



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108702811 B

(45) 授权公告日 2021.08.10

(21) 申请号 201780014891.8

(22) 申请日 2017.03.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108702811 A

(43) 申请公布日 2018.10.23

(30) 优先权数据  
15/058,838 2016.03.02 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.09.03

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2017/020206 2017.03.01

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/151772 EN 2017.09.08

(73) 专利权人 沃特洛电气制造公司  
地址 美国密苏里州

(72) 发明人 马卡·埃弗利  
路易斯·P·辛德豪尔

(74) 专利代理机构 北京市万慧达律师事务所  
11111

代理人 田欣欣 段晓玲

(51) Int.Cl.  
H05B 1/02 (2006.01)  
H05B 3/04 (2006.01)  
H05B 3/48 (2006.01)  
H05B 3/82 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 3340382 A, 1967.09.05  
GB 2512024 A, 2014.09.24  
EP 1901584 A2, 2008.03.19  
US 5105067 A, 1992.04.14  
CN 105143783 A, 2015.12.09  
CN 1639519 A, 2005.07.13  
CN 102333391 A, 2012.01.25

审查员 杨颖娜

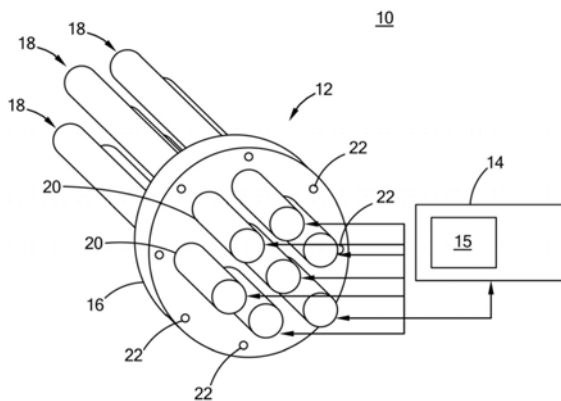
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

用于自适应控制的加热器束

(57) 摘要

加热器系统包括加热器束和电源装置。加热器束包括多个加热器组件和多个电力导体。加热器组件包括多个加热器单元，每个加热器单元限定至少一个独立控制的加热区域。电力导体电连接到每个加热器单元中的每个独立控制的加热区域。电源装置被配置为通过电力导体调制到加热器单元的每个独立控制的加热器区域的功率。



1. 一种加热器系统,包括加热器束,所述加热器束,包括:多个加热器组件,每个加热器组件包括多个加热器单元,每个加热器单元限定至少一个独立控制的加热区域;和多个电力导体,与每个加热器单元中的所述至少一个的独立控制的加热区域中的每个电连接;

所述加热器系统特征在于,所述加热器系统进一步包括:

用于检测每个独立控制的加热区域内的温度的装置;和

包括控制器的电源装置,被配置为基于在每个独立控制的加热区域中检测到的温度,通过电力导体调制到所述加热器单元的每个独立控制的加热区域的功率以沿着每个加热器组件的长度提供所需的瓦数。

2. 根据权利要求1所述的加热器系统,还包括闭环自动控制系统,所述闭环自动控制系统被配置为基于在所述至少一个独立控制的加热区域内检测到的温度来控制来自所述电源装置的电力。

3. 根据权利要求1所述的加热器系统,其中所述电力导体包括以下之一:多个电源和电力返回导体,多个电力返回导体和单个电力导体,或多个电力导体和单个电力返回导体。

4. 根据权利要求1所述的加热器系统,其中所述加热器单元和所述加热器组件具有同样结构,使得所述加热器组件的所述加热器单元是可互换的。

5. 根据权利要求1所述的加热器系统,其中至少一组电源和电力返回导体包括不同的材料,使得在所述不同材料和加热器单元的电阻加热元件之间形成连接并且用于确定一个或多个所述独立控制的加热区域的温度。

6. 根据权利要求1所述的加热器系统,其中所述独立控制的加热区域的数量是 $n$ ,并且电源和返回导体的数量是 $n+1$ 。

7. 根据权利要求1所述的加热器系统,其中每个加热器组件限定轴线,并且所述多个加热器组件布置成使得它们的轴线彼此平行布置。

8. 一种加热流体的装置,包括密封壳体,限定内腔并具有流体入口和流体出口,所述装置特征在于,所述装置进一步包括:

根据权利要求1所述的加热器束,设置在所述壳体的内腔中,

其中所述加热器束适于为所述壳体内部的流体提供预定的热量分布。

9. 一种控制加热系统的方法,包括:提供至少一个加热器组件,所述加热器组件包括多个加热器单元,每个加热器单元限定至少一个独立控制的加热区域;所述方法特征在于,所述方法进一步包括:

通过多个电力导体向每个加热器单元中的所述至少一个独立控制的加热区域中的每个供电,所述电力导体电连接到每个加热器单元中的所述至少一个的独立控制的加热区域中的每个;

检测每个独立控制的加热区域内的温度;和

基于在每个独立控制的加热区域中检测到的温度,通过所述电力导体调制提供给所述加热器单元的每个独立控制加热区域功率以沿着所述加热器组件的长度提供所需的瓦数。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括将检测到的温度与目标温度进行比较,并调制所提供的功率以实现目标温度。

11. 根据权利要求9所述的方法,其中所述检测温度包括使用至少一个加热器单元的电阻加热元件的电阻变化来检测温度。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中还包括基于检测到的温度关闭至少一个独立控制的加热区域,而继续向其余独立控制的加热区域提供所需的电压。

13. 根据权利要求9所述的方法,还包括使用比例因子来调整调制功率。

14. 根据权利要求13所述的方法,还包括使用所述比例因子作为每个加热区域的加热量的函数。

15. 根据权利要求9所述的方法,还包括基于检测到的温度关闭至少一个独立控制的加热区域,而继续向其余独立控制的加热区域提供所需的瓦数。

16. 根据权利要求9所述的方法,其中,当在至少一个加热区域中检测到的温度偏离目标温度时,将功率调制到至少一个其他加热区域以沿着所述加热器组件的长度提供所需的瓦数。

17. 根据权利要求9所述的方法,其中根据接收信号、模型中至少一个的函数和时间的函数将功率调制到每个加热区域。

18. 根据权利要求9所述的方法,还包括根据以下步骤校准所述加热系统:

以至少一种操作模式操作加热系统;

控制加热系统以激活多个独立控制的加热区域中的至少一个以产生所需温度;

收集和记录所述独立控制的加热区域中的至少一个的数据和至少一种操作模式;

访问记录的数据以确定当多个独立控制的加热区域中的至少一个被关闭时所述加热系统的操作规范;和

在所述多个独立控制的加热区域中的至少一个被关闭时所述操作加热系统。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中所述数据从功率水平和温度信息组成的组中选择。

## 用于自适应控制的加热器束

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电加热器,并且更具体地涉及用于加热流体流的加热器例如热交换器。

### 背景技术

[0002] 本节中的陈述仅提供与本申请相关的背景信息,并且可能不构成现有技术。

[0003] 流体加热器可以是筒式加热器的形式,其具有杆构造以加热沿着筒式加热器的外表面流动或流过筒式加热器的外表面的流体。筒式加热器可设置在热交换器内,用于加热流过热交换器的流体。如果筒式加热器未被适当密封,则湿气和流体可能进入筒式加热器以污染绝缘材料,该绝缘材料使电阻加热元件与筒式加热器的金属护套电绝缘,导致介电击穿并因此导致加热器故障。湿气还可能导致电力导体和外部金属护套之间的短路。筒式加热器的故障可能导致使用筒式加热器的设备的昂贵停机时间。

### 发明内容

[0004] 在本申请的一种形式中,加热器系统包括加热器束和电源装置。加热器束包括多个加热器组件和多个电力导体。每个加热器组件包括多个加热器单元。每个加热器单元限定至少一个独立控制的加热区域。电力导体电连接到每个加热器单元中的每个独立控制的加热区域。电源装置被配置为通过电力导体调制到加热器单元的每个独立控制的加热器区域的功率。

[0005] 在另一种形式中,一种用于加热流体的装置包括:密封壳体,其限定内部腔室并且具有流体入口和流体出口;以及加热器束,其设置在壳体的内部腔室内。加热器束包括多个加热器组件和电力导体。每个加热器组件包括多个加热器单元。每个加热器单元限定至少一个独立控制的加热区域。电力导体电连接到每个加热器单元中的每个独立控制的加热区域。电源装置被配置为通过电力导体调制到加热器单元的每个独立控制的加热器区域的功率。加热器束适于为壳体内部的流体提供定制的热量分布。

[0006] 在另一种形式中,提供了一种加热器系统,其包括加热器组件,该加热器组件包括多个加热器单元,每个加热器单元限定至少一个独立控制的加热区。电力导体电连接到每个加热器单元中的每个独立控制的加热区域,并且电源装置被配置为通过电力导体调制到加热器单元的每个独立控制的加热器区域的功率。

[0007] 在另一种形式中,一种控制加热系统的方法包括:提供包括多个加热器组件的加热器束,每个加热器组件包括多个加热器单元,每个加热器单元限定至少一个独立控制的加热区域;通过电连接到每个加热器单元中的每个独立控制的加热区域的电力导体向每个加热器单元供电;并调制供给每个加热器单元的功率。

[0008] 根据本文提供的描述,其他适用领域将变得显而易见。应该理解的是,描述和具体示例仅用于说明的目的,并不旨在限制本申请的范围。

## 附图说明

[0009] 为了可以很好地理解本申请,现在将描述其各种形式,通过示例的方式给出,参考附图,其中:

[0010] 图1是根据本申请的教导构造的加热器束的透视图;

[0011] 图2是图1的加热器束的加热器组件的透视图;

[0012] 图3是图1的加热器束的加热器组件的变体的透视图;

[0013] 图4是图3的加热器组件的透视图,其中为清楚起见,移除加热器组件的外护套;

[0014] 图5是图3的加热器组件的芯体的透视图;

[0015] 图6是包括图1的加热器束的热交换器的透视图,其中加热器束部分地从热交换器拆卸以露出加热器束以用于说明目的;和

[0016] 图7是操作加热器系统的方法的框图,该加热器系统包括根据本申请的教导构造的加热器束。

[0017] 本文描述的附图仅用于说明目的,并不旨在以任何方式限制本申请的范围。

## 具体实施方式

[0018] 以下描述本质上仅是示例性的,并不旨在限制本申请、应用或用途。

[0019] 参照图1,根据本申请的教导构造的加热器系统通常由附图标记10表示。加热器系统10包括加热器束12和电连接到加热器束12的电源装置14。电源装置14包括用于控制对加热器束12的电力供应的控制器15。如在本申请中使用的“加热器束”是指包括可以独立控制的两个或更多物理上不同的加热装置的加热器设备。因此,当加热器束中的一个加热装置发生故障或劣化时,加热器束12中的其余加热装置可以继续运行。

[0020] 在一种形式中,加热器束12包括安装凸缘16和固定到安装凸缘16的多个加热器组件18。安装凸缘16包括多个孔20,加热器组件18延伸穿过这些孔。尽管加热器组件18布置成以这种形式平行,但应该理解的是,加热器组件18的替代位置/布置在本申请的范围内。

[0021] 如进一步所示,安装凸缘16包括多个安装孔22。通过穿过安装孔22的螺钉或螺栓(未示出),安装凸缘16可以组装到容器或管道的壁上(未示出)传递待加热的流体。至少一部分加热器组件18浸没在容器或管道内的流体中,以加热本申请这种形式的流体。

[0022] 如图2所示,根据一种形式的加热器组件18可以是筒式加热器30的形式。筒式加热器30是管形加热器,其通常包括芯体32,缠绕在芯体32周围的电阻加热线34,包围芯体32和电阻加热线34的金属护套36,以及填充金属护套36中的空间的绝缘材料38,以使电阻加热线34与金属护套36电绝缘并使其从电阻加热线34到金属护套36导热。芯体32可以由陶瓷制成。绝缘材料38可以是压实的氧化镁(MgO)。多个电力导体42沿着纵向方向延伸穿过芯体32并且电连接到电阻加热线34。电力导体42还延伸穿过密封外护套36的端部件44。电力导体42是连接到外部电源装置14(如图1所示)以从外部电源装置14向电阻加热线32供电。图2仅示出了两个延伸穿过端部件44的电力导体42,两个以上的电力导体42可以延伸穿过端部件44。电力导体42可以是导电销的形式。在美国专利No. 2,831,951和3,970,822中更详细地阐述了筒式加热器的各种结构和进一步的结构和电气细节,这些专利与本申请共同指定,其内容通过引用整体并入本文。因此,应该理解的是,这里示出的形式仅仅是示例性的,不应该被解释为限制本申请的范围。

[0023] 或者,可以使用多个电阻加热线34和多对电力导体42来形成多个加热电路,这些加热电路可以被独立地控制以增强筒式加热器30的可靠性。因此,当其中一个电阻加热线34发生故障时,剩余的电阻丝34可以继续产生热量而不会导致整个筒式加热器30发生故障并且不会导致昂贵的机器停机时间。

[0024] 如图3至5所示,加热器组件50可以是筒式加热器的形式,除了芯体的数量和使用的电力导体的数量之外,其余均具有类似于图2的结构。更具体地,加热器组件50每个包括多个加热器单元52,以及包围多个加热器单元52的外金属护套54,以及连同一一起的多个电力导体56。绝缘材料(图3到图5中未示出)在多个加热单元52和外金属护套54之间被提供以使加热器单元52与外金属护套54电绝缘。多个加热器单元52的每个包括芯体58和围绕芯体58的电阻加热元件60。每个加热器单元52的电阻加热元件60可以限定一个或多个加热电路以限定一个或多个加热区域62。

[0025] 在本形式中,每个加热器单元52限定一个加热区域62,并且每个加热器组件50中的多个加热器单元52沿纵向方向X对齐。因此,每个加热器组件50限定沿纵向方向X对齐的多个加热区域62,每个加热器单元52的芯体58限定多个通孔/孔64,以允许电力导体56穿过其延伸。加热器单元52的电阻加热元件60连接到电力导体56,电力导体56又依次连接到外部电源装置14。电力导体56将电源从电源装置14提供给多个加热器单元50。通过将电力导体56适当地连接到电阻加热元件60,多个加热单元52的电阻加热元件60可以由电源装置14的控制器15独立地控制。同样,用于特定加热区域62的一个电阻加热元件60不会影响剩余加热区域62的剩余电阻加热元件60的正常功能。此外,加热器单元52和加热器组件50可以互换以便于维修或部件。

[0026] 在本形式中,六个电力导体56用于每个加热器组件50,以向五个加热器单元52上的五个独立电加热电路供电。或者,六个电力导体56可以连接到电阻加热元件60以某种方式在五个加热器单元52上定义三个完全独立的电路。可以具有任意数量的电力导体56以形成任意数量的独立控制的加热电路和独立控制的加热区域62。例如,使用七个电力导线56可以用于提供六个加热区域62,使用八个电力导体56来可以用于提供七个加热区域62。

[0027] 电力导体56可包括多个电源和电力返回导体,多个电力返回导体和单个电力导体,或多个电力导体和单个电力返回导体。如果加热器区域的数量是 $n$ ,则电源和返回导体的数量是 $n+1$ 。

[0028] 或者,可以通过外部电源装置14的控制器15的多路复用,极性敏感开关和其他电路拓扑来创建更多数量的电气不同的加热区域62。使用多路复用或热阵列的各种布置来增加对于给定数量的电力导体的筒式加热器50内的加热区域的数量(例如,具有用于15或30个区域的六个电力导体的筒式加热器),在美国专利No.9,123,755、和9,123,756、和9,177,840、和9,196,513中公开,并且它们的相关申请,通常指定给本申请,其内容通过引用整体并入本文。

[0029] 利用这种结构,每个加热器组件50包括多个加热区域62,加热区域62可以被独立地控制以改变沿着加热器组件50的长度的功率输出或热分布。加热器束12包括多个这样的加热器50。因此,加热器束12提供多个加热区域62和定制的热分布,用于加热流过加热器束12的流体,以适应特定的应用。电源装置14可以配置成调制到每个独立控制的加热区域62的功率。

[0030] 例如,加热组件50可以限定“m”个加热区域,并且加热器束可以包括“k”个加热组件50。因此,加热器束12可以限定mxk个加热区域。加热器束12中的多个加热区域62可以响应于加热条件和/或加热要求而单独地和动态地控制,包括但不限于各个加热器单元52的寿命和可靠性,加热器单元52的尺寸和成本,局部加热器通量,加热器单元52的特性和操作,以及整个功率输出。

[0031] 每个电路被单独地控制在期望的温度或期望的功率水平,使得温度和/或功率的分布适应系统参数的变化(例如,制造变化/容差,改变环境条件,改变入口流动条件,例如入口温度,入口温度分布,流速,速度分布,流体成分,流体热容等)。更具体地,由于制造变化以及随时间的不同程度的加热器退化,当在相同功率水平下操作时,加热器单元52可能不会产生相同的热输出。可以独立地控制加热器单元52以根据期望的热分布调节热输出。加热器系统的部件的各个制造公差和加热器系统的装配公差根据电源的调制功率而增加,或者换句话说,由于加热器控制的高保真度,单个部件的制造公差未必太紧/太窄。

[0032] 加热器单元52可各自包括用于测量加热器单元52的温度的温度传感器(未示出)。当检测到加热器单元52中的热点时,电源装置14可减少或关闭检测到热点的特定加热器单元52的电源,以避免特定加热器单元52的过热或故障。电源装置14可以调制与禁用的加热器单元52相邻的加热器单元52的功率以补偿来自特定加热器单元52的减少的热输出。

[0033] 电源设备14可以包括多区域算法以关闭或调低传递到任何特定区域的功率水平,并且增加到与被禁用的特定加热区域相邻的加热区域的功率并且具有减少的热输出。通过仔细调制每个加热区的功率,可以提高系统的整体可靠性。通过检测热点并相应地控制电源,加热器系统10具有改进的安全性。

[0034] 具有多个独立控制的加热区域62的加热器束12可以实现改进的加热。例如,加热器单元52上的一些电路可以在小于100%的标称(或“典型”)占空比下操作(或者在加热器以施加线电压将产生的功率的一小部分的平均功率水平下操作)。较低的占空比允许使用具有较大直径的电阻加热线,从而提高可靠性。

[0035] 通常,较小的区域将采用更细的导线尺寸来实现给定的电阻。可变功率控制允许使用更大的导线尺寸,并且可以容纳更低的电阻值,同时保护加热器免于过载,其占空比限制与加热器的功率耗散能力相关联。

[0036] 比例因子的使用可以与加热器单元52或加热区域62的容量相关联。多个加热区域62允许更准确地确定和控制加热器束12。使用特定的比例因子用于特定加热电路/区域将允许几乎所有区域的更积极(即更高)的温度(或功率水平),这反过来导致加热器束12的更小,更低成本的设计。这样的比例因子和方法在美国专利No. 7,257,464中公开,该专利与本申请共同指定,并且其内容通过引用整体并入本文。

[0037] 由各个电路控制的加热区域的尺寸可以相等或不同,以将控制温度或功率分布所需的区域总数减少到所需的精度。

[0038] 在图1中,加热器组件18被示出为单端加热器,即,导电销仅延伸穿过加热器组件18的一个纵向端。加热器组件18可延伸穿过安装凸缘16或隔板(未示出)并密封在凸缘16或隔板上。这样,可以单独地移除和更换加热器组件18,而无需从容器或管中移除安装凸缘16。

[0039] 或者,加热器组件18可以是“双端”加热器。在双端加热器中,金属护套弯曲成发夹

形状,并且电力导体穿过金属护套的两个纵向端部,使得金属护套的两纵向端部穿过并被密封到凸缘或隔板上。在这种结构中,在更换单个加热器组件18之前,需要将凸缘或隔板从壳体或容器中取出。

[0040] 如图6所示,加热器束12结合在热交换器70中。热交换器70包括限定内腔(未示出)的密封壳体72,设置在壳体72内腔内的加热器束12。密封壳体72包括流体入口76和流体出口78,流体通过流体入口76和流体出口78被引导进出密封壳体72的内腔。流体由设置在密封壳体72中的加热器束12加热。加热器束12可以是设置为横流或与其长度平行的流动。

[0041] 加热器束12连接到外部电源装置14,外部电源装置14可包括调制功率的装置,例如开关装置或可变变压器,以调制提供给各个区域的功率。功率调制可以作为时间的函数或基于每个加热区域的检测温度来执行。

[0042] 电阻加热导线还可以用作传感器,其使用电阻丝的电阻来测量电阻丝的温度并使用相同的电力导线将温度测量信息发送到电源装置14。传感每个区域的温度的装置将允许沿着加热器束12中的每个加热器组件18的长度控制温度(降低到单个区域的分辨率)。因此,可以省去附加的温度传感电路和传感装置,从而降低了制造成本。当试图使给定电路中的热通量最大化同时保持系统的期望可靠性水平时,直接测量加热器电路温度是一个明显的优点,因为它消除或最小化了与使用单独的传感器相关的许多测量误差。加热元件温度是对加热器可靠性影响最大的特性。在美国专利No.7,196,295中公开了使用电阻元件作为加热器和传感器两者,该专利与本申请共同指定,其内容通过引用整体并入本文。

[0043] 或者,电力导体56可以由不同的金属制成,使得不同金属的电力导体56可以产生用于测量电阻加热元件的温度的热电偶。例如,至少一组电源和电力返回导体可以包括不同的材料,使得在不同材料和加热器单元的电阻加热元件之间形成连接,并且用于确定一个或多个区域的温度。使用“集成”和“高度热耦合”传感,例如使用不同的金属作为加热器,可以产生类似热电偶的信号。在美国申请No.14/725,537中公开了使用集成和耦合的电力导体进行温度测量,该申请与本申请共同指定,其内容通过引用整体并入本文。

[0044] 用于调制传送到每个区域的电功率的控制器15可以是闭环自动控制系统。闭环自动控制系统15接收来自每个区域的温度反馈,并自动且动态地控制向每个区域的电力输送,从而自动且动态地控制沿加热器束12中的每个加热器组件18的长度的电力分配和温度。而不需要连续或频繁的人为监测和调整。

[0045] 本文所公开的加热器单元52还可以使用各种方法校准,包括但不限于对每个加热器单元52进行激励和采样以计算其电阻。然后将计算的电阻与校准电阻进行比较以确定电阻比,或者然后确定实际加热器单元温度的值。示例性方法公开在美国专利No.5,280,422和5,552,998中,这些专利与本申请共同指定,其内容通过引用整体并入本文。

[0046] 一种形式的校准包括以至少一种操作模式操作加热器系统10,控制加热器系统10为至少一个独立控制的加热区域62产生所需温度,收集和记录至少一个独立控制的加热区域62的数据以用于操作模式,然后访问记录的数据以确定具有减少数量的独立控制的加热区域的加热系统的操作规范,然后使用具有减少数量的独立控制的加热区域的加热系统。作为示例,数据可以包括功率水平和/或温度信息,以及来自加热器系统10的其他操作数据,其中数据被收集和记录。

[0047] 在本申请的变型中,加热器系统可包括单个加热器组件18,而不是束12中的多个

加热器组件。单个加热器组件18将包括多个加热器单元52,每个加热器单元52限定至少一个独立控制的加热区域。类似地,电力导体56电连接到每个加热器单元62中的每个独立控制的加热区域62,并且电源装置被配置为通过电力导体56调制到加热器单元的每个独立控制的加热器区域62的功率。

[0048] 参照图7,控制加热器系统的方法100包括在步骤102中提供包括多个加热器组件的加热器束。每个加热器组件包括多个加热器单元。每个加热器单元限定至少一个独立控制的加热电路(和因此地加热区域)。在步骤104中,通过电连接到每个加热器单元中的每个独立控制的加热区域的电力导体供给每个加热器单元的电力。在步骤106中检测每个区域内的温度。温度可以是使用至少一个加热器单元的电阻加热元件的电阻变化来确定。可以通过测量区域电阻(或者,通过测量电路电压,如果使用适当的材料)来初始确定区域温度。

[0049] 温度值可以被数字化。信号可以传送到微处理器。在步骤108中,可以将测量的(检测的)温度值与每个区域的目标(期望)温度进行比较。可以基于测量的温度调制供应给每个加热器单元的功率,以在步骤110中实现目标温度。

[0050] 可选地,该方法还可以包括使用比例因子来调整调制功率。比例因子可以是每个加热区域的热量的函数。控制器15可以包括算法,可能包括比例因子和/或系统动态行为的数学模型(包括系统更新时间的知识),以确定要提供的功率量(通过占空比,相角发射,电压调制或类似技术)到每个区域直到下一次更新。可以将期望的功率转换为信号,该信号被发送到开关或其他功率调制设备,用于控制到各个加热区域的功率输出。

[0051] 在本申请的形式中,当由于异常状况而关闭至少一个加热区域时,剩余区域继续提供所需的瓦数而没有失效。当在至少一个加热区域中检测到异常情况时,功率被调制到功能加热区域以提供所需的瓦数。当基于所确定的温度关闭至少一个加热区域时,其余区域继续提供所需的瓦数。根据接收信号、模型中的至少一个以及作为时间的函数,将功率调制到每个加热区域。

[0052] 出于安全或过程控制的原因,典型的加热器通常在低于最大允许温度的情况下操作,以防止加热器的特定位置由于特定位置处的不希望的化学或物理反应而超过给定温度,例如燃烧/着火/氧化,焦化沸腾等)。因此,这通常通过保守的加热器设计来适应(例如,具有低功率密度的大型加热器并且其大部分表面区域装载的热通量比可能的低得多)。

[0053] 然而,利用本申请的加热器束,可以测量并限制加热器内的任何位置的温度,直到与各个加热区域的尺寸近似的分辨率。可以检测到足以影响单个电路温度的热点。

[0054] 由于各个加热区域的温度可以自动调节并因此受到限制,因此每个区域的动态和自动温度限制将使该区域和所有其他区域保持在最佳功率/热通量水平而无需担心在任何区域超过所需的温度限制。与将单独的热电偶夹紧到束中的一个元件的护套中的当前实践相比,这带来了最大限度温度测量精度的优点。减小的余量和调节各个区域的功率的能力可以选择性地和单独地施加到加热区域,而不是应用于整个加热器组件,从而降低超过预定温度极限的风险。

[0055] 筒式加热器的特性可以随时间变化。否则,这种时变特性将要求筒式加热器设计成用于单个选择的(更坏情况)流动状态,并且因此筒式加热器将针对其他流动状态在次优状态下操作。

[0056] 然而,由于加热器组件中提供的多个加热单元,通过动态控制整个束上的功率分

布直到芯尺寸的分辨率,可以实现用于各种流动状态的优化的功率分配,如在典型的筒式加热器中仅对应于仅一个流动状态的一个功率分配。因此,本申请的加热器束允许增加所有其他流动状态的总热通量。

[0057] 此外,可变功率控制可以增加加热器设计的灵活性。在加热器设计中,电压可以与电阻(在很大程度上)解耦,并且加热器可以设计成具有可以装配到加热器中的最大线直径。它允许增加给定加热器尺寸和可靠性水平(或加热器寿命)的功率消耗容量,并允许在给定的总功率水平下减小束的尺寸。这种布置中的功率可以通过可变占空比来调制,该可变占空比是当前可用或正在开发的可变功率控制器的一部分。加热器束可以通过可编程(或预编程,如果需要)限制到给定区域的占空比来保护,以防止加热器束“过载”。

[0058] 应注意,本发明不限于作为实例描述和说明的实施例。已经描述了多种修改,并且更多是本领域技术人员知识的一部分。在不脱离本申请和本专利的保护范围的情况下,可以将这些和进一步的修改以及通过技术等同物的任何替换添加到说明书和附图中。

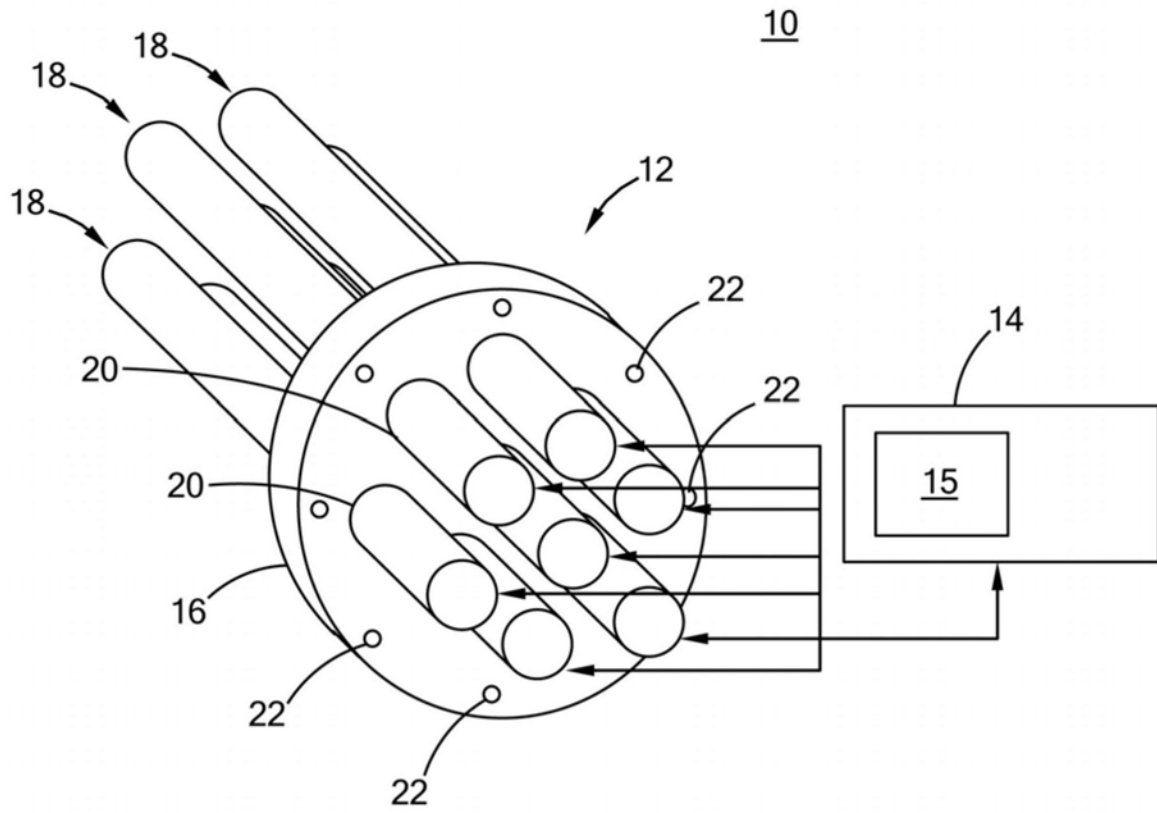


图1

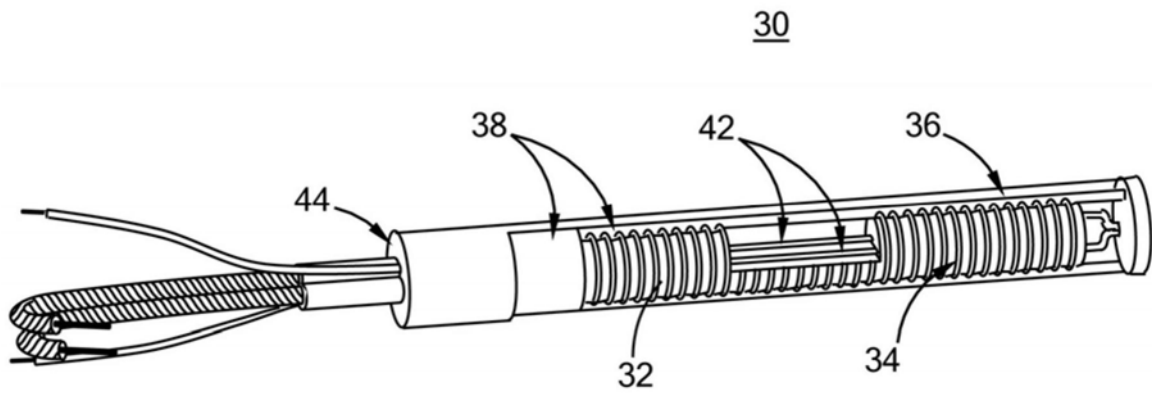


图2

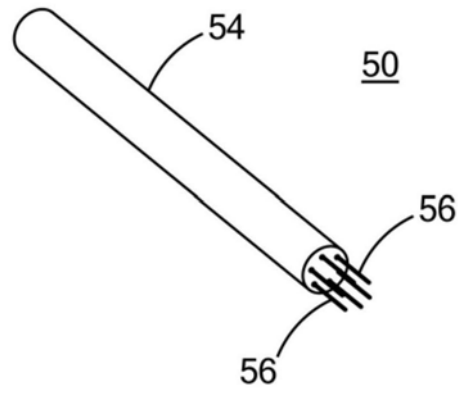


图3

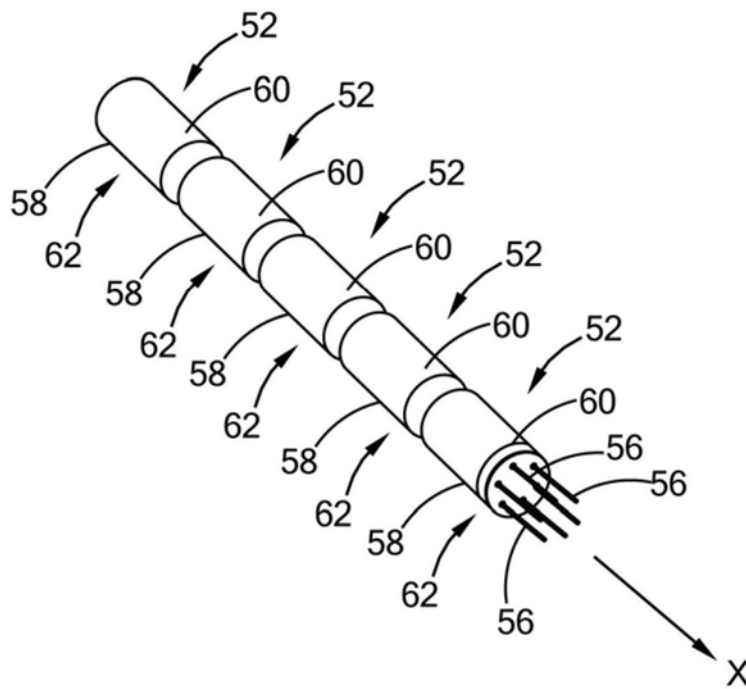


图4

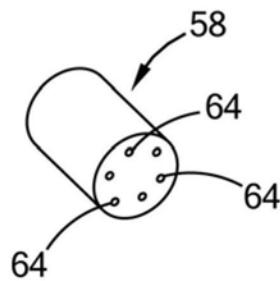


图5

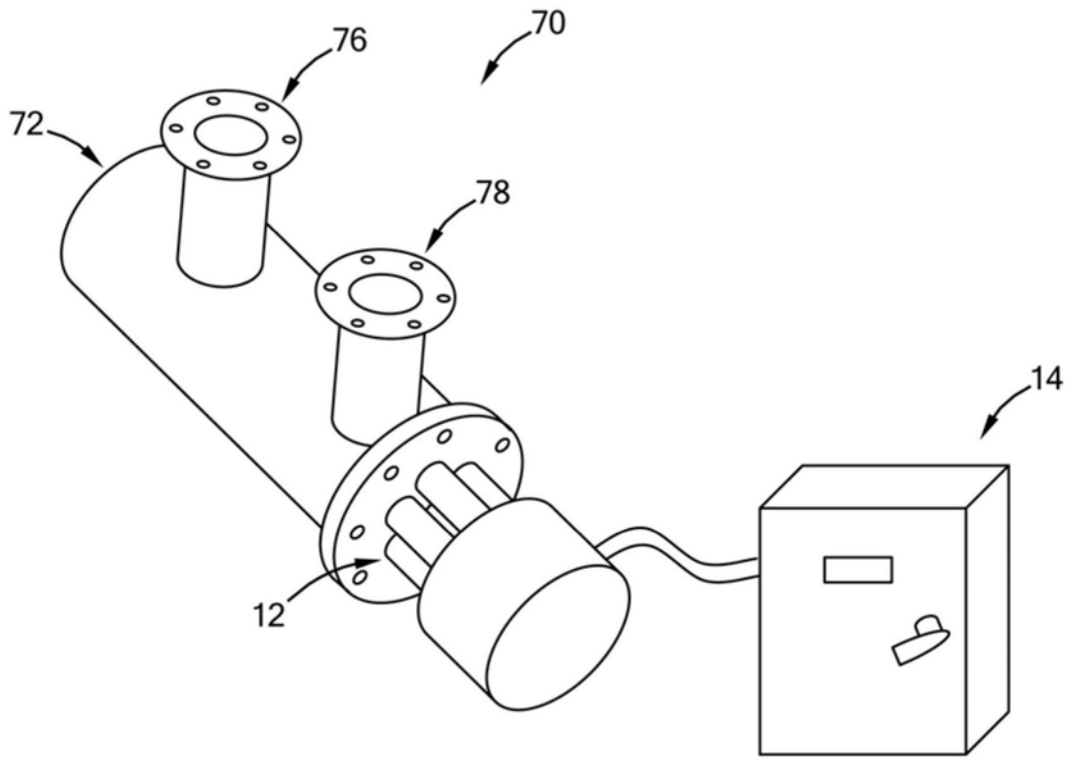


图6

100

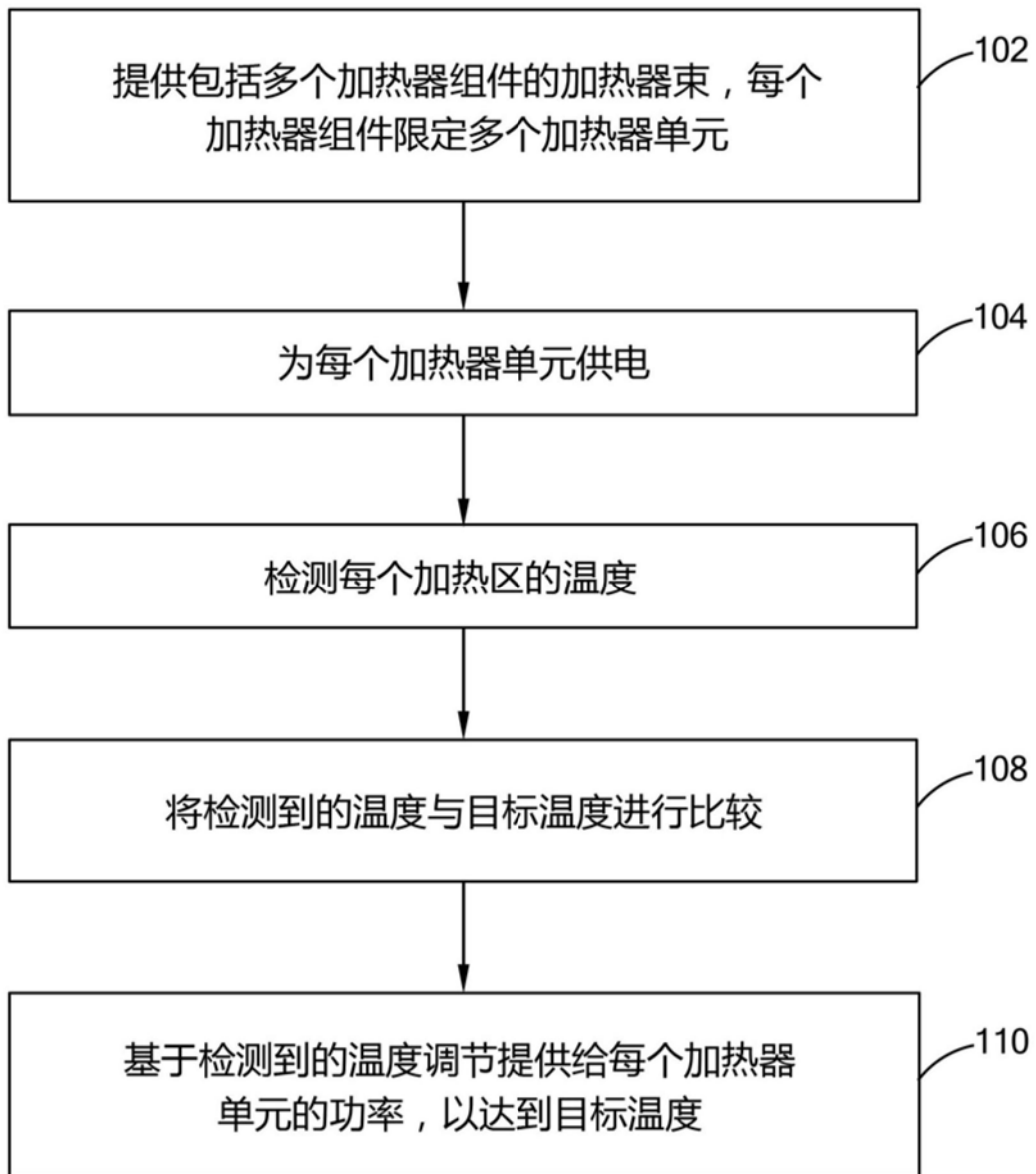


图7