



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월08일  
(11) 등록번호 10-1684566  
(24) 등록일자 2016년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 3/10 (2006.01) A61B 3/113 (2006.01)  
A61B 3/14 (2006.01) A61B 6/00 (2006.01)  
A61F 9/00 (2006.01) A61N 5/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7021537  
(22) 출원일자(국제) 2011년12월30일  
심사청구일자 2014년08월28일  
(85) 번역문제출일자 2014년07월30일  
(65) 공개번호 10-2014-0116461  
(43) 공개일자 2014년10월02일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2011/006614  
(87) 국제공개번호 WO 2013/097885  
국제공개일자 2013년07월04일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2010268990 A

(73) 특허권자  
웨이브라이트 게엠베하  
독일 에르란겐 암 울프스텐텔 5 (우 91058)  
(72) 발명자  
도니츠키 크리스토프  
독일 90542 엑켄탈/에스체나우 베에르바헤르 스트  
라세 2  
뷔엘너 크리스티안  
독일 91096 뢰렌도르프 쉬발벤베그 1  
(74) 대리인  
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 18 항

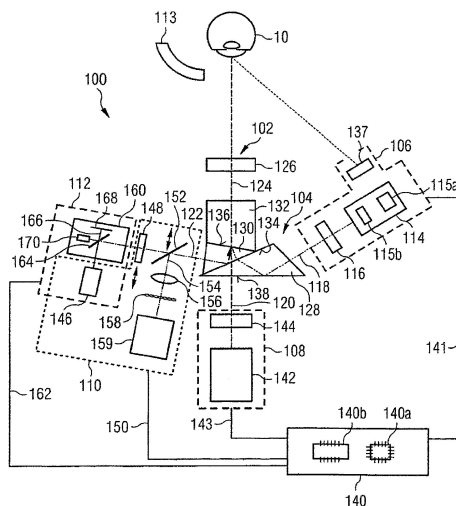
심사관 : 이재균

(54) 발명의 명칭 일체형 안과용 장치

(57) 요약

안과용 방사선용 일체형 안과용 장치(100)가 제공된다. 상기 장치는 방사선 인터페이스(102), 광학 브랜치 커플러(104), 및 복수의 안과용 유닛(106, 108, 110, 112)을 포함한다. 방사선 인터페이스는 광학 경로(124) 상의 출력 및 포착된 방사선 중 적어도 하나로 구성된다. 광학 경로는 환자의 눈을 향하여 지향가능하다. 광학 브랜치 커플러는 출력 방사선을 복수의 광학 브랜치(118, 119, 120, 122, 123)로부터 광학 경로로 커플링하고 포착된 방사선을 광학 경로로부터 광학 브랜치로 커플링하도록 구성된다. 포착된 방사선은 광학 브랜치 커플러에 의해 광학 브랜치로 스펙트럼으로 스플릿된다. 광학 브랜치 각각은 상이한 스펙트럼 범위를 갖는다. 복수의 안과용 유닛 각각은 광학 브랜치들 중 하나에 커플링되도록 배열된다.

대표도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

안과용 방사선을 위한 장치로서,

눈쪽으로 지향가능한 광학 경로 상에서의 방사선의 출력 및 포착 중 적어도 하나를 하도록 구성된 방사선 인터페이스;

출력 방사선을 세 개의 광학 브랜치들로부터 상기 광학 경로로 커플링하도록 그리고 포착된 방사선을 상기 광학 경로로부터 상기 광학 브랜치들로 커플링하도록 구성된 광학 브랜치 커플러로서, 상기 광학 경로 및 상기 세 개의 광학 브랜치들은 테트라포드(tetrapod) 구조로 배열되고, 포착된 방사선은 상기 광학 브랜치들로 스펙트럼 스플릿(spectrally split)되고, 상기 광학 브랜치들 각각은 상이한 스펙트럼 범위를 갖는, 광학 브랜치 커플러; 및

각각이 상기 광학 브랜치들 중 하나 이상에 커플링하도록 배열되는, 복수의 안과용 유닛들을 포함하는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 2

청구항 제1항에 있어서,

상기 광학 브랜치 커플러는 하나 이상의 빔 스플리터를 포함하고, 이 빔 스플리터 각각이 상이한 스펙트럼 투과율 또는 스펙트럼 반사율을 가지는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 3

청구항 제1항에 있어서,

상기 광학 브랜치 커플러는 멀티브랜치형 색선별(dichroic) 프리즘을 포함하는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 4

청구항 제3항에 있어서,

상기 멀티브랜치형 색선별 프리즘은 각각 방사선의 파장에 따라 방사선을 전달하거나 반사하도록 구성된 하나 이상의 광학 코팅을 구비한 하나 이상의 광학 인터페이스들을 가지는 유리 프리즘들을 포함하는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 5

청구항 제3항에 있어서,

상기 멀티브랜치형 색선별 프리즘은 색선별 크리스탈 및 복굴절 크리스탈 중 적어도 하나를 포함하는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 6

청구항 제4항에 있어서,

상기 유리 프리즘의 광학 인터페이스는 직접 접촉되거나 함께 접촉되는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 7

청구항 제1항에 있어서,

상기 안과용 유닛이 동시에 작동되도록 구성된 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 8

청구항 제1항에 있어서,

두 개 이상의 안과용 유닛은 광학 브랜치 중 하나에 커플링되도록 배열되는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 9

청구항 제1항에 있어서,

상기 안과용 유닛 중 하나는 안과용 치료를 위한 광학 브랜치에 출력 방사선을 인가하도록 구성되는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 10

청구항 제1항에 있어서,

상기 안과용 유닛 중 하나는 눈의 움직임을 감지하고, 고정 타깃을 제공하고 수용 타깃을 제공하는 것 중 적어도 하나를 수행하도록 구성되는 고정 유닛을 포함하는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 11

청구항 제1항에 있어서,

상기 안과용 유닛 중 하나는 OCT 측정을 수행하도록 구성된, 광학 간섭 단층 촬영 유닛(또는 OCT 유닛)인 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 12

청구항 제11항에 있어서,

상기 OCT 유닛은 간섭계 및 광대역 광원, 선택적으로 발광 다이오드, 초발광 다이오드, 초연속 광원, TK사파이어 레이저, 및 스위프트(swept) 소스 중 적어도 하나를 포함하는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 13

청구항 제11항에 있어서,

멀티브랜치형 색선별 프리즘에서의 광학 브랜치들의 광학적 길이는 상이하고 OCT 측정의 상이한 측정 깊이에 대응하는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 14

청구항 제1항에 있어서,

안과용 유닛 중 적어도 하나는 포착된 방사선의 파면을 결정하도록 구성된 파면 유닛인 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 15

청구항 제11항에 있어서,

상기 OCT 유닛 및 파면 유닛은 광대역 광원을 공유하고, 상기 파면 유닛은 협대역 필터를 광대역 광원에 선택적으로 적용하도록 추가로 구성되는 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 16

청구항 제1항에 있어서,

상기 안과용 유닛들 중 적어도 하나가 상기 눈의 샤임플러그(scheimpflug) 측정을 수행하도록 구성된 조명 유닛인 안과용 방사선을 위한 장치.

#### 청구항 17

청구항 제1항에 있어서,

상기 안과용 유닛 중 적어도 하나는 눈의 표면의 토포그래피를 측정하도록 구성된 각막 토포그래피(topography) 유닛인 안과용 방사선을 위한 장치.

## 청구항 18

청구항 제1항에 있어서,

상기 복수의 안과용 유닛의 각각을 제어하고 상기 안과용 유닛들 중 두 개 이상에 의해 결정된 결과를 기초로 하여 복수의 값들을 연산하도록 구성된 제어기를 더 포함하는 안과용 방사선을 위한 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 안과 기술에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 안과용 방사선을 제공하고 및/또는 방사선을 분석하는 일체형 안과용 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 안과 진단을 위한 여러 장치들이 아주 특정된 여러 진단 적용을 위해 설계되어 왔다. 일례로서, "웨이브라이트(WaveLight(등록상표), 토폴라이저(Topolyzer)<sup>TM</sup>, 바리오(Vario)<sup>TM</sup> 및 웨이브라이트(등록상표), 오큐라이저(Oculyzer)<sup>TM</sup> II(각각 출원인에 의해 발매됨)는 각각 국소 해부학 측정 및 샤임플러그(Scheimpflug) 측정을 제공한다. 더욱이, 안과 진단을 위한 현대(present day)의 장치들 중 일부는 단지 차례로 적용될 수 있는 두 개의 상이한 측정 기술을 수용한다. 루노(Luneau)/비저닉스(visionix)에 의한 "비저닉스 L80 웨이브(Wave)+는 샤임플러그 측정에 대한 예시적인 장치이다.

[0003] 다수의 안과용 장치들을 설치하고 배치하는 것은 큰 설치 공간이 요구된다는 점과 투자 및 관리 양자 모두에 대한 많은 비용 때문에 불리하며, 이는 심지어 의료 행위 또는 임상 의학에서 안과용 장치의 적용을 방해할 수 있다. 또한, 환자가 여러 가지 장치를 이용한 다수의 측정을 받게 될 때에 환자의 협조가 중단되는 것도 볼 수 있었다. 더 짧은 시간에 안과 수술을 완료하는 것이 가능하였다면, 의료 행위, 임상 의학 및 건강 보험 기금을 포함하는, 환자 및 이윤 추구 기업을 위한 상당한 진보가 있었을 것이다.

### 발명의 내용

[0004] 따라서, 본 발명의 목적은 감소된 공간 요건을 가지고 더 신속하게 안과 수술을 완료할 수 있는 일체형 안과용 장치를 제공하는 데 있다.

[0005] 상기 목적은 청구항 1에 따른 일체형 안과용 장치에 의해 달성된다. 상기 일체형 안과용 장치는 방사선 인터페이스(radiation interface), 광학 브랜치 커플러(optical branch coupler) 및 복수의 안과용 유닛을 포함한다. 방사선 인터페이스는 광학 경로 상의 방사선의 포착 및 출력 중 적어도 하나를 하도록 구성된다. 광학 경로는 눈을 향하여 지향 가능하다. 광학 브랜치 커플러는 출력 방사선을 복수의 광학 브랜치로부터 광학 경로로 커플링(coupling)하고 포착된 방사선을 광학 경로로부터 광학 브랜치로 커플링하도록 구성된다. 포착된 방사선은 스펙트럼으로 광학 브랜치로 스플릿(split)된다. 상이한 스펙트럼 범위는 각각의 광학 브랜치로 커플링된다. 각각의 안과용 유닛은 한 개, 두 개, 또는 세 개 이상의 광학 브랜치를 커플링하도록 배열된다.

[0006] 방사선 인터페이스는 방사선 통공을 가질 수 있다. 방사선 통공은 장치의 하우징 내의 개구에 의해 실시되고 반투명 윈도우(translucent window) 및 입구 렌즈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 방사선 통공은 광학 경로 상에 방사선을 출력하고 그리고/또는 포착하도록 구성될 수 있다. 광학 브랜치의 상이한 스펙트럼 범위의 커플링은 광학 경로로부터 포착된 방사선에 관련될 수 있다.

[0007] 각각의 안과용 유닛은 하나 이상의 상이한 스펙트럼 범위에서 작동할 수 있다. 상기 작동은 방사선의 제공 및 처리(processing) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 각각의 안과용 유닛은, 각각의 안과용 유닛이 커플링되도록 배열된, 하나 이상의 광학 브랜치에 대응하는 스펙트럼 범위에서 작동할 수 있다. 스펙트럼 스플릿팅(spectral splitting)에 의해, 상기 장치는 하나 및 동일한 광학 경로를 사용하는 다중 안과용 기술을 제공할 수 있다. 스펙트럼 스플릿팅은 상이한 스펙트럼 범위일 수 있다. 안과용 유닛 중 하나 또는 모두의 작동은 측정

을 포함할 수 있으며, 이러한 측정은 광학 측정을 포함할 수 있다. 측정 중 일부 또는 모두는 광학 측정 축선을 형성할 수 있는 광학 경로 상에서 병행될 수 있다. 일부 또는 모두의 안과용 유닛은 광학 경로 상의 안과용 유닛의 측정을 수행할 수 있고 상이한 안과 기술을 제공할 수 있다. 안과용 유닛들은 독립적으로 작동될 수 있다.

[0008] 유용하게는 소정의 실시예에서, 하나 이상의 안과 수술의 여러 단계가 더 짧은 시간 내에 완료될 수 있다. 동일한 광학 경로를 사용함으로써, 상기 장치를 더 컴팩트하게 설계(compact design)할 수 있다. 더욱이, 상기 장치는 환자에게 복수의 상이한 안과 기술을 위한 균일한 인터페이스를 제공할 수 있다. 단일의 균일한 인터페이스는 방사선 인터페이스에 의해 달성될 수 있다. 다수의 장치들을 사용하는 것을 피할 수 있다. 상기 장치는 안과 수술을 더욱 신속하게 완료할 수 있다. 더 많은 환자들은 최신의 광학 기술을 더 빠르고 더 낮은 비용으로 받을 수 있다.

[0009] 특히, 상기 장치는 광학적 안과 또는 안과학적 분석, 진단, 및/또는 치료를 위한 장치일 수 있다. 분석, 진단 또는 치료는 비접촉식일 수 있다. 광학 경로는 눈을 향하여 지향가능한 장치의 단일의 광학 경로일 수 있다. 복수의 광학 브랜치로부터 광학 경로 내로의 출력 방사선의 커플링은 출력 방사선의 합성일 수 있다. 광학 경로로부터 광학 브랜치 내로의 포착된 방사선의 커플링은 포착된 방사선의 분해일 수 있다. 여러 곳에서, 용어 "광(light)" 또는 "광학(optical)", 또는 접두사 "광(photo-)"은 전자기 방사선, 또는 적외선 스펙트럼, 가시광선 스펙트럼(visible spectrum) 및 자외선 스펙트럼 중 적어도 하나에서 전자기 방사선을 프로세싱하는 구성요소를 지칭할 수 있다. 안과용 유닛들 각각이 작동하는 스펙트럼 범위는 특정한 측정에 유용할 수 있다. 안과용 유닛의 작동은 포착된 방사선 및 출력 방사선의 방사 분석 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0010] 상이한 스펙트럼 범위는 전자기 방사선의 상이한 파장(또는 주파수), 상이한 스펙트럼 최대값, 상이한 스펙트럼 중간값(center), 비-중첩 스펙트럼 범위, 독립형(separate) 스펙트럼 범위, 및 분리형(disjoined) 스펙트럼 범위 중 적어도 하나를 가질 수 있다. 상이한 스펙트럼 범위 내로의 스펙트럼 스플릿팅에 기초하여, 상이한 스펙트럼 범위에서 작동 가능한 적어도 상기 안과용 유닛을 독립적으로 설계할 수 있다. 안과용 유닛은 미리 정해진 스펙트럼 범위 내에서 작동되도록 특정될 수 있고 상기 미리 정해진 스펙트럼 범위에서만 작동될 수 있다. 미리 정해진 스펙트럼 범위는 상이한 스펙트럼 범위의 서브세트(subset)일 수 있다. 장점으로서, 장치의 개발 또는 안과용 유닛의 추가 개발이 제공(distribute)될 수 있다.

[0011] 대안적으로 또는 부가적으로, 안과용 유닛 또는 이들의 작동은 상호 의존적일 수 있다. 예로서, 제1 안과용 유닛은 제1 스펙트럼 범위 내의 자극 광선을 제1 광학 브랜치 내로 방사하도록 구성된 자극 광원을 포함할 수 있다. 포착된 방사선은 제2 스펙트럼 범위 형광에 포함될 수 있다. 형광은 자극 광선에 의해, 예를 들면 눈으로 적용된 형광 염료에 의해 유발될 수 있다. 제2 안과용 유닛은 형광광을 검출하도록 구성될 수 있다. 제2 안과용 유닛은 제2 스펙트럼 범위에 대응하는 제2 광학 브랜치에 커플링될 수 있다. 대안적으로, 제2 안과용 유닛은 또한 제1 광학 브랜치에 커플링될 수 있다. 제1 광학 브랜치는 제1 스펙트럼 범위 및 제2 스펙트럼 범위 양자 모두에서 방사선을 전달할 수 있다.

[0012] 광학 커플러는 하나 이상의 빔 스플리터(splitter)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 빔 스플리터 각각은 상이한 스펙트럼 투과율 및/또는 상이한 스펙트럼 반사율을 가질 수 있다. 일반적으로, 스플릿팅은 코팅, 층, 또는 박막에서의 간섭에 기초로 할 수 있다. 하나 이상의 빔 스플리터 각각은 서로 접촉되는 한 쌍의 삼각형 유리 프리즘, 부분 투과 거울, 부분 반사를 제공하는 얇은 코팅을 가진 유리판, 색선택 거울(dichroic mirror), 얇은 유전체 층을 구비한 기관, 일련의 이 같은 층, 금속 층 및 유전체 층의 일련의 교번 배열, 및 색선택 프리즘 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 삼각형 유리 프리즘은 이등변 및 직각 삼각형 유리 프리즘을 포함할 수 있다. 삼각형 유리 프리즘은 쌍으로 접촉될 수 있고 기초 표면에 서로 접촉될 수 있다.

[0013] 광학 커플러는 색선택 프리즘을 포함할 수 있다. 색선택 프리즘은 멀티 브랜치형(multi-branched)일 수 있다(또한 "멀티채널 색선택 프리즘(multichannel dichroic prism)"이라 불린다). 일반적으로, 스펙트럼 스플릿팅은, 특히 간섭 및/또는 복굴절에 의해 색선택에 기초할 수 있다. 멀티브랜치형 색선택 프리즘은 위에서 언급된 바와 같이, 예를 들면 간섭에 의해, 방사선의 파장에 의존하여 방사선을 선택적으로 전달하거나 반사하도록 구성된 광학 코팅을 포함하는 광학 인터페이스를 가지는 두 개 또는 세 개 이상의 유리 프리즘을 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 멀티브랜치형 색선택 프리즘은 단결정체로서의 색선택 크리스탈 및 단결정체로서의 복굴절 크리스탈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 멀티브랜치형 색선택 프리즘은 색선택 크리스탈 또는 복굴절 크리스탈로 제조된 하나 이상의 프리즘을 포함할 수 있다. 색선택 크리스탈 및 복굴절 크리스탈 중 적어도 하나를 포함하는 프리즘은 총괄하여 "크리스탈 프리즘(crystal prism)"이라 한다. 크리스탈 또는 크리스탈 프리즘은 방사선의 파장 및 방사선의 편광 중 적어도 하나에 의존하는 굴절률을 가질 수 있다. 방사선의 색선택 스플릿팅

은 감색 필터들(subtractive filters)에 비해 상당히 더 효율적이 될 수 있다. 이에 따라, 예를 들면, 조명을 위해 눈으로 인가되는 출력 방사선의 강도가 감소될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 크리스탈 또는 크리스탈 프리즘은 방사선의 파장 및 방사선의 편광 중 적어도 하나에 의존하는 흡수율(opsorptance)을 가질 수 있다.

[0014] 프리즘, 예를 들면 유리 프리즘 및/또는 색선택 크리스탈 프리즘의 광학 인터페이스는 직접 접촉 및/또는 서로 접촉되어 배치될 수 있다. 이에 의해 광학 브랜치 커플러를 더더욱 컴팩트하게 설계할 수 있게 되고, 이에 따라 장치도 더더욱 컴팩트하게 설계할 수 있게 된다. 더욱이, 상기 장치가 더욱 튼튼해진다. 상기 장치는 광학 구성 요소들이 잘 한정된 상대적 배열로 배치되기 때문에 더 큰 내진성(shockproof)을 가질 수 있다. 이러한 배치는, 예를 들면 상기 장치가 모바일 장치(mobile device) 또는 테이블-톱 장치(table-top device)일 때, 유용할 수 있다.

[0015] 안과용 유닛들은 동시에 작동될 수 있다. 안과용 유닛들 중 어느 하나의 작동은 포착된 방사선의 분석 및 출력 방사선 방사의 분석 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 결과적으로, 수술의 여러 단계들이 병행해서 수행될 수 있다. 이에 따라, 안과 진단 및/또는 안과 치료를 위해 요구되는 시간이 감소될 수 있다.

[0016] 상기 장치 내의 광학 브랜치의 총 개수는 두 개, 세 개, 네 개, 또는 다섯 개일 수 있다. 광학 브랜치의 개수는 광학 브랜치들 중 하나에 커플링되는 안과용 유닛의 개수에 대응할 수 있다. 이는 상기 장치의 출력으로서 방사선 인터페이스 또는 광학 경로의 복잡성 및 크기를 증가시키지 않으면서 복수의 안과용 유닛 및 대응하는 안과 기술을 포함하도록 허용된다. 또한, 출력 옵틱스(optics)는 일부 또는 모든 안과용 유닛에 의해 공유될 수 있다. 출력 옵틱스는 광학 경로에 배열될 수 있다.

[0017] 더욱이, 안과용 유닛의 두 개 또는 세 개 이상은 광학 브랜치 중 하나에 커플링되도록 배열될 수 있다. 이에 따라, 광학 요소는 공유될 수 있다. 예를 들면, 두 개 또는 세 개 이상의 안과용 유닛을 위해 사용되는 광학 요소는 공유될 수 있다. 결과적으로, 두 개 또는 세 개 이상의 안과용 유닛은 상기 장치의 더더욱 컴팩트한 설계를 위해 크기가 감소될 수 있다.

[0018] 광학 브랜치 커플러는 광학 경로 상에 배열될 수 있다. 광학 브랜치는 광학 브랜치 커플러에 대하여 별(star)-형상 배열을 가질 수 있다. 유사하게, 광학 브랜치에 커플링되는 대응하는 안과용 유닛은 별-형상 배열체를 가질 수 있다. 광학 배열체의 광학적 길이는 조정가능하거나 고정될 수 있다. 광학 브랜치의 광학적 길이는 동일하게 되거나 균형이 맞추어질 수 있다. 광학 브랜치 커플러는 안과용 유닛들 사이에 배열되며, 예를 들면 중앙에 위치될 수 있다. 안과용 유닛들은 광학 브랜치 커플러에 대하여 2차원 또는 3차원으로 배치(distribute)될 수 있다. 세 개의 광학 브랜치의 경우, 광학 경로 및 세 개의 광학 브랜치는 테트라포드(tetrapod) 구조로 배열될 수 있다. 테트라포드 구조에서, 광학 경로 및 세 개의 광학 브랜치, 또는 이들의 선형 연장부는 4면각을 둘러쌀 수 있다. 세 개의 안과용 유닛의 경우, 안과용 유닛은 네 개의 4면체 꼭짓점 중 세 개에 배열될 수 있다. 광학 브랜치 커플러는 4면체의 중앙에 위치될 수 있다.

[0019] 방사선 인터페이스는 임의의 적어도 부분적으로 투명한 표면 또는 개구일 수 있다. 방사선 인터페이스는 출력 옵틱스, 특히 대물렌즈를 포함할 수 있다. 소정의 실시예에서, 복수의 안과용 유닛들 중 두 개 또는 세 개 이상에 의해, 예를 들면 눈을 향하여 광학 경로를 지향시키기 위해 사용된 광학 요소는 광학 경로 상의 눈을 향하여 하나의 인터페이스로서 배열될 수 있다. 이는 광학 요소의 개수 및 장치의 크기가 감소되는 것을 허용한다.

[0020] 안과용 유닛들 중 적어도 하나는 안과 치료를 위한 이의 광학 브랜치 내로 출력 방사선이 인가되도록 구성될 수 있다. 인가된 출력 방사선은 제거를 위한 레이저 광 또는 교차 결합을 위한 자외선 광일 수 있다. 교차 결합(또한 "큐어링(curing)" 또는 "하드닝(hardening)"이라 불림)은 광산화 교차 결합을 포함할 수 있다. UV-A 광은 리보플라빈, 디아지린(diazirine) 급의 유기 분자, 또는 임의의 다른 적절한 교차 결합제와 관련하여 교차 결합을 위해 사용될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 상기 장치는 눈의 시력 교정 수술 또는 원추 각막의 치료를 수행할 수 있다. 출력 방사선은 UV, 가시광선, 또는 IR 스펙트럼일 수 있다. 출력 방사선은 펄스 레이저 또는 피코초 레이저 또는 아토초 레이저와 같은 초단파 펄스 레이저에 의해 생성될 수 있다. 유용하게는, 수술 또는 치료의 결과는 다른 외과용 유닛 중 적어도 하나에 의해 실시간으로 관측되거나 정량화될 수 있다.

[0021] 안과용 유닛 중 하나는 눈의 위치를 감지하고, 눈의 움직임 감지하고, 환자가 초점을 맞출 수 있는 고정 타깃을 제공하고 및/또는 수용 타깃을 제공하는 것 중 적어도 하나로 구성되는 고정 유닛을 포함할 수 있다. 눈은 동공 또는 홍채의 영상 인식에 의해 감지될 수 있다. 측정은 고정 유닛에 의해 감지된 눈의 위치 또는 움직임에 따라 교정되거나 폐기될 수 있다. 측정은 다른 안과용 유닛 중 적어도 하나에 의해 동시에 수행될 수 있다. 눈

의 위치 또는 눈의 움직임은 이의 가상 영상 또는 고정 타깃에 의해 제어 가능하게 될 수 있다. 고정 타깃 또는 이의 가상 영상이 움직일 수 있다. 눈의 수용 상태는 수용 타깃 또는 이의 가상 영상에 의해 제어 가능하게 될 수 있다. 수용 타깃 또는 이의 가상 영상은 초점 길이를 가변 가능하다.

[0022] 고정 유닛의 광학 브랜치, 즉 고정 유닛에 커플링되는 광학 브랜치는 광학 브랜치 커플러를 통하여 똑바로 통과할 수 있다. 대안적으로, 안과 치료를 위한 출력 방사선을 인가하는 안과용 유닛은 광학 경로를 연장하는 직선 상에 배열될 수 있다. 양자 모두의 경우에서, 다른 광학 브랜치는 광학 경로에 대하여 측방향으로 연장될 수 있다. 따라서, 광학 브랜치 커플러를 통하여 직선으로 통과하는 광학 브랜치 상의 반사의 회수는 최소화될 수 있다. 반사 회수의 최소화는 저 강도의 포착된 방사선을 분석하거나 고 강도의 출력 방사선을 방사하기에 유용할 수 있다. "저(low)"는 각막 조명 강도의 5% 또는 그 미만, 예를 들면, 1%와 관련될 수 있다. "고(high)"는 각막 제1 강도 또는 분해 강도의 50% 또는 그 초과와 관련될 수 있다.

[0023] 안과용 유닛들 중 하나는 광학 간섭 단층 촬영 장치(OCT) 유닛일 수 있다. OCT 유닛은 OCT 측정을 수행하도록 구성될 수 있다. OCT 유닛은 저간섭 광원(예를 들면, 발광 다이오드(LED), 광대역 광원, 초연속 광원, 예를 들면, 시간 엔코딩 주파수 도메인 OCT를 위한 스위프드 소스(Swept source), Ti:사파이어 레이저, 또는 초발광 다이오드(SLD)) 및 간섭계를 포함할 수 있다. 결과적으로, 각막 두께의 맵(map)은, 예를 들면 또한 여기서 광학 간섭 파치메트리(Optical Coherence Pachymetry; OCP)라 불리는 광학 저-간섭 반사 측정(OLCR)에 의해 결정될 수 있다.

[0024] 멀티브랜치형 색선별 프리즘에서 광학 브랜치의 광학적 길이는 상이할 수 있다. 각각의 광학 브랜치의 상이한 광학적 길이는 상이한 관통 깊이 또는 OCT 측정의 측정 길이에 대응할 수 있다. 두 개의 각각의 광학 브랜치의 두 개의 상이한 광학적 길이를 기초로 하여, 공간적으로 분리된 해부학적 구조 또는 조직과 같은, 공간적으로 분리된 색선, 특히 눈의 앞 부분 및 뒤 부분, 예를 들면 각막, 렌즈, 망막, 및 다른 해부학적 구조 중 두 개 또는 세 개 이상이 동시에 감지가능하다.

[0025] 안과용 유닛 중 적어도 하나는 포착된 방사선의 파면(wavefront)을 측정하도록 구성된 파면 유닛일 수 있다. 파면 유닛은 파면 광원 및 렌즈렛(lenslet) 어레이를 포함할 수 있다. 예를 들면, 파면 유닛 및 OCT 유닛은 광대역 광원을 공유할 수 있다. 결론적으로, OCT 유닛 및 파면 유닛은 크기가 감소할 수 있어, 장치의 더더욱 컴팩트한 설계를 허용한다. 파면 유닛이 작동될 때, 광원에 적용될 수 있는 협대역 필터를 파면 유닛이 더 포함할 수 있다.

[0026] 눈의 망막 및/또는 망막 황반은 OCT를 사용하여 검사될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 눈의 망막 및/또는 망막 황반은 눈의 축선의 물리적 길이 또는 광학적 길이를 결정하기 위해 또는 노화-관련 망막 황반 변성(AMD)을 감지하기 위해 OCT를 사용하여 감지될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 눈의 망막 및/또는 망막 황반은 눈의 전술된 고정을 위해 추적될 수 있다.

[0027] 대안적으로 또는 부가적으로, 안과용 유닛의 하나 이상은 샤임플러그 측정을 수행하도록 구성된 샤임플러그 유닛일 수 있다. 샤임플러그 측정은 눈의 전안방(anterior chamber)의 높이, 반사력의 맵, 후부 각막 형상 및 각막 두께의 값들 중 적어도 하나를 제공할 수 있다. 렌즈, 즉 렌즈, 눈의 윤곽 및/또는 형상은 OCT를 사용하여 측정될 수 있다. 렌즈의 형상은 광학적으로 효과적인 형상일 수 있다.

[0028] 안과용 유닛 중 적어도 하나는 눈의 각막 표면, 특히 전부 각막 표면의 토포그래피(topography)를 측정하도록 구성된 각막 토포그래피일 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 안과용 유닛 중 적어도 하나는 눈의 각막 표면, 특히 전부 각막 표면의 곡률을 결정하도록 구성된 각막계 유닛일 수 있다.

[0029] 더욱이, 안과용 유닛들 중 적어도 하나는 눈의 슬릿 조명을 위한 방사선을 생성하도록 구성된 조명 유닛일 수 있다. 각막 토포그래피 유닛, 각막계 유닛 및 조명 유닛 중 적어도 하나는 강도 패턴을 투사하는 출력 방사선을 발생시키도록 구성된 투사기를 포함할 수 있다. 두 개 또는 세 개 이상의 샤임플러그 유닛, 각막 토포그래피 유닛, 각막계 유닛 및 조명 유닛이 하나의 투사기를 공유할 수 있다. 투사기는 마이크로디스플레이 또는 마이크로미러 어레이를 포함할 수 있다.

[0030] 상기 장치는 복수의 안과용 유닛 중 각각을 제어하도록 구성된 제어기를 더 포함할 수 있다. 투사기는 제어기에 의해 제공된 디지털 영상 신호에 의하여 강도 패턴을 투사하도록 구성될 수 있다. 제어기는 안과용 유닛들 중 두 개 또는 세 개 이상에 의해 결정된 결과를 기초로 하여 최적 값을 연산하도록 추가로 구성될 수 있다. 최적화는 결과의 최대 가능한 연산 또는 결과의 평균을 연산하는 것을 포함할 수 있다. 상이한 안과용 유닛의 결과는 정확도 또는 정밀도에 따라 가중될 수 있다. 정확도 또는 정밀도는 안과용 유닛 및/또는 개별 결과에 의해

결정될 수 있다. 상이한 안과용 유닛은 상이한 안과 기술들을 적용할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0031] 제한적이지 않은 예시 목적을 위해, 본 명세서에서 제시된 기술의 추가의 양태, 장점 및 특징은 예시적인 실시예 및 도면의 아래의 설명으로부터 명백하게 될 것이다.

도 1은 안과용 방사선을 위한 장치의 제1 실시예를 개략적으로 예시하며;

도 2는 안과용 방사선을 위한 장치의 제2 실시예를 개략적으로 예시하며;

도 3은 안과용 방사선을 위한 장치의 제3 실시예를 개략적으로 예시하며;

도 4는 도 1 및 도 2의 장치 실시예들 각각으로 구성되는 광학 브랜치 커플러의 횡단면을 예시하며;

도 5a 및 도 5b는 광학 브랜치 커플러 내의 방사선의 합성 및 분해를 개략적으로 예시하며;

도 6a는 각각 세 개 및 두 개 브랜치에 커플링하도록 구성된 두 개의 광학 브랜치 커플러의 개략적 사시도이며;

도 6b는 각각 다섯 개 및 네 개의 광학 브랜치에 커플링되도록 구성된 두 개의 광학 브랜치 커플러의 개략적 사시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 도 1은 안과용 방사선을 위한 일체형 안과용 장치(100) 내의 광학 구성요소의 기능적 배열을 개략적으로 도시한다. 여러 곳에서, 동일한 도면부호는 균등한 또는 대안적인 특징 또는 구성요소를 나타낸다. 상기 일체형 안과용 장치(100)는 방사선 인터페이스(102)(예를 들면, 방사선 출구), 광학 브랜치 커플러(104), 및 복수의 안과용 유닛(106, 108, 110 및 112)을 포함한다. 상기 장치는 환자의 머리를 위한 지지 표면 또는 접촉 표면(113)을 포함한다. 지지 표면 또는 접촉 표면은 방사선 인터페이스(102)에 대하여 또는 일체형 안과용 장치(100)에 대한 눈(10)의 위치를 규정한다.

[0033] 도 1에 도시된 실시예에서 안과용 유닛(106)은 눈에서의 슬릿 램프 조명을 위한 투사기(114)를 포함하는 조명 유닛이다. 투사기(114)는 광원(115a), 예를 들면 하나 이상의 LED, 및 마이크로디스플레이(microdisplay; 115b)를 포함한다. 마이크로디스플레이(115b)는 기판 재료로서 실리콘 칩 및 기판 재료상의 통합 드라이버를 구비한 능동 매트릭스(matrix)의 어드레싱 전자 장치(addressing electronics)를 포함할 수 있다. 광원은 실리콘 칩 상의 전극에 의해 제어될 수 있는, 실리콘 칩 상의 액정을 위한 배경 조명을 제공할 수 있다. 대안적으로, 실리콘 칩은 디지털 마이크로미러 장치(Digital Micromirror Device; DMD) 또는 디지털 광 프로세싱(DLP) 장치라 불리는, 기울임 가능한 거울들의 매트릭스를 지지할 수 있다. 실리콘 칩 상의 제어 가능한 부분의 형상은 하나 이상의 동심 링의 세트(또한, "플라시도 링(Placido ring)"이라 불림), 한 세트의 평행 스트립(슬릿 램프 조명을 위해 선택적으로 활성화될 수 있음) 및 픽셀의 매트릭스를 포함할 수 있다. 디지털 영상 신호에 의하여, 픽셀의 매트릭스는 선택적으로 링의 세트, 평행한 스트립의 세트 또는 디지털 영상 신호에 의해 형성된 광 강도 패턴을 생성한다. 조명 유닛(106)은 광학 브랜치 커플러(104)의 제1 광학 브랜치(118) 내로 광 강도 패턴을 투사하도록 구성된 옵틱스(optics; 116)를 더 포함한다. 초점 길이는 눈(10)의 표면에 자동적으로 조정될 수 있거나 수동으로 설정될 수 있다. 옵틱스(16)는 필터, 시준기, 편광자, 및 위상판(phase plate)을 더 포함할 수 있다.

[0034] 도 1의 실시예에 도시된, 광학 브랜치 커플러(104)는 세 개의 브랜치(또는 채널)를 제공한다. 제1 광학 브랜치(118)는 조명 유닛(106)에 커플링된다. 제2 광학 브랜치(120)는 도 1에 도시된 실시예에서 고정 유닛이거나 고정 유닛을 포함하는, 안과용 유닛(108)에 커플링된다. 제3 광학 브랜치(122)는 안과용 유닛(110) 및 안과용 유닛(112) 양자 모두에 커플링된다. 도 1에 도시된 실시예에서, 안과용 유닛(110)은 파면 유닛이며, 안과용 유닛(112)은 광학 간섭 토모그래피 유닛, 또는 OCT 유닛이다.

[0035] 도 4 내지 도 6을 참조하여 아래에서 더 상세하게 설명된 바와 같이, 광학 브랜치 커플러(104)는 광학 브랜치(118, 120 및 122)의 각각으로부터 방사선을 수용하도록 구성된다. 광학 브랜치(118, 120 및 122) 각각은 특정 스펙트럼 범위를 갖는다. 광학 브랜치(118, 120 및 122)의 방사선은 광학 브랜치 커플러(104)에 의해 단일 광학 경로(124)로 합성된다. 합성된 방사선은 눈(10)을 향하여 지향된 방사선 인터페이스(102)에서 광학 경로(124) 상에 출력된다.

[0036] 도 1에 도시된 실시예에서, 방사선 인터페이스(102)는 광학 경로(124) 상에 배열된 인터페이스 옵틱스(126)를

포함한다. 출력 방사선 방향에서, 옵틱스(126)는 광학 브랜치 커플러(104) 뒤에 배열된다. 인터페이스 옵틱스(126)는 광학 경로(124) 상에 (눈(10)으로부터 방사되거나 재방사된 광과 같은) 방사선을 수집 또는 포착하도록 구성된다.

[0037] 포착된 방사선은 광학 브랜치 커플러(104)로 유입되는데, 이 광학 브랜치 커플러는 포착된 방사선을 특정 스펙트럼 범위에 따라 광학 브랜치(118, 120 및 122) 중 대응하는 하나 내로 스펙트럼으로 스플릿된다. 도 1에 도시된 실시예에서, 광학 브랜치 커플러는 세 개의 색선별 프리즘(128, 130 및 132)을 포함하는 멀티브랜치형 색선별 프리즘이다. 색선별 프리즘(128, 130 및 132)은 광학 인터페이스(134 및 136)들 각각을 쌍으로 접촉된다. 멀티브랜치형 색선별 프리즘은 이에 따라 일체형 광학 브랜치 커플러(104)를 형성한다. 광학 경로(124) 상의 포착된 방사선은 색선별 프리즘(132)을 통하여 지나가고 색선별 프리즘(130) 내의 광학 인터페이스(136)에서 두 개의 중간 브랜치로 스플릿된다. 두 개의 중간 브랜치 중 하나는 색선별 프리즘(128 및 130)들 사이의 광학 인터페이스(134)에서 부분적으로 반사된다. 중간 브랜치의 반사된 부분은 제3 광학 브랜치(122)를 형성한다. 하나의 중간 브랜치의 전달된 부분은 프리즘(128)을 통하여 지나가고 제2 광학 브랜치(120)를 형성한다. 두 개의 중간 브랜치 중 나머지는 광학 인터페이스(134)를 통하여 지나가고 색선별 프리즘(128)의 바닥면(138)에서 반사(총 내부 반사에 의해)된다. 전체적으로 반사된 중간 브랜치는 제1 광학 브랜치(118)를 형성한다.

[0038] 두 개의 중간 브랜치로 광학 경로(124)의 스플릿팅은 방사선의 파장에 의존한다. 결론적으로, 광학 인터페이스(136)는 제1 스펙트럼 스플릿팅을 제공한다. 광학 인터페이스(134)에서 부분 반사 및 부분 전달은 또한 방사선의 파장에 의존한다. 결론적으로, 부분 반사 및 부분 전달은 추가의 스펙트럼의 서브-스플릿팅(sub-splitting)이다. 결과적으로, 광학 경로(124) 상의 광학 브랜치 커플러(104)로 유입되는 포착된 방사선(방사선 인터페이스(102)를 통하여)은 세 개의 광학 브랜치(118, 120 및 122)로 스펙트럼으로 분해된다.

[0039] 각각의 광학 브랜치(118, 120 및 122) 중 하나에 커플링되는 안과용 유닛(106, 108, 110 및 112)은 대응하는 광학 브랜치의 특정 스펙트럼 범위에서 포착된 방사선을 분석하고 각각의 광학 브랜치의 특정 스펙트럼 범위에서 대응하는 광학 브랜치 출력 방사선 내로 방사하는 것 중 적어도 하나를 수행한다. 도 1에 도시된 실시예에서, 조명 유닛(106)은 예를 들면 475nm의 파장에서 광을 방사한다. 고정 유닛(108)은 예를 들면 532nm의 파장에서 광을 방사한다. 파면 유닛(110)은 예를 들면 810nm에서 방사선을 방사한다. OCT 유닛(112)은 예를 들면 760nm 내지 860nm 또는 내지 960nm의 스펙트럼 범위의 광대역 방사선을 방사한다. 광학 브랜치 커플러(104)는 광학 경로(124) 상의 포착된 방사선을, 예를 들면 500nm 까지의(예를 들면, 약 390nm에서의 단-파장 절단) 스펙트럼 범위를 포함하는 제1 광학 브랜치(118)로, 예를 들면 500nm 내지 750nm의 스펙트럼 범위의 제2 광학 브랜치(120)로, 그리고 예를 들면 750nm 초과 스펙트럼 범위(예를 들면, 약 900nm, 960nm 또는 1000nm에서 장-파장 절단)를 포함하는 제3 광학 브랜치(122)로 스플릿하도록 구성된다.

[0040] 일체형 안과용 장치(100)는 신호 라인(141, 143, 150, 162)들 각각을 경유하여 안과용 유닛(106, 108, 110 및 112)들 각각으로 전기적으로 연결된 제어기(14)를 더 포함한다. 제어기(140)는 중앙 프로세싱 유닛(CPU)(140a) 및 그래픽스 엔진(graphics engine; 140b)을 포함한다. 그래픽스 엔진(140b)은 조명 신호 라인(141) 상의 디지털 영상 신호를 조명 유닛(106)에 생성한다. 조명 유닛(106)의 투사기(114)는 디지털 영상 신호에 응하여 광의 2차원 강도 패턴을 생성한다. 디지털 영상은 제1 광학 브랜치(118) 내의 투사 옵틱스(116)에 의해 그리고 이에 따라 광학 경로(124) 내의 광학 브랜치 커플러(104)에 의해 투사된다. 투사 옵틱스(116)의 초점 길이는 눈(10)의 표면상으로 디지털 영상을 투사하도록 조정된다. 그러므로, 조명 유닛(106)은 디지털 슬릿 램프의 기능을 제공한다. 제어기(140)는 사용자가 눈(10) 상의 슬릿 조명의 위치를 변화시키고 슬릿 조명을 360° 만큼 회전시키는 것을 허용한다.

[0041] 확대된 실시예(도시안됨)에서, 조명 유닛(106)은 투사기(114)의 스펙트럼 범위에서 눈으로부터 반사된 방사선을 포획하도록 구성된 디지털 카메라(도시안됨)를 더 포함한다. 실시예의 변형에서, 두 개 또는 세 개의 카메라가 삼각 측량을 위해 제공된다. 제어기(140)는 눈(10) 상으로, 특히 눈의 각막의 후방 표면상으로 플라시도 링(Placido ring) 또는 그리드 패턴(grid pattern)을 투사하도록 투사기를 제어하도록 구성된다. 제어기(140)는 디지털 카메라에 의해 포착된 디지털 영상을 분석하고 각막의 전방 표면의 수천개의 높이 값들 또는 곡률 값을 결정하도록 추가로 구성된다. 확대된 실시예에서 조명 유닛(106)은 이에 따라 각막 토포그래프(또한 "비디오 케라토그래프(video keratograph)"라 불림)의 기능성을 제공한다.

[0042] 더욱이, 제어기(140)는 눈(10) 위로 조명 유닛(106)에 의해 투사된 디지털 영상의 크기를 변화시키기 위해 구성된다. 영상(동일한 영상)은 상이한 크기로 각막 상으로 투사된다. 카메라는 상이한 크기로 각막 상으로 투사된 영상의 반사 및/또는 후방 산란을 포착한다. 제어기(140)의 CPU(140a)는 포착된 반사 및/또는 후방산란을 기초

로 하여 각막의 전방 표면의 곡률을 일반적인 렌즈 공식을 사용하여 연산하도록 구성된다. 조명 유닛(106)은 이에 따라 각막 측정기 또는 각막계의 기능을 제공한다.

[0043] 고정 유닛(108)은 환자에게 고정 타깃을 제공하는 고정 광원(142)을 포함한다. 고정 유닛은 선택적으로 수용 옵틱스(144)를 포함한다. 수용 옵틱스의 초점 길이 및/또는 난시 보상은 가변적이고 제어기(140)에 의해 제어된다. 이에 따라, 상기 일체형 안과용 장치(100)는 고정 타깃 및 수용 타깃 양자 모두를 (단일 영상으로) 제공할 수 있어 눈(10)의 고정 또는 배향 및 눈(10)의 수용 각각을 제어한다.

[0044] 파면 유닛(110)은 광대역 광원(146)을 포함한다. 도 1에 도시된 실시예에서, 광대역 광원(146)은  $810 \pm 100\text{nm}$ 의 스펙트럼을 커버하는 초발광 다이오드(SLD) 또는 임의의 다른 적합한 광대역 광원이다. 대안적인 중앙 파장은  $800\text{nm}$  및  $840\text{nm} (\pm 100\text{nm}$ 의 광대역에서)를 포함한다. 파면 유닛(110)은 협대역 필터(148)를 더 포함한다. 협대역 필터(148)의 스펙트럼 투과율은 중앙 파장(도 1에 도시된 실시예에서  $810\text{nm}$ 임)에서 날카로운 피크를 갖는다. 협대역 필터(148)의 대역폭은  $10\text{nm}$  또는 그 미만, 예를 들면  $5\text{nm}$ 의 반치전폭(FWHM)을 특징으로 한다. 협대역 필터(148)는 제3 광학 브랜치(122) 외부의 부작동 위치(disabled position)와 작동 위치(enabled position) 사이에서 선회 가능하며, 작동 위치에서는 협대역 필터(148)는 제3 광학 브랜치(122)상의 중앙에 위치된다. 예시적인 실시예에서, 액츄에이터는 협대역 필터(148)의 선회 운동을 유도하도록 구성된다. 액츄에이터는 제어기(140)에 의해 제공된 파면 신호 라인(150) 상의 가능 신호에 응하여 작동 위치에서 협대역 필터(148)를 선회한다. 파면 유닛(110)은 제3 광학 브랜치(122)의 완전 외부의 부작동 위치와 작동 위치 사이에서 선회 가능한 부분 투과 거울(152)을 더 포함한다. 투과 거울(152)의 작동 위치에서, 투과 거울(152)의 능동 표면은 제3 광학 브랜치(122)에 대하여 약  $45^\circ$ 의 입사 각도로 배열된다. 예시적인 일 실시예에서, 액츄에이터는 투과 거울(152)의 선회 운동을 제공한다. 협대역 필터(148)의 움직임을 위한 액츄에이터 및 거울(152)의 움직임을 위한 액츄에이터는 협대역 필터(152)와 거울(152) 양자 모두의 동시 움직임을 위해 전기적으로 커플링된다. 대안적으로, 협대역 필터(148)의 액츄에이터 및 거울(152)의 액츄에이터는 하나의 액츄에이터이며, 협대역 필터(148) 및 거울(152)의 움직임은 기계적으로 커플링되거나 광학적으로 배열된다.

[0045] 광원(146) 및 협대역 필터(148)는, 파면 신호 라인(150) 상의 가능 신호에 응하여, 제3 광학 브랜치(122) 상의 출력 방사선으로서 중앙 파장에서 광을 생성한다. 출력 방사선은 적어도 일부가 부분 투과성 거울(152)을 통하여 통과하고, 광학 브랜치 커플러(104)에 의해 다른 광학 브랜치(118 및 120) 상에서 출력 방사선과 조합되거나 조합 가능하며, 광학 경로(124) 상의 방사선 인터페이스(102)에서 출력된다. 파면 유닛(110)의 출력 방사선은 눈(10)의 망막에서 가상 광원을 생성하도록 구성된다.

[0046] 파면 유닛(110)의 출력 방사선은 이에 따라 눈(10)으로부터 나오는 보조 방사선을 유도한다. 상기 일체형 안과용 장치(100)는 광학 경로(124) 상의 보조 방사선을 적어도 부분적으로 포착한다. 파면 유닛(110)에 의해 유도된 포착된 방사선은 본질적으로 파면 유닛(110)의 출력 방사선의 동일한 파장을 갖는다. 결론적으로, 광학 브랜치 커플러(104)는 파면 유닛(110)의 출력 방사선에 의해 유도된 포착된 방사선을 제3 광학 브랜치(122)로 지향시킨다. 부분 투과성 거울(152)은 포착된 방사선을 측부 브랜치(154)로 부분적으로 반사한다. 파면 유닛은 시준기(156), 예를 들면 단일 시준 렌즈를 더 포함한다. 시준기(156)는 이상적인 가상의 광원의 이상적으로 포착된 방사선을 시준하도록 구성된다. 더욱 상세하게는, 시준기는 포착된 파면(즉, 구형 파면 또는 이상적 지점 소스의 파면)을 평면 파면으로 영상화하도록 구성된다. 감소된 일 실시예에서, 시준기(156)는 생략된다.

[0047] 파면 유닛(110)은 렌즈렛 어레이(lenslet array; 158) 및 영상 센서(159)를 더 포함한다. 시준기(156), 렌즈렛 어레이(158) 및 영상 센서(159)는 순차적 순서로 측 브랜치(154) 상에 배열된다. 렌즈렛 어레이(158) 내의 각각의 렌즈렛은 포커싱 렌즈이다. 렌즈렛 어레이(158) 내의 렌즈렛은 공통 초점면을 갖는다. 영상 센서(159)는 공통 초점 평면에 배열된다. 이상적인 가상의 광원으로부터 이상적인 포착된 방사선은 영상 센서(159) 상의 이상적 스폿 다이어그램을 생성하는 동안, 이상적 스폿 다이어그램으로부터의 편차는 포착된 방사선의 파면의 편차에 대응한다. 더욱 상세하게는, 스폿 다이어그램(spot diagram)(이상적 스폿 다이어그램에 대하여)에서의 스폿의 측면 변화는 포착된 방사선의 파면의 국부적 기울어짐 또는 변화에 대응한다. 영상 센서(159)로부터의 디지털 영상 신호는 파면 신호 라인(150) 상에서 제어기(140)로 전달한다. 제어기(140)는 영상 센서(159)로부터 디지털 영상 센서를 기초로 하여 눈(10)의 굴절력을 유도하도록 추가로 구성된다. 파면 유닛(110)(제어기(140)에 의해 제어될 때)에는 눈(10)의 파면 측정치를 제공한다. 파면 유닛(110)은 또한 수차계 유닛이라 불린다. 영상 센서(159)로부터의 디지털 영상 신호를 기초로 하여, 제어기(140)는 교정의 구성요소로서 (원시 또는 근시의 경우) 구형 구성요소, (난시의 경우) 실린더 구성요소 및/또는 (실린더 구성요소의) 축방향 구성요소를 결정하도록 추가로 구성된다.

- [0048] OCT 유닛(112)은 간섭계(160) 및 광대역 광원(146)을 포함한다. OCT 유닛은 제어기(140)로부터 OCT 신호 라인(162) 상의 OCT 작동 신호에 의하여 작동된다. OCT 신호 라인(162) 상의 OCT 작동 신호를 전달하기 전에, 제어기(140)는 파면 신호 라인(150) 상에 작동 신호를 전달한다. 광대역 광원(146)은 이에 따라 100nm와 동일하거나 이를 초과하는 반치전폭(FWHM)의 광대역을 구비한 방사선을 방사한다. 제3 광학 브랜치(122) 상의 출력 방사선은 이에 따라 저 시간적 코히런스(temporal coherence)(및  $\mu\text{m}$ 의 코히런스 길이에 대응함)를 갖는다.
- [0049] 간섭계(160)는 부분 투과성 거울(164), 기준 브랜치(166), 및 기준 브랜치(166) 상에 배열되고 기준 브랜치에 수직한 기준 거울(168)을 포함한다. 간섭계(160)는 광센서(170)를 더 포함한다. 도 1에 도시된 실시예에서, 기준 브랜치(166)는 광대역 광원(146)에 의해 생성된 광선을 연장하는 직선상에 있다. 광센서(170)는 제3 광학 브랜치(122)를 연장하는 직선상에 배열된다(부분 투과성 거울(164)을 통한 연속체). 기준 액튜에이터(도시 안됨)는 기준 거울(168)에 기계적으로 커플링된다. 기준 액튜에이터는 기준 브랜치(166)의 광학적 길이를 조정하도록 구성된다. 기준 브랜치(166)의 광학적 길이는 눈(10) 내의 OCT 측정 깊이를 형성한다. 제3 광학 브랜치(122) 상의 OCT 유닛(112)의 출력 방사선은 방사선 인터페이스(102)에서 광학 브랜치 커플러(104)를 통하여 출력된다. OCT 유닛(112)의 출력 방사선은 눈(10)으로부터 산란 방사선 또는 반사 방사선을 유도한다. 반사 방사선 또는 산란 방사선의 적어도 일부는 방사선 인터페이스(102)를 통하여 포착된다. 광학 브랜치 커플러(104)는 반사 방사선 또는 산란 방사선의 광학 경로(124) 상의 포착된 방사선 성분을 제3 광학 브랜치(122) 내로 지향한다. 부분 투과성 거울(164)에 의해 반사되는 기준 브랜치(166)로부터 기준 방사선 및 부분 투과성 거울(164)을 통하여 지나가는 포착된 방사선은 광 센서(170)에 의해 감지된다. 광 센서(170)는 포착된 방사선 및 기준 방사선의 간섭을 나타내는 간섭 신호를 생성한다. 광 센서(170)는 OCT 신호 라인(162) 상의 간섭 신호를 제어기(140)에 전달한다. 제어기(140)는 OCT 신호 라인(162)을 경유하여 기준 액튜에이터에 전기적으로 커플링된다. 제어기(140)는 기준 액튜에이터를 제어하도록 구성되어 기준 브랜치(166)의 광학적 길이를 조정한다. 제어기(140)는, 추가로, 광 센서(170)로부터 간섭 신호를 분석하도록 구성된다. 제어기(140)는, 예를 들면, 각막 두께, 전방 깊이, 렌즈 위치, 렌즈 두께, 눈의 축방향 길이, 및 망막 두께를 표시하는 간섭 신호를 기초로 하는 하나 이상의 OCT 측정 값을 도출한다.
- [0050] OCT 유닛(112)은 반사 또는 투과에 의해 눈(10) 상의 복수의 위치로 OCT 유닛(112)의 출력 방사선을 지향시키도록 구성된 XY-스캐너를 더 포함한다. XY-스캐너는 제어기(140)에 의해 OCT 신호 라인(162)을 통해 제어된다. 제어기(140)는 복수의 위치 각각에 대응하는 OCT 측정 값의 맵을 유도하도록 추가로 구성된다. 상기 일체형 안과용 장치(100)의 연장된 실시예에서, 제어기(140)는 눈(10)의 후방 부분 및/또는 전방 부분의 3차원 영상을 생성하도록 추가로 구성된다. 제어기(140)는 이에 따라 안과용 유닛(106 및 108) 중 나머지의 하나 이상의 작동과 동시에 눈(10)의 부분의 실시간 영상을 사용자에게 제공할 수 있다. OCT 측정값의 도출 또는 이의 3차원 영상 제공시, 제어기(140)는 물리적 길이를 결정하도록 광선 추적에 의해 수학적 교정을 적용한다.
- [0051] 일체형 안과용 장치(100)의 또 다른 실시예에서, OCT 유닛(112)은 제1 편광 상태(선형일 수 있음) 및 직교의 제2 편광 상태(선형일 수 있음)를 포함하는 출력 방사선을 생성하도록 구성된다. OCT 유닛(112)은 제3 광학 브랜치(122) 상에 배열되고 광학 브랜치(122)에 수직한 이상 축선(또는 "광학 축선")을 가지는 복굴절 크리스탈(도시 안됨)을 포함한다. 제1 편광 상태는 이상 축선에 대하여 평행하다. 출력 방사선 및 포착된 방사선 양자 모두가 복굴절 크리스탈을 통하여 지나간다(각각 반대 방향으로). 복굴절 크리스탈을 통한 통로는 각각 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태에 대하여 상이한 광학적 길이를 갖는다. 광학적 길이들의 차이는 복굴절 크리스탈의 길이(L, 또는  $2 \cdot (n_1 - n_2) \cdot L$ )를 통한 단일 패스(single pass)에 대한 광학적 길이의 차이의 두 배에 대응하며, 여기서  $n_1$  및  $n_2$ 는 각각 제1 및 제2 편광 상태에 대한 굴절률을 나타낸다. 광 센서(170)는 제1 및 제2 편광 상태의 각각에 대한 간섭 신호를 실질적으로 동시에 감지하도록 구성된다. 제1 및 제2 편광 상태에 대한 간섭 신호를 기초로 하여, 상이한 OCT 측정은 실질적으로 동시에 두 개의 OCT 측정 깊이를 커버할 수 있다.
- [0052] 상기 일체형 안과용 장치(100)의 실시예들 중 어느 하나의 실시예는 확대가능하고, 여기서 조명 유닛(106)은 샤임플러그 측정을 수행하도록 추가로 구성된다. 이를 위해, 안과용 유닛(106)은 샤임플러그 위치에 배열된 샤임플러그 카메라(137)를 더 포함한다. 제어기(140)는 눈(10)의 회전하는 슬릿 조명에 대응하는 조명 신호 라인(141) 상에 디지털 영상 신호를 생성한다. 제어기(140)는 샤임플러그 카메라(137)로부터 조명 신호 라인(141) 상에 수신되는 디지털 영상 신호를 분석하도록 추가로 구성된다. 상기 분석은 광선 추적을 기초로 하여 물리적 길이를 결정하는 수학적 교정을 포함한다. 광선 추적은 눈(10)의 굴절률에서의 변화를 기초로 하여, 광학적 길이와 물리적 길이에서의 차이뿐만 아니라 직선 라인 전과로부터의 편차를 교정한다. 제어기(140)는 샤임플러그 카메라(137)의 디지털 영상 신호를 기초로 하여 눈(10)의 전방 높이의 값을 유도하도록 구성된다. 부가적으로, 제어기(140)는 눈(10)의 굴절력의 맵을 연산하도록 구성된다.

- [0053] 상기 일체형 안과용 장치(100)의 제2 실시예가 도 2에 도시된다. 제2 실시예에 따른 일체형 안과용 장치(100)는 방사선 인터페이스(102)가 광학 브랜치 커플러(104)의 출력면이라는 점에서 제1 실시예와 상이하다(도 1에 도시된 인터페이스 옵틱스(126) 없음). 상기 일체형 안과용 장치(100)는 또한 조명 유닛(106), 고정 유닛(108), 파면 유닛(110) 및 OCT 유닛(112)을 포함한다. 파면 유닛(110)은 디지털 파면 센서(172)(렌즈렛 어레이(158) 및 영상 센서(159)에 대한 대안예로서)를 포함한다. 디지털 파면 센서(172)는 측부 브랜치(154) 상의 포착된 방사선을 네 개의 빔(176)으로 (예를 들면, 회절에 의해) 복제하도록 구성된 2차원 회절 그레이팅(grating) 또는 래티스(lattice)(174)를 포함한다. 빔(176)은 본질적으로 이들의 파면에 대하여 동일하다. 빔(176)들 각각은 측방향 오프셋 방향(즉, 측 브랜치(154)의 전파 방향에 대하여 작은 각도로)을 따라 전파한다. 네 개의 오프셋 빔(176)의 전파 방향은 하부-좌측 방향, 하부-우측 방향, 상부-좌측 방향 및 상부-우측 방향(도 2에 도시된 것 중 두 개)에서 측 브랜치(154)에 대하여 수직인 수직면에서 오프셋된다. 감지기(172)는 그레이팅 또는 래티스(174)에서 이웃하는 위치로부터 유래되는 상이하게 오프셋된 빔(176)의 간섭 신호를 감지하도록 구성된다. 간섭 신호는 파면의 상대적 위상 차, 국부적 기울어짐 또는 국부적 변화를 표시한다.
- [0054] 도 3은 안과용 방사선을 위한 일체형 안과용 장치(100)의 제3 실시예를 개략적으로 도시한다. 상기 일체형 안과용 장치(100)는 광학 경로(124)를 형성하는 방사선 간섭(102), 광학 브랜치 커플러(104) 및 복수의 안과용 유닛(106, 108, 110 및 112)을 포함한다. 각각의 안과용 유닛은 제1 실시예 또는 제2 실시예를 참조하여 위에서 설명된 안과용 유닛에 대응할 수 있다.
- [0055] 도 3에 도시된 제3 실시예에 따른 광학 브랜치 커플러(104)는 위에서 설명된 브랜치 커플러(104)와 상이하다. 제3 실시예에 따른 광학 브랜치 커플러는 제1 부분 투과성 거울(178) 및 제2 부분 투과성 거울(180)을 포함한다. 제1 부분 투과성 거울(178)은 제1 부분 투과성 층에 의해 덮이는 평면형 유리판을 포함한다. 제1 부분 투과성 층 또는 제1 부분 투과성 거울(178)의 투과율  $T_1(\lambda)$ 은 출력 또는 포착된 방사선의 파장( $\lambda$ )에 의존한다. 제1 투과율  $T_1$ 은, 750nm 이하의 파장( $\lambda$ )에 대하여 본질적으로 100%이다. 일반적으로, 100%와 본질적으로 동일하다는 것은 90% 초과, 예를 들면 95% 초과를 의미한다. 제1 투과율  $T_1$ 은 약 750nm에서 급격히 떨어진다. 예를 들면, 제1 투과율  $T_1$ 은 710nm 내지 790nm의 스펙트럼 범위에서 90% 초과에서부터 10% 미만까지 떨어진다. 제1 투과율  $T_1$ 은 790nm 초과 파장( $\lambda$ )에서 본질적으로 0%이다. 일반적으로, 본질적으로 0%에 동일하다는 것은 10% 미만, 예를 들면 5% 미만을 의미한다.
- [0056] 제2 부분 투과성 거울(180)은 제2 부분 투과성 층에 의해 덮여 있는 평면형 유리판을 포함한다. 제2 부분 투과성 거울(180)의 제2 투과율  $T_2(\lambda)$  또는 제2 부분 투과성 층은 출력 또는 포착된 방사선의 파장( $\lambda$ )에 의존한다. 제2 투과율  $T_2$ 는 본질적으로 500nm 미만의 파장에서 0%이다. 제2 투과율  $T_2$ 는 약 500nm에서 급격히 증가한다. 제2 투과율  $T_2$ 는 약 500nm 초과 파장에 대하여 100%와 본질적으로 동일하다. 제2 투과율  $T_2$ 는 450nm 내지 550nm의 스펙트럼 범위에서 10% 미만에서부터 90% 초과까지 증가한다. 제1 및 제2 부분 투과성 거울(178, 180) 양자 모두의 흡수율은 무시 가능하거나 2% 미만, 예를 들면 1% 미만이다.
- [0057] 제1의 부분 투과성 거울(178)은 광학 경로(124) 상에 배열된다. 제1의 부분 투과성 거울(178)에서, 광학 경로(124)는 제1의 부분 투과성 거울(178)의 수직선에 대하여 입사각( $\alpha$ )을 형성(enclose)한다. 제2의 부분 투과성 거울(180)은 제1의 부분 투과성 거울(178)을 통과하는 포착된 방사선을 위한 제1의 부분 투과성 거울(178)에 후속하여 광학 경로(124) 상에 배열된다. 제2의 부분 투과성 거울(180)에서, 광학 경로(124)는 제2의 부분 투과성 거울(180)의 수직선에 대하여 입사각( $\beta$ )을 형성한다. 도 3에 도시된 제3 실시예에서, 입사각( $\alpha$  및  $\beta$ )은 본질적으로  $45^\circ$  와 동일하다.
- [0058] 확대된 실시예에서, 부분 반사성 거울(178, 180) 중 하나 또는 모두가 선회가능하다. 하나 또는 두 개의 액츄에이터는 선회 가능한 부분 투과성 거울(178, 180) 중 각각에 기계적으로 커플링된다. 각각의 액츄에이터는 제1 각도 위치와 제2 각도 위치 사이의 선회 가능한 부분 투과성 거울이 선회되도록 구성된다. 제어기(140)는 하나 이상의 액츄에이터를 제어하도록 구성된다. 제1 각도 위치에서, (제1 또는 제2) 선회 가능한 부분 투과성 거울은 광학 경로(124) 상에서 포착된 방사선에 대하여 제1 광학 서브-브랜치로 그리고 그 반대로 지향한다. 제2 각도 위치에서, (제1 또는 제2) 선회 가능한 부분 투과성 거울은 광학 경로(124) 상에서 포착된 방사선을 제2 광학 서브-브랜치 내로 그리고 그 반대로 지향시킨다. 상이한 안과용 유닛 또는 상이한 안과용 서브-유닛은 광학 서브-브랜치들 각각에 광학적으로 커플링된다. 대안적으로, 제1 서브-브랜치는 빔 덤프(bean dump)에 커플링되고 제2 서브-브랜치는 안과용 유닛(106, 108, 110, 112) 중 적어도 하나에 커플링된다. 제1 각도 위치에서, 포

작된 방사선은 빔 덤프에 커플링된 제1 서브-브랜치로 지향된다. 제1 각도 위치는, 예를 들면 고 강도의 포착된 방사선의 경우, 안과용 유닛들 중 적어도 하나를 보호하기 위해 보호 상태로서 기능한다.

[0059] 제3 실시예에 따른 광학 브랜치 커플러(104)는 이에 따라 500nm 미만의 파장을 가지는 방사선을 위한 제1 광학 브랜치(118)로, 500nm 내지 750nm의 스펙트럼 범위 내의 파장을 가지는 방사선을 위한 제2 광학 브랜치(120)로, 및 750nm 초과 파장을 가지는 방사선을 위한 제3 광학 브랜치(122)로 광학 경로(124) 상의 포착된 방사선의 스펙트럼 스플릿팅을 제공한다.

[0060] 파장 종속 제1 투과율  $T_1$  및 제2 투과율  $T_2$ 에 따른 스펙트럼 스플릿팅(제3 실시예에 대하여 위에서 설명됨)은 또한 제1 실시예에 의해 또는 제2 실시예에 의해 실현가능하며, 예를 들면 광학 인터페이스(136)(도 1에 도시됨)는 포착된 방사선을 거울(178)의 투과율 및 반사율에 유사하게 스플릿할 수 있다.

[0061] 도 4는 제1 및 제2 실시예 중 각각에 적용되는 광학 브랜치 커플러(104)의 추가 상세들을 개략적으로 예시한다. 광학 브랜치 커플러(104)는 세 개의 유리 프리즘(128, 130 및 132)을 포함한다. 유리 프리즘(128 및 130)들 사이의 제1 광학 인터페이스(134)는 제1 색선별 층을 포함한다. 유리 프리즘(130 및 132)들 사이의 제2 광학 인터페이스(136)는 제2 색선별 층을 포함한다. 제2 색선별 층은 제1 스펙트럼 범위 및 제2 스펙트럼 범위에서 투과성이다. 제3 스펙트럼 범위의 광학 경로(124) 상의 포착된 방사선은 제2 색선별 층으로부터 반사된다. 스펙트럼 범위에 대하여 제2 색선별 층이 투과성인 방사선 구성요소가 유리 프리즘(130)으로 들어간다. 제1 구성요소는 제1 색선별 층으로부터 반사된다. 반사된 제1 구성요소는 제1 광학 브랜치(118)를 형성한다. 제2 구성요소는 제1 색선별 층(제1 광학 인터페이스(134)와 같은)을 통하여 지나간다. 제2 구성요소는 이에 따라 제2 광학 브랜치(120)를 형성한다. 제2 색선별 층(제2 광학 인터페이스(136)와 같은)으로부터 반사된 제3 구성요소는 제3 광학 브랜치(122)를 형성한다.

[0062] 도 5a 및 도 5b는 광학 브랜치 커플러(104)의 대안적인 프리즘의 기하학적 형상을 개략적으로 예시한다. 광학 브랜치 커플러(104)는 네 개의 유리 프리즘(128, 129, 130 및 132)을 포함한다. 광학 인터페이스(134, 135 및 136)는 상이한 색선별 층들을 포함한다. 도 5a에 도시된 바와 같이, 상이한 색선별 층은 선택된 상이한 스펙트럼 투과율 및 상이한 스펙트럼 반사율을 가지므로 제1 광학 브랜치(118)로부터의 제1 스펙트럼 범위에서, 제2 광학 브랜치(120)로부터의 제2 스펙트럼 범위에서, 및 제3 광학 브랜치(122)로부터의 제3 스펙트럼 범위에서 단일 광학 경로(124) 내로 출력 방사선을 구성한다. 도 5b는 세 개의 상이한 광학 브랜치(118, 120 및 122) 내로 스펙트럼 범위에 따라 단일 광학 경로(124)로부터 포착된 방사선의 대응하는 분해를 도시한다.

[0063] 상기 실시예들이 세 개의 광학 브랜치(118, 120 및 122)의 경우에 대하여 설명되었지만, 도 6a 및 도 6b는 다양한 개수의 광학 브랜치에 대하여 광학 브랜치 커플러(104)의 사시도를 개략적으로 도시한다. 도 6a의 좌측 반부상에, 멀티브랜치형 색선별 프리즘(광학 브랜치 커플러(104)로서)이 도시된다. 멀티브랜치형 색선별 프리즘은 세 개의 광학 브랜치(118, 120 및 122)를 제공한다. 복수의 광학 브랜치는 또한 색선별 프리즘의 복수의 "채널(channel)"이라 불린다. 일체형 안과용 장치(100)의 축소된 실시예에 대하여, 도 6a의 우측 반부상에 도시된 바와 같이, 두 개의 광학 브랜치(118 및 120)를 제공하는 색선별 프리즘이 사용된다. 도 6b는 네 개의 광학 브랜치(118, 120, 122 및 123)를 제공하는 멀티브랜치형 색선별 프리즘(광학 브랜치 커플러(104)로서)을 우측 반부상에 도시한다. 다섯 개의 광학 브랜치(118, 119, 120, 122 및 123)를 제공하는 추가의 멀티브랜치형 색선별 프리즘(광학 브랜치 커플러(104)로서)이 도 6b의 좌측 반부상에 도시된다.

[0064] 광학 커플러에서 상이한 광학 브랜치의 광학적 길이가 상이하다. 유리 프리즘 또는 색선별 크리스탈 프리즘의 길이 또는 다른 선행 치수들에 따라, 광학적 길이는 프리즘의 굴절률 및 기하학적 형상에 의해 미리 형성된다. 굴절률이 방사선의 편광에 의존할 수 있다. 상이한 광학적 길이는 일체형 안과용 장치(100)에 의해 눈(10)의 앞부분 및 뒤 부분과 같은, 공간적으로 분리된 해부학적 구조를 동시에 감지하는 것을 허용한다. 더욱이, 프리즘은 광학 인터페이스(광학 인터페이스(134, 135 및 136)와 같은)에서 직접 접촉되고 함께 접촉된다. 이는 일체형 안과용 장치(100)의 컴팩트하고 튼튼한 설계를 허용한다.

[0065] 또한, 상기 일체형 안과용 장치(100)는 안과용 유닛들 중 하나로서 치료 유닛을 포함할 수 있다. 치료 유닛은 치료 방사선(상기 일체형 안과용 장치(100)의 출력 방사선으로서)을 광학 브랜치들 중 적어도 하나에 커플링하도록 구성된다.

[0066] 특히, 치료 유닛은 라식 수술(Laser-Assisted In-Situ keratomileusis) 유닛 또는 LASIK 유닛일 수 있다. LASIK 유닛은 레이저, 예를 들면 굴절 수술을 위한 출력 자외선 방사선을 생성하도록 구성된 엑시머 레이저일 수 있다. 더욱 상세하게는, 치료 유닛은 펄초 렌티클 추출 유닛(femtosecond lenticle extraction unit) 또

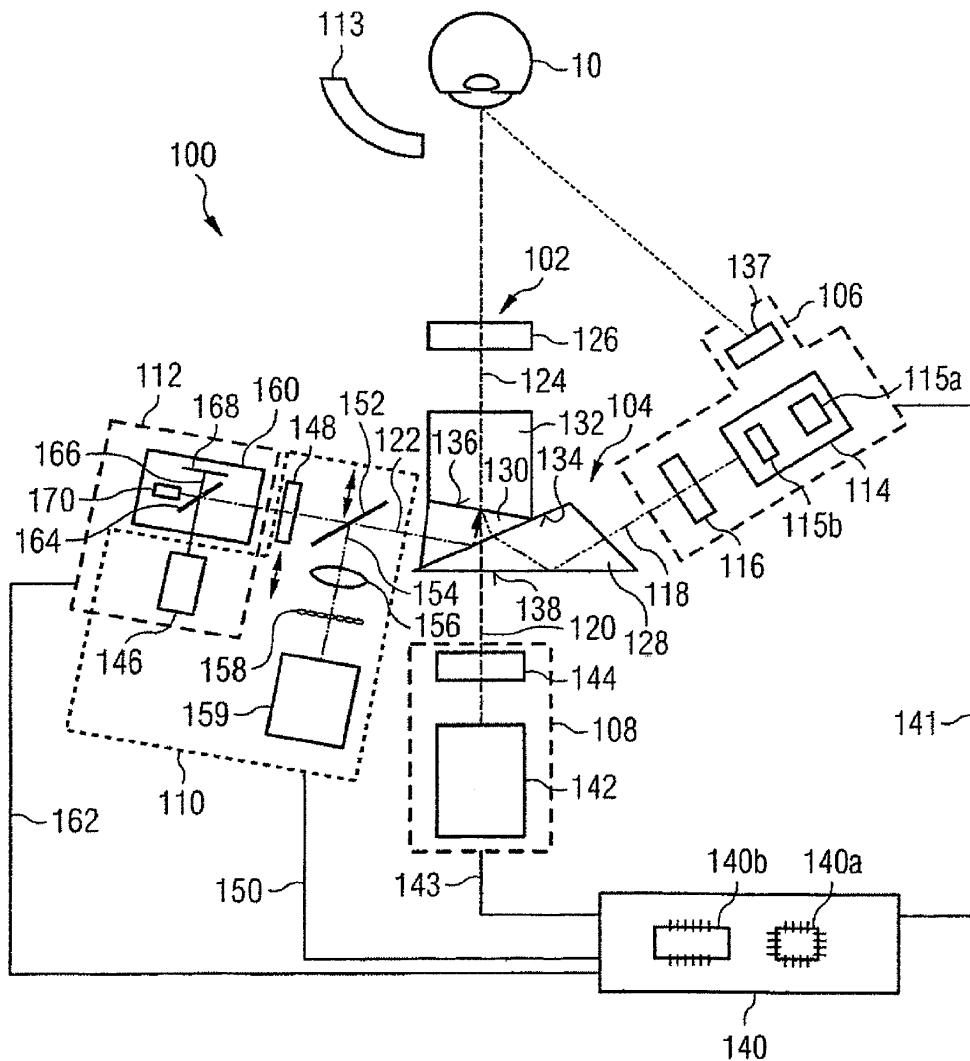
는 FLEx 유닛일 수 있다. FLEx 유닛은 레이저를 포함하며, 자외선 또는 적외선 방사선으로 출력을 생성하도록 구성된 펄스 레이저일 수 있다. 더욱이, 치료 유닛은 각막 성형술 또는 상피 마모를 위해 사용될 수 있다. 추가의 장점으로서, 다른 안과용 유닛은 치료의 실시간 모니터링을 실질적으로 동시에 제공할 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 치료 유닛은 엑시머 레이저 또는 펄스 레이저를 포함한다.

[0067]

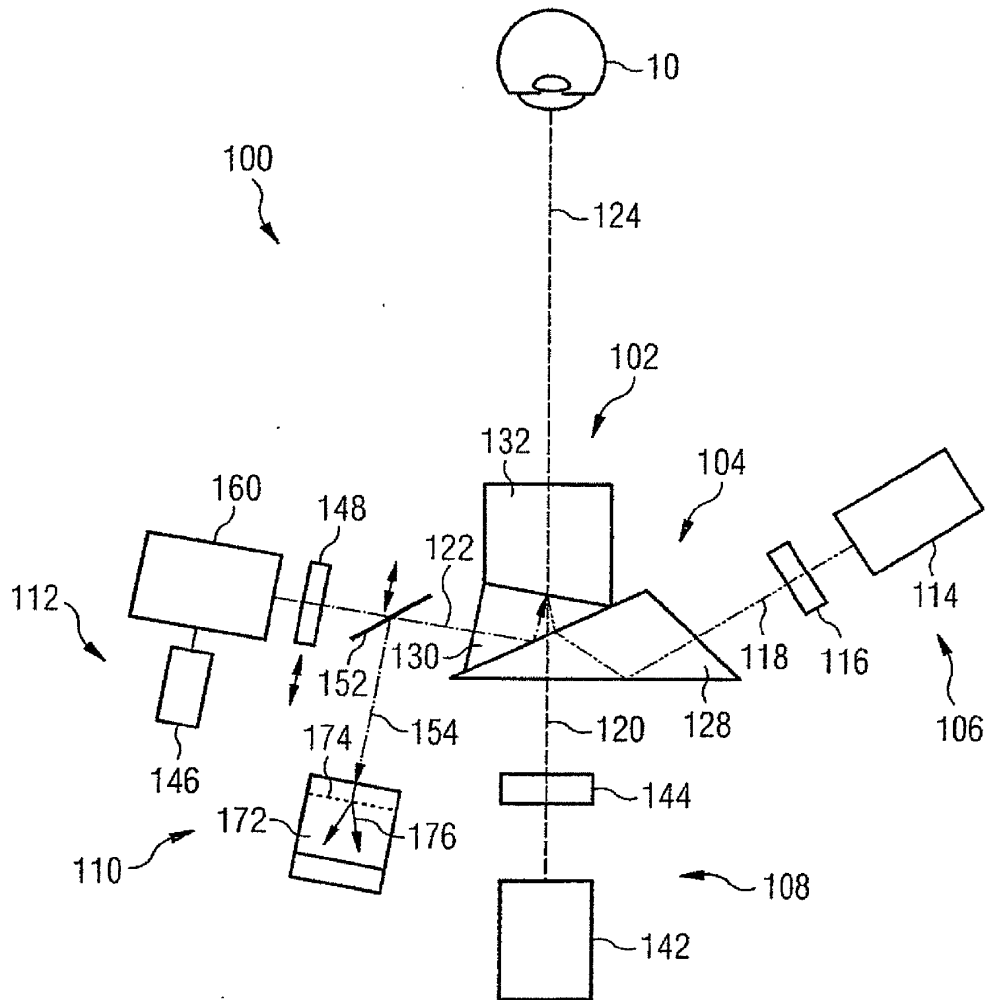
명백한 바와 같이, 상기 장치는 더욱 컴팩트한 장치에서 복수의 상이한 안과용 기술(진단 및/또는 치료를 포함)과 통합될 수 있다. 상기 장치는 상이한 안과용 기술들에 따른 프로세싱을 더 빨리 완료할 수 있다. 안과용 유닛에 의해 제공된 안과용 기술은 상이한 스펙트럼 범위 내의 상이한 파장으로 작동되는 임의의 기술을 포함할 수 있다.

도면

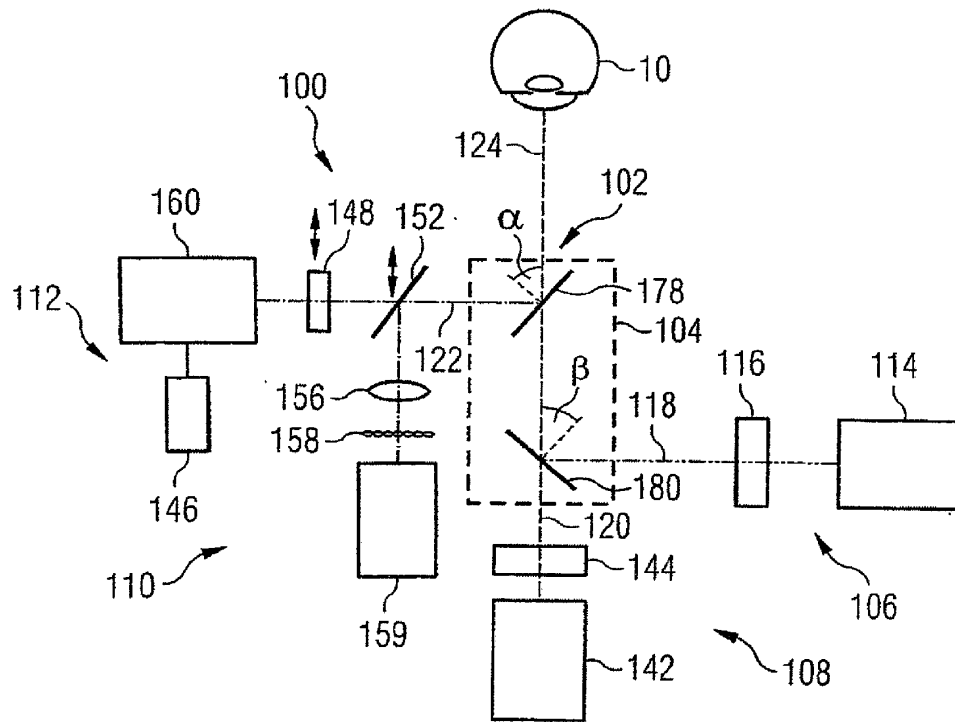
도면1



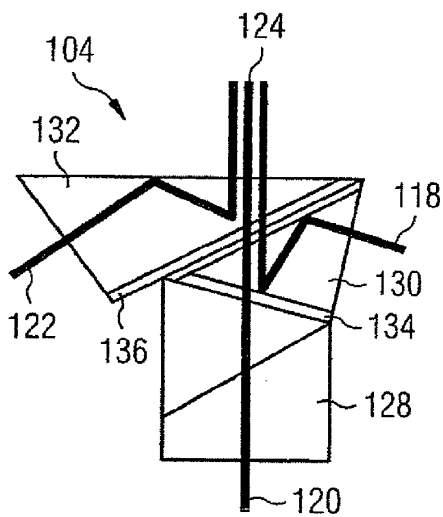
도면2



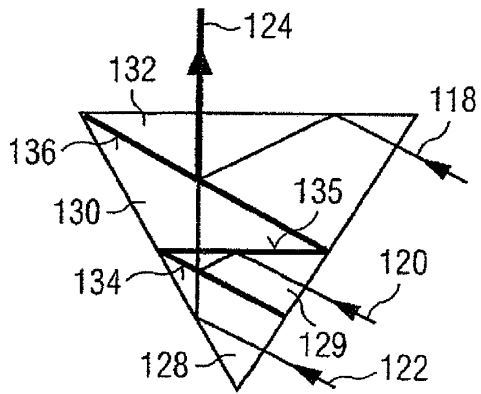
도면3



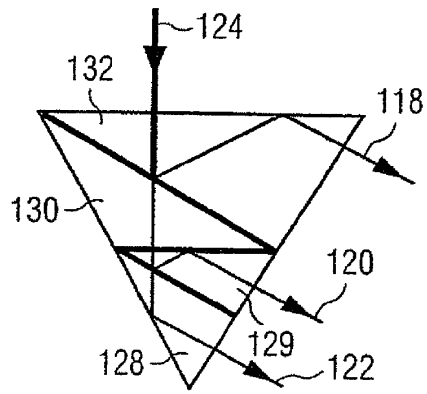
도면4



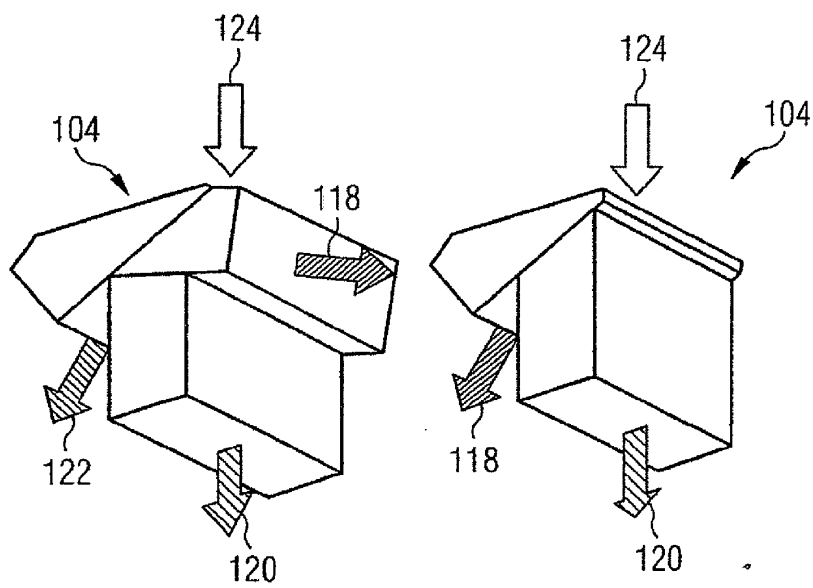
도면5a



도면5b



도면6a



도면6b

