

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F23C 10/00

F16K 1/48 F16K 49/00

F16K 41/02



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96198302.7

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1131957C

[22] 申请日 1996. 8. 19 [21] 申请号 96198302.7

[30] 优先权

[32] 1995. 9. 25 [33] US [31] 08/533,570

[86] 国际申请 PCT/US96/13366 1996. 8. 19

[87] 国际公布 WO97/12179 英 1997. 4. 3

[85] 进入国家阶段日期 1998. 5. 14

[71] 专利权人 阿尔斯托姆电力公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 Y·沙克尔 J·D·多姆布罗斯基

R·C·格尔迈

审查员 李玉红

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

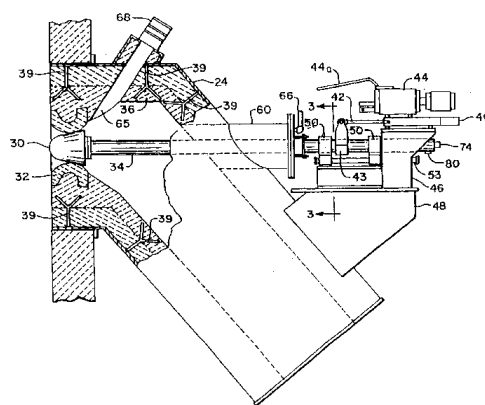
代理人 周备麟 黄力行

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称 循环流化床燃烧室的煤灰控制阀

[57] 摘要

一种用于包括一流化床(12)的系统内的煤灰控制阀(22)，具有一个壳体(24)，一个在该壳体(24)中供颗粒物料通过的栓座(32)，一个栓(30)，其尺寸和外形与该栓座(32)匹配接合，用以将该栓(30)自第一位置向第二位置移动的装置，在第一位置上，该栓(30)与该栓座(32)座合，在第二位置上，该栓(30)与该栓座(32)成间隔关系；和该移动栓(30)的装置包括安装该栓(30)的装置，该安装栓(30)的装置包括一根将栓(30)固定于其上的细长管(34)，其特征在于该安装栓(30)的装置包括多条配置在该细长管(34)周围的轴向延伸肋(82)和多条配置在该栓孔(86)内的沟槽(84)；在该栓(30)上与该多条沟槽(84)配合以限定插接型接纳构件的装置，该接纳构件有尺寸和外形适于接纳该多条轴向延伸肋(82)，并允许在该栓(30)和肋(82)之间有相对转动，以便在其间形成锁合。



1. 一种用于包括一流化床(12)的系统内的煤灰控制阀(22), 该
煤灰控制阀(22)具有一个壳体(24), 一个在所述壳体(24)中
5 供颗粒物料通过的栓座(32), 一个栓(30), 其尺寸和外形与所
述栓座(32)匹配接合, 用以将所述栓(30)自第一位置向第二位
置移动的装置, 在第一位置上, 所述栓(30)与所述栓座(32)座
合, 在第二位置上, 所述栓(30)与所述栓座(32)成间隔关系;
和所述移动栓(30)的装置包括安装所述栓(30)的装置, 所述安
10 装栓(30)的装置包括一根将栓(30)固定于其上的细长管(34),
其特征在于

所述安装栓(30)的装置包括多条配置在所述细长管(34)周围的
轴向延伸肋(82)和多条配置在所述栓孔(86)内的沟槽(84);
在所述栓(30)上与所述多条沟槽(84)配合以限定插接型接纳构
15 件的装置, 该接纳构件有尺寸和外形适于接纳所述多条轴向延伸肋
(82), 并允许在所述栓(30)和肋(82)之间有相对转动, 以便
在其间形成锁合。

2. 按权利要求1所述的煤灰控制阀(22), 其特征在于还包括:
供冷却细长轴(34)的装置, 包括一个中心管(72), 引导冷
20 却剂沿所述细长轴(34)轴向长度流动。

3. 按权利要求2所述的煤灰控制阀(22), 其特征在于还包括:
在所述座(32)对面穿过所述壳体(24)的壁的所述细长轴(34)
部; 和

包围穿过所述壳体(24)的壁的细长轴(34)轴向部的管套(60),
25 所述管套(60)确保当所述细长轴(34)自第一位置向第二位置轴
向移动时所述细长轴(34)和所述管套(60)之间的动态密封。

4. 按权利要求3所述的煤灰控制阀(22), 其特征在于还包括:
所述移动栓(30)的装置包括轴向移动所述细长轴(34)的装

置，该移动细长轴的装置包括一缸筒与柱塞组件（40）；和

一夹紧装置（50），与所述细长轴（34）接合，按操作关系连于所述缸筒与柱塞组件（40）中的缸筒。

5 5. 按权利要求 4 所述的煤灰控制阀（22），其特征在于所述移动栓（30）的装置包括至少一个第一线性轴承。

6. 按权利要求 5 所述的煤灰控制阀（22），其特征在于所述移动栓（30）的装置还包括一个第二线性轴承。

7. 按权利要求 6 所述的煤灰控制阀（22），其特征在于所述移动栓（30）的装置还包括各自与所述第一和第二线性轴承配合的第一和第二杆（53）。
10

8. 按权利要求 7 所述的煤灰控制阀（22），其特征在于所述移动栓（30）的装置还包括分别支承第一和第二杆（53）的第一梁（54）和第二梁（56）。

9. 按权利要求 8 所述的煤灰控制阀（22），其特征在于所述管套（60）包括一灯笼环组件（38），该灯笼环组件具有允许密封流体通过的通道，防止煤灰排出流化床（12）。
15

10. 按照权利要求 9 所述的煤灰控制阀（22），其特征在于所述壳体（24）在所述座（32）的对面有一壁，所述细长管（34）穿过该壁，该壁大致与所述细长管（34）成 45° 。

20 11. 按权利要求 10 所述的煤灰控制阀（22），其特征在于所述壳体（24）衬以耐火材料。

12. 按权利要求 11 所述的煤灰控制阀（22），其特征在于所述耐火材料为铝酸钙材料。

循环流化床燃烧室的煤灰控制阀

技术领域

5 本发明涉及循环流化床燃烧室装置，尤其涉及到各种阀，包括该装置的控制阀。循环流化床装置现在愈来愈多地被各种各样的应用场合所采用。采用循环流化床是特别有利的，因为技术的发展已导致操作和燃料灵活性两方面有明显的进步。本文献描述用于该装置的各种控制阀。

10 本发明涉及流化床装置，它特别适用于蒸气发生装置中的流化床燃烧装置。虽然本发明主要应用于蒸气发生系统中的燃烧过程，然而应当理解本发明也可应用于各种流化床装置。精通该技术的人们会进一步认识到流化床在非燃烧反应中已应用了数十年，其中，流化床中反应物的彻底混合和紧密接触导致了高的生产率，且节约了时间和能量。

15 流化床燃烧装置能在足够低的温度下有效地燃烧煤以避免按其它模式燃烧时所产生的许多问题。术语“流化床”是指同体物质在其中产生自由流动、呈流体样的状态。随着气体向上流经一固定颗粒床，该气流产生倾向于相互分离这些颗粒的力。在低气流时，这些颗粒和其它固体保持接触，倾向于阻抗运动。这种状态称作固定床。随着气体流量增加，达到一个点，在该点，作用于颗粒上的力仅足以产生分离。此时认为该床被流化了。在固体之间的气体垫允许这些颗粒自由移动，赋以该床一种液体样特性。

25 流化床燃烧能燃烧具有这种通常被认为不适合的高浓度煤灰硫、氮的燃料。由于采用这一工艺，至少在大多数情况下，能省去气体洗涤器，同时仍然满足排放的要求。在流化床燃烧中，燃料在被流动化气体的上升气流悬浮的不可燃灼热颗粒的床中燃烧。通常，该燃料为诸如煤的同体粒子，虽然能方便地采用液态和气态燃料。

30 该流动化气体一般为燃烧空气及燃烧的气态产物。当燃料灰份少或不需要收集硫时，该燃料灰可由诸如砂的惰性物质来增补，以维持该床。在需要收集硫的应用场合，采用石灰石作为吸附剂，并构成该床的一部分。两种主要型式的流化床燃烧系统为（1）沸腾流化床（BFB），其中比流化该床所需多出的空气流经呈沸腾态状的流化床。该沸腾流化床的特征还在于有适度的流化床固体混合率和在该烟气中有较低的固体夹带

物；（2）循环流化床（CFB），其特征在于有较高的速度和较细的流化床颗粒尺寸。在这些系统内，当固体夹带物增加时，该流本床表面变得分散，因此，不再有一确定的床高度。循环流化床系统，自燃烧室到粒子再循环系统且返回到燃烧室，有高的物质循环率。虽然精通本技术的人们可考虑其它的应用，本发明却特别适用于循环流化床锅炉。这种普通型式装置的特点，在由 Joseph G. Singer, P. E. 编辑的由燃烧工程股份有限公司于 1991 年出版的刊物燃烧矿石动力（Combustion Fossil power）中有进一步的描述，该公司为 Asea Brown boveri 的子公司，地址：1000 Porspeet Hill Road, Windsor, Connecticut 06095。

10 在普通的循环流化床蒸气发生器中，粉碎的燃料和吸附剂由机械或气动输送到燃烧室的下部。一次空气经空气分配器输给燃烧室的底部，二次空气经在燃烧室下部一个或多个高度上的空气口输入。燃烧在充满流化床物质的整个燃烧室内进行。烟气和夹带固体离燃烧室，并进入一个或多个旋风式分离器，在分离器内，较大的固体粒子被分离，并掉入密封槽内。该固体粒子自该密封槽被再循环到燃烧室。可选择地，可使某些固体粒子经一栓阀转移到一外部流化床热交换器（FBHE），并返回到燃烧室。在 FBHE 中，管族自流化固体粒子吸收热量。

20 在 DE-A-4037252 文献中，公开了一种用于包括一流化床系统的系统内煤灰控阀装置。（见 栏 2，55-66 行及图 1、3）。此外，如在 DE-A-4037252 文献中所公开的，该煤灰控制阀装置包括：一个壳体；一个在壳体内供颗粒物通过的座，一个栓（26）的尺寸和外形适于与所述座匹配接合；用以将所述栓自第一位置移到第二位置的装置（25），在第一位置上所述栓与所述座座合，在第二位置上，所述栓与所述座保持间隔关系；用以移动所述栓的所述装置包括用以安装所述栓的装置，用以安装所述栓的所述装置包括一个将所述栓固定于其上的细长管（25）。

30 许多先有技术阀存在一个问题它们的结构允许颗粒进入阀机构的栓组件部分的各部件之间的空隙。这些颗粒的进入尤其存在问题，因为该阀是由几种具有不同的热膨胀系数的不同材料制成的。这些颗粒的进入产生俗称“砂箱千斤顶”的效应。该术语是指一种现象，其中物质颗粒进入栓组件内的微小缝隙中。这些生小缝隙通常仅当栓组件的另件处于灼热因而膨胀状态下才存在。极大的温度变化和热膨胀系数的不同，这

二者结合在一起导致了为正确运转必须保持精确对准和配合的机构产生变形。尤其是，阀的环境温度一般为 1500°F，因而，该机构的温度大约是 1500°F。

5 温度极高的另一方面是必须特别注意使阀体外的阀机构和阀体内的高温适当的密封。一些公知的阀已包括了若干刚性套，以密封轴周围，该轴支承一个与栓座配合的栓件。该公知的刚性套场非令人完全满意。

应用于这些应用场合的许多先有技术阀的另一问题是使用寿命，在机构故障以前的工作寿命短得不能令人满意。这是特别值得注意的，因为这些机构故障导致费时的保养，而在这保养期间，整个循环着的流化

10

床燃烧室和相关的装置不能工作。由于为了最大程度地利用这些装置并使其处于连续运转的临界状态而产生的经济压力，提高其寿命是非常重要的。

5 还应理解，在这些应有和场合中的另一些公知阀存在的问题，该阀机构的栓部的精确，平稳的运动对于该阀长期满意的工作是至关重要的。至少在这些应用场合中的某些先有技术阀至今并没有充分地提供这样的工作。

受控制的颗粒物料具有极大的容积和重量。估计在循环着的流化床装置的正常运转期间，该颗粒物料的重量全处在每小时 400,000 10 至 2.2 百万磅！因此，可以看到该阀的工作环境是相当严厉的。

发明目的和概述

本发明的主要目的是提供一种在极热和严厉的环境中能处理极大量物料的装置。

15 本发明的一个目的是提供一种用于循环着的流化床燃烧室的煤灰控制阀，它比这些应用场合中的公知阀具有较长的工作寿命。

本发明的另一目的是提供一种其构形能防止物质进入阀机构的缝隙和间隙中的阀。

本发明的还有一个目的是提供能确保阀机构栓部精确、平稳运动的装置。

20 本发明的再有一个目的是提供一种改善了的控制刚性套结构。

本发明的另一目的是提高装有该阀的循环流化床装置的运转适用性。

发明概述

25 业已发现，本发明的这些和另外的目的可以在用于包括一流化床系统的系统内的煤灰控制阀中实现，该煤灰控制阀具有一个壳体，一个在所述壳体中供颗粒物料通过的栓座，一个栓，其尺寸和外形与所述栓座匹配接合，用以将所述栓自第一位置向第二位置移动的装置，在第一位置上，所述栓与所述栓座座合，在第二位置上，所述栓与所述栓座成间隔关系；和所述移动栓的装置包括安装所述栓 30 的装置，所述安装栓的装置包括一根将栓固定于其上的细长管，其特征在于所述安装装置包括多条配置在所述细长管周围的轴向延伸肋和多条配置在所述栓孔内的沟槽；在所述栓上与所述多条沟槽配合以限定插接型接纳构件的装置，该接纳构件有尺寸和外形适于接纳所述多条轴向延伸肋，并允许在所述栓和肋之间有相对转动，以便在其间形成锁合。 35

在该煤灰控制阀的某些形式中，用以冷却所述管子的装置包括一个中心空内室，用以引导冷却剂沿管子的轴向长度流动。管子的一部分可穿过所述座对面的壳壁，

5 一管帽组件可包围穿过壳壁的管的轴向部位，该管帽组件确保当管子沿第一位置向第二位置方向轴向移动时在管子和管帽组件之间的动态密封。

10 该煤灰控制阀可包括使管子轴向移动的装置，后者包括一缸筒和栓塞组件和一夹紧装置，该夹紧装置和管子接合，并在操作上与缸筒与栓塞组件中的缸筒保持连接。在某些实施例中，该安装装置包括至少一个第一线性运动轴承，该安装装置还可包括一个第二线性运动轴承。在安装装置的某些形式中，还包括第一和第二轴，它们分别跟第一和第二线性运动轴承配合。该安装装置还可包括第一和第二梁，用以分别支承第一和第二轴，而管帽组件可包括一灯笼环及跟流体源配合的装置，以改善密封。

15 在本发明的某些形式内，在座的对面壳体有一壁，轴穿过该壁，该壁大致与轴成 90° 。该壳体可用诸如铝酸钙材料的耐火材料作衬。
附图简述

参照附图会更清楚地理解本发明，其中：图 1 是循环流化床燃烧室装置的局部简略视图，包括一个或多个本发明的控制阀；

20 图 2 是本发明煤灰控制阀优先结构的局部轴向剖视图；

图 3 是沿图 2 中 3-3 线所取的局部剖视图；

图 4 是包围穿过壳壁的管子轴向部分的管帽组件的局部剖视图；

图 5 是紧挨阀栓的管子配件的轴向剖视图；

25 图 6 是沿图 5 中 6-6 线所取的横剖视图。

优先实施例描述

30 参照图 1 以及图 2-6，表示一竖直细长燃烧室 10，一循环流化床 12 配置于其内。循环流化床 12 配置在底板 11 上。一次空气经配置在底板 11 下面的孔口 13 供给流化床 12。二次空气、石灰石和燃料被引入流化床 12 的侧边，如燃烧室 10 左侧（按观察方向）的三个箭头所示。在燃烧室的燃烧过程中，空气、石灰石和燃料在床 12 内起反应。该燃料通常是煤。石灰石是吸附剂。一底部煤灰控制阀 15 也配置在燃烧室 10 的左侧。下面还要详细描述该阀。控制阀 15 的用途是能使煤灰自床 12 排

出。通常，通过控制阀 15 的底部煤灰经冷却而后被抛出。

循环流化床 12 中的颗粒经一气体通道 14 再循环到一个或多个旋风分离器 16 (仅示出一个)。每一旋风分离器 16 是竖直细长的，并具有连于密封槽 18 的下端。每一旋风分离器 16 的顶部与一返回通道 17 相
5 联，返回通道 17 包含附加的传热表面。指示返回通道 17 之外运动的箭头指示流至除尘装置和烟道 (未示) 的烟气流动。更多的煤灰自下端 19 排出。

每一密封槽 18 的形状和功能有些类似于通常连于居民和工业用槽的排水管的存水弯管。密封槽 18 经第一回流管道 20 与燃烧室 10 相连。
10 煤灰控制阀 22 调节自密封槽 18 流出的流经衬有耐火材料的壳体 24 的流动，壳体 24 连于热交换器 26 和第二回流管道 28。第二回流管道 28 自密封槽 18 经热交换器 26 接通到燃烧室 10。第一和第二回流管道 20, 28 以及密封槽 18 均衬以耐火材料。

应当理解，密封槽 18 一般充以颗粒物料，其作用很像液体。存在
15 于自燃烧室 10 排出的烟气内的颗粒物料在旋风分离器 16 内进行分离。由于颗粒物料自旋风分离器 16 内的烟气中分离，这些颗粒物料可能以较在竖直配置并联接于第一回流管道 20 的密封槽 18 的支管内更大的高度配置在与旋分离器 16 对中的密封槽 18 的支管内。换句话说，应当理解，在旋风分离器 16 正下方的较高柱管中有一内在的“压头”，它推
20 动颗粒物料经密封槽 18 移入第一回流管道 20。因此，即使烟气不能自燃烧室 10 经密封槽 18 通至旋风分离器 16，也有自旋风分离器 16 至流化床 12 的颗粒物料流动。沿密封槽 18 的底部输送较低流量的高压空气，以流化因而有助颗粒物料的运动。

在连接回流管道 20 的燃烧室 10 的下端处的流体压力约为 30 英寸
25 水柱。在旋风分离器 16 底部处的压力约为零英寸水柱。若旋风分离器 16 的底部直接与燃烧室的下端联接，而没有介入充以颗粒物料的密封槽 18，则气体会自较高压力的燃烧室 10 流到较低压力的旋风分离器 16。

通常，燃烧室 10 中的一传感器 (未示) 与一控制器 (未示) 配合
30 来调节煤灰控制阀 22，以保持燃烧室 10 中的所希望的温度。该控制系统可以改变以适于特定的应用场合。一般来说，煤灰控制阀 22 的开启使颗粒物料或煤灰流经包括热交换器 26 的旁通回路。由于热交换器 26 会自煤灰或颗粒物料内提取一些热量，燃烧室 10 内的温度会变低，因

为通入燃烧室的大量颗粒物料会比假如这些颗粒物质已通过密封槽而没有在热交换器 26 中发生冷却的要冷。通常，煤灰控制阀 22 的控制系统会调节该阀，以控制燃烧室 10 内的温度。精通本技术的人们会理解，特定的控制系统会随与热交换器 26 中传热元件相关的应用场合而改变。

5 图 2 中清楚表示阀 22 包括一金属头或栓 30，它与座 32 配合。座 32 的轮廓包含一普通圆形开口，其作用像文丘利管。栓 30 被支承在管 34 上。如在图 2 中清楚看到的，管 34 穿过壳体 24 的壁。壳体 24 的壁衬以耐火材料 36，后者由 Y 型件 39 定位在适当位置上。管套 60 与管子 34 或同心关系配置在穿过壳体 24 壁的管子轴向端。

10 由于栓 30 的精确、平稳移动的重要性，管 34 借助一液压油缸相对于座 32 作轴向移动，该液压缸筒的柱塞 42 通过一销连于一卡圈 43，卡圈与轴 34 连结。自泵、马达和液压流体源组件 44 对缸筒 40 输送高压液压流体。组件 44 包括一个手把 44a，供手动操作泵之用。在动力系统发生故障时，采用手动操作，同时也便于该系统的调节。缸筒 40 固定
15 在支座 46 上，支座 46 固定在底座 48 上，底座 48 固定在壳体 24 上。和气动系统相反，由于液压系统固有的较大动力传输，所以液压致动是优先的。虽然该优先实施例包括一液压缸，然而凡精道该技术的人们应当理解，在不背离本发明的精神下，其他的实施例可包括一气动缸筒。还有一些实施例可包括齿条和小齿轮结构或适于电马达操作的其他结
20 构。

如图 3 清楚看到的，管子 34 被夹紧在第一和第二夹紧装置 50，50 内，它们各自具有圆柱形横截面沟槽 52，52，其中配置球轴互线性轴承。这种普通型式轴承系统包括由 Thomson/industries/nc 制造的 XR® 球轴瓦轴承。沟槽 52，52 分别骑在杆 53，53 上，后者被支承在各自的平行
25 梁 54，54 上，平行梁 54，54，按平行关系安装在平行的工字梁 56，56 上，工字梁 56，56 安装在底座 48 上。

在极高的环境温度中，要求阀 22 具有各种特殊的性能。管套 60 包围穿出壳体 24 的管 34 的部分，如在图 2 和 4 中清楚看到的。管套 60 是一个倾斜插入壳体 24 内的圆柱体。管套 60 的壁衬以耐火材料 36，用
30 V 型件 62 将耐火材料定位在适当的位置上。管套 60 必须将壳体 24 内的极高温度与环境温度隔离。为此目的设置了一灯笼环组件或刚性套 38。灯笼环 38 包括一个套筒 64，套筒具有一条外圆周槽和一条内槽，这些

槽基本上处在套筒 64 上的同一轴向点上。在内、外槽中间径向延伸的一些通道允许气体在它们之间通过。经管子 66 供应冷却空气，管子 66 最初将冷却空气引到外槽，然后到径向通道，最后到内槽。用这种方式，可阻止来自燃烧室 10 的煤灰等物通过。凡精道该技术的人们会判明，

5 灯笼环组件 38 由一些螺栓固定在一板上，后者与管套 60 的突缘接合。

灯笼环组件 38 的一个优点是可以满意地采用通常商业上可买到的密封件 70。换句话说，这种结构并不要求特制的密封件。在壳体 24 内设有一检查口 65，带有一观察玻璃 68。

借助于一中心管 72 对管 34 供以内部冷却水流，由图 5 和 6 清楚可见。中心管 72 设有一进水连接管 74，与冷却水源（未示）配合。冷却水通过管 72 的整个长度，直到被板 76 阻挡为止，该板密封管 34 的左端，因而迫使冷却水流至管 72 和管 34 之间的右方（按观察方向）。大体包围管 74 的整个轴向长度的螺旋形件 78 使管 34 传至冷却水的热量最大。换言之，该螺旋形件使管 34 获得最大的冷却。管 34 上的出口件

10 80 引导冷却水流在冷却水流流过管 72 的整个轴向长度后，然而经管 34 和 72 之间的环形间隙返回。

本发明的另一特点是要防止煤灰或其它颗粒物料进入装置的缝隙中。如图 5、6 所示，栓 30 和管 34 间的联接是一种插接结构。更详细地说，在该优先实施例中，该管子有三条轴向延伸的肋 82，82，82，围绕管子 34 的圆周成等间隔分布。肋 82，82，82 分别与三条弧形沟槽 84，84，84 配合，这三条沟槽在栓 30 的孔 86 周围成等间隔分布。这样，当将管插入孔 86 内时，这些构件的对中在图 6 中如实心线所示。使栓 30 相对于管 34 转动到图 6 中以虚线表示的位置，便完成了接合。箭头 88 还指示为接合所需的位移。

20

在完成转动后，键 90 插入自栓 30 至板 92 轴向延伸的键槽中。板 92 焊于管 34 上。这样，键 90 阻止了栓 30 和板 90/管 34 之间的相对运动。最好，大体呈圆柱段的罩 94 焊于键 90 的上方，以防止键 90 无意中移动。罩 94 还防止煤灰或其它颗粒物质进入栓 30 和管 34 之间的界面内。

25

在该优先实施例中，底部煤灰控制阀 15 和阀 22 是等同的。因此，除了注意控制系统不同外，无须再描述。

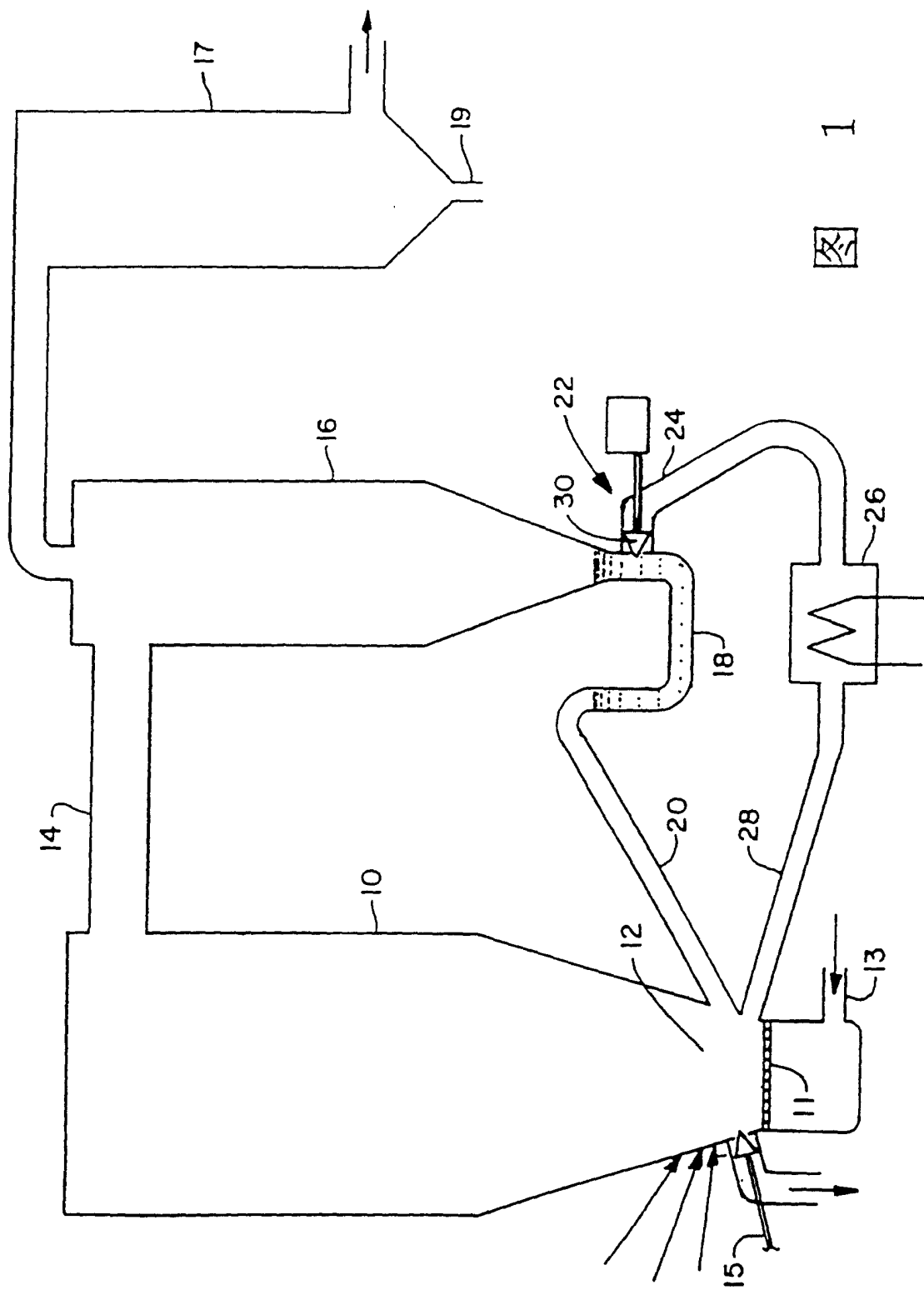
30

在该优选实施例中座 32 由碳化硅瓦片制成。耐火材料 34 最好是粘

有耐火混凝土的铝酸钙。最好，最接近于流道的座部分的特点不同于最接近于槽壁的成分。前者的特点为工作衬垫，而后者的特点为隔热衬垫。其性能如下：

| 性能 | 隔热衬垫 | 工作衬垫 |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| Al ₂ O ₃ | >30% | >25% |
| SiO ₂ | >45% | >60% |
| Fe ₂ O ₃ | <1.5% | <1.5% |
| 干密度 | <60 磅/立方英尺 | <125 磅/立方英尺 |
| 永久线性变化 (最大绝对值) | - 0.8% | - 0.15% |
| 冷压碎强度 | >300 磅/平方英寸 | >70000 磅/平方英寸 |
| 耐启强度 (美国材料试验标准 ASTMC704) | 不适用 | <12.0 毫升 |
| 装配方法 | 水泥枪 (gun) 或浇注 | 振动浇注 |

- 就所示的优先实施例叙述了本发明。精通该装置技术的人们按照这
- 5 里公开的技术，可以想出其它的种种变更。精通该技术的人们会识别这种变更，这种变更被认为是为该公开内容所包含的。本发明仅由下列权利要求书所限定的。



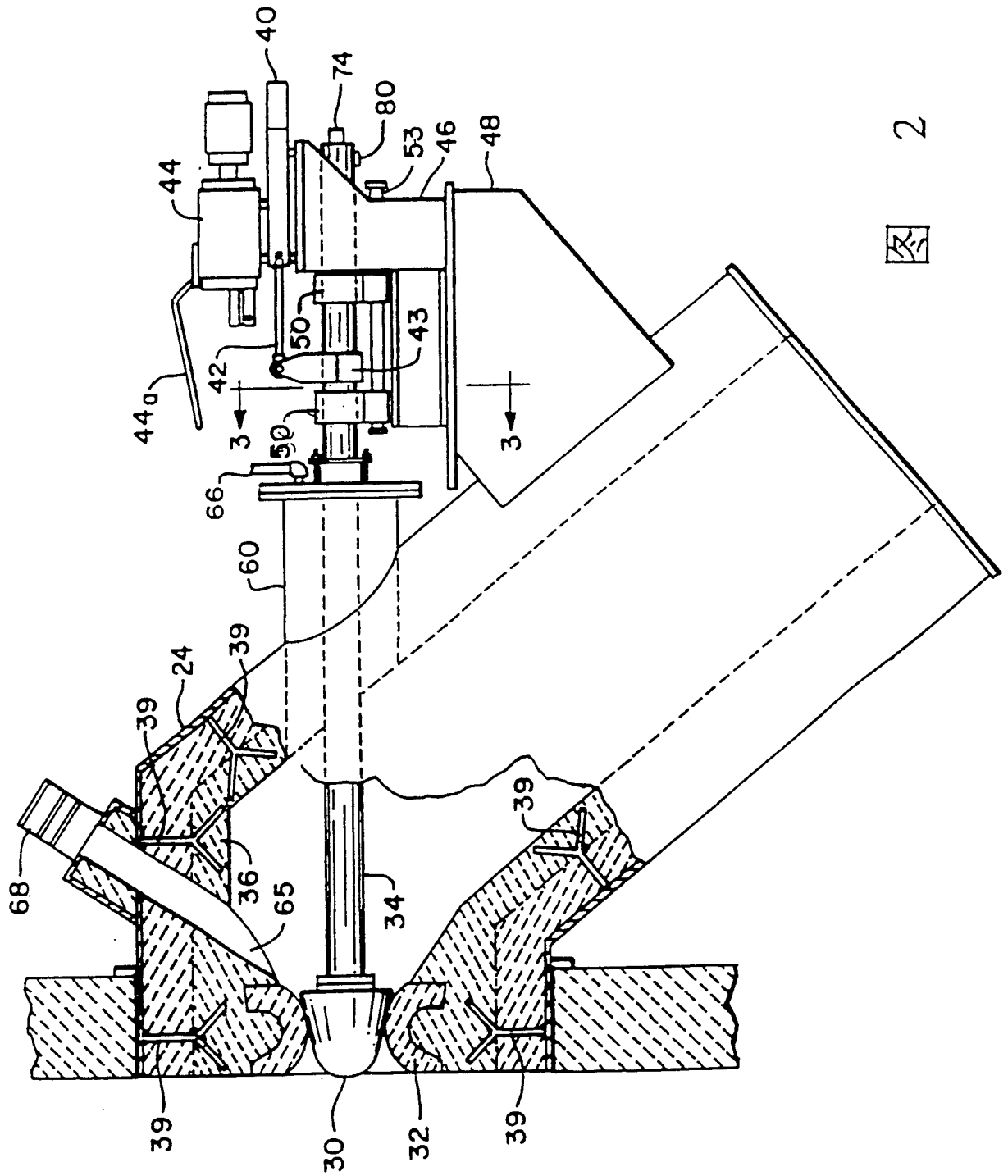


图 2

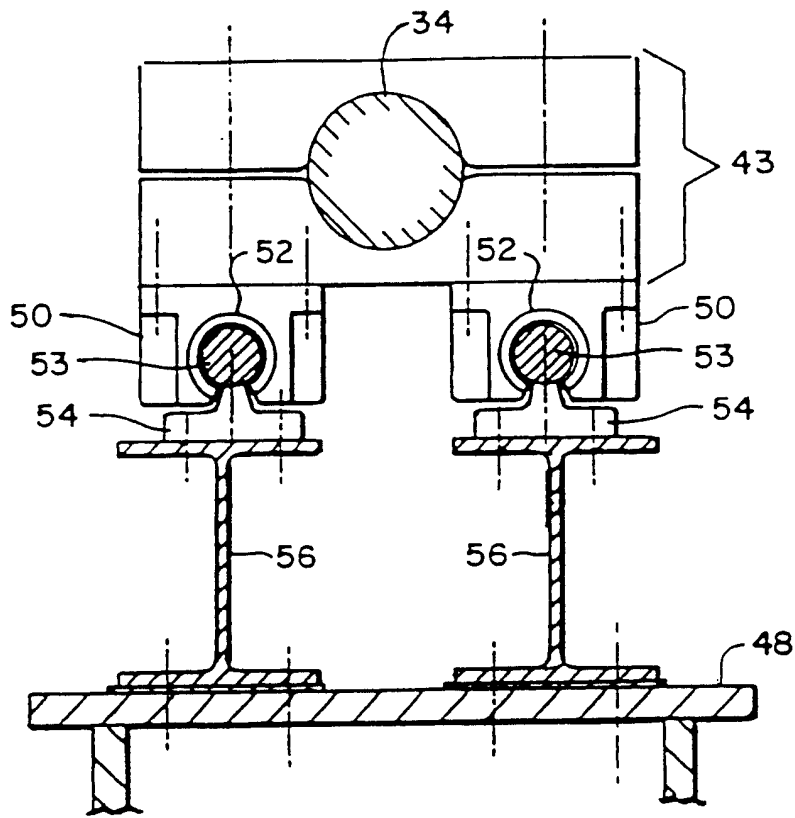


图 3

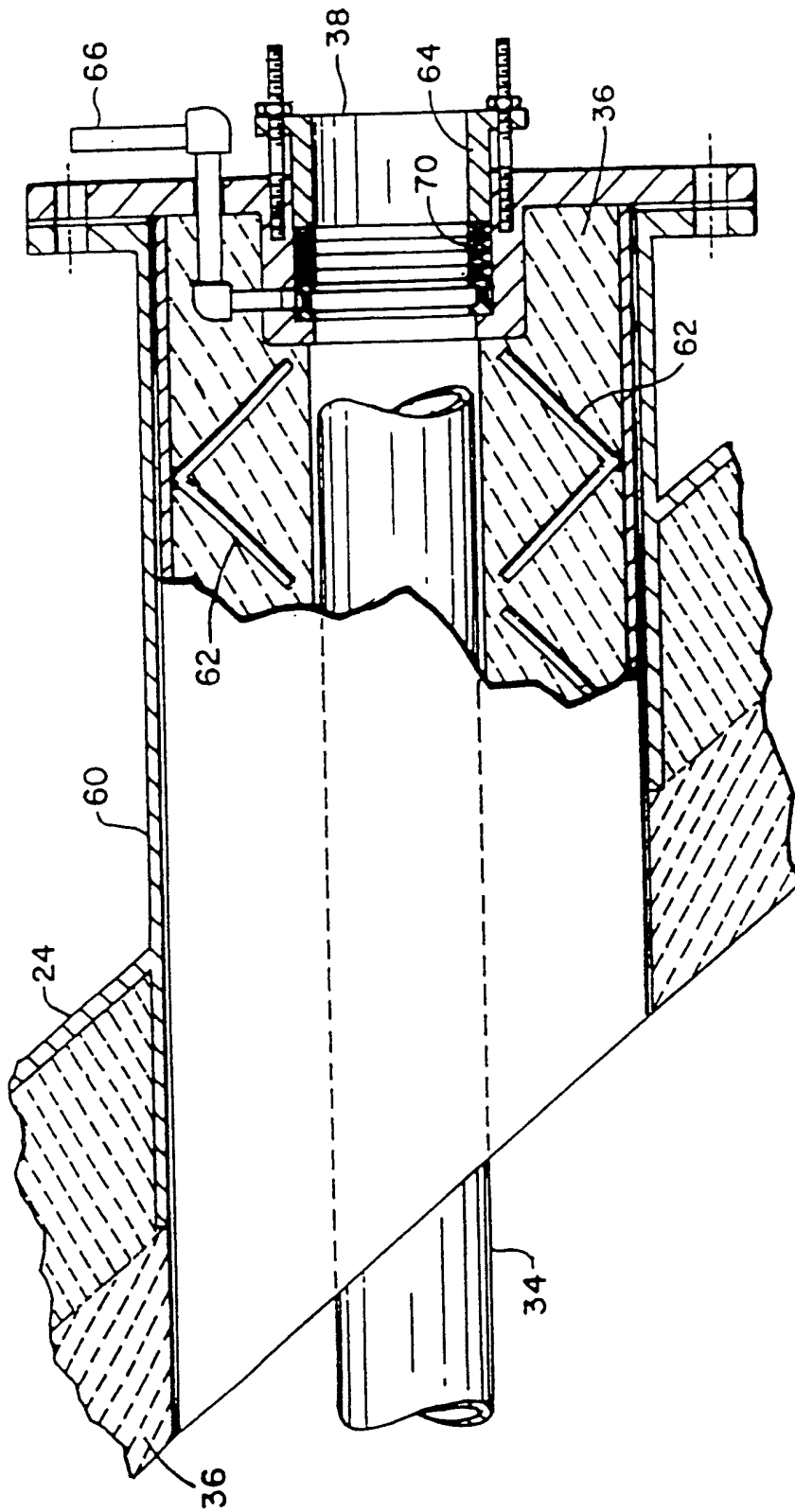


图 4

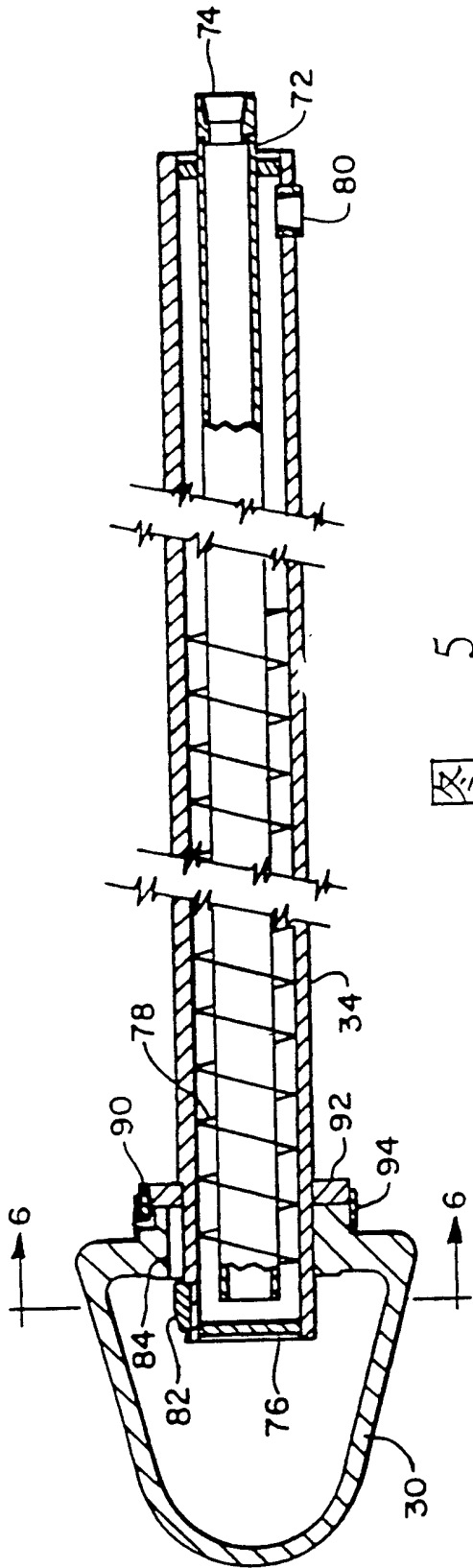


图 5

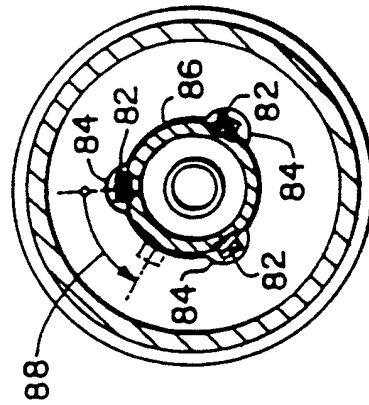


图 6