



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104138712 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201310164897. 7

审查员 蒋薇

(22) 申请日 2013. 05. 06

(73) 专利权人 孙红梅

地址 200433 上海市杨浦区国泰路 85 弄 4 号  
101 室

(72) 发明人 孙红梅 区琼荣

(51) Int. Cl.

B01D 53/86(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203264554 U, 2013. 11. 06,  
JP 2006130391 A, 2006. 05. 25,  
CN 2310952 Y, 1999. 03. 17,  
JP 2005237954 A, 2005. 09. 08,  
CN 2418951 Y, 2001. 02. 14,

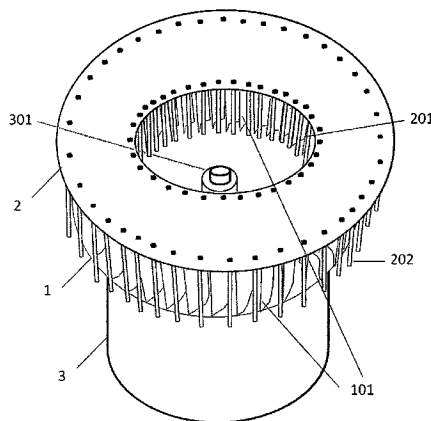
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

风轮电极放电装置

(57) 摘要

本发明属气体消毒净化技术领域, 涉及一种风轮电极放电装置。该装置包括风轮电极、固定电极和电机构成, 固定电极置于环形风轮的内外两侧边缘, 条状固定电极外包裹有绝缘介质套壳, 风轮电极的叶片外包裹有纤维布, 风轮电极由电机驱动; 其特征在于放电时导电的风轮电极由电机驱动旋转, 气流流经固定电极与风轮电极之间的放电界面, 污染物直接被放电产生的等离子体分解, 或者吸附于叶片外包裹的纤维上, 再被等离子体分解。本发明采用旋转电极解决了放电不均匀性和微放电的问题, 也有效地延长了电极寿命, 并降低臭氧产生率, 涂敷了纳米晶 TiO<sub>2</sub> 的吸附纤维包裹于风轮叶片外, 既增强吸附和光催化效果, 又降低风阻, 气体消毒和净化效率更高、更节能。



1. 一种风轮电极放电装置,包括风轮电极(1)、固定电极(2)和电机(3),固定电极(2)设有内环电极(201)和外环电极(202),风轮电极(1)的风轮叶片(101)设置在内环电极(201)与外环电极(202)中间,风轮电极(1)通过轴心上的电机/风轮电极接合点(301)固定在电机旋转轴上;其特征在于放电两组电极中,有一组电极被电机驱动旋转产生气流,另一组电极固定不动;风轮电极(1)是圆柱形结构,风轮叶片(101)与圆柱形风轮的旋转轴平行;内环电极(201)所构成的圆柱面和外环电极(202)所构成的圆柱面均与圆柱形风轮同轴。

2. 根据权利要求1所述的风轮电极放电装置,其特征在于所述的风轮电极(1)是导电金属或者导电陶瓷构成。

3. 根据权利要求1所述的风轮电极放电装置,其特征在于所述的风轮叶片(101)相邻叶片之间的间隔范围是5-40mm。

4. 根据权利要求1所述的风轮电极放电装置,其特征在于所述的风轮叶片(101)是边缘薄中间厚的剑刃式结构,边缘厚度范围是0.05-0.4mm。

5. 根据权利要求1所述的风轮电极放电装置,其特征在于所述的风轮叶片(101)外设置有纤维包层,纤维包层表面上吸附有TiO<sub>2</sub>纳米颗粒。

6. 根据权利要求1所述的风轮电极放电装置,其特征在于所述的风轮电极(1)由电机(3)驱动旋转,风轮电极既是放电结构的一个电极,又是驱动气流的风扇。

7. 根据权利要求1所述的风轮电极放电装置,其特征在于所述的内环电极(201)和外环电极(202)是金属栅条或者金属网围成的圆柱面形结构,内环电极(201)和外环电极(202)或者裸露,或者设置有绝缘镀层,或者设置有绝缘套壳,或者在内环电极(201)和外环电极(202)与风轮电极之间设置绝缘介质层。

8. 根据权利要求1所述的风轮电极放电装置,其特征在于所述的风轮叶片(101)与内环电极(201)和外环电极(202)之间的距离相等,范围是2-19mm。

9. 根据权利要求1所述的风轮电极放电装置,其特征在于所述的风轮电极(1)和电机(3)是立式或者卧式放置的。

## 风轮电极放电装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及气体消毒净化技术领域,具体涉及一种风轮电极放电装置。

### 技术背景

[0002] 当代人的生活方式,人的一生约有 60% 的时间在室内度过,城市居民则高达 80% 至 90%。除非实施净化措施,大型办公、娱乐、购物、会议、教学等公共场所的空气质量会严重下降,不但传播疾病,而且会使人处于亚健康状态。家居条件下的空气净化也非常重要。目前,城市室外空气质量较低,受装修、家具、家用化学产品影响,室内空气质量更差,氧气尤其负氧离子含量很低,而且一些有害气体在室内的浓度远远高于室外。室内空气污染已经日益引起人们的关注。例如,据中国疾病预防控制中心统计,中国每年死于室内空气污染的人数为 11 万多,室内空气污染致病人数更多。除了房屋、飞机、火车等大型封闭环境的空气净化,汽车、冰箱等狭小、封闭呼吸环境下的空气净化问题也日益引起人们的关注。当然,在医院、实验室、儿童房等特殊场所,空气更需要净化。

[0003] 现有的空气净化器中,等离子体空气净化器的净化效果得到广泛认可,因此,许多传统空气过滤净化器也都增加了前级等离子体复合光催化净化单元,增强灭菌、有机物降解和除尘效果,同时延长过滤器使用寿命。例如发明专利公开号 00812887.1,公开了一种空气净化机及其等离子体发生单元,即在超高效过滤器前级采用了所谓流光能放电等离子体增强净化单元,等离子体起到分解有机物、杀灭细菌和集尘作用,超高效过滤器则起到二次过滤残余有机物和微尘的作用,然而,气流要通过致密的超高效过滤器,气流阻力很大,需要较大功率电机才能获得较大的气流,电机耗能大,噪音高。

[0004] 空气净化器用的等离子体发生器主要由两个放电电极构成的电晕放电或者介质阻挡放电类型,产生电晕等离子体的电极是不对称的,正电极是锯齿形、星形、芒刺形、鱼骨形、线电极、针电极、带电极等,负电极是网电极、板电极、型板电极、管电极、蜂窝状电极等。

[0005] 例如中国发明专利申请号为 200510114204.9,公开了一种等离子体放电催化空气净化器,其特征在于,净化器含有等离子体放电催化区,该区利用等离子体放电产生等离子体和紫外光对半导体光催化剂进行催化,产生羟基自由基对有害气体进行降解和灭菌消毒,其产生等离子体的电晕电极是一组不对称电极,如正极多采用针电极,负极多采用板电极,半导体光催化剂是  $TiO_2$ 、 $ZnO$ 、 $ZnS$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $CdS$ 、 $CdSe$  或  $WO_3$  粒子,或上述催化剂的复合形式。该技术采用或尖或细的正电极,通过尖端或细线的电场增强效应使其周围局域区间放电更容易,形成局域电晕放电区,初始效果尚可,然而,尖端或细线电极放电形式,一方面等离子体不均匀,平均等离子体密度低,不利于充分净化空气;另一方面尖端或细线电极容易被烧蚀变钝,导致放电停止。研究测试表明,尖端或细线电极寿命一般不足 3-4 个月。

[0006] 中国发明专利公开号为 CN101920224A,公开了一种金属带-板结构反应器,利用薄的带状电极取代尖端和细线电极,尽管不能有效阻止放电烧蚀电极的发生,但是,带状电极被烧蚀后也不会使电极变钝,放电也不会因此而终止,宣称能有效延长正电极寿命达三四倍,但是,放电形式还是电晕放电,放电区域还是集中在带状电极边缘的局域空间,放

电均匀性欠佳,等离子体密度偏低,臭氧产率却不低。

[0007] 介质阻挡放电容易获得高密度等离子体,对空气净化的效果更好,由于介质阻挡了放电电流通路,保护了电极免于被烧蚀,在数个月的连续测试时间内,几乎没发现有电极被明显烧蚀的现象发生,可以推测电极寿命将会很长,远远超过不对称电极电晕放电的电极寿命。例如中国发明专利公开号为 CN1927408,公开了一种介质阻挡放电产生的低温等离子体室内空气净化方法,采用纳秒脉冲介质阻挡放电产生等离子体,分解有害气体,净化效率较高。然而,介质阻挡放电容易发生丝状不均匀放电现象,又称流光放电或微放电,丝状放电均匀性差,放电丝内合成臭氧效率高,容易导致臭氧超标。

## 发明内容

[0008] 研究各种等离子体空气净化器的等离子体发生器时不难发现,几乎都是采用固定的不对称电极放电形式,由于放电点始终在尖细处,加之尖细的放电电极耐烧蚀性差,这是导致放电不均匀和电极寿命短的根本原因;由于尖细处电极的局域放电,另一板型电极周围并没有产生等离子体,而气流往往是平流过两电极之间的空间,因此,靠近板型电极的空气并未能被等离子体充分净化就离开等离子体发生器,空气净化不彻底,这也是为什么部分空穴净化器还要加后级超高效过滤器的原因;超高效过滤器虽然能起到二次净化作用,前级等离子体净化单元也延长了后级超高效过滤器的寿命,但是,气流要穿透致密的超高效过滤器,气流阻力太大,需要使用大功率电机驱动强气流,既耗电,噪音又大,有的产品则为了降低噪音和功率,干脆使用低功率电机,虽然能耗和噪音都降下来一些了,但是,牺牲了送风距离,气流很低,送风距离非常有限,测试表明,送风距离基本上等于“净化半径”,市面上 30-40W 左右的空气净化器的净化半径一般不超过 2 米,在 2 米以外的区域基本观察不到净化效果,而且,高于净化器进/出风口的区域也观察不到净化效果。

[0009] 本发明的目的在于解决上述等离子体空气净化器和净化方法的问题,既要获得高密度等离子体,又要阻止不均匀的丝状放电;既要采用相对较低电压驱动的电晕放电形式,又要克服采用尖端或薄带不对称电极的寿命或放电不均匀性问题;既要在不牺牲空气过滤功能的前提下,又要降低气流通过净化器单元的阻力,增强送风距离和空气对流。

[0010] 为达到以上目的,本发明通过以下措施获得高密度均匀等离子体放电:采用导电风轮作为大气压放电的一个电极,电机驱动导电风轮旋转,使放电点不会停留在电极的固定点上,而是随风轮旋转在电极表面运动,因而利于产生均匀等离子体,并且起到保护电极作用;风轮旋转产生的气流经过固定电极与风轮电极之间的放电区域,吹散放电丝,一方面阻止丝状不均匀放电的发生,降低了臭氧发生率,另一方面也在等离子体区形成涡流,不仅避免了空气从无等离子体区“逃逸”,还增加了空气在等离子体区的运动距离;风轮叶片上的纤维包层在随风轮高速运动中起到吸附有机物、细菌和微尘作用,使吸附物能更长时间滞留在放电区,被等离子体充分分解,由于纤维包层与气流相切,不会增加气流阻力;纤维包层上镀有  $\text{TiO}_2$  纳米颗粒,起到光催化辅助净化空气目的;固定电极外设置绝缘介质镀层或套壳,或者在固定电极与风轮电极之间设置介质层,阻挡放电电流通路,可以增强放电强度,获得更高密度的等离子体,以便满足高污染气体的净化要求,又不会产生电弧放电现象。

[0011] 所述的一种风轮电极放电装置,如图 1 所示,包括风轮电极 1、固定电极 2 和电机

3,其特征在于放电两组电极中,有一组电极被电机驱动旋转产生气流,即风轮兼作放电的一组电极,另一组电极固定不动;固定电极2设有内环电极201和外环电极202,设置双层固定电极将风轮电极夹在中间的设计目的是使风轮同时对双层电极放电,在风轮电极内、外侧均产生等离子体,风轮电极浸没在等离子体中,因此,不管是从风轮侧边还是中心进风、出风,内环电极201与外环电极202之间的等离子体区都是气流的必经之路,气流都将涡旋式流过等离子体区,比平流通过等离子体区增加了运动距离,即增加了污染物滞留在等离子体区被分解或被吸附到风轮叶片外表面的纤维包层上的机率,净化更彻底;由于风轮旋转产生的涡流“切断”了放电通路,阻止了放电丝的形成,从而获得均匀等离子体;风轮电极1的风轮叶片101设置在内环电极201与外环电极202中间,内环电极201所构成的圆柱面和外环电极202所构成的圆柱面均与圆柱形风轮同轴,因此,两组电极之间的夹层内放电是均匀的;风轮叶片101阵列所构成圆柱面分别到内环电极201所构成的圆柱面和外环电极202所构成圆柱面的距离相等,风轮电极1的内、外侧放电强度相同;风轮电极1通过轴心上的电机/风轮电极接合点301固定在电机3的旋转轴上,电机可以驱动风轮高速旋转,既是气流的动力源,又是阻止放电丝发生,获得均匀高密度等离子体和延长电极寿命的关键;风轮电极1是圆柱形结构,风轮叶片101与圆柱形风轮的旋转轴平行,这是产生涡旋气流的优选设计。

[0012] 优选地,所述的风轮电极1是导电金属或者导电陶瓷构成。风轮电极作为放电电极,必须导电,并且,只能用无机导电材料制作,不能采用有机物制作,因为有机物会被等离子体分解,可能产生二次污染源。

[0013] 优选地,所述的风轮叶片101相邻叶片之间的间隔范围是5-40mm。风轮叶片既是放电电极,又是气流驱动风扇,外表面还包覆有纤维层,相邻风轮叶片之间的间隔既影响到放电强度和均匀性,又影响到风阻大小和噪音的高低,还影响到叶片数量和纤维表面积的大小。

[0014] 优选地,所述的风轮叶片101是边缘薄中间厚的剑刃式结构,边缘厚度范围是0.05-0.4mm。由于旋转电极使“放电点”不会始终停留在电极同一位置,所以,利用剑刃的电场增强效应利于降低放电电压,也不会影响电极寿命。

[0015] 优选地,所述的风轮叶片101外设有纤维包层,纤维包层表面上吸附有 $TiO_2$ 纳米颗粒;纤维包层有较大的比表面积,利于吸附等离子体未能及时分解的污染物,而 $TiO_2$ 纳米颗粒则具有更大的比表面积,吸附能力更强,还具有光催化能力,能吸收来自等离子体的紫外光,辅助分解吸附在其表面的污染物和杀灭细菌,纤维布设置于风轮叶片外表面,随风轮高速运动,利于吸附微尘及有机污染物,而将 $TiO_2$ 纳米颗粒镀在纤维包层表面,则增大了纤维比表面积,利于辅助降解吸附于纤维和 $TiO_2$ 纳米颗粒表面的污染物。

[0016] 优选地,所述的风轮电极1由电机3驱动旋转,风轮电极既是放电结构的一个电极,又是驱动气流的风扇。风轮电极的直径和长度,电机功率和旋转速度均可根据具体净化空间体积的大小和净化速度等要求而具体设定。

[0017] 优选地,所述的内环电极201和外环电极202是金属栅条或者金属网围成的圆柱面形结构,电极或者裸露,或者设置有绝缘镀层,或者设置有绝缘套壳,或者在内环电极201和外环电极202与风轮电极之间设置绝缘介质层。风轮电极与固定电极之间增加绝缘层的目的是阻断放电电流通路,以防止微弧放电发生,在净化器需要高强度放电时采用,低放电

强度时,可以不采用绝缘层隔离固定电极和风轮电极,内环电极 201 和外环电极 202 采用金属栅条或者金属网结构目的是使其透气,降低气流阻力,从而节省电机能耗,降低噪音。

[0018] 优选地,所述的风轮叶片 101 与内环电极 201 和外环电极 202 之间的距离相等,范围是 2-19mm;风轮叶片 101 与内环电极 201 和外环电极 202 之间的距离相等目的是使内环电极 201 和外环电极 202 可以共用一个高压电源,也能保证风轮电极内外两侧放电强度相同,降低成本。放电电极间距太宽,需要的放电电压过高,安全性低,也难获得均匀等离子体,太窄则等离子体区间也太小。

[0019] 所述的风轮电极 1 和电机 3 是立式或者卧式放置的。风轮长度不长时,立式和卧式放置都是稳定的,如果风轮长度较长时,则多一个支点的卧式放置(如图 2 所示)稳定性会更好些,倾斜放置时,重力线既不在旋转轴上,也不垂直于旋转轴,即使有双支点,在两个支点上的受力也不均衡,从而导致稳定性不好。

## 附图说明

[0020] 图 1、立式风轮电极放电装置的立体结构示意图。

[0021] 图 2、卧式风轮电极放电装置的轴向切面示意图。

[0022] 图中 1-风轮电极,2-固定电极,3-电机,101-风轮叶片,201-内环电极,202-外环电极,301-电机/风轮电极接合点。

[0023] 具体实施方式 1

[0024] 本发明具体实施例 1 的立式风轮电极放电装置,其立体结构示意图如图 1 所示。

[0025] 风轮电极 1 是采用不锈钢制成,内直径 79mm,外直径 102mm,一端封闭,且设有与电机对接的中孔,另一端开口,作为进气口/出气口;风轮叶片 101 的相邻叶片之间的间隔范围是 15mm,风轮叶片宽 15mm,厚度 0.4mm,高 59mm,风轮整体重量轻;风轮叶片 101 外包覆 0.5mm 的玻璃纤维布,纤维布表面镀有  $\text{TiO}_2$  纳米颗粒;电机 3 的最大功率为 30W,设有高速、中速和低速三档,高速档送风距离达 5 米以上,低速档也达 3 米以上;内环电极 201 和外环电极 202 均采用金属栅条外套石英玻璃套管,固定于一块有机玻璃板上,相邻金属栅条之间的间隔为 10mm;风轮叶片 101 与内环电极 201 和外环电极 202 之间的距离设为 5mm,不足万伏电压即可放电;风轮电极 1 和电机 3 采用立式放置,悬挂于天花板或者墙上,电机在上,风轮开口朝下,作为进气口,出气口设在风轮侧边。立式风轮电极放电装置尤其适合安装于室内外的天花板和墙上,或者安装于通风换气管道的进气口。

[0026] 具体实施方式 2

[0027] 本发明具体实施例 2 的卧式风轮电极放电装置,其轴向切面示意图如图 2 所示。

[0028] 风轮电极 1 是采用铝合金制成,内直径 69mm,外直径 92mm,长 645mm,风轮整体较重;风轮叶片 101 的相邻叶片之间的间隔范围是 15mm,两端用绝缘塑料截面封闭,两端塑料截面上分别留有电机 3 的旋转轴的法兰接口和中轴孔;风轮叶片宽 15mm,中间厚度 1.0mm,边缘剑刃厚 0.1mm,长 600mm;风轮叶片 101 外包覆 0.5mm 的玻璃纤维布,纤维布表面镀有  $\text{TiO}_2$  纳米颗粒;电机 3 的最大功率为 30W,设有高速、中速和低速三档,高速档送风距离达 5 米以上,低速档也达 3 米以上;内环电极 201 和外环电极 202 均采用金属网制成的网筒,金属轴穿过内环电极 201 轴线,二者固定在一起,金属轴一端插入带电机接口法兰的风轮绝缘截面的中孔,风轮绝缘截面固定到电机/风轮电极接合点 301 上,金属轴与电机旋转轴共

轴,但不接触,二者距离 20mm,铝合金风轮套到带有电机接口法兰的绝缘截面上,并与绝缘截面固定成一个整体,另一个带中轴孔的风轮绝缘截面通过金属轴的另一端套到风轮的另一端上,也与风轮固定成一个整体,将外环电极 202 网筒也套到风轮电极外,最后将金属轴固定在支点上,外环电极 202 网筒则与外壳固定在一起;风轮叶片 101 与内环电极 201 和外环电极 202 之间的距离设为 5mm,不足万伏电压即可放电;风轮电极 1 和电机 3 采用卧式放置,适合悬挂于墙上,进气口和出气口均开在风轮侧边,进气口在上,出气口在下。卧式风轮电极放电装置尤其适合安装到空调内机里,集成于空调内机上,可增强空调的空气净化功能。

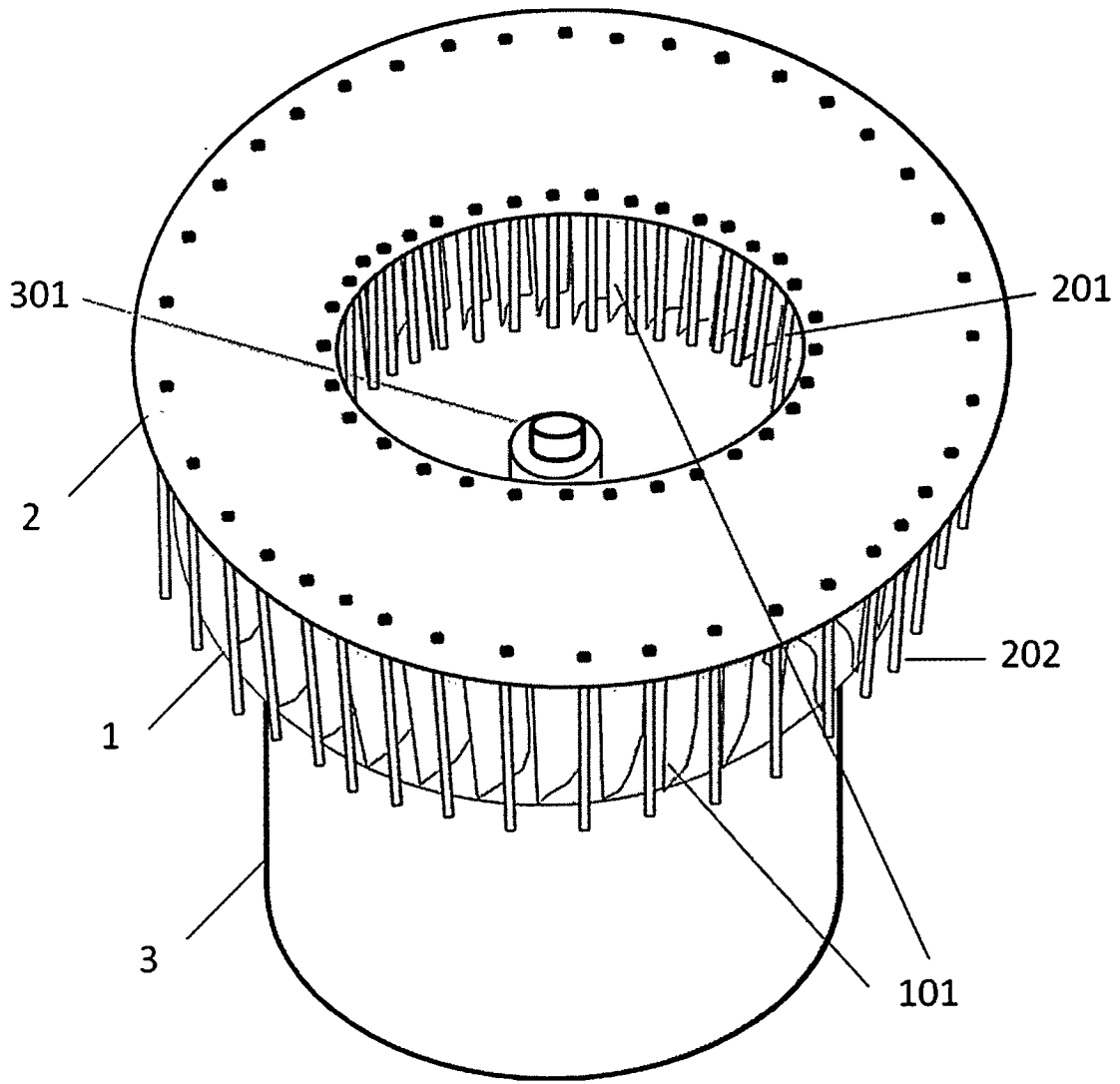


图 1

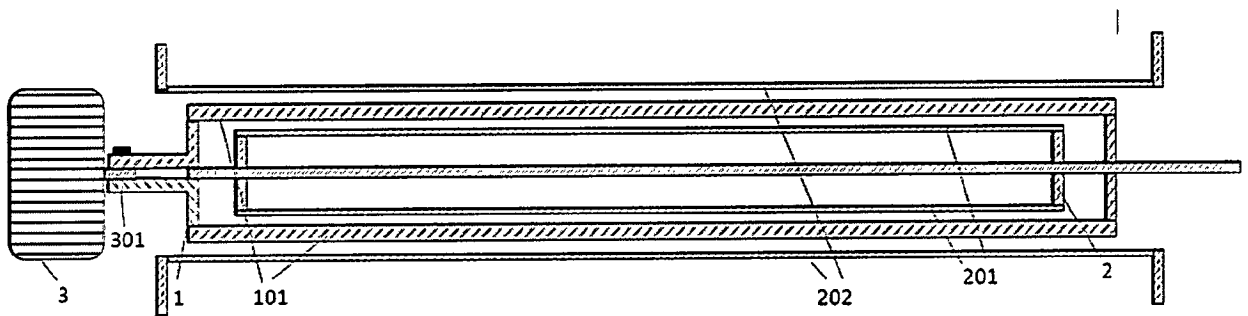


图 2