



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 91100553.6

[51] Int.Cl⁵

A61B 17/36

[43] 公开日 1991年8月14日

[22] 申请日 91.1.30

[30] 优先权

[32] 90.1.30 [33] US [31] 472,354

[71] 申请人 C·R·巴德有限公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 格伦·S·贝克

爱德华·L·西诺夫斯基

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 马铁良

说明书页数: 16 附图页数: 6

[54] 发明名称 带光束整形用衍射光栅的激光导管

[57] 摘要

一种激光导管, 它包括一个细长的导管体、一根或者多根伸过该导管体的光纤以及安装在该导管体远侧端的导管窗。此光纤可将激光能量射过导管窗, 以切除生物物质。在导管窗的近侧表面上制作有衍射光栅, 以与光纤中出射的激光能量对准。该激光能量被此衍射光栅变换, 以提供所需要的空间分布图案。最好提供适于在梗阻上面形成洞的发散光束, 此洞的直径约与该导管的直径相同。该衍射光栅还能在导管的远侧端, 形成具有椭圆形或其它非圆形横截面的光束图案。



图 1

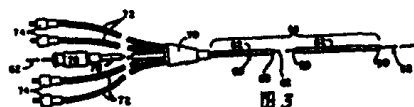


图 3

△
△
△

权 利 要 求 书

1、一种使用辐射能切除生物物质用的导管，它包括：

带有近侧端及远侧端的细长的导管设备；以及

穿过上述导管设备由上述近侧端伸至上述远侧端的光纤设备，所述光纤设备有一个远侧端部 (tip)；以及

透射衍射光栅设备，它装在上述导管设备 远侧端或其附近，以使由上述导管设备近侧端穿过上述光纤设备射出的辐射能，将通过所述透射衍射光栅设备并被其变换为照射生物物质所需要的空间分布图案。

2、如权利要求1限定的导管，其特征在于所述透射衍射光栅设备，是由其上带有透射衍射光栅的窗构成的。

3、如权利要求2限定的导管，其特征在于所述的窗有一个近侧表面及一个远侧表面，上述透射衍射光栅则制作在上述近侧表面上。

4、如权利要求3限定的导管，其特征在于所述光纤设备的远侧端部 (tip)，是靠空气间隙来与上述窗的近侧表面隔开的。

5、如权利要求4限定的导管，其特征在于所述的空气间隙 其轴向尺寸约有25微米或者更大些。

6、如权利要求3限定的导管，其特征在于所述的辐射能，在通过上述透射衍射光栅设备之后，至少能在与上述导管设备的轴线垂直的一个尺寸上扩展。

7、如权利要求6限定的导管，其特征在于所述窗的厚度要加以选择，以便在上述透射衍射光栅和上述远侧表面之间能够提供上述辐射能所需要的扩展。

8、如权利要求3限定的导管，其特征在于所述的透射衍射光栅，包括在上述近侧表面上的许多条平行的光栅槽。

9、如权利要求8限定的导管，其特征在于所述的光栅槽是不均匀间隔的。

10、如权利要求8限定的导管，其特征在于所述的光栅槽具有伪随机的间隔。

11、如权利要求1限定的导管，其特征在于所述的光纤设备包括单根光纤。

12、如权利要求1限定的导管，其特征在于所述光纤设备包括多根光纤。

13、如权利要求12限定的导管，其特征在于所述的透射衍射光栅设备包括具有远侧表面及近侧表面的窗，以及在上述近侧表面上的透射衍射光栅。

14、如权利要求13限定的导管，其特征在于所述的多根光纤被环绕安装在上述导管的远侧端；其中所述的窗包括有同上述导管设备内腔连通并且位于中央的孔。

15、如权利要求14限定的导管，其特征在于所述的透射衍射光栅可由上述窗上的多个光栅片段构成，上述光栅片段中的每一个，都同上述光纤中各自的光纤对准。

16、如权利要求15限定的导管，其特征在于所述透射衍射光栅的上述光栅片段中的每一个，都包括多个在上述近侧表面上的平行的光栅槽。

17、如权利要求16限定的导管，其特征在于所述的光栅槽是不均匀间隔的。

18、如权利要求16限定的导管，其特征在于所述的光栅槽具有伪随机间隔。

19、如权利要求15限定的导管，其特征在于所述透射衍射光栅的上述光栅片段中的每一个，都包括全息衍射光栅。

20、如权利要求15限定的导管，其特征在于所述透射衍射光栅的上述光栅片段中的每一个，都包括在上述近侧表面上的第一组平行的光栅槽和第二组平行的光栅槽，而且上述第一组平行的光栅槽与上述第二组平行的光栅槽垂直。

21、如权利要求14限定的导管，其特征在于所述的透射衍射光栅，包括在上述近侧表面上的多个辐射状光栅槽。

22、如权利要求14限定的导管，其特征在于，进一步还包括上述窗的远侧表面上的面向近侧的反射层，以便将上述辐射能大体接近侧方向反射。

23、如权利要求1限定的导管，其特征在于所述的透射衍射光栅设备包括一个具有远侧表面及近侧表面的窗，上述近侧表面有一个制作其上面的凹槽，该凹槽拥有一个其上面制作有透射衍射光栅的端壁。

24、如权利要求23限定的导管，其特征在于还包括一个靠上述凹槽的轴向深度，而将上述光纤的远侧端部与上述透射衍射光栅隔开的设备。

25、如权利要求2限定的导管，其特征在于所述的窗由石英玻璃构成。

26、如权利要求3限定的导管，其特征在于所述的透射衍射光栅，是靠一种折射率不同于上述窗的材料将其同上述光纤的远侧端部隔开的。

27、如权利要求1限定的导管，其特征在于所述的光纤设备包

括能被辐射能射过的远侧端表面，而且所述的透射衍射光栅制作在上述光纤设备的远侧端表面上。

28、一种利用激光能量切除生物物质用的导管，其特征在于它包括：

(1) 一个具有近侧端和远侧端以及用来容纳导向金属丝用内腔的细长的柔性导管体；

(2) 多根光纤，通过上述导管体而从上述近侧端伸展到上述远侧端，上述每根光纤都有一个远侧端部；以及

(3) 一个安装在上述导管体远侧端或其附近，用来将经过上述光纤传输的激光能量发送出去的窗，该窗有一个透射衍射光栅制作其上，上述光纤的远侧端部被安装在与此透射衍射光栅对准，以使由上述导管体近侧端射过该光纤的激光能量，可以通过上述透射衍射光栅并被该光栅变换为照射生物物质所需要的空间分布图案。

29、如权利要求28限定的导管，其特征在于所述的窗有一个远侧表面及一个近侧表面，上述透射衍射光栅制作在此近侧表面上。

30、如权利要求29限定的导管，其特征在于所述光纤的远侧端部，靠一个空气间隙将其与上述窗的近侧表面隔开。

31、如权利要求29限定的导管，其特征在于所述窗的厚度要加以选择，以便在上述透射衍射光栅和上述远侧表面之间能够提供上述辐射能所需要的扩展。

32、如权利要求29限定的导管，其特征在于所述的透射衍射光栅可由上述窗上的多个光栅片段构成，上述光栅片段中的每一个，都同上述光纤中各自的光纤对准。

33、如权利要求32限定的导管，其特征在于所述透射衍射光

栅的上述光栅片段中的每一个，都包括多个在上述近侧表面上的平行的光栅槽。

34、如权利要求33限定的导管，其特征在于所述的光栅槽是不均匀间隔的。

35、如权利要求34限定的导管，其特征在于所述的光栅槽具有伪随机间隔。

36、如权利要求28限定的导管，其特征在于所述的窗有一个远侧表面及一个近侧表面，上述近侧表面至少有一个制作其上面的凹槽，上述至少一个凹槽拥有一个其上面制作有透射衍射光栅的端壁。

37、如权利要求36限定的导管，其特征在于还包括一个靠上述至少一个凹槽的轴向深度，而将上述光纤的远侧端部与上述透射衍射光栅隔开的设备。

38、如权利要求33限定的导管，其特征在于所述的光栅槽是相同间隔的。

39、一种利用辐射能从体腔内切除生物物质用的导管，其特征在于它包括：

(1) 一个具有近侧端及远侧端的细长的导管体；

(2) 至少一根通过上述导管体而从上述近侧端伸展到上述远侧端的光纤；以及

(3) 一个整形设备，用来将经过上述至少一根光纤射出的辐射能，在与上述导管体垂直的平面内变换为非圆形的分布图案。

40、如权利要求39限定的导管，其特征在于所述的整形设备，包括安装在上述导管体远侧端或其附近的透射衍射光栅，以使由上述光纤发射的辐射能量可以射过该透射衍射光栅。

4 1、如权利要求 3 9 限定的导管，其特征在于所述的整形设备，包括具有非圆形横截面的邻近上述导管体远侧端的上述光纤的截面。

4 2、如权利要求 3 9 限定的导管，其特征在于所述的整形设备，能够在与上述导管体垂直的平面内提供通常为椭圆形分布图案。

4 3、如权利要求 3 9 限定的导管，其特征在于还包括环绕在导管轴线周围定位的多根光纤，其中所述的整形设备，能够为上述每根光纤提供绕圆周方向伸长的分布图案。

4 4、一种利用辐射能从体腔内切除生物物质用的导管，其特征在于它包括：

(1) 一个具有近侧端和远侧端以及用来容纳导向金属丝用内腔的细长的柔性导管体；

(2) 通过上述导管体伸展的多根光纤，其中所述每根光纤都有一个远侧端，上述这些光纤的远侧端都围绕上述导管体的轴线圆周定位；以及

(3) 整形设备，用来将经过上述每根光纤射出的辐射能，在与上述导管体垂直的平面内变换为非圆形的分布图案。

4 5、如权利要求 4 4 限定的导管，其特征在于所述的整形设备，包括位于上述每根光纤发射出的辐射能路程上的透射衍射光栅。

4 6、如权利要求 4 4 限定的导管，其特征在于所述的整形设备，包括具有非圆形横截面的邻近上述导管体远侧端的上述每根光纤的截面。

4 7、如权利要求 4 4 限定的导管，其特征在于所述的整形设备，能够为上述每根光纤出来的辐射能量，提供绕圆周方向伸长的分布图案。

4 8、如权利要求 4 5 限定的导管，其特征在于所述的透射衍射光栅是制作在窗上的，而窗又贴附在上述导管体的远侧端。

4 9、如权利要求 4 5 限定的导管，其特征在于所述每根光纤包括能被辐射能射过的远侧端表面，而且所述的透射衍射光栅制作在上述光纤的远侧端表面上。

带光束整形用衍射光栅的激光导管

本发明涉及对利用辐射能切除斑块及其它生物梗阻进行控制用的导管，更确切地说，涉及利用诸如衍射光栅之类的装置对辐射能束进行整形的导管。

对于一些治疗梗阻血管的非外科技术进行过调查。这类技术包括有气囊血管成形术，其中梗阻区内的通道是用扩张的气囊形成的；激光气囊血管成形术，其中同时施加以热量及压力，以增大穿过血管的通道；以及被称之为“热端”(hot tip)的技术，其中的高温加热元件是穿过斑块沉积物来形成通道。其它被广泛调查过的技术，包括使用辐射能(具有代表性的是激光能)通过汽化或部分切除术来切除梗阻，例如斑块沉积物。该激光切除技术使用的是带有一根或多根光纤的导管，此光纤则穿过该导管伸向其远侧端。该导管向前穿过血管到达梗阻部位，而且切除斑块用的适当波长及强度的激光能则穿过此光纤射出。使用激光能切除斑块用的导管，已经公开在1989.

4. 4颁发给Roth等人的美国专利No. 4, 817, 701以及1989. 7. 25颁发给Herman等人的美国专利No. 4, 850, 351中。

对于使用激光能切除梗阻用的导管，必须符合一些重要要求。该导管的直径必须很小，而且是高度柔韧的，以使它能被推进到小直径血管内的梗阻上。时常要求导管要配备导向的金属丝使用，以帮助该导管定位。在这种情况下，导管必须特别适用带导向金属丝的。通过单根或多根光纤射出的激光能，必须具有足够的强度以切除斑块沉积

物，但又必须能按一定方式控制，以排除由于激光能使血管壁穿孔的可能性。通过控制激光能的图样模式，以使高强度仅在恰好超出导管远侧端部之外的浅薄工作区内出现，就可以防止血管穿孔。

通常要求激光能会在梗阻内形成一个足够直径的洞，以让该导管能够通过（约为1.5毫米）。让该导管穿过它形成的洞，并且反复地施加以激光能，以便形成一个穿越长的梗阻的通道。一般习惯于让激光束以很小的发散度投射在激光导管内的光纤近侧端，以为通过该光纤提供良好的透射并减少该光纤内的弯曲损耗。然而以很小发散度入射激光束的结果，是使由此光纤远侧端发出的激光能具有很小的发散角，通常约为 6° 的数量级。具有很小发散度的激光束通过直径为200微米数量级的光纤，不对此激光束进行变换，便不能形成足以通过该导管直径的洞。

通过使用透镜装置及/或利用多根光纤而使从光纤中出射的激光束扩展，可以得到接近于导管直径的洞。然而当光纤的数量增加时，导管的柔性就会降低。从理论上说，透镜装置可被用来使一束或多束激光扩展。前面提到的美国专利No. 4, 817, 601公开了一种激光导管，就具有能提供所需要的激光辐射图样的透镜装置。然而从实践上看，使用在冠状血管成形术导管中的足够小规格的透镜组件，是难以制造的，特别是在使用多根小直径光纤时。透镜组件必须能够耐得住切除梗阻所要求的高强度激光能。使激光束扩展的另一种途径，被公开在前面提到的美国专利No. 4, 850, 351中。具有足够厚度的窗被装在导管的远侧端，能使激光束从该导管的远侧端部出射之前就被发散开。然而这样的窗会使导管端部区的柔性降低。

在已有技术如1989. 1. 31颁发给Fox等人的美国专利

No. 4, 800, 876 中公开的其它各种透镜装置，所公开的血管成形术用激光导管，包括有多根光纤以及每根光纤远侧端的透镜装置。由会聚透镜将激光束聚焦并防止其朝向腔壁发散，并且由棱镜将此激光束弯向腔的中心。1981. 6. 16 颁发给 Enderby 的美国专利 No. 4, 273, 109 公开了一种内窥镜，其中的光是透过终止在透镜系统之上的光纤的，此透镜系统不是具有会聚特性就是具有发散特性。1981. 5. 12 颁发给 Ogawa 的美国专利 No.

4, 266, 534，公开了一种内窥镜用的照明部件，其中的窗复盖在光纤的远侧端。该窗包括具有不同半径的球面透镜部分，以提供很均匀的照明图案。为光纤用的准直透镜，包括在圆柱形另件上形成的菲涅耳透镜图案，被公开在 1989. 3. 28 颁发给 Kaneko 等人的美国专利 No. 4, 815, 807 中。对于激光束外形分布整形用的二元交替衍射光栅，被公开在 W. B. Veldkamp 发表在《应用光学》Vol. 21, No. 17, 1982. 9, PP. 3209-3212 的文章中。

本发明总的目的是提供一种改进的导管，用于控制使用辐射能切除生物梗阻。

本发明又一个目的是提供一种导管，它在光纤的远侧端有一块衍射光栅，以对由此导管发出的辐射能空间分布图案进行控制。

本发明进一步的目的是提供一种使用辐射能除生物梗阻用的导管，该辐射能所具有的空间分布，能够减少或者完全排除血管壁穿孔的可能性。

本发明还有另一个目的，就是提供一种直径很小而且高度柔韧的导管。

本发明尚有另一个目的，就是提供一种价格低廉、制造容易的导管。

本发明另外还有一个目的就是提供一种导管，它有一个细胞组织能被辐射能切除的工作区，该工作所具有的轴向深度很短，而且直径约等于此导管的直径。

本发明更进一步的目的是，提供一种用在透照法血管成形术中的改进的激光导管。

本发明再一个目的是提供一种导管，它包括至少一根光纤及一个对于由此光纤发出的激光辐射的空间分布图案进行变换用的装置。

按照本发明，所有这些以及其它一些目的和优点，均能在使用辐射能（通常是激光能）切除生物物质用的导管中实现。此导管包括：带有近侧端及远侧端的细长的导管设备；穿过该导管设备由其近侧端伸至其远侧端的光纤设备，该光纤设备有一个远侧端部；以及透射衍射光栅设备，它装在该导管设备远侧端或其附近，以使由该导管设备近侧端穿过该光纤设备射出的辐射能，将通过此透射衍射光栅设备并被其变换为照射生物物质所需要的空间分布图案。

该透射衍射光栅设备，最好由其近侧表面上带有透射衍射光栅的窗构成。此光纤设备的远侧端部，要靠折射率不同于窗的材料将其与透射衍射光栅隔开。最好是靠很小的空气间隙将此光纤设备的远侧端部与透射衍射光栅隔开。在另一种实施例中，此透射衍射光栅是制作在光纤设备的远侧端面上的。

透射衍射光栅，至少能在与导管设备轴线垂直的一个尺寸上将辐射能扩展。最好是使利用透射衍射光栅提供的辐射能图案所具有的横截面尺寸，其直径约等于导管设备的直径。

透射衍射光栅可以由大量已知光栅图案中的任一种图案构成，其中包括平行的光栅槽、格网型的光栅槽图案、辐射状光栅槽或者全息光栅图案。最好是使光栅图案具有非均匀间隔的光栅槽，以便能提供基本上均匀的空间能量分布。

光纤设备可以包括单根光纤和多根光纤。在最佳实施例中，多根光纤被环绕安装在导管的远侧端，而且该窗包括有同导管设备内腔连通并且位于中央的孔。导向金属丝则穿过该导管并通过窗内的发射孔，以帮助该导管定位。透射衍射光栅可由多个制作在窗上的光栅片段来构成，其中每个光栅段都同各自的光纤对准。

本发明进一步的状况是，在窗的远侧表面上可以提供面向近侧的反射层。辐射能在通过此透射衍射光栅之后，将大体接近侧方向反射，以提供所需要的图案。

本发明还有另一种状况是，窗的近侧表面上至少制作有一个凹槽。透射衍射光栅则制作在此凹槽的端壁上面。当光纤装在光纤座内而且此光纤的远侧端与光纤座的端面齐平时，此透射衍射光栅与此光纤的远侧端相隔以凹槽的轴向深度。

本发明的另一方面，是有一个使用辐射能从体腔中切除生物物质用的导管。该导管包括一个具有近侧端及远侧端的细长的导管体，至少一根光纤，穿过该导管体由近侧端伸至远侧端；以及整形设备，用来将射出光纤的辐射能在垂直于导管体的平面内变换为非圆形分布图案。此非圆形的分布图案，具有代表性的是在横截面内为细长的，而且还可以是椭圆的。

该整形设备可以包括装在导管体远侧端或其附近的透射衍射光栅，以使由光纤出射的辐射能可以射过透射衍射光栅，如前所述。可供选

择的另一种方案是，该整形设备可以包含一段光纤，它在导管体的远侧端附近有非圆形的横截面。在带有多根光纤的激光导管中，非圆形的光束横截面是特别有用的。来自多根光纤的具有细长横截面的激光束，可以组合在一起以提供所需要的光束图案，例如环形的光束图案。这种整形设备能够用比已有技术的导管中可能少得多的光纤，就能提供所需要的光束图案。

为了更好地理解本发明以及本发明的其它和进一步的目的、优点和性能，兹对附图加以介绍，该附图在此被结合作为参考，其中，

图 1 表示本发明带单根光纤的激光导管；

图 2 为图 1 所示激光导管的远侧端部放大及简化了的截面剖视图；

图 3 表示本发明带多根光纤及金属丝导向的激光导管；

图 4 为图 3 所示激光导管的远侧端部放大及简化了的截面剖视图；

图 5 为图 3 所示导管远侧端部的另一种实施例的截面剖视图；

图 6 A — 6 C 表示适用于本发明的衍射光栅图案；

图 7 表示用于四根绕圆周彼此隔开的光纤的环形衍射光栅的实例；

图 8 为表示配备有图 7 所示衍射光栅的环形导管窗端视图及激光束横截面的示意图；

图 9 为表示配备有三根绕圆周彼此隔开的光纤及衍射光栅的环形导管窗端视图及激光束横截面的示意图；

图 10 为表示配备有四根绕圆周彼此隔开的非圆形光纤的环形导管窗端视图及激光束横截面的示意图；以及

图 11 为图 1 所示导管远侧端的另一种实施例的放大及简化了的截面剖视图。

单根光纤的激光导管，表示在图 1 中。该导管是由细长的柔性管

10 制作而成的，譬如可由合适的塑性材料模压而成。柔性管 10 有一个内腔 12 以封入光纤 14，如图 2 所示。该导管的远侧端配备有盖或者导管窗 16。经过光纤 14 透射出来的辐射能将穿过窗 16，并且按照受控的预定图案由窗 16 远侧端上的发射孔 18 发射出去。

在导管的近侧端，从接头 20 中伸出柔韧的管子 22 和 24。光纤 14 就是通过接头 20 和柔性管 22 伸向连接器 26 的。连接器 26 适合于同辐射能源如激光器 27 耦合。光纤 14 的近侧端将接收来自激光器 27 的辐射能，并沿其长度将此辐射能传导至及通过窗 16。柔性管 24 经过接头 20 与柔性管 10 的内腔 12 相通，并且配备有传统的路厄氏连接器 28。该连接器 28 提供一条供液体或者气体流过管 10 中内腔 12 用的通道。柔性管 10 上还可以配备许多小孔 30，以便能同导管远侧端所处位置的血管区相通。

导管远侧端部的放大及简化了的截面剖视图，表示在图 2 中。导管窗 16 是用随意一种传统手段（例如使用粘合剂）贴附在管 10 远侧端的。窗 16 及管 10 最好具有相同的外径。窗 16 对于激光器 27 波长范围内的辐射能基本上是可以透过的。圆柱形的光纤座 36 有一个中心孔以夹持光纤 14。该光纤座 36 能使光纤 14 与窗 16 按固定的关系定位。导管窗 16 有一个远侧表面 40 及一个近侧表面 42。

根据本发明的一种实施例，透射的衍射光栅 44 是制作在窗 16 的近侧表面 42 上的。该衍射光栅 44 被定位在窗 16 上而与光纤 14 成一定关系，以便截取从光纤 14 远侧端发射的激光束 46。衍射光栅 44 的用途，是为了对激光束 46 的空间分布进行变换。如在随后详细描述的那样，此衍射光栅 44 包括有在窗 16 上的一系列光

栅槽。激光束 4 6 将通过此衍射光栅 4 4，并且按不同的方向弯曲或者衍射。经过光栅 4 4 衍射之后，激光束 4 6 在通过窗 1 6 时将发散，而且在它从远侧表面 4 0 中发射之后将继续发散。

通过对光栅 4 4 的参数以及窗 1 6 的轴向厚度进行适当选择，可以在表面 4 0 上或在与表面 4 0 分开且平行的平面上将激光束 4 6 扩束为导管的直径。当此激光束 4 6 被扩展为导管直径的时候，该导管就可被用来在梗阻上面形成一个直径约等于该导管直径的洞，从而能够让该导管穿过此洞。因而，通过反复施加激光能量及让该导管穿过所形成的洞，就能将长的梗阻切除。此外，通过让激光束 4 6 发散，激光束的强度会在远侧方向上迅速地下降到足以切除或者融化细胞组织的水平之下。因而，血管穿孔的危险降到了最低。

正好处在衍射光栅 4 4 前面的材料，必须具有不同于构成光栅材料的折射率。在图 1 中，光栅 4 4 是制作在导管窗 1 6 上面的。由于光纤 1 4 可能具有的折射率接近于窗 1 6 的折射率，所以最好是通过一段较短的距离将光纤 1 4 的远侧端部 (tip) 分开，通常约为 25 微米的数量级。因此在光纤 1 4 的远侧端部 (tip) 和窗 1 6 之间配备有空气间隙。可以理解，不同于空气的材料也可被利用来保障衍射光栅 4 4 表面处有不同的折射率。

包括有多根光纤并且预定要使用导向金属丝的激光导管，表示在图 3 中。该导管用编号 6 0 表示，伸过该导管的导向金属丝用 6 2 表示。该导管 6 0 有一个具有外径为 1.5 毫米数量级的主体部分 6 8。分线接头 7 0 是被模压在主体部分 6 8 的近侧端的，而且有多根管 7 2 从分线接头 7 0 的近侧伸出。每根管 7 2 都配备有单根光纤，而且在其近侧端都有一个连接器 7 4，以便将每根管 7 2 内的光纤都同

激光能源（图中未表示）连在一起。导管60还包括一根辅助柔性管76，它伸过此导管而同内腔连通，而且导向金属丝62也通过此导管。辅助柔性管76带有一个接头78，它可以是路厄氏连接器，能够将柔性管76连在液体导入装置和/或压力监控装置上。接头78可以连接在传统的Y型接头上，以使导向金属丝62能受控制，同时又能让液体导入和/或压力监控。

导管60的主体部分68，通常包括有由外管82环绕的内芯或者内管80。内管80限定一个内腔，而导向金属丝62则通过此内腔。光纤在内管80和外管82之间的环形区域中间伸过。通常有一个圆柱形的盖或者导管窗90贴附在外管82的远侧端。

导管60远侧端的简化截面剖视图，表示在图4中。光纤92和94在内管80和外管82之间的环形区域中间伸过，并靠光纤座96夹持相对窗90在固定位置。该光纤座96包括一些绕圆周彼此隔开的夹持光纤92及94用的孔以及内管80用的中心孔。内管80从光纤座96中伸过，并被封接到窗90上的中心孔中。内管80提供一个供导向金属丝62通过导管60远侧端用的内腔。该导管包括多根绕圆周彼此隔开的光纤，其中的两根表示如光纤92和94。光纤92和94中的每一根，都靠光纤座96夹持在同窗90保持固定及分开的关系。有关金属丝导向激光导管结构的进一步细节，已公开在前面提到的美国专利No. 4, 850, 351中，它在此被结合作为参考。

窗90包括有环形的远侧发射表面104及环形的近侧表面106。根据本发明的另一种实施例，透射衍射光栅108及110是制作在窗90的近侧表面106上的，并按一定方式定位以分别截

取由光纤92及94发射的激光束。衍射光栅可以加工成单独的光栅或者一些光栅片段，使其定位在近侧表面106上以截取每一条激光束。作为一种替代方案，在近侧表面106上可以制做尺寸足够大的以截取来自所有光纤激光束的单块衍射光栅。

衍射光栅108和110能使由光纤92和94发射的激光束发生衍射，从而使该光束在通过窗90时被发散，而且在从远侧表面104发射之后继续发散。光纤92和94的远侧端部是同衍射光栅108和110隔开的，以便在邻近衍射光栅108和110处提供一段短的空气间隙。对于窗90轴向厚度的选择，要同衍射光栅108及110的参数结合，以便能在远侧发射表面104上提供所需要的光束横截面。最好是使透过每根光纤的激光能量构成的合成光束，能在远侧表面104上或在与其分开的平面内具有足够的直径，以形成能够被导管60通过的洞。

具有其它窗结构的导管60的实施例，表示在图5中。在图4及图5中，相同的元件具有相同的编号。通常圆柱形的窗120总是贴附在外管82的远侧端。光纤92和94靠光纤座96夹持对窗120成固定位置，如图4所示及在上文中描述的那样。内管80从光纤座96中伸过并且被封接在窗120上的中心孔，以提供一个能让导向金属丝62通过导管远侧端的内腔。

窗120包括有环形的远侧发射表面124及环形的近侧发射表面126。窗120通常具有比图4中的窗90大一些的轴向尺寸。在近侧表面126上制作有凹槽130和132。该凹槽130和132分别与光纤92和94对准，并且朝后按远侧方向穿过窗120延伸。衍射光栅134及136分别制作在凹槽130及132的端

壁上面。最好是使窗 1 2 0 的近侧表面 1 2 6 紧靠在光纤座 9 6 上，而且光纤 9 2 和 9 4 的远侧端部能与光纤座 9 6 的远侧端齐平。这种结构能够保证靠一段预定等于凹槽 1 3 0，1 3 2 轴向深度的距离，可以将衍射光栅 1 3 4 及 1 3 6 同光纤 9 2 及 9 4 的远侧端部隔开，而不需要特别的对中过程。凹槽可以制作成专用的同每根光纤对准的凹槽。另一种可取的方案是，单一形式的环形凹槽，可以同绕圆周彼此隔开的多根光纤对准。衍射光栅 1 3 4 和 1 3 6 的工作方式已如上所述，是为了将由光纤 9 2 和 9 4 分别发射的激光束扩束。

正如前面论述过的那样，在激光导管远侧端部导管窗表面上制作的透射衍射光栅，是为了控制激光束的图案，更确切地说是为了将激光束扩展成所需要的规格及形状。制造衍射光栅的理论和技術，在已有技术中是公知的，如在 Jobin Yvon 有关光学系统的《刻制衍射光栅及全息衍射光栅手册》中描述过的那样，在此被结合作为参考。在激光导管窗上应用的衍射光栅，根据本发明可以有各种结构，取决于所要求的光束图案及所应用的光纤数量。

传统的衍射光栅，如在图 6 A 中表示的那样，它包括制作在窗表面上的许多条平行的光栅槽 1 4 0。光栅槽的宽度和深度以及光栅槽之间的间隔，是激光波长的函数。光栅槽参数的选择，要与所应用的激光波长及所要求的光束图案相适应。平行的光栅槽会使激光束在垂直于该光栅槽 1 4 0 长度的方向上产生弯曲。因此激光束只在一个尺寸上扩展。具有相同光栅槽间隔的衍射光栅，可以产生拥有限定角度的最大及最小的瓣叶形图案。

在激光导管中，通常以提供总体上均匀空间分布的激光（能）强度更为可取，以保证在光束图案中能均匀地切除组织。基本上均匀的

分布，可通过应用具有非均匀光栅槽间隔的衍射光栅来提供，最好是伪随机间隔。这种结构趋于使该瓣叶形图案变得平滑并产生更加均匀的能量分布。已经知道，入射在生物组织上的激光能量可被散射。散射量的大小局部取决于激光能的波长。在某些情况下，可能需要使用具有相同光栅槽间隔的衍射光栅，并且依靠散射将瓣叶形图案中的强度变化变得平滑。

为了提供能在两个尺寸上扩展的光束，图 6 B 中表示的衍射光栅图案可以利用，它包括第一组平行的光栅槽 1 4 2 以与其垂直的第二组平行的光栅槽 1 4 4。在图 6 B 中，垂直方向表示的光栅槽 1 4 2 具有相同的间隔，而水平方向表示的光栅槽 1 4 4 则具有不均匀的间隔。正如前面论述过的那样，光栅槽参数的选择，要与所应用的激光波长及所要求的光束图案相适应。其它适合的衍射光栅图案，包括图 6 C 中表示的辐射状光栅槽 1 4 8，它是由中心点（通常是导管的轴线）辐射出去的。也可以应用全息衍射光栅。制做全息衍射光栅的技术，公开在前面提到的 Jobin Yvon 的手册中。

在最佳实施例中，导管窗是石英玻璃的，而且衍射光栅槽的制作，是用传统的光刻或者电子束平版印刷技术以及蚀刻或者离子蚀刻。作为电子束制造全息图方面的技术，已由 S.M. Arnold 公开在《光学工程》，Vol. 24，No.5，九、十月合刊，1985，pp 803—807 中，它在此被结合作为参考。这种被公开的技术，可被应用来制造光栅槽尺寸为几微米数量级的衍射光栅。

正如前面论述过的那样，最好将衍射光栅制作在激光导管窗的近侧表面上。这种结构可以保护衍射光栅，并能使通过光栅之后的激光束在其从导管的远侧发射表面出射之前即被扩展。在另外一种实施例

中，衍射光栅是制作在窗的远侧表面上的。然而在这种情况下，导管的远侧端必须同打算切除的梗阻隔开，以便提供足够的距离以让通过衍射光栅之后的激光束能被扩展。在还有另一种实施例中，衍射光栅是制作在激光能量射过的光纤的远侧端面上的。例如参照图 4 及图 5，透射衍射光栅被制作在光纤 9 2 及 9 4 的远侧端面上。存在于光纤 9 2 及 9 4 的远侧端和对应窗之间的空气间隙，能够提供所要求的折射率差。

在衍射光栅被制作在窗的近侧表面上的实施例中，最好通过一段空气间隙将光纤的远侧端部与衍射光栅隔开。然而也可以利用其它材料来造成该材料折射率不同于制作衍射光栅处窗材料的折射率。虽然在这里描述的衍射光栅都是直接制作在导管窗上的，然而在本发明的范围内也可以制作在位于从光纤发射的激光束通路中的单独元件上。

已经了解到，斑块沉积物与正常组织的差别在于梗阻区域能检测到荧光。这种荧光通常是受透过光纤的激光能激励产生的。该荧光按相反方向通过一根或多根光纤而被进行分析。在这里公开的衍射光栅，并不会对荧光的激励和检测发生干扰。被用来激励荧光的波长及来自组织的荧光波长，通常要比用来切除梗阻用的激光能的波长短一些。由于光栅槽的尺寸和间隔为波长的函数，所以为切除梗阻使用的激光波长设计的衍射光栅，对于把荧光激励和检测联系起来的波长是接近透明的。进一步说来，衍射光栅与光纤远侧端部的间隔要保持很小，通常约为 2.5 微米的数量级。由于荧光是沿相反方向通过激光导管窗的，所以任何由衍射光栅带来的光束扩展必须发生在此衍射光栅与光纤远侧端部之间的空气间隙内。当空气间隙的尺寸很小时，所发生的光束扩展也非常小，而且多数的荧光能量都能被光纤收集到。

制作在图 4 表示的这种类型环形窗上并在前面描述过的衍射光栅 150 实例，以放大图的形式表示在图 7 中。该衍射光栅 150 的结构，是为带有四根环绕中心孔隔开的光纤 154 的导管用的。该衍射光栅 150 包括四个光栅片段 150a，150b，150c 和 150d，分别与光纤 154 对准。光栅片段 150a，150b，150c 和 150d 中的每一个，都包括一些具有三测微 (Micrometer) 特性和伪随机间隔的平行的光栅槽。这些光栅片段被制作在 0.75 毫米厚的石英玻璃窗上。由图 7 表示的这种类型衍射光栅产生的光束图案，示意表示在图 8 中。环形的导管窗用编号 152 来表示。由光纤 154 发射的激光束，在与衍射光栅上的光栅槽垂直的方向上被扩展，以提供细长的图样 156。

当衍射光栅是按照本发明制作在导管窗上时，窗的轴向厚度可为 0.5~0.75 毫米的数量级。对比起来，已有技术的不带衍射光栅的导管窗，所要求的轴向厚度为 1~2 毫米数量级才能提供足够的光束发散度。比较厚的导管窗，就会意外地增加导管远侧端的硬性。衍射光栅之所以能允许使用比较薄的导管窗，是因为激光能量可被该衍射光栅发散，并在较短的距离上扩展为所需要的直径。

在激光波长给定的情况下，利用本发明很可能将切除梗阻需要的光纤数目减少。例如在波长为 2.1 微米的情况下，激光能量在组织中的散射比较低，曾经发现，使用金属丝导向的激光导管，形成 1.5 毫米的洞需要七根光纤。通过使用本发明的衍射光栅，可来自每根光纤的激光束扩展，而且使用不多几根光纤就能形成所需直径的洞，从而可使导管的柔性增加。使激光导管中的光纤数目减少额外带来的好处，包括增加导管中的强度，局部降低成本及增加产量。

再一次参见图 8，光纤 154 发射的激光束是圆形横截面。衍射光栅 150 则将此激光束变换或者整形为非圆形的伸长图案 156。非圆形的激光束图案 156 可被用来造成梗阻的有效切除，同时又能使光纤数目减至最少及使血管受到损伤的危险降至最低。理想情况下，激光辐射应当从导管窗 152 的整个环形表面发射出去。当此光束图案的直径大于窗 152 时，血管受到损伤的危险便会增加。当此光束图案的直径比窗 152 小或者换句话说不能充满窗 152 的发射表面时，切除过的组织可能不足以让导管通过。

可以看出，伸长了的光束图案 156 能比圆形的光束图案更好地充满窗 152 的环形面积。被扩展的圆形光束图案则会伸展到窗 152 的面积之外，并且增加血管穿孔的危险。通常要求从每根光纤 152 出来的光束图案能够复盖在窗 152 的远侧表面上或与其接近，以便提供一个连续的光束图案。

利用本发明可以将光纤数目减少的实例，表示在图 9 中，它表示环形导管窗 160 的远侧端以及三根绕圆周彼此隔开的光纤 162。使用在此表示和描述的衍射光栅，通过使光纤 162 适当定位及选择衍射光栅的参数，能够提供伸长了的光束图案 164，该光束图案 164 可以作到接近充满环形窗 160 的发射表面。

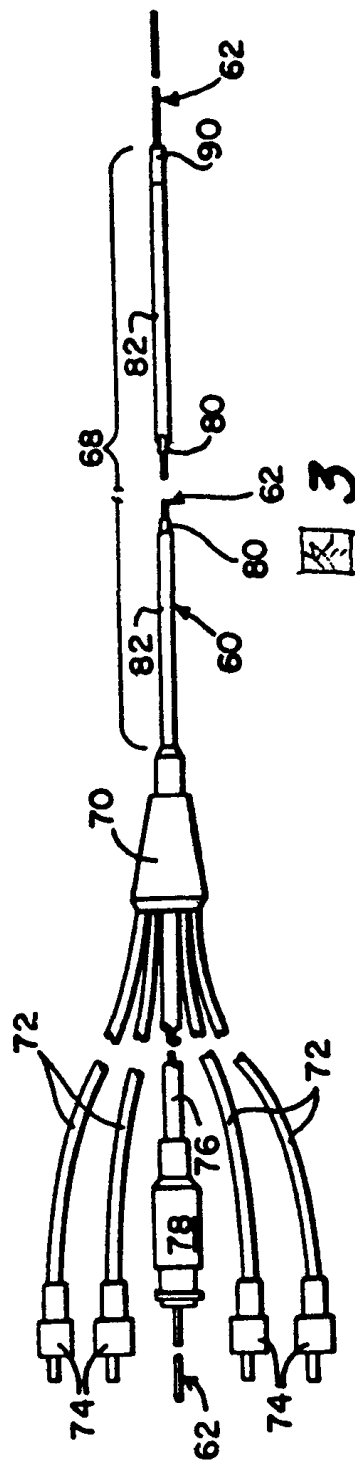
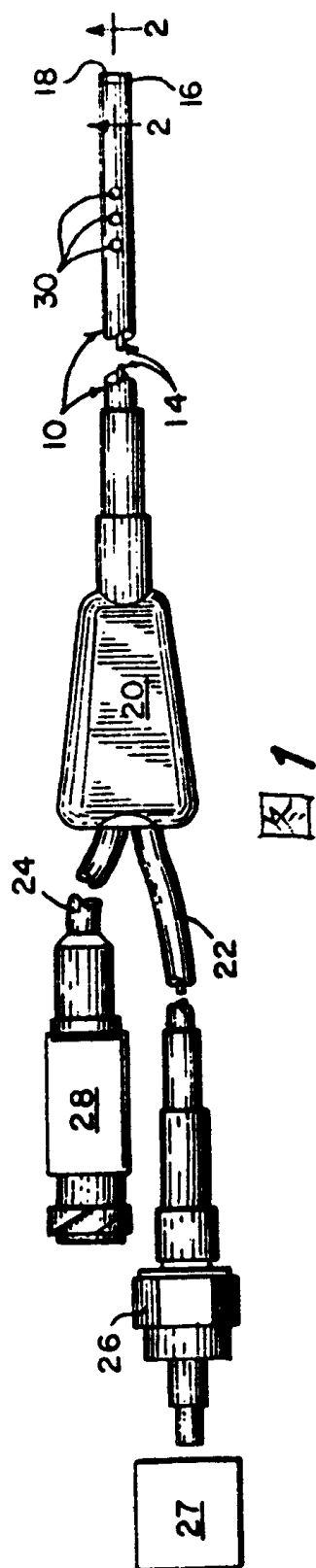
另外一种能够提供非圆形光束图案的技术，表示在图 10 中，它表示导管窗 170 的远侧端。多根光纤 172 是相对该窗 170 绕圆周彼此隔开的。每根光纤 172 在邻近其远侧端的部分，被变形为具有非圆形而通常为椭圆形横截面。这种椭圆形光纤发射的激光束，具有伸长了的非圆形图案 174。如图 10 中所示，该光束图案 174 的长轴与光纤横截面的长轴垂直。因此，为了产生一个如图 10 所示

大致为环形的合成光束图案，每根光纤横截面的长轴应相对导管轴线取径向方向。通常邻近每根光纤172远侧端的变形如图所示，约为1英寸。按照此方式使光纤变形的工艺方法，在已有技术中是公知的。

本发明的另一种实施例表示在图11中，它表示单光纤导管的远侧端。窗180是贴附在导管的管体182远侧端上的。光纤184通过此导管的管体182的内腔而将激光能射过窗180。窗180有一个远侧表面186及一个近侧表面188。如上所述，衍射光栅190是制作在近侧表面188上而与光纤184中发射的激光束对准的。在图11所示的实施例中，在远侧表面186上制作有反射层192。该反射层具有面向近侧的反射表面。由光纤184中发射的激光束，在通过衍射光栅190之后被扩展，而且随后被反射层192按相反方向反射。因此导管发射的激光能量，将大体接近侧方向。使激光能量按大体相反方向射出的激光导管，已公开在1989.4.11颁发给Davies的美国专利No.4,819,623中它在此被结合作为参考。

与已有技术中激光导管的结构相比，本发明能提供若干好处。该激光束可以被扩展或者发散，而不必使用昂贵且难以制造的微型透镜。使用比已有技术结构中需要的要少的光纤，可以切除直径约等于导管直径这样大的面积。通过使用不多几根光纤，导管的柔性将会增加。进一步说来，为提供扩展的光束所需要窗的轴向尺寸可被减小，因而导管的刚性远侧端部的轴向长度也被减小。

尽管对现在考虑的本发明最佳实施例已经图示及进行过描述，然而非常明显，对于本领域的技术熟练人员来说，其中还可以作出多种改变和调整，而并未脱离由所提交的权利要求书限定的本发明的范围。



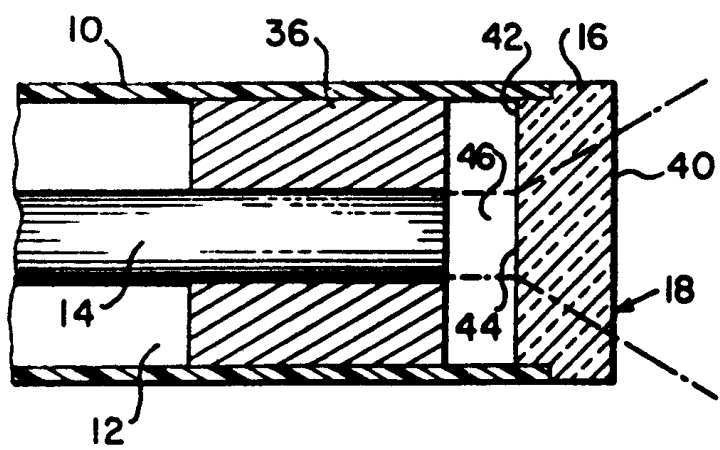


图 2

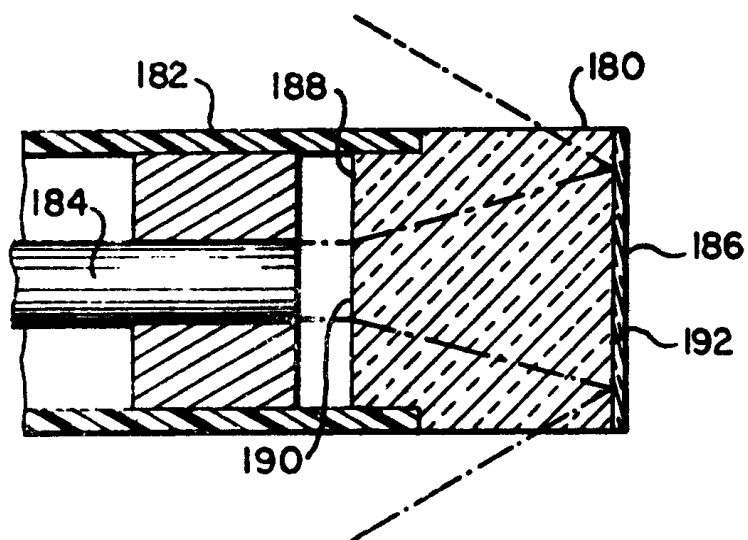


图 11

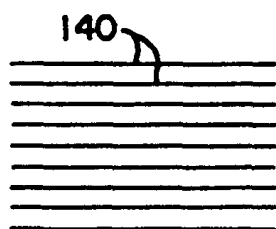


图 6A

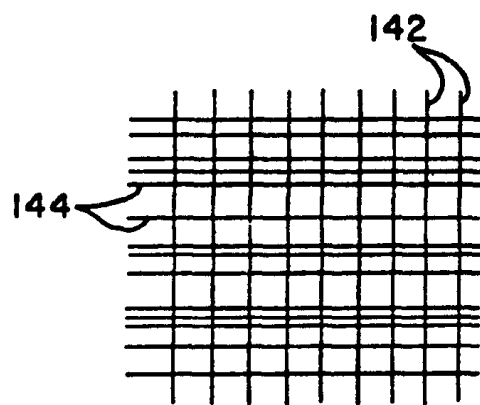


图 6B

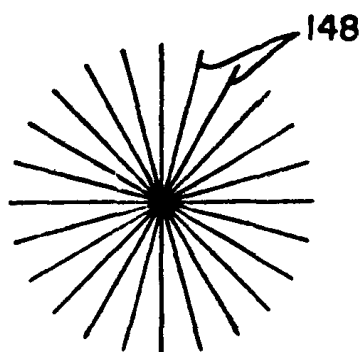


图 6C

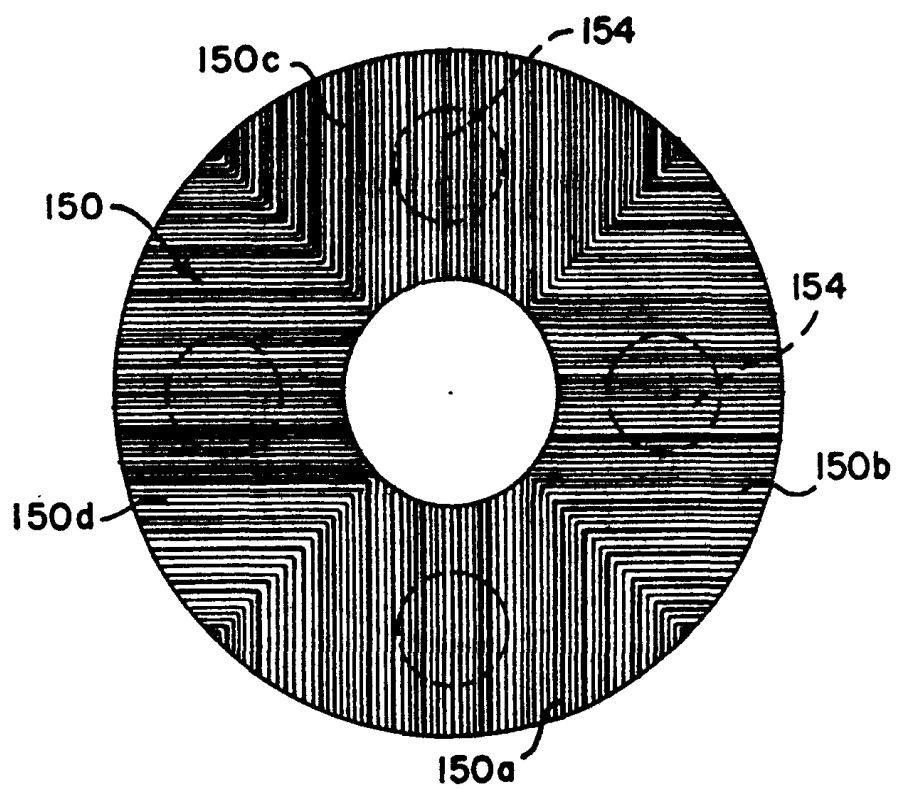


图 7

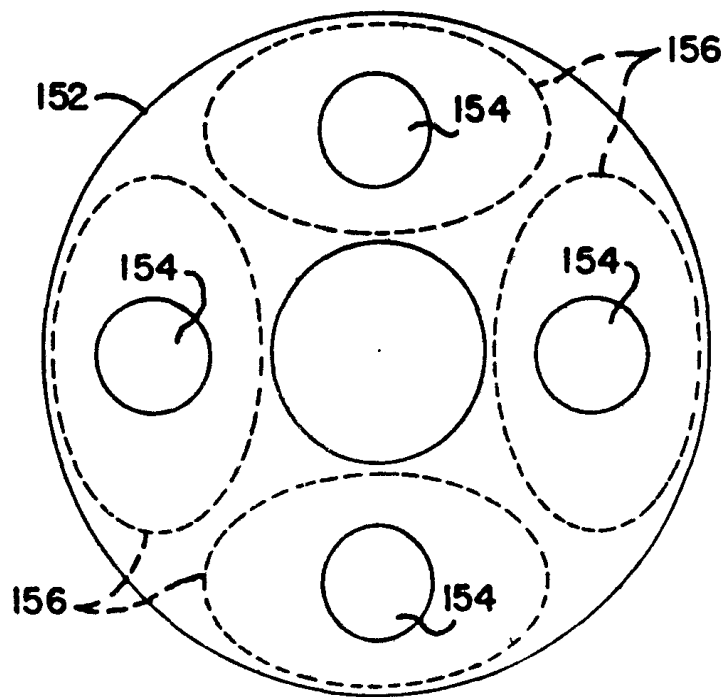


图 8

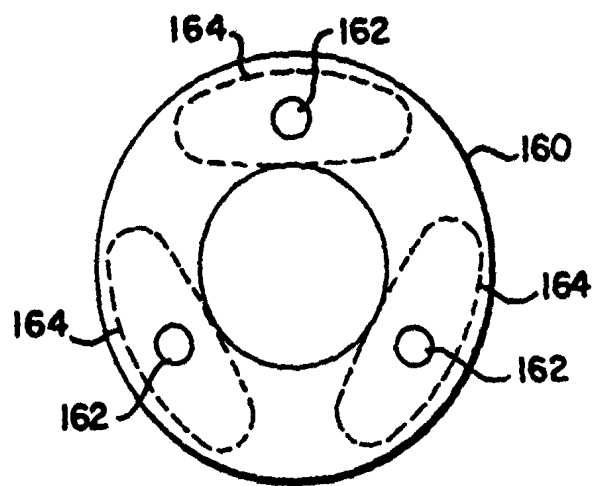


图 9

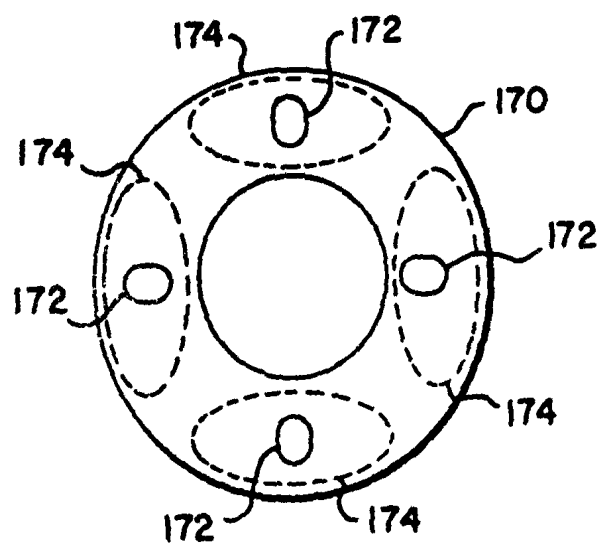


图 10