



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117980506 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 03

(21) 申请号 202280064502.3

(22) 申请日 2022.09.22

(30) 优先权数据

LU500686 2021.09.24 LU

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.03.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/076313 2022.09.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/046810 EN 2023.03.30

(71) 申请人 保尔沃特股份公司

地址 卢森堡卢森堡

(72) 发明人 A·卡斯特利 F·加罗法洛

D·布鲁尼

(74) 专利代理机构 北京方迪誉诚专利代理有限公司

公司 11808

专利代理师 宣力伟 邓斐

(51) Int.Cl.

C21B 9/02 (2006.01)

C21B 9/10 (2006.01)

C21B 9/14 (2006.01)

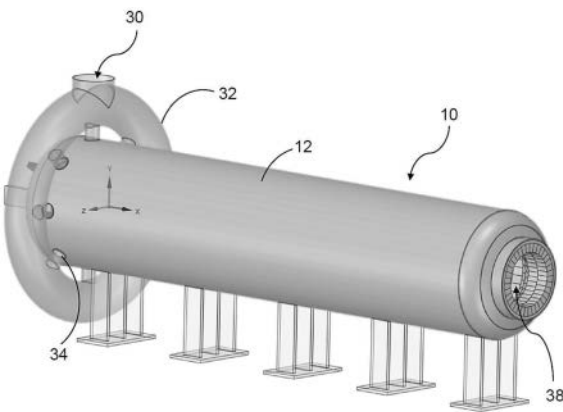
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

电炉

(57) 摘要

一种电炉,用于对还原性气体进行加热,该电炉包括:沿纵向延伸的空心金属壳体;设置在壳体内表面上的耐火衬里;排列在沿纵向延伸、邻接的各层中的多个砖块,其中每一砖块包括沿纵向直线延伸穿过相应层的多个空腔,其中邻接的各层的空腔彼此对齐,由此形成用于导引还原性气体的多个通道;其特征在于,该电炉还包括:用于加热还原性气体的多个加热丝,其中每一加热丝的直径均小于通道的直径,并且每一加热丝至少部分穿过所述多个通道中的至少一个对应的通道延伸,使得当电炉运行时,每一加热丝将预定的热量散发至围绕该加热丝流动的还原性气体。



1. 电炉(10), 用于对还原性气体进行加热, 所述电炉包括:

空心金属壳体(12), 沿一纵向(X)延伸;

耐火衬里(15), 设置在所述壳体(12)内部;

多个砖块(16), 排列在沿所述纵向(X)延伸、邻接的各层(18;20)中, 其中每一砖块(16)包括沿所述纵向(X)直线延伸而穿过相应的层(18;20)的多个空腔(22;24), 其中邻接的各层(18;20)的所述空腔(22;24)互相对齐, 由此形成多个通道(26), 所述通道具有一直径, 用于导引还原性气体;

其特征在于, 所述电炉(10)还包括:

用于加热所述还原性气体的多个加热丝(28), 其中每一加热丝(28)的直径均小于通道(26)的直径, 并且每一加热丝(28)至少部分穿过所述多个通道中的至少一个对应的通道(26)延伸, 使得当所述电炉(10)运行时, 每一加热丝(28)将预定的热量散发至围绕该加热丝流动的还原性气体。

2. 如权利要求1所述的电炉(10), 其中, 在对应的层(18;20)内至少两个相邻砖块(16)中的每一砖块均设有一半腔(24), 并且所述至少两个相邻砖块互相对齐, 使各相应砖块的所述半腔(24)形成一完整的空腔(22)。

3. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 通道(26)的直径比所述加热丝(28)的直径大, 为1倍多至5倍的关系。

4. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 在所述金属壳体的内表面的部分区段和所述耐火衬里(15)之间设置有一绝缘衬里(14)。

5. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述电炉具有与一分配环(32)流体连通的一气体入口(30), 其中所述分配环(32)包括多个供应口(34), 所述供应口被配置为将还原性气体导入所述壳体(12)的第一端部区段(36); 并且, 在所述壳体的第二端部区段(40), 所述电炉具有一气体出口(38), 其中所述气体出口(38)沿着所述纵向(X)延伸。

6. 如权利要求5所述的电炉(10), 其中, 所述多个加热丝中的每一加热丝(28)具有一U形区段(42), 该U形区段设置为与所述气体出口(38)相对或设置在所述气体出口处。

7. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述多个加热丝(28)被串联和/或并联设置。

8. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述电炉(10)被配置为在低电压下由以下之一来操作运行: 单相交流电、三相交流电或直流电。

9. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述电炉还包括定心元件(44), 其中定心元件(44)形成同一通道(26)的组成部分, 这些定心元件在间隔开的层中沿所述纵向(X)彼此对齐, 由此各所述定心元件(44)以彼此间特定的距离就位设置。

10. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述壳体(12)的直径在0.5米至4米范围内, 优选在1.50米至2.50米范围内, 最优选为2米; 并且, 所述壳体(12)的长度在5米至12米范围之内, 优选在6米至10米范围内, 最优选为7米。

11. 如前述权利要求5至10中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述电炉还包括电连接模块(46), 用于向所述加热丝(28)提供电触点, 并且所述电连接模块(46)被设置在所述第一端部区段(36), 靠近所述多个供应口(34)且与各所述层(18;20)间隔开来。

12. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述电炉(10)的所述壳体(12)相

对于地面水平设置。

13. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述壳体(12)配置为用于容纳加压的还原性气体, 其中所述壳体支持的最大压力在0.0巴(g)至5.0巴(g)的范围内, 优选为1.5巴至4.0巴(g), 最优选为3.6巴(g)。

14. 如前述权利要求中任一项所述的电炉(10), 其中, 所述壳体(12)的组成包括下列之一: 碳钢、涂层、铬基合金或其混合物。

电炉

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电炉,且特别是涉及一种用于对还原性气体进行加热的电炉,该还原性气体将被注入冶金炉中。

背景技术

[0002] 根据冶金行业的最新发展,钢铁生产商力求减少那些被认为是对环境有害的温室气体排放量,例如,二氧化碳。因此,钢铁生产商的目标是在冶金产品的生产中使用“绿色”(电力)能源。事实上,未来的钢铁生产很可能集中在使用低碳生产方法结合利用永续能源上。在此背景下,拟采用基于包含 H_2 和/或合成气的还原性气体进行的直接还原工艺过程。

[0003] 在现有技术中,燃烧式加热器和再生式热交换器(如热风炉)是已知的,用于在工业规模上对过程气体进行加热。然而,这些加热器需要燃料的燃烧。此外,市场上大多数由电能支持工作的设备似乎不适合在足够的温度下加热还原性气体,或者不符合“重”工业要求。例如,这些设备中的大多数不能扩展升级到用以处理大量气体所需的多兆瓦规模。此外,大多数设备不适合加热含尘气体(即含有固体量介于0毫克与5毫克/ Nm^3 之间的气体)。因此,没有任何已知的设备能够满足电加热气体在流速/流量、功率规模、含尘量、输出温度或其他具体布局要求方面的要求。因此,需要提供一种解决方案以克服上述这些缺点。

发明内容

[0004] 发明目的

[0005] 本发明的目的在于,提供一种加热器,其配置为或适用于在工业规模上对气体进行加热。此目的通过如独立权利要求所限定的电炉得以实现。

[0006] 发明概述

[0007] 所提出的电炉被配置为或适用于加热(还原性)气体,其包括沿纵向延伸的一空心金属壳体、设置在壳体内部的一耐火衬里、以及排列在沿纵向延伸、邻接的各层中的多个砖块。每一砖块包括多个沿纵向直线延伸的空腔,穿过相应的层。邻接的各层的空腔彼此对齐,由此形成用于导引(还原性)气体的多个通道。该电炉还包括多个用于加热(还原性)气体的加热丝,其中每一加热丝的直径均小于通道的直径。每根加热丝至少部分穿过多个所述通道中的至少一个对应的通道延伸,使得当电炉运行时,每一加热丝向流经该加热丝周围的还原性气体散发出预定的热量。

[0008] 业已发现,所提出的结构设置允许提供一种用于加热(还原性)气体的加热炉,其具有特别紧凑的设计,这又可以在工业场所节省安装空间。还发现,当前的结构设置在必要时和/或若须加热某种特定量的(还原性)气体也是可以扩展升级的。

[0009] 所提出的结构设置也为引入含有其他混合成分的气体开创了可能性,例如含有灰尘的气体。例如,在现有技术中尚无已知装置能允许加热含有灰尘的还原性气体。为了使流经砖块的含尘气体在炉内被加热,有必要确保空腔的一定最小尺寸。

[0010] 除此之外,所提出的结构设置还可以特别在具有合成气注入系统的直接还原铁

(direct reduced iron, DRI) 生产和/或熔炉(高炉/鼓风机)设备中运行。因此,所提出的结构设置允许以永续(如“绿色”)能源为基础来对过程气体进行加热,从而可以取代传统的基于燃料的系统。因此,传统加热器造成的负面环境影响会大大减少。

[0011] 所说“还原性气体”一般可指具有还原性能的任何化学介质。例如,还原性气体可以是包括氢气和/或一氧化碳的气体,如一种合成气。除此之外,应该注意的是,所述电炉不只限于处理还原性气体。也可以加热其他气体,特别是用于不同工业制程的过程气体,例如,CO₂、CO、N₂、O₂、H₂O、H₂等等。

[0012] 所说“空心金属壳体”一般可指设备或反应器的框架或储罐,在其中加热(还原性)气体。

[0013] 所说“纵向”一般可以指壳体沿其延伸的主体长度方向。换句话说,所述纵向可以由电炉沿其延伸的方向定义。例如,当电炉水平安装时,该纵向可以平行于水平方向或水平平面,例如地面。

[0014] 所说“耐火衬里”一般可指一层或多层的耐高温材料,如耐火砖。耐火衬里至少可以设置在壳体的一部分区段或整个内表面上。另外,作为备选方案,在耐火衬里和钢壳之间可以布置一层或多层的绝缘衬里,其中绝缘衬里可以包括一层绝缘砖和一层可浇铸陶瓷。再比如,耐火衬里内可以包括一层或多层具有绝缘和/或隔离性能的不同砖块。应注意的是,一般来说,耐火衬里可以根据工作温度来选择,这也可能允许沿着加热器长度(如在纵向上)使用不同的材料。特别是,耐火材料可以包括各种等级的高铝耐火材料,它们不容易与氢气发生反应。耐火衬里砖可以专门成型以支持所述多个砖块,如格子砖(checker bricks),这些砖块引导加热丝。

[0015] 所说“多个砖块”一般可指一定数量的格子砖或类似的砖状元件。每一砖块可以包括多个空腔,如为通孔或孔洞。这些空腔可以有圆形或半圆形的形状。附加地,或者另选地,每一砖块还可以包括所谓的“半腔”,它们被设置在砖块的边缘区段,并呈现为一个完整空腔的一半形状。两个相邻砖块的两个半腔(semi-cavity或half-cavity),可以用来形成一个完整的空腔。可以理解的是,所述空腔也可以有其他形状。所有的空腔都可以沿着与所述纵向平行的方向延伸。由于这种配置,邻接的各层的相邻砖块的空腔可以彼此对齐,从而形成多个用于导引(还原性)气体的通道。在本文该语境下,所说“通道”一般是指延伸穿过若干个砖层的直线通路,其中该通道是由相邻排列的空腔和/或半腔形成。

[0016] 所说“层”一般可以指砌层,或层级,或是一种结构安排,其包括预定数量的砖块,其中定义该结构安排的各砖块是相互关联的。可以理解的是,各层沿所述纵向可以有相同的长度。然而,也可以有一些实施例,其中各层具有不同的长度。

[0017] 所说“多个加热丝”一般是指被配置为通过电导进行加热的金属丝或金属棒。这些电线/丝可以被设置在由砖块形成的通道内部。因此,加热丝的直径可优选比通道的直径或空腔的直径小。由于这种结构设置,气体可以基本上围绕着加热丝流动。每一加热丝至少部分地穿过多个通道中的至少一个通道延伸,如此,当电炉运行时,每一加热丝向流经该加热丝周围的(还原性)气体散发出预定的热量。在此方面,应注意的是,加热丝材料可以在广泛的材料中选择。特别是,加热丝材料可以适于承受住高温和/或与过程气体比如所述还原性气体的(一种或多种)成分的反应。例如,众所周知,当金属丝经常与具有高氮浓度的气体接触时,金属丝的寿命会变短。(还原性)气体内的氮含量也还可以保持较低($\leq 10\%$),最高气

体温度可以保持在800℃到1000℃之间,优选是900℃。除此之外,所述多个加热丝也可以被配置成在其他温度下运行,例如更低的温度。

[0018] 在一种实施例中,在对应的层内至少两个相邻砖块中的每一砖块均设有一半腔,并且所述至少两个相邻砖块彼此对齐,使各相应砖块的半腔形成一完整的空腔。所述半腔可以设置在一砖块的边缘区域。

[0019] 所说“对应的层”一般可指这样的任一层,其中两个在边缘区域具有半腔的砖块相互邻接排列,从而使两个半腔形成一个与空腔对应的孔洞/孔道。通过设置半腔,可实现壳体内部空间的有效利用。

[0020] 在一种实施例中,通道的直径比加热丝的直径大,为1倍多(即超过1倍)至5倍的关系。通道的直径大于加热丝直径,可以有效地加热含尘气体,并且不存在被可能沉积于通道中的灰尘堵塞通道的风险。因此,加热丝和耐火衬里之间的间隙可具有在4毫米到40毫米范围内的尺寸。

[0021] 在一种实施例中,在金属壳体的内表面的部分区段和耐火衬里之间设置有绝缘衬里。该绝缘衬里可以包括一层或多层的绝缘材料或绝缘结构元件。例如,绝缘衬里可以包括第一层绝缘可浇铸陶瓷和第二层耐火砖。

[0022] 在一种实施例中,所述电炉具有与一分配环流体连通的气体入口,其中该分配环包括多个供应口,这些供应口被配置为将(还原性)气体导入壳体的第一端部区段;以及,所述电炉在壳体的第二端部区段具有气体出口,其中该气体出口沿所述纵向延伸。术语“端部区段”指的是所述壳体的端头部。通过在第一端部区段设置一分配环,待加热的输入气体被均匀地分配和引导到各通道中。在其他一些备选实施例中,例如在尺寸较小的实施例中,可能没有必要安装分配环。

[0023] 在一种实施例中,所述多个加热丝中的一根或多根或每根加热丝都有一U形区段,该U形区段设置为与气体出口相对或者设置在气体出口处。所说“U形”泛指某一电线部段的这样一种形式/形状,亦即可以将两个平行延伸的电线/丝相互连接的形式/形状。通过提供U形区段,它可以与电线/丝成一体,或者也可以备选地应用/设置到电线/丝上,可以只在一个位置提供电接触模块,优选是壳体内部靠近气体入口的位置。这样确保了电接触模块不会暴露于靠近气体出口处被加热的(还原性)气体的相当高的温度下。因此,U形区段优选设置为与气体出口相对或设置在气体出口处。术语“与…相对”在该语境下是指,U形区段的顶点可以朝向/正对所述气体出口的方向。术语“在…处”在该语境下是指,U形区段可以设置在直接靠近所述气体出口的地方。

[0024] 在一种实施例中,所述多个加热丝被接续和/或并列设置。由于该结构设置可以串联和/或并联连接,因此可以建立最合适的电阻,从而可以实现适当的焦耳效应。

[0025] 在一种实施例中,所述电炉被配置为通过以下之一在低电压下操作运行:单相交流电、三相交流电或直流电。特别是,三相或单相交流电可以很容易从配电网中获得。或者作为另选方案,也可以安排一种适当的直流电设计。在使用直流电的情况下,可以在电炉的上游提供专用设备,用以将自电网输出的交流电转化为直流电。

[0026] 在一种实施例中,所述电炉还包括(多个)定心元件,以保持电热丝不接触它们所在的通道的侧壁。每一通道可以包括一个或多个这样的定心元件,这些元件优选可以在纵向上相互间隔开例如25厘米至150厘米。应该注意的是,这些定心元件也可以更紧密地相互

隔开,或甚至更远离地相互隔开。

[0027] 术语“定心元件”是指这样一种元件,它可能具有象砖块一样的结构-若不是空腔或者半腔。定心元件的空腔和/或定心元件的半腔可能具有与砖块的空腔或者砖块的半腔不同的形式/形状。例如,定心元件的空腔可具有销钉、凸头、突起、隆起或类似结构,电热丝靠置于其上,同时应尽可能少地限制通道。或者作为备选方案,定心元件的空腔可为圆形,其直径比砖块的空腔的直径略小。由于定心元件的存在,加热丝可以被保持在通道的基本中心位置。或者作为备选方案,术语“定心元件”也可指设置在加热丝上的一种装置,其中该装置将加热丝相对于通道壁加以支撑和定心。在此情况下,定心元件可以是由以下材料之一制成的元件:金属、塑料、树脂或其混合物。定心元件通过确保适当的支撑来防止电线/丝的过度弯曲和/或蠕变变形。因此,可以对电线/丝进行均匀冷却。又因此,亦可防止热点(hot spot)的产生,从而大大延长电线/丝的使用寿命。应注意的是,定心元件可具有高电阻,和/或选自和/或者包括高抗电(高电阻)材料,以避免相邻空腔中的导线间发生短路。

[0028] 在一种实施例中,壳体的直径在0.5米至4米的范围内,优选在1.50米至2.50米的范围内,最优选为2米;并且,壳体的长度在5米至12米的范围内,优选在6米至10米的范围内,最优选为7米。壳体的尺寸可以通过按比例调整来满足多种要求。

[0029] 在一种实施例中,电炉还包括用于向加热丝提供(多个)电触点的电连接模块,其中该电连接模块被设置在第一端部区段,靠近于所述多个供应口,并与各所述层间隔开。通过将电连接模块置于壳体的较冷一端,电连接模块上的温度负荷保持相对较低,这将可延长使用寿命。

[0030] 在一种实施例中,所述电炉的壳体相对于地面是水平设置的。所说“水平设置”是指壳和/或壳体的中心轴线沿着平行于地面的方向延伸的一种布置方式。水平的布置方式可以避免对重型支撑结构的需求。水平设置的炉也可以使操作者容易接近操作。在另外的备选实施例中,电炉可垂直/竖直设置,其中该垂直/竖直的布置方式可以相对节省安装空间。术语“水平”也可以指与所述纵向平行的方向或平面。

[0031] 在一种实施例中,所述壳体被配置成可容纳加压的(还原性)气体,其中该壳体支持的最大压力在0.0巴(g)至5.0巴(g)之间,优选1.5巴至4.0巴(g),最优选为3.6巴(g)。壳体宽度可以在根据应用压力所确定的范围内。

[0032] 在一种实施例中,壳体的组成包括以下之一:碳钢、涂层、铬基合金或其混合物。例如,碳钢可以是如AISI 316L的钢。涂层和铬基合金可以防止氢脆及金属粉化,否则可能会在高温下有CO/CO₂或碳化物存在时出现这些情况。

[0033] 本发明的其他方面和特征可由从属权利要求、附图及下文描述的实施方式得知。

附图说明

[0034] 现将参照附图举例说明本发明的一些实施方式,其中:

[0035] 图1表示根据本发明一种实施例之电炉的透视示意图。

[0036] 图2表示根据本发明一种实施例之电炉的透明透视示意图。

[0037] 图2A为图2的局部放大图。

[0038] 图3表示沿着与气体出口相对设置之砖块的通道延伸的多个加热丝的示意图。

[0039] 图4表示根据本发明一种实施例的包括定心元件的电炉的剖面示意图。

具体实施方式

[0040] 参照图1,示出了电炉10的一个实施例。电炉10包括一个由钢制成的空心金属体,或者说是外壳/壳体12,其沿纵向X延伸。

[0041] 由于其水平的布置方式,故而不需要耐火材料的内部支撑结构。因此,由于该水平的布置方式,避免了与电连接模块发生短路的风险,这是由于不需要专门的耐火材料支撑结构。相比之下,垂直/竖直的布置方式(未图示)则需要耐火材料支撑结构和电连接模块在炉内共用相同的空间,或者说设施/设备,这将更容易造成短路。

[0042] 电炉10具有与分配环32流体相通的一气体入口30,其中分配环32包括多个供应口34,配置为将(还原性)气体导入壳体12的第一端部区段36,这在图4中可以看得最清楚。各供应口34相对于沿纵向X延伸的壳体轴线同心布置。有一同样沿壳体轴线延伸的气体出口38被设置在壳体12的相对的第二端部区段40。

[0043] 从图2和图4可以看出,多个砖块16被设置在沿纵向X延伸、邻接的各层18、20中。

[0044] 绝缘衬里14设在壳体12的内表面。该绝缘衬里14是由两层的绝缘(insulation.隔热)衬14.1和14.2所形成。绝缘衬里14的第一层14.1由可浇铸陶瓷形成,并布置在钢壳12的内表面上。隔热衬里14的第二层14.2设置在第一层14.1上,由耐火砖14.2构成。从图4中可以得出,在砖块16和隔热衬里14之间又布置了另一层特殊形状的耐火衬里15。耐火衬里15还包括若干个耐火砖15.1,其中耐火衬里15是以这样的方式排列和形成的:它允许在钢壳12的中心处插入矩形的成型砖块16。换句话说,耐火衬里15支持矩形砖块16。应注意的是,为了更好地理解,图2和图2A仅示出了透明绘示的外壳12中的耐火衬里15层(the layer of the refractory lining 15)。图4所示的实施例同时绘示了绝缘衬里14的14.1和14.2层以及耐火砖15层。

[0045] 如图4所示,特殊形状的耐火衬里15砖15.1并未沿纵向X与砖块16层对齐,例如在图4所示的实施例中可以看到。然而,应注意的是,在另外备选的实施例中,耐火砖15.1层可以在纵向上与砖块16层齐平。

[0046] 如图3所示,每一砖块16包括多个空腔22和半腔24,其沿纵向X直线延伸穿过相应的层20。图3中所示的砖块16形成了与气体出口38相对的最外层20的一部分。不同砖块16的空腔22和半腔24相对于邻接着的一层18(未示出)的各砖块的空腔22和半腔24彼此对齐,于是这些空腔22和半腔24就形成了延伸穿过不同层18、20的通道26,如图4所示。换言之,砖块16沿着纵向X形成一些彼此平行的畅通的直线路径。此外,由于半腔24布置在每一砖块16的边缘区域,同一层18、20内的相邻砖块16可以彼此对齐,使得其相应的(两)半腔24、24形成一完整的空腔22,正如在图3中所示。

[0047] 从图3中可以看出,有多个加热丝28穿引通过砖块16的空腔22和半腔24。每一加热丝28的直径小于空腔22的直径,或通道26的直径。换句话说,单根加热丝28被放置在一个空腔22内部。所述多个加热丝中的每一加热丝28都具有U形区段42,该U形区段与气体出口38相对地布置。由于这种结构设置,单根加热丝28可以穿越两个相邻设置的通道26。因此,加热丝28至少部分地延伸穿过相应的通道26,或者说是穿过形成通道26的空腔22和半腔24。当电炉运行时,加热丝28在与(还原性)气体接触的同时,会耗散预定量的热能。这种结构设置确保了加热丝28的快速冷却,甚至在靠近或直接设置在气体出口附近的丝段处也是如此。

[0048] 图4绘示了包括定心元件44的电炉10的一个实施例。定心元件44的结构与砖块16的结构相似,只是空腔的几何结构(未图示)与砖块的空腔22相比要小一些。由于这个原因,加热丝28在通道26内部处于基本上居中定心的位置。因此,加热丝28所散发出的热量被均匀地分配给围绕加热丝28流动的气体。这些定心元件44彼此由数层砖块16间隔开来。换句话说,定心元件的定位可被视为代表了由各层砖块16所形成的矩阵状结构中的一规则图样(pattern,布局模式)。为此,这些定心元件44以预定的距离彼此间隔开来。

[0049] 图4还示意性地绘示了电炉10的内部结构。钢壳的参考符号为12。此外,包括耐火砖15.1的耐火衬里15是与绝缘衬里14邻接设置的。耐火衬里15.1被特别地成形为用以在圆柱形设备(或者说是圆柱形外壳12)里侧提供具有空腔22、24的矩形砖块16的布局设置。应注意的是,这种圆柱形的形状可以使来自内压力的应力分布得更均匀。

[0050] 在第一端部区段36和第二端部区段40之间,延伸着一中间区段54。该中间区段54包括砖块16的各不同层18、20。

[0051] 设置在外壳12表面下的绝缘衬里14的两层14.1和14.2都沿着中间区段54和第二端部区段40延伸。在图4所示的实施例中,耐火衬里15仅沿中间区段54延伸,由于端部区段36、40不需要导引电线/丝的砖块16,因此所述端部区段36、40无需耐火衬里15来支撑所述砖块16。绝缘衬里14以及耐火衬里15可以由基于铝化合物的材料组成。

[0052] 在图4所示的实施例中,第一端部区段32没有配备完整的隔热衬里14,而只配备了第一层隔热衬14.1,这是由于第一端部区段处的温度较低,因此仅需要较少的隔热材料。

[0053] 从图4可以进一步得知,电炉10还包括一电连接模块46,用于向加热丝28提供(多个)电触点。在图4所示的实施例中,电连接模块46与三相载流电缆接头相连接,它包括三个芯线(cores)48、50、52。电连接模块46被安置在第一端部区段36内,靠近于所述多个供应口34。通过将连接模块46设置在第一端部区段36,在电连接模块46和各不同砖层之间提供足够的空间。换句话说,电连接模块46被置于由各层砖块16形成的矩阵状结构之外。在这个区域,与矩阵状结构内的通道相比,热传递的效果较差。用于放进加压气体的各供应口34是围绕外壳12的中心纵轴线(沿纵向X)依径向布置的,这样可以避免出现导致热点和/或冷点的优先/忽略区域。另一方面,气体出口38是围绕纵轴线布置的。

[0054] 图1至图4所示的电炉10均被配置为在大约25MWt的功率范围下运行。在图示的实施例中,电炉的长度约为10米,直径为2米。设备特征,如电炉的各组件,是可以配置的,因此功率范围可以扩大/缩小。

[0055] 所讨论的实施方式是本发明的一些范例。在这些实施方式中,针对相关实施例所描述的各组成部分均代表本发明的独特的特征,它们应被视为相互独立,且它们也可彼此独立地进一步发展本发明。各特征因此也单独地或者(不同于所示组合方式)组合地被视作本发明的组成部分。再者,所描述的各实施例也可通过已经描述的其他发明特征予以补充。对于本领域技术人员来说,依据本文公开内容和权利要求可得出本发明的其他进一步特征和实施方式。

[0056] 附图标记

[0057] 10电炉

[0058] 12壳

[0059] 14绝缘衬里

- [0060] 15耐火衬里
- [0061] 16砖块
- [0062] 18层
- [0063] 20层
- [0064] 22空腔
- [0065] 24半腔
- [0066] 26通道
- [0067] 28加热丝
- [0068] 30气体入口
- [0069] 32分配环
- [0070] 34供应口
- [0071] 36第一端部区段
- [0072] 38气体出口
- [0073] 40第二端部区段
- [0074] 42U形区段
- [0075] 44定心元件
- [0076] 46连接模块
- [0077] 48芯线
- [0078] 50芯线
- [0079] 52芯线
- [0080] 54中间区段

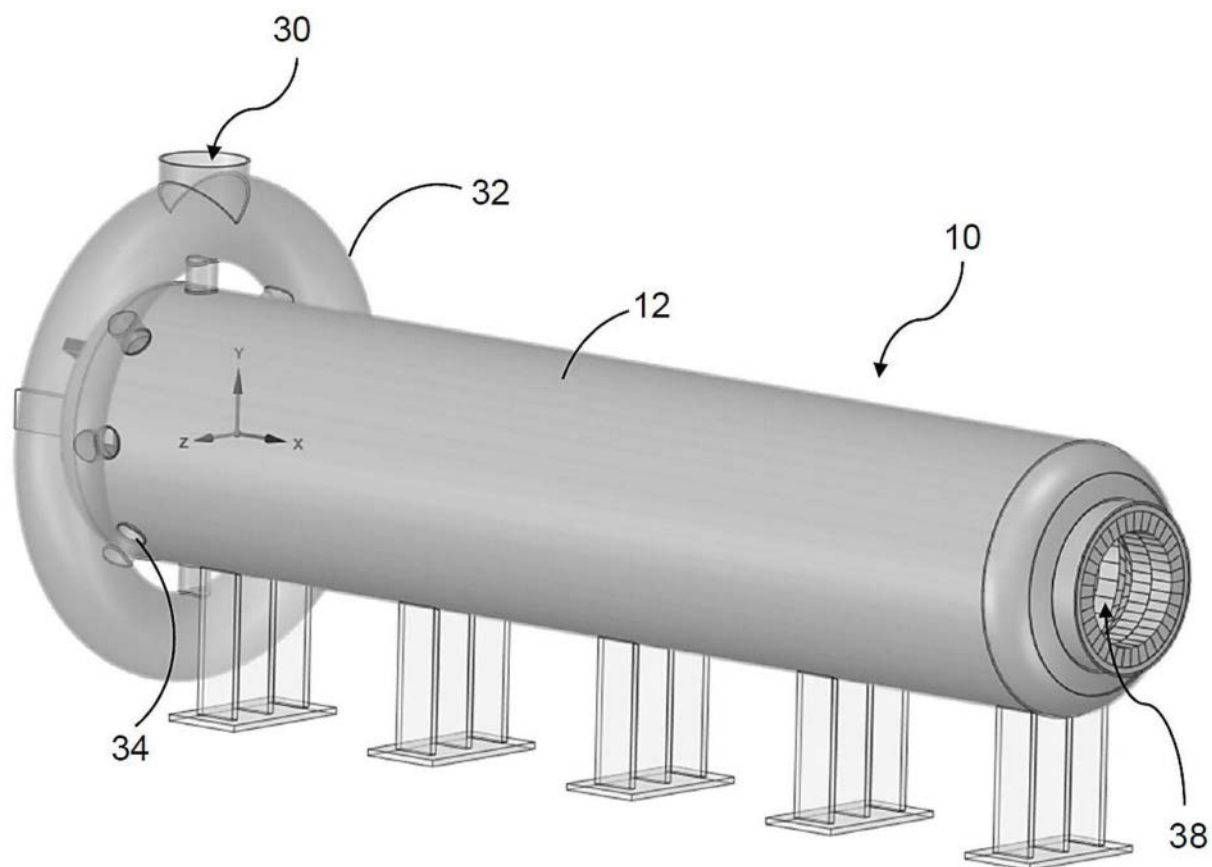


图1

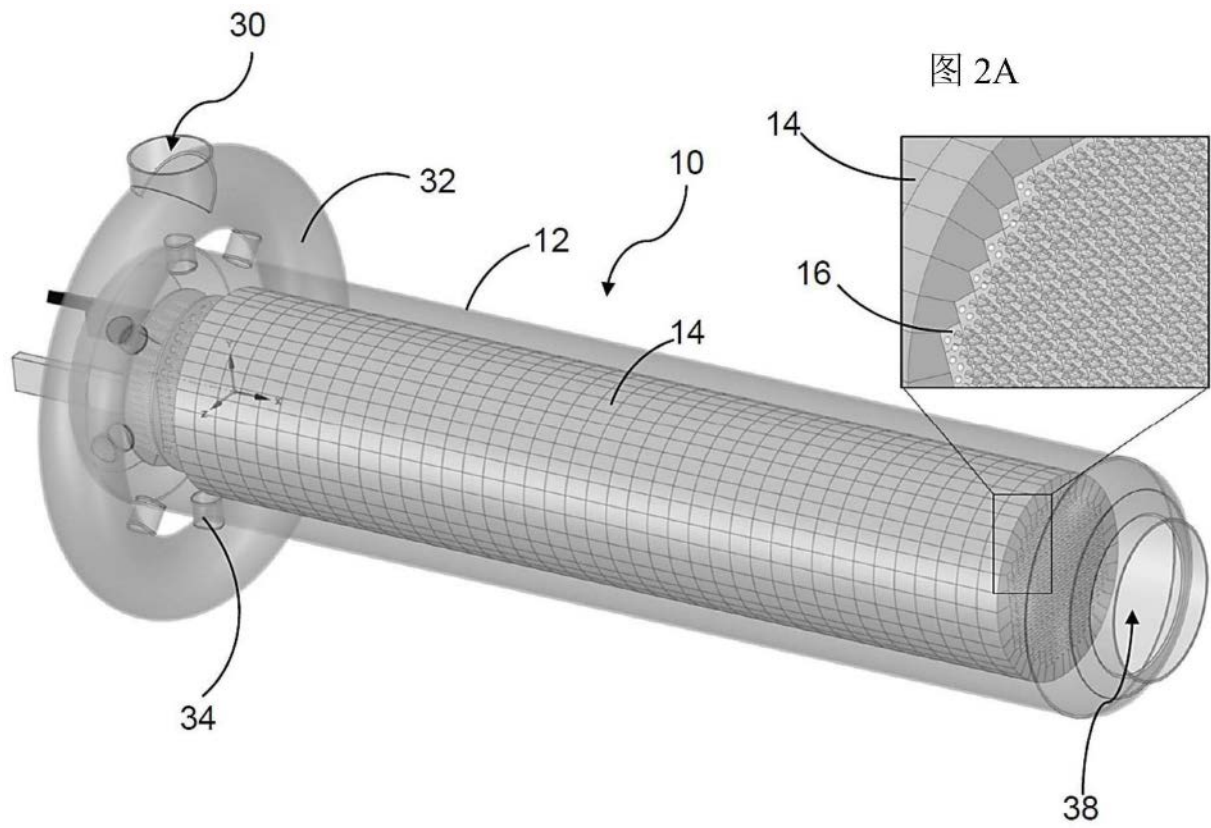


图 2

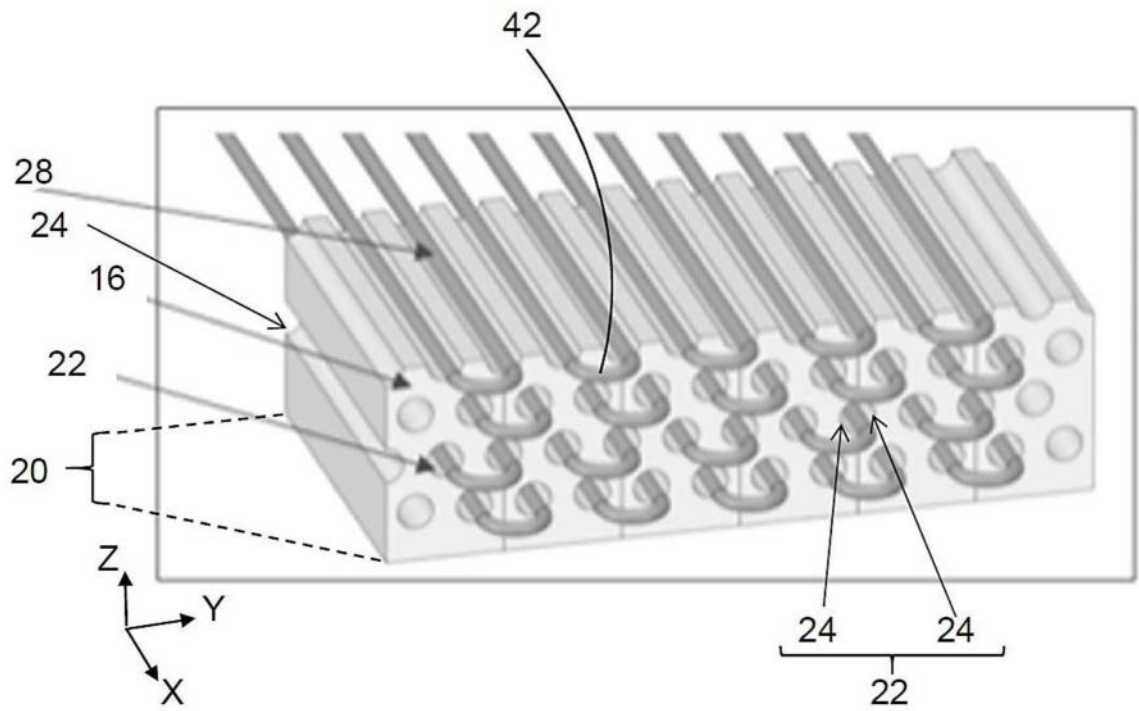


图3

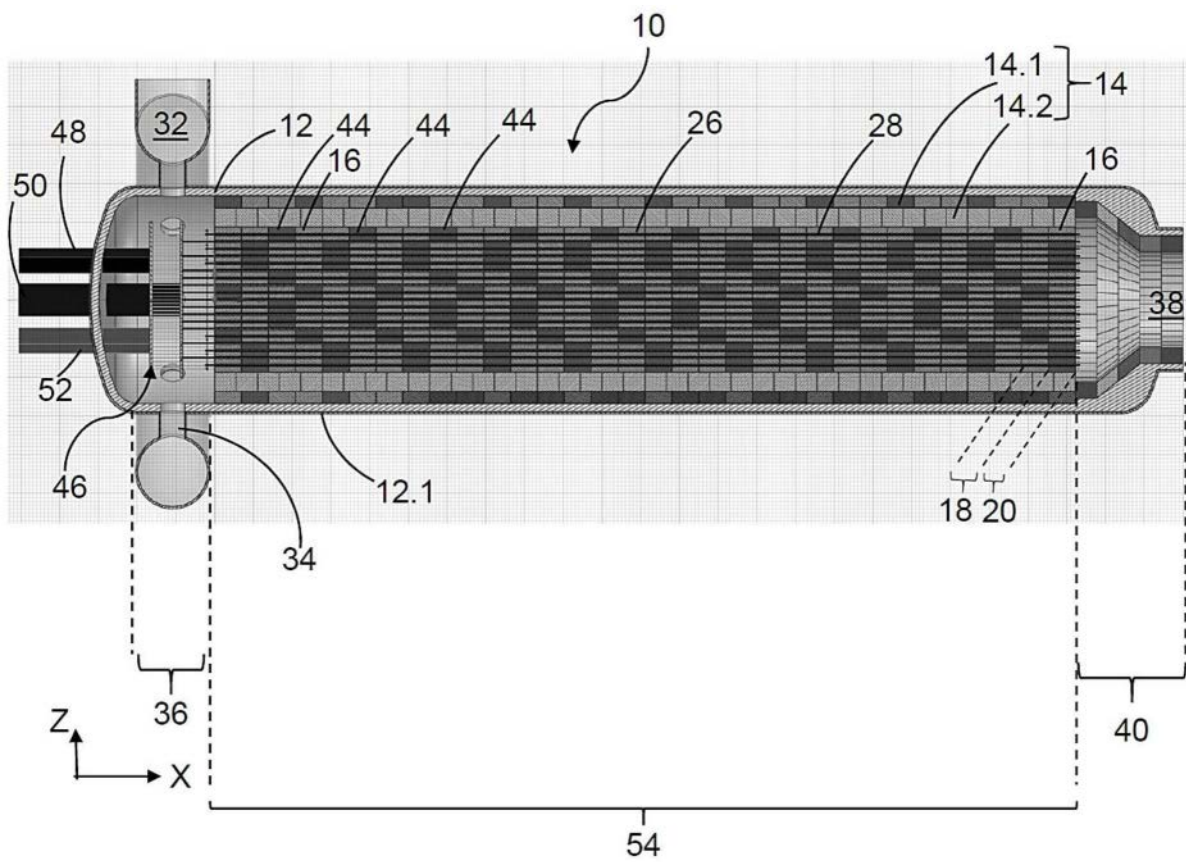


图4