



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105081982 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201410187092. 9

(22) 申请日 2014. 05. 04

(71) 申请人 中国科学院宁波材料技术与工程研究所

地址 315201 浙江省宁波市镇海庄市大道 519 号

(72) 发明人 张文武 郭春海 张天润

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

代理人 李芙蓉

(51) Int. Cl.

B24C 3/02(2006. 01)

B24C 9/00(2006. 01)

B24C 5/00(2006. 01)

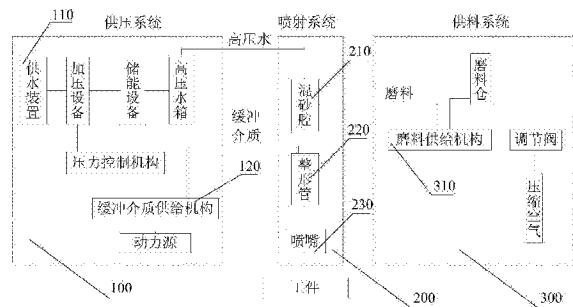
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

水射流加工装置

(57) 摘要

本发明提供了一种水射流加工装置,包括供压系统、喷射系统和供料系统,供压系统与供料系统分别连接至喷射系统,喷射系统包括混砂腔和喷嘴,混砂腔将高压水与磨料混合后形成混合液,喷射系统还包括整形管,整形管的第一入口与混砂腔的出口连通,整形管的出口与喷嘴连通,混砂腔将混合液从混砂腔的出口低速射入整形管内,形成中心水射流;供压系统还包括缓冲介质供给机构,缓冲介质供给机构与整形管的第二入口相连通,缓冲介质供给机构将缓冲介质射入整形管中,缓冲介质包裹在中心水射流的周侧,包裹有缓冲介质的中心水射流从喷嘴射出而作用于被加工的工件。本发明的水射流加工装置,降低了喷嘴及混砂腔的磨损率,降低了维护成本。



1. 一种水射流加工装置,包括供压系统、喷射系统和供料系统,所述供压系统与所述供料系统分别连接至所述喷射系统,所述喷射系统包括混砂腔和喷嘴,所述混砂腔将高压水与磨料混合后形成混合液,其特征在于:

所述喷射系统还包括整形管,所述整形管的第一入口与所述混砂腔的出口连通,所述整形管的出口与所述喷嘴连通,所述混砂腔以中等压力将所述混合液从所述混砂腔的出口射入所述整形管内,形成中心水射流;

所述供压系统还包括缓冲介质供给机构,所述缓冲介质供给机构与所述整形管的第二入口相连通,所述缓冲介质供给机构以所述中等压力将缓冲介质射入所述整形管中,所述缓冲介质包裹在所述中心水射流的周侧,包裹有缓冲介质的中心水射流从所述喷嘴射出而作用于被加工的工件。

2. 根据权利要求1所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述缓冲介质为液体、气体或气液混合物。

3. 根据权利要求1所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述缓冲介质为纯水或空气或纯水与空气的混合物。

4. 根据权利要求1所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述整形管的出口的内径沿所述整形管的轴向方向逐渐变小,从而使所述中心水射流的流速沿所述整形管的轴向方向逐渐变大。

5. 根据权利要求4所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述整形管的出口的内壁为光滑内壁。

6. 根据权利要求4所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述整形管的出口的内壁上设置有螺旋形位槽。

7. 根据权利要求1所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述喷嘴的孔形形状为圆形、长方形、正方形、椭圆形或三角形。

8. 根据权利要求1所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述喷嘴的形状为圆形,所述喷嘴的内径为1微米-100微米。

9. 根据权利要求8所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述混砂腔的出口的内径为所述喷嘴的内径的2倍以上。

10. 根据权利要求1-9任一项所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述喷嘴为直线型的狭长结构。

11. 根据权利要求10所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述喷嘴的外径小于3毫米,所述喷嘴的内径小于50微米,所述喷嘴的长度大于100毫米。

12. 根据权利要求1-9任一项所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述喷嘴为柔性弯曲结构或刚性弯曲结构。

13. 根据权利要求1所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述喷嘴的材料为碳化钨、金刚石或蓝宝石。

14. 根据权利要求1所述的水射流加工装置,其特征在于:

所述中等压力的压力值小于400兆帕。

水射流加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及水射流加工技术领域,特别是涉及一种水射流加工装置。

背景技术

[0002] 水射流加工包括纯水水射流加工和附加磨料的磨料水射流加工。纯水水射流加工对喷嘴的磨损远远低于磨料水射流加工,但纯水水射流的加工效率远远低于磨料水射流加工的加工效率。

[0003] 一般的水射流加工装置的喷嘴及混砂腔磨损率较高,造成高磨损率的主要原因是掺杂磨料的水射流在高压高速的情况下通过喷嘴和混砂腔时,磨料会直接摩擦喷嘴及混砂腔的内壁,从而造成混砂腔及喷嘴的磨损,最终影响加工能力。这就需要频繁的更换混砂腔及喷嘴,维护成本较高。

发明内容

[0004] 鉴于现有技术的现状,本发明的目的在于提供一种水射流加工装置,降低了喷嘴及混砂腔的磨损率,维护成本低。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种水射流加工装置,包括供压系统、喷射系统和供料系统,所述供压系统与所述供料系统分别连接至所述喷射系统,所述喷射系统包括混砂腔和喷嘴,所述混砂腔将高压水与磨料混合后形成混合液,

[0007] 所述喷射系统还包括整形管,所述整形管的第一入口与所述混砂腔的出口连通,所述整形管的出口与所述喷嘴连通,所述混砂腔以中等压力将所述混合液从所述混砂腔的出口射入所述整形管内,形成中心水射流;

[0008] 所述供压系统还包括缓冲介质供给机构,所述缓冲介质供给机构与所述整形管的第二入口相连通,所述缓冲介质供给机构以所述中等压力将缓冲介质射入所述整形管中,所述缓冲介质包裹在所述中心水射流的周侧,包裹有缓冲介质的中心水射流从所述喷嘴射出而作用于被加工的工件。

[0009] 在其中一个实施例中,所述缓冲介质为液体、气体或气液混合混合物。

[0010] 在其中一个实施例中,所述缓冲介质为纯水或空气或纯水与空气的混合物。

[0011] 在其中一个实施例中,所述整形管的出口的内径沿所述整形管的轴向方向逐渐变小,从而使所述中心水射流的流速沿所述整形管的轴向方向逐渐变大。

[0012] 在其中一个实施例中,所述整形管的出口的内壁为光滑内壁。

[0013] 在其中一个实施例中,所述整形管的出口的内壁上设置有螺旋形位槽。

[0014] 在其中一个实施例中,所述喷嘴的孔形形状为圆形、长方形、正方形、椭圆形或三角形。

[0015] 在其中一个实施例中,所述喷嘴的形状为圆形,所述喷嘴的内径为 1 微米 -100 微米。

- [0016] 在其中一个实施例中,所述混砂腔的出口的内径为所述喷嘴的内径的 2 倍以上。
- [0017] 在其中一个实施例中,所述喷嘴为直线型的狭长结构。
- [0018] 在其中一个实施例中,所述喷嘴的外径小于 3 毫米,所述喷嘴的内径小于 50 微米,所述喷嘴的长度大于 100 毫米。
- [0019] 在其中一个实施例中,所述喷嘴为柔性弯曲结构或刚性弯曲结构。
- [0020] 在其中一个实施例中,所述喷嘴的材料为碳化钨、金刚石或蓝宝石。
- [0021] 在其中一个实施例中,所述中等压力的压力值小于 400 兆帕。
- [0022] 本发明的有益效果是:
- [0023] 本发明的水射流加工装置,通过在整形管中将缓冲介质包裹在中心水射流的周侧,避免了磨料与喷嘴及整形管之间的直接接触,从而降低了喷嘴的磨损率。混砂腔以中等压力将混合液低速射出,由于混合液在混砂腔内的流速较低,从而降低了磨料对混砂腔的磨损。本发明的水射流加工装置,通过使用缓冲介质及缩流效应,有效的控制了磨料对混砂腔及喷嘴的磨损,使得加工的一致性得到了精确的控制,降低了维护成本。

附图说明

- [0024] 图 1 为本发明的水射流加工装置一实施例的系统框图;
- [0025] 图 2 为本发明的水射流加工装置的喷射系统实施例一的结构示意图;
- [0026] 图 3 为本发明的水射流加工装置的喷射系统实施例二的结构示意图;
- [0027] 图 4 为本发明的水射流加工装置的喷射系统实施例三的结构示意图;
- [0028] 图 5 为本发明的水射流加工装置的喷射系统实施例四的结构示意图;
- [0029] 图 6 为本发明的包裹有缓冲介质中心水射流的仿真结果示意图;
- [0030] 图 7 为本发明的中心水射流沿整形管的轴向方向的速度仿真结果示意图;
- [0031] 图 8 为本发明的中心水射流沿喷嘴的径向方向的速度仿真结果示意图。

具体实施方式

[0032] 为了使本发明的技术方案更加清楚,以下结合附图,对本发明的水射流加工装置作进一步详细的说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明并不用于限定本发明。

[0033] 参见图 1 至图 8,如图 1 所示,本发明的水射流加工装置包括供压系统 100、喷射系统 200 和供料系统 300,且供压系统 100 和供料系统 300 分别连接至喷射系统 200。其中,供压系统 100 包括供水装置 110、加压设备、储能设备、压力控制机构、高压水箱、动力源和缓冲介质供给机构 120;供料系统 300 包括调节阀、磨料供给机构 310 和磨料仓,调节阀和磨料仓分别连接至磨料供给机构 310;喷射系统 200 包括混砂腔 210、整形管 220 和喷嘴 230,且整形管 220 设置在混砂腔 210 及喷嘴 230 之间,即混砂腔 210 的出口与整形管的第一入口 221 相连通,整形管的出口 223 与喷嘴 230 的入口相连通。

[0034] 供水装置 110 依次与加压设备、储能设备和高压水箱相连通,且加压设备与储能设备分别与压力控制机构相连接。加压设备用于将供水装置提供的低压水形成高压水,储能设备用于稳定高压水的水压,高压水箱用于储存高压水,且高压水箱与混砂腔 210 相连通,用于将高压水射入混砂腔 210 内。

[0035] 磨料供给机构 310 与混砂腔 210 相连通,用于将磨料射入至混砂腔 210 中。磨料与高压水在混砂腔 210 内进行充分的混合后形成混合液,然后混砂腔 210 以中等压力将混合液从混砂腔 210 的出口低速射入整形管 220 内,形成中心水射流,其中,中心水射流的速度远远大于混合液的速度。这样,由于混合液的流速较低,减小了混合液中磨料与混砂腔 210 内壁之间的摩擦,从而降低了混砂腔 210 的磨损率。

[0036] 缓冲介质供给机构 120 的输入端与动力源相连接,且缓冲介质供给机构 120 的输出端与整形管 220 的第二入口 222 相连通,用于将缓冲介质射入整形管 220 中。在本实施例中,缓冲介质供给机构 120 以中等压力将缓冲介质射入整形管 220 内。缓冲介质包裹在中心水射流的周侧,包裹有缓冲介质的中心水射流从喷嘴 230 射出而作用于被加工的工件。

[0037] 如图 6 所示,包裹有缓冲介质的中心水射流从喷嘴 230 射出时,避免了喷嘴 230 与含有磨料的中心水射流的直接接触,从而降低了喷嘴 230 的磨损率。应当清楚的是,从喷嘴 230 喷出的包裹有缓冲介质的中心水射流的速度大于从混砂腔 210 射出的中心水射流的速度,这样可以保证该水射流加工装置的加工能力。

[0038] 优选地,中等压力的压力值小于 400 兆帕,这样可以节约能源,降低对设备的要求。传统的水射流加工采用纯水水射流加工代替磨料水射流加工来降低对喷嘴 230 及混砂腔 210 的磨损,但为了保证加工能力,对压力的要求越来越高(400 兆帕以上),这就导致了能源损耗。本实施例中采用压力值小于 400 兆帕的中等压力,节约了能源。

[0039] 通过在整形管 220 中将缓冲介质包裹在中心水射流的周侧,避免了磨料与喷嘴 230 及整形管 220 之间的直接接触,从而降低了喷嘴 230 的磨损率。混砂腔 210 将混合液低速射出,由于混合液在混砂腔 210 内的流速较低,从而降低了磨料对混砂腔 210 的磨损。通过使用缓冲介质及缩流效应,有效的控制了磨料对混砂腔 210 及喷嘴 230 的磨损,使得加工的一致性得到了精确的控制,降低了维护成本。

[0040] 作为一种可实施方式,缓冲介质可以为液体、气体或气液混合物。优选地,缓冲介质可以为纯水或空气或纯水与空气的混合物。例如,缓冲介质为纯水时,纯水包裹在中心水射流的周侧。此时中心水射流位于中心,不与整形管 220 的内壁直接接触,整形管 220 的磨损主要取决于纯水与整形管 220 内壁之间的摩擦损耗。这样避免了含有磨料的中心水射流与整形管 220 的内壁的直接接触,从而提高了整形管 220 的抗磨损能力。然后,喷嘴 230 将纯水包裹的中心水射流喷出,避免了含有磨料的中心水射流与喷嘴 230 的内壁之间的直接接触,降低了喷嘴 230 的磨损率。

[0041] 当然,缓冲介质还可以是空气等其他气体或纯水以外的其他液体,或者缓冲介质为气液混合物。例如,缓冲介质为气液混合物,此时,液体包裹在中心水射流的周侧,气体包裹在液体的周侧,气体与整形管 220 的内壁直接接触,降低了整形管 220 的磨损率。

[0042] 如图 8 所示,含有磨料的中心水射流不与喷嘴 230 的内壁直接接触,缓冲介质包裹在中心水射流的周侧,缓冲介质与喷嘴 230 的内壁直接接触。虽然缓冲介质在喷嘴 230 中的流速大于中心水射流的流速,但是缓冲介质中不含有磨料,这样就大大的降低了喷嘴 230 的磨损率,延长了喷嘴 230 的使用寿命,提高了该水射流加工装置的加工效率及加工的一致性。

[0043] 作为一种可实施方式,整形管的出口 223 的内径沿整形管 220 的轴向方向逐渐变小,由于质量守恒定律及缩流效应,使得中心水射流的流速沿整形管 220 的轴向方向逐渐

变大。应当清楚的是,整形管 220 的轴向方向是指整形管的第一入口 221 到整形管的出口 223 的方向。这样,包裹有缓冲介质的中心水射流的速度在喷嘴 230 处的速度增加,即使只使用中等压力(压力小于 400 兆帕),包裹有缓冲介质的中心水射流从喷嘴 230 射出时的速度仍可以达到高压(压力大于 400 兆帕)时的速度。这样,混砂腔 210 中的混合液的速度较低,降低了混砂腔 210 的磨损率,然后通过缩流效应逐渐提高中心水射流的速度,保证了水射流加工装置的加工能力。

[0044] 如图 7 所示,取整形管 220 的长度的中点作为原点,整形管 220 的轴向方向作为 y 轴,整形管 220 的径向方向作为 x 轴,建立直角坐标系,从原点到混砂腔 210 方向为 y 轴的正方向,从原点到喷嘴 230 方向为 y 轴的负方向。从图 7 中可以看出,沿 y 轴的正方向,整形管 220 的管径逐渐变大,整形管 220 内中心水射流的流速较小。沿 y 轴的负方向,整形管 220 的管径逐渐变小,由于质量守恒定律及缩流效应,中心水射流的流速逐渐增大。

[0045] 同时,由于中等压力的压力值小于 400 兆帕,因此,可以通过适当的调整同心度及压力,保证缓冲介质对中心水射流的长距离包裹,从而降低整形管 220 的磨损率。

[0046] 作为一种可实施方式,喷嘴 230 的孔形形状可以为圆形、长方形、正方形、椭圆形或三角形。当然,喷嘴 230 的孔形形状还可以是其他形状。较优地,喷嘴 230 的孔形形状为圆形,混砂腔 210 的出口的的形状也为圆形,且混砂腔 210 的出口的内径为喷嘴 230 的内径的 2 倍以上。这样可以保证混砂腔 210 以低速射出中心水射流,降低混砂腔 210 的磨损率,喷嘴 230 以较高的速度射出包裹有缓冲介质的中心水射流,在降低喷嘴 230 的磨损率的同时,保证水射流加工装置的加工能力。

[0047] 优选地,喷嘴 230 的内径为 1 微米-100 微米。一般的水射流加工装置的喷嘴 230 的直径为 200 微米以上,由于喷嘴 230 的内径越小,喷嘴 230 的磨损就越快,一般的喷嘴 230 的寿命小于 200 小时。而在本实施例中,由于缓冲介质的使用降低了喷嘴 230 的磨损率,本实施例的水射流加工装置可以实现喷嘴 230 的内径远小于 200 微米,同时相对于一般的磨料水射流装置,喷嘴 230 的使用寿命得到了延长,使其可以与激光等精密加工技术相竞争。应当注意的是,此时要求使用超细的磨料,优选地,磨料的直径小于出射水射流直径的 30%。

[0048] 较优地,喷嘴 230 的材料可以使用碳化钨、金刚石或宝石等。传统的水射流加工装置为了降低喷嘴 230 的磨损,常常会使用比较高端的喷嘴材料,如金刚石,但金刚石喷嘴的造价较高。本实施例中,由于降低了喷嘴 230 的磨损率,喷嘴的材料将不限于使用金刚石。

[0049] 实施例一

[0050] 如图 2 所示,整形管的出口 223 的内壁为光滑内壁,喷嘴 230 的长度较短。在混砂腔 210 内将磨料与高压水混合后的混合液通过混砂腔 210 的出口喷射出来,形成中心水射流。混砂腔 210 内混合液的流速较低,混砂腔 210 内混合液的流速远远小于中心水射流的流速。传统的高压混砂腔内混合液的流速大于 400 米每秒,而本实施例中,混砂腔 210 内混合液的流速低于 20 米每秒。这样使得磨料对混砂腔 210 的内壁的磨损远小于传统的高压混砂腔,降低了混砂腔 210 的磨损率。

[0051] 混砂腔 210 喷射出来的中心水射流从整形管的第一入口 221 进入整形管 220 中,随着整形管的出口 223 的内径逐渐变小,中心水射流的流速逐渐增加。同时,从整形管的第二入口 222 射入的缓冲介质包裹在中心水射流的周侧,避免了含有磨料的水射流对整形管

220 及喷嘴 230 的内壁之间的摩擦,降低了整形管 220 及喷嘴 230 的磨损率。

[0052] 由于喷嘴 230 的磨损问题的缓解,因此喷嘴 230 的直径可以达到 1 微米-100 微米,这样就提高了该水射流加工装置的分辨率及加工的一致性,降低了维护的成本。

[0053] 实施例二

[0054] 如图 3 所示,为了进一步强化缓冲介质对中心水射流的包裹程度,可以将整形管的出口 223 的内壁设计为具有几何结构的非光滑内壁。优选地,整形管的出口 223 的内壁上设置有螺旋形位槽 224,使得缓冲介质在与中心水射流融合之前就产生螺旋效应,用于提高包裹的稳定性。根据实验的仿真结果可以看出,带有螺旋形位槽 224 的整形管 220 比光滑结构的整形管 220 更好地保持了中心水射流的稳定性,提高了中心水射流的动能。

[0055] 实施例三

[0056] 如图 4 所示,在本实施例中,喷嘴 230 为直线型的狭长结构,并且通过控制喷嘴 230 的外径,使得该喷嘴 230 可以深入狭窄的空间进行加工。优选地,喷嘴 230 的外径小于 3 毫米,内径小于 50 微米,且喷嘴 230 的长度大于 100 毫米。传统技术中,由于磨料与喷嘴 230 的内壁直接接触,磨料对喷嘴 230 的磨损会导致喷嘴 230 的寿命大大下降,因此喷嘴 230 的长度较短。本实施例中,由于缓冲介质降低了喷嘴 230 的磨损率,才可以将喷嘴 230 的长度设计的较长,喷嘴 230 的直径设计的较小。在本实施例中,喷嘴 230 的材料为碳化钨,喷嘴 230 的孔形形状为圆形。当然,喷嘴 230 的材料也可以使用金刚石或蓝宝石,喷嘴 230 的孔形形状也可以为非圆形。本实施例中,整形管 220 的出口的内壁可以为光滑内壁,也可以为设置有螺旋形位槽等的非光滑内壁。

[0057] 实施例四

[0058] 如图 5 所示,在本实施例中,喷嘴 230 为柔性弯曲结构或刚性弯曲结构,用于非直孔的水射流加工。喷嘴 230 为柔性弯曲结构是指喷嘴 230 可以使用耐高压的柔性管路。传统技术中,弯曲结构将导致喷嘴 230 的管壁被快速击穿。本实施例中,由于缓冲介质的使用,避免了高压水射流造成的喷嘴 230 被击穿的情况,使得喷嘴 230 可以采用弯曲结构。本实施例中,整形管 220 的出口的内壁可以为具有光滑内壁,也可以为设置有螺旋形位槽等的非光滑内壁。

[0059] 本发明的水射流加工装置,通过在整形管中将缓冲介质包裹在中心水射流的周侧,避免了磨料与喷嘴及整形管之间的直接接触,从而降低了喷嘴的磨损率。混砂腔将混合液低速射出,由于混合液在混砂腔内的流速较低,从而降低了磨料对混砂腔的磨损。本发明的水射流加工装置,通过使用缓冲介质及缩流效应,有效的控制了磨料对混砂腔及喷嘴的磨损,使得加工的一致性得到了精确的控制,降低了维护成本。

[0060] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

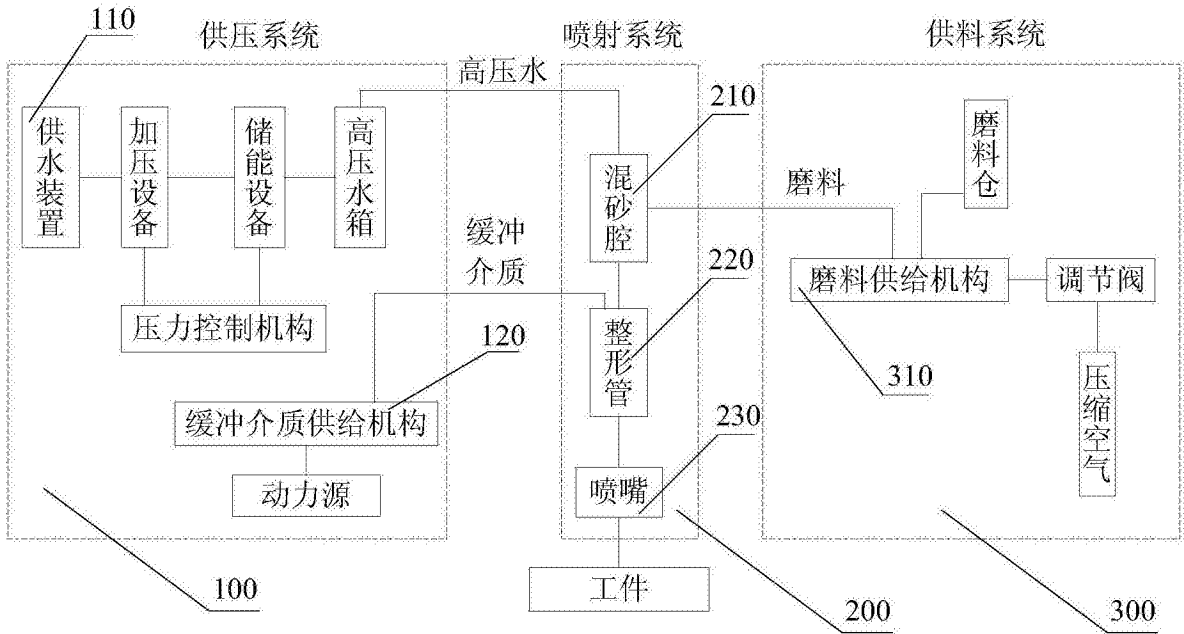


图 1

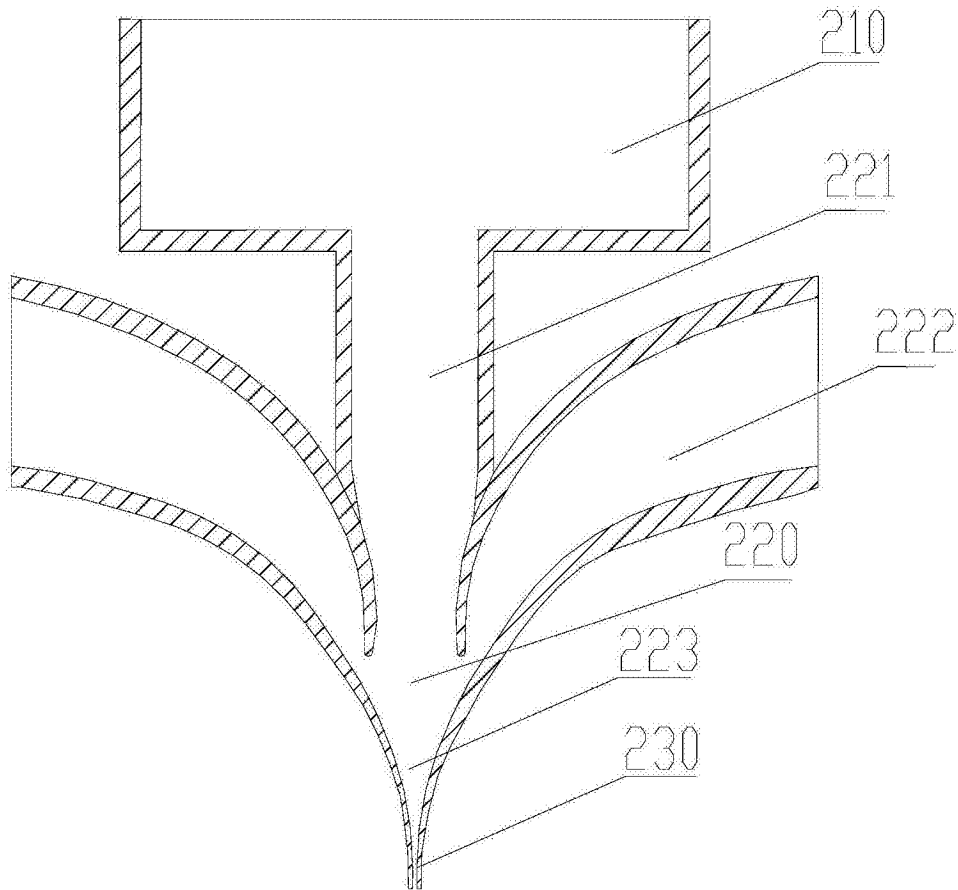


图 2

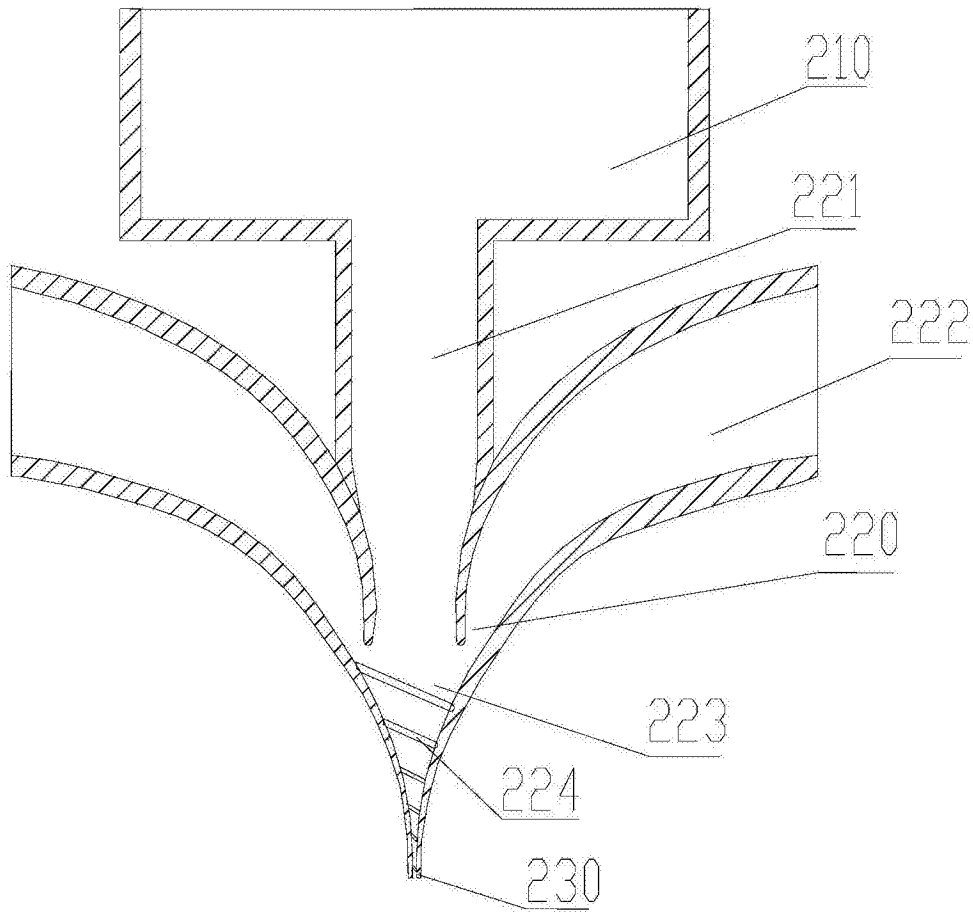


图 3

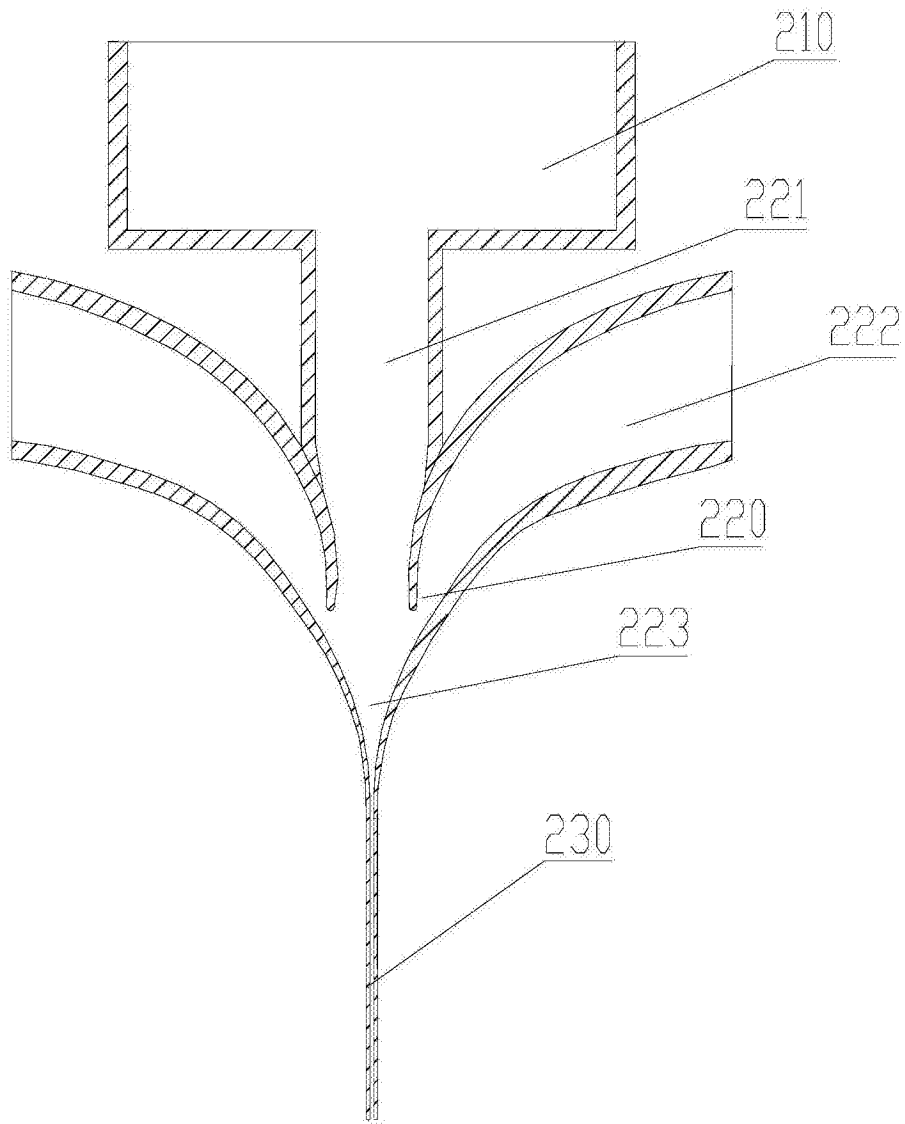


图 4

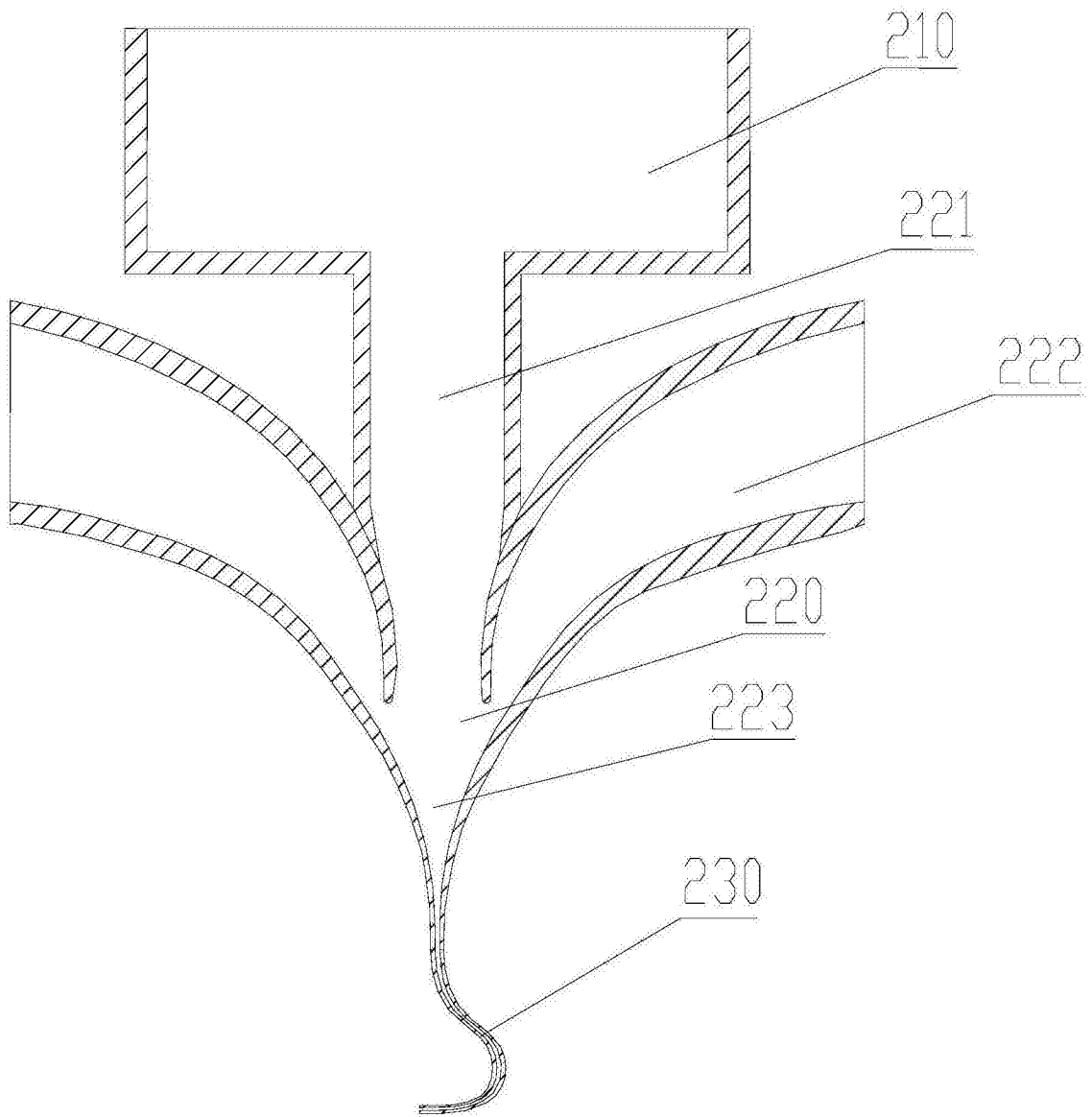


图 5

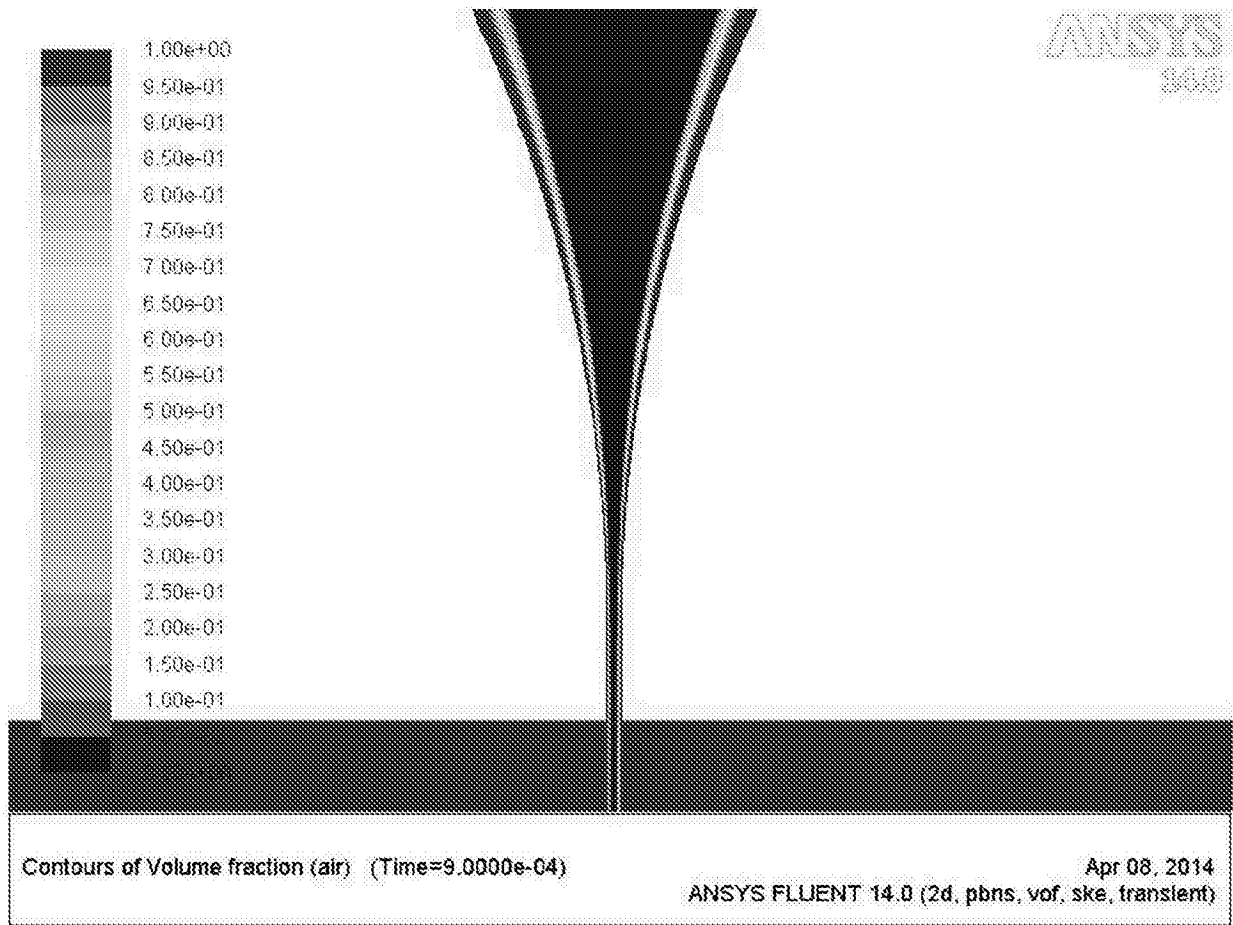


图 6

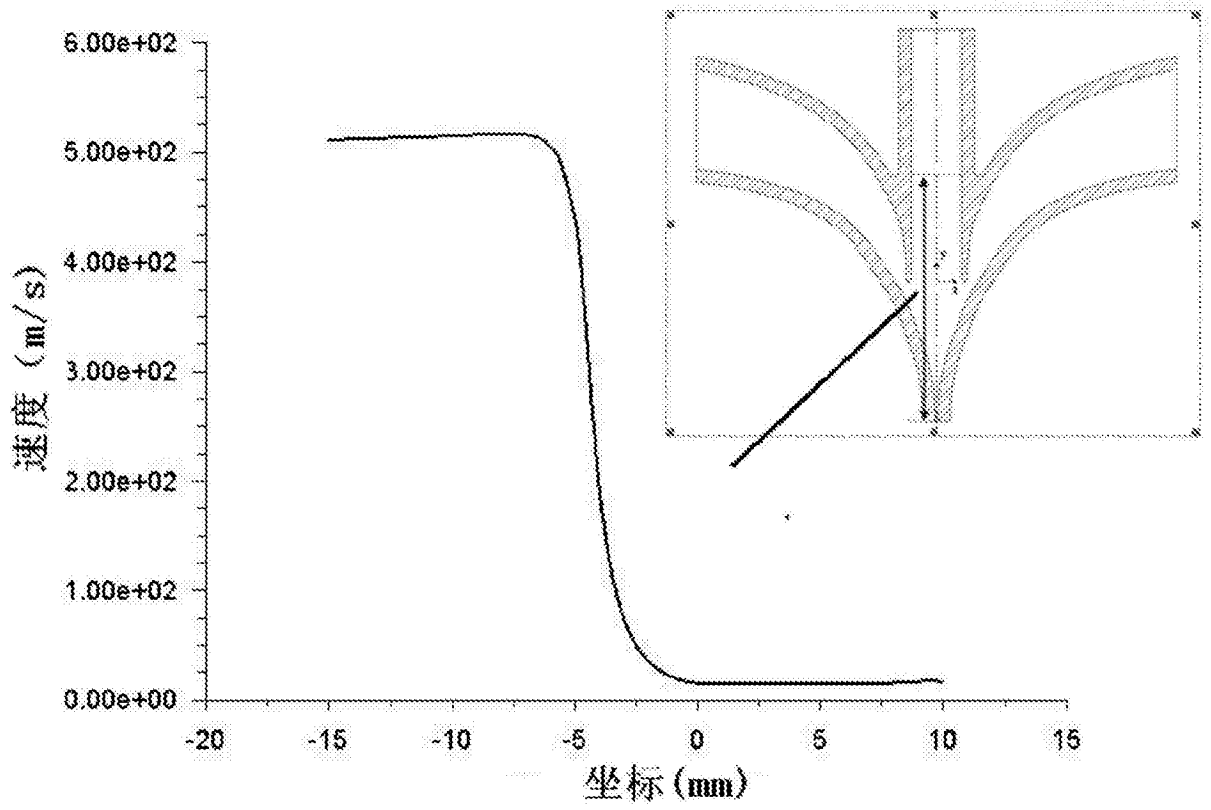


图 7

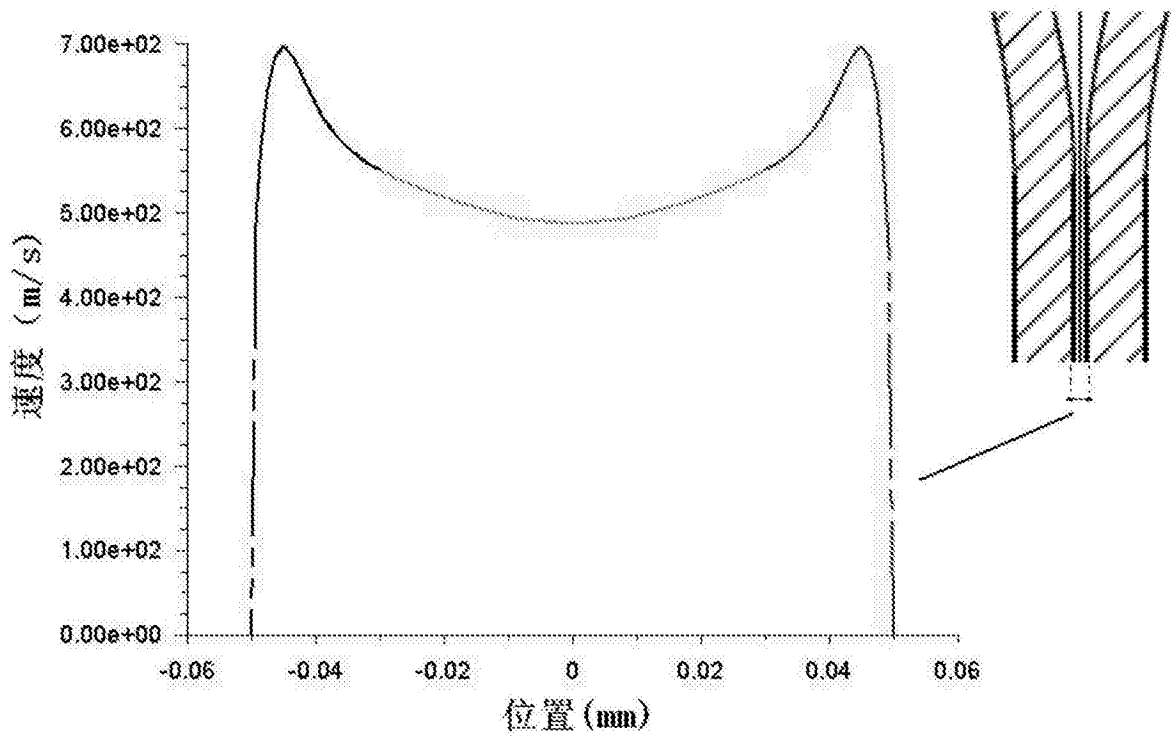


图 8