



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94119608.9

[51]Int.Cl⁶

F02C 6/18

[43]公开日 1995 年 10 月 25 日

[22]申请日 94.12.13

[30]优先权

[32]93.12.30[33]US[31]175,972

[71]申请人 燃烧工程有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72]发明人 C·R·波祖托 W·F·西达尔
J·D·比安卡

[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

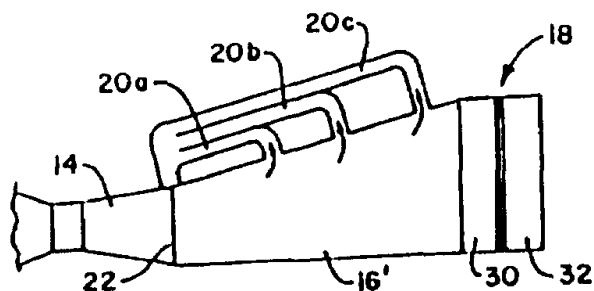
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 燃气透平复合循环系统

[57]摘要

一种在燃气透平和蒸汽发生器之间具有一扩压管的改善了的燃气透平复合循环系统。扩压管具有边界层负压以防止燃气流分离,因而减少了压力损失,并改善扩压管内的燃气速度分布,同时省去了内部流量控制器。该燃气透平复合循环系统能被垂直定向,以减少该系统的平面面积,并为采用对称扩压管及在蒸汽发生器的水侧的强制循环提供方便。



(BJ)第 1456 号

1. 一种燃气涡轮复合循环系统, 包括:

一个排出废气的燃气透平;

一个用于接收废气的蒸汽发生器;

一个在燃气透平和蒸汽发生器之间用于降低排气在进入蒸汽发生器之前的流速的扩压管, 该扩压管有一包括带内壁表面的壁的扩张部;

用于沿扩压管的内壁表面抽出燃气以使扩压管内的总压降最小的边界层负压装置。

2. 按权利要求1 的系统, 其特征在于燃气透平有一进口, 而边界层负压装置包括一个燃气抽出管, 抽出管具有一个在扩压管壁内形成的进口端和一个连于该透平进口的出口端。

3. 一种按权利要求1 所述的系统, 其特征在于该边界层负压装置包括一个在扩压管壁内形成的进口端和一个连于该蒸汽发生器的出口端。

4. 一种按权利要求1 所述的系统, 其特征在于该边界层负压装置包括至少一个管子, 管子具有一个在扩压管壁内在管内压力至少为 P_1 的区域形成的进口端和一个处于该系统内其压力小于 P_1 的区域的出口端, 燃气利用文德利效应经边界层负压装置循环。

5. 一种按权利要求1 所述的系统, 其特征在于扩压管具有一进口端和一出口端, 在进口端的燃气平均速度大约5-15倍于出口端的燃气流速。

6. 一种按权利要求1 的系统, 其特征在于该扩压管有一进口端和一出口端, 在进口端的燃气平均速度大约9-11倍于出口端的燃气平均速度。

7. 一种按权利要求1所述的系统，其特征在于扩压管至少具有一个带大约 15° 以上的扩张角的壁。

8. 一种按权利要求1所述的系统，其特征在于扩压管至少具有一带大约 $30-60^{\circ}$ 扩张角的壁。

9. 一种按权利要求1所述的系统，其特征在于边界层负压装置的结构配置得使燃气在扩压管中基本上不经历回流。

10. 一种按权利要求1所述的系统，其特征在于边界层负压装置在多个离燃气透平的不同距离点上将燃气自扩压管内抽出。

11. 一种按权利要求1所述的系统，其特征在于该燃气透平，蒸汽发生器和扩压管均垂直定向，蒸汽发生器所处的高度高于燃气透平。

12. 一种按权利要求1所述的系统，其特征在于蒸汽发生器具有带强制循环的水冷侧。

13. 一种按权利要求11所述的系统，其特征在于扩压管具有普遍对称的结构形状。

14. 一种按权利要求11所述的系统，其特征在于蒸汽发生器将废气直接排入一烟道。

15. 一种燃气透平复合循环系统，其特征在于包括：

一台排出废气的垂直定向透平；

一台接收废气的垂直定向蒸汽发生器，

该蒸汽发生器所处的垂直高度高于透平的高度，并具有带强制循环的水侧；

一根处于透平和蒸汽发生器之间用于降低废气在进入蒸汽发生器之前的流速的扩压管。

16. 一种按权利要求15所述的系统，其特征在于扩压管具有普遍对称的结构形状。

17. 一种按权利要求15所述的系统，其特征在于蒸汽发生器将废

气直接排入一烟道。

18. 一种减少燃气透平复合循环系统的扩压管中燃气流分离的方法，该扩压管具有一个包括带内壁面的壁的扩张部，该方法包括采用边界层负区装置，沿扩压管扩张部的内壁面抽出燃气，并在某一上游或下游位置将抽出的气体重新引入。

19. 一种组成包括一台燃气透平、一台在燃气透平下游的具有水侧的蒸汽发生器及一根处于燃气透平与蒸汽发生器之间的扩压管的燃气透平复合循环系统的方法，该方法包括：

使燃气透平、扩压管和蒸汽发生器垂直定向，蒸汽发生器的垂直位置高于燃气透平；

在蒸汽发生器的水侧设置强制循环装置。

燃气透平复合循环系统

本发明总的涉及燃气复合循环系统，尤其涉及具有一燃气透平和一回热蒸汽发生器的系统。

在发电工作中，为提高效率而将燃气透平、蒸汽发生器和蒸汽透平组合在一起的各种系统是已知的。一种这样的系统采用了一个燃气透平连同一个蒸汽发生器，其中，燃气透平是利用废热发电的，它不仅产生电力，而且产生热燃气，热燃气然后用于回热蒸汽发生器中。

当热燃气自燃气透平进入回热蒸汽发生器(HRSG)时，由于燃气透平出口和HRSG的尺寸不同，该燃气的速度必须降低10倍。这种速度降低是在扩压管内完成的。传统的扩压管是不对称的，它具有一个水平延伸的平壁和一个向上倾斜的扩张壁。在这种典型的扩压管中，上壁的扩张角远大于 15° ，此 15° 角能容许燃气膨胀，而不使扩压管内的燃气分离与回流。采用具有大于 15° 扩张度的扩压管的理由是出于经济考虑，是为了使造价和所需空间最小。然而，不幸的是，存在由于采用了具有较大扩张度的扩压管而引起的跟燃气流分离有关的问题。首先，这种扩张导致了总的系统压力损失增压。其次，燃气流分离导致流速分布比理想的差，这种理想分布是考虑了扩压燃烧器和在该管内所采用的污染控制装置。

对于流速分布差的问题的传统解决方案一直是在扩压管内采用流量控制器。这种控制器的缺点是昂贵，并使该系统内总的压力损失增加。

上述这种传统的燃气透平复合循环系统包括一个水平定向的燃气

透平，它将废气送入水平紧挨燃气透平的回热蒸汽发生器。在美国所使用和制造的HRSG在水侧往往依靠自然循环。强迫循环系统也是已知的，在欧洲更为普遍使用。

本发明一个目的是提供一种具有扩压管的燃气透平复合系统，其中，基本上消除了扩压管内的燃气回流。

本发明的另一目的是提供具有改善了的流速分布的燃气透平复合循环系统。

本发明再一个目的是提供这样一种用于燃气透平复合系统的扩压管，其中无须内部流量控制器。

本发明的又一个目的是提供这样一种燃气透平—蒸汽发生器复合系统，它只需较小的设备空间区。

本发明的还有一个目的是提供这样一种燃气透平复合循环系统，它为垂直配置于燃气透平和蒸汽发生器之间的对称扩压器的使用提供了方便。

本发明的另一目的是提供一种具有降低了的压力损失的燃气透平复合循环系统。

本发明的再一目的是提供这样一种透平—蒸汽发生器复合系统，它容许在蒸汽发生器上采用较短的排气管。

本发明的还有一个目的是提供一种具有减少了传热表面的燃气透平复合循环系统。

参照下列相对于附图所作的说明书，本发明的其它目的和特点将令变得明显。

本发明的一个优选实施例是燃气透平复合循环系统。该系统包括一个排出燃气的燃气透平，一个接收燃气的蒸汽发生器，一个处于燃气透平和蒸汽发生器之间，用于降低燃气在进入蒸汽发生器之前的流速的扩压管，以及用于沿扩压管扩张壁的内表面抽出燃气以使扩压管

内的总压降减至最小的边界层负压装置。本发明的系统有利于燃气在扩压管中的完全膨胀，并改善燃气进入蒸汽发生器的流速分布。

在本发明的一个特定的优选实施例中，边界层负压装置是一个燃气抽出管，其进口端在扩压管扩张壁内形成，其出口端连接于透平进口。在另一特定的优选实施例中，燃气抽出管的进口端是在扩压管的壁内，而排出端连接蒸汽发生器。在该实施例中，包括用于将燃气自进口端输送至出口端的输送装置。在本发明第三个特定的优选实施例中，该边界层负压装置包括若干管子或导管，每一管子有一个在扩压管壁内形成的进口端，在该进口端位置上，扩压管内的压力为 P_1 ；还有一个在扩压管内形成的出口端，在该出口端位置上，扩压管内的压力小于 P_1 ；燃气利用文德利效应经边界层负压装置循环。本发明的扩压管优选提供的进口/出口废气速比至少为5-15，最好为9-11。所述扩压管最好具有至少一个带大约 $15-90^\circ$ 、最好约 $30-60^\circ$ 的扩张角的壁。在本发明的扩压管内，废气基本上未经历回流。

本发明的另一优选实施例是，燃气透平复合循环系统包括一个垂直定向的排出燃气的燃气透平；一个垂直定向的接收燃气的蒸汽发生器，该蒸汽发生器所处的垂直高度较透平的高，在水侧或透平侧为强制循环；一个介于透平和蒸汽发生器之间用于降低燃气在进入蒸汽发生器之前的流速的扩压管。在这实施例中，扩压管最好为大致对称的结构形状，蒸汽发生器将废气直接排入烟道。

本发明的再一个优选实施例是一种减少燃气透平复合循环系统的扩压管内燃气流分离的方法。该方法包括利用边界层负压装置沿扩压管扩张部的内壁表面抽出燃气并在上游或下游位置重新引入被抽出的燃气。

本发明的还有一个实施例是组成燃气透平复合循环系统的方法，该系统具有一个燃气透平，一个蒸汽发生器和一个介于其间的扩压管。

该方法包括使燃气透平，扩压管和蒸汽发生器垂直定向，使蒸汽发生器的垂直高度高于燃气透平的步骤。该方法还包括提供用于使水/蒸汽混合物在透平侧，即水侧利用强制循环经蒸汽发生器的循环装置的步骤。

因此，在下面详细说明中本发明包括若干步骤和这些步骤相对于其它各步骤的一种或多种关系，以及具有被列举的构件的特点、性质与关系的产品。

图1 简明表示常规的燃气透平复合循环系统；

图2 简明表示未采用流量控制器的常规的燃气透平复合循环系统的扩压管内的废气流型；

图3 简明表示本发明燃气透平复合循环系统的扩压管的正视图；

图4 表示图3 扩压管的顶视图；

图5 简明表示本发明扩压管的第二实施例；

图6 简明表示本发明的垂直定向燃气透平复合循环系统，包括扩压管的第三实施例。

参照各附图，尤其是图1，其中表示了常规的透平-HRSG系统，并总的标以10。该系统包括一燃气发生器12，一压缩机13和一燃气透平14，它们连成串连状态。透平14有一进口21和出口22。废气自燃气透平14流经一扩压管16而进入回热蒸汽发生器18的进口。HRSG18包括一过热器30及在该过热器下游的一排锅炉32。因为透平出口22小于HRSG的入口，所以需要扩压器16。扩压器16是非对称的，具有一平底壁17，一个向上倾斜的扩张上壁19，一个入口23和一个出口25。该结构形状便于透平14和HRSG18间的适当连接，无须将透平抬高。如果扩压管16以对称方式扩张的，它本来是需要抬高的。

当扩压管相对于水平面的扩张角大于约 15° 时，且在扩压管中不采用内部流量控制器时，经扩压管的燃气流可能具有类似于图2所示

的分布。如图所示，沿扩压管16的下部的燃气流入HRSG18，而沿上壁的燃气经历一反向压力梯度和导致回流的流量分离。该流型增加了整个系统的压力降，从而使系统效率下降。该流型还使HRSG内传热面不能有效利用，这一点在下面还要详细说明。

作为在以大于 15° 角扩张的扩压管内采用内部流量控制器的替代方案，本发明的扩压管16' 采有一个诸如在图3-6 中所示的边界层负压系统，如在这些图中所示的，边界层燃气自扩压管的扩张部被抽出，然后在上游或下游位置再引入该系统内。这种抽出基本上防止了或至少减少了紊流和回流，这种紊流和回流在相反情况下会出现于扩压管内的扩张部。

边界层负压可用多种方法来实现。如图3和4所示，一种技术是应用文丘利效应，其中在扩压管的低速区即具有较大横截面区的燃气被抽出，而在具有高速因而低压的另一位置重新引入。如图3所示，燃气沿扩压管16' 的长度在三个等间隔位置上经窄管20a-20c 被抽出。在本实施例中按文丘利效应工作的所有一套中的三个管20a-20c，每个管子具有一个连接于透平低压出口22的出口端。

在图3和4所示的非对称扩压管中，仅需沿壁的扩张部施加边界层负压。可采用任何数量的管子20。管子数目和位置取决于运转中的特定系统，包括燃气透平和蒸汽发生器的尺寸，扩压管的扩张角，以及经该管的燃气的流量。

如图5所示，可用管20a'-20c' 来代替，将燃气自扩压管16' 输至下游位置。在该实施例中，借助于一个适当安装于管20a'-20b' 的风扇24，可沿边界层施加负压，以使负压侧自该管的扩张部抽气，并在适当的部位重新将燃气引入HRSG 18'。希望在低压位置重新引入该燃气。各种位置通常都是合适的。位置的选择部分取决于热负荷和性能要求，该领域内熟练的普通人员能作出适当的选择。

本发明的一个特定的优选实施例示于图6。在该实施例中，所述燃气透平HRSG系统是垂直定向的以，10' 来标注。该系统包括一个在下端的发生器12'，一个在发生器上方的压气机13'，和一个连于压气机上方下游端的燃气透平，透平有一进口21。一对称扩压管16''将燃气自透平14'引入HRSG 18'的出口。由于系统10垂直定向的结果，HRSG 18 能被方便地配置来按强制循环运转。

在HRSG或任何蒸汽发生器水侧的水-蒸汽混合物的强制循环保证了输向蒸汽发生器的所有锅炉管的最小混合气流量。由于这种控制的改善，可以采用稍细的锅炉管，因为这些管子的冷却借助于内部质量流量而改善。对于低压蒸汽，这些差别会缩小，同而无须强制循环。然而，随蒸汽压力增加，越需要强制循环。在图6中简示的强制循环系统内，利用泵36将水自蒸汽锅筒40的泄水管42泵入锅炉组的下部加热器38内。泵压的选定考虑到要确保水流输到下加热器38所有排出管子。随着管子的吸热，一些水沸腾形成蒸汽。泵的容积要选得确保蒸汽-水混合物始终保持在锅筒管内。

蒸汽-水混合物收集在蒸汽锅筒40内的锅炉的顶部。蒸汽锅筒40是用来分离蒸汽和水的。蒸汽被送至锅炉的过热器作进一步加热。泄水管42将水自锅筒排入泵36的进口。

废气自HRSG经烟道26排出。由于垂直配置的结果，烟道本身短于水平系统的传统烟道，这种水平系统具有和地面等距离的一些出口。

除了能方便地将强制循环系统安装于蒸汽发生器内之外，系统10'的垂直定向的另一优点是它能采用对称的扩压管16''。如图6所示，扩压管具有若干管子20'，它们将燃气自扩压管引回至透平口21'。该透平14'由以28简示的透平支承系统支承。其上装有烟道的蒸汽发生器由HRSG重型钢铁支承系统29支承。

系统10'的垂直定向配置，使电站的平面面积减至最小。由于采

用了对称扩压管，能减小该系统内的全压降，从而扩压管的长度可以缩短。扩压管的改善和HBSG水侧强制循环的综合作用降低了传热要求。扩压管的改善改善了燃气流量分布，后者又意味从锅炉管系流出的气流更加均匀，使这些管子表面更有效地利用。表面利用效率的改善意味着可用较少的平方尺表面来吸收同样的热量。如上指出，蒸汽—水混合物的强制循环便于锅炉管内的混合物有较高的质量流，从而保证了所有管子的适当冷却。这导致可采用略小的管子。从而该系统的总重量下降，使结构配置更经济。

正如该技术领域内熟练的人员显而易见的，上述结构的各种修改和变化不脱离机所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围。

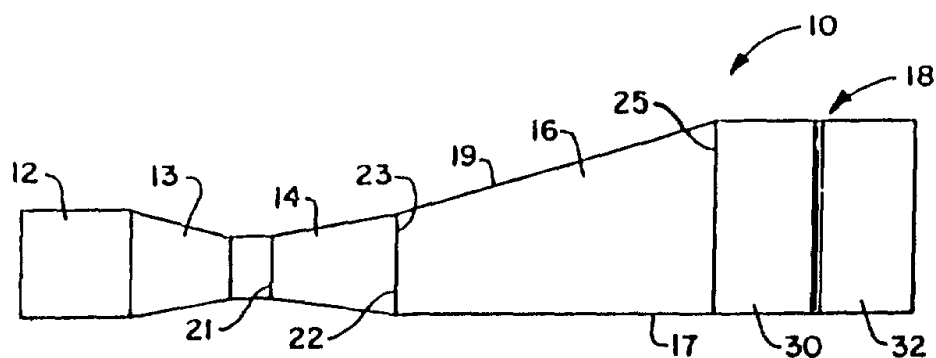


图 1

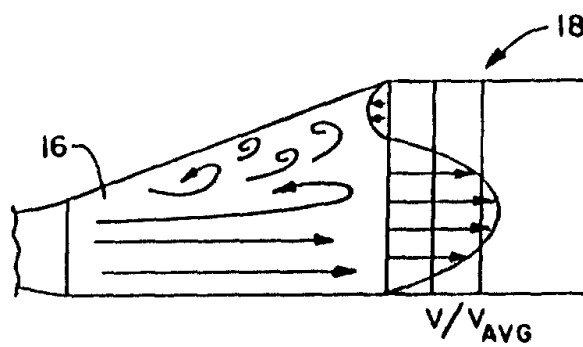


图 2

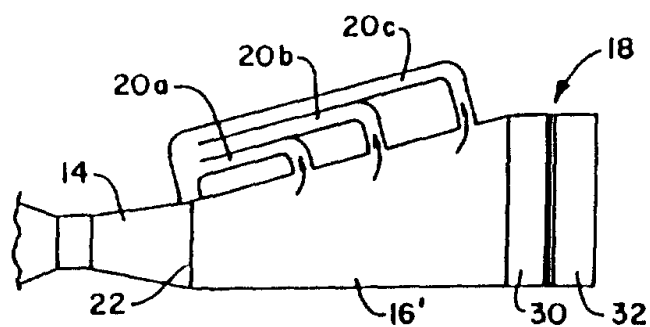


图 3

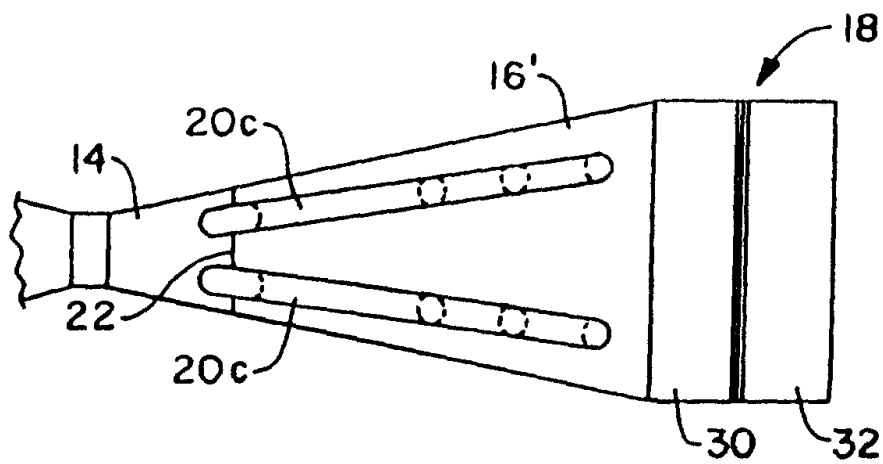


图 4

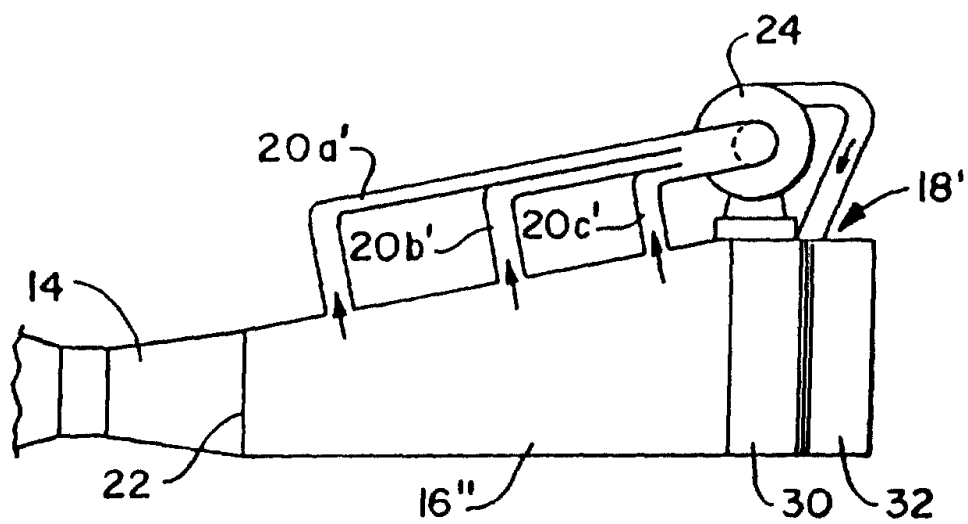


图 5

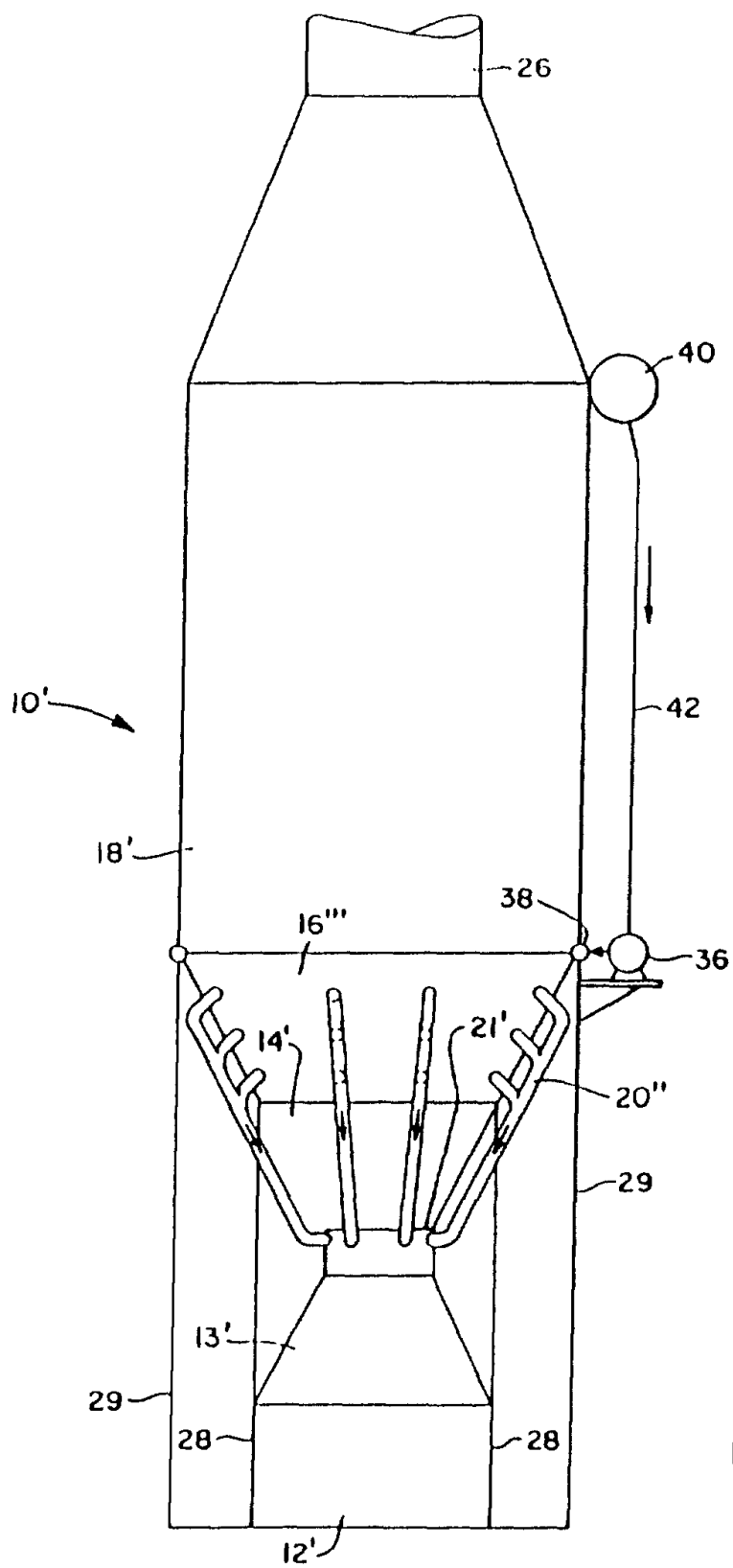


图 6