



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108636070 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 23

(21) 申请号 201810446850.2

(22) 申请日 2018.05.11

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108636070 A

(43) 申请公布日 2018.10.12

(73) 专利权人 江苏师范大学  
地址 221000 江苏省徐州市铜山区上海路  
101号

(72) 发明人 聿婉 张兴奎 张彩荣 王春

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200  
专利代理师 楼高潮

(51) Int. Cl.  
B01D 53/32 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103949131 A, 2014.07.30

CN 204380490 U, 2015.06.10

CN 208660764 U, 2019.03.29

聿婉. 低温等离子体处理VOCs的控制系统设计. 电子测量技术. 2019, 第42卷(第15期), 35-41.

审查员 汤瑜凤

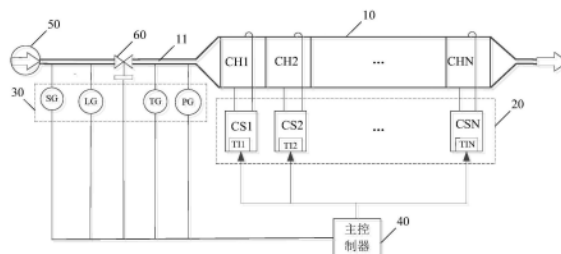
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

废气处理系统

(57) 摘要

本发明公开了一种废气处理系统,包括:废气处理腔;低温等离子体产生模块,低温等离子体产生模块对应废气处理腔设置,低温等离子体产生模块通过对废气处理腔内的废气放电以产生低温等离子体;废气参数获取模块,废气参数获取模块用于获取进入废气处理腔的废气的参数;主控制器,主控制器分别与废气参数获取模块和低温等离子体产生模块相连,主控制器用于根据废气的参数对低温等离子体产生模块进行控制,以使整个废气处理腔内的低温等离子体保持稳定状态。根据本发明的废气处理系统,能够提高废气处理效果,具有环保、经济和节能等优点。



1. 一种废气处理系统,其特征在于,包括:

废气处理腔;

低温等离子体产生模块,所述低温等离子体产生模块对应所述废气处理腔设置,所述低温等离子体产生模块通过对所述废气处理腔内的废气放电以产生低温等离子体;

废气参数获取模块,所述废气参数获取模块用于获取进入所述废气处理腔的废气的参数;

主控制器,所述主控制器分别与所述废气参数获取模块和所述低温等离子体产生模块相连,所述主控制器用于根据所述废气的参数对所述低温等离子体产生模块进行控制,以使整个所述废气处理腔内的低温等离子体保持稳定状态;

所述废气处理腔包括N个低温等离子体区,其中,N为正整数,每个低温等离子区内设置有对应的极板,所述低温等离子体产生模块包括N个电源,所述N个电源与所述N个低温等离子区内的极板一一对应相连,每个所述电源为对应的极板供电以使对应的低温等离子区内产生低温等离子体;

所述废气参数获取模块包括对应所述废气处理腔的进气管道设置的流量传感器、温度传感器、压力传感器、电导传感器,所述废气的参数包括所述废气的质量流量、温度、压力、浓度和成分;

废气处理系统还包括对应废气处理腔的进气管道设置的抽风机,抽风机驱动废气通过进气管道流入废气处理腔,并在经废气处理腔处理后流出;

每个所述电源包括:

整流单元,所述整流单元的整流输入端作为所述电源的输入端,用以输入三相电;

滤波单元,所述滤波单元与所述整流单元的整流输出端相连;

逆变单元,所述逆变单元的逆变输入端与所述滤波单元相连;

驱动单元,所述驱动单元与所述逆变单元的逆变控制端相连;

耦合变压器,所述耦合变压器的一侧与所述逆变单元的逆变输出端相连,所述耦合变压器的另一侧作为所述电源的输出端,用以输出高压交流电;

每个所述电源还包括第一电流传感器,所述第一电流传感器对应所述电源的输入端设置,所述第一电流传感器用于检测所述电源的输入电流,以用以得到极板电流;

所述主控制器用于根据所述废气的质量流量、温度、压力、浓度和成分以及所述极板电流和所述极板的面积计算总电流密度,并根据所述总电流密度对每个所述电源对应的极板的供电电流进行调整;

所述主控制器根据以下公式计算所述总电流密度:

$$J=KA/S_{极}QF,$$

其中,J为所述总电流密度,K为总补偿系数, $K=K_1K_2K_3K_4$ ,其中, $K_1$ 为成分补偿系数, $K_2$ 为浓度补偿系数, $K_3$ 为温度补偿系数, $K_4$ 为压力补偿系数,A为根据所述电源的输入电流得到的极板电流, $S_{极}$ 为所述极板的面积,Q为所述废气的质量流量,F为所述废气的浓度。

2. 根据权利要求1所述的废气处理系统,其特征在于,每个所述电源还包括电源控制器,所述电源控制器分别与所述驱动单元和所述主控制器相连,所述主控制器用于根据所述总电流密度分配每个低温等离子区的电流密度,所述电源控制器用于根据分配的电流密度对驱动单元进行控制,以控制所述电源对应的极板的供电电流。

3. 根据权利要求1所述的废气处理系统,其特征在于,每个所述电源还包括第二电流传感器和电压传感器,所述第二电流传感器和所述电压传感器对应所述电源的输出端设置,并均与所述电源控制器相连,所述第二电流传感器和所述电压传感器分别用于检测所述电源的输出电流和输出电压以分别进行过流保护和过压保护。

4. 根据权利要求1所述的废气处理系统,其特征在于,还包括对应所述废气处理腔的进气管道设置的进气阀门,所述进气阀门与所述主控制器相连,所述主控制器用于根据所述流量传感器检测到的所述废气的质量流量对所述进气阀门的开度进行闭环控制,以保持所述废气的质量流量的相对稳定。

## 废气处理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工业废气处理技术领域,特别涉及一种废气处理系统。

### 背景技术

[0002] 挥发性有机物(VOCs)来源广,组成复杂,种类繁多,具有光化学活性,是形成细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)和臭氧的重要前提物质。怎样高效经济地处理工业VOCs,成为了人们越来越关注的问题。传统的方法主要有焚烧法,吸附法和生物降解法等。焚烧法处理这些物质需要较高的温度,因为有些挥发性有机物具有很高的耐热稳定性,能耗大,经济成本高,还容易形成二次污染;吸附法净化效率高,但吸附剂的用量大且设备投资高,需要一定的湿度条件才能进行,不能使废气彻底降解;生物降解法,设备相对复杂,占地面积大,用时长,对浓度波动大的废气适用性差,处理效率相对低。因此,对低温等离子体处理工业废气的研究成为了人们研究的热点。

[0003] 低温等离子体是继气态,固态,液态之后的物质第四态。低温等离子体中含有大量的高活性粒子,使很多需要高活化能的化学反应得以进行,使常规方法难以去除的有害物质得以转化或分解。目前已有很多人对这方面做了研究,国内有人对直流电晕等离子体处理工业废气做了研究,分别研究了电压、气体流量,气体浓度对处理工业废气的影 响。也有很多研究者设计出了一整套处理工业废气的装置,有的装置可在常温下进行。国外对这方面也做了大量研究,有人用介质阻隔放电技术产生非平衡等离子体处理模拟烟道废气,有人用电晕放电产生等离子体处理VOCs等。

[0004] 目前人们对低温等离子体的研究很多,但是这些研究还未达到工业实用化阶段,主要原因如下:在实际处理废气的过程中,控制对象模糊,难以实施有效控制;由于受废气浓度、流量、温度等因素的影响,目前的装置很难让废气一直处在稳定的低温等离子体状态下,导致废气降解不彻底或浪费多余能量。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在至少在一定程度上解决上述技术问题。为此,本发明的目的在于提出一种废气处理系统,能够提高废气处理效果,具有环保、经济和节能等优点。

[0006] 为达到上述目的,本发明提出了一种废气处理系统,包括:废气处理腔;低温等离子体产生模块,所述低温等离子体产生模块对应所述废气处理腔设置,所述低温等离子体产生模块通过对所述废气处理腔内的废气放电以产生低温等离子体;废气参数获取模块,所述废气参数获取模块用于获取进入所述废气处理腔的废气的参数;主控制器,所述主控制器分别与所述废气参数获取模块和所述低温等离子体产生模块相连,所述主控制器用于根据所述废气的参数对所述低温等离子体产生模块进行控制,以使整个所述废气处理腔内的低温等离子体保持稳定状态。

[0007] 根据本发明实施例的废气处理系统,通过废气参数获取模块获取进入废气处理腔的废气的参数,通过主控制器根据废气的参数对低温等离子体产生模块进行控制,以使整

个废气处理腔内的低温等离子体保持稳定状态,由此,能够提高废气处理效果,并能够避免浪费多余的能量,具有环保、经济和节能等优点。

[0008] 另外,根据本发明上述实施例提出的废气处理系统还可以具有如下附加的技术特征:

[0009] 所述废气处理腔包括N个低温等离子体区,其中,N为正整数,每个低温等离子区内设置有对应的极板,所述低温等离子体产生模块包括N个电源,所述N个电源与所述N个低温等离子区内的极板一一对应相连,每个所述电源为对应的极板供电以使对应的低温等离子区内产生低温等离子体。

[0010] 所述废气参数获取模块包括对应所述废气处理腔的进气管道设置的流量传感器、温度传感器、压力传感器、电导传感器,所述废气的参数包括所述废气的质量流量、温度、压力、浓度和成分。

[0011] 每个所述电源包括:整流单元,所述整流单元的整流输入端作为所述电源的输入端,用以输入三相电;滤波单元,所述滤波单元与所述整流单元的整流输出端相连;逆变单元,所述逆变单元的逆变输入端与所述滤波单元相连;驱动单元,所述驱动单元与所述逆变单元的逆变控制端相连;耦合变压器,所述耦合变压器的一侧与所述逆变单元的逆变输出端相连,所述耦合变压器的另一侧作为所述电源的输出端,用以输出高压交流电。

[0012] 每个所述电源还包括第一电流传感器,所述第一电流传感器对应所述电源的输入端设置,所述第一电流传感器用于检测所述电源的输入电流,以用以得到极板电流。

[0013] 所述主控制器用于根据所述废气的质量流量、温度、压力、浓度和成分以及所述极板电流和所述极板的面积计算总电流密度,并根据所述总电流密度对每个所述电源对对应的极板的供电电流进行调整。

[0014] 所述主控制器根据以下公式计算所述总电流密度:

$$[0015] \quad J=KA/S_{\text{极}}QF,$$

[0016] 其中,J为所述总电流密度,K为总补偿系数, $K=K1K2K3K4$ ,其中,K1为成分补偿系数,K2为浓度补偿系数,K3为温度补偿系数,K4为压力补偿系数,A为根据所述电源的输入电流得到的极板电流, $S_{\text{极}}$ 为所述极板的面积,Q为所述废气的质量流量,F为所述废气的浓度。

[0017] 每个所述电源还包括电源控制器,所述电源控制器分别与所述驱动单元和所述主控制器相连,所述主控制器用于根据所述总电流密度分配每个低温等离子区的电流密度,所述电源控制器用于根据分配的电流密度对驱动单元进行控制,以控制所述电源对对应的极板的供电电流。

[0018] 每个所述电源还包括第二电流传感器和电压传感器,所述第二电流传感器和所述电压传感器对应所述电源的输出端设置,并均与所述电源控制器相连,所述第二电流传感器和所述电压传感器分别用于检测所述电源的输出电流和输出电压以分别进行过流保护和过压保护。

[0019] 所述的废气处理系统还包括对应所述废气处理腔的进气管道设置的进气阀门,所述进气阀门与所述主控制器相连,所述主控制器用于根据所述流量传感器检测到的所述废气的质量流量对所述进气阀门的开度进行闭环控制,以保持所述废气的质量流量的相对稳定。

## 附图说明

- [0020] 图1为根据本发明实施例的废气处理系统的方框示意图；  
[0021] 图2为根据本发明一个实施例的废气处理系统的结构示意图；  
[0022] 图3为根据本发明一个实施例的电源的结构示意图；  
[0023] 图4为根据本发明一个实施例的废气处理系统的工作示意图。

## 具体实施方式

[0024] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0025] 下面结合附图来描述本发明实施例的废气处理系统。

[0026] 如图1所示,本发明实施例的废气处理系统包括:废气处理腔10、低温等离子体产生模块20、废气参数获取模块30和主控制器40。

[0027] 其中,低温等离子体产生模块20对应废气处理腔10设置,低温等离子体产生模块20通过对废气处理腔10内的废气放电以产生低温等离子体;废气参数获取模块30用于获取进入废气处理腔10的废气的参数;主控制器40分别与废气参数获取模块30和低温等离子体产生模块20相连,主控制器40用于根据废气的参数对低温等离子体产生模块20进行控制,以使整个废气处理腔10内的低温等离子体保持稳定状态。

[0028] 具体地,如图2所示,废气处理腔10包括N个低温等离子体区CH1~CHN,其中,N为正整数,每个低温等离子区内设置有对应的极板(图2中未示出),低温等离子体产生模块20包括N个电源CS1~CSN,N个电源与N个低温等离子区内的极板一一对应相连,每个电源相对独立,每个电源可为对应的极板供电以使对应的低温等离子区内产生低温等离子体。

[0029] 如图2所示,废气处理系统还可包括对应废气处理腔10的进气管道11设置的抽风机50,抽风机50可驱动废气通过进气管道11流入废气处理腔10,并在经废气处理腔10处理后流出。废气参数获取模块30可包括对应废气处理腔10的进气管道11设置的流量传感器LG、温度传感器TG、压力传感器PG、电导传感器SG。

[0030] 如图3所示,每个电源包括整流单元01、滤波单元02、逆变单元03、驱动单元04、耦合变压器05。其中,整流单元01的整流输入端作为电源的输入端,用以输入三相电;滤波单元02与整流单元01的整流输出端相连;逆变单元03的逆变输入端与滤波单元02相连;驱动单元04与逆变单元03的逆变控制端相连;耦合变压器05的一侧与逆变单元03的逆变输出端相连,耦合变压器05的另一侧作为电源的输出端,用以输出高压交流电。

[0031] 如图3所示,每个电源还包括第一电流传感器A<sub>1</sub>,第一电流传感器A<sub>1</sub>对应电源的输入端设置,第一电流传感器A<sub>1</sub>用于检测电源的输入电流,以用以得到极板电流。通过上述电源的结构可知,第一电流传感器A<sub>1</sub>测量的是每个电源输入端的三相交流电的大小,第一电流传感器A<sub>1</sub>测量的电流值A<sub>1</sub>可用以计算极板电流A,因为极板电流A不稳定,不容易测量,这里A<sub>1</sub>=mA,其中,A<sub>1</sub>为第一电流传感器A<sub>1</sub>的示数,m为常系数,A为极板电流。

[0032] 在本发明的一个实施例中,废气的参数可包括通过流量传感器LG检测的质量流量、通过温度传感器TG检测的温度、通过压力传感器PG检测的压力,以及结合电导传感器SG检测的电导进行离线实验而得到的浓度和成分。每个低温等离子区内的极板的面积相等,

均为 $S_{\text{极}}$ 。主控制器40可根据废气的质量流量、温度、压力、浓度和成分以及极板电流 $A$ 和极板的面积 $S_{\text{极}}$ 计算总电流密度,即单位质量工业废气在单位面积内的电流大小,并根据总电流密度对每个电源对对应的极板的供电电流进行调整。

[0033] 进一步地,主控制器可根据以下公式计算总电流密度:

$$[0034] \quad J=KA/S_{\text{极}}QF,$$

[0035] 其中, $J$ 为总电流密度, $K$ 为总补偿系数, $K=K_1K_2K_3K_4$ ,其中, $K_1$ 为成分补偿系数, $K_2$ 为浓度补偿系数, $K_3$ 为温度补偿系数, $K_4$ 为压力补偿系数, $A$ 为根据电源的输入电流得到的极板电流, $S_{\text{极}}$ 为极板的面积, $Q$ 为废气的质量流量, $F$ 为废气的浓度。

[0036] 如图3所示,每个电源还包括电源控制器06,电源控制器06分别与驱动单元04和主控制器40相连,参照图2, $N$ 个电源 $CS_1 \sim CS_N$ 分别包括对应的电源控制器 $TI_1 \sim TI_N$ 。主控制器40可根据总电流密度分配每个低温等离子区的电流密度,电源控制器06可根据分配的电流密度对驱动单元04进行控制,以控制电源对对应的极板的供电电流。

[0037] 此外,如图3所示,每个电源还可包括第二电流传感器 $A_2$ 和电压传感器 $V$ ,第二电流传感器 $A_2$ 和电压传感器 $V$ 对应电源的输出端设置,并均与电源控制器06相连,第二电流传感器 $A_2$ 和电压传感器 $V$ 分别用于检测电源的输出电流和输出电压以分别进行过流保护和过压保护。

[0038] 在本发明的一个实施例中,废气处理系统还可包括对应废气处理腔10的进气管道11设置的进气阀门60,进气阀门60与主控制器40相连,主控制器40可根据流量传感器 $LG$ 检测到的废气的质量流量对进气阀门60的开度进行闭环控制,以保持废气的质量流量的相对稳定。

[0039] 在本发明的一个具体实施例中,主控制器40为可编程控制器,主控制器40可通过专家系统分析得到总电流密度,并依据总电流密度分配比生成各低温等离子体区的电流密度 $j_x$ 。如图4所示,主控制器40可分为控制器1、控制器2和控制器3三个部分,其中,给定废气的质量流量 $Q_G$ 和质量流量传感器检测到的质量流量 $Q$ 作为控制器1的输入,控制器1根据 $Q_G$ 和 $Q$ 对执行器即上述的进气阀门60进行控制,使管道输出实际质量流量为 $Q$ 的废气,即实现废气的质量流量的闭环控制。如图4所示,废气的实际质量流量 $Q$ 、废弃的浓度 $F$ 、分配的该低温等离子体区的电流密度 $j_x$ 作为主控制器2的输入,控制器2可输出极板的给定电流 $A_G$ 。极板的给定电流 $A_G$ 和第一电流传感器获取的极板电流 $A$ 作为控制器3的输入,控制器3根据 $A_G$ 和 $A$ 对电源进行控制,可使电源输出相应的电流 $A$ ,实现对极板的供电电流的闭环控制。

[0040] 由此,通过主控制器40的专家系统可实现各个低温等离子体区电流密度的动态分配,使低温等离子体保持稳定状态,从而废气可在相对稳定的低温等离子体状态下得到充分的降解、净化,大大提高废气处理效果。

[0041] 在本发明的一个实施例中,主控制器40还可实时接收各电源的工作状态反馈,当电源出现故障时,主控制器40可对各低温等离子体区重新分配电流密度,使整个系统处于新的稳定工作状态,达到较佳的废气处理效果。

[0042] 综上所述,根据本发明实施例的废气处理系统,通过废气参数获取模块获取进入废气处理腔的废气的参数,通过主控制器根据废气的参数对低温等离子体产生模块进行控制,以使整个废气处理腔内的低温等离子体保持稳定状态,由此,能够提高废气处理效果,并能够避免浪费多余的能量,具有环保、经济和节能等优点。

[0043] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0044] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0045] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0046] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0047] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0048] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

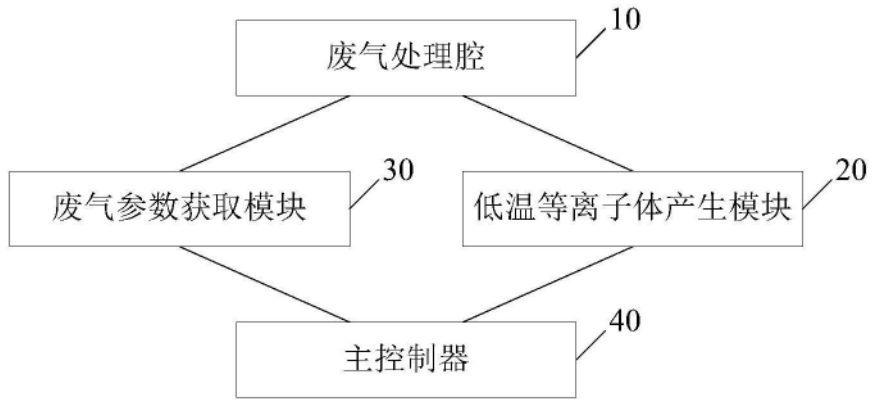


图1

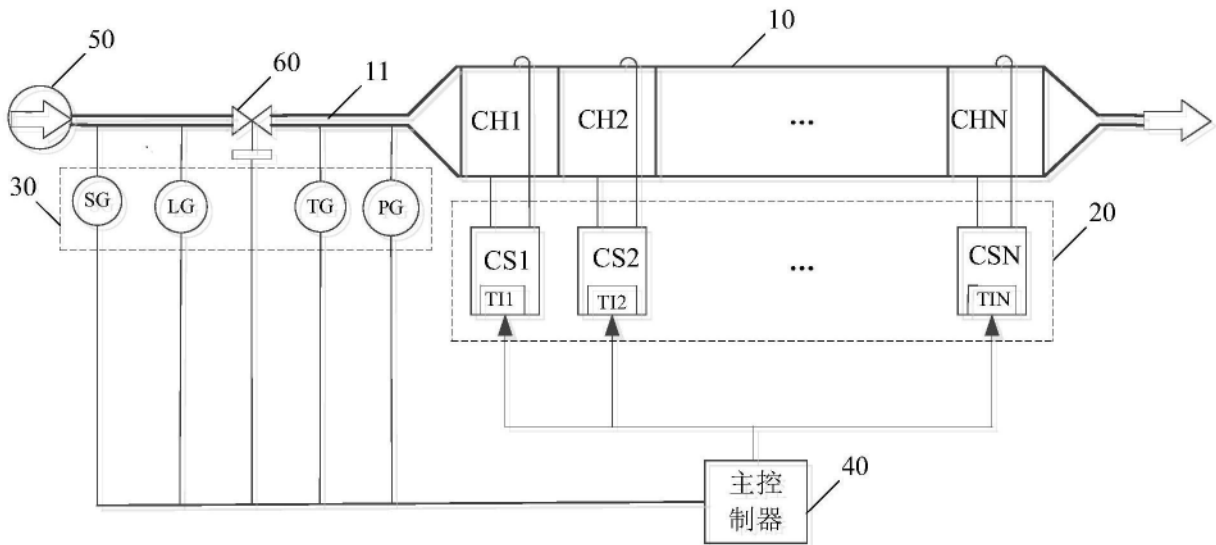


图2

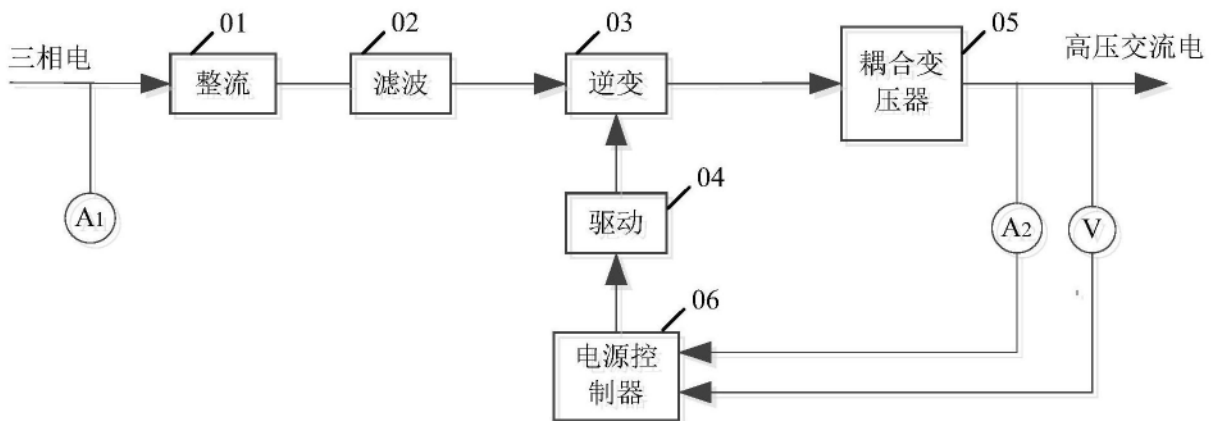


图3

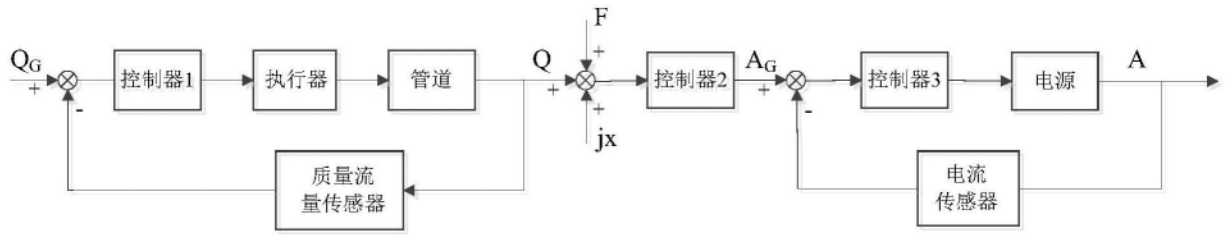


图4