



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0090175
(43) 공개일자 2020년07월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/1335 (2019.01) G02F 1/1343 (2006.01)
G02F 1/136 (2006.01) G02F 1/167 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
G02F 1/1335 (2019.01)
G02F 1/1343 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7015857
- (22) 출원일자(국제) 2018년11월05일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년06월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/059216
- (87) 국제공개번호 WO 2019/090225
국제공개일자 2019년05월09일
- (30) 우선권주장
62/581,205 2017년11월03일 미국(US)

- (71) 출원인
콩코드 (에이치케이) 인터내셔널 에듀케이션 리미티드
중국, 홍콩, 300 록하드 로드 완 차이, 키우 푸 커머셜 빌딩, 12/에프, 룸 에이
- (72) 발명자
화이트헤드 론 에이.
캐나다, 브리티시 컬럼비아 브이6케이 4이2, 밴쿠버, 2690 발라클라바 스트리트
플레밍 로버트 제이.
미국, 캘리포니아 95119, 산 호세, 6592 프라그 코트
- (74) 대리인
특허법인한얼

전체 청구항 수 : 총 26 항

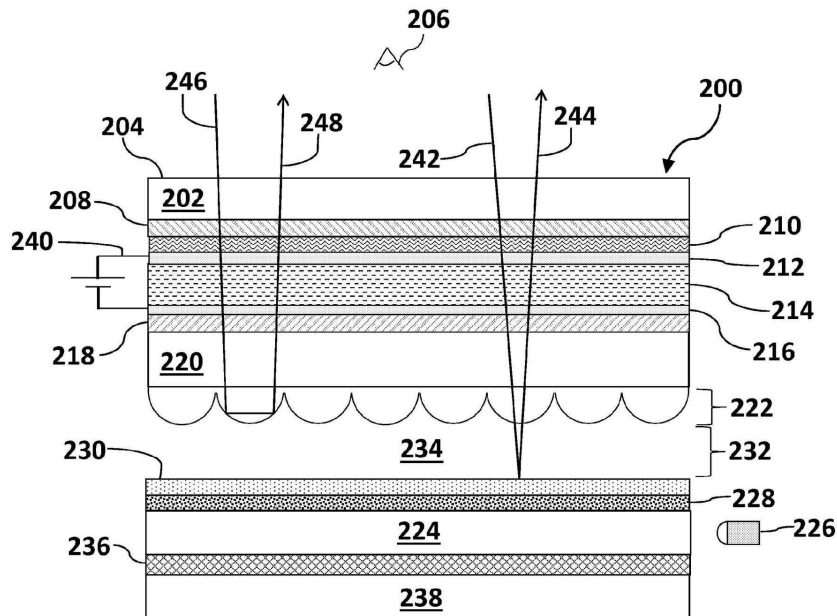
(54) 발명의 명칭 반사-방출 하이브리드 디스플레이를 위한 방법, 시스템 및 장치

(57) 요약

종래의 반사성 액정(LCD)은 낮은 밝기를 겪고, 금속성 회색 같은 외형을 나타낸다. 종래 방출성 LCD는 높은 밝기 조건에서 시청하기 어렵고, 백라이트로 인해 상당한 양의 전력을 사용한다. 개시된 실시 양태는 새로운 반사-방출성 하이브리드 디스플레이에 관한 것으로, 하이게인 리플렉터에 기반한 전반사부(TIR)와 조합된 액정층을 포함

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2a



한다. 하이게인 리플렉터는 입사광의 편광을 실질적으로 유지하는 광을 반사하는 불록한 돌출부로 구성되는 반-역반사 시트를 포함할 수 있다. 상기 디스플레이는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 및 협대역 광 방출원을 더 포함한다. 특정한 실시 양태에서, 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터는 협대역 광 방출원에 매칭될 수 있다. 본 명세서에서 서술된 디스플레이 실시 양태는 하이브리드 디스플레이를 도시하고, 전방 광 또는 백라이트 시스템을 사용하여 낮은 조명과 높은 밝기 상태에서 효과적으로 작동할 수 있다. 본 발명에 서술된 디스플레이 실시 양태는 또한 마이크로 캡슐화 전기영동 디스플레이 및 전기 습윤 디스플레이와 같은 다른 반사성 디스플레이 기술을 사용할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G02F 1/136 (2013.01)

G02F 1/167 (2019.01)

명세서

청구범위

청구항 1

액정 디스플레이 픽셀에 있어서,

제1 편광 상태와 제2 편광 상태를 갖는 제1 광선을 수신하는 제1 편광자(polarizer)로서, 제1 파장의 편광된 광선을 형성하기 위해 상기 제1 편광자는 상기 제1 광선으로부터 상기 제1 편광 상태를 실질적으로 제거하도록 구성되는, 상기 제1 편광자;

광학 컬러 필터로서, 제1 편광된 광선을 수신하고 상기 컬러 필터를 통해 상기 제1 편광된 광선의 제1 광학 주파수 대역의 실질적인 투과를 허용하여, 제1 필터링된 광선을 형성하도록 구성된, 상기 광학 컬러 필터;

액정층;

그 사이에 인터페이스를 형성하도록 배열된 제1 및 제2 매체를 구비한 하이게인 리플렉터(high gain reflector)로서, 상기 인터페이스는 상기 제1 필터링된 광선이 임계각(θ_c)보다 큰 각도로 상기 인터페이스에 입사될 때 상기 제1 필터링된 광선을 전반사하도록 구성되는, 상기 하이게인 리플렉터; 및

상기 하이게인 리플렉터에 제2 광선을 방출하는 광원;을 포함하는,

액정 디스플레이 픽셀.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광원 및 상기 광학 컬러 필터가 스펙트럼적으로 매칭되는,

액정 디스플레이 픽셀.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광원이 제2 대역폭을 갖는 제2 광선을 제공하고, 상기 광학 컬러 필터는, 상기 제2 대역폭 밖의 광은 실질적으로 필터링하는 반면에 상기 제2 대역폭의 광은 실질적으로 통과시키도록 구성되는,

액정 디스플레이 픽셀.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 광학 컬러 필터가 노치 필터를 포함하고, 상기 노치 필터는 적색, 녹색 또는 청색 파장 중 하나에 매칭되는 하나 이상의 주파수 대역의 실질적인 투과를 허용하도록 구성되는,

액정 디스플레이 픽셀.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 광선의 제2 편광 상태를 실질적으로 제거하도록 구성되는 제2 편광자를 더 포함하는,

액정 디스플레이 픽셀.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 필터링된 광선이 임계각(θ_c)보다 작은 각도에서 상기 인터페이스에 입사될 때, 상기 하이게인 리플렉터가 이를 통해 상기 제1 필터링된 광선이 통과하는 것을 허용하도록 구성되는, 액정 디스플레이 픽셀.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제2 광선을 상기 광원으로부터 수신하고 상기 수신된 제2 광선을 상기 하이게인 리플렉터로 전송하는 광 가이드층을 더 포함하는, 액정 디스플레이 픽셀.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 광 가이드층을 그 사이에 두도록 위치된 후방 광 편광층 및 후방 리플렉터 층을 더 포함하는, 액정 디스플레이 픽셀.

청구항 9

제8항에 있어서, 적어도 하나의 전방 또는 후방 리플렉터는 스펙트럼 노치 리플렉터를 포함하는, 액정 디스플레이 픽셀.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제1 광선은 주변광을 포함하고, 제1 대역폭을 갖는, 액정 디스플레이 픽셀.

청구항 11

액정 디스플레이에 있어서, 복수의 주변 광선을 수신하는 제1 편광자로서, 상기 복수의 주변 광선은 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태를 갖고, 상기 제1 편광자는 복수의 편광된 주변 광선을 형성하기 위해 상기 복수의 주변 광선으로부터 상기 제1 편광 상태를 실질적으로 제거하도록 구성되는, 상기 제1 편광자;

제1 광학 통과 대역을 갖는 제1 광학 필터로서, 상기 제1 광학 필터는 제1 필터링된 광선을 제공하기 위해 복수의 편광된 주변 광선의 제1 부분을 수신하고 스펙트럼적으로 필터링하도록 구성되는, 상기 제1 광학 필터;

제2 광학 통과 대역을 갖는 제2 광학 필터로서, 상기 제2 광학 필터는 제2 필터링된 광선을 제공하기 위해 복수의 편광된 주변 광선의 제2 부분을 수신하고 스펙트럼적으로 필터링하도록 구성되는, 상기 제2 광학 필터;

상기 제1 필터링된 광선 및 상기 제2 필터링된 광선을 수신하는 액정층;

그 사이에 인터페이스를 형성하도록 배치된 제1 및 제2 매체를 구비한 하이게인 리플렉터로서, 상기 인터페이스는 제1 광학 대역의 광선이 임계각(θ_c)보다 큰 각도에서 상기 인터페이스에 입사할 때 상기 제1 필터링된 광선 및 상기 제2 필터링된 광선 중 하나를 전반사하도록 구성되는, 상기 하이게인 리플렉터;

제1 스펙트럼 대역의 광을 방출하는 제1 광원; 및

제2 스펙트럼 대역의 광을 방출하는 제2 광원을 포함하는,

액정 디스플레이.

청구항 12

제11항에 있어서,
 상기 제2 광원 및 상기 제1 광학 컬러 필터가 스펙트럼적으로 매칭되고, 상기 제2 광원 및 제2 광학 필터가 스펙트럼적으로 매칭되는,
 액정 디스플레이.

청구항 13

제11항에 있어서,
 상기 제1 광학 컬러 필터가 스펙트럼 노치 컬러 필터를 포함하고, 상기 스펙트럼 노치 컬러 필터는 적색, 녹색 또는 청색 파장 중 하나에 매칭되는 하나 이상의 주파수 대역의 실질적인 투과를 허용하도록 구성되는,
 액정 디스플레이.

청구항 14

제11항에 있어서,
 상기 복수의 주변 광선의 제2 편광 상태를 실질적 제거하는 제2 편광자를 더 포함하는,
 액정 디스플레이.

청구항 15

제11항에 있어서,
 상기 제1 필터링된 광선이 임계각(θ_c)보다 작은 각도로 상기 인터페이스로 입사될 때, 상기 하이게인 리플렉터가 이를 통해 상기 제2 필터링된 광선과 상기 제2 필터링된 광선이 통과하는 것을 허용하도록 구성되는,
 액정 디스플레이.

청구항 16

제11항에 있어서,
 상기 제1 광원으로부터의 입사 광선을 수신하고 상기 입사 광선을 상기 하이게인 리플렉터로 전송하는 광 가이드층을 더 포함하는,
 액정 디스플레이.

청구항 17

제16항에 있어서,
 상기 광 가이드층을 그 사이에 두도록 위치된 전방 리플렉터 및 후방 리플렉터를 더 포함하는,
 액정 디스플레이.

청구항 18

제17항에 있어서,
 상기 전방 또는 상기 후방 리플렉터의 적어도 하나는 스펙트럼 노치 리플렉터를 포함하는,
 액정 디스플레이.

청구항 19

스펙트럼적으로 매칭된 광선을 디스플레이하는 방법에 있어서,
 편광된 주변 광선을 형성하기 위해 광학 편광자에서 입사한 주변 광선으로부터 제1 편광 상태를 실질적으로 제

거하는 단계;

필터링된 주변 광선을 제공하기 위해 광학 필터에서 상기 편광된 주변 광선을 수신하고 스펙트럼적으로 필터링하는 단계로서, 상기 광학 필터는 스펙트럼 통과 대역을 갖는, 단계;

인터페이스를 갖는 하이게인 리플렉터에서 상기 필터링된 주변 광선을 수신하는 단계;

상기 광선이 임계각(θ_c) 이상의 각도로 상기 인터페이스에 입사할 때 상기 수신된 필터링된 주변 광선을 전반사하는 단계; 및

상기 필터링된 주변 광선이 상기 임계각(θ_c)보다 작은 각도로 상기 인터페이스에 입사할 때 상기 필터링된 주변 광선을 상기 하이게인 리플렉터를 통해 통과시키는 단계;

광원으로부터 방출된 광선을 수신하는 단계;를 포함하는,

방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 방출된 광선은 상기 광학 필터 스펙트럼 대역폭과 실질적으로 유사한 스펙트럼 대역폭을 갖는,

방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 수신된 방출된 광선을 상기 하이게인 리플렉터를 통해 상기 광학 편광자로 지향시키는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 22

제19항에 있어서,

상기 광원 및 상기 광학 컬러 필터는 스펙트럼적으로 매칭되는,

방법.

청구항 23

제19항에 있어서,

상기 편광된 주변 광을 스펙트럼적으로 필터링하는 단계는, 상기 편광된 주변 광을 스펙트럼 노치 컬러 필터를 통해 필터링하고 상기 노치 필터를 통해 적색, 녹색 또는 청색 파장 중 하나에 매칭되는 주파수 대역을 실질적으로 전송하는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 24

제19항에 있어서,

제2 편광된 주변 광선을 형성하기 위해 상기 입사한 주변 광선으로부터 제2 편광 상태를 실질적으로 제거하는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 25

제19항에 있어서,

상기 광원으로부터 방출된 광을 도파관을 통해 시청자(viewer)에게 지향시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 도파관을 통해 상기 방출된 광을 지향시키는 단계는, 도파관층으로부터 방출된 광을 스펙클러(specular) 리플렉터 층을 통해 전송하는 단계를 더 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 2017년 11월 3일자로 출원된 미국 가출원 제62/581,205호에 대한 출원일 우선권을 주장하며, 그 전체가 본 명세서에 통합된다.
- [0002] 개시된 실시 양태는 일반적으로 반사 및 방출성 이미지 디스플레이에 관한 것이다. 일 실시 양태에서, 개시된 것은 전체 내부 반사 기반의 하이게인 리플렉터에 관한 것이다. 다른 실시 양태에서, 개시된 것은 스펙트럼 노치 컬러 필터, 협대역 방출성 LED 및 저조도와 고휘도 조건에서 효과적으로 작동할 수 있는 전체 내부 반사 기반 하이게인 리플렉터를 구비한 하이브리드 디스플레이에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 액정 디스플레이(LCDs)는 시장에서 가장 일반적인 디스플레이 기술 중 하나이다. LCD는 디스플레이의 방출성 또는 반사율을 제어하기 위해 액정 소재의 박막층을 사용한다. 무작위적으로 배향된 입자를 갖는 전형적인 액체와 다르게, 액정의 입자는 어느 정도의 배향 정렬을 나타내기 때문에, 액정(LCs)은 소재의 독특한 양상을 보인다. 물질 자체와 환경 조건에 따라, 액정은 여러 양상 중 하나를 가질 수 있다. 상기 양상은 네마틱(nematic), 키랄 네마틱(chiral nematic)(이러한 상태를 형성하는 물질은 종종 콜레스테롤(cholesteric) 액정이라 부른다) 및 스멕틱(smectic) 액정을 포함한다. 이러한 모든 양상에서, 특히 이러한 물질과 광의 상호 작용의 관점에서, 이방성은 분자의 바람직한 배향에서 비롯된다는 점에 유의해야 한다.
- [0004] 이미지 디스플레이 기기에서, 액정 물질의 박막층은 일반적으로 2개의 유리판 사이의 간극에 들어있다. 전기장이 간극을 가로질러 인가되어, 액정 분자 내의 영구 또는 유도된 쌍극자가 전계에 평행한 쌍극자 축으로 배향되도록 한다.
- [0005] 편광은 파동을 구성하는 전기 및 자기장의 방향을 설명하는 광의 특성이다. 예를 들어, 선형 편광은 전기장이 단일 방향을 가리키는 특별한 경우이다. 배향 정렬에 의한 액정의 이방성은, 특정한 방향에 평행하게 선형적으로 편광된 광이 특정한 방향에 수직이고 선형적으로 편광된 광과 상이한 속도로 전파하도록 한다. 이러한 반응의 관점에서, 광은 이러한 2개의 선형 편광의 조합이라는 것을 고려하는 것이 유용하다.
- [0006] 2개의 편광 성분은 2개의 상이한 속도로 액정 소재의 슬라브(slab)를 통해 이동하여, 소재의 두께에 비례하여 위상차를 갖는 소재에서 나타날 수 있다. 따라서, 액정의 배향 정렬은 입사광의 편광에 주는 변화에 영향을 미치고, 이는 LCs가 이미지 디스플레이에서 그렇게 유용한 이유이다.

발명의 내용

- [0007] 하나의 편광을 거의 완벽하게 흡수하는 반면에 다른 편광은 상당히 효과적으로 통과하도록 허용하는 편광 소재를 통해 편광되지 않는 광을 통과시킴으로써, 선형 편광은 생성될 수 있다. 2개의 그러한 편광 필터가 수직 편광 방향으로 적층되는 경우, 제1 편광자로부터 나온 선형 편광이 제2 편광자에 의해 흡수되기 때문에 매우 적은 광이 통과할 것이다. 상기 2개의 편광자 사이에 등방성 소재의 삽입은 광의 편광이 그러한 소재를 통과할 때 변화하지 않기 때문에 광의 전달에 어떠한 효과도 갖지 않을 것이다. 그러나, 2개의 편광자 필터 사이에 삽입된 액정 소재는 편광 상태를 변화시켜, 일부 광이 스택(stack)을 통해 전달될 것이다. 액정을 가로지르는 전기장의 인가는 이러한 이방성을 변화시키도록 크리스털 구조를 변형할 수 있다. 이러한 방식으로, 스택을 통과하는 광량을 제어할 수 있다.

- [0008] 액정은 이미지 디스플레이의 2개의 주요한 유형, 즉, 투과성과 반사성에 사용될 수 있다. 투과성 디스플레이는, LC 패널을 형성하기 위해 적절한 편광 필터와 액정 소재를 적층하고 액정 패널을 통해 시청자 쪽으로 광을 지향하도록 백라이트를 통합함으로써 구성될 수 있다. 밝은 상태에서, 본자는 광이 패널을 통과하도록 배향된다. 어두운 상태에서, 광은 흡수되고, 상기 영역은 어둡게 보인다. 각각의 이러한 상태를 발생하기 위해, 액정 소재의 이방성이 전자기장의 인가의 의해 변화된다.
- [0009] 반사 구성은 유사하지만, 백라이트 대신 편광-유지 후면 리플렉터를 포함한다. 이 경우에, 밝은 상태는 편광된 입사광이 상기 층을 통해 상당히 효과적으로 통과하도록 다시 허용하고, 여기서 상기 입사광은 후면 리플렉터로부터 반사되어, 상기 패널을 다시 통과하여 시청자에게 돌아간다. 어두운 상태에서는 광이 흡수되고 어두운 모습을 만든다. 이러한 패시브 디스플레이는 디스플레이 상의 이미지를 표시하기 위해 백라이트 보다는 주변 조명 조건에 의존한다.
- [0010] 도 1은 종래의 반사 LC 디스플레이의 일부의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 1의 종래 기술의 반사 디스플레이(100)는 시청자(106)를 향하는 외부면(104)을 갖고 유리 또는 폴리머와 같은 보호용 투명 커버 시트(102)를 포함한다. LC 디스플레이(100)는 전방 편광 필름(108) 및 투명한 전방 전극층(110)을 포함한다. 층(110)은 보편적으로 산화 인듐 주석(ITO)을 포함한다. 종래 기술의 디스플레이(100)는 액정 층(112), 후방 공통 전극층(114), 및 후방 지지 시트(116)를 더 포함한다. 층(112)은 보편적으로 네마틱-유형의 액정으로 채워진다. 전극층(110, 114)은 배터리와 같은 전력원(118)에 의해 연결될 수 있다. 종래 기술의 디스플레이(100)는 전방 편광 필름(108)에 직각으로 배치된 제2 편광 층(120)과 거울과 같은 후방 광 반사 시트(122)를 더 포함한다. 디스플레이(100)는 하나 이상의 주소 지정 가능한 픽셀 또는 세그먼트를 포함할 수 있다.
- [0011] 종래 기술의 디스플레이(100)의 픽셀 또는 세그먼트에 인가된 전압이 없을 때, 광은 디스플레이를 완전하게 통과하고, 후방 반사 층(122)에 의해 반사되어 시청자(106) 쪽으로 돌아간다. 픽셀 또는 세그먼트는 광 또는 밝은 상태로 시청자(106)에 보일 수 있다. 전압이 액정을 정렬하도록 액정 층(112)를 가로질러 전기장을 형성하는 픽셀 또는 세그먼트에 인가될 때, 광은 흡수될 수 있다. 상기 픽셀 또는 세그먼트는 시청자(106)에게 어둡게 보일 수 있다.
- [0012] 풀 컬러 이미지는 또한 칼리 필터 오버레이(color filter overlay)를 사용하여 반사성 및 투과성 디스플레이 구성 모두에서 발생할 수 있다. 투과성 액정 디스플레이는 고밀도 백라이트로 상기 디스플레이를 조명함으로써 밝은, 컬러 이미지를 산출한다. 백라이트 시스템은 발광 다이오드(LEDs)와 같은 광원 및 광 가이드를 포함할 수 있다. 이것은 시각적으로 효과적인 기술이지만, 백라이트의 실질적인 전력 소모 때문에, 저전력, 배터리-기반 기기 응용에는 부적합하다. 반면에, 반사성 디스플레이는 주변광을 반사하기 때문에 반사성 디스플레이가 저전력에서 작동할 수 있지만, 그러한 디스플레이의 최대 반사율은 상당히 제한된다. 주변광의 적어도 절반이 편광자에 의해 흡수되기 때문에, 이론적으로, 단색 LC 디스플레이는 최대 50% 반사성일 수 있다. 실제로, 전형적인 단색 반사성 디스플레이의 최대 반사율은 약 34%이고, 이 값은 풀-컬러 반사성 액정 디스플레이 대해 최대 약 16%로 떨어진다. 때때로 이러한 디스플레이 표면을 조명하기 위해 강력한 전방-광이 사용되지만, 이는 상기 기기를 작동하는데 요구되는 전력을 다시 심하게 증가시킨다. 반사성 LCDs는 또한 일반적으로 디스플레이의 밝기를 극대화하는데 필요한 스펙큘러(specular)-같은 후방 리플렉터로 인해 매력없는 회색 또는 금속-같은 외관을 나타낸다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 본 개시의 이들 및 다른 실시 양태는 아래의 실시 예와 유사한 요소는 유사하게 번호가 매겨진 비-제한적인 도면을 참조하여 논의될 것이다:
 - 도 1은 종래의 반사형 LCD의 일부의 단면을 개략적으로 도시한다;
 - 도 2A는 반사 작동 모드에서 밝은 상태인 하이브리드 반사 방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면을 개략적으로 도시한다;
 - 도 2B는 반사 작동 모드에서 어두운 상태인 하이브리드 반사 방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면을 개략적으로 도시한다;
 - 도 2C는 방출성 작동 모드에서 밝은 상태인 하이브리드 반사 방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면을 개략적으로 도시한다;
 - 도 2D는 방출성 작동 모드에서 어두운 상태인 하이브리드 반사 방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일

실시 양태의 단면을 개략적으로 도시한다;

3A는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이에서 일 실시 양태의 적색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 3B는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이에서 일 실시 양태의 그린 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 3C는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이에서 일 실시 양태의 청색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 4A는 4개의 흡수부를 포함하는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터에서 일 실시 양태의 적색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 4B는 4개의 흡수부를 포함하는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터에서 일 실시 양태의 녹색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 4C는 4개의 흡수부를 포함하는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터에서 일 실시 양태의 청색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 5A는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이에서 일 실시 양태의 적색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과와 도파관으로부터의 적색의 좁은 파장(narrow wavelength) 방출성을 그래픽적으로 도시한다;

도 5B는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이에서 일 실시 양태의 녹색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과와 도파관으로부터의 녹색의 협파장 방출성을 그래픽적으로 도시한다;

도 5C는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이에서 일 실시 양태의 청색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과와 도파관으로부터의 청색의 협파장 방출성을 그래픽적으로 도시한다;

도 6A는 도파관으로부터 4개의 흡수 대역과 2개의 방출성 대역으로 구성되는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 내에서 일 실시 양태의 적색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 6B는 도파관으로부터 4개의 흡수 대역과 2개의 방출성 대역으로 구성되는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 내에서 일 실시 양태의 녹색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 6C는 도파관으로부터 4개의 흡수 대역과 2개의 방출성 대역으로 구성되는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 내에서 일 실시 양태의 청색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다;

도 7A는 반사 모드 작동의 밝은 상태에서 전방 광(front light)을 구비한 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면을 개략적으로 도시한다;

도 7B는 반사 모드 작동의 어두운 상태에서 전방 광을 구비한 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면을 개략적으로 도시한다;

도 7C는 방출성 모드 작동의 밝은 상태에서 전방 광을 구비한 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면을 개략적으로 도시한다;

도 7D는 방출성 모드 작동의 어두운 상태에서 전방 광을 구비한 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면을 개략적으로 도시한다;

도 8은 디스플레이를 구동하는 TFT 어레이의 일 실시 양태를 개략적으로 도시한다;

도 9는 본 발명의 일 실시 양태를 구현하기 위한 예시적인 시스템을 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 다음 서술을 통해, 통상의 기술자에게 보다 완전한 이해를 제공하도록 구체적인 세부사항이 제시된다. 그러나, 본 개시를 불필요하게 불명확하게 하는 것을 피하기 위해 잘 알려진 요소는 도시되지 않거나 상세하게 설명되지 않을 수 있다. 따라서, 설명 및 도면은 제한적이거나 배타적인 의미라기 보다는 예시적인 의미로 간주되어야 한다.

[0015] 본 개시는 일반적으로 반사-방출성 하이브리드 이미지 디스플레이에 관한 것이다.

- [0016] 본 명세서에서 서술된 특정 저전력 반사 디스플레이의 실시 양태는 하이게인 리플렉터 유닛, LCD 층, 스펙트럼 노치 컬러 필터 및 협대역 광 방출성 층을 조합하여, 하이브리드 반사-방출성 디스플레이를 생성한다. 본 명세서에서 서술된 하이브리드 반사-방출성 디스플레이 발명은 저조도 조건에서 고휘도 조건까지 반사 모드, 방출성 모드 또는 하이브리드 반사/방출성 모드에서 작동할 수 있다. 본 명세서에서 서술된 상기 디자인 요소의 조합은 반사 및 방출성 작동 모드 모두에서 향상된 성능을 산출할 수 있다. 서술된 일부 실시 양태에서, 반사 LCDs의 전체 휘도는 향상된다. 부가적으로, 본 명세서에서 서술된 실시 양태는 반사 LCD에 현재 시장에 있는 것보다 흰색의 더 시각적으로 즐거운 종이 같은 외관을 제공할 수 있다.
- [0017] 본 개시의 특정한 실시 양태에 따르면, 하이브리드 반사-방출성 액정 디스플레이는 추가적으로 적어도 하나의 불록한 돌출부를 포함하는 투명한 시트를 포함한다. 특정한 실시 양태에서, 하이브리드 반사-방출성 액정 디스플레이는 추가적으로 적어도 하나의 불록한 돌출부, 스펙트럼 노치 흡수 칼라 필터층 및 스펙트럼 노치 투과 스펙클러 리플렉터를 더 포함하는 투명 시트를 포함한다. 일부 실시 양태에서, 하이브리드 반사-방출성 액정 디스플레이는 적어도 하나의 불록한 돌출부, 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 층 및, 스펙트럼 노치 투과 스펙클러 리플렉터 및 반사성 편광층을 더 포함하는 투명 시트를 포함한다. 일부 실시 양태에서, 하이브리드 반사-방출성 액정 디스플레이는 적어도 하나의 불록한 돌출부, 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터층, 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 필름, 스펙트럼 노치 통과 스펙클러 리플렉터 및 백라이트 시스템을 더 포함하는 투명 시트를 포함한다. 일부 실시 양태에서, 하이브리드 반사-방출성 액정 디스플레이는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터층, 스펙트럼 노치 투과 스펙클러 리플렉터 및 전방 광(front light) 시스템을 더 포함하는 투명 시트를 포함한다. 다른 실시 양태에서, 하이브리드 반사-방출성 마이크로 캡슐화 전기영동(electrophoretic) 디스플레이는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터층과 협대역 LED 광원을 포함한다. 여전히 다른 실시 양태에서, 하이브리드 반사-방출성 전기습윤(electrowetting) 디스플레이는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터층 및 협대역 LED 광원을 포함한다.
- [0018] 도 2A는 어두운 상태의 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 실시 양태의 단면적을 개략적으로 도시한다. 디스플레이(200)는 시청자(206)를 마주보는 외곽 표면(204)을 갖는 외곽 투명 시트(202)를 포함한다. 일부 실시 양태에서, 시트(202)는 가요성 또는 정합성(conformable)일 수 있다(가요성은 또한 부러지지 않고 구부러지는 능력을 갖춘 말수 있거나 구부릴 수 있는 것으로 간주될 수 있다). 시트(202)는 유리를 포함할 수 있다. 일부 실시 양태에서, 시트(202)는 약 20 내지 2000 μm 범위 두께의 유리를 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 시트(202)는 약 20 내지 250 μm 범위 두께의 유리를 포함할 수 있다. 시트(202)는 SCHOTT AF 32[®] eco 또는 D 263[®] T eco 초박막 유리와 같은 가요성 유리를 포함할 수 있다. 시트(202)는 폴리 카보네이트와 같은 투명한 폴리머 또는 폴리(메틸 메타크릴 수지)와 같은 아크릴을 포함할 수 있다.
- [0019] 일부 실시 양태에서, 시트(202)는 또한 투명 배리어층으로서의 역할을 수행할 수 있다. 배리어층은 본 명세서에서 서술된 디스플레이 실시 양태 내의 다양한 위치에 놓일 수 있다. 시트(202)는 유리 배리어 또는 수분 배리어 중 하나 이상의 역할을 할 수 있으며, 가수분해적으로 안정할 수 있다. 시트(202)는 폴리에스테르(polyester), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate) 또는 공중합체(copolymer), 또는 폴리에틸렌(polyethylene) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 시트(202)는 중합체 기판 상에 화학 증기 증착(CVD)되거나 스퍼터링 코팅된 세라믹-계 박막 필름 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 세라믹은 Al₂O₃, SiO₂ 또는 다른 금속 산화물 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 시트(202)는 Vitriflex 배리어 필름, Invista OXYCLEAR[®] 배리어 수지, Toppan GLTM 배리어 필름인, GL-AEC-F, GX-P-F, GL-AR-DF, GL-ARH, GL-RD, Celplast Ceramis[®]의 CPT-036, CPT-001, CPT-022, CPA-001, CPA-002, CPP-004, CPP-005 산화규소(SiO_x) 배리어 필름, Celplast CAMCLEAR[®] 산화 알루미늄(AlO_x) 코팅된 클리어 배리어 필름, Celplast CAMSHIELD[®] T AlO_x-폴리에스테르 필름, Torayfan[®] CBH 또는 Torayfan[®] CBLH 2축-지향(biaxially-oriented) 클리어 배리어 폴리프로필렌 필름을 포함할 수 있다.
- [0020] 도 2A의 디스플레이(200)는 제1 광 편광자 필름(208)을 포함할 수 있다. 편광자 필름(208)은 또한 광학 필터로 지칭될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 필름(208)은 흡수성 편광자이다. 필름(208)은 폴리머를 포함할 수 있다. 필름(208)은 가요성 폴리머를 포함할 수 있다. 필름(208)은 유리를 포함할 수 있다. 필름(208)은 유리 또는 폴리머 상에 미세 슬릿(slit)을 갖는 알루미늄 필름을 포함할 수 있다. 편광자 필름(208)은 수직 또는 평행 편광을 필터링하거나 흡수하고 선형 편광은 통과하도록 허용할 수 있다. 편광자 필름(208)은 도 2A에 도시된 바와 같이 시트(202)의 내부면 상에 위치할 수 있다. 편광자 필름(208)은 또한 시청자(206)를 향하는 시트(202)의 외부면 상에 위치할 수 있다. 필름(208)은 ABB06C, ABB07C, ABB08C, ABG06C, ABG22C, ABG08C, ABR06C, ABR08C, ABR09C와 같은 MOXTEK[™](Orem, UT, USA) ProFlux[®] ABS의 편광자 시리즈, Polaroid[™] (Minnetonka, MN, USA)

편광 필름 또는 Polarium™ (San Jose, CA, USA) 편광 필름 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

- [0021] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 컬러 필터층(210)을 포함할 수 있다. 컬러 필터층(210)은 디스플레이 (200) 내의 임의의 곳에 위치할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(210)은 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터층을 포함할 수 있다. 스펙트럼적으로, 노치 컬러 필터 어레이는 부분적으로 포화(즉, 비-포화) 컬러 필터를 포함한다. 부분적 포화는 파장 함수의 투과에서 협대역의, 딥 노치를 사용하기 때문이다.
- [0022] 본 명세서에서 필터(예를 들어, 광학, 컬러 등)를 일반적인 필터로서 지칭하지만, 광학 필터는 특별한 파장(또는 파장의 그룹)의 통과를 허용하는 반면에 매칭되지 않는 대역폭을 필터링하는 대역통과 필터를 포함한다. 이러한 방식으로, 광원 및 필터는 실질적으로 스펙트럼 매칭될 수 있다.
- [0023] 도 3A는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이 내에서 적색 필터 영역의 일 실시 양태의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. 도 3A에서, λ (파장, nm)의 함수로서 상기 투과에서의 딥 노치는 약 450nm 및 530nm에서 볼 수 있다. 노치 파장 대역은 청색 및 녹색광 영역에서 흡수에 대응한다. 다른 파장을 중심으로 하는 다른 대역이 사용될 수 있기 때문에 이는 실례가 되는 실시 예일 뿐이다.
- [0024] 도 3B는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이 내에서 녹색 필터 영역의 일 실시 양태의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. 도 3B에서, λ (파장, nm)의 함수로서 상기 투과에서의 딥 노치는 약 450nm 및 530nm에서 볼 수 있다. 노치 파장 대역은 청색 및 적색광 영역에서 흡수에 대응한다.
- [0025] 도 3C는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이 내에서 청색 필터 영역의 일 실시 양태의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. 도 3C에서, λ (파장, nm)의 함수로서 상기 투과에서의 딥 노치는 약 530nm 및 610nm에서 볼 수 있다. 노치 파장 대역은 녹색 및 적색광 영역에서 흡수에 대응한다.
- [0026] 도 3A 내지 도 3C내에 그래픽적으로 도시된 바와 같이, 본 명세서에서 서술된 디스플레이 실시 양태에서 사용되는 스펙트럼 노치 필터(교환 가능하고, 스펙트럼 노치 컬러 필터)는 2개의 흡수 대역에 한정되지 않는다. 도 4A는 4개의 흡수를 포함하는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이 내의 적색 필터 영역의 일 실시 양태의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. λ (파장, nm)의 함수로서 상기 투과에서의 딥 노치는 도 4A의 약 430nm, 470nm, 510nm 및 550nm에서 볼 수 있다. 노치 파장 대역은 청색 및 녹색광 영역에서 흡수에 대응한다. 노치 파장 대역의 폭은 동일한 컬러 영역 내에서 변할 수 있거나, 상이한 컬러 영역에서 변할 수 있다.
- [0027] 도 4B는 4개의 흡수로 구성되는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이에서 녹색 필터 영역의 실시 양태의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. λ (파장, nm)의 함수로서 상기 투과에서의 딥 노치는 도 4B의 약 510nm, 550nm, 580nm 및 630nm에서 볼 수 있다. 노치 파장 밴드는 청색 및 적색광 영역에서 흡수에 대응한다.
- [0028] 도 4C는 4개의 흡수로 구성되는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 어레이에서 청색 필터 영역의 실시 양태의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. λ (파장, nm)의 함수로서 상기 투과에서의 딥 노치는 도 4C의 약 430nm, 470nm, 580nm 및 630nm에서 볼 수 있다. 노치 파장 밴드는 녹색 및 적색광 영역에서 흡수에 대응한다.
- [0029] 스펙트럼 노치 흡수 필터 어레이는 반사형 컬러 LCD에서 사용되는 종래의 광-대역 비-포화 필터 어레이와 유사한 결과를 야기한다. 이는 흡수 범위에서 광의 일부만이 흡수되기 때문이다. 종래의 광-대역, 비-포화, 필터 어레이는 넓은 파장 대역에 걸쳐 적당한 흡수를 갖는 것에 비하여, 스펙트럼 노치 흡수 필터에서는 원하는 대역 내의 좁은 영역에서만 높은 흡수를 갖는다.
- [0030] 노치 필터는 하나 이상의 영역내에서 흡수한다. 도 3A 내지 3C는 2개의 좁은 영역에서의 흡수를 도시하는 반면에, 도 4A 내지 도 4C는 4개의 좁은 영역에서 흡수를 도시한다. 일 예로서 적색 필터를 사용하면, 좁은 청색 피크와 좁은 녹색 피크 내의 광은 도 3A에 도시된 바와 같이 거의 완벽하게 흡수되지만, 청색 및 녹색 영역내의 다른 파장에서의 광은 거의 흡수되지 않는다. 상기 결과는 진한 적색보다 연한 또는 파스텔(pastel) 적색일 수 있다. 본 명세서에서 서술된 하이브리드 디스플레이 실시 양태의 반사 작동 모드에서, 노치 컬러 필터 어레이는 표준 흡수 CFA보다 특별히 성능 이점을 갖지 않을 수 있지만, 임의의 성능 단점도 없다. 두가지 유형의 컬러 필터 어레이는 유사한 비-포화 컬러 이미지를 산출할 수 있다. 그러나, 본 명세서의 이하에서 서술되는 바와 같이, 개시된 실시 양태에 따르면, 노치 필터는 백라이트(backlight) 또는 프론트 라이드와 조합될 때 주요한 장점을 갖는다. 특정 실시 양태에서, 백라이트는 노츠 필터에 매칭될 수 있다.
- [0031] 도 2A를 다시 참조하면, 실시 양태(200)는 상부 전극층(212)을 포함한다. 예시적인 실시 양태에서, 층(212)은 실질적으로 투명하다. 예시적인 실시 양태에서, 층(212)은 전형적으로 LCD 내에서 사용되는 능동 매트릭스 박막 필름 트랜지스터 어레이를 포함할 수 있다. 층(212)은 산화인듐주석(ITO), 알루미늄, 구리, 금, Baytron™ 또는

전도성 나노입자, 은 와이어, 금속 나노와이어, 그리핀, 나노튜브, 또는 다른 전도성 탄소 동소체(conductiv carbon allotrope)나 폴리머에 분산된 이러한 소재의 조합물을 포함할 수 있다. 층(212)은 전극의 분할되거나 패턴화된 어레이를 포함할 수 있다. 층(212)은 전극의 직접 구동 또는 수동 매트릭스 어레이를 포함할 수 있다. 전극(212)은 디스플레이 실시 양태(200)를 구동하는데 사용되는 픽셀 어레이로 구성될 수 있다. 일부 실시 양태에서, 층(212)은 공통 전극으로 작용할 수 있다. 전면 전극층(212)은 C3Nano(Hayward, CA, USA)에 의해 제조된 은 나노-와이어를 더 포함하는 투명 전도성 소재를 포함할 수 있다. 전면 전극층(212)은 C3Nano ActiveGrid™ 전도성 잉크를 포함할 수 있다.

[0032] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 액정층(214)을 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(214)은 트위스티드 네마틱 액정(twisted nematic liquid crystals)을 포함한다. 다른 실시 양태에서, 층(214)은 네마틱, 키랄(chiral) 네마틱(이 단계를 형성하는 물질은 종종 콜레스테릭(cholesteric) 액정이라고 불린다) 및 스멕틱(smectic) 액정을 포함할 수 있다. 일부 실시 양태에서, 층(214)의 두께는 약 1 내지 50 μ m의 범위에 있을 수 있다. 다른 실시 양태에서, 층(214)의 두께는 약 5 내지 25 μ m의 범위에 있을 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(214)은 실질적으로 층(214)의 균일한 두께를 유지하기 위해 비드(bead) 또는 섬유를 포함할 수 있다. 다른 실시 양태에서, 층(214)은 실질적으로 균일한 두께를 유지하기 위해 스페이서(spacer)를 포함할 수 있다. 섬유, 비드 및 스페이서는 유리 또는 폴리머로 구성될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(214)은 액정(LCs)의 손실을 막기 위해 또는 수분 또는 가스 유입을 막기 위해 밀봉제(sealant)를 포함할 수 있다. LC 층(214)은 폴리머 벽을 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, LC 층(214) 내의 폴리머 벽은 미국 특허 5,668,651(Sharp Kabushiki Kaisha, Osaka, Japan) 및 PCT 출원 WO 2016/206771 A1, WO 2016/206772 A1 및 WO 2016/206774 A1(Merck Patent GmbH, Darmstadt, Germany)에 서술된 프로세스 및 방법에 의해 형성될 수 있다. 일 실시 양태에서, LC 층(214)은 디스플레이(200) 내에서 하나 이상의 픽셀 또는 서브-픽셀에 의해 스패ن(span)되고 공유될 수 있다. 이는 복수의 픽셀이 동일한 LC를 사용할 수 있다는 것이다. 이러한 실시 양태는 여러 픽셀이 동일한 LC를 동시에 사용하는 것으로 LC 제어를 간단하게 만든다. 대안적인 실시 양태에서, 디스플레이(200)는 각각의 픽셀(또는 서브-픽셀)이 전용 LC를 사용하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 회로 복잡도는 증가하는 반면에, 각각의 픽셀의 보다 정확한 제어가 구현될 수 있다.

[0033] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 또한 후면 전극층(216)을 포함한다. 후면 전극층(216)은 전면 전극층(212)으로부터 액정층(214)의 반대쪽 면에 있을 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(216)은 실질적으로 투명할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(216)은 전형적으로 LCD 내에서 사용되는 능동 매트릭스 박막 필름 트랜지스터 어레이를 포함할 수 있다. 층(216)은 산화 인듐 주석(ITO), 알루미늄, 구리, 금, Baytron™ 또는 전도성 나노입자, 은 와이어, 금속 나노와이어, 그리핀, 나노튜브, 또는 다른 전도성 탄소 동소체나 폴리머에 분산된 이러한 소재의 조합물을 포함할 수 있다. 층(216)은 전극의 분할되거나 패턴화된 어레이를 포함할 수 있다. 층(216)은 전극의 직접 구동 또는 수동 매트릭스 어레이를 포함할 수 있다. 전극(216)은 디스플레이 실시 양태(200)를 구동하는데 사용되는 픽셀 어레이로 구성될 수 있다. 일부 실시 양태에서, 층(216)은 공통 전극으로 작용할 수 있다. 전면 전극층(216)은 C3Nano(Hayward, CA, USA)에 의해 제조된 은 나노-와이어를 더 포함하는 투명 전도성 소재를 포함할 수 있다. 전면 전극층(214)은 C3Nano ActiveGrid™ 전도성 잉크를 포함할 수 있다. 층(212, 216)은 층(214)에 전압 바이어스를 인가하여 액정의 배향을 변경할 수 있도록 하는데 사용될 수 있다.

[0034] 도 2A 내의 디스플레이 실시 양태(200)는 제2 광 편광자 필름(218)을 포함할 수 있다. 편광자 필름(218)은 또한 광학 필터로 간주될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 필름(218)은 흡수성 편광자이다. 필름(218)은 폴리머를 포함할 수 있다. 필름(218)은 가요성 폴리머를 포함할 수 있다. 필름(218)은 유리를 포함할 수 있다. 필름(218)은 유리 또는 폴리머 상에 미세 슬리트를 갖는 알루미늄 필름을 포함할 수 있다. 편광자 필름(218)은 수직 또는 평행 편광을 필터링하거나 흡수할 수 있다. 필름(218)은 ABB06C, ABB07C, ABB08C, ABG06C, ABG22C, ABG08C, ABR06C, ABR08C, ABR09C와 같은 MOXTEK™(Orem, UT, USA) ProFlux® ABS의 편광자 시리즈, Polaroid™(Minnetonka, MN, USA) 편광 필름 또는 Polarium™(San Jose, CA, USA) 편광 필름 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 필름(218)의 편광 방향은 제1 편광 필름(208)의 편광 방향에 실질적으로 90° 또는 직각으로 배치된다. 다른 실시 양태에서, 필름(218)의 편광 방향은 필름(208)의 편광 방향에 대해 약 0° 내지 90° 범위의 임의의 각도에서 배치될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 필름(208, 218)은 실질적으로 동일한 소재로 구성될 수 있다.

[0035] 특정 실시 양태에서, 개시된 실시 양태는 LCD 층을 구비한 하이게인 리플렉터 유닛과 결합하여 반사성 LCD의 전체 밝기를 증가시킨다. 하이게인 리플렉터 유닛은 편광 리텐션(retention), 반-역반사(semi-retro-reflective) 층을 포함할 수 있다. 하이게인 리플렉터 유닛은 탈-편광(de-polarizing), 반-역반사 층을 포함할 수 있다. 더

붙어, 본 명세서에서 서술된 실시 양태는 반사성 LC 디스플레이를 현재 시판되는 것보다 더 밝은 풀-컬러(full-color) 반사성 LCD를 위한 컬러 필터 층의 부가에 보다 적합하게 만들 수 있다. 부가적으로, 본 명세서에서 서술된 실시 양태는 반사성 LCD에 종래 디스플레이 보다 흰색의 더 눈에 띄는 종이 같은 외관을 제공할 수 있다. 도 2A의 예시적인 실시 양태에서, 하이게인 리플렉터는 제2 투명 시트(220), 볼록한 돌기(222), 간격(232) 및 이하에서 추가로 서술되는 저굴절률 매체(234) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0036] 제2 투명 시트(220)는 디스플레이(200)에 지지를 제공하기 위해 편광자 시트(218)의 뒤에 위치될 수 있다. 일부 실시 양태에서, 시트(220)는 가요성 또는 정합성(conformable)일 수 있다. 시트(220)는 유리를 포함할 수 있다. 일부 실시 양태에서, 시트(220)는 약 20 내지 2000 μm 범위 두께의 유리를 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 시트(220)는 약 20 내지 250 μm 범위 두께의 유리를 포함할 수 있다. 시트(220)는 SCHOTT AF 32[®] eco 또는 D 263[®] T eco 초박막 유리와 같은 가요성 유리를 포함할 수 있다. 시트(220)는 폴리 카보네이트와 같은 투명한 폴리머 또는 폴리(메틸 메타크릴 수지)와 같은 아크릴을 포함할 수 있다.

[0037] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 적어도 하나의 볼록한 돌출부(222)의 내부 어레이를 포함할 수 있다. 일부 실시 양태에서, 시트(220)와 돌출부(222)는 동일한 소재의 연속적인(즉, 통합된) 시트일 수 있다. 다른 실시 양태에서, 시트(220)와 돌출부(222)는 분리된 층이고 상이한 소재로 구성될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 시트(220)와 돌출부(222)는 상이한 굴절률을 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 돌출부(222)는 가요성 폴리머를 포함할 수 있다.

[0038] 일 실시 양태에서, 돌출부(222)는 고굴절률 폴리머를 포함할 수 있다. 돌출부(222)의 굴절률은 약 1.5보다 클 수 있다. 일부 실시 양태에서, 볼록한 돌출부(222)는 반구 형상일 수 있다. 돌출부(222)는 임의의 형상 또는 크기 또는 형상 및 크기의 합성일 수 있다. 돌출부(222)는 연장된 반구 또는 6각 형상 또는 이들의 조합일 수 있다. 다른 실시 양태에서, 볼록한 돌출부는 시트(220)에 내장된 마이크로 비드일 수 있다. 돌출부(222)는 약 1.5 또는 더 높은 굴절률을 가질 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 돌출부(222)는 약 1.5 내지 1.9의 굴절률을 가질 수 있다. 돌출부는 적어도 약 0.5 미크론의 직경을 가질 수 있다. 돌출부(222)는 적어도 약 2 미크론의 직경을 가질 수 있다. 일부 실시 양태에서, 상기 돌출부는 약 0.5 내지 5000 미크론 범위의 직경을 가질 수 있다. 다른 실시 양태에서, 돌출부(222)는 약 0.5 내지 500 미크론 범위의 직경을 가질 수 있다. 여전히 다른 실시 양태에서, 돌출부(222)는 약 0.5 내지 100 미크론 범위의 직경을 가질 수 있다. 돌출부는 적어도 약 0.5 미크론의 높이를 가질 수 있다. 일부 실시 양태에서, 상기 돌출부는 약 0.5 내지 5000 미크론 범위의 높이를 가질 수 있다. 다른 실시 양태에서, 돌출부(222)는 약 0.5 내지 500 미크론 범위의 높이를 가질 수 있다. 여전히 다른 실시 양태에서, 돌출부(222)는 약 0.5 내지 100 미크론 범위의 높이를 가질 수 있다. 특정한 실시 양태에서, 돌출부(222)는 약 1.5 내지 2.2 범위의 굴절률을 갖는 소재를 포함할 수 있다. 특정한 다른 실시 양태에서, 고굴절률 돌출부는 약 1.6 내지 약 1.9의 굴절률을 갖는 소재일 수 있다. 돌출부(222)는 실질적으로 강성의, 고굴절률 소재로 구성될 수 있다. 사용될 수 있는 고굴절률 폴리머는 금속 산화물과 같은 고굴절률 첨가제를 더 포함할 수 있다. 금속 산화물은 SiO₂, ZrO₂, ZnO₂, ZnO 또는 TiO₂ 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 돌출부(222)의 굴절률은 약 1.5보다 클 수 있다.

[0039] 일부 실시 양태에서, 볼록한 돌출부(222)는 도 2A에 도시된 바와 같이 반구 형상일 수 있다. 일부 실시 양태에서, 돌출부는 베이스(base)에 면형성(faceted)되고, 상부에서 매끄러운 반구형 또는 원형으로 모핑(morph)될 수 있다. 다른 실시 양태에서, 돌출부(222)는 하나의 평면에서 반구형 또는 원형이고, 다른 평면에서 연장될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 볼록한 돌출부(222)는 마이크로-복제에 의해 제조될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 시트(220)는 가요성, 신축성, 또는 내 충격성 소재이고, 돌출부(222)는 강성, 고굴절률 소재일 수 있다.

[0040] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 도파관(waveguide)(224)을 포함할 수 있다. 도파관은 또한 광가이드(light guide)로 간주될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 도파관(224)은 실질적으로 균일한 백색 광을 방출한다. 상기 광은 하나의 광원(226)을 구비한 예지 조명 도파관(224)에 의해 발생될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 광원(226)은 하나 이상의 LED일 수 있다. 다른 실시 양태에서, LED는 특정한 컬러의 광을 발생하도록 구성된 협대역 LED일 수 있다. LED는 협대역 적색, 녹색 및 청색(RGB) LED를 포함할 수 있다. 도파관(224)로부터 방출된 광은 컬러 필터층(210)의 각각의 컬러 영역을 통해 실질적으로 투과될 수 있다.

[0041] 일 실시 양태에서, 광원(226)은 상기 디스플레이에서 사용되는 하나 이상의 광학 필터에 실질적으로 스펙트럼적으로 매칭되는 특정한 파장(또는 파장들)의 광을 제공할 수 있다. 예를 들어, 광(226)이 적색 LED 광을 제공하도록 구성되는 경우, 하나 이상의 광학 필터는 실질적으로 적색 파장(들)에 대응하는 광의 통과를 허용하도록

선택될 수 있다.

- [0042] 도 5A는 노치 컬러 필터 어레이 내의 적색 필터 영역의 실시 양태의 스펙트럼 투과와 도파관으로부터의 적색 협대역 방출성을 그래픽적으로 도시한다. 이러한 실시 양태에서, 광은 약 450 및 530nm를 중심으로 하는 흡수 노치의 층(210) 내의 적색 컬러 필터에 의해 흡수되지만, 약 610nm를 중심으로 하는 도파관(224)으로부터의 LED 광의 대역에서 투과된다.
- [0043] 도 5B는 스펙트럼적으로 노치 흡수 컬러 필터 어레이 내의 녹색 필터 영역의 실시 양태의 스펙트럼 투과와 도파관으로부터의 녹색 협대역 방출성을 그래픽적으로 도시한다. 이러한 실시 양태에서, 광은 약 450 및 610nm를 중심으로 하는 흡수 노치의 층(210) 내의 녹색 컬러 필터에 의해 흡수되지만, 약 530nm를 중심으로 하는 도파관(224)으로부터의 LED 광의 대역에서 투과된다.
- [0044] 도 5C는 스펙트럼적으로 노치 흡수 컬러 필터 어레이 내의 청색 필터 영역의 실시 양태의 스펙트럼 투과와 도파관으로부터의 청색 협대역 방출성을 그래픽적으로 도시한다. 이러한 실시 양태에서, 광은 약 530 및 610nm를 중심으로 하는 흡수 노치의 층(210) 내의 청색 컬러 필터에 의해 흡수되지만, 약 450nm를 중심으로 하는 도파관(224)으로부터의 LED 광의 대역에서 투과된다.
- [0045] 도 6A는 도파관으로부터 4개의 흡수 대역과 2개의 방출성 대역으로 구성되는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 내에서 일 실시 양태의 적색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. 이러한 실시 양태에서, 광은 약 430, 470, 510 및 550nm를 중심으로 하는 흡수 노치의 층(210) 내의 적색 컬러 필터에 의해 흡수되지만, 약 590 및 630nm를 중심으로 하는 도파관(224)으로부터의 LED 광의 대역에서 투과된다.
- [0046] 도 6B는 도파관으로부터 4개의 흡수 대역과 2개의 방출성 대역으로 구성되는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 내에서 일 실시 양태의 녹색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. 이러한 실시 양태에서, 광은 약 430, 470, 590 및 630nm를 중심으로 하는 흡수 노치의 층(210) 내의 녹색 컬러 필터에 의해 흡수되지만, 약 510 및 550nm를 중심으로 하는 도파관(224)으로부터의 LED 광의 대역에서 투과된다.
- [0047] 도 6C는 도파관으로부터 4개의 흡수 대역과 2개의 방출성 대역으로 구성되는 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터 내에서 일 실시 양태의 청색 필터 영역에서의 스펙트럼 투과를 그래픽적으로 도시한다. 이러한 실시 양태에서, 광은 약 510, 550, 590 및 630nm를 중심으로 하는 흡수 노치의 층(210) 내의 청색 컬러 필터에 의해 흡수되지만, 약 430 및 470nm를 중심으로 하는 도파관(224)으로부터의 LED 광의 대역에서 투과된다.
- [0048] 도 3A 내지 도 3C, 도 4A 내지 도 4C, 도 5A 내지 도 5C 및 도 6A 내지 도 6C에 그래픽적으로 도시된 바와 같이, 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터를 사용하는 개념은 디스플레이가 반사 모드에서 사용될 때 파스텔로 나타난다. 개시된 원리에 따라 딥 노치 흡수 대역-기반 컬러 필터를 사용할 때, 투과된 광선은 종래의 반사형 LCD에서 사용되는 종래의 광대역 컬러 필터와 밝기 및 채도에서 유사하게 나타나야만 한다. 종래의 광대역 컬러 필터에서 흡수된 광의 전체 양은 딥 노치 흡수 컬러 필터와 거의 동일하다. 종래의 광대역 흡수 대신에 노치 흡수 대역을 사용하는 것은 더 많은 광의 통과를 허용하여 결과적으로 밝아지지만, 낮은 채도의 디스플레이를 제공한다.
- [0049] 대조적으로, 필터가 협대역 파장의 LED에 의해 도시되고 방출성 모드에서 디스플레이가 그래픽적으로 도 5A 내지 도 5C 및 도 6A 내지 도 6C에서 도시될 때, 상기 필터는 훨씬 더 포화될 수 있다. 이는 개선된 컬러 색역(gamut)을 산출한다. 조명 레벨, 이미지 내용, 및 전력 제약에 따라, 반사 모드와 조명 모드의 다양한 혼합이 사용될 수 있다. 디스플레이가 보통의 광대역 광으로 조명될 때, 노치 사이의 흡수가 없기 때문에, 상기 필터는 실질적으로 파스텔로 나타날 수 있다. 흡수 노치의 폭은 컬러 포화도를 결정할 수 있다. 넓은 노치는 포화도를 증가시키지만, 전체 반사율은 낮을 수 있다. 이는 미국 텔레비전 시스템 위원회(National Television System Committee)(NTSC)의 약 9%의 색역과 약 37%의 필터 조도 손실을 달성할 수 있고, 이는 반사 밝기에 필요한 것이다. 디스플레이가 RGB LED로 조명될 때, 필터가 상당히 포화된 것으로 보일 수 있다. 이는 조명 모드를 위해 허용 가능한 약 57%의 필터 손실과 함께 NTSC의 약 50%의 색역을 달성하고, 이는 많은 사람들이 원하는 것이다.
- [0050] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 제3 광 편광 필름(228)을 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 필름(228)은 반사성 편광 필름이다. 필름(228)은 수직 또는 평행 편광을 통과시키는 반면에, 비-투과 편광을 반사/재순환 시킨다. 필름(228)은 폴리머 또는 유리 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 필름(228)은 가요성 또는 정합성일 수 있다. 필름(228)은 필름(208, 218)에 대해 약 0 내지 90°의 범위에서 배치될 수 있다. 필름(228)은 3M™(Maplewood, MN, USA) DBEF, 3M™ BEFRP, 3M™ BEF, 3M™ APF, Vikuiti™ DRPF, DuPont Teijin™ (Chester, VA, USA) ST504, ST506, ST510, STCH 11, STCH12, TCH 11, TCH 12, MELINEX® STCH22UV, STCH24UV, TCH22UV,

TCH24UV, 3T Frontiers 모델 3105, 3205, 3205-H12, 3205-AL, 3205-N, 3205-Y 또는 3205-M 반사성 편광 필름 중 하나 이상으로 구성될 수 있다.

[0051] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 투과 스펙트럼 리플렉터 층(230)을 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(230)은 스펙트럼적으로 노치 투과 스펙큘러 리플렉터일 수 있다. 층(230)은 RGB 노치 투과 리플렉터일 수 있다. 노치 투과 스펙큘러 리플렉터 층(230)은 대부분의 광 파장에 매우 스펙큘러적으로 반사적이지만, 도파관(224)에서 사용되는 적색, 녹색 및 청색 LED에 대응하는 협 파장 대역에 매우 투과적일 수 있다. 층(230)은 그 표면 상의 모든 점에서 실질적으로 동일한 광학 특성을 갖는 균일한 필름일 수 있다. 층(230)은 다층 필름 기술로부터 형성될 수 있다. 층(230)은 선택된 좁은 파장을 제외하고 모든 가시 파장은 효과적으로 반사하고 선택된 좁은 파장 대역은 효과적을 상기 층을 투과하는 방식으로 적층된 많은 서브-대역 두께의 광 투과층으로부터 형성될 수 있다. 반사성 편광층(228)을 투과한 도파관(224)로부터 방출된 RGB 광(즉, 원하는 편광을 갖는 RGB 광)은 RGB 노치 투과 스펙큘러 반사층(230)을 효과적으로 투과하고 시청자(206) 쪽으로 디스플레이 스택의 상부로부터 방출될 수 있다.

[0052] 층(230) 및 불록한 돌출부(222)는 간격 또는 공동(232)을 형성할 수 있다. 간격(232)은 공동(232) 내에 저굴절률 매체(234)를 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 매체(234)는 공기를 포함할 수 있다. 매체(234)는 Ar, N₂, CO₂와 같은 가스 일 수 있다. 매체(234)는 액체일 수 있다. 매체(234)는 불활성의, 저굴절률 유동 매체일 수 있다. 매체(234)는 탄화수소일 수 있다. 다른 실시 양태에서, 매체(234)의 굴절률은 약 1 내지 1.5일 수 있다. 여전히 다른 실시 양태에서, 매체(234)의 굴절률은 약 1.1 내지 1.4일 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 매체(234)는 불소화(fluorinated) 탄화수소일 수 있다. 또 다른 예시적인 실시 양태에서, 매체(234)는 과불소화(perfluorinated) 탄화수소일 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 매체(234)는 불록한 돌출부(222)의 굴절률보다 낮은 굴절률을 가진다. 다른 실시 양태에서, 매체(234)는 탄화수소 및 불소화 탄화수소일 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 매체(234)는 Fluorinert™, Novec™ 7000, Novec™ 7100, Novec™ 7300, Novec™ 7500, Novec™ 7700, Novec™ 8200, Teflon™ AF, CYTOPT™ 또는 Fluoropel™ 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 여전히 다른 실시 양태에서, 매체(234)는 광학 투명 접착제(optically clear adhesive)(OCA)를 포함할 수 있다. 어두운 동공 영역을 투과하는 광이 들어온 방향으로 주로 돌아가도록, 간격(232) 거리는 돌출부의 렌즈 초점 특성에 대한 초점 거리일 수 있다. 이는 반-역반사 이득을 추가로 향상시킬 수 있다.

[0053] 디스플레이 실시 양태(200)는 간격(232) 내에 위치한 측벽(290)을 더 포함할 수 있다. 디스플레이가 구부러지거나 휘 경우, 측벽(290)은 균일한 간격 거리를 유지하는데 도움이 될 수 있다. 측벽(290)은 주기적 배열 또는 무작위 배열로 간격(232) 내에 위치될 수 있다. 측벽(290)은 폴리머, 유리 또는 금속을 포함할 수 있다. 측벽(290)은 가요성일 수 있다. 간격(232)은 또한 비드와 같은 스페이서 유닛(미도시)을 포함할 수 있다. 스페이서 유닛은 폴리머를 포함할 수 있다.

[0054] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 후방 반사기 층(236)을 더 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(236)은 고효과의 확산 리플렉터일 수 있다. 다른 실시 양태에서, 층(236)은 스펙큘러 리플렉터일 수 있다. 층(236)은 알루미늄, 은 또는 금과 같은 금속을 포함할 수 있다. 층(236)은 거울일 수 있다. 층(236)은 금속 박막 층을 구비한 폴리머 필름으로 구성되는 금속화 필름일 수 있다. 층(236)은 물리적 증기 증착 프로세스를 사용하여 증착될 수 있다. 층(236)은 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 또는 나일론 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(236)은 알루미늄화 Mylar™를 포함할 수 있다. 층(236)은 Teflon™을 포함할 수 있다. 층(236)은 효과적인 광 재순환을 위해 시청자(206) 쪽으로 광을 다시 반사시키는데 사용될 수 있다.

[0055] 일부 실시 양태에서, 층(236)은 고효율 확산 광 리플렉터를 포함할 수 있다. 층(236)은 가요성 또는 정합성일 수 있다. 층(236)은 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene, PTFE)와 같은 폴리머를 포함할 수 있다. 층(236)은 Porex Corp. (Fairburn, GA, USA) POREX® PTFE 확산기, Accuratus Corp. (Phillipsburg, NJ, USA) Accuflect® B6, Accuflect® G6, Bright View Technologies (Durham, NC, USA) BrightWhite 98™, BrightWhite 97™ 또는 BrightWhite Metal 확산기를 포함할 수 있다.

[0056] 도 2A의 디스플레이 실시 양태(200)는 후방 지지층(238)을 더 포함할 수 있다. 후방 지지층(238)은 가요성 또는 정합성일 수 있다. 후방 지지층(238)은 금속, 폴리머, 나무 또는 다른 소재 중 하나 이상일 수 있다. 층(238)은 유리, 폴리카보네이트, 폴리메타크릴산메틸(polymethylmethacrylate, PMMA), 폴리우레탄, 아크릴, 폴리염화비닐(polyvinylchloride, PVC), 폴리아미드(polyimide) 또는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 중 하나 이상일 수 있다. 일부 실시 양태에서, 층(238)은 또한 배리어층으로 작용할 수 있다.

[0057] 디스플레이 실시 양태(200)는 전압 바이어스원(240)을 더 포함할 수 있다. 바이어스원(240)은 전방 전극(212)과 후방 전극(216) 사이에 있는 액정층(214)을 가로질러 전기장 또는 전자기장 플럭스(flux)를 생성할 수 있다. 상기 플럭스는 층(214) 내에서 액정의 배향을 변경할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 층(214) 내에 위치한 트위스트 네마틱 액정은 바이어스의 인가에 의해 재배향 될 수 있다. 층(214) 내의 트위스트 네마틱 액정은 인가된 전압 바이어스를 제거하며 원래 상태로 돌아 갈 수 있다.

[0058] 바이어스원(240)은 미리 결정된 방식 및/또는 미리 결정된 기간 동안 인가된 바이어스를 변경하거나 전환하도록 구성된 하나 이상의 프로세서 회로 및 메모리 회로에 결합될 수 있다. 예를 들어, 프로세서 회로는 디스플레이(200) 상에 문자를 디스플레이하도록 인가된 바이어스를 전환할 수 있다.

[0059] 도 2A는 반사 작동 모드에서 밝은 상태인 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면도를 개략적으로 도시한다. 종래의 LCD 디스플레이에 비해 향상된 밝은 상태를 생성하는 2개의 반사 모드가 실시 양태(200)에 도시될 것이다. 이러한 모드는 대표적인 뿐이라는 점에 유의해야 한다. 많은 다른 반사 모드가 가능할 수 있다. 실례가 되는 제1 반사모드에서, 광(242)은 디스플레이 실시 양태(200)로 들어와서 제1 편광층(208)을 투과할 수 있다. 편광층(208)은 입사광의 일부를 흡수한다. 단지 예시적인 목적으로, 편광층(208)은 수직 편광만 흡수하고, 모든 평행 편광은 액정으로 구성된 층(214)에 도달하도록 허용된다고 가정한다. 층(214)은 트위스티드 네마틱 액정을 포함한다고 가정한다. 전력이 전방(210) 및 후방 전극(214)에 인가되지 않는다고 가정할 때, 트위스티드 네마틱 액정은 그 본래의 트위스티드 상태에 있다. 평행 편광이 층(214)에 들어가면, 트위스티드 네마틱 액정은 상기 광과 상호작용하고, 상기 광을 평행에서 수직 편광으로 변환한다. 수직 편광은 편광층(208)에 약 90° 로 놓여 있는 흡수 편광층(218)을 투과하도록 허용된다. 이는, 광이 불룩한 돌출부(222) 어레이를 향해 반사 편광층(218)을 연속적으로 투과하는 것을 허용한다. 일부 광은 광이 일 각도에서 들어올 때 어레이(222)를 직접 투과하도록 허용되어, 고굴절률 층(222)과 저굴절률 매체(234)의 인터페이스에서 전반사(total internal reflection, TIR)되지 않는다. 임계각(θ_c)보다 작은 각도로 상기 인터페이스에 입사하는 광은 인터페이스를 통해 전송될 수 있다. θ_c 보다 큰 각도로 상기 인터페이스에 입사하는 광은 인터페이스에서 TIR될 수 있다. TIR이 발생할 수 있는 넓은 범위의 각도를 제공하기 때문에, 작은 임계각(예를 들어, 약 50° 미만)은 TIR 인터페이스에서 선호될 수 있다. 일부 실시 양태에서, 바람직하게 가능한 작은 굴절률(n_3)을 갖는 매체(234)를 구비하고, 바람직하게 가능한 큰 굴절률(n_1)을 갖는 소재로 구성된 돌출부(222)를 구비하는 것이 바람직할 수 있다. 임계각(θ_c)은 아래의 방정식(1)에 의해 계산된다:

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_3}{n_1} \right) \quad (1)$$

[0060] 도 2A의 실시 예에서, 광은 θ_c 보다 작은 각도의 "어두운 동공" 영역을 투과한다. 광은 이후 노치 투과 스펙클러 반사층(230)에 의해 반사되어 시청자(206) 쪽으로 돌아간다. 수직의 편광은 트위스티드 네마틱 액정을 포함하는 층(214)를 향해 편광자 층(218)을 투과한다. 광은 이후 평행 편광으로 다시 변환되어 시청자(206) 쪽으로 전방 편광층(208)을 다시 투과하여 밝은 상태로 나타날 수 있다. 이는 입사광(242) 및 반사광(244)으로 표시된다. 일부 광은 또한 층(230)을 투과하고 확산 리플렉터 층(236)에 의해 반사될 수 있다. 이러한 광은 층(228)을 투과하는 정확한 편광에 도달할 때까지 빠져나가지 못할 수 있다. 이러한 광은 정확한 편광에 도달할 때까지 재순환될 수 있다.

[0062] 도 2A에 도시된 바와 같이 또 다른 예시적인 반사 모드에서, 대표적인 광(246)은 디스플레이(200) 내의 픽셀 및 제1 편광층(208)으로 들어오고, 여기서 수직 편광은 흡수되고 평행 편광은 상기 디스플레이로 계속 들어갈 수 있다. 상기 평행 편광(246)은 층(214) 내의 네마틱 액정과 상호작용에 의해 수직 편광으로 변환될 수 있다. 상기 수직 편광은 고굴절률 돌출부(222) 어레이와 저굴절률 매체(234) 어레이의 인터페이스를 향해 광 편광층(218)을 투과할 수 있다. 이러한 위치에서, 광(240)은 임계각(θ_c)보다 큰 각도에서 상기 인터페이스에 도착한다. 광(240)은 그 수직 편광을 유지하는 대표적인 광(248)으로서 이후 전반사되어 시청자(206) 쪽으로 돌아갈 수 있다. 수직 편광은 이후 액정층(214) 쪽으로 편광층(218)을 투과할 수 있다. 트위스티드 네마틱 액정을 포함하는 액정층(214)은 광(248)과 상호 작용하고, 광을 평행 편광으로 변환하여, 광이 전방 편광층(208)을 투과한다. 광(248)은 이후 시청자(206) 쪽으로 디스플레이(200)를 빠져나가, 픽셀이 시청자(206)에게 밝게 보인다.

[0063] 도 2A에서 서술된 반사모드에서, 디스플레이 실시 양태(200)는 밝은 주변 조명 조건(화창한 날 야외와 같은)에

서 광을 효과적으로 반사할 수 있다. 노치 컬러 필터 어레이(210)는 불포화 디스플레이를 제공할 수 있지만, 허용 가능한 컬러 품질을 가질 수 있다. 반사성 광에 대해, 컬러 어레이 층(210)을 투과하는 주변광의 파장 대역은 노치 스펙클러 반사층(230)의 스펙클러 반사 특성에 의해 효과적으로 반사될 수 있다. 컬러 포화도는 어떤 LCD 반사성 디스플레이보다 좋을 수 있으며, 확산, 반-역반사 TIR-기반 반사층(222)이 밝고 백색의 종이 같은 외관을 야기할 수 있기 때문에 화질은 크게 향상될 것이다. 백라이트가 꺼져 있기 때문에 이러한 모드에서 전력 소모는 매우 낮다.

[0064] 도 2B는 반사 작동 모드의 어두운 상태에서 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 실시 양태의 단면도를 개략적으로 도시한다. 광(250, 252)은 디스플레이 실시 양태(200)로 들어와서 제1 편광층(208)을 투과한다. 편광층(208)은 입사광의 일부를 흡수한다. 단지 예시적인 목적으로, 편광층(208)은 수직 편광만을 흡수하고, 평행 편광은 액정으로 구성된 층(214)에 도달하도록 허용된다고 가정한다. 층(214)에서 액정은 재배향되어 광이 편광을 변화시키지 않고 층(214)을 투과하도록 허용할 수 있다. 이는 전압원(240)에 의해 전압 바이어스 층(214)에 인가함으로써 수행될 수 있다. 평행 편광(250, 252)은 제1 편광층(208)에 약 90° 각도로 놓인 흡수 편광층(218)에 의해 흡수될 수 있다. 이는 반사모드의 디스플레이(200) 내에서 어두운 상태를 생성한다.

[0065] 여러 레벨의 전압은 변화하는 각도로 액정을 재배향하기 위해 층(214)을 가로질러 인가될 수 있다. 이는 층(218)에 흡수되거나 투과할 수 있는 광의 양을 변화시킨다. 회색 상태는 층(214) 내에서 액정의 부분적인 재배향에 의해 형성될 수 있다. 따라서, 일부 광은 층(218)에 의해 흡수될 수 있는 반면에, 일부 광은 층(222, 230)을 포함하는 고이득 반사 유닛에 의해 반사될 수 있다.

[0066] 도 2C는 방출성 작동 모드의 밝은 상태에서 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 실시 양태의 단면도를 개략적으로 도시한다. 반사모드에서 만족스럽게 작동하도록 충분한 주변광이 존재하지 않을 때, 방출성 작동 모드는 디스플레이 실시 양태(200)에 의해 이용될 수 있다. 몇몇 방출성/반사 모드는 단지 예시로만 도 2C에서 서술된다. 많은 다른 방출성/반사 모드가 가능할 수 있다.

[0067] 제1 모드에서, 도파관(224)은 LED를 구비한 예지 조명에 의해 발생된 광(260)을 방출한다. LED는 본 명세서에서 이전에 서술하고 도 5A 내지 도 5C, 도 6A 내지 도 6C에서 그래픽적으로 도시된 협대역 RGB LED일 수 있다. 이러한 예시적인 제1 모드에서, 광(260)은 반사 편광층(228)을 완벽하게 투과하는 정확한 편광을 갖는다. 이는 이후 후방 편광층(218)을 투과하지만, 일부 광은 평행 또는 편광의 흡수로 인해 손실될 것이다. 이러한 실시 예에서, 수직광은 흡수되고 평행광은 투과된다고 가정될 것이다. 평행광(260)은 이후 LC 층(214)을 투과할 것이고, 여기서 이는 수직광(260)으로 변환되어 시청자(206)를 향해 전방 흡수 편광층(208)을 투과할 수 있다. 상기 디스플레이는 시청자(206)에게 밝고 방출적으로 보인다.

[0068] 예시적인 제2 방출성 모드에서, 광(262)은 도파관(224)에 의해 방출될 수 있다. 광(262)은 반사 편광층(228)을 투과하기에 부정확한 편광을 가질 수 있다. 광(262)은 이후 반사광(264)으로 후방 스펙클러 리플렉터 층(236)을 향해 다시 반사된다. 광(262, 264)이 반사 편광층(228)을 투과할 수 있는 정확한 편광에 도달할 때까지, 광(262, 264)은 재순환될 수 있다. 이는 시청자(206)를 향해 디스플레이 실시 양태(200)를 투과하는 방출된 광(266)으로 표시된다. 광(260)이 빠져나가는 것에 대해 이전에 서술한 바와 같이 광(266)은 디스플레이(200)를 유사하게 투과할 것이다.

[0069] 예시적인 제3 방출성 모드에서, 광(268)은 도파관(224)에 의해 방출될 수 있다. 광(268)의 일부는 층(228)을 투과하기에 정확한 편광을 가지고, 시청자(206)를 향해 광(270)으로써 디스플레이(200)로부터 방출될 수 있다. 정확한 편광을 갖지 않는 광(268)의 또 다른 부분은 광(272)(점선)으로써 층(228)에 의해 반사될 수 있다. 광(272)이 정확한 편광을 성취할 때까지, 광(272)은 후방 스펙클러 리플렉터 층(236)과 층(228) 사이에서 재순환될 것이다. 광(272)이 정확한 편광을 성취할 때, 광(272)은 시청자(206)를 향해 디스플레이(200)로부터 방출될 것이다. 이는 방출된 광(274)(점선)으로 표시된다. 본 명세서에서 서술된 세개의 방출성/반사 모드는 단지 설명 목적을 위한 것임을 다시 말한다. 많은 다른 방출성/반사 모드가 가능할 수 있다. 더불어, 방출성 모드에서 디스플레이(200)는 밝은 컬러 포화될 수 있다. 이는 RGB LED가 컬러 필터 어레이(210) 내의 투과 노치에 매칭되기 때문이다. 이러한 모드에서 전력 소모는 광이 고효율 백라이트 도파관에서 효율적일 수 있기 때문에 종래의 방출성 디스플레이만큼 좋을 수 있다.

[0070] 도 2D는 방출성 작동 모드에서 어두운 상태의 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 실시 양태의 단면도를 개략적으로 도시한다. 광(280, 282)은 도파관(224)로부터 시청자(206)를 향해 방출될 수 있다 (일부 광은 또한 층(236)을 향해 방출될 수 있고, 여기서 이후 시청자(206)를 향해 반사된다). 광(280, 282)이

후방 흡수 편광층(218)으로 들어갈 때, 광의 일부는 흡수된다. 예시적인 목적을 위해, 평행광은 흡수될 수 있고, 수직광은 디스플레이(200)를 추가적으로 투과하도록 허용된다. 수직광이 LC 층(214)으로 들어갈 때, 전원(240)으로부터 전압 바이어스의 인가로 인해 액정이 배향되어, LC층은 수직광을 수평광으로 변환할 수 없다. 결과적으로, 수직광(280, 282)은 후방 편광층(218)에 약 90° 각도로 배치된 전방 편광층(208)에 의해 흡수될 수 있다. 이는 디스플레이(200)로부터 시청자(206)를 향해 빠져나가는 광(280, 282)을 방지한다. 따라서, 디스플레이는 시청자(206)에게 어둡게 보인다. 디스플레이(200) 내에서 밝고 어두운 상태의 변환은 픽셀 단위 기준으로 완료되어 이미지 및 디스플레이 정보를 생성할 수 있다.

[0071] 도 2A 내지 도 2D 내의 디스플레이 실시 양태(200)는 주변광의 가용성에 기초하여 반사 및 방출성 모드의 조합에서 작동될 수 있다. 하이브리드 모드는 전형적으로 조명된 실내 환경이나 흐린 또는 그늘진 실외 환경과 같은 주변 조명 조건에서 작동할 수 있다. 반사광의 경우, 컬러 어레이 층(210)을 투과하는 주변광의 파장 대역은 노치 스펙큘러 리플렉터 층(230)의 스펙큘러 반사 특성에 의해 효과적으로 반사될 수 있다. 노치 스펙큘러 리플렉터 층(230)에 의해 효과적으로 반사되지 않는 광의 파장만이 컬러 필터층(210)에 의해 이미 흡수되어서, 더 이상의 광이 층(230)으로부터 반사시 손실되지 않을 수 있다. 방출된 광과 유사하게, 백라이트 내의 RGB LED는 컬러 어레이 층(210)의 노치 투과 특성과 매칭되도록 선택되어, 방출된 광이 이러한 층을 효과적으로 투과할 수 있다. 결과적인 하이브리드 반사/방출성 이미지는 매우 밝을 수 있고, 넓은 색역에서 포화된 컬러를 가질 수 있다. 컬러 이미지의 포화도 및 색역은 디스플레이 소프트웨어를 통해 제어될 수 있다. 반사 및 방출성 모드의 호환성 및 시너지는 스택 내의 모든 구성 요소를 신중하게 설계한 결과일 수 있다.

[0072] 예시적인 실시 양태에서, 디스플레이(200)는 주변광 센서를 더 포함할 수 있다. 주변광이 미리 결정된 레벨보다 높을 때, 디스플레이(200)는 반사 모드에서 작동될 수 있다. 주변광이 낮고 미리 결정된 레벨보다 미만일 때, 디스플레이(200)는 방출성 모드에서 작동될 수 있다. 주변광이 레벨의 범위에 존재할 때, 디스플레이(200)는 하이브리드 모드에서 작동될 수 있다. 일 실시 양태에서, 주변광 센서는 하이브리드 디스플레이의 주변에 위치된다.

[0073] 도 7A는 반사 작동 모드 내의 밝은 상태에서 전방 광을 구비한 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 일 실시 양태의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 7A의 하이브리드 디스플레이 실시 양태(700)는 도 2A 내지 도 2D에서 도시되고 본 명세서에서 서술된 디스플레이와 유사하지만, 일부 변경된다. 디스플레이(700)는 방향성 전방 광 시스템(702)을 포함할 수 있다. 전방 광 시스템(702)은 도파관(704)과 광원(706)을 포함할 수 있다. 전방 광 시스템(702)은 시청자(710)를 향하는 외부 표면(708)을 포함한다. 예시적인 실시 양태에서, 광원(706)은 협대역 LED를 포함할 수 있다.

[0074] 도 7A의 디스플레이(700)는 또한 배리어 층으로서 작용할 수 있는 선택적 투명 전방 지지 시트(712)를 포함할 수 있다. 디스플레이 실시 양태(700)는 제1 광 판광층(714), 딥 노치 흡수 컬러 필터층(716), 전방 전극층(718), 액정층(720), 후방 전극층(722) 및 층(702)을 가로질러 전극(718, 722) 사이에 바이어를 형성할 수 있는 전압 바이어스원(724)을 더 포함할 수 있다. 디스플레이(700)는 제2 광 편광층(726), 선택적 후방 투명 지지부(728) 및 후방 고반사를 볼록 돌출부 어레이층(730)을 더 포함할 수 있다. 디스플레이 실시 양태(700)는 볼록 돌출부 어레이 층(730)과 간격(734)을 형성하는 후방 지지부(732)를 더 포함할 수 있다. 간격(734)은 공기 또는 액체와 같은 저굴절률 매체(736)를 포함할 수 있다.

[0075] 도 2A 내지 도 2D에서와 같이, 하이게인 리플렉터는 도 7의 디스플레이(700)에 선택적으로 결합될 수 있다. 하이게인 리플렉터는 후방 투명 지지부(728), 고굴절률 돌출부 어레이(730), 간격(734) 및 저굴절률 매체(736) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0076] 디스플레이 실시 양태(700)는 고효율 확산 리플렉터(738) 및 반사성 편광층(740)을 더 포함할 수 있다. 다른 실시 양태에서, 층(738, 740)의 하나 또는 둘다 모두는 스펙큘러 리플렉터 층으로 대체될 수 있다.

[0077] 2개의 반사모드는 도 7A의 실시 양태(700)에서 도시될 것이다. 이러한 모드는 단지 대표적인 것임을 알아야 한다. 많은 다른 반사 모드가 가능할 수 있다.

[0078] 예시적인 제1 반사 모드에서, 광(742)은 디스플레이 실시 양태(700)로 들어와서 제1 편광층(714)을 투과할 수 있다. 편광층(714)은 입사광의 일부를 흡수한다. 단지 예시적인 목적으로, 편광층(714)은 수직 편광만을 흡수하고 모든 평행 편광은 액정으로 구성된 층(720)에 도달하도록 허용된다고 가정한다. 층(720)은 트위스티드 네마틱 액정을 포함하는 것으로 가정한다. 전력이 전방(718) 및 후방 전극(722)에 인가되지 않는다고 가정할 때, 트위스티드 네마틱 액정은 그 본연의 트위스티드 상태에 있다. 평행 편광이 층(720)으로 들어올 때, 트위스티드

네마틱 액정은 상기 광과 상호작용하고, 상기 광을 평행으로부터 수직 편광으로 변환한다. 수직 편광은 약 90° 각도로 편광층(714)에 놓여있는 흡수성 편광층(726)을 투과하도록 허용된다. 이는 광이 불록한 돌출부(730)의 어레이를 향해 편광층(726)을 계속 통과하는 것을 허용한다. 본 발명에서 이전에 설명한 바와 같이 일부 광은 고굴절률 층(730)과 저굴절률 매체(736)의 인터페이스에서 TIR 된다. 전반사된 광(742)은 반사된 광선(744)으로서 시청자(710)를 향해 다시 반사된다.

[0079] 예시적인 제2 모드에서, 대표 광(746)은 디스플레이(700) 및 제1 편광층(714) 내의 픽셀로 들어오고, 제1 편광층에서 수직 편광은 흡수되고 평행 편광은 상기 디스플레이로 계속 들어갈 수 있다. 층(720) 내의 네마틱 액정과 상호작용에 의해 평행 편광(746)은 수직 편광으로 변환될 수 있다. 수직 편광은 고굴절률 돌출부(730)와 저굴절률 매체(736) 어레이의 인터페이스를 향해 광 편광층(726)을 투과할 수 있다. 이러한 위치에서, 광(746)은 임계각(θ_c)보다 작은 각도에서 인터페이스에 도착하고, 이전에 설명한 바와 같이 "어두운 동공" 영역을 투과한다. 광(746)은 이후 대표 광(748)으로서 고효율 확산 리플렉터 층(738)에 의해 시청자(710)를 향해 다시 전반사될 수 있다. 층(738)으로부터 반사된 후 반사광(748)이 적절한 편광을 유지하는 경우, 상기 반사광은 반사성 편광층(740)을 투과하고 시청자(710)를 향해 디스플레이를 다시 빠져나갈 수 있다. 일부 사례에서, 입사광(746)의 편광은 확산 리플렉터 층(738)의 반사 후 변할 수 있다. 이러한 사례에서, 광이 층(740)을 투과할 수 있는 정확한 편광을 가질 때까지, 반사성 편광층(740)은 광을 층(738)을 향해 다시 반사할 수 있다. 따라서, 적합한 편광이 달성되어 상기 광이 디스플레이를 빠져나갈 때까지, 광은 층(738)과 층(740) 사이에 재순환될 수 있다.

[0080] 도 7B는 반사성 작동 모드 내의 어두운 상태에서 전방 광을 갖는 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 실시 양태의 단면적을 개략적으로 도시한다. 광(748, 750)은 디스플레이 실시 양태(700)로 들어와서 제1 편광층(714)을 투과할 수 있다. 편광층(714)은 입사광의 일부를 흡수한다. 단지 예시적인 목적으로, 편광층(714)은 수직 편광만을 흡수하고 모든 평행 편광은 액정으로 구성된 층(720)에 도달하도록 허용된다고 가정한다. 층(720) 내의 액정은 광이 편광을 변경하지 않고 층(720)을 투과하는 것을 허용하도록 재배향될 수 있다. 이는 전압원(724)에 의해 층(720)을 가로질러 전압 바이어스를 인가함으로써 수행될 수 있다. 평행 편광(750, 752)은 제1 편광층(714)에 약 90° 각도에 놓여있는 흡수성 편광층(726)에 의해 흡수될 수 있다. 이는 반사 모드의 디스플레이(700) 내에서 어두운 상태를 생성한다.

[0081] 도 7C는 방출성 작동 모드의 밝은 상태에서 전방 광을 갖는 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 실시 양태의 단면도를 개략적으로 도시한다. 반사 모드에서 만족스럽게 작동하기에 충분한 주변광이 존재하는 않을 때, 방출성 작동 모드는 디스플레이 실시 양태(700)에 의해 이용될 수 있다. 두개의 방출성/반사 모드는 도 7C에 도시된다. 많은 다른 방출성/반사 모드가 가능할 수 있다. 제1 모드에서, 도파관(704)은 LED를 구비한 에지 조명에 의해 발생된 광(754)을 방출할 수 있다. LED는 본 명세서에서 이전에 서술되고 도 5A 내지 도 5C, 도 6A 내지 도 6C에서 그래픽적으로 도시된 협대역 RGB LED일 수 있다. 광(754)은 편광층(714)을 투과할 수 있지만, 일부 광은 평행 또는 편광의 흡수로 인해 손실될 것이다. 이러한 실시 예에서, 수직광은 흡수되고 평행광은 투과가 허용된다고 가정하자. 평행광(754)은 이후 노치 필터 층(716)을 투과할 수 있고, 여기서 불록한 돌출부(730) 층쪽의 후방 흡수 편광층(726)을 투과하기 위해 수직광으로 변환될 수 있다. 광(754)은 이후 고굴절률 층(730)과 저굴절률 매체(736)의 인터페이스에서 전반사될 수 있다. 반사광은 이후 반사광(756)으로서 디스플레이를 빠져나갈 수 있다. 디스플레이는 시청자(710)에게 밝고 방출성으로 보인다.

[0082] 제2 방출성/반사 모드는 도 7C에 광(758)으로 도시된다. 도파관(704)로부터 방출된 광(758)은 본 명세서에서 이전에 서술된 바와 같이 전방 편광층(714), 컬러 필터층(716), LC 층(720) 및 후방 편광층(726)을 투과할 수 있다. 층(730) 내의 어두운 동공을 투과한 광은 이후 고효율 확산 리플렉터(738)에 의해 반사될 수 있다. 광(758)은 정확한 편광을 유지하는 경우, 반사성 편광자(740)를 투과하여 디스플레이를 빠져나갈 수 있다. 일부 사례에서, 편광은 부정확할 수 있고, 층(740)에 의해 층(738) 쪽으로 다시 반사된다. 상기 광이 정확한 편광을 유지할 때까지 상기 광은 재순환 될 수 있다. 정확한 편광이 획득될 때, 상기 광은 반사된 광선(760)으로서 층(740)과 디스플레이의 나머지를 투과할 수 있다. 상기 디스플레이는 시청자(710)에게 밝고 방출성으로 보인다.

[0083] 또 다른 실시 양태에서, 층(738, 740)은 스펙클러에 의해 대체될 수 있다. 스펙클러 리플렉터는 대표적으로 광을 반사하고, 광이 디스플레이로부터 방출되도록 허용하는 편광을 실질적으로 변화시키지 않는다. 스펙클러 리플렉터 층은 도 7A 내지 도 7D에서 층(738, 740)의 위치에서 사용될 수 있다.

[0084] 도 7D는 방출성 작동 모드의 어두운 상태에서 전방 광을 구비한 하이브리드 반사-방출성 LC-하이게인 리플렉터 디스플레이의 실시 양태의 단면도를 개략적으로 도시한다. 광(762, 764)은 도파관(704)에 의해 방출되고, 디스플레이(700)로 들어오며, 제1 편광층(714)을 투과할 수 있다. 편광층(714)은 입사광의 일부를 흡수한다. 단지

예시적인 목적으로, 편광층(714)이 수직 편광만 흡수하고 평행 편광은 투과하여 액정으로 구성된 층(720)에 도달하도록 허용된다고 가정한다. 층(720) 내의 액정은 광이 편광의 변화 없이 층(720)을 투과할 수 있도록 재배향될 수 있다. 이는 전압원(724)에 의해 층(720)을 가로질러 전압 바이어스 인가함으로써 수행될 수 있다. 평행 편광(762, 764)은 제1 편광층(714)에 약 90° 각도로 놓여 있는 후방 흡수 편광층(726)에 의해 흡수될 수 있다. 이는 방출성 모드의 디스플레이(700) 내에서 어두운 상태를 생성한다. 이는 디스플레이 내에서 픽셀 단위로 수행될 수 있다.

[0085] 도 7A 내지 도 7D의 디스플레이 실시 양태(700)는 주변광의 가용성에 기반한 반사 및 방출성 모드의 조합으로 작동될 수 있다. 하이브리드 모드는 조명된 실내 환경이나 흐린 또는 그늘진 실외 환경과 같은 주변 조명 조건에서 작동될 수 있다. 하이브리드 반사/방출성 이미지는 매우 밝고 넓은 색역에서 포화된 컬러를 가질 수 있다. 컬러 이미지의 포화 및 색역은 디스플레이 소프트웨어를 통해 제어될 수 있다. 반사 및 방출 모드의 호환성 및 시너지는 상기 스택 내의 모든 구성 요소의 신중한 설계의 결과일 수 있다.

[0086] 예시적인 실시 양태에서, 디스플레이(700)는 주변광 센서를 더 포함할 수 있다. 주변광이 낮고 미리 결정된 레벨 미만일 때, 디스플레이(700)는 방출성 모드에서 작동할 수 있다. 주변광이 레벨의 범위에 존재할 때, 디스플레이(700)는 하이브리드 모드에서 작동할 수 있다.

[0087] 본 명세서에서 서술된 바와 같이, 협대역 방출성 LED를 구비한 스펙트럼 노치 흡수 컬러 필터를 매칭하는 것은 밝기를 향상하기 위해 다른 반사 디스플레이 기술과 조합될 수 있다. 이러한 기술은 전기 습윤 디스플레이(electrowetting display)(즉, Liquivista B.V., Eindhoven, the Netherlands), 전기유체 디스플레이(electrofluidic display), 마이크로 캡슐화 전기영동 디스플레이(즉, E Ink Holdings, Hsinchu, Taiwan; OED Technologies, Guangzhou, China), 반사성 LCD, 미세전기기계-기반 시스템(MEM) 또는 다른 반사성 디스플레이 시스템과 조합될 수 있다. 이러한 기술은 전방 광 또는 백라이트 시스템으로 사용될 수 있다.

[0088] 도 8은 디스플레이를 구동하는 TFT 어레이의 일 실시 양태를 개략적으로 도시한다. TFT 어레이는 종래의 LCD 디스플레이를 구동하는데 사용되는 어레이와 유사하다. 도 2A 내지 도 2D의 층(214) 내의 액정 배열과 도 7A 내지 도 7D의 층(720) 내의 액정 배열은 도 8의 TFT 어레이 실시 양태(800)에 의해 제어될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, TFT 어레이(800)는 도 2A 내지 도 2D의 상부 전극층(212) 및 도 7A 내지 도 7D의 상부 전극층(718)으로서 사용될 수 있다. 다른 실시 양태에서, TFT 어레이(800)는 도 2A 내지 도 2D의 바닥 전극층(216) 및 도 7A 내지 도 7D의 바닥 전극층(722)으로서 사용될 수 있다. TFT 어레이(800)는 본 명세서에서 서술된 디스플레이 실시 양태를 구동하는 픽셀 어레이(802)를 포함할 수 있다. 단일 픽셀(802)은 도 8에서 점선 박스로 강조된다. 픽셀(802)은 도 8에 도시된 바와 같이 행(804)과 열(806)로 배열될 수 있지만, 다른 배열이 가능할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 각각의 픽셀(802)은 단일 TFT(808)를 포함할 수 있다. 어레이 실시 양태(800)에서, 각각의 TFT(808)는 각 픽셀(802)의 상위 좌측에 위치할 수 있다. 다른 실시 양태에서, TFT(808)는 각 픽셀(802) 내의 다른 위치에 배치될 수 있다. 각 픽셀(802)은 디스플레이의 각각의 픽셀의 주소를 지정하는 전도층(810)을 더 포함할 수 있다. 층(810)은 알루미늄, 구리, 금, Baytron™ 또는 전도성 나노입자, 은 와이어, 금속 나노와이어, 그리핀, 나노튜브, 또는 다른 전도성 탄소 동소체나 폴리머에 분산된 이러한 소재의 조합물을 포함할 수 있다. TFT 어레이 실시 양태(800)는 열(812)과 행(814) 와이어를 더 포함할 수 있다. 열 와이어(812)와 행 와이어(814)는 알루미늄, 구리, 금, 또는 다른 전기 전도성 금속을 포함할 수 있다. 열(812) 및 행(814) 와이어는 ITO를 포함할 수 있다. 열(812) 및 행(814) 와이어는 TFT(808)에 부착될 수 있다. 픽셀(802)은 행 및 열로 주소 지정될 수 있다. TFT(808)는 비결정질(amorphous) 실리콘 또는 다결정질(polycrystalline) 실리콘을 사용하여 형성될 수 있다. TFT(808)를 위한 실리콘 층은 플라즈마-향상 화학 증기 증착(plasma-enhanced chemical vapor deposition)(PECVD)을 사용하여 증착될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 각각의 픽셀은 층(210, 716) 내에서 단일 컬러 필터와 실질적으로 정렬될 수 있다. 열(812) 및 행(814) 와이어는 집적회로에 추가로 연결되어 디스플레이를 구동하는 전자 부품을 구동할 수 있다.

[0089] 임의의 개시된 실시 양태는 확산기 층을 포함할 수 있다. 확산기 층은 들어온 광이나 반사된 광을 부드럽게 하거나 눈부심을 줄이기 위해 사용될 수 있다. 확산기 층은 가요성 폴리머를 포함할 수 있다. 확산기 층은 가요성 폴리머 매트릭스 내의 분쇄(ground) 유리를 포함할 수 있다. 확산기 층은 3M™의 스파클 방지(anti-sparkle) 또는 눈부심 방지(anti-glare) 필름을 포함할 수 있다. 확산기 층은 3M™ GLR320 필름(Maplewood, MN) 또는 AGF6200 필름을 포함할 수 있다. 확산기 층은 본 명세서에서 서술된 디스플레이 실시 양태 내의 하나 이상의 다양한 위치에 위치될 수 있다.

[0090] 임의의 개시된 실시 양태는 적어도 하나의 광학 투명 접착제(OCA) 층을 더 포함할 수 있다. OCA 층은 가요성 또

는 정합성일 수 있다. OCA 층은 디스플레이 층을 함께 접착하고 상기 층들을 광학적으로 결합하는데 사용될 수 있다. 본 명세서에서 서술된 임의의 디스플레이 실시 양태는 3M™의 광학 투명 접착제인 3M™ 8211, 3M™ 8212, 3M™ 8213, 3M™ 8214, 3M™ 8215, 3M™ OCA 8146-X, 3M™ OCA 817X, 3M™ OCA 821X, 3M™ OCA 9483, 3M™ OCA 826XN 또는 3M™ OCA 8148-X, 3M™ CEF05XX, 3M™ CEF06XXN, 3M™ CEF19XX, 3M™ CEF28XX, 3M™ CEF29XX, 3M™ CEF30XX, 3M™ CEF31, 3M™ CEF71XX, Lintec MO-T020RW, Lintec MO-3015UV 시리즈, Lintec MO-T015, Lintec MO-3014UV2+, Lintec MO-3015UV 중 하나 이상으로 추가로 구성되는 광학 투명 접착제 층을 포함할 수 있다.

[0091] 임의의 개시된 실시 양태는 적어도 하나의 선택적 유전층을 더 포함할 수 있다. 하나 이상의 선택적 유전층은 본 명세서에서 기술된 임의의 디스플레이 실시 양태 내의 하나 또는 두개의 층을 보호하기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시 양태에서, 상기 유전층은 상이한 조성물을 포함할 수 있다. 상기 유전층은 실질적으로 균일하고, 연속적이며, 실질적으로 표면 결함이 없을 수 있다.

[0092] 상기 유전층은 두께가 적어도 약 5nm일 이상일 수 있다. 일부 실시 양태에서, 유전층의 두께는 약 5nm 내지 300nm일 수 있다. 다른 실시 양태에서, 유전층의 두께는 약 5nm 내지 200nm일 수 있다. 여전히 다른 실시 양태에서, 유전층의 두께는 약 5nm 내지 100nm일 수 있다. 유전층은 적어도 약 30nm의 두께를 각각 가질 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 두께는 약 30nm 내지 200nm일 수 있다.

[0093] 다른 실시 양태에서, 파릴렌(parylene)은 약 20nm의 두께를 가질 수 있다. 유전층은 적어도 하나의 핀홀을 포함할 수 있다. 상기 유전층은 정각의(conformal) 코팅을 규정할 수 있고, 핀홀이 없거나 최소 핀홀을 가질 수 있다. 유전층은 또한 구조화된 층일 수 있다. 상기 유전층은 또한 수분이나 가스가 유입되는 것을 막는 배리어 층으로서 작용할 수 있다. 유전층은 고 또는 저유전 상수를 가질 수 있다. 상기 유전층은 약 1 내지 15의 범위에서 유전 상수를 가질 수 있다. 유전체 화합물은 유기 또는 무기 유형일 수 있다. 가장 일반적인 무기 유전체 소재는 집적회로에 일반적으로 사용되는 SiO₂이다. 유전층은 SiN일 수 있다. 유전층은 Al₂O₃일 수 있다. 유전층은 세라믹일 수 있다. 유기 유전체 소재는 일반적으로 폴리이미디(polyimide), 플루오로폴리머(fluoropolymers), 폴리노보넨(polynorbornene) 및 극성기(polar group)가 결합된 탄화수소계 폴리머이다. 유전층은 폴리머 또는 폴리머의 조합일 수 있다. 유전층은 폴리머, 금속 산화물 및 세라믹의 조합일 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 유전층은 파릴렌을 포함한다. 다른 실시 양태에서, 유전층은 할로겐화된 파릴렌을 포함할 수 있다. 다른 무기 또는 유기 유전 소재 또는 이들의 조합은 또한 상기 유전층으로 사용될 수 있다. 하나 이상의 유전층은 CVD 또는 스퍼터(sputter) 코팅일 수 있다. 하나 이상의 유전층은 용액 코팅된 폴리머, 증기 증착된 유전체 또는 스퍼터 증착된 유전체일 수 있다.

[0094] 본 명세서에서 서술된 임의의 유전체 실시 양태는 전도성 크로스 오버(cross-over)를 더 포함할 수 있다. 전도성 크로스 오버는 전방 유전층과 TFT와 같은 후방 전극층 상의 트레이스(trace)에 결합될 수 있다. 이는 드라이버 집적회로(IC)가 전방 전극에서 전압을 제거하는 것을 허용할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 전도성 크로스 오버는 가요성 또는 정합성인 전기 전도성 접착제를 포함할 수 있다.

[0095] 볼록한 돌출부를 포함하는 본 명세서에서 서술된 임의의 디스플레이 실시 양태를 휘거나 플렉스(flex)하기 위해, 상기 돌출부는 충분히 멀리 이격되어 상기 돌출부가 이웃한 돌출부를 침범하지 않을 수 있다. 디스플레이에서 요구되는 플렉스의 양이 증가함에 따라, 이웃한 돌출부의 침범을 막기 위해 간격은 증가될 필요가 있을 수 있다. 간격이 작을 수록, 상기 디스플레이가 플렉스 또는 휘는 것을 덜 허용할 수 있다. 일부 실시 양태에서, 돌출부 사이의 간격은 약 0.01 μ m 또는 이 보다 클 수 있다. 다른 실시 양태에서, 돌출부 사이의 간격은 약 0.01 μ m 내지 10 μ m일 수 있다. 여전히 다른 실시 양태에서, 돌출부 사이의 간격은 약 1 μ m 내지 5 μ m일 수 있다. 일부 실시 양태에서, 돌출부의 높이와 이웃한 돌출부의 간격의 비율은 약 100:1에서 약 5:1의 범위에 있다.

[0096] 적어도 하나의 에지 밀봉은 개시된 디스플레이 실시 양태에 사용될 수 있다. 상기 에지 밀봉은 수분 또는 다른 환경 오염 물질이 디스플레이로 유입되는 것을 막을 수 있다. 에지 밀봉은 열적, 화학적, 또는 방사선 경화 소재 또는 이들의 조합일 수 있다. 에지 밀봉은 에폭시, 실리콘, 폴리이소부틸렌(polyisobutylene), 아크릴산염(acrylate) 또는 다른 폴리머계 소재 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 실시 양태에서, 에지 밀봉은 금속화된 포일(foil)을 포함할 수 있다. 일부 실시 양태에서, 에지 밀봉체는 SiO₂ 또는 Al₂O₃와 같은 필터를 포함할 수 있다. 다른 실시 양태에서, 에지 밀봉은 경화 이후 가요성 또는 정합성일 수 있다. 여전히 다른 실시 양태에서, 에지 밀봉은 또한 수분, 산소 및 다른 가스에 배리어로서 작용할 수 있다.

[0097] 적어도 하나의 측벽(또한 교차벽 또는 분할 벽에의 지칭될 수 있다)은 개시된 디스플레이 실시 양태와 함께 사

용될 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 측벽은 디스플레이 실시 양태의 지정된 영역 내에서 실질적으로 균일한 간격 거리를 유지할 수 있다. 측벽은 또한 디스플레이로 수분과 산화 유입을 막는데 도움이 되는 배리어로 작용할 수 있다. 측벽은 액정, 전기 습윤 용액 또는 다른 소재를 포함하는 광 변조층 내에 위치될 수 있다. 측벽은 폴리머, 금속 또는 유리, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 측벽은 임의의 크기 또는 형상일 수 있다. 측벽은 둥근 단면을 가질 수 있다. 측벽 또는 교차벽은 예를 들어, 사각형-형, 삼각형, 5각형 또는 6각형, 또는 이들의 조합한 형상의 벽 또는 격실을 생성하도록 구성될 수 있다. 측벽은 포토리소그래피(photolithography), 엠보싱 또는 몰딩을 포함하는 하나 이상의 종래의 기술에 의해 패터닝된 폴리머 소재 포함할 수 있다. 예시적인 실시 양태에서, 측벽은 가요성 또는 정합성 폴리머로 구성될 수 있다.

[0098] 본 발명을 위한 다양한 제어 메커니즘은 소프트웨어 및/또는 펌웨어로 완전히 또는 부분적으로 수행될 수 있다. 이러한 소프트웨어 및/또는 펌웨어는 비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체에 또는 매체 상에 포함된 명령의 형태를 가질 수 있다. 이러한 명령은 이후 본 명세서에서 서술된 작동의 수행을 가능하게 하는 하나 이상의 프로세서에 의해 판독되고 실행될 수 있다. 상기 명령은 소스 코드, 컴파일된 코드, 인터프리터드 코드, 실행 가능한 코드, 정적 코드, 동적 코드 등과 같지만 이에 국한되지는 않는 임의의 적합한 형태일 수 있다. 그러한 컴퓨터-판독 가능한 매체는 하나 이상의 컴퓨터에 의해 판독 가능한 형태로 정보를 저장하기 위해 읽기 전용 메모리(ROM); 랜덤 액세스 메모리(RAM); 자기 디스크 저장 매체; 광학 저장 매체; 플래시 메모리 등과 같지만 이에 국한되지 않는 임의의 유형의 비-일시적인 매체를 포함할 수 있다.

[0099] 일부 실시 양태에서, 명령을 포함하는 유형의 기계-판독 가능한 비-일시적인 저장 매체는 개시된 디스플레이 실시 양태와 조합하여 사용될 수 있다. 다른 실시 양태에서, 유형의 기계-판독 가능한 비-일시적인 저장 매체는 하나 이상의 프로세서와 조합하여 추가로 사용될 수 있다.

[0100] 도 9는 개시된 일 실시 양태에 따른 디스플레이를 제어하기 위한 예시적인 시스템을 보여준다. 도 9에서, 디스플레이(200, 700)는 프로세서(930) 및 메모리(920)를 구비한 제어기(940)에 의해 제어된다. 다른 제어 메커니즘 및/또는 기구는 개시된 원리를 벗어나지 않고 제어기(940)에 포함될 수 있다. 제어기(940)는 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합을 규정할 수 있다. 예를 들어, 제어기(940)는 명령(예를 들어, 펌웨어)과 함께 프로그램된 프로세서를 규정할 수 있다. 프로세서(930)는 실제 프로세서 또는 가상 프로세서일 수 있다. 유사하게, 메모리(920)는 실제 메모리(즉, 하드웨어) 또는 가상 메모리(즉, 소프트웨어)일 수 있다.

[0101] 메모리(920)는 디스플레이(200, 700)를 구동하기 위해 프로세서(930)에 의해 실행되는 명령을 저장할 수 있다. 상기 명령은 디스플레이(200, 700)를 작동하도록 구성될 수 있다. 일 실시 양태에서, 상기 명령은 전원 공급기(950)를 통해 디스플레이(200, 700)와 연관된 바이어스 전극을 포함할 수 있다. 바이어스될 때, 상기 전극은 복수의 돌출부의 표면에 근접한 영역을 향하거나 멀어지는 전기영동 입자의 이동을 야기하여, 전방 투명 시트의 내부 표면에서 수신된 광을 흡수하거나 반사시킬 수 있다. 전극을 적절히 바이어스함으로써, 액정(예를 들어, 도 2A 내지 도 2D의 액정(214); 도 7A 내지 도 7D의 액정(720))은 트위스티드 네마틱 액정의 배향 또는 재배향과 같이 제어될 수 있다. 입사 광을 흡수하는 것은 어두운 상태 또는 컬러 상태를 생성한다. 전극을 적절히 바이어스함으로써, 유입 광을 반사하거나 흡수하도록 액정(예를 들어, 도 2A 내지 도 2D의 액정(214); 도 7A 내지 도 7D의 액정(720))은 트위스티드 네마틱 액정의 비틀림 또는 비틀지 않음과 같이 제어될 수 있다.

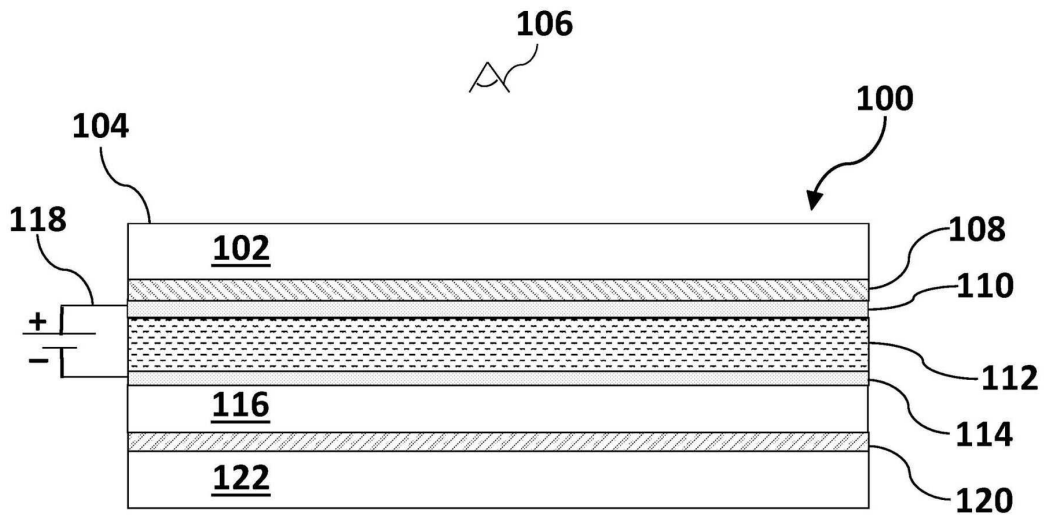
[0102] 본 명세서에서 서술된 예시적인 실시 양태에서, 이들은 사물 인터넷(Internet of Things, IoT) 기구에서 사용될 수 있다. 상기 IoT 기구는 하나 이상의 IoT 허브 또는 클라이언트 기구와 로컬 무선 또는 유선 통신 링크를 형성하기 위해 로컬 무선 또는 유선 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 상기 IoT 기구는 로컬 무선 또는 유선 통신 링크를 사용하는 인터넷을 통해 IoT 서비스와 안전한 통신 채널을 더 포함할 수 있다. 본 명세서에서 서술된 하나 이상의 디스플레이 기구를 포함하는 IoT 기구는 센서를 더 포함할 수 있다. 센서는 온도, 습도, 광, 소리, 움직임, 진동, 근접, 가스 또는 열 센서 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 서술된 하나 이상의 디스플레이 기구를 포함하는 IoT 기구는 냉장고, 냉동고, 텔레비전(TV), 폐쇄 캡션 TV(close captioned TV, CCTV), 스테레오 시스템, 가열, 환기, 공기 조절 시스템(HVAC), 로봇 진공 청소기(robotic vacuum), 공기 정화기, 조명 시스템, 세탁기, 건조기, 오븐, 화재 경보기, 가정 보안 시스템, 수영장 설비, 제습기 또는 식기 세척기와 같은 가전제품과 인터페이스될 수 있다. 본 명세서에서 서술된 하나 이상의 디스플레이를 포함하는 IoT 기구는 심장 모니터링, 당뇨 모니터링, 온도 모니터링, 바이오칩 응답기 또는 만보계와 같은 건강 모니터링 시스템과 인터페이스될 수 있다. 본 명세서에서 서술된 하나 이상의 디스플레이 기구를 포함하는 IoT 기구는 자동차, 오토바이, 자전거, 스쿠터, 마린 비히클, 버스 또는 비행기 내의 운송 모니터링 시스템 등과 인터페이스될 수 있다.

- [0103] 본 명세서에서 서술된 예시적인 디스플레이 실시 양태에서, 이들은 디스플레이를 포함하는 전자책 리더기, 이동 가능한 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 이동 전화기, 스마트 카드, 간판, 시계, 의복, 군용 디스플레이 응용, 자동차 디스플레이, 자동차 번호판, 선반 라벨, 플래시 드라이브(Flash drive), 실외 광고판 또는 실외 간판과 같은 IoT 및 비-IoT 응용에 사용될 수 있지만 이에 국한되지는 않는다. 상기 디스플레이는 배터리, 태양 전지, 풍력, 발전기, 전기 콘센트, AC 전원, DC 전원 또는 다른 수단 중 하나 이상에 의해 전력을 공급받을 수 있다.
- [0104] 아래의 예시적인 실시 양태는 개시된 원리를 추가로 설명하기 위해 제공된다. 이러한 실시 예는 예시적이고 비-제한적이다.
- [0105] 예 1은 액정 디스플레이 픽셀에 대한 것이고: 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태를 갖는 제1 광선을 수신하는 제1 편광자로서, 상기 제1 편광자는 제1 파장의 편광 광선을 형성하기 위해 제1 광선으로부터 제1 편광 상태를 실질적으로 제거하도록 구성되는, 상기 제1 편광자; 제1 필터링된 광선을 형성하기 위해 제1 편광 광선을 수신하고 상기 컬러 필터를 통해 제1 편광 광선의 제1 광학 주파수 대역의 실질적인 투과를 허용하도록 구성된 광학 컬러 필터; 액정층; 그들 사이에 인터페이스를 형성하도록 배열된 제1 및 제2 매체를 갖는 하이게인 리플렉터로서, 상기 인터페이스는 제1 필터링된 광선이 임계각(θ_c)보다 큰 일 각도에서 상기 인터페이스로 입사할 때 제1 필터링된 광선을 전반사하도록 구성되는, 상기 하이게인 리플렉터; 및 하이게인 리플렉터로 제2 광선을 방출하는 광원;을 포함한다.
- [0106] 도 2는 예 1의 디스플레이 픽셀에 관한 것이고, 광원 및 광학 컬러 필터는 스펙트럼적으로 매칭된다.
- [0107] 예 3은 예 1의 디스플레이 픽셀에 관한 것으로, 광원은 제2 대역폭을 갖는 제2 광선을 제공하고, 제2 대역폭의 외부에서 광을 실질적으로 필터링하는 동안 광학 컬러 필터는 제2 대역폭의 광을 실질적으로 통과시키도록 구성된다.
- [0108] 예 4는 예 1의 디스플레이 픽셀에 관한 것으로, 광학 컬러 필터는 노치 필터를 포함하고, 상기 노치 필터는 적색, 녹색 또는 청색 대역폭 중 하나와 매칭되는 하나 이상의 주파수 대역의 실질적인 투과를 허용하도록 구성된다.
- [0109] 예 5는 예 1의 디스플레이 픽셀에 관한 것으로, 제1 광선의 제2 편광 상태를 실질적으로 제거하도록 구성된 제2 편광자를 더 포함한다.
- [0110] 예 6은 예 1의 디스플레이 픽셀에 관한 것으로, 제1 필터링된 광선이 임계각(θ_c)보다 작은 각도에서 인터페이스에 입사될 때 상기 하이게인 리플렉터는 제1 필터링된 광선이 이들 사이를 통과하는 것을 허용하도록 구성된다.
- [0111] 예 7은 예 1의 디스플레이 픽셀에 관한 것으로, 광원으로부터 제2 광선을 수신하고 수신된 광선을 하이게인 리플렉터로 전송하는 광 가이드층을 더 포함한다.
- [0112] 실시 예(8)는 실시 예(7)의 디스플레이 픽셀에 관한 것으로, 광 가이드층에 개재되도록 위치한 후방 광 편광층과 후방 리플렉터 층을 더 포함한다.
- [0113] 예 9는 예 8의 디스플레이 픽셀에 관한 것으로, 적어도 하나의 전방 또는 후방 리플렉터는 스펙트럼 노치 리플렉터를 포함한다.
- [0114] 예 10은 예 1의 디스플레이 픽셀에 관한 것으로, 제1 광선은 주변광을 포함하고, 제2 대역폭을 갖는다.
- [0115] 예 11은 액정 디스플레이에 관한 것으로, 복수의 주변 광선을 수신하기 위한 제1 편광자로서, 복수의 주변 광선은 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태를 갖고, 제1 편광자는 복수의 편광된 주변 광선을 형성하기 위해 복수의 주변 광선으로부터 제1 편광 상태를 실질적으로 제거하도록 구성되는, 상기 제1 편광자; 제1 광학 통과 대역을 갖는 제1 광학 필터로서, 상기 제1 광학 필터는 제1 필터링된 광선을 제공하기 위해 복수의 편광된 주변 광선의 제1 부분을 수신하고 스펙트럼적으로 필터링하도록 구성되는, 상기 제1 광학 필터; 제2 통과 대역을 갖는 제2 광학 필터로서, 상기 제2 광학 필터는 제2 필터링된 광선을 제공하기 위해 복수의 편광된 주변 광선의 제2 부분을 수신하고 스펙트럼적으로 필터링하도록 구성되는, 상기 제2 광학 필터; 제1 필터링된 광선 및 제2 필터링된 광선을 수신하는 액정층; 매체들 사이에 인터페이스를 형성하도록 배열된 제1 및 제2 매체를 갖는 하이게인 리플렉터로서, 상기 인터페이스는 제1 광학 대역의 광선이 임계각(θ_c)보다 큰 각도에서 상기 인터페이스로 입사될 때 제1 필터링된 광선 및 제2 필터링된 광선 중 하나를 전반사하도록 구성되는, 상기 하이게인 리플렉터; 제1 스펙트럼 대역의 광을 방출하는 제1 광원; 및 제2 스펙트럼 대역의 광을 방출하는 제2 광원;을 포함한다.

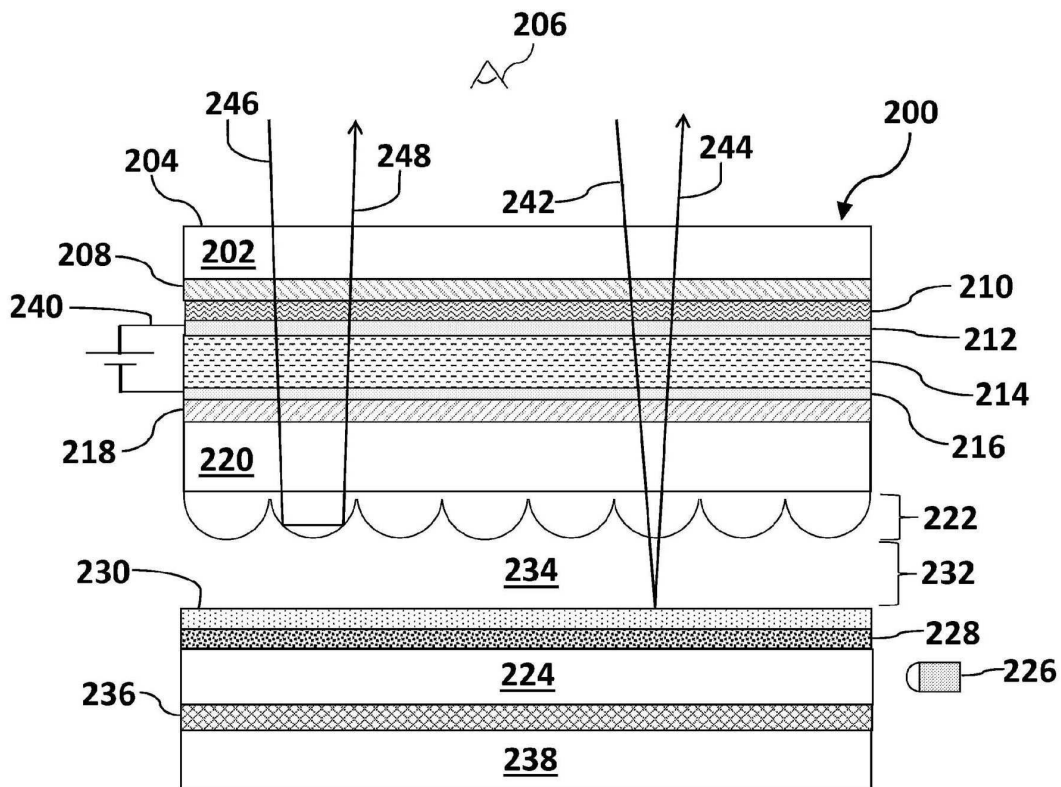
- [0116] 예 12는 예 11의 디스플레이에 관한 것으로, 제1 광원 및 제1 광학 컬러 필터는 스펙트럼적으로 매칭되고, 제2 광원 및 제2 광학 필터는 스펙트럼적으로 매칭된다.
- [0117] 예 13은 예 11의 디스플레이에 관한 것으로, 제1 광학 컬러 필터는 스펙트럼 노치 컬러 필터를 포함하고, 상기 스펙트럼 노치 컬러 필터는 적색, 녹색, 및 청색 컬러 파장 중 하나와 매칭되는 하나 이상의 주파수 대역의 실질적인 투과를 허용하도록 구성된다.
- [0118] 예 14는 예 11의 디스플레이에 관한 것으로, 복수의 주변 광선의 제1 편광 상태를 실질적으로 제거하는 제2 편광자를 더 포함한다.
- [0119] 예 15는 예 11의 디스플레이에 관한 것으로, 제1 필터링된 광선이 임계각(θ_c)보다 작은 각도에서 인터페이스로 입사될 때 하이게인 리플렉터는 제1 필터링된 광선 및 제2 필터링된 광선이 이를 통과하는 것을 허용하도록 구성된다.
- [0120] 예 16은 예 11의 디스플레이에 관한 것으로, 제1 광원으로부터 입사 광선을 수신하고 입사 광선을 하이게인 리플렉터로 전달하는 광 가이드층을 더 포함한다.
- [0121] 예 17은 예 16의 디스플레이에 관한 것으로, 광 가이드층을 개재하도록 위치한 후방 리플렉터 및 전방 리플렉터를 더 포함한다.
- [0122] 예 18은 예 17의 디스플레이에 관한 것으로, 적어도 하나의 전방 또는 후방 리플렉터는 스펙트럼 노치 리플렉터를 포함한다.
- [0123] 예 19는 스펙트럼적으로 매칭된 광선을 디스플레이하기 위한 방법에 관한 것으로, 상기 방법은: 주변 편광 광선을 형성하기 위해 광학 편광자에서 입사 광선으로부터 제1 편광 상태를 실질적으로 제거하는 단계; 필터링된 주변 광선을 제공하기 위해 광학 필터에서 주변 편광된 광선을 수신하고 스펙트럼적으로 필터링하는 단계로서, 광학 필터는 스펙트럼 통과 대역을 갖는 단계; 인터페이스를 갖는 하이게인 리플렉터에서 필터링된 주변 광선을 수신하는 단계; 광선이 임계각(θ_c) 이상의 각도에서 인터페이스로 입사할 때 수신된 필터링된 주변 광선을 전반사하는 단계; 및 필터링된 주변 광선이 임계각(θ_c)보다 작은 각도에서 인터페이스로 입사할 때 필터링된 주변 광선을 하이게인 리플렉터를 통해 통과시키는 단계; 광원으로부터 방출된 광선을 수신하는 단계;를 포함한다.
- [0124] 예 20은 예 19의 방법에 관한 것으로, 방출된 광선은 광학 필터의 스펙트럼 대역폭과 실질적으로 유사한 스펙트럼 대역폭을 갖는다.
- [0125] 예 21은 예 19의 방법에 관한 것으로, 수신된 방출된 광선을 하이게인 리플렉터를 통해 광학 편광자로 지향시키는 단계를 더 포함한다.
- [0126] 예 22는 예 19의 방법에 관한 것으로, 광원 및 광학 컬러 필터는 스펙트럼적으로 매칭된다.
- [0127] 예 23은 예 19의 방법에 관한 것으로, 주변 편광을 스펙트럼적으로 필터링하는 단계는 스펙트럼 노치 컬러 필터를 통해 주변 편광을 필터링하고 적색, 녹색 또는 청색 컬러 파장 중 하나와 매칭되는 주파수 대역을 실질적으로 투과시키는 단계를 더 포함한다.
- [0128] 예 24는 예 19의 방법에 관한 것으로, 편광된 제2 주변 광선을 형성하기 위해 입사 주변 광으로부터 제2 편광 상태를 실질적으로 제거하는 단계를 더 포함한다.
- [0129] 예 25는 예 19의 방법에 관한 것으로, 광원으로부터 방출된 광을 도파관을 통해 시청자에게 지향하는 단계를 더 포함한다.
- [0130] 예 26은 예 25의 방법에 관한 것으로, 방출된 광을 도파관을 통해 지향하는 단계는 스펙큘러 리플렉터 층을 통해 도파관층으로부터 방출된 광을 투과시키는 단계를 더 포함한다.
- [0131] 개시된 원리가 본 명세서에서 도시된 예시적인 실시 양태와 관련하여 도시된 반면에, 본 개시의 원리는 이에 제한되지 않으며 임의의 수정, 변경 또는 치환을 포함한다.

도면

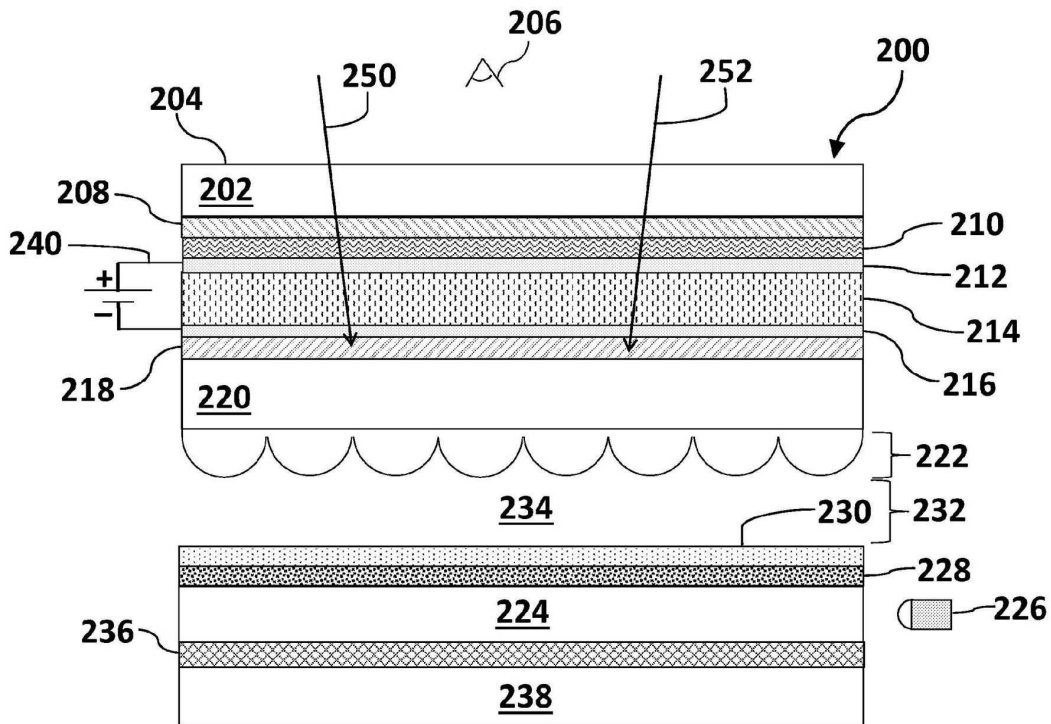
도면1



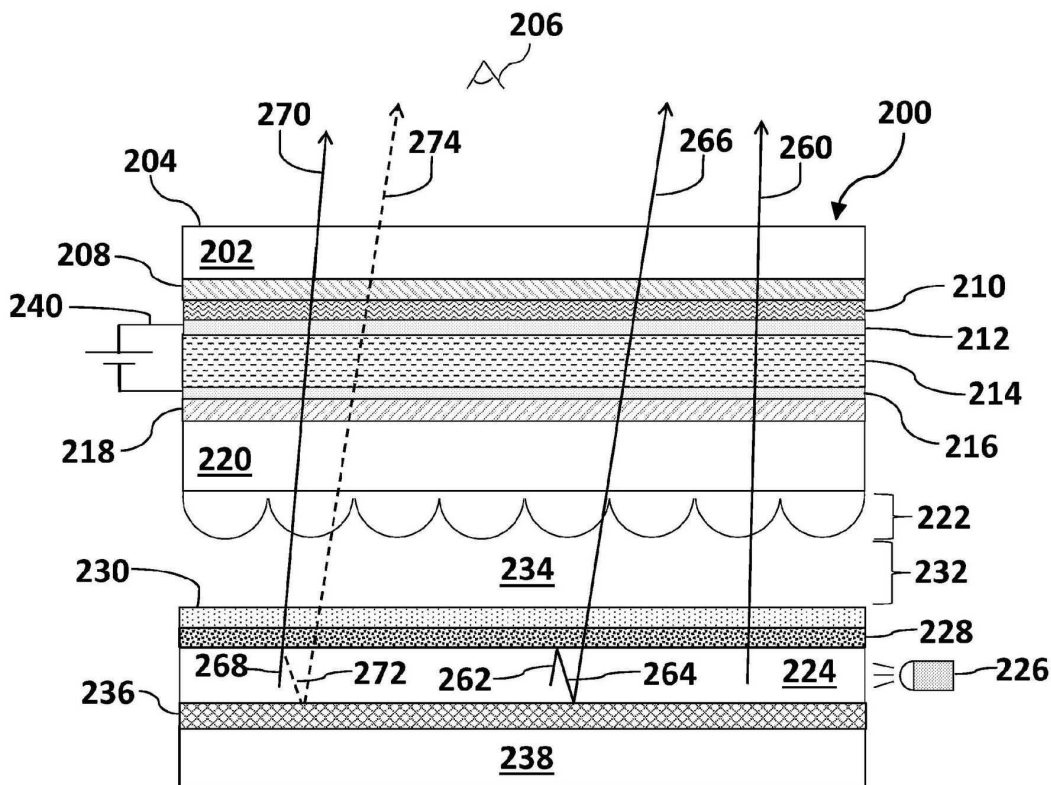
도면2a



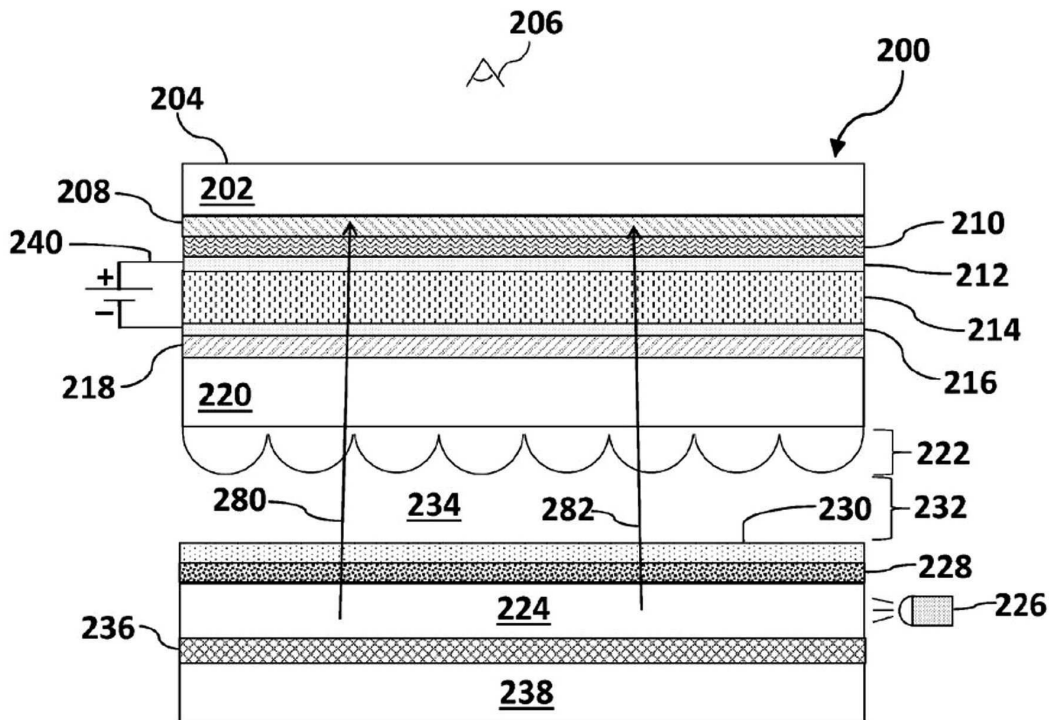
도면2b



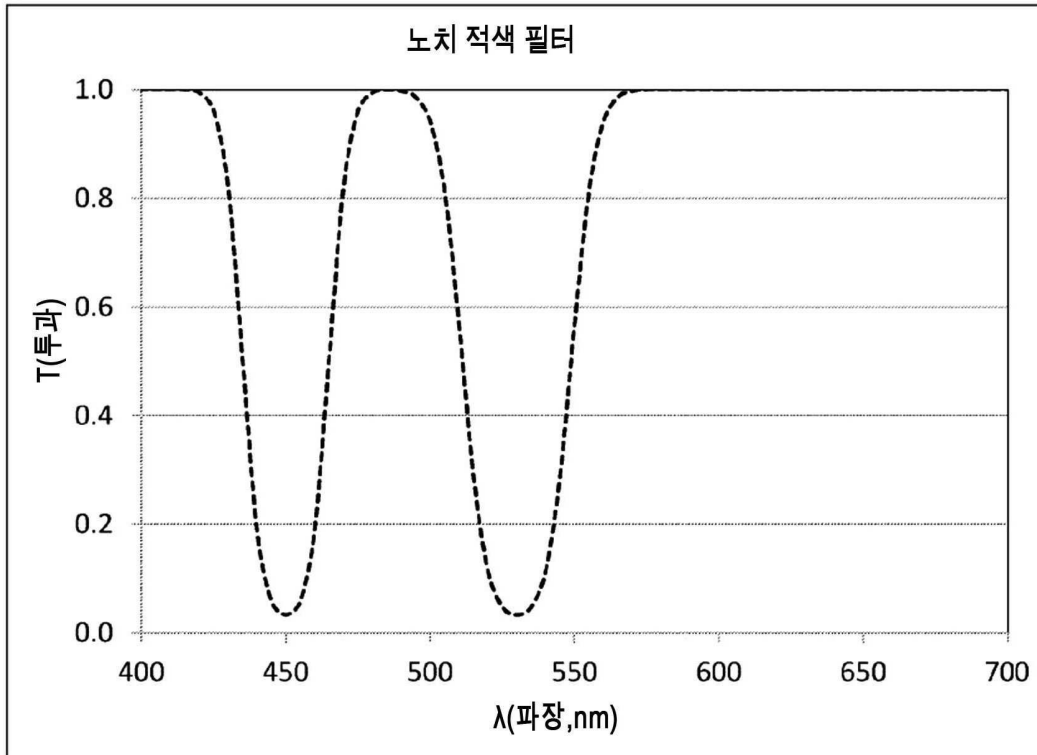
도면2c



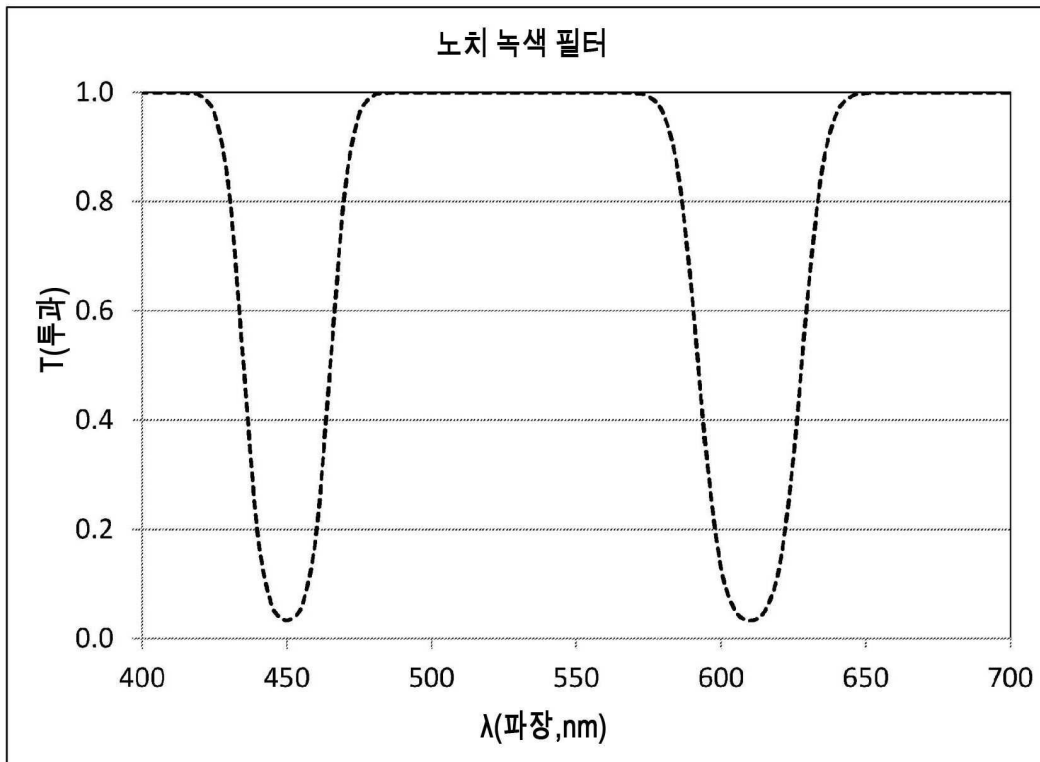
도면2d



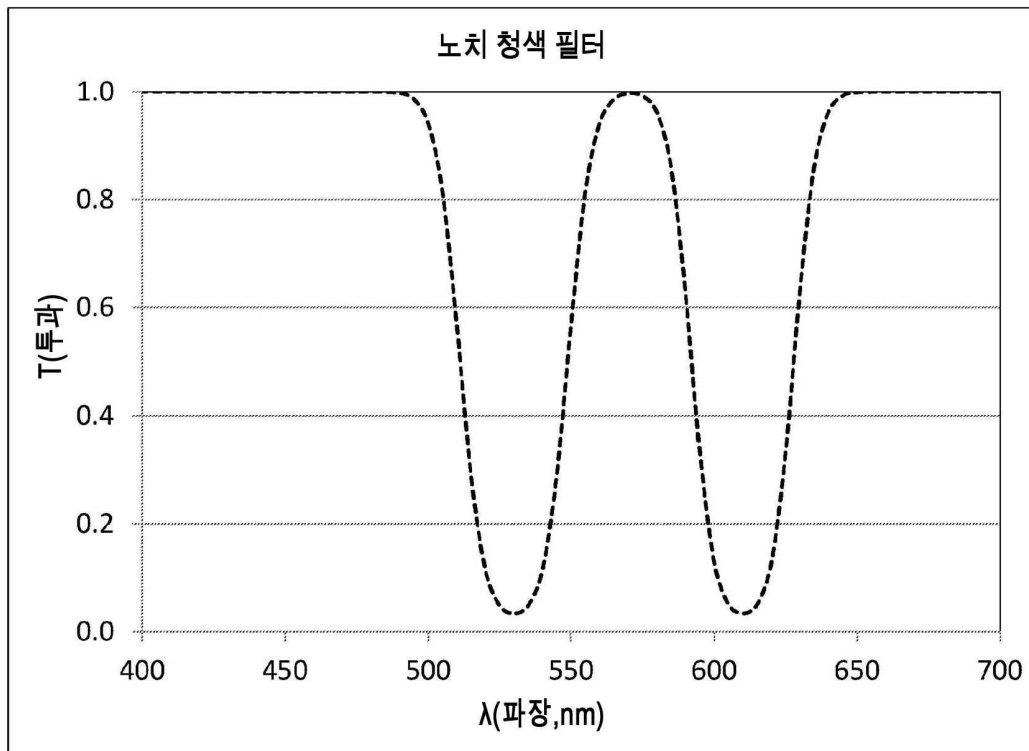
도면3a



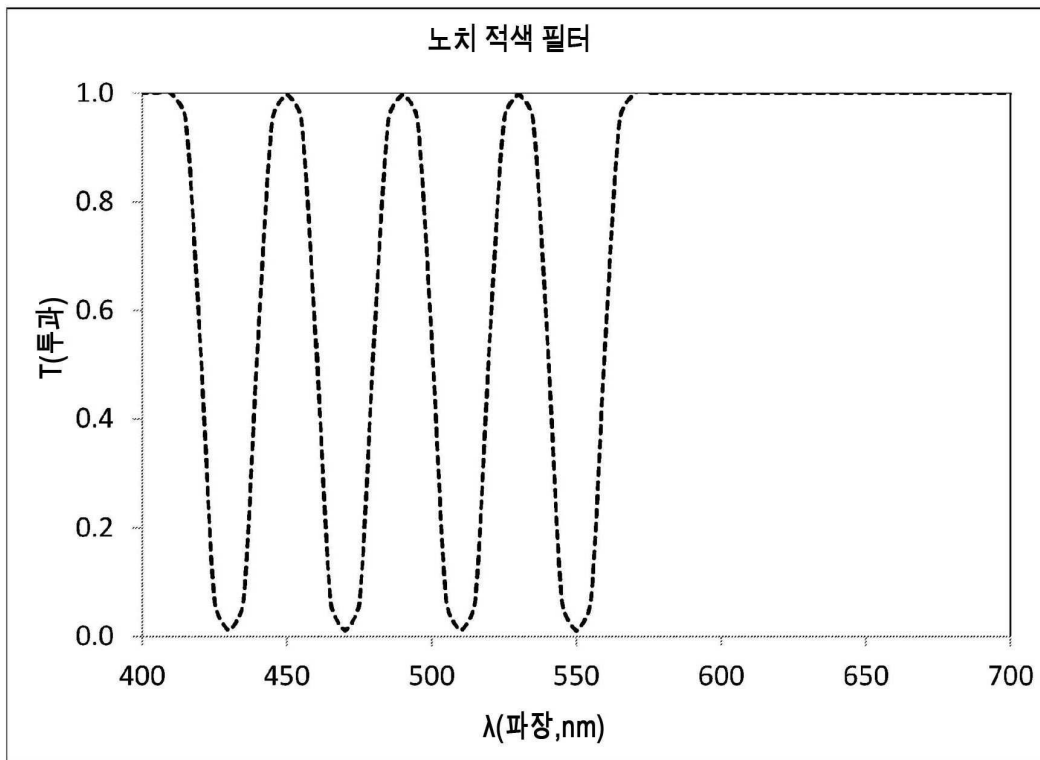
도면3b



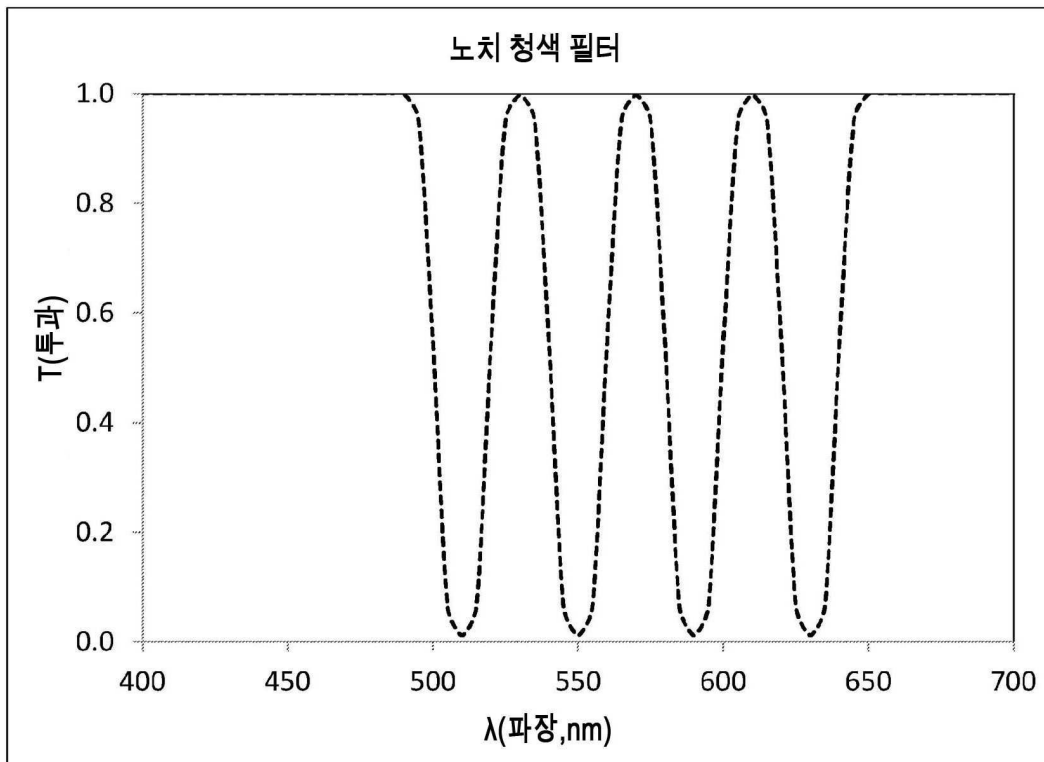
도면3c



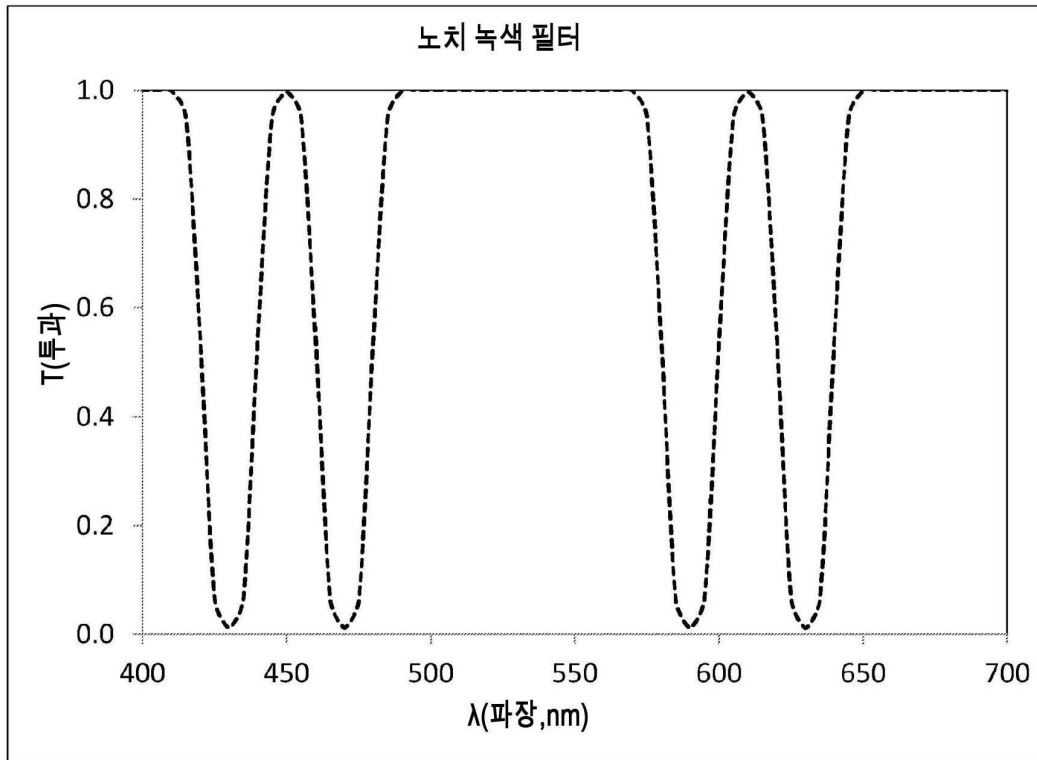
도면4a



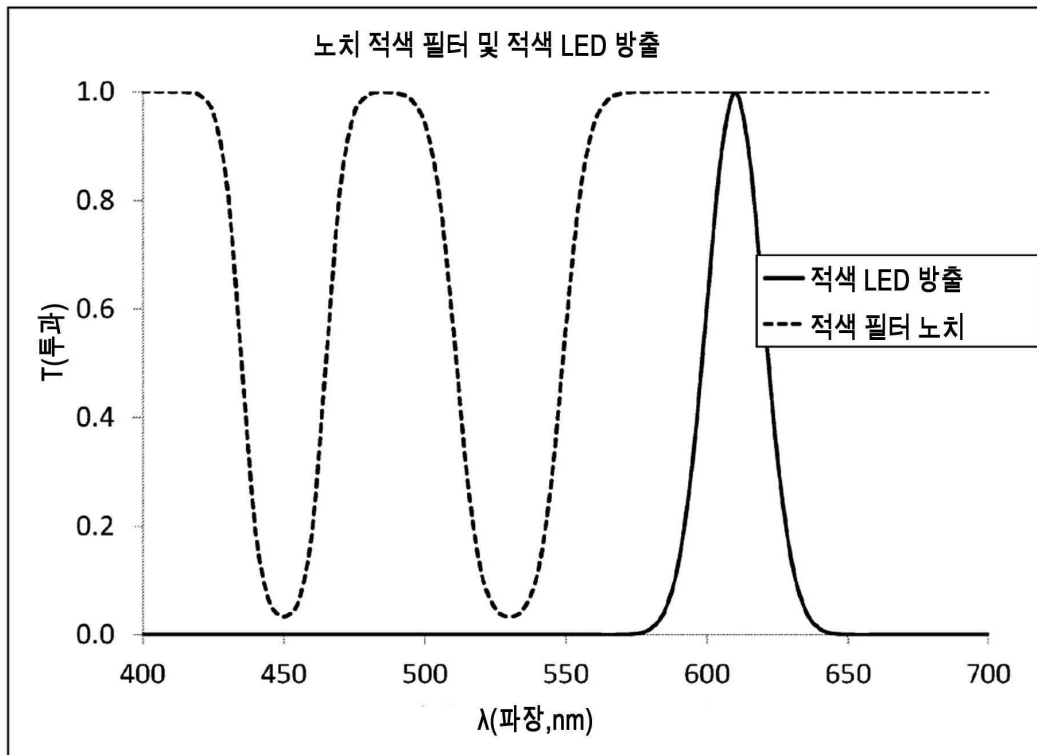
도면4b



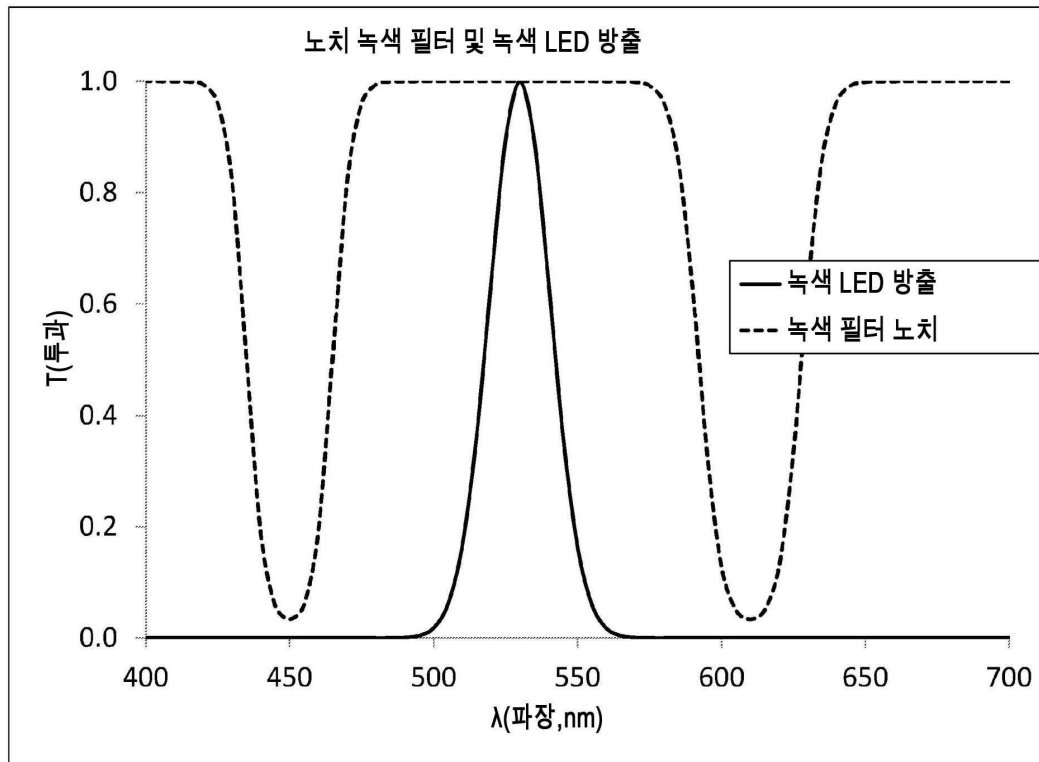
도면4c



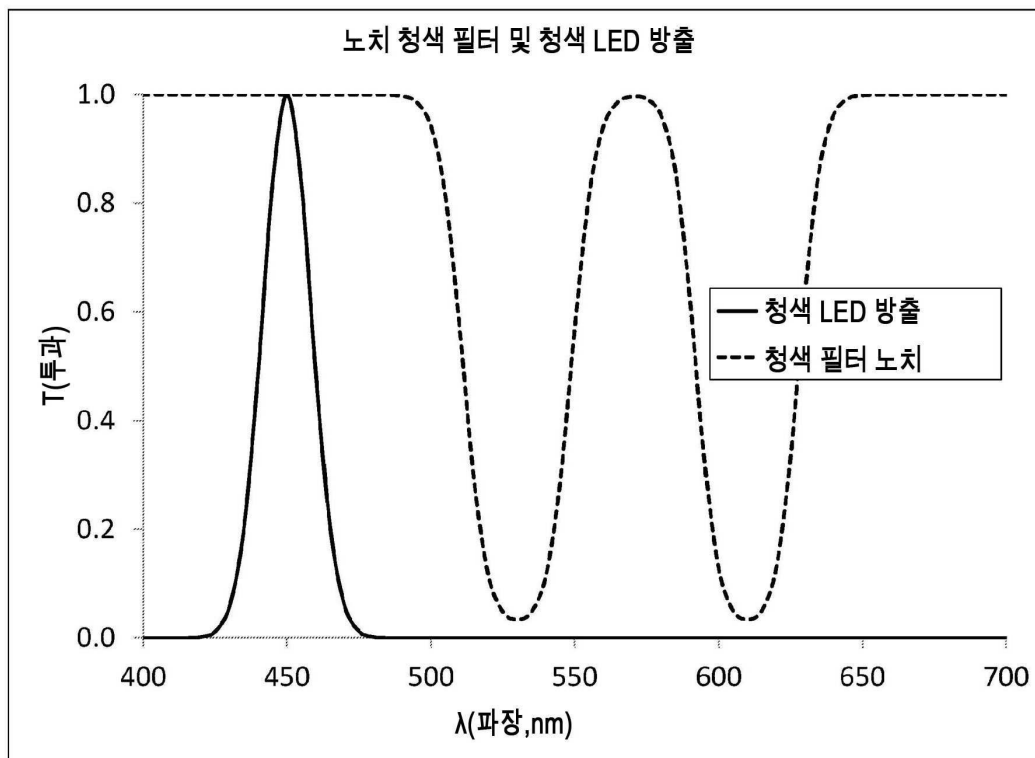
도면5a



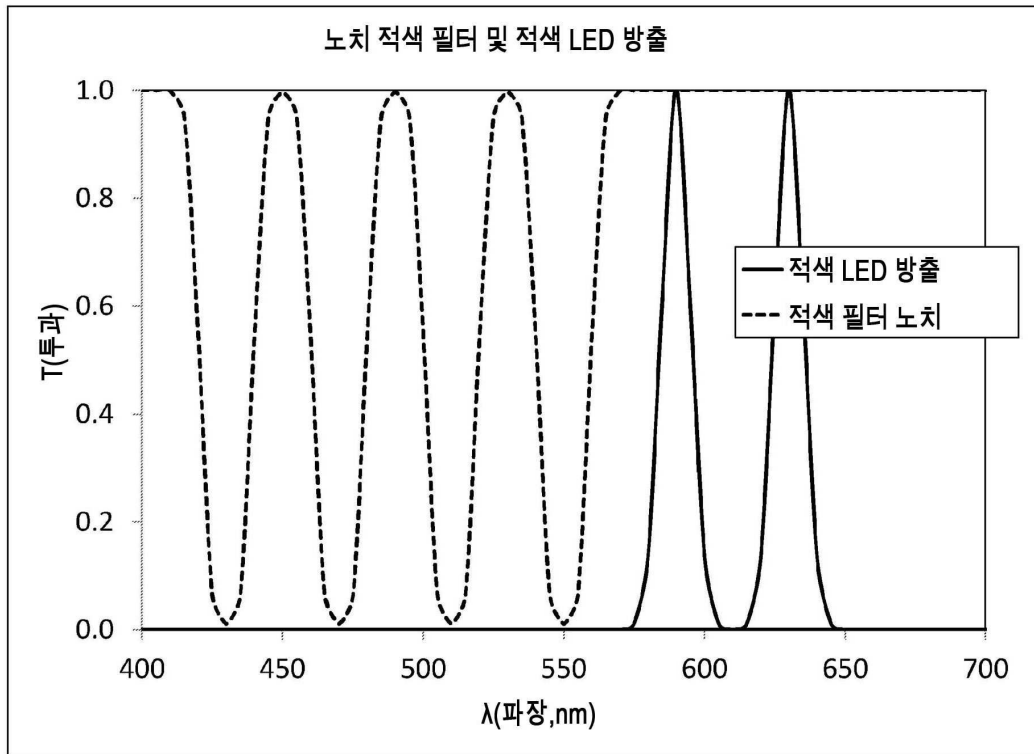
도면5b



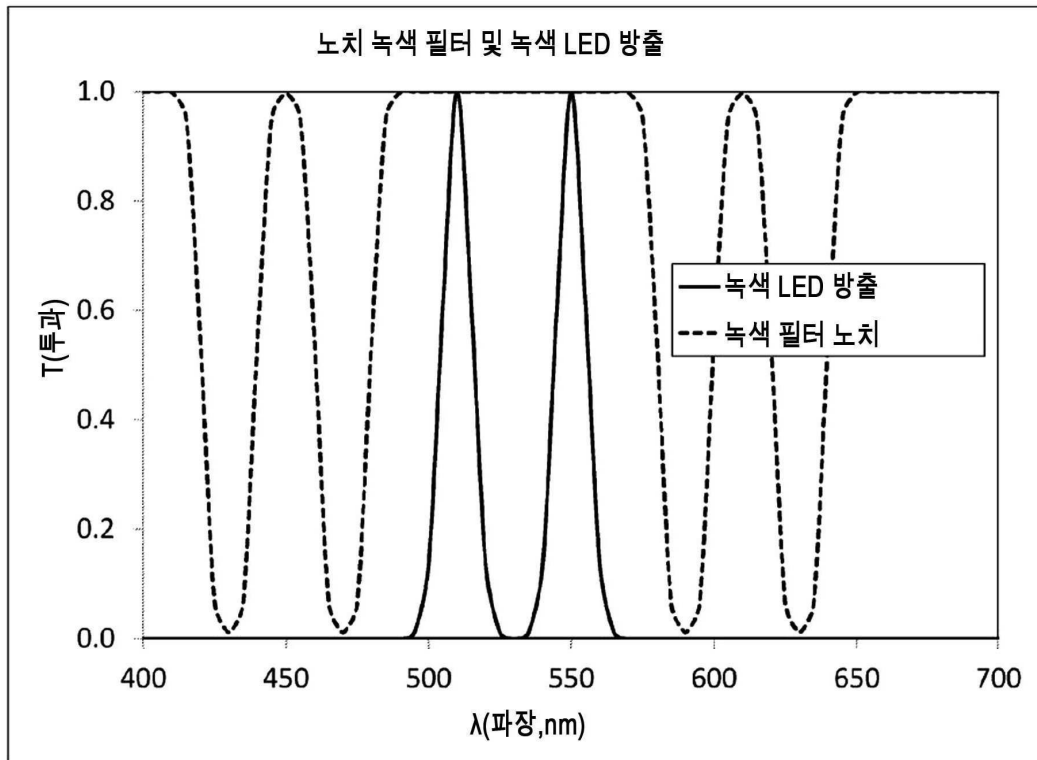
도면5c



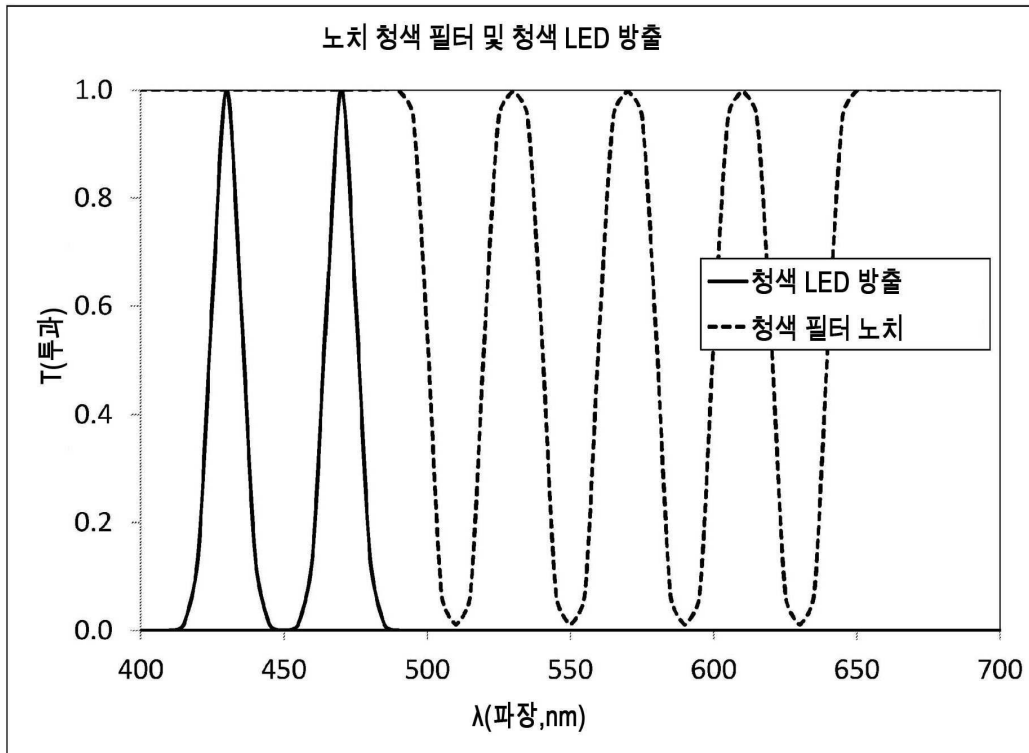
도면6a



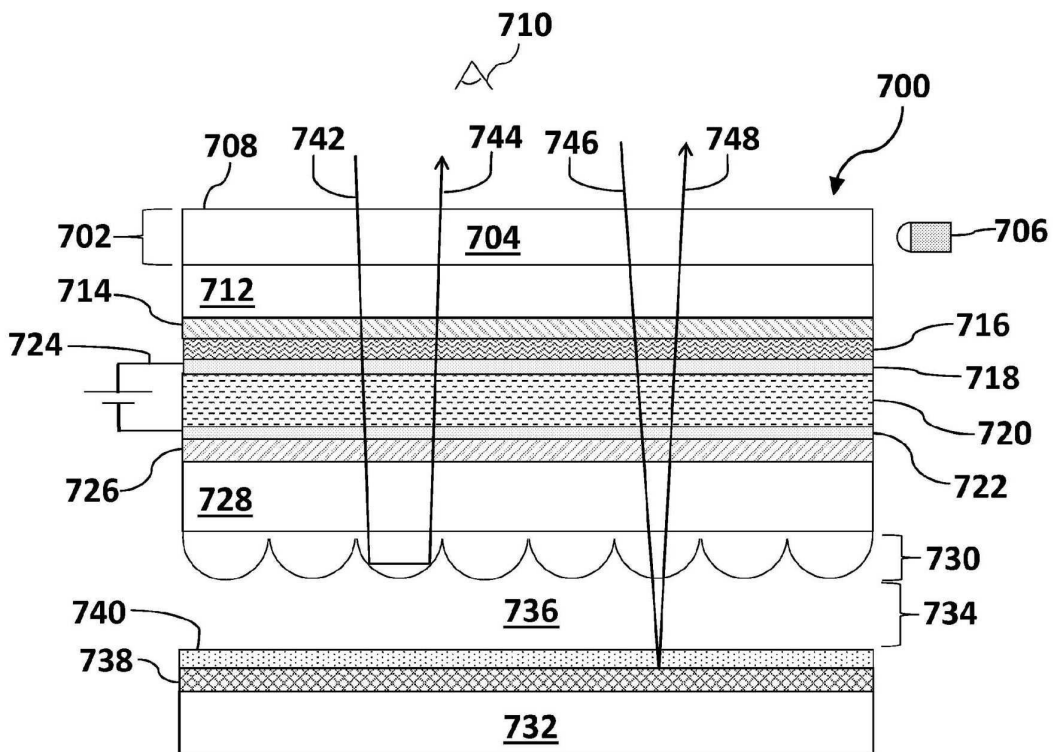
도면6b



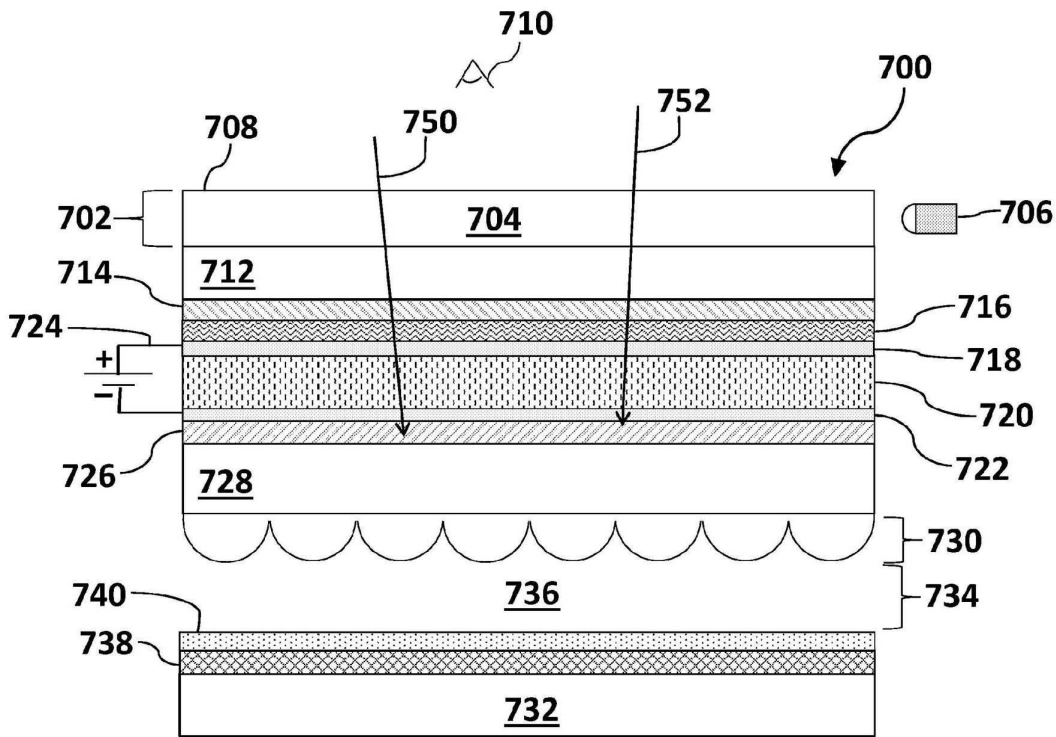
도면6c



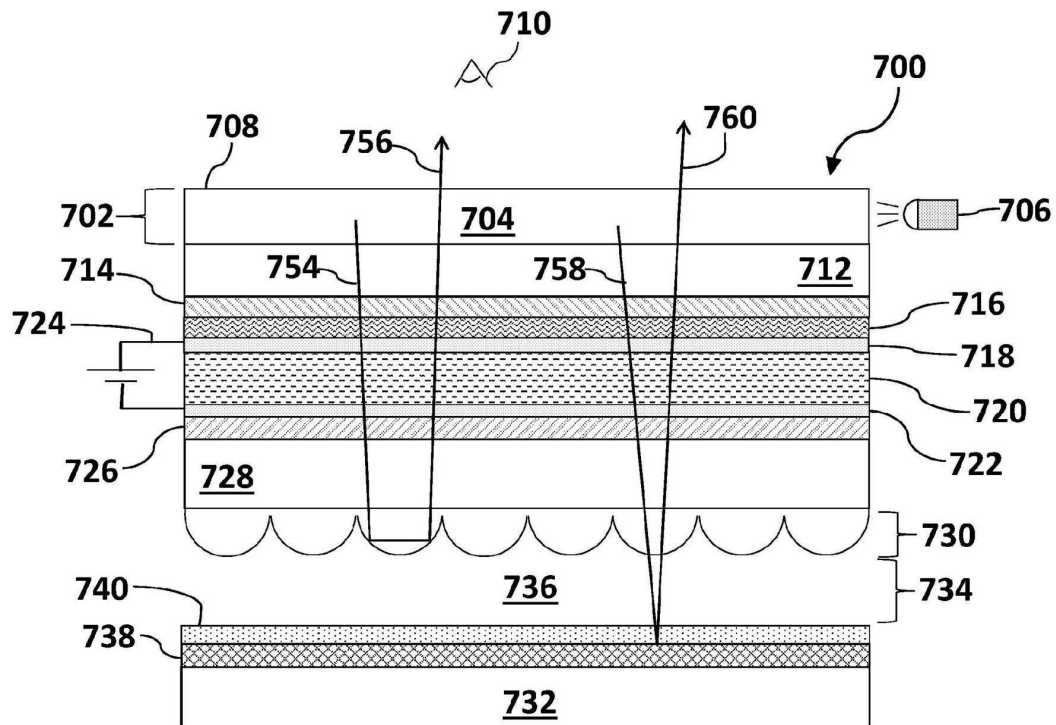
도면7a



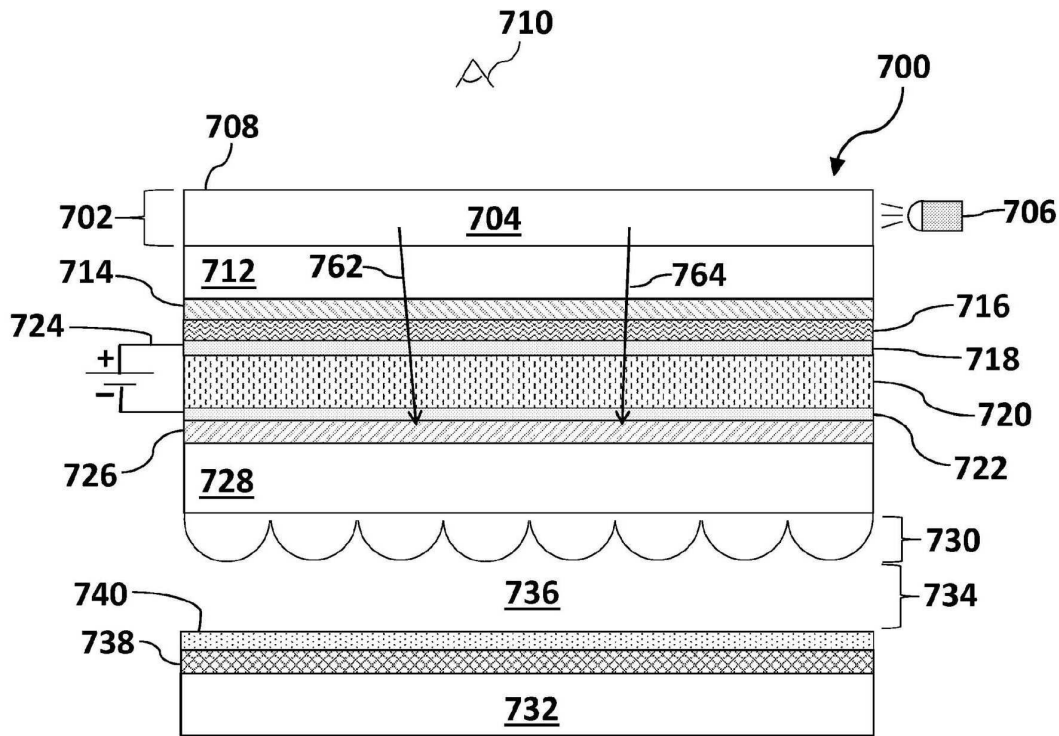
도면7b



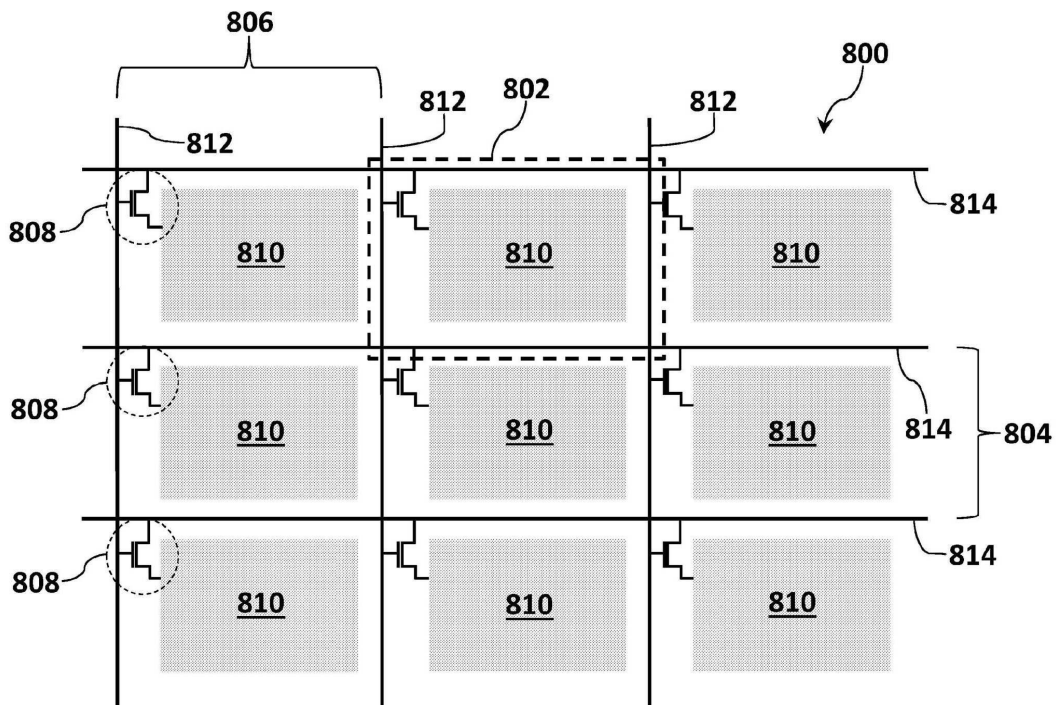
도면7c



도면7d



도면8



도면9

