



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108620236 A

(43)申请公布日 2018.10.09

(21)申请号 201710169741.6

(22)申请日 2017.03.21

(71)申请人 区诗婷

地址 200433 上海市杨浦区国权北1450弄  
15号1402室

(72)发明人 区诗婷 孙红梅

(51)Int. Cl.

B03C 3/41(2006.01)

B01D 50/00(2006.01)

A61L 9/22(2006.01)

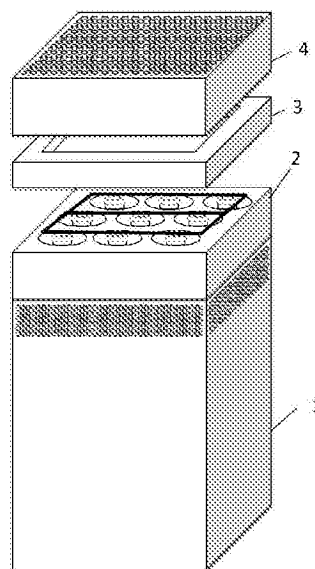
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

## (54)发明名称

一种自清洁等离子体空气调理方法和装置

## (57)摘要

等离子体除尘原理是使PM2.5灰霾颗粒带上电荷后被高压电场俘获。存在三方面问题：尺度越大的PM2.5颗粒越容易被荷电和俘获，然而，其细微的PM2.5颗粒，如小于0.3微米的灰霾就容易从等离子体空气调理电场或者HEPA滤网中逃逸；灰霾吸附在集尘电极上达一定量之后，如果不及清洗，会使集尘效果快速衰减；等离子体空气放电，臭氧和氮氧化物是难以避免的副产物。本发明方法和装置是通过让灰霾颗粒与水雾结合、凝聚，形成较大团簇后再进入等离子体荷电区和集尘区，更易于被荷电并被电场收集；并且，被俘获到集尘电极上的水雾形成水珠，从集尘电极流下，带走集尘电极上的灰霾颗粒，起到清洁集尘电极的作用；水雾吸附了电荷，减少臭氧和氮氧化物生成几率，再加上光催化分解臭氧和氮氧化物，可显著降解臭氧和氮氧化物浓度。



1. 一种自清洁等离子体空气调理方法,其特征在于,可分解为以下六步:

第一步:在等离子体空气调理装置的进气口设置有发雾装置,产生大量水雾;

第二步:空气从进气口进入等离子体空气调理装置之前,空气首先与水雾相遇、混合,期间,空气中的灰霾颗粒与水雾颗粒聚合、凝聚,形成较大颗粒,然后被气流带进等离子体空气调理装置的荷电区;

第三步:水雾颗粒在等离子体空气调理装置的荷电区与电荷碰撞,带上电荷,并且被活化,处于较高的反应活性状态;

第四步:被活化的水雾溶解空气中的有害气体并与之反应,将有害气体从空气中去除;

第五步:水雾被等离子体空气调理装置的集尘电极收集,并凝聚成大水珠,沿集尘电极表面向下流动,带走集尘电极上的灰霾,清洁电极表面;

第六步:经过前五步处理之后的空气,再流过等离子体空气调理装置的光催化区,光子催化空气中的臭氧和氮氧化物分子,加速臭氧分子和氮氧化物分子与其他分子反应,臭氧分子被还原成氧分子,氮氧化物分子分解成氮分子和氧分子;

本方法通过发生大量水雾,水雾颗粒具有很大的比表面积以及表面亲和力,对空气中的灰霾颗粒有很强的俘获能力;并且,由于水雾颗粒尺度较大,与电荷的有效碰撞截面也更大,更易于与电荷碰撞,使电荷优先吸附到水雾颗粒上,大大减少电荷直接与氧气和氮气碰撞反应的几率,也就能降低臭氧和氮气化物的产率;水雾被电荷激活后成为活化水雾,反应活性高,也具有很大的比表面积,活化水雾对空气中的甲醛、TVOCs、氮氧化物、臭氧和细菌等有害物质均有很强的溶解性和反应活性,使这些有害物质被溶解到水中反应除去;大尺度水雾颗粒运动速度也相对较低,带电后的水雾也更易于被集尘电极收集除去;水雾被集尘电极收集后,可以清洁集尘电极表面,可避免因积尘过多而集尘效率下降的问题;水雾起到增强等离子体除灰霾效果、增强等离子体灭菌效果和增强等离子体除甲醛、TVOCs和细菌等有害物质的效果、溶解氮氧化物和臭氧、以及自清洁集尘电极的五重功能;利用光催化原理,在等离子体空气调理装置的出气口设置有高强度光源,旨在进一步降低臭氧和氮氧化物浓度,并且,可进一步增强水雾等离子体空气调理的效果。

2. 根据权利要求1所述的一种自清洁等离子体空气调理方法,其特征在于,所述的水雾颗粒是有害物质的载体,水雾不会被气流带出出气口,而是进入等离子体荷电区和集尘区后即被集尘电极收集。

3. 根据权利要求1所述的一种自清洁等离子体空气调理方法,其特征在于,所述的水雾中溶解了空气清新剂或者有害气体助溶剂,如过氧化氢、或者食用醋酸、或者食用碱。

4. 根据权利要求1所述的一种自清洁等离子体空气调理方法,其特征在于,所述的水雾是通过超声波或者高压喷雾方式产生的细微水珠。

5. 根据权利要求1所述的一种自清洁等离子体空气调理方法,其特征在于,所述的发雾水箱中养育有水生植物。

6. 一种自清洁等离子体空气调理装置,其特征在于,自上而下分别由风机箱、光催化箱、净化箱和发雾水箱四部分串联而成,其中:

风机箱内设置有一个或若干个风扇,用于驱动气流通过净化箱和光催化箱;

光催化箱是在一个箱体的四周设置若干个光源构成,光源光束向中心和下方投射;

净化箱由若干个放电单元按阵列组装在金属箱子内制成,每一个放电单元包括一个组

合电极和一个集尘电极管,组合电极设置在集尘电极管的轴心上构成一个放电单元;放电单元的组合电极与高压电源的高压输出端连接,集尘电极管与高压电源的低压输出端连接;集尘电极管是一根金属圆管,组合电极由若干个电晕电极环和若干个电场电极环交替串联在一根金属轴上构成圆柱形组合电极,每一个电晕电极环夹在两个电场电极环之间,电晕电极环的功能是发射电荷(电子或离子),电场电极环用于增强电场,集尘电极管用于收集灰霾和水雾颗粒;

发雾水箱中设置有超声波发雾器或者压力喷雾器,压力喷雾器由增压水泵和雾化喷头组成,增压水泵出水管向上,在增压水泵出水管末端设置有雾化喷头,发雾水箱的顶盖和四周侧壁的上部均设有许多小孔,便于空气从四周侧壁上的小孔进入水箱与水雾混合,再通过顶盖上的小孔进入净化箱内,也利于从净化箱回流的水能通过小孔回到发雾水箱。

7. 根据权利要求6所述的一种自清洁等离子体空气调理装置,其特征在于,所述的电晕电极环是导电纤维制成,如碳纤维、导电氧化物纤维、金属丝网。

8. 根据权利要求6所述的一种自清洁等离子体空气调理装置,其特征在于,所述的组合电极的电场电极环直径大于电晕电极环直径。

9. 根据权利要求6所述的一种自清洁等离子体空气调理装置,其特征在于,所述的集尘电极管的内壁和组合电极的电场电极环表面做过钝化和疏水处理,提高其表面电阻率,并降低其表面对尘埃和水雾的吸附力。

10. 根据权利要求6所述的一种自清洁等离子体空气调理装置,其特征在于,所述的光催化箱中的光源是半导体光源或者气体放电光源,光源的发射光谱在1.0-8.0eV之间。

## 一种自清洁等离子体空气调理方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明所属领域是电极环境治理技术领域,具体涉及一种自清洁等离子体空气调理方法和装置。

### 背景技术

[0002] 等离子体空气调理技术集成了灭菌、除尘、分解甲醛和TVOC等多种功能,在众多领域有着广泛的应用前景。然而,细微的PM2.5颗粒,如小于0.3微米的灰霾就容易从等离子体空气调理装置或者HEPA滤网中逃逸,并且,收集到集尘电极的灰尘如果得不到及时清理,将严重影响空气调理的效果。另外,空气中放电产生等离子体时,副产物臭氧和氮氧化物难以避免,低功率等离子体降解甲醛、TVOCs等有害气体的效果也很不理想,使等离子体技术在室内空气调理领域受到严重制约。如果人类或者动物长时间处于臭氧和氮氧化物超标电极环境,将可能引起身体的不适反应,也有研究表明,植物生长于臭氧浓度长期超标的环境中,也会导致减产。为了避免臭氧或者氮氧化物浓度超标,只能降低等离子体的功率密度,这就牺牲了等离子体灭菌、除尘、分解甲醛和TVOC的效率。等离子体空气调理效率与臭氧和氮氧化物浓度超标之间的矛盾已经严重地制约了等离子体技术在室内空气调理领域、绿色有机农业领域和养殖领域的推广应用。

[0003] 在等离子体工业废气处理方面,等离子体功率较大,虽然对臭氧和氮氧化物指标不敏感,但是,废气在等离子体反应区停留时间较短,未能充分反应即离开反应区,导致效率低下,并且能耗太高,这也是制约等离子体工业废气处理技术广泛应用的关键因素。

### 发明内容

[0004] 本发明方法和装置是通过在等离子体空气调理装置的进气口设置发雾装置,先让灰霾颗粒与水雾结合、凝聚,形成较大团簇后再进入等离子体荷电区和集尘区,更易于被电荷和电场俘获。大量的水雾在气流的带动下进入等离子体荷电区和集尘区,水雾颗粒会吸附电荷,由于电荷被水雾吸附后,电荷与氧气和氮气反应几率大大降低,也就阻断了臭氧和氮氧化物生成的反应通道,吸附电荷后的水雾被激发,具有很强的反应活性和溶解性,而细微的水雾颗粒也具备很大的比表面积,会大量溶解空气中的有害气体,水雾颗粒被集尘电极收集,被集尘电极俘获的水雾聚合成大水珠,从集尘电极流下,带走集尘电极上的灰霾颗粒和空气中的有害气体,起到阻断臭氧和氮氧化物生成通道、去除空气中有害气体和灰霾以及清洁集尘电极的多重功能。

[0005] 一种自清洁等离子体空气调理方法,其特征在于,可分解为六步:

第一步:在等离子体空气调理装置的进气口设置有发雾装置,产生大量水雾;

第二步:空气从进气口进入等离子体空气调理装置之前,空气与水雾相遇、混合,期间,空气中的灰霾颗粒与水雾颗粒聚合、凝聚,形成较大颗粒,然后被气流带进等离子体空气调理装置的荷电区;

第三步:水雾颗粒在等离子体空气调理装置的荷电区与电荷碰撞,带上电荷,并且被活

化,处于较高的反应活性状态;

第四步:被活化的水雾溶解空气中的有害气体并与之反应,将有害气体从空气中去除;

第五步:水雾被等离子体空气调理装置的集尘电极收集,并凝聚成大水珠,沿集尘电极表面向下流动,带走集尘电极上的灰霾,清洁电极表面;

第六步:经过前五步处理之后的空气,再流过等离子体空气调理装置的光催化区,光子催化空气中的臭氧分子和氮氧化物分子,加速臭氧分子和氮氧化物分子与其他分子反应,臭氧分子被还原成氧分子,氮氧化物分子分解成氮分子和氧分子;

本方法通过发生大量水雾,水雾颗粒具有很大的比表面积和表面亲和力,对空气中的灰霾颗粒有很强的俘获能力;并且,由于水雾颗粒尺度较大,与电荷的有效碰撞截面也更大,更易于与电荷碰撞,使电荷优先吸附到水雾颗粒上,大大减少电荷直接与氧气和氮气碰撞反应的几率,也就能降低臭氧和氮气货物的产率;水雾被电荷激活后,反应活性高,也具有很大的比表面积,活化水雾对空气中的甲醛、TVOCs、氮氧化物、臭氧和细菌等有害物质均有很强的溶解性和反应活性,使这些有害物质被溶解到水中反应除去;大尺度水雾颗粒运动速度也相对较低,带电后的水雾也更易于被集尘电极收集除去;水雾被集尘电极收集后,可以清洁集尘电极表面,可避免因积尘过多而集尘效率下降的问题;水雾起到增强等离子体除灰霾效果、增强等离子体灭菌效果和增强等离子体除甲醛、TVOCs和细菌等有害物质的效果、溶解氮氧化物和臭氧、以及自清洁集尘电极的五重功能;利用光催化原理,在等离子体空气调理装置的出气口设置有高强度光源,旨在进一步降低臭氧和氮氧化物浓度,并且,可进一步增强水雾等离子体空气调理的效果。

[0006] 所述的所述的水雾颗粒是有害物质的载体,水雾不会被气流带出出气口,而是进入等离子体荷电区和集尘区后即被集尘电极收集,所述的水雾颗粒就是有害物质的载体。

[0007] 所述的水雾中溶解了空气清新剂或者有害气体助溶剂,如过氧化氢、食用醋酸或者食用碱,这些溶剂可以增强有害气体的溶解和反应。

[0008] 所述的水雾是通过超声波或者高压喷雾方式产生的细微水珠,越是微小的水雾颗粒,其比表面积越大,也就越有利于吸附和溶解空气中的灰霾和有害气体。

[0009] 所述的发雾水箱中养育有水生植物,水生植物可以清洁水质。

[0010] 一种自清洁等离子体空气调理装置,其特征在于,自上而下分别由风机箱、光催化箱、净化箱和发雾水箱四部分串联而成,如图1所示,四个模块箱的具体组成分别是,

风机箱:风机箱内设置有一个或若干个风扇,用于驱动气流通过净化箱和催化箱。

[0011] 光催化箱:在一个箱体的四周设置若干个光源,光源的光束向中心和下方投射。

[0012] 净化箱:由若干个放电单元按阵列组装在金属箱子内制成,每一个放电单元包括一个组合电极柱和一个集尘电极管,组合电极柱设置在集尘电极管的轴心上构成一个放电单元;放电单元的组合电极与高压电源的高压输出端连接,集尘电极管与高压电源的低压输出端连接;集尘电极管是一根金属圆管,组合电极由电晕电极环和电场电极环交替串联在一根金属轴上构成圆柱形组合电极,如图2所示,电晕电极环夹在电场电极环之间。电晕电极环的功能是发射电荷(电子或离子),电场电极环用于增强电场,集尘电极管用于收集灰霾水雾颗粒。

[0013] 发雾水箱:发雾水箱中设置有超声波发雾器或者压力喷雾器,压力喷雾器由增压水泵和雾化喷头组成,增压水泵出水管向上,在增压水泵出水管末端设置有雾化喷头,发雾

水箱的顶盖和四周侧壁上部均设有许多小孔,如图3所示。空气从四周侧壁上的小孔进入水箱与水雾混合,再通过顶盖上的小孔进入净化箱内,也利于从净化箱回流的水能通过小孔回到发雾水箱。

[0014] 所述的电晕电极环是导电纤维制成,如碳纤维、导电氧化物纤维、金属丝网,如碳纤维与不锈钢丝混编布、碳纤维无纺布或毛毡等,可提供大量电晕放电尖端,并且尖端不会变钝。

[0015] 所述的组合电极的电场电极环直径大于电晕电极环直径,目的是在不显著增加电晕功率的前提下增强电场强度。

[0016] 所述的集尘电极和组合电极的电场电极环表面做过钝化和疏水处理,提高其表面电阻率,并降低其表面对尘埃和水雾的吸附力,提高电极表面电阻率的目的是防止电极之间的火花放电,降低表面吸附力的目的是利于清洁。

[0017] 所述的光源是半导体光源或者气体放电光源,光源的发射光谱在1.0-8.0eV之间,半导体光源光效高,利于提高系统能效,而气体放电光源光子能量较高,反应活性更高,也更容易被臭氧和氮氧化物吸收。

[0018] 空气净化过程是,空气在风机箱的气流驱动下,从发雾水箱四周小孔进入水箱,灰霾颗粒与水箱中的水雾结合、凝聚,形成较大团簇后再进入净化箱,在净化箱的集尘电极管和组合电极之间施加4000V-30000V电压,根据电极间距大小施加相应电压,使组合电极与集尘电极管之间形成强电场,电晕电极环发射正电荷或者负电荷,电荷与光子协同作用于流经电极之间的空气和水雾混合气体;气流从电极之间通过时,灰霾水雾被电荷捕获后带电,带电灰霾水雾在电场中向集尘电极管运动,被集尘电极管收集;气流中的VOCs和细菌溶解于水雾颗粒,或者直接与活性粒子(如电子、羟基、氧原子、臭氧、光子、激发态原子和分子等)反应,变成无害的小分子;气体从电极之间出来时,虽然已经清洁,但有一定活性,其中活性粒子,如臭氧和氮氧化物分子,在通过光催化箱时会吸收光子而被分解,最后洁净安全的气流从风机箱排放出来。灰霾水雾被俘获到集尘电极管上形成水珠,水珠从集尘电极管流下,带走集尘电极管上的灰霾颗粒,起到清洁集尘电极管的作用。

## 附图说明

[0019] 图1. 自清洁等离子体空气调理装置示意图。

[0020] 图2. 组合电极示意图。

[0021] 图3. 雾化水箱示意图。

[0022] 图中,1发雾水箱,2净化箱,3 光催化箱,4 风机箱, 1-1 水泵,1-2 雾化喷头,2-1 电晕电极环, 2-2 电场电极环,2-3 金属轴。

## 具体实施方式

[0023] 实施例1

风机箱:风机箱内设置有一只20W的轴流风机,功能是驱动气流分别通过发雾水箱、净化箱和光催化箱。

[0024] 光催化箱:在光催化箱四周设置4个功率分别为8W的低压汞灯灯管,中心波长在253.7nm,主要功能是分解臭氧和氮氧化物,同时还有增强等离子体灭菌和分解VOCs的功

能。

[0025] 净化箱:由9个放电单元按阵列组装在一个长\*宽\*高是200\*200\*200mm的金属箱子内制成,组合电极柱设置在集尘电极管的轴心上构成一个放电单元;放电单元的组合电极与高压电源的高压输出端连接,圆管形集尘电极管与高压电源的低压输出端连接;集尘电极管为外直径50mm,厚2mm,长150mm的铝管;组合电极利用碳纤维毛毡制成电晕电极环,外直径10mm,内孔直径5mm,厚10mm;电场电极环为表面做过阳极氧化的铝环,外直径12mm,内孔直径5mm,厚10mm,电场电极环与电晕电极环交替串装在一根M5螺纹金属轴上构成组合电极。

[0026] 发雾水箱:发雾水箱是一个不锈钢箱体,长\*宽\*高是200\*200\*300mm,水箱中设置有50W的增压水泵,增压水泵出水口向上,在增压水泵出水口末端设置有雾化喷头,发雾水箱的顶盖是冲孔板,水箱侧壁的上部开有进气孔。

[0027] 本实施例的自清洁等离子体空气调理方法和装置,30立方标准实验舱内测试数据如下,PM2.5去除99%所需时间为10分钟,1小时自然菌杀灭率为99.98%,4小时甲醛去除率为95%,24小时臭氧和氮氧化物浓度分别为15PPB和11PPB,连续运行半年无需要清洗集尘电极,平均一个月更换一次水箱中的水,一周补充一次水。本实施例各项参数显著优于无光增强水雾功能的等离子体空气净化器,显著提高了空气中灰霾和有害气体的去除效率,降低了臭氧和氮氧化物浓度,实现了集尘电极的自清洁。

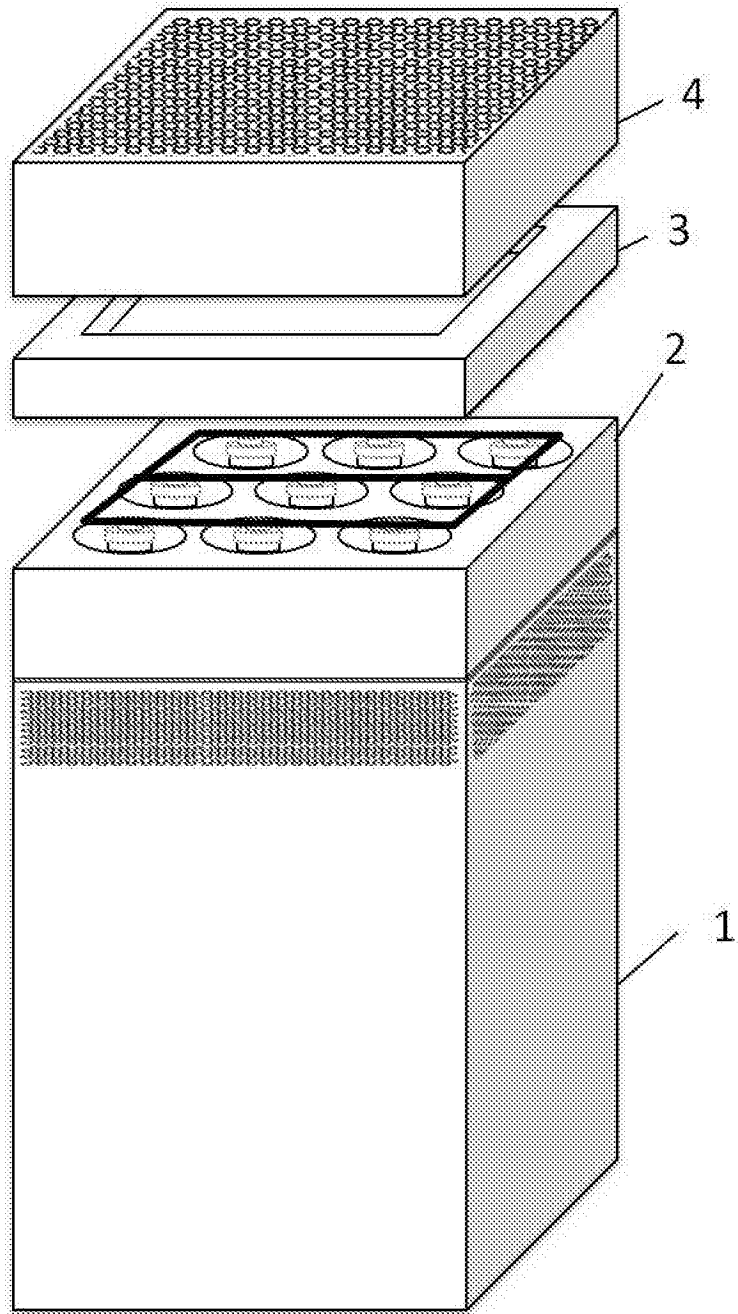


图1



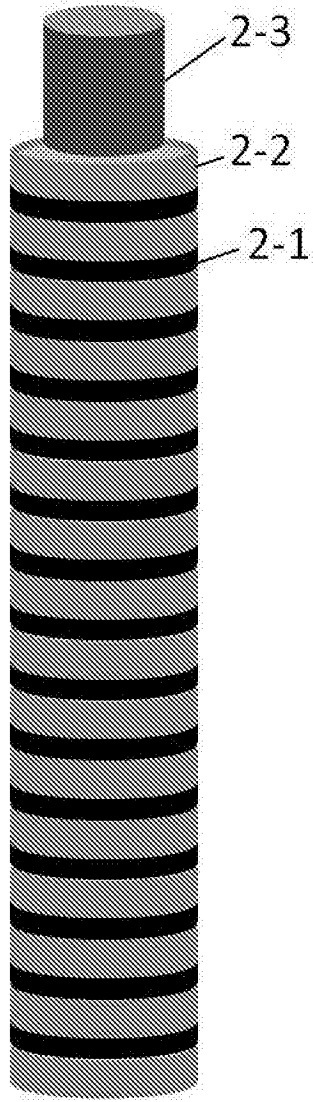


图2

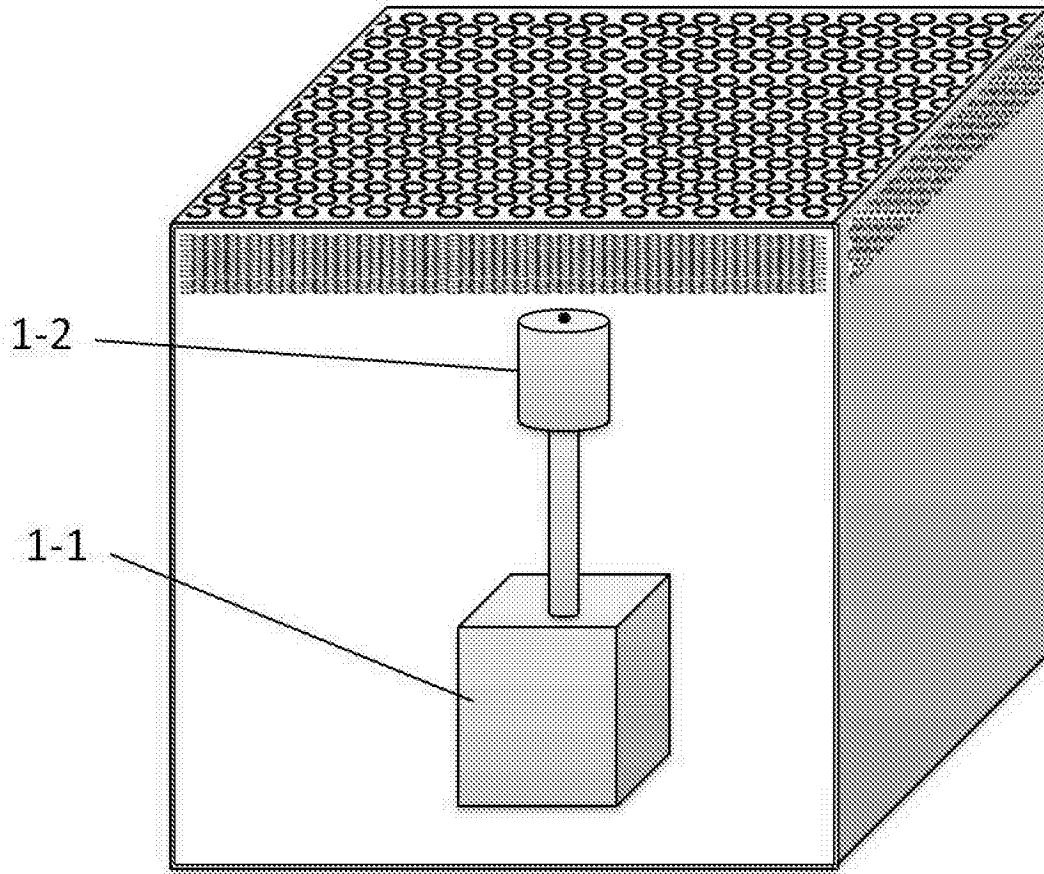


图3