



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0031484
(43) 공개일자 2011년03월28일

(51) Int. Cl.

A61F 9/008 (2006.01) A61F 9/013 (2006.01)

A61B 5/103 (2006.01) G02F 1/29 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7002555

(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년06월30일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2011년01월31일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2008/005334

(87) 국제공개번호 WO 2010/000280

국제공개일자 2010년01월07일

(71) 출원인

웨이브라이트 게엠베하

독일 에르란겐 암 울프스만텔 5 (우 91058)

(72) 발명자

리텔 피터

독일 90489 뉘른베르크 게오르그-스트로벨-슈트라쎬 44

도니츠키 크리스토프

독일 90542 에켄탈 베어바허 슈트라쎬 2

(74) 대리인

박장원

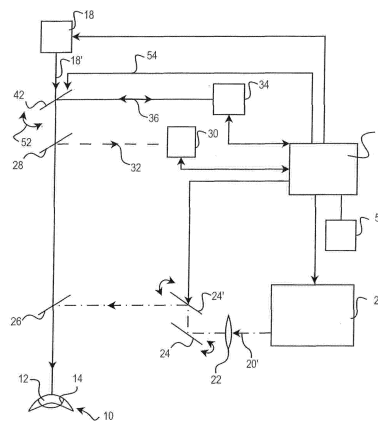
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 안과 레이저 수술, 특히 굴절교정 레이저 수술 장치

(57) 요약

안과 레이저 수술, 특히 굴절교정 레이저 수술 장치에 있어서, 광결합 간섭 측정 과정에 기초하는 측후 측정 장치(pachymetric measuring device(34))는 이 측정 장치에 의해 방사되는 측정 빔의 위치를 치료할 눈(10)의 움직임에 따르는 방식으로 제어된다. 눈의 움직임은 눈 추적기인 카메라(30)에 의해 기록된다. 측정 빔의 위치를 변경시키기 위해, 부분 전송 편향 거울(42)이 움직일 수 있게, 특히 경사질 수 있게 배치되고, 측정 빔은 상기 부분 전송 편향 거울을 거쳐서 눈(10)으로 지향된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

치료 레이저 빔(20')을 제공하는 제1 방사 공급원(20)과,

치료할 눈(10) 위로 치료 레이저 빔을 위치 제어식 및 시간 제어식으로 안내하는 제1 빔 안내 수단(24, 24', 26)과,

치료할 눈의 상을 기록하는 카메라(30)와,

눈의 움직임을 인지하기 위해 카메라의 상 데이터를 평가하는 평가 및 제어 유닛(C)과,

눈의 두께 치수 또는 깊이 치수, 특히 각막 두께를 측정하는 측정 장치로서, 측정 빔을 제공하는 제2 방사원과 측정 빔을 눈 상으로 지향시키는 제2 빔 안내 수단을 구비하는 광결합 간섭 측정 장치(34)를 포함하는,

안과 레이저 수술, 특히 굴절교정 레이저 수술 장치에 있어서,

상기 제2 빔 안내 수단은 측정 빔의 빔 위치를 변경시키기 위하여 적어도 하나의 움직일 수 있게 설치된 빔 안내 요소(42)를 포함하고,

상기 평가 및 제어 유닛(C)은 측정 빔의 위치가 눈의 움직임을 따라가는 방식으로 해서 등록된 눈의 움직임에 따라서 상기 빔 안내 요소를 제어할 수 있게 설정된 것을 특징으로 하는 레이저 수술 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 움직일 수 있게 설치된 빔 안내 요소(42)는 특히 부분 전송 편향 거울이고, 측정 빔은 상기 부분 전송 편향 거울로부터 나와서 눈(10)에 거울 상에서의 추가 편향이 없이 도달되는 것을 특징으로 하는 레이저 수술 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

편향 거울(42)은 적어도 하나의 경사축을 중심으로 해서 경사질 수 있게 설치된 것을 특징으로 하는 레이저 수술 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 편향 거울은 직선 방향으로 조정할 수 있게 설치된 것을 특징으로 하는 레이저 수술 장치.

청구항 5

선행하는 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,

상기 평가 및 제어 유닛(C)은 등록된 눈의 움직임이 적어도 하나의 사전에 정해진 조건을 만족시킬 때에만 상기 빔 안내 요소(42)의 제어에 의해서 눈의 움직임에 대해 측정 빔을 추적하도록 설정된 것을 특징으로 하는 레이저 수술 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

측정 빔을 추적하기 위한 미리 정해진 조건은, 눈이 기준 위치에 대해 적어도 미리 정해진 범위만큼 움직이는 것임을 특징으로 하는 레이저 수술 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 안과 레이저 수술, 특히 굴절교정 레이저 수술 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 사람의 눈과 관련된 수술에는, 조사되는 레이저 방사와 눈이 상호 작용한 결과에 따라 필요로 하는 치료 목적을 얻을 수 있도록 하기 위해서 레이저 방사를 눈으로 향해 보내는 방법은 여러 가지 치료 방법이 있다. 굴절교정 레이저 수술의 경우, 치료 목적은, 눈에 의해 구성된 광학 시스템의 결상 특성을 레이저 방사로 변경시키는 것이다. 무엇보다도 각막은 사람의 눈의 결상 특성에 있어서 결정적인 것이므로, 많은 경우에서, 눈에 대한 굴절교정 레이저 수술에는 각막을 치료하는 것이 포함된다. 절개부를 목표한대로 도입하고 그리고/또는 대상 소재(material)를 목표한대로 절제함으로써, 각막의 소위 재성형(reshaping)이라고도 칭하는 형상 변경이 이루어진다.

[0003] 각막의 굴절 특성을 변경하기 위하여 각막을 재성형하는 예로서 공지된 예가 라식(LASIK: laser in-situ keratomileusis)이다. 라식의 경우, 표면 커버 디스크가 각막으로부터 절단되는데, 상기 표면 디스크 커버의 원을 전문가들은 일반적으로 플랩(flap)이라고 칭하고 있다. 힌지 영역의 가장자리의 일부에서는, 플랩이 나란히 놓여 있는 각막 조직에 여전히 연결된 채로 있고, 그에 따라 아무런 어려움 없이 플랩을 밖으로 젖히고 나중에는 다시 원위치로 젖힐 수 있게 된다. 플랩을 만들기 위해, 종래 기술에서는 특히 두 가지 방법이 적용되고 있음을 알 수 있는데, 하나는 마이크로케라툼(microkeratome)에 의한 기계적 방법이고, 다른 하나는 레이저 기술에 의한 방법, 즉 펨토초 레이저 방사(즉, fs 범위의 펄스 지속 시간을 갖는 펄스형 레이저 방사)에 의해서 각막에 일정 깊이의 2차원 절개부가 가해져서 힌지 구역을 제외하고는 각막 표면까지 밖으로 안내되게 하는 레이저 기술에 의한 방법이다. 만들어진 플랩을 밖으로 젖힌 후에, 이와 같은 방식으로 해서 노출된 기질로부터 대상 소재(material)를 절제(절개)하는 것은 소정의 절개 프로파일에 따라서 시행된다. 절개 프로파일은 각막의 어느 지점에서 얼마만큼의 조직이 절제되어야 하는지를 특정한다. 이를 위해, 절개 후의 각막의 형상이 치료할 눈에 최적이며 눈에 이미 존재하던 광수차를 가능한 한 넓게 교정할 수 있도록 하는 형상이 될 수 있도록 하는 계산이 행해진다. 당해 기술 분야의 전문가들에게는 절개 프로파일을 계산하기에 적절한 여러 가지 방법들이 꽤 오랫동안 활용되어 왔다. 일례로 대략 193nm의 UV 영역의 방사 파장을 갖는 엑시머 레이저가 절개용으로 적용될 수 있음을 알고 있다.

[0004] 치료할 눈의 절개 프로파일이 일단 결정되면, 사용할 수 있는 레이저 방사(치료 방사)로 어떻게 하면 소망하는 절개를 최고로 양호하게 얻을 수 있을 것인지를 후속해서 계산한다. 사용되는 레이저 방사는 일반적으로는 펄스형 방사(pulsed radiation)이다. 따라서 일련의 레이저 펄스들을 시간과 공간에서 계산하는 것이 문제인데, 상기 일련의 레이저 펄스는 각막, 특히 기질(stroma)과 상호 작용하여 각막의 소망하는 재성형을 만들어낸다.

[0005] 일련의 레이저 펄스들을 소망하는 공간과 순간에 발생시키도록 하는 방식으로 레이저 빔을 치료할 눈 위로 안내하기 위한 빔 안내 수단은 당해 기술 분야의 현 상태에서 공지되어 있다. 특히, 빔 안내 수단은 치료 레이저 빔을 횡방향(x-y 방향)으로 편향시키는 역할을 하는 스캐너라고도 알려진 편향 유닛(deflecting unit)과, 레이저 빔을 소망하는 수직 위치(z-위치)로 초점을 맞추는 초점 맞춤 광학기들을 포함할 수 있다. 상기 편향 유닛은 일례로 하나 이상의 검류계 방식으로 제어되는 편향 거울을 포함할 수 있다.

[0006] 상기 안내 빔은 절개 프로파일에 따라서 프로그램 제어 컴퓨터에 의해 제어된다. 본 발명은 라식의 과정에 사용하는 것으로만 국한되는 것은 결코 아니고 눈과 관련한 또 다른 여러 가지 레이저 수술 개입에도 적용될 수 있으므로, 이하에서는 빔 안내 수단이 제어되는 것에 따라서 일반적으로 치료 프로파일이라고 칭하게 될 것이다. 각막 안으로 절개가 들어가거나 혹은 눈의 다른 구성요소 안으로 절개가 들어가는 절개 개입에 있어서, 치료 프로파일은 절개가 어느 지점에서 얼마나 깊이 가해졌는지를 특정하게 되는 절개 프로파일(incision profile)을 나타내게 될 수 있다.

[0007] 인간의 눈은 고정 물체가 아니고 일정하게 움직임을 실행한다. 눈의 움직임에는 여러 형태가 있는데, 그 일부는 시간에 따라 변화하면서 진행하되 진폭을 변화시키면서 진행한다. 중요한 것은 눈이 결코 휴지 상태에 있지 않는다는 것이 관찰된다는 점이다. 이는 또한 시선을 미리 정한 특정 대상에 고정시키려고 한 때에도 적용되는데, 이 경우에조차도 불가피한 고정 움직임이 발생한다.

[0008] 상기한 바와 같은 눈의 움직임을 기록하기 위해 눈 움직임 추적 또는 시선 움직임 기록을 위한 시스템들(눈 추적기들)이 공지되어 있다. 이러한 시스템들은, 눈으로 지향되며 주변 홍채를 포함한 동공의 일련의 상들을 기록

하는 적어도 하나의 카메라를 포함하는 것이 일반적이다. 일련의 상들을 적절한 상분석 알고리즘으로 순차적으로 평가함으로써, 동공의 현재의 위치와 동공이 움직이는 과정을 확인할 수 있다. 이와 같은 방식으로 카메라 기술에 의해 감시되는 동공 중심, 혹은 상기 동공 중심으로부터 도출된 한 지점에 대해서 치료 프로파일의 방향을 설정함으로써, 상기한 바와 같은 불가피한 눈의 움직임에도 불구하고, 소망하는 공간 상의 일련의 레이저 펄스들을 치료할 눈 영역의 정확한 지점들에 쉽게 지향시킬 수 있다.

[0009] 적절한 치료 프로파일을 확인하는 기준은 일반적으로는 눈이 작용하고 있는 상태에서 조사하는 것이다. 일례로 굴절교정 각막 치료에 있어서는, 각막의 해부학 및 두께 대한 지식이 적어도 필요하다고 하는 것은 일반적이다. 눈에 대한 또 다른 또는 추가의 파라미터들, 일례로 전방 챔버의 깊이, 수정체의 두께, 눈의 총 두께 등과 같은 것들이 치료를 수행하는 데에 필요하다. 이와 같은 종류의 파라미터들은 치료를 시작하기 전에 측정될 뿐만 아니라, 적어도 부분적으로는, 일례로 치료 과정을 기록하기 위해서, 적절한 경우에는 치료 도중에 제어할 수 있게 개입하기 위해서, 그리고 치료 결과를 검사하기 위해서, 치료 도중 및/또는 후에도 측정된다.

[0010] 눈의 파라미터들, 특히 각막 두께와 같은 파라미터를 비접촉 방식으로 조사하기 위해, 일례로 저간섭성 광반사 측정(OLCR: optical low-coherence reflectometry)의 원리에 따라서, 혹은 광간섭 단층 촬영(OCT: optical coherence tomography)의 원리에 따라서 작동되는 광결합 간섭 측정 장치가 얼마간의 시간 동안에 활용될 수 있다. 이와 같은 측정 장치들은 저간섭성 광대역 방사를 이용하여 작동해서 눈의 구조(일반적으로는 조사할 생체 조직의 구조)를 1 μ m의 범위 및 이보다 더 미세한 범위의 해상도로 측정할 수 있게 한다. 상기 광간섭 단층 촬영은 절개 영상을 생성시킬 수 있는 화상 처리이다. 한편, 상기 저간섭성 광반사 측정은 일례로 각막의 두께와 같이 눈의 두께 치수나 깊이 치수를 특히 제시간에 측정하는(측후(pachymetry)) 데에 적합하다.

[0011] 각막 두께의 측정(또는 눈의 또 다른 부분의 두께 치수 또는 깊이 치수)은 상기한 바와 같은 눈의 움직임으로 인해 어렵다. 일례로 계속되는 수술 중에 각막 두께를 반복해서 측정하는 것이 필요한 경우, 가능한 한, 각막의 동일 지점에서 혹은 적어도 신뢰성 있는 측정 결과가 예상되는 각막의 특정 영역(허용 가능 영역)에서 항상 측정하여야 한다. 그러나 눈의 고정 움직임은 위와 같은 허용 가능 영역이 측후 측정 기기의 시야에서 사라지고 이 때문에 측정을 중지해야하는 결과를 야기할 수 있다. 의사 입장에서 보면, 이는 측정 데이터가 기록되지 않는 결과가 된다. 그러면 의사는 환자의 머리를 추적하거나, 아니면 추가의 측정을 실행하지 말아야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은 눈의 레이저 수술 치료 범위 내에서 필요한 두께 또는 깊이 측정을 수술 전, 수술 도중 또는 수술 후에 행하는 것을 간단하게 하며, 그 측정을 신뢰성 있게 할 수 있도록 하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따라 제공되는 안과 레이저 수술, 특히 굴절교정 레이저 수술 장치는,

[0014] - 치료 레이저 빔을 제공하는 제1 방사 공급원과,

[0015] - 치료할 눈 위로 치료 레이저 빔을 위치 제어식 및 시간 제어식으로 안내하는 제1 빔 안내 수단과,

[0016] - 치료할 눈의 상을 기록하는 카메라와,

[0017] - 눈의 움직임을 인지하기 위해 카메라의 상 데이터를 평가하는 평가 및 제어 유닛과,

[0018] - 눈의 두께 치수 또는 깊이 치수, 특히 각막 두께를 측정하는 측정 장치로서, 측정 빔을 제공하는 제2 방사원 과 측정 빔을 눈 상으로 지향시키는 제2 빔 안내 수단을 구비하는 광결합 간섭 측정 장치를 포함한다.

[0019] 본 발명에 따르면, 상기 제2 빔 안내 수단은 측정 빔의 빔 위치를 변경시키기 위하여 적어도 하나의 움직일 수 있게 설치된 빔 안내 요소를 포함하고, 상기 평가 및 제어 유닛은 측정 빔의 위치가 눈의 움직임을 따라가는 방식으로 해서 등록된 눈의 움직임에 따라서 상기 빔 안내 요소를 제어할 수 있게 설정된다.

[0020] 결국, 본 발명은, 측정을 실행하는 과정에서 측정 빔이 항상 각막 표면의 동일 지점이나 적어도 각막 표면의 동일 영역에 항상 실질적으로 부딪칠 수 있도록, 측정 장치를 제어하기 위하여 눈의 움직임을 기록하는 눈 추적기의 데이터를 이용하는 개념을 교시한다. 검출된 눈의 움직임에 따라서 측정 빔을 위와 같이 자동으로 추적하게

되면 순간적으로 짧은 연속 시간에 아주 대량의 측정을 할 수 있게 되고, 이에 따라 자료 분류 및/또는 치료 과정의 제어를 정확하게 할 수 있게 된다. 한편, 종래 시스템에 있어서는 수동 추적이 힘들기 때문에 이어지는 측정과 측정 사이에 많은 시간 간격이 반복해서 발생하는 결과가 야기된다. 또한, 본 발명에 따른 해결책은 측정의 높은 신뢰성을 보장하게 되는데, 그 이유는 측정 장치를 눈 추적기에 결합시키게 되면 측정 빔을 미리 결정된 지점이나 눈의 미리 결정된 영역으로 일정하게 정확히 지향시키는 것이 가능해지기 때문이다.

[0021] 측정 빔의 위치가 눈의 움직임을 따라가도록 하는 방식으로 측정 장치의 빔 안내 요소를 제어할 수 있도록 하는 요건은, 현재 등록된 눈의 움직임에 대해서 측정 빔의 연속적 추적을 계속 되풀이해서 할 필요는 없다. 앞에서 설명한 바와 같이, 각막 표면 상의 측정 빔이 위치되는 범위 내의 허용 가능 영역이 미리 결정되는데, 이 경우 측정의 정확도에는 유의적인 영향이 미치지 않는다. 그러나 측정 빔이 허용 가능 영역을 떠나자마자, 측정 빔의 위치가 다시 허용 가능 영역 안에 놓일 수 있도록 측정 빔의 추적이 행해진다. 이와 관련하여, 측정 빔의 불필요한 추적 움직임을 방지하기 위한 추가의 경계 조건이 만족되어야 한다. 일례로, 상기 경계 조건 중 한 가지는 측정 빔의 추적이 행해지기 전에 측정 빔은 상기와 같은 허용 가능 영역을 적어도 소정의 시기 동안 벗어나 있는 경우일 수 있다. 이와 같은 방식으로, 짧게 경계 밖에 있는 것(brief outlier)들은 필터링된다. 측정 장치가 측정을 실행하는 때에 측정 빔이 미리 결정된 지점 또는 허용 가능 영역을 향하여 실질적으로 지향되는 것은 적어도 보장되어야 한다. 측정 빔의 추적을 비교적 신속하게, 의도한 측정 전에 아주 짧은 시간에 할 수 있으므로, 측정 빔의 위치를 눈 또는 동공의 현재의 위치에 따라서 조정하는 것을 생각할 수 있다. 물론 측정이 임박하지 않을 때라도 측정 빔을 추적하는 작동을 마찬가지로 수행하는 것도 가능하다.

[0022] 양호한 실시예에서, 움직일 수 있게 설치된 빔 안내 요소는 편향 거울이고, 측정 빔은 상기 편향 거울로부터 나와서 눈에 거울 상에서의 추가 편향이 없이 도달된다. 편향 거울이, 눈으로 지향되는 레이저 수술 장치의 광의 또 다른 빔의 경로에 놓이는 경우, 상기 편향 거울은 부분 전송 거울인 것이 유리하다. 일례로, 상기 광의 추가 빔은 고정 광의 광원으로부터 방사된 고정 광 빔일 수 있다.

[0023] 눈 위의 측정 빔의 위치를 변경시키기 위해, 상기 편향 거울을 적어도 하나의 경사축을 중심으로 해서 경사질 수 있게 설치할 수 있다. 선택적으로 혹은 추가적으로, 상기 편향 거울은 적어도 하나의 직선 방향을 따라서 직선 방향으로 조정될 수 있게 설치될 수도 있다.

[0024] 앞에서 이미 설명한 바와 같이, 어느 경우에서라도 측정 빔의 위치를 기록된 눈의 움직임 각각에 대해 연속적으로 조정할 필요까지는 없다. 따라서, 본 발명의 추가로 개선된 양호한 예에 따르면, 상기 평가 및 제어 유닛은, 등록된 눈의 움직임이 적어도 하나의 사전에 정해진 조건을 만족시킬 때에만 상기 빔 안내 요소의 제어에 의해서 눈의 움직임에 대해 측정 빔을 추적하도록 설정될 수 있다. 측정 빔을 추적하기 위한 상기 미리 정해진 조건은, 예를 들면, 눈이 기준 위치에 대해 적어도 미리 정해진 범위만큼 움직인 것으로 할 수 있다. 기준 위치는 예를 들면 동공 중심의 위치와 연관시킬 수 있다. 시중에 나와 있는 현재의 눈 추적기들 및 그 추적기들용의 상 평가 소프트웨어는 등록된 상 데이터로부터 동공 중심의 현재 위치를 계산할 수 있다. 일례로, 레이저 수술을 시작할 때의 동공 중심의 위치를 제1 기준 위치로 사용할 수 있고, 측정 빔을 상기 제1 기준 위치에 대해 지향시킬 수 있다. 동공 중심이 후속해서도 상기 제1 기준 위치 둘레의 미리 정한 영역(일례로, 소정의 반경으로 구획된 영역) 내에 위치하는 한은, 측정 빔의 추적은 실행되지 않는다. 한편, 동공 중심이 상기 소정의 반경을 넘어서는 정도로 기준 위치로부터 떨어져 있는 경우, 측정 빔의 추적이 실행된다. 이는, 예를 들면, 새로운 기준 위치가 동공 중심의 위치에 대한 현재의 정보에 기초하여 확인되고 측정 빔이 그 새로운 기준 위치에 대해 지향되도록 하는 방식으로 행해질 수 있다. 상기 새로운 기준 위치는 예를 들면 동공 중심이 이전의 허용 가능 영역을 벗어난 후의 그 동공 중심의 평균 위치일 수 있다. 새로운 기준 위치에 따라, 일례로, 새로운 기준 위치 둘레를 둘러싸는 소정의 반경을 갖는 원의 형태로 새로운 허용 가능 영역이 다시 한번 더 확립된다. 눈의 움직임에 따라서 측정 빔을 추적하는 또 다른 방식의 절차 및 조건들도 항상 가능하다는 점을 알 수 있을 것이다.

[0025] 이하에서는 첨부된 도면에 기초하여 본 발명을 더 명료하게 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 눈에 굴절 교정 레이저 수술을 하는 장치의 예시적인 실시예를 보이는 개략적인 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 도면에서, 레이저 수술, 일례로 굴절교정 레이저 수술로 치료할 눈을 도면 부호 10으로 개략적으로 나타내었다. 눈(10)의 각막과 동공 가장자리가 각각 도면 부호 12와 14로 도시되었다.

- [0028] 도시된 레이저 수술 장치는, 고정 광의 약 빔(18')을 방출하며 환자의 눈을 고정하기 위해 환자로 하여금 바라 보게 하는, 공지된 고정광 광원(18)을 보이고 있다.
- [0029] 또한, 레이저 수술 장치는 치료 레이저 빔(20')을 방출하는 치료 레이저(20)를 포함하고, 상기 치료 레이저 빔은 렌즈(22)를 경유하여 한 쌍의 스캐너 거울(24, 24')로 향해 보내져서 부분 전송 편향 거울(26)을 거쳐서 눈(10)으로 편향된다. 라식 치료에 있어서는, 레이저(20)는 예를 들면 방사 파장이 UV 영역, 일례로 193nm 내에 있는 엑시머 레이저(excimer laser)이다. 이와는 다른 치료 목적을 위해서 필요에 따라서는 적외선 영역의 치료 파장도 사용할 수 있다. 스캐너 거울(24, 24')은 일례로 검류계 방식으로 제어될 수 있으며 미리 계산된 치료 프로파일에 따라서 프로그램 제어 컴퓨터(C)에 의해 레이저(20)와 함께 제어된다. 컴퓨터(C)는 본 발명의 관점에서는 평가 및 제어 유닛을 구성한다.
- [0030] 레이저 수술 장치는 또한 눈의 움직임을 추적하는 장치(눈 추적기)를 구비한다. 상기 눈 추적기는 카메라(30)를 포함하는데, 상기 카메라에 의하면, 눈, 구체적인 용어로는 동공과 홍채의 상(image)이 화살표(32) 방향으로 부분 전송 편향 거울(28)을 거쳐서 기록될 수 있다. 이어서, 환자가 시선을 고정 빔(18')에 고정시키려고 하는 노력에도 불구하고 피할 수 없이 발생하는 눈의 움직임을 추적하기 위해, 카메라(30)의 상 데이터가 컴퓨터(C)에서 상 분석 소프트웨어에 의해서 평가된다. 검출된 눈의 움직임은, 이 방식에 있어서는, 치료 프로파일을 눈의 미리 정해진 기준점, 일례로 각막 표면에 위치된 기준점에 대해서 가능한 한 일정한 방향으로 유지하기 위해서, 컴퓨터(C)가 스캐너 거울(24, 24')을 제어하는 데에 고려하게 된다.
- [0031] 또한, 공지된 방사원(radiation source)(예, SLED, ASE, 초대 연속체 레이저(supercontinuum laser))을 포함하는 저간섭성 광반사 측정(OLCR)용 측정 장치(34)를 레이저 수술 장치에 통합시키는데, 이 측정 장치의 측정 부분 전송 편향 거울(42)을 거쳐서 눈(10)으로 보내진다. 측정 장치(34)는 이 측정 장치(34)에 의해 방사되는 측정 방사의 경로와 동일한 경로에서 편향 거울(42)을 거쳐서 눈(10)으로부터 반사된 방사를 받아들인다. 이는 양방향 화살표(36)로 표시되었다.
- [0032] 측정 장치(34)는 각막의 두께와, 필요에 따라서는 치료할 눈(10)의 하나 이상의 또 다른 두께 치수 또는 깊이 치수(예, 전방 챔버의 깊이)를 적어도 한번, 바람직하기로는 수회 측정한다. 레이저 수술을 시작하기 전에 적어도 한번과 레이저 수술을 마친 후에 추가로 한번 각막 두께를 측정하면 편리하다. 측정을 레이저 수술 도중에 지속적으로, 일례로 소정의 시간 간격으로 행하는 것도 바람직하다. 측정 장치(34)는 그의 측정 데이터를 컴퓨터(C)로 보내고, 컴퓨터는 측정 결과치들을 일례로 디스플레이 장치(50) 상에 수치 및/또는 그래픽으로 나타낼 수 있다. 필요에 따라서는, 컴퓨터(C)는 측정 결과치들을 저장하고, 수술에 후속해서, 연속하는 측정치들의 범위 내에서 얻어진 결과치를 담고 있는 측정 기록을 인쇄하도록 설정될 수도 있다. 그러나 수술자가 치료 과정을 직접 감시할 수 있도록 한 경우라면 측정 결과치들을 디스플레이 장치(50) 상에 표시하는 것이 바람직하다. 필요에 따라, 컴퓨터(C) 또는 그의 제어 프로그램은 수술자의 수정을 위한 개입을 받아들이며 치료 과정을 적절히 바꿀 수 있도록 설정될 수 있다. 상기 수정을 위한 개입은, 일례로 상세하게 나타내지 않았지만 컴퓨터(C)에 결합될 수 있는 것이면 어떤 형태의 입력 장치로도 가능하다.
- [0033] 고정 광(18')과 치료 레이저 빔(20')의 공통 경로에 결합되게 되는 측정 빔이 거쳐 가는 편향 거울(42)은 2개의 다른 편향 거울(26, 28)에 대해 이동 가능하게, 즉 본 실시예의 경우에는 양방향 화살표(52)로 나타낸 바와 같이 회전할 수 있게, 설치된다. 이와 관련하여, 편향 거울(42)은 레이저 수술 장치의 x-y 평면에 대해 실질적으로 평행한 적어도 하나의 경사 축을 중심으로 해서 회전할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 개념에 따르면, x-y 평면은 치료 레이저 빔(20')(z-방향)의 입사 방향에 대해 평행한 평면이다. 눈(10)에 부딪히는 측정 빔이 회전될 수 있도록 위치된 경사 축을 중심으로 해서 편향 거울(42)을 기울임으로써, 레이저 빔의 입사 위치를 바꿀 수 있다. 편향 거울(42)을 2개의 상호 평행한 경사 축을 중심으로 해서 회전시키는 것도 유리한데, 상기 2개의 경사 축 각각은 x-y 평면에 대해 실질적으로 평행하게 위치되고 그에 따라 눈(10) 상의 측정 빔을 2차원으로 변경할 수 있다. 편향 거울(42)을 조정하기 위해, 일례로 스캐너 거울(예, 거울(24, 24'))의 구동과 관련한 전문 기술 분야에서 공지된 것과 같은 검류계 방식 위치 결정 수단을 구비시킬 수 있다. 물론 이와 다른 형태의 구동 장치로서 기전(electromotive) 또는 압전 구동기들도 가능한데, 이에 국한되지는 않는다. 편향 거울(42)의 위치 결정 수단은 컴퓨터(C)에 의해 제어되는데, 이는 도면에 제어 접속(54)으로 나타내었다.
- [0035] 편향 거울(42)의 회전 능력에 대한 대안적인 예로서, 편향 거울은 그의 방향을 x-y 평면에 대해 변경시키지 않고도 x-y 평면에서 조정될 수 있게 할 수 있다. 이 방식에 있어서, 눈 상으로 향하는 측정 빔의 위치를 변위시

킬 수 있게 하는 것이 가능하다.

[0036]

컴퓨터(C)는 편향 거울(42)을 카메라(30)의 상 데이터로부터 확인된 눈의 위치, 더 정확하게는 동공의 위치에 따라서 제어한다. 이 방식에 있어서, 측정 빔의 위치는 등록된 눈의 움직임에 따라서 추적될 수 있고, 이에 따라 두께 측정이 항상 각막의 영역에서 행해지게 되어서 각막 두께에 대한 안정적인 보고가 보장된다. 수치적인 예를 들자면, 눈(10)과 편향 거울(42) 간의 이격 거리가 일례로 445mm라 하고, 측정 빔으로부터 투시한 각막 지점의 변위가 일례로 1.0mm라 할 때, 측정 빔이 동일한 각막 지점에 실질적으로 부딪히는 것이 계속되도록 하기 위해 필요한 각도인 0.13° 만큼 측정 빔의 필요한 경사가 달성될 수 있도록 하기 위해서는, 편향 거울(42)은 0.065° 만큼 기울어져야 한다.

도면

도면1

