



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103551925 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 05

(21) 申请号 201310418748. 9

(22) 申请日 2013. 09. 13

(71) 申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

(72) 发明人 程灏波 陈永 王谭 苏景诗
冯云鹏 谭汉元

(51) Int. Cl.

B24B 1/00 (2006. 01)

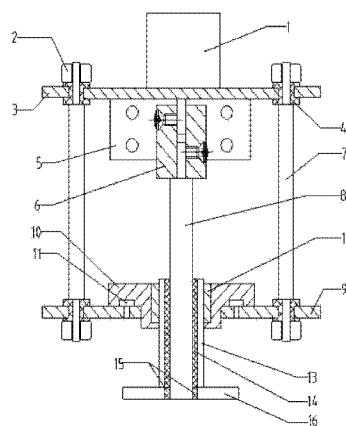
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置

(57) 摘要

本发明涉及一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置。包括电机、联轴器、支撑杆、转轴、阳极导电圆筒、绝缘圆筒、叶片绝缘套、阴极抛光叶片、阳极抛光叶片等。阴极抛光叶片与转轴下端固定构成阴极，与阳极导电圆筒接触处用叶片绝缘套绝缘；阳极抛光叶片与阳极导电圆筒固定构成阳极，通过叶片绝缘套与转轴固定，并与阴极抛光叶片交替分布；圆环电刷置于电刷套凹槽内，并与阳极导电圆筒紧密接触。通电后，分布在阴极抛光叶片和阳极抛光叶片之间的电流变抛光液发生电流变效应，形成柔性抛光头，在叶片的带动下对工件实现抛光。本发明采用流线型叶片和交替分布的电场，实现较大的剪切速度，有效提高了电流变抛光效率。



1. 一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置,包括电机、螺母、支架、绝缘套、转接板、联轴器、支撑杆、转轴、底座、电刷套、螺钉、圆环电刷、阳极导电圆筒、绝缘圆筒等;其特征在于:包括集成电极抛光头;所述集成电极抛光头,包括阳极抛光叶片、叶片绝缘套、阴极抛光叶片;其连接关系为:阴极抛光叶片与转轴下端固定构成阴极,在与阳极导电圆筒接触处用叶片绝缘套绝缘;阳极抛光叶片与阳极导电圆筒固定构成阳极,通过叶片绝缘套与转轴固定,并与阴极抛光叶片交替分布,形成集成电极抛光头;电机安装在支架上;支架通过其上的转接板固定在精密数控机床上,以便控制支架做多自由度的运动;转轴上端与电机转子通过联轴器固定,转轴下端集成电极抛光头固定为一体,在电机的带动下作自转运动;所述支撑杆的上端穿过支架上的螺孔和绝缘套,并通过螺母与支架固定,支撑杆的下端穿过底座上的螺孔和绝缘套,用螺母与底座固定连接;将电刷套固定在底座中心处;圆环电刷固定于电刷套的凹槽内,并且圆环电刷内侧与阳极导电圆筒外侧紧密接触。

2. 根据权利要求1所述的一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置,其特征在于:集成电极抛光头中的阳极抛光叶片和阴极抛光叶片均由高硬度金属导电材料制成。

3. 根据权利要求1所述的一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置,其特征在于:集成电极抛光头中的叶片绝缘套由硬质绝缘材料制成。

4. 根据权利要求1所述的一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置,其特征在于:所述转轴与直流高压电源负极连接,使阴极抛光叶片作为阴极。

5. 根据权利要求1所述的一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置,其特征在于:所述底座与直流高压电源正极连接,使得底座、电刷套、圆环电刷、阳极导电圆筒、阳极抛光叶片构成阳极。

6. 根据权利要求1所述的一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置,其特征在于:所述底座、电刷套由高硬度金属导电材料制成。

一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种抛光工具,尤其涉及一种叶片电极正负交替式电流变抛光工具,属于超精密光学表面加工工具领域。

背景技术

[0002] 随着光电子通讯技术的发展,光电子设备元件的尺寸在逐渐减小。光电子工业产品中大量需求较低表面粗糙度的微型光学非球面透镜,这促进了对非球面透镜加工新方法的研究。传统的抛光加工工具主要为抛光盘。在加工微小超精密三维工件或模具时,由于抛光的工件表面尺寸微小,很难制造微小的抛光模以及将磨料稳定地聚集在加工区域,因此传统的抛光方法不能满足加工要求。为了获得较低的表面粗糙度,在抛光过程中利用了磁场和电场辅助的抛光方法。

[0003] 电流变技术的研究可追溯到 20 世纪 50 年代。美国学者 Winslow 首先发明和制造具有高电粘度效应的液体,即电流变液体。并于 1947 年申请了世界上第一个电流变专利,被世界公认为电流变技术的创始人。电流变技术是一种通过外加电场来控制材料流变特性的高新技术,电流变技术的物质基础是电流变液。电流变液是由介于纳米与微米尺度之间的介电颗粒与高绝缘液体混合而成的复杂流体,在施加电场时,介电颗粒在感应偶极矩的作用下,沿着电场线的方向形成链状、柱状结构,这些链状、柱状结构改变了电流变液体的流变特性。使具有明显的屈服应力,成为强度可以与一般固体相比较的类固态(弱固态)物质,这种特殊的物理现象称为电流变效应。

[0004] 电流变技术应用于抛光领域最早由日本东北大学的厨川长源(T. Kuriyagawa)等人在 1999 年提出的,并且他在电流变液中混入微细磨料,通过外加高电压,电流变液在工具电极附近就会形成具有一定表观粘度和剪切力的柔性抛光头,并跟随工具电极运动对工件表面产生剪切,实现抛光。该技术是一种结合电动力学、流体力学和分析化学理论相结合的新型光学表面加工技术。在计算机的辅助下,可以实现高精度的确定性抛光。

[0005] 电流变液抛光技术由于其抛光斑尺寸小,从而可以准确地控制去除量,且不产生亚表面破坏层,有利于获得更高的表面粗糙度,制造超光滑表面。然而,采用传统的针状电流变抛光工具进行抛光时,由于其剪切速度小且抛光压力有限,根据普雷斯顿经验方程可知,其去除效率较低;同时由于传统工具正负电极都是采用分离式安装,导致正负电极之间的电力线会因电极的高速旋转而发生断裂,从而影响电流变效应的稳定性。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为了解决已有的电流变抛光工具材料去除率低以及工具正负电极一体化难度大的问题,设计了一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置。该装置的结构采用流线型的设计,结合电场的非线性分布,能显著提高材料去除效率;并且该抛光装置的正负电极叶片交替周期排列,使电场分布紧凑,电流变效应充分体现;同时该抛光装置的正负极实现了整体旋转,有效避免了旋转过程中电力线断裂的问题,可实现复杂光学表面的

确定性、柔性抛光。

[0007] 本发明采用的技术方案是：

[0008] 一种叶片电极正负交替式电流变抛光装置，包括电机、螺母、支架、绝缘套、转接板、联轴器、支撑杆、转轴、底座、电刷套、螺钉、圆环电刷、阳极导电圆筒、绝缘圆筒等，还包括集成电极抛光头。

[0009] 所述集成电极抛光头，包括阳极抛光叶片、叶片绝缘套、阴极抛光叶片；其连接关系为：阴极抛光叶片与转轴下端固定构成阴极，在与阳极导电圆筒接触处用叶片绝缘套绝缘；阳极抛光叶片与阳极导电圆筒固定构成阳极，通过叶片绝缘套与转轴固定，并与阴极抛光叶片交替分布，形成集成电极抛光头；

[0010] 所述集成电极抛光头，在电机的带动下可作自转运动；

[0011] 所述电机安装在支架上；支架通过其上的转接板固定在精密数控机床上，控制支架做多自由度运动；转轴上端与电机转子通过联轴器固定，转轴下端与电极抛光头固定为一体；

[0012] 所述转轴与直流高压电源负极连接，使阴极抛光叶片作为阴极；

[0013] 所述支撑杆的上端穿过支架上的螺孔和绝缘套，并通过螺母与支架固定，支撑杆的下端穿过底座上的螺孔和绝缘套，用螺母与底座固定连接；将电刷套固定在底座中心处；圆环电刷固定于电刷套的凹槽内，并且圆环电刷内侧与阳极导电圆筒外侧紧密接触；

[0014] 所述底座与直流高压电源正极连接，使得底座、电刷套、圆环电刷、阳极导电圆筒、阳极抛光叶片为阳极；

[0015] 本发明采用旋转的集成电极抛光头进行抛光；当在阳极抛光叶片、阴极抛光叶片上施加高压直流电压时，两抛光叶片之间混有抛光磨料的电流变液将发生电流变效应，变为胶粘状类固体，聚集于两抛光装置之间及边沿处，形成“柔性抛光头”；工具旋转时，带动“柔性抛光头”旋转并与工件表面接触，在由电场产生的极化压力、流体重力和流体旋转产生的动压力等共同作用下，对工件表面产生一定的剪切力，实现对工件表面材料的去除，从而达到抛光效果；工作时，该电流变叶片电极正负交替式电流变抛光装置结合多自由度的精密数控机床，通过计算机控制集成电极抛光头运动，并满足转轴与工件轴成一定角度，使沿集成电极抛光头形成的“柔性抛光头”表面中心点的法线与工件抛光区域法线重合，实现对光学表面元件的确定性抛光。

[0016] 有益效果：

[0017] 1) 本发明的目的是提供一种电流变抛光设备所使用的集成式电极工具，该集成式电极工具的电场施加方式简便，解决了正负电极一体化难度大的问题，能避免正负电极之间的电力线会因电极的高速旋转而发生断裂，从而影响电流变效应的稳定性。

[0018] 2) 本发明的目的是提供一种电流变抛光设备所使用的集成式电极工具，该集成式电极工具流线型与扭转面的设计提高了电流变液的附着力，使抛光的剪切压力更稳定。

[0019] 3) 集成式电极工具采用正负电极叶片交替的方式，使电场分布有较连续、较周期、一致性的特点，使剪切压力更具稳定性和一致性。

[0020] 4) 集成式电极工具采用正负电极叶片交替的方式，使中心电场强度大，由内到外电场逐渐减弱，抑制了由于工具头中心区域线速度小而导致的中心部分材料去除率小的特点。

附图说明

[0021] 图 1 为本发明装置的结构示意图；

[0022] 图 2 为本发明的叶片式电极的三维示意图；

[0023] 图 3 为本发明的叶片式电极抛光头的下视图；

[0024] 图 4 为本发明的叶片式电极抛光头的三维示意图；

[0025] 图 5 为本发明的叶片式电极间电场强度的分布图；

[0026] 图 6 为本发明的俩叶片电极间电场强度的分布图；

[0027] 图中,1-电机、2-螺母、3-支架、4-绝缘套、5-转接板、6-联轴器、7-支撑杆、8-转轴、9-底座、10-电刷套、11-螺钉、12-圆环电刷、13-阳极导电圆筒、14-绝缘圆筒、15-叶片绝缘套、16-阴极抛光叶片、17-阳极抛光叶片。

具体实施方案

[0028] 为更好地说明本发明的目的及优点,以下结合实施例和附图对本发明做进一步的说明。

[0029] 如图 1 所示,本发明实施例中的抛光装置包括电机 1、螺母 2、支架 3、绝缘套 4、转接板 5、联轴器 6、支撑杆 7、转轴 8、底座 9、电刷套 10、螺钉 11、圆环电刷 12、阳极导电圆筒 13、绝缘圆筒 14、叶片绝缘套 15、阴极抛光叶片 16 构成;电机 1 通过定位槽及螺钉安装在支架 3 上;支架 3 通过其上的转接板 5 固定在超精密数控机床上,以便控制支架按照一定的轨迹运动;转轴 8 上端通过联轴器 6 与电机 1 转轴连接,下端与集成电极抛光头连接,它在电机 1 的带动下作自转运动;支撑杆 7 的上端穿过支架 3 上的螺孔和绝缘套 4,并用螺母 2 将其与支架 3 固定,支撑杆 7 的下端穿过底座 9 上的螺孔和绝缘套,并用螺母将其与底座 9 固定连接;电刷套 10 通过螺钉 11 固定在底座 9 中心处;圆环电刷 12 置于电刷套 10 的凹槽内,二者固定连接,并且圆环电刷 12 与阳极导电圆筒 13 上端紧密接触;所述底座 9 与直流高压电源正极连接,使得底座 9、电刷套 10、圆环电刷 12、阳极导电圆筒 13 为阳极;所述转轴 8 与直流高压电源负极连接,使阴极抛光叶片 16 作为阴极。

[0030] 如图 2,为本发明的叶片式电极的三维示意图。本叶片抛光头使用八个叶片电极。叶片采用扭转的曲面,电极工具流线型设计提高了电流变液的附着力,使抛光的剪切压力更稳定。

[0031] 如图 3,为本发明的叶片式电极抛光头的下视图。阴极抛光叶片 16 与转轴 8 下端固定构成阴极,在与阳极导电圆筒 13 接触处用叶片绝缘套 15 绝缘;阳极抛光叶片 17 与阳极导电圆筒 13 固定构成阳极,通过叶片绝缘套 15 与转轴 8 固定,并与阴极抛光叶片 16 交替分布,形成集成电极抛光头。它在电机 1 的带动下作自转运动。

[0032] 如图 4,为本发明的叶片式电极抛光头的三维示意图。

[0033] 如图 5,为本发明的叶片式电极间电场强度的分布图。在给电极抛光头上的阴极抛光叶片 16 通负电压、阳极抛光叶片 17 通正电压后,在阴极抛光叶片 16 和阳极抛光叶片 17 之间产生中心电场强度大,由内到外电场逐渐减弱的电场分布。

[0034] 如图 6,为本发明的俩叶片电极间电场强度的分布图。在图上能清楚的看到电场沿阳极抛光叶片指向阴极抛光叶片,产生中心电场强度大,由内到外电场逐渐减弱的电场分布。

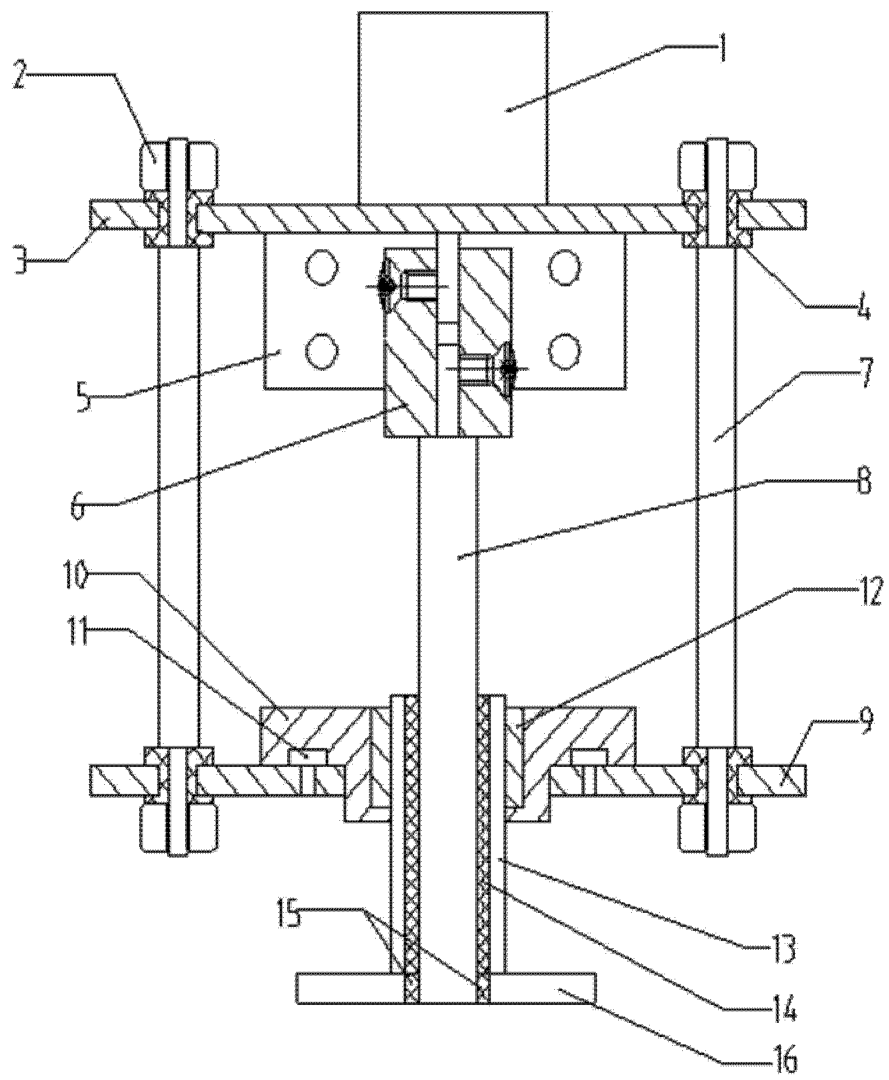


图 1

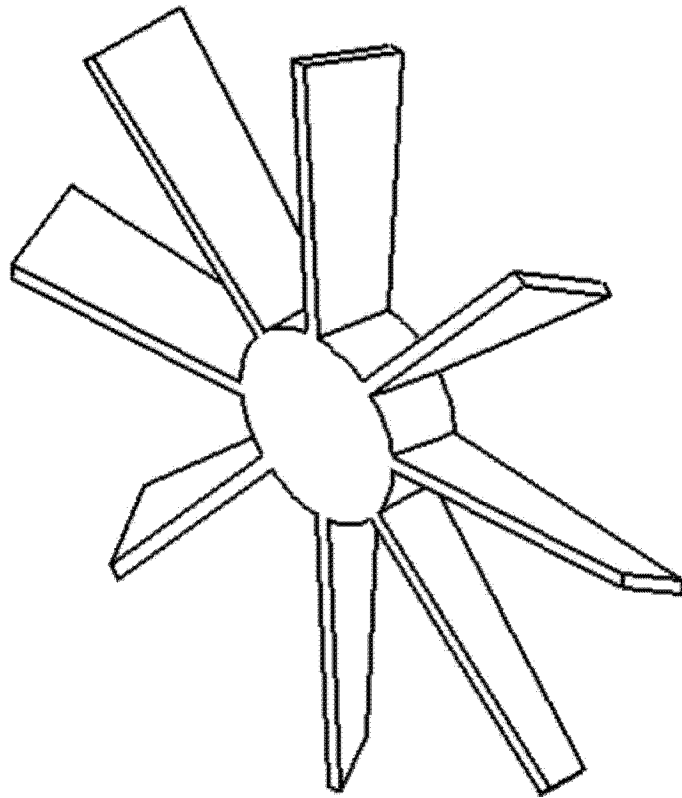


图 2

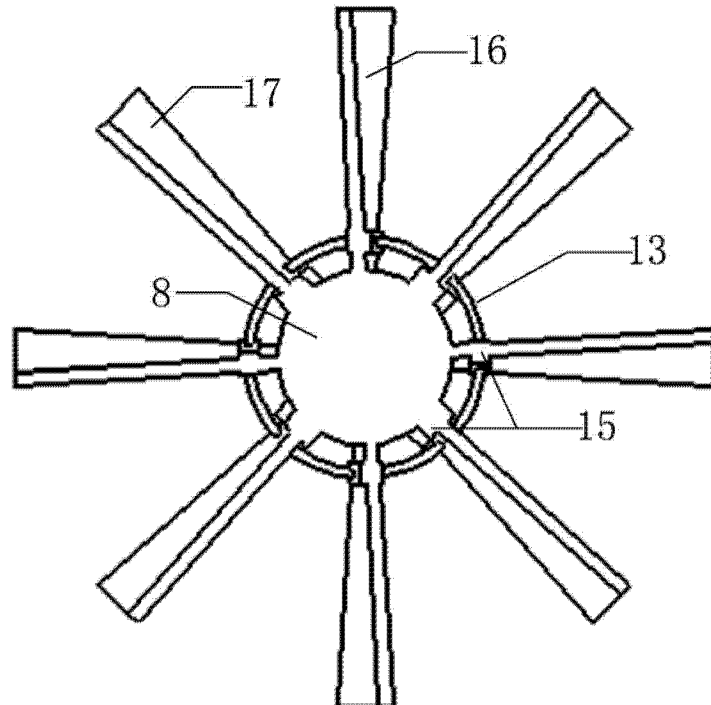


图 3

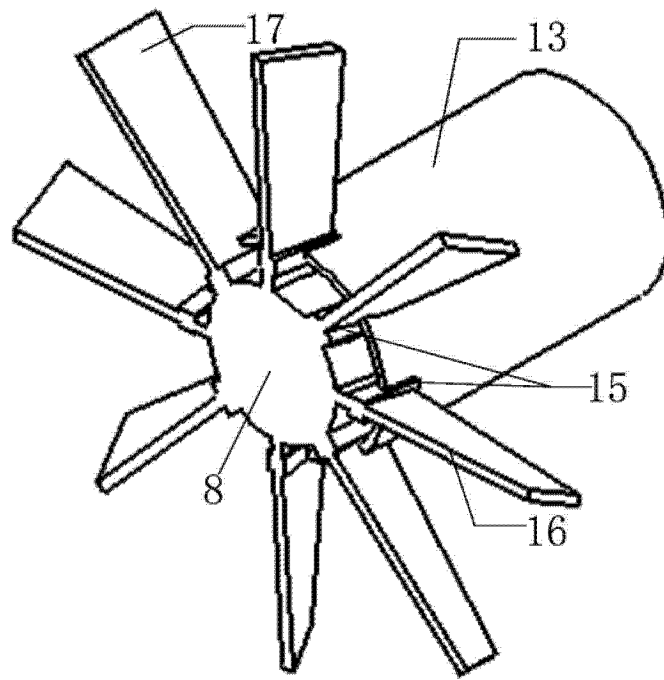


图 4

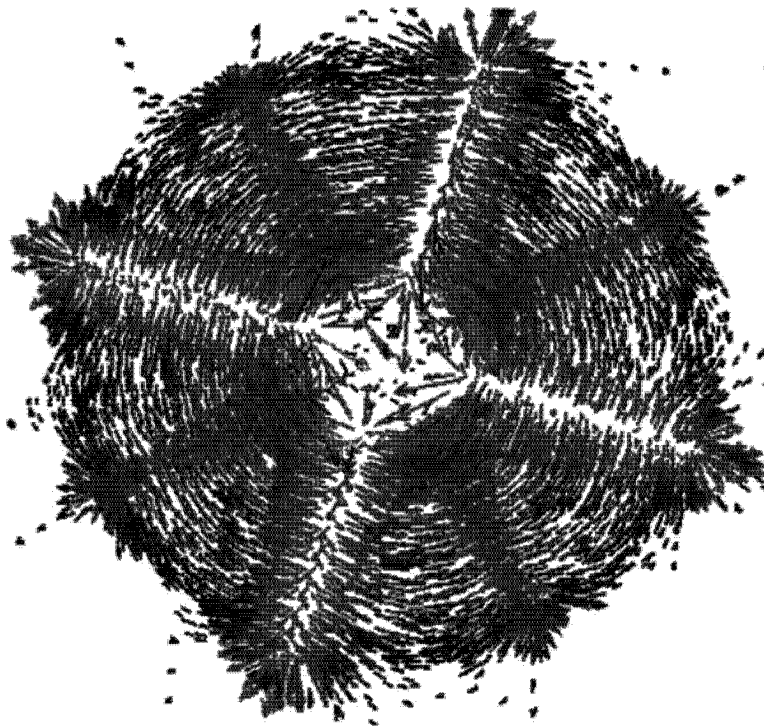


图 5

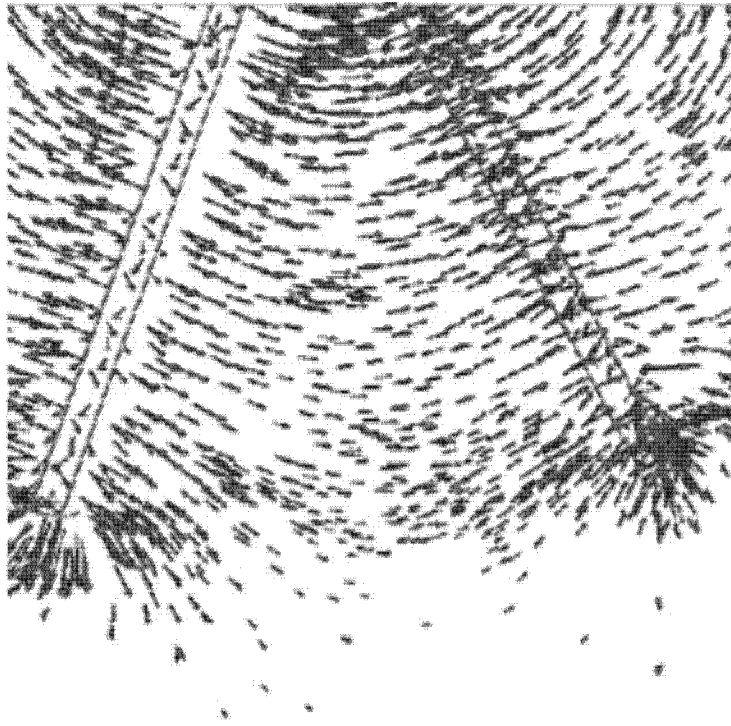


图 6