



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102667337 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201080025823. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 04. 30

F22B 1/18 (2006. 01)

(30) 优先权数据

F22B 29/06 (2006. 01)

102009024587. 1 2009. 06. 10 DE

F22B 37/10 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 12. 12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/055886 2010. 04. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02010/142495 DE 2010. 12. 16

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 J. 布吕克纳 J. 弗兰克

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 郝俊梅

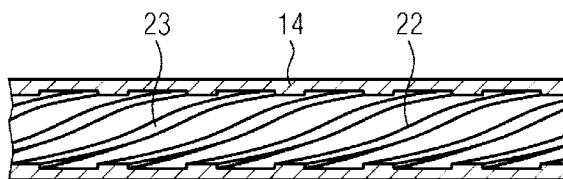
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

直流式蒸发器

(57) 摘要

本发明涉及一种用于卧式废热锅炉 (2) 的直流式蒸发器 (1), 包括一个第一蒸发器加热面 (8), 该第一蒸发器加热面有一些基本上垂直排列、由下向上通流的第一锅炉管 (13), 以及包括另一个就流动介质而言连接在第一蒸发器加热面 (8) 下游的第二蒸发器加热面 (10), 该第二蒸发器加热面有另一些基本上垂直排列、由下向上通流的第二锅炉管 (14)。为了在使用寿命特别长的同时应允许采用特别简单的结构, 按本发明, 一些第二锅炉管 (14) 具有内部型面 (22)。



1. 一种用于卧式废热锅炉 (2) 的直流式蒸发器 (1), 包括第一蒸发器加热面 (8), 该第一蒸发器加热面具有基本上垂直排列、由下向上通流的第一锅炉管 (13), 以及包括另一个就流动介质而言连接在第一蒸发器加热面 (8) 下游的第二蒸发器加热面 (10), 该第二蒸发器加热面具有另一些基本上垂直排列、由下向上通流的第二锅炉管 (14), 其中, 一些第二锅炉管 (14) 具有内部型面 (22)。

2. 按照权利要求 1 所述的直流式蒸发器 (1), 其中, 所述内部型面 (22) 是螺旋弹簧状。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的直流式蒸发器 (1), 其中, 各内部型面 (22) 的型面几何形状选择为, 使得通过各第二锅炉管 (14) 形成流动介质的规定的摩擦压力损失。

4. 按照权利要求 1 至 3 之一所述的直流式蒸发器 (1), 其中, 各内部型面 (22) 以内部加筋 (23) 的方式加工在各第二锅炉管 (14) 内。

5. 按照权利要求 1 至 3 之一所述的直流式蒸发器 (1), 其中, 各内部型面 (22) 作为内部配件 (24) 装入各第二锅炉管 (14) 内。

6. 按照权利要求 1 至 5 之一所述的直流式蒸发器 (1), 其中, 一些第二锅炉管 (14) 作为管排 (11) 就燃气而言互相串联。

7. 按照权利要求 1 至 6 之一所述的直流式蒸发器 (1), 其中, 第一蒸发器加热面 (8) 就燃气而言连接在第二蒸发器加热面 (10) 下游。

8. 一种废热锅炉 (2), 它包括按照权利要求 1 至 7 之一所述的直流式蒸发器 (1)。

9. 按照权利要求 8 所述的废热锅炉 (2), 就燃气而言在它的上游连接燃气轮机。

## 直流式蒸发器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于卧式废热锅炉的直流式蒸发器,包括一个第一蒸发器加热面,它有一些基本上垂直排列、由下向上通流的第一锅炉管,以及包括另一个就流动介质而言连接在第一蒸发器加热面下游的第二蒸发器加热面,它有另一些基本上垂直排列、由下向上通流的第二锅炉管。

### 背景技术

[0002] 在燃气与蒸汽轮机装置中,利用包含在来自燃气轮机经膨胀后的工质或燃气内的热量,产生用于汽轮机的蒸汽。将热量传入连接在燃气轮机下游的废热锅炉内,废热锅炉中通常设有一些加热面,用于水预热、发生蒸汽和蒸汽过热。加热面连接在汽轮机的水汽循环中。水汽循环通常包括多个,例如三个压力级,其中每个压力级可以有一个蒸发器加热面。

[0003] 对于就燃气而言连接在燃气轮机下游作为废热锅炉的蒸发器,可考虑多种不同的设计方案,亦即设计为直流式锅炉或设计为循环式锅炉。在直流式锅炉中,加热规定作为蒸发器管的锅炉管,导致流动介质在锅炉管内一次性流过时蒸发。与之相比,在自然或强制循环式锅炉中,循环流动的水在通过蒸发器管时仅部分蒸发。其中未汽化的水在产生的蒸汽分离后为了进一步汽化重新输入同一些蒸发器管内。

[0004] 直流式锅炉与自然或强制循环式锅炉不同,它没有压力限制。高的新汽压力有利于达到高的热效率,并因而有利于矿物燃料加热的电厂产生低的CO<sub>2</sub>排放量。此外,与循环式锅炉相比直流式锅炉结构简单,并因而能成本非常低地生产。因此采用按直流原理设计的锅炉作为燃气与蒸汽轮机装置的废热锅炉,在结构简单的同时,特别有利于达到燃气与蒸汽轮机装置高的总效率。

[0005] 设计为废热锅炉的直流式蒸汽发生器,原则上可以按两种不同结构形式之一设计,亦即按立式的结构方式或按卧式的结构方式。在这里,卧式的直流式蒸汽发生器设计用于大体沿水平方向流过热介质或燃气,例如来自燃气轮机的废气,而立式的直流式蒸汽发生器则设计用于大体沿垂直方向流过热介质。

[0006] 不同于立式的直流式锅炉,卧式直流式锅炉可以采取特别简单的措施和化费非常低的加工和装配费用制成。其中尤其就流动介质而言连接在下游的第二蒸发器加热面的锅炉管,可能在各排管内部出现两相流动介质对锅炉管的不均匀分布,这导致温度不对称和由于不同的热膨胀导致机械应力。因此为避免损坏废热锅炉,迄今例如安装弹性弓(Dehnbögen)用于补偿所述的应力。然而在卧式废热锅炉中这种措施在技术上可能比较复杂。

### 发明内容

[0007] 因此本发明要解决的技术问题是,提供一种上述类型用于废热锅炉的直流式蒸发器,它在使用寿命特别长的同时应允许采用特别简单的结构。

[0008] 为解决上述技术问题,按本发明令一些第二锅炉管有一种内部型面。

[0009] 在这里本发明考虑问题的出发点在于,通过取消迄今常用的弹性弓,可以达到废热锅炉或直流式蒸发器特别简单的结构。然而在这种情况下,必须以另一种方式减小由于在每个管排的并联的锅炉管内温度不对称引起的机械应力。它们尤其出现在加入水汽混合物的第二蒸发器加热面内。在这里引起温度不对称的原因在于,管排的各管在流动的进口处水和蒸汽不同的份额,并由此造成这些管路不同的流量。众所周知,管路内这种流量的不同,是因为与因地理位置造成的压力损失相比,在锅炉管内的摩擦压力损失较小引起的。也就是说,在这种摩擦压力损失小的情况下,蒸汽份额高的流动介质流比较快地流过各锅炉管,而水份额高的流动介质流,基于其因质量引起的高的地理位置压力损失,因而不利于流动并可能倾向于停滞。因此为了使流动均衡化,应提高摩擦压力损失。为了能达到此目的,令一些第二锅炉管具有内部型面,由这种内部型面造成此类附加的摩擦压力损失。

[0010] 为了达到特别高的附加摩擦压力损失,应减小管路内侧的层流边界层。这可以通过在管路内产生紊流达到。通过造成流动介质的扭转,可以进一步增强这种效果。通过所述的内部型面、有利地是螺旋弹簧状的内部型面,可以产生这种扭转。

[0011] 这种摩擦压力损失应借助其他工作参数相应地确定,如管路几何形状、燃气通道尺寸和温度状况。然后有利地应将各内部型面的型面几何形状选择为,使得通过各第二锅炉管形成流动介质规定的摩擦压力损失。由此可以实现更好地避免温度不对称。

[0012] 按有利的设计,各内部型面以内部加筋的方式加工在各第二锅炉管内。这可以实现直流式蒸发器或废热锅炉特别简单的结构。

[0013] 为了达到重新装备现有的锅炉,或在锅炉的结构设计时在管路几何形状方面能具有更大的灵活性,各内部型面有利地作为内部配件装入各第二锅炉管内。因此这种内部型面设计为单独的内部配件并安装在锅炉管内。

[0014] 按有利的设计,一些第二锅炉管作为管排就燃气而言互相串联。这就有可能为蒸发器加热面使用更多数量并联的锅炉管,其意义在于,通过增大表面改善热量加入。当然,沿燃气流动方向前后排列的锅炉管在这种情况下有不同的加热。尤其在燃气进口侧的锅炉管被流动介质比较剧烈地加热。然而通过第二锅炉管具有内部型面的所述设计,在这些锅炉管内也能达到与加热相适应的通流。由此,在结构简单的同时达到废热锅炉特别长的使用寿命。

[0015] 按有利的设计,第一蒸发器加热面就燃气而言连接在第二蒸发器加热面下游。这带来的优点是,就流动介质而言连接在下游并因而设计用于进一步加热已汽化的流动介质的蒸发器加热面,也处于燃气通道比较剧烈加热的区域内。

[0016] 恰当地,这种直流式锅炉可以使用在废热锅炉中,以及废热锅炉在燃气与蒸汽轮机装置中使用。在这里,锅炉有利地就燃气而言连接在燃气轮机下游。按这种连接法,恰当地可以在燃气轮机下游设置一个辅助燃烧室,用于提高燃气温度。

[0017] 采用本发明获得的优点尤其在于,通过在第二蒸发器管内加入内部型面,达到改善流动分布并因而减小并联的第二锅炉管之间的温度差,以及降低由此造成的机械应力。废热锅炉的使用寿命因而特别长。通过相应地设置内部型面,可以取消其他技术上复杂的措施,如弹性弓,并因而与此同时可以实现废热锅炉或燃气与蒸汽轮机电厂特别简单、节省费用的结构。

## 附图说明

- [0018] 下面借助附图详细说明本发明的实施例。其中：
- [0019] 图 1 表示卧式锅炉纵剖面简图；
- [0020] 图 2 表示具有内部加筋的锅炉管纵剖面；
- [0021] 图 3 表示具有内部配件的锅炉管纵剖面；
- [0022] 图 4 表示在没有内部型面时管路温度与加热管进口蒸汽含量之间关系的曲线图；以及
- [0023] 图 5 表示在具有内部型面时管路温度与加热管进口蒸汽含量之间关系的曲线图。

## 具体实施方式

- [0024] 在所有附图中相同的部分采用同样的附图标记。
- [0025] 按图 1 用于废热锅炉 2 的直流式蒸发器 1, 就废气而言连接在图中没有详细表示的燃气轮机下游。废热锅炉 2 有围墙 3, 它构成一个可沿箭头 4 所示大体水平的燃气方向流过的燃气通道 5, 用于来自燃气轮机的废气。在燃气通道 5 内设置一些按直流原理设计的蒸发器加热面 8、10。在按图 1 的实施例中表示两个蒸发器加热面 8、10, 但也可以配置数量更多的蒸发器加热面。
- [0026] 按图 1 的蒸发器加热面 8、10 分别以管束的方式包括一些沿燃气方向前后排列的管排 11 或 12。每个管排 11 或 12 又分别包括一些沿燃气方向并列的锅炉管 13 或 14, 对于每个管排 11 或 12 只能各看到其中一个锅炉管。在这里, 第一蒸发器加热面 8 的近似垂直排列用于流过流动介质 W 的并联的第一锅炉管 13, 在出口侧与其公共的出口收集器 15 连接。第二蒸发器加热面 10 的同样近似垂直排列的用于流过流动介质 W 的并联的第二锅炉管 14, 同样在出口侧与其公共的出口收集器 16 连接。在这里也可以在两个蒸发器加热面 8、10 旁设一个比较复杂的收集系统。第二蒸发器加热面 10 的锅炉管 14, 就流动技术而言通过竖管系统 17 连接在第一蒸发器加热面 8 的下游。
- [0027] 由蒸发器加热面 8、10 构成的蒸发器系统可加入流动介质 W, 它在一次性流过此蒸发器系统时汽化, 并作为蒸汽 D 从第二蒸发器加热面 10 排出。由蒸发器加热面 8、10 构成的蒸发器系统, 连接在未进一步表示的汽轮机水汽循环内。除了包括蒸发器加热面 8、10 的蒸发器系统外, 在汽轮机水汽循环内还连接另一些在图 1 中示意表示的加热面 20。加热面 20 可例如涉及过热器、中压蒸发器、低压蒸发器和 / 或预热器。
- [0028] 现在第二锅炉管 14 有在图 2 和图 3 中表示的螺旋弹簧状内部型面 22。其型面几何形状选择为, 使流动介质 W 在此第二锅炉管 14 内由于扭转和紊流造成的摩擦压力损失相应地如此高, 亦即保证在管排 11 的内部均匀流过。由此减少温度不对称。在这里内部型面 22 以内部加筋的方式直接加工在各锅炉管 14 内。与之不同, 内部配件 24 也可以起内部型面 22 的作用, 尤其在重新配备现有的直流式蒸发器 1 时可以这样做。
- [0029] 在图 4 和图 5 中表示内部型面 22 对温度差的影响。它们分别表示平均管壁温度 25 和管出口壁温度 27 随管进口处流动介质蒸汽份额 29 的变化曲线。图 4 表示没有内部型面 22 时的情况。此时, 取决于蒸汽含量 29, 平均管壁温度 25 在约 460°C 与 360°C 之间变化, 管出口壁温 27 在约 480°C 与 370°C 之间变化。在说明具有内部型面 22 时状况的图 5 中表示, 这种变化减小到约 440°C 至 390°C 或约 470°C 与 405°C。因此, 进口处蒸汽含量不同的

管之间温度差明显减小。

[0030] 通过减小流动进口处蒸汽含量不同的管之间的温度差,降低废热锅炉 2 的机械应力负荷,以及在通过取消迄今常用的弹性弓使结构更为简单的同时,保证有特别长的使用寿命。

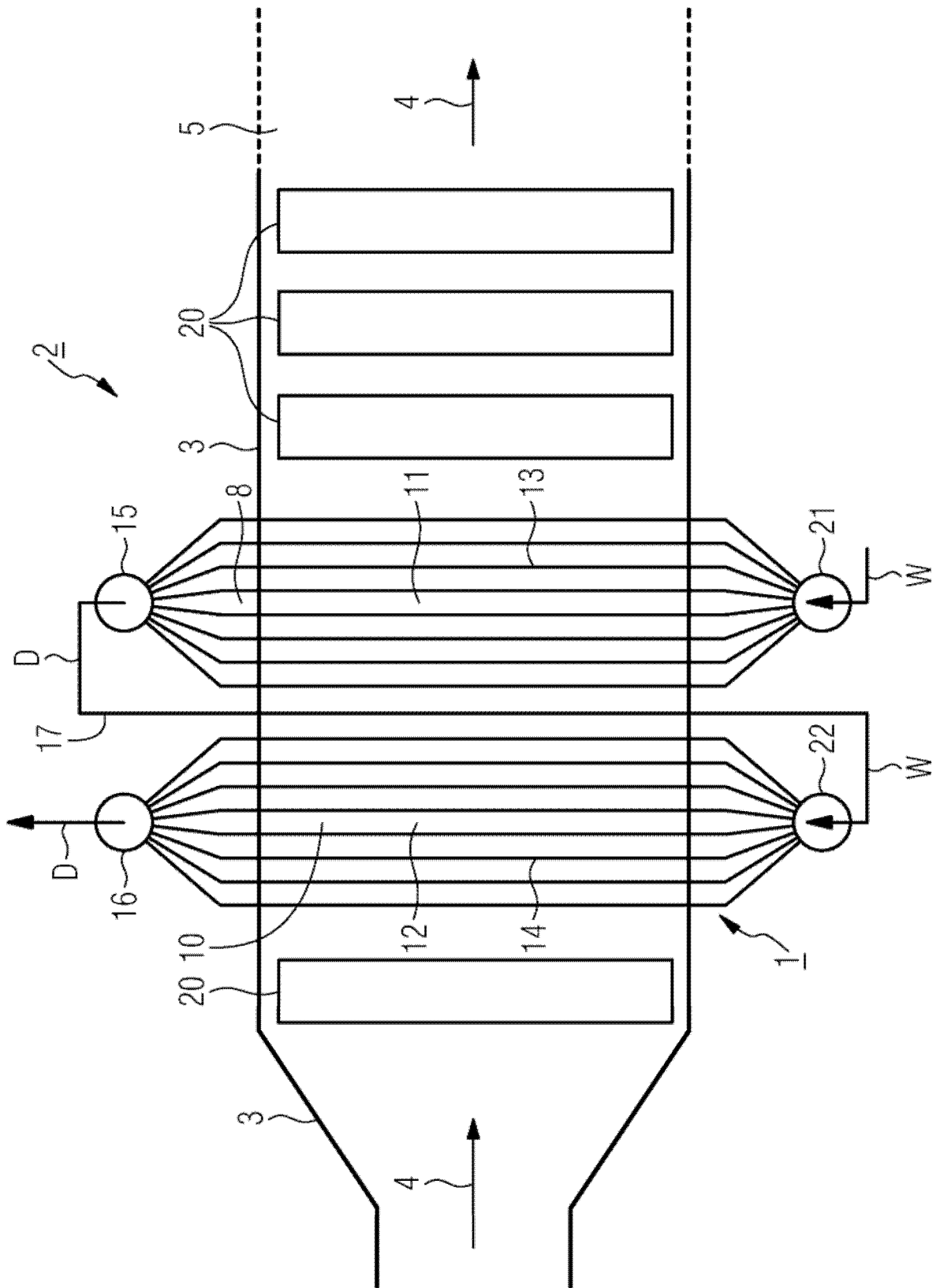


图 1

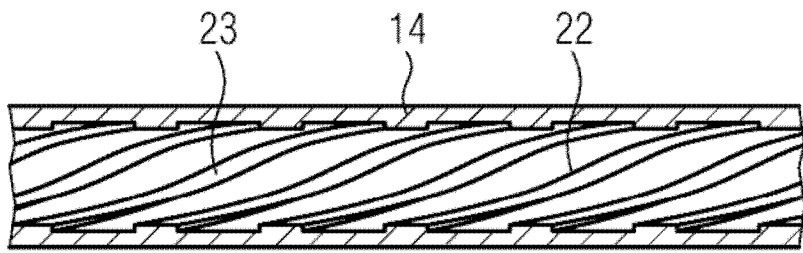


图 2

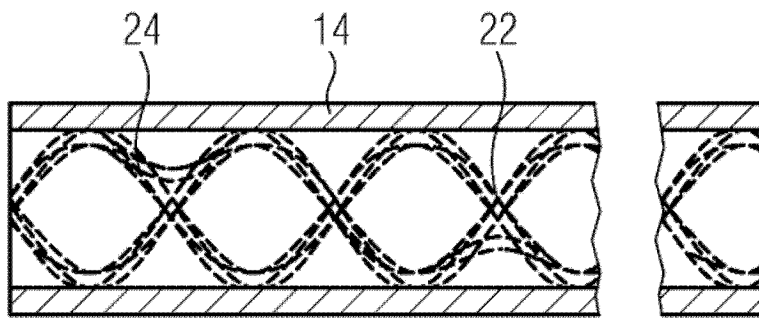


图 3

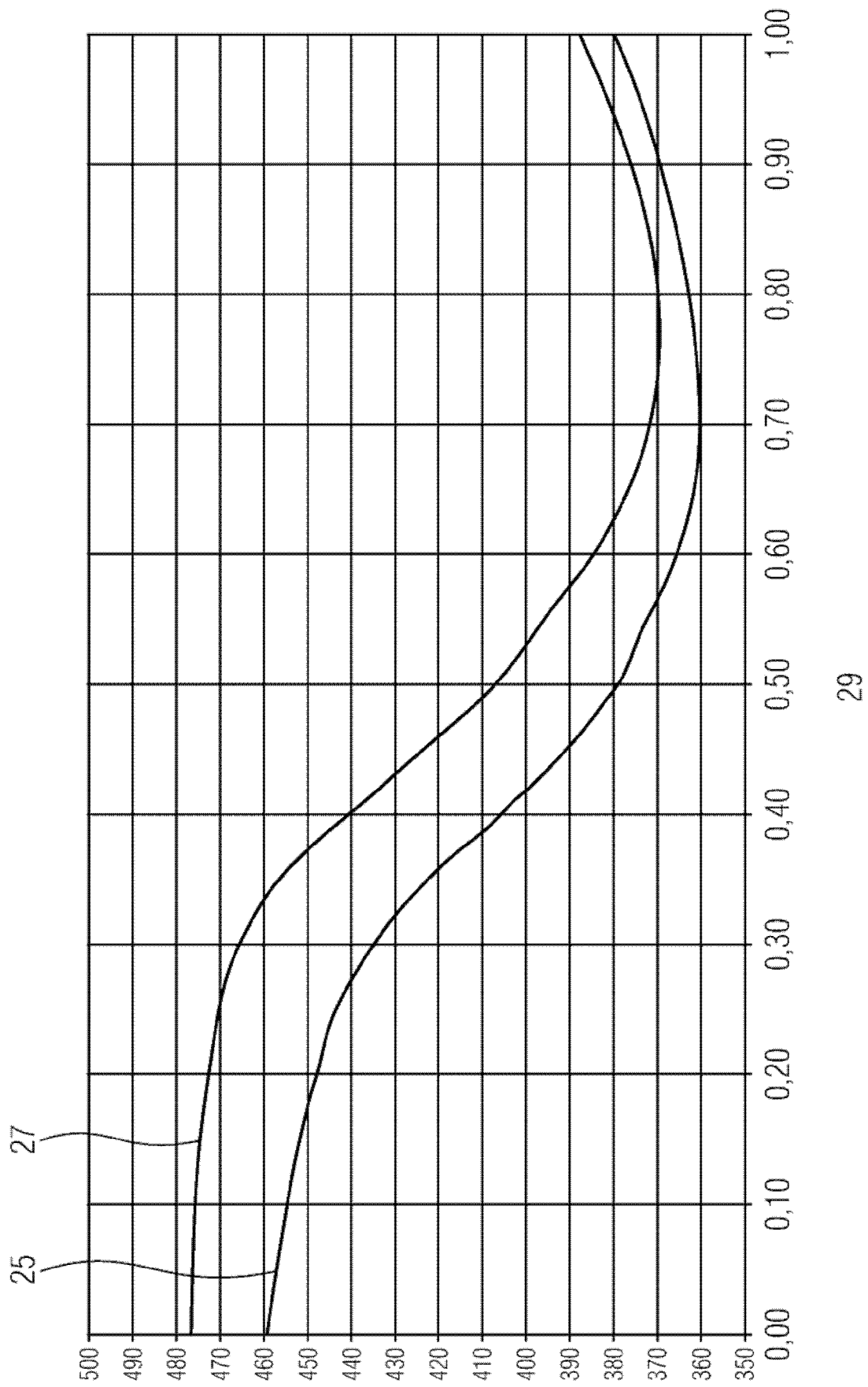


图 4

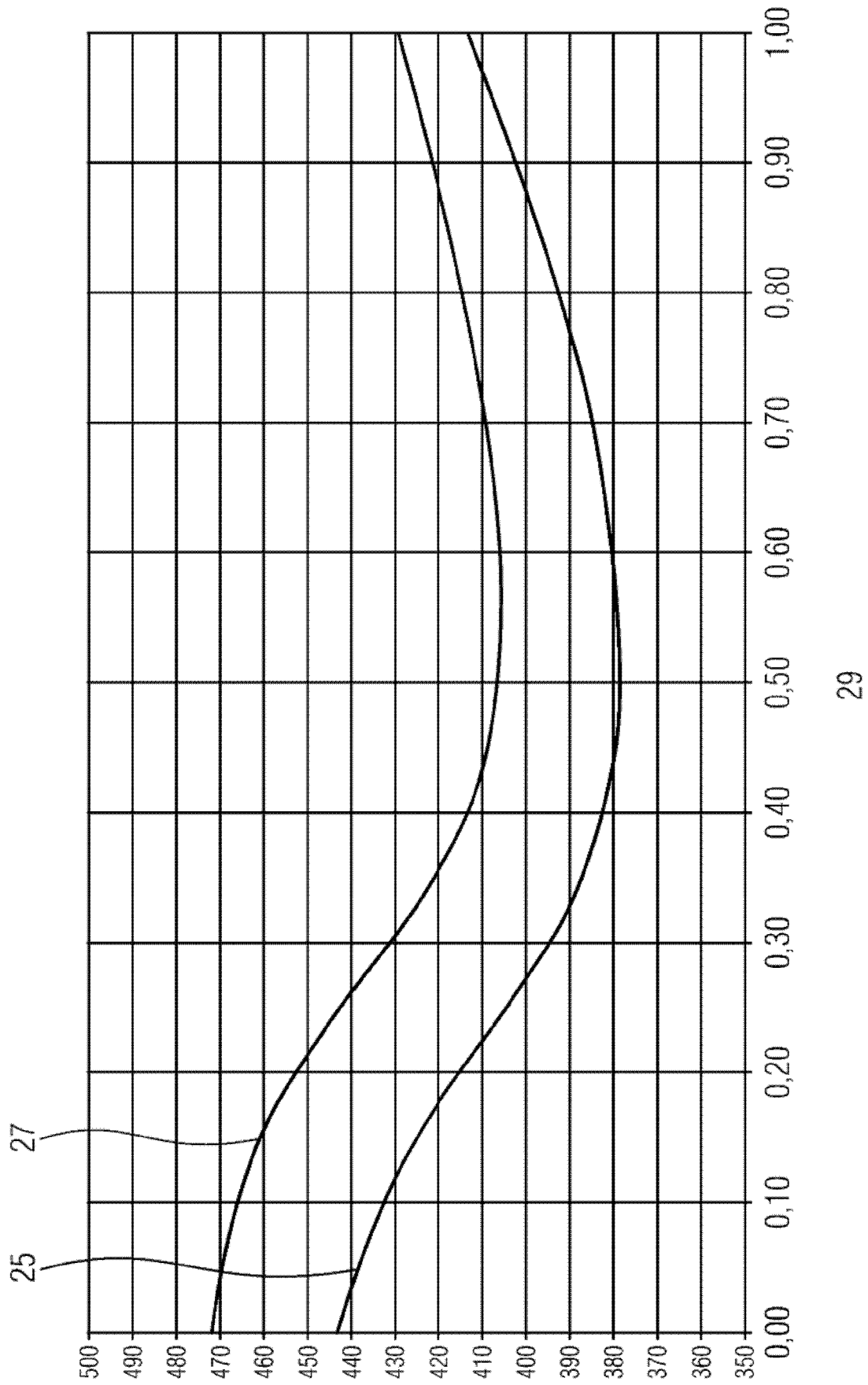


图 5