



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I866399 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：112130960

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 18 日

(51)Int. Cl. : A63G31/00 (2006.01)

A63B69/00 (2006.01)

D07B1/00 (2006.01)

D07B5/00 (2006.01)

(30)優先權：2018/11/16 美國

62/768,384

2019/11/01 美國

62/929,260

(71)申請人：英商斯凱旺蒂爾國際（英國）有限責任公司（英國）SKYVENTURE
INTERNATIONAL (UK) LTD. (GB)

英國

(72)發明人：邁特尼 N 艾倫 METNI, N. ALAN (US)；沃爾德倫 賈斯丁 尤金 WALDRON,
JUSTIN EUGENE (US)；路易斯 韋德 奧斯丁 LEWIS, WADE AUSTIN (US)；
阿里特 馬克 ARLITT, MARK (US)

(74)代理人：李世章；秦建譜

(56)參考文獻：

CN 105854304A

CN 108654103A

WO 2018/122575A1

審查人員：陳健元

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：20 共 73 頁

(54)名稱

導向葉片結構

(57)摘要

一種用於豎直風洞的拐角的導向葉片結構。豎直風洞形成再循環氣流氣室，導向葉片結構包括：至少部分地佈置在再循環氣流氣室外部的框架結構；框架結構包括兩個圓拱，圓拱跨越在中心線的端部之間，每個圓拱相對於水平平面以一定角度傾斜，圓拱彼此沿著相反的方向延伸；以及沿著兩個圓拱中的每個圓拱安裝的導向葉片，導向葉片佈置在再循環氣流氣室內並構造成使經過拐角的氣流被重新定向。

A turning vane structure for a corner of a vertical wind tunnel, the vertical wind tunnel forming a recirculating airflow plenum. The turning vane structure comprises: a frame structure at least partially positioned outside the recirculating airflow plenum; the frame structure includes two arches; the arches span between ends of a centerline; each arch is inclined at an angle relative to the horizontal plane; the arches extend in opposite directions from one another; and turning vanes mounted along each of the two arches, the turning vanes positioned inside the recirculating airflow plenum and configured to redirect airflow through the corner.

指定代表圖：

符號簡單說明：

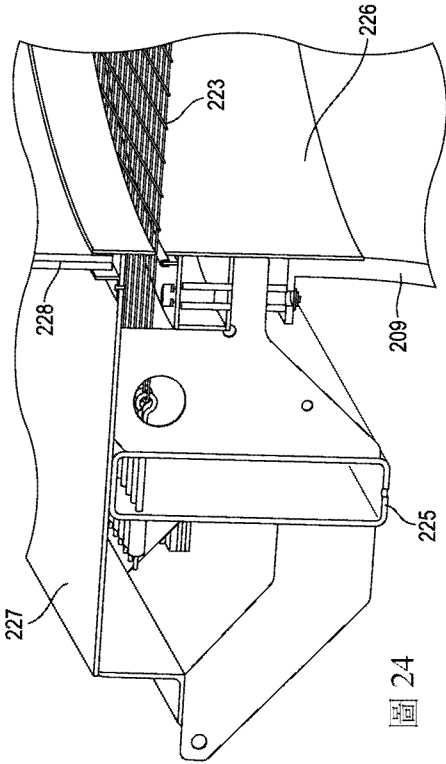
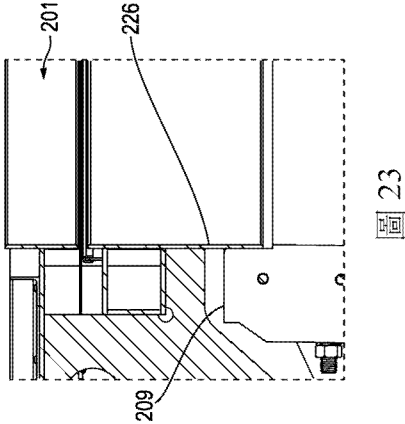
209:第四或收縮拐角

214:收縮拐角的圓拱

219:第二部段的過渡部分

220:框架結構

221:導向葉片





I866399

【發明摘要】

【中文發明名稱】導向葉片結構

【英文發明名稱】TURNING VANE STRUCTURE

【中文】

一種用於豎直風洞的拐角的導向葉片結構。豎直風洞形成再循環氣流氣室，導向葉片結構包括：至少部分地佈置在再循環氣流氣室外部的框架結構；框架結構包括兩個圓拱，圓拱跨越在中心線的端部之間，每個圓拱相對於水平平面以一定角度傾斜，圓拱彼此沿著相反的方向延伸；以及沿著兩個圓拱中的每個圓拱安裝的導向葉片，導向葉片佈置在再循環氣流氣室內並構造成使經過拐角的氣流被重新定向。

【英文】

A turning vane structure for a corner of a vertical wind tunnel, the vertical wind tunnel forming a recirculating airflow plenum. The turning vane structure comprises: a frame structure at least partially positioned outside the recirculating airflow plenum; the frame structure includes two arches; the arches span between ends of a centerline; each arch is inclined at an angle relative to the horizontal plane; the arches extend in opposite directions from one another; and turning vanes mounted along each of the two arches, the turning vanes positioned inside the recirculating airflow plenum and configured to redirect airflow through the corner.

【指定代表圖】圖 13

【代表圖之符號簡單說明】

2 0 9 : 第 四 或 收 縮 拐 角

2 1 4 : 收 縮 拐 角 的 圓 拱

2 1 9 : 第 二 部 段 的 過 渡 部 分

2 2 0 : 框 架 結 構

2 2 1 : 導 向 葉 片

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 導向葉片結構

【英文發明名稱】 TURNING VANE STRUCTURE

【技術領域】

【0001】 本公開關於導向葉片結構，尤其關於用於豎直風洞的拐角的導向葉片結構。

【先前技術】

【0002】 這些風洞在安全且受控的室內環境中再現室外跳傘的體驗。然而，再循環豎直風洞的建造和操作通常較昂貴，再循環豎直風洞需要大量空間以在可接受的雜訊和能量消耗水平內產生足夠強大而使一人或多人懸浮的氣流，同時還維持恆定的氣流品質。通常期望的是，經過飛行艙的氣流基本上均勻、紊流少。沿著氣流方向移動，再循環豎直風洞通常包括飛行艙、位於飛行艙上方的擴散器、第一拐角或轉彎部、上水平氣室、第二拐角或轉彎部、豎直返回氣室、第三拐角或轉彎部、下水平氣室、第四拐角或轉彎部以及位於飛行艙下方的入口收縮部，入口收縮部還被稱為收縮管道或噴嘴。風洞設計成具有單個流動路徑回路或多個流動路徑回路，在多個流動路徑回路的情況下，不同的氣流路徑通常在飛行艙的下游（即在第一拐角處或

接近第一拐角處)分岔,然後在飛行艙的上游(即在第四拐角處或接近第四拐角處)再次匯聚。

【0003】 一些再循環豎直風洞設施將風洞結構的底部部分(例如底部拐角、下水平氣室、入口收縮部、豎直返回氣室的下部)安裝在地下,使得飛行艙位於地平面或接近地平面處。按照這種方式,可增加風洞的結構完整性,同時還避免了需要將飛行艙佈置在設施的上面那一層上,這種佈置可減小商業可見性/可達性並增加相關的建造成本。該設計方法還可允許設施符合當地建築高度限制。此外,將流動路徑回路的至少一部分佈置在地下,可有助於吸收來自風洞的熱和雜訊。然而,由於許多再循環豎直風洞設計的尺寸要求,導致如果飛行艙將位於地平面或接近地平面處,則通常需要大量的地下挖掘,以放置必需的地基。例如,在一些設計中,飛行艙的基部和下水平氣室的基部之間的高度可約為 25 英尺(7.6 m)或更大。建造成本和工程時間表通常將隨著挖掘的長度和寬度線性地增加,但是隨著挖掘的深度成指數地增加。根據當地土壤組成和水分含量,可進一步放大成本和時間需求。技術挑戰也隨著挖掘深度的增加而出現,包括要考慮如下風險升高:在更深的位置處由周圍地帶施加的側壓力更高而導致崩塌和水入滲。此外,由於在一些地方的基岩淺,導致可能難以實現期望深度或者實現期望深度的成本過高。在放置結構基礎時,傳統方法通常使用灌注水泥以形成風洞的底部部分,

而降低建造成本，這通常導致簡單幾何結構限定流動路徑橫截面，與之相比，預成形構造具有從不同材料生產的專門設計的幾何結構。需要再循環豎直風洞在飛行艙和流動路徑結構的基部之間具有減小的高度，最小程度地影響用於室內跳傘的氣流的品質或風洞效率。

【0004】 此外，風洞通常具有線纜層組件或結構，以給站立在飛行艙內的用戶提供支撐，同時還在室內跳傘期間允許氣流經過以使用戶懸浮。在許多風洞中，線纜安裝到圍繞飛行艙的外周佈置的多個焊接件。焊接件通常由單獨的承載橫樑或設施結構的其它元件支撐，這可增加建造成本。線纜通常具有變化的尺寸，以最小化飛行艙周圍的焊接件所需的水平佔用空間，原因是許多飛行艙的橫截面是圓形的或基本上圓形的，意味著經過飛行艙的邊緣的線纜不需要與經過飛行艙的中心直徑的線纜一樣長。焊接件通常具有可去除的頂蓋，以觸及牢固地安裝在焊接件內的線纜的端部。因此，這種設計通常由位於設施的商業層（例如飛行艙周圍的集結艙或觀察區）上的工人從上方安裝、更換和維護。由於線纜跨越飛行艙延伸並安裝在焊接件內，所以焊接件的內部通常與風洞流動路徑空氣動力學連通。為了防止雜訊通過焊接件滲入飛行艙周圍的商業區，頂蓋通常密封以防止顧客暴露於風洞內的高分貝水平。這種設計具有相對昂貴的部件建造成本；由於飛行艙周圍的進出蓋可見，導致主觀上更差的美學外觀；相對長的、複雜的和

費力的安裝/維護過程，這增加了勞動力成本和工程時間表；由於需求的複雜性，導致可能的供應商的範圍受限。

【0005】 風洞設計和建造的另一考慮是流動路徑的水平尺寸要求。例如，一些位置可能沒有可用於適應特定風洞設計的水平長度尺寸需求所需的空間或佔用空間。從這個意義來說，更少的位置可用於風洞建造。需要再循環豎直風洞沿著流動路徑結構的長度具有減小的尺寸需求。

【0006】 上文對現有技術及其任何限制的討論旨在是說明性的而非排他性的。通過閱讀說明書和附圖，現有技術的其它限制將對本領域技術人員來說變得明顯。

【發明內容】

【0007】 結合系統、工具和方法描述和說明如下實施例及其諸多方面，其意在是說明性的而非對範圍的限制。在各個實施例中，減少或消除一個或多個描述的問題，而其它實施例涉及其它改進。

【0008】 本公開關於一種再循環豎直風洞設計。一方面在於減小飛行艙的基部和第四拐角和/或下水平氣室的基部之間的垂直距離或高度。另一方面在於使入口收縮部和第四拐角在飛行艙下方融合成單個結構和氣流路徑元件。另一方面在於當飛行艙佈置在地平面或接近地平面處時，降低與掘金深度關聯的建造成本和時間需求。另一方面是高效的能量消耗以降低風洞的操作成本。另一方面在於最小化

這種風洞內的紊流、摩擦和壓力損失。另一方面在於在飛行艙內提供氣流，該氣流在均勻性和紊流方面至少與現有風洞設計的品質相當。

【0009】 這些方面可通過用於室內跳傘的豎直風洞來滿足，該豎直風洞包括：

至少一個再循環氣流氣室，該氣流氣室包括第一豎直構件、頂部水平構件、第二豎直構件以及底部水平構件；

用於提供氣流的裝置，該氣流流經該氣流氣室並沿著向上的方向在第一豎直構件中流動；

容納在該氣流氣室的第一豎直構件內的飛行艙；

拐角部段，將底部水平構件與第一豎直構件相連接；

其中，底部水平構件具有第一部段和第二部段，第一部段和第二部段從第二豎直構件延伸到第一豎直構件，第一部段連接到第二豎直構件，第二部段連接到拐角部段，拐角部段將底部水平構件連接到第一豎直構件；

底部水平構件的第二部段使途經底部水平構件的氣流在第一部段和第二部段到拐角部段的出口之間收縮；

拐角部段進一步使朝向第一豎直構件離開底部水平構件的第二部段的氣流收縮。

【0010】 通過提供拐角部段，拐角部段將至少一個底部水平構件連接到第一豎直構件及其飛行艙，這種設計使得途經拐角部段的氣流收縮，可顯著減小這種豎直風洞的整個高度。然後，由拐角部段提供位於飛行艙上游的必需的入口

收縮部。因此，與現有技術的這種風洞相比，飛行艙的底部可佈置得低得多。因此，飛行艙的底部可佈置在第一豎直構件的最底部。為了提供平衡的氣流收縮，該豎直風洞提供雙級收縮，這兩個收縮不一定需要彼此分開，而是可連續進行。一個收縮區佈置在第一豎直構件的底部處的拐角部段中，上游收縮部段佈置在底部水平構件內。

【0011】 相信這是第一次提出將第一豎直構件及其飛行艙的底部處的拐角部段用作入口收縮部。

【0012】 本公開的益處可通過如下風洞實現，該風洞具有一個單返回氣流氣室或具有一個以上返回氣流氣室，例如在第一豎直構件的相對側與第一豎直構件相關地佈置的兩個氣流氣室。此外，可實現本公開的益處，而不管用於提供氣流的裝置、風扇組件在返回氣流氣室中佈置在何處。風扇組件可佈置在頂部水平構件中。還能夠將風扇組件佈置在第二豎直構件中，尤其佈置在第二豎直構件的上部段中。

【0013】 為了減少收縮的拐角部段內的紊流，能夠在拐角部段中佈置一組導向葉片，這一組導向葉片將水平流動地進入拐角部段的氣流重新定向成朝向第一豎直構件內的飛行艙的方向。根據導向葉片提供給氣流的引導長度，沿著氣流行進方向更短的導向葉片可佈置在拐角部段內。根據風洞構造，還可使用兩組或更多組導向葉片。導向葉片可佈置在拐角部段的類似於圓拱的部分內，該圓拱部分通常提

供氣室壁的一部分。該圓拱部分優選地沿著使氣流在拐角部段中重新定向的彎曲方向彎曲。

【0014】 在一些實施例中，在拐角部段中使氣流重新定向和收縮同時減小紊流的另一措施在於在底部部段中提供脊。該脊類似於導向葉片起作用，使進入拐角部段的氣流的至少下部部分的流動重新定向。在風洞具有關於第一豎直構件彼此相對地佈置的兩個返回氣流氣室的情況下，兩個脊通常可以以它們的背部彼此鄰接地佈置，並佈置成與經過第一豎直構件中的飛行艙的豎直中心線對齊。這意味著兩個脊佈置成使得它們的中心投射在飛行艙的中部。這兩個脊可以是由單個部件提供個單獨的部件，或者例如在該位置一體地形成在氣室壁中。

【0015】 在下文公開風洞的許多進一步的方面。在特定實施例中公開和描述的所有特徵還可彼此獨立地使用。這意味著即使與其它特徵一起描述單獨的特徵和每個特徵的益處，也不一定需要與該特徵組合地公開的其它特徵，就可實現單獨的特徵和每個特徵的益處。

【0016】 另一方面在於提供一種線纜層組件或結構，使得組裝用的組成部件的製造成本降低。另一方面在於提供一種線纜層組件，該線纜層組件降低更大的風洞設施建築物的建造成本。另一方面在於簡化和減少線纜層組件的安裝所需的時間。另一方面在於簡化和減少線纜層組件的維護所需的時間。另一方面在於減少具有這種線纜層組件的新風

洞建築物的上市時間。另一方面在於增加線纜層組件的潛在供應商來源。另一方面在於提供一種線纜層組件，該線纜層組件能夠使圍繞飛行艙的地板變成流線型或者簡約抽象美觀。另一方面在於提供一種線纜層組件，該線纜層組件構造成從下方進行維護服務。

【0017】 另一方面在於在風洞的拐角中提供一種臺階式氣室分岔，以降低風洞的拐角之間的尺寸需求。另一方面在於在風洞的拐角中提供一種臺階式氣室分岔，以提供足夠的空間間隙來容納直接佈置在拐角下游的管道和 / 或管道風扇。另一方面在於在風洞的拐角中提供一種臺階式氣室分岔，以提供足夠的空間間隙來容納其它結構元件例如支撐柱或梁。

【0018】 另一方面在於提供一種再循環豎直風洞，其中，在豎直返回構件中氣流氣室被分開。

【0019】 另一方面在於提供一種再循環豎直風洞，該再循環豎直風洞具有用於控制參與者運動的飛行者交換系統，和飛行艙與設施的周圍觀察區之間的環境交換。

【0020】 除了上文描述的實施例和諸多方面之外，通過參考構成本說明書的一部分的詳細描述和附圖，進一步的實施例和諸多方面將變得明顯。

【圖式簡單說明】

【0021】 在下文中，參考如下附圖描述本公開：

圖 1 示出了根據現有技術的再循環豎直風洞的側視圖；

圖 1 A 示出了沿著線 A - A 截取的圖 1 的風洞的截面圖；

圖 2 示出了根據本公開的再循環豎直風洞的透視圖；

圖 3 示出了圖 2 的風洞的前側視圖；

圖 4 示出了圖 2 的風洞的右側視圖；

圖 5 示出了圖 2 的風洞的仰視圖；

圖 6 示出了沿著圖 3 的線 6 - 6 截取的、圖 2 的風洞的頂部截面圖；

圖 7 示出了沿著圖 6 的線 7 - 7 截取的、圖 2 的風洞的第四拐角的局部截面側視圖；

圖 8 示出了沿著圖 6 的線 8 - 8 截取的、圖 2 的風洞的第四拐角的局部截面側視圖；

圖 9 示出了風洞的下水平氣室的局部透視圖；

圖 10 示出了圖 9 的下水平氣室的側視圖；

圖 11 示出了圖 10 的沿著線 11 - 11 截取的截面圖；

圖 12 示出了圖 11 的沿著線 12 - 12 截取的截面圖；

圖 13 示出了包括導向葉片結構的另一實施例的分解透視圖；

圖 14 示出了圖 13 的導向葉片結構的側視圖；

圖 15 示出了穿過圖 14 的框 B 區域中的導向葉片結構的基部的中央截取的截面圖；

圖 16 示出了包括線纜層組件的另一實施例的透視圖；

圖 17 示出了圖 16 的俯視圖；

圖 18 示出了圖 16 的線纜層組件的焊接件之一的透視圖；

圖 19 示出了圖 18 的分解視圖；

圖 20 示出了圖 16 的線纜層組件的仰視圖；

圖 21 示出了圖 20 的框 C 在部分切除時的細節視圖；

圖 22 示出了沿著圖 17 的線 22-22 截取的截面圖；

圖 23 示出了圖 22 的框 D 的細節視圖；

圖 24 示出了圖 23 的更寬大的透視圖；

圖 25 示出了具有臺階式拐角構造的單返回再循環風洞的側視圖；

圖 26 示出了雙返回再循環風洞和臺階式拐角構造的局部側視圖；

圖 27 示出了具有收縮拐角的單返回再循環風洞的透視圖；

圖 28 示出了圖 27 的風洞的另一透視圖；

圖 29 示出了具有分開的返回空氣塔的再循環風洞的另一實施例的透視圖；

圖 30 示出了圖 29 的風洞的側視圖；

圖 31 示出了根據本公開的具有飛行者交換裝置的風洞設施的示意性樓層平面圖；

圖 32 示出了飛行者交換裝置的側向透視圖；

圖 33 示出了根據本公開的具有飛行者交換系統的再循環豎直風洞的側視圖；

圖 34 示出了沿著圖 33 的線 34-34 截取的截面圖；

圖 35 示出了沿著圖 33 的線 35-35 截取的截面圖。

在圖 6、圖 7、圖 34 和圖 35 的截面圖中，內部風洞空間通常由對角剖面線指示。

在進一步解釋描繪的實施例之前，應該理解的是在本發明申請時，本發明不限於所示出的特定佈置的細節，原因是本發明能夠具有其它實施例。目的是，本文公開的實施例和附圖被認為是說明書的而非限制性的。此外，本文使用的術語是為了描述的目的，而非作為限制。

【實施方式】

【0022】 圖 1 和圖 1A 示出了根據現有技術的再循環豎直風洞 100。沿著氣流方向移動，該風洞 100 包括飛行艙 101、位於飛行艙 101 上方的擴散器 102、第一拐角 103、上水平氣室 104、第二拐角 105、豎直返回氣室 106、第三拐角 107、下水平氣室 108、第四拐角 109 以及位於飛行艙 101 下方的入口收縮部 110。下水平氣室 108 具有第一部段 111 和第二部段 112，第二部段 112 具有收縮的橫截面。一個或多個風扇（未示出）佈置在流動路徑氣室中以產生經過流動路徑氣室的氣流。在圖 1 中氣流方向由虛線箭頭表示。導向葉片 113 佈置在第一拐角 103、第二拐角 105、第三拐角 107、第四拐角 109 中，以分別重新定向擴散器 102 和上水平氣室 104 之間的氣流、上水平氣室

104 和豎直返回氣室 106 之間的氣流、豎直返回氣室 106 和下水平氣室 108 之間的氣流、以及下水平氣室 108 和入口收縮部 110 之間的氣流。在圖 1 中導向葉片 113 的位置由虛線表示。在氣流進入飛行艙 101 以支持用戶進行室內跳傘之前，氣流的速度通過下水平氣室 108 的第二部段 112 和入口收縮部 110 的減小的橫截面而增加。豎直風洞可設置有單個流動路徑回路或多個流動路徑回路。在具有兩個或更多個返回回路的風洞中，不同的氣流路徑通常在飛行艙 101 上方的第一拐角 103 處或接近第一拐角 103 處分岔，以及在飛行艙 101 下方的第四拐角 109 處或接近第四拐角 109 處匯聚。多路徑風洞通常對稱設計。雖然通常與具有矩形橫截面的飛行艙相比建造起來更昂貴，但是具有圓形或基本上圓形的橫截面的飛行艙通常具有更均勻和紊流更少的氣流，原因是矩形橫截面的硬拐角（急劇拐角）產生紊流。同樣，入口收縮部 110 的四個拐角也將紊流引入進入飛行艙 101 的氣流中。

【0023】 圖 2 至圖 8 示出了根據本公開的再循環豎直風洞 200 的一個可能的實施例。沿著氣流方向移動，風洞 200 包括飛行艙 201、位於飛行艙 201 上方的擴散器 202、第一拐角 203、上水平氣室 204、第二拐角 205、豎直返回氣室 206、第三拐角 207、下水平氣室 208 以及第四或收縮拐角 209。風洞 200 具有兩個對稱的氣流返回路徑，這兩個氣流返回路徑在第一拐角 203 處分岔並在第四拐角

209 處匯聚。為了方便和簡潔的目的，下文的描述通常僅涉及風洞 200 的單側或單個回路；理解的是，除非特別注釋，否則風洞 200 的兩側的結構相同。在其它實施例中，風洞 200 可包括單返回氣流路徑（見圖 27 和圖 28）或者兩個以上返回氣流路徑（未示出）。圖 27 和圖 28 的單返回再循環豎直風洞以與圖 2 至圖 8 的風洞 200 相同的原理設計，因此在此不再進一步詳細描述。上水平氣室 204 具有兩個管道風扇 210，兩個管道風扇 210 產生經過風洞 200 的氣流。其它實施例具有一個風扇 210 或兩個以上風扇 210。此外，風扇 210 還可位於沿著流動路徑回路的其它位置，包括位於不在上水平氣室 204 中的位置。另外，多個風扇 210 可設置在單個氣室中，而非如所示的設置在分開的氣室中。本公開的精神和範圍並非如此限制。根據模擬，說明了雙返回風洞 200 在飛行艙 201 中實現與現有風洞設計相當的氣流品質（為了室內跳傘目的），例如在紊流、切變和速度圖均勻性方面。

【0024】 第三拐角 207 可具有相對寬的矩形構造以減小挖掘深度。例如，如果在與下水平氣室 208 的接合處第三拐角 207 的橫截面更加方形，則第三拐角 207 沿著豎直尺寸的高度需要增加以保持經過第三拐角的橫截面面積相同，目的是減少氣流摩擦。通過水平加寬第三拐角 207，增加了基礎部的橫向佔用空間需求同時降低了深度需求，這使得如果飛行艙佈置在地平面或接近地平面處，則挖掘成本

能夠純節省。在豎直返回氣室 206 和第三拐角 207 的接合處，豎直返回氣室 206 可共用第三拐角 207 的加寬的幾何結構。同樣，在下水平氣室 208 和第三拐角 207 的接合處，下水平氣室 208 也可共用第三拐角 207 的加寬的幾何結構。

【0025】 下水平氣室 208 可包括第一部段 211 和第二部段 212。沿著氣流方向，豎直返回氣室 206 經過第三拐角 207 過渡，進入下水平氣室 208 的第一部段 211 中。然後，經過第一部段 211 過渡，進入下水平氣室 208 的第二部段 212 中。第二部段 212 連接到位於飛行艙 201 下方的第四或收縮拐角 209。在豎直返回氣室 206 和 / 或第三拐角 207 具有矩形橫截面的情況下，下水平氣室 208 的第一部段 211 也可具有基本上矩形的橫截面。當然，豎直返回氣室 206、第三拐角 207、下水平氣室 208 可具有除了矩形之外不同的幾何結構，包括其它多邊形幾何結構或彎曲幾何結構（例如圓形、橢圓形或基本上圓形、基本上橢圓形）以及包括它們的不同組合。形成矩形幾何結構的平坦壁通常用於流動路徑的這些位置以降低建造成本和複雜度，而當使用彎曲幾何結構或多邊幾何結構時通常增加建造成本和複雜度，甚至硬拐角可將額外的紊流引入氣流中。

【0026】 下水平氣室 208 的第一部段 211 可包括拐角過渡部分 213，以用於過渡進入下水平氣室 208 的第二部段 212。例如，在描繪的實施例中，在第一部段 211 和第二

部段 212 之間的接合處，流動路徑的橫截面通常是矩形的，具有圓形的頂部拐角。第一部段 211 的上部拐角在第三拐角 207 附近的硬拐角之間通過拐角過渡部分 213 逐漸過渡到第二部段 212 處的這種圓形拐角。在一些實施例中，拐角過渡部分 213 可至少沿著第一部段 211 的縱向長度的大部分延伸。在其它實施例中，拐角過渡部分 213 可至少沿著第一部段 211 的縱向長度的三分之二延伸。此外，在一些實施例中，拐角過渡部分 213 可至少沿著第一部段 211 的長度的四分之三延伸，包括沿著第一部段 211 的整個縱向長度或者基本上整個縱向長度延伸。拐角過渡部分 213 有助於減少第二部段 212 的上拐角下游的紊流。

【0027】 當沿著縱向軸線觀察時，下水平氣室 208 的第二部段 212 在與第一部段 211 的接合處從具有圓形拐角的基本上矩形的橫截面收縮，達到在與第四拐角 209 的接合處基本上半卵形或半橢圓形的橫截面（見圖 7）。針對該橫截面的形狀的其它描述術語可包括半個體育場、隧道、彩虹等，指的是以圓拱為界限的平坦的或基本上平坦的底部/基部側。在第一部段 211 和第四拐角 209 之間，第二部段 212 的流動路徑橫截面在豎直尺寸和水平尺寸上收縮。這種幾何結構收縮增加了進入第四拐角 209 的氣流的速度。在沿著第二部段 212 的縱向長度（在第一部段 211 和第四拐角 209 之間）收縮時橫截面幾何機構的平滑過渡，還在氣流經過該幾何結構加速期間促進紊流小的氣流。此外，

第二部段 212 的這種收縮使得流動路徑橫截面平滑過渡到第四拐角 209 並經過第四拐角 209。在第四拐角 209 處第二部段 212 的基本上半卵形或基本上半橢圓形的橫截面幾何結構，一旦通過第四拐角 209 轉到水平平面，則便於使在飛行艙 201 下方的第四拐角 209 的出口處上升的氣流形成基本上圓形的水平橫截面，這允許更短的紊流小的收縮。

【0028】 收縮拐角 209 使下水平氣室 208 中的氣流直接向上轉向，進入飛行艙 201。同時，收縮拐角 209 還減小下水平氣室 208 和飛行艙 201 的基部之間的流動路徑的總橫截面面積，這增加了使用戶懸浮在飛行艙 201 內的氣流的速度。在具有兩個或更多個返回回路的實施例中，在分開的氣流進入飛行艙 201 之前，收縮拐角 209 還使分開的氣流融合。通過將第四拐角和入口收縮部一起集成在單個結構中，消除了飛行艙下方設置單獨的入口收縮部結構的需求。按照這種方式，可顯著減小飛行艙 201 的基部和收縮拐角 209 和 / 或下水平氣室 208 的基部之間的垂直距離。

【0029】 例如，與相當的風洞設計相比，飛行艙 201 的基部和第四或收縮拐角 209 的基部之間的風洞流動路徑的高度可減小大約 35%，但是不會顯著犧牲效率。這可對應於大約 10 英尺或更大的高度。高度節省還對應於整個風洞流動路徑的縮短。通過公開的設計，挖掘減少的建造甚至整個地面以上的建造是可行的。益處包括建造成本節省、建

造時間節省以及建造風險降低。此外，降低的高度需求使得能夠在具有高度限制的地點建造。

【0030】 具體地，在一些實施例中，對於雙回路再循環風洞，飛行艙 201 的基部和收縮拐角 209（或下水平氣室 208）的基部之間的高度可實現為小於或等於飛行艙 201 的直徑的 1.3 倍。換句話說，[飛行艙的基部和收縮拐角的基部之間的垂直距離] $\leq$ [1.3 $\times$ 飛行艙的直徑]。在一些實施例中，對於單回路再循環風洞，飛行艙 201 的基部和收縮拐角 209（或下水平氣室 208）的基部之間的高度可實現為小於或等於飛行艙 201 的直徑與因數 1.9 的乘積。換句話說，[飛行艙的基部和收縮拐角的基部之間的垂直距離] $\leq$ [1.9 $\times$ 飛行艙的直徑]。

【0031】 關於成本並因此潛在節省，應該認識到，建造風洞的成本取決於地點。因素包括風洞材料的成本、勞動力成本、材料運輸到地點的成本、特定地點的土方工程成本等。因素還可根據品質和可用性改變。工程時間表和市場力量兩方面的時間可進一步影響成本。換句話說，每個工程具有它本身的挑戰和情況，使得難以與完成的風洞地點進行直接比較。基於可用資料和工程估計，每挖掘一英尺，根據本公開的風洞可節省大約 20000 至 100000 美元，估計平均節省大約 40000 美元。這使得每個建築物與多達 400000 美元或更大數額相關。一些工程可實現 1000000 美元或更大數額的節省。這些節省可補償其它方面增加的

成本，如果有的話，例如專門製造、運輸或使用相對更昂貴的材料。暫不考慮挖掘深度，根據本公開的收縮拐角的複雜幾何結構和曲率與更基本的幾何結構（例如，由灌注混凝土製成的矩形拐角）相比可節省成本，這似乎與直覺相反。但是一旦給彎曲壁氣室（例如下水平氣室第二部段 212）構建模具，該模具可重複用於具有相同模型的未來工程，則與灌注混凝土相比，實際上可節省成本。例如，與用於簡單氣室幾何結構（例如平坦壁）的灌注混凝土相比，使用具有複雜曲率的預成形玻璃纖維氣室，可在部件和安裝成本方面產生多達 100000 美元的節省，這樣抵消了運輸和材料成本的潛在增加。通過減小高度，混凝土（施工規範協會（CSI）2012 分區代碼 03）和土方工程（CSI 2012 分區代碼 31）成本可顯著減小，幅度在數十萬美元。根據風洞地點，土方工程尤其可實現顯著節省，原因是地點濕度、土壤類型、基岩深度等可顯著增加挖掘成本和所需的支撐成本，在一些情況下，對於特別有挑戰的建造地點，總成本增加超過 1000000 美元。此外，根據本公開，估計平均工程時間表減少一個月或兩個月。不能與保持工程成本降低和通過開放風洞設施加快回報相關地理解一些時間節省。再次必須認識到，每個建築工程是獨一無二的且取決於多個因素的相互作用；意味著不可能在每一種情況下實現本文逃離的潛在節省。然而，有限的資料和現金

估計說明：通常不管具體的工程地點，在建造根據本公開的具有收縮拐角設計的風洞時，預計存在顯著的節省。

【0032】 在氣室壁過渡過程中，收縮拐角 209 包括平滑或基本上平滑的曲率。這種構造還減少紊流經過收縮拐角 209。在雙返回或雙回路風洞設計（見圖 2 至圖 8）中，收縮拐角 209 可描述成包括兩個彎曲圓拱 214。每個下水平氣室 208 的底表面接合以在收縮拐角 209 的沿著風洞 200 的橫向軸線的一個端部處形成中心線 215。然後，該中心線 215 可被認為是形成收縮拐角 209 的基部。收縮拐角 209 的每個圓拱 214 在中心線 215 的彼此傾斜遠離的端部上方跨越，以在每個下水平氣室 208 的第二部段 212 之間的氣室壁到飛行艙 201 的過渡處限定流動路徑的橫截面幾何形狀。按照這種方式，圓拱 214 形成被風洞 200 的橫向軸線平方的 V 形，中心線 215 形成在 V 形的最低點或基部中點（見圖 8）。每個圓拱 214 位於收縮拐角 209 的管構造接合下水平氣室 208 的管構造的位置處。然而，應該認識到，圓拱 214 本身不需要沿著氣室壁過渡部分通過獨立結構形成。例如，收縮拐角 209 和下水平氣室 208 的至少一部分還可形成為單件。圓拱 214 描述成沿著氣室過渡的空間中的點，不一定由在氣室部段之間的物理接合處單獨的結構形成或設置成單獨的結構。同樣，本文在“拐角”和“氣室”之間的任何描述是為了方便描述，能夠在不同位置接合風洞 200 的流動路徑結構。

【0033】 此外，在描繪的實施例中，中心線 215 構成脊。這裡，脊 215 由每個下水平氣室 208 的底表面形成，這些底表面向上轉以在中心線 215 處匯合。在其它實施例中，脊 215 可由安裝在該位置的一個或多個部件形成（例如，如果下水平氣室 208 的底表面是平坦或基本上平坦的，本身不向上轉以形成脊）。至少與不具有向上突出的脊結構、使得沿著底表面的氣流可迎面匯合的實施例相比，脊 215 有助於使沿著每個下水平氣室 208 的底表面的氣流向上重新定向進入收縮拐角 209 並減少從氣流融合產生的紊流。然而，應該認識到，不完全需要脊以實現本公開的益處，實際上，在其它實施例中可以不存在脊。在這種情況下，中心線 215（上述 V 形的最低點或基部中點）可設置成平坦或基本上平坦的表面。例如，下水平氣室 208 的底表面可在中心線位置以平坦或基本上平坦的方式接合，或者根據具體構造，中心線 215 可在該位置沿著單個氣室部件的表面定位。在單返回實施例中，中心線 215 可設置在下水平氣室 208 的底表面與收縮拐角 209 的豎直或基本上豎直的端部壁例如在硬邊緣或通過彎曲表面過渡接合的位置。因此，類似於圓拱 214，中心線 215 描述成空間中的點。

【0034】 儘管如此，使用這些約定，收縮拐角 209 從飛行艙 201 的圓形基部平滑地過渡到沿著一個圓拱 214 的點。沿著下水平氣室 208 的水平軸線，在飛行艙 201 的基部和每個相應圓拱 214 的頂點之間移動時，收縮拐角 209 的氣

室壁的平滑過渡包括單曲率或基本上單曲率（見圖 8）；其它實施例在此可包括稍微 S 形的雙曲率輪廓。沿著與水平平面中的縱向軸線垂直的橫向軸線，在中心線或脊 215 處的每個相應圓拱 214 的端部和飛行艙 201 的基部之間移動時，收縮拐角 209 的壁的平滑過渡包括 S 形的雙曲率輪廓（見圖 7）。收縮拐角 209 的壁不包括任何硬角拐角；通過曲線實現過渡，使得所有表面是光滑的。這促進了空氣動力學效率同時最小化紊流。在接近收縮拐角 209 時，下水平氣室 208 的第二部段 212 的橫截面可以是半橢圓形，使得每個傾斜圓拱 214 在其與收縮拐角 209 的接合處限定下水平氣室 208 的頂壁和側壁。下水平氣室 208 的基部可以是平坦的、基本上平坦的或彎曲的，如下文所述。

【0035】 下水平氣室 208 的底表面或地板 216，或者下水平氣室 208 和第三拐角 207 和/或第四拐角 209，可構造成排出可積聚在風洞 200 中的任何液體。例如，如圖 3 至圖 5 所示，在第四拐角 209 的每一側上的整個底表面或基本上整個底表面 216 可以是碗形狀的。每個碗形狀的底表面 216 的最低點 217 可設置有排水孔。在一些實施例中，地板 216 的最低點 217 可沿著經過下水平氣室 208 的中央縱向軸線，位於第一部段 211 和第一部段 212 之間的接合處（見圖 5）。按照這種方式，地板 216 沿著縱向軸線“下落”在第三拐角 207 中和第三拐角 207 之後，可有助於適應經過第三拐角 207 進入下水平氣室 208 的氣流的方向改

變。因此，地板 216 在移動經過第一部段 211 和收縮拐角 209 之間的第二部段 212 時沿著縱向軸線“升高”，可與第二部段 212 中的流動路徑的收縮一致。同樣，沿著橫向軸線，底部地板 216 的碗形狀可進一步減少經過底部地板 216 的紊流。地板 216 沿著碗形狀的周長的垂直深度減小，可進一步提供節省的挖掘。為此，在一些實施例中，沿著豎直方向，第三拐角 207 的基部可比第四拐角 209 的基部更高地佈置。可設置泵以輔助排出積聚的液體。

【0036】 圖 9 示出了包括第一部段 211（局部視圖）和第二部段 212 的下水平氣室 208 的另一實施例。在該實施例中，第二部段 212 具有兩件式構造，包括連接到第一部段 211 的收縮部分 218 和連接到收縮拐角 209 的橫截面面積恆定的過渡部分 219。此外，使氣流的封閉流動路徑完整的下水平氣室 208 的地板 216 與氣室壁結構分開設置。例如，地板 216 可以是混凝土以降低成本，而壁結構可以是製造成特定形狀的玻璃纖維或其它材料，這通常增加成本。這是在本公開的精神和範圍內，本文描述的流動路徑結構可如何替代地構造和裝配的另一示例。同樣，過渡部分 219 的特徵在於成為下水平氣室 208 的一部分或收縮拐角 209 的一部分。如描繪的實施例中，第一部段 211 可以不定形以形成拐角過渡部分 213。反之，如圖 10 至 12 中看到的，拐角過渡部分 213 可以是安裝在第一部段 211 的氣室內的單獨的結構（例如板）。按照這種方式，第一部

段 211 可構造成具有平坦或基本上平坦的壁，以降低成本。拐角過渡部分 213 限定在拐角處經過第一部段 211 的流動路徑的橫截面。拐角過渡部分 213 可定形以在接近第三拐角 207 的硬拐角到與第二部段 212 的接合處的圓形或基本上圓形的拐角之間移動時，使流動路徑的橫截面平滑地收縮。

【0037】 圖 13 和圖 14 示出了另一實施例，其中，收縮拐角 209 的圓拱 214 對應於包括多個導向葉片 221 的框架結構 220。在描繪的實施例中，框架結構 220 的每一側橫向地連接到第二部段 212 的過渡部分 219，但是下水平氣室 208 也可具有其它構造。在上方，框架結構 220 連接到收縮拐角 209。導向葉片 221 構造成使氣流向上朝向飛行艙 201 重新定向。導向葉片 221 並因此圓拱 214 可與水平平面成一定傾角佈置。如圖 14 描繪的實施例中看到的，圓拱 214 可以以例如大約 45° 傾斜。在一些實施例中，如圖 15 中看到的，中心線 215 對應於描繪的實施例中的脊 215，可由於相鄰的氣室地板獨立的結構（例如板）設置。如上所述，在一些實施例中可省略脊 215；雖然通過以導向葉片的方式使沿著下水平氣室 208 的底表面的氣流向上轉，脊部件提高經過飛行艙的中心的流動均勻性，但是不完全需要實現本文描述的本公開的所有益處。導向葉片 221 可以是中空的或包括通道，以使冷卻流體流動經過導向葉片 221，從而消除從再循環氣流產生的摩擦熱。框架

結構 220 可給收縮拐角 209 提供結構支撐，因此給安裝在收縮拐角 209 上方的風洞 200 的部件提供結構支撐。因此，框架結構 220 可以承載並牢固地安裝在與風洞氣室相鄰的地板中。當然，其它結構（例如建築物支撐梁）還可給風洞部件提供結構支撐，在這種情況下，根據設計，框架結構 220 不需要承載。

【0038】 現在轉到圖 16 至圖 25，在進一步的實施例中，風洞 200 還包括線纜層組件 222。如圖 13 至圖 15 的實施例中，線纜層組件 222 可安裝到框架結構 220。按照這種方式，線纜層組件 222 整體上由風洞 200 結構支撐，這消除了提供單獨的承載元件以支撐線纜層組件 222 的需求，從而降低風洞設施的建造成本。線纜層組件 222 包括在飛行艙 201 中形成地板的多個線纜 223，用戶可站立在地板上且氣流可穿過地板以使用戶懸浮。線纜層組件 222 還包括圍繞飛行艙 201 的外周的多個殼體或焊接件 224。現在參考圖 18 和圖 19，每個焊接件 224 可具有：安裝板 225，用於牢固地將線纜 223 的端部安裝在安裝板 225 上；整流罩 226，形成在飛行艙 201 和收縮拐角 209 的接合處的氣流氣室壁的一部分（見圖 23 和圖 24）；以及蓋板 227，在風洞設施的觀察水平上提供於飛行艙 201 相鄰的地板表面。蓋板可構造成安裝形成飛行艙 201 的壁的面板 228。

【0039】 如圖 21 中看到的（圖 21 包括橢圓形剖面區域以示出組件的額外部分），所有線纜 223 可具有相同的長度，跨越飛行艙 201 的基部按照正方形或基本上正方形的輪廓圖案佈置。按照這種方式，可降低線纜生產和更換成本，原因是單個線纜規格用於整個地板。這還可增加線纜 223 的合適供應商的來源。每個線纜 223 附接到吊環螺栓 229。吊環螺栓 229 延伸經過相應的焊接件 224 的安裝板 225，以通過螺母 231 和墊圈 232 附接到壓縮彈簧 230 而受到壓力（但是還可適應其它聯接部件）。套管 233 可減少吊環螺栓 229 的磨損並保持吊環螺栓 229 的同軸度。因此每個線纜 223 保持張緊地跨越飛行艙 201 並構造成通過壓縮彈簧 230 柔性地吸收力（例如，來自下落的用戶的力以防止受傷）。通過這種安裝構造，線纜 223 本身如果需要則可容易地更換，不必還從安裝板 225 拆卸其它部件。

【0040】 如圖 23 和圖 24 中看到的，焊接件 224 的整流罩 226 包括孔或槽，以允許線纜 223 離開飛行艙 201 以附接到安裝板 225。在飛行艙 201 的基部，整流罩 226 與收縮拐角 209 的氣室壁重疊，以在二者之間形成連續表面。面板 228 圍繞整流罩 226 牢固地安裝到蓋板 227，以限定飛行艙 201 的壁。例如，面板 228 可定位在放置塊上以使面板 228 的內表面與整流罩 226 的內表面對齊，保持角可在面板 228 的相對側上固定於蓋板 227 的頂表面，結構粘合劑可施加在保持角和整流罩 226 之間的通道中以使面板

228 固定就位。根據特定設計所用的飛行艙 201 的期望橫截面幾何結構，面板 228 可以是彎曲的、平坦的或二者的混合。面板 228 通常由透明材料製成，以允許從風洞設施的其它區域觀察飛行艙 201 內發生的活動。

【0041】 應該認識到，線纜層組件 222 可從焊接件 224 的下方（而非上方）觸及以進行維護。按照這種方式，不需要觸及蓋板 227，甚至不需要使蓋板 227 相對於飛行艙 201 周圍的商業區密封。相反，竣工的地板（例如地毯、木材、瓷磚、合成物等）可安裝在蓋板 227 上方，以給顧客提供飛行艙 201 周圍的地板的流線型或者簡約抽象美觀。為了維護的目的，例如為了檢查或更換線纜層組件的部件，框架結構 220 可包括走道以便於從焊接件 224 的下方觸及線纜 223 和安裝板 225（見圖 16）。此外，圍繞第四拐角 209 的底層地板或地下室區域通常通過與飛行艙入口相鄰的飛行者集結區中的開口而與氣流氣室通風，以平衡二者之間的壓力，這意味著該線纜層設計不會以負面方式影響該通常非公共區域的環境狀況。此外，基板不需要覆蓋焊接件的底部或者在結構上將焊接件安裝到單獨的承載橫樑或風洞設施結構的其它支撐元件，這進一步降低了建造/製造成本並簡化了組裝過程。

【0042】 在雙返回再循環風洞的一些實施例中，線纜 223 和位於線纜下方的風洞氣室的底表面（或者拐角的基部）之間的高度小於或等於飛行艙的直徑的 1.3 倍。換句話

說：[線纜和拐角的基部之間的垂直距離] $\leq$ [1.3×飛行艙的直徑]。在單回路再循環風洞的一些實施例中，線纜 223 和位於線纜下方的風洞氣室的底表面（或者拐角的基部）之間的高度小於或等於飛行艙的直徑的 1.9 倍。換句話說：[線纜和拐角的基部之間的垂直距離] $\leq$ [1.9×飛行艙的直徑]。

【0043】 轉到圖 25（描繪單返回流動路徑）和圖 26（描繪雙返回流動路徑），根據本公開的再循環風洞 300 可進一步包括位於再循環風洞 300 的一個或多個拐角 302 中的臺階式轉彎部 301。雖然臺階式轉彎部 301 描繪成位於第一拐角中，但是應該認識到，臺階式轉彎部 301 可如期望的設置在風洞的其它拐角 302 中。臺階式轉彎部 301 將氣室 303 的流動路徑分成兩個或更多個流動路徑。在描繪的實施例中，拐角出口流動路徑對應於管道 304，管道 304 容納風扇 305，風扇 305 產生經過再循環風洞 300 的氣流。應該進一步認識到，管道 304 不一定需要容納風扇 305。導向葉片結構 306 可設置在拐角 302 內，位於每個管道 304 的入口處，以重新定向氣室 303 和管道 304 之間的氣流。通過這種構造，臺階式轉彎部 301 使氣流分岔，以在相鄰管道 304 之間提供空間或間隙 307。例如，臺階式轉彎部 301 可用於在多個獨立的管道風扇 305 之間建立足夠的間距，這可減小沿著縱向軸線經過管道 304 所需的風洞流動路徑長度，原因是風扇 305 能夠通過臺階式轉彎部

301 佈置成更接近拐角 302。在其它實施例中，臺階式轉彎部 301 可建立間距以容納和清除佈置在空間 307 內的元件（例如結構梁/柱、通風口、電線等）。因此，可減小再循環風洞 300 的尺寸佔用空間，這能夠使風洞建造在具有有限空間的地點。同樣，空間或間隙 307 的建立可在設施設計時提供額外的自由和選擇。此外，臺階式轉彎部 301 的優點不一定限於豎直風洞；在本公開的精神和範圍內，水平風洞還可使用該臺階式轉彎部構造以實現這種益處。

【0044】 現在參考圖 29 和圖 30，示出了根據本公開的再循環風洞 400 的又一實施例。如描繪的，再循環風洞 400 可以以與上述實施例相同的方式設計，意味著上文的描述等同地應用於該實施例，除了再循環風洞 400 的第二拐角和豎直返回氣室分成一個以上流動路徑。再循環風洞 400 包括第一返回空氣塔 402 和第二返回空氣塔 404。第一返回空氣塔 402、第二返回空氣塔 404 對應於第二拐角和豎直返回氣室。第一返回空氣塔 402、第二返回空氣塔 404 給氣流提供單獨的平行的流動路徑。因此，在該實施例中，氣流在第一拐角處的再循環風洞 400 的每一側或回路之間分開，進一步在經過上水平氣室、第二拐角以及豎直返回氣室的兩個流動路徑之間分開。然後，第一返回空氣塔 402、第二返回空氣塔 404 的流動路徑可在第三拐角處重新接合。在描繪的實施例中，第一返回空氣塔 402、第二返回空氣塔 404 通過間隙物理地分開（見圖 30），但是

其它實施例可具有由兩個返回空氣塔共用的物理分開結構，而在兩個返回空氣塔之間不存在間隙（例如限定兩個返回空氣塔的流動路徑的一部分的氣室分隔壁）。第一返回空氣塔 402、第二返回空氣塔 404 之間的這種分隔允許豎直返回氣室在第二拐角和第三拐角之間更快地擴展（橫截面面積增加），但不會建立與氣室壁分離的氣流，這種分離可導致紊流增加、不穩定和效率損失。如果第二拐角和第三拐角的橫截面面積保持恆定，則因此與單個流動路徑豎直返回氣室相比，豎直返回氣室的長度可使用分開的第一返回空氣塔 402、第二返回空氣塔 404 減小，但不存在氣流與壁的分離，原因是在相同距離上的壁分岔能力提高。豎直返回氣室的長度減小或高度降低能夠使再循環風洞 400 的整個高度降低，相應地使容納再循環風洞 400 的設施的高度降低。上文針對收縮拐角討論的高度降低的益處，在此也適用。應該認識到，描述成分開的第一返回空氣塔 402、第二返回空氣塔 404 可集成到之前描述的風洞 200 中。

【0045】 現在參考圖 31 和圖 32，根據本公開的再循環豎直風洞可進一步包括飛行者交換系統 500。圖 31 示出了圍繞飛行艙區域的示意性風洞設施的局部樓層平面圖。風洞包括具有圓形或基本上圓形的橫截面的飛行艙 502，參與者在飛行艙 502 中進行室內跳傘，但是其它實施例可包括不同形狀的橫截面。控制室 504 與飛行艙 502 相鄰地佈

置，在控制室 504 中設施的人員可監控飛行者的活動（例如如果參與者受傷）和風洞狀況（例如溫度、風速等）並根據需要控制風洞系統。封閉走廊 506 將飛行艙 502 連接到飛行者交換裝置 500。例如，參與者可跨步經過形成在飛行艙 502 的壁中的開門框架，以在走廊 506 和飛行艙 502 之間移動。走廊 506 相對於設施的周圍觀察區 508 密封。飛行者交換裝置 500 包括具有兩個相對門的封閉艙。其中一個門是外門 510，連接到觀察區 508。另一個門是內門 512，連接到走廊 506。當參與者想要進入風洞時，飛行者交換裝置 500 的外門 510 首先打開。然後，參與者從觀察區 508 經過外門 510 進入飛行者交換系統 500。然後外門 510 關閉。一旦參與者位於飛行者交換裝置 500 內且外門 510 關閉，則隨後內門 512 可打開。然後，參與者跨步經過內門 512 以離開飛行者交換裝置 500 並進入走廊 506。此時，參與者可繼續經過走廊 506 以進入飛行艙 502。然後內門 512 可關閉。參與者可以以相反的過程離開風洞。

【0046】 外門 510、內門 512 的操作可以自動進行、手動進行或這兩種方式。例如，打開和/或關閉可通過來自操作者控制室 504 的按鈕或另一輸入裝置來操作。同樣，按鈕或其它輸入裝置可設置在外門 510、內門 512 本身上，以由例如位於飛行者交換裝置 500 和/或走廊 506 內的參與者操作。還可使用自動定時操作來控制外門 510、內門 512

何時打開和 / 或關閉，以及控制具體的門打開和 / 或關閉的順序。還可使用感測器來進行自動門操作。此外，RFID 或條碼 / QR 碼讀取器可設置在外門 510 附近，以掃描參與者佩戴的腕帶或出入證，從而在外門 510 打開之前確認授權的進入。

【0047】 因此，應該認識到，飛行者交換裝置 500 提供受控制的和連續的機制，以在飛行艙 502 和觀察區 508 之間交換飛行者。通過雙門系統防止或減少飛行艙 502 和觀察區 508 之間的壓力和雜訊交換。可通過鑒別掃描方法控制或跟蹤使用者的進出。此外，現有風洞設施具有用於容納多批參與者並圍繞飛行艙外周延伸的整個集結艙區域，與該現有風洞設施相比，更少地阻礙從周圍觀察區 508 對飛行艙 502 的觀察。這一方面還給其它用戶釋放了觀察區 508 的與飛行艙 502 相鄰的額外的層空間。

【0048】 圖 33 至圖 35 示出了根據本公開的具有飛行者交換系統 500 的再循環豎直風洞的實施例。設施的商業層(未示出)通常與飛行艙 502 的基部、走廊 506 和飛行者交換裝置 500 位於同一水平處。商業層將位於商業層上方的空間(例如圍繞飛行艙 502 的觀察區 508)與位於商業層下方的空間(例如圍繞收縮拐角的區域、下水平氣室等)分開。如圖 34 和圖 35 中看到的，走廊 506 可與至少一個空氣通風口 514 空氣動力學連通。例如，走廊 506 的地板可包括將走廊 506 的內部連結到空氣通風口 514 的內部的一

個或多個開口。空氣通風口 514 可與建築物的外部環境空氣動力學連通，或者與位於商業層下方的空間（例如圍繞收縮拐角的區域、下水平氣室等）空氣動力學連通。在描繪的實施例中，空氣通風口 514 是封閉管道，其延伸以連接到建築物的外部，而非打開到位於商業層下方的空間，這種打開可在該空間中導致吸風。走廊 506 和空氣通風口 514 之間的氣流在圖中由帶箭頭的線表示。因此，走廊 506 中的壓力通過與空氣通風口 514 空氣動力學連通而平衡。這降低了雜訊（例如壓力波的沉悶聲）並提高了走廊 506 內的用戶的舒適度。在具有通風走廊 506 的本實施例中，飛行者交換裝置 500 的外門 510、內門 512 更大地起作用以在走廊 506 和商業區或觀察區 508 之間控制用戶的進出和減少雜訊交換，而非防止壓力交換。

【0049】 雖然已經討論了諸多方面和實施例，但是本領域技術人員將認識到它們的某些修改、排列、添加及子組合。因此意圖是：所附的申請專利範圍解釋成包括在申請專利範圍的真實的精神和範圍內的所有這樣的修改、排列、添加及子組合。本文描述的每個實施例具有許多等同物。

【0050】 已使用的術語和表述用作描述性術語，而非限制性術語，在這樣的術語和表述的使用時，不意在排除所示出和描述的特徵或其一部分的任何等同物；認識到在請求保護的發明的範圍內可進行各種修改。因此，應該理解到，雖然通過某些實施例和可選特徵具體地公開了本發明，但

是本領域技術人員可採取本文公開的構思的修改和變型，這樣的修改和變型被認為位於所附的申請專利範圍限定的本發明的範圍內。無論何時在說明書中給出了一個範圍，包括在給出的範圍內的所有中間範圍和子範圍以及所有獨立的值，旨在包括在本公開中。當本文使用馬庫什組或其它分組時，該組的所有獨立的成員以及該組的所有可能的組合和子組合，旨在單獨地包括在本公開中。

【0051】 通常，本文使用的術語和短語具有其公認的意思，這樣的意思可通過參考本領域技術人員已知的標準課文、著作、雜誌文獻和語境來找到。提供上述限定以明確它們在本發明的上下文中的具體用途。

【0052】 在實例 1 中，提供一種用於室內跳傘的豎直風洞，豎直風洞包括：

再循環氣流氣室；

容納在該氣流氣室的第一豎直構件內的飛行艙；

再循環氣流氣室包括頂部水平構件、底部水平構件以及第二豎直構件；

拐角部段，佈置在飛行艙下方並將底部水平氣室連接到飛行艙，拐角部段包括具有中心線的導向葉片結構和圓拱；

其中，底部水平氣室具有第一部段和第二部段，第一部段和第二部段從第二豎直構件延伸到第一豎直構件，第一部段連接到第二豎直構件，第二部段連接到拐角部段；

第一部段具有基本上矩形的橫截面；

第二部段使氣流在第一部段和拐角部段之間收縮，第二部段具有上表面；

第二部段的壁包括第一部段和拐角部段之間的過渡段；

拐角部段使氣流在第二部段和飛行艙之間收縮；

拐角部段的壁包括第二部段和飛行艙之間的過渡段，從而減小再循環氣流氣室的高度；

第二部段的上表面具有基本上對應於拐角部段的圓拱的圓拱形狀，拐角部段的圓拱從該中心線至少部分地沿著第一部段的方向延伸。

【0053】 在實例 2 中，實例 1 的豎直風洞進一步包括另一底部水平氣室，拐角部段將飛行艙連接到每個底部水平氣室，導向葉片結構具有兩個圓拱。

【0054】 在實例 3 中，基於實例 1 的豎直風洞中，第一部段包括一個或多個拐角過渡部分，該一個或多個拐角過渡部分在第二豎直構件附近的硬拐角到底部水平氣室的第二部段處的圓形拐角之間過渡。

【0055】 在實例 4 中，基於實例 3 的豎直風洞中，該一個或多個拐角過渡部分至少沿著第一部段的長度的大部分延伸。

【0056】 在實例 5 中，基於實例 3 的豎直風洞中，該一個或多個拐角過渡部分由第一部段的壁形成。

【0057】 在實例 6 中，基於實例 3 的豎直風洞中，該一個或多個拐角過渡部分由安裝在第一部段內的單獨的結構形成。

【0058】 在實例 7 中，基於實例 1 的豎直風洞中，底部水平氣室的地板包括碗形狀，該碗形狀構造成排出積聚在豎直風洞中的液體。

【0059】 在實例 8 中，基於實例 7 的豎直風洞中，底部水平氣室的地板的最低點佈置在第一部段和第二部段之間的點處。

【0060】 在實例 9 中，基於實例 7 的豎直風洞中，底部水平氣室的地板的碗形狀延伸到第二豎直構件的基部。

【0061】 在實例 10 中，基於實例 1 的豎直風洞中，第二豎直構件的基部，沿著豎直方向，比拐角部段的基部更高地佈置。

【0062】 在實例 11 中，基於實例 1 的豎直風洞中，第二豎直構件的基部具有加寬的矩形幾何結構以減小挖掘深度。

【0063】 在實例 12 中，基於實例 1 的豎直風洞中，飛行艙在與拐角部段的接合處包括圓形或基本上圓形的橫截面。

【0064】 在實例 13 中，基於實例 1 的豎直風洞中，拐角部段的壁形成入口收縮部，入口收縮部在導向葉片結構和飛行艙之間圍繞飛行艙的中心軸線豎直地定向。

【0065】 在實例 14 中，基於實例 13 的豎直風洞中，入口收縮部直接安裝到導向葉片結構的一個或多個圓拱。

【0066】 在實例 15 中，基於實例 1 的豎直風洞中，底部水平氣室直接連接到導向葉片結構的一個或多個圓拱中的圓拱。

【0067】 在實例 16 中，基於實例 1 的豎直風洞中，導向框架結構的一個或多個圓拱至少部分地限定經過拐角部段的再循環氣流氣室。

【0068】 在實例 17 中，基於實例 1 的豎直風洞中，拐角部段的壁在飛行艙和導向葉片結構的一個或多個圓拱之間至少部分地形成 S 形雙曲率輪廓。

【0069】 在實例 18 中，基於實例 1 的豎直風洞中，拐角部段將飛行艙連接到兩個底部水平氣室，在這兩個底部水平氣室和飛行艙之間拐角部段的橫截面面積以大約 2:1 的比例收縮。

【0070】 在實例 19 中，基於實例 1 的豎直風洞中，拐角部段將飛行艙連接到兩個底部水平氣室，經過拐角部段的再循環氣流氣室在這兩個底部水平氣室中的每一個處具有半橢圓形橫截面，以及在飛行艙處具有圓形或基本上圓形的橫截面。

【0071】 在實例 20 中，基於實例 1 的豎直風洞中，一個或多個圓拱跨越在該中心線的端部之間並向上傾斜。

【0072】 在實例 21 中，基於實例 20 的豎直風洞中，導向框架結構的一個或多個圓拱中的每個圓拱相對於水平平面以大約 45 度向上傾斜。

【0073】 在實例 22 中，基於實例 1 的豎直風洞中，導向葉片結構的一個或多個圓拱包括第一圓拱和第二圓拱，第一圓拱沿著與第二圓拱相對的方向延伸。

【0074】 在實例 23 中，基於實例 1 的豎直風洞中，導向葉片結構包括跨越導向框架結構的一個或多個圓拱中的每個圓拱延伸的導向葉片，導向葉片構造成將來自底部水平氣室的氣流向上重新定向到飛行艙。

【0075】 在實例 24 中，基於實例 1 的豎直風洞中，導向葉片結構為豎直風洞的一個或多個氣室結構提供結構支撐。

【0076】 在實例 25 中，基於實例 1 的豎直風洞中，導向葉片結構的中心線垂直於或基本上垂直於經過底部水平氣室的氣流而延伸。

【0077】 在實例 26 中，基於實例 1 的豎直風洞中，導向葉片結構的中心線與經過飛行艙的水平中心線對齊。

【0078】 在實例 27 中，基於實例 1 的豎直風洞中，導向葉片結構的中心線包括具有彎曲表面的脊，該彎曲表面在水平或基本上水平到垂直或基本上垂直之間過渡。

【0079】 在實例 28 中，基於實例 1 的豎直風洞中，導向葉片結構包括設置在再循環氣流氣室外部的框架結構，導向葉片結構的一個或多個圓拱附接到框架結構。

【0080】 在實例 29 中，基於實例 28 的豎直風洞中，線纜層組件安裝到導向葉片結構的框架結構，線纜層組件包括跨越飛行艙延伸的多個線纜。

【0081】 在實例 30 中，實例 1 的豎直風洞是雙回路再循環風洞，跨越飛行艙的線纜層和拐角部段的基部之間的高度 $\leq$ （飛行艙的直徑 $\times 1.3$ ）。

【0082】 在實例 31 中，實例 1 的豎直風洞是單回路再循環風洞，跨越飛行艙的線纜層和拐角部段的基部之間的高度 $\leq$ （飛行艙的直徑 $\times 1.9$ ）。

【0083】 在實例 32 中，基於實例 1 的豎直風洞中，底部水平氣室的第二部段的壁形成入口收縮部，入口收縮部在底部水平氣室的第一部段和拐角部段之間水平地定向。

【0084】 在實例 33 中，基於實例 1 的豎直風洞中，經過底部水平氣室的第二部段的再循環氣流氣室包括接近第一部段處的基本上矩形的橫截面，以及接近拐角部段處的半橢圓形或基本上半橢圓形的橫截面。

【0085】 在實例 34 中，提供一種用於豎直風洞的拐角的導向葉片結構，豎直風洞形成再循環氣流氣室，導向葉片結構包括：

至少部分地佈置在再循環氣流氣室外部的框架結構；

框架結構包括兩個圓拱；

圓拱跨越在中心線的端部之間；

每個圓拱相對於水平平面以一定角度傾斜；

圓拱彼此沿著相反的方向延伸；以及

沿著兩個圓拱中的每個圓拱安裝的導向葉片，導向葉片佈置在再循環氣流氣室內並構造成使經過拐角的氣流被重

新定向。

【0086】 在實例 3 5 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，豎直風洞的拐角佈置在飛行艙的下方，導向葉片將來自豎直風洞的水平氣室的氣流向上重新定向到飛行艙。

【0087】 在實例 3 6 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，每個圓拱的頂點連接到在框架結構的柱之間延伸的橫樑。

【0088】 在實例 3 7 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，框架結構包括佈置在再循環氣流氣室外部的兩個橫樑和四個柱，每個橫樑在框架結構的兩個柱之間延伸。

【0089】 在實例 3 8 中，基於實例 3 7 的導向葉片結構中，每個橫樑在再循環氣流氣室的一部分上方延伸。

【0090】 在實例 3 9 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，圓拱形成再循環氣流氣室的至少一部分。

【0091】 在實例 4 0 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構在結構上支撐豎直風洞的氣室結構。

【0092】 在實例 4 1 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，豎直風洞的氣室壁直接連接到導向葉片結構的圓拱。

【0093】 在實例 4 2 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，圓拱相對於水平平面以大約 4 5 度傾斜。

【0094】 在實例 4 3 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，導向葉片包括一個或多個通道，以使冷卻流體流經導向葉片。

【0095】 在實例 4 4 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，線纜層組件安裝到框架結構。

【0096】 在實例 4 5 中，基於實例 3 4 的導向葉片結構中，該中心線由脊設置。

【0097】 在實例 4 6 中，基於實例 4 5 的導向葉片結構中，脊包括兩個相對的彎曲表面，這兩個相對的彎曲表面在水平或基本上水平到垂直或基本上垂直之間過渡。

【0098】 在實例 4 7 中，實例 3 4 - 4 6 中任一個實例的導向葉片結構，包含在如下所述實例 4 8 - 6 9 中任一個實例的線纜層組件和 / 或如上所述實例 1 - 3 3 中任一個實例的豎直風洞中。

【0099】 在實例 4 8 中，提供一種用於豎直風洞的線纜層組件，豎直風洞形成包括飛行艙的再循環氣流氣室，線纜層組件包括：

支撐焊接件的框架結構，焊接件圍繞飛行艙的基部佈置；

每個焊接件至少具有氣室壁整流罩和線纜安裝板；

氣室壁整流罩形成與再循環氣流氣室的相鄰氣室壁平齊或基本上平齊的表面；

氣室壁整流罩包括槽以容納延伸經過該槽的多個線纜；

線纜跨越再循環氣流氣室，以在飛行艙的基部形成線纜層；

每個線纜的端部固定到相對的焊接件的安裝板；

其中，每個線纜具有相同或基本上相同的長度。

【0100】 在實例 49 中，基於實例 48 的線纜層組件中，框架結構包括佈置在風洞的再循環氣流氣室外部的支撐柱，焊接件安裝到支撐柱。

【0101】 在實例 50 中，基於實例 48 的線纜層組件中，線上纜維護期間，能夠從下方觸及焊接件。

【0102】 在實例 51 中，基於實例 48 的線纜層組件中，框架結構支撐位於風洞的再循環氣流氣室外部的一個或多個用戶平臺，用戶平臺佈置在一個或多個焊接件下方以便於線上纜維護期間觸及。

【0103】 在實例 52 中，基於實例 51 的線纜層組件中，蓋板形成與飛行艙相鄰的地板表面。

【0104】 在實例 53 中，實例 48 的線纜層組件進一步包括：
延伸經過線纜安裝板中的開口的多個吊環螺栓，每個線纜的端部附接到相對的焊接件的吊環螺栓；

沿著線纜安裝板與飛行艙相對地佈置的多個壓縮彈簧，每個壓縮彈簧構造成使吊環螺栓偏離飛行艙；

由此，通過從壓縮彈簧經由吊環螺栓引入線纜中的張力，拉動線纜張緊地跨越飛行艙；以及

當足夠的相反力施加到線纜時，壓縮彈簧被壓縮，這允許吊環螺栓朝著飛行艙移動，從而給線纜提供更大的彎曲。

【0105】 在實例 54 中，基於實例 53 的線纜層組件中，套管設置線上纜安裝板的開口中，以使吊環螺栓經過套管而安裝。

【0106】 在實例 5 5 中，基於實例 5 3 的線纜層組件中，螺母和墊圈設置在每個吊環螺栓的與線纜相對的端部上，壓縮彈簧佈置線上纜安裝板與螺母和墊圈之間，壓縮彈簧通過螺母和墊圈與吊環螺栓可操作地連接。

【0107】 在實例 5 6 中，實例 4 8 的線纜層組件具有四個焊接件。

【0108】 在實例 5 7 中，實例 4 8 的線纜層組件具有四個焊接件，焊接件的線纜安裝板形成或基本上形成正方形。

【0109】 在實例 5 8 中，基於實例 4 8 的線纜層組件中，一個焊接件的線纜安裝板平行於或基本上平行於關於飛行艙相對的焊接件的線纜安裝板。

【0110】 在實例 5 9 中，基於實例 4 8 的線纜層組件中，一個焊接件的線纜安裝板垂直於或基本上垂直於相鄰的焊接件的線纜安裝板。

【0111】 在實例 6 0 中，基於實例 4 8 的線纜層組件中，形成在焊接件之間的線纜層是正方形或基本上正方形的。

【0112】 在實例 6 1 中，基於實例 4 8 的線纜層組件中，在跨越飛行艙延伸時，線纜與其它線纜垂直地相交。

【0113】 在實例 6 2 中，基於實例 4 8 的線纜層組件中，線纜沿著兩個方向跨越飛行艙延伸，這兩個方向彼此垂直。

【0114】 在實例 6 3 中，基於實例 4 8 的線纜層組件中，在兩個相對的焊接件之間延伸的線纜彼此平行或基本上平行。

【0115】 在實例 64 中，基於實例 48 的線纜層組件中，飛行艙的橫截面是圓形或基本上圓形的。

【0116】 在實例 65 中，基於實例 48 的線纜層組件中，形成線纜層的相交的線纜是互相編織的。

【0117】 在實例 66 中，基於實例 48 的線纜層組件中，每個焊接件進一步具有蓋板，蓋板跨越氣室壁整流罩和線纜安裝板而延伸，蓋板構造成線上纜維護期間不被移除。

【0118】 在實例 67 中，基於實例 48 的線纜層組件中，蓋板設置有保持角以用於安裝飛行艙的壁面板，壁面板佈置在蓋板上方，位於保持角和焊接件的氣室壁整流罩之間。

【0119】 在實例 68 中，基於實例 48 的線纜層組件中，相鄰氣室壁成形為適應至少部分地在相鄰氣室壁上方延伸的氣室壁整流罩，相鄰氣室壁成形為適應氣室壁整流罩，以形成平齊或基本上平齊的表面。

【0120】 在實例 69 中，基於實例 48 - 68 中任一個實例的線纜層組件中，線纜層組件包含在如上所述實例 34 - 47 中任一個實例的導向葉片結構和 / 或如上所述實例 1 - 33 中任一個實例的豎直風洞中。

【0121】 在實例 70 中，提供一種風洞，風洞包括：

通過拐角部段連接到至少一個第二氣室的氣室，拐角部段使經過風洞的氣流從第一氣室重新定向到第二氣室；

拐角部段具有至少一個出口側，出口側連接到第二氣室的兩個或更多個管道，導向葉片結構沿著拐角部段的出口

側設置，以使來自第一氣室的氣流直接重新定向到第二氣室的多個管道中；

其中，拐角部段的出口側包括臺階式轉彎部；

臺階式轉彎部使氣流分開進入第二氣室的多個管道中；
以及

沿著氣流經過第一氣室的方向，第二氣室的管道彼此分隔開；

由此，在第二氣室的相鄰管道之間，間隙空間與拐角部段的出口側相鄰地形成。

【0122】 在實例 71 中，實例 70 的風洞具有兩個第二氣室。

【0123】 在實例 72 中，基於實例 71 的風洞中，這兩個第二氣室中的每個第二氣室具有兩個或更多個管道，兩個或更多個管道通過臺階式轉彎部連接到拐角部段。

【0124】 在實例 73 中，基於實例 70 的風洞中，第二氣室僅有兩個管道。

【0125】 在實例 74 中，基於實例 70 的風洞中，拐角部段的出口側以相對於氣流經過第一氣室的方向成大約 45 度的角度與第二氣室的管道相連接。

【0126】 在實例 75 中，基於實例 70 的風洞中，導向葉片結構相對於氣流經過第一氣室的方向以大約 45 度的角度佈置。

【0127】 在實例 76 中，基於實例 70 的風洞中，第二氣室的、在連接到拐角部段的出口側時最遠離第一氣室的管

道，與第二氣室的延伸到第一氣室的縱向軸線的相鄰管道相比，更靠近第一氣室的縱向軸線延伸。

【0128】 在實例 77 中，基於實例 70 的風洞中，第二氣室的每個管道的橫截面具有相同或基本上相同的尺寸。

【0129】 在實例 78 中，基於實例 70 的風洞中，第二氣室的每個管道容納用於產生氣流的風扇。

【0130】 在實例 79 中，基於實例 70 的風洞中，由相鄰管道之間的臺階式轉彎部形成的間隙空間容納用於風洞的風洞設施的一個或多個結構元件。

【0131】 在實例 80 中，基於實例 70 - 79 任一個實例的風洞中，風洞是用於室內跳傘的豎直風洞。

【0132】 在實例 81 中，基於實例 80 的風洞中，豎直風洞是如上所述實例 1 - 33 中任一個實例的豎直風洞。

【符號說明】

【0133】

100: 風洞

101: 飛行艙

102: 擴散器

103: 第一拐角

104: 上水平氣室

105: 第二拐角

106: 豎直返回氣室

1 0 7 : 第 三 拐 角
1 0 8 : 下 水 平 氣 室
1 0 9 : 第 四 拐 角
1 1 0 : 入 口 收 縮 部
1 1 1 : 第 一 部 段
1 1 2 : 第 二 部 段
1 1 3 : 導 向 葉 片
2 0 0 : 風 洞
2 0 1 : 飛 行 艙
2 0 2 : 擴 散 器
2 0 3 : 第 一 拐 角
2 0 4 : 上 水 平 氣 室
2 0 5 : 第 二 拐 角
2 0 6 : 豎 直 返 回 氣 室
2 0 7 : 第 三 拐 角
2 0 8 : 下 水 平 氣 室
2 0 9 : 第 四 拐 角 / 收 縮 拐 角
2 1 0 : 風 扇
2 1 1 : 第 一 部 段
2 1 2 : 第 二 部 段
2 1 3 : 拐 角 過 渡 部 分
2 1 4 : 圓 拱
2 1 5 : 中 心 線 / 脊

- 2 1 6 : 底 表 面 / 地 板
- 2 1 7 : 最 低 點
- 2 1 8 : 收 縮 部 分
- 2 1 9 : 過 渡 部 分
- 2 2 0 : 框 架 結 構
- 2 2 1 : 導 向 葉 片
- 2 2 2 : 線 纜 層 組 件
- 2 2 3 : 線 纜
- 2 2 4 : 焊 接 件
- 2 2 5 : 安 裝 板
- 2 2 6 : 整 流 罩
- 2 2 7 : 蓋 板
- 2 2 8 : 面 板
- 2 2 9 : 吊 環 螺 栓
- 2 3 0 : 壓 縮 彈 簧
- 2 3 1 : 螺 母
- 2 3 2 : 墊 圈
- 2 3 3 : 套 管
- 3 0 0 : 再 循 環 風 洞
- 3 0 1 : 臺 階 式 轉 彎 部
- 3 0 2 : 拐 角
- 3 0 3 : 氣 室
- 3 0 4 : 管 道

3 0 5 : 風 扇

3 0 6 : 導 向 葉 片 結 構

3 0 7 : 空 間 / 間 隙

4 0 0 : 再 循 環 風 洞

4 0 2 : 第 一 返 回 空 氣 塔

4 0 4 : 第 二 返 回 空 氣 塔

5 0 0 : 飛 行 者 交 換 系 統 / 裝 置

5 0 2 : 飛 行 艙

5 0 4 : 控 制 室

5 0 6 : 走 廊

5 0 8 : 觀 察 區

5 1 0 : 外 門

5 1 2 : 內 門

5 1 4 : 通 風 口

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種用於豎直風洞的拐角之導向葉片結構，所述豎直風洞形成再循環氣流氣室，所述再循環氣流氣室包括頂部水平構件、底部水平構件以及第二豎直構件；所述導向葉片結構包括：

至少部分地佈置在所述再循環氣流氣室外部的框架結構；

所述框架結構包括兩個圓拱；

所述圓拱跨越在中心線的端部之間；

每個圓拱相對於水平平面以一定角度傾斜；

所述圓拱彼此沿著相反的方向延伸；以及

沿著所述兩個圓拱中的每個圓拱安裝的導向葉片，所述導向葉片佈置在所述再循環氣流氣室內並構造成使經過所述拐角的氣流被重新定向。

【請求項 2】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，底部水平氣室的上表面沿著其長度的至少一部分具有與圓拱導向葉片基本上對應的圓拱形狀，並且所述豎直風洞的拐角佈置在飛行艙的下方，所述導向葉片將來自所述豎直風洞的水平氣室的氣流向上重新定向到所述飛行艙。

【請求項 3】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，

每個圓拱的頂點連接到在所述框架結構的柱之間延伸的橫樑。

【請求項 4】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，所述框架結構包括佈置在所述再循環氣流氣室外部的兩個橫樑和四個柱，每個橫樑在所述框架結構的兩個柱之間延伸。

【請求項 5】如請求項 4 所述之導向葉片結構，其中，每個橫樑在所述再循環氣流氣室的一部分上方延伸。

【請求項 6】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，所述圓拱形成所述再循環氣流氣室的至少一部分。

【請求項 7】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，所述導向葉片結構在結構上支撐所述豎直風洞的氣室結構。

【請求項 8】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，所述豎直風洞的氣室壁直接連接到所述導向葉片結構的圓拱。

【請求項 9】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，

所述圓拱相對於所述水平平面以大約 45 度傾斜。

【請求項 10】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，所述導向葉片包括一個或多個通道，以使冷卻流體流經所述導向葉片。

【請求項 11】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，線纜層組件安裝到所述框架結構。

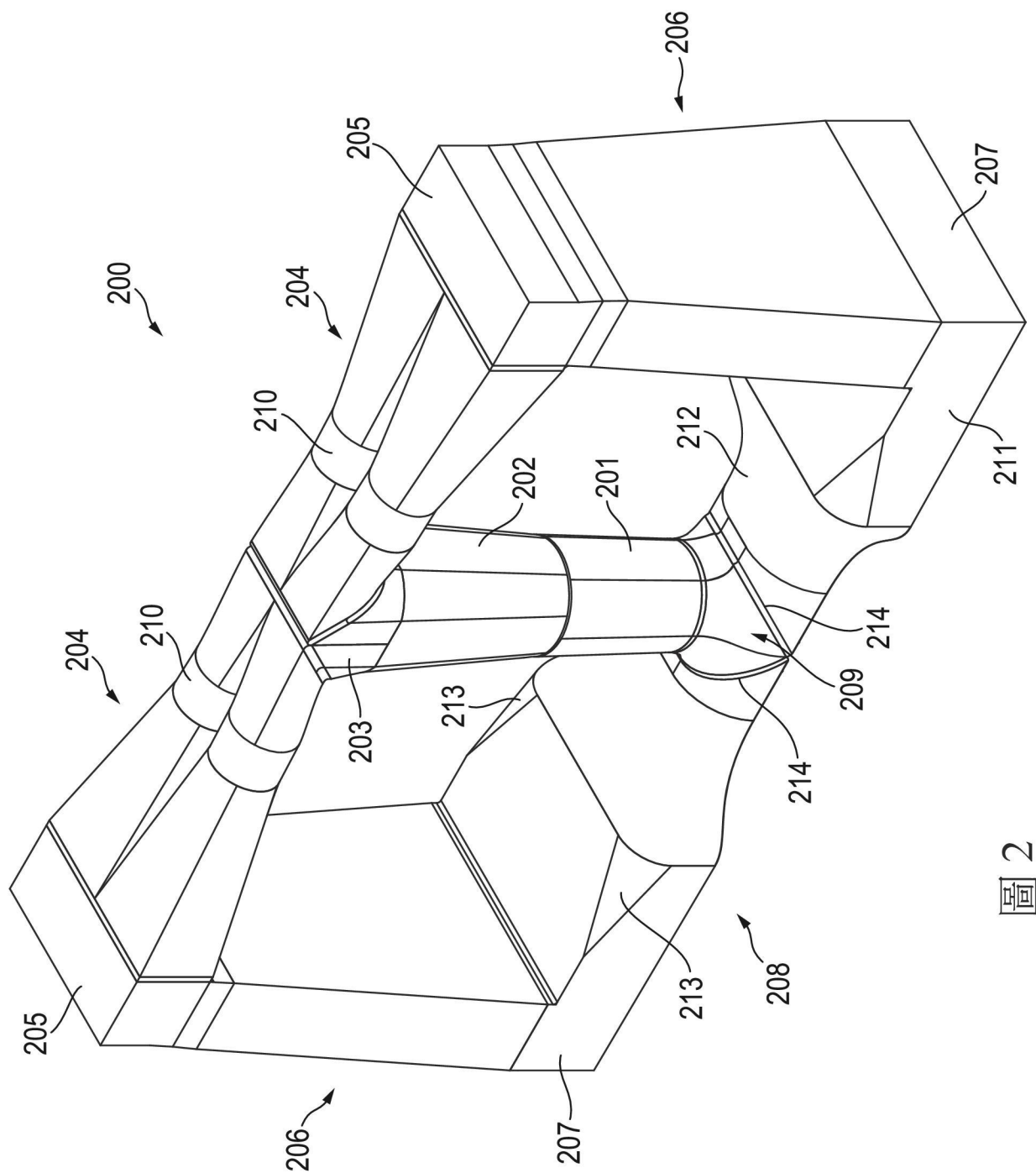
【請求項 12】如請求項 1 所述之導向葉片結構，其中，所述中心線由脊設置。

【請求項 13】如請求項 12 所述之導向葉片結構，其中，所述脊包括兩個相對的彎曲表面，這兩個相對的彎曲表面在水平或基本上水平到垂直或基本上垂直之間過渡。

【請求項 14】如請求項 1-13 中任一項所述之導向葉片結構，其中，所述導向葉片結構包含在線纜層組件和/或豎直風洞中。



圖 1 (習知技術)

2
回

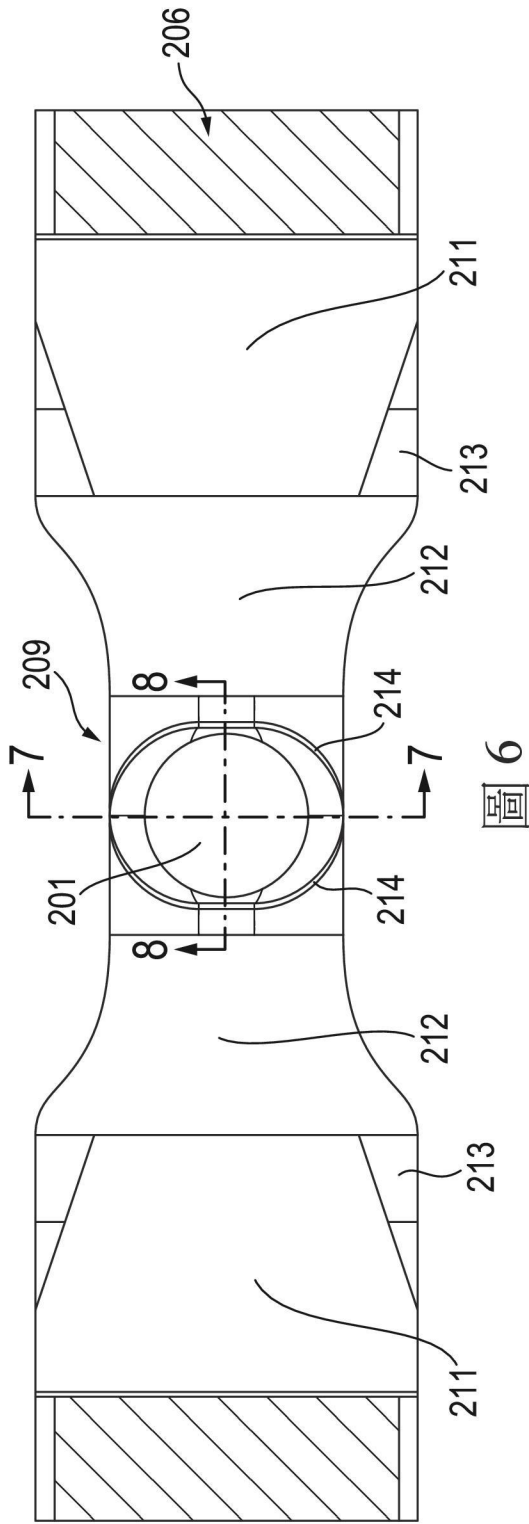


圖 6

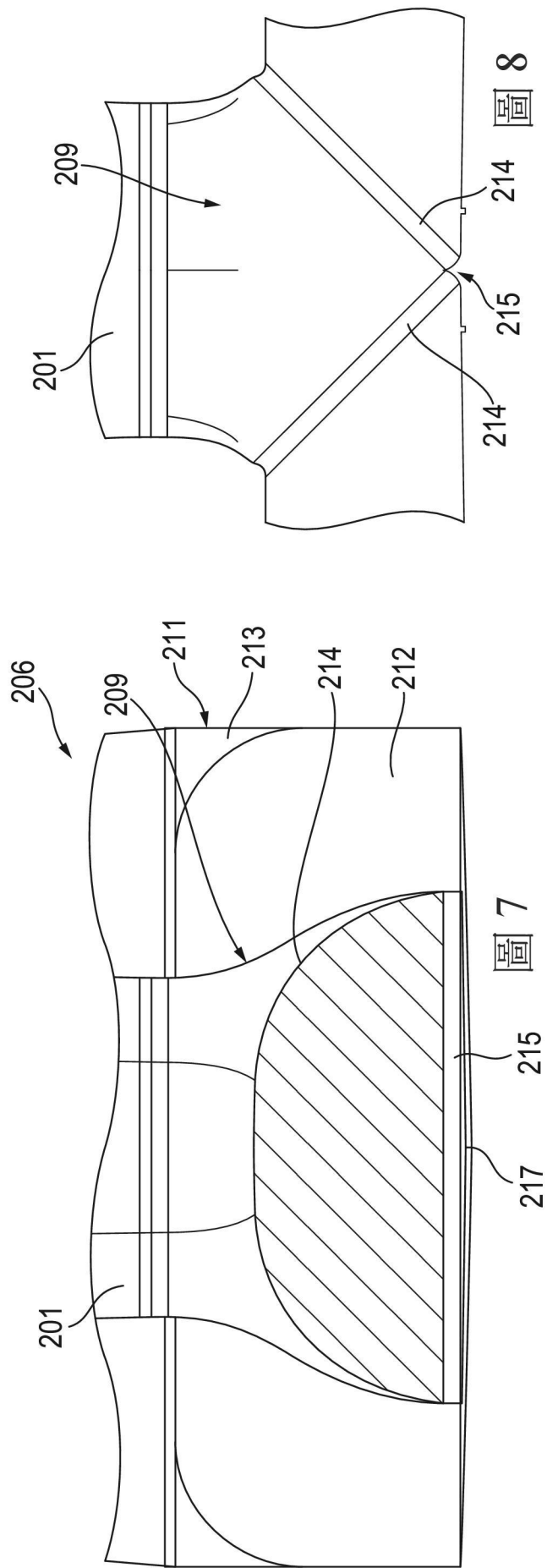


圖 7

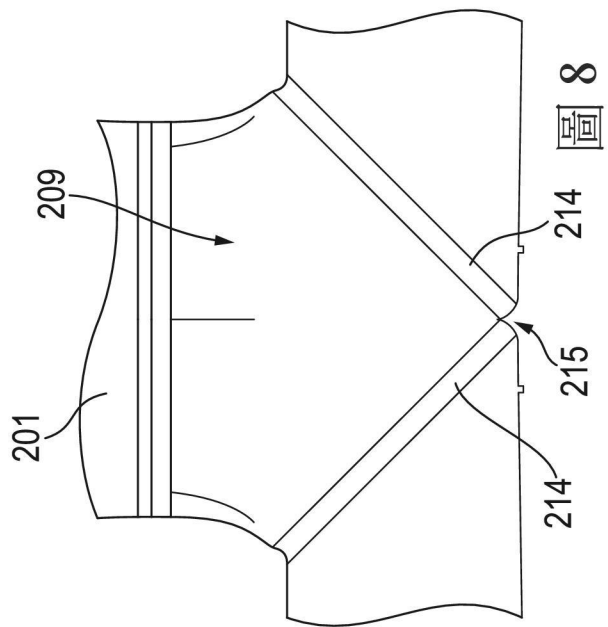


圖 8

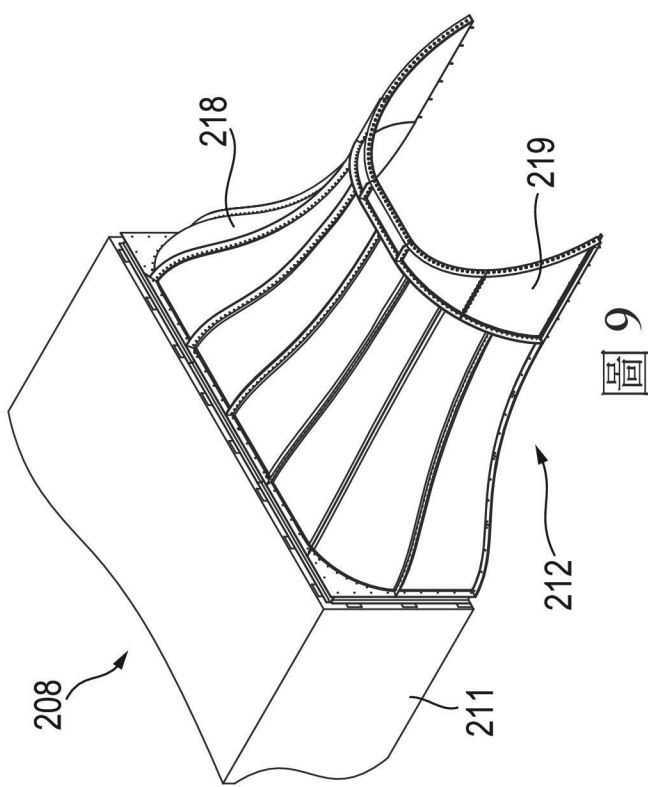


圖 9

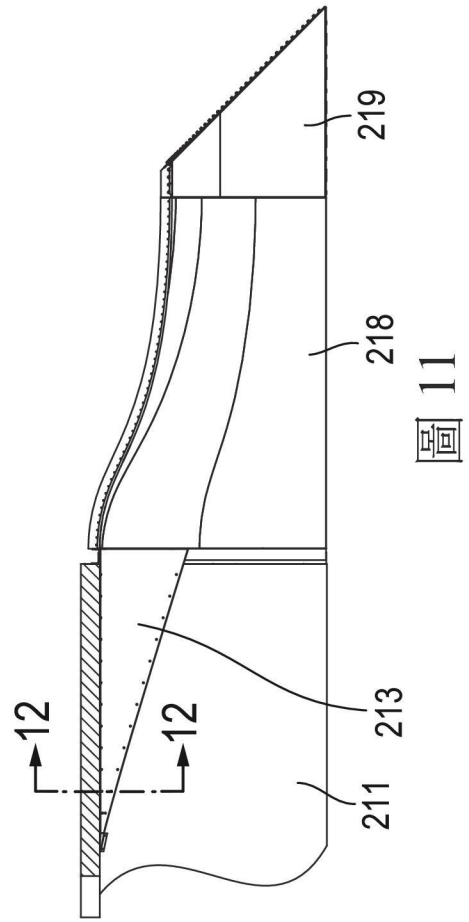


圖 11

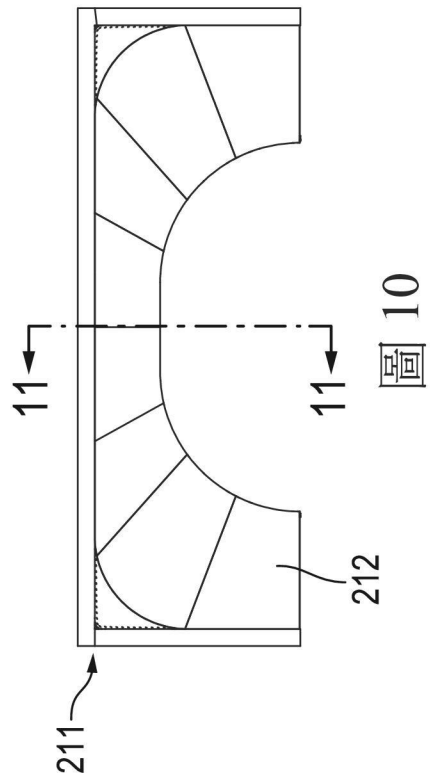


圖 10

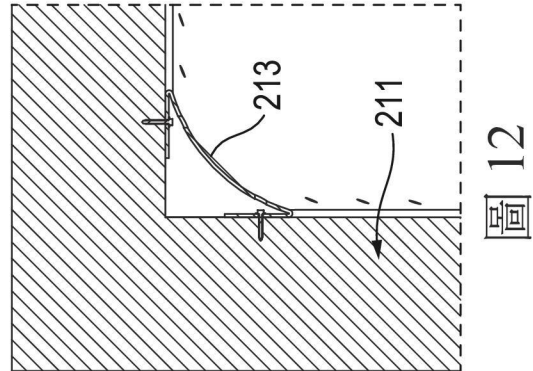
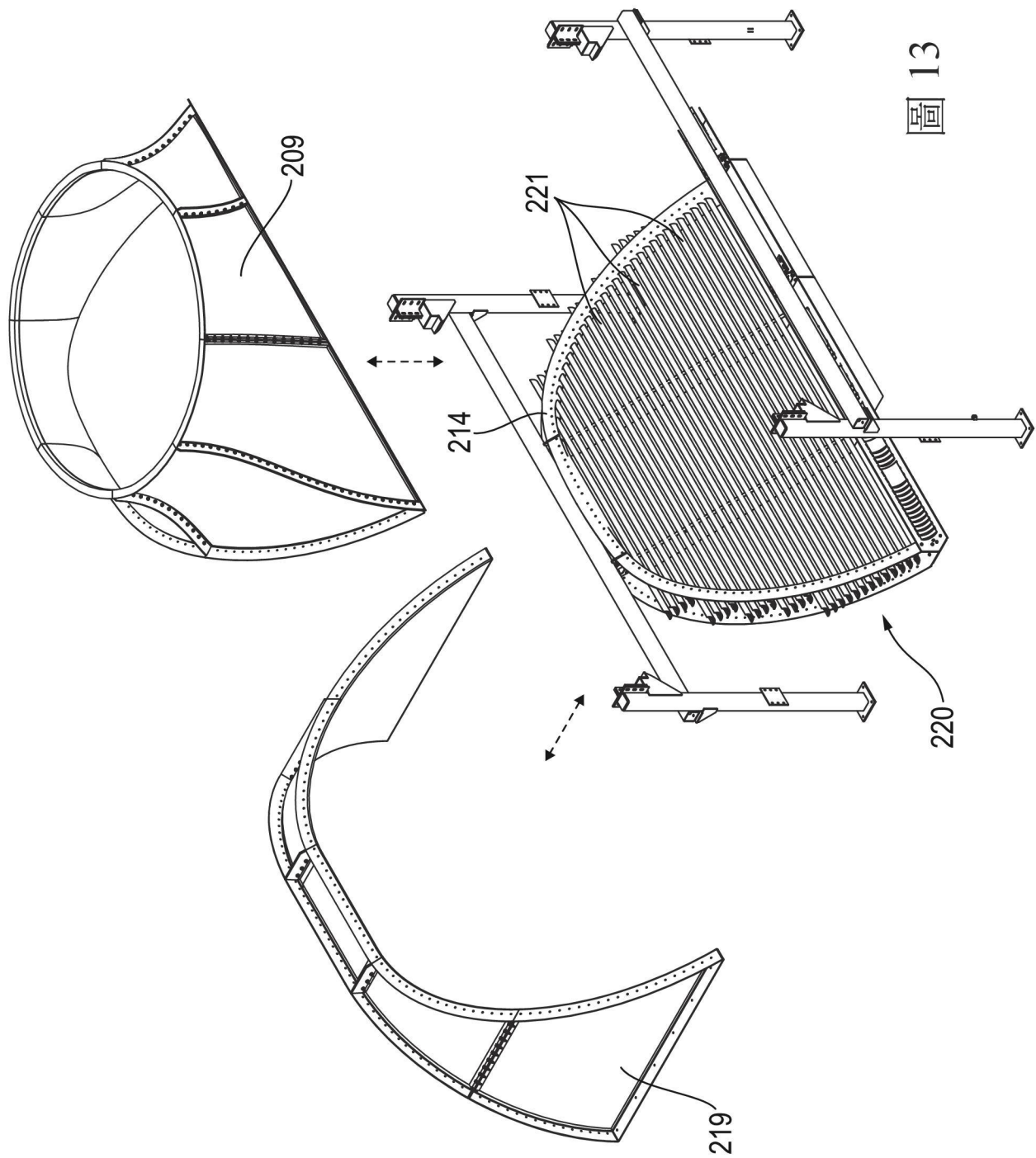


圖 12



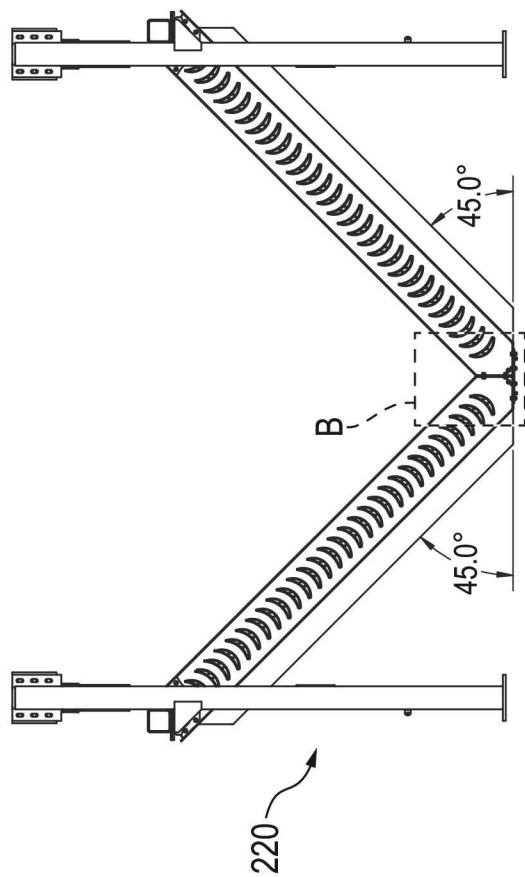


圖 14

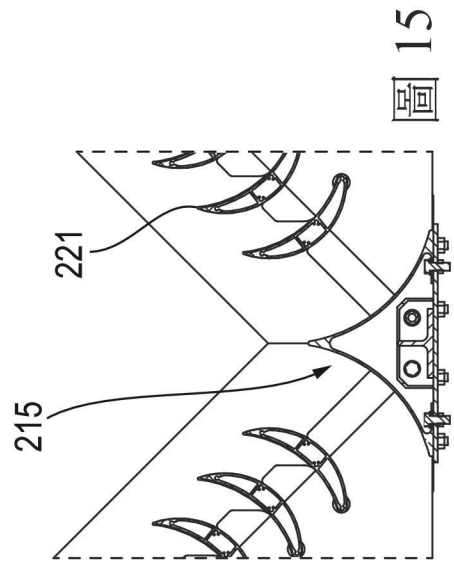


圖 15

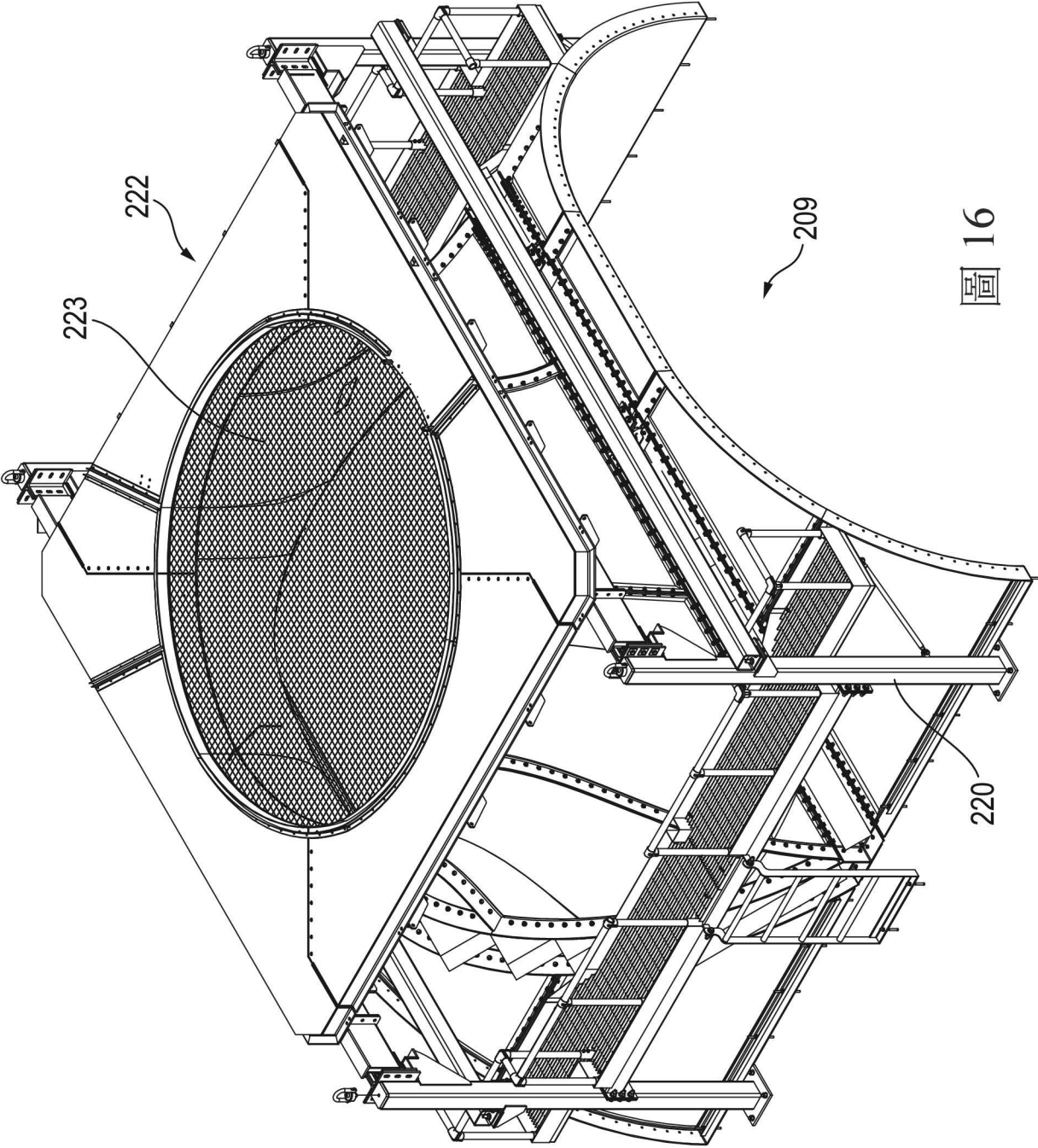
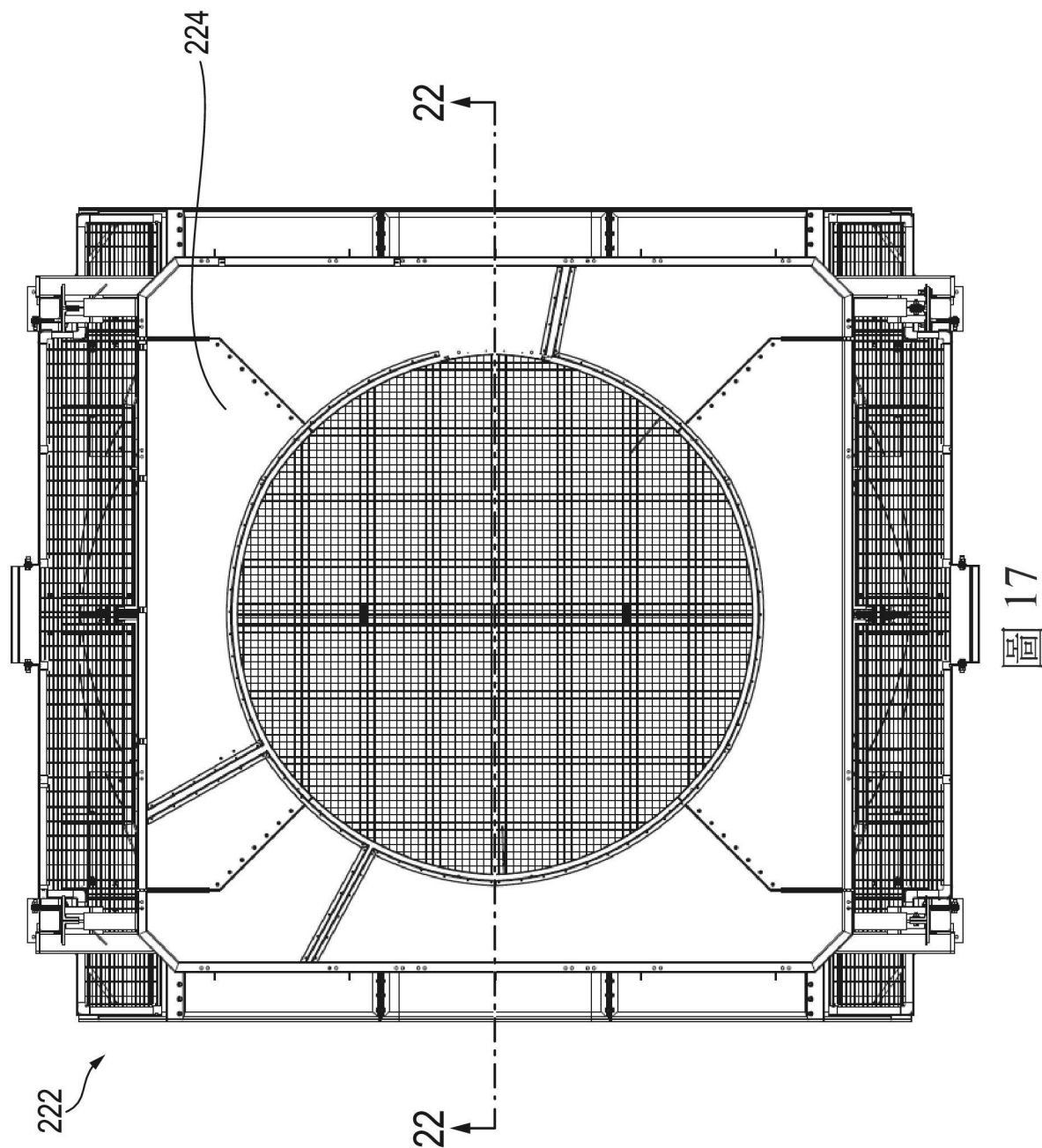


圖 16



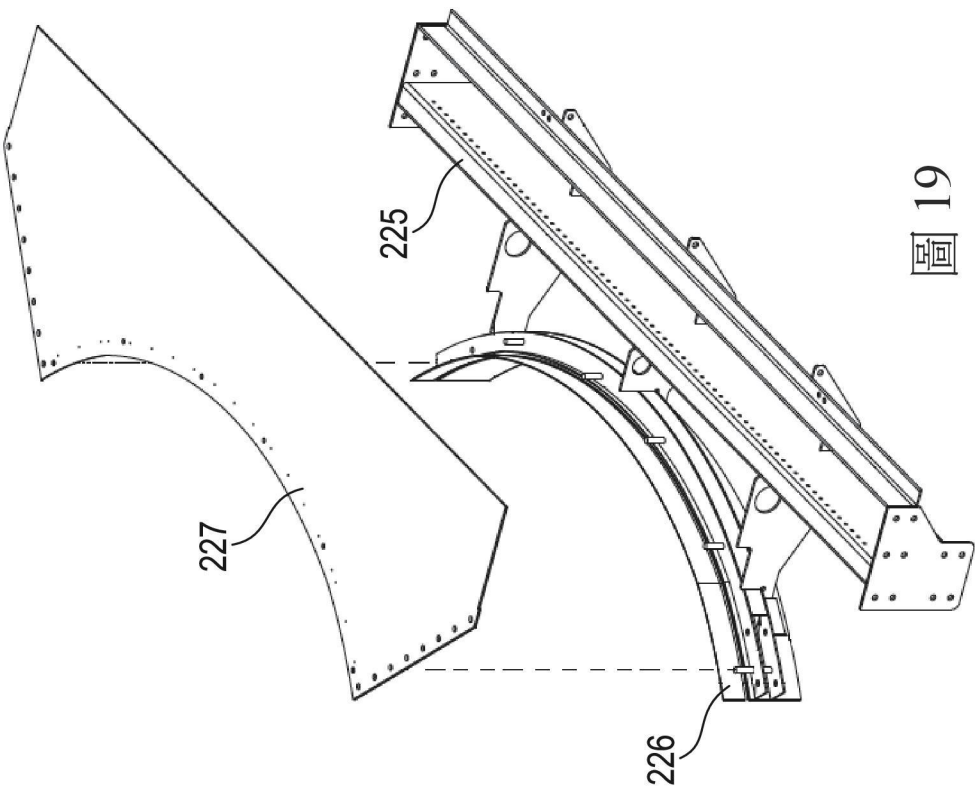


圖 19

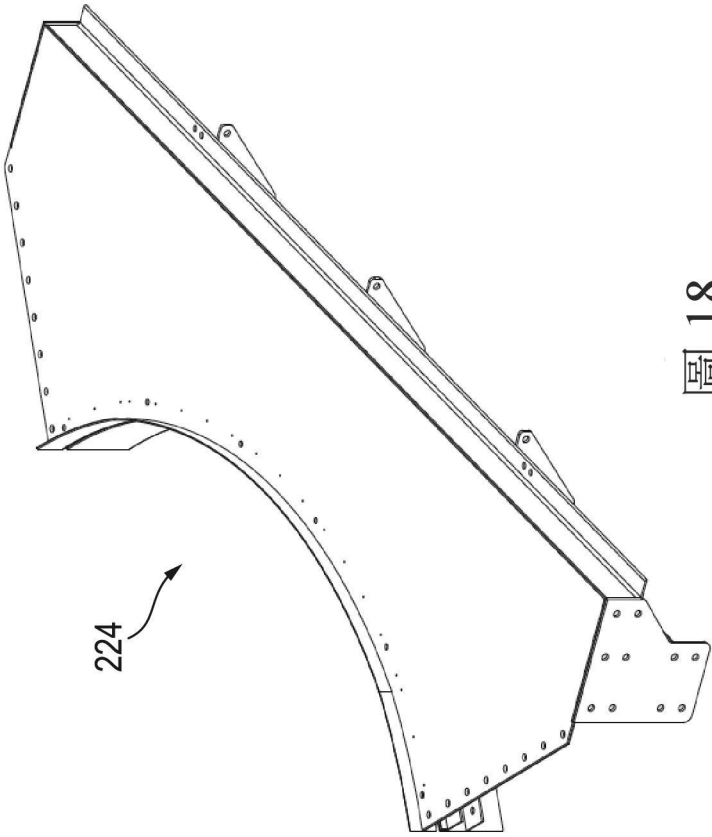


圖 18

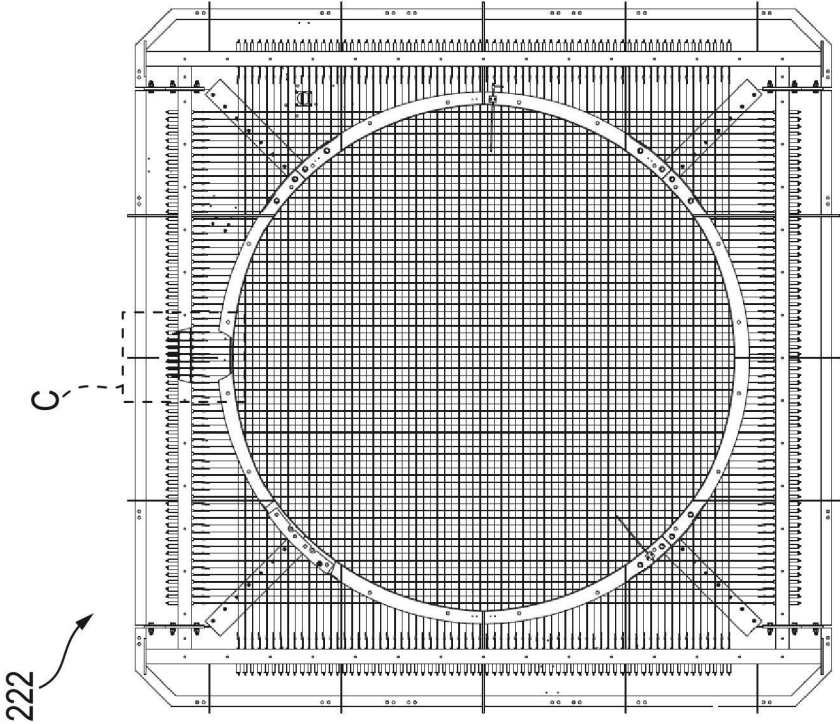


圖 20

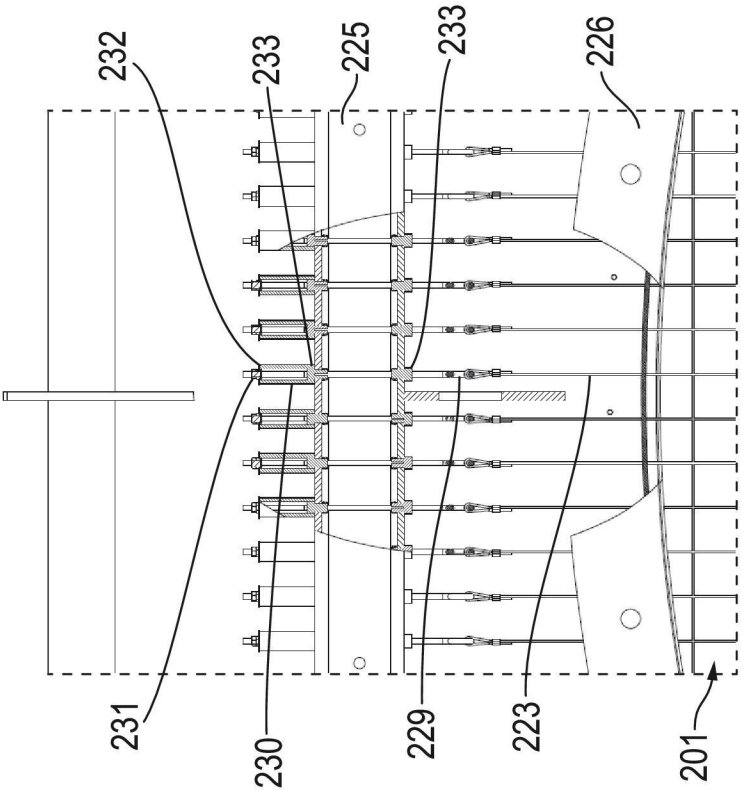


圖 21

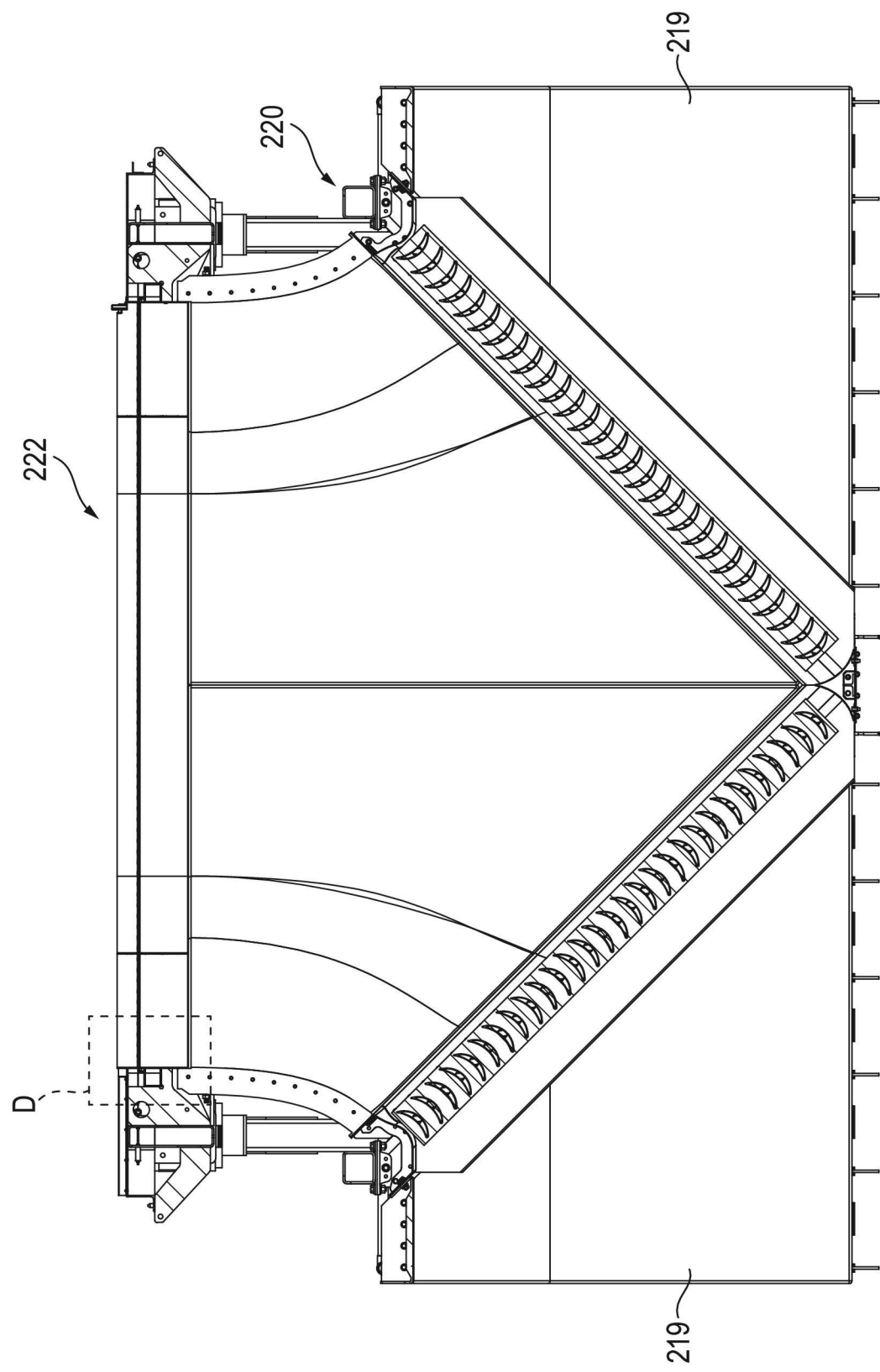


圖 22

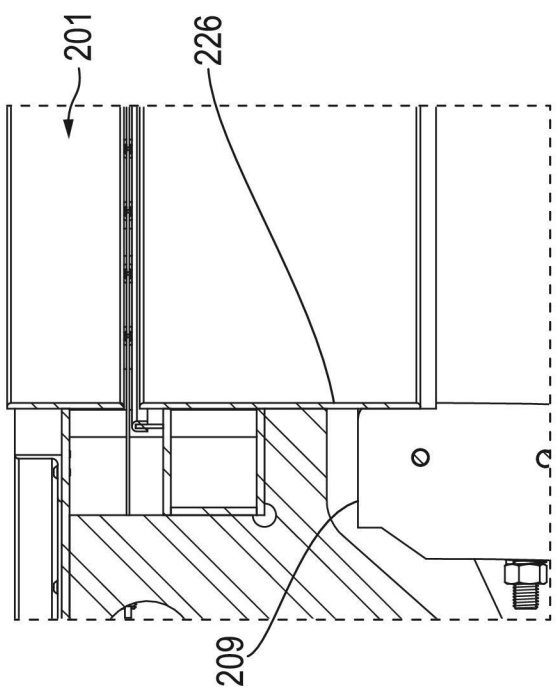


圖 23

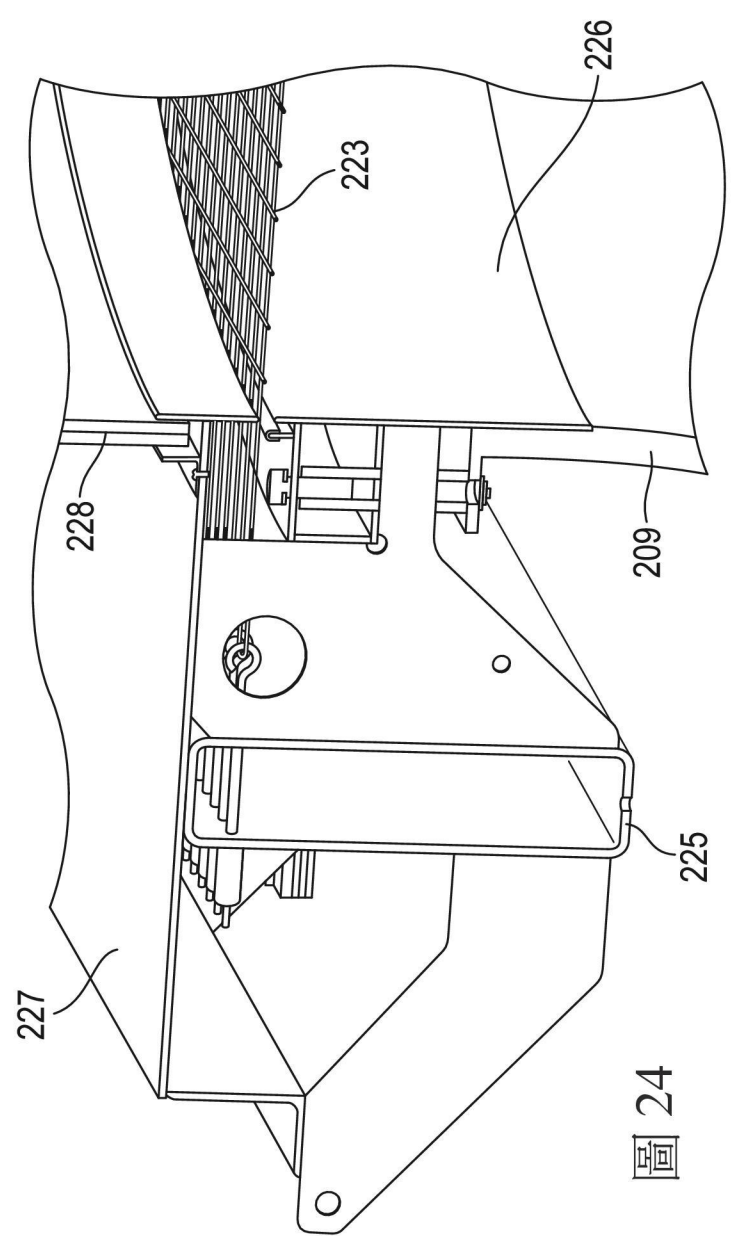


圖 24

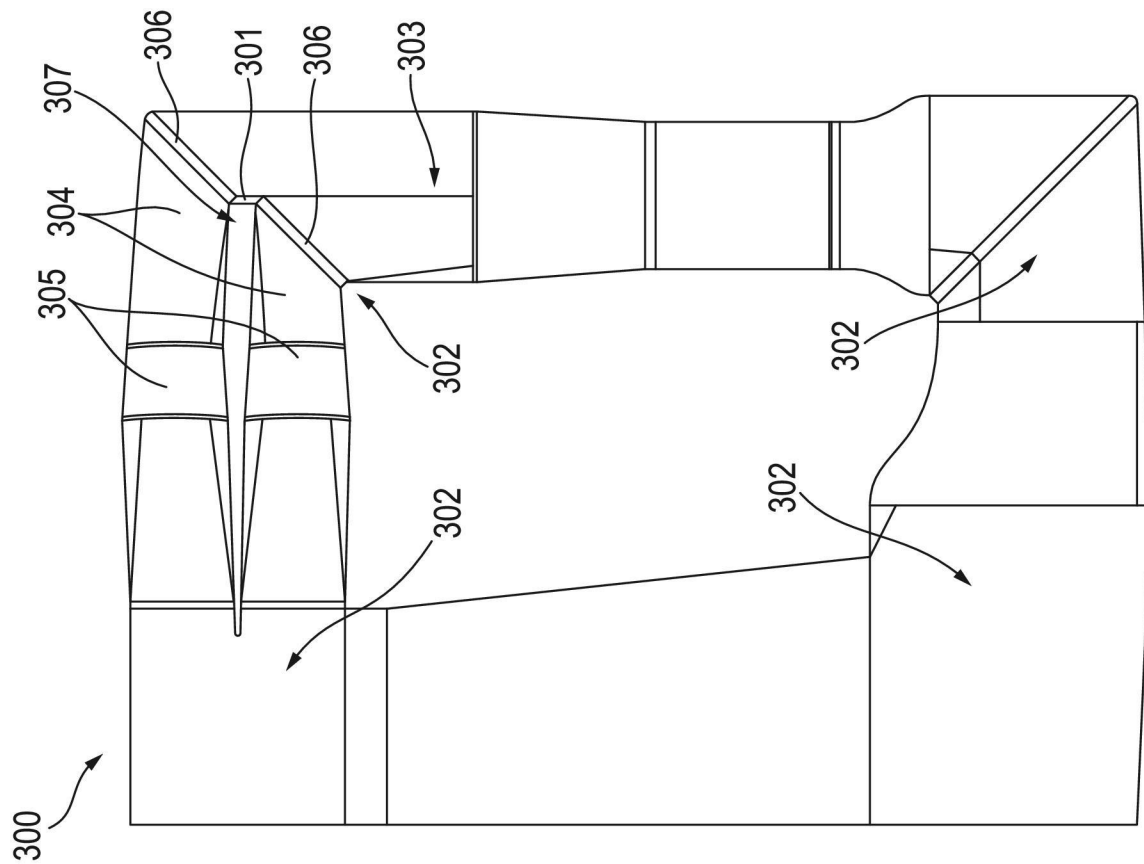


圖 25

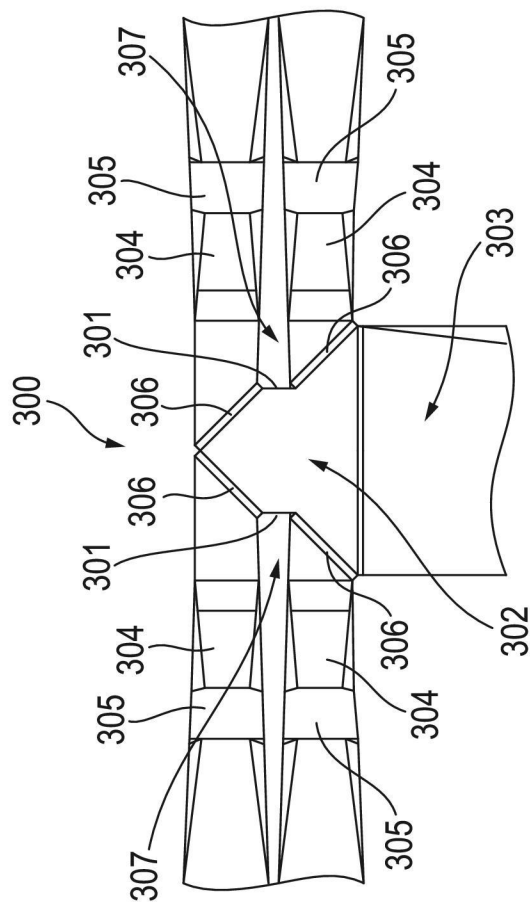


圖 26

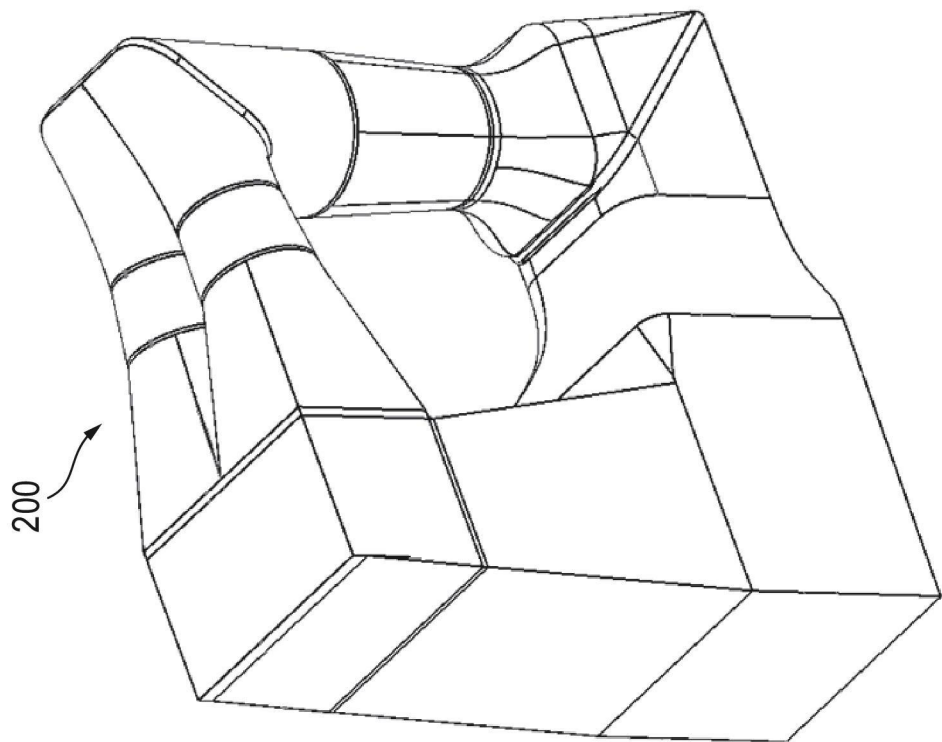


圖 28

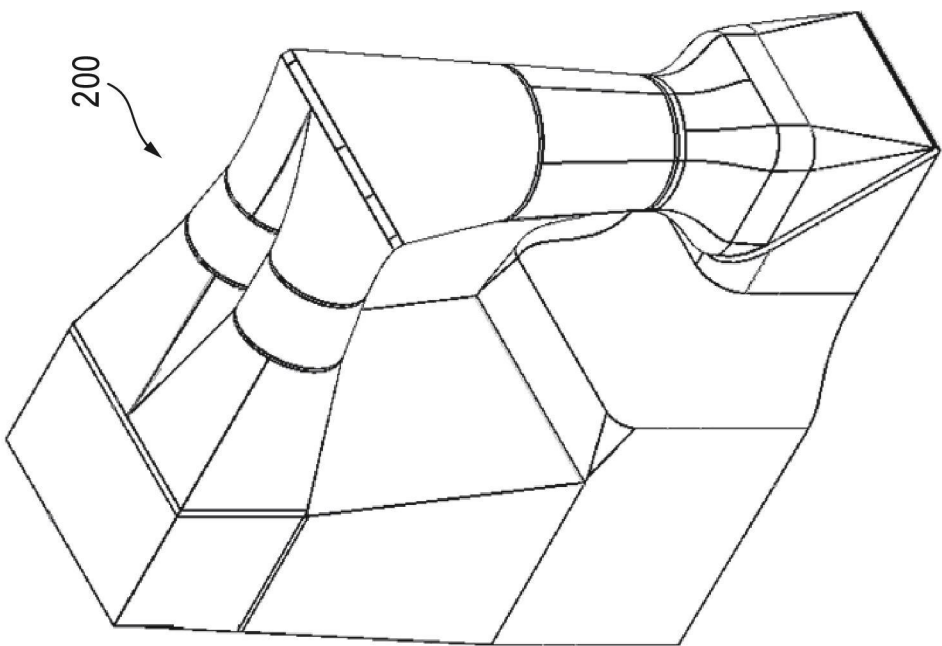


圖 27

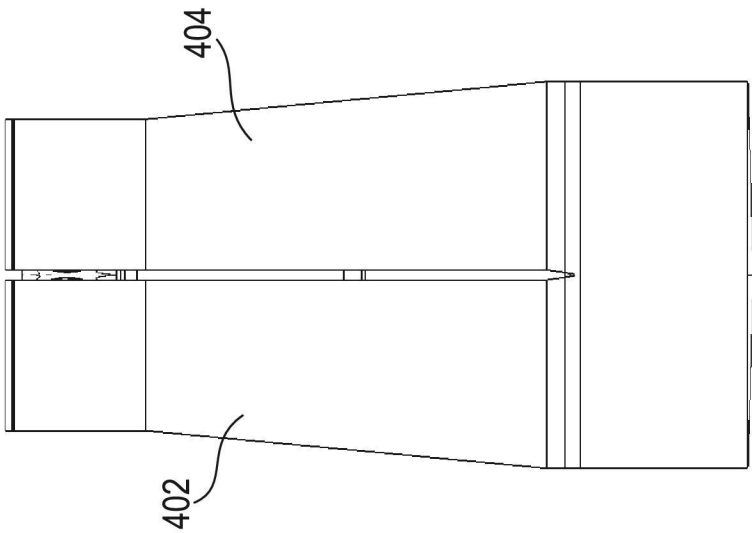


圖 30

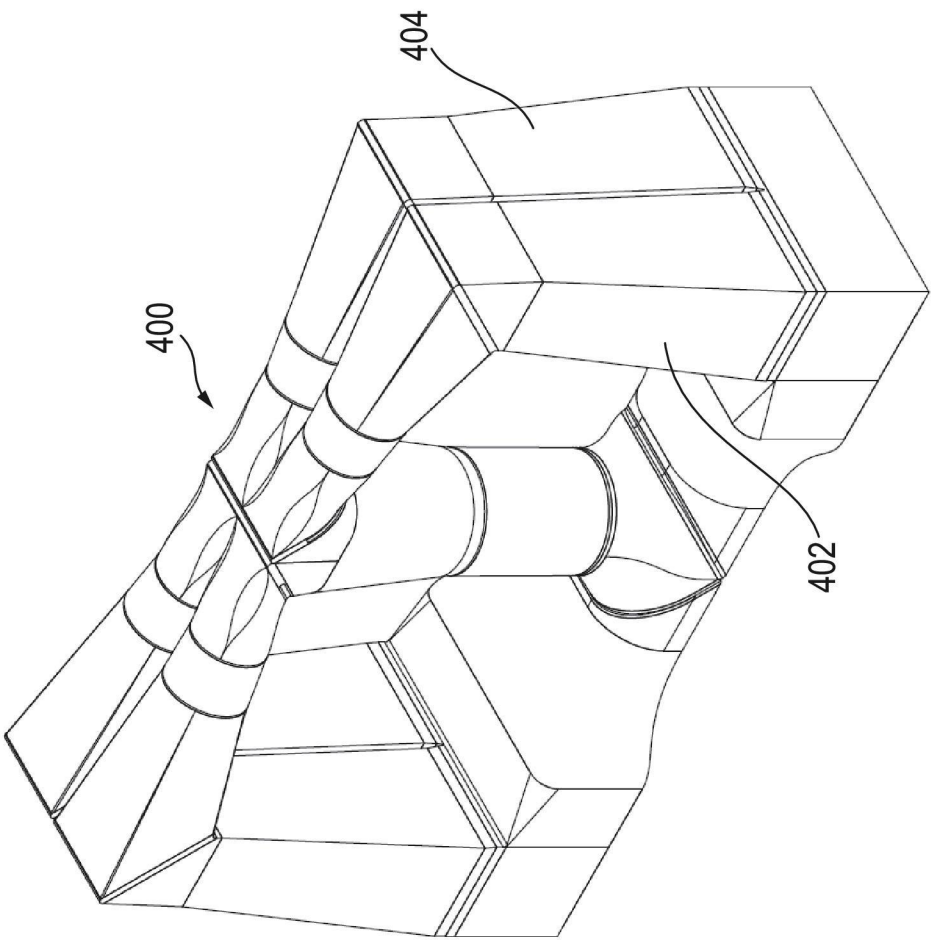


圖 29

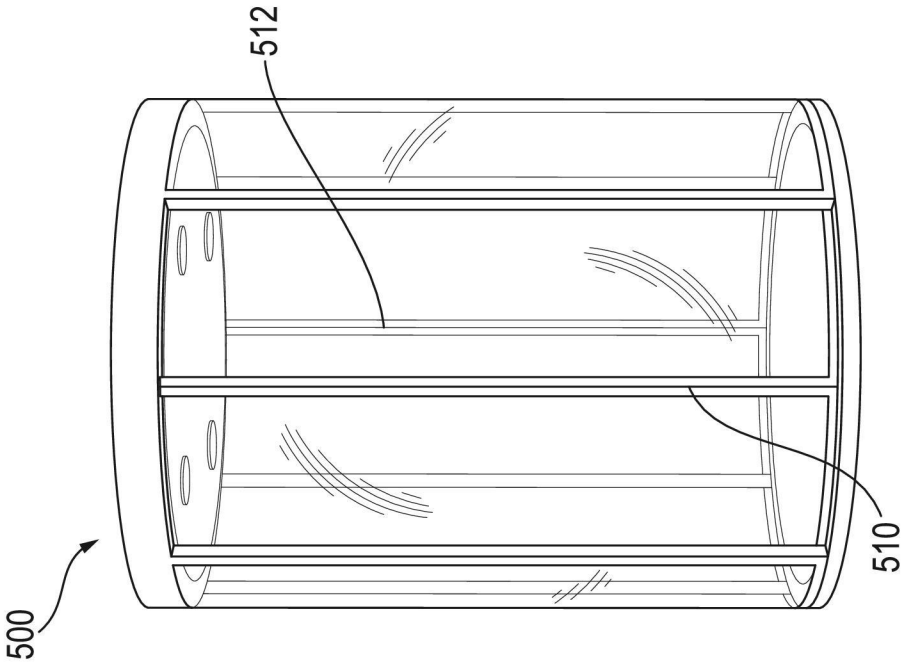


圖 32

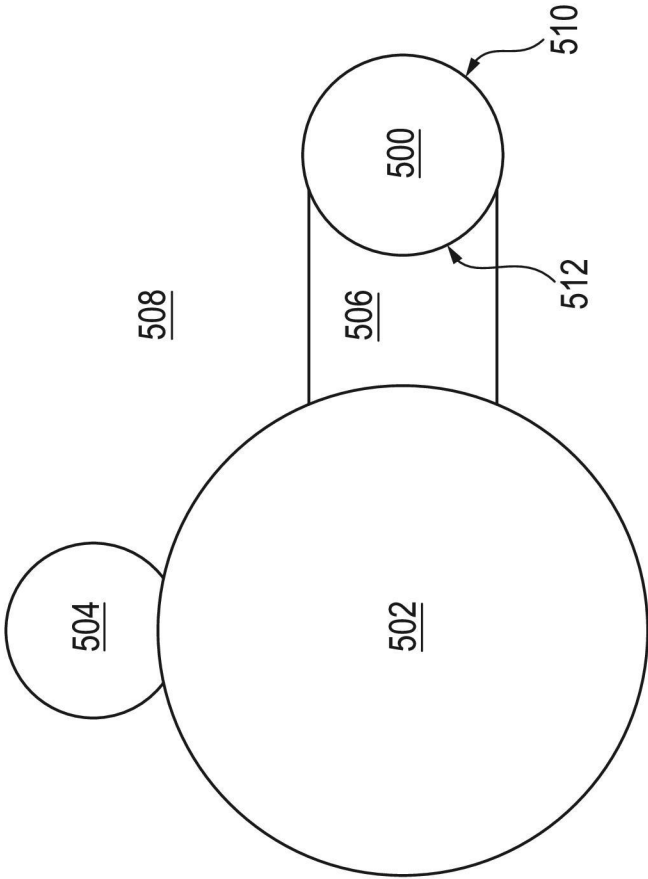


圖 31

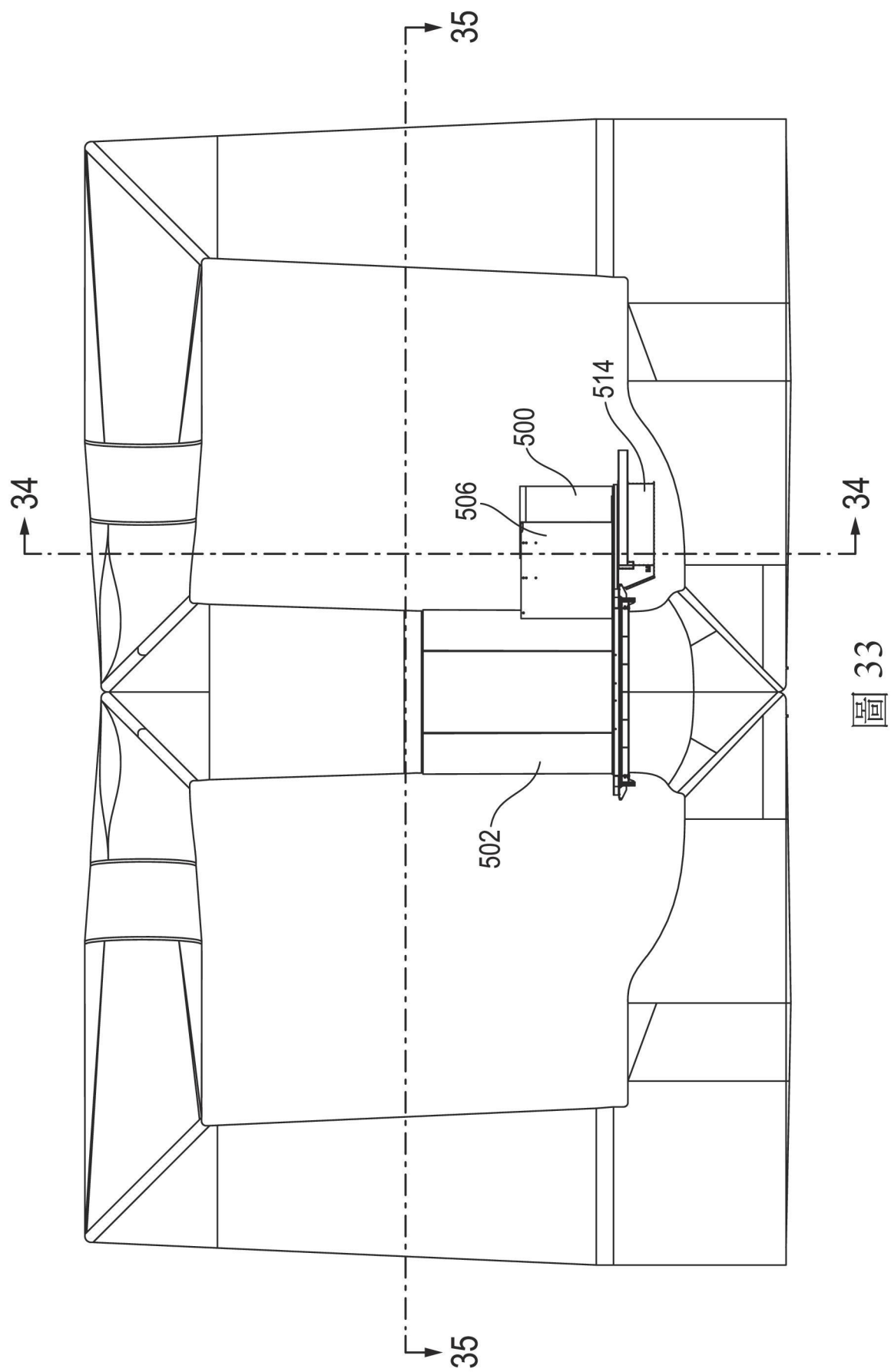


圖 33

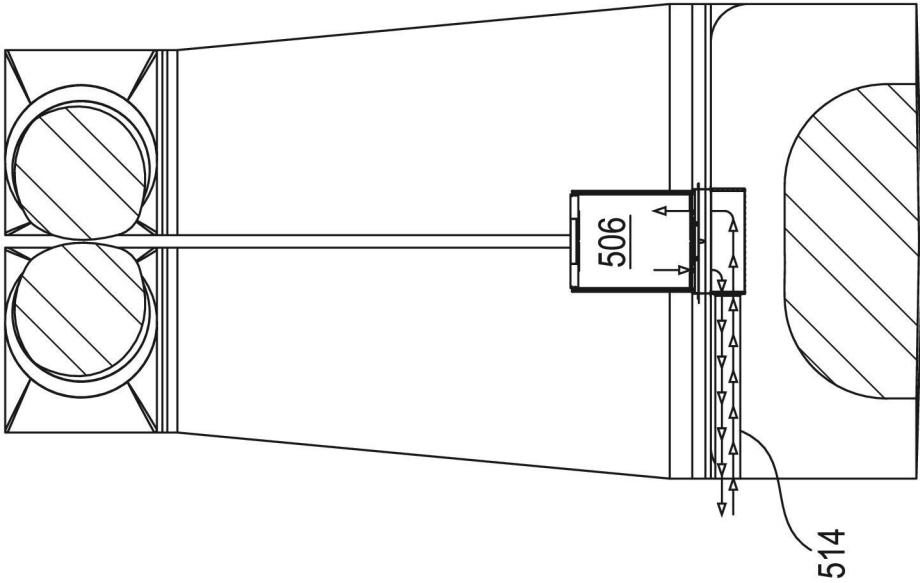


圖 34

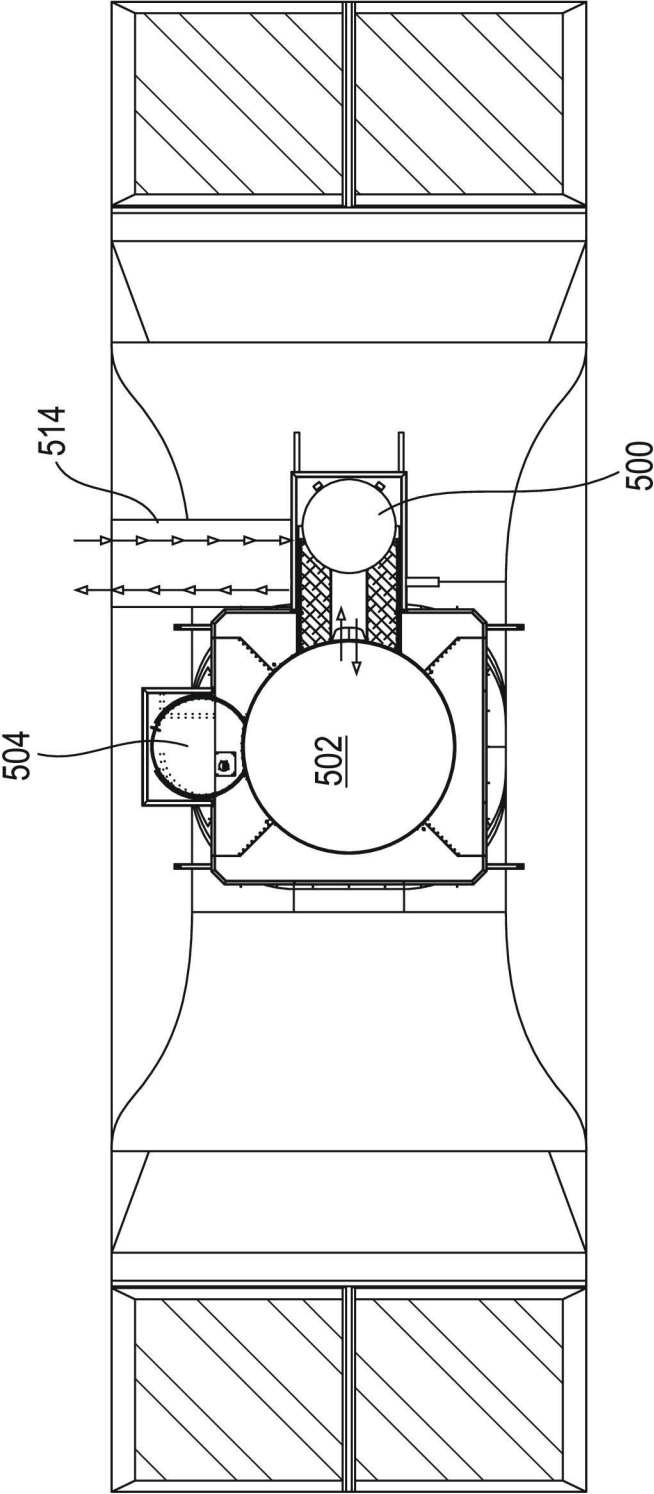


圖 35