



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01M 8/10 (2006.01)		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년03월20일 10-0696147 2007년03월12일
(21) 출원번호	10-2001-7007952	(65) 공개번호	10-2001-0104692
(22) 출원일자	2001년06월22일	(43) 공개일자	2001년11월26일
심사청구일자	2004년12월09일		
번역문 제출일자	2001년06월22일		
(86) 국제출원번호	PCT/EP1999/009831	(87) 국제공개번호	WO 2000/39202
국제출원일자	1999년12월11일	국제공개일자	2000년07월06일
(81) 지정국	국내특허 : 브라질, 캐나다, 중국, 체코, 일본, 대한민국, 멕시코, 폴란드, 러시아, 싱가포르, 미국, EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴,		
(30) 우선권주장	1998-371554	1998년12월25일	일본(JP)
(73) 특허권자	페메아스 게엠베하 독일 65926 프랑크푸르트 암 마인		
(72) 발명자	야마모토테쓰 일본사이타마켄가와고에시도리마치24초메9-401		
(74) 대리인	특허법인코리아나		
심사관 : 조준배			
전체 청구항 수 : 총 7 항			

(54) 고분자전해질 막의 제조방법 및 연료 전지

(57) 요약

본 발명은 폴리벤즈이미다졸과 같은 염기성 중합체를, 당해 염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 6개 이상의 강산 분자를 함침시키기에 충분한 농도를 갖는 강산 속에 30℃ 이상의 온도에서 5시간 이하의 시간 동안 함침시키는 단계를 포함하는, 고분자전해질 막의 제조방법 및 고분자전해질 막을 포함하는 연료 전지에 관한 것이다. 따라서, 염기성 중합체를 강산에 침지시키기 위해 요구되는 시간을 단축할 수 있으며, 고분자전해질 막의 양성자 전도도를 증진시킬 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

염기성 중합체를 당해 염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 6개 이상의 강산 분자로 함침시키기에 충분한 농도를 갖는 강산 속에 30℃ 이상의 온도에서 5시간 이하의 시간 동안 염기성 중합체를 침지시키는 단계를 포함하는, 고분자전해질 막의 제조방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 함침 시간이 1시간 이하인 방법.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 강산이 인산인 방법.

청구항 4.

제1항 또는 제2항에 있어서, 강산이 황산인 방법.

청구항 5.

제1항 또는 제2항에 있어서, 강산이 농도 80중량% 이상의 인산인 방법.

청구항 6.

제1항 또는 제2항에 있어서, 염기성 중합체가 폴리벤즈이미다졸, 폴리피리딘, 폴리피리미딘, 폴리이미다졸, 폴리벤즈티아졸, 폴리벤즈옥사졸, 폴리옥사디아졸, 폴리퀴놀린, 폴리퀴녹살린, 폴리티아디아졸, 폴리테트라아자피렌, 폴리옥사졸, 폴리티아졸, 폴리비닐피리딘, 폴리비닐이미다졸 및 폴리벤즈이미다졸로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 7.

제1항 또는 제2항에 따르는 방법에 의해 제조된 고분자전해질 막과 당해 고분자전해질 막을 샌드위칭(sandwiching)하는 한 쌍의 전극이 제공된 다수의 전지를 포함하는 연료 전지.

명세서

배경기술

1. 발명의 분야

본 발명은 고분자전해질 막의 제조방법 및 연료 전지에 관한 것이다.

2. 관련 기술

연료 전지는 전해질 및 전해질에 의해 분리된 한 쌍의 전극을 갖는다. 연료 전지내에서, 한쪽 전극에는 수소와 같은 연료가 공급되며, 다른 한쪽 전극에는 산소와 같은 산화제가 공급된다. 이는 연료의 산화를 포함하는 화학적 에너지가 전기 에너지로 전환되는 것이다. 수소 이온(즉, 양성자)은 전해질을 투과하는 한편, 반응 기체(즉, 수소 및 산소)는 전해질을 투과하지 않는다. 통상적으로, 연료 전지 적층물은 다수의 연료 전지를 가지며, 각각의 전지는 하나의 전해질과 전해질에 의해 분리된 한 쌍의 전극을 갖는다.

연료 전지용 전해질로서, 고분자전해질 막과 같은 고체 또는 인산과 같은 액체가 사용된다. 이들 중, 최근에 고분자전해질 막이 연료 전지용 전해질로서 주목받고 있다. 예를 들면, 퍼플루오로설폰산 중합체 및 염기성 중합체와 강산 사이의 착물이 고분자전해질 막용 물질로서 사용된다.

통상적으로, 퍼플루오로설폰산 중합체는 설폰산 그룹을 갖는 측쇄(예를 들면, 퍼플루오로알킬렌 그룹에 결합된 설폰산 그룹을 갖는 측쇄)가 퍼플루오로탄소 골격(예를 들면, 테트라플루오로에틸렌과 트리플루오로비닐의 공중합체)에 결합된 구조를 갖는다. 설폰산 그룹이 이의 수소 이온의 해리를 통해 음이온으로 전환되므로, 이는 양성자 전도도를 나타낸다.

염기성 중합체와 강산의 착물을 포함하는 고분자전해질 막이 개발되었다. 국제 특허 제WO96/13872호 및 이의 대응 미국 특허 제5,525,436호에는, 폴리벤즈이미다졸과 같은 염기성 중합체를 인산 또는 황산과 같은 강산에 침지시킴에 의한 양성자 전도성 고분자전해질 막의 제조방법이 기재되어 있다. 이와 같은 고분자전해질 막을 사용한 연료 전지는 100℃ 이상에서도 작동될 수 있다는 이점을 갖는다.

문헌에는 폴리벤즈이미다졸을 11M의 인산에 6시간 이상 침지시키는 경우, 폴리벤즈이미다졸의 단위당 인산 5분자가 함침된다고 기재되어 있다[참조: J.Electrochem. Soc., Vol. 142, No.7, 1995, ppL121-L123].

추가로, 국제 특허 제WO97/37396호 및 이의 대응 미국 특허 제5,716,727호에는, 트리플루오로아세트산에 용해된 폴리벤즈이미다졸의 용액을 수득하고, 다음에 이 용액에 인산을 첨가하고, 이어서 용매를 제거함에 의한 고분자전해질 막의 제조방법이 기재되어 있다. 국제 특허 제WO96/13872호, 문헌[참조: J. Electrochem. Soc., Vol. 142, No.7, 1995, ppL121-L123] 및 국제 특허 제WO97/37396호의 모든 명세서가 본 발명의 명세서에 참조 문헌으로 인용된다.

염기성 중합체와 강산 사이의 착물이 연료 전지용 고분자전해질 막으로서 실제로 사용되는 경우, 이들의 양성자 전도에 대한 추가적인 향상이 요구된다.

또한, 이와 같은 고분자전해질 막이 제조되는 경우, 염기성 중합체를 강산에 침지하는 이들의 제조 공정(J. Electrochem. Soc., Vol. 142, No.7, 1995, ppL 121-L123)의 관점에서, 폴리벤즈이미다졸을 인산에 16시간 동안 침지시켜야 한다. 이는 너무 시간 소모적이며, 제조방법은 비효율적일 것이다.

발명의 요약

본 발명은 염기성 중합체를, 염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 6개 이상의 강산 분자를 함침시키기에 충분한 농도를 갖는 강산 속에 35℃ 이상의 온도에서 5시간 이하의 시간 동안 함침시키는 단계를 포함하는, 고분자전해질 막의 제조방법을 제공한다.

본 발명에서, 침지 시간은 바람직하게는 1시간 이하이다.

바람직하게는, 강산은 인산이거나, 또는 바람직하게는 황산이다. 강산은 80중량% 이상의 농도를 갖는 인산인 경우가 보다 바람직하다.

바람직하게는, 염기성 중합체는 폴리벤즈이미다졸, 폴리피리딘, 폴리피리미딘, 폴리이미다졸, 폴리벤즈티아졸, 폴리벤즈옥사졸, 폴리옥사디아졸, 폴리퀴놀린, 폴리퀴놀살린, 폴리티아디아졸, 폴리테트라아자피렌, 폴리옥사졸, 폴리티아졸, 폴리비닐피리딘, 폴리비닐이미다졸 및 폴리벤즈이미다졸로 이루어진 군으로부터 선택된다.

본 발명은 각각의 전지에 상술한 방법에 의해 제조된 고분자전해질 막 및 고분자전해질 막을 샌드위치하는 한 쌍의 전극이 제공되는 전지를 다수 포함하는 연료 전지를 제공한다.

본 발명에서, 염기성 중합체를 강산에 침지시킬 때 온도를 35℃ 이상으로 조정함으로써 침지 시간을 5시간 이하로 단축할 수 있다. 따라서, 제조 방법은 보다 효율적이 될 수 있다.

다량의 강산으로 염기성 중합체를 함침시킬 수 있으며, 강산의 농도를 조정함으로써 특정하게는, 염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 6개 이상의 강산 분자의 비율로 함침시킬 수 있다. 따라서, 고분자 전해질 막의 양성자 전도도가 향상될 수 있으며, 연료 전지의 출력이 개선될 수 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 염기성 중합체를 소정 농도의 강산에 30℃ 이상의 온도에서 5시간 이하의 시간 동안 침지시키는 단계를 포함한다. 30℃ 이상에서 침지 단계를 수행함으로써, 염기성 중합체를 강산에 침지시키기 위해 필요한 시간을 단축시킬 수 있다: 구체적으로는, 5시간 이하인 것으로 밝혀졌다.

침지 단계는 바람직하게는 35℃ 이상, 보다 바람직하게는 40℃ 이상, 특히 바람직하게는 50℃ 이상에서 수행된다. 침지 단계의 온도를 증가시킴에 따라, 침지 시간을 추가로 단축시킬 수 있다.

따라서, 침지 온도를 상승시킴으로써, 침지 시간은 1시간 이하가 될 수 있으며, 심지어 30분 이하도 될 수 있다. 침지 시간의 단축으로 제조 방법의 효율이 개선된다.

그러나, 염기성 중합체의 안정성 및 고온에서 강산의 조작시 요구되는 안전 예방책을 고려해야만 하므로, 침지 단계는 200℃ 이하, 보다 바람직하게는 100℃ 이하, 가장 바람직하게는 80℃ 이하에서 수행한다.

본 발명은 염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 6개 이상의 강산 분자를 함침시키기에 충분한 농도를 갖는 강산에 염기성 중합체를 침지시키는 단계를 포함하며, 염기성 중합체를 보다 강산으로 함침시킬 수 있다. 강산의 농도를 증가시키면, 보다 많은 강산을 염기성 중합체에 함침시킬 수 있다. 따라서, 강산의 함침량이 증가하면, 염기성 중합체와 강산 사이의 작용의 양성자 전도도가 향상된다. 염기성 중합체가 연료 전지용 전해질 막으로서 사용되는 경우, 연료 전지의 출력이 개선될 것이다.

염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 8개 이상의 강산 분자를 함침시키기에 충분한 농도의 강산이 바람직하다. 추가로, 염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 9개 이상의 강산 분자를 함침시키기에 충분한 농도의 강산이 보다 바람직하다.

국제 특허출원 제WO96/13872호 및 국제 특허출원 제WO97/37396호에는, 각각 200몰% 이상의 도핑제 수준 및 300몰% 이상의 도핑제 수준이 기재되어 있다. 200몰% 이상의 도핑제 수준은 염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 2개 이상의 강산 분자가 존재하는 경우에 상응하며, 300몰% 이상의 도핑제 수준은 염기성 중합체의 중합체 반복 단위당 3개 이상의 강산 분자가 존재하는 경우에 각각 상응한다.

양성자성 강산이 강산으로 사용되며, 바람직하게는 예를 들면, 인산 및 황산이 사용된다.

본 명세서에서 사용된 바와 같이, "인산"으로는 아인산(H_3PO_3), 오르토인산(H_3PO_4), 피로인산($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$), 삼인산($\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), 및 메타인산이 포함된다. 인산, 특히 오르토인산은 바람직하게는 80중량% 이상의 농도, 보다 바람직하게는 85중량% 이상의 농도, 보다 더욱 바람직하게는 90중량% 이상의 농도, 가장 바람직하게는 95중량% 이상의 농도를 갖는다. 이는 염기성 중합체가 강산의 농도가 증가함에 따라 다수의 강산 분자로 함침될 수 있기 때문이다.

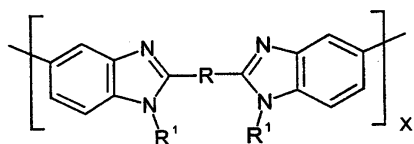
본 발명에서, 강산을 소정의 온도로 가열할 수 있으며, 이어서, 염기성 중합체를 가열된 강산에 침지시킬 수 있다. 바람직하게는, 막 형태로 성형된 염기성 중합체를 강산에 침지시킨다. 예를 들면, 닥터 블레이드법(doctor blade method)에 따라 염기성 중합체를 막 형태로 성형시킬 수 있다.

또한, 염기성 중합체를 문헌에 기재된 바와 같은 방법에 따라 막 형태로서 성형시킬 수 있다[참조: 명칭이 "고분자 전해질 막의 제조방법 및 연료 전지"인 일본 특허원 제(평)10-125560호(1998년 5월 8일 출원)]. 특정하게는, 염기성 중합체 1중량% 이상 및 비점 또는 공비점이 60℃ 내지 220℃인 용매를 포함하는 액체 매질을 내부 영역이 원통형 모양인 실린더에 주입한 다음, 실린더를 회전시킨다. 이때, 용매는 회전에 의한 원심분리를 통해 증발되며, 동시에 거의 균일한 두께를 갖는

원통형 형태의 고분자전해질 막이 실린더 내부 영역 위에 형성된다. 그 다음, 원통형 형태의 고분자전해질 막을 절단하면 필름 형태의 고분자전해질 막이 생성된다. 이 방법에 의해 염기성 중합체는 이의 고분자전해질 막내에 균일한 매트릭스로 형성된다. 일본 특허원 제(평)10-125560호의 설명이 본원에 참조 문헌으로 인용된다.

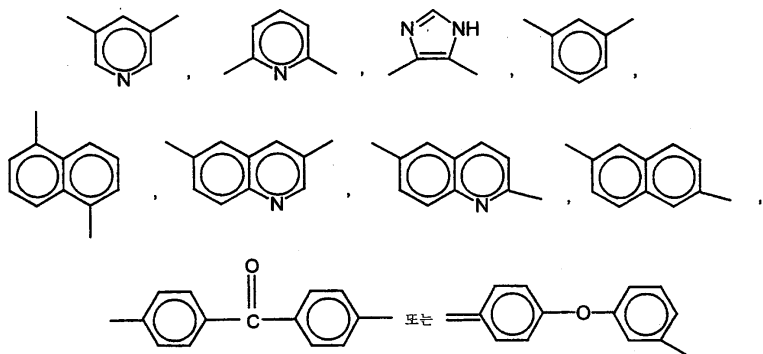
본 발명에서, 염기성 중합체가 사용된다. 이와 같은 염기성 중합체로는 폴리벤즈이미다졸, 폴리피리딘, 폴리피리미딘, 폴리이미다졸, 폴리벤즈티아졸, 폴리벤즈옥사졸, 폴리옥사디아졸, 폴리퀴놀린, 폴리퀴녹살린, 폴리티아디아졸, 폴리테트라아자피렌, 폴리옥사졸, 폴리티아졸, 폴리비닐피리딘, 폴리비닐이미다졸, 폴리벤즈이미다졸 등이 포함된다. 이들 중에서, 폴리벤즈이미다졸이 바람직하다. 또한, 국제 특허출원 제WO96/13872호에 기재된 염기성 중합체가 바람직하다.

폴리벤즈이미다졸로서, 바람직하게 사용될 수 있는 것으로는 예를 들면, 하기 화학식의 화합물이 있다.



상기식에서,

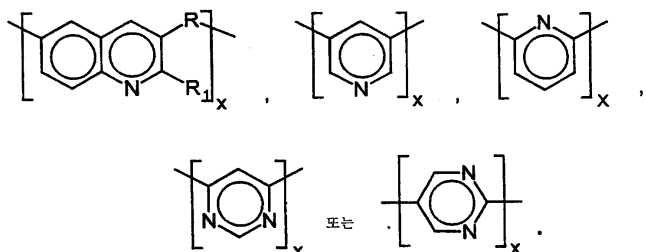
R은 알킬렌, 퍼플루오로알킬렌, 또는 화학식



중의 어느 하나인 치환체를 나타내고,

또한, R일 수 있는, 각각의 알킬렌 및 퍼플루오로알킬렌 그룹은 바람직하게는 탄소수 1 내지 10이며, 보다 바람직하게는 탄소수 1 내지 6이고, R¹은 동일하거나 상이할 수 있으며, 수소, 알킬 또는 페닐을 나타내며, 알킬은 바람직하게는 탄소수 1 내지 6이며, 임의로 할로겐, 설펜 등으로 치환된다.

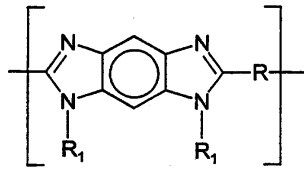
또한, 사용할 수 있는 염기성 중합체는 하기 화학식으로 나타내어 진다.



상기식에서,

R 및 R¹은 위에서 기술한 바와 같다.

또한, 사용할 수 있는 염기성 중합체는 다음 화학식의 폴리벤즈비스이미다졸이다.



상기식에서,

R 및 R¹은 위에서 기술한 바와 같다.

본 발명에 의해 수득된 고분자전해질, 즉 염기성 중합체와 강산 사이의 착물은 양성자 전도성이며, 따라서, 이들은 바람직하게는 전지용 전해질로서 사용될 수 있다. 그렇지만, 고분자전해질은 전지용 용도로서만 한정되지는 않으며, 이들은 또한 디스플레이 소자, 전기착색성 소자(electrochromic element) 또는 다양한 센서용 전해질로서 사용될 수도 있다.

본 발명의 또 다른 양태에 따라, 고분자전해질 막은 바람직하게는 연료 전지용 전지에 사용될 수 있다.

도 1에서, 연료 전지의 전지(10)에는 전해질 막(12)과 당해 전해질 막(12)을 샌드위칭(sandwiching)하는 한 쌍의 전극(20)이 제공된다. 전극(20)에는 전극 반응을 유도하는 촉매 층(14)과 당해 촉매 층(14)에 반응 기체를 공급하기 위한 기체 확산 층(22)이 제공된다.

도 2에서, 촉매 층(14)에는 전해질 막을 포함하는 매트릭스(15) 및 매트릭스내에 분산된 2 이상의 촉매 입자(16)가 제공된다. 전해질 막(12)과 함께 매트릭스(15)는 수소 이온 전도성 채널을 형성한다. 바람직하게는, 매트릭스(15)용 물질은 전해질 막(12)용 물질과 동일하다. 그러나, 이러한 물질은 서로 상이할 수 있다. 매트릭스(15)는 반응 기체가 통과할 수 있도록 하기 위한 다공성일 수 있다. 촉매 입자(16)는 바람직하게는 서로 접촉되며, 이로써 전자 전도성 채널이 형성된다.

각각의 촉매 입자(16)에는 전도성 캐리어(17) 및 전도성 캐리어(17)의 표면에 지지된 촉매 물질(18)이 제공된다. 예를 들면, 탄소를 포함하는 입자가 전도성 담체(17)로서 사용된다. 단순한 백금 물질, 백금의 합금 등이 촉매 물질(18)로서 사용된다. 도 2에서, 촉매 물질(18)은 전도성 담체(17)의 표면을 피복하지만, 특정한 형태일 수 있다.

기체 확산 층(22)은 반응 기체가 확산될 수 있도록 하기 위한 다공성이다. 도 2에서, 기체 확산 층(22)은 틈(24)을 형성하는 2 이상의 전도성 입자(26)를 포함한다. 예를 들면, 탄소를 포함하는 입자가 전도성 입자(26)로서 사용되며, 전도성 담체(17)와 동일할 수 있다. 탄소 섬유와 같은 전도성 물질이 전도성 입자(26)의 위치에 사용될 수 있다.

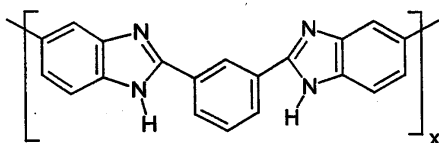
본 발명의 고분자전해질이 전해질 막(12)으로서 사용될 수 있다. 따라서, 전해질 막(12)과 촉매 층(14)의 하나 또는 모두를 포함하는 전지 전구체가 제조될 수 있다. 또한, 이어서 기체 확산 층(22)을 이와 같은 전구체에 부착시킴으로써 전지를 제조할 수 있다.

실시예

하기 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 이로써 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다.

참조예

하기 구조의 화학식 및 1.1의 고유 점도를 갖는 폴리벤즈이미다졸을 N,N-디메틸아세트아미드에 용해시키면 5.0중량% 수지 농도를 포함하는 용액이 생성된다.



이 용액 83g을 스테인레스 강(내경 141mm 및 길이 408mm)로 제조된 관형 실린더에 주입하고, 1100rpm 및 90℃에서 2시간 동안 회전시키면, 실린더 형태의 폴리벤즈이미다졸 막이 생성된다. 생성된 폴리벤즈이미다졸 막의 두께가 약 6포인트로 측정되는 경우, 이는 막 두께가 30.2 μ m이고, 평균 막 두께로부터의 최소 측정값은 1 μ m 이내임을 의미한다.

실시에 1

위에서 수득한 폴리벤즈이미다졸을 오르토인산으로 함침시킨다. 폴리벤즈이미다졸 막(두께: 30 μ m)을 3cm의 직사각형 조각으로 절단한다. 잔류하는 N,N-디메틸아세트아미드를 제거하기 위해 물로 세정한다. 다음, 필름을 감압하에 건조하고, 필름의 중량을 측정한다.

그 다음, 건조된 폴리벤즈이미다졸 필름을 시료 바이알에 담는다. 여기에 85중량%의 수성 오르토인산을 각각 30ml 첨가하고, 표 1에 나타낸 바와 같은 온도와 시간 동안 침지를 수행한다. 소정의 시간이 경과한 후에, 오르토인산으로 함침시킨 폴리벤즈이미다졸 필름을 인산으로부터 제거하고, 표면 위의 과량의 인산을 여과지로 완전히 닦아낸다. 이어서, 계량하여 중량 증가분을 측정한다. 계량 후, 폴리벤즈이미다졸 필름을 1l 용량의 플라스크에 담고, 탈이온수를 눈금선까지 채우고, 교반한다. 오르토인산을 폴리벤즈이미다졸 필름으로부터 추출하여 인산 수용액을 수득한다. 이렇게 수득한 인산 수용액을 0.02N의 수산화나트륨 용액으로 적정하고, 함침된 폴리벤즈이미다졸 필름을 포함하는 오르토인산의 양을 측정한다. 오르토인산을 함침시킨 후의 중량 증가분과 함침된 오르토인산의 중량의 차를 측정하여 오르토인산으로 함침시킨 각각의 폴리벤즈이미다졸 필름에 흡수된 물의 양을 구한다. 본 결과를 표 1에 나타낸다.

[표 1]

실시예	인산의 온도(℃)	침지 시간	PBI 필름의 무수 질량(g)	인산으로 함침시킨 후의 필름 중량(g)	인산의 함침량(g)	흡수된 물의 양(g)	중합체 반복 단위당 함침된 인산 분자의 수	중합체 반복 단위당 흡수된 물분자의 수
1	50	5분	0.0692	0.3739	0.2017	0.088	9.58	21.69
2	50	10분	0.0692	0.3739	0.2217	0.088	10.08	18.52
3	50	30분	0.0720	0.3744	0.2181	0.084	9.53	19.22
4	40	15분	0.0812	0.4309	0.2524	0.097	9.78	20.55
5	40	20분	0.0713	0.3770	0.2181	0.088	9.62	21.07
6	40	30분	0.0741	0.3772	0.2181	0.085	9.26	19.66
7	40	55분	0.0698	0.3598	0.2107	0.079	9.49	19.44
8	40	5시간	0.0711	0.3874	0.2279	0.088	10.09	21.33
9	23	1시간	0.0722	0.3285	0.1911	0.065	8.33	15.47
10	23	2시간	0.0745	0.3902	0.2328	0.083	9.83	19.08
11	23	3시간	0.0701	0.3688	0.2156	0.083	9.68	20.32
12	23	5시간	0.0707	0.3689	0.2106	0.088	9.38	21.24
13	23	24시간	0.0581	0.3281	0.1960	0.074	10.61	21.79

표 1에서, 오르토인산 85중량%를 40℃에서 사용하면 오르토인산의 함침량이 이의 평형에 이르는데 소요되는 시간이 현저하게 단축될 수 있는 것으로 생각된다. 특히, 50℃에서의 함침은 침지 시간을 공지된 방법에서 약 16시간의 1/100 정도의 시간으로 단축시킬 수 있다.

실시에 2

실시에 1의 방법에 따라, 오르토인산의 함침을 오르토인산의 농도를 50 내지 85중량% 내에서 변화시키면서 23℃에서 24시간 동안 수행한다. 따라서, 인산의 함침량과 인산의 농도와의 관계가 검증된다. 이 결과를 표 2와 도 3에 나타낸다.

[표 2]

인산의 농도 (중량%)	PBI 필름의 무수 질량 (g)	인산으로 함침시 킨 후의 필름 중 량(g)	인산의 함침량 (g)	흡수된 물의 양 (g)	중합체 반복 단위 당 함침된 인산 분자의 수	중합체 반복 단위 당 흡수된 물분자 의 수
85	0.0581	0.3281	0.196	0.07396	10.61	21.79
80	0.0590	0.2457	0.137	0.04952	7.32	14.39
70	0.0609	0.2006	0.108	0.03192	5.57	8.98
60	0.0604	0.1724	0.086	0.0257	4.49	7.30
50	0.0587	0.1511	0.072	0.0206	3.85	6.00

표 2에서, 오르토인산의 농도가 높을수록, 폴리벤즈이미다졸내의 인산의 함침량이 증가한다는 사실을 알 수 있다. 이러한 관계는 실온에서 뿐만 아니라, 40℃ 및 50℃의 가온하에서도 마찬가지이다.

실시예 3

두께가 50 μ m인 폴리벤즈이미다졸 막을 기본 실시예의 방법에 따라 제조한다. 이 폴리벤즈이미다졸 막을 85중량%의 인산에 40℃에서 1시간 동안 침지시키면 고분자전해질 막이 생성된다. 이 고분자전해질 막을 7cm 직경의 원형 조각으로 절단한다. 이어서, 이를 시판되고 있는 고분자전해질형의 연료 전지용 탄소 전극 2장 사이에 샌드위치시키고, 열압시키면 연료 배터리용 전지가 생성된다. 수소와 공기가 본 전지에 도입되어 전력이 발생되는 경우, 수득된 출력은 매우 높다: 각각 1기압하의 160℃ 및 0.5V에서 350mW/cm², 3기압하의 160℃ 및 0.5V에서 650mW/cm².

도면의 간단한 설명

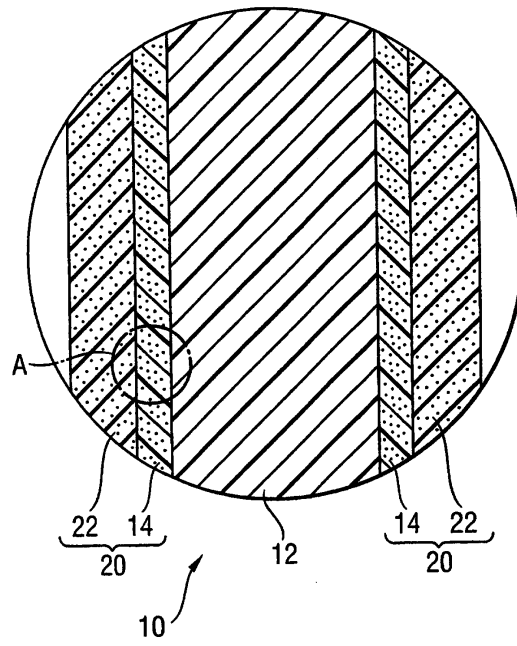
도 1은 연료 전지의 단면의 예이다.

도 2는 도 1의 "A"를 확대시킨 단면이다.

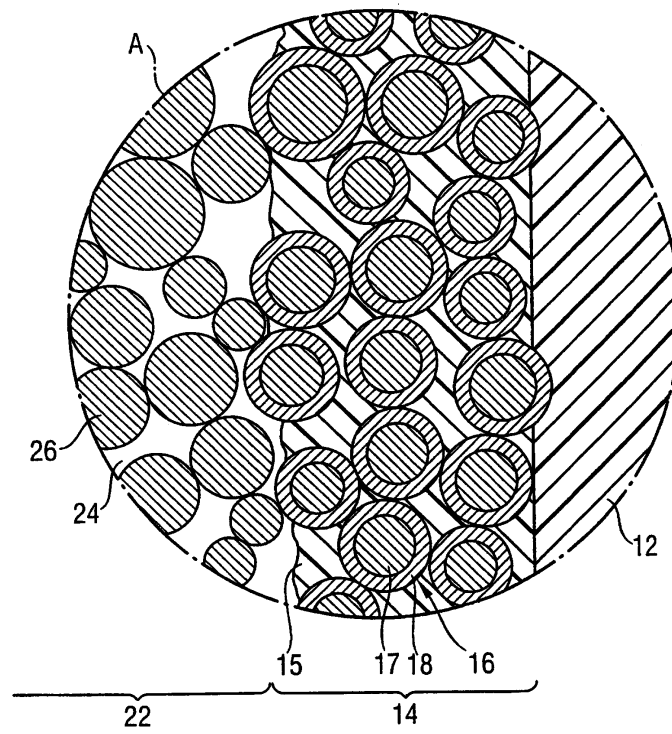
도 3은 인산의 농도와 폴리벤즈이미다졸의 중합체 반복 단위 당 인산 분자의 수 사이의 상관 관계를 도시한 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

