



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106903384 B

(45)授权公告日 2018.08.28

(21)申请号 201710243347.2

(22)申请日 2017.04.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106903384 A

(43)申请公布日 2017.06.30

(73)专利权人 南京航空航天大学
地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72)发明人 付书星 李寒松 牛岫 曲宁松

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237
代理人 贺翔

(51)Int.Cl.
B23H 5/08(2006.01)
B23H 5/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 105921834 A,2016.09.07,
DE 102015219184 A1,2017.04.06,
CN 106077855 A,2016.11.09,
CN 105215488 A,2016.01.06,
CN 104551277 A,2015.04.29,
JP 特开2015-193074 A,2015.11.05,

审查员 孙志良

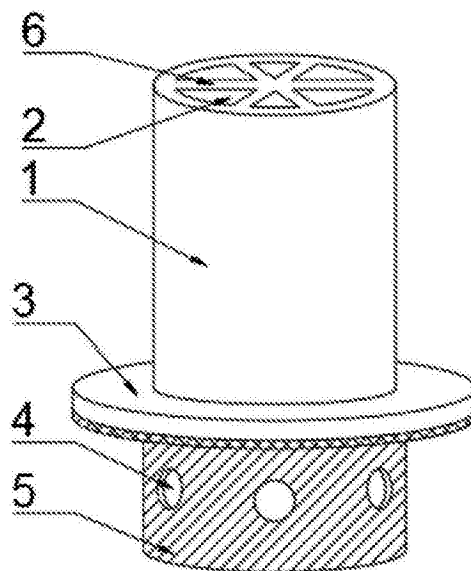
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法

(57)摘要

本发明涉及一种多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法,属于电解铣磨复合加工领域。本发明通过在工具阴极内部设置多个扇形盲孔腔体,以及在阴极金刚石磨粒层上方设置环形挡板,改善了加工间隙内供液不足的缺陷,提高了流场均匀性,有效提高了电解铣磨复合加工的稳定性和加工精度。



1. 一种多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法，其特征在於包括以下过程：

A. 使用专用的多腔体挡板式电解铣磨复合加工工具阴极，该工具阴极包括工具阴极基体(1)，工具阴极基体(1)内部为中心盲孔，阴极下部圆柱面均匀排布出液口(4)和金刚石磨粒层(5)；上述中心盲孔被若干轴向分隔板(6)均匀分成若干扇形盲孔腔体(2)；扇形盲孔腔体(2)将上述出液口(4)均匀分成若干组，每一扇形盲孔腔体(2)与一组出液口相通；上述阴极下部圆柱面位於所述金刚石磨粒层(5)上方具有环形挡板(3)，环形挡板(3)下表面具有绝缘涂层；

B. 电解铣磨复合加工进行时，保持环形挡板(3)下表面与加工工件(13)的上表面相接触，阻止电解液从加工间隙(7)内流出；

C. 电解铣磨复合加工进行时，电解液分别进入工具阴极基体(1)内的各个扇形盲孔腔体(2)内，从各个扇形盲孔腔体(2)对应的阴极底部圆柱面出液口(4)喷出，喷射到加工工件(13)的加工面上；

D. 电解铣磨复合加工开始后，扇形盲孔腔体(2)内部的轴向分隔板(6)阻止电解液从高压出液口(8)向低压出液口(9)内移动，同时环形挡板(3)对从加工间隙(7)内喷出的电解液起到阻挡作用，二者同时作用使得加工间隙(7)流量更加充足，提高了加工间隙(7)内的电解液分布均匀性；上述高压出液口(8)是指正对加工区域的出液口，低压出液口(9)是指高压出液口对面的出液口。

2. 根据权利要求1所述的多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法，其特征在於：上述多腔体挡板式电解铣磨复合加工工具阴极的扇形盲孔腔体(2)数量与阴极底部圆柱面的出液口(4)轴向列数相同，每一个扇形盲孔腔体(2)对应一列出液口(4)，且两者相通。

3. 根据权利要求1所述的多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法，其特征在於：上述多腔体挡板式电解铣磨复合加工工具阴极的环形挡板(3)下表面与工具阴极基体(1)底部平面的距离与工具阴极加工设计切深相等。

多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法,属于电解铣磨复合加工领域。

背景技术

[0002] 随着科学技术的发展,现代航空、航天、船舶等工业领域中使用了大量高温合金、钛合金等金属材料。比如,GH4169合金分别占了CF6发动机、CY2000发动机和PW4000发动机总重量34%、56%和57%;钛合金占了第四代战斗机F-22所使用材料总量的41%等。然而,受这些材料本身一些固有特性的影响,如导热能力差、强度高、硬度大等,在机械加工过程中加工区的温度较高、切削力较大,容易引起刀具的磨损。以航空发动机中的燃烧室薄壁机匣为例,其环形面上不仅有众多形状各异的安装凸台、加强筋等,而且从毛坯加工成零件的材料去除比一般可高达60%~80%,这给制造技术带来了诸多挑战。

[0003] 电解磨削是一种由电解作用和机械磨削作用相复合而实现材料去除的加工方法。传统的电解磨削加工通常采用导电砂轮作为工具阴极,并通过外接喷嘴向加工区域喷射电解液。在电解作用下,工件表面金属发生溶解并生成较软的氧化物薄膜,随即被旋转的砂轮磨粒刮除,又露出新的金属表面并被继续电解,如此反复,直至达到一定的尺寸精度和表面粗糙度。在整个加工过程中,大部分金属材料是以离子形式去除的,因此磨具的损耗较小,非常适合于加工难切削的金属材料。然而,受砂轮结构和供液方式的限制,传统的电解磨削加工柔性和效率较低,这不利于该技术优势的推广。

[0004] 为改善这一难题,电解铣磨复合加工被提出,即采用棒状磨头作为工具阴极,以类似数控铣削的方式由磨头电极的旋转运动和工件的进给运动共同形成轮廓的发生线,通过相切法进行成形加工的方法。相比于传统的电解磨削加工,数控铣削方式的引入显著提高了加工的柔性,可实现型面、型腔、薄壁和凸台等结构的加工。最初,电解铣磨复合加工仍然采用外接喷嘴的方式向加工区域提供电解液。然而,这种供液方式容易导致电解液大部分从工件表面流失,当加工切深较大时,电解液难以进入加工间隙的深处,结果限制了材料去除率的提高。因此,内喷液式电解铣磨复合加工被进一步提出,电解液可通过磨头内孔直接喷射到加工间隙内。结果,单次走刀所去除的材料厚度得到显著提高,电解铣磨复合加工效率被进一步改善。

[0005] 普通的内喷液电解铣磨复合加工工具阴极为底部侧壁带有多个均匀分布的出液口的空心单腔体结构,在使用普通的内喷液电解铣磨复合加工工具阴极进行加工时,由于受到加工工件的阻挡,正对加工工件的出液口中的电解液压力增加,从而导致大部分电解液从电解铣磨复合加工工具阴极运动的反方向的低压出液口中喷出,由电解加工流场设计知识可知,此时加工区域内电解液供液不足,加工热量及电解产物无法及时排出,容易造成短路以及工件烧伤等现象;同时,当电解液从加工间隙内喷出时,由电解加工流场设计知识可知,由于流道面积的突然扩张,容易导致加工间隙内出现空穴,也易造成短路以及工件烧伤等现象。普通的内喷液电解铣磨复合加工工具阴极上存在的这两种缺陷均会导致加工稳

定性较差,加工精度降低,限制了该技术的进一步发展。

发明内容

[0006] 本发明涉及一种多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法,属于电解铣磨复合加工领域。

[0007] 一种多腔体挡板式电解铣磨复合加工方法,其特征在于包括以下过程:

[0008] A. 使用专用多腔体挡板式电解铣磨复合加工工具阴极,该工具阴极包括工具阴极基体,工具阴极基体内部为中心盲孔,阴极下部圆柱面均匀排布出液口和金刚石磨粒层;其特征在于:上述中心盲孔被若干轴向分隔板均匀分成若干扇形盲孔腔体;扇形盲孔腔体将上述出液口均匀分成若干组,每一扇形盲孔腔体与一组出液口相通;上述阴极下部圆柱面位于所述金刚石磨粒层上方具有环形挡板,环形挡板下表面具有绝缘涂层。本发明通过在工具阴极内部设置多个扇形盲孔腔体,以及在阴极金刚石磨粒层上方设置环形挡板,改善了加工间隙供液不足的缺陷,提高了流场均匀性,有效提高了电解铣磨复合加工的稳定性和加工精度。其中工具阴极尺寸、分隔板厚度、出液口数量、磨粒层尺寸、挡板尺寸等均可根据实际加工需求自由选择,保证了该发明的通用性。

[0009] B. 电解铣磨复合加工进行时,保持环形挡板下表面与加工工件的上表面相接触,阻止电解液从加工间隙内流出;C. 电解铣磨复合加工进行时,电解液分别进入工具阴极基体内的各个扇形盲孔腔体内,从各个扇形盲孔腔体对应的阴极底部圆柱面出液口喷出,喷射到加工工件的加工面上;D. 电解铣磨复合加工开始后,扇形盲孔腔体内部的轴向分隔板阻止电解液从高压出液口向低压出液口内移动,同时环形挡板对从加工间隙内喷出的电解液起到阻挡作用,二者同时作用使得加工间隙流量更加充足,提高了加工间隙内的电解液分布均匀性;上述高压出液口是指正对加工区域的出液口,低压出液口是指高压出液口对面的出液口。

[0010] 所述的多腔体挡板式电解铣磨复合加工工具阴极,其特征在于:上述扇形盲孔腔体数量与阴极底部圆柱面的出液口轴向列数相同,每一个扇形盲孔腔体对应一列出液口,且两者相通。这样的设计可以确保各个腔体内的流场条件相同。

[0011] 所述的多腔体挡板式电解铣磨复合加工工具阴极,其特征在于:上述环形挡板下表面与工具阴极基体底部平面的距离与工具阴极加工设计切深相等。该设置可确保当工具阴极在设定切削深度进行加工时,确保环形挡板下表面与加工工件的上表面相接触,阻止电解液从加工间隙内流出,能有效增大加工间隙中电解液背压,提高加工间隙中电解液分布均匀性。

[0012] 本发明具有以下优点

[0013] 1. 普通的内喷液电解铣磨复合加工工具阴极为底部侧壁带有多个均匀分布的出液口的空心单腔体结构,在使用普通的内喷液电解铣磨复合加工工具阴极进行加工时,由于受到加工工件的阻挡,正对加工区域的出液口中的电解液压力增加,从而导致大部分电解液从电解铣磨复合加工工具阴极运动的反方向的低压出液口中喷出,由电解加工流场设计知识可知,此时加工区域内电解液供液不足,加工热量及电解产物无法及时排出,容易造成短路以及工件烧伤等现象。本发明通过在工具阴极基体内部设置多个扇形盲孔腔体,各个盲孔腔体之间的分隔板阻止了流向加工间隙的电解液因为压力升高转而流向通向非加

工区的压力较低的出液口,增加了流向加工间隙内的电解液的流量;

[0014] 2.在使用普通的内喷液电解铣磨复合加工工具阴极进行加工时,由电解加工流场设计知识可知,由于加工间隙处流道突然减小,使该处电解液流速突增而压力突降,电解液气化、形成气泡并积聚,而形成空穴。空穴容易导致加工质量变差,也易造成短路以及工件烧伤等现象。本发明通过在阴极金刚石磨粒层上方设置环形挡板,对从加工间隙内喷出的电解液起到阻挡作用,对加工间隙内部的电解液形成背压,有利于防止加工间隙内空穴现象产生,同时改善了加工间隙内的缺液现象。

[0015] 3.本发明在工具阴极内部设置多腔体结构,外部设置环形挡板,依靠二者同时作用,使得加工间隙流量更加充足,减少了空穴现象的发生,提高了加工间隙电解液分布均匀性。因此,本发明可有效提高内喷液电解铣磨复合加工的稳定性和加工精度。

附图说明

[0016] 图1为工具阴极结构示意图

[0017] 图2为工具阴极出液口处横截面示意图

[0018] 图3为电解铣磨加工示意图

[0019] 图4为普通内喷液阴极加工示意图

[0020] 图5为多腔体内喷液阴极加工示意图

[0021] 图6为普通内喷液阴极流场压力仿真图

[0022] 图7为添加环形挡板的内喷液阴极流场压力仿真图

[0023] 图8为普通内喷液阴极流场速度仿真图

[0024] 图9为添加多腔体结构的内喷液阴极流场速度仿真图

[0025] 其中标号名称为:1.工具阴极基体、2.扇形盲孔腔体、3.环形挡板、4.出液口、5.金刚石磨粒层、6.分隔板、7.加工间隙、8.高压出液口、9.低压出液口、10.电解液流动方向、11.工具阴极运动方向、12.工具阴极旋转方向、13.加工工件。

具体实施方式

[0026] 以下结合附图对本发明进行进一步说明:

[0027] 如图1和图2所示,本发明提出的一种多腔体挡板式电解铣磨复合加工工具阴极,包括工具阴极基体1,工具阴极基体1内部为中心盲孔,阴极下部圆柱面具有环形挡板3、均匀排布出液口4和金刚石磨粒层(5);其特征在于:上述中心盲孔被若干轴向分隔板6均匀分成若干扇形盲孔腔体2;扇形盲孔腔体2将上述出液口4均匀分成若干组,每一扇形盲孔腔体2与一组出液口相通;上述环形挡板3位于所述金刚石磨粒层(5)上方,环形挡板3下表面具有绝缘涂层。其中工具阴极尺寸、分隔板厚度、出液口数量、磨粒层尺寸、挡板尺寸等均可根据实际加工需求自由选择,保证了该发明的通用性。

[0028] 如图3所示,电解铣磨复合加工进行时,保持环形挡板3下表面与加工工件6的上表面相接触,阻止电解液从加工间隙7内流出;电解铣磨复合加工进行时,电解液分别进入工具阴极基体1内的各个扇形盲孔腔体2内,从各个扇形盲孔腔体2对应的阴极底部圆柱面出液口4喷出,喷射到加工工件13的加工面上;环形挡板3对从加工间隙7内喷出的电解液起到阻挡作用,对加工间隙7内部的电解液形成背压,有利于防止加工间隙7内空穴现象产生,同

时改善了加工间隙内的缺液现象。

[0029] 如图4和图5所示,在使用普通的内喷液电解铣磨复合加工工具阴极进行加工时,由于受到加工工件6的阻挡,正对加工区域的出液口8中的电解液压力增加,从而导致大部分电解液从电解铣磨工具阴极运动的反方向的低压出液口9中喷出,由电解加工流场设计知识可知,此时加工间隙7内电解液供液不足,加工热量及电解产物无法及时排出,容易造成短路以及工件烧伤等现象。本发明通过在工具阴极基体1内部设置多个扇形盲孔腔体2,各个盲孔腔体2之间的分隔板阻止了流向通向加工间隙7的出液口8的电解液因为压力升高转而流向通向非加工区的压力较低的出液口9,增加了流向加工间隙7内的电解液的流量。

[0030] 如图6和图7所示,在相同的仿真条件下,在普通内喷液阴极流场中,由于加工间隙7出液口没有被阻挡,部分电解液从加工间隙7内喷出,导致加工间隙7内部压力变小,部分区域有负压产生,因此,这种加工方式容易产生空穴现象,不利于加工进行。而在具有挡板的内喷液阴极流场中,由于环形挡板3的阻挡对加工间隙7内的电解液施加了背压,加工间隙7内的电解液压力明显上升,有利于防止空穴现象的发生。

[0031] 如图8和图9所示,在电解液压力0.2 MPa,阴极直径6mm的仿真条件下,在图示加工区域截面内,普通阴极流场中最高流速为20.47m/s,平均流速为3.08m/s,多腔体阴极流场中最高流速为20.10 m/s,平均流速为5.01m/s。由于平均流速反映了加工区域内流场的分布状态,所以与普通内喷液阴极相比,使用多腔体结构的阴极能使加工区域的流量更充足,因此,加工间隙7内的缺液现象也能得到明显改善,有利于提高加工质量。

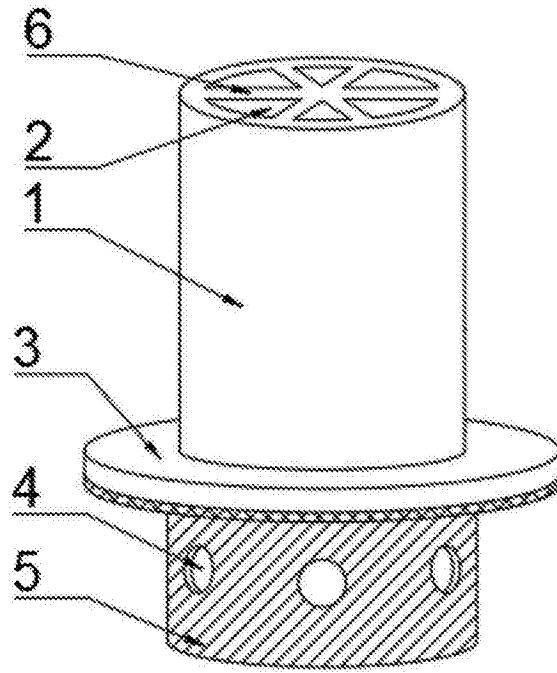


图1

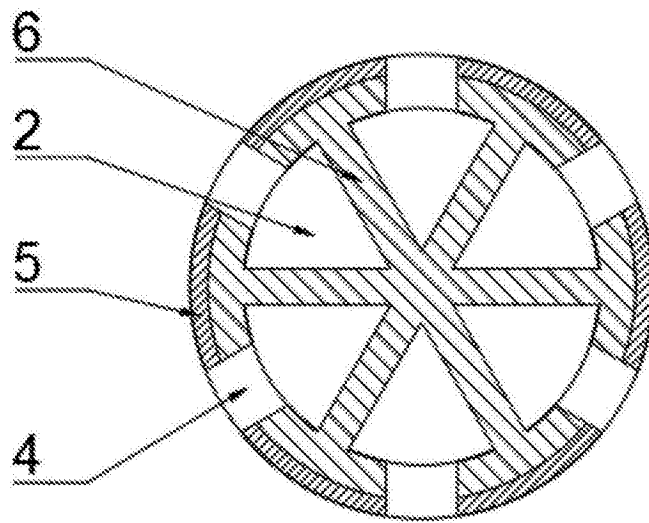


图2

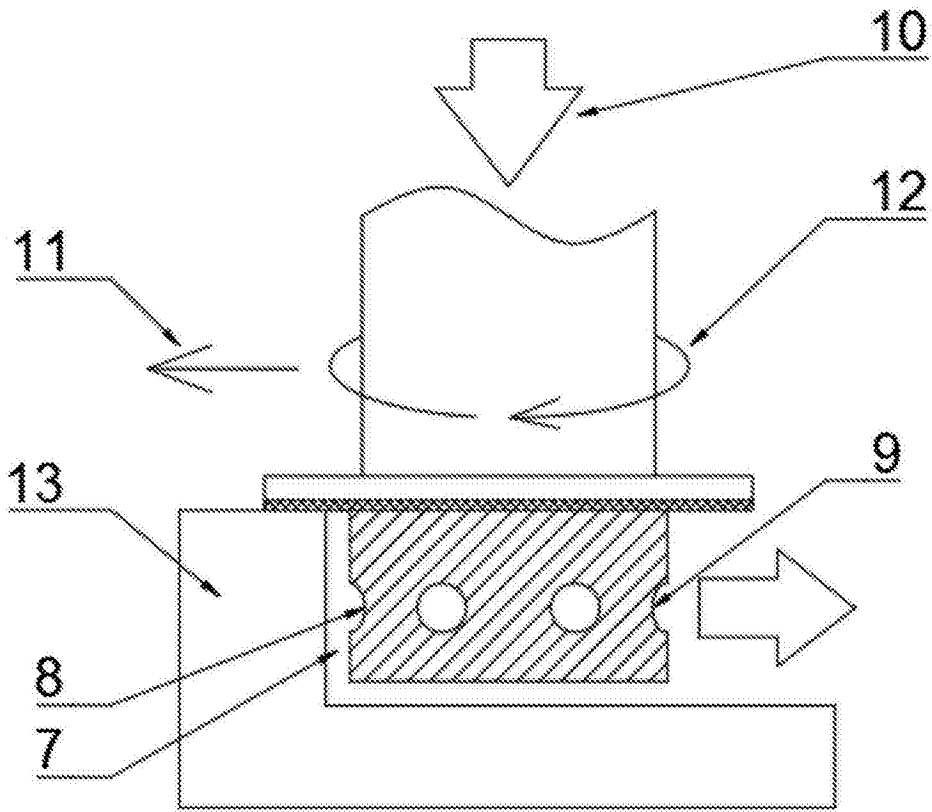


图3

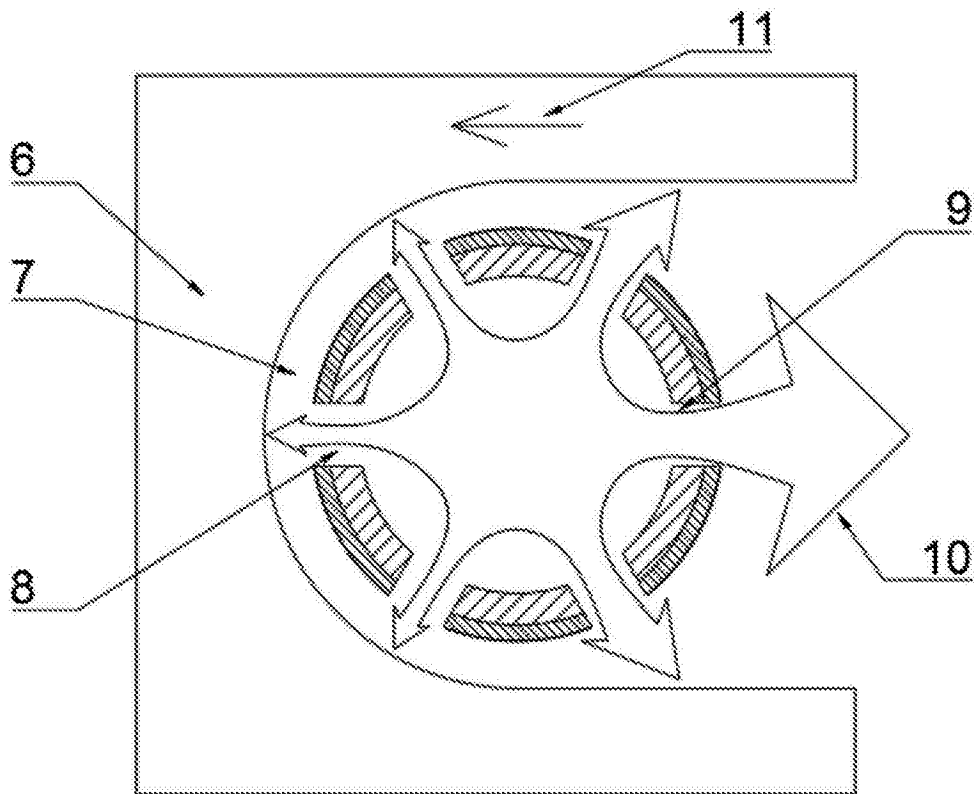


图4

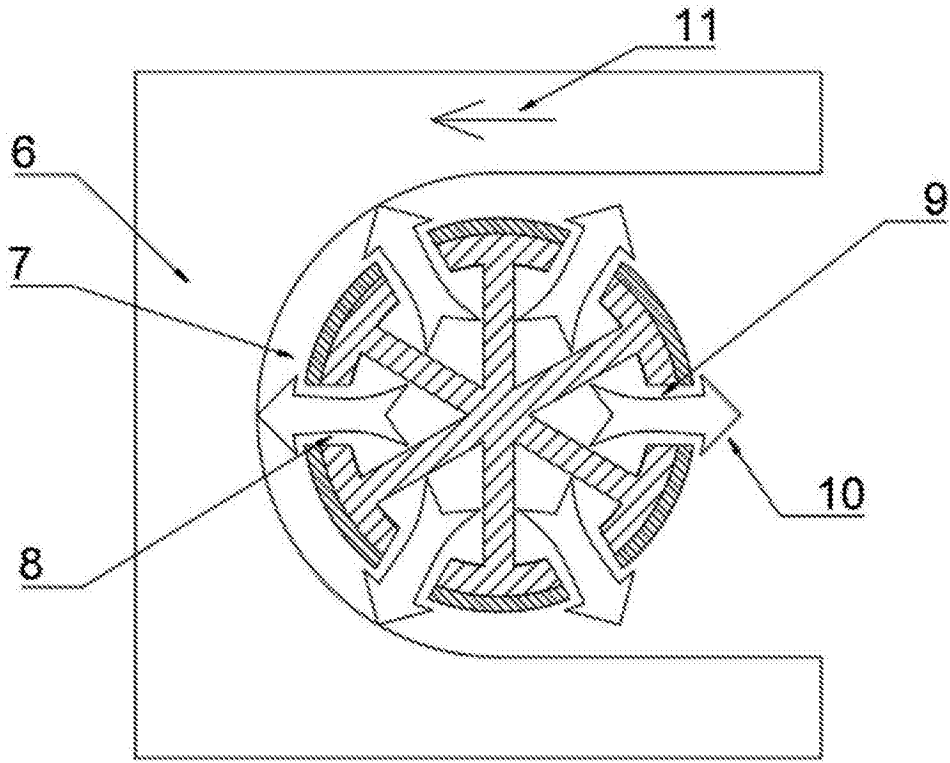


图5

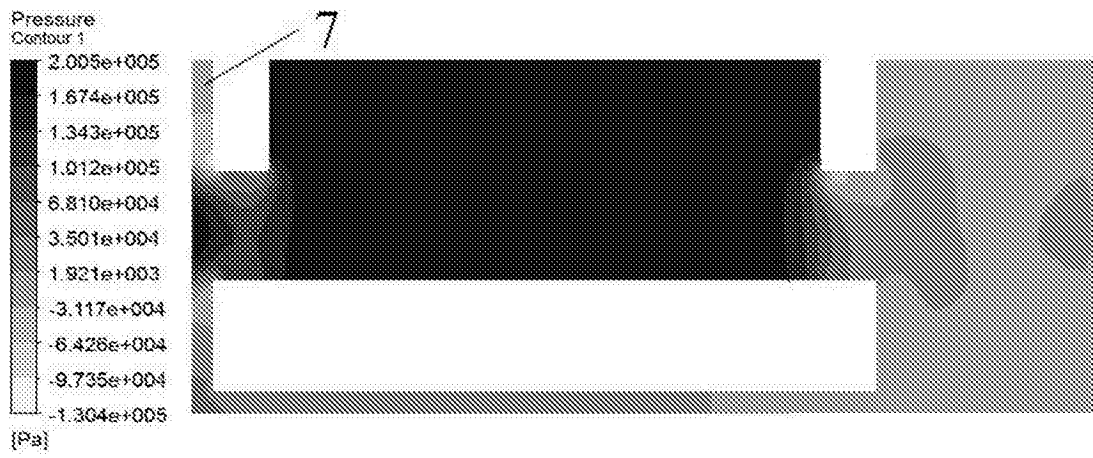


图6

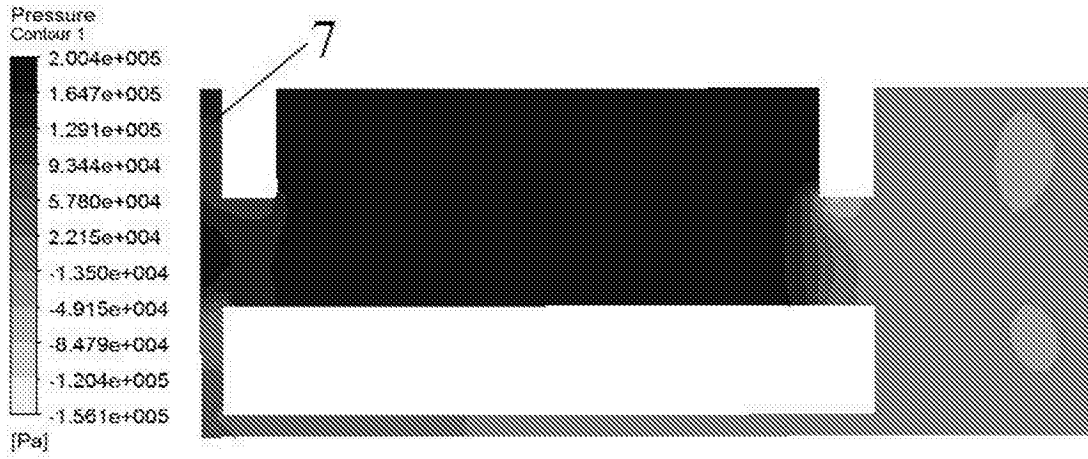


图7

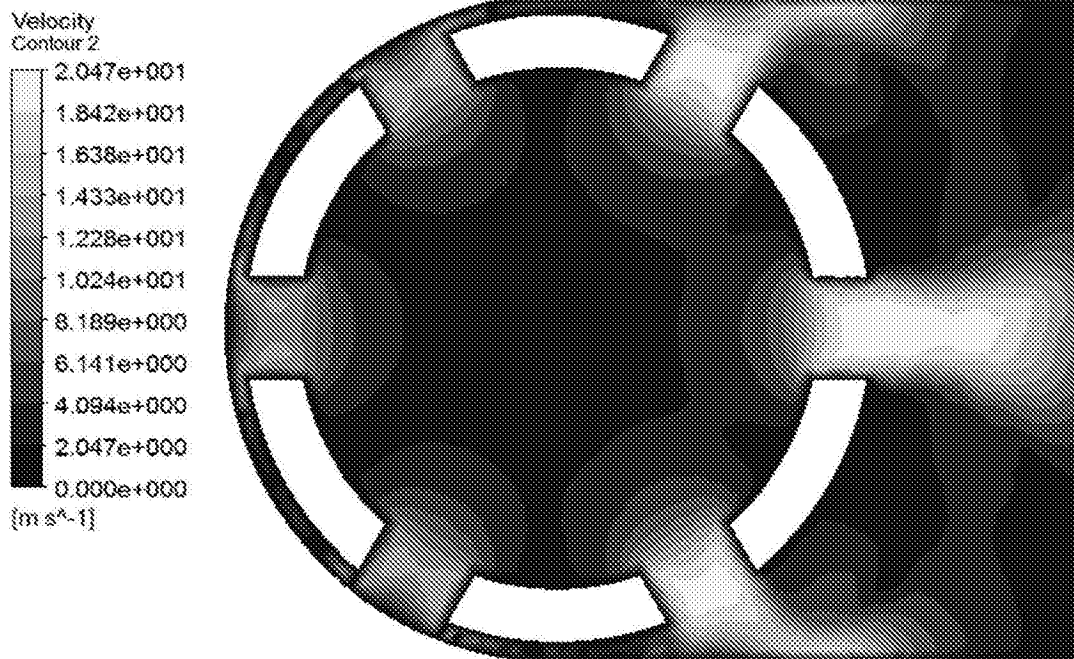


图8

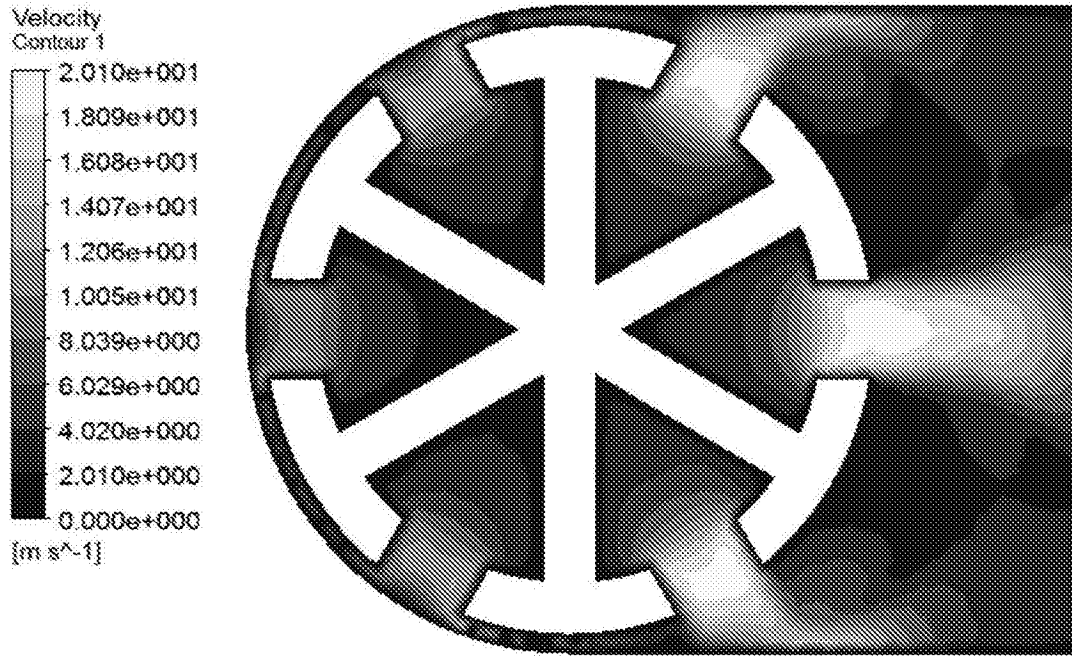


图9