



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101080206 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200680001383.8

(22) 申请日 2006.01.10

## (30) 优先权数据

102005001249.3 2005.01.11 DE

## (85) PCT申请进入国家阶段日

2007.06.07

## (86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2006/000145 2006.01.10

## (87) PCT申请的公布数据

W02006/074898 DE 2006.07.20

## (73) 专利权人 卡尔蔡司医疗技术股份公司

地址 德国耶拿

(72) 发明人 迪尔克·米尔霍夫 卡斯藤·朗  
卡斯藤·费斯坦格(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司  
责任公司 11219

代理人 钟强 樊卫民

## (51) Int. Cl.

A61F 9/009 (2006.01)

## (56) 对比文件

DE 19831674 A1, 2000.01.20, 说明书第1栏  
第34行到第42行, 第2栏第11行到第17行,  
第4栏第43行到第46行, 第3栏第20行到第54  
行、摘要.

US 5217452 A, 1993.06.08, 说明书图4.

EP 0589825 A2, 1994.03.30, 说明书第2栏  
第46到49行, 第3栏第22行到第31行, 第4  
栏第1行到第42行、图1-2.EP 0608052 A2, 1994.07.27, 说明书第2栏  
第41行到第3栏第51行, 第5栏第7行到第31  
行, 第6栏第8行到第23行, 第7栏第32行到  
第53行、图1-3.

CN 2664628 Y, 2004.12.22, 全文.

审查员 庞庆范

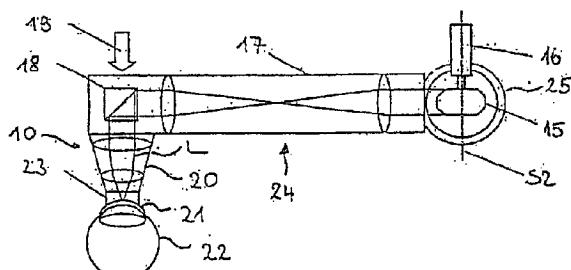
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 5 页

## (54) 发明名称

用于激光治疗仪的安全机构

## (57) 摘要

本发明涉及一种用于眼外科的激光治疗仪，具有可放置在眼睛(21)上并通过其入射治疗激光束(2)的接触镜片(23)，其中具有安全机构(24、25)，该机构这样移动保持接触镜片(23)，使其在受到与激光束入射方向相反地指向接触镜片(23)的力时后退，以及其中安全机构(24、25)只有在力高于力极限值(F<sub>min</sub>)的情况下后退并在力低于力极限值的情况下定位保持接触镜片(23)。



1. 用于眼外科的激光治疗仪,具有
  - 用于患者的头部装置 (2),
  - 射束偏转单元 (15、16),该单元将治疗激光束 (L) 至少环绕轴线 (S2) 可变偏转,
  - 聚焦镜组 (20),其设置在射束偏转单 (15、16) 后面,将激光束 (L) 沿光轴聚焦到眼睛 (21) 内或眼睛上,
    - 可放置在眼睛 (21) 上的接触镜片 (23),其设置在聚焦镜组 (20) 后面,以及
    - 安全机构 (24、25),该机构在受到与激光束入射方向相反地指向接触镜片 (23) 的力时使头部装置 (2) 和接触镜片 (23) 分离运动,

其特征在于,

  - 射束偏转单元 (15、16) 至少关于对于偏转轴线 (S2) 起作用的偏转件 (15) 设置在聚焦镜组 (20) 的入射瞳孔上,以及
  - 安全机构 (24、25) 将接触镜片 (23)、聚焦镜组 (20) 和偏转件 (15) 这样连接,使分离运动时偏转件 (15) 保留在入射瞳孔上并且偏转件 (15) 与接触镜片 (23) 之间光程的长度不变。
2. 按权利要求 1 所述的激光治疗仪,其中,安全机构 (24、25) 回拉接触镜片 (23)。
3. 按权利要求 2 所述的激光治疗仪,其中,接触镜片、聚焦镜组和偏转件刚性连接成一个单元,并且安全机构具有该单元的纵向导轨。
4. 按权利要求 2 或 3 所述的激光治疗仪,其中,激光束 (L) 的光程在聚焦镜组 (20) 的入射瞳孔后面转向 (18) 至少一次,并且安全机构 (24、25) 在回拉时使接触镜片 (23)、聚焦镜组 (20) 和偏转件 (15) 共同旋转或回转运动。
5. 按权利要求 4 所述的激光治疗仪,其中,接触镜片 (23)、聚焦镜组 (20) 和偏转件 (15) 刚性连接成悬臂,并且安全机构利用旋转轴将悬臂旋转支承 (25) 在入射瞳孔平面上。
6. 按权利要求 2-5 之一所述的激光治疗仪,其中,安全机构 (24、25) 具有特别是配重或者弹簧件 (27、41) 方式的重力平衡装置 (27、28)。
7. 按权利要求 6 所述的激光治疗仪,其中,重力平衡装置 (27、28) 调整力极限值。
8. 按权利要求 5 所述的激光治疗仪,其中,具有力极限值 ( $F_{min}$ ) 的悬臂支承在激光治疗仪 (1) 的外壳 (B) 上。
9. 按权利要求 1-8 之一所述的激光治疗仪,其中在于支承装置 (34、36),该装置具有可紧贴在患者头部 (33) 上的支架 (34) 并与安全机构 (24、25) 这样连接,使得产生与激光束入射方向相反地作用于支架 (34) 的确定的力且同样产生分离运动。
10. 按前述权利要求之一所述的激光治疗仪,其中在于可在激光束入射方向上调整的治疗床 (2),其具有头部装置,其中,安全机构为分离运动而调整治疗床 (2)。

## 用于激光治疗仪的安全机构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于眼外科的激光治疗仪，具有可放置在眼睛上且通过其入射治疗激光束的接触镜片和移动保持接触镜片的安全机构，从而该治疗仪在受到与激光束入射方向相反地指向接触镜片的力时后退。本发明还涉及一种用于眼外科的激光治疗仪，具有将治疗激光束至少环绕轴线可变偏转的射束偏转单元、设置在射束偏转单元后面且将激光束沿光轴聚焦到眼睛内或眼睛上的聚焦镜组、设置在聚焦镜组后面且可放置在眼睛上的接触镜片和可移动保持接触镜片的安全机构，从而该激光治疗仪在受到与激光束入射方向相反地指向接触镜片的力时后退。

### 背景技术

[0002] 这种激光治疗仪用于眼睛的激光外科方法。在此方面，治疗激光束这样聚焦，使其借助光学穿孔引起组织变化。治疗激光束例如通过光致破裂或者光切除术作用。该原理特别具有优点地用于眼科学领域的视力缺陷矫正。眼睛视力缺陷的原因通常在于，角膜和晶状体的折射性能不能在视网膜上产生正常的聚焦。在近视（也称为 Myopie）情况下，焦点在眼睛放松时处于视网膜前面，而在远视（也称为 Hyperopie）情况下，焦点则处于视网膜后面。如果聚焦不是在一个焦点上，而是线性记录的方式进行，视力缺陷也以散光的方式存在。

[0003] 为进行视力缺陷矫正，公知借助治疗激光束适当影响角膜的折射性能。这种方法例如在 US 5,984,916 和 US 6,110,166 中有所介绍。在此方面，大量的光学穿孔这样彼此排列，使眼角膜的内部分体得到隔离。这些被隔离并因此与其余角膜组织分离的分体然后通过一个侧面打开的切口从角膜中取出。分体的形状在此方面这样选择，使角膜的折射性能在去除分体后得到改变，从而达到所要求的视力缺陷矫正。

[0004] 为构成彼此排列光学穿孔的切口，当然不可避免地要在预先精确确定的位置上产生光学穿孔。这一点要求激光束在眼角膜上精确定位。眼睛相对于激光治疗仪的移动因此必须尽可能地得到避免或者补偿。US 6,373,571 和 WO 0/002008 A1 因此提出接触透镜，作为适配器放置在眼角膜上和眼角膜相对于激光治疗仪定位。眼睛一般情况下借助真空固定吸附在适配器上。这种也称为接触镜片的适配器满足两种功能：一是使眼睛与通过其预先规定的表面形状相应变形。因此在激光治疗仪的光程上存在一个确定的表面形状。二是接触镜片将眼睛定位并由此防止眼睛在治疗手术期间运动。

[0005] 为将接触镜片即使在患者运动情况下也可靠保持在眼睛上，US5,336,215 提出一种依据分类的装置，其中，聚焦激光束的物镜与接触镜片共同处于一个从它那方面弹性悬挂的框架上。物镜和接触镜片因此可共同沿治疗激光束的入射轴线移动。患者的运动因此自动产生接触镜片和聚焦镜组在光程上的移动。事实证明，镜组的这种移动在治疗激光束可以利用其聚焦的质量方面是不利的。

[0006] 作为对此的补救可以设想将接触镜片和聚焦镜组牢固和不变地固定在激光治疗仪上。然而这种方案隐藏的危险是，在患者运动的情况下眼睛因受到压迫而损伤。这种运

动可以或者通过患者身体的运动产生,或者由于眼睛贴在接触镜片上而出现。

## 发明内容

[0007] 本发明的目的因此在于,对开头所述类型的激光治疗仪这样进一步构成,使安全机构可以可靠消除对眼睛的压迫,而不对激光治疗仪的光学质量产生不利影响。

[0008] 在一种眼外科的激光治疗仪中,具有可放置在眼睛上且通过其入射治疗激光束的接触镜片,其中具有安全机构,该机构将接触镜片这样保持在外壳上,使其在受到与激光束入射方向相反地指向接触镜片的力时后退,该目的由此得以实现,即安全机构只有在力高于力极限值的情况下后退并在力低于力极限值的情况下将接触镜片保持定位。

[0009] 该目的依据本发明利用一种用于眼外科的激光治疗仪进一步得以实现,具有:射束偏转单元,该单元将治疗激光束至少环绕轴线可变偏转;设置在射束偏转单元后面的聚焦镜组,该镜组将激光束沿光轴聚焦到眼睛内或眼睛上;设置在聚焦镜组后面并可放置在眼睛上的接触镜片;和安全机构,该机构可移动保持接触镜片,从而在受到与激光束入射方向相反地指向接触镜片的力时后退,其中,射束偏转单元至少关于对于偏转轴线起作用的偏转件设置在聚焦镜组的入射瞳孔上,并且安全机构将接触镜组、聚焦镜组和偏转件这样连接,使后退时偏转件保留在入射瞳孔上且偏转件与接触镜片之间光程的长度不变。

[0010] 依据本发明该目的还利用一种眼外科的激光治疗仪得以实现,具有可放置在眼睛上且通过其入射治疗激光束的接触镜片和移动保持接触镜片的安全机构,从而该治疗仪在受到与激光束入射方向相反地指向接触镜片的力时后退,其中,安全机构具有检测装置,该装置监测接触镜片的后退并在接触镜片超过阈值运动时中断激光治疗仪的激光治疗操作。

[0011] 本发明因此彻底抛弃通过接触镜片的弹性支承补偿可能的眼睛运动的现有技术中所遵循的方案并在一定的框架条件下具有刚性的接触镜片。这种刚性在本发明的第一方案中如下构成,接触镜片仅在高于力极限值的情况下移动。因此确保向眼睛施加治疗激光束时最佳的光学关系并同时消除对眼睛的压迫,因为力极限值一定程度上起到一种保险作用。

[0012] 在本发明的另一方案中,接触镜片的刚性与眼睛无关,而是与接触镜片、聚焦镜组和偏转件的相对位置相关。安全机构如下作用的连接现在允许接触镜片根据患者的眼睛或者头部运动而运动,但这种运动现在对治疗激光束的聚焦光学性能没有影响。

[0013] 在本发明的第三方案中,接触镜片在依据本发明方案中具有的刚性以功能的方式实现。在接触镜片超过确定的最大程度运动情况下中断激光治疗操作。

[0014] 开头所述本发明框架内的目的因此通过不同的解决方案、一种和同一种方案得以实现,即借助安全机构产生接触镜片的刚性,消除治疗激光束在眼睛移动或头部移动时的干扰散焦或者错误定位。刚性在此方面如所提到的那样,可以或者根据眼睛或激光治疗仪的镜组结构上或者功能上实现。这三个方案下面称为第一方案(高于力极限值时接触镜片后退)、第二方案(接触镜片、聚焦镜组和偏转件的连接)或第三方案(在接触镜片超过阈值运动时中断激光治疗)。

[0015] 所有三个方案的共同之处在于,它们防止压迫眼睛。在出现压迫危险时,接触镜片与患者分离运动。这种情况在这里称为后退。对此一方面是指接触镜片以及激光治疗仪可能的其他部件从患者的额定位置外移。但另一方面,这种概念当然也指患者从接触镜片外

移这种相反的运动方式。从患者的角度出发,它同样是接触镜片的一种后退,这样使这里所涉及的概念得到统一。

[0016] 本发明的方案不言而喻也可以相互组合。这一点同样适用于可能的构成和进一步构成。

[0017] 在本发明的第一方案中,患者例如通过其眼睛输出到激光治疗仪的压力只有在上升到超过力极限值的情况下,才导致接触镜片后退。对眼睛的压迫在适当选择力极限值的情况下得到消除并同时在正常比例下达到最佳操作。

[0018] 在一种特别简单的结构中,力极限值通过弹簧或重力产生。实现这一点的一种可能性是,例如患者弹性支承在治疗床上,该支承这样选择,使患者治疗床在患者体重显示增加时后退。眼睛对接触镜片上升的压力在患者体重这种显示的增加中产生作用,从而然后出现所要求的后退。激光治疗仪或该治疗仪的光学部件在此方面可以在空间上保持固定。取代所述的机械补偿可能性,当然也可以例如以电子调整的方式进行调整。

[0019] 在一种运动上相反和机械上比较简单的结构中具有优点的是,接触镜片固定在保持件上,该保持件利用确定力极限值的力压在外壳的止挡上。接触镜片然后可以在超出力极限值时相对于外壳移动,从而达到所要求的安全特征。后退然后由接触镜片进行;治疗床为此无需运动。

[0020] 该结构也可以通过将力传感器固定在保持件上,但治疗床进行后退运动进行组合。

[0021] 在本发明一种具有优点的进一步构成中,激光治疗也可以在接触镜片后退时继续进行,至少保持在某种框架条件之内。对此依据目的,不仅接触镜片后退,而且治疗激光束在眼睛内或者眼睛上聚焦所利用的镜组的主要部件也后退。因此优选上面固定接触镜片的保持件还携带将治疗激光束在眼睛内或者眼睛上聚焦的聚焦镜组。后退时然后接触镜片和聚焦镜组共同运动。

[0022] 力极限值依据目的这样调整,使其确保可靠消除压迫眼睛。对此使用的参数约为1N。

[0023] 本发明的第一方案不仅适用于患者的不当动作没有损害,也可以捕捉仪器的误操作。激光治疗时患者通常躺在治疗床上。垂直移动装置可以调整激光治疗仪或接触镜片与患者之间的距离。依据本发明的安全机构可靠防止该垂直移动机构的误操作造成压迫眼睛的后果。例如,如果垂直移动机构将患者过大距离向接触镜片运动,那么安全机构在眼睛受到压迫威胁之前自动使接触镜片后退。

[0024] 在本发明的第二方案中,尽可能减少接触镜片的后退对治疗激光束施加到眼睛内所具有的光学质量的影响。因为在激光治疗仪上启动治疗激光束的不同点(例如开头所提到的视力缺陷矫正),所以激光束的焦点一般情况下必须三维调整。这一点通常需要两个例如电流计扫描仪的扫描仪方式的偏转件用于激光焦点的侧面运动。

[0025] 在一种简单的结构中,接触镜片后退时出现的光学误差由此降到最低限度,即将接触镜片和将治疗激光束聚焦到眼睛内的聚焦镜组刚性连接,从而它们共同后退。如果然后在聚焦镜组前面附加设置一个对光程长度变化不敏感的光程段,例如平行或者近似平行的光程,那么自动减小聚焦镜组和接触镜片单元后退时的光学误差。

[0026] 同时为将通过接触镜片后退产生的误差降到最低限度,具有优点的是偏转件之后

的光程长度在后退时也保持不变。否则投射物镜中的距离会发生变化,从而等于改变整个系统的有效焦距。特别是在靠近患者的面上具有凹面曲率并因此对眼内压只有很小负荷的弯曲接触镜片使用效果变差。取代其不得不使用接触镜片,其平面压在眼睛正面并因此在尽可能保持眼内压不变的观点下不利。进一步降低的目的由此实现,即接触镜片、聚焦镜组和射束偏转单元的至少一个偏转件连接成一个单元且安全机构具有该单元的纵向导轨。

[0027] 本发明的第二方案在于,偏转单元与治疗激光束的焦点之间的距离保持不变。如果激光焦点的轴向位置移动,那么在患者的角膜上会产生不可预见的副作用。在最不利的情况下,激光作用甚至会损害上皮或者内皮。

[0028] 有利的是例如AOD或者扫描仪这种偏转件设置在镜组的瞳孔平面上。它们在此方面大多环绕两个彼此垂直的轴线构成射束偏转。但也可以是产生2维射束偏转的例如采用摆动镜的其他方案。常见的扫描仪通过在其与光程的调整角可变的平面上的反射工作。由此整个光程在扫描仪上成角度弯曲。在此方面,最好采用约90°的纵向弯曲角。具有优点的是,这些纵向弯曲部位之一这样构成,使那里光学系统的一部分可环绕一个轴线转动支承。接触镜片的后退然后通过光学系统环绕该纵向弯曲部位的旋转实现,从而跟随的光程原则上仅进行回转,但其他方面并不变化。如果在该纵向弯曲部位之后光程再次回转例如90°,那么接触镜片的后退运动作为环绕处于第一纵向弯曲部位上的旋转轴线的摆动实现。由此后置镜组可以环绕纵向弯曲部位偏转并因此后退接触镜片,而在光程上不会出现任何变化。

[0029] 因此优选激光束的光程在聚焦镜组的入射瞳孔后面至少一次转向和安全机构在后退时使接触镜片、聚焦镜组和偏转件共同旋转或回转运动。特别是依据目的具有一种结构,其中,接触镜片、聚焦镜组和偏转件刚性连接成悬臂并且安全机构利用旋转轴将悬臂旋转支承在入射瞳孔平面上。偏转件中旋转轴的设置具有的优点是,旋转或者回转时偏转方面不出现失调。

[0030] 但需要重量平衡,因为旋转或者回转运动需要利用偏转件将整个光学单元从接触镜片提升,直到瞳孔。因此对这种实施方式有益的是安装相应的配重,其降低用于提升悬臂并因此用于接触镜片后退所需要的力。

[0031] 这种构成是一种具有重力平衡装置的整体优选的安全机构方案,特别是以配重或者弹簧件的方式。如果希望将第一或者第二方案的优点加以组合,那么依据目的配重平衡装置可以调整力极限值。特别是具有力极限值的悬臂可以支承在激光治疗仪的外壳上。

[0032] 另一种方案在于,光程上的旋转轴线处于重心的部位上,因为由此构成平衡并因此自动实现用于接触镜片后退较小的力。

[0033] 在本发明的第三方案中,为使接触镜片产生功能上的刚性具有检测装置,该装置在接触镜片超过阈值运动时中断激光治疗操作。阈值在此方面可以按照不同的标准选择。根据激光治疗仪的构成,可以选择紧急断开意义上的阈值,它在即将出现不允许大的眼睛负荷时断开,或者作为质量保证的特征使用并针对通过运动引起的光学误差。

[0034] 如果这样选择阈值,使其防止出现不允许的高眼压,那么在接触镜片的后退达到机械确定的运动结束之前断开。在超过阈值之后也可以然后采取相反措施,而接触镜片不会在运动结束时作用。例如,可以切断患者治疗床的垂直移动机构或者迅速下降患者治疗床。

[0035] 一种相反措施因此在于,接触镜片与眼睛主动分离运动。因此优选安全机构具有用于接触镜片主动后退的传动装置和控制装置,在力超过力极限值或在接触镜片超过阈值运动时控制主动回拉接触镜片的传动装置。

[0036] 在第二方案开头所述可旋转或回转的镜组设置情况下,传动装置通常导入回转或者旋转运动,特别是旋转根据第二方案此前所述的悬臂。

[0037] 检测装置可以使用处于接触镜片运动行程的机械止挡附近的光栅。当然也可以是相应的多级检测装置或者在本发明的框架内可以连续监测接触镜片的位置。

[0038] 一种附加检测超出所要求的最大运动的可能性在于传感眼睛在接触镜片上定位的固定机构。通常为此使用真空。检测装置然后可以测定真空系统内的压力并这样确定眼睛相对于接触镜片不允许的运动。

[0039] 由于人的面相,针对接触镜片的眼睛运动自动产生头部运动。因此针对接触镜片的力不仅可以在眼睛上,而且也可以在患者身体最好是头部上感觉到。这种行为是对眼睛的一种进一步保护。因此对所称的所有方案依据目的均具有支承装置,该装置具有可紧贴在患者身体上的支架并将其与安全机构这样连接,使其产生与激光束入射方向相反地作用于支架的确定的力,同样产生接触镜片的后退。在第三方案中,检测装置可以测定对支架的压力。

## 附图说明

[0040] 下面借助附图举例对本发明进行更详细的说明。其中:

[0041] 图 1 示出一种用于治疗处于患者治疗床上患者的激光治疗仪的示意透视图;

[0042] 图 2 示出与患者观察方向相反所见图 1 激光治疗仪的光程示意分图;

[0043] 图 3 示出图 2 的光程在一个 90° 调转的平面上,也就是从坐在患者后面的外科医生视角的视图;

[0044] 图 4 和 5 以与图 3 相同的视图示出一种类似于图 3 的激光治疗仪的视图;

[0045] 图 6 和 7 以与图 4 和 5 类似的视图示出另一种变化的激光治疗仪;

[0046] 图 8 以与图 3 类似的视图示出一种不同结构的图 1 激光治疗仪的示意图;

[0047] 图 9 示出一种图 1 的激光治疗仪中具有的重量平衡机构;

[0048] 图 10 示出类似于图 1 激光治疗仪的示意图,但在侧面相反的视图具有一个附加的保护机构,以防止患者受到压迫;

[0049] 图 11 示出图 10 的局部放大图;

[0050] 图 12 示出用于说明图 1 的激光治疗仪工作时眼睛上出现的力的曲线图;以及

[0051] 图 13 示出图 1 激光治疗仪接线图的示意图。

## 具体实施方式

[0052] 图 1 示出一种激光外科治疗站 1 方式的激光治疗仪。它具有治疗床 2,(未示出的)患者治疗时躺在上面。在治疗床的旁边和上面安装具有治疗头 4 的激光单元 3。借助治疗床 2 上具有的垂直移动单元 5 可以调整治疗床 2 或处于上面的患者与治疗头 4 之间的距离。治疗头 4 处于激光单元 3 的悬臂架 6 上,从而它可以伸到患者的头上。

[0053] 在悬臂架 6 上具有的观察显微镜 7 上,外科医生可以跟踪治疗进展。键盘 8 以及

显示器 9 用于调整激光治疗方法的参数。激光外科治疗站 1 由计算机 C 控制并进行眼科的视力缺陷矫正。

[0054] 治疗头 4 具有发射治疗激光束并为治疗而接触眼睛的尖端 10。如上所述，治疗头 4 及尖端 10 可移动支承在悬臂架 6 上，从而除了通过垂直移动单元 5 运动的可移动性之外，在尖端 10 与躺在治疗床 2 上的患者或其眼睛之间存在其他运动间隙。

[0055] 图 2 示出激光外科治疗站 1 所使用的治疗光程 11 的一部分，以便将治疗激光束 L 成束射入患者的眼睛内，由此产生光学穿孔并在最终结果上进行视力缺陷矫正。激光单元 3 具有发出治疗激光束 L 的激光器和扩张治疗激光束 L 的扩张镜组。这两个部件对这里所要介绍的激光外科治疗站 1 的安全功能来说没有进一步的意义并因此也没有在附图中示出。扩张镜组包括可轴向移动的部件，从而激光焦点轴向上可以在角膜上调整。

[0056] 扩张镜组后置第一扫描仪，具有由电动机 13 驱动的扫描镜 12，可环绕第一偏转轴 S1 回转。第一扫描镜 S1 处于还要介绍的光学系统的瞳孔上。第一扫描镜 12 的后面是瞳孔投影装置 14，它确保第一扫描镜 12 处于光学系统的瞳孔内。处于另一瞳孔内的是第二扫描镜 15，它同样由电动机 16 驱动。第二扫描镜 15 的旋转轴线与第一扫描镜 12 的偏转轴线 S1 垂直。第二扫描镜环绕图 3 中虚线所示的第二偏转轴 S2 旋转。两个扫描镜 12 和 15 的偏转轴线 S1 和 S2 彼此垂直。

[0057] 第二扫描镜 15 后置扫描镜组 17，处于其瞳孔内的是第二扫描镜 15 和其光程由一分光器 18 转入尖端 10 内。尖端 10 包括聚焦镜组 20，它将激光束 L 通过接触镜片 23 聚焦到患者眼睛 22 的角膜 21 内。分光器 18 为观察显微镜 7 输入观察光程 19。同时它将光程在第二扫描镜 15 后以 90° 转向。

[0058] 扫描镜组 17、分光器 18、聚焦镜组 20 和接触镜片 23 形成悬臂 24。悬臂 24 连同电动机 16 和扫描镜 15 固定在转动关节 25 上。由此悬臂 24 可环绕转动关节回转。回转轴线处于里面还设置扫描镜 15 的瞳孔内并与偏转轴线 S2 垂直分布。悬臂 24 的回转因此将接触镜片 23 从眼角膜 21 外移。

[0059] 依据图 2 和 3 构成的扫描镜组安装在支架 26 上并因此与悬臂 24 汇合。该悬臂与转动关节 25 以球轴承的方式连接。该球轴承的轴 - 出于稳定性也可以使用在一个共用的轴上的多个轴承 - 与处于前面的瞳孔投影装置 14 的光轴相同。例如可以使用一种具有大直径的非常大的球轴承并将其直接套装在瞳孔投影装置 14 的底座上。因此达到转动关节 25 相对于瞳孔投影装置 14 的光轴简单对中心并且回转轴精确地处于瞳孔平面上。通过（这里所具有的但其他方面当然可以选择的）第二扫描仪 15 固定在转动关节上，保证两个扫描仪 12、15 的偏转轴线 S1、S2 在悬臂 24 上升时也保持彼此垂直，并且尽管如此，从第二扫描镜 15 反射的射束在悬臂 24 回转时也始终在预先规定的方向上透射扫描镜组 17。

[0060] 当然可以选择瞳孔投影装置 14 也与扫描镜组 17，也就是与悬臂 24 共同旋转。按照这种方式可以实现旋转轴大长度的导向，由此达到更高的导向精度。在这种方案的进一步构成中，包括激光器在内的整个光学单元旋转。在整个光学设置的稳定性意义上需要这种结构，但必须克服的惯性力随着支承单元的质量上升，以便导入接触镜片的后退。

[0061] 在另一种构成中，激光器与其扩张镜组之间使用光纤连接。然后镜组的其他所有元件均安装在可回转的支架单元上。具有优点的是，通过光纤引起的啁啾声或者在进入光纤之前或者之后通过压缩机单元进行补偿。压缩机单元最好设置在光纤前面，因为由此降

低光纤内的峰值功率并避免由于光强造成的光纤损坏。同时降低自动调相。

[0062] 图 1 激光外科治疗站 1 中图 2 和 3 的结构可以使患者离开例如借助真空固定在其眼睛上的接触镜片 23。接触镜片 23 可与聚焦镜组 20 和扫描镜组 17 共同从眼睛外移并减轻其压力, 以避免压迫。但随着所要运动的元件的质量启动运动需要一种力, 这种力在没有辅助手段的情况下仅通过患者的眼睛是不能产生的。

[0063] 因此为质量足够的光学结构件而提供一种实施方式, 如图 4 和 5 中所示。在此方面, 悬臂 24 利用支架 26 加固, 支架上面固定扫描镜组 17 连同分光器 18 和尖端 10。此外, 在支架 26 的自由端上嵌接降低静态力的弹簧悬挂装置 27。悬臂 24 或支架 26 此外这样支承在悬臂架 6 上, 使其以确定的力处于上面。这种支承力通过悬挂装置 27 调整。

[0064] 通过接触镜片 23 上的压力, 患者因此可以比较小的力离开支架 26 本身上的悬臂 24, 从而悬臂进入图 5 中所示的上升位置。仅支承力需要克服。在此方面所需的力这样调整, 使在此方面不出现眼睛的压迫, 例如力为 1N。

[0065] 图 5 此外示出扫描镜 15 在悬臂 24 回转时共同转动。激光束由扫描镜 15 输入到扫描镜组 17 内因此在支架 26 偏转并因此接触镜片 23 上升时不变。

[0066] 但图 4 和 5 的结构不能补偿导入悬臂旋转所需的动态力。这种动态力在患者向接触镜片运动时作为惯性力出现, 因为治疗床 2 向上移动。为使接触镜片 23 后退所需的悬臂 24 的加速度需要一种附加的力, 至少可以暂时使眼睛压紧。如果希望避免这种固定在转动关节 25 上的悬臂 24 从确定的惯性矩起相当大的作用, 有利的是具有一种主动回拉接触镜片 23 的机构, 也就是在悬臂 24 上的接触镜片 23 加速度时支持眼睛。为此对于这里描述的结构需要主动拉回悬臂 24。

[0067] 图 5 和 6 示出这样一种在这里借助真空工作的机构的一个实施例。在悬臂 24 可旋转的末端上, 支架 26 上固定真空罐。如果真空罐内充满真空, 那么产生压缩并将支架 26 在其自由端上提升。图 7 示出这种状态。借助在这里作为机械键控器 30 构成操作开关 31 的传感器 29, 只要处于悬臂 24 下面的患者以一定的最低程度提升, 就接通控制装置 32。控制装置 32 然后激活真传动装置 28, 将支架 26 连同悬臂 24 提升并因此将接触镜片 23 从眼睛拉开。扫描镜组的微小运动因此产生真传动装置的操作。

[0068] 在一种变化中, 仅一部分扫描镜组或者固定在另一镜组上面的附加部件与扫描镜组的其余部分可轴向移动设置。如果该部分通过眼睛的压力向上运动, 那么为控制装置 32 输出也使真传动装置 28 启动的相应信号。对此所需的阀门释放在此方面可以直接采用机械或者也可以采用电动进行。传感扫描镜组的运动当然也可以无接触式进行, 例如通过光栅或者电容距离传感器。

[0069] 作为对这里所述真传动装置的选择, 当然可以设想任何适用的传动装置, 例如也可以采用电动的执行机构。

[0070] 作为对悬臂 24 主动传动的取代或者选择, 可以如图 8 所示使用机械隔离支架方式的支承装置。隔离支架具有可紧贴在患者头部 33 上的支柱 34, 该支柱在放置接触镜片 23 的情况下处于患者的额头 35 上。通过定位机构, 支柱 34 在此方面这样调整, 使其直接紧贴在额头 35 上。支柱与入射方向平行延伸, 激光治疗辐射 L 以该入射方向通过尖端 10 投射到接触镜片 23 和角膜 21 上。只要角膜 21 紧贴在接触镜片 23 上, 支柱就尽可能地例如通过本身的重力向下移动, 使其处于患者的额头上。在该位置上支柱自动定位或者由外部定

位。如果现在患者的眼睛 22 向上运动,那么悬臂 24 自动通过支柱 34 上升。

[0071] 作为对支柱 34 的附加或者选择,也可以直接在患者治疗床 2 上进行支承。因此垂直移动单元 5 的意外操作通过悬臂 24 的回转立即转换成接触镜片 23 的后退。

[0072] 真空传动装置 28 也可以通过纯气动装置进行操作。键控器 30 然后操作作为阀门构成的开关 31,该开关处于在附图中与控制装置 32 相应的真空源与真空传动装置 28 之间的真空管线内。当键控器 30 向上运动时阀门打开,这一点正如支架 26 连同悬臂 24 少量运动时的情况那样。如果阀门打开,那么真空传动装置 28 抽真空、压缩并由此将支架 26 连同悬臂 24 向上翻转。

[0073] 在适当设计保持在悬臂 24 上的镜组情况下,悬挂装置 27 完全可以避免压迫患者的眼睛。如果悬臂长度从半米出发并实现悬臂 24 的  $2\text{kg} \cdot \text{m}^2$  的惯性矩,那么如果眼睛在接触镜片 23 以 0.77mm 压入的话,眼睛运动以每秒 6mm 压向接触镜片 23 在曲率半径 7.8mm 和 2cm 的接触镜片曲率半径导致 0.3N 的力。接触镜片 23 连同整个悬臂 24 然后在三分之一秒内加速到眼睛的运动速度。因此情况表明,在适当设计悬臂 24 的情况下不一定非得需要外部的传动装置。

[0074] 图 9 示出满足悬挂装置 27 功能的一种弹簧机构的可能构成。它是一种从下面支承悬臂 24 的支承机构 37。悬臂 24 在此方面平放在辊 38 上,该辊通过杠杆 40 与将辊 38 上压的弹簧 41 连接。悬臂 24 在箭头 39 方向上作用的重力可以通过适当选择或调整弹簧 41 根据要求一直补偿到剩余支承力。

[0075] 对于所介绍的结构来说,释放的运动是通过患者还是通过治疗床 2 的运动引起无关紧要。主要是提升悬臂 24。

[0076] 图 10 示出一种类似于图 1 所示结构的激光外科治疗站悬臂架 6 的另一个详图,但其中图 10 的图示与图 1 中所选择的图示相比镜面相反。也可以看出,悬臂架 6 上具有悬臂 24 及尖端 10,其中仅示出外壳 B 的一部分。悬臂 24 连同支架 26 可相对于悬臂架 6 环绕处于图 10 左侧但未示出的旋转点回转。在这种回转运动时,尖端 10 相对于外壳 B 提升,从而它移动到外壳 B 内。悬臂 24 或支架 26 在悬臂架 6 上处于未示出的支座上。悬臂架 6 的提升可以通过力在尖端 10(接触镜片 23)上的作用而进行。

[0077] 图 10 的结构中附加还具有保护机构,防止患者的身体受到悬臂 24 的压迫。为此挡板 42 借助例如作为不弯曲固定件以钢板方式构成的关节 43 安装在外壳 B 上。挡板 42 通过连接板 45 固定在悬臂 24 或其支架 26 上。在箭头 44 的方向上作用于挡板 42 的力由此向上压向悬臂 24。位置传感器 46 检测悬臂 24 的提升。图 11 放大示出这种测定悬臂 24 相对于外壳 B 或悬臂架 6 移动的位置传感器 46 一种可能的实施方式。

[0078] 如从图 11 所看到的那样,悬臂架 6 的安装面 47 上在外壳侧安装光栅 48 和 49,它们具有间隙 50 和 51,安装在支架 26 或悬臂 24 上的位置标记 52 可从间隙通过。悬臂 24 的提升因此将位置标记 52 移入间隙 50 并继续提升移入间隙 51 内。如果位置标记 52 处于光栅 48 或 49 的间隙 50 或 51 内,那么它产生相应的信号,传送到(未示出的)控制单元,例如激光外科治疗站 1 的计算机 C(参照图 1)。计算机 C 然后控制系统相应的逆反应,例如切断治疗激光束 L 或者下降患者治疗床 2。

[0079] 图 12 示意示出激光外科治疗站 1 悬臂 24 或尖端 10 或施加到患者眼睛上的力 F 的位置 P 之间举例的相互关系,各自作为眼睛位置 x 的函数在患者躺在治疗床 2 上时通过垂

直移动单元 5 的位置预先规定。如果患者准备进行治疗,那么首先将无菌的新接触镜片 23 安装在尖端 10 上。然后患者躺在治疗床 2 上,其垂直移动单元 5 由外科医生在激光外科治疗站 1 上进行控制。计算机 C 为此具有适当的输入装置例如操纵杆并相应控制垂直移动单元 5。开始时垂直移动单元 5 向下移动,由此产生位置  $x_0$ 。同时尖端 10 处于其最低的位置  $P_0$  上,因为悬臂架 6 上的悬臂 24 紧贴在下面的止挡上。现在外科医生借助垂直移动单元 5 将患者向上移动,直至在位置  $x_1$  上患者的眼睛与接触镜片 23 产生接触。外科医生现在继续向上缓慢移动患者,直至眼睛完全紧贴在接触镜片 23 上。这一点是在位置  $x_2$  时的情况,其特征在于,可以施加将接触镜片 23 固定在角膜 21 上的真空。

[0080] 为使角膜 21 尽可能完全紧贴在接触镜片 23 的内表面上,眼睛以一定的力压向接触镜片 23。但因为这种力尚小于提升悬臂 24 的力  $F_{min}$ ,所以悬臂 24 与此同时仍保持静止。

[0081] 随着接通真空,计算机 C 自动再略微提升垂直移动单元 5,从而治疗床 2 再略微通过位置  $x_2$  提升,以保证接触镜片 23 借助真空更可靠地封闭在角膜 21 上。垂直移动单元 5 或患者的头部因此处于位置  $x_2$  与  $x_3$  之间。眼睛利用低于最小力  $F_{min}$  的力压向接触镜片 23,从而悬臂 24 始终处于,也就是不脱离位置  $P_0$ 。眼睛在接触镜片上定位并可以开始治疗。

[0082] 如果治疗期间例如因为患者运动头部或者由于意外操作垂直移动单元 5 而发生患者的头部向上运动,那么位置  $x_3$  上的力仅等于悬臂 24 处于悬臂架 6 内所利用的最小力  $F_{min}$ 。当头部继续向上运动时,悬臂架 6 提升。这种情况相当于图 12 中上升的位置曲线 53(实线所示),而且悬臂 24 离开静止位置  $P_0$ 。如果悬臂架到达位置  $P_1$ ,因为患者的头部或在功能故障或者误操作的情况下垂直移动单元 5 到达位置  $x_4$ ,那么第一光栅 48 发出接通信号。通过悬臂 24 可以利用所调整的力  $F_{min}$  离开,在此方面施加到眼睛上的力并因此对眼睛的压力不再继续上升。

[0083] 到达位置  $P_1$  时的接通信号使计算机 C 这样接通激光束 L,使其不再进行治疗。例如可以切断激光器或者这样降低激光束能量,使其不再产生激光穿孔。此外,可以向外科医生发出报警信号,例如以显示器 9 上相应显示的方式。

[0084] 最后,计算机 C 上可以具有开关机构,它在达到位置  $P_1$  时自动将垂直移动单元 5 向下,也就是向最小的 x 值运动,以便眼睛重新回到  $x_2$  与  $x_3$  之间的正常治疗位置内。如果达到这一点,那么光栅 48 重新变换到静止状态,重新开始正常治疗并取消报警信号。如果仅通过治疗床的运动产生眼睛与接触镜片的相对运动,那么开关机构可以根据 x 值确定,从而例如在达到  $x_3$  时进行运动。

[0085] 然而,如果由于功能故障或者患者的相应动作而令悬臂 24 继续向上运动并达到位置  $P_2$ ,那么第二光栅 49 动作并且计算机 C 然后据此输入紧急切断,一方面断开垂直移动单元 5 并向下移动和另一方面切断激光外科治疗站 1 直至控制装置。这样做是为了防止超出位置  $x_5$  到达位置  $x_6$ ,在该位置上悬臂 24 处于其不能继续后退的位置  $P_{max}$  内的最大偏转上。如果头部的上升运动仍在继续,那么从位置  $x_6$  起对角膜 21 或眼睛 22 的力跃升,如图 12 的力曲线 54 所示那样。在位置  $x_7$  上达到对眼睛 22 允许的最大力  $F_{max}$  并存在压迫的危险。

[0086] 通过在位置  $x_5$  或位置  $P_2$  上进行的激光外科治疗站 1 的紧急断开,得以避免在患者乱动时眼睛 22 的压迫。

[0087] 因为在图 10 的实施方式中挡板 42 处于悬臂架 6 的下面,所以由于垂直移动单元

5 将患者压向悬臂架 6 而可能出现的对患者身体的压迫也得以避免。

[0088] 图 13 示出一个例如可由计算机 C 实现的电路,以便实施借助图 12 介绍的保护方法。在图 13 中,图 11 放大的光栅 48 和 49 整体作为传感器示出,它们测定悬臂 24 是否到达位置 P1 或 P2 内。图 13 此外示意示出吸入压力传感器 55,它检测用于吸入接触镜片 23 的真空是否处于眼睛 22 可靠吸在接触镜片 23 上所给定的数值范围内。这些传感器以及吸入压力传感器 55 按照所要介绍的方式作用于垂直移动单元 5 的传动装置 56。传动装置 56 由直流电源 57 供电,它向传动装置 56 的电源 58 供电。电源 57 利用两个导线与电源 58 连接。在一个引线上连接两个紧急开关 59 和 60,它们在激活时断开并在未操作的状态下闭合。

[0089] 紧急开关 59 由第二光栅 49 控制并且紧急开关 60 作为机械开关供外科医生使用,从而可以随时中断电源 57 与传动装置 56 的电源 58 之间的连接并因此停止传动装置 56 工作。

[0090] 传动装置 56 此外具有闭锁机构 61,激活时断开传动装置 56。无论是在真空传感器 62 显示接通眼睛 22 吸在接触镜片 23 上时还是吸入压力传感器 55 发出眼睛已吸入的信号时,均产生这种闭锁。在这种状态下,闭锁机构 61 防止垂直移动单元 5 通过传动装置 56 的任何继续调整,因为在眼睛吸入情况下不需要垂直移动单元 5 的调整并甚至会造成损坏。

[0091] 传动装置 56 上此外具有阻断机构 63,它由第一光栅 48 控制并在第一光栅 58 显示悬臂 24 进入位置 P1 的情况下与闭锁机构 61 并行抑制传动装置 56 的任何激活。因此防止意外操作垂直移动单元 5 和提升患者,否则会由于患者的运动破坏真空并且吸入压力传感器 55 由此不再发送眼睛准确吸入的信号。由此在患者例如向旁边和向上运动时,同样抑制传动装置 56 的工作并因此抑制垂直移动单元 5 的调整。

[0092] 同时具有闭锁机构 61 以及阻断机构 63 由此可以借助垂直移动单元 5 进行保证眼睛可靠吸入的调节。

[0093] 如果悬臂处于位置 P2 内,发出信号的第二光栅 49 通过继电器 64 与紧急开关 59 连接。如果第二光栅 49 发出显示位置 P2 的信号的话,紧急开关 59 断开和传动装置 56 无电流连接。根据传动装置 56 的构成,治疗床 2 保持在当前的垂直调整状态下或者平稳地向下滑动。

[0094] 所述依据本发明的系统在激光外科治疗站上避免压迫眼睛,方法是平放在眼睛上的部件在患者上升或者抬头的情况下自动进行偏转运动。同时偏转运动具有优点地这样实现,使治疗的光学质量在偏转期间尽可能保持不变。此外,通过相应的传感器和控制机构确保不出现导致压迫眼睛的运动。

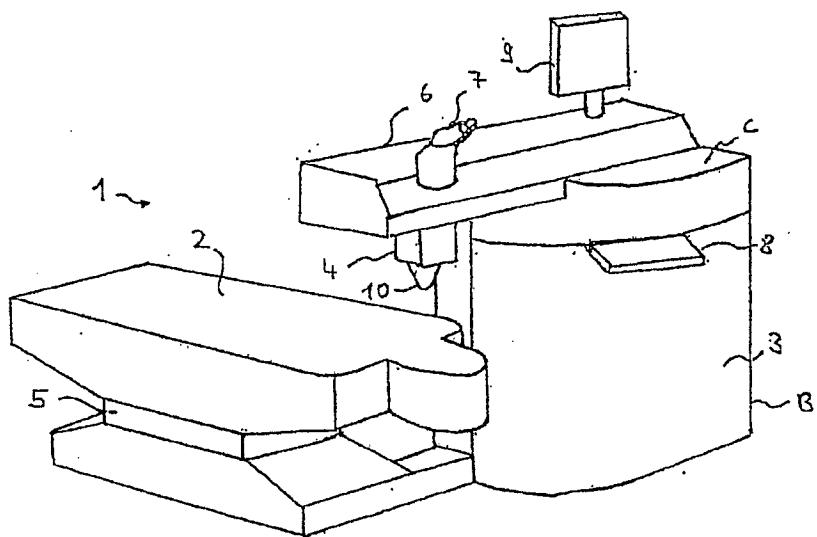


图 1

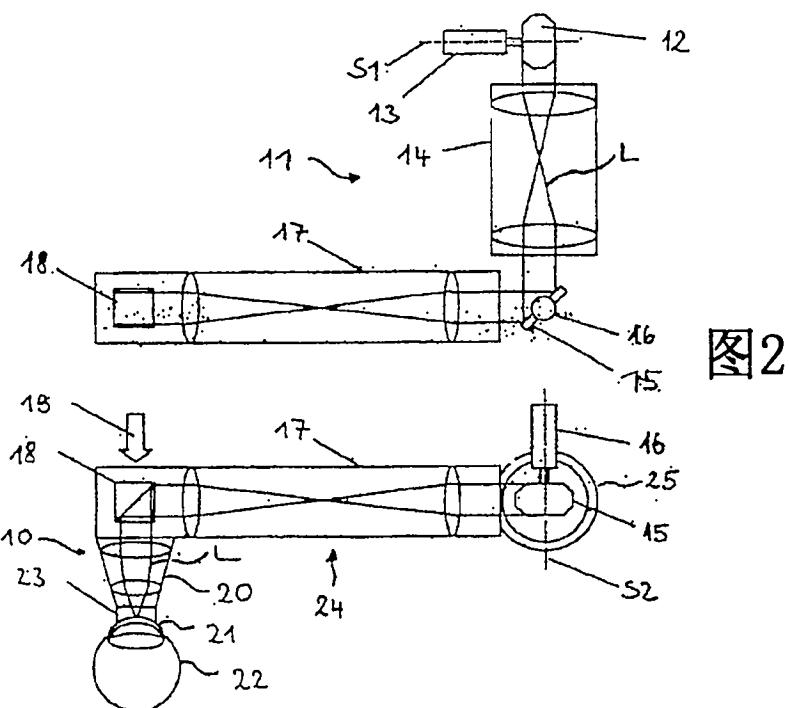


图 2

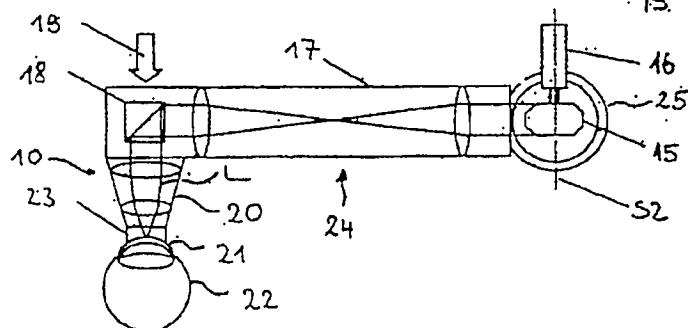


图 3

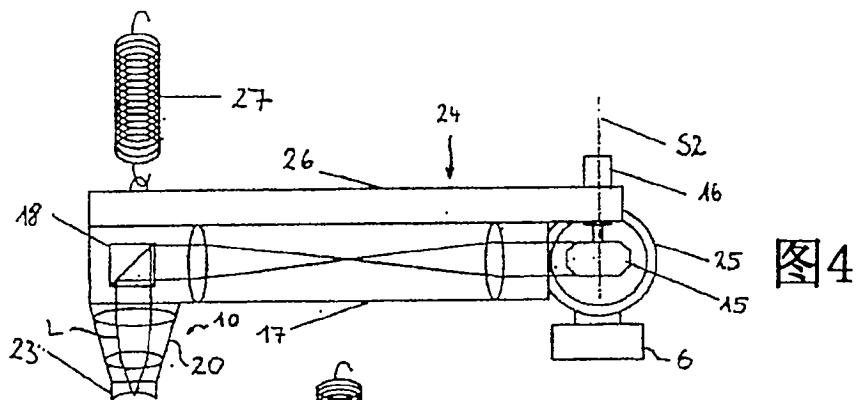


图4

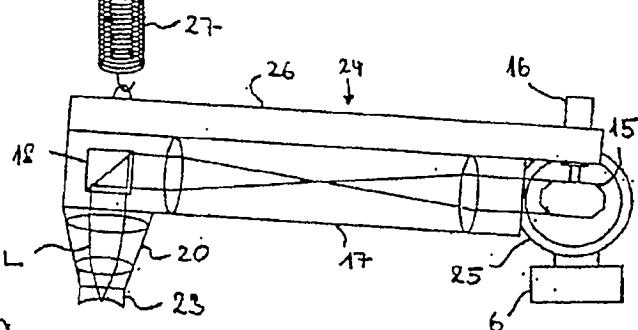


图5

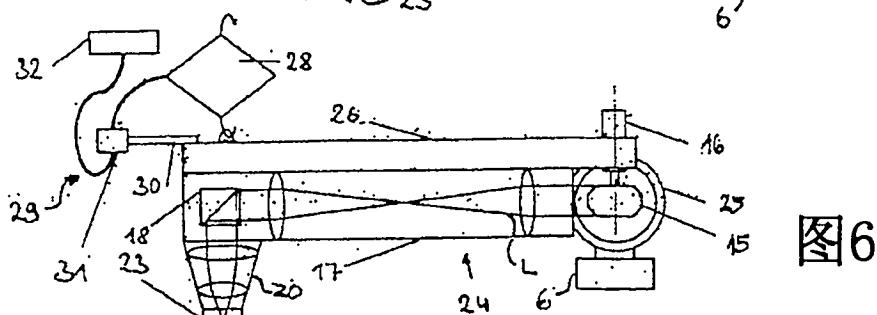


图6

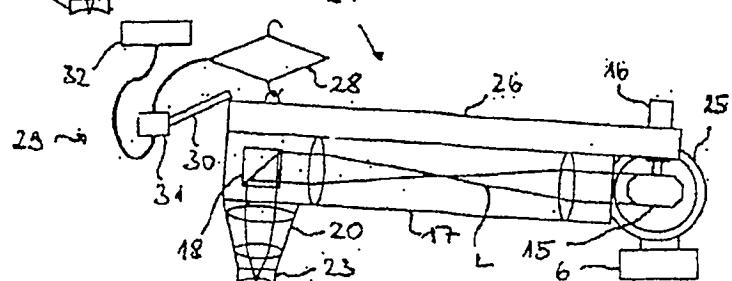


图7

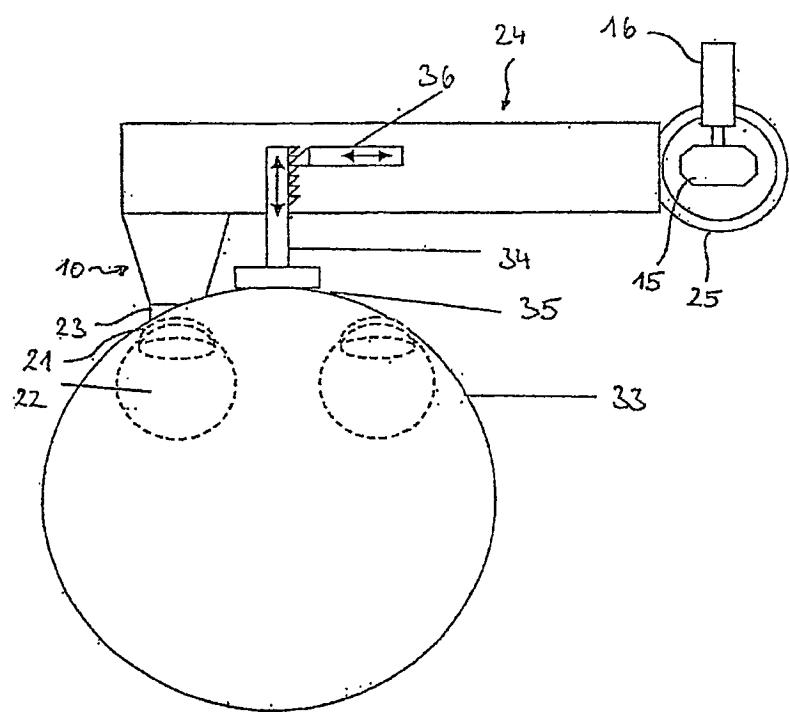


图 8

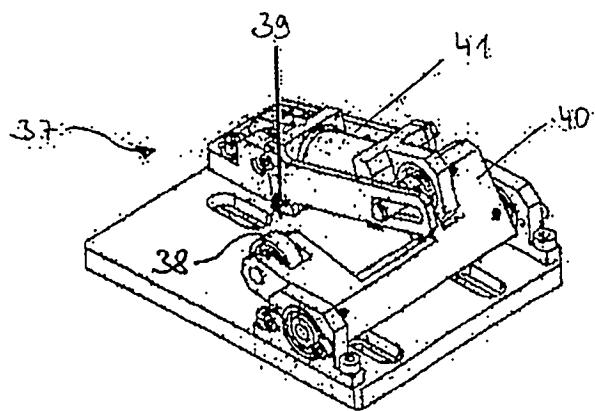


图 9

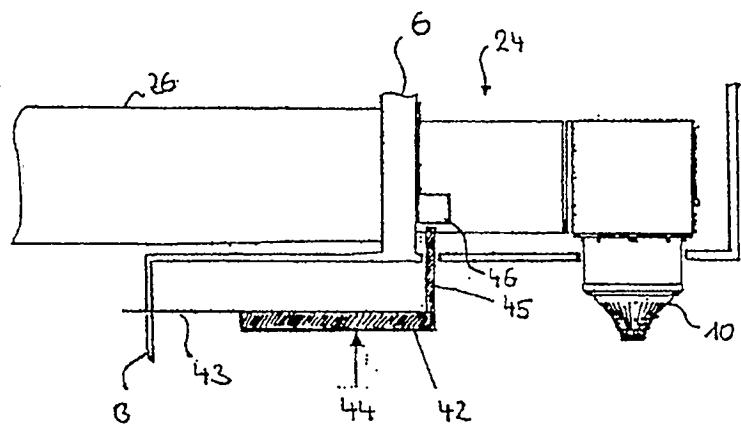


图 10

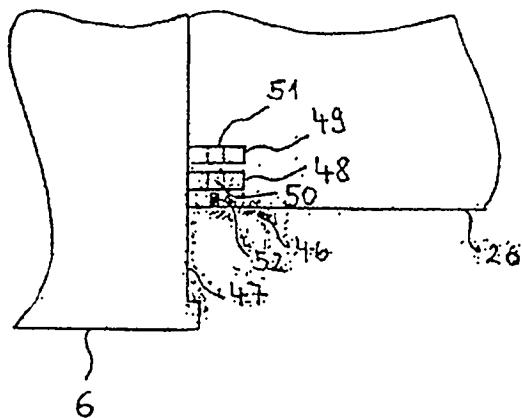


图 11

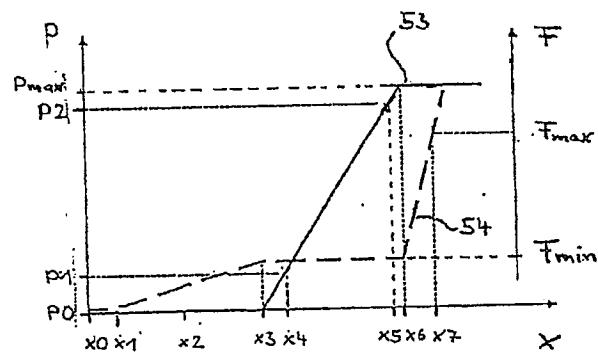


图 12

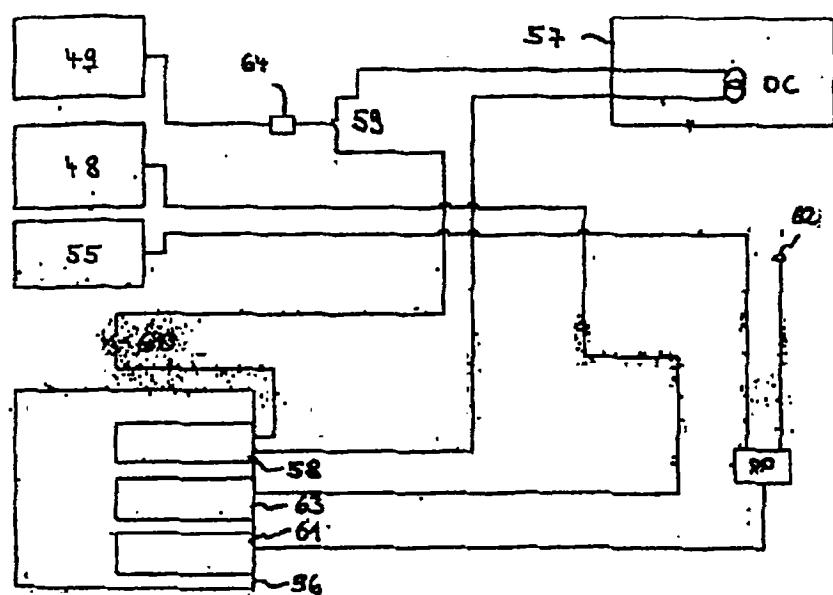


图 13