



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0122482  
(43) 공개일자 2022년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01B 1/12 (2006.01) C08K 5/06 (2006.01)  
C08K 5/28 (2006.01) C08L 75/04 (2006.01)  
G03F 7/20 (2006.01) G03F 7/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01B 1/122 (2013.01)  
C08K 5/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0186595

(22) 출원일자 2021년12월23일

심사청구일자 2021년12월23일

(30) 우선권주장

1020210026435 2021년02월26일 대한민국(KR)

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

한양대학교 산학협력단

서울특별시 성동구 왕십리로 222(행당동, 한양대학교내)

(72) 발명자

김봉수

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

조완호

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리앤목특허법인

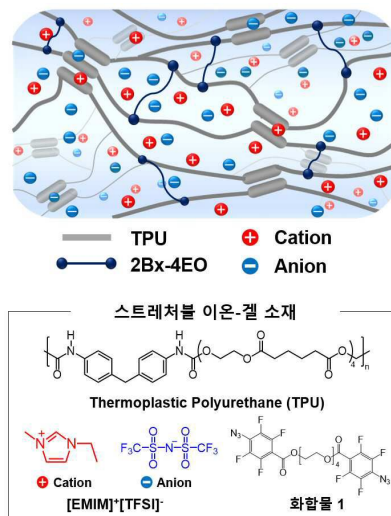
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 가교성 화합물, 이를 포함한 고체 전해질 형성용 조성물, 이를 이용한 고체 전해질 제조 방법, 고체 전해질 및 상기 고체 전해질을 포함한 전자 소자

(57) 요약

가교성 화합물, 이를 포함한 고체 전해질 형성용 조성물, 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 이용한 고체 전해질 제조 방법, 고체 전해질 및 상기 고체 전해질을 포함한 전자 소자에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C08K 5/28* (2013.01)

*C08L 75/04* (2013.01)

*G03F 7/20* (2013.01)

*G03F 7/26* (2013.01)

(72) 발명자

**김도환**

서울특별시 강동구 아리수로50길 50, 111동 1603호(고덕동, 래미안힐스테이트고덕)

**권혁민**

경기도 의정부시 누원로 51, 104동 404호(장암동, 수락리버시티1단지)

**이채영**

서울특별시 광진구 자양로 116, 1622호(구의동, 웰츠타워)

**박상준**

서울특별시 성동구 마조로 31, 502호 (행당동)

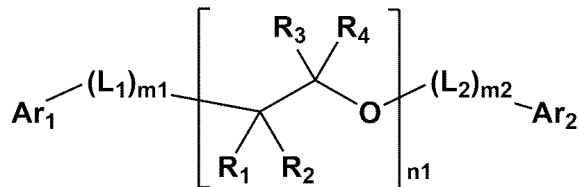
## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

하기 화학식 1로 표시되는 가교성 화합물:

<화학식 1>



상기 화학식 1 중,

$\text{L}_1$  및  $\text{L}_2$ 는 서로 독립적으로, 단일 결합,  $-\text{C}=\text{O}-$ ,  $-\text{C}$  치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐렌기 또는 치환 또는 비치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐렌기이고,

$m1$  및  $m2$ 는 서로 독립적으로, 0, 1, 2 또는 3이고,

$\text{Ar}_1$  및  $\text{Ar}_2$ 는 서로 독립적으로, 치환 또는 치환된  $\text{C}_5-\text{C}_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,

$\text{Ar}_1$  및  $\text{Ar}_2$ 는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 가교성 그룹으로 치환되고,

$n1$ 은 2 내지 300,000의 정수이고,

$\text{R}_1$  내지  $\text{R}_4$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소,  $-\text{F}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{I}$ , 히드록실기, 시아노기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬티오기,  $-\text{Si}(\text{Q}_1)(\text{Q}_2)(\text{Q}_3)$ , 치환 또는 비치환된  $\text{C}_5-\text{C}_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬렌기, 치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐렌기, 치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐렌기, 치환된  $\text{C}_5-\text{C}_{60}$ 카보시클릭 그룹, 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{60}$ 헤테로시클릭 그룹, 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬기, 치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐기, 치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐기, 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알콕시기 및 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬티오기 중 적어도 하나는, 중수소,  $-\text{F}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{I}$ , 히드록실기, 시아노기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬기,  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐기,  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알콕시기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬티오기 또는  $-\text{Si}(\text{Q}_{11})(\text{Q}_{12})(\text{Q}_{13})$ 이고,

상기  $\text{Q}_{11}$  내지  $\text{Q}_{13}$ 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소,  $-\text{F}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{I}$ , 히드록실기, 시아노기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬기,  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐기,  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알콕시기 또는  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬티오기이다.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

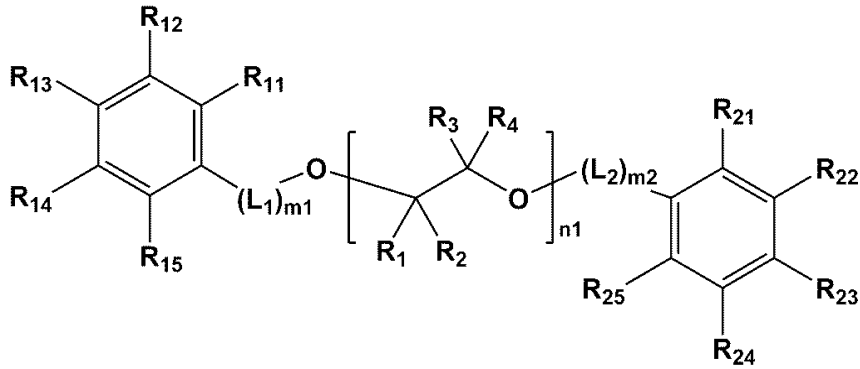
상기 가교성 그룹은 아자이드기( $-\text{N}_3$ ), 황 함유기 또는 불포화 이중 결합 함유기인, 가교성 화합물.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가교성 화합물은 하기 화학식 2로 표시된, 가교성 화합물:

<화학식 2>



상기 화학식 2 중,

$L_1$ ,  $L_2$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $n_1$  및  $R_1$  내지  $R_4$ 에 대한 설명은 제1항을 참조하고,

$R_{11}$  내지  $R_{15}$  및  $R_{21}$  내지  $R_{25}$ 는 서로 독립적으로, 가교성 그룹, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬티오기, -Si( $Q_1$ )( $Q_2$ )( $Q_3$ ), 치환 또는 비치환된  $C_5$ - $C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,

$R_{11}$  내지  $R_{15}$  중 적어도 하나가 가교성 그룹이고,

$R_{21}$  내지  $R_{25}$  중 적어도 하나가 가교성 그룹이다.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

$R_{11}$  내지  $R_{15}$  중 어느 하나가 아자이드기이고, 나머지는 각각 -F 또는 -Cl이고,

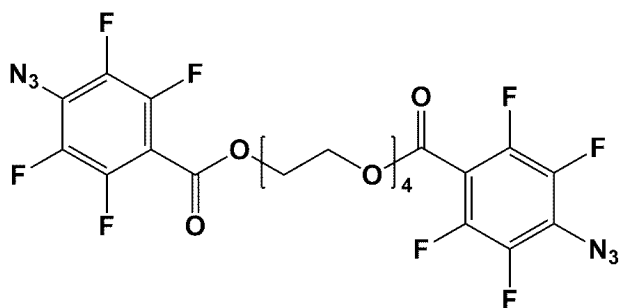
$R_{21}$  내지  $R_{25}$  중 어느 하나가 아자이드기이고, 나머지는 각각 -F 또는 -Cl인, 가교성 화합물.

#### 청구항 5

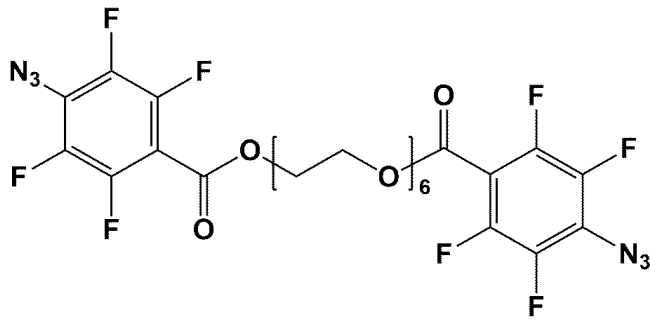
제1항에 있어서,

하기 화합물 1 내지 5 중에서 선택된, 가교성 화합물:

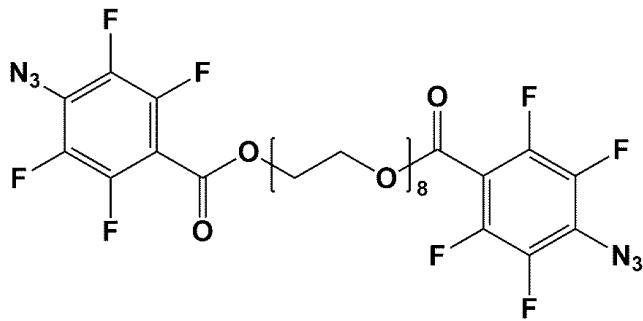
<화합물 1>



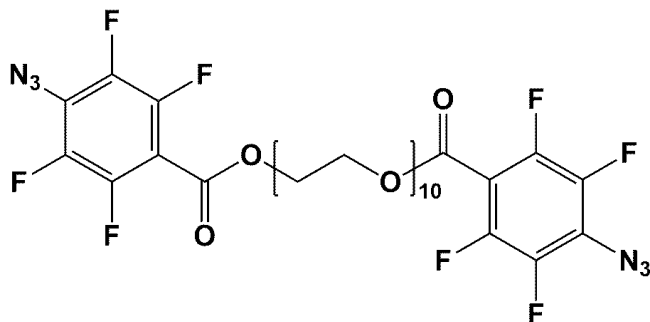
<화합물 2>



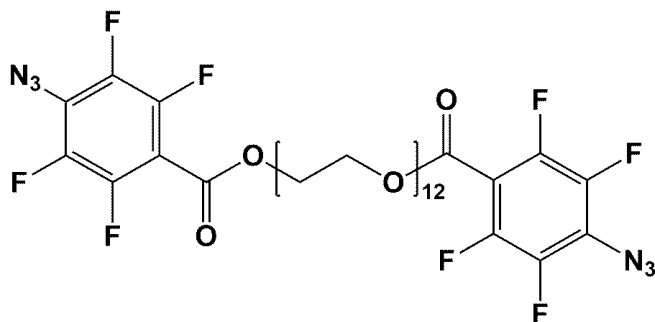
<화합물 3>



<화합물 4>



<화합물 5>



## 청구항 6

이온성 탄성 중합체;

이온성 액체; 및

광 가교제를 포함하고,

상기 광 가교제는 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 가교성 화합물을 포함한, 고체 전해질 형성용 조성물.

## 청구항 7

제6항에 있어서,

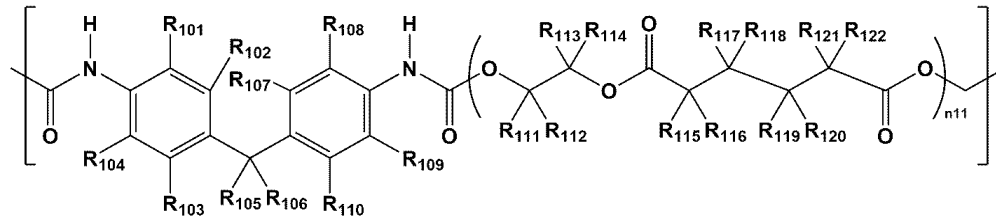
상기 이온성 탄성 중합체는 열가소성 폴리우레탄(TPU) 고분자인, 고체 전해질 형성용 조성물.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 열가소성 폴리우레탄 고분자가 하기 화학식 10으로 표시되는 반복 단위를 포함하는, 고체 전해질 형성용 조성물.

<화학식 10>



상기 화학식 10 중,

n11은 1 내지 5000 중에서 선택된 정수이고,

R101 내지 R122는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬티오기, -Si(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>)(Q<sub>3</sub>), 치환 또는 비치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹이다.

## 청구항 9

제6항에 있어서,

상기 이온성 액체는 질소 함유 이온성 액체, 인(P) 함유 이온성 액체, 또는 이들의 임의의 조합인, 고체 전해질 형성용 조성물.

## 청구항 10

제6항에 있어서,

상기 이온성 액체가 양이온 및 음이온을 포함하고,

상기 양이온이 암모늄 이온, 이미다졸륨 이온, 피페리디늄 이온, 피롤리디늄 이온, 포스포늄 이온 또는 이들의 임의의 조합이고,

상기 음이온이 할로젠 이온, 아세테이트 이온, 나이트레이트 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 테트라플루오로보레이트 이온(BF<sub>4</sub><sup>-</sup>), 헥사플루오로포스페이트 이온(PF<sub>6</sub><sup>-</sup>), 트리플루오로메탄 설포네이트 이온(Tf<sup>-</sup>), 비스((트리플루오로메틸)설포닐)이미드 이온(TFSI<sup>-</sup>) 또는 이들의 임의의 조합인, 고체 전해질 형성용 조성물.

## 청구항 11

제6항에 있어서,

상기 이온성 탄성 중합체에 대한 상기 광 가교제의 중량비가 1:0.01 내지 1:0.1인, 고체 전해질 형성용 조성물.

## 청구항 12

제6항의 고체 전해질 형성용 조성물을 자외선(UV)에 노광하는 단계를 포함한, 고체 전해질의 제조 방법.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 자외선 노광된 고체 전해질 형성용 조성물을 현상하여 패턴을 형성하는 단계를 포함한, 고체 전해질의 제조 방법.

#### 청구항 14

제6항의 고체 전해질 형성용 조성물을 이용하여 제조된, 고체 전해질.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

스트레처블(stretchable) 고체 전해질인, 고체 전해질.

#### 청구항 16

제15항의 고체 전해질을 포함한, 전자 소자.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 전자 소자는 유기 태양 전지(organic solar cell: OSC), 유기 박막 트랜지스터(organic thin-film transistor: OTFT), 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode: OLED), 유기 광 센서(organic photodiode sensor: OPD), 페로브스카이트 태양 전지(perovskite solar cell), 페로브스카이트 발광 다이오드(perovskite light emitting diode) 및 열전 소자(thermoelectric device) 중 어느 하나인, 전자 소자.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 가교성 화합물, 이를 포함한 고체 전해질 형성용 조성물, 이를 이용한 고체 전해질 제조 방법, 고체 전해질 및 상기 고체 전해질을 포함한 전자 소자에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 인간의 피부 기능을 모방한 'Skin-like' 전자 소자가 차세대 기술로 각광을 받으면서 실리콘 기반의 딱딱한 전자 소자가 아닌, 유연하고 신축성이 높은 소프트 전자 소자에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있다.

[0003] 소프트 전자 소자(soft electronics)를 기반으로 스마트 헬스모니터링용 전자피부, 생체 이식형 의료기기, 소프트 로보틱스 분야가 발전됨에 따라 고신축성 · 저전력 · 집적화도가 동시에 확보된 고성능 'Skin-like' 전자 소자에 대한 기술적 요구가 급증하고 있고 있다.

[0004] 기존에 보고되었던 스트레처블 전자소자(stretchable electronics) 연구의 경우, 이온 겔(ion-gel) 물질로 탄성 중합체가 아닌 선형성 블록 공중합체를 기반으로 개발되어 극히 제한적인 인장률에서만 안정적인 구동이 가능하였다. 또한, 이온 겔 패턴 구현을 위해서 잉크젯 프린팅이나 표면 에너지 조절을 이용한 공정을 진행함으로써 공정 효율뿐만 아니라 패턴의 균일성 및 해상도 측면에서 여전히 한계점을 내포하고 있다. 더불어, 이온성 물질이 아닌 단일 탄성 중합체를 패턴함으로써 집적화된 스트레처블 트랜지스터 어레이를 보고한 사례가 있으나, 높은 구동전압이 요구되어 저전력 전자 소자에 적용이 어려운 한계점이 존재한다.

[0005] 이온성 탄성 중합체의 경우, 고분자 매트릭스인 탄성 중합체의 유동적인 기계적 물성으로 인해 잘 정립된 포토 리소그래피 공정을 통한 고해상도 패턴 구현이 제한적이었다. 이에 대한 차선택으로 잉크젯 프린팅, 스프레이 코팅, 전사 방법 등 여러 패턴 공정 방법들이 개발되어왔으나, 패턴의 불균일성 및 해상도의 한계로 인해 집적화된 저전압 구동형 스트레처블 전자 소자 구현에 여전히 한계점이 존재하였다.

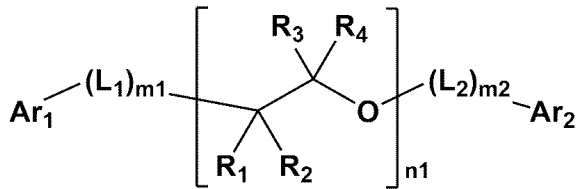
## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0006] 이온 전도 부위를 포함하여 이온 전도도가 유지 또는 향상된 가교 반응 생성물을 얻을 수 있는 가교성 화합물 및 이를 포함한 고체 전해질 형성용 조성물이 제공된다.
- [0007] 또한, 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 이용하여 고해상도 패턴을 갖는 고체 전해질 및 그 제조 방법이 제공된다.
- [0008] 또한, 상기 고체 전해질을 이용한 고품위의 전자 소자, 예를 들어 고신축성 · 저전력 · 집적화도를 갖는 전자 소자가 제공된다.

### 과제의 해결 수단

- [0009] 일 측면에 따르면, 하기 화학식 1로 표시되는 가교성 화합물이 제공된다:
- [0010] <화학식 1>



- [0011]
- [0012] 상기 화학식 1 중,
- [0013]  $\text{L}_1$  및  $\text{L}_2$ 는 서로 독립적으로, 단일 결합,  $-\text{C}=\text{O}-$ ,  $-\text{C}$  치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐렌기 또는 치환 또는 비치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐렌기이고,
- [0014]  $m1$  및  $m2$ 는 서로 독립적으로, 0, 1, 2 또는 3이고,
- [0015]  $\text{Ar}_1$  및  $\text{Ar}_2$ 는 서로 독립적으로, 치환 또는 치환된  $\text{C}_5-\text{C}_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,
- [0016]  $\text{Ar}_1$  및  $\text{Ar}_2$ 는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 가교성 그룹으로 치환되고,
- [0017]  $n1$ 은 2 내지 300,000의 정수이고,
- [0018]  $\text{R}_1$  내지  $\text{R}_4$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소,  $-\text{F}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{I}$ , 히드록실기, 시아노기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬티오기,  $-\text{Si}(\text{Q}_{11})(\text{Q}_{12})(\text{Q}_{13})$ , 치환 또는 비치환된  $\text{C}_5-\text{C}_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,
- [0019] 상기 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬렌기, 치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐렌기, 치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐렌기, 치환된  $\text{C}_5-\text{C}_{60}$ 카보시클릭 그룹, 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{60}$ 헤테로시클릭 그룹, 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬기, 치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐기, 치환된  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐기, 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알콕시기 및 치환된  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬티오기 중 적어도 하나는, 중수소,  $-\text{F}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{I}$ , 히드록실기, 시아노기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬기,  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐기,  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알콕시기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬티오기 또는  $-\text{Si}(\text{Q}_{11})(\text{Q}_{12})(\text{Q}_{13})$ 이고,
- [0020] 상기  $\text{Q}_{11}$  내지  $\text{Q}_{13}$ 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소,  $-\text{F}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{I}$ , 히드록실기, 시아노기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬기,  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알케닐기,  $\text{C}_2-\text{C}_{30}$ 알키닐기,  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알콕시기 또는  $\text{C}_1-\text{C}_{30}$ 알킬티오기이다.
- [0021] 다른 측면에 따르면, 이온성 탄성중합체, 이온성 액체 및 광 가교제를 포함하고, 상기 광 가교제는 상기 가교성 화합물을 포함한, 고체 전해질 형성용 조성물이 제공된다.
- [0022] 다른 측면에 따르면, 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 자외선(UV)에 노광하는 단계를 포함한, 고체 전해질의



제조 방법이 제공된다.

[0023] 다른 측면에 따르면, 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 이용하여 제조된, 고체 전해질이 제공된다.

[0024] 다른 측면에 따르면, 상기 고체 전해질을 포함한, 전자 소자가 제공된다.

### 발명의 효과

[0025] 일 구현예에 따른 가교성 화합물은 이온 전도 부위를 포함하여 이온 전도도가 유지 또는 향상된 가교 반응 생성물을 얻을 수 있다.

[0026] 또한, 이온성 탄성 중합체, 이온성 액체 및 상기 가교성 화합물을 포함한 광 가교제를 포함한 고체 전해질 형성용 조성물을 이용하여, 간단한 광 패턴 공정을 통해 고해상도의 이온-겔 패턴이 형성된 고체 전해질을 제조할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 고체 전해질은 전기화학적 특성 및 유연성이 우수하고 스트레처블(stretchable) 특성을 가질 수 있어, 이를 포함하는 전자 소자는 고신축성 · 저전력 · 집적화도 등의 고품위 특성을 가질 수 있다.

[0028] 또한, 상기 고체 전해질은 차세대 전자피부 분야의 고부가가치 산업인 생체 이식/부착형 의료용 전자피부, 소프트 로보틱스, 디스플레이 등에 응용될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질의 모식도를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 고체 전해질의 제조과정을 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질에 대하여 패턴의 형성여부를 확인한 현미경 이미지를 도시한 것이다.

도 4a 및 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질을 이용하여 제작된 커패시터 소자 전기화학적 특성을 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따른 고체 전해질의 임피던스 분석 결과를 도시한 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 고체 전해질을 이용하여 제작된 트랜지스터의 전기적 특성 결과를 도시한 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 본 발명을 더욱 상세히 설명한다.

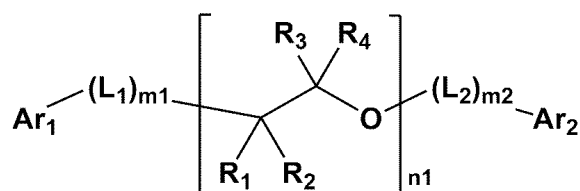
[0031] 본 명세서 중 "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징 또는 구성 요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성 요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.

[0032] 본 명세서 중 층, 막 등의 각종 구성요소가 다른 구성요소 "상"에 있다고 할 때, 이는 다른 구성요소 "바로 상"에 있는 경우뿐 아니라 그 사이에 다른 구성요소가 개재된 경우도 포함한다.

[0033] [가교성 화합물]

[0034] 일 구현예에 따른 가교성 화합물은 하기 화학식 1로 표시될 수 있다.

[0035] <화학식 1>



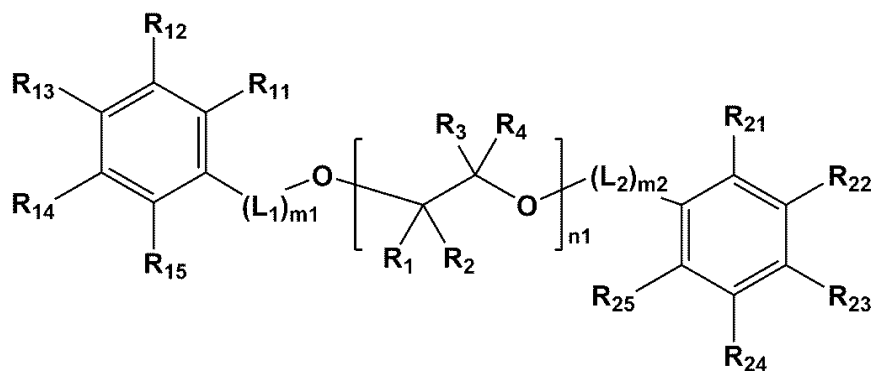
[0036] 상기 화학식 1 중,  
[0037]

[0038] L<sub>1</sub> 및 L<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 단일 결합, -C=O-, -C(=O)O-, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬렌기, 치환 또는 비치

환된  $C_2-C_{30}$ 알케닐렌기 또는 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{30}$ 알키닐렌기이고,

- [0039]  $m_1$  및  $m_2$ 는 서로 독립적으로, 0, 1, 2 또는 3이고,
- [0040]  $Ar_1$  및  $Ar_2$ 는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,
- [0041]  $Ar_1$  및  $Ar_2$ 는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 가교성 그룹으로 치환되고,
- [0042]  $R_1$  내지  $R_4$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{30}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{30}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{30}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬티오기,  $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$ , 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,
- [0043]  $n_1$ 은 2 내지 300,000의 정수이고,
- [0044] 상기 치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬렌기, 치환된  $C_2-C_{30}$ 알케닐렌기, 치환된  $C_2-C_{30}$ 알키닐렌기, 치환된  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹, 치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹, 치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기, 치환된  $C_2-C_{30}$ 알케닐기 및 치환된  $C_2-C_{30}$ 알키닐기 중 적어도 하나는, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기,  $C_1-C_{30}$ 알킬기,  $C_2-C_{30}$ 알케닐기,  $C_2-C_{30}$ 알키닐기,  $C_1-C_{30}$ 알콕시기,  $C_1-C_{30}$ 알킬티오기 또는  $-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$ 이고,
- [0045] 상기  $Q_{11}$  내지  $Q_{13}$ 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기,  $C_1-C_{30}$ 알킬기,  $C_2-C_{30}$ 알케닐기,  $C_2-C_{30}$ 알키닐기,  $C_1-C_{30}$ 알콕시기 또는  $C_1-C_{30}$ 알킬티오기이다.
- [0046] 일 구현예를 따르면, 상기  $L_1$  및  $L_2$ 는 서로 독립적으로, 단일 결합,  $-C=O-$  또는 메틸렌기일 수 있다.
- [0047] 일 구현예를 따르면, 상기  $m_1$  및  $m_2$ 는 서로 독립적으로, 1 또는 2일 수 있다.
- [0048] 일 구현예를 따르면,  $Ar_1$  및  $Ar_2$ 는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 페닐기이고, 적어도 하나의 가교성 그룹으로 치환될 수 있다.
- [0049] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 100,000 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0050] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 50,000 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0051] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 10,000 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0052] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 5,000 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0053] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 1,000 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0054] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 500 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0055] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 200 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0056] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 100 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0057] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 24 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0058] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 2 내지 20 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0059] 일 구현예를 따르면, 상기  $n_1$ 은 4 내지 16 중에서 선택된 정수일 수 있다.
- [0060] 일 구현예를 따르면, 상기 가교성 그룹은 아자이드기( $-N_3$ ), 황 함유기 또는 불포화 이중 결합 함유기일 수 있다.
- [0061] 일 구현예를 따르면, 상기 가교성 그룹은 아자이드기일 수 있다.

[0062] 일 구현예를 따르면, 상기 가교성 화합물은 하기 화학식 2로 표시될 수 있다:



[0063]

[0064] 상기 화학식 2 중,

[0065]  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $n_1$  및  $R_1$  내지  $R_4$ 에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,

[0066]  $R_{11}$  내지  $R_{15}$  및  $R_{21}$  내지  $R_{25}$ 는 서로 독립적으로, 가교성 그룹, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬티오기, -Si( $Q_1$ )( $Q_2$ )( $Q_3$ ), 치환 또는 비치환된  $C_5$ - $C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,

[0067]  $R_{11}$  내지  $R_{15}$  중 적어도 하나가 가교성 그룹이고,

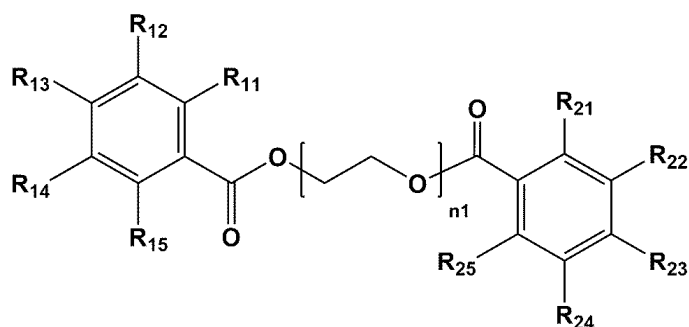
[0068]  $R_{21}$  내지  $R_{25}$  중 적어도 하나가 가교성 그룹이다.

[0069] 일 구현예를 따르면, 상기  $R_{11}$  내지  $R_{15}$  중 어느 하나가 아자이드기이고, 나머지는 각각 -F일 수 있다.

[0070] 일 구현예를 따르면, 상기  $R_{21}$  내지  $R_{25}$  중 어느 하나가 아자이드기이고, 나머지는 각각 -F일 수 있다.

[0071] 일 구현예에 따르면, 상기 가교성 화합물은 하기 화학식 3으로 표시될 수 있다:

[0072] <화학식 3>



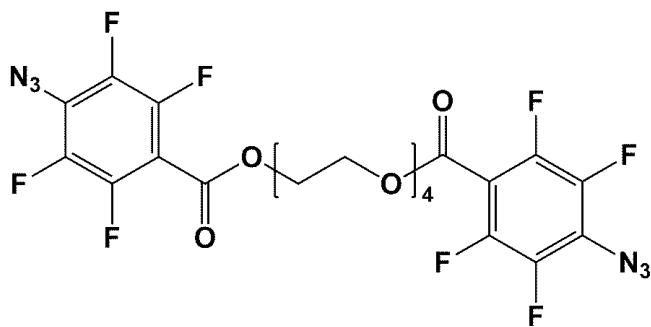
[0073]

[0074] 상기 화학식 3 중,

[0075]  $n_1$ ,  $R_{11}$  내지  $R_{15}$  및  $R_{21}$  내지  $R_{25}$ 에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

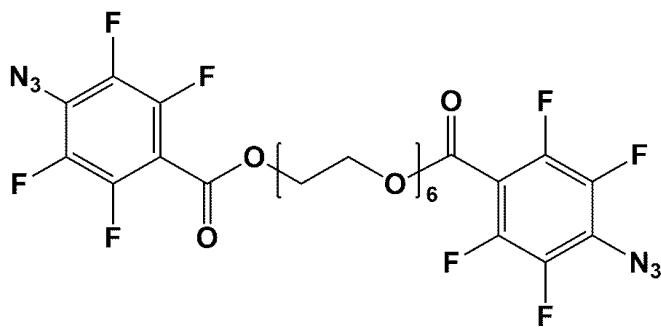
[0076] 일 구현예를 따르면, 상기 가교성 화합물은 하기 화합물 1 내지 5 중에서 선택될 수 있다.

[0077] <화합물 1>



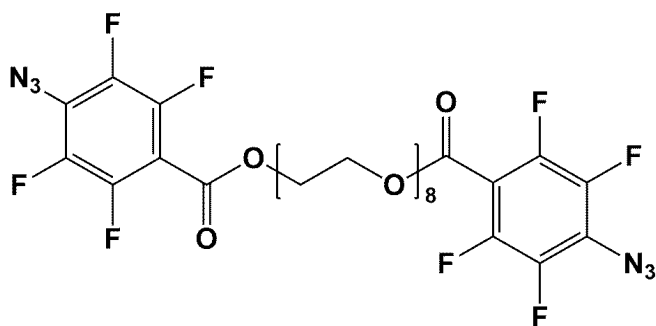
[0078]

[0079] <화합물 2>



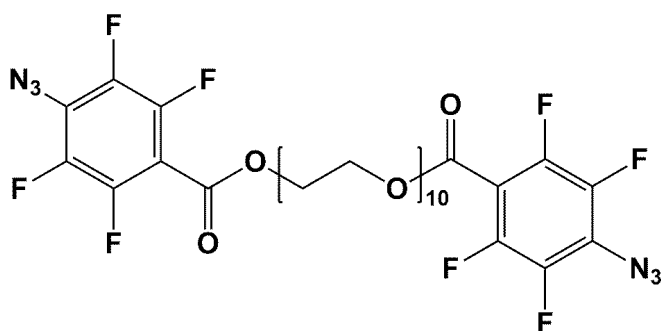
[0080]

[0081] <화합물 3>



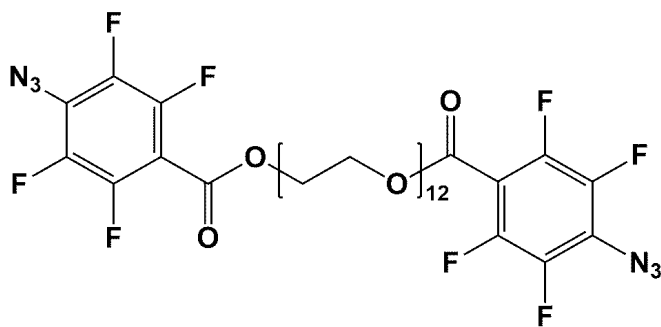
[0082]

[0083] <화합물 4>



[0084]

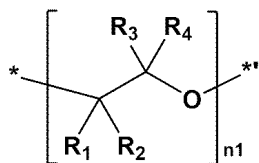
[0085] <화합물 5>



[0086]

[0087] 상기 가교성 화합물은 화학식 1의 구조를 만족하며, 하기 화학식 E로 표시되는 반복 단위를 포함한다.

[0088] <화학식 E>



[0089]

[0090] 상기 화학식 E 중,

[0091] R<sub>1</sub> 내지 R<sub>4</sub> 및 n<sub>1</sub>에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,

[0092] \* 및 \*'는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

[0093] 상기 가교성 화합물에 포함된 상기 화학식 E로 표시되는 반복 단위가 인접한 염에 대해 이온 전도 부위를 제공할 수 있고, 이에 따라 상기 가교성 화합물을 이용하여 가교 반응할 경우에 생성물의 이온 전도도가 유지 또는 향상될 수 있다. 또한, 상기 반복 단위의 수를 제어함에 따라 가교 반응 생성물의 이온 전도도가 제어될 수 있다.

[0094] [고체 전해질 형성용 조성물]

[0095] 다른 측면에 따르면, 이온성 탄성 중합체, 이온성 액체 및 광 가교제를 포함한 고체 전해질 형성용 조성물이 제공된다.

[0096] 일 구현예를 따르면, 상기 광 가교제는 전술한 화학식 1로 표시되는 상기 가교성 화합물을 포함할 수 있다.

[0097] 상기 광 가교제는 자외선에 노출됨으로써 가교성 그룹이 활성화되어 인접한 이온성 탄성 중합체와 광 가교제 간에 화학적 가교가 형성될 수 있다. 예를 들어, 가교성 그룹이 아자이드기(-N<sub>3</sub>)이고, 나이트렌(nitrene) (-1N)으로 활성화되어 인접한 이온성 탄성 중합체의 알킬 사슬과 화학적 가교를 형성할 수 있다.

[0098] 일 구현예를 따르면, 상기 고체 전해질 형성용 조성물은 이온성 탄성 중합체를 포함한다.

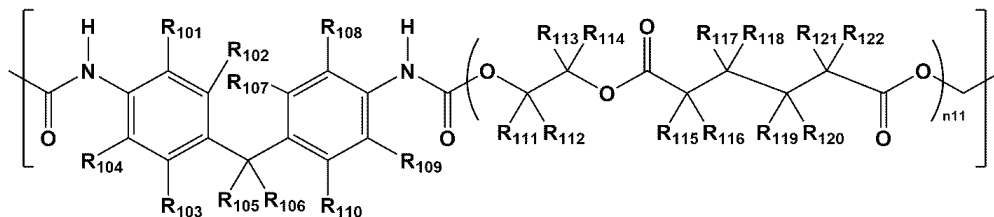
[0099] 상기 이온성 탄성 중합체는 유동적인 기계적 물성을 가지므로, 고체 전해질 형성시 고신축성을 부여하여 스트레처블 고체 전해질을 형성할 수 있다.

[0100] 일 구현예를 따르면, 상기 이온성 탄성 중합체는 폴리우레탄 고분자일 수 있다.

[0101] 일 구현예를 따르면, 상기 이온성 탄성 중합체는 열가소성 폴리우레탄(TPU) 고분자일 수 있다.

[0102] 일 구현예를 따르면, 상기 열가소성 폴리우레탄 고분자가 하기 화학식 10으로 표시되는 반복 단위를 포함할 수 있다:

[0103] <화학식 10>



[0104]

[0105] 상기 화학식 10 중,

[0106] n11은 1 내지 5,000 중에서 선택된 정수이고,

[0107] R101 내지 R122는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬티오기, -Si(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>)(Q<sub>3</sub>), 치환 또는 비치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹이다.

[0108] 일 구현예를 따르면, n11은 1 내지 1,000 중에서 선택된 정수일 수 있다.

[0109] 일 구현예를 따르면, n11은 1 내지 500 중에서 선택된 정수일 수 있다.

[0110] 일 구현예를 따르면, n11은 1 내지 200 중에서 선택된 정수일 수 있다.

[0111] 일 구현예를 따르면, n11은 1 내지 100 중에서 선택된 정수일 수 있다.

[0112] 일 구현예를 따르면, n11은 1 내지 50 중에서 선택된 정수일 수 있다.

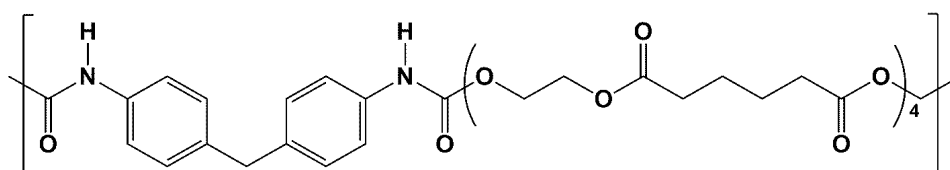
[0113] 일 구현예를 따르면, n11은 1 내지 20 중에서 선택된 정수일 수 있다.

[0114] 일 구현예를 따르면, n11은 1 내지 10 중에서 선택된 정수일 수 있다.

[0115] 일 구현예를 따르면, 상기 열가소성 폴리우레탄 고분자가 상기 화학식 10으로 표시되는 반복 단위를 n21개 포함할 수 있고, n21은 임의의 정수일 수 있다. 예를 들어, n21은 1 내지 500,000 중에서 선택된 정수일 수 있다. 다른 예를 들어, n21은 1 내지 100,000, 또는 1 내지 50,000, 또는 1 내지 10,000 중에서 선택된 정수일 수 있다.

[0116] 일 구현예를 따르면, 상기 열가소성 폴리우레탄 고분자가 하기 화학식 P1으로 표시된 반복 단위를 포함할 수 있다:

[0117] <화학식 P1>



[0118]

[0119] 일 구현예를 따르면, 상기 열가소성 폴리우레탄 고분자가 상기 화학식 P1으로 표시되는 반복 단위를 n21개 포함할 수 있고, n21에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

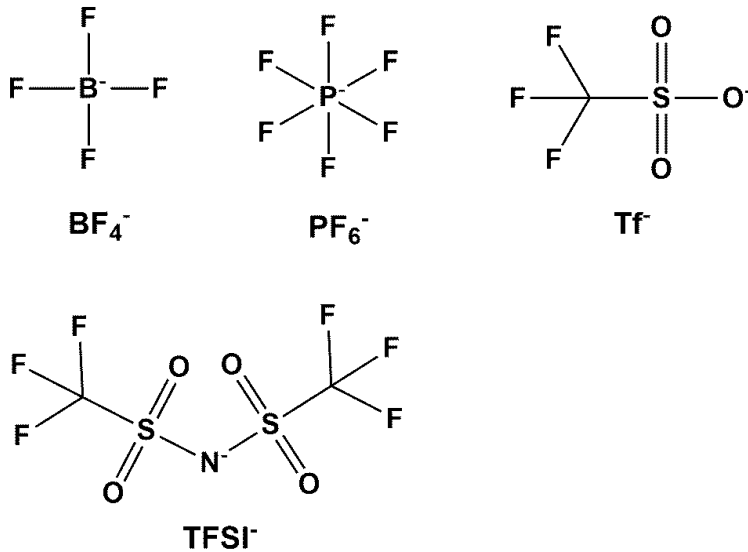
[0120] 일 구현예를 따르면, 상기 이온성 액체는 질소 함유 이온성 액체, 인(P) 함유 이온성 액체, 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다.

[0121] 일 구현예를 따르면, 상기 이온성 액체가 양이온 및 음이온을 포함하고,

[0122] 상기 양이온이 암모늄 이온, 이미다졸륨 이온, 피페리디늄 이온, 피롤리디늄 이온, 포스포늄 이온 또는 이들의 임의의 조합이고,

[0123] 상기 음이온이 할로젠 이온, 아세테이트 이온(CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub><sup>-</sup>), 나이트레이트 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 테트라플루오로보레이트 이온

( $\text{BF}_4^-$ ), 헥사플루오로포스페이트 이온( $\text{PF}_6^-$ ), 트리플루오로메탄 설퍼네이트 이온( $\text{Tf}^-$ ), 비스((트리플루오로메틸)설퍼닐)이미드 이온( $\text{TFSI}^-$ ) 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다.



- [0124]
- [0125] 일 구현예를 따르면, 상기 이온성 액체는 [EMIM][TFSI](1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide)일 수 있다.
- [0126] 상기 광 가교제는 전술한 화학식 1로 표시되는 가교성 화합물을 포함할 수 있다.
- [0127] 일 구현예를 따르면, 상기 이온성 탄성 중합체에 대한 상기 광가교제의 중량비가 1:0.01 내지 1:0.1일 수 있다.
- [0128] 상기 이온성 탄성 중합체와 상기 광 가교제의 중량비가 전술한 범위를 만족할 때, 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 이용하여 이온 전도도 및 신축성이 우수하고, 간단한 광 패턴 공정을 통해 고해상도의 패턴이 형성된 고체 전해질을 얻을 수 있고, 또한 공정시의 효율 및 패턴 균일성이 높아질 수 있다.
- [0129] 일 구현예를 따르면, 상기 고체 전해질 형성용 조성물은 용매를 더 포함할 수 있다. 상기 용매는 상기 이온성 탄성 중합체를 용해할 수 있는 것을 사용할 수 있다.
- [0130] 일 구현예를 따르면, 상기 용매는 극성 용매일 수 있다.
- [0131] 일 구현예를 따르면, 상기 용매는 DMF(dimethylformamide), THF(tetrahydrofuran) 또는 아세톤(acetone)일 수 있다.
- [0132] [고체 전해질 제조 방법 및 고체 전해질]
- [0133] 다른 측면에 따르면, 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 이용한 고체 전해질의 제조 방법이 제공된다.
- [0134] 일 구현예를 따르면, 상기 고체 전해질의 제조 방법은 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 자외선(UV)에 노광하는 단계를 포함한다.
- [0135] 일 구현예를 따르면, 상기 고체 전해질의 제조 방법은 상기 자외선 노광된 고체 전해질 형성용 조성물을 현상하여 패턴을 형성하는 단계를 더 포함한다.
- [0136] 상기 패턴을 형성하는 단계는 자외선 노광에 의해 가교되지 않은 부분을 현상 용매를 통하여 제거하는 과정으로서, 이를 통해 고해상도 패턴이 형성된 고체 전해질을 얻을 수 있다.
- [0137] 상기 현상 용매는 상기 자외선 노광에 의해 가교되지 않은 부분을 용해할 수 있는 것을 사용할 수 있다.
- [0138] 일 구현예를 따르면, 상기 현상 용매는 DMF(dimethylformamide)일 수 있다.
- [0139] 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 이용하여 고체 전해질을 제조하는 경우에, 프린팅 및 전사 방법이 아닌 간단한 포토리소그래피 공정을 통해 직접적으로 고해상도로 패턴된 고체 전해질을 얻을 수 있어 공정 효율 및 패턴 균일성 측면에서 뛰어난 우수성을 제공할 수 있다.

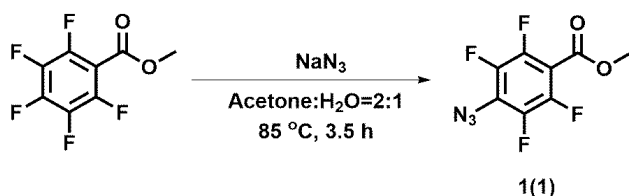
- [0140] 또한, 상기 고체 전해질 형성용 조성물을 이용하여 제조된 고체 전해질이 제공된다.
- [0141] 상기 고체 전해질은 상기 이온성 탄성 중합체와 상기 광 가교제의 가교 반응 생성물 및 이온성 액체를 포함할 수 있다. 또한, 상기 고체 전해질은 가교 반응하지 않은 상기 이온성 탄성 중합체 및/또는 상기 광 가교제를 더 포함할 수 있다.
- [0142] 상기 고체 전해질의 제조 방법에 의해, 이온 전도도 및 신축성이 우수하고, 간단한 광 패터닝 공정을 통해 고해상도의 패턴이 형성된 고체 전해질을 얻을 수 있고, 또한 공정시의 효율 및 패턴 균일성이 높아질 수 있다.
- [0143] 일 구현예를 따르면, 상기 고체 전해질은 스트레처블 고체 전해질일 수 있다.
- [0144] 일 구현예를 따르면, 상기 고체 전해질은 이온성 패턴을 포함하는 것일 수 있다.
- [0145] 일 구현예를 따르면, 상기 이온성 패턴의 폭은 1  $\mu\text{m}$  내지 10  $\mu\text{m}$ 일 수 있으며, 또는 10  $\mu\text{m}$  이상일 수 있다.
- [0146] 일 구현예를 따르면, 상기 이온성 패턴의 폭은 3  $\mu\text{m}$  내지 7  $\mu\text{m}$ , 예를 들어 3  $\mu\text{m}$  내지 5  $\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [0147] [전자 소자]
- [0148] 다른 측면에 따르면, 상기 고체 전해질을 포함한 전자 소자가 제공된다.
- [0149] 일 구현예를 따르면, 상기 전자 소자는 유기 태양 전지(organic solar cell: OSC), 유기 박막 트랜지스터(organic thin-film transistor: OTFT), 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode: OLED), 유기 광 센서(organic photodiode sensor: OPD), 페로브스카이트 태양 전지(perovskite solar cell), 페로브스카이트 발광 다이오드(perovskite light emitting diode) 및 열전 소자(thermoelectric device) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0150] 일 구현예를 따르면, 상기 전자 소자는 유기 박막 트랜지스터일 수 있다.
- [0151] 예를 들어, 상기 전자 소자는 바텀-게이트/바텀-컨택(bottom-gate/bottom-contact: BGBC) 구조를 갖는 유기 박막 트랜지스터일 수 있고, 이러한 유기 박막 트랜지스터는 기판; 상기 기판 상의 게이트 전극; 상기 게이트 전극 상의 게이트 절연막; 상기 게이트 절연막 상의 유기 반도체 박막; 상기 유기 반도체 박막 상의 소스 전극 및 드레인 전극;을 포함할 수 있다.
- [0152] 또는, 예를 들어, 상기 전자 소자는 탑-게이트/바텀-컨택(top-gate/bottom-contact: TGBC) 구조를 갖는 유기 박막 트랜지스터일 수 있고, 이러한 유기 박막 트랜지스터는 기판; 상기 기판 상의 소스 전극 및 드레인 전극; 상기 소스 전극 및 드레인 전극 상의, 유기 반도체 화합물을 포함한 유기 반도체 박막; 상기 유기 반도체 박막 상의 게이트 절연막; 및 상기 게이트 절연막 상의 게이트 전극;을 포함할 수 있다.
- [0153] 상기 소스 전극, 드레인 전극 및 게이트 전극은 각각 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있으며, 유기 박막 트랜지스터에 통상적으로 사용되는 금속(예를 들면, Au, Al, Ag, Mg, Ca, Yb, Cs-ITO, 이들의 합금 등) 또는 금속 입자, 카본계 소재(나노 튜브, 그래핀 등), 또는 전도성 고분자 소재(PEDOT:PSS, PANI 등)를 포함할 수 있다.
- [0154] 일 구현예를 따르면, 상기 소스 전극 및 드레인 전극은 금(Au)을 포함할 수 있다.
- [0155] 일 구현예를 따르면, 상기 게이트 전극은 은(Ag), 예를 들어 은 나노와이어(AgNW)를 포함할 수 있다.
- [0156] 상기 게이트 절연막은 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있으며, 유기 박막 트랜지스터에 통상적으로 사용되는 유전율이 큰 절연체가 사용될 수 있다.
- [0157] 예를 들어, 상기 게이트 절연막은 폴리비닐알코올(polyvinyl alcohol)계 화합물, 폴리이미드(polyimide)계 화합물, 폴리아크릴(polyacryl)계 화합물, 폴리스티렌(polystyrene)계 화합물, 벤조시클로부탄(benzocyclobutane, BCB) 등과 같은 유기 재료, 질화규소( $\text{SiN}_x$ ), 산화알루미늄( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 산화규소( $\text{SiO}_2$ ) 등과 같은 무기 재료, 또는 이들이 조합을 포함할 수 있다. 또는, 상기 게이트 절연막은 다양한 이온성 액체(ionic liquids) 및 절연성 고분자를 포함할 수 있다.
- [0158] 일 구현예를 따르면, 상기 고체 전해질이 상기 게이트 절연막의 절연체로서 사용될 수 있다.
- [0159] 상기 유기 박막 트랜지스터가 게이트 절연막의 절연체로서 상기 고체 전해질을 포함하는 경우에, 고신축성 · 저전력 · 집적화도가 동시에 확보된 유기 박막 트랜지스터를 얻을 수 있다.



- [0160] 일 구현예를 따르면, 상기 전자 소자는 스트레처블 전자 소자일 수 있다.
- [0161] 본 명세서 중 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹이란, 고리-형성 원자로서 탄소만을 포함한 탄소수 5 내지 60의 모노시클릭 또는 폴리시클릭 그룹을 의미한다. 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹은 방향족 카보시클릭 그룹 또는 비-방향족 카보시클릭 그룹일 수 있다. 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹은 벤젠과 같은 고리, 페닐기와 같은 1가 그룹 또는 페닐렌기와 같은 2가 그룹일 수 있다. 또는, 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹에 연결된 치환기에 개수에 따라, 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹은 3가 그룹 또는 4가 그룹일 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.
- [0162] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹이란, 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹과 동일한 구조를 갖되, 고리-형성 원자로서, 탄소(탄소수는 1 내지 60일 수 있음) 외에, N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 포함한 그룹을 의미한다.
- [0163] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기는, 탄소수 1 내지 30의 선형(linear) 또는 분지형(branched) 지방족 탄화수소기를 의미하며, 구체적인 예에는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소부틸기, sec-부틸기, ter-부틸기, 펜틸기, iso-아밀기, 헥실기, 헵틸기, n-옥틸기, 2-에틸헥실기 등이 포함된다.
- [0164] 본 명세서 중 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기는, 상기 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 이중 결합을 포함한 탄화수소기를 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다.
- [0165] 본 명세서 중 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기는, 상기 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 삼중 결합을 포함한 탄화수소기를 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 에티닐기, 프로피닐기 등이 포함된다.
- [0166] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기는, -OA<sub>101</sub>(여기서, A<sub>101</sub>은 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기임)의 화학식을 갖는 1가기를 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.
- [0167] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬티오기는, -SA<sub>101</sub>(여기서, A<sub>101</sub>은 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기임)의 화학식을 갖는 1가기를 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 메틸티오기, 에틸티오기, 이소프로필티오기 등이 포함된다.
- [0168] 본 명세서 중 \* 및 \*'은, 다른 정의가 없는 한, 해당 화학식 중 이웃한 원자와의 결합 사이트를 의미한다.
- [0169] 이하에서, 합성예를 들어 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 반도체 화합물에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 하기 합성예 중 "A 대신 B를 사용하였다"란 표현은, 다른 설명이 없는 경우에는 A의 몰당량과 B의 몰당량은 서로 동일한 것을 의미한다.
- [0170] 이하에서, 합성에 및 실시예를 들어 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 반도체 화합물에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 이들 합성에 및 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 합성에 및 실시예에 의해 한정되지 않는다.

[0171] **합성예: 화합물 1의 합성**

[0172] (1) 중간체 1(1)의 합성

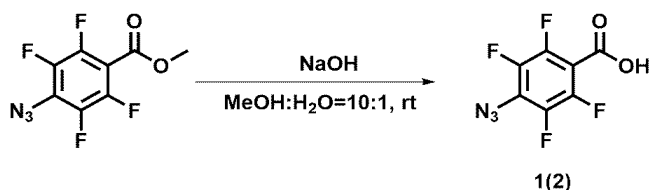


[0173]

[0174] 500 mL의 둥근 바닥 플라스크에 건조된 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 methylpentafluorobenzoate (24.9 g, 110.36 mmol)와 sodium azide (9.3 g, 143.47 mmol)을 첨가하고 1시간 동안 진공 건조한다. 증류수 (81.1 mL) 및 acetone (162.2 mL)를 첨가하고, 85 °C의 핫 플레이트에서 3.5 시간 동안 교반한다. 상기 혼합물을 증류수를 이용하여 반응을 종결한 후, 추출용 깔때기 및 chloroform을 이용하여 3회의 추출 공정을 수행한다. 상기 추출 공정으로 수득된 유기층을 anhydrous MgSO<sub>4</sub>를 이용하여 수분을 제거한 후, 회전 농축기를

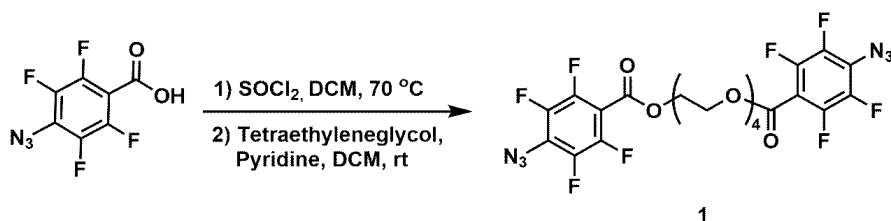
이용하여 유기용매를 제거한다. 이에 따라, 수득된 유기물을 실리카겔 및 chloroform을 이용하여 필터하고, 회전 농축기를 통해 건조하여, 흰색의 고체 상태의 생성물인 중간체 1(1)을 수득하였다. 상기 생성물은 26.4 g이고, 수율은 96 %로 분석되었다.

[0175] (2) 중간체 1(2)의 합성



500 mL의 둥근 바닥 플라스크에 건조된 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 methyl-4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoate (11.8 g, 47.28 mmol)을 넣은 후 1시간 진공 건조한다. Methanol(MeOH) (157.6 mL) 및 증류수 (15.8 mL)을 넣어준 후 증류수에 녹인 sodium hydroxide (101.57 mmol)을 넣어준다. 상온에서 5 시간 동안 반응을 돌린 후 상기 혼합물을 추출용 깔때기 및 chloroform을 이용하여 3회의 추출 공정을 수행한다. 상기 추출 공정으로 수득된 유기층을 anhydrous  $MgSO_4$ 를 이용하여 수분을 제거한 후, 회전 농축기를 이용하여 유기용매를 제거한다. 수득된 유기물을 chloroform 및 MeOH을 이용하여 재결정을 하였고, 필터종이를 이용하여 흰색의 고체 상태의 생성물을 수득하였다. 상기 생성물은 10.9 g이고, 수율은 98%로 분석되었다.

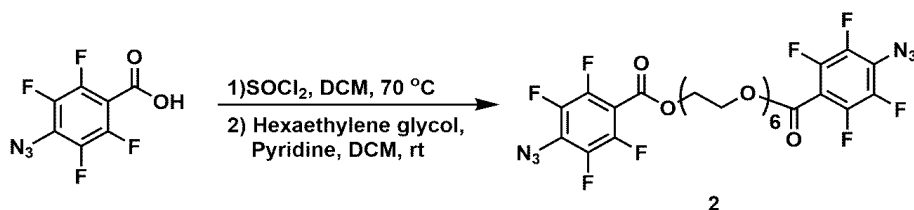
[0178] (3) 화합물 1의 합성



100 mL의 둥근 바닥 플라스크에 건조된 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoic acid (3.9 g, 16.55 mmol)를 첨가하고, 1시간 진공 건조한다. 상기 플라스크에 thionyl chloride ( $SOCl_2$ ) (1.4 mL, 19.10 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (10 mL)을 순차적으로 첨가하여, 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물을 70 °C까지 승온시키고, 18시간 동안 교반 한다. 상기 혼합물을 상온으로 냉각시키고, 회전 농축기로 유기 용매를 제거한 후 진공 펌프를 이용하여 추가로 건조한 뒤 생성물을 수득한다. 상기 생성물을 anhydrous dichloromethane (DCM) (10mL)으로 물게 하여 제1 혼합물을 제조하고, 아르곤 분위기 하에 준비한다.

별도의 100 mL의 둥근 바닥 플라스크에 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 tetraethylene glycol (1.2 g, 6.37 mmol), pyridine (1.5 g, 19.10 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (20 mL)을 첨가하고 교반하여 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물에 먼저 제조된 상기 제1 혼합물을 한 방울씩 적가하여, 제2 혼합물을 제조한다. 상기 제2 혼합물을 상온에서 8 시간동안 교반시킨 후, 증류수 (20 mL)를 첨가하여 반응을 종결한다. 추출 깔때기, 증류수 및 dichloromethane (50 mL)를 이용하여, 상기 제2 혼합물의 추출 공정을 수행한다. 상기 추출 공정을 3회 반복하여 수득한 유기층을 anhydrous  $MgSO_4$ 를 이용하여 수분을 제거한 후, 회전 농축기를 이용하여 유기용매를 제거한다. 이에 따라, 수득된 유기물을 실리카겔 컬럼 크로마토그래피 (ethyl acetate:n-hexane=1:2)로 분리하여, 노란색의 액체 생성물을 수득하였다. 상기 액체 생성물은 3.3 g이고, 수율은 83%로 분석되었다.

[0182] 합성예 2: 화합물 2의 합성

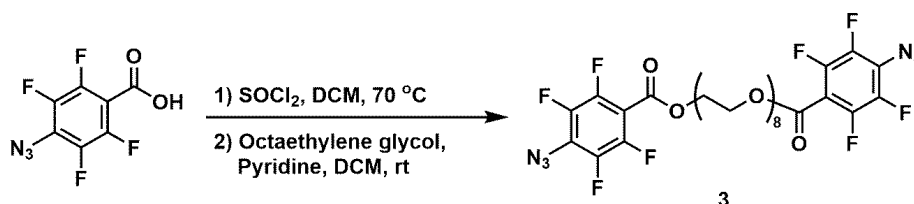


[0183]

[0184] 100 mL의 둥근 바닥 플라스크에 건조된 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열 하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoic acid (3.7 g, 15.55 mmol)를 첨가하고, 1시간 진공 건조한다. 상기 플라스크에 thionyl chloride ( $\text{SOCl}_2$ ) (1.3 mL, 17.9 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (20 mL)을 순차적으로 첨가하여, 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물을 70 °C까지 승온시키고, 18시간 동안 교반 한다. 상기 혼합물을 상온으로 냉각시키고, 회전 농축기로 유기 용매를 제거한 후 진공 펌프를 이용하여 추가로 건조한 뒤 생성물을 수득한다. 상기 생성물을 anhydrous dichloromethane (DCM) (10mL)으로 묽게 하여 제1 혼합물을 제조하고, 아르곤 분위기 하에 준비한다.

[0185] 별도의 100 mL의 둥근 바닥 플라스크에 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열 하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 hexaethylene glycol (1.7 g, 5.98 mmol), pyridine (1.9 g, 23.93 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (30 mL)을 첨가하고 교반하여 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물에 먼저 제조된 상기 제1 혼합물을 한 방울씩 적가하여, 제2 혼합물을 제조한다. 상기 제2 혼합물을 상온에서 8 시간동안 교반시킨 후, 증류수 (20 mL)를 첨가하여 반응을 종결한다. 추출 깔때기, 증류수 및 dichloromethane (50 mL)를 이용하여, 상기 제2 혼합물의 추출 공정을 수행한다. 상기 추출 공정을 3회 반복하여 수득한 유기층을 anhydrous  $\text{MgSO}_4$ 를 이용하여 수분을 제거한 후, 회전 농축기를 이용하여 유기용매를 제거한다. 이에 따라, 수득 된 유기물을 실리카겔 컬럼 크로마토그래피 (ethyl acetate:n-hexane=3:1)로 분리하여, 노란색의 액체 생성물을 수득하였다. 상기 액체 생성물은 2.8 g이고, 수율은 65%로 분석되었다.

[0186] 합성예 3: 화합물 3의 합성



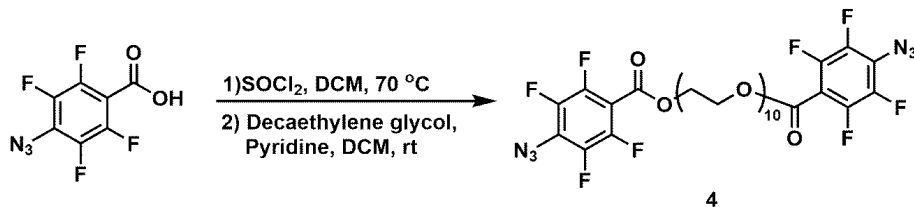
[0187]

[0188] 100 mL의 둥근 바닥 플라스크에 건조된 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열 하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoic acid (2.8 g, 11.75 mmol)를 첨가하고, 1시간 진공 건조한다. 상기 플라스크에 thionyl chloride ( $\text{SOCl}_2$ ) (1.0 mL, 13.6 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (10 mL)을 순차적으로 첨가하여, 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물을 70 °C까지 승온시키고, 18시간 동안 교반 한다. 상기 혼합물을 상온으로 냉각시키고, 회전 농축기로 유기 용매를 제거한 후 진공 펌프를 이용하여 추가로 건조한 뒤 생성물을 수득한다. 상기 생성물을 anhydrous dichloromethane (DCM) (10mL)으로 묽게 하여 제1 혼합물을 제조하고, 아르곤 분위기 하에 준비한다.

[0189] 별도의 100 mL의 둥근 바닥 플라스크에 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열 하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 octaethylene glycol (1.7 g, 4.52 mmol), pyridine (1.4 g, 18.08 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (30 mL)을 첨가하고 교반하여 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물에 먼저 제조된 상기 제1 혼합물을 한 방울씩 적가하여, 제2 혼합물을 제조한다. 상기 제2 혼합물을 상온에서 8 시간동안 교반시킨 후, 증류수 (20 mL)를 첨가하여 반응을 종결한다. 추출 깔때기, 증류수 및 dichloromethane (50 mL)를 이용하여, 상기 제2 혼합물의 추출 공정을 수행한다. 상기 추출

공정을 3회 반복하여 수득한 유기층을 anhydrous  $\text{MgSO}_4$ 를 이용하여 수분을 제거한 후, 회전 농축기를 이용하여 유기용매를 제거한다. 이에 따라, 수득된 유기물을 실리카겔 컬럼 크로마토그래피 (ethyl acetate:n-hexane=9:1)로 분리하여, 노란색의 액체 생성물을 수득하였다. 상기 액체 생성물은 3.0 g이고, 수율은 83%로 분석되었다.

#### [0190] 합성예 4: 화합물 4의 합성

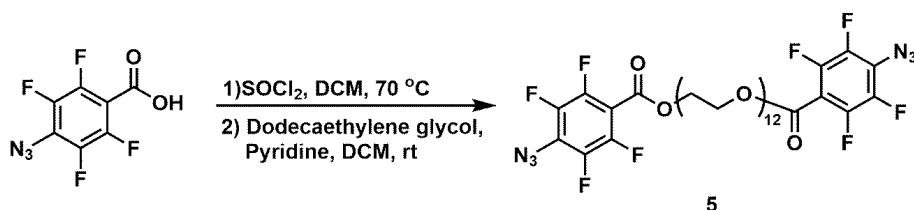


[0191]

[0192] 50 mL의 둥근 바닥 플라스크에 건조된 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoic acid (1.4 g, 5.88 mmol)를 첨가하고, 1시간 진공 건조한다. 상기 플라스크에 thionyl chloride ( $\text{SOCl}_2$ ) (0.49 mL, 6.81 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (9 mL)을 순차적으로 첨가하여, 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물을 70 °C까지 승온시키고, 18시간 동안 교반한다. 상기 혼합물을 상온으로 냉각시키고, 회전 농축기로 유기 용매를 제거한 후 진공 펌프를 이용하여 추가로 건조한 뒤 생성물을 수득한다. 상기 생성물을 anhydrous dichloromethane (DCM) (9 mL)으로 묽게 하여 제1혼합물을 제조하고, 아르곤 분위기에 준비한다.

[0193] 별도의 100 mL의 둥근 바닥 플라스크에 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 decaethylene glycol (900.0 mg, 1.96 mmol), pyridine (465.8 mg, 5.89 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (30 mL)을 첨가하고 교반하여 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물에 먼저 제조된 상기 제1혼합물을 한 방울씩 적가하여, 제2혼합물을 제조한다. 상기 제2혼합물을 상온에서 8시간 동안 교반시킨 후, 증류수 (30 mL)를 첨가하여 반응을 종결한다. 추출 깔때기, 증류수 및 dichloromethane (50 mL)를 이용하여, 상기 제2혼합물의 추출 공정을 수행한다. 상기 추출 공정을 3회 반복하여 수득한 유기층을 anhydrous  $\text{MgSO}_4$ 를 이용하여 수분을 제거한 후, 회전 농축기를 이용하여 유기용매를 제거한다. 이에 따라, 수득된 유기물을 실리카겔 컬럼 크로마토그래피 (acetone:ethyl acetate=1:2)로 분리하여, 노란색의 액체 생성물을 수득하였다. 상기 액체 생성물은 807.1 mg이고, 수율은 46%로 분석되었다.

#### [0194] 합성예 5: 화합물 5의 합성



[0195]

[0196] 50 mL의 둥근 바닥 플라스크에 건조된 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoic acid (670.9 mg, 2.85 mmol)를 첨가하고, 1시간 진공 건조한다. 상기 플라스크에 thionyl chloride ( $\text{SOCl}_2$ ) (0.23 mL, 3.29 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (7 mL)을 순차적으로 첨가하여, 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물을 70 °C까지 승온시키고, 18시간 동안 교반한다. 상기 혼합물을 상온으로 냉각시키고, 회전 농축기로 유기 용매를 제거한 후 진공 펌프를 이용하여 추가로 건조한 뒤 생성물을 수득한다. 상기 생성물을 anhydrous dichloromethane (DCM) (9 mL)으로 묽게 하여 제1혼합물을 제조하고, 아르곤 분위기에 준비한다.

[0197] 별도의 100 mL의 둥근 바닥 플라스크에 마그네틱 바를 넣어 준비한다. 상기 둥근 바닥 플라스크를 토치로 가열

하면서 진공 건조한 후에, 상기 플라스크를 아르곤으로 채운다. 상기 플라스크에 dodecaethylene glycol (631.6 mg, 1.10 mmol), pyridine (260.5 mg, 3.29 mmol) 및 anhydrous dichloromethane (DCM) (30 mL)을 첨가하고 교반하여 혼합물을 제조한다. 상기 혼합물에 먼저 제조된 상기 제1혼합물을 한 방울씩 적가하여, 제2혼합물을 제조한다. 상기 제2 혼합물을 상온에서 8시간 동안 교반시킨 후, 증류수 (20 mL)를 첨가하여 반응을 종결한다. 추출 깔때기, 증류수 및 dichloromethane (50 mL)를 이용하여, 상기 제2혼합물의 추출 공정을 수행한다. 상기 추출 공정을 3회 반복하여 수득한 유기층을 anhydrous  $MgSO_4$ 를 이용하여 수분을 제거한 후, 회전 농축기를 이용하여 유기용매를 제거한다. 이에 따라, 수득 된 유기물을 실리카겔 컬럼 크로마토그래피 (acetone:ethyl acetate=5:1)로 분리하여, 노란색의 액체 생성물을 수득하였다. 상기 액체 생성물은 986.2 mg이고, 수율은 92%로 분석되었다.

#### [0198] 실시예 1 내지 3의 고체 전해질의 제조

[0199] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 고체 전해질의 제조 과정을 도시한 것이다. 도 2를 참조하여, 고체 전해질의 제조 및 패턴 형성 과정을 설명한다.

[0200] 하기 화학식 P1으로 표시된 반복 단위를 포함한 열가소성 폴리우레탄(TPU) 고분자, DMF(dimethylformamide), 이온성 액체 [EMIM][TFSI]를 표 1에 나타난 중량비로 혼합한 후 80 °C, 120 rpm으로 overnight(12 시간) 동안 교반시킨다. 이후, 광 가교제로서 화합물 1을 투입하여 80 °C, 120 rpm으로 3시간 동안 교반하여 실시예 1 내지 3의 고체 전해질을 제조하였다.

[0201] 실시예 1 내지 3에서의 열가소성 폴리우레탄(TPU) 고분자, DMP, 이온성 액체, 광 가교제의 중량비를 하기 표 1에 나타내었다.

[0202] 제조된 고체 전해질 상에 패턴 마스크를 위치시키고 이후 자외선(UV)(254 nm, 365 nm)을  $45 \text{ mW/cm}^2$ , 600초 동안 노광한 후 DMF(Dimethylformamide)를 이용하여 현상한 후, 이온-겔 패턴이 형성된 고체 전해질을 제조하였다.

[0203] <화학식 P1>

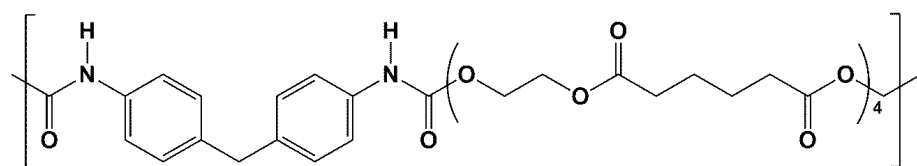


표 1

|       | 광 가교제 | TPU<br>(중량비) | DMF<br>(중량비) | 이온성 액체<br>(중량비) | 광 가교제<br>(중량비) |
|-------|-------|--------------|--------------|-----------------|----------------|
| 실시예 1 | 화합물 1 | 1            | 8            | 4               | 0.01           |
| 실시예 2 | 화합물 1 | 1            | 8            | 4               | 0.05           |
| 실시예 3 | 화합물 1 | 1            | 8            | 4               | 0.1            |

#### [0206] 비교예 1 및 2의 고체 전해질의 제조

[0207] 상기 실시예 1 내지 3에서의 광 가교제 대신 하기 화합물 A로 광가교제를 사용하는 것 외에는 동일한 방법으로, 열가소성 폴리우레탄(TPU) 고분자, DMP, 이온성 액체, 광 가교제를 하기 표 2의 중량비로 혼합하여 비교예 1 및 2의 고체 전해질을 제조하였다.

[0208] <화합물 A>

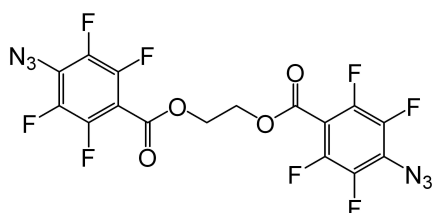




표 2

|       | 광 가교제 | TPU<br>(중량비) | DMF<br>(중량비) | 이온성 액체<br>(중량비) | 광가교제<br>(중량비) |
|-------|-------|--------------|--------------|-----------------|---------------|
| 비교예 1 | 화합물 A | 1            | 8            | 4               | 0.05          |
| 비교예 2 | 화합물 A | 1            | 8            | 4               | 0.1           |

### 평가예 1: 패턴 형성 평가

상기 실시예 1에 따라 제조된 고체 전해질에 대하여 패턴의 형성 여부를 확인한 광학 현미경(Olympus BX51) 이미지를 도 3에 도시하였다.

도 3의 (a)를 참조하면, 폭 5  $\mu\text{m}$  수준의 선 패턴(line pattern)이 형성된 것을 확인할 수 있으며, 도 3의 (b)를 참조하면, 점 패턴(dot pattern)이 형성된 것을 확인할 수 있다.

즉, 일 구현예에 따른 고체 전해질은 광 리소그래피에 의해 고해상도의 패턴을 구현할 수 있다.

### 평가예 2: 이온 전도성 평가

전극으로, 금(Au)과 은 나노와이어(AgNW)를 준비하여 각각의 전극 사이에 상기 실시예 1 내지 3에 따른 고체 전해질( $0.3\text{ cm} \times 0.3\text{ cm}$ )을 위치시킨 MIM(Metal-Insulator-Metal) 구조의 커패시터 소자를 제작하여 전기화학적 특성을 분석하였으며, 분석 결과로서 전기용량(Capacitance) 및 임피던스를 각각 도 4(a) 및 4(b)에 도시하였다.

도 4(a)는 고체 전해질의 광 패턴 공정 이후의 정전 용량을 측정한 것으로, 패턴 형성 후에도  $30\text{ }\mu\text{F}/\text{cm}^2$  수준의 높은 정전 용량 특성이 확보되는 것을 확인할 수 있으며, 이는 광 패턴 이후에도 이온 겔의 전기화학적 특성이 크게 감소되지 않고 여전히 높은 정전용량 특성이 확보되어, 패턴 공정 후에도 이온성 탄성유전체의 높은 전기화학적 특성 및 유연한 기계적 물성을 유지할 수 있음을 확인할 수 있었다.

도 4(b)는 광 가교제 함량 증가에 따라 고체 전해질 내의 이온 움직임이 저하되면서 전해질 자체의 저항이 증가되는 trade-off 관계를 나타낸 것으로, 임피던스 분석을 통해 광 가교제 함량에 따른 저항 변화를 확인할 수 있었다. 특히, 화합물 1은 에틸렌 옥사이드 반복 단위를 포함하여 이온과의 상용성이 높아, 광 가교제로서 화합물 A를 이용한 경우보다 상기 trade-off 관계가 최소화된 것을 확인할 수 있었다.

### 평가예 3: 임피던스 평가

상기 실시예 1 내지 3에서 제조된 고체 전해질과 상기 비교예 1 및 2에 따라 제조된 고체 전해질에 대한 임피던스 분석을 수행하였으며, 그 결과를 도 5에 도시하였다.

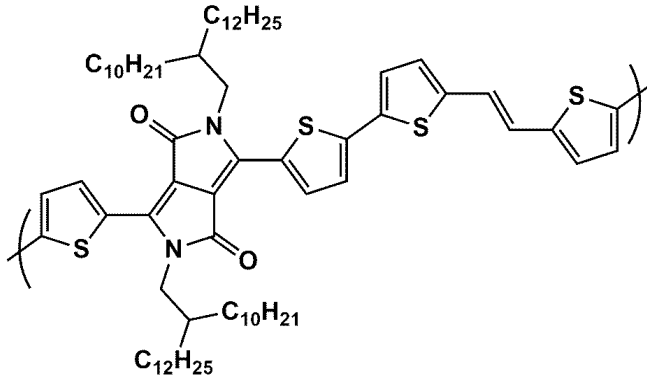
도 5를 참조하면, 일 구현예에 따른 가교성 화합물을 광 가교제로 사용한 경우에 화합물 A를 광 가교제로 사용한 경우에 비해 가교에 따른 전해질의 저항 증가가 억제되는 것을 확인할 수 있다.

### 실시예 4: 유기 박막 트랜지스터 제조예

소스(source) 및 드레인(drain) 전극으로 금(Au)을 이용하였으며, 고분자 반도체 층 상에 반도체 패턴을 형성한 후, 상기 실시예 2의 고체 전해질을 절연체로 도입하고, 게이트(Gate) 전극으로 은 나노와이어(AgNW)를 스프레이 코팅하여 유기 박막 트랜지스터를 제작하였다. 고분자 반도체 층 상의 반도체 패턴은 상기 실시예에서의 이온겔 패턴의 형성과 동일하게 수행하되 현상 과정에서 용매로서 클로로폼(chloroform;  $\text{CHCl}_3$ )을 이용하였다.

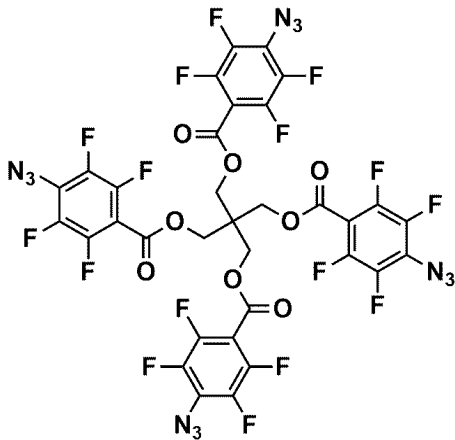
고분자 반도체 층은 하기 화학식 S1으로 표시되는 반복 단위를 포함하는 화합물(5 mg/ml in Chlorobenzene) 및 화합물 B(2,2-bis(((4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoyl)oxy)methyl)propane-1,3-diyl bis(4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzo-ate))(1 wt%)를 이용하여 형성하였다.

[0225] <화학식 S1>



[0226]

[0227] <화합물 B>



[0228]

[0229] **평가예 4: 유기 박막 트랜지스터의 전기 화학 특성 평가**

[0230] 상기 실시예 4에서 제작된 유기 박막 트랜지스터의 전기적 특성을 도 6에 도시하였으며, 이에 대한 성능 분석 결과를 표 3에 정리하였다.

**표 3**

[0231]

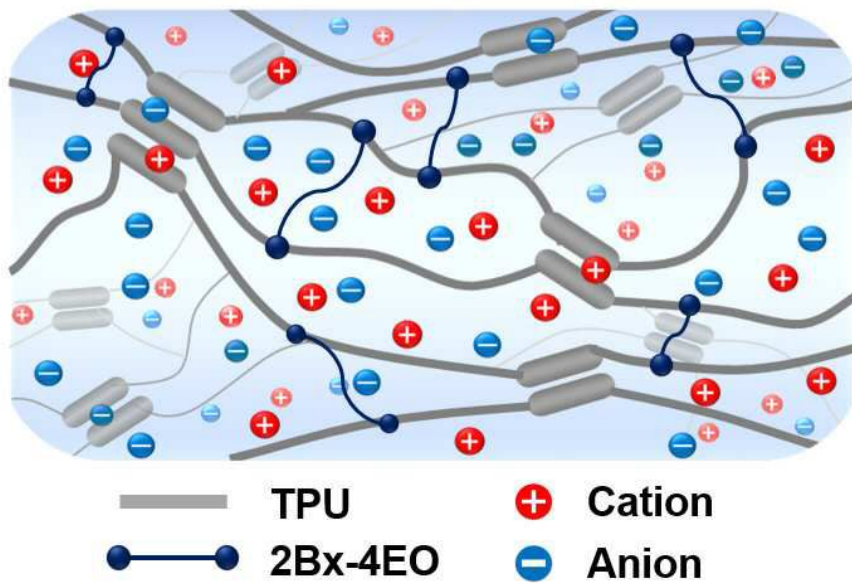
|                                    |        | 실시예 4의 트랜지스터           |
|------------------------------------|--------|------------------------|
| Mobility<br>(cm <sup>2</sup> /V*s) | @20Hz  | 25.8 (±0.74)           |
|                                    | @50Hz  | 41.3 (±1.24)           |
|                                    | @100Hz | 70.5 (±2.11)           |
| V <sub>Th</sub> (V)                |        | -0.746 (±0.012)        |
| On/Off ratio                       |        | ~1.7 x 10 <sup>6</sup> |

[0232] 도 6 및 표 3을 참조하면, 일 구현예에 따른 고체 전해질을 절연체로서 포함한 유기 박막 트랜지스터는 -2 V의 저전압 영역에서 25.8 cm<sup>2</sup>/V·s의 높은 전하 이동도 뿐만 아니라, 1.7 x 10<sup>6</sup>의 우수한 점멸비(On/Off ratio) 특성 확보가 가능했으며, 이를 통해 일 구현예에 따른 고체 전해질의 고신축성·저전력·집적화가 동시에 요구되는 고성능 'Skin-like' 전자 소자로의 응용 가능성을 알 수 있었다.

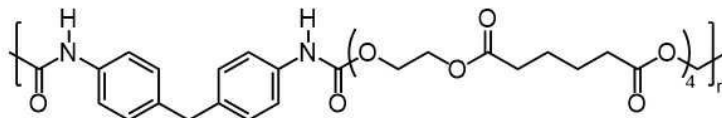
[0233] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 실시예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

도면1



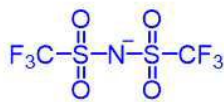
### 스트레처블 이온-겔 소재



Thermoplastic Polyurethane (TPU)

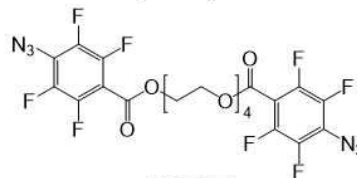


+ Cation



- Anion

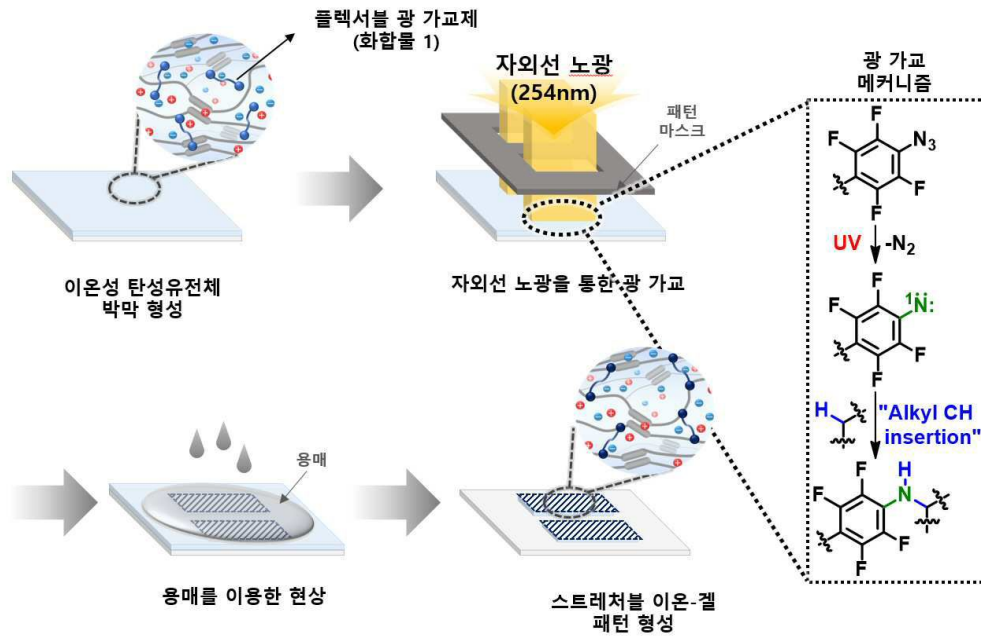
[EMIM]<sup>+</sup>[TFSI]<sup>-</sup>



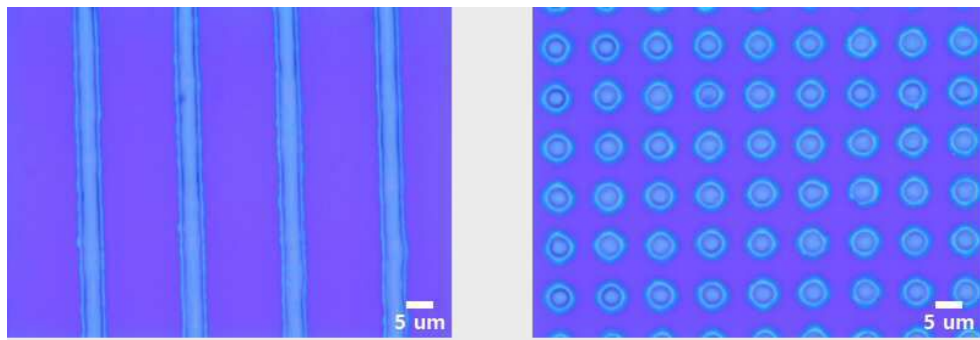
화합물 1



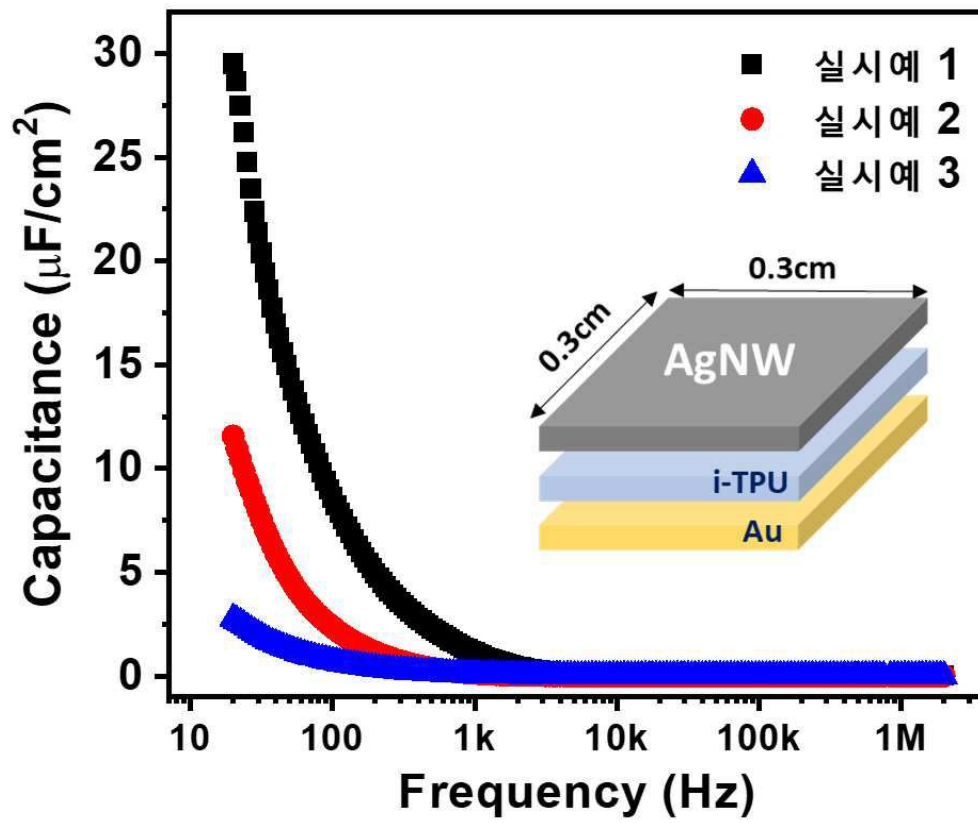
도면2



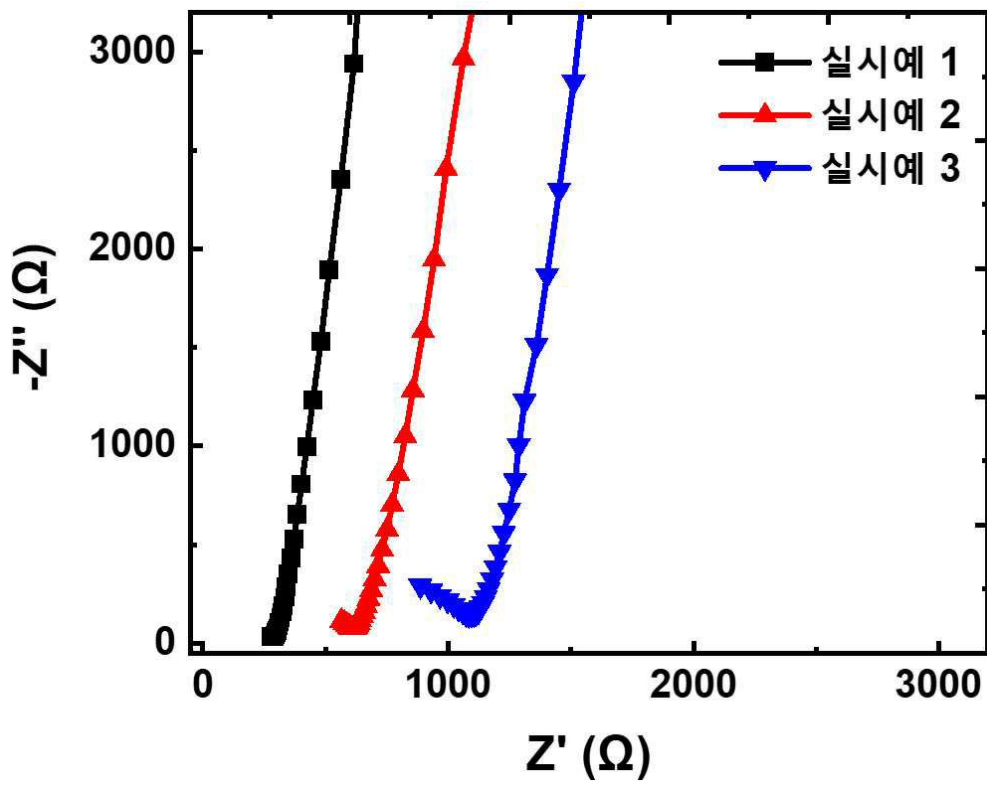
도면3



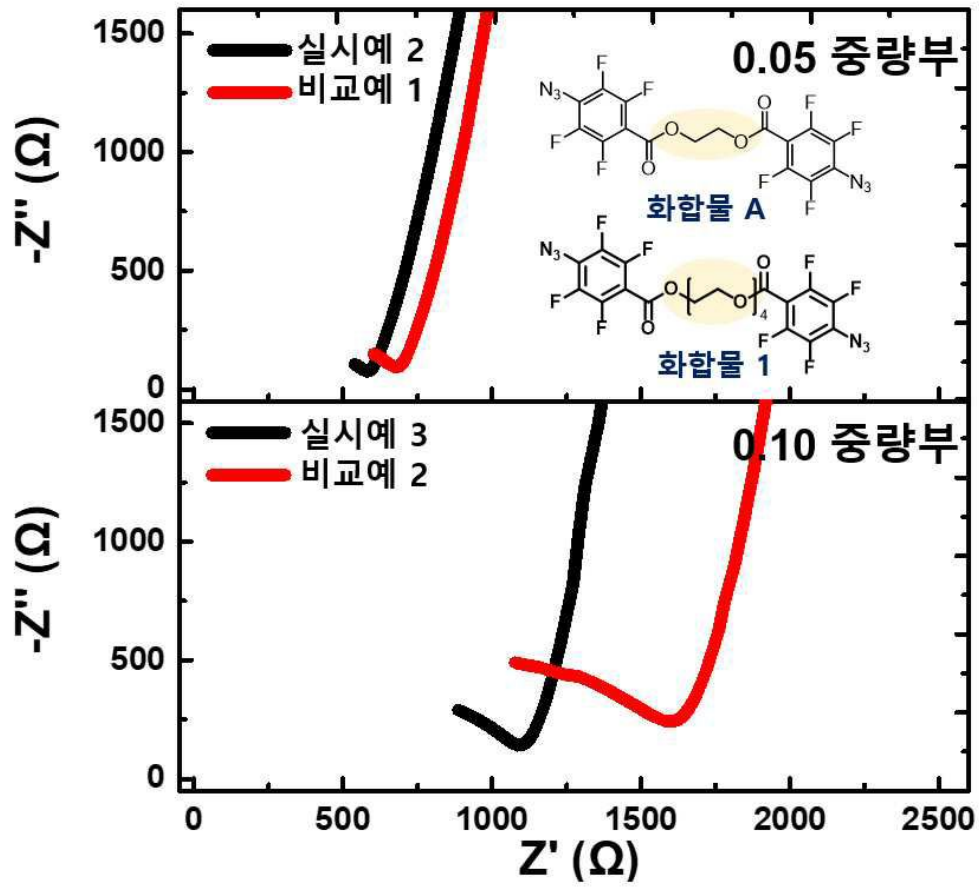
도면4a



도면4b



도면5



도면6

