



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0090838  
(43) 공개일자 2014년07월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03H 1/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0002953

(22) 출원일자 2013년01월10일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자

박민식

세종특별자치시 누리로 59 한솔동 첫마을아파트  
505동 901호

문경애

대전 유성구 배울1로 147, 202동 102호 (용산동,  
대덕테크노밸리2차푸르지오2단지)

김진웅

대전 유성구 엑스포로 448, 305동 1603호 (   
전민동, 엑스포아파트)

(74) 대리인

특허법인무한

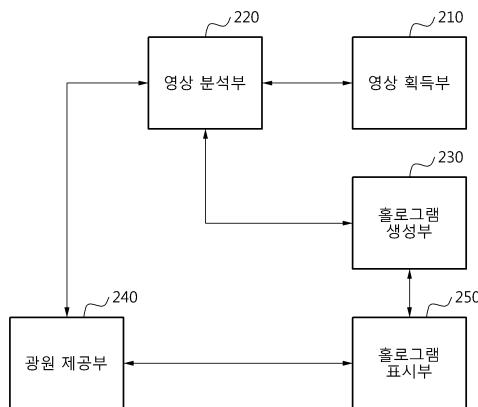
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 홀로그램 영상 표시 장치 및 방법

**(57) 요약**

획득된 사용자 영상을 이용하여 사용자의 동공 위치를 추적하고 사용자의 외관으로부터 반사되어 나온 반사 홀로그램 영상의 광원 위치를 추적한 후, 사용자의 동공 위치에 따라 상기 표시 홀로그램 영상의 광원 위치를 보정하여 생성된 홀로그램 영상을 표시하는 홀로그램 영상 표시 장치 및 방법을 제공한다.

**대표도** - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10039169
부처명	지식경제부
연구사업명	산업원천기술개발사업(정보통신)
연구과제명	디지털 홀로그래픽 3D 디스플레이 및 기록 시스템 원천 기술 개발
기여율	1/1
주관기관	한국전자통신연구원
연구기간	2011.05.01 ~ 2014.02.28

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

사용자 영상을 획득하는 영상 획득부;

상기 사용자 영상을 이용하여 사용자의 동공 위치를 추적하고, 사용자의 외관으로부터 반사되어 나온 반사 홀로그램 영상의 광원 위치를 추적하는 영상 분석부;

상기 사용자의 동공 위치에 대응하는 표시 홀로그램 영상을 생성하는 홀로그램 생성부;

상기 사용자의 동공 위치에 따라 상기 표시 홀로그램 영상의 광원 위치를 제어하는 광원 제공부; 및

상기 표시 홀로그램 영상을 표시하는 홀로그램 표시부

를 포함하는 홀로그램 영상 표시 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 영상 획득부는,

상기 사용자의 동공 영상을 획득하는 사용자 영상 카메라; 및

상기 홀로그램 표시부로부터 회절된 적외선 광이 반사되어 나온 상기 반사 홀로그램 영상을 획득하는 적외선 영상 카메라

를 포함하는 홀로그램 영상 표시 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 사용자 영상 카메라는,

3차원 공간상의 상기 사용자의 동공에 대한 3차원 위치를 추적하는 3차원 위치 추적 카메라

를 포함하는 홀로그램 영상 표시 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 영상 분석부는,

상기 반사 홀로그램 영상을 기반으로 시야 창과 상기 사용자의 동공 간의 위치 불일치 정도를 연산하는 홀로그램 영상 표시 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 광원 제공부는,

상기 광원 위치를 상기 시야 창과 일치시키도록 제어하는 홀로그램 영상 표시 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 영상 분석부는,

상기 반사 홀로그램 영상으로부터 분석된 시야 창과 상기 사용자의 동공 간의 중심 위치 오차를 분석하여 상기

광원 제공부로 전송하는 홀로그래프 영상 표시 장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 광원 제공부는,

상기 중심 위치 오차를 기반으로 상기 시야 창과 상기 동공 간의 중심 위치를 일치시키도록 보정하는 홀로그래프 영상 표시 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 영상 분석부는,

상기 반사 홀로그래프 영상에 대한 블러링 정도를 분석하여 상기 광원 제공부로 전송하는 홀로그래프 영상 표시 장치.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 홀로그래프 생성부는,

상기 사용자의 동공 위치에서 획득되는 3차원 영상에 의하여 구성되는 점들로만 상기 표시 홀로그래프 영상을 생성하는 홀로그래프 영상 표시 장치.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 홀로그래프 표시부는,

상기 표시 홀로그래프 영상을 통하여 파면 변조된 상기 광원을 상기 사용자의 동공에 집광시켜주는 집광 광학부를 포함하는 홀로그래프 영상 표시 장치.

**청구항 11**

사용자 영상을 획득하는 단계;

상기 사용자 영상을 이용하여 사용자의 동공 위치를 추적하는 단계;

사용자의 외관으로부터 반사되어 나온 반사 홀로그래프 영상의 광원 위치를 추적하는 단계;

상기 사용자의 동공 위치에 대응하는 표시 홀로그래프 영상을 생성하는 단계;

상기 사용자의 동공 위치에 따라 상기 표시 홀로그래프 영상의 광원 위치를 제어하는 단계; 및

상기 표시 홀로그래프 영상을 표시하는 단계

를 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 사용자 영상을 획득하는 단계는,

상기 사용자의 동공 영상을 획득하는 단계; 및

회절된 적외선 광이 반사되어 나온 상기 반사 홀로그래프 영상을 획득하는 단계

를 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,  
상기 사용자 영상을 획득하는 단계는,  
3차원 공간상의 상기 사용자의 동공에 대한 3차원 위치를 추적하는 단계  
를 더 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 14**

제11항에 있어서,  
상기 반사 홀로그래프 영상을 기반으로 시야 창과 상기 사용자의 동공 간의 위치 불일치 정도를 연산하는 단계  
를 더 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서,  
상기 광원 위치를 상기 시야 창과 일치시키도록 제어하는 단계  
를 더 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 16**

제11항에 있어서,  
상기 반사 홀로그래프 영상으로부터 분석된 시야 창과 상기 사용자의 동공 간의 중심 위치 오차를 분석하는 단계  
를 더 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 17**

제16항에 있어서,  
상기 중심 위치 오차를 기반으로 상기 시야 창과 상기 동공 간의 중심 위치를 일치시키도록 보정하는 단계  
를 더 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 18**

제11항에 있어서,  
상기 반사 홀로그래프 영상에 대한 블러링 정도를 분석하는 단계  
를 더 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 19**

제11항에 있어서,  
상기 표시 홀로그래프 영상을 생성하는 단계는,  
상기 사용자의 동공 위치에서 획득되는 3차원 영상에 의하여 구성되는 점들로만 상기 표시 홀로그래프 영상을 생  
성하는 단계  
를 포함하는 홀로그래프 영상 표시 방법.

**청구항 20**

제11항에 있어서,  
상기 표시 홀로그래프 영상을 표시하는 단계는,

상기 표시 홀로그램 영상을 통하여 파면 변조된 상기 광원을 상기 사용자의 동공에 집광시켜주는 단계를 포함하는 홀로그램 영상 표시 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명의 실시예들은 홀로그램 시야 창과 사용자의 동공 위치를 일치시키는 홀로그램 영상 표시 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적인 스테레오(stereo) 정합(matching) 기술을 이용하는 양안식 스테레오스코픽 디스플레이(autostereoscopic display)는 3차원 물체의 특정점에 초점을 맞추기 위하여 양안 동공을 미간 안쪽으로 회전시키는 초점수렴(convergence) 각도와 해당 거리에 초점을 맞추기 위하여 렌즈 역할을 하는 수정체의 두께를 조절하는 초점조절(accommodation) 정보간에 불일치가 발생할 수 있다.

[0003] 사용자는 디스플레이를 통하여 다른 시점에서 투영된 좌우 영상을 보게 되는 데, 비록 2D 영상을 통하여 객체를 보고 있지만 좌우 영상의 다른 시차(parallax)로 인해 객체를 3차원으로 인식하게 된다.

[0004] 사용자는 디스플레이 평면을 기준으로 전후에 가상적으로 존재하는 3D 객체의 특정 영역에 초점을 맞추기 위하여 양안 동공의 수렴 각도를 변화시켜 응시점을 이동시킨다.

[0005] 그러나, 사용자는 디스플레이 평면의 전후로 응시점을 변경하더라도, 고정된 거리에 있는 디스플레이 평면에 실제로 초점을 맞추고 있다. 이는, 사용자가 실세계에서 3차원 객체를 볼 때 사용자의 응시점과 수렴 초점 간의 대응 정보와 양안식 스테레오스코픽 디스플레이를 통해 3D 객체의 영상을 볼 때 응시점과 수렴 초점간의 대응 정보가 일치하지 않아 사용자에게 혼란감을 가중시켜 불쾌감 및 눈의 피로를 유발하게 된다.

[0006] 양안의 초점수렴(convergence) 각도와 수정체의 초점조절(accommodation) 정보간에 불일치를 해결할 수 있는 대안으로는 홀로그래픽 디스플레이가 존재한다. 홀로그래픽 디스플레이는 광원에서 나온 광 파면(wave front)을 제어 및 변조함으로써, 실제로 공간상에는 존재하지 않지만 객체 영상을 3D 정보를 가질 수 있도록 자유 공간상에 변조된 광파면을 통하여 결상하게 해준다.

[0007] 광파면을 변조하는 홀로그래픽 디스플레이는 광변조기(spatial light modulator, SLM)에 대응될 수 있으며, SLM은 기존에 TV 화면으로 널리 사용되고 있는 LCD(liquid crystal display), 빔 프로젝터에서 영상 표시 장치로 활용되고 있는 LCoS(liquid crystal on silicon), DMD(digital micromirror device) 등의 소자로 구성될 수 있다.

[0008] 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 대형 TV 화면으로 제조하는 경우에는, 상기 SLM 소자 중 대형화가 용이한 LCD가 적합하다. LCD 픽셀(pixel) 배열들은 회절 격자로 작용하여 회절을 통하여 광원의 파면을 변조하며, 홀로그램 영상의 회절각은 홀로그래픽 디스플레이의 시야각(viewing angle)과 매우 밀접한 관련성이 있다. 회절각은 LCD SLM을 구성하는 픽셀간의 간격인 픽셀 피치(pitch)에 반비례한다.

[0009] 홀로그래픽 디스플레이가 적용된 40인치급 이상의 LCD를 이용하여 양안으로 재현된 홀로그램을 시청하려면 최소 픽셀 피치가 1um이내이어야 바람직하다. 하지만, 현재 상용화된 LCD는 대개 픽셀 피치가 100um 이상이기 때문에, 회절각(diffraction angle)이 매우 작아 적정 시청 거리에서 사용자의 한 동공으로만 시청이 가능할 정도의 좁은 시야창(viewing window)을 가진다. 따라서, 홀로그래픽 디스플레이를 적용한 영상 장치는 사용자의 동공의 위치에 따라 광원의 위치를 제어함으로써 시야창을 이동시키고, 파면 변조된 광원을 사용자의 동공(pupil)에 정확히 조영 해 주는 것이 필요하다.

[0010] 그러나, 동공의 3차원 위치에 따라 사용자 동공의 위치를 계산하는데 따른 동공 위치 추적의 오차, 동공 위치에 광원을 위치 시키는데 따른 광원 위치 제어의 오차, 광원 집광렌즈 수차 등으로 인하여, 사용자 동공과 시야 창간의 위치가 불일치할 수 있으며, 이로 인해 사용자가 홀로그램을 통하여 재현된 3차원 영상을 선명하게 관찰하는 것을 어려울 수 있다.

[0011] 동공 위치 추적의 오차는 동공 영상의 해상도를 높여서 동공 위치의 정확도를 높일 수 있으나, 그 한계가 존재

하므로 보통 시야 창을 동공크기보다 크게 하여 해결될 수 있다. 시야창 크기는  $(\lambda \times D)/p$  식에 비례하여 계산될 수 있는데, LCD SLM의 픽셀피치  $p$ 를 작게 하여 동공 위치의 정확도를 높일 수 있지만, 만족스러운 시야 창을 얻을 만큼 픽셀 피치가 작은 LCD SLM을 상용 제품으로 개발하기에 기술적으로 또는 비용적으로 어려움이 따른다. 또한, 사용자 동공 위치와 시야 창 위치를 불일치하게 하는 다른 요인인 광원 위치 제어의 오차나 집광 렌즈의 수차를 줄이는 것도 비용적으로 또는 물리적으로 그 한계가 존재한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 일실시예에는 시야각이 좁은 홀로그래픽 디스플레이 상에서 홀로그램 시야 창과 사용자 동공을 일치시켜, 홀로그램 영상으로부터 재현된 선명한 3차원 영상을 사용자에게 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명의 일실시예에는 사용자 동공의 위치와 광원의 위치 간의 반복적인 보정을 통하여 동공 위치와 홀로그램 시야 창을 일치시킬 수 있는 홀로그램 영상 표시 장치 및 방법을 제공한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일실시예에는 시야각이 좁은 홀로그래픽 디스플레이를 통하여 선명한 3차원 영상을 제공하며, 기존 기술과의 혼환성을 통하여 홀로그램 서비스 또는 홀로그래픽 디스플레이를 상용화할 수 있는 기회를 제공한다.

#### 과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그램 영상 표시 장치는 사용자 영상을 획득하는 영상 획득부, 상기 사용자 영상을 이용하여 사용자의 동공 위치를 추적하고, 사용자의 외관으로부터 반사되어 나온 반사 홀로그램 영상의 광원 위치를 추적하는 영상 분석부, 상기 사용자의 동공 위치에 대응하는 표시 홀로그램 영상을 생성하는 홀로그램 생성부, 상기 사용자의 동공 위치에 따라 상기 표시 홀로그램 영상의 광원 위치를 제어하는 광원 제공부, 및 상기 표시 홀로그램 영상을 표시하는 홀로그램 표시부를 포함한다.
- [0016] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 영상 획득부는 상기 사용자의 동공 영상을 획득하는 사용자 영상 카메라, 및 상기 홀로그램 표시부로부터 회절된 적외선 광이 반사되어 나온 상기 반사 홀로그램 영상을 획득하는 적외선 영상 카메라를 포함 할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 사용자 영상 카메라는 3차원 공간상의 상기 사용자의 동공에 대한 3차원 위치를 추적하는 3차원 위치 추적 카메라를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 영상 분석부는 상기 반사 홀로그램 영상을 기반으로 시야 창과 상기 사용자의 동공 간의 위치 불일치 정도를 연산 할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 광원 제공부는 상기 광원 위치를 상기 시야 창과 일치시키도록 제어 할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 영상 분석부는 상기 반사 홀로그램 영상으로부터 분석된 시야 창과 상기 사용자의 동공 간의 중심 위치 오차를 분석하여 상기 광원 제공부로 전송 할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 광원 제공부는 상기 중심 위치 오차를 기반으로 상기 시야 창과 상기 동공 간의 중심 위치를 일치시키도록 보정 할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 영상 분석부는 상기 반사 홀로그램 영상에 대한 블러링 정도를 분석하여 상기 광원 제공부로 전송 할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 홀로그램 생성부는 상기 사용자의 동공 위치에서 획득되는 3차원 영상에 의하여 구성되는 점들로만 상기 표시 홀로그램 영상을 생성 할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일측에 따르면, 상기 홀로그램 표시부는 상기 표시 홀로그램 영상을 통하여 파면 변조된 상기 광원을 상기 사용자의 동공에 집광시켜주는 집광 광학부를 포함 할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그램 영상 표시 방법은 사용자 영상을 획득하는 단계, 상기 사용자 영상을 이용하여 사용자의 동공 위치를 추적하는 단계, 사용자의 외관으로부터 반사되어 나온 반사 홀로그램 영상의 광원 위치를 추적하는 단계, 상기 사용자의 동공 위치에 대응하는 표시 홀로그램 영상을 생성하는 단계, 상기 사용자의 동공 위치에 따라 상기 표시 홀로그램 영상의 광원 위치를 제어하는 단계, 및 상기 표시 홀로그램 영상을 표

시하는 단계를 포함한다.

**발명의 효과**

- [0026] 본 발명의 일실시예에 따르면 시야각이 좁은 홀로그래픽 디스플레이 상에서 홀로그램 시야 창과 사용자 동공을 일치시켜, 홀로그램 영상으로부터 재현된 선명한 3차원 영상을 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 사용자 동공의 위치와 광원의 위치 간의 반복적인 보정을 통하여 동공 위치와 홀로그램 시야 창을 일치 시킬 수 있는 홀로그램 영상 표시 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면 시야각이 좁은 홀로그래픽 디스플레이를 통하여 선명한 3차원 영상을 제공하며, 기존 기술과의 혼환성을 통하여 홀로그램 서비스 또는 홀로그래픽 디스플레이를 상용화할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이의 예를 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그램 영상 표시 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그램 영상 표시 장치, 동공 및 시야 창의 위치 관계를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일측에 따른 동공 중심과 시야 창 간의 위치 관계를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일측에 따른 시야 창의 위치 오차를 연산하는 예를 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일측에 따른 초점 거리 오차에 따른 블러링 현상을 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그램 영상 표시 방법을 도시한 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0030] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.
- [0031] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이의 예를 도시한 도면이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일측에 따른 홀로그램 영상 표시 장치는 홀로그램 패턴을 통하여 후면 광원(backlight)(110)에서 나온 광 파면(light wavefront)을 볼록 렌즈(120) 및 SLM(130)을 이용하여 변조시켜 3차원 영상을 재현하여 사용자에게 제공할 수 있다. 여기서, LCD SLM(130)은 크기 변조(amplitude modulation) 또는 우회 위상 변조(detour phase modulation) 장치로 활용될 수 있고, 픽셀이 각각의 개구(aperture)로 작용하여 회절 격자(diffraction grating)를 형성하여 LCD SLM 후면에 위치해 있는 광원으로부터 나온 빛을 회절시켜 0차 회절광, 1차회절광, -1차회절광등 N차 회절광을 발생시켜 홀로그래픽 영상면(image plane)(140)에 주기적으로 투사시킬 수도 있다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 사용자는 N차 회절광의 최대 광도가 되는 a 영역위치의 상하에 있는 b 와 b' 영역에서 3차원 영상을 동일하게 관찰할 수 있다. 홀로그램 영상 표시 장치는 3차원 영상을 관찰할 수 있는 b 영역을 홀로그램 시야 창(viewing window)(141)으로 활용할 수 있다.
- [0035] N차 회절광 간의 주기는 격자 공식(grating equation)인  $(\lambda \times D) / p$  ( $\lambda$ : 빛의 파장, D: SLM과 사용자 동공간의 거리, p: SLM 픽셀 피치)식에 계산될 수 있다. 사용자가 3차원 영상을 관찰할 수 있는 시야창의 크기는 상기 주기의 1/3 정도가 될 수 있다.
- [0036] 홀로그램 영상 표시 장치는 3차원 물체에 대하여 CGH(Computer Generated Hologram)로 생성된 홀로그램을 SLM(130)에 표시한 후 후면 광원(backlight)을 조사하면 사용자의 좌우 동공에 위치한 홀로그램 시야 창을 통하여 재현된 3차원 영상을 사용자가 관찰할 수 있다.

- [0037] 본 발명의 일측에 따르면, 사용자가 이동하는 경우 좌우 동공의 위치도 변경되어 좌우 홀로그램 시야 창이 변경되어야 하며, 동공 위치는 사용자의 동공 영상을 획득하여 영상 처리 기술을 통하여 계산될 수 있다.
- [0038] 홀로그램 영상 표시 장치는 계산된 동공 위치에 따라 광원의 위치를 변경함으로써 홀로그램 시야 창을 이동시킬 수 있다. 이때, 동공 위치에 따른 광원 위치는 기하학적인 계산을 통하여 계산될 수 있다.
- [0039] 홀로그램 영상 표시 장치는 동공 위치(x, y, z 좌표 값) 오차 또는 광원 위치 오차 등으로 인하여 동공과 홀로그램 시야창의 중심이 일치하지 않는 경우, 사용자 얼굴에서 반사된 0차 회절광의 a 영역을 알아내어 a 영역을 동공 바로 밑에 놓아 b 시야창이 동공과 일치되도록 광원의 위치를 제어할 수 있다.
- [0040] 본 발명의 일측에 따르면, 0차 회절광의 a 영역이 가시광 영역 대역의 빛이라서 주위의 조명이 a 영역 보다 밝으면 사용자 얼굴에서 반사된 a 영역의 밝기는 상대적으로 어둡게 되어 해당 위치를 식별하기가 어려운 경우, 주위 조명에 민감하지 않은 적외선 파장대의 광원을 사용하여 홀로그램 재현에 필요한 가시광선 백색광과 함께 SLM을 통하여 적외선 광을 회절시킨 후, 해당 적외선 파장대의 광만 통과시키는 카메라를 통하여 획득한 영상을 처리함으로써, 적외선광의 0차 회절광의 a 영역 위치를 용이하게 인식할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 일측에 따르면, 0차 회절광의 a 영역의 위치는 어떤 파장대의 빛이라도 동일하므로 적외선 광원의 0차 회절광의 a 영역 위치가 가시광선 백색광의 0차 회절광의 a 영역의 위치로 간주할 수 있으며, N차 회절광의 최대 광도는 sinc 함수에 따라 차수가 커짐에 따라 감소되므로, 영상 처리 기술을 통하여 인식되는 여러 차수 중 광도가 가장 큰 영역을 0차 회절광의 a 영역으로 식별할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 일측에 따르면, 0차 회절광의 a 영역이 홀로그램 영상 면(140)과 초점이 맞지 않는 경우, 블러링(blurring) 현상이 발생되어 3차원 영상면을 선명하게 볼 수 없을 수 있으므로, 홀로그램 영상 표시 장치는 0차 회절광의 a 영역을 동공 바로 밑에 위치시키기 위하여 광원의 위치를 상하좌우로 이동시키는 것뿐만 아니라 광원을 앞뒤로 이동시키면서 0차 회절광의 a 영역에 있는 홀로그램 영상 면(140)에 초점을 맞출 수 있다. 홀로그램 영상 표시 장치는 광원의 위치를 제어하여 0차 회절광 a 영역에 맺히는 빛의 퍼짐 정도를 영상처리 기술을 통하여 측정하고, 빛의 퍼짐이 가장 적은 위치를 찾을 수 있다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그램 영상 표시 장치의 구성을 도시한 블록도이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그램 영상 표시 장치, 동공 및 시야 창의 위치 관계를 도시한 도면이다.
- [0044] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 홀로그램 영상 표시 장치는 영상 획득부(210, 310), 영상 분석부(220, 320), 홀로그램 생성부(230, 330), 광원 제공부(240, 340), 및 홀로그램 표시부(250, 350)를 포함한다.
- [0045] 영상 획득부(210, 310)는 사용자 영상을 획득한다. 예를 들어, 영상 획득부(210, 310)는 사용자 동공의 위치 추적 및 광원의 위치를 제어하기 위하여 필요한 사용자 영상을 카메라로 획득할 수 있다.
- [0046] 영상 획득부(210, 310)는 사용자의 동공 영상을 획득하는 사용자 영상 카메라, 및 홀로그램 표시부(250, 350)로부터 회절된 적외선 광이 반사되어 나온 상기 반사 홀로그램 영상을 획득하는 적외선 영상 카메라를 포함할 수 있다. 사용자 영상 카메라는 3차원 공간상의 상기 사용자의 동공에 대한 3차원 위치를 추적하는 3차원 위치 추적 카메라를 포함할 수 있다.
- [0047] 사용자 영상 획득 카메라는 3차원 공간상에서 사용자 동공의 3차원 위치(x,y,z)를 찾기 위하여 스테레오(Stereo) 카메라, ToF(Time of Flight) 깊이 카메라, 및 구조광(structured light) 카메라 등의 다수의 3차원 위치 추적 카메라로 구성될 수 있다.
- [0048] 3차원 위치 추적 카메라는 가시 광선 영역에서 작동될 수 있으며, 시정 환경의 조명의 변화가 심하거나 어두운 경우 정확한 사용자 동공 위치를 예측하는 데 필요한 영상을 얻기 위하여 적외선 영역에서 작동되는 카메라도 사용될 수 도 있다.
- [0049] 홀로그램 영상 표시 장치는 사용자에게 적외선을 주사할 수 있는 적외선 조명이 추가될 수 있다. 또한, 홀로그램 영상 표시 장치는 사용자의 정확한 동공 위치를 예측하는데 요구되는 동공 영상 해상도를 얻기 위하여 사용자 동공을 광학적으로 확대할 수 있는 줌(zoom) 기능이 추가될 수 있다.
- [0050] 본 발명의 일측에 따른 홀로그램 영상 표시 장치는 조명 환경 및 동공 영상 해상도를 얻기 위하여 상기 장치들을 여러 가지 방식으로 조합한 카메라 시스템의 구성을 적용할 수 있다.
- [0051] 적외선 영상 획득 카메라는 광원 제공부(240, 340)가 홀로그램 영상을 관찰할 수 있도록 가시 광선 영역의 백색

광뿐만 아니라 0차 회절광의 최대 광도 영역인 a 영역을 찾을 수 있도록 적외선 광을 제공하는 바, 홀로그램 표시부(250, 350)로부터 회절 되어 사용자 얼굴에서 반사된 적외선 영상만 획득할 수 있도록 해당 적외선 파장대만 통과시키는 렌즈 광학계(예를 들어, CCD(Charge-Coupled Device), CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 등의 영상 센서)를 포함할 수 있다.

- [0052] 영상 분석부(220, 320)는 사용자 영상을 이용하여 사용자의 동공 위치를 추적하고, 사용자의 외관으로부터 반사되어 나온 반사 홀로그램 영상의 광원 위치를 추적한다. 예를 들어, 영상 분석부(220, 320)는 사용자의 획득된 사용자 영상을 통하여 사용자 동공을 추적할 수 있으며, 사용자 얼굴 또는 동공에 반사된 홀로그램 영상의 비회절된 광원의 위치를 추적할 수 있다.
- [0053] 영상 분석부(220, 320)는 반사 홀로그램 영상을 기반으로 시야 창과 사용자의 동공 간의 위치 불일치 정도를 연산할 수 있다. 또한, 영상 분석부(220, 320)는 반사 홀로그램 영상으로부터 분석된 시야 창과 사용자의 동공 간의 중심 위치 오차를 분석하여 광원 제공부로 전송할 수 있으며, 반사 홀로그램 영상에 대한 블러링 정도를 분석하여 광원 제공부로 전송할 수 있다.
- [0054] 영상 분석부(220, 320)는 영상 처리 기술을 통하여 영상 획득부(210, 310)로부터 획득된 사용자 영상을 기반으로 동공 영상의 위치를 계산하고, 영상 획득부(100)로부터 획득된 적외선 영상을 기반으로 시야 창과 동공 간의 위치의 불일치 정도를 계산할 수 있다.
- [0055] 영상 분석부(220, 320)는 계산된 사용자 동공 위치를 광원 제공부(240, 340)에게 전달하여 광원의 위치를 제어하여 시야 창과 일치시키도록 할 수 있다.
- [0056] 영상 분석부(220, 320)는 광원 위치 제어 오차, 홀로그램 표시부(250, 350)의 집광 광학계 수차 등으로 사용자 동공의 중심과 시야 창 중심이 정확히 일치되지 않는 경우가 발생하는 경우(예를 들어, 홀로그램 영상으로부터 재현된 3차원 영상을 볼 수 없는 경우)를 대비하여 적외선 영상으로부터 분석된 시야 창과 동공 간의 중심 위치 오차를 광원 제공부(240, 340)에 전달하여 시야 창과 동공 간의 중심 위치의 불일치를 보정할 수도 있다.
- [0057] 영상 분석부(220, 320)는 동공에 광원의 초점이 맞지 않아 발생하는 블러링(blurring) 현상으로 인해 홀로그램 영상으로부터 복원된 선명한 3차원 영상을 볼 수가 없는 경우를 대비하여, 사용자 동공 중심과 시야 창 중심의 오차 정도뿐만 아니라 블러링 되는 정도를 함께 광원 제공부(240, 340)에 전달하여 동공에 광원의 초점이 맞도록 광원의 위치를 제어할 수도 있다.
- [0058] 도 4는 본 발명의 일측에 따른 동공 중심과 시야 창 간의 위치 관계를 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명의 일측에 따른 시야 창의 위치 오차를 연산하는 예를 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일측에 따른 초점 거리 오차에 따른 블러링 현상을 도시한 도면이다.
- [0059] 도 4를 참조하면, 홀로그램 영상 표시 장치는 동공 중심과 시야 창(410) 중심의 위치의 오차는 사용자 얼굴에 반사된 적외선 영상의 0차 회절광과 a 영역의 중심과 1차 회절광의 a 영역의 중심을 영상 처리를 통하여 계산한 후, 두 중심간의 1/3이 되는 지점을 시야 창(140)의 중심으로 계산할 수 있다.
- [0060] 홀로그램 영상 표시 장치는 상기 계산 과정을 거치면, 도 5에 도시된 바와 같이 동공(510) 중심과 시야 창(520) 중심의 오차는  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ 로 표현될 수 있다.
- [0061] 도 6에 도시된 바와 같이, 광원의 초점 오차는 사용자 얼굴에 반사된 0차 회절광의 a 영역의 중심으로부터 가장자리로 가면서 밝기의 퍼짐 정도로 계산될 수 있다. 홀로그램 영상 표시 장치는 밝기의 퍼짐 정도를 계산할 수 있는데, 일례로 a 영역의 밝기를 가우시안 분포로 가정하여 이에 가장 근접한 가우시안(gaussian)의 분산 또는 싱크(sinc)함수로 계산할 수 있으며, 또 다른 일례로 0차 회절광의 a 영역의 중심부의 밝기 값 대비 a 영역의 가장자리 밝기 값 비율로 a 영역의 밝기 퍼짐 정도를 계산할 수도 있다.
- [0062] 도 2 및 도 3을 다시 참조하면, 홀로그램 생성부(230, 330)는 사용자의 동공 위치에 대응하는 표시 홀로그램 영상을 생성한다.
- [0063] 홀로그램 생성부(230, 330)는 사용자의 동공 위치에서 획득되는 3차원 영상에 의하여 구성되는 점들로만 표시 홀로그램 영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 홀로그램 생성부(230, 330)는 영상 획득부(220, 320)로부터 전달 받은 사용자 동공의 위치에서 관찰할 수 있는 3차원 영상을 구성하는 점들로만 홀로그램 영상을 고속으로 생성할 수 있다.
- [0064] 광원 제공부(240, 340)는 사용자의 동공 위치에 따라 표시 홀로그램 영상의 광원 위치를 제어한다. 예를 들어,

광원 제공부(240, 340)는 백색광 또는 적외선을 함께 광원으로 제공하고, 사용자 동공 위치에 따라 광원의 위치를 제어할 수 있다.

- [0065] 광원 제공부(240, 340)는 광원 위치를 시야 창과 일치시키도록 제어할 수 있다. 광원 제공부(240, 340)는 중심 위치 오차를 기반으로 시야 창과 동공 간의 중심 위치를 일치시키도록 보정할 수 있다.
- [0066] 광원 제공부(240, 340)는 홀로그래프 표시부(250, 350)에 광원을 제공하여 홀로그래프 영상을 재현할 수 있도록, 시공간적(temporal/spatial) 결맞음(coherence)성이 강한 붉은 색, 녹색, 푸른 색 레이저 광원을 하나로 다중화한 백색 광원이나 고휘도 LED 기반의 백색 광원을 홀로그래프 표시부(250, 350)에 제공할 수 있다.
- [0067] 또한, 광원 제공부(240, 350)는 홀로그래프 표시부(250, 350)로부터 출사되어 사용자 얼굴에 반사된 선명한 적외선 영상을 영상 획득부(210, 310)가 획득하기에 충분한 세기의 적외선 광원(예를 들어, LED 광원, 레이저 다이오드 광원 등)을 제공할 수 있다.
- [0068] 홀로그래프 영상 표시 장치는 광원 제공부(240, 340)로부터 출사된 광원이 홀로그래프 표시부(250, 350)에서 회절된 백색 광원의 0차 회절광의 위치와 적외선 광원의 0차 회절광의 위치가 물리적으로 일치될 수 있도록, 적외선 광원을 백색 광원과 하나의 광원이 되도록 다중화하거나 백색 광원이 위치하는 동일한 위치에 놓이도록 구성할 수 있다.
- [0069] 또한, 광원 제공부(240, 340)는 영상 분석부(220, 320)가 사용자 영상으로부터 계산한 사용자 동공의 3차원 위치 정보에 따라 사용자 동공과 시야 창의 중심이 일치될 수 있도록, 백색 광원의 위치를 제어할 수도 있다. 광원 제공부(240, 340)는 동공의 위치에 대응되는 광원의 위치를 계산하는 데 필요한 룩업 테이블(look-up table) 또는 관계식을 사전에 작성할 수도 있다.
- [0070] 또한, 광원 제공부(240, 340)는 영상 분석부(220, 320)가 적외선 영상으로부터 계산한 동공 중심과 시야 창 중심 간의 오차 정보와 광원의 초점 오차 정보에 따라 광원의 위치를 보정함으로써, 홀로그래프 영상으로부터 재현된 3차원 영상을 더욱 선명하게 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0071] 광원 제공부(240, 340)는 광원의 위치를 제어하는 방법으로, 홀로그래픽 입출력 광학계 구성 방식에 따라 광원의 위치를 기계적으로 이동시키거나 광셔터(light shutter)의 온-오프(on-off)를 통해 전자적으로 제어하는 방법 등을 제공할 수 있다.
- [0072] 홀로그래프 표시부(250, 350)는 표시 홀로그래프 영상을 표시한다. 예를 들어, 홀로그래프 표시부(250, 350)는 생성된 홀로그래프를 SLM에 표시할 수 있다. 또한, 홀로그래프 표시부(250, 350)는 표시 홀로그래프 영상을 통하여 파면 변조된 광원을 사용자의 동공에 집광시켜주는 집광 광학부를 포함할 수 있다.
- [0073] 본 발명의 일측에 따른 홀로그래프 영상 표시 장치는 사용자의 양안을 지원하기 위하여 2 세트(set)로 구성되어 각각의 장치가 좌우안에 해당되는 홀로그래프 시야 창을 형성해 줄 수 있다.
- [0074] 홀로그래프 표시부(250, 350)는 홀로그래프 생성부(230, 330)로부터 생성된 홀로그래프 영상을 표시하는 SLM, 및 SLM을 통하여 파면 변조된 광원을 사용자 동공에 집광시켜주는 집광 광학계를 포함할 수 있다. SLM은 LCD 소자로 구성될 수 있고, 집광 광학계는 광원을 모으기 위한 볼록 렌즈(convex lens), 레티큘러 렌즈(reticular lens) 등이 사용될 수 있고, 광원의 수차를 제거하기 위한 여러 종류의 렌즈가 결합될 수 있다.
- [0075] 홀로그래프 표시부(250, 350)는 사용자 동공의 위치에 따라 홀로그래프 생성부(230, 330)에 의하여 새로이 생성된 홀로그래프 영상을 SLM에 갱신할 수도 있다.
- [0076] 도 7은 본 발명의 실시시에 따른 홀로그래프 영상 표시 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0077] 홀로그래프 영상 표시 장치는 시야 각이 좁은 홀로그래픽 디스플레이에서 사용자 동공과 홀로그래프 시야 창을 일치시켜 홀로그래프 영상을 제공할 수 있다.
- [0078] 도 7을 참조하면, 영상 획득부는 사용자 영상을 획득하여 영상 분석부에 출력한다(701).
- [0079] 영상 분석부는 영상 처리를 통하여 사용자 동공을 검출하여 동공의 중심 좌표를 계산한 후(702), 이전의 동공 좌표 값과의 변화량을 계산하고 계산된 변화량을 기설정된 임계치와 비교한다(703). 영상 분석부는 변화량이 임계치 이상인 경우 동공 위치 좌표를 광원 제공부와 홀로그래프 생성부에 전달한다(704, 705).
- [0080] 광원 제공부는 전달받은 동공 위치에 0차 회절광의 시야 창이 위치하도록 광원의 위치를 이동시킨다(706). 홀로그래프 생성부는 전달받은 동공 위치에서만 관찰할 수 있는 3차원 영상의 각 점들에 대해서만 홀로그래프를 생성하

여 홀로그램 표시부에 전달한다(707, 708).

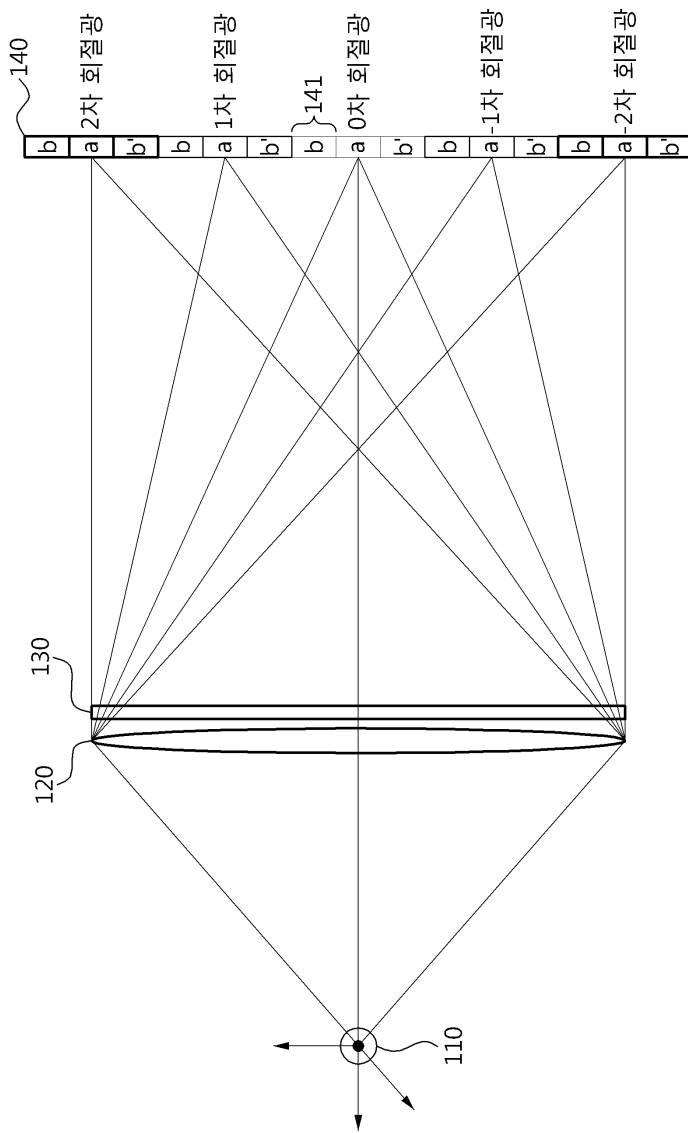
- [0081] 영상 획득부는 적외선 영상을 획득하여 영상 분석부에 출력하고(709), 0차 회절광 1차 회절광의 a 영역의 중심을 계산하여 시야창 위치 오차값을 구하고, 0차 회절광의 블러링 정도를 분석하여 초점 오차값을 연산한다(710). 영상 획득부는 시야 창 위치 및 초점 오차 값이 기설정된 임계치와 비교하고(711), 오차 값이 임계치 이상인 경우 광원 제공부에 해당 값들을 전달한다(711, 712).
- [0082] 광원 제공부는 시야 창 위치 오차 값과 초점 오차 값을 보정하기 위하여 광원의 위치를 보정한다(713).
- [0083] 홀로그램 영상 표시 장치는 사용자 위치가 변경되는 것을 가정하므로 영상 분석부를 이용하여 주기적으로 사용자 영상과 적외선 영상을 획득하여 상기 기능을 반복 수행할 수 있다.
- [0084] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0085] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0086] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

**부호의 설명**

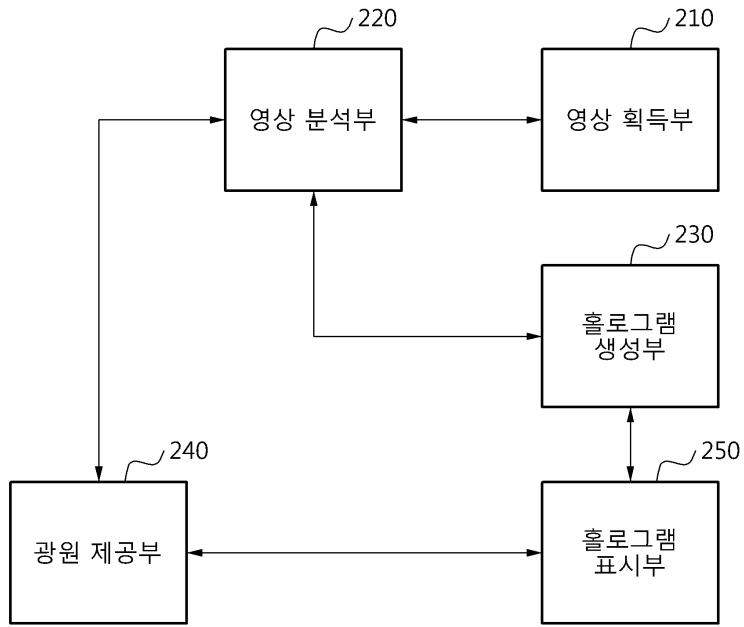
- [0087] 210: 영상 획득부
- 220: 영상 분석부
- 230: 홀로그램 생성부
- 240: 홀로그램 표시부
- 250: 광원 제공부

도면

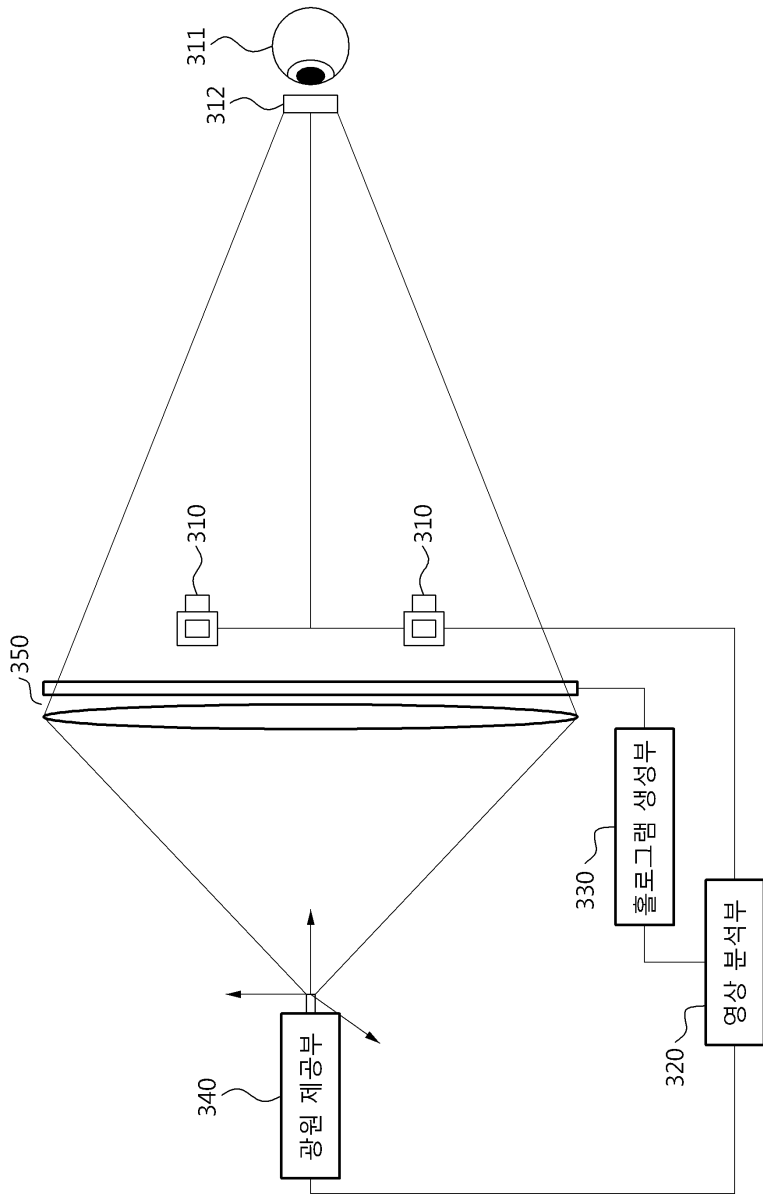
도면1



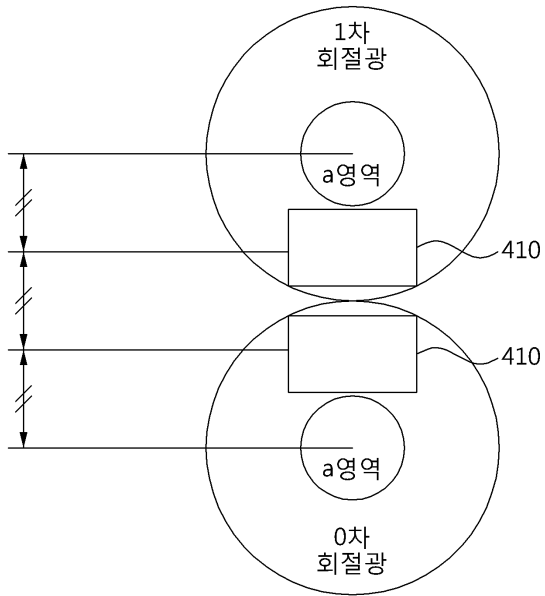
도면2



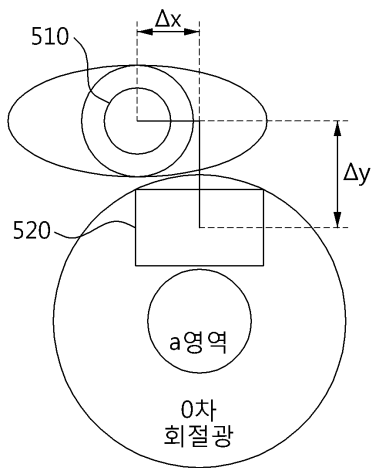
도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

