

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5220033号

(P5220033)

(45) 発行日 平成25年6月26日(2013.6.26)

(24) 登録日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 F 9/00 (2006.01)

A 6 1 F 9/00 5 1 2

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2009-549752 (P2009-549752)	(73) 特許権者	509015589
(86) (22) 出願日	平成19年2月14日(2007.2.14)		ツィーマ ホールディング アクチェンゲ
(65) 公表番号	特表2010-517726 (P2010-517726A)		ゼルシャフト
(43) 公表日	平成22年5月27日(2010.5.27)		Z i e m e r H o l d i n g A G
(86) 国際出願番号	PCT/CH2007/000078		スイス国, 2 5 6 2 ポート, アルメンド
(87) 国際公開番号	W02008/098381		シュトラーセ 1 1
(87) 国際公開日	平成20年8月21日(2008.8.21)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成22年1月6日(2010.1.6)		弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	ラートイエン, クリスチャン
			ドイツ国, 2 8 1 9 7 プレーメン, ヴァ
			ルターメル ヘルストラッセ 1 5 2
		審査官	宮崎 敏長

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼組織を分解するための眼科用装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光パルスが発生するための光源(21)を有するベースステーション(2)と、
前記ベースステーション(2)に取り付けられている支持アーム(3)と、
前記支持アーム(3)に取り付けられ、眼(6)上に位置させることができ、眼組織を
点状に分解するために前記光パルスを集束させて投射するための光投射部(41)を有す
るアプリケーションヘッド(4)と、

前記ベースステーション(2)からの前記光パルスを、前記支持アーム(3)を介して
前記アプリケーションヘッド(4)に伝達するための光伝達システム(22)と、

を備える眼科用装置(1)において、

前記支持アーム(3)は、剛で本質的に動くことのない構成であり、

前記支持アーム(3)は、前記アプリケーションヘッド(4)を前記ベースステーショ
ン(2)に接続しており、

前記支持アーム(3)は、鉛直な回転軸線(r_y)を有するヒンジ(R_y)を介して前
記ベースステーション(2)に接続されて、前記支持アーム(3)の前記鉛直な回転軸線
(r_y)を中心とした回転により前記光投射部(41)を水平方向に移動可能にしており

、

前記支持アーム(3)は、一方の端部に、水平に向けられた回転軸線(r_z)を有する
ヒンジ(R_z)を有し、当該ヒンジ(R_z)は、前記アプリケーションヘッド(4)を、
当該水平に向けられた回転軸線(r_z)を中心とした回転によって前記眼(6)上に手動

10

20

で位置させることができるように取り付けられており、

スキャナを含むビーム偏向手段(31)が前記支持アーム(3)内に配置され、前記ビーム偏向手段(31)は、少なくとも2つの走査方向に前記光パルスを偏向するように構成され、偏向された前記光パルスを前記光投射部(41)によって、眼組織を分解するように集束させて投射することができることを特徴とする眼科用装置(1)。

【請求項2】

前記ヒンジ(R_z)は、前記ベースステーション(2)から離れた側の前記支持アーム(3)の端部に配置され、前記アプリケーションヘッド(4)は、前記ヒンジ(R_z)を介して移動可能に前記支持アーム(3)に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の装置(1)。

10

【請求項3】

前記アプリケーションヘッド(4)は、前記支持アーム(3)に動かないように接続され、前記ヒンジ(R_z)は、前記ベースステーション(2)の方に向けられた前記支持アーム(3)の端部に配置され、前記支持アーム(3)は、前記ヒンジ(R_z)を介して可動に前記ベースステーション(2)に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項4】

前記アプリケーションヘッド(4)を前記眼(6)の上方に位置決めするための位置決め面に平行に前記支持アーム(3)を回転運動させ、および／または直進移動させる位置決め手段を備えることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の装置(1)。

20

【請求項5】

前記光投射部(41)は、前記光投射部(41)を機械的に移動させることなく、眼組織を分解するために、偏向された光パルスを作用領域全域にわたって集束させて投射することができる寸法に形成されており、前記ビーム偏向手段(31)と前記光投射部(41)は、眼組織の互いに隣接する複数の部位を切開するように眼の可視領域全域にわたる連続する作用領域を走査し、集束させて作用するように構成されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の装置(1)。

【請求項6】

前記アプリケーションヘッド(4)は、前記光投射部(41)の投射方向(v)に前記眼(6)の上面を観察できるようにする観察窓(44)を有することを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の装置(1)。

30

【請求項7】

前記ベースステーション(2)に移動可能に接続され、前記光投射部(41)の前記投射方向(v)に向けて、前記観察窓(44)の上方で旋回させることができる一つまたは複数の光学的な観察または計測モジュールを備えることを特徴とする請求項6に記載の装置(1)。

【請求項8】

前記アプリケーションヘッド(4)の有する重量によって軽減された宛がい力を伴わせて前記アプリケーションヘッド(4)を前記眼(6)上に位置させることができるように、前記水平に向けられた回転軸線(r_z)上で前記アプリケーションヘッド(4)を部分的に釣り合わせるために、重量補償手段(33)が前記アプリケーションヘッド(4)に接続されていることを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載の装置(1)。

40

【請求項9】

前記光投射部(41)は、前記アプリケーションヘッド(4)の、投射方向(v)に向けられた突出部(4B)内に第1のレンズシステム(43)を備え、前記光投射部(41)は、前記アプリケーションヘッド(4)の、前記突出部(4B)からずれるように角度を付けられて前記支持アーム(3)の方に向けられた供給部(4A)内に第2のレンズシステム(42)を備え、前記第1のレンズシステムと前記第2のレンズシステムは、偏向ミラー(45)を介してカップリングされていることを特徴とする請求項1～8のいずれか一つに記載の装置(1)。

50

【請求項 10】

前記アプリケーションヘッド(4)は、投射方向(v)に向けられた突出部(43)を備え、前記アプリケーションヘッド(4)は、前記突出部(43)からずれるように角度を付けられて前記支持アーム(3)の方向に向けられた供給部(42)を備え、前記突出部(43)は、前記供給部(42)に回転可能に接続されていることを特徴とする請求項1～9のいずれか一つに記載の装置(1)。

【請求項 11】

前記水平に向けられた回転軸線(r_z)を中心とした前記アプリケーションヘッド(4)の回転位置を固定または固定解除するためのロック(32)を備えることを特徴とする請求項1～10のいずれか一つに記載の装置(1)。

10

【請求項 12】

前記眼(6)の鉛直方向の位置を判定するための高さ判定手段(22)を備え、

前記ベースステーション(2)は、前記支持アーム(3)の鉛直方向の基本位置を設定するための高さ位置決め手段(24)を備えることを特徴とする請求項1～11のいずれか一つに記載の装置(1)。

【請求項 13】

前記アプリケーションヘッド(4)は、グリップとグリップ構造体(46)の少なくとも一つを備え、前記アプリケーションヘッド(4)は、前記眼(6)上に位置させることができ、少なくとも部分的に光に対して透過性を有し、作用面と等距離に前記眼(6)との接触領域を生じるように構成され配置された接触体を備え、前記アプリケーションヘッド(4)は、圧力をかけて前記眼(6)上に前記アプリケーションヘッド(4)を固定するための固定手段を有し、前記光源(21)は、フェムト秒レーザーを有することを特徴とする請求項1～12のいずれか一つに記載の装置(1)。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼組織を分解するための眼科用装置に関する。特に、本発明は、光パルスが発生するための光源を有するベースステーションと、支持アームによってベースステーションに取り付けることができ、眼上に位置させることができ、光パルスを集束させて投射するための光投射部を有するアプリケーションヘッドと、支持アームを介してベースステーションからの光パルスをアプリケーションヘッドに伝送するための光伝送システムとを備える眼科用装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

現在、近視(近眼)、遠視(遠眼)、乱視などの屈折異常は屈折矯正外科手術により恒久的に矯正可能である。屈折矯正外科手術は、眼の屈折力を所望の値に可能な限り近づける目的で変更する、眼に対する外科手術である。屈折矯正外科手術において最も重要な方法の一つは、いわゆる、レーザーによる元の状態への角膜曲率形成術(レーシック(LASIK): laser-assisted in situ keratomileusis)であり、レーシックでは、角膜フラップ(corneal flap)が予め部分的に切開され端に折り畳まれた後、コンピュータ制御されたエキシマレーザーを用いて角膜内部が除去される。角膜フラップを形成するには、駆動された外科用メスにより角膜フラップを切開する機械的なマイクロケラトームが用いられている。また、最近では、角膜フラップは、通常100fs～1000fs(1fs=10⁻¹⁵s)のパルス幅を有する、強く集束されたフェムト秒レーザーパルスを用いて切開されている。レーシックに加えて、フェムト秒レーザーを用いて角膜に対して行われる屈折矯正のための他の処置もある。

40

【0003】

こうしたシステムは、例えば米国カリフォルニア州アーバイン市にあるイントラレース社(IntraLase Corp.)により、Pulsion FS Laserの商

50

品名で販売されている。このシステムでは、光源（フェムトレザー）が、ベースステーション内に位置し、関節状に連結されたミラーアームを介して光学アプリケーションヘッドに接続されている。光伝達システムと、偏向システム（スキャナ）と、光投射部とに加え、アプリケーションヘッドは、更に、カメラや外科手術用顕微鏡などの観察手段を備えており、したがって、数キログラムものかなりの重量を有している。患者の眼に光投射部の配置を合わせて宛がうために、アプリケーションヘッドの全体が、直進駆動部を介して動かされる。患者はベッドに横たわり動かない。重量のために、手動で宛がうことはできず、電動の駆動部が必要になる。患者に過大な力がかからないようにするために、レーザーシステムは、鉛直な宛がい方向の力計測システムを備えている。

【0004】

また、集束されたフェムト秒レーザーパルスを用いて角膜のフラップを切開するためのシステムはツァイスメディテック社（Z e s i s s M e d i t e c A G）によってV i s u m a xとして、また、20/10パーフェクトビジョンオプティシェゲレート社（20/10 P e r f e c t V i s i o n O p t i s c h e G e r a t e G m b H）によってF e m t e cとして販売されている。これらのシステムでは、光投射部がベースステーションに動かないように接続されている。これらのシステムでは、患者のベッドを用いて、患者の配置が光投射部に対して水平面内で、また鉛直方向にも合わせられる。このため、これらのシステムも、手動で患者の眼に宛がうことができない。また、無制御の状態ではベッドが移動することを避けるために、患者用の特別なベッドをレーザーシステムの安全システムに組み込む必要がある。このため、このベッドはレーザーシステムの一部となり、その結果システムのコストと必要なスペースが増える。システムの利用者が、適したベッドを選択することはできない。

【0005】

前述のシステムでは、光投射部の患者の眼への結合は、まず、水平面内においてx方向およびy方向に配置を合わせ（眼のセンタリング）、次に、鉛直なz方向に下降させることにより達成される。

【0006】

特許文献1には、アプリケーションヘッドが、数個のアーム部材とジョイントからなる関節状に連結されたミラーアームを介してベースステーションに融通性を有するように取り付けられ、アプリケーションヘッドと光投射部を患者の眼に手動で宛がうことができるようになったシステムが記載されている。重量のあるアプリケーションヘッドを、関節状に連結されたミラーアームを用いて手動で宛がうことを可能にするために、光投射部は、それ以前に知られていたシステムと比べて小さいレンズシステムを備えている。寸法の小さいレンズシステムであっても、眼の広範囲の作用領域にわたって、集束されたレーザーパルスを用いて作業可能であることを保証するため、アプリケーションヘッドは、更に、光投射部を前方および第1の走査方向に移動させるための移動駆動部を有している。しかしながら、鉛直な走査方向へ光学的に偏向することは不可能である。このように作用領域が限定されると、作用領域内でレーザーパルスを素早く位置決めすることしかできない。その結果、眼全域にわたるレーザーパルスの融通性のある位置決めは、制限される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】欧州特許第1731120号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、少なくとも従来技術のいくつかの欠点を回避する、眼組織を分解するための新規な眼科用装置を提供することを目的とする。特に、本発明は、患者の眼に対し手動で光投射部を宛がうことができ、かつ、高開口数の光学素子を有する光投射部を使用でき、これにより眼の可視領域全体でレーザーパルスを水平方向に、また鉛直方向にも集束させ

10

20

30

40

50

て投射することが可能である、眼組織を分解するための眼科用装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によると、これらの目的は、特に、独立請求項の構成要素により達成される。また、他の有利な実施態様が、従属項と明細書に示されている。

【0010】

眼科用装置は、光パルスが発生するための光源を有するベースステーションと、ベースステーションに取り付けられている支持アームと、支持アームに取り付けられ、眼上に位置させることができ、眼組織を点状に分解するために光パルスを集束させて投射するための光投射部を有するアプリケーションヘッドと、支持アームを介してベースステーションからの光パルスをアプリケーションヘッドに伝達するための光伝達システムとを備えている。

10

【0011】

上記目的は、本発明により、特に、支持アームが、剛な構成であり、一方の端部に、水平に向けられた回転軸線を有するヒンジを有し、このヒンジが、アプリケーションヘッドをこの回転軸線を中心として回転（回転運動）させることによって眼上に位置させることができるように取り付けられていることによって達成される。剛な支持アーム、すなわち、一体に構成され本質的に動くことのない支持アームにより、アプリケーションヘッドをベースステーションに安定して簡単に接続することが可能となる。特に、剛な支持アームにより、例えば複数の部材からなる関節状に連結されたミラーアームを用いた場合に比べて、より簡素な光伝達システムを構成することが可能になる。剛な支持アームの端部に水平に配置されたヒンジにより、アプリケーションヘッドや光投射部を、好ましいことに機械的に行われる回転運動によって、鉛直方向に眼上に宛がうことができ、この際、アプリケーションヘッドは、運動学的に生じる円弧状に誘導され、これにより、鉛直に移動する部材を眼上に位置させることが可能になる。回転運動の利点は、構成が簡単で、機械的な摩擦が小さいことである。したがって、支持アームおよびヒンジにより、手動による制御しながら、アプリケーションヘッドや光投射部を眼上に結合させ、すなわち、宛がうことが可能となり、好ましいことに、ユーザーは、触覚で感知された力や運動の手応えを介して力や運動を制御するために、触覚を用いることができる。力を加えたり力を制限したりする能動的なシステムは不要であるので、受動的なシステム要素を使用するだけで高い安全性が得られる。支持アームは簡素に構成され、アクチュエータ、およびセンサーの数は少なく、もしくは全く必要とされないので、更に構成を簡素にすることができ、これにより低コスト化が達成される。更に、患者の直上に配置される部材の全体の寸法を小さくすることができる。

20

30

【0012】

ヒンジは、ベースステーションから離れた側の支持アームの端部に配置され、アプリケーションヘッドは、このヒンジを介して移動可能に支持アームに接続されることが好ましい。アプリケーションヘッドを、ヒンジを介して移動可能に剛な支持アーム上に配置することにより、システムの、手動で宛がわれる部分の寸法および重量が低減され、これにより、手動で宛がうことが更に容易となり制御可能となる。

40

【0013】

一実施態様では、アプリケーションヘッドは、支持アームに動かないように接続され、支持アーム、ひいては支持アームに固定されているアプリケーションヘッドがヒンジを介してベースステーションに可動に接続されるように、ヒンジは支持アームの、ベースステーションの側の端部に配置されている。長くなった回転アームの利点は、宛がう際の回転の半径が大きくなり、それにより、鉛直方向の変位に必要な回転角が小さくなるということであり、また、このことは、鉛直方向の宛がい軸線からのずれが小さくなることを意味している。

【0014】

50

他の実施態様では、装置は、アプリケーションヘッドを眼の上方で位置決めするための位置決め面に平行に支持アームを回転運動させ、および／または直進運動させるための位置決め手段を備えている。位置決め手段は、例えば、ガイドレール、および／または水平位置決め面内での直進運動用の駆動手段、および／または鉛直方向に延びる回転軸線を中心とした回転（回転運動）を可能にするヒンジを備えている。

【0015】

一実施態様では、装置は、支持アーム内に配置され、少なくとも2つの走査方向に光パルスを偏向するために使用されるビーム偏向手段を備え、光投射部は、光投射部を機械的に移動させることなく、眼組織を分解するために、偏向された光パルスを、好ましいことに、直径11mmの作用領域全域にわたって集束させて投射させることができる寸法に形成されている。

10

【0016】

別の実施態様では、アプリケーションヘッドは、光投射部の投射方向に眼の上面を観察できるようにする観察窓を有している。この観察窓によって、ベースステーションに可動に接続され、アプリケーションヘッドが眼上に位置させられ、または位置させられつつある時に、光投射部の投射方向に向けられ、観察窓の上方で旋回させることができる光学的な観察または計測モジュール、例えばカメラ、顕微鏡、または計測装置を用いて眼の上面を観察することが可能になる。更に、光学的な観察または計測モジュールは、必要のない場合、離れた所に旋回させることができる。光学的な観察または計測モジュールを、眼の上方で視線に入れたり視線から外したりするように旋回させることができることは、アプリケーションヘッド全体の寸法ひいてはその重量を更に減少させ、操作性も向上させることができることを意味する。

20

【0017】

一実施態様では、重量補償手段が、アプリケーションヘッドの有する重量により軽減された宛がい力を伴わせてアプリケーションヘッドを眼上に位置させることができるように、回転軸線上でアプリケーションヘッドを部分的に釣り合わせるために、アプリケーションヘッドに接続されている。回転運動に影響する質量（アプリケーションヘッドおよび、構成によっては、支持アーム）を部分的にだけ釣り合わせる構成を用いることによって、眼に対する宛がい力は、重力によって発生させることができる。

【0018】

別の実施態様では、光投射部は、アプリケーションヘッドの、投射方向に向けられた突出部内に第1のレンズシステムを備え、光投射部は、アプリケーションヘッドの、突出部からずれるように角度を付けられて支持アームの方に向けられた供給部内に第2のレンズシステムを備え、第1のレンズシステムと第2のレンズシステムは、偏向ミラーを介してカップリングされている。投射部と供給部に分割されたレンズシステムの構成により、光投射部の構造的高さ、ひいてはアプリケーションヘッドの構造的高さを低くすることができる。更に、顕微鏡のような外部補助部、または計測装置をより簡単に適用することが可能になる。

30

【0019】

一実施態様では、アプリケーションヘッドは、投射方向に向けられた突出部と、突出部からずれるように角度を付けられて支持アームの方に向けられた供給部を備えている。突出部は、例えば、供給部を通して延びる縦軸線を中心に軸方向に、および／または供給部の縦軸線に垂直に延びる横軸線を中心に回転可能に供給部に接続されている。突出部を回転可能に供給部に接続することによって、光投射部および光投射部に取り付けられた固定手段を、眼に対し正確に配置を合わせることが可能になる。

40

【0020】

別の実施態様では、装置は、回転軸線を中心としたアプリケーションヘッドの回転位置を固定または固定解除するためのロックを備えている。

【0021】

一実施態様では、装置は、眼の鉛直方向の位置を判定するための高さ判定手段を備え、

50

ベースステーションは、支持アームの鉛直方向の基本位置を設定するための高さ位置決め手段を備えている。支持アームの鉛直方向の基本位置を設定することにより、アプリケーションヘッドを鉛直方向に眼上に位置させるために必要とされる回転運動を小さくすることができ、この結果、鉛直に移動する部材に、より近い領域内に保つことができ、これにより、一方で、アプリケーションヘッドを結合させるために必要な移動ストロークを小さくすることができ、他方で、アプリケーションヘッドと眼の水平方向の配置合わせ（センタリング）が容易になる。

【0022】

他の実施態様では、アプリケーションヘッドは、手動操作のための一またはそれ以上のグリップおよびグリップ構造体と、眼上に位置させることができ、少なくとも部分的に光透過性を有し、また、作用面に対して等距離に眼との接触領域を生じるように構成され配置された接触体と、圧力をかけて眼上にアプリケーションヘッドを固定するための固定手段とを有している。光源は、フェムト秒レーザーを備えることが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、アプリケーションヘッドが回転可能に取り付けられた支持アームと共に一体に構成されたベースステーションを備える眼科用装置を示す模式的な側面図である。

【図2】図2は、水平な位置決め面内でベースステーションに対して直進移動が可能であり、アプリケーションヘッドが回転可能に取り付けられた支持アームを備える眼科用装置を示す模式的な側面図である。

【図3】図3は、位置決め面内でベースステーションに対して直進移動が可能であり、アプリケーションヘッドが回転可能に取り付けられた支持アームを備える眼科用装置を示す模式的な平面図である。

【図4】図4は、位置決め面内でベースステーションに対して直進移動および回転移動が可能であり、アプリケーションヘッドが回転可能に取り付けられた支持アームを備える眼科用装置を示す模式的な平面図である。

【図5】図5は、位置決め面内で鉛直な回転軸線を中心にベースステーションに対して回転移動が可能であり、アプリケーションヘッドが回転可能に取り付けられた支持アームを備える眼科用装置を示す模式的な平面図である。

【図6】図6は、位置決め面内でベースステーションに対して鉛直な2つの回転軸線を中心に回転移動が可能であり、アプリケーションヘッドが回転可能に取り付けられた支持アームを備える別の眼科用装置を示す模式的な平面図である。

【図7】図7は、支持アームに続く供給部内のレンズシステムと、角度をつけられた突出部内の別のレンズシステムとを備えるアプリケーションヘッドを示す模式的な側面図である。

【図8】図8は、突出部の上方に観察窓を備え、観察窓に、光学的な観察補助部または計測モジュールが取り外し可能に接続されたアプリケーションヘッドを示す模式的な側面図である。

【図9】図9は、供給部に回転可能に接続された突出部を備えるアプリケーションヘッドを示す模式的な側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図1～図6において、参照番号1は、眼組織を分解するための眼科用装置を示す。眼科用装置1は、ベースステーション2と、ベースステーション2に取り付けられ本質的に剛である支持アーム3とを備えている。アプリケーションヘッド4が、動かないように、または水平方向に向けられたヒンジ R_z を介して支持アーム3に取り付けられている。また、図1は、支持アーム3に動かないように接続された観察、結像、および／または計測用の任意構成の光学モジュール7、例えばアプリケーション工程（結合）および治療を観察するためのモニターおよび／または顕微鏡を示している。図1～6にかかる実施形態では、アプリケーションヘッド4は、水平な回転軸線 r_z を中心に回転するようにヒンジ R_z

10

20

30

40

50

を介して支持アーム 3 に接続されている。いずれの場合も、ヒンジ R_z は、支持アーム 3 の、支持アーム 3 がベースステーション 2 に接続されている側から離れた側の端部に配置されている。図 1 および図 2 の側面図に模式的に示すように、回転軸線 r_z を中心としたアプリケーションヘッド 4 の回転 Z_{rot} によって、アプリケーションヘッド 4 を降下させ眼 6 上に位置させるために、部材の鉛直移動を z 方向に行うことができるように、ヒンジ R_z は配置され構成されている。手動走査用に、グリップおよび／またはグリップ構造体 46 がアプリケーションヘッド 4 に取り付けられている。慣性質量を低く保ち、移動させられる部材の数を減らすために、回転軸線 r_z は患者の近くに配置されている。当業者であれば、回転軸線 r_z を中心としたアプリケーションヘッド 4 の回転を、例えばこの目的で用いられる他の複数のヒンジ R_z を用いて、平行四辺形ガイドによっても達成できることが理解できるであろう。

10

【0025】

図 1 にのみ模式的に示すが、いずれの場合にも、眼科用装置 1 は、ベースステーション 2 内に配置され光パルスを発生する光源 21（レーザー光源）、特にフェムト秒レーザーパルスを発生するフェムト秒レーザーと、ベースステーション 2 からの光パルスを支持アーム 3 を通してアプリケーションヘッド 4 へ伝達する光伝達システム 22 とを備えている。眼科用装置 1 は、回転軸線 r_z を中心としたアプリケーションヘッド 4 の回転の位置を固定または固定解除するためのロック 32、例えば摩擦継ぎ手を備えることが好ましい。

【0026】

ビーム偏向手段 31 が、光伝達システム 22 に挿入されており、少なくとも 2 つの走査方向に光パルスを偏向するように構成されている。ビーム偏向手段 31 に適したスキャナは、例えば、特許文献 1 に記載されている。また、ガルバノスキャナや音響光学変調器も適している。アプリケーションヘッド 4 への距離を最小にするために、ビーム偏向手段 31 は、支持アーム 3 内に配置されるのが好ましい。アプリケーションヘッド 4 は、点状に眼組織を分解するために、眼 6 内および／または眼 6 上へ光パルスを集束させて投射するためのレンズシステム 42、43 を有する光投射部 41 を備えている。偏向された光パルスは、光伝達システム 22 により、ビーム偏向手段 31 を介して光投射部 41 へと前方に伝達される。ビーム偏向手段 31 および光投射部 41 は、眼の可視領域全域にわたって隣接する作用領域を走査し、眼組織、特に角膜内の互いに隣接する複数の部位を切開できるように集束効果を生じて作用するように構成されている。ビーム偏向手段 31 および光投射部 41 によって、平坦な作用領域、例えば水平方向の作用領域に集束させた走査が可能になるだけでなく、目標とする集束の鉛直方向での位置決めによって、三次元的に規定された作用領域、例えば鉛直断面および湾曲断面に集束させた走査も可能になる。

20

30

【0027】

なお、図には示されていないが、アプリケーションヘッド 4 は、眼 6 上に配置可能な接触体を備えており、この接触体は、少なくとも一部が光に対して透過性を有し、眼 6 に対し、作用面に対して等距離であるのが好ましい接触領域を生じるように構成され配置されており、圧力をかけてアプリケーションヘッド 4 を眼 6 に固定するための固定手段を有している。接触体は、例えば、平坦であってもよく、または球状であってもよい。

【0028】

図 7 に模式的に示すように、図 1 ～図 6 と組み合わせることができる一実施形態において、アプリケーションヘッド 4 は、支持アーム 3 に接続されている供給部 42 と、供給部 42 に対して角度を有する突出部 43 とを備えている。この実施形態では、光投射部 41 は、突出部 43 内の第 1 のレンズシステム 43 と、供給部 42 内の第 2 のレンズシステム 42 とを備えている。第 1 のレンズシステム 43 と第 2 のレンズシステム 42 は、偏向ミラー 45 を介してカップリングされている。アプリケーションヘッド 4 は、投射方向 v での眼 6 の上面の観察を可能にする観察窓 44 を備えることが好ましい。観察窓 44 は、例えば、偏向ミラー 45 が、観察波長の光に対して透過性を有するようにして構成されている。参照番号 47 は、以下に更に詳細に記載する結合手段を示している。

40

【0029】

50

図 8 に模式的に示すように、観察窓 4 4 により、例えばモジュール支持部 5 1 を用いて、鉛直方向に向けられた回転軸線を中心に回転するようにベースステーション 2 に取り付けられている光学観察、結像、計測用のモジュール 5、例えば、旋回可能な任意構成のモニターの光学カップリングが可能になる。このため、これらのモジュールは、アプリケーションヘッド 4 の上方であちこちに旋回させることができ、光投射部 4 1 の光学的な投射軸線 v に対してモジュールの光軸線の配置を合わせることができる。更に、これらのモジュールは、結合手段 4 7、例えば取り外し可能なスナップフィット式のキャッチまたはバヨネット式のキャッチを介して機械的にアプリケーションヘッド 4 に取り外し可能に接続することができる。

【0030】

10

図 1 ～図 8 と組み合わせることができ、図 9 に模式的に示されている任意構成の実施形態では、突出部 4 3 は、旋回可能に供給部 4 2 に取り付けられている。図 9 にかかる変形例では、アプリケーションヘッド 4 は、ヒンジ R_ϕ を有しており、突出部 4 3 は、供給部 4 2 を通って延びる縦軸線 r_ϕ を中心とした角度 ϕ で回転可能に接続されている。アプリケーションヘッド 4 は、更に、ヒンジ R_β を有し、突出部 4 3 は、縦軸線 r_ϕ に対し垂直に延びる横軸線 r_β を中心とした角度 β で回転可能に供給部 4 2 に接続されている。

【0031】

図 1 にかかる実施形態では、支持アーム 3 はベースステーション 2 に動かないように接続されており、例えば、ベースステーション 2 および支持アーム 3 は、共通の筐体を有する全体として単一のユニットとして一体に構成されている。この例では、眼 6 と光投射部 4 1 との相互の配置を合わせること、すなわち、光投射部 4 1 の眼 6 に対するセンタリングは、患者のベッドまたはベースステーション 2 を水平位置決め面（通常は、ベースステーション 2 が配置される地面に対して平行である）の x 方向および y 方向に移動させることで達成される。

20

【0032】

図 2 および図 3 にかかる実施形態では、支持アーム 3 は、光投射部 4 の配置を眼 6 に対して合わせるために、支持アーム 3 をベースステーション 2 に対して水平位置決め面の x 方向および y 方向に直進移動させることができるように、ベースステーション 2 に対して可動に接続されている。こうした直進移動は、直進移動駆動部によって、または、相応の案内部を介して手動で達成される。

30

【0033】

図 4 にかかる実施形態では、支持アーム 3 は、ヒンジ R_y を介してベースステーション 2 に接続されている。ヒンジ R_y により、鉛直な回転軸線 r_y を中心とした支持アーム 3 の回転 $y_{r.o.t}$ が可能になる。図 4 に模式的に示すように、ヒンジ R_y は、回転軸線 r_y を中心とした支持アーム 3 の回転 $y_{r.o.t}$ により、光投射部 4 1 の位置を眼 6 に対して合わせるために、 y 方向の水平移動が可能となるように配置され構成されている。図 2 および図 3 におけるのと同様に、光投射部 4 1 の配置は、直進移動によって x 方向に合わせることができる。

【0034】

図 5 にかかる実施形態では、光投射部 4 1 の配置は、 x 方向および y 方向の回転によって合わせることができる。図 4 にかかる実施形態では、アプリケーションヘッド 4 は、支持アーム 3 の、支持アーム 3 がベースステーション 2 に接続されている側から離れた側の端部に、特にヒンジ R_x を介して接続されている。ヒンジ R_x により、鉛直な軸線 r_x を中心としたアプリケーションヘッド 4 の回転 $x_{r.o.t}$ が可能になる。図 5 に模式的に示すように、ヒンジ R_x は、回転軸線 r_x を中心としたアプリケーションヘッド 4 の回転により眼 6 に対して光投射部 4 1 の配置を合わせるために x 方向の水平移動が可能となるように配置され構成されている。図 4 におけるのと同様に、回転運動によって光投射部 4 1 の配置を y 方向に合わせることができる。

40

【0035】

図 6 にかかる実施形態では、図 5 におけるのと同様に、 x 方向および y 方向の回転によ

50

り光投射部 4 1 の配置を合わせることができる。しかし、図 6 にかかる実施形態では、ヒンジ R_z または回転軸線 r_z は、図 5 の配置と比べ 90 度回転させられている。x 方向の移動は、支持アーム 3 をベースステーション 2 に接続するヒンジ R_x の鉛直な回転軸線 r_x を中心とした支持アーム 3 の回転 x_{rot} によって達成される。y 方向の移動は、アプリケーションヘッド 4 を支持アーム 3 に接続するヒンジ R_y の鉛直な回転軸線 r_y を中心としたアプリケーションヘッド 4 の回転 y_{rot} によって達成される。

【0036】

x 方向および y 方向の直進移動および／または回転運動 x_{rot} および y_{rot} によってアプリケーションヘッド 4 および光投射部 4 1 の水平方向の配置を合わせするための支持アーム 3 の回転運動および／または直進移動のための位置決め手段は、手動での移動用に、および／または移動駆動部を用いて構成することができる。

10

【0037】

図 2 にのみ模式的に示すが、眼科用装置 1 は、アプリケーションヘッドに接続されている重量補償手段 3 3、例えばカウンターウェイトまたはばねを備えている。重量補償手段 3 3 は、アプリケーションヘッド 4 を所定の作用力を伴って眼 6 上に位置させることができるように、回転軸線 r_z を中心として回転する重量物を部分的にのみ釣り合わせるように構成されることが好ましい。

【0038】

図面と上記の所見は、z 軸方向に鉛直に配置合わせをするために、アプリケーションヘッド 4 がヒンジ R_z を介して支持アーム 3 に接続されている実施形態についてのみのものであるが、支持アーム 3 が相応のヒンジ R_z を介してベースステーション 2 に接続され、アプリケーションヘッド 4 が支持アーム 3 に動かないように取り付けられている場合、水平な回転軸線 r_z を中心とした支持アーム 3 の回転運動によって、z 方向にアプリケーションヘッド 4 の鉛直方向の配置合わせをすることもできることに注意すべきである。上記のように支持アーム 3 を回転および／または直進運動させる位置決め手段を介して、x 方向および y 方向の直進運動および／または回転 x_{rot} および回転 y_{rot} によってアプリケーションヘッド 4 または光投射部 4 1 を水平方向に配置合わせも行われる。支持アーム 3 を回転および／または直進運動させる位置決め手段の配置に応じて、ヒンジ R_z は、ベースステーションに動かないように接続されたままとされ、すなわちベースステーションと一緒に動かされるままとされる。

20

30

【0039】

図 1 にのみ模式的に示すが、眼科用装置 1 は、更に、ベースステーション 2 内に配置されている制御部 2 3 を備えている。制御部 2 3 によって、眼 6 上に位置させるためにアプリケーションヘッド 4 が移動させられる際にビーム偏向手段 3 1 が作動させられないことが保証される。また、制御部 2 3 は、ビームの偏向を制御し、また、移動駆動部を制御し監視するように構成されている。制御部 2 3 は、更に、力や運動やビームパラメータを監視する安全機能を備えている。

【0040】

一実施形態では、眼科用装置 1 は、更に、眼 6 の鉛直方向の位置を判定するための高さ判定手段 2 2、例えばカメラを備えており、ベースステーション 2 は、ベースステーション 2、および、結び付けられた支持アーム 3 の鉛直方向の基本的な位置を設定するための高さ位置決め手段 2 4、例えば直進移動駆動部を備えている。高さ位置決め手段 2 4 は、例えば制御部 2 3 によって、高さ判定手段 2 2 により判定された眼 6 の鉛直方向の位置に基づいて制御される。手動で基本位置を設定することも可能である。基本位置を設定することにより、アプリケーションヘッド 4 に必要とされる移動ストロークを、例えば、10 mm～20 mm に減らすことが可能である。

40

【図 1】

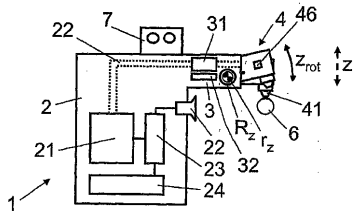


Fig. 1

【図 2】

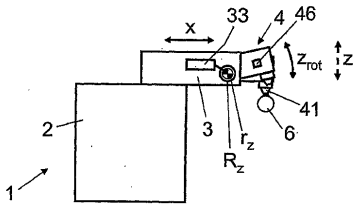


Fig. 2

【図 3】

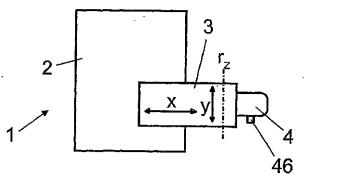


Fig. 3

【図 7】

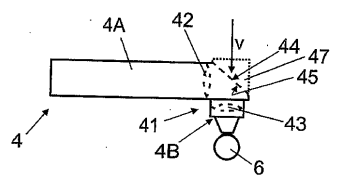


Fig. 7

【図 8】

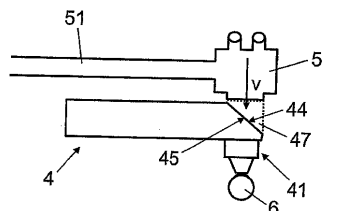


Fig. 8

【図 4】

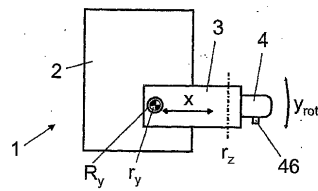


Fig. 4

【図 5】

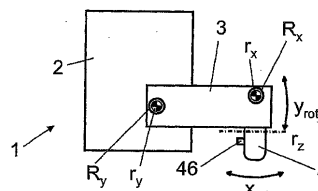


Fig. 5

【図 6】

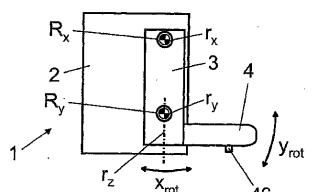


Fig. 6

【図 9】

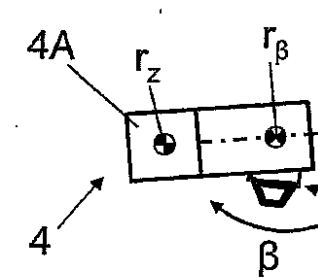


Fig. 9

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-341103 (JP, A)
特表平03-502288 (JP, A)
米国特許出願公開第2004/0254568 (US, A1)
米国特許第03703176 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61F 9/00 — A61F 9/08