

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

B64D 23/00 (2006.01)

A01K 73/02 (2006.01)

A63G 31/00 (2006.01)

[21] 申请号 200580025819.2

[43] 公开日 2007年9月5日

[11] 公开号 CN 101031470A

[22] 申请日 2005.8.1

[21] 申请号 200580025819.2

[30] 优先权

[32] 2004.7.30 [33] US [31] 10/909,088

[32] 2005.7.19 [33] US [31] 11/184,940

[86] 国际申请 PCT/US2005/027750 2005.8.1

[87] 国际公布 WO2006/012647 英 2006.2.2

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.30

[71] 申请人 斯凯旺蒂尔有限责任公司

地址 美国得克萨斯

[72] 发明人 N.·艾伦·迈特尼 威廉·基钦

肯尼斯·W.·莫特

查理·N.·伊斯特莱克

迈克尔·J.·帕尔默

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 张文达

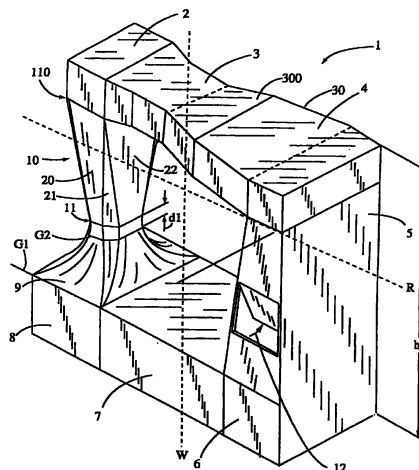
权利要求书9页 说明书24页 附图19页

[54] 发明名称

再循环竖直风洞跳伞模拟器以及用于风洞和其他场所的减阻缆绳

[57] 摘要

一种竖直风洞飞行模拟器包括飞行舱，飞行者可以在其中经历自由下落模拟。支承飞行者的气流经过管道利用连接在飞行舱上的风扇导入。具有向飞行舱开口的分段区域与飞行舱相邻。一个或两个回流空气管道被用于使空气从风扇出口流回风扇入口。在至少一个管道部分上包括相对的气窗，由此通过使外界空气强制进入模拟器内来调节温度。采用具有发散壁的多个管道部分因降低了高度而提高了系统的商业价值。在顶部上和壁后面的安装部件形成了对飞行中人的引人注目的步行观察景象。



1. 一种竖直风洞跳伞模拟器，包括：

具有大体矩形构造的再循环气流风室；

5 竖直飞行舱，其能够使容置在大体矩形构造的第一竖直侧元件内并且位于风扇组件入口侧的至少一个人浮动；

所述风扇组件还包括水平安装在大体矩形构造的顶部元件中的多个风扇；

其中顶部元件回流管道、第一竖直侧元件、大体矩形构造的第二竖
10 侧元件回流管道各自具有发散壁部分，以扩大再循环空气的流动，同时保持大体层流的气流；以及

顶部元件的最上部在大体矩形构造的底部元件最下部之上不超过大
约50英尺-120英尺。

15 2. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，飞行舱还包括用于底部的机械安全网和与顶部元件相关联的人传感器，其中人传感器与控制器相连，从而在感测到人在飞行舱顶部附近时使再循环空气的流动变慢。

20 3. 如权利要求2所述的模拟器，其特征在于，控制器还包括起到使至少一个风扇变慢作用的风扇控制装置。

4. 如权利要求3所述的模拟器，其特征在于，风扇控制装置还包括暂时减小流向至少一个风扇的电流的风扇功率控制模块。

5. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，竖直飞行舱还包括发散壁以降低从中穿过的气流流速。

6. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，还包括具有空气入口气窗的温度调节器，所述空气入口气窗在连通空气出口气窗的管道元件内位于空气出口气窗的相对侧，其中通过气窗形成加速喷口，由此产生静压降低的区域并将外部空气吸入空气入口。

7. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，每个风扇组件还包括具有发散壁以降低从中穿过的气流流速的壳体。

8. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，竖直飞行舱还包括具有多个舱装置的分段区域，从而起到能够从竖直飞行舱进和出的作用，同时维持可对穿过飞行舱的飞行气流进行操作。

9. 如权利要求5所述的模拟器，其特征在于，第一竖直舱还包括椭圆形水平横截面形状。

10. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，每个风扇以非平行的方式安装到相邻风扇上，并远离它们之间的中心线。

11. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，飞行舱具有入口门，偏转器处于所述入口门的下游底边缘。

12. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，底部元件被埋入地下，由此在地平面或地平面以上形成了在飞行舱地平面上方的安装高度。

13. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，通向第一竖直侧元件的入口的尺寸与底部元件的横截面部分的尺寸相同。

14. 如权利要求1所述的模拟器，其特征在于，顶部元件的最上部在底部元件最下部之上不超过大约50英尺-60英尺。

15. 如权利要求6所述的模拟器，其特征在于，出口气窗在管道元件内面对上游，并且入口气窗在管道元件内面对下游，由此形成加速喷口。

16. 一种竖直风洞跳伞模拟器，包括：

具有大体矩形构造的再循环气流风室，其具有中心竖直元件以及第一和第二竖直回流空气风室；

能够使容置在中心竖直元件内的至少一个人浮动的竖直飞行舱；

所述风扇组件还包括水平安装在大体矩形构造的顶部元件中的多个风扇；

其中顶部元件、第一和第二竖直侧元件、以及中心竖直元件各自具有发散壁部分，以扩大再循环空气的流动同时保持大体层流的气流；以及

顶部元件的最上部在大体矩形构造的底部元件最下部之上不超过大约50英尺-120英尺。

17. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，飞行舱还包括用于底部的机械安全网和与顶部相关联的人传感器，其中人传感器与控制器相连，从而在感测到人在飞行舱顶部附近时使再循环空气的流动变慢。

18. 如权利要求17所述的模拟器，其特征在于，控制器还包括起到使至少一个风扇变慢作用的风扇控制装置。

19. 如权利要求18所述的模拟器，其特征在于，风扇控制装置还包括暂时减小流向至少一个风扇的电流的风扇功率控制模块。

5 20. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，竖直飞行舱还包括发散壁以降低从中穿过的气流流速。

21. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，还包括具有空气入口气窗的温度调节器，所述空气入口气窗定位成与管道元件内的空气出口
10 气窗相对，其中通过气窗形成加速喷口，由此将外部空气吸入空气入口气窗。

22. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，每个风扇组件还包括具有发散壁以降低从中穿过的气流流速的壳体。
15

23. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，竖直飞行舱还包括具有多个舱装置的分段区域，从而起到能够从竖直飞行舱进和出的作用，同时维持可对穿过飞行舱的飞行气流进行操作。

20 24. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，飞行舱还包括椭圆形水平横截面形状。

25. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，每个风扇以非平行的方式安装在相邻风扇上并远离它们之间的中心线。

25 26. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，飞行舱具有入口门，偏转器处于所述入口门的下游底边缘。

27. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，底部元件被埋入地下，由此在地平面或地平面以上形成飞行舱地平面上方的安装高度。

28. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，通向中心竖直元件的
5 入口的尺寸与底部元件的横截面部分的尺寸相同。

29. 如权利要求16所述的模拟器，其特征在于，顶部元件的最上部在底部元件最下部之上不超过大约50英尺-60英尺。

10 30. 如权利要求21所述的模拟器，其特征在于，出口气窗在管道元件内面对上游，并且入口气窗在管道元件内面对下游，由此形成加速喷口。

31. 一种竖直风洞跳伞模拟器，包括：

再循环气流风室；

15 为竖直飞行舱中的人的飞行提供气流的风扇组件；

所述气流风室的一部分还包括发散壁以使气流扩大和变慢；

所述气流风室还包括温度调节器；

所述温度调节器还包括在风室的共用部分中安装在相对出口气窗附近的入口气窗，所述出口气窗具有在风室的共用部分中面向内侧和上游
20 的门，所述入口气窗在共用部分中面向内侧和下游；以及

其中所述门形成了风室共用部分的内部变窄段，由此形成静压降低的区域，从而将空气吸入入口气窗内。

32. 一种飞行模拟器，包括：

25 竖直风洞飞行舱；至少两个竖直回流风室；以及

其中两个回流风室通过使风室与飞行舱相连形成V形。

33. 一种飞行模拟器，包括：

竖直风洞飞行舱；

具有至少两段气流收缩组件的回流空气风室系统；

5 其中第一段收缩元件沿底风室水平安装；以及

第二段收缩元件竖直安装在飞行舱下方。

34. 一种减阻筛网，其包括缆绳，所述缆绳具有外部螺旋形绕线。

10 35. 一种减阻筛网，其包括缆绳，所述缆绳具有至少一个缺少的螺旋形股线。

36. 一种公共娱乐系统，包括：

15 具有人飞行舱的竖直风洞，所述飞行舱具有能够观察其中飞行的飞行者的透明部分；

所述飞行舱安装在地平面或其附近，由此使经过者能够观察到飞行的飞行者；

所述飞行舱安装成接近公共人行道；以及

20 其中所述竖直风洞具有至少一个与公众人行道分开的机器部件。

37. 在具有飞行舱的竖直风洞中，所述飞行舱用于以高速空气柱支承飞行的人，所述飞行舱具有安全网底面，其中安全网由缆绳制成，其中的改进包括：

所述安全网还包括具有扭绞多股线构造的至少一个缆绳；

25 股线的一部分形成缆绳的周边；

其中至少一个周边股线具有与所有其他周边股线直径的平均值不同的直径；以及

所述不同直径的股线形成绕缆绳外表面的螺旋形特征，由此减小缆绳在空气中的空气动力学阻力。

5

38. 如权利要求37所述的装置，其特征在于，具有至少一个不同直径的股线的至少一个缆绳还包括仅有一个的更大直径的股线，并且螺旋形特征是脊，所有其余的周边股线的直径相等。

10

39. 如权利要求37所述的装置，其特征在于，具有至少一个不同直径的股线的至少一个缆绳还包括至少一个更小直径的股线，并且螺旋形特征是槽，其中所有其余周边股线的直径相等。

15

40. 如权利要求38所述的装置，其特征在于，所有股线由钢制成。

41. 如权利要求38所述的装置，其特征在于，这一个更大直径的股线具有大约0.028英寸的直径，所有其他周边股线具有大约0.019英寸的直径，股线总数为19个，其中11个是周边股线。

20

42. 如权利要求38所述的装置，其特征在于，这一个更大直径的股线具有大约0.034英寸的直径，所有其他周边股线具有大约0.019英寸的直径，股线总数为19个，其中11个是外周股线。

25

43. 在其中具有网的风洞中，改进包括：

所述网具有多股线金属缆绳；

所述多股线金属缆绳具有成组的外周股线；

其中所述外周股线中的至少一个具有与所有其他外周股线不同的直径；以及

通过不同直径的股线在金属缆绳外周上形成螺旋形特征，由此减小缆绳在空气中的空气动力学阻力。

44. 如权利要求43所述的装置，其特征在于，具有至少一个不同直径外周股线的金属缆绳还包括仅有一个的更大直径的外周股线，其中金属缆绳中所有其余周边股线直径相等。

45. 如权利要求43所述的装置，其特征在于，具有至少一个不同直径外周股线的金属缆绳还包括至少一个更小直径的外周股线，其中金属缆绳中所有其余周边股线直径相等。

46. 如权利要求43所述的装置，其特征在于，所有股线由钢制成。

47. 如权利要求44所述的装置，其特征在于，所述一个更大直径的股线具有大约0.028英寸的直径，所有的其他周边股线具有大约0.019英寸的直径，股线的总数是19个，其中11个是外周股线。

48. 如权利要求44所述的装置，其特征在于，所述一个更大直径的股线具有大约0.034英寸的直径，所有的其他周边股线具有大约0.019英寸的直径，股线的总数是19个，其中11个是外周股线。

49. 一种被设计用于在无需缆绳由多个细长金属元件重复扭绞在一起的情况下有利地减小由缆绳引起的空气中的空气动力学阻力的应用场合中的缆绳，外部元件中的一个具有比所有其他外部元件更大的横截面，

所述所有其他外部元件限定了具有预定周向长度的线的外表面，所述一个元件的横截面尺寸和形状被设计成使得其在所述预定周向长度以上从所述外表面突出一定距离，以绕所述线形成螺旋形脊，由此减小缆绳在空气中的空气动力学阻力。

5

50. 如权利要求49所述的缆绳，其特征在于，所述外表面基本上是限定了缆绳直径D的圆形，所述一个元件从所述外表面突出的距离等于D的至少大约10%。

10

51. 一种被设计用于在无需缆绳由多个细长金属元件重复扭绞在一起的情况下有利地减小由缆绳引起的空气中的空气动力学阻力的应用场合中的缆绳，外部元件中的至少一个具有比所有其他外部元件更小的横截面，所述所有其他外部元件限定了具有预定周向长度的线的外表面，所述一个元件横截面尺寸和形状被设计成使得其在所述预定周向长度以下从所述外表面缩进一定距离，以绕所述线形成至少一个螺旋形槽，由此减小缆绳在空气中的空气动力学阻力。

15

20

再循环垂直风洞跳伞模拟器以及用于风洞和其他场所的减阻缆绳

5 交叉引用的申请

本申请要求以2005年7月19日提交的美国专利申请系列号11/184,940作为优先权，其作为2004年7月30日提交的美国专利申请系列号10/909,088的部分继续申请。

10 技术领域

本申请涉及垂直风洞领域，更具体地说涉及用作跳伞模拟器和娱乐装置的温控回流垂直风洞。

背景技术

15 风洞在现有技术中众所周知。可以根据用户的需要获得许多类型和型式的风洞。这些风洞包括具有和不具有回流的亚音速风洞、具有和不具有回流的跨音速风洞、具有和不具有回流的垂直亚音速风洞、具有和不具有回流的超音速和特超音速风洞、以及可压缩流动风洞。

20 大多数风洞被用于研究和测试目的。这些包括常规飞行器、直升机、降落伞以及其他空气动力装置、翼表面、控制表面、潜水艇、火箭以及其他运载工具、陆地车辆、建筑物的测试以及其他基本流动试验。

水平风洞（空气在风洞的全速段基本上水平流动的风洞）被用于空气动力学研究和测试，并且由通常从事重点防御的公司、联邦政府、或者教育机构和大学所掌握。其中的一些已经被转换为或适于竖直操作（其中空气在风洞的全速段基本上竖直流动的风洞），但它们中的大多数或全部在那方面的作用很差。

对被用于模拟自由下落的竖直风洞施加的设计限制与水平测试风洞不同。在竖直风洞/自由下落模拟器中，重要的是在风洞全速段的物体（在本申请中是飞行中的人）能够在所述段内四处移动，以经历或经历人体飞行。水平测试风洞中，在风洞中放置的物体通常是可被其他人观察或测量的静态物体。出于这一原因，水平风洞的这一最快部分被称为“测试段”。在竖直风洞中，这一相同区域又被称为“飞行腔”。

在竖直风洞中，重要的是可以在不停止气流的情况下使风洞内飞行的人旋转到飞行舱内和旋转出飞行舱。相比之下，操作过程中几乎不需要在水平风洞的测试段移动静态物体。此外，由于竖直风洞内的飞行者在飞行舱内自由四处移动，因此必须将它们的移动限定在系统的适当部分。

尽管可以在飞行舱的上游端和下游端都放置安全网，但这样产生巨大的阻力，从而形成噪声并增加获得任意给定速度所需的功率。实际上，这样一对网可以消耗的功率达到操作所述风洞所需的总功率的30%-50%。

在飞行舱的底端或上游端设置缆绳编织网格以作为乘坐者不飞行时的站立平台也是有益的。这种“缆绳底面”为飞行舱内的安全工作人员或指导人员提供了方便的工作平台。

因此，处于以上安全和可用性原因，需要使缆绳底面/安全网可以由给定强度和直径的具有最低空气动力学阻力的缆绳制成。除了风洞之外，还有许多应用场合采用穿过空气移动的缆绳或者流过缆绳的空气，其中简单且廉价的减阻缆绳可以具有很大的益处。

- 5 具有平的或翼型横截面的低阻缆绳在本领域是已知的，并且在航空工业中频繁使用。然而，这些缆绳不适用于竖直风洞的编织缆绳底面，因为难以保持所述缆绳相对于气流进行准确定位。此外，这种平的或翼型缆绳的下游端是尖的。由于落在缆绳底面/安全网上的人将降落在该下游端上，因此这种类型的缆绳用在所述应用中是不安全的。出于类似的定
- 10 位、稳定性、成本或潜在损伤的原因，现有技术中的翼型缆绳不能用于需要低阻缆绳的一些其他类型的应用中。

同样重要的是，需要防止乘坐者横向飞到空气柱外并且未得到支撑地向下落向底面。出于这一原因，最先进的竖直风洞被设计成使得空气柱从飞行舱的一个壁完全延伸到另一个壁。这在水平风洞中是不必要的。

- 15 用于模拟自由下落的竖直风洞经常必须在噪声敏感环境例如游乐园和购物中心中进行操作。水平测试的风洞可以远离人群，在那里它们可以任意制造所需的噪声。

- 作为娱乐装置，自由下落模拟器必须在价格上与其他娱乐设备竞争，并且经常接近频繁地被操作。这两个因素使能量效率对自由下落模拟器的成功商业运作很关键。能量效率对水平测试的风洞不太重要；在水平
- 20 测试的风洞中，可以花费几小时和几天构建试验台，并随后为了采集所需数据仅运行风洞几分钟。

高度是自由下落模拟器的主要限制,该自由下落模拟器直立并且经常必须定位在具有严格高度限制的高密度娱乐场所。这种情况在水平测试的风洞上不存在,该水平测试的风洞侧立并且成功地远离任何人群。

最后,没有任何已知的现有技术致力于设计这些系统,以优化高密度娱乐场所中公众的可视性。

为了使商业上可行的竖直风洞用于跳伞模拟,必须使得:(1)移动足量空气并足够平稳地移动空气,以充分模拟一个或多个人在飞行舱内的自由下落;(2)具有足够短且足够安静以位于往往存在大量潜在用户的地方的装置;以及(3)功率消耗水平足够低以使体验价格为公众所接受。

满足这些竞争要求的发明难题可通过本发明的装置来解决。在飞行舱内需要高气流速度以使一个或多个人浮动。然而,使空气高速移动穿过通风管道形成了大量的噪声和热并且需要较大功率。因此,大多现代的风洞扩大并适当地使飞行舱下游的空气变慢以降低功率消耗、噪声输出以及热产生。这样做可以降低功率超过60%,并且仅通过这种方式竖直风洞作为娱乐装置或跳伞模拟器在商业上变得可行。

然而,如果使风洞的任何段上的气流扩大太快,则流动将“分离”并且变为紊流而不是层流。这将使整个系统性能变差,从而增加功率消耗并降低流动质量直到所述装置不能充分模拟真实自由下落的程度。在扩大的管道中发生流动分离的临界点在文献中得到了很好的限定,简而言之,所述扩大锥体的壁不能相互发散大于9-12度。出于这一原因,增加水平测试风洞的长度或者竖直风洞的高度往往可以提高效率。

不幸的是，尽管这一点对于水平系统很容易实现，但在竖直系统中这样做会显著提高构造和操作成本，并降低可以获得政府批准建设的地点的数量。因此，将高度降至最低同时使飞行舱下游气流的扩大和减速最大化，是竖直风洞在商业上取得成功的关键。类似地，在不增加阻力和动力消耗的情况下限制风洞安全区域的乘坐者是必要的。

现有技术的风洞没有这样的设计，其具有足够安静和短以建造在高密度购物和娱乐场所，同时保持足够地高效以使商业上操作可行。

相关领域的上述实例以及与其相关的局限性被用于示例而不是唯一地。在阅读说明书并研究附图后，本领域技术人员将会清楚地了解到相关领域的其他局限性。

发明内容

本发明的一方面是提供一种竖直风洞娱乐装置，其具有位于多个风扇入口侧的飞行舱，所述风扇又与多个扩大的回流空气管道相连，由此将效率提高到最大，同时将娱乐装置的高度降至最小。

本发明的另一方面是提供一种竖直风洞，其具有在风扇入口侧的飞行舱以提高气流速度和质量，使飞行者具有更低的功率消耗和更高的安全性。

本发明的另一方面是提供一种竖直风洞，其具有多个更小的风扇，所述风扇以非平行的方式倾斜排列，而不是单个的维修更昂贵和难以维护的风扇。

本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,其具有一个或多个回流空气管道以保存热量、减小能量消耗、减小噪声并可以全天候操作。

本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,尽管其可以具有比回流管道更大数量的风扇,但其可仅具有一个或两个回流管道。

5 本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,其具有容纳在下轮廓扩散外壳内的风扇,所述扩散外壳使风扇尽可能地安装得靠近在一起,使得在无需设置增加整个系统高度或宽度的长过渡管道的情况下多个风扇可以与每个回流空气管道相连。

10 本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,其具有带可调节入口/出口门的被动换气系统,所述门通过机械方式从系统中排出受热空气并吸入更冷的外界空气,以通过风扇最小的额外功来最有效地控制风洞内的温度。

15 本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,其中可调节入口/出口门被布置成使得它们还形成“喷口”或流动收缩段,由此在风洞的内部和外部之间形成有利的压力梯度并促进换气,从而通过风扇最小的额外功并且在不采用其他更高成本的空气冷去技术的情况下有效地控制风洞内的温度。

20 本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,其具有由特别设计的缆绳(优选为钢制)制成的筛网“底面(floor)”,从而产生比常规缆绳更小的阻力并由此产生更小的噪声。

本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,其具有被设计成防止飞行者在飞行舱内移动太高并能够快速调节空气速度以使飞行者回落并将它们保持在安全位置的一个或多个零阻力电子上侧屏障。

5 本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,其在给定效率下具有最低允许总高度,以减小构造成本并满足公众政府对建筑物高度的限制。

本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,其通过不仅将主扩散器设置在飞行舱的正下游,而且使飞行舱下游的大多数或全部部件在不形成流动分离的情况下尽可能快速地使空气扩大来优化高度。

10 本发明的另一方面是提供一种竖直风洞,通过在穿过飞行舱时在不形成分离的情况下尽可能多地扩大空气来优化高度。这种扩散飞行舱还可以被认为是零高度飞行舱或零长度测试段。

本发明的另一方面是提供一种零高度飞行舱,其中飞行者在扩大的扩散器舱内飞行,空气速度在他们飞得更高时减小,由此在舱内形成自动拦截的流动以在飞行者下降时使他或她变慢。

15 本发明的另一方面是提供一种在移动的空气中具有减小的阻力和噪声的缆绳。

从参照形成说明书一部分的附图做出的以下描述和附加权利要求中,将会清楚地了解到本发明的其他方面,其中相同的附图标记表示几幅附图中的同一部件。

20 为了降低乘坐者从空气柱中下落并使自身受到损伤的危险,空气柱从飞行舱的一个壁完全延伸到另一个壁。这种“壁到壁”的气流还减小了空气柱边缘的阻力并提高了整个系统的效率。气流穿过“缆绳底面”进

入飞行舱内。当穿过飞行舱的气流不足以支承使用者时，缆绳底面提供了对他们的支承。缆绳底面由减阻缆绳制成，所述缆绳包括特定定向和特定尺寸的圆形股线的集结。这些缆绳还可以被用于空气中的阻力降低有利的任何应用中。

- 5 在飞行舱的上（或下游）端或在其附近，由一个或多个电子（优选为光学）传感器组成的“虚拟网”监测乘坐者（多个乘坐者）在飞行舱内的位置。在所公开的实施方式中，如果乘坐者（多个乘坐者）在飞行舱内飞得太高，则控制系统自动降低速度。

10 飞行舱可以是圆形、椭圆形或多边形，并且面积范围在略小于75平方英尺到超过160平方英尺。飞行舱一次可以容纳六个使用者。飞行舱内的气流速度可以高达160+mph，这样完全可以支承多达六个使用者。在优选实施方式中，飞行舱的一个或多个壁包括或包含由透明Plexiglas®、丙烯酸塑料、玻璃或类似高强度透明材料构成的平的或弯曲的窗口。当存在时，通向飞行舱的窗口允许不受限制地观察其中发生的活动。

- 15 与飞行舱相邻的是分段区域。飞行舱可以具有通向分段区域的进出口和出口，使用者或多个使用者可以穿过进出口和出口进入和退出飞行舱。在某些实施方式中乘坐者不会频繁地旋转进出飞行舱，这些口可以装有门，所述门滑动、滚动或通过其他方式移动以关闭这些口中的一个或两个。使用者在分段区域内等待轮到他们进入飞行舱。分段区域具有透明
20 窗口，使得观察者可以在不进入分段区域的情况下观察飞行舱内的任何人（多个人）的飞行。分段区域具有周期性打开的单个或多个门以使人们可以退出整个系统。分段区域还可以装有可选择的“背负式

（piggyback）”或辅助分段区域。这样形成了气锁，在无需气流停止的情况下允许团队从系统外部旋转进出分段区域。

飞行舱上部的每个门通道上方（下游）的区域包括穿孔板，其在使用者进入和退出飞行舱时提供备选的气流通道。在优选实施方式中，小流量偏转器还可以定位在缆绳底面的下方（上游）（该缆绳底面处于飞行舱和分段区域之间的每个开口的正下方）以将在它们之间移动的空气量降至最小并减小所需的平衡量。

风扇和其他控制装置可以从分段区域内部、飞行舱内部或者从相连的或远程控制室进行操作。控制风扇以获得穿过飞行舱的最佳流动速度。

10 紧靠穿孔部分上方是主发散扩散器。主扩散器从主轴以大致3.5度-5度发散，从而提供7度-10度的“等效锥角”。增加横截面面积减小了从飞行舱到风扇的气流速度。在主扩散器上方（或下游）是可以包括第一组高效转向叶片的上部风室。在单个回流系统中，这些转向叶片（或者如果不采用任何叶片则简单地是风室）从基本上垂直到基本上水平使气流重新定向。在多回流系统中，这些叶片（或者如果不采用任何叶片则简单地是风室）将空气分成基本上相等的流动并使每个流动从基本上垂直变为基本上水平。

20 气流随后穿过入口管道并进入风扇。风扇入口管道使流动从大致正方形或矩形过渡到大致圆形。在优选实施方式中，风扇入口管道作为在不形成流动分离的情况下尽可能大地扩大流动区域的扩散器。尽管如此适用于风洞的任何风扇都是可以接受的，风扇优选是高效轴流风扇。在优选实施方式中，风扇包含弹头形头锥和泪珠形尾锥。在优选实施方式中，

风扇壳体作为扩散器并且尺寸被设计成在考虑通过头锥、风扇中心体和尾锥所遮蔽的风扇中心的区域之后，穿过风扇的净流区域在不形成流动分离的情况下提高的尽可能地大。本发明的气流速度通过改变风扇的倾角或者通过改变风扇的旋转速度而得到控制。

5 气流穿过风扇并进入排出管道，这样又从大致圆形过渡到大致正方形或矩形。在优选实施方式中，排出管道作为在不形成流动分离的情况下尽可能大地扩大气流的扩散器。气流穿过一组排出通道到达第二组高效转向叶片（如果采用的话），这样又使空气从基本上水平变为基本上竖直。

10 气流随后进入回流空气管道。在优选实施方式中，这些回流空气管道形状还被设计成发散扩散器，从而在不形成流动分离的情况下尽可能大地扩大气流。在优选实施方式中，每个回流空气管道具有换气机构，其由定位在回流空气管道相对面上的偶数个气窗组成。这些气窗位置和尺寸被设计成使得它们一起在靠近气窗的流动区域上形成喷口或突然收缩
15 段。该喷口（增加）降低了系统那一位置处的（动）静压，并有助于受热空气穿过排气窗从风洞中排出。这样降低了系统内的压力并且有助于入口气窗从系统外吸入更冷的外界空气。这种结构允许用更冷的外界空气替换系统内的受热空气，由此在无需设置昂贵的备用装置例如空调或
20 蒸发冷却装置的情况下允许使用者为了飞行者的舒适性调节飞行舱内的温度。

在回流空气塔的底（或下游）端，空气再次穿过一组转向叶片（或者在不采用任何叶片时简单地是具有90度转向的管道），这样使空气从基

基本上垂直重新定向为基本上水平路径。空气随后进入底部风室，所述风室也可以作为在不导致流动分离的情况下尽可能大地扩大空气的发散扩散器。在底部风室的端部或（下游）端，空气再次穿过一组转向叶片（或者在不采用任何叶片时简单地是具有90度转向的管道），这样使空气从基本上水平重新定向为基本上垂直路径。在多回流系统中，流动在这一位置重新结合。

空气随后进入入口收缩器内。这一喇叭形或铃形装置快速减小流动区域，并使空气刚好在飞行舱之前加速到其最大速度。在此，空气动力学法则决定了在不有损流动质量的情况下流动区域可以减小的迅速程度。

10

附图说明

图1是单个回流模拟器的顶部透视图。

图2是图1所示实施方式的剖切图。

图3是图1所示飞行舱的顶部透视图。

15 图4是椭圆形出口、矩形入口的气流收缩器的顶部平面图。

图5是气流收缩器的椭圆/多边形出口的示意图。

图6是椭圆形出口的气流收缩器的示意图。

图7是椭圆形观察区域的示意图。

图8是双气锁分段区域的顶部透视图。

20 图9是温度调节器的示意图。

图10是图9所示温度调节器的侧向剖切图。

图11是在飞行舱入口门上的偏转器的顶部透视图。

图12是偏转器的近视图。

图13是风扇和壳体的侧向剖切图。

图14是安装成从它们之间的中心线发散的两个风扇和壳体的侧向剖切图。

5 图15是两个回流模拟器的顶部透视图。

图16是图15所示实施方式的剖切图。

图17是V形足迹的两个回流模拟器的示意图。

图18是在商业区中的V形足迹的两个回流模拟器的示意图。

图19是在建筑物中的多模拟器构造的示意图。

10 图20是用于模拟器的商业区式观察区域的侧向透视图。

图21是双收缩器（一个在地下且水平）系统的示意图。

图21A是沿图21所示的线21A-21A截取的剖视图。

图22是缆绳底面的顶部透视图。

图23是底面传感器/关闭系统的示意图。

15 图24是倒圆形扩散器的顶部透视图。

图25是具有水冷模拟器的巡航船的示意图。

图26是减阻缆绳第一实施方式的侧向透视图。

图27是第二实施方式的缆绳的视图。

图28是第三实施方式的缆绳的视图。

20 图29是具有单个外股线的缆绳的横截面示意图，所述外股线的尺寸与另一外股线不同。

图30是减阻缆绳另一实施方式的横截面示意图。

图31是具有单个更大丝索的减阻缆绳另一实施方式的横截面示意图。

图32是具有两个更小丝索的减阻缆绳另一实施方式的横截面示意图。

图33是具有大股线的缆绳的透视图。

图34是具有两个更小股线的缆绳的透视图。

5 图35是表示一些所披露的缆绳的阻力降低的曲线图。

在详细说明本发明公开的实施方式之前,应该认识到本发明并不局限于应用在所示的具体结构的细节,因为本发明能够有其他实施方式。同样,在此采用的术语是为了描述而不是限制。

10 具体实施方式

首先参照图1,示出了单个回流模拟器1,其中高度 L_1 优选在大约50英尺-120英尺范围。一些设备会将所有部件埋在 G_1 或 G_2 的地平面以下。

15 飞行舱10可以完全或部分由透明板制成。如果地平面在 G_2 ,则在区域 d_1 形成不透明支座式图像,其高度可以是大约7英尺。在商业区中,本实施方式在飞行舱10中形成引人注目的、灵活动作的人飞行室。该设计会吸引新的“发行者”愿意在飞行舱10中体验模拟的跳伞。虚线R表示舱顶,其中R以上的部件可以是舱顶安装以降低噪声。虚线W表示壁,其中远离飞行舱10超出壁W的部件可以与飞行舱分隔,以降低飞行舱10附近的噪声。

20 大多现有技术中的飞行舱在飞行舱中设置平行壁,使得经历的飞行者可以在大约每小时140英里的恒定风速执行操纵。模拟器1具有沿高程11的“零高度”飞行舱。高程11是使气流收缩器9与气流扩散器10相连接的

线，其中扩散器10具有发散壁20，21，22等等，并且扩散器10还作为飞行舱10。

名义上，在线11处的空气速度在大约140mph，这是模拟器中的最大速度。当飞行者在飞行舱10中行进的更高直到飞行舱10顶部的连接处110
5 时，空气速度可以下落到大约120mph。飞行者可以将他们的阻力轮廓从最大展翼鹰位置变为最小的人球形位置。因此，如果飞行者上升到飞行舱10的顶部并随后将他的阻力变为人类球形状时，他将下落。由于空气速度提高且每次增量下降地进入飞行舱10内，因此飞行舱10的扩散器形状提供了自制动系统。安全网设置在线11上。

10 换向器2在连接处110与扩散器10相交。空气在换向器2中从竖直路径转换为水平路径。所有的换向器2，4，6，8都使空气方向改变大约90度。

风扇组件3可以利用两个并排风扇使空气加速。回流空气模拟器中的基础空气动力性能包括在能量效率、噪声和尺寸上的折中。在最简单的设计中，试图保持气流在穿过模拟器的整个回路中接近全速。然而，高
15 度必须提高，噪声很大，并且风室中摩擦产生的热量很多。因此，为了更有效的操作，必须在空气穿过模拟器回路的行进过程中通过扩大风室(plenum)的横截面积而使空气减慢，以获得商业上可接受的高度 h_1 以及噪声水平，同时试图可以对风扇采用最小的马力。

换向器2，4，6，8通常因成本构造考虑而不具有发散壁。风扇壳体部
20 分300和风扇部分3具有发散壁。顶部风室30具有发散壁。竖直回流风室5具有发散壁。底部风室7因成本构造上的折衷而不具有发散壁。底部风室7可以具有发散壁。

气流收缩器9具有使风室区域截面变窄的收敛壁作用，由此使空气加速到大约140mph以进行飞行模拟。空气入口12引入外界空气以冷却模拟器空气。

下面参照图2，示出了模拟器内部工作装置的示意图。通过箭头F表示
5 气流。换向翼片200，201，202，203各自使气流方向改变90度。示意性示出的两个风扇40，41水平并排安装在其壳体3内（参照图13的透视图），其中风室扩散器300在风扇正后方使气流扩张和变慢。扩散在顶部风室30内并随后在竖直回流风室5内持续，最后穿过飞行舱10。

通过使空气入口12的气窗120面向下游来设置被动温度调节系统。另
10 外，空气出口26具有面向上游的气窗260。通过在相对出口26附近安装入口12，由气窗120，260形成渐缩喷口，由此从入口12朝向下游形成降低静压区域V。因此，在不采用额外风扇的情况下外界空气被（被动强制）吸入模拟器1内。

下面参照图3，扩散器/飞行舱10呈基底B所示的多边形（八边形）。
15 基底B由安全网覆盖。壁20，21，22等以范围在大约7-12度的最佳空气动力学角度相互发散。飞行舱10的顶部如箭头110所示为矩形。壁20，21，22等中的所有或一些可以是透明的。

下面参照图4，气流收缩器400优选设计是具有矩形入口401和椭圆形
20 出口402。过渡壁403收缩从入口403到出口402的气流。优选地在图2中，有时埋在地下的深度 h_2 等于长度 d_4 。这种形状和尺寸的组合形成对相对较低高度的成本效率平衡以及商业上可行的模拟器1。

下面参照图5, 6, 7, 术语“椭圆形出口”的气流收缩器覆盖了任何椭圆形形状例如多边形椭圆形出口500和理想的椭圆形出口600。椭圆形形状与具有相同横截面面积的圆形出口相比提供更大的观察区域700。区域701包括分段和进口区域。飞行舱底部B1可以处于商业区, 具有昂贵的零售空间, 其中更大的观察区域700具有相当大的商业价值。

下面参照图8, 两段式分段舱800包括具有飞行舱壁809的飞行舱底部B2和飞行者入口806, 807, 所述飞行舱壁809具有窗口810。入口806, 807可以没有门或者具有铰接门或者具有滑动门。只要门801, 805被关闭, 风扇不必关闭以使飞行者进入/离开飞行舱10。外界压力被示为A。门801, 805从外界A向第一分段房间802和第二分段房间804开放。门803分隔分段房间802, 804。在操作中, 一组飞行者进入房间804, 同时门803关闭, 随后门805关闭。接着, 飞行者进入房间802, 同时门801, 805关闭。使用了飞行者入口806, 807。

下面参照图9, 10, 温度调节系统1000包括具有气流F的风室5。出口26与入口12相对定位, 但略微向上游移动通过设计参数选定的距离d11。优选地, 气窗120, 260可从控制室控制, 以改变从外界A到风室5的换气量。入口空气量I必须与出口空气量O接近。通过收缩并加速喷口N处的空气形成内部静压V的降低。

用于在此公开的闭路风洞的换气系统包括在风洞的每个回流支腿中的两个较大气窗: 排气窗和进气窗。排气和进气窗定位并定向成使得在它们之间存在有利的相互作用。这一定位是该系统新颖性特征的一部分。

排气窗的前缘偏转到风洞内并从风洞内引出空气。进气窗定位在排气窗的相对风洞壁上。其铰接线被设计成在设计安装时与排气窗的前缘排成一直线。进气窗的后缘偏转到风洞内。进气窗比排气窗偏转得更大，以通过形成喷口N使内部气流速度提高。这一点是关键。这种速度的提高导致内部静压的降低（伯努利法则）。更低的内部静压（低于大气压）实际上将空气吸入入口内。作为最小值，进气窗具有与排气窗相同的弦长或长度。在一些风洞构造中，要求进气窗具有比排气窗更大的长度或弦长以减小所需偏转。

传统风洞空气交换器具有在风洞独立部分的排气和进气，或者如果它们在风洞的同一部分，则在两个气窗之间不存在有利的相互作用以促使所需的内部静压下降。其他设计已经采用屏幕或在排气下游和进气上游的一些其他产生阻力的装置，来获得内部静压的下降，以促使外部空气进入风洞。尽管这一点可行，但其效率非常低。这样导致了不必要的总压力损失以及风洞性能的附加损失。经常需要另外的管道控制内部静压，从而增加了构造成本。本发明避免了这些问题，并以最低的功率损失实现了所需的换气。

下面参照图11, 12, 偏转器1100沿飞行舱入口1101, 1102的底边缘布置，以减小从飞行舱进入房间802的气流，并由此将房间802内的空腔共振降至最小。偏转器1100具有倾斜前缘1103。该前缘1103在下游方向倾斜到飞行舱10内。飞行舱10可以为圆形而不是所示的多边形。可选择地，偏转器1196可以安装在门的顶部，在那里其从飞行舱中向内弯曲到分段区域内。

下面参照图13, 14, 以优选设计示出了图2的风扇40, 41。它们相对于所示中心线彼此略微远离地定向。风扇平面P41, P42向下游倾斜, 从而形成锐角P43。风扇罩(风扇罐)1300在邻近叶片1301的部分之后具有发散壁1302。名义上, W1可以是2.62米(103英寸), 并且W2可以是3.10
5 米(122英寸)。风扇的交错可以有助于例如通过将风扇41的前部149移向虚线1499将两个风扇外壳1300而更靠近地放置在一起。这样减小了两个空气柱与风扇之间的距离, 从而降低了回流风室的长度和高度。叶片(blade)1301可以向前。

下面参照图15, 16, 示出了双回流模拟器1500。与单个回流模拟器1
10 在功能上等效的部件由同一附图标记给出, 对它们无需进一步的描述。

在该特定实施方式中, 飞行舱1503具有平行壁而不是发散壁, 以在其中提供相对恒定的气流。与双换向器1505相连的扩散器1504处于飞行舱1503的上方。双换向器1505具有两个换向翼片1507, 1508。风扇通风管道1521支承风扇40, 41。上扩散器1520如图所示与换向器2, 4相连。右
15 和左竖直回流风室5各自具有温度调节系统1000。

底风室7各自与双换向器1501相连。双换向器1501具有两个换向翼片1505, 1506。气流收缩器1502使气流加速进入飞行舱1503内。与图2所示两风扇的实施方式相比, 可以利用如图所示的四个风扇支承更大的飞行舱1503。

20 下面参照图17, 双回流模拟器1700具有其中带有飞行舱1704的飞行舱1701。空气回流部件1702, 1703利用顶部平面图示出, 形成从飞行舱1701延伸的V形构造(角度1705是锐角)。该模拟器1700的一个用途是如图所

示的公共步行街，观察区域VA伸入到步行街PW内，同时部件1702，1703通过壁W得到隔音和隐藏。如上所述，风扇和相关的通风管道可以安装在顶部。

下面参照图18，另一V形模拟器1800被设定在不同的商业区环境中。

5 步行街PW沿区域1805具有昂贵的零售店空间。不太昂贵的商业区空间1899可以具有存储区域，并且可容置回流空气部件1801，1802。外壁WOUT如图所示地将回流空气部件1803，1804定位在外部。

下面参照图19，壁W形成由PUBLIC所示的封闭区域。示出了模拟器1和1500可行的构造。飞行中的人1704形成了由PUBLIC所示的激动人心的
10 室内娱乐区域。

下面参照图20，示出了图1中的模拟器1的艺术家渲染图，其中商业区2000具有步行街PW。在此采用的术语“商业区”包括带有游乐园的高人流密度的娱乐场所、剧场联合体、家庭娱乐中心以及大学校园。地平面G₂形成支座区域d₁，使得公众向上看到透明飞行舱10的内部。售票区域
15 2001可以与其他零售店前部合为一体。壁W和地平面G₂的屏蔽部件5，6，7，8以虚线示出。

下面参照图21和21A，示出了两段式气流收缩器。第一段收缩器2111是水平的并通向换向器8。第二段收缩器2112是竖直的并通向飞行舱10。模拟器2110可以将第一段收缩器2112埋入地下。结果使得第二段收缩器
20 2112具有更小的噪声和高度。本发明可以使模拟器2110具有更低的总体高度。

下面参照图22，分段区域2200具有底部B由筛网2201组成的飞行舱2202。

形成飞行舱底面的筛网的一种实施方式是织成2'×2'（60cm×60cm）网格的3/32-17-股线的不锈钢航空缆绳。缆绳的一端或两端根据具体应用
5 条件延伸穿过压缩弹簧。122根缆绳组成了所示的风洞底面。缆绳的数量取决于飞行舱2202的形状和尺寸、飞行舱内计划进入的飞行者最大数量以及其他设计考虑。

调节弹簧的挤压量以向地面提供适当的“弹跳”，从而在飞行者变得
10 不稳定并落在缆绳底面上时使安全性提高。

10

风洞观察壁

具有11个大的1-1/4”（31mm）丙烯酸板，使处于分段/观察区域的控制者、飞行者和观众可以看到所示实施方式中飞行舱和飞行平台上的活动。板的数量取决于安装。具有大的丙烯酸板使观众可以看到控制室内
15 部。

下面参照图23，飞行舱10具有飞行者传感器2600，其采用能量波2601（光、无线电、声、UV等等）检测移动太高而进入飞行舱10内的飞行者。控制器2602可以由简单的开/关输出逻辑、或者电流调制器或者类似元件组成，其暂时降低气流以使飞行者落入飞行舱内。紧急通向外界的门2604
20 还可以通过控制器2602打开。筛网2605还可以被用于防止飞行者行进得太高。

下面参照图24,另一扩散器2700也可以作为飞行舱。壁2701可以是三英寸丙烯酸板。椭圆形出口2702具有弯曲边缘。

下面参照图25,船2850具有带有海水冷却系统2800的模拟器2801。海水入口2851通过流动控制器2852通向模拟器内的换热器2853。空气温度传感器2854与温度控制器2802通信,以通过控制流动控制器2852将空气温度保持在设定点。

图26, 27, 28提供了可以形成筛网的各种缆绳设计。基础空气动力学的教导是与钝头或平的轮廓相对的翼式轮廓可以减小阻力。如图26所示,缆绳2300具有带有外部螺旋形包套的标准扭绞元件芯2301。

如图27所示,缆绳2400具有缺少单个螺旋形元件2402的变形扭绞元件芯2401。

如图28所示,缆绳2500具有缺少双螺旋形元件2502的变形扭绞芯2501。

下面参照图29,所示的缆绳2900的实施方式具有十八个股线。股线2901形成外缆绳周边,并具有大致相等的直径 d_1 。 D_1 在所示实施方式中大约为0.4826mm(0.019英寸)。股线L19完成外缆绳周边,并具有不同于 d_1 的直径 d_2 。在图29所示的实施方式中,以实线示出的股线L19具有大约0.7112mm(0.028英寸)的更大直径。以虚线示出的股线L19a具有比股线2901更小的直径。

D_2 应该与 d_1 相差至少10%,更为常见的是 D_2 与 d_1 相差25%或更多。在 d_2 大于 d_1 的那些实施方式中, d_2 可以是 d_1 尺寸的250%。可以以类似的方式进行其他尺寸值的变化。但 d_2 更小时, d_2 的最小尺寸将利用结构考虑因素

来决定。股线L19a必须具有足够的尺寸，从而不会在使用中断裂并且至少最低限度地分开保持两个相邻股线2901。股线的数量将取决于采用缆绳的应用。理论上，可以根据本发明公开的内容制成具有6个或更多股线的缆绳并由此起作用。

5 内股线2902, 2903可以具有与股线2901不同的直径，并形成缆绳2900的芯。中心股线2903可以具有与股线2902不同的直径。内股线2902和2903的直径与L19的直径 d_2 不相关。

在所示的具有L19的缆绳2900的实施方式中，比值 D_2/D_1 大约为1.47，其中直径 d_3 比平均股线直径 d_4 大约大10%。缆绳2900是具有形成图9所示螺旋形脊的股线L19的扭绞股线形式。

下面参照图30，缆绳3000具有直径为 d_5 的更大外周边的股线实线L30。在所示实施方式中 d_5 是0.8636mm（0.034”）。 D_1 与图5中相同。比值 D_2/D_1 大约为1.79。长度 d_6 是在所示实施方式中周边表面范围S之上方的大约0.5055mm（0.0199英寸）。

15 还如图30所示，股线L30a以虚线示出，直径 d_5 小于 D_1 的50%。在该实施方式中，两个或多个股线L30a被用于保持开口间隙G。以透视图示出了具有两个股线L30a的缆绳300，其具有形成图34中螺旋槽的间隙G。

在图32中，示出了缆绳3010的另一实施方式。外股线3011、内股线3012和3013形成了缆绳3010的主要结构。股线L301a的直径小于外股线3011直径的50%。与图6中的两个股线L301a处于单个间隙G内不同，股线L301a被放置在股线3010的任意一侧，从而形成两个螺旋槽。

下面参照图33，以透视图示出了L19的螺旋形脊。

在风洞的操作中，超过20MPH的空气以与形成了图22（2202）所示
缆绳底面/安全网的缆绳成大约90°角的方式经过。在所公开的所有丝索
中，气流产生的方向对装置的作用不是至关重要的。不同于气流直接沿
缆绳长度向下行进，空气流过缆绳的所有其他方向被认为是导致至少一
5 定程度的阻力减小。

图31表示具有15个股线的缆绳3300。股线3301形成具有L31的外周
边。股线3302和3303形成缆绳3300的内芯。L31在直径上可以比股线L31
更小（未示出）。

所公开的缆绳可以被用在任何风洞或需要采用缆绳的其他环境中，而
10 不仅仅是再循环风洞中，所述缆绳在穿过空气时或在空气经过缆绳时遭
受的阻力比通常更小。

图35是表示作为动压的函数的不同缆绳阻力系数的曲线图。在所有的
测试缆绳中，缆绳中的几乎所有股线的直径都大致为0.019英寸。线3401
表示标准扭绞缆绳。线3403和3405表示具有绕周边缠绕的螺旋形股线
15 2302的缆绳2300。线3402表示与图30一样、 d_5 为0.035英寸的股线。线3404
表示与图29一样、 d_2 为0.025的股线。

所公开的缆绳通常不会比相同尺寸的标准缆绳花费任何明显更大的
制造量。因此，通过使用这种减阻缆绳产生的任何阻力和噪声的减小以
及任何能量消耗的相应节省，都将导致直接的成本节约。

20 尽管已经参照所示实施方式描述了本发明的装置，但可以做出多种修
改和变化并且结果仍然处于本发明的范围内。在此所公开的具体实施方

式不试图或不应当视为进行限制。在此描述的每个装置的实施方式具有多种等同替换。

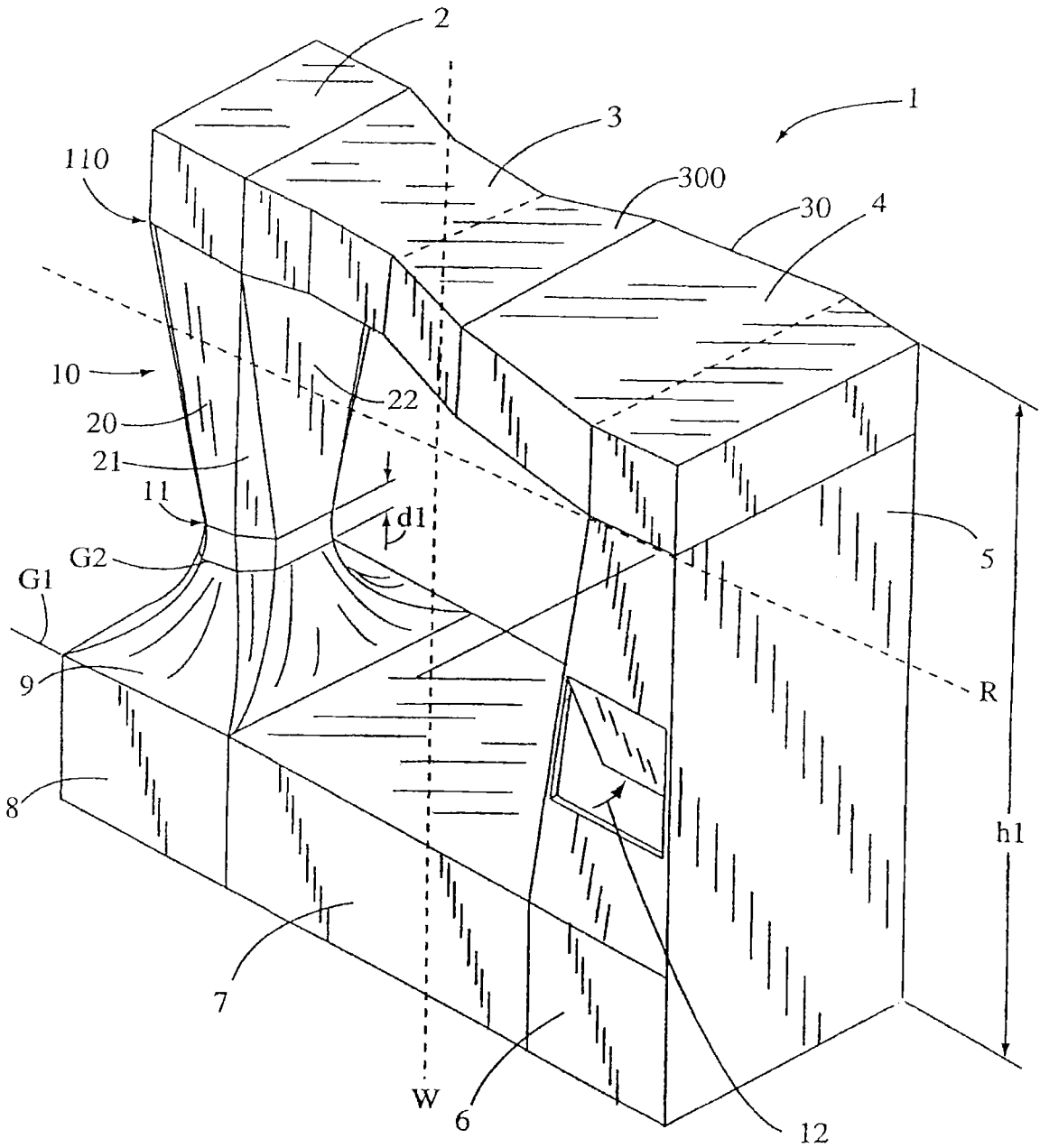


图1

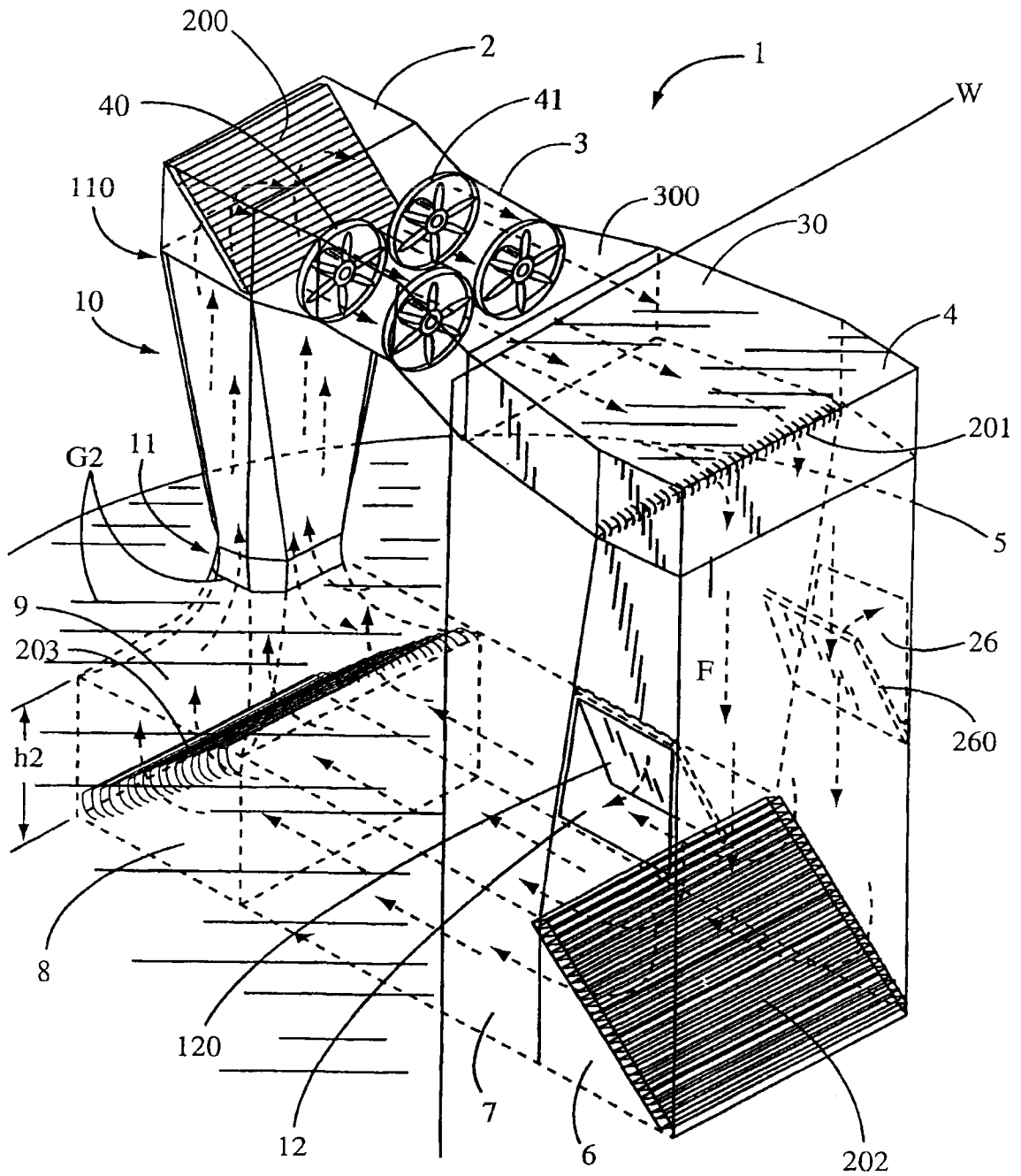


图2

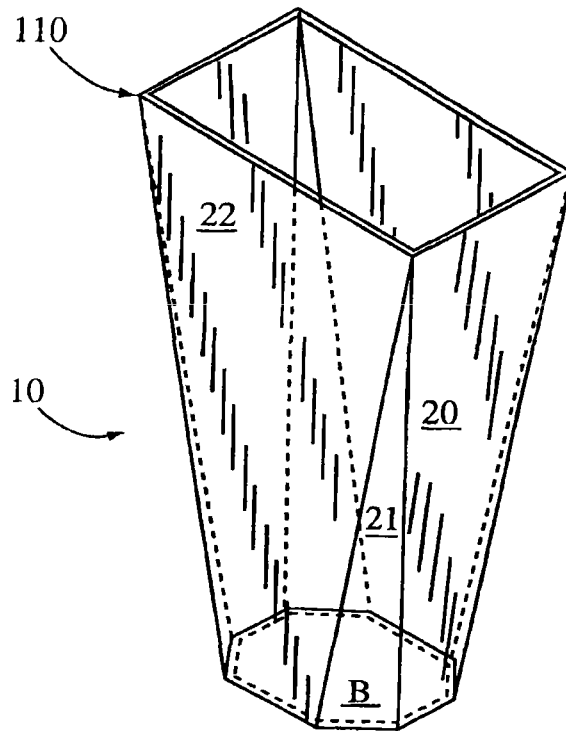


图3

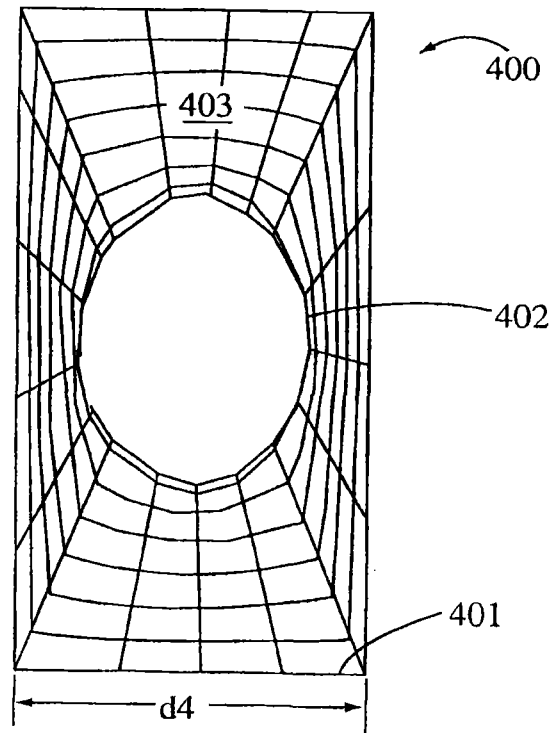


图4

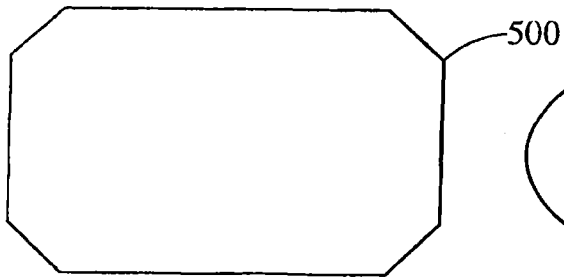


图5

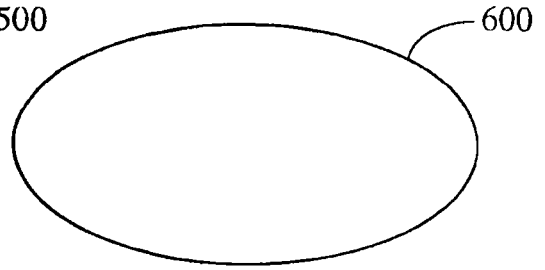


图6

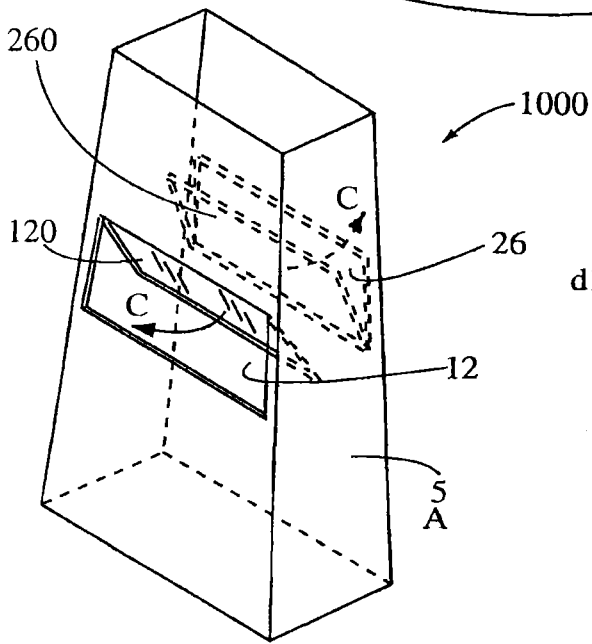
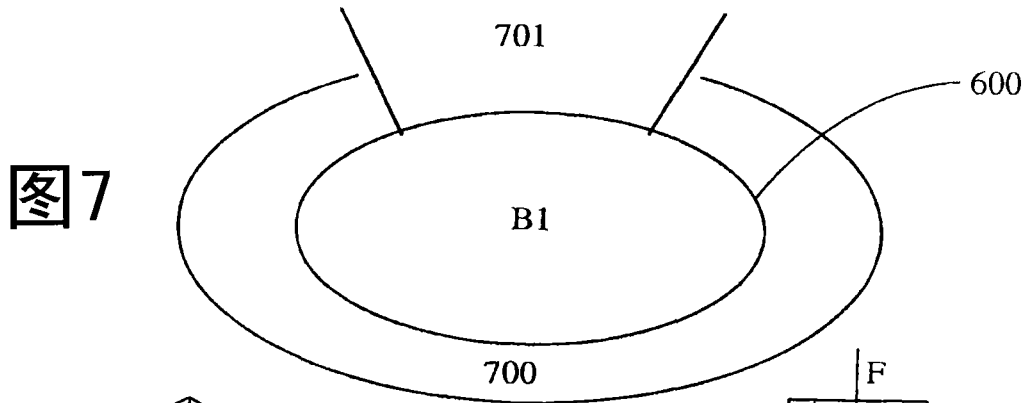


图9

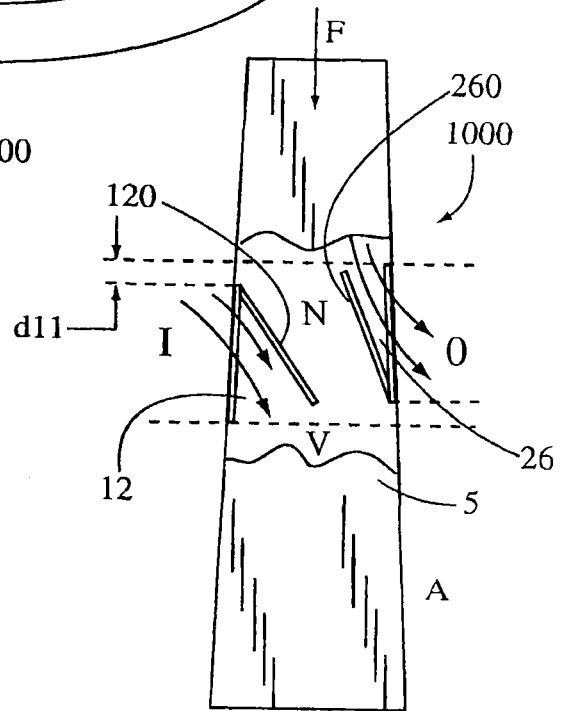


图10

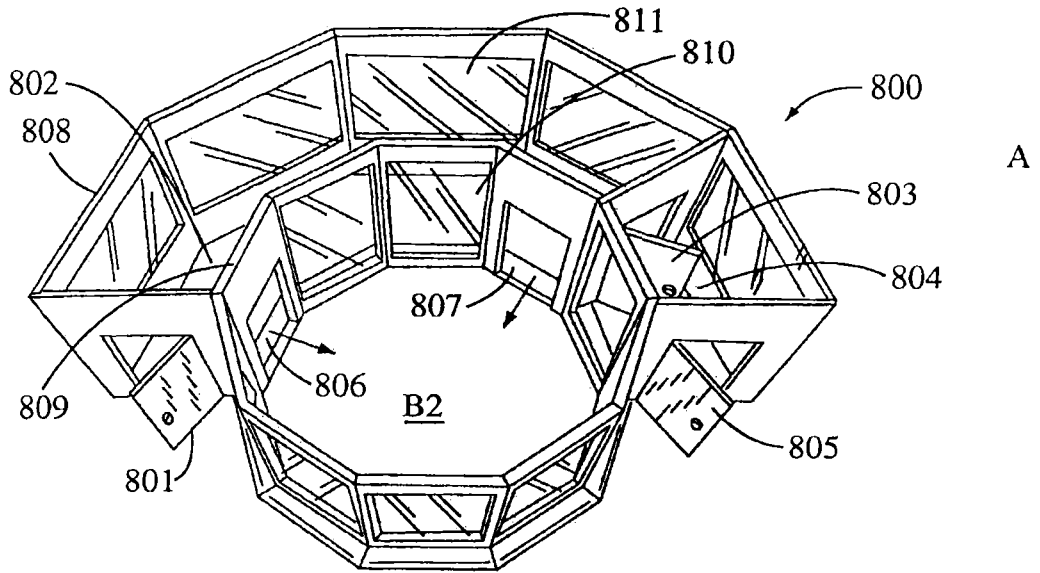


图8

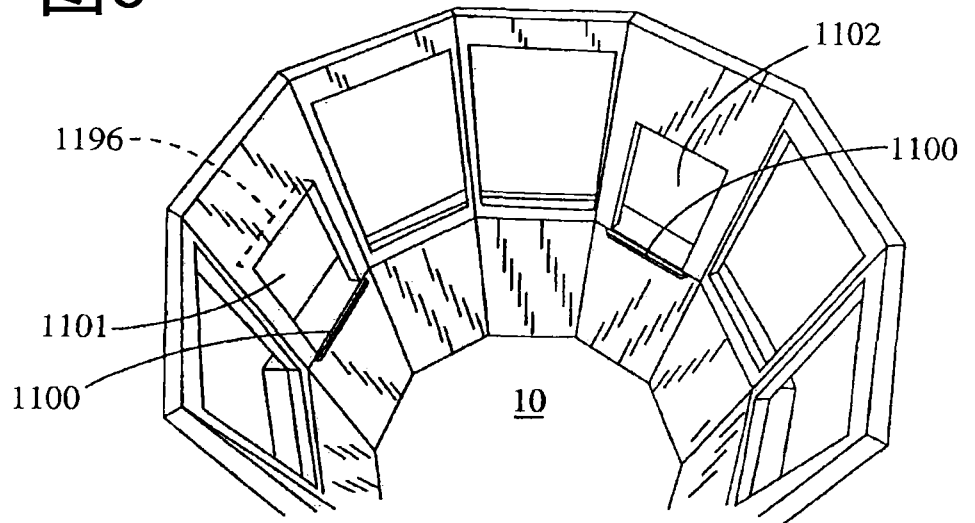


图11

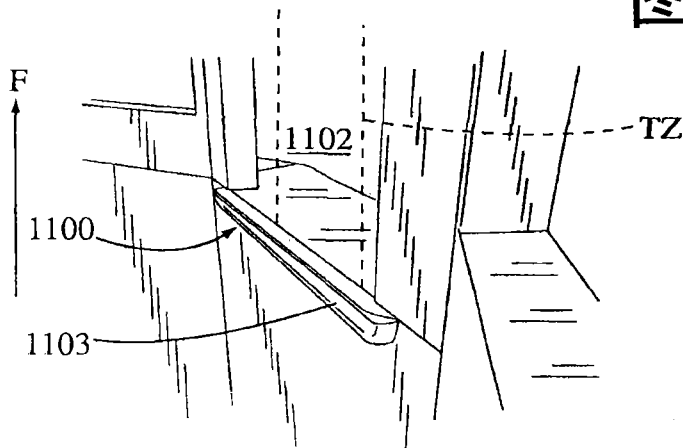


图12

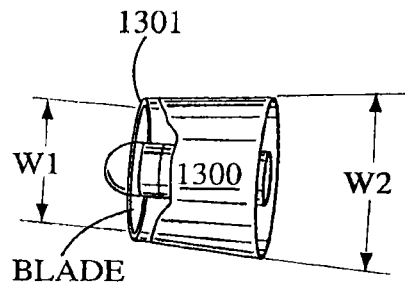


图13

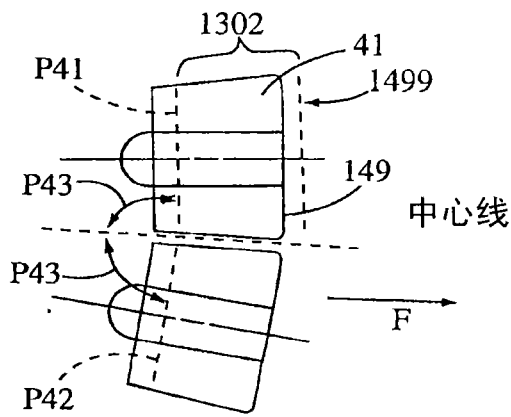


图14

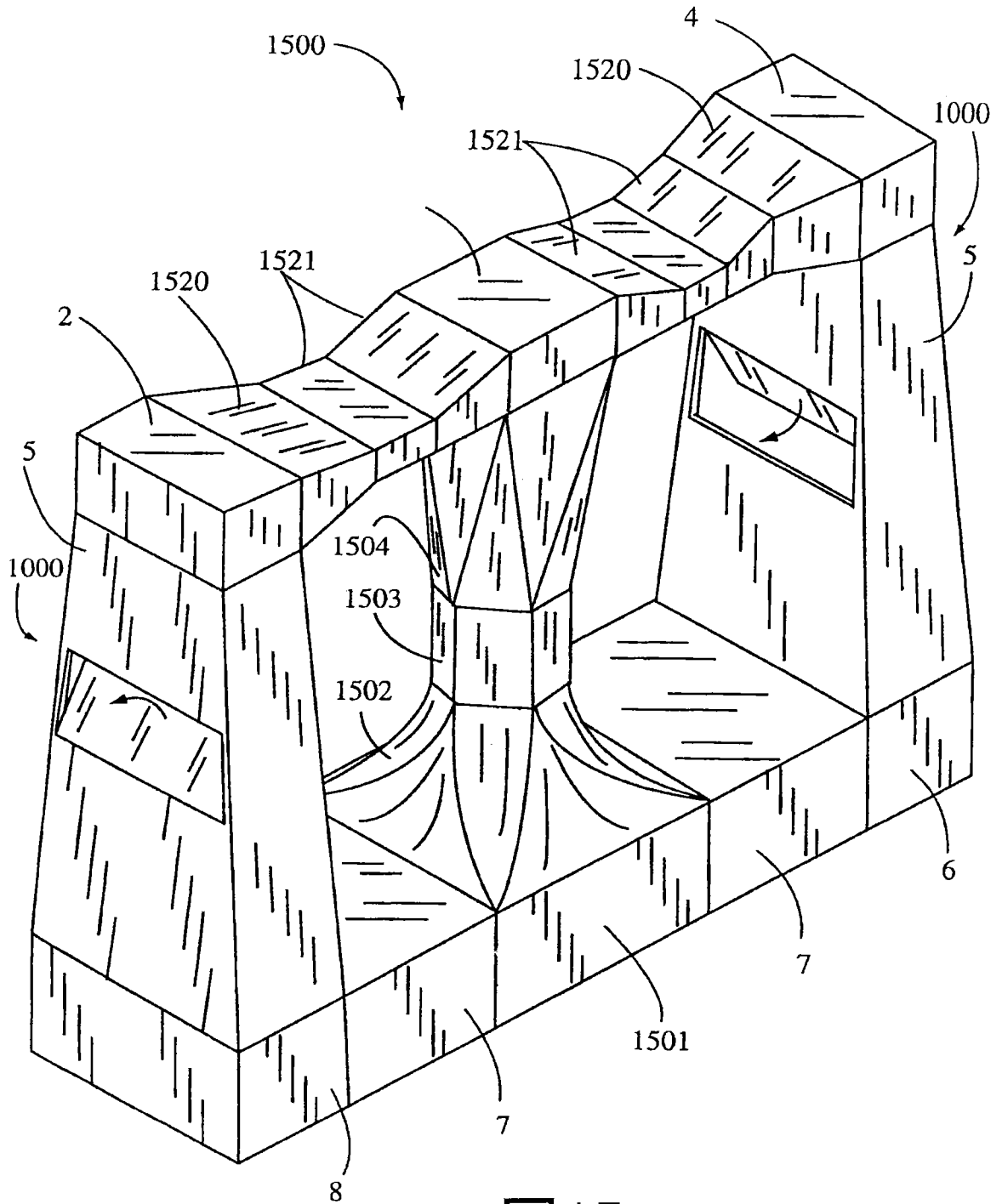


图15

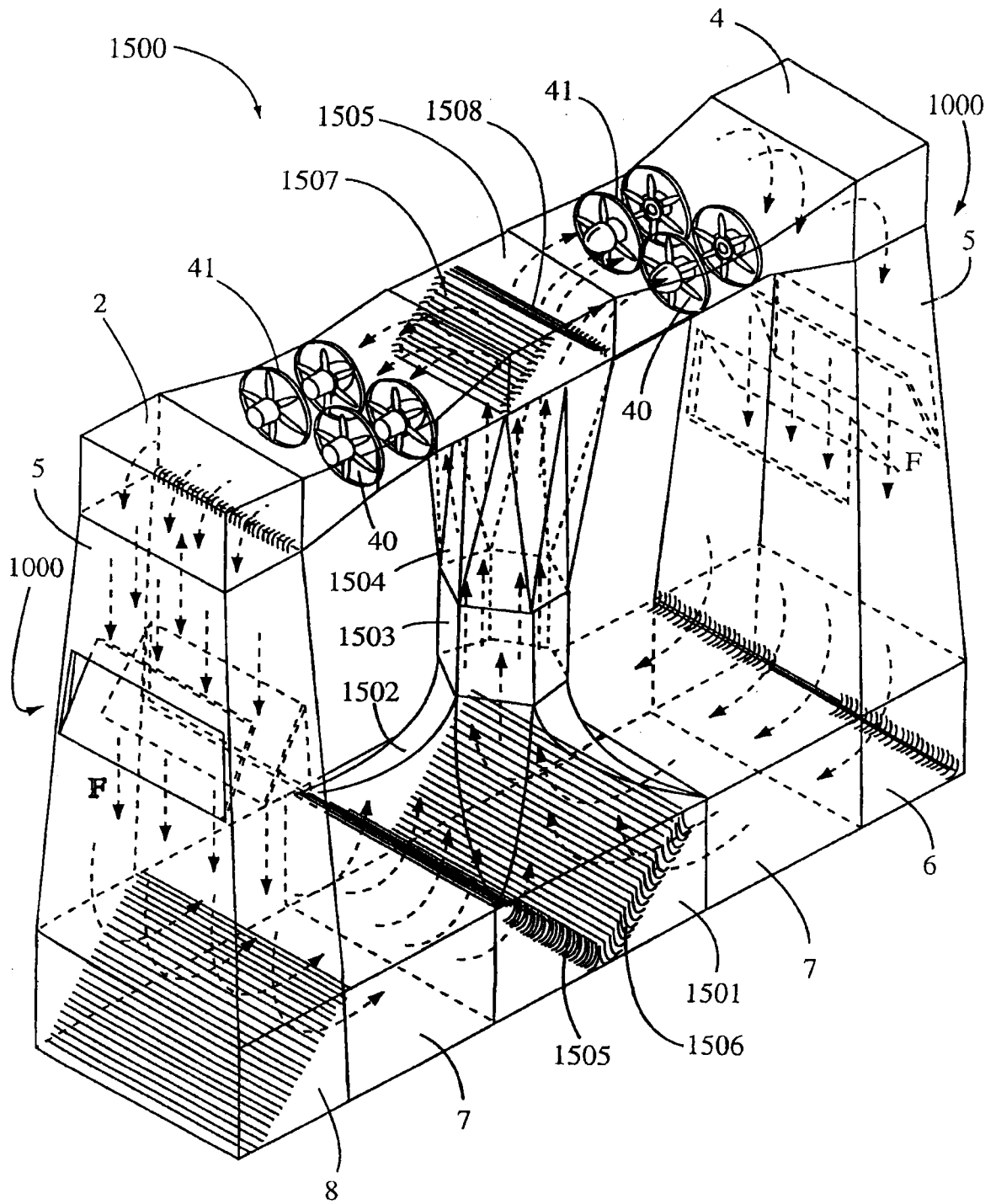


图16

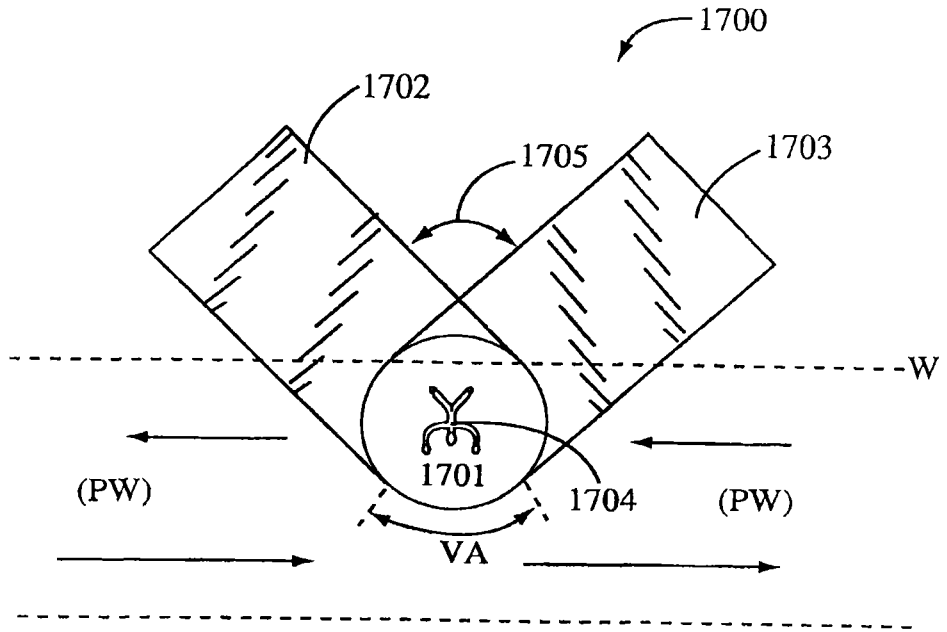


图17

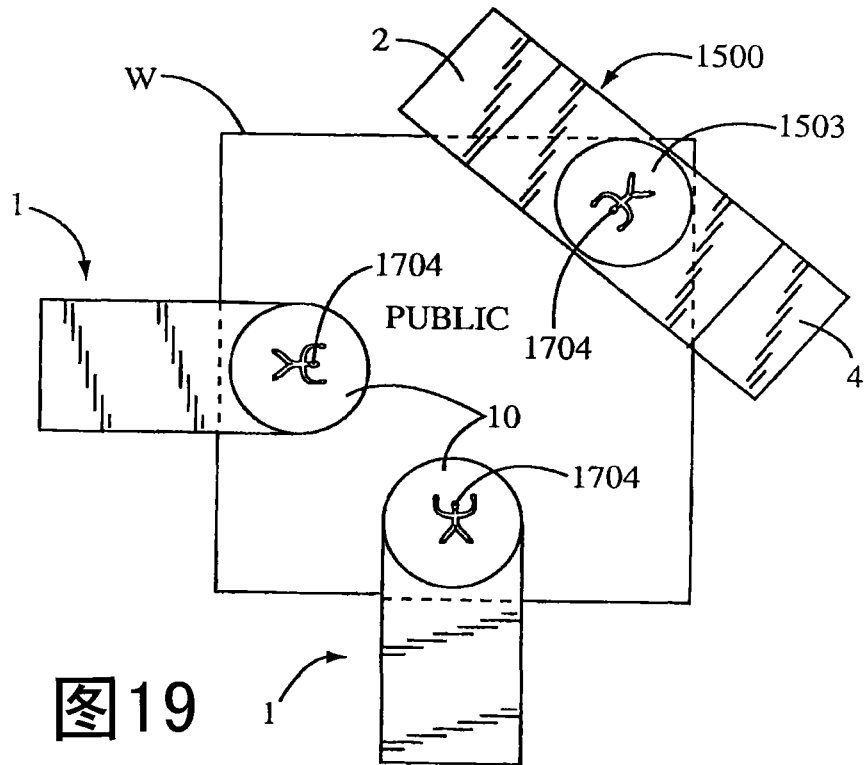


图19

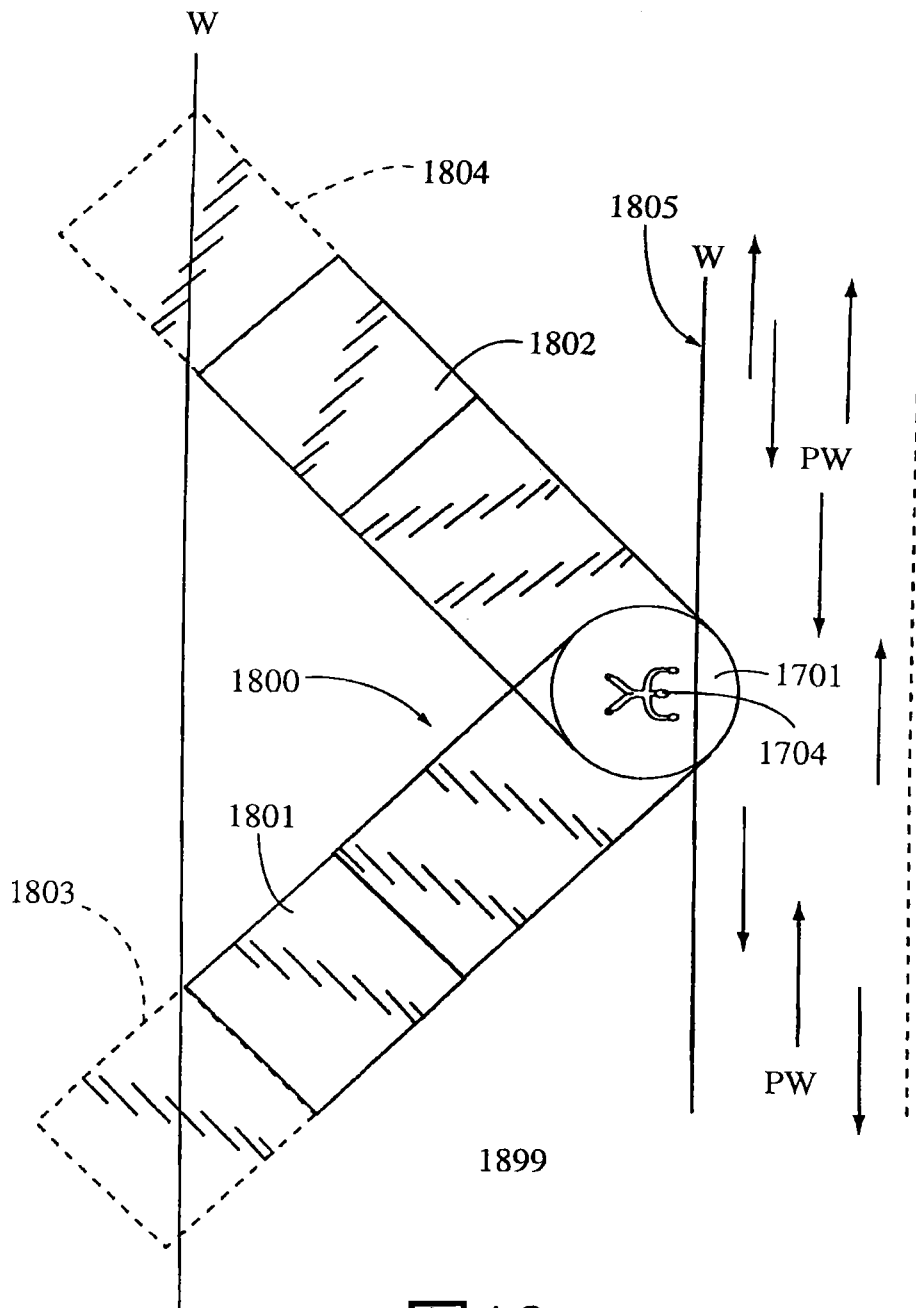


图18

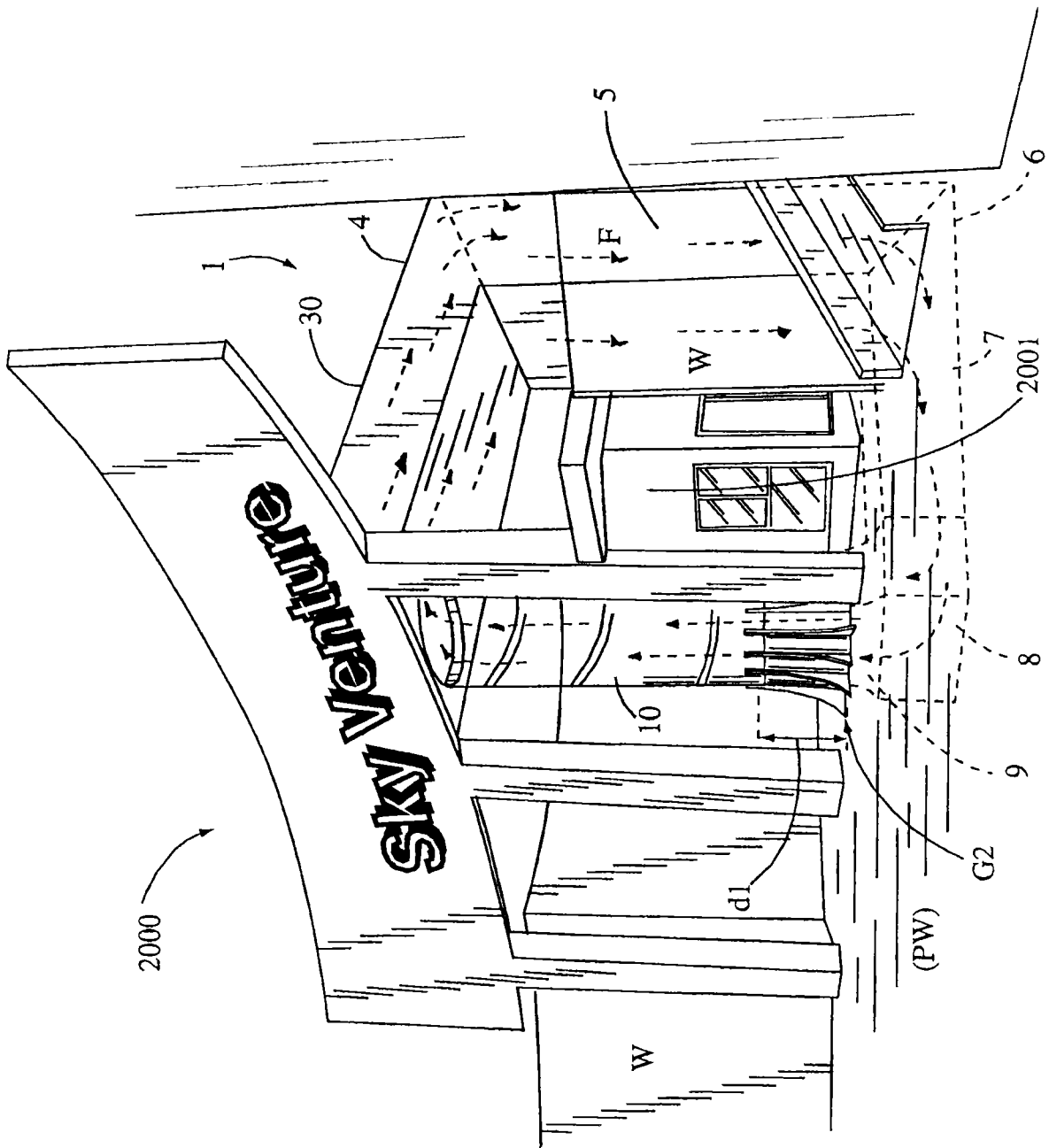


图20

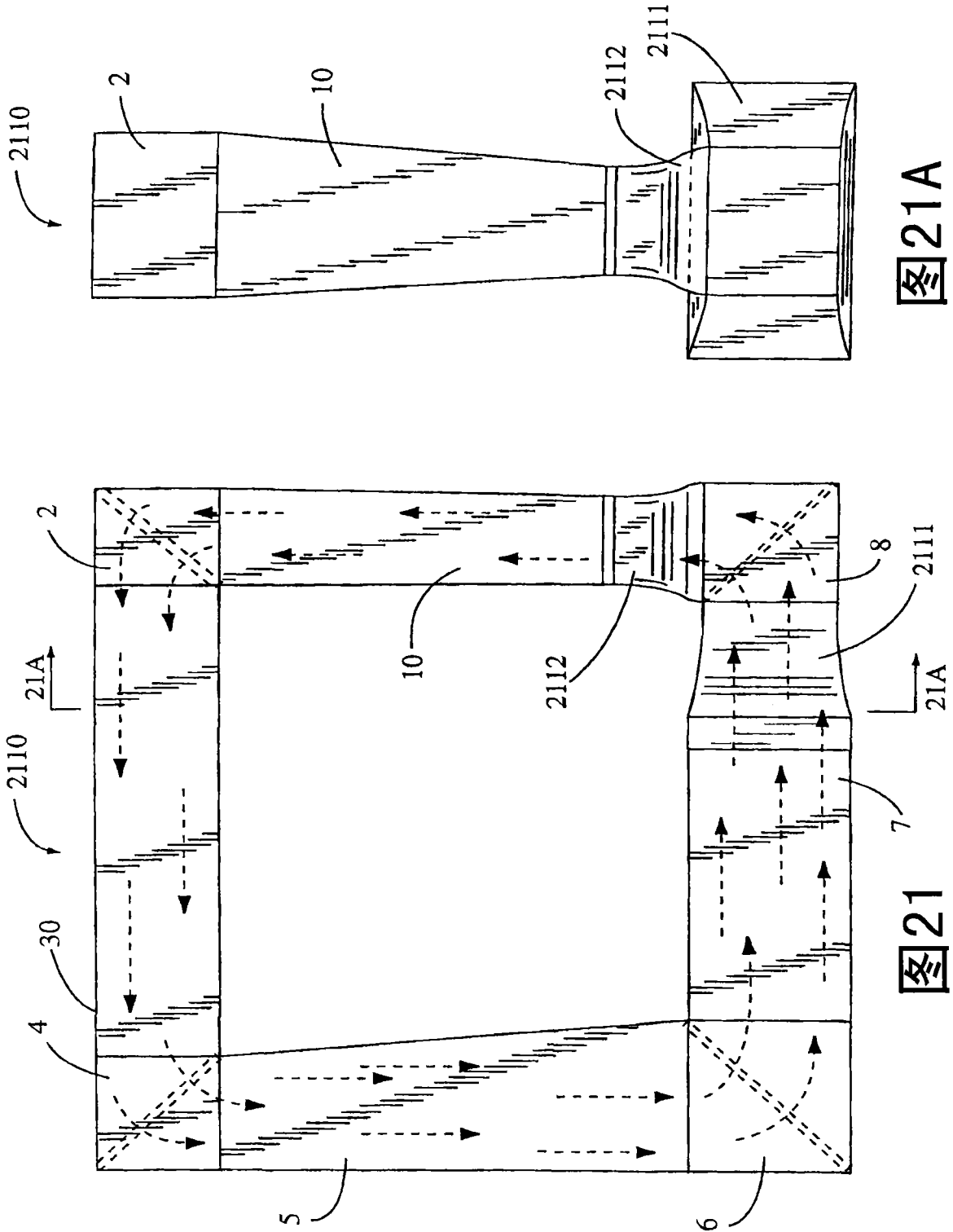


图21A

图21

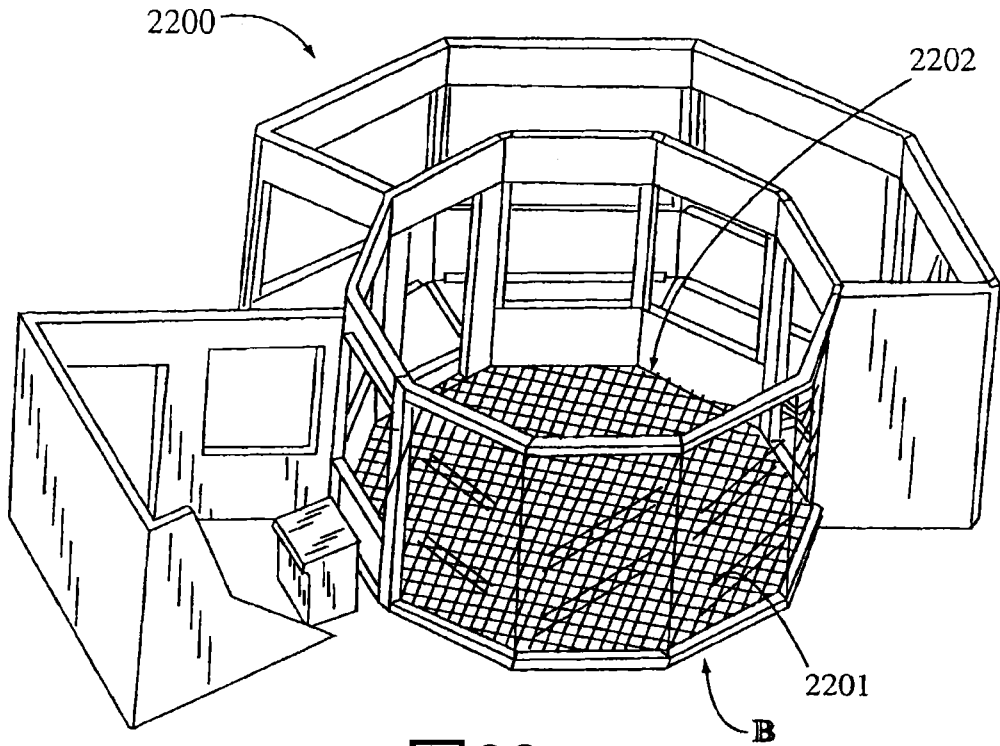


图22

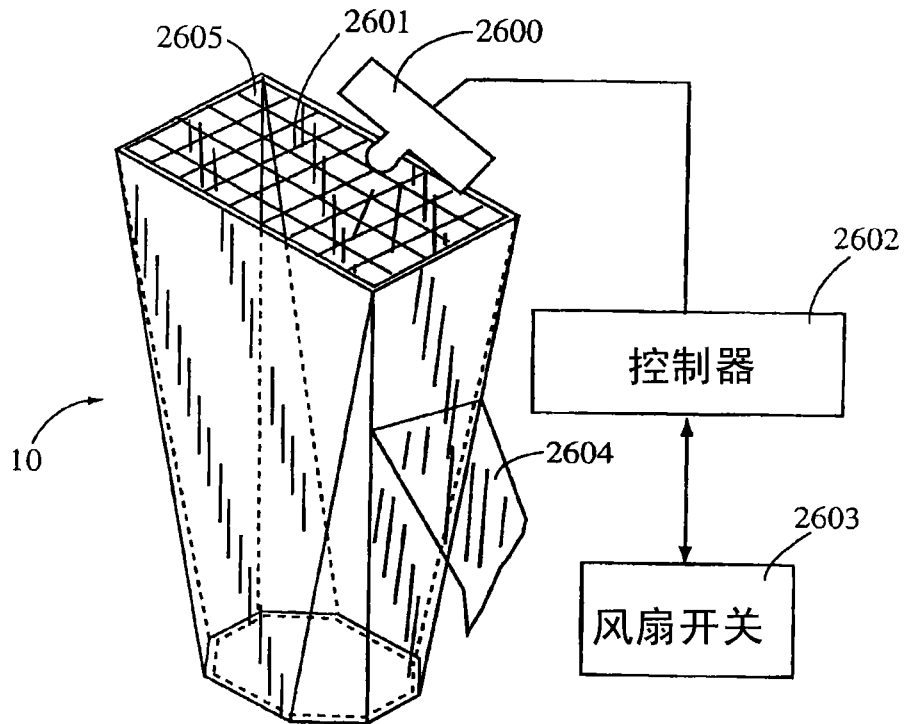


图23

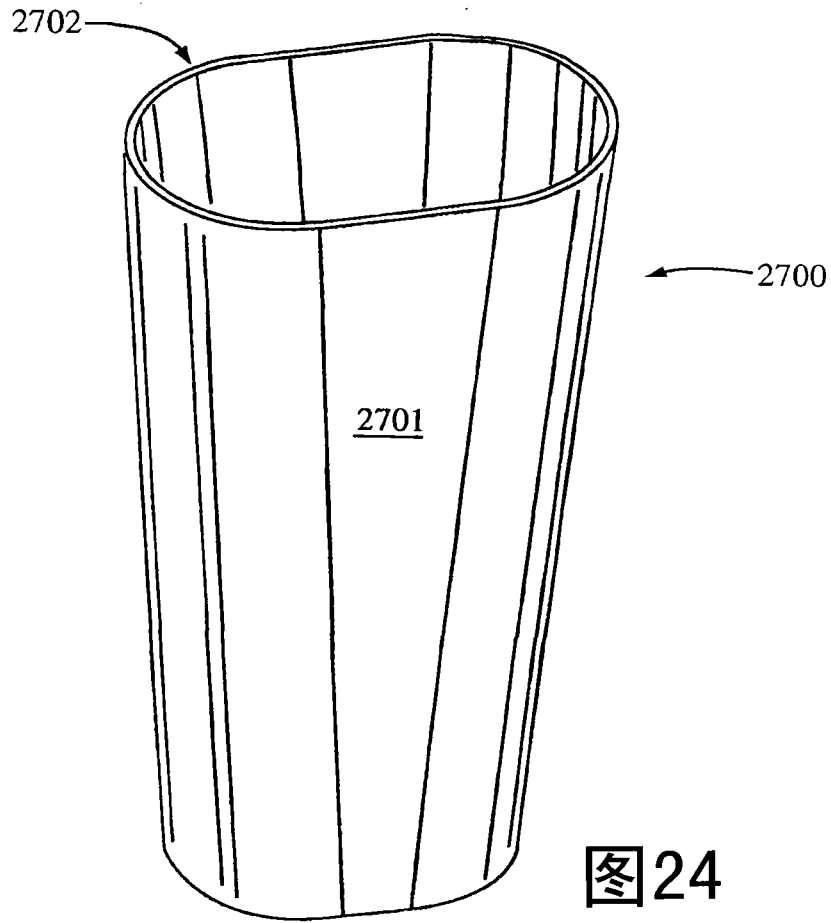


图24

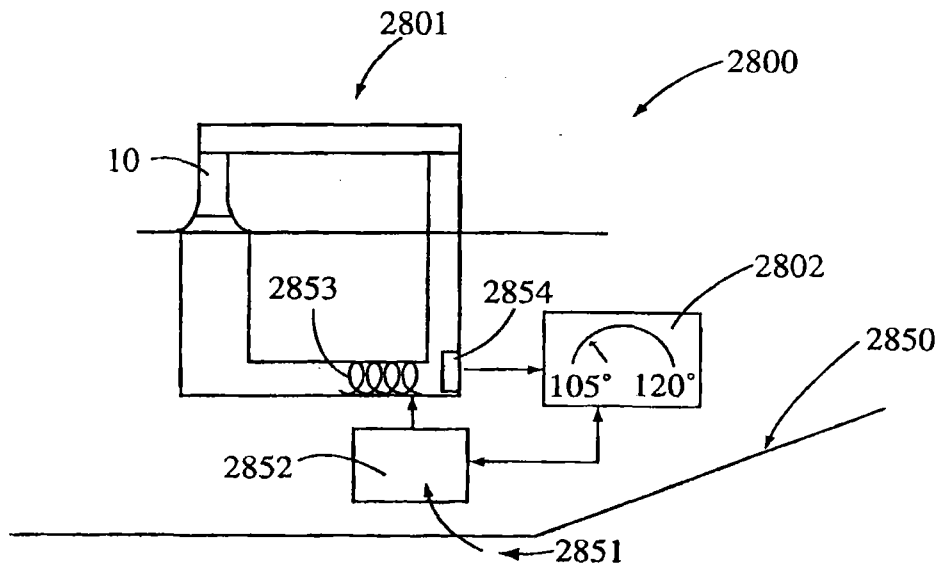


图25

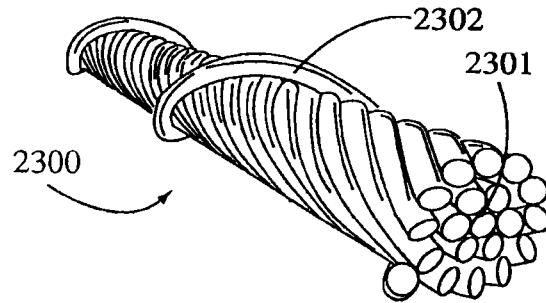


图26

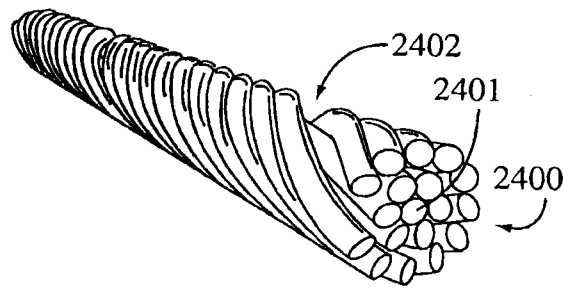


图27

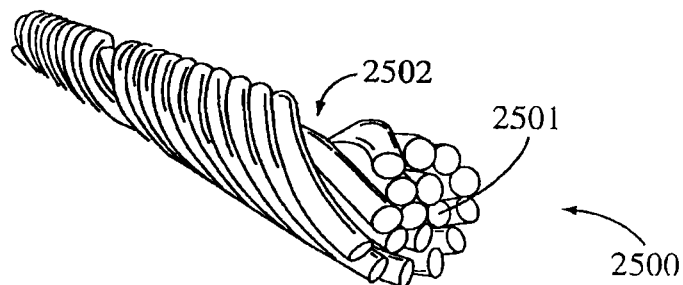


图28

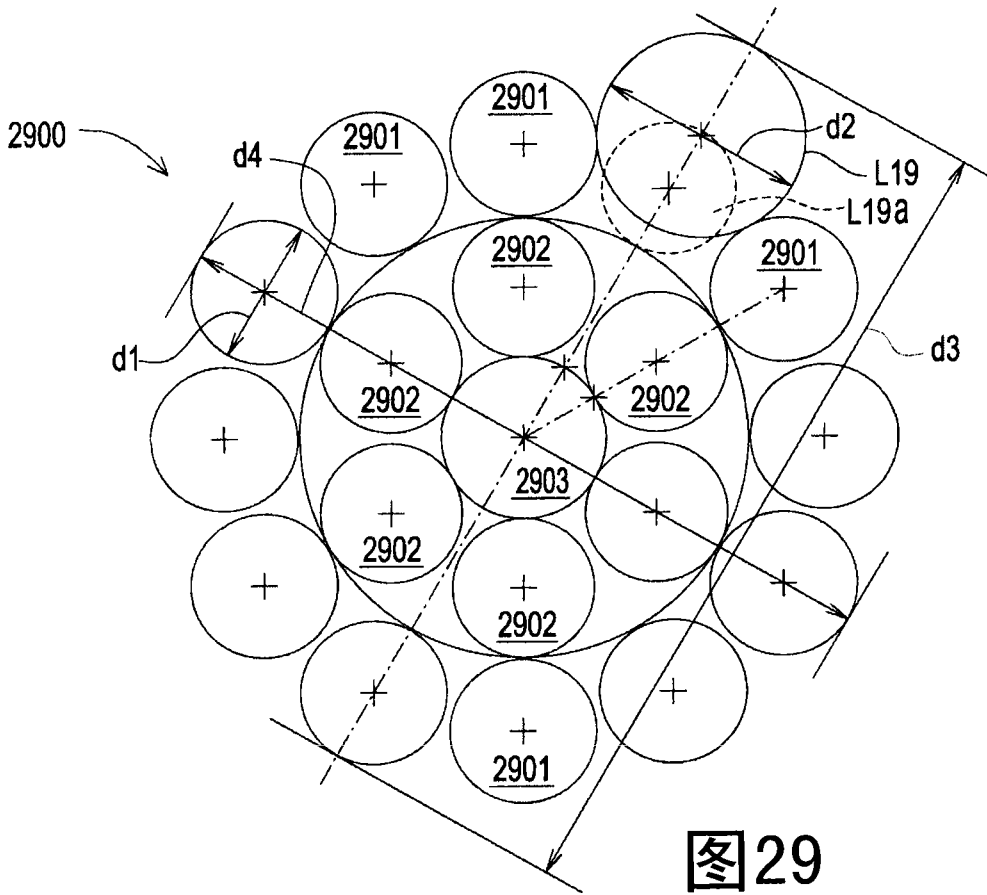


图29

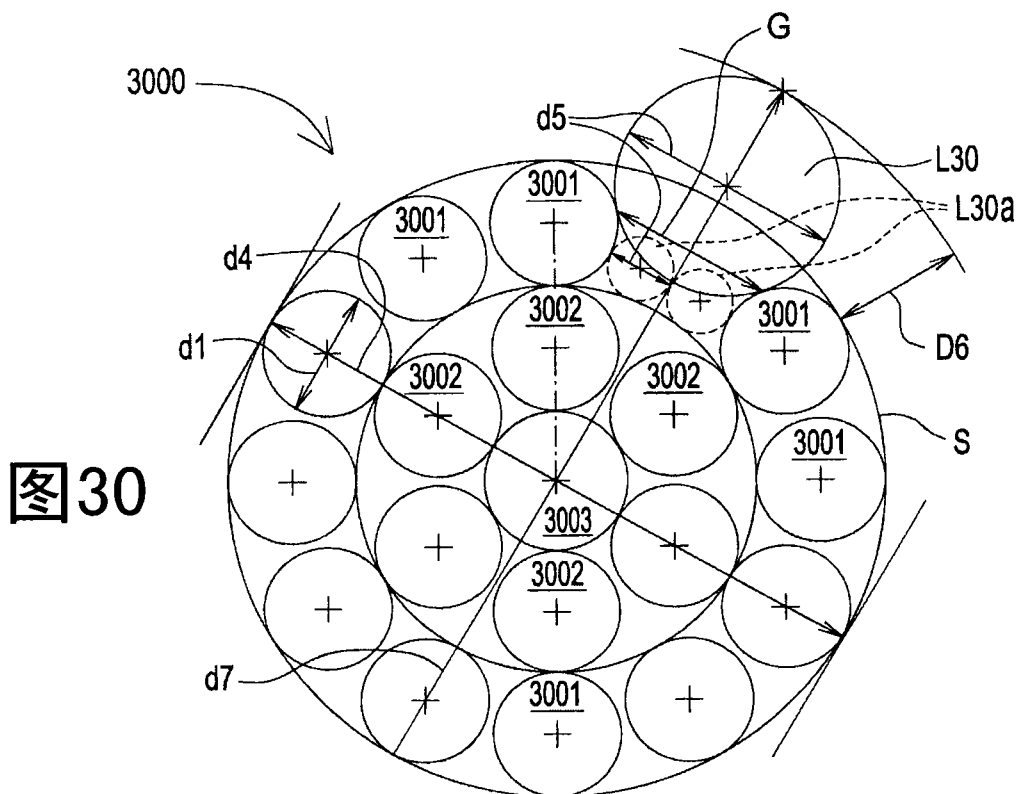


图30

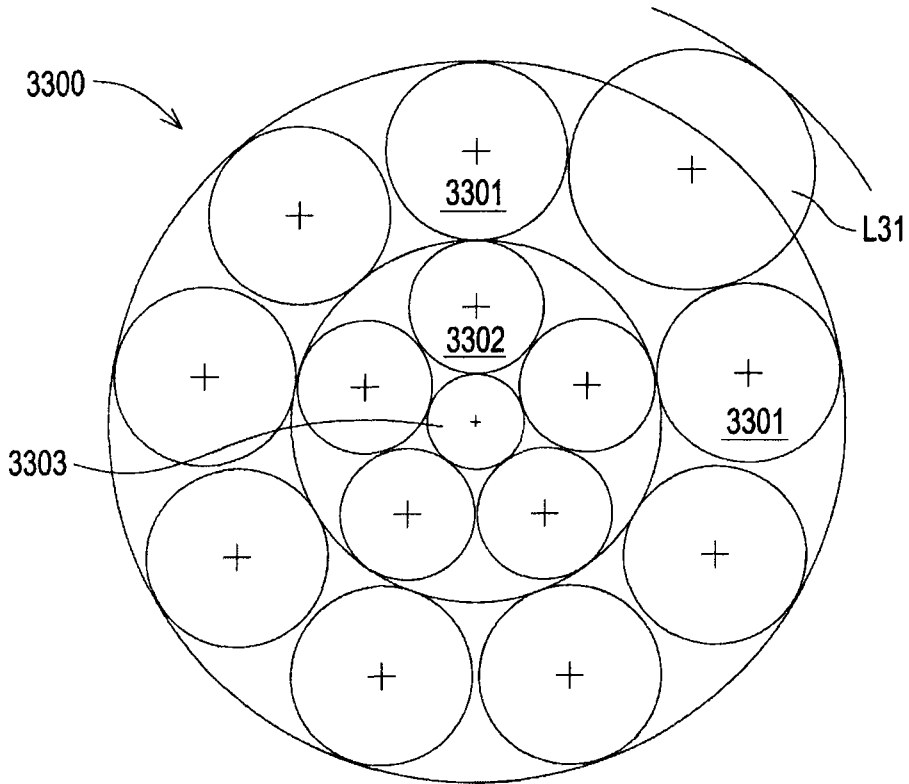


图31

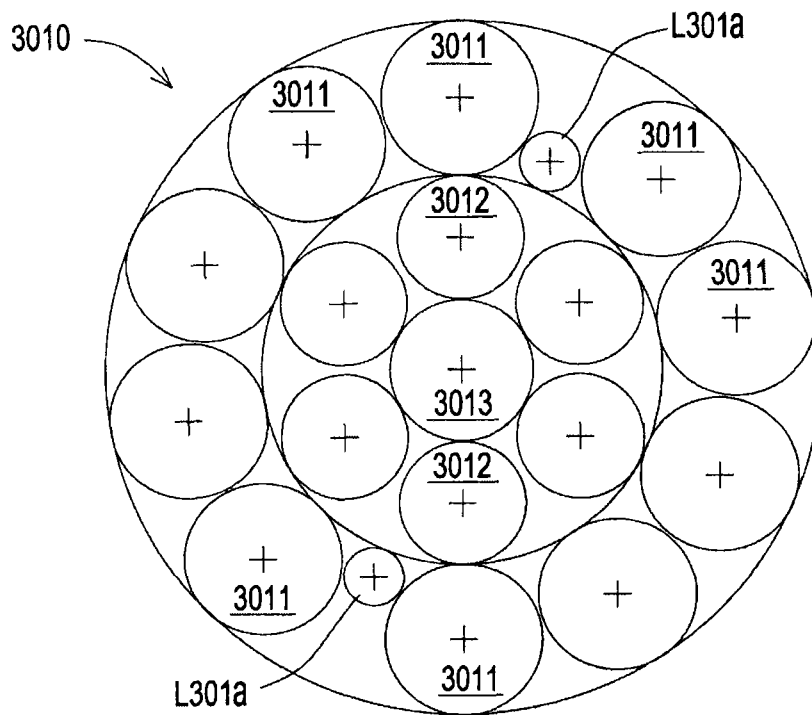


图32

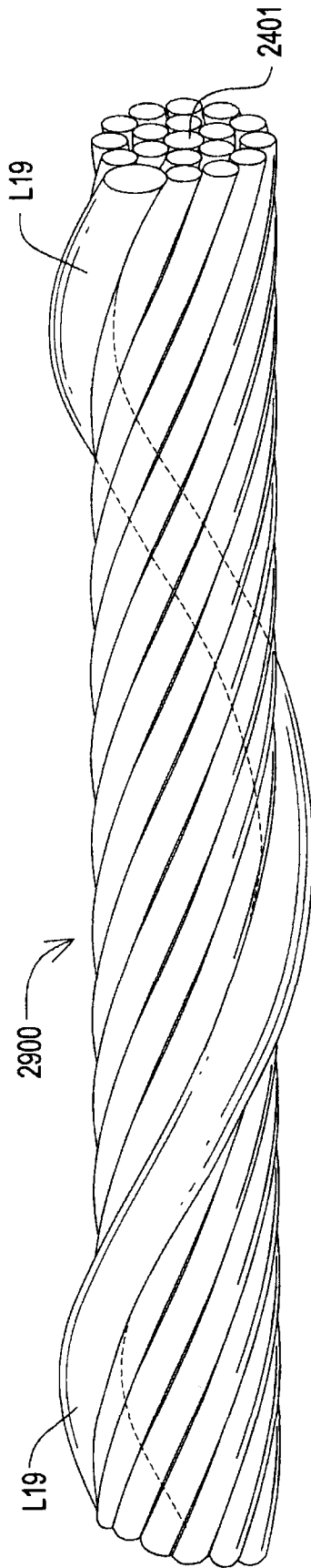


图33

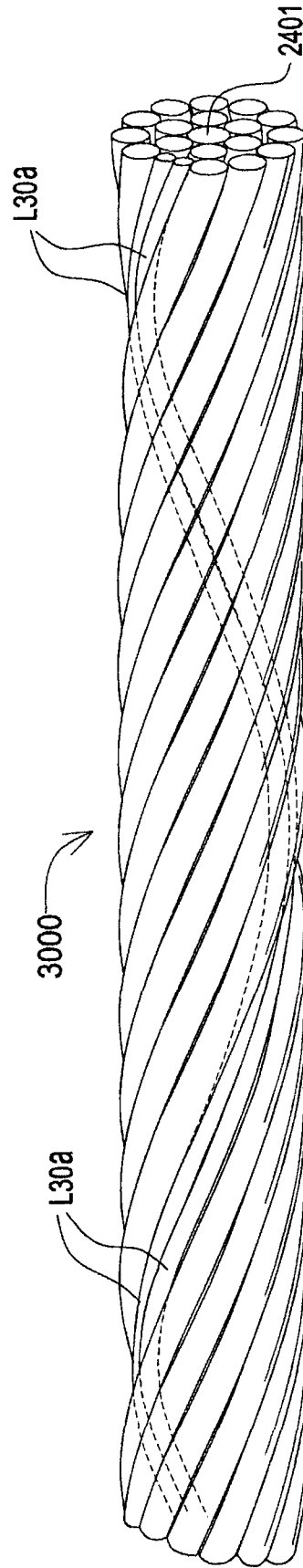


图34

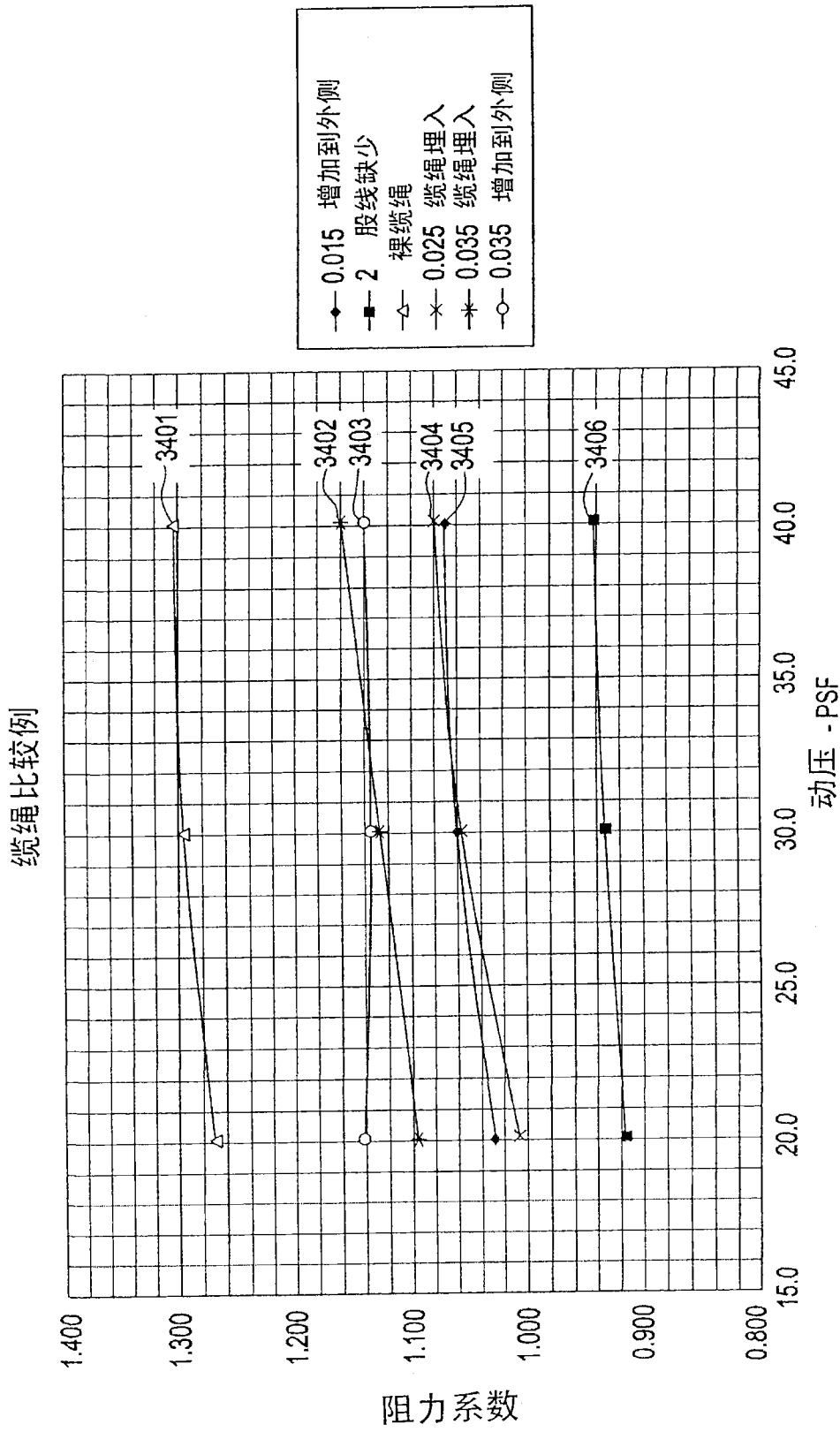


图35