



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102066054 B

(45) 授权公告日 2013. 08. 28

(21) 申请号 200980123700. 7

B24C 7/00(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 04. 15

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

12/144, 489 2008. 06. 23 US

US 2005/017091 A1, 2005. 01. 27, 说明书第 21 段至第 44 段, 附图 1-4.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 22

WO 92/19384 A1, 1992. 11. 12, 全文.

CN 1765582 A, 2006. 05. 03, 全文.

US 4951429 A, 1990. 08. 28, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/040707 2009. 04. 15

EP 1422026 A2, 2004. 05. 26, 全文.

US 4955164 A, 1990. 09. 11, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

W02009/158061 EN 2009. 12. 30

审查员 王锋

(73) 专利权人 FLOW 国际公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 穆哈默德·哈希施

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 余滕 熊传芳

(51) Int. Cl.

B24C 1/04(2006. 01)

B24C 5/02(2006. 01)

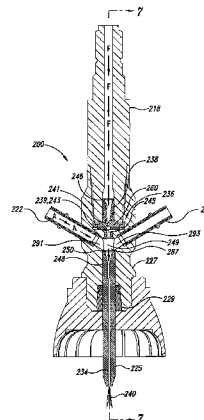
权利要求书4页 说明书9页 附图10页

(54) 发明名称

用于磨料射流系统的通气切割头本体

(57) 摘要

磨料水射流组件具有切割头组件, 该切割头组件具有通气系统以控制磨料在切割头本体内的流动。该通气系统包括一个或多个通气孔口以对切割头本体内的压力进行调节, 从而最小化、限制或者基本上阻止任何磨料到达宝石喷嘴。通气孔口包括设置在保持宝石喷嘴的喷嘴支座与混合区域之间的通气口, 磨料在混合区域中与由宝石喷嘴产生的流体射流混合。被保持在切割头本体中的隔离件进一步抑制磨料向上游流动, 如果有的话。



1. 一种磨料射流系统,其具有用于产生磨料射流的喷管组件,所述磨料射流系统包括:

所述喷管组件的切割头本体,所述切割头本体包括:

喷嘴支座接纳部,适于接纳用于保持宝石喷嘴的喷嘴支座;

混合区域,设在所述喷嘴支座接纳部的下游;

磨料进料口,磨料通过所述磨料进料口移动到所述混合区域中;以及

切割头通气孔口,具有通气口和通气通孔,所述通气通孔从所述通气口向外延伸并穿过所述切割头本体的侧壁,所述通气口设在所述喷嘴支座接纳部与所述混合区域之间,从而在使用过程中,所述通气口处于所述喷嘴支座接纳部中的喷嘴支座的流体射流出口的下流;

所述磨料射流系统还包括隔离件,所述隔离件安装在所述切割头本体中且设在所述通气口与所述混合区域之间。

2. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,还包括:

通气加压装置,所述通气加压装置与所述切割头通气孔口连通,当磨料穿过所述磨料进料口并与由宝石喷嘴产生的流体射流混合时,所述通气加压装置适于将流体输送通过所述通气通孔和所述通气口,所述宝石喷嘴由所述喷嘴支座接纳部中的喷嘴支座保持。

3. 根据权利要求 2 所述的磨料射流系统,其中,所述通气加压装置是泵,所述泵能够充分地流体加压以当所述磨料与所述流体射流混合时,使所述喷嘴支座接纳部与所述混合区域之间的通道中的压力保持高于所述混合区域中的压力。

4. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,其中,所述通气通孔提供所述通气口与所述切割头本体的外部的大气环境之间的流体连通,从而当流体射流穿过所述混合区域时,所述切割头本体的外部的大气空气被抽吸通过所述通气通孔和所述通气口。

5. 根据权利要求 4 所述的磨料射流系统,还包括:

流调节喷嘴构件,所述流调节喷嘴构件设在所述通气通孔中。

6. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,还包括:

喷嘴支座,所述喷嘴支座安装在所述喷嘴支座接纳部中,所述喷嘴支座具有流体射流出口,所述流体射流出口设在所述通气口的上游。

7. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,还包括:

喷嘴支座,所述喷嘴支座位于所述喷嘴支座接纳部中,整个喷嘴支座沿着纵向延伸的流体射流流动路径与所述通气口间隔开。

8. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,其中,所述通气口具有等于或者小于 0.03 英寸的直径。

9. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,其中,所述通气通孔从由所述切割头本体的内表面限定的所述通气口向外延伸。

10. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,还包括:

至少一个附加的通气孔口,所述至少一个附加的通气孔口位于所述切割头本体的侧壁中,所述至少一个附加的通气口适于对在所述切割头本体中且在所述喷嘴支座接纳部与所述混合区域之间的压力进行调节。

11. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,其中,所述隔离件包括具有上游收缩部分和

下游扩张部分的通道。

12. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,其中,所述隔离件由比所述切割头本体的材料更坚硬的材料制成。

13. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,还包括:

压力传感器,所述压力传感器被设置为对在所述切割头本体中且在所述喷嘴支座接纳部与所述混合区域之间的位置处的压力进行测量。

14. 根据权利要求 13 所述的磨料射流系统,其中,所述压力传感器适于发送至少部分地基于内部通气区域中的测量压力的至少一个信号,所述内部通气区域接近所述通气口,并且在所述流体射流与穿过所述磨料进料口的磨料混合之前,由宝石喷嘴产生的流体射流穿过所述内通气区域。

15. 根据权利要求 1 所述的磨料射流系统,其中,所述切割头本体包括上部分和下部分,所述下部分与所述上部分相配以限定所述通气通孔,所述上部分包括所述喷嘴支座接纳部,所述下部分适于接纳混合管。

16. 根据权利要求 15 所述的磨料射流系统,其中,所述通气通孔至少部分地由位于所述上部分和所述下部分之一的凹槽限定。

17. 一种磨料水射流切割头,包括:

切割头本体,所述切割头本体包括:

混合区域;

磨料进料口,磨料通过所述磨料进料口移动到所述混合区域中;

通气口,设在所述磨料进料口的上游以及所述切割头本体的喷嘴支座安装面的下游,使得所述通气口处于压靠所述喷嘴支座安装面的喷嘴支座的流体射流出口的下流;以及

通气通道,从所述通气口延伸并穿过切割头本体的侧壁;

所述磨料水射流切割头还包括隔离件,所述隔离件安装在所述切割头本体中且设在所述通气口与所述混合区域之间。

18. 根据权利要求 17 所述的磨料水射流切割头,其中,所述切割头本体还包括限定所述通气通道的管状表面,所述管状表面从所述通气口连续且不间断地延伸到切割头本体的外表面。

19. 根据权利要求 17 所述的磨料水射流切割头,其中,所述切割头本体的所述通气通道从所述通气口径向向外延伸到切割头本体的外表面。

20. 根据权利要求 17 所述的磨料水射流切割头,其中,所述切割头本体的所述通气通道是穿过切割头本体的管状壁延伸到通气腔的通孔,所述通气腔处于所述喷嘴支座安装面的下游。

21. 根据权利要求 17 所述的磨料水射流切割头,其中,所述切割头本体的所述通气口被定位为比所述混合区域更接近所述喷嘴支座安装面。

22. 根据权利要求 17 所述的磨料水射流切割头,其中,所述切割头本体的所述通气口具有等于或者小于 0.03 英寸的直径。

23. 根据权利要求 17 所述的磨料水射流切割头,还包括:

喷嘴构件,所述喷嘴构件沿着所述切割头本体的所述通气通道设置。

24. 根据权利要求 17 所述的磨料水射流切割头,其中,所述切割头本体还包括:

上游部分和下游部分,所述上游部分和下游部分相配并且协作以限定所述通气通道,所述上游部分包括所述喷嘴支座安装面。

25. 根据权利要求 17 所述的磨料水射流切割头,还包括:

压力传感器,所述压力传感器被设置为对在所述切割头本体中且在所述喷嘴支座安装面与所述切割头本体的所述混合区域之间的位置处的压力进行测量。

26. 一种产生磨料水射流的方法,所述方法包括:

将由射流生成喷嘴产生的流体射流输送通过喷嘴支座并朝向位于切割头本体中的混合区域输送;

将磨料通过磨料进料口输送到所述混合区域,以使所述磨料夹带在所述流体射流中;以及

使流体穿过设置在所述混合区域的上游以及所述喷嘴支座的下游的通气口,以对所述切割头本体的在所述喷嘴支座与所述混合区域之间延伸的通道的至少一部分中的压力进行调节;以及

将所述流体射流输送通过设在所述通气口与所述混合区域之间的隔离件。

27. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括:

在使流体穿过所述通气口之前,通过使用加压装置将所述流体加压到高于大气压的压力。

28. 根据权利要求 26 所述的方法,其中,使流体穿过所述通气口包括:使切割头本体的外部的环境空气经由位于切割头本体的侧壁中的通气通孔穿过切割头本体。

29. 根据权利要求 28 所述的方法,其中,使环境空气穿过切割头本体包括:使环境空气穿过沿着所述通气通孔设置的喷嘴构件。

30. 根据权利要求 26 所述的方法,其中,使流体穿过所述通气口包括:将足够量的流体输送通过所述通气口,以当所述磨料被夹带在所述流体射流中时,使通道中的压力保持高于所述混合区域中的压力。

31. 根据权利要求 26 所述的方法,其中,使流体穿过所述通气口包括:将足够量的流体输送通过所述通气口,以产生通道的与所述喷嘴支座接近的部分中的第一压力与所述混合区域中的第二压力之间的压力差,从而基本上防止所述混合区域中的磨料向上游流动并到达所述喷嘴支座。

32. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括:

使通道中的上游压力维持在第一压力或者维持高于第一压力;以及

使所述混合区域中的混合区域压力维持在第二压力或者维持低于第二压力,所述第一压力比所述第二压力大至少 0.05psi。

33. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括:

当所述磨料被夹带在所述流体射流中时,将足够量的流体输送通过所述通气口,以使通道中的压力保持高于所述混合区域中的压力。

34. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括:

在使流体穿过所述通气口之前,使流体穿过通气通道,所述通气通道穿过切割头本体的侧壁延伸。

35. 根据权利要求 34 所述的方法,其中,所述通气通道为基本上直的通道。

36. 根据权利要求 34 所述的方法,其中,沿着所述通气通道设置喷嘴构件。

37. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括:

使流体穿过另一通气口,所述另一通气口设在所述混合区域的上游以及所述喷嘴支座的下游。

38. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括:

利用设置在所述通气口与所述混合区域之间的压力传感器测量压力。

## 用于磨料射流系统的通气切割头本体

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2008 年 6 月 23 日提交的第 12/144,489 号美国专利申请的提交日的权益,该申请的全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明总体上涉及磨料射流系统,且更具体地涉及具有通气切割头本体的磨料射流系统。

### 背景技术

[0004] 传统的磨料射流系统通过对流体加压然后将该加压流体射向工件而用于对工件进行加工。磨料射流系统产生适于切穿硬质材料的高压磨料流体射流(通常称为磨料射流)。高压流体可以流过切割头组件的射流形成宝石喷嘴以形成夹带磨粒的高压流体射流。该高压磨料流体射流从切割头组件朝向工件排出。

[0005] 磨料和流体射流经常在位于切割头组件内的混合腔中混合在一起。输送到混合腔中的磨料具有通过切割头组件并朝向宝石喷嘴向上游运动的趋势。这是由于上游压力(例如,处于混合腔与宝石喷嘴之间的流动通道中的压力)可能低于混合腔中的压力。压力差经常引起可能导致磨料碰撞并造成支撑宝石喷嘴的宝石喷嘴保持件损坏的磨料运动。

[0006] 最后,磨料还可以穿过宝石喷嘴保持件向上游迁移,且最终到达宝石喷嘴的顶部。磨料可能缓慢地聚集在宝石喷嘴的上游表面上。如果所聚集的磨料中的一些是可移去的,则这些磨料可能由被迫穿过宝石喷嘴的高压流体携带。所携带的磨料可能快速地损坏宝石喷嘴,导致切割头组件发生故障和/或受到严重的性能损害。不得不关闭磨料射流系统以更换损坏的宝石喷嘴以及将磨料从切割头组件上清除,从而可以重新进行水射流切割加工。不幸地是,停工时间可能显著地降低磨料射流系统的生产率。

### 发明内容

[0007] 在一些实施方式中,磨料射流系统具有喷管组件以及通气系统,通气系统用于对如磨料的介质在喷管组件内的流动进行控制。通气系统可保护喷嘴系统的各个部件免受磨料影响。

[0008] 通气系统可包括一个或多个通气孔口,通气孔口用于对喷管组件的切割头本体内的压力进行调节以最小化、限制、或者基本上消除到达喷管组件的部件如喷嘴支座、宝石喷嘴等等的介质。在一些实施方式中,通气口可包括设在保持宝石喷嘴的喷嘴支座与混合区域之间的至少一个通气口,磨料在混合区域中与由宝石喷嘴产生的流体射流混合。混和区域与喷嘴支座之间的隔离件进一步保护宝石喷嘴或者其它上游部件。

[0009] 在一些实施方式中,具有用于产生磨料射流的喷管组件的磨料射流系统包括切割头本体,该切割头本体包括:喷嘴支座接纳部,适于接纳用于保持宝石喷嘴的喷嘴支座;混合区域,设在喷嘴支座接纳部的下游;磨料通过该磨料进料口移动到混合区域;以及切割

头通气孔口。切割头通气孔口具有通气口和通气通孔,通气通孔从通气向外延伸并穿过切割头本体的侧壁。通气口设在喷嘴支座接纳部与混合区域之间,从而在使用过程中,通气口处于喷嘴支座接纳部中的喷嘴支座的流体射流出口的下游。

[0010] 在一些实施方式中,磨料水射流切割头本体包括:混合区域;磨料进料口,磨料通过该磨料进料口进入混合区域;通气口,设在磨料进料口的上游以及切割头本体的喷嘴支座安装面的下游,使得通气口处于压靠喷嘴支座安装面的喷嘴支座的流体射流出口的下游。在一些实施方式中,通气通道从通气口延伸并穿过切割头本体的侧壁。

[0011] 在一些实施方式中,提供产生磨料水射流的方法。该方法包括将由射流生成喷嘴产生的流体射流输送通过喷嘴支座并朝向切割头本体中的混合区域输送。将磨料通过磨料进料口输送到混合区域,以使磨料夹带在流体射流中。使流体穿过设在混合区域的上游以及喷嘴支座的下游的通气口,以对切割头本体的在喷嘴支座和混合区域之间延伸的通道的至少一部分中的压力进行调节。

### 附图说明

[0012] 图 1 是根据一个示出的实施方式的磨料射流系统的立体图;

[0013] 图 2 是根据一个示出的实施方式的端部执行器组件的立体图;

[0014] 图 3 是根据一个示出的实施方式的与通气加压装置连通的喷管组件的侧视图;

[0015] 图 4 是根据一个示出的实施方式的具有通气切割头本体的喷管组件的剖面图;

[0016] 图 5 是根据一个示出的实施方式的喷管组件的一些部件的分解剖面图;

[0017] 图 6 是根据一个示出的实施方式的具有通气口和可拆卸隔离件的切割头本体的一部分的详细剖面图;

[0018] 图 7 是沿着图 4 的线 7-7 取得的通气切割头本体的剖面图;

[0019] 图 8A 是根据一个示出的实施方式的用于与大气环境通气的通气切割头本体的剖面图;

[0020] 图 8B 是图 8A 的切割头本体的一部分的详细视图;

[0021] 图 9 是根据一个示出的实施方式的包括多个通气口的通气切割头本体的剖面图;

[0022] 图 10 是根据一个示出的实施方式的多件式切割头本体的剖面图;以及

[0023] 图 11 是沿着线 11-11 取得的图 10 的切割头本体的剖面图。

### 具体实施方式

[0024] 以下描述涉及磨料射流系统、组件、和子部件,其用于产生和运送适于对工件进行清洁、磨蚀、切割、研磨或者以其它方式进行加工的磨料射流。磨料射流系统可具有喷管组件以及用于对喷管组件内的磨料的流动进行控制的通气系统。通气系统可包括但不限于一个或多个通气孔口,通气孔口用于调节喷嘴组件的至少一部分内的压力以最小化、限制或者基本上消除磨料与上游部件之间的物理相互作用。通气孔口可位于保持宝石喷嘴的喷嘴支座与磨料与流体射流在其中混合的内部混合区域之间。在一些实施方式中,通气孔口可用于增大或者减小混合区域上游的压力以保护处于混合区域上游的各种不同部件。

[0025] 除非上下文做出其它要求,否则在所附说明书和权利要求书的通篇内容中,应以开放式包含意义来解释词语“包括 (comprise)”及其变型,如“包括 (comprises)”和“包括

(comprising)”等,即理解为“包含,但不限于。”

[0026] 图 1 示出用于加工各种工件的磨料射流组件 100。该磨料射流系统 100 包括端部执行器组件 114,可通过使用驱动系统 115 使端部执行器组件 114 移动。控制系统 117 向驱动系统 115 发出指令以对端部执行器组件 114 的行进路径进行控制,该端部执行器组件 114 能够产生和输送适于对工件进行清洁、磨蚀、切割、研磨或者以其它方式进行处理的对向下的流体射流(例如,水射流、磨料射流等等)。

[0027] 图 1 的驱动系统 115 包括沿着竖直的 Z 轴运动的动力缸 116。动力缸 116 可滑动地联接到连接梁 110 以沿着通常与连接梁 110 的纵轴 119(示出为对应于 X 轴)平行的 X 轴运动。连接梁 110 安装在一个或多个导轨 123 上以允许连接梁 110 在垂直于其纵轴 119 的方向上运动。示出的连接梁 110 可沿着通常垂直于 X 轴的 Y 轴运动。通过使用驱动系统 115,可以使端部执行器组件 114 沿着 X 轴、Y 轴和 / 或 Z 轴运动。

[0028] 可以使用采用一个或多个线性滑动件、导轨系统、溜板(carriage)、马达等等的其它类型定位系统以按照需要或者按照意愿的那样选择性地使端部执行器组件 114 移动。全部内容通过引用并入本文的第 6,000,308 号美国专利和第 2003/0037650 号美国公开(申请序号 09/940,689)公开了可用于使端部执行器组件 114 移动、控制和 / 或操作该端部执行器组件 114 的系统、组件、部件、和机构。

[0029] 通常,控制系统 117 可包括但不限于一个或多个计算装置,如控制器、处理器、微处理器、数字信号处理器(DSP)、特定用途集成电路(ASIC)等。为了存储信息,控制系统 117 还可以包括一个或多个存储装置,如易失性存储器、非易失性存储器、只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)等等。可通过一个或多个总线使存储装置联接至计算装置。图 1 的控制系统 117 还可包括一个或多个输入装置(例如,显示器、键盘、触控板、控制器模块或者用于用户输入的任何其它外围装置)。

[0030] 端部执行器组件 114 联接至加压流体源 155、磨料源 156、和通气加压装置 158。来自加压流体源 155 的加压流体如水以及来自磨料源 156 的磨料在端部执行器组件 114 中结合在一起以生成既包括磨料(或者其它介质)也包括流体的磨料射流。通过提供通流体(例如,空气),通气加压装置 158 可主动地对端部执行器组件 114 进行通气,以磨料在端部执行器组件 114 内的流动进行控制,从而例如提高性能、增加端部执行器组件 114 的一个或多个部件的工作寿命、调节磨料的夹带等等。

[0031] 磨料源 156 可容纳最终被夹带在流体射流中的多种类型的磨料。虽然可以使用许多不同类型的磨料,但是一些实施方式使用大约 220 筛网目数(mesh)或者更细的量级的颗粒。可基于磨耗率(abrasion rate)和希望的表面质地(例如,表面平滑度)选择具体的尺寸。示例性磨料包括石榴石颗粒、硅砂、玻璃颗粒以及石榴石颗粒、硅砂、玻璃颗粒的结合等等。基于流体射流是否磨蚀、纹理加工、切割、蚀刻、磨光、清洁或者执行其它过程,可对磨料的特征进行选择。如果需要或者希望,其它类型的介质,甚至非磨料介质也可以容纳在源 156 中并且由源 156 输出。

[0032] 图 1 的通气加压装置 158 可以是气体(例如,空气、氮气等等)压缩机,如定量泵或者变量泵等,其使输送至端部执行器组件 114 的气体的压力大于环境空气压力和 / 或使该气体的温度高于环境温度。在一些实施方式中,通气加压装置 158 是能够将气体压到至少 50psi(0.34MPa)的压力的电泵。可替换地,通气加压装置 158 可以由一个或多个马达



驱动的风扇或者鼓风机。在一些实施方式中,通气加压装置 158 包括用于抽真空的真空装置,使得端部执行器组件 114 的一部分内的压力小于环境空气压力。附加地或者可替换地,通气加压装置 158 可包括一个或多个加热装置。在一些实施方式中,加压装置 158 呈电阻加热装置的形式,其能够将加热气体以希望量。被加热的气体可输送至端部执行器组件 114 中。

[0033] 磨料射流从端部执行器组件 114 朝向位于工作台 / 收集罐 170 上的工件放出并且通过使用选择的操作参数沿着选择的路径被操控,以加工工件从而获得希望的最终产品。控制系统 117 可用于控制加压流体源 155、磨料源 156、和 / 或通气加压装置 158 以产生具有希望特征的多种类型的磨料射流。

[0034] 参照图 2,端部执行器组件 114 包括阀组件 214 和喷嘴组件 200。在一些实施方式中,如果希望,端部执行器组件 114 还可包括暂时或者永久地联接至喷管组件 200 的环形护罩或者裙部 212。喷管组件 200 可用于超高压、中压、低压、或者超高压、中压、低压的组合。超高压切割头组件可以以等于或者大于约 80,000psi (551MPa) 的压力进行操作。高压切割头组件可以以处于约 50,000psi (345MPa) 到约 90,000psi (621MPa) 范围内的压力进行操作。中压切割头组件可以以处于约 15,000psi (103MPa) 到约 50,000psi (345MPa) 范围内的压力进行操作。低压切割头组件可以以处于约 10,000psi (69MPa) 到约 40,000psi (276MPa) 范围内的压力进行操作。

[0035] 基于如工作压力、切割动作等等的操作参数,可以对切割头组件的部件如混合管、宝石喷嘴、和喷嘴支座进行选择。阀组件 214 选择性地控制进入喷管组件 200 中的加压流体的流量。通过引用并入本文的第 2003/0037650 号美国公开公开了可以与示出的喷管组件 200 一起使用的各种类型的阀组件。如果需要或者希望,其它类型的阀组件也可以与喷管组件 200 一起使用。

[0036] 来自流体源 155 的加压流体可向下穿过阀组件 214 并且进入喷管组件 200。在喷管组件 200 内,来自磨料源 156 的磨料经由磨料料口 222 被输送到喷管组件 200 中。示出的喷管组件 200 还包括用于对端部执行器组件 114 的操作进行控制的辅助料口 220。例如,料口 220 可允许引入第二物质或者允许喷管组件 200 与加压源(例如,真空源、泵等等)或者一个或多个传感器(例如压力传感器)连接。第 2003/0037650 号美国公开以及第 6,875,084 号和第 5,643,058 号美国专利公开了可与料口 220、223 一起使用的方法和装置。第 2003/0037650 号美国公开和第 6,875,084 号美国专利的全部内容通过引用并入本文。

[0037] 通气管路 232 提供喷管组件 200 与通气加压装置 158 之间的连通。来自通气加压装置 158 的通气流体可穿过通气管路 232 并且进入喷管组件 200 中。在一些实施方式中,通气管道 232 呈一个或多个软管、管道、管、管子或者可以限定流体通路的其它合适部件的形式。在一些实施方式中,通气管路 232 是在喷管组件 200 与通气加压装置 158 之间延伸的挠性软管。喷管组件 200 的突出管路连接件 234 联接至通气管路 232 的下游端 235。

[0038] 在其它实施方式中,加压装置 158 可直接联接至喷管组件 200 的外部。例如,加压装置 158 可通过多个紧固件、焊接等等物理地安装于喷管组件 200。可以使用各种类型的连接件或者托架将加压装置 158 联接至喷管组件 200。因而,在加工过程中,喷管组件 200 可承载加压装置 158。

[0039] 图 3 示出通气系统 239,其包括通气加压装置 158、通气管路 232、和喷管组件 200 的通气切割头本体 227。喷管组件 200 包括流入管道 218、切割头本体 227、和通过保持器 229(图 4)可释放地联接至切割头本体 227 的混合管 225。混合管 225 沿着护罩 212 的长度延伸。图 4 的用于产生流体射流的射流生成组件 236 包括喷嘴支座 260 和宝石喷嘴 241,并且在一些实施方式中还包括密封组件 238。示出的射流生成组件 236 从流过流入管道 218 的流入流体 F 产生高压流体射流。

[0040] 在一些实施方式中,密封组件 238 具有通道 246,通道 246 在下游方向上向内渐缩以引导流体 F 进入且穿过宝石喷嘴 241。宝石喷嘴 241 产生流体射流,流过磨料料口 222 的磨料 A 在示出为混合腔的混合区域 249 处被夹带。可以使用各种类型的宝石喷嘴或者其它流体射流生成装置来获得流体射流的希望的流动特征。

[0041] 喷嘴支座 260 相对于切割头本体 227 固定并且包括凹陷(例如,盘形凹陷),该凹陷的尺寸被确定以使得凹陷接纳并保持宝石喷嘴 241。宝石喷嘴 241 相对于密封组件 238 和混合管 225 的通道 246 保持适合的对准。可以基于宝石喷嘴 241 的希望位置对喷嘴支座 260 的构造和尺寸进行选择。示出的喷嘴支座 260 呈盘形并且由切割头本体 227 可拆卸地保持。如果喷嘴支座 260 出现磨损,那么可以在不损坏切割头本体 227 或者改变切割头本体 227 的通气功能的情况下更换该喷嘴支座 260。

[0042] 通气孔口 239 包括设在喷嘴支座 260 与混合区域 249 之间的通气口 243。通气口 243 可以呈一个或多个孔、开口、进口等等形式。来自通气管路 232 的流体可通过通气口 243 流入或者流出示出为通气腔的通气区域 245,以控制磨料 A 在切割头本体 227 内的移动。在一些实施方式中,通气腔 245 中的压力可以足够高以最小化、限制或者防止磨料 A 通过通气腔 245 移动。通过使用通气孔口 239,可以在混合区域 249 与通气腔 245 之间保持宽范围的希望的压力差,以下对此进行详细描述。

[0043] 在一些实施方式中,通气口 243 的直径等于或者小于约 0.03 英寸、约 0.02 英寸、或者约 0.01 英寸、或者处于包含这些尺寸的范围。在一些实施方式中,例如,可使用直径等于或者小于约 0.03 英寸的通气口 243 以处于约 0psi 到约 30psi (0.2MPa) 范围内的压力输送空气,使得加压通气腔 245 用作有效的磨料屏障,而不会对混合区域 249 中的真空产生可感知的影响。可以对通气口 243 的尺寸、位置、和构造进行选择以在混合区域 249 中保持真空(或者希望的正压),从而进行合适的磨料夹带。可以利用混合区域 249 中不同的工作压力来对水射流组件 100 的性能进行调节,以下对此进行详细讨论。

[0044] 参照图 5,切割头本体 227 具有通过机械加工工艺、注模工艺(例如,注模工艺)等等而形成的一件式结构。切割头本体 227 整体或者部分可由一种或多种金属(例如,钢、铝、钛等)、金属合金等等制成。由于切割头本体 227 具有可靠的一件式结构,因此其不易于发生故障。因此,即使可能频繁地更换喷管组件 200 的其它部件,切割头本体 227 也具有可靠操作下的相对较长的工作寿命。

[0045] 图 5 的切割头本体 227 包括侧壁 261,侧壁 261 限定喷嘴支座接纳部 262、通气腔 245、混合区域 249、和接纳混合管 225 的孔洞 248(图 5 示出了去除混合管 225 情况下的切割头本体 227)。接纳部 262 适于接纳和支撑喷嘴支座 260。当喷嘴支座 260 压靠接纳部 262 的支撑表面 267 时,通气口 243 与喷嘴支座 260 的较低表面 269 间隔开(示出为与切割头本体 227 分离)。当被组装时,喷嘴支座 260 的较低表面 269 可抵靠切割头本体 227 的支

撑表面 267。

[0046] 接纳部 262 包括从支撑表面 267 延伸的大体上圆柱形的侧壁 263。侧壁 263 可紧密地围绕喷嘴支座 260 以限制宝石喷嘴 241 的侧向移动。安装构件 273 可便于喷嘴支座 260 的安装。安装构件 273 可以是环形构件、O 形圈、或者适于相对于接纳部 262 保持喷嘴支座 260 的合适位置的其它类型部件。

[0047] 参照图 5, 在通气腔 245 与混合区域 249 之间设有可拆卸的隔离件 283。图 6 的隔离件 283 是收缩-扩张流装置, 其包括上游收缩部 297 和下游扩张部 299。在包括图 6 的示出实施方式在内的一些实施方式中, 隔离件 283 具有通孔 285, 该通孔 285 的尺寸被确定以使得通孔 285 紧密地围绕从中穿过的流体射流, 以物理地阻挡或者阻碍磨料向上游流动。因而, 隔离件 283 可阻止磨料 A 向上游流动 (如果有的话), 并且通孔 285 允许在磨料夹带之前流体射流进行希望量的喷散。在一些实施方式中, 隔离件可在流体射流周围产生加速的流。例如, 隔离件 283 可在流体射流周围产生高速流 (例如, 超音速流)。这种流还可防止磨料向上游迁移。

[0048] 隔离件 283 可拆卸地联接至切割头本体 227。隔离件 283 的外螺纹可与切割头本体 227 的内螺纹相配。可使隔离件 283 旋转以将其从切割头本体 227 上拆除。在其它实施方式中, 通过一个或多个焊接, 使隔离件 283 永久地联接至切割头本体 227。在其它实施方式中, 隔离件 283 可与切割头本体 227 一体地形成。

[0049] 可以使用各种材料来形成隔离件 283。在一些实施方式中, 例如, 隔离件 283 整体或者部分可由坚硬的、耐磨的材料制成。这类材料特别良好地适于降低磨损以增加隔离件 283 的使用寿命。在这种实施方式中, 隔离件 283 可反复地暴露于离开喷嘴支座 260 的流体射流。这种坚硬的、耐磨的材料可以比形成切割头本体 227 的材料坚硬。因此, 例如, 当隔离件 283 和切割头本体 227 都被流体射流接触时, 隔离件 283 可能比切割头本体 227 较少地被侵蚀。

[0050] 坚硬的、耐磨的材料可包括但不限于碳化钨、碳化钛、氧化铝、以及可经受暴露于本文所公开的流体射流的其它耐磨蚀材料。可以使用各种类型的测试方法 (例如, 洛氏 (Rockwell) 硬度测试或者布式 (Brinell) 硬度测试) 来确定材料硬度。

[0051] 再次参照图 4 和 5, 切割头本体 227 的内表面 287 限定混合区域 249、磨料料口 222 的磨料流入道 291 和辅助料口 220 的辅助流入道 293。穿过流入道 291 的磨料被夹带在穿过混合区域 249 的流体射流中。夹带可包括但不限于混合、结合、或者以其它方式使两个或更多不同物质聚在一起。例如, 磨料 A 可部分地或者全部地与形成流体射流的流体混合, 使得流体射流将磨料 A 带入且通过混合管 225, 因而形成磨料射流。本文中所使用的用语“磨料射流”一般指但不限于携带磨料的流体射流。

[0052] 图 5 的孔洞 248 包括: 入口 250, 设置成与隔离件 283 相对; 出口 252, 与入口 250 相对; 以及纵轴线 254, 在入口 250 与出口 252 之间延伸。在一些实施方式中, 入口 250 与磨料夹带的位置接近以便于磨料射流进入混合管 225 中。

[0053] 参照图 6, 传感器 302 可被操作以评估喷管组件 200 的性能。传感器 302 可以是压力传感器, 其能够输出对接纳部 263 与混合管 225 之间延伸的通道 304 中的压力进行指示的至少一个信号。图 6 的传感器 302 设在通气腔 245 中或者连接至通气腔 245, 并且传感器 302 对与沿着通道 304 的流体射流流动路径 328 接近的位置处的压力进行测量。当流体

射流沿着流动路径 328 穿行时,传感器 302 可连续地或者间断地测量通气腔 245 中的压力。传感器还可以位于沿着切割头本体 227 的许多其它位置。

[0054] 用语“压力传感器”包括但不限于对绝对压力或者压力差进行检测或者对绝对压力和压力差两者都进行检测的传感器。示例性压力传感器包括但不限于绝对压力传感器、差压传感器、表压传感器 (gauge pressure sensor)、压力变送器等等。示出的传感器 302 是能够将一个或多个信号通过线路 311 (以虚线示出) 发送到控制系统 117 (图 6 中示意性地示出) 的压力传感器。在其它实施方式中,传感器 302 与控制系统 117 进行无线通信。

[0055] 基于来自传感器 302 的一个或多个信号,控制系统 117 可以调节一个或多个加工参数 (例如,操作压力、工作流体或者磨料的流速、通气流体的流速等等)。例如,如果通气腔 245 中的压力低于希望的压力,那么控制系统 117 向通气加压装置 158 发出指令以增加通气腔 245 中的压力。例如,在非加工阶段 (例如,在对工件进行加工之间) 中,控制系统 117 还可以使射流停止,以进行维护、更换磨料射流系统 100 的部件等等。

[0056] 参照图 7,切割头本体 227 包括侧壁 261,侧壁 261 限定从通气口 243 向外延伸的通气通孔 312,通气通孔 312 设在具有通孔 317 的隔离件 313 的上游,并且在一个实施方式中,通孔 317 沿着通孔 317 的纵向长度具有大体上均匀的直径。切割头本体 227 的管状表面 314 限定通气通孔 312 并且从通气口 243 连续且不间断地延伸到切割头本体 227 的外表面 322。示出的通气通孔 312 具有大体上直的构造。在其它实施方式中,通气通孔 312 可具有弯曲的构造或者有角度的构造。

[0057] 在一些操作方法中,沿着图 4 的喷管组件 200 的流入管道 218,将来自加压流体源 155 的流体 F 输送通过阀组件 214。然后,将流体 F 输送至射流生成组件 236。宝石喷嘴 241 产生从喷嘴支座 260 的中央通道 316 中穿过的流体射流 (见图 5)。流体射流从喷嘴支座 260 的流体射流出口 318 离开、进入通气腔 245 并通过隔离件 283 行进到混合区域 249 中。

[0058] 为了形成磨料射流,将来自磨料源 156 的磨料 A 输送通过磨料料口 222 并经由磨料进口 291 输送到混合区域 249 中。流体射流和磨料 A 结合在一起并被输送通过图 4 的混合管 225 的孔道 234。可使磨料 A 和流体 F 在混合管 225 中进一步混合以产生从混合管 225 离开的希望的磨料射流 240。

[0059] 通气加压装置 158 输出通气流体,该通气流体穿过通气口 243 并进入通气腔 245。通气加压装置 158 可使通气腔 245 保持在希望的压力 (例如,低于大气压、等于大气压、高于大气压、或者其结合)。基于通气腔 245 与混合区域 249 之间的希望压力差,可以选择通气腔 245 中的压力。通气腔 245 的压力可低于大气压以提高射流的喷散。通气腔 245 的压力可大体上高于大气压以避免由于加压装置如机械泵等的不适合操作而导致的压力改变。例如,环境空气可流过切割头本体 227 并进入通气腔 245 以使通气腔 245 保持在近似大气压。通气腔 245 的压力可大于大气压以增加射流的相干性 (coherency)。在加工过程中,基于射流的希望特性,通气腔 245 的压力可以处于不同压力。如果需要或者希望,使用沿着通气管道 232 设置的图 7 的传感器 302 来评估通气压力。由此,可以准确地控制通气腔 245 的压力以获得恒定的或者变化的压力。

[0060] 可以增大或者减小通气流体的流速以使通气腔 245 中的压力增大或者减小。可以使足够量的通气流体穿过通气口 243,以使通气腔压力保持在混合区域 249 中的压力或者保持高于该压力。例如,可以使通气腔 245 维持在第一压力或者维持高于第一压力,并

且可以使混合区域 249 维持在第二压力或者维持低于第二压力,第二压力低于第一压力。在一些实施方式中,例如,在混合区域 249 中维持真空。第一压力可以比第二压力至少大 0.05psi (0.3MPa)。可以维持该压力差以抑制、限制或者基本上防止磨料 A 迁移进入和 / 或通过通气腔 245。通气流体和流体射流可流过隔离件 283 并进入混合区域 249,因而进一步抑制磨料 A 向上游流动。

[0061] 例如通过建立环境外部空气与切割头本体内部之间的流体连通,通气孔口还可以提供被动通气 (passive venting)。例如,图 8A 示出切割头本体 400,其包括具有通气通孔 402 的被动通气孔口 401,通气通孔 402 具有用于与通气腔 416 连通的第一端 410 以及用于与外部环境空气连通的第二端 420。由于流体射流的高速流动的真空效应,切割头本体 400 中的压力可处于相对较低的压力(例如,低于大气压)。低压使环境空气被抽吸通过第二端 420 并且进入通气通孔 402。然后,空气被抽吸进入通气腔 416,导致与混合区域 430 中的压力相比较的相对较高的通气腔压力。

[0062] 被动通气孔口 401 可包括一个或多个喷嘴构件以控制进入通气腔 416 中的流体流。如图 8A 和 8B 所示,流调节喷嘴构件 423 沿着被动通气孔口 401 设置且具有供环境空气流过的通孔 427。可以增大或者减小通孔 427 的直径以使穿过喷嘴构件 423 并最终进入通气腔 416 中的空气的流速增大或者减小。此外,通孔 427 可具有如图 8B 中所示的大体上均匀的直径,或者可沿着其纵向长度具有变化的直径。

[0063] 喷嘴 423 可以永久或者暂时地联接至切割头本体 400。在一些实施方式中,喷嘴构件 423 具有带外螺纹的外表面 431,该外螺纹与被动通气孔口 401 的沿着内表面 429 的内螺纹相配。在一些实施方式中,喷嘴构件 423 通过一个或多个粘合剂或者焊接永久地联接至内表面 429。示出的切割头本体 400 包括防止喷嘴构件 423 朝向通气腔 416 移动的止动部 433。基于水射流喷嘴的尺寸,可以用其它喷嘴构件来替换喷嘴构件 423。示例的喷嘴构件包括但不限于测量喷嘴、调节喷嘴等等。调节喷嘴可以呈用于主动地调节流体流速的阀的形式。示出的喷嘴构件 423 是这种类型的喷嘴,其不具有用于产生希望流体流速的可动部件。

[0064] 喷嘴构件 423 整体或部分可由坚硬的材料如耐磨损材料制成,以阻止可能导致可察觉尺寸改变的磨损。如果高压流体流过被动通气孔口 401,那么喷嘴构件 423 可以呈宝石的形式。也可以使用其它类型的材料来制作喷嘴。

[0065] 切割头本体可包括多个通气口。图 9 示出的切割头本体 462 包括多个通气口 470、472、474。通气口 470、472、474 可以与通气加压装置如结合图 1 讨论的通气加压装置 158 一起使用,或者与结合图 8A 讨论的大气空气一起使用。作为示例,通气口 470 可提供通气腔 480 与外部环境之间的连通,并且通气口 472 可提供通气加压装置与通气腔 480 之间的连通。示出的通气腔 480 是大体上圆柱形的通道,其在喷嘴支座接纳部 482 与混合区域 486 之间延伸。如果需要或者希望,可在通气腔 480 与混合区域 486 之间设置隔离件,以进一步抑制混合区域 486 中的磨料向上游移动。

[0066] 可以使用各种类型的制造技术来形成本文讨论的通气口。例如,可通过贯穿切割头本体钻孔形成图 2-8B 的通气口。在其它实施方式中,可以在切割头本体的制造过程中形成通气口。例如,可以通过使用注模工艺形成具有通气口的切割头本体。因而,单一的制造工艺可以形成一体的带通气口的切割头本体。可替换地,切割头本体可具有多件式结构。

图 10 示出切割头本体 500,其包括上游部分 502 和下游部分 504。在上游部分 502 中形成有通气口 510,或者在下游部分 504 中形成有通气口 510,或者在上游部分 502 和下游部分 504 中都形成有通气口 510。

[0067] 通过上游部分 502 和下游部分 504 形成示出的通气口 510。通气口 510 从切割头本体 500 的中央孔洞 519 径向向外延伸并且至少部分地由下游部分 504 形成。例如,通气口 510 可至少部分地由凹槽 511(见图 11)形成,凹槽 511 大体上沿着下游部分 504 的上表面 513 和上游部分 502 的下表面 515 延伸。凹槽 511 可具有 U 形横截面、V 形横截面、半圆形横截面、或者任何其它适合的形状。可以使用各种类型的研磨或者其它机械加工技术来形成凹槽 511。

[0068] 为了触及通气口 510,可以方便地将上游部分 502 与下游部分 504 分离。如果沿着通气口 510 设置喷嘴构件,那么可以触及通气口 510 来检查、更换、和 / 或重新设置喷嘴构件。可以设置许多径向延伸凹槽以获得希望的通气。图 11 以虚线示出附加的凹槽 519。

[0069] 通过一个或多个焊接或者永久性紧固件,可将上游部分 502 和下游部分 504 永久地联接。可替换地,通过一个或多个联接器、紧固件(例如,螺栓)等等,可将上游和下游部分 502、504 可拆卸地联接在一起。

[0070] 以上描述的各种方法和技术提供了实施所公开的实施方案的多种方法。此外,本领域的技术人员可以认识到来自于本文中公开的不同实施方案的各种特征如混合腔、通气口和混合管的可互换性。类似地,本文所讨论的各种特征和行为以及每一个这种特征和行为的公知等价物可由本领域技术人员混合和匹配,以执行根据本文公开的原理的方法。此外,在本文中所描述和图示的方法不限于所记载的行为的准确顺序,也不必限于所记载的所有行为的实践。在实践本发明的实施方式中可以采用事件或行为的其它顺序、或部分的事件、或事件的同时发生。

[0071] 虽然以某些实施方式和示例为背景公开了本发明,但是本领域技术人员可以理解,本发明超越具体公开的实施方案扩展到其它可替换的实施方式和 / 或用途以及明显的修改和公开的实施方案的等价物。因此,本发明仅由权利要求所限定。

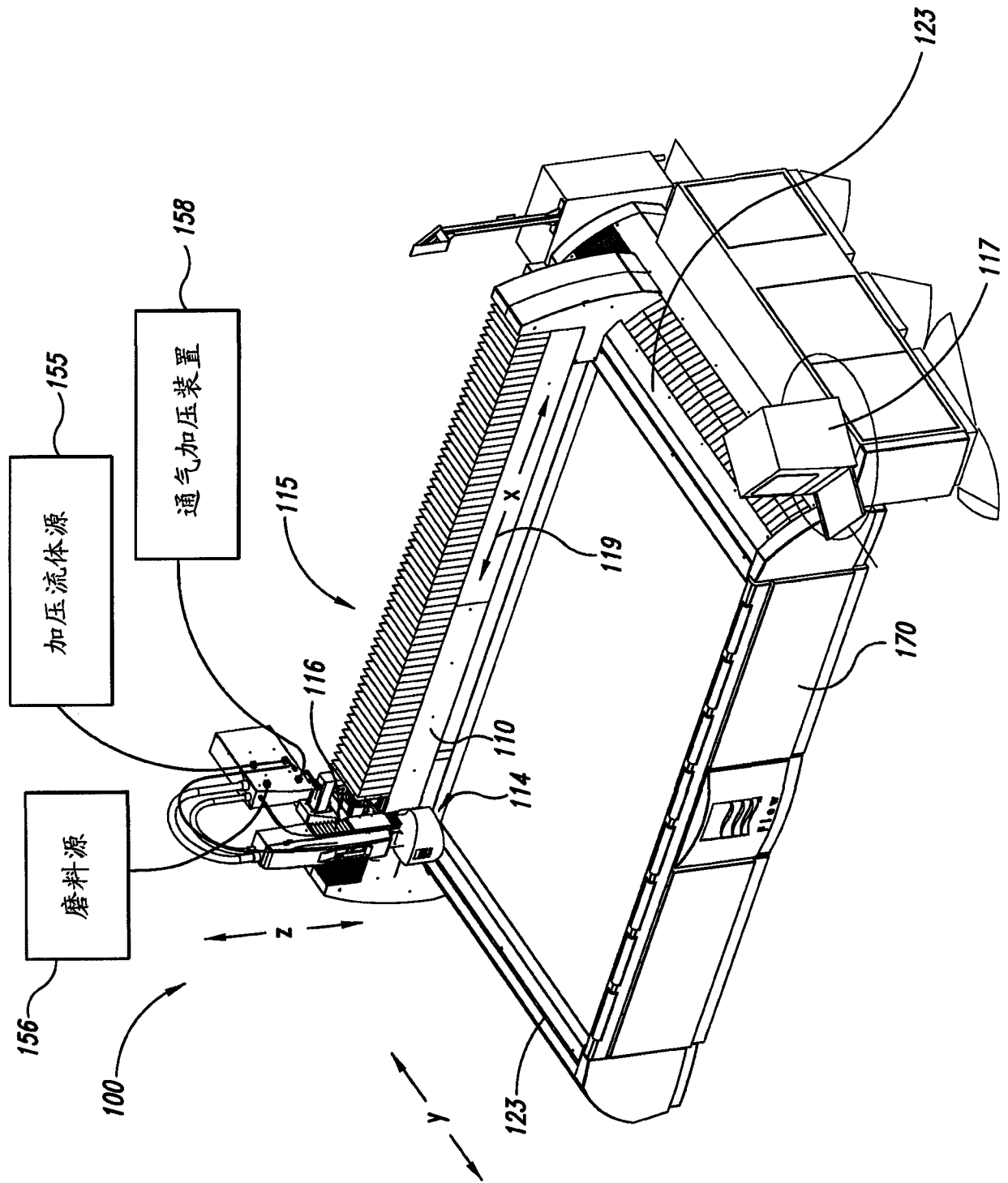


图 1

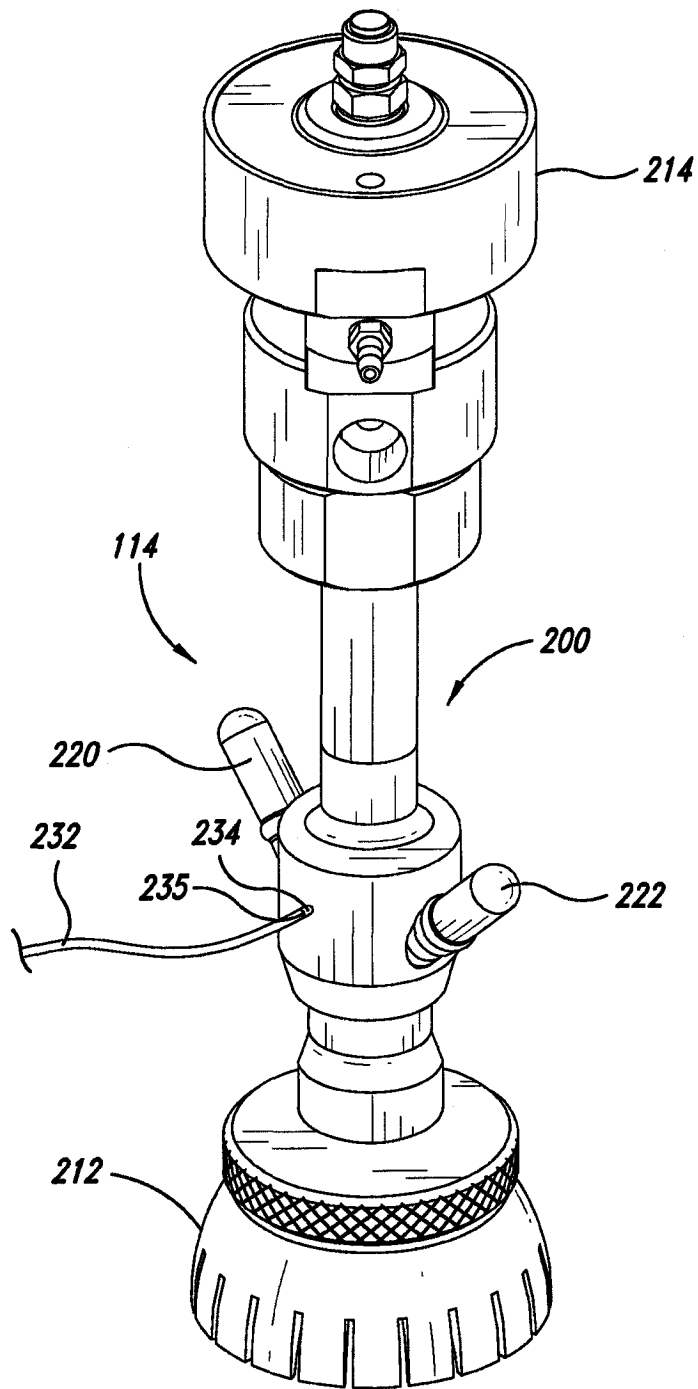


图 2



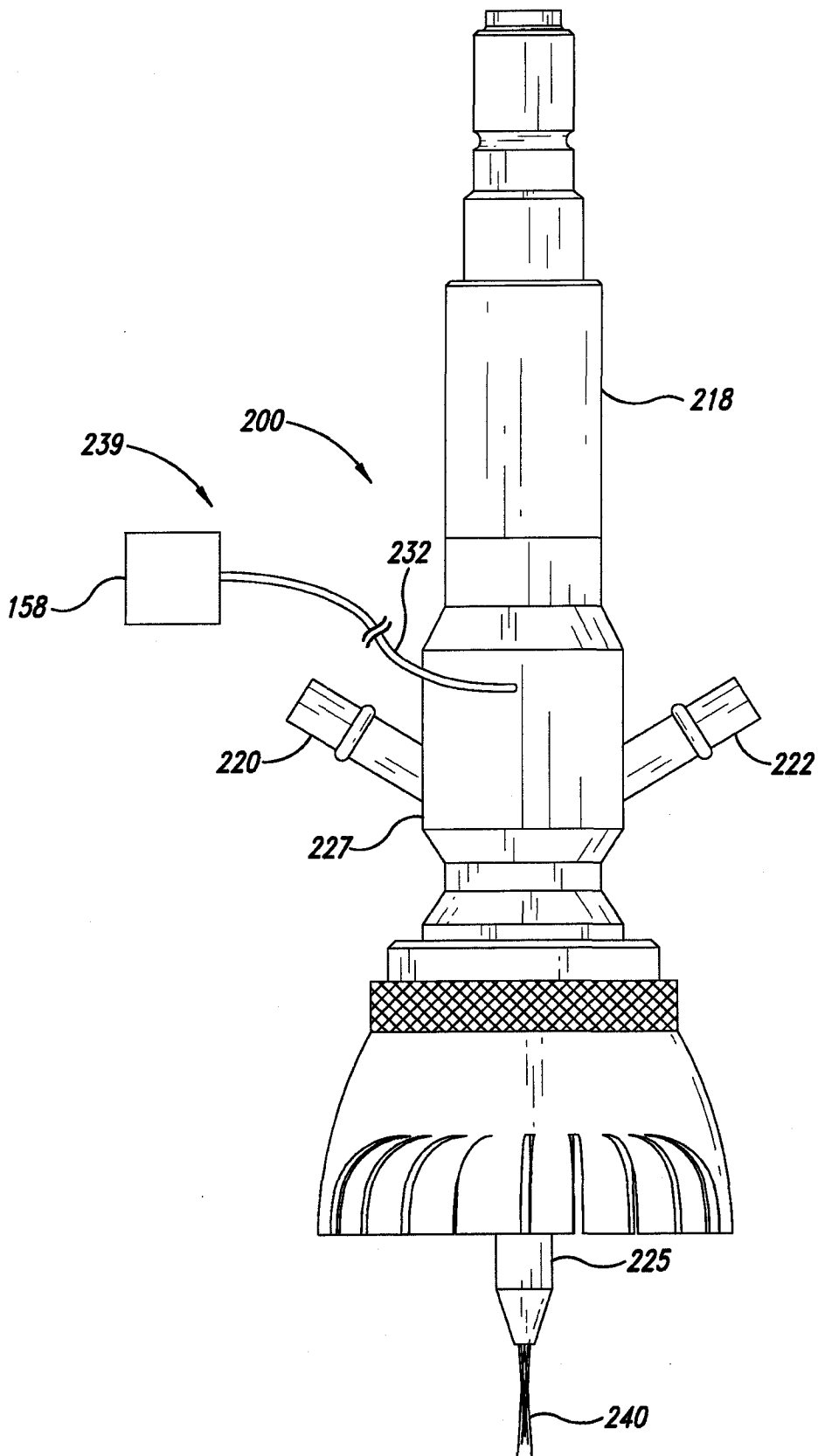


图 3

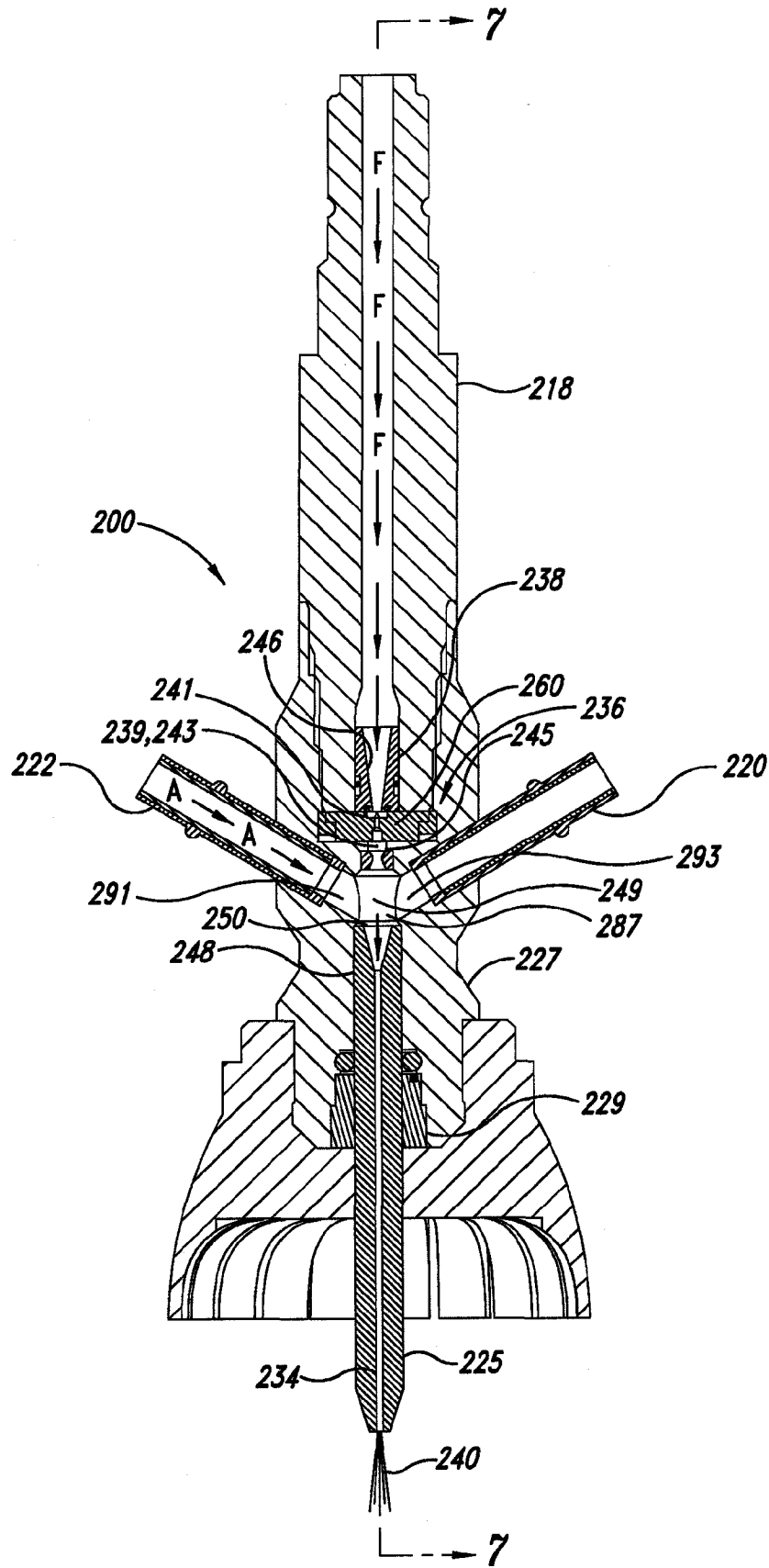


图 4

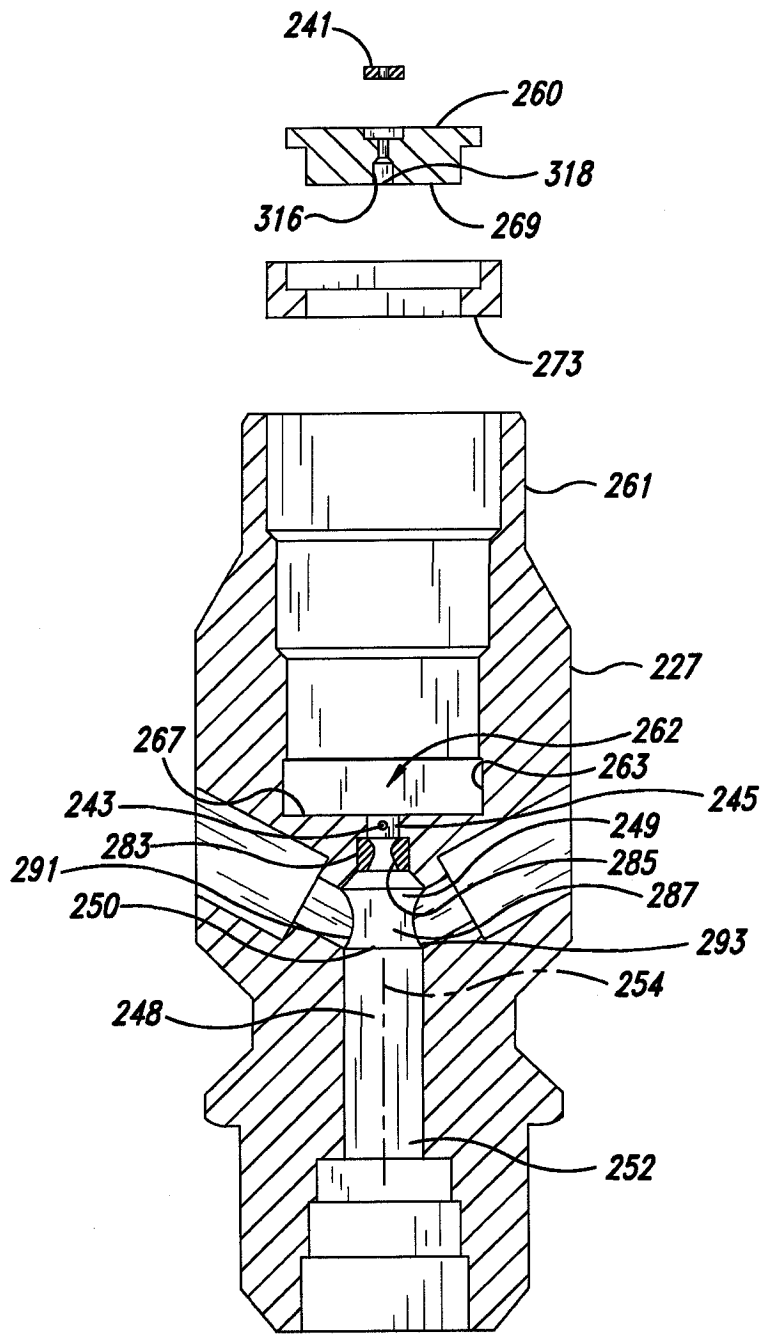


图 5

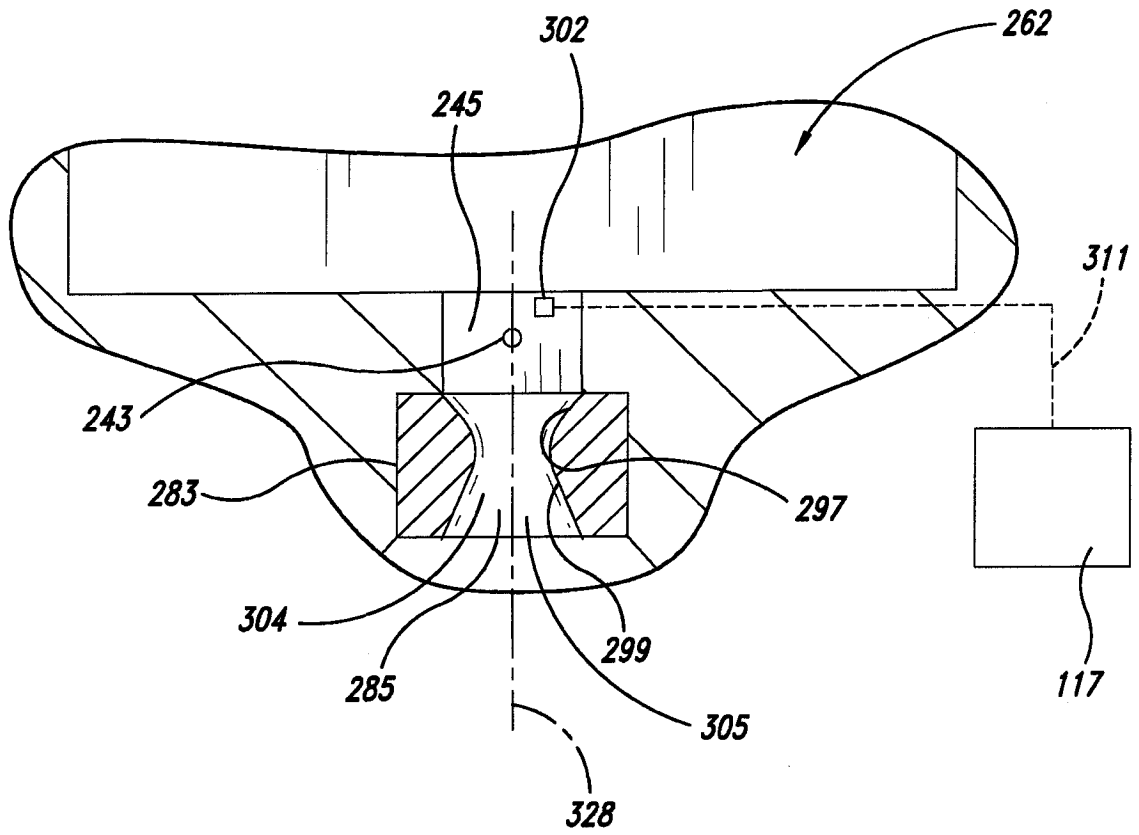


图 6

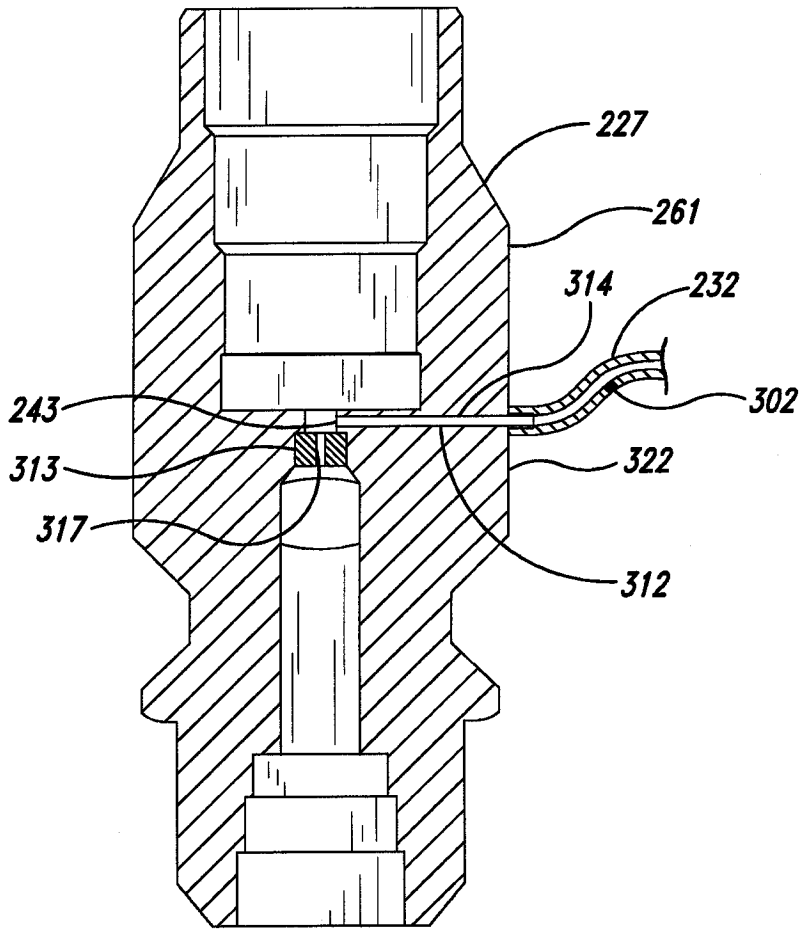


图 7

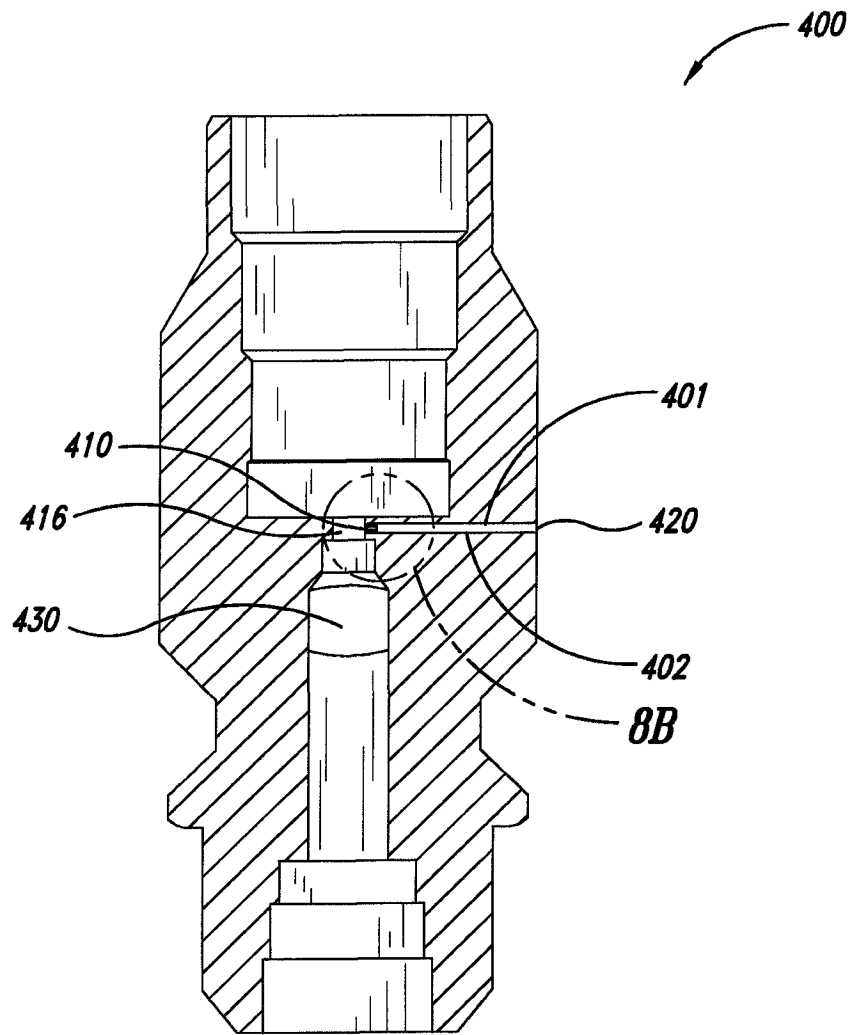


图 8A

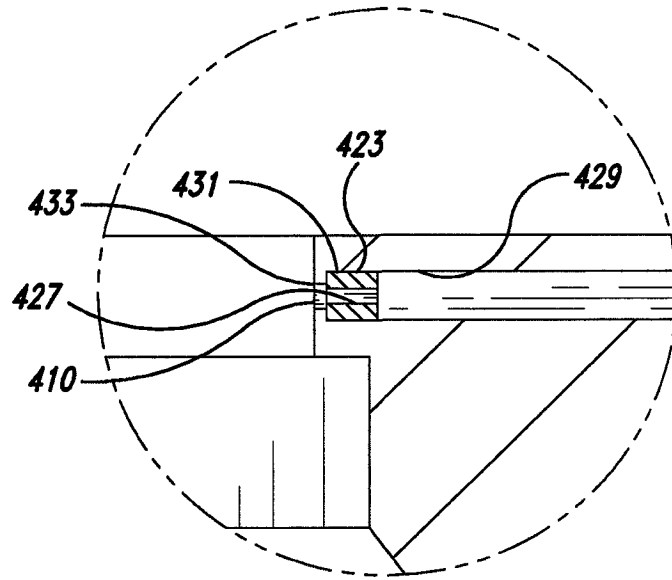


图 8B

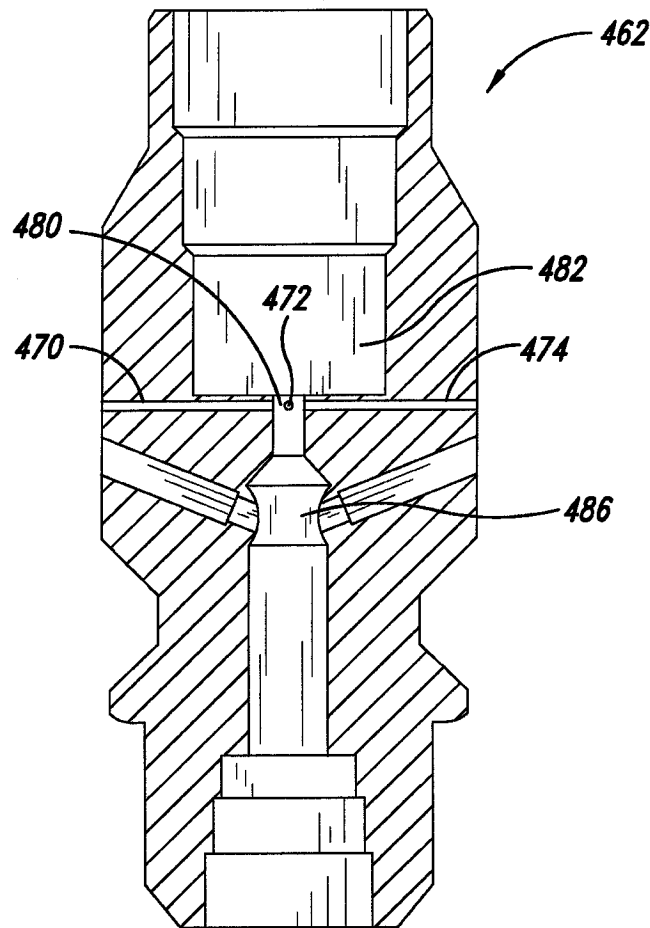


图 9

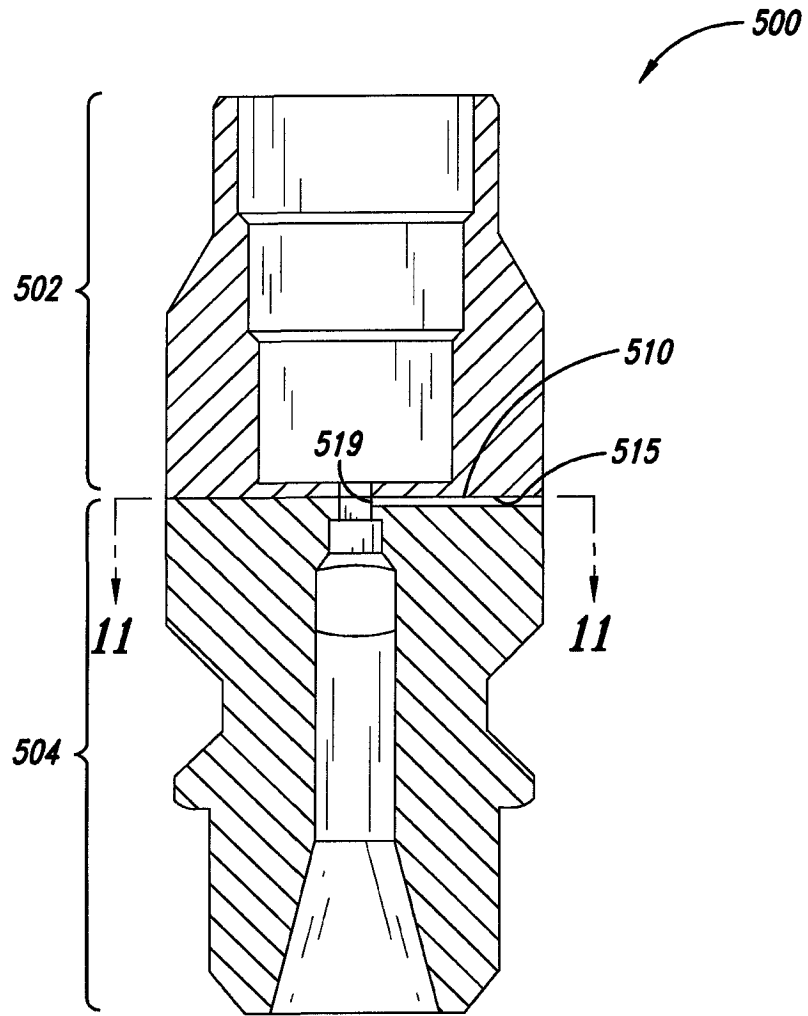


图 10

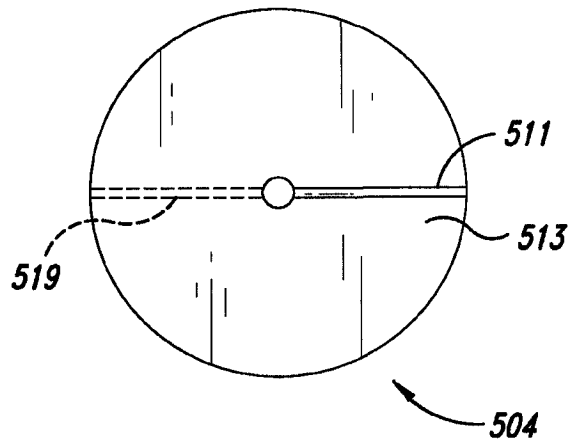


图 11