(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0060500
(43) 공개일자 2025년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/1516 (2019.01) *C09K 9/02* (2006.01)
G02F 1/155 (2006.01) *G02F 1/163* (2019.01)
(52) CPC특허분류
G02F 1/1516 (2022.01)
C09K 9/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0144595
(22) 출원일자 2023년10월26일
심사청구일자 2023년10월26일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
나윤채
세종특별자치시 누리로 27, 607동 401호 (한솔동, 첫마을6단지)
강광모
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인오암

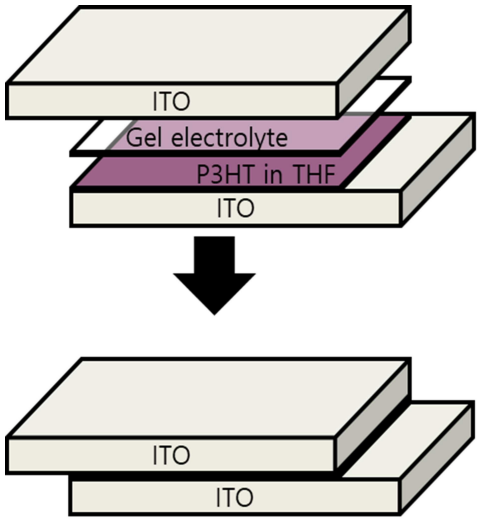
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **전기변색을 이용한 색약 보정 렌즈**

(57) 요 약

본 발명은 전기변색을 이용하여 필요에 따라 가변적으로 색약 보정 렌즈 또는 일반적인 렌즈로 기능할 수 있는 전기변색을 이용한 색약 보정 렌즈를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G02F 1/155 (2013.01)
G02F 1/163 (2019.01)
G02F 2201/44 (2013.01)

(72) 발명자
박창신
충청남도 천안시 서북구 늘푸른1길 45, 205동 703호 (두정동, 세광엔리치빌2차아파트)
이상범
경상북도 경주시 외동읍 외남로 1737-15, 108동 306호 (경주 외동 미소지움 아파트)
양유정
경기도 안산시 상록구 정재로4길 24, 301호 (부곡동)
박상윤
충청북도 청주시 서원구 호국로37번길 38, 506호 (사직동, 삼영아파트)
김남훈
충청남도 천안시 동남구 풍세로 769-28, 208동 401호 (용곡동, 용곡마을세광2차엔리치타워아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345370812
과제번호	2021RIS-004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체대학협력기반지역혁신사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
연구기간	2023.04.01 ~ 2024.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

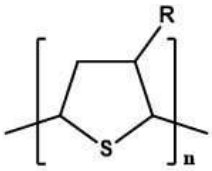
한 쌍의 전극;

전해질; 및

전기변색 층;을 포함하는 것으로,

상기 전기변색 층은 하기 화학식 1을 만족하는 전기변색 물질을 포함하는 색약 보정 렌즈.

[화학식 1]



(여기서 R은 C3-C9 알킬 작용기, n은 140 내지 450인 자연수이다.)

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전극은 ITO(Indium Tin Oxide), PEDOT(poly(3,4-Ethylene Dioxythiophene)), PSS(Polystyrene Sulfonate) 및 poly(4,4-Dioctyl Cyclopentadithiophene) 중 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것인 색약 보정 렌즈.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전해질은 리튬 염을 포함하는 것인 고분자 전해질인 색약 보정 렌즈.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전기변색 층은 상기 전기변색 물질을 0.5 내지 3.0중량%의 범위 내에서 포함하는 것인 색약 보정 렌즈.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전기변색 층은 하기 계산식으로 계산되는 변색효율(coloration efficiency)이 350 내지 500 cm^2/C인 색약 보정 렌즈.

[계산식]

$$CE(\lambda)=\frac{\log(\frac{T_b}{T_c})}{Q_d}$$

(여기서, CE는 변색효율, T_b는 탈색 시의 투과도, T_c는 착색 시의 투과도, Q_d는 전하 밀도이다.)

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 색약 보정 렌즈는 -2.5 내지 +2.5V의 전압 범위 내에서 운용되는 색약 보정 렌즈.

청구항 7

A) 전기변색 물질과 유기용매를 혼합하여 전구체를 제조하는 단계;

B) 상기 전구체를 박막화하는 단계;

C) 상기 전구체를 열처리하여 전기변색 층을 제조하는 단계; 및

D) 전극, 전기변색 층, 전해질 및 전극의 순으로 조립 및 압착하여 색약 보정 렌즈를 제조하는 단계;

를 포함하는 색약 보정 렌즈의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 유기용매는 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran, THF), 다이메틸폼아마이드(dimethylformamide, DMF), 다이메틸설폭사이드(dimethylsulfoxide, DMSO), 피리딘(pyridine) 및 설포란(sulfolane)으로 이루어진 극성 비양자성 유기용매(polar aprotic organic solvent) 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것인 색약 보정 렌즈의 제조방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 C) 단계에서, 상기 전구체의 열처리는 50 내지 70℃에서 수행하는 것인 색약 보정 렌즈의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전기변색을 이용하여 색약을 보정할 수 있는 렌즈에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 한국 질병관리청은 전 세계적으로 색 시력 결핍을 겪는 사람들의 수가 전체 인구의 약 5~8%에 달한다고 발표한 바 있다. 특히, 한국의 경우 남성은 약 5.9%, 여성은 약 0.4%가 색 시력 결핍을 겪고 있는 것으로 조사되었다. 따라서, 한국의 색 시력 결핍자는 전 세계적 통계보다는 적은 비율임에도 흔히 발견되는 질환임을 알 수 있다.

[0003] 색 시력 결핍은 색약과 색맹 등으로 세분화될 수 있으며, 특히 색약은 하나 또는 둘 이상의 원추 세포(색을 감지하는 세포)가 부실하여 그 색을 다른 색과 섞여 있을 때 구분하지 못하는 것을 의미한다. 이 경우 색약에 해당하는 색을 보정할 수 있도록 빛의 특정 파장을 흡수하도록 제작된 렌즈를 사용하여 보정할 수 있다.

[0004] 그러나, 이와 같은 렌즈는 상시로 빛을 흡수하게 되므로 일상생활 중 이러한 보정이 필요치 않을 때는 렌즈의 착용을 해제하여야 한다는 불편함이 있다. 따라서, 본 발명에서는 전기변색의 원리를 통해 필요에 따라 가변적으로 렌즈의 착색을 통해 색약을 보정하거나 탈색을 통해 보정을 해제할 수 있는 색약 보정 렌즈를 제공하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2319360호(2021.10.29.)

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-0649348호(2006.11.28.)

(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허공보 제10-2021-0081599호(2021.07.02.)

(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허공보 제10-2399558호(2022.05.19.)

발명의 내용

해결하려는 과제

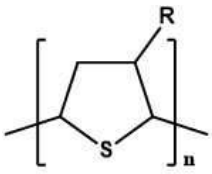
[0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 전기변색을 이용한 색약 보정 렌즈를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 한 쌍의 전극; 전해질; 및 전기변색 층;을 포함하는 전기변색을 이용한 색약 보정 렌즈를 제공한다.

[0008] 상기 전기변색 층은 하기 화학식 1을 만족하는 전기변색 물질을 포함하는 것일 수 있다.

[0009] [화학식 1]

[0010] 

[0011] (여기서 R은 C3-C9 알킬 작용기, n은 140 내지 450인 자연수이다.)

[0012] 상기 전극은 ITO(Indium Tin Oxide), PEDOT(poly(3,4-Ethylene Dioxythiophene)), PSS(Polystyrene Sulfonate) 및 poly(4,4-Dioctyl Cyclopentadithiophene) 중 선택되는 어느 하나로 이루어지는 것일 수 있다.

[0013] 상기 전해질은 리튬 염을 포함하는 고분자 전해질일 수 있다.

[0014] 상기 전기변색 층은 상기 전기변색 물질을 0.5 내지 3.0중량%의 범위 내에서 포함하는 것일 수 있다.

[0015] 상기 전기변색 층은 하기 계산식으로 계산되는 변색효율(coloration efficiency)이 350 내지 500 cm^2/C일 수 있다.

[0016] [계산식]

[0017] $$CE(\lambda)=\frac{\log(\frac{T_b}{T_c})}{Q_d}$$

[0018] (여기서, CE는 변색효율, T_b는 탈색 시의 투과도, T_c는 착색 시의 투과도, Q_d는 전하 밀도이다.)

[0019] 상기 색약 보정 렌즈는 -2.5 내지 +2.5V의 전압 범위 내에서 운용되는 것일 수 있다.

[0020] 상기 색약 보정 렌즈는 A) 전기변색 물질과 유기용매를 혼합하여 전구체를 제조하는 단계; B) 상기 전구체를 박막화하는 단계; C) 상기 전구체를 열처리하여 전기변색 층을 제조하는 단계; 및 D) 전극, 전기변색 층, 전해질 및 전극의 순으로 조립 및 압착하여 색약 보정 렌즈를 제조하는 단계;를 거쳐 제조되는 것일 수 있다.

[0021] 상기 유기용매는 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran, THF), 다이메틸폼아마이드(dimethylformamide, DMF), 다이메틸설폭사이드(dimethylsulfoxide, DMSO), 피리딘(pyridine) 및 설포란(sulfolane)으로 이루어진 극성 비양자성 유기용매(polar aprotic organic solvent) 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0022] 상기 C) 단계에서, 상기 전구체의 열처리는 50 내지 70℃에서 수행하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른 색약 보정 렌즈는 색약을 보정할 수 있고, 전기변색(탈색)을 통해 일반적인 렌즈의 역할을 가변적으로 수행할 수 있는 특징이 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명에 따른 실시예의 개략도를 나타낸 것이다.

도 2는 전기변색 층을 작업 전극으로, Ag/Ag^+를 기준 전극으로, Pt를 상대 전극으로 구성한 반전지(half cell)에서 순환전압전류법(Cyclic Voltammetry)를 실시한 결과를 나타낸 것이다.

도 3은 상기 반전지에서 20초 주기의 전압 펄스를 인가하였을 때 투과도를 측정한 결과를 나타낸 것이다.

도 4는 상기 반전지의 전하 밀도(Charge density)에 따른 광학 밀도(Optical density)를 도시하고, 선형 근사를 통해 변색 효율(Coloration efficiency, η)을 측정한 결과를 나타낸 것이다.

도 5는 색약 보정 렌즈의 전압 변화에 따른 투과도 변화를 나타낸 것이다.

도 6은 색약 보정 렌즈에 20초 주기의 전압 펄스를 인가하였을 때 투과도를 측정한 것을 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명의 실시예가 착색된 상태를 촬영한 사진이다.

도 8은 본 발명의 실시예가 탈색된 상태를 촬영한 사진이다.

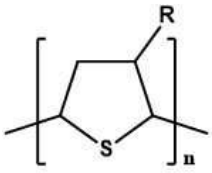
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하 본 발명에 따른 전기변색을 이용한 색약 보정 렌즈 및 이의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다. 다음에 소개하는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 예로써 제공하는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있으며, 이하 제시되는 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다. 이때, 본 발명에서 사용하는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0027] 본 발명은 한 쌍의 전극; 전해질; 및 전기변색 층;을 포함하는 전기변색을 이용한 색약 보정 렌즈를 제공한다. 본 발명에서 제공하는 색약 보정 렌즈는 특히 적록색약(red-green color deficiency)의 보정을 목적으로 하는 것으로, 전기변색을 통해 약 520nm 부근에서 흡광도(absorbance)의 극댓값을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0028] 상기와 같은 특징을 나타내기 위하여 상기 전기변색 층은 하기 화학식 1을 만족하는 전기변색 물질을 포함하는 것일 수 있다.

[0029] [화학식 1]

[0030] 

[0031] (여기서 R은 C3-C9 알킬 작용기, n은 140 내지 450인 자연수이다.)

[0032] 상기 전기변색 물질은 하나의 알킬 작용기가 치환된 싸이오펜 그룹을 단위체로 하는 고분자 물질로, 상기 알킬 작용기가 싸이오펜 그룹 중 3번째 탄소에 치환된 것을 특징으로 한다. 상기 알킬 작용기는 C3 내지 C9 알킬일 수 있으며, 상기 전기변색 물질이 인가전압에 따라 산화·환원되어 렌즈가 착색 및 탈색될 수 있다.

[0033] 구체적으로, 상기 전기변색 물질은 3번째 탄소가 C6 알킬인 헥실(hexyl) 작용기로 치환된 P3HT(poly(3-hexylthiophene))일 수 있다. P3HT는 통상적인 상태에서 약 520nm 부근의 파장 영역에서 흡광도의 극댓값을 갖는 붉은색의 물질로써, 이를 전기변색 물질로 적용함으로써 본 발명에서 제공하는 색약 보정 렌즈는 적록색약을 보정할 수 있다.

[0034] 상기 전극은 ITO(Indium Tin Oxide), PEDOT(poly(3,4-Ethylene Dioxythiophene)), PSS(Polystyrene Sulfonate) 및 poly(4,4-Dioctyl Cyclopentadithiophene) 중 선택되는 어느 하나로 이루어지는 것일 수 있다. 상기 전극은 가시광에 대한 투과성과 전자 전도성이 높은 것으로써, 상기한 예시 이외에도 당업계에서 일반적으

로 사용되는 것이라면 별도의 제한 없이 사용할 수 있다.

[0035] 상기 전해질은 리튬 염을 포함하는 고분자 전해질일 수 있다.

[0036] 상기 전기변색 층에 P3HT를 고르게 분포시키기 위해서는, 상기 전기변색 층이 고형 또는 젤 형태를 갖추기 전에 용매 등을 통해 분산시킬 필요성이 있다. 따라서, 상기 전기변색 층의 제조 시 P3HT의 분산을 돕는 극성 비양자성 유기용매(polar aprotic organic solvents)로 분산하는 것이 좋고, 특히 P3HT에 대한 용해도가 높고 쉽게 증발되어 P3HT 층의 도포가 용이한 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran, THF)을 용매로써 사용하는 것이 바람직하다.

[0037] 따라서, 바람직하게는 상기 전기변색 층은 상술한 P3HT로 구성될 수 있고, 특히 500㎚ 이하의 두께로 박막화되어 있는 것이 좋다. 만약 상기 전기변색 층이 박막화되지 않고 두껍게 형성되는 경우, 색의 발현이 더욱 강해져 색에 관한 시각적 피드백이 향상될 수 있으나, 가시광의 투과도를 저해하여 착용자의 시야 확보가 어려워질 수 있다. 상기 전기변색 층의 두께 하한은 특별히 제한되는 것은 아니지만, 과도하게 얇은 경우 색 보정의 효과가 미미할 수 있으므로 적어도 25㎛ 이상인 것이 바람직하다.

[0038] 상기 전기변색 층은 상기 전기변색 물질을 0.5 내지 3.0중량%의 범위 내에서 포함하는 것일 수 있다. 상기 전기변색 물질은 상기한 범위 내에서 첨가하는 경우에 색약의 보정 및 시각의 확보에 충분한 발색을 나타낼 수 있다. 상기한 범위를 벗어나는 경우, 예를 들어 상기 전기변색 층 중 전기변색 물질이 3.0중량%를 초과하여 과도하게 포함되는 경우 가시광의 투과도가 크게 저하되어 착용자의 시야를 저해할 수 있고, 0.5중량%보다 적게 포함되는 경우 색의 발현이 충분하지 않아 색약의 보정이 어려울 수 있다. 바람직하게는 상기 전기변색 층이 상기 전기변색 물질을 1.0 내지 2.5중량%의 범위 내에서 포함하는 것이 좋다.

[0039] 상기 전기변색 층은 하기 계산식으로 계산되는 변색효율(coloration efficiency)이 350 내지 500 cm^2/C일 수 있다.

[0040] [계산식]

[0041]
$$CE(\lambda)=\frac{\log(\frac{T_b}{T_c})}{Q_d}$$

[0042] (여기서, CE는 변색효율, T_b는 탈색 시의 투과도, T_c는 착색 시의 투과도, Q_d는 전하 밀도이다.)

[0043] 상기 변색효율은 단위 전하량(C) 당 변색이 이루어지는 면적을 나타내는 것으로, 전기변색 물질의 전기적 효율을 의미한다.

[0044] 상기 색약 보정 렌즈는 -2.5 내지 +2.5V의 전압 범위 내에서 운용되는 것일 수 있다. 상기 전기변색 층은 -2.5V에서 착색된 상태이고, 약 +1.5V 부근까지는 착색된 상태이며, 이후 탈색이 시작되어 약 +2.0~2.5V 사이의 전압 범위 내에서 완전히 탈색되는 것일 수 있다.

[0045] 상기 색약 보정 렌즈는 A) 전기변색 물질과 유기용매를 혼합하여 전구체를 제조하는 단계; B) 상기 전구체를 박막화하는 단계; C) 상기 전구체를 열처리하여 전기변색 층을 제조하는 단계; 및 D) 전극, 전기변색 층, 전해질 및 전극의 순으로 조립 및 압착하여 색약 보정 렌즈를 제조하는 단계;를 거쳐 제조되는 것일 수 있다.

[0046] 상기 A) 단계에서, 상기 전기변색 물질은 상술한 [화학식 1]을 만족하는 것이며, 상기 유기용매는 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran, THF), 다이메틸폼아마이드(dimethylformamide, DMF), 다이메틸설폭사이드(dimethylsulfoxide, DMSO), 피리딘(pyridine) 및 설포란(sulfolane) 등으로 이루어진 극성 비양자성 유기용매(polar aprotic organic solvent) 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0047] 상기 전구체는 유기용매 내 상기 전기변색 물질을 0.5 내지 3.0중량% 포함하는 것일 수 있다. 상술한 전기변색 층은 전기변색 물질과 유기용매로부터 제조되는 것으로, 상기 함량과 관련한 상세한 설명은 상기 전기변색 층의 조성에서 설명하였으므로 중복되는 설명은 생략한다.

[0048] 상기 B) 단계에서, 상기 전구체는 스핀 코터, 바 코터 또는 닥터 블레이드 등을 사용하여 도포될 수 있다. 이때, 상기 전구체의 도포 수단은 종래 고분자 내지는 점성이 높은 겔 등의 물질을 균일하게 도포할 수 있는 것이라면 제한없이 사용이 가능하다.

[0049] 상기 C) 단계에서, 상기 전구체의 열처리는 50 내지 70℃에서 수행하는 것일 수 있다. 상기 전구체를 이와 같은 온도에서 열처리함으로써 상술한 바와 같은 극성 비양자성 유기용매, 특히 테트라하이드로퓨란을 기화하여 전기변색 층을 제조할 수 있다.

[0050] 상기 D) 단계에서, 상기 전해질은 자외선 또는 온도 변화를 통한 경화가 가능한 물질을 포함하는 것일 수 있다. 이와 같은 물질을 통해 상기 전해질을 경화함으로써, 전해질이 전극 및 전기변색 층과 부착, 결합되어 색약 보정 렌즈를 제조할 수 있다. 예를 들어, 후술하는 본 발명의 실시예에서는 자외선을 조사하였을 때 경화하는 광경화성 수지, 광중합 개시제가 포함된 전해질을 사용하였다.

[0051] 이와 같은 광경화성 수지로는 예를 들어 2-하이드록시프로필 아크릴레이트(2-hydroxypropyl acrylate, HPA), 2-하이드록시에틸 아크릴로일 포스페이트(2-hydroxyethyl acryloyl phospate, PA-1), 1,3-부탄다이올 다이아크릴레이트(1,3-butandiol diacrylate, BGDA) 및 1,4-부탄다이올 다이아크릴레이트(1,4-부탄다이올 다이아크릴레이트) 등을 사용할 수 있으나, 이는 일 예시일 뿐 당업계에 기 공지된 물질이라면 제한 없이 사용할 수 있다.

[0052] 또한, 상기 광중합 개시제로는 예를 들어 오니움 염(onium salt) 또는 유기금속 염(organometallic salt) 등으로 구성되는 이온화 양이온 광개시제 및 유기실란, 잠재성 황산 및 비이온화 화합물 등으로 구성되는 비이온화 양이온 광개시제를 사용할 수 있으나, 이는 일 예시일 뿐 당업계에 기 공지된 물질이라면 제한 없이 사용할 수 있다.

[0054] 이하, 실시예를 통해 본 발명에 따른 전기변색을 이용한 색약 보정 렌즈에 대하여 더욱 상세히 설명한다. 다만 하기 실시예는 본 발명을 상세히 설명하기 위한 하나의 참조일 뿐 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 여러 형태로 구현될 수 있다.

[0055] 또한, 달리 정의되지 않은 한, 모든 기술적 용어 및 과학적 용어는 본 발명이 속하는 당업자 중 하나에 의해 일반적으로 이해되는 의미와 동일하다. 본원에서 설명에 사용되는 용어는 단지 특정 실시예를 효과적으로 기술하기 위함이고 본 발명을 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 또한, 명세서에서 특별히 기재하지 않은 첨가물의 단위는 중량%일 수 있다.

[0057] 전기변색 층 내 P3HT의 농도 최적화를 위해 함량에 따른 색약 보정 효과와 투과도를 조사하였다.

표 1

[0058]

P3HT 함량 (중량%)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
색약 보정 효과	×	○	○	◎	◎	◎	◎	◎
투과도(시야 확보)	◎	◎	◎	◎	○	○	△	×
여기서, ◎는 매우 우수함, ○는 우수함, △는 보통, ×는 좋지 않음을 의미한다.								

[0059] P3HT가 첨가되지 않은 경우, 색약 보정 효과가 전혀 없었고, 0.5~1.0 중량% 첨가된 경우에는 실사용이 가능할 정도의 색약 보정 효과를 얻을 수 있었다. 또한, 0~1.5중량%인 경우 투과도가 매우 우수하여 시야 확보에 전혀 지장이 없었고, 2.0~3.0중량%일 때 투과도가 점차 눈에 띄게 감소하기 시작하였고, 3.5중량%일 때 투과도가 매우 낮아져 시야 확보 및 물체의 식별이 어려운 수준이었다.

[0060] 위 표 1의 결과를 참조하여 색약 보정 효과와 투과도(시야 확보) 성능이 가장 뛰어난 1.5중량%로 실시예를 제조하였다.

[0061] **[실시예]**

[0062] 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran, THF)에 전기변색 물질인 P3HT(poly(3-hexylthiophene))를 1.5중량%가 되도록 계량하고 55℃에서 혼합하여 전구체를 제조하였다. 상기 전구체를 충분히 균일하게 혼합한 다음, 스핀 코터를 2000rpm으로 설정하여 15초 동안 얇게 도포하였다. 도포가 완료된 전구체를 60℃로 5분 동안 열처리함으로써 THF를 기화하여 전기변색 층을 제조하였다.

[0063] $3.5\times5.0cm^{-2}$ 크기의 ITO(Indium Tin Oxide) 전극 한 쌍을 준비하였다. 전극, 전기변색 층, 전해질 및 전극의

순으로 적층하여 렌즈를 조립하고, 이를 압착 및 고정하였다. 다음으로, 렌즈에 자외선을 5분 동안 비춰 전해질을 경화하여 색약 보정 렌즈를 완성하였다.

[0064] **[특성 평가 방법]**

[0065] A. 전기변색 층의 성능평가

[0066] 전기변색 층의 전기변색 특징을 확인하기 위하여 $Ag/AgCl^{+}$ 기준 전극, ITO 전극에 전기변색 층을 부착한 작업 전극, Pt 상대 전극 및 전해질(0.5M $LiClO_4$ in propylene carbonate)로 반전지를 구성하였다.

[0067] 도 2를 참조하면, 상기 반전지를 -0.5V로부터 +0.5V까지 순환전압전류법을 1회 실시하였을 때, 가역적인 산화·환원 반응이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

[0068] 전압 펄스를 20초 간격으로 인가하였을 때 530nm 파장 영역에서 투과도 변화를 도 3에서 확인할 수 있다. 이로부터 측정한 탈색 시 투과도(T_b), 착색 시 투과도(T_c), 투과도 변화량(ΔT), 탈색 시간(t_b) 및 착색 시간(t_c)을 정리하면 표 2과 같다.

표 2

[0069]

T_b(%)	T_c(%)	ΔT(%)	t_b(s)	t_c(s)
71.32	12.94	58.38	1.92	2.03

[0070] 또한, 도 4를 참조하면, 전하 밀도(Charge density, C/cm^2)에 따른 광학 밀도(Optical density, ΔOD) 그래프의 선형 근사를 통해 변색효율(coloration efficiency, η)을 계산한 결과 약 417.66cm^2/C로 상당히 높게 나타났다.

[0071] B. 색약 보정 렌즈의 성능평가

[0072] 도 5로부터 실시예의 전압을 -2.5V에서 +2.5V로 조절하며 측정한 가시광 파장에 따른 흡광도를 확인할 수 있다. P3HT는 전압을 인가하지 않은 상태에서 붉은색으로 착색된 상태이며, -2.5V에서 +1.0V까지는 녹색광 영역인 약 520nm 부근에서 흡광도가 극댓값을 형성(착색)하는 것을 확인할 수 있으며, 약 +1.0V부터 계속해서 520nm 부근의 흡광도가 점차 감소(탈색)하는 것을 확인할 수 있다.

[0073] 실시예에 전압 펄스를 20초 간격으로 인가하였을 때 530nm 파장 영역에서 발생하는 투과도 변화를 도 6을 통해 확인할 수 있다. 이로부터 측정한 탈색 시 투과도(T_b), 착색 시 투과도(T_c), 투과도 변화량(ΔT), 탈색 시간(t_b) 및 착색 시간(t_c)을 정리하면 표 3와 같다.

표 3

[0074]

T_b(%)	T_c(%)	ΔT(%)	t_b(s)	t_c(s)
58.46	14.66	43.80	13.16	4.17

[0075] 위에서 측정한 반전지에 비해, 색약 보정 렌즈는 T_b가 약 12.86% 감소하였고, T_c가 약 1.72% 증가하여 ΔT가 약 14.58% 감소하였다. 또한, t_b가 약 11초, t_c가 약 2초가량 늘어난 것을 확인할 수 있다. 특히 T_b의 증가는 일반적인 전기변색 소자의 면에서는 단점으로 보일 수 있으나, 본 발명에서는 색각의 보정을 위한 렌즈를 제공하는 만큼 색 변화 시간이 길수록 색 변화에 따른 사용자의 현기증 등을 예방할 수 있어 오히려 바람직한 효과라 할 수 있다.

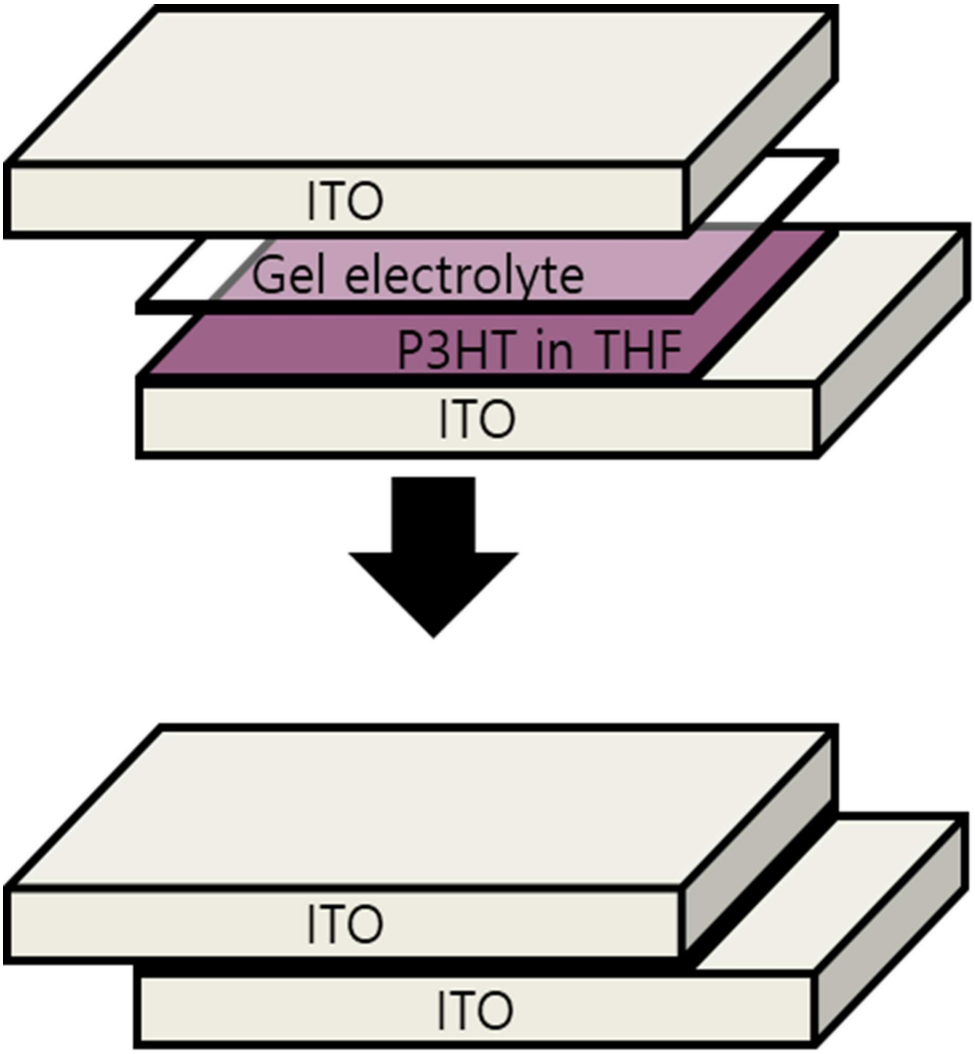
[0076] 도 7 및 8에는 각각 렌즈의 착색 및 탈색 시 렌즈의 사진을 찍은 것이다.

[0078] 이상과 같이 특정된 사항들과 한정된 실시예를 통해 본 발명을 설명하였으나, 이는 본 발명의 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

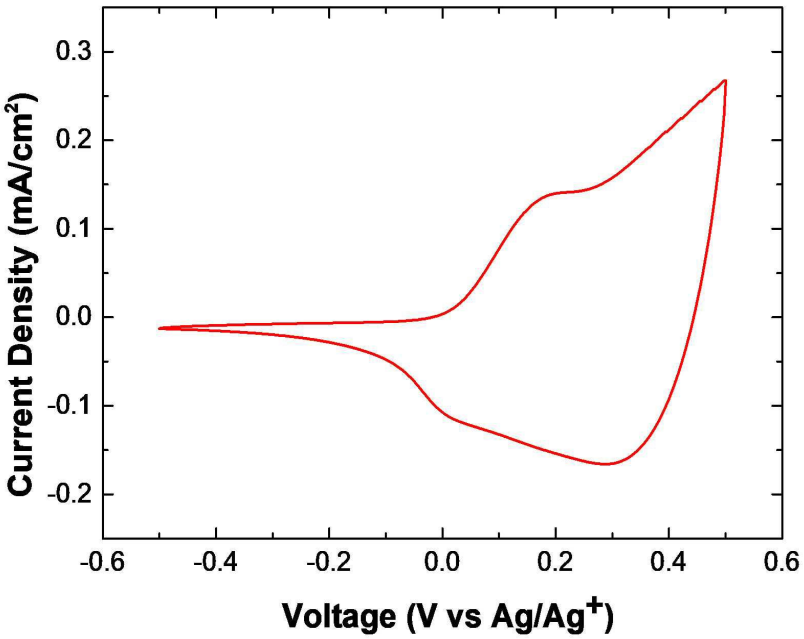
[0079] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

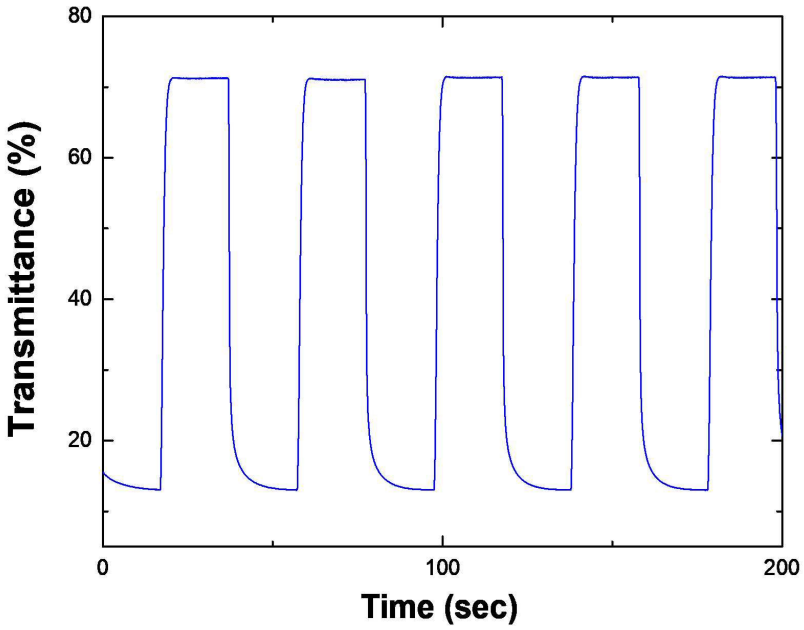
도면1



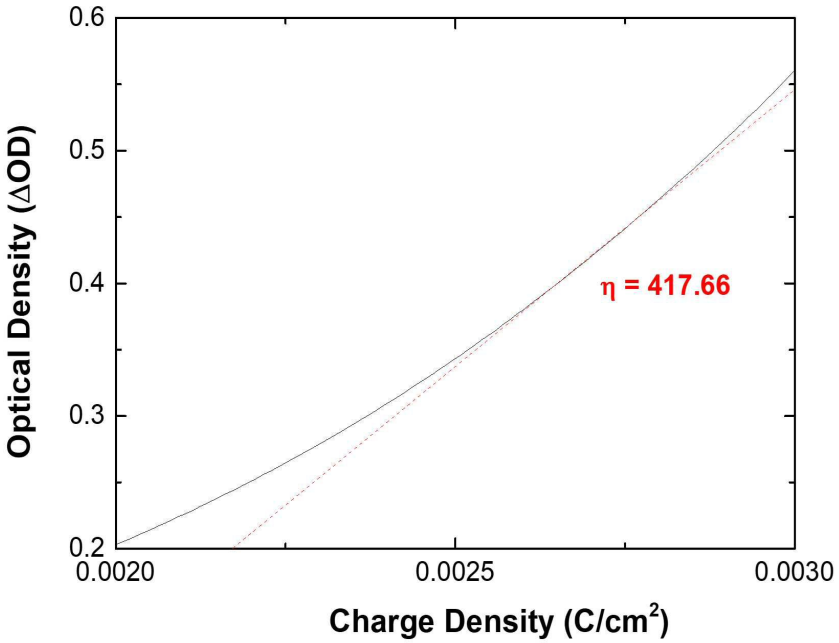
도면2


Current Density (mA/cm²)
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.1
-0.2
-0.6
-0.4
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6
Voltage (V vs Ag/Ag+)

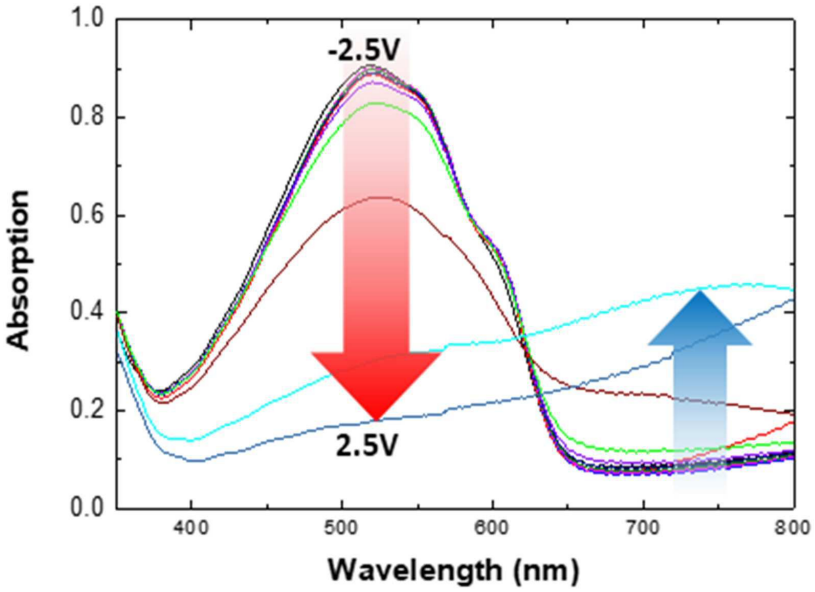
도면3


Transmittance (%)
80
60
40
20
0
100
200
Time (sec)

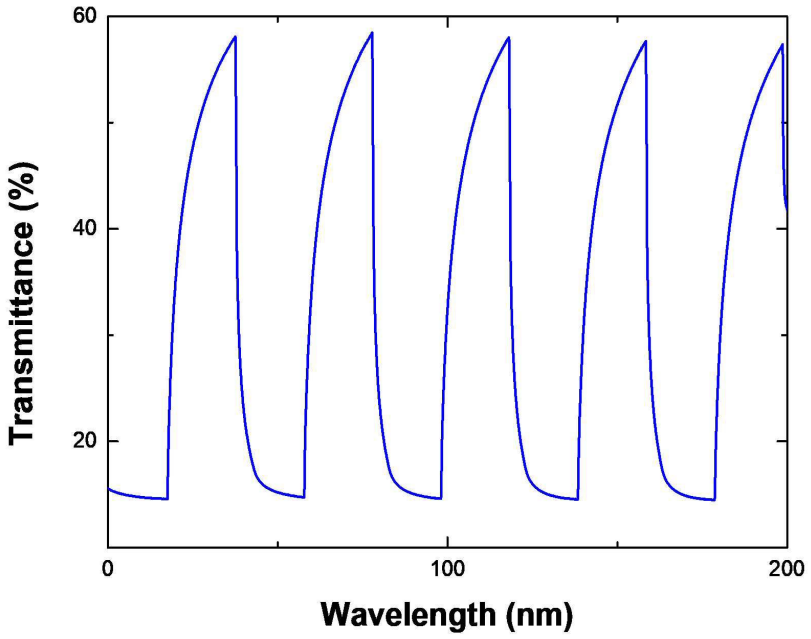
도면4


0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
Optical Density (ΔOD)
η = 417.66
0.0020
0.0025
0.0030
Charge Density (C/cm²)

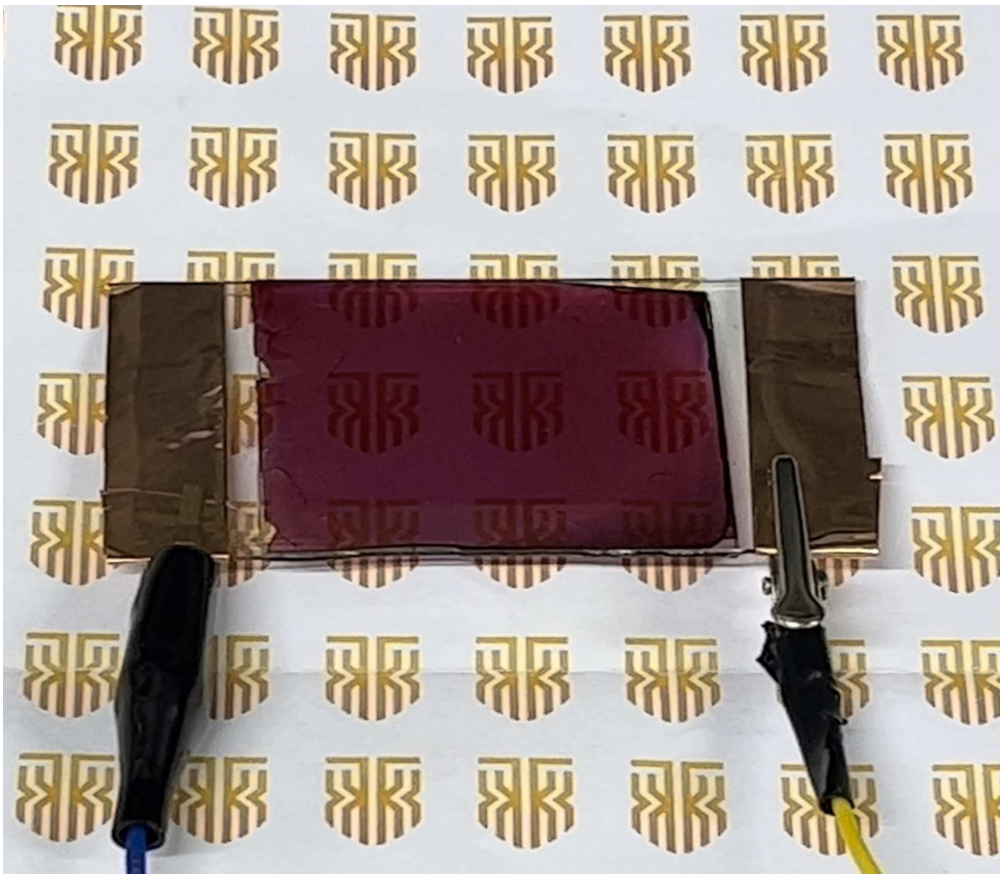
도면5


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
Absorption
-2.5V
2.5V
400
500
600
700
800
Wavelength (nm)

도면6



도면7



도면8

