



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0071229  
(43) 공개일자 2016년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 27/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0178710

(22) 출원일자 2014년12월11일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

한순섭

서울특별시 영등포구 선유로 207, 601동 502호  
(양평동3가, 양평동 6차 현대아파트)

김은경

서울특별시 용산구 독서당로 70, 1804호 (한남동)  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔목특허법인

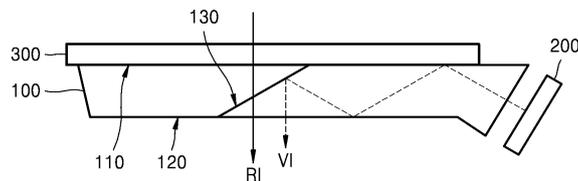
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 시스루형 헤드마운트 디스플레이

**(57) 요약**

본 개시에서는, 인가된 전압에 따라 조절되는 투과율을 가지며 또한 향상된 최대 투과율을 갖는 웨이드 커버를 채용한 시스루형 HMD를 제공한다. 또한, 본 개시에서는, 증가된 최대 투과율과 증가된 투과율 변화폭을 갖는 웨이드 커버를 채용한 시스루형 HMD를 제공한다. 본 개시의 일 측면에 따른 시스루형 HMD의 일 구현예는, 광학 합성기(optical combiner); 상기 광학 합성기에 가상 이미지를 투사하는 가상 이미지 디스플레이 소자; 및 상기 광학 합성기의 전면에 배치되는 웨이드 커버를 포함하며, 상기 웨이드 커버는, 제1 투명전극; 상기 제1 투명전극 상에 배치된 전해질층; 상기 전해질층 상에 배치된 전기변색층으로서 전기변색물질을 함유하는 전기변색층; 및 상기 전기변색층 상에 배치된 제2 투명전극;을 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**신해진**

경기도 화성시 동탄면 금곡로 171-17

**박치현**

경기도 수원시 권선구 덕영대로1217번길 24, 101동  
201호 (권선동, 두산동아아파트)

**서석재**

경상북도 구미시 금오산로22길 16 (원평동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2007-0056091

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 선도연구센터 이공학분야

연구과제명 패턴집적형 능동폴리머 소재센터

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2007.09.01 ~ 2016.02.29

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광학 합성기(optical combiner);  
 상기 광학 합성기에 가상 이미지를 투사하는 가상 이미지 디스플레이 소자; 및  
 상기 광학 합성기의 전면에 배치되는 웨이드 커버를 포함하며,  
 상기 웨이드 커버는,  
 제1 투명전극;  
 상기 제1 투명전극 상에 배치된 전해질층;  
 상기 전해질층 상에 배치된 전기변색층으로서 전기변색물질을 함유하는 전기변색층; 및  
 상기 전기변색층 상에 배치된 제2 투명전극;을 포함하는,  
 시스루형 HMD.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제1 투명전극이 상기 광학 합성기의 전면 상에 직접 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 전기변색층은, 피리딘계 화합물(pyridines), 이미다졸계 화합물(imidazoles) 및 폴리글리콜계 화합물(polyglycols)로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 고분자 전기변색물질은 폴리티오펜계 전기변색물질인 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 첨가제의 사용량은, 상기 전기변색물질 단량체의 100 중량부를 기준으로 하여, 10 중량부 내지 3,000 중량부인 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 전기변색층의 두께는 20 nm 내지 400 nm인 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 제1 투명전극과 상기 전해질층 사이에 개재된 전하균형물질층을 더 포함하거나, 상기 전해질층에 용해된 전하균형물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 전해질층과는 전기적으로 접촉하되, 상기 제1 투명전극 및 상기 제2 투명전극과는 전기적으로 접촉하지 않는 기준전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 전해질층은 겔타입 전해질을 포함하는 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서, 상기 웨이드 커버는 무채색 또는 유채색으로 착색되는 것을 특징으로 하는 시스루형 HMD.

**청구항 11**

제1 투명전극;

상기 제1 투명전극 상에 배치된 전해질층;

상기 전해질층 상에 배치된 전기변색층; 및

상기 전기변색층 상에 배치된 제2 투명전극;을 포함하는 웨이드 커버로서,

상기 전기변색층은, 피리딘계 화합물(pyridines), 이미다졸계 화합물(imidazoles) 및 폴리글리콜계 화합물(polyglycols)로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는,

웨이드 커버.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서, 상기 고분자 전기변색물질은 폴리티오펜계 전기변색물질인 것을 특징으로 하는 웨이드 커버.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서, 상기 첨가제의 사용량은, 상기 전기변색물질 단량체의 100 중량부를 기준으로 하여, 10 중량부 내지 3,000 중량부인 것을 특징으로 하는 웨이드 커버.

**청구항 14**

제 11 항에 있어서, 상기 산화제의 사용량은, 상기 전기변색물질 단량체의 100 중량부를 기준으로 하여, 10 중량부 내지 6,000 중량부인 것을 특징으로 하는 웨이드 커버.

**청구항 15**

제 11 항에 있어서, 상기 전기변색층의 두께는 20 nm 내지 400 nm인 것을 특징으로 하는 웨이드 커버.

**청구항 16**

제 11 항에 있어서, 상기 제1 투명전극과 상기 전해질층 사이에 개재된 전하균형물질층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이드 커버.

**청구항 17**

제 11 항에 있어서, 상기 전해질층과는 전기적으로 접촉하되, 상기 제1 투명전극 및 상기 제2 투명전극과는 전기적으로 접촉하지 않는 기준전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이드 커버.

**청구항 18**

제 11 항에 있어서, 상기 전해질층은 겔타입 전해질을 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이드 커버.

**청구항 19**

제 11 항에 있어서, 상기 웨이드 커버는 무채색 또는 유채색으로 착색되는 것을 특징으로 하는 웨이드 커버.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시는 헤드마운트 디스플레이에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 시스루형 헤드마운트 디스플레이에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 헤드마운트 디스플레이(Head Mounted Display: HMD)는, 통상적으로, 사용자의 머리에 장착되거나 사용자가 안경 형태로 착용할 수 있는 디스플레이를 지칭한다. 헤드마운트 디스플레이는 사용자에게 대형 화면으로 인식되는 가상 화면을 제공할 수 있다. 시스루형 헤드마운트 디스플레이(이하 '시스루-HMD'라 함)는 가상 화면으로부터 투사되는 가상 이미지와, 실제 환경으로부터 투사되는 실제 이미지가 결합된 결합 이미지를 사용자에게 제공하는 헤드마운트 디스플레이를 지칭한다.

[0003] 시스루형 헤드마운트 디스플레이는, 통상적으로, 광학 합성기(optical combiner)를 채용한다. 광학 합성기는, 예를 들면, 투과성 거울 또는 프리즘일 수 있다. 실제 이미지는 광학 합성기를 투과하여 사용자의 눈에 도달하고, 가상 이미지는 광학 합성기에서 반사되어 사용자의 눈에 도달한다. 그에 따라, 사용자는 가상 이미지와 실제 이미지가 중첩되어 있는 결합 이미지를 볼 수 있게 된다.

[0004] 실제 환경이 밝은 야외 환경 또는 밝은 실내 환경인 경우, 실제 이미지의 휘도가 가상 이미지의 휘도에 비하여 매우 높을 수 있다. 이 경우, 시스루 HMD로부터 제공되는 가상 이미지의 시인성이 매우 저하될 수 있다. 그에 따라, 가상 이미지의 휘도의 증가가 요구되며, 이는 가상 이미지를 제공하는 가상 디스플레이의 전력 소모의 증가를 야기한다. 통상적으로, 시스루 HMD는 소형 배터리를 채용하고 있으므로, 가상 디스플레이의 전력 소모의 증가는 시스루 HMD의 작동 시간을 치명적으로 단축시킬 수 있다.

[0005] 이러한 문제점의 해결책으로서, 광학 합성기의 전면(front side)에 쉐이드 커버(shade cover)를 설치하는 것이 제안되고 있다. 쉐이드 커버는, 쉐이드 커버를 투과한 실제 이미지의 휘도를 감소시킨다. 그에 따라, 광학 합성기에는 감소된 휘도를 갖는 실제 이미지가 투사되므로, 가상 이미지의 휘도를 증폭시키지 않더라도, 가상 이미지의 우수한 시인성을 확보할 수 있으며, 그에 따라, 가상 이미지의 휘도를 증폭시키는데 소요되는 전력 소모를 대폭 감소시킬 수 있다.

[0006] 그러나, 종래의 시스루 HMD에 사용되는 종래의 쉐이드 커버는 조절되지 않는 투과율(즉, 재료 특성에 따라 고정된 투과율)을 갖는다. 그에 따라, 사용자는, 실제 환경의 밝기에 따라, 쉐이드 커버를 탈거 또는 부착하는 번거로움을 겪는다. 액정 또는 전자잉크를 채용한 쉐이드 커버는, 통상적으로, 예를 들어 약 50% 이하와 같은, 낮은 가시광선 투과율을 갖는다. 낮은 가시광선 투과율을 갖는 쉐이드 커버를 채용하면, 어두운 실제 환경하에서는, 오히려 실제 이미지의 시인성이 저하될 수 있다. 게다가, 액정이 원하는 투과율을 유지하도록 하기 위해서는, 액정에 전류를 계속 인가하여야 하기 때문에, 액정 방식의 쉐이드 커버는 지속적으로 전력을 소모한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 개시에서는, 인가된 전압에 따라 조절되는 투과율을 가지며 또한 향상된 최대 투과율을 갖는 쉐이드 커버를 채용한 시스루형 HMD를 제공한다. 또한, 본 개시에서는, 증가된 최대 투과율과 증가된 투과율 변화폭을 갖는 쉐이드 커버를 채용한 시스루형 HMD를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0008] 본 개시의 일 측면에 따른 시스루형 HMD의 일 구현예는,
- [0009] 광학 합성기(optical combiner);
- [0010] 상기 광학 합성기에 가상 이미지를 투사하는 가상 이미지 디스플레이 소자; 및
- [0011] 상기 광학 합성기의 전면에 배치되는 쉐이드 커버를 포함하며,
- [0012] 상기 쉐이드 커버는,
- [0013] 제1 투명전극;
- [0014] 상기 제1 투명전극 상에 배치된 전해질층;

- [0015] 상기 전해질층 상에 배치된 전기변색층으로서 전기변색물질을 함유하는 전기변색층; 및
- [0016] 상기 전기변색층 상에 배치된 제2 투명전극;을
- [0017] 포함한다.
- [0018] 본 개시의 일 측면에 따른 시스루형 HMD의 다른 구현에는,
- [0019] 광학 합성기(optical combiner);
- [0020] 상기 광학 합성기에 가상 이미지(VI: virtual image)를 투사하는 가상 이미지 디스플레이 소자; 및
- [0021] 상기 광학 합성기의 전면에 배치되는 웨이드 커버를 포함하며,
- [0022] 상기 웨이드 커버는,
- [0023] 제1 투명전극;
- [0024] 상기 제1 투명전극 상에 배치된 전해질층;
- [0025] 상기 전해질층 상에 배치된 전기변색층으로서, 피리딘계 화합물(pyridines), 이미다졸계 화합물(imidazoles) 및 폴리글리콜계 화합물(polyglycols)로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는 전기변색층; 및
- [0026] 상기 전기변색층 상에 배치된 제2 투명전극;을
- [0027] 포함한다.
- [0028] 본 개시의 다른 측면에 따른 웨이드 커버의 일 구현에는,
- [0029] 제1 투명전극;
- [0030] 상기 제1 투명전극 상에 배치된 전해질층;
- [0031] 상기 전해질층 상에 배치된 전기변색층; 및
- [0032] 상기 전기변색층 상에 배치된 제2 투명전극;을 포함하는 웨이드 커버로서,
- [0033] 상기 전기변색층은 피리딘계 화합물(pyridines), 이미다졸계 화합물(imidazoles) 및 폴리글리콜계 화합물(polyglycols)로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함한다.
- 발명의 효과**
- [0034] 전기변색물질은, 인가된 전압의 크기에 따라, 변색 정도(degree of color change)를 달리한다. 여기서, 변색이라 함은 색상의 변화뿐만 아니라, 동일 계열의 색상의 휘도 및 채도의 변화를 포괄하는 용어이다. 그에 따라, 전기변색층을 함유하는 본 개시의 웨이드 커버의 투과율은, 제1 투명전극과 제2 투명전극 사이에 걸리는 전압의 크기에 따라, 최소 투과율과 최대 투과율을 보일 수 있다. 여기서, 최대 투과율과 최소 투과율의 차이를 투과율 변화폭이라 한다.
- [0035] 예를 들어, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들은, 550 nm에서의 최대 투과율이 약 50% 초과, 약 55% 이상, 약 60% 이상, 약 65% 이상, 약 70% 이상, 또는 약 75% 이상일 수 있다. 이는, 종래의 액정 채용 웨이드 커버의 최대 투과율이 약 50% 이하인 것을 고려하면, 매우 향상된 최대 투과율이다. 또한, 전기변색층을 함유하는 본 개시의 웨이드 커버의 투과율은, 제1 투명전극과 제2 투명전극 사이에 걸리는 전압의 크기에 따라, 조절될 수 있다.
- [0036] 이와 같이, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들은 증가된 최대 투과율 및 조절가능한 투과율을 가질 수 있으므로, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들을 채용함으로써, 시스루 HMD를 통하여 사용자에게 입사되는 실제 이미지의 휘도가 바람직한 범위의 값을 갖도록 매우 효과적으로 제어할 수 있다.
- [0037] 그에 따라, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들을 채용함으로써, 웨이드 커버를 탈부착하는 번거로움; 최대 투과

율이 낮은 웨이드 커버로 인한, 조도가 낮은 실제 환경에서의 실제 이미지의 시인성 확보의 어려움; 등과 같은 종래기술의 문제점들이 해소될 수 있다. 그에 따라, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들을 채용함으로써, 실제 환경의 조도가 상승하더라도, 가상 이미지의 휘도를 증폭시키지 않은 채, 가상 이미지의 우수한 시인성을 확보하는 것이 매우 용이하게 된다. 그에 따라, 가상 이미지의 휘도 강화에 필요한 전력 소모를 방지하면서도, 사용자에게 편리한 사용경험을 제공할 수 있다.

[0038] 또한, 본 개시에서 밝혀진 바에 따르면, 피리딘계 화합물(pyridines), 이미다졸계 화합물(imidazoles) 및 폴리글리콜계 화합물(polyglycols)로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는 전기변색층을 채용함에 따라, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들은 증가된 최대 투과율 및/또는 증가된 투과율 변화폭을 발휘할 수 있다.

[0039] 예를 들어, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들은, 550 nm에서의 최대 투과율이 약 50% 초과, 약 55% 이상, 약 60% 이상, 약 65% 이상, 약 70% 이상, 또는 약 75% 이상일 수 있다. 또한, 예를 들면, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들은, 550 nm에서의 투과율 변화폭의 절대치가 약 30% 이상, 약 40% 이상, 약 45% 이상, 약 50% 이상, 약 60% 이상, 또는 약 70% 이상일 수 있다. 이 역시, 종래의 웨이드 커버에 비하여 매우 향상된 투과율 변화폭이다. 이와 같이, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들은 증가된 최대 투과율 및/또는 증가된 투과율 변화폭을 가질 수 있으므로, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들을 채용함으로써, 시스루 HMD를 통하여 사용자에게 입사되는 실제 이미지의 휘도가 바람직한 범위의 값을 갖도록 더욱 효과적으로 제어할 수 있다. 그에 따라, 훨씬 더 넓은 실제 환경의 조도 범위 하에서도, 가상 이미지의 휘도를 증폭시키지 않은 채, 가상 이미지의 우수한 시인성을 확보하는 것이 가능해진다.

[0040] 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들은 스마트 윈도우(smart window)로서도 사용될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 개시의 시스루형 HMD의 일 구현예를 도식적으로 나타내는 단면도이다.

도 2는 본 개시의 웨이드 커버의 일 구현예를 도식적으로 나타내는 단면도이다.

도 3은, 기준전극을 더 포함하는 웨이드 커버의 일 구현예를 도식적으로 보여주는 단면도이다.

도 4는, 실시예 1의 2 전극 방식 웨이드 커버 및 실시예 7의 3 전극 방식 웨이드 커버에 대한, 파장에 따른 투과율 변화 곡선을 도시한다.

도 5는, 전하균형물질층을 채용하지 않은 실시예 1의 웨이드 커버 및 전하균형물질층을 채용한 실시예 6의 웨이드 커버에 대한, 전압 변화 사이클에 따른 투과율 변화 곡선을 도시한다.

도 6은, 겔타입 전해질층을 채용한 실시예 1의 웨이드 커버 및 액체 전해질층을 채용한 실시예 5의 웨이드 커버에 대한, 전압 인가 중단 후의 투과율 변화폭 유지 성능 곡선을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하에서는, 도 1 및 2를 참조하여, 본 개시의 일 측면에 따른 시스루형 HMD의 일 구현예를 더욱 상세하게 설명한다. 도 1은 본 개시의 시스루형 HMD의 일 구현예를 도식적으로 나타내는 단면도이다. 도 2는 본 개시의 웨이드 커버의 일 구현예를 도식적으로 나타내는 단면도이다.

[0043] 도 1의 시스루형 HMD의 일 구현예는, 광학 합성기(100); 광학 합성기(100)에 가상 이미지(VI)를 투사하는 가상 이미지 디스플레이 소자(200); 및 광학 합성기(100)의 전면(110)에 배치되는 웨이드 커버(300)를 포함한다. 도 2를 참조하면, 웨이드 커버(300)는, 제1 투명전극(310); 제1 투명전극(310) 상에 배치된 전해질층(320); 전해질층(320) 상에 배치된 전기변색층(330)으로서 전기변색물질을 함유하는 전기변색층(330); 및 전기변색층(330) 상에 배치된 제2 투명전극(340);을 포함한다. 제1 투명전극(310)이 광학 합성기(100)의 전면(110)에 인접하도록 배치될 수도 있고, 반대로, 제2 투명전극(340)이 광학 합성기(100)의 전면(110)에 인접하도록 배치될 수도 있다.

[0044] 다시 도 1을 참조하면, 가상 이미지(VI)는 가상 이미지 디스플레이 소자(200)로부터 광학 합성기(100)로 투사된다. 가상 이미지 디스플레이 소자(200)로부터의 가상 이미지(VI)는 광학 합성기(100)의 전면(110) 및 후면(120)에서 반복적으로 반사(예를 들어, 전반사)되고, 그 다음, 광학 합성기(100)의 반사면(130)에서 최종적으로 반사되고, 그 다음, 광학 합성기(100)의 후면(120)을 투과하고, 그 다음, 사용자의 눈(미도시)에 도달하게 된다.

광학 합성기(100)의 전면(110) 및 후면(120), 그리고, 광학 합성기(100)의 반사면(130)에서의 반사에 의하여 형성되는 광경로(파선으로 표시되어 있음)는 가상 이미지(VI)에 대한 초점거리를 제공한다. 이와 관련하여, 광학 합성기(100)의 반사면(130)은 가상 이미지 디스플레이 소자(200)로부터 사용자의 눈에 이르는 가상 이미지(VI)의 광경로 상에 배치되어야 한다. 실제 이미지(RI: real image)는, 셰이드 커버(300), 광학 합성기(100)의 전면(110), 광학 합성기(100)의 반사면(130) 및 광학 합성기(100)의 후면(120)을 순차적으로 투과한 다음, 사용자의 눈(미도시)에 도달하게 된다. 실제 이미지의 광경로는 실선으로 표시되어 있다. 결과적으로, 사용자는 가상 이미지(VI)와 실제 이미지(RI)가 중첩되어 있는 결합 이미지를 볼 수 있게 된다.

[0045] 실제 환경이 밝은 야외 환경 또는 밝은 실내 환경인 경우, 실제 이미지(RI)의 휘도가 가상 이미지(VI)의 휘도에 비하여 매우 높을 수 있다. 이 경우, 시스루 HMD로부터 제공되는 가상 이미지(VI)의 시인성이 매우 저하될 수 있다. 이를 해결하기 위하여, 광학 합성기(100)의 전면(110)에 배치된 셰이드 커버(300)는, 셰이드 커버(300)를 투과하는 실제 이미지(RI)의 휘도를 감소시킬 수 있다. 그에 따라, 광학 합성기(100)에는 감소된 휘도를 갖는 실제 이미지(RI)가 투사되므로, 가상 이미지(VI)의 휘도를 증폭시키지 않더라도, 가상 이미지(VI)의 우수한 시인성을 확보할 수 있으며, 그에 따라, 가상 이미지(VI)의 휘도를 증폭시키기 위하여, 가상 이미지 디스플레이 소자(200)에서 소요되는 전력 소모를 대폭 감소시킬 수 있다.

[0046] 다시 도 2를 참조하면, 셰이드 커버(300)는, 제1 투명전극(310); 제1 투명전극(310) 상에 배치된 전해질층(320); 전해질층(320) 상에 배치된 전기변색층(330)으로서 전기변색물질을 함유하는 전기변색층(330); 및 전기변색층(330) 상에 배치된 제2 투명전극(340);을 포함한다. 전기변색층(330)의 전기변색물질은, 제1 투명전극(310)과 제2 투명전극(340) 사이에 인가된 전압의 크기에 따라, 변색 정도(degree of color change)를 달리한다. 여기서, 변색이라 함은 색상의 변화뿐만 아니라, 동일 계열의 색상의 휘도 및 채도의 변화를 포괄하는 용어이다. 그에 따라, 전기변색층(330)을 포함하는 셰이드 커버(300)의 투과율은, 제1 투명전극(310)과 제2 투명전극(340) 사이에 걸리는 전압의 크기에 따라, 최소 투과율과 최대 투과율을 보일 수 있다. 여기서, 최대 투과율과 최소 투과율의 차이를 투과율 변화폭이라 한다.

[0047] 예를 들어, 전기변색층(330)을 포함하는 셰이드 커버(300)는, 550 nm에서의 최대 투과율이 약 50% 초과, 약 55% 이상, 약 60% 이상, 약 65% 이상, 약 70% 이상, 또는 약 75% 이상일 수 있다. 이는, 종래의 액정 채용 셰이드 커버의 최대 투과율이 약 50% 이하인 것을 고려하면, 매우 향상된 최대 투과율이다. 또한, 전기변색층(330)을 포함하는 셰이드 커버(300)의 투과율은, 제1 투명전극(310)과 제2 투명전극(340) 사이에 걸리는 전압의 크기에 따라, 용이하게 조절될 수 있다.

[0048] 이와 같이, 전기변색층(330)을 포함하는 셰이드 커버(300)는 증가된 최대 투과율 및 조절가능한 투과율을 가질 수 있으므로, 시스루 HMD를 통하여 사용자에게 입사되는 실제 이미지(VI)의 휘도가 바람직한 범위의 값을 갖도록 매우 효과적으로 제어할 수 있다. 그에 따라, 전기변색층(330)을 포함하는 셰이드 커버(300)를 채용함으로써, 셰이드 커버를 탈부착하는 번거로움; 최대 투과율이 낮은 셰이드 커버로 인한, 조도가 낮은 실제 환경에서의 실제 이미지의 시인성 확보의 어려움; 등과 같은 종래기술의 문제점들이 해소될 수 있다.

[0049] 제1 투명전극(310)은, 전해질층(320) 및 전기변색층(330)의 전기화학반응을 일으키기 위하여, 전해질층(320) 및 전기변색층(330)에 전압을 인가하는 단자의 역할을 한다. 또한, 제1 투명전극(310)은 실제 이미지(RI)의 투과를 위한 광경로를 제공한다. 제1 투명전극(310)은, 예를 들면, ITO(indium tin oxide), 불소 함유 주석 산화물(fluorine tin oxide, FTO), SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZnO, Au 박막, Pt 박막, 또는 이들의 조합과 같은 무기 도전성 물질을 포함할 수 있다. 제1 투명전극(310)은, 다른 예를 들면, 폴리아세틸렌 또는 폴리티오펜과 같은 유기 도전성 물질을 포함할 수 있다.

[0050] 제1 투명전극(310)은 제1 투명기관(311) 상에 형성될 수 있다. 제1 투명기관(311)은, 예를 들면, 유리 재료 또는 고분자 재료일 수 있다. 제1 투명기관(311)을 위한 고분자 재료는, 예를 들면, 폴리아크릴레이트(polyacrylate, PA), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC), 폴리에테르이미드(polyether imide, PEI), 폴리에테르술폰(polyether imide, PES) 또는 폴리이미드(polyimide, PI)를 포함할 수 있다. 제1 투명전극(310)이 제1 투명기관(311) 상에 형성되는 경우, 제1 투명전극(310)과 광학 합성기(100) 사이에, 제1 투명기관(311)이 개재될 수 있다. 이와 달리, 제1 투명전극(310)은 광학 합성기(100)의 전면(110) 상에 직접 형성될 수도 있다. 이 경우, 제1 투명전극(310)과 광학 합성기(100) 사이에, 제1 투명기관(311)이 개재되지 않는다. 제1 투명전극과 광학 합성기 사이에 제1 투명기관(311)이 개재되지 않는 경우, 투명기관의 제거에 따른 디스플레이의 경량화가 용이해 진다.

- [0051] 전해질층(320)은 제1 투명전극(310) 상에 배치된다. 전해질층(320)에 전압이 인가되면, 전해질층(320)은 전기변색층(330)에, 전기변색물질과 결합하여 전기변색물질의 변색을 촉진할 수 있는 이온을 공급한다. 그에 따라, 전기변색층(330)의 전기변색물질은 이온과 결합하여 변색한다. 예를 들어, 전해질층(320)은 전기변색물질의 전기화학적 산화 또는 환원 반응을 촉진하는 이온 성분을 함유할 수 있다. 전해질(320)은, 예를 들어, 액체 전해질 또는 고체 고분자 전해질을 포함할 수 있다. 액체 전해질은, 예를 들면, LiOH 또는 LiClO<sub>4</sub>와 같은 리튬 염의 용액, KOH와 같은 포타슘 염의 용액, 또는 NaOH와 같은 소듐 염의 용액을 포함할 수 있다. 고체 고분자 전해질은, 예를 들면, 폴리(2-아크릴아미노-2-메틸프로판 술폰산)(poly(2-acrylamino-2-methylpropane sulfonic acid)) 또는 폴리에틸렌옥사이드(poly(ethylene oxide))를 포함할 수 있다.
- [0052] 전기변색층(330)은 전해질층(320) 상에 배치된다. 전기변색층(330)은 전기변색물질을 함유한다. 전기변색층(330)에 전압이 인가되면, 전기변색층(330)의 전기변색물질은, 제2 투명전극(340)으로부터 전자를 얻거나, 제2 투명전극(340)으로 전자를 제공하거나, 전해질층(320)으로부터 이온을 얻거나, 또는 전해질층(320)으로 이온을 제공함으로써, 변색한다.
- [0053] 전기변색물질은, 예를 들면, 무기 전기변색물질 또는 유기 전기변색물질을 포함할 수 있다. 무기 전기변색물질은, 예를 들면, WO<sub>3</sub>, Ni(OH)<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, MoO<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CoO<sub>x</sub>, Rh<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 또는 Ir(OH)<sub>x</sub>를 포함할 수 있다. 유기 전기변색물질은, 예를 들면, 폴리피롤계 화합물, 폴리아닐린(Polyaniline)계 화합물, 폴리티오펜(Polythiophene)계 화합물, 비올로겐(viologen)계 화합물, 디프타로시아닌(diphtahlocyanine)계 화합물, 테트라티아풀발렌(tetrathiafulvalene)계 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0054] 제2 투명전극(340)은 전기변색층(330) 상에 배치된다. 제2 투명전극(340)은, 전해질층(320) 및 전기변색층(330)의 전기화학반응을 일으키기 위하여, 전해질층(320) 및 전기변색층(330)에 전압을 인가하는 단자의 역할을 한다. 또한, 제2 투명전극(340)은 실제 이미지(RI)의 투과를 위한 광경로를 제공한다. 제2 투명전극(340)은, 예를 들면, ITO(indium tin oxide), 불소 함유 주석 산화물(fluorine tin oxide, FTO), SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZnO, Au 박막, Pt 박막, 또는 이들의 조합과 같은 무기 도전성 물질을 포함할 수 있다. 제2 투명전극(340)은, 다른 예를 들면, 폴리아세틸렌 또는 폴리티오펜과 같은 유기 도전성 물질을 포함할 수 있다.
- [0055] 제2 투명전극(340)은 제2 투명기관(341) 상에 형성될 수 있다. 제2 투명기관(341)은, 예를 들면, 유리 재료 또는 고분자 재료일 수 있다. 제2 투명기관(341)을 위한 고분자 재료는, 예를 들면, 폴리아크릴레이트(polyacrylate, PA), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC), 폴리에테르이미드(polyetherimide, PEI), 폴리에테르술폰(polyetherimide, PES) 또는 폴리이미드(polyimide, PI)를 포함할 수 있다.
- [0056] 본 개시의 시스루형 HMD의 다른 구현예에 있어서, 상기 전기변색층은 피리딘계 화합물(pyridines), 이미다졸계 화합물(imidazoles) 및 폴리글리콜계 화합물(polyglycols)로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함할 수 있다.
- [0057] 이러한 구현예에 있어서, 웨이드 커버의 구현예들은, 550 nm에서의 최대 투과율이 약 50% 초과, 약 55% 이상, 약 60% 이상, 약 65% 이상, 약 70% 이상, 또는 약 75% 이상일 수 있다. 또한, 예를 들면, 이러한 웨이드 커버의 구현예들은, 550 nm에서의 투과율 변화폭의 절대치가 약 30% 이상, 약 40% 이상, 약 45% 이상, 약 50% 이상, 약 60% 이상, 또는 약 70% 이상일 수 있다. 이 역시, 종래의 웨이드 커버에 비하여 매우 향상된 투과율 변화폭이다. 이와 같이, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들은 증가된 최대 투과율 및/또는 증가된 투과율 변화폭을 가질 수 있으므로, 본 개시의 웨이드 커버의 구현예들을 채용함으로써, 시스루 HMD를 통하여 사용자에게 입사되는 실제 이미지의 휘도가 바람직한 범위의 값을 갖도록 더욱 효과적으로 제어할 수 있다. 그에 따라, 훨씬 더 넓은 실제 환경의 조도 범위 하에서도, 가상 이미지의 휘도를 증폭시키지 않은 채, 가상 이미지의 우수한 시인성을 확보하는 것이 가능해진다.
- [0058] 전기변색 고분자를 형성하기 위한 용액은, 피리딘계 화합물, 이미다졸계 화합물 및 폴리글리콜계 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 첨가제; 산화제; 및 전기변색물질 단량체;를 함유한다.

- [0059] 용액에서 첨가제는, 염기로 작용하며 산화제의 높은 반응성 조절 및 부산물로 나오는 산을 중화하는 역할을 하며, 또한 산화제의 결정화를 억제하여 중합속도를 조절하는 역할을 한다. 이러한 첨가제의 역할을 통해, 결합이 적고 균일한 전기변색 고분자 박막이 형성될 수 있다. 이와 관련하여, 첨가제로서는, 피리딘계 화합물, 이미다졸계 화합물 및 폴리글리콜계 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 화합물이 사용된다.
- [0060] 피리딘계 화합물은, 구체적인 예를 들면, 피리딘(pyridine), 2-메틸피리딘(2-methylpyridine), 2-아미노-4-메틸피리딘(2-amino-4-methylpyridine), 이들의 유도체, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0061] 이미다졸계 화합물은, 구체적인 예를 들면, 이미다졸(imidazole), 2-메틸이미다졸(2-methylimidazole), 2-에틸이미다졸(2-ethylimidazole), 4(5)-메틸이미다졸(4(5)-methylimidazole), 이들의 유도체, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0062] 폴리글리콜계 화합물은, 구체적인 예를 들면, 폴리(에틸렌 글리콜)-블록-폴리(프로필렌 글리콜)-블록-폴리(에틸렌 글리콜)(poly(ethylene glycol)-block-poly(propylene glycol)-block-poly(ethylene glycol)), 폴리(프로필렌 글리콜)-랜덤-폴리(에틸렌 글리콜)(poly(propylene glycol)-ran-poly(ethylene glycol)), 이들의 유도체, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0063] 산화제는 용액 내에서 단분자가 고분자로 중합할 수 있도록 하는 역할을 하며, 여기에 활성화 에너지 이상의 열을 줌으로써 중합이 개시된다. 산화제는, 구체적인 예를 들면, 철(III) p-톨루엔설포네이트 헥사하이드레이트(Iron(III) p-toluenesulfonate hexahydrate), 철(III) 클로라이드(iron(III) chloride), 철(III) 클로라이드 헥사하이드레이트(iron(III) chloride hexahydrate), 이들의 유도체, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0064] 전기변색물질 단량체는, 전기변색 고분자의 주된 모이어티이다. 전기변색물질 단량체는, 예를 들면, 티오펜계 단량체, 아닐린계 단량체, 피롤계 단량체, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0065] 티오펜계 단량체는, 구체적인 예를 들면, 3,4-에틸렌디옥시티오펜(3,4-ethylenedioxythiophene: EDOT), 3,4-디옥시티오펜(3,4-dioxythiophene), 3,4-에틸렌디옥시티오펜(3,4-ethylenedioxythiophene), 3,4-프로필렌디옥시티오펜(3,4-propylenedioxythiophene), 이들의 유도체, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0066] 아닐린계 단량체는, 구체적인 예를 들면, 아닐린(aniline), 2-브로모벤젠아민(2-bromobenzenamine), 3-에틸벤젠아민(3-ethylbenzenamine), 이들의 유도체, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0067] 피롤계 단량체는, 구체적인 예를 들면, 3,6-디하이드로-2H-[1,4]디옥시노[2,3-c]피롤(3,6-dihydro-2H-[1,4]dioxino[2,3-c]pyrrole), 2,3,4,7-테트라하이드로-[1,4]디옥세피노[2,3-c]피롤(2,3,4,7-tetrahydro-[1,4]dioxepino[2,3-c]pyrrole), 이들의 유도체, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0068] 전기변색 고분자를 형성하기 위한 용액은 용매를 더 포함할 수 있다. 용매는, 예를 들면, 메탄올, 에탄올, 프로판올, 부탄올, 또는 이들의 조합과 같은 알코올 화합물일 수 있다.
- [0069] 전기변색층은, 피리딘계 화합물, 이미다졸계 화합물 및 폴리글리콜계 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 첨가제; 산화제; 및 전기변색물질 단량체;를 함유하는 전기변색층 형성용 용액(즉, 전기변색 고분자를 형성하기 위한 용액)을 제2 투명전극 상에 도포한 후 가열함으로써 형성될 수 있다.
- [0070] 전기변색층 형성용 용액 중의 첨가제의 양은, 예를 들면, 전기변색물질 단량체 100 중량부를 기준으로 하여, 약 10 중량부 내지 약 3,000 중량부일 수 있다. 전기변색층 형성용 용액 중의 산화제의 양은, 예를 들면, 전기변색물질 단량체 100 중량부를 기준으로 하여, 약 10 중량부 내지 약 6,000 중량부일 수 있다. 전기변색층 형성용 용액 중의 용매의 양은, 예를 들면, 전기변색 단량체 100 중량부를 기준으로 하여, 약 100 중량부 내지 약 80,000 중량부일 수 있다. 도포된 전기변색층 형성용 용액의 가열 온도는, 예를 들면, 약 50 °C 내지 약 70 °C

일 수 있다. 온도가 너무 낮으면, 활성화 에너지 이상의 에너지가 충족되지 못해, 전기변색물질 단량체의 중합이 일어나지 않을 수 있다. 온도가 너무 높으면, 형성된 전기변색 고분자가 갖게 되는 Tg 및 Tm 온도에 도달할 수 있으므로, 전기변색 고분자의 변형이 일어날 수 있고, 그에 따라, 전기변색특성이 충분히 나타나지 않을 수 있다. 따라서, 전기변색특성에 영향을 주지 않는 범위 내의 중합온도가 필요하다. 또한, 용액 내의 수분함량이 높으면, 전기변색 고분자 박막의 균일한 형성이 방해되고, 그에 따라, 전기변색 고분자의 전기변색특성에 악영향을 줄 수 있다. 따라서, 전기변색층 형성용 용액의 도포 및 가열 분위기의 상대습도는, 예를 들면, 약 0% 내지 약 80%인 것이 바람직하다.

[0071] 전기변색층의 두께가 너무 얇으면, 소색 상태에서의 투과율 값을 크게 할 수 있으나, 착색 상태에서의 투과율 값 또한 같이 크게 되어, 전체적으로 착색 상태와 소색 상태 간의 투과율 변화폭이 작아지는 문제점이 발생할 수 있다. 전기변색층의 두께가 너무 두꺼우면, 착색 상태의 투과율 값이 0%에 가까워질 수 있으나, 소색 상태의 투과율 값이 같이 낮아져, 전체적으로 착색 상태와 소색 상태 간의 투과율 변화폭이 작아지는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서, 최대의 투과율 변화폭을 보이도록, 전기변색층의 두께를 조절하는 것이 바람직하다. 전기변색층의 두께는, 예를 들면, 약 20 nm 내지 약 400 nm일 수 있다.

[0072] 본 개시의 시스루형 HMD의 또 다른 구현에는, 상기 제1 투명전극과 상기 전해질층 사이에 개재된 전하균형물질층을 더 포함할 수 있다. 다시 도 2의 구현예를 살펴 보면, 전해질층(320)과 접촉하는 제1 투명전극(310)은 상대전극으로서 작용한다. 주목할 점은, 전해질층(320)과 제1 투명전극(310) 사이의 계면에서 분극현상이 발생할 수 있다는 점이다. 분극현상은 바람직하지 않은 전압강하를 초래하게 되며, 그에 따라, 동일한 투과율을 얻기 위하여, 더 높은 작동전압(즉, 제1 투명전극(310)과 제2 투명전극(340) 사이에 인가되는 전압)이 요구될 수 있다. 작동전압이 높아질수록, 웨이드 커버의 전력 소모량이 증가할 수 있고, 또한, 웨이드 커버의 내구성이 감소할 수 있다. 제1 투명전극(310)과 전해질층(320) 사이에 전하균형물질층(미도시)을 삽입하거나, 또는, 전해질층(320)에 전하균형 물질을 용해함으로써, 전해질층(320)과 제1 투명전극(310) 사이에 발생할 수 있는 분극현상을 억제할 수 있으며, 그에 따라, 웨이드 커버의 작동전압을 낮출 수 있다. 전하균형물질층은, 예를 들면, SnO<sub>2</sub>, IrO<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>, 폴리아닐린(polyaniline), NiO, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, 또는 이들의 조합일 수 있다. 전하균형물질층은, 예를 들면, 전하균형물질을 함유하는 분산액 또는 용액을 제1 투명전극(310) 상에 도포한 후 건조함으로써 형성될 수 있다. 전해질층에 용해시킬 수 있는 전하균형물질은, 예를 들면, 2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리딘록시(2,2,6,6-Tetramethyl-1-piperidinyloxy), 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-1-옥실(4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl), 또는 이들의 조합일 수 있다.

[0073] 본 개시의 웨이드 커버의 또 다른 구현에는, 상기 전해질층과는 전기적으로 접촉하되, 상기 제1 투명전극 및 상기 제2 투명전극과는 전기적으로 접촉하지 않는 기준전극을 더 포함할 수 있다. 도 3은, 기준전극을 더 포함하는 웨이드 커버의 일 구현예를 도식적으로 보여주는 단면도이다. 기준전극(500)은 전해질층(320)과 전기적으로 접촉한다. 그러나, 기준전극(500)은 제1 투명전극(310)과 접촉하지 않는다. 그에 따라, 기준전극(500)은 전해질층(320)을 통하여 제1 투명전극(310)과 전기연결된다. 또한, 기준전극(500)은 제2 투명전극(340)과도 접촉하지 않는다. 그에 따라, 기준전극(500)은 전해질층(320) 및 전기변색층(330)을 통하여 제2 투명전극(340)과 전기연결된다. 기준전극(500)을 더 포함하는 도 3의 구현에는 3 전극 시스템을 구성한다(이에 대비하여, 기준전극을 채용하지 않은 도 2의 구현에는 2 전극 시스템을 구성한다). 3 전극 시스템을 채용하는 도 3의 웨이드 커버의 구현에는, 2 전극 시스템을 채용하는 웨이드 커버의 구현예들에 비하여, 상대적으로 낮은 작동전압에서 구동될 수 있다. 도 3의 구현예에 있어서, 기준전극(500)은 제1 투명기판(311) 상에 형성되어 있다. 그러나, 기준전극(500)은 제1 투명전극(310) 및 제2 투명전극(340)과 접촉하지 않는 다양한 위치에 배치될 수 있다. 기준전극(500)은, 예를 들면, Ag, Ag 와이어(Ag wire), Ag 페이스트(Ag paste) 등을 사용하여 구현할 수 있다.

[0074] 본 개시의 웨이드 커버의 또 다른 구현예에 있어서, 상기 전해질층은 젤타입 전해질을 포함할 수 있다. 젤타입 전해질층을 채용한 웨이드 커버의 구현예들은 우수한 "메모리 효과"를 나타낼 수 있다. 메모리 효과는, 전기변색층이, 전압 인가 중단 후에도, 전압 인가 중단 전의 색상을 유지하는 것을 의미한다. 액체 전해질을 사용하는 경우에는, 산화에 따른 전자 이동이 비교적 빠르므로, 전압 인가 중단 후 수십초 이내에, 전기변색층은 전기변

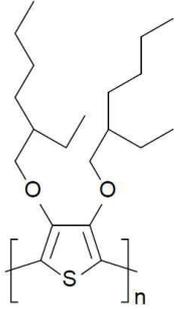
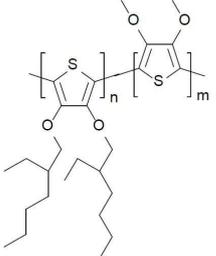
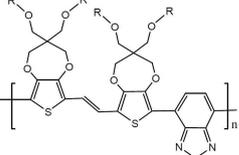
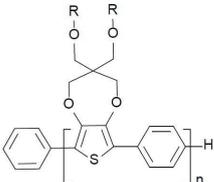
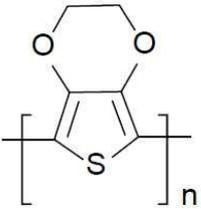
색 이전의 상태(즉, 소색 상태)로 되돌아 간다. 그러나, 겔타입 전해질을 사용하는 경우에는, 산화에 따른 전자 이동이 현저하게 느리므로, 전압 인가 중단 후 오랜 시간 동안, 전기변색층은 전기변색 상태를 유지할 수 있다. 예를 들어, 겔타입 전해질을 사용하는 경우에, 전압 인가 중단 후 1 시간 경과시에도, 전기변색층은 단지 약 20% 이하 만큼만 감소된 전기변색 상태를 유지할 수 있다. 또한, 예를 들어, 겔타입 전해질을 사용하는 경우, 전압 인가 중단 전까지 전기변색층에 약 2 분 내지 약 50 분 동안 전압을 인가하면, 전압 인가 중단 후에, 전기변색층은 약 30 분 내지 약 4 시간 동안 메모리 효과를 나타낼 수 있다. 이러한 메모리 효과로 인하여, 전기변색 상태를 유지하기 위하여 전압을 계속 인가할 필요가 없으므로, 웨이드 커버의 전력 소모가 더욱 감소될 수 있다.

[0075] 구체적인 예를 들면, 메모리 효과가 우수한 겔타입 전해질은, 폴리(비닐플루오라이드), 폴리(메틸 메타크릴레이트) 및 폴리(에틸렌옥사이드)로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 1종 이상의 폴리머; 프로필렌 카보네이트 및 N-디메틸포름아미드로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 1종 이상의 용매; 및, 리튬 트리플루오로메탄술포네이트(lithium trifluoromethanesulfonate), 리튬 퍼클로레이트(lithium perchlorate), 테트라부틸암모늄 클로라이드(tetrabutylammonium chloride), 리튬 테트라플루오로보레이트(Lithium tetrafluoroborate), 1-에틸-3-메틸이미다졸륨 테트라플루오로보레이트(1-Ethyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate) 및 1-에틸-3-메틸이미다졸륨 비스(트리플루오로메틸술포닐)이미드(1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide)로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 1종 이상의 염;을 포함할 수 있다.

[0076] 더욱 구체적인 예를 들면, 겔타입 전해질은, 약 30 내지 약 60 중량부의 폴리(에틸렌글리콜) 메틸 에테르 메타아크릴레이트, 약 60 내지 약 100 중량부의 폴리(에틸렌글리콜) 디메타아크릴레이트, 약 5 내지 약 20 중량부의 중합개시제, 약 5 내지 약 10 중량부의 가교제, 및 약 5 내지 약 10 중량부의 용매 및 약 2 내지 약 5 중량부의 염(salt);을 함유하는 겔타입 전해질 형성용 조성물을 경화함으로써 얻을 수 있다. 여기서, 중합개시제로는 1-히드록시시클로헥실페닐케톤(1-hydroxycyclohexylphenylketone), 메틸벤조일포르메이트(methylbenzoylformate), 2-히드록시-2-메틸-1-페닐-1-프로판온(2-hydroxy-2-methyl-1-phenyl-1-propanone), 2-히드록시-1-[4-(2-히드록시에톡시)페닐]-2-메틸-1-프로판온(2-hydroxy-1-[4-(2-hydroxyethoxy)phenyl]-2-methyl-1-propanone), 또는 이들의 조합일 수 있다. 가교제는, 예를 들면, 폴리(에틸렌글리콜)디메타크릴레이트(poly(ethylene glycol)dimethacrylate), 폴리(에틸렌글리콜) 메틸 에테르 메타크릴레이트(polymethyl ether methacrylate), 폴리(메틸메타크릴레이트)(poly(methylmethacrylate)), 1,3,5-트리아릴-1,3,5-트리아진-2,4,5-(1H,3H,5H)-트리온(1,3,5-triallyl-1,3,5-triazine-2,4,5-(1H,3H,5H)-trione), 또는 이들의 조합일 수 있다. 용매는, 예를 들면, 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate), N-디메틸포름아미드(N-dimethylformamide), 디메틸술포사이드(Dimethyl sulfoxide), 또는 이들의 조합과 같은 고분자 용해성 용매일 수 있다.

[0077] 본 개시의 웨이드 커버의 또 다른 구현예에 있어서, 웨이드 커버는 무채색 또는 유채색으로 착색될 수 있다. 이를 위하여, 예를 들면, 웨이드 커버는 컬러필터를 더 포함할 수 있다. 다른 예를 들면, 전해질층은 염료를 함유할 수 있다. 또 다른 예를 들면, 전기변색층은 무채색 또는 유채색으로 변색될 수 있다. 고분자 전기변색물질의 주쇄 및 치환기의 다양한 구조에 따라, 고분자 전기변색물질은 다양한 밴드갭을 가질 수 있다. 그에 따라, 다양한 색상으로 변색되는 다양한 고분자 전기변색물질을 선택할 수 있다. 고분자 전기변색물질의 주쇄 및 치환기의 다양한 구조는, 고분자 전기변색물질의 형성에 사용되는 다양한 단량체의 선택을 통하여 얻어질 수 있다. 비제한적인 대표적 예로서, 티오펜계의 다양한 단량체들 및 그들의 특성을 하기 표 1에 요약하였다.

표 1

단량체의 구조	$\lambda_{max}$ (nm)	밴드갭 (eV)	색상
	485	2.04	오렌지
	525	2	레드
	433, 685, 745	1.5	그린
	455	2.38	옐로우
	610	1.83	블루

[0079] 웨이드 커버가 유채색으로 착색되는 경우, 시스루 HMD로 조사되는 외부광원의 특정파장의 선택적인 차단이 가능하며, 다양한 색에 따른 패션효과를 기대할 수 있다.

[0080] <실시예>

[0081] 실시예 1

[0082] 본 실시예에서는, 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는 전기변색층을 사용하는 웨이드 커버의 제조를 실증한다. 첨가제로서는 피리딘(pyridine)(미국, Sigma Aldrich)을 사용하였다. 전기변색물질 단량체로서는 EDOT(3,4-ethylenedioxythiophene)(일본, Tokyo Chemical Industry)를 사용하였다. 산화제로서는 철(III) p-톨루엔술포네이트 헥사하이드레이트(Iron(III) p-toluenesulfonate hexahydrate)(미국, Sigma Aldrich)를 사용하였다. 용매로서는 1-부탄올(미국, Sigma Aldrich)을 사용하였다.

- [0083] 먼저, 0.06 g의 첨가제, 0.2 g의 단량체, 1.2 g의 산화제, 및 4 g의 용매를 함유하는 전기변색층 형성용 조성물을 제조하였다.
- [0084] 또한, 0.3g의 폴리(에틸렌 글리콜) 메틸 에테르 메타크릴레이트(poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate)(미국, Polyscience, Mw= 500) 및 0.6 g의 폴리(에틸렌 글리콜) 디메타크릴레이트(poly(ethylene glycol) dimethacrylate)(미국, Sigma Aldrich, Mn = 500), 0.072g의 1,3,5-트리알릴-1,3,5-트리아진-2,4,5-(1H,3H,5H)-트리온(1,3,5-triallyl-1,3,5-triazine-2,4,5-(1H,3H,5H)-trione)(미국, Sigma Aldrich)를 염의 용해매질 및 가교제로 사용하고, 0.02g의 중합개시제 2-히드록시-2-메틸-1-페닐-1-프로판온(2-Hydroxy-2-methyl-1-phenyl-1-propanone)(미국, Sigma Aldrich), 0.06g의 리튬 트리플루오로메탄술포네이트(lithium trifluoromethanesulfonate)(미국, Sigma Aldrich)를 염으로서 투입하여, UV경화 겔타입 전해질 조성물을 제조하였다.
- [0085] 그 다음, 제2 ITO 유리기관의 ITO 전극층(즉, 제2 전극) 위에, 상기 전기변색층 형성용 조성물을 스핀코팅한 후, 60 °C에서, 60 분 동안, 상대습도 30~40 % 하에서, 가열하여, 140 nm의 전기변색층을 형성하였다.
- [0086] 제1 ITO 유리기관 및 제2 ITO 유리기관의 주변부를 밀봉재(에틸렌과 메타크릴산의 랜덤 공중합체 카복실기를 아연 또는 나트륨 등의 금속으로 부분적 중화한 수지)(미국, DuPont, Surlyn)로 봉지한다.
- [0087] 그 다음, 제2 ITO 유리기관의 ITO 전극층(즉, 제2 전극) 위에, 다른 ITO 전극층(즉, 제1전극)층이 포개어진 소자에 상기 UV경화 겔타입 전해질 조성물을 주입한다. 355 nm의 자외선을, 20분 동안 조사하여, 180 μm의 겔타입 전해질층을 형성하여, 실시예 1의 웨이드 커버를 얻었다.
- [0088] 실시예 2
- [0089] 본 실시예에서는, 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는 전기변색층을 사용하는 웨이드 커버의 제조를 실증한다. 첨가제로서, 피리딘 대신에, 폴리(프로필렌 글리콜)-랜덤-폴리(에틸렌 글리콜)(poly(propylene glycol)-ran-poly(ethylene glycol))(미국, Sigma Aldrich, Mn ~2,500) 1 g을 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로, 실시예 2의 웨이드 커버를 제조하였다.
- [0090] 실시예 3
- [0091] 본 실시예에서는, 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는 전기변색층을 사용하는 웨이드 커버의 제조를 실증한다. 첨가제로서, 피리딘 대신에, 폴리(에틸렌 글리콜)-블록-폴리(프로필렌 글리콜)-블록-폴리(에틸렌 글리콜)(Poly(ethylene glycol)-block-poly(propylene glycol)-block-poly(ethylene glycol))(미국, Sigma Aldrich, Mn ~1,100) 1 g을 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로, 실시예 3의 웨이드 커버를 제조하였다.
- [0092] 실시예 4
- [0093] 본 실시예에서는, 첨가제를 함유하지 않고, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는 전기변색층을 사용하는 웨이드 커버의 제조를 실증한다. 실시예 1의 첨가제(피리딘)를 사용하지 않은 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로, 실시예 4의 웨이드 커버를 제조하였다.
- [0094] 실시예 5
- [0095] 본 실시예에서는, 첨가제, 산화제 및 전기변색물질 단량체를 함유하는 용액으로부터 형성된 전기변색 고분자를 포함하는 전기변색층을 사용되, 액체 전해질층을 사용하는 웨이드 커버의 제조를 실증한다.
- [0096] 먼저, 실시예 1과 동일한 전기변색층 형성용 조성물을 제조하였다.
- [0097] 그 다음, 0.01 몰의 테트라부틸암모늄 퍼클로레이트(tetrabutylammonium perchlorate)를 0.1 리터의 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate)에 용해시켜 액체 전해질을 제조하였다.

[0098] 그 다음, 제2 ITO 유리기판의 ITO 전극층 위에, 상기 전기변색층 형성용 조성물을 스핀코팅한 후, 60 °C에서, 60 분 동안, 상대습도 30~40 % 하에서, 가열하여, 140 nm의 전기변색층을 형성하였다.

[0099] 그 다음, 20um 두께의 간격재를 개재시킨 상태에서 제1 ITO 유리기판과 제2 ITO 유리기판을 적층하여, 제1 ITO 유리기판의 ITO 전극층과 전기변색층이 마주보도록 하였다. 그 다음, 제1 ITO 유리기판과 제2 ITO 유리기판 사이에 상기 액체 전해질을 주입하였다. 그 다음, 제1 ITO 유리기판 및 제2 ITO 유리기판의 주변부를 밀봉재(에틸렌과 메타크릴산의 랜덤 공중합체 카복실기를 아연 또는 나트륨 등의 금속으로 부분적 중화한 수지)(미국, DuPont, Surlyn)로 봉지함으로써, 실시예 5의 웨이드 커버를 얻었다.

[0100] 실시예 6

[0101] 본 실시예에서는, 전하균형물질층을 채용하는 웨이드 커버의 제조를 실증한다.

[0102] 먼저, 실시예 1과 동일한 전기변색층 형성용 조성물과 겔타입 전해질층 형성용 조성물을 제조하였다. 또한, 0.2 g의 SnO<sub>2</sub> 분말(평균입자크기 < 100 nm)을 5 g의 분산매(에탄올)에 분산시켜서, 전하균형물질층 형성용 분산액을 제조하였다.

[0103] 그 다음, 제1 ITO 유리기판의 ITO 전극층 위에, 상기 전하균형물질층 형성용 분산액을 스핀코팅한 후, 500 °C에서, 30 분 동안, 가열하여, 3 μm의 전하균형물질층을 형성하였다.

[0104] 그 다음, 제2 ITO 유리기판의 ITO 전극층 위에, 상기 전기변색층 형성용 조성물을 스핀코팅한 후, 60 °C에서, 60 분 동안, 상대습도 30~40 % 하에서, 가열하여, 140 nm의 전기변색층을 형성하였다.

[0105] 그 다음, 제1 ITO 유리기판과 제2 ITO 유리기판을 적층하여, 겔타입 전해질층과 전기변색층이 접촉하도록 한 후, 제1 ITO 유리기판 및 제2 ITO 유리기판의 주변부를 밀봉재(에틸렌과 메타크릴산의 랜덤 공중합체 카복실기를 아연 또는 나트륨 등의 금속으로 부분적 중화한 수지)(미국, DuPont, Surlyn)로 봉지한다.

[0106] 그 다음, 제1 ITO 유리기판의 ITO 전극층(즉, 제1 전극) 위에, 다른 ITO 전극층(즉, 제2전극)층을 포개어 사이 UV경화 겔타입 전해질 조성물을 주입한다. 355 nm의 자외선을, 20분 동안 조사하여, 180 μm의 겔타입 전해질층을 형성하여, 실시예 6의 웨이드 커버를 얻었다.

[0107] 실시예 7

[0108] 본 실시예에서는, 기준전극을 채용하는 웨이드 커버의 제조를 실증한다. ITO 층과 Ag 전극 패턴(두께: 30 μm, 폭: 3 mm, 형태: 띠 모양, 위치: 도 3 참조)이 증착되어 있는 제1 ITO 유리기판을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로, 실시예 7의 3 전극 방식 웨이드 커버를 얻었다.

[0109] 실시예 8

[0110] 본 실시예에서는, 전기변색물질 단량체로서 EDOT(3,4-ethylenedioxythiophene) 대신에 3,4-디하이드로-3,3-디메틸-2H-티에노[3,4-b][1,4]디옥세핀(3,4-dihydro-3,3-dimethyl-2H-thieno[3,4-b][1,4]dioxepine)(미국, Sigma Aldrich)을 사용하였다. 또한, 본 실시예에서는, 실시예 1의 첨가제(피리딘)를 사용하지 않았다. 이를 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로, 실시예 8의 웨이드 커버를 제조하였다. 이는, EDOT 단량체와 비교하여, 550nm의 파장에서는 소색 상태에서 73%의 투과율, 착색 상태에서 3%의 투과율을 보였으며, 그에 따라, 70%의 향상된 투과율 변화폭을 보였다. 또한, 580nm의 파장에서는, 소색 상태에서 76%의 투과율, 착색 상태에서 2%의 투과율을 보였으며, 그에 따라, 74%의 향상된 투과율 변화폭을 보였다.

[0111] <평가결과>

[0112] 투과율 측정

[0113] 실시예 1 내지 8의 웨이드 커버의 제1 전극층과 제2 전극층 사이에 인가되는 전압을 변화시키면서, 각각의 웨이드 커버의 파장별 투과율을 측정하였다. 투과율 측정은, 미국, PerkinElmer사의 Perkin-Elmer Lambda 750

UV/Vis/NIR spectrometer기기를 사용하여 이루어졌다. 실시예 1 및 실시예 4에 대한 메모리 효과 측정은 다음과 같다. -3V ~ +3V 사이의 전압을 5초 이내의 시간동안 인가한 후, 인가 전압을 OFF로 설정함으로써 전압 인가를 중단하였다. 전압 인가 중단 시점부터의 시간 경과에 따른 착색과 소색 투과율의 변화폭을 측정하였다.

[0114] 표 2에, 실시예 1 내지 4의 웨이드 커버에 대한, 550 nm에서의 최대 투과율 및 최소 투과율을 나타내었다.

표 2

항목	최대 투과율 (%)	최소 투과율 (%)	투과율 변화폭
실시예 1	61	22	39
실시예 2	58	7	51
실시예 3	66	18	48
실시예 4	60	30	30
실시예 8	73	3	70

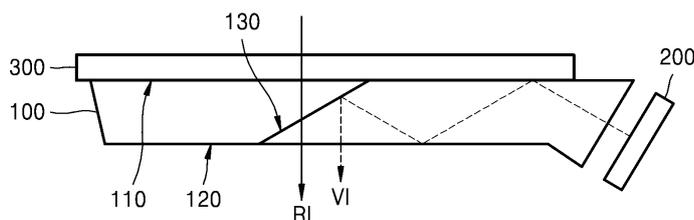
[0116] 도 4에, 실시예 1의 2 전극 방식 웨이드 커버 및 실시예 7의 3 전극 방식 웨이드 커버에 대한, 과장에 따른 투과율 변화 곡선을 도시하였다. 실시예 1의 웨이드 커버에 인가된 전압은 3V 및 -3V이었고, 실시예 7의 웨이드 커버에 인가된 전압은 1.1V 및 -0.4V이었다. 실시예 7의 웨이드 커버에 인가된 전압이 실시예 1의 웨이드 커버에 인가된 전압보다 낮았음에도 불구하고, 실시예 7의 웨이드 커버는 실시예 1의 웨이드 커버와 대등한 수준의 투과율 변화 범위를 나타냈다.

[0117] 도 5에, 전하균형물질층을 채용하지 않은 실시예 1의 웨이드 커버 및 전하균형물질층을 채용한 실시예 6의 웨이드 커버에 대한, 전압 변화 사이클에 따른 투과율 변화 곡선을 도시하였다. 실시예 1의 웨이드 커버에 인가된 전압 변화 사이클은 +3V 내지 -3V의 범위이었고, 실시예 6의 웨이드 커버에 인가된 전압 변화 사이클은 +2.5V 내지 -2.5V의 범위이었다. 실시예 1의 웨이드 커버의 경우, 280 사이클 후에 투과율 변화 폭이 급격히 감소하였다. 투과율 변화 폭이 급격히 감소하는 것은 웨이드 커버가 열화되었음을 의미한다. 실시예 6의 웨이드 커버의 경우, 800 사이클 후에도 투과율 변화 폭의 감소가 발생하지 않았다. 이로부터, 전하균형물질층을 채용함으로써, 동일한 투과율 변화 폭을 얻는데 필요한 인가전압을 낮출 수 있고, 그에 따라, 웨이드 커버의 수명이 증가할 수 있음을 알 수 있다.

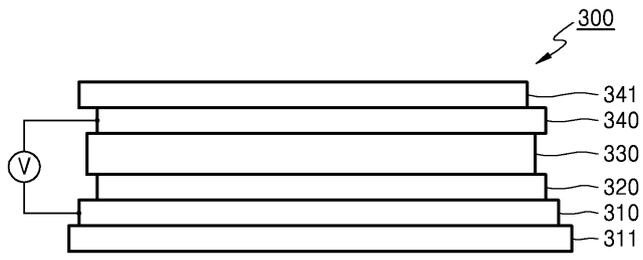
[0118] 도 6에, 겔타입 전해질층을 채용한 실시예 1의 웨이드 커버 및 액체 전해질층을 채용한 실시예 5의 웨이드 커버에 대한, 전압 인가 중단 후의 투과율 유지 성능 곡선을 도시하였다. 실시예 1 및 5의 웨이드 커버에 대하여 -3V ~ +3V 사이의 전압을 5초 이내의 시간 동안 인가한 후, 인가 전압을 0V로 설정함으로써 전압 인가를 중단하였다. 도 6은 전압 인가 중단 시점부터의 시간 경과에 따른 착색과 소색 투과율의 차이를 보여준다. 겔타입 전해질층을 채용한 실시예 1의 웨이드 커버는, 액체 전해질층을 채용한 실시예 5의 웨이드 커버에 비하여, 전압 인가 중단에 따른 투과율 변화 폭이 매우 낮았다. 이로부터, 겔타입 전해질층을 채용한 실시예 1의 웨이드 커버는 우수한 메모리 효과를 나타낼 수 있다는 것을 알 수 있다.

도면

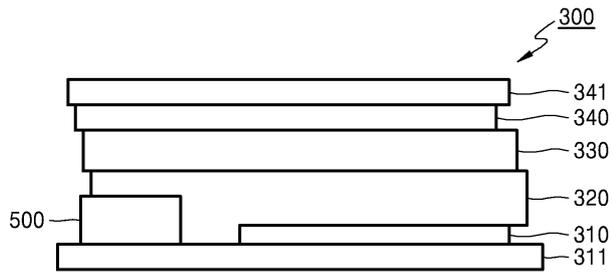
도면1



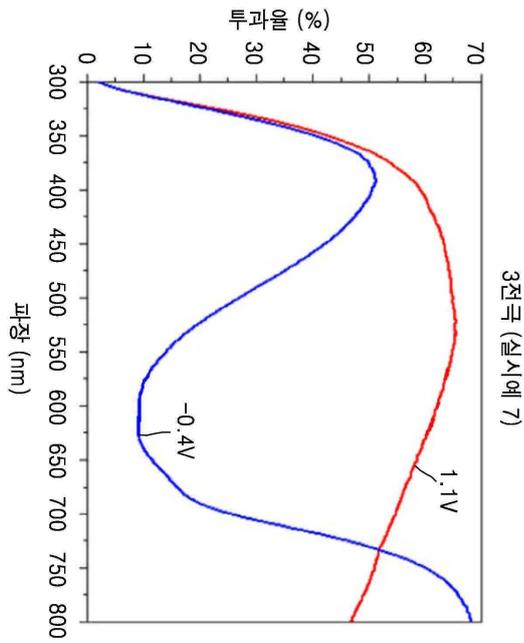
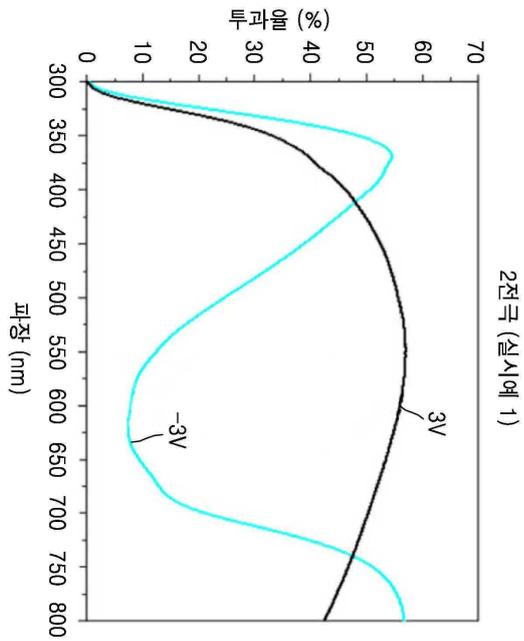
도면2



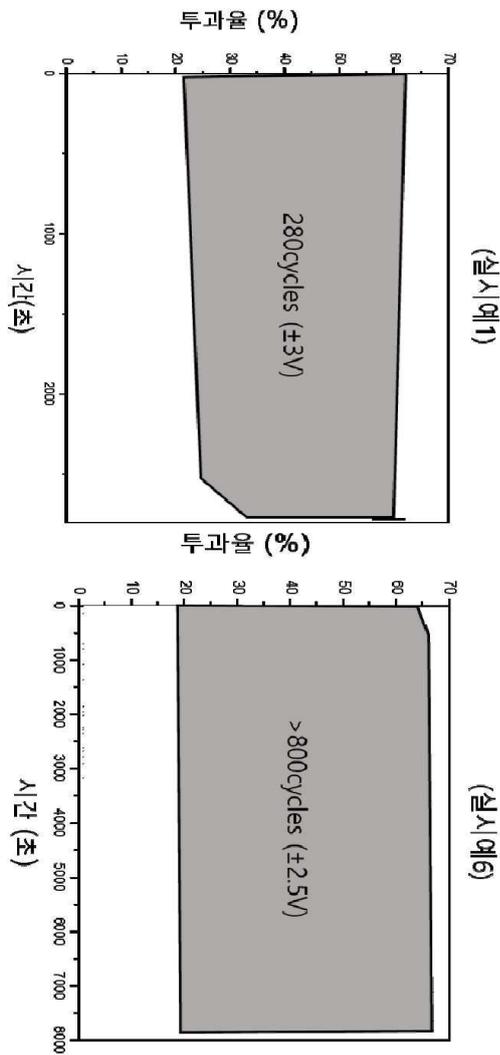
도면3



도면4



도면5



도면6

