

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

A61F 9/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 90110433.7

[45]授权公告日 1998年11月4日

[11] 授权公告号 CN 1040502C

[22]申请日 90.12.14 [24]颁证日 98.7.24

[21]申请号 90110433.7

[30]优先权

[32]89.12.14[33]US[31]450,672

[73]专利权人 角膜轮廓发展公司

地址 美国俄克拉何马州

[72]发明人 劳伦·G·基尔默

阿尔文·E·雷诺兹

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 林道棠

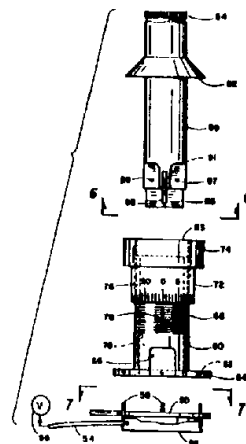
审查员 李明

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 外角膜轮廓进行再加工的方法和器械

[57]摘要

角膜的折光误差通过刮削手术进行校正，所使用的器械真空贴附在眼睛上并环绕在角膜的周围，刮削工具上的刀具能够相对于角膜进行微调。



权 利 要 求 书

1. 一种用于校正一只具有一个带有一条中心轴线的角膜的眼睛的折光误差的装置, 其特征在于含有:

一个轮廓加工工具, 该工具具有一个将该角膜刮削到所需角膜半径的带锋利直刃口的刀片;

将该带直刃口的刀片保持与围绕着该轴线的该角膜相切的装置;
和

用于手动转动或往复转动该工具围绕该轴线运动使之以所述刃口刮削角膜直至所述折光误差基本上得到校正的装置。

2. 按权利要求1所述的装置, 其特征在于包括将该刀片按增量地靠着该角膜轴向推进直至所述折光误差得到校正的装置。

3. 按权利要求1所述的装置, 其特征在于包括提供所述轮廓加工工具相对于该角膜的轴向位置的指示的标志装置。

4. 按权利要求1所述的装置, 其特征在于所述带直刃口的刀片包含多个其底部锋利端横向于所述轮廓加工工具的轴线的径向刀片。

5. 按权利要求4所述的装置, 其特征在于所述带直刃口的刀片形成有效地减小角膜半径的刀片。

6. 按权利要求5所述的装置, 其特征在于所述刀片的直刃口相对于所述轮廓加工工具的轴线成约 60° 凹入。

7. 按权利要求4所述的装置, 其特征在于所述带直刃口的刀片形成有效地增大角膜半径的刀片。

8. 一种用于用外科手术对一只人眼的角膜部份进行轮廓再加工以改变角膜半径、从而校正折光误差的装置, 其特征在于包含:

一个圆筒形定位环装置, 在其底侧上具有用于临时附着到该眼睛

的巩膜部份上并围绕着待进行轮廓加工的该角膜的弹性真空环装置，在该定位环顶侧具有定位销，还具有跟该真空环装置连通的真空装置；

一个支持套，在其底部具有跟所述定位销接合的装置，在其外部成形有具有一个给定螺距的螺纹；

一个导套，在其内部成形有用于跟所述支持套可旋转地连接的、螺距等于该给定螺距的螺纹；

一个轮廓加工工具，它适于可旋转地并轴向地容纳在所述支持套与所述导套内，该轮廓加工工具上还具有一个用于将其可旋转地支承在该导套上的颈围装置，在轮廓加工工具的底部具有至少一个带锋利直刃口的刀片；和

一个将所述刀片的刃口相对于所述眼睛的一根视觉轴线转动或往复转动以刮削所述角膜直至所述折光误差基本上得到校正的装置。

9. 按权利要求8所述的装置，其特征在于所述带直刃口的刀片包含多个其底部锋利刃口横向于所述轮廓加工工具的轴线的径向刀片。

10. 按权利要求9所述的装置，其特征在于所述带直刃口的刀片成形成有效地增大角膜半径的刀片。

11. 按权利要求9所述的装置，其特征在于所述带直刃口的刀片成形成有效地减小角膜半径的刀片。

12. 按权利要求11所述的装置，其特征在于所述带直刃口的刀片包含多个径向刀片，这些径向刀片的锋利端相对于所述轮廓加工工具的轴线成约 60° 凹入。

13. 按权利要求8所述的装置，其特征在于所述支持套是基本上透明的。

14. 按权利要求8所述的装置，其特征在于所述螺纹的所述螺距在每英寸35牙至60牙之间。

15. 按权利要求14所述的装置，其特征在于所述螺纹的所述螺距

是每英寸40牙。

16. 按权利要求8所述的装置, 其特征在于所述支持套与所述导套包括有用于测量所述轮廓加工工具的轴向运动的千分表式标志装置。

17. 按权利要求8所述的装置, 其特征在于包括一个连接到所述轮廓加工工具上的第一电接点、一个连接到人体上的第二电接点、和一个将该第一与第二电接点连接到一个可见的与/或可听到的指示装置的电路装置。

对角膜轮廓进行再加工的方法和器械

本发明涉及一种用于调节眼睛组成部份的形状的方法和器械。具体涉及使角膜的曲率发生固定的改变的方法和器械。

角膜的表面偏离正常形状，在视觉过程中将产生折光误差。处于停住状态的眼睛，无需调节就能将远方物体的象精确地聚焦在视网膜上。这样的眼睛，能够毫不费力地看到远方物体的清楚景象。任何偏离此标准的情况，便构成了屈光不正，在这种状况下，停住的眼睛就不能把远方物体的象聚焦在视网膜上。远视是一种折光误差，在这种情况下，停住的眼睛会将来自远方物体的平行光线聚焦在视网膜的后面。而来自近处物体的发散光，则聚焦在更后一些。在远视情况下，角膜表面变平，使通过角膜折射表面的光线的折射角减小，并使光线会聚或者聚焦在视网膜后面的一个点上。视网膜部份地是由神经纤维组成的，它是一种视神经的扩展。落到视网膜上的光波被转换成神经脉冲，通过视神经带给大脑以产生光的感觉。为了把平行光线聚焦在视网膜上，对于远视眼来说，要么必须进行调节、即增加眼睛晶状体的凸度，要么必须在眼睛的前面放上能使光线聚焦在视网膜上的具有足够光焦度的凸透镜。

近视是另外一种折光状况，其中眼睛的调节完全松弛，平行光线聚焦在视网膜的前方。通常产生近视的情况是角膜曲率变陡，因而当光线通过角膜折射表面时折射得大一些，过份折射的光线将会聚或聚焦在视网膜前方的眼睛玻璃体中。当这些光线到达视网膜时，它变成了发散的，形成一个弥散圆，从而形成模糊的象。对于近视眼来说，

要使用凹透镜来校正眼睛的焦度。

眼睛的这些传统性折光误差形式的正常治疗，是用眼镜或者隐形眼镜，对于使用者来说，这两者都有众所周知的缺点。最近的研究转向用手术技术来改变眼睛的折光情况。这样的技术通常称之为“角膜折光技术”。两种这样的技术更具体地称为“角膜透镜术”

(Keratophakia)和“角膜研磨术”(Keratotomy)。角膜研磨术涉及把角膜层片重新研磨成弯月形或远视透镜，以校正近视或远视。为实现这种手术，特别发展了一种角膜光学车床，并且在将研磨成凸透镜的同种移植物放置在层片间以校正无晶状体远视时，它也被用在角膜透镜术的手术中。该同种移植组织(角膜层片)是用二氧化碳冷冻起来的。此同种移植物被切割成具有实现所需要的角膜光学校正所要求的屈光力的隐形眼镜。在角膜研磨术中，前面的角膜层片用车床加工成形，而且在角膜恐怖症(Keratophobia)中，车床加工成形的是捐献的眼睛的角膜基质。这些技术广泛应用在高度远视和近视的校正中。这些手术要求围绕移植物周边径向切割角膜，它使角膜变得脆弱，以致于处在切口下方的液体的压力会在切口之下往上推，并使角膜的曲率变平。互种角膜变平产生不被移植物补偿的眼睛折光误差。在这些手术的缝合中，还会引起角膜的径向不对称性，结果是在这点上增加了散光误差。缝合还会使角膜组织产生疤痕，而有疤痕的组织就丧失了透明度。对于散光的外科手术校正，是通过不对称性地改变角膜曲率来完成的。通过设想一个具有球形表面的充气球体在两手掌之间压缩，可以很容易看出该周边畸变力的作用。因为在球体内的空气的体积是个常数，所以球体的表面面积保持不变。由于两手掌间的球体的直径被压缩的结果，先前是球形的前表面发生子午畸变，从而使得曲率改变了而没有改变表面的周界。在张开的手指之间通过的球体的子午线变陡，而与其成直角的没有压缩的子午线则变平，这是因为它的

直径加长与被压缩直径的缩短成正比。这说明了在进行外科手术与伴随的缝合期间的对称图形或企图实现的有意造成的非对称图形的轻微改变所得出的效果。因而可以看出，在角膜折光技术中的目前的手术最好限制在其它更为标准的校正实践发现有效的情况中。很容易看到，在这样的外科技术中的限制因素是巨大的复杂性，涉及的不仅是影响手术操作的角膜组织的多重切口，而且还有复杂的缝合图形，其结果是眼睛的巨大改造。所以眼睛要面对着困难的调节外伤的工作。

在过去几年中发展了使用激光作为改造角膜形状的手段来消除折光误差。在这些过程中使用脉冲激光去除角膜组织，最通用的类型是准分子(Excimer)激光器。这样的激光对组织的基本效应是光化学效应，分子键的破裂带有大量能量，能使组织碎片以超声波速度从表面飞出，留下的是离散的空间。该过程叫作烧蚀光致分解，或者叫作光致烧蚀。

使用准分子激光需要接受控制的方式把光束传送到眼上，需要将均匀的光束适当地操作并聚焦，因为光学元件必须经受住高能光子，而且光束必须成形为非均匀构形以便能产生非均匀的角膜视觉表面。这样的光束传送系统包含多种器件，其中包括使光束扩展或聚焦的透镜、引导光束的平面镜、使光束均匀化的调制器、使光束定形的屏罩以及测量光束的强度和构形的探测器。流行的型式是从简单的透镜与屏罩的会集到复杂的、带有许多组件的、不仅控制激光参数而且也控制光学和机械组件的自动装置。由于这个过程涉及亚微米(小于0.00001米)的准确度，对这样的系统的稳定性要求很高，即使激光对组织的作用只持续几微秒。

使用该系统需要细致的技术的和生物学的控制，以调整角膜伤口的愈合。

因此本发明的目的在于提供一种新的和改进的角膜折光技术，涉及用于改变角膜视觉区域的形状以便校正远视、近视和散光的折光误

差的方法和器械，把施加在眼睛系统上的干扰减至最小，并且技术要简便以实际上消除产生误差的概率或由于眼睛系统受到巨大干扰导致的并发症的概率。

考虑到上述的和其它的目的，本发明提出一种用于雕刻或者刮削角膜以便校正折光误差的方法和器械。

本发明的另一目的在于提供一种外科医生能够很容易地使用它来雕刻或者刮削角膜以便校正远视、近视和散光的、包括提供表面深度和表面构形一致性的装置的机械式器械。

具体来说，本发明所提供的方法的目的，涉及到眼睛的角膜部份进行外科轮廓再加工来改变角膜的半径，从而校正折光误差。步骤包括创造一个具有正确折光性能的模拟角膜的普拉西多环角膜图。第二步创造一个待加工角膜的实际角膜图。对这两个角膜图进行比较以确定折光误差量，也就是它是否是远视、近视或者散光。设计一种轮廓加工工具，它包括多个其形状足以雕刻角膜从而把角膜半径改变成模拟角膜的半径的切刻刀片。然后将此轮廓加工工具放置在支持套内，该支持套贴近地放置在待加工的眼睛上使切刻刀片接触到角膜。然后转动或往复转动此轮廓加工工具，直到角膜半径被校正到模拟角膜的半径为止。此轮廓加工工具包括有用于产生在手术过程中所需的精确轴向深度变化的装置。

用于实现本发明的目的器械具体包括有圆筒形定位环，该定位环在它的底部具有临时性地附着在眼睛的巩膜部份上围绕在待进行轮廓再加工的角膜周围的带弹性的真空环装置。在定位环的顶部有多个定位销，并设有真空设备以与真空环连通。圆筒形支持套在其底部包括有与环形定位环上的定位销相互连接的装置。具有给定螺距的细螺纹、最好约为每英寸40牙，成形在此支持套的外部。通过螺纹连接在它上面的是一个导套，它具有同样螺距的螺纹成形在其内部以可转动地与

支持套连接。轮廓加工工具设计成可转动地与轴向地容纳在定位环、支持套和导套内。在轮廓加工工具上的颈圈装置使轮廓加工工具能够可转动地支承在该导套上。多个设在轮廓加工工具的底部上的刮削刀片设计成足以在角膜部份进行雕刻或形成所期望的校正曲率的形状。

本发明的另一个目的在于提供一种用来切割、雕刻和刮削角膜的外前表面对其进行轮廓再加工以校正角膜的折光误差，而且使手术带来的炎症降到最低或甚至不发生炎症，而且使角膜的上皮层在最短的时间内再长出的装置。

再一个目的在于实现一个如前述目的所限定的经轮廓再加工的角膜，这种角膜使上皮层能够在加工区域再长出而不会返回到起始的曲率。

图1 是眼睛的一个水平剖面的示意图；

图2 是一个远视眼的示意图，示出对角膜进行调整来缩短其曲率半径；

图3 是一个近视眼的示意图，示出对角膜进行调整以增大其曲率半径，从而使角膜的斜率变平；

图4 是一个眼睛的前面部份的水平剖面的详细示意图，示出角膜的各层；

图5 是一个示出本发明的器械的基本构件的分解图；

图6 是沿图5 的6-6 线看的轮廓加工工具的底端正视图；

图7 是沿图5 的7-7 线看的本发明的定位环的顶部正视图；

图8 是另一种轮廓加工工具的下部的局部剖开的视图；

图9 是另一种划削工具的侧面正视图；

图10 是沿图9 的10-10 线看的部份剖开的前视图；

图11 是带有一个电指示装置的本发明的器械的装配图；

图12 是另一种实施例的下部的局部剖开的视图；

图13是沿图12的13-13线看的端部正视图；

图14是定位环在眼睛上的放大的部份剖视图。

在详细地说明本发明之前，应该理解到本发明不局限于附图所示的结构和设置的细节上的应用。本发明能用于其它的实施例，并可按多种途径实践或实施。还应该理解到在此使用的措词和术语是为了描述的目的，而不是限定。

首先参看附图1，一个眼睛的水平截面示出眼球类似于一个球体，带有前面凸出的球形部分12，代表角膜。这样，眼睛实际上包含两个略微变形的球，一个在另一个的前面。这两段中前面一段是较小的和曲率较大的角膜。

眼球包含有三种同心的复盖层，包围住各种透明介质，光线在到达能感受的视网膜之前必须通过这些透明介质。最外面的复盖层是一种纤维质的保护部份，其六分之五的后面部份是白色不透光的，称为巩膜13，它在前面的可看见的部份有时称为眼白。此外层的六分之一的前面部份是透明的角膜12。

在中间的复盖层主要是血管并起营养作用，它包含有脉络膜14、睫状体16和虹膜17。脉络膜通常是起支持视网膜的作用，睫状肌则起悬挂和调节晶状体的作用。虹膜是眼睛的中间复盖层的最前面的部份，设置在前面平面上。它是薄的环形盘，相当于照相机的光阑，靠近其中心有一个称为瞳孔19的圆形孔。由瞳孔大小的变化来调节到达视网膜的光量。瞳孔还能收缩来进行调节以减小球面象差来达到锐聚焦。虹膜把角膜12与晶体21之间的空间分为前房22和后房23。复盖层的最内面部份是视网膜18，包含有形成视觉的真实接收部份的神经元。

视网膜是由前脑生长出的大脑的一个部份，带有用作将大脑的视网膜部份与前脑连接起来的视觉纤维束的视神经24。位于视网膜前壁上的色素沉着的上皮的紧下方的一层杆状体锥状体，用作视觉细胞或

者光接收器，把物理能(光)转换成神经脉冲。

玻璃体26是一种透明胶状物质，它充满眼球后面的五分之四。在其侧边它支撑着睫状体16和视网膜18。前面的盘状凹窝容纳着晶状体21。

眼睛的晶状体21是一个结晶状态的、透明的双凸面体，设在虹膜17与玻璃体26之间。它的轴向直径显著地随着调节变化。由通过睫状体16与晶状体21之间的透明纤维组成的睫状小带27用于将晶状体保持就位并使睫状肌能作用到晶状体上。

现在回到角膜12是，这个最外层的纤维质透明复盖层类似于一个表玻璃。它的曲率略大于眼球的其余部分，而且理想上是球形。然而，常常在一个子午线上的曲率比另一个子午线上的曲率大，引起散光。角膜的中间三分之一称为视力区，朝向外面略微变平，角膜从此朝向周边加厚。眼睛大部分的折光作用发生在角膜表面上。

接下去参照附图2，示出眼球的角膜具有如实线39所示的常态曲率。如果平行光线41通过图2的角膜表面39，则它们被此角膜的表面所折射，最终会聚在靠近眼睛的视网膜18附近。为了讨论的目的，图2示出了眼睛的晶状体和其它部份的降低了折光效果的状态。图2描绘的眼是远视眼，因此光线41被折射成会聚在视网膜后面的点42处。如果在角膜的索带43上向内施加一个周圈压力，那么角膜壁就变得陡起来。这是因为在前房22内的流体的体积保持恒定，所以角膜的前面部份、包括视觉区(角膜中间三分之一)，其斜率会变陡而形成虚线44所示的曲率(图中有些夸张)。然后光线41由陡一些的表面44以较大的角度折射，使折射后的光线导向在较短距离处的焦点，使之直接折射在视网膜18上面。

图3示出与图2相类同的眼睛，只是图3中的所谓常态角膜曲率使光线41折射到在玻璃体内的一点46处的焦点上，没有到达视网膜表

面18上。这就是典型的近视眼。如果使角膜索带43均匀地向外膨胀。如箭头所示，角膜壁就会变平。被现在校平了的角膜表面折射的光线41将以较小的角度折射，从而将会聚在较远的点、例如直接会聚在视网膜18上。

现在参照图4 的眼球前面部份的较为详细的附图，示出包含上皮31在内的角膜的各层。在表面上的上皮细胞，其功能是保持角膜的透明性。这些上皮细胞含有丰富的糖原、酶和乙酰胆碱，而且靠它们的活性来调节角膜小体和控制水和电解质输送通过角膜基质32的片层。

前面的限制层33称为鲍曼氏膜，位于上皮31与角膜基质32之间。此基质包含具有纤维带的层片，这些纤维带彼此平行并横跨整个角膜。虽然大部份纤维带都平行于表面，但某些是斜的，特别是向前斜。在交替层片内的纤维带，相邻层片的带相互大致成直角。后面的限制层34称为德斯密氏膜。它是一个坚固的膜，明显地跟基质分开，并且对角膜的病理病变有抵抗力。

内皮36是角膜的最后面层，并且是由单层细胞组成。角膜缘37是结膜38和巩膜13为一边与角膜12为另一边之间的过渡区。

现在参照图5，图中以分解图的形式示出该器械的基本部件的组装，这些部件包括一个圆筒形定位环50，它有一个从该定位环的底部伸出以与病人的被治疗眼睛接触的弹性真空环52。有一个真空软管54把此弹性真空环52的内部与一个真空泵装置56连通，作为一个将装配好的部件保持在眼睛上以进行在此描述的外科手术并带走角膜的被刮掉的部份的装置。在此定位环顶部装有多多个定位销58以安放圆筒形支持套60，这些定位销设计成容纳在法兰部份64上的开孔62中。设置有一个目视检查开口66供外科医生使用。在圆筒形支持套60的外面，沿其长度制作有螺纹68，在螺纹有很细的螺距，例如每英寸40牙。在此圆筒形支持套的本体上刻有标记70，以便为外科医生提供一个相对于

千分表状导套72的转动位置的目视测量点，该导套72包括有与圆筒形支持套上的螺纹68相匹配的内螺纹。该导套还包括一个外调节旋钮部份74和总的以数字76标示的标记，例如在导套的下部的百分表或千分表形式的标记。圆筒形支持套的内部78设计成可转动地容纳一个轮廓加工工具80。该轮廓加工工具上包括有一个设计成靠置在导套72的顶表面83上以随其向上或向下移动的颈圈82。轮廓加工工具的顶端可包括有一个滚花的部份84以便于外科医生转动和/或往复转动。在轮廓加工工具的底部装有多多个外科上用于刮削的有锋利刃口的刀片86和88，它们通过销钉87、89和91固定在轮廓加工工具80的本体内。刀片86和88横向于轮廓加工工具80的纵轴线固定住。本发明所用的刀片86和88是用外科用钢制成的。

图5中的轮廓加工工具80设计来在角膜顶部中心部位进行刮削或雕刻手术以消减近视折光误差—即近视，将能有效地增大角膜的曲率半径，如图3所示。

为了校正远视，利用如图8所示的轮廓加工工具。此轮廓加工工具具有一个跟图5所示的轮廓加工工具80一样的体干90，只是装在工具的底端上的是多个其刃口跟水平轴线成约 30° 或跟垂直轴线成约 60° 设置的刀片92、94和96，这些刀片也是横向于工具的纵轴线固定住，也是用外科用钢制成的。这些刀片设计来接触角膜前面部份的外面以缩短其有效半径，也就是说这些刀片设计来接触和刮掉图2所示的部位A上的角膜，而图5的轮廓加工工具80则设计来雕刻或刮掉图3中的部位B上的角膜。

要使用器械用外科方法进行手术，首先要对眼睛进行光学测量来确定角膜应该有甚么形状来决定对该眼按光学准确的方式进行手术、即按准确的折光误差进行校正。典型情况是利用使用普拉西多氏环靶获得的角膜图摄影图象。照片是由普拉西多氏环来的反射光线射到与

所述角膜同样大小的一个标准球面上以与地形轮廓地图同样的方式产生图象。接着，对待校正的眼作局部解剖测量是为了进行比较，以便为外科医生提供校正折光误差所需要的屈光信息。一旦这些作完之后，随着就可把定位环50放在眼睛上来进行手术，如图14所示。定位环的尺寸可按不同的手术来改变，但是其大小最好能使弹性真空环52靠置在与角膜同心的眼睛的巩膜部份上面。一旦环形的定位环50就位之后，通过定位销58与开孔62接合将圆筒形支持套60放置在其上。而后将轮廓加工工具80插入圆筒形支持套60内，直到带刃口的刀片86和88的底部开始接触到角膜的位置。通过按由测量标度70和76表示的增量转动导套72，外科医生就能连续地增加雕刻手术的深度。尽管这里描述的是用手动方式来转动或往复转动轮廓加工工具80来对角膜进行刮削或雕刻，但是采用机械或电动机操纵的装置都属于本发明的范畴。

在近视情况下，利用的是图5所示的轮廓加工工具80。在手术进行时，带刃口的刀片压在角膜表面上使角膜表面被压低，因而给出了一个加大的表面与刀片接触，造成加大了直径的雕刻表面。刮削或雕刻作用跟角膜与刀片之间的压力成正比地增长。得出的效果是使刀片下面那部分的角膜的折射半径增大。在轮廓加工工具移开之后，角膜恢复其正常的外形，只是角膜中心顶部的半径现在大于它的初始半径。结果就使通过角膜的折射光线现在聚焦在视网膜上，外科医生通过相对于圆筒形支持套60转动或往复转动导套72、利用增量测量标记76相对于一个指针或其它标记70按增量运动施行刮削作用。典型情况下导套分成25或50个千分表刻度，使每转动一格分度提供百份之一毫米的调节量。在使用前，外科医生首先要决定实现角膜所需的改变所需的向下移动量，然后靠转动和/或往复转动手术刀来实现这个向下移动。转动几秒钟，便从角膜上去除小量的角膜材料。移去轮廓加工工具，并且/或者进行角膜图拍片以确定折光误差是否已被校正。由于

该器械和外科方法在进行角膜轮廓再加工过程中涉及到非常小的移动增量，因此首次接触定位要精确与准确是很重要的。通常通过外科医生的目视装置就能完成这种精确与准确的首次接触定位，在其它情况下，在角膜与轮廓加工工具的刀片之间配备有电探测装置以为工具提供一个精确的定位，这种装置能够实现可重复的角膜去除量。

图9和图10的轮廓加工工具代表一种改型的结构形式，它包括一个本体90，带有一个凹进去的手柄92和一个带滚花的指用旋扭94。在此实施例中，内套钳包含剪状构件96和98，这两构件通过销栓100摆动。剪状构件的两个外端在99和101处设槽以对工具的导套或支持套的内壁起啮合作用。弹簧102将剪状构件的把手104和106法向地向外推。捏紧把手104和106使相应构件96和98向内缩，使之能插入圆筒形支持套中。松开把手就使构件96和98跟圆筒形支持套的内周边摩擦啮合。

图11为外科医生提供一种电指示装置来确定工具刀片的初始接触。第一接触电极110与导电的工具90可拆卸地连接。第二电极则接在病人身体112上接地。引线连接到带有指示灯116的低压电源114上。一旦刀片触到角膜，指示灯就亮，从而提供了初始接触点，从此开始测量向下的移动。典型情况下将角膜的预定去除量通过将导套72向下转动而设定在工具上。随着，转动或者往复转动轮廓加工工具80开始改变角膜的轮廓外形。而后进行测量以决定是否还需要再去除多些角膜材料。如果需要，就再设定一个新的深度，并且重复此过程。轮廓加工工具设计成在移去或置换时并不改变导套72的深度设定。在典型情况下，去除的深度量是千分之二英寸(0.002'')。通常需要分几个周期进行手术，同时每个周期后都要进行测量。一个跟一组由计算机在每次轮廓加工手术之前和以后产生的角膜曲线一起使用的诺谟图使外科医生能够连续不断地监视上皮层和/或在某些情况下的鲍曼氏膜

层部份的去除量。曾经发现，在24到48小时内，上皮将在轮廓加过工的部份的表面上回复。然而鲍曼氏层将不会再生长，这就会使改变了的半径保持不变。上皮将回复并且再生长到原来的厚度与清晰度，但是具有改变了的半径。

在兔子眼睛上进行了一系列的试验，并且在角膜形状中达致均匀的可重复的改变。

这些实验中，利用了图5的器械和图8的轮廓加工工具。兔子被麻醉然后对此动物的角膜施行了上述的手术。下表给出以相对于工具的设定深度的角膜曲率变化之前和之后的数值来表示的角膜变化的结果。

| 角膜编号 | 变形前的曲率半径 (毫米) | 变形后的曲率半径 (毫米) | 刀片移动深度 |
|------|------------------|------------------|---------|
| 1 | 7.05 | 7.70 | 0.002'' |
| 2 | 7.40 | 7.90 | 0.002'' |
| 3 | 8.00 | 8.70 | 0.002'' |
| 4 | 8.00 | 8.60 | 0.001'' |
| 5 | 7.22 | 7.70 | 0.001'' |
| 6 | 7.10 | 7.60 | 0.001'' |

图12和13代表轮廓加工工具刀片设计的一种改型，在此示出的是用于校正远视的，然而同样的概念也适用于校正近视的工具。本体120上装有多组径向相交的刀片122。每个刀片的开刃端的刃峰124弯成一定角度，最好是120°。刀片刃口的弯向是交替的，如图13中箭头所示。

图14是定位环52的放大图，在放置在眼睛上时可形成一个小的真

空穴，以便在外科手术时将该环保持在眼睛上。

说明书附图

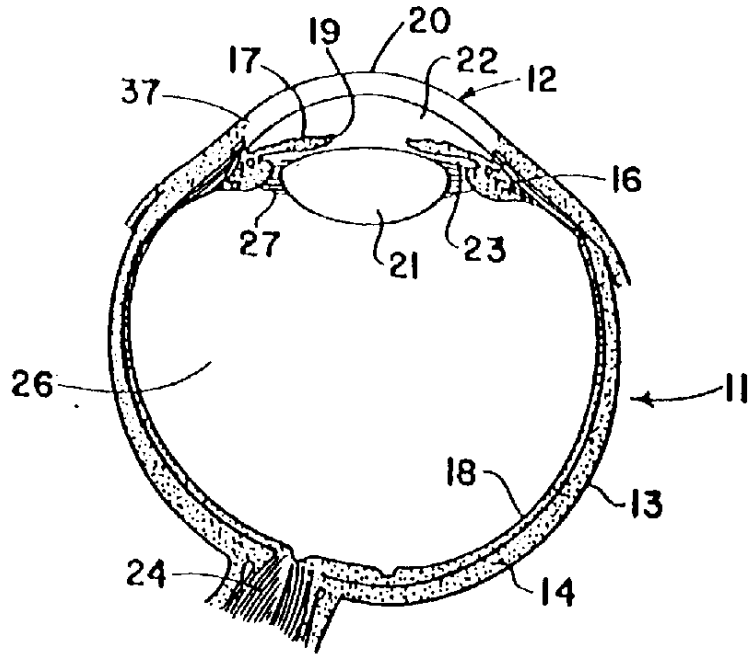


图 1

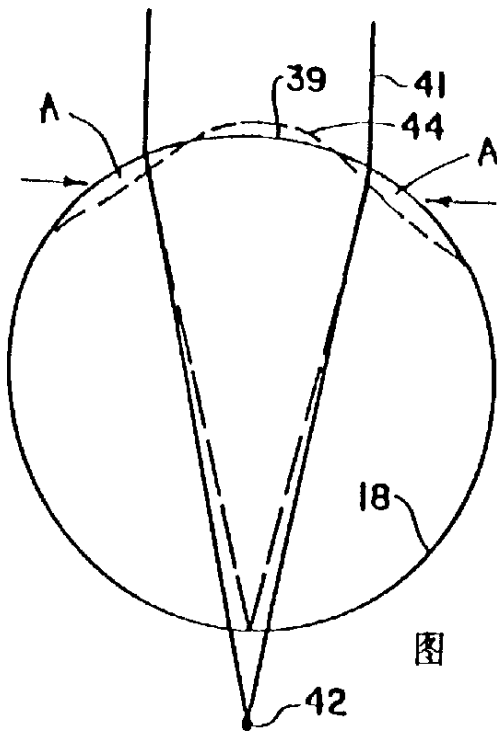


图 2

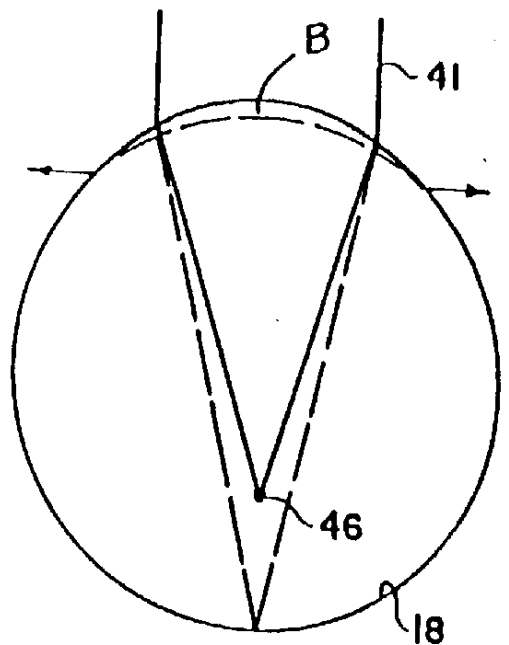


图 3

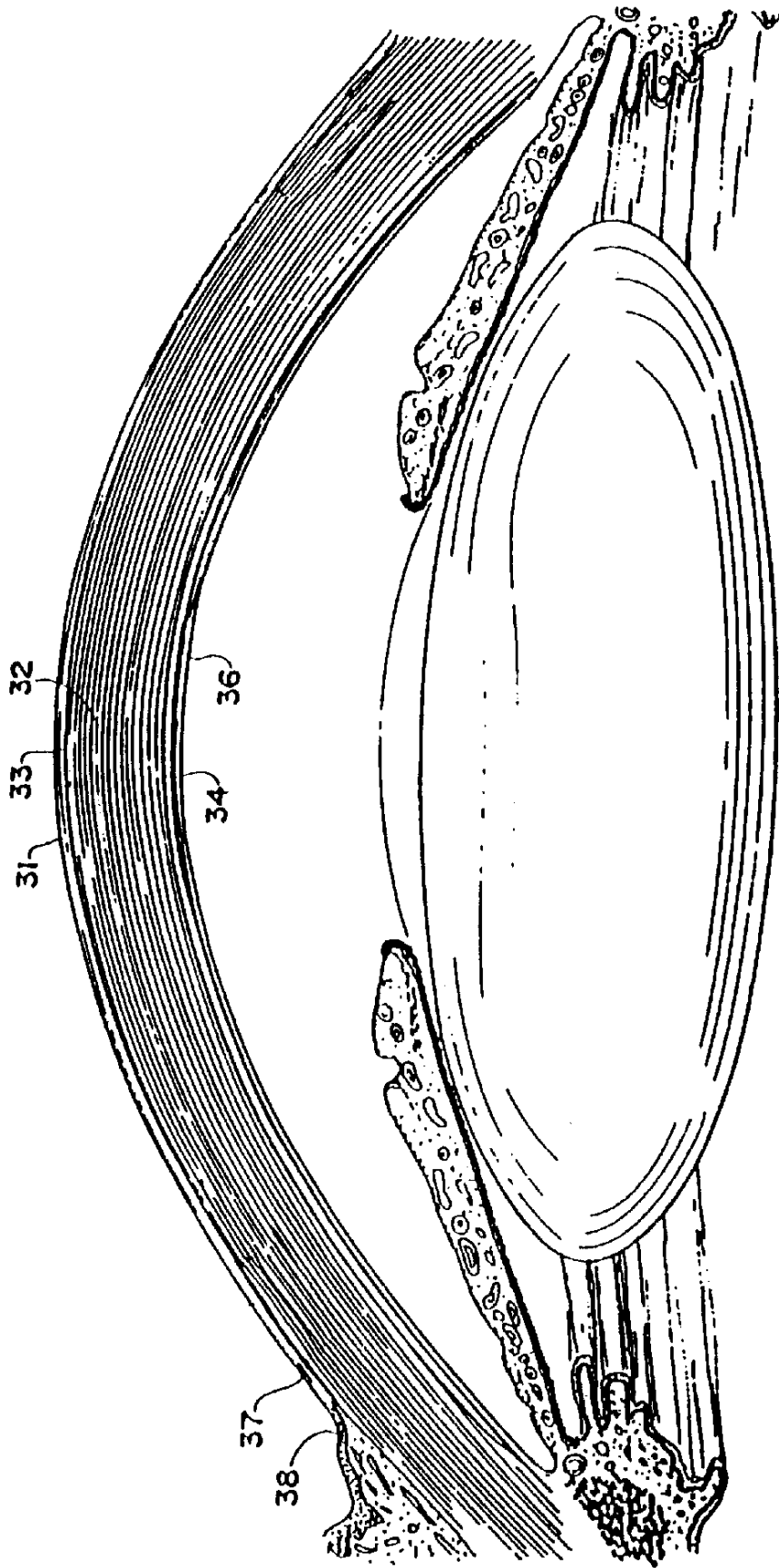
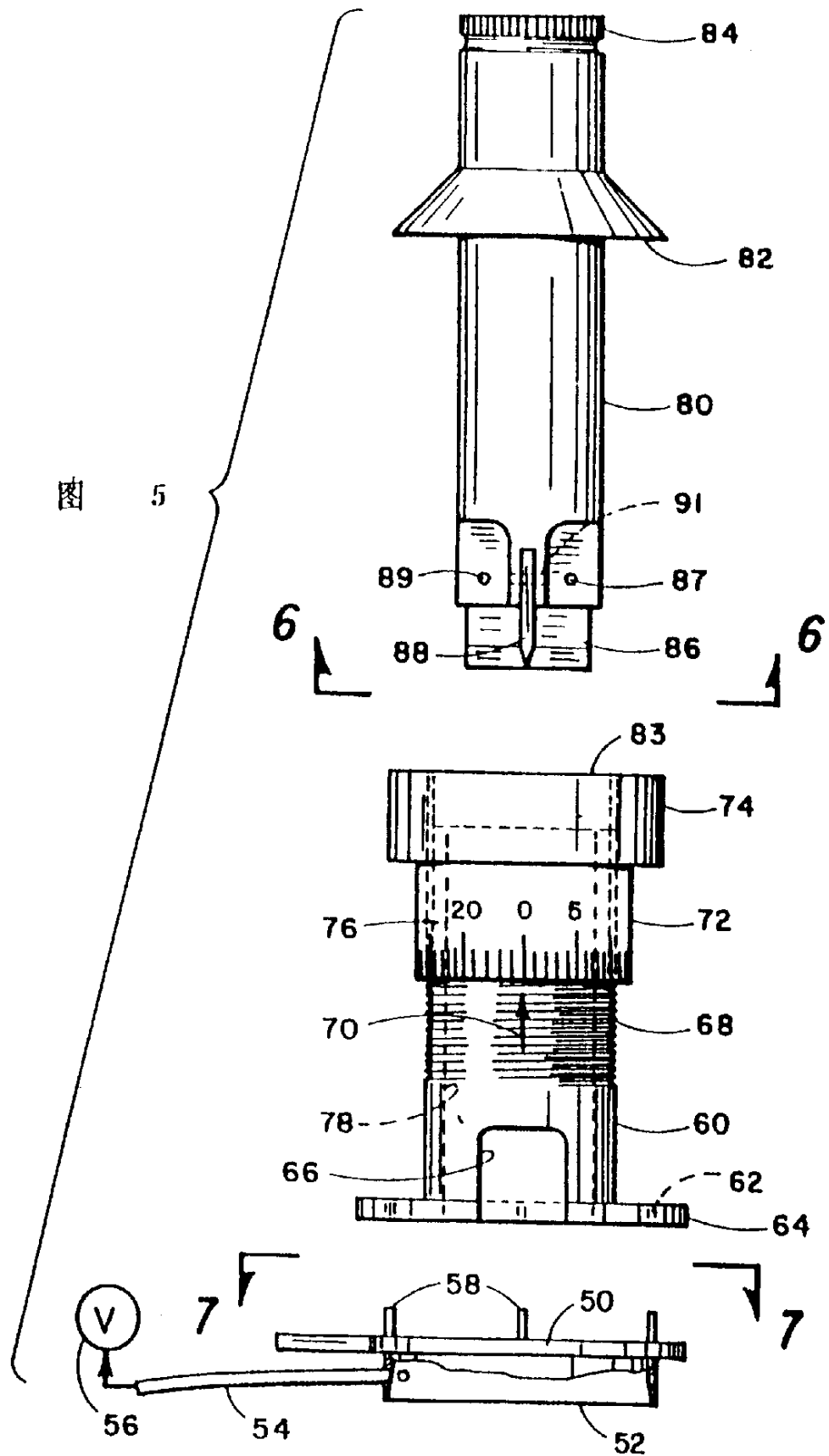


图 4

图 5



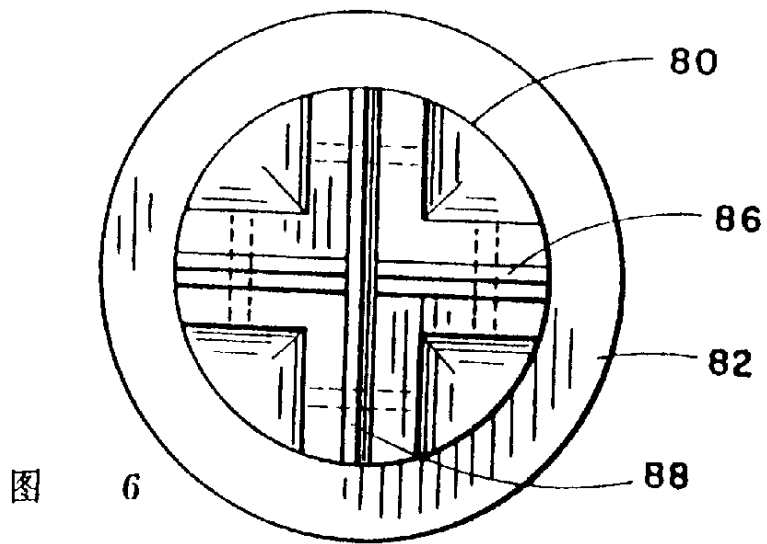


图 6

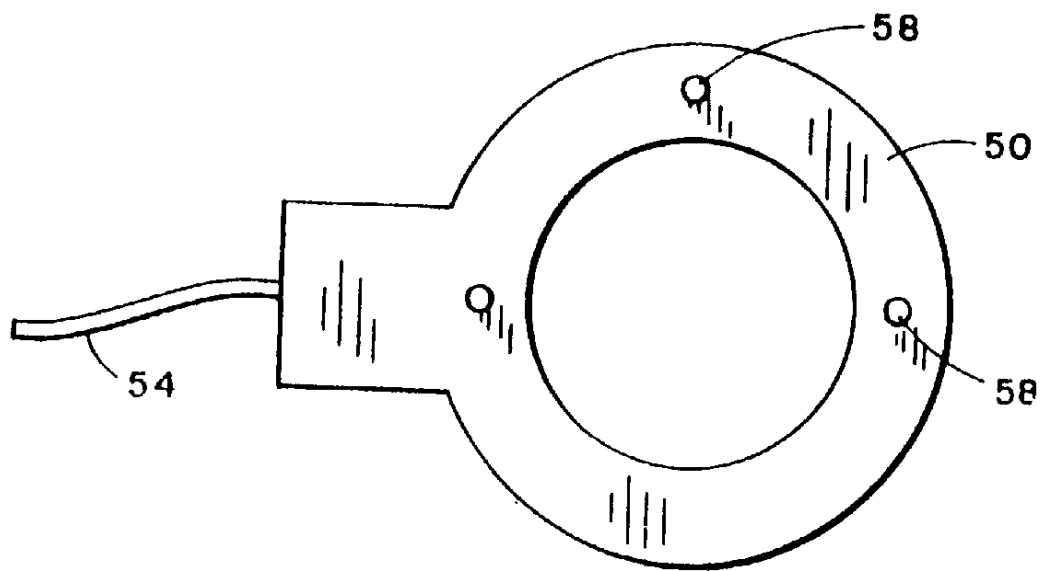


图 7

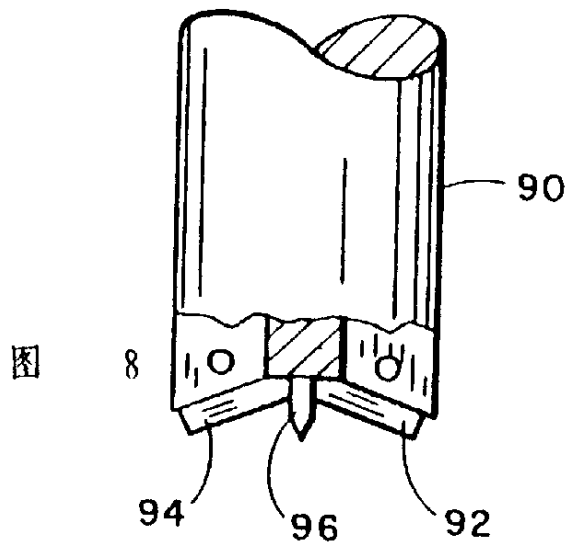


图 8

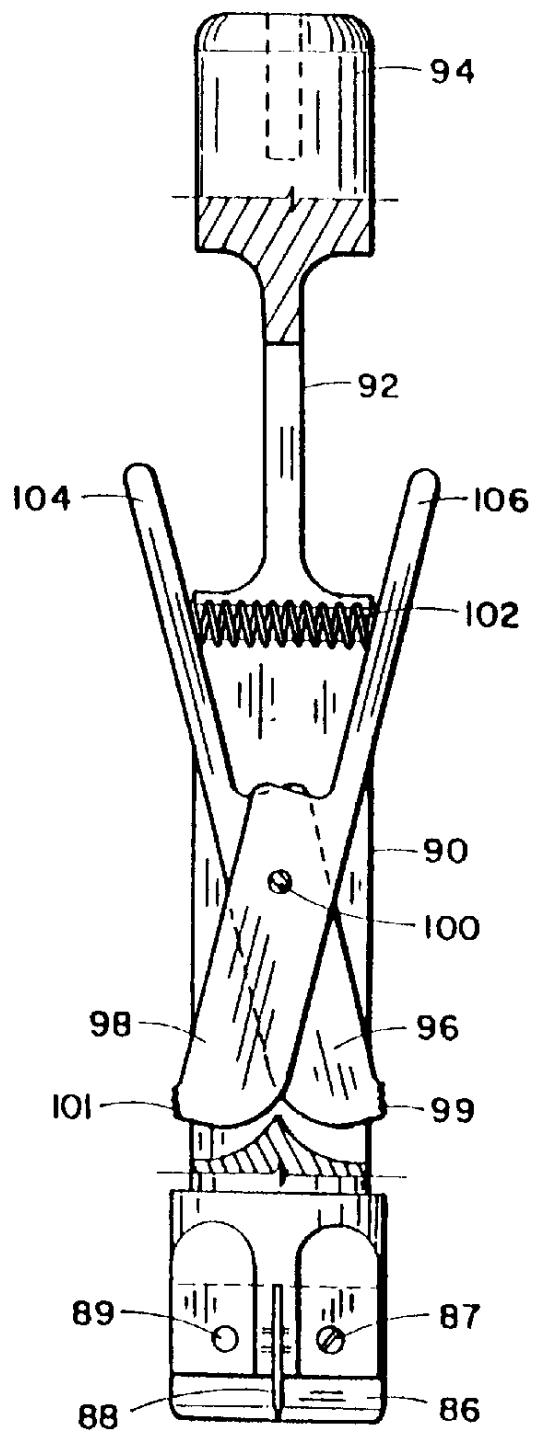


图 10

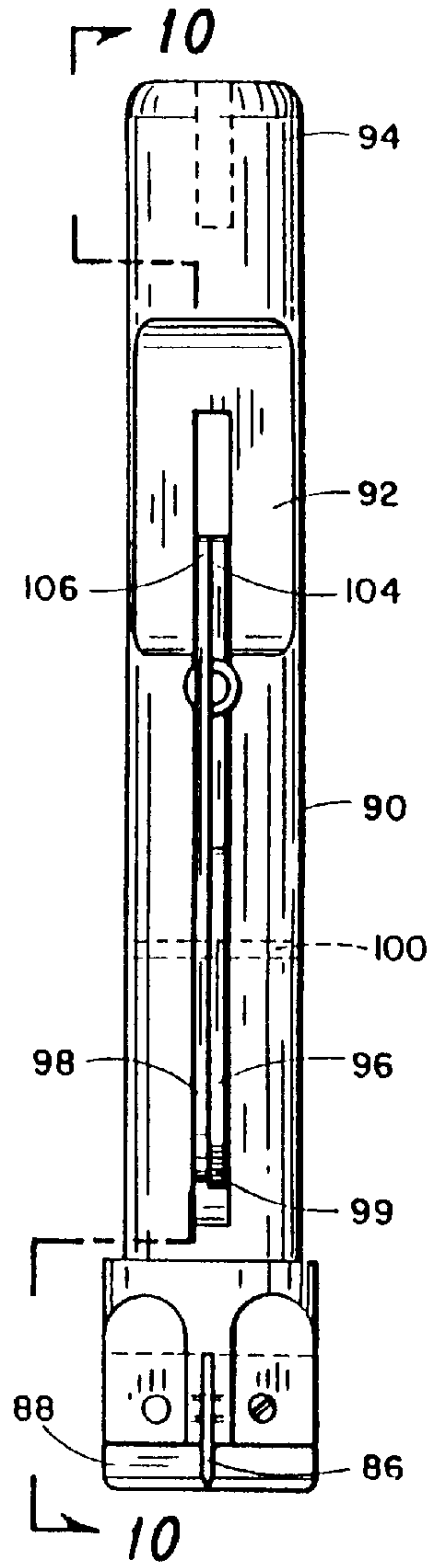


图 9

