

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 492**

51 Int. Cl.:

A01G 9/24 (2006.01)

F24F 13/02 (2006.01)

F24F 13/072 (2006.01)

B29C 53/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2020** **E 20182451 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2022** **EP 3769609**

54 Título: **Conducto de aire para distribuir aire en un invernadero**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.11.2022

73 Titular/es:

COOLING-GLOBAL S.R.O. (100.0%)
Jankovcova 1569/2c
170 00 Praha 7, CZ

72 Inventor/es:

JUHL, CHRISTIAN y
POTMA, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 929 492 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Conducto de aire para distribuir aire en un invernadero

La presente invención se refiere a un conducto de aire para distribuir aire en el espacio de cultivo de un invernadero, un método para fabricar un conducto de aire de acuerdo con la invención, un invernadero que comprende un conducto de aire de acuerdo con la invención, un método para distribuir aire acondicionado en un invernadero, y el uso de un conducto de aire de acuerdo con la invención para distribuir aire en un invernadero.

La producción en masa de cultivos, por ejemplo tomates, se realiza en invernaderos, cuyo propósito es proteger los cultivos en crecimiento de condiciones atmosféricas externas inestables y proporcionar a estas plantas condiciones óptimas para su crecimiento. Dichas condiciones incluyen principalmente la temperatura y la humedad del aire. Estas condiciones se consiguen en los invernaderos suministrando aire con la temperatura y humedad requeridas al espacio de cultivo de los invernaderos mediante conductos perforados. Es deseable asegurar un flujo de salida lateral uniforme a partir de estos conductos con el fin de proporcionar las mismas condiciones de crecimiento para las plantas respectivas en el invernadero y, por lo tanto, un tiempo de cosecha común. Como la longitud de los invernaderos es de diversas decenas de metros y a veces más, la provisión de condiciones constantes para todas las plantas en los invernaderos presenta ciertos problemas.

Del estado de la técnica se conocen sistemas de climatización para invernaderos en los cuales el suministro de aire acondicionado de temperatura y humedad se realiza a través de conductos fabricados con una fina lámina polimérica que presenta un conjunto de orificios por los cuales entra el aire acondicionado en el espacio de cultivo del invernadero. Sin embargo, como el suministro de aire acondicionado no es continuo sino en ciertos intervalos de tiempo, dichos conductos se desinflan tan pronto como cesa el suministro de aire acondicionado y las paredes internas de los conductos colapsados tienden a pegarse. Al iniciar un nuevo ciclo de suministro de aire acondicionado, el accionamiento del motor eléctrico del ventilador que sopla el aire acondicionado al espacio de cultivo volvería a consumir una parte significativa de la electricidad necesaria para un inflado repetido del conducto y suministro de aire en el invernadero. Para impedir la condensación de gotas de agua y el problema del colapso de los conductos, los conductos deben estar siempre bajo cierta sobrepresión, es decir, el ventilador debe funcionar en todo momento. Sin embargo, dichos sistemas climáticos presentan un consumo de energía muy alto.

El documento US 4 382 401 A divulga un aparato de distribución de aire que comprende uno o dos conjuntos de elementos de salida o descarga los cuales pueden estar dispuestos en ambos lados planos de un canal de entrada de aire el cual se estrecha en la dirección del flujo. Los elementos de salida están configurados como boquillas que sobresalen de la superficie exterior del canal de entrada de aire y cada uno está provisto con un elemento de captura para impedir la salida de agua del canal de entrada de aire, lo que hace que el aparato de distribución de aire sea especialmente adecuado para distribuir aire sobresaturado. Dicho diseño impide el colapso del conducto, pero la construcción metálica divulgada en el documento US 4 382 401 A es muy pesada y también costosa de fabricar.

Otro inconveniente de los sistemas de climatización conocidos para invernaderos es la pérdida gradual de presión del aire acondicionado a lo largo del eje longitudinal de los conductos, lo cual hace que cada vez se suministre menos aire acondicionado al espacio de cultivo del invernadero a medida que aumenta la distancia a partir de la entrada del conducto. Para eliminar este inconveniente, el tamaño y/o la distancia de las aberturas del conducto se pueden modificar a lo largo de todo el conducto para garantizar un flujo uniforme de aire acondicionado al espacio de cultivo del invernadero, tal como se propone en NL 76 439 C. Sin embargo, esto aumenta desproporcionadamente los costes relacionados con la fabricación de dichos conductos, sin mencionar la necesidad de calcular el tamaño y/o la distancia de las aberturas individuales para cada longitud específica del conducto. Finalmente, las aberturas por las cuales sale el aire acondicionado de los conductos son simples agujeros, rejillas o hendiduras, las cuales dan lugar a ciertos efectos indeseables que pueden producirse durante el transporte, por ejemplo una condensación prematura del agua del aire.

El documento US 2006/273491 A1 divulga aparatos y métodos para doblar láminas planas de materiales termoplásticos para formar conductos para aplicaciones HVAC y/o para el transporte de fluidos o sólidos. La divulgación pretende abordar el problema de las tensiones inducidas en dichos materiales termoplásticos durante el doblado, las cuales pueden provocar la deformación del conducto tras su unión mediante adhesivos o calor. Las láminas termoplásticas dobladas poseen un espesor considerable para que se produzcan dichas tensiones, lo cual, aparte de la deformación indeseable a partir del punto de vista mecánico del flujo, hace que los conductos resultantes también sean bastante pesados y muy caros.

Al menos en cierta medida, los inconvenientes enumerados anteriormente se superan con una solución de acuerdo con el documento WO 2018/111100 A1, donde el conducto de aire es un tubo flexible hecho de tejido hermético al gas reforzado por elementos de refuerzo, el cual hace que los conductos sean dimensionalmente estables y autoportantes. El conducto está colocado de manera que lo mantiene constantemente en modo operativo, es decir, un modo en el cual el aire acondicionado puede fluir a través del conducto sin ningún obstáculo. Además, el conducto tiene un diámetro que se estrecha gradualmente a partir de la sección de entrada hacia la sección final para facilitar el uso de boquillas de baja pérdida de presión. Sin embargo, esta solución también tiene desventajas, ya que los segmentos flexibles entre los elementos de refuerzo aún reaccionan a los cambios de presión, lo cual da como resultado protuberancias a lo largo del tubo y, por lo tanto, no se puede lograr un flujo de aire estable a partir de los conductos

hacia el espacio de cultivo del invernadero sin que se pueda lograr alta presión de aire. Además, el funcionamiento de dichos conductos con aberturas simples consume mucha energía.

Por lo tanto, los sistemas climáticos actuales para invernaderos continúan siendo bastante intensivos en energía y no proporcionan una forma rentable de suministrar aire acondicionado al espacio de cultivo de un invernadero. Además, la presión requerida en los conductos conocidos del estado de la técnica depende del patrón de orificios respectivo en los tubos, la presencia de sistemas de manguera simple o doble y si se pueden usar cambiadores de calor directos o sistemas de almohadillas.

El objeto de la invención es remediar estas y otras desventajas de la técnica anterior y en particular proporcionar un conducto de aire mejorado para proporcionar aire acondicionado al espacio de cultivo de un invernadero con un consumo de energía reducido.

Con este fin, la invención proporciona un conducto de aire para distribuir aire en un invernadero, un método para fabricar un conducto de aire de acuerdo con la invención, un invernadero que comprende un conducto de aire de acuerdo con la invención, un método para distribuir aire en un invernadero, y el uso de un conducto de aire de acuerdo con la invención para distribuir aire en un invernadero de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la presente invención, el conducto de aire para distribuir aire, preferiblemente aire acondicionado, en un invernadero de acuerdo con la reivindicación 1 comprende un cuerpo principal hueco que se extiende a lo largo de un eje longitudinal y al menos un conjunto de respiraderos. El cuerpo principal tiene una superficie exterior y una superficie interior así como un primer extremo y un segundo extremo en los extremos longitudinales opuestos del cuerpo principal.

El cuerpo principal comprende además un segmento entre el primer extremo y el segundo extremo el cual preferiblemente se extiende sobre sustancialmente toda la longitud del cuerpo principal. Dentro de este segmento, el área de sección transversal del cuerpo principal disminuye hacia el segundo extremo. Los respiraderos que pertenecen a un conjunto respectivo de respiraderos se distribuyen a intervalos sustancialmente en toda la longitud de dicho segmento, en donde al menos el segmento del cuerpo principal que comprende el respiradero está hecho de plástico.

Como se entiende en el presente documento, "sustancialmente" significa que la relación entre la longitud del segmento (L2) y la longitud total del cuerpo principal (L1) es superior a 0,9:1, preferiblemente superior a 0,95: 1. El término "área de sección transversal", como se usa en el presente documento, se refiere a las dimensiones internas del cuerpo principal, es decir, el área del cuerpo principal a través de la cual fluye el aire transportado.

De acuerdo con la presente invención, al menos el segmento que comprende los respiraderos está hecho de una película de plástico sustancialmente impermeable al aire.

Al fabricar el segmento que comprende el respiradero, preferiblemente todo el cuerpo principal, a partir de una película de polímero termoplástico, la fabricación del conducto de aire puede ser particularmente económica.

En una realización preferida del conducto de aire descrito en el presente documento, los respiraderos de un conjunto respectivo de respiraderos comprendidos en el segmento están dispuestas en una línea geodésica durante el uso previsto del conducto de aire, es decir, cuando el aire se transporta a través del conducto de aire.

En el contexto de la presente especificación, una "disminución hacia el segundo extremo" significa que el área de sección transversal del conducto de aire disminuye continuamente, al menos sobre dicho segmento que comprende ventilación, hacia el segundo extremo. En particular, sin embargo, esto no significa una simple disminución lineal del área de sección transversal, sino una disminución de acuerdo con una forma especial de la manguera, como se explicará con más detalle a continuación.

En una realización preferida, el segmento está configurado para mantener una presión estática uniforme a lo largo de su longitud, en donde el cambio en el área de sección transversal a lo largo del segmento se basa en la ecuación (1):

$$\frac{A}{A_L} = \left\{ \left(1 + \frac{fL}{2D_L} \right) \left(\frac{x}{L} \right)^{1/2} - \frac{fL}{2D_L} \frac{x}{L} \right\}^2 \quad (1)$$

en la cual A se refiere al área de sección transversal del conducto de aire; D se refiere al diámetro del conducto de aire o al diámetro hidráulico para conductos no circulares; f se refiere al factor de fricción para el flujo del conducto de aire completamente desarrollado; L se refiere a la longitud del conducto de aire o del segmento considerado; x se refiere a la distancia a lo largo del conducto de aire a partir del segundo extremo cerrado; y L como subíndice se refiere a las condiciones al comienzo del segmento que comprende el respiradero.

Al diseñar al menos el segmento de acuerdo con la ecuación (1), se puede lograr una presión estática uniforme a lo largo del segmento que comprende el respiradero a la vez que se mantiene constante el área del respiradero por unidad de longitud. Esto permite el uso de boquillas con baja pérdida de presión y su disposición a distancias regulares

y constantes a lo largo del conducto de aire o segmento relevante del mismo. Esto también hace que la producción del conducto de aire de acuerdo con la invención sea mucho más rentable.

El factor de fricción f varía con las condiciones de flujo, es decir, el número de Reynolds dentro del conducto de aire cambia en la dirección longitudinal, lo cual también conduce a cambios en el factor de fricción f en diferentes posiciones a lo largo del conducto de aire. El número de Reynolds es una función del área de sección transversal multiplicada por la velocidad promedio en esa ubicación en el conducto de aire. En el caso de la presente solicitud, la velocidad permanece aproximadamente constante a lo largo del conducto el cual, debido a su área de sección transversal decreciente, conduce concomitantemente a un número de Reynolds decreciente y cambios en el factor de fricción f a lo largo del conducto.

En consecuencia, se puede lograr una mayor optimización del perfil de la sección transversal del segmento calculando el factor de fricción en diversos puntos a lo largo del segmento, preferiblemente de forma continua en toda la longitud del segmento.

En una realización preferida, el cambio del factor de fricción f a lo largo del segmento se usa para calcular el área de sección transversal en una posición dada a lo largo del segmento de acuerdo con la ecuación (1). La siguiente ecuación (2) es aplicable para este propósito:

$$f = \frac{0.25}{\log\left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)^2} \quad (2)$$

en la cual f se refiere al factor de fricción; ε se refiere al coeficiente absoluto de rugosidad del material utilizado para el interior del conducto de aire; D se refiere al diámetro del conducto de aire o al diámetro hidráulico para conductos no circulares en una posición dada a lo largo del conducto de aire; y Re se refiere al número de Reynolds.

Los valores para el factor de fricción f obtenidos usando la ecuación (2) se usan en la ecuación (1) para calcular las áreas transversales a lo largo del conducto, es decir, yendo de una sección a otra en la dirección del conducto. Como será evidente para el experto en la técnica, la siguiente área de sección transversal se calcula entonces usando el respectivo factor de fricción f en la siguiente área de sección transversal a lo largo del conducto.

Además, la pérdida de presión sobre los respiraderos depende del ángulo de flujo en la entrada de los respiraderos. Este ángulo es diferente al principio del segmento que al final. Aunque esta diferencia de presión es pequeña en comparación con los factores descritos anteriormente, es concebible que las áreas de sección transversal a lo largo del segmento también se ajusten para esta diferencia de presión a partir del principio hasta el final del conducto de aire.

Debido a la forma del conducto de aire de acuerdo con la invención que no es rotacionalmente simétrica y debido a que el cuerpo principal se infla con aire durante su uso previsto, los respiraderos en la superficie del cuerpo principal están dispuestas en una curva en lugar de en una línea perfectamente recta. Estas curvas representan líneas geodésicas, las cuales se convierten en líneas rectas cuando las superficies curvas se desenrollan en el plano.

Se prefiere la disposición de los respiraderos en líneas geodésicas porque permite una producción particularmente rentable de los conductos de aire de acuerdo con la invención, es decir, a partir de películas plásticas bidimensionales, por ejemplo en un proceso de rollo a rollo. Antes de inflar el cuerpo principal, los respiraderos de un conjunto respectivo se dispondrán esencialmente en línea recta.

En una realización preferida del conducto de aire descrito en el presente documento, los respiraderos se distribuyen uniformemente entre sí, en donde el intervalo (d) entre respiraderos adyacentes de un conjunto respectivo de respiraderos está entre 5 mm y 100 mm. Más preferiblemente, el intervalo (d) entre respiraderos de un conjunto de respiraderos está entre 40 mm y 60 mm. En cada caso, las distancias deben medirse a partir de los centros respectivos de los respiraderos.

La forma del conducto de aire de acuerdo con la invención permite que la distancia entre los respiraderos adyacentes sea constante y dentro del rango de valores en el presente documento especificado. Al disponer los respiraderos a una distancia fija entre sí a lo largo del cuerpo principal, la producción se puede simplificar enormemente y se pueden lograr grandes volúmenes de conductos de aire con propiedades y calidad constantes.

En una realización preferida, el conducto de aire descrito en el presente documento comprende dos conjuntos de respiraderos. En este caso, los dos conjuntos de respiraderos están dispuestos sustancialmente simétricos al espejo con respecto al plano longitudinal medio del conducto de aire.

El término "plano longitudinal medio" como se usa en el presente documento se refiere al plano el cual, durante el uso previsto del conducto de aire, pasa a través de la línea central del cuerpo principal y se extiende vertical y longitudinalmente al cuerpo principal.

Al proporcionar dos o más conjuntos de respiraderos, se puede introducir aire acondicionado en el invernadero en diversos lugares, por ejemplo, a lo largo de dos lados de una mesa de plantas.

En una realización preferida del conducto de aire en el presente documento descrito, los respiraderos están configurados como boquillas las cuales sobresalen de la superficie exterior del segmento.

5 Los inventores descubrieron mediante simulaciones informáticas y experimentos posteriores que se pueden lograr ahorros significativos en el consumo de electricidad mediante el uso de un conducto de aire que comprende una sección transversal cónica no lineal y respiraderos que sobresalen de la superficie exterior del cuerpo principal. Además, se encontró que se produce una caída de presión baja, aproximadamente constante, a través de las boquillas esencialmente en toda la longitud del conducto de aire divulgado en el presente documento. Por lo tanto, el aire
10 acondicionado se introduce uniformemente en el invernadero a lo largo de todo el conducto de aire, es decir, con una velocidad y un flujo de aire uniformes a partir de las boquillas, lo cual beneficia el crecimiento y la maduración uniformes de las plantas cultivadas. En particular, los inventores encontraron que se pueden lograr ahorros de energía en el funcionamiento del conducto de aire al nivel de las boquillas que hasta ahora han sido simples respiraderos en el lado de los conductos de aire conocidos del estado de la técnica. Se identificó que, inmediatamente después de la salida
15 del aire acondicionado por estos simples respiraderos, se produce involuntariamente un flujo de aire en dirección longitudinal del conducto de aire, lo cual impide que el aire acondicionado salga sin obstáculos por estas aberturas de las boquillas. Además, se encontró que si los respiraderos están diseñados como boquillas y si las boquillas están dispuestas sucesivamente en una fila a lo largo del conducto de aire, el consumo de energía para hacer funcionar el conducto de aire se reduce significativamente. Además, las caídas de presión particularmente bajas encontradas con
20 los conductos de aire en el presente documento divulgado permiten el uso de ventiladores más pequeños y, por lo tanto, también conductos de aire con un diámetro máximo más pequeño en el punto donde el aire entra en el cuerpo principal. Esto hace que el conducto de aire sea más compacto y ayuda a crear más espacio para mesas de cultivo adicionales. Por otro lado, la longitud máxima de un conducto de aire se puede aumentar significativamente a la vez que se mantiene el mismo diámetro donde el aire ingresa al conducto de aire, lo cual significa que en los diseños de invernadero que se usan normalmente en la actualidad, la cantidad de ventiladores necesarios se puede reducir a la
25 mitad.

El logro del ahorro de energía es sorprendente e inesperado, ya que se supondría que un cambio repentino en la dirección del flujo de aire, es decir, el aire que sale del conducto de aire aproximadamente perpendicular a la dirección del flujo de aire en el conducto de aire, reduciría y desaceleraría el flujo de aire a través del conducto de aire. Por el
30 contrario, se observa una pérdida de presión muy pequeña en el conducto de aire de acuerdo con la invención y el conducto de aire puede funcionar utilizando una presión muy baja de solo diversas unidades Pa, lo cual se refleja positivamente en un consumo de energía muy bajo en relación con el funcionamiento del conducto de aire de acuerdo con la invención.

En una realización preferida del conducto de aire en el presente documento descrito, las boquillas tienen cada una
35 abertura de entrada de aire sustancialmente circular con un diámetro de entrada correspondiente al nivel de la superficie exterior del cuerpo principal, una abertura de salida de aire sustancialmente circular separada sustancialmente paralela a dicha abertura de entrada de aire y que tiene un diámetro de salida, y una distancia perpendicular entre la abertura de entrada de aire y la abertura de salida de aire, en donde la abertura de entrada de aire es más grande que la abertura de salida de aire y en donde la relación entre la distancia perpendicular y el
40 diámetro de salida está entre 0.5 y 3, preferiblemente entre 1.5 y 2.5.

Mediante el uso de boquillas como se ha especificado anteriormente, se puede lograr una pérdida de presión particularmente baja a través de las boquillas y un funcionamiento del conducto de aire que ahorra especialmente energía.

45 Preferiblemente, la superficie interna de cada boquilla comprende una región cilíndrica con un diámetro interior sustancialmente constante y una región de transición en la cual el diámetro interior aumenta hacia el cuerpo principal del conducto de aire en el presente documento descrito. El diámetro interior de la porción cilíndrica corresponde al diámetro de la abertura de salida de aire y el radio de dicha zona de transición está entre 0.05 y 0.5 del diámetro de salida. Aún más preferiblemente, el radio de dicha zona de transición está entre 0.1 y 0.2 del diámetro de salida.

50 Al diseñar las boquillas como se describe en el presente documento, se puede lograr una pérdida de presión particularmente baja a través de las boquillas.

En una realización preferida, al menos el segmento cónico y las boquillas están formados en una sola pieza. Más preferiblemente, todo el cuerpo principal y las boquillas están formados en una sola pieza.

Una construcción de una sola pieza de este tipo se puede fabricar de manera particularmente eficiente y económica.

55 En una realización preferida, el cuerpo principal del conducto de aire divulgado en el presente documento comprende una pluralidad de segmentos los cuales están conectados y/o pueden conectarse entre sí de extremo a extremo de manera sellada. En este caso, un nuevo segmento extendido se forma uniendo diversos segmentos entre sí, por lo que todos los segmentos están configurados naturalmente de tal manera que el área de sección transversal disminuye

continuamente a partir del primer extremo hacia el segundo extremo del conducto de aire, al menos en el rango del segmento extendido recién formado.

Un conducto de aire de este tipo todavía comprende solo unas pocas piezas y, por lo tanto, es particularmente fácil de fabricar y ensamblar. Sin embargo, la longitud del conducto de aire se puede elegir de manera flexible caso por caso a través de la posibilidad de agregar o quitar segmentos. De esta manera, se pueden obtener conductos de aire muy largos para invernaderos con longitudes de cuerpo principal sin precedentes.

El objeto se logra además mediante un método de acuerdo con la reivindicación 12 para fabricar un conducto de aire como se divulga en el presente documento. El método comprende las etapas de: i) proporcionar una película termosellable de material termoplástico, preferiblemente una película de polietileno; ii) soldar dicha película para formar un segmento de un cuerpo principal cónico con un primer extremo y un segundo extremo, en donde el área de sección transversal del segmento disminuye a partir del primer extremo hasta el segundo extremo; y iii) crear respiraderos en la película, ya sea antes o después de la etapa ii).

Mediante el uso del método descrito en el presente documento, los conductos de aire divulgados en el presente documento pueden fabricarse de manera segura y rentable.

Se entenderá a partir de la información divulgada en esta especificación que debe diseñarse en consecuencia, la máquina utilizada para crear un cuerpo principal con una sección transversal cónica no lineal, por ejemplo de acuerdo con al menos una de las ecuaciones (1) y (2), en la etapa ii) del procedimiento descrito en el presente documento.

En una realización del método divulgado en el presente documento, los respiraderos están configurados como boquillas las cuales se crean mediante las siguientes etapas, preferiblemente en orden consecutivo: Alimentar la película a un rodillo de vacío que comprende hoyuelos; aspirar la película en los hoyuelos del rodillo para formar deformaciones plásticas que sobresalen del lado de la película orientado hacia el rodillo, en donde las deformaciones plásticas así obtenidas tienen sustancialmente la forma de los hoyuelos; y en donde los respiraderos en la etapa iii) se crean troquelando la parte inferior de dichas deformaciones.

Será evidente para el experto en la técnica que troquelar las respectivas partes inferiores de las deformaciones plásticas en la película sirve para formar las respectivas aberturas de salida de aire de las boquillas resultantes. La forma y el tamaño de las aberturas de salida de aire están determinados esencialmente por la forma y el tamaño de la herramienta utilizada para perforar la película.

En principio, con un procedimiento de este tipo puede fabricarse de forma rentable un pozo de aire muy largo con un gran número de disposiciones de boquillas y una longitud de diversos cientos de metros.

En otra realización del método divulgado en el presente documento, se insertan boquillas preformadas en el cuerpo principal que comprende una pluralidad de orificios donde se van a disponer las boquillas. En esta realización, el método comprende además las etapas de proporcionar boquillas prefabricadas. Cada boquilla comprende una abertura de entrada de aire sustancialmente circular con un diámetro de entrada respectivo y una abertura de salida de aire sustancialmente circular con un diámetro de salida respectivo. La abertura de salida de aire está separada sustancialmente paralela a dicha abertura de entrada de aire a una distancia perpendicular y el diámetro de la abertura de entrada de aire es mayor que el diámetro de la abertura de salida de aire. La relación entre dicha distancia perpendicular y el diámetro de salida está entre 0.5 y 3, preferiblemente entre 1.5 y 2.5. Además, el método comprende las etapas de crear una pluralidad de orificios en la película e insertar las boquillas en dichos orificios. Las boquillas se insertan en los orificios a partir del lado de la película que es o será el interior del cuerpo principal y con la abertura de salida de aire primero. Posteriormente, las boquillas se fijan a la película mediante una conexión de bloqueo de forma y/o un método de unión. Preferiblemente, las boquillas se fijan a la lámina mediante una conexión de cierre a presión que consta de un elemento de enganche y al menos un elemento de enganche adecuado dispuesto en la boquilla. La conexión de cierre a presión se realiza empujando el elemento de enganche sobre la boquilla respectiva a partir del lado de la película que es o será la superficie exterior del cuerpo principal.

Un método de este tipo permite, por un lado, proporcionar conductos de aire con una geometría de boquilla definida con precisión y, por lo tanto, con una pérdida de presión minimizada y, por otro lado, reemplazar simplemente las boquillas dañadas si es necesario.

En otra realización más del método divulgado en el presente documento, los respiraderos están configurados como boquillas los cuales se crean alimentando la película a un dispositivo de formación para producir deformaciones plásticas en la película, en donde los respiraderos en la etapa iii) se crean perforando la parte inferior de dichas deformaciones. Preferiblemente, la película se alimenta plegada al dispositivo de formación. De esta manera, diversas capas de la película se deforman simultáneamente a partir de un lado de la película plegada.

Mediante un procedimiento de este tipo, el conducto de aire de acuerdo con la invención se puede fabricar de forma especialmente sencilla y económica. En este contexto, por supuesto, se entiende que aquellas boquillas que se produjeron en el lado de la película orientado hacia la parte macho de la herramienta apuntarán primero hacia el interior del cuerpo principal cuando el conducto de aire se infle por primera vez. Así, dichas boquillas tienen que ser

empujadas fuera del interior del cuerpo principal por sobrepresión en el conducto de aire y/o manualmente para llegar al conducto de aire de acuerdo con la invención.

El objeto se logra además mediante un invernadero de acuerdo con la reivindicación 17 que comprende al menos un conducto de aire como se divulga en el presente documento.

- 5 El objeto se logra además mediante un método de acuerdo con la reivindicación 18 para distribuir aire con un conducto de aire como se divulga en el presente documento en un invernadero. El método comprende las etapas de: Proporcionar aire acondicionado con humedad y/o temperatura predeterminadas en el primer extremo del conducto de aire; transportar dicho aire acondicionado a partir del primer extremo en dirección al segundo extremo del conducto de aire, en particular a través de un ventilador eléctrico dispuesto a contracorriente del conducto de aire; y suministrar
10 dicho aire tratado a la sección de cultivo de un invernadero a través de los respiraderos, por lo que el flujo de aire que sale a través de los respiraderos es esencialmente el mismo entre todas los respiraderos.

Mediante el uso de un método como se describe en el presente documento, la ventilación de un invernadero es particularmente eficiente energéticamente y las plantas plantadas en el invernadero reciben un suministro uniforme de aire acondicionado.

- 15 El objeto se logra además mediante el uso de un conducto de aire como se divulga en el presente documento de acuerdo con la reivindicación 19 para distribuir aire en un invernadero, en particular un invernadero como se divulga en el presente documento.

También es posible que el conducto de aire comprenda un primer extremo que esté adaptado para la conexión a un suministro de aire y un segundo extremo que sea sellado o sellable.

- 20 Al diseñar el primer extremo conectable a un suministro de aire, por ejemplo, al diseñar el primer extremo como una brida o al proporcionar un receptáculo para un elemento de sellado adecuado que se inserta entre el primer extremo y el suministro de aire, una conexión hermética al aire puede fabricarse fácilmente y el conducto de aire de acuerdo con la invención puede adaptarse a los sistemas de aire acondicionado existentes de invernaderos.

- Al proporcionar un segundo extremo que se puede cerrar de manera reversible, el conducto de aire descrito en el presente documento se puede extender fácilmente mediante segmentos adecuados si es necesario, proporcionando así un sistema de conducto de aire modular particularmente económico. Además, la creación de sobrepresión local en la zona del extremo cerrado del cuerpo principal puede impedirse proporcionando una abertura en el segundo extremo, lo que crea por ejemplo, un mejor clima al ventilar también un camino central que corre a lo largo del frente del conducto de aire. En el caso de que se abra el segundo extremo de un conducto de aire descrito en el presente
25 documento y se amplíe longitudinalmente el conducto de aire con un segmento adicional adecuado, el segundo extremo original se omitirá naturalmente y se forma un nuevo segundo extremo por el extremo del segmento de cuerpo principal recién agregado orientado hacia el lado contrario al primer extremo.

- 30 También es de acuerdo con la invención que el conducto de aire en el presente documento descrito comprenda una sección transversal circular.

- 35 Dichas secciones transversales circulares son particularmente preferidas en términos de mecánica de fluidos y también pueden fabricarse de manera particularmente sencilla, como comprenderá un experto en la técnica.

- Existen numerosas formas de suspender los conductos de aire de acuerdo con la invención, que incluyen la suspensión de un cable aéreo horizontal usando una pluralidad de ganchos tipo abrazadera o bucles de cable que envuelven el conducto y el cable. En el gancho tipo abrazadera, una barra plana situada dentro del conducto de aire se inserta en un canal situado fuera del conducto de aire de manera que una porción del conducto de aire queda sujeta entre la barra y el canal. Luego se inserta un anillo elástico a través de una abertura en el canal y alrededor del cable aéreo para suspender la barra, el canal, y el conducto de aire del cable. Sin embargo, suspender el conducto de aire con dichos ganchos tipo abrazadera es en general una tarea tediosa y que requiere mucho tiempo. Además, dado que dichos ganchos son relativamente costosos y se requieren diversos para suspender el conducto de aire, el uso de dichos ganchos es algo costoso. Si bien el uso de bucles de cable separados entre sí es menos costoso, la instalación requiere bastante tiempo.
40 45

Por lo tanto, también es concebible que el conducto de aire en el presente documento descrito esté adaptado para suspensión simple a lo largo de su eje longitudinal.

- El término "suspensión simple" como se usa en el presente documento se refiere a un tipo de instalación en el cual los medios para suspender el conducto de aire están dispuestos en una sola fila en el conducto de aire. En el estado de la técnica, los términos "suspensión de una sola fila", "suspensión de una sola línea", "carril en H de una sola fila" o "carril en H de una sola fila" también se utilizan en este contexto.
50

- Por el contrario, suspender el conducto de aire divulgado en el presente documento a partir de dos ubicaciones, por ejemplo, arriba a la izquierda y arriba a la derecha, o de otra manera que se deban impedir cambios en la forma de la sección transversal del conducto de aire inflado de acuerdo con la invención. Dichos cambios en la sección transversal comprometen todo el diseño ya que la sección transversal ya no disminuye continuamente a lo largo del eje longitudinal.
55

del conducto de aire y el flujo de aire dentro del conducto de aire se ve perturbado, lo cual en última instancia conduce a un mayor consumo de energía.

También está de acuerdo con la invención que el conducto de aire divulgado en el presente documento comprenda además una aleta que se extiende longitudinalmente para suspender el conducto de aire. La aleta comprende una pluralidad de aberturas las cuales están separadas a intervalos a lo largo de la aleta y preferiblemente están reforzadas, por ejemplo en forma de áreas termoselladas y/u ojales metálicos. En esta realización, la aleta y el cuerpo principal están formados en una sola pieza.

Una forma de fabricar la aleta es unir la pared lateral del cuerpo principal, es decir, la superficie interior, cara a cara consigo misma a lo largo del eje longitudinal del cuerpo principal. Por ejemplo, la soldadura se lleva a cabo de tal manera que se forman dos tubos con diferentes diámetros, los cuales están conectados por una costura de soldadura común. El más pequeño de los dos tubos suele ser la aleta y tiene una sección transversal constante en la dirección longitudinal, a la vez que el más grande de los dos tubos constituye el cuerpo principal real y se estrecha en la dirección longitudinal. Las porciones de la aleta pueden reforzarse termosellando entre sí las paredes dobles de la aleta para formar regiones reforzadas separadas longitudinalmente para acoplarse mediante medios para suspender el conducto de aire. Alternativamente o además, la aleta puede estar provista de inserciones u ojales metálicos.

Al proporcionar el conducto de aire con una aleta como se describe en el presente documento, se puede facilitar la instalación de un conducto de aire como se describe en el presente documento. Además, el problema del desgarramiento puede impedirse reforzando las porciones relevantes de la aleta.

También es concebible que el cuerpo principal del conducto de aire divulgado en el presente documento comprenda además medios para fijar de forma desmontable el conducto de aire a la parte inferior de una mesa para plantas. En particular, dichos medios para fijar de forma desmontable el conducto de aire a la parte inferior de una mesa para plantas están dispuestos en el exterior del cuerpo principal en la intersección con el plano longitudinal medio del conducto de aire en el presente documento divulgado.

A través de la provisión de elementos de fijación, por ejemplo, pernos y remaches, en al menos una de las partes superiores del conducto de aire, se puede lograr una instalación particularmente sencilla del conducto de aire en la parte inferior de una mesa para plantas.

También es concebible que la parte superior del conducto de aire divulgado en el presente documento, por ejemplo, una aleta que se extiende a lo largo de la dirección longitudinal del conducto de aire, no esté suspendida horizontalmente de un soporte de anclaje respectivo, por ejemplo, la parte inferior de una mesa para plantas. En este caso, debido a la forma de sección transversal cónica del conducto de aire, la distancia entre el conducto de aire y el soporte de anclaje que discurre horizontalmente aumentaría en la dirección longitudinal hacia el segundo extremo del cuerpo principal. También es evidente que en este caso los medios de suspensión o sujeción del conducto de aire deben tener longitudes variables en la dirección longitudinal con el fin de mantener los respiraderos en una línea horizontal, es decir, por ejemplo paralelos a la parte inferior de la mesa de para plantas de la cual se suspende el conducto de aire.

También es concebible que el cuerpo principal de un conducto de aire de acuerdo con la invención comprenda al menos un elemento de retención de forma, preferiblemente una pluralidad de elementos de retención de forma distribuidos sustancialmente sobre toda la longitud del cuerpo principal.

La provisión de un elemento de retención de forma, por ejemplo, en forma de anillos o espirales dispuestos dentro del cuerpo principal, impide que el cuerpo principal se colapse y que las superficies internas del cuerpo principal se peguen en caso de una caída de presión o cuando no se transporta aire a través del conducto de aire.

También es de acuerdo con la invención que el segmento de área de sección transversal decreciente en el presente documento descrito comprenda al menos una parte superior y al menos una parte inferior. La parte superior y la parte inferior están conectadas o pueden conectarse entre sí de manera sellada. Las partes superiores tienen una sección transversal que permanece esencialmente constante en prácticamente toda la longitud del segmento y cada una de las partes inferiores está configurada de tal manera que el área de sección transversal del segmento extendido disminuye hacia el segundo extremo del cuerpo principal.

En este caso, dos partes dispuestas una encima de otra en dirección longitudinal, una de las cuales tiene un diseño sustancialmente idéntico y la otra tiene un área de sección transversal que se estrecha, forman un segmento de un conducto de aire de acuerdo con la invención. Esta segmentación hace posible proporcionar incluso conductos de aire muy largos y/o conductos de aire con longitudes seleccionables de forma flexible. Dichos segmentos de conductos de aire pueden fabricarse, almacenarse y transportarse más fácilmente que los conductos de aire continuos de una sola pieza. Además, si es necesario, dichos conductos de aire pueden extenderse o acortarse fácilmente en un momento posterior conectando o quitando un cierto número de partes superiores y un número correspondiente de partes inferiores en dirección longitudinal cada una. Cada una de las partes inferiores está diseñada de tal manera que tienen un área de sección transversal que se estrecha continuamente, siempre que, por supuesto, se ensamblen en el orden correcto. Se entiende que cada una de las partes inferiores tiene esencialmente la misma anchura y longitud en comparación con las partes superiores, pero una profundidad diferente, es decir, una protuberancia, siendo la

pendiente de cada parte inferior esencialmente la misma. El cuerpo principal de un conducto de aire de acuerdo con la invención, el cual al mismo tiempo también se estrecha en dirección longitudinal, se obtiene así después de conectar todas las partes superior e inferior.

- 5 Preferiblemente, el segmento descrito en el presente documento comprende además una o más partes intermedias dispuestas entre la parte superior y la parte inferior. Las partes intermedias se extienden sustancialmente sobre toda la longitud del segmento y están conectadas o pueden conectarse con al menos una parte superior y al menos una parte inferior de manera sellada. En este caso, las boquillas están dispuestas en las partes intermedias.

En una realización preferida del conducto de aire en el presente documento descrito, las partes intermedias y las boquillas están formadas en una sola pieza.

- 10 Al proporcionar las boquillas en un componente separado, es decir, en la parte intermedia, se puede simplificar la producción y el montaje de las boquillas en el cuerpo principal. De esta manera, el conducto de aire de acuerdo con la invención se puede fabricar de forma especialmente rentable y en grandes cantidades, por ejemplo mediante moldeo por inyección.

- 15 De acuerdo con la invención es concebible, por ejemplo, que el cuerpo principal, o un segmento del cuerpo principal, comprenda una parte superior con una sección transversal longitudinalmente constante sin curvatura, dos partes intermedias con una sección transversal longitudinalmente constantemente curvada que comprende las aberturas de la boquilla, y una parte inferior con una sección transversal que se estrecha continuamente longitudinalmente, en donde las dos partes intermedias están dispuestas entre la parte superior y la parte inferior.

- 20 Se entiende que los términos relativos tales como "superior", "intermedio", "inferior" y términos similares, pueden usarse en el presente documento para describir una relación de una característica con otra. Aunque las orientaciones respectivas proporcionadas en el presente documento en general se refieren a la disposición espacial durante el uso previsto del conducto de aire, es decir, en condiciones instaladas, se entiende que estos términos pretenden abarcar diferentes orientaciones además de la orientación representada en las figuras.

- 25 Las realizaciones de la invención se describen adicionalmente con más detalle con referencia a las figuras adjuntas, en donde se utilizan signos de referencia similares para referirse a elementos iguales o correspondientes. Las diferentes vistas e ilustraciones de las realizaciones mostradas en las figuras son ilustraciones esquemáticas. La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

Figura 1a: Ilustración esquemática de un conducto de aire de acuerdo con la invención en modo no operativo;

Figura 1b: Ilustración esquemática de un conducto de aire de acuerdo con la invención en modo operativo;

- 30 Figura 2: Ilustración esquemática de una sección longitudinal de una boquilla para un conducto de aire de acuerdo con la invención;

Figura 3: Ilustración de boquillas en un conducto de aire de acuerdo con la invención;

Figura 4: Ilustración esquemática de una sección longitudinal de una boquilla que comprende elementos de retención y un elemento de enganche para un conducto de aire de acuerdo con la invención;

- 35 Figura 5: Ilustración esquemática de una realización de un conducto de aire que comprende una aleta.

- 40 La Figura 1a muestra un diseño informático esquemático del conducto (10) de aire de acuerdo con la invención con un conjunto de boquillas (20) que se extienden radialmente a partir de la superficie exterior del cuerpo (11) principal. El área de sección transversal (A) del cuerpo (11) principal se estrecha a partir del primer extremo (14), es decir, la abertura de entrada del conducto, hacia su segundo extremo (15) longitudinalmente opuesto. El conducto (10) de aire comprende tres segmentos (17, 17') los cuales se conectan de extremo a extremo con un eje longitudinal común (X). En la Figura 1a, el conducto (10) de aire se representa en fase no operativa, es decir, cuando el aire acondicionado no sale por las boquillas (20).

- 45 La Figura 1b muestra la misma versión esquemática del conducto (10) de aire representado en la Figura 1a pero esta vez en funcionamiento, es decir, con el aire saliendo del conducto de aire a través de las boquillas (20), como lo indican las flechas. Cada uno de los segmentos (17, 17') individuales está configurado para formar un segmento extendido con un área de sección transversal decreciente hacia el segundo extremo (15), y el segundo extremo (15) está formado como una pared de extremo cerrada de modo que se genere una presión de salida sustancialmente idéntica de todos los flujos individuales de aire acondicionado de las boquillas (20), como se ilustra por la misma longitud y grosor de las flechas.

- 50 La Figura 2 ilustra una sección longitudinal de una boquilla (20) utilizada en una realización del conducto (10) de aire divulgado en el presente documento. En este ejemplo, la boquilla (20) está conectada integralmente al segmento (17) cónico del cuerpo (11) principal del conducto de aire, es decir, la boquilla (20) y el cuerpo (11) principal están hechos de una sola pieza de material. La boquilla (20) comprende una región (24) cilíndrica y una región (25) de transición adyacente a la misma. La región (24) cilíndrica presenta un diámetro constante correspondiente al diámetro (d2) de

salida, es decir, el diámetro de la abertura (22) de salida de aire de la boquilla (20), a la vez que el área de sección transversal de la boquilla (20) aumenta en la región (25) de transición hacia el segmento (17) cónico del cuerpo (11) principal. El diámetro (d1) de entrada de aire de la abertura (21) de entrada de aire de la boquilla se mide al final del radio (r). La boquilla (20) comprende además una superficie (23) interior la cual, en esta realización, es idéntica a la superficie (13) interior del cuerpo (11) principal. Las secciones transversales correspondientes a la abertura (22) de salida de aire sustancialmente circular y la abertura (21) de entrada de aire sustancialmente circular están separadas paralelamente entre sí a una distancia h, en donde dicha distancia corresponde a la longitud de la boquilla (20) o la suma de las longitudes de la región (24) cilíndrica y la región (25) de transición, respectivamente.

La Figura 3 muestra una ilustración más detallada de boquillas (20) conectadas a la superficie (12) exterior del cuerpo (11) principal de un conducto (10) de aire de acuerdo con la invención. El interior de cada boquilla (20) comprende una región (24) cilíndrica de diámetro constante correspondiente al diámetro (d2) de salida de la abertura (22) de salida de aire y una región (25) de transición orientada hacia el cuerpo (11) principal o un segmento (17) del mismo. En la región (25) de transición, el diámetro interior de la boquilla (20) aumenta hacia el cuerpo (11) principal con un radio (r) para alcanzar el diámetro (d1) de entrada al nivel de la superficie (13) interior del cuerpo principal. Por lo tanto, el área de sección transversal de la abertura (21) de entrada de aire es mayor que el área de sección transversal de la abertura (22) de salida de aire, en donde los planos imaginarios correspondientes a ambas aberturas (21, 22) están separados en paralelo entre sí a una distancia h. La boquilla (20) puede comprender además secciones en ángulo para fijarse en la superficie (12) exterior del cuerpo (11) principal, por ejemplo, por pegado o soldadura. La Figura 4 ilustra una sección longitudinal de una boquilla (20) que comprende elementos (27) de retención y un elemento (26) de enganche para usar en una realización del conducto (10) de aire en el presente documento divulgado. En esta realización, la boquilla (20) se inserta en los orificios del cuerpo (11) principal a partir del interior del cuerpo (11) principal, es decir, la boquilla (20) está prefabricada y unida al cuerpo (11) principal después de su producción. Similar a la boquilla descrita en la Figura 2, la boquilla (20) de la Figura 4 comprende una región (24) cilíndrica y una región (25) de transición adyacente a la misma. La región (24) cilíndrica presenta un diámetro constante correspondiente al diámetro (d2) de salida, es decir, el diámetro de la abertura (22) de salida de aire de la boquilla (20), a la vez que el área de sección transversal de la boquilla (20) aumenta en la región (25) de transición. El diámetro (d1) de entrada de aire de la abertura (21) de entrada de aire de la boquilla se mide al final del radio (r). El tamaño de los orificios del cuerpo (11) principal es menor que el diámetro (d1) de entrada de las boquillas (20). Preferiblemente, la inserción de las boquillas (20) a través del cuerpo (11) principal puede facilitarse eligiendo el tamaño de los orificios de tal manera que los orificios sean mayores que el diámetro (d2) de salida de las boquillas (20) y menores que el diámetro (d1) de entrada de las boquillas (20). Después de la inserción, las boquillas (20) se fijan al cuerpo (11) principal a través de una conexión de bloqueo de forma. En esta realización, la boquilla (20) está unida al cuerpo (11) principal con una conexión de bloqueo a presión utilizando elementos (27) de retención y un elemento (26) de enganche. En el presente ejemplo, el elemento (26) de enganche está formado como un anillo que solo se puede empujar sobre la boquilla (20) en una dirección, es decir, a partir del lado de la abertura (22) de salida de aire. Los elementos (27) de retención están diseñados como ganchos de púas que impiden que el anillo se deslice fuera de la boquilla (20) y las boquillas (20) se caigan del cuerpo (11) principal.

La Figura 5 ilustra una realización de un conducto de aire que comprende una aleta (60) para suspender el conducto (10) de aire. En esta realización, el conducto (10) de aire comprende un cuerpo (11) principal con un primer extremo (14) y un segundo extremo (15) los cuales se extienden a lo largo de un eje longitudinal (X). En el presente documento, la longitud del segmento que contiene el respiradero o la boquilla (L2) corresponde a la longitud total del cuerpo (L1) principal. Por lo tanto, el cuerpo (11) principal tiene una sección transversal sustancialmente circular la cual disminuye a partir del primer extremo (A1) hasta el segundo extremo (A2). Múltiples boquillas (20) están dispuestas en una fila a lo largo del cuerpo (11) principal, en donde las boquillas (20) están separadas uniformemente a intervalos (d). En el cuerpo (11) principal comprende además una aleta (60) para suspender el conducto (10) de aire. La aleta (60) se extiende en la dirección longitudinal (X) del conducto (11) principal y comprende una pluralidad de aberturas reforzadas (61) las cuales están dispuestas a lo largo de la aleta (60). La aleta (60) y el cuerpo (11) principal están formados en una sola pieza.

El funcionamiento del conducto (10) de aire es el siguiente: se suministra aire acondicionado, es decir, aire que tiene una temperatura y/o humedad del aire predeterminadas, al primer extremo (14) del cuerpo (11) principal, por ejemplo a través de un ventilador accionado por un motor eléctrico (no representado). El aire acondicionado es conducido por el ventilador a través del cuerpo (11) principal en dirección al segundo extremo (15) del cuerpo (11) principal. Dado el estrechamiento del diámetro del cuerpo (11) principal, el aire acondicionado fluye a través de todas las boquillas (20) a una presión similar, lo cual garantiza condiciones de cultivo idénticas para todos los cultivos colocados en el espacio de cultivo del invernadero, independientemente de la distancia de los cultivos individuales a partir del primer extremo (14) del conducto (10) de aire.

En general, el cuerpo (11) principal puede tener cualquier sección transversal. Sin embargo, a partir de una perspectiva de producción, las secciones transversales circulares, elípticas, cuadradas o rectangulares son factibles y se prefieren las secciones transversales circulares. El diámetro (d2) de salida de aire de las boquillas (20) está comprendido preferiblemente entre 1 cm y 5 cm y la sección total de todas las boquillas (20) es mayor o igual que la sección de salida del ventilador que conduce el aire acondicionado en el conducto (10) de aire. Las boquillas (20) pueden fabricarse con cualquier material adecuado, incluidos plástico o metal. El conducto está fabricado de plástico, en particular de una película de plástico hermética a los gases. La estabilidad autoportante del conducto es

particularmente importante cuando el conducto (10) de aire no está suspendido sino colocado sobre el suelo. Por esta razón, el cuerpo (11) principal puede estar equipado con elementos de retención de forma (no se muestran) los cuales impedirán el colapso del cuerpo (11) principal cuando no esté en uso, por ejemplo estirando el cuerpo (11) principal o presionando contra la superficie (12) interior del cuerpo (11) principal.

- 5 A continuación, el efecto técnico de la presente invención se ilustrará adicionalmente mediante dos ejemplos concretos de aplicación, sin limitar la invención a los valores dados en los ejemplos:

Ejemplo 1

- 10 La ventilación de aire en el espacio de cultivo de un invernadero de 16 metros de largo se realizó usando un conducto de aire experimental de 15 metros de largo suspendido por su parte de suspensión debajo de una mesa de trabajo igualmente larga llena de plantas de vivero de tomate. La sección transversal del primer extremo del conducto de aire era de 0.63 m² y la sección transversal en la segunda pared del extremo cerrado era de 0.35 m². En cada lado lateral del cuerpo principal, se cortaron del cuerpo principal una serie de orificios simples, cada uno con una superficie de sección transversal de 3.14 cm². La distancia regular entre estos agujeros era de 20 cm. Se insufló aire con una humedad relativa del 80% en el primer extremo del conducto de aire utilizando un ventilador eléctrico. El nivel de
15 humedad y temperatura del espacio de cultivo se midió utilizando higrómetros LUTRON HT-3009 LUTRON HT-3009 colocados a 1 metro de distancia entre las plantas de tomate. El consumo de electricidad se registró durante una hora de funcionamiento del conducto de aire.

Ejemplo 2 - De acuerdo con la invención

- 20 La ventilación de aire en el espacio de cultivo de un invernadero de 16 metros de largo se realizó de forma idéntica al ejemplo 1 anterior usando un conducto de aire experimental de 15 metros de largo suspendido debajo de una mesa de trabajo igualmente larga llena de plantas de vivero de tomate y bajo condiciones de ventilación de aire idénticas. A diferencia del ejemplo 1 anterior, los orificios simples del conducto de aire se equiparon con boquillas como se describe en el presente documento que tienen una sección transversal circular en la abertura de entrada de aire de 3.14 cm² y una longitud de 3 cm. La sección transversal de la ventilación era ligeramente más pequeña en comparación con la
25 sección transversal de la abertura de entrada de aire. Durante el funcionamiento de una hora del ventilador y con ventilación de aire húmedo idéntico en el espacio de cultivo del invernadero al nivel de las plantas de vivero de tomate (medido de la misma manera que en el ejemplo 1), se logró un ahorro del 52% de la electricidad consumida por el eléctrico motor del ventilador en comparación con el ejemplo 1.

REIVINDICACIONES

1. Conducto (10) de aire para distribuir aire, preferiblemente aire acondicionado, en un invernadero (100), comprendiendo el conducto (10) de aire un cuerpo (11) principal hueco que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (X) y al menos un conjunto de respiraderos (16), en donde el cuerpo (11) principal tiene una superficie (12) exterior y una superficie (13) interior, un primer extremo (14) y un segundo extremo (15) en los extremos longitudinales opuestos del cuerpo (11) principal, y un segmento (17) dispuesto entre el primer extremo (14) y el segundo extremo (15), extendiéndose preferiblemente el segmento (17) sobre sustancialmente toda la longitud (L1) del cuerpo (11) principal, en donde el área de sección transversal (A) del cuerpo (11) principal en este segmento disminuye en toda la longitud de este segmento hacia el segundo extremo (15), y en donde los respiraderos (16) que pertenecen a un conjunto respectivo de respiraderos (16) se distribuyen a intervalos (d) sobre sustancialmente toda la longitud (L2) de dicho segmento (17), caracterizado porque al menos dicho segmento (17) del cuerpo (11) principal está hecho de un material sustancialmente película de plástico impermeable al aire.

2. Conducto (10) de aire de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los respiraderos (16) de un respectivo conjunto de respiraderos (16) comprendidos en dicho segmento (17) están dispuestos en línea geodésica cuando el conducto (10) de aire está utilizado de acuerdo con lo previsto.

3. Conducto (10) de aire de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el segundo extremo (15) del cuerpo (11) principal está cerrado, y porque el área de sección transversal (A) del segmento (17), preferiblemente de todo el cuerpo (11) principal, está configurado para mantener una presión estática uniforme a lo largo del segmento, en donde el cambio en el área de sección transversal a lo largo del segmento se basa en la ecuación (1):

$$\frac{A}{A_L} = \left\{ \left(1 + \frac{fL}{2D_L} \right) \left(\frac{x}{L} \right)^{1/2} - \frac{fL}{2D_L} \frac{x}{L} \right\}^2$$

con

A = área de sección transversal del segmento,

A_L = área de sección transversal del segmento en el extremo del segmento próximo al primer extremo del cuerpo principal,

D = diámetro de sección transversal del segmento,

D_L = diámetro de sección transversal del segmento en el extremo del segmento proximal al primer extremo del cuerpo principal,

f = factor de fricción,

L = longitud del segmento bajo consideración,

x = distancia a partir del segundo extremo cerrado.

4. Conducto (10) de aire de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque el factor de fricción f utilizado en la ecuación (1) para calcular el cambio de área transversal a lo largo del segmento se basa adicionalmente en la ecuación (2):

$$f = \frac{0.25}{\log \left(\frac{\varepsilon / D}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right)^2}$$

con

f = factor de fricción,

ε = coeficiente absoluto de rugosidad,

D = diámetro de sección transversal del segmento,

Re = número de Reynolds.

5. Conducto (10) de aire de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los respiraderos (16) están igualmente separados entre sí, en donde el intervalo (d) entre respiraderos adyacentes (16) de un respectivo conjunto de respiraderos (16) está entre 5 mm y 100 mm, preferiblemente entre 40 mm y 60 mm, medido a partir de los centros respectivos de los respiraderos (16).

6. Conducto (10) de aire de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el conducto (10) de aire comprende dos conjuntos de respiraderos (16), en donde los dos conjuntos están dispuestos sustancialmente simétricos al espejo del plano longitudinal medio (P) del conducto (10) de aire.

7. Conducto (10) de aire de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los respiraderos (16) están configurados como boquillas (20) que sobresalen de la superficie (12) exterior del segmento (17).
- 5 8. Conducto (10) de aire de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque las boquillas (20) tienen cada una
10 21) de entrada de aire sustancialmente circular con un diámetro (d1) de entrada al nivel de la superficie (12) exterior del cuerpo (11) principal, una abertura (22) de salida de aire sustancialmente circular separada sustancialmente paralela a dicha abertura (21) de entrada de aire y que tiene un diámetro (d2) de salida, y una distancia (h) perpendicular entre la abertura (21) de entrada de aire y el abertura (22) de salida de aire, en donde la abertura (21) de entrada de aire es mayor que la abertura (22) de salida de aire y en donde la relación entre la distancia (h) perpendicular y el diámetro (d2) de salida está entre 0.5 y 3, preferiblemente entre 1.5 y 2.5.
- 15 9. Conducto (10) de aire de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque la superficie (23) interior de cada boquilla (20) comprende una región (24) cilíndrica de diámetro interior sustancialmente constante y una región (25) de transición en la cual el diámetro interior aumenta hacia el cuerpo (11) principal, en donde el diámetro interior de la porción (24) cilíndrica corresponde al diámetro (d2) de la abertura (22) de salida de aire y en donde el radio (r) de dicha región (25) de transición está entre 0.05 y 0.5 del diámetro (d2) de salida, preferiblemente el radio (r) de dicha región (25) de transición está entre 0.1 y 0.2 del diámetro (d2) de salida.
- 20 10. Conducto (10) de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque al menos el segmento (17) y las boquillas (20), preferiblemente todo el cuerpo (11) principal y las boquillas (20), están formados en una pieza.
- 25 11. Conducto (10) de aire de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el cuerpo (11) principal comprende una pluralidad de segmentos (17, 17') conectados y/o conectables entre sí extremo a extremo de una manera sellada.
- 30 12. Un método para fabricar un conducto (10) de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el método comprende las siguientes etapas:
35 i) proporcionar una película termosellable de material termoplástico, preferiblemente una película de polietileno;
ii) soldar dicha película para formar un segmento (17) de un cuerpo (11) principal cónico con un primer extremo (14) y un segundo extremo (15), en donde el área de sección transversal (A) del segmento disminuye a partir del primer extremo al segundo extremo (15);
iii) Crear respiraderos (16) en la película, ya sea antes o después de la etapa ii).
- 40 13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, en donde los respiraderos (16) están configurados como boquillas (20) las cuales se crean mediante las siguientes etapas:
- Alimentar dicha película a un rodillo de vacío que comprende hoyuelos;
- Aspirar dicha película en los hoyuelos del rodillo para formar deformaciones plásticas que sobresalen del lado de la película orientado hacia el rodillo, en donde las deformaciones plásticas así obtenidas tienen sustancialmente la forma de los hoyuelos, y en donde los respiraderos en la etapa iii) son creadas troquelando la parte inferior de dichas deformaciones.
- 45 14. Método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en donde los respiraderos (16) están configurados como boquillas (20) las cuales se crean mediante las siguientes etapas:
- Proporcionar boquillas (20) prefabricadas que comprenden una abertura (21) de entrada de aire sustancialmente circular con un diámetro (d1) de entrada, una abertura (22) de salida de aire sustancialmente circular con un diámetro (d2) de salida, en donde la abertura (22) de salida de aire está separada sustancialmente paralela a dicha abertura (21) de entrada de aire a una distancia (h) perpendicular, en donde la abertura (21) de entrada es mayor que la abertura (22) de salida de aire y en donde la relación entre la distancia (h) perpendicular y el diámetro (d2) de salida está entre 0.5 y 3, preferiblemente entre 1.5 y 2.5;
- Crear una pluralidad de agujeros en la película;
- Insertar las boquillas (20) en dichos orificios, con la abertura (22) de salida de aire primero, a partir del lado de la película que es o será la superficie (13) interior del cuerpo (11) principal;
- Fijación de las boquillas (20) a la película mediante una conexión de bloqueo de forma y/o un método de unión, preferiblemente mediante una conexión de bloqueo rápido que consta de un elemento (26) de enganche y al menos un elemento (27) de retención adecuado dispuesto en la boquilla (20), en donde dicho elemento (26) de enganche se empuja sobre la respectiva boquilla a partir del lado de la película que es o será la superficie (12) exterior del cuerpo (11) principal.
- 60 15. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14, en donde los respiraderos (16) están configurados como boquillas (20) las cuales se crean alimentando la película a un dispositivo de formación para producir deformaciones plásticas en la película, en donde los respiraderos en la etapa iii) se crean troquelando la parte inferior de dichas deformaciones.

16. Método de acuerdo con la reivindicación 15, en donde la película se alimenta al dispositivo de formación plegada de modo que diversas capas de la película se deformen simultáneamente a partir de un lado de la película plegada.

5 17. Un invernadero (100) que comprende al menos un conducto (10) de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.

18. Un método para distribuir aire con un conducto (10) de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 en un invernadero (100), comprendiendo el método las etapas de:

10 - Proporcionar aire acondicionado con humedad y/o temperatura predeterminadas al primer extremo (14) del conducto (10) de aire;

- Conducir dicho aire acondicionado a partir del primer extremo (14) en la dirección al segundo extremo (15) del conducto (10) de aire, en particular a través de un ventilador eléctrico dispuesto a contracorriente del conducto (10) de aire;

15 - Suministrar dicho aire tratado a la sección de cultivo de un invernadero (100) a través de los respiraderos (16), siendo el flujo de aire que sale a través de los respiraderos (16) esencialmente el mismo entre todos los respiraderos (16).

20 19. Uso de un conducto (10) de aire de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 para distribuir aire en un invernadero (100), en particular de acuerdo con la reivindicación 17.

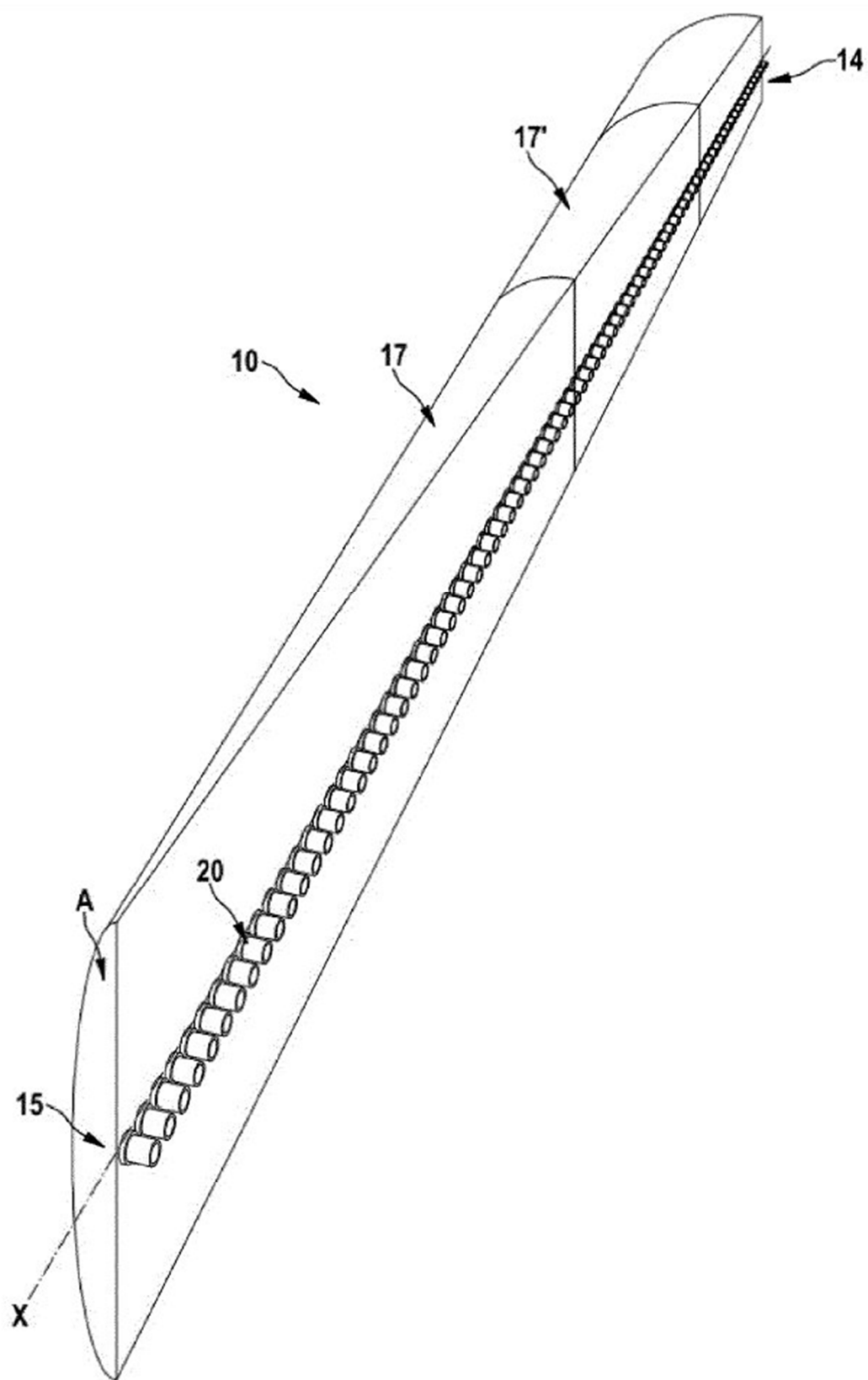


Figura 1a

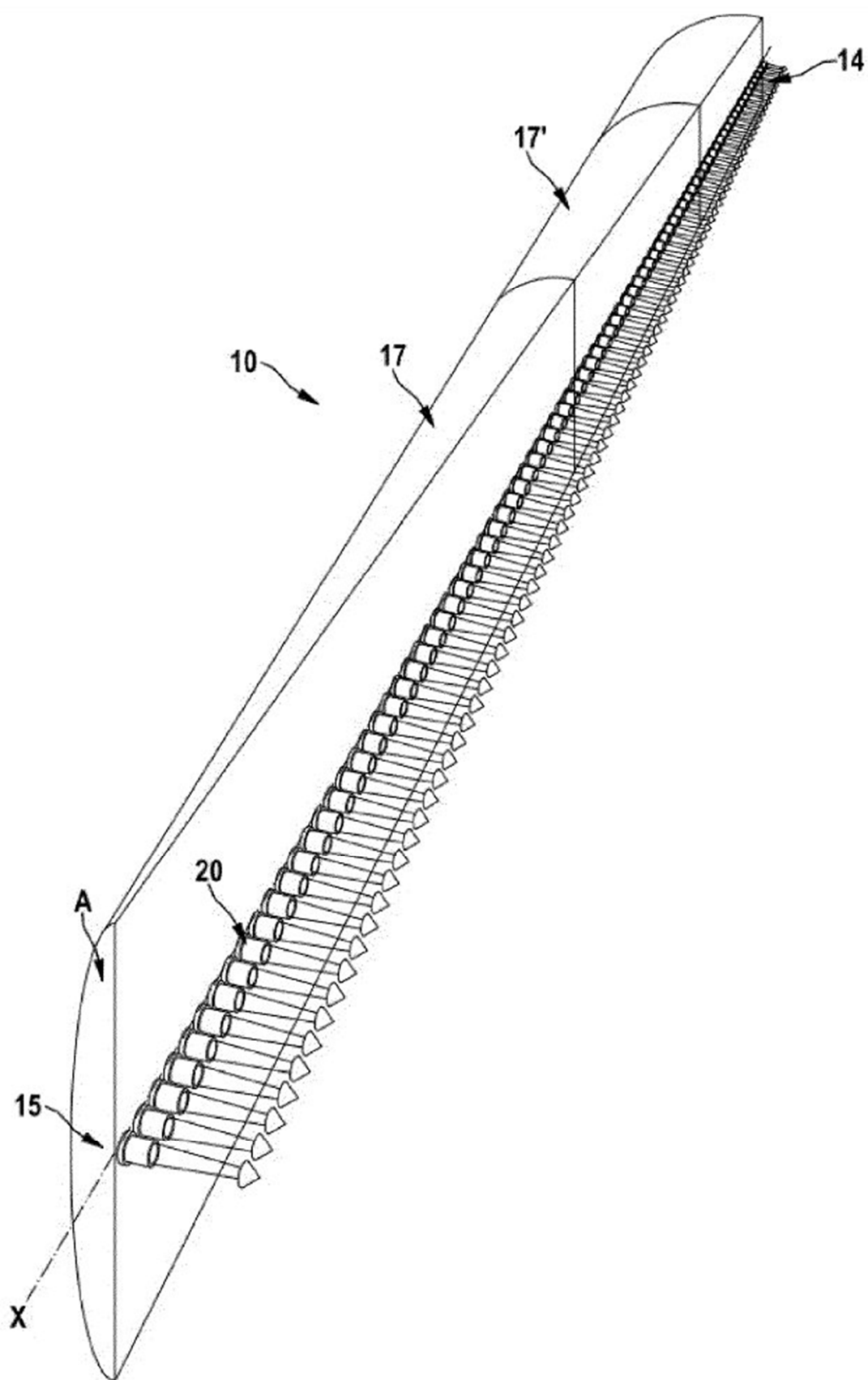


Figura 1b

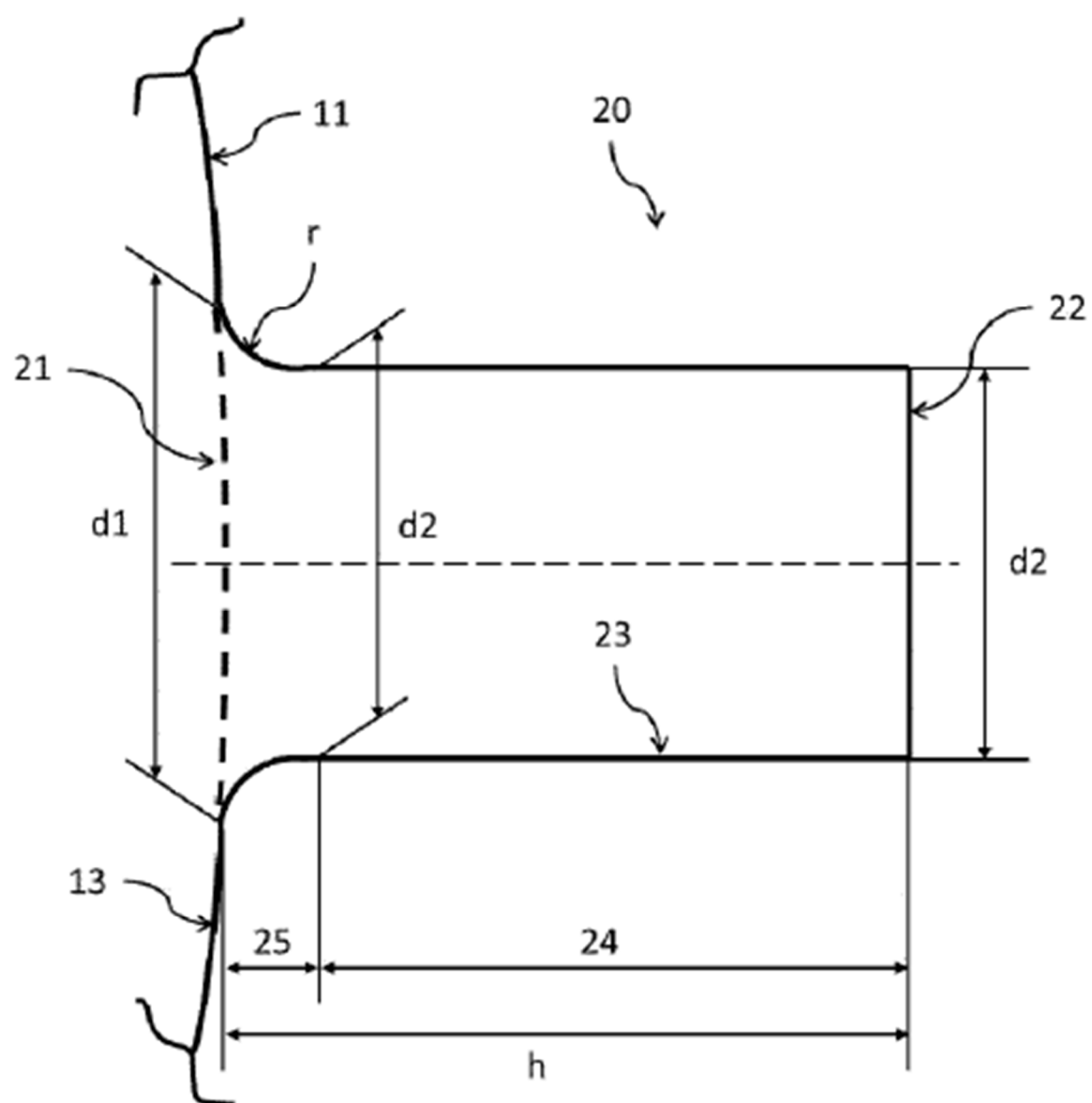


Figura 2

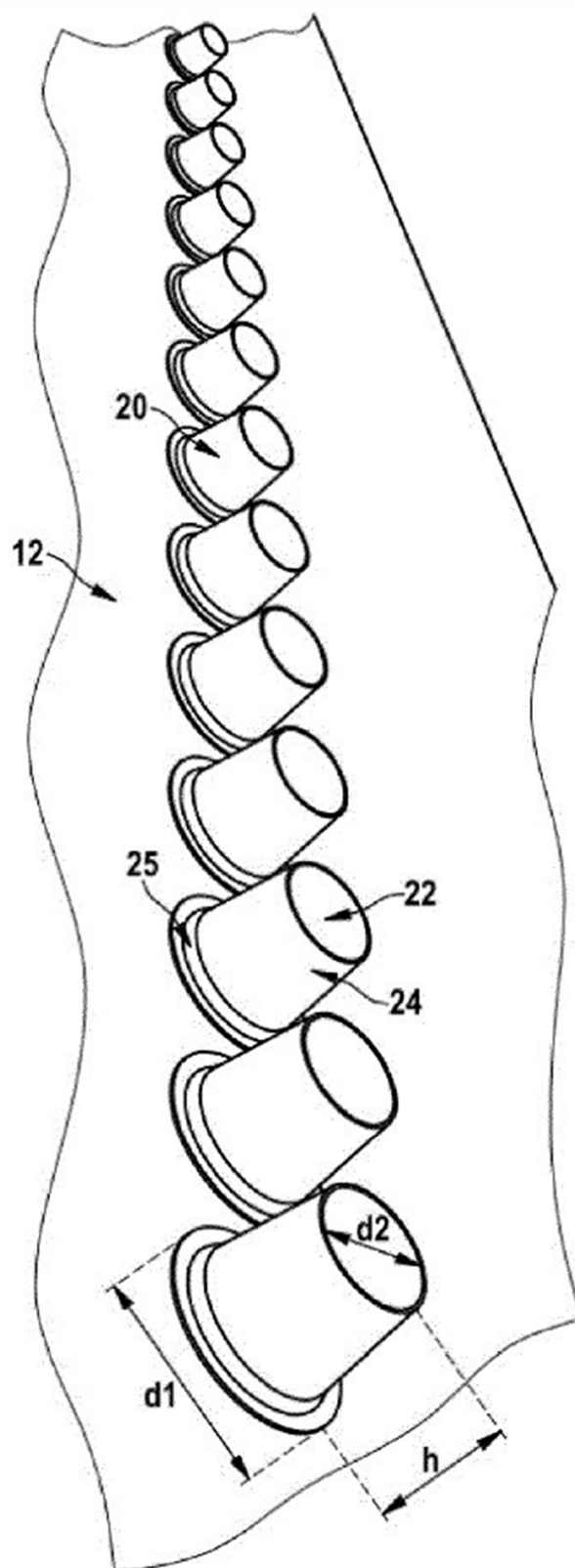


Figura 3

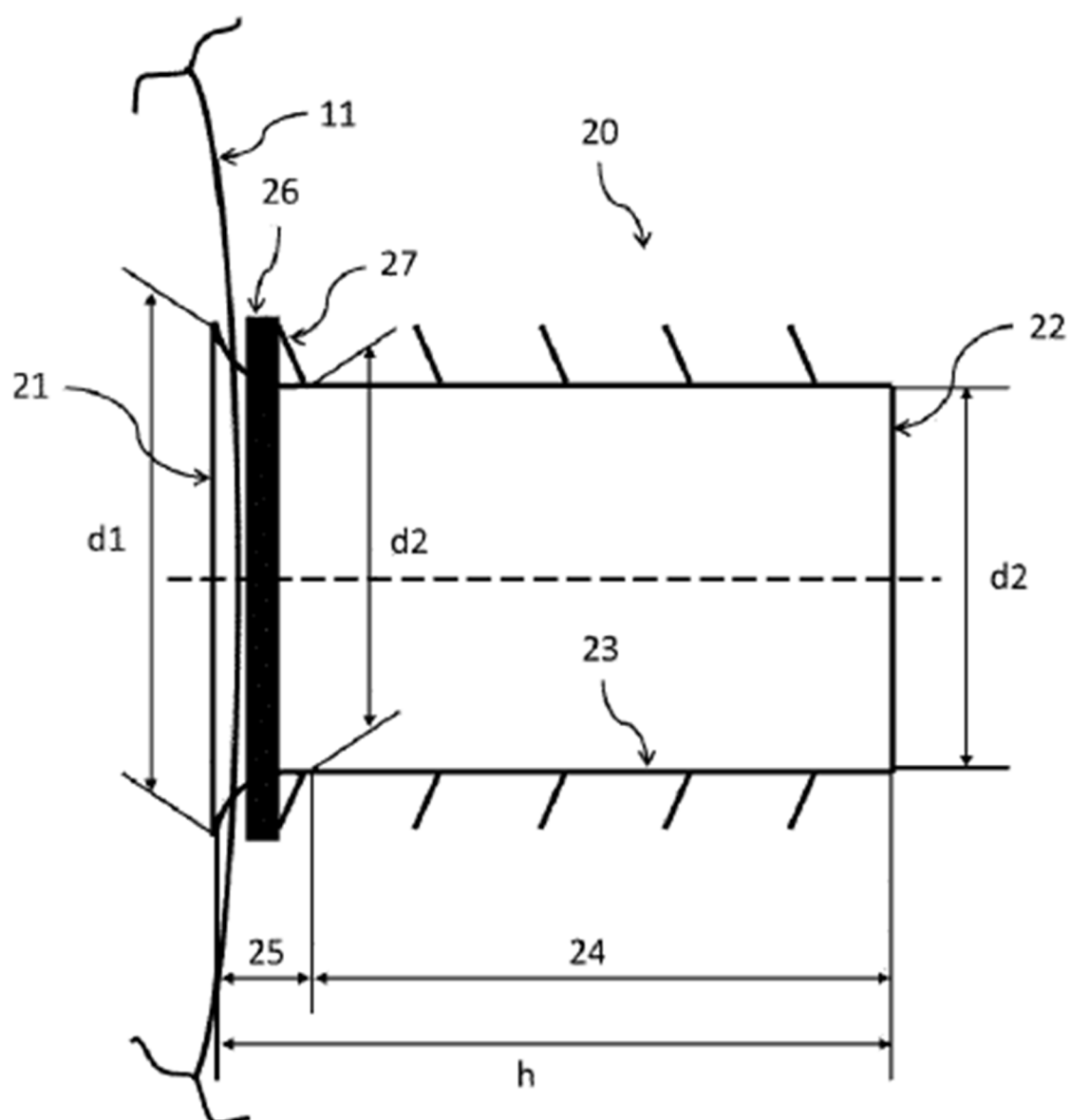


Figura 4

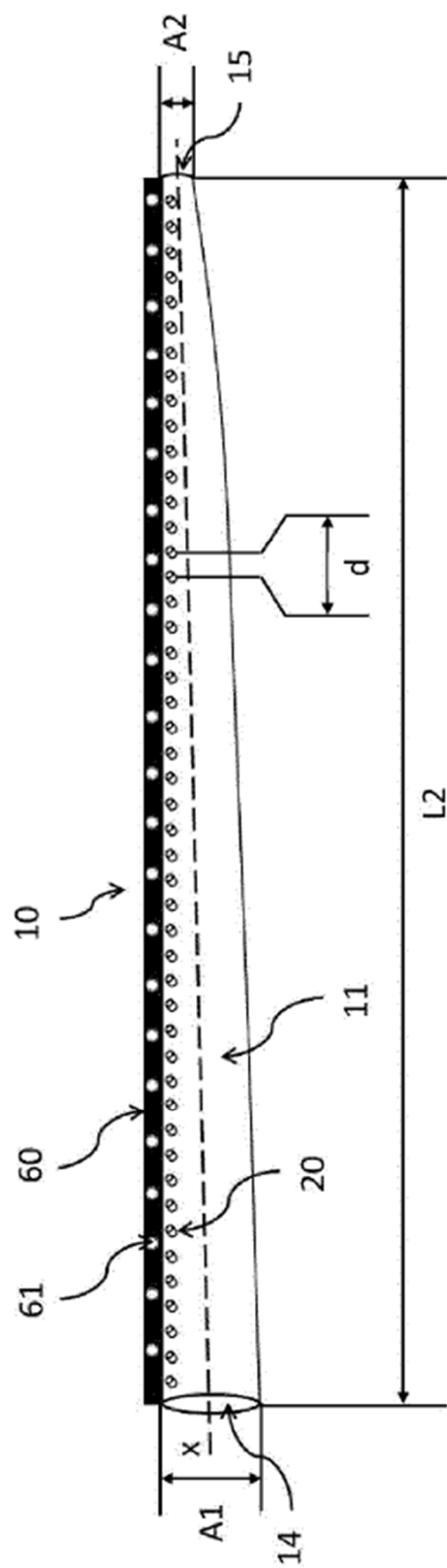


Figura 5