

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F22B 1/18

F22B 29/06 F22B 37/74

F22B 37/12



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 97180252.1

[45] 授权公告日 2003 年 11 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1126903C

[22] 申请日 1997. 12. 1 [21] 申请号 97180252. 1

[30] 优先权

[32] 1996. 12. 12 [33] DE [31] 19651678. 1

[86] 国际申请 PCT/DE97/02800 1997. 12. 1

[87] 国际公布 WO98/26213 德 1998. 6. 18

[85] 进入国家阶段日期 1999. 6. 1

[71] 专利权人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72] 发明人 埃伯哈德·威特乔 乔基姆·弗兰克

鲁道夫·克拉尔

审查员 李 扬

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

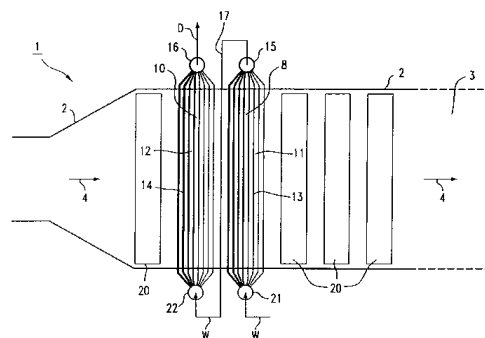
代理人 侯 宇

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称 蒸汽发生器

[57] 摘要

一个蒸汽发生器(1)，它一方面要适合卧式结构，另一方面要具有直通式蒸汽发生器的优点。为此，本发明的蒸汽发生器(1)在其内部的一条可让燃气沿近似于水平的方向流动的燃气通道内至少设有一个直通式发热面(8, 10)，它由一定数量的近似垂直设置的并平行于介质流动方向并联的蒸汽发生器管(13, 14)构成，它的设计要使与同一直通式发热面(8, 10)上的其他蒸汽发生器管(13, 14)相比受热较多的一蒸汽发生器管(13, 14)具有较其它蒸汽发生器管更大的介质通流量。



1. 一种蒸汽发生器(1)，其内具有一条可让燃气沿近似于水平的方向流动的燃气通道(3)，通道内至少设一个直通式发热面(8, 10)，它由一定数量的近似垂直设置的并平行于介质流动方向并联的蒸汽发生器管(13, 14)构成，它的设计要使与同一直通式发热面(8, 10)上的其它蒸汽发生器管(13, 14)相比受热较多的一蒸汽发生器管(13, 14)具有比其它蒸汽发生器管更大的介质通流量。

2. 如权利要求1所述的蒸汽发生器(1)，其特征在于，至少一个直通式发热面(8, 10)上的蒸汽发生器(13, 14)在全负荷时摩擦压力损失与静压差的比例平均分别小于0.4。

3. 如权利要求1或2所述的蒸汽发生器(1)，其特征在于，一个直通式发热面(8, 10)上面的每个蒸汽发生器管(13, 14)比同一直通式发热面(8, 10)上从燃气方向看安装于其后面的蒸汽发生器管(13, 14)具有更大的介质通流量。

4. 如权利要求1或2所述的蒸汽发生器(1)，其特征在于，所有或每个直通式发热面(8, 10)上的一个蒸汽发生器管(13, 14)比同一直通式发热面(8, 10)上从燃气方向看安装于其后面的蒸汽发生器管(13, 14)具有更大的内径。

5. 如权利要求1或2所述的蒸汽发生器(1)，其特征在于，所有或每个直通式发热面(8, 10)上的一定数量的蒸汽发生器管(13, 14)在介质的流动方向上分别连接在一个节流装置(23)的后面。

6. 如权利要求1或2所述的蒸汽发生器(1)，其特征在于，所有或每个直通式发热面(8, 10)分别配有多个流入汇集器(26, 28)和/或流出汇集器(30, 32)，而每个流入汇集器(26, 28)沿介质的流动方向共同连接在各个直通式发热面(8, 10)上一定数量的蒸汽发生器管(13, 14)的前面。

7. 如权利要求6所述的蒸汽发生器(1)，其特征在于，在至少一个流入汇集器(26, 28)前面连接着一个节流装置(34)。

8. 如权利要求1或2所述的蒸汽发生器(1)，其特征在于，它在燃气一侧连接于一个燃气透平的后面。

9. 如权利要求2所述的蒸汽发生器(1)，其特征在于，所述比例平均分别小于0.2。

蒸汽发生器

5 技术领域

本发明涉及一种蒸汽发生器。

背景技术

10 在燃气和蒸汽涡轮装置中使用在膨胀的工作介质或燃气涡轮中燃气所含的热量来产生蒸汽涡轮所需的蒸汽。热传导在连接在燃气涡轮之后的余热蒸汽发生器内完成。在此余热蒸汽发生器中通常安装有一定数量的加热面用于对水进行预热，产生蒸汽和对蒸汽进行过热处理。加热面与蒸汽透平的水—蒸汽循环过程是接通的。这一水—蒸汽循环通常包含多个(如三个)压力级，每一个压力级都有一个蒸发器加热面。

15 在高温燃气一侧与作为余热蒸汽发生器的燃气涡轮相连接的蒸汽发生器有多种可选择的设计方案，即直通式蒸汽发生器或循环式蒸汽发生器。在直通式蒸汽发生器中，对作为蒸发器管的蒸汽发生器管的加热使其中的流体介质在一次通过时就蒸发。相反在一个自然的或被动的循环式蒸汽发生器中，循环水在通过蒸发器管时只是部分地被蒸发。没有被蒸发的水在
20 与产生的蒸汽分离后重新进入该蒸发器管再次被蒸发。

与自然的或被动的循环式蒸汽发生器相反，直通式蒸汽发生器不受压力限制，因此，新鲜蒸汽的压力有可能极大地超出水的临界压力(221 巴)，此时，液体类和气体类介质的密度差很小。新鲜蒸汽压力高，热效率就高，这样，在使用矿物燃料的电厂中，二氧化碳的排放量就低。另外，与循环
25 式蒸汽发生器相比，直通式蒸汽发生器结构简单，成本特别低。使用按直通原理设计的作为燃气和蒸汽涡轮装置的一个废热蒸汽发生器的蒸汽发生器，特别有利于提高构造简单的燃气和蒸汽涡轮装置的总效率。

直通式蒸汽发生器基本上有两种结构方式，一种是卧式，一种是立式。卧式直通式蒸汽发生器可以使加热的介质或高温燃气，比如燃气涡轮的废
30 气，沿着接近水平的方向通过，而立式的则使加热的介质沿着接近垂直的

方向通过。

卧式直通蒸汽发生器与立式直通蒸汽发生器相比，制造工艺简单，生产和安装费用低。在卧式直通蒸汽发生器，加热面的蒸汽发生器管却由于其位置的不同而受热大不相同。特别是在流出端汇入一个共同的流出汇集器的蒸汽发生器中，单个蒸汽发生器管受热不同会使蒸汽参数大不相同的蒸汽流汇集，从而引起不希望出现的效率损失，特别是引起相关加热面的效率降低，蒸汽产生量减少。另外，相邻的蒸汽发生器管受热不同，特别会在其流入一个流出汇集器的入口处引起蒸汽发生器管或汇集器的损伤。

10 发明内容

因此，本发明的目的在于，提供一个蒸汽发生器，它既适合卧式设计，又具有上述直通式蒸汽发生器的优点，而且能够保证使用矿物燃料的电厂具有特别高的效率。

这一目的通过符合本发明的蒸汽发生器来实现，它在一个接近水平方向的燃气通道里至少安装着一个直通式发热面，该发热面由一些近乎垂直的，让流动介质通过的并联的蒸汽发生器管组成，而且，该发热面上的受热较多的蒸汽发生器管与同一发热面上的其它蒸汽发生器管相比，其流动介质的通过量更高。

直通式发热面可以理解成根据直通原理设计成的一个发热面。通过直通式发热面的流动介质在一次性通过直通式发热面或者通过一个包含有大量串联直通式发热面的发热面系统时完全蒸发。这样一个发热面系统中的直通式发热面，也可以用来对流动介质进行预热或过热。这时，这个或每个直通式发热面，特别是管束状的，包含一定数量沿燃气流动方向串联的管道层，每一个管道层由一定数量的沿燃气流动方向并联的蒸汽发生器管组成。

本发明基于这样一种考虑，在一个高效率的并且适合于卧式结构的蒸汽发生器中，应该尽量减少局部不同的受热情况对蒸汽参数的影响。为了使相邻的两个蒸汽发生器管之间保持特别小的蒸汽参数差，通过蒸汽发生器的介质在流出蒸汽发生器管之后，应该对每一个属于同一直通式发热面的蒸汽发生器管都差不多具有相同的温度和/或蒸汽含量。每一个蒸汽发生器管的设计都要使介质的流量与蒸汽发生器管的平均受热情况相适应，而

这一平均受热情况取决于蒸汽发生器管在燃气通道中的位置,这样,即使各蒸汽发生器管的受热情况不同,也可以使从每个管中流出的流动介质的温度达到平衡。

5 为了让流动介质的流量能与所设计的使过热器溢出处的全负荷压力超过 80 巴的蒸汽发生器的每一个蒸汽发生器管受热特别好地相适应,较有利的是设计或测量至少一个直通式加热面上的蒸汽发生器管,使其摩擦压力损失与全负荷状态下的地理性压差(静压差)的比例平均应小于 0.4,最好小于 0.2。如果蒸汽发生器带有一个使过热器溢出处的全负荷压力值为 80 或 80 巴以下的压力级,较有利的是设计该压力级的至少一个直通式加热面上
10 的蒸汽发生器管,使其摩擦压力损失与全负荷状态下的静压差的比例平均应小于 0.6,最好小于 0.4。这基于以下原理,如果对一个蒸汽发生器管因其设计引起的多次加热导致该管内流动介质的流量增加,那么,对两个蒸汽发生器管的不同的加热在每个蒸汽发生器管的出口处造成的温差和/或流动介质蒸汽含量的差别会特别小。

15 以上可用非常简单的方式,通过一个与静压差相比非常小的摩擦压力损失达到。静压差即水和蒸汽柱由于自身重量在蒸汽发生器管内横截面上的压差。摩擦压力损失指的是,在蒸汽发生器管中,由于流动介质流动所受到的阻力而形成的压差。蒸汽发生器管中的整体压差主要由静压差和摩擦压力损失组成。

20 如果对单个的蒸汽发生器管进行剧烈的加热,在该管内产生的蒸汽也就特别的多。管中未蒸发的介质的重量也就下降,从而使管中的静压差下降。但是,所有在一个直通式发热面上并联的蒸汽发生器管由于在共同的入口处有一个流入汇集器连接,在共同的出口处有一个流出汇集器连接,故其总压差相同。如果由于直通式发热面的设计使平均静压差成为整体压差的决定因素,那么,受到剧烈加热的蒸汽发生器管与并联的其它管相比,
25 静压差特别小,为了压力平衡,会有大量的流动介质通过受热剧烈的这一蒸汽发生器管。

换句话说,一个与和它并联的蒸汽发生器管相比受热较多的蒸汽发生器管中的流动介质的流量就较多。反过来,一个与和它并联的蒸汽发生器
30 管相比受热较少的蒸汽发生器管中的流动介质的流量就较少。如果通过对蒸汽发生器管的设计,特别是鉴于蒸汽发生器管中被选中的质流密度,预

先给出一个适合的摩擦压力损失与静压差的比例，那么，这一效应将有助于每个蒸汽发生器管的流量自动与其受热情况相适应。

根据摩擦压力损失与静压差的比例设计蒸汽发生器管，一些重要的参数可以根据下面的出版材料中的一些等式计算出，Q.Zheng, W.Koehler, W.Kastner und K.Riedle “Druckverlust in glatten und innenberippten Verdampferrohren(在平滑的和带内肋的蒸发管中的压力损失)”，Waerme-und Stoffuebertragung(热量和流体介质传输)26,第 323 页-330 页，Springer 出版社 1991，以及 Z.Rouhani “Modified correlation for voidfraction and two-phase pressure drop”，AE-RTV-841，1969。对于一个经设计使过热器出口的全负荷压力等于或小于 180 巴的蒸汽发生器可使用全负荷运行状态的参数。对于一个经设计使全负荷压力大于 180 巴的蒸汽发生器则可使用其过热器出口工作压力为大约 180 巴时的部分负荷状态下的参数。

大量的试验表明，依据上述关于蒸汽发生器管的设计准则所期望实现的在蒸汽发生器管受热更多的情况下流动介质的流量的自动提高，在高出流动介质临界压力时也会出现。如果蒸汽发生器管中的摩擦压力损失比一个实施例中只有水流入的直通式发热面的蒸汽发生器管里的高五倍的话，那么在水与蒸汽混合体流入的直通式发热面的蒸汽发生器管中也会出现流量的自动提高。

在符合本发明的目的的一个设计中，一个直通式发热面上的每一个蒸汽发生器管都比同一直通式发热面上的沿燃气流动方向后续排列的蒸汽发生器管中的流动介质的流量高。

在另外一个比较有利的选择或附加实施例中，这一个或每一个直通式发热面上的蒸汽发生器管要比同一直通式发热面上的沿燃气流动方向后续排列的蒸汽发生器管具备一个更大的内径。这样就以特别简单的方式保证，蒸汽发生器管在比较高的燃气温度范围内具有较高的流动介质流量。

在其它较有利的选择或附加实施例中，将节流装置沿着流动介质的流动方向接在这个或每一个直通式发热面上的一些蒸汽发生器管的前面。这样尤其在本实施例中，相对于同一直通式发热面上的蒸汽发生器管受热较少的蒸汽发生器管可以配置一个节流装置。这样，一个直通式发热面上的蒸汽发生器管的流量就可以控制，从而使流量能够在另外一种情况下适应受热，并且可以使蒸汽发生器管分批地与前面一个节流装置连通。

在另外一个较有利的选择或附加实施例中，这一个或每一个直通式发热面分别配备有大量的流入汇集器和/或流出汇集器，每个流入汇集器沿流动介质的流动方向连接在各个直通式发热面上的一定数量的蒸汽发生器管的前面，而各个直通式发热面上的一定数量的蒸汽发生器管则后接每个流出汇集器。这样就使蒸汽发生器管在与流入汇集器连接区域内的空间布置特别好。

为了提高热吸收率，蒸汽发生器管相宜地在外侧装有肋片。另外，每个蒸汽发生器管相宜地在内侧设计有螺纹状肋片，以提高蒸汽发生器管向在其内部流动的流动介质的热传导效率。

蒸汽发生器被相宜地用作燃气和蒸汽涡轮装置的余热蒸汽发生器。这时，蒸汽发生器有利地在燃气一侧后接于一个燃气透平。在这一连接里可以相宜地安装一个附加燃烧装置，以提高燃气温度。

通过本发明所带来的好处主要在于，即使在卧式结构中也可设计一个特别有利的蒸汽发生器，用来大大提高燃气和蒸汽涡轮装置的整体效率，而且制造和安装成本特别低。以往这种结构会导致蒸汽发生器管的空间上的受热不均和蒸汽发生器材料的损伤，由于本发明在蒸汽发生器流动技术上的设计优点，从而肯定避免了以上缺点。

附图说明

下面借助附图所示实施例对本发明作进一步的详细说明，附图中：
图1, 2, 3分别为卧式结构的蒸汽发生器的纵切面简略示图。

具体实施方式

在所有的附图中，同一零件以同一附图标记表示。

根据图1，图2和图3，蒸汽发生器1以一种余热蒸汽发生器的形式在废气一侧连接于图中未详细示出的一个燃气透平的后面。蒸汽发生器1具有一外壳2，它为由燃气透平内流出的废气形成一个近似水平地沿箭头4所示燃气流动方向可流通的燃气通道3。在燃气通道3内安装着一些根据直通原理设计的发热面，也称作直通式发热面8，10。在图1，图2和图3所示的实施例中，分别示出了两个直通式发热面8和10，当然也可只设置一个或数量更多的直通式发热面。

根据图 1, 2 和 3, 这两个直通式发热面 8, 10 分别以束状管形式包含一定数量的沿燃气流动方向串联的管道层 11 以及 12。而每一个管道层 11 和 12 又分别包含着一定数量的沿燃气方向并列设置的蒸汽发生器管 13 以及 14, 对于每一个管道层 11 和 12 分别只能看到它们两个中的一个。近似于垂直安装的并平行于流动介质 W 的流动方向并联的第一个直通式发热面 8 的蒸汽发生器管 13 都在出口一侧与一个共同的流出汇集器 15 相连。而同样近似于垂直安装的并平行于流动介质 W 的流动方向并联的第二个直通式发热面 10 的蒸汽发生器管 14 都在出口一侧与一个共同的流出汇集器 16 相连。第二个直通式发热面 10 的蒸汽发生器管 14 在流通技术上通过一个垂管系统 17 连接在第一个直通式发热面 8 的蒸汽发生器管 13 的后面。

由直通式发热面 8, 10 构成的蒸发器系统能够经受流动介质 W 的冲击, 介质在一次性通过蒸发系统时被蒸发并在流出第二个直通式发热面 10 后作为蒸汽 D 被排出。由直通式发热面 8, 10 所组成的蒸发器系统与一个蒸汽透平的未详细示出的水—蒸汽循环回路连通。除了包含有直通式发热面 8, 10 的蒸发器系统以外, 还有一定数量的只在图 1, 2, 3 中简略示出的其它发热面 20 连接在蒸汽透平的水—蒸汽循环回路中。而发热面 20 例如可以是过热器, 中压蒸发器, 低压蒸发器和/或预热器。

直通式发热面 8, 10 的设计, 要使加热蒸汽发生器管 13 以及 14 时的局部差别在从这两个发生器管 13 或 14 中流出的介质 W 的蒸汽含量或者蒸汽温度上仅仅产生较小的差别。而每个蒸汽发生器管 13, 14 由于各自直通式发热面 8, 10 的设计原因, 比同一发热面 8 和 10 上的从燃气方向看安装在其后的蒸汽发生器管 13 以及 14 具有较高的介质通过量。

在如图 1 所示的实施例中, 其入口与一个流入汇集器 21 相连的第一个直通式发热面 8 的蒸汽发生器管 13 的设计, 要使每个蒸汽发生器管 13 内的摩擦压力损失与静压差的比例在蒸汽发生器 1 满负荷工作时平均低于 0.2。而其入口与一个流入汇集器 22 相连的第二个直通式发热面 10 的蒸汽发生器管 14 的设计, 则要使每个蒸汽发生器 14 内的摩擦压力损失与静压差的比例在蒸汽发生器 1 满负荷工作时平均低于 0.4。另外, 直通式发热面 8 和 10 上面的每个蒸汽发生器管 13, 14 比同一直通式发热面 8 和 10 上从燃气方向看安装于其后面的蒸汽发生器管 13 和 14 具有较大的内径。

如图 2 所示的实施例中, 为了调节适合于各自加热情况的流量, 在直

通式发热面 8 和 10 上的每个蒸汽发生器管的前面沿介质 W 的流动方向各自连通了一个阀作为节流装置 23。通过这种方法，直通式发热面 8 和 10 上的蒸汽发生器管 13, 14 的流量就能更好地适应其不同的受热情况。

此外，所有或每个直通式发热面 8、10 上的一定数量的蒸汽发生器管 13、14 在介质的流动方向上分别连接在一个节流装置 23 的后面。

在图 3 所示的实施例 10 中，每个直通式发热面 8 和 10 分别配有多个流入汇集器 26 以及 28 和多个流出汇集器 30 以及 32，这样就能极其简单地来分组。每个流入汇集器 26, 28 沿介质 W 的流动方向连接于每个直通式发热面 8 和 10 上的一定数量的蒸汽发生器管 13 和 14 的前面。相反，每个流出汇集器 30, 32 则沿介质 W 的流动方向连接于每个直通式发热面 8 和 10 上的一定数量的蒸汽发生器管 13 和 14 的后面。在图 3 所示的实施例 10 中，每个直通式发热面 8 和 10 上的蒸汽发生器管 13, 14 的设计，要使蒸汽发生器 1 工作时每个蒸汽发生器管 13, 14 内的摩擦压力损失与静压差的比例平均小于 0.2 或 0.4。这样所构成的蒸汽发生器管组前面各自连通一个节流装置 34。

15 由于直通式发热面 8, 10 的这种设计，直通式蒸汽发生器 1 能够适应蒸汽发生器管 13, 14 因卧式结构所产生的空间上的不均匀的受热情况。因此，蒸汽发生器 1 也就特别简单地适合于卧式结构。

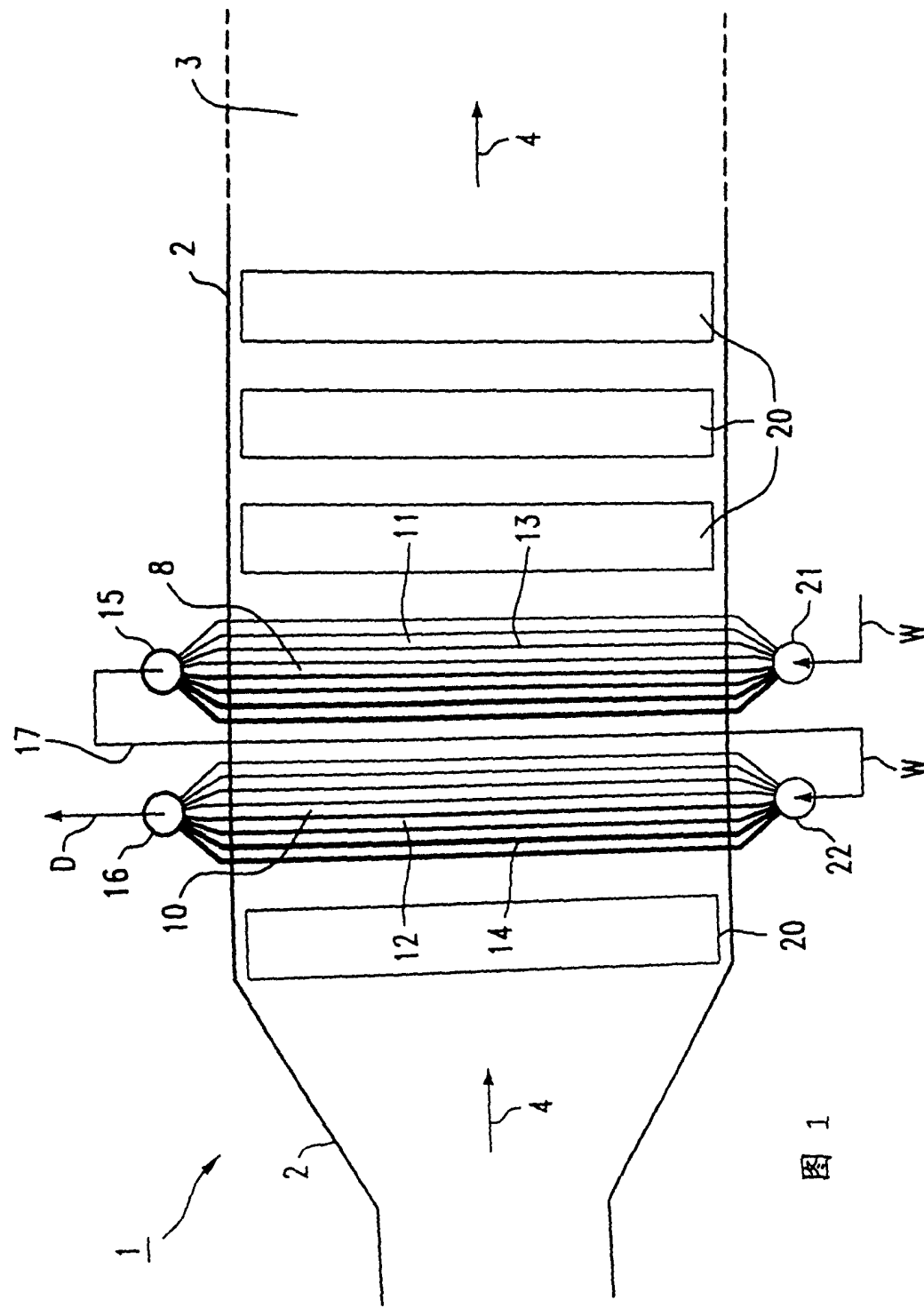


图 1

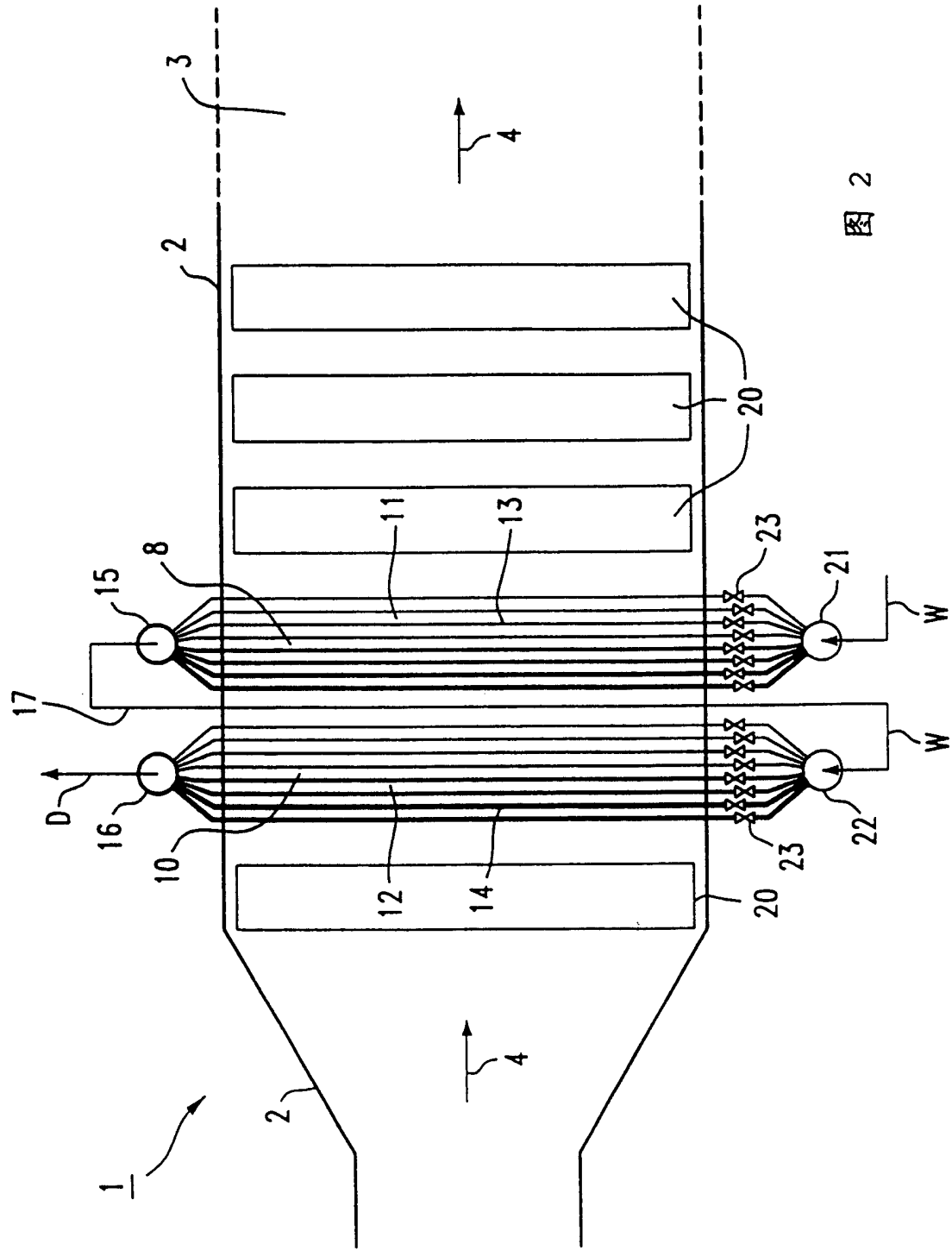


图 2

