



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204891559 U

(45) 授权公告日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201520633918. X

(22) 申请日 2015. 08. 21

(73) 专利权人 厦门大学

地址 361005 福建省厦门市思明南路 422 号

(72) 发明人 周仁武 张先徽 李江炜 杨周斌

杨思泽

(74) 专利代理机构 厦门南强之路专利事务所

(普通合伙) 35200

代理人 马应森 曾权

(51) Int. Cl.

B01D 53/32(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

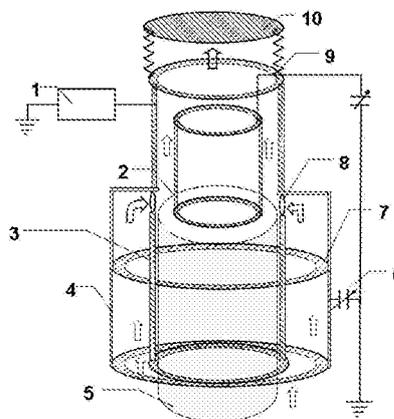
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

大气压等离子体放电处理废气装置

(57) 摘要

大气压等离子体放电处理废气装置, 涉及放电装置。设有交流电源、内电极、高压电极、外电极、支撑柱、可变电容、气流挡板、高压电极通孔、振动装置、悬挂装置; 支撑柱置于烟道底部中间, 内电极设于外电极上方, 高压电极套在内电极外部, 可变电容设在内电极与地之间, 高压电极上端与振动装置相连接; 振动装置两端分别与高压电极引线和悬挂装置连接, 悬挂装置固定在烟道壁上; 外电极位于烟道底部并悬挂在烟道内壁上, 外电极引线在地电极间由可变电容连接; 气流挡板将高压电极和外电极处理后的气体通过高压电极通孔引入到高压电极与内电极的间隙。耗能低、NO_x去除率高、无二次污染、结构简单、操作容易、易维护、适合在燃料高温燃烧领域应用。



1. 大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于设有交流电源、内电极、高压电极、外电极、支撑柱、可变电容、气流挡板、高压电极通孔、振动装置、悬挂装置;

支撑柱置于烟道底部中间,用于支撑内电极,内电极设于外电极的上方,外电极、高压电极和内电极处于同一轴线上,高压电极套在内电极外部,内电极与高压电极之间留有间隙,可变电容设在内电极与地之间,高压电极上端与振动装置相连接,振动装置一端与高压电极引线相连接,振动装置另一端与悬挂装置相连接,悬挂装置固定在烟道壁上;外电极位于烟道底部并悬挂在烟道内壁上,外电极的位置高于支撑柱且略低于高压电极,外电极引线与地电极间由可变电容连接;气流挡板将高压电极和外电极处理后的气体通过高压电极通孔引入到高压电极与内电极的间隙,气体在上升过程再次处理;交流电源与高压电极电连接。

2. 如权利要求 1 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述外电极由绝缘材料、金属棒、导线、外电极引线组成,金属棒内嵌于绝缘材料中,金属棒由导线相连后,用外电极引线引出与可变电容相连;

所述外电极的外直径为 7.5 ~ 12.5mm,外电极的内直径为 1.5 ~ 2.5mm。

3. 如权利要求 2 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述金属棒采用 3 ~ 4 根,每根金属棒的内径为 1 ~ 2mm,长度为 500 ~ 1000mm,相邻金属棒的间距为 2mm。

4. 如权利要求 1 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述高压电极由高压电极引线、绝缘材料、导线、金属棒组成,金属棒内嵌于绝缘材料中,金属棒由导线相连后,用外电极引线引出与可变电容相连,高压电极通孔位于高压电极中间位置,高压电极通孔用于将第一次处理后的气体引入内电极与高压电极间进行处理。

5. 如权利要求 1 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述高压电极的长度为 1200 ~ 2200mm,其引出导线位于电极的顶部,与交流电源的高压端相连,且在中心位置开两个 200mm 的高压电极通孔;

所述交流电源的电压峰值调节范围为 0 ~ 30kV,频率调节范围为 1 ~ 150kHz。

6. 如权利要求 1 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述高压电极采用圆筒状内有金属棒的绝缘部件。

7. 如权利要求 1 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述振动装置采用滑块振动或电磁振动,所述振动的频率为 0.1 ~ 10kHz,振动的幅度为 0.2mm。

8. 如权利要求 1 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述内电极的长度为 500 ~ 1000mm,内电极的引出导线位于内电极的顶部并与地相连。

9. 如权利要求 1 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述可变电容设 2 个,其中与内电极串联的可变电容采用 100 μ F ~ 1mF,与外电极串联的可变电容采用 500 μ F ~ 2mF。

10. 如权利要求 1 所述大气压等离子体放电处理废气装置,其特征在于所述气流挡板的一端固定在高压电极通孔上方,气流挡板的另一端套在外电极的外侧。

大气压等离子体放电处理废气装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及放电装置,尤其是涉及可应用于大气条件下消除一氧化氮,二氧化氮,金属汞等有毒成分,增加气体内的含氧自由基含量的一种大气压等离子体放电处理废气装置。

背景技术

[0002] 氮的氧化物,金属汞是影响空气质量的重要污染物,主要由石化燃料的燃烧、汽缸内电火花放电以及煤炭高温燃烧等条件下反应生成,去除的方法通常有高能电子氧化法、固相吸收再生法、烟气循环流化床、有机钙脱硫脱硝技术等。然而在处理过程中不可避免地存在缺点,如能耗高、引进新的杂质、对原有厂房改造工程量等缺点。大气压等离子体处理装置简单、能耗低,易于在原有厂房基础上改造,净化彻底、无二次污染、可常温常压下进行等优点使其在工业化生产及日常生活中具有广泛的应用前景。尽管大气低温等离子体用处很广泛,但是以一定频率振动的动态高压电极放电并结合内外地电极循环处理一氧化氮等气体的方式并未出现。为了内外电极同时均匀放电将内电极和外电极各并联一个可变电容,根据不同的放电气体,调节电容实现均匀放电。放电过程属于低温大气等离子体领域,对排放气体管道内的温度基本没有影响。此外,放电过程中除了消除 NO、NO_x及金属汞的同时,还可以提高二氧化硫的去除率并消除排放气体内的异味和细菌,利于环境保护业的良好发展。

[0003] 该装置产生的等离子体属于非热平衡等离子体,尽管电子温度很高(10000 度以上),但是离子温度远低于电子温度,使得气体温度趋于常温,非热平衡等离子体已经广泛用于镀膜、表面处理、生物净化、医学等领域。

[0004] 放电的各种装置请见 Anthony R Martin et al. “Modelling of non-thermal plasma aftertreatment of exhaust gas streams” J. Phys. D: Appl. Phys. 37, 42 - 49 (2004), 和 Wei Tian et al. “Atmospheric pressure dielectric barrier discharges interacting with liquid covered tissue” J. Phys. D: Appl. Phys. 47, 165201 (2014) 以上放电主要以介电阻挡放电为主,去除率低,而且结构较为复杂,限制了其应用前景。

[0005] 传统的管形状放电除去氮氧化物参考文献: Moo Been Chang et al. “Gas-Phase Removal of NO from Gas Streams via Dielectric Barrier Discharges” Environ. Sci. Technol. 1992 :26, 777-781。

发明内容

[0006] 本实用新型的目的在于提供针对现有的等离子体放电装置存在的上述不足,提供具有耗能低、NO_x去除率高、无二次污染等效果,结构简单、操作容易、易维护、适合在燃料高温燃烧领域应用的一种大气压等离子体放电处理废气装置。

[0007] 本实用新型设有交流电源、内电极、高压电极、外电极、支撑柱、可变电容、气流挡板、高压电极通孔、振动装置、悬挂装置;

[0008] 支撑柱置于烟道底部中间,用于支撑内电极,内电极设于外电极的上方,外电极、高压电极和内电极处于同一轴线上,高压电极套在内电极外部,内电极与高压电极之间留有间隙,可变电容设在内电极与地之间,高压电极上端与振动装置相连接,振动装置一端与高压电极引线相连接,振动装置另一端与悬挂装置相连接,悬挂装置固定在烟道壁上;外电极位于烟道底部并悬挂在烟道内壁上,外电极的位置高于支撑柱且略低于高压电极,外电极引线与地电极间由可变电容连接;气流挡板将高压电极和外电极处理后的气体通过高压电极通孔引入到高压电极与内电极的间隙,从而使气体在上升过程能够再次处理;交流电源与高压电极电连接;

[0009] 所述外电极由绝缘材料、金属棒、导线、外电极引线组成,金属棒内嵌于绝缘材料中,金属棒由导线相连后,用外电极引线引出与可变电容相连;

[0010] 所述高压电极由高压电极引线、绝缘材料、导线、金属棒组成,金属棒内嵌于绝缘材料中,金属棒由导线相连后,用外电极引线引出与可变电容相连,高压电极通孔位于高压电极中间位置,高压电极通孔用于将第一次处理后的气体引入内电极与高压电极间进行处理。

[0011] 所述交流电源的电压峰值调节范围可为 $0 \sim 30\text{kV}$,频率调节范围可为 $1 \sim 150\text{kHz}$ 。

[0012] 所述外电极的材料可采用陶瓷、刚玉、石英、聚四氟乙烯等中的一种,外电极的外直径可为 $7.5 \sim 12.5\text{mm}$,外电极的内直径可为 $1.5 \sim 2.5\text{mm}$;所述金属棒可采用钨棒等膨胀系数小耐高温的金属棒,金属棒可采用 $3 \sim 4$ 根,每根金属棒的内径可为 $1 \sim 2\text{mm}$,长度可为 $500 \sim 1000\text{mm}$,相邻金属棒的间距可为 2mm 。

[0013] 所述高压电极的长度可为 $1200 \sim 2200\text{mm}$,其引出导线位于电极的顶部,与交流电源的高压端相连,且在中心位置开两个 200mm 的高压电极通孔。

[0014] 所述振动装置可采用滑块振动或电磁振动,所述振动的频率可为 $0.1 \sim 10\text{kHz}$,振动的幅度可为 0.2mm 。

[0015] 所述内电极的长度可为 $500 \sim 1000\text{mm}$,内电极的引出导线位于内电极的顶部并与地相连。

[0016] 所述支撑柱的材料可采用陶瓷、刚玉、石英、聚四氟乙烯等中的一种,支撑柱用于支撑内电极,并使得内电极和高压电极处于与烟道的同一轴线上。

[0017] 所述可变电容可设 2 个,其中与内电极串联的可变电容可采用 $100 \mu\text{F} \sim 1\text{mF}$,与外电极串联的可变电容可采用 $500 \mu\text{F} \sim 2\text{mF}$ 。

[0018] 所述气流挡板的材料可采用陶瓷纤维布、石棉,特氟龙,聚四氟乙烯等绝缘耐高温具有弹性的材料,气流挡板的一端固定在高压电极通孔上方,以保证在高压电极震动过程中不会脱落,而且可以防止气体从上漏出,气流挡板的另一端套在外电极的外侧,以防止经过外电极与高压电极处理后的气体泄露。

[0019] 所述高压电极可采用圆筒状内有金属棒的绝缘部件,整个高压电极悬挂在振动系统下,且与交流电源的高压电极相连接。外电极分别在套在高压电极的外层和内层,均固定不动,串联电容后与地相连接,经过除尘后烟气首先从外电极与高压电极间进入经过放电处理后,再穿过高压电极,经高压电极与内电极间隙再次放电处理后上升,进入吸收池后排放。其中外电极悬挂在烟道内壁,内电极置于支撑架上方,气流挡板固定在内电极上,防止

气体外溢并引导气体进入高压电极。整个装置置于烟道内,气体从下方进入后通过放电产生活性氧自由基与 NO , NO_x 及金属汞生成 NO_2 和氧化汞被吸收池吸收。

[0020] 当烟气从外电极和高压电极间进入放电区域时(第一放电区),在高压电极和外电极间 $2 \sim 30\text{kV}$ 的电压作用下,而随着高压电极的振动,烟气被击穿后产生大量的含氧自由基,其能够与 NO , NO_x 及金属汞生成 NO_2 和氧化汞,由于烟气流量较大,剩余 NO , NO_x 及金属汞将在高压电极与内电极间参与反应(第二放电区)。针对高温燃烧程度的不同,烟气中含氧量也有较大差别,分别在外电极,内电极与地电极间串联一个可变电容,进行调配,进而实现均匀放电。该方法处理效率高,处理时不需要添加任何其他化学物质,而且处理过程中不会产生新的有毒有害物质。此外,本实用新型结构简单、成本低廉、安装和拆卸方便。

[0021] 本实用新型在传统的管形状放电除去氮氧化物的基础上(参考文献:Moo Been Chang et al. "Gas-Phase Removal of NO from Gas Streams via Dielectric Barrier Discharges" Environ. Sci. Technol. 1992, 26, 777-781)将原有的内电极改为振动式内电极,在放电过程中由于振动将放电丝拉长,从而产生了更多的含氧自由基,此外较长的放电丝能够有效增加氮的氧化物与含氧自由基的碰撞几率,也有利于 NO_x 的去除。当气体流量较大(500m^3 以上)时,本实用新型还在振动电极的内部套装一个地电极,气体经初次放电处理后从振动电极流入,经过振动电极与地电极时放电产生更多的含氧自由基,从而进一步去除 NO_x , 处理后的气体上升进入吸收池,进一步去除 NO_2 和 SO_2 。尽管两个区域基本结构相似,放电时由于放电区域的直径不同,其等效电容也有较大差异,因此须在地电极和外电极上分别与地之间串联一个可调电容,从而确保放电区域同时放电。此外,当燃料没有充分燃烧时,氧气含量较高时,也可调节电容的匹配模式,实现均匀放电。

附图说明

[0022] 图 1 是本实用新型实施例的结构示意图。

[0023] 图 2 是本实用新型实施例的外电极的结构示意图。

[0024] 图 3 是本实用新型实施例的高压电极结构示意图。

具体实施方式

[0025] 参见图 1~3,本实用新型实施例设有交流电源 1、内电极 2、高压电极 3、外电极 4、支撑柱 5、可变电容 6、气流挡板 7、高压电极通孔 8、振动装置 9、悬挂装置 10。

[0026] 支撑柱 5 置于烟道底部中间,用于支撑内电极 2,内电极 2 设于外电极 4 的上方,外电极 4、高压电极 3 和内电极 2 处于同一轴线上,高压电极 3 套在内电极 2 外部,内电极 2 与高压电极 3 之间留有间隙,可变电容 6 设在内电极 2 与地之间,高压电极 3 上端与振动装置 9 相连接,振动装置 9 一端与高压电极引线 31 相连接,振动装置 9 另一端与悬挂装置 10 相连接,悬挂装置 10 固定在烟道壁上;外电极 4 位于烟道底部并悬挂在烟道内壁上,外电极 4 的位置高于支撑柱 5 且略低于高压电极 3,外电极引线 44 与地电极间由可变电容 6 连接;气流挡板 7 将高压电极 3 和外电极 4 处理后的气体通过高压电极通孔 8 引入到高压电极 4 与内电极 2 的间隙,从而使气体在上升过程能够再次处理;交流电源 1 与高压电极 3 电连接。

[0027] 所述外电极 4 由绝缘材料 41、金属棒 42、导线 43、外电极引线 44 组成,金属棒 42 内嵌于绝缘材料 41 中,金属棒 42 由导线 43 相连后,用外电极引线 44 引出与可变电容 6 相

连。

[0028] 所述高压电极 3 由高压电极引线 31、绝缘材料 32、导线 33、金属棒 34 组成,金属棒 34 内嵌于绝缘材料 31 中,金属棒 34 由导线 33 相连后,用外电极引线 31 引出与可变电容 6 相连,高压电极通孔 8 位于高压电极 3 中间位置,高压电极通孔 8 用于将第一次处理后的气体引入内电极 2 与高压电极 3 间进行处理。

[0029] 所述交流电源 1 的电压峰值调节范围可为 0 ~ 30kV,频率调节范围可为 1 ~ 150kHz。

[0030] 所述外电极 4 的材料可采用陶瓷、刚玉、石英、聚四氟乙烯等中的一种,外电极的外直径可为 7.5 ~ 12.5mm,外电极的内直径可为 1.5 ~ 2.5mm;所述金属棒可采用钨棒等膨胀系数小耐高温的金属棒,金属棒可采用 3 ~ 4 根,每根金属棒的内径可为 1 ~ 2mm,长度可为 500 ~ 1000mm,相邻金属棒的间距可为 2mm。

[0031] 所述高压电极 3 的长度可为 1200 ~ 2200mm,其引出导线位于电极的顶部,与交流电源 1 的高压端相连,且在中心位置开两个 200mm 的高压电极通孔 8。

[0032] 所述振动装置可采用滑块振动或电磁振动,所述振动的频率可为 0.1 ~ 10kHz,振动的幅度可为 0.2mm。

[0033] 所述内电极的长度可为 500 ~ 1000mm,内电极的引出导线位于内电极的顶部并与地相连。

[0034] 所述支撑柱 5 的材料可采用陶瓷、刚玉、石英、聚四氟乙烯等中的一种,支撑柱 5 用于支撑内电极 2,并使得内电极 2 和高压电极 3 处于与烟道的同一轴线上。

[0035] 所述可变电容可设 2 个,其中与内电极 2 串联的可变电容可采用 100 μ F ~ 1mF,与外电极 4 串联的可变电容可采用 500 μ F ~ 2mF。

[0036] 所述气流挡板 7 的材料可采用陶瓷纤维布、石棉,特氟龙,聚四氟乙烯等绝缘耐高温具有弹性的材料,气流挡板 7 的一端固定在高压电极通孔 8 上方,以保证在高压电极 3 震动过程中不会脱落,而且可以防止气体从上漏出,气流挡板 7 的另一端套在外电极 4 的外侧,以防止经过外电极与高压电极处理后的气体泄露。

[0037] 由于各地燃料不同,燃烧后烟气中 NO, NO_x及金属汞的含量也不同,当经过第一放电室(高压电极 3 与外电极 4 间隙)后测量到 NO, NO_x及金属汞的含量符合国际标准时,烟气进入到第二放电室(高压电极 3 与内电极 2)时可以通过调节内电极与地电极之间的可变电容 6,停止高压电极 3 与内电极 2 间的放电,气体直接通过即可,从而节省能耗。

[0038] 所述高压电极可采用圆筒状内有金属棒的绝缘部件,整个高压电极悬挂在振动系统下,且与交流电源的高压电极相连接。外电极分别在套在高压电极的外层和内层,均固定不动,串联电容后与地相连接,经过除尘后烟气首先从外电极与高压电极间进入经过放电处理后,再穿过高压电极,经高压电极与内电极间隙再次放电处理后上升,进入吸收池后排放。其中外电极悬挂在烟道内壁,内电极置于支撑架上方,气流挡板固定在内电极上,防止气体外溢并引导气体进入高压电极。整个装置置于烟道内,气体从下方进入后通过放电产生活性氧自由基与 NO, NO_x及金属汞生成 NO₂和氧化汞被吸收池吸收。

[0039] 当烟气从外电极和高压电极间进入放电区域时(第一放电区),在高压电极和外电极间 2 ~ 30kV 的电压作用下,而随着高压电极的振动,烟气被击穿后产生大量的含氧自由基,其能够与 NO, NO_x及金属汞生成 NO₂和氧化汞,由于烟气流量较大,剩余 NO, NO_x及金属

汞将在高压电极与内电极间参与反应（第二放电区）。针对高温燃烧程度的不同，烟气中含氧量也有较大差别，分别在外电极，内电极与地电极间串联一个可变电容，进行调配，进而实现均匀放电。该方法处理效率高，处理时不需要添加任何其他化学物质，而且处理过程中不会产生新的有毒有害物质。此外，本实用新型结构简单、成本低廉、安装和拆卸方便。

[0040] 本实用新型能够在大气压条件下放电产生低温等离子体，以消除一氧化氮，二氧化氮，金属汞等有毒成分，该装置具有操作简单、耗能少、净化彻底、无二次污染、易于微型化或规模化放大、易便携等优点。待处理气体从底部上升，可依次经过两个放电区域进行处理，由于高压电极的振动，可提高 NO 等污染物的去除率。

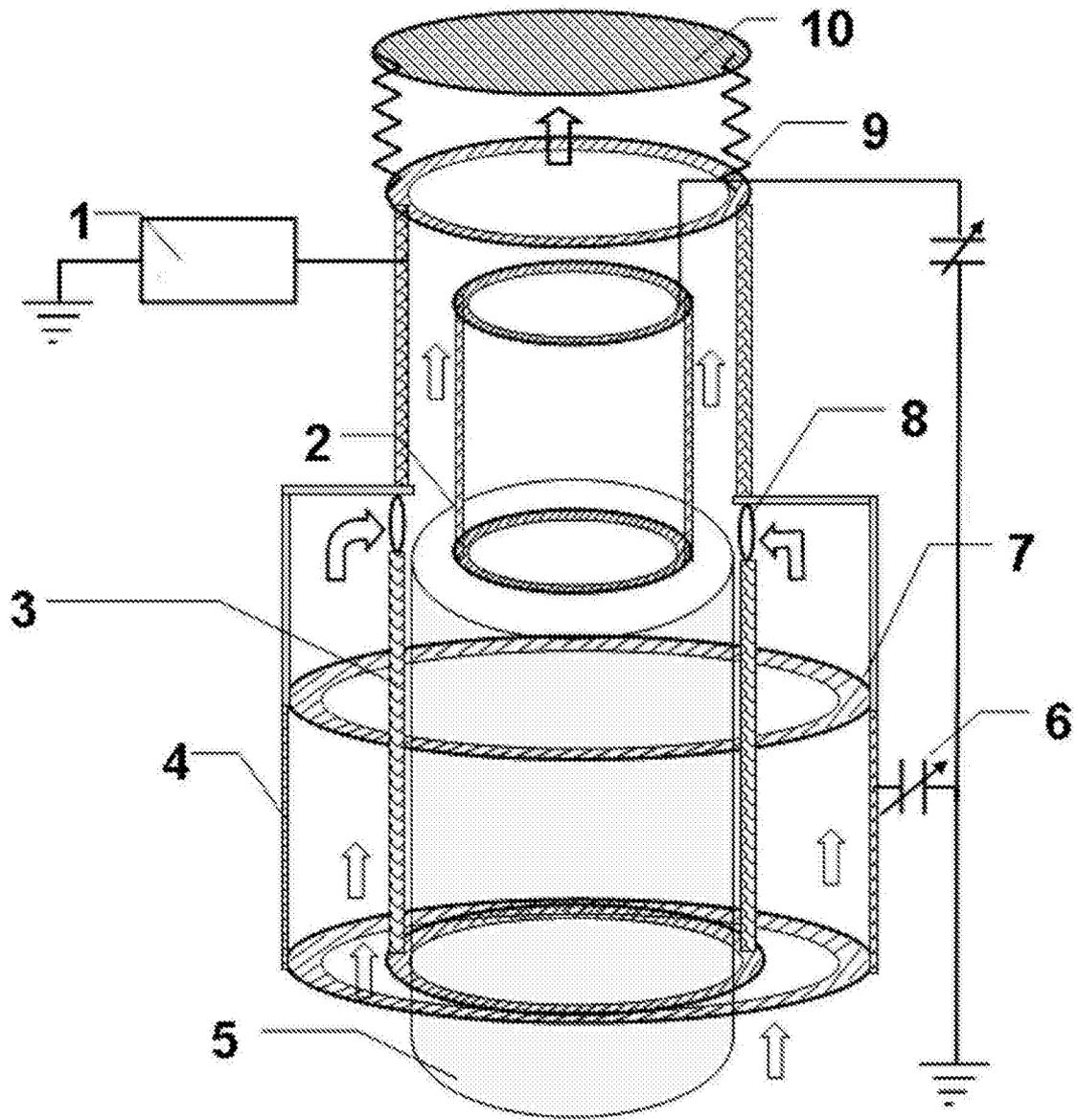


图 1

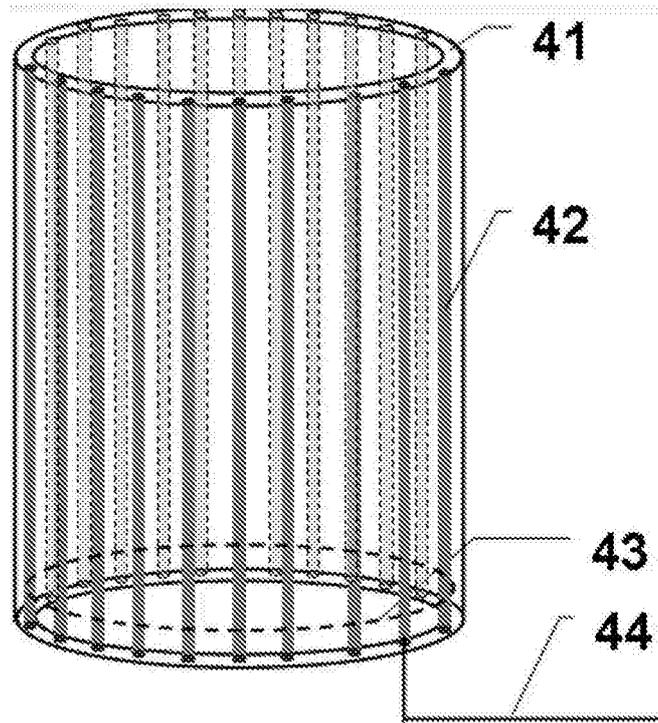


图 2

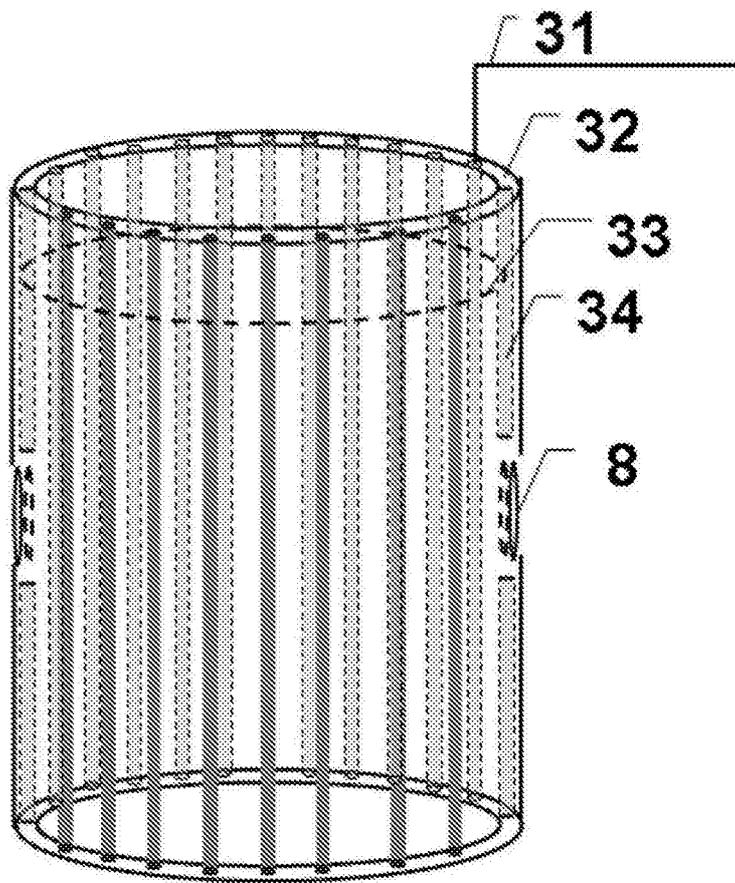


图 3