



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106422704 B

(45) 授权公告日 2022.10.14

(21) 申请号 201610961949.7

B03C 3/017 (2006.01)

(22) 申请日 2016.11.04

B01D 53/32 (2006.01)

B01D 53/78 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106422704 A

(43) 申请公布日 2017.02.22

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市浙大路38号

(72) 发明人 高翔 郑成航 骆仲决 倪明江

岑可法 张涌新 郭一杉 李钦武

翁卫国 竺新波 王丁振 杨正大

(74) 专利代理机构 杭州君度专利代理事务所

(特殊普通合伙) 33240

专利代理师 郑芳 王桂名

(51) Int. Cl.

B01D 53/75 (2006.01)

B01D 53/60 (2006.01)

B01D 53/64 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 2642392 Y, 2004.09.22

CN 2675234 Y, 2005.02.02

JP H11333244 A, 1999.12.07

CN 103920594 A, 2014.07.16

WO 2009069117 A2, 2009.06.04

CN 104785060 A, 2015.07.22

US 6060791 A, 2000.05.09

US 2005058172 A1, 2005.03.17

US 6267804 B1, 2001.07.31

章程等. 大气压空气中纳秒脉冲弥散放电实验研究.《高电压技术》.2012, (第05期),

陈忠华. 基于磁开关技术的静电除尘脉冲电源.《煤矿机电》.2007, (第4期),

审查员 肖鹏

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

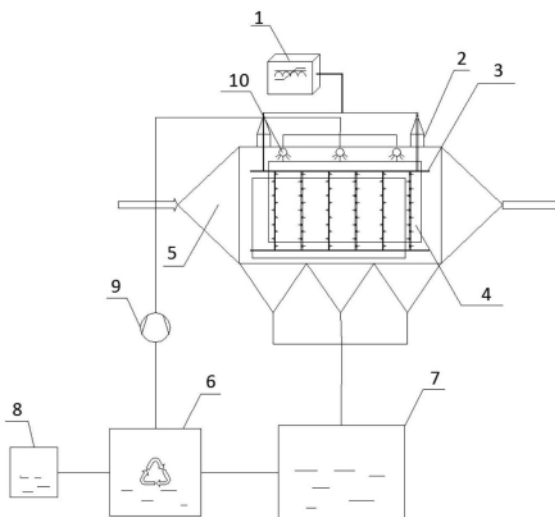
(54) 发明名称

多种污染物一体化深度脱除系统

(57) 摘要

本发明涉及一种多种污染物一体化深度脱除系统,包括高频高压脉冲供电系统、污染物高压静电脱除反应系统和喷淋系统,高频高压脉冲供电系统利用高能量密度脉冲发生器与磁开关技术,产生多种污染物强化转化吸收脱除所需的高密度能量;污染物高压静电脱除反应系统为污染物脱除提供反应空间,并通过极线-极板的优化配置强化高频高压脉冲供电系统的能量释放;喷淋系统为反应系统提供污染物深度脱除条件,增强多种污染物脱除效果。本发明对多种污染物一体化深度脱除进行了创新,突破了污染物,特别是氮氧化物、硫氧化物、汞等脱除效率有限的问题,从而实现工业烟气中氮氧化物、硫氧化物、汞、挥发性有机物等多种污染物的一体化深度脱除。

CN 106422704 B



1. 一种多种污染物一体化深度脱除系统,其特征在于:所述系统包括高频高压脉冲供电系统、污染物高压静电脱除反应系统和喷淋系统,所述污染物高压静电脱除反应系统包括反应器,所述反应器内设有电极系统;所述高频高压脉冲供电系统具有输出端子,输出端子周围通过绝缘子与反应器外壳绝缘,输出端子通过导线与污染物高压静电脱除反应系统的电极系统相连通;所述喷淋系统包括循环水箱和喷嘴,所述喷嘴设置在反应器内,喷嘴通过循环水泵与循环水箱相连通,所述循环水箱还分别与废水箱、碱液罐相连通,所述废水箱与反应器相连通;

所述高频高压脉冲供电系统使用谐振脉冲发生技术与磁开关技术,产生高重复频率的脉冲功率,所述脉冲功率保持在800Hz,脉冲上升沿为300ns,脉冲宽度为7 μ s,输出电压为80kV,其瞬时脉冲功率达到200MW以上,其能量转化效率在80%以上;

所述反应器为外壳密封的线板式反应器,其极板间距在150mm~350mm之间;

反应器的放电极线间距在同极距的一半以上;

烟气在污染物高压静电脱除反应系统中停留时间不低于1.5s。

2. 根据权利要求1所述的多种污染物一体化深度脱除系统,其特征在于:所述反应器材料为耐腐蚀的钢材,其放电极线为强化放电的鱼骨线、针刺线或芒刺线。

3. 根据权利要求1所述的多种污染物一体化深度脱除系统,其特征在于:绝缘子处布置加热及热风吹扫装置。

4. 根据权利要求1所述的多种污染物一体化深度脱除系统,其特征在于:所述喷嘴为实心锥喷嘴。

5. 根据权利要求1所述的多种污染物一体化深度脱除系统,其特征在于:所述喷嘴布置于极板上方,距极线悬挂装置的距离为2.5倍的异极距。

6. 根据权利要求1所述的多种污染物一体化深度脱除系统,其特征在于:喷淋系统的喷淋方式为间断喷淋与连续喷淋可调,其喷淋量连续可调,其喷淋角度与反应器匹配,喷淋循环水的pH值可控可调。

7. 根据权利要求1所述的多种污染物一体化深度脱除系统,其特征在于:所述高频高压脉冲供电系统采用的一级或两级磁开关压缩技术。

多种污染物一体化深度脱除系统

技术领域

[0001] 本发明属于能源环境工程污染减排技术领域,具体涉及一种多种污染物一体化深度脱除系统。

背景技术

[0002] 燃煤电厂大气污染物排放的主要成分,包括氮氧化物、硫氧化物、颗粒物,重金属等,通过烟气脱硝、脱硫与除尘装置,可以达到很大程度得实现污染物的控制。但随着污染物排放标准的不断提高,各种污染物的脱除要求也更加严格,现有污染减排装置的污染脱除能力上升空间有限,运行过程中存在以下问题:(1) 现有烟气污染物减排过程中,针对氮氧化物、硫氧化物、颗粒物等污染物,分别需要烟气脱硝、脱硫、除尘等不同设备,随着环保要求的提高,占地面积不断增大;(2) 新排放标准的严格限制下,当前的污染物减排系统长期稳定满足排放要求难度较大;(3) 单个污染物脱除系统受到其设计水平与运行原理的限制,效率提升空间十分有限,效率提升投资与运行成本高。

[0003] 因此,集成多种污染物深度脱除的一体化系统是实现多种污染物深度脱除的重要手段。现有烟气污染物减排系统中,单一装置针对单一污染物,其污染物转化与脱除能力有限,难以满足日益提高的污染物减排需求。

发明内容

[0004] 针对现有烟气污染物减排装置脱除能力单一、效率有限,效率提升空间小、成本高问题,本发明提出一种多种污染物一体化深度脱除系统。该系统利用高频高压脉冲供电系统在放电极与收尘板之间产生高频率的高密度能量脉冲,结合高压静电场,强化空气电离与颗粒物荷电,同时产生大量自由基,进而强化与氮氧化物、硫氧化物等污染物的脱除反应;利用喷淋系统提供润湿的传质环境,实现多种污染物在一个装置中的同时强化吸收与脱除,并避免污染物的再次进入排放烟气。本发明可布置于湿法脱硫塔或者半干法脱硫塔后,将等离子体的污染物转化与高压电场的污染物脱除相结合,较传统的等离子体反应器与臭氧发生器实现污染物控制的种类更丰富,能量利用效率更高,同时实现在污染物转化过程中实现污染物的吸收,有效解决前置氧化方式的多种污染物协同吸收过程中污染物再释放的问题,突破前置氧化方式多种污染物协同脱除的效率瓶颈,实现污染物的高效、协同、一体化脱除。

[0005] 为达到上述目的,本发明提供以下技术方案:

[0006] 一种多种污染物一体化深度脱除系统,所述系统包括高频高压脉冲供电系统、污染物高压静电脱除反应系统和喷淋系统,所述污染物高压静电脱除反应系统包括反应器,所述反应器内设有电极系统;所述高频高压脉冲供电系统具有输出端子,输出端子周围通过绝缘子与反应器外壳绝缘,输出端子通过导线与污染物高压静电脱除反应系统的电极系统相连通;所述喷淋系统包括循环水箱和喷嘴,所述喷嘴设置在反应器内,喷嘴通过循环水泵与循环水箱相连通,所述循环水箱还分别与废水箱、碱液罐相连通,所述废水箱与反应器

相连通。

[0007] 本发明高频高压脉冲供电系统利用高能量密度脉冲发生器与磁开关技术,产生多种污染物强化转化吸收脱除所需的高密度能量;污染物高压静电脱除反应系统为污染物脱除提供反应空间,并通过极线-极板的优化配置强化高频高压脉冲供电系统的能量释放;喷淋系统为反应系统提供污染物深度脱除条件,增强多种污染物脱除效果。

[0008] 作为优选,所述高频高压脉冲供电系统使用谐振脉冲发生技术与磁开关技术,产生高重复频率的脉冲功率,所述脉冲功率在0~1000Hz连续可调,其脉冲上升沿在500ns以内,其脉冲宽度在10 μ s以内,其输出电压在20kV~120kV连续可调,其瞬时脉冲功率达到200MW以上,其能量转化效率在80%以上。强化高频高压脉冲供电系统放电,使高频高压脉冲供电系统在脱除反应系统的电极与极板之间产生高能量密度电场,并产生自由基与电晕风。

[0009] 作为优选,所述反应器为外壳密封的线板式反应器,其极板间距在150mm~350mm之间,其材料为耐腐蚀的钢材,其放电极线为强化放电的鱼骨线、针刺线或芒刺线,其放电极线间距在同极距的一半以上。

[0010] 作为优选,烟气在污染物高压静电脱除反应系统中停留时间不低于1.5s。保证污染物的转化和吸收在同一个反应器中完成,使喷淋吸收液滴的捕集效率不低于90%。

[0011] 作为优选,绝缘子处布置加热及热风吹扫装置。保证电气安全。

[0012] 作为优选,所述喷嘴为实心锥喷嘴。喷淋系统可以保证污染物高压静电脱除反应系统的空间喷淋液体分布,采用精细雾化实心锥喷嘴,保证吸收液的吸收效率。

[0013] 作为优选,所述喷嘴布置于极板上方,距极线悬挂装置的距离为2.5倍的异极距。保证高压放电稳定性,同时利用高压放电强化吸收液的传质吸收速率。作为优选,喷淋系统的喷淋方式为间断喷淋与连续喷淋可调,其喷淋量连续可调,其喷淋角度与反应器匹配,喷淋循环水的pH值可控可调。

[0014] 作为优选,所述高频高压脉冲供电系统采用的一级或两级磁开关压缩技术。

[0015] 本发明高压脉冲放电在污染物高压静电脱除反应器内空间产生OH自由基、 O_3 等高活性物质;反应系统中的OH自由基、 O_3 等高活性物质与 NO 、 Hg^0 等进行氧化反应,产生易吸收的 NO_2 、 N_2O_5 、 Hg^{2+} 等物质;反应系统中的 SO_2 在电晕风的作用下,直接向极板运动并被捕集;反应系统中的颗粒物在高压脉冲电场的强化荷电与迁移作用下,直接向极板运动并被捕集;反应系统中的 SO_2 、 NO_2 、 SO_3 、颗粒物和 Hg^{2+} 等被碱性循环水吸收,实现 NO_2 、 SO_3 和 Hg^{2+} 高效捕集,实现 SO_2 及颗粒物的强化捕集。

[0016] 作为优选,控制高频高压脉冲供电系统的脉冲功率保持在800Hz,脉冲上升沿为300ns,脉冲宽度为7 μ s,输出电压为80kV,控制烟气在污染物高压静电脱除反应系统中停留时间为2.5s。

[0017] 本专利所申明的高频高压脉冲供电系统与反应器布置均具有强化OH自由基、 O_3 等高活性物质产生的作用。

[0018] 本发明不同于传统的湿式静电除尘器,传统湿式静电除尘器受到供电形式与工作环境影响,能量注入密度与注入效果有限,本发明通过强化污染物转化结合静电场与喷淋的方式,不易受电晕屏蔽影响,可实现污染物的一体化脱除,污染物转化效率与脱除效率高,能耗低。本发明利用脉冲能量增强的方式,实现高密度能量的注入,进一步提高污染物

的转化与脱除效率,从而实现烟气中多种污染物的一体化高效转化与脱除。

[0019] 本发明在现有湿式静电除尘器的基础上,通过高能量密度脉冲供电技术,结合碱液精细雾化技术,强化污染脱除过程能量注入和碱液吸收传质速率,同时实现在污染物转化过程中实现污染物的吸收,有效解决前置氧化方式的多种污染物协同吸收过程中污染物再释放的问题,突破前置氧化方式多种污染物协同脱除的效率瓶颈,进而提升包括氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物的一体化高效脱除效果。本发明能有效提升烟气污染减排装置的多种污染物一体化高效脱除效果,降低运行成本,提升多种工况下的运行适应性,具有较高的技术与应用价值。

[0020] 说明书附图

[0021] 图1为本发明多种污染物深度脱除系统的结构示意图;

[0022] 图2为本发明高频高压脉冲供电系统示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,但本发明所要保护的范围并不限于此。

[0024] 实施例1

[0025] 参照图1,一种多种污染物一体化深度脱除系统,所述系统包括高频高压脉冲供电系统1、污染物高压静电脱除反应系统和喷淋系统,所述高频高压脉冲供电系统1通过导线与污染物高压静电脱除反应系统相连通,所述污染物高压静电脱除反应系统包括反应器5,所述反应器5内设有电极系统3,所述高频高压脉冲供电系统具有输出端子,输出端子周围通过绝缘子2与反应器5外壳绝缘,输出端子通过高压导线与污染物高压静电脱除反应系统的电极系统相连通;绝缘子处布置加热及热风吹扫装置,保证电气安全。所述反应器为外壳密封的线板式反应器,其极板间距在150mm~350mm之间,其材料为耐腐蚀的钢材,其放电极线为强化放电的鱼骨线、针刺线或芒刺线,其放电极线间距在同极距的一半以上。

[0026] 所述喷淋系统包括循环水箱6和喷嘴10,所述喷嘴10设置在反应器5内,所述喷嘴布置于极板上方,距极线悬挂装置的距离为2.5倍的异极距。保证高压放电稳定性,同时利用高压放电强化吸收液的传质吸收速率。喷嘴10通过循环水泵9与循环水箱6相连通,所述循环水箱6还分别与废水箱7、碱液罐8相连通,所述废水箱7与反应器5相连通。

[0027] 所述高频高压脉冲供电系统使用谐振脉冲发生技术与磁开关技术,产生高重复频率的脉冲功率,所述脉冲功率在0~1000Hz连续可调,其脉冲上升沿在500ns以内,其脉冲宽度在10 μ s以内,其输出电压在20kV~120kV连续可调,其瞬时脉冲功率达到200MW以上,其能量转化效率在80%以上。强化高频高压脉冲供电系统放电,使高频高压脉冲供电系统在脱除反应系统的电极与极板之间产生高能量密度电场,并产生自由基与电晕风。

[0028] 烟气在污染物高压静电脱除反应系统中停留时间不低于1.5s,保证污染物的转化和吸收在同一个反应器中完成,使喷淋吸收液滴的捕集效率不低于90%。

[0029] 喷淋系统的喷淋方式为间断喷淋与连续喷淋可调,其喷淋量连续可调,其喷淋角度与反应器匹配,喷淋循环水的pH值可控可调。

[0030] 参照图2,高频高压脉冲供电系统是实现本发明所申明的一种多种污染物一体化深度脱除系统的核心设备之一。该系统将能量储存在储能电容 C_0 ,并通过高压半导体开关,

使 C_0 与电感 L_0 谐振电路导通,通过谐振脉冲发生的方式产生高压脉冲。之后,经过电容 C_1 和磁开关I与电容 C_2 和磁开关II,使脉冲能量得到两次压缩,进一步提高脉冲瞬时功率,降低脉冲宽度,并加载至反应器,产生高能量密度脉冲。本发明所申明的高频高压脉冲供电系统采用的一级/两级磁开关压缩技术,可以有效提升脉冲能量,降低脉冲宽度,防止高压脉冲过程闪络的发生。

[0031] 污染物高压静电脱除反应系统为烟气多种污染物一体化深度脱除的反应发生提供环境。如图1所示,烟气从反应系统左侧进入,洁净烟气从右侧排出;

[0032] 其中,高频高压脉冲供电系统1通过高压导线,将脉冲能量加载至由绝缘子2支撑的电极系统3,并由电极向极板4放电,产生高能量密度脉冲与高压电场,同时产生大量OH自由基/ O_3 等高活性物质,对烟气中的氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物进行反应与脱除;

[0033] 喷淋系统通过循环水泵9将循环水加压输送至反应器喷嘴10,在污染物高压静电脱除反应系统内形成喷淋环境,进一步吸收烟气中的氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物及其反应产物。反应系统内的循环水经由废水箱7收集,经过沉淀后的循环水进入循环水箱6实现循环水的循环利用,碱液罐8向循环水箱输送碱液,实现循环水的pH控制。

[0034] 本发明实施案例提出的一种多种污染物一体化深度脱除系统安装在传统烟气污染物控制系统湿法脱硫系统之后,烟囱入口之前。本系统在烟气进入烟囱之前,通过强化污染物转化结合静电场与喷淋的方式,实现烟气多污染物的一体化深度脱除,进一步减少烟气污染物排放。

[0035] 通过以上实施方案,本发明可以实现二氧化硫脱除效率达到90%以上,氮氧化物脱除效率80%以上,颗粒物脱除效率90%以上,汞脱除效率80%以上。

[0036] 实施例2

[0037] 本实施例中,控制高频高压脉冲供电系统的脉冲功率保持在800Hz,脉冲上升沿为300ns,脉冲宽度为7 μ s,输出电压为80kV,控制烟气在污染物高压静电脱除反应系统中停留时间为2.5s,强化高频高压脉冲供电系统放电,使高频高压脉冲供电系统在脱除反应系统的电极与极板之间产生高能量密度电场,并产生自由基与电晕风,对烟气中的氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物进行反应与脱除;经过喷淋系统进一步吸收烟气中的氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物及其反应产物,实现二氧化硫脱除效率达到98%以上,氮氧化物脱除效率90%以上,颗粒物脱除效率99%以上,汞脱除效率90%以上,具体数值分别为:二氧化硫排放浓度20mg/m³,氮氧化物排放浓度35mg/m³,颗粒物排放浓度2.2mg/m³,汞排放浓度0.0015mg/m³。

[0038] 实施例3

[0039] 本实施例与实施例2的区别在于,控制高频高压脉冲供电系统的脉冲功率保持在900Hz,脉冲上升沿为400ns,脉冲宽度为8 μ s,输出电压为100kV,控制烟气在污染物高压静电脱除反应系统中停留时间为2s,强化高频高压脉冲供电系统放电,使高频高压脉冲供电系统在脱除反应系统的电极与极板之间产生高能量密度电场,并产生自由基与电晕风,对烟气中的氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物进行反应与脱除;经过喷淋系统进一步吸收烟气中的氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物及其反应产物,实现二氧化硫脱除效率达到97.2%以上,氮氧化物脱除效率88.6%以上,颗粒物脱除效率98.6%以

上,汞脱除效率85%以上,具体数值分别为:二氧化硫排放浓度 $28\text{mg}/\text{m}^3$,氮氧化物排放浓度 $40\text{mg}/\text{m}^3$,颗粒物排放浓度 $3\text{mg}/\text{m}^3$,汞排放浓度 $0.002\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0040] 实施例4

[0041] 本实施例与实施例2的区别在于,控制高频高压脉冲供电系统的脉冲功率保持在 700Hz ,脉冲上升沿为 200ns ,脉冲宽度为 $6\mu\text{s}$,输出电压为 60kV ,控制烟气在污染物高压静电脱除反应系统中停留时间为 3.5s ,强化高频高压脉冲供电系统放电,使高频高压脉冲供电系统在脱除反应系统的电极与极板之间产生高能量密度电场,并产生自由基与电晕风,对烟气中的氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物进行反应与脱除;经过喷淋系统进一步吸收烟气中的氮氧化物、硫氧化物、颗粒物和汞等多种污染物及其反应产物,实现二氧化硫脱除效率达到97.5%以上,氮氧化物脱除效率88%以上,颗粒物脱除效率98.7%以上,汞脱除效率85%以上,具体数值分别为:二氧化硫排放浓度 $25\text{mg}/\text{m}^3$,氮氧化物排放浓度 $42\text{mg}/\text{m}^3$,颗粒物排放浓度 $2.8\text{mg}/\text{m}^3$,汞排放浓度 $0.002\text{mg}/\text{m}^3$ 。

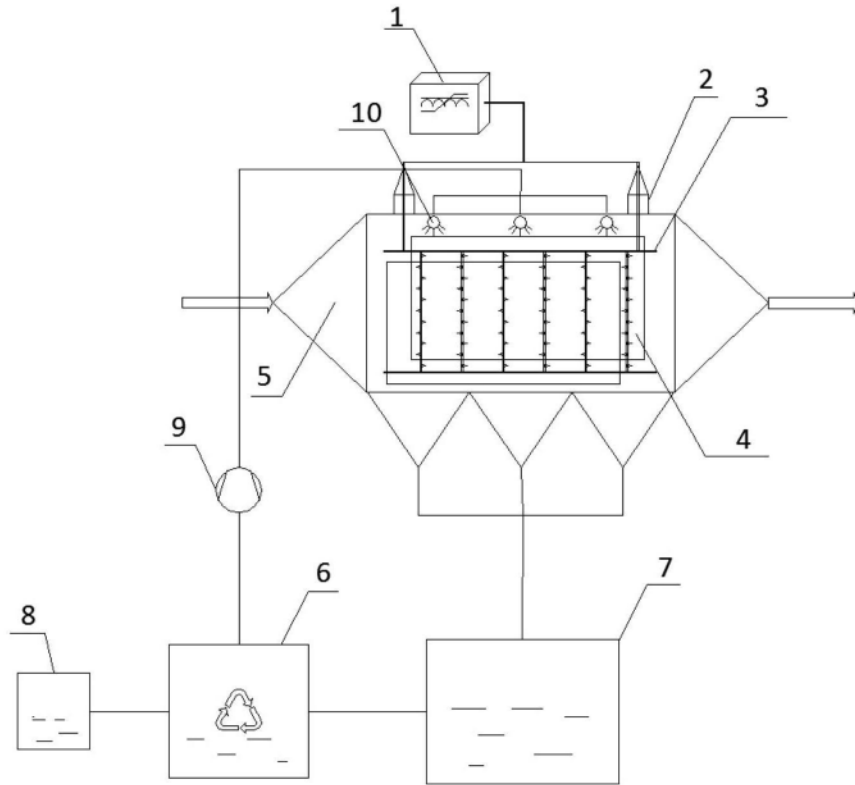


图1

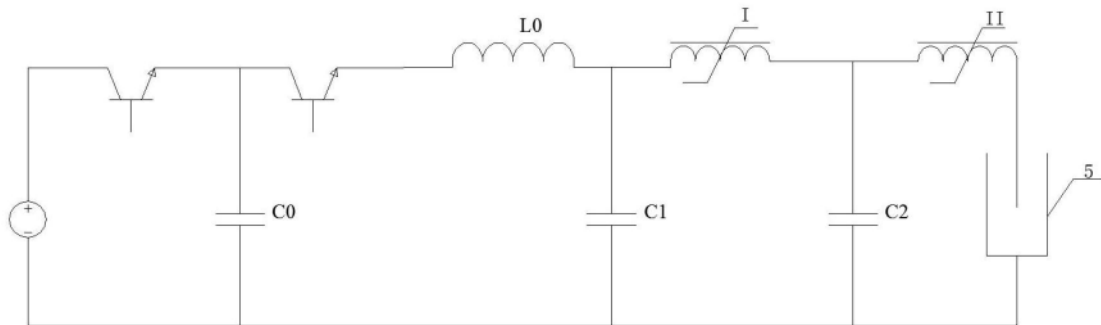


图2