[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
F28D 9/00
F28F 3/12 B01J 19/00

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 98803174.4

[43]公开日 2000年4月5日

[11]公开号 CN 1249809A

[22]申请日 1998.1.7 [21]申请号 98803174.4
[30]优先权
[32]1997.1.8 [33]AU [31]PO4513
[86]国际申请 PCT/AU98/00005 1998.1.7
[87]国际公布 WO98/30856 英 1998.7.16
[85]进入国家阶段日期 1999.9.7
[71]申请人 科夫克斯公司
地址 美国科罗拉多州
[72]发明人 戴维·S·康诺奇
达伦·J·马修斯

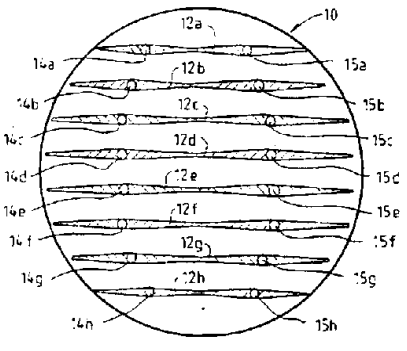
[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所
代理人 陶凤波

权利要求书3页 说明书13页 附图页数3页

[54]发明名称 反应器

[57]摘要

本发明公布了一种对具有导热系数低的固体物料如煤进行加工的反应 器和工艺，该反应器包括外壳(10)和一些由导热材料制成的隔板(12a－ 12h)。外壳(10)构成了一个对要处理加工的固体物料的填充床的容器，而隔板是放置在(外壳构成的)容器内，每个隔板都一些通道(14a－14h)，传热介质可以从通过该通道流动，在运行中，每个隔板都在隔板区域内在 传热介质和固体物料之间形成了一些导热通路。从而，借助于隔板通过传热介质和固体物料之间的热交换最终将所有固体物料加热或冷却到所要求 的温度范围。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种用于工艺处理的反应器，其中该工艺处理是将含有固体的物料加到反应器内，在反应器中形成固体物料的填充床，并进行传热以加热或冷却物料，该物料的导热系数低，该反应器包括一限定填充床内部空间的外壳和一些放置于该内部空间之内的由导热材料制成的隔板，每个隔板都带有一条或多条传热介质可以通过的通道，且在运行时，每个隔板都在其范围内在传热介质和固体物料之间形成一条或多条导热旁路，从而，几乎所有的固体物料借助于隔板通过传热介质和固体物料之间的热交换而被加热或冷却到一预定的温度范围。

2、根据权利要求1所述的反应器，其中外壳为压力容器。

3、根据权利要求1或权利要求2所述的反应器，其中隔板相互之间设置成使得在运行时，在反应器装料或排料期间固体物料可以在相邻隔板之间流动。

4、根据权利要求3所述的反应器，其中隔板是相互之间设置成使得相邻隔板之间的间距足够大，以保证在隔板之间不发生固体物料的不正常阻塞或搭桥。

5、根据权利要求4所述的反应器，其中相邻隔板之间的间距为50－500mm。

6、根据权利要求5所述的反应器，其中相邻隔板之间的间距为75－200mm。

7、根据上述权利要求的任意一项所述的反应器，其中隔板的导热系数至少高于反应器中进行加工处理的物料的导热系数的数量级。

8、根据上述权利要求的任意一项所述的反应器，其中每一隔板都包括有一个通道或一些小的通道。

9、根据上述权利要求的任一项所述的反应器，其中每一通道的直径或宽度都相对较小。

10、根据上述权利要求的任一项所述的反应器，其中每个隔板中的通道的总体积或通道仅占隔板总体积的很小的百分比。

11、根据上述权利要求的任一项所述的反应器，其中隔板有长方形的、平行四边形的或圆锥形断面。

12、根据上述权利要求的任一项所述的反应器，其中外壳包括一个安装有隔板的圆筒部分，这样当从横截面来看时，隔板为圆筒横截面上的条纹部分。

13、根据权利要求12所述的反应器，其中隔板是完全沿着圆筒长度方向延伸。

14、根据权利要求12或权利要求13所述的反应器其圆筒的纵轴是完全垂直的。

15、根据权利要求12到14所述的反应器，其中外壳还包括一个从圆筒部分延伸出来的圆锥体排料部分。

16、根据权利要求15所述的反应器，其中排料部分的体积最多占反应器壳体所围总体积的20％。

17、根据权利要求15或权利要求16所述的反应器，其中隔板延伸到排料部分。

18、一种在反应器中对导热系数低的固体物料进行加热或冷却的方法，反应器带有一外壳和一些设置在外壳内导热材料的隔板，每个隔板具有一条或多条供传热流体通过的通道，且在运行时每个隔板都在其范围内在传热流体和固体物料之间形成导热旁路，该方法包括以下步骤，将固体物料加入到反应器中以在反应器外壳内形成填充床，向通道里通入传热流体，从而借助于隔板通过传热流体和固体物料之间的传热而对填充床上的固体物料进行加热或冷却，并从反应器中排出固体物料。

19、根据权利要求18所述的方法，包括对固体物料填充床进行加压的步骤。

20、根据权利要求18或权利要求19所述的方法，在对固体物料进行加热操作时包括保持填充床有足够时间处于高温高压状况下，以对固体物料进行改良。

21、根据权利要求19所述的方法，还包括保持15分钟到1小时的时间固体物料处于高温高压状况。

22、根据权利要求20或权利要求21所述的方法，包括对填充床施加至少4巴的压力。

23、根据权利要求18到22任一项所述的方法，其中固体物料颗粒都是粗大的。

24、根据权利要求18到23任一项所述的方法，包括以成批式处理为基础的执行此方法。

25、根据权利要求18到24任一项所述的方法，其中固体物料包括煤。

说 明 书

反应器

本发明涉及一种用于一种处理工艺中，特别是高压处理工艺中的反应器，在此处理工艺中需要将热量传递给导热性差的含有固体（如煤）的物料，或者从上述导热性差的物料传递热量。本发明还涉及所述的处理工艺方法。

许多生产过程要求对含有固体物料进行加热或冷却，以促进或抑制化学反应或物理变化。通常，为了产生预定的化学反应或物理变化，需要将物料加热升温，可是，许多物料导热率很低，因此，难以采用间接热交换的方式对其进行加热。对于这种物料常常采用直接热交换方式进行加热，例如，对固体物料通入高温气体。

就本说明书而言，“直接热交换器”是属于这样的热交换方式，即在该热交换方式中是将传热介质与需要加热或冷却的物料接触。间接热交换器是属于这样的热交换方式，即在该热交换方式中是通过屏障，如管壁将传热介质与需要加热或冷却的物料分隔开来。

一些工艺不适合于进行直接热交换，固体物质与气体物质之间的热容比是很大的，要进行这种热传递就需要大量的气体或液体，例如，传热用的大量气体通过填充床是不可能的，除非该床非常粗糙或是加热或冷却时间很长，且在直接热传递过程中，包括煤或其他含有在高温下易挥发物质的物料会导致其挥发性物质由于高温气体的作用而被分离出来，这就可能造成烟道或烟囱在进行废气放散前对废气洗涤除尘的难度。在其他的工艺中，直接热交换可能导致由于气流中携带有固体物质而造成对固体物质处理上的困难或维护上的问题。

一种众所周知的间接热交换工艺就是通过同时采取在授予Koppelman的美国专利No. 5290523中所叙述的温度和压力对煤，特别是对劣质煤进行加工。在该工艺中，在高压下对煤进行加热，由于煤的结构重新排列和脱羧反应而造成一系列反应而使煤脱水。进而一些可溶性的灰分也从煤中被脱除。这样就通过加热脱水导致对煤的改良和煤发热值的改良(upgrading)。在改良工艺(upgrading process)中通过保持足够高的压力，可以基本避免被脱

除水的汽化，这就减少了该工艺过程的能源需要，因而，副产物水主要是以液态而不是以蒸汽的形式存在。

煤的加热处理过程要求将热传递给煤（通常300－600英国热量单位/磅），但煤填充床的有效导热系数大约为0.1W/mK，使煤填充床成为一个良好的绝热体。

为了对煤进行快速加热，要提供一个对煤填充床的合理加热时间，那么可以考虑的方案包括：

- 通过提高传热介质的温度，提高热驱动力。这会趋于导致煤脱去挥发成份。这对劣质煤而言，加工减少了挥发成份脱除后煤的热值，同时，这也导致了在反应器系统中的其他部分产生煤焦油和其他挥发物质的凝结。
- 采用流化床(fluid bed)。这导致需要循环大量的(惰性)气体，这又存在脱除煤的挥发成份问题,同时在热脏压缩机重新进行压缩运行前需要对气体进行冷却和清洗，而这两个方面都涉及资金和维护。
- 采用搅动床，如回转窑。这种反应器在高压及惰性气氛下操作，其涉及许多工程难点和费用。间接热交换是可以选择的，但会进一步使工程难度复杂化。但反应器中的煤的体积占用可能是低的。
- 对研磨物料(ground feed)进行快速干燥。这需要后续的造块以生产适销对路的产品，同时还需要惰性气体来热交换，且由于固体物料处于弥散状态而使体积变大。
- 煤的水热脱水。其中，将煤磨成很小的颗粒并与水混合制成水煤浆，然后水煤浆在高压下保持液体状态被加热至高温。该工艺需要对煤进行研磨，然后，将煤粉进行造块或直接应用，如发电厂，此外，加热到高温的水量很大，因此，为了热量回收需要大量的热交换装置。

由于同时采用了高压（大于10巴），因此，上述每一种方案都很难被采用。

对于物料床进行加热或冷却处理还是采用与间接热传递相结合的填充床方式更好些。因为这样可以使挥发损失最小，能源消耗较低，且主要付产品水是液态。

填充床还允许煤的粒度范围较宽，而煤的颗粒较粗大有利于流化床操作，还有填充床在高压反应器内占用体积最小，反应器容积小将节省加压

时间和反应器的运行成本。

促进间接热交换的常用方法是加热介质和被加热炉料之间有充分的表面积，这可以采用在管子内侧或外侧与加热介质相接触的管束来实现。这种管束方式适合于将热量传递给液体或气体（尽管它们易于生锈和发生堵塞，而需要维护），但当用于加热固体物料时它们会受到限制，特别是在固体物料为煤时且煤的粒度小于19mm（0.75英寸）时情况更是如此，甚至对于煤的粒度达到50mm(2英寸)也会产生这一现象，其问题就在于会产生炉料搭桥和粘结。对于此类物料任何热交换系统都必须在间歇式处理工艺的开始和结束时或连续处理中保持固体物料良好的流动性。

上述的外壳和管子设计还有一个困难，它是由于大多数反应器都需要将排料漏斗安装在反应器中管束的下端位置以便从反应器中将煤排出而引起的，即要使管束延伸到排料漏斗中，同时煤在排料漏斗中所占的体积合适而不为管束所加热是不可能的。为了克服这一难题，有些工艺采用将水或蒸汽喷入煤床，这些水或蒸汽被叫作流体工作介质，这些流体工作介质（如果是液态）在物料床的上部就会被汽化并产生过热，之后流到排料漏斗底部的出口，从而在排料漏斗底部的冷固体物料就会受到流体工作介质的加热（通过对流和流动工作介质冷凝），然而，喷入流体工作介质会带来处理过程能源利用的一系列问题。

前面所述的工艺是采用外套筒和管式热交换装置，在该工艺中，将煤加到管子周围，高温传热油流过管子之间的空间，管子直径一般为75mm(3英寸)，这意味着热传递的最大距离为38mm（1.5英寸），即从管壁到管子中心的距离。尽管小直径的管子在高压下操作有其优点，但这种反应器不是最理想的，因为它难以使固体物料从管子中流过，还有在管子之间的热传递油可能会产生循环距离短和热量分布不均匀（这会导致煤的加工处理不理想），且反应器设计复杂并难以制造，特别是管束的端板难于制造，且非常厚又很昂贵。在这种反应器中煤占的体积通常仅占反应器总容积的30－50％。

现在本发明人设计了一种反应器，该反应器适用于对煤进行加工改良，并且也适用于需要将热量传递给导热系数低的固体物料或从固体物料中吸收热量的任何工艺。该反应器采用了传导旁路(conductive bypass)的工艺原理。

本发明提供一种用于处理工艺中的反应器，它是将含有固体的物料加入到反应器中并在反应器中形成固体物料的填充床，然后进行热传递来对导热系数低的物料进行加热或冷却，该反应器包括一个外壳和一些隔板，外壳限定了容纳填充床的内部空间，而每个隔板带有一个或几个通道，传热介质可以从该通道中流过，且使用中的每个隔板在传热介质和位于隔板区域的固体物料之间形成了一个或几个传热旁路，结果，经隔板通过传热介质和固体物料之间的热交换使所有固体物料被加热或冷却到所要求的温度范围。

本发明反应器是通过本发明人对煤进行加工的一系列研究之后才开发出来的。这些研究发现，在反应器的传热介质一侧热传递阻力很小，热传递的限制性环节主要在煤这一侧。此外，令人吃惊地发现通过人为增加传热介质和煤之间的热传递阻力可以通过改进反应器的设计来实现。本发明的原理就是利用传热介质和煤之间传导旁路（即热传导旁路）使穿过煤的热传递路程最短。如上所述，根据本发明，每个隔板都在传热介质和位于隔板区域的固体物料之间形成了一个或几个热传导旁路。

正如本专业技术人员所了解的那样，在非稳定状态下固体物料的热传递，特别是对于固体填充床，最大的热传递距离是一个重要参数，加热时间和冷却时间主要取决于最大热传递距离。加热或冷却隔板的设计使煤床的结构热传递距离最大以保证通过煤床的参数最佳，同时，利用热传导旁路使与传热介质相接触的热传递面积最小。由于热传递介质用量最小所得到的好处包括，物流最佳化，提高了填充床所占据的反应器空间，优化了供热侧的热传递。当在传热介质和高压容器之间设计必要的安全设施时，传热介质最少也有优越之处。

在使用本发明的反应器时，在流过隔板中通道的传热介质，通过热传导与隔板发生热交换，该热传递改变了隔板的温度，然后在隔板的外表面和物料之间产生热传递。

作为本发明所采用的热传导旁路，优化了供热方和煤床的热传递距离，且在煤床中的热传递距离最大的情况下而不增加煤床中传热介质用量或热传递面积。

在整个本说明书中，“隔板”通常为任意的三维形状，且有一方向的长度比其他二个方向的长度要短。例如，一个隔板包括有平面的、环形的和

圆形的。

在整个本说明书中“填充床”被理解为在物料床上的物料颗粒是互相接触的。

注意，“填充床”不排除通过拥有填充床（即物料颗粒保持接触）的反应器的物料颗粒移动的情况。

还需注意“填充床”不排除在静止床内物料颗粒的局部移动。

就煤而言，通常“填充床”意味着物料床的堆密度为600－800公斤/立方米。

反应器设置有一个入口和一个出口，入口用于将物料加入反应器，出口用于将物料从反应器内排出。

隔板都是相对放置以便在反应器装料和排料期间固体物料可以在相邻隔板之间流动。

相邻隔板间距为50－500mm(2-20英寸)，而75－200mm（3－8英寸）更好些，75－125mm（3－5英寸）最佳。

本发明的反应器特别适用于高压下运行的工艺，例如2巴（29.4磅）或最好为4巴以上的压力。

该反应器特别适用于高压工艺，它要求反应器的外壳属于压力容器。

隔板是由导热材料制成的。

最好隔板的导热系数至少要大于操作中的反应器里的物料的导热系数。

在许多工艺中，固体物料是在高压下进行加工处理的。固体物料必须承受比用泵使传热介质从通道中流过的压力高得多的压力。例如，在煤脱水时，传热介质（一般为热传递油）在大约人150磅/平方英寸（1033千帕）压力下循环，而煤则承受800磅/平方英寸（5510千帕），所以最好本发明反应器中的隔板带有许多传热介质可以流过的小通道，且这些通道直径或宽度相对比较小，而通道的壁厚相对比较大。用简单的术语表示就是最好通道的体积占隔板总体积的百分比小。这有助于保证通道壁的强度足以承受由于施加在隔板外侧和通道内侧之间压力不同导致的压差。与耐热护套相对照，本发明反应器采用的隔板有足够的强度，因此，能够抵抗高压爆裂。

除了通道，最好隔板是整体式的。

隔板可以由任何适宜的高导热材料制造。

最好制造隔板的材料与从通道中流过的传热介质及在反应器内加工的固体物料完全不起化学反应。固体物料是与隔板的外表面及反应器内的气体、液体相接触，还要知道该隔板及其与隔板相关的支撑装置和管路都要求耐腐蚀和要求装煤、流动及排煤时耐磨。

导热金属或复合材料是用于隔板制作的适宜材料，适宜的金属包括钢、铝、不锈钢和低碳钢，也可以采用镀铜不锈钢、镀铜铝、等离子喷涂的低碳钢或是在铜上附上一薄层低碳钢钢衬等复合材料。要知道这里所列的材料清单并不完全，在不违背本发明精神的前提下，许多传热系数高的金属都可以在隔板上使用。

尽管最好隔板长方形断面、平行四边形断面或楔形断面，但隔板形状变化还是很多的。

尽管也采取其他形状，但最好隔板的外表面为完全平直表面，反应器内放置在正中心处的隔板也可以是圆形的或环形的。

隔板中的通道可以通过机械加工而成（即通过钻孔）或是在浇铸隔板时就带有的，或是其他加工方法加工而成。制造通道最好的方法包括浇铸、轧制而成或在一个板子的边部机械车削出一个槽并与另一个板子焊接在一起而形成完整的隔板。

隔板的最佳设计取决于反应器内所要求的最大热流量、反应器内传递的过程平均热流量和（物料处理）时间或滞留时间，也取决于建造隔板的材质。

隔板可以并排放置，分片组合在一起或头尾相接在一起，隔板之间的最佳间距一般取决于反应器内固体物料一侧的工艺要求，传热介质流过隔板的通道可以是单个的或几个为一组，介质流入与回流可以在同一隔板中或在相邻隔板中。

如果采用将一些隔板组合在一起，则可将隔板并行的连接到一些传热介质源上。这样物料层可以与传热介质源相隔而接，使用隔板组合是便于对物料层进行温度控制，如果要对反应器进行局部加热则此种方式是方便的。

控制通过隔板的传热介质流量也是可以的。例如，如果反应器中进行的操作要求对物料进行加热，接下来对物料进行冷却，则可使高温传热介

质通过隔板以加热物料，然后转换传热介质，结果冷的传热介质通过隔板以冷却隔板和物料。由于隔板中的通道体积很小，使传热介质可以快速从通道中排出，能够相对快速转换持热介质，因为传热介质和高导热系数的材质之间的良好接触，热通路（隔板）将迅速冷却下来。相邻隔板之间的间距有效地限定了固体物料的流动通道，因此，相邻板之间的间距应该是足够大的以保证不发生固体物料在隔板之间的意外堵塞或搭桥。同时，隔板之间的间距又必须足够小以保证将适当的热传递给隔板之间的所有固体物料。对于导热系数很低的固体物料，如煤，相邻隔板之间的实际最大间距为200mm（8英寸），由于间歇式批料处理时间或停留时间缩短而使100mm（4英寸）更佳。

在优选实施例中，反应器包括一个结实的圆筒体，该圆筒体内安装有隔板，从而在剖面图中我们可以看到隔板贯穿圆筒横截面的条纹，最好隔板全部沿反应器的圆筒长度方向延伸。

通常，该反应器的定位圆筒的长轴为垂直的。

通常该反应器带有一个排料漏斗，且其占反应器的容积最大为20％。

最好反应器还包括一些隔板，这些隔板安装在反应器排料漏斗内，且这些隔板带有一些用于传热介质通过的通道。排料漏斗中隔板的设计要避免固体料流的阻塞。隔板可以加工成便于固体物料流动形状，同时又对排料漏斗中的固体物料进行适当的加热或冷却。隔板可以有许多种几何形状，包括扇形的、流线型的、手指状的、侧壁墙形的、弓形的。

隔板可以与反应器的一端相连，通常传热介质是从传热介质源通过一些穿过反应器外壳而延伸到隔板通道中的传热介质管线而加入的。最好，隔板是悬挂于反应器的顶部，这种布置方式之所以好是因为固体料流潜在的阻碍最小。也可以将隔板连接在反应器较低的位置。且如果在关闭传热介质循环泵时，希望从隔板中排出传热介质则这种布置就是最合适的。如果采用熔盐作为传热介质，则采用这种布置可能更好些，因为它有利于保证熔盐从通道中排出，从而避免通道中熔盐可能发生的冻结。

在一实施例中，隔板最好不是紧固在反应器上，例如，隔板可以通过铰链而悬挂或是铰接在反应器的器壁上。如果在隔板之间发生固体物料阻塞时，这种布置方式允许隔板移动或摆动。

隔板可以包括一个附加通道，通过该通道可以向物料床添加流体工作

介质或试剂或从物料床排出流体工作介质或试剂。

反应器的外壳可以砌有绝缘材料，如耐火砖衬及可能的耐磨砖衬。

采用绝缘砖衬可以减少反应器外壳厚度和使法兰处于较冷的运行环境，提高安全性和热平衡等优点。

进一步反应器还可以包括一个用于向反应器输入气体或液体的入口，该气体或液体可以是高压液体或流体工作介质，同时该反应器还包括一个气体或液体出口。

在本发明反应器中，可以分别对传热介质侧和固体物料侧的传热进行优化。在传热介质侧只需要相对小的传热表面积，且这个传热表面是由隔板中的通道构成的。相反，在固体物料侧则需要大的传表面积，因为固体物料如煤导热系数低，且这一大的传表面积是由隔板的外表面构成的。分别进行传热优化能够使所要求的传热介质总量最少，这样成本费用、传热介质总量的减少还能使介质操作温度较高，或减少燃料消耗。此外，所采用的传热介质是有限的。因此，减少所需要的传热介质，包括补充传热介质用量，在经济上有明显的作用。

在某种情况下，隔板中的通道可以用加热隔板的加热装置来取代，例如，这种加热装置可以是电阻加热器。这里不是利用传热介质来加热隔板，而是加热装置加热隔板（并最终加热物料）。

在某种情况下，保留隔板中的热传递通道和加热装置，加热装置用来加热通道中的传热介质。

本发明反应器适合于处理导热系数低的固体物料的高压工艺流程中使用。该反应器特别适用于对煤进行加工。

根据本发明，还有一种加热或冷却反应器中导热系数低的固体物料的工艺。该反应器带有外壳和一些放置在外壳体内的由导热材料（制成的）隔板，每个隔板还带有一些传热介质流动的通道。

每个隔板在隔板区域的传热介质和固体物料之间形成了一些传热通路。

该方法包括以下几个步骤，将固体物料加入反应器，在反应器壳体内形成填充床，将传热介质(流体)通入通道，通过隔板在传热介质和固体物料之间进行传热加热或冷却填充床上的固体物料；从反应器中排出固体物料。

最好该方法包括对固体物料填充床进行加压的步骤。

当运行该工艺加热固体物料时，最好该工艺还包括保持充分时间的高温高压条件以对固体物料进行加工。

最好固体物料颗粒是粗大的。

在整个本说明书中，颗粒粗大一词可以理解为粒度大于5mm。

最好，本发明工艺是采用间歇式操作。

现在参照附图对本发明优选实施例进行说明：

图1是本发明反应器的剖面图；

图2是包括图1所示的本发明反应器在内的用于煤脱水的侧视图；

图3是图1和图2所示的反应器上的排料漏斗侧视图；该排料漏斗带有一些呈一定排列的隔板以保证在排料漏斗里对煤的处理；

图4是与图3相似的侧示图，但隔板的排列方式不同；

图5是排料漏斗的剖面俯视图。它显示了排料漏斗中隔板沿径向排列的一种方式，以保证在排料漏斗对煤的处理；

图6表示的是可以选择的隔板形状；

图7是Koppelman工艺中承受用于对煤进行加工的热流的矩形板上各点的时间－温度图。

图1中，反应器包括带有许多隔板12a-12h、外壳10。虽然图1中反应器仅显示了8个隔板，但采用的隔板数量少于或多于8个都是可以的。每个隔板12a-12h都有2个通道14（a-h）、15（a-h），传热介质油可以从中流过。

现在参照看图2，该图表示的是煤脱水装置的侧视图。该装置带有反应器20，反应器20的横截面与图1所示的完全相同。反应器20有一个悬架和位于悬架顶部的加油板22。隔板12a-12h都是通过用沿加油板22内径安装的挂钩上的链子而悬挂的。

需要指出的是可以采用任何合适的悬挂方式和支撑方式来悬挂或支撑反应器中的隔板。在图2中，隔板12a是以虚线来表示的。正如所看到的那样，隔板12a一直延伸至整个反应器20长度，与热油供应装置（没有示出）相连，输油管线24以适当的方式（没有示出）将油输送到隔板12a-12h中，油回路管线25将油输回到加油装置。

在一具体的实施例中，反应器20大约长7米（23英尺），直径1米（3.3英尺）。

反应器20还安装有气体或液体入口50以将高压流体或流体工作介质输入到反应器中，反应器还有一液体出口51，以将流体工作介质和其他液体从反应器排出。同时，反应器还有一个流体出口52以释放反应器中的压力。

为了减少反应器20对煤的负荷，反应器20还有一个加料漏斗25，该加料漏斗25位于反应器20的上方，并与反应器20的顶部有一定的偏离。加料漏斗25与反应器20有一定偏离是为了使对隔板12a-12h进行维护和更换时既可单个移出也可整体移出。加料漏斗25通过一个偏置管道26而与反应器20相接，来至加料漏斗25的煤通过偏置管道26流入反应器20。偏置管道26带有阀门26a以控制煤的加入。使用时，煤通过由相邻的隔板12a、12b等之间的隔板表面构成的物流通道向下流动，并填入反应器形成填充床。

反应器20的底部安装有排料漏斗27以保证煤从中排出。当反应器20填满煤时，排料漏斗27也填满了煤，为了对排料漏斗中的煤进行加工处理，可以在排料漏斗中安装一定数量的隔板，这些将在后面详细讨论。

排料漏斗27带有阀门27a并通过排料溜槽28而连接到冷却滚筒29上。在使用时，在煤被处理后，煤通过排料溜槽28而排入冷却滚筒29。在冷却滚筒中高温的煤被冷却至低于70℃。冷却滚筒也可以安装有板式冷却器，该冷却器形式与图1所示的隔板很相似，冷却水从隔板中的通道中流过，在冷却到所要求的温度后，加工处理过的煤通过阀门而从底部出口30排出。冷却板可以用于生产蒸汽来回收热能。

现在将对图2所示装置的操作予以说明。在用煤填充反应器20后，将反应器密封并加压，且将传热油输到隔板12a、12b-12h的通道中。热油温度通常为350－380℃（662－716℉）。根据上述有关信息，这个温度范围对于加工处理不同煤种和其他固体物料的最佳温度要求是适宜的。将热油输入隔板可以是在反应器加入煤之前、加煤过程中或是加煤之后。由于隔板12a、12b等的导热系数高，隔板迅速大致升温到热油的温度（在几个循环之后，隔板就已完全热了），然后将热量从热隔板传递给煤，这就导致煤的温度升高膨胀或一系列反应的发生，随着煤的结构重新排列使煤脱水。将煤在反应器中保持预定的时间后，打开反应器以降低反应器压力，并将加工处理过的煤排入冷却滚筒29中，在冷却滚筒29中将煤冷却并排出以供销售或进一步加工处理，例如加工成煤块。

图3和图4表示的是图2中反应器20的排料漏斗27和底部侧视图。虚线表示的是排料漏斗中隔板12a-12h的可能排列方式，以保证排料漏斗中煤足以加热到高温，从而有足够的时间得到充分处理。

如图3所示，隔板12a-12h向下延伸到排料漏斗的不同位置，其中正中间的隔板一直延伸至排料漏斗中。图3所示的排列方式在保证将适宜的热量传递给排料漏斗中的煤的同时，保证了煤能够顺利从排料漏斗流过。

在图4中，隔板12a-12h的形状是依照排料漏斗的外壳形状而制成的。同时有一部分隔板比另一些隔板插入排料漏斗更深一些，以保证煤能够顺利从排料漏斗中流出。

图5表示的是排料漏斗的俯视平面图。在图5中，排料漏斗27中有固定安装的隔板32a-32h，隔板32a-32h可以带有自己的供油系统或也可由图2中所示的输油管路供油。

图1所示的隔板其横断面为从高温油通道开始逐渐向里成锥形收缩，但是，其他形状的隔板断面也是可以采用的，且可以选择的断面形状见图6。

图6a表示一隔板，该隔板断面34中间宽且逐渐收缩到窄端部36、37，且在断面的中间位置加工有油通道35。

图6b表示的是一个大致平行管道的断面结构。图6b表示的隔板是相对尺寸比较小的。

图6c表示的隔板38，隔板38带有一个中间位置加工有方形油通道29并逐渐向端点40和41收缩。

图6d表示的隔板除了油管道42、43为圆形横断面以外，结构总体上与图1表示的隔板结构相似。

图6e表示的隔板总体上与图6d所示的隔板相类似，只是油管道44、45带有从板壁向里凸出的部件，以增加从油管向隔板的传热面积。这在图6f中表示的更清楚些。图6f表示的是一个比图6e更宽大的隔板，且相应它有更大的油通道46、47。

图6g表示的长方形隔板，该隔板带有圆形油管道。

图1到图6所示的反应器和隔板形状可以有多种形式，特别是，隔板12a-12h中各隔板的间距可以随着隔板材质的传导率和结构、加入反应器中固体物料以及反应要求的停留时间而变化。隔板的厚度也是可以变化的。显然随着隔板厚度的增加，隔板的热容量也相应增加，其作用就是减少一些特

殊反应过程中可能产生的温度下降。关于这一点，无疑较厚的隔板具有较大的热容量或热稳定性。因此，能够起到缓冲反应过程要求热函的作用。（如图1、图2所示）反应器中隔板12a-12h可以基本垂直向下布置，然而，隔板也可以呈水平布置或倾斜布置。隔板最好是呈垂直布置，因为重力可有助于固体物料从反应内排出。为了改善向固体物料的热传递，从隔板的表面带有向外伸出的一些横向凸出部分也是可以的。但任何这种形式的横向凸出部分的布置都要使其对固体料流的阻碍最小。

隔板12a-12h最好是以非固定方式安装在反应器中，且最好是仅有一端与反应器相接。例如，隔板可以悬挂在链子上，隔板之间的距离是有要求的，且万一隔板之间的物流通道被堵塞，最好其间距要考虑到隔板的移动，这种隔板的移动有助于清除物流阻塞。可以设置一些装置来移动隔板，如推杆、汽动装置或振动器。

考虑到隔板的维修或更换，隔板可以单个或整体从反应器中移出。

隔板也可以带有通风管道或喷吹管道以便于对固体物料床进行有选择的通风或喷吹一些其他的介质。

由于构成反应器外壳的压力容器是要完全绝热的装置（除了内外油管之外），因此，压力容器可以砌筑一层绝缘材料（如耐火材料衬砖，也可以是一层耐磨衬砖），使反应器的结构墙壁和法兰的运行温度保持低于100℃成为可能，这就导致钢材消耗方面的大量节省。反应器的外壳需要承受最大的额定压力，但同时，当反应器在“冷”状态下运行时，反应器可以不降低所允许的金属温度应力的情况下进行设计。

图7表示的是采用Koppelman工艺对煤进行改良加工时受到热流作用的长方形隔板各点的时间－温度图。该工艺为成批式操作，正如从热流量曲线所看到的，工艺的热函要求随时间发生很大变化。在图7的上部所绘制的温度－时间图显示，在处理过程中整个温度发生了改变，但在时间t = 20分钟时的最大温度降低大约40℃仍能够对煤进行理想的加工处理，整个隔板的温度最终会在70分钟恢复到初始值。正如本领域的技术人员所知道的那样，处理周期、隔板数量、隔板间距和材质都可以被适当优化。

本发明反应器较以前的反应器具有以下优点：

－增加了要在反应器中进行加工处理的固体物料所占据的体积，通常对于给定的反应器可以增产60％，或是对于产量一定时可以使用较小的反

应器。

－因为可以在压力容器壳体内砌筑绝缘衬，压力容器壳体可以在冷状态下运行。

－加热油的用量低。

－优化了油的传热。

－长方形的、半固定式的固体物料床位于相邻的隔板之间，优化了固体物料流。

－对排料漏斗进行加热。

－在整个反应期间油的传热速率均匀。

－在主反应容器内不需要膨胀缝。

－避免了容器壳体和热交换管的不同膨胀问题。

－可以更换原有的容器壳体和管式反应器。

－可以移出来进行维护和改造。

－便于清洗传热介质和更换液体介质。

－可以在可能的范围内对隔板和管路按比例放大。

本领域的专业人员都知道，除了已经进行专门叙述的之外，可以对本文所叙述的发明进行改进和变化，并要清楚在不违背本发明精神和范围的情况下，本发明拥有对本发明的所有变化和改进。

说　明　书　附　图

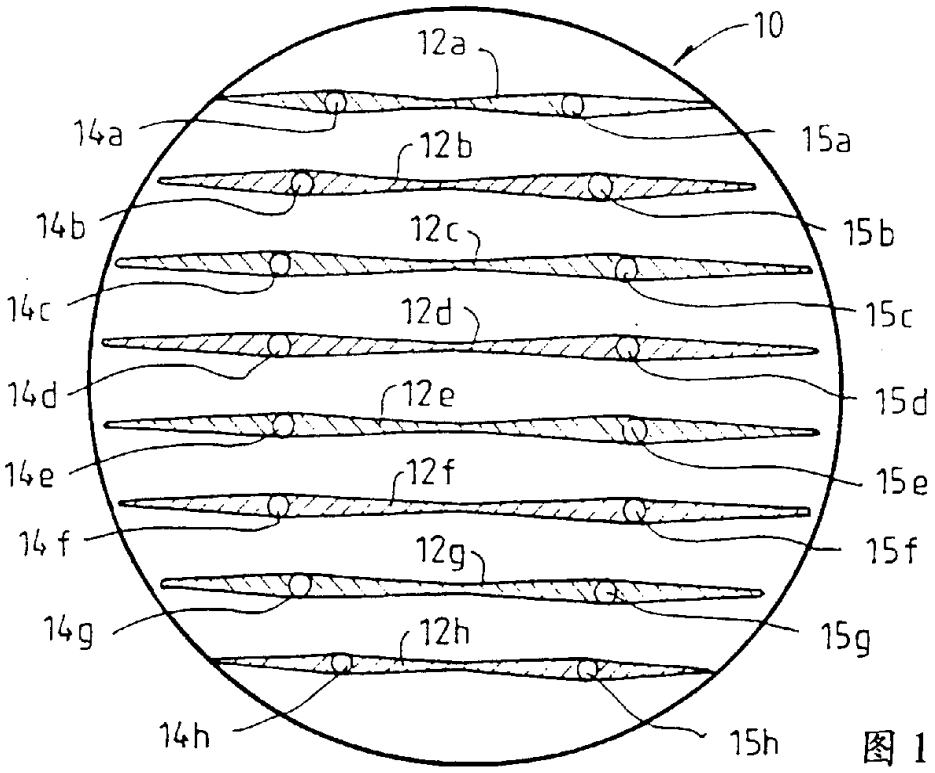


图 1

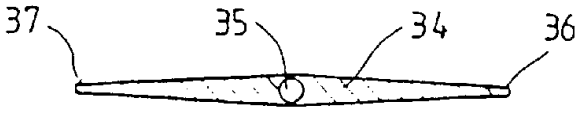


图 6a



图 6b



图 6c

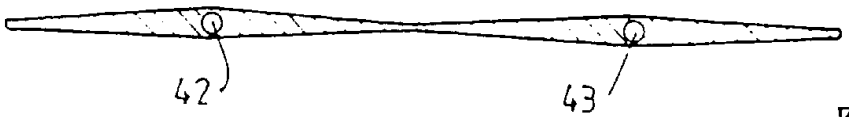


图 6d

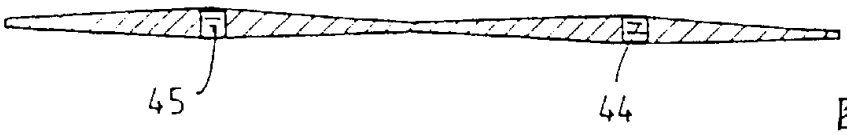


图 6e

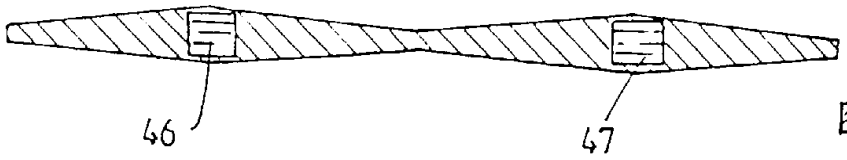


图 6f

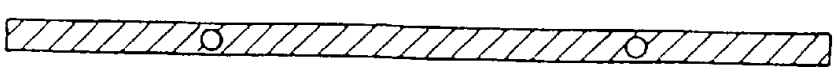


图 6g

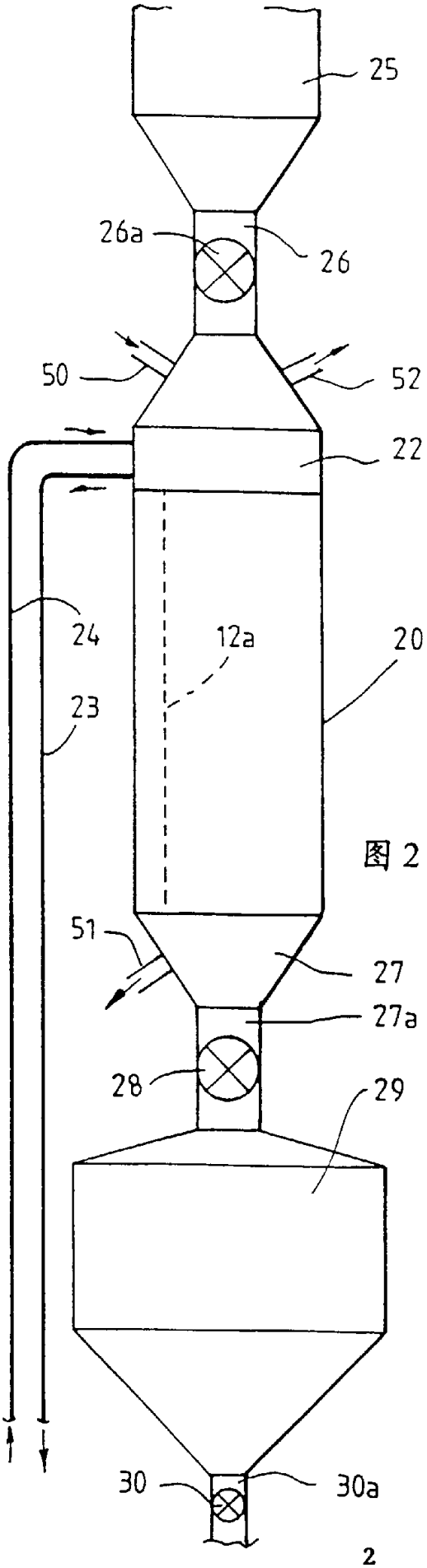

25
26a
26
50
52
22
24
12a
20
23
51
27
27a
28
29
30
30a

图 2

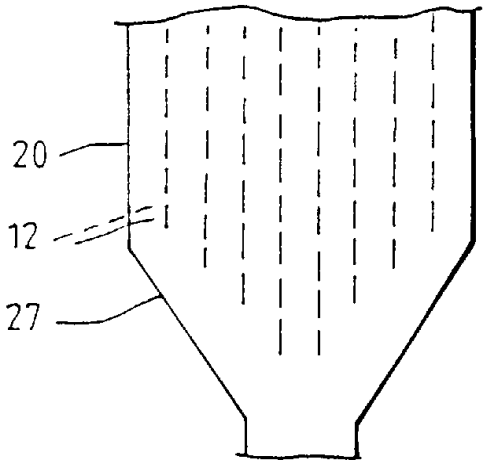

20
12
27

图 3

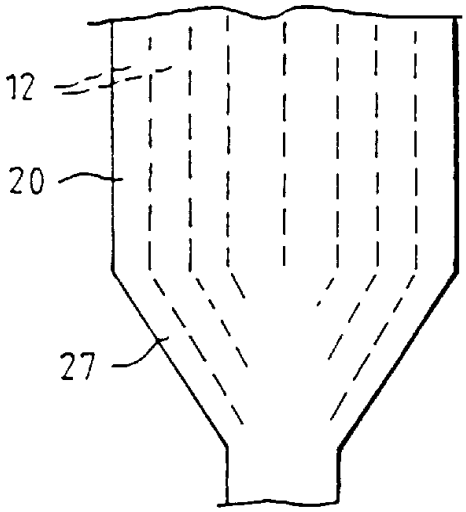

12
20
27

图 4

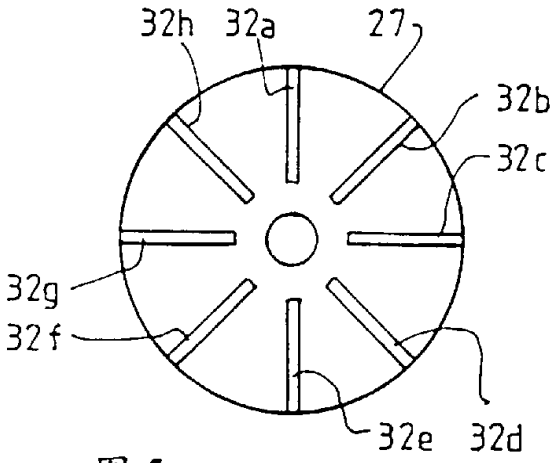

32h
32a
27
32b
32c
32g
32f
32e
32d

图 5

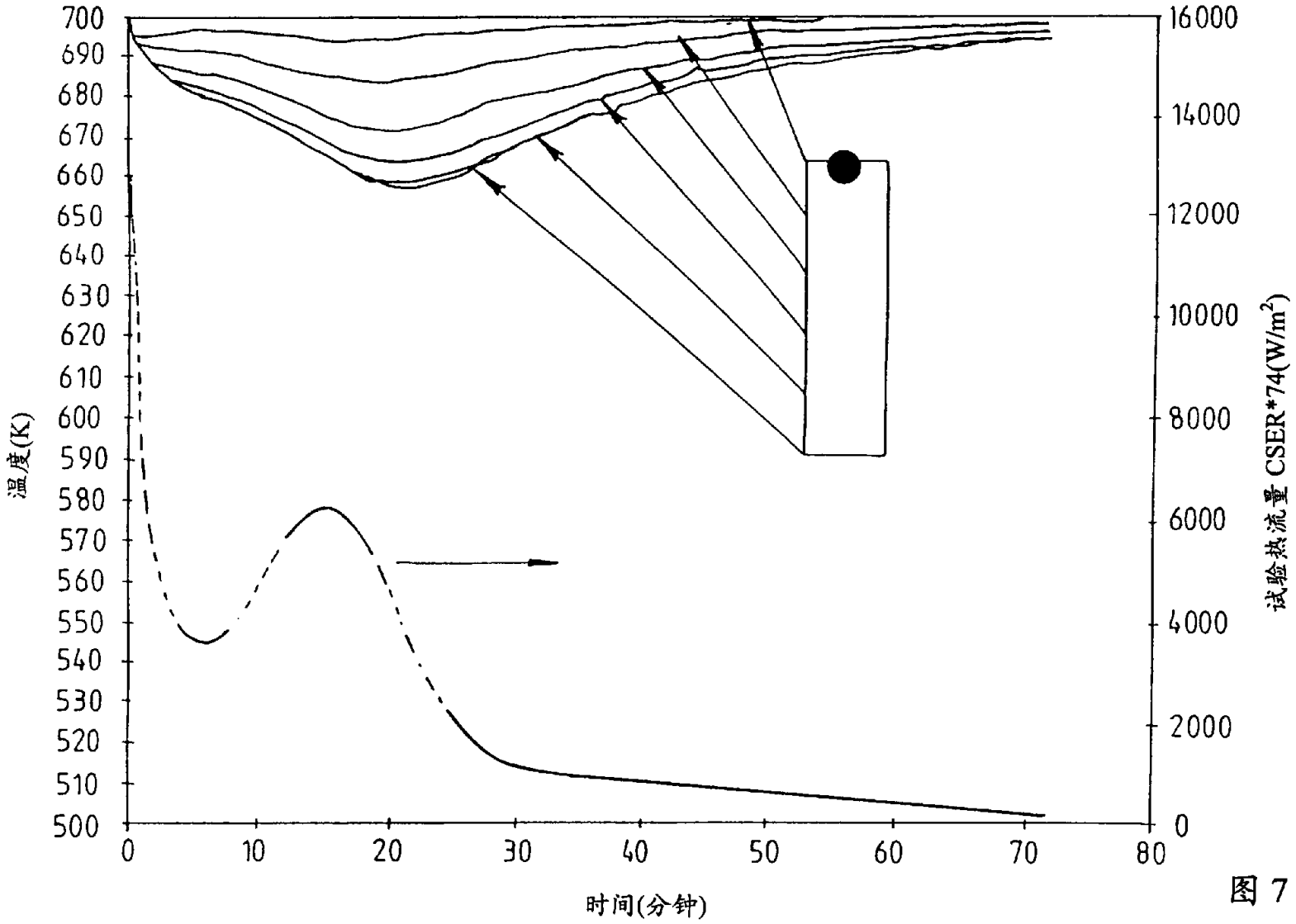

温度(K)
700
690
680
670
660
650
640
630
620
610
600
590
580
570
560
550
540
530
520
510
500
0
10
20
30
40
50
60
70
80
时间(分钟)
16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
试验热流量 CSER*74(W/m²)

图 7