(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0017554
(43) 공개일자 2012년02월29일

(51) Int. Cl.
*B01D 71/00* (2006.01) *C08J 5/22* (2006.01)
*B01D 67/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0080212
(22) 출원일자 2010년08월19일
심사청구일자 2010년08월19일

(71) 출원인
**충남대학교산학협력단**
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
**(주) 시온텍**
대전광역시 유성구 테크노2로 167-2 (용산동)
(72) 발명자
**황택성**
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 404동 1703호 (전민동, 엑스포아파트)
**김용태**
충청남도 논산시 노성면 장마루로 708
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**김종관, 권오식, 박창희**

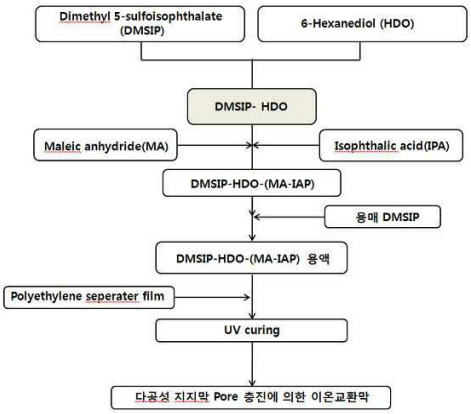
전체 청구항 수 : 총 9 항

# (54) 다공성 지지막의 포어 충진에 의한 이온교환막 및 이에 대한 제조방법

## *(57) 요 약*

본 발명은 a)디메틸-5-설퍼이소프탈레이트, 디올, 이소프탈릭 엑시드, 무수말릭산의 공중합체를 제조하는 단계;b)상기 공중합체에 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트를 첨가하여 중합체 용액을 제조하는 단계; 및 c)상기 중합체 용액을 고분자 다공성 지지막에 충진하여 경화하는 단계; 를 포함하는 이온교환막 제조방법에 관한 것이며, 본 발명에 의해 제조된 이온교환막은 이온교환능력과 수소이온전도도가 우수한 고기능성 이온교환막이다.

*대 표 도* - 도1



(72) 발명자

**백영민**

대전 서구 삼천동국화아파트 505동 101호

**강경석**

대전광역시 유성구 가정로 63, 하나아파트 106동 803호 (신성동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-1192

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 충남대학교 산학협력단

연구사업명 중소기업이전기술개발사업

연구과제명 고도 이온선택성 이온교환막 생산기술 개발

기여율 1/1

주관기관 (주)시온텍

연구기간 2010.06.01 ~ 2012.05.31

## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

a)디메틸-5-설퍼이소프탈레이트, 디올, 이소프탈릭 엑시드, 무수말릭산의 공중합체를 제조하는 단계;

b)상기 공중합체에 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트를 첨가하여 중합체 용액을 제조하는 단계; 및

c)상기 중합체 용액을 고분자 다공성 지지막에 충진하여 경화하는 단계;

를 포함하는 이온교환막 제조방법.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 b)단계에서 디메틸-5-설포이소페탈레이트(DMSIP)는 상기 a)단계에서 합성된 공중합체100중량부에 대하여 30~50중량부 포함하는 이온교환막 제조방법.

**청구항 3**

제 1항에 있어서,

상기 a)단계에서 상기 공중합체는 디메틸-5-설포이소페탈레이트(DMSIP)와 헥산디올(HDO)를 중합 반응하는 1단계; 및

상기 중합 반응물에 이소프탈산과 무수말릭산을 첨가 하여 중합하는 2단계;

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이온교환막 제조방법.

**청구항 4**

제 1항에 있어서,

상기 c)단계에서 경화는 펜타에릭트리톨테트라아실레이트(PETA)를 사용하는 것인 이온교환막제조방법.

**청구항 5**

이온교환기를 가진 공중합체와 이온교환기를 가진 단량체 용액을 혼합한 혼합용액을 고분자 다공성 지지막에 충진하여 경화시켜 제조하는 것을 특징으로 하는 이온교환막 제조방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 이온교환기를 가진 공중합체는 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트, 디올, 이소프탈릭 엑시드, 무수말릭산의 공중합체인 이온교환막 제조방법.

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 이온교환기를 가진 단량체 용액은 디메틸-5-설포이소페탈레이트(DMSIP)인 이온교환막 제조방법.

**청구항 8**

제 1항 또는 5항에 있어서,

상기 고분자 다공성 지지막은 폴리에틸렌 인 이온교환막 제조방법.

**청구항 9**

제 1항 내지 제7항에서 선택되는 어느 한 항에 의해 제조되며, 이온교환용량이 0.170~0.524 meq/g이고, 이온전

도도가 0.007~0.039 S/cm이며, 두께가 0.01~0.05cm인 이온교환막.

# 명 세 서

## 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다공성 지지막의 포어 충진에 의한 고기능성 이온교환막 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

## 배 경 기 술

[0002] 이온교환막이란 수중에서 음이온 및 양이온을 선택적으로 분리할 수 있는 선택투과막으로써, 연료전지, 산세 폐액으로부터 산 및 금속화학종을 회수하기 위한 확산투석, 초순수 제조공정, 해수의 담수화, 산과 염기 회수를 위한 물분해 전기투석 분야에 응용되고 있다.

[0003] 이러한 이온교환막은 여러가지 특성이 요구된다. 높은 선택성을 가져야하며 용매 및 비 이온 용질의 낮은 투과성, 선택된 투과이온의 확산에 대한 낮은 저항, 높은 기계적 강도 및 내화학성을 필요로 한다.

[0004] 현재 사용되는 이온교환막은 연료전지에 사용되고 있는 불소계 양이온교환막(Dupont: Nafion,7,8 Gore: Gore-select, Asahi:Aciplex & Flemion 등), styrene을 기재로 사용한 이온교환막(Tokuyama: CMX & AMX, Asahi: CMV & HJC 등), rubber계 고분자를 사용한 막(Dais-Analytic: S-SEBS) 등이 있다.

[0005] 이러한 이온교환막은 일반적으로 주사슬에 플루오르화 알킬렌을 가지고 있고, 플루오르화비닐 에테르 측쇄의 말단에 술폰산기를 가지는 과플루오로설폰산 고분자(perfluorosulfonic acid polymer)막을 사용하고 있다(예: Nafion, Dupont사 제조).

[0006] 상기 과플루오로설폰산 고분자 막은 두께가 두꺼워질수록 치수 안정성 및 기계적 물성은 향상되나, 수지 막의 막저항이 증가하고, 반대로 두께가 감소됨에 따라 수지 막의 저항은 낮아지나, 기계적 물성이 저하될 뿐만 아니라 전지 작동 중에 반응하지 않은 연료 기체 및 액체가 이온교환막을 통과하여 연료의 손실이 발생하고 전지 성능을 저하시키는 문제가 있다.

[0007] 특히, 백금 촉매 전극과 열압착된 상태에서 온도와 수화(hydration) 정도에 따라 고분자 전해질 막은 15 내지 30%의 막두께 변화와 체적 변화를 수반하고, 3 내지 50 중량%의 메탄올 연료에 의해서는 최대 200% 이상 체적 변화가 발생한다. 이와 같은 전해질 막의 팽윤에 의한 두께 증가는 전극 기재인 기체 확산층에 응력을 인가하게 되며 면방향의 치수 변화는 연료 전지의 장기 운전시 촉매 입자와 전해질 막 계면의 물리적 열화를 유발한다.

[0008] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 지지막에 조사를 통해서 이온교환막을 제조하는 방법과 박막화 하는 방법 그리고 이온교환 용액을 코팅 및 건조하여 지지체의 기공을 충진하는 방법이 미국 특허 제 5,547,551 호 및 제 5,599,614 호에 기술되어 있다.

[0009] 그러나 지지막에 조사를 통해서 이온교환막을 제조하는 방법은 이온교환능력과 수소이온전도도가 낮은 단점이 있으며, 박막화 하는 방법은 박막을 통하여 과량이 메탄올 크로스오버가 일어나는 단점이 있다.

[0010] 지지체의 기공을 충진하는 방법으로 제조된 고분자 전해질막은 형태안정성이 우수하고, 메탄올 투과를 효과적으로 제어하는 것으로 알려져 있다.

[0011] 그러나 이러한 멤브레인은 가격이 비싸고 비이온 전도성 멤브레인을 적용하기 때문에 나피온 대비 이온전도도가 낮은 단점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 종래의 문제를 해결하고자 고분자 다공성지지막에 이온교환능력이 있는 용액을 충진하고 경화하여 제조한 이온교환막 및 이의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다. 본 발명은 다공성 지지막 포어 충진에 의하여 이온교환능력과 수소이온전도도가 우수한 고기능성 이온교환막의 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은 a)디메틸-5-설퍼이소프탈레이트(Dimethyl 5-sulfoisophthalate(DMSIP)), 디올, 이소프탈릭 엑시드

(Isophthalic acid), 무수말릭산( Maleic anhydride(MA))의 공중합체를 제조하는 단계;

[0014] b)상기 공중합체에 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트를 첨가하여 중합체 용액을 제조하는 단계; 및

[0015] c)상기 중합체 용액을 고분자 다공성 지지막에 충진하여 경화하는 단계;를 포함하는 이온교환막의 제조방법을 제공한다.

[0016] 상기 충진은 보다 바람직하게는 캐스팅법으로 할 수 있다. 보다 구체적으로 캐스팅법으로 유리판에 충진시킬수 있다.

[0017] 상기 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트는 이온교환능력이 있는 단량체로서 이온교환능력을 제공한다.

[0018] 상기 a)단계에서 제조된 공중합체는 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트(Dimethyl 5-sulfoisophthalate(DMSIP))을 30~50중량%포함하는 것이 바람직하다. 상기 범위를 초과할 경우 이온교환막이 깨지기 쉬우며 함량이 미달될 경우 제조된 이온교환막의 이온교환능력이 떨어질 수 있다.

[0019] 상기 디올은 보다 구체적으로 헥산디올( 6-Hexanediol:HDO)을 사용할 수 있다. 상기 핵산디올은 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트가 경질인 것을 고려하여 연질인 것이 좋다. 상기 무수말릭산(Maleic anhydride(MA))은 경화시 연결고리로 제공할 수 있다.

[0020] 상기 b)단계에서 디메틸-5-설포이소페탈레이트(Dimethyl 5-sulfoisophthalate: DMSIP)는 상기 a)단계에서 합성된 공중합체100중량부에 대하여 30~50중량부 포함하는 것을 특징으로 한다. 상기 b)단계에서 DMSIP는 용매에 녹여서 사용하는 것이 바람직하며, 상기 용매는 폴리프로필렌클리콜모노메틸이더( Propylene glycol monomethyl ether(PM))로부터 선택되어 사용할 수 있다. 상기 범위를 초과할 경우 상기 a)단계에서 제조된 공중합체가 완전히 용해되지 않으며, 상기 범위를 크게 미달할 경우 용액의 점도가 작아서 막이 형성되지 않으며, 막의 이온교환용량이 낮다.

[0021] 상기 a)단계에서 상기 공중합체는 디메틸-5-설포이소페탈레이트(DMSIP)와 헥산디올( 6-Hexanediol:HDO)를 중합반응하는 1단계;

[0022] 상기 중합 반응물에 이소프탈산(Isophthalic acid(IPA))과 무수말릭산을 첨가 하여 중합하는 2단계;

[0023] 로 이루어질 수 있는 2단계 축합중합과정이다. 이하 도2는 상기 a)단계의 합성메카니즘을 나타낸 것이다.

[0024] 이하 도1을 참조로 보다 구체적으로 이온교환막 제조단계를 설명하고자 한다.

[0025] 상기 이소프탈산를 첨가함으로 제조된 이온교환막의 이온교환능력이 놀랍게 향상될 수 있다. 또한 우수한 수소이온전도도 및 이온교환용량을 가질 수 있다.

[0026] 상기 c)단계에서 경화는 펜타에릭트리톨테트라아실레이트(Pentaerythritol tetraacrylate (PETA))를 사용하는 것을 특징으로 한다. 상기 c)단계에서 는 UV 경화방법을 통해 이온교환막을 제조할 수 있다.

[0027] 본 발명은 또한, 이온교환기를 가진 공중합체와 이온교환기를 가진 단량체 용액을 혼합한 혼합용액을 고분자 다공성 지지막에 충진하여 경화시켜 제조하는 것을 특징으로 하는 이온교환막 제조방법에 관한 것이다.

[0028] 상기 이온교환기를 가진 공중합체는 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트, 디올, 이소프탈릭 엑시드, 무수말릭산의 공중합체 인 것을 특징으로 한다. 상기 이온교환기를 가진 단량체 용액은 디메틸-5-설포이소페탈레이트(DMSIP)를 사용하는 것이 좋다.

[0029] 본 발명에서 상기 고분자 다공성 지지막은 보다 바람직하게는 폴리에틸렌 인 것이 좋다.

[0030] 본 발명은 또한 상기 제조방법에 의해 제조되며, 본 발명에 따라 제조된 이온교환막은 기존의 이온교환막보다 우수한 수소이온전도도 및 이온교환용량을 제공한다 보다 구체적으로 본 발명에 따라 제조된 이온교환막은 이온교환용량이 0.170~0.524 meq/g이고, 이온전도도가 0.007~0.039 S/cm이며, 두께가 0.01~0.05cm인 이온교환막을 제공한다.

## *발명의 효과*

[0031] 본 발명에 따른 이온교환막은 종래 포어 충진에 의한 이온교환막에 비하여 높은 이온교환용량과 이온전도도를 가지는 이온교환막을 제조할 수 있는 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명에 따른 이온교환막 및 이에 대한 제조방법을 도식화한 것이다.

도 2는 본 발명에 따른 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트, 디올, 이소프탈릭 엑시드, 무수말릭산의 공중합체의 축합중합 메카니즘이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 보다 상세히 설명하고자 한다. 하지만 본 발명은 하기 실시예에 의해 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상과 범위 내에서 여러 가지 변형 또는 수정할 수 있다.

[0034] [제조예1]

[0035] **a)디메틸-5-설퍼이소프탈레이트, 디올, 이소프탈릭 엑시드, 무수말릭산의 공중합체를 제조하는 단계;(DMSIP-HDO-(IPA-MA) 합성)**

[0036] DMSIP-HDO-(IPA-MA) 합성은 2 단계 축합중합이다. 교반기, 냉각기, 질소 주입구, 시료 주입구 및 thermocouple이 부착된 4구 둥근플라스크를 준비하였다. 1단계는 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트(DMSIP) 275g와 헥산디올(HDO) 550g을 220 ℃, 질소 상태에서 부틸스테노익엑시드(Butyl stannoic acid) 0.1g를 첨가하여 중합 반응하는 1단계를 수행하였다.

[0037] 2단계에서는 상기 질소상태에서 합성된 중합반응물을 140 ℃로 내린 후 이소프탈산(Isophthalic acid(IPA))100g와 무수말릭산(MA)100g를 첨가하고 220 ℃로 승온하여 하이드로퀴논(Hydroquinone) 0.1g을 첨가하여 합성을 실시하였다. 도 1은 디메틸-5-설퍼이소프탈레이트, 디올, 이소프탈릭 엑시드, 무수말릭산의 공중합체DMSIP-HDO-(IPA-MA)의 축합중합 메카니즘이다.

[0038] 상기 제조예1에서 사용된 화합물과 그 함량을 하기 표1에 나타내었다.

[0039] [제조예 2 내지 제조예 5]

[0040] 상기 제조예1과 동일하게 실시하되 함량을 달리하였으며, 사용된 화합물과 함량을 하기 표1에 나타내었다.

[0041] [표1]

[0042]

| | DMSIP (g) | HDO (g) | IPA (g) | MA (g) |
|---|---|---|---|---|
| 제조예1 | 275 | 550 | 100 | 100 |
| 제조예2 | 300 | 550 | 100 | 100 |
| 제조예3 | 325 | 550 | 100 | 100 |
| 제조예4 | 350 | 550 | 100 | 100 |
| 제조예5 | 375 | 550 | 100 | 100 |

[0043] [실시예1]

[0044] 상기 제조예1에 의해 제조된 공중합체 18g에 펜타에리트리톨테트라아실레이트( Pentaerythritol tetraacrylate (PETA)) 0.99g을 넣고 40 wt% 디메틸-5-설포이소프탈레이트(DMSIP) 15g(용매는 폴리프로필렌클리콜모노메틸이더( Propylene glycol monomethyl ether(PM))사용) 을 넣어 중합체 용액을 제조 하였다. 상기 중합체 용액을 고분자 다공성 지지막에 캐스팅 법으로 유리판에 충진한 후 UV를 이용하여 경화시켰다.

[0045] 상기 실시예1에 사용된 화합물 및 함량을 하기 표2에 나타내었다. 그리고 상기 제조된 실시예1의 이온교환용량과 수소 이온전도도를 측정하여 하기 표2에 나타내었다.

[0046] [실시예2 내지 25]

[0047] 상기 실시예1과 동일하게 실시하되 사용된 화합물 및 함량을 달리하였고 나머지는 상기 실시예1과 동일하게 실시하였다.

[0048] 상기 실시예2 내지 25에 사용된 화합물 및 함량을 하기 표2에 나타내었다. 상기 실시예2 내지 25의 이온교환용량과 수소 이온전도도를 각각 측정하여 하기 표2에 나타내었다.

[0049] [표2]

| | 사용된 제조예 | 사용된제조예 함량 (g) | DMSIP(g) | PETA (g) | 이온교환용량 (meq/g) | 수소이온전도도(S/cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 실시예1 | 제조예1 | 18 | 15 | 0.99 | 0.5245 | 0.0113 |
| 실시예2 | 제조예1 | 18 | 15 | 1.04 | 0.4392 | 0.0103 |
| 실시예3 | 제조예1 | 18 | 15 | 1.08 | 0.2635 | 0.0084 |
| 실시예4 | 제조예1 | 18 | 15 | 1.13 | 0.1907 | 0.0079 |
| 실시예5 | 제조예1 | 18 | 15 | 1.17 | 0.1700 | 0.0072 |
| 실시예6 | 제조예2 | 18 | 15 | 0.99 | 0.6349 | 0.0149 |
| 실시예7 | 제조예2 | 18 | 15 | 1.04 | 0.4916 | 0.0120 |
| 실시예8 | 제조예2 | 18 | 15 | 1.08 | 0.3122 | 0.0113 |
| 실시예9 | 제조예2 | 18 | 15 | 1.13 | 0.2386 | 0.0106 |
| 실시예10 | 제조예2 | 18 | 15 | 1.17 | 0.2111 | 0.0095 |
| 실시예11 | 제조예3 | 18 | 15 | 0.99 | 0.8038 | 0.0248 |
| 실시예12 | 제조예3 | 18 | 15 | 1.04 | 0.6725 | 0.0180 |
| 실시예13 | 제조예3 | 18 | 15 | 1.08 | 0.4724 | 0.0154 |
| 실시예14 | 제조예3 | 18 | 15 | 1.13 | 0.2988 | 0.0125 |
| 실시예15 | 제조예3 | 18 | 15 | 1.17 | 0.2459 | 0.0106 |
| 실시예16 | 제조예4 | 18 | 15 | 0.99 | 0.9427 | 0.0366 |
| 실시예17 | 제조예4 | 18 | 15 | 1.04 | 0.7576 | 0.0217 |
| 실시예18 | 제조예4 | 18 | 15 | 1.08 | 0.5518 | 0.0169 |
| 실시예19 | 제조예4 | 18 | 15 | 1.13 | 0.4039 | 0.0147 |
| 실시예20 | 제조예4 | 18 | 15 | 1.17 | 0.3487 | 0.0116 |
| 실시예21 | 제조예5 | 18 | 15 | 0.99 | 1.2292 | 0.0394 |
| 실시예22 | 제조예5 | 18 | 15 | 1.04 | 0.9354 | 0.0285 |
| 실시예23 | 제조예5 | 18 | 15 | 1.08 | 0.6835 | 0.0224 |
| 실시예24 | 제조예5 | 18 | 15 | 1.13 | 0.6088 | 0.0165 |
| 실시예25 | 제조예5 | 18 | 15 | 1.17 | 0.4733 | 0.0132 |

[0050]

[0051] [비교예1]

[0052] 상기 실시예1과 동일하게 실시하나 DMSIP 대신에 프로필렌글리콜모노메틸에테르(Propyleneglycolmonomethylether ; PGME) 를 사용한 것에 차이가 있으며 나머지는 상기 실시예1과 동일하게 실시하였다.

[0053] 상기 비교예1에 사용된 화합물 및 함량을 하기 표3에 나타내었다. 상기 비교예1의 이온교환용량과 수소 이온전도도를 각각 측정하여 하기 표3에 나타내었다.

[0054] [비교예2 내지 25]

[0055] 상기 비교예1과 동일하게 실시하나 화합물 및 함량에 차이가 있으며, 나머지는 상기 비교예1과 동일하게 실시하였고, 그 차이를 하기 표3에 각각 나타내었다.

[0056] 상기 비교예 2 내지 25의 이온교환용량과 수소 이온전도도를 각각 측정하여 하기 표3에 나타내었다.

[0057] [표3]

| | 사용된 제조예 | 사용된제조예 함량 (g) | PGME(g) | PETA (g) | 이온교환용량 (meq/g) | 수소이온전도도(S/cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 비교예1 | 제조예1 | 18 | 15 | 0.99 | 0.4652 | 0.0095 |
| 비교예2 | 제조예1 | 18 | 15 | 1.04 | 0.3565 | 0.0083 |
| 비교예3 | 제조예1 | 18 | 15 | 1.08 | 0.2016 | 0.0076 |
| 비교예4 | 제조예1 | 18 | 15 | 1.13 | 0.1615 | 0.0070 |
| 비교예5 | 제조예1 | 18 | 15 | 1.17 | 0.1142 | 0.0064 |
| 비교예6 | 제조예2 | 18 | 15 | 0.99 | 0.5676 | 0.0136 |
| 비교예7 | 제조예2 | 18 | 15 | 1.04 | 0.4218 | 0.0114 |
| 비교예8 | 제조예2 | 18 | 15 | 1.08 | 0.2733 | 0.0102 |
| 비교예9 | 제조예2 | 18 | 15 | 1.13 | 0.1906 | 0.0094 |
| 비교예10 | 제조예2 | 18 | 15 | 1.17 | 0.1341 | 0.0081 |
| 비교예11 | 제조예3 | 18 | 15 | 0.99 | 0.7632 | 0.0227 |
| 비교예12 | 제조예3 | 18 | 15 | 1.04 | 0.6275 | 0.0160 |
| 비교예13 | 제조예3 | 18 | 15 | 1.08 | 0.3642 | 0.0134 |
| 비교예14 | 제조예3 | 18 | 15 | 1.13 | 0.2174 | 0.0118 |
| 비교예15 | 제조예3 | 18 | 15 | 1.17 | 0.1841 | 0.0094 |
| 비교예16 | 제조예4 | 18 | 15 | 0.99 | 0.8329 | 0.0317 |
| 비교예17 | 제조예4 | 18 | 15 | 1.04 | 0.7216 | 0.0213 |
| 비교예18 | 제조예4 | 18 | 15 | 1.08 | 0.5103 | 0.0126 |
| 비교예19 | 제조예4 | 18 | 15 | 1.13 | 0.3585 | 0.0132 |
| 비교예20 | 제조예4 | 18 | 15 | 1.17 | 0.2741 | 0.0098 |
| 비교예21 | 제조예5 | 18 | 15 | 0.99 | 1.0149 | 0.0356 |
| 비교예22 | 제조예5 | 18 | 15 | 1.04 | 0.8541 | 0.0254 |
| 비교예23 | 제조예5 | 18 | 15 | 1.08 | 0.5735 | 0.0209 |
| 비교예24 | 제조예5 | 18 | 15 | 1.13 | 0.5199 | 0.0157 |
| 비교예25 | 제조예5 | 18 | 15 | 1.17 | 0.4320 | 0.0115 |

[0058]

[0059] *Dimethyl 5-sulfoisophthalate(DMSIP)

[0060] 6-Hexanediol(HDO)

[0061] Isophthalic acid(IPA)

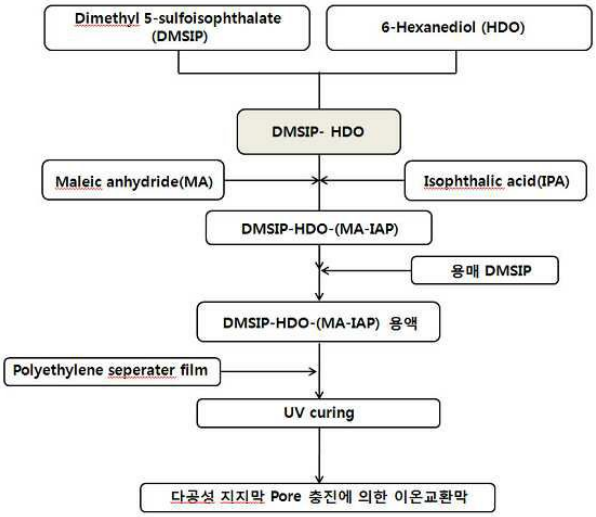
[0062] Maleic anhydride(MA)

[0063] Pentaerythritol tetraacrylate (PETA)

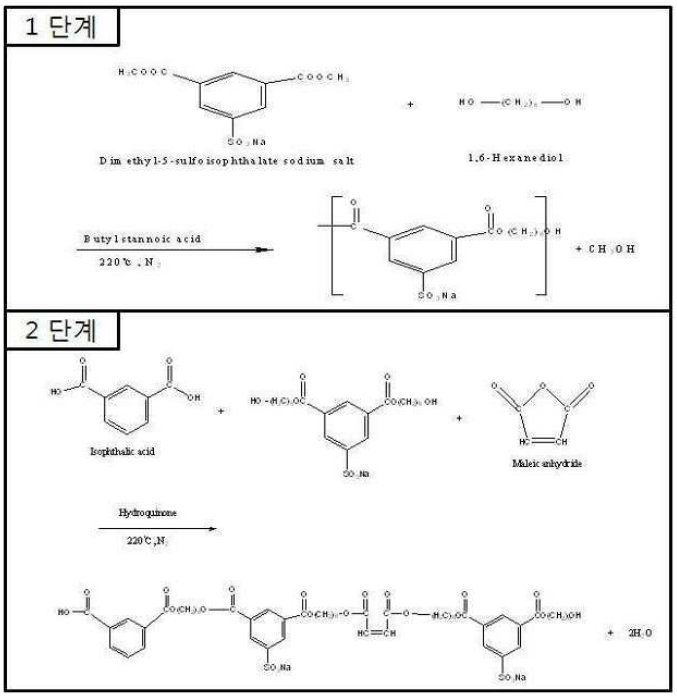
[0064] Propylene glycol monomethyl ether (PGME)

## 도면

### 도면1


Dimethyl 5-sulfoisophthalate (DMSIP)
6-Hexanediol (HDO)
DMSIP- HDO
Maleic anhydride(MA)
Isophthalic acid(IPA)
DMSIP-HDO-(MA-IAP)
용매 DMSIP
DMSIP-HDO-(MA-IAP) 용액
Polyethylene seperater film
UV curing
다공성 지지막 Pore 충진에 의한 이온교환막

### 도면2


1 단계
Dimethyl-5-sulfoisophthalate sodium salt
1,6-Hexanediol
Butylstannoic acid
220℃, N2
2 단계
Isophthalic acid
Maleic anhydride
Hydroquinone
220℃, N2