

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F23J 15/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03803325.9

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100432533C

[22] 申请日 2003.2.7 [21] 申请号 03803325.9

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 7 [33] US [31] 60/355,674

[86] 国际申请 PCT/US2003/003900 2003.2.7

[87] 国际公布 WO2003/067167 英 2003.8.14

[85] 进入国家阶段日期 2004.8.5

[73] 专利权人 乔尔·瓦茨基

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 乔尔·瓦茨基

[56] 参考文献

US5727480A 1998.3.17

US6318277B1 2001.11.20

US5020254A 1991.6.4

US6490985B2 2002.12.10

US4722287A 1988.2.2

审查员 张旭东

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 吴明华

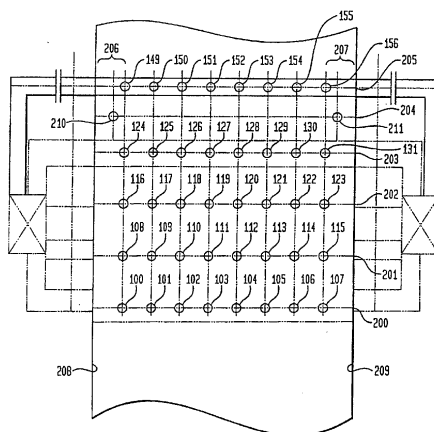
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称

过热空气口和锅炉系统

[57] 摘要

披露一种应用于锅炉系统的过热空气(OFA)口设计和方法。该过热空气口设计有效地减少在从相关的锅炉的排放中发射进入大气的有害污染物的数量。



1. 一种锅炉中使用的过热空气口，所述过热空气口包括：

(a) 具有入口端和出口端的内筒，所述内筒限定在其所述入口和出口端之间延伸的内部通路，空气可通过该通路流动；

(b) 具有入口端和出口端的外筒，所述外筒包围所述内筒至少一部分，所述外筒限定在其所述入口和出口端之间延伸的外部通路，空气可通过该通路流动；
和

(c) 至少一个布置在所述内筒和外筒之间的挡板，以便当空气离开所述外筒的所述出口端时中断空气的流动。

2. 如权利要求 1 的过热空气口，其特征在于，所述挡板被布置在离所述外筒的所述出口端比离所述外筒的进口端更近的位置。

3. 如权利要求 1 的过热空气口，其特征在于，所述挡板附着在所述外筒上。

4. 如权利要求 1 的过热空气口，其特征在于，所述至少一个挡板包括多个挡板。

5. 如权利要求 1 的过热空气口，其特征在于，所述外筒的入口端的几何结构不同于所述外筒出口端。

6. 如权利要求 5 的过热空气口，其特征在于，所述外筒的所述出口端为椭圆形结构。

7. 如权利要求 6 的过热空气口，其特征在于，所述外筒的所述入口端的几何结构为圆形结构。

8. 如权利要求 1 的过热空气口，其特征在于，所述内筒的入口端具有不同于所述内筒的出口端的几何结构。

9. 如权利要求 8 的过热空气口，其特征在于，所述内筒的所述出口端的几何形状为椭圆形结构。

10. 如权利要求 8 的过热空气口，其特征在于，所述内筒的所述入口端的几何形状为圆形结构。

11. 如权利要求 1 的过热空气口，其特征在于，所述内筒的入口端具有不同于所述内筒的出口端的几何结构，而所述外筒的所述入口端具有不同于所述外筒的所述出口端的几何结构。

12. 如权利要求 11 的过热空气口，其特征在于，所述内筒和外筒的出口端为椭圆形结构。

13. 如权利要求 11 的过热空气口，其特征在于，

(a) 所述内筒还包括内部入口段、内部过渡段和几何段；

(b) 所述外筒还包括外部入口段和外部过渡段。

14. 如权利要求 13 的过热空气口，其特征在于，所述外筒的所述外部过渡段还包括过渡性入口端和过渡性出口端，它们各具有直径，所述过渡入口端的所述直径小于所述过渡性出口端的所述直径。

15. 如权利要求 13 的过热空气口，其特征在于，所述外部入口段和所述外部过渡段长度相同。

16. 如权利要求 13 的过热空气口，其特征在于，至少两个挡板被布置在所述内筒和外筒之间，以便当空气离开所述外筒的所述出口端时中断空气流动。

17. 如权利要求 13 的过热空气口，其特征在于，所述外筒的所述入口端具有不同于所述外筒出口端的几何结构。

18. 如权利要求 13 的过热空气口，其特征在于，所述外筒的出口端为椭圆形结构。

19. 如权利要求 13 的过热空气口，其特征在于，所述内筒的所述入口端为圆形结构。

20. 一种锅炉，包括：

(a) 壳体；

(b) 至少一个燃烧器，该燃烧器限定燃烧区域；

(c) 至少一个过热空气口，该过热空气口包括：

(i) 具有入口端和出口端的内筒，所述内筒限定在其所述入口和出口端之间延伸的内部通路，空气可通过该通路流动；

(ii) 具有入口端和出口端的外筒，所述外筒包围所述内筒至少一部分，所述外筒限定在其所述入口和出口端之间延伸的外部通路，空气可通过该通路流动；和

(iii) 至少一个布置在所述内筒和外筒之间的挡板，以便当空气离开所述外筒的所述出口端时中断空气的流动。

21. 如权利要求 20 的锅炉，其特征在于，还包括位于所述外筒的所述入口端处的套筒阻尼器，以调节流入所述至少一个过热空气口的过热空气的量。

22. 如权利要求 20 的锅炉，其特征在于，

所述至少一个过热空气口包括多个布置在所述壳体中并位于所述燃烧区域上方的过热空气口，所述过热空气口被布置成包括上排和下排的多排，所述上排具有比所述下排更多的所述过热空气口，所述上排被布置在比所述下排离所述燃烧区域更远的垂直距离处，在下排中的至少一个过热空气口被布置在至少一个所述垂直狭窄通道中。

过热空气口和锅炉系统

关于申请的相关参考资料

本申请声明受益于美国临时专利申请 60/355,674, 登记于 2000 年 2 月 7 日, 其公开内容综合在此作为参考。

技术领域

本发明涉及锅炉系统, 更具体地说涉及一种锅炉系统, 其中采用过热空气 (OFA) 处理以减少有害的副产品, 诸如 CO、NO_x 和未燃烧碳产物。

背景技术

矿物燃料或其它类型的有机和化学燃料的完全燃烧在锅炉中需要固定和已知量的空气。空气和燃料之间的关系称作化学计量燃烧条件。因为供应化学计量空气的燃烧和随后燃料的消耗是理论的, 将需要无穷大尺寸的锅炉以便获得完全的燃烧。在存在的锅炉中, 一般需要供应比理论要求更多的空气。所增加的量称作过量空气。

在缺乏这样的过量空气时, 由于不完全燃烧产生显著数量的副产品。这样的副产品包括碳化氢 (HC) 和一氧化碳 (CO)。虽然过量空气有助于消除不希望的 HC 和一氧化碳 CO 副产品, 在燃烧器处燃烧时多余的氧气 (O₂) 和从燃料颗粒中释放的氮气 (N) 化合, 形成二氧化氮 (NO_x), 一种从锅炉中出来弥漫在空气中的有害污染物。

过热空气 (OFA) 处理是在 1950 年代为减少 NO_x 而开发的。过热空气处理是一种空气分阶段处理, 它调节完成燃烧处理所必需空气的供应。典型地过热空气处理分为两个阶段。

第一阶段需要从安装燃烧器的燃烧区域移去一部分燃烧空气。移去一部分燃烧空气使燃烧处理开始在燃料富裕状态下工作。这样的状态导致显著减少和防止 NO_x 的形成, 但同时造成高度一氧化碳 (CO) 和未燃烧碳产品 (UBC) 的形成。

过热空气处理的第二阶段补救这一短处。在该阶段, 通过位于燃烧区域上

方的过热空气口或在 CO 完成燃烧区域注入移去的空气。对 CO 完全燃烧区域注入移去的空气可以为完全燃烧的发生提供必需的化学计算量的空气。最终，CO 氧化形成 CO_2 。

采用过热空气处理因此为减少有害的 NO_x 和 CO 提供必要的余额。

燃烧效率受包括燃料来源暴露在火焰的时间、温度和紊流（即，空气和燃料颗粒之间的混合）等各种因素的影响。传统工艺中存在各种锅炉系统。它们包括过热空气口和其它必须为有效燃烧影响时间、温度和混合的特征。这些变量包括过热空气口、这些口相对于燃烧区域的位置、过热空气口的设计（即，单阶段和双阶段口设计）和各种混合方法。

针对不充分的混合问题，曾经实施“二阶段”或“双喉口”过热空气口设计。这样的设计意图是创造“近区域”流场，它促使在 CFA 流和接近喷射壁的锅炉燃气之间的迅速混合。这一般通过促使在外喉口或阶段的空气涡流而完成。此外，从内阶段或喉口来的高速度轴向气流使过热空气在锅炉内穿透足够地远，从而在锅炉内部达到更大的混合。

传统工艺中两阶段过热空气口承受各种问题。涡流外部气流的一个缺点是旋转气流导致沿气口一侧向上流动而在外侧向下流动。因为混合围绕气口的垂直中心线是不对称的，未混合锅炉燃气被容许穿过气口而产生不希望的 CO 和其它不完全燃烧的副产品而流出锅炉。

发明内容

本发明克服传统工艺锅炉系统的短处，包括通过提供关于过热空气口布置和设计新颖和不明显的系统方法。

按照本发明，披露一种利用过热空气口独特配置的锅炉。锅炉包括具有侧壁的外壳。至少一个限定燃烧区域的燃烧器被布置在外壳中的侧壁之间。在较佳的实施方案中，也可以使用多个燃烧器。在侧壁和燃烧区域的相对的两侧之间存在的空间限定多个垂直狭窄通道。过热空气口被布置成为多排。离燃烧区域最远的排（“上排”）包括比最接近燃烧区域的排（“下排”）中的过热空气口数量较多的过热空气口的数量。下排包括在锅炉侧壁和最接近侧壁的燃烧器的燃烧区域最外端之一之间的狭窄通道中的至少一个过热空气口，并限定多个狭窄通道。在一个实施方案中，下排可以只包括两个过热空气口——一个过热空气口位于第一狭窄通道而另一过热空气口位于第二狭窄通道。在另一实施

方案中，下排可以包括多于两个过热空气口。

除了大大减少 NO_x 以外，本发明锅炉的设计还被开发用来减少从锅炉发出的 CO 量。通过从燃烧区域除去部分燃烧空气并把这样的空气通过布置在燃烧区域上面和在其最外端和炉壁之间的过热空气口注入，在过热空气中的氧气将注入锅炉以氧化沿狭窄通道向上的 CO 从而将 CO 转换成为 CO_2 。此外，在燃烧区域边缘上燃烧器和炉壁之间的狭窄通道中设置过热空气口使过热空气和 CO 更好混合，这些气体在狭窄通道中向上流动，在 CO 的主要部分离开锅炉前，使 CO 极大地转化成为 CO_2 。相应地，过热空气口的配置减少存在于锅炉内并且随后释放入大气的 CO 量。

在本发明的另一方面，披露一种有效地操作锅炉方法以便减少有害二氧化氮向大气的排放。通过使用过热空气系统从燃烧区域移去一部分燃烧空气，该系统需要重新把这部分空气注入位于燃烧区域上方的过热空气口。按照本发明的方法，过热空气通过至少二排位于燃烧区域上方的过热空气口再注射。此外，至少通过一个位于最接近燃烧区域的一排中的过热空气口注入过热空气，该过热空气口是在由燃烧区域和锅炉侧壁之间空间限定的狭窄通道中。

在本发明的另一方面，过热空气口的设计是提供给锅炉使用。过热空气口包括内筒和外筒，二者均有入口端和出口端。应该理解这些管并不限于圆形直径，可以具有各种孔口形状，诸如圆形、椭圆形、正方形、三角形等。内筒限定一个延伸在内筒入口和出口之间的内部通路。内筒的用途是容纳空气流动。

外筒同轴地对于内筒延伸并至少部分地包围在其入口和出口端之间的内筒。该通路也用作容纳空气流动。

本发明另一新颖方面是在外部通路中放置挡板以便在空气动力方面使 UBC 和 CO 比传统工艺披露的方法减少得更多。在挡板上的空气流动在各挡板的下游一侧建立低压区域。当空气流动通过挡板时，低压区域促使空气流离开通路，以使来自外通路的气流被吸引趋向侧面。这在离开内筒的轴向过热空气气流周围建立起更大的再循环区域。结果获得更大的混合。确实，挡板使得用来协助空气混合的涡漩叶片或混合装置不再是必须的。

应该理解，为获得所希望的效果在外部通路内至少应该放置一个挡板。在较佳实施方案中，在外部通路的相对两侧放置两个挡板可以获得最佳效果。此外，因此较佳地挡板位于最接近外筒的出口端。

本发明另一新颖方面是在两管或内筒和外筒之一的入口和出口端之间改变

形状。各端可包括任何几何形状，包括无限制的、圆形、椭圆形、正方或三角形，但入口端和出口端的形状较佳地不同。在一个较佳实施方案中，各管的入口端为圆形而出口端为椭圆形。应该注意，外筒出口端的椭圆形包括主轴和副轴，其中主轴是椭圆的最长部分，并可以位于水平轴线。相应地，副轴包括椭圆的较短部分，并可位于垂直轴线上。

在本发明还有的另一方面，内筒入口端的椭圆也包括主轴和副轴，其中椭圆的最短部分构成副轴，而椭圆的较长部分构成主轴。在本发明的新颖方面，内筒的主轴较佳地位于外筒的副轴上。如此，内筒椭圆的较长部分同轴地沿外筒较短部分的垂直轴线放置。

在另一实施方案中，内筒由三段组成：入口段、过渡段和几何段。入口段较佳地为圆形并接受过热空气流。在过渡段中，孔口的几何形状较佳地从圆形变化为椭圆形。随着过渡区域在入口和出口端之间延伸，该过渡区域较佳地逐渐变小以减少内筒的直径，从而使过热空气移动的速度在过渡区域内增加。最后，内筒的几何段保持过渡段的几何形状并为过热空气的离开提供出口。较佳地，内筒的椭圆形状在整个过热空气口长度延伸，以便容许过热空气在锅炉内有较大的轴向穿透。

在同一较佳实施方案中，外筒由两段组成，入口段和过渡段。入口段具有较佳地为圆形的孔口几何形状并接受过热空气的流动。过渡段还包括过渡入口端和过渡出口端。在较佳的实施方案中，过渡段的直径从过渡入口端到过渡出口端尺寸增加。过渡段也提供过热空气将离开孔口的区域。

在另一较佳实施方案中，过渡段孔口的几何形状从圆形变化到较佳的椭圆形。

较佳地，相反于设计成为对内部气流在横向混合的外通路气流，来自内通路的气流为轴向以便促进在锅炉内深入的穿透。

本发明的另一方面涉及整个锅炉，该锅炉包括燃烧室和作为设置用来减少 UBC 和 CO 的总体过热空气系统一部分的过热空气口。按照本发明这一方面的过热空气口可以包括以上讨论特征的全部或一部分。

在本发明的较佳实施方案中，可以设置一种套筒阻尼器，它至少部分地包围入口和出口端之间的外筒。在一具体较佳实施方案中，套筒阻尼器位于外筒入口端。套筒阻尼器在调节流入过热空气口的过热空气流量方面特别有效。

在本发明另一实施方案中，过热空气口将包括一个位于内筒入口端的锥形

或中心体。该锥形体将有效地将径向气流变换为非湍流的粘性轴向气流。它也尽量减少任何压力的增加。

在本发明还有另一实施方案中，可以设置分布板，它至少部分地包围外筒在入口和出口端之间的外筒。分布板均匀地分布在调节装置周围的空气。

本发明另一实施方案还包括运用几何学来减少过热空气口中的涡漩程度，以及减少压力下降量。具体地说，在分布板和外筒交接处的汇合点上形成斜面。

在本发明还有另一方面，设想锅炉系统包括壳体、燃烧区域、按照本发明的过热空气口配置和按照本发明的过热空气口设计。

相应地，本发明目的是产生一种可以减少由于燃烧造成的 UBC 和 CO 量的过热空气口配置。本发明另一目的是提供一种能够廉价地制造的过热空气口设计。

本发明还有另一目的是在空气动力方面减少 UBC 和 CO 量，通过变化内外筒二者的入口和出口端的形状和消除对于可调节涡漩叶片或混合装置的需要。

本发明还有另一目的是提供一种过热空气口，它可以克服围绕过热空气口垂直中心线的不对称混合问题，这依此容许未经混合的炉内气体（这些气体产生并非最小的 CO 和其它不完全燃烧产物）未经改变地离开锅炉。

当与以下对于较佳实施方案和附图一起联合考虑以后，本发明以上目的、特征和优点将更完整地得到理解。

附图说明

图 1 为本发明过热空气（OFA）口的立体图。

图 2 为本过热空气口示意性侧视剖面图。

图 3 为本过热空气口示意性前视图。

图 4 为本过热空气口示意性侧视图。

图 5 为本过热空气口简化示意性前视图。

图 6 为阐明使用本过热空气口的计算机模拟空气流动。

图 7 为另一阐明使用本过热空气口的计算机模拟空气流动。

图 8 为在本锅炉系统内示意性地阐明过热空气口的布置。

图 9 为在本锅炉系统过热空气口布置的示意性正视图。

具体实施方式

如图 1 和 2 所示,本发明的过热空气(OFA)口 10 包括出口端 11 和入口端 12。在图 1 的较佳实施方案中,过热空气口 10 一般逐渐从在出口端 11 相对较大椭圆形直径减小到在入口端 12 相对地圆形的直径。过热空气口可以采用的材料为传统的并包括各种可以承受极热的诸如铁、钢、陶瓷之类的材料。

如图 2 中所示,过热空气口 10 包括一个限定内部通路 58 的长形内筒 50 和一个包围内筒 50 并且基本上同轴地与其延伸的外筒 52。

在内筒 50 和外筒 52 之间形成外部通路 54。内部通路 58 和外部通路 54 二者一般均为环形并用作再注射过热空气进入锅炉的通路和联接锅炉。

如图 2 和 3 所示,外筒 52 的过渡区域 60 布置在过热空气口 10 的入口端 12 和出口端 11 之间。过渡区域 60 呈锥形,以便沿空气流动方向在直径上逐渐增大。在图 1、2 和 3 的实施方案中,区域 60 从在外部圆形管道 63 过渡到在椭圆形管道 64 的椭圆形形状。

挡板 61、62 布置在外部通路 54 的出口端 11 以促进过热空气的均匀混合。应该注意,可以只用一个挡板或者多于两个挡板。此外,按照本发明可以利用各种形状和尺寸的挡板。由于在炉中能够完成有效的混合,使用挡板是对于传统工艺的设计的改进。

内筒 50 也包含从圆形管道 65 过渡到椭圆形管道 66 的过渡区域 51。如图 3 所示,椭圆形管道 66 垂直地布置在外部椭圆的水平椭圆形管道 64 内。

如图 1、2 和 3 所阐明,外筒 52 的直径从入口处 12 相对较小直径增加到出口处 11 相对较大的直径。在较佳实施方案中锥度在 1 度到 15 度($1^{\circ} \sim 15^{\circ}$)之间。不过本发明可替代的实施方案中可以不包括任何锥度或者可以包括锥度大于 15° 。

在本发明可替代实施方案中,过热空气口 10 在入口端 12 的外部圆形管道 63 的尺寸和形状以及外部圆形管道 63 的半径可以变化。在较佳的实施方案中,内筒 50 的内部圆形管道 65 的直径可以大约为 17 英寸,而外筒 52 的外部圆形管道 63 的直径可以是大约 26 英寸。

外筒 52 的水平椭圆形管道 64 的具体尺寸和形状以及内筒 50 的内部椭圆形管道 66 也可以在本发明另一实施方案中变化。在一个实施方案中,水平椭圆形管道 64 可以在主轴上具有大约 $33\frac{1}{2}$ 英寸的长度;而在副轴上为 $22\frac{1}{3}$ 英寸。内筒 50 的内部椭圆形管道 66 在其主轴上可以为 21 英寸;而在其副轴上为 14 英寸。

在本发明的可替代实施方案中挡板 61、62 的尺寸、形状和位置也将变化。在较佳实施方案中，挡板 61、62 附着在外筒 52 的内壁 53 上。挡板可以位于离外筒 51 的出口端 11 数英寸的位置。最靠近外筒 52 的出口端 11 的挡板 61、62 最外面的边缘可以采取外筒 52 的形状。如此，在较佳实施方案中，其中外筒 52 为椭圆，挡板 61、62 最外面的边缘将为椭圆。应该理解，挡板可以以各种方式附着在过热空气口上并且不限于附着在外筒上。在可替代的方案中，挡板可以附着在内筒上。

如图 3、4、8 和 9 所示，过热空气口 10 为整个过热空气系统的一个单独部件。

如图 4 所示，套筒阻尼器 70 位于外筒 52 的入口端 12 和出口端 11 之间。套筒阻尼器 70 移动而改变对于外通路 54 开口的尺寸。在这方面，这样可以有效地控制通过过热空气口气流的总量。可以利用促动器遥控阻尼器。在调节装置的中心体中布置锥形体 73 以便使气流从径向（当进入锥形区域时如此）转变为轴向。锥形体 73 的功能也可尽量减少在过热空气口中空气的压力下降。

在套筒阻尼器 70 附近，分布板 71 至少部分地包围并连接于外筒 52。在较佳实施方案中，分布板 71 完全包围外筒 52 部分。它可以通过焊接或各种其它固定方法（例如，夹钳、铆钉、螺钉、粘合剂等）连接于外筒 52。在较佳实施方案中，分布板 71 由多孔不锈钢制成。

邻近分布板 71 的倒角 74 减少通过转角上的涡流和压力下降。

利用具有不同空气流动速度的过热空气口的计算机模拟的结果以例子显示使用本过热空气口组件的优点。图 6 显示计算机模拟模型的空气流动结果，其中内部通路空气流为总空气流的 60%。图 7 为图 6 中接近喉口区域的放大细节。相反，在外筒 52 通路 54 中的空气流在挡板 61、62 处中断。这造成空气横向地分散进入锅炉并建立较大的混合区域。

可以看到，当在内部通路 58 中气流增加时，轴向穿透被改进且附近区域再循环也有改进。减少内部通路气流导致减少穿透深度但离壁部较宽的混合。

如此，按照本发明，通过变化内部到外部的气流的比例，过热空气气流的穿透和覆盖可以最佳化以便尽量扩大 CO 和其它燃烧的部分产物（利用过热空气处理减少 NO_x 的正常结果）完全燃烧。此外，本过热空气口的设计促进围绕过热空气口垂直轴线的空气混合，使得在锅炉出口没有未经混合的通路。

图 8 阐明按照本发明在锅炉内较佳过热空气口布置的正视图。该锅炉包括

由多个燃烧器 100-131 所限定的燃烧区域。燃烧器 100-131 布置成为 4 个水平排。具体地说，燃烧器 100-107 布置为排 200，燃烧器 108-115 布置为排 201，燃烧器 116-123 布置为排 202，而燃烧器 124-131 布置为排 203。

过热空气口的两个排 204、205 垂直地布置在燃烧气缸上面。下排 204 包括在锅炉内相对的两垂直狭窄通道 206 和 207 中布置的一对过热空气口 210 和 211。具体地说，锅炉包括具有隔开的壁 208 和 209 的汽锅。垂直狭窄通道 206 定义为在汽锅壁和垂直布置燃烧器 100、108、116 和 124 之间的空间。相似地垂直狭窄通道 207 定义为在汽锅壁 209 和垂直地布置的燃烧器 107、115、123 和 131 之间的空间。垂直狭窄通道 206 和 207 沿汽锅侧壁延伸并延续到燃烧区域上部。

由于其布置在垂直狭窄通道 206 和 207，过热空气口 210 和 211 被称作“翼口”。这些过热空气口布置在顶排 205 中最外面过热空气口的外侧。顶排 205 包括布置在比下排 204 的翼口 210 和 211 离开燃烧区域距离更远的 8 个过热空气口 149-156。

虽然过热空气口的下排 204 在图 8 中显示为只包括翼口 210 和 211，应该理解，在替代的方案中可以在这一排布置附加的过热空气口。此外在本发明考虑范围内的锅炉中可以布置附加的过热空气口。不过，这样的布置将增加系统的成本。

虽然在排 204 中可以有任何数量的过热空气口，较佳的是在排 204（最接近燃烧器的排）中的过热空气口数量少于排 205 中过热空气口的数量。

图 9 为锅炉系统的侧视图，它包括按照本发明的过热空气口的配置，以及按照本发明过热空气口的设计。燃烧区域由在排 200-203 中的燃烧器组成。过热空气口布置为两排，204-205，但可以包括更多的排。位于垂直狭窄通道（未示）的过热空气口 210-211（即，翼口）可以在下排 204 中看到，它最接近于燃烧区域。

虽然本发明已经在此参照具体实施方案予以详细描述，应该理解这些实施方案仅为阐明本发明的原理和应用。因此应该理解可以对这些阐明性实施方案作出无数的变型并且可以设计其它的布置而不致偏离如所附权利要求中定义的本发明的精神和范围。

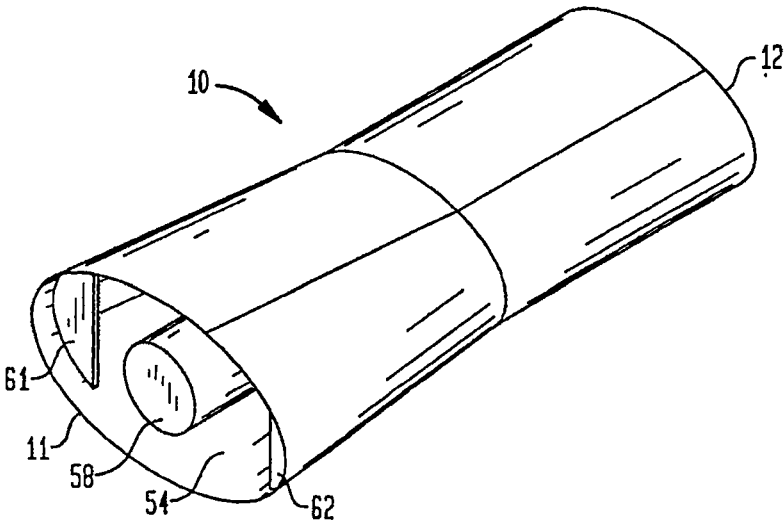


图 1

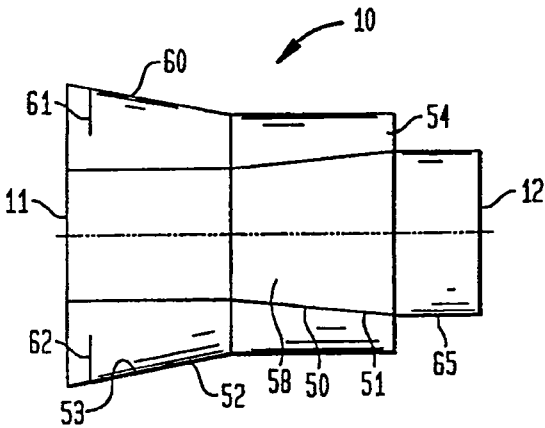


图 2

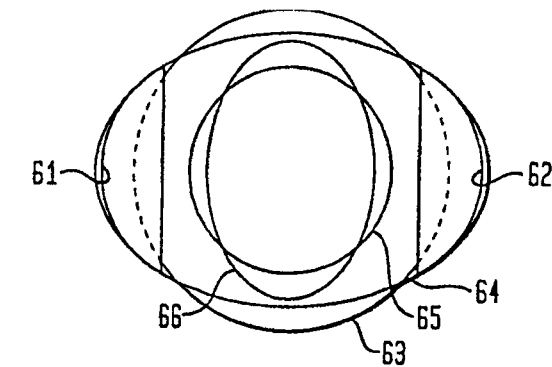


图 3

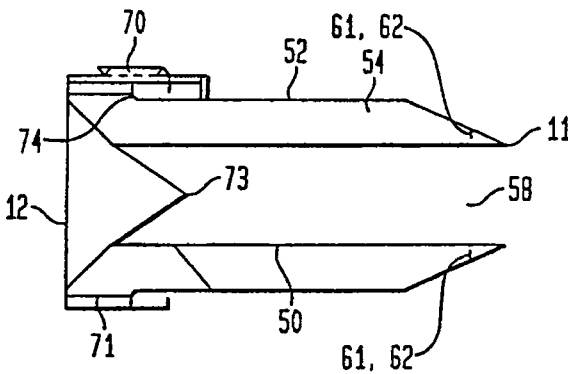


图 4

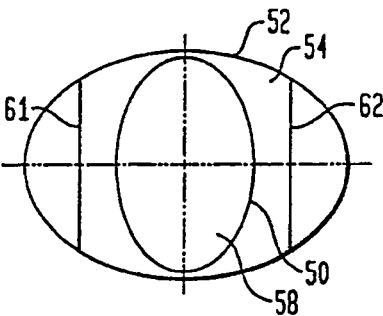


图 5

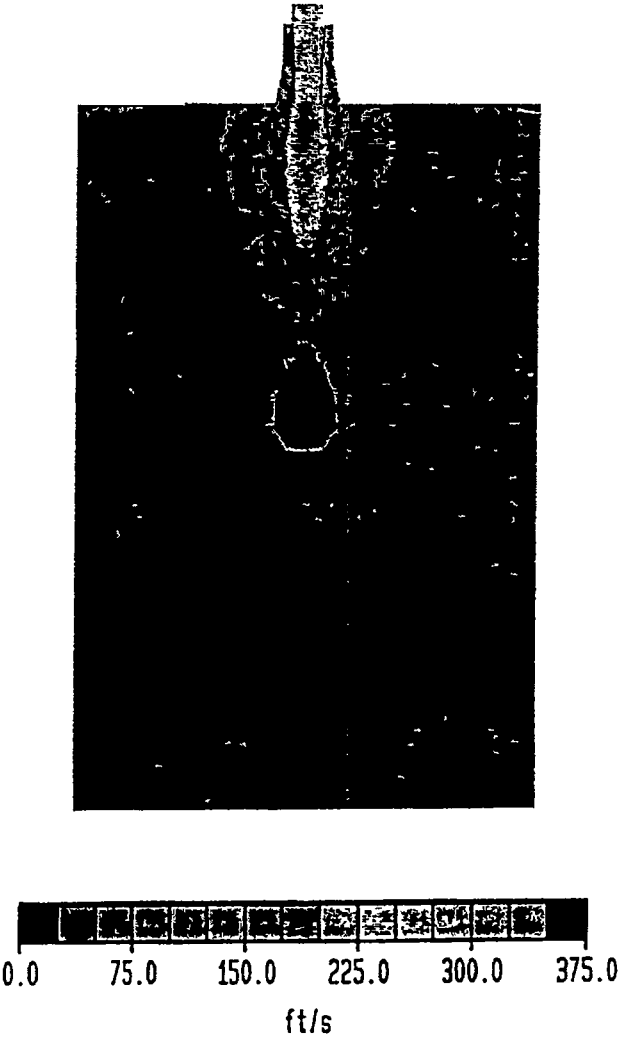


图 6

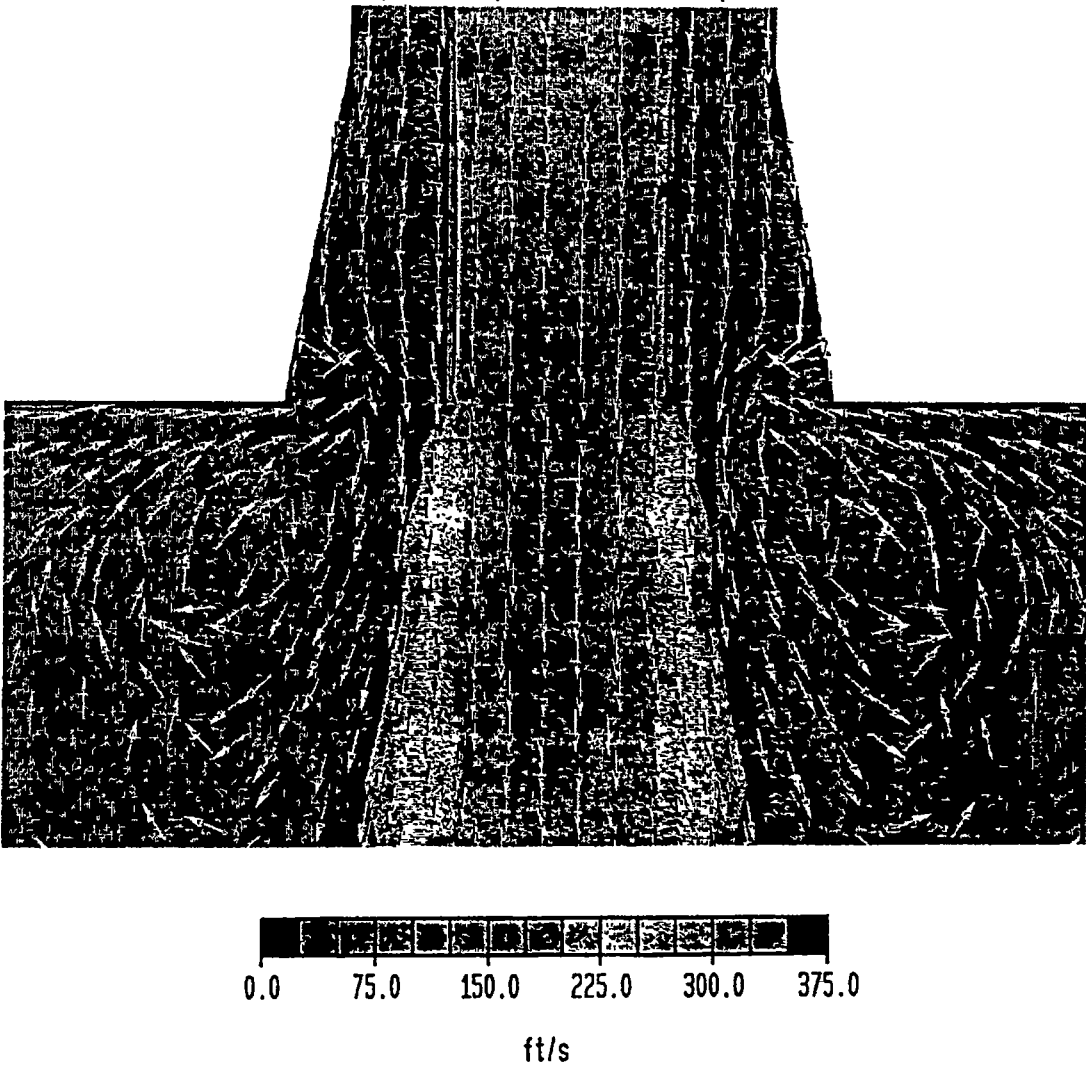


图 7

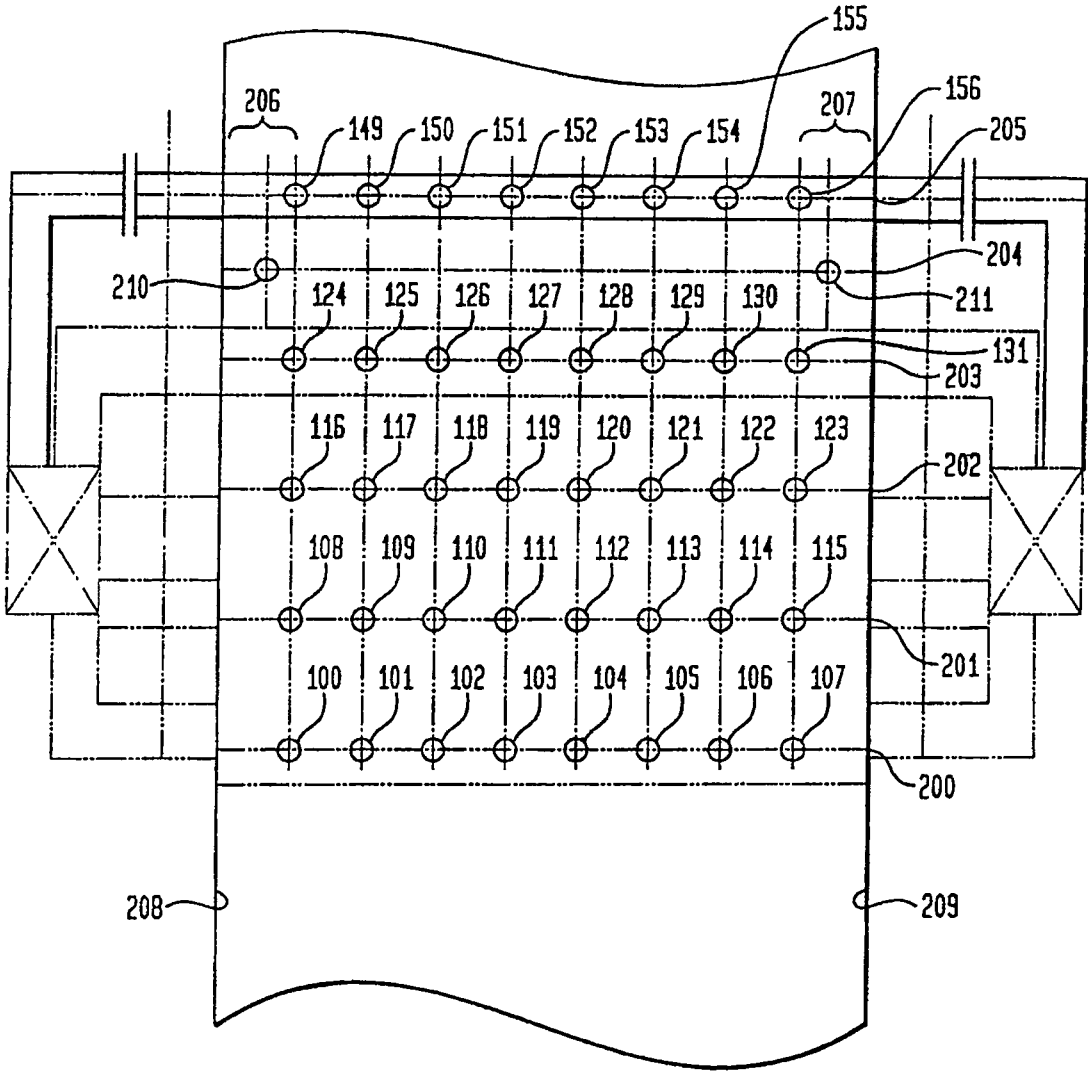


图 8

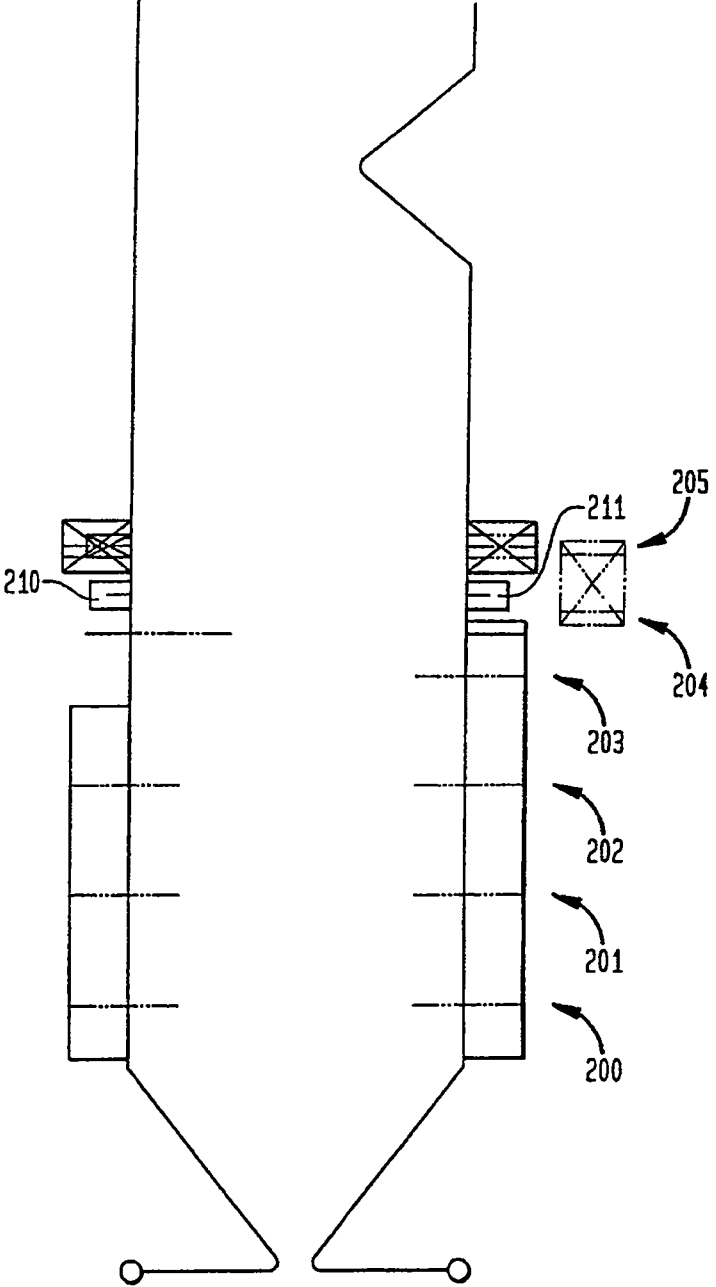


图 9