

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 903 170**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0232 (2014.01)

G02B 19/00 (2006.01)

F24S 23/79 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.01.2017 PCT/IL2017/050024**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.07.2017 WO17122193**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2017 E 17738278 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.11.2021 EP 3403031**

54 Título: **Colector de radiación estática optimizado**

30 Prioridad:

13.01.2016 IL 24360116

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

31.03.2022

73 Titular/es:

**SOLIGHT LTD (100.0%)
Carmelim Building, 3 Hayozma Street
3903203 Tirat Hacarmel, IL**

72 Inventor/es:

BECKER, OFER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 903 170 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

Colector de radiación estática optimizado

5 Campo tecnológico

La presente invención pertenece en general al campo de los colectores de radiación diseñados para recoger y concentrar la radiación electromagnética incidente de una fuente de radiación celeste.

10 Antecedentes de la técnica

La óptica sin imágenes se relaciona con aplicaciones que no requieren la formación de imágenes (es decir, no es necesario concentrar los rayos recogidos en un solo punto), sino una recogida y concentración eficientes de radiación electromagnética (por ejemplo, conversión de energía solar, detección de señales, óptica de iluminación y semejantes). Las soluciones ópticas sin imágenes se desarrollan hoy en día para diferentes aplicaciones que requieren una recogida eficiente de la radiación solar y atraen una atención considerable en los intentos de reducir/reemplazar el uso de combustibles fósiles. Por ejemplo, y sin ser limitante, calefacción y/o iluminación solar pasiva y activa, producción de agua caliente, bombas de calor y sistemas de enfriamiento y refrigeración por sorción, sistemas industriales de aire y agua para procesos de calor, desalinización y/o sistemas químicos solares para sistemas de potencia térmica.

La publicación de patente internacional n.º WO 2010/101644 describe una trampa de energía radiante con al menos un refractor, reflector y receptor. El ángulo de aceptación de la energía radiante puede ser equivalente a un panel plano con una relación de concentración (RC) relativamente alta de luz difusa. El refractor puede ser un compuesto de capas, capas sólidas o fluidas anidadas. El fluido puede ser un componente refractivo transparente y puede fluir a través del refractor como medio de transferencia térmica. La alta utilización de la energía solar se logra como una conversión híbrida eléctrica/térmica, las células fotovoltaicas del colector solar de concentración de luz difusa se pueden desplazar, proporcionalmente a la RC, con ópticas económicas. La orientación general y los ángulos relativos de las superficies del refractor se pueden cambiar para rechazar selectivamente una porción de luz difusa para aumentar la RC. La energía radiante puede dirigirse selectivamente al área fotovoltaica activa desde el área de contacto de la célula fotovoltaica sin reducir el ángulo de aceptación de la energía radiante ambiental. El conjunto de refractor puede desplegarse y aislarse térmicamente.

La publicación de patente internacional n.º WO 2007/026311 describe un colector solar que comprende una carcasa tubular que está provista dentro del espacio de la carcasa con un absorbedor para absorber la radiación solar a través de prácticamente toda la superficie de la carcasa tubular; una o más superficies que reflejan la radiación solar para irradiar indirectamente la parte de dicho absorbedor que está situada en el lado de sombra de la carcasa tubular, extendiéndose al menos una de las superficies reflectantes hasta al menos la tangente horizontal en el punto más externo del absorbedor que está situado en el lado de la carcasa sobre el que incide la radiación solar directa; en el que el colector solar está caracterizado por que las superficies que reflejan la radiación solar y el absorbedor están diseñados de manera que toda la radiación solar incidente en ángulo recto incide sobre el absorbedor, por un lado directamente y por otro lado por reflexión sobre las superficies reflectantes, de tal manera que el seno del ángulo de incidencia de dicha radiación sobre el absorbedor sea sustancialmente igual a 1.

La publicación de patente estadounidense 2001/006066 describe un sistema y un método de recogida solar que tiene medios para recibir radiación solar a través de una interfaz refractiva principal y medios para reflejar internamente al menos una vez, al menos una porción de la radiación solar recibida. El medio refractivo puede ser líquido, gel o sólido. El dispositivo puede estar integrado con un dispositivo fotovoltaico, dispositivo fotohidrolítico, un motor térmico, un tubo de luz o receptor fototérmico.

La patente estadounidense n.º 4.815.444 describe un canal de concentrador solar con capacidad de gran angular dispuesto longitudinalmente de este a oeste en forma de V invertida. Las patas del inversor en V incluyen un ángulo de menos de 180 grados medido en el fondo del canal. El canal se ladea en un ángulo apropiado hacia una ruta de recorrido solar a fin de funcionar durante cualquier fracción deseada del año sin ajuste. El líquido calentado sube al punto más alto en el conducto del absorbedor del concentrador y fluye por conducto a un depósito. El rendimiento a temperaturas más altas se logra en parte haciendo ajustes mínimos en el ángulo de ladeo.

El documento WO 2010/107921 describe un sistema colector de energía solar que incluye una base y un colector de canal parabólico portado por la base para reflejar la luz solar a una línea focal longitudinal. El colector de canal parabólico incluye una sección central posicionada horizontalmente con respecto al suelo, y secciones de extremo opuestas adyacentes a la sección central. Cada sección de extremo está angulada hacia el suelo. Un conducto está posicionado a lo largo de la línea focal longitudinal para recibir la luz solar reflejada. El conducto hace circular un líquido de transferencia de calor a través del mismo para ser calentado por la luz solar reflejada.

La publicación de patente estadounidense n.º 8.546.686 describe un colector solar que utiliza múltiples reflejos de luz que pasan por una estructura ahusada de tipo piramidal hecha de superficies espejadas altamente reflectantes. Se ha

descubierto que las estructuras piramidales reflectantes truncadas en ángulo recto tienen muchas propiedades que las hacen superiores a las geometrías de concentradores existentes. El uso de una estructura ahusada de tipo piramidal crea múltiples reflejos que aparecen en la salida del colector en forma de una pantalla Buckminster-Fullerene, lo que proporciona una mayor eficiencia y amplificación del colector en comparación con los "concentradores" de la técnica anterior del tipo lente de Fresnel o parabola.

La publicación de patente estadounidense nº 8.350.145 describe un generador para la conversión fotovoltaica de luz solar concentrada en electricidad, el generador incorpora una pluralidad de células fotovoltaicas y está destinado a funcionar cerca del foco de un gran reflector paraboloidal apuntado al sol. Dentro del generador, la luz concentrada que entra es transmitida por ópticas secundarias a las células colocadas en una matriz cóncava compacta. La luz se envía a las células en alta concentración, lo que es consistente con una alta eficiencia de conversión fotovoltaica y un bajo coste de célula por unidad de salida de potencia. La luz entra en el generador, preferentemente primero a través de una ventana de sellado, y pasa a través de una lente de campo, preferentemente en forma de una esfera completa o lente esférica centrada en el foco paraboloide. Esta lente forma una imagen concéntrica, cóncava y gran angular del reflector primario, donde la intensidad de la luz concentrada se estabiliza contra cambios en la posición de la luz concentrada que entra al generador. Las células fotovoltaicas planas que reciben la luz estabilizada están fabricadas en diferentes formas y tamaños y configuradas en una matriz cóncava correspondiente a la imagen cóncava de un reflector primario dado. Las células fotovoltaicas en un generador también están dimensionadas e interconectadas a fin de proporcionar una salida eléctrica única que permanece alta y estable, a pesar de las aberraciones en la luz enviada al generador causadas, por ejemplo, por errores de orientación o flexión del reflector primario. En algunas realizaciones, las células se apartan de la imagen formada por la lente esférica, y parte de la luz se refleja en cada célula con pequeños reflectores secundarios en forma de espejos establecidos alrededor de su perímetro.

La publicación de patente estadounidense n. 4.047.517 describe un método y un aparato para recibir energía solar reflejada desde una configuración de helióstato en la que el aparato está formado por álabes convergentes que definen cavidades entre ellos, y que preferentemente convergen hacia una cavidad. Los álabes pueden definir parcial o completamente un volumen encerrado. Las superficies de los álabes están provistas de superficies reflectantes cerca de las porciones exteriores del receptor, superficies selectivas en las porciones intermedias y, opcionalmente, superficies absorbentes en las porciones interiores. Se proporcionan medios de enfriamiento dentro de los álabes del receptor adyacentes a las superficies selectivas y absorbentes. En una realización preferente, se proporciona una barrera transparente transversal a los álabes sustancialmente en el cambio de las superficies reflectantes a las selectivas, y un fluido de transferencia de calor absorbente de infrarrojos fluye hacia dentro desde la barrera transparente a la cavidad para enfriar el receptor y absorber la energía irradiada desde los álabes y la cavidad.

La publicación de patente estadounidense N.º 3.923.381 sistemas y dispositivos sin imágenes para la recogida y concentración de energía electromagnética y, en particular, energía solar que incluyen uno o más cuerpos que se extienden longitudinalmente, generalmente en forma de canal, que tienen paredes reflectantes interiores curvadas para la concentración de energía desde una abertura de entrada relativamente grande hacia una abertura de salida relativamente pequeña. Los concentradores de energía solar de esta patente incluyen trampas de energía y recogen y concentran cantidades sustanciales de energía solar directa, incluso en el solsticio, sin un seguimiento diurno sustancial.

La publicación de patente estadounidense N.º 2010/269816 describe un sistema colector de energía solar que incluye una base y un colector de canal parabólico portado por la base para reflejar la luz solar una línea focal longitudinal. El colector de canal parabólico incluye una sección central posicionada horizontalmente con respecto al suelo, y secciones de extremo opuestas adyacentes a la sección central. Cada sección de extremo está angulada hacia el suelo. Un conducto está posicionado a lo largo de la línea focal longitudinal para recibir la luz solar reflejada. El conducto hace circular un líquido de transferencia de calor a través del mismo para ser calentado por la luz solar reflejada.

La publicación de patente estadounidense n.º 4.309.079 describe un concentrador de radiación solar en donde una matriz de colectores solares está dispuesta en un semicírculo y puede girar 180 grados alrededor de un eje en el plano del semicírculo para lograr el ajuste estacional. Cada uno de dichos colectores está ligeramente inclinado fuera del plano de dicho semicírculo, por lo que el ajuste estacional de dicha matriz se puede lograr girando dicha matriz 180 grados dos veces al año.

Descripción general

Los tipos de colectores de radiación en forma de canal (CPC - concentrador parabólico compuesto) se usan comúnmente en muchas aplicaciones para recoger energía solar, por ejemplo, para calefacción, iluminación y/o generación de electricidad. En ciertas condiciones, estos tipos de colectores pueden maximizar la recogida de energía solar, sin embargo, no pueden proporcionar perfiles de recogida uniformes y, por lo tanto, no pueden usarse de manera eficaz en ciertas aplicaciones, como sistemas de iluminación artificial/iluminación solar. La presente invención proporciona aparatos de acuerdo con la reivindicación 1 y sistemas de acuerdo con la reivindicación 13. Estos están configurados para recoger la radiación electromagnética emitida por una fuente de radiación celeste y para proporcionar perfiles de recogida de radiación mejorados y sustancialmente uniformes a lo largo de las trayectorias de

los movimientos de la fuente de radiación tanto en el plano de horizonte como en el plano estacional. Algunas de las realizaciones divulgadas en el presente documento proporcionan además relaciones de concentración sustancialmente mejoradas.

- 5 En un aspecto amplio, se proporciona un aparato para la recogida de radiación electromagnética emitida por una fuente de radiación celeste y comprendido por tres colectores de radiación en forma de canal. Estando cada colector de radiación configurado y orientado para optimizar la recogida de radiación de la radiación incidente que llega desde la fuente de radiación dentro de un intervalo respectivo de ángulos de incidencia, como ocurre habitualmente durante la mañana, el mediodía y la tarde, momentos del día, y para concentrar la radiación recogida hacia una superficie objetivo común del aparato. Los colectores de radiación están colocados de manera que uno de los colectores está dispuesto entre los otros dos colectores, de manera que los tres colectores comparten el mismo plano de simetría con los colectores laterales inclinados con relación al colector central.

- 15 El ángulo de inclinación de los colectores laterales define un ángulo obtuso predeterminado entre los ejes de simetría alargados de sus aberturas de salida y el eje de simetría alargado de la abertura de salida del colector central. De esta forma, con los colectores laterales teniendo sustancialmente la misma longitud, se obtiene una forma trapezoidal sustancialmente isósceles del aparato. En esta configuración, las aberturas de salida de los tres colectores forman una abertura de salida continua que también tiene una forma/perfil trapezoidal sustancialmente isósceles. Una superficie objetivo para recoger la radiación que sale por las aberturas de salida del aparato puede estar centrada entre los extremos libres de los colectores laterales, sustancialmente en paralelo a la abertura de salida del colector central. Opcionalmente, la superficie objetivo se baja verticalmente a una posición situada debajo del aparato.

- 25 Opcionalmente, y preferentemente en algunas realizaciones, el aparato comprende dos paneles de guiado que se extienden desde las aberturas de salida de los colectores hacia la superficie objetivo y/o una abertura de salida del aparato. Las superficies internas de las superficies de guiado son reflectantes y están configuradas para englobar la radiación que sale por las aberturas de salida de los colectores y dirigirla hacia la superficie objetivo y/o la abertura de salida del aparato.

- 30 En algunas realizaciones, el aparato se implementa mediante tres colectores de radiación en forma de canal bidimensionales, por ejemplo, usando reflectores parabólicos, reflectores circulares, reflectores elípticos, reflectores hiperbólicos o cualquier combinación de los mismos. En este caso, un reflector lateral está montado en el extremo libre de cada colector lateral sustancialmente perpendicular a sus reflectores y a su abertura de salida.

- 35 Como alternativa, el aparato se implementa mediante tres colectores de radiación tridimensionales, por ejemplo, colectores rectangulares en forma de embudo. Por ejemplo, en posibles realizaciones, el colector central está hecho de un par de colectores CPC coaxiales, de manera que los reflectores de uno de los colectores CPC son sustancialmente perpendiculares a los reflectores del otro colector CPC, y los colectores CPC comparten la misma abertura de salida, y cada colector lateral comprende un colector CPC que tiene el reflector lateral en su extremo libre y un reflector de trampa en su otro extremo (es decir, adyacente al colector central) configurado para atrapar la radiación incidente que llega en ángulos paralelos o casi paralelos a la superficie del suelo.

- 45 Con el fin de evitar pérdidas de flujo en las latitudes norte o sur, las superficies reflectantes centrales de los colectores se elevan con relación al plano de horizonte. De esta forma, la cobertura del aparato se adapta para abarcar movimientos verticales más grandes de la fuente de radiación en el plano estacional y para mantener perfiles de recogida de radiación sustancialmente uniformes a lo largo de las diferentes estaciones del año. Por ejemplo, si se usan colectores tridimensionales en el aparato, el colector central se inclina para proporcionar la elevación requerida de las superficies reflectantes centrales. Opcionalmente, las superficies reflectantes superiores de los colectores laterales se curvan hacia las superficies reflectantes del colector central, para preservar la uniformidad de las superficies del aparato y de sus perfiles de recogida de radiación.

- 50 En algunas realizaciones, los paneles de guiado comprenden una pluralidad de nervios parabólicos montados entre ellos y en paralelo a ellos. Cada nervio parabólico comprende superficies reflectantes en ambos lados del mismo, y un extremo del mismo está situado adyacente a una abertura de salida de uno de los colectores y su otro extremo se extiende hacia la superficie objetivo y/o la abertura de salida del aparato. En esta configuración, se forma una ruta de guiado de radiación entre cada par de nervios parabólicos situados de forma adyacente, que forma un distribuidor de rutas de guiado de radiación que coinciden gradualmente hacia la superficie objetivo y/o la abertura de salida del aparato, aumentando así significativamente su relación de concentración.

- 60 En algunas realizaciones, se monta una matriz de espejos giratorios a lo largo de la abertura de salida de cada uno de los colectores central y lateral. Los espejos pueden ser espejos de dos caras. Estando configurados los espejos giratorios para dirigir la radiación que sale por la abertura de salida hacia al menos una superficie objetivo del aparato. En algunas realizaciones, el aparato comprende dos superficies objetivo, estando cada una situada adyacente a un extremo libre de un colector lateral respectivo y configurada para enfrentarse a los espejos del otro colector lateral y del colector central. En algunas realizaciones, el aparato comprende una superficie objetivo adicional situada adyacente a la abertura de salida del colector central y sustancialmente centrada alrededor, y una matriz adicional de espejos giratorios colocados en una sección de base del aparato que se extiende debajo de los extremos libres de los

colectores laterales y configurados para dirigir la radiación que sale por las aberturas de salida hacia la superficie objetivo adicional.

5 Un aspecto inventivo de la materia objeto divulgada en el presente documento se refiere a un aparato para la recogida de radiación incidente emitida por una fuente de radiación en movimiento. El aparato comprende un colector de radiación central bidimensional en forma de canal (por ejemplo, CPC) y dos colectores de radiación laterales bidimensionales en forma de canal (por ejemplo, CPC), donde los colectores laterales y central tienen un mismo plano de simetría, y cada uno de los colectores laterales se extiende desde un lado de extremo respectivo del colector central con un ángulo de inclinación predeterminado que define un ángulo obtuso (por ejemplo, de aproximadamente 100 ° a 150 °) entre los ejes de simetría alargados de las aberturas de salida del colector central y lateral. Opcionalmente, y preferentemente en alguna realización, las superficies reflectantes centrales del aparato se desplazan asimétricamente con relación al plano de simetría dentro de un ángulo de desplazamiento predefinido con relación a dicho plano y se determinan de acuerdo con una trayectoria de la fuente de radiación.

15 Opcionalmente, y preferentemente en alguna realización, las aberturas de salida de los colectores laterales bidimensionales son de una misma longitud, de manera que se obtiene una forma trapezoidal sustancialmente isósceles del aparato y la radiación que sale a través de las aberturas de salida de los colectores laterales y central se dirige hacia una superficie objetivo situada debajo de dichos colectores centrales y que es sustancialmente paralela a su abertura de salida.

20 Pueden usarse uno o más elementos de guiado para guiar la radiación desde la superficie del objetivo a una o más ubicaciones remotas.

25 De acuerdo con la invención, los reflectores del colector central son sustancialmente de forma trapezoidal isósceles. En esta configuración, la abertura de entrada del colector central está formada por las bases mayores de los reflectores y su abertura de salida está formada por las bases menores de los reflectores. Opcionalmente, una relación de las longitudes de la abertura de salida del colector central y de cada abertura de salida de los colectores laterales es aproximadamente de 1:1 a 1:3.

30 En alguna realización, el aparato comprende dos paneles de guiado superpuestos que se extienden desde las aberturas de salida de los colectores bidimensionales y configurados para englobar la radiación que sale por las aberturas de salida entre ellos. Los lados interiores de los paneles tienen superficies reflectantes enfrentadas entre sí para guiar la radiación recogida hacia la superficie objetivo o hacia una abertura de salida del aparato. Opcionalmente, se montan una pluralidad de nervios parabólicos entre los paneles de guiado y sustancialmente paralelos a ellos, donde dos superficies laterales de cada nervio parabólico son reflectantes, y cada nervio tiene un extremo del mismo situado adyacente a una de las aberturas de salida de los colectores bidimensionales y su otro extremo extendiéndose hacia una abertura de salida del aparato.

40 Cada colector lateral puede comprender un reflector lateral montado en su extremo libre sustancialmente perpendicular a las superficies reflectantes de dicho colector lateral y a su abertura de salida. Opcionalmente, y preferentemente en algunas realizaciones, cada colector lateral bidimensional comprende un reflector de trampa montado adyacente al colector central sustancialmente perpendicular a las superficies reflectantes del colector lateral y en un ángulo predeterminado con respecto a su abertura de salida. En algunas realizaciones, el aparato comprende un colector bidimensional adicional en forma de canal encerrado coaxialmente en el interior del colector central bidimensional y sustancialmente perpendicular al mismo.

45 En algunas aplicaciones, se monta una matriz de espejos giratorios en la abertura de salida de cada colector bidimensional. Siendo el eje de giro de cada espejo giratorio sustancialmente perpendicular al eje de simetría alargado de la abertura de salida en la que está montado, y cada uno de los espejos está configurado en un ángulo específico para dirigir la radiación que sale por su respectiva abertura de salida sobre al menos una superficie objetivo. Por ejemplo, el aparato puede comprender dos superficies objetivo, cada posición cerca de un extremo libre de uno de los colectores laterales y frente a las aberturas de salida del colector central y del otro colector lateral.

50 En algunas realizaciones, el aparato comprende una superficie objetivo posicionada adyacente y sustancialmente paralela al colector central, y una matriz adicional de espejos giratorios situados en una sección de base del aparato que se extiende debajo de los extremos libres de los colectores laterales, siendo los espejos de la matriz adicional sustancialmente paralelos a los espejos de la otra matriz y estando configurados para recibir la radiación que sale por las aberturas de salida y dirigirla a la superficie objetivo.

60 Opcionalmente, y preferentemente en algunas realizaciones, el movimiento giratorio de los espejos puede operarse de forma controlable para dirigir la radiación sobre un objetivo específico seleccionado de acuerdo con una dirección de llegada de la radiación incidente desde la fuente de radiación.

65 Otro aspecto inventivo de la materia objeto divulgada en el presente documento se refiere a un aparato para la recogida de radiación incidente emitida por una fuente de radiación en movimiento, que comprende un colector de radiación central tridimensional rectangular en forma de embudo y dos colectores de radiación laterales tridimensionales rectangulares en forma de embudo, donde los colectores laterales y central tienen un mismo plano de simetría, y cada

uno de los colectores laterales se extiende desde un lado de extremo respectivo del colector central con un ángulo de inclinación predeterminado que define un ángulo obtuso entre los ejes de simetría alargados de las aberturas de salida de dicho colector central y lateral. Opcionalmente, y preferentemente en algunas realizaciones, el colector central se inclina un ángulo de inclinación predeterminado con relación al plano de simetría.

Otro aspecto inventivo más de la materia objeto divulgada en el presente documento se refiere a un aparato para la recogida de radiación incidente emitida por una fuente de radiación en movimiento, que comprende un colector de radiación central en forma de embudo, dos colectores de radiación laterales en forma de embudo, teniendo los colectores laterales y central un mismo plano de simetría, y cada uno de dichos colectores laterales se extiende desde un lado de extremo respectivo del colector central con un ángulo de inclinación predeterminado que define un ángulo obtuso entre los ejes de simetría alargados de las aberturas de salida del colector central y lateral, y una estructura de concentración que comprende una pluralidad de nervios parabólicos, cada nervio tiene superficies reflectantes en ambos lados del mismo donde un extremo superior del mismo está situado adyacente a una de las aberturas de salida, y un extremo inferior del mismo está situado adyacente a una superficie objetivo o a una abertura de salida del aparato.

Aún otro aspecto inventivo más de la materia objeto divulgada en el presente documento se refiere a un aparato para la recogida de radiación incidente emitida por una fuente de radiación en movimiento, que comprende un colector de radiación central en forma de embudo, dos colectores de radiación laterales en forma de embudo, teniendo los colectores laterales y central un mismo plano de simetría, y cada uno de los colectores laterales se extiende desde un lado de extremo respectivo de dicho colector central con un ángulo de inclinación predeterminado que define un ángulo obtuso entre los ejes de simetría alargados de las aberturas de salida del colector central y lateral, y una matriz de espejos giratorios montados en las aberturas de salida de los colectores laterales y central, los espejos configurados para dirigir la radiación que sale a través de las aberturas de salida hacia al menos una superficie objetivo del aparato. Opcionalmente, y preferentemente en algunas realizaciones, el aparato comprende dos superficies objetivo, cada una situada adyacente a un extremo libre de un colector lateral respectivo y frente a los espejos en el colector central y en el otro colector lateral.

En algunas realizaciones, el aparato comprende una superficie objetivo posicionada adyacente y sustancialmente paralela al colector central, y una matriz adicional de espejos giratorios situados en una sección de base del aparato que se extiende debajo de los extremos libres de los colectores laterales, siendo los espejos de la matriz adicional sustancialmente paralelos a los espejos de la otra matriz y estando configurados para recibir la radiación que sale por las aberturas de salida y dirigirla a la superficie objetivo.

Aún otro aspecto inventivo más de la materia objeto divulgada en el presente documento se refiere a un sistema para recoger radiación de una fuente de radiación celeste, que comprende un aparato de recogida de luz tal y como se ha descrito anteriormente o como se describe a continuación el presente documento, un soporte de guiado de luz para montar el aparato en el mismo, recibir la luz recogida por el aparato y enviarla hacia una ubicación objetivo, donde el soporte de guiado de luz está configurado para establecer el aparato montado en el mismo en una orientación definida requerida para la recogida óptima de radiación por parte del dispositivo en una cierta latitud.

Aún otro aspecto inventivo más de la materia objeto divulgada en el presente documento se refiere a un sistema para recoger radiación de una fuente de radiación celeste, que comprende un aparato de recogida de luz que tiene espejos giratorios tal y como se ha descrito anteriormente o como se describe a continuación el presente documento, medios de accionamiento (por ejemplo, uno o más motores eléctricos) configurados para afectar de forma controlable el movimiento giratorio de los espejos giratorios, y una unidad de control configurada y operable para controlar el funcionamiento de los medios de accionamiento y establecer la orientación de al menos algunos de los espejos para dirigir la radiación que sale a través de las aberturas de salida de los colectores hacia al menos una superficie objetivo o abertura de salida del aparato. Opcionalmente, la unidad de control está configurada y es operable para seleccionar una superficie objetivo para al menos algunos de los espejos de acuerdo con un ángulo de llegada de la radiación de la fuente de radiación.

En algunas realizaciones, el sistema comprende un soporte de guiado de luz para montar el aparato en el mismo, recibir la luz recogida por el aparato y enviarla hacia una ubicación objetivo, donde el soporte de guiado de luz está configurado para establecer el aparato montado en el mismo en una orientación definida requerida para la recogida óptima de radiación por parte del dispositivo en una cierta latitud.

Breve descripción de los dibujos

Con el fin de entender la invención y ver cómo puede ponerse en práctica, a continuación se describirán realizaciones, a modo únicamente de ejemplo no limitante, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Las cualidades mostradas en los dibujos pretenden ser ilustrativas de solo algunas realizaciones de la invención, a menos que se indique implícitamente lo contrario. En los dibujos, se usan números de referencia similares para indicar partes correspondientes, y en los que:

las **figuras 1A a 1D** ilustran esquemáticamente un aparato colector de radiación de acuerdo con posibles realizaciones que tiene un perfil trapezoidal, la **figura 1A** es una vista en perspectiva, la **figura 1B** es una vista

lateral del aparato, la **figura 1C** es una vista superior del aparato y la **figura 1D** es una vista en perspectiva de una modificación del aparato con paneles de guiado;

las **figuras 2A a 2I** ilustran esquemáticamente un aparato colector de radiación de acuerdo con posibles realizaciones que tiene tres colectores tridimensionales situados de forma adyacente, en donde la **figura 2A** es una vista en perspectiva del aparato, la **figura 2B** es una vista lateral del aparato, la **figura 2C** es una vista superior del aparato, la **figura 2D** es una vista despiezada del aparato y las **figuras 2E a 2I** son diagramas de rayos que ilustran la recogida de radiación del aparato para diversos ángulos de radiación incidente;

la **figura 3** muestra gráficos de la altitud solar anual en una latitud de 40 °;

la **figura 4** es una vista superior de un aparato colector de radiación como se muestra en las **figuras 1A a 1D** con superficies centrales curvadas/retorcidas para una mejor recogida de radiación en las latitudes norte/sur;

las **figuras 5A a 5C** ilustran esquemáticamente un aparato colector de radiación como se muestra en las figuras 2A a 2I con superficies centrales curvadas/retorcidas para una mejor recogida de radiación en las latitudes norte/sur;

las **figuras 6A a 6C** ilustran esquemáticamente un aparato colector de radiación como se muestra en la **figura 1D** que tiene una estructura de concentración montada dentro de sus paneles de guiado, en donde la **figura 6A** es una vista en perspectiva del aparato, la **figura 6B** es una vista superior del aparato y la **figura 6C** es una vista despiezada del aparato;

las **figuras 7A a 7L** ilustran esquemáticamente un aparato colector de radiación como se muestra en la **figura 1D** que tiene una disposición de espejos giratorios en las aberturas de salida del mismo, en donde la **figura 7A** es una vista en perspectiva del aparato, la **figura 7B** es una vista superior del aparato, la **figura 7C** es una vista en sección del aparato y las **figuras 7D a 7L** son diagramas de rayos que muestran diversos esquemas de recogida de radiación;

la **figura 8** es una vista en perspectiva del aparato colector de radiación mostrado en las **figuras 5A a 5C** instalado de forma operativa usando una guía de luz curvada para recoger radiación de una fuente de radiación celeste;

la **figura 9** muestra gráficas de recogida de radiación ecuatorial anual obtenidas mediante simulación por ordenador para los aparatos colectores de radiación mostrados en las **figuras 2A-2I**; y

las **figuras 10A y 10B** muestran gráficas de recogida de radiación anual en una latitud de 33 ° obtenidas mediante simulación por ordenador para los aparatos colectores de radiación mostrados en las **figuras 2A-2I** y las **figuras 5A-5C**, respectivamente.

Descripción detallada de las realizaciones

A continuación se describirán una o más realizaciones específicas de la presente divulgación con referencia a los dibujos, que deben considerarse en todos los aspectos como ilustrativos únicamente y no restrictivos de ninguna manera. En un esfuerzo por proporcionar una descripción concisa de estas realizaciones, no todas las cualidades de una implementación real se describen en la memoria descriptiva. Los elementos ilustrados en los dibujos no están necesariamente a escala, sino que se hace hincapié en ilustrar claramente los principios de la invención. Esta invención puede proporcionarse en otras formas y realizaciones específicas sin apartarse de las características esenciales descritas en el presente documento.

La presente invención idea colectores de radiación estática diseñados para proporcionar perfiles de recogida sustancialmente uniformes de radiación emitida por una fuente de radiación celeste en toda la órbita del planeta, en diferentes latitudes en la superficie del planeta, y con relaciones de concentración mejoradas. En particular, los colectores de radiación estática de la presente invención están diseñados para proporcionar una recogida sustancialmente uniforme de luz solar durante las diferentes estaciones del año ajustando las geometrías de las superficies reflectantes de los mismos en los planos estacional (norte-sur) y del horizonte (este-oeste) del sol.

Las figuras **1A a 1D** ilustran esquemáticamente un aparato **10** colector de radiación de acuerdo con algunas posibles realizaciones. El aparato **10** colector de radiación está comprendido por tres colectores bidimensionales en forma de canal **T1**, **T2** y **T3**. Los ejes largos de los tres colectores, **T1**, **T2** y **T3**, están alineados en el plano de horizonte (**19**), y los colectores comparten el mismo plano de simetría **19**. Como se ve, el aparato **10** es simétrico alrededor del plano de simetría **18**. El colector central **T2** es sustancialmente paralelo a la superficie (**15**) del suelo para proporcionar una recogida de radiación óptima durante el mediodía (11-13), y los colectores laterales, **T1** y **T3**, están inclinados hacia abajo con relación al colector central **T2** en un ángulo de inclinación predeterminado para proporcionar una recogida de radiación óptima durante la mañana (08~10) y la tarde (14-16), respectivamente.

Cada uno de los colectores laterales, **T1** y **T3**, comprende un reflector lateral, **11c** y **13c**, respectivamente, en su extremo libre, es decir, en las extremidades del aparato. Los reflectores laterales, **11c** y **13c**, están configurados para recoger luz en ciertos ángulos de la fuente celeste con relación al colector lateral respectivo y, por tanto, habitualmente no son atrapados por los colectores, **T1**, **T2** y **T3**. De esta forma, el aparato **10** colector puede recoger rayos de luz adicionales.

El colector en forma de canal **T1** comprende dos reflectores, **11a** y **11b**, simétricos alrededor del plano de horizonte, y posicionados de manera que sus superficies reflectantes están enfrentadas entre sí. Los bordes superiores de los reflectores simétricos **11a** y **11b** forman una abertura de entrada **11i** del colector **T1**, y sus bordes inferiores forman una abertura de salida **11u** del colector **T1**. De forma similar, el colector en forma de canal **T2** comprende dos

reflectores, **12a** y **12b**, simétricos alrededor del plano de horizonte, y posicionados de manera que sus superficies reflectantes están enfrentadas entre sí, donde los bordes superiores de los reflectores simétricos **12a** y **12b** forman una abertura de entrada **12i** del colector **T2**, y sus bordes inferiores forman una abertura de salida **12u** del colector **T2**. Y el colector en forma de canal **T3** comprende dos reflectores, **13a** y **13b**, simétricos alrededor del plano de horizonte, y posicionados de manera que sus superficies reflectantes están enfrentadas entre sí, donde los bordes superiores de los reflectores simétricos **13a** y **13b** forman una abertura de entrada **13i** del colector **T3**, y sus bordes inferiores forman una abertura de salida **13u** del colector **T2**.

Los reflectores de los pares de reflectores simétricos **11a-11b**, **12a-12b** y **13a-13b**, preferentemente tienen superficies curvadas/cóncavas (por ejemplo, usando reflectores parabólicos, reflectores circulares, reflectores elípticos, reflectores hiperbólicos o cualquier combinación de los mismos). Opcionalmente, y preferentemente en algunas realizaciones, cada par de reflectores simétricos **11a-11b**, **12a-12b** y **13a-13b**, está configurado para formar un concentrador parabólico compuesto (CPC). Opcionalmente, los reflectores simétricos **11a-11b**, **12a-12b** y **13a-13b**, están configurados para proporcionar un perfil de recogida de radiación uniforme a lo largo de la trayectoria de la fuente de radiación (es decir, en el plano de horizonte), tal y como se describe en la solicitud de patente israelí N.º 243116, presentada el 15 de diciembre de 2015.

Los reflectores simétricos **12a** y **12b** del colector central **T2** tienen una forma trapezoidal sustancialmente isósceles para la conexión de los colectores laterales, **T1** y **T3**, al colector central **T2** en el ángulo de inclinación deseado (por ejemplo, en el intervalo de 135 ° a 150 ° con relación a la abertura de salida del colector central). Como se ve, las bases mayores de los reflectores simétricos **12a** y **12b** de forma trapezoidal forman la abertura de entrada **12i** del colector central **T2**, y sus bases menores forman la abertura de salida del colector central **T2**. Esta configuración proporciona al aparato **10** colector de radiación un perfil trapezoidal sustancialmente isósceles. Como también se ve, las esquinas superiores de los pares de reflectores simétricos **11a-11b** y **13a-13b**, de los colectores laterales **T1** y **T3**, están truncadas en sus extremos libres, lo que tiene un efecto menor en las propiedades de recogida de luz del aparato, al tiempo que permite un empaque más ajustado de varios colectores en múltiples configuraciones de colector.

Como se ve en la **figura 1A**, que muestra una vista en perspectiva del aparato **10** colector de radiación, las aberturas de salida, **11u**, **12u** y **13u**, de los colectores, **T1**, **T2** y **T3**, respectivamente, forman una abertura de salida **10u** trapezoidal sustancialmente isósceles del aparato **10**. Los colectores **T1**, **T2** y **T3**, están configurados para recoger la luz solar incidente atrapada en las aberturas de entrada, **11i**, **12i** y **13i**, respectivamente, y concentrarla a través de las aberturas de salida **11u**, **12u** y **13u**, respectivamente, sobre una superficie objetivo **15** sustancialmente paralela a la superficie del suelo.

Con el fin de obtener un perfil de recogida sustancialmente uniforme a lo largo de la trayectoria del sol, las longitudes **L1**, **L2** (mostradas en la **figura 1C**) y **L3**, de las aberturas de salida **11u**, **12u** y **13u**, respectivamente, en el plano de horizonte deben establecerse correctamente. Mientras que las longitudes, **L1** y **L3**, de las aberturas de salida laterales, **11u** y **13u**, son sustancialmente iguales ($L1=L3=L$), la abertura de salida central **12u** tiene una longitud sustancialmente menor debido a la intensidad de la luz solar incidente recogida por el colector central **T2** durante el mediodía es sustancialmente mayor que la luz solar incidente recogida por los colectores laterales **T1** y **T3**, durante la mañana y la tarde, respectivamente. En algunas realizaciones, la relación $L2/L$ (entre las longitudes de la abertura de salida central y cualquiera de las aberturas de salida laterales) se establece en aproximadamente 1:1 a 1:3.

La **figura 1D** es una vista en perspectiva de un aparato **10'** colector de radiación que es una modificación del colector **10** de radiación mostrado en las **figuras 1A** a **1C**, y que comprende dos paneles de guiado **14a** y **14b**, configurados para extenderse desde la abertura de salida **10u** del aparato **10** y englobar la radiación concentrada que sale a través de la misma. Los paneles de guiado **14a** y **14b** son elementos sustancialmente planos, que tienen cada uno una forma trapezoidal generalmente isósceles, y una superficie reflectante interior que encierra así la radiación que sale por las aberturas de salida de los colectores y la dirige hacia una superficie objetivo y/o una abertura de salida del aparato **10'**.

Las **figuras 2A** a **2D** ilustran esquemáticamente un aparato **20** colector de radiación de acuerdo con posibles realizaciones. El aparato **20** colector de radiación está diseñado para mejorar las capacidades de recogida de radiación del aparato **10** mostrado en las **figuras 1A** a **1C**, mediante la introducción de superficies reflectantes adicionales en los colectores laterales y central. Con esta configuración se obtienen tres colectores tridimensionales **C1**, **C2** y **C3** adyacentes. El colector tridimensional central **C2** se establece con su abertura de entrada **22i** sustancialmente paralela a la superficie del suelo, para optimizar la recogida de radiación durante el mediodía, y los colectores tridimensionales laterales, **C1** y **C3**, se extienden desde el colector tridimensional central **C2** en direcciones laterales, y sus aberturas de entrada, **21i** y **23i**, están inclinadas hacia abajo en un ángulo de inclinación predefinido (por ejemplo, en el intervalo de 150 ° con relación a la abertura de entrada del colector central, de acuerdo con el ángulo solar al inicio y al final del período de recogida deseado), para optimizar la recogida de radiación durante las horas de la mañana y la tarde, respectivamente.

Cada uno de los colectores tridimensionales **C1**, **C2** y **C3**, tiene una configuración en forma de embudo generalmente rectangular que se estrecha desde la abertura de entrada hacia la abertura de salida.

El colector tridimensional **C1** comprende un colector bidimensional en forma de canal formado por el par de reflectores simétricos **21a** y **21b** posicionados en el plano de horizonte, y un colector bidimensional adicional en forma de canal formado por el reflector lateral **21c** situado en su extremo libre y el reflector de trampa **21d** que colinda con el colector tridimensional central **C2**. Mientras que la geometría del par de reflectores simétricos **21a-21b** es sustancialmente la misma que la del par de reflectores simétricos **11a-11b** descritos anteriormente en el presente documento con referencia a las **figuras 1A a 1D**, el reflector lateral **21c** y el reflector de trampa **21d** forman un colector bidimensional que no es necesariamente simétrico, y su fin principal es capturar la luz incidente durante las primeras horas de la mañana (es decir, capturar rayos de luz que son paralelos o casi paralelos a la superficie del suelo).

De forma similar, el colector tridimensional **C3** comprende un colector bidimensional en forma de canal formado por el par de reflectores simétricos **23a** y **23b** posicionados en el plano de horizonte, y un colector bidimensional adicional en forma de canal formado por el reflector lateral **23c** situado en su extremo libre y el reflector de trampa **23d** que colinda con el colector tridimensional central **C2**. La geometría del par de reflectores simétricos **23a-23b** es sustancialmente la misma que la del par de reflectores simétricos **13a-13b** descritos anteriormente en el presente documento con referencia a las **figuras 1A a 1D**, y el reflector lateral **23c** y el reflector de trampa **23d** forman un colector bidimensional que no es necesariamente simétrico, y su fin principal es capturar la luz incidente durante las últimas horas de la tarde (es decir, rayos de luz que son paralelos o casi paralelos a la superficie del suelo).

Opcionalmente, y preferentemente en algunas realizaciones, los pares de reflectores simétricos **21a-21b** y **23a-23b** están configurados cada uno para formar un CPC, tal y como se ha descrito anteriormente en el presente documento, mientras que los pares de reflectores laterales y de trampa **21c-21d** y **23c-23d** son implementados por superficies sustancialmente planas orientadas para formar una estructura de colector bidimensional que se estrecha desde sus aberturas de entrada, **21i** y **23i**, hacia sus aberturas de salida **21u** y **23u**.

Opcionalmente, y preferentemente en alguna realización, el colector tridimensional central **C2** está comprendido por dos pares de colectores CPC bidimensionales simétricos, **22a-22b** y **22x-22y**, configurados tal y como se ha descrito anteriormente en el presente documento, que forman una estructura rectangular en forma de embudo.

Como en el aparato **10** colector de radiación mostrado en las **figuras 1A a 1D**, las longitudes **L** de las aberturas de salida **21u** y **23u** de los colectores tridimensionales **C1** y **C3**, en el plano de horizonte, son sustancialmente mayores que la longitud **L2** del horizonte de la abertura de salida **22u** del colector tridimensional **C2**. En algunas realizaciones, la relación de las longitudes $L2/L$ de las aberturas en el plano de horizonte se establece en aproximadamente 1:1 a 1:3, con el fin de proporcionar un perfil de recogida de radiación sustancialmente uniforme a lo largo de la trayectoria de la fuente de radiación. Como se ve, el aparato **20** es simétrico alrededor de los planos simétricos **18** (un plano estacional) y **19** (el plano de horizonte).

En algunas realizaciones, el aparato **20** colector de radiación comprende paneles de guiado **24a** y **24b** que tienen superficies reflectantes internas y que se extienden desde las aberturas de salida **21u**, **22u** y **23u**, hacia los extremos libres de los pares de reflectores **21a-21b** y **23a-23b**, a fin de englobar la radiación concentrada que sale a través de las aberturas de salida. Las **figuras 2A a 2I** ejemplifican además el uso de un concentrador **25** colector de radiación rectangular en forma de embudo unido a los paneles de guiado **24a** y **24b** para enviar la radiación recogida a la guía de luz **26**.

Las **figuras 2E a 2I** muestran diagramas que ilustran la recogida de radiación del aparato **20** de recogida de radiación simulado para diferentes horas del día. La **figura 2E** evidencia la recogida de radiación durante las primeras horas de la mañana, alrededor de las 8:00, y las últimas horas de la tarde, alrededor de las 16:00, en donde una porción **U1** de la radiación incidente es enviada directamente por el colector lateral **C3** a la guía de luz **26**, y otra porción **U2** de la radiación incidente es enviada por el colector lateral **C3** con la ayuda del reflector de trampa **23d**. Aunque este ejemplo específico muestra la recogida de radiación alrededor de las 16:00, debido a la configuración simétrica del aparato **20**, el mismo patrón de recogida se obtiene alrededor de las 8:00 por el colector lateral **C1**.

Como se ve en la **figura 2F**, como la ubicación de la fuente de radiación se eleva alrededor de las 9:00 y las 15:00, más radiación incidente **U1** es enviada directamente por el colector lateral **C3** (por el colector **C1** alrededor de las 9:00) a la guía de luz **26**. Alrededor de las 14:00, tal y como se muestra en la **figura 2G**, la altitud de la fuente de radiación es tal que sustancialmente toda la radiación incidente **U1** es enviada directamente a la guía de luz **26** por el colector lateral **C3** (por el colector **C1** alrededor de las 10:00), sin golpear los reflectores de trampa **21d/23d**.

Haciendo referencia a la **figura 2H**, alrededor de las 13:00 una porción significativa **U1** de la radiación incidente es enviada a la guía de luz **26** directamente por el colector lateral **C3**, una porción **U2** más pequeña por el colector central **C2**, sin golpear el reflector **22x** del plano estacional, y otra porción **U3** más pequeña es enviada por el reflector **22x** del plano estacional del colector central **C2**. De forma similar, alrededor de las 11:00 (no se muestra) una porción significativa **U1** de la radiación incidente es enviada a la guía de luz **26** directamente por el colector lateral **C1**, una porción **U2** más pequeña por el colector central **C2**, sin golpear el reflector **22y** del plano estacional, y otra porción **U3** más pequeña es enviada por el reflector **22y** del plano estacional del colector central **C2**.

Como se ve en la **figura 2I**, cuando la fuente de radiación alcanza su mayor altitud alrededor de las 12:00, una porción significativa **U1** de la radiación incidente es enviada a la guía de luz **26** directamente por el colector central **C2** sin golpear los reflectores **22x** y **22y** del plano de horizonte, una porción **U2** más pequeña de la radiación incidente es enviada a la guía de luz **26** directamente por los colectores laterales **C1** y **C2**, y aún una porción **U3** más pequeña de la radiación incidente es enviada por los reflectores **22x** y **22y** del plano de horizonte del colector central **C2**.

Los aparatos colectores de radiación mostrados en las **figuras 1A-D** y **2A-I** son particularmente adecuados para regiones geográficas ecuatoriales caracterizadas por un movimiento solar estacional simétrico. En algunas aplicaciones, estas realizaciones se implementan utilizando diseños de CPC modificados, tal y como se describe e ilustra en la solicitud de patente israelí presentada el 14 de diciembre de 2015, (bajo el expediente del apoderado N.º 2373886, por ejemplo, para proporcionar una cobertura diaria de 120 °(8 horas) y una cobertura estacional de $\pm 25^\circ$.

Como se ilustra en la **figura 3**, en latitudes más al norte (y al sur), el movimiento solar no es simétrico estacionalmente, de modo que durante los períodos de verano la ubicación del sol queda fuera de la cobertura de los aparatos de recogida de radiación mostrados en las **figuras 1A-D** y **2A-I** durante el horario del mediodía (10:30 a 13:30), y durante las primeras horas de la mañana (7:00 a 8:30) y las últimas de la tarde (15:30-17:00) durante el invierno. La **figura 3** muestra la altitud solar anual en una latitud de 40 ° y la aceptación angular proporcionada por los aparatos de recogida de radiación mostrados en las **figuras 1A-D** y **2A-I**, como se indica mediante las líneas continuas **3a** y **3b**, donde la línea central **3q** es el eje de simetría alargado de los aparatos (en el plano de horizonte). Como se ve en la **figura 3**, la cobertura es insuficiente, mientras que en algunas áreas **W** hay cobertura desperdiciada.

Con el fin de evitar pérdidas en la recogida de flujo durante los períodos de mediodía de los meses de verano, y cobertura desperdiciada durante los períodos de mediodía de los meses de invierno, en algunas realizaciones, las superficies reflectantes centrales del plano de horizonte de los aparatos colectores de radiación están elevadas con respecto al plano de horizonte, como se indica mediante las líneas discontinuas **3a'**, **3q'** y **3b'**. De una forma similar, en alguna realización posible, las superficies reflectantes laterales del plano de horizonte de los aparatos colectores de radiación están bajadas (no se muestran) en relación con el plano de horizonte, con el fin de evitar pérdidas en la recogida de flujo durante las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde de los meses de verano. y cobertura desperdiciada durante las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde de los meses de invierno. Curvando/retorciendo de este modo el área de las superficies reflectantes centrales del plano de horizonte del colector de radiación, la aceptación angular de la sección central del aparato se adapta para las latitudes norte (o sur). Aparentemente, se pueden requerir diseños diferentes en diferentes latitudes de acuerdo con el ángulo de inclinación requerido.

La **figura 4** es una vista superior de un aparato **10''** colector de radiación como se muestra en las **figuras 1A** a **1D** en el que las superficies centrales **12a'** y **12b'** del plano horizontal del colector central **T2** se han curvado/retorcido con el fin de mejorar los perfiles de recogida de radiación en latitudes norte (o sur si el aparato se gira 180 ° alrededor de su colector central). Como se ve, las aberturas de salida, **11u**, **12u** y **13u**, y sus longitudes, permanecen sustancialmente sin cambios, y también las alturas de los reflectores. En este caso no limitante, las superficies reflectantes **12a'** del plano de horizonte están elevadas con relación al eje de simetría **3q** largo para proporcionar superficies reflectantes **12a'** y **12b'** curvadas sustancialmente lisas. Como se ilustra mediante las líneas discontinuas, **12a''** y **12b''**, en algunas posibles realizaciones la elevación de la superficie reflectante central del plano de horizonte no es tan lisa, y las superficies reflectantes elevadas del plano de horizonte forman una forma trapezoidal sustancialmente isósceles.

Las **figuras 5A** a **5C** ilustran esquemáticamente un aparato **20'** colector de radiación como se muestra en las **figuras 2A** a **2I** con superficies centrales curvadas/retorcidas para una mejor recogida de radiación en las latitudes norte (o sur). En esta realización, el colector tridimensional central **C2'** está inclinado α grados con relación al eje de simetría **55** (una inclinación de 10 ° en este ejemplo), es decir, curvándose así realmente el eje de simetría. Como se ejemplifica en las **figuras 5A-C**, los bordes superiores de las superficies reflectantes de los colectores laterales **C1'** y **C3'** también están curvados/retorcidos cerca de su conexión con el colector central **C2'**, con el fin de proporcionar perfiles de recogida de radiación sustancialmente uniformes/lisos durante los movimientos de la fuente de radiación. Por consiguiente, se requerirán diferentes ángulos de inclinación en diferentes latitudes geográficas.

Las **figuras 6A** a **6C** ilustran esquemáticamente un aparato **60** colector de radiación que tiene sustancialmente la misma estructura del colector **10'** de radiación mostrado en la **figura 1D**, y que comprende además una estructura de concentración **66** montada dentro de sus paneles de guiado, **14a** y **14b**. La estructura de concentración **66** comprende una pluralidad de nervios parabólicos **6a**, **6b**, **6c...** (denominados colectivamente en el presente documento nervios parabólicos **6**; en este ejemplo no limitante se usan **16** nervios parabólicos) estando posicionado cada uno sustancialmente perpendicular a los paneles de guiado, **14a** y **14b**, y teniendo un extremo superior del mismo situado en (o adyacente a) una de las aberturas de salida, **11u**, **12u** y **13u**, y un extremo inferior situado en (o adyacente a) la abertura de salida **10u** del aparato. Los dos lados de cada uno de los nervios parabólicos **6** son reflectantes para proporcionar una reflexión interna total de la luz entre cada par de nervios parabólicos **6** adyacentes.

La estructura de concentración **66** forma por tanto un distribuidor de nervios parabólicos **6** que se extienden desde las

aberturas de salida, **11u**, **12u** y **13u**, y que se extienden hacia la abertura de salida **10u** del aparato. Por tanto, los nervios parabólicos **6** situados adyacentes están adaptados para concentrar la luz incidente recogida y concentrada en ciertas horas del día. Los nervios parabólicos **6** están configurados para recibir la luz concentrada que sale por cada uno de los colectores bidimensionales, **T1**, **T2** y **T3**, y como su estructura de distribuidor coincide hacia la abertura de salida **10u** de menor tamaño del aparato **60**, aumenta sustancialmente la relación de concentración del aparato (en este ejemplo en 1/8). Como en las realizaciones descritas previamente, en algunas realizaciones el perfil de recogida de radiación del colector **60** de radiación está adaptado para una cobertura mejorada en latitudes norte (o sur), curvando/retorciendo las superficies reflectantes centrales del plano de horizonte, tal y como se ha descrito anteriormente en el presente documento.

Las **figuras 7A a 7C** ilustran esquemáticamente un aparato **70** colector de radiación que tiene sustancialmente la misma estructura del colector **10'** de radiación mostrado en la **figura 1D**, y que comprende además una disposición de espejos giratorios (denominados colectivamente espejo **m**) que tiene una forma trapezoidal sustancialmente isósceles. Cada espejo **m** es un panel giratorio de forma controlable, que tiene una superficie reflectante en ambos lados del mismo. Como se ve, la abertura de salida de cada colector bidimensional, **T1**, **T2** y **T3**, y la sección de base **14u** del aparato **70**, comprenden un juego de espejos que pueden girar de forma controlable y espaciados, **m1**, **m2**, **m3**, y **m4**, respectivamente. El aparato **70** colector de radiación comprende tres superficies objetivo diferentes, como sigue; la superficie objetivo **71** situada entre la sección de base **14u** y el extremo libre del colector bidimensional **T1**, la superficie objetivo **72** situada en (o adyacente a) el centro de la abertura de salida **12u** del colector bidimensional **T2**, y la superficie objetivo **73** situada entre la sección de base **14u** y el extremo libre del colector bidimensional **T3**. Mientras que el objetivo **72** es sustancialmente paralelo a la abertura de salida **12u** (y a la superficie del suelo), los objetivos **71** y **73** están inclinados en aproximadamente 100° a 150° , opcionalmente en aproximadamente 120° , con relación a la sección de base **14u** (y por tanto también a la superficie del suelo).

Se usan una unidad de control y medios de accionamiento (no mostrados) para ajustar simultáneamente todos los ángulos de cada uno de los espejos **m**, y configurados para dirigir así la luz recogida y concentrada por cada uno de los colectores bidimensionales, **T1**, **T2** y **T3**, sobre al menos una de las superficies objetivo, **71**, **72** y **73**. En las **figuras 7D a 7L** se muestran posibles esquemas de control para establecer los ángulos de los espejos **m** para dirigir la radiación recogida y concentrada sobre las superficies objetivo seleccionadas, en donde las **figuras 7D a 7F** evidencian la recogida de radiación alrededor de las 7:00 por las superficies objetivo **71**, **73** y **72**, respectivamente, las **figuras 7G a 7I** evidencian la recogida de radiación alrededor de las 10:00 por las superficies objetivo **71**, **73** y **72**, respectivamente, y las **figuras 7J a 7L** evidencian la recogida de radiación alrededor de las 12:00 por las superficies objetivo **71**, **73** y **72**, respectivamente.

El uso de espejos giratorios **m** para dirigir la radiación recogida y concentrada sobre las superficies objetivo seleccionadas proporciona relaciones de concentración sustancialmente mejoradas (concentración 1/30). Además, con esta realización, mediante el control adecuado de los ángulos de los espejos, se puede obtener una sección constante hacia el sol a todas horas y, por tanto, una recogida de flujo igual. Además, dado que en esta realización los espejos giratorios a lo largo de cada abertura de salida y la sección de base concentran la radiación hacia un objetivo situado (aproximadamente) en el lado/vértice opuesto, se produce una interferencia mínima de los espejos durante los giros de los espejos.

La **figura 8** es una vista en perspectiva del conjunto **80** colector de radiación que comprende el aparato **20'** colector de radiación mostrado en las **figuras 5A a 5C** instalado de forma operativa en una guía de luz **81** curvada para recoger radiación de una fuente de radiación celeste. Como se ve, en esta realización, la guía de luz **81** curvada comunica la radiación recogida entre el colector **20'** y la guía de luz **26** sustancialmente vertical, configurada para enviar la radiación recogida a una ubicación objetivo (por ejemplo, dentro de un edificio). De esta manera, el colector **20'** se establece fácilmente en la orientación adecuada para una recogida de radiación óptima, como puede ser necesario en una latitud geográfica específica. Por supuesto, todas las demás realizaciones ilustradas y descritas en el presente documento pueden montarse de manera similar en la guía de luz **81** curvada de la misma manera.

Ejemplos

La **figura 9** muestra gráficas de recogida de radiación ecuatorial anual obtenidas mediante simulación por ordenador para los aparatos colectores de radiación mostrados en las **figuras 2A-2I**, que simulan el rendimiento anual en regiones geográficas ecuatoriales (simulado para latitud 0° y ángulo vertical de 90° , es decir, exactamente perpendicular al horizonte). Como este concentrador fue diseñado específicamente para tales ángulos, el rendimiento es muy bueno durante todo el año, lo que da como resultado grandes valores de recogida relativa desde ángulos solares favorables.

Las **figuras 10A y 10B** muestran gráficos de recogida de radiación anual en una latitud de 33° y un ángulo vertical de 45° de inclinación desde el horizonte, como se obtiene mediante simulación por ordenador para el aparato **20** colector de radiación mostrado en las **figuras 2A-2I** y para el aparato **20'** colector de radiación mostrado en las **figuras 5A-5C**, respectivamente. En este ejemplo, se realizaron simulaciones de trazado de rayos solares en la ubicación global de Tel-Aviv en Israel, con una fuente de energía solar constante de 1366 W/m^2 (arbitraria pero constante), muestreando a intervalos de 0,5 horas el día 21 de cada mes (el solsticio es en ese día, de ahí los valores máximos y

mínimos).

- 5 Como se ve en la **figura 10A**, durante mayo, junio y julio, los perfiles de recogida de radiación caen a cero durante el mediodía usando el aparato **20** colector mostrado en las **figuras 2A-2I** a 33 ° de latitud. Los resultados presentados en la figura 10B muestran la mejora significativa lograda usando el aparato **20'** de recogida de radiación mostrado en las **figuras 5A-5C**, que comprende las superficies reflectantes centrales curvadas/retorcidas. Como se ve, los perfiles de recogida de radiación obtenidos usando el aparato **20'** de recogida de radiación son sustancialmente uniformes durante todo el día, sin las caídas repentinas obtenidas con el aparato **20** y que se ven en la **figura 10A**.
- 10 Como se ha descrito anteriormente en el presente documento, y como se muestra en las figuras asociadas, la presente invención proporciona aparatos colectores de radiación mejorados adaptados para optimizar la recogida de flujo y las relaciones de concentración en diferentes latitudes geográficas. Si bien se han descrito realizaciones particulares de la invención, se entenderá, sin embargo, que la invención no se limita a las mismas, ya que los expertos en la materia pueden realizar modificaciones, particularmente a la luz de las enseñanzas anteriores. Tal y como apreciará el experto
- 15 en la materia, la invención puede llevarse a cabo de diversas formas, empleando más de una técnica de las descritas anteriormente, todo ello sin exceder el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (10) para la recogida de la radiación incidente emitida por una fuente de radiación en movimiento, definiendo dicho aparato un colector de radiación estática que comprende:

un colector central de radiación en forma de canal (T2) que comprende reflectores (12a, 12b) que tienen una forma trapezoidal sustancialmente isósceles, una abertura de entrada (12i) definida por las bases mayores de dichos reflectores, y una abertura de salida (12u) definida por bases menores de dichos reflectores; y dos colectores laterales de radiación en forma de canal (T1, T3), teniendo dichos colectores laterales y central un mismo plano de simetría (19), teniendo cada uno de dichos colectores laterales (T1, T3) respectivas aberturas de entrada y de salida (11i, 13i), y se extiende desde un lado de extremo respectivo de dicho colector central (T1), definiendo así un ángulo de inclinación obtuso entre el eje de simetría alargado de la abertura de salida (12u) de dicho colector central y el eje de simetría de la abertura de salida (11u, 13u) de cada uno de los colectores laterales (T1, T3).

2. El aparato de la reivindicación 1, en donde las superficies reflectantes centrales del colector central (12a', 12b') están elevadas con relación a un plano de horizonte (19) del aparato con el fin de evitar pérdidas de flujo.

3. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde la radiación que sale a través de las aberturas de salida (11u, 12u, 13u) de los colectores laterales (T1, T3) y central (T2) se dirige hacia una superficie objetivo (15) situada debajo de dichos colectores, sustancialmente en paralelo a la abertura de salida del colector central, y en donde el aparato comprende uno o más elementos de guiado de radiación (26) para guiar la radiación desde dicha superficie objetivo a una o más ubicaciones remotas.

4. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una relación de las longitudes de la abertura de salida (12u) del colector central y de cada abertura de salida (11u, 13u) de los colectores laterales es de aproximadamente 1:1 a 1:3.

5. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende dos paneles de guiado (14a, 14b) que se extienden desde las aberturas de salida (11u, 12u, 13u) de los colectores de radiación en forma de canal y que tienen superficies reflectantes enfrentadas entre sí para englobar la radiación que sale por las aberturas de salida.

6. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada uno de los colectores laterales de radiación en forma de canal (T1, T3) comprende un reflector lateral (11c, 13c) montado en su extremo libre en una extremidad del aparato para recoger radiación en ciertos ángulos de la fuente de radiación.

7. El aparato de la reivindicación 6, en donde cada uno de los colectores laterales de radiación en forma de canal (T1, T3) comprende un reflector de trampa (21d, 23d) montado adyacente al colector central (T2) sustancialmente perpendicular a las superficies reflectantes de uno respectivo de dichos colectores laterales (T1, T3) en un ángulo predeterminado con respecto a su abertura de salida, formando así al menos un colector lateral de radiación tridimensional rectangular en forma de embudo.

8. El aparato de la reivindicación 5 que comprende una pluralidad de nervios parabólicos (6a, 6b, 6c...) montados entre y sustancialmente perpendiculares a los paneles de guiado (14a, 14b), extendiéndose dichos nervios parabólicos entre las aberturas de salida (11u, 12u, 13u) de los colectores de radiación en forma de canal y una abertura de salida del aparato, siendo reflectantes dos superficies laterales de cada uno de dichos nervios parabólicos.

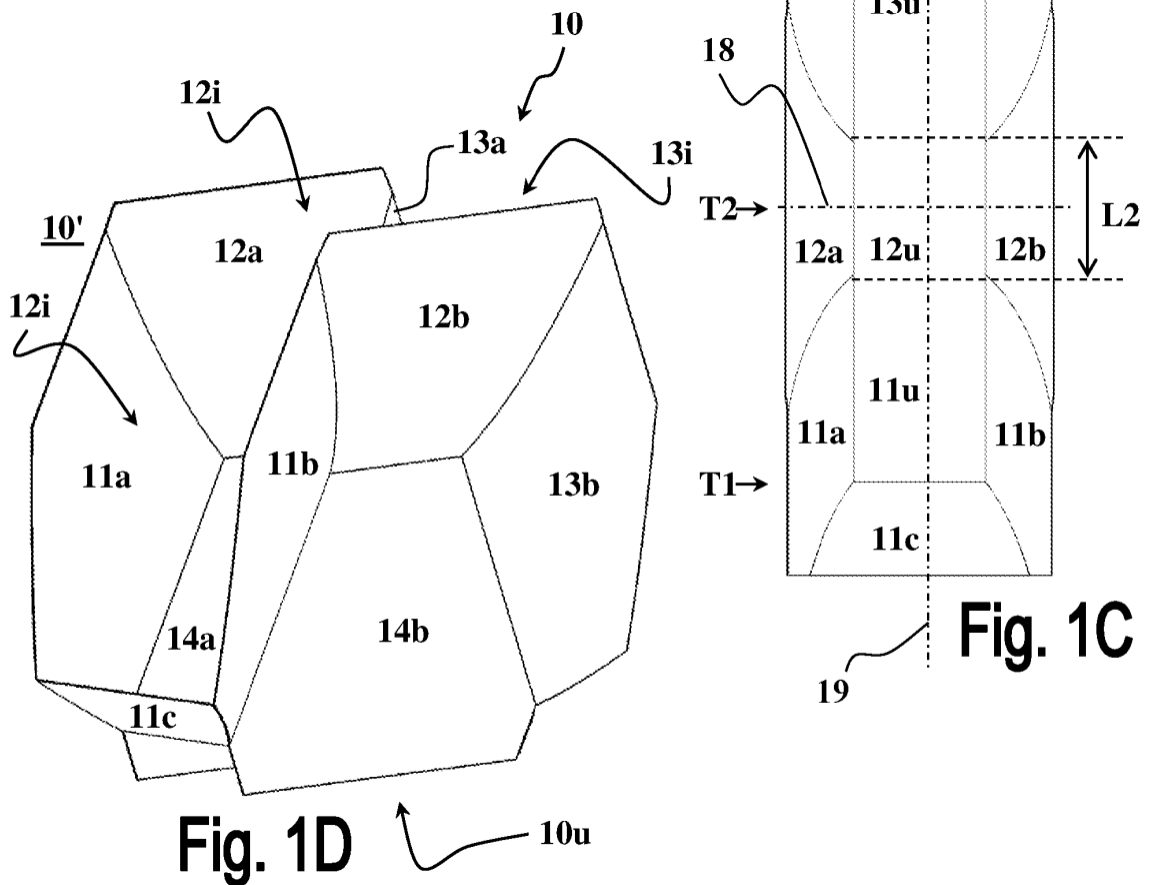
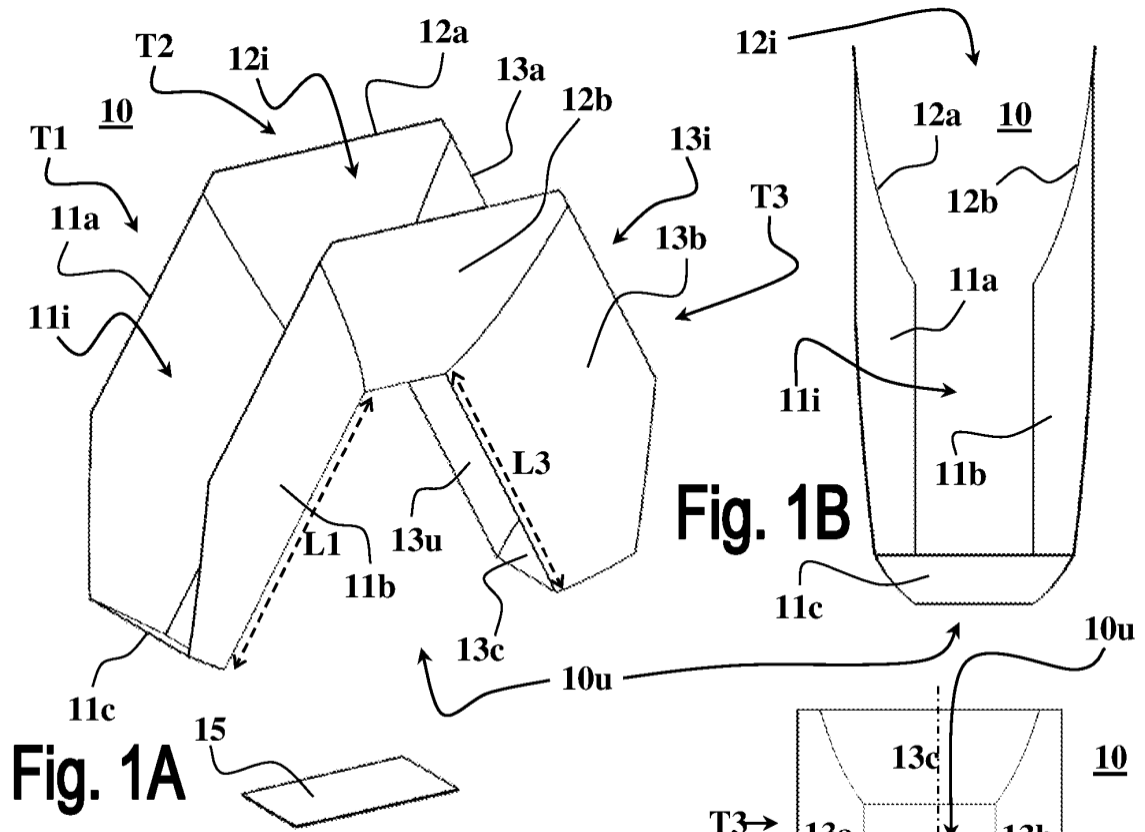
9. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende: una matriz de espejos giratorios (m) montados en la abertura de salida (11u, 12u, 13u) de cada uno de los colectores y configurados para recibir radiación desde la abertura de salida del colector respectivo en el que está montado, siendo el eje de giro de cada espejo en dicha matriz de espejos giratorios sustancialmente perpendicular al eje de simetría alargado de la abertura de salida en la que está montado, cada uno de dichos espejos configurado en un ángulo específico para dirigir la radiación que sale por su respectiva abertura de salida sobre al menos una superficie objetivo (71, 73).

10. El aparato de la reivindicación 9 que comprende una matriz adicional de espejos giratorios (m4) situados en una sección de base del aparato que se extiende por debajo de los extremos libres de los colectores laterales (T1, T3), siendo los espejos de dicha matriz adicional de espejos sustancialmente paralelos a los espejos de la otra matriz y estando configurados para recibir la radiación que sale por las aberturas de salida (11u, 12u, 13u) y dirigirla a una superficie objetivo (72) posicionada adyacente y sustancialmente paralela al colector central (T2).

11. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10, que comprende medios de accionamiento configurados para afectar de forma controlable los movimientos giratorios de los espejos (m); y una unidad de control configurada y operable para controlar el funcionamiento de dichos medios de accionamiento y para establecer la orientación de al menos algunos de los espejos para dirigir la radiación que sale a través de la abertura de salida (11u, 12u, 13u) hacia al menos una superficie objetivo (71, 72, 73) o la abertura de salida del aparato.

12. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos uno de los colectores de radiación en forma de canal (T1, T2, T3) es un dispositivo CPC.

- 5 13. Un sistema para recoger radiación de una fuente de radiación celeste, que comprende: un aparato de recogida de luz de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y un soporte de guiado de luz (81) para montar dicho aparato en el mismo, recibir la luz recogida por dicho aparato y enviarla hacia una ubicación objetivo, dicho soporte de guiado de luz está configurado para fijar el aparato montado en el mismo en una orientación definida requerida para la recogida óptima de radiación por parte del dispositivo en una cierta latitud.



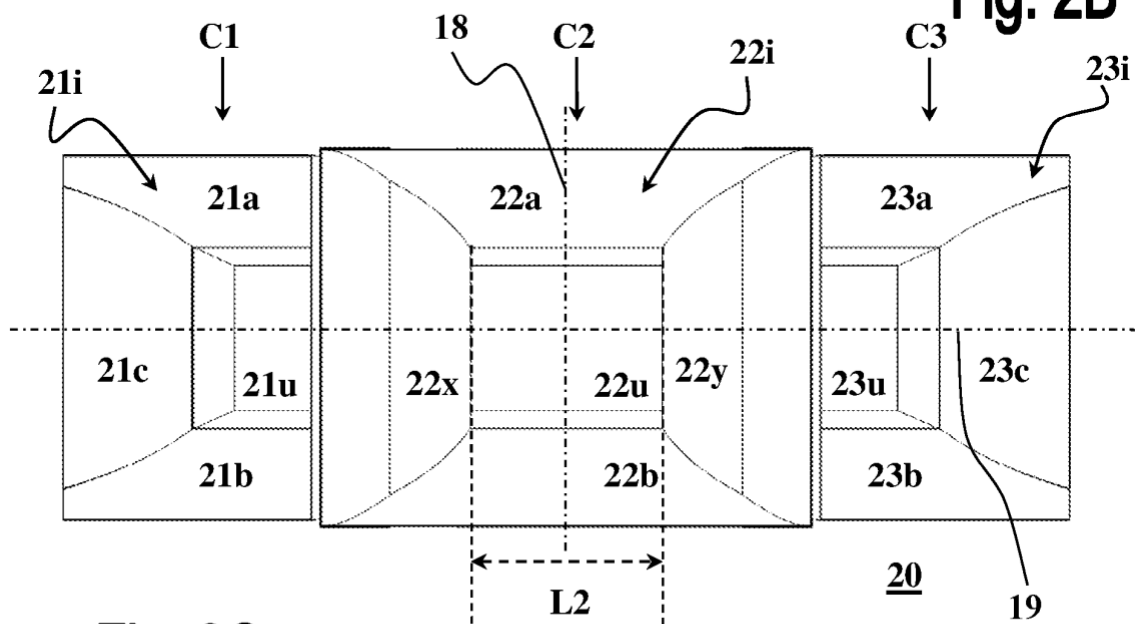
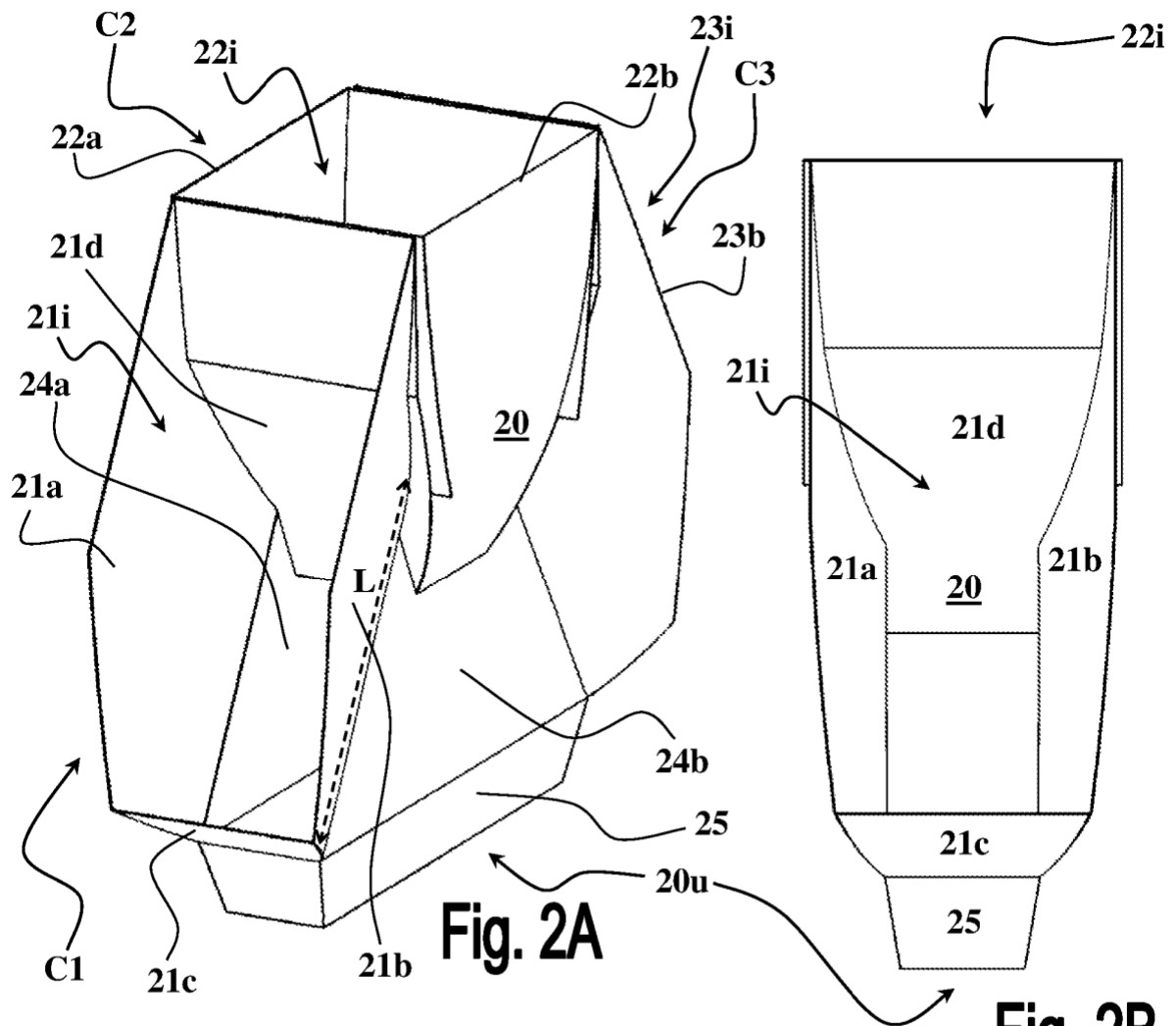
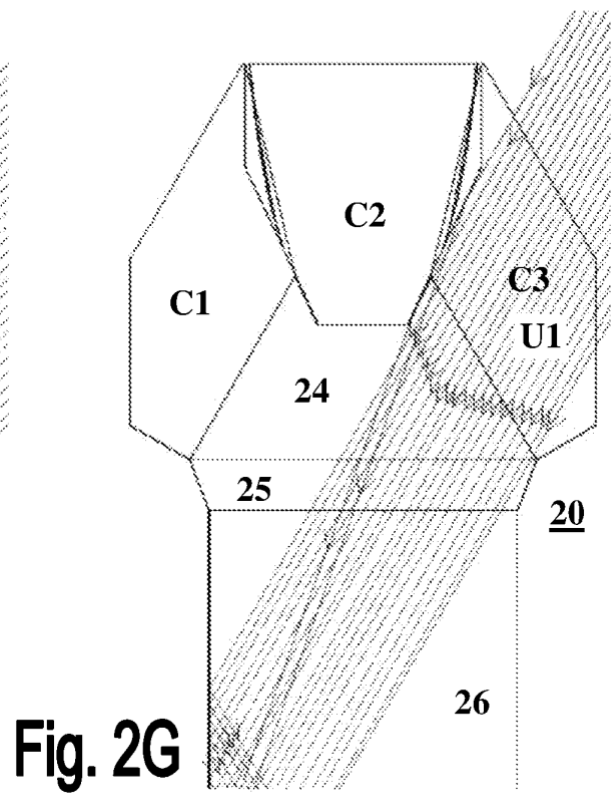
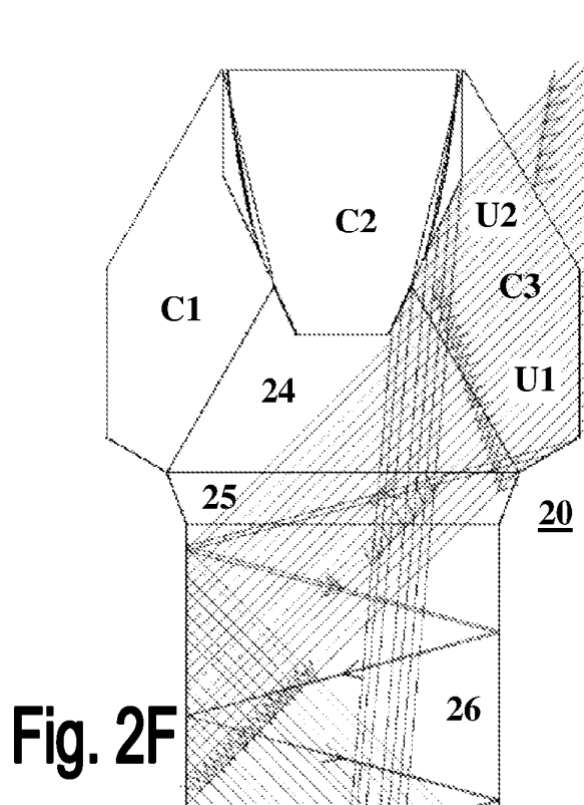
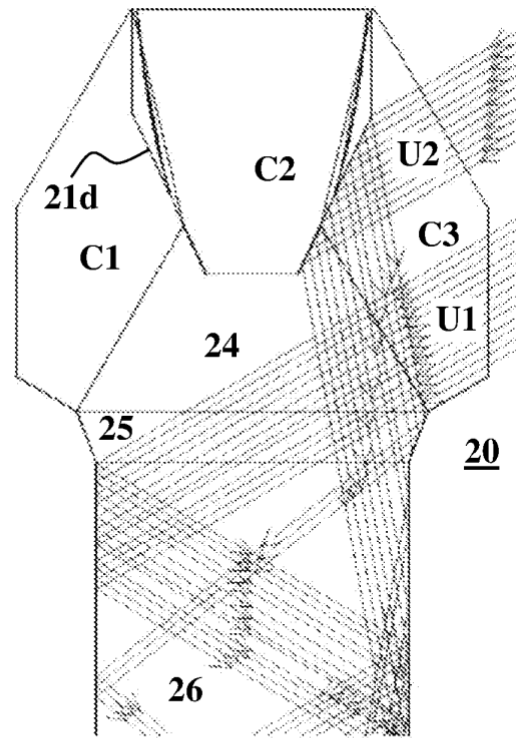
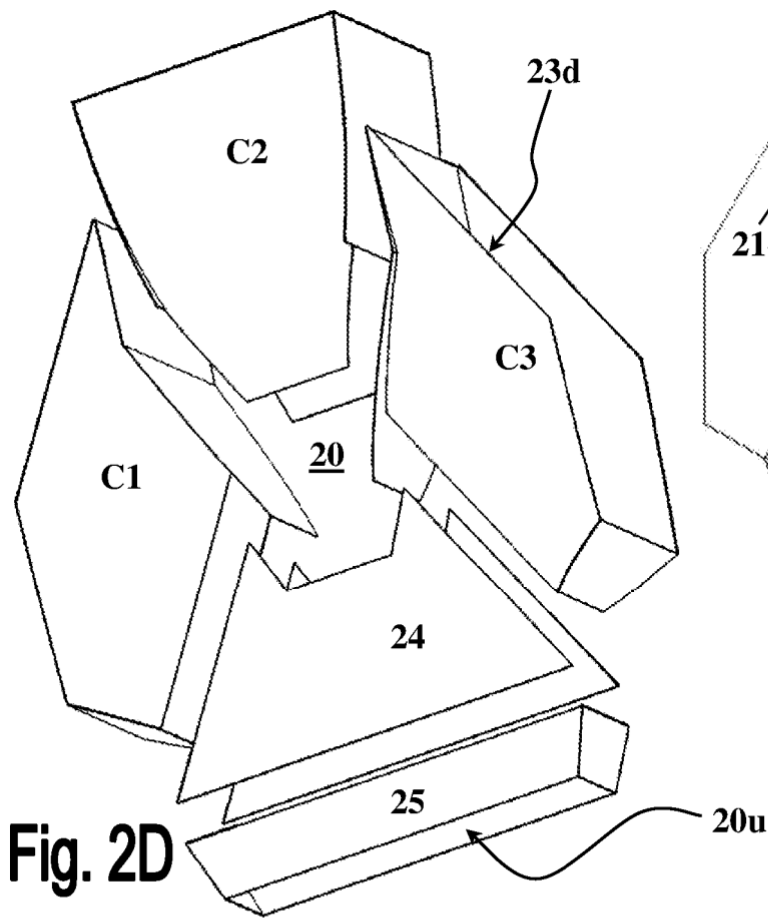


Fig. 2C



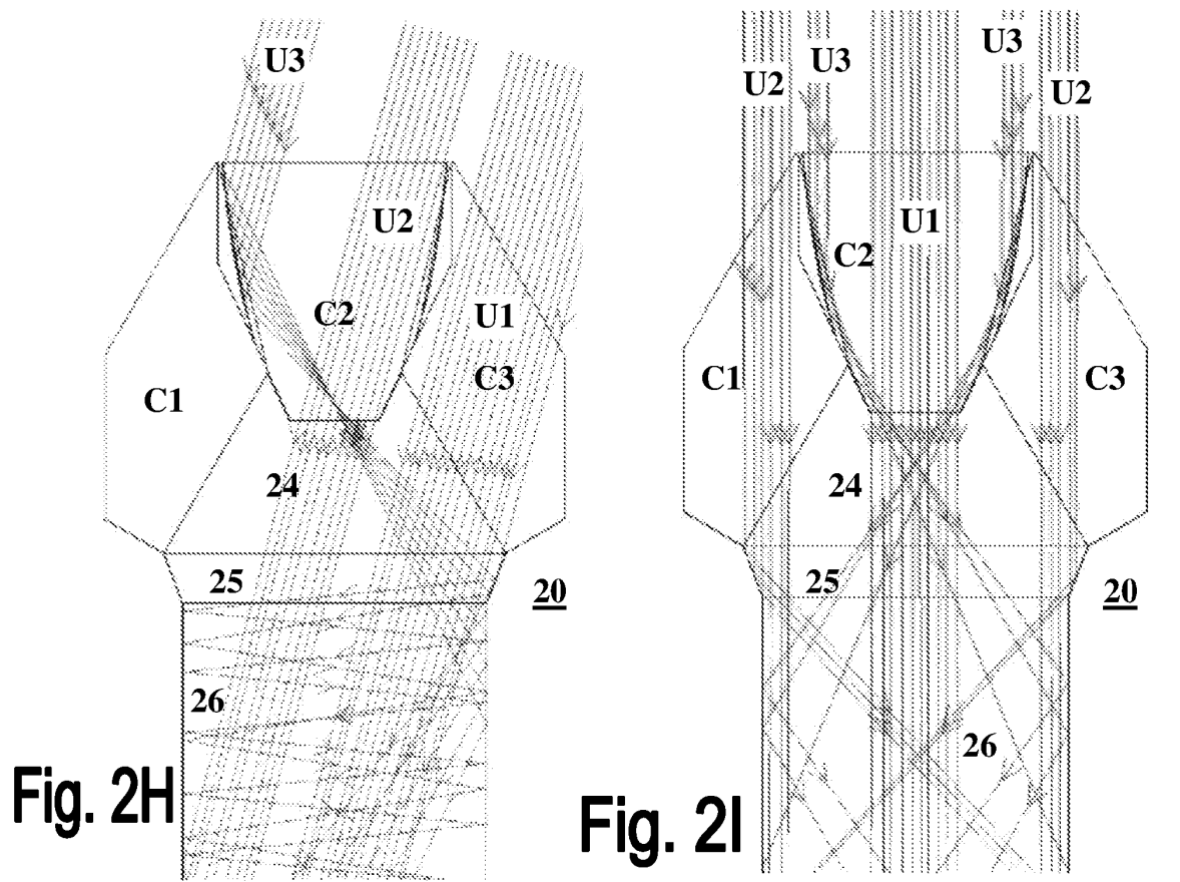


Fig. 2H

Fig. 2I

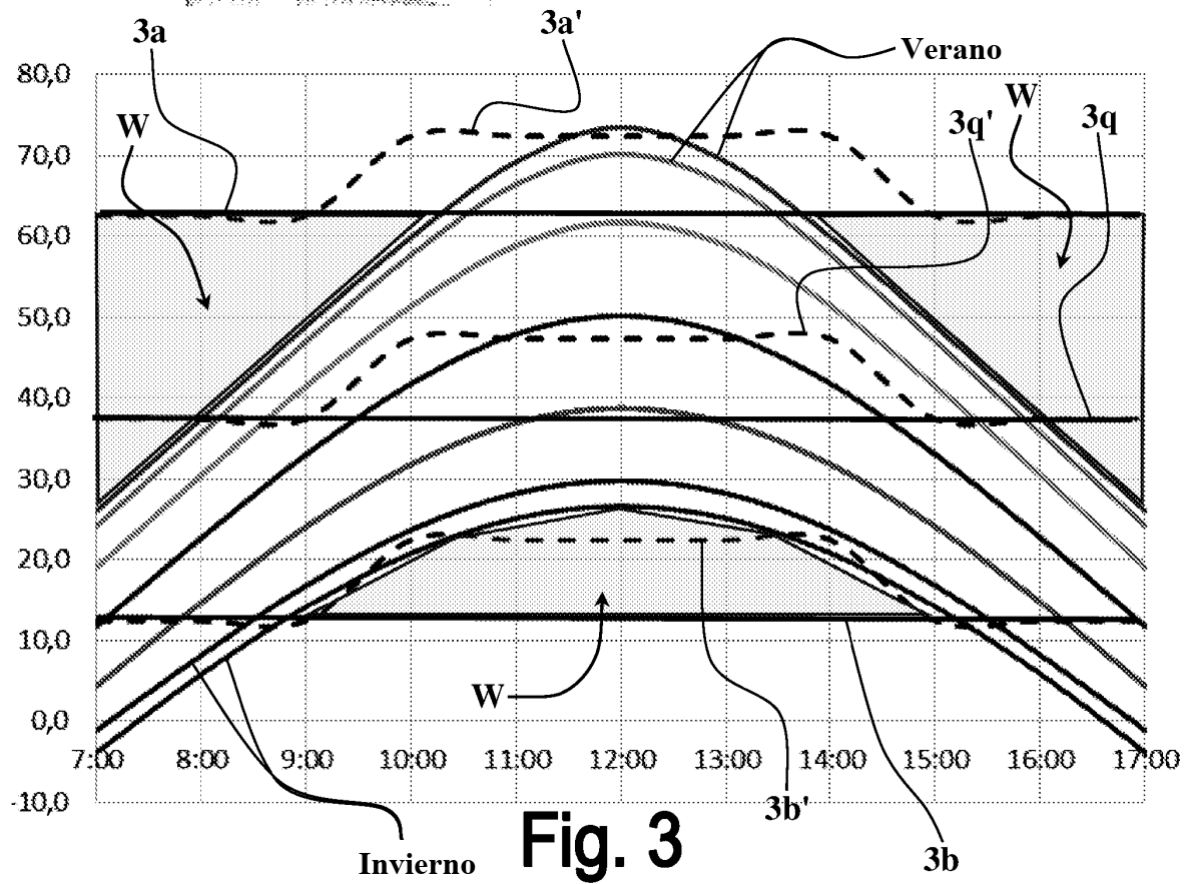
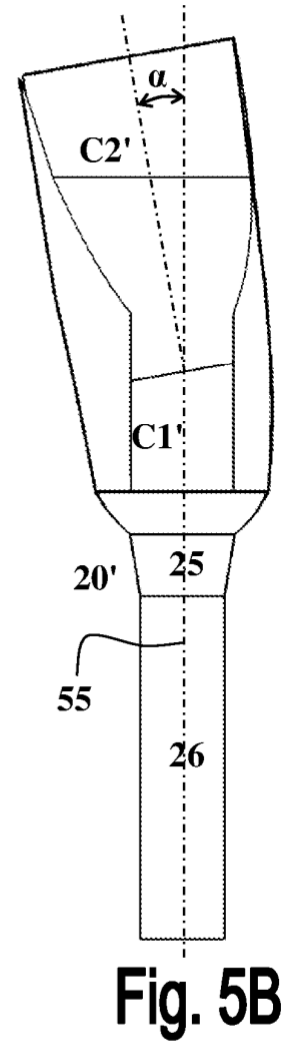
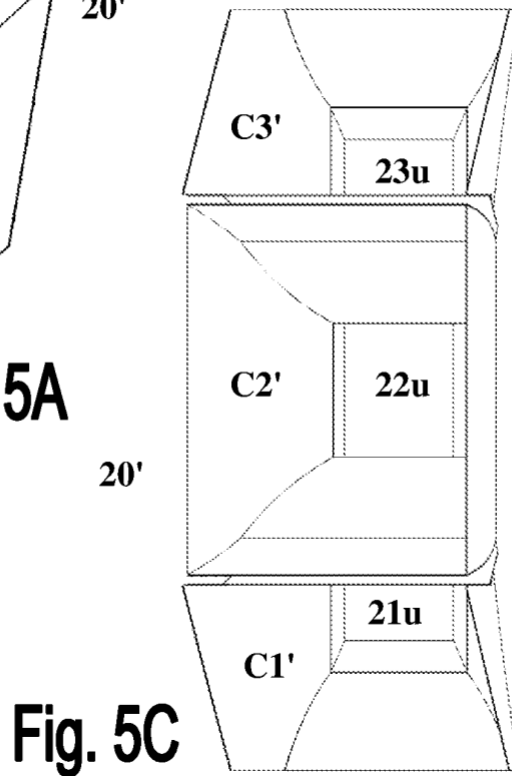
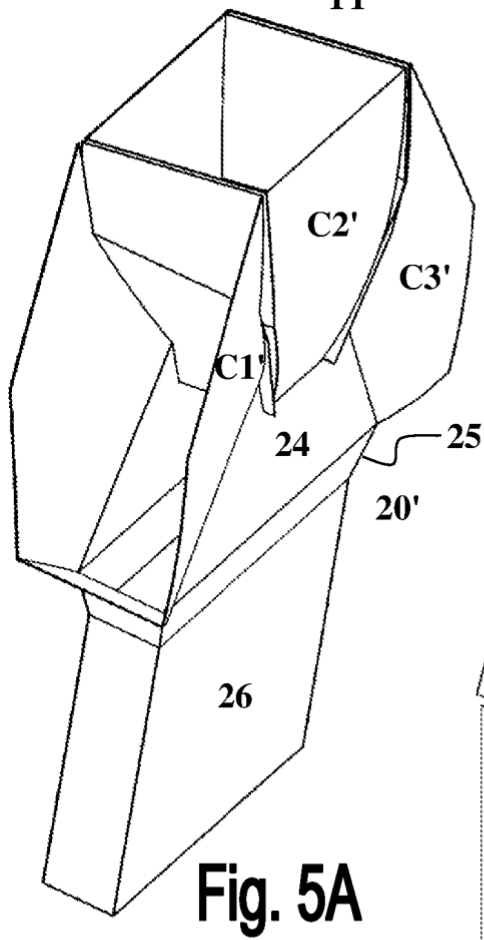
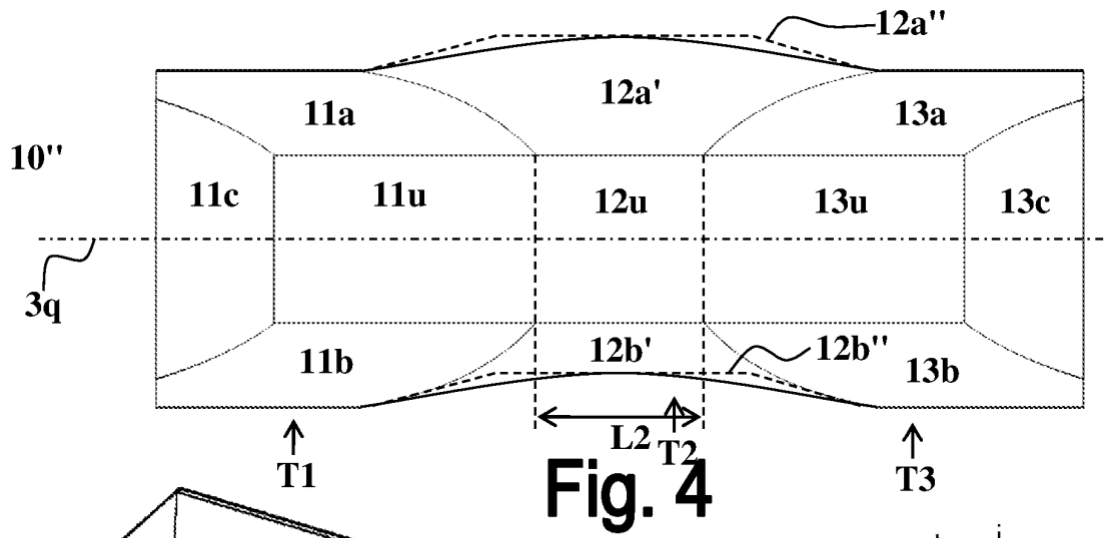
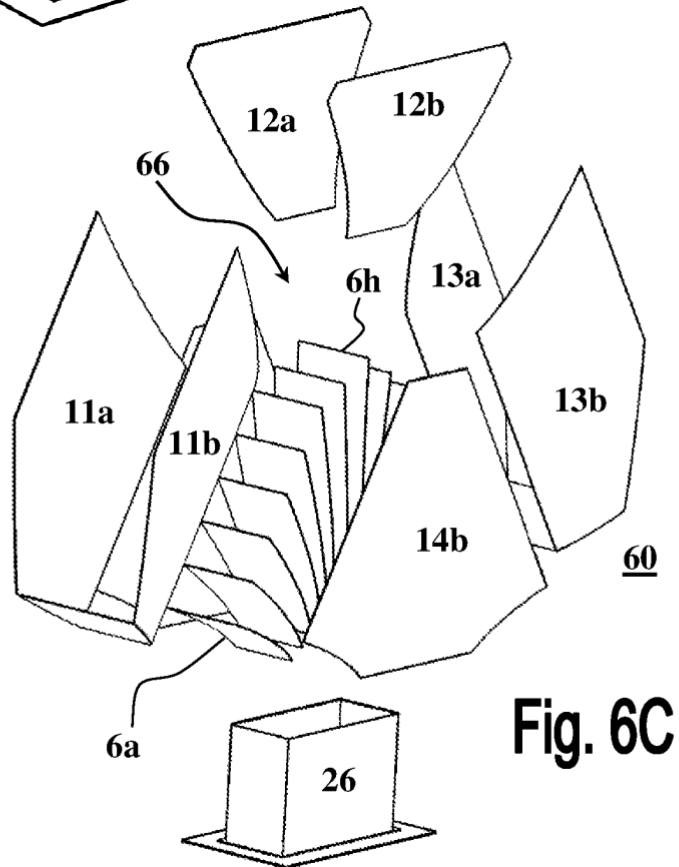
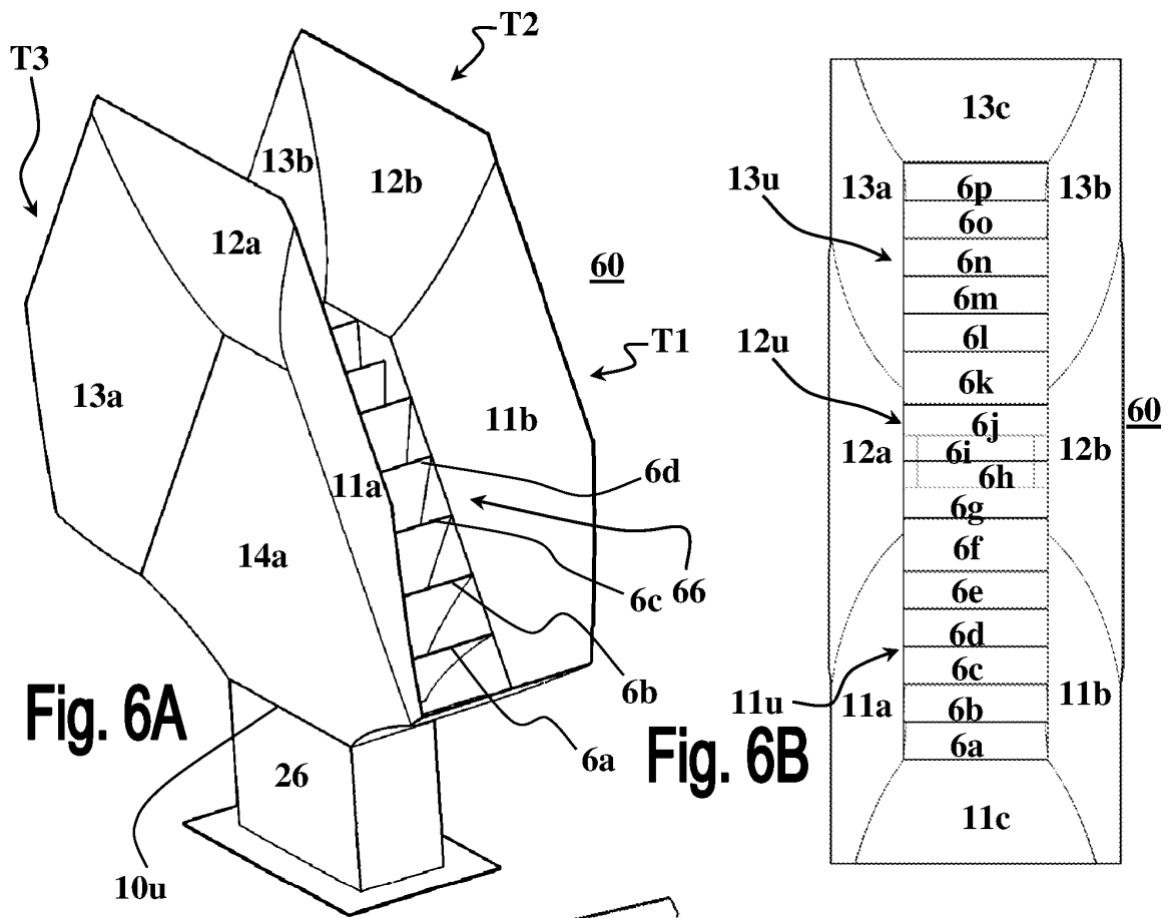
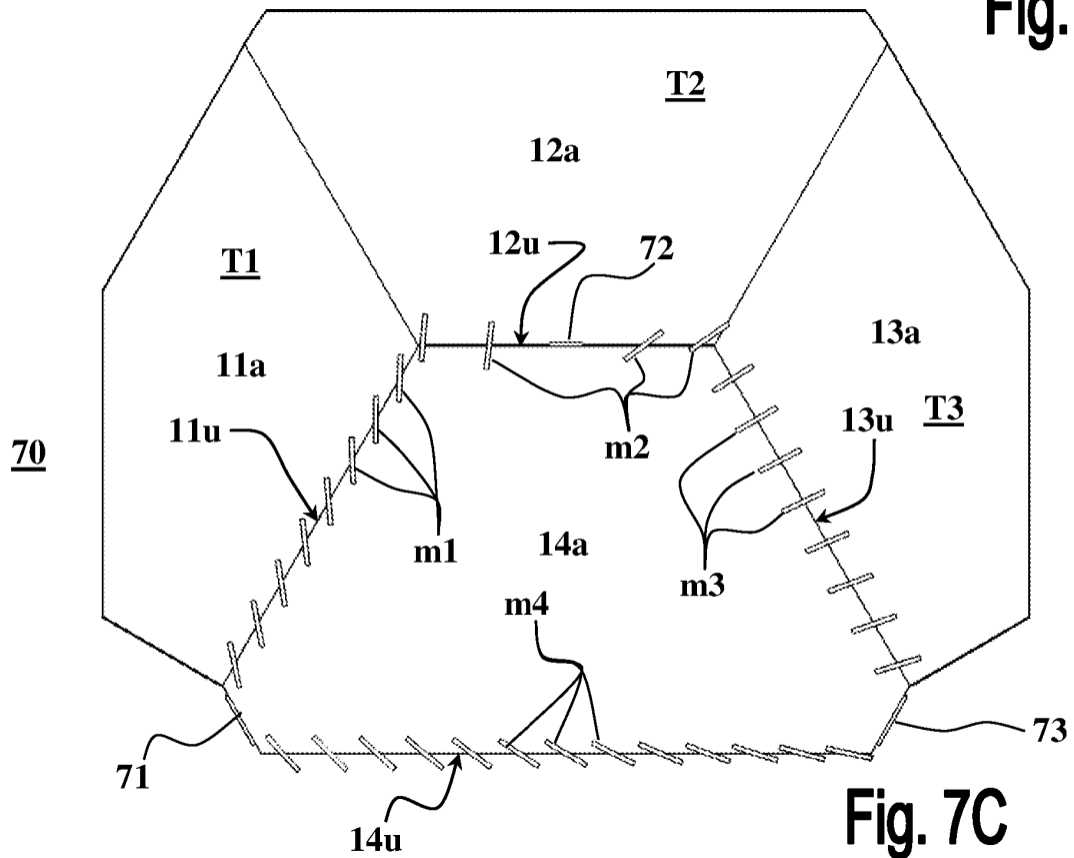
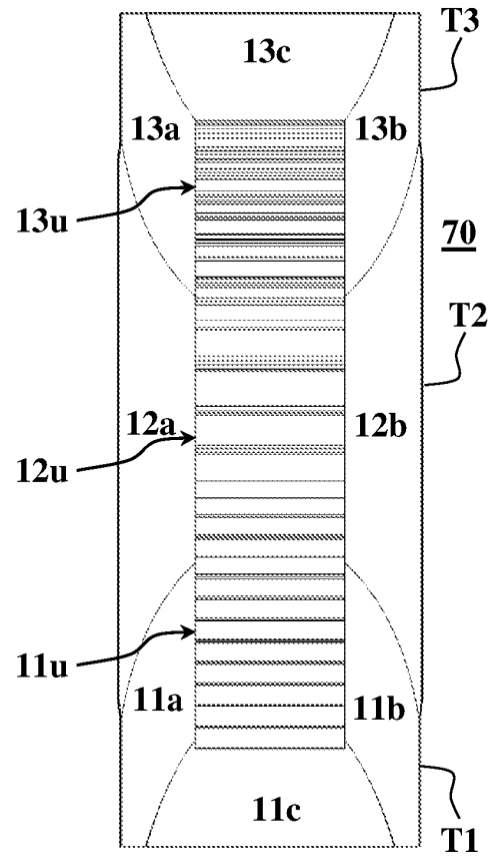
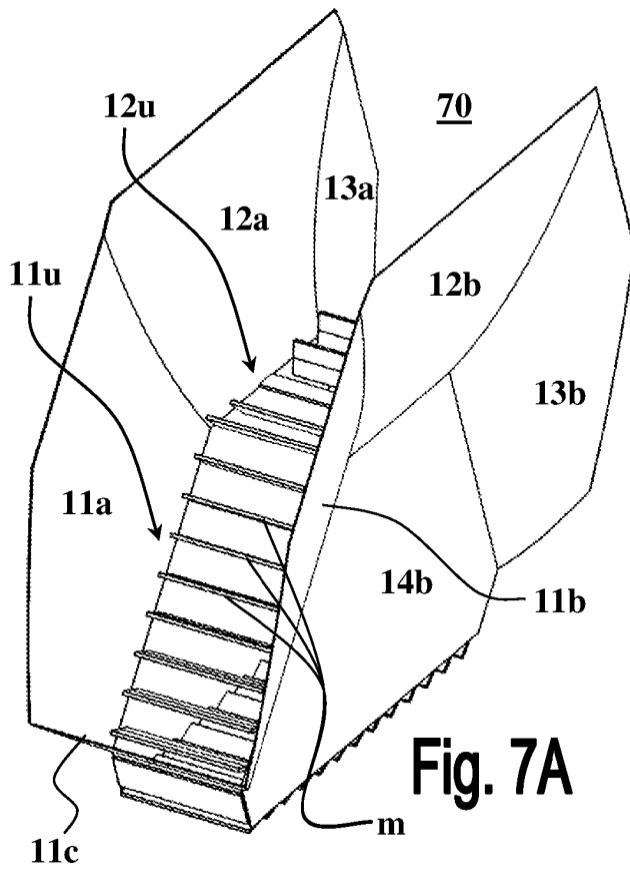


Fig. 3







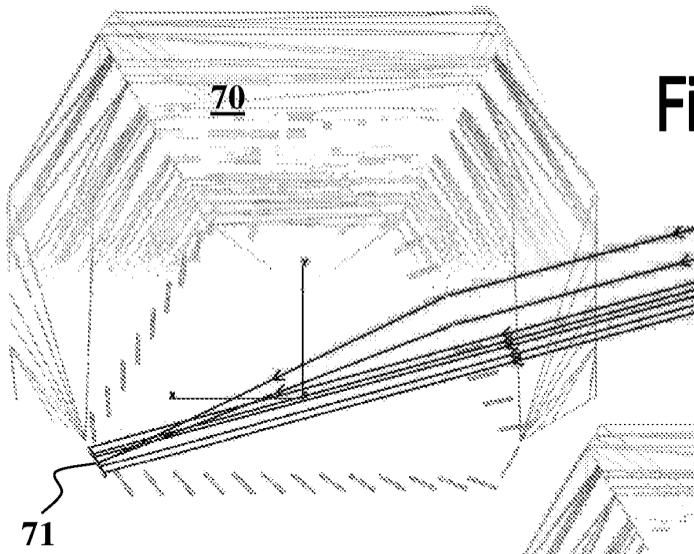


Fig. 7E

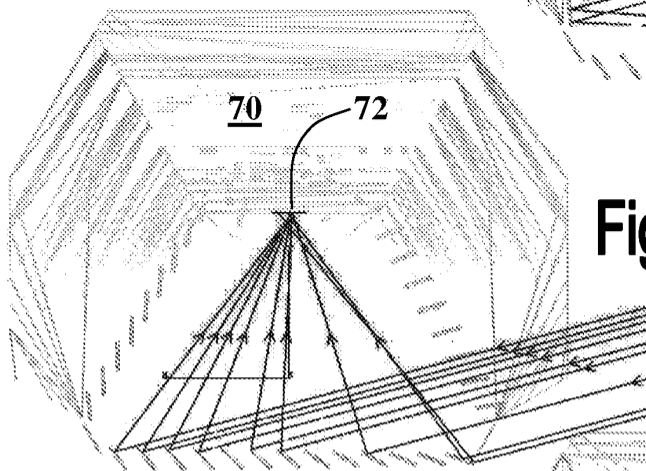
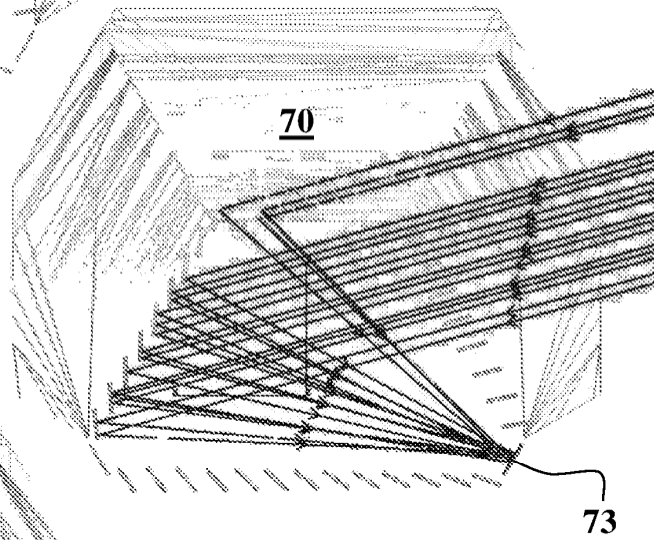
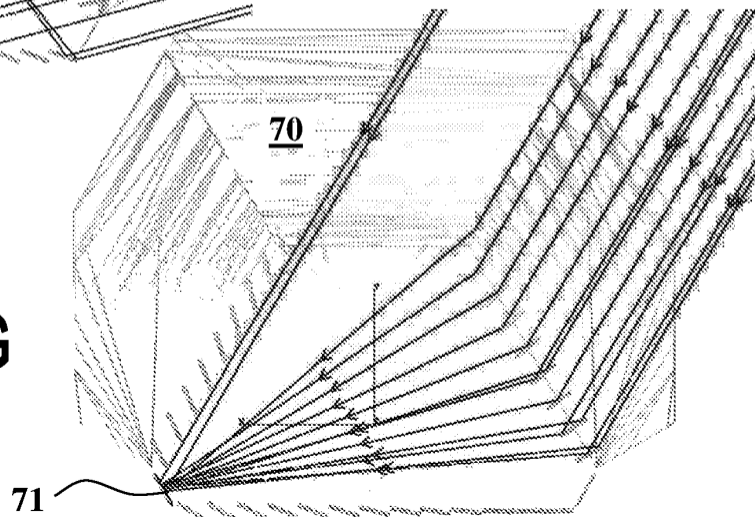


Fig. 7F

Fig. 7G



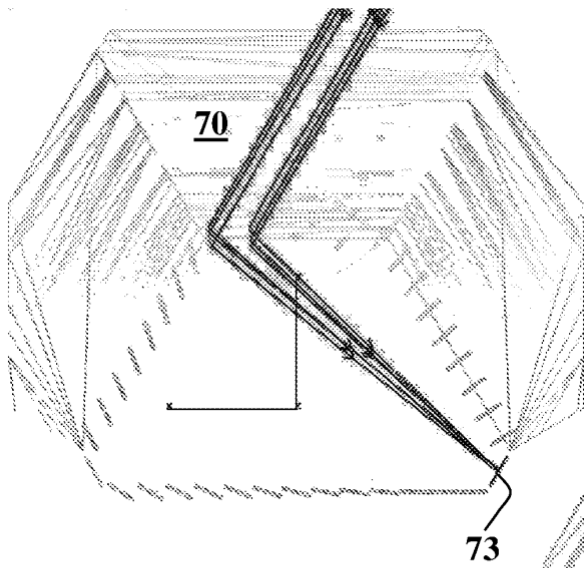


Fig. 7H

Fig. 7I

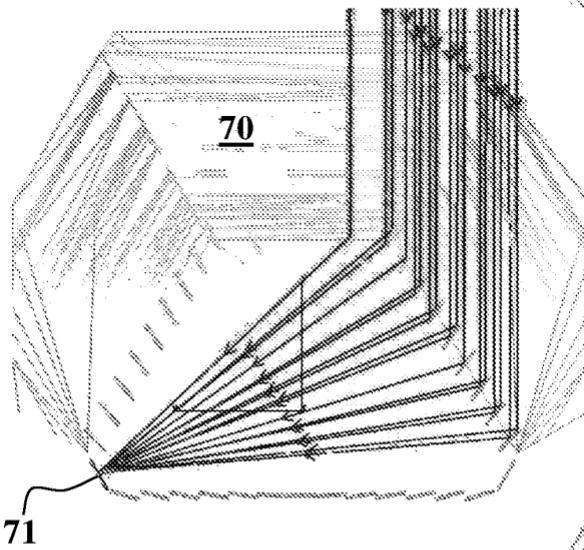
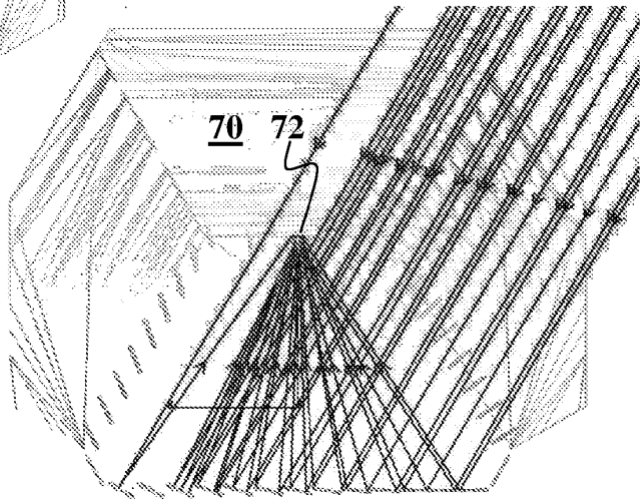


Fig. 7J

Fig. 7K

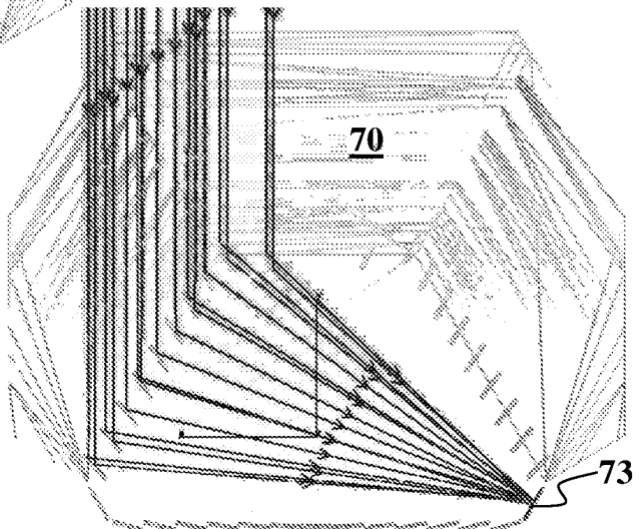
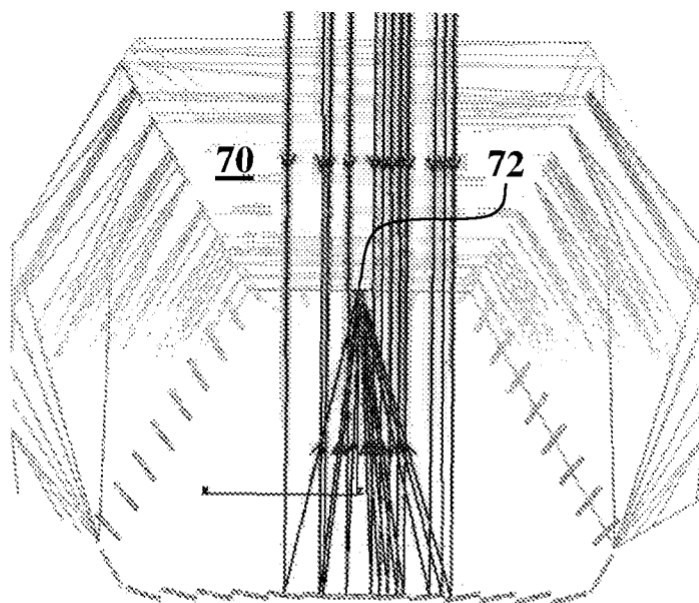


Fig. 7L



80

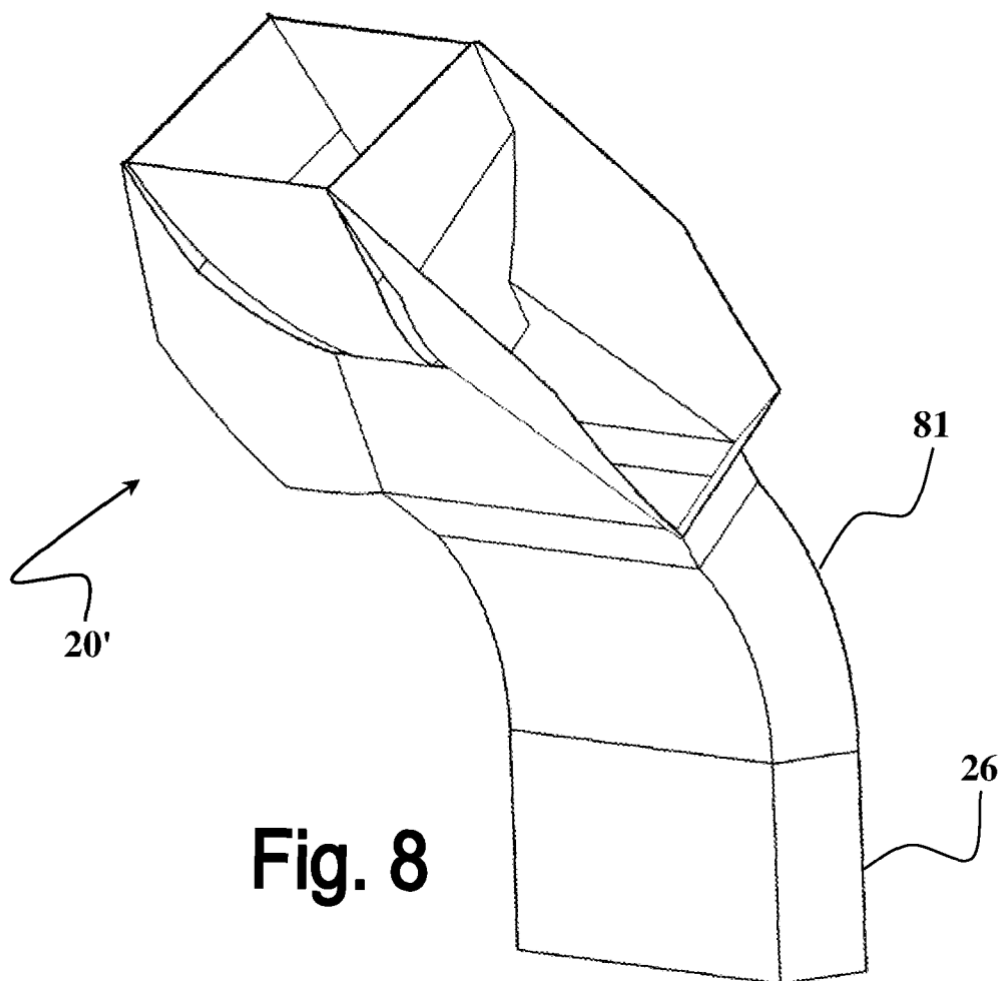


Fig. 8

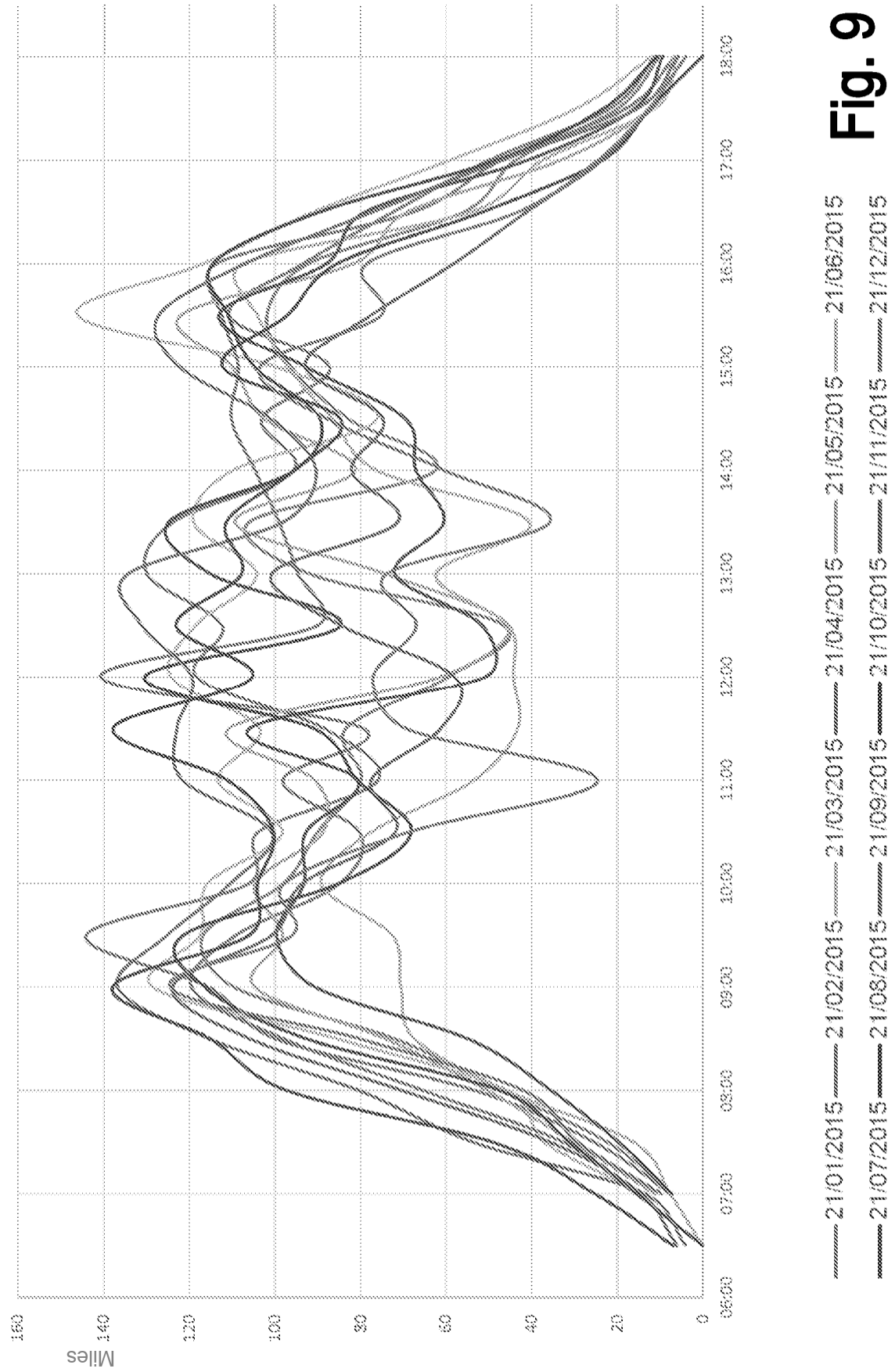


Fig. 9

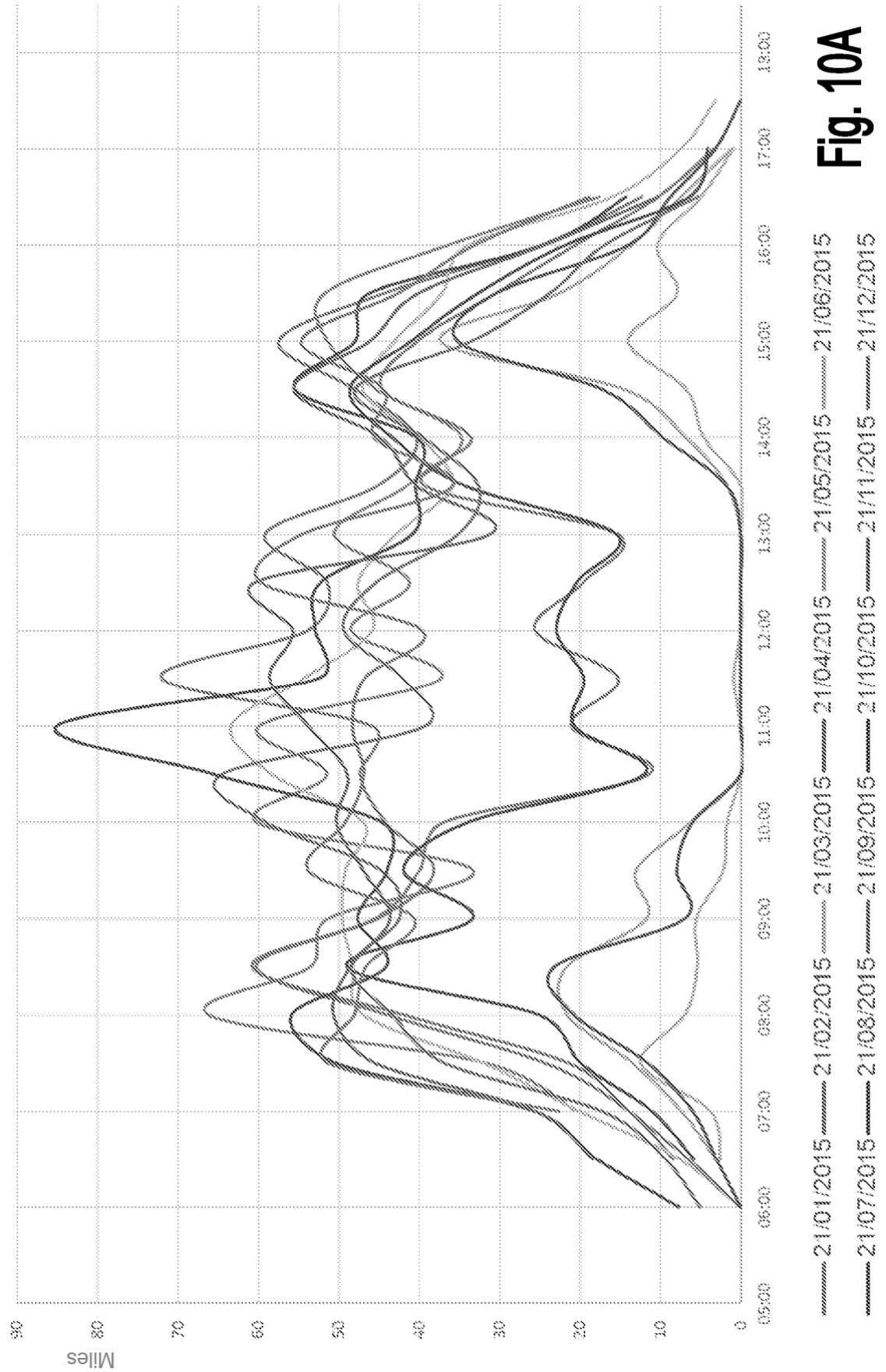


Fig. 10A

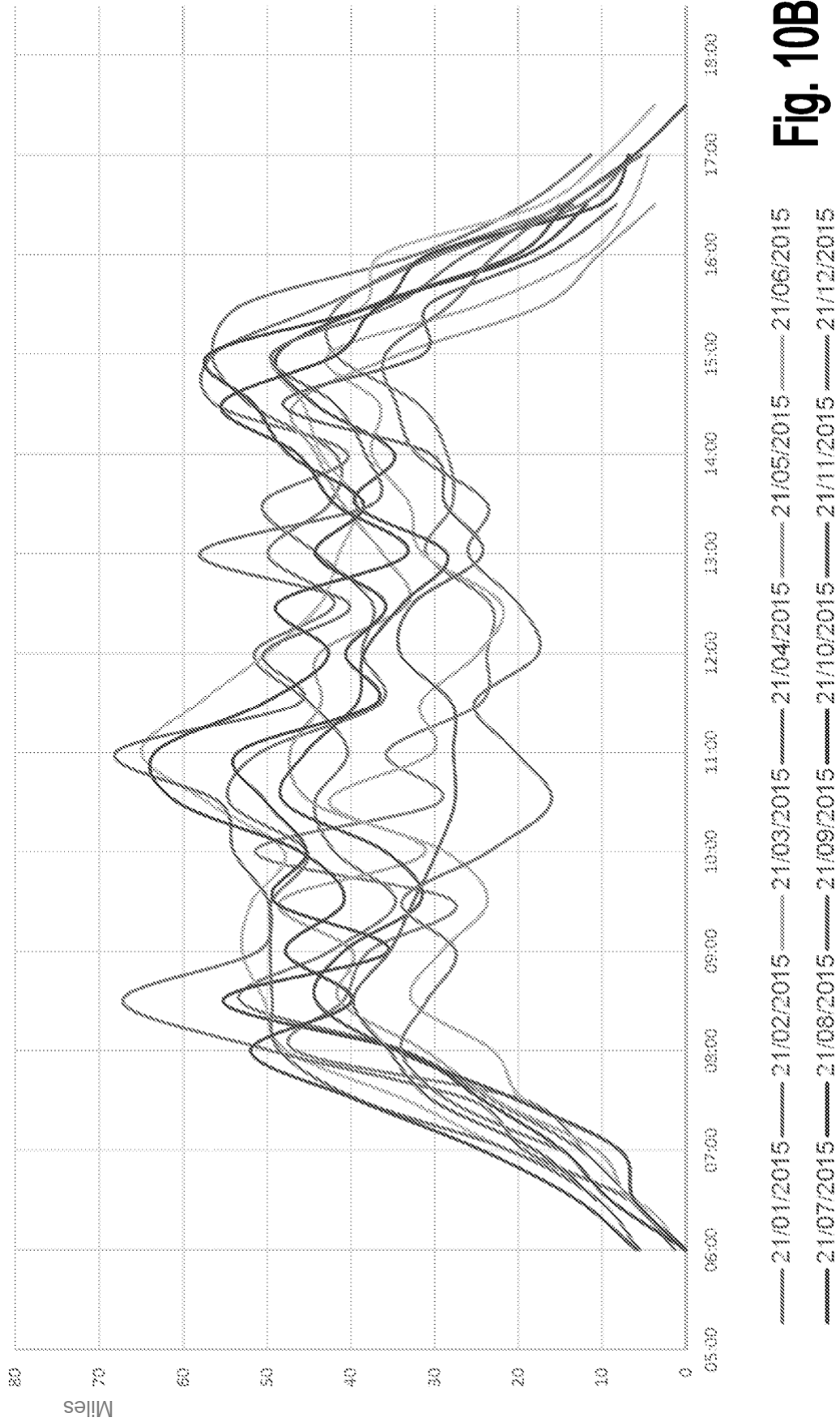


Fig. 10B