



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102724929 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201080061231. 3

代理人 王初

(22) 申请日 2010. 11. 12

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

A61C 5/02(2006. 01)

61/261, 293 2009. 11. 13 US

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

US 6497572 B2, 2002. 12. 24,

2012. 07. 12

US 6497572 B2, 2002. 12. 24,

(86) PCT国际申请的申请数据

US 2007248932 A1, 2007. 10. 25,

PCT/US2010/056620 2010. 11. 12

WO 2008092125 A2, 2008. 07. 31,

(87) PCT国际申请的公布数据

审查员 谭晓波

W02011/060327 EN 2011. 05. 19

(73) 专利权人 索南多股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 B·贝格海姆 M·加里布

M·哈克普尔 M·法姆

R·S·特布斯

(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 11038

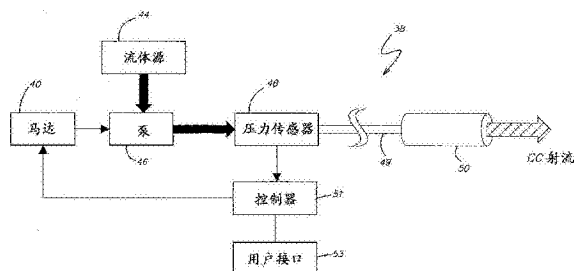
权利要求书4页 说明书22页 附图29页

(54) 发明名称

用于牙科治疗的液体射流设备和方法

(57) 摘要

公开了为了牙科治疗用来使用液体射流设备的系统和方法。在一种实施方式中,液体射流设备可以包括手柄,该手柄构造成用以将高速液体射流输送到在患者口腔中的所需位置。手柄可以包括定位部件,该定位部件具有通道,射流可以穿过或沿该通道传播。定位部件可以具有远侧端部部分,该远侧端部部分构造成,至少部分地布置在治疗下的牙齿中的牙髓腔、根管腔、或开口中。在操作期间,射流可以碰撞定位部件的远侧端部部分的撞击表面,并且偏转成穿过在远侧端部部分中的一个或多个开口的喷射。液体射流设备可以用于根管治疗。



1. 一种牙科器械,该牙科器械包括:

定位部件,该定位部件具有通道,该通道构造成用以将高速液体射流输送到在牙齿中的空腔中,所述定位部件具有近侧端部部分和远侧端部部分,所述远侧端部部分构造成用以在治疗期间布置在牙齿的一部分中、牙齿的一部分附近或者牙齿的一部分上;和

设置在所述定位部件的所述远侧端部部分附近的撞击部件,该撞击部件具有撞击表面,其中,所述器械构造成使得在所述高速液体射流的操作期间,所述高速液体射流碰撞所述撞击表面;以及

通过所述定位部件的所述远侧端部部分的多个开口,所述开口构造成允许液体在碰撞所述撞击表面之后从所述液体射流流出;

其中,所述撞击部件包括构造成朝向所述定位部件的所述近侧端部部分而倾斜或弯曲的一个或更多个倾斜或弯曲部分,其中,所述一个或更多个倾斜或弯曲部分向远侧延伸超过所述开口的远侧端部。

2. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述定位部件包括长形部件,该长形部件具有纵向轴线。

3. 根据权利要求 2 所述的牙科器械,其中,所述长形部件的至少一部分具有与所述纵向轴线相垂直的横截面,该横截面是大致圆形的或大致多边形的。

4. 根据权利要求 2 所述的牙科器械,其中,所述长形部件在所述近侧端部部分和所述远侧端部部分之间大致是直的。

5. 根据权利要求 2 所述的牙科器械,其中,所述通道具有通道轴线,并且所述通道轴线与所述长形部件的所述纵向轴线大致平行。

6. 根据权利要求 5 所述的牙科器械,其中,所述高速液体射流沿射流轴线传播,所述射流轴线与所述通道轴线或所述长形部件的所述纵向轴线大致平行。

7. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,还包括喷嘴,该喷嘴构造成用以输出高速液体射流。

8. 根据权利要求 7 所述的牙科器械,其中,所述喷嘴包括近侧表面和远侧表面,所述喷嘴还包括孔口,并且包括至少一个侧壁,所述孔口从所述近侧表面延伸到所述远侧表面,所述孔口具有宽度,其中,所述近侧表面、所述远侧表面或所述侧壁中的至少一者具有表面粗糙度,该表面粗糙度小于所述孔口的所述宽度的 0.01 倍。

9. 根据权利要求 8 所述的牙科器械,其中,所述孔口具有角部,该角部布置在所述侧壁与所述近侧表面之间,并且所述角部的曲率与所述孔口的所述宽度之比小于 0.1。

10. 根据权利要求 8 所述的牙科器械,其中,所述孔口具有在所述近侧表面与所述远侧表面之间的长度,并且所述长度与所述孔口的所述宽度之比小于 4。

11. 根据权利要求 7 所述的牙科器械,其中,所述喷嘴布置在所述定位部件的所述近侧端部部分附近。

12. 根据权利要求 7 所述的牙科器械,其中,所述喷嘴布置在所述定位部件的所述远侧端部部分附近。

13. 根据权利要求 7 所述的牙科器械,其中,所述通道具有通道轴线,并且所述喷嘴相对于所述定位部件布置成对于所述通道轴线处于非零角度。

14. 根据权利要求 7 所述的牙科器械,其中,所述通道具有通道轴线,并且所述喷嘴构

造成相对于所述通道轴线按一定角度输出所述高速液体射流。

15. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述撞击部件相对于所述通道的通道轴线或所述定位部件的纵向轴线按非零角定向。

16. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述撞击部件的所述撞击表面是凹形的。

17. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述撞击部件的所述撞击表面是凸形的。

18. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述撞击部件的所述一个或更多个倾斜或弯曲部分构造成用以至少部分地将所述液体射流的至少一部分引导远离所述定位部件的所述近侧端部部分。

19. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述撞击部件的所述一个或更多个倾斜或弯曲部分构造成用以将涡流或循环赋予所述液体射流的至少一部分,所述液体射流的所述至少一部分碰撞在所述撞击表面上。

20. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述撞击部件构造成用以在所述液体射流碰撞时产生液体喷射。

21. 根据权利要求 20 所述的牙科器械,其中,所述液体喷射包括第一喷射和第二喷射,该第一喷射朝向第一方向,该第二喷射朝向第二方向,所述第二方向与所述第一方向显著地不同。

22. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述撞击部件包括一个或更多个柔性部件。

23. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述撞击部件的至少一部分包括一种材料,这种材料能够允许所述液体射流至少部分地透过。

24. 根据权利要求 23 所述的牙科器械,其中,能够允许所述液体射流至少部分地透过的所述材料包括丝网。

25. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,其中,所述定位部件的所述远侧端部部分包括尖的、圆的、或带有纹理的区域。

26. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,还包括流动管,该流动管构造成将低速流体流输送到在牙齿中的所述空腔。

27. 根据权利要求 26 所述的牙科器械,其中,所述定位部件至少部分地布置在所述流动管中。

28. 根据权利要求 1 所述的牙科器械,还包括回流限制器,该回流限制器构造成用以施加到所述牙齿上,并且在所述液体射流的操作期间禁止流体回流到所述牙齿中的开口之外,所述回流限制器的至少一部分布置在所述定位部件的所述近侧端部部分和所述远侧端部部分之间。

29. 根据权利要求 28 所述的牙科器械,其中,所述回流限制器大体绕所述定位部件布置。

30. 根据权利要求 28 所述的牙科器械,其中,所述回流限制器的至少一部分布置在所述定位部件的所述近侧端部部分附近,或者沿所述近侧端部部分布置。

31. 根据权利要求 28 所述的牙科器械,其中,所述回流限制器包括一种材料,这种材料是至少部分地多孔的或至少部分地吸收性的。

32. 根据权利要求 28 所述的牙科器械,其中,所述回流限制器包括一种材料,这种材料

能够变形以适应所述牙齿的轮廓。

33. 根据权利要求 1 所述的牙科器械, 其中, 所述定位部件构造成用以联接到手柄上, 该手柄能够由所述牙科器械的操作人员定位。

34. 根据权利要求 33 所述的牙科器械, 还包括所述手柄。

35. 根据权利要求 1 所述的牙科器械, 其中, 所述定位部件的所述远侧端部部分定尺寸和成形为使得所述远侧端部部分能够定位在所述牙齿的牙髓腔中, 并且使得所述一个或更多个开口浸没在所述牙齿中的液体中。

36. 根据权利要求 35 所述的牙科器械, 其中, 所述牙科器械构造成用以通过所述高速液体射流在所述撞击部件上的碰撞而在所述牙齿中产生水声场。

37. 根据权利要求 36 所述的牙科器械, 其中, 由所述牙科器械产生的所述水声场包括在宽的声学频率范围内的声能。

38. 根据权利要求 36 所述的牙科器械, 其中, 由所述牙科器械产生的所述水声场使得在所述牙齿中的有机材料脱开。

39. 一种用于治疗牙齿的设备, 所述设备包括:

压力波发生器, 所述压力波发生器具有定位部件, 所述定位部件的远侧部分包括撞击部件, 所述撞击部件具有撞击表面, 所述定位部件相对于所述撞击表面布置, 以便将能量束沿着束轴线引导到所述撞击表面以产生声压力波;

其中, 所述撞击部件包括构造成朝向所述定位部件的近侧部分而倾斜或弯曲的一个或更多个倾斜或弯曲部分, 所述一个或更多个倾斜或弯曲部分相对于所述束轴线对称地布置。

40. 根据权利要求 39 所述的设备, 其中, 所述能量束包括流体射流能量束。

41. 根据权利要求 40 所述的设备, 其中, 所述流体射流束包括脱气液体。

42. 根据权利要求 40 所述的设备, 其中, 所述定位部件包括所述远侧部分。

43. 根据权利要求 40 所述的设备, 其中, 所述定位部件包括引导管, 所述引导管具有通道, 所述通道具有开口, 所述开口在所述引导管的远侧部分上。

44. 根据权利要求 43 所述的设备, 其中, 所述压力波发生器构造为用以输出足够的能量以导致在所述牙齿的腔室中的至少一些流体气蚀。

45. 一种用于治疗牙齿的设备, 所述设备包括:

压力波发生器, 所述压力波发生器具有孔口和撞击表面, 所述撞击表面与所述孔口相间隔、并且被定位成使得通过所述孔口的轴线延伸到所述撞击表面, 所述撞击表面构造为用以插入到牙齿的牙齿腔室中;

其中, 所述撞击表面包括面对所述孔口的凹形表面, 所述凹形表面绕通过所述孔口的轴线大致对称。

46. 根据权利要求 45 所述的设备, 其中, 所述孔口构造为用以形成流体射流束, 所述流体射流束将充分撞击所述撞击表面。

47. 根据权利要求 46 所述的设备, 其中, 所述孔口构造为用以形成流体射流束, 所述流体射流束具有足够的能量, 以当所述流体射流束撞击所述撞击表面时, 导致在所述牙齿腔室中的至少一些流体气蚀。

48. 根据权利要求 47 所述的设备, 还包括引导管, 所述引导管具有通道, 所述通道沿着

所述轴线延伸、并构造为允许所述流体射流束从中流过。

49. 根据权利要求 48 所述的设备,还包括流动限制器,所述流动限制器绕所述压力波发生器定位。

50. 根据权利要求 49 所述的设备,其中,所述流动限制器构造为用以将至少一些流体保持在所述牙齿腔室内。

51. 根据权利要求 45 所述的设备,所述设备还包括手柄,所述手柄联接到所述压力波发生器。

## 用于牙科治疗的液体射流设备和方法

[0001] 对于相关申请的相互参考

[0002] 本申请要求在 35 U. S. C. § 119(e) 下在 2009 年 11 月 13 日提交的、标题为“APPARATUS AND METHODS FOR ROOT CANAL TREATMENTS (用于根管治疗的设备和方法)”的美国临时专利申请 No. 61/261, 293 的利益, 该临时专利申请通过参考全部包括在这里, 并且形成本申请的部分。

### 技术领域

[0003] 本公开总体而言涉及用于牙科治疗的方法和设备, 更具体地说, 本公开涉及使用液体射流来从牙齿除去有机物质的方法和设备。

### 背景技术

[0004] 在常规根管治疗过程中, 穿过病牙的牙冠钻削开口, 并且将牙髓锉插入到根管系统中, 以打开管腔并且除去其中的有机材料。然后用诸如杜仲橡胶之类的固体物质或可流动闭塞材料填充根管, 并且将牙齿修复。然而, 这种过程不会从管腔中除去全部有机材料, 这可导致术后(post-procedure)并发症, 如感染。另外, 牙髓锉的运动可能强迫有机材料穿过根尖开口进入根尖周组织中。在一些情况下, 牙髓锉本身的端部可能通过根尖开口。这样的事件可能导致对于在根尖开口附近的软组织的损伤, 并且引起术后并发症。

### 发明内容

[0005] 现在将提供本公开的各个非限制性方面, 以说明公开设备和方法的特征。

[0006] 在一个方面, 牙科器械包括定位部件, 该定位部件具有通道, 该通道构造成用以将高速液体射流输送到在牙齿中的空腔中。定位部件可以具有近侧端部部分和远侧端部部分。远侧端部部分可以构造成用以将液体射流导向到在牙齿中的空腔中。在一个实施例中, 定位部件可以包括长形部件, 像例如引导管。

[0007] 在另一个方面, 牙科器械可以包括回流限制器。该回流限制器构造成用以施加到牙齿上。回流限制器可以构造成用以在液体射流的操作期间禁止流体回流到牙齿中的开口之外。回流限制器的至少一部分可以布置在定位部件的近侧端部部分和远侧端部部分之间。

[0008] 在另一个方面, 描述了一种用于牙齿根管的治疗的方法。方法包括将撞击部件布置在牙齿中的空腔中, 该撞击部件具有与牙齿分离的撞击表面。方法也包括: 产生高速、相干、准直液体射流; 和将射流穿过空气向空腔引导, 从而液体进入在牙齿中的空腔中, 并且填充空腔的至少大部分。方法也包括: 使射流碰撞在撞击表面上; 和使射流在撞击之前通过液体的至少一部分, 该液体填充空腔的至少大部分。

[0009] 在另一个方面, 公开了一种用于在牙齿中的根管治疗的方法。方法包括: 用在牙齿内部中布置的喷嘴, 产生高速液体束; 和用高速液体束碰撞在流体环境中布置的撞击表面, 该流体环境位于牙齿内部中。

[0010] 为了本概述的目的,概括本发明的一定方面、优点、及新颖特征。要理解,按照本发明的任何具体实施例,可能不必实现全部这样的优点。因而,例如,本领域的技术人员将认识到,这里公开的本发明可以按实现这里讲授的一个优点或一组优点的方式实施或实现,而不必实现这里可能讲授或建议的其它优点。

## 附图说明

[0011] 图 1 是横截面图,示意地表明牙齿的根管系统。

[0012] 图 2 是方块图,示意地表明适于产生高速液体射流的系统的实施例。

[0013] 图 3 是侧视图,示意地表明手柄的一个实施例,该手柄包括引导管的实施例,该引导管用来将液体射流输送到牙齿的一部分。

[0014] 图 4 和 4A 是横截面图,示意地表明手柄的另一个实施例,该手柄可用来输送高速液体射流。

[0015] 图 5A 和 5B 是横截面图,示意地表明喷嘴的一个实施例,该喷嘴具有孔口。

[0016] 图 6 是侧视图,示意地表明手柄的一个实施例的远侧端部,该手柄包括引导管的实施例。

[0017] 图 7A-7B 是侧视图,示意地表明手柄的远侧端部的实施例,该手柄包括引导管的实施例。

[0018] 图 8A-8C 是侧视图,示意地表明引导管的另外实施例。

[0019] 图 9A-9D 是横截面图,示意地表明手柄、引导管及喷嘴位置的各个实施例。

[0020] 图 10A-10F 是横截面图,示意地表明引导管的实施例。

[0021] 图 11A-11D 是横截面图,示意地表明引导管的另外实施例。

[0022] 图 12A-12E 包括立体图(左手侧)和侧视图(右手侧),示意地表明撞击部件的实施例。

[0023] 图 13A-13E 包括立体图(左手侧)和侧视图(右手侧),示意地表明撞击部件的另外实施例。

[0024] 图 14A 和 14B 是立体图(图 14A)和俯视图(图 14B),示意地表明撞击部件的实施例,该撞击部件包括叶片,这些叶片可以在治疗期间帮助形成在牙齿中的流体的涡流。

[0025] 图 15A-15C 是撞击部件的实施例的侧视图,这些撞击部件包括柔性部分,以在治疗期间帮助将循环诱导到在牙齿中的流体中。

[0026] 图 16A 和 16B 是侧视图,这些侧视图示意地表明引导管的另外实施例,该引导管可以帮助在引导管的远侧端部附近形成可变流体循环。

[0027] 图 17A-17D 示意地表明撞击部件的实施例,该撞击部件包括能够允许液体射流至少部分地透过的材料。图 17A 是沿在图 17B 中所示的线 A-A 的侧视图。图 17C 是沿在图 17D 中所示的线 C-C 的侧视图。

[0028] 图 18 是立体图,示意地表明引导管的实施例,该引导管包括支柱,这些支柱布置在引导管的远侧端部附近。

[0029] 图 19A-19E 每个包括立体图(上部图)和沿上部图的线 19-19 得到的横截面图(下部图),示意地表明引导管的实施例。

[0030] 图 20A-20E 是俯视图,示意地表明喷射的分布的实施例,这些分布可由引导管的

各个实施例产生,这些引导管包括支柱和 / 或开口。

[0031] 图 21A-21C 是侧视图,示意地表明引导管的实施例,这些引导管具有弯曲的或倾斜的撞击部件。

[0032] 图 22A-22C 是横截面图,示意地表明手柄的实施例,在这些手柄中,喷嘴不垂直于引导管的轴线而定向。

[0033] 图 23 示意地表明手柄的实施例,该手柄包括液体流动管,该液体流动管构造成用以将液体流提供到牙齿位置。

[0034] 图 24A-24F 是横截面图,示意地表明引导管的实施例。

[0035] 图 25 示意地表明在牙科治疗期间手柄的使用。

[0036] 贯穿附图,附图标记可以重复地用来指示在参考元素之间的大致对应性。附图用以表明这里描述的示范实施例,并非用于限制本公开的范围。

## 具体实施方式

### [0037] 概述

[0038] 本公开描述用来进行牙科过程,像例如牙髓病治疗过程,的设备和方法。公开的设备和方法可以有利地供根管清理治疗使用,例如,以从根管系统中高效地除去有机和 / 或无机物质。设备和方法可以用于其它牙科治疗,像例如洗牙、龋齿的治疗、结石和牙斑的除去、等等。有机材料(或无机物质)包括在健康牙齿或病牙或根管系统中典型地发现的有机物质,像例如软组织、牙髓、血管、神经、结缔组织、细胞质、脓、及微生物,不管是活的、发炎的、感染的、带病的、坏死的、或分解的。无机物质包括钙化组织和钙化结构,这些钙化组织和钙化结构在根管系统中经常存在。

[0039] 在一些实施例中,公开的设备和方法利用高速准直液体束清理根管系统、清理牙齿表面(例如,治疗龋齿)、等等。高速液体束可以产生压力波,该压力波可以穿过牙齿和根管系统传播,并且可使有机和 / 或无机材料与牙齿表面和 / 或相关的牙髓组织脱开或分离。液体束和 / 或压力波可以引起各种效应或提高这些效应的效力,这些效应可以发生在牙齿中,包括但不限于声学气蚀(例如,气泡形成和破灭、微射流形成)、流体搅动、流体循环、声孔效应(sonoporation)、声纳化学、等等。

[0040] 例如,在本公开的一个方面,一种用来从牙齿中除去有机和 / 或无机材料的设备包括压力波发生器,该压力波发生器构造成用以将声波能量提供给牙齿。声波能量可能足以使在牙齿中的有机和 / 或无机材料与周围牙质脱开。相信的是(尽管不要求),由声波能量引起的(或增强的)效应可以导致清理作用,该清理作用使牙髓组织从根管壁、牙齿表面、及 / 或小管分层和脱开,并且可以进一步将这样的组织打碎成小片。

[0041] 在一些实施方式中,压力波发生器包括这里描述的设备的实施例。例如,压力波发生器可以包括定位部件(例如,引导管),该定位部件具有通道或孔隙,沿该通道或孔隙或穿过该通道或孔隙,液体射流可传播。定位部件的远侧端部部分可以包括撞击表面,液体射流碰撞在该撞击表面上,并且转向成射流或喷射。定位部件的远侧端部部分可以包括一个或更多个开口,该一个或更多个开口容许转向液体离开定位部件,并且与在牙齿中的周围环境相互作用。在一些治疗方法中,在定位部件的远侧端部部分处或附近布置的开口浸没在牙齿中的液体中。在不受任何具体理论或操作模式约束或限制的情况下,液体射流的浸

没部分的流动可以在治疗流体内产生气蚀云。气蚀云的产生和破灭和 / 或射流碰撞撞击表面, 在一些情况下可以在牙齿中产生显著的水声场。这个水声场可以在牙齿的管腔和 / 或内部牙质表面中或其附近产生压力波、振荡、及 / 或振动。这些管腔和 / 或内部牙质表面填充有牙质小管。另外的气蚀效应是可能的, 所述另外的气蚀效应包括气蚀气泡的生长、振荡、及破灭, 这些气蚀气泡形成在小管中或其附近(例如, 可能在小管的高表面能场合处)。这些(和 / 或其它)效应可以导致牙齿的牙髓腔的高效清理。在一些实施方式中, 压力波发生器可以联接到手柄或便携式射流壳体上, 该手柄或便携式射流壳体可以在患者的口腔中操纵, 从而相对于在治疗下的目标牙齿定位或定向压力波发生器。

[0042] 用于牙科治疗的设备和方法的示范实施例

[0043] 图 1 是横截面图, 示意地表明典型人类牙齿 10, 该牙齿 10 包括牙冠 12 和至少一个牙根 16, 该牙冠 12 在牙龈组织 14 上方延伸, 该至少一个牙根 16 安置在颌骨 18 内的牙窝(牙槽)中。尽管在图 1 中示意描绘的牙齿 10 是磨牙, 但这里描述的设备和方法可以用在任何类型的牙齿上, 如切牙、犬牙、双尖牙、或磨牙。牙齿 10 的硬组织包括: 牙质 20, 它提供牙齿 10 的基本结构; 非常硬的釉质层 22, 它覆盖牙冠 12 到在牙龈 14 附近的牙骨釉质界 15; 及牙骨质 24, 它覆盖在牙骨釉质界 15 下面的牙齿 10 的牙质 20。

[0044] 牙髓腔 26 限定在牙质 20 内。牙髓腔 26 包括牙髓室 28 和根管腔 30, 该牙髓室 28 在牙冠 11 中, 该根管腔 30 向每个牙根 16 的顶点 32 延伸。牙髓腔 26 包含牙髓, 该牙髓是软脉管组织, 该脉管组织包括神经、血管、结缔组织、成牙质细胞、及其它组织和细胞成分。牙髓通过牙髓腔 26 和根管腔 30 的上皮衬里将神经支配和物质提供给牙齿。血管和神经通过在牙根 16 的顶点 32 的末端附近的小开口 - 牙尖孔 32, 进入 / 离开根管腔 30。

[0045] 图 2 是方块图, 示意地表明系统 38 的实施例, 该系统 38 适于产生在牙科过程中使用的高速流体射流 60。系统 38 包括马达 40、流体源 44、泵 46、压力传感器 48、控制器 51、用户接口 53、及手柄 50, 该手柄 50 可由牙医操作, 以将射流 60 向在患者口腔中的所需位置引导。泵 46 可加压从流体源 44 接收的流体。泵 46 可以包括柱塞泵, 在该柱塞泵中, 柱塞可以由马达 40 致动。来自泵 46 的高压液体可被进给到压力传感器 48, 并且然后例如通过一段高压管 49 进给到手柄 50。压力传感器 48 可以用来检测液体的压力, 并且将压力信息送达到控制器 51。控制器 51 可以使用压力信息对于马达 40 和 / 或泵 46 进行调整, 以便为输送到手柄 50 的流体提供目标压力。例如, 在泵 46 包括柱塞泵的实施例中, 控制器 51 可以依据来自压力传感器 48 的压力信息, 向马达 40 发信号, 以较快或较慢地驱动柱塞。在一些实施例中, 可输送到手柄 50 的液体的压力, 可在从约 500psi 至约 50,000psi (1psi 是 1 磅每平方英寸, 并且是约 6895 Pascals (Pa)) 的范围内调整。在一些实施例中, 已经发现, 从约 2,000psi 至约 15,000psi 的压力范围产生对于牙髓病治疗特别有效的射流。在一些实施例中, 压力是约 10,000psi。

[0046] 流体源 44 可以包括流体容器(例如, 静脉内输液袋), 该流体容器保持消毒水、医用级盐水溶液、抗菌或抗生素溶液(例如, 漂白剂, 如次氯酸钠)、具有化学制品或药物的溶液、或其任意组合。可以使用多于一个流体源。在一些实施例中, 如果由流体源 44 提供的液体基本上没有溶解气体(例如, 按体积小于约 0.1%、小于约 1mg 气体每升溶液、或小于某一其它值) - 这可以降低气蚀的声波影响, 则对于射流形成是有利的。在一些实施例中, 流体源 44 包括脱气蒸馏水。气泡探测器(未示出)可以布置在流体源 44 与泵 46 之间, 以探测在流

体中的气泡,并且 / 或者确定来自流体源 44 的流体流动是否已经中断或者容器已经排空。在流体源 44 中的液体可以在室温下,或者可以加热和 / 或冷却到不同温度。例如,在一些实施例中,在流体源 44 中的液体可被致冷,以降低由系统 38 产生的高速射流的温度,这可以降低或控制在牙齿内部的流体的温度。在一些治疗方法中,可加热在流体源 44 中的液体,这可以提高化学反应的速率,这些化学反应可能在治疗期间发生在牙齿中。

[0047] 手柄 50 可被构造成用以接收高压液体,并且可适于在远侧端部处产生用在牙科过程中的高速液体束或射流 60。在一些实施例中,系统 38 可以产生相干的、准直的液体射流(下文中进一步描述)。手柄 50 可以定尺寸和成形为能够在患者口腔中操纵,从而射流 60 可以被导向或远离牙齿 10 的各个部分。在一些实施例中,手柄包括壳体或帽盖,该壳体或帽盖可联接到牙齿 10 上。

[0048] 控制器 51 可以包括微处理器、专用或通用目的计算机、浮点门阵列、及 / 或可编程逻辑装置。控制器 51 可以用来控制系统 38 的安全性,例如通过将系统压力限制到安全阈值以下,并且 / 或者通过限制容许射流 60 从手柄 50 流动的时间。系统 38 也可以包括用户接口 53,该用户接口 53 输出相关系统数据,或者接受用户输入(例如,目标压力)。在一些实施例中,用户接口 53 包括触摸屏图形显示器。在一些实施例中,用户接口 53 可以包括用于牙医的控制装置,以操作液体射流设备。例如,控制装置可包括脚踏开关,以致动或禁用射流。

[0049] 系统 38 可以包括另外和 / 或不同元件,并且可以与在图 2 中的表示不同地构造。例如,系统 38 可以包括抽吸泵,该抽吸泵联接到手柄 50 (或抽吸套管)上,以容许来自口腔或牙齿 10 的有机物质的抽吸。在其它实施例中,系统 38 可以包括其它气动和 / 或液压系统,这些气动和 / 或液压系统适于产生高速束或射流 60。而且,系统 38 的一些实施例可以利用在如下专利中的描述的设备和系统的实施例,或者可以与它们相似地构造:美国专利 No. 6, 224, 378, 在 2001 年 5 月 1 日颁布,标题为“METHOD AND APPARATUS FOR DENTAL TREATMENT USING HIGH PRESSURE LIQUID JET”;美国专利 No. 6, 497, 572, 在 2002 年 12 月 24 日颁布,标题为“APPARATUS FOR DENTAL TREATMENT USING HIGH PRESSURE LIQUID JET”;美国专利公报 No. 2007/0248932, 在 2007 年 10 月 25 日出版,标题为“APPARATUS AND METHODS FOR TREATING ROOT CANALS OF TEETH”;及 / 或美国专利公报 No. 2010/0143861, 在 2010 年 6 月 10 日出版,标题为“APPARATUS AND METHODS FOR MONITORING A TOOTH”,这些专利的每一个的全部公开,对于它讲授或公开的全部内容,通过参考由此包括在这里。

[0050] 在一些实施例中,系统 38 可以构造成用以产生液体射流 60,该液体射流 60 在范围从约 0.01cm 至约 10cm 的距离上形成大致平行束(例如,是“准直的”)。在一些实施例中,与射流的传播轴线横交的速度分布是基本恒定的(例如,是“相干的”)。例如,在一些实施方式中,远离在射流 60 的外表面附近的狭窄边界层(如果有的话),射流速度跨过射流的宽度是基本恒定的。因此,在一定有利实施例中,由牙科手柄 50 输送的液体射流 60 可以包括相干、准直射流(“CC 射流”)。在一些实施方式中,CC 射流可以具有在从约 100m/s 至约 300m/s 的范围中的速度,例如在一些实施例中约 190m/s。在一些实施方式中,CC 射流可以具有在从约 5 微米至约 1000 微米的范围中、在从约 10 微米至约 100 微米的范围中、在从约 100 微米至约 500 微米的范围中、或从约 500 微米至约 1000 微米的范围中的直径。关于由这里描述的系统 and 设备的实施例可产生的 CC 射流的进一步细节,可在美国专利公报

No. 2007/0248932 中发现,该专利公报对于它公开或讲授的全部内容,通过参考全部包括在这里。

[0051] 图 3 是侧视图,示意地表明手柄 50 的实施例,该手柄 50 包括定位部件的实施例,该定位部件构造成将液体射流 60 输送到牙齿 10 的一部分。在各个实施例中,定位部件包括引导管 100。手柄 50 的各实施例可与这里描述的引导管 100 的各实施例中的任一个一道使用。手柄 50 包括长形管状筒管 52,该长形管状筒管 52 具有近侧端部 56,该近侧端部 56 适于接合来自系统 38 的管 49。筒管 52 可以包括特征或织构 55,这些特征或织构 55 增强用操作人员的手指或拇指对于手柄 50 的抓握。手柄 50 可被构造成是手持的。在一些情况下,手柄 50 可以构造成关于患者是便携的、可运动的、可定向的、或可操纵的。在一些实施方式中,手柄 50 可被构造成,联接到定位装置(例如,可操纵或可调整臂)上。

[0052] 手柄 50 可与在图 3(或这里的其它图)中所示的不同地成形或定尺寸。例如,手柄 50 可包括壳体或帽盖,该壳体或帽盖可联接到牙齿 10 上。在一些这样的实施方式中,可能不使用长形管状筒管 52,并且牙医操纵壳体进入在患者口腔中的所需位置中。

[0053] 选择性地,流动限制器 210 可布置在手柄 50 的远侧端部 58 处。在所示的实施例中,流动限制器 210 大体围绕引导管 100。如参照图 25 将进一步描述的那样,流动限制器 210 可以构造成在牙治疗期间接触牙齿 10 的一部分,并且可以限制、禁止、或减少在治疗期间流体回流到牙齿之外。

[0054] 图 4 和 4A 是横截面图,示意地表明手柄 50 的另一个实施例,该手柄 50 适于输送高速液体射流 60。手柄 50 具有轴向穿过其延伸的中央通路 54,并且在近侧端部 56 处,适于接合来自系统 38 的管 49,以便使通路 54 与由系统 38 输送的高压液体相流体连通。筒管 52 的远侧端部 58 (在图 4A 中按放大表示)包括螺纹凹口,该螺纹凹口适于啮合喷嘴安装件 62 的互补螺纹,该喷嘴安装件 62 构造成保持喷嘴 64。喷嘴安装件 62 可以紧密地拧到筒管 52 的远侧端部 58 中,以将喷嘴 64 固定成与通路 52 的远侧端部相邻。如参照图 11A-11C 将描述的那样,在手柄的其它实施例中,喷嘴 64 可布置在不同位置中。

[0055] 图 4A 示意地表明引导管 100 的实施例,该引导管 100 固定到喷嘴安装件 62 上。在一些实施例中,引导管 100 可与喷嘴安装件 62 整体地形成。在其它实施例中,引导管 100 可经焊接(例如,激光焊接)、粘合剂、紧固件等等而被固定到喷嘴安装件 62 上。引导管 100 的实施例可以使用各种过程制造,这些过程包括例如金属注射模制、激光切削或焊接、微焊接、等等。引导管 100 的各个实施例将在下文将进一步描述。在一些实施方式中,手柄 50 可以构造成输送两个或更多个射流,并且在一些这样的实施例中,两个或更多个喷嘴 62 和 / 或引导管 100 可以布置在手柄 50 的远侧端部 58 处。

[0056] 喷嘴 64 可以包括圆形、盘状元件,该元件具有形成在其中的孔口 66。喷嘴 64 可以由适当刚性材料构造,该适当刚性材料阻止在高压下的变形,像例如金属、陶瓷、或合成蓝宝石或红宝石。喷嘴 64 的实施例可由各种过程制造,这些过程包括例如电成形(包括镍-钴电成形)、微插入电火花加工(EDM)、激光切削、等等。

[0057] 在所示的实施例中,喷嘴安装件 62 将喷嘴 64 固定成与通路 54 大致垂直,从而在通路 54 中的高压液体可流过孔口 66,并且作为沿纵向射流轴线 80 行进的高度准直流体束而出射,该纵向射流轴线 80 与手柄 50 的筒管 52 大致同轴。孔口 66 可以具有任何希望形状,像例如圆形、椭圆形、矩形、多边形、等等。孔口 66 可以(但并非必须)在喷嘴 64 中大致

居中。在一些实施例中,喷嘴 64 可以具有两个或更多个孔口 66,使每个孔口构造成发射一股液体射流。在一些实施例中,手柄 50 的远侧端部 58 可以包括另外的元件,例如以帮助导向或引导射流 60,并且 / 或者提供抽吸。

[0058] 可以选择喷嘴 64 的各个方面(例如,孔口的表面光洁度),以提供所需的流体流动或射流性能。例如,在各个实施例中,从孔口 66 发射的液体射流可以是 CC 射流、具有干扰表面的射流、或流体的喷射(如在空气中测量的那样)。在不属于或不要求任何具体理论或操作模式的情况下,相信的是,构造成用以产生 CC 射流的喷嘴 64,可以比构造成不产生 CC 射流的喷嘴 64,在牙齿中(例如,在牙质中或在牙髓腔中的液体中)产生更大功率的声波场(例如,压力波)。例如,相信的是,CC 射流可以产生巨大速度梯度,该巨大速度梯度可以导致巨大压力梯度,该巨大压力梯度可以引起更强气蚀,这可以引起更高功率的声波场。因此,在一些治疗方法中,构造成用以产生 CC 射流的系统可以用于根管清理,并且在其它治疗方法中,构造成用以产生非 CC 射流的系统可以用于牙齿清理(例如,龋齿治疗、结石和牙斑的除去、表面清理、等等)。

[0059] 不同类型的流体流(例如,射流或喷射)可以至少部分地基于孔口 66 (或在喷嘴 64 中的其它表面)的流动参数、喷嘴几何形状、表面质量、等等,由喷嘴 64 和 / 或孔口 66 产生。图 5A 和 5B 是横截面图,示意地表明喷嘴 64 的实施例,该喷嘴 64 具有孔口 66。喷嘴和 / 或孔口可按提供 CC 射流的多种方式构造。例如,如在图 5A 中示意性地示出的那样,在一些实施例中,可以使用比较锋利边缘的、锥形-减小(cone-down)孔口 66。在其它实施例中,可以使用其它形状,例如锥形孔口、毛细管孔口、锥形毛细管孔口、等等。箭头 72 表示在液体射流设备的操作期间穿过孔口 66 的流体流动的方向。

[0060] 在所示的实施例中,孔口 66 是大致圆形对称的,尽管这不是必须的。孔口 66 可以(但并非必须)对于喷嘴 64 的近侧表面 70a 按一定角度形成。该角度可以是约 0 度(例如,孔口大致垂直于近侧表面 70a)、约 10 度、约 20 度、约 30 度、约 40 度、约 50 度、约 60 度、或某一其它角度。在图 5A 和 5B 中所示的孔口 66 包括近侧部分 68a,该近侧部分 68a 可以是大致圆柱形的,具有长度  $L_1$  和直径  $D_1$ 。孔口 66 可包括远侧部分 68b,该远侧部分 68b 可以是大致锥形的,具有锥角  $\alpha$ ,并且可以具有长度  $L_2$  和直径  $D_2$ 。如在图 5B 中示意性地示出的那样,锥角  $\alpha$  可以是约 180 度,从而远侧部分 68b 是大致圆柱形的。直径  $D_2$  可以(但并非必须)与直径  $D_1$  不同。例如,在各个实施例中, $D_2$  可以近似地与  $D_1$  相同, $D_2$  可以大于  $D_1$ ,或者  $D_2$  可以小于  $D_1$ 。长度  $L_2$  可以(但并非必须)与长度  $L_1$  不同。例如,在各个实施例中, $L_2$  可以近似地与  $L_1$  相同, $L_2$  可以大于  $L_1$ ,或者  $L_2$  可以小于  $L_1$ 。在图 5A 和 5B 中示意性地示出的孔口几何形状可以引起流过孔口 66 的流体的速度的比较突然的变化。

[0061] 对于在从约 0 至约 0.7 的范围中的长度与直径之比  $L_1/D_1$ ,流动可以收缩,可以不重新附着到孔口的壁上,并且可以形成具有比较长脱离长度的 CC 射流。对于在从约 0.7 至约 4 的范围中的长度与直径之比  $L_1/D_1$ ,可以诱发气蚀。最初,从喷嘴 64 出去的流动可能重新附着到孔口 66 的壁上,并且流体流可能不是 CC 射流。对于足够高的压力(在对于喷嘴 64 的进口 74 附近),气蚀可能发生在进口 74 附近。气蚀区域可增长,并且可以形成空气夹杂区域,该空气夹杂区域足够大,以将空气从下游诱导到一直到喷嘴的出口 76 的流动中,并且使液体与孔口 66 的壁分离,这可以帮助产生 CC 射流。在其它实施例中,可以使用在 4 以上的长度与直径之比  $L_1/D_1$ 。

[0062] 使用在从约 0 至约 0.7 的范围中的长度与直径之比  $L_1/D_1$  的可能优点是, 气蚀可能不发生, 该气蚀可以引起对于喷嘴的损坏。可能的缺点是, 对于喷嘴 64, 可能使用能够承受比较高压力的足够硬材料。使用在从约 0.7 至约 4 的范围中的长度与直径之比  $L_1/D_1$  的可能优点是, 较大  $L_1/D_1$  比允许喷嘴的几何形状适于较宽范围的材料。较高  $L_1/D_1$  比的可能缺点是, 气蚀可能引起对于喷嘴 64 的损坏, 并且导致对于喷嘴的较短工作寿命。

[0063] 相信的是(尽管不是必须的), 对于至少在从约 0 至约 4 的范围中的  $L_1/D_1$  比, 喷嘴设计可能对于锥角  $\alpha$  比较不敏感。相应地, 可以使用接近约 0 度的锥角(例如, 孔口 64 在长度  $L_1$  和  $L_2$  上近似是圆柱)。在这种情况下, 孔口 66 可以被视为仅包括近侧部分 68a, 而不包括远侧部分 68b。在其它实施例中, 仅使用远侧部分 68b, 并且孔口 66 是大致锥形的。可以使用孔口 66 的多种可能构造, 并且在图 5A 和 5B 中的例子是说明性的, 而不是限制性的。

[0064] 例如, 如在图 5B 中示意性地示出的那样, 可以使用约 180 度的锥角。在这个例子中, 近侧部分 68a 和远侧部分 68b 都是大致圆柱形的, 远侧部分 68b 的直径  $D_2$  大于近侧部分 68a 的直径  $D_1$ 。在其它实施例中, 远侧部分 68b 的直径  $D_2$  可以小于近侧部分 68a 的直径  $D_1$ 。将近侧部分 68a 或远侧部分 68b 成形为大致圆柱形, 可以有利地使得制造孔口较简单。在其它实施例中, 可以使用在从约 0 度至约 20 度、约 20 度至约 45 度、约 45 度至约 90 度、约 90 度至约 120 度的范围中、或某一其它范围的锥角。

[0065] 在喷嘴 64 的各个实施例中, 孔口 66 可以具有在进口 74 处的直径  $D_1$  或在出口 76 处的直径  $D_2$ 。该直径  $D_1$  或直径  $D_2$  可以在从约 5 微米至约 1000 微米的范围中。其它直径范围是可能的。在各个实施例中, 直径  $D_1$  或  $D_2$  中的一个或两个可以在从约 10 微米至约 100 微米的范围、从约 100 微米至约 500 微米的范围、或从约 500 微米至约 1000 微米的范围中。在各个其它实施例中, 孔口直径  $D_1$  或  $D_2$  中的一个或两个可以在约 40–80 微米的范围、约 45–70 微米的范围、或约 45–65 微米的范围中。在一个实施例中, 孔口直径  $D_1$  是约 60 微米。轴向长度  $L_1$  与直径  $D_1$  之比、轴向长度  $L_2$  与直径  $D_2$  之比、或总轴向长度  $L_1+L_2$  与直径  $D_1$ 、 $D_2$ 、或平均直径  $(D_1+D_2)/2$  之比在各个实施例中可以是约 50:1、约 20:1、约 10:1、约 5:1、约 1:1、或更小。在一个实施例中, 轴向长度  $L_1$  是约 500 微米。在一些情况下, 轴向长度  $L_2$  (或  $L_2/D_2$  之比) 可被选择成使得通过孔口 66 的流动不会附着到表面 70c 上。在图 5A 和 5B 中所示的轴向长度  $L_2$ 、直径  $D_2$ 、或其它参数可选择成使得喷嘴 64 具有足够的结构刚性, 以承受来自加压流体的负载。

[0066] 参照在图 5A 中示意性地示出的示范喷嘴 64, 角部或边缘 69 的曲率由  $r$  指示, 并且表面 70a、70b、及 70c 的表面粗糙度由  $R_a$  指示。在喷嘴 64 中比较突然的几何形状变化可以诱发比较大速度变化, 这可能导致相对收缩的射流。例如, 对于表面 70a–70c 的一些或全部, 表面粗糙度  $R_a$  与孔口直径  $D_1$  之比  $-R_a/D_1$ , 在各个实施例中可以小于约 0.01、小于约 0.005、或小于约 0.001。角部曲率半径  $r$  与孔口直径  $D_1$  之比  $-r/D_1$ , 在各个实施例中可以小于约 0.1、小于约 0.05、小于约 0.04、小于约 0.02、或小于约 0.01。表面 70a、70b、或 70c 的表面粗糙度  $R_a$  可以具有小于约 10 微米、小于约 1 微米、或小于约 0.1 微米的均方根(rms)表面粗糙度。

[0067] 在一些实施例中, 喷嘴 64 (或与液体相邻的表面部分) 可由疏水材料形成。在一定这样的实施例中, 疏水材料的接触角(例如, 在固体表面与液体之间形成的角) 可以小于约  $\pi/2$  弧度。在一些实施例中, 喷嘴 64 可以包括不锈钢或塑料, 像例如丙烯酸。可以使用其

它材料,像例如铝、铜、或聚碳酸酯,但在一些情况下,由这样的材料形成的喷嘴可能不产生显著收缩的射流。

[0068] 图6是侧视图,示意地表明手柄50的实施例的远侧端部58,该手柄50包括引导管100的实施例。图7A-7B是侧视图,示意地表明手柄100的远侧端部58的可选择实施例,该手柄100包括引导管100的实施例。在所示的实施例中,引导管100包括大致直的、长形的、圆柱形的管。在其它实施例中,引导管100可以具有不同的形状(例如,弯曲的)或不同的横截面(见例如下面的图10A-10F)。在一些实施例中,引导管100包括多根管,这些管可以至少部分地布置在彼此中、在彼此上或绕彼此布置(例如,以形成“伸缩”构造)。例如,引导管100可以包括至少第一管和第二管,该至少第一管和第二管构造成,第二管的近侧端部布置在第一管的远侧端部中(见例如在图22A中所示的例子)。

[0069] 参照图6,引导管100具有近侧端部102和远侧端部104,该近侧端部102可连结或布置成与手柄50的远侧端部58相邻,该远侧端部104在治疗期间,可布置在治疗下的牙齿10的一部分中、其附近、或其上。例如,引导管100的远侧端部104可布置在牙齿10中的空腔中。空腔可以包括在牙齿中的天然或人造空间、开口、或腔室,像例如牙髓室28、根管腔30、或在牙齿中由牙医钻削或形成的开口、等等。引导管100具有通道84,该通道84容许液体射流60沿引导管100的长度的至少一部分传播。例如,液体射流60可以沿纵向射流轴线80传播。在图6和7A-7B中示意描绘的实施例中,纵向射流轴线80与通道84和引导管100的纵向轴线大致共线。在其它实施例中,纵向射流轴线80可以偏离通道84和/或引导管100的纵向轴线,例如,通过使喷嘴64的孔口66相对于通道84和/或引导管100的轴线偏离。

[0070] 在引导管100的各个实施例中,通道84的横截面可以是基本上封闭的(例如,孔腔)(见例如下面描述的图10A-10F)。在其它实施例中,通道84的横截面可以至少沿引导管100的长度的一部分而部分地敞开。例如,通道84的横截面可以具有大致C形或U形形状。引导管100的一些实施例的可能优点是,当射流穿过引导管100传播时,由在通道84外面的元件保护射流免于分裂,这些引导管100包括基本上封闭的通道84。而且,基本上封闭的通道84的使用可以减小在治疗期间空气进入牙髓腔26中的可能性。

[0071] 引导管100的近侧端部102可连结到牙科手柄50的远侧端部58上。液体射流60(它可以是CC射流)可从手柄50沿射流轴线80传播,该液体射流60可通过引导管100的通道84。在一些实施例中,如果引导管100定位和/或定向在手柄50上,从而射流轴线80与引导管100的通道84的纵向轴线大致平行地对准,以便使液体射流60沿通道传播,并且不撞击引导管的壁(除下文中进一步描述的那样),则是有利的。在一些实施例中,射流轴线80可以偏离引导管100的通道84的纵向轴线。

[0072] 引导管100的实施例可以定尺寸或成形为使得远侧端部104可以穿过牙髓接近开口定位,该牙髓接近开口形成在牙齿10中,例如在咬合面、颊面、或舌面上。例如,引导管的远侧端部104可以定尺寸或成形为使得远侧端部104能够定位在牙齿10的牙髓腔26中,例如在牙髓底部附近、在到根管腔30的开口的附近、或在根管开口内。引导管100的远侧端部104的尺寸可被选择成使得远侧端部104穿过牙齿10的接近开口而配合。在一些实施例中,引导管100的宽度可近似地是Gates-Glidden钻(例如4号(size 4)钻)的宽度。在一些实施例中,引导管100可类似地定尺寸,以适应于18、19、20或21号皮下管。引导管

100 的宽度可以在从约 0.1mm 至约 5mm 的范围中,在从约 0.5mm 至约 1.5mm 的范围中,或在某一其它范围中。可以选择引导管 100 的长度,从而引导管 100 的远侧端部 104 可布置在口腔中的所需位置处。例如,在近侧端部 102 与远侧端部 104 之间引导管 100 的长度可以在约 1mm 至约 50mm 的范围中,在从约 10mm 至约 25mm 的范围中,或在某一其它范围中。在一些实施例中,长度是约 18mm,这可以允许引导管 100 的远侧端部 104 到达在宽范围牙齿中的牙髓底部附近。对于可能没有牙髓室或牙髓底部的牙齿(例如,前牙),引导管 100 的远侧端部 104 可插入到牙齿 10 的根管腔中。

[0073] 如在图 6 和 7A-7B 中示意性地示出的那样,引导管 100 的一些实施例可包括撞击部件 110 (它在这里也可以称作转向器)。射流 60 可沿通道 84 传播,并且碰撞在撞击部件 110 上,借此射流 60 的至少一部分可变慢、分裂或转向,这可产生液体的喷射 90。喷射 90 在各个实施中可以包括液体的液滴、液珠、烟雾、射流、或流束。引导管 100 (该引导管 100 包括撞击部件 110) 的实施例可以降低或防止在一定牙科治疗期间由射流可能引起的可能损害。例如,撞击部件 110 的使用可以降低射流可能不希望地切割组织或传播到根管腔 30 中(这在一些情况下可能不希望地加压根管腔)的可能性。撞击部件 110 的设计(下文中进一步描述)也可以实现对于在治疗期间可发生在牙髓腔 26 中的流体循环或压力波的一定程度的控制。

[0074] 撞击部件 110 可以布置在牙齿 10 中的空腔中。在一些方法中,撞击部件 110 布置在牙齿 10 中的流体中,并且在撞击部件 110 布置在空腔中的同时,液体射流 60 碰撞撞击部件 110 的撞击表面。液体射流 60 可以在空气或流体中产生,并且在一些情况下,液体射流 60 的一部分在碰撞撞击部件 110 之前,通过在牙齿 10 中的空腔中的流体的至少一些(并且可能是大部分)。在一些情况下,在牙齿空腔中的流体可能相对地静止;在其它情况下,在牙齿空腔中的流体可能循环、紊乱、或者具有流体速度,这些流体速度小于(或者显著地小于)高速液体射流的速度。

[0075] 在一些实施方式中,不使用撞击部件 110,并且射流 60 可离开引导管 100,而没有来自引导管 100 的部分的显著干扰。在一些这样的实施方式中,在离开引导管 100 之后,射流 60 可以被导向牙质表面,在该处,射流可以碰撞或撞击在牙质表面上,以将声波能量提供给牙齿、以便清理牙齿表面、等等。

[0076] 引导管 100 可包括开口 120,该开口 120 容许喷射 90 离开引导管 100 的远侧端部 104。在一些实施例中,可以使用多个开口 120(见例如图 18-20E),例如两个、三个、四个、五个、六个、或更多个开口。开口 120 可以具有近侧端部 106 和远侧端部 108。开口 120 的远侧端部 108 可布置在引导管 100 的远侧端部 104 附近。开口 120 可以将液体射流 60 (和/或喷射 90) 暴露于周围环境,该周围环境可以包括空气、液体、有机材料、等等。例如,在一些治疗方法中,当将引导管 100 的远侧端部 104 插入到牙髓腔 120 中时,开口 120 容许在牙髓腔 26 中的材料或流体与射流 60 或喷射 90 相互作用。水声场(例如,压力波、声波能量、等等)可以通过射流 60 在撞击部件 110 上的撞击、在牙齿 10 中的流体或材料与射流 60 或喷射 90 的相互作用、在牙髓腔 26 中产生的流体循环或搅动、或通过这些因素(或其它因素)的组合,而建立在牙齿 10 中(例如,在牙髓腔 26、根管腔 30、等等中)。水声场可以包括在比较宽声波频率范围上(例如,从约几 kHz 至几百 kHz 或更高)的声波功率。在牙齿中的水声场可以影响、引起、或增大效应的强度,这些效应包括例如声波气蚀(例如,气泡形成和破

灭、微射流形成)、流体搅动、流体循环、声孔效应、声纳化学、等等。相信的是(尽管不是必须的),水声场、以上效应的某些或全部、或其组合,可以起使在牙齿中的有机材料中断或脱开的作用,这可以有效地清理牙髓腔 26 和 / 或根管腔 30。

[0077] 在近侧端部 106 与远侧端部 108 之间开口 120 的长度称作 X (见例如图 6)。在各个实施例中,长度 X 可以在从约 0.1mm 至近似引导管 100 的整个长度的范围中。例如,图 6 和 7A-7B 表示三个引导管实施例,这三个引导管实施例具有不同的开口长度。在一些实施例中,长度 X 在从约 1mm 至约 10mm 的范围中。在一些情况下,选择长度 X,从而在治疗期间,开口 120 保持由在牙齿 10 的牙髓腔 26 中的流体或材料浸没。对于各种各样的牙齿,可以使用约 3mm 的长度 X。在一些实施例中,长度 X 是引导管 100 的整个长度的分数。分数可以是约 0.1、约 0.25、约 0.5、约 0.75、约 0.9、或一不同值。在一些实施例中,长度 X 是引导管 100 或通道 84 的宽度的倍数。倍数可以是约 0.5、约 1.0、约 2.0、约 4.0、约 8.0、或一不同值。倍数可在从约 0.5 至约 2.0、约 2.0 至约 4.0、约 4.0 至约 8.0、或更大的范围中。在其它实施例中,长度 X 是射流宽度的倍数,例如是射流宽度的 5 倍、10 倍、50 倍、或 100 倍。倍数可在从约 5 至约 50、约 50 至约 200、约 200 至约 1000、或更大的范围中。在一些实施方式中,可以选择开口 120 的长度 X (至少部分地),从而在牙齿中产生的水声场具有所需性能,这些所需性能例如包括在一个或更多个声波频率下在牙齿中的所需声波功率。

[0078] 图 8A-8C 是侧视图,示意地表明引导管的另外实施例。在图 8A-8C 中所示的引导管 100 的实施例包括本体 130,该本体 130 从引导管 100 的近侧端部 102 延伸到开口 120 的近侧端部 106。在图 8A 中示意描绘的实施例中,本体 130 不包括任何孔,并且本体 130 的壁(一个或更多个)是基本上实心的。在图 8B 和 8C 中示意描绘的实施例中,本体 130 包括一个或更多个孔 124。孔 124 沿本体 130 可以具有任何希望形状、排列、或放置。在射流 60 的操作期间,射流 60 的比较高速度可能倾向于,通过任何孔 124 (如果存在,并且如果不浸没在流体中)将空气抽吸到引导管 100 的通道 84 中。空气可在射流 60 旁边向引导管 100 的远侧端部 104 行进。在一些治疗方法中,被抽吸的空气可能进入牙髓腔 26,这可能在一些情况下将空气抽吸到根管腔 30 中。而且,被抽吸的空气可能在一些情况下减小由射流 60 提供的声波功率或流体循环。因此,在图 8A 中示意描绘的引导管 100 的可能优点是,在本体 130 上孔的缺少可以禁止或防止空气在治疗期间被抽吸到引导管中。在一些实施例中,在引导管上使用孔 124,但将孔 124 布置在开口 120 的近侧端部 106 附近,从而在治疗期间,孔保持浸没在牙髓腔 26 中存在的流体中。在其它实施例中,在引导管 100 上使用可能暴露于空气的孔 124,并且这样的孔 124 的尺寸足够小,以便在用液体射流 60 的治疗期间,基本上不将空气抽吸到引导管 100 中。例如,孔 124 可以具有小于约 300  $\mu\text{m}$ 、小于约 700  $\mu\text{m}$ 、小于约 1000  $\mu\text{m}$  的尺寸,或者具有某一其它尺寸。

[0079] 图 4 和 4A 示意地表明手柄 50 的实施例,在该手柄 50 中,喷嘴 64 布置在喷嘴安装件 62 中在手柄 50 的远侧端部 58 附近。在其它实施例中,喷嘴 64 可位于在手柄 50 或引导管 50 中的其它位置中。图 9A-9D 是横截面图,这些横截面图示意地表明手柄 50、引导管 100 及喷嘴 64 的位置的各个实施例。在图 9A-9D 中,手柄 50 包括导管 57,该导管 57 具有通路 54,由系统 38 输送的加压液体可流过该通路 54。在图 9A、9B、及 9D 中所示的手柄 50 的实施例中,导管 57 的外部部分 57a 远离手柄的远侧端部 58 延伸。引导管 100 包括导管 57 的外部部分 57a 和(选择性地)端部部分 57b。在图 9A、9B、及 9D 中所示的实施例中,端部部分

57b 包括撞击部件 100 和开口 120。在图 9A、9B、及 9D 中所示的实施例中,喷嘴 64 布置在外部导管 57a 的远侧端部处。在图 9A 和 9B 中所示的示范实施例中,引导管 100 的整体长度是大致相同的,分别地在图 9A 和 9B 中使外部导管 57a 较长(较短),并且使端部部分 57b 较短(较长)。在其它实施例中,可以如希望的那样选择外部导管 57a (如果有的话)和端部部分 57b (如果有的话)的相对长度。例如,在一些情况下,外部导管 57a 可以比端部部分 57b 刚性大(例如,因为导管可以具有较厚的壁),并且如果增大刚性是希望的,则外部导管 57a 的长度可以比端部部分 57b (如果有的话)的长度长。作为另一个例子,在其它情况下,在端部部分 57b 中形成开口 120 可能较容易(例如,因为端部部分可能具有较薄的壁),并且在一些这样的情况下,端部部分 57b 可以制得比较长。在一些实施例中,喷嘴 64 可以与导管 57 或 57a 整体地形成。在一些这样的实施例中,孔口 66 可以形成在导管 57 或 57a 的远侧端面处(例如,经激光切削或 EDM)。

[0080] 图 9D 表示手柄 50 的实施例,在该手柄 50 中,引导管 100 包括弯头 59。在这个说明性例子中,弯头 59 位于外部导管 57a 上。在其它实施例中,弯头(或另外的弯头)可以沿引导管 100 位于别处,例如沿端部部分 57b (如果使用的话)。包括弯头的引导管可以帮助牙医将引导管 100 的远侧端部 104 布置在患者口腔中的所需位置中。包括一个或更多个弯头的引导管 100 可以具有比直引导管 100 短的轮廓长度 LP,该轮廓长度 LP 从手柄的远侧表面 58a 到引导管 100 的远侧端部 104 垂直地测量,该直引导管 100 具有相同的整体长度(沿引导管测量)。某些引导管实施例的较短轮廓长度可以允许引导管更容易地定位在口腔中,或到达牙髓腔。一些牙齿可能缺少牙髓底部(例如,前牙)或牙冠。对于这样的牙齿,比较短轮廓的引导管 100 可以使射流 60 或喷射 90 输送到在牙齿中的所需区域较容易。

[0081] 图 9C 表示手柄 50 的实施例,在该手柄 50 中,不使用外部导管 57a。在这个实施例中,引导管 100 的近侧端部 102 布置在手柄 50 的远侧端部 58 的底部 58a 处,并且喷嘴 64 布置在引导管 100 的近侧端部 102 附近。在其它实施例中,喷嘴 64 布置在引导管 100 的远侧端部附近(例如,在开口 120 的近侧端部 106 附近)。

[0082] 因此,在各个实施例中,喷嘴 64 可布置在引导管 100 上游的位置处(例如,在手柄 50 内的导管 57 中),在引导管 100 的近侧端部 102 处或其附近的位置处,在引导管 100 内部在引导管 100 的近侧端部 102 与开口 120 的近侧端部 106 之间的位置处,或者在开口 120 的近侧端部 106 处或其附近的位置处。在一些实施例中,引导管 100 包括近侧部分和远侧部分。喷嘴 64 可布置在引导管 100 的远侧部分中,从而远侧部分超越喷嘴 64 向远侧延伸。超越喷嘴 64 向远侧延伸的远侧部分可以包括撞击部件 110。在一些这样的实施例中,近侧部分包括引导管 100 的近侧半部,并且远侧部分包括引导管 100 的远侧半部。

[0083] 图 10A-10F 是横截面图,示意地表明引导管 100 的各个实施例。通道 84 和 / 或引导管 100 的横截面可以是大致圆形的(见例如图 10A、10B、10D)、椭圆形的(见例如图 10F)、矩形的、多边形的(例如,对于引导管如图 10C 所示的六边形和对于通道如图 10D 所示的五边形)、或某种其它形状。引导管 100 和 / 或通道 84 的横截面形状和 / 或尺寸可沿引导管 100 的纵向轴线变化。通道 84 的横截面形状可以与引导管 100 的横截面形状相同或不同(见例如图 10C 和 10D)。在一些实施例中,通道和引导管的横截面形状是大致圆形的,并且通道与引导管大致同心(见例如图 10A 和 10B)。引导管 100 可以包括一个或更多个延伸部 88,这些延伸部 88 可以沿引导管 100 纵向延伸,这可以增大管的强度(见例如图 10E)。

[0084] 在一些实施例中,引导管 100 的横截面在近侧端部 102 处比在远侧端部 104 处大,这可以增大引导管 100 的刚性。在各个实施例中,通道 84 的横截面可以沿引导管的纵向轴线 80 变化(例如,向远侧端部 104 变窄),或者通道的横截面可以是基本恒定的。通道 84 的纵向轴线可以(但并非必须)与引导管 100 的纵向轴线 80 大致共线。在一些实施例中,孔口 66 与通道或引导管的纵向轴线对准。通道 84 的表面可以是基本光滑的,这可以有益地降低紊乱空气流动干扰或分裂射流的可能性。在一些实施例中,通道 84 的表面可被形成轮廓、弯曲、盘旋、或扭曲。

[0085] 图 11A-11C 是横截面图,示意地表明引导管 100 的实施例,这些引导管 100 能够传播多个射流。在图 11A 和 11B 中所示的实施例中,引导管 100 包括多条通道。例如,图 11A 表示引导管 100 的实施例,该引导管 100 具有三条通道 84a-84c。三条通道 84a-84c 的每一条能够使射流沿对应纵向射流轴线 80a-80c 传播。图 11B 表示引导管 100 的实施例,该引导管 100 具有四条通道 84a-84d。四条通道 84a-84d 中的每一条通道能够使射流沿对应纵向射流轴线 80a-80d 传播。在其它实施例中,可以使用不同数量的通道,像例如两条通道、五条通道、或更多。引导管 100 可以具有结构元件 92 (例如,隔板),这些结构元件 92 将各通道隔开,例如如图 11A 和 11B 所示。结构元件 92 如果使用的话,可以沿引导管 100 的长度的基本上全部长度或仅一部分长度延伸。在一些实施例中,结构元件从引导管 100 的近侧端部 102 到在引导管中的窗口的上部部分延伸(下面描述)。

[0086] 图 11C 示意地表明引导管 100 的实施例,该引导管 100 具有单条通道 84,穿过该单条通道 84,多个射流(例如,在这个实施例中的两个射流)可沿纵向射流轴线 80a 和 80b 传播。在其它实施例中,引导管可被构造成,三个、四个或更多个射流可以穿过通道 84 传播。在所示的实施例中,射流轴线 80a 和 80b 都偏离通道 84 的纵向轴线 86。在其它实施例中,射流轴线的-一个(或更多个)可以与纵向轴线 86 大致对准。在图 11C 中描绘的引导管 100 的一些实施例中,包括多个孔口 66 (例如,对于在图 11C 中所示的例子而言,两个孔口)的单个喷嘴 64 可用来提供射流。在其它实施例中,可以使用多个喷嘴。

[0087] 在手柄 50 的一些实施例中,多根引导管 100 (例如,两根、三根、四根、或更多根)可布置在手柄 50 的远侧端部 58 处。每根引导管 100 可传播一个(或更多个)射流。图 11D 是横截面图,该横截面图示意地表明具有两根引导管 100a 和 100b 的实施例。在引导管 100a 中,射流沿射流轴线 80a 传播,该射流轴线 80a 与纵向通道轴线和纵向引导管轴线大致同轴。在引导管 100b 中,射流轴线 80b 偏离通道 84 的纵向轴线 86。在所示的实施例中,通道 84a、84b 和引导管 100a 和 100b 的横截面是大致圆形的。在其它实施例中,通道或引导管的横截面可以与在图 11D 中所示的不同(例如,引导管 100a、100b 的一根或两根可被构造成,与在图 10A-10F 或图 11A-11C 中示意性地示出的引导管任一根相似)。而且,在任一实施例中,通道或引导管的横截面可以彼此不同(例如,通道 84a 或引导管 100a 的横截面可与通道 84b 或引导管 100b 的横截面不同)。在图 11D 中示意性地示出的实施例中,引导管 100a、100b 布置成彼此相邻,并且接触。在一些实施例中,引导管可按紧密装填构造布置,而在其它实施例中,各引导管中的一些引导管或全部引导管可以彼此物理地间隔开。

[0088] 图 12A-12E 和图 13A-13E 包括立体图(左手侧)和侧视图(右手侧),示意地表明撞击部件 110 的各个实施例,该撞击部件 110 可以用来将液体射流 60 转换成喷射 90。撞击部件 110 具有撞击表面 114,在射流设备的操作期间,液体射流 60 可碰撞在该撞击表面 114

上。撞击表面 114 可以(但并非必须)包括大致平坦的段 118,该段 118 可以布置在撞击部件 110 的中心附近,以截断射流 60(见例如图 12A、12B、12E 和图 13A、13B、及 13E)。撞击表面 114 可以但并非必须包括倾斜或弯曲段 122,该倾斜或弯曲段 122 向进入的射流 60 的方向倾斜或弯曲返回(例如,远离引导管的远侧端部 104),并且该倾斜或弯曲段 122 可以帮助将射流 60(或喷射 90)的一些向开口 120 的近侧端部 106 引导返回(见例如在图 6A-6C 中示意性地示出的喷射 90)。例如,图 12A(右手侧)示意表示:射流 60,碰撞在撞击部件 110 的大体平坦段 118 上;和液体(例如射流或喷射),在由各箭头 82a 指示的方向上流动。将液体向开口 120 的近侧端部 106 重新引导返回的可能优点是,可以降低加压液体(例如射流或喷射)进入根管腔 30 的可能性。尽管图 12A 和 13A 示意表明使用的例子,在这些例子中,将喷射 90 导向开口 120 的近侧端部 106(见例如箭头 82a、82b),但撞击表面 114 可被构造成用以引导喷射使之远离开口 120 的近侧端部 106。例如,在其它实施例中,撞击表面 114 可以具有与在图 12A-12E 和图 13A-13E 中所示的表面 114 大致相似的形状,但在该撞击表面远离远侧端部 104 并且向开口 120 的近侧端部 106 凸出(例如,表面 114 的一些部分是凸形的而不是凹形的)。某些这样的形状可以将射流或喷射向引导管的远侧端部 104 引导,并且可以增强在牙髓室 28 或根管腔 30 内的流体循环。

[0089] 撞击表面 114 可以具有各种形状,这些形状的一些在图 12A-12E 和图 13A-13E 中示意性地示出的例子中描绘。在图 13A-13E 中的实施例的撞击表面 114 可以分别与在图 12A-12E 中所示的对应实施例大体相似。在图 13A-13E 中的实施例包括(选择性的)外部大体平坦表面 126,由于例如 Coanda 效应,该表面 126 可以使得被重新引导的液体沿由箭头 82b 指示的方向流动(见例如图 13A 的右手侧)。

[0090] 在各个实施例中,撞击表面 114 可以是大体平坦的(见例如图 12E、13E)。撞击表面 114 可以包括一个或更多个段 122,这些段 122 向进入的射流 60 倾斜返回(见例如图 12A、12D、13A、13E)或弯曲返回(见例如图 12B、12C、13B、13C)(例如,远离引导管的远侧端部 104)。在一些实施例中,段 122 按在从约 5 度至约 45 度、从约 10 度至约 30 度、从约 35 度至约 60 度、约 60 度至约 80 度的范围、或在其它范围中的角形成。在一些实施例中,段 122 按像例如约 40 度、约 45 度、约 50 度、或约 55 度的角形成。在一些实施例中,弯曲段 122 包括球、卵、椭球、圆环、锥形段、或其它弯曲表面的一部分。在图 12A-12D、和图 13A-13D 中,撞击表面 114 对于进入的射流下凹,但在其它实施例中,撞击表面 114 可以是凸形的(例如,撞击表面 114 的部分可远离而不是朝向引导管的远侧端部 104 延伸)。在图 13E 中所示的实施例中,外部大体平坦段 126 升高到大体平坦段 118 上方。升高段 126 的高度可以选择成使得射流喷射 90 远离撞击表面 114 按希望量偏转。

[0091] 撞击部件 110 可以具有横截面形状或尺寸,该横截面形状或尺寸分别与通道 84 或引导管 100 的横截面形状或尺寸相同或不同。例如,在各个实施例中,撞击板 110 的宽度可以大于(或小于)通道 84 的宽度或引导管 100 的宽度。

[0092] 图 14A 和 14B 是立体图(图 14A)和俯视图(图 14B),示意地表明撞击部件 110 的实施例,该撞击部件 110 包括叶片 131,这些叶片 131 在治疗期间帮助形成在牙齿中的流体的涡流或循环。在这个实施例中,三个弯曲叶片 131 绕撞击部件 110 大致对称地布置。在其它实施例中,可以使用不同数量的叶片 131(例如,一个、两个、四个、或更多个),并且叶片 130 可以是直的,或者可以与在图 14A 和 14B 中所示的不同地成形或弯曲。箭头 132 指

示涡流或循环的方向,该涡流或循环可以至少部分地由叶片 131 诱发,该涡流或循环在这种情况下是逆时针的(如从在图 14B 中的俯视图看到的那样)。在其它实施例中,叶片 131 可以构造成,产生顺时针涡流或循环。在其它实施例中,对于叶片 130 而言附加地或可选择地,撞击表面 114 可以包括凹槽、隆起、或其它特征,以诱发涡旋或循环,或者以其它方式修改液体流动或射流喷射。在一些治疗方法中,引导管 100 的远侧端部 104 可以偏心地定位在牙齿 10 中,以帮助形成流体循环或涡旋。

[0093] 图 15A-15C 是撞击部件 110 的实施例的侧视图,这些撞击部件 110 包括柔性部分 136,以在治疗期间帮助将循环诱导到在牙齿 10 中的流体中。柔性部分 136 可以比较薄,从而当射流碰撞在撞击表面 114 上,并且流体跨过柔性部分 136 流动时,部分 136 可挠曲(如由箭头 138 表示的那样)。例如,相信的是(尽管不是必须的),射流当它向撞击表面 114 传播时,夹杂流体,并且由于流体夹杂的可变性质,射流相对于时间不可能准确地碰撞在同一位置处(例如,撞击点可能跨过撞击表面 114 摆动)。因此,通过柔性部分 136 的流体流也可以是可变的、振动的、或摆动的,并且柔性部分 136 可以响应生成的可变流体力而调节它们的形状和位置。柔性部分 136 的挠曲、振动、或运动可以帮助撞击部件 110 在引导管 100 的远侧端部 104 附近产生流体循环或流体搅动。在一些实施例中,柔性部分 136 可以由激光加工、金属丝 EDM 切削、或注射模制而形成。在图 15C 中所示的实施例中,柔性部分 136 包括柔性材料(例如,弹性体),该柔性材料可连结或粘结到撞击部件 110 上。

[0094] 图 16A 和 16B 是侧视图,这些侧视图示意地表明引导管 100 的另外实施例,该引导管 100 可以帮助在引导管的远侧端部 104 附近形成可变流体循环。如以上讨论的那样,流体的可变夹杂可使液体射流 60 在它在引导管 100 的远侧端部 104 附近传播时轻微地摆动。在图 16A 中所示的实施例中,当液体射流 60 可变地碰撞在板 140 上时,在支点 144 上安装的板 140 (例如,经球和窝铰链)可在由箭头 142 指示的方向上摆动。在图 16B 中所示的实施例中,具有比通道 84 的直径稍小的直径的球 148 布置在撞击部件 110 上。球 148 可摆动,并且改变喷射 90 的方向和特性,该喷射 90 通过射流 60 在球 148 的表面上的撞击而产生。

[0095] 图 17A-17D 示意地表明撞击部件 110 的实施例,该撞击部件 110 包括可透过材料。图 17A 是沿在图 17B 中所示的线 A-A 的侧视图。图 17C 是沿在图 17D 中所示的线 C-C 的侧视图。在图 17A 和 17B 中所示的撞击部件 110 的实施例中,撞击部件 110 的区域 152 包括可透过材料,射流 60 碰撞在该区域 152 上。可透过材料可以允许射流 60 的液体至少部分地透过,这可以允许射流液体的一些通过该材料(由箭头 60a 示意地表明),并且使射流液体的一些转向(由箭头 60b 示意地表明)。相信的是(尽管不是必须的),通过可透过材料的射流液体 60a 可以在治疗期间,帮助促进在牙髓腔 26 中的流体循环或流体搅动。

[0096] 可透过材料可以包括丝网、网屏、或多孔材料。在一些实施方式中,可透过材料包括编织金属丝网的一层或更多层。在一些实施方式中,可透过材料是多孔的,像例如包括开口的加工材料,这些开口定尺寸成比射流的横截面尺寸小,这些开口起到至少部分地禁止射流液体流过多孔材料的作用。在各个实施例中,撞击部件 110 的一些或全部可以由一种或更多种可透过材料形成。例如,图 17C 和 17D 描绘一种实施例,在该实施例中,基本上全部的撞击部件 110 包括编织丝网。

[0097] 图 18 是立体图,示意地表明引导管 100 的实施例,该引导管 100 包括支柱 160,这些支柱 160 布置在引导管 100 的远侧端部 104 附近。在图 18 中所示的实施例中,引导管

100 可以具有三根支柱 160, 这三根支柱 160 与三个开口 120 相关联。在其它实施例中, 引导管 100 可以包括不同数量的支柱(和 / 或开口), 例如一根、两根、四根、五根、六根、或更多根(见例如图 19A-19E 和 20A-20E)。引导管 100 和 / 或支柱 160 的部分可由激光切削、激光焊接、金属注射模制、EDM、或其它构造技术形成。例如在一些构造技术中, 开口 120 由引导管 100 激光切削成, 由此形成支柱 160。支柱 160 大体上可以从开口 120 的近侧端部 106 延伸到远侧端部 108。撞击部件 110 可以分立地形成、然后连结到引导管 100 的本体 130 上, 或者可与引导管 100 整体地形成(例如, 在引导管的金属注射模制期间)。

[0098] 支柱 160 的尺寸、横截面形状、方位、及 / 或角位置可与图 18 中的表示不同。例如, 图 19A-19E 的每一个包括立体图(上部图)和沿上部图的线 19-19 得到的横截面图(下部图), 示意地表明引导管 100 的可选择实施例, 该引导管 100 包括支柱 160。支柱 160 可以具有横截面形状, 这些横截面形状是圆形的、多边形的、弧形的、楔形的、等等。在引导管 100 的任何具体实施例中, 支柱 160 的一根(或更多根)可与一根(或更多根)其它支柱 160 不同地定尺寸、成形、或定向。支柱 160 的一根或更多根可以弯曲和 / 或倾斜(见图 19C), 这可以帮助在引导管 100 的远侧端部 104 的周围的流体中诱导涡旋或流体循环。

[0099] 支柱 160 的尺寸、形状、方位、及 / 或角分布(或开口 120 的尺寸、形状、方位、及 / 或角分布)可用来至少部分地控制, 当液体射流 60 碰撞在撞击板 110 上时产生的喷射 90 的角分布。例如, 通过适当地构造支柱 160 和 / 或开口 120, 可使喷射的角分布(如从液体射流 60 的方向看到的那样)具有所需的角图案, 使得角图案是近似对称的(例如, 具有绕射流轴线的两阶、三阶、四阶、或更高阶旋转对称性), 使得角图案是非对称的, 或者使得角图案具有绕射流轴线的某种其它角分布)。

[0100] 图 20A-20E 是俯视图, 示意地表明喷射 90 的分布的某些可能例子, 这些分布可由引导管的各个实施例产生, 这些引导管包括支柱 160 和 / 或开口 120。在一些实施方式中, 喷射 90 可通过开口 120 (一个或更多个) 离开引导管 100, 或者可选择地, 认为由支柱 160 显著地堵塞。通过适当选择支柱 160 (一个或更多个) (和 / 或开口 120 (一个或更多个)) 的角度大小, 可以选择喷射 90 的所需角宽度。例如, 喷射的角宽度可以是约 360 度, 以将喷射提供到引导管 100 的远侧端部 58 周围的基本上全部区域。在其它实施例中, 喷射的角宽度可以是约 270 度、约 180 度、约 120 度、约 90 度、约 60 度、约 45 度、约 30 度、约 20 度、或约 10 度。具有比较窄角宽度(例如, 约 10 度至约 30 度)的喷射可以用来将射流或喷射的能量向在牙齿中的或其附近的所需位置引导。在各个实施例中, 喷射的角宽度可以在从约 30 度至约 60 度、约 45 度至约 90 度、约 100 度至约 145 度、约 120 度至约 240 度的范围中, 或者在某一其它范围中。

[0101] 在图 20A-20E 中, 喷射由向外指箭头示意地表示。图 20A 示意地表明一根支柱 160 和一个开口 120, 使喷射 90 穿过开口 120 被导向引导管 100 的一侧(例如, 向图 20A 的顶部)。图 20B 示意地表明间隔开约 180 度的两根支柱 160a、160b 和两个开口 120a、120b, 以提供具有绕射流(或引导管或通道)轴线二折(two-fold)旋转对称性的喷射 90。图 20C 和 20D 示意地表明三根支柱 160a-160c 和三个开口 120a-120c。在图 20C 中, 支柱 160a-160c 和开口 120a-120c 大致对称地间隔开, 以产生具有大体三折(three-fold)旋转对称性的喷射。在图 20D 中, 支柱 160a、160b 定位成较靠近支柱 160c (例如, 开口 120a 的角宽度比开口 120b、120c 的角宽度大), 从而液体偏向喷射 90a 比偏向喷射 90b、90c 多。在图 20E 中,

四根支柱 160a-160d 和四个开口 120a-120d 用来提供喷射 90a-90d, 该喷射 90a-90d 具有四折 (four-fold) 旋转对称性。在其它实施例中, 支柱 160 (一个或更多个) 和 / 或开口 120 (一个或更多个) 可与在图 20A-20E 中所示的不同地构造, 以产生具有所需特性的喷射 90。

[0102] 在这里描述的引导管实施例的多个中, 撞击部件 110 可定向成相对于纵向轴线 80 (或者相对于通道 84 的纵向轴线 86 或引导管 100 的纵向轴线) 近似地垂直, 射流 60 沿该纵向轴线 80 传播。在其它实施例中, 撞击部件 110 可按相对于纵向轴线 80 (或者相对于通道 84 的纵向轴线 86 或引导管 100 的纵向轴线) 不垂直的角度定向, 射流 60 沿该纵向轴线 80 传播。例如, 图 21A 是侧视图, 该侧视图表示引导管 100 的实施例, 该引导管 100 具有撞击部件 110, 该撞击部件 110 不定向成与射流 60 的纵向轴线 80 相垂直 (该射流 60 在这个例子中沿通道轴线 86 和引导管轴线传播)。这里描述的撞击部件 110 的实施例的任一个 (包括但不限于在图 12A-17D 中所示的撞击部件) 可定向成, 与射流、通道、或引导管轴线不垂直。撞击部件 110 的定向可以用来将喷射向所需位置引导或偏转 (例如, 在治疗期间远离根管腔), 或者帮助在治疗期间在牙齿中提供所需流体循环或搅动。

[0103] 图 21B 是侧视图, 该侧视图示意地表明角  $\theta$ , 该角  $\theta$  可以用来描述撞击部件 110 相对于引导管 100 的定向。在图 21B 中, 角  $\theta$  限定在射流轴线 80、通道轴线 86、或引导管轴线 (在图 21B 中没有标记, 但在这个例子中与通道轴线 86 共线) 与对于撞击部件 110 的法线 180 之间。对于角  $\theta$  是约零度的引导管 100, 撞击部件 110 与射流、通道、或引导管轴线近似地垂直, 如适当时那样。在图 21B 中所示的例子中, 当撞击部件 110 远离开口 120 的近侧端部 106 倾斜 (例如, 如图 21B 所示向下倾斜) 时, 角  $\theta$  为正, 并且当撞击部件 110 向开口 120 的近侧端部 106 (例如, 在图 21B 中向上) 倾斜时, 角  $\theta$  为负。当角  $\theta$  为正时, 喷射 90 将倾向于偏离引导管 100 的远侧端部 104 (见例如在图 21A 中示意性地示出的例子)。当角  $\theta$  为负时, 喷射 90 将倾向于偏向引导管 100 的远侧端部 104。在各个实施例中, 角  $\theta$  的正值或负值可以用来倾向于将喷射 90 分别远离或朝向引导管 100 的远侧端部 104 引导。角  $\theta$  的绝对值可以是约 0 度、约 10 度、约 20 度、约 30 度、约 45 度、约 50 度、约 60 度、约 70 度、或约 80 度。在各个实施例中, 角  $\theta$  的绝对值可以在从约 0 度至约 80 度、约 20 度至约 60 度、约 30 度至约 50 度的范围中, 或者在某一其它范围中。在一些实施例中, 角  $\theta$  可以由操作人员调整, 并且在牙科治疗之前 (或期间) 可以设置或改变到所需角度。

[0104] 图 21C 是侧视图, 该侧视图示意地表明引导管 100 的实施例, 该引导管 100 包括弯曲撞击部件 110。在这个例子中, 撞击部件 110 成形为弧形折板, 该弧形折板远离开口 120 的近侧端部 106 延伸。可以选择撞击部件 110 的曲率, 以提供喷射 90 的希望方向或分布。在一些实施例中, 可以使用两个、三个、四个或更多个弯曲撞击部件。

[0105] 图 22A-22C 是横截面图, 这些横截面图示意地表明手柄 50 的实施例, 这些手柄 50 包括喷嘴 64, 这些喷嘴 64 不定向成与在引导管 100 中的通道 84 的轴线 86 或引导管 100 的轴线相垂直。在图 22A-22C 中, 喷嘴 64 布置成朝向引导管 100 的远侧端部 58。喷嘴 64 可倾斜, 从而从喷嘴 64 的孔口 66 发射的液体射流 60 沿射流轴线 80 传播, 该射流轴线 80 相对于通道 84 的轴线 86 形成一定角度。角度可以是约 0 度 (例如, 射流 60 大致沿通道轴线 86 发射)、约 10 度、约 20 度、约 30 度、约 45 度、约 50 度、约 60 度、约 70 度、约 80 度、或约 90 度。在各个实施例中, 角度可以在从约 0 度至约 80 度、约 20 度至约 60 度、约 30 度至约 50 度、约 50 度至约 90 度的范围中, 或者在某一其它范围中。在一些实施例中, 角度可以由操

作人员调整,并且在牙科治疗之前(或期间)可以设置或改变到所需角度。在一些实施例中,引导管 100 包括开口,来自喷嘴 64 的射流 60 通过该开口离开引导管。在一些实施例中,喷嘴 64 (或多个喷嘴或孔口)可以形成在引导管 100 的侧壁中或其上。在一些这样的实施例中,从这样的喷射或开口可以输送一个(或更多个)射流、束、或喷射。在一些这样的情况下,射流、束、或喷射按与引导管 100 或通道 84 的纵向轴线近似相垂直的角度输送。在其它这样的情况下,在引导管 100 的侧壁中的一个或更多个喷嘴 64 或孔口 66 可定向成,朝向引导管 100 的远侧端部 104 (例如,将射流、束、或喷射向远侧端部 104 引导),并且 / 或者可定向成,朝向引导管 100 的近侧端部 102 (例如,将射流、束、或喷射向近侧端部 102 引导)。

[0106] 在图 22A 表示的实施例中,撞击部件 110 包括外部管 100a,该外部管 100a 绕内部管 100b 的远侧端部布置。当射流 60 离开倾斜喷嘴 64 时,射流 60 撞击外部管 100a 的内表面,并且偏转成喷射 90。在图 22B 和 22C 表示的实施例中,撞击部件 110 包括一个或更多个折板、板、或结构 110a、110b,射流 60 可碰撞在这些折板、板、或结构 110a、110b 上,并且偏转成喷射 90。可以选择折板、板、或结构的尺寸、形状、方位、及 / 或排列,以提供喷射 90 的所需方向或分布。

[0107] 图 23 示意地表明手柄 50 的实施例,该手柄 50 包括液体流动管 200,该液体流动管 200 构造成用以将液体流提供到牙齿位置。图 23 是部分剖视图,在该部分剖视图中,切开流动管 200 以表示引导管 100,该引导管 100 布置在流动管中。在所示的实施例中,流动管 200 绕引导管 100 布置,并且液体流在引导管 100 的外表面 208 与流动管 200 的内表面 206 之间的通道 204 中流动。液体流可以在治疗期间增大流体量或诱导在牙髓腔 26 中的另外循环。液体流也可以减少或防止在治疗期间空气到牙髓腔 26 中的引入。由流动管 200 提供的液体可以但并非必须与对于射流 60 使用的液体不同。手柄 50 可以构造成使得操作人员可以将液体流从流动管 200 附加地或可选择地提供给射流 60。在一些治疗中,流动管 200 可用来提供抗菌或抗生素溶液(例如,诸如次氯酸钠之类的漂白剂)、具有化学制品或药物的溶液、或某种其它液体。在其它实施例中,流动管 200 可布置成与引导管 100 相邻,或者可以使用多根流动管 200。在一些实施例中,对于流动管 200 而言附加地或可选择地,可以沿引导管 100 的通道 84 提供液体流。

[0108] 图 24A-24F 是横截面图,示意地表明引导管 100 的实施例,这些引导管 100 在引导管 100 的远侧端部 104 处具有各种构造。图 24A 和 24B 示意表明引导管实施例,在这些引导管实施例中,在撞击部件 110 的撞击表面 114 和最远侧表面 114a 之间的距离是不同的。这个距离可起到将撞击表面 114 与牙髓室 28 的底部或根管腔 30 相分离的作用,并且可以降低在治疗期间操作人员将把撞击表面 114 定位得太靠近底部或根管腔的可能性。最远侧表面 114a 的一个或更多个部分(或在远侧端部 104 附近的其它表面)可以是大致平坦的(见例如图 22A-22B)、弯曲的(例如部分地球形或椭球形;见例如图 22E)、锥形或棱锥形(见例如图 22D、22F)、或带有纹理的、粗糙的、或不规则的(见例如图 22C)。最远侧表面 114a 可以包括末端(见例如图 22D、22E),该末端可以是圆的或尖锐的。在表面 114a 上的织构或末端可以帮助操作人员,将引导管 100 的远侧端部 104 定位在牙齿中或其上的所需位置处或其附近。

[0109] 在一些实施方式中,撞击表面 114 (或引导管的其它表面)可以涂有一种或更多种物质,这些物质阻止例如在来自射流 60 的撞击的流体应力、在引导管 100 的远侧端部 104

附近的气蚀、等等的影响下表面 114 的退化。在一些这样的实施方式中,撞击部件 110 可由这样一种材料形成,这种材料比较容易成形、加工、模制或形成,但这种材料在撞击应力或气蚀下可能倾向于磨损。涂层可以有利地保护这样的材料。一个或更多个涂层可以涂敷到撞击表面 114a (或引导管的其它表面)上。为形成涂层(一个或更多个)可以使用包括例如如下的方法:镀敷、化学溶液淀积(CSD)、化学蒸汽淀积(CVD)、等离子增强 CVD、溅射、脉冲激光淀积、阴极电弧淀积(电弧-PVC)、或物理蒸汽淀积。

[0110] 在一些实施例中,涂层可以是约 1 至约 7 微米厚,并且在一些实例(例如 PVD)中,可以依据希望的耐磨量包括不同的合金。例如,合金可以包括氮化钛(TiN)、钛碳氮化物(TiCN)、钛铝氮化物(TiAlN)、铝钛氮化物(AlTiN)、钛铝硅氮化物(TiAlSiN)、氮化锆(ZrN)、氮化铬(CrN)、或铝铬氮化物(AlCrN)。涂层可包括诸如镍钛(NiTi)或金刚石之类的材料。在一些情况下,包括这些合金的一种或更多种的涂层可以能够增大撞击表面的表面硬度,以在 Vickers 硬度表上在从约 1500HV 至约 3500HV 的范围中(HV 是 Vickers 硬度值)。在其它情况下,涂层可以具有在从约 500HV 至约 1000HV、从约 1000HV 至约 4000HV 的范围中、或在某一其它范围中的硬度。

[0111] 在一种实施方式中,撞击部件 110 和撞击表面 114 在充分硬的条件下(例如,在 Rockwell 硬度表上具有约 44HRC 的硬度,这在 Vickers 硬度表上是近似 434HV)由 301 不锈钢加工和激光制造。撞击表面 114 然后经 PVD 涂敷有 1.5 微米厚的 AlTiN 层。在各个实施例中,引导管 100 的一些或全部可由不锈钢(例如,奥氏体或 300 系列不锈钢、铁素体或马氏体不锈钢)、碳钢、钛、或镍形成。在一些实施例中,引导管 100 由从 Special Metals Corporation, New Hartford, New York 可得到的 **INCONEL®** 形成,例如由 INCONEL 625 或 INCONEL 750X 形成。可用于引导管 100 的实施例的材料的另外例子,包括但不限于:氧化锆 YTZB;钴合金,像例如 CoCrWNi 或 CoCrMo MP35N;stellite 合金,像例如从 Deloro Stellite, Goshen, Indiana 可得到的 **STELLITE®** 33;从 Haynes International, Inc., Kokomo, Indiana 可得到的 **HASTELLOY®** 合金;graphene;金刚石;氮化硅;纳米粒化不锈钢;纳米晶体合金,像例如从 Integran, Pittsburgh, Pennsylvanis 可得到的 **NANOVATE®**;陶瓷;等等。在一些实施例中,可以使用其它材料,像例如刚性聚合物材料、碳纳米管、硼纤维复合管、钨纤维复合管、等等。在一些实施方式中,材料可包括在刚性聚合物材料和 / 或金属中嵌入的纤维。其它材料包括金属-基体复合物和 / 或陶瓷-金属复合物。在一些实施例中,引导管 100 的不同部分由不同材料形成,并且 / 或者由以上材料的任一种的组合形成。

[0112] 图 25 示意地表明在牙科治疗期间,像例如在根管过程期间,手柄 50 的使用。钻削或磨削工具在初始时可用在牙齿 10 中制成开口(在图 25 中未示出)。开口可以穿过釉质 22 和牙质 20 延伸,以暴露在牙髓腔 26 中的牙髓和提供对于牙髓的接近途径。开口可以制成在牙齿 10 的牙冠 12 的顶部部分中或者在另一部分中,如在牙冠 12 的侧部或在牙龈 14 下面的牙根 16 中。开口可以如需要的那样定尺寸和成形,以提供对于有病牙髓和 / 或根管腔 30 的某些或全部的适当接近。手柄 50 可以用来将液体射流 60 输送到牙齿 10 的一部分,像例如牙髓腔 26。射流 60 有利地可以(但并非必须)是 CC 射流。在一些治疗方法中,操作人员可操纵手柄 50,以绕牙髓室 28 引导射流 60(或喷射 90),如果在治疗过程期间希望的话。

[0113] 手柄 50 可以包括这里描述的手柄 50 的实施例的任一个。手柄 50 可以按任何适

当组合包括这里描述的引导管 100 或其它结构、元件、或特征中的任一个(例如, 撞击部件 100、开口 120、流动管 200、等等)。作为某些非限制性例子, 参照图 3、4、4A、6、7A-7B、9A-9C、21A-21B、22A-22C、23、或 25 所示和所述的手柄 50 的实施例的任一个, 可供参照以前图和 / 或参照图 8A-8C、10A-10F、11A-11D、16A-16B、18、19A-19E、及 / 或 24A-24F 所示和所述的引导管 100 的实施例的任一个使用。而且, 参照上述图描述的引导管 100 的实施例的任一个, 可以利用参照上述图和 / 或参照图 12A-12E、13A-13E、14A-14B、15A-15C、17A-17D、及 / 或 20A-20E 所示和所述的撞击部件 110。

[0114] 手柄 50 可由操作人员定位, 从而引导管 100 的远侧端部 104 布置在牙齿 10 或牙齿表面(例如牙质表面)中、其上、或其附近的所需位置处。例如, 引导管 100 的远侧端部 104 可以布置在牙齿的牙髓腔 26 中。手柄 50 可用来提供高速液体束(例如, 在一些治疗中的 CC 射流), 该高速液体束可以产生压力波, 该压力波可传播通过牙齿 10 或根管系统 30, 并且可使有机材料从牙齿 10 或牙质表面脱开。液体束和 / 或压力波可以引起各种效应或提高这些效应的效力, 这些效应可以发生在牙齿中, 包括但不限于声学气蚀(例如, 气泡形成和破灭、微射流形成)、流体搅动、流体循环、声孔效应、声纳化学、等等。在一些治疗方法中, 将引导管 100 的远侧端部 104 浸没在治疗下的牙齿 10 中的流体中可以提高以上效应中的一些或全部的效力, 这可以导致根管腔 30 的有效清理。在一些治疗方法中, 喷嘴 64 可以向引导管 100 的远侧端部 104 布置, 从而喷嘴 64 的孔口 66 浸没在治疗下的牙齿中的流体中。在一些这样的实施例中, 从孔口 66 排出的液体射流在流体环境中而不是在空气环境中输送, 并且在一些情况下, 可以提供声波场, 该声波场可以大于从液体射流可得到的声波场, 该液体射流形成在空气环境中, 随后碰撞在牙齿中的流体。

[0115] 选择性地, 流动限制器 210 可布置在手柄 50 的远侧端部 58 处。在一些治疗方法中, 流动限制器 210 可用来禁止来自被治疗的牙齿的流体的回流。例如, 流动限制器 210 可以禁止流体回流到在牙齿 10 中的开口之外。流动限制器 210 可以是大致圆柱形的, 并且可以基本上围绕引导管 100。流动限制器 210 可以构造成用以在牙科治疗期间接触牙齿 10 的一部分。在一些情况下, 流动限制器 210 松弛地绕引导管 100 布置。流动限制器 210 可以在一些情况下可除去地连接到引导管 100 上。流动限制器 210 可被构造成用以与在治疗下的牙齿 30 的牙冠相符。流动限制器 210 可以帮助包含流体, 或者减少或禁止下述液体或流体的回流: 从引导管 100 的远侧端部 104 发出的液体(例如, 来自开口 120 的射流或喷射); 从流动管 200 输送到牙齿中的液体(如果使用的話); 在牙髓腔内的流体; 等等。流动限制器 210 可被构造成使得从开口 120 排出的射流或喷射(或来自像例如流动管 200 之类的其它源的液体)足以被保持在牙髓腔 26 内, 从而引导管 100 的远侧端部 104 可以被包含或浸没在流体中。引导管 100 的开口 120 可以被包含或浸没在牙齿 10 中的流体中。例如, 开口 120 的近侧端部 106 和远侧端部 108 都可以被包含在牙齿中的流体中, 例如对于下部牙齿 10, 开口 120 的近侧端部 106 和远侧端部 108 都可以被浸没在牙齿中的流体液位以下。在一些治疗方法中, 引导管 100 可以布置在牙齿空腔中, 从而只有开口 120 的一部分被包含在流体内(例如, 近侧端部 106 或远侧端部 108 之一被包含在流体中)。相信的是(尽管不是必须的), 利用流动限制器 219 的治疗方法可以增进在牙齿 30 中形成气蚀和压力波的机会。流动限制器 210 可被构造成使得从引导管 100 的开口 120 发出的液体基本上不受流动限制器 210 阻碍。例如, 流动限制器 210 的远侧表面不能延伸到或超越开口 120 的近侧端部 106。在一

些治疗方法中,将流动限制器 210 施加到牙齿 10 上,并且然后将手柄 50 操纵到在牙齿 10 附近的位置中。

[0116] 在一些治疗方法中,流动限制器 210 可以(但并非必须)将通往牙齿 10 中的空腔的开口基本上密封,使得空腔基本上不透水。例如,在一些治疗方法中,流动限制器 210 禁止流体回流到空腔之外,但并非必须防止来自牙齿 10 的全部流体流出(outflow)。例如,在一些治疗方法中,一个或更多个开口可以形成在牙齿中(例如经钻削),以允许某些流体流出在牙齿 10 中的空腔,并且流动限制器 210 可用来减少或防止流体流出到其它开口(一个或更多个)(例如,牙冠接近开口)之外。

[0117] 在一些实施例中,流动限制器 210 由一种材料形成,这种材料不受化学制品或冲洗溶液(像例如在根管过程期间使用的次氯酸钠)的不利影响。流动限制器 210 可以包括任何适当多孔和/或吸收材料(一种或更多种),像例如海绵。例如,流动限制器 210 可以包括多孔材料(例如,弹性体、塑料、橡胶、纤维素、织物、泡沫、等等),该多孔材料可以至少部分地吸收液体。流动限制器材料可以是可变形的,并且可以能够对于牙齿表面的轮廓变形。在一些实施例中,流动限制器 210 可以包括一种材料,这种材料具有在从约 1 至约 1000kg/m<sup>3</sup>的范围中、或在约 10 至约 100kg/m<sup>3</sup>的范围中的密度。流动限制器 210 可以具有在从约 1kPa 至约 3000kPa 范围中或在约 50kPa 至约 400kPa 范围中的抗拉强度。流动限制器 210 可以具有在约 5% 至 800% 的范围中或在约 50% 至 220% 的范围中的极限伸长。在一些实施例中,流动限制器 210 包括蜂窝式单元(cells),并且可以具有在约 1 至约 250/cm 的范围中或在从约 10 至约 40/cm 的范围中的可见的蜂窝式单元计数。对于泡沫使用的材料可以包括酯或另一种类型的泡沫。

[0118] 尽管在一些图中示意描绘的牙齿 10 是磨牙,但可以对于任何类型的牙齿(如切牙、犬牙、双尖牙、或磨牙)执行各个过程。而且,公开的设备和方法能够处置根管腔,这些根管腔具有宽范围的形态,包括高度弯曲根管腔。此外,公开的设备和方法可以应用于人类牙齿(包括乳牙)和/或动物牙齿上。

[0119] 贯穿本说明书对于“一些实施例”或“实施例”的参考是指,联系实施例描述的具体特征、结构、元素、动作、或特性包括在至少一个实施例中。因而,短语“在一些实施例中”或“在实施例中”在贯穿本说明书的各个地方的出现不必全部都参考同一实施例,并且可以参考相同或不同实施例的一个或更多个。此外,具体特征、结构、元素、动作、或特性按任何适当方式,如对于本领域的技术人员由本公开显然的那样,可以组合在一个或更多个实施例中。而且,在各个实施例中,特征、结构、元素、动作、或特性可组合、合并、重新排列、重新排序、或完全省去。因而,对于每个实施例,没有任何单个特征、结构、元素、动作、或特性或特征、结构、元素、动作、或特性组是必要的或要求的。全部可能组合和子组合应落在本公开的范围之内。

[0120] 如在本申请中使用的术语“包括(comprising)”、“包括(including)”、“具有”等是同义的,并且兼容地按开放端方式使用,并且不排除另外的元素、特征、动作、操作、等等。而且,术语“或”按其兼容意义(并且不是按其排除意义)使用,从而当例如为了联系元素清单使用时,术语“或”是指,在清单中的元素的一个、一些、或全部。

[0121] 类似地,应该认识到,在实施例的以上描述中,各个特征在单个实施例、图、或其描述中,为了精简公开和帮助各个发明方面的一个或更多个的理解的目的,有时可一起编成

组。然而,这种公开方法不要解释成反映如下意图:任何权利要求需要比在该权利要求中书面讲述的特征更多的特征。而且,发明的各个方面位于比任何单个以上公开实施例的全部特征少的组合中。

[0122] 以上描述陈述这里公开的发明的各个示范实施例和其它说明性但非限制性实施例。描述提供关于公开发明的组合、模式、及使用的细节。实施例的公开特征和方面的其它变化、组合、修改、等效、模式、使用、实施、及 / 或应用也在本公开的范围,包括对于本领域的技术人员在阅读本说明书时成为显然的那些。另外,这里描述本发明的一些目的和优点。要理解,在任何具体实施例中可以无需实现全部这样的目的或优点。因而,例如,本领域的技术人员将认识到,可以实施或实现本发明,以便实现或优化这里讲授的一个优点或一组优点,而无需实现这里可能讲授或建议的其它目的或优点的方式。而且,在这里公开的任何方法或过程中,组成方法或过程的动作或操作可以按任何适当顺序进行,并且并非限于任何具体公开顺序。

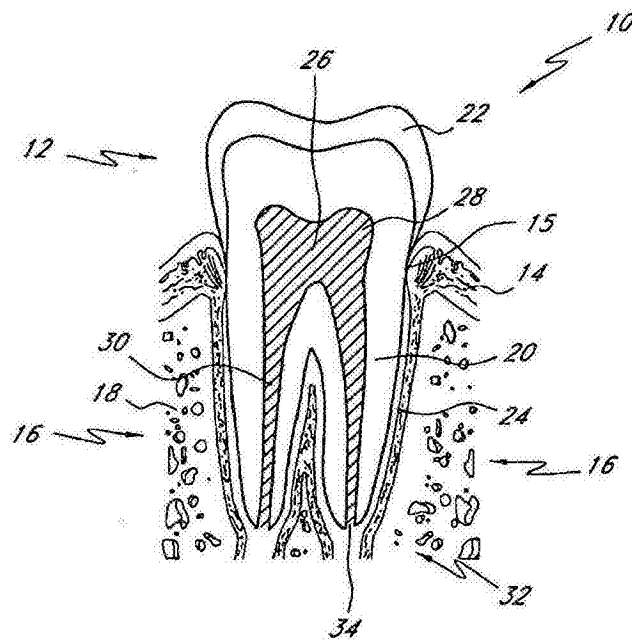


图 1

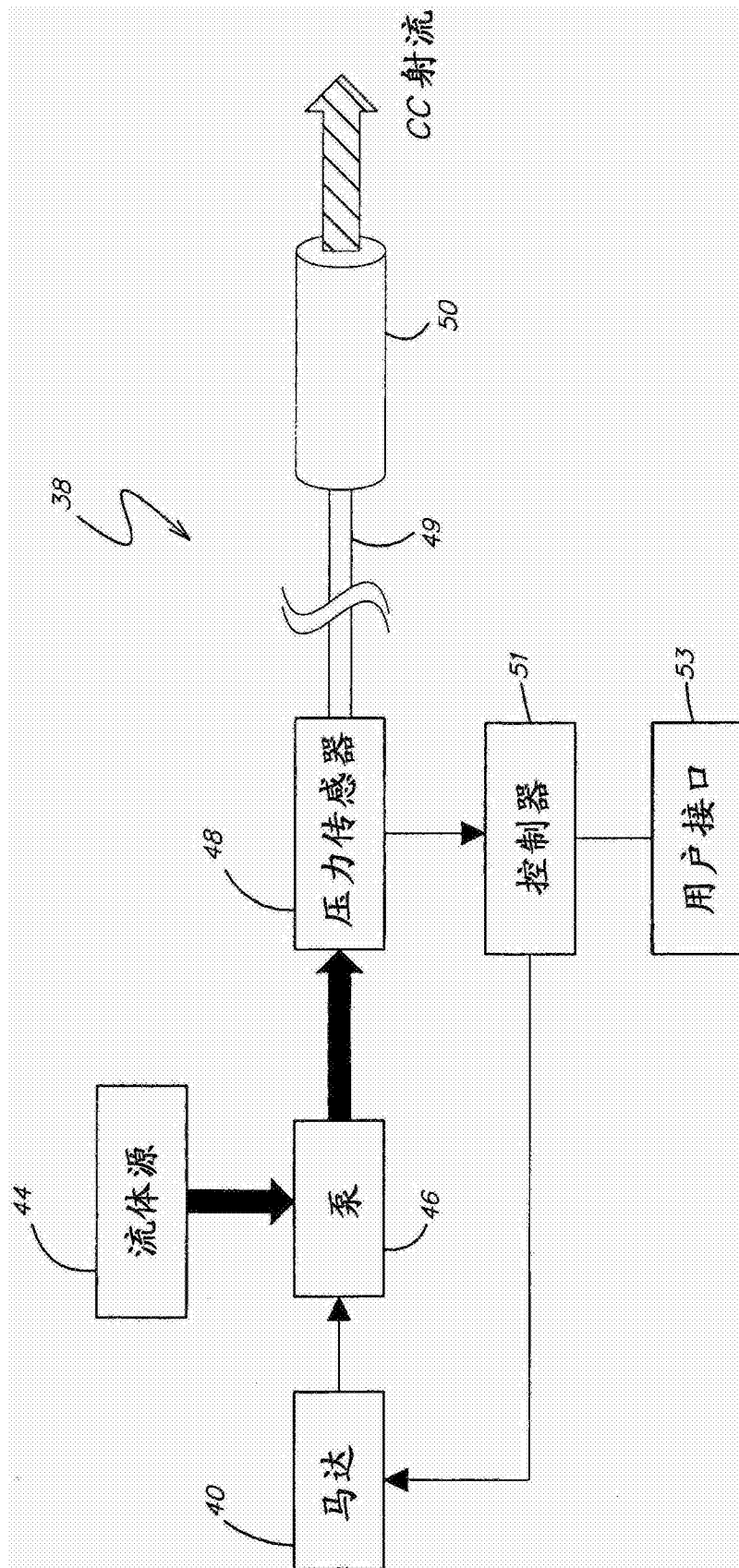


图 2

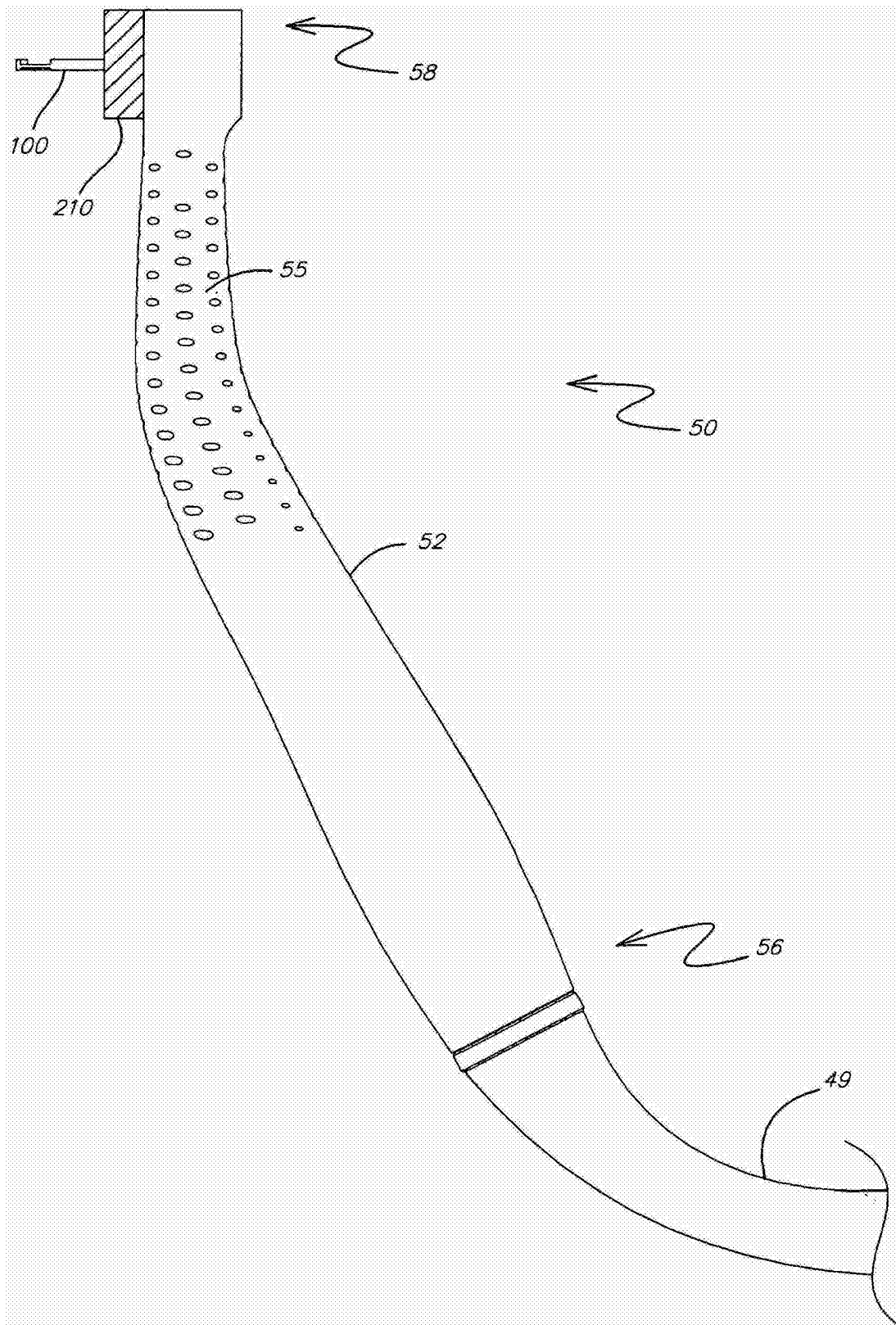


图 3

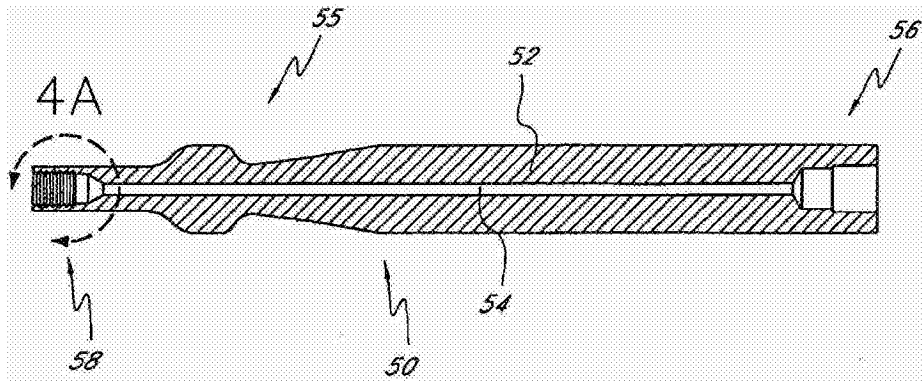


图 4

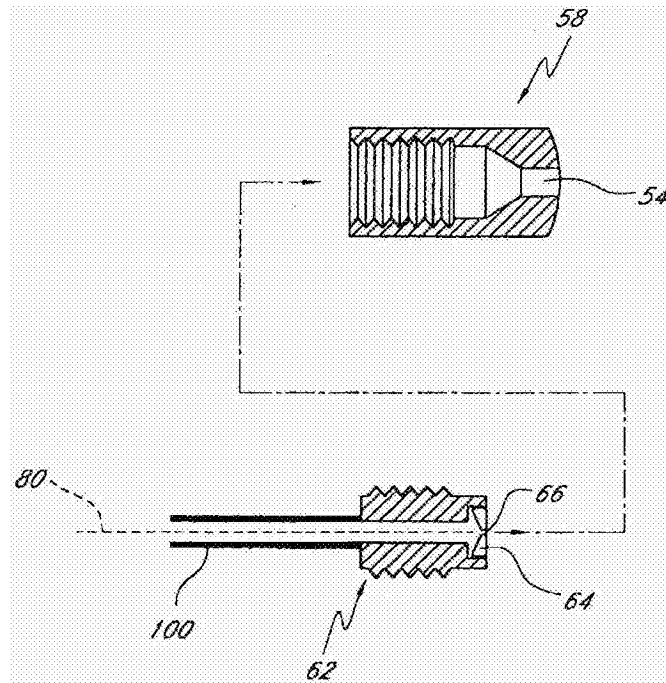


图 4A

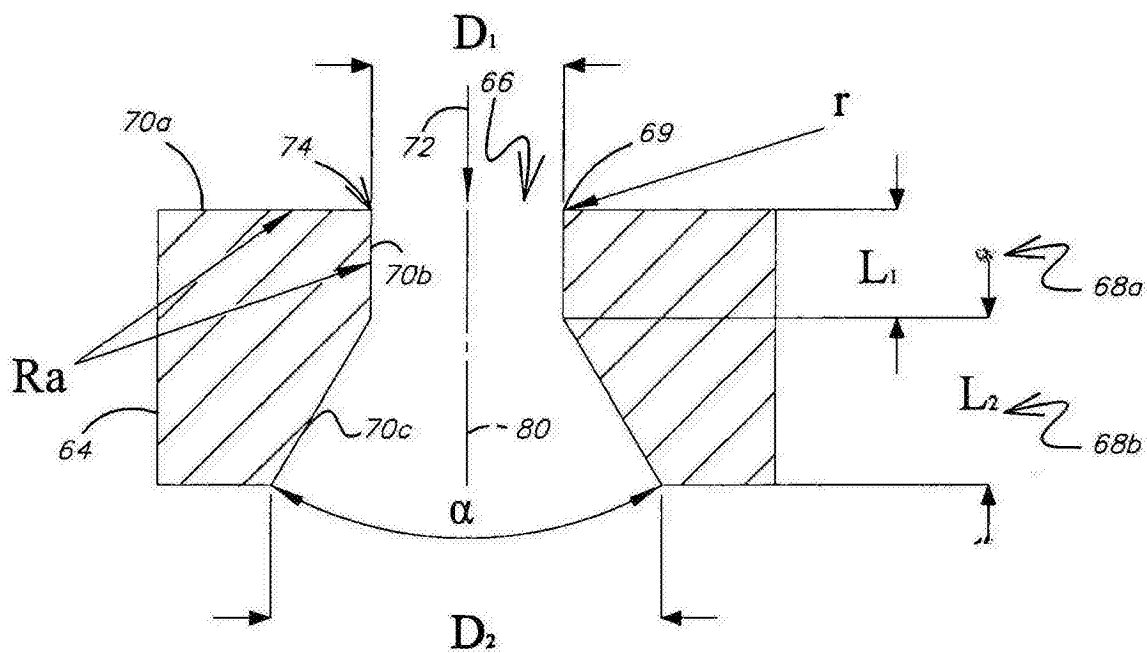


图 5A

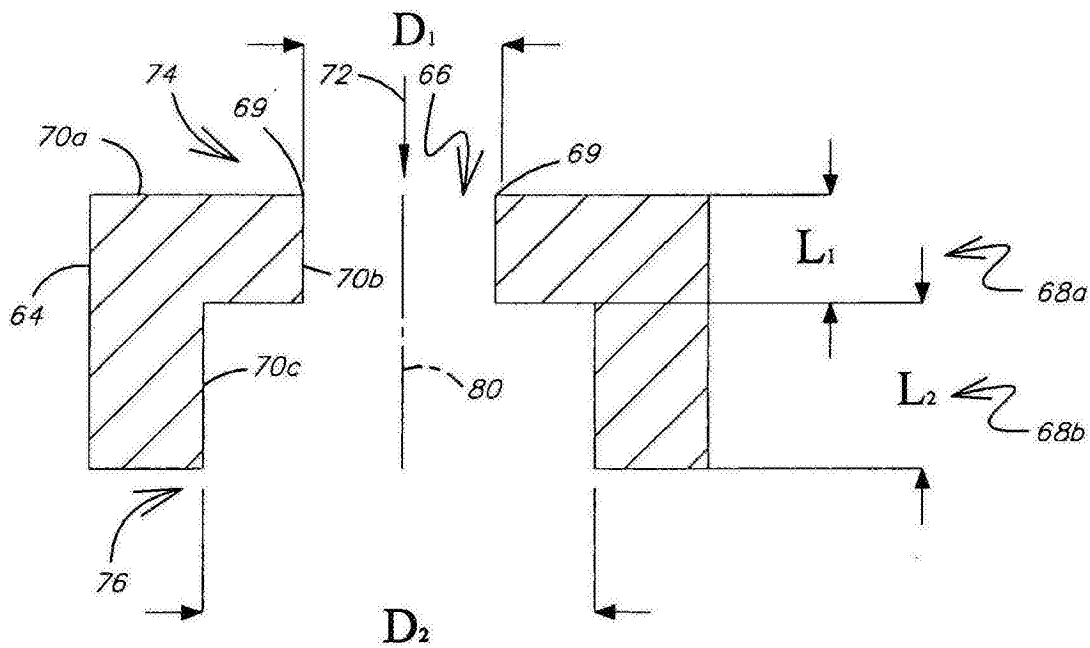


图 5B

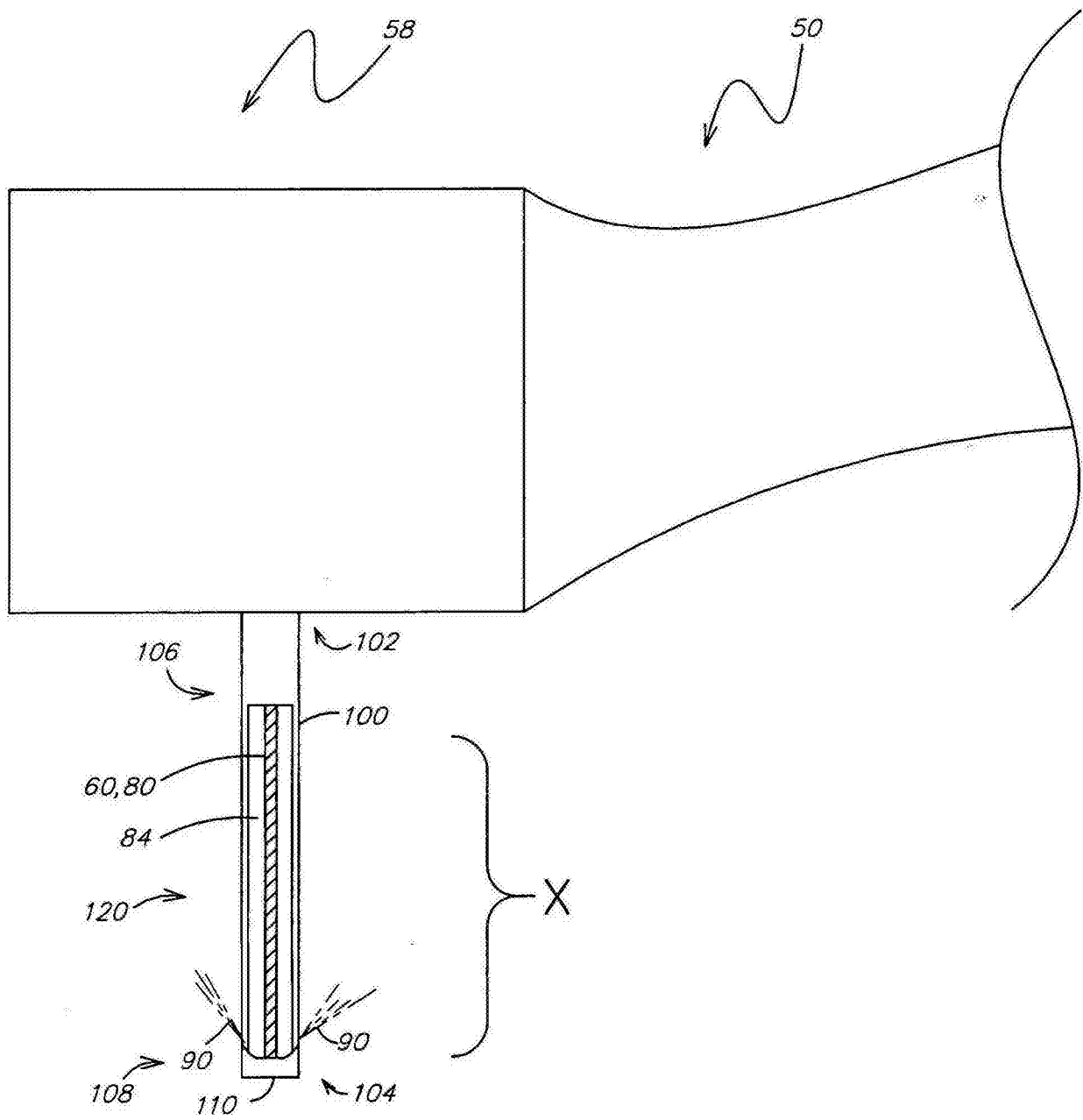


图 6

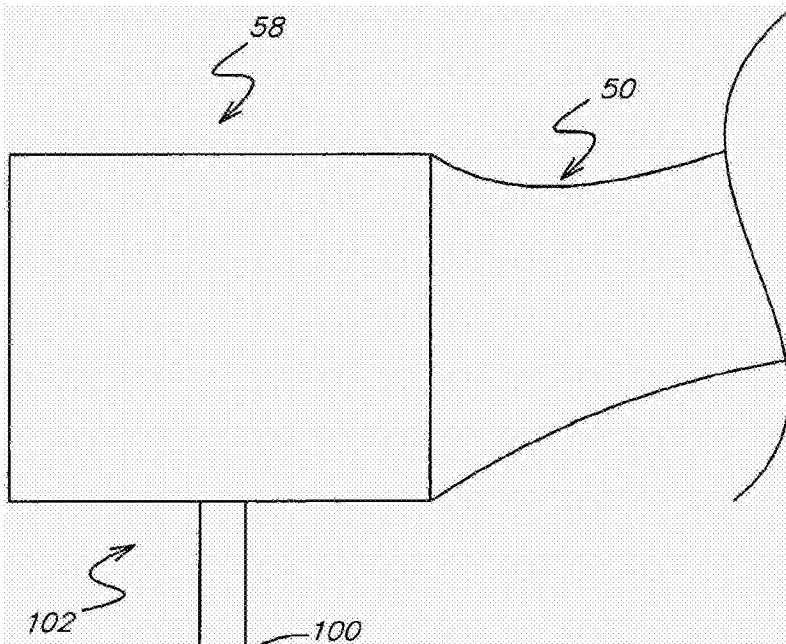


图7A

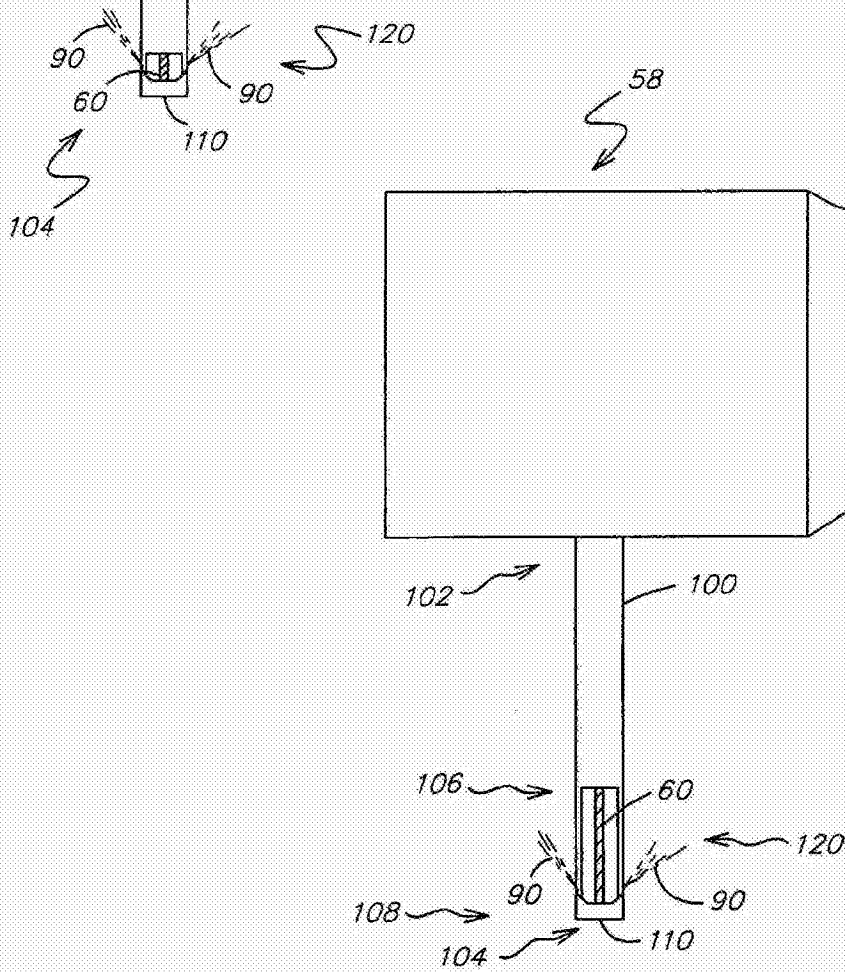


图7B

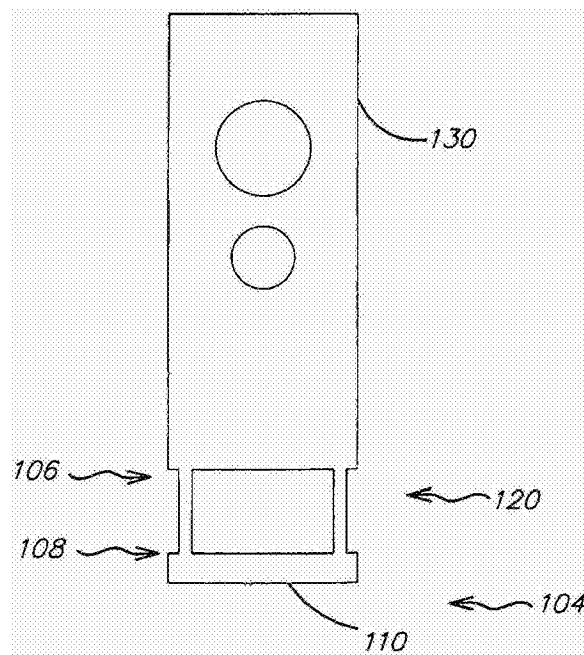
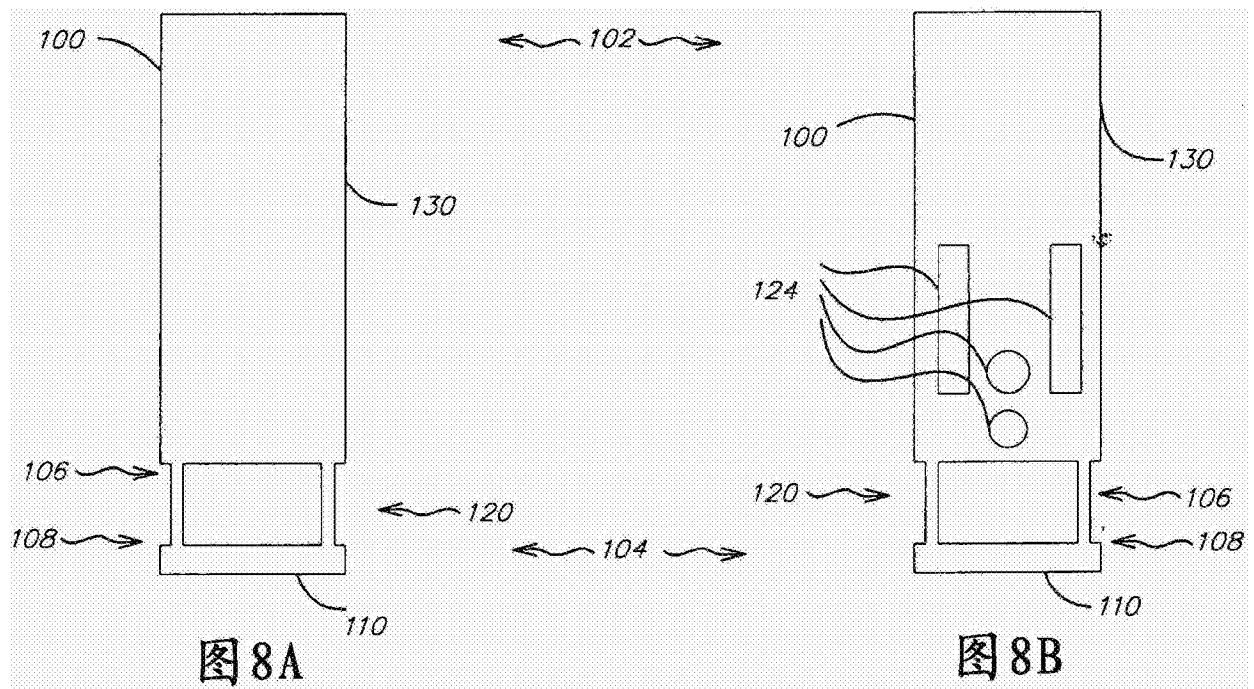
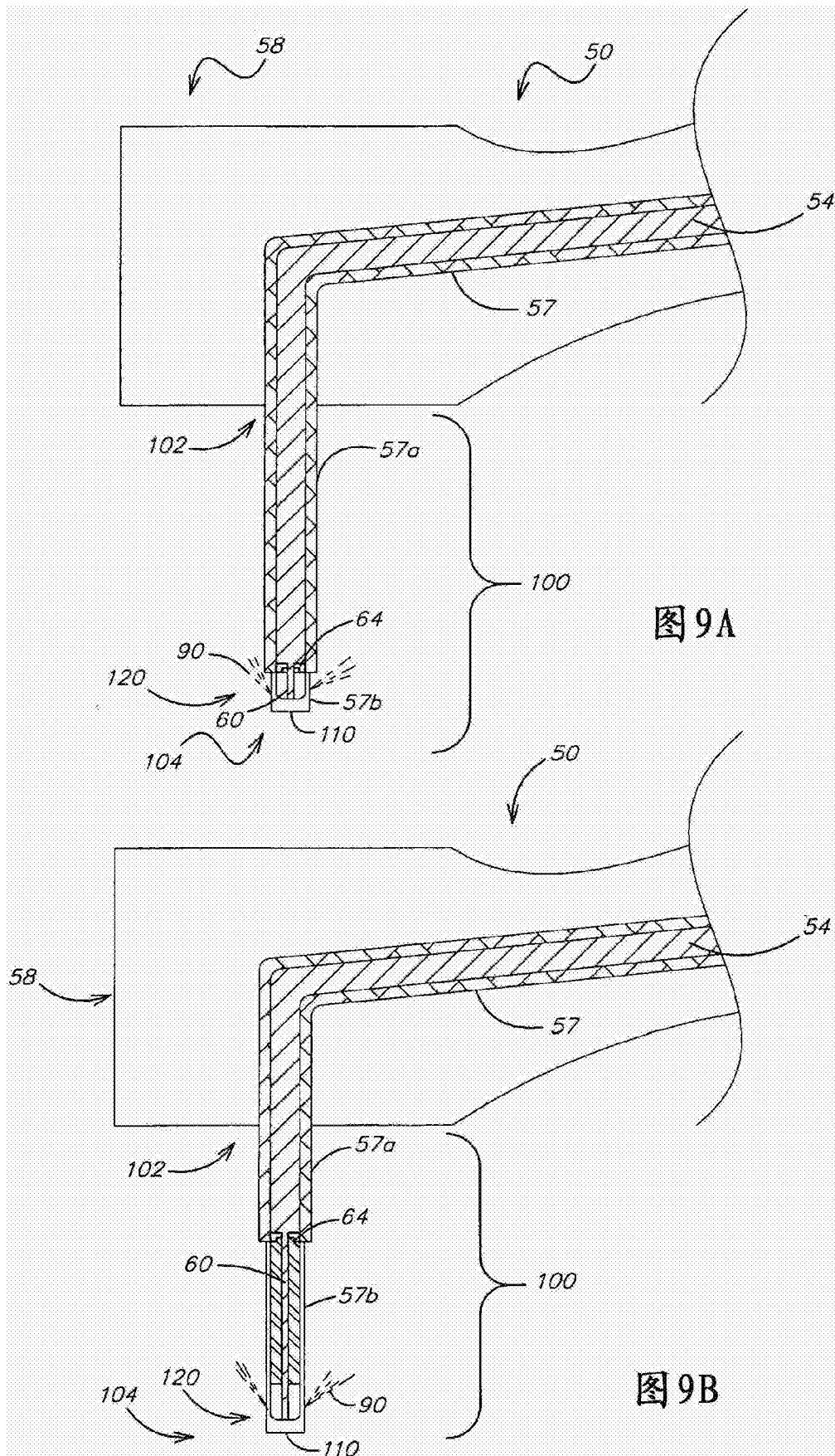


图 8C



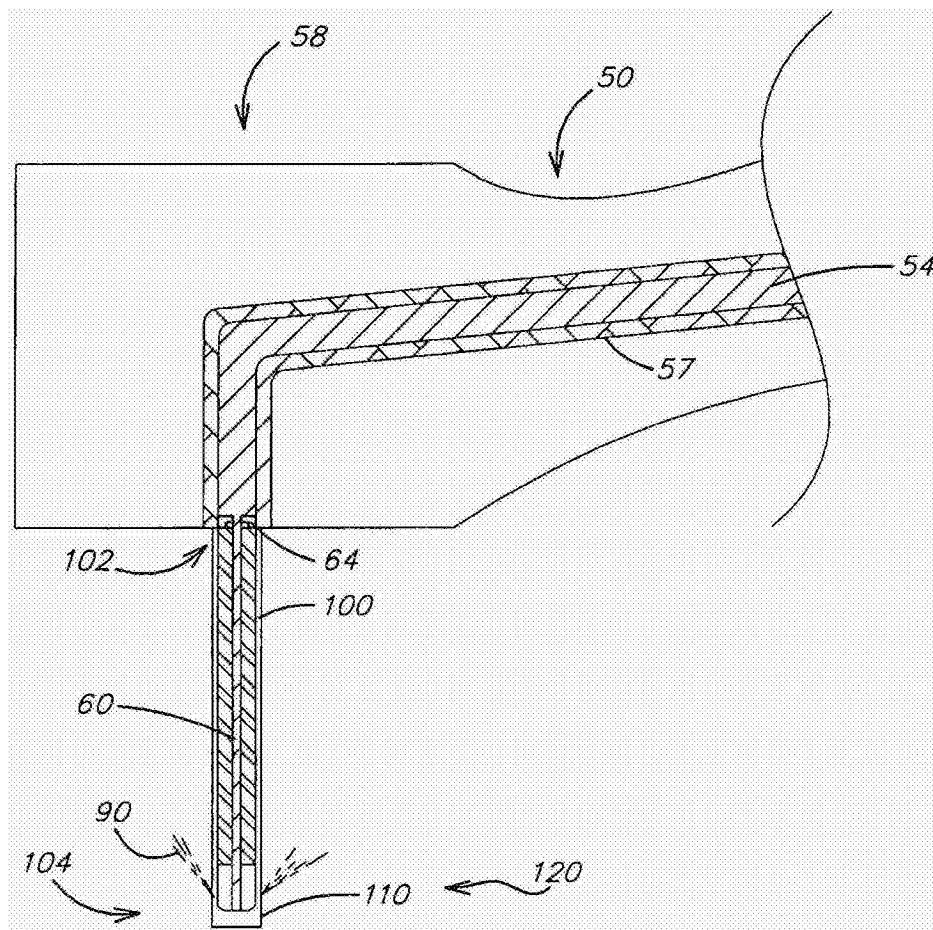


图 9C



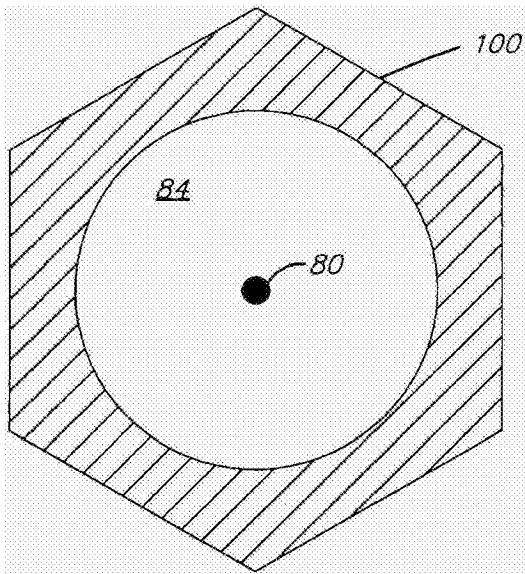


图 10C

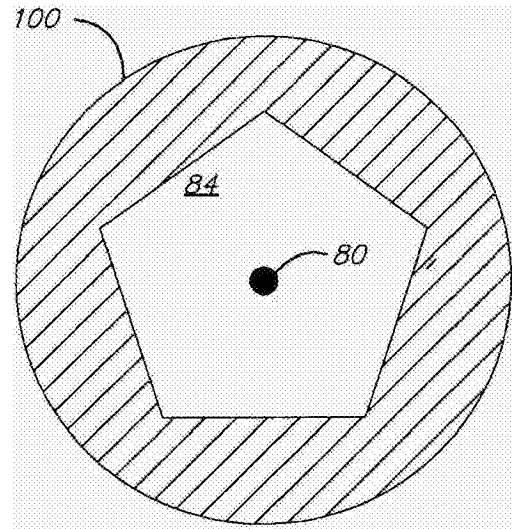


图 10D

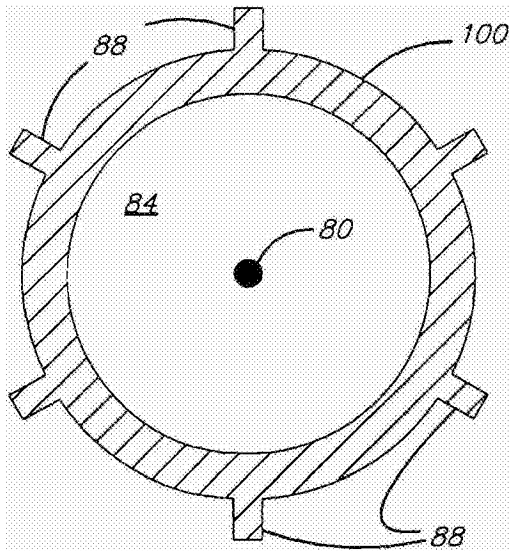


图 10E

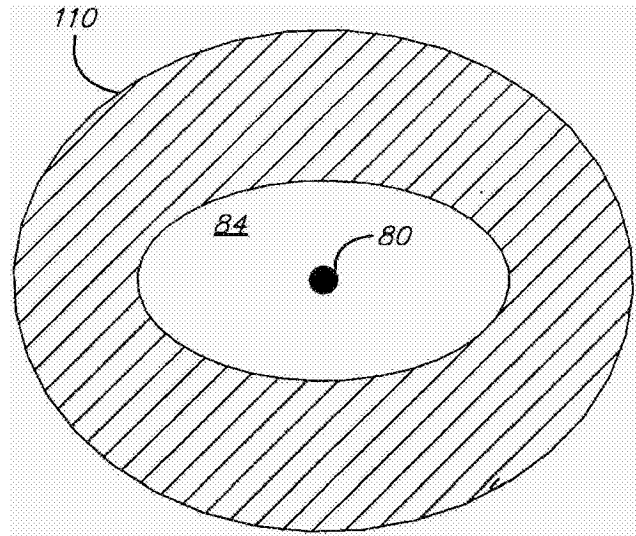


图 10F

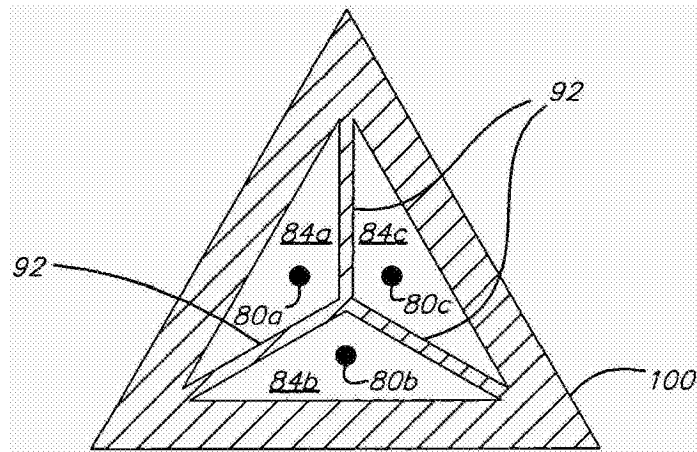


图 11A

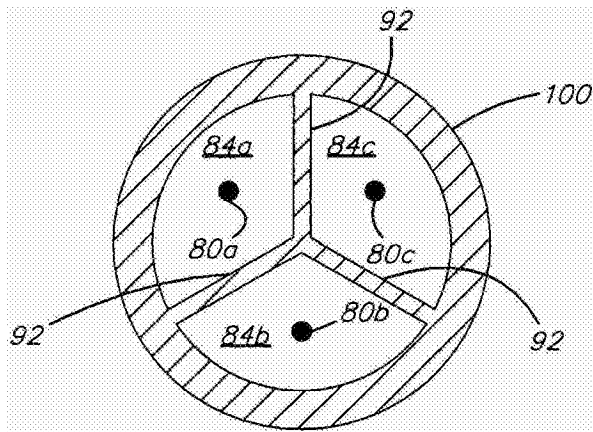


图 11B

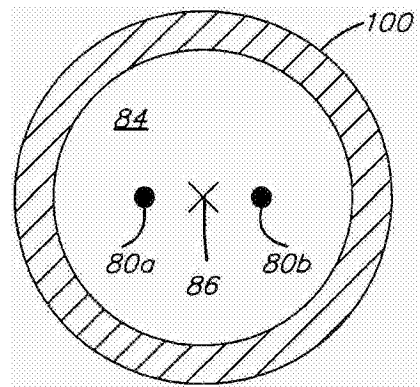


图 11C

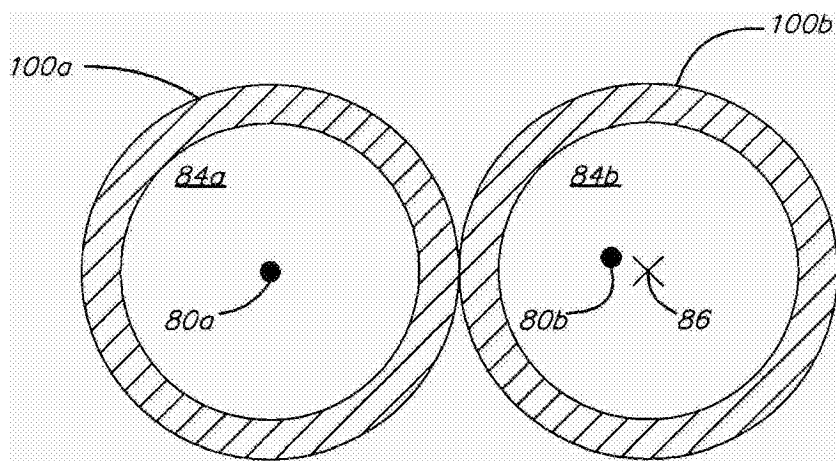


图 11D

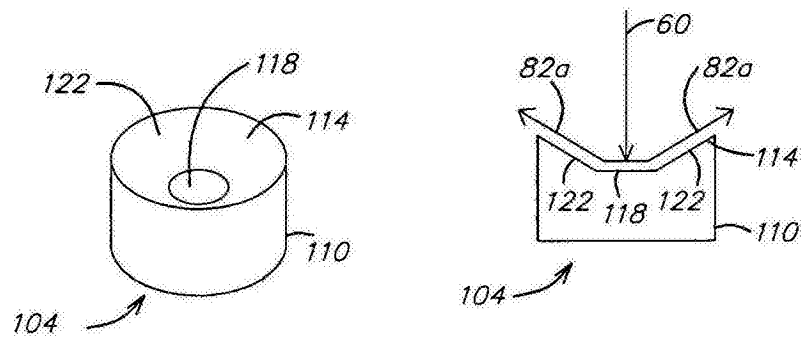


图 12A

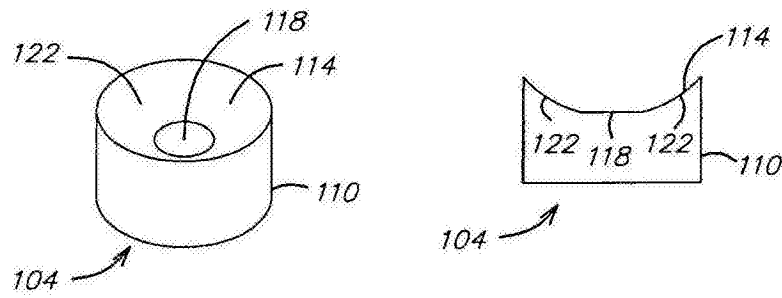


图 12B

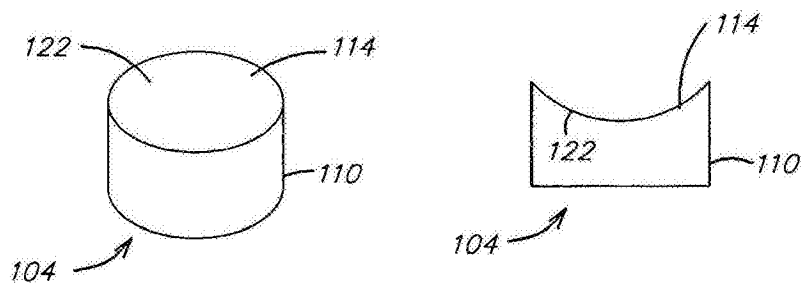


图 12C

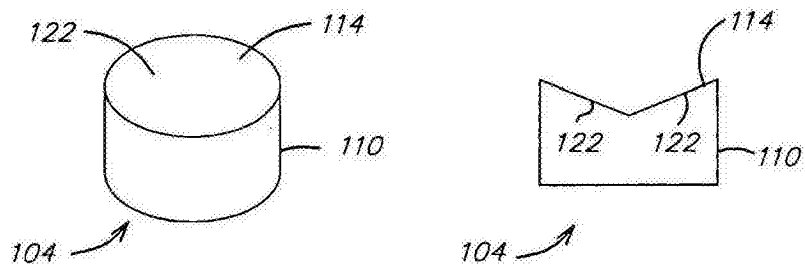


图 12D

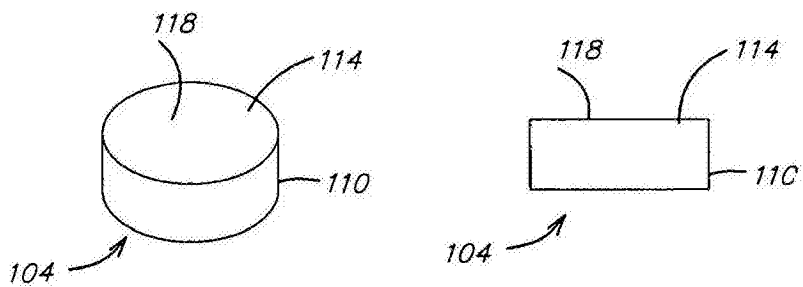
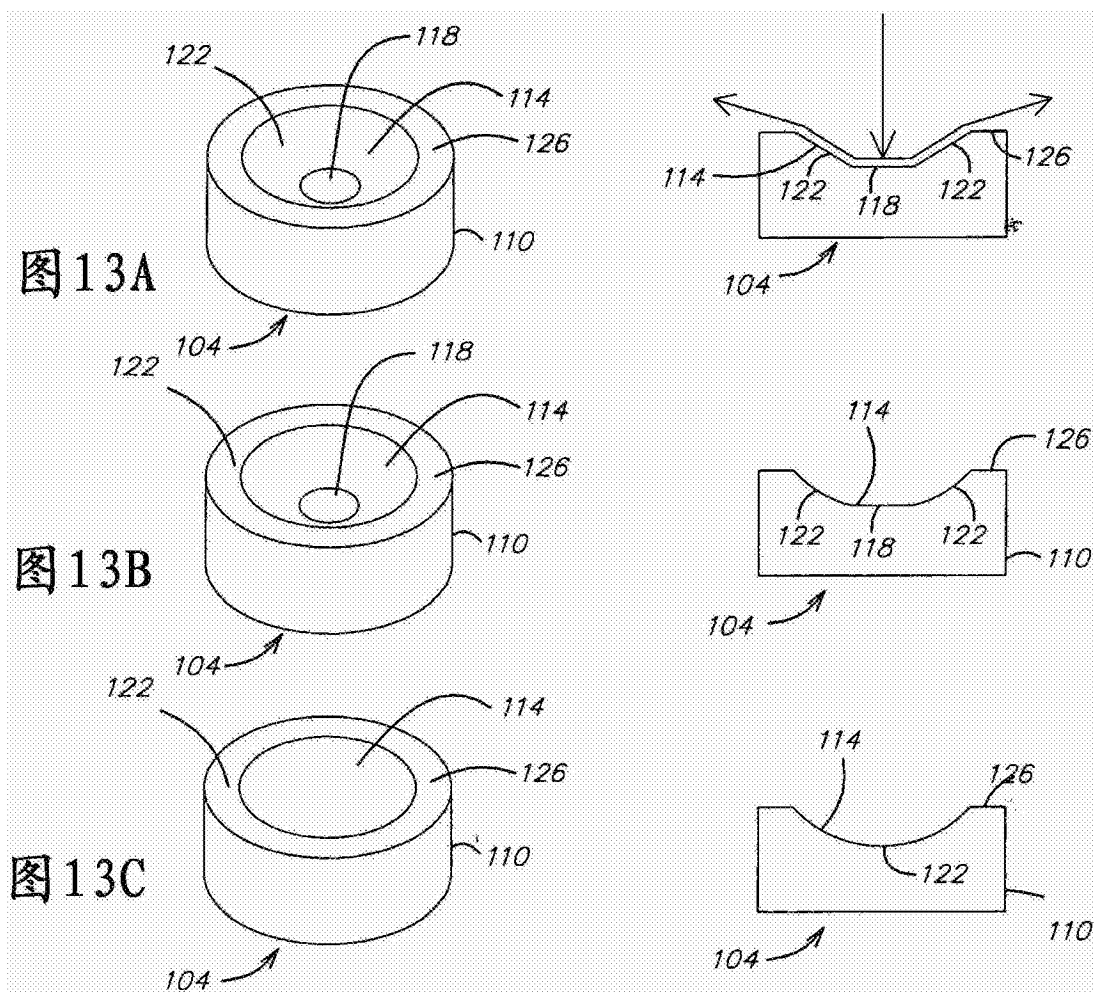


图 12E



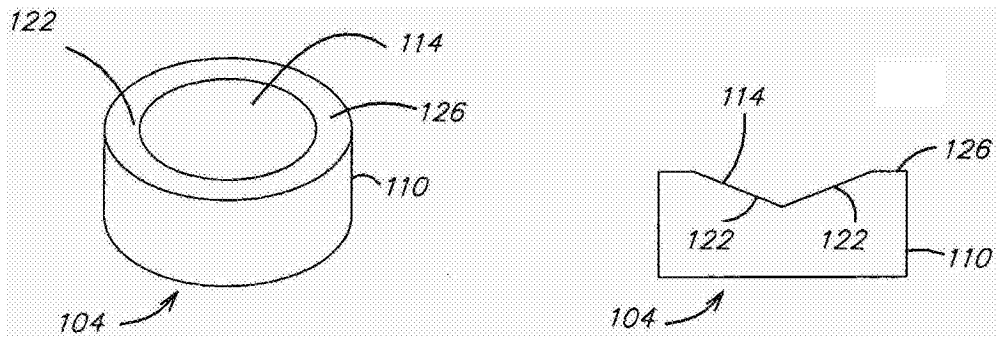


图 13D

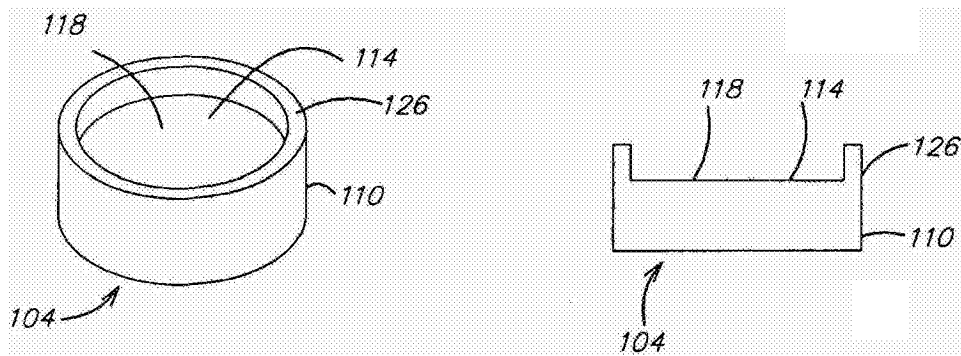


图 13E

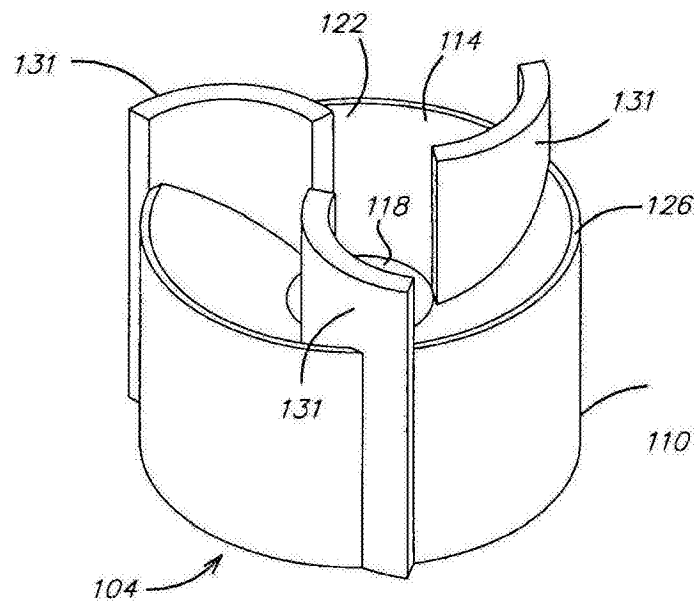


图 14A

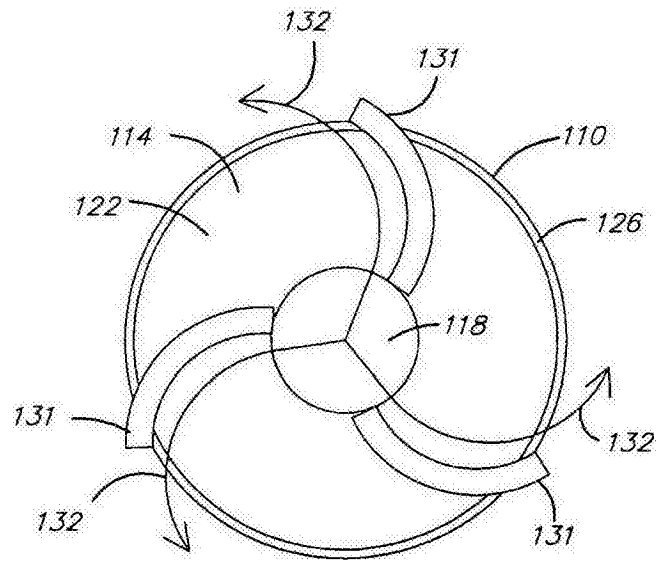


图 14B

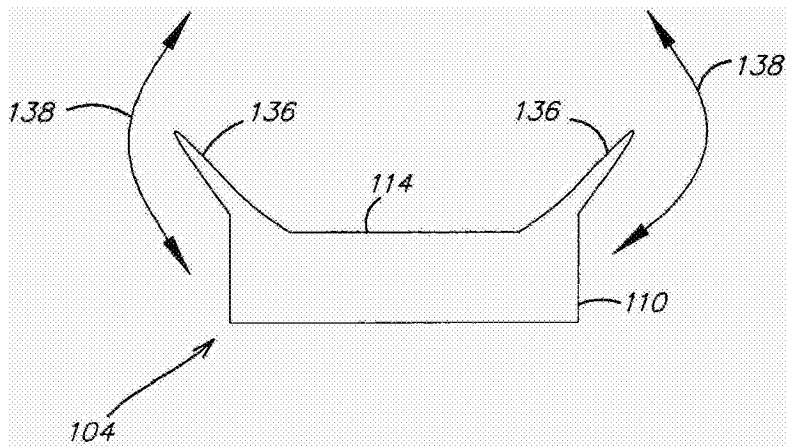


图 15A

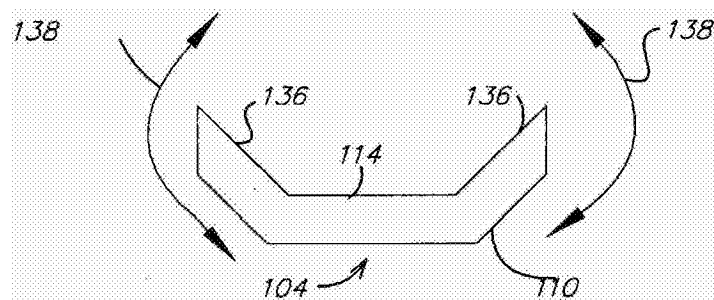


图 15B

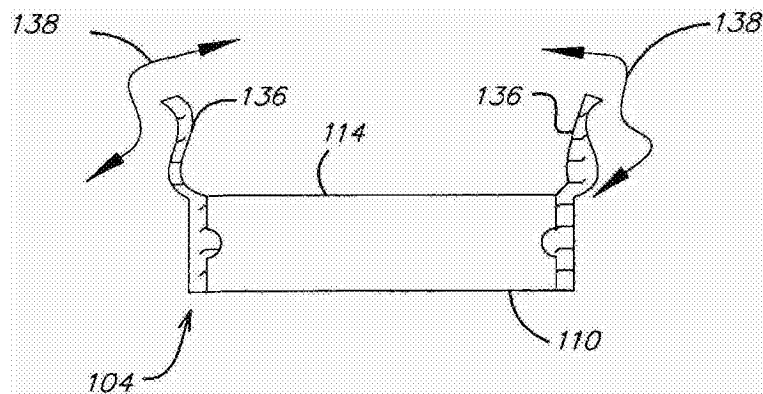


图 15C

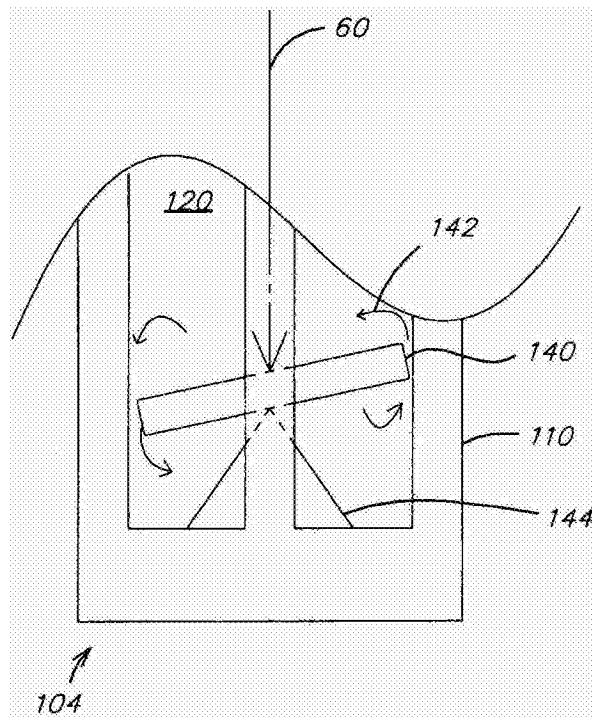


图 16A

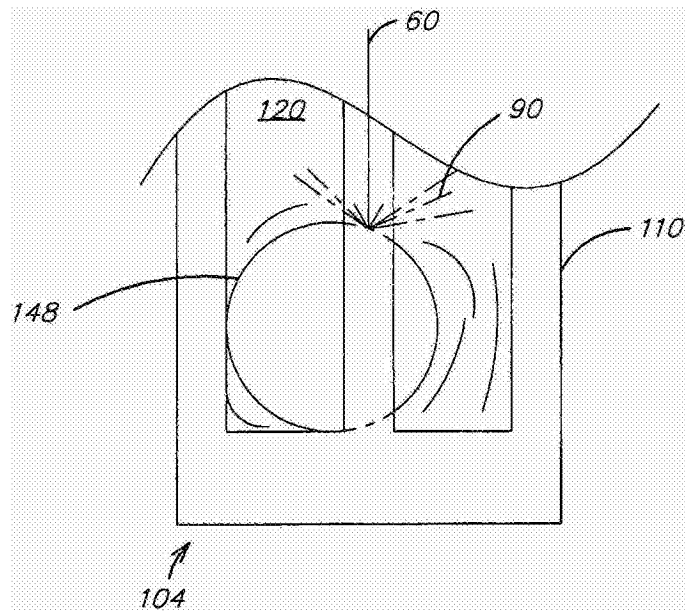


图 16B

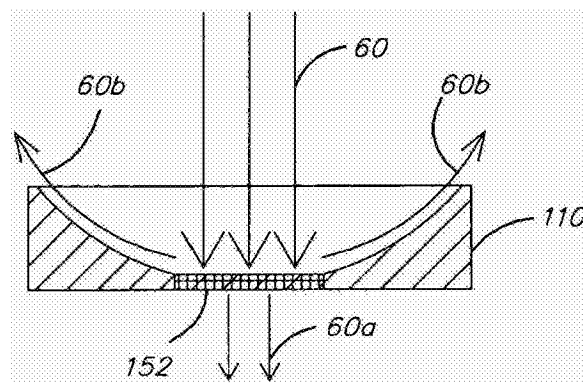


图 17A

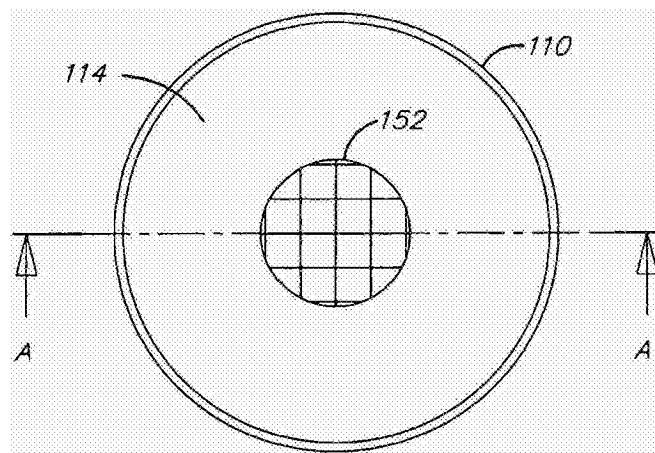


图 17B

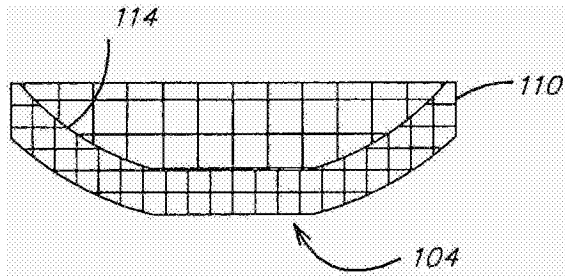


图 17C

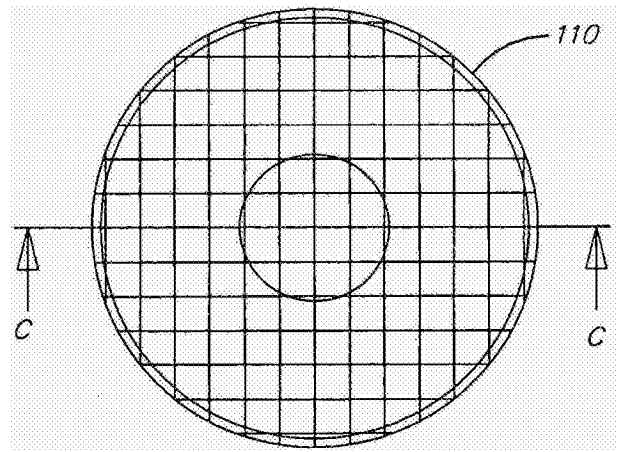


图 17D

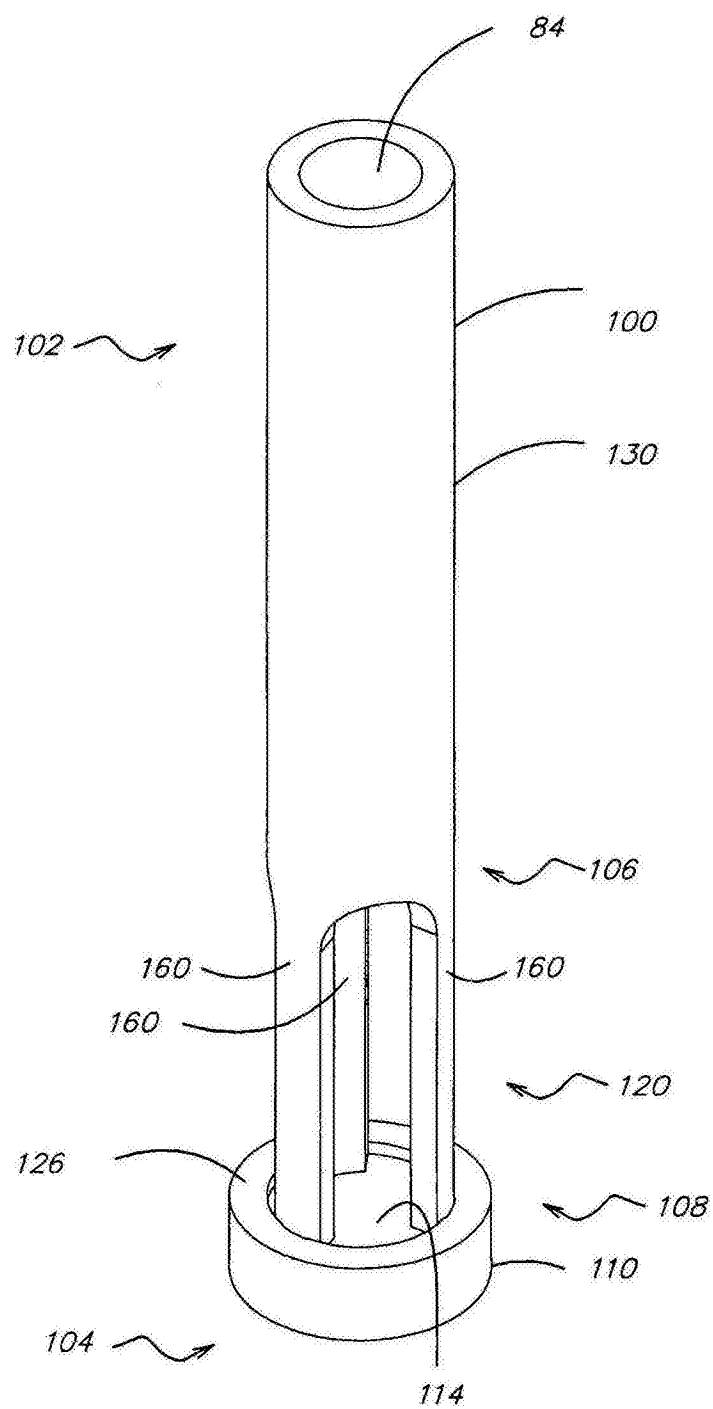
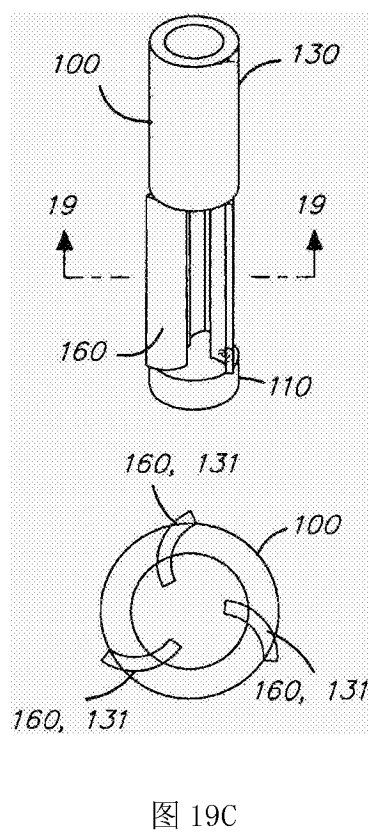
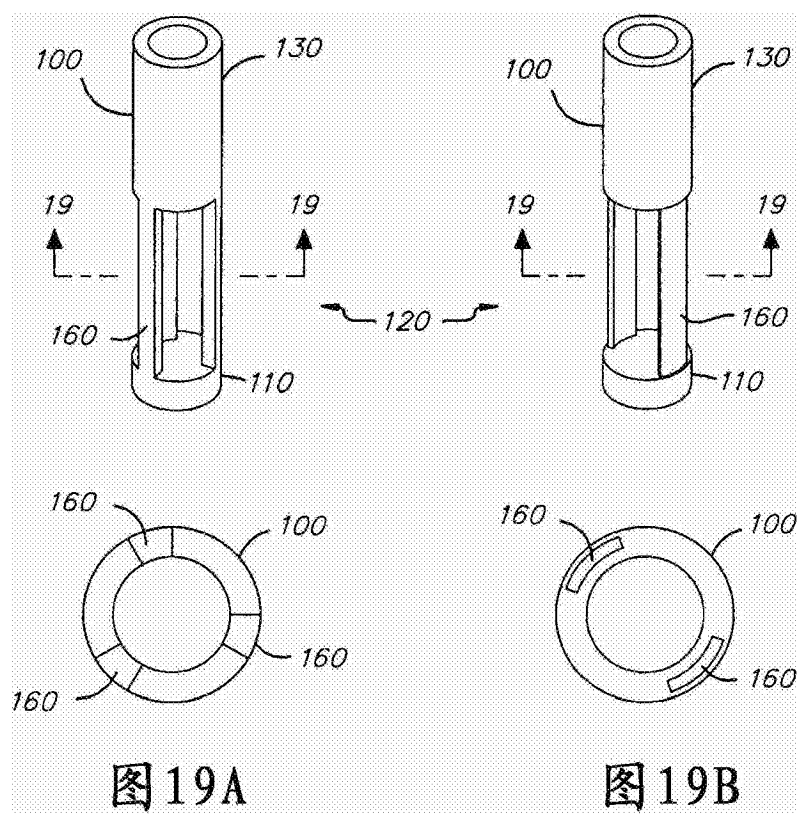
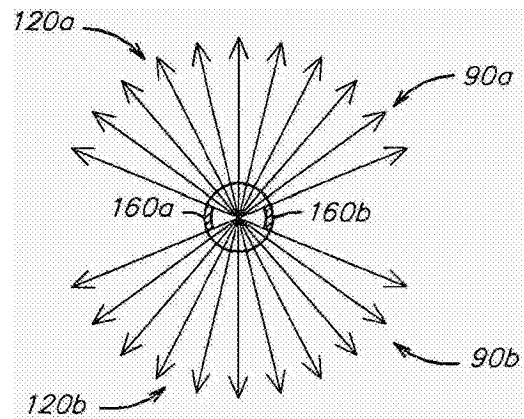
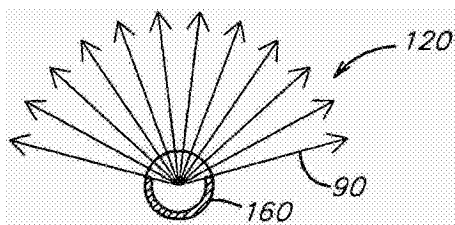
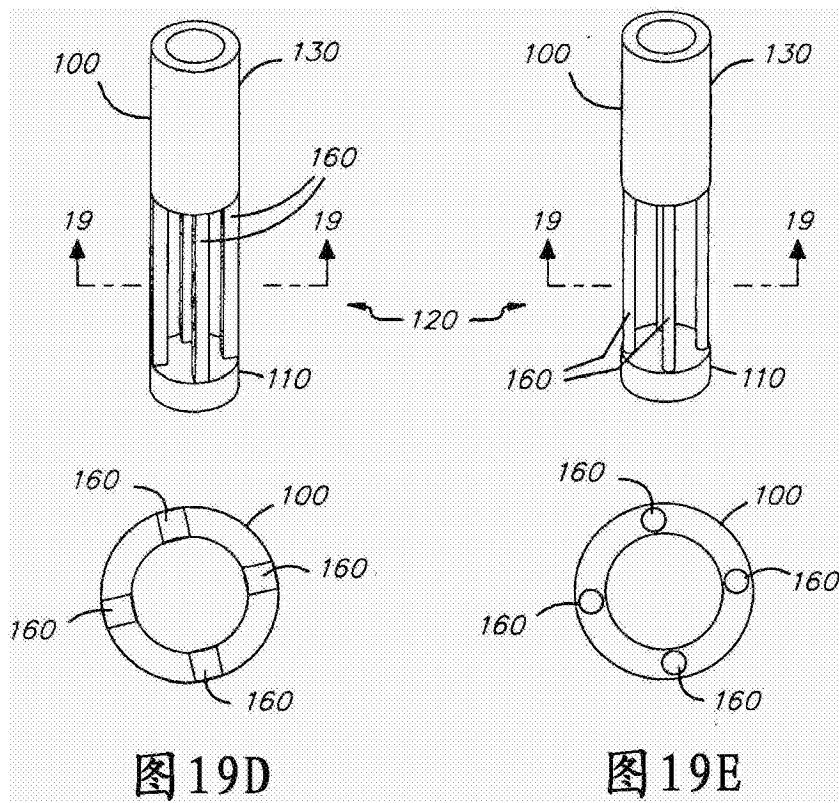


图 18





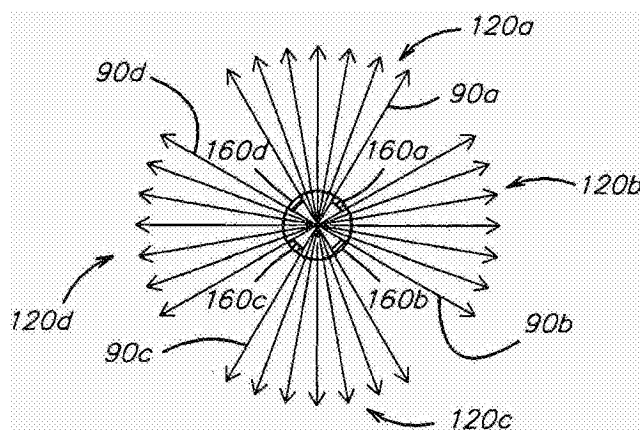
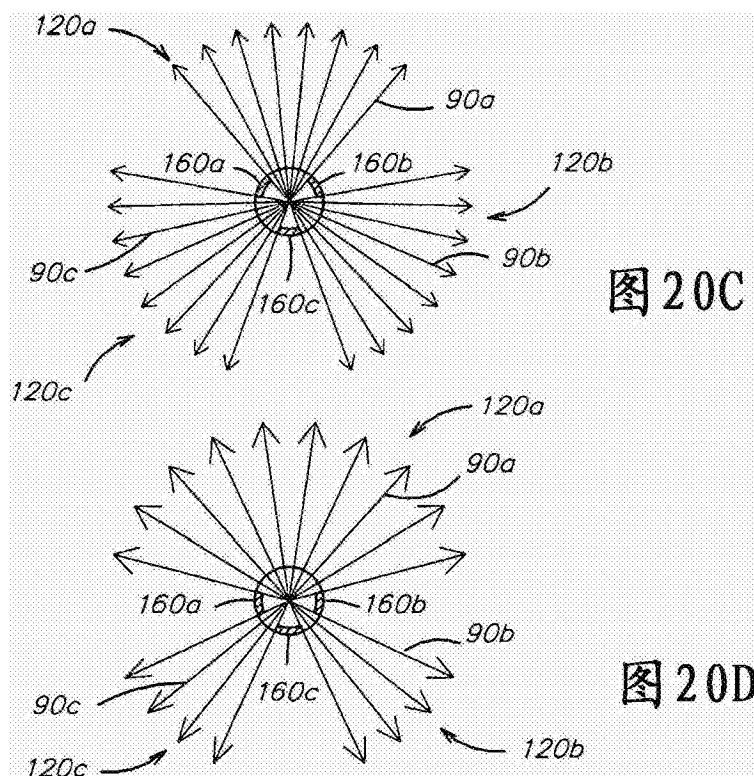


图 20E

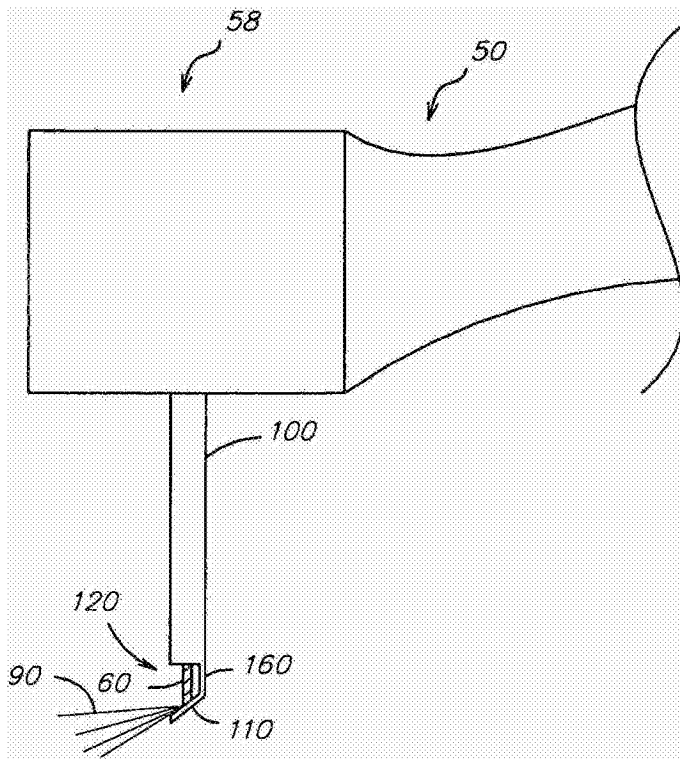


图 21A

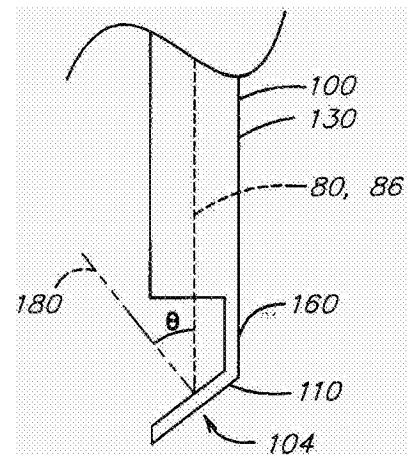


图 21B

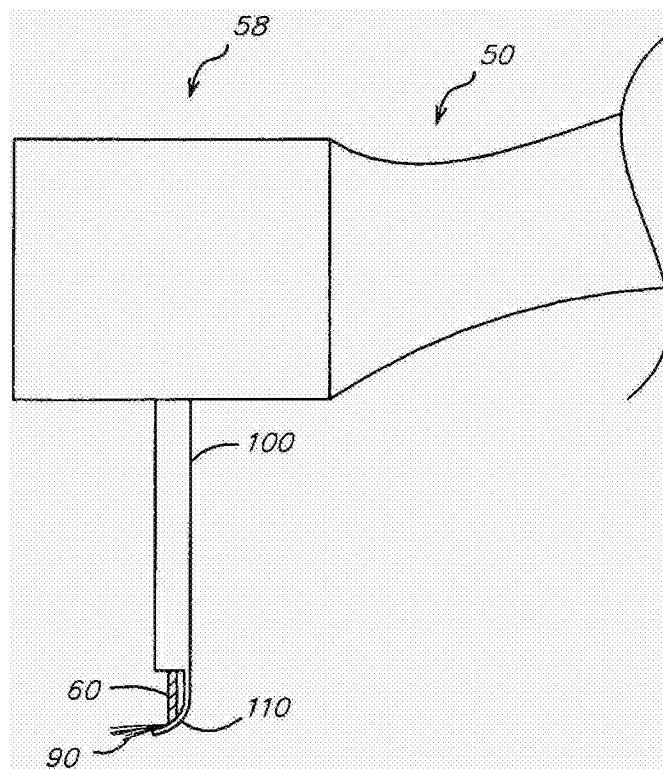
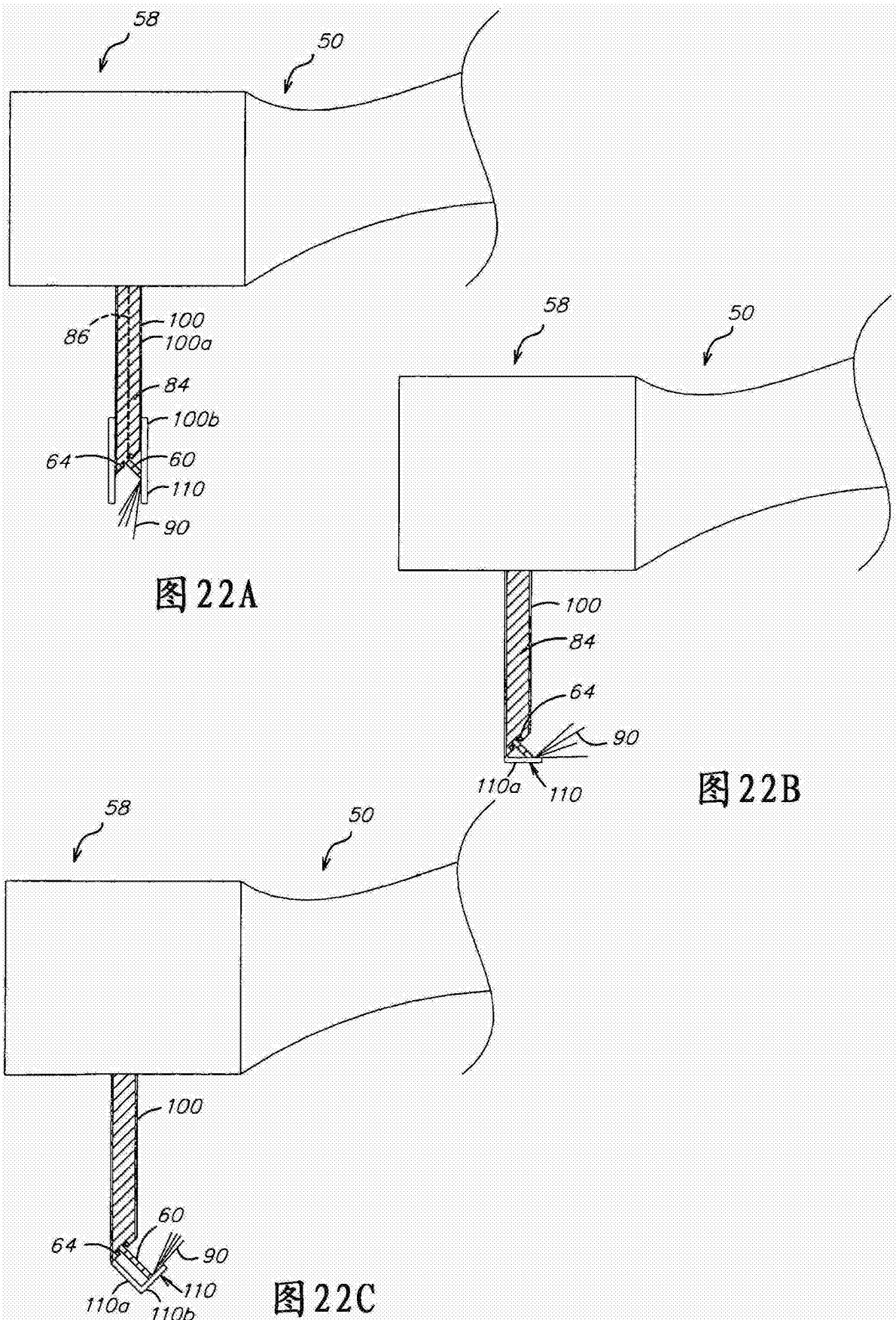


图 21C



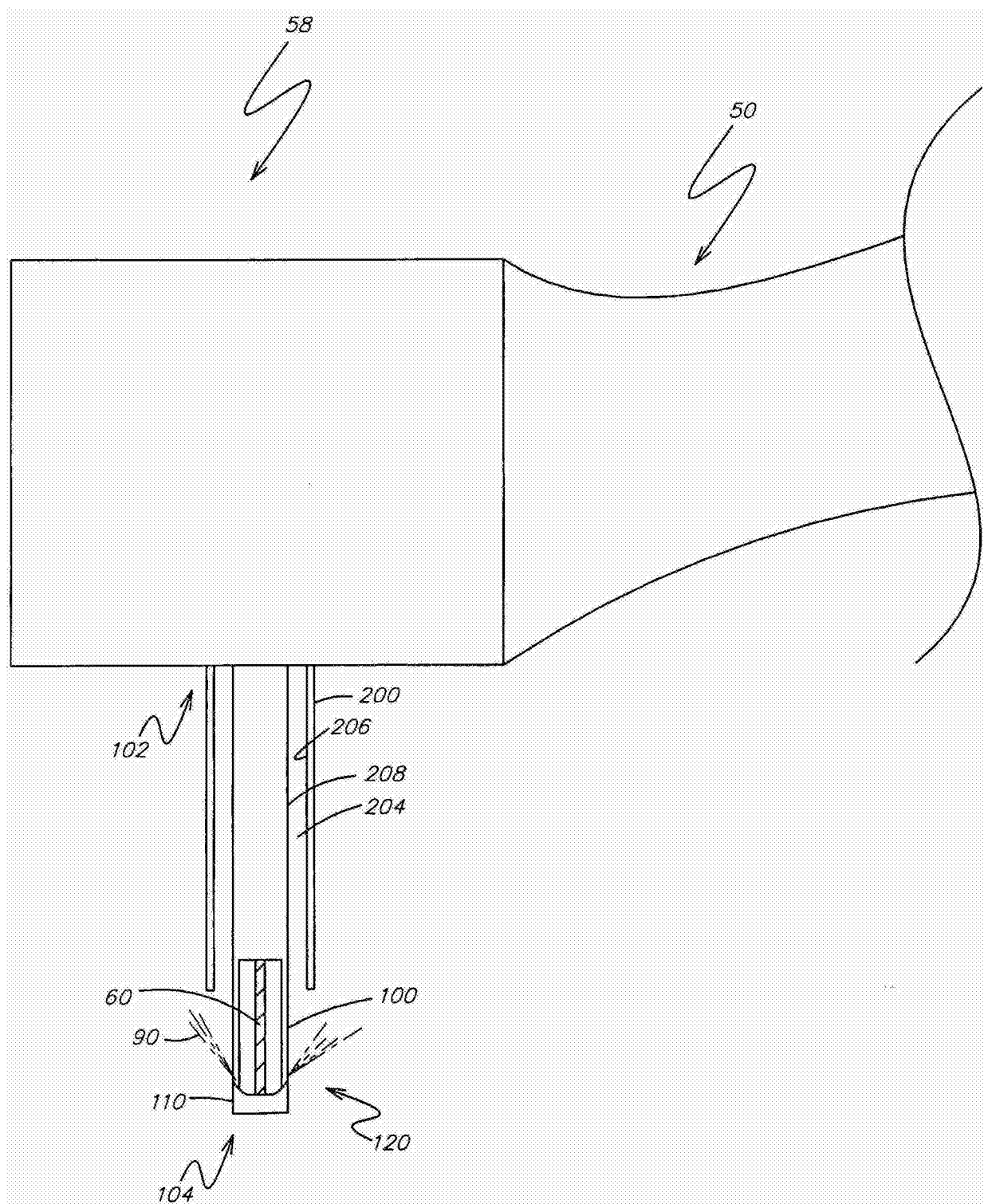


图 23

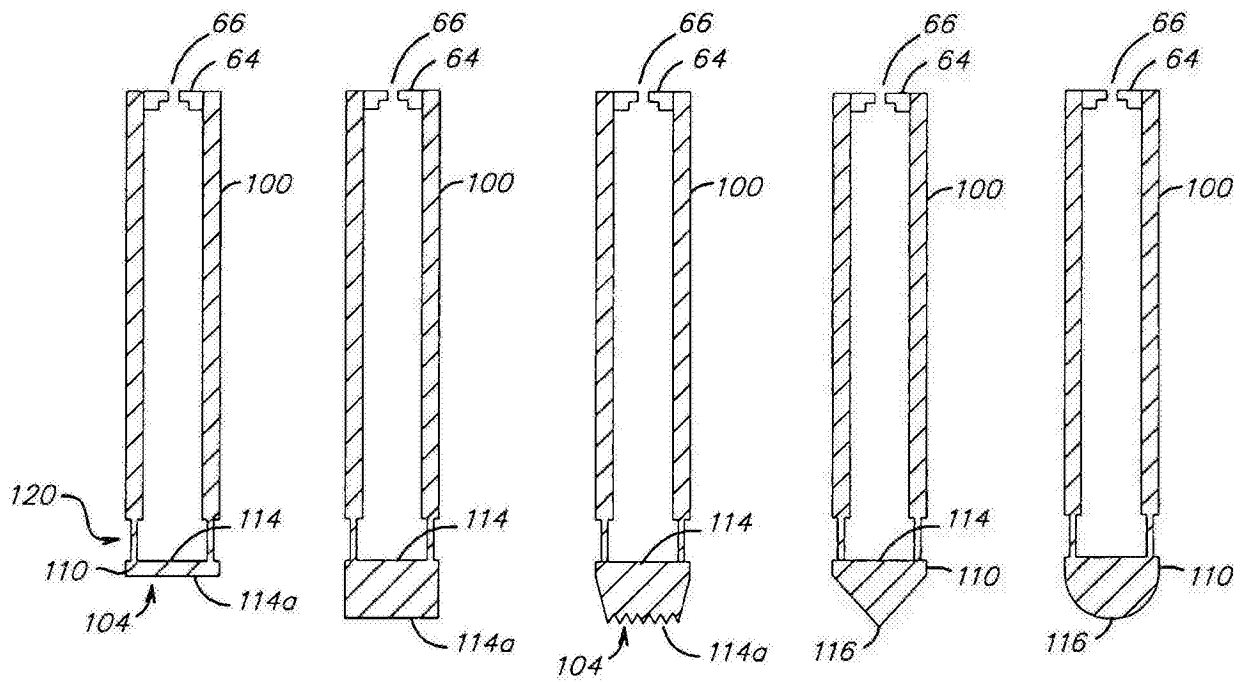


图 24A

图 24B

图 24C

图 24D

图 24E

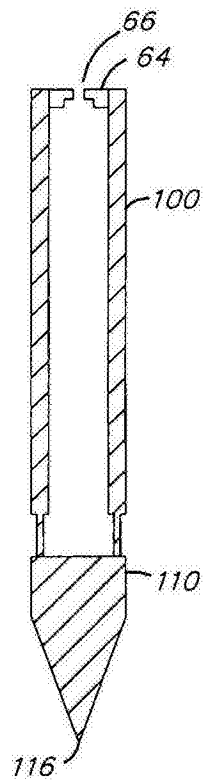


图 24F

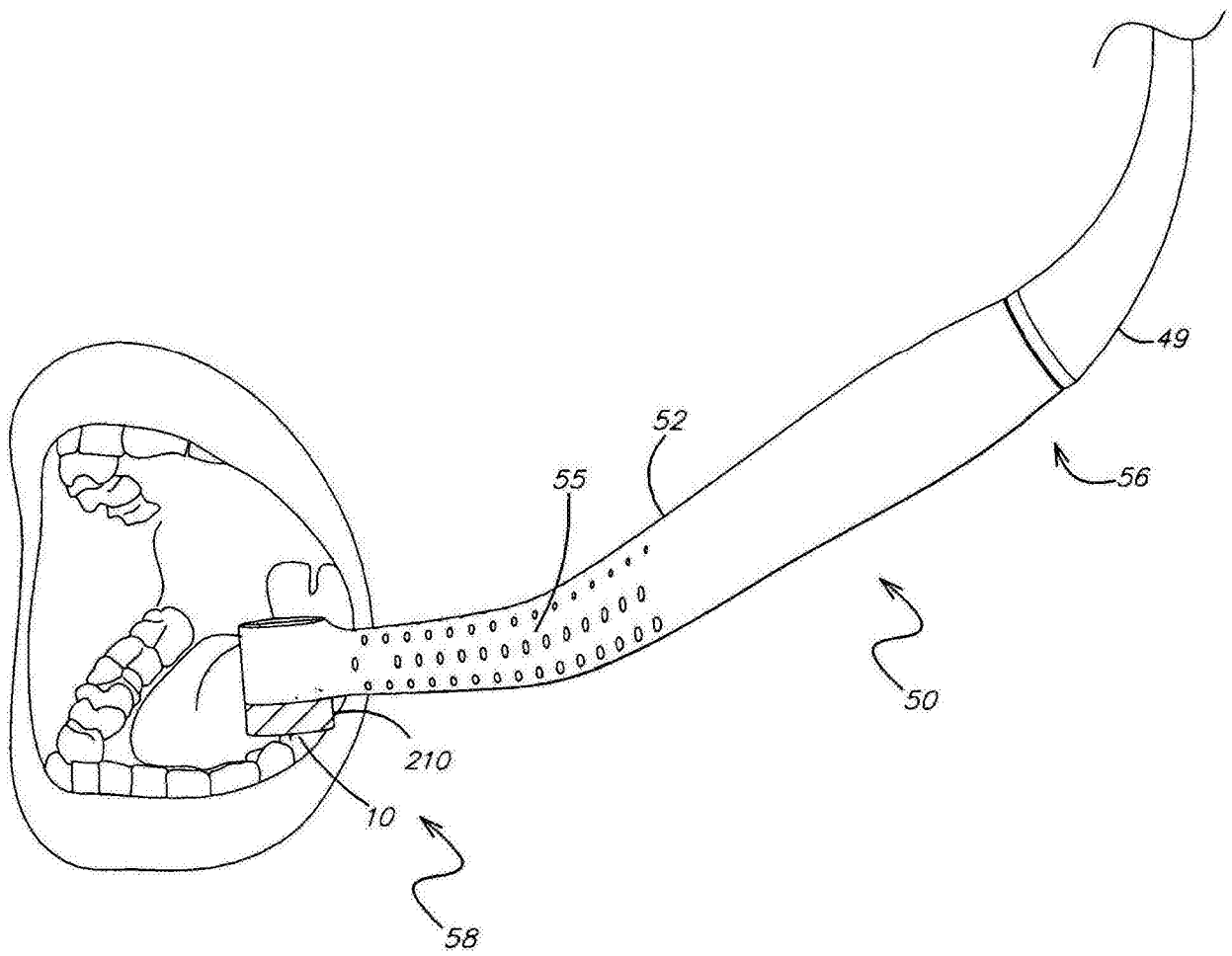


图 25