

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61F 9/01 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00813213.5

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1236742C

[22] 申请日 2000.9.25 [21] 申请号 00813213.5

[30] 优先权

[32] 1999. 9. 24 [33] US [31] 09/405,457

[86] 国际申请 PCT/US2000/026366 2000.9.25

[87] 国际公布 WO2001/021096 英 2001.3.29

[85] 进入国家阶段日期 2002.3.21

[71] 专利权人 维思克斯公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 赫尔曼·格洛克勒 亨利·普赖斯

杰夫·索比奇

审查员 田蕴青

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 郑修哲

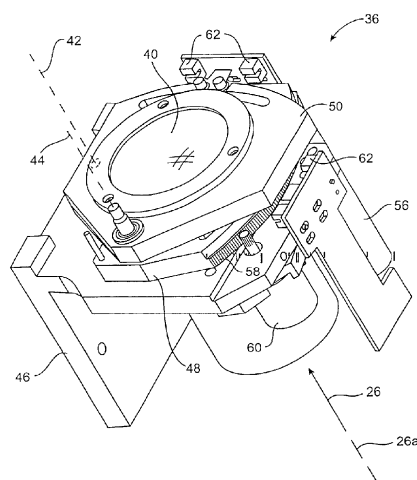
权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于激光眼科手术的双枢轴扫描

[57] 摘要

激光眼科外科手术系统、方法和装置利用了一种双枢轴扫描机构，以便使激光束横向偏置穿过角膜表面而提供 X-Y 扫描。一个成像透镜绕沿激光束但设置在激光束上方延伸的两个偏心轴线旋转。当透镜旋转时，所述光束将遵循一大致弧形路径。偏心轴线相对于激光束轴线以大约 90° 偏置，且系统的控制器通过调节成像透镜相对于互补工作台的角度位置，能够校正弧形路径的偏转。



1. 一种用于改善患者角膜的激光眼科外科手术系统，该系统包括：
一个光学元件；
一个激光器，其用于产生可选择地切除角膜的激光束，所述激光束限定了一条光束轴线；
一个第一工作台，该工作台可相对于激光器、绕横向偏离所述光学元件的第一轴线转动；
一个第二工作台，该工作台可相对于第一工作台、绕横向偏离所述光学元件的第二轴线转动；
所述光学元件在激光束的光学路径上被固定至第二工作台上，该光学元件通过第一和第二工作台的转动而使激光束横向偏转。
2. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述光学元件包括一个透镜。
3. 一种用于改善患者角膜的激光眼科外科手术系统，该系统包括：
一个光学元件；
一个激光器，其用于产生可选择地切除角膜的激光束，所述激光束限定了一条光束轴线；
一个第一工作台，该工作台可相对于激光器、绕横向偏离所述光学元件的第一轴线转动；
一个第二工作台，该工作台可相对于第一工作台、绕横向偏离所述光学元件的第二轴线转动；
所述光学元件在激光束的光学路径上被固定至第二工作台上，该光学元件通过第一和第二工作台的转动而使激光束横向偏转；
其中，光学元件包括一个透镜；
其中，当第一工作台运动时，所述透镜沿第一弧线使所述激光束横向偏转，且当第二工作台运动时，所述透镜沿第二弧线使所述激光束横向偏转，第二轴线沿圆周方向相对于所述光束轴线偏离所述第一轴线，以便第一和第二弧线交叉且能够使激光束沿与激光束轴线垂直的平面

偏转。

4. 根据权利要求3所述的系统, 其还包括: 一个控制器, 该控制器与第一和第二工作台相连, 以便这些工作台能够响应控制器发出的信号转动, 控制器能够校正激光束沿所述弧线的偏转以使激光束沿所述平面移动至一个理想的位置处。

5. 一种产生用于可选择地切除角膜的激光束的激光器, 所述激光束限定了一条光束轴线;

一个第一工作台, 该工作台可相对于激光束、绕横向偏离所述光束的第一轴线转动;

一个第二工作台, 该工作台可相对于第一工作台、绕横向偏离所述光束的第二轴线转动;

一个在激光束的光学路径上被固定至第二工作台上的光学元件, 该光学元件通过第一和第二工作台的转动而使激光束横向偏转;

一支承所述第一工作台并限定了第一偏心轴线的第一枢轴点, 一可驱动地接合第一工作台的第一马达, 以及一个第一位置传感器, 该传感器提供了指示第一工作台旋转位置的信号, 所述光学元件被设置在第一枢轴点和所述传感器之间。

6. 根据权利要求5所述的系统, 其还包括: 一个支承所述第二工作台并限定第二偏心轴线的第二枢轴点, 一个可驱动地接合第一工作台的第二马达, 以及一个第二位置传感器, 该传感器提供了指示第二工作台的旋转位置的信号, 所述光学元件被设置在第一枢轴点和所述传感器之间。

7. 一种用于改善患者角膜的激光眼科外科手术系统, 该系统包括:

一个激光器, 其用于产生可选择地切除角膜的激光束, 所述激光束限定了一条光束轴线;

一个第一工作台, 该工作台可相对于激光器、绕横向偏离所述光束的第一轴线转动;

一个第二工作台, 该工作台可相对于第一工作台、绕横向偏离所述光束的第二轴线转动;

一个在激光束的光学路径上被固定至第二工作台上的光学元件,该光学元件通过第一和第二工作台的转动而使激光束横向偏转;

一横向偏离所述光学元件的第一枢轴点,所述第一枢轴点支承所述第一工作台并限定了第一偏心轴线,一可驱动地接合第一工作台的第一马达,和一个第一位置传感器,该传感器提供了指示第一工作台旋转位置的信号,所述光学元件被设置在第一枢轴点和所述传感器之间;

一个横向偏离所述光学元件的第二枢轴点,所述第二枢轴点支承所述第二工作台并限定第二偏心轴线,一个可驱动地接合第一工作台的第二马达,以及一个第二位置传感器,该传感器提供了指示第二工作台的旋转位置的信号,所述光学元件被设置在第一枢轴点和所述传感器之间,

其中:所述第二枢轴点、第二马达以及第二位置传感器被安装在所述第一工作台上,以绕第一枢轴点与第一工作台一起转动。

8. 一种用于改善患者角膜的激光眼科外科手术系统,该系统包括:

一个激光器,其用于产生可选择地切除角膜的激光束,所述激光束限定了一条光束轴线;

一条在激光束的光学路径中的光学线路,其用于朝向角膜导引激光束;

一个第一偏置机构,该机构使至少一部分光学路径绕第一偏心轴线转动;及

一个第二偏置机构,该机构使至少一部分光学路径相对于第二偏心轴线运动,第一偏心轴线和第二偏心轴线沿激光束的轴线延伸且围绕光束相对于光束枢轴沿圆周方向偏置。

9. 根据权利要求8所述的激光眼科外科手术系统,其中:所述第一偏置机构包括一个第一工作台,所述第二偏置机构包括一个被安装在所述第一工作台上的第二工作台。

10. 根据权利要求9所述的激光眼科外科手术系统,其中:一个运动枢轴点将第一工作台固定在第二工作台,所述运动枢轴点在第一工作台运动时,绕第一偏心轴线转动,并限定了第二偏心轴线以便第二偏心轴线与第一工作台运动。

11. 根据权利要求9所述的激光眼科外科手术系统, 其中: 将一个透镜安装在第二工作台上。

12. 根据权利要求8所述的激光眼科外科手术系统, 其还包括: 一个与第一和第二偏置机构相连的控制器, 所述控制器可选择地导引所述光束穿过角膜, 以便实现理想的再造。

13. 根据权利要求12所述的激光眼科外科手术系统, 其中: 第一偏置机构能够实现所述光束的大致弧形运动。

14. 根据权利要求13所述的激光眼科外科手术系统, 其中: 所述偏置机构能够实现所述光束的大致弧形运动, 所述光束的大致弧形运动与第一偏置机构的弧形运动交叉, 以便允许光束沿垂直于角膜光轴的平面横向运动。

15. 根据权利要求12所述的激光眼科外科手术系统, 其中: 第一偏置机构使光学线路中的一个透镜相对于第一偏心轴线运动。

16. 根据权利要求15所述的激光眼科外科手术系统, 其中: 第二偏置机构使所述透镜相对于第二偏心轴线运动。

17. 一种用于改善患者角膜的激光眼科外科手术系统, 该系统包括:

一个激光器, 其用于产生可选择地切除角膜的激光束, 所述激光束限定了一条光束轴线;

一个在激光束的光学路径上用于朝向角膜引导激光束的光学路径;

一个第一偏置机构, 使至少一部分光学路径绕第一偏心轴线转动;

一个第二偏置机构, 该机构使至少一部分光学路径相对于第二偏心轴线运动, 第一偏心轴线和第二偏心轴线沿激光束的轴线延伸且围绕光束相对于光束枢轴沿圆周方向偏置;

一个与第一和第二偏置机构相连的控制器, 所述控制器可选择地导引所述光束穿过角膜, 以便实现理想的再造;

第一偏置机构使光学路径中的一个透镜相对于第一偏心轴线运动;

第二偏置机构使所述透镜相对于第二偏心轴线运动;

其中: 第一和第二偏心轴线以大约90度偏离所述光束轴线。

18. 根据权利要求12所述的激光眼科外科手术系统, 其中: 所述控

制器根据相对于角膜光轴的理想光束偏离计算第一和第二旋转系统的角度取向。

19. 根据权利要求12所述的激光眼科外科手术系统，其中：所述控制器根据所探测的角膜横向运动改变第一和第二偏置机构的角度取向。

20. 根据权利要求19所述的激光眼科外科手术系统，其中：所述控制器沿所述弧形模拟所述透镜的运动，以计算偏置机构的角度取向。

21. 一种用于改善患者角膜的激光眼科外科手术系统，该系统包括：

一个激光器，其用于产生可选择地切除角膜的激光束，所述激光束限定了一条光束轴线；

一个在激光束的光学路径上用于朝向角膜引导激光束的光学路径；

一个第一偏置机构，使至少一部分光学路径绕第一偏心轴线转动；

一个第二偏置机构，该机构使至少一部分光学路径相对于第二偏心轴线运动，第一偏心轴线和第二偏心轴线沿激光束的轴线延伸且围绕光束相对于光束枢轴沿圆周方向偏置；

其中：所述第一偏置机构包括一个安装在一第一可旋转工作台上的第一圆柱形透镜，而第二偏置机构包括一个安装在一第二可旋转工作台上的第二圆柱形透镜。

22. 一种偏置系统，该系统与一具有激光器的激光眼科外科手术系统一起使用，所述激光器能够产生用于根据由一控制器发出的信号可选择地再造角膜的激光束，所述偏置系统包括：

一第一工作台，该工作台可响应所述控制信号、绕第一轴线相对于激光器转动，所述第一轴线横向偏离激光束的轴线；

一可旋转地被安装在第一工作台上的第二工作台，第二工作台可响应所述控制信号、绕横向偏离激光束轴线的第二轴线转动；

一光学元件，该元件被安装在激光束的光学路径中的第二工作台上，以根据控制信号使激光束横向偏转并实现理想的再造。

用于激光眼科手术的双枢轴扫描

发明的技术领域

本发明通常涉及眼科设备和外科手术。在一个特定的实施例中，本发明提供了一种使激光束在患者眼睛表面上面扫描以实施再造的机构和方法。

如今在眼科手术中，已将以激光器为基础的系统用于在角膜表面上来纠正视觉缺陷。通过激光器利用通常被称为烧蚀光分解的技术来除去角膜组织的薄层，这些系统能够利用激光器来实现角膜形状的理想变化。这些激光眼科手术适用于如光折射角膜切除术、光学治疗角膜切除术、激光现场角膜切除术(LASIK)等操作。

跟踪或遵循患者组织运动的能力在激光眼睛外科手术系统中被认为是一个理想的特征。眼睛的运动包括随意运动或非随意运动。换句话说，即使在患者“固定”凝视一个视觉目标时，眼睛的运动仍会发生。已提议在激光眼睛外科手术中采用眼睛的跟踪来避免使用试图实现眼睛总体定位的不舒适的结构。跟踪可以提高已知激光眼睛外科手术的技术，且还可有助于进行新的操作，如不规则散光处理。

已建议将大量结构和技术用于眼睛运动的跟踪和激光束穿过角膜组织的扫描。在欧洲专利申请公开文献NO. 628298中披露了一种典型的“偏置成像”扫描机构，在此该文献的全部内容可被参考使用。这种偏置成像系统允许较大的光束直接准确地照射到角膜表面上，这样特别是将扫描或偏置成像系统与一个或多个用于显示激光束轮廓的可变化孔结合使用时，能够减轻近视、远视、散光以及这些视觉缺陷的组合病症。如在系列号为NO. 09/274, 499，申请日为1999年3月23日，名称为“多光束激光再造系统和方法(Multiple Beam Laser Sculpting System and Method)”的相关未审定专利申请中披露的那样，理论上，可以将激光束分为多个光束以使与切除边缘相邻的不连续性达到最小。

虽然已知的扫描机构已证实其对于再造角膜以提高视力来说是有
效和安全的,但是,与本发明相关的工作已表明使眼睛跟踪能力结合在
已知激光眼睛外科手术系统中可能会表现出其它的问题。特别的是,具
有眼睛跟踪能力的激光眼睛外科手术系统得益于光束偏转机构的增大
的响应时间。虽然已披露了具有潜在更快响应时间的其它的扫描机构,
但上述偏置成像系统仍较普遍,其部分原因可能是由这种已知机构提供
的精度以及安全性的结合所造成的。

鉴于以上内容,希望提供改进的激光眼睛外科手术系统,装置和方
法。如果这些改进能够提高可维持已知扫描机构精确度和安全性的扫描
技术并提供更快的响应时间,那么将是特别有利的。如果这些改进允许
可以将眼睛跟踪器装入已知的激光眼睛外科手术系统且理论上不必改
变整个光学线路和控制组织结构,那么将是特别有益的。

背景技术

如上所述,名称为“激光处理折射缺陷的系统(System For Laser
Treatment of Refractive Errors)”的欧洲专利申请公开文献
No. 682298披露了一种用于激光眼睛外科手术的示意性扫描机构。在美
国专利Nos. 4,669,466;4,665,913;5,782,822;5,599,340;5,520,679;
4,887,019;5,391,165;5,683,379;以及5,505,723中披露了其它的扫描
机构和相关结构以及方法,这些文献的全部内容均可在本申请中参考使
用。

发明概述

本发明通常提供了激光眼睛外科手术系统,方法和装置。本发明使
用了一种双枢轴扫描机构,该机构用于使激光束横向偏置穿过二维角膜
平面(有时称为X-Y扫描)。在一个示意性的实施例中,一个成像透镜绕
两根偏心枢轴旋转,这两根偏心枢轴具有沿激光束延伸但位于激光束外
侧的旋转轴线。当透镜沿两个轴线中的一个轴线旋转时,激光束将遵循
一条弧形路径。偏心轴线通常垂直于激光束且理论上以大约90°相对于
激光束彼此偏置,以便成像透镜绕第二偏心轴线的旋转将使激光沿一正

交弧形路径运动。系统的控制器通过调节互补轴线的角度位置来校正这些弧形路径,从而允许激光束在整个角膜表面的目标X-Y区域中能够准确地指向一目标位置。

在第一个方面,本发明提供了一种用于改善患者角膜的激光眼科外科手术系统。该系统包括:一个激光器,其能够产生可选择地切除角膜的激光束。所述激光束限定了一条光束轴线。一个第一工作台可相对于激光器绕横向偏离所述光束的第一轴线转动。一个第二工作台可相对于第一工作台绕横向偏离所述光束的第二轴线转动。一个光学元件被固定在激光束的光学路径中的第二工作台上。该光学元件通过第一和第二工作台的转动而使激光束横向偏转。

所述光学元件最好包括一个透镜。一个控制器通常与第一和第二工作台相连,以便这些工作台能够响应控制器发出的信号转动。控制器可校正激光束的弧形光束偏转路径以准确地使激光束朝向一目标位置。

最好,通过与一相对于一固定支承构件被固定的第一马达的驱动啮合,第一工作台可相对于一个固定支承构件旋转。第一工作台可包括一将该工作台连接到第二工作台的枢轴点以便第二偏心轴线与第一工作台一起运动。一第二驱动马达可被安装在第一工作台上,且第二驱动马达可驱动地接合第二工作台。传感器最好对控制器指明工作台的角度位置,以确保目标的精确性。

在另一个方面,本发明提供了一种用于改善患者角膜的激光眼科外科手术系统。该系统包括一个激光器,该激光器用于产生可选择地切除角膜的激光束。所述激光束限定了一条光束轴线。在一激光束的光学路径中的光学线路朝角膜导引激光束。一个第一偏置机构使至少一部分光路绕第一偏心轴线转动。一个第二偏置机构使至少一部分光路绕第二偏心轴线转动。第一和第二偏心轴线沿激光束的轴线延伸且围绕光束沿圆周方向彼此相对偏置,通常的偏置角度为90°。

在另一个方面,本发明提供了一种扫描机构,该机构与一激光眼科外科手术系统一起使用。所述激光系统具有一个激光器,该激光器用于产生根据由一控制器发出的信号可选择地再造角膜的激光束。所述扫描

机构包括一第一工作台，该工作台可响应所述控制信号、绕第一轴线相对于激光器转动。所述第一轴线横向偏离激光束的轴线。一第二工作台可旋转地被安装在第一工作台上。第二工作台可响应所述控制信号、绕横向偏离激光束轴线的第二轴线转动。一光学元件被安装在激光束的光学路径中的第二工作台上，以根据控制信号使激光束横向偏转，以便实现理想的再造。

在方法方面，本发明允许改变用于角膜再造激光束方向。该方法包括：通过使一个光学元件绕横向偏离激光束的第一枢轴或轴线转动，使激光束沿第一大致弧形路径偏转。通过使所述光学元件绕第二枢轴或轴线转动而使激光束沿一大致弧形路径偏转，所述第二枢轴或轴线横向偏离激光束且相对于所述激光束、沿圆周方向偏离第一轴线。通常，这些枢轴相对于激光束以大约 90° 偏离。该方法能够提供的两个交叉弧形光束偏转路径允许形成大致矩形的患者角膜覆盖范围。

附图的简要说明

图 1 为一种结合了本发明内容的眼科用外科手术的简化框图。

图 2 为输送系统镜片的示意图。

图 3 为一种扫描机构的透视图，该机构具有第一和第二工作台，这些工作台可使偏置成像透镜绕第一和第二偏心轴线转动。

图 3A 和 3B 示意性地说明了通过可变化地使一成像透镜偏置于未偏转激光束的任一侧，以使一个孔的影像在起始轴线的任一侧横向移动。

图 4 为轴视图，其显示了第一和第二轴线的角度取向沿大致弧形路径移动激光束的方式，以及一可控制器沿这些路径校正运动以准确地在 X-Y 平面中对激光束进行扫描的方式。

图 5 为图 4 中扫描机构的透视图，其中，已除去了第二工作台件以便更清楚地显示出第一工作台枢轴以及第二工作台驱动机构。

图 6 为图 3 中扫描机构的固定式支承结构的透视图，其中已除去了第一和第二工作台。

特定实施例的说明

参照图1, 一种眼科用外科手术系统10通常包括一个激光器20, 该激光器能够产生激光束26, 该激光束通过输送系统镜片28可选择地射向眼睛E。输送系统镜片28根据计算机14发出的指令使激光束26在眼睛E的角膜组织范围内进行扫描。计算机通常通过改变第一和第二工作台枢轴22, 24的角度位置而使激光束26在眼睛E上进行扫描(参见下文)。作为可选择的方案, 计算机14还可利用一个或多个可变孔来显示激光束26的轮廓。

如图1所示, 系统10包括一个与计算机14相配合的个人计算机工作站12。激光外科手术系统10包括多个传感器(通常由参考标号16标出), 这些传感器能够由可移动的机械和光学元件产生反馈信号, 在下文将对其中的一些机械和光学元件进行说明。作为可选择的方案, 传感器16可还包括一个用于跟踪眼睛运动的系统。PC工作站12和计算机14可被容纳在一个信号处理装置构件内, 或可以使由这些构件实现的处理功能元件分布在多种可选择的结构中。

响应由传感器提供的信号, 且根据用以减轻光缺陷而在眼睛上进行的再造, 计算机14将指令信号传递至马达驱动器18和激光器20。响应这些指令信号, 马达驱动器产生信号以改变第一工作台枢轴系统22的角度取向, 改变第二工作台枢轴系统24的角度取向, 且控制激光输送系统的其它部件、如可变半径光圈, 控制一对圆柱形叶片之间的距离, 转动所述圆柱形叶片的角度取向等。

在图2中说明了不带配套支承构件的典型输送系统镜片28。镜子30在激光束26进入一扫描机构36之前, 导引激光束26通过空间和时间积分仪32以及一可变化孔34。扫描机构36(其包括第一和第二工作台)可选择地使光束26横向偏转穿过X-Y面中眼睛E的角膜。为了利用显微镜M反映、观察所述操作等, 可设置多个透镜。可选择的是, 一个跟踪系统38监测眼睛E的运动, 以便计算机14能够校正眼睛的运动并准确地除去处理区中的预期部分。可使用各种形式的跟踪系统来探测眼睛的这些横向运动, 且这些跟踪装置在专利文献中通常是熟知的。一种特别有利的眼睛跟踪器可由ISCAN, INC. of Burlington, Mass购得。理论上, 跟踪系

统 38 和扫描机构 36 适于安装在 STAR™ 和 STAR S2™ 激光眼睛外科手术系统中, 这些眼睛外科手术系统可大量由加利福尼亚州 Sunnyvale 的 VISX 股份有限公司购得。

激光器 20 可包括但不限于准分子激光器, 如能够产生具有大约 193nm 波长激光能量的氩-氟化物准分子激光器。可选择的激光系统可包括固态激光器, 如倍频固态激光器, 闪光灯以及二极管抽运固态激光器等。典型的固态激光器包括能够产生大约 188-240nm 波长的 UV 固态激光器, 如在美国专利 Nos.5, 144, 630 和 5, 742, 626 以及在 Appl.Phys 61: 529-532 (1995) 中 Borsuztky 等人的“硼酸锂中频率混合所产生的短波 (188-240nm) 可调 UV 幅射 (Tunable UV Radiation at Short Wavelengths (188-240nm) Generated by Frequency Mixing in Lithium Borate)”中披露的激光器。也可以使用各种其它的激光器。激光能量通常包括可以形成一组预估激光脉冲的激光束, 且这些脉冲可被分为多个光束泄出。

在图 3 中能最清楚地了解所述扫描机构。扫描机构 36 通常通过使一个成像透镜 40 绕第一轴线 42 以及第二轴线 44 旋转而使激光束横向偏转。更特别的是, 扫描机构 36 包括一呈支架 46 形式的固定式支承构件。第一工作台 48 相对于支架 46 绕第一轴线 42 旋转, 而第二工作台 50 相对于第一工作台 48、绕第二轴线 44 旋转。

参照图 3、3A 和 3B, 能够理解光束 26 从一非偏转光束轴线 26a 的偏转。通过使第一和第二工作台绕沿光束 26 并在该光束外侧延伸的旋转轴线旋转, 能够使成像透镜 40 偏离距起始光束轴线 26a 一可变距离 D。使成像透镜 40 偏离起始轴线 26a 会使可变化孔 34 的影像 52 (参见图 3A) 从起始轴线 26a 移动至一偏离孔像 52' (参见图 3B)。所述孔像的移动量和方向与透镜偏离 D 的量和方向有关 (但不必成正比)。因此, 为了使孔像 52 穿过角膜面复原, 偏置结构的移动透镜 40 最好允许透镜直接在起始轴线 26 的上方和下方移动, 如图 3 所示, 且还允许透镜以进出附图平面的方向移动, 从而允许在 X-Y 平面中的烧蚀激光能量穿过角膜组织进行扫描。

参照图3和4能够进一步理解扫描机构36的X-Y的扫描能力。第一工作台48通过一个铰接点54可旋转地被安装在支架46上。铰接点54限定了第一旋转轴或枢轴42, 且第一工作台48因马达56和第一工作台的一个驱动面58之间的接合而绕第一枢轴转动。编码器60也与驱动面58接合, 以便对计算机14提供关于第一工作台的角度取向的反馈信息。第二工作台50通过限定了第二旋转轴或枢轴44的另一个枢轴点54被安装在第一工作台48上。成像透镜40被安装在第二工作台50上, 以便当第一工作台沿弧60a、绕枢轴42转动时, 成像透镜与第一工作台一起运动。

为了绕第二轴线倾斜地使成像透镜复原, 应将马达56安装在第一工作台48上, 且其可驱动地与第二工作台50的一个驱动面58接合。通过一个也被安装至第一工作台48上的编码器60再次对计算机14提供反馈信息。

第一工作台48相对于支架46的转动允许成像透镜40绕枢轴42、沿在起始光束入口26a任一侧的第一弧形路径60a移动。为了对在眼睛角膜处理区内的任意位置提供激光束26的X-Y扫描, 安装在第一工作台48上的马达56使第二工作台50绕枢轴44转动, 从而使偏置透镜40沿横切第一弧形路径的第二弧形路径60b移动。在所述示意性实施例中, 枢轴42和44以大约90°相对于起始光束轴线26a偏置, 以致第一和第二弧形路径60a, 60b也以大约90°交叉。

应注意, 孔的影像之前的路径不必完全限定出圆弧形。使一个成像透镜绕两个枢轴点中的一个的转动通常会使偏转的光束遵循本申请中所述的大致弧形。另一方面, 使两个圆柱形透镜中的一个透镜(被安装在每一工作台上)的一个圆柱形透镜)旋转可使孔像遵循一个大致线性路径。

孔像在与角膜表面相邻的X-Y平面上的准确定位应通过调节透镜相对于第一和第二枢轴42, 44的角度位置来适应影像的弧形运动。换句话说, 与传统的横向滑板(该横向滑板能够提供线性运动, 但其往往较为笨重且需要相对较大的力来运动)不同, 如参照图4所理解的那样, 本

发明使用了双枢轴来适应沿X和Y方向的运动，并通过辅助工作台的辅助运动来校正光束偏转的合成非线性。

可以使用各种形式的算法来校正本发明中双枢轴成像透镜支承件的弧形光束偏转。计算机14可根据扫描机构36的运动结构和透镜40的光学特性来简单地模拟激光束的大致类似弧状的运动。另一方面，利用在预估表项目之间使用的标准内插子程序，由第一和第二工作台相对于预估X和Y目标坐标的理想角度位置形成一个查询表。

参照附图3, 5和6能够理解所述典型扫描机构36的其它细节。有利的是，通常使成像透镜40设置在支承一个工作台的枢轴54和与其配套的马达60之间。结果，透镜的移动距离仅为驱动表面60的运动距离的几分之一。这样便能够提高透镜的分辨率和定位精度。例如，当使透镜40大致设置在每一枢轴点和与其配套的驱动马达之间的中点处时，一毫米的受迫运动会产生半毫米的透镜位移。因此，编码器60能够以大约是驱动表面58位置允许偏差一半的允许偏差、准确地测定透镜40的位置。在示意性实施例中，马达56为具有齿轮减速驱动器的电动马达，这些马达是由MICROMO of St. Petersburg, FL销售的，其型号为NO. 1624T0121S+16/7 3.7:1K912 + X0520。所述编码器可由Nernicon公司购得，其型号为No. OME-500-2MCA。应理解，可以使用各种其它的致动器和位置传感器，它们包括整体致动和位置传感系统，步进马达，电位计等。

马达56和光学编码器60利用一个齿轮齿驱动系统与相关工作台的驱动表面58啮合。齿轮齿可直接由工作台的材料构成，且典型的工作台由一种如 Derlin™ 聚合物这样的高强度、低摩擦聚合物或类似物制成。可以将限位开关62安装在第一和第二工作台48、50上以避免损坏，所述限位开关可以是机电式，电光式等。在示意性的实施例中，可驱动地与第一工作台48接合的马达56被牢固地固定在支架46上，同时，通过一个使编码器的齿轮齿压在驱动面58的齿轮齿的偏压弹簧，可旋转地相对于支架安装相关的编码器60。同样，如图6所示，通过另一个枢轴点54将能够探测第二工作台50相对于第一工作台48位置的编码器60可旋转地安装至第一工作台上，同时一根偏压弹簧迫使编码器

的齿轮齿与第二工作台 50 的驱动面 58 的齿轮齿啮合。驱动马达也被牢固地支承，此时被支承在第一工作台 48 上，同时，其齿轮齿与驱动面 58 接合，如图 4 所示。

在本发明的范围内可作出各种改进和变型。例如，一管状构件 64 可包括一径向向内凸出的环状肋以阻止光线，该光线否则可能会照射到第一或第二工作台的非光学面上并损坏扫描机构 36，和/或可在患者眼睛中的合成烧蚀轮廓中产生偏差。在一些方案中，可以将分离的成像透镜安装在可独立转动的第一和第二工作台上。因此，本发明的范围不应局限于对示意性实施例的限定，而本发明的保护范围应完全由所附权利要求限定。

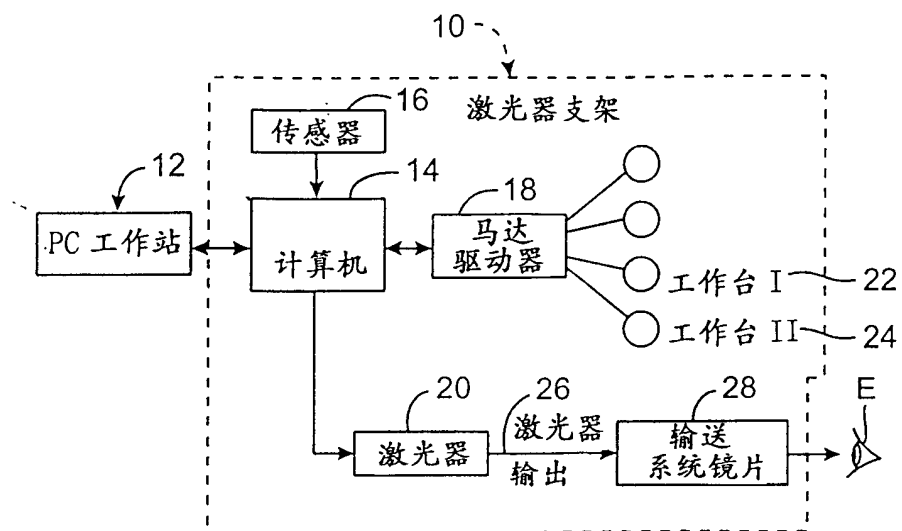


图 1

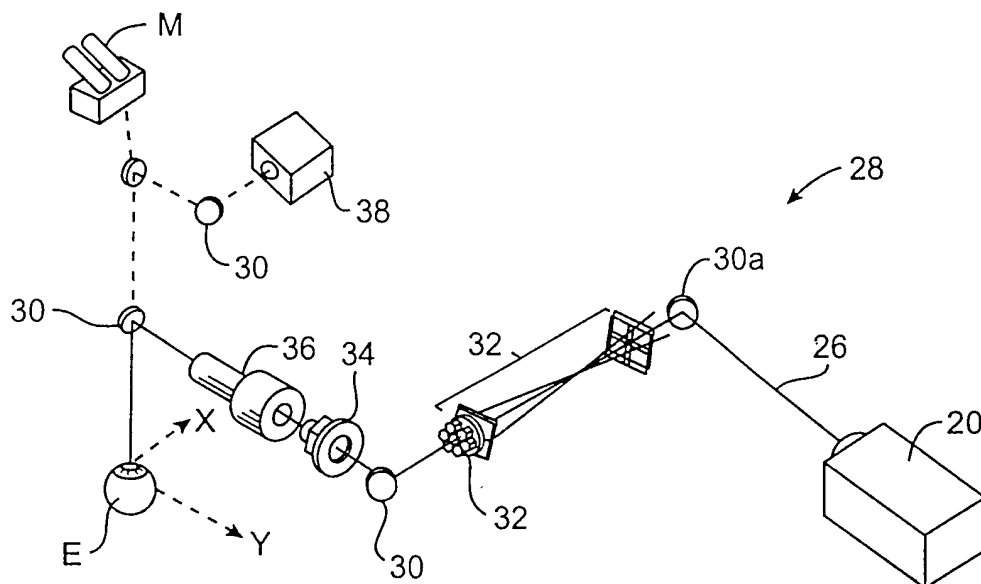


图 2

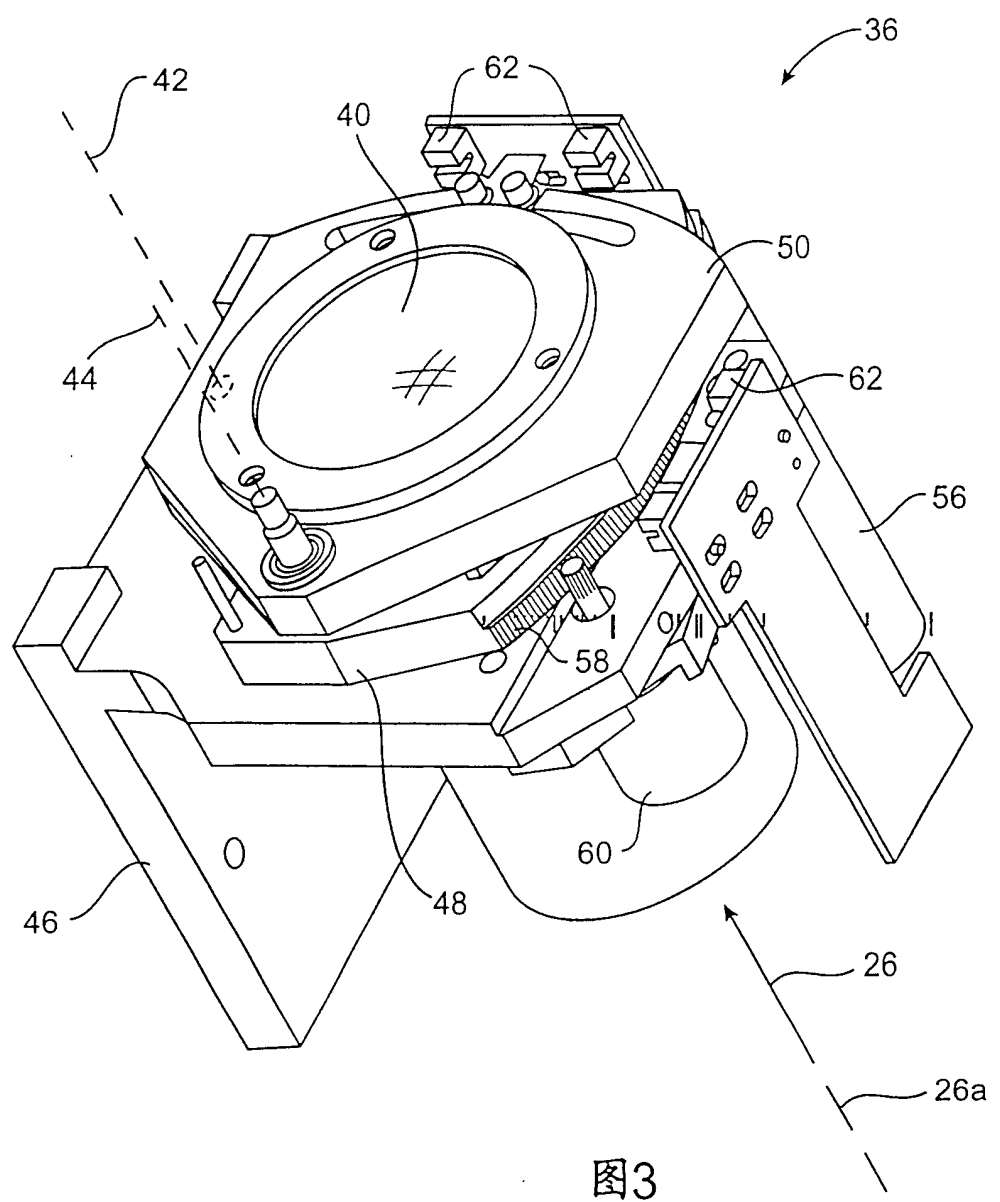


图3

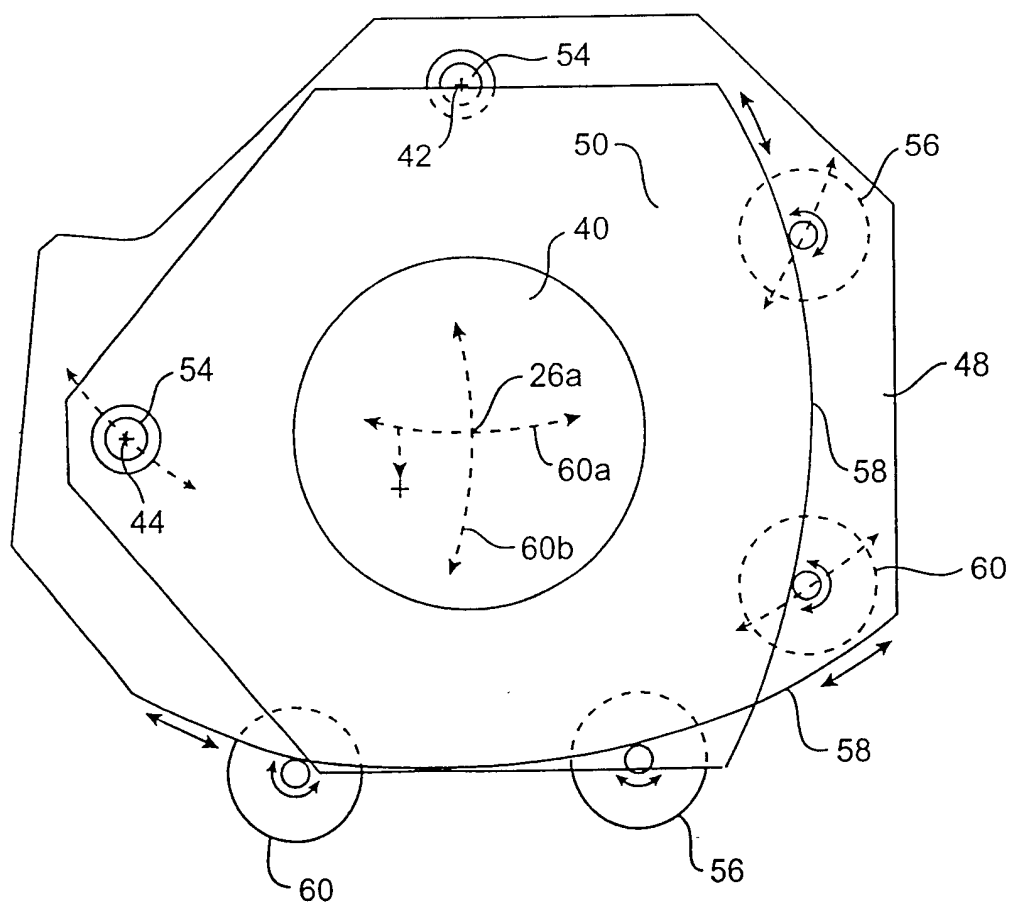
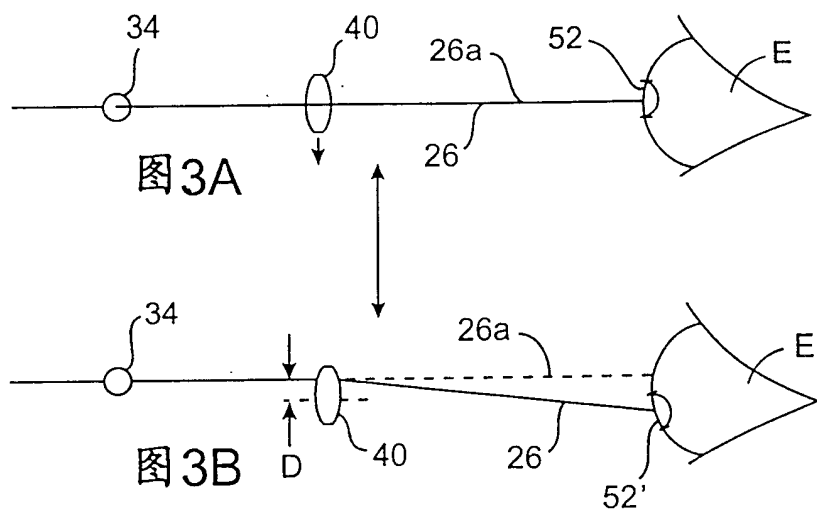


图 4

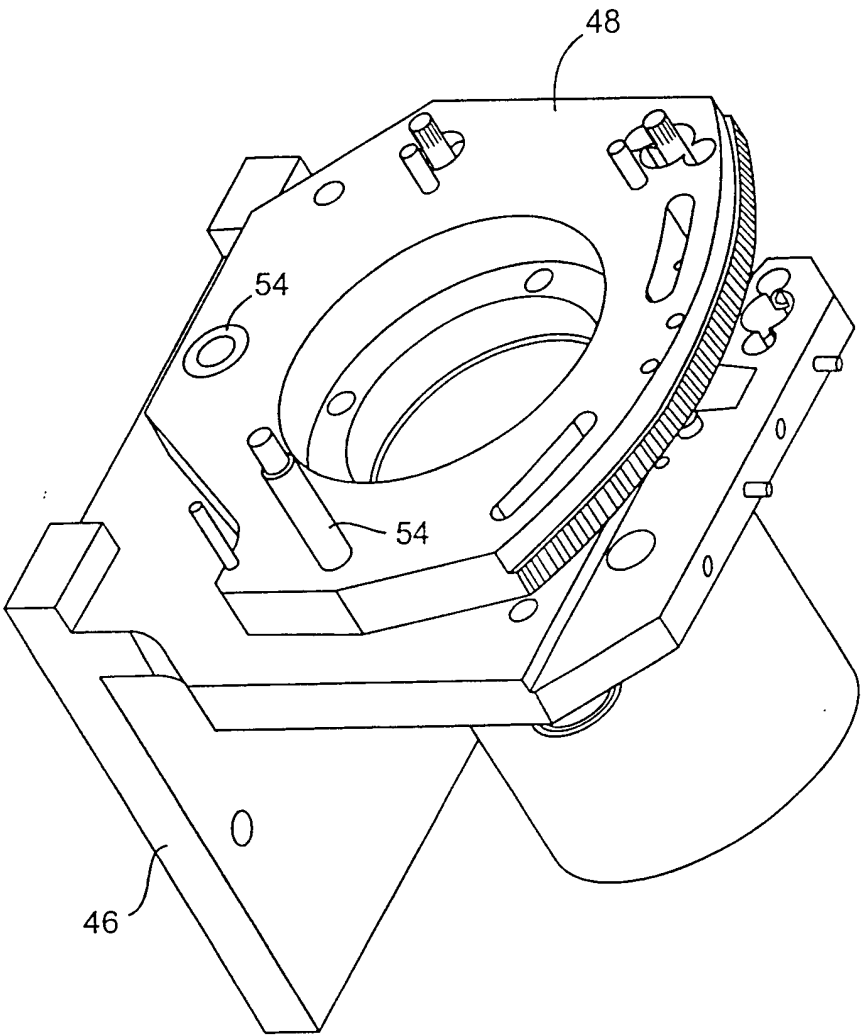


图5

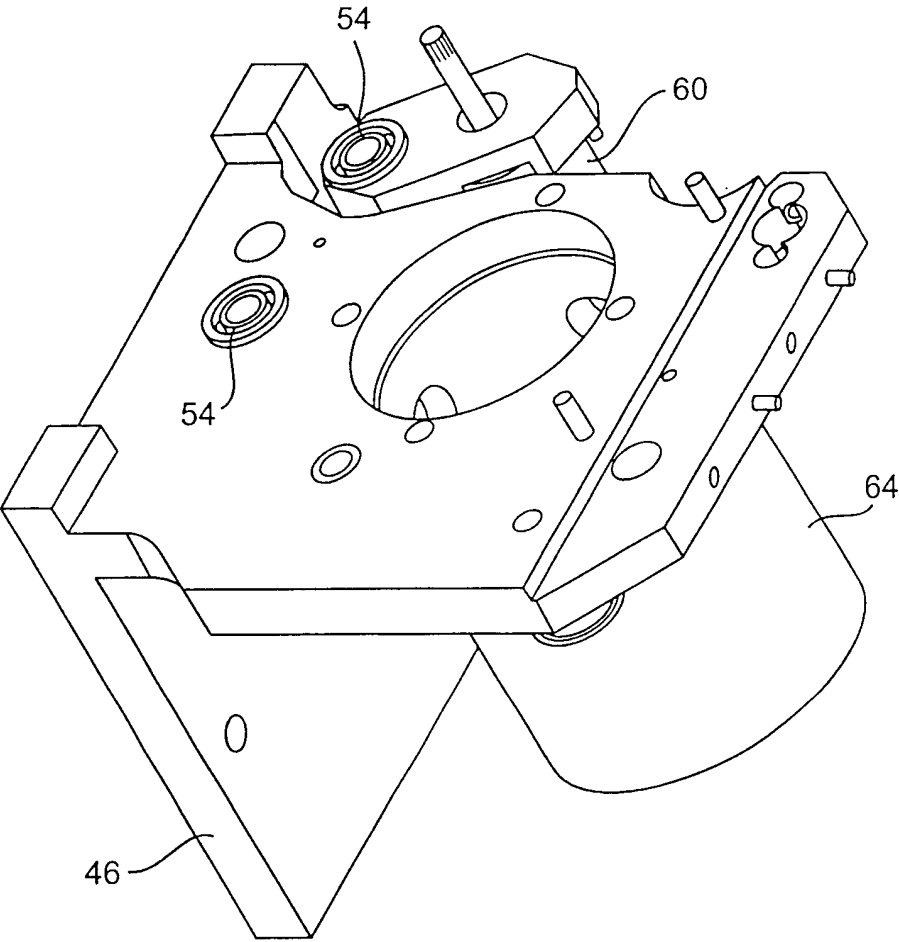


图6