1 촉매층(21)이 건조되어 상기 고분자 전해질 막(10)에 형성된 후, 상기 제1 지지필름(11)을 제거하는 단계이다.

[0034] d) 단계는 상기 고분자 전해질 막(10)에 형성된 제1 촉매층(21)과 제2 지지필름(12)을 점착하는 단계로 제2 지지필름(12)을 상기 a) 단계에서 실시한 것과 동일한 조성을 갖는 점착제를 같은 코팅법으로 제1 촉매층에 점착시킨다.

[0035] 또한, 상기 점착은 지지필름으로 전해질막을 지지할 수 있는 방법이라면 한정되지 않는다. 구체적으로 상기 지지필름이 전해질막에 고정되었다가 제거가 용이하도록 하는 수단이라면 제한되지 않는다.

[0036] e) 단계는 제2 지지필름(12)으로 고정된 제1 촉매층(21)이 형성된 고분자 전해질 막(10)에 제2 촉매층을 형성하는 단계로 상기 실시한 b) 단계와 동일하다.

[0037] 제2 촉매층(22)이 건조되면 제2 지지필름(12)을 제거하여 막전극접합체를 완성하는 단계 f)를 수행한다.

[0038] 상기 제1 지지필름과 제2 지지필름은 폴리에테트라플루오로에틸렌, 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체, 테트라플루오로에틸렌-피플루오로알킬비닐에테르 공중합체, 에틸렌/테트라플루오로에틸렌, 폴리비닐리덴플루오라이드, 폴리비닐클로라이드, 폴리이미드, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에스테르, 및 이들의 공중합체로 이루어진 군에서 선택된 것을 사용한 고분자 필름을 사용한다.

효 과

[0039] 본 발명에 따른 고분자 전해질 연료전지용 막전극접합체의 제조방법에 있어서, 제1 지지필름과 제2 지지필름을 이용하여 고분자 전해질 막에 직접 촉매층을 형성하는 방법은 상기 강도 있는 지지필름이 전해질 막에 점착되어 막의 형상을 고정시켜 주는 지지대 역할을 수행하고, 이로써 전해질 막의 크기 및 형상을 변형 없이

유지시킨다. 더구나 이러한 방법은 촉매층을 직접 코팅함이 용이하여 종래 직접 코팅 시 스프레이코팅법을 이용하여 제조함에 있어서 촉매 손실이 많고, 시간이 오래 걸리며, 막과 촉매층 사이의 접촉면적이 줄어들어 계면저항이 커지는 단점을 극복할 수 있다. 이는 연료전지 성능의 향상에 큰 효과가 있으며, MEA의 연속 공정을 고려 시, 공정 단계를 단순화 할 수 있어 제조비용과 시간을 감소시키는 효과를 나타낼 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0040] 이하는 본 발명의 구체적인 설명을 위하여 일예를 들어 설명하는 바, 본 발명이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0041] (실시예 1)

촉매 슬러리 조성물 제조

[0043] 탄소에 담지된 백금촉매(Pt/C), 수소이온 전도성 바인더 수지인 상업용 나피온 현탁액(Dupont 사의 Nafion PFSA), 이소프로필알콜(IPA) 용매를 포함하는 촉매 슬러리 조성물을 하기의 표와 같이 제조한다. 나피온 이오노머의 함량은 전체 고형물 기준으로 30% 중량비로 제조한다.

MEA	Content (g)		
	Pt/C	나피온 현탁액	IPA 용매
실시예 1	1	8.6	10

막전극접합체(MEA) 제조

[0046] 고분자 전해질 막으로서 상용제품인 나피온 필름(Dupont 사의 Nafion 212)을 200mm×100mm 크기로 자른 다음, 상기 필름의 일면에 점착제가 코팅된 제1지지 필름과 고분자 전해질막을 130℃에서 5분간 가열 압연하여 제1 지지필름과 고분자 전해질 막을 접착시켰다. 다음으로, 상기 촉매 슬러리를 닥터 블레이드 방법으로 100μm 두께로 나피온 필름 위에 코팅하였다. 이후, 제1 촉매층이 형성된 전해질 막을 130℃, 10kgf/cm² 조건에서 핫프레스(hot press)한 후, 제1 지지필름을 제거하였다. 건조 후 촉매층 두께는 10μm이었다. 상기 바인더로 코팅한 제1 지지필름과 동일한 방법으로 제2 지지필름을 만들고, 상기 전해질 막에 바인더를 코팅한 제2 지지필름을 제1 촉매층에 상기 제1 지지필름과 전해질 막을 접착했던 방법과 동일하게 접착하였다. 다음으로 상기 전해질 막에 제1 촉매층을 형성한 조건으로 핫프레스하여 제2 촉매층을 형성하고, 제2 지지필름을 제거하여 MEA를 제조하였다. 이 때, 담지된 촉매층의 백금량은 0.4mg/cm² 이었다.

도면의 간단한 설명

[0047] 도 1은 본 발명에 따른 MEA의 제조 방법을 단계적으로 나타낸 것이다.

[0048] -도면의 주요 부분에 대한 설명-

[0049] 10 : 고분자 전해질 막

[0050] 11 : 제1 지지필름

[0051] 12 : 제2 지지필름

[0052] 21 : 제1 촉매층

[0053] 22 : 제2 촉매층

도면

도면1

