



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115226284 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 21

(21) 申请号 202210938774.3

F01N 3/08 (2006.01)

(22) 申请日 2021.05.27

(62) 分案原申请数据

202110583629.3 2021.05.27

(71) 申请人 长江师范学院

地址 408100 重庆市涪陵区李渡聚贤大道  
16号

(72) 发明人 张坚 刘文正 高培根

(74) 专利代理机构 重庆远恒专利代理事务所

(普通合伙) 50248

专利代理师 伍伦辰

(51) Int. Cl.

H05H 1/24 (2006.01)

H01B 13/00 (2006.01)

B01D 53/32 (2006.01)

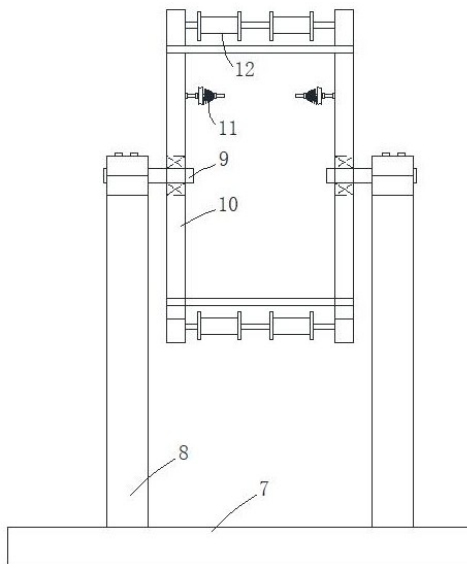
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

一种电极缠绕设备

(57) 摘要

本发明公开了一种电极缠绕设备,包括一个底座,其特征在于,底座上左右两侧各竖直向上设置有一个固定支架,固定支架中间上端中部各自相对固定设置有一个供高压电极通过的滑套,两个滑套外依靠轴承可转动地安装有一个整体呈矩形框架结构的转动架,两个滑套相对的内端安装并穿出于转动架中部位置内侧表面,转动架侧边还具有和滑套位置错位设置的滑轮转向机构,转动架端部还设置有线滚安装机构。本设备能够实现一种可产生辉光放电效果的等离子放电电极结构的制备,且具有结构简单,操作制备方便快捷高效的优点。



1. 一种电极缠绕设备,包括一个底座,其特征在于,底座上左右两侧各竖直向上设置有一个固定支架,固定支架中间上端中部各自相对固定设置有一个供高压电极通过的滑套,两个滑套外依靠轴承可转动地安装有一个整体呈矩形框架结构的转动架,两个滑套相对的内端安装并穿出于转动架中部位置内侧表面,转动架侧边还具有和滑套位置错位设置的滑轮转向机构,转动架端部还设置有线滚安装机构。

2. 如权利要求2所述的电极缠绕设备,其特征在于,转动架上还固定有一个和滑筒同轴的被动齿轮,被动齿轮通过齿轮机构和固定在转动架上的驱动电机传动连接。

3. 如权利要求2所述的电极缠绕设备,其特征在于,转动架左右两侧的前后位置各设置有一个滑轮转向机构。

4. 如权利要求3所述的电极缠绕设备,其特征在于,转动架两端各设置有能够安装两个线滚的线滚安装机构。

5. 如权利要求1所述的电极缠绕设备,其特征在于,滑轮转向机构,包括一个水平设置的滑轮定位用螺栓,滑轮定位用螺栓的头部可竖向滑动地卡接在竖向设置在转动架内侧的燕尾槽内,滑轮定位用螺栓上旋接有一块自固定螺母并实现滑轮定位用螺栓的固定;滑轮定位用螺栓上还活动套设有一个转向滑轮。

6. 如权利要求5所述的电极缠绕设备,其特征在于,转向滑轮两侧的滑轮定位用螺栓上还分别旋接有一个滑轮定位用螺母。

7. 如权利要求5所述的电极缠绕设备,其特征在于,转向滑轮的一侧和对应的滑轮定位用螺母之间还连接设置有一个位置调节用螺旋弹簧。

## 一种电极缠绕设备

[0001] 本申请为申请号202110583629.3,申请日2021-5-27的《一种船舶尾气处理方法》专利的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及船舶尾气处理领域,具体涉及一种电极缠绕设备。

### 背景技术

[0003] 海运是全球公认的大气污染物的主要来源。近年来,随着国际海事贸易的快速发展,越来越多的人开始关心大气污染物对全球的影响,由于船舶尾气排放很容易在大气中长距离传输,从海洋到陆地,甚至从一个大陆向另一个大陆,所以船舶尾气排放会对地方和区域范围内的空气质量产生重大影响。此外,部分船舶排放发生在沿海地区,尾气污染物会直接扩散到大陆,造成影响人类健康和生态系统的环境问题。据欧盟环境署(European Environment Agency,EEA)统计,全球船舶每年向大气排放的氮氧化物(NO<sub>x</sub>)约为2500万吨、硫氧化物(SO<sub>x</sub>)约为1500万吨、颗粒物(PM)约为130万吨。

[0004] 目前来看,船舶尾气SO<sub>x</sub>控制技术主要包括低硫燃油技术、干式脱硫技术和湿式洗涤技术。船舶尾气NO<sub>x</sub>控制技术主要包括废气再循环技术(EGR系统)和选择性催化还原技术(SCR系统)。

[0005] 传统的脱硫脱硝技术中,海水脱硫工艺虽然工作流程简单、可靠环保、经济性高,但是目前海水脱硫法在处理高硫燃料油燃烧时排放的尾气时,效果并不是很好,而且整体的设备占用空间大,在低盐度海域的脱硫效率低。并且整个脱硫过程需要更新大量海水,需要消耗额外的燃油来提供这些动力,增加了成本。干式脱硫系统最大的限制因素是脱硫剂的补充和尾气处理后反应副产物的堆积处理。干式脱硫系统对吸收剂的要求高,脱硫剂稳定性较差,而且反应后副产品多,处理和利用也比较麻烦,需要增加额外的配置装置。EGR系统能够使循环废气温度降低,使得船舶主机NO<sub>x</sub>(氮氧化合物)排放量大幅降低,但是EGR运行时需要严格控制废气的回流比,需根据负荷的改变不断调整最佳回流量来平衡经济效益和NO<sub>x</sub>减排。EGR技术的投资运行成本比较高,单位投资成本一般为60-80美元/kW,运行成本一般为船舶在排放控制区中航行时燃料成本的4%-6%。同样SCR技术也存在占地面积大、投资和运行成本高的问题,SCR系统较为复杂,安装费用约占船舶总费用的5%-8%。低温下催化剂的失活、还原剂的泄露和运行时需要消耗大量的还原剂尿素等等,在一定程度上增加了运营成本。

[0006] 故对于本领域技术人员,需要寻找新的低成本且可靠性高的船舶废气处理方法。

[0007] 在废气处理领域中,采用等离子放电技术对尾气(主要指发动机尾气)进行净化,是近年来一种比较高效的废气处理方式。等离子体(plasma)又叫做电浆,是由部分电子被剥夺后的原子及原子团被电离后产生的具有大量正负离子的离子化气体状物质,同时等离子体中还包括了电子、各种激发态原子、原子以及自由基,故具有较高的能级和活性。等离子放电处理的原理即是依靠电离产生的等离子体,使得尾气中的污染物被分解,从而达到

降解污染物的目的。例如CN204051409U曾公开的一种齿板均流式冷等离子体尾气处理装置, CN104941400B曾公开的一种具有旋转螺旋型电极的放电等离子体汽车尾气处理装置及其处理方法, 均是采用了等离子体实现尾气处理的技术。

[0008] 等离子体依据生成形式可以划分为电弧放电、电晕放电、介质阻挡放电和辉光放电等方式生成的离子体。其中, 前面三种放电方式为尾气处理领域中比较常见的等离子体处理方式。但电弧放电主要作用机理在于高温作用, 更多用于空气净化灭菌, 不适于尾气处理。电晕放电处理生成等离子体能级较低, 灭菌效果不如辉光放电等离子体, 对甲醛等有害物质的分解效率不高。介质阻挡放电需要在电极之间设置供击穿的介质层, 其电离结构设计不便且不利于尾气通过。辉光放电等离子体具有较高的能级和活性, 主要是通过等离子体内部的高能粒子来降解污染物, 通常是较为理想的尾气处理方式; 但是常规的辉光放电方式其放电面积较小且需要在低压环境中形成, 很难在尾气净化领域中实际应用。同时现有尾气处理装置多为汽车尾气处理, 其处理效率难以适用于船舶尾气处理需求。

[0009] 发明人所在课题组曾申请的专利CN102548177B公开了一种等离子体空气净化装置的放电电极结构, 采用交叉布置为网状结构的正负电极, 依靠正负电极包裹绝缘材料后直接接触放电。该专利技术不同于常规电离处理采用两个电极不相接触依靠电场作用放电的放电方式, 能够基于表面放电原理在电极接触点处产生放电生成低温等离子体并向外扩散。这种方式生成的低温等离子体具有类似辉光放电等离子体的性质, 灭菌率高、污染成分降解效果好且耗时短功耗小; 但该结构仅仅在电极交叉接触点位置产生电离放电, 效率相对较低。故在该专利基础上, 发明人所在课题组还申请了CN105848397B的一种柔性放电电极结构的等离子体消毒灭菌装置。该专利装置中, 采用接地电极在包裹绝缘介质后螺旋缠绕在高压电极上的方式实现电离放电, 其放电原理同时具有介质阻挡放电和表面放电的性质, 能够在电极接触交界处表面产生类似辉光放电效果的低温等离子体, 比较适宜于对尾气进行处理。

[0010] 但该CN105848397B的装置仍然存在材料限制以及寿命较短和处理效果有限等缺陷, 不适宜于直接用于船舶尾气处理, 需要进一步改进提高其处理效率和效果。

## 发明内容

[0011] 针对上述现有技术的不足, 本发明所要解决的技术问题是: 如何提供一种尾气处理效果好, 处理效率高, 实施方便, 成本低廉的船舶尾气处理方法。本发明还提供了一种能够方便快捷地实现等离子放电电极制备的电极缠绕设备。

[0012] 为了解决上述技术问题, 本发明采用了如下的技术方案:

一种船舶尾气处理方法, 采用对船舶尾气进行电离放电, 依靠电离放电生成的等离子体电离粒子实现对船舶尾气中有害成分的降解, 其特征在于, 所述电离放电在包裹有绝缘材料的高压电极表面与缠绕的接地电极之间产生, 电离放电为辉光放电效果。

[0013] 这样, 常规尾气处理均为电弧放电或电晕放电形式的等离子体, 其电离获得的等离子体能级和活性较低。本申请中, 采用在包裹有绝缘材料的高压电极表面与缠绕的接地电极之间产生电离放电现象, 能够生成具有辉光放电效果的电离等离子体, 能够具有较高的能级和活性, 能够更好地满足船舶尾气的处理需求, 提高处理效果和效率。

[0014] 进一步地, 高压电极表面交错缠绕有两根接地电极。

[0015] 这样,可以更好地提高电离等离子体的能级,丰富电离粒子的能级类型,极大地提高处理效果。

[0016] 进一步地,本方法依靠在船舶尾气通道中接入基于等离子体电离的船舶尾气处理装置实现,所述船舶尾气处理装置,包括壳体,壳体一端为进气端,另一端为出气端,壳体中间形成过气通道,过气通道内设置有等离子放电电极,等离子放电电极包括位于中部的整体呈柱状的高压电极,高压电极外包裹有绝缘材料,绝缘材料外螺旋缠绕设置有接地电极,所述等离子放电电极沿过气通道断面设置为层状且沿过气方向间隔排布设置有多层,每层等离子放电电极均包括有平行间隔并联排布的多根。

[0017] 本装置使用时,壳体的进气端和出气端接入到需处理的(船舶)尾气排放通道中,将所有高压电极和接地电极两端分别引线接出与电源的高压端和接地端相连,具体可采用具有高频高压输出电路的等离子体交流电源系统实现控制(控制部分具体结构为常规现有技术,不在此详述)。装置通电达到放电电压后,在等离子放电电极的高压电极和接地电极之间形成放电回路,基于介质阻挡放电和表面放电的原理,能够在电极接触交界处表面产生类似辉光放电效果(即放电现象为均匀弥散的淡蓝色放电,放电电流为毫安级别,有少量电流脉冲)的低温等离子体,实现对尾气的电离净化。本装置中采用沿尾气通过方向间隔排布多层电极,每层电极沿过气通道断面平行间隔排布多根电极的方式,极大地提高了过气通道立体空间内的电离区域数量,对进气实现立体式的电离净化处理,极大地提高了尾气处理效果,尤其适用于船舶尾气量大的处理需求。

[0018] 进一步,每相邻两层等离子放电电极呈相互错位90度的纵横交错方向排布。

[0019] 这样,通过相邻两层电极交错排布的方式能够更好地形成立体网格状的电离区域空间,更好地实现对通过气流的电离净化处理。

[0020] 进一步地,不同层但同向排布的各层等离子放电电极在排布间隔方向上错位设置,使得所有等离子放电电极沿尾气流动方向在横断面上的投影不留间隙。

[0021] 这样,所有横排和纵排的电极在风道截面上的投影能够100%覆盖整个通道截面。这种排布方式可以实现所有尾气污染物气体都可以与电极表面充分接触,保证处理效果。

[0022] 进一步地,所述高压电极为铜材料制得的圆柱体结构。

[0023] 这样具有成本低廉,利于设置,发电效果好的优点。当然实施时也可以采用其他导电性良好的金属材料。

[0024] 进一步地,所述绝缘材料为陶瓷或玻璃纤维材料。

[0025] 陶瓷或玻璃纤维耐高温材料,是一种良好的无机驻极体材料,相比于背景技术所述专利中采用聚四氟乙烯等有机驻极体材料来说,可以更好地耐受船舶尾气中300-500℃的高温,使其尤其适用于对船舶高温尾气处理;而且更重要的是其表面相比于光滑的聚四氟乙烯来说更加粗糙,拥有更好的保存电荷的能力,能够在一次放电后,将之前放电过程中产生的带电粒子在电场作用下进入材料表面浅层中保存起来,极大地提高电离处理效果。

[0026] 进一步地,所述接地电极为碳纤维材料制得。该材料成本低廉,易于实施,导电性好,能够更好地控制产生电离放电效果。

[0027] 进一步地,等离子放电电极中,所述接地电极为两根且构成相互交错的双螺旋缠绕排布结构。

[0028] 这样,和背景技术专利中采用单螺旋接地电极的结构方式相比,采用两根接地电

极双螺旋排布能够增加高压电极表面的电离区域范围,减少电离暗区。而且更重要的是,两根接地电极采用了交叉排布的方式,这样两根接地电极缠绕交叉位置处,接地电极被压紧到高压电极表面的贴紧程度和其余位置不同,且该处位置由于两根接地电极相互接触导致通过电流大小也和其余接地电极不同,接触点位置由于电阻降低会产生通过电流瞬间变大的效果,进而导致接触点处产生的电离放电效果区别于其余接地电极和高压电极表面接触位置,能够产生更高能级的电离粒子(或者从电场叠加角度解释,交叉式双螺旋布置的接地电极和同向平行式螺旋布置的接地电极相比,高压电极表面不同位置和两根接地电极之间形成的电场叠加效果不同,进而导致各处位置电离能级不同,进而可以产生种类更丰富的电离粒子)。这样,使得整个高压电极表面能够产生更多不同能级的电离粒子,极大丰富了产生电离粒子的种类和数量,使其能够更好地应对(船舶)尾气中各种有害成分繁多导致处理需求各有细微差别的需求。这样就极大地提高了对(船舶)尾气的整体处理效果。

[0029] 进一步地,接地电极为多根碳纤维丝线编织构成。

[0030] 这样,接地电极为多根碳纤维丝线编织构成,使其自身能够具有一定的弹性和柔性变形能力,故在两根接地电极交叉位置处位于下方的接地电极能够产生变形被压扁,进而使得位于上方的电极和高压电极表面之间尽量不留间隙,避免间隙导致产生丝状放电烧毁电极。另外接地电极为多根碳纤维丝线编织构成,可以视为形成了多根相互编织缠绕的微小形碳纤维丝线状电极,这样从微观角度可以视为能够使接地电极各处不同断面位置产生不同瞬时大小的局部电流,从而在不同位置形成不同能级的电离放电效果,进而极大地丰富了产生电离粒子的种类和数量。同时各碳纤维丝线之间编织形成若干供电离子生成和驻留的微小区域,使得生成的电离粒子能够沿接地电极表面缓慢向外弥漫发散。故这种结构方式和整根式接地电极的结构相比,能够从多个角度极大地提高对尾气的电离处理效果。

[0031] 进一步地,等离子放电电极中,两根接地电极为依次上下交错的方式缠绕或者同一接地电极始终保持在交错位置下方的方式缠绕。

[0032] 其中,第一种缠绕方式即在第一个接触点处第一根接地电极压住第二根接地电极,在第二个接触点处,第二根接地电极压住第一根接地电极,这种方式可以提升接地电极与绝缘层的接触性能,尽量避免产生间隙导致丝状放电烧毁电极,安全性相对更高。而第二种方式始终保持一根接地电极在下方,可以更加方便生产制造。

[0033] 进一步地,等离子放电电极中,两根接地电极外还反向缠绕有两根耐高温绝缘线。

[0034] 这样是因为两根接地电极交错式缠绕后,在交错点位置受压,使得每根接地电极位于两个相邻交错点之间的部分会产生一个反向向外的扩张力。虽然这个力非常小,但是由于接地电极是多根碳纤维丝线编织构成,且长期处于非常恶劣的高温电离环境中。故该力会导致接地电极在相邻两个交错点之间的中部位置容易鼓起,使其内侧表面接触不紧产生间隙,外侧表面产生碳纤维丝线断裂。内侧间隙会产生丝状放电烧毁电极;外侧断裂的碳纤维丝线向外凸起形成毛刺突起,致使辉光放电效果变差。故反向缠绕两根耐高温绝缘线后,该耐高温绝缘线能够经过并压住接地电极位于两个相邻交错点之间的中部位置,进而抵消此处向外的张力,避免接地电极内侧产生间隙且更好地避免外侧产生毛刺突起,避免形成尖端放电现象。另外,再增加缠绕两根反向的耐高温绝缘线后,耐高温绝缘线和接地电极能够一起在高压电极表面形成呈封闭网格状的外凸区域,该封闭网格状区域形成一个个

反应池,有利于电离粒子和有害气体在其内驻留接触反应,完成处理。故这样改进后的结构,能够保证电极的辉光放电效果,极大提高其电离处理效果,也可以更好地延长其使用寿命。进一步地,所述耐高温绝缘线为尼龙线。

[0035] 具有绝缘效果好,成本低廉等优点。

[0036] 综上所述,上述方案实质上同时公开了一种能够产生辉光放电效果的等离子放电电极结构,即在包裹有绝缘材料的高压电极外,缠绕两根接地电极并构成相互交错的双螺旋缠绕排布结构。同时,上述各处对电极结构进行进一步优化改进的方案及其优点和效果在单根的等离子放电电极上均成立。

[0037] 实施时,所述等离子放电电极结构可以采用以下的制备方法制备,先获取已包裹绝缘材料的高压电极,获得由多根碳纤维丝线编织构成的接地电极,然后缠绕时,将接地电极一端沿斜向拉至高压电极端一侧表面并粘结固定,沿轴向拉动高压电极并保持高压电极和接地电极相对旋转,将接地电极单根螺旋缠绕至高压电极另一端后再粘结固定在该端高压电极侧表面,然后以该另一端高压电极侧表面为起点固定住需缠绕的第二根接地电极,反向推动或拉动高压电极沿轴向以相同速度移动复位并保持和接地电极同向相对旋转,使得第二根接地电极缠绕至高压电极上并形成和第一根接地电极交叉布置,待第二根接地电极缠绕至返回高压电极起始端后截断并粘结固定在高压电极侧表面起始端端部。

[0038] 这样,只需带动高压电极沿轴向一个来回并保持同向旋转即可实现两根接地电极的交叉缠绕,非常方便快捷且高效可靠。然后采用相同方式可以实现两根耐高温绝缘线的缠绕。

[0039] 实施时,所述等离子放电电极结构可以采用以下的电极缠绕设备制备,所述电极缠绕设备,包括一个底座,底座上左右两侧各竖直向上设置有一个固定支架,固定支架中间上端中部各自相对固定设置有一个供高压电极通过的滑套,两个滑套外依靠轴承可转动地安装有一个整体呈矩形框架结构的转动架,两个滑套相对的内端安装并穿出于转动架中部位置内侧表面,转动架侧边还具有和滑套位置错位设置的滑轮转向机构,转动架端部还设置有线滚安装机构。

[0040] 这样,该电极缠绕设备使用时,高压电极(已包裹绝缘材料)从两个滑套中穿过,接地电极或者耐高温绝缘线以线滚的方式安装到线滚安装机构上,然后将需要缠绕的接地电极或者耐高温绝缘线从线滚上引出,使其绕过滑轮转向机构后粘结固定到转动架内部的高压电极起始端,然后只需拉动高压电极,由于滑轮转向机构和滑套位置错位设置,故能够带动转动架在反向作用力的作用下产生自转,进而完成缠绕。

[0041] 进一步地,转动架上还固定有一个和滑筒同轴的被动齿轮,被动齿轮通过齿轮机构和固定在转动架上的驱动电机传动连接。

[0042] 这样当转动架太重难以依靠反作用力实现自转的时候,可以依靠电机带动实现转动,以方便完成缠绕。

[0043] 进一步地,转动架左右两侧的前后位置各设置有一个滑轮转向机构。这样,四个滑轮转向结构可以方便两根接地电极和两根耐高温绝缘线的同时布置并依次缠绕。进一步地,转动架两端各设置有能够安装两个线滚的线滚安装机构。这样方便两根接地电极和两根耐高温绝缘线四个线滚的同时布置。

[0044] 进一步地,滑轮转向机构,包括一个水平设置的滑轮定位用螺栓,滑轮定位用螺栓

的头部可竖向滑动地卡接在竖向设置在转动架内侧的燕尾槽内,滑轮定位用螺栓上旋接有一块自固定螺母并实现滑轮定位用螺栓的固定;滑轮定位用螺栓上还活动套设有一个转向滑轮。

[0045] 这样,可以改变调节转向滑轮的上下高度位置,进而对缠绕的角度实现调节。

[0046] 进一步地,转向滑轮两侧的滑轮定位用螺栓上还分别旋接有一个滑轮定位用螺母。

[0047] 这样,可以根据需要,依靠两个滑轮定位用螺栓调节转向滑轮在滑轮定位用螺栓上的位置。

[0048] 进一步地,转向滑轮的一侧和对应的滑轮定位用螺母之间还连接设置有一个位置调节用螺旋弹簧。

[0049] 这样在接地电极通过转向滑轮缠绕的过程中,可以对螺旋弹簧施加一个初始动力,依靠该力让缠绕过程中转向滑轮能够被带动在螺栓上实现来回运动,进而反复改变转向滑轮的张紧角度和张紧力。且螺旋弹簧在反复伸缩过程中受阻力会弹力逐渐减小,直到转向滑轮逐渐停止运动,故可以使得缠绕过程中每一时刻施加的张紧力均是不同的大小。这样可以使得接地电极在高压电极上每处位置的压紧程度均不相同,使得接地电极各处位置产生的电离效果富有变化,能够生成更多丰富种类的电离粒子,提高废气电离处理效果。尤其是结合接地电极自身为多根碳纤维丝线编织构成的结构特点,当其受压程度变化时会因为各根碳纤维丝线之间混杂受压变形情况不同,导致产生更加丰富的电离粒子种类,极大地提高了废气处理效果。

[0050] 综上所述,本发明具有电离效果好,尾气处理效率高,使用寿命长的优点,尤其适用于船舶尾气处理应用。

## 附图说明

[0051] 图1为本发明实施时的基于等离子体电离的船舶尾气处理装置的结构示意图。

[0052] 图2为图1的左视图。

[0053] 图3为图1设备中单独等离子放电电极的结构示意图。

[0054] 图4为图1设备中单独接地电极的端面的结构示意图。

[0055] 图5为电极缠绕设备的结构示意图。

[0056] 图6为图5中单独滑轮转向机构的结构示意图。

## 具体实施方式

[0057] 下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0058] 最优实施方式:一种船舶尾气处理方法,采用对船舶尾气进行电离放电,依靠电离放电生成的等离子体电离粒子实现对船舶尾气中有害成分的降解,其改进之处在于,所述电离放电在包裹有绝缘材料的高压电极表面与缠绕的接地电极之间产生,电离放电为辉光放电效果。

[0059] 这样,常规尾气处理均为电弧放电或电晕放电形式的等离子体,其电离获得的等离子体能级和活性较低。本申请中,采用在包裹有绝缘材料的高压电极表面与缠绕的接地电极之间产生电离放电现象,能够生成具有辉光放电效果的电离等离子体,能够具有较高



的能级和活性,能够更好地满足船舶尾气的处理需求,提高处理效果和效率。

[0060] 其中,高压电极表面交错缠绕有两根接地电极。

[0061] 这样,可以更好地提高电离等离子体的能级,丰富电离粒子的能级类型,极大地提高处理效果。

[0062] 具体地说,本方法依靠在船舶尾气通道中接入基于等离子体电离的船舶尾气处理装置实现,该装置如图1至图4所示,包括壳体1,壳体1一端为进气端,另一端为出气端,壳体1中间形成过气通道,过气通道内设置有等离子放电电极,等离子放电电极包括位于中部的整体呈柱状的高压电极2,高压电极2外包裹有绝缘材料3,绝缘材料3外螺旋缠绕设置有接地电极4,其中,所述等离子放电电极沿过气通道断面设置为层状且沿过气方向间隔排布设置有多层,每层等离子放电电极均包括有平行间隔并联排布的多根。

[0063] 上述装置使用时,壳体的进气端和出气端接入到需处理的(船舶)尾气排放通道中,将所有高压电极和接地电极两端分别引线接出与电源(实施时采用高频高压交流电源输出波形为正弦波,在给电极供电时,可以保持稳定运行)的高压端和接地端相连,具体可采用具有高频高压输出电路的等离子体交流电源系统实现控制(控制部分具体结构为常规现有技术,不在此详述)。装置通电达到放电电压后,在等离子放电电极的高压电极和接地电极之间形成放电回路,基于介质阻挡放电和表面放电的原理,能够在电极接触交界处表面产生类似辉光放电效果(即放电现象为均匀弥散的淡蓝色放电,放电电流为毫安级别,有少量电流脉冲,放电均匀稳定无丝状)的低温等离子体,实现对尾气的电离净化。本装置中采用沿尾气通过方向间隔排布多层电极,每层电极沿过气通道断面平行间隔排布多根电极的方式,极大地提高了过气通道立体空间内的电离区域数量,对进气实现立体式的电离净化处理,极大地提高了尾气处理效果,尤其适用于船舶尾气量大的处理需求。

[0064] 实施时,具体层数可根据实际需要进行选择,相邻两层电极间隔可以为1cm,同一层内单根电极与电极之间的间隔可以为5mm。

[0065] 实施时,壳体1可为长方体结构,具体尺寸可根据实际船舶尾气排放管道选择,左右两个面为通道,上下前后四个面可以采用不锈钢材料,在这四个面上交错打孔,用来安装等离子体发生电极。然后将所有电极的高压端和接地端分别引出,采用并联方式将其分别接到高频高压交流电源的高压端和接地端上实现控制。

[0066] 其中,每相邻两层等离子放电电极呈相互错位90度的纵横交错方向排布。

[0067] 这样,通过相邻两层电极交错排布的方式能够更好地形成立体网格状的电离区域空间,更好地实现对通过气流的电离净化处理。

[0068] 其中,不同层但同向排布的各层等离子放电电极在排布间隔方向上错位设置,使得所有等离子放电电极沿尾气流动方向在横断面上的投影不留间隙。

[0069] 这样,所有横排和纵排的电极在风道截面上的投影能够100%覆盖整个通道截面。这种排布方式可以实现所有尾气污染物气体都可以与电极表面充分接触,保证处理效果。

[0070] 其中,所述高压电极2为铜材料制得的圆柱体结构。实施时可选直径0.6mm。

[0071] 这样具有成本低廉,利于设置,发电效果好的优点。当然实施时也可以采用其他导电性良好的金属材料。

[0072] 其中,所述绝缘材料3为陶瓷或玻璃纤维材料。实施时可选厚度0.2mm,有利于表面放电的产生。

[0073] 陶瓷或玻璃纤维耐高温材料,是一种良好的无机驻极体材料,相比于背景技术所述专利中采用聚四氟乙烯等有机驻极体材料来说,可以更好地耐受船舶尾气中300-500℃的高温,使其尤其适用于对船舶高温尾气处理;而且更重要的是其表面相比于光滑的聚四氟乙烯来说更加粗糙,拥有更好的保存电荷的能力,能够在一次放电后,将之前放电过程中产生的带电粒子在电场作用下进入材料表面浅层中保存起来,极大地提高电离处理效果。

[0074] 其中,所述接地电极4为碳纤维材料制得。该材料成本低廉,易于实施,导电性好,能够更好地控制产生电离放电效果。

[0075] 其中,等离子放电电极中,所述接地电极4为两根且构成相互交错的双螺旋缠绕排布结构。

[0076] 这样,和背景技术专利中采用单螺旋接地电极的结构方式相比,采用两根接地电极双螺旋排布能够增加高压电极表面的电离区域范围,减少电离暗区。而且更重要的是,两根接地电极采用了交叉排布的方式,这样两根接地电极缠绕交叉位置处,接地电极被压紧到高压电极表面的贴紧程度和其余位置不同,且该处位置由于两根接地电极相互接触导致通过电流大小也和其余接地电极不同,接触点位置由于电阻降低会产生通过电流瞬间变大的效果,进而导致接触点处产生的电离放电效果区别于其余接地电极和高压电极表面接触位置,能够产生更高能级的电离粒子(或者从电场叠加角度解释,交叉式双螺旋布置的接地电极和同向平行式螺旋布置的接地电极相比,高压电极表面不同位置和两根接地电极之间形成的电场叠加效果不同,进而导致各处位置电离能级不同,进而可以产生种类更丰富的电离粒子)。这样,使得整个高压电极表面能够产生更多不同能级的电离粒子,极大丰富了产生电离粒子的种类和数量,使其能够更好地应对(船舶)尾气中各种有害成分繁多导致处理需求各有细微差别的需求。这样就极大地提高了对(船舶)尾气的整体处理效果。

[0077] 其中,接地电极4为多根碳纤维丝线6编织构成。具体可为由1k根直径7um的碳纤维细丝组成的直径0.2mm的簇状碳纤维形成接地电极。

[0078] 这样,接地电极为多根碳纤维丝线编织构成,使其自身能够具有一定的弹性和柔性变形能力,故在两根接地电极交叉位置处位于下方的接地电极能够产生变形被压扁,进而使得位于上方的电极和高压电极表面之间尽量不留间隙,避免间隙导致产生丝状放电烧毁电极。另外接地电极为多根碳纤维丝线编织构成,可以视为形成了多根相互编织缠绕的微小碳纤维丝线状电极,这样从微观角度可以视为能够使接地电极各处不同断面位置产生不同瞬时大小的局部电流,从而在不同位置形成不同能级的电离放电效果,进而极大地丰富了产生电离粒子的种类和数量。同时各碳纤维丝线之间编织形成若干供电离子生成和驻留的微小区域,使得生成的电离粒子能够沿接地电极表面缓慢向外弥漫发散。故这种结构方式和整根式接地电极的结构相比,能够从多个角度极大地提高对尾气的电离处理效果。

[0079] 其中,等离子放电电极中,两根接地电极4为依次上下交错的方式缠绕或者同一接地电极始终保持在交错位置下方的方式缠绕。

[0080] 其中,第一种缠绕方式即在第一个接触点处第一根接地电极压住第二根接地电极,在第二个接触点处,第二根接地电极压住第一根接地电极,这种方式可以提升接地电极与绝缘层的接触性能,尽量避免产生间隙导致丝状放电烧毁电极,安全性相对更高。而第二种方式始终保持一根接地电极在下方,可以更加方便生产制造。

[0081] 其中,等离子放电电极中,两根接地电极外还反向缠绕有两根耐高温绝缘线5。

[0082] 这样是因为两根接地电极交错式缠绕后,在交错点位置受压,使得每根接地电极位于两个相邻交错点之间的部分会产生一个反向向外的扩张力。虽然这个力非常小,但是由于接地电极是多根碳纤维丝线编织构成,且长期处于非常恶劣的高温电离环境中。故该力会导致接地电极在相邻两个交错点之间的中部位置容易鼓起,使其内侧表面接触不紧产生间隙,外侧表面产生碳纤维丝线断裂。内侧间隙会产生丝状放电烧毁电极;外侧断裂的碳纤维丝线向外凸起形成毛刺突起,致使辉光放电效果变差。故反向缠绕两根耐高温绝缘线后,该耐高温绝缘线能够经过并压住接地电极位于两个相邻交错点之间的中部位置,进而抵消此处向外的张力,避免接地电极内侧产生间隙且更好地避免外侧产生毛刺突起,避免形成尖端放电现象。另外,再增加缠绕两根反向的耐高温绝缘线后,耐高温绝缘线和接地电极能够一起在高压电极表面形成呈封闭网格状的外凸区域,该封闭网格状区域形成一个反应池,有利于电离粒子和有害气体在其内驻留接触反应,完成处理。故这样改进后的结构,能够保证电极的辉光放电效果,极大提高其电离处理效果,也可以更好地延长其使用寿命。实施时两根耐高温绝缘线可以与两根接地电极相差 $180^{\circ}$ 设置使其恰好能够经过并压住接地电极位于两个相邻交错点之间的正中位置,提高上述效果。其中所述耐高温是指可耐300-400摄氏度尾气高温。

[0083] 其中,所述耐高温绝缘线5为尼龙线。实施时可选直径0.1mm。

[0084] 具有绝缘效果好,成本低廉等优点。

[0085] 综上所述,上述方案实质上同时公开了一种能够产生辉光放电效果的等离子放电电极结构,即在包裹有绝缘材料的高压电极外,缠绕两根接地电极并构成相互交错的双螺旋缠绕排布结构。同时,上述各处对电极结构进行进一步优化改进的方案及其优点和效果在单根的等离子放电电极上均成立。

[0086] 实施时,所述等离子放电电极结构可以采用以下的制备方法制备,先获取已包裹绝缘材料的高压电极,获得由多根碳纤维丝线编织构成的接地电极,然后缠绕时,将接地电极一端沿斜向拉至高压电极端一侧表面并粘结固定,沿轴向拉动高压电极并保持高压电极和接地电极相对旋转,将接地电极单根螺旋缠绕至高压电极另一端后再粘结固定在该端高压电极侧表面,然后以该另一端高压电极侧表面为起点固定住需缠绕的第二根接地电极,反向推动或拉动高压电极沿轴向以相同速度移动复位并保持和接地电极同向相对旋转,使得第二根接地电极缠绕至高压电极上并形成和第一根接地电极交叉布置,待第二根接地电极缠绕至返回高压电极起始端后截断并粘结固定在高压电极侧表面起始端端部。

[0087] 这样,只需带动高压电极沿轴向一个来回并保持同向旋转即可实现两根接地电极的交叉缠绕,非常方便快捷且高效可靠。然后采用相同方式可以实现两根耐高温绝缘线的缠绕。

[0088] 实施时,所述等离子放电电极结构可以采用图5-6所示的电极缠绕设备制备,所述电极缠绕设备,包括一个底座7,底座7上左右两侧各竖直向上设置有一个固定支架8,固定支架8中间上端中部各自相对固定设置有一个供高压电极通过的滑套9,两个滑套9外依靠轴承可转动地安装有一个整体呈矩形框架结构的转动架10,两个滑套9相对的内端安装并穿出于转动架中部位置内侧表面,转动架侧边还具有和滑套位置错位设置的滑轮转向机构11,转动架端部还设置有线滚安装机构12。

[0089] 这样,该电极缠绕设备使用时,高压电极(已包裹绝缘材料)从两个滑套中穿过,接地电极或者耐高温绝缘线以线滚的方式安装到线滚安装机构上,然后将需要缠绕的接地电极或者耐高温绝缘线从线滚上引出,使其绕过滑轮转向机构后粘结固定到转动架内部的高压电极起始端,然后只需拉动高压电极,由于滑轮转向机构和滑套位置错位设置,故能够带动转动架在反向作用力的作用下产生自转,进而完成缠绕。

[0090] 其中,转动架10上还固定有一个和滑筒同轴的被动齿轮,被动齿轮通过齿轮机构和固定在转动架上的驱动电机传动连接。图中未显示。

[0091] 这样当转动架太重难以依靠反作用力实现自转的时候,可以依靠电机带动实现转动,以方便完成缠绕。

[0092] 其中,转动架左右两侧的前后位置各设置有一个滑轮转向机构11。这样,四个滑轮转向结构可以方便两根接地电极和两根耐高温绝缘线同时布置并依次缠绕。转动架两端各设置有能够安装两个线滚的线滚安装机构12。这样方便两根接地电极和两根耐高温绝缘线四个线滚的同时布置。

[0093] 其中,滑轮转向机构11,包括一个水平设置的滑轮定位用螺栓13,滑轮定位用螺栓13的头部可竖向滑动地卡接在竖向设置在转动架内侧的燕尾槽内,滑轮定位用螺栓上旋接有一块自固定螺母14并实现滑轮定位用螺栓的固定;滑轮定位用螺栓上还活动套设有一个转向滑轮15。

[0094] 这样,可以改变调节转向滑轮的上下高度位置,进而对缠绕的角度实现调节。

[0095] 其中,转向滑轮15两侧的滑轮定位用螺栓13上还分别旋接有一个滑轮定位用螺母16。

[0096] 这样,可以根据需要,依靠两个滑轮定位用螺栓调节转向滑轮在滑轮定位用螺栓上的位置。

[0097] 其中,转向滑轮的一侧和对应的滑轮定位用螺母之间还连接设置有一个位置调节用螺旋弹簧17。

[0098] 这样在接地电极通过转向滑轮缠绕的过程中,可以对螺旋弹簧施加一个初始动力,依靠该力让缠绕过程中转向滑轮能够被带动在螺栓上实现来回运动,进而反复改变转向滑轮的张紧角度和张紧力。且螺旋弹簧在反复伸缩过程中受阻力会弹力逐渐减小,直到转向滑轮逐渐停止运动,故可以使得缠绕过程中每一时刻施加的张紧力均是不同的大小。这样可以使得接地电极在高压电极上每处位置的压紧程度均不相同,使得接地电极各处位置产生的电离效果富有变化,能够生成更多丰富种类的电离粒子,提高废气电离处理效果。尤其是结合接地电极自身为多根碳纤维丝线编织构成的结构特点,当其受压程度变化时会因为各根碳纤维丝线之间混杂受压变形情况不同,导致产生更加丰富的电离粒子种类,极大地提高了废气处理效果。

[0099] 综上所述,本发明装置可以置于船舶尾气管道内,通过层级网状式电极结构对产生的高温气体直接进行处理,能够有效的提高污染物处理效率,而且装置简单,占地面积小,能耗较低,节能环保,使得运营成本显著降低。

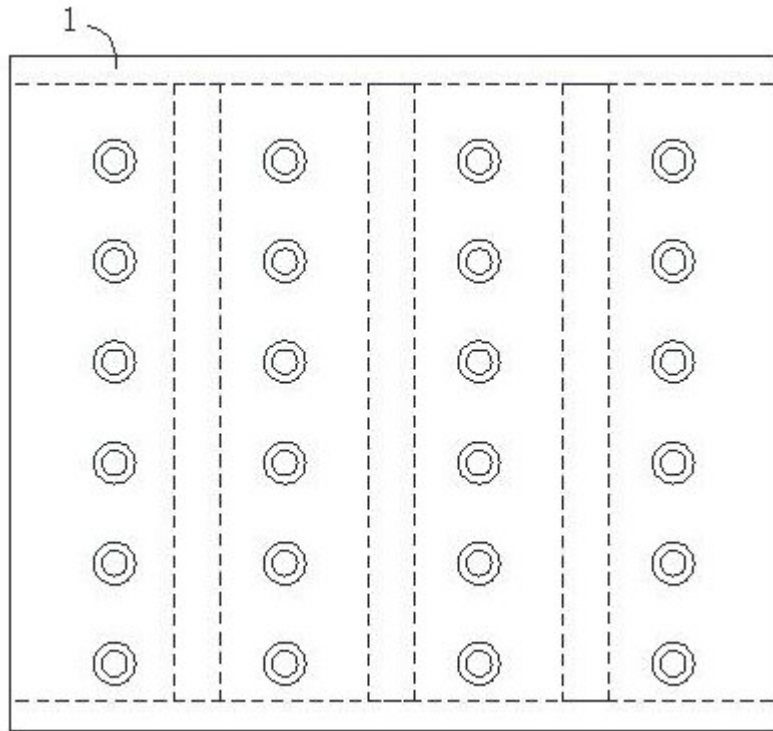


图1

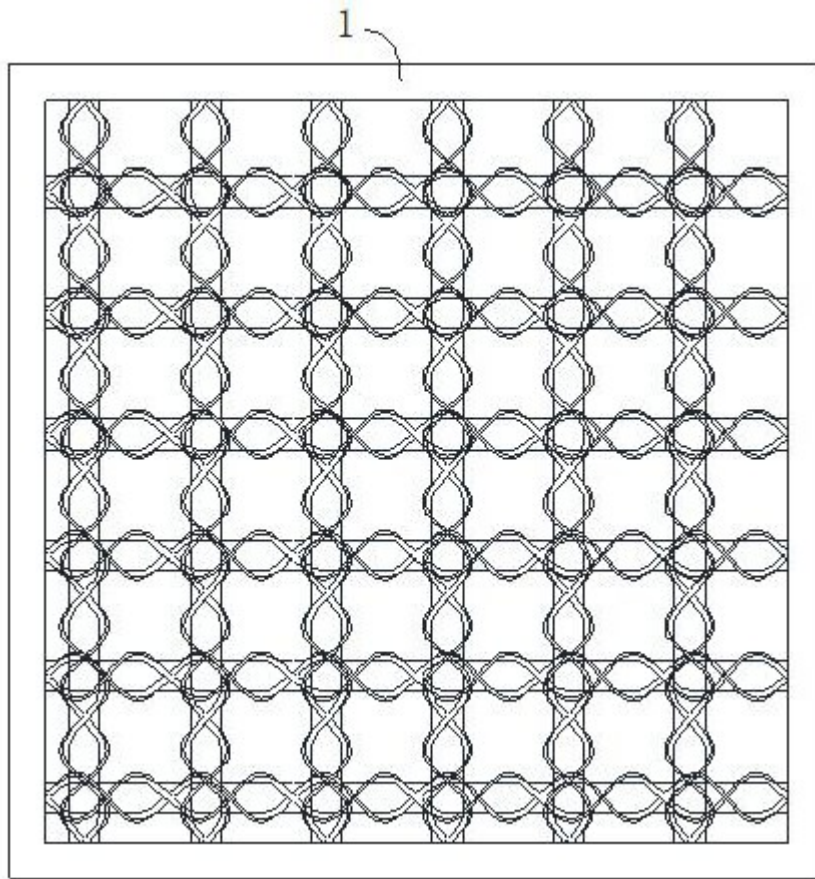


图2

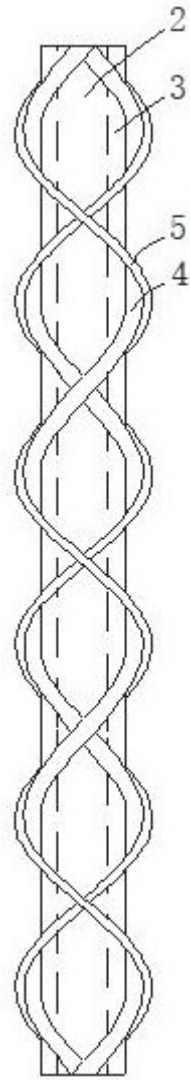


图3

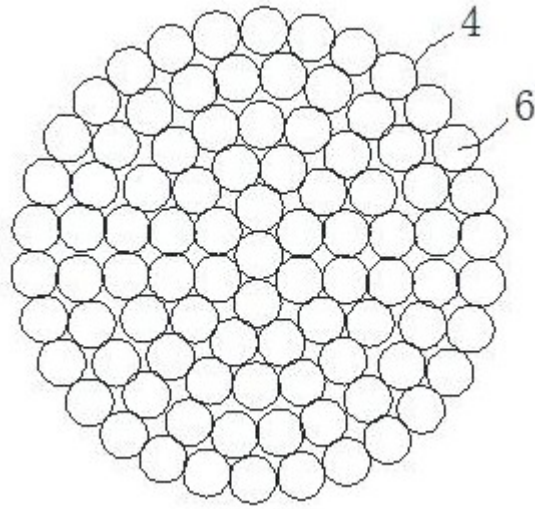


图4



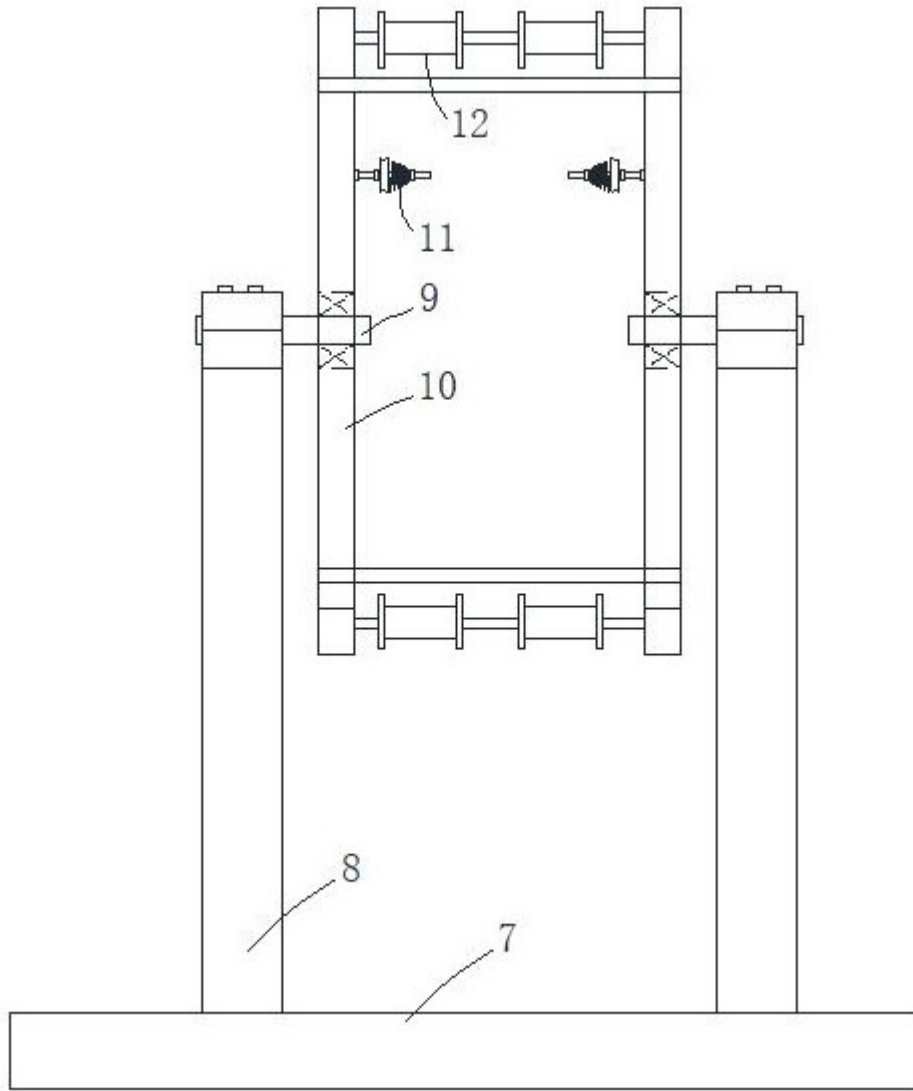


图5

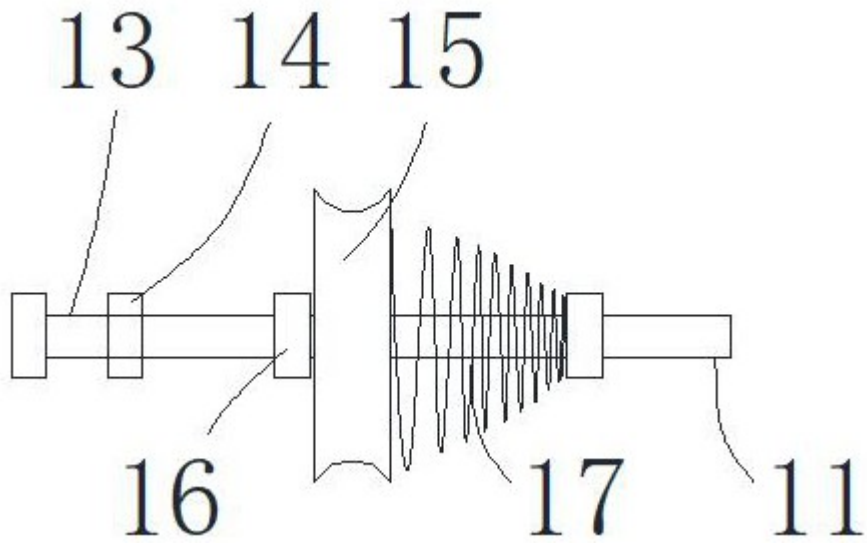


图6