

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 839 210**

51 Int. Cl.:

A01G 9/14 (2006.01)

A01G 9/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2016** **PCT/CA2016/050180**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016** **WO16134465**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2016** **E 16754697 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2020** **EP 3261428**

54 Título: **Invernadero de ecosistema cerrado de múltiples niveles**

30 Prioridad:

24.02.2015 CA 2882972

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

05.07.2021

73 Titular/es:

GAÏA ÉCOSYSTÈMES INC. (100.0%)

3565 rue Hutchison

Montréal, Québec H2X 2G9, CA

72 Inventor/es:

BEAULIEU, GASTON

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 839 210 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

Invernadero de ecosistema cerrado de múltiples niveles

5 **Referencia cruzada a aplicaciones relacionadas**

La presente solicitud reivindica la prioridad con respecto a la solicitud de patente canadiense 2.882.972 presentada el 24 de febrero de 2015.

10 **Campo técnico**

La solicitud se refiere en general a estructuras para el cultivo de plantas y, más en particular, a invernaderos.

Antecedentes

15 Los invernaderos presentan típicamente una o más paredes y techos transparentes que permiten que la radiación solar penetre en la estructura para la fotosíntesis de las plantas. Es difícil controlar las condiciones de crecimiento en el interior de un invernadero sin gastar una cantidad significativa de energía. Muchos invernaderos que ahora se encuentran actualmente en funcionamiento son invernaderos abiertos. Esto resulta necesario porque se necesita ventilación en los días calurosos para retirar el calor del invernadero.

20 Por ejemplo, los invernaderos tienden a acumular grandes cantidades de calor en sus interiores cuando el sol brilla intensamente. Para ciertas especies de plantas, se debe eliminar este calor adicional para mantener una temperatura favorable para el crecimiento de las mismas. Esto normalmente se realiza ventilando el calor del interior del invernadero. En condiciones de calor y humedad, se utilizan uno o más ventiladores, que consumen energía y son propensos a fallos mecánicos. Este control climático que requiere que el invernadero se abra a la atmósfera reduce la capacidad de controlar la humedad del invernadero y los niveles de CO₂ y expone las plantas a insectos, bacterias u otros contaminantes en el aire en regiones con polución. Dichos invernaderos abiertos también tienden a filtrar calor a la atmósfera durante las noches frescas o durante la temporada de invierno en las regiones de latitudes septentrionales, lo que inhibe el crecimiento de las plantas.

25 La mayoría de los invernaderos presenta solo un nivel de plantas, a menudo cerca del nivel del suelo de las instalaciones. Esto requiere una ocupación relativamente grande para instalar dichos invernaderos, con el fin de lograr la capacidad de producción deseada. Otros procedimientos utilizan mecanismos complicados para mover las plantas y exponerlas mejor a la luz natural o artificial o para minimizar el trabajo. Estos mecanismos a menudo resultan difíciles de llevar a cabo y están sujetos a fallos durante la vida útil del invernadero.

30 El documento GB 2516958 divulga una sala de cultivo para proporcionar un entorno de cultivo controlado que comprende un recinto interior transmisor de luz y aislado térmicamente, para contener el entorno de cultivo controlado. El recinto interior encierra, en funcionamiento, una atmósfera controlada para el entorno de cultivo controlado. Un recinto exterior transmisor de luz rodea el recinto interior y está dispuesto para proteger, en funcionamiento, el recinto interior del entorno externo. Una cavidad ventilada está definida entre el recinto exterior y el interior. El recinto exterior prevé por lo menos una abertura de ventilación inferior y por lo menos una abertura de ventilación superior para permitir la ventilación controlada de la cavidad ventilada. Una capa de control de radiación está ubicada en la cavidad ventilada entre el recinto exterior y el recinto interior y se dispone para proporcionar una absorción controlada de la radiación solar incidente, de modo que se controla el nivel de radiación solar en el interior del entorno de cultivo controlado.

35 El documento US 4.160.523 divulga una estructura de aire con una construcción de pared de doble revestimiento que prevé un revestimiento exterior que es sustancialmente transparente a la radiación solar de onda corta pero relativamente opaco a la radiación térmica de onda larga y un revestimiento interior. En el espacio entre revestimientos están dispuestos unos elementos convertidores de radiación, preferentemente en forma de diafragmas de plástico negro que unen los revestimientos interior y exterior y que son efectivos para absorber la radiación solar y convertirla en energía térmica. La estructura es autoportante cuando se expone a la radiación solar y se puede combinar ventajosamente con un acumulador de calor que emite calor y mantiene la estructura erguida en condiciones de disponibilidad reducida de radiación solar. La estructura puede flotar libremente o se puede anclar al suelo para formar, por ejemplo, un invernadero u otro recinto.

40 El documento US 3.498.368 divulga un invernáculo con propósitos hortícolas provisto de una pared de vidrio doble que forma una camisa en la que se inyecta aire y/o agua fría o caliente para regular la temperatura del invernáculo al valor deseado. El agua de calefacción o refrigeración se hace fluir sobre la pared de vidrio interior y, preferentemente, se hace recircular. El aire, humedecido en la medida deseada, puede salir de la camisa al invernáculo a través de una abertura prevista en el extremo superior de la pared de vidrio interior.

Sumario

En un aspecto, está previsto un invernadero que comprende: una barrera transmisora de luz y una superficie de piso, la barrera y la superficie de piso se encuentran conectadas para definir un recinto dentro del invernadero para el cultivo de plantas, comprendiendo dicha barrera una capa interna que delimita el recinto y una capa externa, siendo dichas capas interna y externa impermeables al aire, con el fin de evitar sustancialmente que entre aire en el recinto a través de la capa interna, estando la capa externa espaciada por encima de la capa interna para definir un paso de aire entre las mismas, estando el paso de aire en comunicación fluidica con por lo menos una entrada de aire en una parte inferior de la capa externa y con una salida de aire en una parte superior de la capa externa, fluyendo el aire en el interior del paso de aire de manera pasiva desde dicha por lo menos una entrada de aire a la salida de aire al ser calentado. En la reivindicación 1 y en sus reivindicaciones dependientes 2 a 14 se definen otras características de este aspecto.

En otro aspecto no reivindicado, está previsto un procedimiento para controlar la temperatura de un invernadero, que comprende: hacer circular aire de manera pasiva entre una capa interna y una capa externa del invernadero cuando el aire entre dicha capa interna y dicha capa externa se calienta por el sol, delimitando dicha capa interna un recinto del invernadero para el cultivo de plantas, la circulación del aire entre las capas interna y externa que enfría el recinto y el mantenimiento del aire entre las capas interna y externa cuando dicho aire entre la capa interna y la capa externa no se calienta por el sol, aislando dicho aire estacionario el recinto.

Todavía en otro aspecto no reivindicado, está previsto un invernadero que comprende: una geometría de doble carcasa definida mediante una carcasa interna transparente a la luz unida a un piso para formar un recinto inferior hermético para el cultivo de plantas que no se está conectado al aire exterior y una carcasa externa transparente a la luz separada de la carcasa interna por un espacio de aire, ambas carcasas son impermeables al aire y definen un paso de aire en el que el aire se encuentra constreñido entre las carcasas interna y externa, el paso de aire se encuentra en comunicación fluidica con por lo menos una entrada de aire inferior en una parte inferior de la carcasa externa y con por lo menos una salida de aire superior en una parte superior de la carcasa externa, formando el aire en el interior del paso de aire un flujo ascendente desde la entrada de aire inferior a la salida de aire superior, siendo el flujo ascendente el resultado de la convección cuando el aire en el interior del paso de aire es calentado, transportando el flujo ascendente aire caliente a la salida de aire superior.

Descripción de los dibujos

A continuación, se hace referencia a las figuras adjuntas en las que:

la figura 1A es una vista esquemática en sección transversal de un invernadero, de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

la figura 1B es una vista ampliada de la parte encerrada por un círculo de la figura 1A;

la figura 2A es una vista esquemática en sección transversal del invernadero. La figura 1A se muestra con una superficie de piso inferior instalada con contenedores de cultivo y con plataformas de varios niveles instaladas con torres de cultivo.

la figura 2B es una vista superior de la superficie de piso y los contenedores de cultivo de la figura 2A;

la figura 2C es una vista superior de las plataformas y torres de cultivo de la figura 2A;

la figura 3 es una vista en perspectiva de un invernadero, de acuerdo con otra forma de realización más de la presente divulgación, que se muestra parcialmente en sección.

la figura 4 es una vista ampliada de la parte superior de la figura 3;

la figura 5 es una vista en perspectiva del invernadero de la figura 3 que se muestra con pisos de varios niveles instalados con contenedores de cultivo y torres de cultivo, y

la figura 6 es una vista esquemática en sección transversal de un invernadero, de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación, que se muestra junto a una construcción.

Descripción detallada

Las figuras 1A y 1B muestran un invernadero 10 de varios niveles. El invernadero 10 se usa para promover y mejorar el crecimiento de plantas en su interior. Tal como se explicará con mayor detalle a continuación, el invernadero 10 permite la colocación de plantas a diferentes intervalos verticales dentro del invernadero 10. El invernadero 10 descrito en la presente memoria es también un invernadero 10 "cerrado" dado que presenta un recinto 11 que no se encuentra expuesto directamente al aire del exterior del invernadero 10. Por lo tanto, un

invernadero 10 cerrado de este tipo no pierde ni recibe humedad, calor, plagas y/o CO₂ desde o hacia el aire circundante y, por lo tanto, puede controlar mejor las condiciones en el interior del recinto 11 para cultivo de plantas, donde dicho cultivo de plantas puede ser monocultivo o policultivo. El recinto 11 cerrado donde se cultivan las plantas es una atmósfera controlada y se llena con aire 12.

El invernadero 10 presenta una barrera transmisora de luz 20 y una superficie de piso 30 que cooperan entre sí y/o están conectadas, directa o indirectamente, para definir el recinto 11 interior del invernadero 10. La superficie de piso 30 puede ser una base o piso que se realiza especialmente para el invernadero 10 y su uso. De manera alternativa, la superficie de piso 30 puede ser cualquier superficie sobre la que se apoya el invernadero 10.

La barrera transmisora de luz 20 (o simplemente "barrera 20") define por lo menos una parte del exterior del invernadero. Si bien se puede bombear o proporcionar aire al recinto 12 si así se desea, la barrera 20 forma una estructura que evita que, a través de dicha barrera 20, el aire que rodea al invernadero 10 penetre en el recinto 11. La barrera 20, por tanto, proporciona al invernadero 10 las características de "cerrado" descritas anteriormente. El término "transmisión de luz" se refiere a la capacidad de la barrera 20 para permitir que las longitudes de onda de luz favorables al cultivo de plantas (por ejemplo, la de la radiación solar) penetren a través de la barrera 20 y al interior del recinto 11.

La barrera 20 puede formar cualquier parte del exterior, o carcasa, del invernadero 10 y es, en gran parte, determinante de la forma del invernadero 10. Por ejemplo, en la forma de realización que se muestra, el invernadero 10 presenta una forma de cabaña o similar a una casa que se define mediante las secciones de techo y pared de la barrera 20. Tal como se comentará más adelante, el invernadero 10 puede tomar también cualquier otra forma, siempre que la radiación solar (u otra) pueda penetrar en el invernadero 10. El invernadero 10 de la presente forma de realización puede por lo tanto variar en dimensión desde una ocupación rectangular relativamente pequeña hasta una ocupación mucho mayor, con cualquier longitud de la forma de cabaña o similar a una casa. La forma de realización de la figura 1A muestra un invernadero relativamente estrecho que prevé suficiente espacio para instalar dos entrepisos 61. De manera similar, al aumentar (o ampliar) el ancho del recinto 11, la altura aumentará proporcionalmente y permitirá instalar cualquier cantidad de pisos 61 adicionales o entrepisos para el cultivo de plantas en contenedores de tierra o torres verticales, tal como se comenta a continuación. Por ejemplo, el invernadero 10 puede prever su pared trasera adyacente a un edificio nuevo o existente que presente muchos niveles en altura y, en consecuencia, el invernadero 10 cerrado podría prever muchos niveles disponibles para el cultivo de plantas. Cuanto más grande es el invernadero 10, más eficiente es el flujo de convección natural pasiva de aire circulante en el interior del invernadero 10, tal como se describe con mayor detalle a continuación.

La barrera 20 incluye una capa interna 21 y una capa externa 22, ambas impermeables al aire. La capa interna 21 delimita y define la extensión del recinto 11 para el cultivo de plantas. La capa externa 22 se encuentra expuesta al aire que circunda el invernadero 10. Las capas interna y externa 21, 22 se pueden realizar en cualquier material o medio adecuado para transmitir luz a su través y para evitar sustancialmente el paso de aire exterior al interior del recinto 11. Dichos materiales pueden ser duros o flexibles. Estos incluyen, pero no se limitan a, películas o paneles de policarbonato. También pueden incluir poli (metacrilatos de metilo) (PMMA), comúnmente denominados vidrio acrílico o acrílico. Los nombres comerciales comunes de dichos materiales incluyen Plexiglas™ y Acrylite™. Las capas interna y externa 21, 22 se pueden realizar en materiales acrílicos separados. Por ejemplo, la capa externa 22 se puede realizar en Acrylite™ ALLTOP Clear y puede presentar un grosor de aproximadamente 16 mm, mientras que la capa interna 21 se puede realizar en Acrylite™ HeatStop Cool blue y puede presentar un grosor de aproximadamente 8 mm.

La capa externa 22 está espaciada y situada por encima de la capa interna 21 a lo largo de la longitud de cada capa 21, 22. Esta configuración de las capas interna y externa 21, 22 define un volumen en el que el aire se puede acumular y circular, que se denomina aquí paso de aire 23. Dada la naturaleza impermeable al aire de cada capa 21, 22, el aire 12 en el interior del paso de aire 23 se encuentra confinado en la extensión del paso de aire 23, y se evita que entre en el recinto 11 a través de la capa interna 21. Las capas interna y externa 21, 22 proporcionan, por tanto, una configuración de "doble carcasa". Por lo tanto, se puede apreciar que la configuración de "doble carcasa" de la barrera 20 puede evitar que el aire caliente entre en el recinto 11 del invernadero 10 en los días soleados, mientras que también proporciona un lugar para que el aire sustancialmente estancado se acumule y, de este modo, aisle el recinto 11 en días menos soleados o más fríos. Por lo tanto, la configuración de doble carcasa colabora tanto en enfriar el recinto 11 como en reducir la pérdida de calor del mismo.

Todavía haciendo referencia a las figuras 1A y 1B, el paso de aire 23 se extiende entre las capas interna y externa 21, 22 superpuestas. Dicho paso de aire 23 está en comunicación fluidica con una o más entradas de aire 24, que se encuentran ubicadas hacia la parte inferior de la barrera 20, y con una o más salidas de aire 25 que se encuentran ubicadas hacia la parte superior de la barrera 20. Dichas entrada y salidas de aire 24, 25 son ventilaciones, orificios u otras aberturas en la capa externa 22 de la barrera 20. Las mismas permiten que el aire exterior entre en el paso de aire 23 y sea transportado desde el paso de aire 23 fuera del invernadero 10. Cada entrada de aire 24 está situada en una parte inferior 22A de la capa externa 22. En la forma de realización que se muestra, la parte inferior 22A está situada hacia la superficie de piso 30 pero separada verticalmente de la misma.

De manera similar, cada salida de aire 25 está ubicada en una parte superior 22B de la capa externa 22, que en la forma de realización que se muestra es una parte superior de la capa externa 22. Otras configuraciones para las partes inferior y superior 22A, 22B de la capa externa 22 se encuentran dentro del alcance de la presente divulgación. Una o más de las entradas 24 y salidas 25 de aire pueden prever puertas con persianas para proteger contra la entrada de residuos, lluvia o nieve en el paso de aire 23, y/o con canaletas para recoger la lluvia y la nieve que se escurre de la capa externa 22. Además, las puertas con persianas se pueden abrir para permitir el flujo libre de aire con el fin de enfriar o se pueden cerrar para mantener estancado el aire 12 en el paso de aire 23 con finalidad aislante.

La configuración de doble carcasa de las capas interna y externa 21, 22 permite el enfriamiento pasivo y el aislamiento del recinto 11 del invernadero 10. El término "pasivo" se refiere a la capacidad de las capas interna y externa 21, 22 para bloquear y/o limitar la entrada de calor al recinto 11 o para disipar el exceso de calor que se ha acumulado dentro del recinto 11 como resultado de la radiación solar, y para colaborar en el mantenimiento del calor en el interior del recinto 11 cuando el ambiente exterior es más frío, sin utilizar sistemas mecánicos (es decir, ventiladores, bombas, calentadores, etc.).

La configuración de enfriamiento pasivo típicamente se aplica en días calurosos y soleados cuando existe la necesidad de enfriar el recinto 11 reduciendo la penetración de calor en dicho recinto 11 o retirando el calor del mismo. El aire 12 confinado en el paso de aire 23 se calienta por radiación solar u otra radiación térmica, y/o por conducción, a menudo a una temperatura que es mayor que la del aire exterior al invernadero 10. La densidad del aire caliente 12 se reduce en el paso de aire 23 y se crea un flujo de convección natural ascendente. Debido a que el aire caliente 12 se encuentra confinado en el paso de aire 23, su tendencia a elevarse se encuentra limitada y, de este modo, el aire 12 es conducido mediante las capas interna y externa 21, 22 a la salida de aire 25. Este movimiento del aire caliente 12 crea un flujo de aire ascendente a lo largo de la dirección de flujo F, provocado principalmente por la densidad reducida del aire caliente en el interior del paso de aire 23 en comparación con la densidad relativamente más alta del aire más frío del exterior del invernadero 10. El aire de menor densidad asciende de forma natural en el interior del paso de aire 23 provocando, de este modo, un flujo ascendente entre las entradas de aire 24 y las salidas de aire 25. Esta circulación del aire 12 transporta calor a una o más salidas 25 y también extrae calor del recinto 11, a través de la conducción de calor, y radiación a través de la capa interna 21, colaborando en el enfriamiento del recinto 11. Por lo tanto, dicho recinto 11 cerrado del invernadero 10 permanece más frío, incluso si no se permite ventilación del recinto 11 al aire exterior.

La configuración de aislamiento pasivo suele tener efecto en días fríos y/o menos soleados, cuando es necesario conservar el calor en el interior del recinto 11. El aire 12 confinado en el paso de aire 23 presenta aproximadamente la misma temperatura que el aire exterior al invernadero 10, cuando el sol no brilla. Por lo tanto, hay poca circulación del aire 12 debida a la convección entre las entradas de aire 24 y la salida de aire 25. Además, se pueden instalar puertas con persianas para cerrar parcial o totalmente las entradas de aire 24 con el fin de evitar el flujo de aire y capturar el aire 12 entre la estructura de doble carcasa del paso interior 23, con finalidad aislante. Por lo tanto, el aire 12 en el interior del paso de aire 23 permanece sustancialmente estacionario o estancado. Dadas las propiedades aislantes relativamente importantes del aire, el aire 12 en el interior del paso de aire 23 forma, de este modo, una capa aislante alrededor del recinto 11, que limita y/o evita la fuga de calor del mismo. Por tanto, se puede apreciar que la estructura de doble carcasa de la barrera 20 reduce y/o evita que el calor salga del recinto 11 durante las noches o en los días fríos. Por lo tanto, el efecto combinado de la configuración de doble carcasa de las capas interna y externa 21, 22 y una capa de aire en el interior del paso de aire 23 proporcionan resistencia a la disipación de calor y colaboran en el mantenimiento del recinto 11 interior a la temperatura deseada, incluso sin un sistema de calefacción suplementario.

Por lo tanto, se puede apreciar que la estructura del invernadero 10 colabora en la consecución de un enfriamiento pasivo, accionado por el sol, y un aislamiento del área de cultivo de plantas 11. De esta manera, dicho invernadero 10 presenta una eficiencia energética mejorada porque consume menos energía que los invernaderos convencionales que normalmente utilizan sistemas mecánicos de refrigeración y/o calefacción. Por tanto, las cargas de energía de refrigeración y calefacción del invernadero 10 se minimizan con técnicas pasivas accionadas por el sol que son parte de la configuración y geometría estáticas del invernadero 10 que contiene el recinto 11 cerrado.

También se apreciará que los efectos de enfriamiento y aislamiento provocados por la estructura de la barrera 20 se pueden amplificar aumentando el volumen del paso de aire 23. Cuanto mayor sea el volumen del paso de aire 23, más aire caliente 12 se podrá mover hacia la salida de aire 25 y el aire más estancado 12 estará disponible para aislar el recinto 11. Si se desea, el tamaño del paso de aire 23 entre las dos capas transparentes 21, 22 se puede aumentar de manera proporcional al tamaño total o al volumen de aire del recinto 11 que se precisa controlar en temperatura. Por ejemplo, para invernaderos 10 relativamente pequeños, como el que se muestra en la figura 1A, el tamaño del paso de aire 23 puede comenzar en 20 centímetros y puede ser de hasta 3 metros para invernaderos 10 multinivel relativamente grandes de diez niveles o más. Por tanto, se puede apreciar que el tamaño del paso de aire 23 entre las dos capas transparentes y herméticas 21, 22 contribuye a la eficiencia del efecto de enfriamiento por convección natural. Además, el invernadero 10 puede prever dispositivos para variar el flujo másico de aire 12 en el paso de aire 23, como, por ejemplo, puertas de persianas variables que se pueden regular

para variar el flujo de aire 12 a través de las entradas de aire 24, con el fin de lograr un efecto de enfriamiento óptimo dependiendo del nivel de radiación solar, la temperatura exterior y la temperatura objetivo deseada dentro del recinto 11 inferior, entre otros factores.

- 5 A continuación, se describirán las características de las diversas formas de realización del invernadero 10 con mayor detalle.

En la forma de realización de las figuras 1A y 1B, la barrera 20 incluye una o más secciones 26 de techo transmisoras de luz soportadas por una o más secciones 26A de pared transmisoras de luz. La barrera 20 prevé una primera sección de techo 26B y una segunda sección de techo 26C, ambas inclinadas con respecto a la superficie de piso 30. Más particularmente, la primera sección de techo 26B se encuentra orientada hacia el sur y se encuentra inclinada en un ángulo de aproximadamente 45 grados con respecto a la superficie de piso 30, para maximizar la penetración de los rayos solares. La segunda sección de techo 26C también se encuentra inclinada en un ángulo de aproximadamente 45 grados con respecto a la superficie de piso 30, pero es más corta que la primera sección de techo 26B porque se encuentra orientada hacia el norte y, por tanto, recibe menos exposición al sol. La sección de pared 26A forma un ángulo de aproximadamente 90 grados con respecto a la superficie de piso 30. La sección de pared 26A está concebida para maximizar el volumen del recinto 11 para una determinada ocupación de invernadero 10 o uso del suelo. La luz natural difusa penetra en la sección de pared 26A. Las paredes 27 opacas a la luz pueden proporcionar soporte estructural a la barrera 20, así como aislamiento.

Haciendo referencia a la figura 1B, la salida de aire 25 de la capa externa 22 está dispuesta en una sección de vértice 28. La salida de aire 25 incluye un paso de salida 25A que está definida por unas capas exteriores 22 espaciadas de la primera y segunda secciones de techo 26B, 26C. El paso de salida 25A incluye una o más estructuras 25B con forma aerodinámica dispuestas en el mismo. Las superficies 25C de las estructuras 25B contribuyen al flujo laminar que tiene lugar dentro del paso de salida 25A. Las superficies 25C con forma aerodinámica facilitan el flujo de aire 12 desde el paso de salida 25A, en particular, cuando se compara con dicha forma si el paso de salida 25A fuese una pared recta daría lugar a un flujo turbulento y podría tener lugar un efecto de obturación, reduciendo sustancialmente el flujo de aire en la salida 25 y, posteriormente, el efecto de enfriamiento del flujo de aire. Las superficies 25C también reducen el área de la sección transversal del paso de salida 25A. Esto crea un efecto Bernoulli en el flujo de aire, reduciendo su presión a medida que acelera entre las dos estructuras 25B con forma aerodinámica. Por lo tanto, se puede apreciar que esta "estructura de doble perfil aerodinámico" puede actuar como una bomba de aire, ya que la presión en la garganta del paso de salida de aire 25A es menor que la de las entradas de aire 24. Dado que el aire fluye de alta a baja presión, se presenta un aumento en el flujo de aire de enfriamiento, en comparación con solo el flujo de convección natural.

Todavía haciendo referencia a la figura 1B, el paso de salida 25A puede contribuir a aumentar aún más la velocidad del flujo de aire de enfriamiento con la ayuda del efecto COANDA, que es la capacidad del flujo de permanecer unido a superficies convexas (como las superficies 25C). Esta forma de realización lleva a cabo el efecto COANDA de la siguiente manera: dos conductos o entradas de alimentación de aire adicionales 27A y 27B se ubican en la parte superior de la capa externa 22. Se conectan a las dos entradas de aire 27A, 27B las superficies curvadas 28A, 28B que son un conjunto de álabes de guiado de entrada (IGV) que dirigen el flujo de aire desde las entradas de aire 27A, 27B a los espacios 29A, 29B delgados justo debajo de las superficies aerodinámicas 25C. Esta geometría colabora en proporcionar un flujo de aire secundario en las entradas de aire secundario 27A, 27B, este flujo de aire secundario se proporciona de forma naturalmente mediante el viento (cuando es lo suficientemente fuerte) o mediante una tubería de aire presurizado con una ranura dirigida hacia las entradas de aire 27A, 27B. Dicho flujo de aire secundario se transporta a los espacios 29A, 29B delgados a una velocidad del aire relativamente elevada. Este flujo de velocidad relativamente elevada (en comparación con la velocidad del flujo de convección natural) se adhiere a las superficies aerodinámicas 25C debido al efecto COANDA. Dicho flujo de velocidad elevada contribuye a empujar el aire al paso de salida 25A y puede aumentar el flujo de aire neto en la garganta de salida 31 en comparación con las velocidades del aire causadas solo por el flujo de convección natural creado por el sol que calienta el aire entre la barrera de doble carcasa 20. Se puede apreciar que este flujo de velocidad elevada, que resulta de la adición del flujo de convección natural creado por el calor del sol entre las carcasas, creando el efecto Bernoulli una reducción de presión en la garganta de la estructura de salida de doble perfil aerodinámico y, finalmente, el efecto multiplicador creado por el flujo COANDA contribuye a mantener un ambiente fresco en el recinto 11 inferior utilizado para el cultivo de plantas. Además, tal como se explica más adelante, esta forma de realización permite la producción de electricidad mediante esta estructura geométricamente optimizada.

Haciendo referencia a las figuras 2A a 2C, el invernadero 10 multinivel puede prever una superficie de piso de hormigón geopolímero 30 y una pluralidad de plataformas 61. Dichas plataformas 61 son unas superficies sustancialmente horizontales que soportan el peso de las plantas que se colocan sobre las mismas para el cultivo. Dichas plataformas 61 están espaciadas verticalmente entre sí y con respecto a la superficie de piso 30 en el interior del recinto 11, permitiendo así cultivar plantas en "tres dimensiones". Dicho de otra manera, la presencia de la pluralidad de plataformas 61 en diferentes posiciones verticales en el interior del recinto 11 aumenta la capacidad de producción del invernadero 10 en comparación con los invernaderos convencionales, en los que las plantas normalmente se cultivan en un solo nivel. La superficie de piso de suelo 30 puede prever una pluralidad de

contenedores 64 que contienen tierra o sustrato para las raíces de las plantas, para permitir el cultivo de una gran variedad de vegetales con raíces o de cualquier tipo de plantas. La pluralidad de contenedores 64 se muestra elevada por encima de la superficie de piso 30, de modo que el nivel superior de los contenedores 64 se encuentra a la altura de la cintura para facilitar el cultivo de plantas sin tener que agacharse. El ancho de los contenedores 64 se regula, por ejemplo, a 1,2 m de ancho para que las plantas sean accesibles a mano desde cualquiera de los lados. Se pueden colocar varios dispositivos en las plataformas 61 para facilitar el cultivo de plantas. En la forma de realización que se muestra, está dispuesta una pluralidad de torres de cultivo verticales 62 en el interior del recinto para aumentar aún más la cantidad de plantas en el recinto 11 creciendo hacia arriba en "tres dimensiones". Además, las plataformas 61 se pueden construir opcionalmente en un material de vidrio reforzado transparente (o cualquier otro material transparente) para permitir una mayor penetración de la luz solar en dicho recinto 11. A medida que aumenta la anchura W del invernadero 10, también se puede aumentar su altura H, lo que permite la instalación de plataformas 61 adicionales. En dicha configuración, la anchura de cada plataforma 61 también puede aumentar proporcionalmente. La longitud L del invernadero puede ser de cualquier tamaño.

Haciendo referencia a la figura 3, el invernadero 100 presenta una barrera 120 transmisora de luz que forma una cúpula 120A. Dicha cúpula 120A es una estructura redondeada que se extiende desde la superficie de piso 130. En esta forma de realización, la entrada de aire 124 incluye una abertura anular dispuesta en la parte inferior de la cúpula 120A y que cubre la totalidad de su circunferencia. La figura 3 es una forma de realización diferente, en una estructura en forma de cúpula, de los mecanismos pasivos accionados por el sol explicados con anterioridad. Dicha cúpula 120A permite la construcción de invernaderos 100 multinivel mucho más grandes en una capacidad independiente. Se puede apreciar que la forma del edificio no tiene por qué ser necesariamente una cúpula, sino que puede presentar cualquier geometría, como un cono, un cono truncado, una pirámide, etc. Esta forma de realización permite que se construyan invernaderos 100 de varios niveles, a gran escala industrial directamente en ciudades o en la periferia de ciudades sin la necesidad de grandes superficies de suelo, como lo requerirían los invernaderos convencionales que tuvieran la misma capacidad de producción.

El edificio en forma de cúpula de la figura 3 prevé capas interna y externa 121, 122 lo que proporciona la configuración o geometría de "doble carcasa" descrita anteriormente. Por lo tanto, se puede apreciar que la geometría de "doble carcasa" de la barrera 120 puede evitar que el aire caliente entre en el recinto 111 del invernadero 100 en días soleados y lo enfríe mediante el flujo de convección natural entre las dos capas transparentes 121, 122, al tiempo que proporciona un lugar para que se acumule aire sustancialmente estancado y, por lo tanto, aisle el recinto 111 en días menos soleados o más fríos. Por lo tanto, la configuración de doble carcasa colabora tanto en enfriar el recinto 111 como en reducir la pérdida de calor del mismo. Tal como se ha expuesto con anterioridad, también se apreciará que los efectos de enfriamiento y aislamiento provocados por la estructura de la barrera 120 se pueden amplificar aumentando el volumen del paso de aire 123. La estructura de "doble cúpula" de la figura 3 puede prever un espacio de aire de varios metros de espesor, dado el gran volumen del recinto 111.

El invernadero 100 de la figura 3 presenta una torre de salida 140, de la que se muestra un ejemplo en la figura 4. Dicha torre de salida 140 se monta alrededor del vértice de la cúpula 120A. La salida 125 está en comunicación fluidica con la entrada anular circunferencial 124 situada en la base de la cúpula a través del paso de aire 123 entre las capas transparentes interna 121 y externa 122. Un cuerpo guía de flujo, que se muestra aquí como una estructura de forma cónica 141, instalado en la parte superior de la capa interna 121, dirige el flujo de aire procedente del paso de aire 123 al paso de salida 125A. La forma de reloj de arena de la torre de salida 140 proporciona una superficie aerodinámica 125C que reduce y/o evita que se produzca un flujo turbulento, evitando así la obturación del flujo. La superficie aerodinámica cilíndrica 125C crea una reducción en el área del paso de salida 125A. Esto crea un efecto Bernoulli en el flujo de aire, reduciendo su presión a medida que acelera dentro del paso de salida de forma aerodinámica 125A. Por lo tanto, se puede apreciar que esta configuración aerodinámica actúa como una bomba de aire ya que la presión en la garganta del paso de salida 125A es menor que la de la entrada de aire inferior 124. Dado que el aire fluye de alta a baja presión, se puede producir un aumento en el flujo de aire de enfriamiento pasivo, en comparación con el solo flujo de convección natural.

Haciendo referencia a la figura 4, la torre de salida 140 está configurada para aumentar adicionalmente la velocidad del flujo de aire de enfriamiento con la ayuda del efecto COANDA, tal como se ha descrito con anterioridad. El efecto COANDA se lleva a cabo mediante una entrada de aire anular secundaria 127 que alimenta aire al canal cilíndrico creado por un álabe de guiado de entrada anular (IGV) 128. El aire 12 se acelera a través de un espacio anular 129 delgado y el flujo de aire se adhiere a la superficie aerodinámica 125C gracias al efecto COANDA. Debido a la viscosidad del aire y la presión reducida creada por el flujo de aire sobre la superficie aerodinámica 125C, la velocidad del flujo de aire en el paso de salida 125A, donde tiene lugar el flujo F, aumenta significativamente en comparación con la velocidad del flujo de convección natural creado por el sol que calienta el aire entre la barrera de doble carcasa 120. Se puede apreciar que este flujo de velocidad relativamente elevada, resultante de la adición de convección natural, efecto Bernoulli y el flujo COANDA, contribuye a mantener un ambiente fresco en el recinto 111 inferior utilizado para el cultivo de plantas.

Tal como se ha descrito con anterioridad, en esta estructura optimizada se puede generar electricidad. Se instala una primera turbina eólica 144A en la garganta, por ejemplo, del paso de salida 125A donde se produce la máxima

velocidad F del flujo de aire. Por tanto, la energía cinética del flujo de aire se transforma en electricidad mediante la turbina eólica 144A.

También se puede instalar un difusor de flujo de aire anular 145 en la parte superior de la torre de salida 140. El flujo de aire F2 que sale de la parte superior de la torre 142 crea un efecto de succión dentro del difusor 145 que colabora en la aspiración de aire adicional desde el exterior a través de una entrada anular de difusor 146. Esto aumenta el flujo másico de aire F2 que circula hacia el difusor 145. En ese punto, la velocidad del flujo de aire F2 es más lenta que la del flujo de aire F en el canal de salida 125A. Sin embargo, el área mucho más grande del difusor 145 puede recibir una segunda turbina eólica 144B en la garganta del difusor 145. La colocación de un difusor 145 en la parte superior de la torre de salida 140 puede aumentar la potencia eléctrica producida por esta estructura de la torre de salida 140. También es posible hacer funcionar el invernadero 100 sin instalar el difusor 145 y la turbina eólica 144B, y solo con la torre de salida 140 produciendo electricidad con la turbina eólica 144A.

Otro dispositivo que se puede colocar en la torre de salida 140 es un intercambiador de calor. El intercambiador de calor puede estar en comunicación fluidica con el aire 12 que sale del invernadero 100. Durante el funcionamiento del intercambiador de calor, el calor del aire caliente 12 procedente del paso de aire 123 se transfiere a un fluido primario en el intercambiador de calor, calentando así el fluido primario. El fluido primario calentado se puede utilizar para diversos propósitos. Por ejemplo, cuando el fluido primario es un líquido, como agua líquida, el líquido calentado se puede transportar por una red de tuberías a un depósito de agua aislado debajo de la superficie de piso 130, donde un intercambiador de calor de agua a agua transfiere calor al depósito de agua para un uso posterior. El calor también se puede transferir directamente a un lecho de arena anular 150 (véase la figura 3) ubicado justo debajo de la entrada de aire 124. El líquido calentado en las tuberías puede calentar directamente el lecho de arena 150 donde se encuentra instalada una pluralidad de tuberías. A continuación, el lecho de arena 150 transferirá el calor al paso de aire 123 encima del lecho de arena. Dicho lecho de arena 150 forma así un disipador de calor, que es un dispositivo de transformación de energía que toma el calor residual del aire 12 (o de cualquier proceso industrial en el que sobre calor) y contribuye al flujo de aire convectivo entre las dos capas 121, 122. El calor residual recolectado de esta manera se puede reutilizar durante las noches más frías o cuando el sol resulta insuficiente para mantener una temperatura suficientemente cálida en el recinto 111.

La superficie 130 del piso principal, del invernadero 100, puede formar parte de una base de hormigón geopolímero. Dicha base de geopolímero puede aumentar la durabilidad de la superficie de piso 130 y/o la estructura que soporta el invernadero 100. El hormigón geopolímero presenta características mejoradas en comparación con el hormigón Portland que se utiliza en general, porque es impermeable al agua y se deteriora relativamente poco con el tiempo. Incluso cuando se expone a un ambiente de alta humedad como un invernadero, el hormigón geopolímero resiste el deterioro. La fabricación de cemento geopolímero, que se utiliza para producir hormigón geopolímero, genera mucho menos CO₂ que el cemento Portland convencional. Esto contribuye a la certificación LEED del invernadero 100.

Tal como se muestra en la figura 5, el invernadero 100 multinivel también puede incluir una pluralidad de pisos de hormigón geopolímero 160, dependiendo de la altura total del edificio. Estos son superficies sustancialmente horizontales que soportan el peso de las plantas que se colocan sobre las mismas para el cultivo. Los pisos de hormigón geopolímero 160 se separan verticalmente entre sí y con respecto a la superficie de piso 130 en el interior del recinto 111, lo que permite cultivar plantas en "tres dimensiones". Dicho de otra manera, la presencia de la pluralidad de pisos 160 en diferentes posiciones verticales en el recinto 111 aumenta la capacidad de producción del invernadero 100 en comparación con los invernaderos convencionales, en los que las plantas normalmente se cultivan en un solo nivel. Cada piso 160 puede estar provisto de una pluralidad de contenedores 164 que contienen tierra, o sustrato para raíces de plantas, con el fin de permitir el cultivo una gran variedad de vegetales con raíces o de cualquier tipo de plantas. Por ejemplo, se pueden utilizar los contenedores de cultivo 164 colocados más abajo en el recinto 111 para cultivar tubérculos, mientras que los que están cerca de la parte superior del recinto 111 se pueden utilizar para cultivar frutas y verduras tropicales. La pluralidad de contenedores 164 se muestra elevada por encima de la superficie de piso 130 o por encima de los pisos 160, de modo que el nivel superior de los contenedores 164 esté a la altura de la cintura para facilitar el cultivo de plantas sin tener que agacharse. El ancho de los contenedores 164 se regula a 1,2 m de ancho, por ejemplo, de modo que las plantas resulten accesibles a mano desde cualquiera de los lados. Una zona tropical, definida por encima del piso superior 160, es un volumen de aire cerrado secundario porque el piso superior 160 toca y se sella con la capa interna 121 a lo largo de su periferia, lo que permite una temperatura del aire diferente o más elevada en esa zona para el cultivo de plantas tropicales.

Haciendo referencia a la figura 5, una pluralidad de plataformas 161 está unida a la periferia exterior de cada piso 160. Las plataformas 161 se extienden radialmente hacia afuera hacia la capa interna transparente 121 y están espaciadas angularmente a lo largo de la circunferencia exterior de los pisos 160. Para cada piso 160 verticalmente adyacente, las plataformas 161 se encuentran desfasadas o desplazadas angularmente. En la forma de realización que se muestra, las plataformas 161 están espaciadas angularmente unos cuarenta grados y también se encuentran desplazadas angularmente o desfasadas con las plataformas 161 verticalmente adyacentes en unos cuarenta grados. Esto permite que la luz penetre en los niveles inferiores del recinto 111.

Se pueden colocar varios dispositivos en las plataformas 161 para facilitar el cultivo de plantas. En la forma de realización que se muestra, una pluralidad de torres de cultivo 162 verticales está dispuesta en el interior del recinto 111. Cada plataforma 161 soporta una pluralidad de torres de cultivo 162. Las torres más altas 162, que presentan 2 m de altura, por ejemplo, se pueden colocar en los pisos del nivel inferior 160 y se pueden elevar hasta justo por debajo de la capa interna 121, mientras que las torres más bajas 162, que presentan, por ejemplo, 1,2 m de altura, se pueden colocar en los pisos de nivel superior 160 y también se pueden elevar hasta justo por debajo de la capa interna 121. Además, las plataformas 161 se pueden construir opcionalmente en un material de vidrio reforzado transparente (o en cualquier otro material transparente) para permitir una mayor penetración de la luz solar en el recinto 111.

Por tanto, se puede apreciar que los invernaderos 10, 100 descritos en la presente memoria son unos invernaderos 10, 100 multinivel, de cualquier tamaño o forma deseados, que permiten el enfriamiento solar pasivo y el calentamiento/aislamiento para un invernadero 10, 100 de ecosistema cerrado. Además, la figura 3, que muestra un total de diez pisos 160, y la figura 5, que muestra un total de cinco pisos 160, únicamente son ilustrativas y no está limitada la cantidad de pisos 160, la única limitación es la integridad estructural del invernadero 10, 100 en general, cuando se exponen a cargas de gravitatorias y cargas por el viento. Por lo tanto, el invernadero 10, 100 puede ser un invernadero de ecosistema cerrado multinivel, verticalmente integrado, de escala industrial 10, 100. Este tipo de invernadero 10, 100 reduce la cantidad de energía necesaria para enfriar y calentar en comparación con los invernaderos convencionales, y reduce la presencia de sistemas mecánicos relativamente pesados. El volumen total de los recintos 11, 111 de los invernaderos 10, 100 puede, por tanto, utilizarse para el cultivo de plantas, proporcionando así un invernadero "tridimensional" 10, 100.

La disposición de los pisos interiores 160 y las plataformas 161 permite que la masa de aire en el interior del recinto 111 se mueva libremente. Esta disposición está concebida para permitir una corriente de aire natural que colabore en el transporte de la humedad y del CO₂ a través del recinto 111 del invernadero y para crear un ecosistema natural que sople lentamente las hojas de las plantas como una brisa de viento suave. Este aspecto colabora en la prevención de la formación de hongos, porque se transporta y se mueve la humedad en contacto con las hojas de las plantas. Esto también reduce la necesidad de energía para impulsar los ventiladores para crear ventilación en el interior del recinto 11, 111, como se realiza normalmente en los invernaderos convencionales. Además, se puede dar una alta concentración de CO₂ en el aire encerrado 112 y puede entrar en contacto con las hojas y los frutos, lo que favorece la fotosíntesis y el crecimiento más rápido de las plantas.

Por tanto, el invernadero 10, 100 descrito en la presente memoria puede evitar así el uso de dispositivos mecánicos que requieren un coste de construcción e instalación significativo y que pueden fallar debido a sus partes móviles durante la vida útil de los dispositivos. El invernadero 10, 100 también reduce la complejidad física de los diseños debido a la minimización de las partes móviles en la estructura. Una vez construida la configuración geométrica interna del piso, se puede utilizar como soporte para ensamblar la doble capa transparente. Por tanto, se puede apreciar que la barrera de doble capa 20, 120 del invernadero 10, 100 se puede fabricar para que sea relativamente ligera, evitando así la necesidad de un costoso refuerzo de las estructuras del techo que se requieren para soportar el peso de los invernaderos de acero convencionales. Esto aumenta la versatilidad de dicho invernadero 10, 100.

El volumen cerrado del recinto 11, 111 también colabora en la reducción del consumo de agua en comparación con los invernaderos convencionales que se encuentran abiertos al aire de alrededor. Este aspecto permite que el agua que se evapora de las plantas que se están cultivando se condense y se reutilice en el invernadero 10, 100. Esto permite la instalación de invernaderos 10, 110 en regiones áridas, ya que pueden funcionar con una cantidad limitada de agua. La productividad del cultivo también se puede aumentar en este entorno cerrado porque la concentración de CO₂ se puede controlar y, de hecho, se aumenta en el entorno cerrado del recinto 11, 111 porque no se pierde CO₂ a través de la ventilación al aire exterior. El entorno cerrado también evita que insectos indeseables o contaminantes transportados por el aire entren en el recinto cerrado del ecosistema 11, 111.

Haciendo referencia a la figura 6, el invernadero 10, 100 descrito en la presente memoria también se puede utilizar para edificios grandes, como apartamentos de rascacielos o edificios de oficinas 110. La forma de realización de la figura 6 es un ejemplo de un edificio que presenta cincuenta niveles y se encuentra ubicado en un ángulo de 45 grados, en el lado norte del invernadero 100. Esto permite que dicho invernadero 100, que presenta una pluralidad de pisos 160, capture la radiación solar. La cantidad de pisos 160 no se limita a la configuración mostrada. Los edificios grandes de este tipo, o una parte de los mismos, se pueden ubicar dentro (o adyacentes en un lado) de la barrera de doble carcasa 20, 120. En una configuración de este tipo, el invernadero 10, 100 y los edificios de oficinas o apartamentos se beneficiarían del aire acondicionado pasivo solar, de la producción de electricidad y de la biofilia mejorada. La forma de realización de esta estructura combinada para espacio habitable y para el cultivo de plantas crearía así un espacio habitable favorable en un entorno urbano.

REIVINDICACIONES

1. Invernadero (10, 100) que comprende: una barrera transmisora de luz (20, 120) y una superficie de suelo (30, 130), estando dicha barrera y la superficie de piso conectadas para definir un recinto (12) en el interior del invernadero para el cultivo de plantas, comprendiendo la barrera una capa interna (21, 121) que delimita el recinto y una capa externa (22, 122), siendo las capas interna y externa impermeables al aire para evitar que el aire (12) entre en el recinto a través de la capa interna, estando la capa externa espaciada por encima de la capa interna para definir un paso de aire (23, 123) entre las mismas, estando el paso de aire en comunicación fluidica con por lo menos una entrada de aire (24, 124) en una parte inferior de la capa externa y con una salida de aire (25, 125) en una parte superior de la capa externa, caracterizado por una superficie aerodinámica (25C, 125C) curvada dispuesta adyacente a la salida de aire y un álabe de guiado de entrada (28A, 28B, 128) espaciado hacia adentro de la superficie aerodinámica curvada para definir un espacio (29A, 29B, 129) entre los mismos, estando el espacio en comunicación fluidica con una entrada de aire secundaria (27A, 27B, 127) en la capa externa para proporcionar aire al espacio, fluyendo el aire en el interior del paso de aire de forma pasiva desde dicha por lo menos una entrada de aire hasta la salida de aire al ser calentado.
2. Invernadero según la reivindicación 1, en el que la barrera transmisora de luz incluye por lo menos una sección de techo transmisora de luz (26B, 26C) soportada por lo menos por una sección de pared transmisora de luz (26A), estando dicha por lo menos una sección de techo inclinada con respecto a la superficie de piso.
3. Invernadero según la reivindicación 1, en el que la barrera transmisora de luz forma una cúpula (120A) que se extiende desde la superficie de piso, incluyendo dicha por lo menos una entrada de aire una abertura anular dispuesta en una parte inferior de la cúpula, y estando la salida de aire provista de una abertura redonda en un vértice de la cúpula.
4. Invernadero según la reivindicación 3, que comprende asimismo una torre de salida (140) conectada a la cúpula y que presenta una entrada de torre en comunicación fluidica con la abertura redonda en el vértice de la cúpula y una salida de torre.
5. Invernadero según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende asimismo un disipador de calor (150) debajo de la superficie de piso, absorbiendo el disipador de calor en funcionamiento calor de por lo menos el aire en el interior del paso de aire, y liberando el disipador de calor en funcionamiento el calor absorbido en el paso de aire desde la superficie del piso.
6. Invernadero según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende asimismo un intercambiador de calor en comunicación fluidica con el aire que sale del invernadero a través de la salida de aire, transfiriendo el intercambiador de calor en funcionamiento calor de dicho aire a otro fluido.
7. Invernadero según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende asimismo una pluralidad de soportes de planta planos (161) que están espaciados verticalmente de la superficie de piso en el interior del recinto.
8. Invernadero según la reivindicación 7, que comprende asimismo una pluralidad de torres de cultivo (162) verticales dispuestas en el interior del recinto, estando cada torre de cultivo dispuesta en uno de los soportes de planta.
9. Invernadero según la reivindicación 7 u 8, que comprende asimismo una pluralidad de contenedores de cultivo (164) dispuestos en el interior del recinto, estando cada contenedor de cultivo dispuesto en uno de los soportes de planta.
10. Invernadero según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el aire en el interior del canal de aire permanece estacionario en el mismo al ser enfriado.
11. Invernadero según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende asimismo una base de hormigón geopolímero, estando la superficie de piso dispuesta sobre la base.
12. Invernadero según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que las capas interna y externa están realizadas en un material transparente a la luz seleccionado entre el grupo de poli(metacrilatos de metilo) (PMMA).
13. Invernadero según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que una geometría de doble carcasa definida por las capas interna y externa está unida a la superficie de piso para formar un recinto inferior hermético para el cultivo de plantas que no está conectado al aire exterior, transportando un flujo de aire ascendente en el interior del paso de aire, aire caliente a la salida de aire.
14. Invernadero según la reivindicación 13, que comprende asimismo un mecanismo pasivo de conservación de calor en el que el aire en el paso de aire se mantiene estancado cuando no está calentado y actúa como una capa aislante reduciendo el calor para escapar del recinto inferior.

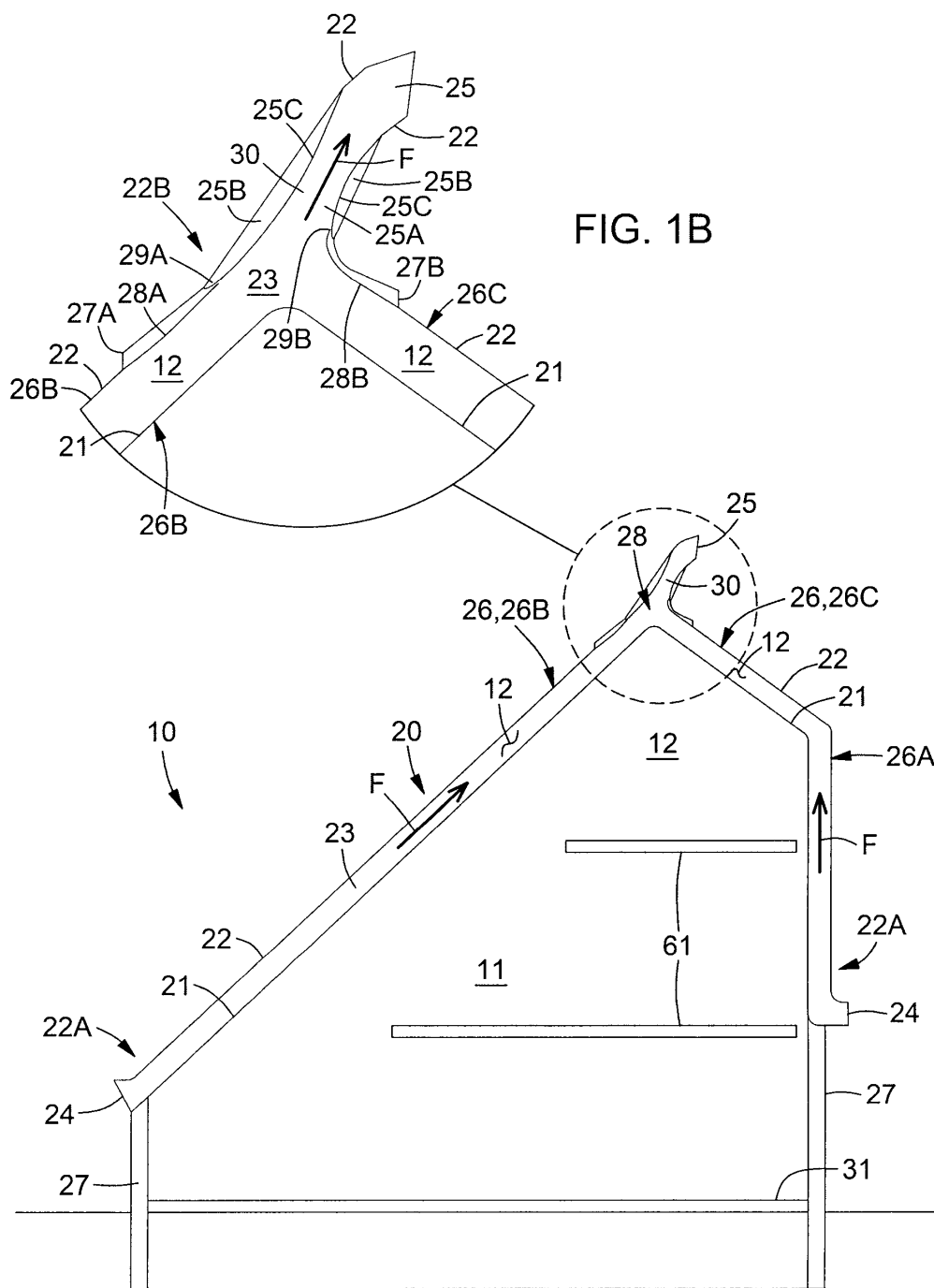


FIG. 1A

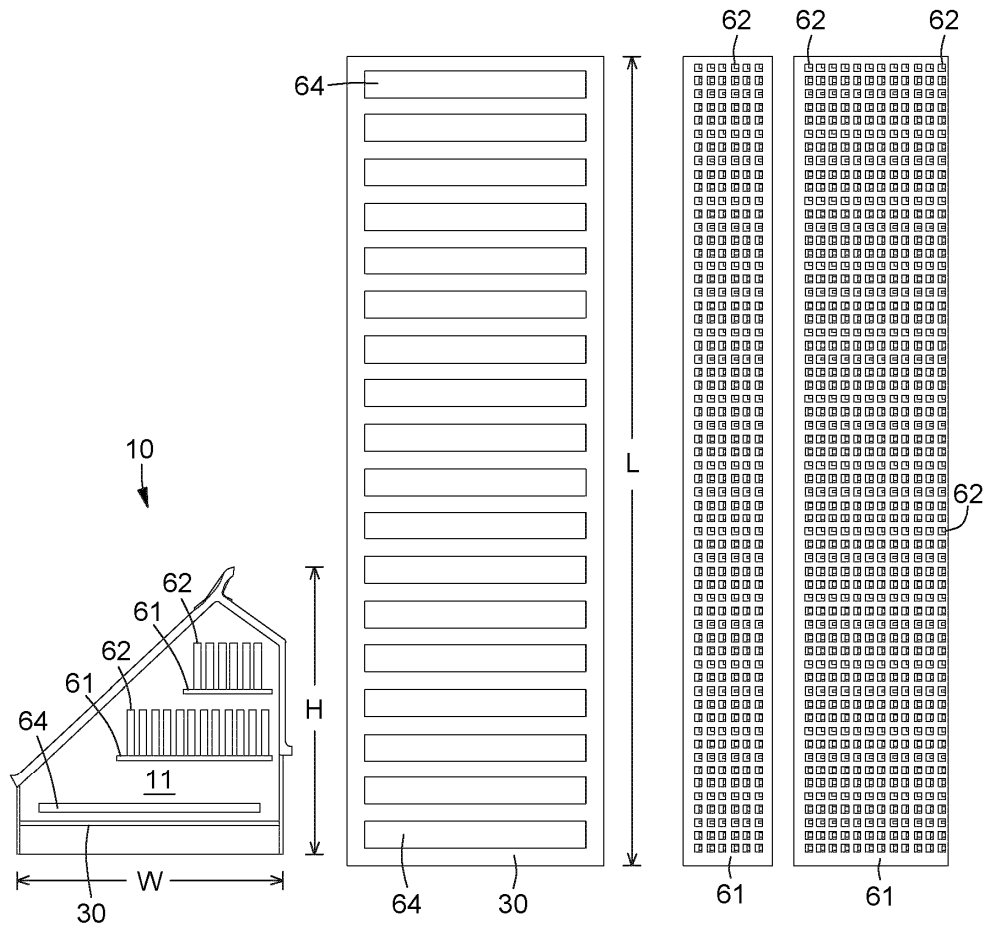


FIG. 2A

FIG. 2B

FIG. 2C

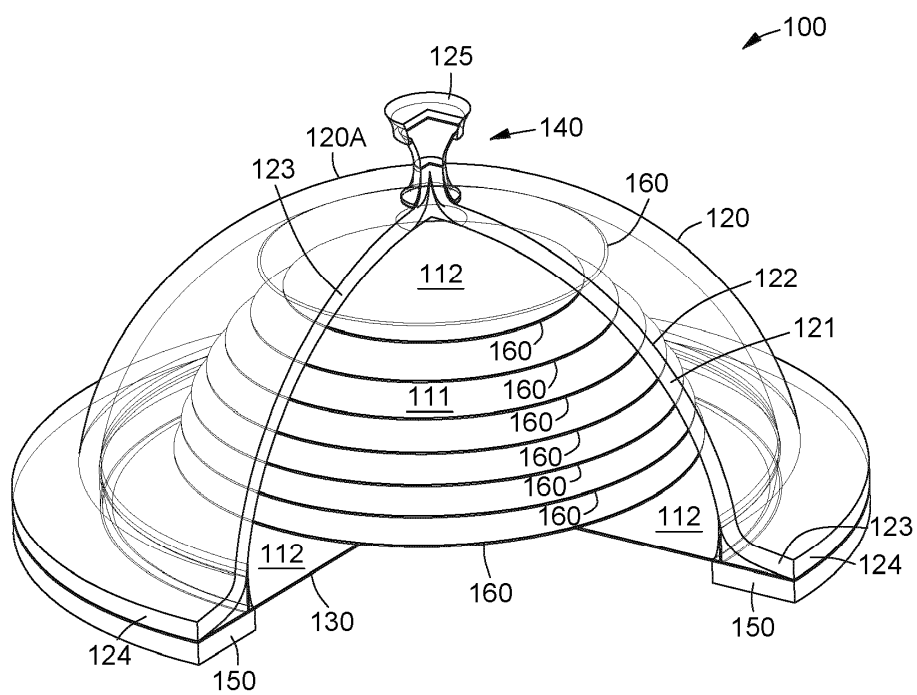


FIG. 3

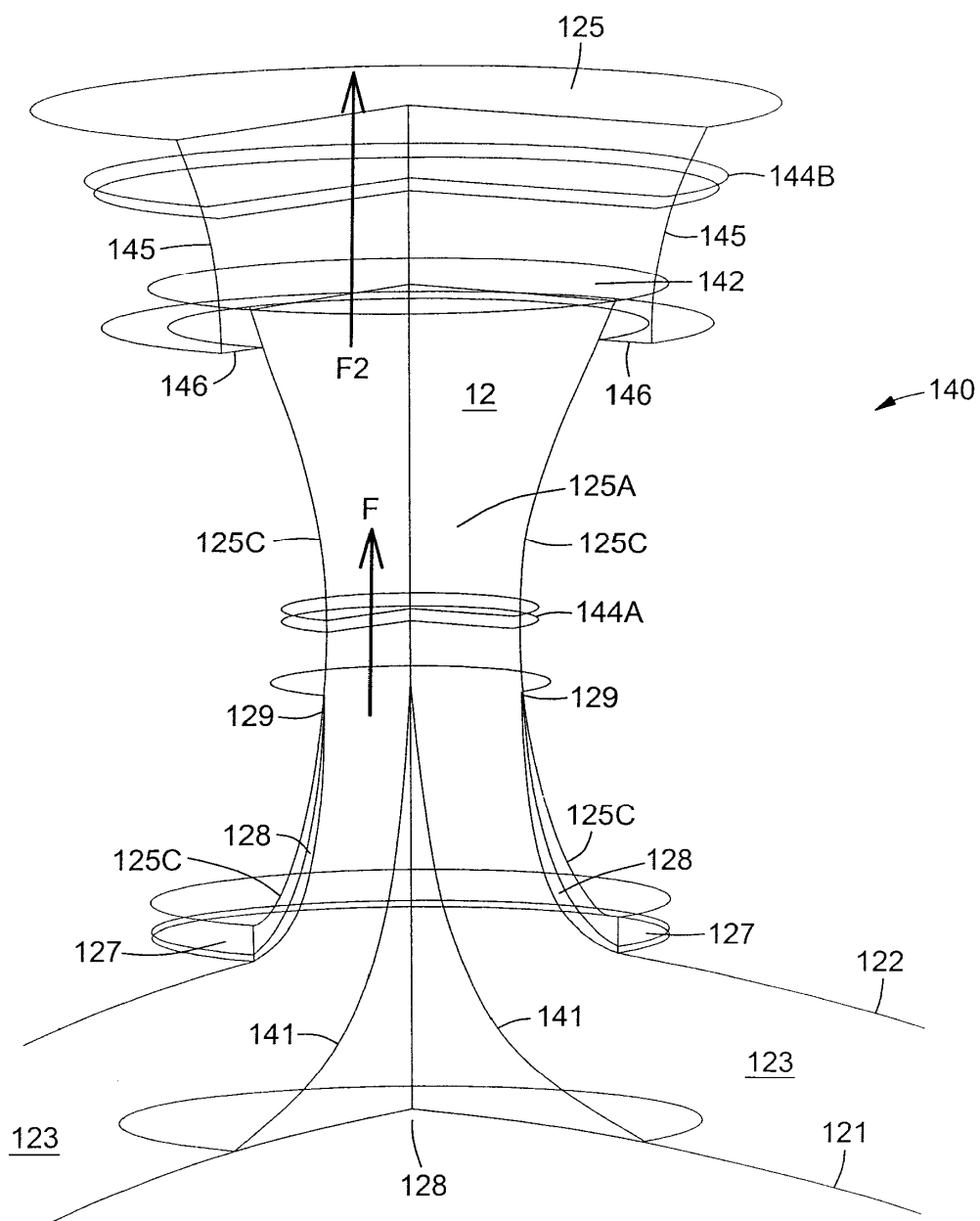


FIG. 4

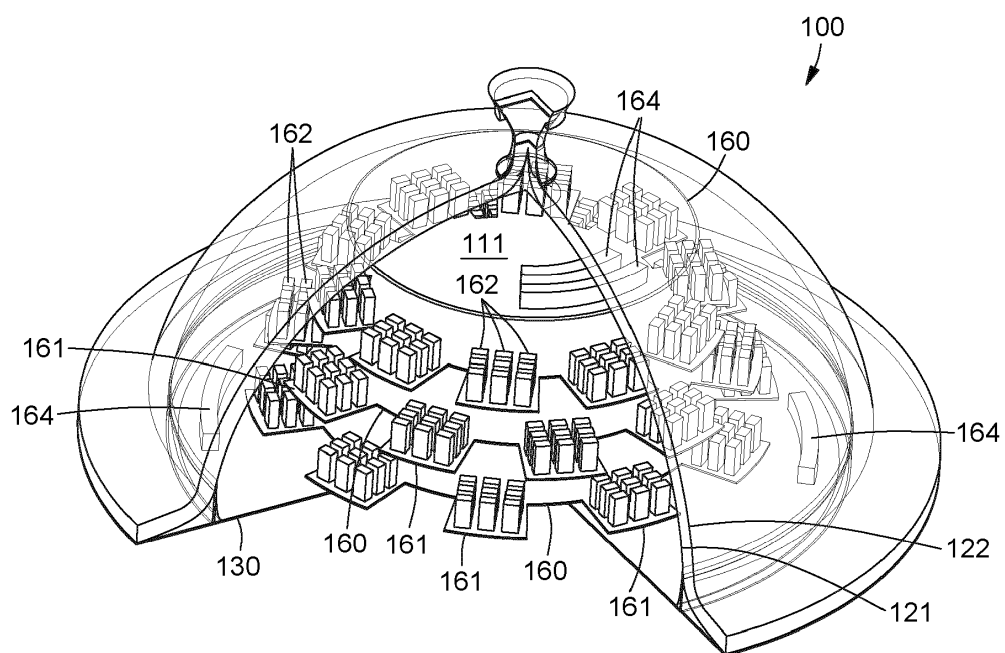


FIG. 5

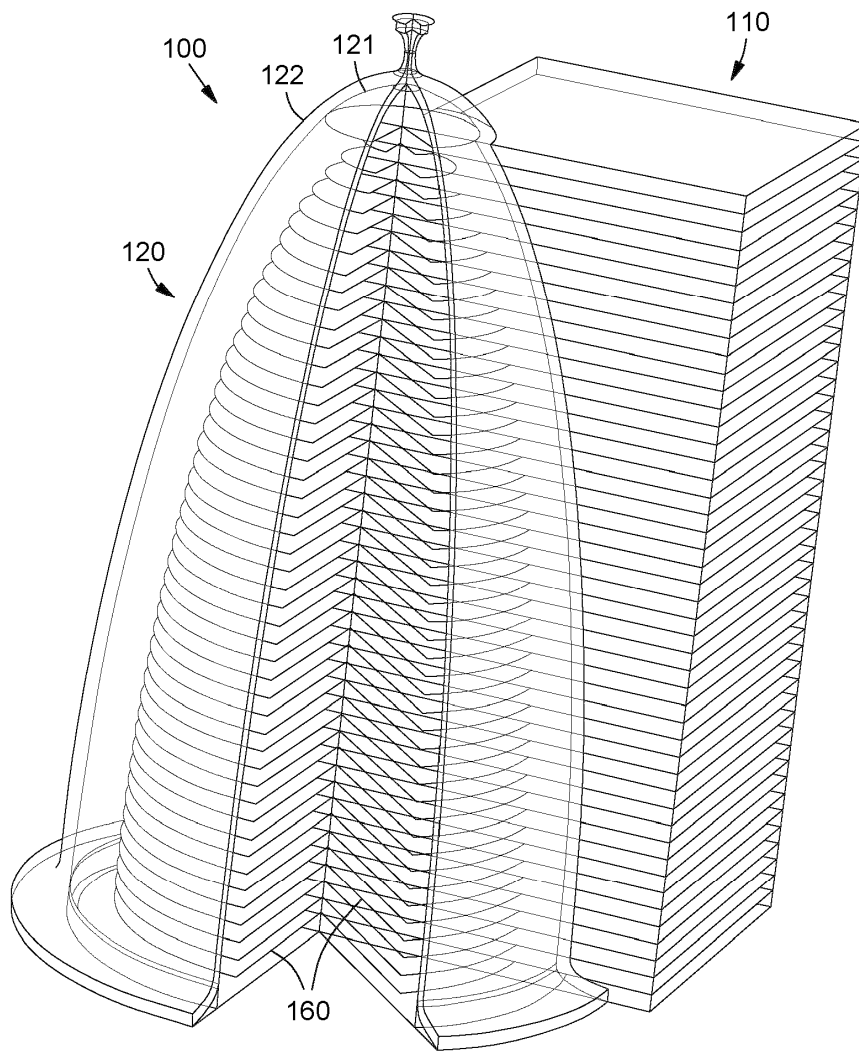


FIG. 6