



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월24일
(11) 등록번호 10-2159600
(24) 등록일자 2020년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08K 5/17 (2006.01) C08K 5/00 (2006.01)
C08L 101/12 (2006.01) H01G 9/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C08K 5/17 (2013.01)
C08K 5/0025 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0130428
(22) 출원일자 2018년10월30일
심사청구일자 2018년10월30일
(65) 공개번호 10-2020-0048379
(43) 공개일자 2020년05월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR101737877 B1
KR101598687 B1
KR1020130065691 A

(73) 특허권자
상명대학교 천안산학협력단
충청남도 천안시 동남구 상명대길 31, 상명대학교내 (안서동)
(72) 발명자
김문성
경기도 용인시 수지구 진산로 90, 510-1402 (풍덕천동, 진산마을삼성래미안5차아파트)
김소은
경기도 수원시 장안구 정자천로188번길 71-8, 102-806 (정자동)
강보성
인천광역시 부평구 원적로269번길 15 현대1차아파트 103동 1401호
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 8 항

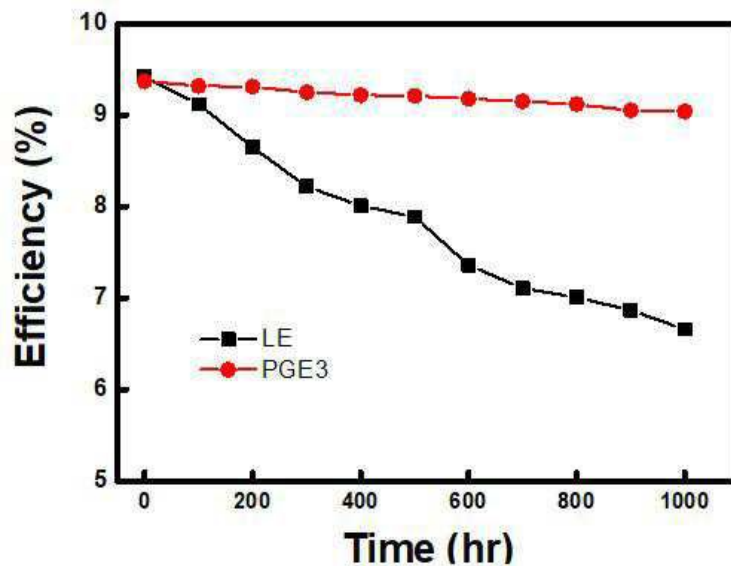
심사관 : 박수용

(54) 발명의 명칭 준고체 전해질 조성물, 이로부터 제조된 준고체 전해질 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지

(57) 요약

본 발명은 이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 포함하는 준고체 전해질 조성물, 이로부터 제조된 준고체 전해질 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

C08L 101/12 (2013.01)

H01G 9/2027 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017000140002
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	환경산업선진화기술개발사업
연구과제명	평판형 전기화학 소자의 제조시 유해 화학물질 배출 저감을 위한 친환경 준고체 레
독스 전해질 소재 개발	
기여율	1/1
과제수행기관명	상명대학교 천안산학협력단
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

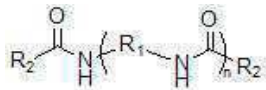
청구범위

청구항 1

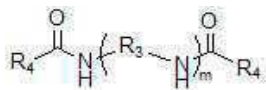
이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 포함하는 준고체 전해질 조성물로서,

상기 이중네트워크 형성 전해질은 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물로부터 유도된 제 1화합물;과 폴리에틸렌옥사이드 및 폴리프로필렌옥사이드에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 제 2화합물;을 포함하여 이중네트워크를 형성하는 준고체 전해질 조성물.

[화학식 1]



[화학식 2]



상기 화학식 1 및 2에 있어서,

상기 R₁ 및 R₃은 각각 독립적으로 C1-C10 알킬렌기이고, 상기 R₂ 및 R₄는 각각 독립적으로 C10-C30 알킬기이며,

상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 10의 정수이다.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1화합물은 상기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물간의 물리적 가교 구조로 제 1네트워크를 형성하고,

상기 제 2화합물은 상기 제 1네트워크와 물리적 가교 구조로 제 2네트워크를 형성하는 준고체 전해질 조성물.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 액체 전해질은 요오드계 산화환원 전해액(redox iodide electrolyte)을 포함하는 준고체 전해질 조성물.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 이중네트워크 형성 전해질은 준고체 전해질 조성물 총 중량에 대하여, 5 내지 10중량% 포함되는 준고체 전해질 조성물.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제 1화합물과 제 2화합물을 1:0.2 내지 2중량혼합비로 포함하는 준고체 전해질 조성물.

청구항 7

제 1항, 제 2항, 제 4항 내지 제 6항에서 선택되는 어느 한 항의 준고체 전해질 조성물로부터 제조되는 준고체 전해질.

청구항 8

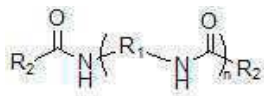
대향하여 마주하고 있는 2개의 전극층,

상기 전극층 사이에 이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 포함하는 준고체 전해질 조성물을 충전하여 형성하는 준고체 전해질층을 포함하며,

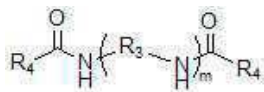
상기 이중네트워크 형성 전해질은 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물로부터 유도된 제 1화합물;과 폴리에틸렌옥사이드 및 폴리프로필렌옥사이드에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 제 2화합물;을 포함하여 이중네트워크를 형성하고,

상기 전극층은 광흡수층이 일면에 형성된 제 1전극 및 상기 광흡수층이 형성된 제 1전극에 대향하여 배치되는 제 2전극을 포함하는 염료감응 태양전지.

[화학식 1]



[화학식 2]



상기 화학식 1 및 2에 있어서,

상기 R₁ 및 R₃은 각각 독립적으로 C1-C10 알킬렌기이고, 상기 R₂ 및 R₄는 각각 독립적으로 C10-C30 알킬기이며,

상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 10의 정수이다.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제 1화합물은 상기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물간의 물리적 가교 구조로 제 1네트워크를 형성하고,

상기 제 2화합물은 상기 제 1네트워크와 물리적 가교 구조로 제 2네트워크를 형성하는 염료감응 태양전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 누액 및 휘발에 의한 전지 효율 저감을 방지할 수 있는 내구성을 향상시킬 수 있는 준고체 전해질 조성물, 이로부터 제조된 준고체 전해질 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 염료감응 태양전지 (Dye-sensitized solar cells)는 1991년 스위스의 그라첼 등에 의하여 보고된 광전변환 소자, 즉 태양전지(Nature, 353, 737(1991))로부터 유래된 것으로 색소 증감 태양전지라고도 불린다. 염료감응 태양전지는 염료 분자가 화학적으로 흡착된 나노입자 반도체 산화물 전극에 광을 조사함으로써 여기된 전자가 반도체 산화물의 전도띠로 주입되어 전류를 발생시키는 원리를 이용하고 있다. 또한, 낮은 제조단가에 비하여 높은 에너지 변환 효율을 가지고 있어 차세대 태양전지로 각광받고 있다.

[0003] 염료감응 태양전지는 광감응 염료가 가시광을 흡수하여 전자를 발생시키는 광기전효과를 이용한 광화학 전지로

구체적으로는 광음극, 상대전극 및 전해질 등으로 구성된다. 상기 구성 중 전해질은 염료감응 태양전지의 효율 및 내구성을 좌우하는 핵심소재임과 동시에 해당 기술의 상용화에 걸림돌이 되는 가장 큰 기술적 문제점을 가지고 있다.

[0004] 기존의 아세토니트릴 기반의 휘발성 액체 전해질은 높은 광전변환 효율을 얻을 수 있지만 염료감응 태양전지의 사용 기간이 증가하는 경우, 액체 전해질이 누액되거나 휘발될 수 있다. 이로 인해 염료감응 태양전지의 효율 및 가용 기간이 감소되어 장기 내구성을 저하시키는 주요 원인으로 지적되고 있다.

[0005] 따라서 기존의 액체 전해질과 동등하거나 그보다 높은 광전변환 효율을 가지면서 동시에 휘발성을 억제하는 기술이 필요하다. 또한, 주로 수직으로 세워 사용하는 건물통합형 발전의 특성상 액체전해질은 누액이 발생하기 쉬우므로 전해질을 고체 또는 준고체화 하는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 우수한 이온전도도 특성을 구현할 수 있고, 내구성이 우수한 준고체 전해질 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지를 제공하는 것이다.

[0007] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 광전변환 효율이 액체 전해질과 동등할 정도의 우수한 전기적 특성을 구현할 수 있는 준고체 전해질 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지를 제공하는 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 염료감응 태양전지의 전극 사이에 주입이 용이하며, 주입하는 과정에서 냉각에 의한 켈화를 지연시킬 수 있는 준고체 전해질 조성물을 제공하는 것이다.

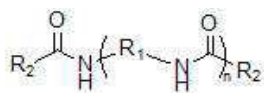
[0009] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 염료감응 태양전지 내에서 이중네트워크를 형성하는 준고체 전해질 조성물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여 연구한 결과, 본 발명에 따른 준고체 전해질 조성물은 이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 포함하는 준고체 전해질 조성물로서,

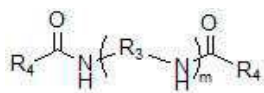
[0011] 상기 이중네트워크 형성 전해질은 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물로부터 유도된 제 1화합물;과 극성 고분자 및 비극성 고분자에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 제 2화합물;을 포함하여 이중네트워크를 형성한다.

[0012] [화학식 1]



[0013]

[0014] [화학식 2]



[0015]

[0016] 상기 화학식 1 및 2에 있어서,

[0017] 상기 R1 및 R3은 각각 독립적으로 C1-C10 알킬렌기이고, 상기 R2 및 R4는 각각 독립적으로 C10-C30 알킬기이며,

[0018] 상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 10의 정수이다.

[0019] 본 발명의 일 양태에 따른 상기 제 1화합물은 상기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물간의 물리적 가교 구조로 제 1네트워크를 형성하고,

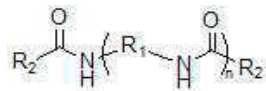
[0020] 상기 제 2화합물은 상기 제 1네트워크와 물리적 가교 구조로 제 2네트워크를 형성할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 양태에 따른 상기 제 2화합물은 폴리에틸렌옥사이드, 폴리프로필렌옥사이드, 폴리에틸렌이민, 폴리페닐렌설파이드, 폴리에틸렌설파이드, 폴리에틸렌 숙시네이트, 폴리메틸메타크릴레이트 및 폴리아크릴로니트

릴 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 극성고분자 및

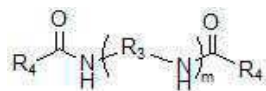
- [0022] 비닐리덴플루오라이드 단일중합체 및 비닐리덴플루오라이드 공중합체에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 비극성 고분자 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는
- [0023] 본 발명의 일 양태에 따른 상기 액체 전해질은 요오드계 산화환원 전해액(redox iodide electrolyte)을 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 양태에 따른 상기 이중네트워크 형성 전해질은 준고체 전해질 조성물 총 중량에 대하여, 5 내지 10중량% 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 양태에 따른 상기 제 1화합물과 제 2화합물을 1:0.2 내지 2중량혼합비로 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 양태는 상술한 준고체 전해질 조성물로부터 제조되는 준고체 전해질이다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 양태는 대향하여 마주하고 있는 2개의 전극층,
- [0028] 상기 전극층 사이에 이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 포함하는 준고체 전해질 조성물을 충전하여 형성하는 준고체 전해질층을 포함하며,
- [0029] 상기 이중네트워크 형성 형성 전해질은 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물로부터 유도된 제 1화합물;과 극성 고분자 및 비극성 고분자에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 제 2화합물;을 포함하여 이중네트워크를 형성하고,
- [0030] 상기 전극층은 광흡수층이 일면에 형성된 제 1전극 및 상기 광흡수층이 형성된 제 1전극에 대향하여 배치되는 제 2전극을 포함하는 염료감응 태양전지이다.

[0031] [화학식 1]



[0032]

[0033] [화학식 2]



[0034]

[0035] 상기 화학식 1 및 2에 있어서,

[0036] 상기 R₁ 및 R₃은 각각 독립적으로 C1-C10 알킬렌기이고, 상기 R₂ 및 R₄는 각각 독립적으로 C10-C30 알킬기이며,

[0037] 상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 10의 정수이다.

[0038] 본 발명의 일 양태에 따른 상기 제 1화합물은 상기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물간의 물리적 가교 구조로 제 1네트워크를 형성하고,

[0039] 상기 제 2화합물은 상기 제 1네트워크와 물리적 가교 구조로 제 2네트워크를 형성할 수 있다.

발명의 효과

[0040] 본 발명에 따른 준고체 전해질은 우수한 이온전도도를 가지고, 시간 경과에 따른 누액 및 휘발을 방지하여 내구성이 우수한 염료감응 태양전지를 제공할 수 있다는 장점이 있다.

[0041] 또한, 본 발명에 따른 준고체 전해질 조성물은 주입 특성이 탁월하고, 주입하는 과정에서 냉각에 의한 겔화를 지연시킬 수 있다는 장점이 있다.

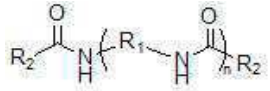
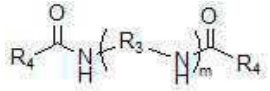
[0042] 또한, 본 발명에 따른 염료감응 태양전지는 우수한 광전변환 효율을 구현할 수 있다는 장점이 있다.

[0043] 또한, 본 발명에 따른 준고체 전해질 조성물은 이중네트워크를 형성하여 내구성이 향상된 염료감응 태양전지를 제공할 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 준고체 전해질의 온도에 따른 점도를 측정된 결과이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예 및 비교 실시예에 따른 염료감응 태양전지의 광전변환 성능을 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예 및 비교 실시예에 따른 염료감응 태양전지의 시간에 따른 광전변환 효율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

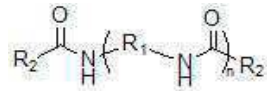
- [0045] 이하 실시예를 통해 본 발명에 따른 준고체 전해질 조성물, 이로부터 제조된 준고체 전해질 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지에 대하여 더욱 상세히 설명한다. 다만 하기 실시예는 본 발명을 상세히 설명하기 위한 참조일 뿐 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 여러 형태로 구현 될 수 있다.
- [0046] 또한 달리 정의되지 않는 한, 모든 기술적 용어 및 과학적 용어는 본 발명이 속하는 당업자 중 하나에 의해 일반적으로 이해되는 의미와 동일한 의미를 갖는다. 본원에서 설명에 사용되는 용어는 단지 특정 실시예를 효과적으로 기술하기 위함이고, 본 발명을 제한하는 것으로 의도되지 않는다.
- [0047] 본 명세서에서 “이중네트워크”는 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물로부터 유도된 제 1화합물; 과 극성 고분자 및 비극성 고분자 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 제 2화합물;을 포함하여 형성된 것으로, 상호침투 고분자 네트워크(IPN, Interpenetrating polymer network)와 같이 제1네트워크 및 제2네트워크가 서로교차되어 치밀한 물리적 가교구조를 형성한 것을 의미한다.
- [0048] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 준고체 전해질 조성물, 이로부터 제조된 준고체 전해질 및 이를 포함하는 염료감응 태양전지에 관한 것이다.
- [0049] 본 발명의 발명자는 종래 누수 및 용매 증발로 인한 내구성 및 안정성 저하의 문제가 있는 액체 전해질을 대체할 수 있는 준고체 전해질에 대한 연구를 수행하였다. 이에 특정화합물로 이중네트워크를 형성하는 전해질을 포함함으로써, 전해질 주입이 용이하고, 비가역적으로 경화됨으로써 염료감응 태양전지의 전기적 특성은 물론 내구성을 획기적으로 향상시킬 수 있음을 발견하여 본 발명을 완성하게 되었다.
- [0050] 본 발명을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0051] 상기 목적을 달성하기 위하여 연구한 결과, 본 발명에 따른 준고체 전해질 조성물은 이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 포함하는 준고체 전해질 조성물로서,
- [0052] 상기 이중네트워크 형성 전해질은 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물로부터 유도된 제 1화합물;과 극성 고분자 및 비극성 고분자 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 제 2화합물;을 포함하여 이중네트워크를 형성한다.
- [0053] [화학식 1]
- [0054] 
- [0055] [화학식 2]
- [0056] 
- [0057] 상기 화학식 1 및 2에 있어서,
- [0058] 상기 R₁ 및 R₃은 각각 독립적으로 C1-C10 알킬렌기이고, 상기 R₂ 및 R₄는 각각 독립적으로 C10-C30 알킬기이며,
- [0059] 상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 10의 정수이다.
- [0060] 기존의 액체 전해질은 높은 광전변환 효율을 얻을 수 있지만, 염료감응 태양전지의 사용 기간이 증가하는 경우, 액체 전해질이 누액되거나 휘발될 수 있다. 이로 인해 염료감응 태양전지의 효율 및 가용 기간이 감소되어 장기 내구성이 저하되는 문제점이 있다.
- [0061] 이와 달리 본 발명에 따른 준고체 전해질 조성물은 이중네트워크 형성 전해질을 포함함으로써, 액상의 전해질을

준고체 상태로 유지시켜 누액 및 휘발을 억제하여 우수한 내구성을 가질 수 있다. 이뿐만 아니라 산화환원 이온 쌍의 선택적 이동을 촉진하고, 액상으로 주입이 용이하면서 주입 후, 겔화가 진행되어 주입구 등의 막힘을 방지할 수 있다.

[0062] 이는 더욱이, 상기와 같은 상기 제 1화합물과 제 2화합물을 포함하는 이중네트워크 형성 전해질을 포함함으로써, 발현할 수 있는 효과이다.

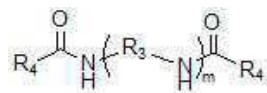
[0063] 구체적으로는 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 제 1화합물은 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물 간의 물리적 가교 구조로 제 1네트워크를 형성할 수 있다.

[0064] [화학식 1]



[0065]

[0066] [화학식 2]



[0067]

[0068] 상기 화학식 1 및 2에 있어서,

[0069] 상기 R₁ 및 R₃은 각각 독립적으로 C1-C10 알킬렌기이고, 상기 R₂ 및 R₄는 각각 독립적으로 C10-C30 알킬기이며,

[0070] 상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 10의 정수이다.

[0071] 상기와 같은 제 1화합물 간의 반테르발스 인력, 수소결합, π-π 결합 및 정전기적 인력 등과 같은 비공유결합에 의하여 물리적 가교 구조가 형성된 제 1네트워크를 형성할 수 있다.

[0072] 상기 제 1네트워크에 극성 고분자 및 비극성 고분자 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 제 2 화합물;을 혼합하여 추가적인 물리적 가교를 유도하여 이중네트워크를 형성하는 것일 수 있다.

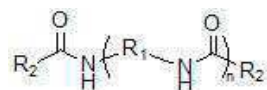
[0073] 상기와 같은 제 1네트워크와 제 2네트워크가 동시에 형성된 이중네트워크를 가짐으로써, 상술한 우수한 물성을 달성할 수 있다.

[0074] 상기 제 1네트워크만으로 이루어진 전해질의 경우, 고온에서 액체 상태로 장치에 주입하는 과정에서 냉각에 의하여 급격한 겔화되어 노즐의 토출부 또는 전해질 주입구가 막히는 문제점이 발생한다. 또한, 물리적 결합력이 약해서 60℃ 이상의 높은 온도로 상승 시 겔 상태가 느슨해지면서 다시 액화되는 단점을 가지고 있다.

[0075] 이와 달리, 본 발명에 따른 준고체 전해질 조성물은 주입과정에서 냉각에 의한 겔화를 지연시킬 수 있고, 전해질 주입이 용이하고, 주입 후, 비가역적으로 겔화됨으로써 전기적 특성은 물론 내구성을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

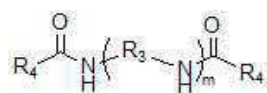
[0076] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 제 1화합물은 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물로서, 아민기와 카르보닐기 간의 수소결합에 의하여 겔화될 수 있고, 결정성이 없어 이온의 이동이 원활하여 우수한 이온전도도를 제공할 수 있다. 더욱이, 전해질 내 염의 해리를 용이하게 할 수 있다.

[0077] [화학식 1]



[0078]

[0079] [화학식 2]



[0080]

[0081] 상기 화학식 1 및 2에 있어서,

- [0082] 상기 R₁ 및 R₃은 각각 독립적으로 C1-C10 알킬렌기이고, 상기 R₂ 및 R₄는 각각 독립적으로 C10-C30 알킬기이며,
- [0083] 상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 10의 정수이다.
- [0084] 바람직하게는 상기 화학식 1 및 화학식 2에 있어서, 상기 R₁ 및 R₃은 각각 독립적으로 C5-C10 알킬렌기일 수 있고, 상기 R₂ 및 R₄는 각각 독립적으로 C15-C30 알킬기일 수 있으며, 상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 5의 정수일 수 있다. 상기와 같은 긴 사슬 구조를 가짐으로써, 낮은 결정성으로 이온의 이동이 더욱 원활하다.
- [0085] 본 발명이 목적으로하는 우수한 물성을 달성하기 위하여 더욱 바람직하게는 상기 제 1화합물은 상기 화학식 1로부터 표시되는 화합물을 포함할 수 있으며, 이온의 이동을 더욱 원활하게 유도하여 더욱 우수한 이온전도도를 제공할 수 있다.
- [0086] 그러나, 제 1화합물은 단독으로 제공될 때는 상술한 바와 같은 문제점을 야기하지만, 제 2화합물을 더 포함하여 이중네트워크를 형성함으로써, 주입 특성 향상뿐만 아니라 염의 해리를 촉진시켜 용해도를 높이거나 미세 상분리를 통하여 이온전도도를 향상시킬 수 있다. 더욱이, 높은 온도에서 액화되지 않는 비가역 겔화로 인하여 액체 전해질만을 포함하여 누액 및 휘발에 의한 전기적 특성 저하되는 문제점을 방지하여 내구성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0087] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 극성 고분자는 적어도 하나의 고분자가 염과 배위결합을 할 수 있는 극성리간드를 포함할 수 있으면 특별히 제한되지 않는다. 이 때, 상기 극성리간드는 일예로, 에테르, 아민, 이민, 아미드, 니트릴 및 설파이드 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있으며, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0088] 상기 극성 고분자는 구체적인 예를 들어, 폴리에틸렌옥사이드, 폴리프로필렌옥사이드, 폴리에틸렌이민, 폴리페닐렌설파이드, 폴리에틸렌설파이드, 폴리에틸렌 숙시네이트, 폴리메틸메타크릴레이트 및 폴리아크릴로니트릴 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있다. 상기 극성고분자는 극성리간드의 영향으로 리튬염의 해리를 촉진시킬 수 있으며, 동시에 이온전도도 및 광전변환 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0089] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 비극성 고분자는 염료감응 태양전지에 통상적으로 사용가능하다면 특별히 제한되지 않지만, 구체적인 예를 들어, 비닐리덴플루오라이드 단일중합체 및 비닐리덴플루오라이드 공중합체 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있다.
- [0090] 바람직하게는 상기 비닐리덴플루오라이드 공중합체는 비닐리덴플루오라이드 단량체 및 헥사플루오로프로필렌 단량체로부터 유도되는 공중합체일 수 있다. 상기 공중합체는 비닐리덴플루오라이드 단량체를 주요 골격으로 하고, 헥사플루오로프로필렌 단량체가 골격에 분포된 구조를 가지는 것일 수 있다. 이때, 상기 헥사플루오로프로필렌 단량체는 공중합체 내 그 함량이 크게 제한되지 않지만 1 내지 10몰%, 구체적으로 2 내지 8몰% 함유되는 것일 수 있다. 상기 범위를 만족하는 경우 조성물 내 분산성이 우수하며 점도를 낮추면서도 내구성을 증진시키는 측면에서 효과적이거나, 이는 비한정적인 일예일 뿐 상기 수치범위에 제한받지 않는다.
- [0091] 더욱 바람직하게는 상기 비닐리덴플루오라이드 공중합체는 폴리비닐리덴 플루오라이드-헥사플루오로프로필렌 공중합체 (PVdF-HFP; Poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene))인 것일 수 있으며, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 폴리비닐리덴 플루오라이드-헥사플루오로프로필렌 공중합체는 용매에 잘 용해되지 않아 미세상분리가 일어나게 되고, 이를 통해 이온의 이동도가 향상되어 바람직하나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0092] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 제 2화합물은 제 1화합물과의 이중네트워크 형성을 촉진하고, 더욱 우수한 전기적 특성 및 내구성을 향상시키기 위하여 극성고분자를 포함하여 유도된 것일 수 있다.
- [0093] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 이중네트워크 형성 전해질은 준고체 전해질 조성물 총 중량에 대하여, 5 내지 10중량% 포함할 수 있다. 바람직하게는 상기 이중네트워크 형성 전해질은 준고체 전해질 조성물 총 중량에 대하여, 6 내지 8중량% 포함할 수 있다. 상기와 같은 함량으로 포함할 경우, 이온전도도 향상 및 전기적 특성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 염료감응 태양전지의 전해질로 제공되어 전해질의 누액 및 휘발을 방지하여 장기 간동안 효율저하 없이 사용가능한 우수한 내구성을 제공할 수 있다.
- [0094] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 제 1화합물과 제 2화합물을 1:0.2 내지 2중량혼합비로 포함할 수 있다. 바람직하게는 상기 제 1화합물과 제 2화합물을 1:0.5 내지 1.5중량혼합비로 포함할 수 있다. 더 바람직하게는 상기 제 1화합물과 제 2화합물을 1:1중량혼합비로 포함할 수 있다. 상기와 같은 중량혼합비로 포함할 경우, 내구성 및 안정성 확보는 물론 이온전도도 및 전기적 특성을 현저히 향상시킬 수 있다.

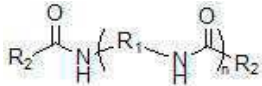
- [0095] 본 발명에 따른 상기 이중네트워크 형성 전해질은 기존의 액체 전해질과의 혼화성이 우수하여 준고체 전해질 조성물 총 중량에 대하여, 10중량%이하, 바람직하게는 9중량% 이하의 적은 함량으로도 액체 전해질의 이온전도 현상을 저감시키지 않고 우수한 물성을 발현할 수 있다.
- [0096] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 액체 전해질은 요오드계 산화환원 전해액(redox iodide electrolyte)을 포함할 수 있다. 상기 요오드계 산화환원 전해액은 요오드염을 포함하는 것일 수 있다.
- [0097] 구체적인 예를 들어, 상기 염은 염료감응 태양전지에 적용되는 레독스 쌍으로 작용한다. 더욱이, 요오드염과 요오드를 혼합하면 I^-/I_2 레독스 쌍을 형성하게 되며 가역적인 산화환원 반응을 통해 염료감응 태양전지가 발전할 수 있다. 상기 요오드염의 예로는, iodine (I_2), 1-부틸-3-메틸이미다졸륨 아이오다이드(1-butyl-3-methylimidazolium iodide; BMI), 1-에틸-3-메틸이미다졸륨 아이오다이드(1-ethyl-3-methylimidazolium iodide; EMI), 1-알릴-3-메틸이미다졸륨 아이오다이드(1-allyl-3-methylimidazolium iodide; AMI), 1-프로필-3-메틸이미다졸륨 아이오다이드(1-propyl-3-methylimidazolium iodide; PMI), 1,3-디메틸이미다졸륨 아이오다이드(1,3-dimethylimidazolium iodide; DMI), 1-헥실-2,3-디메틸이미다졸륨 아이오다이드(1-hexyl-2,3-dimethylimidazolium iodide; HDMI) 등에서 선택되는 이미다졸륨 요오드염, 4차 암모늄 요오드 (quaternary ammonium iodide), 피리디늄 요오드 (pyridinium iodide), 피롤리디늄 요오드 (pyrrolidinium iodide) 및 알칼리 금속 요오드 (LiI, NaI, KI, CsI) 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있으며, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0098] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 액체 전해질은 전기화학적 특성을 향상시키기 위한 목적으로 첨가제를 더 포함할 수 있다. 구체적인 예를 들어, 전압 향상을 위하여 염기 특성을 갖는 피리딘계 화합물, 트리아졸계 화합물, 이미다졸계 화합물 및 Guanidinium thiocyanate(GuSCN) 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있으며, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0099] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 액체 전해질은 유기용매를 더 포함할 수 있다. 구체적인 예를 들어, 상기 유기용매는 비점이 130℃ 이상, 바람직하게는 140℃ 이상일 수 있고, 유전상수가 10 내지 50, 바람직하게는 20 내지 40인 것을 특징으로 한다. 또한, 점도(20℃)가 1.2 이하인 것일 수 있다. 상기 범위를 만족하는 경우 고온에서 광음극에 결합된 염료를 용출시키지 않으면서 전기적 특성은 물론 내구성을 증진시킬 수 있는 효과를 가지나, 이는 비제한적인 일례일 뿐 상기 수치범위에 제한받지 않는다.
- [0100] 상기 유기용매는 상기의 비점 및 유전상수를 만족하는 것이라면 크게 제한되지 않고 사용될 수 있다. 구체적으로 메톡시프로피온리트릴(MPN; 3-Methoxypropionitrile), 발레로니트릴(VN; Valeronitrile), 디메틸설폭사이드(DMSO; Dimethyl sulfoxide), 디메틸아세트아마이드(DMA; methylacetamide), 1-메틸-2-피롤리디온(NMP; 1-methyl-2-pyrrolidione) 및 γ -부틸로락톤(γ -butyrolactone) 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있으나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0101] 바람직하게는 MPN, VN, NMP 및 DMSO 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있다. 상기 유기용매의 혼합 시 함량 범위는 본 발명이 목적하는 물성을 저해하지 않는 범위 내에서 조절될 수 있으나, 바람직하게는 MPN, VN, NMP 및 DMSO의 부피비는 MPN 및 VN의 부피합이 유기용매 총 부피에 대하여, 70 내지 90부피%, 바람직하게는 75 내지 85부피%인 것일 수 있으며, 상기 NMP 또는 DMSO는 각각 5 내지 20부피%, 바람직하게는 7 내지 15부피%인 것일 수 있으며, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 구체적으로, 상기 유기용매는 메톡시프로피온리트릴(3-methoxypropionitrile : MPN), 발레로니트릴(valeronitrile : VN), 1-메틸-2-피롤리디온(1-methyl-2-pyrrolidione : NMP), 디메틸 설폭사이드(dimethyl sulfoxide : DMSO)를 부피 기준으로 3:5:1:1 내지 4:4:1:1 내지 5:3:1:1 부피비로 혼합한 것일 수 있다.
- [0102] 본 발명의 또 다른 양태는 상술한 준고체 전해질 조성물로부터 제조되는 준고체 전해질이다. 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 준고체 전해질 조성물은 염료감응 태양전지 내에 주입 시 이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 각각 따로 주입하여 준고체 전해질을 제공할 수 있고, 동시에 주입하여 준고체 전해질을 제공할 수 있다.
- [0103] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 각각 따로 주입할 경우, 상기 이중네트워크 형성 전해질은 50℃이상의 온도를 유지하면서 주입하고, 상기 액체 전해질은 상온에서 주입할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0104] 본 발명의 또 다른 양태에는 상술한 준고체 전해질을 포함하는 염료감응 태양전지이다.
- [0105] 본 발명의 또 다른 양태는 대향하여 마주하고 있는 2개의 전극층,

[0106] 상기 전극층 사이에 이중네트워크 형성 전해질과 액체 전해질을 포함하는 준고체 전해질 조성물을 충전하여 형성하는 준고체 전해질층을 포함하며,

[0107] 상기 이중네트워크 형성 전해질은 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물로부터 유도된 제 1화합물;과 극성 고분자 및 비극성 고분자 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 제 2화합물;을 포함하여 이중네트워크를 형성하고,

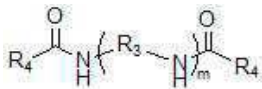
[0108] 상기 전극층은 광흡수층이 일면에 형성된 제 1전극 및 상기 광흡수층이 형성된 제 1전극에 대항하여 배치되는 제 2전극을 포함하는 염료감응 태양전지이다.

[0109] [화학식 1]



[0110]

[0111] [화학식 2]



[0112]

[0113] 상기 화학식 1 및 2에 있어서,

[0114] 상기 R₁ 및 R₃은 각각 독립적으로 C1-C10 알킬렌기이고, 상기 R₂ 및 R₄는 각각 독립적으로 C10-C30 알킬기이며,

[0115] 상기 m, n은 각각 독립적으로 1 내지 10의 정수이다.

[0116] 본 발명에 따른 염료감응 태양전지는 광전변환 효율이 우수할 뿐만 아니라, 전해질의 누액 및 휘발 등을 억제하여 장기간동안 내구성이 우수하다.

[0117] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 전극층은 투명 도전층으로 구성될 수 있으며, 상기 투명 도전층은 예를 들어, 산화주석, 산화아연, 은, 크롬, ITO(indium tin oxide), FTO(fluorine doped tin oxide) 및 IZO(indium zinc oxide)등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상으로 구성된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0118] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 전극층은 제 1전극의 투명 도전층 전극 일면에 광흡수층이 형성된 것을 포함한다. 상기 광흡수층은 전극입자의 표면에 흡착된 염료층이 형성된 것일 수 있다. 구체적인 예를 들어, 상기 전극입자는 TiO₂, SnO₂, ZrO₂, SiO₂, MgO, Nb₂O₅, 및 ZnO 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 염료층은 루테늄 흡착체를 염료로 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 염료는 N719 (Ru(dcbpy)₂(NCS)₂ containing 2 protons), N712, Z907, Z910, 및 K19 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0119] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 제 1전극과 제 2전극은 접착제에 의하여 접합되고, 제 2 전극을 관통하는 홀을 통해 준고체 전해질 조성물이 주입되어 제1 전극과 제2 전극 사이에 준고체 전해질이 함침될 수 있다. 이러한 준고체 전해질은 산화 환원에 의해 제2 전극으로부터 전자를 받아 염료에 전달하는 역할을 수행할 수 있다. 상기 제2 전극을 관통하는 홀은 접착제 및 커버 글라스 등에 의해 밀봉될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0120] 본 발명에 따른 염료감응 태양전지는 상기 전극층 사이에 상기 이중네트워크 형성 전해질과 상기 액체 전해질을 포함하는 준고체 전해질 조성물을 충전하여 형성하는 준고체 전해질층을 형성함으로써, 액상의 전해질을 준고체 상태로 유지시켜 누액 및 휘발을 억제하여 우수한 내구성을 가질 수 있다. 또한, 기존의 액체 전해질에 동등한 광전변환 효율을 제공함으로써, 안정성 및 전기적 특성을 동시에 확보할 수 있다.

[0121] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 이중네트워크 형성 전해질은 상기 화학식 1로 표시되는 화합물 간의 물리적 가교 구조로 제 1네트워크를 형성할 수 있다. 상기 제 1네트워크에 극성 고분자 및 비극성 고분자 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 포함하는 제 2화합물;을 혼합하여 추가적인 물리적 가교를 유도하여 이중네트워크를 형성하는 것일 수 있다.

[0122] 상기와 같은 제 1네트워크와 제 2네트워크가 동시에 형성된 이중네트워크 구조를 가짐으로써, 상술한 우수한 물성을 달성할 수 있다.

[0123] 본 발명의 일 양태에 따라, 상기 염료감응 태양전지는 하기 식 1을 만족할 수 있다.

[0124] [식 1]

$$\frac{E_{1000}}{E_0} > 0.8$$

[0125]

[0126] 상기 식 1에 있어서,

[0127] 상기 E_0 는 초기 광전변환 효율이고, E_{1000} 은 60°C에서 1,000시간 방치 후 측정된 광전변환 효율이다. 바람직하게는 상기 식 1은 0.85이상일 수 있고, 더 바람직하게는 0.9이상일 수 있다. 상기와 같은 식 1을 만족할 경우, 시간 경과 따른 전지효율 저감이 발생되지 않아 우수한 내구성을 갖고, 안정성이 높음을 나타낸다.

[0128] 이하 본 발명을 실시예를 참조하여 상세히 설명한다. 그러나 이들은 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 권리범위가 하기의 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0129] 또한 명세서에서 특별히 기재하지 않은 첨가물의 단위는 중량%일 수 있다.

[0131] 1. 이온전도도

[0132] 이온전도도는 4-point probe 전도도 셀을 이용하여 상온 임피던스를 측정하고, 이 데이터를 아래와 같은 계산식 1에 대입하여 계산되었다.

[0133] [계산식 1]

$$\sigma = \frac{l}{Z \times A} \quad (\sigma = \text{이온전도도}, l = \text{길이}, A = \text{단면적}, Z = \text{측정임피던스})$$

[0134]

[0135] 2. 염료감응 태양전지 성능 측정.

[0136] 염료감응 태양전지를 표준측정 조건 (AM1.5G, 100 mW/cm²)에서 전류-전압 곡선을 측정하였으며 광전변환 효율 및 충밀계수는 다음 계산식 2에 의해 결정되었다.

[0137] [계산식 2]

$$\text{광전변환효율}(\eta) = \frac{V_{\max} \times J_{\max}}{P_{\text{Input}}} \times 100(\%) = \frac{V_{oc} \times J_{sc} \times FF}{P_{\text{Input}}} \times 100(\%)$$

$$\text{충밀계수}(FF) = \frac{V_{\max} \times J_{\max}}{V_{oc} \times J_{sc}} \times 100(\%)$$

[0138]

[0139] 상기 계산식 2에서, J는 전류밀도 (mA/cm²), V는 전압 (V)을 나타내며 J_{\max} 와 V_{\max} 는 최대전력치에서의 전류밀도와 전압을 나타낸다. 또한, J_{sc} 와 V_{oc} 는 각각 단락전류밀도와 개방전압을 나타내며 P_{Input} 은 솔라시플레이터에서 인가한 광원의 세기를 나타낸다(100 mW/cm²).

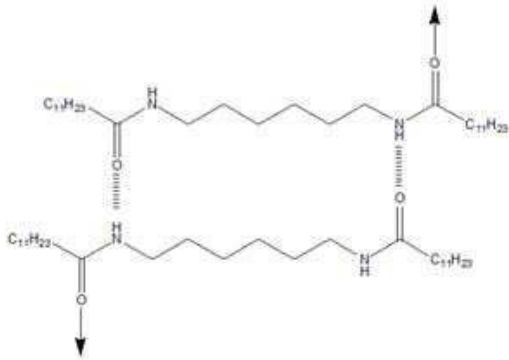
[0141] [제조예 1]

[0142] 액체전해질(LE) 제조.

[0143] 메톡시프로피온니트릴(3-methoxypropionitrile, MPN), 발레로니트릴(valeronitrile, VN), 1-메틸-2-피롤리디온(1-methyl-2-pyrrolidione, NMP) 및 디메틸 술폭사이드(dimethyl sulfoxide, DMSO)를 부피 기준으로 5:3:1:1 부피비로 혼합하였다. 상기 혼합된 용매에 1.4 M 1-부틸-3-메틸이미다졸륨 아이오다이드(1-Butyl-3-methylimidazolium iodide), 0.5 M 4-tert-부틸 피리딘(4-tert-Butylpyridine), 0.13 M 3-아미노-1H-1,2,4-트리아졸(3-Amino-1H-1,2,4-triazole), 0.3 M 3-아미노-5-메틸티오-1H-1,2,4-트리아졸(3-Amino-5-methylthio-1H-1,2,4-triazole), 0.1 M 과니디움 티오시아네이트(Guanidinium thiocyanate) 및 0.14 M 아이오딘(Iodine)을 순서대로 용해시켜 액체전해질을 제조하였다.

[0144] [제조예 2]

[0145] LMWG-1의 합성

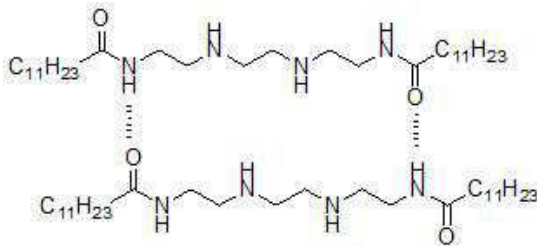


[0146]

[0147] 150 ml의 증류수와 150 ml의 디에틸 에테르(diethyl ether)를 혼합한 혼합액에 0.13 M NaHCO₃을 첨가하였다. 이 후, 0.14 M 라우로일클로라이드(lauroylchloride) 및 0.044 M 1,6-헥실렌디아민(1,6-hexylenediamine)을 첨가하여 0 °C에서 20분간 혼합하였다. 이 후 상온에서 8시간 반응시키고, 필터링을 통해 최종 생성물을 얻었다. 재결정화를 위해 99.8% 에탄올에서 생성물을 가열한 후, 용해시키고 냉각한 후 필터링 및 세척 과정을 여러 번 반복 진행하여 수득하였다.

[0149] [제조예 3]

[0150] LMWG-2의 합성



[0151]

[0152] 150 ml의 증류수와 150 ml의 디에틸 에테르(diethyl ether)를 혼합한 혼합액에 0.13 M NaHCO₃을 첨가하였다. 이 후, 0.14 M 라우로일클로라이드(lauroylchloride) 및 0.044 M 트리에틸렌테트라아민(Triethylenetetramine)을 첨가하여 0 °C에서 20분간 혼합하였다. 이 후 상온에서 8시간 반응시키고, 필터링을 통해 최종 생성물을 얻었다. 재결정화를 위해 99.8% 에탄올에서 생성물을 가열한 후, 용해시키고 냉각한 후 필터링 및 세척 과정을 여러 번 반복 진행하여 수득하였다.

[0154] 준고체 전해질 제조.

[0155] [실시예 1-6]

[0156] 상기 제조예 1로 제조된 액체 전해질(LE)에 상기 제조예 2로 제조된 LMWG-1 또는 LMWG-2와 폴리에틸렌옥사이드(Polyethylene oxide, PEO, 수평균분자량 :300,000 g/mol)를 하기 표 1에 기재된 조성비로 혼합하여 준고체 전해질 조성물(실시예 1-6(PGE 1-PGE 6))을 제조하였다.

표 1

[0157]

	LE(중량%)	LMWG(중량%)	PEO(중량%)
실시예 1(PGE 1)	91	4(LMWG-1)	5
실시예 2(PGE 2)	92	4(LMWG-1)	4
실시예 3(PGE 3)	93	4(LMWG-1)	3
실시예 4(PGE 4)	94	4(LMWG-1)	2
실시예 5(PGE 5)	95	4(LMWG-1)	1
실시예 6(PGE 6)	93	4(LMWG-2)	3

[0158] [비교예 1]

[0159] 상기 제조예 1로 제조된 액체 전해질(LE)만을 사용하였다.

[0161] [실험예 1] 이온전도도 측정

표 2

	이온전도도(mS/cm)	저항(Ω)
비교예 1(LE)	11.94	279.26
실시예 1(PGE 1)	10.75	309.94
실시예 2(PGE 2)	11.42	291.90
실시예 3(PGE 3)	11.68	285.48
실시예 4(PGE 4)	11.45	291.08
실시예 5(PGE 5)	11.08	300.97
실시예 6(PGE 6)	11.46	290.23

[0163] 본 발명에 따른 실시예와 같이 제조된 준고체 전해질 조성물을 겔화시킨 후, 이온전도도를 측정하였다. 상기와 같이 LMWG와 PEO를 포함하는 이중네트워크 형성 전해질의 함량이 준고체 전해질 조성물 총 중량에 대하여, 10중량%이하로 포함되더라도 액체 전해질의 이온전도도와 대비하여 저하없이 우수한 이온전도도를 구현하는 것을 확인할 수 있었다. 더욱이, 상기 LMWG와 PEO를 1:0.5 내지 1.5중량혼합비로 포함할 때, 더 바람직하게는 1:1중량혼합비로 포함하였을 때, 더욱 우수한 이온전도도를 구현할 수 있음을 확인하였다.

[0165] [실험예 2] 점도 측정

[0166] 실시예 1 내지 6으로 제조된 준고체 전해질을 30 rpm 고정속도로 스펀들을 회전시키며 10분간 25 °C에서 60 °C 까지 온도를 상승시키며 점도를 측정하였다. 준고체 전해질의 점성은 도 1에 도시된 바와 같이 온도가 높아질수록 낮아지는 경향성을 보였다.

[0167] 특히, 상기 LMWG와 PEO를 1:0.5 내지 1.5중량혼합비로 포함할 때, 더 바람직하게는 1:1중량혼합비로 포함하였을 때, 대면적으로 주입하더라도 노즐의 토출부 또는 전해질 주입부의 막힘없이 주입이 용이함을 확인하였다.

[0169] [실시예 7-12]

[0170] 불소 함유 산화주석 (FTO) 기판 (두께 2.3 mm) 일면에 TiO₂ 페이스트 (18NR-T, Dysol, Australia)를 스크린 인쇄를 통해 13.5 μ m 두께로 도포하고, 500 °C에서 15 분간 소성하였다. 다음으로 산란입자 페이스트 (P-400, Everlight, Taiwan)를 동일한 방법으로 인쇄 및 소성하여 (소성 후 두께 3.5 μ m) 광음극인 제 1전극을 제조하였다. 상기 제 1전극은 염료용액 (0.2 mM N719/ 에탄올)에 침지하여 24시간 방치하였다.

[0171] 상기 제 1전극의 상대전극인 제 2전극은 FTO 기판에 25 mM H₂PtCl₆/이소프로필알콜 용액을 스펀코팅(1,500 rpm/20 sec)하고, 400 °C 온도에서 20분 간 소성하여 준비하였다.

[0172] 열가소성 수지 필름(Bynel, DuPont, 두께 25 μ m)을 제 1 전극과 제 2전극 사이에 위치시키고, 핫프레스(hot press)를 이용하여 열접착 (130 °C/15 sec) 하였다. 이어 상대전극에 미리 뚫어놓은 홀을 통해 전해질을 주입한 후 주입구를 봉지하고 평가용 염료감응 태양전지를 제조하였다. 준고체 전해질 주입은 액체 전해질(LE)을 상온에서 주입하였으며 이중네트워크 형성 전해질을 용해 후, 60 °C 온도를 유지한 상태에서 액체상으로 주입하였다. 이 때, 준고체 전해질은 하기 표 3에 기재된 바와 같은 조성을 주입하여 제조하였다.

[0174] [비교예 2]

[0175] 상기 실시예 6에서 준고체 전해질을 사용하지 않고, 상기 제조예 1로 제조된 액체 전해질(LE)만을 주입하여 제조한 것을 제외하고는 동일하게 실시하였다.

표 3

	액체 전해질	이중네트워크 형성 전해질	
	LE(중량%)	LMWG(중량%)	PEO(중량%)
실시예 7(PGE 1)	91	4(LWMG-1)	5
실시예 8(PGE 2)	92	4(LWMG-1)	4
실시예 9(PGE 3)	93	4(LWMG-1)	3
실시예 10(PGE 4)	94	4(LWMG-1)	2

실시예 11(PGE 5)	95	4(LWMG-1)	1
실시예 12(PGE 6)	93	4(LWMG-2)	3

[0179] [실험예 3] 염료감응 태양전지의 성능측정

표 4

	단락전류 (mA/cm ²)	개방전압 (V)	충밀계수 (-)	효율 (%)
비교예 2(LE)	18.80	0.76	0.66	9.42
실시예 7(PGE 1)	19.13	0.76	0.61	8.79
실시예 8(PGE 2)	19.03	0.77	0.62	9.01
실시예 9(PGE 3)	18.72	0.77	0.65	9.37
실시예 10(PGE 4)	18.86	0.75	0.64	9.02
실시예 11(PGE 5)	19.36	0.75	0.62	9.00
실시예 12(PGE 6)	18.90	0.76	0.63	9.11

[0181] 상기 표 4 및 도 2에 나타낸 바와 같이, 이온전도도와 유사한 광전변환 성능 결과를 확인할 수 있었다. 즉, 이온전도도가 가장 높았던 PGE-3을 적용한 경우 가장 우수한 광전변환 효율을 나타내었다.

[0182] 준고체 전해질의 내구성 평가를 위해 액체 전해질(비교예 2)과 PGE 3 준고체 전해질(실시예 9)을 사용하여 제조된 염료감응 태양전지 셀을 60℃에서 1,000시간 동안 보관하며, 효율 변화를 측정하였으며 도 3에 그 결과를 도시하였다.

[0183] 비교예 2의 액체 전해질을 포함하여 제조도니 염료감응 태양전지는 우수한 초기 광전변환 효율을 얻을 수 있었으나, 누액 및 휘발로 인하여 시간 경과에 따라 전지효율이 급격하게 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

[0184] 이에 반해, 본 발명에 따른 실시예 9의 준고체 전해질을 사용하여 제조된 염료감응 태양전지는 1,000시간이 경과하여도 안정적으로 전지 효율을 유지하는 내구성을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

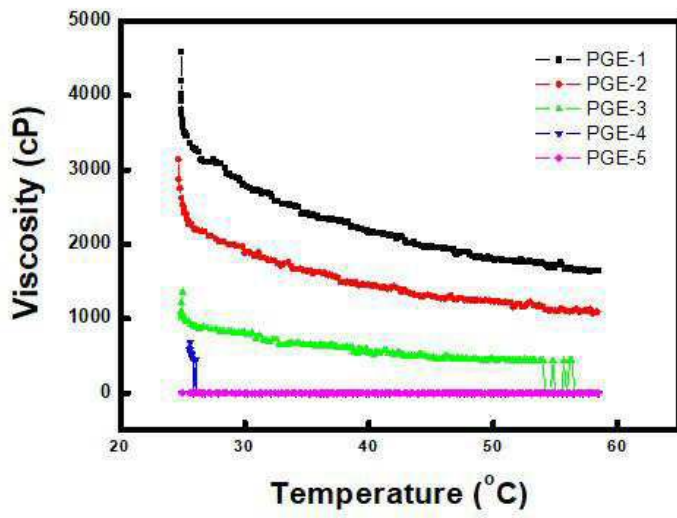
[0185] 따라서, 본 발명에 따른 준고체 전해질 조성물은 주입이 용이하고, 우수한 이온전도도 및 전기적 특성을 구현할 수 있다. 또한, 염료감응 태양전지에 제공되었을 때, 장시간 사용하더라도 광전변환 효율의 저하가 미미할 정도로 우수한 내구성을 구현할 수 있다.

[0186] 이상에서 설명된 본 발명은 예시적인 것에 불과하며, 본 발명이 속한 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 잘 알 수 있을 것이다. 그러므로 본 발명은 상기의 상세한 설명에서 언급되는 형태로만 한정되는 것은 아님을 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

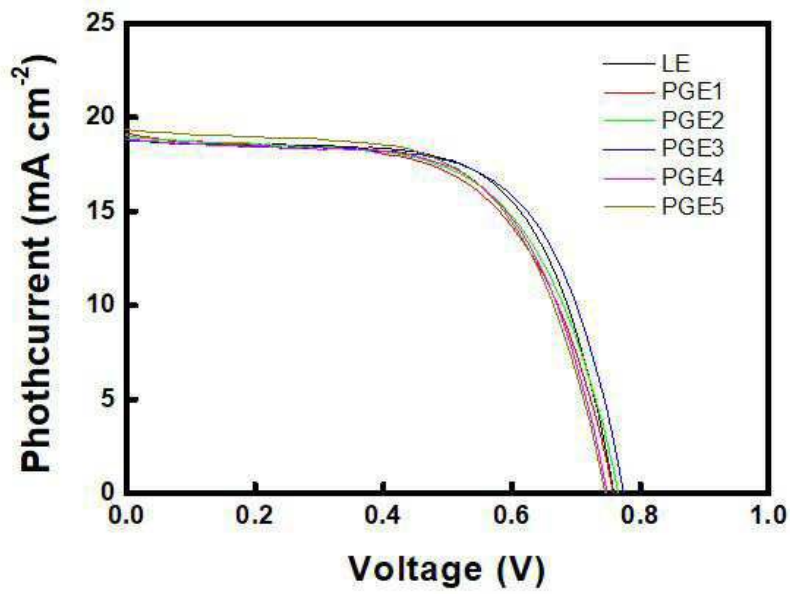
[0187] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

