(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
A61B 3/10

(11) 공개번호 10-2004-0044916
(43) 공개일자 2004년05월31일

(21) 출원번호 10-2004-7003727
(22) 출원일자 2004년03월12일
번역문 제출일자 2004년03월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/027243
(86) 국제출원출원일자 2002년08월27일
(87) 국제공개번호 WO 2003/022140
(87) 국제공개일자 2003년03월20일

(30) 우선권주장 09/950,916 2001년09월12일 미국(US)

(71) 출원인 존슨 앤드 존슨 비젼 케어, 인코포레이티드
미국 플로리다주 32256 잭슨빌 스위트 100 센츄리온 파크웨이 7500

(72) 발명자 로스덴우드에프.삼세
미국오하이오44010오스틴버그센터로드사우쓰8420

빌레요세프
독일69181하이델베르그헤르만-로엔스-베그44/1

쇼트너미카엘
독일69181리에멘,리차드-바그너스트라쎄20

뮐러프랑크
독일67346스페이어세인트게르만스트라세23

(74) 대리인 이병호

심사청구 : 없음

(54) 안용 파면 측정 장치

요약

본 발명은 수차 결정 기능을 향상시키고, 교정 처방 확인을 제공하며, 안용 파면 측정 장치의 쌍안 시계 교정을 허용하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. (1) 개선된 수차 결정 기능은 센서로 입사 빔에 응답하여 눈으로부터 출사하는 파면의 이미지를 감지하고, 감지된 정보에 기초하여 적응 광학 장치로 입사 빔을 변조하는 것을 포함하는 입사 빔 변조를 통해 달성된다. (2) 교정 처방 확인은 환자의 눈에 교정된 이미지를 생성하도록 적응 광학 소자로 이미지를 변조하는 것을 포함한다. (3) 한 쌍의 눈을 위한 쌍안 시계 교정은 실질적으로 동시에, 제 1 안용 파면 측정 장치로 하나의 눈의 수차를 측정하고, 제 2 안용 파면 측정 장치로 다른 눈에 의해 생성된 수차를 측정하는 것을 포함한다.

대표도

도 3

색인어

수차, 파면 측정 장치, 쌍안 시계, 적응 광학 장치, 입사 빔

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로, 환자의 눈 수차를 측정하기 위한 안용 기구에 관한 것으로, 특히, 안용 파면 측정 시스템에서, 환자의 눈으로 들어가는 입사 빔의 변조, 환자 교정 처방 검증 및 쌍안 시계 교정을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

눈은 눈내의 망막상에 이미지를 나타내는 광선들을 집속하기 위한 다수의 렌즈 소자를 가지는 광학 시스템이다. 망막상에 생성된 이미지의 선명도는 눈의 시력을 결정하는 인자이다. 그러나, 렌즈 및 다른 구성요소들 및 눈의 재료의 불완전은 원하는 경로로부터 광선이 이탈하게 할 수 있다. 수차라 지칭되는 이들 이탈은 흐린 이미지 및 감소된 시력을 초래한다. 그러므로, 이런 문제점의 교정을 돕기 위해 수차 측정 장치 및 방법이 사용된다.

눈에 의해 도입되는 수차를 검출하기 위한 한가지 방법은 눈으로부터 벗어날 때 광선으로 도입되는 수차의 결정을 수반한다. 망막상의 일 지점으로 눈에 집속된 광의 입사 빔은 눈에 의해 유도된 수차를 보유하는 파면을 가지고 파면으로서 눈의 외측으로 반사 또는 후향 산란된다. 파면의 불연속 부분(즉, 샘플)의 전파 방향을 결정함으로써, 눈에 의해 도입되는 수차가 결정될 수 있다. 그후, 결정된 수차는 시력을 복원하는 교정 절차를 수행 및/또는 교정 렌즈를 제조하기 위해 사용될 수 있다.

파면 생성의 일반적 예시도가 도 1에 도시되어 있다. 파면(100)은 눈(106)의 망막(104)의 외측으로 입사 빔(102)을 반사시킴으로써 생성된다. 입사 빔(102)은 망막(104)상의 작은 스폿(108)상에 집속한다. 확산 반사체로서 작용하는 망막(104)은 입사 빔(102)을 반사하여 파면(100)을 초래한다. 이상적으로, 파면(100)은 평면 파면(110)에 의해 도시된 바와 같이, 수차가 없다. 그러나, 파면(100)이 눈(106)을 통과할 때 눈(106)에 의해 도입되는 수차는 수차 파면(112)에 의해 예시된 바와 같이 불완전한 파면을 초래한다. 파면(100)은 초점흐림, 비점수차, 코마, 구면 수차 및 다른 불규칙성으로 인한 수차를 나타낸다. 수차의 측정 및 교정은 눈이 그 완전한 잠재성, 즉, 시각적 해상력의 한계를 달성할 수 있게 한다.

도 2는 도 1에 예시된 바와 같은 파면(100)내의 수차를 측정하기 위한 종래기술 안용 파면 측정 장치를 예시한다. 방사원(114)(예로서, 레이저)은 빔 분할기(116)에 의해 눈(106)으로 향해진 입사 빔(102)을 생성한다. 일반적으로, 방사원(114)에 의해 생성된 입사 빔(102)은 실질적으로 원형이다. 입사 빔(102)은 눈(106)의 망막(104)상에 스폿(108)을 형성한다. 불완전성이 없는 눈(106)에서, 망막(104)상에 형성된 스폿(108)은 원형이다. 눈(106)내의 불완전성으로 인해, 입사 빔(102)은 탈선되며, 그에 의해, 도 2a에 예시된 바와 같은 비원형 형상을 가지는 망막(104)상에 형성된 스폿(108)을 초래한다. 후술될 바와 같이, 비원형 형상을 가지는 망막 스폿(108)은 눈(106)내의 불완전성으로 인한 수차의 결정에 부정적인 영향을 미친다. 그후, 망막(104)은 스폿(108)으로부터 광을 반사하여 눈(106)내의 재 료 및 렌즈와 다른 구성요소를 통과할 때 탈선되는 파면(100)을 생성한다.

다른 복귀 경로상에서, 파면(100)은 센서(118)를 향해 빔 분할기(116)를 통과한다. 1/4파장판(120)이 빔 분할기(116)와 눈(106) 사이에 배치된다. 1/4파장판(120)의 사용은 파면(100)이 입사 빔(102)에 수직인 방향으로 편광되어 파면(100)이 센서(118)를 향해 빔 분할기(116)를 통과할 수 있도록 눈(106)으로 진입하는 입사 빔(102) 및 눈(106)으로부터 출사하는 파면(100)의 편광을 조작하기 위한 공지 기술이다. 부가적인 렌즈(122)가 원하는 배율로 센서(118)상에 눈(106)의 동공의 평면을 영상화하도록 센서(118)와 눈(106) 사이에 배치된다. 센서(118)에 의해 검출된 정보는 그후 파면(100)의 수차를 결정하고 눈(106)을 위한 교정 처방을 결정하도록 프로세서(124)에 의해 처리된다.

전형적인 센서(118)는 전하 결합 장치(CCD) 어레이 같은 이미징 평면(130)을 포함하는 Hartman-Shack 렌슬릿 어레이(126) 및 이미징 장치(128)를 포함한다. 렌슬릿 어레이(126)는 파면(100)이 그를 통과할 때, 파면(100)을 샘플링하고, 도 2b에 예시된 바와 같이, 이미징 평면(130)상에 스폿(132)의 어레이를 생성한다. 스폿(132)의 어레이내의 각 스폿은 망막 스폿(108)의 이미지이다. 스폿(132)의 어레이내의 각 스폿의 상대 위치는 파면(100)의 수차를 결정하기 위해 사용될 수 있다.

일반적으로, 파면(100)의 수차는 그후 조합되게 되는 파면(100)의 각 샘플을 위한 수차를 결정함으로써 결정된다. 결정된 수차는 그후, 눈(106)을 위한 보정 처방을 산출하기 위해 사용된다.

파면(100)의 각 샘플의 수차는 스폿(132)의 어레이내의 스폿의 센트로이드를 결정하고, 스폿의 센트로이드 사이의 변위를 기준 스폿(134)으로 표시된 위치 같은 대응 기준 위치와 비교함으로써 결정된다. 스폿(132)의 어레이내의 각 스폿이 망막 스폿(108)의 이미지이기 때문에, 망막 스폿(108)이 도 2a에 도시된 바와 같이 비원형인 경우에, 스폿(13

2)의 어레이내의 각 스폿은 도 2b에 예시된 바와 같이 비원형이다.

그러나, 비원형 스폿의 센트로이드를 결정하는 것은 어려우며, 현저한 처리 시간 및 파워를 필요로 한다. 따라서, 스폿(132)의 어레이내의 스폿의 센트로이드를 결정하는 것이 파면(100)내의 수차를 결정하는 것에 필요조건이고, 비원형 스폿의 센트로이드를 결정하는 거시 곤란하기 때문에, 이미지 평면(130)상의 비원형 스폿은 수차 연산의 속도 및 정확도에 부정적인 영향을 미친다. 따라서, 이미징 평면(130)상에 원형 스폿을 생성하기 위한 장치 및 방법이 유용하다.

다른 개선의 영역은 높은 정확도로 눈(106)에 의해 유도된 수차를 결정하기 위한 파면 측정 장치의 기능에 관련한다. 이 정확성은 환자의 시각적 필요성에 정밀하게 맞춰진 환자의 교정 처방의 결정을 가능하게 한다. 그러나, 정확하게 맞춰진 교정 처방은 예로서, 안과 의사가 교정 처방을 결정할 때 통상적으로 수행하는 바와 같이, 일련의 렌즈들을 통해 환자에게 제시될 수 없다. 이는 각 정밀하게 맞춰진 교정 처방이 교정 처방을 가지는 렌즈를 특수하게 제조하지 않고는 일련의 렌즈를 사용하는 교정 처방을 재생성하는 것이 불가능한 매우 독특한 것이라는 사실 때문이다. 따라서, 환자는 처방 눈 착용구가 제조될(예로서, 교정 렌즈가 연마 또 는 콘텍트 렌즈가 형성)때까지, 파면 측정 장치에 의해 결정된 교정 처방이 환자의 시각적 필요성을 만족시키는 경우를 결정하는 것이 불가능하다. 따라서, 교정 눈 착용구의 제조 이전에 교정 처방을 환자가 확인할 수 있게 하기 위한 방법 및 장치가 유용하다.

다른 개선 영역은 쌍안 시계(즉, 동시에 양눈으로 물체를 보는)에 대한 수차의 의존성에 관련한다. 도 2에 도시된 바와 같은 종래 기술 파면 측정 장치는 단지 한번에 한눈 만을 측정한다. 따라서, 교정 처방 생성시 수차에 대한 쌍안 시계의 영향은 고려되지 않으며, 따라서, 시각적 해상력의 극한이 종래의 파면 수차 측정 장치에서 달성되지 않는다. 따라서, 쌍안 측정 기능을 가지는 파면 측정 장치 및 방법이 유용하다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 파면 측정 장치의 개선된 수차 결정, 교정 처방 확인 및 쌍안 시계 교정을 위한 장치 및 방법을 개시한다.

본 발명의 일 양태는 수차의 측정을 향상시키기 위해 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위해 눈 내로의 입사 빔을 변조하기 위한 입사 빔 변조 장치 및 방법이다. 입사 빔을 변조함으로써, 파면 측정 장치의 이미징 평면상에 형성된 이미지의 형상이 원하는 이미지로 형성되도록 제어될 수 있고, 그에 의해, 수차 결정에 수반되는 계산을 용이하게 한다. 입사 빔 변조 장치는 입사 빔에 응답하여 눈으로부터 출사하는 파면의 이미지를 감지하기 위한 센서, 입사 빔을 변조하기 위한 적응 광학 장치 및 센서로부터 정보를 수신하고, 센서에서 원하는 이미지를 생성하도록 입 사 빔을 변조하도록 적응 광학 장치를 조절하기 위한 프로세서를 포함한다. 입사 빔을 변조하기 위한 방법은 입사 빔에 응답하여 눈으로부터 출사하는 파면내의 이미지를 감지하는 단계 및 원하는 감지 이미지를 생성하기 위해 입사 빔을 변조하는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 양태는 눈에 의해 유도된 수차에 관련된 정보를 생성할 수 있는 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한 교정 처방 확인 장치 및 방법에 관련한다. 교정 처방 확인 장치 및 방법은 파면 측정 장치에 의해 결정된 바와 같은 교정 처방을 가지는 교정 눈 착용구를 환자가 착용한 경우에 나타나는 바와 같이 파면 측정 장치가 환자에게 이미지를 제공할 수 있게 한다. 교정 처방 확인 장치는 이미지를 출사할 수 있는 투사기, 투사기로부터 방출된 이미지를 변조할 수 있는 적응 광학 장치 및 눈에 의해 유도된 수차에 관련한 정보를 수신하고 교정된 이미지를 생성하도록 적응 광학 장치를 조절할 수 있는 프로세서를 포함한다. 교정 처방 확인 방법은 장면의 이미지를 출사하는 단계, 및 눈에서 교정된 이미지를 생성하도록 눈에 의해 유도된 수차에 관련한 정보에 기초하여 방출된 이미지를 변조하는 단계를 포함한다.

본 발명의 또 다른 양태는 실질적으로 동시에 한 쌍의 눈의 수차를 결정하기 위한 쌍안 파면 측정 장치 및 방법이다. 쌍안 파면 측정 장치는 눈의 쌍의 제 1 눈에 의해 유도된 수차를 측정하기 위한 제 1 안용 파면 측정 장치와, 눈의 쌍 중 제 2 눈에 의해 유도된 수차를 측정하기 위한 제 2 안용 파면 측정 장치를 포함한다. 쌍안 파면 측정 방법은 눈의 쌍의 제 1 눈에 의해 유도된 수차를 측정하는 단계, 눈의 쌍의 제 2 눈에 의해 유도된 수차를 측정하는 단계, 및 제 2 눈을 위한 제 2 교정 처방 및 제 1 눈을 위한 제 1 교정 처방을 결정하는 단계를 포함하고, 제 1 및 제 2 눈의 수차는 실질적으로 동시에 측정된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 눈의 입사 빔을 반사시킴으로써 생성된 파면의 개략도.

도 2는 눈에 의해 유도된 수차를 측정하기 위한 종래 기술 장치의 블록도.

도 2a는 도 2의 눈의 망막상에 형성된 스폿을 예시하는 도면.

도 2b는 도 2의 종래 기술 장치내의 센서에 의해 생성된 스폿의 어레이를 예시하는 도면.

도 3은 본 발명에 따른 입사 빔 변조를 가지는 파면 측정 장치의 블록도.

도 3a는 입사 빔 변조를 갖지 않는 도 2의 센서에 의해 생성된 스폿 어레이를 예시하는 도면.

도 3b는 본 발명에 따른 입사 빔 변조를 가지는 도 3의 센서에 의해 생성된 스폿의 어레이를 예시하는 도면.

도 4는 본 발명에 따른 입사 빔 변조를 가지는 대안적 파면 측정 장치의 블록도.

도 4a는 도 4의 대안적인 파면 측정 장치의 이미징 평면상에 형성된 망막상의 스폿의 이미지를 예시하는 도면.

도 5는 본 발명에 따른 교정 처방 확인 기능을 가지는 파면 측정 장치의 블록도.

도 6은 본 발명에 따른 쌍안 파면 측정 장치의 블록도.

실시예

도 3에는 본 발명에 따른 입사 빔 변조를 가지는 안용 파면 측정 장치(140)이다. 일반적 개요에서, 방사원(114)은 적응 광학 장치(142)에 의해 변조된 입사 빔(102)을 생성한다. 그후, 빔 분할기(116)는 눈(106)을 향해 입사 빔(102)을 재안내한다. 입사 빔(102)은 망막(104)상의 스폿(108)에 집속되는 각막을 통해 눈(106)으로 들어가고, 눈(106)의 외측으로 역방향으로 여행하는 파면(100)을 생성하도록 반사된다. 파면(100)은 수차를 유발하는 눈(106)내의 결함에 의해 영향을 받는다. 영향을 받은 파면(100)은 빔 분할기(116)를 통해 센서(118)로 향하고, 이 센서는 파면(100)을 샘플링하고, 센서(118)에 형성된 망막 스폿(108)의 하나 이상의 이미지에 관련된 정보를 포착한다. 프로세서(124)는 센서(118)에서 원하는 이미지를 생성하도록 입사 빔(102)을 변조하기 위해 적응 광학 장치(142)를 제어한다.

파면 측정 장치(140)는 입사 빔(102)의 경로의 적응 광학 장치(142)의 추가와 함께 도 2에 예시된 종래 기술 파면 측정 장치와 유사하다. 프로세서(124)는 센서(118)에서 원하는 이미지를 생성하기 위해 센서(118)로부터의 피드백에 기초하여 적응 광학 장치(142)를 사용하여 입사 빔(102)을 변조한다. 양호한 실시예에서, 원하는 이미지는 센트로이드를 산출하기에 용이하며, 그에 의해, 파면(100)의 수차의 결정을 용이하게 한다. 파면 측정 장치(140)가 이제 보다 상세히 후술된다.

방사원(114)은 광자의 시준된 빔을 생성함으로써 입사 빔(102)을 생성하며, 이는 레이저인 것이 적합하다. 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한 다른 적합한 방사원은 본 기술 분야에 널리 알려져 있다.

적응 광학 장치(142)는 변조 신호에 응답하여 입사 빔(102)을 변조할 수 있다. 후술될 바와 같이, 예시된 실시예에서, 프로세서(124)는 센서(118)에서의 정보에 기초하여 변조 신호를 생성한다. 한가지 가능한 대안으로서, 적응 광학 장치(142)는 센서(118)로부터의 정보에 기초하여 적응 광학 장치(142)를 구성하는 프로세서를 포함할 수 있다.

예시된 실시예에서, 적응 광학 장치(142)는 변형가능한 거울이다. 변형가능한 거울은 변형된 표면으로부터 반사될 때 입사 빔(102)을 변조시키도록 변조 신호에 응답하여 변형한다. 파면 측정 장치에 사용하기 위한 변형가능한 거울은 본 기술에 널리 알려져 있다. 대안 실시예에서, 적응 광학 장치(142)는 액정 장치, 마이크로 기계 거울 또는 다른 광의 빔을 변조할 수 있는 적절한 장치일 수 있다.

빔 분할기(116)는 광의 빔을 선택적으로 통과 및 안내할 수 있는 공지된 장치이다. 예시된 실시예에서, 빔 분할기(116)는 눈(106)을 향해 입사 빔(102)을 반사하고, 변조되지 않은 눈(106)으로부터 출사되는 파면(100)을 통과시키도록 구성된다. 빔 분할기(116)는 편광 빔 분할기인 것이 적합하며, 이는 광의 편광에 기초하여 광을 선택적으로 통과 또는 반사시킨다.

눈(106)은 입사 빔(102)을 수신하고, 파면(100)은 입사 빔(102)에 응답하여 눈(106)으로부터 출사한다. 여기서, 입사 빔(102)은 눈(106)의 망막(104)상의 스폿(108)에 집속된다. 이상적으로, 후술될 바와 같이, 망막 스폿(108)은 센서(118)에 형성된 망막 스폿의 하나 이상의 이미지의 센트로이드를 연산하는 것 을 돕기 위해 실질적으로 원형이다. 그러나, 눈(106)으로 입사하는 입사 빔(102)상에 작용하는 눈(106)내의 불완전성으로 인해, 망막 스폿(108)은 도 2에 도시된 바와 같이 불규칙적일 수 있다(예로서, 비원형).

1/4파장판(120) 및 렌즈(122)가 눈(106)과 센서(118) 사이에 배치된다. 1/4 파장판(120)은 빔 분할기(116)가 적절히 입사 빔(102) 및 파면(100)을 안내하도록, 공지된 방식으로 눈(106)내외의 왕을 상태조절하기 위해, 선형 편광 광을 원형 편광 광으로 그리고 그 반대로 변환한다. 렌즈(122)는 원하는 배율로 센서(118)상에 눈(106)의 동공의 평면을 영상화하도록 눈(106)과 센서(118) 사이에서 파면(100)을 공지된 방식으로 안내한다. 1/4파장판(120) 및 렌즈는 본 기술에 공지되어 있다.

센서(118)는 눈(106)으로부터 발산하는 파면(100)내의 망막 스폿(108)의 이미지를 감지하기 위한 종래의 센서이다. 센서(118)는 Hartman-Shack 렌슬릿 어레이(126)와 이미징 장치(128), 예로서, CCD 카메라를 포함한다. 렌슬릿 어레이(126)는 이미징 장치(128)의 이미징 평면(130)상으로 파면(100)의 부분(즉, 샘플)을 집속한다. 이미징 장치(128)는 이미징 평면(130)에 입사하는 에너지의 위치를 정밀하게 검출하고, 프로세서(124)에 의한 처리를 위해 에너지의 위치에 관련된 정보를 생성할 수 있다. 도 3 및 도 3a에 도시된 바와 같이, 렌슬릿 어레이(126)는 복수의 이미지 각각이 파면(100)의 대응 샘플의 수차를 나타내는 상태로 이미징 장치(128)의 이미징 평면(130)상에 망막 스폿(108)의 복수의 이미지(132)를 형성한다. 양호한 실시예에서, 센서(118)는 파면(100)의 하나 이상의 샘플의 망막 스폿(108)의 이미지를 감지한다.

프로세서(124)는 센서(118)로부터 수신된 정보에 기초하여 적응 광학 장치(142)를 조절한다. 프로세서(124)는 센서(118)로부터의 파면(100)의 하나 이상의 샘플의 센서(118)의 이미징 평면(130)상의 망막 스폿(108)의 이미지에 관련된 정보를 수신하고, 이 정보를 분석하여, 입사 빔(102)을 변조하여 센서(118)의 이미징 평면(130)상에 원하는 이미지를 생성하기 위해 적응 광학 장치(142)를 조절하기 위한 변조 신호를 연산한다. 예로서, 원하는 이미지가 원인 경우에, 프로세서(124)는 도 3b에 도시된 바와 같이 이미징 평면(130)상에 원형 스폿(136)이 나타날 때까지, 적응 광학 장치(142)를 조절함으로써 입사 빔(102)을 변조한다.

프로세서(124)는 적응 광학 장치(142)를 적응시키기 위해 변조 신호를 생성하도록 센서(118)로부터의 정보를 분석하도록 구성된 종래의 프로세서이다. 또한, 프로세서(124)는 종래의 수차 교정 소프트웨어를 사용하여 센서(118)에 의해 감지된 수차를 교정하기 위한 교정 처방을 결정할 수 있다.

사용시, 파면 측정 장치(140)는 파면(100)의 샘플을 위해 수차를 정밀하고 효과적으로 결정할 수 있다. 상술한 바와 같이, 파면(100)의 수차는 파면(100)의 각 샘플의 수차를 결정하고, 샘플 모두를 위한 수차를 조합함으로써 결정되는 것이 일반적이다. 개별 샘플의 수차는 복수의 이미지(132) 각각의 센트로이드와 기준 스폿(134)으로 표현된 위치 같은 대응 기준 위치 사이의 변위를 결정함으로써 결정된다. 그러나, 복수의 이미지(132) 중 하나 같은 불규칙 스폿의 센트로이드를 결정하는 것은 현저한 양의 처리 시간 및 파워를 필요로 하며, 및/또는 스폿이 원형인 경우만큼 정밀하게 결정하는 것이 불가능할 수 있다.

처리를 단순화하고, 센트로이드의 보다 정확한 측정을 제공하기 위해, 프로세서(124)는 적응 광학 장치(142)를 조절하고, 그에 의해, 입사 빔을 변조하도록 센서(118)로부터의 정보에 기초하여 변조 신호를 생성하며, 이 입사 빔의 변조는 순차적으로 망막 스폿(108)을 변조하고, 이는 순차적으로 센서(118)에서의 이미지를 변조한다. 프로세서(124)는 원하는 이미지가 센서(118)에서 감지될 때까지 센서(118)로부터의 피드백에 기초하여 변조 신호를 갱신한다. 양호한 실시예에서, 센서(118)에 생성된 이미지는 도 3b의 실질적인 원형 이미지(136) 같은 센트로이드가 결정되기 쉬운 이미지이다. 불규칙 이미지 보다 실질적인 원형 이미지의 센트로이드를 정밀하게 결정하기가 보다 쉽기 때문에, 이미징 평면(132)에 원형 이미지(136) 같은 원하는 이미지를 생성하는 것은 정밀도를 증가시키며, 파면 측정 장치(140)의 센트로이드의 결정을 단순화하여 파면 측정 장치(140)에 의한 수차의 결정을 향상 및 용이하게 한다.

도 4는 입사 빔 교정을 가지는 파면 측정 장치의 대안 실시예를 도시한다. 도 4에 도시된 파면 측정 장치는 도 3에 도시된 파면 측정 장치와 동일하며, 다른 빔 분할기(144) 및 센서(146)가 추가되어 있다. 추가 빔 분할기(144) 및 센서(146)는 프로세서(124)에 센서(146)에서의 망막 스폿(108)의 이미지에 관한 정보를 제공하기 위해 사용되며, 이는 순차적으로 센서(146)에 원하는 이미지를 생성하기 위해 입사 빔(102)을 변조하도록 적응 광학 장치(142)를 제어한다. 센서(146)상에 형성된 망막 스폿(108)의 이미지는 센서(118)에 형성된 망막 스폿(108)의 복수의 이미지와 동일한 형상을 가진다. 따라서, 센서(146)에서 원하는 형상을 생성하기 위해 입사 빔(102)을 변조함으로써 동일한 원하는 형상이 센서(118)에서 생성된다.

상술한 바와 같이, 원하는 형상이 원형 형상 같은 쉽게 센트로이드가 결정될 수 있는 형상인 경우에, 원하는 형상의 센트로이드는 정밀하고 쉽게 결정될 수 있다. 다라서, 센트로이드의 결정이 파면(100)의 수차를 결정하는 것을 필요로 하기 때문에, 정밀도 및 효율성이 파면 측정 장치의 수차의 결정시 증가된다.

빔 분할기(144)는 빔을 선택적으로 통과 및 안내할 수 있는 종래의 빔 분할기이다. 예시된 실시예에서, 빔 분할기(144)는 파면(100A)의 일부가 센서(118)로 빔 분할기(144)를 통과할 수 있게 하며, 센서(146)를 향해 파면(100B)의 일부를 반사할 수 있게 하도록 공지된 방식으로 구성된다. 빔 분할기(144)는 광의 편광에 기초하여 선택적으로 광을 통과 또는 반사하는 편광 빔 분할기인 것이 적합하다.

센서(146)는 눈(106)으로부터 출사하는 파면(100)내의 망막 스폿(108)의 이미지를 감지한다. 예시된 실시예에서, 센서(146)는 단일 렌즈(148) 및 이미징 장치(150), 예로서, CCD 카메라를 포함한다. 이미징 장치(150)는 이미징 평면(152)에 입사하는 에너지의 위치를 정밀하게 검출할 수 있으며, 에너지의 위치에 관한 정보를 생성할 수 있다. 에너지의 위치에 관한 정보는 도 3을 참조로 상술된 바와 같이 적응 광학 장치(142)를 조절하기 위해 프로세서(124)로 전달된다.

도 4 및 도 4a에 도시된 바와 같이, 단일 렌즈(148)는 이미징 장치(150)의 이미징 평면(152)상에 망막 스폿(108)의 단일 이미지(154)를 형성한다. 동일 렌슬릿 어레이(126) 및 이미징 장치(128)가 입사 빔(102) 변조 및 수차 측정을 위해 사용되는 도 3에 도시된 실시예와 대조적으로, 단일 렌즈(148) 및 이미징 장치(150) 가 이미징 평면(152)상에 형성된 망막 스폿(108)의 이미지에 관련된 피드백을 제공하기 위해 전용된다. 이는 렌즈(148)의 초점 길이 및 이미징 장치(150)의 감도가 망막 스폿(108)의 이미지의 형상에 관련된 피드백을 제공하도록 선택될 수 있게 하며, 그에 의해, 도 3에 도시된 것 보다 특수화된 입사 빔 교정 장치의 개발을 가능하게 한다.

사용시, 도 4 및 도 4a에 도시된 파면 측정 장치는 적응 광학 장치(142)를 사용하여 입사 빔(102)을 변조하여 이미징 평면(152)상에 망막 스폿(108)의 이미지를 생성하고, 이는 이미징 평면(152)상의 실질적인 원형 형상(156) 같은 원하는 형상을 가진다. 이미징 평면(152)상에 원하는 형상을 생성하기 위한 입사 빔(102)의 변조는 센트로이드가 보다 쉽게 결정되는 복수의 원하는 형상이 센서(118)의 이미징 평면(130)상에 형성되는 결과를 초래한다. 예로서, 입사 빔(102)을 이미징 평면(152)상에 원형 형상(156)을 생성하도록 변조하는 것은 이미징 평면(130)상에 형성된 복수의 원형 스폿을 초래한다. 상술한 바와 같이, 불규칙 이미지 보다 실질적인 원형 형상 이미지의 센트로이드를 정밀하게 결정하는 것이 보다 쉽기 때문에, 센트로이드의 결정이 단순화되며, 그에 의해, 도 4의 파면 측정 장치에 의한 수차의 결정을 단순화한다.

도 5는 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한 양호한 교정 처방 확인 장치를 도시한다. 교정 처방 확인 장치는 교정 렌즈의 형성 이전에 파면 측정 장치에 의해 결정된 교정 처방을 시각적으로 환자가 확인할 수 있게 한다.

도 5에 도시된 파면 측정 장치는 도 2에 도시된 파면 측정 장치와 유사하며, 따라서, 부가적인 구성요소만을 상세히 설명한다. 부가적인 구성요소는 장면(162)의 이미지를 포착하기 위한 카메라(160), 장면(162)의 이미지를 출사시키기 위한 투사기, 출사된 이미지를 변조하기 위한 적응 광학 장치(168), 적응 광학 장치(168)를 제어하기 위한 프로세서, 입사 빔(102)을 반사시키고, 입사 빔(102)과 동일한 경로상에 장면(162)의 이미지를 배치하기 위한 다이크로익 거울(170) 및 제 1 위치(172A)에 있을 때, 눈(106)에 장면(162)의 이미지를 반사하고, 제 2 위치(172B)에 있을 때 직접적으로 장면(162)을 눈(106)이 볼 수 있게 하는 가동성 거울(172)을 포함한다.

개요에서, 방사원(114)은 입사 빔(102)을 생성하며, 이 입사 빔은 빔 분할기(116)에 의해 재반사되며, 그후, 다이크로익 거울(170)에 의해 반사되고, 그후, 눈(106)을 향해 가동성 거울(172)(제 1 위치(172A)에 있을 때)에 의해 다시 반사된다. 파면(100)은 수차를 유발하는 눈(1067)내의 결함에 의해 영향을 받는다. 파면(100)은 가동성 거울(172) 및 다이크로익 거울(170)을 통해 다시 반사된다. 파면(100)은 파면에 관련된 정보를 포착하는 센서(118)를 향해 빔 분할기(116)를 통과하고, 프로세서(159)가 정보를 처리한다. 입사 빔(102)은 도 3 및 도 4를 참조로 상술된 바와 같이 변조될 수 있다.

한편, 카메라(160)는 투사기(164)에 의해 그후 투사되게 되는 장면(162)의 이미지를 포착한다. 투사된 이미지는 센서(118)로부터의 정보에 기초하여 프로세서(159)에 의해 조절되는 적응 광학 장치(168)에 의해 변조된다. 변조된 이미지는 그후, 다이크로익 거울(170)에 의해 입사 빔(102)과 조합되고, 눈(106)으로 전달된다. 프로세서(159)는 눈(106)에 교정된 이미지를 생성하기 위해 센서(118)로부터의 정보에 기초하여 적응 광학 장치(168)를 조절한다. 교정된 이미지는 환자에 의한 교정 렌즈의 사용 없이 교정된 것 처럼 환자에게 나타나도록 의도적으로 탈선된 이미지이다.

도 5를 참조하면, 보다 명확하게, 장면(162)은 환자에 의해 보여질 수 있는 장면, 예로서, 시력검사표, 화상, 조각상 또는 실질적인 소정의 2 또는 3차원 물체이다. 카메라(160)는 이미지를 포착할 수 있는 종래의 카메라이다. 투사기(164)는 장면의 이미지를 투사할 수 있는 종래의 투사기이다. 투사기(164)는 출사된 이미지를 시준하기 위한 종래의 렌즈를 포함하는 것이 적합하다. 대안적으로, 공지된 거울이 출사 이미지를 시준하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명과 함께 사용하기 위한 적절한 카메라 및 투사기는 본 기술 분야에 잘 알려져 있다.

적응 광학 장치(168)는 교정 신호에 기초하여 투사기(164)에 의해 투사되는 이미지를 변조할 수 있는 장치이다. 후술될 바와 같이, 프로세서(159)는 센서(118)에서의 정보에 기초하여 교정 신호를 생성하고, 이는 적응 광학 장치(168)를 조절하기 위해 적응 광학 장치(168)로 피드백되며, 그에 의해, 투사 이미지를 변조하고, 눈(106)에서 교정된 이미지를 생성한다. 적응 광학 장치(168)는 적응 광학 장치(142)를 위해 상술된 유형 같은 변형가능한 거울일 수 있다.

프로세서(159)는 적응 광학 장치(168)를 제어한다. 이는 센서(118)로부터 정보를 수신하고, 이 정보를 분석하여, 눈(106)을 위한 교정된 이미지를 생성하도록 투사 이미지를 적절히 변조하기 위해 적응 광학 장치(168)를 조절하기 위

한 교정 신호를 산출한다. 프로세서(159)는 적응 광학 장치(168)를 조절하기 위한 교정 신호를 생성하기 위해 센서(118)로부터의 정보를 분석하기 위한 소프트웨어를 구동하도록 구성된 종래의 프로세서일 수 있다.

다이크로익 거울(170)은 일 주파수의 광을 통과시키고, 다른 주파수의 광을 반사하는 종래의 광학 장치이다. 양호한 실시예에서, 다이크로익 거울(170)은 상사원(114)으로부터의 광의 주파수를 반사하고, 투사기(164)에 의해 투사된 광의 주파수를 통과시키며, 그에 의해, 입사 빔(102)과 투사 이미지를 눈(106)을 향한 동일 광 경로상에 조합한다.

가동성 거울(171)은 제 1 위치(172A)에 있을 때, 눈(1067)을 향해 투사 이미지 및 입사 빔을 반사하며, 제 2 위치(172B)에 있을 때, 눈(106)이 장면(162)을 직접적으로 볼 수 있게 하는 종래의 거울이다. 가동성 거울(171)이 제 1 위치(172A)에 있을 때, 도 5의 파면 측정 장치는 눈(106)에 의해 도입된 수차를 결정하고, 눈(106)에 의해 보여지기 위해 투사기(164)에 의해 출사된 이미지를 변조할 수 있다. 가동성 거울(171)이 제 2 위치(172B)에 있을 때, 눈(106)은 장면을 직접적으로 볼 수 있고, 그에 의해, 교정된 이미지에 대한 비교를 위한 기준을 눈에 제공한다.

사용시, 도 5에 도시된 파면 측정 장치는 파면 측정 장치에 의해 결정된 교정 처방에 관한 피드백을 환자의 눈(106)으로 제공하고, 그에 의해, 교정 처방을 환자가 확인할 수 있게 한다. 최초에, 가동성 거울(172)은 제 2 위치(172B)에 위치되어 환자가 직접적으로 장면(162)을 볼 수 있게 한다. 그후, 가동성 거울은 제 1 위치(172A)에 배치되어 교정 처방을 결정하고, 장면의 이미지를 변조하고, 교정된 이미지를 눈(106)에 제공할 수 있게 한다. 환자는 그후 도 5의 파면 측정 장치에 의해 결정된 교정 처방의 정확도를 확인할 수 있다.

도 6은 제 1 종래의 파면 측정 장치(182), 제 2 종래의 파면 측정 장치(184) 및 프로세서9186)를 포함하는 쌍안 파면 측정 장치(180)를 도시한다. 수차는 쌍안 시계(즉, 양 눈으로 무엇인가를 보는)에 의해 영향을 받는 다는 것은 알려져 있다. 따라서, 양 눈으로 볼 때의 수차를 교정하는 한 쌍의 눈을 위한 교정 처방을 결정하기 위해, 양 눈이 동시에 측정될 필요가 있다. 도 6에 예시된 쌍안 파면 측정 장치는 양 눈의 수차가 실질적으로 동시에 결정될 수 있게 하며, 그에 의해 쌍안 시계에 의존하는 수차가 한 쌍의 눈(106A 및 106B)을 위해 정확하게 결정될 수 있게 한다.

제 1 파면 측정 장치(182)는 눈(106A)에 의해 도입된 수차를 측정한다. 제 1 파면 측정 장치(182)는 눈(106A)으로 안내되는 입사 빔(102A)에 응답하여 눈(106A)으로부터 출사하는 파면(100A)의 수차를 측정한다. 제 1 파면 측정 장치(182)는 제 1 눈(106A)에 의해 유도된 수차를 감지하고, 프로세서(186)에 의해 처리된 수차에 관련된 정보를 생성한다.

제 2 파면 측정 장치(184)는 눈(106B)으로 안내되는 입사 빔(102B)을 사용하고 입사 빔(102B)에 응답하여 눈(106B)으로부터 출사하는 파면(100B)의 수차를 측정하여 유사한 방식으로 눈(106B)에 의해 유도된 수차를 측정한다. 제 2 파면 측정 장치(184)는 눈(106B)에 의해 유도된 수차를 측정하고, 프로세서(186)에 의한 처리를 위해 수차에 관련된 정보를 생성한다.

프로세서(186)는 눈(106A 및 106B)의 쌍을 위한 교정 처방을 결정하기 위해, 각각 눈(106A 및 106B)에 관련된 두 개의 종래의 파면 측정 장치(182 및 184)로부터의 정보를 처리하기 위한 종래의 프로세서이다. 프로세서(186)는 실질적으로 동시에, 각 눈(106A 및 106B)에 의해 유도된 수차에 각각 관해 파면 측정 장치(182 및 184)에 의해 생성된 정보를 포착하고, 그에 의해, 쌍안 시계에 의해 영향을 받을 수 있는 것들을 포함하는 수차를 포착한다.

프로세서(186)는 각 눈(106A 및 106B)을 위한 정보를 처리하기 위한 단일 프로세서, 또는 눈 중 하나(106A)에 관련된 정보를 처리하기 위한 하나의 프로세서와 다른 눈(106B)에 관련된 정보를 처리하는 다른 프로세서 같은 복수의 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서(186)에 의해 사용되는 소프트웨어는 파면 수차를 결정하기 위한 종래의 소프트웨어로부터 선택되고, 두 개의 파면 측정 장치(182 및 184)와 함께 사용하도록 변형될 수 있다. 도 6에 도시된 쌍안 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한 종래의 소프트웨어의 변형은 본 기술 분야의 통상적인 기술 수준내에 있다.

이렇게 설명된, 본 발명의 몇몇 실시예, 다양한 변경, 변형 및 개선을 본 기술 분야의 숙련자들은 쉽게 알 수 있을 것이다. 여기에 명확히 기술되지 않았지만, 본 내용에 의해 명백한 바와 같은 이런 변경, 변형 및 개선은 본 설명의 일부인 것으로 간주되며, 본 발명의 개념 및 범주에 내포되는 것으로 의도된다. 따라서, 상기 설명은 단지 예일 뿐이며, 제한이 아니다. 본 발명은 하기의 청구범위에 의해 규정된 바 및 그 등가체에 의해서만 한정된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

안용 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한 눈으로의 입사 빔을 변조하기 위한 장치에 있어서,

상기 입사 빔에 응답하여 상기 눈으로부터 출사하는 파면의 이미지를 감지하기 위한 센서,

상기 입사 빔을 변조할 수 있는 적응 광학 장치, 및

상기 센서에 원하는 이미지를 생성하도록 상기 입사 빔을 변조하기 위해, 상기 센서로부터 정보를 수신하고, 상기 정보에 기초하여 상기 적응 광학 장치를 조절하기 위한 프로세서를 포함하는 파면 측정 장치.

청구항 2.
제 1 항에 있어서, 상기 원하는 이미지는 실질적인 원형인 파면 측정 장치.

청구항 3.
제 1 항에 있어서, 상기 센서는 Hartman-Shack 렌슬릿 어레이를 포함하는 파면 측정 장치.

청구항 4.
제 1 항에 있어서, 상기 센서는 상기 파면의 하나 이상의 샘플에서 상기 이미지를 감지하는 파면 측정 장치.

청구항 5.
제 1 항에 있어서, 상기 적응 광학 장치는 변형가능한 거울인 파면 측정 장 치.

청구항 6.
눈에 의해 유도된 수차 측정시 사용하기 위한 안용 파면 측정 장치에 있어서,

상기 안용 파면 측정 장치는 제 1 항에 기재된 장치를 포함하고,

상기 입사 빔을 생성하기 위한 방사원을 추가로 포함하는 안용 파면 측정 장치.

청구항 7.
제 6 항에 있어서, 상기 센서는 Hartman-Shack 렌슬릿 어레이를 포함하는 안용 파면 측정 장치.

청구항 8.
제 6 항에 있어서, 상기 파면의 수차를 감지하기 위한 제 2 센서를 추가로 포함하는 안용 파면 측정 장치.

청구항 9.
안용 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한 눈내로의 입사 빔을 변조하기 위한 장치에 있어서,

상기 입사 빔에 응답하여 상기 눈으로부터 출사하는 이미지를 감지하기 위한 센서, 및

상기 입사 빔을 변조할 수 있는 적응 광학 장치를 포함하고,

상기 적응 광학 장치는 상기 센서에서 원하는 이미지를 생성하도록 상기 입 사 빔을 변조하기 위해, 상기 센서로부터의 정보에 응답하여 변형하는 입사 빔 변조 장치.

청구항 10.
제 9 항에 있어서, 상기 센서로부터 상기 정보를 수신하고, 상기 센서에서 원하는 이미지를 생성하도록 상기 입사 빔을 변조하기 위해 상기 정보에 기초하여 상기 변형가능한 거울을 조절하기 위한 프로세서를 추가로 포함하는 입사 빔 변조 장치.

청구항 11.
안용 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한, 눈내로의 입사 빔을 변조하기 위한 방법에 있어서,

상기 입사 빔에 응답하여 상기 눈으로부터 출사하는 파면내의 이미지를 감지하는 단계, 및

원하는 감지 대상 이미지를 생성하도록 상기 입사 빔을 변조하는 단계를 포함하는 입사 빔 변조 방법.

청구항 12.
제 11 항에 있어서, 상기 파면 이미지 감지 단계는

센서에서 상기 이미지를 수신하는 단계, 및

상기 이미지에 관련된 정보를 생성하는 단계를 포함하는 입사 빔 변조 방법.

청구항 13.
제 12 항에 있어서, 상기 입사 빔 변조 단계는 변형가능한 거울로 상기 입사 빔을 변조하는 단계를 포함하는 입사 빔 변조 방법.

청구항 14.
제 13 항에 있어서, 상기 변형가능한 거울로 상기 입사 빔을 변조하는 단계는

상기 센서에서 상기 원하는 파면 이미지를 생성하기 위해 필요한 변형을 결정하도록 상기 파면 이미지에 관련된 상기 정보를 처리하는 단계, 및

상기 처리된 정보에 기초하여 상기 변형가능한 거울을 변형시키는 단계를 추가로 포함하는 입사 빔 변조 방법.

청구항 15.
눈에 의해 유도된 수차에 관련된 정보를 생성할 수 있는 안용 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한 교정 처방 확인 장치에 있어서,

이미지를 출사할 수 있는 투사기,

상기 투사기로부터 출사된 상기 이미지를 변조할 수 있는 적응 광학 장치, 및

상기 눈에 의해 유도된 수차에 관련된 정보를 수신하고, 교정된 이미지를 생성하기 위해 상기 적응 광학 장치를 조절할 수 있는 프로세서를 포함하는 교정 처방 확인 장치.

청구항 16.
제 15 항에 있어서, 상기 이미지는 장면으로부터 상기 이미지를 포착할 수 있는 카메라에 의해 생성되는 교정 처방 확인 장치.

청구항 17.
제 16 항에 있어서, 제 1 위치와, 제 2 위치를 가지는 가동성 거울을 추가로 포함하고,

상기 가동성 거울은 상기 제 1 위치에 있을 때, 상기 이미지를 상기 눈으로 안내하고, 상기 제 2 위치에 있을 때, 상기 눈이 상기 장면을 직접적으로 볼 수 있게 하는 교정 처방 확인 장치.

청구항 18.
제 15 항에 있어서, 상기 적응 광학 장치는 변형가능한 거울인 교정 처방 확인 장치.

청구항 19.
환자의 눈에 의해 유도된 수차에 관련된 정보를 생성할 수 있는 안용 파면 측정 장치와 함께 사용하기 위한 환자에게 장면을 표시하기 위한 교정 처방 확인 방법에 있어서,

상기 장면의 이미지를 포착하는 단계,

상기 장면의 상기 이미지를 출사하는 단계, 및

상기 눈에서 교정된 이미지를 생성하도록 상기 눈에 의해 유도된 수차에 관련한 상기 정보에 기초하여 상기 출사된 이미지를 변조하는 단계를 포함하는 교정 처방 확인 방법.

청구항 20.
제 19 항에 있어서, 가동성 거울이 제 1 위치에 있을 때, 상기 눈으로 상기 이미지를 안내하는 단계, 및

상기 가동성 거울이 제 2 위치에 있을 때, 상기 눈이 상기 장면을 직접적으로 볼 수 있게 하는 단계를 추가로 포함하는 교정 처방 확인 방법.

청구항 21.
한 쌍의 눈의 수차를 결정하기 위한 쌍안 파면 수차 측정 장치에 있어서,

상기 눈의 쌍의 제 1 눈에 의해 유도된 상기 수차를 측정하기 위한 제 1 안용 파면 측정 장치, 및

상기 눈의 쌍의 제 2 눈에 의해 유도된 상기 수차를 측정하기 위한 제 2 안용 파면 측정 장치를 포함하고,

상기 눈의 쌍 각각을 위한 교정 처방을 결정하여 쌍안 시계 교정을 가능하게 하기 위해, 실질적으로 동시에, 상기 제 1 안용 파면 측정 장치는 상기 제 1 눈에 의해 유도된 상기 수차를 측정하고, 상기 제 2 안용 파면 측정 장치는 상기 제 2 눈에 의해 유도된 상기 수차를 측정하는 쌍안 파면 수차 측정 장치.

청구항 22.

한 쌍의 눈과 함께 사용하기 위한 쌍안 파면 수차 측정 방법에 있어서,

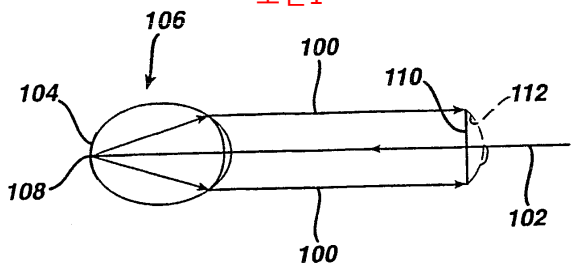
(a) 상기 눈의 쌍의 제 1 눈에 의해 유도된 수차를 측정하는 단계,

(b) 상기 (a) 단계와 실질적으로 동시에, 상기 눈의 쌍의 제 2 눈에 의해 유도된 수차를 측정하는 단계, 및

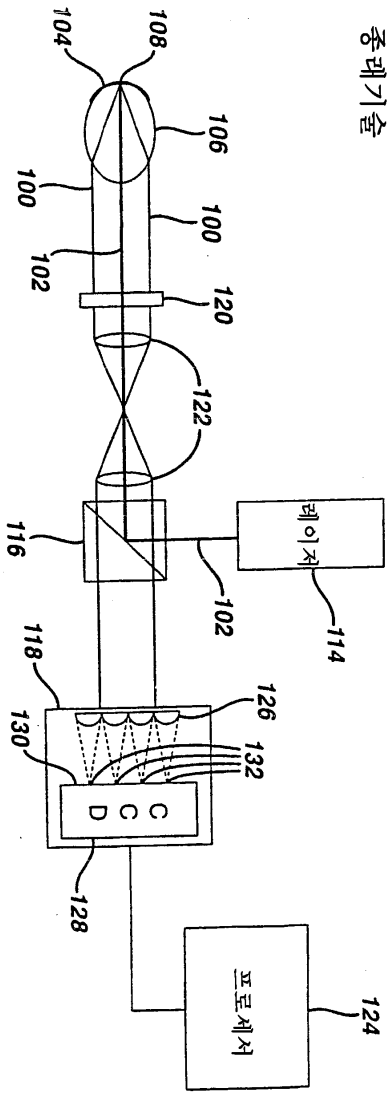
(c) 상기 제 1 눈을 위한 제 1 교정 처방과 상기 제 2 눈을 위한 제 2 교정 처방을 결정하는 단계를 포함하는 쌍안 파면 수차 측정 방법.

도면

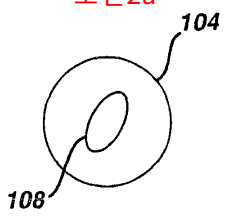
도면1



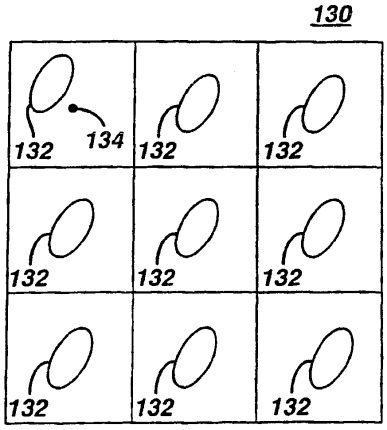
도면2



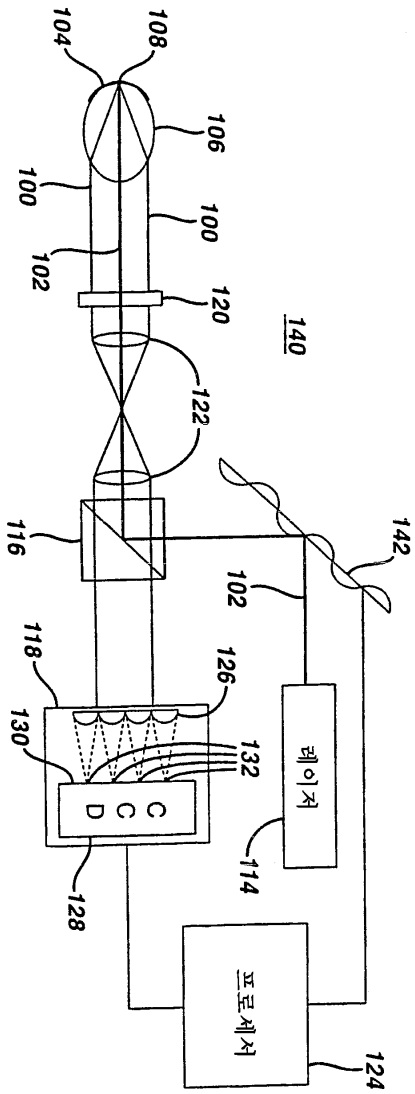
도면2a



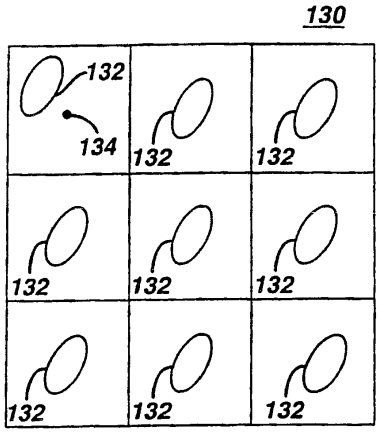
도면2b



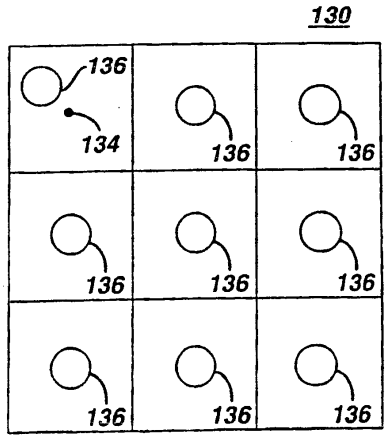
도면3


104
108
106
100
100
102
120
140
122
116
142
102
118
126
130
132
CCD
레이저
114
128
프로세서
124

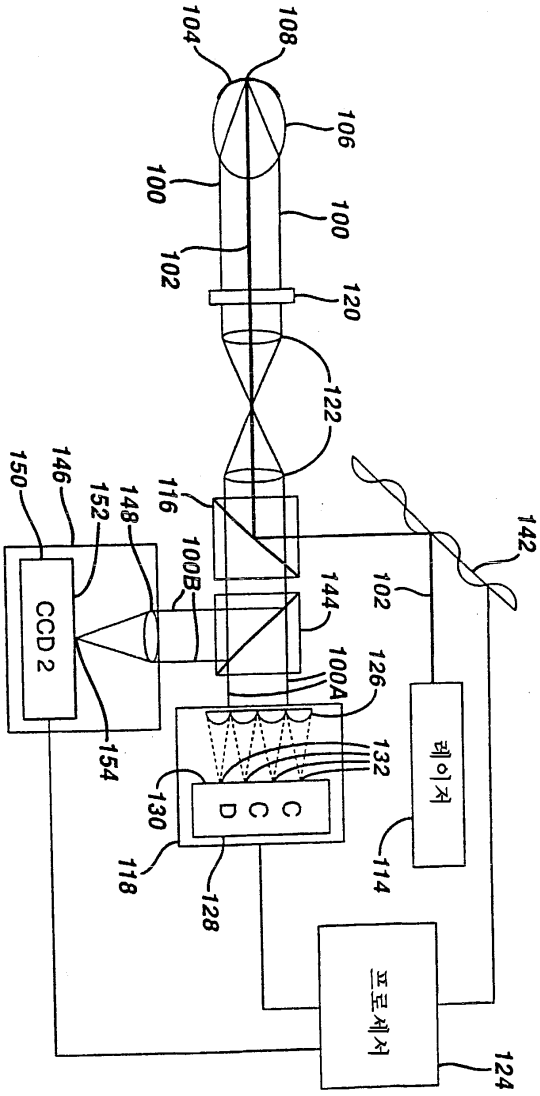
도면3a


130
132
134
132
132
132
132
132
132
132
132
132
132

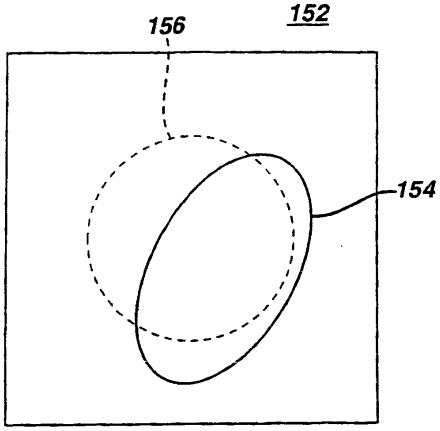
도면3b


130
136
134
136
136
136
136
136
136
136
136

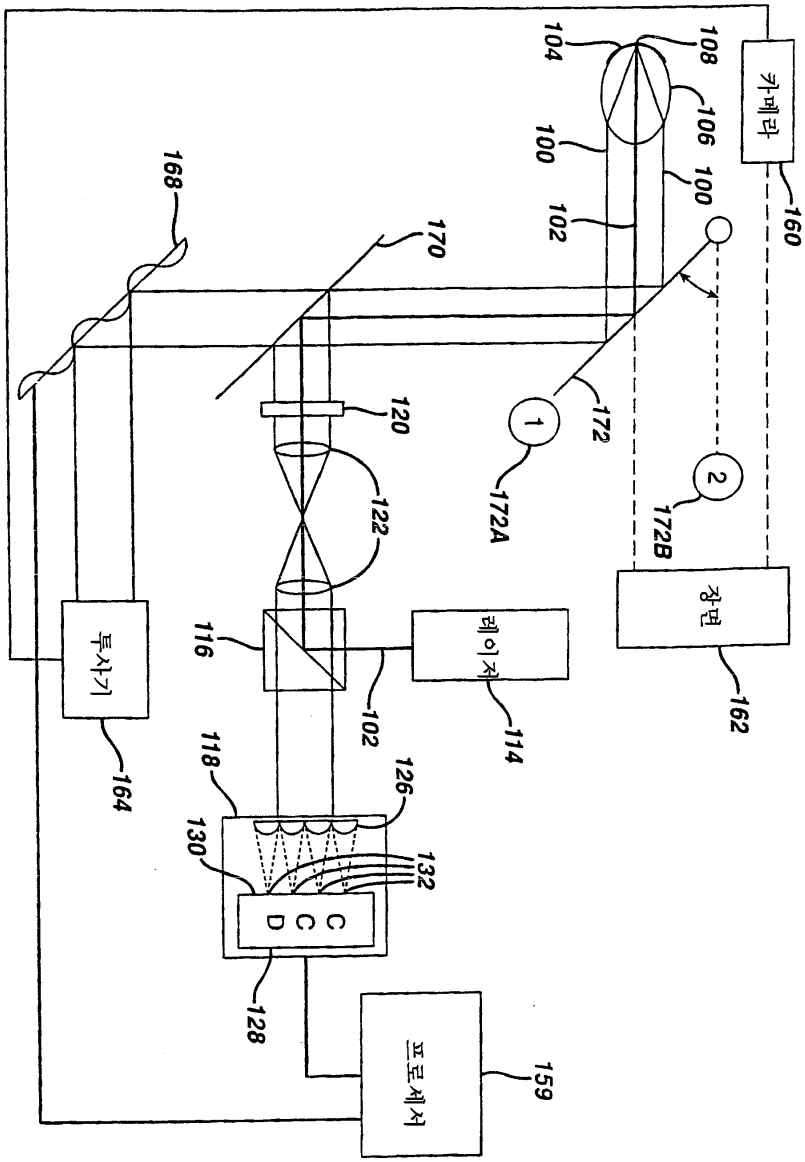
도면4


104
108
106
100
100
102
120
122
116
142
150
146
152
148
100B
144
102
CCD 2
100A
126
132
154
130
C
C
D
레이저
118
128
114
프로세서
124

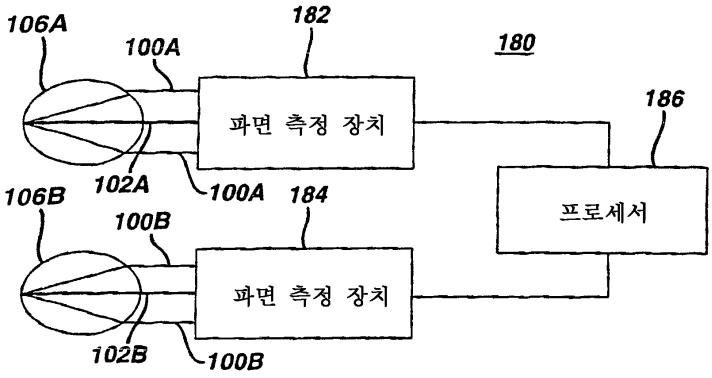
도면4a


156
152
154

도면5


104
108
106
100
100
102
카메라
160
168
170
120
122
1
172
172A
2
172B
장면
162
투사기
164
116
레이저
114
102
118
126
130
132
CCD
128
프로세서
159

도면6


106A
100A
182
180
186
파면 측정 장치
102A
100A
106B
184
100B
프로세서
파면 측정 장치
102B
100B