



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월19일

(11) 등록번호 10-1869172

(24) 등록일자 2018년06월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/167 (2006.01) G02B 5/12 (2006.01)
G02B 5/136 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)
G02F 1/1343 (2006.01) G02F 1/136 (2006.01)
G02F 1/315 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02F 1/167 (2013.01)
G02B 5/12 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7010518
- (22) 출원일자(국제) 2014년09월29일
심사청구일자 2017년05월04일
- (85) 번역문제출일자 2016년04월21일
- (65) 공개번호 10-2016-0063357
- (43) 공개일자 2016년06월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/058118
- (87) 국제공개번호 WO 2015/048679
국제공개일자 2015년04월02일
- (30) 우선권주장
61/884,854 2013년09월30일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20030038755 A1
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
클리어링크 디스플레이스, 인코포레이티드
미국, 캘리포니아 94538, 프리몬트, 4020 클리어
코트
- (72) 발명자
화이트헤드, 론 에이.
캐나다, 브리티시 컬럼비아 브이6케이 4이2, 밴쿠
버, 2690 발라클라바 스트리트
- (74) 대리인
손민

전체 청구항 수 : 총 24 항

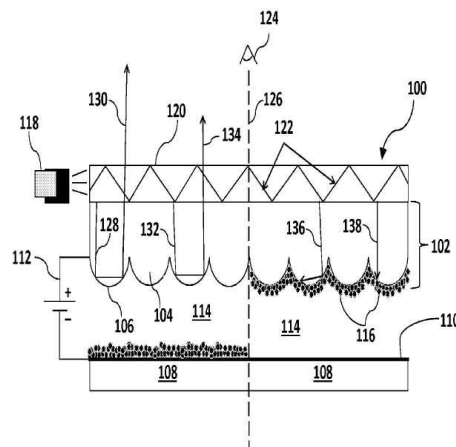
심사관 : 차건숙

(54) 발명의 명칭 **전면발광 반-역반사 디스플레이를 위한 방법 및 장치**

(57) 요약

본 개시는 일반적으로 투명하고 선택적인 방출 광 지향성을 갖는 전면발광 디스플레이에 관한 것이다. 개시된 반-역반사, 반경면 및 경면 디스플레이는 광 출력의 비-램버시안 특성을 보존하는 방식으로 광을 반사시키는 지향성 전면 광 시스템을 포함한다. 이와 같은 상황은 다량의 광이 관찰자를 향해 다시 반사되지 않는 실질적인 램버시안 반사율을 갖는 종래의 마이크로캡슐화 전기영동 디스플레이와 비교하여 더 높은 정도의 휘도를 갖는 더 밝은 디스플레이를 초래한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G02B 5/136 (2013.01)
G02F 1/133553 (2013.01)
G02F 1/1336 (2013.01)
G02F 1/13439 (2013.01)
G02F 1/136 (2013.01)
G02F 1/315 (2013.01)
G02F 2001/133616 (2013.01)
G02F 2001/1672 (2013.01)
G02F 2001/1676 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20130018231 A1
US20070091434 A1
US20120008203 A1
KR1020070120608 A*
KR100496383 B1*
JP2003140203 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

반사 디스플레이 장치에 있어서:

광을 입사 광의 방향에 대해 협각으로 반사시키는 하나 이상의 볼록 돌출부를 갖는 반-역반사 디스플레이 시트;

광 도파관;

광 도파관으로 광을 방출하는 광원;

전면 전극;

후면 전극;

전면 전극과 후면 전극 사이에 배치되는 광 투명 유체; 및

광 투명 유체 내에 부유된 복수의 전기영동 이동 입자를 포함하고,

상기 광 도파관은 입사광의 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 반-역반사 디스플레이 시트의 외측 표면을 향해 입사광을 재지향시키도록 구성되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 광원은 발광 다이오드(LED), 냉음극 형광 램프(CCFL) 또는 표면 실장 기술(SMT) 백열 전구인, 반사 디스플레이 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 전면 전극은 투명하고 반-역반사 디스플레이 시트 상에 배치되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 후면 전극은 박막 트랜지스터 또는 패터닝된 어레이를 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 전압원을 더 포함하고, 상기 전압원은:

전기영동 이동 입자를 실질적으로 전부 후면 전극을 향해 이동시켜 입사 광선이 반-역반사 디스플레이 시트에서 관찰자를 향해 전반사되는 것을 허용하는 제1 전압; 및

전기영동 이동 입자를 실질적으로 전부 전면 전극을 향해 이동시키고 반-역반사 디스플레이 시트의 표면에 집합 시킴으로써 전반사를 방해하는 제2 전압을 제공하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 하나 이상의 교차 벽을 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 전면 광 및 상기 반-역반사 디스플레이 시트는 실질적으로 비-램버시안 광 디스플레이를 제공하도록 상호 배열되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 협각은 10° 내지 30° 범위의 각도인, 반사 디스플레이 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 광원과 광 도파관은 반사 디스플레이 장치에 내장되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 광 도파관은 디스플레이의 외측 시트의 표면에 실질적으로 수직 방향으로 선택적으로 광을 재지향시키도록 구성되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 광 도파관은 광 추출 요소를 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 12

반사 디스플레이 장치에 있어서,

투명 외부 시트;

광 도파관;

광 도파관 내로 광을 방출하는 광원;

후면 전극;

상기 광원과 상기 후면 전극 사이에 위치되는 다공 시트;

상기 다공 시트 위에 배치되는 전면 전극;

상기 다공 시트 위의 반-역반사 표면;

상기 투명 외부 시트와 상기 후면 전극 사이에 형성되는 공동 내에 배치되는 매질; 및

상기 매질 내에 부유된 복수의 전기영동 이동 입자를 포함하고,

상기 광 도파관은 입사광의 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 상기 투명 외부 시트의 외측 표면을 향해 입사광을 재지향시키도록 구성되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 하나 이상의 교차 벽을 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 14

제12항에 있어서, 광원, 광 도파관, 및 반-역반사 표면은 실질적으로 비-램버시안 광 디스플레이를 제공하도록 상호 배열되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 15

제12항에 있어서, 후면 전극은 박막 트랜지스터 또는 패턴화된 어레이를 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 16

제12항에 있어서,

전기영동 이동 입자를 매질에서 선택적으로 이동시키기 위해 전면 및 후면 전극과 연통되는 전압원을 더 포함하고,

상기 전압원은:

전기영동 이동 입자의 실질적으로 전부를 후면 전극을 향해 이동시켜 입사 광선이 반-역반사 표면에서 관찰자를 향해 반사되는 것을 허용하는 제1 전압; 및

전기영동 이동 입자의 실질적으로 전부를 전면 전극을 향해 이동시키고 반-역반사 표면에 집합시킴으로써 입사광선을 흡수하는 제2 전압을 제공하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 17

제12항에 있어서, 광 도파관은 광 추출 요소를 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 18

반사 디스플레이 장치에 있어서:

투명 외부 시트;

광 도파관;

광 도파관 내로 방출하는 광원;

후면 전극;

상기 광원과 상기 후면 전극 사이에 위치되는 다공 시트;

상기 다공 시트 위에 배치되는 반사 층;

상기 다공 시트 위에 배치되는 투명 전면 전극;

상기 투명 외부 시트와 상기 후면 전극 사이에 형성되는 공동 내에 배치되는 매질; 및

상기 매질 내에 부유된 복수의 전기영동 이동 입자를 포함하고,

상기 광 도파관은 입사광의 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 상기 투명 외부 시트의 외측 표면을 향해 입사광을 재지향시키도록 구성되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 19

제18항에 있어서, 하나 이상의 교차 벽을 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 20

제18항에 있어서, 광원 및 반-역반사 표면은 실질적으로 비-램버시안 광 디스플레이를 제공하도록 상호 배열되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 21

제18항에 있어서, 후면 전극은 박막 트랜지스터 또는 패턴화된 어레이를 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 22

제18항에 있어서, 투명 전면 전극은 ITO 또는 Baytron™ 또는 폴리머 매트릭스에 분산되는 전기 전도성 입자 또는 그것의 조합으로 구성되는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 23

제18항에 있어서,

전기영동 이동 입자를 매질에서 선택적으로 이동시키기 위해 전면 전극 및 후면 전극과 바이어스(bias) 연통되는 전압원을 더 포함하고,

상기 전압원은:

상기 전기영동 이동 입자의 실질적으로 전부를 후면 전극을 향해 이동시켜 입사 광선이 상기 반사층에서 관찰자를 향해 반사되는 것을 허용하는 제1 전압; 및

상기 전기영동 이동 입자의 실질적으로 전부를 전면 전극을 향해 이동시키고 상기 투명 전면 전극의 표면에 집합시킴으로써 입사 광선을 흡수하는 제2 전압을 제공하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 24

제18항에 있어서, 상기 광 도파관은 광 추출 요소를 더 포함하는, 반사 디스플레이 장치.

청구항 25

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 2013년 9월 30일에 출원된 가출원 번호 제61/884,854호의 제출 일자에 대한 우선권을 주장하며, 그 명세서는 본원에 전체적으로 포함된다.
- [0002] 본 개시는 전면발광, 반-역반사 디스플레이 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 일 구현예에서, 본 개시는 투명 및 선택적 방출 광 지향성을 갖는 전면발광 디스플레이에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 종래의 전면발광 조명 마이크로캡슐화 전기영동 디스플레이는 광을 백색 상태에서 소위 램버시안(Lambertian) 방식으로 특징적으로 반사시킨다. 전면 광에서 비롯되는 광은 백색 상태에서 동일 휘도를 가지고 모든 방향으로 동일하게 방사된다. 따라서, 반사된 광의 대부분은 관찰자에게 다시 반사되지 않으며 그것에 의해 디스플레이의 인지된 휘도를 제한한다. 이것은 광의 대략 50%가 관찰자로부터 멀리 반사되는 인지된 휘도 대 스크린 발산도의, 대략 2의 인수만큼 비효율적이다.
- [0004] 광 출력은 방출된 광이 전면 광의 평면에 수직인 방향 주위에 중심설정되는 대략 30° 반각 원뿔에 주로 국한되는 종래의 후면 조명 LCD 디스플레이와 상이하다. 조명 LCD 디스플레이는 전형적인 시야 각도에 대해 인지된 휘도 대 스크린 발산도의 비율을 거의 두 배가 되게 한다. 이것은 배터리 수명을 거의 두 배가 되게 한다. 즉, 인지된 휘도 대 스크린 발산도의 비율은 $1/p$, 즉 램버시안 광에 대한 값에서 거의 $2/p$ 까지 증가한다.
- [0005] 따라서, 대중에 의해 반사 디스플레이를 더 넓게 채택하기 위해, 더 밝은 디스플레이를 초래하는 인지된 휘도 대 발산도의 증가된 비율을 갖는 개선된 전면발광 반사 디스플레이에 대한 요구가 있다.

발명의 내용

본 발명은, 광을 입사 광의 방향에 대해 협각으로 반사시키는 하나 이상의 볼록 돌출부를 갖는 반-역반사 디스플레이 시트; 광 도파관; 광 도파관으로 광을 방출하는 광원; 전면 전극; 후면 전극; 전면 전극과 후면 전극 사이에 배치되는 광 투명 유체; 및 광 투명 유체 내에 부유된 복수의 전기영동 이동 입자를 포함하고, 상기 광 도파관은 입사광의 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 반-역반사 디스플레이 시트의 외측 표면을 향해 입사광을 재지향시키도록 구성되는, 반사 디스플레이 장치에 관한 것이다.

광원은 발광 다이오드(LED), 냉음극 형광 램프(CCFL) 또는 표면 실장 기술(SMT) 백열 전구이다.

전면 전극은 투명하고 반-역반사 디스플레이 시트 상에 배치된다.

후면 전극은 박막 트랜지스터 또는 패터화된 어레이를 더 포함한다.

전압원을 더 포함한다. 상기 전압원은, 전기영동 이동 입자를 실질적으로 전부 후면 전극을 향해 이동시켜 입사광선이 반-역반사 디스플레이 시트에서 관찰자를 향해 전반사되는 것을 허용하는 제1 전압; 및 전기영동 이동 입자를 실질적으로 전부 전면 전극을 향해 이동시키고 반-역반사 디스플레이 시트의 표면에 집합시킴으로써 전반사를 방해하는 제2 전압을 제공한다.

하나 이상의 교차 벽을 더 포함한다.

전면 광 및 상기 반-역반사 디스플레이 시트는 실질적으로 비-램버시안 광 디스플레이를 제공하도록 상호 배열된다.

협각은 10° 내지 30° 범위의 각도이다.

광원과 광 도파관은 반사 디스플레이 장치에 내장된다.

광 도파관은 디스플레이의 외측 시트의 표면에 실질적으로 수직 방향으로 선택적으로 광을 재지향시키도록 구성된다.

광 도파관은 광 추출 요소를 더 포함한다.

본 발명은, 투명 외부 시트; 광 도파관; 광 도파관 내로 광을 방출하는 광원; 후면 전극; 상기 광원과 상기 후면 전극 사이에 위치되는 다공 시트; 상기 다공 시트 위에 배치되는 전면 전극; 상기 다공 시트 위의 반-역반사 표면; 상기 투명 외부 시트와 상기 후면 전극 사이에 형성되는 공동 내에 배치되는 매질; 및 상기 매질 내에 부유된 복수의 전기영동 이동 입자를 포함하고, 상기 광 도파관은 입사광의 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 상기 투명 외부 시트의 외측 표면을 향해 입사광을 재지향시키도록 구성되는, 반사 디스플레이 장치에 관한 것이다.

하나 이상의 교차 벽을 더 포함한다.

광원, 광 도파관, 및 반-역반사 표면은 실질적으로 비-램버시안 광 디스플레이를 제공하도록 상호 배열된다.

후면 전극은 박막 트랜지스터 또는 패턴화된 어레이를 더 포함한다.

전기영동 이동 입자를 매질에서 선택적으로 이동시키기 위해 전면 및 후면 전극과 연통되는 전압원을 더 포함한다. 상기 전압원은, 전기영동 이동 입자의 실질적으로 전부를 후면 전극을 향해 이동시켜 입사 광선이 반-역반사 표면에서 관찰자를 향해 반사되는 것을 허용하는 제1 전압; 및 전기영동 이동 입자의 실질적으로 전부를 전면 전극을 향해 이동시키고 반-역반사 표면에 집합시킴으로써 입사 광선을 흡수하는 제2 전압을 제공한다.

광 도파관은 광 추출 요소를 더 포함한다.

본 발명은, 투명 외부 시트; 광 도파관; 광 도파관 내로 방출하는 광원; 후면 전극; 상기 광원과 상기 후면 전극 사이에 위치되는 다공 시트; 상기 다공 시트 위에 배치되는 반사 층; 상기 다공 시트 위에 배치되는 투명 전면 전극; 기 투명 외부 시트와 상기 후면 전극 사이에 형성되는 공동 내에 배치되는 매질; 및 상기 매질 내에 부유된 복수의 전기영동 이동 입자를 포함하고, 상기 광 도파관은 입사광의 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 상기 투명 외부 시트의 외측 표면을 향해 입사광을 재지향시키도록 구성되는, 반사 디스플레이 장치를 제공한다.

하나 이상의 교차 벽을 더 포함한다.

광원 및 반-역반사 표면은 실질적으로 비-램버시안 광 디스플레이를 제공하도록 상호 배열된다.

후면 전극은 박막 트랜지스터 또는 패턴화된 어레이를 더 포함한다.

투명 전면 전극은 ITO 또는 Baytron™ 또는 폴리머 매트릭스에 분산되는 전기 전도성 입자 또는 그것의 조합으로 구성된다.

전기영동 이동 입자를 매질에서 선택적으로 이동시키기 위해 전면 전극 및 후면 전극과 바이어스(bias) 연통되는 전압원을 더 포함한다. 상기 전압원은, 상기 전기영동 이동 입자의 실질적으로 전부를 후면 전극을 향해 이동시켜 입사 광선이 상기 반사층에서 관찰자를 향해 반사되는 것을 허용하는 제1 전압; 및 상기 전기영동 이동 입자의 실질적으로 전부를 전면 전극을 향해 이동시키고 상기 투명 전면 전극의 표면에 집합시킴으로써 입사 광선을 흡수하는 제2 전압을 제공한다.

상기 광 도파관은 광 추출 요소를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0006]

종래의 전면발광 조명 마이크로캡슐화 전기영동 디스플레이는 광을 백색 상태에서 소위 램버시안(Lambertian) 방식으로 특징적으로 반사시킨다. 전면 광에서 비롯되는 광은 백색 상태에서 동일 휘도를 가지고 모든 방향으로 동일하게 방사된다. 따라서, 반사된 광의 대부분은 관찰자에게 다시 반사되지 않으며 그것에 의해 디스플레이의 인지된 휘도를 제한한다. 이것은 광의 대략 50%가 관찰자로부터 멀리 반사되는 인지된 휘도 대 스크린 발산도의, 대략 2의 인수만큼 비효율적이다.

광 출력은 방출된 광이 전면 광의 평면에 수직인 방향 주위에 중심설정되는 대략 30° 반각 원뿔에 주로 국한되는 종래의 후면 조명 LCD 디스플레이와 상이하다. 조명 LCD 디스플레이는 전형적인 시야 각도에 대해 인지된 휘도 대 스크린 발산도의 비율을 거의 두 배가 되게 한다. 이것은 배터리 수명을 거의 두 배가 되게 한다. 즉, 인지된 휘도 대 스크린 발산도의 비율은 $1/p$, 즉 램버시안 광에 대한 값에서 거의 $2/p$ 까지 증가한다.

따라서, 대중에 의해 반사 디스플레이를 더 넓게 채택하기 위해, 더 밝은 디스플레이를 초래하는 인지된 휘도

대 발산도의 증가된 비율을 갖는 개선된 전면발광 반사 디스플레이에 대한 요구가 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 도 1a는 백색 상태에서 램버시안 반사율을 나타내는 종래의 마이크로캡슐화 전기영동 유형 디스플레이를 개략적으로 예시한다. 구체적으로, 도 1a는 광 흡수 흑색 입자(15) 및 광 반사 입자(14)를 함유하는 마이크로캡슐(12)의 층을 갖는 디스플레이(10)를 도시한다. 디스플레이(10)는 광 반사 입자(14)가 관찰자(16)를 향하는 디스플레이(10)의 외측 표면에 위치하는 백색 또는 반사 상태로 도시된다. 종래의 광 반사 입자는 이산화 티타늄(TiO₂)을 포함한다.
- [0008] 점선 광선(18)에 의해 묘사되는 입사 광 빔이 도시되며 빔은 디스플레이(10)의 외측 표면에 거의 수직이다. 광은 다수의 광 반사 광선(20)에 의해 묘사되는 바와 같이 램버시안 방식으로 모든 방향에 반사된다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 상당한 양의 광은 관찰자(16)에게 다시 반사되지 않는다.
- [0009] 도 1b는 광이 백색 상태에서 반-역반사 방식으로 관찰자에게 다시 실질적으로 반사되면서 종래의 불완전 TIR 디스플레이를 개략적으로 예시한다. 구체적으로, 도 1b는 반구형 비드 전면 시트(52)를 갖는 불완전 전반사(TIR) 디스플레이(50)를 도시한다. 이와 같은 디스플레이는 예를 들어, 미국 특허 번호 제6,885,496 B2호에 개시되어 있다. 디스플레이(52)는 그것이 광을 반-역반사 방식으로 관찰자(54)에게 다시 반사시킬 때 밝음 상태에 있다. 전면 표면(52)에 거의 수직인 방향으로 점선 광선(56)에 의해 도시되는 입사 광 빔은 관찰자(54)에게 다시 반사된다. 광이 반-역반사 방식(또는 반경면 방식)으로 반사될 때, 반사된 광선(58)에 의해 도시되는 바와 같이, 광의 상당한 부분이 관찰자(54)에게 다시 반사된다. 광은 약 10° 내지 약 30° 범위의 협각으로 반-역반사성 방식으로 반사될 수 있다. 그 결과, 디스플레이는 더 높은 정도의 인지된 휘도를 갖고 관찰자에게 더 밝게 나타날 수 있다.
- [0010] 일 구현예에서, 본 개시는 (a) 주로 투명하고 디스플레이의 외측 시트의 표면에 대해 수직 방향에서 지향성으로 광을 선택적으로 방출하는 전면 광, 및 (b) 휘도 대 발산도의 비율을 최대화하기 위해 광 출력의 비-램버시안 특성을 실질적으로 보존하도록 반경면 또는 반-역반사를 포함하는 더 적은 확산 특성을 갖는 반사 전자 종이 표면을 구비하는 디스플레이에 관한 것이다. 일 구현예에서, 도 3은 광원 및 광 도파관이 어떻게 작동하는지를 대략적으로 도시하며 광원은 광을 디스플레이의 외측 시트의 표면과 평행한 방향으로 광 도파관 내로 주입하며 그 다음 광 도파관은 광을 디스플레이의 외측 시트의 표면에 수직 방향으로 재지향시킨다.
- [0011] 특정 구현예에서, 본 개시는 전면 광 및 반사 전자 종이 표면의 조합으로 형성되는 디스플레이에 관한 것이다. 예시적 구현예에서, 전면 광은 광을 디스플레이의 외측 표면에 대해 협각 내에서 수직 방향으로 지향성으로 방출하도록 구성된다.
- [0012] 종래에, 경면 반사는 단일 유입 방향으로부터의 광(즉, 광선)이 단일 유출 방향으로 반사되는 표면으로부터의 광의 거울 유사 반사로 정의된다. 이와 같은 작용은 반사 법칙에 의해 설명되며, 반사 법칙은 유입 광(입사 광선)의 방향, 및 반사된 유출 광(반사 광선)의 방향이 표면 법선에 대해 동일한 각을 형성한다는 것을 나타낸다. 즉, 입사의 각도는 반사의 각도와 동일하고, 입사 방향, 수직 방향, 및 반사된 방향은 동일 평면에 있다. 본 개시의 일 구현예에서, 전자 종이 표면은 반사가 고휘도를 유지하지만 관찰자에게 더 희거나 더 유연하게 나타나는 곳에서 반경면성 또는 반-역반사성이다.
- [0013] 더 적은 확산(즉, 더 많은 경면)인 전면발광 투명 표면의 조합은, 광을 반사시키고 더 밝은 디스플레이를 초래하는 전면 광원의 비-램버시안 출력을 보존하는 디스플레이를 제공한다.
- [0014] 도 2는 본 개시의 일 구현예에 따른 불완전 TIR 반-역반사 디스플레이를 예시한다. 도 2의 디스플레이(100)는 지향성 전면 광 시스템을 구비한다. 디스플레이(100)는 복수의 부분적 내장 고굴절률 투명 볼록 돌출부를 갖는 반-역반사 전면 시트(102)를 포함한다. 볼록 돌출부는 적용에 따라 가변 설계 및 형상일 수 있다. 도 2에서, 볼록 돌출부는 내측으로 연장되는 반구형 비드(104)의 형상이다. 도 2의 디스플레이는 반구형 비드(104)의 내측 표면 상의 투명 전면 전극(106) 및 후면 전극(110)이 구비되는 후면 지지체(108)로 더 구성될 수 있다. 후면 전극(110)은 박막 트랜지스터(TFT) 어레이 또는 패터닝된 전극 어레이를 포함할 수 있다.
- [0015] 디스플레이(100)는 또한 전면 전극(106)을 후면 전극(110)에 연결하는 전압원(112)을 갖는 것으로 도시된다. 전면 전극(106) 및 후면 전극(110)에 의해 형성되는 공동(cavity) 내에 불활성 저굴절률 매질(114)이 포함된다. 매질(114)은 부유 전기영동 이동 입자(116)를 함유할 수 있다.
- [0016] 디스플레이(100)는 광원(118), 광 도파관(120) 및 광 추출 요소(122)의 어레이가 구비되는 지향성 전면 광 스

템을 더 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 전면 광원은 발광 다이오드(LED), 냉음극 형광 램프(CCFL) 또는 표면 실장 기술(SMT) 백열 전구로 구성될 수 있지만, 이에 제한되지 않는다.

[0017] 광 도파관은 광을 시트(102)의 전면 전체 표면으로 지향시키는 반면에 광 추출 요소는 광을 수직 방향으로 반-역반사 시트(102)의 외측 표면을 향해 지향시킨다. 도 2에 예시된 추출 요소(122)를 포함하는 광 도파관은 개념적 도면인 점이 주목되어야 한다. 종래의 광 도파관 시스템에서, 추출 요소는 내장된 반사 요소 또는 에어 포켓일 수 있지만, 이에 제한되지 않으며, 반사는 광 도파관 폴리머 재료와 에어 포켓 사이의 계면에서의 굴절률 값의 불일치에 의해 야기된다. 게다가, 추출 요소의 크기 및 위치는 광의 균일한 추출을 야기하기 위해 변화할 수 있다. 광 도파관 시스템을 포함하는 본원의 모든 도면에 대해, 도면에 도시된 광 도파관 시스템은 개념적 목적만을 위해 예시되도록 의도된다.

[0018] 점선(126)의 좌측 측면 상에서, 디스플레이(100)는 백색 또는 반-역반사 상태에서 디스플레이의 일부(또는 픽셀)를 나타낸다. 이와 같은 상태에서, 입자(116)는 TIR이 시트(102)에서 발생할 수 있도록 후면 전극(110)에 의 인가된 전압의 영향 하에 이동된다. TIR 효과는 시트(102)에 수직인 방향으로 전면 광원에 의해 방출되는 지향성 광선(128 및 132)에 의해 예시된다. 광선은 30° 반각 원뿔 주위에 중심설정되는 광선(130 및 134) 각각에 의해 예시된 바와 같이 램버시안 방식 대신에 반-역반사 방식으로 관찰자(124)를 향해 다시 전반사된다. 광은 약 10° 내지 약 30° 범위의 협각으로 반-역반사성 방식으로 반사될 수 있다.

[0019] 점선(126)의 우측 측면은 방해된 TIR 어둠 상태에서 디스플레이(100)의 일부(또는 픽셀)를 도시한다. 이와 같은 상태에서, 전기영동 이동 입자(116)는 반대 극성의 인가된 전압의 영향 하에 -- 도 2의 좌측 측면 상의 인가된 전압과 비교된 바와 같이 -- TIR이 방해되도록 투명 전면 전극(106)의 표면 근방에 이동된다. 이것은 흡수되는 지향성 방출 광선(136 및 138)에 의해, 예를 들어 광 흡수되는 입자(116)에 의해 예시된다.

[0020] 도 3은 도 2의 디스플레이(100)의 광 도파관(120) 내의 추출 요소(122)의 상세도이다. 구체적으로, 도 3은 광원(118), 광 도파관(120) 및 추출 요소(122)를 도시한다. 추출 요소는 상기 도파관으로부터 제어 가능한 방식으로 광을 추출하기 위한 광 도파관 내의 구조이다. 광 도파관으로부터 광을 추출하는 많은 방식이 있다. 도 3의 묘사는 개념을 간단히 예시한다.

[0021] 도 3은 또한 반-역반사 표면에 수직인 방향으로의 각각의 복수의 반사된 광선(152)으로 반사되고 재지향되는 광원(118)으로부터의 복수의 광선(150)을 도시한다. 광선은 수직 방향으로 비-램버시안 협각 범위 내에서 반-역반사 시트를 향해 방출되고 재지향된다.

[0022] 도 4는 본 개시의 다른 구현예에 따른 예시적 디스플레이를 도시한다.

[0023] 구체적으로, 도 4는 지향성 전면 광 및 교차 벽이 구비되는 불완전 TIR 디스플레이의 일부를 도시한다. 도 4의 디스플레이(200)는 반구형 비드(204)의 형태인 복수의 볼록 돌출부를 갖는 관찰자(218)를 향하는 반-역반사 외부 시트(202), 반구형 비드 표면의 표면 상의 투명 전면 전극(206), TFT 또는 패터화된 전극 어레이에서 후면 전극의 역할을 하는 상단 전도성 층(210)을 포함하는 후면 지지체(208), 광 투명 불활성 저굴절률 매질(214), 예를 들면, 유체를 포함한다. 매질(214)은 전면 투명 전극(206)과 후면 전극(210) 사이에 형성되는 공동을 채운다. 매질(214)은 부유 광 흡수 전기영동 이동 입자(216)를 함유한다.

[0024] 전압원(212)은 전면 전극(206) 및 후면 전극(210)을 연결한다. 전면 광원(220)은 디스플레이(200)의 표면을 조명한다. 광 도파관(222) 및 추출 요소(224)는 광을 수직 방향으로 반-역반사 시트(202)를 향해 재지향시킨다.

[0025] 디스플레이(200)는 이동 입자(216)를 국한시키는 웰 또는 구획부를 형성하는 벽(226)을 더 포함한다. 벽 또는 교차 벽(226)은 웰 또는 구획부를 다양한 형상으로 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 웰은 정사각형과 같거나, 삼각형, 오각형, 육각형 또는 그것의 조합일 수 있다. 벽(226)은 폴리머 재료를 포함할 수 있고, 포토리소그래피, 엠보싱 또는 몰딩과 같은 기술에 의해 패터화될 수 있다. 벽(226)은 시간에 따라 나쁜 디스플레이 성능을 초래할 수 있는 입자(216)의 정착 및 이동을 방지하기 위해 전기영동 이동 입자(216)를 국한시키는데 도움이 된다.

[0026] 단일 또는 다수의 픽셀은 도 4에 더 도시된 바와 같이 교차 벽(226)에 의해 형성되는 웰 또는 구획부 내에서 스위칭 될 수 있다. 예를 들어, 광선(228 및 230)은 전면 광원에 의해 수직 방향으로 협각 범위(즉, 비-램버시안) 내에서 반-역반사 시트(202)를 향해 지향성으로 방출될 수 있다. 광선은 TIR을 겪을 수 있고 반사된 광선(232 및 234) 각각으로 관찰자(218)를 향해 다시 반사될 수 있다. 반사는 밝음 또는 반사 상태를 생성하기 위해 지향성 전면 광의 광 출력의 비-램버시안 특성을 실질적으로 보존한다. 이것은 입자(216)가 이동되고 후면 전극 표

면(210)에서 수집되도록 전압이 인가될 때 가능해진다.

- [0027] 대안적으로, 인가된 전압의 극성은 반전될 수 있고 입자(216)는 후면 전극(210)으로부터 투명 전면 전극 표면(206)을 향해 이동될 수 있어 광선(236 및 238)은 단일 또는 다수의 픽셀에서 입자(216)에 의해 흡수되거나 산란된다. 픽셀은 어둠 상태를 생성하기 위해 교차 벽(226)에 의해 생성되는 구획부 또는 웰 내에 위치될 수 있다.
- [0028] 도 5는 다공 시트를 갖는 본 개시의 다른 구현예를 예시한다. 여기서, 광이 반-역반사 전면 시트에서 반사되는 대신에(예를 들어, 도 2 및 도 4), 광은 다공 시트 또는 필름 상의 반경면 또는 반-역반사 표면에서 반사된다. 디스플레이(300)는 투명 외부 시트(302)를 포함한다. 시트(302)는 선택적일 수 있고 광 도파관(330)은 유일한 외부 시트로 사용될 수 있다. 디스플레이(330)는 또한 TFT 또는 패턴화된 어레이를 포함할 수 있는 후면 전극(306)의 역할을 하는 상단 전도성 층을 갖는 후면 지지체(304)를 포함한다.
- [0029] 외부 시트(302)와 후면 전극(306) 사이에 형성되는 공동 내에 얇은 다공 연속(점선(310)에 의해 표현됨) 시트 또는 필름(308)이 배치된다. 시트(308)는 적어도 대략 10 미크론의 두께를 가지고 폴리카보네이트, 폴리에스테르, 폴리이미드 또는 일부 다른 폴리머 재료 또는 유리와 같은 트랙 에칭 폴리머 재료로 형성될 수 있다. 필름(308)의 다공 성질은 광 흡수 전기영동 이동 입자(312)가 천공(314)을 통과하는 것을 허용한다. 시트(308) 내의 천공의 평균 직경은 입자(312)의 평균 직경보다 더 클(예를 들어, 대략 10 배 더 클) 수 있다. 시트(308) 내의 천공은 시트(308)의 천공(314)을 통해 입자(312)의 실질적으로 방해받지 않은 통과를 허용하도록 멤브레인(308)의 전체 표면적의 충분히 큰 부분(예를 들어, 적어도 10%)을 구성할 수 있다.
- [0030] 도 5의 디스플레이(300)는 다공 연속(점선(310)에 의해 표현됨) 필름 또는 시트(308)의 위에서 전면 전극의 역할을 하는 부가적 제1 다공 연속(점선(318)에 의해 표현됨) 전도성 층(316)을 더 도시한다. 필름 또는 시트는 멤브레인을 정의할 수 있다. 천공은 또한 구멍 또는 개구를 정의할 수 있다. 층(316)은 투명 전도성 재료 예컨대 인듐 주석 산화물(ITO) 또는 Baytron™ 또는 폴리머 매트릭스에 분산되는 전도성 나노입자 또는 그것의 조합을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 층(316)은 반사율을 증대시키기 위해 알루미늄, 은, 금, 알루미늄 도금 Mylar™ 가요성 필름 또는 다른 전도성 재료와 같은 얇은 광 반사 금속 층을 포함한다. 반사 층(316)은 종래의 기상 증착 기술을 사용하여 반사(예를 들어, 알루미늄, 은, 금) 금속 필름을 갖는 코팅 표면(308)에 의해 조립될 수 있다.
- [0031] 제2 다공 연속(점선(322)에 의해 표현됨) 층(320)은 층(316)의 위에 형성될 수 있다. 제2 층(320)은 반-역반사 코팅(320)을 포함할 수 있다. 반-역반사 코팅(320)은 반사 기관, 예컨대 반사 전면 전극(316) 또는 투명 매트릭스 내에 내장되고 반사 전면 전극(316)에 의해 지지되는 코너 큐브 또는 부분 코너 큐브 반사기 또는 글래스 비드(glass bead)로 구성될 수 있다.
- [0032] 일 구현예에서, 반-역반사 코팅(320)으로부터의 확산 반사율 레벨은 픽셀 또는 서브픽셀 크로스토크(sub-pixel cross-talk)를 야기할 만큼 높지 않다. 예를 들어, 광이 하나의 서브픽셀을 통해 들어가면, 그것은 광이 동일한 서브픽셀을 통해 나가거나, 그렇지 않으면 콘트라스트 및/또는 색 화소가 감소되도록 반-역반사 코팅(320)에 의해 반사되어야 한다. 다공 시트의 천공과 함께 전면 투명 시트(302) 및 후면 전극(306)에 의해 형성되는 공동은 입자(312)가 부유되는 광 투명 불활성 매질(324)로 채워진다.
- [0033] 전압원(326)은 다공 필름(308) 상의 전도성 제1 층(316)과 후면 전극(306) 사이에 바이어스를 인가할 수 있다. 반사 금속 다공 층 또는 필름이 2개의 전극 표면(즉, 상단 및 하단 전극) 사이에 삽입되는 종래의 디스플레이 아키텍처에서, 금속 필름은 제어되지 않은 등전위 표면이고 상단 및 하단 전극 내의 전압 사이의 전압의 임의의 값을 취할 수 있다. 정밀한 전압은 전체 셀에 걸친 전하 분포에 의존한다. 연결되지 않은 전극 상에 가변 전압을 갖는 것은 셀 성능이 가변 동작 속도 및 히스테리시스를 갖는 것을 의미한다. 실험 데이터는 이와 같은 아키텍처가 장치를 동작 불가능하게 하는 것을 나타낸다. 종래의 아키텍처의 결점에 대한 하나의 해결책은 개시된 구현예에 설명된 바와 같이, 상기 반사 다공 금속 층이 전면 전극 층이 되도록 반사 다공 금속 층을 후면 전극에 전기적으로 연결하는 것이다.
- [0034] 디스플레이(300)는 지향성 전면 광원(328), 투명 광 도파관(330) 및 광 추출 요소(332)를 더 포함한다. 광 추출 요소(332)는 광원(328)으로부터 방출된 광을 수직 방향으로 협각 범위 내에서 다공 필름 표면 상의 반사 층(320)을 향해 재지향시킨다.
- [0035] 밝음 상태에서, 광은 협각 범위 내에서 관찰자(334)에게 다시 반사된다. 이와 같은 상황은 점선(336)의 좌측 측면 상에 도시된다. 여기서, 정확한 극성의 전압 바이어스는 전기영동 이동 입자(312)가 다공 시트(및 전도성 및

반사 층)의 천공(314)을 통하여 후면 전극(306)을 향해 이동하여 입자가 그것의 표면에 수집되도록 인가되었다. 입자(312)가 다공 시트(308) 뒤에 위치될 때, 밝음 상태가 생성된다. 광 도파관(330)로부터 수직 방향으로 방출되는 광선(338)은 반-역반사 표면(320)에서 관찰자(334)를 향해 다시 반사되어 반사된 광(반사된 광선(340)에 의해 표현됨)은 광 출력의 비-램버시안 특성을 보존하며 그것에 의해 관찰자(334)에게 다시 지향되지 않는 광의 양을 최소화한다.

[0036] 점선(336)의 우측 측면 상에서, 도 5는 입자(312)가 반대 극성의 전압 바이어스의 영향 하에 천공(314)을 통해 이동되도록 어둠 상태를 도시한다. 이와 같은 상태에서, 입자(312)는 광 도파관(330)로부터 방출되는 광선을 흡수하기 위해 반-역반사 층(320)의 표면에서 수집한다. 이와 같은 상황은 입자(312)에 의해 흡수되는 광선(342)에 의해 표현된다.

[0037] 디스플레이(300)는 도 4에 도시된 바와 같이 하나 이상의 벽을 더 포함할 수 있다. 각각의 웰은 디스플레이(300)에서 전기영동 이동 입자(312)를 국한시키는 구획부를 생성할 수 있다. 벽 또는 교차 벽은 상기 논의된 형상 중 어느 것으로 웰 또는 구획부를 생성하도록 설계될 수 있다. 벽은 폴리머 재료로 형성될 수 있고 종래의 포토리소그래피, 엠보싱 또는 몰딩과 같은 기술에 의해 패턴화될 수 있다. 벽은 입자(312)를 국한시키고 시간에 따라 나쁜 디스플레이 성능을 초래하는 입자(312)의 정착 및 이동을 방지하는데 도움이 된다.

[0038] 지향성 전면 광을 갖는 반사 디스플레이의 다른 구현예는 도 6의 디스플레이(400)에 도시된다. 디스플레이(400)는 선택적 투명 전면 시트(402), 후면 지지체(404), TFT 또는 패턴화된 어레이의 후면 전극(406), 다공 연속(점선(410)에 의해 표현됨) 시트 또는 필름(408), 및 광 투명 불활성 매질(414)에서 부유되는 전기영동 이동 입자(412)를 포함한다.

[0039] 부가적 경면반사 전도성 다공(연속 층을 암시하기 위해 점선(418)에 의해 표현됨) 층(416)은 다공 시트의 위에 추가되어 반사 도전성 층은 전면 전극의 역할을 하는 투명 외부 시트(402)를 향한다. 반사 층(416)은 알루미늄, 은, 금, 알루미늄 도금 Mylar™ 가요성 필름 또는 다른 유사한 재료와 같은 얇은 광 반사 금속 층을 정의할 수 있다. 반사 층(416)은 표준 기상 증착 기술을 사용하여 반사(예를 들어, 알루미늄, 은, 금) 금속 필름을 갖는 코팅 표면(408)에 의해 조립될 수 있다. 디스플레이(400)는 전기영동 이동 입자(412)를 이동시키기 위해 전면 및 후면 전극에 걸쳐 전압 바이어스를 인가하는 전압원(420)을 더 포함한다. 도 6의 예시적 구현예는 또한 광원(422) 및 광 추출 요소(426)가 구비되는 투명 광 도파관(424)을 포함하는 지향성 전면 광 시스템을 포함한다. 광 도파관 표면의 위에 및 광 도파관(424)과 관찰자(428) 사이에 광 확산 층(430)이 배치된다. 그라운드, 그레이 아이드(grey-eyed) 또는 오팔 글래스 확산기 및 Teflon™ 또는 다른 종래의 폴리머 확산기와 같은 광 확산 층(430)을 위한 구성의 재료에 대한 다수의 가능성이 있다.

[0040] 디스플레이(400)의 구현예는, 예를 들어, 이하의 방식으로 동작한다. 점선(432)의 좌측 측면 상에서, 전기영동 이동 입자는 인가된 전압 하에 천공(434)을 통해 후면 전극 표면(406)으로 이동된다. 전면 광 도파관(424)으로부터 수직 방향으로 지향성으로 방출되는 광선(436)은 다공 시트 또는 필름(408) 위의 반사 및 전도성 층(416)에 의한 반사된 광선(438)으로 도시된 바와 같이 경면 방식으로 반사되어 반사된 광은 전면 광 도파관(424)로부터의 광 출력의 비-램버시안 특성을 실질적으로 유지하고 보존한다.

[0041] 광선이 디스플레이를 빠져나오고 투명 광도파관(424)을 통해 관찰자(428)에게 다시 들어가므로, 광선(438)은 광을 유연화하거나 백색화하여 디스플레이의 밝음 상태가 종이와 같이 나타나도록 외부 투명 광 확산 시트(430)를 통과한다. 유연화의 정도는 광 확산 층의 특성 및 적용의 요건에 의해 제어될 수 있다.

[0042] 점선(432)의 우측 측면 상에서, 이동 입자(412)는 천공(434)을 통해 반사 전극(416)의 상단 표면으로 이동되어 전면 광원에 의해 방출되는 지향성 광선은 그것에 의해 흡수된다. 이와 같은 상황은 어둠 상태를 생성하고 전기영동 이동 입자(412)에 의해 흡수되는 전면 광원에 의해 방출되는 광선(440)에 의해 도시된다.

[0043] 디스플레이(400)는 도 4의 디스플레이(200)에 예시된 바와 같이 벽을 더 포함할 수 있다. 벽은 전기영동 이동 입자(412)를 국한시키는 웰 또는 구획부를 생성한다. 벽은 나쁜 디스플레이 성능을 초래하는 입자(412)의 정착 및 이동을 방지하기 위해 이동 입자(412)를 국한시키는데 도움이 된다.

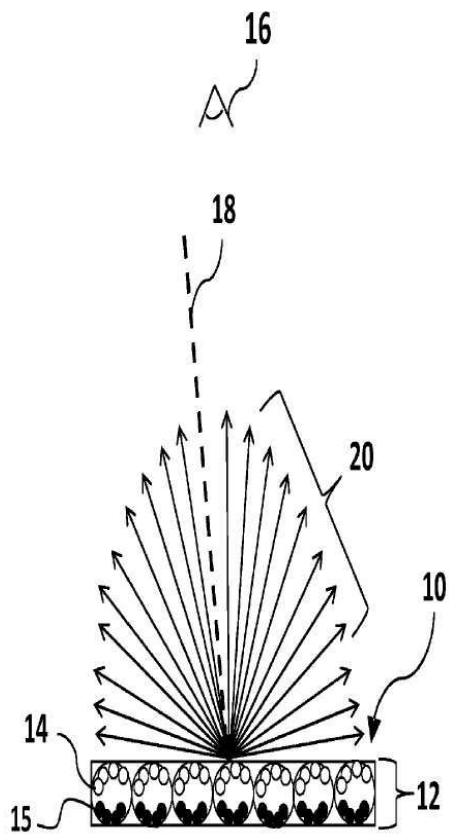
[0044] 도 7은 반사 층을 구비한 다공 시트를 갖는 본 개시의 예시적 구현예를 예시한다. 도 7의 디스플레이(500)는 구성에 있어서 도 6의 디스플레이(400)와 유사하다. 디스플레이(500)는 선택적 투명 외부 시트(502), 후면 지지체(504), TFT 또는 패턴화된 어레이일 수 있는 후면 전극(506), 천공, 구멍 또는 개구(512)를 갖는 다공 연속(점선(510)에 의해 표현됨) 시트 또는 필름(508), 투명 외부 시트(502)(시트는 광 도파관이 투명 외부 시트로 사용될 수 있으므로 선택적일 수 있음)와 후면 전극(506) 사이에 형성되고 천공(512) 내에 포함되는 공동을 채우는

광 투명 불활성 매질(514)을 포함한다.

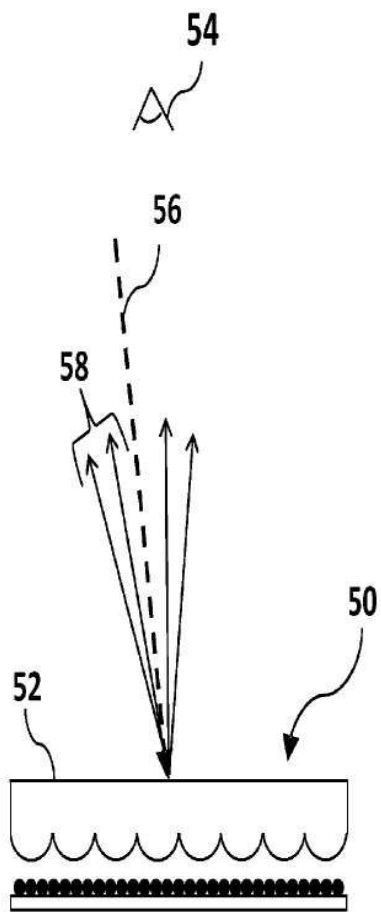
- [0045] 디스플레이(500)는 또한 전면 광원(516), 광 추출 요소(520)의 어레이가 구비되는 투명 광 도파관(518) 및 투명 광 도파관(518)의 위에 위치되고 관찰자(524)를 향하는 투명 광 확산 시트(522)를 포함한다. 디스플레이(500)는 다공 시트(508) 상의 제1 다공 연속(점선(528)에 의해 표현됨) 반사 층(526)을 더 포함한다. 다공 반사 층(526)의 위에 제2 투명 전도성 다공 연속(점선(532)에 의해 표현됨) 층(530)이 있다. 이와 같은 층(530)은 전면 전극의 역할을 하고, ITO 또는 Baytron™ 또는 나노입자, 예컨대 폴리머 매트릭스에 분산되는 나노금속 와이어 또는 그것의 조합으로 구성될 수 있다. 디스플레이(500)는 전기영동 이동 입자(517)를 이동시키는 바이어스를 인가하기 위한 전압원(534)을 더 포함한다.
- [0046] 예시적 구현예에서, 디스플레이(500)는 이하의 방식으로 동작한다. 점선(536)의 좌측 측면 상에서, 입자(517)는 인가된 전압 바이어스 하에 천공(512)을 통해 후면 전극 표면(506)으로 이동된다. 광선(538)에 의해 도시되는 광선은 광 도파관(518)에 의해 수직 방향으로 지향성으로 방출된다. 광선은 전면 전극의 역할을 하는 투명 전도성 층(530)을 통과한다. 광선은 다공 시트 또는 필름(508) 위의 반사 층(526)에 의한 반사된 광선(540)에 의해 도시된 바와 같이 경면 방식으로 반사되어, 반사된 광은 전면 광원으로부터의 광 출력의 비-램버ertian 특성을 실질적으로 유지하고 보존한다. 반사된 광선(540)이 디스플레이(500)를 빠져나오고 투명 광 도파관(518)를 통해 관찰자(524)에게 다시 들어가므로, 광선은 광을 유연화하거나 백색화하여 디스플레이의 밝음 상태가 종이와 같이 나타나도록 외부 투명 광 확산 시트(522)를 통과한다(이와 같은 상황은 디스플레이의 선택적 특징일 수 있음). 유연화의 정도는 광 확산 층(522)의 특성 및 디스플레이 요건에 의해 제어될 수 있다.
- [0047] 점선(524)의 우측 측면 상에서, 전기영동 이동 입자(517)는 천공(512)을 통해 투명 전면 전극(530)의 상단 표면으로 이동되어, 광 도파관에 의해 방출되는 지향성 광선은 입자에 의해 흡수된다. 이와 같은 상황은 광 도파관에 의해 방출되고 입자(517)에 의해 흡수되는 광선(542)에 의해 도시된 바와 같이 어둡은 상태를 생성한다.
- [0048] 도시되지 않지만, 디스플레이(500)는 도 4와 관련하여 논의된 바와 같이 벽을 더 포함할 수 있다. 벽(도시되지 않음)은 디스플레이에서 이동 입자(517)를 국한시키는 웰 또는 구획부를 생성한다. 벽은 나쁜 디스플레이 성능을 초래하는 입자(517)의 정착 및 이동을 방지하기 위해 이동 입자(517)를 국한시키는데 도움이 된다.
- [0049] 개시된 구현예는 전자 책 리더, 휴대용 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 휴대 전화, 스마트 카드, 간판, 시계, 웨어러블(wearable), 가격 표시기, 플래시 드라이브 및 디스플레이를 포함하는 옥외 광고판 또는 옥외 간판과 같은 적용예에 사용될 수 있다.
- [0050] 본 개시의 원리가 본원에 도시된 예시적 구현예와 관련하여 예시되었지만, 본 개시의 원리는 이에 제한되지 않고 임의의 수정, 변형 또는 그것의 치환을 포함한다.

도면

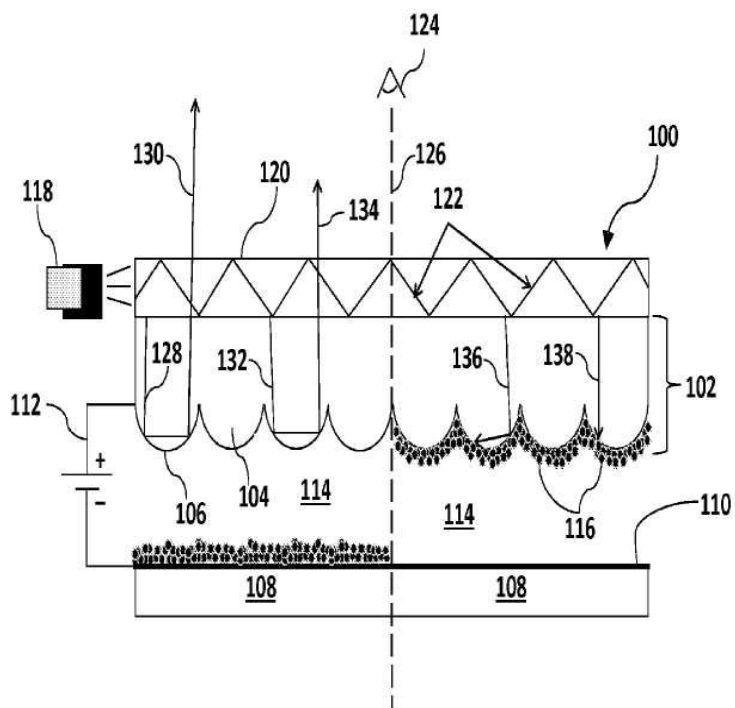
도면1a



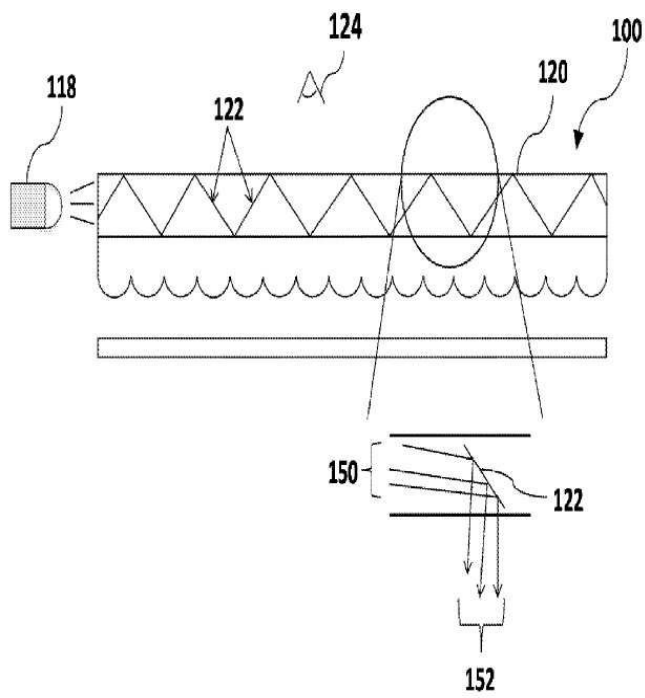
도면1b



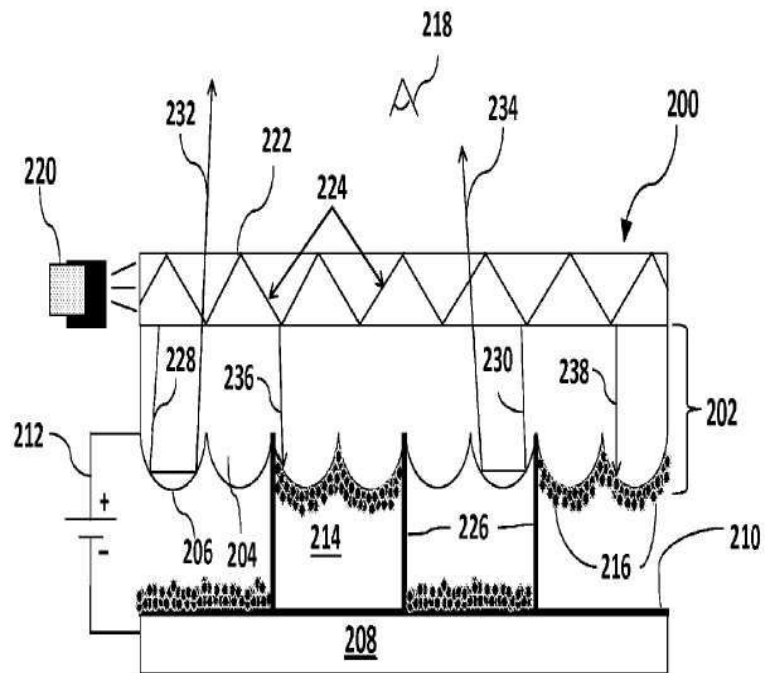
도면2



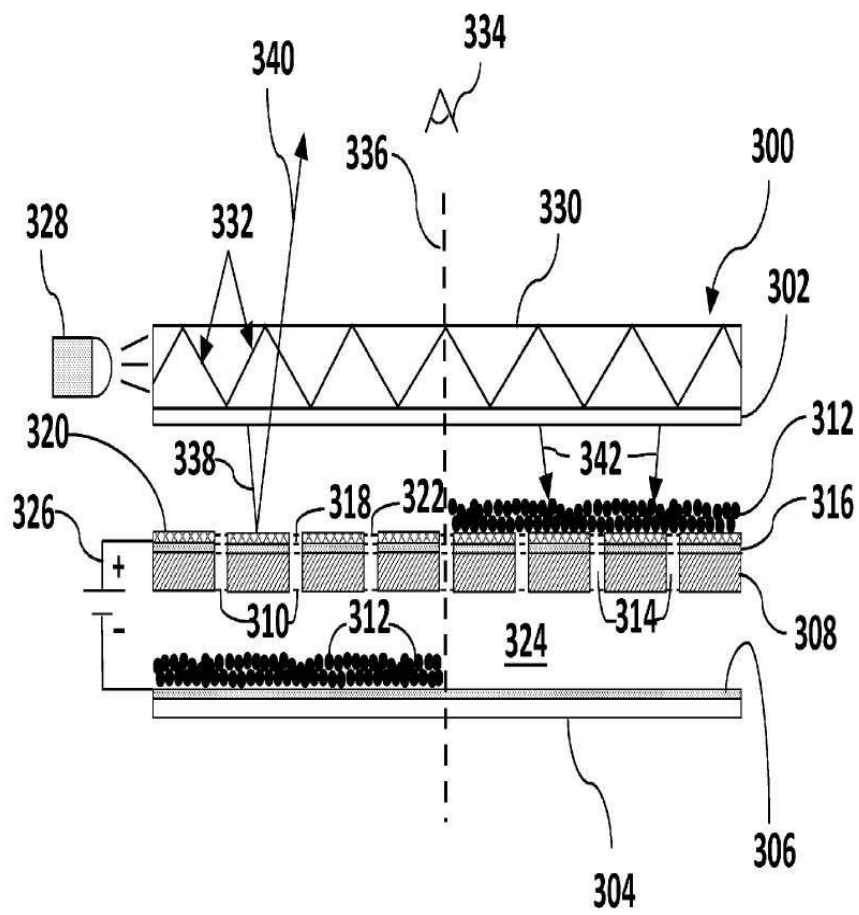
도면3



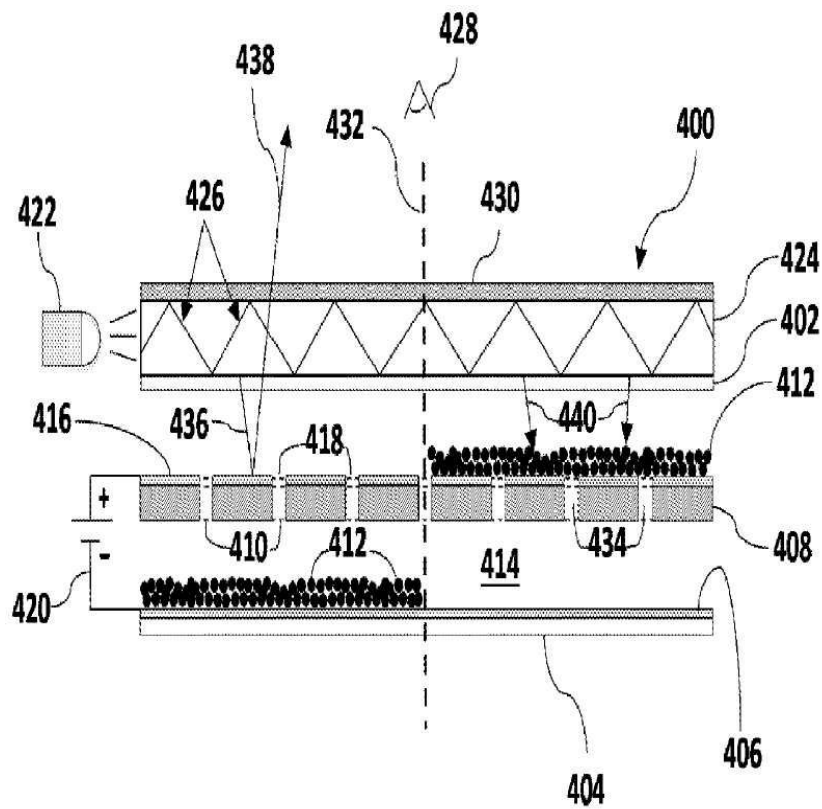
도면4



도면5



도면6



도면7

