



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0042967
(43) 공개일자 2020년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F21V 8/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/0038 (2013.01)
G02B 6/0046 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7010996
(22) 출원일자(국제) 2017년10월27일
심사청구일자 2020년04월16일
(85) 번역문제출일자 2020년04월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/058854
(87) 국제공개번호 WO 2019/083549
국제공개일자 2019년05월02일

(71) 출원인
레이아 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 샌드 힐 로드 2440
(72) 발명자
파탈, 데이비드 에이.
미국, 캘리포니아 94025, 멘로 파크, 세인트 303, 샌드 힐 로드 2440, 레이아 인코포레이티드
(74) 대리인
박경재

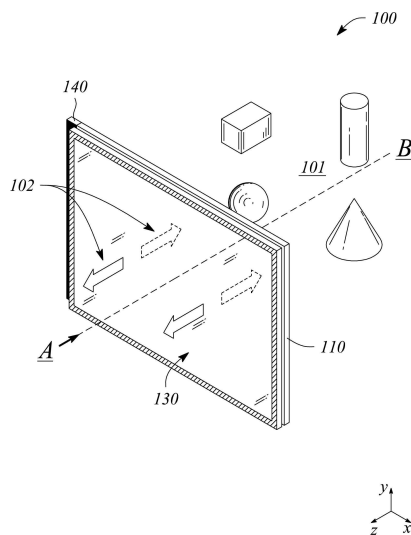
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 백릿 투명 디스플레이, 투명 디스플레이 시스템, 및 방법

(57) 요약

백릿 투명 디스플레이 및 투명 디스플레이 시스템은 이면 장면이 디스플레이를 통해 보일 수 있도록 하면서 디스플레이되는 이미지를 제공한다. 백릿 투명 디스플레이는 도광체, 복수의 산란 소자들, 및 디스플레이되는 이미지를 나타내는 변조된 방출광을 제공하기 위하여 상기 도광체로부터 산란되는 방출광을 변조하도록 구성되는 광 밸브들의 어레이를 포함한다. 백릿 투명 디스플레이의 투명도는 이면 장면이 백릿 투명 디스플레이를 통해 보여질 수 있도록 구성된다. 투명 디스플레이 시스템은 광 밸브들의 어레이 및 투명 백라이트를 포함한다. 투명 디스플레이 시스템은 투명 디스플레이 시스템을 통하여 보이는 이면 장면 상에 중첩되도록 디스플레이되는 이미지를 제공하도록 구성된다.

대표도 - 도3a



명세서

청구범위

청구항 1

백릿 투명 디스플레이로서,

도광체의 길이를 따라 광을 안내된 광으로서 안내하도록 구성된 상기 도광체;

상기 도광체를 따라 그리고 상기 도광체에 걸쳐서 서로 이격되며, 상기 안내된 광의 일부를 방출광으로서 산란시키도록 구성된 복수의 산란 소자들; 및

상기 방출광을 디스플레이되는 이미지로서 변조하도록 구성된 광 밸브들의 어레이를 포함하고,

상기 복수의 산란 소자들의 산란 소자의 크기는 상기 광 밸브 어레이의 광 밸브의 크기보다 작고,

상기 백릿 투명 디스플레이의 투명도는 어떤 장면이 상기 백릿 투명 디스플레이를 통해 보일 수 있도록 구성되는

백릿 투명 디스플레이.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들은 상기 방출광을 확산광으로서 제공하도록 구성되고, 상기 디스플레이되는 이미지는 상기 백릿 투명 디스플레이를 통한 상기 어떤 장면의 뷰 상에 중첩되는

백릿 투명 디스플레이.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들의 산란 소자는 상기 도광체의 제 1 표면 및 제 2 표면 중 하나에 위치하고, 상기 산란 소자는 상기 안내된 광의 일부를 상기 광 밸브 어레이에 인접한 상기 제 1 표면을 통해 산란시키도록 구성되는

백릿 투명 디스플레이.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들의 산란 소자는 상기 안내된 광의 일부를 상기 방출광으로서 회절적으로 산란시키도록 구성된 회절 격자를 포함하는

백릿 투명 디스플레이.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들은 미세-반사 산란 소자 및 미세-굴절 산란 소자 중 하나 또는 모두를 포함하고,

상기 미세-반사 산란 소자는 상기 안내된 광의 일부를 반사적으로 산란시키도록 구성되고,

상기 미세-굴절 산란 소자는 상기 안내된 광의 일부를 굴절적으로 산란시키도록 구성되는 백릿 투명 디스플레이.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 복수의 산란 소자들의 산란 소자는 단일 지향성 산란 소자를 포함하는 백릿 투명 디스플레이.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 단일 지향성 산란 소자는 역 프리즘 산란 소자를 포함하는 백릿 투명 디스플레이.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 복수의 산란 소자들은 상기 이면 장면의 방향으로 광을 더 방출하도록 구성되고,
상기 이면 장면을 향하여 지향되는 상기 방출광은 상기 이면 장면을 조명하도록 구성되는 백릿 투명 디스플레이.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 광 밸브들의 어레이는 액정 광 밸브를 포함하는 백릿 투명 디스플레이.

청구항 10

제 1 항의 백릿 투명 디스플레이를 포함하는 투명 디스플레이 시스템으로서,
상기 투명 디스플레이 시스템은 상기 도광체의 입력 에지에 광학적으로 결합된 광원을 더 포함하고,
상기 광원은 0이 아닌 전파 각도를 갖는 것 및 정해진 시준 계수에 따라 시준되는 것 중 하나 또는 모두에 해당하는 상기 안내된 광을 제공하도록 구성되는 투명 디스플레이 시스템.

청구항 11

투명 디스플레이 시스템으로서,
디스플레이되는 이미지를 제공하기 위하여 방출광을 변조하도록 구성된 광 밸브들의 어레이; 및
복수의 산란 소자들을 갖는 도광체 및 상기 도광체의 에지에 결합된 광원을 포함하는 투명 백라이트를

포함하되, 상기 광원은 상기 도광체 내에서 안내된 광으로서 안내될 광을 제공하도록 구성되고, 상기 복수의 산란 소자들은 상기 안내된 광의 일부를 상기 광 밸브 어레이 및 이면 장면 중 하나 또는 모두를 향하는 방향을 갖는 상기 방출광으로서 산란시키도록 구성되며,

상기 투명 디스플레이 시스템은 상기 투명 디스플레이 시스템을 통해 보이는 상기 이면 장면 상에 중첩되도록 상기 디스플레이되는 이미지를 제공하도록 구성되는

투명 디스플레이 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 이면 장면을 향하여 지향된 상기 방출광은 상기 이면 장면의 조명원으로서 기능하고,

상기 광 밸브 어레이는 상기 이면 장면에 의하여 반사되는 상기 방출광을 변조하도록 구성되는

투명 디스플레이 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들의 산란 소자는 상기 안내된 광의 상기 일부를 산란시키기 위하여 상기 도광체에 광학적으로 연결된 회절 격자, 미세-반사 산란 소자 및 미세-굴절 산란 소자 중 하나 이상을 포함하는

투명 디스플레이 시스템.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들에서 산란 소자들의 밀도는 상기 광원이 결합되는 상기 도광체의 상기 에지로부터의 거리의 함수로서 변화하도록 구성되고,

상기 밀도는 상기 도광체 내의 상기 안내된 광의 세기의 변화를 보상하기 위하여 거리의 함수로서 변하는

투명 디스플레이 시스템.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 산란 소자의 크기는 상기 광 밸브 어레이의 광 밸브의 크기보다 작고,

상기 디스플레이되는 이미지는 2차원(2D) 콘텐츠를 나타내고,

상기 투명 디스플레이 시스템은 2차원(2D) 투명 디스플레이 시스템인

투명 디스플레이 시스템.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들은 복수의 멀티빔 소자들을 포함하고, 상기 복수의 멀티빔 소자들의 멀티빔 소자는 상기 안내된 광의 일부를 멀티뷰 이미지의 상이한 뷰 방향들 각각에 대응하는 상이한 주 각도 방향들을 갖는 복수

의 지향성 광빔들로서 산란시키도록 구성되며, 상기 투명 디스플레이 시스템은 멀티뷰 투명 디스플레이 시스템이고, 상기 디스플레이되는 이미지는 멀티뷰 이미지인

투명 디스플레이 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 멀티뷰 소자의 크기는 상기 광 밸브들의 어레이의 광 밸브의 크기의 50% 내지 200% 사이인

투명 디스플레이 시스템.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들은 편광-보존 산란 소자, 각도-보존 산란 소자 및 단일 지향성 산란 소자 중 하나 이상을 포함하는

투명 디스플레이 시스템.

청구항 19

투명 디스플레이의 동작 방법으로서, 상기 방법은,

도광체의 길이를 따라 광을 안내된 광으로서 안내하는 단계;

상기 도광체로부터의 상기 안내된 광의 일부를 복수의 산란 소자들을 이용하여 방출광으로서 산란시키는 단계; 및

상기 방출광을 디스플레이되는 이미지로서 변조하도록 구성된 광 밸브들의 투명 어레이를 이용하여 상기 방출광을 변조하는 단계를 포함하되,

상기 투명 디스플레이의 상기 도광체, 상기 복수의 산란 소자들 및 상기 투명 광 밸브 어레이의 조합은 이면 장면이 상기 투명 디스플레이를 통해 보일 수 있게끔 하고, 상기 디스플레이되는 이미지는 상기 보이는 이면 장면에 중첩되는

방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 복수의 산란 소자들의 산란 소자의 크기는 상기 광 밸브 어레이의 광 밸브의 크기보다 작고, 상기 복수의 산란 소자들은 상기 도광체에 광학적으로 연결된 회절 격자, 미세-반사 산란 소자 및 미세-굴절 산란 소자 중 하나 이상을 포함하는

방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 방출광은 상기 투명 광 밸브 어레이 및 상기 이면 장면 중 하나 또는 모두를 향하여 지향되고, 상기 이면

장면을 향하여 지향되는 상기 방출광은 상기 이면 장면에 조명을 제공하도록 구성되는 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원에 대한 상호 참조
- [0002] N/A
- [0003] 연방 후원 연구 또는 개발에 관한 진술
- [0004] N/A

배경 기술

- [0005] 전자 디스플레이들은 매우 다양한 기기들 및 제품들의 사용자들에게 정보를 전달하기 위한 아주 보편적인 매체이다. 가장 일반적으로 이용되는 전자 디스플레이들은 음극선관(cathode ray tube; CRT), 플라즈마 디스플레이 패널(plasma display panel; PDP), 액정 디스플레이(liquid crystal display; LCD), 전계 발광(electroluminescent; EL) 디스플레이, 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode; OLED) 및 능동 매트릭스(active matrix) OLED(AMOLED) 디스플레이, 전기 영동(electrophoretic; EP) 디스플레이 및 전자 기계(electromechanical) 또는 전자 유체(electrofluidic) 광 변조를 이용하는 다양한 디스플레이들(예를 들어, 디지털 미세거울(micromirror) 기기, 전기 습윤(electrowetting) 디스플레이 등)을 포함한다. 일반적으로, 전자 디스플레이들은 능동형 디스플레이들(즉, 광을 방출하는 디스플레이들) 또는 수동형 디스플레이들(즉, 다른 원천에 의하여 제공되는 광을 변조하는 디스플레이들)로 분류될 수 있다. 능동 디스플레이들의 가장 명백한 예들로는 CRT, PDP 및 OLED/AMOLED가 있다. 방출광을 고려하면 일반적으로 수동형으로 분류되는 디스플레이들은 LCD 및 EP 디스플레이들이다. 수동형 디스플레이들은 본질적으로 낮은 전력 소모를 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 매력적인 성능 특성들을 종종 나타내지만, 광을 방출하는 능력이 부족한 많은 실제 응용들에서 다소 제한적으로 사용될 수 있다.
- [0006] 방출광과 관련된 수동형 디스플레이들의 한계들을 극복하기 위하여, 많은 수동형 디스플레이들이 외부 광원과 결합된다. 결합된 광원은 이러한 다른 수동형 디스플레이들이 광을 방출하고 실질적으로 능동형 디스플레이로서 기능하게끔 한다. 이러한 결합된 광원들의 예들은 백라이트들이다. 백라이트는 수동형 디스플레이를 조명하기 위하여 수동형 디스플레이 뒤에 배치되는 광의 원천(종종 패널 백라이트)으로서 기능할 수 있다. 예를 들어, 백라이트는 LCD 또는 EP 디스플레이에 결합될 수 있다. 백라이트는 LCD 또는 EP 디스플레이를 통과하는 광을 방출한다. 방출된 광은 LCD 또는 EP 디스플레이에 의하여 변조되고, 이후 변조된 광은 LCD 또는 EP 디스플레이로부터 방출된다. 백라이트들은 종종 백색 광을 방출하도록 구성된다. 이후, 컬러 필터들이 백색 광을 디스플레이에서 이용되는 다양한 컬러들로 변환하는 데 이용된다. 예를 들어, 컬러 필터들은 LCD 또는 EP 디스플레이의 출력에 배치되거나(덜 일반적인), 또는 백라이트와 LCD 또는 EP 디스플레이의 사이에 배치될 수 있다.

발명의 내용

도면의 간단한 설명

- [0007] 본 명세서에 설명된 원리들에 따른 예들 및 실시 예들의 다양한 특징들은 동일한 도면 부호가 동일한 구조적 요소를 나타내는 첨부된 도면과 관련하여 취해진 다음의 상세한 설명을 참조하여 보다 용이하게 이해될 수 있다.
- 도 1은 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 멀티뷰 디스플레이의 뷰 방향에 대응하는 특정 주 각도 방향을 갖는 광빔의 각도 성분들의 그래픽 표현을 도시한다.
- 도 2는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 회절 격자의 단면도를 도시한다.
- 도 3a는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 백릿 투명 디스플레이의 사시도를 도시한다.
- 도 3b는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 백릿 투명 디스플레이의 단면도를 도시한다.

도 3c는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 백릿 투명 디스플레이의 다른 사시도를 도시한다.

도 4a는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자를 포함하는 백릿 투명 디스플레이의 일부의 단면도를 도시한다.

도 4b는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다른 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자를 포함하는 백릿 투명 디스플레이의 일부의 단면도를 도시한다.

도 5a는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 복수의 서브-격자들을 포함하는 회절 격자의 단면도를 도시한다.

도 5b는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 도 5a에 도시된 회절 격자의 평면도를 도시한다.

도 6은 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 한 쌍의 산란 소자들의 평면도를 도시한다.

도 7a는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다른 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자를 포함하는 백릿 투명 디스플레이의 일부의 단면도를 도시한다.

도 7b는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다른 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자를 포함하는 백릿 투명 디스플레이의 일부의 단면도를 도시한다.

도 8은 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다른 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자를 포함하는 백릿 투명 디스플레이의 일부의 단면도를 도시한다.

도 9는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 투명 디스플레이의 블록도를 도시한다.

도 10은 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 투명 디스플레이의 동작 방법의 흐름도를 도시한다.

일부 예들 및 실시 예들은 상술한 도면들에 도시된 특징들에 부가되거나 그 대신에 포함되는 다른 특징들을 가질 수 있다. 이들 및 다른 특징들은 상술한 도면을 참조하여 이하에서 설명된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 명세서에 설명된 원리들에 따른 예들 및 실시 예들은 투명 디스플레이를 통하여 어떤 장면(background scene)을 볼 수 있게끔 하는 투명 디스플레이 및 투명 디스플레이 시스템을 제공한다. 또한, 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다양한 실시 예들에 따르면, 투명 디스플레이에 의하여 디스플레이되는 이미지는 어떤 장면 상에 중첩되어 어떤 장면과 함께 보여질 수 있다. 본 명세서에 설명된 일부 실시 예들에서, 투명 디스플레이의 광 밸브들의 어레이를 조명하기 위하여 백라이트로서 도광체 및 복수의 산란 소자들을 이용하는 투명 디스플레이가 제공된다. 일부 실시 예들에 따르면, 산란 소자들은 디스플레이되는 이미지를 2차원(two-dimensional; 2D) 이미지로서 제공하도록 구성된 확산광(diffuse light)을 제공할 수 있다. 다른 실시 예들에서, 투명 디스플레이는 멀티뷰 이미지를 디스플레이되는 이미지로서 제공하도록 구성된 멀티뷰 투명 디스플레이일 수 있다. 본 명세서에 설명된 투명 디스플레이들의 이용들은 증강 현실 디스플레이들과 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 다양한 디스플레이 응용들을 포함한다.

[0009] 본 명세서에서, '2차원 디스플레이' 또는 '2D 디스플레이'는 이미지가 보여지는 방향에 관계 없이 (즉, 2D 디스플레이의 범위 또는 정해진 시야각 내에서) 실질적으로 동일한 이미지의 뷰를 제공하도록 구성된 디스플레이로서 정의된다. 스마트 폰들 및 컴퓨터 모니터들에서 찾아볼 수 있는 종래의 LCD는 2D 디스플레이들의 예들이다. 대조적으로, 본 명세서에서, '멀티뷰 디스플레이'는 상이한 뷰 방향들로 또는 상이한 뷰 방향들로부터 멀티뷰 이미지의 상이한 뷰들을 제공하도록 구성된 전자 디스플레이 또는 디스플레이 시스템으로서 정의된다. 특히, 상이한 뷰들은 멀티뷰 이미지의 객체 또는 장면(scene)의 상이한 시점 뷰들(perspective views)을 나타낼 수 있다.

[0010] 본 명세서의 정의에 의하면, 뷰 방향 또는 대응하게는 멀티뷰 디스플레이의 뷰 방향에 대응하는 방향을 갖는 광 빔은 일반적으로 각도 성분들(angular components) $\{\theta, \phi\}$ 로 주어지는 주 각도 방향을 갖는다. 각도 성분

(θ)은 광빔의 '고도 성분(elevation component)' 또는 '고도각(elevation angle)'으로 언급될 수 있다. 각도 성분(ϕ)은 광빔의 '방위 성분(azimuth component)' 또는 '방위각(azimuth angle)'으로 언급될 수 있다. 정의에 의하면, 고도각(θ)은 수직 평면(예를 들어, 디스플레이 스크린의 평면에 수직인)에서의 각도이고, 방위각(ϕ)은 수평 평면(예를 들어, 디스플레이 스크린의 평면에 평행인)에서의 각도이다.

[0011] 도 1은 특정 주 각도 방향 또는 간단히 '방향'을 갖는 광빔(10)의 각도 성분들 $\{\theta, \phi\}$ 의 그래픽 표현을 도시한다. 예를 들어, 광빔(10)의 주 각도 방향은 멀티뷰 디스플레이의 뷰 방향에 대응할 수 있다. 또한, 본 명세서의 정의에 의하면, 광빔(10)은 특정 지점으로부터 방출되거나 발산된다. 즉, 정의에 의하면, 광빔(10)은 멀티뷰 디스플레이 내의 특정 원점(point of origin)과 관련된 중심 광선(central ray)을 갖는다. 또한, 도 1은 광빔(또는 뷰 방향)의 원점(O)을 도시한다.

[0012] 본 명세서에서, '멀티뷰 이미지(multiview image)' 및 '멀티뷰 디스플레이(multiview display)'라는 용어에서 사용된 바와 같은 '멀티뷰(multiview)'라는 용어는 복수의 뷰들의 뷰들 간의 각도 차이(angular disparity)를 포함하거나 상이한 시점들(perspectives)을 나타내는 복수의 뷰들로서 정의된다. 또한, 본 명세서의 정의에 의하면, 본 명세서에서 '멀티뷰'라는 용어는 2개 초과와 상이한 뷰들(즉, 최소 3개의 뷰들로서 일반적으로 3개 초과와 뷰들)을 명백히 포함한다. 따라서, 본 명세서에서 사용된 바와 같은 '멀티뷰 디스플레이'는 장면 또는 이미지를 나타내기 위하여 단지 2개의 상이한 뷰들만을 포함하는 입체(stereoscopic) 디스플레이와는 명백히 구분된다. 그러나, 본 명세서의 정의에 의하면, 멀티뷰 이미지들 및 멀티뷰 디스플레이들은 2개 초과와 뷰들을 포함하지만, 멀티뷰의 뷰들 중 단지 2개만을 동시에 보게끔(예를 들어, 하나의 눈 당 하나의 뷰) 선택함으로써 멀티뷰 이미지들이 (예를 들어, 멀티뷰 디스플레이 상에서) 이미지들의 입체 쌍(stereoscopic pair)으로 보일 수 있다는 것에 유의한다.

[0013] 본 명세서에서, '멀티뷰 픽셀(multiview pixel)'은 멀티뷰 디스플레이의 유사한 복수의 상이한 뷰들 각각의 서브-픽셀들 또는 '뷰' 픽셀들의 세트로서 정의된다. 특히, 멀티뷰 픽셀은 멀티뷰 이미지의 상이한 뷰들 각각의 뷰 픽셀에 대응하거나 그 뷰 픽셀을 나타내는 개별 뷰 픽셀들을 가질 수 있다. 또한, 본 명세서의 정의에 의하면, 멀티뷰 픽셀의 뷰 픽셀들은 뷰 픽셀들 각각이 상이한 뷰들 중 대응하는 하나의 뷰의 정해진 뷰 방향과 관련된다는 점에서 소위 '지향성 픽셀들(directional pixels)'이다. 또한, 다양한 예들 및 실시 예들에 따르면, 멀티뷰 픽셀의 상이한 뷰 픽셀들은 상이한 뷰들 각각에서 동등한 또는 적어도 실질적으로 유사한 위치들 또는 좌표들을 가질 수 있다. 예를 들어, 제 1 멀티뷰 픽셀은 멀티뷰 이미지의 상이한 뷰들 각각의 $\{x_1, y_1\}$ 에 위치하는 개별 뷰 픽셀들을 가질 수 있고, 제 2 멀티뷰 픽셀은 상이한 뷰들 각각의 $\{x_2, y_2\}$ 에 위치하는 개별 뷰 픽셀들을 가질 수 있다.

[0014] 본 명세서에서, '도광체(light guide)'는 내부 전반사(total internal reflection; TIR)를 이용하여 그 내에서 광을 안내하는 구조물로서 정의된다. 특히, 도광체는 도광체의 동작 파장(operational wavelength)에서 실질적으로 투명한 코어(core)를 포함할 수 있다. 다양한 예들에서, '도광체'라는 용어는 일반적으로 도광체의 유전체 재료와 도광체를 둘러싸는 재료 또는 매질 사이의 경계에서 광을 안내하기 위하여 내부 전반사를 이용하는 유전체 광학 도파로(dielectric optical waveguide)를 지칭한다. 정의에 의하면, 내부 전반사를 위한 조건은 도광체의 굴절률이 도광체 재료의 표면에 인접한 주변 매질의 굴절률보다 커야 한다는 것이다. 일부 실시 예들에서, 도광체는 내부 전반사를 더 용이하게 하기 위하여 전술한 굴절률 차이에 부가하여 또는 그에 대신하여 코팅(coating)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 코팅은 반사 코팅일 수 있다. 도광체는 판(plate) 또는 슬래브(slab) 가이드 및 스트립(strip) 가이드 중 하나 또는 모두를 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 다양한 도광체들 중 임의의 것일 수 있다.

[0015] 또한, 본 명세서에서, '판 도광체(plate light guide)'에서와 같이 도광체에 적용되는 경우의 '판(plate)'이라는 용어는, 종종 '슬래브' 가이드로 지칭되는, 한 장씩의(piece-wise) 또는 구분적으로 평면인(differentially planar) 층 또는 시트로서 정의된다. 특히, 판 도광체는 도광체의 상단 표면 및 하단 표면(즉, 대향면들)에 의하여 경계를 이루는 2개의 실질적으로 직교하는 방향들로 광을 안내하도록 구성된 도광체로서 정의된다. 또한, 본 명세서의 정의에 의하면, 상단 및 하단 표면들은 서로 떨어져 있고 적어도 구별적인 의미에서 서로 실질적으로 평행할 수 있다. 즉, 판 도광체의 임의의 구별적으로 작은 구간 내에서, 상단 및 하단 표면들은 실질적으로 평행하거나 공면(co-planar) 상에 있다.

[0016] 일부 실시 예들에서, 판 도광체는 실질적으로 편평할 수 있고(즉, 평면에 국한됨), 따라서 판 도광체는 평면 도광체이다. 다른 실시 예들에서, 판 도광체는 1개 또는 2개의 직교하는 차원들로 만곡될 수 있다. 예를 들어, 판 도광체는 단일 차원으로 만곡되어 원통형 형상의 판 도광체를 형성할 수 있다. 그러나, 어떠한 곡물이든 광을

안내하기 위하여 판 도광체 내에서 내부 전반사가 유지되는 것을 보장하기에 충분히 큰 곡률 반경을 갖는다.

[0017] 본 명세서에서, '각도-보존 산란 특징부(angle-preserving scattering feature)', '각도-보존 산란 소자(angle-preserving scattering element)' 또는 대등하게는 '각도-보존 산란체(angle-preserving scatterer)'는 특징부 또는 산란체 상에 입사하는 광의 각도 확산(angular spread)을 산란된 광 내에서 실질적으로 보존하는 방식으로 광을 산란시키도록 구성된 임의의 특징부 또는 산란체이다. 특히, 정의에 의하면, 각도-보존 산란 소자에 의하여 산란된 광의 각도 확산(σ_s)은 입사광의 각도 확산(σ)의 함수이다(즉, $\sigma_s = f(\sigma)$). 일부 실시 예들에서, 산란된 광의 각도 확산(σ_s)은 입사광의 각도 확산 또는 시준 계수(collimation factor; σ)의 선형 함수이다(예를 들어, $\sigma_s = a \cdot \sigma$, 여기서 a 는 정수). 즉, 각도-보존 산란 소자에 의하여 산란된 광의 각도 확산(σ_s)은 입사광의 각도 확산 또는 시준 계수(σ)에 실질적으로 비례할 수 있다. 예를 들어, 산란된 광의 각도 확산(σ_s)은 입사광의 각도 확산(σ)과 실질적으로 동일할 수 있다(예를 들어, $\sigma_s \approx \sigma$). 균일한 회절 격자(즉, 실질적으로 균일한 또는 일정한 회절 특징부 간격 또는 격자 피치를 갖는 회절 격자)는 각도-보존 산란 소자의 일 예이다. 대조적으로, 본 명세서의 정의에 의하면, 램버시안(Lambertian) 산란체 또는 램버시안 반사체 및 일반적인 확산체(예를 들어, 램버시안 산란을 갖거나 그에 근사하는)는 각도-보존 산란체들이 아니다.

[0018] 본 명세서에서, '편광-보존 산란 특징부(polarization-preserving scattering feature)', '편광-보존 산란 소자(polarization-preserving scattering element)' 또는 대등하게는 '편광-보존 산란체(polarization-preserving scatterer)'는 특징부 또는 산란체 상에 입사하는 광의 편광을 또는 적어도 편광의 정도를 산란된 광 내에서 실질적으로 보존하는 방식으로 광을 산란시키도록 구성된 임의의 특징부 또는 산란체이다. 따라서, '편광-보존 산란 소자'는 특징부 또는 산란체 상에 입사하는 광의 편광의 정도가 산란된 광의 편광의 정도와 실질적으로 동일한 임의의 특징부 또는 산란체이다. 또한, 정의에 의하면, '편광-보존 산란(polarization-preserving scattering)'은 산란되는 광의 정해진 편광을 보존하거나 실질적으로 보존하는 산란(예를 들어, 안내된 광의)이다. 예를 들어, 산란되는 광은 편광 광원(polarized light source)에 의하여 제공되는 편광된 광(polarized light)일 수 있다.

[0019] 본 명세서에서, '회절 격자(diffraction grating)'는 일반적으로 회절 격자 상에 입사하는 광의 회절을 제공하기 위하여 배열된 복수의 특징부들(즉, 회절 특징부들)로서 정의된다. 일부 예들에서, 복수의 특징부들은 주기적 또는 준-주기적 방식으로 배열될 수 있다. 예를 들어, 회절 격자는 1차원(one-dimensional; 1D) 어레이로 배열된 복수의 특징부들(예를 들어, 재료 표면 내의 복수의 홈들(grooves) 또는 융기들(ridges))을 포함할 수 있다. 다른 예들에서, 회절 격자는 특징부들의 2차원(two-dimensional; 2D) 어레이일 수 있다. 예를 들어, 회절 격자는 재료 표면 상의 돌출들(bumps) 또는 재료 표면 내의 구멍들(holes)의 2D 어레이일 수 있다.

[0020] 이와 같이, 그리고 본 명세서의 정의에 의하면, '회절 격자(diffraction grating)'는 회절 격자 상에 입사하는 광의 회절을 제공하는 구조물이다. 광이 도광체로부터 회절 격자 상에 입사하면, 제공된 회절 또는 회절적 산란(diffractive scattering)은 회절 격자가 회절에 의하여 도광체로부터 광을 커플 아웃(couple out)시킬 수 있다는 점에서 '회절적 커플링(diffractive coupling)'을 야기할 수 있으며, 따라서 그와 같이 지칭될 수 있다. 또한, 회절 격자는 회절에 의하여 광의 각도를 재지향시키거나 변경시킨다(즉, 회절각(diffractive angle)으로). 특히, 회절의 결과로서, 회절 격자를 떠나는 광은 일반적으로 회절 격자 상에 입사하는 광(즉, 입사광)의 전파 방향과는 상이한 전파 방향을 갖는다. 본 명세서에서, 회절에 의한 광의 전파 방향의 변경은 '회절적 재지향(diffractive redirection)'으로 언급된다. 따라서, 회절 격자는 회절 격자 상에 입사하는 광을 회절적으로 재지향시키는 회절 특징부들을 포함하는 구조물인 것으로 이해될 수 있으며, 도광체로부터 광이 입사되면 회절 격자는 또한 도광체로부터의 광을 회절적으로 커플 아웃시킬 수 있다.

[0021] 또한, 본 명세서의 정의에 의하면, 회절 격자의 특징부들은 '회절 특징부들(diffractive features)'로 언급되고, 재료 표면(즉, 2개의 재료들 간의 경계)에, 재료 표면 내에 및 재료 표면 상에 중 하나 이상에 있을 수 있다. 예를 들어, 표면은 도광체의 표면일 수 있다. 회절 특징부들은 표면의, 표면 내의 또는 표면 상의 홈들, 융기들, 구멍들 및 돌출들 중 하나 이상을 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 광을 회절시키는 다양한 구조물들 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 회절 격자는 재료 표면 내에 복수의 실질적으로 평행한 홈들을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 회절 격자는 재료 표면으로부터 상승하는 복수의 평행한 융기들을 포함할 수 있다. 회절 특징부들(예를 들어, 홈들, 융기들, 구멍들, 돌출들 등)은 정형과 프로파일, 직사각형 프로파일(예를 들어, 이진 회절 격자), 삼각형 프로파일 및 톱니 프로파일(예를 들어, 블레이즈 격자) 중 하나 이상을 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 회절을 제공하는 다양한 단면 형상들 또는 프로파일들 중 임의의 것을

가질 수 있다.

[0022] 본 명세서에 설명된 다양한 예들에 따르면, 회절 격자(예를 들어, 후술될 바와 같은 산란 소자의 회절 격자 또는 대등하게는 멀티빔 소자의 회절 격자)는 도광체(예를 들어, 판 도광체)로부터 광을 광빔으로서 회절적으로 산란 또는 커플 아웃시키기 위하여 이용될 수 있다. 특히, 국부적으로 주기적인 회절 격자의 또는 이에 의하여 제공되는 회절각(diffraction angle; θ_m)은 식(1)으로 주어질 수 있다.

$$\theta_m = \sin^{-1} \left(n \sin \theta_i - \frac{m\lambda}{d} \right) \quad (1)$$

[0024] 여기서, λ 는 광의 파장, m 은 회절 차수, n 은 도광체의 굴절률, d 는 회절 격자의 특징부들 간의 거리 또는 간격, θ_i 는 회절 격자 상의 광의 입사각이다. 간략화를 위하여, 식(1)은 회절 격자가 도광체의 표면에 인접하고 도광체 외부의 재료의 굴절률은 1인 것(즉, $n_{out} = 1$)으로 가정한다. 일반적으로, 회절 차수(m)는 정수로 주어진다. 회절 격자에 의하여 생성되는 광빔의 회절각(θ_m)은 회절 차수가 양수인(예를 들어, $m > 0$) 식(1)으로 주어질 수 있다. 예를 들어, 회절 차수(m)가 1인 경우(즉, $m = 1$) 1차 회절이 제공된다.

[0025] 도 2는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 회절 격자(20)의 단면도를 도시한다. 예를 들어, 회절 격자(20)는 도광체(30)의 표면 상에 위치할 수 있다. 또한, 도 2는 입사각(θ_i)으로 회절 격자(20) 상에 입사하는 광빔(40)을 도시한다. 입사 광빔(40)은 도광체(30) 내의 안내된 광의 빔(즉, 안내된 광빔)일 수 있다. 또한, 입사 광빔(40)의 회절의 결과로서 회절 격자(20)에 의하여 회절적으로 생성되고 커플 아웃된 지향성 광빔(50)이 도시되었다. 지향성 광빔(50)은 식(1)으로 주어진 바와 같은 회절각(θ_m)(또는 본 명세서에서 '주 각도 방향(principal angular direction)')을 갖는다. 회절각(θ_m)은 회절 격자(20)의 회절 차수 ' m '에, 예를 들어 회절 차수 $m=1$ (즉, 1차 회절 차수)에, 대응할 수 있다.

[0026] 본 명세서의 정의에 의하면, '멀티빔 소자(multibeam element)'는 복수의 광빔들을 포함하는 광을 생성하는 백라이트 또는 디스플레이의 구조물 또는 소자이다. 일부 실시 예들에서, 멀티빔 소자는 도광체 내에서 안내된 광의 일부를 커플링 아웃(coupling out) 또는 산란시킴으로써 복수의 광빔들을 제공하기 위하여 백라이트의 도광체에 광학적으로 결합될 수 있다. 또한, 본 명세서의 정의에 의하면, 멀티빔 소자에 의하여 생성된 복수의 광빔들의 광빔들은 서로 상이한 주 각도 방향들을 갖는다. 특히, 정의에 의하면, 복수의 광빔들 중 어느 광빔은 복수의 광빔들 중 다른 광빔과는 상이한 정해진 주 각도 방향을 갖는다. 이와 같이, 본 명세서의 정의에 의하면, 광빔은 '지향성 광빔(directional light beam)'으로 언급되고, 복수의 광빔은 '복수의 지향성 광빔들(directional light beam plurality)'로 지칭될 수 있다. 또한, 복수의 지향성 광빔들은 광 필드를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 복수의 지향성 광빔들은 실질적으로 원추형 공간 영역에 국한되거나 복수의 광빔들 내의 광빔들의 상이한 주 각도 방향들을 포함하는 정해진 각도 확산(angular spread)을 가질 수 있다. 따라서, 광빔들의 정해진 각도 확산은 그 조합으로써(즉, 복수의 광빔들) 광 필드를 나타낼 수 있다.

[0027] 다양한 실시 예들에 따르면, 복수의 지향성 광빔들 중 여러 지향성 광빔들의 상이한 주 각도 방향들은 멀티빔 소자의 크기(예를 들어, 길이, 폭, 면적 등)를 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 특성에 의하여 결정된다. 본 명세서의 정의에 의하면, 일부 실시 예들에서, 멀티빔 소자는 '연장된 점 광원(extended point light source)', 즉 멀티빔 소자의 범위(extent)에 걸쳐(across) 분포된 복수의 점 광원들로 간주될 수 있다. 또한, 본 명세서의 정의에 의하면, 그리고 도 1과 관련하여 진술한 바와 같이, 멀티빔 소자에 의하여 생성되는 지향성 광빔은 각도 성분들 $\{\theta, \phi\}$ 로 주어지는 주 각도 방향을 갖는다.

[0028] 본 명세서에서, '시준기(collimator)'는 광을 시준하도록 구성된 실질적으로 임의의 광학 기기 또는 장치로서 정의된다. 예를 들어, 시준기는 시준 거울 또는 반사체, 시준 렌즈, 회절 격자, 테이퍼형(tapered) 도광체 및 이들의 다양한 조합들을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 다양한 실시 예들에 따르면, 시준기에 의하여 제공되는 시준량은 실시 예마다 정해진 정도나 양이 변할 수 있다. 또한, 시준기는 2개의 직교하는 방향들(예를 들어, 수직 방향 및 수평 방향) 중 하나 또는 모두로 시준을 제공하도록 구성될 수 있다. 즉, 일부 실시 예들에 따르면, 시준기는 2개의 직교하는 방향들 중 하나 또는 모두로 광의 시준을 제공하는 형상 또는 이와 유사한 시준 특성을 포함할 수 있다.

[0029] 본 명세서에서, '시준 계수(collimation factor)'는 광이 시준되는 정도로서 정의된다. 특히, 본 명세서의 정의에 의하면, 시준 계수는 시준된 광의 빔 내의 광선들(light rays)의 각도 확산을 정의한다. 예를 들어, 시준 계

수(σ)는 시준된 광의 빔 내의 대부분의 광선들이 특정한 각도 확산 내에(예를 들어, 시준된 광빔의 중심 또는 주 각도 방향에 대하여 $\pm \sigma$ 도) 있음을 명시할 수 있다. 일부 예들에 따르면, 시준된 광빔의 광선들은 각도 측면에서 가우시안(Gaussian) 분포를 가질 수 있고, 각도 확산은 시준된 광빔의 피크(peak) 세기의 절반만큼에서 결정되는 각도일 수 있다.

[0030] 본 명세서에서, '광원(light source)'은 광의 원천(예를 들어, 광을 생성하고 방출하도록 구성된 광학 방출기(optical emitter))로서 정의된다. 예를 들어, 광원은 활성화되거나 턴 온 되는 경우 광을 방출하는 발광 다이오드(light emitting diode; LED)와 같은 광학 방출기를 포함할 수 있다. 특히, 본 명세서에서, 광원은 실질적으로 임의의 광의 원천이거나, LED, 레이저, OLED, 중합체 LED, 플라스마-기반 광학 방출기, 형광 램프, 백열 램프 및 사실상 임의의 다른 광의 원천 중 하나 이상을 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 실질적으로 임의의 광학 방출기를 포함할 수 있다. 광원에 의하여 생성된 광은 컬러를 가질 수 있거나(즉, 광의 특정 파장을 포함할 수 있음), 또는 파장들의 범위일 수 있다(예를 들어, 백색광). 일부 실시 예들에서, 광원은 복수의 광학 방출기들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원은 광학 방출기들의 세트 또는 그룹을 포함할 수 있으며, 광학 방출기들 중 적어도 하나는 같은 세트 또는 그룹의 적어도 하나의 다른 광학 방출기에 의하여 생성되는 광의 컬러 또는 파장과는 상이한 컬러를, 또는 대등하게는 파장을, 갖는 광을 생성할 수 있다. 예를 들어, 상이한 컬러들은 원색들(예를 들어, 적색, 녹색, 청색)을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, '편광(polarized)' 광원은 정해진 편광(polarization)을 갖는 광을 생성하거나 제공하는 실질적으로 임의의 광원으로서 정의된다. 예를 들어, 편광 광원은 광원의 광학 방출기의 출력에 편광자(polarizer)를 포함할 수 있다. .

[0031] 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같은, 단수 표현은 특히 분야에서의 통상적인 의미, 즉 '하나 이상'의 의미를 갖는 것으로 의도된다. 예를 들어, 본 명세서에서, '산란 소자'는 하나 이상의 산란 소자를 의미하며, 따라서 '상기 산란 소자'는 '상기 산란 소자(들)'을 의미한다. 또한, 본 명세서에서 '상단', '하단', '상부', '하부', '상', '하', '전', '후', '제1', '제2', '좌' 또는 '우'에 대한 언급은 본 명세서에서 제한적인 것으로 의도되지 않는다. 본 명세서에서, 달리 명시적으로 특정되지 않는 한, 수치 값에 적용되는 경우의 '약'이라는 용어는 일반적으로 수치 값을 생성하기 위하여 이용되는 장비의 허용 오차 범위 내를 의미하거나, $\pm 10\%$, 또는 $\pm 5\%$, 또는 $\pm 1\%$ 를 의미할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같은 '실질적으로'라는 용어는 대부분, 또는 거의 전부, 또는 전부, 또는 약 51% 내지 약 100% 범위 내의 양을 의미한다. 또한, 본 명세서의 예들은 단지 예시적인 것으로 의도된 것이며, 제한이 아닌 논의의 목적으로 제시된다.

[0032] 본 명세서에 설명된 원리들의 일부 실시 예들에 따르면, 백릿 투명 디스플레이(backlit transparent display)가 제공된다. 도 3a는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 백릿 투명 디스플레이(100)의 사시도를 도시한다. 도 3b는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 백릿 투명 디스플레이(100)의 단면도를 도시한다. 도 3c는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 백릿 투명 디스플레이(100)의 다른 사시도를 도시한다. 도 3c의 사시도는 단지 본 명세서에서의 논의를 용이하게 하기 위하여 부분적으로 절개되어 도시되었다.

[0033] 도 3a 내지 도 3c에 도시된 백릿 투명 디스플레이(100)는 디스플레이되는 이미지를 나타내기 위하여 후속적으로 변조되는 방출광(emitted light)(102)을 제공하도록 구성된다. 특히, 다양한 실시 예들에 따르면, 백릿 투명 디스플레이(100)에 의하여 제공되는 방출광(102)은 시청자 및 이면 장면(101) 중 하나 또는 모두를 향하여 백릿 투명 디스플레이(100)로부터 멀어지도록 지향된다. 또한, 방출광(102)은 디스플레이되는 이미지를 제공하거나 '디스플레이'하기 위하여 변조(예를 들어, 후술될 광 밸브들의 어레이를 이용하여)된다. 다양한 실시 예들에 따르면, 시청자를 향하여 지향되는 방출광(102)은 디스플레이되는 이미지를 나타내기 위하여 직접적으로 변조(예를 들어, 방출 후에)될 수 있고, 이면 장면(101)을 향하여 지향되는 방출광(102)은 이면 장면(101) 또는 그 내의 객체들에 의하여 반사된 이후에만 디스플레이되는 이미지를 나타내기 위하여 변조될 수 있다. 예를 들어, 방출광(102)은 이면 장면(101)의 조명원(illumination source)으로서 기능할 수 있다. 예를 들어, 이면 장면(101)에 의하여 반사된 방출광(102)은 이후 디스플레이되는 이미지를 나타내기 위하여 변조될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 디스플레이되는 이미지는 2D 콘텐츠를 포함할 수 있고 따라서 2D 이미지를 나타내거나 2D 이미지일 수 있다. 다른 실시 예들에서, 디스플레이되는 이미지는 3차원(three-dimensional; 3D) 콘텐츠(예를 들어, 사용자가 볼 때 3D 객체들로 보여지는 상이한 시점 뷰들(perspective views)에 나타나는 가상 객체들)를 포함할 수 있고 따라서 3D 이미지를 나타내거나 3D 이미지일 수 있다.

[0034] 또한, 백릿 투명 디스플레이(100)는 이면 장면(101)이 백릿 투명 디스플레이(100)를 통해 보여질 수 있도록 구성된다. 즉, 백릿 투명 디스플레이(100)는 사용자가 백릿 투명 디스플레이(100)에 의하여 제공되는 디스플레이된 이미지와 이면 장면(101) 모두를 동시에 보는 것을 가능하게 한다. 또한, 이면 장면(101)이 백릿 투명 디스

플레이(100)를 통하여 보여질 때, 디스플레이된 이미지는 이면 장면(101) 상에 또는 그 '내'에 중첩된 것처럼 사용자에게 제공되거나 보여질 수 있다. 따라서, 일부 실시 예들에 따르면, 백릿 투명 디스플레이(100)는 2D 및 3D 가상 객체들 중 하나 또는 모두가 이면 장면(101) 내에 있는 것처럼 또는 이면 장면(101)의 일부인 것처럼 보이는 증강 현실(augmented reality; AR) 경험을 사용자에게 제공할 수 있다.

[0035] 도 3a에 도시된 바와 같이, 사용자는 위치 또는 영역(A)으로부터 백릿 투명 디스플레이(100)를 볼 수 있고, 이면 장면(101)은 영역(A) 측으로부터 백릿 투명 디스플레이(100)의 반대측에, 예를 들어 영역(B)에, 위치할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 굵은 화살표 및 점선으로 표시된 방향으로 (즉, 영역(A)으로부터) 백릿 투명 디스플레이(100)의 '전방(front)' 측을 볼 수 있다. 그리고, 이면 장면(101)은 백릿 투명 디스플레이(100)의 뒤의 영역(B)에 위치할 수 있다. 도 3a는 또한, 제한이 아닌 예로서, 영역(A)의 시청자 및 영역(B)의 이면 장면(101) 모두를 향해 지향되는 방출광(102)을 도시한다.

[0036] 도 3a 내지 도 3c에 도시된 백릿 투명 디스플레이(100)는 도광체(110)를 포함한다. 일부 실시 예들에 따르면, 도광체(110)는 판 도광체일 수 있다. 도광체(110)는 도광체(110)의 길이를 따라 광을 안내된 광(104)으로서 안내하도록 구성된다. 예를 들어, 도광체(110)는 광학 도파로로서 구성된 유전체 재료를 포함할 수 있다. 유전체 재료는 유전체 광학 도파로를 둘러싸는 매질의 제 2 굴절률보다 큰 제 1 굴절률을 가질 수 있다. 예를 들어, 굴절률들의 차이는 도광체(110)의 하나 이상의 안내 모드에 따라 안내된 광(104)의 내부 전반사를 용이하게 하도록 구성된다.

[0037] 특히, 도광체(110)는 연장된, 광학적으로 투명한 실질적으로 평면인 시트인, 유전체 재료를 포함하는 슬래브 또는 판 광학 도파로일 수 있다. 실질적으로 평면인 시트의 유전체 재료는 내부 전반사를 이용하여 안내된 광(104)을 안내하도록 구성된다. 다양한 예들에 따르면, 도광체(110)의 광학적으로 투명한 재료는 다양한 유형의 유리(예를 들어, 실리카 유리(silica glass), 알칼리-알루미노실리케이트 유리(alkali-aluminosilicate glass), 보로실리케이트 유리(borosilicate glass) 등) 및 실질적으로 광학적으로 투명한 플라스틱들 또는 중합체들(예를 들어, 폴리(메틸 메타크릴레이트)(poly(methyl methacrylate)) 또는 '아크릴 유리(acrylic glass)', 폴리카보네이트(polycarbonate) 등) 중 하나 이상을 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 다양한 유전체 재료들 중 임의의 것으로 구성되거나 이를 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 도광체(110)는 도광체(110)의 표면(예를 들어, 상단 표면 및 하단 표면 중 하나 또는 모두)의 적어도 일부 상에 클래딩층(cladding layer)(미도시)을 더 포함할 수 있다. 일부 예들에 따르면, 클래딩층은 내부 전반사를 더 용이하게 하기 위하여 이용될 수 있다.

[0038] 또한, 일부 실시 예들에 따르면, 도광체(110)는 도광체(110)의 제 1 표면(110') (예를 들어 '전'면 또는 앞쪽) 및 제 2 표면(110'') (예를 들어, '후'면 또는 뒤쪽) 사이에서 0이 아닌 전파 각도로 내부 전반사에 따라 안내된 광(104)을 안내하도록 구성된다. 특히, 안내된 광(104)은 0이 아닌 전파 각도로 도광체(110)의 제 1 표면(110')과 제 2 표면(110'') 사이에서 반사되거나 '바운싱(bouncing)'됨으로써 전파한다. 일부 실시 예들에서, 안내된 광(104)은 광의 상이한 컬러들의 복수의 안내된 광빔들을 포함한다. 복수의 안내된 광빔들의 광빔들은 상이한 컬러별, 0이 아닌 전파 각도들 각각으로 도광체(110)에 의하여 안내될 수 있다. 도시의 간략화를 위하여 0이 아닌 전파 각도가 도시되지 않았음에 유의한다. 그러나, 도 3b에서 전파 방향(103)을 묘사하는 굵은 화살표는 도광체의 길이를 따르는 안내된 광(104)의 일반적인 전파 방향을 도시한다.

[0039] 본 명세서에 정의된 바와 같이, '0이 아닌 전파 각도(non-zero propagation angle)'는 도광체(110)의 표면(예를 들어, 제 1 표면(110') 또는 제 2 표면(110''))에 대한 각도이다. 또한, 다양한 실시 예들에 따르면, 0이 아닌 전파 각도는 0보다 크고 도광체(110) 내의 내부 전반사의 임계각보다 작다. 예를 들어, 안내된 광(104)의 0이 아닌 전파 각도는 약 10도 내지 약 50도 사이, 또는 일부 예들에선 약 20도 내지 약 40도 사이, 또는 약 25도 내지 약 35도 사이일 수 있다. 예를 들어, 0이 아닌 전파 각도는 약 30도일 수 있다. 다른 예들에서, 0이 아닌 전파 각도는 약 20도, 또는 약 25도, 또는 약 35도일 수 있다. 또한, 도광체(110) 내의 내부 전반사의 임계각보다 작게 선택되는 한, 특정한 0이 아닌 전파 각도가 특정한 구현을 위하여 선택(예를 들어, 임의로)될 수 있다.

[0040] 도광체(110) 내의 안내된 광(104)은 0이 아닌 전파 각도(예를 들어, 약 30도 내지 약 35도)로 도광체(110) 내부로 유입되거나 커플(couple)될 수 있다. 예를 들어, 렌즈, 거울 또는 이와 유사한 반사체(예를 들어, 경사진 시준 반사체), 회절 격자 및 프리즘(미도시) 중 하나 이상이 안내된 광(104)으로서 0이 아닌 전파 각도로 도광체(110)의 입력 단부의 내부로 광을 커플링하는 것을 용이하게 할 수 있다. 도광체(110) 내부로 커플되면, 안내된 광(104)은 일반적으로 입력 단부로부터 멀어질 수 있는 방향(예를 들어, 도 3b에서 x-축을 따라 가리키는 굵은 화살표들로서 도시됨)으로 도광체(110)를 따라 전파한다.

- [0041] 또한, 일부 실시 예들에 따르면, 안내된 광(104) 또는 대등하게는 도광체(110) 내부로 광을 커플링함으로써 생성된 안내된 광(104)은 시준된 광일 수 있다. 본 명세서에서, '시준된 광(collimated light)' 또는 '시준된 광빔(collimated light beam)'은 일반적으로 광빔(예를 들어, 안내된 광(104))의 광선들이 광빔 내에서 실질적으로 서로 평행한 광으로서 또는 더 구체적으로는 광의 빔으로서 정의된다. 또한, 본 명세서의 정의에 의하면, 시준된 광빔으로부터 분기되거나 산란되는 광의 광선들은 시준된 광빔의 일부인 것으로 간주되지 않는다. 다양한 실시 예들에서, 도광체(110) 내에서 안내된 광(104)으로서 안내되는 시준된 광은 시준 계수(σ)에 따라 시준되거나 시준 계수(σ)를 가질 수 있다.
- [0042] 일부 실시 예들에서, 도광체(110)는 안내된 광(104)을 '재순환(recycle)' 시키도록 구성될 수 있다. 특히, 도광체의 길이를 따라 안내되었던 안내된 광(104)은 전파 방향(103)과는 상이한 다른 전파 방향으로 도광체의 길이를 따라 다시 재지향될 수 있다. 예를 들어, 도광체(110)는 안내된 광(104)의 원천에 인접한 입력 단부에 대향하는 도광체(110)의 단부에 반사체(미도시)를 포함할 수 있다. 반사체는 안내된 광(104)을 재순환된 안내된 광으로서 입력 단부를 향하여 다시 반사하도록 구성될 수 있다. 안내된 광(104)을 이러한 방식으로 재순환시키는 것은, 안내된 광을, 예를 들어 후술될 바와 같은 산란 소자들(120)에게, 두 번 이상 이용 가능하게 함으로써 백릿 투명 디스플레이(100)의 밝기를 증가(예를 들어, 방출광(102)의 세기를 증가)시킬 수 있다.
- [0043] 도 3b 및 도 3c에 도시된 바와 같이, 백릿 투명 디스플레이(100)는 도광체의 길이를 따라 서로 이격된 복수의 산란 소자들(120)을 더 포함한다. 특히, 도시된 바와 같이, 복수의 산란 소자들의 산란 소자들(120)은 유한한 공간만큼 서로 분리되어 있으며, 도광체의 길이를 따라 개별적이고 구분되는 산란 소자들을 나타낸다. 즉, 본 명세서의 정의에 의하면, 복수의 산란 소자들 중 산란 소자들(120)은 유한한(즉, 0이 아닌) 소자간 거리(예를 들어, 유한한 중심간 거리)에 따라 서로 이격되어 있다. 또한, 일부 실시 예들에 따르면, 복수의 산란 소자들의 산란 소자들(120)은 일반적으로 서로 교차하거나, 중첩되거나 또는 다른 방식으로 접촉하지 않는다. 즉, 각각의 산란 소자(120)는 일반적으로 복수의 산란 소자들의 산란 소자들(120) 중 다른 것들로부터 구분되고 떨어져 있다.
- [0044] 일부 실시 예들에 따르면, 복수의 산란 소자들 중 산란 소자들(120)은 1D 어레이 또는 2D 어레이로 배열될 수 있다. 예를 들어, 복수의 산란 소자들(120)은 선형 1D 어레이로 배열될 수 있다. 다른 예에서, 복수의 산란 소자들(120)은 직사각형 2D 어레이 또는 원형 2D 어레이로 배열될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 어레이 내의 산란 소자들(120)의 배열은 랜덤(random)하거나 의사랜덤(pseudorandom)할 수 있다. 즉, 도광체(110)에 걸친(across) 또는 대등하게는 어레이에 걸친 상이한 지점들에서 인접한 산란 소자들(120) 간의 간격이 다를 수 있다. 일부 실시 예들에서, 인접한 산란 소자들(120) 간의 간격 또는 대등하게는 산란 소자들(120)의 국부적인 밀도는 도광체(110)에 걸쳐 또는 대등하게는 어레이에 걸쳐 거리의 함수로서 변할 수 있다. 또 다른 실시 예들에서, 어레이(즉, 1D 또는 2D 어레이) 내의 산란 소자들의 분포는 규칙적이거나 실질적으로 균일할 수 있다. 특히, 산란 소자들(120) 간의 소자간 거리(예를 들어, 중심간 거리 또는 간격)는 어레이에 걸쳐 실질적으로 균일하거나 일정할 수 있다.
- [0045] 다양한 실시 예들에 따르면, 복수의 산란 소자들 중 산란 소자(120)는 안내된 광(104)의 일부를 방출광(102)으로서 커플 아웃 또는 산란시키도록 구성될 수 있다. 특히, 도 3b는 방출광(102)을 산란 소자들(120)에 의하여 도광체(110)의 제 1(또는 전방) 표면(110')으로부터 향하게 묘사된 복수의 분기되는 화살표들로서 도시한다. 일부 실시 예들에 따르면, 복수의 분기되는 화살표들은 확산적으로 산란되는 광을 나타낼 수 있고, 방출광(102)은 확산광 또는 실질적으로 확산광(diffuse light)일 수 있다.
- [0046] 다른 실시 예들에서(도 3a 내지 도 3c에 미도시), 방출광(102)은 실질적으로 지향성일 수 있다. 특히, 산란 소자(120)는 안내된 광(104)의 일부를 멀티뷰 이미지의 상이한 뷰 방향들 각각에 대응하는 상이한 주 각도 방향들을 갖는 복수의 지향성 광빔들로서 산란시키도록 구성된 멀티빔 소자를 포함할 수 있다. 이러한 실시 예들에서, 방출광(102)은 복수의 지향성 광빔들을 포함한다. 예를 들어, 이러한 실시 예들 중 일부에 따르면, 방출광(102)의 지향성 광빔들은 광 필드를 나타낼 수 있다.
- [0047] 도 3a 내지 도 3c에 도시된 바와 같이, 백릿 투명 디스플레이(100)는 광 밸브들(130)의 어레이를 더 포함한다. 광 밸브들(130)의 어레이는 산란 소자들(120)에 의하여 제공되는 방출광(102)을 변조하도록 구성된다. 특히, 광 밸브 어레이는 방출광(102)을, 디스플레이된 이미지와 같은, 백릿 투명 디스플레이(100)에 의하여 디스플레이되는 이미지로서 변조하거나 그 이미지를 제공하도록 구성될 수 있다. 도 3c에서, 광 밸브들(130)의 어레이는 광 밸브 어레이 아래에 놓여 있는 도광체(110) 및 산란 소자들(120)의 시각화를 위하여 부분적으로 절개되었다. 다양한 실시 예들에서, 액정 광 밸브들, 전기 영동 광 밸브들 및 전기 습윤 기반의 또는 이를 이용하는 광 밸브들

중 하나 이상을 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 다양한 유형의 광 밸브들 중 임의의 것이 광 밸브 어레이의 광 밸브들(130)로서 이용될 수 있다. 도 3b에서, 변조를 강조하기 위하여 광 밸브 어레이를 빠져나가는 방출광(102)이 점선 화살표들로 도시되었다.

[0048] 일부 실시 예들에서, 산란 소자(120)의 크기는 백릿 투명 디스플레이(100)의 광 밸브 어레이의 광 밸브(130)의 크기보다 작거나 같다. 예를 들어, 산란 소자의 크기를 's'로 나타내고 광 밸브의 크기를 'S'로 나타내면(예를 들어, 도 3b에 도시된 바와 같이), 산란 소자의 크기(s)는 식(2)으로 주어질 수 있다.

[0049]
$$s \leq S \quad (2)$$

[0050] 본 명세서에서, '크기'는 길이, 폭 또는 면적을 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 다양한 방식들 중 임의의 것으로 정의될 수 있다. 예를 들어, 광 밸브(130)의 크기(S)는 그 길이일 수 있고, 산란 소자(120)의 크기(s) 또한 산란 소자(120)의 길이일 수 있다. 다른 예에서, 크기는 산란 소자(120)의 면적 및 광 밸브(130)의 면적과 같은 면적을 지칭할 수 있다. 일부 예들에서, 광 밸브(130)의 '면적'은 이의 틈(opening) 또는 개구(aperture)를 지칭할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 산란 소자의 크기는 광 밸브의 크기의 약 90%보다 작을 수 있다. 다른 실시 예들에서, 산란 소자의 크기는 광 밸브의 크기의 약 80%보다 작거나, 또는 광 밸브의 크기의 약 70%보다 작거나, 또는 광 밸브의 크기의 약 50%보다 작을 수 있다.

[0051] 다양한 실시 예들에 따르면, 산란 소자들(120)은 안내된 광(104)의 일부를 커플 아웃시키도록 구성된 복수의 상이한 구조물들 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상이한 구조물들은 회절 격자들, 미세-반사 산란 소자들, 미세-굴절 산란 소자들(예를 들어, 역 미세프리즈) 및 이의 다양한 조합들을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 다양한 실시 예들에서, 회절 격자를 포함하는 산란 소자(120)는 안내된 광의 일부를 방출광(102)으로서 회절적으로 산란 또는 커플 아웃시키도록 구성된다. 미세-반사 산란 소자를 포함하는 산란 소자(120)는 안내된 광의 일부를 방출광(102)으로서 반사적으로 산란 또는 커플 아웃시키도록 구성될 수 있고, 미세-굴절 산란 소자를 포함하는 산란 소자(120)는 안내된 광의 일부를 굴절에 의하여 또는 굴절을 이용하여 방출광(102)으로서 산란 또는 커플 아웃(즉, 안내된 광의 일부를 굴절적으로 커플 아웃)시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 산란 소자(120)는 실질적으로 단일 방향으로 광을 산란시키도록 구성된 단일 지향성 산란 소자일 수 있다. 일부 실시 예들에서, 산란 소자(120)는 각도-보존 산란 소자 및 편광-보존 산란 소자 중 하나 또는 모두일 수 있다.

[0052] 도 4a는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자(120)를 포함하는 백릿 투명 디스플레이(100)의 일부의 단면도를 도시한다. 도 4b는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다른 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자(120)를 포함하는 백릿 투명 디스플레이(100)의 일부의 단면도를 도시한다. 특히, 도 4a 및 도 4b는 회절 격자(122)를 포함하는 백릿 투명 디스플레이(100)의 산란 소자(120)를 도시한다. 회절 격자(122)는 안내된 광(104)의 일부를 복수의 방출광(102)들로서 회절적으로 커플 아웃시키도록 구성된다. 회절 격자(122)는 안내된 광의 일부의 회절적 커플링 아웃을 제공하도록 구성된 회절 특징부 간격 또는 회절 특징부 또는 격자 피치만큼 서로 이격된 복수의 회절 특징부들을 포함한다. 다양한 실시 예들에 따르면, 회절 격자(122) 내의 회절 특징부들의 간격 또는 격자 피치는 서브-파장(즉, 안내된 광의 파장 미만)일 수 있다.

[0053] 일부 실시 예들에서, 산란 소자(120)의 회절 격자(122)는 도광체(110)의 표면에 또는 이에 인접하여 위치할 수 있다. 예를 들어, 도 4a에 도시된 바와 같이, 회절 격자(122)는 도광체(110)의 제 1 표면(110')에 또는 이에 인접하여 위치할 수 있다. 도광체의 제 1 표면(110')의 회절 격자(122)는 안내된 광의 일부를 제 1 표면(110')을 통하여 방출광(102)으로서 회절적으로 커플 아웃시키도록 구성된 투과 모드 회절 격자일 수 있다. 투과 모드 회절 격자는 2개의 방향들로, 예를 들어 회절 격자(122)의 위로 및 아래로, 회절적 산란을 제공할 수 있다.

[0054] 다른 예에서, 도 4b에 도시된 바와 같이, 회절 격자(122)는 도광체(110)의 제 2 표면(110'')에 또는 이에 인접하여 위치할 수 있다. 제 2 표면(110'')에 위치하는 경우, 회절 격자(122)는 반사 모드 회절 격자일 수 있다. 반사 모드 회절 격자로서, 회절 격자(122)는 안내된 광의 일부를 회절시키고 회절된 안내된 광의 일부를 제 1 표면(110')을 향해 반사시킴으로써 회절적 방출광(102)으로서 제 1 표면(110')을 통하여 내보낼 수 있도록 구성된다. 반사 모드 회절 격자는 단일 지향성 산란 소자의 일 예이다. 특히, 반사 모드 회절 격자는 단지 하나의 방향으로, 예를 들어 회절 격자(122)의 위로, 회절적 산란을 제공하도록 구성될 수 있다. 다른 실시 예들에서(미도시), 회절 격자는, 예를 들어 투과 모드 회절 격자 및 반사 모드 회절 격자 중 하나 또는 모두로서, 도광체(110)의 표면들 사이에 위치할 수 있다.

- [0055] 일부 실시 예들에 따르면, 회절 격자(122)의 회절 특징부들은 서로 이격된 홈들 및 융기들 중 하나 또는 모두를 포함할 수 있다. 홈들 또는 융기들은 도광체(110)의 재료를 포함할 수 있으며, 예를 들어 도광체(110)의 표면 내에 형성될 수 있다. 다른 예에서, 홈들 또는 융기들은 도광체의 재료와는 다른 재료로 형성될 수 있으며, 예를 들어 도광체(110)의 표면 상에 다른 재료의 필름 또는 층으로 형성될 수 있다.
- [0056] 일부 실시 예들에서, 산란 소자(120)의 회절 격자(122)는 회절 특징부 간격이 회절 격자(122) 전체에서 실질적으로 일정하거나 불변하는 균일한 회절 격자이다. 다른 실시 예들에서, 회절 격자(122)는 처프된(chirped) 회절 격자일 수 있다. 정의에 의하면, '처프된' 회절 격자는 처프된 회절 격자의 범위(extent) 또는 길이에 걸쳐 변화하는 회절 특징부들의 회절 간격(즉, 격자 피치)을 나타내거나 갖는 회절 격자이다. 일부 실시 예들에서, 처프된 회절 격자는 거리에 따라 선형적으로 변화하는 회절 특징부 간격의 '처프' 또는 변경을 갖거나 나타낼 수 있다. 따라서, 정의에 의하면, 처프된 회절 격자는 '선형적으로 처프된' 회절 격자이다. 다른 실시 예들에서, 산란 소자(120)의 처프된 회절 격자는 회절 특징부 간격의 비-선형 처프를 나타낼 수 있다. 지수적 처프, 로그적 처프 또는 실질적으로 비-균일 또는 랜덤하지만 단조로운 방식으로 변화하는 처프를 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 다양한 비-선형 처프들이 이용될 수 있다. 정현파 처프 또는 삼각형 또는 톱니 처프와 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 비-단조(Non-monotonic) 처프들도 이용될 수 있다. 이러한 유형의 처프들 중 임의의 조합도 이용될 수 있다.
- [0057] 일부 실시 예들에서, 회절 격자(122)는 복수의 회절 격자들 또는 대등하게는 복수의 서브-격자들을 포함할 수 있다. 도 5a는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 복수의 서브-격자들을 포함하는 회절 격자(122)의 단면도를 도시한다. 도 5b는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 도 5a에 도시된 회절 격자(122)의 평면도를 도시한다. 예를 들어, 도 5a의 단면도는 도 5b에 도시된 회절 격자(122)의 서브-격자들의 하단 행을 관통하여 좌측으로부터 우측으로 취한 단면을 나타낼 수 있다. 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 복수의 서브-격자들은 도광체(110)의 표면(예를 들어, 도시된 바와 같이, 제 2 표면(110")) 상의 산란 소자(120)의 회절 격자(122) 내의 제 1 서브-격자(122a) 및 제 2 서브-격자(122b)를 포함한다. 도 5a 및 도 5b 모두에 산란 소자(120)의 사이즈(s)가 도시되었고, 도 5b에 산란 소자(120)의 경계가 점선을 이용하여 도시되었다.
- [0058] 일부 실시 예들에 따르면, 복수의 산란 소자들 중 상이한 산란 소자들(120) 간의 회절 격자(122) 내의 서브-격자들의 차등적인 밀도는 상이한 산란 소자들(120) 각각에 의하여 회절적으로 산란되는 방출광(102)의 상대적인 세기를 제어하도록 구성될 수 있다. 다시 말해, 산란 소자들(120)은 그 내부에 회절 격자들(122)의 상이한 밀도들을 가질 수 있고, 상이한 밀도들(즉, 서브-격자들의 차등적인 밀도)은 방출광(102)의 상대적인 세기를 제어하도록 구성될 수 있다. 특히, 회절 격자(122) 내에 더 적은 개수의 서브-격자들을 갖는 산란 소자(120)는 상대적으로 더 많은 개수의 서브-격자들을 갖는 다른 산란 소자(120)에 비하여 더 낮은 세기(또는 빔 밀도)를 갖는 방출광(102)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 서브-격자들의 차등적인 밀도는 서브-격자가 부족하거나 없는 산란 소자(120) 내의 도 5b에 도시된 위치(122')와 같은 위치들을 이용하여 제공될 수 있다.
- [0059] 도 6은 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 한 쌍의 산란 소자들(120)의 평면도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 한 쌍 중 제 1 산란 소자(120a)는 한 쌍 중 제 2 산란 소자(120b) 내에 존재하는 것에 비하여 회절 격자(1220) 내의 서브-격자들의 더 높은 밀도를 갖는다. 특히, 제 2 산란 소자(120b)는 제 1 산란 소자(120a)에 비하여, 더 적은 개수의 서브-격자들을 갖는 회절 격자(122)와 서브-격자가 없는 더 많은 위치들(122')을 갖는다. 일부 실시 예들에서, 제 1 산란 소자(120a) 내의 서브-격자들의 더 높은 밀도는 제 2 산란 소자(120b)에 의하여 제공되는 복수의 지향성 광빔들의 세기보다 더 큰 세기를 갖는 복수의 지향성 광빔들을 제공할 수 있다. 일부 실시 예들에 따르면, 도 6에 도시된 차등적인 서브-격자 밀도들에 의하여 제공되는 복수의 지향성 광빔들 각각의 더 큰 및 더 작은 세기들은 전파(propagation) 거리의 함수로서 도광체 내의 안내된 광의 광학적 세기의 변화를 보상하는 데 이용될 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 도 6은 또한 만곡된 회절 특징부들을 갖는 서브-격자들을 갖는 회절 격자들(122)을 도시한다.
- [0060] 도 7a는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다른 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자(120)를 포함하는 백릿 투명 디스플레이(100)의 일부의 단면도를 도시한다. 도 7b는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다른 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자(120)를 포함하는 백릿 투명 디스플레이의 일부의 단면도를 도시한다. 특히, 도 7a 및 도 7b는 미세-반사 산란 소자를 포함하는 산란 소자(120)의 다양한 실시 예들 도시한다. 산란 소자(120)로서 이용되는 또는 산란 소자(120) 내에 이용되는 미세-반사 산란 소자들은 반사성 재료(예를 들어, 반사성 금속) 또는 이의 층을 이용하는 반사체 또는 내부 전반사를 기반으로 하는 반사체를 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 일부 실시 예들에 따르면(예를 들어, 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같은), 미세-반사 산란

소자를 포함하는 산란 소자(120)는 도광체(110)의 표면(예를 들어, 제 2 표면(110''))에 또는 이에 인접하여 위치할 수 있다. 다른 실시 예들에서(미도시), 미세-반사 산란 소자는 제 1 및 제 2 표면들(110', 110'') 사이의 도광체(110) 내에 위치할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 도 7a는 도광체(110)의 제 2 표면(110'')에 인접하여 위치하는 반사면들을 갖는 미세-반사 산란 소자(124)(예를 들어, '프리즘형' 미세-반사 산란 소자)를 포함하는 산란 소자(120)를 도시한다. 도시된 프리즘형 미세-반사 산란 소자(124)의 면들은 도광체(110)로부터의 안내된 광(104)의 일부를 방출광(102)으로서 반사(즉, 반사적으로 산란)시키도록 구성된다. 예를 들어, 면들은 도광체(110)로부터의 안내된 광의 일부를 반사하기 위하여 안내된 광(104)의 전파 방향에 대하여 경사지거나 기울어질 수 있다(즉, 경사각을 가질 수 있다). 다양한 실시 예들에 따르면, 면들은 도광체(110) 내에 반사성 재료를 이용하여 형성될 수도 있고(예를 들어, 도 7a에 도시된 바와 같이), 제 2 표면(110'') 내의 프리즘형 공동(cavity)의 표면들일 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 프리즘형 공동이 이용되는 경우, 공동 표면들에서의 굴절률 변화가 반사(예를 들어, TIR 반사)를 제공할 수 있거나, 면들을 형성하는 공동 표면들이 반사성 재료로 코팅되어 반사를 제공할 수 있다.

[0062] 다른 예에서, 도 7b는 반구형(semi-spherical) 미세-반사 산란 소자(124)와 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 실질적으로 매끄러운 곡면을 갖는 미세-반사 산란 소자(124)를 포함하는 산란 소자(120)를 도시한다. 예를 들어, 미세-반사 산란 소자(124)의 특정한 표면 곡선은 안내된 광의 일부를 안내된 광(104)이 접촉하는 곡면 상의 입사점에 의존하는 상이한 방향들로 반사하도록 구성될 수 있다. 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이, 도광체(110)로부터의 반사적으로 산란되는 안내된 광의 일부는, 제한이 아닌 예로서, 제 1 표면(110')을 통하여 빠져나가거나 방출된다. 도 7a의 프리즘형 미세-반사 산란 소자(124)와 같이, 도 7b의 미세-반사 산란 소자(124)는 도광체(110) 내의 반사성 재료거나, 제한이 아닌 예로서 도 7b에 도시된 바와 같이, 제 2 표면(110'') 내에 형성된 공동(예를 들어, 반원형(semi-circular) 공동)일 수 있다.

[0063] 도 8은 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 다른 실시 예에 따른 일 예로서 산란 소자(120)를 포함하는 백릿 투명 디스플레이(100)의 일부의 단면도를 도시한다. 특히, 도 8은 미세-굴절 산란 소자(126)를 포함하는 산란 소자(120)를 도시한다. 다양한 실시 예들에 따르면, 미세-굴절 산란 소자(126)는 안내된 광(104)의 일부를 도광체(110)로부터 굴절적으로 커플 아웃 또는 산란시키도록 구성된다. 즉, 미세-굴절 산란 소자(126)는 안내된 광의 일부를 도광체(110)로부터 방출광(102)으로서 커플 아웃 또는 산란시키기 위하여 굴절(예를 들어, 회절 또는 반사와 반대로)을 이용하도록 구성된다. 일부 실시 예들에서, 미세-굴절 산란 소자(126)는, 예를 들어 도 8에 도시되고 후술되는 바와 같이, 안내된 광의 일부를 산란시킬 때 반사를 더 이용할 수 있다.

[0064] 다양한 실시 예들에 따르면, 미세-굴절 산란 소자(126)는 반구 형상, 직사각 형상 또는 프리즘 형상(즉, 경사면들을 갖는 형상)을 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 다양한 형상들을 가질 수 있다. 미세-굴절 산란 소자(126)는, 도시된 바와 같이 도광체(110)의 표면(예를 들어, 제 1 표면(110')) 밖으로 연장되거나 돌출될 수 있고, 또는 표면 내의 공동(미도시)일 수 있다. 또한, 일부 실시 예들에서, 미세-굴절 산란 소자(126)는 도광체(110)의 재료를 포함할 수 있다. 다른 실시 예들에서, 미세-굴절 산란 소자(126)는 도광체의 표면에 인접하는, 일부 예들에서는 접촉하는, 다른 재료를 포함할 수 있다.

[0065] 특히, 도 8에 도시된 미세-굴절 산란 소자(126)는, 제한이 아닌 예로서, 역(inverted) 미세프리즘(microprism)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 미세-굴절 산란 소자(126)의 역 미세프리즘은 입력 개구(127), 경사진 측벽(128) 및 출력 개구(129)를 갖는 절단된 원추 또는 프리즘 형상을 갖는다. 일부 실시 예들에서, 미세-굴절 산란 소자(126)는, 예를 들어 미세-굴절 산란 소자(126)의 크기(s) 내에서, 복수의 역 미세프리즘들을 포함할 수 있다.

[0066] 미세-굴절 산란 소자(126)의 역 미세프리즘은 안내된 광(104)의 일부를 산란 또는 커플 아웃(또는 더 일반적으로 수신하도록)시키도록 구성된다. 특히, 역 미세프리즘은 입력 개구(127)에서 또는 이를 통하여 안내된 광(104)을 수신하고, 수신된 안내된 광을 역 미세프리즘의 경사진 측벽(들)(128)에서 반사함으로써 출력 개구(129)에서 광을 방출광(102)으로서 제공 또는 '방출(emit)'하도록 구성된다. 여기서, 정의에 의하면, 안내된 광의 일부를 입력 개구(127)를 통하여 수신하는 것은, 입력 개구(127)의 한 측부 상의 재료들의 굴절률만이 관여하기 때문에, 굴절적 산란이다.

[0067] 다양한 실시 예들에서, 역 미세프리즘 소자는 절단된 원추, 절단된 피라미드 및 기타 다양한 다면 구조물들과 닮거나 실질적으로 유사한 형상을 가질 수 있다. 또한, 역 미세프리즘 소자(126)의 특정 형상뿐만 아니라 이의 경사진 측벽들(128)의 정해진 경사각은 방출광(102)의 각 형상(angular shape) 또는 각 세기(angular intensity)뿐만 아니라 다른 양상들을 제어하도록 구성될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 경사진 측벽(128)은 반

사층 또는 반사성 재료(예를 들어, 경사진 측벽(128)의 외부 표면 상의 반사성 재료 층)를 더 포함할 수 있다. 반사층은 역 미세프리즘의 내부 표면에서 반사를 제공하거나 향상시키도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 경사진 측벽들의 내부 표면에서의 반사는 내부 전반사에 의하여 제공될 수 있으며, 따라서 반사층에 대한 필요성이 제거된다. 본 명세서에 설명된 원리들의 다양한 실시 예들에 따르면, 역 미세프리즘을 포함하는 미세-굴절 산란 소자(126)는 단일 지향성(unidirectional) 산란 소자의 다른 예이다.

[0068] 다시 도 3b를 참조하면, 백릿 투명 디스플레이(100)는 광원(140)을 더 포함한다. 다양한 실시 예들에 따르면, 광원(140)은 도광체(110) 내에서 안내될 광을 제공하도록 구성된다. 특히, 광원(140)은 도광체(110)의 입구(entrance) 표면 또는 단부(입력 단부)에 인접하여 위치될 수 있다. 다양한 실시 예들에서, 광원(140)은 하나 이상의 LED 또는 레이저(예를 들어, 레이저 다이오드)를 포함하는, 그러나 이에 제한되지 않는, 실질적으로 임의의 광의 원천(예를 들어, 광학 방출기)을 포함할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 광원(140)은 특정한 컬러로 나타나는 협대역 스펙트럼을 갖는 실질적으로 단색광(monochromatic light)을 생성하도록 구성된 광학 방출기를 포함할 수 있다. 특히, 단색광의 컬러는 특정한 컬러 공간 또는 컬러 모델(예를 들어, 적-녹-청(red-green-blue; RGB) 컬러 모델)의 원색일 수 있다. 다른 예들에서, 광원(140)은 광대역 또는 다색의(polychromatic) 광을 제공하도록 구성된 실질적으로 광대역 광원일 수 있다. 예를 들어, 광원(140)은 백색광을 제공할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 광원(140)은 광의 상이한 컬러들을 제공하도록 구성된 복수의 상이한 광학 방출기들을 포함할 수 있다. 상이한 광학 방출기들은 광의 상이한 컬러들 각각에 대응하는 상이한, 컬러별, 0이 아닌 전파 각도들을 갖는 광을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0069] 일부 실시 예들에서, 광원(140)은 시준기(미도시)를 더 포함할 수 있다. 시준기는 광원(140)의 광학 방출기들 중 하나 이상으로부터 실질적으로 비-시준된(uncollimated) 광을 수신하고, 실질적으로 비-시준된 광을 시준된(collimated) 광으로 변환할 수 있다. 특히, 일부 실시 예들에 따르면, 시준기는, 0이 아닌 전파 각도를 가지며 정해진 시준 계수에 따라 시준되는, 시준된 광을 제공할 수 있다. 또한, 상이한 컬러들의 광학 방출기들이 이용되는 경우, 시준기는 상이한, 컬러별, 0이 아닌 전파 각도들 및 상이한 컬러별 시준 계수들 중 하나 또는 모두를 갖는 시준된 광을 제공하도록 구성될 수 있다. 또한, 시준기는 전술한 안내된 광(104)으로서 전파될 수 있도록 시준된 광을 도광체(110)에게 전달하도록 구성된다.

[0070] 다양한 실시 예들에서, 백릿 투명 디스플레이(100)는 안내된 광(104)의 전파 방향(103)에 직교하는 도광체(110)를 관통하는 방향에서 광에 대하여 실질적으로 투명하게 구성된다. 특히, 도광체(110) 및 복수의 산란 소자들 중 이격된 산란 소자들(120)은 제 1 표면(110') 및 제 2 표면(110'') 모두를 통하여 광이 도광체(110)를 통과할 수 있도록 한다. 투명화(transparency)는, 적어도 부분적으로, 산란 소자들(120)의 비교적 작은 크기 및 산란 소자들(120)의 비교적 큰 소자간 간격 모두에 기인하여 용이해질 수 있다. 또한, 일부 실시 예들에서, 특히 산란 소자들(120)이 회절 격자들을 포함하는 경우, 산란 소자들(120)은 도광체의 표면들(110', 110'')에 직교하게 전파하는 광에 대하여도 실질적으로 투명할 수 있다. 또한, 적어도 일부 예들에서(예를 들어, 광 밸브들이 투명(clear) 또는 '백색광' 상태로 설정되는 경우), 광 밸브들(130)의 어레이는 직교하게 전파하는 광에 대하여 투명하게 구성될 수도 있다. 따라서, 다양한 실시 예들에 따르면, 예를 들어, 백릿 투명 디스플레이(100)를 통한 어떤 장면(101)의 시청이 용이하도록, 어떤 장면(101)으로부터의 광은, 복수의 산란 소자들을 갖는 도광체(110)를 관통하고 광 밸브 어레이의 광 밸브들(130) 중 적어도 일부를 관통하는, 직교 방향으로 통과할 수 있다.

[0071] 본 명세서에 설명된 원리들의 일부 실시 예들에 따르면, 투명 디스플레이 시스템이 제공된다. 투명 디스플레이 시스템은 변조된 광을 투명 디스플레이 상에 또는 이에 의하여 디스플레이되는 이미지의 픽셀들로서 방출하도록 구성된다. 또한, 다양한 실시 예들에 따르면, 투명 디스플레이 시스템은 어떤 장면이 투명 디스플레이 시스템을 통하여 보여질 수 있게끔 구성된다.

[0072] 일부 실시 예들에서, 투명 디스플레이는 비교적 넓지만 실질적으로 비-지향성 시야각을 갖는 변조된 광을 방출하도록 구성된 2D 투명 디스플레이 시스템일 수 있다. 즉, 2D 투명 디스플레이 시스템은 변조된 광을, 예를 들어 '2D' 이미지로서, 디스플레이된 이미지의 픽셀들로서 방출할 수 있다. 또한, 2D 이미지로서, 디스플레이된 이미지는 실질적으로 광(broad) 시야각 내의 어느 곳에서나 시청자에게 디스플레이된 이미지의 동일한 뷰를 제공하도록 구성된다. 다양한 실시 예들에 따르면, 투명 디스플레이 시스템에 의하여 제공되는 디스플레이되는 이미지는 어떤 장면 상에 또는 그 내에 중첩된 것처럼 나타날 수 있다.

[0073] 다른 실시 예들에서, 투명 디스플레이 시스템은 방출된 변조된 광이 투명 멀티뷰 디스플레이 시스템의 복수의 뷰 방향들을 향해 우선적으로 지향되는 방출된 변조된 지향성 광빔들을 포함하는 투명 멀티뷰 디스플레이일 수 있다. 투명 멀티뷰 디스플레이 시스템의 실시 예들과 관련하여, 디스플레이되는 이미지는 변조된 지향성 광빔들

의 방향들에 대응하는 방향들을 갖는 지향성 픽셀들을 포함하는 3차원(3D) 또는 멀티뷰 이미지일 수 있다. 특히, 방출된 변조된 지향성 광빔들 중의 상이한 것들은 멀티뷰 이미지와 관련된 상이한 '뷰들'의 개별 지향성 픽셀들에 대응할 수 있다. 예를 들어, 상이한 뷰들은 투명 멀티뷰 디스플레이 시스템에 의하여 디스플레이되고 있는 멀티뷰 이미지에 정보의 표현의 '안경 불필요'(예를 들어, 무안경 입체(autostereoscopic)) 시청 경험을 제공할 수 있다. 또한, 다양한 실시 예들에 따르면, 2D 이미지와 같이, 투명 멀티뷰 디스플레이 시스템에 의하여 제공되는 멀티뷰 이미지는 어떤 장면 상에 또는 그 내에 중첩된 것처럼 보일 수 있다.

[0074] 도 9는 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 투명 디스플레이 시스템(200)의 블록도를 도시한다. 다양한 실시 예들에 따르면, 투명 디스플레이 시스템(200)은 투명 디스플레이 시스템(200)의 시청자 또는 사용자에게 어떤 장면(201)(즉, 투명 디스플레이 시스템(200) 뒤의 또는 그것을 통해 보여지는 장면) 상에 중첩된 것처럼 보이는 이미지를 디스플레이하도록 구성된다. 특히, 투명 디스플레이 시스템(200)은 투명 디스플레이 시스템(200)을 통해 보이는 어떤 장면(201) 상에 중첩된 것처럼 디스플레이되는 이미지를 제공하도록 구성된다.

[0075] 전술한 바와 같은 다양한 실시 예들에서, 디스플레이되는 이미지는 2D 이미지 또는 멀티뷰 이미지일 수 있다. 특히, 투명 디스플레이 시스템(200)에 의하여 제공되는 변조된 방출광(202)은 디스플레이된 이미지의 픽셀들(즉, 2D 픽셀들 및 멀티뷰/3D 픽셀들 중 하나 또는 모두)에 대응한다. 또한, 일부 실시 예들에서, 투명 디스플레이 시스템(200)으로부터의 변조된 방출광(202)은, 2D 이미지가 디스플레이될 때와 같이, 확산되거나 비교적 넓은 시야각(view angle)을 가질 수 있다. 다른 실시 예들에서, 변조된 방출광(202)은 변조된 지향성 광빔들일 수 있고, 따라서 디스플레이된 멀티뷰 이미지의 상이한 뷰들의 지향성 픽셀들에 대응할 수 있다. 도 9에는 변조된 방출광(202)이 투명 디스플레이 시스템(200)으로부터 발산하는 화살표들로서 도시되었다. 제한이 아닌 예로서, 점선들은 변조된 방출광(202)의 화살표들에 사용되어 이미의 변조를 강조한다.

[0076] 도 9에 도시된 투명 디스플레이 시스템(200)은 광 밸브들(210)의 어레이를 포함한다. 광 밸브들(210)의 어레이는 디스플레이되는 이미지(즉, 디스플레이된 이미지의 픽셀들)를 나타내는 변조된 방출광(202)을 제공하기 위하여 방출광(204)을 변조하도록 구성된다. 일부 실시 예들에서, 광 밸브들(210)의 어레이는 전술한 백릿 투명 디스플레이(100)의 광 밸브들(130)의 어레이와 실질적으로 유사할 수 있다.

[0077] 도 9에 도시된 투명 디스플레이 시스템(200)은 투명 백라이트(220)를 더 포함한다. 다양한 실시 예들에 따르면, 투명 백라이트(220)는 복수의 산란 소자들(224)을 갖는 도광체(222)를 포함한다. 다양한 실시 예들에서, 투명 백라이트(220)는 도광체(222)의 에지(edge)에 결합된 광원(226)을 더 포함한다. 광원(226)은 도광체(222) 내에서 안내된 광으로서 안내될 광을 제공하도록 구성된다. 복수의 산란 소자들(224)은 안내된 광의 일부를 방출광(204)으로서 산란시키도록 구성된다. 다양한 실시 예들에 따르면, 방출광(204)은 광 밸브 어레이 및 어떤 장면(201) 중 하나 또는 모두를 향하는 방향을 가질 수 있다. 또한, 다양한 실시 예들에 따르면, 투명 백라이트(220) 및 광 밸브들(210)의 어레이의 조합의 투명도는 어떤 장면(201)이 투명 디스플레이 시스템(220)을 통해 보이는 것을 가능하게끔 구성된다.

[0078] 일부 실시 예들에서, 투명 백라이트(220)의 도광체(222) 및 복수의 산란 소자들(224)은 전술한 백릿 투명 디스플레이(100)의 도광체(110) 및 복수의 산란 소자들(120) 각각과 실질적으로 유사할 수 있다. 예를 들어, 복수의 산란 소자들(224)은 편광-보존 산란 소자, 각도-보존 산란 소자 및 단일 지향성 산란 소자 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 다양한 실시 예들에서, 복수의 산란 소자들의 산란 소자(224)는 도 4a 내지 도 8에 도시되고 이와 관련하여 설명된 산란 소자들(120) 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 즉, 복수의 산란 소자들의 산란 소자(224)는 도광체(222)에 광학적으로 연결되어 안내된 광의 일부를 산란시키도록 구성된 회절 격자, 미세-반사 산란 소자 및 미세-굴절 산란 소자 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 일부 실시 예들에서, 산란 소자(224)의 크기는 광 밸브 어레이의 광 밸브(210)의 크기보다 작을 수 있다.

[0079] 다른 실시 예들에서, 복수의 산란 소자들(224)은 복수의 멀티빔 소자들을 포함할 수 있다. 이러한 실시 예들에 따르면, 복수의 멀티빔 소자들의 멀티빔 소자는 안내된 광의 일부를 상이한 주 각도 방향들을 갖는 복수의 지향성 광빔들로서 산란시키도록 구성될 수 있다. 특히, 복수의 지향성 광빔들 중 여러 지향성 광빔들의 상이한 주 각도 방향들은 멀티뷰 이미지의 각각의 상이한 뷰 방향들에 대응할 수 있다. 이와 같이, 투명 디스플레이 시스템(200)은 멀티뷰 투명 디스플레이 시스템일 수 있고, 디스플레이되는 이미지는 멀티뷰 이미지이거나 이를 나타낼 수 있다. 일부 실시 예들에서, 멀티빔 소자의 크기는 광 밸브들(210)의 어레이의 광 밸브(210)의 크기의 약 50% 내지 약 200% 사이이다.

[0080] 일부 실시 예들에서, 복수의 산란 소자들에서 산란 소자들(224)의 밀도는 광원(226)이 결합되는 도광체(222)의

에지로부터의 거리의 함수로서 변화도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 밀도는 도광체(222) 내의 안내된 광의 세기의 변화를 보상하기 위하여 거리의 함수로서 변화할 수 있다.

[0081] 또한, 일부 실시 예들에 따르면, 투명 백라이트(220)의 광원(226)은 전술한 바와 같은 백릿 투명 디스플레이(100)의 광원(140)과 실질적으로 유사할 수 있다. 예를 들어, 광원(226)은 0이 아닌 전과 각도를 갖는 것 및 정해진 시준 계수에 따라 시준되는 것 중 하나 또는 모두에 해당하는 안내된 광을 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광원(226)은 안내된 광을 정해진 시준 계수를 갖는 시준된 안내된 광으로서 제공하도록 구성된 시준기를 포함할 수 있다.

[0082] 일부 실시 예들에서, 광 밸브들(210)의 어레이는 이면 장면(201)에 인접한 제 2 표면에 대향하는(opposite) 도광체(222)의 제 1 표면에 인접할 수 있다. 산란 소자들(224)은 또한 안내된 광의 다른 일부를 제 2 표면을 통해 도광체로부터 산란시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 산란 소자들(224)에 의하여 산란되는 안내된 광의 다른 일부는 이면 장면(201)을 조명하는 데(또는 조명원으로서 기능하기 위해) 이용될 수 있다. 도 9는 안내된 광의 다른 일부로부터 투명 백라이트(220)의 산란 소자들(224)에 의하여 제공되는 방출광(204)을 이면 장면(201)을 향하여 지향되는 화살표들로서 도시한다. 도 9에 명시적으로 도시되지는 않았으나, 이러한 실시 예들에서, 광 밸브 어레이는 이면 장면(201)에 의하여 반사되는 방출광(204)을 변조하도록 구성될 수 있다.

[0083] 일부 실시 예들에서, 광원(226)은 정해진 편광을 갖는 광을 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광원(226)은 편광자(polarizer) 또는 편광(polarized) 광학 방출기들을 포함할 수 있다. 이러한 실시 예들에서, 예를 들어, 복수의 산란 소자들(224)은 편광-보존 산란을 제공하도록 구성될 수 있고, 방출광(204)은 광 밸브들(210)의 어레이의 입력 편광과 일치하도록 구성된 편광을 가질 수 있다.

[0084] 본 명세서에 설명된 원리들의 다른 실시 예들에 따르면, 투명 디스플레이의 동작 방법이 제공된다. 도 10은 본 명세서에 설명된 원리들에 일치하는 일 실시 예에 따른 일 예로서 투명 디스플레이의 동작 방법(300)의 흐름도를 도시한다. 도 10에 도시된 바와 같이, 투명 디스플레이의 동작 방법(300)은 광을 도광체의 길이를 따라 안내된 광으로서 안내(310)하는 단계를 포함한다. 일부 실시 예들에서, 광은 0이 아닌 전과 각도로 안내(310)될 수 있다. 또한, 안내된 광은 정해진 시준 계수에 따라 시준될 수 있다. 또한, 안내된 광은 편광되거나 정해진 편광을 가질 수 있다. 일부 실시 예들에 따르면, 도광체는 백릿 투명 디스플레이(100)와 관련하여 전술한 도광체(110)와 실질적으로 유사할 수 있다.

[0085] 도 10에 도시된 바와 같이, 투명 디스플레이의 동작 방법(300)은 안내된 광의 일부를 복수의 산란 소자들을 이용하여 방출광으로서 도광체로부터 산란(320)시키는 단계를 더 포함한다. 일부 실시 예들에서, 복수의 산란 소자들은 백릿 투명 디스플레이(100)와 관련하여 전술한 복수의 산란 소자들(120)과 실질적으로 유사할 수 있다.

[0086] 도 10에 도시된 투명 디스플레이의 동작 방법(300)은 광 밸브들의 투명 어레이를 이용하여 방출광을 변조(330)하는 단계를 더 포함한다. 광 밸브들의 투명 어레이는 방출광을 디스플레이되는 이미지로서 변조하도록 구성된다. 다양한 실시 예들에 따르면, 도광체, 복수의 산란 소자들 및 투명 디스플레이의 투명 광 밸브 어레이의 조합은 투명 디스플레이를 통해 이면 장면이 보이는 것을 가능하게 한다. 또한, 다양한 실시 예들에 따르면, 디스플레이되는 이미지는 투명 디스플레이의 동작에 의하여 가시(visible) 이면 장면 상에 중첩될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 광 밸브들의 투명 어레이는 전술한 백릿 투명 디스플레이(100)의 광 밸브들(130)의 어레이와 실질적으로 유사할 수 있다.

[0087] 일부 실시 예들에서, 산란(320) 단계에서 이용된 복수의 산란 소자들의 산란 소자의 크기는 광 밸브 어레이의 광 밸브의 크기보다 작을 수 있다. 일부 실시 예들에서, 복수의 산란 소자들은 도광체에 광학적으로 연결된 회절 격자, 미세-반사 산란 소자 및 미세-굴절 산란 소자 중 하나 이상을 포함한다. 일부 실시 예들에서, 방출광은 투명 광 밸브 어레이 및 이면 장면 중 하나 또는 모두를 향하여 지향되고, 이면 장면을 향하여 지향되는 방출광은 이면 장면에 조명을 제공하도록 구성된다.

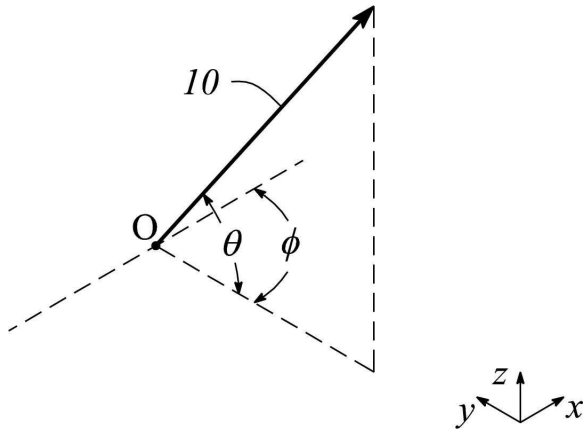
[0088] 일부 실시 예들에서(미도시), 투명 디스플레이의 동작 방법(300)은 광원을 이용하여 도광체에 광을 제공하는 단계를 더 포함한다. 제공된 광은 도광체 내에서 0이 아닌 전과 각도를 갖는 것 및 도광체 내의 안내된 광의 정해진 각도 확산을 제공하기 위하여 시준 계수에 따라 도광체 내에 시준되는 것 중 하나 또는 모두에 해당하는 안내된 광일 수 있다. 일부 실시 예들에서, 광원은 전술한 백릿 투명 디스플레이(100)의 광원(140)과 실질적으로 유사할 수 있다.

[0089] 이상에서는, 이면 장면이 투명 디스플레이를 통해 보여질 수 있게끔 하고 디스플레이되는 이미지가 가시 이면 장면 상에 중첩될 수 있는 백릿 투명 디스플레이, 투명 디스플레이 시스템 및 백릿 투명 디스플레이의 동작 방

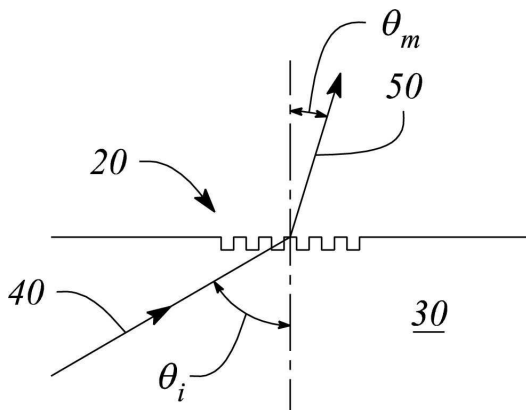
법의 예들 및 실시 예들이 설명되었다. 전술한 예들은 단지 본 명세서에 설명된 원리들을 나타내는 많은 구체적인 예들 중 일부를 예시하는 것임을 이해하여야 한다. 명백히, 당업자는 다음의 청구 범위에 의하여 정의되는 범위를 벗어나지 않고 수 많은 다른 구성들을 쉽게 고안할 수 있다.

도면

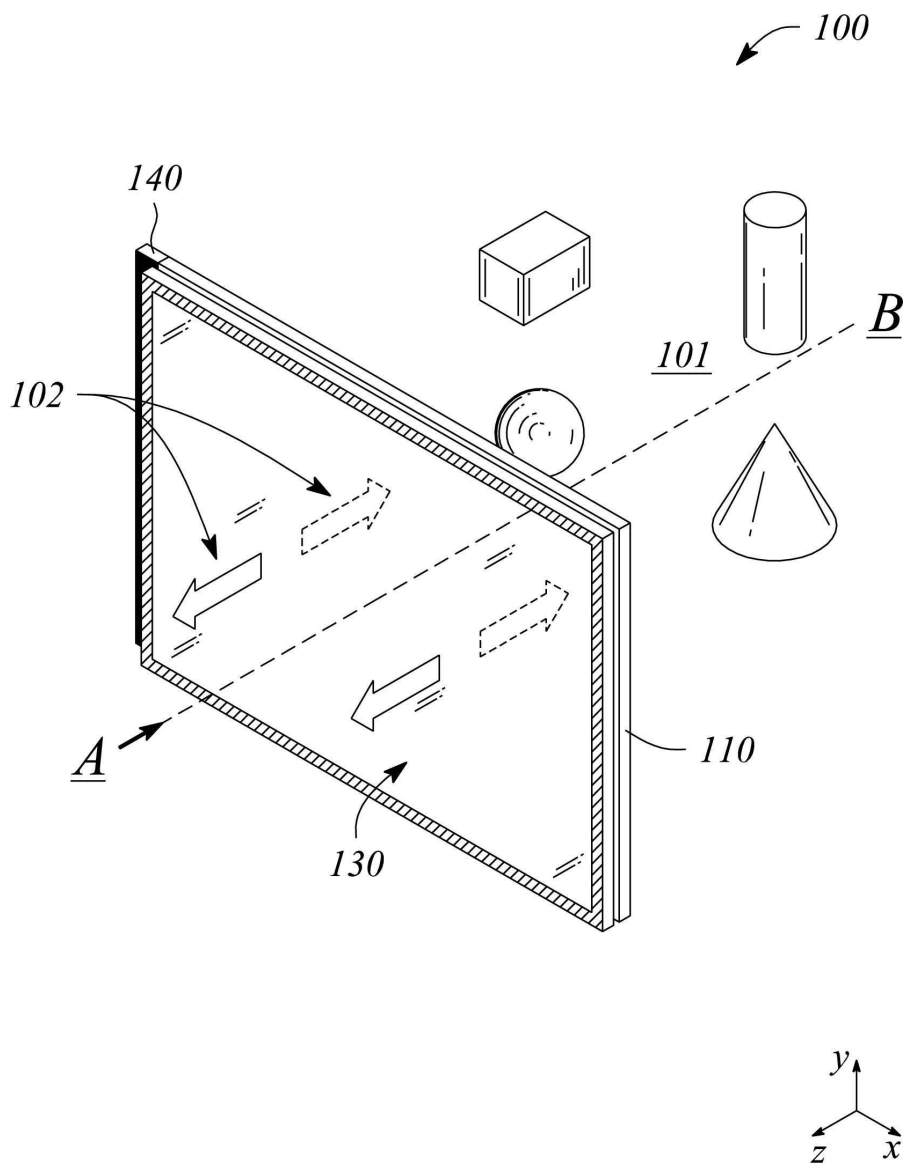
도면1



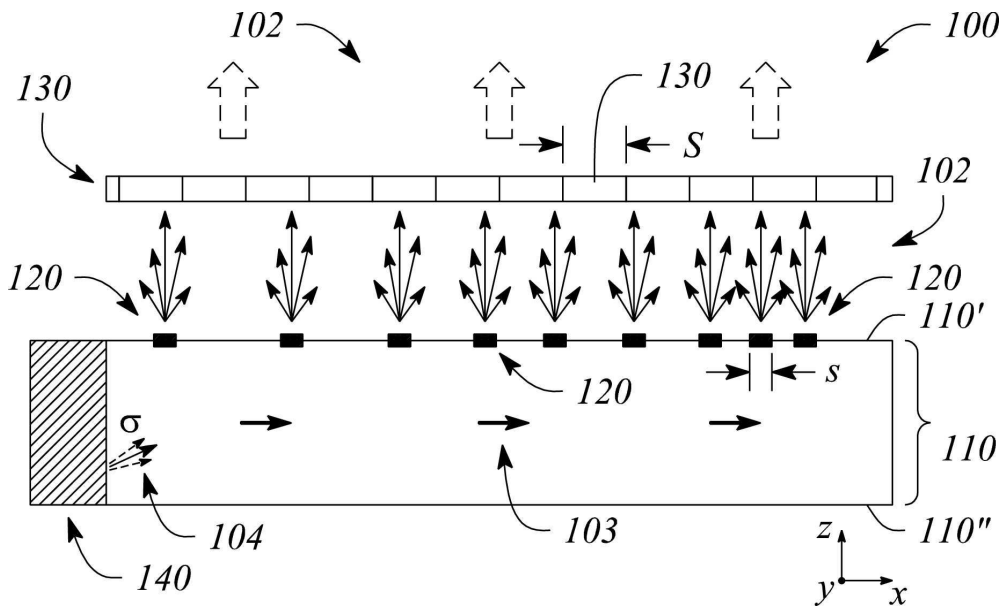
도면2



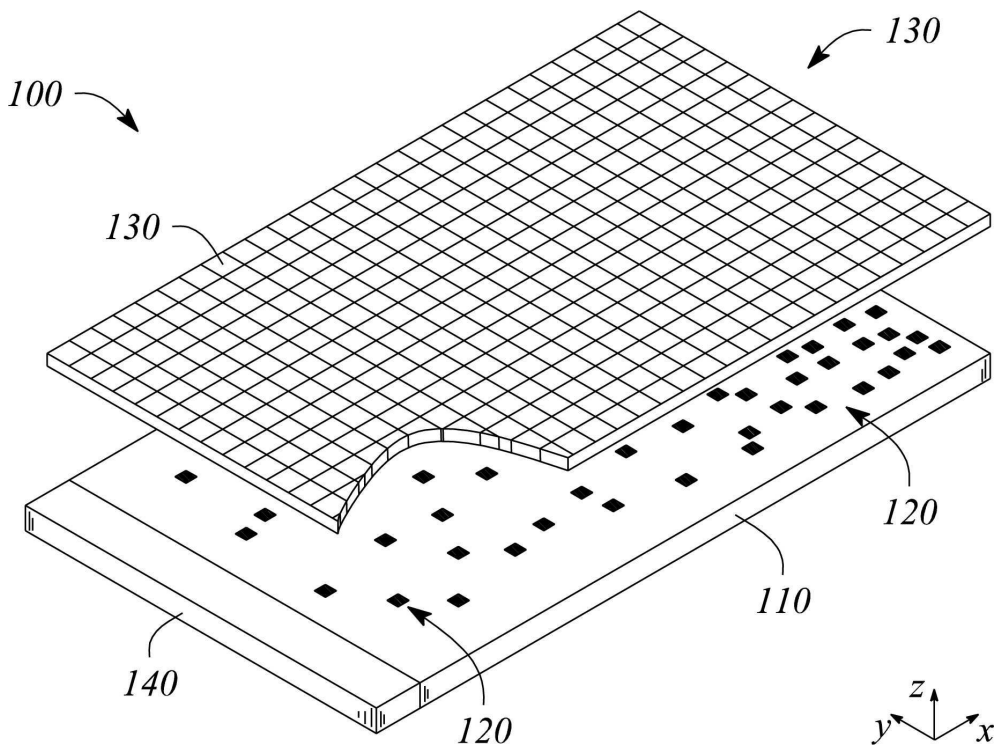
도면3a



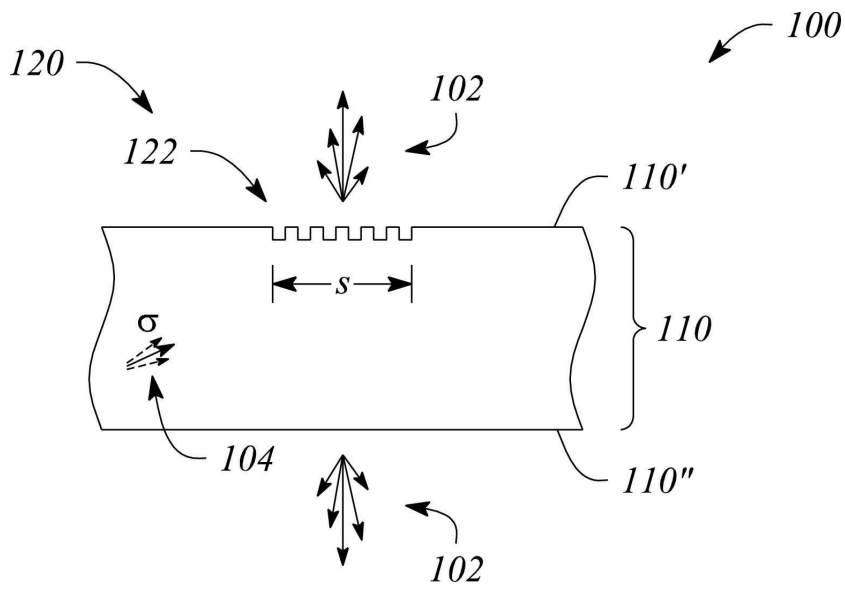
도면3b



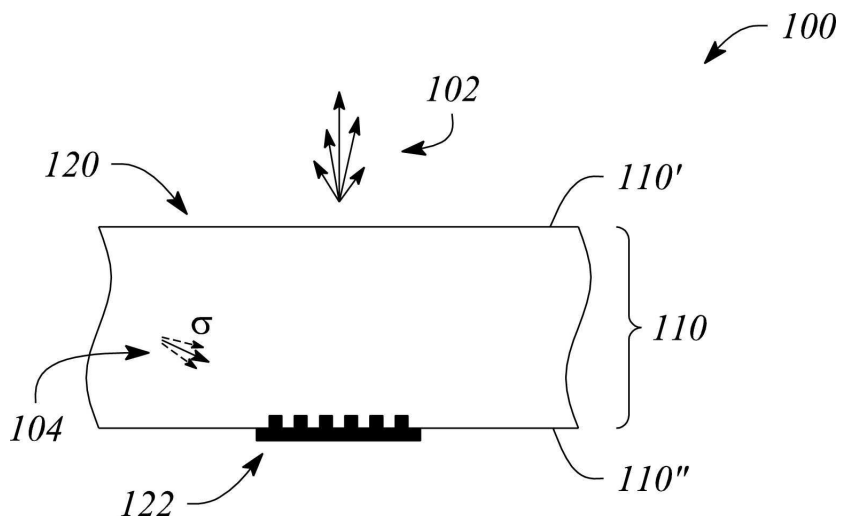
도면3c



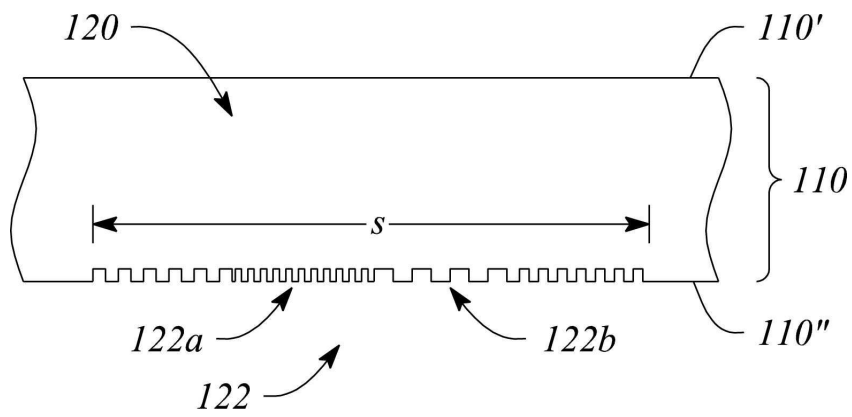
도면4a



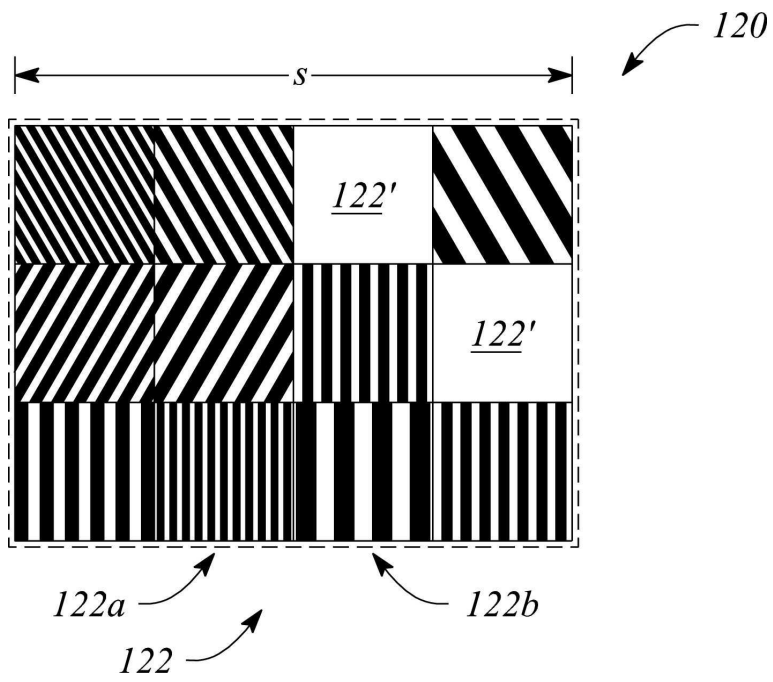
도면4b



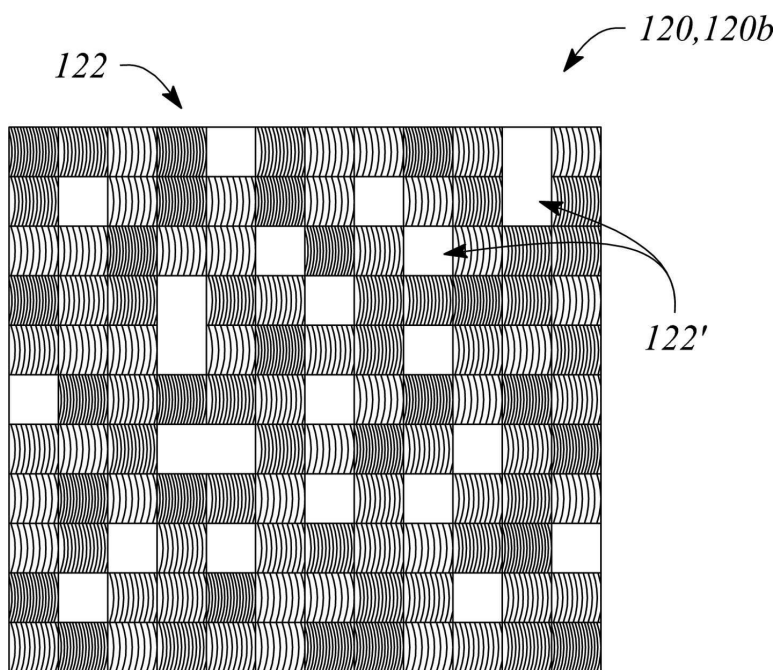
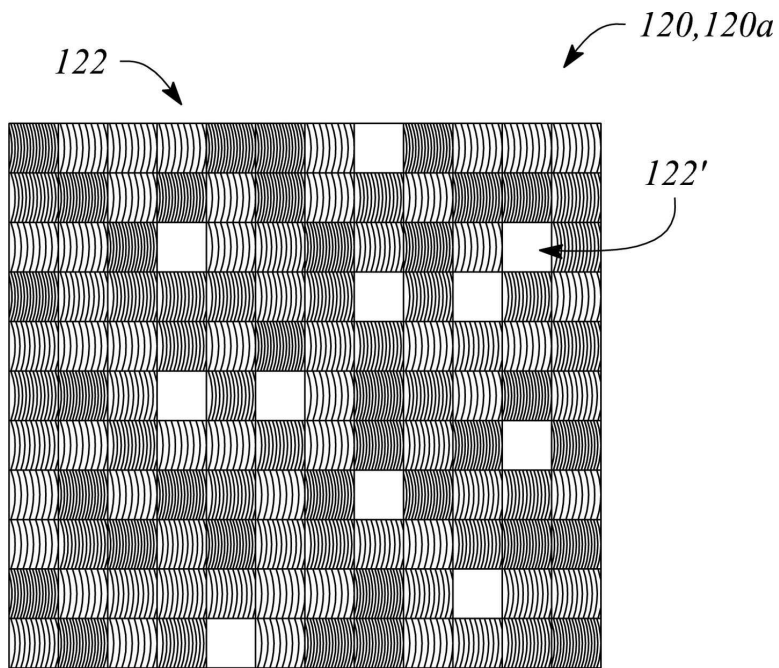
도면5a



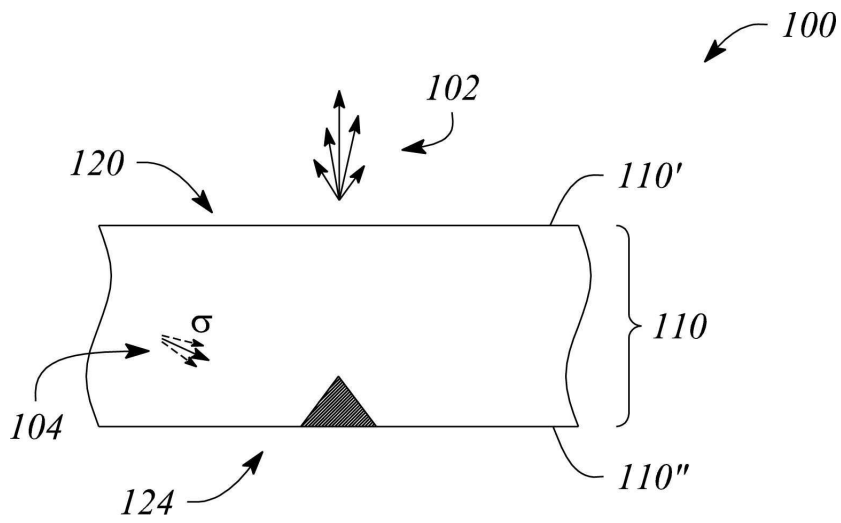
도면5b



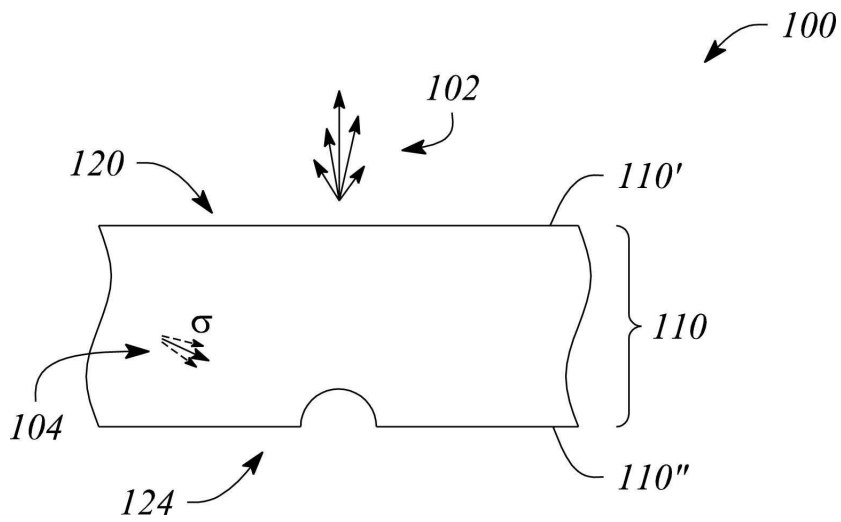
도면6



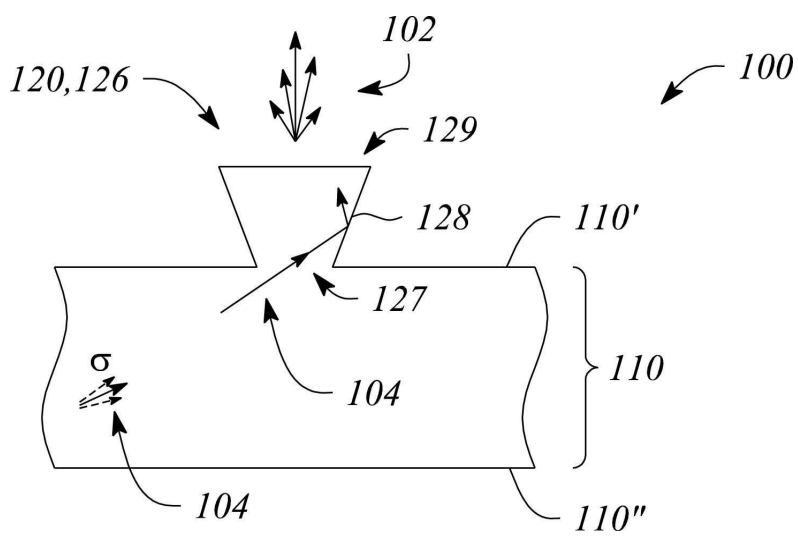
도면7a



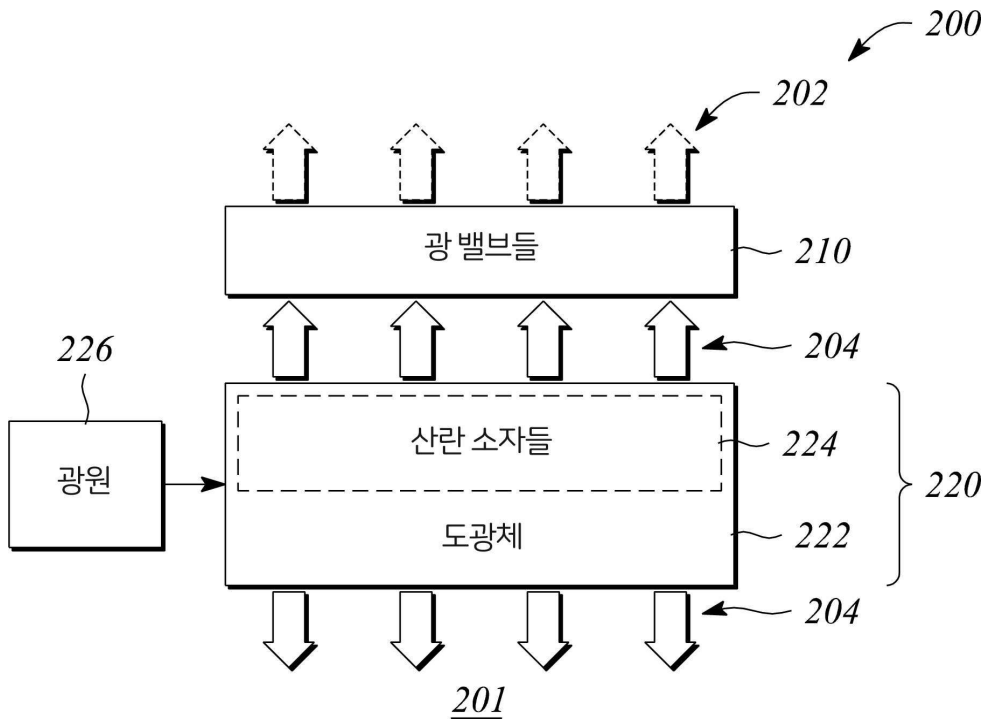
도면7b



도면8



도면9



도면10

