



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0084749
(43) 공개일자 2018년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 13/122 (2018.01) H04N 13/302 (2018.01)
H04N 13/351 (2018.01)
(52) CPC특허분류
H04N 13/122 (2018.05)
H04N 13/302 (2018.05)
(21) 출원번호 10-2018-7010742
(22) 출원일자(국제) 2016년09월16일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2018년04월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/052166
(87) 국제공개번호 WO 2017/049106
국제공개일자 2017년03월23일
(30) 우선권주장
62/219,767 2015년09월17일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
루미, 인코퍼레이티드
미국 메사추세츠주 02210 보스턴 플로어 1 23 드
라이독 애버뉴
(72) 발명자
배런 토마스 앤서니
미국 메사추세츠주 02143 서머빌 18 맨스필드 스
트리트 넘버2
히르슈 매튜 웨저너
미국 메사추세츠주 02143 서머빌 18 맨스필드 스
트리트 넘버2
레이팅거 다니엘
미국 메사추세츠주 02143 서머빌 72 오크 스트리
트 아파트먼트 4
(74) 대리인
특허법인아주김장리

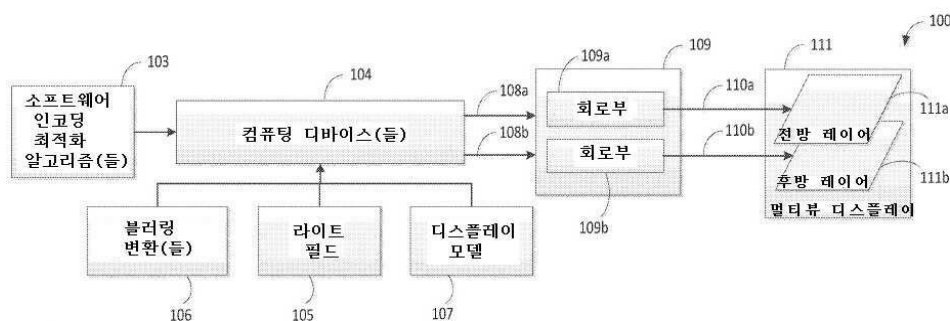
전체 청구항 수 : 총 58 항

(54) 발명의 명칭 **멀티뷰 디스플레이 및 관련 시스템과 방법**

(57) 요약

제1 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하기 위한 기술. 그 기술은, 복수의 장면 뷰를 획득하는 것; 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것; 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 것; 및 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 것으로서, 작동 신호는 제1 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 작동 신호 및 제2 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 작동 신호를 포함하는, 작동 신호를 생성하는 것을 포함하고, 생성하는 것은, 복수의 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보, 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 작동 신호 및 제2 작동 신호를 생성하는 것을 포함한다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류
H04N 13/351 (2018.05)

(30) 우선권주장
62/245,620 2015년10월23일 미국(US)
62/339,830 2016년05월21일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템으로서, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어(first layer) 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 2개의 상이한 레이어를 포함하며, 상기 시스템은,

적어도 하나의 프로세서;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의한 실행 시, 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

복수의 장면 뷰를 획득하는 것;

상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것;

적어도 하나의 블러링 변환(blurring transformation)을 명시하는 정보를 획득하는 것; 및

상기 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 작동 신호를 생성하는 것으로서, 상기 복수의 작동 신호는 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 작동 신호 및 상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 작동 신호를 포함하는, 상기 복수의 작동 신호를 생성하는 것

을 수행하게 하는 프로세서 실행 가능 명령어를 저장하는 적어도 하나의 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하고, 상기 생성하는 것은,

상기 복수의 장면 뷰, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 상기 모델을 명시하는 상기 정보, 및 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 상기 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제1 복수의 작동 신호 및 상기 제2 복수의 작동 신호를 생성하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는 또한,

상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 회로부(circuitry)에 상기 제1 복수의 작동 신호 및 상기 제2 복수의 작동 신호를 제공하는 것을 수행하도록 구성되는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 3

제2항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서,

상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 상기 회로부; 및

상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 더 포함하되,

상기 회로부는,

상기 제1 복수의 작동 신호를 사용하여 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하도록; 그리고

상기 제2 복수의 작동 신호를 사용하여 상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하도록 구성되는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 4

제1항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 상기 정보를 획득하는 것은, 상기 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 것을 포함하는,

멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 5

제1항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 복수의 작동 신호를 생성하는 것은,

상기 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 획득하는 것; 및

상기 적어도 하나의 블러링 변환을, 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 적어도 하나 및 상기 복수의 장면 뷰 중 대응하는 적어도 하나에 적용하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 6

제5항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 블러링 변환은 적어도 하나의 대역 제한 함수를 포함하고, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것은, 상기 적어도 하나의 대역 제한 함수를 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 7

제5항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것은, 상기 복수의 디스플레이 뷰와 비교하여 감소된 고빈도 콘텐츠를 갖는 이미지를 획득하도록 상기 복수의 디스플레이 뷰를 프로세싱하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 8

제5항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것은, 광학 시스템의 점 확산 함수를 사용하여 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나를 컨볼빙하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 9

제5항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것은, 어퍼처(aperture)의 형상 또는 상기 어퍼처의 상기 형상의 주파수 도메인 표현을 나타내는 커널을 사용하여 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나를 공간적으로 컨볼빙하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 10

제5항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것은, 2차원 가우스 함수(Gaussian function)를 사용하여 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나를 공간적으로 컨볼빙하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 11

제5항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것은, 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 이진 형태학적 변환(binary morphological transformation)을 적용하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 12

제11항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 이진 형태학적 변환을 적용하는 것은, 침식 변환, 팽창 변환, 형태학적 개방 변환 및 형태학적 폐쇄 변환 중 적어도 하나를 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한

시스템.

청구항 13

제5항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 적용하는 것은, 상기 복수의 디스플레이 뷰 중 상기 적어도 하나에 랭크 필터를 적용하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 14

제1항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 복수의 작동 신호를 생성하는 것은, 작동 신호의 초기 세트를 생성하는 것; 작동 신호의 상기 초기 세트를 반복적으로 업데이트하여 작동 신호의 중간 세트의 시퀀스를 생성하는 것; 및 작동 신호의 중간 세트의 상기 시퀀스에서 작동 신호의 마지막 세트를, 상기 복수의 작동 신호로서 출력하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 15

제14항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 작동 신호의 중간 세트의 상기 시퀀스는 작동 신호의 제1 세트 및 작동 신호의 제2 세트 포함하고, 상기 반복적으로 업데이트하는 것은, 상기 복수의 장면 뷰, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 상기 모델을 명시하는 상기 정보, 및 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 상기 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 작동 신호의 상기 제1 세트를 업데이트하여 작동 신호의 상기 제2 세트를 획득하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 16

제15항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 작동 신호의 상기 제1 세트를 업데이트하는 것은, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 상기 모델을 명시하는 상기 정보 및 작동 신호의 상기 제1 세트를 사용하여, 작동 신호의 상기 제1 세트가 상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위해 사용되면 상기 멀티뷰 디스플레이 장치에 의해 생성될 디스플레이 뷰에 대응하는 디스플레이 뷰의 제1 세트를 결정하는 것; 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 사용하여, 디스플레이 뷰의 상기 제1 세트와 상기 복수의 장면 뷰 사이의 에러의 척도를 결정하는 것; 및 디스플레이 뷰의 상기 제1 세트와 상기 복수의 장면 뷰 사이의 에러의 상기 척도에 기초하여 작동 신호의 상기 제1 세트를 업데이트하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 17

제16항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 디스플레이 뷰의 상기 제1 세트와 상기 복수의 장면 뷰 사이의 에러의 상기 척도에 기초하여 작동 신호의 상기 제1 세트를 업데이트하는 것은, 상기 작동 신호의 비 음성도 제약(non-negativity constraint)에 종속하는 작동 신호의 상기 제1 세트를 승산적으로(multiplicatively) 업데이트하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 18

제1항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 복수의 장면 뷰를 얻는 것은, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 뷰어의 위치의 각각의 세트에 대응하는 장면 뷰의 세트를 획득하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 19

제1항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 상기 모델을 명시하는 상기 정

보를 획득하는 것은, 상기 제1 레이어와 상기 제2 레이어 사이의 간격, 상기 제2 레이어에 대한 상기 제1 레이어의 상대적 위치, 상기 제1 레이어의 해상도, 상기 제2 레이어의 해상도, 상기 제1 레이어의 사이즈, 상기 제2 레이어의 사이즈, 및 상기 제1 레이어와 상기 제2 레이어의 컬러 채널 사이의 스펙트럼 크로스토크의 표현으로 구성되는 그룹에서 선택되는 적어도 하나의 물리적 특성을 특성 묘사하는 정보를 획득하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 20

제1항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 프로세서 실행 가능 명령어는 또한, 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

컬러 콘텐츠가 상기 제1 레이어 상에 디스플레이될 것이고 그레이 스케일 콘텐츠가 상기 제2 레이어 상에 디스플레이될 것이라는 표시를 획득하게 하고,

상기 복수의 작동 신호를 생성하는 것은, 상기 제1 복수의 작동 신호가 상기 제1 레이어를 제어하기 위해 사용되는 경우, 상기 제1 레이어가 컬러 콘텐츠를 디스플레이하고 상기 제2 복수의 작동 신호가 상기 제2 레이어를 제어하기 위해 사용되는 경우, 상기 제2 레이어가 그레이 스케일 콘텐츠를 디스플레이하도록 상기 표시에 추가로 기초하여 수행되는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 21

멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템으로서, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 2개의 상이한 레이어를 포함하며, 상기 방법은,

적어도 하나의 프로세서를 사용하는 단계를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는,

복수의 장면 뷰를 획득하는 것;

상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것;

적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 것; 및

상기 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 작동 신호를 생성하는 것으로서, 상기 복수의 작동 신호는 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 작동 신호 및 상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 작동 신호를 포함하는, 상기 복수의 작동 신호를 생성하는 것

을 수행하도록 구성되고, 상기 생성하는 것은,

상기 복수의 장면 뷰, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 상기 모델을 명시하는 상기 정보, 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 상기 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제1 복수의 작동 신호 및 상기 제2 복수의 작동 신호를 생성하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 22

적어도 하나의 프로세서에 의한 실행 시, 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 방법을 수행하게 하는 프로세서 실행 가능 명령어를 저장하는 적어도 하나의 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 두개의 상이한 레이어를 포함하고, 상기 방법은,

복수의 장면 뷰를 획득하는 단계;

상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 단계;

적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 단계; 및

상기 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 작동 신호를 생성하는 단계로서, 상기 복수의 작동 신호는 상기 제1 복수의 광학 엘

리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 작동 신호 및 상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 작동 신호를 포함하는, 상기 복수의 작동 신호를 생성하는 단계를 포함하고, 상기 생성하는 단계는,

상기 복수의 장면 뷰, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 상기 모델을 명시하는 상기 정보, 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 상기 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 제1 복수의 작동 신호 및 상기 제2 복수의 작동 신호를 생성하는 단계를 포함하는, 프로세서 실행 가능 명령어를 저장하는 적어도 하나의 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

청구항 23

멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템으로서, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 2개의 상이한 레이어를 포함하며, 상기 시스템은,

적어도 하나의 프로세서;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의한 실행 시, 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것; 및

상기 복수의 장면 뷰 및 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 상기 모델을 명시하는 상기 정보에 적어도 부분적으로 기초하여, 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 작동 신호를 생성하는 것으로서, 상기 복수의 작동 신호는 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 작동 신호 및 상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 작동 신호를 포함하는, 상기 복수의 작동 신호를 생성하는 것

을 수행하게 하는 프로세서 실행 가능 명령어를 저장하는 적어도 하나의 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하고,

상기 복수의 작동 신호 중 적어도 두 개 각각은, 적어도 하나의 컬러 또는 강도 채널에서 값에서 0.2보다 더 큰 소벨 기반의 고빈도 콘텐츠 척도(Sobel-based high-frequency content measure)를 가지며,

상기 복수의 작동 신호는 120 Hz 미만의 레이트에서 업데이트되는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 복수의 작동 신호는 60 Hz 이하의 레이트에서 업데이트되는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템.

청구항 25

멀티뷰 디스플레이 장치로서,

제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어;

제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어로서, 상기 제2 레이어는 상기 제1 레이어로부터 일정 간격만큼 분리되는, 상기 제2 레이어; 및

제어 회로부를 포함하고, 상기 제어 회로부는,

상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하도록 구성되는 제1 회로부; 및

상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하도록 구성되는 제2 회로부를 포함하고,

상기 제어 회로부는,

복수의 장면 뷰, 상기 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 생성되는 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 작동 신호를 수신하도록;

적어도 부분적으로,

상기 제1 복수의 작동 신호를 사용하여 제1 콘텐츠를 디스플레이하도록 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어

하는 것, 및

상기 제2 복수의 작동 신호를 사용하여 제2 콘텐츠를 디스플레이하도록 상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하는 것

에 의해 상기 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 뷰를 동시에 디스플레이하도록 상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하도록 구성되는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하는 것은, 상기 제1 복수의 작동 신호를 사용하여 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하여 그레이 스케일 콘텐츠를 디스플레이하는 것을 포함하고; 그리고

상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하는 것은, 상기 제2 복수의 작동 신호를 사용하여 상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하여 컬러 콘텐츠를 디스플레이하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 27

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서,

상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하는 것은, 상기 제1 복수의 작동 신호를 사용하여 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하여 강도 또는 컬러 채널의 각각에서 2진인(binary) 콘텐츠를 디스플레이하는 것을 포함하고; 그리고

상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하는 것은, 상기 제2 복수의 작동 신호를 사용하여 상기 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하여 각각의 강도 또는 컬러 채널에서 2진인 콘텐츠를 디스플레이하는 것을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 28

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 레이어는 깊이에서 상기 제2 레이어로부터 6 밀리미터 미만의 간격으로 이격되는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 29

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 레이어는 깊이에서 상기 제2 레이어로부터, 다음의 두 양(quantity): 6 밀리미터, 및 상기 1 레이어 및 상기 제2 레이어 중 더 큰 쪽의 최대 선형 범위의 1/60 중 더 큰 쪽 이하인 간격으로 이격되는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 30

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 레이어와 상기 제2 레이어 사이에 배치되는 확산기를 더 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 31

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 레이어는 LCD 패널을 포함하고, 상기 제2 레이어는 LCD 패널을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 32

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 레이어는 발광 다이오드(light emitting diode; LED)의 제1 어레이를 포함하고, 상기 제2 레이어는 LCD 패널을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 33

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 레이어는 뷰어의 눈으로부터 1 피트 미만에서 보이도록 설계되는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 34

제33항 또는 임의의 다른 선행하는 항의 상기 멀티뷰 디스플레이 장치를 포함하는 고정구로서, 상기 고정구는 뷰어의 눈으로부터 6 인치보다 더 작은 거리에 상기 멀티뷰 장치를 배치하는, 고정구.

청구항 35

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 레이어 및 상기 제2 레이어 중 적어도 하나는 1:100 미만의 콘트라스트를 갖는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 36

제35항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 레이어는 1:100 미만의 콘트라스트를 가지며, 상기 제1 레이어는 LCD 패널을 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 37

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 레이어는 제1 컬러 필터 어레이를 포함하고 상기 제2 레이어는 제2 컬러 필터 어레이를 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 38

제37항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 컬러 필터 어레이는 적어도 70 나노미터의 반치전폭(full-width halfmax response) 응답을 갖는 컬러 필터를 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 39

제38항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 컬러 필터 어레이는 적어도 100 나노미터의 반치전폭 응답을 갖는 컬러 필터를 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 40

제37항에 있어서, 상기 멀티뷰 장치의 컬러 채널은 공동으로 최적화되는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 41

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트 내의 광학 엘리먼트는 비순차적으로 업데이트되는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 42

제25항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제2 레이어는 반사성인, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 43

제42항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제2 레이어는 투과성인, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 44

제43항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제2 레이어는 반투과성(transflective) LCD를 포함하는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 45

제44항에 있어서, 백라이트 유닛을 더 포함하고, 상기 백라이트 유닛에 의해 방출되는 광의 적어도 90%는 상기 멀티뷰 장치의 예상 뷰잉 위치를 포함하는 각도 영역에 걸쳐 방출되는, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 46

제25항에 있어서, 상기 멀티뷰 장치는 오토멀티스코픽(automultiscopic) 디스플레이인, 멀티뷰 디스플레이 장치.

청구항 47

제25항에 있어서, 상기 제1 복수의 광학 엘리먼트 내의 광학 엘리먼트의 픽셀 피치는 0.005 인치 이하인, 멀티 뷰 디스플레이 장치.

청구항 48

라이트 필드 프린트(light field print)를 제조하는 방법으로서, 상기 라이트 필드 프린트는 전방 투명 레이어 및 후방 투명 레이어를 포함하는 적어도 두개의 상이한 투명 레이어를 포함하고, 상기 방법은,

상기 라이트 필드 프린트를 사용하여 렌더링될 콘텐츠를 획득하는 단계로서, 상기 콘텐츠는 복수의 장면 뷰를 포함하는, 상기 렌더링될 콘텐츠를 획득하는 단계;

프린팅 프로세스 정보를 획득하는 단계;

상기 콘텐츠 및 상기 프린팅 프로세스 정보에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 전방 투명 레이어에 대한 제1 타깃 패턴 및 상기 후방 투명 레이어에 대한 제2 타깃 패턴을 생성하는 단계;

상기 제1 타깃 패턴에 따라 상기 전방 투명 레이어 상에 프린팅 재료를 퇴적시키는 것에 의해 상기 전방 투명 레이어 상에 상기 제1 타깃 패턴을 프린트하는 단계; 및

상기 제2 타깃 패턴에 따라 상기 후방 투명 레이어 상에 프린팅 재료를 퇴적시키는 것에 의해 상기 후방 투명 레이어 상에 상기 제2 타깃 패턴을 프린트하는 단계를 포함하고,

상기 전방 투명 레이어는 상기 후방 투명 레이어로부터 깊이에서 일정 간격으로 이격되되, 상기 간격은 6 밀리미터 및 L/60 중 더 큰 쪽 이하이고, L은, 상기 전방 투명 레이어와 상기 후방 투명 레이어가 상이한 사이즈인 경우, 상기 전방 투명 레이어와 상기 후방 투명 레이어 중 더 큰 쪽의 최대 선형 범위이고, 상기 전방 투명 레이어와 상기 후방 투명 레이어가 동일한 사이즈인 경우, 상기 전방 투명 레이어의 최대 선형 범위인, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 49

제48항에 있어서,

적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 단계를 더 포함하고,

상기 제1 타깃 패턴 및 상기 제2 타깃 패턴을 생성하는 단계는, 상기 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 상기 정보에 추가로 기초하여 수행되는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 50

제48항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 제1 타깃 패턴을 생성하는 단계는,

상기 콘텐츠 및 상기 프린팅 프로세스 정보에 적어도 부분적으로 기초하여, 전방 프린트 레이어(front printed layer)에 대한 초기 제1 타깃 패턴 및 후방 프린트 레이어(back printed layer)에 대한 초기 제2 타깃 패턴을 생성하는 단계;

프린트 및/또는 매체 동역학의 영향을 보상하도록 상기 초기 제1 타깃 패턴을 수정하여 상기 제1 타깃 패턴을 획득하는 단계; 및

프린트 및/또는 매체 동역학의 영향을 보상하도록 상기 초기 제2 타깃 패턴을 수정하여 상기 제2 타깃 패턴을 획득하는 단계를 더 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 51

제50항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 초기 제1 타깃 패턴을 수정하는 단계는 도트 게인의 영향에 대해 상기 초기 제1 타깃 패턴을 보상하는 단계를 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 52

제51항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 도트 게인의 영향에 대해 상기 초기 제1 타깃 패턴을 보상하는 단계는, 상기 초기 제1 타깃 패턴에 공간 선형 필터링을 적용하는 단계를 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조

하는 방법.

청구항 53

제51항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 초기 제1 타깃 패턴을 수정하는 단계는, 상기 전방 투명 레이어의 프린팅 재료 블리드(bleed) 및/또는 최대 허용 가능한 프린팅 재료 밀도의 영향에 대해 상기 초기 제1 타깃 패턴을 보상하는 단계를 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 54

제53항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 전방 투명 레이어의 프린팅 재료 블리드 및/또는 최대 허용 가능한 프린팅 재료 밀도의 영향에 대해 상기 초기 제1 타깃 패턴을 보상하는 단계는, 프린팅 재료가 복수의 픽셀의 위치에서 상기 전방 투명 레이어 상에 퇴적되지 않도록 상기 초기 타깃 패턴의 상기 복수의 픽셀을 제거하는 단계를 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 55

제48항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 전방 투명 레이어 상에 프린팅 재료를 퇴적하는 단계는, 상기 전방 투명 레이어 상에 잉크 또는 토너를 퇴적하는 단계를 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 56

제48항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 전방 투명 레이어 및 상기 후방 투명 레이어로부터 상기 라이트 필드 프린트를 조립하는 단계를 더 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 57

제48항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 상기 조립하는 단계는,
 상기 후방 투명 레이어 상에 상기 제2 타깃 패턴을 프린트한 이후 그리고 상기 전방 투명 레이어 상에 상기 제1 타깃 패턴을 프린트하기 이전에, 상기 후방 투명 레이어 상에 상기 전방 투명 레이어를 배치하는 단계; 및
 상기 후방 투명 레이어 상에 상기 전방 투명 레이어를 배치한 이후, 상기 전방 투명 레이어 상에 상기 제1 타깃 패턴을 프린트하는 단계를 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

청구항 58

제48항 또는 임의의 다른 선행하는 항에 있어서, 0.0025 인치 이하의 도트 피치를 가지고 상기 제1 타깃 패턴을 프린팅하는 단계를 포함하는, 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2015년 9월 17일자로 출원된 발명의 명칭이 "Techniques for Optimized Displays"인 미국 특허 가출원 제62/219,767호, 2015년 10월 23일자로 출원된 발명의 명칭이 "On Optimized Displays"인 미국 특허 가출원 제62/245,620호, 및 2016년 5월 21일자로 출원된 발명의 명칭이 "PRINTED LIGHT FIELD DISPLAYS AND ASSOCIATED SYSTEMS AND METHODS"인 미국 특허 가출원 제62/339,830호의 35 U.S.C. § 119 하에서의 이익을 주장하는데, 이들 가출원의 각각은 참조에 의해 그 전체가 본 명세서에 통합된다.

배경 기술

[0003] 깊이(illusion)를 생성할 수 있는 디스플레이는 오랫동안 뷰어(viewer)를 매료시켰다. 종래의 2차원 디스플레이가 디스플레이의 물리적 간격에서 나타나는 오브젝트를 나타내지만, 삼차원(three-dimensional: 3D) 디스플레이는 스크린의 물리적 위치의 전후에서 디스플레이 그 자체를 넘어서 나타나는 시각적 효과를 생성할 수 있다.

[0004] 3D 디스플레이의 하나의 범주는, 뷰어에게 깊이감을 주기 위해 특수 목적의 안경(예를 들면, 3D 안경)을 착용할 것을 뷰어에게 요구하는 "안경 기반의" 3D 디스플레이이다. 특수 목적의 안경은, 더 멀리 있는 디스플레이로부터 도달하는 광을 중재하거나 또는 이미지 자체를 형성할 수 있다. 안경은 뷰어의 눈에 스테레오 이미지 쌍을 제공하는데, 결국에는 뷰어에게 깊이의 착시를 제공한다.

[0005] 3D 디스플레이의 다른 범주는 "무안경(glasses-free)" 3D 디스플레이인데, 이것은 3D 디스플레이를 보는 동안 3D 디스플레이의 뷰어가 특수 목적의 안경 또는 다른 하드웨어를 착용해야 한다는 것을 규정하지 않고도 깊이의 착시를 생성할 수 있다. 무안경 3D 디스플레이는 하나 또는 다수의 방향에서 3D 디스플레이 전방의 공간으로 장면의 다수의 뷰(view)를 투사할 수도 있다. 무안경 3D 디스플레이는, 볼 수 있는 위치의 범위를 증가시키기 위해, 인식되는 디스플레이 품질을 증가시키기 위해, 및/또는 뷰어가 "주변의" 디스플레이된 오브젝트를 보는 것을 허용하기 위해, 장면의 다수의 뷰(예를 들면, 2개의 뷰, 수십개의 뷰, 수백개의 뷰 등)를 동시에 디스플레이할 수도 있다. 무안경 3D 디스플레이의 예는, 하나의 레이어(layer) 상에 고정된 장벽 패턴(fixed barrier pattern)을 그리고 다른 레이어 상에 하위 이미지(sub-image) 또는 통합 이미지를 구비하는 시차 장벽(parallax barrier) 디스플레이, 하나의 레이어 상에 원통형 렌즈의 배열을 그리고 다른 레이어 상에 하위 이미지 또는 통합 이미지를 구비하는 렌터클러 디스플레이, 및 3D 장면을 디스플레이하기 위해 두 개 이상의 레이어를 사용하여 디스플레이할 콘텐츠 종속 패턴(content-dependent pattern)을 생성하는 계산적 디스플레이(computational display)를 포함한다.

[0006] 멀티뷰 3D 디스플레이는, 대응하는 뷰잉(viewing) 위치에서 각각의 다수의 뷰에 대응하는 다수의(두 개 이상의) 이미지를 동시에 나타낼 수도 있다. 뷰어는 뷰잉 위치의 각각으로부터 장면의 상이한 관점(perspective)을 볼 수도 있다. 무안경 멀티뷰 3D 디스플레이는 오토멀티스코픽(automultiscopic) 3D 디스플레이로 칭해진다. 오토멀티스코픽 디스플레이는, 장면에 대한 뷰어의 시점(viewpoint)이 변할 때 뷰어가 가상 오브젝트 주변을 보는 것을 허용할 수도 있다. 뷰어의 머리가 오토멀티스코픽 3D 디스플레이의 한 쪽에서부터 다른 쪽으로 움직일 때, 뷰어의 눈은, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이로부터 다양한 이미지가 투영되는 영역을 훑으면서 옮겨질 수도 있다. 오토멀티스코픽 3D 디스플레이에 의해 생성되는 이미지는 가상 장면의 다양한 관점을 표현할 수도 있고, 이들 다양한 관점을 통해 뷰어는 완전한 운동 시차(full motion parallax) 및 입체적 깊이를 가지고 가상 장면을 관찰할 수도 있다. 오토멀티스코픽 3D 디스플레이는 다수의 뷰(3D 디스플레이에 대한 뷰어의 위치에 따라 뷰어에 의해 보이는 특정한 뷰)를 생성할 수도 있고, 양안 디스패리티(binocular disparity)를 나타낼 수도 있고, 및/또는 수평 및 수직 방향 둘 모두에서 운동 시차를 나타낼 수도 있다.

발명의 내용

[0007] 몇몇 실시형태는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템을 제공하는데, 멀티뷰 디스플레이 장치는, 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 두개의 상이한 레이어를 포함한다. 시스템은: 적어도 하나의 프로세서: 적어도 하나의 프로세서에 의한 실행 시, 적어도 하나의 프로세서로 하여금, 복수의 장면 뷰를 획득하는 것: 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것: 적어도 하나의 블러링 변환(blurring transformation)을 명시하는 정보를 획득하는 것: 및 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 작동 신호를 생성하는 것으로서, 복수의 작동 신호는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 작동 신호를 포함하는, 복수의 작동 신호를 생성하는 것을 수행하게 하는 프로세서 실행 가능 명령어를 저장하는 적어도 하나의 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하고, 생성하는 것은: 복수의 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보, 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 작동 신호를 생성하는 것을 포함한다.

[0008] 몇몇 실시형태는 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 방법을 제공하는데, 멀티뷰 디스플레이 장치는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 두개의 상이한 레이어를 포함한다. 그 방법은 적어도 하나의 프로세서를 사용하는 것을 포함하고, 적어도 하나의 프로세서는: 복수의 장면 뷰를 획득하는 것: 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것; 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 것; 및 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 작동 신호를 생성하는 것으로서, 복수의 작동 신호는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 작동 신호를 포함하는, 복

수의 작동 신호를 생성하는 것을 수행하도록 구성되고, 생성하는 것은: 복수의 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보, 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 작동 신호를 생성하는 것을 포함한다.

[0009] 몇몇 실시형태는, 적어도 하나의 프로세서에 의한 실행 시, 적어도 하나의 프로세서로 하여금 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 방법을 수행하게 하는 프로세서 실행 가능 명령어를 저장하는 적어도 하나의 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 제공하는데, 멀티뷰 디스플레이 장치는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 두개의 상이한 레이어를 포함한다. 그 방법은: 복수의 장면 뷰를 획득하는 것; 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것; 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 것; 및 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 작동 신호를 생성하는 것으로서, 복수의 작동 신호는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 작동 신호를 포함하는, 복수의 작동 신호를 생성하는 것을 포함하고, 생성하는 것은: 복수의 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보, 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 작동 신호를 생성하는 것을 포함한다.

[0010] 몇몇 실시형태는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 시스템을 제공하는데, 멀티뷰 디스플레이 장치는, 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 두개의 상이한 레이어를 포함한다. 시스템은: 적어도 하나의 프로세서; 적어도 하나의 프로세서에 의한 실행 시, 적어도 하나의 프로세서로 하여금, 복수의 장면 뷰를 획득하는 것; 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것; 및 복수의 장면 뷰 및 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여, 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 작동 신호를 생성하는 것으로서, 복수의 작동 신호는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 작동 신호를 포함하는, 복수의 작동 신호를 생성하는 것을 수행하게 하는 프로세서 실행 가능 명령어를 저장하는 적어도 하나의 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하고, 복수의 작동 신호 중 적어도 두개의 각각은, 적어도 하나의 컬러 또는 강도 채널에서 값에서 0.2보다 더 큰 소벨 기반의 고빈도 콘텐츠 척도(Sobel-based high-frequency content measure)를 가지며, 복수의 작동 신호는 120 Hz 미만의(예를 들면, 60 Hz 이하의) 레이트에서 업데이트된다.

[0011] 몇몇 실시형태는 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 신호를 생성하기 위한 시스템을 제공하는데, 멀티뷰 디스플레이 장치는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 적어도 두개의 상이한 레이어를 포함한다. 시스템은: 적어도 하나의 프로세서; 적어도 하나의 프로세서에 의한 실행 시, 적어도 하나의 프로세서로 하여금, 복수의 장면 뷰를 획득하는 것; 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것; 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 것; 및 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 복수의 신호를 생성하는 것으로서, 복수의 신호는 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 복수의 신호 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 복수의 신호를 포함하는, 복수의 신호를 생성하는 것을 수행하게 하는 프로세서 실행 가능 명령어를 저장하는 적어도 하나의 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하고, 생성하는 것은: 복수의 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보, 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 복수의 신호 및 제2 복수의 신호를 생성하는 것을 포함한다. 신호는 제1 복수의 신호가 제1 복수의 작동 신호를 포함할 수도 있고 제2 복수의 신호가 제2 복수의 작동 신호를 포함할 수도 있도록 작동 신호를 포함할 수도 있다.

[0012] 몇몇 실시형태는 멀티뷰 디스플레이 장치를 제공하는데, 멀티뷰 디스플레이 장치는: 제1 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어; 제2 복수의 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어로서, 제2 레이어는 제1 레이어로부터 일정 간격만큼 분리되는, 제2 레이어; 및 제어 회로부(circuitry)를 포함하고, 제어 회로부는: 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하도록 구성되는 제1 회로부; 및 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하도록 구성되는 제2 회로부를 포함하고, 제어 회로부는: 복수의 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 생성되는 제1 복수의 작동 신호 및 제2 복수의 작동 신호를 수신하도록; 적어도 부분적으로: 제1 복수의 작동 신호를 사용하여 제1 콘텐츠를 디스플레이 하도록 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하는 것, 및 제2 복수의 작동 신호를 사용하여 제2 콘텐츠를 디스플레이

이하도록 제2 복수의 광학 엘리먼트를 제어하는 것에 의해 복수의 장면 뷰에 대응하는 복수의 뷰를 동시에 디스플레이하도록 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하도록 구성된다.

[0013] 몇몇 실시형태는 라이트 필드 프린트(light field print)를 제조하는 방법을 제공하는데, 라이트 필드 프린트는 전방 투명 레이어(front transparent layer) 및 후방 투명 레이어(back transparent layer)를 포함하는 적어도 두개의 상이한 투명 레이어를 포함한다. 그 방법은: 라이트 필드 프린트를 사용하여 렌더링될 콘텐츠를 획득하는 것으로서, 콘텐츠는 복수의 장면 뷰를 포함하는, 렌더링될 콘텐츠를 획득하는 것; 프린팅 프로세스 정보를 획득하는 것; 콘텐츠 및 프린팅 프로세스 정보에 적어도 부분적으로 기초하여, 전방 투명 레이어에 대한 제1 타깃 패턴 및 후방 투명 레이어에 대한 제2 타깃 패턴을 생성하는 것; 제1 타깃 패턴에 따라 전방 투명 레이어 상에 프린팅 재료를 퇴적시키는 것에 의해 전방 투명 레이어 상에 제1 타깃 패턴을 프린트하는 것; 및 제2 타깃 패턴에 따라 후방 투명 레이어 상에 프린팅 재료를 퇴적시키는 것에 의해 후방 투명 레이어 상에 제2 타깃 패턴을 프린트하는 것을 포함하고, 전방 투명 레이어는 후방 투명 레이어로부터 깊이에서 일정 간격으로 이격되는데, 그 간격은 6 밀리미터 및 L/60 중 더 큰 쪽 이하이고, 여기서 L은, 전방 투명 레이어와 후방 투명 레이어가 상이한 사이즈인 경우, 전방 투명 레이어와 후방 투명 레이어 중 더 큰 쪽의 최대 선형 범위이고, 전방 투명 레이어와 후방 투명 레이어가 동일한 사이즈인 경우, 전방 투명 레이어의 최대 선형 범위이다.

[0014] 상기의 콘텐츠는 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 비제한적인 개요이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 다양한 양태 및 실시형태가 다음의 도면을 참조하여 설명될 것이다. 도면은 반드시 일정한 비율로 묘사되는 것은 아니라는 것이 인식되어야 한다.

도 1a는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 그리고 생성된 작동 신호를 사용하여 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 예시적인 시스템을 도시한다.

도 1b는 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 라이트 필드 프린트의 레이어 상에 프린트될 패턴을 생성하고 생성된 패턴을 라이트 필드 프린트의 레이어 상에 프린트하기 위한 예시적인 시스템을 도시한다.

도 2는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하도록 수행되는 프로세스의 예시적인 블록도이다.

도 3은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 것의 일부로서 그리고/또는 라이트 필드 프린트의 하나 이상의 레이어 상에 프린트하기 위한 패턴을 생성하는 것의 일부로서 해결될 수도 있는 예시적인 최적화 문제를 도시한다.

도 4는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 도 3에서 도시되는 최적화 문제에 대한 하나 이상의 솔루션을 생성하기 위한 기울기 하강 기술(gradient descent technique)의 양태를 예시한다.

도 5는 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 도 3에서 도시되는 최적화 문제에 대한 하나 이상의 솔루션을 생성하기 위해 사용될 수도 있는 업데이트 규칙의 예를 예시한다.

도 6은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 것의 일부로서 그리고/또는 라이트 필드 프린트의 하나 이상의 레이어 상에 프린트하기 위한 패턴을 생성하는 것의 일부로서 해결될 수도 있는 최적화 문제의 다른 예를 예시한다.

도 7은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 도 6에서 도시되는 최적화 문제에 대한 하나 이상의 솔루션을 생성하기 위한 기울기 하강 기술의 양태를 예시한다.

도 8은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 것의 일부로서 그리고/또는 라이트 필드 프린트의 하나 이상의 레이어 상에 프린트하기 위한 패턴을 생성하는 것의 일부로서 해결될 수도 있는 최적화 문제의 다른 예를 도시한다.

도 9는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 도 8에서 도시되는 최적화 문제에 대한 하나 이상의 솔루션을 생성하기 위한 기울기 하강 기술의 양태를 예시한다.

도 10은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 도 8에서 도시되는 최적화 문제에 대한 하나 이상의 솔루션을 생성하기 위해 사용될 수도 있는 다른 기술의 양태를 예시한다.

도 11은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 작동 신호의 비 음성도(non-negativity)를 강제하는(enforcing) 승산적 업데이트 규칙(multiplicative update)이 활용되는 도 8에서 도시되는 최적화 문제에 대한 하나 이상의 솔루션을 생성하기 위해 사용될 수도 있는 기술의 양태를 예시한다.

도 12는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 작동 신호의 비 음성도를 강제하는 승산적 업데이트 규칙이 활용되는 도 8에서 도시되는 최적화 문제에 대한 하나 이상의 솔루션을 생성하기 위해 사용될 수도 있는 다른 기술의 양태를 예시한다.

도 13은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 도 11 및 도 12에서 도시되는 승산적 업데이트 규칙의 일반적인 형태를 예시한다.

도 14는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이에 의해 생성되는 시뮬레이션된 뷰(simulated view)를 예시한다.

도 15는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 예시적인 프로세스(1500)의 흐름도이다.

도 16A 및 도 16B는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 픽셀 인덱스와 관련된 출력 광 강도 선 강도의 위치 사이의 비선형 매핑을 사용한 그리고 그 비선형 매핑을 사용하지 않은 디스플레이 시스템에서의 픽셀 순서화를 각각 예시한다.

도 17은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 관찰하는 뷰어에 대한 뷰 콘(view cone)을 예시한다.

도 18A 및 도 18B는, 핀홀 장벽 디스플레이의 상세도 및 파필드 뷰(far-field view)를 도시한다.

도 18C는 비 음수 매트릭스 인수분해(non-negative matrix factorization) 방법과 함께 사용하도록 구성되는 시스템을 예시한다.

도 19A 및 도 19B는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이의 컬러 필터 어레이에서 사용하기 위한 컬러 필터 응답을 예시한다.

도 20은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이 내의 내부 반사를 보상하기 위한 기술을 예시한다.

도 21은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 확산기를 포함하는 멀티뷰 디스플레이를 예시한다.

도 22A 내지 도 22F는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 반사 모드 멀티뷰 디스플레이의 양태를 예시한다.

도 23은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 다중 레이어 라이트 필드 디스플레이(multi-layer light field display)를 예시한다.

도 24A 및 도 24B는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 증강 현실 및 시각적 수용 효과를 사용하는 다른 애플리케이션에 대해 사용될 수도 있는 멀티뷰 디스플레이의 실시형태를 예시한다.

도 25는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 캘리브레이션하기 위해 모바일 디바이스를 사용하는 예시적인 예를 도시한다.

도 26은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 라이트 필드 프린트의 레이어 상에 프린트될 패턴을 생성하고 생성된 패턴을 라이트 필드 프린트의 레이어 상에 프린트하기 위한 다른 예시적인 시스템을 도시한다.

도 27A 및 도 27B는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따라 제조되는, 라이트 필드 프린트의 예시적인 예를 도시한다.

도 28은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따라 제조되는, 라이트 필드 프린트의 다른 예시적인 예를 도시한다.

도 29는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 자기 정렬식 프린팅 방법을 사용하여 제조되는

라이트 필드 프린트의 예시적인 예를 도시한다.

도 30은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 라이트 필드 프린트의 레이어를 프린트하기 위해 사용되는 프린팅 프로세스를 적응적으로 정렬하기 위한 예시적인 시스템을 도시한다.

도 31은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 프린트 서비스의 예를 예시한다.

도 32 및 도 33은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 창(window)과 같은 유리 표면과 함께 사용하기 위한 예시적인 라이트 필드 프린트를 도시한다.

도 34는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 라이트 필드 프린트를 제조하기 위한 예시적인 프로세스(3400)의 흐름도이다.

도 35는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 임의의 양태가 구현될 수도 있는 예시적인 컴퓨터(3500)를 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 발명자는 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이가 개선될 수도 있다는 것을 인식하고 알게 되었다. 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이는 높은 공간 해상도 및 높은 각도 해상도 둘 모두를 허용하지 않는다 - 제조업체는, 이들 두 가지 디스플레이 특성 둘 모두가 소비자에게는 바람직할지라도, 이들을 절충해야만 한다. 한편, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이가 충분한 공간 해상도를 가지지 않는 경우, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이에 의해 디스플레이되는 이미지는 흐려지거나 톱니 형상으로 나타날 것이다. 반면, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이가 충분한 각도 해상도를 갖지 않는 경우, 오토멀티스코픽 디스플레이 안에서 또는 오토멀티스코픽 디스플레이 밖으로 튀어 나오는 것처럼 보이는 영역의 3D 효과는, 이미지가 디스플레이의 물리적 평면에서 더 많이 떠다니는 것처럼 보일수록, 급격하게 열화할 것이다. 예를 들면, 불충분한 각도 해상도를 갖는 오토멀티스코픽 3D 디스플레이에 의해 디스플레이되는 이미지는, 3D 디스플레이의 물리적 평면으로부터의 간격에 따라 점점 더 흐릿하게 보일 수도 있다.

[0017] 본 발명자는, 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이가, 디스플레이될 장면의 요구 사항을 동적으로 매칭시키는 것에 의해 3D 디스플레이의 이용 가능한 해상도를 효율적으로 사용하기 위해, 공간 해상도 및 각도 해상도를 동적으로 절충하는 것을 허용하지 않는다는 것을 인식하고 알게 되었다. 예를 들면, 단일 장면은 높은 공간 해상도를 필요로 하는 영역(예를 들면, 급격하게 변하는 패턴을 갖는 하나 이상의 영역) 및 높은 각도 해상도를 필요로 하는 영역(예를 들면, 디스플레이의 물리적 평면으로부터 멀리 튀어 나오는 것처럼 보이는 하나 이상의 영역)을 가질 수도 있다. 그러나, 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이의 경우, 3D 디스플레이가 제조될 때 디스플레이의 공간 해상도와 각도 해상도 사이의 절충이 선택되어야만 하고, 그 절충은 전체 디스플레이 표면에 걸쳐 일정하게 유지되어야만 한다(즉, 그 절충은 3D 디스플레이에 의해 디스플레이될 콘텐츠의 성질에 기초하여 동적으로 조정될 수 없다). 결과적으로, 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이는, 공간 해상도를 교환하여 처분하는 것에 의해서만(예를 들면, 큰 팝 아웃 효과를 디스플레이하기 위한) 높은 각도 해상도를 달성할 수 있는데, 공간 해상도를 교환하여 처분하는 것은, 디스플레이 밖으로 튀어나오는 것처럼 보이지 않는, 따라서 높은 각도 해상도를 필요로 하지 않는 영역 안의 이미지를 비롯한, 모든 이미지를 더욱 흐릿하게 만들 것이다.

[0018] 본 발명자는, 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이의 제조가 종종 제조 비용이 높고 캘리브레이션이 어려울 수 있는 광학 엘리먼트를 필요로 한다는 것이 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이의 다른 단점이라는 것을 인식하고 알게 되었다. 오토멀티스코픽 3D 디스플레이를 제조하기 위해 이용 가능한 현재의 기술은, 제조의 높은 비용 및 어려움과 관련하여 충분히 높은 각공간(spatio-angular) 해상도를 제공하지 못한다. 비록 이러한 문제 중 일부를 해결하기 위해 계산적 디스플레이를 사용하려는 시도가 있었지만, 결과적으로 나타나는 디스플레이는 종래의 오토멀티스코픽 디스플레이보다 더 두껍고, 좁은 시야각의 문제가 있고, 제조가 어려우며, 종래의 디스플레이 하드웨어에서는 광학적으로 비효율적이다.

[0019] 본 발명자는, 디스플레이될 장면의 요구에 맞추기 위해 공간 해상도 및 각도 해상도를 동적으로 절충하는 것을 허용하는 새로운 클래스의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이를 개발하였다. 새로운 오토멀티스코픽 3D 디스플레이는, 3D 장면을 디스플레이하기 위해 콘텐츠 중속 작동 신호에 의해 제어되는 다수의 레이어를 포함하는 계산적 3D 디스플레이이다. 오토멀티스코픽 3D 디스플레이에서 공간 해상도와 각도 해상도 사이에서 목적하는 균형을 달성하기 위해 계산(computation)을 사용하는 것은, 선명한 평면 내 텍스트 및 그래픽을 가지며 또한 동일한 디스플레이 및 동일한 장면에서 인식되는 팝 아웃의 정도가 큰 능력을 제공하는데, 이것은 종래의 오토멀티스코픽

3D 디스플레이에서는 불가능한 무언가이다.

- [0020] 본 발명자는, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이의 표면 상의 개개의 포인트를 분해하기 위한 인간 시각 시스템(human visual system)의 능력을 고려하는 것은 오토멀티스코픽 3D 디스플레이를 설계함에 있어서 추가적인 자유도를 제공한다는 것을 인식하고 알게 되었다. 이러한 추가적인 자유도는, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이 자체의 두께를 줄이면서, 공간 해상도 및 각도 해상도를 동적으로 절충하기 위해 그리고 더 큰 깊이를 갖는 3D 장면을 표현하기 위해 동적으로 사용될 수도 있다.
- [0021] 따라서, 몇몇 실시형태에서, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이를 제어하기 위해 사용되는 작동 신호는, 적어도 부분적으로, 인간 시각 시스템의 지각 능력(perceptual capability)에 기초하여 설계 및/또는 선택될 수도 있는 하나 이상의 블러링 변환을 사용하는 것에 의해 생성된다. 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 인간 시각 시스템(human vision system)의 대역폭 밖에서 오토멀티스코픽 3D 디스플레이에 의해 생성되는 뷰의 각각에서 재구성 에러를 시프트하는 것에 의해, 뷰 사이의 크로스토크는 현저하게 감소될 수 있고, 뷰어의 관점에서 향상된 성능으로 나타나게 된다. 인식되는 대역 제한된 거동은, 인간의 망막의 유한한 분해능, 초점 흐림, 고차 광학 효과, 및 디스플레이 하드웨어 또는 인간 시각 시스템에서의 회절 효과를 포함하는 그러나 이들로 제한되지는 않는 다양한 요인의 결과로서 발생할 수도 있다. 비록 지각적으로 영향을 받는 가중화(perceptually-inspired weighting)가 개개의 광선에 대한 가중화 제약으로서 몇몇 다중 레이어 디스플레이에서 사용되었지만, 본 명세서에서 설명되는 실시형태 중 몇몇에서 사용되는 블러링 변환은 디스플레이의 각각의 뷰에서 광선의 앙상블에 대역폭 제약을 부과할 수도 있는데, 이것은, 해결을 위해 본 명세서에서 설명되는 기술이 사용될 수도 있는 새로운 최적화 문제를 발생시킨다.
- [0022] 본 발명자는 또한, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이의 다수의 레이어를 제어하기 위한 신호를 동적으로 생성하기 위해 인간 시각 시스템의 지각 능력에 기초하여 설계 및/또는 선택되는 하나 이상의 블러링 변환을 사용하는 것은, 종래의 시차 장벽 기반의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이와 비교하여, 상당한 밝기(brightness) 증가로 또한 나타날 수도 있다는 것을 인식하고 알게 되었다. 예를 들면, 총 N개의 뷰를 생성하는 종래의 시차 장벽 기반의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이는, 전체 밝기에서 1/N 배로 나타날 것이며, 잠재적으로 밝기를 실질적으로 감소시키게 된다. 대조적으로, 몇몇 실시형태는 동일한 수의 뷰에 대해 훨씬 더 높은 전체 밝기를 갖는 오토멀티스코픽 3D 디스플레이를 제공한다. 실제로, 동등한 수의 생성된 뷰에 대한 종래의 시차 기반의 기술을 넘어서는 밝기에서의 임의의 증가는, 하나 이상의 블러링 변환의 활용과 조합하여, 본 발명자에 의해 개발된 기술의 활용을 나타낼 수도 있다.
- [0023] 본 발명자는 또한, 기저의(underlying) 광학 변조기의 기본 클래스를 조정하는 것에 의해, 오토멀티스코픽 3D 디스플레이가 더 적은 비용으로 만들어질 수 있고, 광학적 효율성의 관점에서 더 양호하게 수행될 수 있다는 것을 인식하고 알게 되었다. 렌티큘러 프린트 디스플레이와 비교하여, 본 발명자에 의한 중요한 기여 중 하나는, 어떠한 굴절 광학 엘리먼트도 필요로 하지 않는 무안경 3D 프린트 디스플레이를 제조하기 위한 얇고 가벼운 효율적인 방법을 생성하는 것이다.
- [0024] 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태는, 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이의 상기 논의된 단점 중 몇몇을 다룬다. 그러나, 모든 실시형태가 이들 단점의 모든 단점을 다루는 것은 아니며, 몇몇 실시형태는 그들 중 어느 것도 다루지 않을 수도 있다. 이와 같이, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태는 종래의 오토멀티스코픽 3D 디스플레이의 상기 논의된 단점의 모두 또는 임의의 것을 해결하는 것으로 제한되지 않는다는 것이 인식되어야 한다.
- [0025] 따라서, 몇몇 실시형태는 본 발명자에 의해 개발된 오토멀티스코픽 멀티뷰 3D 디스플레이의 새로운 클래스, 및 목적하는 장면 뷰를 생성하기 위해 이러한 디스플레이를 제어하기 위한 기술을 제공한다. 본 발명자에 의해 개발되는 오토멀티스코픽 3D 디스플레이는, 그들이 디스플레이될 콘텐츠를 사용하여 동적으로 결정되는 작동 신호에 의해 제어된다는 점에서 계산적 디스플레이이다. 몇몇 실시형태에서, 작동 신호는 하나 이상의 블러링 변환을 사용하는 것에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수도 있다. 블러링 변환은 인간 시각 시스템의 특성에 기초하여 설계 및/또는 선택될 수도 있다. 블러링 변환의 비제한적인 예가 본 명세서에서 제공된다.
- [0026] 블러링 변환을 설명할 때, 일반적으로, 최적화된 다중 레이어 디스플레이의 개개의 뷰에 대응하는 2차원 정적 이미지 및 움직이는 이미지와 관련되는 제한된 공간, 시간, 및 시공간 대역폭을 참조한다. 이것은 광선 공간의 대역폭을 제한하는 것과는 상이하며 대조적이다. 질적으로, 광선 공간에서 대역폭을 제한하는 것은, 특정한 뷰에서 증가된 블러링으로 나타나고, 반면 본 명세서에서 설명되는 기술은 특정한 뷰에서 유효 블러링을 감소시킨다. 설명된 기술은 이 목표를, 지각 효과로 인해 각각의 뷰에서 몇몇 대역 제한된 블러링이 자연스럽게 발생

다는 것, 및 이것이 뷰간 크로스토크에 기인하는 블러링을 감소시킴에 있어서 사용될 수 있는 추가적인 자유도를 허용한다는 것을 인식하는 것에 의해 달성한다.

- [0027] I. 하나 이상의 블러링 변환을 사용한 멀티뷰 디스플레이의 광학적 거동 제어
- [0028] 몇몇 실시형태는, 제1 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어 및 제2 광학 엘리먼트를 포함하는 제2 레이어를 포함하는 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 기술을 제공한다. 몇몇 실시형태에서, 이 기술은: (1) 장면 뷰를 획득하는 것(예를 들면, 디스플레이 장치와 관련하여, 멀티뷰 디스플레이 장치의 한 명 이상의 뷰어의 위치의 각각의 세트에 대응하는 장면 뷰의 세트를 획득하는 것); (2) 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보를 획득하는 것; (3) 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 것(예를 들면, 장면 뷰의 각각에 대한 블러링 변환을 명시하는 정보를 획득하는 것); (4) 장면 뷰에 대응하는 디스플레이 뷰를 동시에 생성하도록 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 것으로서, 작동 신호는 제1 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제1 작동 신호 및 제2 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 제2 작동 신호를 포함하는, 작동 신호를 생성하는 것; 및 (5) (예를 들면, 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위해 제1 및 제2 작동 신호를 회로부에 제공하는 것 및 제1 작동 신호를 사용하여 제1 광학 엘리먼트를 그리고 제2 작동 신호를 사용하여 제 2 광학 엘리먼트를 제어하도록 회로부를 사용하는 것에 의해) 생성된 작동 신호를 사용하여 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하는 것을 포함한다.
- [0029] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위해 사용되는 작동 신호를 생성하는 것은, 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보, 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 제1 작동 신호 및 제2 작동 신호를 생성하는 것을 포함할 수도 있다.
- [0030] 몇몇 실시형태에서, 작동 신호는 반복 최적화 기술을 사용하여 생성될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 작동 신호를 생성하는 것은: (1) 작동 신호의 초기 세트를 생성하는 것; (2) 작동 신호의 초기 세트를 반복적으로 업데이트하여 작동 신호의 중간 세트의 시퀀스를 생성하는 것; 및 (3) 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하기 위해 사용할 작동 신호로서 작동 신호의 중간 세트의 시퀀스에서 작동 신호의 마지막 세트를 출력하는 것을 포함한다.
- [0031] 몇몇 실시형태에서, 작동 신호의 초기 세트를 반복적으로 업데이트하는 것은, 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이의 모델을 명시하는 정보, 및 적어도 하나의 대역 제한 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 수행될 수도 있다. 작동 신호의 제1 세트를 반복적으로 업데이트하는 것은: (1) 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보 및 작동 신호의 제1 세트를 사용하여, 작동 신호의 제1 세트가 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위해 사용되면 멀티뷰 디스플레이 장치에 의해 생성될 디스플레이 뷰에 대응하는 디스플레이 뷰의 제1 세트를 결정하는 것; (2) 적어도 하나의 블러링 변환을 사용하여, 디스플레이 뷰의 제1 세트와 복수의 장면 뷰 사이의 에러의 척도를 결정하는 것; 및 (3) 디스플레이 뷰의 제1 세트와 복수의 장면 뷰 사이의 에러의 측정치에 기초하여 작동 신호의 제1 세트를 업데이트하는 것을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 업데이트는 승산적으로 수행될 수 있고 작동 신호에 대한 비 음성도 제약(non-negativity constraint)을 겪을 수도 있다.
- [0032] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이 장치는 하나의 레이어 상에 그레이 스케일 콘텐츠를 생성하고 다른 레이어 상에 컬러 콘텐츠를 생성할 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시형태에서, 제1 및 제2 작동 신호는, 제1 작동 신호가 제1 레이어를 제어하기 위해 사용되는 경우, 제1 레이어는 컬러 콘텐츠를 디스플레이하고, 제2 작동 신호가 제2 레이어를 제어하기 위해 사용되는 경우, 제2 레이어는 그레이 스케일 콘텐츠를 디스플레이하도록 생성된다.
- [0033] 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 3D 디스플레이의 광학적 거동을 제어하기 위한 작동 신호를 생성하기 위해, 하나 이상의 블러링 변환이 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 예를 들면, 이러한 블러링 변환은, 멀티뷰 3D 디스플레이를 구동하기 위해 사용할 작동 신호를 반복적으로 식별할 때 하나 이상의 장면 뷰 및/또는 디스플레이 뷰에 적용될 수도 있다. 그러나, 블러링 변환의 활용이 장면 뷰 및/또는 디스플레이 뷰에 대한 이러한 변환의 적용에 제한되지 않기 때문에, 멀티뷰 3D 디스플레이의 광학적 거동을 제어하기 위한 작동 신호를 생성할 때, 블러링 변환은 임의의 다른 적절한 방식으로 사용될 수도 있다(예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 블러링 변환은, 하기에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 에러 뷰에 적용될 수도 있다).
- [0034] 이러한 실시형태에서, 이미지(예를 들면, 장면 뷰 또는 임의의 다른 적절한 이미지)에 블러링 변환을 적용하는 것은, 공간 도메인에서의 대역 제한 변환을 사용하여 이미지를 컨볼빙하는 것 또는 대역 제한 변환의 2D 푸리에 변환(또는 다른 주파수 변환)을 이미지의 대응하는 변환과 승산하는 것을 포함할 수도 있다.
- [0035] 몇몇 실시형태에서, 블러링 변환은 대역 제한 함수(band-limiting function)를 포함할 수도 있다. 대역 제한 함

수는 2D 함수일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 대역 제한 함수는, 공간 주파수를 증가시킴에 따라, 그 크기가 평균하여 또는 점근적으로 감소할 수도 있는 2D 푸리에 변환을 가질 수도 있다. 예를 들면, 이미지 변환의 하나의 예시적인 클래스는 다음과 같은 형식을 취한다:

$$y[u, v] = \sum_{s=-\infty}^{\infty} \sum_{t=-\infty}^{\infty} h[u - s, v - t]x[s, t]$$

[0036]

여기서, 입력 이미지는 x에 의해 나타내어지고, 출력 이미지는 y에 의해 나타내어지고, x [u, v]는 수평 위치 u 및 수직 위치 v에서 평가되는 입력 이미지(x)의 강도이고, y [u, v]는 수평 위치 u 및 수직 위치 v에서 평가되는 출력 이미지 y의 강도이다. 그 다음, h [u, v]는, 공간 주파수를 증가시킴에 따라, 그 크기가 평균하여 또는 점근적으로 감소할 수도 있는 2D 푸리에 변환을 대역 제한 함수가 갖는 경우 입력 이미지 x를 프로세싱하여 출력 이미지 y를 획득하기 위한 대역 제한 함수의 파라미터를 명시할 수도 있다. 이러한 대역 제한 함수의 예시적인 비제한적인 예는 다음을 포함한다:

[0037]

$$y[u, v] = (x[u + 1, v - 1] + x[u + 1, v] + x[u + 1, v + 1] + x[u, v - 1] + x[u, v] + x[u, v + 1] + x[u - 1, v - 1] + x[u - 1, v] + x[u - 1, v + 1])/9;$$

$$y[u, v] = \frac{x[u + 1, v] + x[u - 1, v] + x[u, v - 1] + x[u, v + 1] + x[u, v]}{5};$$

$$y[u, v] = \frac{x[u + 1, v] + x[u - 1, v] + x[u, v - 1] + x[u, v + 1] + 4x[u, v]}{8};$$

$$y[u, v] = (0.25x[u + 1, v - 1] + 0.5x[u + 1, v] + 0.25x[u + 1, v + 1] + 0.5x[u, v - 1] + x[u, v] + 0.5x[u, v + 1] + 0.25x[u - 1, v - 1] + 0.5x[u - 1, v] + 0.25x[u - 1, v + 1])/4; \text{ and}$$

$$y[u, v] = (0.25x[u + 1, v - 1] + 0.5x[u + 1, v] + 0.25x[u + 1, v + 1] + 0.5x[u, v - 1] + x[u, v] + 0.5x[u, v + 1] + 0.25x[u - 1, v - 1] + 0.5x[u - 1, v] + 0.25x[u - 1, v + 1] + 0.25x[u - 1, v + 2])/4.25.$$

[0038]

몇몇 실시형태에서, 블러링 변환은 이미지에 적용될 때, 이미지의 고빈도 콘텐츠 및/또는 미세 디테일(fine detail)의 양을 감소시키는 임의의 선형 또는 비선형 함수일 수도 있다.

[0039]

몇몇 실시형태에서, 블러링 변환은 인간 시각 시스템의 모델을 이미지에 적용하는 임의의 함수일 수도 있다. 예를 들면, 블러링 변환은 인간 시력(visual acuity)의 모델을 이미지에 적용하는 임의의 함수일 수도 있다. 다른 예로서, 블러링 변환은 인간 콘트라스트 민감도의 모델을 이미지에 적용하는 임의의 함수일 수도 있다.

[0040]

몇몇 실시형태에서, 블러링 변환은 인간 시각 시스템의 대역 제한된 거동의 근사를 나타내는 공간적 및/또는 시간적 대역 제한 함수를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 블러링 변환은 특정 개인의 장기간 시각 특성(long term vision characteristic)(예를 들면, 개인의 특정한 시력 부족)에 맞추어지는 대역 제한 함수를 포함할 수도 있다. 다른 예로서, 블러링 변환은 (예를 들면, 뷰어의 특정한 뷰잉 위치 또는 순간 수용 초점 거리를 고려하여) 개개의 뷰어의 단기간 시각 특성에 맞추어지는 대역 제한 함수를 포함할 수도 있다.

[0041]

몇몇 실시형태에서, 블러링 변환을 이미지에 적용하는 것은, 다른 함수를 사용하여 이미지를 공간적으로 컨볼빙하는 것(또는, 예를 들면, 푸리에 도메인에서의 승산과 같은, 공간 또는 다른 도메인에서 임의의 등가적 계산을 수행하는 것)을 포함한다.

[0042]

예를 들면, 이미지에 블러링 변환을 적용하는 것은 광학 시스템(예를 들면, 카메라, 인간 눈의 광학적 특성(optics), 매우 작은 구멍을 통해 광을 전달하는 광학적 효과, 픽셀의 사이즈)의 점 확산 함수(point spread function)를 사용하여 이미지를 공간적으로 컨볼빙하는 것을 포함할 수도 있다. 특정한 예로서, 이미지에 블러

[0043]

링 변환을 적용하는 것은, 어퍼처(aperture)의 형상 또는 어퍼처의 형상의 주파수 도메인 표현을 나타내는 커널을 사용하여 이미지를 공간적으로 컨볼빙하는 것을 포함할 수도 있다. 다른 예로서, 이미지에 블러링 변환을 적용하는 것은, 모든 별개의 엔트리에 걸쳐 취해지는 응답의 합이 모든 별개의 엔트리에 걸쳐 취해지는 응답의 ℓ_2 놈(norm)보다 크거나 또는 동일한, 이차원의 공간적으로 별개의 점 확산 응답을 사용하여 이미지를 공간적으로 컨볼빙하는 것을 포함할 수도 있다. 또 다른 예로서, 이미지에 블러링 변환을 적용하는 것은, 이차원 가우스 함수(Gaussian function)를 사용하여 이미지를 공간적으로 컨볼빙하는 것을 포함할 수도 있다.

[0044] 몇몇 실시형태에서, 이미지에 블러링 변환을 적용하는 것은, 이진 형태학적 변환(binary morphological transformation)(예를 들면, 침식, 팽창, 형태학적 개방, 및 형태학적 폐쇄)을 이미지에 적용하는 것을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 이미지에 블러링 변환을 적용하는 것은 랭크 필터(예를 들면, 중앙값 필터, 다수 필터 등)를 이미지에 적용하는 것을 포함할 수도 있다.

[0045] 몇몇 실시형태에서, 블러링 변환은, (예를 들면, 휘도(luminance) 채널 및 색도(chrominance) 채널에 대해 별개의 시공간적 대역 제한 응답 특성을 활용하여) 변환된 컬러 공간에서 비윤 함수로서 또는 다른 컬러 분해를 사용하여 명시될 수도 있다.

[0046] 몇몇 실시형태에서, 블러링 변환은, 멀티뷰 디스플레이 디바이스의 레이어(또는 라이트 필드 프린트의 레이어) 사이의 회절 상호 작용에 기인하는 효과 및/또는 하나 이상의 광학 확산기 또는 다른 패시브 레이어에 기인하는 효과를 나타낼 수도 있다.

[0047] 멀티뷰 3D 디스플레이의 레이어를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하기 위해 사용되는 블러링 변환(들)의 특정한 형태에 관계없이, 블러링 변환을 사용하여 획득되는 작동 신호는 일반적으로 상당한 양의 고빈도 콘텐츠를 가질 것이다. 이 개념을 정확하게 만들기 위해, 이미지 내의 고빈도 콘텐츠의 양을 평가하기 위해 사용될 수도 있는 에지 검출 필터인 소벨(Sobel) 에지 검출기를 도입한다.

[0048] x_k 로 나타내어지는, 단일 컬러 또는 강도 채널의 작동 신호를 나타내는 이차원 이미지가 주어지면, 그것의 소벨

크기 이미지 \hat{x}_k 가, 다음에 따라 소벨 기울기 $G_k^{(x)}$ 및 $G_k^{(y)}$ 를 먼저 계산하는 것에 의해 계산될 수도 있고:

[0049]
$$G_k^{(x)} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} * x_k \quad \text{및} \quad G_k^{(y)} = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} * x_k$$

[0050] 여기서 *는 2차원 신호 프로세싱 컨볼루션 연산을 나타내고, 그 다음, 다음에 따라 소벨 크기 이미지를 계산하는 것에 의해 계산될 수도 있다:

[0051]
$$\hat{x}_k = \frac{1}{\sqrt{32}} \sqrt{G_k^{(x)2} + G_k^{(y)2}}$$

[0052] 여기서 제곱근 함수, 합산 및 제곱 함수는 픽셀 단위로 수행된다. 소벨 크기 이미지 \hat{x}_k 를 계산함에 있어서 사용되는 스케일 인자(scale factor)는, 오픈 소스 그래픽 패키지 킴프(GIMP)에서 나타나는 소벨 기반의 에지 검출 알고리즘의 구현과 일치한다.

[0053] 또한, 대응하는 패턴 이미지(작동 신호) x_k 의 평균 픽셀 값에 대한, 소벨 크기 이미지 \hat{x}_k 의 평균 픽셀 값의 비율로서 정의되는 소벨 기반의 고빈도 콘텐츠 척도 ϕ_k 를 도입한다. 따라서, 소벨 기반의 고빈도 콘텐츠 척도 ϕ_k 는 다음에 따라 획득될 수도 있다:

[0054]
$$\phi_k = \frac{AVGPX(\hat{x}_k)}{AVGPX(x_k)}$$

[0055] 여기서 $AVGPX(\hat{x}_k)$ 는 \hat{x}_k 의 평균 픽셀 값을 나타내고 $AVGPX(x_k)$ 는 x_k 의 평균 픽셀 값을 나타낸다. 소벨 크기 이미지 및 소벨 기반의 고빈도 콘텐츠 척도를 계산하기 위한 모든 수학 연산은 연속 값 공간에서 그리고 작동 신호

호가 이진 값인지 여부에 관계없이 수행된다. 다중 채널 작동 신호의 경우, 소벨 크기 이미지 및 고빈도 콘텐츠 척도는 각각의 채널 상에서 개별적으로 동작하는 것에 의해 획득될 수도 있다.

[0056] 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따라 블러링 변환을 사용하여 획득되는 작동 신호는 상당한 양의 고빈도 콘텐츠를 가질 수도 있다. 예를 들면, 복수의 작동 신호 중 두 개 이상은 각각, 적어도 하나의 컬러 또는 강도 채널에서 0.2보다 값이 더 큰(예를 들면, 0.2와 1.0 사이의) 소벨 기반의 고빈도 콘텐츠 척도를 가질 수도 있다. 반대로, 자연적인 이미지는 (0.001 내지 0.06) 범위의 값을 가질 수도 있다.

[0057] 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태는, 멀티뷰 3D 디스플레이에서 광학 엘리먼트를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하기 위해 하나 이상의 블러링 변환을 명시적으로 사용하는 것으로 제한되지 않는다는 것이 또한 인식되어야 한다. 몇몇 실시형태에서, 작동 신호는 블러링 변환을 명시적으로 포함하지 않지만, 그러나 (예를 들면, 적어도, 소벨 기반의 고빈도 콘텐츠 척도에 대한 임계 값을 갖는) 전체적인 접근법과 일치하는 작동 신호를 달리 생성하는 알고리즘을 사용하여 생성될 수도 있다. 하나의 예로서, 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 3D 디스플레이에 의해 생성되는 디스플레이 이미지의 에러를 인간 시각 시스템의 대역 밖에 있도록 성형하기 위한 임의의 휴리스틱(heuristic) 기술이 활용될 수도 있다.

[0058] II. 멀티뷰 디스플레이 배열

[0059] 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하기 위한 기술은 본 명세서에서 설명되는 수 많은 타입의 멀티뷰 3D 디스플레이와 함께 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 3D 디스플레이는 오토멀티스코픽 디스플레이일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 3D 디스플레이는 계산적 디스플레이일 수도 있다.

[0060] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 3D 디스플레이는 광학 엘리먼트의 다수(예를 들면, 두 개, 세 개, 네 개, 다섯 개 등)의 레이어를 포함하는 다중 레이어 디스플레이일 수도 있다. 멀티뷰 3D 디스플레이 내의 레이어는, 패시브 광학 레이어, 액티브 광학 레이어, 또는 패시브 및 액티브 엘리먼트를 둘 모두 갖는 레이어일 수도 있다. 패시브 광학 레이어의 예는, 편광기, 확산기, 밝기 향상 필름, 파 지연기(wave retarder), 컬러 필터, 홀로그래픽 레이어, 시차 장벽, 및 렌즈렛 어레이를 포함하지만, 그러나 이들로 제한되지는 않는다. 액티브 광학 레이어의 예는, 단일 레이어 및 다중 레이어 액정 디스플레이 스크린, 발광 다이오드(light emitting diode: LED), 형광 백라이트, 유기 LED(organic LED: OLED) 백라이트, OLED 레이어를 포함하는 레이어, 전자적으로 포커싱 가능한 렌즈를 포함하는 레이어, 및 다중 레이어 편광 회전기(multilayer polarization rotator)를 포함하지만, 그러나 이들로 제한되는 것은 아니다.

[0061] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이 장치는, 제1 광학 엘리먼트를 포함하는 제1 레이어, 제2 광학 엘리먼트를 포함하며 제1 레이어로부터 일정 간격만큼 떨어져 있는 제2 레이어, 및 제1 레이어 및 제2 레이어를 제어하도록 구성되는 제어 회로부를 포함할 수도 있다. 제어 회로부는, 제1 광학 엘리먼트를 제어하도록 구성되는 제1 회로부 및 제2 광학 엘리먼트를 제어하도록 구성되는 제2 회로부를 포함할 수도 있다. 제어 회로부는: (1) 장면 뷰, 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 생성된 제1 작동 신호 및 제2 작동 신호를 수신하도록; 그리고 (2) 적어도 부분적으로: 제1 작동 신호를 사용하여 콘텐츠를 디스플레이하도록 제1 광학 엘리먼트를 디스플레이하는 것, 및 제2 작동 신호를 사용하여 제2 콘텐츠를 디스플레이하도록 제2 광학 엘리먼트를 제어하는 것에 의해, 멀티뷰 디스플레이 장치를 제어하여 장면 뷰에 대응하는 디스플레이 뷰를 동시에 디스플레이하도록 구성될 수도 있다. 블러링 변환의 예가 본 명세서에서 제공된다.

[0062] 몇몇 실시형태에서, 제1 복수의 광학 엘리먼트를 제어하는 것은, 그레이 스케일 콘텐츠를 디스플레이하도록 제1 작동 신호를 사용하여 제1 광학 엘리먼트를 제어하는 것; 및 제2 광학 엘리먼트를 제어하는 것은, 컬러 콘텐츠를 디스플레이하도록 제2 작동 신호를 사용하여 제2 광학 엘리먼트를 제어하는 것을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 제1 광학 엘리먼트를 제어하는 것은, 강도 또는 컬러 채널의 각각에서 2진인(binary) 콘텐츠를 디스플레이하도록 제1 작동 신호를 사용하여 제1 광학 엘리먼트를 제어하는 것; 및 제2 광학 엘리먼트를 제어하는 것은, 각각의 강도 또는 컬러 채널에서 2진인 콘텐츠를 디스플레이하도록 제2 복수의 작동 신호를 사용하여 제2 광학 엘리먼트를 제어하는 것을 포함한다.

[0063] 몇몇 실시형태에서, 제1 및 제2 레이어는 모두 액티브 레이어일 수도 있다. 예를 들면, 제1 및 제2 레이어는 각각 LCD 패널을 포함할 수도 있다. 다른 예로서, 제1 레이어는 LED 어레이를 포함할 수도 있고, 제2 레이어는 LCD 패널을 포함할 수도 있다. 다른 실시형태에서, 제1 및 제2 레이어 중 하나는 액티브 레이어일 수도 있고 다

른 레이어는 패시브 레이어일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 제1 및 제2 레이어 둘 모두는 패시브 레이어일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 제1 및 제2 레이어 중 적어도 하나는 반사성 및/또는 투과성일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 제1 및 제2 레이어 중 적어도 하나는 반투과성(transflective) LCD를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 제1 레이어 및 제2 레이어 중 적어도 하나는 1:100 미만의 콘트라스트를 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 광학 엘리먼트의 제1 및/또는 제2 레이어 내에서의 광학 엘리먼트의 피치는 0.005 인치 이하일 수도 있다.

[0064] 몇몇 실시형태에서, 제1 레이어는 제1 컬러 필터 어레이를 포함할 수도 있고 제2 레이어는 제2 컬러 필터 어레이를 포함할 수도 있다. 제1 및 제2 컬러 필터 어레이의 각각은, 적어도 임계 반치전폭(full-width halfmax) 응답(예를 들면, 적어도 50 nm, 적어도 60 nm, 적어도 70 nm, 적어도 80 nm, 적어도 90 nm, 적어도 100 nm 등)을 갖는 컬러 필터를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 장치의 컬러 채널은 공동으로 최적화될 수도 있다.

[0065] 몇몇 실시형태에서, 제1 레이어는 깊이에서 제2 레이어로부터 6 밀리미터 미만의 간격으로 이격될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 제1 레이어는 제2 레이어로부터 깊이에서 다음의 두 양 중 더 큰 쪽 이하의 간격으로 이격될 수도 있다: 6 밀리미터, 및 제1 레이어 및 제2 레이어 중 더 큰 쪽의 최대 선형 범위의 1/60.

[0066] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이 장치는 제1 및 제2 레이어 외에 하나 이상의 레이어 및/또는 컴포넌트를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이 장치는 하나 이상의 확산기(예를 들면, 제1 레이어와 제2 레이어 사이에 배치되는 확산기)를 포함할 수도 있다. 다른 실시형태로서, 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이 장치는 백라이트 유닛을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 백라이트 유닛에 의해 방출되는 광의 적어도 90%는, 멀티뷰 장치의 (한 명 이상의 뷰어에 의한) 예상 뷰잉 위치를 포함하는 각도 영역에 걸쳐 방출될 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 멀티뷰 장치는, 하나 이상의 수직 배향된, 대각선 배향된, 또는 수평 배향된 렌즈 시트, 하나 이상의 렌즈릿 어레이, 각도 확장 필름, 집광 필름, 하나 이상의 편광기, 하나 이상의 회절 엘리먼트, 하나 이상의 홀로그래픽 엘리먼트, 하나 이상의 광학 확산기, 거울(specular) 반사성 엘리먼트 및 확산 반사성 엘리먼트를 포함하는 하나 이상의 반사성 엘리먼트, 하나 이상의 광학 필름, 하나 이상의 파 지연기(예를 들면, 1/2 파장판)를 포함할 수도 있다.

[0067] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이 장치는 뷰어의 눈으로부터 1 피트 이하의 간격에서 보이도록 설계될 수도 있다. 몇몇 실시형태는, 멀티뷰 디스플레이 장치를 뷰어의 눈으로부터 6 인치 미만의 간격에 배치하는 멀티뷰 디스플레이 장치를 포함하는 고정구(fixture)를 제공한다. 예를 들면, 멀티뷰 디스플레이 장치는 뷰어에 의해 착용되는 착용형 (예를 들면, 가상 현실) 헤드셋의 일부일 수도 있다.

[0068] III. 라이트 필드 프린트를 제조하기 위한 기술

[0069] 본 발명자는 뷰어에게 3D 정보를 제공하는 목적을 위해 투명 매체 상에 프린트하는 기술을 개발하였다. 결과적으로 나타나는 프린트는, 다수의 패시브 레이어를 갖는 적층된 패시브 3D 디스플레이 배열체이며, 본 명세서에서 "라이트필드 프린트"로 칭해진다. 라이트 필드 프린트의 신속하고 강건하며 정밀한 제조를 위한 기술이 본 명세서에서 설명된다.

[0070] 본 발명자는 라이트 필드 표현을 위해 의도되는 프린트 패턴을 생성하는 프로세스가 종래의 2D 프린팅을 위한 프린트 패턴을 생성하는 것보다 더 까다롭다는 것을 인식하고 알게 되었다. 라이트 필드 프린팅에서, 예를 들면, 인간 눈의 시력보다 훨씬 작은 피쳐는, 다중 레이어 라이트 필드 프린트의 가시적 성능을 변경시키는 효과를 생성할 수도 있다. 이러한 사실을 인식하면, 프린트된 패턴의 소프트웨어 표현부터, 프린팅의 물리적인 방법으로, 그리고 프린터 및 프린트된 결과의 정렬 및 캘리브레이션에 이르기까지, 모든 레벨의 기술 스택에서 프린팅 기술의 성능을 향상시키기 위한 기술을 개발할 필요가 있다.

[0071] 무안경 3D 라이트 필드 프린트를 생성하는 것은 완전히 상이한 "3D 프린팅"이라는 것이 인식되어야 한다. 3D 프린팅에서는, 목적하는 형상의 물리적 구조가, 예를 들면, 적층 가공(additive manufacturing)(예를 들면, 용융된 재료의 레이어를 순차적으로 퇴적하여 목적하는 구조체를 구축한다)에 의해 직접적으로 생성된다. 무안경 3D 라이트 필드 프린트에서는, 두 개 이상의 평평한 프린트 레이어(printed layer)가 생성되고 서로 상에 적층되며, 그 결과 일정 범위의 각도로부터 관찰될 때, 뷰어는 물리적 오브젝트가 프린트 레이어 근처에서 부유하고 있는 것을 인식한다. 레이어의 물리적 범위는, 일반적으로, 인식된 오브젝트의 범위보다 훨씬 더 작다. 예로서, 5 cm × 5 cm × 5 cm 입방체가 3D 프린트되는 경우, 볼륨에 물리적 재료를 퇴적할 수 있는 특수한 하드웨어를 필요로 할 것이며, 오브젝트는 프린트 완료시 5 cm × 5 cm × 5 cm의 볼륨을 차지할 것이다. 반면에, 동일한 5 cm × 5 cm × 5 cm 입방체 라이트 필드 프린트는, 0.8mm만큼 분리되는 경우 동일한 입방체의 가상 이

미지를 생성할 두개의 0.1mm 두께의 시트 상에 패턴을 프린트하기 위한 표준 사무용 프린터와 유사한 프린터를 필요로 할 것이고, 결과적으로, 프린트의 총 물리적 볼륨은 5 cm × 5 cm × 1 cm이다.

[0072] 몇몇 실시형태는 전방 투명 레이어 및 후방 투명 레이어를 포함하는 적어도 두개의 상이한 투명 레이어를 포함하는 라이트 필드 프린트를 제조하는 방법을 제공한다. 그 방법은: (1) 라이트 필드 프린트를 사용하여 렌더링될 콘텐츠를 획득하는 것으로서, 콘텐츠는 복수의 장면 뷰를 포함하는, 렌더링될 콘텐츠를 획득하는 것; (2) 프린팅 프로세스 정보를 획득하는 것; (3) 콘텐츠 및 프린팅 프로세스 정보에 적어도 부분적으로 기초하여, 전방 투명 레이어에 대한 제1 타깃 패턴 및 후방 투명 레이어에 대한 제2 타깃 패턴을 생성하는 것; (4) 목적하는 도트 피치(예를 들면, 0.0025 인치 미만)에서 제1 타깃 패턴에 따라 전방 투명 레이어 상에 프린팅 재료(예를 들면, 잉크 또는 토너)를 퇴적하는 것에 의해 전방 투명 레이어 상에 제1 타깃 패턴을 프린트하는 것; (5) 목적하는 도트 피치(예를 들면, 0.0025 인치 미만)에서 제2 타깃 패턴에 따라 후방 투명 레이어 상에 프린팅 재료(예를 들면, 잉크 또는 토너)를 퇴적하는 것에 의해 후방 투명 레이어 상에 제2 타깃 패턴을 프린트하는 것; 및 (6) 전방 투명 레이어가 후방 투명 레이어로부터 깊이에서 일정 간격으로 이격되도록 전방 투명 레이어 및 후방 투명 레이어로부터의 라이트 필드 프린트를 (예를 들면, 몇몇 실시형태에서 접착제를 사용하여) 조립하는 것을 포함한다. 이 간격은 6 밀리미터 및 L/60 중 더 큰 쪽 이하일 수도 있는데, 여기서 L은, 전방 투명 레이어 및 후방 투명 전방 투명 레이어가 상이한 사이즈인 경우 전방 투명 레이어 및 후방 투명 레이어 중 더 큰 쪽의 최대 선형 범위이고, 전방 투명 레이어 및 후방 투명 레이어가 동일한 사이즈인 경우 전방 투명 레이어의 최대 선형 범위이다.

[0073] 몇몇 실시형태에서, 라이트 필드를 제조하는 방법은 또한, 적어도 하나의 블러링 변환(그 예가 본 명세서에서 제공됨)을 명시하는 정보를 획득하는 것 및 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보를 사용하는 것에 의해 제1 및 제2 타깃 패턴을 생성하는 것을 포함한다.

[0074] 몇몇 실시형태에서, 제1 타깃 패턴을 생성하는 것은: (1) 콘텐츠 및 프린팅 프로세스 정보에 적어도 부분적으로 기초하여, 전방 프린트 레이어에 대한 초기 제1 타깃 패턴 및 후방 프린트 레이어에 대한 초기 제2 타깃 패턴을 생성하는 것; (2) 프린트 및/또는 매체 동역학의 영향을 보상하도록 초기 제1 타깃 패턴을 수정하여 제1 타깃 패턴을 획득하는 것; 및 (3) 프린트 및/또는 매체 동역학의 영향을 보상하도록 초기 제2 타깃 패턴을 수정하여 제2 타깃 패턴을 획득하는 것에 의해 수행될 수도 있다.

[0075] 몇몇 실시형태에서, 프린트 및/또는 매체 동역학에 대한 타깃 패턴을 보상하는 것은, 예를 들면, 타깃 패턴에 공간 선형 필터링을 적용하는 것에 의해 또는 임의의 다른 적절한 방식으로, 도트 게인(dot gain)의 영향에 대해 타깃 패턴을 보상하는 것을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 프린트 및/또는 매체 동역학에 대해 타깃 패턴을 보상하는 것은, 예를 들면, 타깃 패턴 내의 픽셀을 제거하여 제거된 픽셀의 위치에서 전방 투명 레이어 상에 프린팅 재료가 퇴적되지 않게 하는 것에 의해 또는 임의의 다른 적절한 방식으로, 전방 투명 레이어의 최대 허용 가능한 프린팅 재료 밀도 및/또는 프린팅 재료 블리드(bleed)의 효과에 대해 타깃 패턴을 보상하는 것을 포함할 수도 있다.

[0076] 몇몇 실시형태에서, 라이트 필드 프린트를 조립하는 것은, 후방 투명 레이어 상에 제2 타깃 패턴을 먼저 프린팅하는 것, 그 다음, 제1 타깃 패턴을 전방 투명 레이어 상에 프린트하기 이전에 후방 투명 레이어 상에 전방 투명 레이어를 배치하는 것, 그 다음, 전방 투명 레이어 상에 제1 타깃 패턴을 프린트하는 것을 포함한다.

[0077] 상기에서 소개되고 아래에서 더 상세하게 논의되는 기술은, 그 기술이 임의의 특정한 방식의 구현에 제한되지 않기 때문에, 다양한 방식 중 임의의 방식으로 구현될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 구현의 세부 사항의 예는 단지 예시적인 목적을 위해서만 본 명세서에서 제공된다. 또한, 본 명세서에서 개시되는 기술은, 본 명세서에서 설명되는 기술이 임의의 특정한 기술 또는 기술의 조합의 사용으로 제한되지 않기 때문에, 개별적으로 또는 임의의 적절한 조합으로 사용될 수도 있다.

[0078] IV. 하나 이상의 블러링 변환을 사용한 멀티뷰 디스플레이의 광학적 거동 제어하기 위한 기술에 대한 추가 설명

[0079] 도 1a는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 그리고 생성된 작동 신호를 사용하여 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 예시적인 시스템(100)을 도시한다. 도 1a에서 도시되는 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(들)(104)는 작동 신호를 생성하고 생성된 작동 신호를 전기 광학 인터페이스 회로부(109)로 제공하도록 구성되는데, 전기 광학 인터페이스 회로부는, 제공된 작동 신호(중중 "작동 패턴"으로 지칭됨)를 사용하여 디스플레이 인터페이스 신호를 생성하고, 생성된 디스플레이 인터페이스 신호를 사용하여 멀티뷰 디스플레이(111)를 구동한다.

[0080] 도 1a의 예시적인 실시형태에서 도시되는 바와 같이, 멀티뷰 디스플레이(111)는 전방 레이어(111a) 및 후방 레이어(111b)를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 레이어(111a 및 111b)는 둘 모두 액티브 레이어일 수도 있다. 다른 실시형태에서, 전방 레이어(111a)는 액티브 레이어일 수도 있고, 후방 레이어(111b)는 패시브 레이어일 수도 있거나, 또는 그 반대일 수도 있다. 액티브 레이어의 비 제한적인 예는, 단일 레이어 LCD 스크린, 다중 레이어 LCD 스크린, 발광 다이오드(LED)를 포함하는 레이어, 형광 또는 유기 LED(OLED) 백라이트, OLED 레이어, 또는 더 전자적으로 포커싱 가능한 렌즈를 포함하는 레이어, 및 다중 레이어 편광 회전기를 포함한다. 액티브 레이어는, 전자적으로 제어될 수도 있는 하나 또는 다수의 액티브 광학 엘리먼트를 포함할 수도 있다. 이러한 액티브 광학 엘리먼트의 비제한적인 예는, 픽셀, 트랜지스터, 발광 다이오드, 컬러 필터, 액정, 및/또는 광을 방출하도록 및/또는 광을 방출함에 있어서 보조하도록 구성되는 또는 광을 선택적으로 차단하도록 및/또는 광을 선택적으로 차단함에 있어서 보조하도록 구성되는 임의의 다른 전자적으로 작동되는 컴포넌트를 포함한다. 패시브 레이어의 비제한적인 예는, 편광기, 확산기, 밝기 향상 필름, 코팅을 갖는 레이어, 과 지연기, 컬러 필터, 홀로그래픽 레이어, 시차 장벽 레이어, 및 렌즈렛 어레이를 포함한다. 전방 및 후방 레이어(111a 및 111b)는 광선 공간의 선형 또는 비선형 파라미터화를 생성하는 광학 엘리먼트의 임의의 다른 배열을 포함할 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 레이어(111a 및 111b)가 액티브 레이어인 실시형태에서, 레이어(111a 및 111b)는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문에, 동일한 수의 액티브 광학 엘리먼트 또는 상이한 수의 액티브 광학 엘리먼트를 포함할 수도 있다.

[0081] 도 1a에서 도시되는 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(들)(104)는, 멀티뷰 디스플레이(111)의 레이어(111a 및 111b)의 광학적 거동을 제어하기 위해 사용되는 작동 신호(108a 및 108b)를 생성한다. 컴퓨팅 디바이스(들)(104)는 작동 신호(108a)를 제1 전기 광학 인터페이스 회로부(109a)에 제공하는데, 이러한 제1 전기 광학 인터페이스 회로부는, 작동 신호(108a)를 수신하는 것에 응답하여, 디스플레이 인터페이스 신호(110a)를 생성하여 전방 레이어(111a)를 구동한다. 디스플레이 인터페이스 신호(110a)는, 전방 레이어(111a) 내의 광학 엘리먼트의 하나 이상(예를 들면, 모두)의 각각에 대한 디스플레이 인터페이스 신호를 포함할 수도 있다. 작동 신호(108a)는 전방 레이어(111a) 내의 광학 엘리먼트 중 하나 이상(예를 들면, 모두)의 각각에 대한 작동 신호를 포함할 수도 있다. 컴퓨팅 디바이스(들)(104)는 또한 작동 신호(108b)를 제2 전기 광학 인터페이스 회로부(109b)에 제공하는데, 이러한 제2 전기 광학 인터페이스 회로부는, 작동 신호(108b)를 수신하는 것에 응답하여, 디스플레이 인터페이스 신호(110b)를 생성하여 전방 레이어(111b)를 구동한다. 디스플레이 인터페이스 신호(110b)는, 전방 레이어(111a) 내의 광학 엘리먼트의 하나 이상(예를 들면, 모두)의 각각에 대한 디스플레이 인터페이스 신호를 포함할 수도 있다. 작동 신호(108b)는 전방 레이어(111b) 내의 광학 엘리먼트 중 하나 이상(예를 들면, 모두)의 각각에 대한 작동 신호를 포함할 수도 있다.

[0082] 멀티뷰 디스플레이는, 도 1a의 예시적인 실시형태에서 예시되는 바와 같이 단지 두개의 레이어만을 포함하는 것으로 제한되지 않으며, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문에, 임의의 적절한 수의 액티브 레이어(예를 들면, 0 개, 1 개, 2 개, 3 개, 4 개, 5 개 등) 및/또는 임의의 적절한 수의 패시브 레이어(예를 들면, 0 개, 1 개, 2 개, 3 개, 4 개, 5 개 등)를 포함하는 임의의 수의 레이어를 포함할 수도 있다. 멀티뷰 디스플레이가 N개의 액티브 레이어(여기서 N은 2보다 큰 정수임)를 포함하는 실시형태에서, 컴퓨팅 디바이스(들)(104)는 N 세트의 작동 신호를 생성하도록 그리고 그들을 전기 광학 회로부(109)에 제공하도록 구성될 수도 있는데, 이러한 전기 광학 회로부는, 응답으로, N 세트의 디스플레이 인터페이스 신호를 생성하고, 디스플레이 인터페이스 신호의 생성된 세트를 사용하여 멀티뷰 디스플레이의 N개의 액티브 레이어를 구동한다.

[0083] 몇몇 실시형태에서, 컴퓨팅 디바이스(들)(104)는, 각각 임의의 적절한 타입인 하나 또는 다수의 컴퓨팅 디바이스를 포함할 수도 있다. 각각의 컴퓨팅 디바이스는 하나 또는 다수의 프로세서를 포함할 수도 있다. 각각의 프로세서는 중앙 프로세싱 유닛(central processing unit: CPU), 그래픽 프로세싱 유닛(graphics processing unit: GPU), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor: DSP), FPGA, ASIC, 임의의 다른 타입의 하드웨어 프로세서, 또는 이들의 임의의 적절한 조합일 수도 있다. 컴퓨팅 디바이스(들)(104)가 다수의 컴퓨팅 디바이스를 포함하는 경우, 다수의 컴퓨팅 디바이스는 하나의 물리적 위치에 위치될 수도 있거나 상이한 물리적 위치 사이에 분산될 수도 있다. 다수의 컴퓨팅 디바이스는 서로 직접적으로 또는 간접적으로 통신하도록 구성될 수도 있다.

[0084] 도 1a에서 도시되는 예시적인 실시형태를 포함하는 몇몇 실시형태에서, 컴퓨팅 디바이스(들)(104)는: (a) 멀티뷰 디스플레이(111)에 의해 재생될 목적하는 라이트 필드를 명시하는 정보(105); (b) 하나 이상의 블러링 변환을 명시하는 정보(106); 및 (c) 멀티뷰 디스플레이(111)의 모델을 명시하는 정보(107)에 기초하여, 작동 신호(예를 들면, 작동 신호(108a 및 108b))를 생성하도록 구성될 수도 있다. 컴퓨팅 디바이스(들)(104)는, 이들 임

력에 기초한 작동 신호를 획득하기 위해, 하나 이상의 최적화 문제를 해결하기 위한 하나 이상의 최적화 알고리즘을 인코딩하는 소프트웨어(103)를 사용하는 것에 의해 이들 입력에 기초하여 작동 신호를 생성할 수도 있다. 소프트웨어(103)는, 실행 시, 상기에서 설명된 입력에 기초하여 작동 신호를 획득하기 위해, 최적화 문제(들)를 해결하는 프로세서 명령어를 포함할 수도 있다. 소프트웨어(103)는 임의의 적절한 프로그래밍 언어(들)로 작성될 수도 있고 임의의 적절한 포맷으로 될 수도 있는데, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문이다.

[0085] 따라서, 몇몇 실시형태에서, 작동 신호(108a 및 108b)는, 적어도 부분적으로: (a) 멀티뷰 디스플레이(111)에 의해 재생될 목적하는 라이트 필드를 명시하는 정보(105); (b) 하나 이상의 블러링 변환을 명시하는 정보(106); 및 (c) 멀티뷰 디스플레이(111)의 모델을 명시하는 정보(107)를 사용하는 것에 의해, 공식화되는 최적화 문제에 대한 솔루션으로서 획득될 수도 있다. 이러한 최적화 문제의 예 및 그들에 대한 솔루션을 생성하기 위한 기술은 도 2 내지 도 15를 참조하는 것을 포함하여 본 명세서에서 설명된다.

[0086] 따라서, 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이(111)에 의해 생성되는 콘텐츠는 (예를 들면, 하나 이상의 반복 최적화 알고리즘을 포함하는 하나 이상의 최적화 알고리즘에 의해) 적어도 하나의 최적화 문제를 해결하는 것에 의해 획득될 수도 있다. 이와 같이, 멀티뷰 디스플레이(111)는 "최적화된 디스플레이"로 지칭될 수도 있다. 최적화된 디스플레이는 적어도 하나의 최적화 문제를 해결하는 것에 의해 획득되는 콘텐츠를 생성하는 임의의 디스플레이일 수도 있다.

[0087] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이(111)에 의해 재생될 목적하는 라이트 필드를 명시하는 정보(105)는 하나 또는 다수의 장면 뷰를 포함할 수도 있다. 장면 뷰는 자연적인 장면 또는 합성 장면으로 이루어질 수도 있으며, 자연적으로 발생하는 라이트 필드 또는 자연적으로 발생하는 라이트 필드에 대한 유사성을 많이 지니지 않을 수도 있는 라이트 필드를 나타낼 수도 있다. 후자의 경우는, 비제한적인 예로서, 각각의 뷰에서 본질적으로 독립적인 이차원 콘텐츠를 나타내는 다수의 별개의 뷰를 갖는 장면에 대응할 수 있다. 몇몇 실시형태에서, 각각의 장면 뷰는 멀티뷰 디스플레이 장치의 뷰어의 각각의 위치에 대응할 수도 있다.

[0088] 몇몇 실시형태에서, 하나 이상의 장면 뷰를 명시하는 정보(105)는 장면 뷰 중 하나 이상(예를 들면, 모두)의 각각에 대한 이미지(예를 들면, PNG 파일, JPEG 파일, 또는 임의의 다른 적절한 이미지의 표현)를 포함할 수도 있다. 이미지는 컬러 이미지 또는 그레이 스케일 이미지일 수도 있으며, 임의의 적절한 해상도를 가질 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 장면 뷰의 이미지는 3D 생성 소프트웨어(예를 들면, AUTOCAD, 3D STUDIO, SOLIDWORKS 등)에 의해 생성될 수도 있다. 장면 뷰를 명시하는 정보(105)는 임의의 적절한 수의 뷰(예를 들면, 적어도 두 개, 적어도 열 개, 적어도 오십 개, 적어도 100 개, 적어도 500 개, 2 개와 1000 개 사이, 10 개와 800 개 사이, 또는 이들 범위의 임의의 다른 적절한 조합)를 명시할 수도 있는데, 본 명세서에서 제공되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문이다.

[0089] 몇몇 실시형태에서, 하나 이상의 블러링 변환을 명시하는 정보(106)는 블러링 변환을 구현하는 임의의 적절한 데이터(예를 들면, 수치 값)를 포함할 수도 있다. 데이터는 임의의 적절한 타입의 하나 이상의 데이터 구조(들)에 저장될 수도 있는데, 그 데이터 구조(들)는 표현의 일부일 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 블러링 변환을 명시하는 정보는, 실행 시, (예를 들면, 이미지를 인코딩하는 데이터 구조에 대해 동작하는 것에 의해) 이미지에 블러링 변환을 적용하는 프로세서 실행 가능 명령어(예를 들면, 임의의 적절한 프로그래밍 언어의 소프트웨어 코드, 하나 이상의 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스 및/또는 소프트웨어 라이브러리에 대한 하나 이상의 함수 호출 등)를 포함할 수도 있다. 정보(106)는 임의의 적절한 방식으로 하나 또는 다수의 블러링 변환을 명시할 수도 있다는 것이 인식되어야 하는데, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문이다. 정보(106)는 본 명세서에서 설명되는 블러링 변환 타입 중 임의의 것을 포함하는 임의의 적절한 타입의 블러링 변환을 명시할 수도 있다.

[0090] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이(111)의 모델을 명시하는 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)의 하나 이상의 물리적 특성을 특성 묘사하는 정보를 포함할 수도 있다. 정보(107)는, 멀티뷰 디스플레이가 이미지를 생성하는 방식에 영향을 끼치는 멀티뷰 디스플레이(111)의 임의의 물리적 특성에 관한 정보를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 전방 레이어와 후방 레이어 사이의 간격, 후방 레이어에 대한 전방 레이어의 상대적 위치, 전방 레이어의 해상도, 후방 레이어의 해상도, 전방 레이어의 사이즈, 후방 레이어의 사이즈, 전방 레이어 및/또는 후방 레이어 내의 임의의 컬러 필터의 응답에 대한 정보, 전방 레이어 및 후방 레이어의 컬러 채널 사이의 스펙트럼 크로스토크의 표현을 나타내는 정보 및/또는 멀티뷰 디스플레이의 하나 이상의 물리적 특성을 특성 묘사하는 임의의 다른 적절한 정보를 포함할 수도 있다.

- [0091] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이(111)는 하나 이상의 승산적 패널 레이어(예를 들면, 통합된 편광기를 갖는 하나 이상의 LCD 패널뿐만 아니라, 실리콘 액정(liquid crystal on silicon: LCOS) 및 디지털 마이크로 미러 디바이스(digital micro-mirror device: DMD) 또는 다른 전기 기계 디바이스)을 포함할 수도 있고, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)의 레이어를 통과하는 광에 대한 승산적 패널 레이어(들)의 효과를 나타내는 정보를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이(111)는 하나 이상의 가산적 패널 레이어(additive panel layer)(예를 들면, 광학적으로 결합된 LCD, OLED 및 LED 엘리먼트)를 포함할 수도 있고, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)의 레이어를 통과하는 광에 대한 추가적 패널 레이어(들)의 효과를 나타내는 정보를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이(111)는 하나 이상의 편광 회전 레이어(polarization-rotating layer)(예를 들면, 편광기가 없는 LCD 패널)를 포함할 수도 있고, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)의 레이어를 통과하는 광에 대한 편광 회전 레이어의 효과를 나타내는 정보를 포함할 수도 있다.
- [0092] 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)의 하나 또는 다수의 투영 시스템 부분의 효과를 나타내는 정보를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)의 원근 효과를 나타내는 정보를 포함할 수도 있는데, 그 효과는 축상(on-axis) 투영 및 축 외(off-axis) 투영으로 표현 가능할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는, 다양한 레이어에서 다양한 컬러 채널을 재생하는 것과 관련되는, 일반적으로 불균일한 서브픽셀 타일화 패턴(sub-pixel tiling pattern)의 표현을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 적색, 녹색, 청색 또는 다른 컬러 채널 사이의 스펙트럼 크로스토크의 표현을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 디스플레이 엘리먼트에 의해 달성 가능한 유효 최소 및 최대 강도 레벨의 표현을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)에서의 임의의 승산적 및/또는 가산적 디스플레이 엘리먼트의 비선형 응답 특성(있는 경우)을 특성 묘사하는 정보를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 (예를 들면, 제조의 결과로서) 멀티뷰 디스플레이(111)의 하나 이상의 컴포넌트의 위치에서의 섭동(perturbation)에 관한 정보를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 (예를 들면, 멀티뷰 디스플레이(111)가 하나 이상의 모터 구동 엘리먼트(motorized element)를 포함하는 경우) 디스플레이 엘리먼트 위치의 물리적 움직임에 관한 정보를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111) 내의 광학 엘리먼트의 시간 도메인 동역학의 표현을 포함할 수도 있다. 비제한적인 예로서, 상기 시간 도메인 동역학은 픽셀 상태 상승 및 하강 시간을 특성 묘사할 수도 있다.
- [0093] 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 디스플레이 인터페이스 신호에 제공되는 작동 신호를 변환하는 것과 관련되는 전기 광학 인터페이스 회로부(109)에서의 제약의 표현을 포함할 수도 있다. 비제한적인 예로서, 표현되는 제약은, 주어진 클럭 사이클에서 업데이트될 수도 있는 픽셀 상태의 허용 가능한 서브세트를 반영할 수도 있다. 비제한적인 예로서, 행 및 열 드라이버의 서브세트를 사용하는 것이 가능하여, 그 결과, 픽셀의 서브세트는, 디스플레이 엘리먼트의 등가의 풀 리프레시 프레임 레이트보다 더 높은 레이트에서 업데이트될 수 있다. 표현될 수도 있는 디스플레이 드라이버 회로부 제약의 또 다른 비제한적인 예는, 특정한 픽셀 또는 픽셀의 세트에 값이 할당될 수도 있는 허용 가능한 정밀도를 반영하는 제약을 포함한다. 비제한적인 예로서, 상기 픽셀 상태는 픽셀 마다의 컬러 채널당 몇개의 비트로서 명시될 수도 있다.
- [0094] 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)와 관련되는 하나 이상의 패시브 광학 현상을 특성 묘사하는 정보를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이(111)는 하나 이상의 패시브 레이어(레이어(111a 및 111b)와는 상이함)를 포함할 수도 있으며, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이(111)의 레이어를 통과하는 광에 대한 패시브 레이어(들)의 효과를 특성 묘사하는 정보를 포함할 수도 있다. 이러한 패시브 레이어는, 하나 이상의 광학 확산기, 거울 반사성 엘리먼트 및 확산 반사성 엘리먼트를 포함하는 하나 이상의 반사성 엘리먼트, 하나 이상의 광학 필름, 하나 이상의 렌즈렛 어레이, 하나 이상의 홀로그래픽 레이어(예를 들면, 회절 홀로그래픽 백라이트)를 포함하는 하나 이상의 반사성 엘리먼트를 포함할 수도 있다. 이러한 패시브 레이어는 멀티뷰 디스플레이(111) 내의 액티브 레이어 중 임의의 것의 전방, 임의의 것 사이 또는 임의의 것의 후방에 위치될 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 정보(107)는, 예를 들면, 픽셀 어퍼처 패턴, 임의의 광학 필름의 파장 의존 효과, 파 지연기(예를 들면, 1/2 파장판)의 파장 의존 효과, 예를 들면, 각도 의존 밝기를 포함하는 각도 의존 강도 응답, 및 콘트라스트 및/또는 감마 특성 묘사(characterization)에 기인하는, 광학 엘리먼트 사이의 회절 효과를 특성 묘사하는 정보를 포함할 수도 있다.
- [0095] 몇몇 실시형태에서, 정보(107)는 멀티뷰 디스플레이를 구동하기 위해 사용되는 작동 신호와 작동 신호에 응답하여 멀티뷰 디스플레이에 의해 생성되는 디스플레이 뷰 사이의 매핑을 포함할 수도 있다. 매핑은, 정보(107)의 일부인 것으로 상기에서 설명되는 정보 중 임의의 것을 사용하여 생성될 수도 있다(그리고, 그러한 만큼, 정보

(107)의 일부인 것으로 상기에서 설명되는 정보 중 임의의 것을 나타낼 수도 있고 및/또는 반영할 수도 있다). 예를 들면, 매핑은 다음의 것을 사용하여 생성될 수도 있다: 멀티뷰 디스플레이(111)의 하나 이상의 물리적 특성을 특성 묘사하는 정보; 전방 레이어와 후방 레이어 사이의 간격, 후방 레이어에 대한 전방 레이어의 상대적 위치, 전방 레이어의 해상도, 후방 레이어의 해상도, 전방 레이어의 사이즈, 후방 레이어의 사이즈, 전방 레이어 및/또는 후방 레이어 내의 임의의 컬러 필터의 응답에 대한 정보, 전방 레이어 및 후방 레이어의 컬러 채널 사이의 스펙트럼 크로스토크의 표현을 나타내는 정보; 멀티뷰 디스플레이(111)의 레이어를 통과하는 광에 대한 송산적, 가산적, 및/또는 편광 회전 패널 레이어(들)의 효과를 나타내는 정보; 멀티뷰 디스플레이(111)의 하나 또는 다수의 투영 시스템 부분의 효과를 나타내는 정보; 멀티뷰 디스플레이(111)의 원근 효과를 나타내는 정보; 다양한 레이어에서 다양한 컬러 채널을 재생하는 것과 관련되는, 일반적으로 불균일한 서브픽셀 타일화 패턴의 표현; 적색, 녹색, 청색 또는 다른 컬러 채널 사이의 스펙트럼 크로스토크의 표현; 디스플레이 엘리먼트에 의해 달성 가능한 유효 최소 및 최대 강도 레벨의 표현; 멀티뷰 디스플레이(111)에서의 임의의 송산적 및/또는 가산적 디스플레이 엘리먼트의 비선형 응답 특성을 특성 묘사하는 정보; 멀티뷰 디스플레이(111)의 하나 이상의 컴포넌트의 위치에서의 섭동에 관한 정보; (예를 들면, 멀티뷰 디스플레이(111)가 하나 이상의 모터 구동 엘리먼트를 포함하는 경우) 디스플레이 엘리먼트 위치의 물리적 움직임에 관한 정보; 멀티뷰 디스플레이(111) 내의 광학 엘리먼트의 시간 도메인 동역학의 표현; 디스플레이 인터페이스 신호에 제공되는 작동 신호를 변환하는 것과 관련되는 전기 광학 인터페이스 회로부(109)에서의 제약; 멀티뷰 디스플레이(111)와 관련되는 하나 이상의 패시브 광학 현상을 특성 묘사하는 정보; 광학 엘리먼트 사이의 회절 효과를 특성 묘사하는 정보; 및/또는 멀티뷰 디스플레이가 이미지를 생성하는 방식에 영향을 끼치는 멀티뷰 디스플레이(111)의 임의의 물리적 특성에 관한 임의의 정보.

[0096] 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이를 구동시키기 위해 사용되는 작동 신호와 디스플레이에 의해 생성되는 디스플레이 뷰 사이의 매핑은 생성(예를 들면, 계산)될 수도 있고, 후속 사용을 위해 저장될 수도 있고, 그들이 사용되어야 하는 경우에 액세스될 수도 있다. 이러한 실시형태에서, 매핑은 임의의 적절한 포맷 및/또는 데이터 구조(들)에 저장될 수도 있는데, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문이다. 몇몇 실시형태에서, 매핑은, 저장 없이, 생성되어 즉시 사용될 수도 있다.

[0097] 몇몇 실시형태에서, 매핑은 하나 이상의 소프트웨어 패키지를 사용하여 생성될 수도 있다. 소프트웨어 패키지(들)는 작동 신호로부터 디스플레이 뷰를 생성하기 위해 상기에서 설명된 정보(107) 중 임의의 것을 입력 및/또는 파라미터로서 취할 수도 있다. 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 매핑은, 주목하는 특정한 뷰 위치로부터 뷰를 획득하기 위한 카메라 투영을 사용하여, 작동 신호의 사용에 대응하는 상태에서 디스플레이의 모델을 렌더링함에 있어서 렌더링 패키지 또는 프레임워크(예를 들면, 3D Studio, Blender, Unity, ThreeJS, NVIDIA Optix, POVRay, 또는 다양한 그래픽 프레임 워크 예컨대 OpenGL, OpenGL ES, WebGL, Direct3D, CUDA, 또는 범용 CPU 라이브러리를 사용할 수도 있는 커스텀 또는 다른 패키지)를 사용하여 생성될 수도 있다. 투영은 원근 투영, 측위 투영, 또는 정투영(orthographic projection)일 수도 있다.

[0098] 작동 신호가, 광이 후면(rear) 레이어로부터 선택적으로 방출되는 것 및 광이 전방 레이어로부터 선택적으로 감쇠되는 것을 초래하는 실시형태에서, 후면 레이어는 제1 작동 신호를 사용하여 텍스처링되는(textured) 평면으로서 렌더링될 수도 있는데, 제2 작동 신호를 사용하여 텍스처링되는 평면으로서의 전방 레이어의 렌더링, 송산적 블렌딩을 사용한 후방 레이어의 렌더링과의 혼합이 후속된다. 이러한 실시형태에서, 시점이 디스플레이 시점의 목적하는 위치와 일치하는 카메라 투영을 사용하여 장면의 렌더링을 수행하는 것은, 관련된 디스플레이 뷰의 계산을 초래할 수도 있다. 디스플레이 모델이 더욱 복잡한(예를 들면, 반사성 레이어, 확산 레이어, 컬러 채널 사이의 스펙트럼 크로스토크, 회절 효과, 또는 레이어간 내부 반사를 수반하는) 몇몇 실시형태에서, 작동 신호로부터 디스플레이 뷰로의 매핑은, 광학적 특성 모델링 루틴(optics modeling routine) 또는 소프트웨어(예를 들면, NVIDIA Optix, Maxwell 또는 주문 제작 소프트웨어(custom-written software))를 사용하여 생성될 수도 있다.

[0099] 도 1b는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 라이트 필드 프린트의 레이어 상에 프린트된 패턴을 생성하고 생성된 패턴을 라이트 필드 프린트의 레이어 상에 프린트하기 위한 예시적인 시스템(110)을 도시한다. 도 1b에서 도시되는 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(들)(113)는 작동 신호를 생성하도록 그리고 생성된 작동 신호를 프린팅 시스템(118)에 제공하도록 구성되는데, 프린팅 시스템은 제공된 작동 신호(때로는 "작동 패턴" 또는 "타겟 패턴"으로 칭해짐)를, 라이트 필드 프린트(120)와 같은 적층된 패시브 디스플레이 배열체로 배열되는 레이어 프린트 매체(layers printed media) 상에 프린트한다.

[0100] 도 1b의 예시적인 실시형태에서 도시되는 바와 같이, 라이트 필드 프린트(120)는 전방 레이어(120a) 및 후방 레

이어(120b)를 포함한다. 이들 레이어의 각각은, 생성된 작동 패턴이 프린팅 시스템(118)에 의해 프린트될 수도 있는 하나 이상의 투명 필름 및/또는 다른 투명 재료를 포함할 수도 있다. 추가적으로, 몇몇 실시형태에서, 라이트 필드 프린트(120)는, 하나 이상의 광학 스페이서, 하나 이상의 확산기, 하나 이상의 렌즈렛 어레이, 하나 이상의 홀로그래픽 레이어, 하나 이상의 컬러 필터, 및/또는 하나 이상의 액티브 백라이트를 포함하는, 그러나 이들로 제한되지는 않는 하나 이상의 다른 레이어를 포함할 수도 있다.

[0101] 도 1b에서 도시되는 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(들)(113)는 레이어(120a 및 120b) 상에 퇴적하기 위한 타깃 패턴(117a 및 117b)을 생성한다. 컴퓨팅 디바이스(들)(113)는 생성된 타깃 패턴을 프린팅 시스템(118)으로 제공하고, 프린팅 시스템은 타깃 패턴을 레이어(120a 및 120b) 상에 프린트한다. 프린팅 시스템(118)은 레이저 토너 기반의 프린팅 시스템, 레이저 드럼 기반의 프린팅 시스템, 잉크젯 프린팅 시스템, 발색성(chromogenic) 또는 다른 사진 프린팅 시스템, 디지털 오프셋 프린팅 시스템, 및/또는 라이트 필드 프린트를 조립하기 위해 사용되는 하나 이상의 레이어 상에 타깃 패턴을 프린트하기 위해 사용될 수도 있는 임의의 다른 타입의 프린팅 시스템 일 수도 있다.

[0102] 라이트 필드 프린트는, 도 1b의 예시적인 실시형태에서 도시되는 바와 같이, 단지 두개의 레이어를 갖는 것으로 제한되지 않으며, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문에, 임의의 적절한 수의 레이어(예를 들면, 2 개, 3 개, 4 개, 5 개, 6 개, 7 개 등)를 포함할 수도 있다. 라이트 필드 프린트가 N개의 레이어(여기서 N은 2보다 큰 정수임)를 포함하는 실시형태에서, 컴퓨팅 디바이스(들)(113)는 N개의 타깃 패턴을 생성하도록 그리고 생성된 타깃 패턴을 N개의 레이어 상에 프린트하는 프린팅 시스템(118)으로 그들을 제공하도록 구성될 수도 있는데, 그 레이어는 후속하여 라이트 필드 프린트 안으로 조립될 수도 있다.

[0103] 몇몇 실시형태에서, 컴퓨팅 디바이스(들)(113)는, 각각이 임의의 적절한 타입인 하나 또는 다수의 컴퓨팅 디바이스를 포함할 수도 있다. 각각의 컴퓨팅 디바이스는 하나 또는 다수의 프로세서를 포함할 수도 있다. 각각의 프로세서는 중앙 프로세싱 유닛(central processing unit: CPU), 그래픽 프로세싱 유닛(graphics processing unit: GPU), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor: DSP), FPGA, ASIC, 임의의 다른 타입의 하드웨어 프로세서, 또는 이들의 임의의 적절한 조합일 수도 있다. 컴퓨팅 디바이스(들)(113)가 다수의 컴퓨팅 디바이스를 포함하는 경우, 다수의 컴퓨팅 디바이스는 하나의 물리적 위치에 위치될 수도 있거나 또는 상이한 물리적 위치 사이에 분산될 수도 있다. 다수의 컴퓨팅 디바이스는 서로 직접적으로 또는 간접적으로 통신하도록 구성될 수도 있다.

[0104] 도 1b에서 도시되는 예시적인 실시형태를 포함하는 몇몇 실시형태에서, 컴퓨팅 디바이스(들)(113)는: (a) 라이트 필드 프린트(120)에 의해 재생될 목적하는 라이트 필드를 명시하는 정보(115); (b) 하나 이상의 블러링 변환을 명시하는 정보(114); 및 (c) 프린팅 시스템(118)에 의해 수행되는 프린팅 프로세스의 모델을 명시하는 정보(116)에 기초하여, 타깃 패턴(예를 들면, 타깃 패턴(117a 및 117b))을 생성하도록 구성될 수도 있다. 컴퓨팅 디바이스(들)(113)는, 이들 입력에 기초하여 타깃 패턴을 획득하기 위해, 하나 이상의 최적화 문제를 해결하기 위한 하나 이상의 최적화 알고리즘을 인코딩하는 소프트웨어(112)를 사용하는 것에 의해 이들 입력에 기초하여 타깃 패턴을 생성할 수도 있다. 소프트웨어(112)는, 실행 시, 상기에서 설명된 입력에 기초하여 타깃 패턴을 획득하기 위해, 최적화 문제(들)를 해결하는 프로세서 명령어를 포함할 수도 있다. 소프트웨어(112)는 임의의 적절한 프로그래밍 언어(들)로 작성될 수도 있고 임의의 적절한 포맷으로 될 수도 있는데, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문이다.

[0105] 따라서, 몇몇 실시형태에서, 타깃 패턴(117a 및 117b)은, 적어도 부분적으로: (a) 라이트 필드 프린트(120)에 의해 재생될 목적하는 라이트 필드를 명시하는 정보(115); (b) 하나 이상의 블러링 변환을 명시하는 정보(114); 및 (c) 프린팅 시스템(118)에 의해 수행되는 프린팅 프로세스의 모델을 명시하는 정보(116)를 사용하는 것에 의해 공식화되는 최적화 문제에 대한 솔루션으로서 획득될 수도 있다. 이러한 최적화 문제 및 이들에 대한 솔루션을 생성하기 위한 기술의 예는, 하기의 도 2 내지 도 15를 참조하는 것을 포함하여 본 명세서에서 설명된다.

[0106] 몇몇 실시형태에서, 라이트 필드 프린트에 의해 재생될 목적하는 라이트 필드를 명시하는 정보(115)는 하나 또는 다수의 장면 뷰를 포함할 수도 있고, 예를 들면, 도 1a의 정보(105)와 관련하여 상기에서 설명되는 정보 중 임의의 것을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 하나 이상의 블러링 변환을 명시하는 정보(114)는 도 1a의 정보(106)와 연계하여 상기에서 설명되는 정보 중 임의의 것을 포함할 수도 있다.

[0107] 몇몇 실시형태에서, 프린팅 시스템(118)에 의해 수행되는 프린팅 프로세스의 모델을 명시하는 정보(116)는, 레이어 기하학적 형상(geometry) 정보, 컬러 모델 정보, 프린트 해상도 정보, 사용되는 프린팅 시스템의 타입을 명시하는 정보, 프린팅 프로세스로부터 얼마나 많은 잉크 블리드가 유래하는지를 특성 묘사하는 정보, 프린팅

프로세스로부터 얼마나 많은 도트 게인이 유래하는지를 특성 묘사하는 정보, 프린팅 매체의 최대 허용 가능한 잉크 밀도를 나타내는 정보, 프린팅 프로세스에 의해 생성되는 프린트의 도트 피치를 나타내는 정보를 포함하는, 그러나 이들로 제한되지는 않는 프린팅 프로세스를 특성 묘사하는 정보를 포함할 수도 있다.

[0108] 도 1a 및 도 1b에 대한 상기의 논의로부터 인식될 수도 있는 바와 같이, 본 명세서에서 설명되는 기술은, 액티브 디스플레이를 제어하기 위한 작동 패턴을 생성하는 데 그리고 패시브 디스플레이(프린트물(printed material) 및 CNC 제조물(manufactured material)을 포함함)에 대한 타깃 패턴을 생성하는 데 적용될 수도 있다. 본 명세서에서 설명되는 기술의 적용의 예가 아래에서 열거된다. 액티브 엘리먼트를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 애플리케이션은, 뷰어의 눈에서 먼 위치에서 사용될 수도 있는 전자 디스플레이를 제공하는 것(예를 들면, 특수 안경 또는 다른 하드웨어를 필요로 하지 않으면서 깊이 착시를 생성하는 것, 장면의 다수의 독립적인 뷰를 생성하는 것, 뷰어의 시력 부족을 보정하는 것); 디스플레이 출력을 주변에 존재하는 라이트 필드와 결합하는 광학 시스템을 갖는 또는 그 광학 시스템이 없는, 뷰어의 눈에서 가까운 위치에서 사용될 수도 있는 전자 디스플레이를 제공하는 것(예를 들면, 가상 현실 또는 증강 현실 애플리케이션에서 조절 큐(accommodation cue)를 재생하는 것); 광학 시스템(예를 들면, 헤드 업 디스플레이 시스템)을 사용하여 주변에 현존하는 라이트 필드 상에 중첩되는 뷰어의 눈으로부터 먼 위치에서 사용될 수도 있는 전자 디스플레이를 제공하는 것을 포함하지만, 그러나 이들로 제한되지는 않는다. 이들 타입의 디스플레이 중 임의의 것은 모바일 디바이스(예를 들면, 이동 전화, 착용형 디바이스 및 태블릿), 엔터테인먼트 시스템(예를 들면, 가정용 텔레비전 디스플레이, 기내 엔터테인먼트 시스템 및 자동차 엔터테인먼트 시스템), 데이터 시각화 시스템, 범용 컴퓨팅 시스템 및 컴퓨터 유저 인터페이스, 광고 및 정보 키오스크를 포함하는 디지털 간판(digital signage), 건축 미리보기 디스플레이, CAD 워크스테이션 디스플레이, 자동차 및 항공 전자 장비 디스플레이, 및 임의의 다른 적절한 타입의 디스플레이의 일부로서 사용될 수도 있다. 패시브 디스플레이 엘리먼트에 대한 작동 패턴을 생성하는 애플리케이션은, 가구, 가구 제작(cabinetry), 건축 및 건축 장식, 무대 및 텔레비전 세트, 간판, 패시브 또는 액티브 백라이트를 갖는 간판을 포함하는 광고 및 관측물, 프린트물, 예를 들면, 두께가 0.02 인치 미만인 프린트물을 생성하는 것, CNC 기계 가공, 및 다중 레이어 아이템을 포함하지만, 그러나 이들로 제한되지는 않는다.

[0109] 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 몇몇 실시형태에서, 최적화 기반의 접근법은, 하나 이상의 액티브 레이어를 제어하기 위한 및/또는 투명 물질들의 하나 이상의 레이어 상으로 프린트하기 위한 타깃 패턴을 생성하기 위한 작동 신호를 생성하기 위해 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 최적화 기반의 접근법은 반복적일 수도 있다.

[0110] 몇몇 실시형태에서, 접근법은 다음과 같을 수도 있다. 먼저, 초기화 단계에서, 작동 신호의 제1 세트(또는 프린팅 환경에서는 타깃 패턴)가 생성된다. 작동 신호의 이 세트는, 새롭게 또는 하나 이상의 이전에 획득되는 작동 신호를 사용하는 것에 기초하여 생성될 수도 있다. 그 다음, 작동 신호의 제1 세트는, 멀티뷰 디스플레이가 작동 신호의 제1 세트에 의해 구동되는 경우 멀티뷰 디스플레이에 의해 생성될 디스플레이 뷰의 제1 세트를 결정하기 위해 사용되며, 디스플레이 뷰는 장면 뷰(이것은 멀티뷰 디스플레이에 의해 생성될 목적하는 라이트 필드를 명시함)에 비교된다. 디스플레이 뷰는 각각의 장면 뷰에 대해 생성될 수도 있다. 디스플레이 뷰는 멀티뷰 디스플레이의 물리적 특성에 관한 정보(예를 들면, 도 1a를 참조하여 설명되는 정보(107))를 사용하여 결정될 수도 있다. 프린팅 환경에서, 뷰는 프린팅 프로세스에 관한 정보(예를 들면, 도 1b를 참조하여 설명되는 정보(116))를 사용하여 결정될 수도 있다.

[0111] 몇몇 실시형태에서, 에러 뷰는 하나 이상의 블러링 변환(예를 들면, 디스플레이 및 장면 뷰 쌍에 대해 동일한 블러링 변환)을 사용하는 것에 추가로 기초하여 생성될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 에러 뷰를 생성하기 위해 비교되기 이전에, 디스플레이 뷰 및 장면 뷰의 각각은(예를 들면, 도 2에서 도시되는 바와 같이) 적절한 블러링 변환에 의해 변환될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 디스플레이 및 장면 뷰에 적용되는 블러링 변환이 동일하고 선형적인 경우, 블러링 변환은 디스플레이 뷰 및 장면 뷰에 적용되는 대신 에러 뷰에 적용될 수도 있다.

[0112] 이어서, 에러 뷰는(디스플레이 뷰와 장면 뷰 사이의 에러를 감소시키기 위해) 작동 신호의 제1 세트의 값을 업데이트하여 작동 신호의 제2 세트를 획득하는 방법을 결정하기 위해 사용될 수도 있다. 그 다음, 작동 신호의 제2 세트는, 멀티뷰 디스플레이가 작동 신호의 제2 세트에 의해 구동되는 경우 멀티뷰 디스플레이에 의해 생성될 디스플레이 뷰의 제2 세트를 결정하기 위해 사용되며, 디스플레이 뷰의 제2 세트를 장면 뷰와 비교하는 것에 의해 에러 뷰의 제2 세트가 생성된다. 그 다음, 에러 뷰의 제2 세트는, 디스플레이 뷰와 장면 뷰 사이의 에러를 더 감소시키기 위해 작동 신호의 제2 세트의 값을 업데이트하여 작동 신호의 제3 세트를 획득하는 방법을 결정하기 위해 사용된다. 이 반복 프로세스는, 디스플레이 뷰와 장면 뷰 사이의 에러가 미리 결정된 임계치 아래로 떨어지거나, 임계 횟수의 반복이 수행되었거나, 임계 양의 시간이 경과하였거나, 또는 임의의 다른 적절한 정지

기준이 충족될 때까지 반복될 수도 있다.

- [0113] 상기 예시적인 반복 최적화 기술이 액티브 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 것과 관련하여 설명되었지만, 라이트 필드 프린트를 조립하기 위해 사용되는 투명 레이어 상으로 프린트하기 위한 타깃 패턴을 생성하기 위해 유사한 기술이 사용될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 마찬가지로, 이하의 설명에서, 도 2 내지 도 14를 참조하여 설명되는 최적화 기술은 액티브 디스플레이에 대한 작동 신호를 생성하도록 하는 것뿐만 아니라, 라이트 필드 프린트를 제조하기 위한 타깃 패턴을 생성하도록 하는 데에도 적용될 수도 있다.
- [0114] 도 2는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하기 위해 수행되는 프로세스의 예시적인 블록도(200)이다. 특히, 도 2는, 레이어(201a 및 201b)를 갖는 멀티뷰 디스플레이(201)의 디스플레이 뷰(202)(디스플레이 뷰는 $d_k(k = 1, \dots, N)$ 에 의해 나타내어지며 N 은 뷰의 수를 나타냄)의 세트와, 가상 장면(203)의, $s_k(k = 1, \dots, N)$ 에 의해 나타내어지는 대응하는 장면 뷰(204)의 세트 사이의 비교에 기초하여 작동 신호의 세트를 식별하기 위한 반복 최적화 기술의 단계를 예시한다. 장면 뷰는 본 명세서에서 설명되는 타입을 포함하는 임의의 적절한 타입을 가질 수도 있다. 예를 들면, 장면 뷰는 자연적인 장면 또는 합성 장면을 가질 수도 있으며 자연적으로 발생하는 라이트 필드 또는 자연적으로 발생하는 라이트 필드에 대해 유사성을 많이 지니지 않을 수도 있는 라이트 필드를 나타낼 수도 있다. 후자의 경우는, 비제한적인 예로서, 각각의 뷰에서 본질적으로 독립적인 이차원 콘텐츠를 나타내는 다수의 별개의 뷰를 갖는 장면 뷰에 대응할 수 있다.
- [0115] 몇몇 실시형태에서, 디스플레이 뷰와 장면 뷰 사이에는 일대일 대응이 있을 수도 있다. 다른 실시형태에서, 이러한 일대일 대응은 없을 수도 있다. 예를 들면, 장면 뷰는 수평 방향으로 이동할 때에만 디스플레이 뷰에 대응할 수도 있고, 반면 수직 방향으로 이동하면, 디스플레이 뷰의 양상블은 단일 장면 뷰에 대응할 수도 있다. 다른 예로서, 장면 뷰 및 디스플레이 뷰를 수평 방향으로 이동시키는 것에 의해 비교하는 경우, 장면 뷰 위치는 디스플레이 뷰 위치의 비율로서 비율의 어떤 분율(예를 들면, 절반)에서 진행할 수도 있다.
- [0116] 도 2에서 도시되는 바와 같이, 블러링 변환(들)(208)은 디스플레이 뷰(202) 및 장면 뷰(204)에 적용될 수도 있고, 결과적으로 나타나는 블러 처리된(blurred) 디스플레이 뷰 및 블러 처리된 장면 뷰는 비교되어, $e_k(k = 1, \dots, N)$ 에 의해 나타내어지는 에러 뷰(212)를 생성할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 동일한 블러링 변환이 모든 디스플레이 뷰 및 모든 장면 뷰에 적용될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 하나의 블러링 변환(T_i)이 디스플레이 뷰(d_i) 및 대응하는 장면 뷰(s_i)에 적용될 수도 있고, 상이한 블러링 변환(T_j)이 다른 디스플레이 뷰(d_j) 및 그것의 대응하는 장면 뷰(s_j)에 적용될 수도 있다. 블러링 변형(들)(208)은 본 명세서에서 설명되는 블러링 변환의 타입 중 임의의 것을 포함할 수도 있다.
- [0117] 디스플레이 뷰는 $x_k(k = 1, \dots, M)$ 에 의해 표현되는 작동 신호(205)의 세트를 사용하여 생성될 수도 있는데, 여기서 M 은 작동 신호의 수를 나타낸다. 작동 신호(205)는 다중 레이어 디스플레이(201)의 모델을 명시하는 정보에 기초하여 디스플레이 뷰(d_k)(202)를 생성하기 위해 다중 레이어 디스플레이(201)의 다양한 레이어 및/또는 다중 레이어 디스플레이(201)의 시물레이션에 상태를 할당함에 있어서 사용될 수도 있는데, 상기 정보는 도 1a를 참조로 설명되는 정보(107) 중 임의의 것을 포함할 수도 있고, 몇몇 실시형태에서, 작동 신호와 디스플레이 뷰 사이의 (이전에 생성되어 저장된 또는 "온라인" 사용을 위한 소프트웨어에서 명시되는) 하나 이상의 매핑을 포함할 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시형태에서, 작동 신호(205)에 기초하여 다중 레이어 디스플레이(201)의 다양한 레이어에 상태를 할당하기 위해 하나 이상의 매핑이 사용될 수도 있다. 이러한 의미에서, 작동 신호(205)(즉, $x_k(k = 1, \dots, M)$)로부터 디스플레이 뷰(202)(즉, $d_k(k = 1, \dots, N)$)로의 매핑은, 다중 레이어 디스플레이의 물리적 광 전송 및 패시브 또는 액티브 디스플레이 엘리먼트를 포함하는 전체 다중 레이어 디스플레이(201)의 특성 묘사를 사용하여 공식화될 수도 있다. 따라서, 작동 신호(205)로부터 디스플레이 뷰(202)로의 매핑은, 예를 들면, 도 1a를 참조하여 설명되는 정보(107) 중 임의의 것을 포함하는 멀티뷰 디스플레이(111)의 하나 이상의 물리적 특성을 특성 묘사하는 임의의 정보에 의존할 수도 있다.
- [0118] 몇몇 실시형태에서, 도 2로부터 인식될 수도 있는 바와 같이, 최적화 알고리즘의 각각의 반복에서, 목표는, 디스플레이 뷰의 블러링된 버전과 장면 뷰의 블러링된 버전 사이의 에러의 전체적인 양을 감소시키도록 에러 뷰(212)에 기초하여 작동 신호(205)를 업데이트하는 것일 수도 있다. 이것은, 블러 처리되지 않은 디스플레이 뷰가 블러링 변환(208)의 적용을 통해 제거되는 많은 양의 고빈도 콘텐츠를 가질 수 있다는(그리고 실제로 가질 것이라는) 것을 의미한다. 바꿔 말하면, 고빈도 콘텐츠가 유의미할만큼 오차 함수에 포함되지 않을 것이기 때문

에, 저빈도 콘텐츠를 더 의미있게 가중하는 에러 함수가, 멀티뷰 디스플레이로 하여금 고빈도 콘텐츠를 생성하게 하도록 작동 신호를 조장할(encourage) 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 블러링 변환(들)(208)은 더 낮은 빈도에 있을 때 에러 페널티가 더 높도록, 그리고 더 높은 빈도에서 에러 페널티가 더 작아지도록, 저빈도 콘텐츠를 가중하는 것에 의해 이것을 조장할 수도 있다.

[0119] 액티브 디스플레이(예를 들면, 멀티뷰 디스플레이(111))를 제어하기 위한 작동 신호 또는 라이트 필드 프린트(예를 들면, 라이트 필드 프린트(120))를 제조하기 위한 타깃 패턴을 생성하기 위해 사용될 수도 있는 최적화 기술의 추가적인 양태가, 도 3 내지 도 13을 참조하여 하기에 설명된다.

[0120] 도 3은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 것의 일부로서 그리고/또는 라이트 필드 프린트의 하나 이상의 레이어 상에 프린트하기 위한 패턴을 생성하는 것의 일부로서 해결될 수도 있는 예시적인 최적화 문제(300)를 도시한다.

[0121] 도 3에서 도시되는 바와 같이, 최적화 문제(300)는, 작동 신호에 대한 상한(u_k) 및 하한(l_k)을 포함하는 열거된 제약에 종속되는 비용 함수 $g(e_1, \dots, e_N)$ 를 (정확하게 또는 대략적으로) 최소화시키는 것에 의해 작동 신호(x_k)를 결정하기 위해 사용될 수도 있다. 이러한 제약은 엘리먼트 단위로(element-wise) 강제될 것이다. 최적화 문제(300)에서, $k = 1, \dots, N$ 인 함수 $f_k(\dots)$ 는, 작동 신호(x_k)로부터 도 2에서 도시되는 뷰 에러 신호와 같은 뷰 에러 신호(e_k)로의 매핑을 나타낸다. 이러한 의미에서, 함수 $f_k(\dots)$ 는 일반적으로, 예를 들면, (1) 작동 신호(x_k)로부터 디스플레이 뷰(d_k)로의 암시적 매핑; (2) 목적하는 장면 뷰(s_k)의 값; 및 (3) 도 2에 도시되는 블러링 변환 함수 및 차분 함수(differencing function)를 통합한다.

[0122] 몇몇 실시형태에서, 최적화 문제(300)는 도 4에서 개략적으로 묘사되는 바와 같이, 작동 신호(x_k)를 획득하기 위해 반복적인 기율기 기반의 기술을 사용하여 해결될 수도 있다. 예시되는 바와 같이, 기율기 기술은, 업데이트 규칙을 사용하여 작동 신호의 값을 반복적으로 업데이트하기 위해 함수 $f_k(\dots)$ 의 기율기를 사용하는 것을 포함한다.

[0123] 도 5는 몇몇 실시형태에서 도 4의 기율기 기반의 기술의 일부로서 사용될 수도 있는 업데이트 규칙(504)의 예를 예시한다. 작동 신호(x_k)를 제약하는, 도 3에서 도시되는 상한 및 하한(u_k 및 l_k)은, 제약을 충족하는 것으로 알려져 있는 변수(x_k)(501)의 세트로부터 시작하고 이들 제약을 항상 충족하는 상태 진화를 초래하는 값 a (502) 및 β (503)을 동적으로 선택하는 것에 의해, 업데이트 규칙(504)에 의해 강제될 수도 있다.

[0124] 도 6은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하는 것의 일부로서 그리고/또는 라이트 필드 프린트의 하나 이상의 레이어 상에 프린트하기 위한 패턴을 생성하는 것의 일부로서 해결될 수도 있는 다른 최적화 문제(600)를 도시한다. 최적화 문제(600)는 최적화 문제(300)의 상한 및 하한을 비용 함수의 페널티 항으로 대체하는 것에 의해 획득될 수도 있다. 페널티 항은, 상태가 진화할 때 또는 시스템이 정상 상태에 도달할 때 제약 조건이 충족되도록 선택될 것이다. 예시적인 최적화 문제(600)에서, 페널티 항은 페널티 함수 $p_k(x_k)$ 이다.

[0125] 몇몇 실시형태에서, 최적화 문제(600)는 도 7에서 예시되는 기율기 기반의 반복 기술에 의해 해결될 수도 있다. 도 7에서 도시되는 바와 같이, 이 기술은 업데이트 규칙(701)을 이용하고 페널티 항의 기율기를 통합한다. 업데이트 규칙(701)은 임의의 적절한 업데이트 규칙일 수도 있고, 예를 들면, 도 5에서 도시되는 업데이트 규칙(504)일 수도 있다.

[0126] 여전히 도 7을 참조하면, 다음의 것은 함수 $f_{j,k}(\dots)$ 에 대한 표기법을 정의한다:

[0127]
$$f_{j,k}(x_j) = f_k(\dots, x_j, \dots).$$

[0128] 따라서, 각각의 $f_{j,k}(\dots)$ 는, $f_k(\dots)$ 로 시작하고 위치(j)의 인수를 제외한 모든 인수를 고정되게 유지하는 것에 의해 획득되는 함수로 정의된다. 위치(j)에 없는 변수의 특정한 고정된 값은, 전역적 문제 범위 내의 다른 곳에서 정의된 대로, 변수의 이전에 정의된 값을 유지할 것이다. 이 정의는 일반성을 잃지 않고 사용되며 다음 섹션에서의 논의를 용이하게 한다.

[0129] 몇몇 실시형태에서, 하나 이상의 최적화 문제를 해결하는 것에 의해(예를 들면, 정확한 또는 근사해를 찾는 것

에 의해) 작동 신호의 값을 결정하는 데 필요로 되는 프로세싱은 다수의 컴퓨팅 디바이스에 의해 분산된 방식으로 수행될 수도 있다. 하기에서 논의되는 것은, 본 발명자에 의해 개발되는 최적화 알고리즘이 몇몇 실시형태에서 분산될 수도 있는, 본 발명자에 의해 개발되는 기술이다. 분산 하드웨어 및 소프트웨어의 토폴로지는 이들 설명에 의해 암시된다.

[0130] 몇몇 실시형태에서, (예를 들면, 최적화 문제(300 및 600)와 같은) 최적화 문제는, 작동 신호(x_k)의 서브세트를 유지하고 작동 신호의 나머지 서브세트의 값의 최적화까지 몇 회의 반복을 수행하는 것에 의해, "분할"될 수도 있다(즉, 최적화 문제를 해결하기 위한 기술은, 분산 환경에서의 그 구현을 용이하게 하는 방식으로 설계될 수도 있다). 이 지점 이후에, 작동 신호(x_k)의 상이한 서브세트가 선택될 수도 있고, 작동 신호에 대한 목적하는 값이 획득될 때까지 프로세스는 반복될 것이다.

[0131] 도 8은 최적화 문제(300)를 해결하기 위한 기울기 기반의 반복 최적화 기술의 분산 구현을 용이하게 하도록 공식화되는 최적화 문제(800)를 예시한다. 몇몇 실시형태에서, 최적화 문제(300)의 솔루션(전역적인 또는 국소적인 최소값을 정확하게 또는 대략적으로 구함)은 표 1에서 나타내어지는 바와 같이 작동 신호 각각을 순차적으로 업데이트하는 것에 의해 획득될 수도 있다.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. $j=1$을 선택한다. 2. 도 3에서 열거되는 상한 및 하한 제약에 부합하는 초기 값 x_j를 선택한다. 3. 본원에서 설명되는 기술 중 임의의 것을 사용하여 도 8에서 열거되는 최적화 문제의 전역적 또는 국소적 최소치를 찾거나, 또는 허용 가능한 솔루션을 향한 유한한 횟수의 반복 단계를 계산한다. x_j의 획득된 값은, x_j의 값이 달리 재정의될 때까지, 모든 다른 함수 $f_j, (x_j)$에 의해 명시적으로 사용될 것이다. 4. 1과 M 사이에서 j의 다음 번 정수 값을 선택하는데, 궁극적으로 M에서 1로 되돌아 온다. 5. 단계 3으로 진행한다. |
|---|

표 1: 최적화 문제(300)에 대한 솔루션을 식별하기 위한 반복적 기술

[0132] 몇몇 실시형태에서, 도 8에서 도시되는 최적화 문제(800)의 국소적 또는 전역적 최소치를 찾기 위해 사용될 수 있는, 또는 대안적으로 이러한 솔루션을 향해 유한한 횟수의 반복 단계를 취함에 있어서 사용될 수 있는 반복 기울기 기반의 최적화 알고리즘이 도 9에서 개략적으로 묘사된다.

[0134] 몇몇 실시형태에서, 계산을 더 분할하고 분산시키기 위해, 최적화 문제(800)의 공식에서 추가적인 수학적 구조가 활용될 수도 있다. 예를 들면, 도 8을 참조하면, 함수 $f_{j,k}(x_j)$ 를 다음의 것

[0135]
$$f_{j,k}(x_j) = L_k(h_{j,k}(x_j) - s_k)$$

[0136] 로서 선택하고, 각각의 함수 $h_{j,k}(\dots)$ 및 $L_k(\dots)$ 가 선형 맵이면, 도 10에서 개략적으로 도시되는 바와 같이, 최적화 알고리즘의 추가적인 분해를 초래할 것이다.

[0137] 도 10에서, 위 첨자 별표는, 매트릭스의 경우 행렬 전치로 감소할 수반 맵(adjoint map)을 나타낸다. 이 공식에서, 변수(s_k)(1001)는 장면 뷰를 나타낼 수도 있고, 함수 $h_{j,k}(\dots)$ (1002)는 작동 신호(x_j)(1003)로부터 디스플레이 뷰(d_k)(1004)로의 매핑을 나타낼 수도 있고, 함수 $L_k(\dots)$ (1005)는 블러링 변환(몇몇 실시형태에서, 블러 커널(blur kernel)과의 컨볼루션(convolution)으로서 명시적으로 실현될 수도 있음)을 구현하는 선형 맵을 나타낼 수도 있다. 예를 들면, $h_{j,k}(\dots)$ 및 $L_k(\dots)$ 의 선형성은 승산적 레이어로 구성되는 다중 레이어 디스플레이에서 작동 신호를 최적화함에 있어서 자연스럽게 발생하는데, 모든 작동 신호(1003)의 세트로부터 개개의 디스플레이 뷰(d_k)(1004)로의 전체적인 매핑은 다중 선형 맵이다.

[0138] 도 10에서 도시되는 바와 같이, 함수 $g_{j,k}(e_k)$ (1006)는 도 8의 최적화 문제(800)에서 열거되는 바와 같은 전체 비용 항에 개별적으로 합계가 되도록 취해지는데, 여기서:

[0139]
$$g(e_1, \dots, e_N) = g_{j,1}(e_1) + \dots + g_{j,N}(e_N)$$

[0140] 이 의미에서, 개개의 함수 $g_{j,k}(e_k)$ 는 선형 또는 비선형 페널티 함수일 수도 있는데, 그 기울기는 도 10에서 묘

사되는 바와 같이 계산될 것이다. 예를 들면, $g_{j,k}(e_k) = \|e_k\|_\gamma^\gamma$ 를 선택하는 것이, $\|g_{j,k}(e_k)\|_\gamma^\gamma$ 의 국소적 최소치가 획득되는 알고리즘으로 나타날 것이라는 것을 보여주는 것은 간단한데, 여기서 $\| \dots \|_\gamma$ 는 γ 높을 나타낸다.

[0141] 몇몇 실시형태에서, 2차(quadratic) 페널티 함수 $g_{j,k}(e_k)$ 가 활용될 수도 있다. 함수 $g_{j,k}(e_k) = \|e_k\|_\gamma^\gamma$ 가 2차(예를 들면, $\gamma = 2$)인 경우, 비 음성도에 대응하는 작동 신호(x_j)에 하한을 강제하도록 의도되는 경우, 승산적 업데이트 규칙이 몇몇 실시형태에서 사용될 수도 있다. 표면적으로, 이것은, 비 음수 매트릭스 인수분해 문제를 푸는 데 있어서 종종 사용되는 승산적 업데이트 규칙과 유사하다. 그러나, 이러한 실시형태에서 설명되는 기술은, $f_{j,k}(x_j) = L_k(h_{j,k}(x_j) - s_k)$ 를 구성하는 함수에서 선형성의 더욱 일반적인 속성을 활용하는데, 그 속성은 디스플레이 레이어의 앙상블에 대한 작동 신호(x_j)의 앙상블로부터 에러 뷰(e_k)로의 매핑에서의 다중 선형성에 대응한다. 이것은, 가중된 또는 가중되지 않은 비 음수 매트릭스 인수분해와 함께 사용되는 것보다 훨씬 덜 제한적인 가정이며, 블러링 변환을 이용하기 위한 알고리즘을 공식화하는 데 특히 유용하다.

[0142] 도 11 및 도 12는, 작동 신호(x_j)의 비 음성도를 강제하기 위해 승산적 업데이트 규칙을 활용하는 도 8에서 도시되는 최적화 문제(800)의 국소적 또는 전역적 최소치를 구하기 위한(또는 그러한 솔루션을 향하여 하나 이상의 단계를 취하기 위한), 몇몇 실시형태에서 사용될 수도 있는 두 가지 기술을 예시한다. 도 11에서 도시되는 바와 같이, 다양한 하위 계산으로부터 유래하는 분자 항(1101) 및 분모(1102) 항은 가산적으로 결합되고 개별 합계는 제산된다. 도 12에서 도시되는 바와 같이, 각 하위 계산(1201)에서, 다양한 신호 사이의 제산(1203)이 먼저 수행되고, 비제한적인 예로서, 비 음수이며 합이 1인 가중치로 가중된 평균에 대응하는, 개개의 하위 계산(1205)의 결과의 볼록 조합(convex combination)(1204)이 취해진다. 도 11 및 도 12에서 각각 활용되는 승산적 업데이트 규칙(1103 및 1202)의 일반적인 형태가 도 13에서 개략적으로 묘사된다.

[0143] 도 2 내지 도 13의 추가적인 양태는, 그 안에서 사용되는 소정의 도면 표기의 하기의 추가적인 설명을 통해 인식될 수도 있다. 화살표는 시간에 따른 신호 흐름의 방향을 나타낼 수도 있다. 신호 흐름은, 스칼라 값, 또는 예를 들면, 이미지 데이터 또는 이미지 데이터의 컬렉션의 흐름을 나타내는 벡터 값을 일반적으로 취할 수도 있는 변수의 동기식 또는 비동기식 전달에 대응할 수도 있다. 원으로 둘러싸인 + 기호는, 일반적으로, (예를 들면, 도 2에서 도시되는 바와 같이) 입력 신호의 벡터 덧셈 또는 뺄셈을 나타낸다. 입력에 음수 부호가 있는 원으로 둘러싸인 + 기호에 대한 임의의 입력의 경우, 이들 입력 신호는 부정 연산된다(negated). 가능한 부정 연산 이후, 모든 신호는 합산되어 출력 신호를 형성한다. 신호 라인 상의 도트는 (예를 들면, 도 5의 "상태 저장"의 출력 이후 나타내어지는 바와 같이) 신호 중복을 나타낸다. 기호 ∇ 는 함수의 기울기를 나타낸다(예를 들면, 도 10에서, 이 기호를 포함하는 사각형 블록은 함수 $g_{j,k}(\dots)$ 의 기울기의 음수 값을, 그 블록에 대한 입력인 신호(e_k)에 적용하는 것을 가리킨다). 도 11 및 도 12에서 원으로 둘러싸인 \div 기호는 일반적으로 벡터 값을 갖는 신호의 엘리먼트 단위의 제산을 나타내고 박스 기호는 관련 입력 신호에 대한 라벨링된 선형 맵의 적용을 나타낸다. 도 13에서, 원으로 둘러싸인 \times 기호는 일반적으로 벡터 값을 갖는 신호의 엘리먼트 단위의 승산을 나타낸다.

[0144] 표 2는, 몇몇 실시형태에 따른, 작동 신호에 대한 값을 생성하기 위해 최적화 문제에 대한 국소적 또는 전역적 솔루션을 획득하기 위해 사용될 수도 있는 반복 기울기 기반의 최적화 기술의 양태를 설명하는 의사 코드를 예시한다.

0. (Initialize)

We denote the vector of actuation signals for a first layer as x_1 and the vector of actuation signals for a second layer as x_2 . Each set of actuation signals has a corresponding lower bound vector l_i and upper bound vector u_i . Perform the following initialization:

- a. Initialize the elements of x_1 to a value greater than 0 for which $l_1 \leq x_1 \leq u_1$.

[0145]

- b. Initialize the elements of x_2 to a value greater than 0 for which $l_2 \leq x_2 \leq u_2$.

1. (Compute gradient step for a first layer)

For each view image, indexed $k = 1, \dots, N$:

- a. Compute view k of current display state, denoted d_k . The view of the display state d_k will generally depend on the actuation signals x_1 and x_2 .
- b. Compute corresponding view k of scene, denoted s_k .
- c. Compute error view as $e_k = BL_s(s_k) - BL_d(d_k)$. The functions BL_s and BL_d are band-limiting transformations as discussed above.
- d. Compute the gradient step contribution $q_k^{(1)}$ due to view k as:

$$q_k^{(1)} = \alpha \left[PROJ_{v_k \rightarrow x_1}^{(k)}(BL_d^*(e_k)) \right] * \left[PROJ_{x_2 \rightarrow x_1}^{(k)}(x_2) \right].$$

Referring to this equation:

- (1) $PROJ_{x_2 \rightarrow x_1}^{(k)}(x_2)$ denotes the perspective projection of x_2 from the coordinate system of a second layer to the coordinate system of a first layer, with the camera center for the projection being the location of viewpoint k .
- (2) BL_d^* denotes the adjoint operator corresponding to the band-limiting transform BL_d .
- (3) $PROJ_{v_k \rightarrow x_1}^{(k)}(BL_d^*(e_k))$ denotes the perspective projection of $BL_d^*(e_k)$ from the coordinate system of error view k to the coordinate system of a first layer, with the camera center for the projection being located at viewpoint k .
- (4) The symbol $*$ denotes element-wise multiplication.
- (5) The variable α denotes the step size.

2. (Update actuation signals for a first layer)

- a. Perform the following assignment:

$$x_1 := x_1 + \sum_{k=1}^N q_k^{(1)}$$

- b. Enforce equality constraints, hard-limiting x_1 to fall in the range $l_1 \leq x_1 \leq u_1$.

3. (First layer loop) Go to step 1, and loop some finite number of times.

4. (Compute gradients for a second layer)

For each view image, indexed $k = 1, \dots, N$:

- e. Compute view k of current display state, denoted d_k . The view of the display state d_k will generally depend on the actuation signals x_1 and x_2 .
- f. Compute corresponding view k of scene, denoted s_k .
- g. Compute error view as $e_k = BL_s(s_k) - BL_d(d_k)$. The functions BL_s and BL_d are band-limiting transformations as discussed above.
- h. Compute the gradient step contribution $q_k^{(2)}$ due to view k as:

$$q_k^{(2)} = \alpha \left[PROJ_{v_k \rightarrow x_2}^{(k)}(BL_d^*(e_k)) \right] * \left[PROJ_{x_1 \rightarrow x_2}^{(k)}(x_1) \right].$$

Referring to this equation:

- (1) $PROJ_{x_1 \rightarrow x_2}^{(k)}(x_1)$ denotes the perspective projection of x_1 from the coordinate system of a first layer to the coordinate system of a second layer, with the camera center for the

[0146]

projection being the location of viewpoint k .

(2) BL^*_a denotes the adjoint operator corresponding to the band-limiting transform BL_a .

(3) $PROJ^{(k)}_{v_k \rightarrow x_2}(BL^*_a(e_k))$ denotes the perspective projection of $BL^*_a(e_k)$ from the coordinate system of error view k to the coordinate system of a second layer, with the camera center for the projection being located at viewpoint k .

(4) The symbol $*$ denotes element-wise multiplication.

(5) The variable α denotes the step size.

5. (Update actuation signals for a second layer)

a. Perform the following assignment:

$$x_2 := x_2 + \sum_{k=1}^N q_k^{(2)}$$

b. Enforce equality constraints, hard-limiting x_2 to fall in the range $l_2 \leq x_2 \leq u_2$.

6. (Second layer loop) Go to step 4, and loop some finite number of times.

7. (Overall loop) Go to step 1, and loop the overall iteration some finite number of times until completion.

표 2: 몇몇 실시형태에 따른, 작동 신호를 생성하기 위한 반복적 기율기 기반의 최적화 기술의 양태를 설명하는 의사 코드

[0147]

[0148]

도 14는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이에 의해 생성되는 시물레이팅된 뷰를 예시한다. 이미지(1401)는 15개의 뷰를 포함하는 멀티뷰 라이트 필드 이미지의 두개의 뷰를 도시하는데, 그 15개의 뷰는 모든 비교된 방법에 대한 입력으로 지정된다. 이미지(1402)는, 비 음수 매트릭스 인수분해(nonnegative matrix factorization, NMF)를 활용하는 기술 분야의 숙련된 자에게 이미 공지되어 있는 방법, 또는 두개의 레이어의 경우 NMF로 감소되는 방법을 실행하는 것으로부터의 결과를 도시한다. 이미지(1403 및 1404)는, 유한한 뷰 대역폭을 이용하는 시각적으로 영향을 받는 비용 함수를 활용하는 본 명세서에서 설명되는 기술을 사용하는 몇몇에 의해 달성되는 성능을 나타낸다. 1403 및 1404에서는, 237 cm의 뷰어 간격에서, 1.44 cm의 레이어 간격을 갖는 시물레이팅된 47 cm × 30 cm의 두 레이어 디스플레이 상에 제시되는, 10 도의 수평 FOV를 갖는 3 × 5(15 뷰) 라이트 필드의 수평 시차 방향을 따른 두개의 익스트림 뷰의 시물레이션이 도시된다. 이미지(1403 및 1404)는 장면 밝기가 변함에 따라 개시된 방법의 하나의 실시형태의 성능을 비교한다. 라이트 필드 데이터 및 디스플레이 구성은 [2015년 8월 12일자로 액세스된 <http://web.media.mit.edu/~gordonw/SyntheticLightFields/>의 G. Wetzstein.에 의한 Synthetic Light Field Archive]로부터 획득되었다. 각각의 접근법(1402-1404)에 대해, 디스플레이 백라이트 밝기에서의 요구되는 증가가 나열되는데, 전통적인 장벽 기반의 시차 디스플레이와 비교하여, 백라이트 효율성에서의 큰 증가가 달성될 수 있다는 것을 나타낸다. 모든 제시된 결과는, 이전에 시연된 시간 다중화 작업과는 대조적으로, 단일 프레임, 비 시간 다중화 디스플레이에 대한 성능을 나타낸다는 것을 유의한다. 묘사된 결과는, 확대된 상세도(1405)를 제외하면, 인간 시각 시스템에 의한 관찰을 시물레이팅하도록 필터링된다.

[0149]

도 15는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이 장치의 광학적 거동을 제어하는 작동 신호를 생성하기 위한 예시적인 프로세스(1500)의 흐름도이다. 프로세스(1500)는 임의의 적절한 디바이스(들)에 의해 수행될 수도 있다. 예를 들면, 프로세스(1500)는 멀티뷰 디스플레이의 일부 및/또는 멀티뷰 디스플레이에 커플링되는 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스(들)에 의해 수행될 수도 있다. 예를 들면, 프로세스(1500)는 도 1a를 참조하여 설명되는 컴퓨팅 디바이스(들)(104)에 의해 수행될 수도 있다.

[0150]

프로세스(1500)는 액트(act)(1502)에서 시작하는데, 여기서는 복수의 장면 뷰가 획득될 수도 있다. 복수의 장면 뷰의 각각은 멀티뷰 디스플레이의 뷰어의 위치에 대응할 수도 있다. 장면 뷰는 멀티뷰 디스플레이에 의해 생성될 목적하는 라이트 필드를 명시할 수도 있다. 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 장면 뷰는 자연적인 또는 합성된 장면일 수도 있다. 각각의 장면 뷰는, 장면 뷰 중 하나 이상(예를 들면, 모두)의 각각에 대한 임의의 적절한 해상도의 그레이 스케일 및/또는 컬러 이미지를 포함할 수도 있다. 장면 뷰의 임의의 적절한 수가 액트(1502)에서 획득될 수도 있는데(예를 들면, 적어도 두 개, 적어도 열 개, 적어도 오십 개, 적어도 100 개, 적어도 500 개, 2 개와 1000 개 사이, 10 개와 800 개 사이, 또는 이들 범위의 임의의 다른 적절한 조합), 본 명세서에서 제공되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문이다.

[0151]

몇몇 실시형태에서, 장면 뷰는, 적어도 하나의 이미지 소스로부터 하나 이상의 이미지를 액세스 및/또는 수신하는 것(예를 들면, 저장된 이미지에 액세스하는 것, 다른 애플리케이션 프로그램 또는 원격 컴퓨팅 디바이스로부

터 이미지를 수신하는 것)에 의해 획득될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 장면 뷰는 먼저 3D 장면의 설명(예를 들면, 장면의 3D 모델)을 획득하고 그 다음, 프로세스(1500)의 일부로서, 3D 장면의 획득된 설명에 기초하여 장면 뷰를 생성하는 것에 의해 획득될 수도 있다.

[0152] 다음으로, 프로세스(1500)는 액트(1504)로 진행하는데, 여기서는, 멀티뷰 디스플레이의 모델을 명시하는 정보가 획득될 수도 있다. 이 정보는, 멀티뷰 디스플레이가 이미지를 생성하는 방식에 영향을 끼칠 수도 있는, 멀티뷰 디스플레이 장치의 임의의 물리적 특성에 관한 임의의 정보를 포함할 수도 있다. 액트(1504)에서 획득되는 정보는, 예를 들면, 도 1a를 참조하여 설명되는 정보(107) 중 임의의 것을 포함할 수도 있다.

[0153] 몇몇 실시형태에서, 액트(1504)에서 획득되는 정보는 (예를 들면, 임의의 적절한 타입의 하나 이상의 데이터 구조에 저장되어 있는 하나 이상의 값을 사용하여) 멀티뷰 디스플레이의 물리적 특성을 수치적으로 명시하는 데이터를 포함할 수도 있고 그 결과 이들 데이터는 (예를 들면, 도 2 내지 도 13을 참조하여 설명되는 바와 같이) 작동 신호를 식별하기 위한 반복 최적화 기술의 일부로서 작동 신호의 세트에 기초하여 디스플레이 뷰를 생성하도록 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 액트(1504)에서 획득되는 정보는 소프트웨어 코드로 인코딩될 수도 있다. 소프트웨어 코드는 또한, 작동 신호를 식별하기 위한 반복 최적화 기술의 일부로서 작동 신호 세트에 기초한 디스플레이 뷰를 생성하도록 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 이러한 소프트웨어 코드가 실행되는 경우, 그것은 소프트웨어 코드 내에서 구체화되는 물리적 특성에 기초하여 파라미터(예를 들면, 작동 신호, 디스플레이 뷰 또는 다른 이미지, 다른 변수)를 변환하기 위해 사용될 수도 있다.

[0154] 다음으로, 프로세스(1500)는 액트(1506)으로 진행하는데, 여기서는, 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보가 획득될 수도 있다. 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보는 하나 또는 다수의 블러링 변환을 명시할 수도 있고, 예를 들면, 도 1a를 참조하여 설명되는 정보(106) 중 임의의 것을 포함하는 임의의 적절한 타입의 정보를 포함할 수도 있다.

[0155] 다음으로, 프로세스(1500)는 액트(1508)으로 진행하는데, 여기서는, 액트(1502)에서 획득되는 복수의 장면 뷰, 액트(1504)에서 획득되는 멀티뷰 디스플레이 장치의 모델을 명시하는 정보, 및 액트(1506)에서 획득되는 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 기초하여 복수의 작동 신호가 생성될 수도 있다. 이것은 본 명세서에서 설명되는 방식 중 임의의 것에서, 그리고, 예를 들면, 도 2 내지 도 13을 참조하여 설명되는 반복 최적화 기술을 사용하는 것에 의해 행해질 수도 있다.

[0156] 다음으로, 프로세스(1500)는 액트(1510)로 진행하는데, 여기서는, 액트(1508)에서 생성되는 작동 신호가 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위해 사용될 수도 있다. 이것은 임의의 적절한 방식으로 행해질 수도 있다. 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 생성된 작동 신호는 전기 광학 인터페이스 회로부(예를 들면, 도 1a를 참조하여 설명되는 회로부(109))에 제공될 수도 있고, 전기 광학 인터페이스 회로부는, 제공된 작동 신호에 기초하여 멀티뷰 디스플레이를 구동할 수도 있다. 액트(1510) 이후, 프로세스(1500)가 완료된다.

[0157] 블러링 변환을 사용하는 본 명세서에서 설명되는 기술은, 블러링 변환(들)이 지각 효과(예를 들면, 인간 시각 시스템의 것)에 관련되지 않고 오히려 디스플레이로부터 출력되는 광 또는 다른 전자기파를 수신하는 매체에서의 어떤 대역 제한 효과에 관련되는 애플리케이션에서 사용될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 이러한 애플리케이션에서, 디스플레이로부터 방출되는 광 또는 전자기파는, 통상적으로, 인간의 눈에 의한 소비를 위해 설계되지 않을 수도 있고, 오히려 다른 물리적 매체 또는 생물학적 조직에 의한 소비를 위해 설계될 수도 있다. 이러한 적용의 비제한적인 예는 다음을 포함한다:

[0158] • 3D 프린팅에서 포토리소그래피 및 스테레오리소그래피를 위한 최적화된 디스플레이에서의 대역 제한성의 사용(예를 들면, 최적화된 디스플레이가 감광성 수지로 방출하도록 사용될 수도 있는 경우). 여기서, 대역 제한성은 수지에서의 분해 가능한 도트 사이즈에 대한 하한을 구현할 것이다.

[0159] • 이차원 재료를 사진과 같이 노출시키기 위한 최적화된 디스플레이에서의 대역 제한의 사용(예를 들면, 감광성 프린팅 프로세스 또는 다른 사진 프린팅 디바이스에서 사용됨). 여기서, 대역 제한성은 사진 매질 상에서의 분해 가능한 도트 사이즈에 대한 하한을 구현할 것이다.

[0160] • 광 또는 다른 에너지 전자기파를 사용하여 생물학적 조직을 조사하기 위한 최적화된 디스플레이에서 대역 제한의 사용. 대역 제한성은, 열 또는 다른 효과로 인해 방사선에 의해 독립적으로 영향을 받을 수도 있는 조직의 최소 체적을 구현할 수 있다.

- [0161] V. 멀티뷰 디스플레이 배열의 추가 설명
- [0162] 멀티뷰 디스플레이를 제어하기 위한 작동 신호를 생성하기 위한 기술은 본 명세서에서 설명되는 다수 타입의 멀티뷰 3D 디스플레이와 함께 사용될 수도 있다. 다음은 본 발명자에 의해 개발된 멀티뷰 3D 디스플레이의 몇몇 타입의 설명, 및 관련 기술을 포함한다. 이들 3D 디스플레이 중 몇몇은, 예를 들면, 도 1 내지 도 15를 참조하여 설명되는 기술 중 임의의 것을 포함하는 본 명세서에서 설명되는 최적화 기술 중 몇몇에 따라 라이트 필드를 합성하기 위한 유리한 특성을 가질 수도 있다.
- [0163] 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 목표는, 본질적으로, 인간 관찰자에 대한 라이트 필드 이미지를 광학적으로 표현하기 위해, 디스플레이될 데이터의 구조 및 인간의 시각 시스템 및 디스플레이 광학적 특성의 응답을 포함하는 외부 요인 둘 모두에 의해 야기되는 리던던시(redundancy)를 활용하는 것이다. 단순한 선형 분석을 통해 고려될 때, 이러한 시스템은, 언뜻 보기에는, 간단한 카운팅 인수(counting argument)를 위반하는 것처럼 보인다 - 라이트 필드 합성의 경우, 디스플레이는, 독립적인 이미지 엘리먼트보다 더 많은 독립적인 광선을 생성하는 것처럼 보인다.
- [0164] 사실, 이러한 디스플레이는 디스플레이 하드웨어와 동일한 수의 자유도를 가지고 출력을 생성한다. 출력의 대역폭 또는 대수적 랭크(algebraic rank)는 디스플레이 하드웨어의 자유도에 의해 제한될 것이다. 이것을 보는 다른 방식은, 디스플레이 시스템에서의 자유 파라미터의 수가 이미지 엘리먼트의 수로 조정되는 것을 관찰하는 것에 의하지만, 그러나 디스플레이 시스템의 파라미터 공간은, 픽셀 상태(또는 등가적으로 픽셀 상태를 구동하는 작동 신호)와 출력 광선 강도 사이의 매핑이 생성될 때 커질 수 있다. 이 통찰은, 최적화를 통한 구동에 순응할 디스플레이 시스템을 식별하기 위한 새로운 수단을 제공한다. 이 속성을 가진 시스템은 파라메트릭(parametric) 디스플레이 시스템으로 칭해질 수도 있다.
- [0165] 이 통찰은, 선형 공간을 주소 지정하는(addressing) 수단을 나타내는 도 16A 및 도 16B에서 추가로 예시된다. 묘사된 개략도에서, 박스는 스크린 상의 픽셀, 라이트 필드의 광선, 또는 다른 추상적인 주소 지정 가능한(addressable) 양을 나타낼 수도 있다. 도 16A는 박스가 데카르트 좌표에 의해 주소 지정되는 직접 주소 지정 체계(direct addressing scheme)를 나타낸다. 이 주소 지정 체계에서, 공간을 주소 지정하는 데 필요로 되는 파라미터의 수는 공간의 차원 수와 동일하다. 도 16B는, 비선형 함수 $C(t)$ 가 박스를 주소 지정하기 위해 사용되는 간접적인, 또는 파라미터화된 주소 지정 스킴을 도시한다. 이 주소 지정 체계에서, 공간을 주소 지정하는 데 필요로 되는 파라미터의 수는 공간의 차원 수보다 더 적다. 이 유리한 상황은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태를 유도한다.
- [0166] 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 중요한 이점은, 이용 가능한 자유도가, 다양한 뷰잉 조건 하에서 목적하는 라이트 필드를 표현하기 위해 더 유연하게 사용될 수도 있고 특정한 디스플레이 하드웨어 및 장면 콘텐츠에 맞춤될 수도 있다는 것이다. 그러나, 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 장점은, 이미지 엘리먼트 상태와 출력 광선 상태 사이에 1 대 다(1-to-many) 매핑이 있을 때 가장 잘 실현될 수도 있다. 이미지 엘리먼트 상태를 광선 상태와 1 대 1 관계로 제약하는 디스플레이는, 이미지 엘리먼트와 출력 광선 사이에 미리 고안된 불변의 매핑을 부과하는데, 이것은 다양한 장면 및 뷰잉 조건에 적용될 수 없다. 이것은 라이트 필드의 낮은 해상도 표현으로 이어지고, 어떤 경우에는 이미지 밝기의 손실로 이어진다. 이것을 이미지 엘리먼트 상태와 광선 상태의 1 대 다 매핑 얽힘(mapping entanglement)으로 칭한다. 심지어 선형 광학 상호 작용의 경우에도 픽셀 상태와 광선 공간 사이에 비선형 수학적 매핑이 존재할 수 있다는 것이 또한 인식되어야 한다. 비선형 광학적 특성은 비선형 상호 작용을 생성하는 수단을 제공하지만, 그러나 배타적인 수단은 아니다.
- [0167] 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 최적화된 라이트 필드 디스플레이는 (예를 들면, 반복 최적화 알고리즘 또는 임의의 다른 타입의 최적화 알고리즘을 사용하여) 적어도 하나의 최적화 문제를 해결하는 것에 의해 획득되는 콘텐츠를 생성하는 임의의 디스플레이일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 이미지가 디스플레이로부터 요구되는 경우, 디스플레이의 현재 상태, 뷰어의 현재 상태, 및 목적하는 디스플레이 외관의 현재 지식이 주어지면, 최적화 문제가 제기될 수도 있는데, 최적화 문제는, 컴퓨터 또는 다른 수단에 의해 명시적으로 또는 암시적으로 해결되는 경우, 디스플레이로 하여금 이미지를 출력하게 하는 디스플레이 상태를 초래할 것이고, 그 이미지는 목적하는 디스플레이 외관의 최적의 근사일 수도 있다. 이 경우, 이미지는 종종 4D 라이트 필드이지만, 그러나 반드시 그럴 필요는 없다. (목적하는 출력 이미지는 3D 라이트 필드, 2D 이미지, 5D 라이트 필드, 시력 보정 라이트 필드, 조절 큐 라이트 필드, 또는 다른 많은 목적하는 디스플레이 기능일 수 있다).
- [0168] 최적화된 디스플레이는 본 명세서에서 설명되는 실시간 또는 온라인 콘텐츠 기반의 최적화 기술을 활용할 수도 있다. 예측 가능한 상황 하에서 보여질 미리 기록된 이미지의 경우, 최적화 문제가 미리 제기되는 것이 가능하

며, 최적화 문제에 대한 솔루션이 생성될 수 있고(예를 들면, 반복 기울기 기반의 또는 다른 최적화 알고리즘을 사용하여 최적화 문제를 해결하는 것에 의한 계산) 나중의 검색 및 디스플레이를 위해 저장될 수도 있다. 이러한 디스플레이의 출력이, 또한, 최적화 알고리즘의 결과이기도 하기 때문에, 이 방식으로 기능하는 디스플레이를 최적화된 디스플레이로 간주한다. 대조적으로, 많은 비전문가는 용어 "최적화되는"을, 인간 참여형(human-in-the-loop) 또는 개방 루프(open-loop) 방법에 의해 "튜닝되는" 또는 "조정되는"을 의미하도록 사용한다. 예를 들면, 기술자는 실제로 기술자가 미리 결정된 감마 보정 소프트웨어 모듈의 파라미터를 서비스 매뉴얼에서 참조되는 값으로 조정할 때, 고객을 위해 텔레비전 디스플레이의 감마값을 "최적화"한다고 말해질 수도 있을 것이다. 이것은, 텔레비전의 출력을 생성하기 위한 어떠한 최적화 문제도 해결되지 않기 때문에, 이 용어가 본 명세서에서 사용되는 방식의 의미로 텔레비전이 최적화된 디스플레이라는 것을 의미하지는 않는다. 다른 예로서, 디스플레이 제조업체는 컬러 록업 테이블의 값, 또는 심지어 알고리즘의 파라미터를 결정하기 위해, 정식 최적화 문제를 해결할 수도 있을 것인데, 컬러 록업 테이블의 값, 또는 알고리즘의 파라미터 둘 모두는, 96 비트 하이 다이내믹 레인지(high-dynamic-range: HDR) 이미지를 HDR 디스플레이 상에 나타내어질 16 비트 HDR 이미지로 변환하는 목적을 위한 것이다. 최적화 기술이 디스플레이의 기능을 튜닝하기 위해 사용된 경우에도, 디스플레이의 출력 그 자체가 정식 최적화를 통해 결정되지 않기 때문에, 이 용어가 본 명세서에서 사용되는 방식의 의미에서, 이러한 HDR은 최적화된 디스플레이가 아니다.

[0169] 하드웨어 설계 관점에서, 최적화된 디스플레이를 사용해야 하는 한 가지 이유는, 디스플레이가 종래의 고정된 파이프라인 설계와 관련하여 형태 및 기능의 유연성을 얻는다는 것이다. 따라서, 몇몇 실시형태에서, 최적화된 디스플레이는 많은 수의 자유도를 갖는 시스템으로서 취급될 수도 있는데, 여기서 자유도는, 최적화 방법을 통해, 높은 각공간 해상도, 넓은 시야, 높은 디스플레이 밝기, 높은 시간적 리프레시율, 및 양호한 시각적 이미지 품질(good perceptual image quality)(또는 충실도)과 같은 목적하는 속성을 갖는 합성 라이트 필드를 생성하도록 적용될 수 있다. 또한, 실시간 최적화에 의해 구동되는 디스플레이는 상기 뷰잉 조건이 변함에 따라 변화하는 뷰잉 조건에 적응할 수 있다. 디스플레이가 적응하기를 소망할 수도 있는 조건의 비제한적인 예는, 뷰어 위치, 주변 광 강도, 주변 광 방향, (실시간 라이트 필드 비디오 스트림과 같은) 디스플레이 콘텐츠를 변경하는 뷰어의 수, 뷰어의 시각 시스템의 결함, 디바이스 전력 소비 요건, 디바이스 방위, 및 뷰어 눈 간격을 포함한다.

[0170] 최적화된 디스플레이 상에 나타내어지는 이미지의 품질에 여러 가지 요인이 조합하여 어떻게 영향을 끼치는지는 예측하기가 복잡하다. 본 명세서에서 설명되는 최적화된 디스플레이의 주요 이점 중 다른 것은, 소망될 때 디스플레이 품질에 영향을 끼치는 요인이, 목적하는 레벨의 디스플레이 품질을 유지하기 위해 서로에 대해 절충될 수 있다는 것이다. 디스플레이 하드웨어의 각각의 타입이 디스플레이 품질에 영향을 끼치는 자기 자신의 요인의 세트를 가질 것이지만, 최적화된 2 레이어 승산적 라이트 필드 디스플레이의 사례가 최적화된 디스플레이를 대표한다. 최적화된 2 레이어 승산적 라이트 필드 디스플레이의 경우, 다음의 요인이 물리적 라이트 필드 이미지(물리적 광 전파와 부합하지 않는 광선을 나타내는 비물리적 라이트 필드는 품질에 영향을 끼치는 요인의 관련된 세트를 가짐)에 대한 디스플레이된 이미지 품질에 영향을 끼칠 수도 있다: 뷰 디스패리티, 레이어 위치 결정(예를 들면, 디스플레이 레이어의 물리적 위치에 대한 목적하는 장면에서의 가상 오브젝트의 근접도), 장면 밝기(예를 들면, 최대 디스플레이 밝기의 분율로서의 디스플레이되고 있는 전체 장면의 밝기 정도), 계산 시간(예를 들면, 디스플레이 레이어 패턴을 결정하기 위해 장면을 렌더링한 이후 사용 가능한 시간), 및 사용 가능한 전력(예를 들면, 계산 및 백라이트에 대해 사용 가능한 디바이스 전력의 양).

[0171] 뷰 디스패리티는 디스플레이의 시야(예를 들면, 이미지가 보이도록 의도되는 뷰잉 콘), 장면 깊이(예를 들면, 장면 내의 오브젝트가 뷰어로부터 멀리 디스플레이 안으로 또는 뷰어를 향해 디스플레이 밖으로 연장하는 양), 및 피사계 심도(depth of field: DOF)에 의해 영향을 받을 수도 있다. 디스플레이가 물리적 장면에서 올바른 뷰 디스패리티를 렌더링하지 못하는 것은, 스크린의 평면으로부터 멀리 연장하는 장면의 영역에서 발생하는 공간적 블러로서 나타난다. 이것은, 그 효과가 카메라 시스템에서의 동일 이름의 효과를 흉내내기 때문에 DOF로서 알려져 있다. 모든 오토멀티스코픽 디스플레이가 어느 정도의 DOF를 가지지만, 여기서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른 최적화된 디스플레이는, 종래의 디스플레이보다 주어진 동작점에 대해 더 양호한 DOF를 달성할 수도 있다. 더 가까운 각도 간격을 가지고 뷰를 렌더링하는 것은, DOF 블러의 인식된 품질을 높이는 한 가지 방식이다.

[0172] 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따라 구현되는 최적화된 디스플레이가 변화하는 뷰잉 조건을 지원하기 위해 상이한 피쳐 사이에서 동적으로 교환하도록(trade) 어떻게 구성될 수도 있는지의 몇몇 예시적이고 비제한적인 예가 하기에서 이어진다. 이들 예에서, 디스플레이는, 머리 위치 정보 및 눈 위치 정보를 포함할

수 있는, 디스플레이 앞에 있는 뷰어의 위치에 관한 정보를 갖는다는 것이 통상적으로 가정된다. 몇몇 실시형태에서, 이러한 추적 정보는, 표준 카메라 시스템, 스테레오 카메라 시스템, 멀티뷰 카메라 시스템, 또는 깊이 카메라 시스템을 통해 획득될 수도 있다.

[0173] 하나의 예에서, 유저는 그녀의 디바이스를 어두운 조명의 방에서 주간 환경으로 가져갈 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 디바이스 내의 최적화된 디스플레이는 환경 조명과 경쟁하기 위해 자신의 최대 달성 가능한 밝기에 더 가깝게 동작하기 시작할 수도 있다. 결과적으로, 3D 팝아웃의 정도는 정도가 약간 감소될 수도 있고, 디스플레이 이면 이미지는 약간의 아티팩트(artifact)를 나타낼 수도 있다.

[0174] 다른 예에서, 제1 유저는 몇몇 실시형태에 따라 구현되는 최적화된 라이트 필드 디스플레이를 갖는 태블릿 디바이스 상에서 몰입형 라이트 필드 영화를 보고 있을 수도 있다. 제2 유저도 또한 영화를 보기 위해 제1 유저 옆에 앉을 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 디스플레이는 각각의 뷰어에게 라이트 필드의 고유하고 물리적으로 정확한 뷰를 제공하도록 적응할 수도 있다. 두 유저의 시야를 확장하는 데 필요한 추가 자유도를 달성하기 위해, 이미지는 약간 흐려질 수도 있고, 장면의 깊이는 압축될 수도 있으며, 이미지 품질은 약간 감소될 수도 있다.

[0175] 다른 예에서, 유저는 몇몇 실시형태에 따라 구현되는 최적화된 라이트 필드 디스플레이 상에서 스테레오 콘텐츠를 보고 있을 수도 있다. 제2 유저도 또한 영화를 보기 위해 그녀 옆에 앉는다. 자유도를 보존하고 제공된 콘텐츠에서 외삽할 필요성을 없애기 위해, 디스플레이는 동일한 스테레오 뷰를 두 뷰어 모두의 눈에 복제할 수도 있다.

[0176] 도 17에서 예시되는 다른 예에서, 뷰어(1701)는 몇몇 실시형태에 따라 구현되는 멀티뷰 디스플레이(1704)를 관측하고 있을 수도 있다. 묘사된 실시형태에서, 단일 뷰 원뿔대(1702)(뷰 콘으로도 또한 설명됨)는 뷰어가 3D 장면을 볼 수도 있는 각도 영역을 나타낸다. 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에서, 추적 디바이스(1703)는, 뷰어(1701)를 추적하기 위해, 그리고, 트래커(1703)에 의해 측정되는 바와 같은, 멀티뷰 디스플레이(1704)와 관련한 뷰어(1701)의 공간적 위치에 따라 뷰 원뿔대(1702)를 조정하기 위해 사용될 수도 있다. 뷰 원뿔대(1702)는 뷰어(1701)의 양 눈을 감싸도록 조정될 수도 있다. 이러한 방식에서, 디스플레이(1704)는 뷰어의 눈 위치를 측정하고, 현재 뷰어에 대해 콘텐츠가 올바르게 보이기 위해 필요한 뷰만을 디스플레이하도록 출력 뷰의 크기 및 방향을 적응시킬 수도 있다. 다수의 뷰어에 대해 이것이 행해질 수 있다. 뷰어의 눈(1701) 바로 주위의 박스를 커버하는 뷰 콘(1702)을 디스플레이하는 것에 의해, 디스플레이의 자유도는 증가된 디스플레이 밝기, 확장된 심도, 및 교환 공간(trade-space)에서 이용 가능한 다른 바람직한 속성에 대해 보존될 수도 있다. 디스플레이가 뷰어의 눈을 타깃으로 삼을 수 있는 정도는 뷰어의 눈을 추적하기 위해 활용되는 트래커(1703)의 정확도 및 레이턴시에 의존한다. 아주 낮은 트래커 레이턴시 및 아주 높은 트래커 정확도를 갖는 애플리케이션에서, 뷰어의 두 눈의 각각에 별개의 뷰 콘을 지향시키는 것도 또한 가능하다.

[0177] 더 높은 트래커 레이턴시 또는 더 낮은 트래커 정확도를 갖는 애플리케이션에서, 트래커 부정확도 또는 업데이트 시간이 관찰 가능한 시각적 결함을 생성하지 않도록, 뷰어의 눈 주위로 뷰 콘을 확장하는 것이 유리할 수도 있다. 다시 말하면, 트래커가 소량 떨어져 있고, 트래커, 렌더러, 및 최적화기(optimizer)가 디스플레이의 최적의 뷰잉 위치를 업데이트할 수 있기 이전에 뷰어가 이동하더라도, 뷰어는 여전히, 유효하고, 잘 정의된, 고품질의 뷰잉 구역 내에 있을 것이다. 부정확도의 주 소스가 트래커 레이턴시이면, 뷰잉 콘은 실세계 물리적 유닛에서 소량 확장되어야 한다 - 예를 들면, 뷰어의 눈 평면에서의 뷰 콘의 크기는 뷰어의 눈 이격 간격보다 2 cm 더 넓어야 한다. 이 상황에서, 에러의 소스(유저 이동)는 디스플레이로부터 뷰어의 간격에 의해 영향을 받지 않을 것이다. 부정확도의 주 소스가 트래커 노이즈 또는 오정렬인 경우, 뷰 콘은 고정된 각도 증분, 예컨대 뷰어의 눈 박스에 의해 대하게 되는(subtended) 콘보다 1.5 도 더 넓은 각도 증분만큼 확장되어야 한다. 이 경우, 에러의 소스는 트래커 그 자체이며, 에러는, 뷰어가 스크린으로부터 멀어지게 이동할 때, 실세계 좌표에서 확대될 것이다.

[0178] 다른 예에서, 모바일 디바이스는 몇몇 실시형태에 따라 구현되는 최적화된 디스플레이를 포함할 수도 있다. 모바일 디바이스의 배터리 예비 용량이 고갈됨에 따라, 디스플레이는 밝기 및 디스플레이 품질을 대가로 전력을 절약하도록 구성될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 디바이스는 이미지 아티팩트를 도입하는 비용으로 디스플레이 강도를 동일하게 유지하면서 백라이트를 흐리게 할 수도 있다. 대안적으로, 디바이스는 스크린의 전체 강도를 흐리게 할 수도 있거나, 또는 양자의 조합일 수 있다. 몇몇 실시형태에서, 디바이스는 최적화 문제를 해결하기 위해 행해지는 프로세싱의 양을 감소시켜, 이미지 품질이 감소되게 할 수도 있거나, 또는 디바이스 프레임율이 감소되게 할 수도 있거나, 또는 알고리즘의 수렴 속도가 감소되게 할 수도 있다. 후자의 접근법은 거의 변경되지 않는 콘텐츠에 적합할 수도 있다.

- [0179] 다른 예에서, 범용 컴퓨터의 모니터는 몇몇 실시형태에 따라 구현되는 최적화된 디스플레이를 포함할 수도 있다. 유저는 그래픽 유저 인터페이스의 엘리먼트를 강조하기 위해 팝아웃하는 작은 영역을 가지면서 주로 편평한 디스플레이 상에서 콘텐츠를 제공하는 애플리케이션을 실행할 수도 있다. 이러한 경우에, 디스플레이는, 스크린의 영역을 선택적으로 업데이트하고, 애플리케이션에서 디스플레이되는 결과가 다수의 뷰어 사이에서 공유될 수 있도록 넓은 FOV를 사용하면서 저전력 모드에서 동작할 수도 있다. 유저가 데스크톱 응용 프로그램으로부터 더 큰 3D 팝업 효과(더 큰 DOF)를 요구하는 동적 그래픽을 갖는 게임으로 전환하면, 디스플레이는 FOV를 좁힐 수도 있고, 디스플레이 백라이트 밝기를 증가시킬 수도 있다. 이것은, 디스플레이에게, 증가된 전력 소비를 대가로, 라이트 필드 콘텐츠를 표현하기 위한 더 많은 자유도 및 개인용의 단일 뷰어 게임 경험을 제공한다.
- [0180] 다른 실시형태에서, 몇몇 실시형태에 따라 구현되는 최적화된 라이트 필드 디스플레이는, 고객에게 무안경 3D 맵 경험을 제공하기 위해 호텔 로비에 배치될 수도 있다. 한 명의 뷰어가 맵을 보고 있을 때, 그 경험은, 인상적인 양의 3D 팝 아웃(큰 DOF)을 갖는 밝고 동적인 3D 장면이다. 두 번째 고객이 맵에 접근하면, 디스플레이는 3D 팝 아웃의 양을 감소시키고, 다수의 뷰어를 디스플레이하기 위해 필요로 되는 추가적인 자유도를 허용하기 위해 더 어두워지게 된다. 디스플레이가 뷰어에 의해 둘러싸여지면, 모든 사람이 스크린 상의 정보를 명확하게 읽을 수 있도록 2D 뷰잉 모드까지 원활하게 후퇴한다.
- [0181] V.A 파필드 라이트 필드 디스플레이
- [0182] 본 명세서에서 설명되는 몇몇 실시형태는 파필드 라이트 필드 디스플레이를 제공한다. 몇몇 실시형태는 파필드 라이트 필드 디스플레이의 다수의 변형예를 제공하며 본 명세서에서 논의된다.
- [0183] 디스플레이 공간 해상도
- [0184] 종래의 다중 레이어 디스플레이는 항상 동일한 공간 샘플링을 사용하는 레이어로 구성된다. 본 발명자는, 이것이 최적화된 다중 레이어 라이트 필드 디스플레이에 대한 필수 조건은 아니라는 것을 인식하였다. 반대로, 본 발명자는 상이한 공간 샘플링 패턴 또는 주파수를 갖는 레이어를 선택하는 많은 이유를 식별하였다. 예를 들면, 두 레이어의 디스플레이의 고주파 샘플링 그리드 사이의 광학 무아레 간섭을 감소시키기 위해, 몇몇 실시형태에서는, 레이어 사이에 광학 확산기 시트를 배치하는 것이 유익할 수도 있다. 상이한 디스플레이 해상도를 선택하는 것의 이점 중 많은 것은, 확산기에 의해 의도적으로, 또는 디스플레이 디바이스의 회절 또는 광학적 속성에 의해 의도치 않게 도입되는 광학적 블러와 직면할 때, 더 큰 효율성(예를 들면, 더 낮은 렌더링 비용, 감소된 전력 소비)을 달성하는 것으로부터 유도될 수도 있다.
- [0185] 몇몇 실시형태에서, 무아레 간섭을 감소시키기 위해 사용되는 확산기의 필요로 되는 강도를 감소시키기 위해, 디스플레이 샘플 간격은 예상 뷰잉 위치로부터의 원근 투영을 담당하도록 조정될 수도 있다. 뷰어가 디스플레이의 전방 레이어로부터 거리 d 에 있을 것으로 예상되고, 디스플레이가, 전방 디스플레이의 픽셀 간격 p_f 를 가지고, 간격 s 만큼 분리되면, 후면 디스플레이의 픽셀 간격은 $p_r = p_f + \frac{p_f s}{a}$ 로 결정될 수도 있다. 무아레가, 효과적으로, 뷰어의 눈 평면에 투영될 때의 상이한 레이어의 샘플링 그리드 사이의 비트 주파수이기 때문에, 이것은 유효하다. 몇몇 실시형태에서, 상기 양에 의한 수정은 두 스크린으로 하여금 타깃으로 삼은 뷰잉 거리 d 에서 동일한 공간 주파수로 투영되게 할 수도 있다. 주로, 투영된 눈 평면에서의 공간 주파수에서의 작은 차이가 저빈도 무아레 패턴을 초래할 것이고, 이것은 인간 뷰어에게 눈에 덜 띌 것이기 때문에, d 에 근접한 뷰잉 거리에 대한 결과적으로 나타나는 무아레 패턴을 감소시키기 위해 더 약한 확산기가 사용될 수도 있다.
- [0186] 대안적으로, 몇몇 실시형태에서, 뷰어의 눈에 투영될 때의 공간 주파수에서 큰 차이를 갖는 디스플레이는, 뷰어에게 보이지 않을 수도 있는 또는 덜 보일 수도 있는 고빈도 무아레를 생성할 것이다. 감쇠 기반의 다중 레이어 디스플레이와 같은 승산적 공간에서의 무아레 간섭은 새로 인식되는 주파수: 뷰어의 눈에 투영될 때의 두 패널의 공간 샘플링 주파수의 합과 차이로 이어질 수도 있다.
- [0187] 공간 주파수에서 큰 차이를 갖는 디스플레이의 많은 가능한 유익한 구성이 있다. 하나의 예시적인 실시형태에서, 두개의 패널은 3mm의 간격만큼 분리될 수도 있는데, 하나는 1000 dpi(25.4 미크론 픽셀)의 공간 해상도를 가지며, 다른 하나는 500 dpi(50.8 미크론 픽셀)의 공간 해상도를 갖는다. 뷰어가 스크린 바로 앞쪽 60 cm에 서서, 양 스크린을 통해 뷰어의 눈까지의 광학적 투영을 확립하면, 전방 스크린 상으로 투영되는 후면 스크린의 픽셀은 50.5 미크론일 것이다. 이것은 전방 및 후방 스크린에 대해 39.4 픽셀/mm 및 19.8 픽셀/mm의 공간 샘플링 주파수를 각각 확립한다. 59.2 픽셀/mm 및 19.6 픽셀/mm의 무아레 패턴이 관측될 것이다 - 둘 다 60 cm에 있는 뷰어에 대한 가시적 주파수의 범위 밖에 있음.

- [0188] 추가의 이점은, 몇몇 실시형태에서, 레이어의 각각의 컬러 필터를 조정하는 것에 의해 달성될 수도 있다. 예를 들면, 전방 레이어의 컬러 필터를 제거하는 것은 수평 공간 샘플링 레이트를 3 배로 올리는 것과 동가이고, 따라서 적절하게 선택된 스크린 샘플 레이트 및 분리 간격에 대해, 뷰어에 의해 인식되는 무아레 강도를 감소시킨다.
- [0189] 도 21은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 광학 변조기(2101, 2103, 및 2105)의 스택을 관찰하는 뷰어(2106)를 도시한다. 몇몇 실시형태에서, 광학 변조기(2102, 2103 및 2105)는 그리드 구조체를 포함하는데, 상기 그리드 구조체는 디스플레이 해상도에 비례하며, 이것은 무아레 간섭으로 칭해지는 바람직하지 않은 광학 간섭을 생성할 것이다. 두개의 광학 변조기 사이에 확산기를 배치하는 것은 무아레 간섭을 완화할 수 있다. 도 21의 실시형태는 두개의 광학 확산기(2102 및 2104)를 도시한다. 확산기(2102 및 2104)는 상이한 확산 가중치를 가질 수도 있는데, 확산기(2102)는 저가중치(light weight) 확산기이고, 확산기(2104)는 고가중치(heavy weight) 확산기이다. 확산기(2102 및 2104)는 광학 스택의 상이한 간격(d_a 및 d_b)에 배치된다. 광선(2107)이 상기 확산 레이어(2102 및 2104)의 각각을 통과함에 따라, 그것은 확산기의 가중치에 따른 각도만큼 산란될 것이다. 상기 산란은 일치하는 양의 각도 발산을 부여할 것인데, 각도 발산은 광선이 뷰어 위치(2106)까지의 거리를 이동함에 따라 광학적 블러를 생성할 것이다. 확산기(2104)의 가중치는 광학 변조기(2103 및 2105) 사이의 무아레 간섭을 완화하도록 선택될 수도 있다. 광학 변조기 레이어(2101, 2103 및 2105)의 그리드 구조체의 사이즈에 따라, 추가적인 확산이 광학 변조기(2101 및 2103) 사이의 무아레 간섭을 완화하기 위해 필요로 될 수도 있으며, 확산기(2102)에 대한 확산 가중치 및 거리를 선택하는 것에 의해 추가될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 광학 변조기(2101)의 디스플레이 해상도는 2103의 디스플레이 해상도보다 더 낮을 것이며, 광학 변조기(2103)의 디스플레이 해상도는 2105의 디스플레이 해상도보다 더 낮을 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 디스플레이 레이어 간격(s 및 t)은 상이할 수도 있고, 몇몇 실시형태에서, 그들은 동일할 수도 있다.
- [0190] 상기에서 언급된 이점과 조합하여 실현될 수도 있는 디스플레이 디바이스의 하나 이상의 레이어의 공간 해상도를 감소시키는 것의 다른 이점은, 감소된 렌더링 및 최적화 계산 비용의 이점이다. 최적화 및 렌더링 비용은 디스플레이 시스템으로 표현하는 것이 가능한 개별 광선의 수의 함수이다. 개별 광선의 수는, 조합하여, 각각의 디스플레이 레이어에서의 이미지 엘리먼트의 수에 의존한다. 종종 무아레 간섭을 완화하기 위해 의도적으로, 또는 디스플레이 디바이스 내의 다양한 주변 레이어의 속성을 통해 의도치 않게 도입되는 광학적 블러의 존재 하에서, 뷰어로부터 가장 멀리 있는 디스플레이 레이어 상의 단일 이미지 엘리먼트는 개별적으로 분해 가능하지 않을 것이다. 따라서, 이 픽셀 그리드에 대한 콘텐츠를 렌더링하고 최적화하기 위한 계산 비용이 낭비될 것이다. 이 경우에, 몇몇 실시형태에서, 각각의 디스플레이 엘리먼트가, 디스플레이의 예상된 뷰잉 거리에 있는 뷰어에 의해 개별적으로 분해 가능하기 직전까지, 계산 효율성의 목적을 위해 상기 디스플레이 레이어 상의 이미지 엘리먼트의 수를 감소시키는 것이 유익할 수도 있다.
- [0191] 리프레시율/시간 해상도
- [0192] 본 명세서에서 설명되는 최적화 기술은, 위에 설명된 비선형성 및 얽힘 요건을 준수하는 많은 시스템을 사용하여 라이트 필드를 합성하기 위해 사용될 수도 있다. 높은 시간적 리프레시율에 의해 제공되는 추가적인 자유도는, 상기에서 설명되는 교환 공간에서 더 많은 유연성을 허용한다. 이것은, 높은 시간적 리프레시율을 갖는 최적화된 디스플레이가 고품질 이미지를 생성할 수도 있다는 것을 의미한다.
- [0193] 먼저, 인간 시각 시스템의 가변적인 플리커 융합 레이트(flicker fusion rate)를 논의하는 것이 도움이 되는데, 플리커 융합 레이트는, 넘어서면 뷰어가 중심 시각에서 플리커를 인식하지 못할 레이트이다. 플리커 융합 레이트는 절대 광 강도, 및 플리커 신호의 상대적 크기(고강도와 저강도 사이의 차이)와 관련하여 변한다. 밝은 조명 환경에서의 플리커 융합은 대략적으로 60 Hz에서 발생하며, 어두운 환경에서는 40 Hz의 낮은 플리커 레이트에서 발생할 수도 있다. 이 논의에서, 플리커 융합 기간은 플리커 융합 레이트의 역수로 간주될 것이다. 레이어의 스택 내의 각각의 레이어가 상기 레이어 상의 각각의 픽셀을 순차적으로 동시에 리프레시하는 것에 의해, 상기 디스플레이 레이어의 각각이 하나의 프레임을 동시에 스캔하게 되는 최적화된 디스플레이의 경우, 레이어의 전체 스택은, 스택의 임의의 하나의 엘리먼트와 동일한 리프레시율을 갖는 것으로 나타날 것이다. 따라서, 1/240 초 내에 전체 프레임을 스캔할 수 있는 레이어 스택은 240 Hz의 리프레시율을 가질 것이다. 이 스택으로부터 구성되는 최적화된 디스플레이는, 밝은 조명 조건에서 뷰어의 플리커 융합 기간 내에 네개의 이미지를, 그리고 플리커 융합 기간 내에 여섯개의 이미지를 스캔하는 능력을 가질 것이다. 플리커 융합을 관찰하는 다른 방식은, 인간 시각 시스템이 시간적으로 대역 제한되고 대역 외 시간 주파수를 인식하지 못하는 것이다.
- [0194] 라이트 필드 디스플레이에 대한 리프레시율 요건의 질문에 대답함에 있어서 도움이 되는 하나의 메트릭은, 디스

플레이 출력 공간의 대수적 랭크와 비교하여, 디스플레이 레이어에 의해 파라미터화될 때 디스플레이될 라이트 필드의 대수적 랭크를 고려하는 것이다. 240 Hz의 3 평면이 적층된 승산적 디스플레이 구성의 경우, 이것은 순서 3, 랭크 4 텐서에 대해 순서 3 텐서로 파라미터화되는 디스플레이될 라이트 필드의 랭크(종종 10과 20 사이)를 고려하는 것을 구성할 것이다. 완벽한 재구성을 위해, 랭크는 동일할 필요가 있을 것이다. 그러나, 실제로는, 라이트 필드의 랭크별 분해에서 모든 엘리먼트에 걸쳐 정보가 균일하게 분배되지 않는다. 이것은, 몇몇 장면의 경우, 라이트 필드의 랭크 4 재구성이 허용 가능한 품질을 가질 수도 있다는 것을 의미한다. 1000 Hz 리프레시율을 갖는 스크린은 시간 다중화만을 사용하여 대부분의 자연적인 라이트 필드 장면을 재구성할 수 있을 수도 있다.

[0195] 고속 디스플레이 레이어로부터 이점을 달성하기 위해, 스택의 적어도 두개의 디스플레이 레이어가 동일한 레이트에서 업데이트되어야 한다. 간단한 사고 실험이, 다른 레이어보다 빠르게 업데이트되는 단일 레이어가 최적화된 디스플레이의 자유도를 향상시키지 않을 이유를 드러낸다. 인간 시각 시스템은, 단일 플리커 융합 기간 동안 발생하는 모든 프레임에 걸쳐 대략적으로 평균할 것이다. 단일 디스플레이 레이어만이 하나의 주기에서 업데이트되면, 문제는, 다중 선형적이기보다는, 선형적으로 되고, 플리커 융합 기간 동안 디스플레이되는 프레임의 평균은, 급격하게 업데이트하는 레이어 상에서 더 낮은 레이트에서 디스플레이될 수 있다.

[0196] 이러한 추론으로부터, 다중 레이어 시스템에서, 디스플레이 업데이트가 효율적으로 사용되려면 적어도 두개의 레이어를 동일한 레이트에서 업데이트하도록 구성되어야만 한다는 것을 알게 된다. 몇몇 구현예에서, 하나보다 많은 레이어가 남아 있는 한, 나머지 레이어를 업데이트하면서, 다중 레이어의 최적화된 디스플레이의 적어도 하나의 레이어를 일정하게 유지하는 것이 유익할 수도 있다. 이것은, 계산을 단순화하기 위해, (결과를 계산하는 데 더 많은 시간을 소비하는 것과는 대조적으로) 결과를 유저에게 더 빨리 전달하기 위해, 그리고 다르게는 최적화 문제를 푸는 것으로 사라질 전력을 절약하기 위해, 사용될 수도 있다.

[0197] 최신 디스플레이 하드웨어는 각각의 이미지 엘리먼트를 순서대로 업데이트하는데, 종종 래스터 스캔, 또는 스캔아웃으로 칭해진다. 통상적으로 사용되는 시퀀스는, 스크린의 최상부 행에서 시작하고, 제1 라인을 따른 각각의 픽셀을 순차적으로 업데이트하고, 그 다음, 다음 라인으로 진행하고, 전체 스크린이 업데이트될 때까지 계속된다. 현재까지, 최적화된 디스플레이는, 최적화된 디스플레이의 각각의 레이어에 대해 이 래스터 스캔 업데이트 시퀀스를 사용하는 상업용 기성품 디스플레이 하드웨어를 사용하여 만들어졌다.

[0198] 그러나, 몇몇 실시형태에서, (예를 들면, 최적화된 디스플레이를 생성하기 위해 상품 디스플레이 하드웨어 (commodity display hardware)를 사용하는 경우) 디스플레이 레이어의 광학 엘리먼트를 업데이트하는 것에 대해 상이한 비순차적인 접근법을 취하는 것이 유익할 수도 있다는 것을 본 발명자는 인식하고 알게 되었다. 최적화된 디스플레이에서, 목적하는 이미지를 나타내는 데 이용 가능한 자유도의 수를 증가시키기 위해, 더 높은 레이트에서 스크린을 업데이트하는 것이 유익할 수도 있다는 것을 본 발명자는 인식하였다. 실제로는, 목적하는 이미지의 모든 영역이 표현하기에 동등하게 복잡하지는 않을 것이다. 따라서, 실제로, 디스플레이 레이어의 다른 영역을 더 천천히 업데이트하는 것을 대가로 디스플레이 레이어의 몇몇 영역을 신속하게 업데이트하는 것이 유익할 수도 있다. 비순차적 업데이트는 업데이트 레이트에서 이러한 절충을 허용한다.

[0199] DisplayPort와 같은 최신 디스플레이 버스는, 표준 디스플레이의 요건을 넘어서는 대역폭을 가지고 있다. 순차적 디스플레이 업데이트 스킴에서, 픽셀의 순서가 그들의 위치를 결정한다는 것을 가정하기 때문에, 어떤 픽셀 어드레스도 필요로 되지 않는다. 최신 디스플레이 버스의 대역폭 때문에, 픽셀 값 및 픽셀 좌표(주소)를 포함하는 데이터 블록을 디스플레이 컨트롤러로 전달하여, 임의의 픽셀이 업데이트되는 것을 허용하는 것이 가능하다.

[0200] 한편, 비순차적 업데이트 스킴을 사용하는 디스플레이 레이어를 갖는 최적화된 다중 레이어 디스플레이에서, 높은 장면 디스패리티 또는 매우 밝은 화상에 대응하는, 또는 다르게는, 표현하기 위해 많은 자유도를 필요로 하는 디스플레이의 영역이 더 빠르게 업데이트될 수도 있고, 더 어두운, 낮은 디스패리티 영역, 또는 표현에 더 적은 자유도를 필요로 하는 영역은 더 느리게 업데이트될 수 있다. 예를 들면, 블랭킹 간격을 무시하고 60 Hz에서 업데이트되는 1024 × 768 픽셀 스크린에서는, 각각의 픽셀은 1/47185920 초(47 MHz) 내에 업데이트된다. LCD와 같은 몇몇 디스플레이 기술이, 단일 이미지 엘리먼트에 이러한 신속한 업데이트를 허용하지 않을 안정 시간을 가지지만, 이미지 엘리먼트의 그룹은 60 Hz보다 훨씬 더 높은 레이트에서 업데이트될 수 있다. 반대로, 많은 디스플레이 기술에서, 픽셀은 업데이트되지 않고 1/60 초보다 더 긴 시간 동안 자신의 상태를 유지할 것인데, 디스플레이 상의 이미지 데이터를 손실하지 않고도 스크린의 다른 영역을 더 낮은 레이트에서 업데이트하는 것이 가능하다는 것을 의미한다.

[0201] 따라서, 몇몇 실시형태에서, 최적화된 다중 레이어 디스플레이와 함께 이러한 비순차적 주소 지정 스킴을 사용

하는 경우, 최적화 알고리즘이 업데이트의 시퀀스를 지시하여, 재구성 에러를 대역 밖으로, 또는 인간 관찰자의 플리커 용합 레이트 위로 푸시하는 것이 가능하다.

[0202] 이층 스크린으로부터 방출되는 라이트 필드가 각각의 레이어 상에 디스플레이되는 감쇠 함수의 외적이라는 점에서 승산적 다중 레이어의 디스플레이 디바이스 상에서의 라이트 필드 디스플레이의 문제가 랭크 1이기 때문에, 따라서, 디스플레이 상에 나타내어지는 2D 이미지가 행 및 열 드라이버 회로의 전기적 상태의 랭크 1 외적이라는 점에서, 표준 행 및 열 드라이버를 통해 스캔 출력되는 디스플레이의 문제점도 또한 랭크 1 문제이라는 것이 인식되어야 한다. 행 및 열 드라이버를 사용하여 픽셀을 주소 지정하는 문제가, 통상적으로, 각각의 시간 단계에서 업데이트할 단일 픽셀을 선택하는 것에 의해 사소하게 해결되지만, 많은 디스플레이 디바이스에서 동시에 사용되는 디스플레이 행-열 드라이버 회로를 용도 변경하여, 각각의 시간 단계에서 랭크 1 이미지의 시퀀스를 대신 생성하는 것이 가능하다. 본 문서의 앞부분에서 개설되는 일반적인 형태의 단일 최적화 알고리즘은 다수의 디스플레이 레이어를 주소 지정하도록 공식화될 수 있는데, 상기 레이어의 각각은 행 및 열 드라이버에 의해 주소 지정되고, 상기 드라이버에게는 각각의 시간 단계에서 상기 디스플레이 레이어의 각각에 대해 랭크 1 이미지를 생성하는 작동 신호가 전송되고, 상기 다수의 디스플레이 레이어는 최적화된 라이트 필드 디스플레이를 포함하고, 상기 라이트 필드 디스플레이의 출력은 각각의 시간 단계에서의 각각의 디스플레이 레이어 상에서의 이미지의 랭크 1 외적이다. 높은 빈도로 발생하는 많은 시간 단계를 갖는 것에 의해, 시간적으로 대역 밖으로 에러를 푸시하고 인간 뷰어에 대한 고품질 이미지를 만드는 것이 가능하다.

[0203] 몇몇 실시형태에서, 현존하는 디스플레이 컨트롤러 펌웨어와 호환 가능한 몇몇 하이브리드 디스플레이 레이어 업데이트 스킴도 또한 가능하다. 예를 들면, 복잡도가 낮은 장면을 디스플레이하는 경우 전력을 절약하기 위해, 디스플레이의 리프레시율을 변경하는 것이 가능하다. 예를 들면, 시간이 지남에 따라 거의 변하지 않는 장면 콘텐츠, 또는 뷰 디스패리티가 낮은 장면 콘텐츠는 고품질로 디스플레이하기 위해 더 낮은 디스플레이 리프레시율을 요구할 것이다.

[0204] 디스플레이 레이어 간격

[0205] 도 18A는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태를 예시하는 것을 돕는 핀홀 디스플레이의 상세도를 도시한다. 변조기(1801a 및 1801b)는 핀홀 디스플레이(1801)를 포함한다. 변조기(1801b)의 개개의 픽셀(1802, 1803, 1804)은 변조기(1801a)의 투명 픽셀(1805)을 통해 관측될 수도 있다. 이것은 세개의 별개의 뷰 콘을 생성한다. 도 18B는, 대응하는 뷰 콘을 갖는, 도 18A의 배열의 더 먼 뷰를 도시한다. 가상 오브젝트(1806)가 디스플레이(1801)의 위치에 대해서 도시된다. 도 18C는 도 18B와 동일한 레벨의 세부 사항을 갖는 상이한 시스템을 도시하는데, 그 시스템은 기술 분야에서 공지되어 있는 비 음수 매트릭스 인수분해 방법과 함께 사용하도록 구성된다. 가상 오브젝트(1806)는 비 음수 매트릭스 인수분해(NNMF)와 함께 사용하기 위해 도 18A 및 도 18B에서보다 더 멀리 위치되는 변조기(1801a 및 1801b)의 위치에 대해서 도시된다.

[0206] 최적화된 다중 레이어 라이트 필드 디스플레이에서, 레이어 간격의 선택은 디스플레이된 이미지의 관찰된 품질에 상당한 영향을 끼칠 수도 있다. 실제로, 디스플레이될 콘텐츠와 조합하여, 최적화된 다중 레이어 디스플레이를 구동하는 최적화 알고리즘에 의해 활용되는 피쳐는, 목적하는 결과를 획득하기 위해 사용되는 최상의 전략을 지시할 것이다.

[0207] 최적화 알고리즘이, 비 음수 매트릭스 인수분해를 사용하는 디스플레이와 같은, 라이트 필드 효과를 생성하기 위해 다중 레이어 디바이스의 3D 기하학적 형상을 활용하는 구성에서, 최상의 실시는, 표현될 가상 장면의 최대 깊이의 거리의 30% 내지 40%에서 레이어를 이격시키는 것이다. 예를 들면, NNMF 방법을 사용하는 최적화된 디스플레이 디바이스가, 4 cm의 실세계 깊이를 갖는 3D 장면을 나타내는 라이트 필드를 디스플레이하는 데 자신이 필요로 되는 애플리케이션에 배치되면, 레이어 간격은 1.2 cm와 1.6 cm 사이에 있어야 한다. 디스플레이는, 스크린의 중앙 평면 뒤에서, 그 앞에서 보다, 오브젝트를 더 효율적으로 나타낼 것이다. 따라서, 디스플레이의 4 cm 범위는 디스플레이 후방을 향해 편향될 것이다. 이 경험 법칙은 출발점을 제공하며, 최적의 값은, 시스템의 FOV, 시스템 상에 디스플레이되는 콘텐츠, 허용 가능한 블러의 양, 디스플레이 레이어의 공간 해상도, 및 가장 전방의 패널의 샘플 그리드에 의해 생성되는 회절 블러를 비롯한, 많은 요인에 의존할 것이다.

[0208] 몇몇 타입의 다중 레이어 시스템에 대한 중요한 고려 사항인 또 다른 요인은, 최대 해상도의 평면의 깊이 위치이다. 최적화된 다중 레이어 디스플레이에서 최대 공간 샘플링을 갖는 평면은, 디스플레이의 가장 전방의 레이어 상에서 발생할 것인데, 높은 공간 샘플링은 또한 최적화된 디스플레이의 다른 디스플레이 레이어에서도 사용 가능하다. 따라서, 몇몇 실시형태에서, 디스플레이 레이어는, 예를 들면, 읽기 쉬운 텍스트가 나타나는 임계 깊이에 배치될 수도 있다. 디스플레이 성능에 대한 통찰은, 최적화 프레임 워크 및 의도된 콘텐츠와 연계하여 물

리적 시스템의 시뮬레이션을 실행하는 것에 의해 얻어질 수도 있다.

- [0209] 최적화된 디스플레이가 높은 시간적 업데이트 레이트(예를 들면, 60 Hz 이상)에 대응하는 하드웨어를 갖는 실시 형태에서, 다중 레이어 디바이스의 3D 기하학적 형상 및 디스플레이의 높은 시간적 샘플 레이트 둘 모두를 활용하는 최적화 알고리즘이 사용될 수도 있다. 이 경우, 최적화된 디스플레이의 DOF를 확장시키기 위해 적절한 최적화 알고리즘에 의해 사용될 수도 있는 자유도를 디스플레이의 고속 시간 변화가 제공하기 때문에, 간격 가이드라인은 완화될 수도 있다. 완화의 정도는 변조기의 속도에 크게 의존하며, 시뮬레이션을 통해 이해될 수도 있다.
- [0210] 최적화된 디스플레이가 고주파수 공간 샘플링(예를 들면, 통상적인 뷰잉 거리에서 1 아크-분 미만의 픽셀 피치를 갖는 픽셀 그리드)에 대응할 수 있는 하드웨어를 갖는 실시 형태에서, 다중 레이어 디바이스의 3D 기하학적 형상 및 디스플레이의 높은 공간 샘플 레이트 둘 모두를 활용하는 최적화 알고리즘이 사용될 수도 있다. 이들 경우, 시차에 기반의 효과를 생성하는 작동 패턴은, 레이어 사이의 간격이 또한 작을 수 있는(예를 들면, 6mm 미만) 충분히 작은 피치를 가질 수도 있다. 이것은 필수 레이어 간격을 핀홀 디스플레이에 의해 필요로 되는 것만큼 좁게 또는 더 좁게 만든다.
- [0211] 컬러
- [0212] 종래의 다중 레이어의 최적화된 디스플레이는, 일반적으로, 컬러 필터 어레이를 갖는 동일한 LCD 패널을 사용하여 생성되는데, 컬러 채널의 각각은 서로 독립적으로 최적화된다. 본 발명자는 최적화된 다중 레이어 디스플레이의 다수의 컬러 채널에 대한 작동 신호를 공동으로 결정하기 위한 기술을 개발하였다. 이 개발은, 많은 새로운 물리적 설계, 및 현존하는 하드웨어 설계 내에서 향상된 성능을 허용한다.
- [0213] 각각의 LCD 패널이 동일한 컬러 필터 어레이의 동일한 배열을 포함하는 LCD 패널의 스택을 포함하는 최적화된 다중 레이어 디스플레이에서, 컬러 필터 사이에 크로스토크가 존재할 것이고, 그 결과, LCD의 컬러 채널은 진정하게 분리되지는 않는다. 이상적인 컬러 필터를 갖는 LCD 패널의 스택을 포함하는 가상의 다중 레이어 디스플레이에서, 제1 레이어의 적색 컬러 필터를 통해 투과되는 광은, 제2 레이어의 녹색 필터를 통해 투과되지 않을 것이고, LCD 패널의 컬러 필터 어레이 내에 포함되는 컬러 필터의 각각의 동일하지 않은 쌍에 대해 계속 그런 식일 것이다. 이 이상적인 다중 레이어 디스플레이 시스템은, 컬러 채널이 상호 작용하지 않기 때문에, 각각의 컬러 채널의 독립적인 최적화를 허용할 것이다. 그러나, 실제로는, 하나의 레이어 상의 하나의 컬러 채널로부터의 광이 다른 레이어 상의 다른 컬러 채널을 통해 흐르는 것을 컬러 필터 사이의 크로스토크가 허용할 것이다. 본 발명자는, 디스플레이된 라이트 필드 또는 이미지에서 목적하는 컬러를 정확하게 재생하기 위해, 최적화된 디스플레이를 구동하는 작동 신호가 모든 컬러 채널 사이에서 공동으로 그리고 컬러 채널 사이의 크로스토크 기능의 지식을 가지고 생성되어야만 한다는 것을 인식하였다.
- [0214] 본 발명자는, 최적화된 다중 레이어 디스플레이를 구동하는 작동 신호가 모든 컬러 채널 사이에서 공동으로 획득되는, 각각의 레이어 상에 동일한 컬러 필터를 갖는 최적화된 다중 레이어 디스플레이의 경우에, 목적하는 라이트 필드 또는 이미지의 컬러가 정확한 표현을 획득하는 것이 가능할 뿐만 아니라, 또한 더 넓은 컬러 색역(gamut), 및 공간적으로 서브샘플링된 화상을 달성하기 위해 컬러 크로스토크를 활용하는 것도 가능하다는 것을 인식하고 알게 되었다. 각각의 레이어 상의 하나씩의, 동일하지 않은 컬러 필터의 쌍으로부터 방출되는 광의 컬러는, 이미지 형성을 위해 사용될 수 있는 새로운 컬러 원색(color primary)을 도입할 것이다. 예를 들면, 제1 레이어 상의 적색 컬러 필터 및 제2 레이어 상의 녹색 컬러 필터와 교차하는 경로를 따라 방출되는 광은, 컬러 필터의 응답 곡선 굽의 방식에 따라, 노란색-주황색으로 나타날 수도 있을 것이다.
- [0215] 컬러 필터 응답이 크로스토크를 갖지 않으며, 컬러 필터가 픽셀별로 컬러 하위 픽셀로 배열되는 이상적인 다중 레이어 디스플레이에서, 각각의 컬러 채널의 공간 해상도는 디스플레이의 공간 해상도와 동일하다. 이 시나리오에서, 각각의 컬러 채널을 독립적으로 고려하는 경우, 각각의 디스플레이 레이어 상의 동일한 컬러 필터와 교차하는 광선만이 전파할 것이다. 이것은, 각각의 컬러 채널에 대해, 가시적인 컬러 서브픽셀의 샘플 레이트가 전체 디스플레이 샘플 레이트와 동일하다는 것을 의미한다. 그러나, 컬러 필터 사이에 컬러 크로스토크를 나타내는 실제 디스플레이에서, 광은 상이한 디스플레이 레이어 상의 동일하지 않은 컬러 필터와 교차하는 광선 경로를 따라 가시적인 것인데, 컬러의 적어도 서브세트에 대해, 공간 샘플링이 서브픽셀 샘플 레이트의 것까지 증가될 수도 있다는 것을 의미한다.
- [0216] 디스플레이 제조시에, 컬러 필터 어레이는, 증가된 컬러 색역 및 증가된 공간 샘플링의 상기 언급된 효과뿐만 아니라, 디스플레이의 광학적 강도를 극대화하도록 튜닝될 수도 있다. 일반적으로, 이들 수정의 목표는, 컬러

필터를 통한 광 손실을 감소시키기 위해, 다수의 디스플레이 레이어의 각각 상에서 하나씩 발생하는 다수의 변조를 활용하는 것, 및 레이어의 각각 상에서의 필터의 조합을 통해 디스플레이의 출력에서 이용 가능한 다양한 컬러 원색을 증가시키는 것이다. 다중 레이어 디스플레이를 나가는 광선에 대한 관찰된 컬러 필터 응답이, 레이어의 스택을 통한 광선 경로를 따른 컬러 필터 응답의 곱이기 때문에, 컬러 필터 응답의 승산적 조합이 달성될 수도 있다.

[0217] 도 19A 및 도 19B는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 광학 변조기의 컬러 픽셀에서 사용되는 컬러 필터 응답에서 사용될 수도 있는, 또는 그 컬러 필터 응답을 예시화할 수도 있는 컬러 필터 응답을 묘사한다. 디스플레이가 두개의 광 감쇠 레이어로부터 생성되는 실시형태에서, 레이어를 통해 단일 광선 경로를 따른 관찰된 컬러는, 상기 광선이 상기 레이어와 교차하는 위치에서의 각각의 레이어의 컬러 응답의 곱일 것이다. 도 19A에서, 실선(1901 및 1902)은, 각각, 기술 분야에서 공지되어 있는 LCD 패널에서 발견되는 표준 적색 및 녹색 컬러 필터 응답을 나타낸다. 이러한 응답의 70 nm의 반치전폭을 가질 수도 있을 것이다. 점선(1903, 1904 및 1905)은, 두개의 컬러 필터의 세계의 조합의 곱을 각각 나타낸다 - 1901 × 1901, 1901 × 1902, 및 1902 × 1902. 상기 언급된 곱은 컬러 응답(1901 및 1902)을 갖는 픽셀을 포함하는 두개의 레이어를 적층하는 것에 의해 관찰되는 가능한 컬러를 포함할 것이다.

[0218] 도 19B는 실선(1906 및 1907)으로 도시되는 수정된 컬러 응답을 묘사한다. 점선(1908, 1909 및 1910)은, 두개의 컬러 필터의 세계의 조합의 곱을 각각 나타낸다 - 1906 × 1906, 1906 × 1907, 및 1907 × 1907. 응답(1906 및 1907)은, 그들의 곱이 곡선 하에서 더 큰 면적을 가지도록, 따라서 더 많은 광 에너지가 컬러 필터를 통과하는 것을 허용하도록, 1901 및 1902로부터 수정되었다. 수정된 컬러 필터 응답은 통상적으로 100 nm보다 더 큰 반치전폭을 가질 것이다.

[0219] 몇몇 실시형태에서, 컬러 필터 응답은, 표준 컬러 필터 응답의 제공근을 취하는 것에 의해 수정될 수도 있다. 또한, 컬러 필터 응답의 변수 세트에 걸친 집성본(corpus) 내에서 라이트 필드 재구성 에러를 최소화하는 최적화 문제를 실행하는 것에 의해 라이트 필드 이미지의 집성본에 대한 최적의 컬러 필터 응답을 결정하는 것이 가능하다. 몇몇 실시형태에서, 컬러 원색은, 최적화된 다중 레이어 라이트 필드 디스플레이의 하나 이상의 레이어로부터 완전히 제거될 수도 있다. 색도는 인간 시각 시스템에 의한 휘도보다 더 낮은 해상도에서 인식되는 것이 잘 알려져 있다. 이 시각 사실은, 멀티 레이어 디스플레이의 하나 이상의 레이어로부터 컬러 필터 어레이를 제외시키는 것에 의해 더 나은 광 효율성을 갖는 최적화된 다중 레이어 라이트 필드 디스플레이를 생성하도록 활용될 수 있다.

[0220] 몇몇 실시형태에서, 최적화된 라이트 필드 디스플레이에 의해 디스플레이될 라이트 필드 이미지를 휘도 및 색도 성분으로 분해 하고, 그 다음, 색도 성분의 해상도를 데시메이팅하고(decimate), 그리고 타깃 고해상도 휘도 성분 및 저해상도 색도 성분을 공동으로 통합하는 상기 최적화된 디스플레이에 대한 비용 함수를 생성하는 것이 가능할 수도 있다. 광학 스택이, 통상적으로 LCD 패널에서 발견되는 RGB 컬러 필터 어레이를 갖는 하나의 레이어 및 컬러 필터 어레이가 없는 제2 그레이 스케일 LCD를 포함하는 실시형태에서, 컬러 필터 어레이의 각각의 서브픽셀은 휘도 이미지에 기여할 것이고, 한편 저해상도 색도 이미지는, 컬러 레이어의 컬러 픽셀과 컬러 필터 어레이가 없는 레이어의 그레이 스케일 픽셀 사이에 형성될 것이다.

[0221] 디스플레이 레이어의 수

[0222] 최적화된 라이트 필드 디스플레이에 사용 가능한 자유도를 증가시키는 방식 중 하나는, 디스플레이 내의 레이어의 수를 증가시키는 것이다. 다중 레이어 디스플레이에서 디스플레이 레이어의 수를 증가시킬 본질적인 절충이 존재한다. 추가적인 레이어에 의해 부여되는 여분의 자유도는 디스플레이 품질에 대한 이론적인 상한을 향상시키는 데 기여하지만, 실제로 비이상적인 디스플레이 레이어의 추가는, 흡수 및 산란에 기인하는 광 손실을 증가시킬 것이고, 특성 묘사되지 않는 경우, 이미지 아티팩트에 기여할 내부 반사를 생성할 것이다.

[0223] 최적화된 다중 레이어 디스플레이를 구동하는 최적화의 (예를 들면, 적절한 비용 함수를 통한) 공식에서 반사된 광선 경로를 고려하는 것에 의해 내부 반사를 보상하는 것이 가능하다. 종종, 첫 번째 바운스만을 보상하는 것이 필요할 수도 있지만, 다중 바운스 보정도 또한 가능하다.

[0224] 도 20은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 다중 레이어 멀티뷰 디스플레이 내에서의 내부 반사를 보상하기 위한 기술을 예시한다. 도시되는 바와 같이, 광학 변조기(2001 및 2002)는 라이트 필드 디스플레이를 형성하도록 거리 s만큼 떨어져 배치된다. 광선(2005)은 두 레이어를 직접적으로 투과된다. 몇몇 처리법에서, 뷰어(2004)에 의해 관찰되기 이전에 x0_1에서 방출되고, x1_1과 x0_0으로부터 반사되고 x1_0을 통과하는

광선(2006)은 무시될 수도 있다. 그러나, 광선(2006) 및 다른 이러한 반사된 광선의 효과를 고려하는 것이 유익할 수도 있다. 두개의 광선 번들(bundle)이 도 20에서 묘화되어 있다. 광선 번들(2007)은 광학 변조기(2001)에서 시작하여 광학 변조기(2002)를 통과하고, 광선 번들(2008)은 광학 변조기(2001)에서 시작하고, 그 다음, 광학 변조기(2002)에서 튕겨지고, 그 다음 광학 변조기(2001)에서 튕겨지고, 그 다음 광학 변조기(2002)를 통과한다. 광선 번들(2007 및 2008)의 경로를 추적하는 것에 의해, 광선 번들(2008)의 튕겨지는 광선 경로는, 광학 변조기(2001)로부터 위치 2s에 있는 추가적인 가산적 광학 변조기 레이어(2003)로서 등가적으로 모델링될 수 있다는 것이 나타내어진다.

- [0225] 무아레 간섭은, 규칙적인 공간 분포 패턴 사이의 공간 앨리어싱에 의해 야기되며, 광학 커뮤니티에서 잘 이해된다. 다중 레이어 디스플레이의 디스플레이 레이어 사이에 확산기를 배치하는 것은, 무아레 간섭을 야기하는 높은 공간 주파수를 블러링 처리하는 하는 것에 의해 무아레 효과를 완화할 수 있다는 것이 나타내어졌다. 여기에서, 멀티 레이어 디스플레이에 확산기를 배치하기 위한 대안적인 방법을 나타낸다.
- [0226] 디스플레이가 두 개보다 많은 레이어를 갖는 경우를 포함하여, 다중 레이어 디스플레이에서의 확산기 배치와 관련된 다양한 문제가 있다. 확산기 배치의 일반적인 목표는, 다중 레이어 디스플레이 스택에서의 레이어의 각각의 재료로부터 결과적으로 나타나는 블러 커널이 결합되면, 뷰어의 관점에서, 디스플레이 샘플링 그리드의 공간 주파수를 감소시킬만큼만 충분히 큰, 그리고 관측 가능한 공간적 해상도의 손실을 방지하는 데 필요한 것보다 더 크지 않은 블러 커널을 생성하는 것을 보장하는 것이다. 또한, 디스플레이 레이어 자체가 회절에 기인하는 블러를 생성한다는 것, 및 이 블러가 뷰어에 더 가까운 레이어와의 무아레 간섭을 감소시키기 위해 활용될 수 있다는 것을 유의한다.
- [0227] 각각의 레이어 사이에서 필요로 되는 블러의 양을 찾는 하나의 방법은, 문제가 되고 있는 레이어를 다음 레이어로 투영하고, 신호를 승산하고, 결과의 스펙트럼을 최소 허용 가능한 무아레 주파수와 비교하여, 전체 블러 기능의 집합적 특성 묘사를 생성하는 것이다. 최적화 기반의 다중 레이어 디스플레이에서, 최적화 공식은, 일반적으로, 앞서 언급된 특성 묘사와 같은 특성 묘사를 통합한다.
- [0228] 광학 변조기를 갖는 최적화된 디스플레이
- [0229] 최적화된 디스플레이는, 예를 들면, 액정 디스플레이 디바이스와 같은 아주 다양한 광 변조 디바이스와 함께 구성될 수도 있다. 이 섹션에서, 본 명세서에서 설명되는 몇몇 실시형태에 따라 구현되는 최적화된 라이트 필드 디스플레이에 대한 변조기 엘리먼트를 포함할 수 있는 디바이스의 몇몇 유용한 조합을 열거한다. 하기에서 개시되는 변조기 조합은 본 명세서에서 설명되는 기술 중 많은 것과 함께 사용될 수도 있다.
- [0230] 몇몇 실시형태에서, TFT, TN, Pi 셀, 및 강유전성 LCD를 포함하는, 그러나 이들로 제한되지는 않는 아주 다양한 LCD 기술이 사용될 수도 있다.
- [0231] 몇몇 실시형태에서, 발광 디바이스(예를 들면, 유기 LED 디스플레이)는, 적어도 하나의 발광 디바이스 앞에 적어도 하나의 광 감쇠 디바이스가 존재하는 한, 감쇠 디바이스(예를 들면, LCD 패널)와 결합될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 최적화된 디스플레이는, 작은 간격의 이층 스택의 OLED 디스플레이를 LCD 디스플레이 뒤에 포함할 수도 있다. 이것은, 많은 LCD 및 백라이트 조합과 비교하여 감소된 전력 사용량 및 증가된 업데이트 레이트의 이점을 갖는다.
- [0232] 마이크로 전자 기계 시스템은, 높은 레이트에서 이진 불투명 상태 사이를 전환할 수 있는 슬라이딩 셔터 "광 밸브"를 생성하기 위해 사용되어 왔다. 몇몇 실시형태에서, 이들 광 밸브는, 이진 패턴을 생성하는 최적화 방법들과 함께, 최적화된 라이트 필드 디스플레이를 생성하기 위해 활용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 두개의 MEMS 셔터 디바이스는 레이어의 스택으로 배열될 수도 있다. 이들 디바이스에서의 레이어의 간격은 본 명세서에서 설명되는 방식 중 임의의 방식으로 결정될 수도 있다.
- [0233] LCD 패널은, 변조 상태의 정밀도가 별개의 레벨의 변조의 수에 대해 교환되도록 제조될 수도 있다. 따라서, 상기 패널의 출력이 단지 몇 비트로 양자화되는 LCD 패널을 생성하는 것이 가능하다. 일반적인 LCD 패널은 그들의 출력이 6 비트까지 양자화되지만, 반면 LCD 패널 상에 디스플레이하도록 의도되는 통상적인 이미지는 적어도 8 비트의 다이내믹 레인지를 갖는다. 목적하는 출력 다이내믹 레인지와 인간 뷰어로부터 이용 가능한 다이내믹 레인지 사이의 차이를 감추기 위해 시간 및 공간 디터링이 사용될 수도 있다. 승산적 레이어를 포함하는 최적화된 디스플레이에서, 출력 다이내믹 레인지는 레이어의 각각의 다이내믹 레인지의 합일 것이다. 예를 들면, 두개의 6 비트 LCD 레이어를 포함하는 최적화된 멀티 레이어 디스플레이는 12 비트의 다이내믹 레인지를 가질 것이다. 이것은, 최적화된 다중 레이어 디스플레이로부터 방출되는 라이트 필드의 다이내믹 레인지를 증가시키기 위한

최적화 알고리즘에서 고려될 수도 있다. 8 비트 출력을 갖는 디스플레이의 시각적 품질은 상기의 전략을 사용하여 향상될 수도 있다.

[0234] LCD 패널은, 통상적으로, 유입 광파(incoming light wave)의 편광 상태를 완전히 변조하기에 적절한 두께로 설계된다. LCD 디바이스의 유리 레이어 두께를 감소시키는 것은, 패널에 의해 변조되는 광의 양을 감소시켜, 디스플레이된 이미지의 관찰된 콘트라스트를 감소시킬 것이지만, 그러나 패널의 스위칭 레이트를 또한 증가시킬 것이다. 본 발명자는, 다중 레이어의 최적화된 디스플레이에서, 다수의 레이어를 통과하는 광선의 다수의 변조를 통해 디스플레이된 이미지에서 증가된 콘트라스트를 달성하는 것이 가능하기 때문에, 그리고, 증가된 시간 대역폭을 활용하여 상기 최적화된 디스플레이를 향상시키는 것이 가능하기 때문에, 콘트라스트와 디스플레이 업데이트 레이트 사이에서 절충을 행하는 것이 유익하다는 것을 인식하였다. 일반적인 LCD 콘트라스트는 1:1000을 넘는다. 최적화된 다중 레이어 디스플레이의 경우, 1:100 이하의 콘트라스트를 갖는 LCD를 사용하는 것이 가능하다.

[0235] 몇몇 실시형태에서, 최적화된 디스플레이는 프린트된 투명 시트로부터 제조될 수도 있다. 본 명세서에서 설명되는 신규의 양태는, 3D 효과의 인식을 생성하기 위해 사용되는 패시브 변조 레이어 스택의 박형화(thinness)이다. 인간 시각 시스템의 공간 대역 제한을 활용하는 최적화 알고리즘에 대한 솔루션으로부터 작동 신호를 설정하는 경우, 문헌에서 보고되는 것보다 훨씬 더 얇은 레이어 간격을 만드는 것이 가능하고, 문헌에서 보고되는 것보다 더 적은 수의 레이어를 사용하는 것이 가능하다.

[0236] 반사 기반의 최적화된 디스플레이

[0237] 투과성인 종래의 최적화된 디스플레이와는 달리, 본 발명자는, 반사성의 최적화된 라이트 필드 디스플레이를 허용하는 몇몇 최적화된 디스플레이 아키텍처를 개발하였다. 본 명세서에서 설명되는 반사 모드 최적화 디스플레이는 2개의 기본적인 구성 요소: 변조기 및 반사성 백플레인(back-plane)을 구비한다. 투과성의 최적화된 디스플레이에 대한 직접적인 대응성은 없지만, 반사성 평면의 유사성은, 백라이트 유닛이며 변조기는 동일하다.

[0238] 도 22A 내지 도 22F는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 반사 모드 멀티뷰 디스플레이의 양태를 예시한다. 묘사된 디스플레이는 적어도 하나의 투과성 변조기 및 반사성 백플레인을 포함한다. 상기 백플레인은 확산기 반사기 또는 거울 반사기일 수도 있으며, 그 자체가 또한 변조기일 수도 있다. 이 논의에서, 거울 반사는, 입사 광선이, 반사시, 시스템으로부터의 자신의 출사 경로 상에서 단지 단일의 변조기 엘리먼트와 만 의미있게 상호 작용할만큼 자신의 출사 방향에서 충분히 콤팩트하게 유지될 때, 발생할 수도 있다.

[0239] 도 22A는 (예를 들면, 거울일 수도 있는) 거울 반사기(2204)의 전방에 있는 투과성 광학 변조기(2203)를 도시한다. 광은, 평행 또는 거의 평행한 광선을 생성하는 원거리의 광원(2201)에서 발생한다. 뷰어(2202)는 디스플레이를 관찰한다. 뷰어(2202)에 도달하는 광선은 변조기(2203)를 두 번 통과해야만 한다 - 변조기를 통한 한 번의 통과, 광선이 광원(2201)으로부터 거울 반사기(2204)를 향해 이동함에 따라 진입시에 발생하고, 변조기를 통한 두 번째의 통과는, 거울 반사기(2204)로부터 뷰어(2202)를 향해 반사하는 출사시에 발생한다. 멀티뷰 디스플레이를 생성하기 위한 본 명세서에서 설명되는 방법에 따라, 그리고 광원(2201)으로의 조명 방향의 지식을 가지고 변조기(2203)의 픽셀을 제어하기 위해 작동 신호가 생성될 수도 있다.

[0240] 도 22B는, 다수의 투과성 변조기(2207, 2208)가 거울 반사기(2209) 앞에 배치되는 다른 실시형태를 도시한다. 이 실시형태에서, 원거리 점 광원(2205)으로부터의 광선은 네 번 변조된다 - 두 번의 변조는, 광선이 광원(2205)으로부터 반사기(2209)로 진행함에 따라 발생하고 두 번의 추가적인 변조는, 광선이 거울 반사기(2209)로부터 뷰어 위치(2206)로 진행함에 따라 발생한다. 도 22B의 실시형태는, 확장된 시야, 및 증가된 뚜렷한 팝아웃을 포함하는, 그러나 이들로 제한되지는 않는 향상된 멀티뷰 디스플레이 성능을 허용하는 추가적인 자유도를 시스템에서 허용한다. 멀티뷰 디스플레이를 생성하기 위한 본 명세서에서 설명되는 방법에 따라, 그리고 광원(2205)으로의 조명 방향의 지식을 가지고 변조기(2207 및 2208)의 픽셀을 제어하기 위해 작동 신호가 생성될 수도 있다.

[0241] 도 22C는 스펙트럼 반사기(2214) 및 투과성 변조기(2213)의 배열을 도시한다. 점 광원(2210)은 디스플레이에 가깝게 배치되고, 그 결과, 광원(2210)으로부터 도달하는 광선은 평행한 것으로 간주될 수 없다. 이것은, 디스플레이의 몇몇 영역에 걸쳐 뷰어 위치(2212)를 광원(2210)에 연결하는 광선 경로가 존재하지 않을 것이기 때문에, 디스플레이의 영역이 뷰어(2212)에게 어둡게 보일 바람직하지 않은 상황으로 이어질 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 근처 광원에 대한 필요성은, 점 광원(2210)을 면광원(2211)으로 대체하는 것에 의해 수용될 수 있다. 광원의 위치 및 형상에 대한 지식은 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라 변조기(2213)에 대한 작동 신호를 계산

하기 위해 사용될 수도 있다.

[0242] 도 22D는 거울 반사성 변조기(2218)의 상부에 있는 투과성 변조기(2217)를 묘사한다. 이 경우, 원거리 집광원(2215)은, 변조기(2217)를 통해 이동하고, 반사성 변조기(2218)에서의 반사시 변조되며, 뷰어 위치(2216)를 향해 계속 진행함에 따라 변조기(2217)에서 세 번째로 변조되는 광선을 투사할 것이다. 몇몇 실시형태에서, 도 22D에서 묘사되는 엘리먼트의 배열은, 도 22A에서 묘사되는 바와 같이 거울 반사성 백플레인에서 이용 가능할 것을 넘어서게 반사성 멀티뷰 디스플레이 시스템에 자유도를 부가할 것이다. 변조기(2218, 2217)에 대한 작동 신호는 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라, 그리고 광원(2215)으로부터의 입사 광의 방향의 지식을 가지고 계산될 수도 있다.

[0243] 도 22E는 확산 반사기(2222)의 상부에 적층되는 투과성 변조기(2221)를 묘사한다. 확산 반사기는, 원거리 광원(2219)으로부터의 단일 광선이 변조 레이어(2221)에 의해 변조되고, 확산 반사기(2222)에 의해 산란되고, 그 다음 변조 레이어(2221) 상의 다수의 픽셀과 상호 작용하도록, 광을 산란시킨다. 넓은 반사 로브를 갖는 확산 반사기는, 단일의 원거리 광원(2219)과 커플링되는 경우, 확산 반사기 상의 변조기 상에 디스플레이되는 패턴의 이미지를 형성할 것이다. 따라서, 뷰어의 관점에서, 변조기(2221) 상의 패턴은 광원(2219)에 의해 확산 반사기(2222) 상으로 투영되는 동일한 패턴의 스케일링되고 시프트된 버전과 상호 작용할 것이다. 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이를 생성하기 위해 뷰어 위치(2220)에 추가하여, 시프트된 패턴 사이의 상기 상호 작용을 통합하는 작동 신호가, 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라 계산될 수도 있다.

[0244] 도 22F는 확산 반사기(2226)의 꼭대기에 있는 투과성 변조기(2225)의 구성을 묘사하는데, 확산 반사기는 좁은 반사 로브를 갖는다. 상기 좁은 로브는 상기 확산 반사기로부터 반사되는 광이 변조기(2225) 상의 픽셀의 작은 서브세트와 상호 작용하게 한다. 몇몇 실시형태에서, 변조기(2225) 상의 픽셀의 서브세트만을 포괄하는 각도 범위에 걸쳐 광이 산란되게 하는 좁은 확산 반사 로브가 멀티뷰 디스플레이 시스템에서의 자유도를 관리하는 유익한 방식을 가능하게 한다. 작동 신호는 개시된 기술에 따라 도 22F에서 묘사되는 시스템에 대해 계산될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 확산 반사기의 확산 로브의 사이즈, 점 광원(2223)의 방향, 및 뷰어(2224)의 위치를 또한 고려하는 것이 유용할 수도 있다.

[0245] 몇몇 타입의 변조 레이어에서, 광학 시스템에 조정을 행하는 것에 의해 더 큰 광학적 효율성을 달성하는 것이 가능할 수도 있다. 예를 들면, 광의 편광 상태를 보존하는 반사 표면 앞에 있는 LCD 패널의 경우, 광학적 투과를 증가시키기 위해 LCD의 후면 편광 레이어를 제거하는 것이 가능할 수도 있다. 이러한 셋업에서, 디스플레이의 강도 분포가 광학적으로 반전되는 것을 방지하기 위해, 몇몇 상황에서는, LCD의 전방 편광 레이어를 원형 편광기로 대체하는 것이 유익할 수도 있다. 수정된 LCD 변조기를, 실리콘 액정(LCOS) 디바이스와 같은, 입사 광의 편광 상태를 변경할 수 있는 반사성 변조기와 커플링하는 것은, 반사성 변조기 없이, 시스템의 광학적 효율성을 보존하면서 시스템에 반사성 변조기를 추가하는 효과를 갖는다.

[0246] 백라이트 설계

[0247] 본 발명자는, 효율성 목적을 위해, 최적화된 라이트 필드 디스플레이에 커플링되는 백라이트는, 예상 시정 영역에만 지향성 광 콘(directional light cone)을 제공하도록 설계되어야 한다는 것을 인식하였다. 예를 들면, 디스플레이가 90도 수평 범위에 걸쳐 뷰어를 지원할 것으로 예상되는 경우, 디스플레이의 변조 레이어 뒤에 배치되는 백라이트 유닛은 예상 뷰잉의 90도 범위에만 걸쳐 조명을 방출하도록 만들어져야 한다. 이것은, 한 명 이상의 뷰어의 위치를 추적하고 디스플레이가 콘텐츠를 나타내는 각도 영역을 업데이트하는 디스플레이의 경우에도 마찬가지이다. 많은 경우에, 디스플레이는 어떤 순간에도 좁은 시야를 가질 것이지만, 그러나 좁은 시야가 예상된 뷰잉 위치의 넓은 각도 영역을 다룰 수 있도록 좁은 시야는 다양한 방향에서 겨냥될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 이들 경우에, 백라이트의 설계를 상대적으로 간단하게 유지하기 위해, 백라이트는 예상된 뷰잉 위치의 전체 각도 영역에 걸쳐 광을 한 번 방출하도록 만들어질 수도 있다. 실제로, 광학 재료의 비 이상적인 성질로 인해, 효율적인 각도 백라이트에 의해 방출되는 광의 적어도 90%가 예상된 뷰어 위치를 포함하는 각도 영역에 떨어지는 것이 예상된다.

[0248] V.B 근안(Near Eye) 라이트 필드 디스플레이

[0249] 근안 라이트 필드 디스플레이의 비제한적인 예는 가상 현실 디스플레이(예를 들면, 눈과 스크린 사이에 메인 렌즈를 갖는 뷰어의 눈 근처의 2개의 LCD 레이어) 및 증강 현실 디스플레이(예를 들면, 분할 광학 경로를 갖는 가상 현실 시스템)를 포함한다. 가상 현실 디스플레이는 본 명세서에서 설명되는 다중 레이어 접근법 중 임의의 것을 사용하여 구현될 수도 있다. 증강 현실 디스플레이는 폐색을 생성하기 위한 제2 저해상도 다중 레이어 시

시스템을 포함하는 것에 의해 구현될 수도 있다.

[0250] 도 23은, 뷰어 (2312)의 눈으로 라이트 필드 입력을 제공하는 목적을 위해 설계되며, 뷰어의 눈에 가깝게 위치 되도록 설계되는 다중 레이어 라이트 필드 디스플레이의 하나의 실시형태를 예시한다. 이러한 배열은, 변조 레이어가 뷰어의 눈으로부터 멀리 떨어져 있고 출력이 다수의 뷰어의 눈 위치에 상이한 화상을 동시에 제시하도록 의도되는 다른 실시형태와는 대조적이다. 근안 라이트 필드 디스플레이의 경우에, 몇몇 실시형태는, 뷰어가 그의 또는 그녀의 눈을 가상 오브젝트에 초점 다시 맞추는 것을 허용하는 다수의 장면 시점을 뷰어의 동공에 걸쳐 생성하도록 설계된다. 이와 같은 근안 라이트 필드 디스플레이 쌍은, 뷰어에게 조절 큐 및 초점 큐를 제공할 수 있는 가상 현실 또는 증강 현실 헤드셋을 생성할 수 있다.

[0251] 도 23에서 도시되는 시스템은 두개의 광학 경로를 포함하는 본 명세서에서 설명되는 기술의 하나의 실시형태를 묘사한다: 하나의 광학 경로는 뷰어의 눈 앞에 있는 오브젝트 또는 사람들을 포함하는 세계의 이미지를 뷰어의 눈으로 지향시키고, 제2 광학 경로는 복수의 적층된 광학 변조기를 뷰어의 눈으로 이미지화하여 가상 장면의 라이트 필드 이미지를 생성한다. 가상 이미지를 생성하기 위한 광학 경로는 도 23의 상부에서 백라이트 엘리먼트 (2301)에서 시작한다. 렌즈 또는 렌즈들(2302)은 변조기에 대한 백라이트를 적절하게 컨디셔닝하기 위해 사용될 수도 있는데, 상기 컨디셔닝은, 예를 들면, 광원을 포커싱하거나 시준하는 것을 포함한다. 몇몇 실시형태에 대한 대안적인 구성은, 주변 광 수집을 위해 렌즈(들)(2302)를 주변 광 수집기(environmental light collector) (들)로서 사용하여 발광성(emissive) 백라이트(2301)를 버리는 것일 것이다. 광학 변조기(2303a 및 2303b)는 몇몇 실시형태에서 옵션적으로(optionally) 고해상도 변조기일 수도 있으며, 예로서, 도 23의 액정 광 변조 엘리먼트의 두개의 레이어로서 도시된다. 레이어(2303a 및 2303b)는 임의의 투과성 또는 반사성 광학 변조 엘리먼트일 수도 있다. 레이어(2303a 및 2303b)는 본 명세서에서 개시되는 기술에 따라 계산된 작동 신호에 의해 구동될 수도 있다. 렌즈(들)(2304)는 광학 어댑터로서 작용하도록 존재할 수도 있다. 상기 광학 어댑터는 변조기로부터의 그리고 광학 결합기로부터의 출력을 인접한 광학 엘리먼트에 커플링할 수도 있다. 뷰어의 눈(2312)에 대한 실세계의 장면 이미지를 이미지화하기 위한 광학 경로는, 디바이스를 통해 보여지는 임의의 장면을 나타내기 위해 해석될 수도 있는 세계(world)(2305)에서 시작한다. 2306은, 세계(2305)의 강도를 광학 변조기(2303)에 의해 투과되는 광의 강도에 적응시키기 위해 사용될 수도 있는 옵션적인 조정 가능한 광학 감쇠기를 도시한다. 렌즈 또는 렌즈들(2307)은 세계(2305)를 시스템 안으로 이미지화할 수도 있는 옵션적인 메인 렌즈 또는 장면 수집 광학 기기를 나타낸다. 광학 결합기(2308)는 예를 들면, 한 쌍의 프리즘을 나타낼 수도 있다. 상기 광학 결합기는 메인 렌즈(2307) 및 라이트 필드 디스플레이(2303)에 의해 형성되는 이미지를 결합할 것인데, 결합된 이미지는 그 다음 뷰어(2312)의 방향으로 이동한다. 광학 변조기(2309a 및 2309b)는 다크 필드 스크린(dark field screen)을 생성하기 위해 존재할 수도 있다. 상기 스크린은, 비제한적인 예로서, 두개의 액정 광 변조 엘리먼트로서 묘사되지만, 그러나 다른 타입의 광학 변조기를 포함할 수도 있다. 상기 스크린은, 디바이스를 통한 회절 블러가 뷰어의 눈의 위치에서 최소화되도록 설계된다. 몇몇 실시형태에서, 회절은 큰 어퍼처를 갖는 액정 엘리먼트로부터 디바이스를 생성하는 것에 의해 최소화될 수도 있다. 다크 필드 스크린 엘리먼트의 의도는 명시된 방향으로부터 도달하는 광을 차단하는 것이다. 상기 다크 필드 스크린은 각도 의존 감쇠기로서 알려져 있을 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 상기 다크 필드 스크린은 뷰어가 가상 오브젝트로부터 정확한 또는 그럴듯한 실세계 페색을 관찰하는 것, 또는 실제 오브젝트를 뷰로부터 제거하는 것을 허용한다. 몇몇 실시형태에서, 변조기 (2309a 및 2309b)는, 목적하는 감쇠 분포를 설명하는 적절한 비용 함수가 주어진다면, 본 명세서에서 개시되는 방법에 따라 계산되는 작동 신호를 사용하여 구동될 수도 있다. 엘리먼트(2310)는, 시스템을 공간 제약형 설계에 적응시키기 위해 몇몇 실시형태에서 사용될 수 있는 옵션적인 릴레이 광학기기(optics)를 도시한다. 렌즈(들)(2311)는 눈 위치(2312)에 의해 나타내어지는 인간 시각 시스템에 시스템의 출력을 커플링하도록 의도되는 접안 광학기기(eyepiece optics)를 나타낸다.

[0252] 도 24A 및 도 24B는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 증강 현실 및 가상 현실을 포함하는 근안 라이트 필드 디스플레이의 애플리케이션을 위해 사용될 수도 있는 멀티뷰 디스플레이의 실시형태를 예시한다. 두 도면은 도 23에서 묘사되는 것들로부터의 대안적인 광학 엘리먼트를 사용하는 근안 라이트 필드 디스플레이의 실시형태를 묘사한다. 도 24A 및 도 24B의 도면은 기능을 갖춘 광학 엘리먼트의 역할을 명확하게 하기 위해 단순화되었으며, 도 23에서 묘사되는 시스템의 완전한 일반성이 도 24A 및 도 24B의 시스템에 적용되지 않는다는 것을 암시하도록 의도되는 것은 아니다.

[0253] 도 24A에서, 세상(world)(2401)은 광학 결합기(2402)를 통해 이미지화되는데, 광학 결합기는 세상의 이미지를 변조기(2403a 및 2403b)에 의해 생성되는 라이트 필드 이미지와 결합하고 상기 이미지를 뷰어(2405)에게 지향시킨다. 변조기(2403a 및 2403b)는, 몇몇 실시형태에서, 멀티뷰 디스플레이를 생성하기 위해 본 명세서에서 개시

되는 기술에 따라 생성되는 작동 신호에 의해 구동된다. 반사성 광학기기(2404)는 변조기(2403a 및 2403b)에 의해 생성되는 이미지를 광학 결합기(2402)를 통해 뷰어(2405)에게 전달한다.

- [0254] 도 24B에서, 세상(2406)의 이미지와 변조기(2407a 및 2407b)로부터의 라이트 필드 이미지를 결합하기 위해 웨지 광학기기(wedge optics)(2408)를 사용하는 한 실시형태가 예시된다. 상기 이미지는 뷰어(2409)에게 지향된다. 변조기(2407a 및 2407b)는 본 명세서에서 개시되는 기술에 따라 계산되는 작동 신호에 의해 작동될 수도 있다. 웨지 광학기기를 사용하는 개시된 기술의 실시형태는 공간 효율적인 설계로부터 이익을 얻을 수도 있다.
- [0255] V.C 투영식 증강 현실 라이트 필드 디스플레이(Projected Augmented Reality Light Field Display)
- [0256] 투영식 증강 현실 디스플레이가, 투영 렌즈 및 뷰잉 표면과 연계하여, 본 문서에 개시되는 원리를 사용하여 만들어질 수도 있다. 이러한 디스플레이의 목적은, 투영된 가상 이미지가 한 명 이상의 관찰자의 관점으로로부터의 실제 장면과 3D로 통합하도록, 창, 윈드실드(windshield), 조종실, 뷰 스크린, 프로젝션 스크린 또는 다른 반사성의 투명 표면을 통해 보여지는 바와 같은 세상의 뷰에 가상 이미지를 투영하는 것일 것이다.
- [0257] 최적화된 디스플레이는 특수한 스크린 광학기기를 사용하여 라이트 필드 이미지를 투영할 수 있다는 것이 나타내어졌다. 본 발명자는 특수화된 스크린을 사용하지 않고도 증강 현실 애플리케이션을 위한 최적화된 투영식 라이트 필드 디스플레이를 생성하기 위한 기술을 개발하였다. 이러한 디바이스의 기본 레이아웃은, 각공간 변화를 제공하는 소스, 소스를 목적하는 공간 스케일로 스케일링하는 메인 렌즈, 및 투영된 이미지를 뷰어의 눈으로 반사하는 스크린을 포함할 것이다.
- [0258] 몇몇 실시형태에서, 소스는 적절한 백라इट팅과 커플링되는, 상기 섹션에서 상세히 설명되는 투과성의 최적화된 라이트 필드 디스플레이 중 임의의 하나를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 스크린은, 뷰어의 알려진 방향에서, 소스 및 메인 렌즈의 알려진 위치로부터 우선적으로 반사하도록 옵션적으로 수정되는 임의의 반사성 또는 반 반사성(semi-reflective) 표면일 수도 있다. 이러한 수정은, 일반적으로 이러한 목적을 위해 사용되는 홀로그래픽 엘리먼트, 또는 호겔(hogel)을 통해 달성될 수 있다.
- [0259] 몇몇 실시형태에서, 스크린에 대한 표면은, 자동차 윈드실드, 보트 및 비행기 조종실, 건물 및 다른 구조물의 외부 창을 포함할 수도 있다. 반사성 표면이 곡률을 갖는 경우에, 광원으로부터 방출되는 라이트 필드는 반사기의 형상을 보상하기 위해 사전 워핑될(pre-warped) 수도 있다. 이것은, 라이트 필드 소스에서부터, 시스템의 모든 광학 표면을 통해, 뷰어의 눈에 대한 가능한 위치까지의 광선 경로를 추적하는 것에 의해 수행된다. 그 다음, 이들 광선 경로는 라이트 필드의 목적하는 형상을 제공하도록 정렬된다.
- [0260] 투영된 증강 현실 디스플레이를 생성하는 열쇠는, 충분한 각도 다양성이 뷰어의 눈의 뷰잉 위치에 도달하는 것을 보장하는 것이다. 이것을 달성하기 위해, 시스템의 메인 렌즈의 출사 동공(exit pupil)에 의해 대하게 되는 각도는, 적어도, 시스템의 목적하는 시야만큼 커야만 한다. 이러한 이유 때문에, 가동성이 있는(workable) 시야를 가진 시스템을 달성하기 위해서는, 뷰어 근처에 배치되는 대형 렌즈가 바람직하다. 대형 렌즈는 소스에서 큰 변조 레이어를 필요로 할 것이다. 이들은 우선적으로 LCD 디바이스에서 달성될 수 있다. 메인 렌즈의 비용을 감소시키기 위해, 메인 렌즈의 구성에서 프레넬 광학기기, 또는 반사굴절(workable) 시스템(미러 디바이스(mirrored device)와 굴절 광학기기를 결합하는 시스템)을 사용하는 것이 때때로 바람직하다. LCD, LCoS, MEMS DMD, MEMS 셔터 디스플레이를 비롯한, 다수의 타입의 변조기가 사용될 수 있다.
- [0261] V.D 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 캘리브레이션
- [0262] 몇몇 실시형태에서, 모바일 디바이스는 최적화된 디스플레이에 대한 작동 신호를 결정하기 위해 본 명세서에서 사용된 알고리즘을 캘리브레이션하기 위해 사용될 수도 있다. 예를 들면, 모바일 디바이스는, 다양한 작동 신호로부터 디스플레이 뷰어의 매핑을 결정함에 있어서 보조하도록 사용될 수도 있다. 제조 환경에서의 캘리브레이션 방법도 또한 이들 예 및 고려 사항으로부터 직접적인 방식으로 이어질 것이다.
- [0263] 몇몇 실시형태에서, 모바일 디바이스를 사용하는 캘리브레이션은 다음 중 하나 이상의 임의의 적절한 조합을 포함할 수도 있다: (1) 캘리브레이션되고 있는 디스플레이를 이미지화함에 있어서의 모바일 디바이스 카메라, 깊이 카메라, 또는 카메라 어레이의 사용; (2) 모바일 디바이스를 이미지화에 있어서, 캘리브레이션되고 있는 디스플레이에 부착되는 카메라, 깊이 카메라, 또는 카메라 어레이의 사용; (3) 인간에 의해 또는 모바일 디바이스 카메라, 깊이 카메라, 또는 카메라 어레이에 의해 보여질, QR 코드를 비롯한, 다양한 캘리브레이션 패턴을 디스플레이함에 있어서 캘리브레이션되는 디스플레이의 사용; (4) 인간에 의해 또는 캘리브레이션되고 있는 디스플레이에 부착되는 카메라에 의해 보여질, QR 코드를 비롯한, 다양한 캘리브레이션 패턴을 디스플레이함에 있어서의 모바일 디바이스 디스플레이의 사용; (5) 캘리브레이션을 수행함에 있어서의 다수의 모바일 디바이스의

사용; (6) 캘리브레이션 파라미터가 학습될 때의 다양한 디스플레이 패턴의 연속적인 적응; (7) 최적화된 디스플레이에 대한 모바일 디바이스의 위치를 결정함에 있어서의 모바일 디바이스에 의한 가속도계, 자이로스코프, 나침반, 소나, 또는 다른 측정치의 사용; (8) 모바일 디바이스와 캘리브레이션되고 있는 디스플레이에 부착되는 계산 사이에 파라미터를 교환함에 있어서의 무선 또는 유선 데이터 전송의 사용.

[0264] 도 25는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 멀티뷰 디스플레이를 캘리브레이션하기 위해 모바일 디바이스를 사용하는 예시적인 예를 도시한다. 다수의 광 변조 레이어를 포함하는 본 명세서에서 설명되는 기술의 실시형태에서, 상기 레이어의 상대적인 공간적 방위는 디스플레이에 의해 생성되는 멀티뷰 화상에 영향을 줄 것이다. 기술 분야의 숙련된 자에게 공지된 방법을 사용하여, 디스플레이 레이어는 미리 결정된 위치에 배열될 수도 있으며, 상기 위치는 제조시 특성 묘사될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 예를 들면, 디바이스에서의 기계적 변화, 제조상의 에러, 및/또는 소프트웨어 변경 때문에, 변조기 레이어의 서로에 대한 위치를 다시 특성 묘사하는 것이 필요할 수도 있다.

[0265] 도 25는, 스마트 폰 또는 다른 모바일 컴퓨팅 디바이스를 사용한 현장에서의 캘리브레이션을 통해 상기 특성 묘사를 수행하기 위한 시스템의 예를 예시한다. 몇몇 실시형태에서, 현장에서의 캘리브레이션은 제조 후 수행되는 임의의 캘리브레이션을 지칭할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 도 25에서 도시되는 시스템(및 그 변형예)은 제조시에 적용될 수도 있다.

[0266] 도 25의 실시형태에서, 캘리브레이션될 다중 레이어 디스플레이(2501)는 캘리브레이션 패턴(2503, 2504)을 디스플레이하는 두개의 변조 레이어 및 카메라(2506)를 포함한다. 카메라와 적어도 하나의 변조 레이어 사이의 공간적 관계는 공지될 수도 있거나 또는 공지되지 않을 수도 있다. 카메라(2506)에게 보이는 캘리브레이션 패턴(2507)을 디스플레이할 수 있는 디스플레이, 및 캘리브레이션 패턴(2503 및 2504)을 이미지화할 수 있는 카메라(2505)를 포함하는 모바일 디바이스(2502)가 또한 예시된다. 카메라(2505 및 2506) 둘 모두는 통합형 카메라, 카메라 어레이, 또는 깊이 카메라일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 카메라(2505)와 패턴(2507) 사이의 공간적 관계는 공지되어 있다. 몇몇 실시형태에서, 모바일 디바이스(2502)와 스크린(2501) 사이에 무선 통신 채널(2508)이 존재한다.

[0267] 캘리브레이션 프로시저의 몇몇 실시형태에서, 모바일 디바이스(2502)는 디스플레이(2501) 앞에 있는 복수의 위치로 이동된다. 위치의 수는 임계 수보다 더 클 수도 있다(예를 들면, 3 개, 5 개, 10 개, 20 개, 25 개 등). 상기 위치 각각에서, 카메라(2505)는 패턴(2503 및 2504)을 이미지화할 수 있고, 카메라(2506)는 패턴(2507)을 이미지화할 수 있다. (예를 들면, 컴퓨터 비전에서 사용될 수도 있는 바와 같은) 카메라 캘리브레이션 기술을 사용하여, 패턴(2503 및 2504)의 공간적 위치는 카메라(2505)에 대해 확립되고, 캘리브레이션 패턴(2507)의 공간적 위치는 카메라(2506)에 대해 확립된다. 몇몇 실시형태에서, 카메라(2505)의 관점으로부터의 패턴(2503 및 2504)의 상대적 배열은 캘리브레이션에 대해 충분할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 카메라(2505)와 패턴(2507) 사이의 공지된 공간적 관계를 사용하여, 카메라(2505 및 2506)의 좌표 시스템이 연결되어, 모든 캘리브레이션 패턴에 대한 전역적 좌표 시스템을 확립할 수도 있다. 각각의 패턴의 확립된 공간적 위치로부터, 각각의 변조기의 공간적 방위가 유도될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 공간 정보는 (예를 들면, 무선) 통신 링크(2508)를 통해 모바일 디바이스(2502)와 스크린(2501) 사이에서 공유된다. 몇몇 실시형태에서, 통신 링크(2508)는 인터넷 또는 다른 네트워크 상의 서버를 통한 연결을 포함한다.

[0268] 도 25에서, 캘리브레이션 패턴은 비제한적인 예로서 QR 코드로서 묘사된다. 캘리브레이션 패턴은, 예를 들면, OpenCV 소프트웨어 패키지 내의 체스판 패턴 또는 도트 캘리브레이션 패턴 또는 임의의 다른 적절한 패턴을 포함하는 다른 대중적인 패턴을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 캘리브레이션 패턴은 고유한 메타 데이터를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 캘리브레이션 동안 획득되는 유일한 메타 데이터 및 캘리브레이션 데이터는, 나중의 검색을 위해 데이터베이스에 저장될 수도 있고, 상기 데이터베이스는 인터넷 또는 다른 네트워크상의 서버에 상주할 수도 있다. 서버는 클라우드 서버일 수도 있다. 스크린(2501)의 변조기가 서로의 상부에 배치되더라도, 캘리브레이션 패턴(2503 및 2504)은, 그들이 중첩하지 않도록, 묘사된다. 몇몇 실시형태에서, 캘리브레이션 패턴은 카메라(2505)의 뷰에서 중첩하지 않을 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 추가적인 측정 정확도를 달성하기 위해, 중첩하는 캘리브레이션 패턴이 사용될 수도 있다. 중첩하는 캘리브레이션 패턴은, 변조기 레이어 사이의 간격을 결정하기 위해 카메라(2505)에 의해 측정될 수 있는 무아레 효과를 생성할 수도 있다.

[0269] V.E 계산된 작동 패턴의 캐싱 및 합성

[0270] 블러링 변환을 활용하는 상기에서 언급된 기술을 사용하는 것을 포함하여, 최적화된 다중 레이어 디스플레이에서 디스플레이 작동 신호의 값을 결정함에 있어서, 본 발명자는 작동 신호의 캐싱 및/또는 다른 캐싱된 신호뿐

만 아니라 최적화 중인 신호와의 캐싱된 신호의 합성의 이점을 인식하였다.

- [0271] 몇몇 실시형태에서, 생성된 작동 신호는 저장될 수도 있다. 생성된 작동 신호는, 명시적인 최적화 프로세스의 결과로서 포함하는 또는 생성을 위한 휴리스틱 방법을 사용하는 본 명세서에서 설명되는 방식 중 임의의 방식으로 획득될 수도 있다. 생성된 작동 신호는: (1) 사전 선택된 뷰 위치 또는 뷰 위치의 세트에 대해; (2) 애니메이션화된(animated) 장면, 사전 선택된 애니메이션 프레임 또는 애니메이션 프레임의 세트의 맥락에서; (3) 다양한 파라미터 값, 미리 선택된 파라미터 값 또는 파라미터 값의 세트의 함수로서 콘텐츠를 디스플레이하는 장면의 맥락에서, 및/또는 임의의 다른 적절한 맥락에서, 생성될 수도 있다. 작동 신호는 임의의 타입의 메모리에 저장될 수도 있는데, 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문이다.
- [0272] 몇몇 실시형태에서, 저장된 작동 신호는, 최적화된 디스플레이를 비롯하여, 단일 또는 다중 레이어 디스플레이 상에 디스플레이(소환)될 수도 있다.
- [0273] 몇몇 실시형태에서, 저장된 작동 신호는 다음을 포함하는, 그러나 이들로 제한되지는 않는 하나 이상의 다른 신호와 결합될 수도 있다: (1) 이차원의 확산 라이트 필드에 대응하는 작동 신호, 예를 들면, 이차원 텍스트, 이미지, 그래픽, 또는 유저 인터페이스 엘리먼트; (2) 다른 이전에 소환된 다른 작동 신호; (3) "실시간"으로, 명시적으로 또는 발견법적으로(heuristically), 최적화 되고 있는 작동 신호; 및 (4) 임의의 다른 적절한 작동 신호.
- [0274] 몇몇 실시형태에서, 작동 신호를 결합하기 위한 기술은 다음을 포함한다: (1) 개별 디스플레이 레이어에 기초한 공간 합성; (2) 합성되고 있는 작동 신호의 에지 사이의 점진적인 블러링; (3) 고차 라이트 필드 기반의 합성 (예를 들면, 디스플레이에 의해 생성되는 라이트 필드의 상호 별개의 부분에 대응하는 작동 신호의 파티션을 식별하기 위해 뷰어의 알려진 위치를 활용하는 합성, 및 생성된 라이트 필드의 인식되는 뷰의 상호 별개의 부분에 대응하는 작동 신호의 파티션을 식별하기 위해 뷰어의 알려진 위치를 활용하는 합성); (4) 예를 들면, 합성될 작동 신호("소스 신호")의 두개의 세트가 주어지면, 디스플레이 레이어 중 하나를 제외한 모두가 동일한 소스 신호를 갖는 승산적 다중 레이어 디스플레이에서의 가산적인 또는 선형적인 합성. 이 경우, 합성된 신호는, 별개의 소스 신호를 갖는 디스플레이 레이어 상에서의 소스 신호의 선형적인 중첩에 대응할 것이다; 그리고 (5) 결국에는 작동 패턴을 생성하는 최적화 알고리즘에서 파라미터로서의, 또는 그 최적화 알고리즘의 초기 상태로서의 캐싱된 작동 신호 또는 신호들의 사용.
- [0275] V.F 애플리케이션
- [0276] 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태는 다양한 애플리케이션에 사용될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 이러한 애플리케이션의 비제한적 예는, 자동차 애플리케이션(예를 들면, 3D 대시 보드, 게이지, 계측기, 버튼, 및 증강 현실 윈드실드), 컴퓨팅 디바이스(예를 들면, 태블릿, 전화, 랩탑, 데스크탑, 워크스테이션 등)에 대한 유저 인터페이스, 컴퓨터 지원 설계(computer-aided design: CAD) 워크스테이션, 건축 모델(architectural model), 엔터테인먼트 애플리케이션(예를 들면, 텔레비전, 극장용 영화, 가정용 영화, 모바일 디바이스 영화), 게임용 애플리케이션(거실 규모, 핸드헬드, 데스크탑 컴퓨팅, 공공 장소 - 아케이드, 팀 스포츠 경기장), 의료 이미징(예를 들면, 예컨대 MRI 또는 초음파 이미징 디바이스에 의해 획득되는 부피 측정 데이터를 시각화하는 것, 깊이 데이터(2.5D)를 시각화 시각화하는 것, 렌더링/메시 데이터를 시각화하는 것), 과학 및 의료 시각화 애플리케이션(예를 들면, 지하 이미징, 생물 시스템 이미징, 빅데이터/데이터 추세), 금융 애플리케이션(예를 들면, 복합 마켓, 상관 관계 파악), 광고 애플리케이션, 예술 애플리케이션, 원격 운송 수단(vehicle) 제어 애플리케이션(예를 들면, 공중, 수중, 및/또는 육상에서의 무인 운송 수단을 제어하기 위한 유저 인터페이스를 생성하는 것), 단일의 또는 다수의 운송 수단을 모니터링하는 것, 원격 회의 애플리케이션, 원격 현장감 (telepresence) 애플리케이션, 원격 조종(teleoperation) 애플리케이션, 근안 디스플레이 애플리케이션(예를 들면, 증강 현실 및/또는 가상 현실 애플리케이션), 및 이들 애플리케이션 중 임의의 것에 대한 조절 큐를 생성하는 것이다.
- [0277] VI. 라이트 필드 프린트를 제조하기 위한 기술의 추가 설명
- [0278] 라이트 필드 프린트의 신속하고 강력하며 정밀한 제조를 위한 기술의 추가적인 양태가 이 섹션에서 설명된다.
- [0279] 도 26은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 라이트 필드 프린트의 레이어 상에 프린트될 패턴을 생성하고 생성된 패턴을 라이트 필드 프린트의 레이어 상에 프린트하기 위한 예시적인 시스템(2600)을 도시한다. 도 26에서, 라인은 시스템을 통한 데이터의 경로를 나타내고, 저장부는 데이터가 저장될 수도 있는 상기 데이터 경로의 일부를 나타낸다. 몇몇 실시형태에서, 저장 위치는 바이패스될 수도 있다.

- [0280] 도 26에서 묘사되는 시스템으로의 입력은 다수의 포맷 중 하나를 포함할 수도 있다. 하나의 실시형태에서, 입력(2601)은, 어떤 경우에는, 라이트 필드로 칭해지는 3D 장면의 복수의 2D 뷰를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 입력(2601)은 기하학적 형상 또는 텍스처 정보를 포함하는 그러나 이들로 제한되지는 않는 장면 설명을 포함한다. 장면 설명이 입력을 포함하는 실시형태에서, 입력은, 설명된 장면(2603)의 뷰를 나타내는 복수의 이미지를 포함하는 라이트 필드 표현으로 변환될 수도 있다(2602). 입력이 이미 장면 뷰를 나타내는 복수의 이미지인 경우(2604), 변환 단계(2602)는 바이패스될 수도 있다. 블록(2606)에서, 목적하는 라이트 필드 표현(2605)은, 라이트 필드 프린트로 조립될, 레이어 상에 프린트하기 위한 타깃 패턴(2607)을 계산하기 위해 사용될 수도 있다.
- [0281] 몇몇 실시형태에서, 기하학적 형상, 컬러 모델, 및 해상도 정보(2608)는 패턴(2607)의 계산에 통합될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 타깃 패턴(2607)은 프린트 프로세스의 속성을 보상하도록 액트(2609)에서 프로세싱될 수도 있다. 이러한 속성은, 예를 들면, 매체의 물리적 속성, 프린트 프로세스의 물리적 속성, 프린트 프로세스의 동적 속성, 및 프린터 잉크의 유체 동적 속성, 또는 프린터 토너의 물리적 속성을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 프로세싱(2609)은 보상될 특성의 물리적 모델을 통합한다(2610). 몇몇 실시형태에서, 계산 블록(2609 및 2602)은 통합된 계산 시스템 또는 방법(2612)으로 결합될 수도 있다. 보상된 패턴(2611)은 프린터 또는 프린트 스플러로 전송될 수도 있거나 또는 다르게는 프린트에서 재생될 수도 있다.
- [0282] 몇몇 실시형태에서, 계산 블록(2602)은 장면 설명으로부터 라이트 필드의 표현을 생성하는데, 장면 설명은, 예를 들면, CAD 파일, 깊이 맵, OBJ 파일 포맷, Collada 파일 포맷, 3D Studio 파일 포맷, three.js JSON 파일 포맷, 또는 광선 추적을 위해 의도되는 장면 예컨대 POV-Ray 장면 또는 Nvidia Optix 프로그램으로서 표현되는 3D 장면을 포함할 수도 있다. 결과적으로 나타나는 목적하는 라이트 필드(2603)는 다수의 렌더링 기술 중 임의의 것을 사용하여 생성될 수도 있다. 예를 들면, 상기 렌더링 기술은, 상이한 관점으로부터의 복수의 축외 이미지를 렌더링하기 위한 가상의 다중 카메라 렌더링 리그, GPU 웨이더 기반의 렌더링 기술, 및/또는 광선 추적 기술을 포함할 수도 있다.
- [0283] 2602에 의해 생성되는 라이트 필드는 다양한 포맷으로 인코딩될 수도 있다. 예를 들면, 라이트 필드는 장면의 다양한 목적하는 뷰에 대응하는 이미지의 앙상블로서 인코딩될 수도 있다. 이 표현에서, 각각의 픽셀 값은, 디스플레이 표면 상의 특정 위치로부터 그리고 특정 각도에서 방출될 광선의 목적하는 컬러 및/또는 강도에 대응한다. 특정한 광선의 중요성도 또한 인코딩될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 상기 인코딩은 다운 스트림 프로세싱(2606)에서 사용되는 에러 함수를 가중하기 위해 사용될 수도 있다.
- [0284] 프린팅을 위한 타깃 패턴을 계산하기(2606) 위해 몇몇 방법이 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 타깃 패턴은 단색인 하나의 프린트 레이어 및 컬러인 제2 프린터 레이어에 대해 계산된다. 몇몇 실시형태에서, 각각의 잉크 채널에서 2진인 타깃 패턴이 계산될 수도 있다. 예를 들면, 패턴은 2진 시안(Cyan), 2진 마젠타(Magenta), 2진 옐로우(Yellow), 2진 블랙(black)(CMYK) 채널을 포함할 수도 있다. 라이트 블랙(light black), 라이트 시안(light cyan), 및 라이트 마젠타(light magenta)와 같은 옅은 잉크(light ink), 스팟 컬러 잉크, 및 프린터의 컬러 색역을 확장하도록 의도되는 잉크를 제한 없이 포함하는, 다른 컬러 조합 및 잉크 세트에 대해서도 유사한 고려 사항이 적용될 수도 있다. 이진 패턴의 계산은, 예를 들면, 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라(예를 들면, 도 2 내지 도 13에서 설명되는 기술을 사용하여) 타깃 패턴을 계산하기 위해 사용되는 계산 방법에 적절한 정규화를 도입하는 것에 의해 행해질 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 패턴은, 타깃 패턴의 서브블록 상에서 동작하고 상기 서브블록을 결합하여 타깃 패턴을 획득하는 것에 의해 계산될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 상기 서브블록은 타깃 라이트 필드의 관련 파티션을 사용할 수도 있다. 예를 들면, 블록 프로세싱은 계산을 수행하기 위한 임의의 반복적인 방법의 각각의 반복마다 수행될 수도 있다.
- [0285] 몇몇 실시형태는, 프린트된 멀티뷰 디스플레이에 대한 프린팅 패턴에서의 프린트 및 매체 동역학을 보상하기 위한 기술을 포함할 수도 있다. 상기 보상의 목표는 타깃 패턴으로부터 보상된 패턴을 획득하는 것인데, 상기 보상된 패턴은 프린트 및 매체 동역학에 대해 보정되었다. 예를 들면, 보상된 패턴은 임의의 하나 이상의(예를 들면, 모든) 잉크 블리드, 도트 게인, 및 프린트 매체의 최대 허용 가능한 잉크 밀도에 대해 보정될 수도 있다.
- [0286] 라이트 필드 프린트를 생성함에 있어서 도트 게인을 보상하기 위한 기술은, 예를 들면, 가우시안 블러 필터링(Gaussian blur filtering)과 같은 타깃 패턴의 선형 공간 필터링과, 후속하는 강도 임계치 연산 및/또는 형태학적 프로세싱 방법의 사용을 포함한다. 이들 기술을 활용하기 이전에, 타깃 패턴은 공간적으로 업샘플링될 수도 있다. 라이트 필드 프린트를 생성함에 있어서 사용되는 도트 게인 보상 방법은, 개개의 컬러 채널에 또는 공동으로 다수의 채널에 적용될 수도 있다. 도트 게인 보상 프로세싱에 의해 생성되는 출력 패턴은 중간 패턴으로

칭해질 수도 있다.

- [0287] 라이트 필드 프린트를 생성함에 있어서 잉크 밀도 보상을 위한 기술은, 구조화된 패턴을 중간 패턴에 적용하고, 그에 의해 선택된 수의 개개의 픽셀이 제거되고 그 결과 제거된 픽셀의 위치에서 매체 상에 잉크, 토너, 염료 또는 다른 매체가 퇴적되지 않는 것을 포함하지만, 그러나 이것으로 제한되지는 않는다. 몇몇 실시형태에서, 제거할 픽셀의 선택은 프로세싱의 상류의 패턴에 의존할 수도 있다. 다른 실시형태에서, 그 선택은 프로세싱의 상류의 패턴과는 무관할 수도 있다. 중간 패턴을 프로세싱하는 것에 의해 획득되는 몇몇 실시형태에서 잉크 밀도 보상의 결과는, 프린팅의 하류에서 활용되는 보상된 패턴이 된다.
- [0288] 도 27A 및 도 27B는 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따라 제조되는, 라이트 필드 프린트의 예시적인 예를 도시한다. 도 27A의 라이트 필드 프린트는, 후방 프린트 레이어(2702)와 접촉하도록 바로 그 위에 위치하는 전방 프린트 레이어(2701)를 포함한다. 레이어는, LED(2703) 및 광 가이드(2704)를 제한없이 포함하는 램프를 포함하는 백라이트 유닛에 의해 조명된다.
- [0289] 도 27B는 투명 스페이서(2706)에 의해 후면 프린트 레이어(2707)로부터 분리되는, 전방 프린트 레이어(2705)를 포함하는 라이트 필드 프린트를 예시한다. 이 실시형태는 또한, 램프(2708) 및 광 가이드(2709)를 포함하는, 도 27A에서 예시되는 것과 구성에서 동일한 백라이트에 의해 조명될 수 있다.
- [0290] 몇몇 실시형태에서, 잉크 또는 에멀전은 프린트 레이어(2701, 2702, 2705 및 2707)의 전방을 향하는 표면 상에 있을 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 잉크 또는 에멀전은 레이어의 후방을 향하는 표면 상에 있을 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 전체 레이어는 레이어의 체적 전체에 걸쳐 선택적으로 투명한 감쇠기일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 감쇠의 특정한 모드(예를 들면, 상부, 하부 또는 부피 측정)는 레이어(2701 및 2702) 사이에서 구별될 수도 있다. 감쇠의 적절한 모드를 선택하는 것에 의해, 패턴이 프린트되는 투명 재료의 두께는 투명한 스페이서로 사용될 수도 있다.
- [0291] LED(2703) 및 광 가이드(2704)는 측면 조명 백라이트 모듈(side-illuminated backlight module)을 예시한다. 대안적인 타입의 백라이트 모듈이 다른 실시형태에서 사용될 수도 있다. 백라이트 모듈은, 측면 조명, 전방 조명, 또는 후방 조명 구성으로 편제되는 전계 발광, 형광 또는 LED 엘리먼트에 기초할 수도 있다. 동일한 고려 사항이 2708, 2709에도 적용된다.
- [0292] 도 28은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따라 제조되는, 라이트 필드 프린트의 다른 예시적인 예를 도시한다. 상기 라이트 필드 프린트는 발광성 레이어 및 감쇠 레이어의 스택을 포함한다. 상기 레이어는, 개개의 레이어를 순차적으로 조립하여 프린트 레이어의 적층체를 형성하기 위해 본 명세서에서 개시되는 관련 방법에 대응할 수도 있다. 프린트 패턴(2802)이 램프(2803) 및 광 가이드(2804)를 포함하는 백라이트의 표면 상에 프린트된다. 조명 소스(2803)는, 비제한적인 예로서, LED일 수도 있다. 불완전 내부 전반사(frustrated total internal reflection)는, 백라이트 매체(2804)의 표면 상에 잉크가 퇴적되는 임의의 위치(2802)에서 조명된 영역의 외관으로 나타난다. 그 다음 감쇠 레이어(2801)가 후면 발광성 레이어에 부착된다. 몇몇 실시형태에서, 감쇠 레이어(2801)는 발광성 레이어(2804)에 직접적으로 부착될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 감쇠 레이어(2801)는 이격 레이어에 의해 분리된다. 레이어(2801) 및 잉크 레이어(2802) 상의 타깃 패턴 및 보상된 패턴에 대한 작동 신호는, 복수의 감쇠 레이어를 포함하는 프린트에 대한 작동 신호를 계산하기 위해 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라 계산될 수도 있다.
- [0293] 도 29는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 자기 정렬식 프린팅 방법을 사용하여 제조되는 라이트 필드 프린트의 예시적인 예를 도시한다. 상부에 후면 패턴(2903)이 프린트되는 투명 레이어(2904)가 예시된다. 투명 세퍼레이터(separator)(2902)가 프린트 패턴(2903)의 최상부에 부착된다. 몇몇 실시형태에서, 세퍼레이터는 광학 접촉제를 사용하여 부착될 수도 있다. 그 다음, 전방 패턴(2901)이 투명 세퍼레이터(2902) 상에 프린트된다. 몇몇 실시형태에서, 스페이서(2902)는 투명 레이어(2904)의 공간적 위치에 영향을 끼치지 않으면서 부착된다. 이것은 프린트 레이어 또는 플래튼(platen) 상에서 직접적으로 조립을 수행하는 것, 및 다수의 레이어에 대해 반복된 프린트 패스(pass)를 수행하는 것을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, UV 경화 플랫폼 베드 잉크젯 프린터가 사용될 수도 있다. 이러한 방식에서, 레이어 사이의 그리고 각각의 레이어와 프린트 헤드 사이의 정렬이 보존될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 재료(2901-2904)의 스택은 예지 조명 광원(2905) 및 광 가이드(2906)를 포함하는 백라이트 상에 배치될 수도 있다.
- [0294] 도 30은, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 라이트 필드 프린트의 레이어를 프린트하기 위해 사용되는 프린팅 프로세스를 적응적으로 정렬하기 위한 예시적인 시스템을 도시한다. 프린트 캐리지(3001)는

안내 구조체(guiding structure)(3002)를 따라 이동한다. 몇몇 실시형태에서, 안내 구조체는 프린트 캐리지(3001)를 묘화 평면(drawing plane)에 수직인 방향으로 이동시키기 위해 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 프린트 매체는, 프린트 메커니즘이 프린트 매체의 이차원 영역을 주소 지정하는 것을 허용하기 위해, 묘화 평면에 수직으로 이동된다.

[0295] 도 30은 2 패스(two-pass) 프린팅 프로세스를 예시한다. 제1 패스 동안, 잉크는 프린트 헤드(3007)에 의해 프린트 매체(3004) 상에 퇴적되는데, 그 매체는 프린트 베드(3006) 상에 놓여 있다. 잉크는 수성 잉크, 안료 잉크, 염료 잉크, UV 경화 잉크, 및/또는 임의의 다른 적절한 타입의 잉크일 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 매체(3004)는 강성 또는 가요성일 수도 있는 투명 레이어이다. 재료의 스택은 프린트 베드(3006)에 고정될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 재료는 진공 테이블 및/또는 핀의 배열을 사용하는 것에 의해 프린트 베드에 고정될 수도 있다.

[0296] 제1 패스의 완료 이후, 프린트 매체(3004)는 뒤집어진다. 재료 스택(3003-3005)은 프린트 베드 또는 플레튼(3006) 상에 놓이고, 상기과 같이 프린트 베드에 고정될 수도 있다. 제2 패스 동안, 잉크 헤드(3007)는 잉크 방울(3003)을 매체(3004) 상에 퇴적시킨다. 프린트 캐리지(3001)에 통합되는 카메라(3008-3009)는 프린트 프로세스의 제2 패스를 모니터링하는 것을 허용한다. 복수의 카메라(3008-3009로 묘사됨)와 잉크 헤드(3007)의 공간적 관계는 알려져 있을 수도 있다. 카메라(3003)는, 재료 스택(3003-3005)을 통해 보여지는, 현재 퇴적되어 있는 잉크를 모니터링한다. 카메라(3008)는 투명 레이어(3004)를 통해 이전에 퇴적된 잉크(3005)의 레이어, 및 3005 아래의 스택의 임의의 엘리먼트를 모니터링한다. 몇몇 실시형태에서, 플레튼 또는 프린트 베드(3006)는 조명 소스를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 플레튼 또는 프린트 베드(3006)는 추적 마커를 통합할 수도 있다. 프린트 캐리지(3001)가 프린트 베드 또는 플레튼(3006) 위로 이동함에 따라, 카메라(3008-3009)는 프린트 캐리지(3001)의 위치를 이전에 퇴적된 잉크 패턴(3005)에 정렬시키기 위해 사용된다. 이것은, 프린트 레이어가 정렬되는 것을 보장하는 것을 돕는다.

[0297] 본 명세서에서 설명되는 실시형태에 따라 제조되는 라이트 필드 프린트는 임의의 적절한 애플리케이션에서 사용될 수도 있다. 예를 들면, 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라 제조되는 라이트 필드 프린트는 간판(예를 들면, 공항, 쇼핑몰, 버스 정류장 및/또는 임의의 다른 적절한 위치에서 백라이트 조명의 라이트 박스로 나타날 수도 있는 광고 간판)을 생성하기 위해 사용될 수도 있다. 간판은, 통합된 백라이트를 가질 수도 있거나, 또는 그것은 현존하는 백라이트 박스에 삽입되는 강성의 또는 가요성의 다중 레이어 프린트로서 설치될 수도 있다. 다른 예로서, 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라 제조되는 라이트 필드 프린트는, 선물 및/또는 기념품(예를 들면, 사람의 머리의 3D 스캔으로부터 생성되는 사람의 얼굴, 스포츠 기념품, 건축물, 및/또는 임의의 다른 적절한 타입의 기념품의 라이트 필드 프린트)을 생성하기 위해 사용될 수도 있다. 다른 예로서, 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라 제조되는 라이트 필드 프린트는, 로고, 판촉물, 교재 및/또는 비즈니스 환경에서 사용되는 임의의 다른 적절한 타입의 재료를 생성하기 위해 사용될 수도 있다.

[0298] 또 다른 예로서, 몇몇 실시형태에서, 본 명세서에서 설명되는 기술에 따라 제조되는 라이트 필드 프린트는 유리 장식(예를 들면, 창 장식), 실내 장식, 인테리어 브랜딩 및/또는 삽화로서 사용될 수도 있다.

[0299] 도 31은, 프린트 서비스의, 광고 간판에서의 그 사용을 나타내는 설명을 도시한다. 프린트 서비스의 몇몇 실시형태에서, 3D 모델은 컴퓨터(3101) 상에 저장된다. 3D 모델은 장면 설명을 포함할 수도 있는데, 장면 설명은, 예를 들면, CAD 파일, 깊이 맵, OBJ 파일 포맷, Collada 파일 포맷, 3D Studio 파일 포맷, three.js JSON 파일 포맷, 또는 광선 추적을 위해 의도되는 장면 예컨대 POV-Ray 장면 또는 Nvidia Optix 프로그램으로서 표현될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 3D 모델은 복수의 2D 레이어를 포함하는데, 상기 2D 레이어는 3D 장면에서 하나 이상의 깊이에서 나타내어질 것이다. 몇몇 실시형태에서, Adobe Photoshop 파일, Adobe Illustrator 파일, 비트 맵 이미지, 벡터 이미지를 제한 없이 포함하는 2D 파일 포맷은 3D 상향 변환 프로세스를 통해 상향 변환되어 3D 모델을 생성할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 레이어 정보를 포함하는 2D 파일은 현존하는 레이어를 깊이에서 분리하는 것에 의해 3D 모델로 상향 변환될 수도 있다.

[0300] 몇몇 실시형태에서, 3D 모델은 프린트 서비스(3102)에 제출될 수도 있다. 제출은 인터넷을 통해 파일을 전송하는 것을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 3D 모델 제출은 웹 서비스를 통해 일어날 수도 있고, 그에 의해 웹 서비스로 제출되는 3D 모델은 원격 서버에 저장될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 3D 모델은 웹 브라우저에서 생성되고 인터넷을 통한 전송을 통해 프린트 서비스(3102)로 제출될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 3D 모델은, 일단 프린트 서비스에 제출되면, 결합 및 편집될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 3D 모델은 모바일 디바이스(예를 들면, 태블릿, 랩톱, 스마트 폰, 어플라이언스 등)로부터 프린트 서비스로 제출될 수도 있다.

- [0301] 몇몇 실시형태에서, 프린트 서비스는 사용자가 파트너 웹 서비스로부터 3D 모델을 가져오기하는(import) 것을 허용할 수도 있다. 가져오기는 파트너 웹 서비스로부터 하나 이상의 모델을 선택하는 것, 상기 모델 또는 선택물을 프린트 서비스로 전달하는 것을 포함할 수도 있다. 전달은 API 또는 파트너 API를 사용하는 것을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 프린트 서비스는, 사용자가 프린트 서비스를 통해 프린트될 3D 장면을 생성할 수도 있는 스톡 콘텐츠(stock content)의 데이터베이스를 제공할 수도 있다. 프린트 서비스에서 제공하는 스톡 콘텐츠는 무료일 수도 있거나 또는 수수료 또는 가입에 의해 이용 가능할 수도 있다. 스톡 콘텐츠는 프린트 서비스의 다른 유저에 의해 무료 또는 유료로 제공될 수도 있다. 스톡 콘텐츠는 프린트 서비스 시장에서 이용 가능할 수도 있고, 제3자에 의해 제공될 수도 있다. 시장은 수수료, 물물 교환, 또는 무역 시장일 수도 있다.
- [0302] 몇몇 실시형태에서, 프린트 서비스로 제출되는 3D 모델은 제출시 미리 보여질 수도 있다. 상기 미리보기는 제출된 3D 모델을 프린트 서비스로 프린팅 또는 렌더링하는 예측된 결과를 나타낼 수도 있다. 상기 미리보기를 생성할 때, 다음의 입력이, 제한 없이, 고려될 수도 있다: 3D 모델 콘텐츠, 프린터 타입, 프린터 품질 설정, 알고리즘 입력, 알고리즘 설정, 주문된 시야각, 뷰잉 위치, 환경 조명, 백라이트 유닛 타입, 프린트 매체 타입, 프린트 잉크, 사용 가능한 계산 시간, 제품 타입, 지불 타입 또는 계획, 프린트 수명, 및 프린트 환경 노출.
- [0303] 몇몇 실시형태에서, 프린트 서비스에서 이용 가능한 미리보기는 표준 2D 스크린 상에서 제시될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 프린트 서비스는, 무안경 3D 스크린, 스테레오 또는 멀티뷰 스크린, 안경 기반의 3D 스크린, 가상 현실 헤드셋, 증강 현실 헤드셋, 또는 스마트폰 또는 태블릿과 같은 모바일 디바이스 상에서의 증강 현실을 사용한 미리보기를 허용할 수도 있다. 상기 증강 현실 미리보기의 경우에, 미리보기는 물리적으로 위치될 수도 있는데, 상기 물리적 위치는 프린트 서비스로 생성될 프린트의 의도된 위치, 또는 다른 유사한 또는 유사하지 않은 위치를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 프린트 서비스의 유저는, 예를 들면, 프린트 서비스 및/또는 최종 제품의 미리보기에 의해 제공되는 비용 견적에 기초하여, 프린트를 승인 또는 거절할 기회를 가질 수도 있다.
- [0304] 몇몇 실시형태에서, 유저는 프린트 서비스를 사용하여 프린팅 프로세스를 개시할 수도 있다. 개시는, 지불, 브라우저 사용 버튼 클릭, 기술자에게 또는 상점 정면에 있는 키오스크를 통해 구두 입력을 제공하는 것을 수반할 수도 있다.
- [0305] 개시시에, 프린트 서비스는 본 명세서에서 개시되는 방법에 따라 제출된 3D 장면 설명 또는 3D 모델을 프로세싱할 수도 있다. 상기 프로세싱은 본 명세서에서 설명되는 기술을 사용하여 프린팅용 타깃 패턴을 생성할 수도 있다. 생성된 타깃 패턴은 본 명세서에서 설명되는 기술을 사용하여 보상된 패턴을 생성하도록 보상될 수도 있다. 타깃 패턴 또는 보상된 타깃 패턴은 프린터(3103)(예를 들면, 묘사되는 바와 같은 종래의 롤 잉크젯 프린터, UV 플랫폼 베드 프린터, 또는 투명 재료의 투명도를 수정할 수 있는 임의의 다른 타입의 프로세스)로 전송될 수도 있다. 프린터는 프린터로 전송되는 타깃 패턴 또는 보상된 타깃 패턴으로부터 다수의 프린트 레이어를 생성할 수도 있다. 프린트 레이어는 프린팅 이후 정렬될 수도 있지만, 몇몇 실시형태에서는 그들은 프린트 시간에 정렬될 수도 있다. 정렬된 프린트 레이어는, 상업용 간판 애플리케이션에 대해 사용되는 라이트 박스와 같은 라이트 박스(3104) 앞에 배치될 수도 있다. 이러한 라이트 박스는, 대중 교통 정류장, 쇼룸, 영화관, 및 많은 다른 상업적 위치뿐만 아니라, 개인 전시실, 주택, 및 유흥지 및 박물관, 및/또는 임의의 다른 적절한 장소에서 발견될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 프린트 서비스는 라이트 박스 앞에 프린트를 배치한다. 몇몇 실시형태에서, 프린트 서비스는, 프린트를 프린트하여 라이트 박스에 분배하기 위해 파트너 조직과 협력한다. 몇몇 실시형태에서, 프린트 서비스는 프린트 표시와 함께 설치되는 유저 추적 또는 얼굴 추적 디바이스를 제공할 수도 있다. 추적 디바이스는 유저 참여를 측정할 수도 있다.
- [0306] 몇몇 실시형태에서, 서비스는 프린트 디스플레이 서비스가 아닌 디지털 디스플레이 서비스를 포함할 수도 있다. 이러한 실시형태에서, 작동 신호는 제출된 3D 장면 설명 또는 3D 모델로부터 생성될 것이다. 몇몇 실시형태에서, 작동 신호는 다수의 광학 변조기를 포함하는 디지털 디스플레이로 전송될 것이다. 몇몇 실시형태에서, 상기 전송은 인터넷을 통해 발생할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 디지털 디스플레이는 추적 디바이스와 커플링되어, 시청자에 관련되는 양, 비제한적인 예로서, 유저 참여, 뷰어의 수, 및 뷰어의 타입을 측정할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 상기 측정된 양은 상기 디지털 디스플레이의 콘텐츠를 맞추기 위해 사용될 수도 있다.
- [0307] 몇몇 실시형태에서, 라이트 필드 프린트는 광 감쇠 패턴 재료로서 실현될 수도 있고 유리 표면(예를 들면, 창)의 양 면에 부착될 수도 있다. 패턴화된 재료는, 프린트된 필름, 유리 표면 상에 직접적으로 도포되는 컬러 레이어, 및/또는 광 감쇠 패턴을 포함하도록 기계 가공된 또는 몰딩된 재료를 포함할 수도 있다. 패턴화된 재료 상의 패턴은, 광선이 통과하는 지점과 광선의 각도에 따라, 광선이 유리 표면을 통과할 때 감쇠되어야 하는 방

식에 따라 프린트될 수도 있다.

- [0308] 예를 들면, 유리 표면이 창인 경우, 창은 (예를 들면, 도 32에서 도시되는 바와 같이) 소정의 각도에서 태양광을 차단할 수도 있고, (예를 들면, 도 33에서 도시되는 바와 같이) 다른 각도에서는 그것을 통과시킬 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 창 상에 퇴적되는 패턴은, 창의 위도, 경도 및/또는 방위에 따라, 생성될 수도 있는데, 그 방위는 년 중 그리고 하루 중 특정한 시간에서의 상이한 태양광 각도에 대응한다. 도 32는, 태양 광을 소정의 각도에서 차단하는 것을 예시하며 광 감쇠 레이어(3201 및 3203), 창 표면(3202), 및 태양(3204)을 도시한다.
- [0309] 도 33은 태양 광선 통과시키는 것을 예시하며 광 감쇠 레이어(3301 및 3303), 창 표면(3302) 및 태양(3304)을 도시한다.
- [0310] 몇몇 실시형태에서, 광 감쇠 패턴화 재료는, 예컨대 통과하는 자동차, 가로등, 광고물의 광을 선택적으로 감쇠시키도록 또는 방 안에서부터 광 누설을 방지하도록, 인공 광을 차단하도록 제조될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 광 감쇠 패턴화 재료는, 내부 및/또는 외부 브랜딩의 일부일 3D 콘텐츠, 예컨대 그래픽 또는 로고를 디스플레이하도록 제조될 수도 있다.
- [0311] 몇몇 실시형태에서, 광 감쇠 패턴화 재료는 하나의 방향에서 광선을 차단할 수도 있지만, 그러나 다른 방향에서는 반사하는 컬러를 포함할 수도 있고, 그에 의해 광원이 위치되는 쪽과 동일한 쪽에서 봤을 때 2D 그래픽을 디스플레이하게 된다.
- [0312] 도 34는, 본 명세서에서 설명되는 기술의 몇몇 실시형태에 따른, 라이트 필드 프린트를 제조하기 위한 예시적인 프로세스(3400)의 흐름도이다. 프로세스(3400)는 예를 들면, 시스템(110) 또는 시스템(2600)을 포함하는 임의의 적절한 시스템에 의해 수행될 수도 있다.
- [0313] 프로세스(3400)는 액트(3402)에서 시작하는데, 여기서는, 복수의 장면 뷰가 획득될 수도 있고, 장면 뷰는 프로세스(3400)를 통해 제조되는 라이트 필드 프린트를 사용하여 렌더링될 것이다. 복수의 장면 뷰의 각각은, 라이트 필드 프린트의 뷰어의 위치에 대응할 수도 있다. 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 장면 뷰는 자연적인 또는 합성된 장면일 수도 있다. 각각의 장면 뷰는, 장면 뷰 중 하나 이상(예를 들면, 모두)의 각각에 대한 임의의 적절한 해상도의 그레이 스케일 및/또는 컬러 이미지를 포함할 수도 있다. 장면 뷰의 임의의 적절한 수가 액트(1502)에서 획득될 수도 있는데(예를 들면, 적어도 두 개, 적어도 열 개, 적어도 오십 개, 적어도 100 개, 적어도 500 개, 2 개와 1000 개 사이, 10 개와 800 개 사이, 또는 이들 범위의 임의의 다른 적절한 조합), 본 명세서에서 제공되는 기술의 양태가 이 점에서는 제한되지 않기 때문이다.
- [0314] 몇몇 실시형태에서, 장면 뷰는, 적어도 하나의 이미지 소스로부터 하나 이상의 이미지를 액세스 및/또는 수신하는 것(예를 들면, 저장된 이미지에 액세스하는 것, 다른 애플리케이션 프로그램 또는 원격 컴퓨팅 디바이스로부터 이미지를 수신하는 것)에 의해 획득될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 장면 뷰는, 먼저 3D 장면의 설명(예를 들면, 장면의 3D 모델)을 획득하는 것 및 그 다음, 프로세스(3400)의 일부로서, 3D 장면의 획득된 설명에 기초하여 장면 뷰를 생성하는 것에 의해 획득될 수도 있다.
- [0315] 다음으로, 프로세스(3400)는 액트(3404)로 진행하는데, 여기서는, 프린팅 프로세스 정보가 획득될 수도 있다. 프린팅 프로세스 정보는 도 1b를 참조하여 설명되는 정보(116) 중 임의의 것을 포함할 수도 있으며, 예를 들면, 레이어 기하학적 형상 정보, 컬러 모델 정보, 프린트 해상도 정보, 및/또는 (예를 들면, 3410에서) 프린트 동역학에 대해 타깃 패턴을 보상하기 위해 사용될 수도 있는 임의의 정보를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 레이어 기하학적 형상 정보는, 조립될 라이트 필드 프린트에서의 레이어의 서로에 대한 사이즈, 형상 및 위치를 설명하는 정보를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 레이어 기하학적 형상 정보는, 레이어의 각각이 평면이고 폭이 11 인치이고 높이가 17 인치이라는 것, 및 레이어는 조립될 라이트 필드 프린트에서 0.045 인치 이격될 수도 있다는 것을 나타낼 수도 있다. 다른 예로서, 레이어는, 조립될 라이트 필드 프린트에서 표면 법선에 대해 0.06 인치의 변위로 이격될 곡면 형상일 수도 있다. 레이어 기하학적 형상 정보는 소프트웨어 패키지(예를 들면, AUTOCAD)에서 기하학적 모델로서 또는 파일(예를 들면, OBJ 파일)로서 표현될 수도 있다.
- [0316] 몇몇 실시형태에서, 컬러 모델 정보는, 잉크 세트의 광학적 속성(예를 들면, 스펙트럼 속성, 하나의 컬러의 잉크가 다른 컬러의 잉크 상에 중첩될 때 컬러가 다른 것과 상호 작용하는 방식에 관한 정보) 및/또는 이용 가능한 컬러 채널(예를 들면, 이용 가능한 잉크 채널 및 프린트 헤드 세트 내의 잉크 세트)을 나타내는 컬러 모델을 명시할 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 컬러 모델은 프린터 프로파일(예를 들면, ICC 디바이스 프로파일)에 임베딩되는 임의의 정보를 포함할 수도 있고, (예를 들면, PostScript의 언어, DeviceN 또는 DeviceCMYK

공간에서) 디바이스 컬러 공간을 표준 컬러 공간(예를 들면, sRGB)으로 매핑하는 방식에 관한 정보를 포함할 수도 있다. 컬러 모델은 잉크 컬러의 광학적 속성을 설명할 수도 있는데, 그 중 비제한적인 예는, 시안, 마젠타, 옐로우, 블랙, 라이트 시안, 라이트 마젠타, 오렌지, 그린, 레드, 바이올렛, 라이트 블랙, 매트 블랙(matte black), 글로시 블랙, 클리어 잉크, 발광성 잉크, 글로스 옵티마이저(gloss optimizer), 및 특정한 표준 컬러 예컨대 Pantone 컬러를 포함한다.

[0317] 몇몇 실시형태에서, 프린트 해상도 정보는, 수평 및 수직 차원 둘 모두에서 인치 당 주소 지정 가능한 도트 센터의 수(예를 들면, 수평 및 수직 DPI)를 포함할 수도 있다. 프린트 해상도 정보는, 추가적으로 또는 대안적으로, (예를 들면, 인치 또는 그 분율 단위로 측정되는) 프린팅 시스템에 의해 생성 가능한 도트 피치 또는 도트 피치의 선택(도트 반경 또는 도트 반경의 선택)을 포함할 수도 있다. 예시적인 도트 피치는 1/800 인치일 수도 있다.

[0318] 다음으로, 프로세스(3400)는 액트(3406)로 진행하는데, 여기서 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보가 획득될 수도 있다. 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보는 하나 또는 다수의 블러링 변환을 명시할 수도 있고, 예를 들면, 도 1b를 참조하여 설명되는 정보(114) 중 임의의 것을 포함하는 임의의 적절한 타입의 정보를 포함할 수도 있다.

[0319] 다음으로, 프로세스(3400)는 액트(3408)로 진행하는데, 여기서, 복수의 작동 신호가 액트(3402)에서 획득되는 복수의 장면 뷰, 액트(3404)에서 획득되는 프린팅 프로세스 정보, 및 액트(3406)에서 획득되는 적어도 하나의 블러링 변환을 명시하는 정보에 기초하여 생성될 수도 있다. 이것은 본 명세서에서 설명되는 임의의 방식 중 임의의 것에서, 그리고, 예를 들면, 도 2 내지 도 13을 참조하여 설명되는 최적화 기술 중 임의의 것을 사용하는 것에 의해 행해질 수도 있다.

[0320] 다음으로, 프로세스(3400)는 액트(3410)로 진행하는데, 여기서, 액트(3408)에서 생성되는 타깃 패턴은 프린트 및/또는 매체 동역학에 대해 보상되어 (예를 들면, 도트 게인의 효과에 대해, 프린팅 재료 블리드의 효과에 대해, 그리고 최대 허용 가능한 프린팅 재료 밀도의 효과에 대해 보상되는) 보상된 타깃 패턴을 획득할 수도 있다. 보상은 본 명세서에서 설명되는 방식 중 임의의 것으로 또는 임의의 다른 적절한 방식으로 수행될 수도 있다.

[0321] 다음으로, 프로세스(3400)는 액트(3412)로 진행하는데, 여기서, 보상된 타깃 패턴은, 본 명세서에서 설명되는 타입 중 임의의 것을 포함하는 임의의 적절한 타입의 프린터 또는 보상된 타깃 패턴을 레이어 상으로 퇴적하기 위한 임의의 다른 기술을 사용하여 전방 및 후방 투명 레이어 상에 프린트된다. 타깃 패턴이 레이어 상으로 프린트된 이후, 레이어는 액트(3414)에서 조립되어 라이트 필드 프린트를 생성할 수도 있다. 레이어를 라이트 필드 프린트로 조립하는 것은, 예를 들면, 프린트를 정렬하고 (예를 들면, 접착제 또는 임의의 다른 적절한 수단을 사용하여) 서로 접착하는 것을 포함할 수도 있다. 액트(3414) 이후, 프로세스(3400)가 완료된다.

[0322] 프로세스(3400)는 예시적인 것이며 변형이 존재한다는 것이 인식되어야 한다. 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 액트(3406 및/또는 3410) 중 하나 이상은 생략될 수도 있다.

[0323] VII. 추가적인 구현 세부 사항

[0324] 도 35에서 도시되는 실시형태에서, 컴퓨터(3500)는, 예를 들면, 휘발성 및/또는 불휘발성 메모리를 포함할 수도 있는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(3502) 및/또는 하나 이상의 프로세서를 갖는 프로세싱 유닛(3501)을 포함한다. 메모리(3502)는, 본 명세서에서 설명되는 기능 중 임의의 것을 수행하도록 프로세싱 유닛(3501)을 프로그래밍하기 위한 하나 이상의 명령어를 저장할 수도 있다. 컴퓨터(3500)는 또한, 시스템 메모리(3502) 이외에, 저장부(3505)(예를 들면, 하나 이상의 디스크 드라이브)와 같은 다른 타입의 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수도 있다. 저장부(3505)는 또한, 하나 이상의 애플리케이션 프로그램 및/또는 애플리케이션 프로그램에 의해 사용되는 리소스(예를 들면, 소프트웨어 라이브러리)를 저장할 수도 있는데, 그 리소스는 메모리(3502)로 로딩될 수도 있다.

[0325] 컴퓨터(3500)는 도 35에서 예시되는 디바이스(3506 및 3507)와 같은, 하나 이상의 입력 디바이스 및/또는 출력 디바이스를 구비할 수도 있다. 이들 디바이스는, 다른 것들 중에서도, 유저 인터페이스를 제시하기 위해 사용될 수 있다. 유저 인터페이스를 제공하기 위해 사용될 수 있는 출력 디바이스의 예는, 출력의 시각적 표현을 위한 프린터 또는 디스플레이 스크린 및 출력을 청각적 표현을 위한 스피커 또는 다른 소리 발생 디바이스를 포함한다. 유저 인터페이스에 대해 사용될 수 있는 입력 디바이스의 예는, 키보드 및 포인팅 디바이스, 예컨대 마우스, 터치 패드, 및 디지털화징 태블릿을 포함한다. 다른 예로서, 입력 디바이스(3507)는 오디오 신호를 캡

처하기 위한 마이크를 포함할 수도 있고, 출력 디바이스(3506)는 시각적 렌더링을 위한 디스플레이 스크린, 및/또는 인식된 텍스트를 청각적으로 렌더링하기 위한 스피커를 포함할 수도 있다.

- [0326] 도 35에서 도시되는 바와 같이, 컴퓨터(3500)는 또한, 다양한 네트워크(예를 들면, 네트워크(3510))를 통한 통신을 가능하게 하기 위해 하나 이상의 네트워크 인터페이스(예를 들면, 네트워크 인터페이스(3508))를 포함할 수도 있다. 네트워크의 예는 근거리 통신망 또는 광역 통신망, 예컨대 엔터프라이즈 네트워크 또는 인터넷을 포함한다. 이러한 네트워크는 임의의 적절한 기술에 기초할 수도 있고 임의의 적절한 프로토콜에 따라 동작할 수도 있으며 무선 네트워크, 유선 네트워크 또는 광섬유 네트워크를 포함할 수도 있다.
- [0327] 몇몇 실시형태에서, 액티브 디스플레이는, 자신의 액티브 신호가 자신의 다양한 광학적 속성, 예를 들면, 전방의 편광 레이어와 후방의 편광 레이어 사이에 적층되는 LCD 엘리먼트의 경우 광 투과를 동적으로 명시하는 액티브 전기 광학 엘리먼트의 배열을 포함할 수도 있다.
- [0328] 몇몇 실시형태에서, 작동 신호는, 광학 스택 내의 엘리먼트의 광학적 거동을 결정하는 제어 가능한 변수의 세트를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 프린터로 전송되는 픽셀 강도 값은, 프린트된 투명도에 대한 광 감쇠를 결정하는 작동 신호일 것이며; 백라이트가 없는 그러나 전방 및 후방의 편광기를 포함하는 컬러 LCD 패널로 전송되는 픽셀(컬러) 값은, 패널에 의한 광 감쇠를 결정하는 작동 신호일 것이다. 작동 신호의 값은 본 명세서에서 설명되는 기술 중 임의의 것을 사용하여 결정될 수도 있다. 몇몇 경우에, 작동 신호의 값은 고정될 수도 있다.
- [0329] 몇몇 실시형태에서, 라이트 필드는 환경에서의 광의 각공간 분포를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 다중 레이어 광학 스택의 표면은, 사람을 둘러싸는 자연적인 환경처럼, 잘 정의된 라이트 필드를 가질 수도 있다.
- [0330] 몇몇 실시형태에서, 광학 스택은 다음을 포함하는 패시브 및 액티브의 광학적 및 전기 광학적 엘리먼트의 일반적인 배열을 포함할 수도 있다: LCD, OLED, 편광기, 파 지연기, 백라이트, 다른 조명 소스, 컬러 필터, 렌즈, 렌즈렛 어레이, 시차 장벽, 광학 스플리터, 광학 결합기, 회절 엘리먼트, 홀로그래픽 엘리먼트, 및 광학 필름.
- [0331] 몇몇 실시형태에서, 파라메트릭 디스플레이는, 작동 신호와 디스플레이로부터 방출되는 각공간 강도 분포 사이의 매핑이 비선형인(예를 들면, 파라미터가 각공간 강도 분포의 기본 확장에서의 기본 계수로서 쉽게 상호 교환 가능하지 않은) 멀티뷰 디스플레이를 포함할 수도 있다.
- [0332] 몇몇 실시형태에서, 패시브 디스플레이는, 자신의 작동 신호가 자신의 다양한 광학 특성, 예를 들면, 프린트된 투명 매체의 경우 광 투과를 명시하는 고정된 패시브 광학 엘리먼트의 배열을 가리킬 수도 있다. 패시브 디스플레이에는 액티브(에너지를 소비하는) 또는 패시브 백라이트를 포함할 수도 있다.
- [0333] 몇몇 실시형태에서, 승산적 레이어는 광 강도에 대해 승산적 효과를 갖는 광학 엘리먼트를 포함할 수도 있는데, 여기서 강도는 관련된 작동 신호의 몇몇 일반적인 비선형 함수에 의해 승산된다. 예를 들면, 비선형 함수는 감마 곡선 또는 다른 지각 강도 곡선(perceptual intensity curve)을 통합할 수도 있다.
- [0334] 몇몇 실시형태에서, 변조 레이어는, 자신의 광학 특성이 제어되는 액티브 또는 패시브 광학 엘리먼트를 포함할 수도 있다.
- [0335] 몇몇 실시형태에서, 백라이트는 디스플레이 디바이스의 하나 이상의 투과형 컴포넌트에 대한 조명을 제공할 수도 있다. 투과성 컴포넌트는, 뷰어로부터 광학적으로 더 멀리 있을 수도 있는 백라이트와 비교하여, 뷰어에게 광학적으로 더 가까울 수도 있다.
- [0336] 몇몇 실시형태에서, "강도"는 강도, 에너지, 또는 전력의 임의의 척도 또는 이들에 관련되는 임의의 척도를 가리킬 수도 있다. 예를 들면, 광의 "강도"는 다음의 척도 중 임의의 것을 포함한다: 복사 조도(irradiance), 스펙트럼 복사 조도, 복사 에너지, 복사 플럭스, 스펙트럼 전력, 복사 강도, 스펙트럼 강도, 복사 휘도(radiance), 스펙트럼 복사 휘도, 복사 발산도(radiant exitance), 복사 방사도(radiant emittance), 스펙트럼 복사 발산도, 스펙트럼 복사 방사도, 라디오시티(radiosity), 복사 노출 및 복사 에너지 밀도.
- [0337] 본 명세서에서 설명되는 기술의 양태는 다음과 같은 구성을 가질 수도 있다.
- [0338] (1) 두 개 이상의 변조 레이어를 포함하는, 최적화 기반의 멀티뷰 디스플레이 시스템.
- [0339] (2) 두 개 이상의 변조 레이어를 포함하는, 파라메트릭 멀티뷰 디스플레이 시스템.
- [0340] (3) 뷰어 위치가 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.
- [0341] (4) 주변 광 강도가 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.

- [0342] (5) 주변 광 방향이 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.
- [0343] (6) 뷰어의 수가 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.
- [0344] (7) 디스플레이 상에 나타내어질 콘텐츠가 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.
- [0345] (8) 한 명 이상의 뷰어의 시각 시스템에서의 결함이 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.
- [0346] (9) 뷰어의 안간 간격(interocular spacing)이 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.
- [0347] (10) 디스플레이가 디바이스에 통합되고, 상기 디바이스의 전력 소비 요건이 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.
- [0348] (11) 디스플레이가 디바이스에 통합되고, 뷰어 또는 뷰어에 대한 디바이스 방위가 최적화 문제를 결정함에 있어서 활용되는, (1)에 따른 시스템.
- [0349] (12) 뷰어 위치가 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0350] (13) 두 개 이상의 변조 레이어를 포함하고, 레이어 상의 변조 패턴의 공간 샘플 레이트, 즉 공간 샘플 밀도가 1000에서 적어도 하나만큼 차이가 나는, 최적화 기반의 멀티뷰 디스플레이 시스템.
- [0351] (14) 레이어의 공간 샘플 레이트가 뷰어에 의해 관찰되는 무아레 간섭의 주파수를 조정하기 위해 선택되는, (13)에 따른 시스템.
- [0352] (15) 레이어의 공간 샘플 레이트가 디스플레이에 대한 콘텐츠를 렌더링하는 계산 비용을 감소시키도록 선택되는, (13)에 따른 시스템.
- [0353] (16) 각각의 변조 레이어의 이미지 엘리먼트가 비순차적으로 업데이트되는, (1)에 따른 시스템.
- [0354] (17) 각각의 변조 레이어의 이미지 엘리먼트의 업데이트의 순서가 최적화 문제의 부분적 또는 최종 결과인, (16)에 따른 시스템.
- [0355] (18) 디스플레이의 업데이트 레이트가 디스플레이될 콘텐츠의 시공간 복잡도에 따라 조정되는, (1)에 따른 시스템.
- [0356] (19) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 변조 레이어가 깊이에서 최대 깊이 범위(즉, 디스플레이 상에 나타내어지는 가상 오브젝트 또는 가상 오브젝트들의 최대 달성 가능한 전방 대 후방 장면 깊이)의 30%와 40% 사이의 간격으로 이격되는, (1)에 따른 시스템.
- [0357] (20) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 변조 레이어가, 깊이에서, 디스플레이 상에 나타내어지는 가상 오브젝트 또는 가상 오브젝트들의 최대 깊이 범위, 즉 최대 전방 대 후방 장면 깊이의 30% 미만의 간격으로 이격되는, (1)에 따른 시스템.
- [0358] (21) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 최적화 문제가 작동 신호를 생성함에 있어서 인간 시각 시스템의 시간 대역 한계를 활용하고; 변조 레이어가, 깊이에서, 디스플레이 상에 나타내어지는 가상 오브젝트 또는 가상 오브젝트들의 최대 깊이 범위, 즉 최대 달성 가능한 전방 대 후방 장면 깊이의 20%와 40% 사이의 간격으로 이격되는, (1)에 따른 시스템.
- [0359] (22) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 최적화 문제가 작동 신호를 생성함에 있어서 인간 시각 시스템의 시간 대역 한계를 활용하고; 변조 레이어가, 깊이에서, 디스플레이 상에 나타내어지는 가상 오브젝트 또는 가상 오브젝트들의 최대 깊이 범위, 즉 최대 전방 대 후방 장면 깊이의 30% 미만의 간격으로 이격되는, (1)에 따른 시스템.
- [0360] (23) 변조 레이어가 깊이에서 6mm 미만의 간격으로 이격되는, (1)에 따른 시스템.
- [0361] (24) 최적화 문제가, 작동 신호를 생성함에 있어서 대역 제한된 시각 모델, 예를 들면, 인간 시각 시스템의 공

간 대역 한계를 활용하는, (23)에 따른 시스템.

- [0362] (25) 디스플레이될 고해상도 텍스트 및 그래픽에 대해, 최적화된 디스플레이 상에 디스플레이될 가상 장면에서 하나 이상의 바람직한 깊이가 존재하고; 물리적 디스플레이 레이어 중 하나 이상이 상기 바람직한 깊이 중 하나 이상에 배치되는, (1)에 따른 시스템.
- [0363] (26) 컬러 이미지가 컬러 필터 어레이를 변조 레이어의 변조 엘리먼트에 부착하는 것에 의해 나타내어지고; 디스플레이의 컬러 채널이 공동으로 최적화되는, (1)에 따른 시스템.
- [0364] (27) 컬러 필터 어레이 내의 컬러 필터 사이의 크로스토크의 특성 묘사가 최적화 알고리즘에서 활용되는, (26)에 따른 시스템.
- [0365] (28) 단일 레이어 디스플레이와 비교하여, 더 넓은 컬러 색역이 디스플레이된 이미지에서 획득되는, (26)에 따른 시스템.
- [0366] (29) 컬러 필터 어레이에서 사용되는 컬러 필터가 변조 레이어 사이에서 동일한, (26)에 따른 시스템.
- [0367] (30) 다중 레이어 디스플레이의 각각의 레이어의 컬러 필터 어레이에서 사용되는 컬러 필터가 70 nm 이상의 반치전폭 응답을 갖는, (26)에 따른 시스템.
- [0368] (31) 다중 레이어 디스플레이의 각각의 레이어의 컬러 필터 어레이에서 사용되는 컬러 필터가 100 nm 보다 큰 반치전폭 응답을 갖는, (26)에 따른 시스템.
- [0369] (32) 컬러 이미지가 단지 하나의 변조 레이어의 변조 엘리먼트에 컬러 필터 어레이를 부착하는 것에 의해 나타내어지는, (1)에 따른 시스템.
- [0370] (33) 나타내어질 이미지가, 디스플레이 레이어를 포함하는 변조기와 동일한 샘플 레이트에서 샘플링되는 휘도 채널, 및 상기 변조기의 레이트 미만으로 서브샘플링되는 색도 채널로 분해되는, (32)에 따른 시스템.
- [0371] (34) 디스플레이 레이어 사이의 반사된 광 경로가 작동 신호를 생성하는 최적화 문제에서 모델링되는, (1)에 따른 시스템.
- [0372] (35) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 레이어 사이의 반사된 광 경로가 레이어 사이의 간격의 적어도 1.5배의 간격까지 상기 깊이 범위를 확장시키도록 활용되는, (34)에 따른 시스템.
- [0373] (36) 세 개 이상의 변조 레이어를 포함하고, 확산기가 디스플레이 레이어 사이에 배치되고; 상기 확산기가 광학적 블러의 정도를 결정하는 가중치를 가지며; 상기 확산기가 광학적 블러의 정도가 관찰된 무아레 간섭을 감소시키도록 선택되는, 최적화 기반의 멀티뷰 디스플레이 시스템.
- [0374] (37) 최적화 결과가 이진 값(완전 불투명 또는 완전 투명)으로 제한되는, (1)에 따른 시스템.
- [0375] (38) 변조 레이어가 LCD 패널로 제조되고; LCD 패널이 이진 Pi 셀인, (37)에 따른 시스템.
- [0376] (39) 변조 레이어가 LCD 패널로 제조되고; LCD 패널이 이진 강유전성 액정 어레이인, (37)에 따른 시스템.
- [0377] (40) 변조 레이어가 MEMS 셔터 디바이스로 제조되는, (37)에 따른 시스템.
- [0378] (41) 변조 레이어가 수반하는 광학 엘리먼트를 갖는 MEMS 미러 디바이스로 제조되는, (37)에 따른 시스템.
- [0379] (42) 변조 레이어의 변조 엘리먼트가 8 비트보다 더 적은 정밀도(낮은 비트 깊이)를 가지며; 최적화 문제에 대한 최종 또는 중간 솔루션이 디스플레이 디바이스의 정밀도로 양자화되는, (1)에 따른 시스템.
- [0380] (43) 변조 레이어의 변조 엘리먼트가 8 비트보다 더 적은 정밀도(낮은 비트 깊이)를 가지며; 적어도 하나의 이러한 낮은 비트 깊이 변조 레이어가 LCD 패널인, (42)에 따른 시스템.
- [0381] (44) 변조 레이어 중 적어도 하나의 콘트라스트가 1:100 미만인, (1)에 따른 시스템.
- [0382] (45) 1:100 미만의 콘트라스트를 갖는 레이어가 LCD로 제조되는, (44)에 따른 시스템.
- [0383] (46) 적어도 하나의 레이어가 발광 다이오드의 어레이를 포함하고; 적어도 하나의 레이어가 광 감쇠량 변조기를 포함하고; 발광 다이오드의 어레이를 포함하는 상기 레이어가, 뷰어의 관점에서, 광 감쇠 변조기를 포함하는 상

기 레이어 중 적어도 하나 뒤에 배치되는, (1)에 따른 시스템.

- [0384] (47) 변조 레이어 중 적어도 하나가 패시브의 패턴화된 광 감쇠 재료를 포함하는, (1)에 따른 시스템.
- [0385] (48) 상기 패시브 재료가, 잉크로 패턴화되는 투명한 플라스틱 시트를 포함하는, (47)에 따른 시스템.
- [0386] (49) 잉크가 잉크젯 프린터에 의해 퇴적되는, (48)에 따른 시스템.
- [0387] (50) 상기 패시브 재료가, 예를 들면, 레이저 프린터 또는 다른 정전식 프린팅 방법으로부터의 토너에 의해 패턴화되는 투명 플라스틱 시트를 포함하는, (47)에 따른 시스템.
- [0388] (51) 상기 패시브 재료가 잉크에 의해 패턴화되는 유리 시트를 포함하는, (47)에 따른 시스템.
- [0389] (52) 상기 패시브 재료가 광학적으로 노광되는 막, 예를 들면, 포토마스크를 포함하는, (47)에 따른 시스템.
- [0390] (53) 상기 패시브 재료가 발색 프로세스를 사용하여 패턴화된, (47)에 따른 시스템.
- [0391] (54) 변조 레이어 중 적어도 하나가 패시브의 기계 가공된 레이어를 포함하는, (1)에 따른 시스템.
- [0392] (55) 기계 가공된 레이어가 나무로 제조되는, (54)에 따른 시스템.
- [0393] (56) 기계 가공된 레이어가 금속으로 제조되는, (54)에 따른 시스템.
- [0394] (57) 기계 가공된 레이어가 불투명 플라스틱으로 제조되는, (54)에 따른 시스템.
- [0395] (58) 변조 레이어 사이의 간격이 5mm 미만인, (47)에 따른 시스템.
- [0396] (59) 변조 레이어 사이의 간격이 변조 레이어의 최소 피처 사이즈의 폭의 60 배 미만인, (47)에 따른 시스템.
- [0397] (60) 적어도 하나의 변조 레이어, 및 적어도 하나의 반사성 레이어를 포함하는, 최적화 기반의 멀티뷰 디스플레이 시스템.
- [0398] (61) 입사 광원의 위치가 최적화에서 활용되고; 뷰어의 위치가 최적화에서 활용되는, (60)에 따른 시스템.
- [0399] (62) 반사성 레이어가 확산 로브를 구비하는, (61)에 따른 시스템.
- [0400] (63) 반사성 레이어가 또한 변조 레이어인, (60)에 따른 시스템.
- [0401] (64) 반사성 레이어가 전자 잉크 또는 전자 종이 디스플레이를 포함하는, (63)에 따른 시스템.
- [0402] (65) 반사성 레이어도 또한 투과성인, (61)에 따른 시스템.
- [0403] (66) 반사성 및 투과성 레이어가 반투과성 LCD를 포함하는, (65)에 따른 시스템.
- [0404] (67) 디스플레이가 백라이트 유닛에 의해 조명되고; 백라이트 유닛이, 디스플레이의 예상 뷰잉 위치를 포함하는 각도 영역에 걸쳐 상기 백라이트 유닛에 의해 방출되는 총 광의 90%보다 많이 방출하는, (1)에 따른 시스템.
- [0405] (68) 시스템이 운송 수단에서 3D 대쉬 디스플레이를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0406] (69) 시스템이 운송 수단에서 3D 계기판(instrument cluster)을 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0407] (70) 시스템이 운송 수단에서 3D 제어 표면을 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0408] (71) 시스템이 스마트 폰 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0409] (72) 시스템이 태블릿 컴퓨터 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0410] (73) 시스템이 랩탑 컴퓨터 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0411] (74) 시스템이 데스크탑 컴퓨터 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는 (1)에 따른 시스템.
- [0412] (75) 시스템이 워크스테이션 컴퓨터 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0413] (76) 시스템이 CAD 워크스테이션 상에서 3D 시각화를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0414] (77) 시스템이 건축 모델의 3D 뷰를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0415] (78) 시스템이 입체형 비디오 콘텐츠를 시청하기 위한 3D 스크린을 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0416] (79) 시스템이 멀티뷰 텔레비전 또는 다른 멀티뷰 비디오 콘텐츠를 시청하기 위한 3D 스크린을 제공하는, (1)에

따른 시스템.

- [0417] (80) 디스플레이가 개인 주택에 있는, (79)에 따른 시스템.
- [0418] (81) 디스플레이가 영화관에 있는, (79)에 따른 시스템.
- [0419] (82) 시스템이 3D 게임 경험을 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0420] (83) 3D 게임 경험이 모바일 디바이스 상에서 존재하는, (82)에 따른 시스템.
- [0421] (84) 3D 게임 경험이 개인 주택에 있는, (82)에 따른 시스템.
- [0422] (85) 3D 게임 경험이 데스크탑 컴퓨터 상에 있는, (82)에 따른 시스템.
- [0423] (86) 3D 게임 경험이 콘솔 게임 시스템 상에 있는, (82)에 따른 시스템.
- [0424] (87) 3D 게임 경험이 공공 아케이드에 있는, (82)에 따른 시스템.
- [0425] (88) 시스템이 의료용 이미징 데이터의 3D 뷰를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0426] (89) 시스템이 부피 측정의 의학적 스캔의 3D 뷰를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0427] (90) 시스템이 3D 뷰 의료 차트 데이터 또는 바이탈 환자 데이터(vital patient data)를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0428] (91) 시스템이 지진 이미징 데이터의 3D 뷰를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0429] (92) 시스템이 미세 구조물의 3D 뷰를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0430] (93) 시스템이 큰 데이터 세트의 추세의 3D 뷰를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0431] (94) 시스템이 금융 데이터의 3D 뷰를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0432] (95) 시스템이 예술 작품을 위한 3D 매체를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0433] (96) 시스템이 3D 광고를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0434] (97) 시스템이 3D 알림을 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0435] (98) 시스템이 원격 운송 수단 동작을 위한 3D 시각화를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0436] (99) 운송 수단이 공중에 떠 있는, (98)에 따른 시스템.
- [0437] (100) 운송 수단이 잠수 가능한, (98)에 따른 시스템.
- [0438] (101) 운송 수단이 육상을 주행하는, (98)에 따른 시스템.
- [0439] (102) 운송 수단이 우주에서 동작하는, (98)에 따른 시스템.
- [0440] (103) 운송 수단이 태양계 밖 천체(extraplanetary body) 상에서 작동하는, (98)에 따른 시스템.
- [0441] (104) 시스템이 일단의(a fleet of) 자율 운송 수단을 제어하기 위한 3D 시각화를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0442] (105) 시스템이 3D 원격 전자 회의를 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0443] (106) 시스템이 3D 원격 현장감을 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0444] (107) 시스템이 3D 원격 조종을 제공하는, (1)에 따른 시스템.
- [0445] (108) 시스템이 인디케이터 광(indicator light)으로서 기능하는 3D 그래픽 또는 텍스트를 제공하는, (47)에 따른 시스템.
- [0446] (109) 시스템이 전자 시스템용 제어 패널에서 앰블럼으로서 기능하는 3D 그래픽 또는 텍스트를 제공하는, (47)에 따른 시스템.
- [0447] (110) 시스템이, 스위치, 버튼, 정전 용량 터치 버튼, 노브, 슬라이드 컨트롤, 광학적 근접 센서 또는 다른 물리적 제어 엘리먼트 또는 표면에 대한 라벨로서 기능하는 3D 그래픽 또는 텍스트를 제공하는, (47)에 따른 시스템.

템.

- [0448] (111) 시스템이 운송 수단의 외부 광, 예를 들면, 브레이크등, 미등(tail light) 또는 다른 외부의 조명되는 표면 상에 중첩되는 3D 그래픽 또는 텍스트를 제공하는, (47)에 따른 시스템.
- [0449] (112) 시스템이 3D 광고를 제공하는, (47)에 따른 시스템.
- [0450] (113) 시스템이 3D 알림을 제공하는, (47)에 따른 시스템.
- [0451] (114) 시스템 내의 레이어는 창과 같은 유리에 부착되는, (47)에 따른 시스템.
- [0452] (115) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 사람 뷰어에 의해 해석되고; 상기 가상 오브젝트가 인간 뷰어에 의해 인식될 때 물리적 세계의 실제 오브젝트와 공존하는 것처럼 보이고; 가상 오브젝트가 3D 형상을 갖는 것으로 보이는, (1)에 따른 시스템.
- [0453] (116) 시스템으로부터 방출되는 광이 반 반사성 스크린을 통해 뷰어에 의해 보이는, (115)에 따른 시스템.
- [0454] (117) 상기 반 반사성 스크린이 자동차의 윈드실드인, (116)에 따른 시스템.
- [0455] (118) 상기 반 반사성 스크린이 항공기의 조종석인, (116)에 따른 시스템.
- [0456] (119) 상기 반 반사성 스크린이 빌딩 또는 구조물의 창인, (116)에 따른 시스템.
- [0457] (120) 변조 레이어로부터 방출되는 광이 렌즈를 통해 투과되는, (116)에 따른 시스템.
- [0458] (121) 변조 레이어로부터 방출되는 광이 반사굴절 시스템을 통해 투과되는, (116)에 따른 시스템.
- [0459] (122) 변조 레이어로부터 방출되는 광이 곡면 거울의 시스템을 통해 투과되는, (116)에 따른 시스템.
- [0460] (123) 뷰어 위치가 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0461] (124) 주변 광 강도가 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0462] (125) 주변 광 방향이 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0463] (126) 뷰어의 수가 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0464] (127) 디스플레이 상에 나타내어질 콘텐츠가 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0465] (128) 한 명 이상의 뷰어의 시각 시스템에서의 결합이 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0466] (129) 뷰어의 안간 간격이 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0467] (130) 뷰어 위치가 파라메트릭 매핑을 결정함에 있어서 활용되는, (2)에 따른 시스템.
- [0468] (131) 두 개 이상의 변조 레이어를 포함하고, 레이어 상의 변조 패턴의 공간 샘플 레이트, 즉 공간 샘플 밀도가 1000에서 적어도 하나만큼 차이가 나는, 파라메트릭 멀티뷰 디스플레이 시스템.
- [0469] (132) 레이어의 공간 샘플 레이트가 뷰어에 의해 관찰되는 무아레 간섭의 주파수를 조정하기 위해 선택되는, (131)에 따른 시스템.
- [0470] (133) 레이어의 공간 샘플 레이트가 디스플레이에 대한 콘텐츠를 렌더링하는 계산 비용을 감소시키도록 선택되는, (131)에 따른 시스템.
- [0471] (134) 각각의 변조 레이어의 이미지 엘리먼트가 비순차적으로 업데이트되는, (2)에 따른 시스템.
- [0472] (135) 각각의 변조 레이어의 이미지 엘리먼트의 업데이트의 순서가 최적화 문제의 부분적 또는 최종 결과인, (134)에 따른 시스템.
- [0473] (136) 디스플레이의 업데이트 레이트가 디스플레이될 콘텐츠의 시공간 복잡도에 따라 조정되는, (2)에 따른 시스템.
- [0474] (137) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 변조 레이어가, 깊이에서, 디스플레이 상에 나타내어지는 가상 오브젝트 또는 가상 오브젝트들의 최대 깊이 범위, 즉 최대 달성

가능한 전방 대 후방 장면 깊이의 30%와 40% 사이의 간격으로 이격되는, (2)에 따른 시스템.

- [0475] (138) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 변조 레이어가, 깊이에서, 디스플레이 상에 나타내어지는 가상 오브젝트 또는 가상 오브젝트들의 최대 깊이 범위, 즉 최대 전방 대 후방 장면 깊이의 30% 미만의 간격으로 이격되는, (2)에 따른 시스템.
- [0476] (139) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 최적화 문제에 작동 신호를 생성함에 있어서 인간 시각 시스템의 시간 대역 한계를 활용하고; 변조 레이어가, 깊이에서, 디스플레이 상에 나타내어지는 가상 오브젝트 또는 가상 오브젝트들의 최대 깊이 범위, 즉 최대 달성 가능한 전방 대 후방 장면 깊이의 20% 내지 40% 사이의 간격으로 이격되는, (2)에 따른 시스템.
- [0477] (140) 변조 레이어가 깊이에서 6mm 미만의 간격으로 이격되는, (2)에 따른 시스템.
- [0478] (141) 최적화 문제가, 작동 신호를 생성함에 있어서 대역 제한된 지각 모델, 예를 들면, 인간 시각 시스템의 공간 대역 한계를 활용하는, (140)에 따른 시스템.
- [0479] (142) 디스플레이될 고해상도 텍스트 및 그래픽에 대해, 파라메트릭 디스플레이 상에 디스플레이될 가상 장면에서 하나 이상의 바람직한 깊이가 존재하고; 물리적 디스플레이 레이어 중 하나 이상이 상기 바람직한 깊이 중 하나 이상에 배치되는, (2)에 따른 시스템.
- [0480] (143) 컬러 이미지가 컬러 필터 어레이를 변조 레이어의 변조 엘리먼트에 부착하는 것에 의해 나타내어지고; 디스플레이의 컬러 채널을 나타내는 파라미터가 공동으로 고려되는, (2)에 따른 시스템.
- [0481] (144) 단일 레이어 디스플레이와 비교하여, 더 넓은 컬러 색역이 디스플레이된 이미지에서 획득되는, (143)에 따른 시스템.
- [0482] (145) 컬러 필터 어레이에서 사용되는 컬러 필터가 변조 레이어 사이에서 동일한, (143)에 따른 시스템.
- [0483] (146) 다중 레이어 디스플레이의 각각의 레이어의 컬러 필터 어레이에서 사용되는 컬러 필터가 70 nm 이상의 반치전폭 응답을 갖는, (143)에 따른 시스템.
- [0484] (147) 다중 레이어 디스플레이의 각각의 레이어의 컬러 필터 어레이에서 사용되는 컬러 필터가 100 nm 보다 큰 반치전폭 응답을 갖는, (143)에 따른 시스템.
- [0485] (148) 컬러 이미지가 단지 하나의 변조 레이어의 변조 엘리먼트에 컬러 필터 어레이를 부착하는 것에 의해 나타내어지는, (2)에 따른 시스템.
- [0486] (149) 나타내어질 이미지가, 디스플레이 레이어를 포함하는 변조기와 동일한 샘플 레이트에서 샘플링되는 휘도 채널, 및 상기 변조기의 레이트 미만으로 서브샘플링되는 색도 채널로 분해되는, (148)에 따른 시스템.
- [0487] (150) 디스플레이 레이어 사이의 반사된 광 경로가 디스플레이의 파라미터 공간에 포함되는, (2)에 따른 시스템.
- [0488] (151) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가, 디스플레이의 전방의, 디스플레이의 뒤쪽의, 또는 둘 모두의 영역에서 깊이 영역에 걸쳐 연장하는 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 인간 뷰어에 의해 해석되고; 레이어 사이의 반사된 광 경로가 레이어 사이의 간격의 적어도 1.5배의 간격까지 상기 깊이 범위를 확장시키도록 활용되는, (150)에 따른 시스템.
- [0489] (152) 세 개 이상의 변조 레이어를 포함하고, 확산기가 디스플레이 레이어 사이에 배치되고; 상기 확산기는 광학적 블러의 정도를 결정하는 가중치를 가지며; 상기 확산기는 광학적 블러의 정도가 관찰된 무아레 간섭을 감소시키도록 선택되는, 파라메트릭 멀티뷰 디스플레이 시스템.
- [0490] (153) 최적화 결과가 이진 값(완전 불투명 또는 완전 투명)을 취하도록 제한되는, (2)에 따른 시스템.
- [0491] (154) 변조 레이어가 LCD 패널로 제조되고; LCD 패널이 이진 Pi 셀인, (153)에 따른 시스템.
- [0492] (155) 변조 레이어가 LCD 패널로 제조되고; LCD 패널이 이진 강유전성 액정 어레이인, (153)에 따른 시스템.
- [0493] (156) 변조 레이어가 MEMS 셔터 디바이스로 제조되는, (153)에 따른 시스템.

- [0494] (157) 변조 레이어가 수반하는 광학 엘리먼트를 갖는 MEMS 미러 디바이스로 제조되는, (153)에 따른 시스템.
- [0495] (158) 변조 레이어의 변조 엘리먼트가 8 비트보다 더 적은 정밀도(낮은 비트 깊이)를 가지며; 파라미터 공간이 디스플레이 디바이스의 정밀도로 양자화되는, (2)에 따른 시스템.
- [0496] (159) 변조 레이어의 변조 엘리먼트가 8 비트보다 더 적은 정밀도(낮은 비트 깊이)를 가지며; 적어도 하나의 이러한 낮은 비트 깊이 변조 레이어가 LCD 패널인, (158)에 따른 시스템.
- [0497] (160) 변조 레이어 중 적어도 하나의 콘트라스트가 1:100 미만인, (2)에 따른 시스템.
- [0498] (161) 1:100 미만의 콘트라스트를 갖는 레이어가 LCD로 제조되는, (160)에 따른 시스템.
- [0499] (162) 적어도 하나의 레이어가 발광 다이오드의 어레이를 포함하고; 적어도 하나의 레이어가 광 감쇠량 변조기를 포함하고; 발광 다이오드의 어레이를 포함하는 상기 레이어가, 뷰어의 관점에서, 광 감쇠 변조기를 포함하는 상기 레이어 중 적어도 하나 뒤에 배치되는, (2)에 따른 시스템.
- [0500] (163) 변조 레이어 중 적어도 하나가 패시브의 패턴화된 광 감쇠 재료를 포함하는, (2)에 따른 시스템.
- [0501] (164) 상기 패시브 재료가, 잉크로 패턴화되는 투명한 플라스틱 시트를 포함하는, (163)에 따른 시스템.
- [0502] (165) 잉크가 잉크젯 프린터에 의해 퇴적되는, (164)에 따른 시스템.
- [0503] (166) 상기 패시브 재료가, 예를 들면, 레이저 프린터 또는 다른 정전식 프린팅 방법으로부터의 토너에 의해 패턴화되는 투명 플라스틱 시트를 포함하는, (163)에 따른 시스템.
- [0504] (167) 상기 패시브 재료가 잉크에 의해 패턴화되는 유리 시트를 포함하는, (163)에 따른 시스템.
- [0505] (168) 상기 패시브 재료가 광학적으로 노광되는 막, 예를 들면, 포토마스크를 포함하는, (163)에 따른 시스템.
- [0506] (169) 상기 패시브 재료가 발색 프로세스를 사용하여 패턴화된, (163)에 따른 시스템.
- [0507] (170) 변조 레이어 중 적어도 하나가 패시브의 기계 가공된 레이어를 포함하는, (2)에 따른 시스템.
- [0508] (171) 기계 가공된 레이어가 나무로 제조되는, (170)에 따른 시스템.
- [0509] (172) 기계 가공된 레이어가 금속으로 제조되는, (170)에 따른 시스템.
- [0510] (173) 기계 가공된 레이어가 불투명 플라스틱으로 제조되는, (170)에 따른 시스템.
- [0511] (174) 변조 레이어 사이의 간격이 5mm 미만인, (165)에 따른 시스템.
- [0512] (175) 변조 레이어 사이의 간격이 변조 레이어의 최소 피쳐 사이즈의 폭의 60 배 미만인, (165)에 따른 시스템.
- [0513] (176) 적어도 하나의 변조 레이어, 및 적어도 하나의 반사성 레이어를 포함하는, 파라메트릭 멀티뷰 디스플레이 시스템.
- [0514] (177) 입사 광원의 위치가 시스템에 의해 알려져 있고; 뷰어의 위치가 시스템에 의해 알려져 있는, (176)에 따른 시스템.
- [0515] (178) 반사성 레이어가 확산 로브를 구비하는, (177)에 따른 시스템.
- [0516] (179) 반사성 레이어가 또한 변조 레이어인, (177)에 따른 시스템.
- [0517] (180) 반사성 레이어가 전자 잉크 또는 전자 종이 디스플레이를 포함하는, (177)에 따른 시스템.
- [0518] (181) 반사성 레이어도 또한 투과성인, (177)에 따른 시스템.
- [0519] (182) 반사성 및 투과성 레이어가 반투과성 LCD를 포함하는, (181)에 따른 시스템.
- [0520] (183) 디스플레이가 백라이트 유닛에 의해 조명되고; 백라이트 유닛이, 디스플레이의 예상 뷰잉 위치를 포함하는 각도 영역에 걸쳐 상기 백라이트 유닛에 의해 방출되는 총 광의 90%보다 많이 방출하는, (2)에 따른 시스템.
- [0521] (184) 시스템이 운송 수단에서 3D 대쉬 디스플레이를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0522] (185) 시스템이 운송 수단에서 3D 계기판을 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0523] (186) 시스템이 운송 수단에서 3D 제어 표면을 제공하는, (2)에 따른 시스템.

- [0524] (187) 시스템이 스마트 폰 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0525] (188) 시스템이 태블릿 컴퓨터 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0526] (189) 시스템이 랩탑 컴퓨터 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0527] (190) 시스템이 데스크탑 컴퓨터 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는 (2)에 따른 시스템.
- [0528] (191) 시스템이 워크스테이션 컴퓨터 상에서 3D 유저 인터페이스를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0529] (192) 시스템이 CAD 워크스테이션 상에서 3D 시각화를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0530] (193) 시스템이 건축 모델의 3D 뷰를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0531] (194) 시스템이 입체형 비디오 콘텐츠를 시청하기 위한 3D 스크린을 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0532] (195) 시스템이 멀티뷰 텔레비전 또는 다른 멀티뷰 비디오 콘텐츠를 시청하기 위한 3D 스크린을 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0533] (196) 디스플레이가 개인 주택에 있는, (195)에 따른 시스템.
- [0534] (197) 디스플레이가 영화관에 있는, (195)에 따른 시스템.
- [0535] (198) 시스템이 3D 게임 경험을 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0536] (199) 3D 게임 경험이 모바일 디바이스 상에서 존재하는, (198)에 따른 시스템.
- [0537] (200) 3D 게임 경험이 개인 주택에 있는, (198)에 따른 시스템.
- [0538] (201) 3D 게임 경험이 데스크탑 컴퓨터 상에 있는, (198)에 따른 시스템.
- [0539] (202) 3D 게임 경험이 콘솔 게임 시스템 상에 있는, (198)에 따른 시스템.
- [0540] (203) 3D 게임 경험이 공공 아케이드에 있는, (198)에 따른 시스템.
- [0541] (204) 시스템이 의료용 이미징 데이터의 3D 뷰를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0542] (205) 시스템이 부피 측정의 의학적 스캔의 3D 뷰를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0543] (206) 시스템이 3D 뷰 의료 차트 데이터 또는 바이탈 환자 데이터를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0544] (207) 시스템이 지진 이미징 데이터의 3D 뷰를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0545] (208) 시스템이 미세 구조물의 3D 뷰를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0546] (209) 시스템이 큰 데이터 세트의 추세의 3D 뷰를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0547] (210) 시스템이 금융 데이터의 3D 뷰를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0548] (211) 시스템이 예술 작품을 위한 3D 매체를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0549] (212) 시스템이 3D 광고를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0550] (213) 시스템이 3D 알림을 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0551] (214) 시스템이 원격 운송 수단 동작을 위한 3D 시각화를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0552] (215) 운송 수단이 공중에 떠 있는, (214)에 따른 시스템.
- [0553] (216) 운송 수단이 잠수 가능한, (214)에 따른 시스템.
- [0554] (217) 운송 수단이 육상을 주행하는, (214)에 따른 시스템.
- [0555] (218) 운송 수단이 우주에서 동작하는, (214)에 따른 시스템.
- [0556] (219) 운송 수단이 태양계 밖 선체 상에서 작동하는, (214)에 따른 시스템.
- [0557] (220) 시스템이 일단의 자율 운송 수단을 제어하기 위한 3D 시각화를 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0558] (221) 시스템이 3D 원격 전자 회의를 제공하는, (2)에 따른 시스템.

- [0559] (222) 시스템이 3D 원격 현장감을 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0560] (223) 시스템이 3D 원격 조종을 제공하는, (2)에 따른 시스템.
- [0561] (224) 시스템이 인디케이터 광으로서 기능하는 3D 그래픽 또는 텍스트를 제공하는, (163)에 따른 시스템.
- [0562] (225) 시스템이 전자 시스템용 제어 패널에서 애플릿으로서 기능하는 3D 그래픽 또는 텍스트를 제공하는, (163)에 따른 시스템.
- [0563] (226) 시스템이, 스위치, 버튼, 정전 용량 터치 버튼, 노브, 슬라이드 컨트롤, 광학적 근접 센서 또는 다른 물리적 제어 엘리먼트 또는 표면에 대한 라벨로서 기능하는 3D 그래픽 또는 텍스트를 제공하는, (163)에 따른 시스템.
- [0564] (227) 시스템이 운송 수단의 외부 광, 예를 들면, 브레이크등, 미등 또는 다른 외부의 조명되는 표면 상에 중첩되는 3D 그래픽 또는 텍스트를 제공하는, (163)에 따른 시스템.
- [0565] (228) 시스템이 3D 광고를 제공하는, (163)에 따른 시스템.
- [0566] (229) 시스템이 3D 알림을 제공하는, (163)에 따른 시스템.
- [0567] (230) 시스템 내의 레이어는 창과 같은 유리에 부착되는, (163)에 따른 시스템.
- [0568] (231) 디스플레이된 멀티뷰 이미지가 하나 이상의 가상 오브젝트를 나타내도록 사람 뷰어에 의해 해석되고; 상기 가상 오브젝트가 인간 뷰어에 의해 인식될 때 물리적 세계의 실제 오브젝트와 공존하는 것처럼 보이고; 가상 오브젝트가 3D 형상을 갖는 것으로 보이는, (2)에 따른 시스템.
- [0569] (232) 시스템으로부터 방출되는 광이 반 반사성 스크린을 통해 뷰어에 의해 보이는, (231)에 따른 시스템.
- [0570] (233) 상기 반 반사성 스크린이 자동차의 윈드실드인, (231)에 따른 시스템.
- [0571] (234) 상기 반 반사성 스크린이 항공기의 조종석인, (231)에 따른 시스템.
- [0572] (235) 상기 반 반사성 스크린이 빌딩 또는 구조물의 창인, (231)에 따른 시스템.
- [0573] (236) 변조 레이어로부터 방출되는 광이 렌즈를 통해 투과되는, (231)에 따른 시스템.
- [0574] (237) 변조 레이어로부터 방출되는 광이 반사굴절 시스템을 통해 투과되는, (231)에 따른 시스템.
- [0575] (238) 변조 레이어로부터 방출되는 광이 곡면 거울의 시스템을 통해 투과되는, (231)에 따른 시스템.
- [0576] (239) 대역 제한된 지각 모델이 최적화를 수행함에 있어서 활용되는, 액티브의 최적화된 라이트 필드 디스플레이에서 사용하기 위한 작동 신호를 최적화하기 위한 시스템.
- [0577] (240) 대역 제한된 지각 모델이 최적화를 수행함에 있어서 활용되고, 관련된 광학 스택이 두 개보다 많은 생산적 레이어를 포함하며, 각각의 생산적 레이어가 네 개 이상의 개개의 선택 가능한 픽셀을 포함하는, 액티브의 최적화된 라이트 필드 디스플레이에서 사용하기 위한 작동 신호를 최적화하기 위한 시스템.
- [0578] (241) 대역 제한된 지각 모델이 최적화를 수행함에 있어서 활용되고, 관련된 광학 스택이 두 개보다 많은 생산적 레이어를 포함하며, 각각의 생산적 레이어가 네 개 이상의 개개의 선택 가능한 픽셀 또는 사전 구성된 감쇠 패턴을 포함하는, 액티브의 최적화된 라이트 필드 디스플레이에서 사용하기 위한 작동 신호를 최적화하기 위한 시스템.
- [0579] (242) 대역 제한된 지각 모델이 최적화를 수행함에 있어서 활용되는, 패시브의 최적화된 라이트 필드 디스플레이에서 사용하기 위한 작동 신호를 최적화하기 위한 시스템.
- [0580] (243) 재료의 대역 제한된 모델이 활용되는, 삼차원 프린터에서 감광성 수지를 경화시킴에 있어서 사용되는 라이트 필드 이미터에서 사용하기 위한 작동 신호를 최적화하기 위한 시스템.
- [0581] (244) 매체의 대역 제한된 모델이 활용되는, 이차원 사진 매체를 노출시킴에 있어서 사용되는 라이트 필드 이미터에서 사용하기 위한 작동 신호를 최적화하기 위한 시스템.
- [0582] (245) 배지(medium)의 대역 제한된 모델이 활용되는, 생물학적 조직 배지를 노출시킴에 있어서 사용되는 라이트 필드 이미터에서 사용하기 위한 작동 신호를 최적화하기 위한 시스템.
- [0583] (246) 관련된 계산이 다수의 계산 스트레드 또는 리소스에 걸쳐 분산되는, 대역 제한된 지각 모델이 활용되는 작

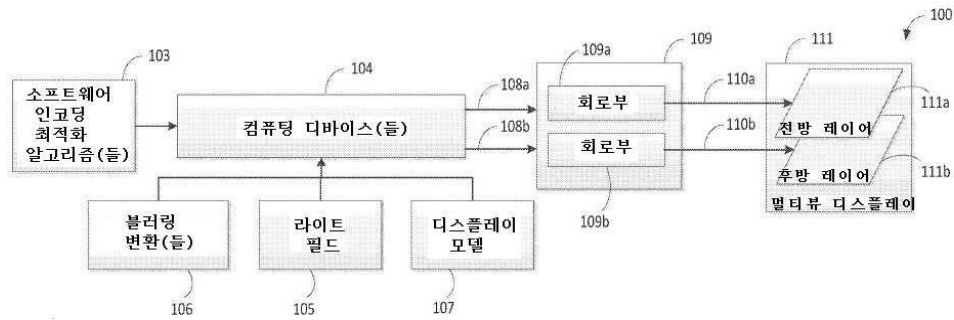
동 신호를 최적화하기 위한 방법.

- [0584] (247) 관련된 계산이 다수의 계산 스톱드 또는 리소스에 걸쳐 분산되며, 각각의 리소스가 광학 스택의 대응하는 층에 대한 작동 신호의 최적화에 전적으로 또는 부분적으로 기여하는, 대역 제한된 지각 모델이 활용되는 작동 신호를 최적화하기 위한 방법.
- [0585] (248) (247)에 따라 설명되는 계산의 분포가 다수의 계산 스톱드 또는 리소스에 걸쳐 추가로 분산되고, 각각의 추가로 분산된 리소스가 디스플레이의 대응하는 지각된 뷰의 최적화에 전적으로 또는 부분적으로 기여하는, 대역 제한된 지각 모델이 활용되는 작동 신호를 최적화하기 위한 방법.
- [0586] (249) 최적화 방법이 작동 신호를 반복적으로 업데이트하고, 각각의 반복에 대한 업데이트는, 이전 값이 동적으로 생성되는 단계에 의해 승산되어 후속 반복에서의 값을 획득하는 규칙을 활용하는, 대역 제한된 지각 모델이 활용되는 작동 신호를 최적화하기 위한 방법.
- [0587] (250) 디스플레이를 제어하는 작동 신호를 획득하기 위해 작동 신호가 저장, 소환 및 다른 작동 신호와 결합될 수도 있는, 최적화된 라이트 필드 디스플레이에서 사용하기 위해 최적화된 작동 신호를 캐싱, 합성 및 소환하기 위한 시스템.
- [0588] (251) 소스 신호의 경계 사이에서 점차적인 에지 블러링이 수행되는, 라이트 필드 디스플레이에서 작동 신호를 합성하기 위한 방법.
- [0589] (252) 선택되는 소스 신호의 일부가 뷰어의 위치에 의존하는, 라이트 필드 디스플레이에서 작동 신호를 합성하기 위한 방법.
- [0590] (253) 소스 신호 중 하나 이상이 디스플레이의 단일 레이어를 수정하는 것에 의해 결합되는, 승산적 다중 레이어 라이트 필드 디스플레이에서 작동 신호를 합성하기 위한 방법.
- [0591] (254) 소스 신호 중 하나 이상이 최적화 알고리즘을 사용하여 결합되는, 승산적 다중 레이어 라이트 필드 디스플레이에서 작동 신호를 합성하기 위한 방법.
- [0592] (255) 모바일 디바이스가 캘리브레이션을 수행함에 있어서 활용되는, 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 캘리브레이션을 수행하기 위한 방법.
- [0593] (256) 모바일 디바이스가 캘리브레이션을 수행함에 있어서 활용되는, 구체적으로는, 캘리브레이션을 수행함에 있어서 모바일 디바이스 내의 통합 카메라, 깊이 카메라, 또는 카메라 어레이를 활용하는, 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 캘리브레이션을 수행하기 위한 방법.
- [0594] (257) 모바일 디바이스가 캘리브레이션을 수행함에 있어서 활용되는, 구체적으로는 캘리브레이션을 수행함에 있어서 가속도계, 자이로스코프, 나침반 또는 다른 관련 센서를 활용하는, 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 캘리브레이션을 수행하기 위한 방법.
- [0595] (258) 모바일 디바이스가 캘리브레이션을 수행함에 있어서 활용되고, 캘리브레이팅되고 있는 최적화된 라이트 필드 디스플레이에 캘리브레이션 패턴이 디스플레이되는, 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 캘리브레이션을 수행하기 위한 방법.
- [0596] (259) 모바일 디바이스가 캘리브레이션을 수행함에 있어서 활용되고, 캘리브레이션에서 사용되는 모바일 디바이스에 캘리브레이션 패턴이 디스플레이되는, 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 캘리브레이션을 수행하는 방법.
- [0597] (260) 제조 환경에서 최적화된 라이트 필드 디스플레이의 캘리브레이션을 수행하기 위한 방법으로서, 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 산업 기기에 대해 사용하기 위해, (255) 내지(259)에 따라 명시되는 방법의 적용이 후속할 임의의 이러한 방법을 사용하는, 캘리브레이션을 수행하기 위한 방법.
- [0598] 몇몇 실시형태의 몇몇 양태를 설명하였지만, 기술 분야의 숙련된 자는 다양한 변경, 수정 및 향상을 쉽게 떠올릴 것이라는 것이 인식되어야 한다. 이러한 변경, 수정 및 향상은 본 개시의 취지 및 범위 내에 있는 것으로 의도된다. 따라서, 상기의 설명 및 도면은 단지 예시적인 것이다.
- [0599] 본 개시의 상기에서 설명된 실시형태는 다양한 방식 중 임의의 것으로 구현될 수 있다. 예를 들면, 실시형태는 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합을 사용하여 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 소프트웨어 코드는, 단일 컴퓨터에서 제공되든 또는 다수의 컴퓨터 사이에서 분산되든 간에, 임의의 적절한 프로세서 또는 프로세서의 콜렉션에서 실행될 수 있다.

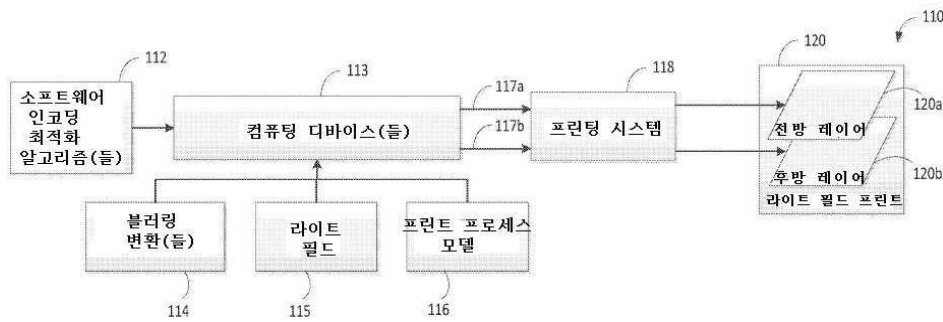
- [0600] 또한, 본 명세서에서 개설되는 다양한 방법 또는 프로세스는, 다양한 오퍼레이팅 시스템 또는 플랫폼 중 임의의 하나를 활용하는 하나 이상의 프로세서 상에서 실행 가능한 소프트웨어로서 코딩될 수도 있다. 추가적으로, 이러한 소프트웨어는 다수의 적합한 프로그래밍 언어 및/또는 프로그래밍 또는 스크립팅 툴 중 임의의 것을 사용하여 작성될 수도 있고, 또한, 프레임워크 또는 가상 머신 상에서 실행되는 실행 가능한 기계어 코드 또는 중간 코드로서 컴파일될 수도 있다.
- [0601] 이와 관련하여, 본 명세서에 개시된 개념은, 하나 이상의 컴퓨터 또는 다른 프로세서 상에서의 실행 시, 상기에서 논의되는 본 개시의 다양한 실시형태를 구현하는 방법을 수행하는 하나 이상의 프로그램으로 인코딩되는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체(또는 다수의 컴퓨터 판독가능 매체)(예를 들면, 컴퓨터 메모리, 하나 이상의 플로피 디스크, 콤팩트 디스크, 광학 디스크, 자기 테이프, 플래시 메모리, 필드 프로그래머블 게이트 어레이 또는 다른 반도체 디바이스에서의 회로 구성, 또는 다른 비일시적 유형의(tangible) 컴퓨터 저장 매체)로서 구체화될 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체 또는 매체들은 이송 가능할 수 있고, 그 결과, 그 위에 저장되는 프로그램 또는 프로그램들이, 상기에서 논의되는 바와 같이 본 개시의 다양한 양태를 구현하기 위해, 하나 이상의 상이한 컴퓨터 또는 다른 프로세서 상으로 로딩될 수 있다.
- [0602] 용어 "프로그램"또는 "소프트웨어"는, 본 명세서에서, 상기에서 논의되는 바와 같이 본 개시의 다양한 양태를 구현하기 위해 컴퓨터 또는 다른 프로세서를 프로그래밍하도록 활용될 수 있는 임의의 타입의 컴퓨터 코드 또는 컴퓨터 실행가능 명령어의 세트를 가리키기 위해 사용된다. 추가적으로, 본 실시형태의 하나의 양태에 따라, 실행 시, 본 개시의 방법을 수행하는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램은 단일 컴퓨터 또는 프로세서 상에 상주할 필요는 없으며, 본 개시의 다양한 양태를 구현하기 위해 다수의 상이한 컴퓨터 또는 프로세서 사이에서 모듈 형식으로 분산될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다.
- [0603] 컴퓨터 실행 가능한 명령어는 하나 이상의 컴퓨터 또는 다른 디바이스에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 많은 형태로 존재할 수도 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈은, 특정 작업을 수행하거나 특정 추상 데이터 타입을 구현하는 루틴, 프로그램, 오브젝트, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. 프로그램 모듈의 기능성(functionality)은 다양한 실시형태에서 요구되는 대로 결합 또는 분산될 수도 있다.
- [0604] 또한, 데이터 구조는 임의의 적절한 형태로 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장될 수도 있다. 예시의 단순화를 위해, 데이터 구조는 데이터 구조 내의 위치를 통해 관련되는 필드를 갖는 것으로 나타내어질 수도 있다. 이러한 관계는, 위치를 갖는 필드에 대한 저장소를, 필드 사이의 관계를 전달하는 컴퓨터 판독 가능 매체에 할당하는 것에 의해 마찬가지로 달성될 수도 있다. 그러나, 데이터 구조의 필드 내의 정보 사이의 관계를 확립하기 위해, 포인터, 태그 또는 데이터 엘리먼트 사이의 관계를 확립하는 다른 메커니즘의 사용을 통하는 것을 비롯하여, 임의의 적절한 메커니즘이 사용될 수도 있다.
- [0605] 본 개시의 다양한 피쳐 및 양태는, 단독으로, 두 개 이상의 임의의 조합으로, 또는 상기에서 설명되는 실시형태에서 구체적으로 논의되지 않은 다양한 배열로 사용될 수도 있고, 따라서, 본 발명의 적용은, 상기의 설명에서 기술되는 또는 도면에서 예시되는 컴포넌트의 세부 사항 및 배열로 제한되지는 않는다. 예를 들면, 하나의 실시형태에서 설명되는 양태는 다른 실시형태에서 설명되는 양태와 임의의 방식으로 결합될 수도 있다.
- [0606] 또한, 본 명세서에서 개시되는 개념은 방법으로서 구체화될 수도 있는데, 그 예가 제공되었다. 방법의 일부로서 수행된 액트는 임의의 적절한 방식으로 순서가 정해질 수도 있다. 따라서, 예시적인 실시형태에서 순차적인 액트로서 나타내어지더라도, 예시되는 것과는 상이한 순서로 액트가 수행되는 실시형태가 구성될 수도 있는데, 상이한 순서는 몇몇 액트를 동시에 수행하는 것을 포함할 수도 있다.
- [0607] 청구항 요소를 수식하기 위한 청구범위에서의 "제1", "제2", "제3" 등과 같은 서수적 용어의 사용은, 그 용어 홀로, 하나의 청구범위 요소의 다른 요소를 능가하는 어떠한 우선 순위, 우위성, 또는 순서, 또는 방법의 액트가 수행되는 시간적 순서를 의미하지 않으며, 단지 소정의 이름을 갖는 하나의 청구범위 요소를, (서수적 용어의 사용을 제외하면) 동일한 이름을 갖는 다른 요소와 구별하여 청구범위 요소를 구별하기 위한 라벨로서 사용된다.
- [0608] 또한, 본 명세서에서 사용되는 문체(phraseology) 및 전문용어(terminology)는 설명의 목적을 위한 것이며 제한적인 것으로 간주되어서는 안된다. 본 명세서에서 "포함하는(including)", "포함하는(comprising)", "구비하는(having)", "포함하는(containing)", "수반하는(involving)" 및 그 변형어는, 그 이후에 열거되는 항목 및 그 것의 등가물뿐만 아니라 추가적인 항목을 포괄하도록 의도된다.

도면

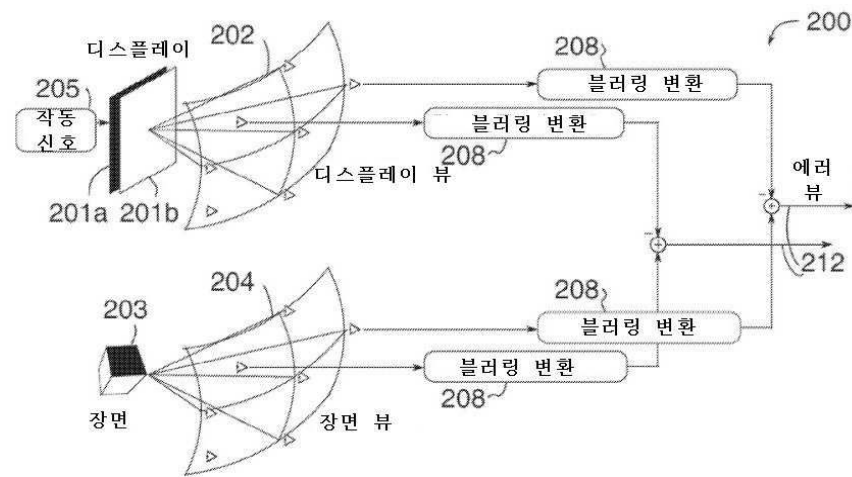
도면1a



도면1b



도면2



도면3

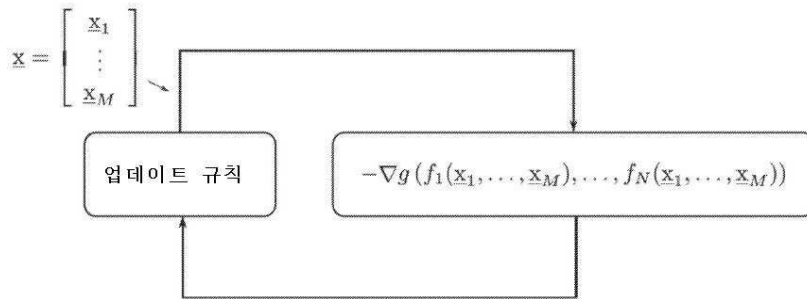
300

최소화 $g(e_1, \dots, e_N)$
 $\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_M$

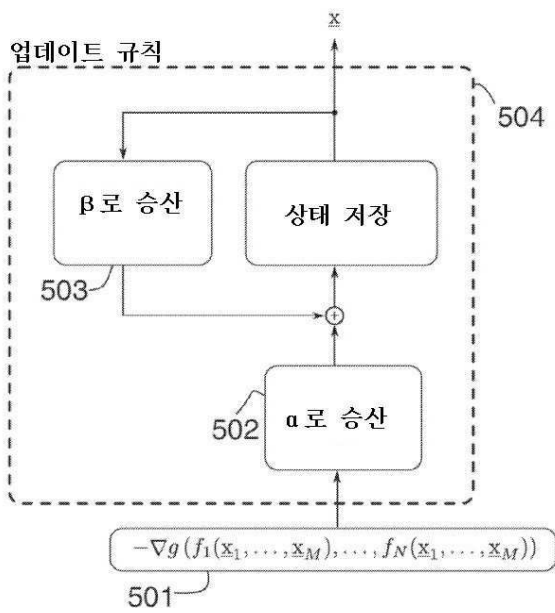
여기서 $e_1 = f_1(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_M)$
 \vdots
 $e_N = f_N(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_M)$

$\ell_1 \leq \underline{x}_1 \leq u_1$
 \vdots
 $\ell_M \leq \underline{x}_M \leq u_M$

도면4



도면5

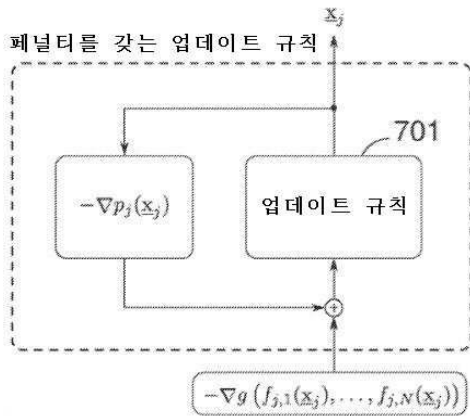


도면6

최소화 $g(\underline{e}_1, \dots, \underline{e}_N) + p_1(\underline{x}_1) + \dots + p_M(\underline{x}_M)$ ↖ 600
 $\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_M$

여기서 $\underline{e}_1 = f_1(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_M)$
 \vdots
 $\underline{e}_N = f_N(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_M)$

도면7



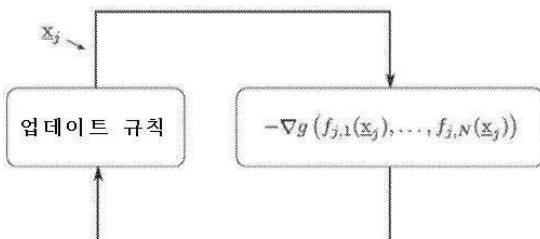
도면8

최소화 $g(\underline{e}_1, \dots, \underline{e}_N)$ ↖ 800
 \underline{x}_j

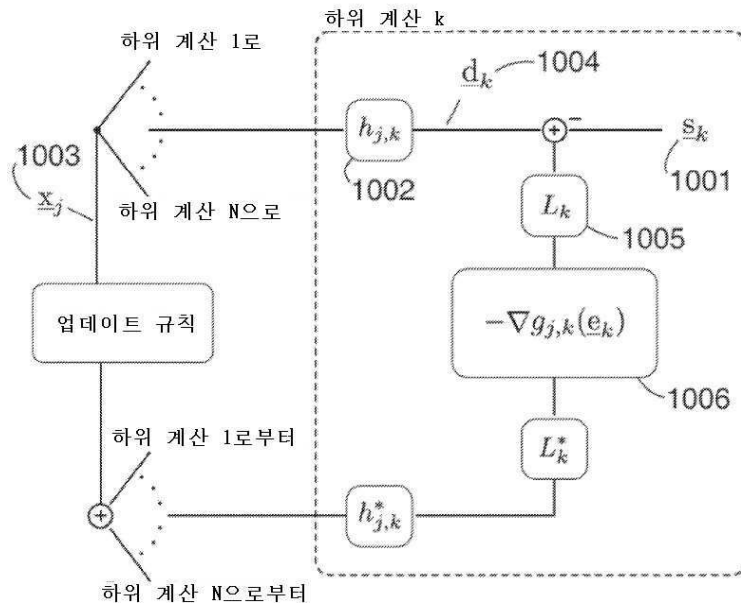
여기서 $\underline{e}_1 = f_{j,1}(\dots, \underline{x}_j, \dots)$
 \vdots
 $\underline{e}_N = f_{j,N}(\dots, \underline{x}_j, \dots)$

$l_j \leq \underline{x}_j \leq u_j$

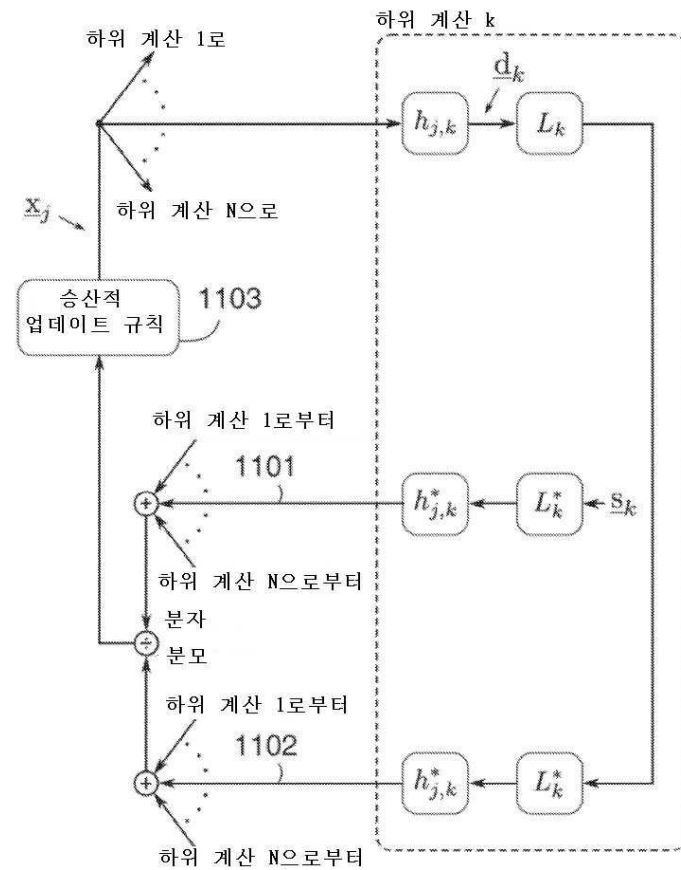
도면9



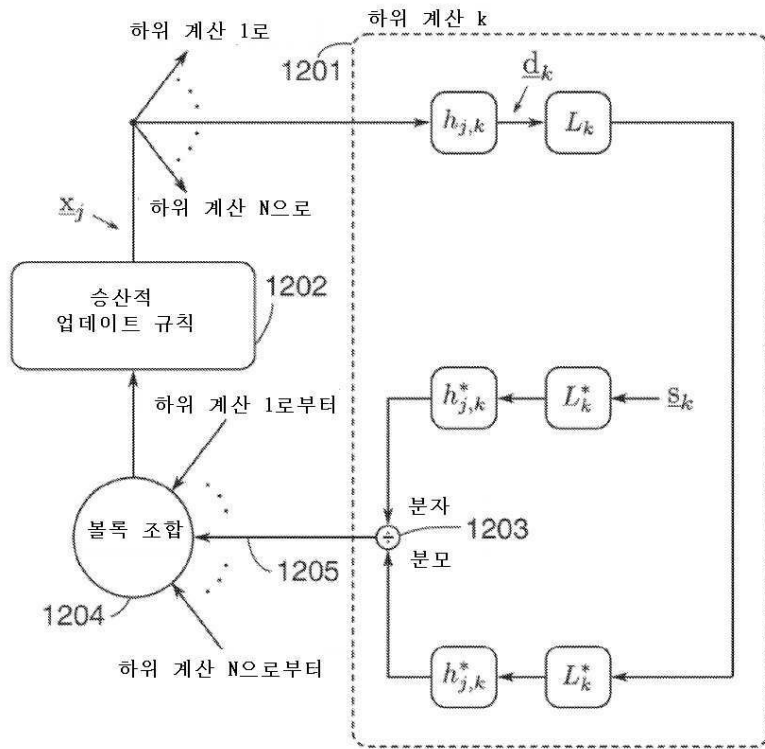
도면10



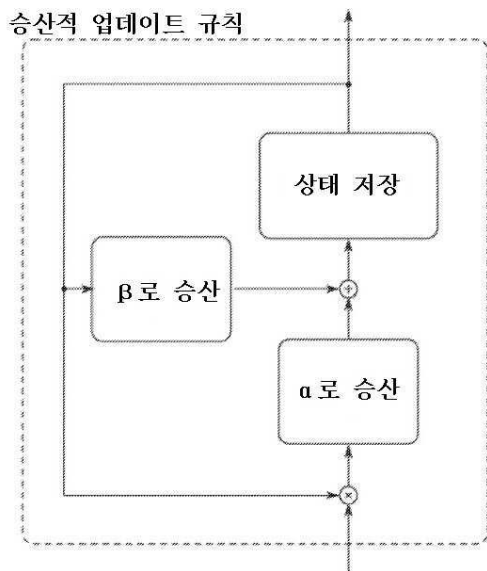
도면11



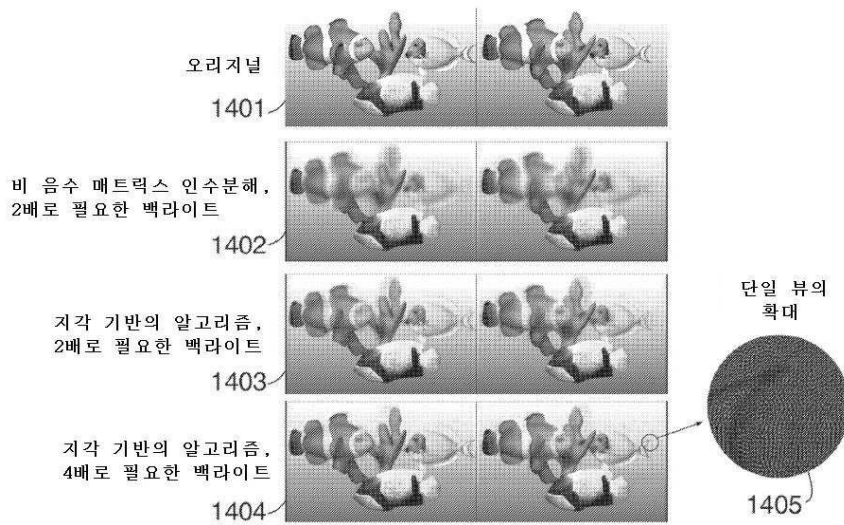
도면12



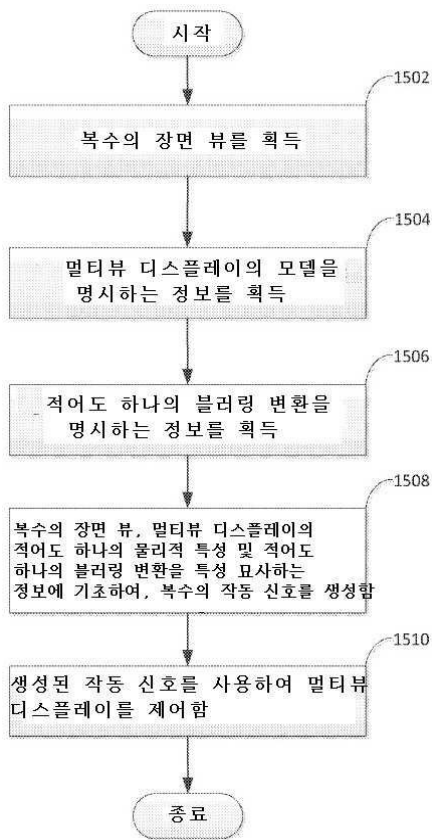
도면13



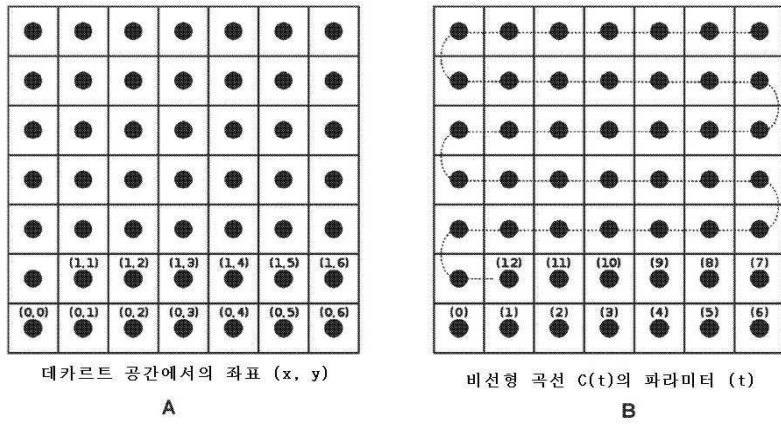
도면14



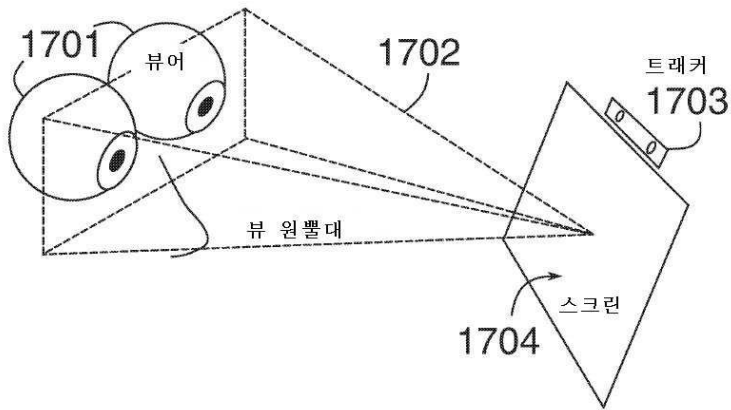
도면15



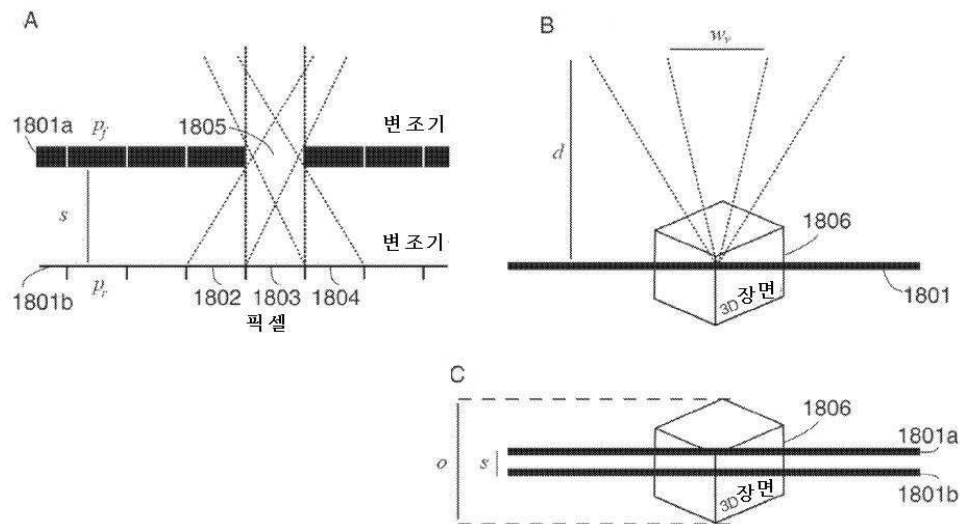
도면16



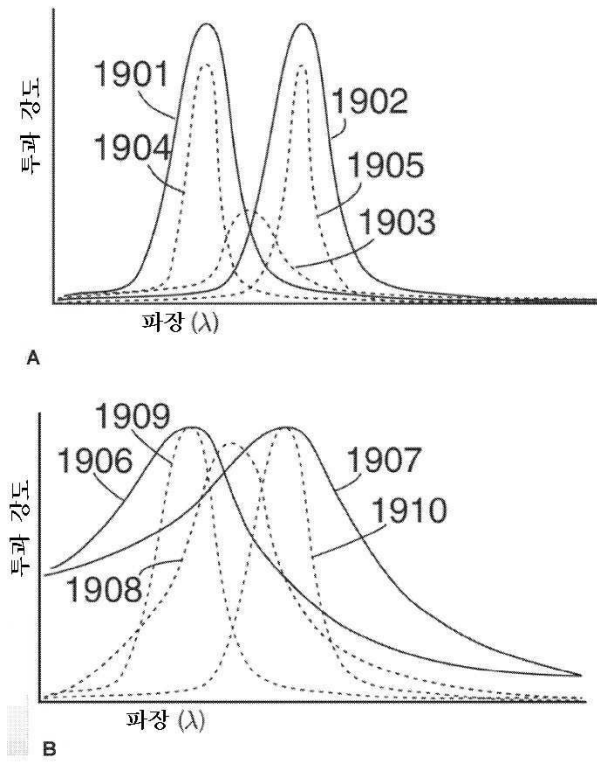
도면17



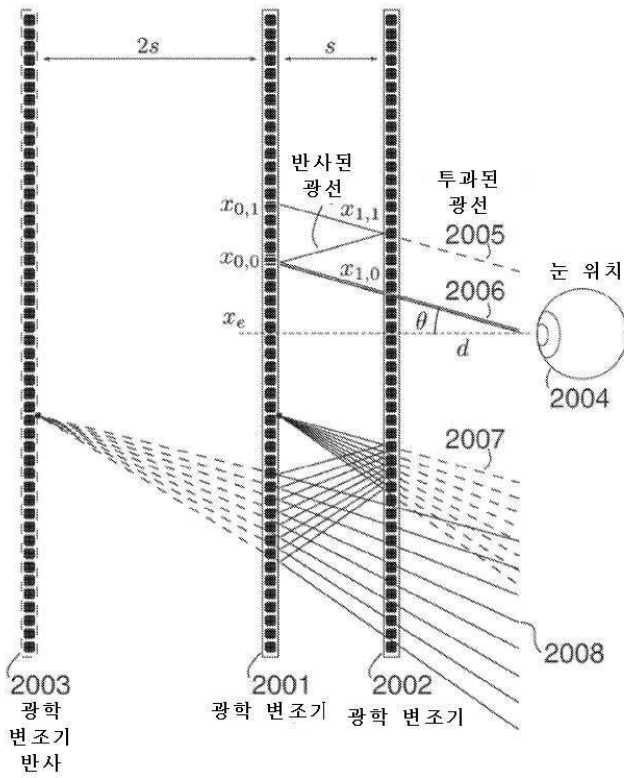
도면18



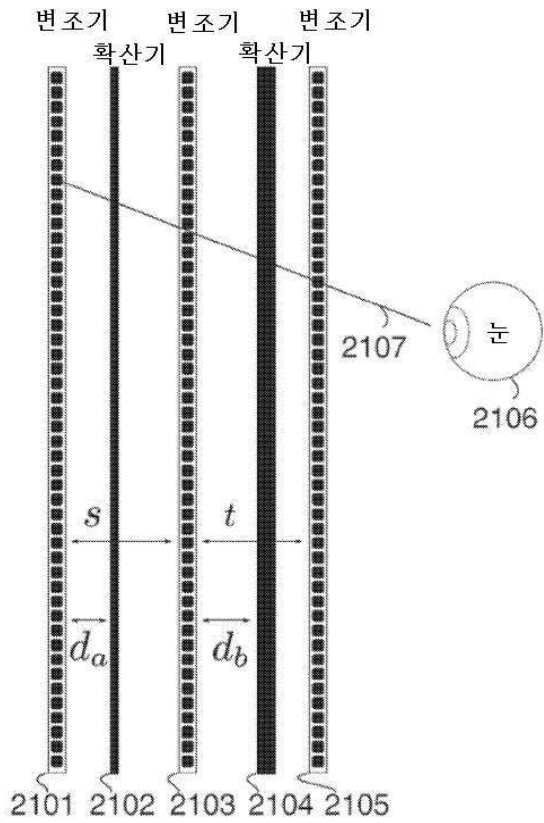
도면19



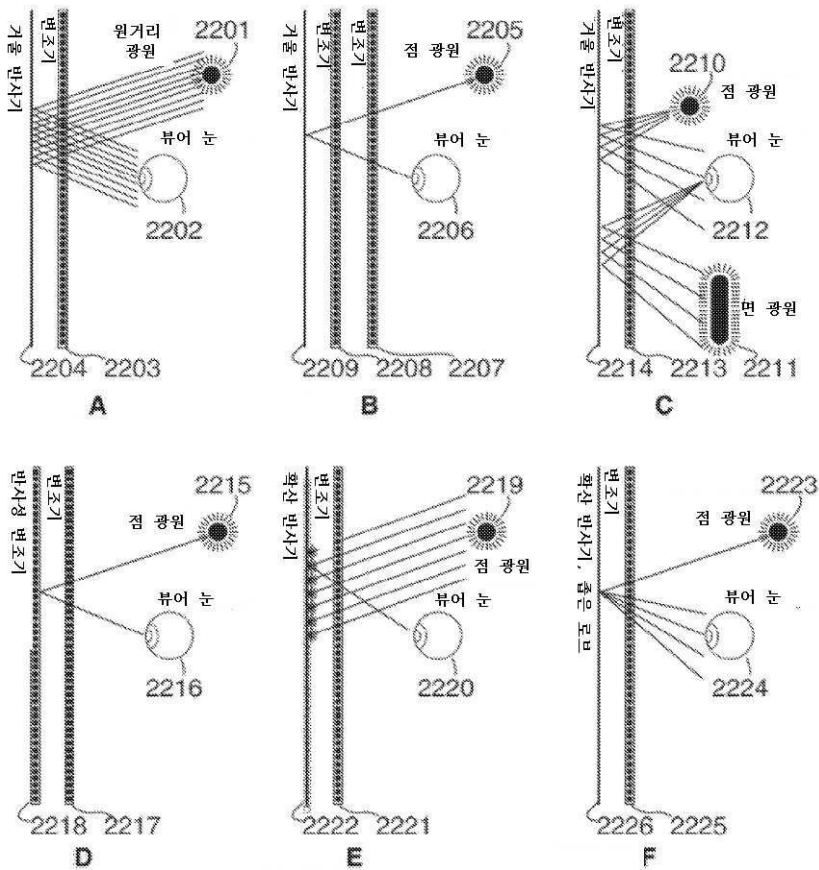
도면20



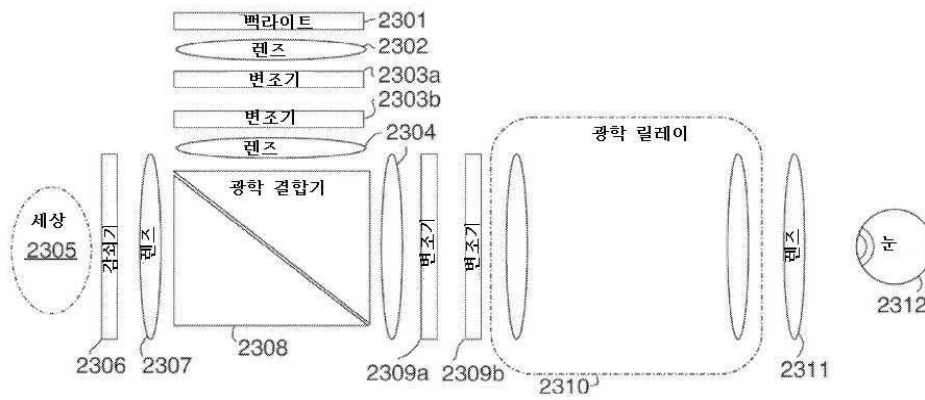
도면21



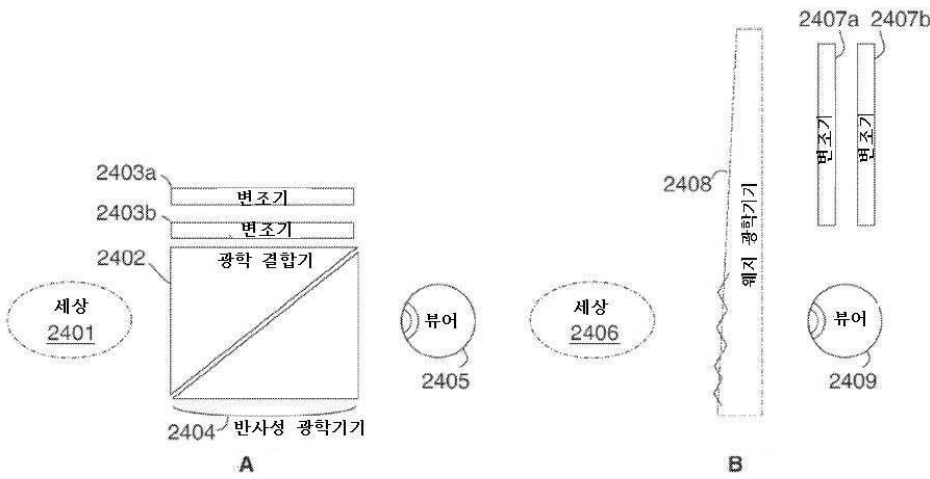
도면22



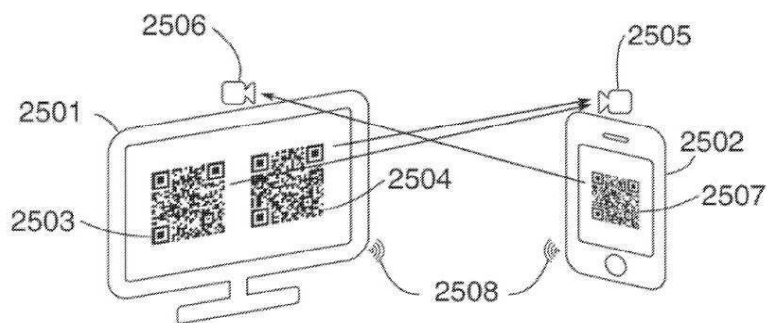
도면23



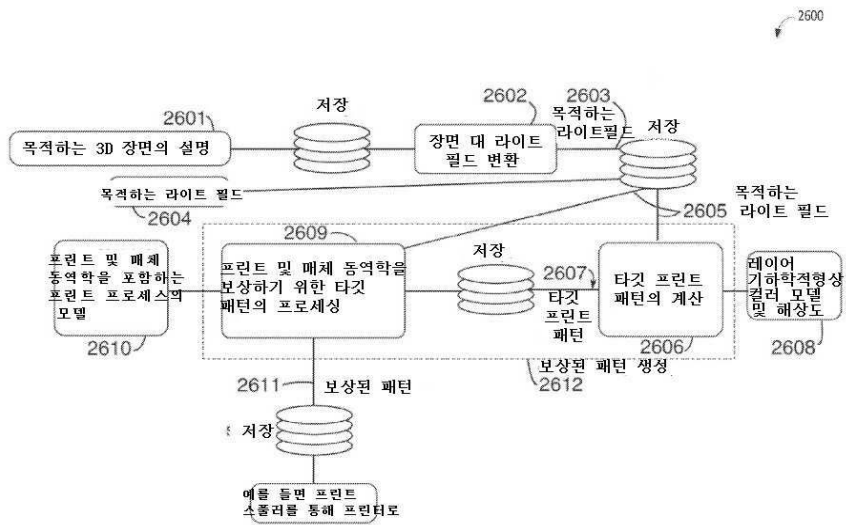
도면24



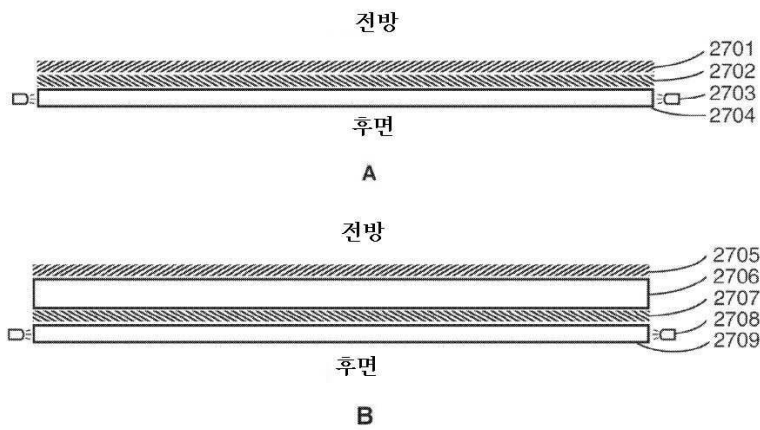
도면25



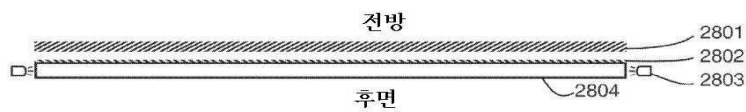
도면26



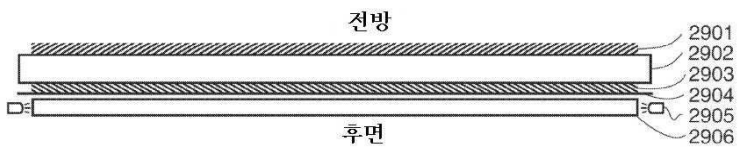
도면27



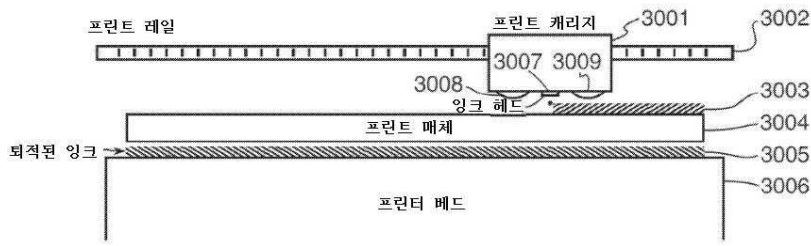
도면28



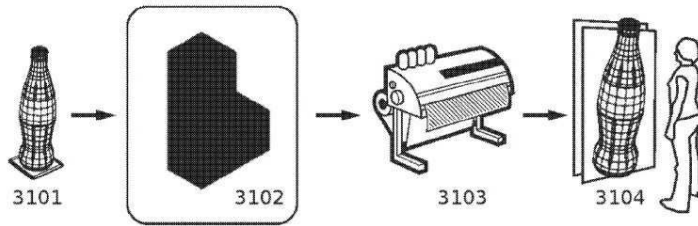
도면29



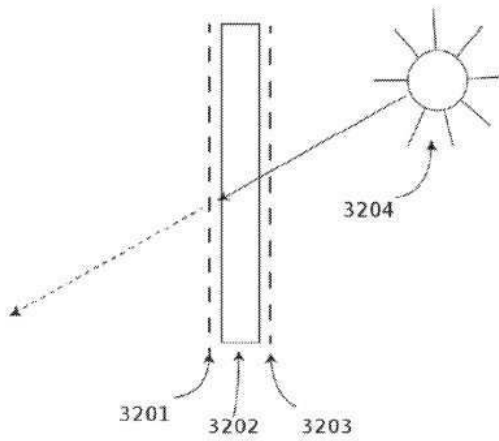
도면30



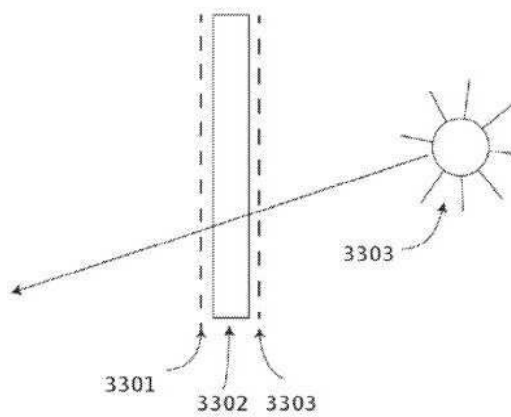
도면31



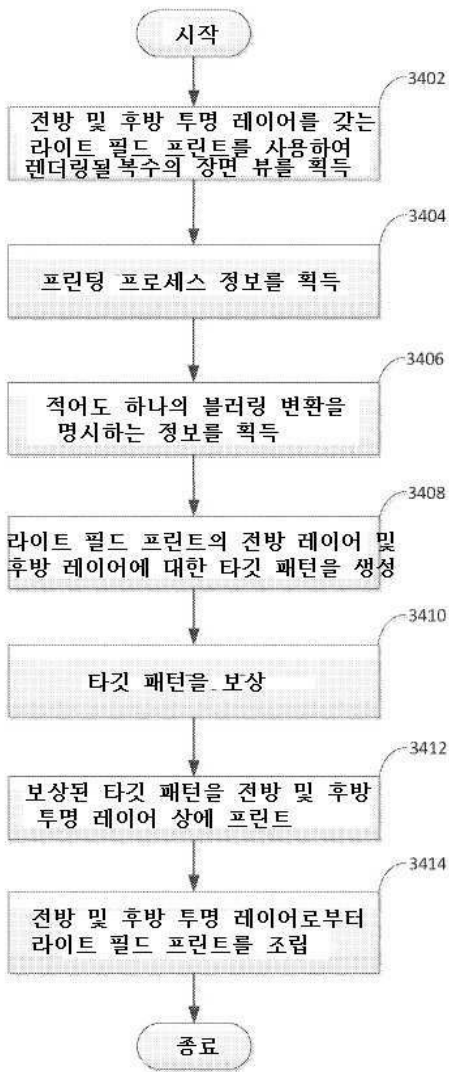
도면32



도면33



도면34



도면35

