(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월28일
(11) 등록번호 10-2607714
(24) 등록일자 2023년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 30/00 (2020.01) *G02B 27/00* (2020.01)
G09B 9/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 30/26 (2020.01)
G02B 27/0093 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7029495
(22) 출원일자(국제) 2018년03월06일
심사청구일자 2021년02월24일
(85) 번역문제출일자 2019년10월07일
(65) 공개번호 10-2019-0122258
(43) 공개일자 2019년10월29일
(86) 국제출원번호 PCT/CA2018/050266
(87) 국제공개번호 WO 2018/161163
국제공개일자 2018년09월13일
(30) 우선권주장
62/467,846 2017년03월07일 미국(US)
62/514,194 2017년06월02일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR101501489 B1*
KR1020130054181 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
8259402 캐나다 인크.
캐나다 퀘벡 에이치9피 1지9, 도르발 스위트 100, 55번가 애비뉴, 1985
(72) 발명자
페트루찌엘로, 페르난도
캐나다 퀘벡 에이치4엔 2엑스8, 몬트리올, 루 알버트 퍼랜드 10304
라델, 제이슨 칼
캐나다 퀘벡 에이치3더블유 2에이치5, 몬트리올, 슈망 드 라 코-생-룩 아파트 504, 4855
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

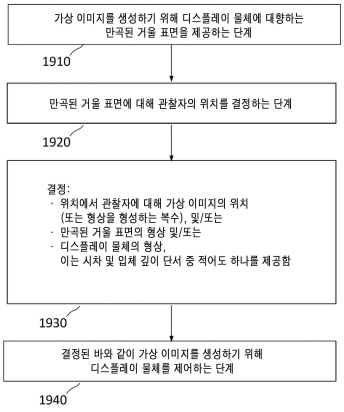
전체 청구항 수 : 총 39 항 심사관 : 이성룡

(54) 발명의 명칭 **디스플레이에서 가상 이미지를 제어하기 위한 방법**

(57) 요 약

디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법이 설명된다. 상기 방법은 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이 물체에 대향하는 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계를 포함한다. 상기 만곡된 거울 표면에 대해, 관찰자의 위치가 결정된다. 상기 가상 이미지의 위치는 상기 위치에서 관찰자에 대해 결정될 수 있으며, 이러한 가상 이미지는 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공한다. 상기 디스플레이 물체는 결정된 바와 같이 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 제어된다.

대 표 도 - 도31



(52) CPC특허분류
G02B 30/35 (2020.01)
G09B 9/32 (2013.01)
G09G 2320/0261 (2013.01)
G09G 2340/0464 (2013.01)
G09G 2354/00 (2013.01)
G09G 2380/12 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법으로서,

- 상기 디스플레이 물체 상에 표시된 원래 이미지에 대한 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대향하는 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지의 위치를 컴퓨터 시스템이 결정하는 단계;

상기 결정하는 단계는:

상기 만곡된 거울 표면에 대한 상기 관찰자의 위치에 기반하여, 상기 가상 이미지는 상기 관찰자로부터 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있고 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에 위치하고,

상기 관찰자의 위치에서 상기 관찰자에 대한 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 기반하여, 상기 시차 깊이 단서 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나는 상기 관찰자의 두 눈에 초점이 맞춰진 상기 가상 이미지의 생성이 대칭 축으로부터의 각도가 5° 보다 큰 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터의 각도에 종속됨을 고려하여 결정되고,

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 위치를 결정하고, 상기 디스플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 결정된 위치에 기반하여 상기 원래 이미지의 맵핑을 수정하는 단계; 및

- 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 이용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰지는, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5 ° 보다 큰 각도 및 60 ft 또는 18.288 m 미만의 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지의 위치가 결정된 바와 같이, 상기 가상 이미지를 생성하도록 상기 원래 이미지를 렌더링하기 위해 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고 상기 위치에서의 관찰자에 대한 상기 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자를 위한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면의 형상 및 상기 디스플레이 물체의 형상을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 위치를 결정하는 단계는 가상 이미지를 가로 지르는 복수의 위치를 결정함으로써, 상기 가상 이미지의 형상을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10 ° 보다 큰 각도에서 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

청구항 8

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 원래 이미지의 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체로서 작용하는 디스플레이 스크린의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 디스플레이 물체 상에 표시된 상기 원래 이미지의 가상 이미지를 생성하기 위해 만곡된 거울 표면에 대향하여, 결정된 바와 같은 형상으로 상기 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계;

컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계; 상기 결정하는 단계는:

- 상기 디스플레이 물체의 형상에 기반하며,

- 상기 만곡된 거울 표면에 대한 상기 관찰자의 위치에 기반하여, 상기 가상 이미지는 상기 관찰자로부터 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있고 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에 위치하고,

- 상기 관찰자의 위치에서 상기 관찰자에 대한 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 기반하며,

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 가상 이미지의 위치에서 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 원래 이미지의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 물체 상에 상기 원래 이미지의 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하고, 상기 위치에서 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는, 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 상기 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰지는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 디스플레이 스크린의 형상을 사용

하여 상기 위치에서의 관찰자를 위한 상기 가상 이미지에 대해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대해 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어로 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 가상 이미지는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 상기 관찰자의 위치에 대한 상기 시차 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하여 생성되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 13

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 만곡된 거울 표면의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체에 대향하는 상기 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대한 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 형상을 갖는 상기 만곡된 거울 표면에 의해 결정된 바와 같이 두눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지를 생성하도록 디스플레이 스크린에 대해 디스플레이를 맵핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체 상에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 만곡된 거울 표면의 형상을 이용하여 상기 위치에서의 관찰자에 대한 상기 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 17

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 18

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 상기 시차 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 19

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 만곡된 굴절 표면의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체에 대향하는 상기 만곡된 굴절 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 굴절 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

- 쌍안경으로 볼 때 위치에서 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 형상을 갖는 만곡된 굴절 표면에 의해 결정된 바와 같이 두눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지를 생성하도록 디스플레이 스크린에 대해 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 만곡된 굴절 표면은 렌즈인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 21

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 22

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 23

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체 상에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 만곡된 굴절 표면의 형상을 사용하여 상기 위치에서의 관찰자에 대한 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대해 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 24

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 25

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

청구항 26

몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법으로서,

- 만곡된 거울 표면으로부터 반사될 때 시준 광을 생성하는 거리보다 작은 거리에 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 컴퓨터 시스템이, 상기 디스플레이 스크린을 이미지화하는 상기 만곡된 거울 표면으로부터 반사되어 보여지는 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계-상기 결정은 상기 만곡된 거울 표면에 대한 관찰자의 위치, 상기 가상 이미지의 위치와 60 피트 또는 18.288 m 미만의 관찰자의 위치 간의 거리, 및 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 상기 가상 이미지의 위치에 기반함-;

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상의 물체의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 시차 깊이 단서 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 의해 몰입되는 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 디스플레이 스크린에 물체의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 상기 가상 이미지는 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에서 렌더링되는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

청구항 27

삭제

청구항 28

제26항에 있어서, 상기 거리에서 상기 만곡된 거울 표면 및 상기 디스플레이 스크린을 제공하는 단계는 상기 가상 이미지가 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있는 경우, 관찰자가 상기 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이가 0.2° 보다 큰 수렴 각도를 제공하는 것을 특징하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

청구항 29

제26항에 있어서, 상기 만곡된 거울 표면은 적어도 일 방향으로 30° 보다 큰 시야를 제공하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

청구항 30

제26항에 있어서, 상기 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 소스 위치를 갖는 사운드를 만들기 위해 상기 몰입형 디스플레이 주위의 복수의 위치에서 사운드를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

청구항 31

제26항에 있어서, 상기 가상 이미지의 컨텐츠와 상호 작용하기 위한 사용자 제어를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

청구항 32

제26항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하기 전에, 원근 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 물체에 이미지 보정을 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

청구항 33

제26항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

청구항 34

몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법으로서,

- 디스플레이 스크린을 이미지화하는 만곡된 거울 표면으로부터 반사되어 물체를 볼 때, 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 상기 물체의 가상 이미지가 생성되도록 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린 중 적어도 하나의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면으로부터 반사될 때 시준 광을 생성하는 거리보다 작은 거리에 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계-상기 결정은 상기 만곡된 거울 표면 및 상기 디스플레이 스크린 중 적어도 하나의 형상에 기반함-;

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체의 위치를 결정하는 단계; 및

- 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 의해 몰입되는 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 디스플레이 스크린 상에 원래 이미지의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린에 물체를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 상기 이미지는 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자 위치로부터의 거리에서 렌더링되는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

청구항 35

제34항에 있어서, 상기 거리에서 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계는 가상 표면이 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있는 경우, 관찰자가 상기 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이가 0.2° 보다 큰 수렴 각도를 제공하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

청구항 36

제34항에 있어서, 상기 만곡된 거울 표면은 적어도 일 방향으로 30° 보다 큰 시야를 제공하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

청구항 37

제34항에 있어서, 상기 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 소스 위치를 갖는 사운드를 만들기 위해 상기 몰입형 디스플레이 주위의 복수의 위치에서 사운드를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

청구항 38

제34항에 있어서, 상기 가상 이미지의 컨텐츠와 상호 작용하기 위한 사용자 제어를 제공하는 단계를 더 포함하

는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

청구항 39

제34항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린에 상기 물체를 디스플레이하기 전에, 원근 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 물체에 이미지 보정을 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

청구항 40

제34항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린에 상기 물체를 디스플레이하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원서는 2017년 3월 7일 출원된 미국 가출원 62/467,846 및 2017년 6월 2일 출원된 미국 가출원 62/514,194의 우선권 또는 혜택을 주장하며, 이의 상세한 설명은 그 전문이 본 발명에서 참조로 포함된다.

[0002] 개시된 청구 대상은 일반적으로 거울 광학에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 이는 디스플레이 적용을 위한 거울 표면의 사용에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 거울 표면으로부터의 광선의 반사로부터 형성된 물체의 이미지는 물체의 가상 이미지로 알려져 있다. 비평면 거울 또는 렌즈에 대한 가상 이미지의 위치를 결정하는 현재 표준 방법은 두가지 방식으로 제한된다:

[0004] 1) 이들은 가우스 광학을 기반으로 하므로, 관찰자와 물체 모두가 렌즈 또는 거울의 광학 축 근처에 있을 때 유효하고,

[0005] 2) 깊이를 추론하기 위해 인간 관찰자에 의해 사용되는 서로 다른, 충돌 깊이 신호를 설명하지 않는다.

[0006] 가상 이미지의 생성이 제어되는 방식은 관찰자에 의해 디스플레이가 사용될 때, 특히 디스플레이가 종래의 디스플레이의 기초가 되는 표준 모델이 어떠한 것을 기반으로 하는지에 대한 외부 가정에서 사용될 때 최종 결과에 영향을 미친다. 거울의 중심 축으로부터 멀어지는 뷰잉 각도(viewing angle)(예를 들어, 이의 대칭 축으로부터 멀어지는 5 ° , 10 ° , 15 ° 이상)를 비평면 거울, 예를 들어 구형 또는 포물면 거울에서 가상 이미지의 디스플레이를 제어하는 방법을 제공하고, 따라서 인간 관찰자를 위해 개발될 필요가 있다.

[0007] 다양한 디스플레이 적용, 특히 몰입형 디스플레이는 사용자에게 몰입형 환경을 제공하기 위해 거울이 필요할 수 있다. 이러한 몰입형 디스플레이는 다양한 유형으로 존재한다.

[0008] 머리-착용 디스플레이(HMD)는 착용자를 가상 현실에 몰입시키기 위해 더 널리 사용된다. 눈 앞에서 디스플레이를 착용하고, 디스플레이에 다양한 광학 시스템을 포함함으로써, 사용자는 예를 들어 사용자의 머리 움직임에 적응할 수 있는 시각적 컨텐츠(content)를 제공 받는다. 그러나, 사용자는 몰입형 컨텐츠를 즐기기 위해 항상 HMD를 착용해야 하며, 특히 사용자가 비행 시뮬레이터에서 훈련하거나 몰입형 워크 스테이션(work station)에서 작업하기 위해 장기간 몰입해야 하는 상황에서 항상 바람직한 것은 아니다.

[0009] 가상 현실과 증강 현실 시스템도 작용하기에 충분히 작아야 한다. 결과적으로, 고해상도 및 고품질 디스플레이를 통합하는 것은 어렵다. 가상 현실 디스플레이는 또한 수렴-조절 불일치(vergence-accommodation conflict), 즉 시청자가 이미지를 명확하게 볼 수 있는 거리가 입체 단서를 통해 이미지를 인식하는 거리와 일치하지 않는 것과 같은 깊이 단서 충돌(depth cue conflict)로부터 어려움을 겪고 있다. 가상 현실 디스플레이는 멀미에 문제가 있다.

[0010] 전면 또는 후면 투영-기반 디스플레이 시스템은 사용자가 몰입할 수 있는 간단한 설정을 제공한다. 상대적으로 설치가 간단하고 영화 감상과 같은 여러 목적에 편리하지만, 이러한 디스플레이는 이미지가 시청자와 고정된 거

리를 가진 화면에 투영되기 때문에, 이들 디스플레이는 비현실적 깊이 시청자가 화면에 완전히 잠기지 않기 때문에 비현실적인 깊이 감각을 겪고, 그러므로 시청자는 완전하게 몰입된 경험을 하지 못하고, 이는 이미지에서 물체 간에 깊이 차이가 없기 때문이다. 또한, 투영 영역의 외부와 투영 영역 상의 물체들 사이의 깊이 단서는 유사하고, 이는 관찰자가 이러한 디스플레이를 둘러싸는 물체와 유사한 깊이에 위치한 평면 디스플레이를 보고 있다는 것을 뇌에 나타낸다. 이러한 문제는 이미지를 입체적으로 렌더링하여 시청자에게 깊이 감각을 주는 3D 안경을 착용함으로써 부분적으로 수정될 수 있다. 그러나, 이는 특히 불편하거나(특히 장시간 사용하거나 이미 안경을 착용한 사용자의 경우) 안경을 착용하지 않아도 되는 현실을 재현하기 위해 안경을 착용해야 하기 때문에 현실감 부족을 초래할 수 있다. 이러한 디스플레이는 또한 수렴-조절 불일치를 겪는다.

[0011] 몰입형 디스플레이의 다른 유형은 시준형 디스플레이(collimated display)이다. 특히, 비행 시뮬레이터는 시준형 디스플레이를 사용하여 몰입 환경을 제공한다. 이러한 산업은 오목한 거울을 사용하여 조종실에서의 조종사 모두가 정확히 동일한 각도로 볼 수 있는 가상 이미지를 생성한다. 시준형 디스플레이는 사용자를 향하는 디스플레이가 종래의 것이 아니라, 중간 디스플레이 화면에서의 반사에 의해 이미지가 투영되는 반사 스크린(즉, 볼록 거울)이다. 이러한 반사는 사용자에 의해 보여지는 이미지를 제공하는데 사용되며, 이는 물체의 무한대(즉, 디스플레이 화면)에서 생성된 가상 이미지이다. 디스플레이 화면은 표면으로부터 반사된 광이 거울로부터 반사된 후 거의 시준되도록 대략 위치된다.

[0012] 거울 표면으로부터의 광선의 반사로부터 형성된 물체의 이미지는 물체의 가상 이미지로 알려져 있다. 비평면 거울 또는 렌즈에 대한 가상 이미지의 위치를 결정하는 현재 표준 방법은 두가지 방식으로 제한된다: 가우시안 광학을 기반으로 하므로 관찰자와 물체가 렌즈 또는 거울의 광학 축 근처에 있을 때만 유효하고, 및/또는 이들은 인간 관찰자가 깊이를 추론하기 위해 사용하는 서로 다른, 충돌 깊이 단서를 설명하지 않는다.

[0013] 시뮬레이션 산업에서 시준형 디스플레이는 "무한대"에서의 이미지화로 인해 가상 이미지의 깊이가 약 60 피트(약 18.1 m)보다 크게 설정되며, 무한대는 보통 60 피트 이상의 범위이다. 이는 보고있는 컨텐츠에서의 물체가 이러한 거리보다 가까운 거리에 위치되는 것으로 가정할 때 적절한 깊이의 감지를 허용하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 사용자가 몰입하는 환경에서 주변 물체의 깊이를 감지하기 위해 사용자가 볼 수 있는 깊이 단서(depth cue)를 고려하여 보다 몰입적인 환경을 제공하는 디스플레이가 하기에서 설명된다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 디스플레이하는 것을 제어할 수 있는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법이 제공되며, 상기 방법은:

[0016] - 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대향하는 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계;

[0017] - 상기 만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

[0018] - 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 위치에서 관찰자에 대해 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계;

[0019] - 결정된 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함한다.

[0020] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나이다.

[0021] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린이다.

[0022] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고 상기 위치에서의 관찰자에 대한 가상 이미지를 위해 상기 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 매핑을 수정하는 단계를 포함한다.

[0023] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 $$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면의 형상 및 상기 디스플레이 물체의 형상을 얻는 단계를 포함한다.

[0024] 일 실시 형태에 따르면, 위치를 결정하는 단계는 가상 이미지를 가로 지르는(across) 복수의 위치를 결정함으로써, 가상 이미지의 형상을 형성하는 단계를 포함한다.

[0025] 일 실시 형태에 따르면, 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에서 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함한다.

[0026] 본 발명의 제2 양태에 따르면, 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은:

[0027] - 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체로서 작용하는 디스플레이 스크린의 형상을 결정하는 단계;

[0028] - 상기 디스플레이 물체의 가상 이미지를 생성하기 위해 만곡된 거울 표면에 대향하여 결정된 바와 같은 형상으로 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

[0029] - 상기 만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

[0030] - 상기 디스플레이 스크린에 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하고, 상기 이의 형상은 상기 위치에서 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 결정된 바와 같은 상기 가상 이미지를 생성한다.

[0031] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린이다.

[0032] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 디스플레이 스크린의 형상을 사용하여 상기 위치에서의 관찰자에 대한 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 맵핑을 수정하는 단계를 포함한다.

[0033] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 $$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함한다.

[0034] 일 실시 형태에 따르면, 상기 가상 이미지를 생성하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5 ° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함한다.

[0035] 본 발명의 제3 양태에 따르면, 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은:

[0036] - 만곡된 거울 표면의 형상을 결정하는 단계;

[0037] - 상기 가상 이미지를 생성하도록 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체에 대향하는 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계;

[0038] - 상기 만곡된 거울 표면에 대한 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

[0039] - 상기 위치에서 관찰자에게 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 형상을 갖는 상기 만곡된 거울 표면에 의해 결정된 바와 같은 상기 가상 이미지를 생성하도록 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함한다.

[0040] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나이다.

[0041] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체는 전면 투영 스크린 및 후면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린이다.

[0042] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 만곡된 거울 표면의 형상을 사용하여 상기 위치에서 관찰자를 위한 상기 가상 이미지에 대해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 맵핑을 수정하는 단계를 포함한다.

[0043] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 $$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함한다.

[0044] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함한다.

[0045] 본 발명의 제4 양태에 따르면, 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은:

[0046] - 만곡된 굴절 표면(refracting surface)의 형상을 결정하는 단계;

[0047] - 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체에 대향하는 만곡된 굴절 표면을 제공하는 단계;

[0048] - 상기 만곡된 굴절 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

[0049] - 쌍안경으로 볼 때 상기 위치에서 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 형상을 갖는 상기 만곡된 굴절 표면에 의해 결정된 바와 같은 상기 가상 이미지를 생성하도록 상기 디스플레이 스크린에 상기 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함한다.

[0050] 일 실시 형태에 따르면, 상기 만곡된 굴절 표면은 렌즈이다.

[0051] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나이다.

[0052] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린이다.

[0053] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체 상에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 만곡된 굴절 표면의 형상을 사용하여 상기 위치에서의 관찰자를 위한 상기 가상 이미지에 대해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대해 맵핑을 수정하는 단계를 포함한다.

[0054] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

[0055] $$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함한다.

[0056] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함한다.

[0057] 본 발명의 제5 양태에 따르면, 몰입형 디스플레이를 작동시키는 방법이 제공되며, 상기 방법은:

[0058] - 상기 만곡된 거울 표면으로부터 반사될 때 시준 광을 생성하는 거리보다 작은 거리에서 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

[0059] - 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 의해 몰입되는 이미지 렌더링(rendering)을 제공하기 위해 디스플레이 스크린에 물체를 디스플레이하는 단계를 포함한다.

[0060] 일 실시 형태에 따르면, 상기 방법은 물체의 가상 이미지를 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 가상 이미지는 디스플레이 스크린을 이미지화하는 만곡된 거울 표면으로부터 반사되어 보여지며, 상기 방법은 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계를 포함한다.

[0061] 일 실시 형태에 따르면, 상기 만곡된 거울 표면 및 상기 거리에서 상기 디스플레이 스크린을 제공하는 단계는 상기 가상 표면이 60 ft 또는 18.288 m 이하의 거리에 있는 경우, 관찰자가 상기 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이의 수렴 각도(vergence angle)를 0.2 ° 보다 크게 제공한다.

[0062] 일 실시 형태에 따르면, 상기 만곡된 거울 표면은 적어도 일 방향으로 30° 보다 큰 시야(a field of view)를 제공한다.

[0063] 일 실시 형태에 따르면, 상기 방법은 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 소스 위치(source location)를 갖는 사운드를 만들기 위해 몰입형 디스플레이 주위의 복수의 위치에서 사운드를 생성하는 단계를 더 포함한다.

[0064] 일 실시 형태에 따르면, 상기 방법은 상기 가상 이미지의 컨텐츠와 상호 작용하기 위한 사용자 제어를 제공하는 단계를 더 포함한다.

[0065] 일 실시 형태에 따르면, 상기 방법은 상기 디스플레이 스크린 상에 물체를 디스플레이하기 전에, 원근 이미지 렌더링(perspective image rendering)을 제공하기 위해 물체에 이미지 보정을 적용하는 단계를 더 포함한다.

[0066] 일 실시 형태에 따르면, 디스플레이 스크린 상에서 물체를 디스플레이하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함한다.

[0067] 본 발명의 제6 양태에 따르면, 몰입형 디스플레이를 작동시키는 방법이 제공되며, 상기 방법은:

[0068] - 상기 디스플레이 스크린을 이미지화하는 만곡된 거울 표면으로부터 물체를 반사하여 볼 때, 상기 물체의 가상 이미지가 생성되도록 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린 중 적어도 하나의 형상을 결정하여 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 단계;

[0069] - 상기 만곡된 거울 표면으로부터 반사될 때 시준 광을 생성하는 거리보다 작은 거리에서 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

[0070] - 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 의해 몰입되는 이미지 렌더링을 제공하기 위해 디스플레이 스크린 상에서 물체를 디스플레이하는 단계를 포함한다.

[0071] 일 실시 형태에 따르면, 상기 거리에서 상기 만곡된 거울 표면 및 상기 디스플레이 스크린을 제공하는 단계는 상기 가상 표면이 60 ft 또는 18.288 m 미만의 거리에 있는 경우, 관찰자가 상기 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이의 수렴 각도가 0.2° 보다 크게 제공한다.

[0072] 일 실시 형태에 따르면, 상기 만곡된 거울 표면은 적어도 일 방향으로 30° 보다 큰 시야를 제공한다.

[0073] 일 실시 형태에 따르면, 상기 방법은 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 소스 위치를 갖는 사운드를 만들기 위해 몰입형 디스플레이 주위의 복수의 위치에서 사운드를 생성하는 단계를 더 포함한다.

[0074] 일 실시 형태에 따르면, 상기 방법은 상기 가상 이미지의 컨텐츠와 상호 작용하기 위한 사용자 제어를 제공하는 단계를 더 포함한다.

[0075] 일 실시 형태에 따르면, 상기 방법은 상기 디스플레이 스크린에 상기 물체를 디스플레이하기 전에, 원근 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 물체에 이미지 보정을 적용하는 단계를 더 포함한다.

[0076] 일 실시 형태에 따르면, 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함한다.

[0077] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 전술한 광학 요소 중 적어도 하나 및 전술 한 디스플레이 요소 중 적어도 하나를 포함하는 워크 스테이션, 시뮬레이터 또는 다른 환경이 제공되며, 여기서 상기 디스플레이 요소는 컴퓨터와 관련되어 이의 디스플레이를 제어하고 본 발명에 따른 방법의 실시 형태들 중 임의의 하나를 구현한다.

도면의 간단한 설명

[0078] 본 개시물의 추가 특징 및 장점은 첨부된 도면과 함께 하기의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도 1-5는 일 실시 형태에 따른 몰입형 워크 스테이션의 사시도, 정면도, 평면도, 측면도 및 후면도이다.

도 6-9는 각각 다른 실시 형태에 따른 몰입형 워크 스테이션의 사시도, 평면도, 정면도 및 측면도이다.

도 10은 일 실시 형태에 따른 몰입형 워크 스테이션의 사용자에 의해 보여지는 이미지를 도시한 도면이다.

도 11-12는 일 실시 형태에 따른 몰입형 워크 스테이션의 사용자에 의해 보여지는 이미지를 도시한 도면이다.

도 13은 일 실시 형태에 따른 구형 거울 표면으로부터 반사되는 두개의 광선을 도시한 도면이다.

도 14는 일 실시 형태에 따른 이미지 포인트 및 거울 표면으로부터의 2개의 반사 포인트에 의해 만들어진 삼각형을 나타내는 도면이다.

도 15는 일 실시 형태에 따른 거울 표면 상의 물체 포인트 및 2개의 반사 포인트에 의해 만들어진 삼각형을 나타내는 도면이다.

도 16a-16b는 일 실시 형태에 따른 1 m 초점 길이를 갖는 포물선 거울의 광학 축으로부터 멀리 떨어진 시청자에 대한 가상 이미지의 왜곡을 나타내는 광선 추적을 도시하는 그래프에 대한 도면이다.

도 17a-17b는 일 실시 형태에 따른 반구 거울로부터 반사되는 평면 디스플레이 스크린의 가상 표면을 도시하는 그래프이다.

도 18은 일 실시 형태에 따른 제맥스(Zemax)에서 수행된 광선 추적에 기초하여 계산된 가상 이미지 포인트를 청색으로 포함하는 반구형 거울로부터 반사되는 평면 디스플레이 스크린의 가상 표면을 나타내는 그래프이다.

도 19는 일 실시 형태에 따른 핀홀 카메라의 입체 측정을 도시하는 개략도이다.

도 20은 일 실시 형태에 따른 어두운 방에서 구형 거울로부터 반사되는 디스플레이 스크린, 밝고 하얀 픽셀의 어레이를 갖는 검은 이미지를 디스플레이하는 디스플레이 스크린을 도시하는 사진이다.

도 21은 일 실시 형태에 따른 자주색의 입체 측정 및 해당하는 적색의 시뮬레이션된 측정을 나타내는 그래프이다.

도 22는 종래 기술에 따른 직접-투영 스크린을 사용하여 시뮬레이터에서의 이미지 디스플레이를 도시하는 평면도이다.

도 23은 종래 기술에 따른 두명의 조종사에 의해 보여져야 하는 시뮬레이터에서의 이미지 디스플레이를 도시하는 평면도이다.

도 24는 종래 기술에 따른 시준 거울을 사용하는 시뮬레이터에서의 이미지 디스플레이를 도시한 평면도이다.

도 25-26은 비행 시뮬레이터를 도시하는 측면도 및 사시도이다.

도 27은 종래 기술에 따른 시뮬레이터에서의 이미지 디스플레이를 도시하는 사진이다.

도 28은 일 실시 형태에 따른 두명의 조종사에 의해 보여지는 시뮬레이터에서의 이미지 디스플레이를 도시하는 평면도이다.

도 29는 일 실시 형태에 따른 시뮬레이터에서의 이미지 디스플레이를 도시하는 사진이다.

도 30은 일 실시 형태에 따른 비행 시뮬레이터를 도시하는 측면도이다.

도 31은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 32는 일 실시 형태에 따른 몰입형 디스플레이를 작동시키는 방법을 도시하는 흐름도이다.

첨부된 도면 전체에서, 유사한 특징은 유사한 참조 번호로 식별되는 것을 유의할 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0079] 거울은 스크린이 재생(reproduce)할 수 없는 방식으로 이미지를 표시할 수 있으므로 다양한 상황에서 디스플레

이로 사용될 수 있다.

[0080] 특히, 비행 시뮬레이션 업체는 오목 거울을 사용하여 조종실에서 조종사 모두에 의해 정확히 동일한 각도로 볼 수 있는 가상 이미지를 생성한다. 이는 거울을 포함하는 시준 디스플레이의 예시적이고 광범위한 구현이다.

[0081] 다른 유형의 디스플레이와 비교하여, 오목 거울 상에 가상 이미지 디스플레이를 사용하는 이점은 도 22-27에서 볼 수 있다. 이들 도면은 비행 시뮬레이터에서의 최신 기술에 따라 시준된 디스플레이를 사용할 수 있는 기술적 상황을 나타낸다.

[0082] 그러나 디스플레이를 제어하기 위해 하기에서 추가로 설명되는 방법은 다른 기술 설정 및 다른 적용에서 유리하게 사용될 수 있지만, 시준된 디스플레이가 이러한 적용에 이미 사용되기 때문에 비행 시뮬레이터에 대한 이점은 쉽게 명백하다.

[0083] 도 22는 두명의 관찰자, 두명의 조종사가 조종석에 설치되고 대부분의 사람들이 일상 생활에서 익숙한 바와 같이 직접 투영 스크린 상에서 디스플레이되는 크로스-조종석 전망(cross-cockpit view)을 갖는 비행 시뮬레이터 환경으로서 사용되는 직접-투영 스크린 디스플레이(즉, 시준 디스플레이가 아님)를 나타낸다. 이러한 유형의 디스플레이는 스크린이 두 관찰자 사이로부터 제한된 거리에 위치하기 때문에 두명의 관찰자가 존재하는 이러한 적용에 적합하지 않고, 그러므로 각각의 관찰자는 스크린 상에 디스플레이되는 제공된 물체를 상이한 각도에서 볼 것이며, 도 23의 설명도에 나타낸 바와 같이 실생활 물체는 모든 조종사로부터 떨어져 있기 때문에 실생활에서 두명의 조종사에 대해 실질적으로 동일한 각도로 나타나야 한다. 따라서 직접-투영 디스플레이는 시뮬레이션 품질에 부정적인 영향을 미치는 두 관찰자 중 적어도 한명에 대해 각도 오차(angular error)를 생성한다. 비행 시뮬레이션 예에서, 모든 훈련 조종사는 조종사에게 고품질 훈련을 제공하기 위해 동일한 각도에서 멀리 떨어진 물체를 보는 것이 필수적이다. 또한, 투영 스크린 상에서의 물체와 투영 스크린 외부의 물체 사이의 깊이 단서는 깊이에 대한 유사한 단서를 제공하여 관찰자가 투영 스크린을 넘어 연장되는 이미지의 감지 없이 이미지를 평면 이미지로 인식하게 한다.

[0084] 도 24-25는 소스 이미지("물체")에 노출되고 가상 이미지를 무한대(적어도 대략)로 이미지화하는 시준 거울(collimating mirror)을 사용하는 최신 비행 시뮬레이터를 도시한다. "무한대"는 광학적으로 정의된, 즉 초점 거리보다 실질적으로 더 큰 거리로 멀리 떨어져 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0085] 무한대에서 이미지화는 비록 관찰자가 거울에 대해 다른 위치에 있더라도, 도 24에 도시된 바와 같이, 두명의 관찰자, 예를 들어, 조종사에 대해 제공된 멀리 떨어진 물체의 동일한 시야각을 제공하기 때문에 유리하다. 이러한 경우, 최첨단 시준 디스플레이는 두 좌석에서 동일한 크로스-조종석 조망을 제공한다. 도 27에서와 같이, 조종사가 조종석에 있고 조종석 대시 보드에서 이들의 조종 장치를 본 다음, 크로스-조종석 시야를 보면, 그들의 눈의 초점이 바뀌고 방향을 바꿔야하여, 직접-투영 디스플레이보다 큰 현실감을 제공한다. 이러한 현실감은 디스플레이가 무한대에 위치한 이미지를 생성하는 시준 디스플레이라는 사실에 의해 야기된 생리적 반응(즉, 초점을 바꾸고 방향을 바꾸는 눈)에서 기인하고, 시야에서의 다른 요소(대시 보드와 같음)는 관찰자로부터 유한 거리에 있다.

[0086] 이러한 비행 시뮬레이터의 전체 물리적 설정은 도 21-22에 도시되어 있다.

[0087] 그러나, 전형적인 시뮬레이터 또는 보다 일반적으로 시준 디스플레이가 무한대에서 이미지를 생성하더라도, 시뮬레이션(또는 디스플레이되는 다른 컨텐츠)은 일반적으로 시청자에 가까운 물체를 포함할 수 있기 때문에 항상 바람직하지는 않다. 따라서 이미지가 사실적으로 나타나지 않거나, 현실감 부족을 피하기 위해 디스플레이되는 컨텐츠에서 특정 요소가 자발적으로 제외된다. 이하에 개시되는 가상 이미지의 생성 방법을 제어하기 위한 본 발명에 따른 방법은 전형적인 시준 디스플레이의 이러한 단점을 해결한다.

[0088] 또한, 가상 이미지가 무한대인 전형적인 시준 디스플레이에서, 물체가 무한대에서 그리고 관찰자의 두 눈에 대해 고정된 각도로 이미지화되기 때문에 관찰자의 두 눈은 정확히 동일한 방향으로 향하게 된다. 그러나, 실생활에서는 동일한 요소를 보는 시청자의 두 눈 사이에 약간의 각도 차이가 있다. 이런 경우, 시청자의 두 눈 사이의 가상 이미지의 약간의 각도 차이는 보는 것의 거리를 결정하기 위해 시청자에 의해 해석되는 단서로서 작용할 것이다. 이는 가상 이미지가 무한대인 일반적인 시준 디스플레이에서는 없는 것이다. 이러한 단서의 부족은 혼란스럽고 적절한 현실감을 제공하지 않는다. 또한, 가상 이미지가 생성되는 방법을 제어하기 위해 하기에 개시된 방법은 전형적인 시준 디스플레이의 이러한 단점을 해결한다.

[0089] 전형적인 시준 디스플레이의 성능 레벨보다 현실감 면에서 훨씬 더 강건한 비평면 거울 디스플레이에서 생성된 가상 이미지의 위치를 결정 및 제어하는 방법이 이하에서 개시된다. 제어 방법의 과정 동안 만들어진 계산 결과

예가 하기 및 첨부된 도면에 제공되며, 포물선의 광학 축 및 반구형 거울에 대해 큰 각도에서 본 2D 포물선 거울의 결과를 보여준다. 이러한 결과는 광선 추적 시뮬레이션 및 실험 측정과 일치한다. 이러한 기술은 다른 유형의 거울과 축외 렌즈에 대한 이미지 형성에 사용되도록 확장될 수 있다. 이에 의해 시뮬레이터용 디스플레이와 같은 가상 이미지의 디스플레이가 개선될 수 있다.

[0090] 거울 표면은 착시 아트(anamorphic art), 파노라마 이미지화 도구, Pepper의 고스트 기반 디스플레이 및 시준 비행 시뮬레이터 디스플레이를 포함하는 다양한 적용에 사용된다. 이러한 모든 적용에서, 물체는 거울 표면을 통해 관찰되는 가상 이미지로 본다. 거울에서 보고 거울에 의해 생성된 이러한 물체의 이미지는 이러한 물체의 가상 이미지로 알려져 있다. 이러한 이미지의 위치를 정확하게 결정하는 것이 유리하고 때로는 필요하다. 거울 표면과 관련된 일반적인 적용은 선형 근사가 가능하다는 가설을 기반으로 하는 표준 모델을 사용하여 이미지의 투영 및 디스플레이를 제어한다. 따라서 이러한 조건이 충족되지 않으면 위치 정확도가 떨어진다. 그러나 이러한 목적에 적합한 제어 기술이 여전히 부족하다.

[0091] 기술이 부족한 데는 두가지 주요 이유가 있다. 하나는 가우시안 광학의 고장 및 결과적으로 얇은 렌즈 방정식 또는 근축 거울 방정식과 같은 유명한 물리 방정식에 기인한다. 이러한 방정식은 렌즈 또는 거울의 광학 축에 가까운 가상 이미지를 결정하는데 매우 유용하지만, 선형 근사를 기반으로 하므로 이러한 축과 관련하여 각도가 큰 물체나 시청자에 대해 유효하지 않다. 예를 들어, 선형 근사에 기반한 방정식은 일반적으로 시청자가 대칭 축으로부터 5° 이상, 10° 이상 또는 15° 이상 이격된 것과 같은 거울 또는 렌즈의 대칭 축에서 멀어지면 일반적으로 적용할 수 없다.

[0092] 두번째 이유는 가상 이미지 자체에 대한 일반적인 오해로 인해 발생한다. 렌즈를 통해 보거나 거울에서 반사되는 물체의 가상 이미지는 일반적으로 마치 시청자의 위치와 무관한 것으로 묘사되지만, 실제로는 물체가 렌즈 또는 거울의 광학 축에 가깝게 보일 때만 사실이다. 따라서 전형적인 디스플레이에서 이미지화를 제어하는 방법은 디스플레이의 성능을 수용 가능한 현실감의 수준으로 유지하면서 관찰자가 취할 수 있는 가능한 위치를 제한한다. 문제를 더 복잡하게 하기 위해, 사람 관찰자에 의해 보는 가상 이미지의 위치는 심리적 현상이며, 이는 때로는 충돌하는 몇 가지 깊이 단서에 의존한다. 이러한 가정 하에서 이미지가 제어되는 일반적인 디스플레이에서, 이는 시청자가 머리를 기울일 때 가상 이미지 위치가 변경되는 등 놀라운 결과를 발생할 수 있다.

[0093] 렌즈 또는 비평면 거울의 광학 축에서 떨어져 볼 때를 포함하여 가상 이미지의 위치를 정확하게 결정하려면, 가우스 광학에서 출발해야 하며, 물체의 깊이뿐만 아니라, 이들의 상대적인 중요성을 결정하는데 사용되는 상이한 깊이 단서를 올바르게 이해해야 하며, 이들 충돌 단서를 해결하는 실질적인 방법을 찾아야 한다. 가상 이미지를 포함하는 디스플레이에서 이미지화를 제어하기 위해 본 발명에서 설명된 방법은 이러한 고려 사항을 이용한다.

[0094] 인간의 뇌는 다양한 깊이 단서를 사용하여 물체의 깊이를 결정한다. 이러한 단서는 생리적 및 심리적 단서로 구성된다. 거울과 물체의 형상에 의해 영향을 받는 깊이 단서는 조절, 수렴, 양안 및 단안 시차를 포함한 안구 반응과 관련된 생리적 단서이다.

[0095] 깊이에 대한 조절 단서(accommodation cue)는 초점에서 이미지를 보기 위해 눈의 렌즈를 구부리거나 이완해야 할 필요에서 발생한다. 이미지에 초점을 맞추는데 필요한 렌즈에 대한 수축량은 뇌에 의해 인식되며 눈으로부터 이미지의 대략적인 거리에 단서를 제공한다. 이러한 깊이에 대한 단서는 수용으로 알려져 있지만, 깊이를 추측하기 위해 인간의 뇌에 의해 적어도 의존하는 단서이다. 이러한 단서는 단지 시청자로부터 약 2 m 미만의 물체(또는 즉각적인 경우에서 가상 이미지)에 대한 인지된 깊이에 기여하는 경향이 있다.

[0096] 수렴 단서(convergence cue)는 이미지를 선명하게 보기 위해 눈을 약간 다른 각도로 향하게 할 필요가 있기 때문에 발생한다. 눈 사이의 각도는 깊이에 대한 단서로 사용되지만, 이러한 단서는 대략 10 m의 물체 거리(또는 가상 이미지 거리)까지만 유효하다.

[0097] 마지막 두개의 단서는 적어도 두 가지 다른 관점에서 물체를 볼 때 발생한다. 양안 시차(Binocular parallax)는 한번에 두 눈에서 이미지를 보고 뇌로부터 발생한다(즉, 각각의 눈은 서로 다른 각도에서 동시에 본 이미지를 독립적으로 수신한다). 단안 시차(Monocular parallax)는 다른 시간에 다른 위치에서 이미지를 보고 뇌에서 나온다(예를 들어, 다른 상대 위치로 이동한 후 동일한 물체를 관찰함). 두 경우에서, 뇌는 두개 이상의 다른 위치에서 바라본 물체의 상대적인 움직임을 기반으로 깊이를 추측할 수 있다. 양안 시차는 약 20 m의 거리까지의 유효 깊이 단서이다. 단안 시차 단서의 강도는 머리의 움직임의 정도에 의존한다. 단안 시차로 인지된 깊이를 기여하기 위해 불과 몇 밀리미터의 움직임만으로 충분하다.

[0098] 실제 물체를 직접 볼 때, 이러한 단서는 모두 일치하는 깊이 단서를 제공할 것이다. 그러나 렌즈나 거울에서 가

상 이미지를 볼 때, 이러한 단서는 충돌하는 결과를 제공할 수 있다. 예를 들어, 렌즈를 통하거나 거울로부터 반사되는 물체를 볼 때, 시청자가 이미지를 보기 위해 이들 눈에 초점을 맞출 필요가 있는 경우는 종종 시청자가 입체 단서를 통해 이미지를 보는 경우와 상이할 수 있고, 문제는 수렴-조절 불일치로 나타낸다. 이러한 충돌은 만곡된 거울 표면으로부터 반사된 물체를 볼 때도 발생하므로, 디스플레이 적용을 위해 가상 이미지 위치를 제어할 때 고려되어야 한다. 깊이 단서를 올바르게 고려하고 시청자로부터 거울 및 물체로 광선을 추적하여 특정 설정을 모델링함으로써, 가상 이미지 위치를 결정하여 더 나은 사실감과 향상된 시청자 편의를 위해 디스플레이를 제어할 수 있다.

[0099] 가상 이미지를 결정하기 위해 하기에서 설명된 방법은 두가지 기준을 갖는다: 첫째, 표준 가우시안 기술이 아닌 경우에 유효한 기술을 사용하고, 둘째, 인간 관찰자에 의해 사용되는 다수의 상이한 충돌 깊이 단서의 문제를 보다 간단하고 해결 가능한 문제로 단순화한다.

[0100] 관찰자에 대한 특정 위치를 고정함으로써 물체의 가상 이미지를 결정하고, 시차 또는 양안 시차 단서에 기초하여 이러한 관찰자에 대한 가상 이미지의 인지된 위치를 결정함으로써 문제가 단순화된다.

[0101] 관찰자에 대한 가상 이미지의 위치를 결정하는 하나의 이러한 방법은 거울 표면으로부터 적절하게 반사될 때 관찰자의 두 눈에 부딪칠 물체 포인트로부터 광선을 추적하는 것에 의존한다. 이는 제맥스와 같은 소프트웨어 프로그램에서 수치적으로 쉽게 수행될 수 있다. 관찰자 눈을 향한 두개의 광선 사이의 각도를 기초하여 입체 시차에 기반한 물체의 인식된 깊이는 하기 방정식을 사용하여 찾을 수 있다:

[0102] [방정식 1]

[0103] $$D = \frac{B}{\tan \phi}$$

[0104] 여기서 D는 왼쪽 눈으로부터 물체 포인트의 거리이고, B는 두눈 사이의 거리이며, ϕ는 각각의 눈으로부터 기인한 두개의 광선 사이의 수렴 각도이다.

[0105] 이러한 방법은 구형 거울에서 반사되는 평면 디스플레이에 대해 하기에서 설명된다. 광선-추적 과정은 제맥스에서 시청자에 대한 두개의 눈 포인트, 반구형 거울 및 물체 스크린을 정의함으로써 수행된다. 이러한 광선 모델에서, 왼쪽 눈에 대해 1,680개의 1차 광선이 정의되었으며, 수평 각도에서 0.4° 의 증분으로 -12° ~ 12° 범위이고, 수직 각도는 0.5° 의 증분으로 10° ~ -4° 범위이다. 깊이 측정은 오른쪽 눈에서 유래한 2차 광선을 사용하여 얻어지며, 초기에 해당 1차 광선과 평행하게 설정된다. 이러한 광선 방향은 2차 광선과 1차 광선이 물체 스크린의 한 포인터로 수렴될 때까지 반복되었다. 이러한 광선들 사이의 각도는 방정식 1을 사용하여 관찰자에 대해 깊이를 삼각 측량하는데 사용된다.

[0106] 반구형 거울로부터 반사되는 평면 디스플레이 스크린의 이러한 가상 이미지 포인트는 하기에서 추가로 설명된 방법을 사용하여 결정된 가상 이미지 포인트와 함께 도 18에서 청색으로 도시되며, 강한 일치를 나타낸다.

[0107] 작은 수평 시차 단서에 의존하는 특정 위치에서 관찰자에 대한 가상 이미지의 위치를 결정하는 방법의 다른 예가 하기에서 더욱 상세히 설명될 것이다. 이러한 방법은 수평 시차 단서에 기초하여 가상 이미지 위치를 결정하고, 이는 바닥 또는 지면에 의해 정의된 평면에 평행한 방향을 따라 관찰자 머리의 움직임을 위한 것이다. 사람 관찰자는 그들이 수직으로 상하로 이동하는 것보다 그들이 서있는 평면과 평행한 방향으로 이동하거나, 그들의 머리를 앞뒤로 이동할 가능성이 훨씬 높으므로, 이러한 결과는 대부분의 적용에서 가장 중요하다. 또한, 이러한 단서는 입체 시차 및 수렴 단서와 동일하다. 조절(accommodation)과 같은 단서는 2 m 이상의 거리에서 인지되는 깊이에 크게 영향을 주지 않기 때문에 무시되며, 다른 방향으로의 움직임을 위한 시차 단서는 인간 관찰자가 이러한 방향으로 이동할 가능성이 훨씬 적으므로 무시된다. 이로 인해 서로 일치하는 깊이 단서가 발생하고, 따라서 디스플레이를 제어하기 위해 단일 가상 이미지를 결정할 수 있다.

[0108] 비-평면 거울 표면으로부터 물체를 관찰하는 관찰자를 위한 시차 깊이 단서를 결정하기 위한 하나의 상기 방법이 하기에서 설명된다. 이러한 방법은 거울을 전체적으로 취급하는 대신, 표면에서의 모든 포인트를 그 자체의 방향 및 곡률을 갖는 그 자체의 거울로 처리함으로써 가우시안 광학에서 출발한다.

[0109] 예를 들어, 방정식에 의해 결정되는 2차원 포물선 거울로부터 반사되고 보여지는 물체를 고려한다:

[0110] [방정식 2]

[0111] $y = a \cdot x^2$.

[0112] 얇은 렌즈 방정식은 관찰자와 물체가 광학 축 근처에 있을 때 이러한 물체의 가상 이미지를 결정하기에 충분하다. 그러나, 관찰자가 이러한 축에 대해 큰 각도로 포물선 거울에서 반사되는 물체를 볼 때 이러한 공식은 맞지 않는다. 일련의 광학 수차(aberration)를 고려하여 이러한 맞지 않음을 처리하려고 시도할 수 있지만, 대안적인 방법은 시청자의 위치를 고려한 다음, 가상 이미지 포인트를 결정하기 위해 관찰자가 물체를 자신의 별도 거울로 보는 포물선의 부분을 처리하는 것이다.

[0113] 명확히 하기 위해, 포물선의 모든 조각 자체는 이의 자체 곡률을 갖는 자체 작은 거울로 생각할 수 있다. 수학에서, 한 포인트에서 곡선에 가장 잘 맞는 원을 접촉 원(osculating circle)이라고 한다. 2차원 매개 변수화된 곡선의 경우, 이러한 곡률은 하기와 같다:

[0114] [방정식 3]

[0115] $$R = \frac{((x')^2 + (y')^2)^{3/2}}{|x'y'' - y'x''|}$$.

[0116] 위에서 설명한 2차원 포물선의 경우, 임의의 포인트에서의 곡률 반경은 하기 식으로 제공된다:

[0117] [방정식 4]

[0118] $$R = \frac{(1 + 4a^2x^2)^{3/2}}{2a}$$.

[0119] 이러한 방정식을 사용하면, 포물선의 모든 무한 부분이 원형 거울로 추정될 것이다. 남은 것은 원형 거울을 통해 관찰자에 의해 보여지는 물체에 대한 거울 디스플레이상에서 제어될 이미지 포인트를 결정하는 것이다.

[0120] 이를 위해서는 원형 거울에서 반사되는 물체로부터 두 광선을 추적하고, 이러한 두 광선이 유래하는 것처럼 보이는 포인트에 대해 물체의 가상 이미지 포인트로 알려진 포인트를 해결하는 것이다. 구형 거울 표면에서 반사되는 이러한 두 광선의 다이어그램이 도 1에 도시된다.

[0121] 도 13에서, d_0은 1차 광선을 따른 거울과 물체의 거리이고, Θ는 1차 광선과 거울 표면에 대한 법선 사이의 각도이며, d_i는 거울 표면에서 가상 이미지 포인트까지의 거리이고, R은 거물 표면에서의 접촉 원의 곡률 반경이며, dβ는 물체에서 발생하는 두 광선 사이의 각도이고, dy는 거울 표면에서 광선의 반사 포인트와 거울 표면에서 접촉 원의 중심 사이의 각도이다.

[0122] 관찰자로부터의 가상 이미지 포인트의 총 거리는 이러한 두개의 반사된 광선에 의해 결정될 수 있다. 관찰자에서의 광선 사이의 거리(E)(입체 깊이에 대한 두 사람 눈 사이의 거리와 동일)와 두 광선 사이의 각도(α)에 좌우될 것이다:

[0123] [방정식 5]

[0124] $$d_i = \frac{E}{2\tan(\alpha/2)}$$.

[0125] 각도 α가 작으면 탄젠트에 대한 작은-각도 근사값을 사용할 수 있다. 이는 알파가 약 0.35 라디안(20°) 미만인 경우 1% 이내로 정확하다. 이들의 양안시를 기준으로 거리를 감지하는 관찰자의 경우, 이러한 각도는 0.19 m의 거리에 해당한다. 단일 눈(조리개 크기 약 4 mm)으로 두 광선을 관찰하는 관찰자의 경우, 이는 0.012 m 거리에 해당한다. 하기 도출을 위해, 우리는 이들 거리보다 관찰자로부터 더 멀리있는 가상 이미지 포인트를 다루고 있다고 가정할 것이므로, 따라서 도 2에서 두 광선 사이의 각도인 2dɣ + dβ가 작은 것으로 가정할 수 있을 것이다.

[0126] 이미지 포인트와 두 광선의 반사 포인트에 의해 만들어진 도 14의 삼각형을 취하면, 사인 법칙을 사용하여 하기 관계가 제공된다:

[0127] [방정식 6]

$$\frac{d_i}{\cos\left(\theta+\frac{3}{2}d\gamma+d\beta\right)}=\frac{2R\sin\left(\frac{d\gamma}{2}\right)}{\sin(2d\gamma+d\beta)}$$

[0128] .

[0129] 2dɣ + dβ가 작다는 사실을 이용하여(따라서 dγ와 dβ는 개별적으로) 사인 항이 1차 항으로 감소될 수 있다:

[0130] [방정식 7]

$$d_i=\frac{R\,d\gamma\cos\left(\theta+\frac{3}{2}d\gamma+d\beta\right)}{2d\gamma+d\beta}$$

[0131]

[0132] 각도 추가의 코사인 법칙을 사용하면 하기 관계가 제공된다:

[0133] [방정식 8]

$$d_i=\frac{R\,d\gamma\left(\cos\theta-\sin\theta\left(\frac{3}{2}d\gamma+d\beta\right)\right)}{2d\gamma+d\beta}$$

[0134] .

[0135] 세타가 크지 않은 한, 전개식의 일차만을 유지할 수 있다.

[0136] [방정식 9]

$$d_i=\frac{R\,d\gamma\cos\theta}{2d\gamma+d\beta}$$

[0137]

[0138] 물체 포인트 및 거울과 두 광선의 교차의 두 포인트에 의해 만들어진 삼각형은 도 15에 나타낸 특성을 갖는다.

[0139] 사인 법칙을 다시 사용하면 하기가 제공된다:

[0140] [방정식 10]

$$\frac{\sin(d\beta)}{2R\sin(d\gamma/2)}=\frac{\cos(\theta+d\gamma/2+d\beta)}{d_o}$$

[0141] .

[0142] 코사인의 각도 추가 특성을 활용하면 하기가 제공된다:

[0143] [방정식 11]

$$\frac{\sin(d\beta)}{2R\sin(d\gamma/2)}=\frac{\cos\theta\cos(d\gamma/2+d\beta)-\sin\theta\sin(d\gamma/2+d\beta)}{d_o}$$

[0144] .

[0145] 작은 각도를 다시 가정하면 하기가 제공된다:

[0146] [방정식 12]

$$d\beta=Rd\gamma\frac{\cos\theta-(d\gamma/2+d\beta)\sin\theta}{d_o}$$

[0147]

[0148] 전개식의 일차만을 유지하면 하기가 제공된다:

[0149] [수학식 13]

[0150] $$d\beta = \frac{R\,d\gamma}{d_o}\cos\theta$$.

[0151] 식 9와 식 13을 결합하면 하기가 제공된다:

[0152] [수학식 14]

[0153] $$d_i = \frac{d_o R\cos\theta}{2d_o + R\cos\theta}$$.

[0154] 원하는 가상 표면과 거울 향상이 제공되는 물체 또는 디스플레이 스크린을 디자인하는데 사용될 수 있는 유용하고 동등한 형태는 하기이다:

[0155] [방정식 15]

[0156] $$d_o = \frac{d_i R\cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

[0157] 광학 축 근처의 관찰자로부터 보여지는 광학 축 근처의 물체가 있는 이러한 방정식은 가우시안 광학에서 일반적으로 사용되는 얇은 렌즈 방정식을 제공한다:

[0158] [방정식 16]

[0159] $$\frac{1}{d_i} = \frac{2}{R} + \frac{1}{d_o}$$.

[0160] 그러나, 포물선의 초점 거리에 대해 큰 물체의 경우, 또는 시청자가 포물선의 광학 축에서 멀리 떨어진 거울에서 반사되는 물체를 관찰할 때, 이러한 방정식은 얇은 렌즈 방정식의 결과와 다르다. 도 16a-16b에서, 두개의 상이한 위치로부터 1 m 초점 길이를 갖는 포물선 거울을 반사하여 보여지는 수직선의 시뮬레이션 결과가 도시된다. 통상적인 종래의 광선 추적 선은 시청자가 광학 축 근처와 광학 축으로부터 멀리 떨어진 각도에서 반사된 선을 볼 때 결과에서의 차이를 강조하기 위해 도시된다.

[0161] 3차원에서의 가상 이미지 포인트

[0162] 2차원에서, 거울로부터 반사되는 두 광선 사이의 각도는 가상 이미지 포인트로 다시 추적하는데 사용될 수 있다. 두 광선이 평행한 한, 마치 같은 포인트에서 나온 것처럼 모두 발산될 것이다. 3차원에서는 상황이 더 복잡하다. 거의 평행한 두 광선은 거울과 교차하는 평면에 따라 다른 각도로 발산된다. 예를 들어, 거울의 광학 축 평면(접평면(tangential plane)으로 알려짐)에서 거울을 충돌하는 두 광선은 이러한 평면에 접하는 평면(시상면(sagittal plane))에서 거울을 충돌하는 두 광선 보다 상이한 각도로 발산할 것이다. 이러한 문제에 대한 해결책은 깊이를 결정하는데 사용되는 평면을 결정하고, 이러한 평면에서 거울에 충돌하는 두 광선의 발산 각도를 계산하는 것이다. 이는 임의의 평면에서 거울에 충돌하는 두 광선에 대한 발산 각도를 먼저 도출한 다음, 관찰자가 관찰자의 눈에 연결되는 선을 따라 수평으로 이동한다고 가정하여, 단안 시차 단서에 사용되는 평면을 결정함으로써 수행된다(이는 이미 언급했듯이, 양안 시차 및 수렴 단서와 동일하다).

[0163] 접평면에서, 거울 표면으로부터 가상 이미지 포인트까지의 거리에 대한 방정식은 2차원 광선에서 찾은 것과 동일하다:

[0164] [방정식 17]

[0165] $$d_i = \frac{d_o R\cos\theta}{2d_o + R\cos\theta}$$.

[0166] 3차원의 경우, 도 13에서의 2차 광선이 반드시 거울의 법선 벡터 및 1차 광선과 동일한 평면에 있는 것은 아니다. 물체로부터의 두 광선의 평면에서, 1차 광선은 거울의 법선 벡터와 각도를 만든다(평면이 접평면인 경우 θ와 같거나, 시상면의 경우 0임). 방정식 17을 사용하여 하기 치환이 수행되는 한 이러한 평면에서 가상 이미지 깊이를 결정할 수 있다:

[0167] [방정식 18]

[0168] $$\cos\theta \rightarrow \cos\alpha$$,

[0169] [방정식 19]

[0170] $$d_o \rightarrow \frac{d_o \cos\theta}{\cos\alpha}$$,

[0171] [방정식 20]

[0172] $$d_i \rightarrow \frac{d_i \cos\theta}{\cos\alpha}$$.

[0173] 이러한 치환을 결합하면 하기 결과가 나타나고:

[0174] [방정식 21]

[0175] $$d_i = \frac{R d_o \cos^2\alpha}{2 d_o \cos\theta + R\cos^2\alpha}$$,

[0176] 또는 등가적으로 하기이다:

[0177] [방정식 22]

[0178] $$d_o = \frac{R d_i \cos^2\alpha}{R\cos^2\alpha - 2 d_i \cos\theta}$$.

[0179] α를 Θ로 동일하게 설정하고 α를 0으로 설정하면, 접평면 및 시상면에서 각각 가상 이미지 깊이에 대한 결과를 제공한다. 곡률 반경이 거울 표면에 걸쳐 일정한 구 표면의 경우, 이러한 결과는 구 난시 방정식(spherical astigmatic equations)으로 단순화된다.

[0180] 가상 이미지 포인트 위치를 결정하는 마지막 단계는 시차를 통해 깊이를 해석하기 위해 눈이 사용하는 평면을 결정하는 것이다. 이는 거울의 표면 상으로 안간 벡터(interocular vector, $\hat{E}$)(관찰자의 한쪽 눈에서 관찰자의 다른 눈을 가리키는 벡터)를 투영함으로써 수행될 수 있다. 최종 투영 단위 벡터($\hat{e}$)는 하기이다:

[0181] [방정식 23]

[0182] $$\hat{e} = \frac{\hat{E}\cdot\hat{u}_1 + \hat{E}\cdot\hat{u}_2}{\left|\hat{E}\cdot\hat{u}_1 + \hat{E}\cdot\hat{u}_2\right|}$$

[0183] 각도(α)는 하기이다:

[0184] [방정식 24]

[0185] $$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{\overrightarrow{d_o}\cdot\hat{e}}{d_o\cos\theta}\right)$$

[0186] 여기서 $\hat{u}_1$와 $\hat{u}_2$는 거울 표면에 접하는 평면을 정의하는 단위 벡터이고, $\hat{e}$는 입체 측정의 평면을 지시하기 위해 한쪽 눈으로부터 다른 눈을 향하는 거울 평면 상에 투영된 안간 벡터의 단위 벡터이다.

[0187] 관찰자의 위치와 거울의 기하학적 구조(geometry)가 알려져 있으므로, $\overrightarrow{d_o}$(및 해당 모듈 d_0)를 제외한 모든 직접 값이 알려진다. 방정식 22, 23 및 24는 필요에 따라 가상 이미지를 생성하는 주어진 포인트 물체의 벡터

($\overrightarrow{d_o}$)를 찾기 위해 수치적으로 해결될 수 있다(즉, 시청자가 볼 수 있는 가상 이미지 거리(d_i)). 완전한 물체를 형성하는 모든 포인트에 대해 $\overrightarrow{d_o}$ 를 계산한다. 하기에서 더 설명되는 바와 같이, 이러한 계산은 전면 또는 후면 투영 스크린을 설계하는데 사용될 수 있으며, 이러한 투영 스크린 상에 매핑된 이미지의 각각의 포인트는 적절한 $\overrightarrow{d_o}$ 를 갖는다.

[0188] 대안으로, 물체 또는 디스플레이 스크린 및 관찰자 위치가 제공되면, 물체 상의 모든 포인트로부터 거울까지의 거리가 원하는 이미지 거리로 나타나도록 거울 형상이 설계될 수 있다.

[0189] 그런 다음 거울을 조각으로 분할하고 이들 분할의 곡률 방향과 반경을 결정함으로써 이러한 방정식을 사용하여 가상 이미지 포인트를 찾을 수 있다. 실험적 검증을 이용한 예시적인 계산이 다음에 반구에 대해 설명될 것이지만, 이러한 기술은 임의의 만곡된 표면의 거울로 확장될 수 있다. 이는 거울 표면의 다른 평면을 따라 유효 곡률 반경을 결정한 다음 방정식 21에서의 R을 관련 평면(R(α))에 의존하는 곡률 반경으로 대체하는 것이 필요하다.

[0190] 반구의 가상 표면

[0191] 반구로부터 반사되는 관찰자에 의해 보여지는 평면 디스플레이에 대한 가상 표면은 이러한 기술을 사용하여 결정된다. 가상 표면을 결정하는 과정은 디스플레이 상의 한 포인트에서 1차 광선을 추적한 다음 반사 법칙을 위반하지 않고 거울에서 거울로 광선이 반사되는 거울에서의 위치를 반복적으로 해결하는 것이다. 거울상의 반사 위치는 법선 벡터와 평행한 광학 축을 갖는 작은 거울로 모델링된다. 이러한 축과 1차 광선 사이의 각도는 Θ이다. 구면 좌표계(spherical coordinate system)를 사용하여, 극각(polar angle) 및 방위각(azimuthal angle)이 각각 $\hat{u}_1$ 및 $\hat{u}_2$ 에 대해 사용된다. 방정식 21을 사용하여, d_i의 값이 결정되고, 1차 광선은 가상 이미지 포인트 위치를 결정하기 위해 관찰자로부터 거울 표면을 지나 거리(d_i)를 추적한다.

[0192] 모델에서, 이러한 과정은 모든 픽셀에 대해 평면(평판) 디스플레이 스크린(예를 들어, 평판 형상을 가지지만, 투영되는 도 30의 스크린(130)과 같은 반투명 직접 투영 스크린; 또는 이하에서 설명될 바와 같이 TV 스크린 또는 모니터와 같은 평판 조명 스크린) 상에 투영되도록 수행되어, 물체를 형성한다. 물체를 형성하는 이러한 스크린은 반구형 거울로부터 반사되는 이러한 스크린의 가상 이미지를 형성할 것이다. 이러한 가상 이미지는 도 17a-17b에 도시된다.

[0193] 실험적 검증

[0194] 이들 결과는 두대의 카메라를 사용하여 거울 표면에서 반사되는 이미지 포인트의 깊이를 실험적으로 측정하여 검증된다.

[0195] 직경이 18"인 아크릴로 만들어진 은-코팅된 반구가 반구 거울로 사용되었다. 55" LG OLED HD 텔레비전은 이러한 반구보다 15 mm 위에 위치하고, 두개의 Point Grey BlackFly 카메라는 반구의 중심에서 광학 테이블 686 mm 상에 장착되었다. 카메라를 54 mm 간격으로 유지하고 카메라가 서로 평행하게 향하는 것을 보장하도록 맞춤형 부품(custom part)을 사용하였다.

[0196] 도 19는 핀홀 카메라에 대한 입체 측정을 나타낸다. 두 카메라에 대한 물체의 거리는 컴퓨터 비전에 자주 사용되는 기술을 기반으로 삼각 측량을 통해 결정되었다. 두 카메라 사이의 거리(B), 카메라의 초점 길이(f_L 및 f_R) 및 두 이미지에서 물체의 측정된 위치(x_L 및 x_R)에 기초하여, 하기 식을 사용하여 깊이가 결정되었다:

[0197] [방정식 25]

[0198] $$\frac{x_L}{f_L} = \frac{B_L}{D}, \frac{x_R}{f_R} = -\frac{B_R}{D}$$,

[0199] [방정식 26]

[0200] $$B_L + B_R = B = D\left(\frac{x_L}{f_L} - \frac{x_R}{f_R}\right)$$,

[0201] [방정식 27]

[0202] $$D = B\left(\frac{x_L}{f_L} - \frac{x_R}{f_R}\right)^{-1}$$.

[0203] 이미지에서의 픽셀 위치를 카메라의 광학 축으로부터의 각도로 변환할 수 있도록 카메라의 초점 길이와 방향을 보정하였다. 카메라의 초점 거리는 432 mm 거리에서 두 카메라 사이의 중앙에 균등하게 이격된 선의 격자가 표시된 그래프 용지 사진을 찍어 보정하였다. 그리드 선은 10 mm로 이격되었다. 캡처된 이미지에서 이러한 격자선 사이의 간격은 각각의 카메라에 대해 73 +/- 1 픽셀인 것으로 측정되었다. 이들 카메라 각각에서의 CCD 픽셀 간격은 2.8 ㎛였다. 방정식 25를 사용하여, 두 카메라의 초점 거리는 8.8 +/- 0.1 mm로 측정되었다. 카메라의 높이 84.5 mm에서의 두 카메라 사이에 있는 것으로 측정된 이러한 그래프 용지에서의 위치는 펜으로 표시되었다. 두대의 카메라로 이러한 용지로 사진을 찍었으며, 이러한 포인트의 이미지는 사진에서 이미지의 중심 위 아래 몇 픽셀인 것으로 측정되었으며, 카메라 방향에서의 약간의 수직 오차는 왼쪽 카메라에 대해 수평보다 1.6° 아래와 오른쪽 카메라에 대해 수평보다 1.2° 아래와 동일함을 나타낸다.

[0204] 교정을 완료하기 위해, 흰 종이에 상에 인쇄된 균일하게 이격된 포인트 어레이에 대해 이미지가 촬영되었다. 이미지에서의 이러한 포인트의 픽셀 위치는 Microsoft Paint를 사용하여 해당 포인트의 사진을 기반으로 결정되었다. 이들 포인트의 깊이와 위치는 방정식 27에 기초한 삼각 측량을 사용하여 결정되었다. 포인트의 깊이 측정은 약간의 오차, 이미지의 중심으로부터의 거리에 따라 방사상으로 증가하는 오차를 갖는 것으로 밝혀졌다. 이들 포인트의 물리적 위치를 측정하고, 각각의 포인트에 대한 측정된 위치로부터의 계산된 위치에서의 차이를 제곱하고 합산하였다. 방사 왜곡 계수(Radial distortion coefficient)는 제곱 차이의 합을 최소화함으로써 결정되었다. 브라운 왜곡 모델에 기초한 방사 왜곡이 이러한 오차를 최소화하는 것으로 밝혀졌다. 이러한 렌즈 왜곡 파라미터는 모든 후속 측정에 적용되었다.

[0205] [수학식 28]

[0206] $$r' = (1 + ar^2 + br^4 + cr^6 + dr^8)$$

[0207] 여기서 r은 이미지 중심에서 픽셀의 거리이고, 픽셀 단위이다. 파라미터 a, b, c 및 d는 Excel의 Gsolver 애드-인(add-in)에서 간단한 최소화 루틴을 사용하는 것 사이의 제곱 차이의 합을 감소시키기 위해 피팅(fit)되었다. 이러한 값은 왼쪽 및 오른쪽 카메라에 별도로 피팅되었으며, 하기와 동일한 것으로 발견되었다:

[0208] [표 1]

왼쪽 카메라	오른쪽 카메라
a = 0.00	a = 1.44 · 10^(-8)
b = 3.23 · 10^(-14)	b = 3.22 · 10^(-14)
c = 0.00	c = 2.39 · 10^(-23)
d = 5.09 · 10^(-25)	d = 1.36 · 10^(-25)

[0209]

[0210] 다음으로, 검은색 배경과 하나의 흰색 픽셀의 격자로 구성된 사진이 OLED 스크린에 표시되었다. 이러한 포인트들은 구 표면으로부터 반사되어 보여질 때 대략 균일한 간격이 되게 설정되었다. 반구형 거울에서 반사된 이러한 스크린의 사진은 각각의 카메라로 촬영하였다. 이러한 카메라 중 하나에서 촬영한 사진은 어두운 방에서 구형 거울에서 반사되는 디스플레이 스크린의 이미지인 도 20에 도시된다. 디스플레이 스크린은 밝은 흰색 픽셀의 어레이로 검은색 이미지를 표시한다.

[0211] 이들 점 각각의 픽셀 위치는 Microsoft Paint를 사용하여 측정되었다. 각각의 픽셀의 위치를 결정할 때의 오차는 사진 및 측정 절차를 여러 번 반복하는 것에 기초하여 +/- 1 픽셀인 것으로 결정되었다. 전술한 렌즈 왜곡이

적용되었고, 이들 픽셀 위치에 기초하여, 각각의 픽셀 깊이는 방정식 27을 사용하여 결정되었다. x 및 y 위치는 삼각 측량법을 통해 결정되었다. 마지막으로, 카메라의 약간의 수직 오정렬을 보정하기 위해 좌표 변환이 수행되었다.

[0212] 이들 포인트의 최종 계산된 위치가 도 21에 도시된다. 이들 밝은 픽셀의 위치는 또한 OLED 스크린 상의 픽셀의 알려진 위치에 기초하여 전술한 방법을 사용하여 결정되었고; 이러한 입체 측정은 자주색이다. 이들은 또한 계산된 입체 데이터와 함께 도 21에서 적색으로 도시되었다.

[0213] 실험 측정에서의 불확실성에는 세가지 주요 인자가 있었다. 첫번째는 이미지에서 측정된 모든 포인트의 픽셀 위치가 불확실했기 때문이다. 반복된 측정에 기초하여, 이는 +/- 1 픽셀의 정밀도로 수행되었다. 1 픽셀 편차와 관련된 깊이의 최종 오차는 2 ㎜였다. 측정에서 두번째 주요 오차 원인은 반구의 중심에 대해 카메라의 조리개 위치를 측정했기 때문이다. 이러한 오차는 +/- 1 ㎜의 추가 오차를 일으켰다. 마지막으로, OLED 스크린에서 밝은 픽셀의 물리적 위치와 관련된 오차가 있었다. 물리적 픽셀의 정확한 위치를 결정할 때의 오차는 +/- 2 ㎜의 측정에서 추가적인 불확실성을 초래하였다. 데이터에서의 총 추정된 오차는 구적법(quadrature)에서 이들 3개의 오차를 추가하여 결정되었으며, +/- 3 ㎜와 동일하였다.

[0214] 실험적으로 측정된 가상 이미지 포인트 위치와 이러한 추정된 오차에 기초하여 수치적으로 계산된 이미지 포인트 위치 사이의 카이-제곱 통계량(chi-square statistic)은 238개의 데이터 포인트에 대해 227이였고, 해당하는 p-값은 0.83을 가졌다. 이는 전술한 디스플레이-제어 방법의 결과가 실제 이미지화에 대한 실험 측정과 일치함을 나타낸다.

[0215] 거울 표면으로부터 본 물체의 가상 표면을 결정하는데 사용될 수 있는 방법이 위에서 설명되었다. 이러한 방법은 시청자가 사용하는 가장 중요하고 일관된 깊이 단서를 인식한 다음, 수치 추적 또는 위에서 설명한 반-분석 광선 추적 기술과 같은 대체 기술을 기반으로 이러한 단서에 대한 결과를 계산하는 것에 의존한다.

[0216] 가상 이미지 표면을 결정하기 위한 이러한 방법은 알려진 위치에서 사람 관찰자를 위한 원하는 가상 표면을 생성하기 위해 물체 스크린 또는 거울 표면을 설계하는데 실용적이고 편리하도록 설계되었다. 상기 방법은 만곡된 거울에 반사되어 볼 때, 시차 및/또는 입체 단서를 제공하는 가상 이미지를 생성하는 디스플레이 스크린 상에 표시된 물체의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다. 상기 방법은 또한 만곡된 거울의 형상 및/또는 디스플레이 스크린의 형상을 결정하는데 사용될 수 있어, 물체가 만곡된 거울에 반사되어 볼 때 시차 및/또는 입체 단서를 제공하는 물체의 가상 이미지를 생성하는 것을 보장한다.

[0217] 이러한 방법은 종래 기술을 사용하여 정확하게 모델링할 수 없는 렌즈(또는 만곡된 굴절 표면)뿐만 아니라, 반구 이외의 거울 향상으로 작업하도록 연장될 수 있다. 따라서, 위에서 개발된 기술 및 방정식이 반사에 사용될지라도, 이미지가 렌즈를 통해 볼 때, 시차 또는 입체 단서를 설명하기 위해 굴절을 위해 유사한 일련의 방정식 및 기술이 개발될 수 있다. 렌즈, 물체의 위치 또는 물질가 디스플레이되는 디스플레이 스크린의 형상은 시차 또는 입체 단서를 제공하기 위해 사용자에 의해 보여지는 이미지(예를 들어, 발산 렌즈를 위한 가상 이미지)가 생성되는 것을 보장하도록 결정될 수 있다.

[0218] 전술한 방법은 디스플레이 스크린이 거울로부터 반사될 때 특정 가상 이미지를 생성하는 디스플레이 스크린 상으로 투영하는 프로젝터에 의해 투영된 이미지 부분의 위치를 제어하는데 사용된다.

[0219] 디스플레이 스크린은 LCD 스크린(또는 조명하여 이미지를 표시하는 다른 유형의 TV 스크린 또는 모니터)과 같은 디스플레이 장치, 또는 후면 투영 스크린, 전면 투영 스크린(이에 표시되는 이러한 이미지를 갖도록 모든 곳으로부터 투영된 이미지를 수신함) 또는 만곡된 거울로부터 반사되는 것을 보는 것에 적합한 다른 디스플레이 스크린과 같은 디스플레이 스크린일 수 있다. 디스플레이 스크린은 디스플레이 물체를 형성하고, 이는 관찰자로부터 보여질 수 있는 가상 이미지를 형성하는 거울 또는 다른 광학 요소에 의해 이미지화되기 때문이다. 디스플레이 물체는 제어 가능한데, 이는 그 위에 생성되거나 그 상에 투영된 이미지가 컴퓨팅 시스템에 의해 제어되어 더 큰 현실감을 위한 시차 또는 입체 단서를 고려하도록 그 위의 이미지의 매핑을 결국 보정한다.

[0220] 예를 들어, 도 26-27에 나타낸 바와 같이, 최첨단 비행 시뮬레이터가 도시된다. 조종석은 조종사 훈련생과 물리적으로 가깝다. 크로스-조종석은 프로젝트에 의해 투영 스크린 상에 생성된 이미지의 시준 거울에 의해 반사되는 가상 이미지이다. 가상 이미지는 무한대에 위치한다.

[0221] 방법을 구현하기 위한 비행 시뮬레이터(100)가 도 30에 도시된다. 조종사 훈련생은 조종석(110)에 위치하고 거울(140)에 의해 물체로부터 반사되기 때문에 가상 이미지를 보며, 이는 투영 스크린(130)이다. 물체는 투영 스크린(130)을 조명하는 프로젝터(120)를 가짐으로써 생성된다. 전술한 방법을 사용함으로써, 특히 깊이 인지에서

현실감을 향상시키는 하기 작업을 수행하는 컴퓨터 시스템을 가짐으로써 하기 단계들이 수행될 수 있다:

[0222] 1) 가상 이미지를 볼 관찰자의 위치 및 관찰자가 향하는 방향을 결정하는 단계(안간 벡터(E)를 결정하기 위함);

[0223] 2) 공간에서 거울의 형상과 위치를 결정하는 단계(이러한 형상은 이미 알려져 있음);

[0224] 3) 원하는 가상 이미지/표면, 및 결과적으로 수평 시차 또는 양안 깊이 단서에 기초하여 관찰자로부터 원하는 표면까지의 감지된 이미지 거리를 정의하는 단계;

[0225] 4) 거울에서부터 이러한 원하는 가상 이미지를 얻을 수 있는 투영 스크린 또는 디스플레이까지의 물체 거리를 결정하는 단계;

[0226] 5) 거울에서 투영 스크린까지의 이러한 물체 거리를 달성하도록 투영 스크린을 형성하는 단계;

[0227] 6) 투영 스크린(130) 상에 타겟 투영된 이미지를 갖도록 프로젝터(120)에 의해 투영된 이미지를 제어하는 단계;

[0228] 7) 선택적으로, 거울에서 스크린까지 원하는 물체 거리를 달성하는 거울 표면을 생성하는 동안 상기 절차를 반복하는 단계.

[0229] 도 29에 도시된 바와 같이, 조종사에 대한 결과는 크로스-조종석이 무한대에서 실질적으로 이미지화된 이미지보다 보다 현실적인 유한 거리에서 현재 이미지화 된다는 것이다.

[0230] 이 기술은 착시 아트, 파노라마 이미지화 도구 또는 Pepper의 고스트 기반 디스플레이와 같은 다른 기술적 맥락에 적용될 수 있다. 따라서 이미지는 정적일 수 있다(즉, 동적이 아님). 또한 프로젝터/투영 스크린 탠덤(tandem)은 동일한 효과를 얻기 위해 모니터/부분 거울 탠덤으로 교체될 수 있다.

[0231] 제어 방법은 모든 필요한 파라미터가 입력되는 컴퓨팅 시스템에 의해 수행되어야 한다. 컴퓨팅 시스템은 거울에 의해 가상 이미지로 변형될 물체를 형성하기 위해 이미지가 투영되거나 디스플레이되는 방식을 자동으로 그리고 실시간으로 필요한 경우 제어할 수 있다. 이러한 제어는 예를 들어, 방정식 15를 사용하여 디스플레이될 이미지의 픽셀의 픽셀 위치를 변환하는 것을 포함할 수 있다. 이는 거울에 의해 생성된 가상 이미지가 관찰자에 의해 가상 이미지를 볼 때 더 큰 현실감을 위해 위에서 언급한 단서를 관련되게 한다. 예를 들어, 물체를 가상 이미지보다 훨씬 더 가깝게 렌더링하지 않거나 가상 이미지에서 더 멀리 렌더링하지 않으면 현실감을 극대화된다. 이는 또한 시청자가 거울 또는 렌즈의 대칭 축으로부터 멀어 지더라도(예를 들어, 이러한 축으로부터 5 ° 이상, 10 ° 이상, 또는 15 ° 이상), 더 큰 현실감을 인지할 수 있게 하고, 종래 방법은 현실적인 몰입을 제공하지 못할 것이다.

[0232] 상기 방법은 도 31에 도시되며, 단계 1910은 서로 대향하는 거울 및 디스플레이 스크린을 제공하는 것과 관련된다. 단계 1920은 거울에 근접할 수 있고 이의 대칭 축으로부터 멀어질 수 있는 관찰자의 위치 결정에 관한 것이다(보는 관찰자가 대칭 축을 갖는 거울 또는 렌즈를 고려함). 단계 1930은 이러한 위치에서 관찰자가보아야 하는 가상 이미지의 결정에 관한 것이다. 거울(또는 렌즈) 또는 디스플레이 물체(투영 스크린 또는 다른 것)의 형상은 시차 또는 입체 단서에 의한 깊이 인지에서의 현실감을 더 크게 달성하도록 돕기 위해 결정될 수 있다. 단계 1940에서, (투영 또는 조명에 의해) 디스플레이 물체 상의 원래 이미지의 매핑은 예를 들어 방정식 15를 사용하여 시차 또는 입체 단서에 의한 깊이 인지에서의 현실감을 더 크게 제공하도록 제어될 수 있다.

[0233] 전술한 방법은 시준 디스플레이에 대해 훨씬 더 큰 수렴 및/또는 발산 공차를 제공할 수 있다. 수렴과 발산과 관련하여, 관찰자가 물체를 볼 때, 그것은 이들의 두눈을 향한다. 이들의 두눈의 방향 벡터 사이의 각도를 수렴 각도라고 한다. 두눈이 서로 멀어지면, 이들 사이의 각도는 발산 각도이다. 각도가 발산할 때, 상황은 뇌에 고통스럽고 관찰자가 만곡된 거울을 보지 않는 한 이러한 상황은 거의 발생하지 않는다. 관찰자와 가까운 물체를 볼 때 눈 사이의 수렴 각도가 크고, 물체를 매우 멀리 볼 때 수렴 각도는 거의 0이다.

[0234] 도 1-9를 참조하고, 특히 몰입형 디스플레이를 생성하기 위해 설계된 가상 표면(240)을 사용하는 몰입형 작업 스테이션(200)이 도시된다. 작업 스테이션은 사용자가 컨텐츠를 보고 상호 작용할 수 있는 환경이다. 디스플레이는 만곡된 거울 표면(240)과 시준 또는 거의 시준 광을 사용하여 몰입형 디스플레이 시스템을 생성하도록 설계된 디스플레이 스크린(230)을 포함하며, 이는 최종 가상 이미지에 제공되어야 하는 깊이 단서를 고려하여 투영된다. 따라서, 프로젝터(220)는 몰입형 디스플레이를 포함하는 몰입형 스테이션에서 사용자에 의해 볼 때 보다 현실적인 깊이를 갖는 가상 이미지를 생성하기 위해 하기에서 더 설명되는 방법에 따라 제어된다. 거울 표면(240)을 제자리에 유지하기 위해 구조 또는 프레임이 사용될 수 있고, 선택적으로 디스플레이의 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 몰입형 오디오 컨텐츠를 제공하기 위해 작업 스테이션의 사용자 주위에 물리적으로 위치된

사운드 시스템의 스피커를 유지하는 지지체로서 작용할 수 있다.

[0235] 현재 시준 디스플레이는 비행 시뮬레이터 디스플레이와 같이 관찰자로부터 멀리있는 물체가 일반적으로 보이는 시나리오에 대해 사실감의 매우 현실적인 표현을 생성할 수 있다. 이러한 종래의 디스플레이 시스템은 이들 스크린으로부터 반사되거나 방출된 광이 구형 거울로부터 반사되면 시준된 광을 생성하는 포인트에서 디스플레이 스크린을 배치한다. 이는 관찰된 이미지의 깊이를 최대화하기 위해, 즉 일반적으로 60 피트보다 큰 거리("무한대")에서 가상 이미지를 생성하기 위해 수행된다. 이러한 디스플레이는 시준 디스플레이라고 하고, 이는 투영 스크린으로부터 반사된 광이 거울 표면에서 반사된 후 거의 시준되기 때문이다.

[0236] 본 발명에서 설명된 몰입형 디스플레이는 일반적인 일상 시청을 더 대표하는 근접 거리에서(즉, 가상 이미지는 유한하고 현실적인 거리에서 생성되며, 거울에 근접함), 시청자에게 이미지를 제공하기 위해 거울보다 충분히 가까운 거리에서 이러한 시스템보다 거울과 근접하게 디스플레이 스크린을 위치시킨다. 이러한 구성은 물체가 종래의 비행 시뮬레이터 디스플레이보다 관찰자에 더 가깝게 보여져야 하는 적용을 위해 몰입형 디스플레이를 달성할 수 있게 하고, 이러한 맥락에서 인지된 현실감을 향상시킨다.

[0237] 실제로, 종래의 시준 디스플레이는 디스플레이된 이미지가 관찰자로부터 멀어질 때 몰입을 달성하는데 매우 효과적이다(비행 시뮬레이터 디스플레이에 사용됨). 이러한 종래의 시준 디스플레이는 관찰자 근처에 물체를 표시하는데 적합하지 않지만, 시준된 또는 거의 시준된 광을 사용하여 이러한 경우에도 몰입을 여전히 달성할 수 있다.

[0238] 디스플레이 스크린이 거울에 대해, 거울로부터 반사될 때 시준된 광을 생성할 수 있는 거리보다 더 가까운 시준 디스플레이의 이러한 구성의 또 다른 주요 이점은 관찰자가 수용 가능한 품질로 이미지를 볼 수 있는 영역이 증가하는 것이다. 이러한 영역을 종종 디스플레이의 아이박스(eyebox)라고 한다. 이러한 시준 디스플레이는 종래의 시준 디스플레이의 아이박스 크기의 2배 이상의 이점을 갖는다.

[0239] 일반적으로, 종래의 시준 디스플레이의 맥락에서, 디스플레이 스크린이 거울의 초점으로부터 멀어지면, 최종 이미지는 이상한 깊이 프로파일(odd depth profile)로 보여지는 이미지가 왜곡되게 나타날 것이다. 종래 시준 디스플레이를 수정하여 발생할 수 있는 이러한 문제를 해결하려면, 스크린 거울이 구 형상에서 비-구 형상으로 재설계될 필요가 있다. 이를 위해서는 하기에서 설명된 방법을 기반으로 이러한 형상을 디자인하기 위한 도구가 필요하다.

[0240] 디스플레이 시스템은 거울에 근접하게 위치되는 디스플레이 물체에 의해 제공되는 적어도 하나의 방향(수평 및/또는 수직)에서 30° 보다 큰 커다란 시야각 디스플레이와 하기에서 더 설명되는 가상 이미지 생성의 알고리즘을 사용하여 깊이의 감지를 최적화하도록 설계된 시준 디스플레이 시스템에 의해, 제공된 적용에 대해 사용자에 의한 최적의 몰입감을 생성하는데 필요한 구성 요소를 포함한다.

[0241] 거울에 너무 가까운 디스플레이 물체는 가상 이미지를 낮은 깊이 감도로 제공하고, 광학 장치를 복잡하게 하며, 이미지 품질을 저하시킨다. 거울에서 너무 멀리 떨어진 디스플레이 물체는 나쁘게 보이는 가상 이미지를 생성한다: 근접한 가상 이미지를 가져야 하는 근접 물체를 렌더링할 때 이미지가 매우 크고 시청자로부터 멀리 떨어져 있는 것처럼 나타난다.

[0242] 몰입을 극대화하기 위해 이미지를 렌더링해야 한다. 종래의 시준 디스플레이에서 보다 더 근접한 거리에서 스크린 거울에 대해 디스플레이 스크린을 제공하고 하기에 제공된 방정식에 의해 결정된 바와 같이 스크린 또는 거울로 주어진 형상을 제공함으로써, 시청자에게 디스플레이되는 이미지는 올바른 원근감을 제공한다. 다시 말해서, 렌더링된 이미지의 원근감은 거울과 동일한 크기 및 동일한 위치에서 동일한 크기의 창을 바라 보면서 볼 수 있는 원근감과 일치한다. 이는 도 10에 도시된 바와 같이 디스플레이된 이미지의 현실감을 최대화한다. 이는 주변의 물체가 유한-거리 가상 이미지에서 정확하게 이미지화되기 때문이다.

[0243] 컴퓨터 그래픽 렌더링(보이는 절두체)에서 일반적으로 사용되는 클리핑된(clipped) 피라미드를 스크린 거울(즉, 가상 표면)의 형상에 적합한 만곡된 세그먼트로 변환하기 위해 절두체 보정(frustum correction)이 적용되어야 한다. 이는 도 11에 도시된다. 대안으로, 정확한 원근감으로 이미지를 렌더링하기 위한 구형 렌더링 또는 다른 소프트웨어 기술이 수행될 수 있다.

[0244] 절두체 보정은 몰입형 환경에서 디스플레이되는 이미지를 위해 정확한 원근감을 렌더링하는데 유용하다. 디스플레이 스크린에서 이미지를 결합하는 것도 유용하다. 많은 프로젝터가 디스플레이 스크린 상에 투영하는데 사용되므로, 절두체 보정은 많은 프로젝터에서 생성된 이미지 사이의 연속성을 보장한다. 최종 이미지에서의 보정의

이점이 도 12에 도시된다.

[0245] 일 실시 형태에 따르면, 디스플레이 시스템 이외에, 3차원(3D) 사운드 시스템이 제공되는데, 여기에는 스피커, 헤드폰, 또는 사용자 주위의 3D 세계에서 특정 위치에 고정된 사운드를 생성하는 다른 사운드 시스템이 포함된다.

[0246] 사운드는 디지털 세계에서 위치에 묶여 있으며, 음량, 품질 및 몰입형 디스플레이에서 보는 이미지와 일치하는 실제 사운드 단서를 모방하여 렌더링된 이미지를 보완하는 방향성 방식(directional manner)으로 재생된다.

[0247] 일 실시 형태에 따르면, 사용자가 몰입되는 디지털 환경과의 사용자 상호 작용을 위한 시스템이 제공된다. 사용자 상호 작용 시스템은 디지털 컨텐츠를 조작하고 스크린에 제공된 컨텐츠를 통해 탐색할 수 있어야 한다. 예를 들어, 음성 조종(voice command)(마이크로폰 사용)을 구현할 수 있다. 버튼 및/또는 터치 명령과 함께 사용자 앞에 있는 제어 보드가 제공될 수 있다. 카메라 또는 적외선 검출기를 포함하는 움직임 추적 시스템이 작업 스테이션 내에서 미리 정해진 규칙에 따라 의미를 갖도록 의도된 사용자의 신체 부위를 추적하는데 사용될 수 있다. 디지털 컨텐츠를 통해 탐색하고 조작하는 것은 직관적이어야 한다. 카메라 또는 적외선 검출기에 의해 검출된 바와 같이, 디스플레이된 디지털 컨텐츠에서 특정 요소를 손가락으로 가리켜서, 사용자에게 제공된 컨텐츠에서의 주어진 요소를 선택하는 것은 컨텐츠에 대해 수행되는 직관적인 작동의 일례이다. 대안으로, 자동차, 기계 또는 도구를 모방한 시뮬레이터를 사용하여 디스플레이를 제어할 수 있다. 전-방향 런닝 머신과 같은 도구 및 기타 주변 장치를 사용하여 직관적인 사용자 움직임을 용이하게 할 수 있다. 총이나 도구와 같은 액세서리도 추적되어 환경을 제어하는데 사용될 수 있다.

[0248] 전술한 바와 같이, 시준 디스플레이에서 수행되는 바와 같이 무한대에서 물체를 이미지화하는 것은 시뮬레이션이 일반적으로 시청자에 가까운 물체를 포함할 수 있기 때문에 항상 바람직하지는 않다. 따라서 이미지가 사실적으로 나타나지 않는다. 또한, 시청자의 두눈 사이의 가상 이미지의 약간의 각도 차이는 시청자가 보는 것의 거리를 결정하기 위해 시청자에 의해 해석되는 단서로서 작용하므로, 제공되어야 하지만 종래 기술에서 존재하지 않는 입체 깊이 단서이다. 이러한 단서의 부족은 혼란스럽게 될 수 있고 적절한 현실감을 제공하지 못한다.

[0249] 전술한 방법은 시준 디스플레이에 대해 훨씬 높은 수렴 및/또는 발산 공차를 제공할 수 있다. 수렴과 발산과 관련하여, 관찰자가 물체를 볼 때, 물체 방향으로 이들의 두 눈이 향한다. 이들의 두눈의 방향 벡터 사이의 각도를 수렴 각도라고 한다. 이들의 두눈이 서로 멀어지면, 이들 사이의 각도는 발산 각도이다. 각도가 발산하면 상황은 뇌에 고통스럽고, 관찰자가 만곡된 거울을 보지 않는 한 이러한 상황은 거의 발생하지 않는다. 관찰자와 가까운 물체를 볼 때, 눈 사이의 수렴 각도는 크고, 매우 멀리 떨어진 물체를 볼 때 수렴 각도는 거의 0이다.

[0250] 비행 시뮬레이터에 사용되는 시준 디스플레이의 경우, 가상 표면이 관찰자 앞에서 먼 거리에 있기 때문에 수렴 각도는 0에 가깝다. 그러나, 관찰자가 설계된 눈 포인트에서 멀어지면 이미지가 왜곡될 수 있으므로, 사용자가 이미지를 명확하게 보려면 눈을 더 많이 수렴해야 하거나, 보다 일반적으로 이미지를 보려면 눈을 발산해야 하지만, 이는 디스플레이를 보는데 매우 고통스럽게 한다. 이는 관찰자가 눈 포인트에서 20 cm 정도 움직일 때 발생할 수 있다. 그러나, 시준 디스플레이의 가상 표면이 더 가까워지면, 눈 포인트에서 수렴 각도가 훨씬 높다. 이러한 경우 관찰자가 눈 포인트에서 20 cm 이동하면, 수렴 각도는 떨어지지만 발산되지는 않는다.

[0251] 이는 관찰자가 디스플레이를 편안하게 볼 수 있는 훨씬 더 넓은 영역을 초래한다. 관찰자의 편의뿐만 아니라 더 많은 사람들이 동시에 디스플레이를 볼 수 있게하는 것이 유리하다. 전술한 방법은 가상 이미지가 시차 및/또는 입체 깊이 단서를 제공하고, 사용자에게 더 가까운 만곡된 거울의 위치를 허용할 수 있으며, 따라서 쌍안경 관찰자가 수평으로 이동하는 것에 의해 경험되는 수렴/발산에 대한 허용 오차를 향상시킬 수 있다.

[0252] 이는 도 32에 도시되며, 궁극적인 제어에 필요한 계산이 전술한 바와 같이 수행되는 단계 2010을 포함한다. 단계 2020에서, 거울은 거울로부터 반사될 때 시준 광을 생성할 거리보다 작은 거리에서 디스플레이 물체 스크린에 대향하여 위치된다. 단계 2030에서, 시차 및/또는 입체 깊이 단서를 제공하면서 디스플레이 물체가 디스플레이를 위해 사용된다.

[0253] 작업 스테이션(200)의 실시 형태가 도 1-9에 도시된다. 디스플레이 스크린(230) 및/또는 거울(들)(240)은 상기 방정식에 의해 정의된 형상을 갖는다. 프로젝터는 컴퓨터 시스템에 의해 수행되는 프로그램에 의해 제어되어 거울(들)(240)에 의해 반사될 때 가상 이미지를 형성하는 물체인 디스플레이 스크린(230)에서 중간 이미지를 투영한다. 디스플레이 스크린(230)과 거울(들)(240) 사이의 거리는 완전히 시준된 광을 생성하는 거리보다 실질적으로 작다. 이는 작업 스테이션(200)의 사용자에 의해 보여질 때 유한한 위치에서 가상 이미지가 생성되게 한다. 디스플레이 스크린(230)을 거울(들)(240)에 더 가까이 위치시킴으로써, 전체 시스템은 도면에 도시된 바와 같이

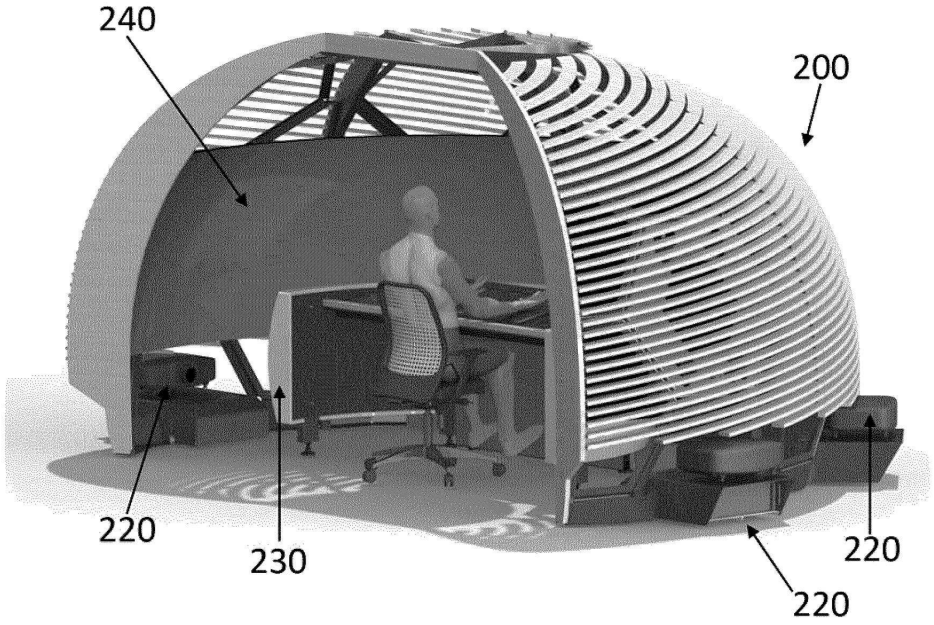
비교적 소형인 것이 유리하다. 가상 표면이 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있는 경우, 만곡된 유리 표면 및 디스플레이 스크린을 상기 작은 거리에서 제공하는 것은 관찰자가 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이의 발산 각도를 0.2° 보다 크게 제공한다.

[0254] 테이블 또는 제어 보드(270)는 사용자 앞에 제공될 수 있다. 전술한 바와 같이 사운드 시스템 또는 제어 조종과 같은 다른 요소가 제공될 수 있다. 전체 결과는 환경에서 사용자와 가까워야 하는 물체가 거울(들)(240)의 형상 및 위치, 디스플레이 스크린(들)(230)의 형상 및 위치, 또는 깊이 단서를 고려하여 디스플레이 스크린 상에서의 프로젝터에 의해 투영되는 이미지의 형상에 의해 제공된 깊이 단서에 의해 정확한 깊이 감지로, 더 가깝게 보이는 환경이다.

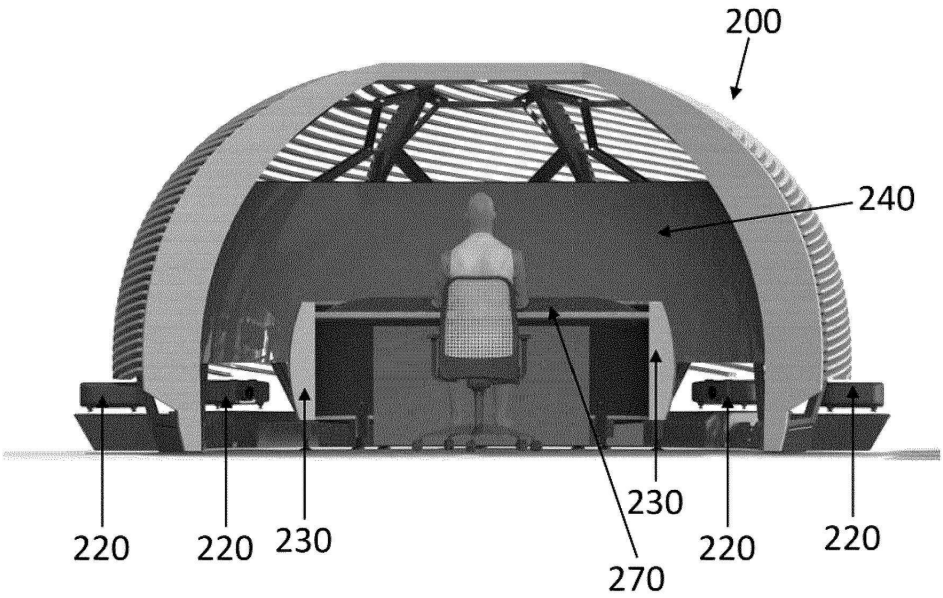
[0255] 바람직한 실시 형태들이 위에서 설명되고 첨부 도면들에서 예시되었지만, 본 개시물로부터 벗어나지 않고 변형들이 이루어질 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 이러한 변형들은 본 개시물의 범위에 포함되는 가능한 변형물로 간주된다.

도면

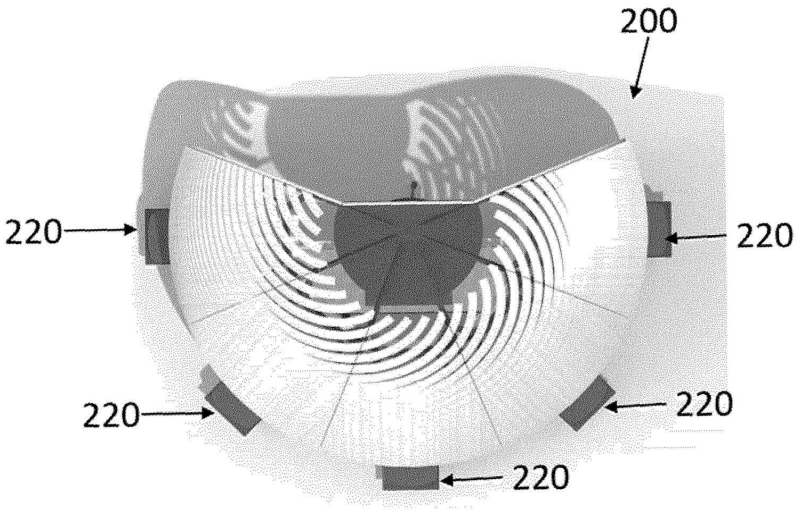
도면1



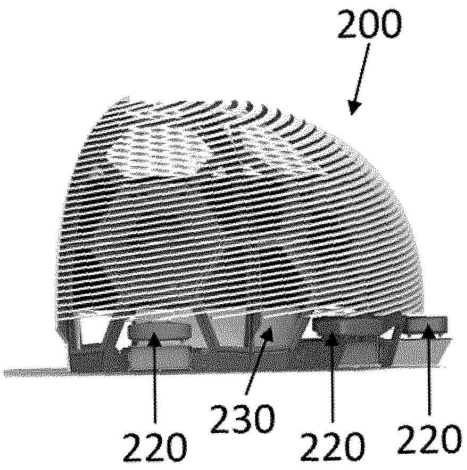
도면2


200
240
220
220
230
270
230
220
220

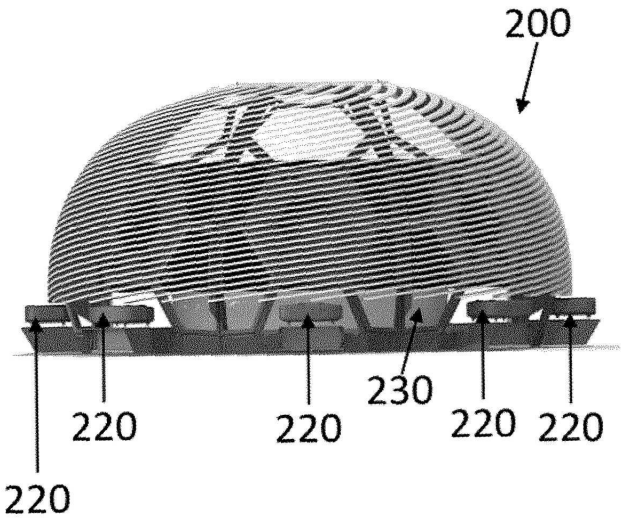
도면3


200
220
220
220
220
220

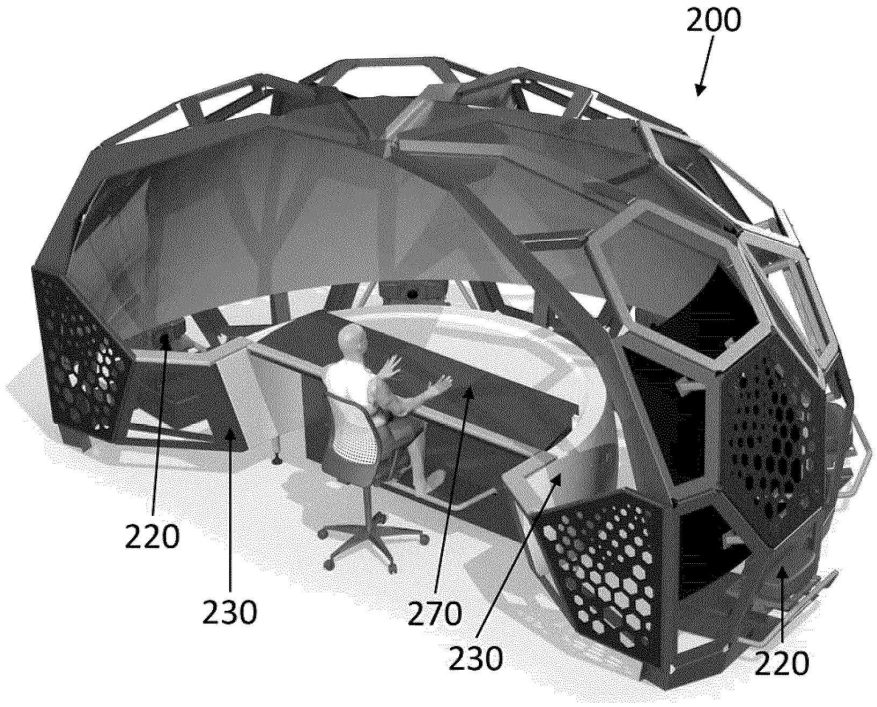
도면4


200
220
230
220
220

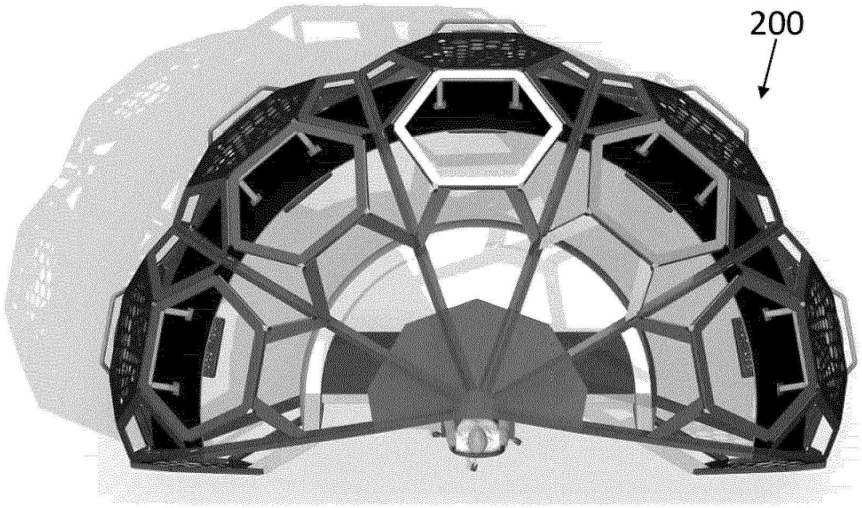
도면5



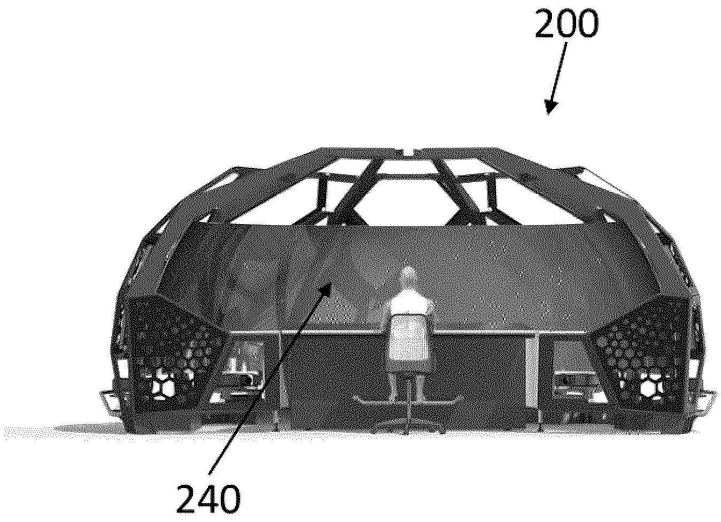
도면6



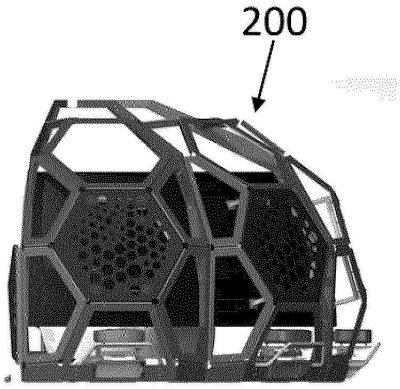
도면7



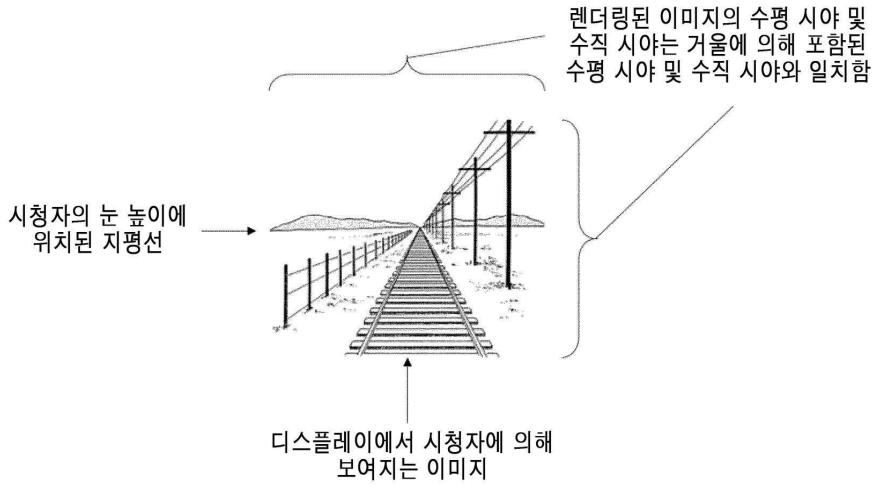
도면8



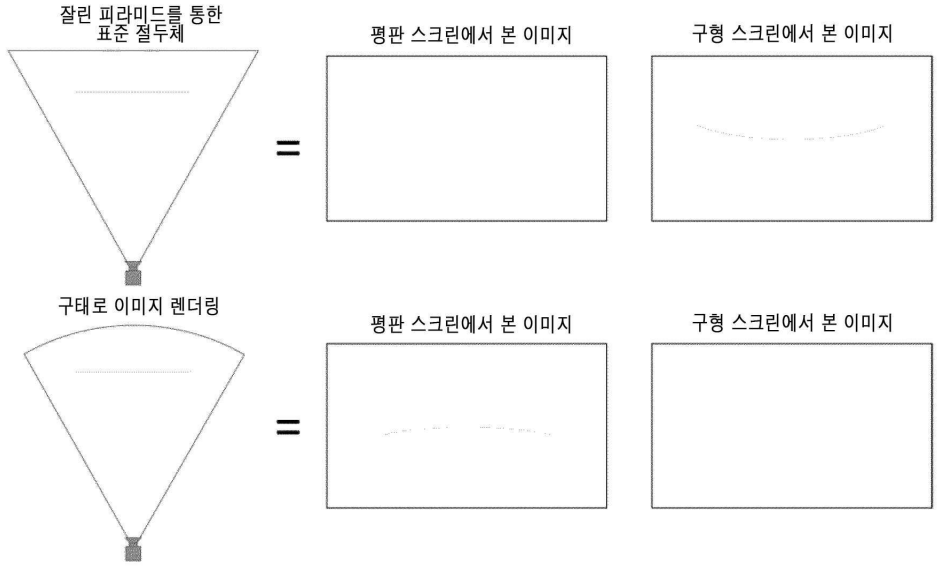
도면9



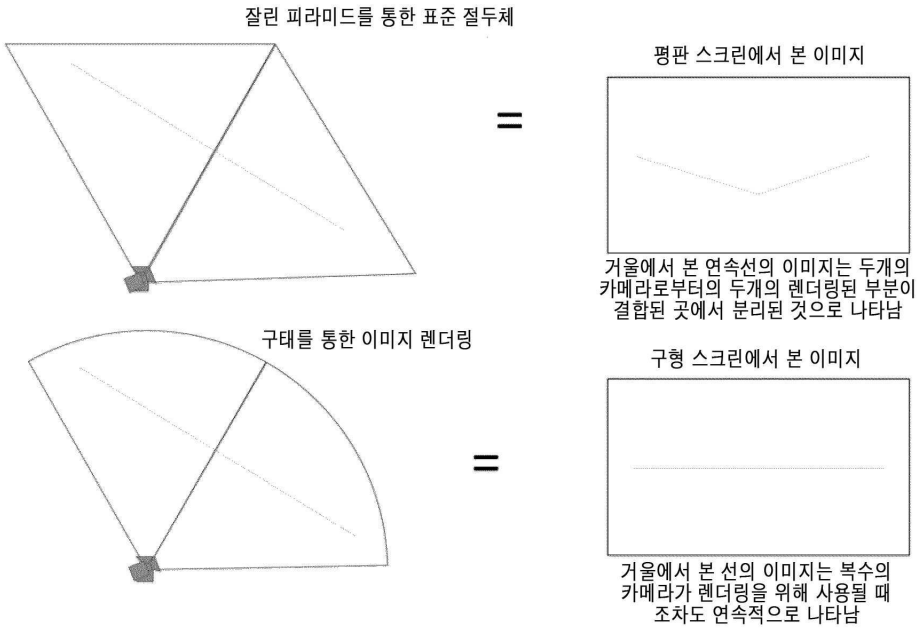
도면10


렌더링된 이미지의 수평 시야 및
수직 시야는 거울에 의해 포함된
수평 시야 및 수직 시야와 일치함
시청자의 눈 높이에
위치된 지평선
디스플레이에서 시청자에 의해
보여지는 이미지

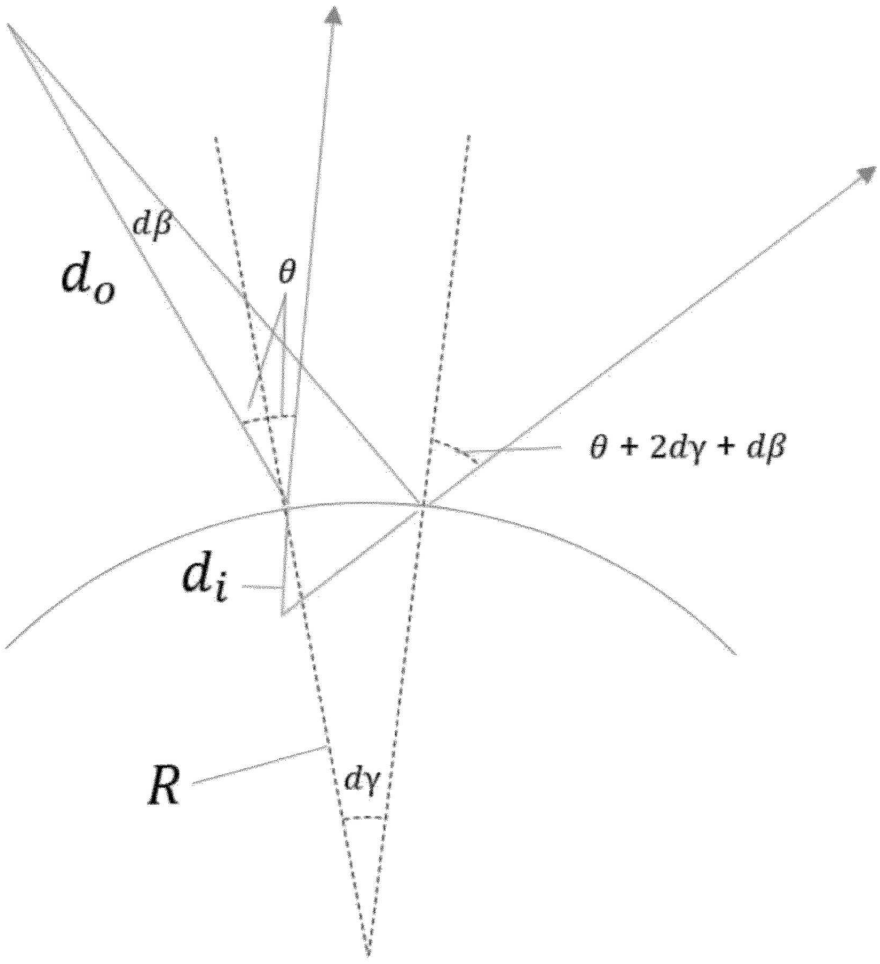
도면11


잘린 피라미드를 통한
표준 절두체
=
평판 스크린에서 본 이미지
구형 스크린에서 본 이미지
구태로 이미지 렌더링
=
평판 스크린에서 본 이미지
구형 스크린에서 본 이미지

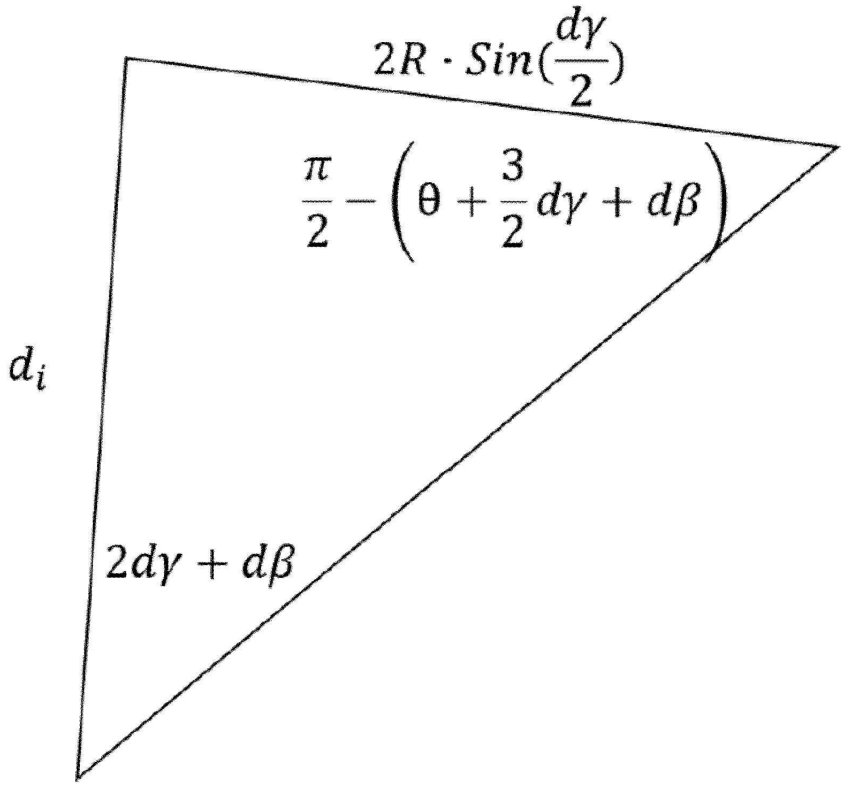
도면12


잘린 피라미드를 통한 표준 절두체
=
평판 스크린에서 본 이미지
거울에서 본 연속선의 이미지는 두개의 카메라로부터의 두개의 렌더링된 부분이 결합된 곳에서 분리된 것으로 나타남
구태를 통한 이미지 렌더링
=
구형 스크린에서 본 이미지
거울에서 본 선의 이미지는 복수의 카메라가 렌더링을 위해 사용될 때 조차도 연속적으로 나타남

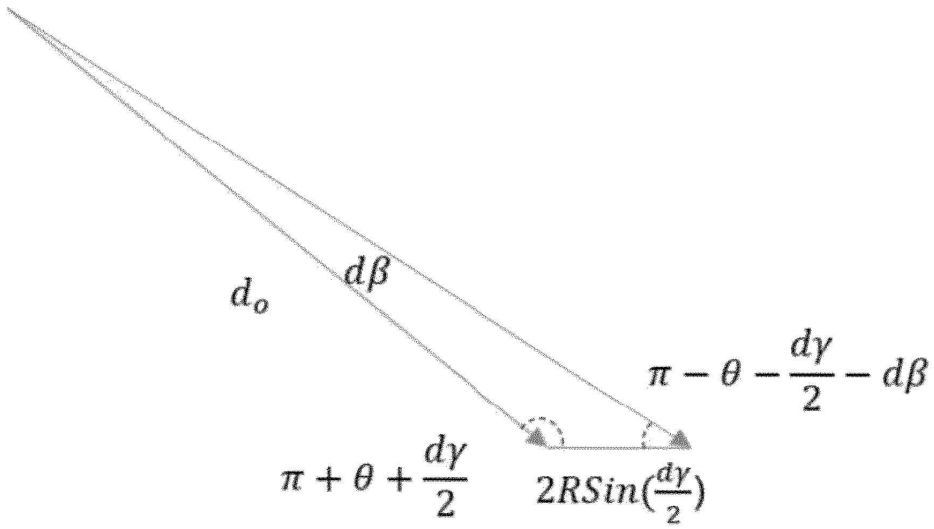
도면13


$d\beta$
d_o
θ
$\theta + 2d\gamma + d\beta$
d_i
R
$d\gamma$

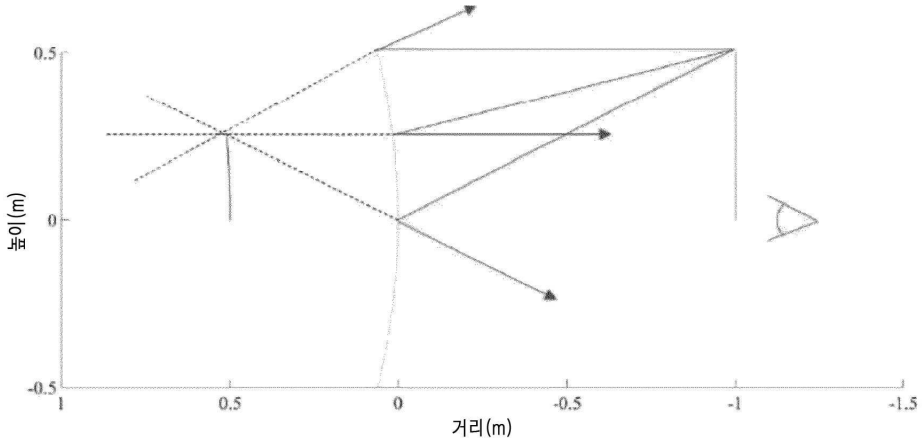
도면14


$2R \cdot Sin(\frac{d\gamma}{2})$
$\frac{\pi}{2} - \left(\theta + \frac{3}{2}d\gamma + d\beta\right)$
d_i
$2d\gamma + d\beta$

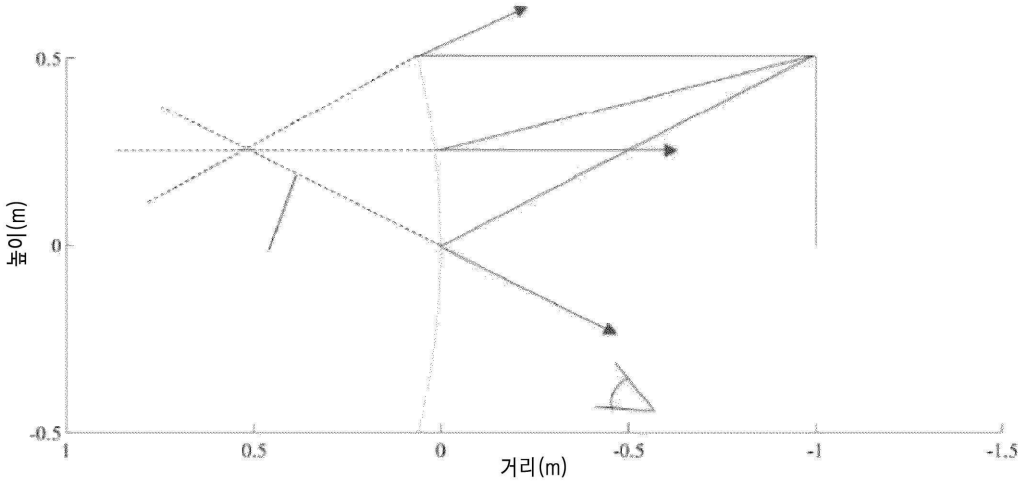
도면15


d_o
$d\beta$
$\pi - \theta - \frac{d\gamma}{2} - d\beta$
$\pi + \theta + \frac{d\gamma}{2}$
$2RSin(\frac{d\gamma}{2})$

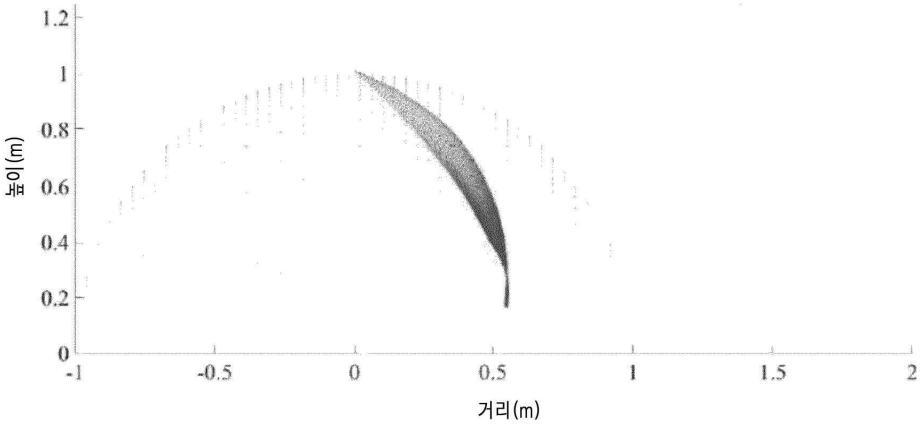
도면16a



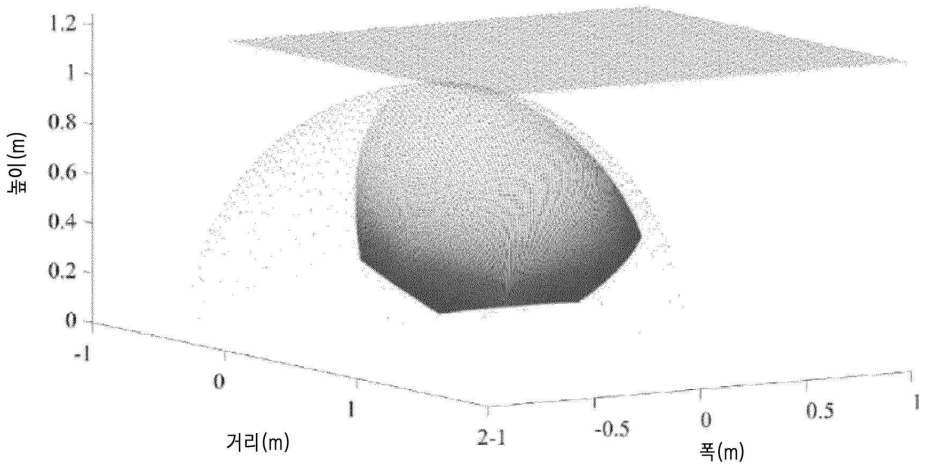
도면16b



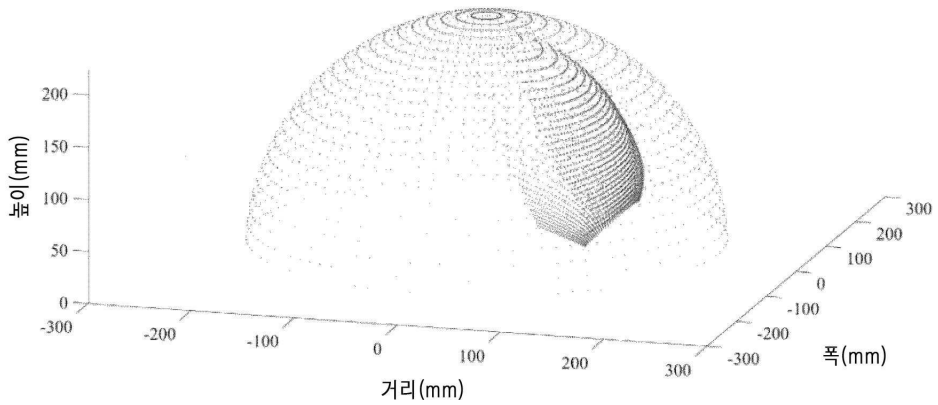
도면17a



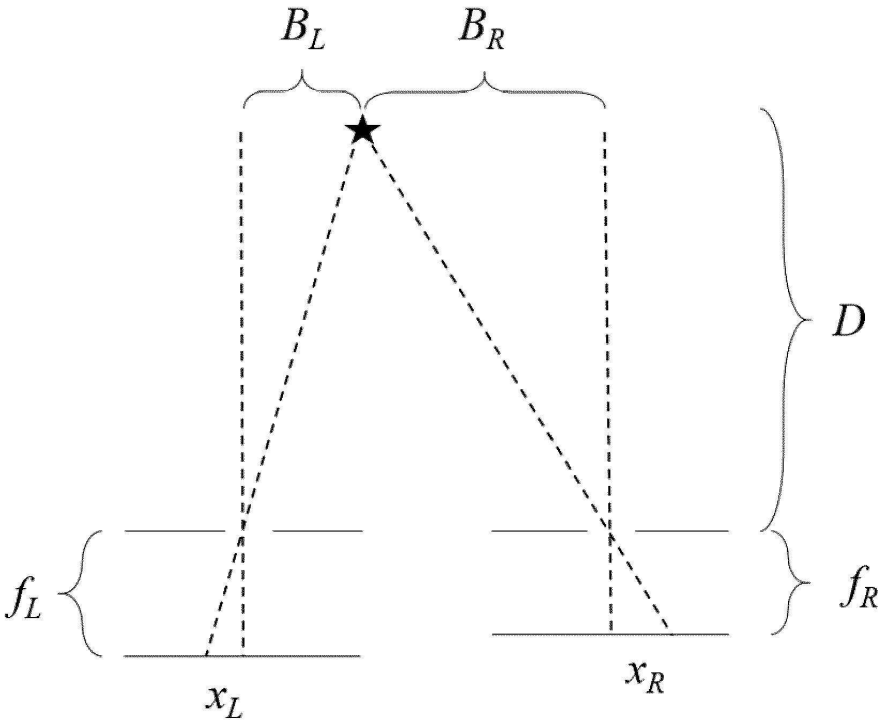
도면17b


1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
높이(m)
-1
0
1
거리(m)
2-1
-0.5
0
0.5
1
폭(m)

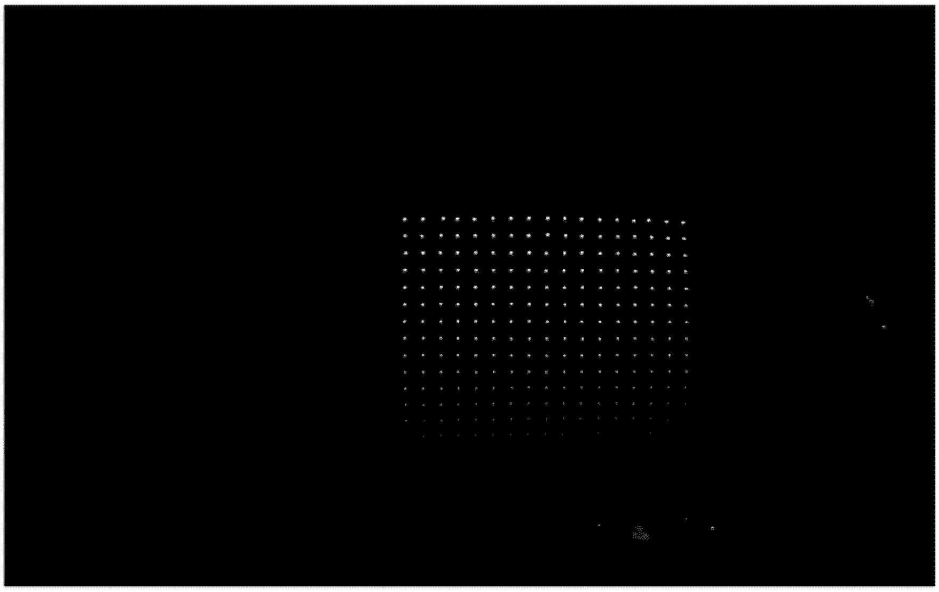
도면18


200
150
100
50
0
높이(mm)
-300
-200
-100
0
100
200
300
거리(mm)
300
200
100
0
-100
-200
-300
폭(mm)

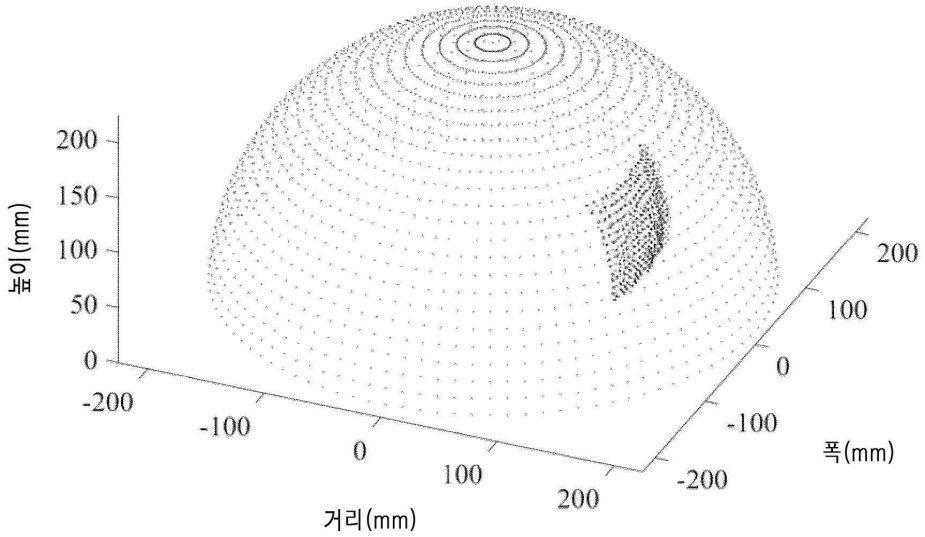
도면19



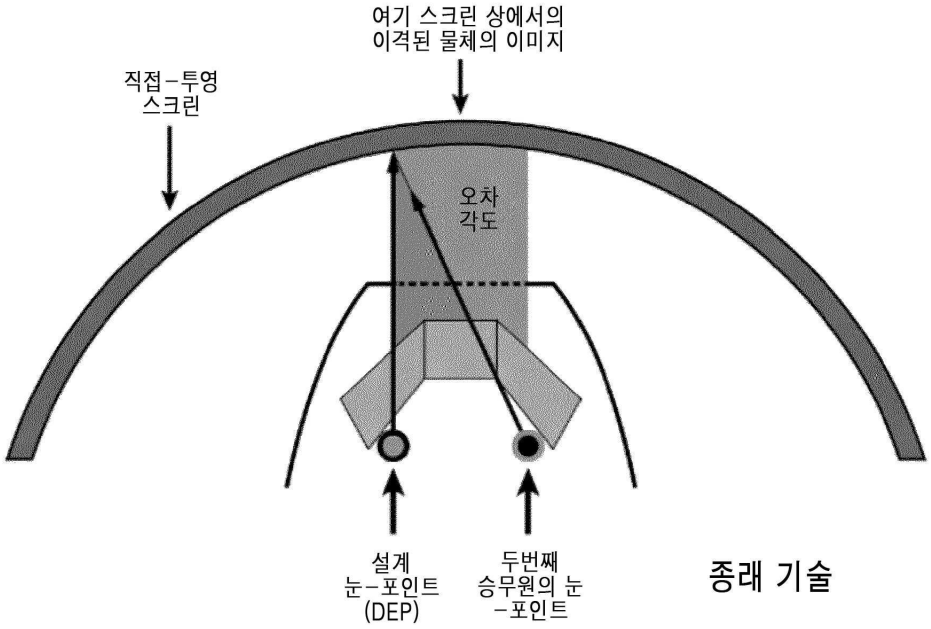
도면20



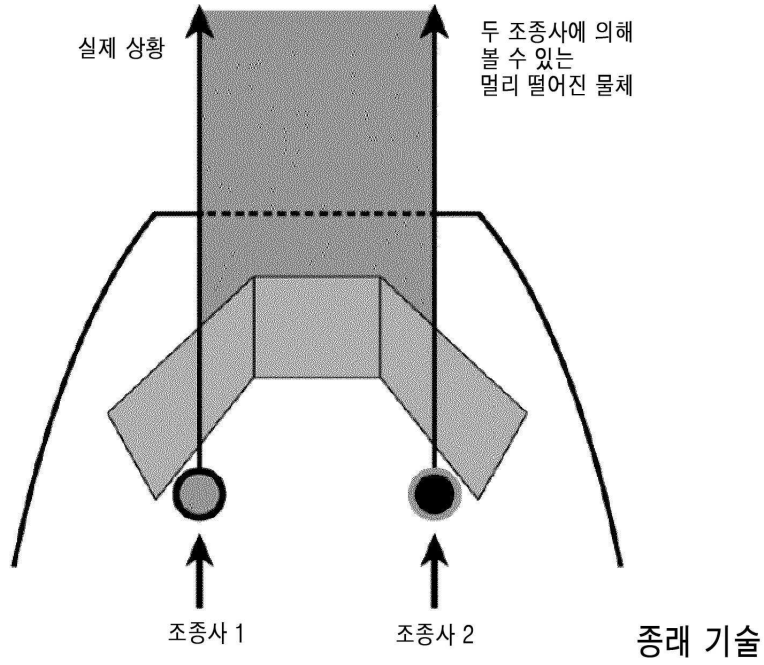
도면21


200
150
100
50
0
높이(mm)
-200
-100
0
100
200
거리(mm)
200
100
0
-100
-200
폭(mm)

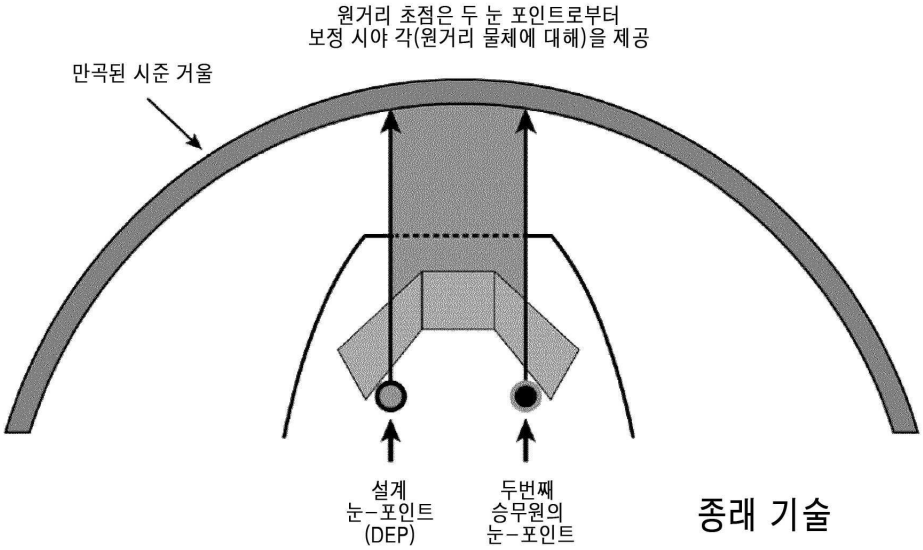
도면22


여기 스크린 상에서의
이격된 물체의 이미지
직접-투영
스크린
오차
각도
설계
눈-포인트
(DEP)
두번째
승무원의 눈
-포인트
종래 기술

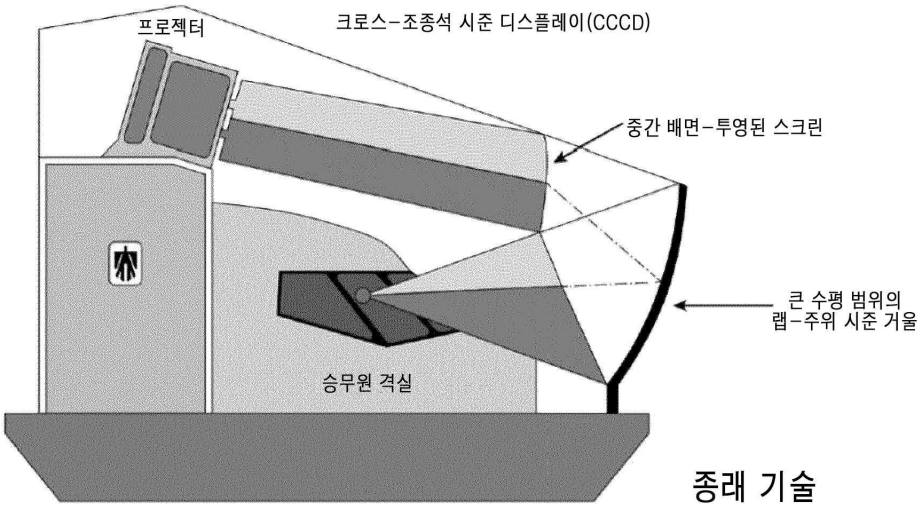
도면23


실제 상황
두 조종사에 의해
볼 수 있는
멀리 떨어진 물체
조종사 1
조종사 2
종래 기술

도면24

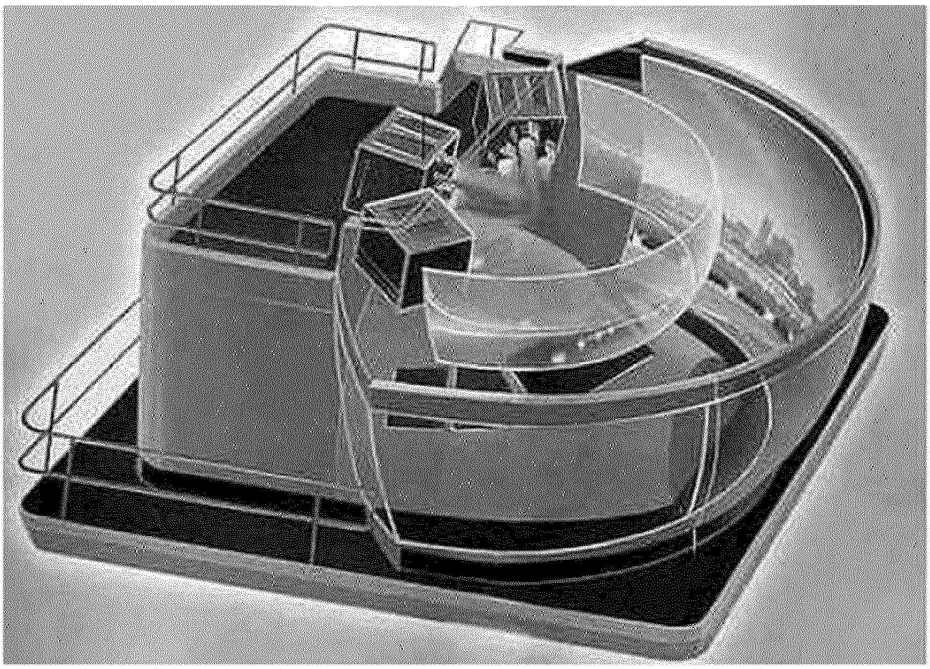

원거리 초점은 두 눈 포인트로부터
보정 시야 각(원거리 물체에 대해)을 제공
만곡된 시준 거울
설계
눈-포인트
(DEP)
두번째
승무원의
눈-포인트
종래 기술

도면25



종래 기술

도면26



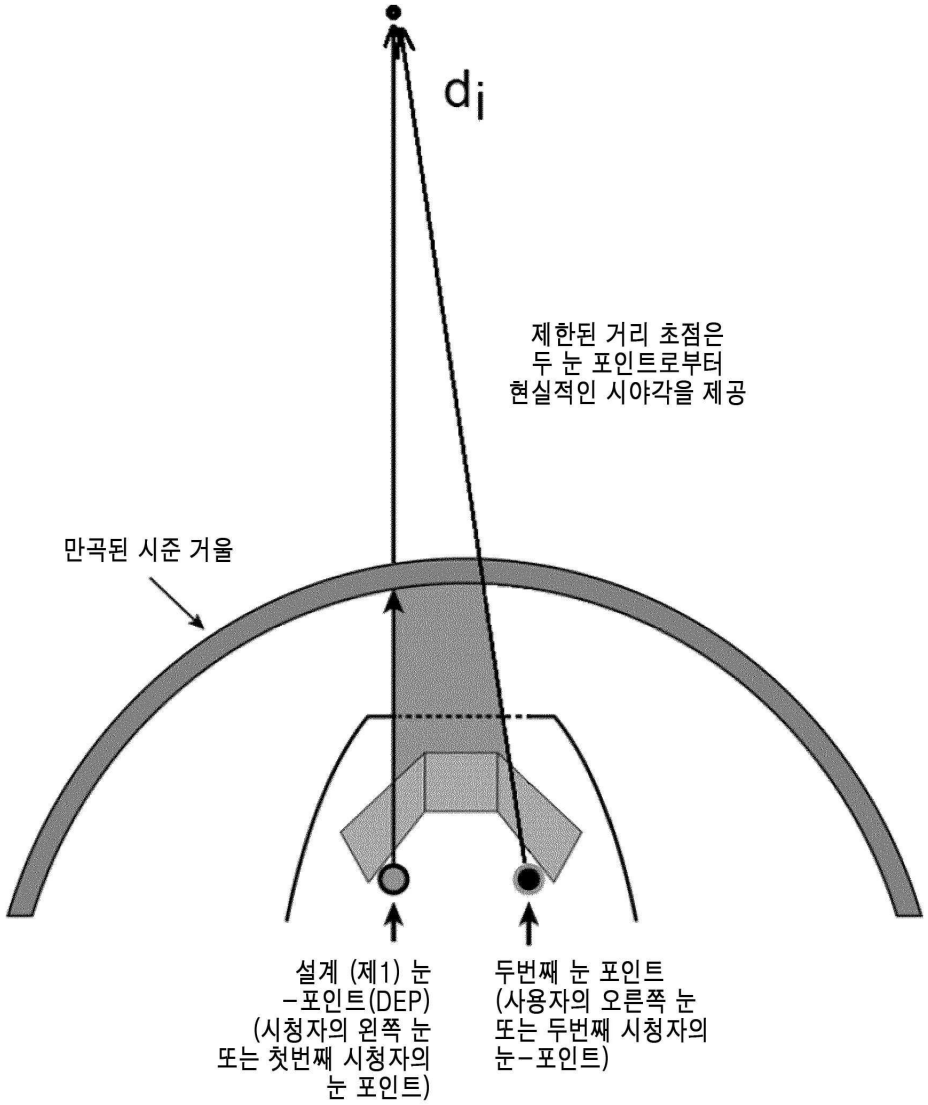
종래 기술

도면27



종래 기술

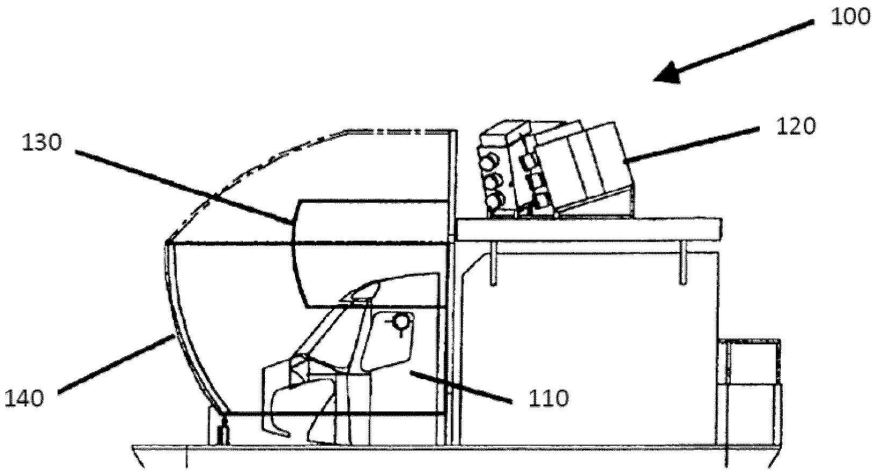
도면28


di
제한된 거리 초점은
두 눈 포인트로부터
현실적인 시야각을 제공
만곡된 시준 거울
설계 (제1) 눈
-포인트(DEP)
(시청자의 왼쪽 눈
또는 첫번째 시청자의
눈 포인트)
두번째 눈 포인트
(사용자의 오른쪽 눈
또는 두번째 시청자의
눈-포인트)

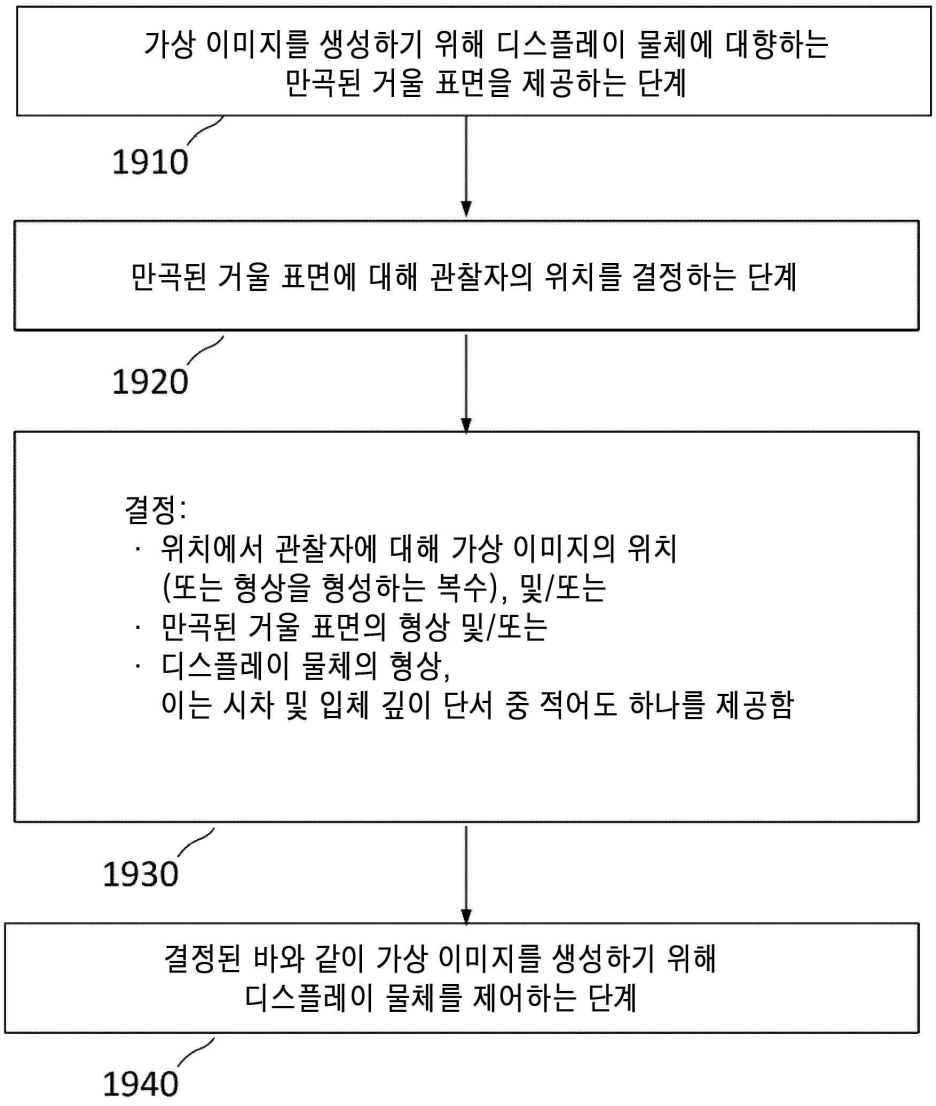
도면29



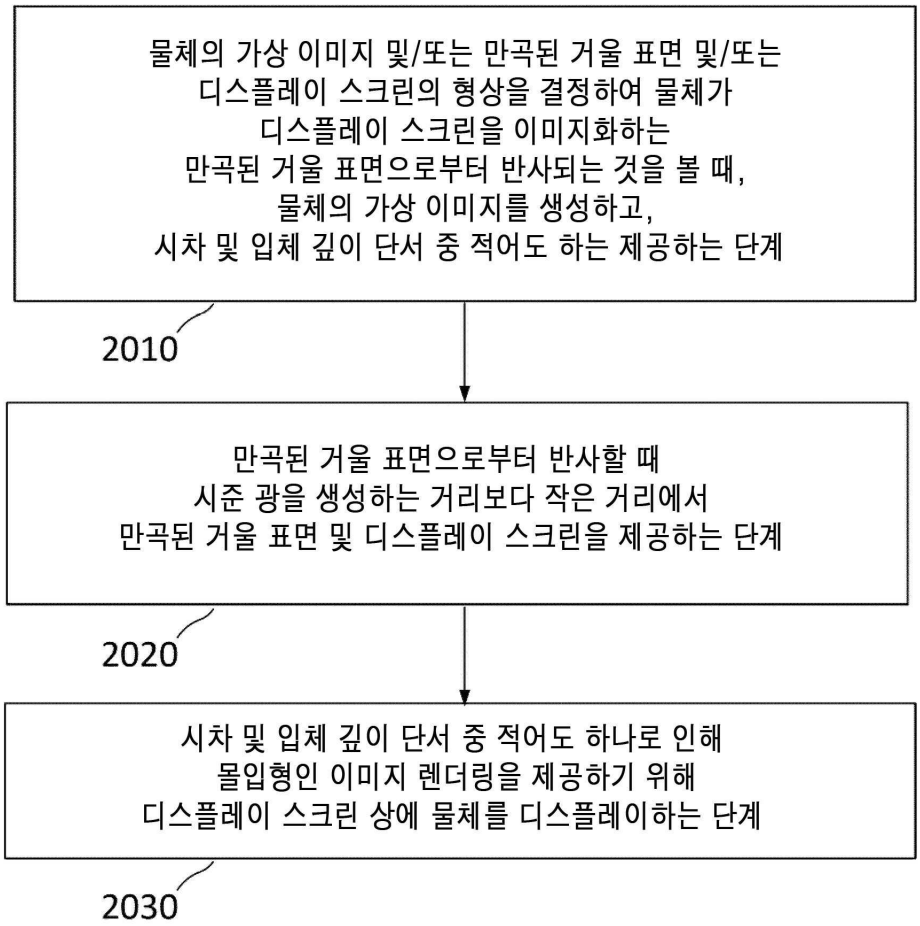
도면30



도면31


가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이 물체에 대향하는
만곡된 거울 표면을 제공하는 단계
1910
만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계
1920
결정:
· 위치에서 관찰자에 대해 가상 이미지의 위치
(또는 형상을 형성하는 복수), 및/또는
· 만곡된 거울 표면의 형상 및/또는
· 디스플레이 물체의 형상,
이는 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공함
1930
결정된 바와 같이 가상 이미지를 생성하기 위해
디스플레이 물체를 제어하는 단계
1940

도면32



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법으로서,

- 상기 디스플레이 물체 상에 표시된 원래 이미지에 대한 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대향하는 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지의 위치를 컴퓨터 시스템이 결정하는 단계;

상기 결정하는 단계는:

상기 만곡된 거울 표면에 대한 상기 관찰자의 위치에 기반하여, 상기 가상 이미지는 상기 관찰자로부터 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있고 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에 위치하고,

상기 관찰자의 위치에서 상기 관찰자에 대한 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 기반하여, 상기 시차 깊이 단서 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나는 상기 관찰자의 두 눈에 초점이 맞춰진 상기 가상 이미지의 생성이 대칭 축으로부터의 각도가 5° 보다 큰 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터의 각도에 종속됨을 고려하여 결정되고,

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 위치를 결정하고, 상기 디스플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 결정된

위치에 기반하여 상기 원래 이미지의 맵핑을 수정하는 단계; 및

- 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 이용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰지는, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도 및 60 ft 또는 18.288 m 미만의 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지의 위치가 결정된 바와 같이, 상기 가상 이미지를 생성하도록 상기 원래 이미지를 렌더링하기 위해 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 방법.

【변경후】

디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법으로서,

- 상기 디스플레이 물체 상에 표시된 원래 이미지에 대한 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대향하는 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지의 위치를 컴퓨터 시스템이 결정하는 단계;

상기 결정하는 단계는:

상기 만곡된 거울 표면에 대한 상기 관찰자의 위치에 기반하여, 상기 가상 이미지는 상기 관찰자로부터 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있고 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에 위치하고,

상기 관찰자의 위치에서 상기 관찰자에 대한 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 기반하여, 상기 시차 깊이 단서 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나는 상기 관찰자의 두 눈에 초점이 맞춰진 상기 가상 이미지의 생성이 대칭 축으로부터의 각도가 5° 보다 큰 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터의 각도에 종속됨을 고려하여 결정되고,

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 위치를 결정하고, 상기 디스플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 결정된 위치에 기반하여 상기 원래 이미지의 맵핑을 수정하는 단계; 및

- 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 이용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰지는, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도 및 60 ft 또는 18.288 m 미만의 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지의 위치가 결정된 바와 같이, 상기 가상 이미지를 생성하도록 상기 원래 이미지를 렌더링하기 위해 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 2

【변경전】

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 3

【변경전】

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고 상기 위치에서의 관찰자에 대한 상기 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고 상기 위치에서의 관찰자에 대한 상기 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

【직권보정 5】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

제4항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자를 위한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면의 형상 및 상기 디스플레이 물체의 형상을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제4항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자를 위한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면의 형상 및 상기 디스플레이 물체의 형상을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

【직권보정 6】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

제1항에 있어서, 위치를 결정하는 단계는 가상 이미지를 가로 지르는 복수의 위치를 결정함으로써, 상기 가상 이미지의 형상을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제1항에 있어서, 위치를 결정하는 단계는 가상 이미지를 가로 지르는 복수의 위치를 결정함으로써, 상기 가상 이미지의 형상을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

【직권보정 7】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

제1항에 있어서, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10 ° 보다 큰 각도에서 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제1항에 있어서, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10 ° 보다 큰 각도에서 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하는 방법.

【직권보정 8】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 원래 이미지의 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체로서 작용하는 디스플레이 스크린의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 디스플레이 물체 상에 표시된 상기 원래 이미지의 가상 이미지를 생성하기 위해 만곡된 거울 표면에 대향하여, 결정된 바와 같은 형상으로 상기 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계;

컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계; 상기 결정하는 단계는:

- 상기 디스플레이 물체의 형상에 기반하며,

- 상기 만곡된 거울 표면에 대한 상기 관찰자의 위치에 기반하여, 상기 가상 이미지는 상기 관찰자로부터 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있고 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에 위치하고,

- 상기 관찰자의 위치에서 상기 관찰자에 대한 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 기반하며,

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 가상 이미지의 위치에서 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 원래 이미지의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 물체 상에 상기 원래 이미지의 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하고, 상기 위치에서 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는, 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 상기 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰지는 것을 특징으로 방법.

【변경후】

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 원래 이미지의 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체로서 작용하는 디스플레이 스크린의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 디스플레이 물체 상에 표시된 상기 원래 이미지의 가상 이미지를 생성하기 위해 만곡된 거울 표면에 대향하여, 결정된 바와 같은 형상으로 상기 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계;

컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계; 상기 결정하는 단계는:

- 상기 디스플레이 물체의 형상에 기반하며,

- 상기 만곡된 거울 표면에 대한 상기 관찰자의 위치에 기반하여, 상기 가상 이미지는 상기 관찰자로부터 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있고 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에 위치하고,

- 상기 관찰자의 위치에서 상기 관찰자에 대한 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 기반하며,

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스

플레이 물체 상의 상기 원래 이미지의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 가상 이미지의 위치에서 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 원래 이미지의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 물체 상에 상기 원래 이미지의 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하고, 상기 위치에서 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는, 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 상기 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰지는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 9】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 10】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 디스플레이 스크린의 형상을 사용하여 상기 위치에서의 관찰자를 위한 상기 가상 이미지에 대해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대해 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 디스플레이 스크린의 형상을 사용하여 상기 위치에서의 관찰자를 위한 상기 가상 이미지에 대해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대해 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 11】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어로 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제8항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어로 하나를 사용하여 가상 이

미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 12】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12

【변경전】

제8항에 있어서, 상기 가상 이미지는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 상기 관찰자의 위치에 대한 상기 시차 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하여 생성되는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제8항에 있어서, 상기 가상 이미지는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 상기 관찰자의 위치에 대한 상기 시차 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하여 생성되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 13】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 만곡된 거울 표면의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체에 대향하는 상기 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대한 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 형상을 갖는 상기 만곡된 거울 표면에 의해 결정된 바와 같이 두눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지를 생성하도록 디스플레이 스크린에 대해 디스플레이를 맵핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 방법.

【변경후】

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 만곡된 거울 표면의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체에 대향하는 상기 만곡된 거울 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면에 대한 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 형상을 갖는 상기 만곡된 거울 표면에 의해 결정된 바와 같이 두눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지를 생성하도록 디스플레이 스크린에 대해 디스플레이를 맵핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 14】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 14

【변경전】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으

로 하는 방법.

【변경후】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 15】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 16】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 16

【변경전】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체 상에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 만곡된 거울 표면의 형상을 이용하여 상기 위치에서의 관찰자에 대한 상기 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체 상에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 만곡된 거울 표면의 형상을 이용하여 상기 위치에서의 관찰자에 대한 상기 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대한 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 17】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 17

【변경전】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 18】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 18

【변경전】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 상기 시차 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제13항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 상기 시차 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 19】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 19

【변경전】

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 만곡된 굴절 표면의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체에 대향하는 상기 만곡된 굴절 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 굴절 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

- 쌍안경으로 볼 때 위치에서 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 형상을 갖는 만곡된 굴절 표면에 의해 결정된 바와 같이 두눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지를 생성하도록 디스플레이 스크린에 대해 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 방법.

【변경후】

디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법으로서,

- 만곡된 굴절 표면의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 디스플레이가 제어 가능한 디스플레이 물체에 대향하는 상기 만곡된 굴절 표면을 제공하는 단계;

- 상기 만곡된 굴절 표면에 대해 관찰자의 위치를 결정하는 단계; 및

- 쌍안경으로 볼 때 위치에서 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 형상을 갖는 만곡된 굴절 표면에 의해 결정된 바와 같이 두눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자로부터의 거리에서 상기 가상 이미지를 생성하도록 디스플레이 스크린에 대해 디스플레이를 매핑함으로써 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계를 포함하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 20】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 20

【변경전】

제19항에 있어서, 상기 만곡된 굴절 표면은 렌즈인 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제19항에 있어서, 상기 만곡된 굴절 표면은 렌즈인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를

디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 21】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 21

【변경전】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 디스플레이 스크린 및 디스플레이 장치 중 하나인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 22】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 22

【변경전】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체는 후면 투영 스크린 및 전면 투영 스크린 중 하나인 디스플레이 스크린인 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 23】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 23

【변경전】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체 상에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 만곡된 굴절 표면의 형상을 사용하여 상기 위치에서의 관찰자에 대한 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대해 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 컴퓨팅 시스템을 사용하여 상기 디스플레이 물체 상에 또는 상기 디스플레이 물체에 의해 디스플레이되는 이미지를 보정하고, 상기 만곡된 굴절 표면의 형상을 사용하여 상기 위치에서의 관찰자에 대한 가상 이미지를 위해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하기 위해 상기 디스플레이 물체에 대해 맵핑을 수정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 24】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 24

【변경전】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는

$$d_o = \frac{d_i R \cos\theta}{R\cos\theta - 2d_i}$$

, 이에 의해 상기 위치에서의 관찰자에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 사용하여 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 디스플레이 물체의 형상 및 상기 디스플레이 물체 상에서 원래 이미지의 맵핑을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 25】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 25

【변경전】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제19항에 있어서, 상기 디스플레이 물체를 제어하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 상기 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 물체의 가상 이미지를 디스플레이에서 제어하기 위한 방법.

【직권보정 26】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 26

【변경전】

몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법으로서,

- 만곡된 거울 표면으로부터 반사될 때 시준 광을 생성하는 거리보다 작은 거리에 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 컴퓨터 시스템이, 상기 디스플레이 스크린을 이미지화하는 상기 만곡된 거울 표면으로부터 반사되어 보여지는 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계-상기 결정은 상기 만곡된 거울 표면에 대한 상기 관찰자의 위치, 상기 가상 이미지의 위치와 60 피트 또는 18.288 m 미만의 관찰자의 위치 간의 거리, 및 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 상기 가상 이미지의 위치에 기반함-;

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상의 물체의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 시차 깊이 단서 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 의해 몰입되는 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 디스플레이 스크린에 물체의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 상기 가상 이미지는 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에서 렌더링되는 방법.

【변경후】

몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법으로서,

- 만곡된 거울 표면으로부터 반사될 때 시준 광을 생성하는 거리보다 작은 거리에 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 컴퓨터 시스템이, 상기 디스플레이 스크린을 이미지화하는 상기 만곡된 거울 표면으로부터 반사되어 보여지는 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계-상기 결정은 상기 만곡된 거울 표면에 대한 관찰자의 위치, 상기 가상 이미지의 위치와 60 피트 또는 18.288 m 미만의 관찰자의 위치 간의 거리, 및 시차 깊이 단서 및 입체 깊이 단서

중 적어도 하나를 제공하는 상기 가상 이미지의 위치에 기반함-;

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 만곡된 거울 표면에 의해 생성된 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상의 물체의 위치를 결정하는 단계; 및

- 상기 시차 깊이 단서 및 상기 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 의해 몰입되는 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 디스플레이 스크린에 물체의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 상기 가상 이미지는 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도에서 렌더링되는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

【직권보정 27】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 28

【변경전】

제26항에 있어서, 상기 거리에서 상기 만곡된 거울 표면 및 상기 디스플레이 스크린을 제공하는 단계는 상기 가상 이미지가 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있는 경우, 관찰자가 상기 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이가 0.2° 보다 큰 수렴 각도를 제공하는 것을 특징하는 방법.

【변경후】

제26항에 있어서, 상기 거리에서 상기 만곡된 거울 표면 및 상기 디스플레이 스크린을 제공하는 단계는 상기 가상 이미지가 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있는 경우, 관찰자가 상기 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이가 0.2° 보다 큰 수렴 각도를 제공하는 것을 특징하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

【직권보정 28】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 29

【변경전】

제26항에 있어서, 상기 만곡된 거울 표면은 적어도 일 방향으로 30° 보다 큰 시야를 제공하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제26항에 있어서, 상기 만곡된 거울 표면은 적어도 일 방향으로 30° 보다 큰 시야를 제공하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

【직권보정 29】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 30

【변경전】

제26항에 있어서, 상기 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 소스 위치를 갖는 사운드를 만들기 위해 상기 몰입형 디스플레이 주위의 복수의 위치에서 사운드를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제26항에 있어서, 상기 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 소스 위치를 갖는 사운드를 만들기 위해 상기 몰입형 디스플레이 주위의 복수의 위치에서 사운드를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

【직권보정 30】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 31

【변경전】

제26항에 있어서, 상기 가상 이미지의 컨텐츠와 상호 작용하기 위한 사용자 제어를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제26항에 있어서, 상기 가상 이미지의 컨텐츠와 상호 작용하기 위한 사용자 제어를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

【직권보정 31】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 32

【변경전】

제26항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하기 전에, 원근 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 물체에 이미지 보정을 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제26항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하기 전에, 원근 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 물체에 이미지 보정을 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

【직권보정 32】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 33

【변경전】

제26항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제26항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체를 디스플레이하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대한 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동시키기 위한 방법.

【직권보정 33】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 34

【변경전】

몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법으로서,

- 디스플레이 스크린을 이미지화하는 만곡된 거울 표면으로부터 반사되어 물체를 볼 때, 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 상기 물체의 가상 이미지가 생성되도록 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린 중 적어도 하나의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면으로부터 반사될 때 시준 광을 생성하는 거리보다 작은 거리에 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계-상기 결정은 상기 만곡된 거울 표면 및 상기 디스플레이 스크린 중 적어도 하나의 형상에 기반함-;

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체의 위치를 결정하는 단계; 및

- 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 의해 몰입되는 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 디스플레이 스크린 상에 원래 이미지의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린에 물체를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 상기 이미지는 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자 위치로부터의 거리에서 렌더링되는 방법.

【변경후】

몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법으로서,

- 디스플레이 스크린을 이미지화하는 만곡된 거울 표면으로부터 반사되어 물체를 볼 때, 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 제공하는 상기 물체의 가상 이미지가 생성되도록 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린 중 적어도 하나의 형상을 결정하는 단계;

- 상기 만곡된 거울 표면으로부터 반사될 때 시준 광을 생성하는 거리보다 작은 거리에 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계;

- 컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치를 결정하는 단계-상기 결정은 상기 만곡된 거울 표면 및 상기 디스플레이 스크린 중 적어도 하나의 형상에 기반함-;

- 상기 컴퓨터 시스템이, 상기 가상 이미지의 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린 상에 상기 물체의 위치를 결정하는 단계; 및

- 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나에 의해 몰입되는 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 디스플레이 스크린 상에 원래 이미지의 결정된 위치에 기반하여 상기 디스플레이 스크린에 물체를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 상기 이미지는 두 눈에 대해 상기 가상 이미지를 생성하기 위해 상기 만곡된 거울 표면을 사용하여 관찰자의 두 눈에 대해 실질적으로 초점이 맞춰진, 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 5° 보다 큰 각도와 60 피트 또는 18.288 m 미만인 관찰자 위치로부터의 거리에서 렌더링되는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

【직권보정 34】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 35

【변경전】

제34항에 있어서, 상기 거리에서 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계는 가상 표면이 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있는 경우, 관찰자가 상기 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이가 0.2° 보다 큰 수렴 각도를 제공하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제34항에 있어서, 상기 거리에서 상기 만곡된 거울 표면 및 디스플레이 스크린을 제공하는 단계는 가상 표면이 60 피트 또는 18.288 m 미만의 거리에 있는 경우, 관찰자가 상기 가상 이미지를 볼 때 관찰자의 눈 사이가 0.2° 보다 큰 수렴 각도를 제공하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

【직권보정 35】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 36

【변경전】

제34항에 있어서, 상기 만곡된 거울 표면은 적어도 일 방향으로 30° 보다 큰 시야를 제공하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제34항에 있어서, 상기 만곡된 거울 표면은 적어도 일 방향으로 30° 보다 큰 시야를 제공하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

【직권보정 36】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 37

【변경전】

제34항에 있어서, 상기 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 소스 위치를 갖는 사운드를 만들기 위해 상기 몰입형 디스플레이 주위의 복수의 위치에서 사운드를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제34항에 있어서, 상기 몰입형 이미지 렌더링과 일치하는 소스 위치를 갖는 사운드를 만들기 위해 상기 몰입형 디스플레이 주위의 복수의 위치에서 사운드를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입

형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

【직권보정 37】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 38

【변경전】

제34항에 있어서, 상기 가상 이미지의 컨텐츠와 상호 작용하기 위한 사용자 제어를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제34항에 있어서, 상기 가상 이미지의 컨텐츠와 상호 작용하기 위한 사용자 제어를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

【직권보정 38】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 39

【변경전】

제34항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린에 상기 물체를 디스플레이하기 전에, 원근 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 물체에 이미지 보정을 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제34항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린에 상기 물체를 디스플레이하기 전에, 원근 이미지 렌더링을 제공하기 위해 상기 물체에 이미지 보정을 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.

【직권보정 39】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 40

【변경전】

제34항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린에 상기 물체를 디스플레이하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

제34항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린에 상기 물체를 디스플레이하는 단계는 상기 만곡된 거울 표면의 대칭 축으로부터 10° 보다 큰 각도로 상기 만곡된 거울 표면을 통해 디스플레이 물체를 보는 관찰자의 위치에 대해 시차 및 입체 깊이 단서 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 몰입형 디스플레이를 작동하기 위한 방법.