



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0091028  
(43) 공개일자 2018년08월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 27/00 (2006.01) G02B 26/10 (2006.01)  
G02B 27/01 (2006.01) HO4N 9/31 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G02B 27/0093 (2013.01)  
G02B 26/10 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7018774
- (22) 출원일자(국제) 2016년11월29일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2018년07월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/IL2016/051275
- (87) 국제공개번호 WO 2017/094002  
국제공개일자 2017년06월08일
- (30) 우선권주장  
242895 2015년12월03일 이스라엘(IL)

- (71) 출원인  
아이웨이 비전 엘티디.  
이스라엘 6037602 오르 예후다 요나단 네타냐후 스트리트 3비
- (72) 발명자  
그린버그 보리스  
이스라엘, 6416203 텔 아비브, 74/17 아이븐 그비롤 스트리트
- (74) 대리인  
강명구

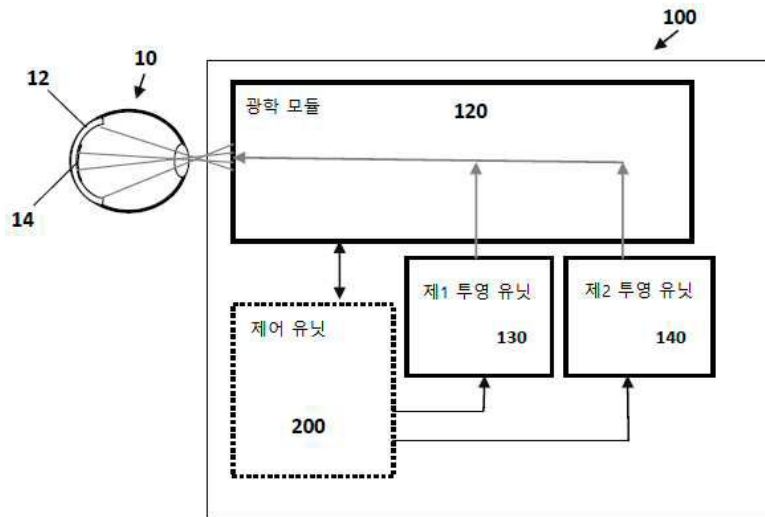
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 **이미지 투영 시스템**

**(57) 요약**

적어도 제1 및 제2이미지 투영 유닛 및 사람의 안구(eye) 투영 광학 모듈을 포함하는 망막 이미지 투영에 사용하기 위한 시스템. 상기 투영 유닛은 적어도 제1 및 제2이미지 부분의 각각의 투영을 위해 구성되고 동작 가능하다. 상기 사람의 안구 투영 광학 모듈은 상기 이미지 투영 유닛에 광학적으로 결합되고, 일반적인 광경로를 따라 상기 적어도 제1 및 제2이미지 투영 유닛의 투영 광경로를 결합하도록 구성되고 동작 가능하다. 따라서, 각각의 제1 및 제2이미지 부분의 투영과 관련하여, 제1 및 제2이미지 투영 유닛으로부터 광선을 제공하여 사용자의 사람의 안구를 향해 전파하여 제1 및 제2이미지 부분의 결합된 이미지를 망막에 투사한다 .

**대표도** - 도1a



(52) CPC특허분류

*G02B 27/0172* (2013.01)

*H04N 9/3173* (2013.01)

*G02B 2027/0187* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

망막 이미지 투영에 사용하기 위한 시스템으로서,

적어도 각각 제1 및 제2 이미지 부분의 투영을 위해 구성되고 동작 가능한 적어도 제1 및 제2 이미지 투영 유닛; 그리고

상기 적어도 하나의 제1 및 제2 이미지 투영 유닛에 광학적으로 결합되고, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛의 투영 광경로를 일반적인 광경로(general optical path)를 따라 결합하도록 구성되고 동작 가능하며, 그와 같은 광경로를 따라 각각의 제1 및 제2 이미지 부분의 투영과 관련하여, 제1 및 제2 이미지 투영 유닛으로부터 광선이 사용자의 안구를 향해 진과하도록 방향이 정해져서 제1 및 제2 이미지 부분의 결합된 이미지를 망막에 투사하도록 구성되고 동작 가능한 안구 투영 광학 모듈을 포함하는, 망막 이미지 투영에 사용하기 위한 시스템.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛 및 상기 사람의 안구 투영 광학 모듈은, 상기 제1 이미지 투영 유닛에 의해 투영된 상기 제1 이미지 부분이 사용자 안구 망막상의 제 1의 중앙 영역을 향하도록 구성되고 동작 가능하며, 제2 이미지 투영 유닛에 의해 투영된 제2 이미지 부분은 망막 주변의 제2 환형 영역으로 향하도록 구성되고 동작가능함을 특징으로 하는 시스템.

#### 청구항 3

제2 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛은 상기 제1 이미지 투영 유닛에 의해 투영된 상기 제1 이미지 부분의 각도 범위보다 큰 각도 범위로 상기 제2 이미지 부분을 투영하도록 구성됨을 특징으로 하는 시스템.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서, 상기 제1 이미지 투영 유닛은 상기 망막의 황반 영역(foveal region)을 커버하도록 상기 제1 이미지 부분을 상기 망막의 제1 중앙 영역 상에 투영하도록 구성되고, 상기 제2 영역은 상기 중심와 영역을 둘러싸고 있는 망막의 파라중심부(parafoveal) 영역 적어도 일부를 커버하도록 구성됨을 특징으로 하는 시스템.

#### 청구항 5

제1 항 내지 제4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 투영 유닛은 상기 망막의 황반 영역 상에 비교적 높은 이미지 투영 품질의 이미지 부분의 투영을 허용하고, 망막의 주변 영역 상에 비교적 낮은 이미지 투영 품질의 이미지 부분의 투영을 허용하도록 구성되고 동작가능함을 특징으로 하는 시스템.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 이미지 투영 품질은 상기 이미지 투영의 각도 분해능 및 컬러 심도 중 적어도 하나와 관련됨을 특징으로 하는 시스템.

#### 청구항 7

제1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛 중 적어도 하나는 이미지 인코딩된 광선을 상기 망막상에서 스캐닝함으로써 이미지를 투영하도록 구성되며 동작가능한 스캐닝 기반 이미지 투영 유닛임을 특징으로 하는 시스템.

#### 청구항 8

제1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 안구의 시선 방향의 변화를 검출하도록 구성되고 동작 가능한 안구 추적 모듈과 연관된 제어 유닛을 더욱 포함하며, 상기 안구 투영 광학 모듈은 상기 안구를 향한 상기 이미지 투영의 일반적인 광경로를 조정하도록 구성되고 동작 가능한 궤적 모듈을 포함하고; 그리고 상기 제어

유닛은 시선 방향의 검출된 변화들에 따라 상기 궤적 모듈을 동작 시키도록 적용됨을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 9**

제 8 항에있어서, 상기 시스템 및 상기 제어 유닛에 대한 상기 안구의 동공의 축 방향 위치에서의 변화를 검출하도록 구성되고 동작 가능한 상기 안구 추적 모듈이, 상기 동공의 축 방향 위치에 검출된 변화에 따라 상기 궤적 모듈을 동작 시키도록 적용됨을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 10**

제 8 항 또는 제 9 항에있어서, 상기 제어 유닛은 상기 검출 된 변화를 보상하기 위해 상기 궤적 모듈을 동작시켜 상기 망막상의 고정된 위치에 투영된 결합된 이미지를 유지하도록 구성되고 동작 가능함을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 11**

제1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에있어서, 상기 사람의 안구 투영 광학 모듈이 사용자의 동공과 관련 더 작은 광선 필드 단면을 갖는 사용자의 동공 내로 입력 광을 향도록 구성됨을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 12**

제 11 항에있어서, 상기 사람의 안구 투영 광학 모듈은 상기 사람의 안구 트래킹 모듈로부터 수신 된 사용자의 동공의 시선 위치에 관한 데이터에 따라 상기 사람의 안구 박스의 위치 및 각도 중 적어도 하나를 변경하여, 상기 출구 동공을 사용자의 안구의 광학 축과 정렬하도록 함을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 13**

제1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에있어서, 상기 사용자의 안구에 투사되어야하는 결합된 이미지의 내용을 나타내는 이미지 데이터를 얻도록 구성되고 동작 가능한 제어 유닛을 포함하며, 제1 및 제2 이미지 부분이 상기 망막의 중심 및 주변 영역 상에 제1 및 제2 이미지 투영 유닛에 의해 투영 가능한 상보 이미지 부분이 되어서, 이에 의해 상기 결합된 이미지를 상기 망막으로 투영하도록, 상기 이미지 데이터를 상기 적어도 제1 및 제2 이미지 부분으로 나눔을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 14**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에있어서, 상기 광학 투영 모듈은, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛의 이미지 투영을 결합하도록 구성되어, 상기 제1 이미지 투영 유닛에 의해 생성되고 상기 제1 이미지 부분의 투영과 관련된 제1 광학 필드가 상기 광학 투영 모듈의 광학 축에 수직인 평면의 중앙 영역을 따라 전파하고, 상기 제2 투영 유닛에 의해 생성된 제2 광학 필드는 상기 중앙 영역에 대해 상기 평면의 주변 영역에서 전파하도록 함을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 15**

제 14 항에있어서, 상기 중앙 영역을 따라 전파하는 상기 제1 광학 필드가 안구를 향하여 투영되어서, 안구의 시야 필드 중앙 부분을 커버하여 이에 의해 망막의 황반 영역(foveal region)으로 이미지 투영을 제공하도록 하고, 광경로 주변부에서 전파하는 상기 제2 광학 필드가 안구의 시야 필드 환상 영역을 커버하여 이에 의해 망막의 주변 영역(parafoveal region)으로 이미지 투영을 제공하도록 구성되고 동작 가능함을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 16**

제14 항 또는 제15 항에있어서, 상기 제1 및 제2 광학 필드는 각각 더 높고 더 낮은 이미지 투영 품질로 투영되고, 제2 투영 유닛은 도넛 형(doutut-shaped) 시야 필드에 이미지 투영을 제공하여 이에의해 주변부(parafoveal) 영역에 이미지 투영을 제공하도록 함을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 17**

제 14 항에있어서, 상기 제1 및 제2광학 필드는 상기 중앙 영역과 상기 주변 영역 사이의 경계 영역에서 중첩되

어 상기 경계 영역에서 상기 제1 및 제2 이미지 부분의 중첩 부분의 투영을 제공하는 시스템.

**청구항 18**

제 17 항에있어서, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛에 의해 투영된 상기 중첩 부분이 유사한 이미지 내용(content)에 대응하도록 상기 제1 및 제2 이미지 부분이 등록됨을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 19**

제1 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에있어서, 상기 적어도 제1 및 제2 투영 유닛 각각은 투사 각도 범위  $\alpha_{max}$ 로 투영된 이미지에 대응하는 출력 광선을 제공하도록 구성되며, 상기 광학 모듈은 상기 제1 및 제2 투영 유닛에 의해 투영된 이미지가 각각 각도 범위  $\alpha^1_{in}$  및  $\alpha^2_{in}$  그리고  $\alpha^2_{in} > \alpha^1_{in}$ 로 상기 사용자의 동공으로 들어가도록 상기 출력 광선이 사용자의 안구를 향하도록 구성됨을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 20**

제 19 항에있어서,  $\alpha^1_{in}$ 은  $3^\circ$ 의 각도 범위에 대응함을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 21**

제 19 항 또는 제 20 항에있어서,  $\alpha^2_{in}$ 은  $20^\circ$ 보다 큰 각도 범위에 대응함을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 22**

제1 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에있어서, 헤드 장착형 디스플레이 유닛에 사용하도록 구성됨을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 23**

제1 항에있어서, 상기 시스템은 가상현실 또는 증강 현실 경험을 제공하도록 구성됨을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 24**

제1 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에있어서, 상기 안구 투영 광학 모듈은 상기 제1 및 제2 투영 유닛에 의해 투영된 이미지를 주위의 주변 광을 차단하면서 사용자의 안구로 유도하도록 구성됨을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 25**

제1 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에있어서, 상기 안구 투영 광학 모듈은, 주위의 주변 광선의 전송을 가능하게 함으로써 투명한 디스플레이를 제공하는 동안, 상기 제1 및 제2 투영 유닛에 의해 투영된 이미지를 사용자의 안구로 향하게 하도록 구성됨을 특징으로 하는 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 이미지 투영 시스템 분야에 관한 것으로, 특히 사용자에게 순수하고 증강된 가상현실 경험을 제공하기 위한 착용가능/헤드 장착 망막 투영 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 헤드 장착 또는 일반적으로 착용할 수 있는 이미지 투영 시스템은 이미지를 사용자의 안구에 직접 표시함으로써 가상 및/또는 증강 현실 경험을 제공하는 데 사용된다. 다양한 타입의 헤드 장착형 투영 시스템이 사용자의 안구 앞 또는 안구 안으로의 이미지 투영을 이용하는 것으로 알려져있다. 이러한 투영 시스템은 많은 경우에 사용자의 헤드에 장착 가능하고 사실적이고 설득력있는 디스플레이를 제공하기 위해 사용자의 안구에 이미지를 투영하도록 작동 가능한 안경으로 구성된다.

[0003] 표준 디스플레이 시스템과 마찬가지로, 헤드 장착 디스플레이 시스템은 제한된 계산 능력을 이용하면서 고분해

능 이미지를 제공하는 것을 목표로 한다. 이미지 렌더링의 복잡성을 단순화하기 위해, 사용자의 안구의 중심 영역을 위한 별도의 이미지 투영, 그리고 넓은 시야를 제공하기 위해 망막의 주변 영역을 향한 추가의 저 분해능 이미지 투영을 사용하여 특정 망막/중심 디스플레이 시스템이 개발되었다.

[0004] US2008002262는 장치를 사용자의 머리에 부착하는 장착부, 이동 장치를 갖는 장착부에 부착된 빔 분할기, 빔 스플리터에 이미지를 투영하는 이미지 프로젝터, 사용자의 안구 게이지를 추적하는 안구 추적기, 그리고 하나 이상의 프로세서를 공개한다. 이 장치는 안구 추적기(eye tracker)와 이동 장치를 선택적인 헤드 추적기(head-tracker)와 함께 사용하여 안구의 회전 중심을 중심으로 빔 스플리터(beam-splitter)를 움직이면서 빔 스플리터를 안구의 직접적인 시선 내에 유지시킨다. 사용자는 이미지와 이미지 뒤의 환경을 동시에 볼 수 있다. 두 번째 빔 스플리터, 안구 트래커 및 프로젝터가 입체적인 가상 환경을 만들기 위해 사용자의 다른 쪽 안구에서 사용할 수 있다. 디스플레이는 안구의 회전 능력에 상응할 수 있다. 본 발명은 사용자가 보는 곳마다 고분해능 이미지를 미리 결정한다.

[0005] US 2012/0105310은 착용자의 한쪽 안구 또는 양 안구 앞에 위치한 곡선형 반사기를 갖는 적어도 하나의 망막 디스플레이 유닛을 갖는 헤드 장착 디스플레이 시스템을 개시하고 있다. 상기 유닛은 선택 가능한 컬러를 갖는 레이저 빔을 제공하도록 함께 정렬되고 조정된 3개의 변조된 가시광 레이저의 제1세트와, 안구의 동공을 통해 컬러 레이저 빔의 반사를 망막 중심(fovea)(중심와)을 포위하기에 충분한 큰 망막의 부분 상에 생성하도록 하는 방향으로 상기 곡선 형 반사기의 일부분을 가로 질러 상기 레이저 빔의 수평 및 수직 스캐닝 모두를 제공하는 제1 스캐너 유닛을 포함한다.

[0006] 상기 유닛은 또한 3개의 변조된 가시광 레이저와 적외선 레이저의 제2세트를 포함하며, 모든 레이저는 컬러 및 적외선 주변 뷰 레이저 빔을 제공하도록 함께 정렬되고 적응되며, 제2 스캐너 유닛은, 상기 안구 동공을 통해 상기 적어도 30도 X 30도의 하나의 시야에 대응하는 망막의 일부 위로 상기 주사된 컬러 및 적외선 레이저 빔의 반사를 생성하는 방향으로 상기 가시광 및 적외선 레이저 빔을 상기 곡선형 반사기의 일부분을 가로질러 수평 및 수직 스캐닝을 제공한다.

[0007] US2005/185281은 스크린을 포함하는 시청을 위한 장치를 설명한다. 상기 장치는 스크린상의 이미지상의 관찰자의 안구의 고정 점을 검출하는 수단을 포함한다. 상기 장치는 고정 지점에 대해 스크린상에 이미지의 중심 인서트 이미지를 디스플레이하여 안구의 나머지 부분이 이미지를 보는 동안 관찰자의 망막 중심이 중심 이미지를 보는 수단을 포함한다. 이 방법은 스크린상의 이미지에 대한 관찰자의 안구의 고정 점을 검출하는 단계를 포함한다. 안구의 나머지 부분이 이미지를 보는 동안 관찰자의 망막 중심이 중심 이미지를 볼 수 있도록 고정 점에 대한 스크린의 이미지에 이미의 망막 중심 이미지를 디스플레이하는 단계가 있다.

[0008] US2009/189830은 안구 위에 및/또는 안쪽에 장착된 디스플레이 장치를 기술한다. 안구 장착 디스플레이는 다수의 서브 디스플레이를 포함하며, 서브 디스플레이 각각은 서브 디스플레이에 대응하는 망막의 일부분 내에서 상이한 망막 위치로 광선을 투사한다. 투사된 광선은 동공을 통해 전파되지만 전체 동공을 채우지는 않는다. 이러한 방식으로, 여러 서브 디스플레이가 망막의 관련 부분에 이들의 광선을 투사할 수 있다. 동공에서 각막으로 이동하면서, 각막에 동공을 투영하는 것을 각막 구경이라 한다. 투사된 광선은 완전한 각막 구경보다 작은 구경을 통해 전파된다. 서브 디스플레이는 각막 표면에서 공간 다중화를 사용한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0009] 소정의 이미지 렌더링 파워(power)로 바람직하게는 높은 이미지/투영 품질을 갖는 망막 이미지 투영을 제공하는 디스플레이 시스템의 신규한 구성이 당 업계에 필요하다.

#### 과제의 해결 수단

[0010] 종래의 투영 시스템에서, 최대 이미지 분해능은 일반적으로 몇몇 인자들에 의해 제한된다: 이미지 생성 요소(투영 유닛), 제어 유닛에 의해 제공되는 프로세싱 파워. GPU(Graphic Processing Unit) 및 GPU에서 투영 장치로의 데이터 전송 대역폭이 포함된다. 따라서, 종래의 안구 투영 시스템을 이용하여 사람의 시력의 공간 분해능과 동등한 픽셀 밀도를 갖는 이미지 투영을 제공하는 것은 매우 높은 컴퓨팅 파워를 필요로 하며 일반적으로 작은 투영/디스플레이 유닛의 어레이를 요구할 수 있다.

[0011] 보다 구체적으로, 최대 사람의 안구 분해능을 갖는 이미지를 제공하는 것은 통상적으로 각 안구에 대해 약 20

메가 픽셀 또는 그 이상의 이미지 프레임 투영을 요구할 수 있다. 또한, 사람의 인식과 일치하는 일시적 분해능을 제공하기 위해 (이미지 움직임이 부드럽고 매끈하게 감지됨), 표시된 이미지는 60HZ 또는 그 이상의 속도로 렌더링 되어야 할 수도 있다. 이를 위해서는 제어 장치와 투영 장치 사이 및 저장 장치와 제어 장치 사이의 이미지 렌더링 및 데이터 전송의 높은 속도가 필요하다 (예를 들어 24비트 컬러 색 깊이를 갖는 이미지의 투영을 고려하여 약 28Gbit/초 정도). 이러한 높은 데이터 전송 속도는 일반적으로 최신 안구 투영 장치의 성능을 뛰어넘으며, 어떠한 경우에도 시스템의 무게, 크기, 비용 및 에너지 소비를 증가시킬 수 있다.

- [0012] 본 발명은 망막 상으로 공간적으로 변화하는 이미지 투영 품질을 갖는 2개 이상의 이미지 투영 모듈/유닛을 이용하는 신규한 이미지 투영 시스템을 제공한다. 이와 관련하여, 이미지 투영 품질이라는 용어는 본 명세서에서 망막 상의 이미지 투영의 픽셀 밀도(예를 들어, 유닛 입체각 당 DPI 또는 도트)를 언급하고, 투영된 이미지의 컬러 심도 레벨을 지칭하는데 사용된다. 이를 위해, 일부 실시 예에서, 2개 이상의 투영 모듈은 각각 2개 이상의 컬러 심도 레벨을 갖는 이미지 부분을 제공한다.
- [0013] 특정 실시 예에서, 본 발명의 기술은 높은 픽셀 밀도 이미지 부분의 투영을 사용한다. 즉, 사용자 망막의 주변부(예를 들면, 황반 주변부)로 낮은 픽셀 밀도(낮은 각도 분해능/DPI)를 갖는 이미지 부분의 투영 그리고 사용자 안구의 황반 영역으로 높은 픽셀 밀도 이미지 부분, 즉 투영된 표면상의 높은 각도 분해능 및 투영된 표면에서 인치당 높은 도트 수(DPI)를 동등하게 갖는 투영을 사용한다.
- [0014] 이는 투영 시스템의 이미지 렌더링, 데이터 전송 및 저장 요구를 감소시키면서 사용자의 안구에 의해 투사된 이미지의 효과적인 높은 분해능 인식을 제공한다. 따라서, 낮은 픽셀 밀도(각도 분해능)의 이미지가 낮은 인식 능력 영역(황반 주변 영역)들에 제공되는 반면에, 높은 픽셀 밀도 이미지(들)는 이미지 디테일을 수집하고 그것을 사용자의 뇌로 전달할 수 있는 망막 영역(황반)에 제공된다.
- [0015] 유사하게, 본 발명의 특정 실시 예는 색 깊이의 인식이 다른 (황반 주변) 영역보다 안구 망막의 황반 영역에서 훨씬 두드러진다는 사실을 이용한다. 이들 실시 예에서, 황반에 투영되는 이미지 부분은 주변부에 투영되는 이미지 부분보다 더 높은 색 깊이로 투영된다.
- [0016] 따라서, 본 발명의 특정 실시 예에 따르면, 이미지의 특정 부분은 높은 DPI 및/또는 높은 컬러 심도로 투영된 이미지를 감지할 수 있는 망막의 일정 영역(즉, 황반) 상에서 높은 이미지 투영 품질 (높은 각 분해능 및/또는 높은 컬러 심도)로 투영되며, 그리고 이미지의 다른 특정 부분은 망막 영역에 낮은 이미지 투영 품질로 투영되며, 여기서 상기 투영은 낮은 DPI 및/또는 낮은 컬러 심도로 제한된다(가령, 망막의 주변/황반 주변 영역).
- [0017] 따라서, 본 발명의 일부 실시 예는 각각 상이한 넓고 좁은 각도 확산을 갖는 둘 이상의 이미지 투영 모듈/유닛을 이용한다. 좁은 각도 확산(예를 들어 수평 및 수직 축 각각을 따라 3° 내지 10° 입체각을 커버하는) 이미지 투영 모듈은 보다 높은 이미지 투영 품질(더 높은 각도 분해능/DPI 및/또는 더 높은 컬러 심도)의 이미지를 망막 중앙(황반) 영역 상에 투영하여 사용자가 고품질의 이미지를 인식할 수 있도록 구성되고 동작 가능하다. 확산 각도(예를 들어 수평 및 수직 축 각각을 따라 60° 와 170° 사이의 입체각을 커버하는)를 갖는 이미지 투영 모듈은 망막의 주변부(소위 '황반 주변부')에서 낮은 이미지 투영 품질을 갖는 이미지 부분의 투영을 위해 구성된다. 이것은 데이터 및 프로세싱 요구 양 및/또는 시스템의 크기/중량 및/또는 비용을 줄이면서, 사람의 안구의 해부학적 특성을 이용할 수 있도록 한다. 그렇지 않았더라면 이미지가 망막을 가로 질러 균일하게 동일한 고품질로 투영된 경우 데이터 및 프로세싱 요구 양 및/또는 시스템의 크기/중량 및/또는 비용을 줄일 수 없었을 것이다.
- [0018] 따라서, 본 발명의 기술은 투영 시스템으로부터의 사용자 경험을 최대화하면서(사용자가 여전히 그렇게 할 수 있는 망막의 영역을 통해 고분해능 이미지를 인지 함), 안구 투영 시스템의 데이터 전송 및 처리 요건을 극적으로 감소시킨다.
- [0019] 알려진 바와 같이, 사람의 안구의 망막의 내측 코팅은 감광성 조직을 갖는다. 황반이라고 불리는 망막 부위는 고밀도의 원뿔 타입(cone-type) 감광성 신경 세포를 가진 날카로운 시각을 담당한다. 이를 위해, 본 발명의 기술은 망막을 향하도록된 주변 이미지를 제공하고 사용자의 황반을 향하도록된 고분해능 이미지를 이용하며, 넓은 시야를 유지하면서 렌더링 복잡도를 감소시키기 위해 더 낮은 이미지 분해능을 갖는다.
- [0020] 따라서, 본 발명의 기술은 황반에서 고분해능을 갖는 이미지 투영에 초점을 맞추고, 그리고 더 낮은 분해능을 갖는 투영을 제공함으로써 균일 한 픽셀 밀도 렌더링과 비교하여 감소된 프로세싱 및 데이터 전송 요건을 갖는 고분해능 투영을 제공한다.

- [0021] 본 발명의 안구 투영 시스템은 적어도 2개(예를 들어, 제1 및 제2)의 이미지 투영 유닛으로부터 사용자의 안구(즉, 적어도 하나의 안구)로 이미지(예를 들어, 이미지 부분으로도 지칭 됨)를 향하게 하도록 구성된 광학 모듈을 포함한다. 상기 광학 모듈은 제1 투영 유닛으로부터 제공되는 이미지 부분을 사용자의 안구(황반)의 제1 영역으로 향하게하고, 다른 투영 유닛(예를 들어, 상기 제2 투영 유닛 또는 추가의 투영 유닛, 만약 사용된다면)에 의해 투영된 이미지 부분을 망막의 주위/주변 영역(황반 주변)(pkarafovea)으로 향하게한다.
- [0022] 일부 실시 예에 따르면, 광학 모듈은 일반적으로 광학 모듈의 광 경로를 따라 계단식으로 배열 될 수있는 중계 유닛(광학 중계기) 및 결합 유닛(예를 들어, 빔 결합기)을 포함 할 수 있으며, 이미지 투영 유닛으로부터 이미지 투영을 사용자의 안구로 향하게 하고 이들을 조합하여(동시에 또는 조합하지 않고) 사용자의 안구로 투영하도록 한다. 보다 구체적으로, 합성 유닛은 적어도 제1 및 제2투영 유닛에 의해 생성된 투사된 이미지 부분과 관련된 광 빔을 사용자의 안구에 제공 / 투사되어야 하는 전체 투사 이미지 프레임을 나타내는 결합 된 광학 필드로 결합한다. 여기서, 광학 필드 및 결합 된 광학 필드라는 어구는 강도 프로파일 및 가능하게는 안구를 향한 이미지 투영의 광경로에 걸쳐 측정 된 광의 색채 함유량을 지정하는데 사용된다. 결합 된 광학 필드를 형성하는 광선은 결합 유닛으로부터 광학 중계를 전송할 수 있으며, 광학 중계기는 광학 필드를 사용자의 안구에 향하게 한다.
- [0023] 보다 상세하게는, 일부 실시 예에서, 광학 중계기는 광학 필드로 중계되어 광선이 망막에 직접 투영되도록 구성된다. 안구 망막으로 이미지의 직접 투영을 위해 구성되고 동작 가능한 그러한 중계를 포함하는 광학 모듈의 구성 및 작동 방법으로서, 본 발명의 광학 모듈에서 사용될 수 있는 광학 모듈의 예가 PCT 특허 공보 제 WO 2015/132775호 및 IL 특허 출원 제241033호에 기술되어 있으며, 이 특허 출원은 본 명세서에 참고로 인용된다.
- [0024] 이와 관련하여, 이하에서 사용되는 직접 투영이라는 용어는 전파하는 광학 필드(propagating optical field)가 사용자의 망막상의 이미지 평면에 초점이 맞춰 지도록 광학 필드의 투영에 관한 것임을 알아야한다. 예를 들어, 광학 모듈 및/또는 그의 광학 중계는 광학 필드의 광선 빔이 안구 렌즈에 도달하여 실질적으로 시준되고 및/또는 안구 렌즈 자체에 의해 망막 상에 포커싱되도록 구성될 수 있다. 선택적으로 또는 부가 적으로, 그러한 직접 투영은 그 횡단 면 직경이 안구의 입사 동공보다 실질적으로 작아지도록(예를 들어, 2배 이상) (이에 따라 망막 상으로 이미지 투영의 높은 필드 깊이를 달성하도록) 망막을 향해 광선 필드를 투사함으로써 달성될 수 있다.
- [0025] 일부 실시 예에서, 광학 모듈은 상기 사용자의 안구의 시선(LOS)에 따라 상기 이미지 투영의 광경로(optical path)를 조정하도록 구성되고 동작 가능한, 궤적 모듈(예를 들어, IL 특허 출원 제241033호에 기술된 것과 같은 시선 추적 광학 평향기(deflector) 및/또는 동공 위치 광학 평향기를 제공하는 이동 가능한 또는 회전 가능한 광선 편향기)를 포함한다. 이를 위해, 시스템은 시선 방향에서의 사용자의 안구 LOS 및/또는 시선 방향 변위를 검출하도록 구성된 안구 추적 유닛을 이용하거나 및/또는 이를 포함할 수 있고, 대응하는 데이터를 궤적 모듈에 제공하여 궤적 모듈에 의해 제공된 광 경로의 편향을 결정하기 위해 일반적인 광 경로의 방향을 변화시킬 수 있다. 따라서, 이미지(들)(광학 필드)는 안구의 시선(LOS)의 방향의 변화 및/또는 안구 투영 시스템과 관련한 동공/안구 위치의 변경에 따라 변화하는 일반적인 광경로를 따라 시스템에 의해 투영 될 수 있다. 이를 위해, 궤적 모듈은 안구 투영 시스템에 대한 사용자의 안구의 방향에 따라(예를 들어, 안구의 광학 축/시선 방향에 따라) 광학 모듈을 따른 광선 전파의 일반적인 광경로를 변화 시키도록 구성 될 수 있다. 광학 중계기 그리고 안구 추적 광학 편향기(예를 들면, 동공 위치 빔 편향기 및 시선 빔 편향기)를 포함하는 광학 시스템의 예가 본 특허 출원의 양수인에게 공동 양도되고 참조로서 본 명세서에 통합되는 IL 특허 출원 제241033호에 개시되어 있으며, 상기 편향기는 안구의 위치 및 그 시선 방향이 안구 투영 시스템에 대하여 변경하는 동안 이미지 투영을 안구 망막으로 향하게 하도록 사용될 수 있다.
- [0026] 이를 위해, 궤적 모듈, 안구 트래킹 유닛 및 광학 중계 유닛의 사용으로, 광학 모듈의 광 경로는 2개 이상의 이미지 부분과 결합된 광 필드가 사용자의 동공을 향한 일반적인 광 경로를 따라 전송될 수 있도록 광학 모듈의 광 경로가 변경될 수 있다. 투영된 광선 필드 방향은 사용자의 안구가 망막상의 적절한 위치에 결합된 이미지를 형성 할 수 있도록 다양한 각도 방향으로부터 동공의 위치에 도달하도록 정해질 수 있으며, 그동안 사용자는 사용자 시선 방향을 변경할 수 있으며 및/또는 안구 투영 시스템과 안구 사이 상대적인 변위가 변경될 수 있다. 전술 한 바와 같이, 제1 투영 유닛에 의해 생성된 이미지 부분이 망막의 선택된 부분(즉, 황반)상의 이미지 일부분을 형성하고 하나 이상의 제2 투영 유닛에 의해 생성된 이미지 부분이 망막의 다른 영역(황반 주변부)상의 이미지의 일부분을 형성하도록 광학 필드가 구성된다. 또한, 사용자가 시선 방향을 바꾼다고 하더라도, 망막(retina)상의 생성된 이미지 부분(들)의 위치는 고정된 채로 유지 될 수 있다.
- [0027] 따라서, 광학 중계기(본 명세서에서 중계 유닛으로도 지칭 됨)는 일반적으로 사용자의 망막 상에 이미지를 생성



하여, 제1 투영 유닛에 의해 제공되는 이미지 부분이 망막의 황반 영역 상에 생성되고, 다른 투영 유닛(들)에 의해 제공된 이미지 부분은 망막의 주변에있는 망막의 황반 주변 영역 상에 생성되도록 사용자의 망막 상에 이미지를 생성하도록 구성된다.

[0028] 제1 및 제2 이미지 투영 유닛은 일반적으로 상이한 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 상이한 시야를 투영하기 위해, 이미지 투영 유닛들은 상이한 각도 범위에 걸쳐있는 광선/빔을 광학 모듈을 향해 출력하도록 구성되고 동작 가능할 수 있다. 또한 그들은 다른 각도 분해능 및/또는 다른 컬러 심도의 이미지를 출력하도록 구성 될 수 있다. 예를 들어, 제1 이미지 투영 유닛은 높은 각도 분해능 및 높은 컬러 심도를 갖는 RGB 이미지(이미지 부분)를 제공하도록 적응 될 수 있고, 제2 이미지 투영 유닛은 더 낮은 컬러 심도를 갖는 RGB 이미지 부분을 제공하도록 적응 될 수 있거나, 단색 및/또는 더 낮은 각도 분해능을 갖는 이미지 부분을 제공하도록 적응 될 수 있다. 컬러 심도의 변화(Variation)는 제1 투영 유닛이 예를 들어, 32 비트 또는 24 비트의 컬러 심도를 갖는 이미지를 제공하며, 하나 이상의 제2 투영 유닛은 예를 들어, 16 비트 또는 8 비트의 컬러 심도를 갖는 이미지를 제공한다.

[0029] 이를 위해, 제1 및 제2 이미지 투영 유닛은 상이한 기술에 기초하여 구성 될 수 있다. 예를 들어, 제1 이미지 투영 유닛은 발생될 이미지(이미지 부분)를 인코딩하는 제1 광학 필드를 생성하고 광학 모듈을 향해 출력할 광선의 세기 그리고 가능하게는 컬러 내용을 변경하는 동안, 이미지가 출력되는 각도 범위에 걸쳐 광선을 스캐닝(예를 들어, 래스터링)함으로써 출력 이미지가 생성되는 스캐닝 이미지 투영으로서 구성될 수 있다. 스캐닝 기반 이미지 투영을 사용하는 것은 비 스캐닝 기반(예를 들어, SLM 기반) 투영 유닛에 대해 전력 및 세기면에서 유리할 수 있다. 제2 이미지 투영 유닛은 전술한 바와 같은 스캐닝 이미지 투영 시스템으로서 또는 하나 이상의 공간 광선 모듈레이터(SLM; 상기 액정 어레이 및/또는 마이크로 미러 어레이)를 이용하여 영역 이미지 투영 시스템으로서 구성 되어, 그에 의해 투영된 복수의 픽셀의 강도 및 가능한 색채 내용을 동시에 변경하도록 한다. 이미지를 형성하기 위해 래스터 스캐닝 및/또는 공간 광선 변조(modulation)를 사용하는 이미지 투영 유닛의 구성 및 동작의 예는 일반적으로 이미지 투영 기술 분야에서 알려져 있으며, 그 구성 및 동작의 원리는 본 명세서에서 상세히 기술 할 필요가 없다.

[0030] 본 발명에 따르면, 제1 및 제2 이미지 투영 유닛은 공간적으로 서로를 보완하여 연속 이미지 투영을 망막 표면 상에 형성하는 2개의 제1 및 제2 보완 이미지 부분(광학 필드)을 각각 출력 할 수 있도록 구성되고 동작 가능하다. 이를 위해, 제1 이미지 투영 유닛은 광학 모듈의 일반적인 광학 축에 대해 일정한 각도/측면 방향 범위를 커버하는 이미지를 투영하도록 적용되어, 망막으로 향하는때 황반 영역에 떨어지도록 된다. 제2 이미지 투영 시스템은 광의 일반적인 광학 축을 중심으로 환형(또는 보다 일반적으로 프레임 또는 도넛 형 영역)을 선택적으로 스캐닝 / 커버하면서, 일반적인 광학 축 주위로 연장되는보다 넓은 각도 / 측방 필드를 커버하도록 구성 및 동작 가능할 수 있다 모듈을 포함하고, 이로써 생성 된 이미지 부분이 망막으로 향하게 될 때, 그것은 적어도 망막의 주변부로 떨어진다.

[0031] 이와 관련하여, 제1 및 제2 이미지 투영 유닛은 광학 모듈이 결과적인 광학 필드(이미지 부분)를 적절하게 결합할 수 있도록 서로 공간적으로 보완하는(예를 들어, 겹치거나 공통 경계를 갖도록) 이미지 부분을 생성하도록 구성된다. 결과적인 결합된 광학 필드는 그 중심 영역(이미지 평면에서)에서의 황반 이미지 부분 그리고 그 주변 부분(이미지 평면에서) 황반 이미지 부분에 상응하며, 상기 이미지 부분들 사이에서 실질적으로 부분 및 그 주변부에서의 매끄러운 트랜지션을 갖는 공간적으로 연속적인 이미지를 함께 제공한다. 이를 달성하기 위해, 제1 및 제2 이미지 투영은 안구 투영 시스템에 배열되어, 결합기 유닛에 의해 출력되고 결합된 이미지 부분이 광학 모듈의 광경로를 따라 서로 공간적 레지스트레이션을 가지며 전파된다.

[0032] 본 발명의 일부 실시 예에서, 제2 이미지 투영 유닛은 광학 모듈의 광경로를 따라 전파하기 위해 출력되는 제2(예를 들어 환형) 이미지 부분(광학 필드)의 측면/각도 범위가 상기 제1(예를 들면 중앙) 이미지 부분(광학 필드)와 공간적으로 겹치도록 구성되고 동작 가능하며, 상기 제2 이미지 부분은 광학 모듈의 광 경로를 따라 전파하도록 출력되고, 상기 제1 이미지 부분은 상기 광경로를 따라 전파하는 제1 투영 유닛에 의해 출력된다. 이를 위해, 적어도 제1 이미지 부분의 주변(환형 경계)을 따라 제1 이미지 부분과 제2 이미지 부분 사이의 일부 중첩은 제1 이미지 부분의 고품질과 제1 이미지 부분의 저품질 사이의 매끄럽고 원활한 전환을 제공하는데 사용될 수 있다.

[0033] 본 발명의 이러한 기술은 사용자가 고정하고 있는 영역에 대응하는 중심 시야에 대해 고분해능 이미지를 생성하기 위해 요구되는 컴퓨팅 파워를 지시함으로써 렌더링 프로세스를 감소시킨다. 이미지 그리고 사용자의 시야 영역 주변부는 더 낮은 분해능으로 렌더링되고 투영 될 수 있다. 이것은 투영된 이미지의 황반 주변부가 사용자의

주목의 주변에 있고, 사용자 안구의 황반 주변(본원 명세서에서는 일반적으로 망막이라 칭하여진다)에 의해 캡처되며, 다른 곳의 파라보렐 영역 (여기서는 일반적으로 망막이라고 함)에 의해 포착되므로, 광수용기 셀은 낮은 밀도를 가지며 데이터에 감소된 공간 밀도 및 낮은 분해능을 제공한다.

- [0034] 사용자의 안구로 향하는 이미지는 일반적으로 안구의 방향에 따라 렌더링되고, 이미지/광선 필드의 전송은 안구 트래킹 유닛에 의해 조정되므로, 사용자는 완전한 가상 현실(또는 증강 현실)을 경험할 수 있으며, (효과적으로 이미지 경계 없이) 큰 시야를 인지하고 사용자에게 존재의 감각을 제공한다.
- [0035] 따라서 본 발명의 한 특징에 따라, 적어도 각각 제1 및 제2 이미지 부분의 투영을 위해 구성되고 동작 가능한 적어도 제1 및 제2 이미지 투영 유닛; 그리고
- [0036] 상기 적어도 하나의 제1 및 제2 이미지 투영 유닛에 광학적으로 결합되고, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛의 투영 광경로를 일반적인 광경로(general optical path)를 따라 결합하도록 구성되고 동작 가능하며, 그와 같은 광경로를 따라 각각의 제1 및 제2 이미지 부분의 투영과 관련하여, 제1 및 제2 이미지 투영 유닛으로부터 광선이 사용자의 안구를 향해 전파하도록 방향이 정해져서 제1 및 제2 이미지 부분의 결합된 이미지를 망막에 투사하도록 구성되고 동작 가능한 안구 투영 광학 모듈을 포함하는, 망막 이미지 투영에 사용하기 위한 시스템이 제공된다.
- [0037] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛 및 상기 안구 투영 광학 모듈은, 상기 제1 이미지 투영 유닛에 의해 투영된 상기 제1 이미지 부분이 사용자 안구 망막 상의 제1의 중앙 영역을 향하도록 구성되고 동작 가능하며, 제2 이미지 투영 유닛에 의해 투영된 제2 이미지 부분은 망막 주변의 제2 환형 영역으로 향하도록 구성되고 동작 가능하다.
- [0038] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛은 상기 제1 이미지 투영 유닛에 의해 투영된 상기 제1 이미지 부분의 각도 범위보다 큰 각도 범위로 상기 제2 이미지 부분을 투영하도록 구성된다.
- [0039] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 제1 이미지 투영 유닛은 상기 황반 영역(foveal region)을 커버하도록 상기 제1 이미지 부분을 상기 망막의 제1 중앙 영역 상에 투영하도록 구성되고, 상기 제2 영역은 상기 중심 영역을 둘러싸고 있는 망막의 주변(parafoveal) 영역 적어도 일부를 커버하도록 구성된다.
- [0040] 상기 제1 및 제2 투영 유닛은 상기 망막의 중심 영역(황반 영역) 상에 비교적 높은 이미지 투영 품질의 이미지 부분의 투영을 허용하고, 망막의 주변 영역 상에 비교적 낮은 이미지 투영 품질의 이미지 부분의 투영을 허용하도록 구성되고 동작 가능하다. 상기 이미지 투영 품질은 다음 중 적어도 하나와 관련된다: 이미지 투영의 각도 분해능 및 컬러 심도.
- [0041] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛 중 적어도 하나는 이미지 인코딩된 광선을 상기 망막 상에서 스캐닝함으로써 이미지를 투영하도록 구성되며 동작 가능한 스캐닝 기반 이미지 투영 유닛이다.
- [0042] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 시스템은 상기 안구의 시선 방향의 변화를 검출하도록 구성되고 동작 가능한 눈 추적 모듈과 연관된 제어 유닛을 더욱 포함하며, 상기 눈 투영 광학 모듈은 상기 눈을 향한 상기 이미지 투영의 일반적인 광경로를 조정하도록 구성되고 동작 가능한 궤적 모듈을 포함하고; 그리고 상기 제어 유닛은 시선 방향의 검출된 변화들에 따라 상기 궤적 모듈을 동작 시키도록 적용된다.
- [0043] 상기 안구 추적 모듈이 상기 시스템 및 상기 제어 유닛에 대한 상기 눈의 동공의 측 방향 위치에서의 변화를 검출하도록 구성되고 동작 가능하며, 상기 제어 유닛은 상기 동공의 측 방향 위치에 검출된 변화에 따라 상기 궤적 모듈을 동작 시키도록 적용된다.
- [0044] 상기 제어 유닛은 상기 검출된 변화를 보상하기 위해 상기 궤적 모듈을 동작시켜 상기 망막 상의 고정된 위치에 투영된 결합된 이미지를 유지하도록 구성되고 동작 가능하다.
- [0045] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 안구 투영 광학 모듈이 입력 광선을 사용자의 안구로 향하도록 하고 그리고 동공을 통하여 망막으로 향하도록 하여, 광선 필드 단면(가령, 전 너비 절반 최대, 또는 25% 세기)이 사용자의 동공보다 더 작도록 구성된다. 이는 사용자 동공보다 더 작은 직경을 갖는 안구-박스를 제공한다. 상기 안구 투영 광학 모듈은 상기 안구 트래킹 모듈로부터 수신된 사용자의 동공의 시선 위치에 관한 데이터에 따라 상기 안구 박스의 위치 및 각도 중 적어도 하나를 변경하여, 상기 출구 동공을 사용자의 눈의 광학 축과 정렬하도록 구성된다.
- [0046] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따라, 시스템은 상기 사용자의 눈에 투사되어야 하는 결합된 이미지의 내용을 나

타내는 이미지 데이터를 얻도록 구성되고 동작 가능한 제어 유닛을 포함하며, 제1 및 제2 이미지 부분이 상기 망막의 중심 및 주변 영역 상에 제1 및 제2 이미지 투영 유닛에 의해 투영 가능한 상보 이미지 부분이 되어서, 이에 의해 상기 결합된 이미지를 상기 망막으로 투영하도록, 상기 이미지 데이터를 상기 적어도 제1 및 제2 이미지 부분으로 나눈다.

- [0047] 상기 광학 투영 모듈은, 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛의 이미지 투영을 결합하도록 구성된 광학 결합 요소를 포함하여, 상기 제1 이미지 투영 유닛에 의해 생성되고 상기 제1 이미지 부분의 투영과 관련된 제1 광학 필드가 상기 광학 투영 모듈의 광축에 수직인 평면의 중앙 영역을 따라 전파하고, 상기 제2 투영 유닛에 의해 생성된 제2 광학 필드는 상기 중앙 영역에 대해 상기 평면의 주변 영역에서 전파하도록 한다.
- [0048] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 시스템은 상기 중앙 영역을 따라 전파하는 상기 제1 광학 필드가 눈을 향하여 투영되어서, 눈의 시야 필드 중앙 부분을 커버하여 이에 의해 황반 영역(foveal region)으로 이미지 투영을 제공하도록 하고, 광경로 주변부에서 전파하는 상기 제2 광학 필드가 눈의 시야 필드 환상 영역을 커버하여 이에 의해 망막의 주변 영역(parafoveal region)으로 이미지 투영을 제공하도록 구성되고 동작 가능하다.
- [0049] 상기 제1 및 제2 광학 필드는 각각 더 높고 더 낮은 이미지 투영 품질로 투영되고, 제2 투영 유닛은 도넛형(doutut-shaped) 시야 필드에 이미지 투영을 제공하여 이에 의해 주변(parafoveal) 영역에 이미지 투영을 제공하도록 된다.
- [0050] 추가로 또는 선택적으로 상기 제1 및 제2 광학 필드는 상기 중앙 영역과 상기 주변 영역 사이의 경계 영역에서 중첩되어 상기 경계 영역에서 상기 제1 및 제2 이미지 부분의 중첩 부분의 투영을 제공한다. 상기 제1 및 제2 이미지 투영 유닛에 의해 투영된 상기 중첩 부분이 유사한 이미지 내용(content)에 대응하도록 상기 제1 및 제2 이미지 부분이 등록될 수 있다.
- [0051] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 적어도 제1 및 제2 투영 유닛 각각은 투사 각도 범위  $\alpha_{max}$ 로 투영된 이미지에 대응하는 출력 광선을 제공하도록 구성되며, 상기 제1 및 제2 투영 유닛에 의해 투영된 이미지가 각각 각도 범위  $\alpha^1_{in}$  및  $\alpha^2_{in}$  그리고  $\alpha^2_{in} > \alpha^1_{in}$ 로 상기 사용자의 동공으로 들어가도록 상기 출력 광선이 사용자의 눈을 향하도록 구성되는 상기 광학 투영 모듈은  $3^\circ$ 의 각도 범위에 대응되고,  $\alpha^2_{in}$ 은  $20^\circ$ 보다 큰 각도 범위에 대응한다.
- [0052] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 시스템은 헤드 장착형 디스플레이 유닛에 사용하도록 구성된다.
- [0053] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 시스템은 가상 현실 또는 증강 현실 경험을 제공하도록 구성된다.
- [0054] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 눈 투영 광학 모듈은 상기 제1 및 제2 투영 유닛에 의해 투영된 이미지를 주위의 주변 광선을 차단하면서 사용자의 눈으로 유도하도록 구성된다.
- [0055] 본 발명의 한 실시 예에 따라, 상기 안구 투영 광학 모듈은, 주위의 주변 광선의 전송을 가능하게 함으로써 투명한 디스플레이를 제공하는 동안, 상기 제1 및 제2 투영 유닛에 의해 투영된 이미지를 사용자의 눈으로 향하게 하도록 구성될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0056] 본 명세서에 개시된 발명을 더 잘 이해하고 그것이 실제로 수행될 수 있는 방법을 예시하기 위해, 하기에서 실시 예가 첨부 도면을 참조하여 비 제한적인 예로서만 설명될 것이다.
- 도 1a 및 도 1b는 본 발명에 따른 안구(eye) 투영 시스템을 동작시키는 안구 투영 시스템 및 일반적인 제어 유닛 동작의 개략적으로 도시한 도면.
- 도 2는 사람의 안구(eye)의 개략도.
- 도 3은 본 발명의 기술에 따라 생성된 이미지 배열을 개략적으로 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 일부 실시 예에 따른 사람의 안구(eye) 투영 시스템의 구성을 도시한 도면.
- 도 5는 본 발명의 몇몇 다른 실시 예에 따른 사람의 안구(eye) 투영 시스템의 다른 한 구성을 도시한 도면.
- 도 6은 본 발명의 일부 실시 예에 따른 사람의 안구(eye) 투영 시스템에서 사용된 일부 이미지 렌더링 개념을

도시한 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0057] 전술한 바와 같이, 사람의 안구의 투영 시스템의 신규한 구성이 당 업계에 필요하다. 참조 사항은 함께 작성됩니다. 도 1a 및도 1b는 본 발명의 일부 실시 예에 따라 사용자의 안구에 이미지를 투사하기위한 투시 시스템(100) 및 방법(250)을 개략적으로 도시 한 것이다. 사람의 안구 투영 시스템(100)은 이미지를 생성하고 생성된 이미지를 사용자의 안구(10)으로 투사하도록 구성된다. 설명의 간략화를 위해, 사람의 안구 하나가 예시에 도시되어있다. 일반적으로 이미지 투영 시스템(100)은 우안 이미지와 좌안 이미지 사이의 특정 차이를 허용하면서 사용자의 안구 양쪽 모두에 이미지를 투사하여 3 차원 경험을 제공하도록 구성 될 수 있다는 것을 이해해야한다.
- [0058] 사람의 안구 투영 시스템(eye projection system)(100)은 적어도 제1 및 제2이미지 투영 유닛/모듈(130, 140) (이하 투영 유닛이라고도 함), 그리고 투영 유닛에 의해 투사된 이미지에 대응하는 광선을 사용자의 안구(10)으로 향하게 하여 사용자의 망막(12)에 이미지를 형성하도록 구성된 광학 모듈(120)을 포함한다. 상기 시스템은 또한 일반적으로 적어도 하나의 제어 유닛(200)을 포함하거나 이에 연결될 수 있다. 제어 유닛(200)은 통상적으로 이미지 데이터를 렌더링하고 이를 제1 및 제2투영 유닛(130, 140)에 의해 투영되도록 송신하도록 구성된다.
- [0059] 이를 위해, 2개 이상의 (제1 및 제2) 투영 유닛(130, 140)에 의해 투영될 이미지 데이터를 렌더링하는 것은 상술한 방법(250)의 동작들을 수행하는 것을 포함할 수 있다. 제어 유닛(200)은 사용자의 안구에 투영되어야 하는 "투영 이미지 프레임"(본 명세서에서 결합된 이미지라고도 함)의 내용을 나타내는 이미지 데이터를 수신하기위한 동작(251)을 수행하도록 구성되고 동작 가능할 수 있다. 이미지 데이터는, 예를 들어, 망막에 투영되어야 하는 이미지(들)의 내용 및 레이아웃을 포함할 수 있다 (여기서, 상기 내용(content)은 망막에 동시에 투영되어야 하는 하나 이상의 이미지 정보 일 수 있고, 레이아웃은 이러한 하나 이상의 이미지의 투영 배열/레이아웃에 대한 정보를 포함할 수 있다). 레이아웃 데이터는 예를 들어, 망막 상의 이미지(들)의 축 방향 위치를 나타내는 축 방향 위치 데이터 (예를 들어, 안구의 LOS와 이미지 평면 사이의 교차점을 나타내는 이미지 내의 앵커 포인트에 관한 데이터)를 포함 할 수 있다). 제어 유닛(200)은 망막에 투영되어야 하는 결합된 광학 필드(이미지 내용)를 나타내는 "투영 이미지 프레임"을 결정/생성하기 위해 이미지 데이터를 처리하기 위해 선택적인 동작(252)을 수행하도록 적용될 수 있다. 예를 들면, "투영 이미지 프레임"은, 레이아웃 데이터에 따라 프레임 내에 복수의 이미지를 배치하는 동안, 이미지 데이터에 포함되는 복수의 이미지를 레이아웃 데이터에 연결함으로써 형성되는 경우가 있다. 선택적인 동작(253)에서, 제어 유닛은 사람의 안구의 광학 축(LOS)과 관련한 "투영 이미지 프레임"을 등록하기 위한 등록 동작을 수행한다. 즉, "투영 이미지 프레임"의 정렬된 위치를 나타내는 등록/정렬 데이터는 안구의 LOS에 관련된다 (예를 들어, 등록/정렬 데이터는 안구의 LOS 축에 의해 교차 되어야 하는 "투영 이미지 프레임" 내의 포인트를 나타낼 수 있다).
- [0060] 동작 단계(254)에서, 제어 유닛(200)은 2개 이상의(제1 및 제2) 영상 투영 유닛(130, 140)에 의해 투영되어야 하는 2개 이상의 세그먼트(영상 부분)로 "투영 이미지 프레임"을 분할한다. 적어도 하나 이상의 이미지 투영 유닛(130)은 황반(foveal) 영역으로 이미지(이미지 부분)를 투영하도록 구성된다; 그리고 적어도 하나의 다른 이미지 투영 유닛(예를 들면, 140)은 망막의 주변(황반 주변) 영역으로 이미지(이미지 부분)를 투영하도록 구성된다. 따라서 제어부(200)는 단계(253)에서 획득된 등록/정렬 데이터를 이용하며, 제1 및 제2 이미지 투영 유닛(130, 140)에 의해 황반 및 주변 영역으로 각각 투영될, 적어도 두 개의 이미지 부분으로 "투영 이미지 프레임"을 분할 한다. 이와 관련하여, 이러한 분할을 수행하기 위해, 제어 유닛은 제1 및 제2 이미지 투영 유닛(130, 140)의 개구수(NA)와 같은 투영 파라미터를 나타내는 투영 유닛 구성 데이터를 이용할 수 있다(즉, 투영 유닛 및 이들 각도 범위 각각에 의해 커버되는 망막의 영역에 관한 데이터). 이는 제어 유닛(200)이 이미지 투영 유닛들 (130 및 140) 사이에서 "투영 이미지 프레임"을 적절하게 분할하고 나누도록 한다.
- [0061] 단계(255)에서, 제어 유닛(200)은 이미지 투영 유닛들(130 및 140) 각각에 의해 투영되는 제1 및 제2 이미지 부분들의 렌더링을 수행한다. 제어 유닛(200)은 투영 유닛 구성 데이터를 이용할 수 있는데, 이 같은 데이터는 이미지 투영 유닛(130 및 140)에 의해 제공되는 각도 분해능 및 컬러 심도와 같은 투영 파라미터를 나타내는 것이다. 이와 관련하여, 상기 설명한 바와 같이, 황반 영역으로 이미지를 투영하도록 구성된 제1 이미지 투영 유닛(130)은 망막의 주변 영역으로 이미지를 투영하는 제2 이미지 투영 유닛에 의해 제공된 각 분해능(DPI) 및/또는 컬러 심도 보다, 보다 높은 각 분해능(더 높은 DPI) 및/또는 개선된 컬러 심도로 망막 상으로 이미지를 투영하도록 구성된다. 그 다음, 동작(256)에서, 제어 유닛은 제1 및 제2 이미지 부분을 나타내는 렌더링 데이터를 제1 및 제2 이미지 투영 유닛(130, 140)에 제공하여 이에 의해 투영하도록 한다. 이와 관련하여, 본 발명에 따른 사

람의 안구 투영 시스템(100)은 사람의 안구의 해부학적 구조의 특징을 사용한다. 사람의 안구의 해부학적 구조를 나타내는 도 2를 참조한다. 사람의 안구 구조는 일반적으로 알려져 있기 때문에 본 명세서에서 상세히 설명하지는 않는다. 다만, 망막(도 1의 12)은 광선을 모으고 뇌에 전달되는 데이터를 생성하는 광 감응 영역이다. 망막은 광선 세기(흑백 비전) 및 파장(컬러 비전)에 민감한 복수의 감광 셀을 포함한다.

[0062] 보다 구체적으로, 망막은 광도(빛의 강도)에 민감한 막대형 세포(막대) 및 채도(색 또는 파장)에 민감한 원추형 세포(원뿔)를 포함한다. 망막의 중심에 있는 영역은 원추 세포(파장에 민감한 세포)의 더욱 큰 집중을 포함하며 중심부(도 1에서 14로 표시)로 알려져 있다. 상기 중심(fovea)은 시야의 중심이나 관심의 중심에 위치한 상세한 이미지를 제공한다. 일반적으로 중심 영역은 공간 주파수가 높거나 분해능이 높으며 색상 감지 능력이 높으며 주변 영역은 분해능이 낮은 이미지 인식 (장면 주변에서 흐린 표시를 뇌로 제공) 그리고 낮은 색상 감지 능력을 제공하며, 입력 광선 필드 내에서 움직임과 변화에 더욱 민감하다.

[0063] 따라서, 이미지 투영 유닛(130, 140)은 망막에 투영되는 결합된 광학 필드 ("투영 이미지 프레임")의 상보적 부분을 투영하도록 구성되고 동작 가능하다. 상기 제1 이미지 투영 유닛(130)은 망막의 황반 영역으로 향하도록 된 제1 이미지 부분을 높은 이미지 투영 품질로 투영할 수 있도록 구성 및 동작 가능하다 (즉, 제1 이미지 부분을 렌더링/투영하여 높은 각 분해능 및/또는 높은 색 깊이를 갖도록 한다). 제2 이미지 투영 유닛은 망막의 주변부로 향하도록 된 제2 이미지 부분을 보다 낮은 이미지 투영 품질로 투영할 수 있도록 구성 및 동작 가능하다 (즉, 제1 이미지 부분과 비교하여 낮은 각 분해능 및/또는 낮은 색 깊이를 갖도록 한다).

[0064] 예를 들어, 이미지 투영 유닛(130)은 픽셀 당 입체각 약  $4 \text{ arc-minute}^2$  또는 그 이하인 높은 각도 분해능을 갖는 투영 이미지 프레임의 특정 부분(들)을 투영하도록 구성 및 동작 가능할 수 있다. 이미지 투영 유닛(140)은 픽셀 당 입체각 약  $10 \text{ arc-minute}^2$  이상인 낮은 각도 분해능을 갖는 투영 이미지 프레임의 특정 부분을 투영하도록 구성되고 동작 가능할 수 있다. 일부 실시 예에서, 이미지 투영 유닛(130)은 RGB 컬러 내용(contents)(예를 들어, 적어도 8비트 (256 컬러) 또는 그 이상의 컬러 심도(예를 들어 24비트))를 갖는 각각의 이미지 부분을 투영하도록 구성된다. 망막의 주변에 이미지를 투영하는 데 사용되는 이미지 투영 유닛(140)은 낮은 색 깊이(예를 들어 4비트 색 깊이(16컬러)) 및/또는 없거나 최소 컬러 정보 (예를 들어 그레이스케일 이미지)를 갖는 각각의 이미지 부분을 투영하도록 구성될 수 있다.

[0065] 이 같은 목적을 위해, 본 발명의 일부 실시 예에 따르면, 이미지 투영 유닛 (130)은 이미지 정보에 의해 일시적으로 변조된 광선 비임을 주사 (래스터 주사)하여 이미지가 투영 표면(즉, 망막의 각 중심부)에 투영되는, 스캐닝 이미지 투영 구성으로 구성될 수 있다. 이러한 이미지 투영 유닛(130)의 스캐닝 이미지 투영 구성은 이미지 투영 유닛(130)의 컴팩트한 크기로 고품질의 이미지 투영을 용이하게 한다. 이미지 투영 유닛(140)은 스캐닝 이미지 투영 구성 및/또는 공간 광선 변조기를 사용하여 각각의 이미지 부분을 망막의 주변 영역 상으로 투영하는 공간 이미지 투영 기술로 구성될 수 있다.

[0066] 상기 광학 모듈(120)은 상기 적어도 하나의 제1 및 제2 투영 유닛(130, 140)에 의해 투영된 이미지 부분을 결합하여 해당 광선을 유도하여 동시에 사용자의 안구(10)에 투영된 이미지를 형성하도록 한다. 또한, 광학 모듈은 사용자의 망막 (12)의 상이한 영역(예를 들어, 중심 망막 및 주변 영역) 상에 상이한 투영 유닛에 의해 생성된 이미지를 향하도록 구성된다.

[0067] 이와 관련하여, 본 발명의 일부 실시 예에 따르면, 방법(250)의 분할 동작(254)에서, 제어 유닛(200)은 "투영 이미지 프레임"을 2개 (또는 그 이상)의 세그먼트(제1 및 제2 이미지 부분)로 분할하며, 이들 두 세그먼트는 이들 사이의 경계 영역을 따라 일부 겹치는 부분이 있다. 따라서, 이러한 실시 예에서, 제1 및 제2 이미지 투영 유닛(130 및 140)은 이들 사이의 경계 영역에서 겹치도록 이들 제1 및 제2 이미지 부분을 망막에 투영하도록 구성되고 동작 가능하다. 따라서, 상기 경계에서, 유사한 이미지 정보는 제1 및 제2 이미지 투영 유닛(130 및 140)에 의해 오버랩되어 투영되고 높은 이미지 투영 품질 및 낮은 이미지 투영 품질로 투영된다. 광학 모듈(120)은 제1 및 제2 이미지 투영 유닛(130, 140)에 의해 생성된 이미지 부분을 결합하여, 제1 및 제2 이미지 부분들 사이의 중첩이 유지되도록 구성될 수 있다. 또한, 광학 모듈은 이미지 부분 사이의 경계가 사용자의 망막의 황반의 해부학적 경계에 실질적으로 대응하도록 투영된 이미지 부분을 지향시키도록 구성 및/또는 동작 가능하다. 상기 시스템은 사용자의 선택을 위한 중심 이미지 및 경계 위치의 상대적인 크기/각 - 연장에 관한 설정 파라미터를 포함할 수 있거나, 또는 대다수의 사용자의 해부학에 적합하도록 고정될 수 있다. 이미지 부분들 사이의 겹침은 일반적으로 망막의 황반 영역에 투영된 고품질 이미지와 망막의 주변 영역(들)에 투영된 이미지 부분의 낮은 품질 사이의 인지된 부드러운 트랜지션을 용이하게 하고, 및/또는 사용자 간에 부정확하고 해부학적

인 차이를 보상하도록 한다.

- [0068] 또한, 제어 유닛(200)은 안구(10) 방향 및/또는 위치에 대한 안구 추적 데이터 (예를 들어, IL 특허 출원 제 241033호에 개시된 것과 같은 안구 추적 모듈로부터 획득됨)에 응답하여 광학 모듈(120)에 적절한 명령을 제공하여, 안구(10)의 이동에 따라 이미지 투영 광경로를 교정하기 위해 이미지 투영 경로를 변경하도록 한다. 예를 들어, 광학 모듈(120)은 예를 들어 조정 가능한 시선(gaze) 트래킹 빔 편향기 및/또는 조절 가능한 동공 위치 빔 편향기를 포함할 수 있는 궤적 모듈(예를 들어, 도 5에 도시된 124와 같은)을 포함 할 수 있다(예를 들어, IL 특허 출원 제241033호에 기술된 바와 같이 구성되고 동작 가능). 제어 유닛(200)은 안구의 시선 방향(LOS의 방향)에 따라 이미지 투영의 일반적인 전과 경로 및/또는 안구의 광학 축과 광학 모듈(120)의 출력 광학 축 사이의 상대적인 측면 변위 및/또는 상대 각도 방위를 변화시키도록 이들 편향기 중 하나 또는 둘 모두의 위치를 조정하도록 구성되고 동작 가능하며; 예를 들어 실질적으로 고정된 상대적인 방위 및 이들 사이의 변위를 유지하도록 한다. 실제로 고정된 상대적인 방위 및 변위가 안구의 광학 축과 광학 모듈(120)의 출력 광학 축 사이에서 유지될 때, 제1 및 제2 투영 유닛(130 및 140)으로부터의 이미지/이미지 부분은 망막의 고정된 위치(들)로 투영된다.
- [0069] 선택적으로 또는 부가적으로, 일부 실시 예에서, 제어 유닛(200)은, 안구의 광학 축과 광학 모듈(120) 사이의 상대적인 방위 및/또는 변위의 약간의 변화/시프트를 보상하도록 구성되고 동작 가능하며, 제1 및 제2투영 유닛(130 및 140)을 동작시켜 투영된 이미지를 시프트 및/또는 뒤틀어서, 투영된 광학 필드가 상대적인 방위/변위의 변화를 방해하는 방식으로 시프트/뒤틀리도록 한다. 예를 들어, 작은 안구 움직임을 보상하기 위한 그러한 기술의 사용은 도 6을 참조하여 보다 상세히 설명된다.
- [0070] 따라서, 본 발명에 따른 안구 투영 시스템은 일반적으로 망막의 황반 영역에 증가된 분해능을 갖는 이미지 투영을 제공하며, 비교적 낮은(예를 들면, 정상적인) 분해능의 이미지 투영을 중심 주위의 주변 영역에 제공하도록 구성된다. 이는시스템이 고 분해능 이미지에 대한 이미지 렌더링/프로세싱의 복잡성을 감소시키는 한편, 고 분해능 이미지를 실제로 이용하고 그것을 요구할 사용자의 안구 영역에 고 분해능 이미지를 제공 할 수 있게한다.
- [0071] 도 3은 본 발명의 안구 투영 시스템에 의해 생성된 2-부분 이미지를 도시한다. 전체 이미지는 주변 이미지 데이터를 제공하는 주변/망막(parafoveal/retinal) 이미지 부분(1400) 그리고 사용자의 주의 집중의 중심에 해당하는 이미지 데이터의 주요 부분을 제공하는 중심 이미지 부분(1300)을 포함하는 2개의 이미지 부분(주변 이미지 부분은 여러 투영 유닛에 의해 생성된 몇 개의 서브 이미지로 구성될 수 있으므로 일반적으로 적어도 2개다)을 포함하며, 상기 주변 이미지 부분은 일반적으로 사용자 주의 중심을 에워싼다. 황반 이미지 부분(1300)은 전형적으로 주변 이미지 부분(1400)보다 더 높은 분해능을 가질 수 있다. 황반 이미지 부분(1300) 및 황반 주변 이미지 부분(1400)의 픽셀의 실제 수는 동일하거나 더 많을 수 있다. 이미지 분해능의 차이는 일반적으로 각 이미지 부분에 의해 커버된 상이한 영역(시야)로 인해 제공될 수 있다. 구체적으로는, 중심 이미지 부분은 일반적으로 실제 황반 영역 또는 다소 큰 영역이지만 망막의 주변 영역에 비해서는 상당히 작은 영역을 커버하도록 투영될 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같은 이미지 부분은 원형 시야를 예시한다. 그러나 일반적으로 시야는 직사각형, 타원형 또는 임의의 다른 형상일 수 있다. 투영된 이미지의 황반 영역(1300)은 황반 영역의 시야를 커버하도록 하며 안구의 이 같은 영역의 예리한 시력 능력을 최적화하도록 원형 또는 타원형인 것이 바람직할 수 있다. 또한, 사용자의 동공에서의 황반 영역(1300) 및 황반 주변 영역(1400) 부분의 각도 범위가도 도 3에 예시된다. 전형적으로, 중심 이미지 부분의 각도 범위는  $\alpha_{in}^1$  일 수 있고,  $3^\circ$ 와  $10^\circ$  사이, 바람직하게는 약  $5^\circ$  일 수 있다. 또한, 동공 입력에서 주변 이미지 부분의 각도 범위는  $20^\circ$ 보다 높을 수 있으며, 일반적으로 약  $120^\circ - 180^\circ$  일 수 있다.
- [0072] 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 발명의 2 개의 예시적인 실시 예에 따른 광학 모듈(120)의 보다 구체적인 구성을 예시하는, 안구 투영 시스템(100)의 두 가지 구성이 도시된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 투영 유닛(130, 140)은 대응하는 초기 중계 모듈(122a, 122b)과 각각 관련된다. 도 5의 예에서, 중계 모듈은 2 개의(일반적으로 적어도 2개의) 입력 렌즈(L1a 및 L1b) 및 단일 출력 렌즈(L2)를 포함하는 단일 중계 모듈(122)에 결합된다.
- [0073] 도 4 및 도 5의 예들 모두에 도시된 바와 같이, 광학 시스템(120)은 결합 모듈(M 또는 M1 및 M2), 제1 및 제2 중계 모듈(122 및 126) 그리고 추적/궤적 모듈(124)을 포함하는 것이 바람직할 수 있다. 이와 관련하여, 도 4와 같은 개별 중계 모듈 또는 도 5에서와 같은 결합된 중계 모듈을 포함하는 제1 중계 모듈은 제1 및 제2 투영 유닛(또는 추가의 투영 유닛이 병렬 또는 직렬로 병합되는 투영 유닛)에 의해 생성된 이미지 투영을 병합하도록

구성되며, 각각의 투영 유닛이 광선을 투과하여, 투영된 광선의 전과 방향에 수직인 단면을 따라 대응하는 영역에서 한 이미지 부분(즉, 한 광학 필드)을 형성하도록 한다. 또한, 도 4는 제1의 투영 유닛(130) 및 제2의 투영 유닛(140)의 출력 각도 범위  $\alpha_{max}$ 를 도시한다. 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 투영 유닛(130, 140)은 유사한 출력 각도 범위를 제공할 수도 있고 제공하지 않을 수도 있다. 광학 시스템 (120)은 도 3에서 설명한 바와 같이 각 투영 유닛의 각도 범위를 조정하도록 구성된다.

[0074] 도 4를 참조하면, 제1 투영 유닛(130) 및 제2 투영 유닛(140) 각각은 제1 투영 유닛(130)을 위한 익스트림 광선(R1a, R1b) 그리고 제2 투영 유닛(140)을 위한 익스트림 광선(R1a, R1b)에 의해 도면에 표시된 이미지 또는 이미지 스트림을 나타내는 광선을 출력한다. 제1 투영 유닛(130)으로부터의 출력 광선은 중계 모듈(122a)의 입력 렌즈로 전송되어 궤적 모듈(124)로 중계된다. 보다 구체적으로, 광선은 투영 유닛으로부터 출력되어서, 다른 픽셀 또는 투영된 이미지상의 상이한 점들이 대응하는 상이한 각도의 광선 전파와 관련되도록 한다. 따라서, 익스트림 광선(R1a 및 R1b)은 투영된 이미지상의 2개의 익스트림 포인트에 대응한다. 중계 유닛(122a)의 제1 렌즈(L1a)는 광선을 굴절시키고 입력 광선을 궤적 모듈(124) 상에 다시 초점 맞추는 제2 렌즈(L2a)를 향하게 한다. 중계 유닛(122a)의 출력에서, 하나 이상의 빔 결합기(M1 및 M2)가 도면에 예시된 바와 같이 위치한다. 빔 결합기(M1, M2)는 제1 투영 유닛에 의해 투영된 광선을 제2 투영 유닛(140)에 의해 투영된 광선의 광경로와 결합하도록 구성된다. 유사하게, 중계 유닛(122b)은 일반적으로 제1 및 제2 렌즈(L2a, L2b)를 포함하고, 실질적으로 유사한 방식으로 제2 투영 유닛(140)으로부터의 광선 투영을 중계하도록 구성된다. 예시적인 광선(R2a 및 R2b)은 투영 유닛(140)의 익스트림 광선을 도시한다. 일반적으로, 중계 유닛(122a 및 122b)은 중계 유닛 렌즈의 적절하게 선택된 상이한 광학 파워로 구성되고, 빔 결합기(M1 및 M2)는 제1 투영 유닛(130)에 의해 투영된 이미지가 도 3에서 예시한 바와 같이, 제2 투영 유닛(140)에 의해 투영된 이미지 부분에 의해 둘러싸인 이미지 투영 영역의 중심에서 더욱 작은 영역을 차지한다. 또한, 일반적으로, 중계 유닛(122a, 122b) 및 빔 결합기(M1 및 M2) 모두는 이미지 부분들을 병합하여 공통 이미지 평면을 형성하도록 구성된다(예를 들어, 궤적 유닛(124)상의). 이것은 사용자의 안구의 공통 초점을 보장하기 위한 것이다.

[0075] 중계 유닛(122a) (여기서는 구체적으로 설명되지 않은 122b 및 126과 같은 임의의 다른 중계 유닛뿐 아니라)은 부가 렌즈를 포함할 수 있고 설명의 간략화를 위해 여기서는 2개의 렌즈 중계 유닛으로 도시된다). 중계 유닛의 광학 파라미터는 일반적으로 공지된 바와 같이 원하는 분해능 및 선명도를 갖는 적절한 이미지를 제공하도록 선택되고 및/또는 표준 광학 설계 툴(tools)에 의해 결정될 수 있다. 제1 및 제2 투영 유닛(130 및 140)에 의해 생성된 투영된 이미지는 궤적 모듈(124) 상으로 지향된다. 상기 궤적 모듈(124)은 예를 들어 하나 이상의 이동하는 광선 편향기/거울(예를 들어, 전술한 바와 같은 시선 추적 빔 편향기 및/또는 동공 위치 빔 편향기)를 포함하며, 이 같은 이동하는 광선 편향기/거울은 예를 들어, 안구 운동의 추적에 따라 결정된 일반적인 광경로로 그 위에 입사하는 광선의 방향을 정하기 위해 광선의 방위를 변경시키도록 구성된다. 궤적 모듈(124) 및 안구 추적 기술은 임의의 알려진 구성을 가지며, 상기 설명한 바와 같이 한 예시적인 구성이 본 출원의 양수인에게 양도된 IL 특허 출원 번호 241033에 기술되어있다.

[0076] 전술한 바와 같이, 도 5는 중계 모듈 내의 제1 및 제2 투영 유닛(130 및 140)으로부터 투영된 이미지를 결합하도록 구성된 제1 중계 모듈(122)의 추가 구성을 도시한다. 중계 모듈(122)은 제1의 투영 유닛(130) 및 제2의 투영 유닛(140)을 위해 별개의 제1 렌즈(L1a, L1b)를 사용하면서 공통의 제2렌즈(L2)를 사용한다. 도시된 바와 같이, 제2투영 유닛(140)으로부터의 출력은 렌즈(L1b 및 L2)를 통해 궤적 모듈(124)로 중계된다. 렌즈(L1b 및 L2)의 위치 및 광학 출력은 투영된 광선의 각도 분포를 제공하도록 선택되어서(익스트림 광선 R2a 및 R2b) 사용자의 주변 시야에 대해 원하는 각도 분해능을 제공하도록 한다. 익스트림 광선(R1a 및 R1b)으로 예시된 제1 투영 유닛(130)의 광선 출력은 발산 광선을 빔 결합기(M)를 향해 전파하는 한 세트의 평행 광선으로 변환하는 입력 렌즈(L1a)에 의해 수집된다. 전술한 바와 같이, 상기 설명한 바와 같이 단일 표면 (예를 들어, 반사 표면) 또는 복수의 표면을 이용할 수 있거나 또는 부분 반사 표면 (예를 들어, 빔 스플리터 타입)으로 구성 될 수 있는 빔 결합기(M)는 상기 제1 투영 유닛(130)의 출력 광선 방향을 정하도록 구성되어 상기 제2 투영 유닛(140)으로부터 출력된 광선의 단면 중앙에 전파되어 위치한다.

[0077] 일반적으로, 빔 결합기(M)는 시야의 단면 중심 영역 내에서 제2 투영 유닛(140)으로부터의 광선 투과를 차단하도록 구성될 수 있다. 그러나 일부 구성에서, 빔 결합기(M)는 이를 통과하는 광선을 부분적으로 투과시키도록 구성될 수 있으며, 따라서 제2 투영 유닛(140)에 의해 생성된 광선의 적어도 일부가 시야의 중심을 통과하게 한다. 몇몇 다른 실시 예에서, 빔 결합기(M)는 중앙 영역에서 차단하고 그 주변에서 전송하여, 제1 및 제2 투영 유닛(130, 140)에 의해 생성된 이미지 사이에서 이미지 투영에서 원만한 트랜지션을 허용하도록 한다. 결합 투영된 광은 제2 렌즈(L2)에 의해 추가로 수집되고 궤적 모듈(124)로 향하도록 되며/ 포커싱된다.

- [0078] 이와 관련하여, 빔 결합 기술, 즉 도 1 및 도 2에서와 같은 하나, 둘 또는 그 이상의 빔 결합기를 이용하는 것은 제1 투영 유닛(130)(중앙 이미지)에 의한 이미지 투영과 제2 투영 유닛(140)(주변 이미지)에 의한 이미지 투영 사이에서 일정한 중첩을 제공할 수 있다. 이 같은 목적으로, 하나 이상의 빔 결합기는 광선의 50% 반사 및 50% 투과를 제공하는 빔 분할 표면으로서 구성될 수 있으며, 및/또는 표면 주변에서 높은 투과(반사)를 갖는 비 균일 빔 결합기 표면으로서 그리고 표면 중심에서 높은 반사(투과(transmission))를 갖는 비 균일 빔 결합기 표면으로서 구성될 수 있다.
- [0079] 따라서, 중심 이미지와 주변 이미지 간의 트랜지션은 비교적 매끄럽게 이루어질 수 있다. 그래픽 처리 유닛(GPU)은 전형적으로 상술 한 바와 같이 원활한 트랜지션을 제공하도록 상이한 이미지 부분들을 렌더링하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, GPU는 이미지 결합으로 인한 급격한 변화를 피하기 위해 이미지 부분 경계에서 이미지 밝기를 조정하면서 이미지를 렌더링하도록 구성될 수 있다.
- [0080] 일반적으로, 도 1, 4 및 5를 참조하여 본 명세서에 기재된 바와 같은 본 발명에 따르면, 제1 및 제2 투영 유닛(130, 140)은 임의의 유형의 투영 유닛일 수 있으며, 스캐닝 레이저 투영 유닛을 구성하는 것이 바람직하다. 일반적으로, 스캐닝 레이저 타입의 투영 유닛은 투영된 이미지의 분해능뿐만 아니라 광선 세기와 관련하여 더욱 큰 효율을 제공할 수 있다. 전형적으로, 제1 및 제2 투영 유닛(130 및 140)은 제어 유닛(도 1의 200) 또는 그래픽 처리 유닛(GPU)을 위해 전송된 상이한 이미지 데이터의 투영을 제공하며 유사한 사양으로 구성될 수 있다. 비록 광학 모듈이 도 3에서 일반적으로 예시된 바와 같이 제1 및 제2 투영 유닛(130 및 140)의 이미지 투영을 결합하도록 구성되었지만, 제2 투영 유닛(140)에 제공된 이미지 데이터는 중앙 영역을 포함하는 완전한 이미지를 나타낼 수 있으며, 또는 도넛(donut) 형상 이미지(즉, 제1 투영 유닛(130)에 의해 투영된 이미지가 결합되는 홀(hole) 영역을 갖는 주변 이미지)를 포함 할 수 있다.
- [0081] 전술한 바와 같이, 제1 및 제2 투영 유닛(130, 140)은 바람직하게는 스캐닝 레이저 형 투영 유닛인 것이 바람직하다. 이러한 투영 유닛에서, 래스터 광선 편향기(이동하는 미러, 가령 MEMS를 사용)가 각도 스캐닝 범위(각도 투영 범위)  $\alpha_{max}$  내에서 레이저 비임을 스캔하도록 구성될 수 있다. 광학 모듈(120)은 사용자의 동공에서 제1 투영 유닛에 의해 생성된 광선이 각도 범위  $\alpha^1_{in}$ 를 갖고 제2 투영 유닛에 의해 생성된 광선은  $\alpha^1_{in}$  보다 큰 각도 범위  $\alpha^2_{in}$ 를 가지도록 적어도 하나의 제1 투영 유닛 및 제2 투영 유닛의 광선을 결합하고 방향을 정한다. 효과적으로, 사용자의 동공에서 광선 전파의 상이한 각도는 시야 내의 상이한 포인트에 대응한다. 이것은 광선 투영의 각도 분해능이 일반적으로 인지된 이미지의 분해능에 해당하는 동안입니다. 본 발명자는, 사람의 안구의 해부학 구조에 기초하여, 제1 투영 유닛  $\alpha^1_{in}$ 에 의한 광선 투영의 입력 각도 범위가 약 3°의 범위로 하는 것이 바람직하다는 것을 발견했다. 일부 구성에서, 광학 모듈(120) 및 그의 중계 모듈(126)은 망막 내의 중심 영역의 커버리지를 보장하기 위해 약  $\alpha^1_{in}=5^\circ$ 의 각도 범위를 제공하도록 구성된다. 각도 범위  $\alpha^1_{in}$ 는 바람직하게는 제1 투영 유닛(130)에 의해 제공되는 이미지 분해능에 따라 결정되며, 이에 따라 사용자의 입력 동공에서의 각도 분해능이 픽셀 당 2 아크 분(arc minute), 바람직하게는 픽셀 당 1 아크 분(arc minute)을 초과한다. 제1 투영 유닛(130)에 의한 투영과는 달리, 제2 투영 유닛(140)에 의한 투영은 일반적으로 시야 주변 내에서 의미있는 이미지를 제공하도록 구성된다. 따라서, 제2 투영 유닛(140)에 의한 이미지 투영과 관련된 각도 범위  $\alpha^2_{in}$ 는 바람직하게는 20°보다 크고, 일부 구성에서는 70°보다 크게 하여 넓은 시야각을 갖는 사용자 이미지 투영을 제공하도록 하고, 투영된 이미지 내의 존재감을 제공하도록 한다. 제2투영 유닛(140)은 각도 범위가 클수록 각도 분해능이 낮아지도록 유사한 수의 상이한 각도 포인트를 제공할 수 있다.
- [0082] 스캐닝 레이저 방식의 투영 유닛이 사용될 때, 레이저 빔은 일반적으로 3개 이상의 원색(예를 들어, 적색, 녹색 및 청색)을 방출하는 3개 이상의 레이저 유닛으로부터의 광선 빔을 포함할 수 있고, 요구된 이미지 데이터의 이미지를 제공하기 위해 스캐닝 방위에 따라 컬러 각각의 강도를 변경하도록 구성된다. 광학 모듈(120)은 투영된 광선을 사용자의 안구로 향하게 하기 위해 제1 및 제2 투영 유닛으로부터 출력된 광선을 중계하도록 구성된다. 일반적으로, 광학 유닛, 보다 구체적으로는 광학 유닛의 중계 모듈(126)은 사용자 안구 내로 입력 광선을 향하도록 구성되어서, 사용자의 동공(즉, 사람의 안구 박스)에서의 광선의 단면이, 사용자의 동공보다 작은 직경을 갖도록 한다. 보다 구체적으로, 광선의 단면 직경(예를 들어, 전체 폭(full width), 절반 최대 측정 또는 표준 편차 측정)은 강한 조명 조건에서 동공 직경보다 더 작다. 이는 궤적 모듈(124)이 동공의 검출된 시선 방향(LOS) 및/또는 동공의 위치(예를 들어, 안구 투영 시스템(100)과 관련하여 안구/LOS 이동에 기인함)에 따라, 안



구-박스의 위치와 각도를 변경시키기 위해 일반 광경로를 편향시키는 동안이다. 또한, 투영 유닛의 출력 세기는 비 레이저 또는 비 스캐닝에 기반을 둔 스캐닝 레이저이고, 공간 광선 변조기 이미지 투영 유닛(예를 들어, LCD 기반)인 일부 실시 예에서 투영 유닛의 출력 세기는 바람직하게는 충분히 낮거나 감소되며, 손상을 피하고 사용자에게 불쾌감을 주지 않는 것이 바람직하다.

[0083] 이와 관련하여, 본 발명에 따른 광학 모듈(120)에 의해 사용된 직접 투영 기술은 입력 광선 필드가 망막 상의 이미지 평면으로 전파되는 방식으로 안구 망막 상에 이미지를 투영하는 것을 제공한다는 것을 주목해야 한다. 이것은 일반적으로 사람의 안구 박스의 크기 또는 동공에서 광선 필드의 단면이 일반적으로 동공 직경보다 작기 때문에, 사용자 안구의 초점 거리/구성(예를 들어, 관심 물체에 대한 실제 또는 가상 거리에 기초하여 제어되는)에 관계 없이 달성된다.

[0084] 이것은 망막에서의 초점 심도가 향상된 이미지 투영을 제공한다. 따라서, 이미지는 실질적으로 안구 렌즈의 임의의 초점 상태에서 망막에 실질적으로 포커싱되도록 투사된다. 예를 들어, 이미지는 상당한 초점 심도로 투사되어 망막에서 초점을 유지하도록 되며, 사람의 안구 렌즈는 4미터에서 ∞까지의 넓은 초점 거리 범위 내의 모든 초점 상태에 있게 된다.

[0085] 일반적으로, 본 발명의 일부 실시 예에 따르면, 도 4 및 도 5에 예시된 안구 투영 시스템은, 사용자의 안구 내로 투사된 이미지의 광학 증계를 이용한다. 이와 관련하여, 본 발명의 기술은 투영 유닛(예를 들어, 제1 및 제2 투영 유닛)의 투영이미지를 결합하고, 결합된 광선 필드는 케적 모듈(124)을 통과하여 안구의 움직임 추적하고, 증계 모듈(126)을 통해 안구로 전달된다. 따라서, 광학 모듈(120)은 안구의 방향, 조명 조건, 이미지 특성, 사용자 선호도 등과 관련하여 투영을 최적화 하도록 구성될 수 있다. 이는 투영 유닛에 의한 상이한 이미지 부분 투영이 사용자의 망막 내 대응하는 영역으로 이미지 부분을 향하게 하도록 결합된다. 상술한 바와 같이, 본 발명의 일부 실시 예에서, 제1 투영 유닛은 사용자 안구의 중심 영역을 향하도록 이미지 투영을 제공하는 반면, 제2 투영 유닛은 중심 주변 망막을 향한 주변 이미지를 제공한다. 투영된 이미지는 하나 이상의 빔 결합기 및 제1 증계 모듈을 사용하여 결합된다. 또한, 후자(제1 증계 모듈)는 일반적으로 투영된 이미지의 확산을 조정하도록 구성되며, 제1 투영 유닛에 의해 투영된 "중심" 이미지의 픽셀 밀도가 제2 투영유닛에 의해 투영된 주변 "망막" 이미지의 픽셀 밀도에서보다 크도록 구성된다. 일반적으로 중심(foveal) 이미지는 480p 720p, 1080p 이상에 해당하는 분해능으로 방향 각각에 대해 약 3° ~ 5°의 시야각으로 투사된다. 황반 주변/망막(parafoveal/retinal) 이미지는 실질적으로 비슷한 수의 픽셀로 투사된다; 그러나 상기 투영된 이미지는 사용자의 안구로 증계되어, 사용자 시야의 소정 부분을 차지하도록 되며, 도 3에 도시된 바와 같은 중심 이미지에 해당하는 중앙 영역은 낮은 투사 강도를 갖도록 하여, 상기 제1 투영 유닛(130)에 의한 중심 이미지 투영을 허용하도록 한다.

[0086] 따라서, 광학 모듈의 구성은 안구 추적 및 이미지 특성에 따라 사출 동공 및 일반적인 광경로의 조정을 가능하게 한다. 더 낮은 분해능의 주변 이미지 데이터와 함께 중심으로 향하는 고분해능 이미지를 제공함으로써, 시스템은 계산 복잡도를 감소시키면서 경험을 최적화할 수 있음을 또한 주목해야 한다. 또한, 작은 안구 운동을 보상하기 위해, 안구 투영 시스템과 관련된 GPU(Graphic Processing Unit)는 투영된 실제 이미지 데이터보다 약간 큰 영역에 대응하는 이미지 데이터를 렌더링하도록 구성될 수 있다. 따라서, 렌더링 된 이미지 데이터가 존재하며, 투영시에 정확한 안구의 위치에 기초하여 투영 유닛으로 직접 전송될 수 있다. 중심(1300) 및 주변 망막(1400) 이미지의 렌더링된 영역을 도시하는 예가 도 6에서 도시된다. 보다 구체적으로는, 영역(1300, 1400)에 대응하는 이미지 데이터가 사용자의 안구에 투사되는 동안, GPU는 다음 프레임에 대응하는 이미지 데이터를 처리한다. GPU에 의해 생성된 이미지 데이터는 영역(1300, 1400) 보다 큰 영역(1310, 1410)에 해당한다. 영역(1310, 1410)은 쇼울더(shoulder) 이미지 데이터로 지칭되는 이미지 부분(1300, 1400)에 의해 정해지는 시야 바깥인 이미지 데이터를 포함한다. 새로 처리된 이미지에서 데이터가 투영 유닛(130, 140)으로 전송되면, 제어유닛(200)은 사용자의 동공의 정확한 위치가 무엇인지를 안구 추적 기술을 사용하여 알리고, 처리된 이미지의 해당하는 부분이 투영된다. 이 같은 기술은 이미 렌더링 된 쇼울더 이미지 데이터 조각들을 제공함으로써 이미지 변화가 작은 안구 움직임을 보상할 수 있도록 한다. 이와 관련하여, 균일한 분해능 투영에서 사용자의 안구의 중심 영역에 고분해능(즉, 픽셀 당 4 arc-minute<sup>2</sup> 입체각 미만)을 제공하는 것은 매우 많은 양의 픽셀을 갖는 이미지 데이터를 생성할 것을 요구한다(그와 같은 공간 분해능을 갖는 전 반구는 거의 30메가 픽셀을 필요로 한다). 본 발명의 기술은 덜 민감한 안구의 영역들에 대한 이미지 분해능을 감소시키면서, 바람직하게는 높은 인지된 각도 분해능을 갖는 이미지 투영을 제공한다. 따라서, 중심 이미지는 픽셀 당 4 아크 분 미만의 각도 분해능을 제공하는 높은 픽셀 밀도를 사용하고, 주변 이미지는 낮은 각도 분해능 (예를 들어, 픽셀 당 약 10 아크

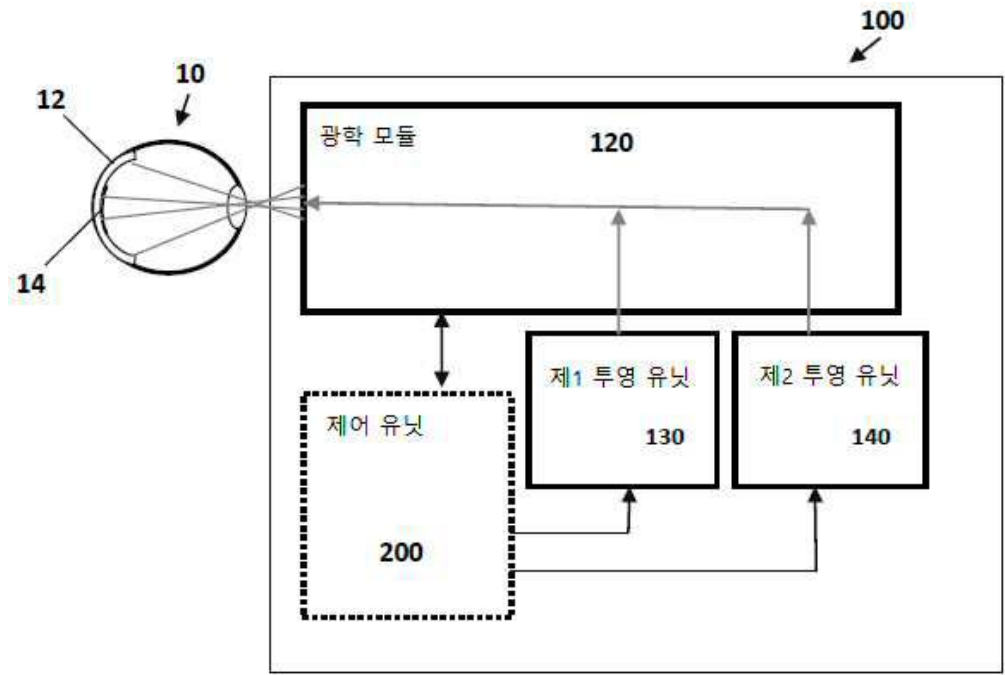
분)를 제공한다. 이는 제어 유닛 및 그의 GPU가 낮은 분해능 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 생성하도록 허용한다. 중심 이미지의 경우 약 5 메가 픽셀, 주변 이미지의 경우 약 5 메가 픽셀을 사용하여 약 10 메가 픽셀의 전체 렌더링 이미지 데이터를 제공한다.

[0087]

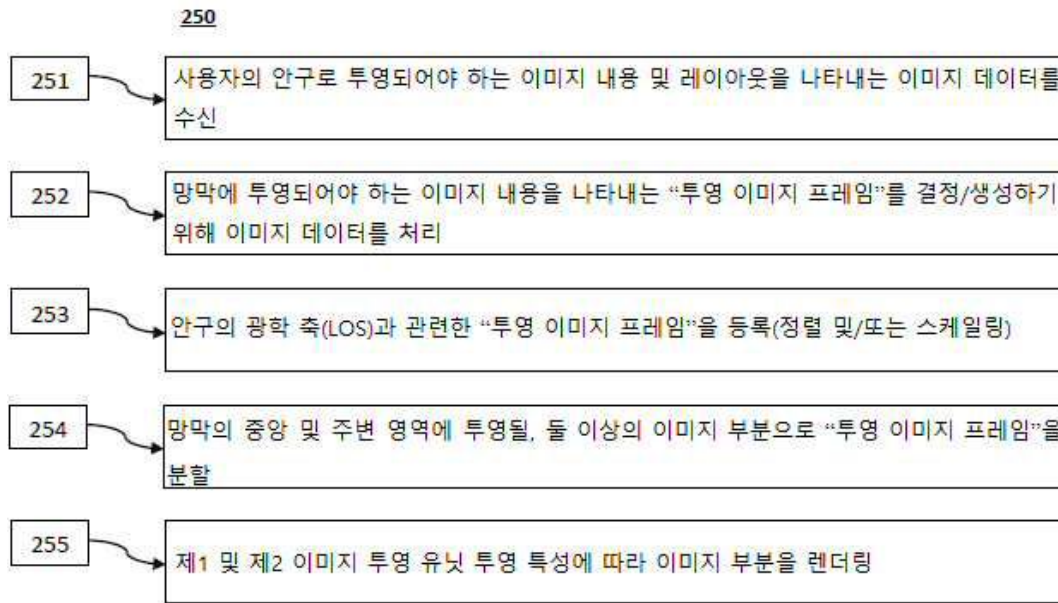
따라서, 본 발명은 사용자의 안구에 이미지 투영하는 시스템을 제공한다. 이 시스템은 바람직하게는 고분해능 이미지를 사용자에게 제공하면서, 이미지 렌더링 복잡도 및 처리/렌더링 유닛으로부터 투영 유닛으로의 데이터 전송을 감소시키도록 구성된다. 이 시스템은 일반적으로 사용자의 망막의 대응하는 부분으로 향하는 2 이상의 이미지 부분에 기초하여 결합된 이미지 투영을 생성하도록 구성되며 망막의 상이한 영역의 로컬 감도를 최적으로 이용하도록 구성된다. 당업자는 첨부된 청구 범위에 의해 정의된 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 본 발명의 실시 예에 다양한 수정 및 변경이 가해질 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

**도면**

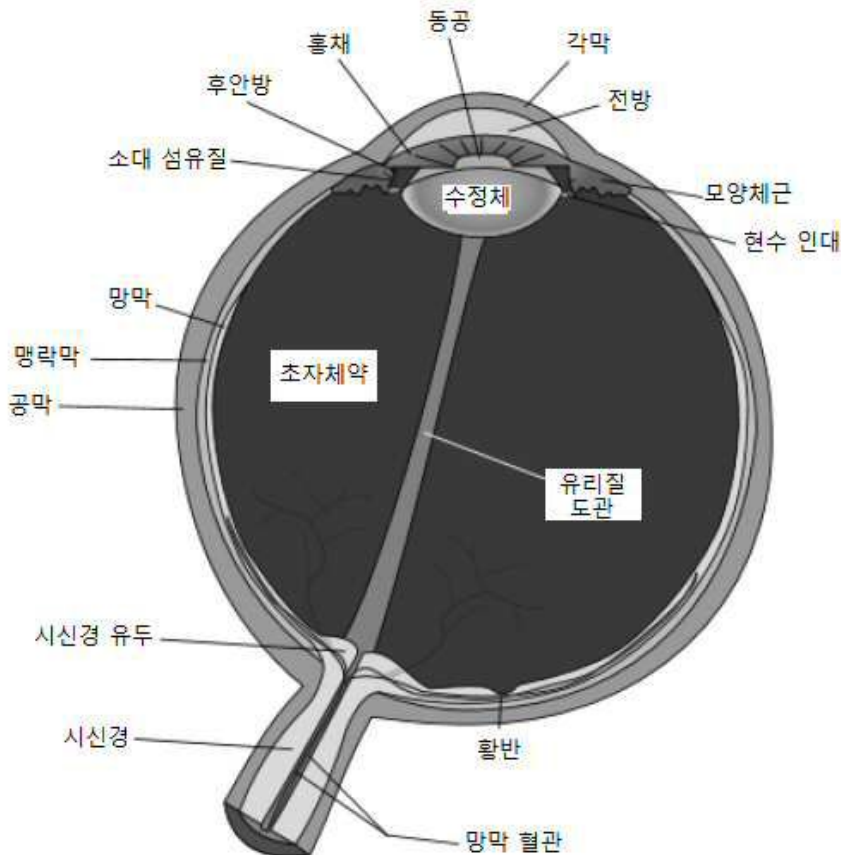
**도면1a**



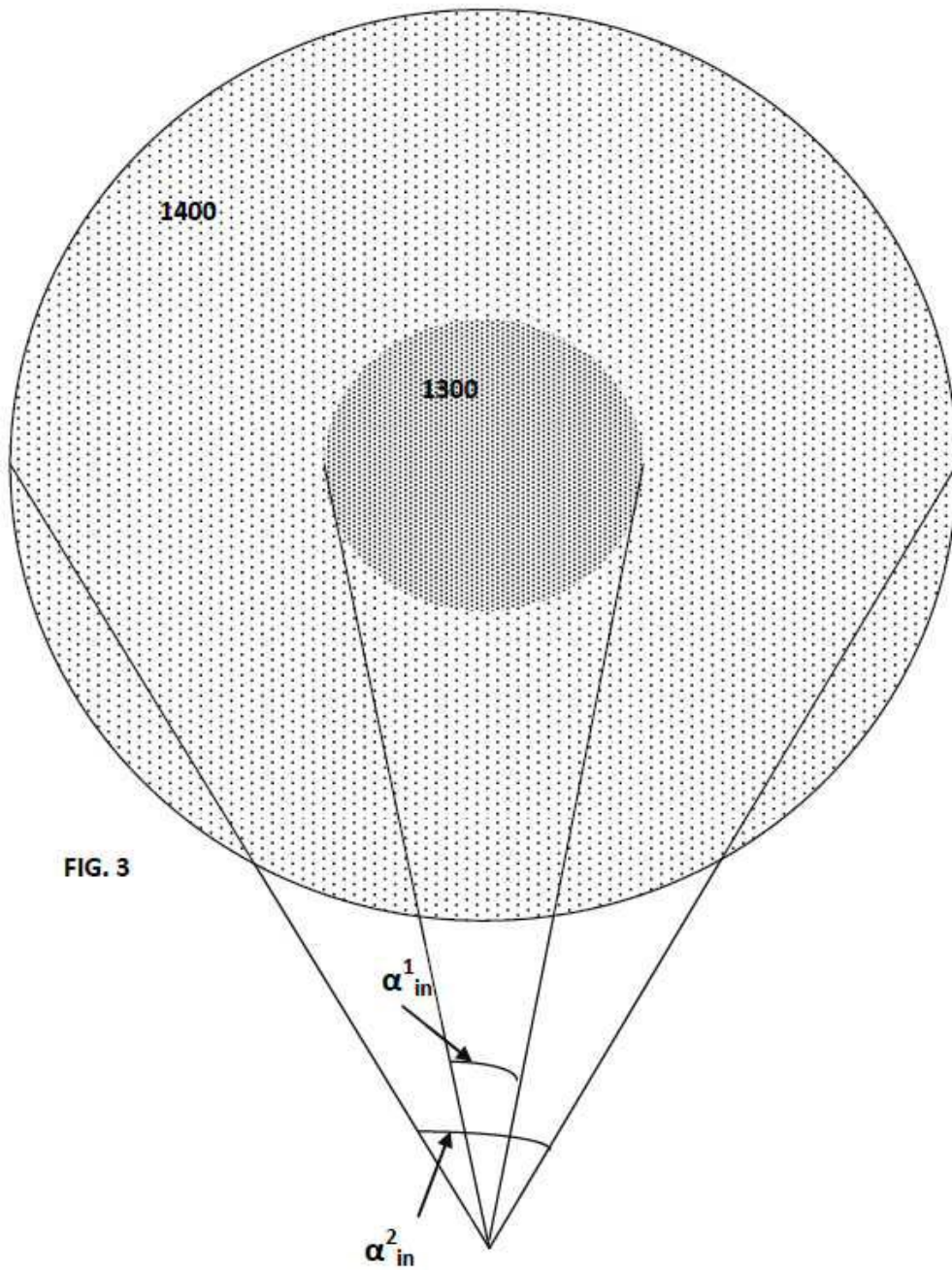
도면1b



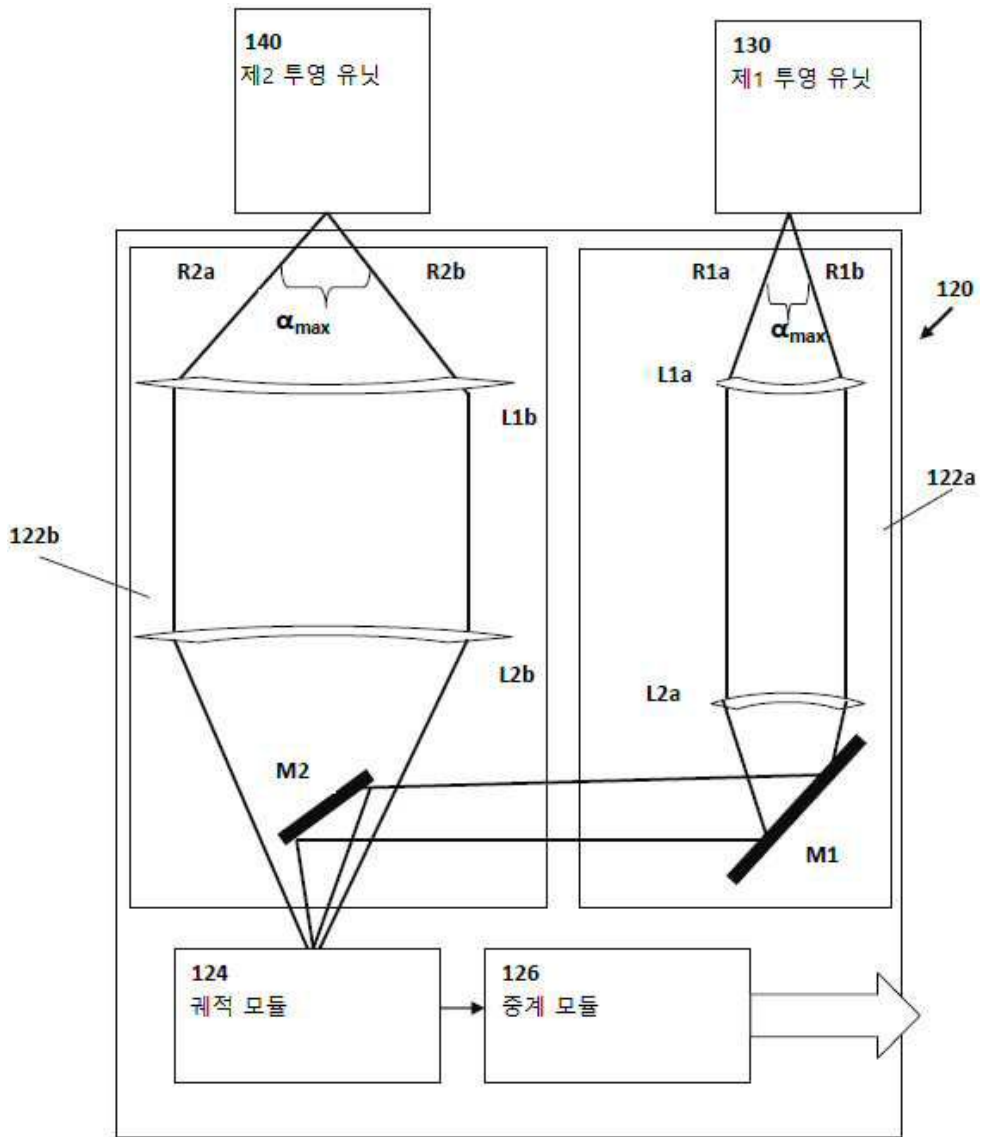
도면2



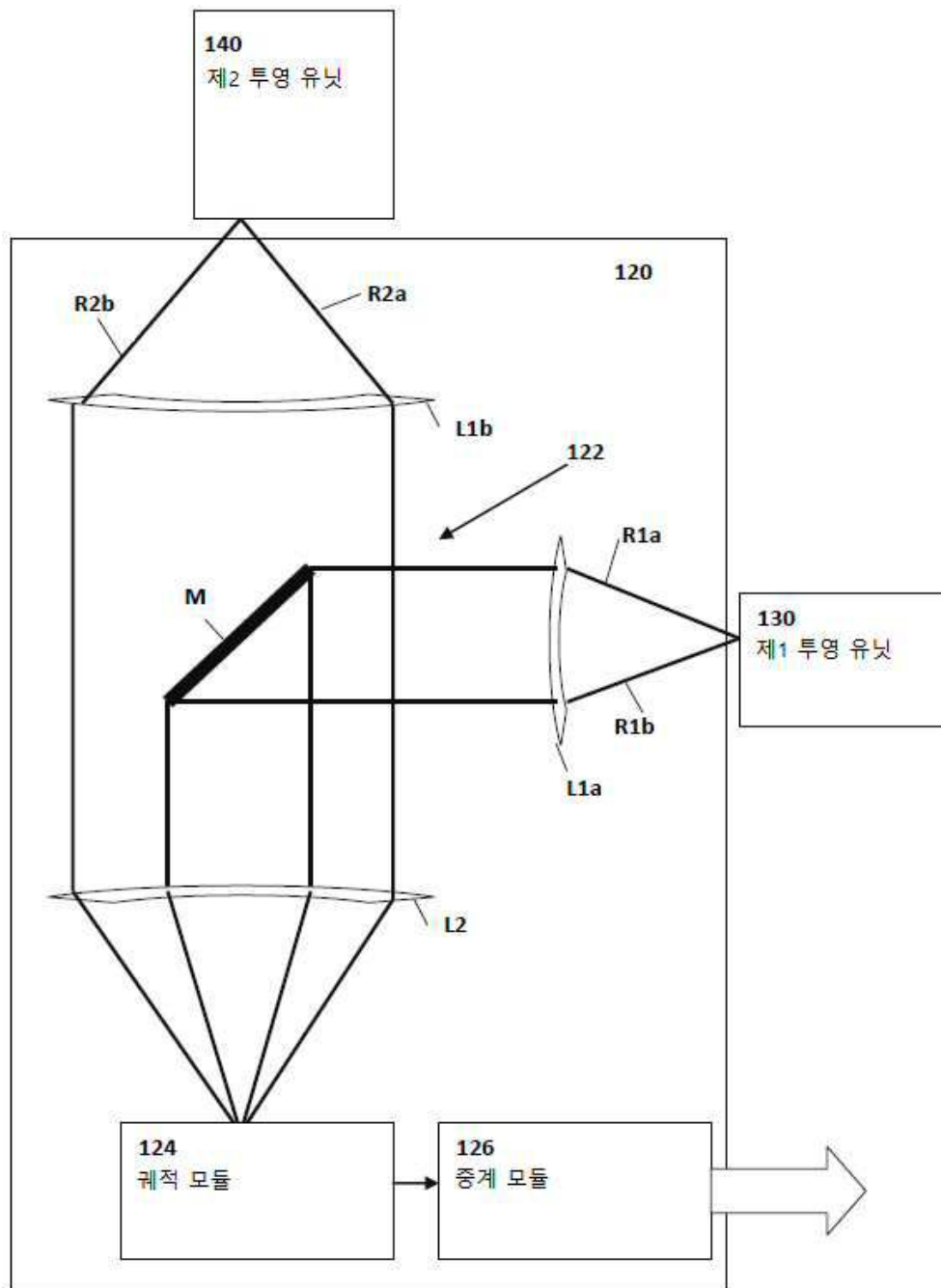
도면3



도면4



도면5



도면6

