

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

10 ES	11 NUMERO 457574	19 AI
21	22 FECHA DE PRESENTACION	

20 JUL 1979

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
-----------------	-----------	----------	---------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL F 24 J	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION "PERFECCIONAMIENTOS EN PANELES COLECTORES DE ENERGIA SOLAR".
---

71 SOLICITANTE (S) Ia Corporación norteamericana organizada y existente de acuerdo con las leyes del Estado de Delaware: SOLAR INDUSTRIES, INC.
---

DOMICILIO DEL SOLICITANTE Monmouth Airport Industrial Park. FARMINGDALE, NEW JERSEY 07727 (U.S.A.).
---

72 INVENTOR (ES) Donald Gerton Harter, norteamericano.
---

73 TITULAR (ES)
-----------------

74 REPRESENTANTE D. Francisco GARCIA CABRERIZO.
--

POOR  
QUALITY

"PERFECCIONAMIENTOS EN PANELES COLECTORES DE ENERGIA SOLAR".

Esta invención se relaciona con nuevas formas de ca  
lentadores por fluido solar que son de costo excepcionalmente  
bajo y de funcionamiento altamente eficiente, con una notable  
5. capacidad de máximo aprovechamiento del área superficial en -  
cuanto a absorción de radiación difusa.

La eficiencia reivindicada es en parte resultado de  
una nueva configuración que permite la absorción de radiación  
de la atmósfera inferior, es selectiva en el sentido de que -  
10. tiene una emisividad inferior a su absorptividad y es menos -  
afectada por el ángulo de incidencia.

El calentador por fluido solar de esta invención es  
más eficiente en cuanto a captación de energía solar, su cos-  
to de fabricación es inferior al de cualquier unidad conven--  
15. cional conocida y comercialmente obtenible, es resistente a -  
la congelación y no es afectado por los fluidos de transferencia  
técnica comúnmente usados.

La invención comprende un material plástico ennegre  
cido y extrusionado que define una placa colectora solar, de-  
20. finidora a su vez de una multiplicidad de elementos tubulares  
estrechamente espaciados, dispuestos para ofrecer unas propie  
dades radiantes selectivas y que proporcionan un incrementado  
área superficial para la absorción de radiación difusa.

El aspecto de su bajo costo resulta posible por el  
25. uso de materiales polímeros relativamente económicos y al mis  
mo tiempo duraderos, fabricados mediante extrusión o técnicas  
similares de bajo costo. Desde el punto de vista de su diseño,  
el mecanismo es único, facilitándose grandemente su montaje -  
sin necesidad de costosos accesorios y herramientas.

30. Los sistemas conocidos de la técnica anterior que -

utilizan energía solar para calentar o enfriar espacios llenos de aire o agua, como por ejemplo el agua de piscinas, han sido notoriamente costosos en cuanto a su fabricación y uso.

- Los calentadores por fluido solar conocidos, del tipo de placas planas, constan normalmente de una placa metálica plana con una serie de tubos metálicos transportadores de fluido, ampliamente espaciados y fijamente asegurados a la superficie de la placa, usándose normalmente metal por su reconocida capacidad de conducir rápidamente el calor absorbido por la placa a los tubos. Estos últimos son normalmente de cobre o de acero revestido de cinc, como los materiales mejor adecuados para resistir los efectos corrosivos de los fluidos acarreados por ellos, construyéndose normalmente la placa de cobre, aluminio o de acero revestido, como los más adecuados para resistir la corrosión atmosférica, siendo todos estos materiales notablemente costosos; y lo que es peor aún, la formación de juntas termoconductoras duraderas y eficientes entre la placa y los tubos es mecánicamente difícil y económicamente prohibitiva.
20. Cuando sirve el agua como material de transferencia térmica, existe el omnipresente peligro de deterioro de los tubos por congelación en presencia de una insuficiente radiación solar y en ausencia de una solución anticongelante y/o de un sistema de drenaje de funcionamiento automático a prueba de errores, cualquiera de cuyos medios precautorios representa un evidente gasto adicional.

- Los materiales plásticos se han empleado, como es sabido, en colectores solares anteriormente, por lo menos en el caso de calentamiento de piscinas. Pero cuando se han usado estos materiales, su conductividad térmica relativamente -
- 30.

deficiente ha presentado serios problemas y, para contrarrestar estas dificultades, se han diseñado placas colectoras de tal manera que el fluido de soporte casi llene las porciones de la placa que se hallan expuestas a radiación solar. Debido a las pérdidas por radiación, tales colectores son relativamente ineficaces a las temperaturas esenciales para un adecuado calentamiento de espacios.

El uso de un polímero extrusionado provisto de un aditivo de negro de humo o similar, incorporado para producir una placa colectoras negra mate, constituye una de las principales características de la presente invención y representa una notable mejora respecto a la técnica anterior.

La absorptividad de un esmalte o laca negro mate sobre una superficie metálica es sabido que corresponde a un nivel de 0,94 a 0,98, en tanto que he determinado que la absorptividad de un polímero negro extrusionado se aproxima a un valor de 0,92 a 0,96.

Al nivel de temperaturas contemplado en relación con mi placa colectoras, su emisividad ( $\epsilon$ ) se considera igual a su absorptividad.

La energía reabsorbida que se aprovecha en esta invención no es reflejada por una superficie reflectora, como en el caso de un colector de enfoque, por ejemplo. Por el contrario, es energía lo que ha sido absorbido por la superficie que actúa como cuerpo negro, que subsiguientemente es emitida. Esta energía emitida es absorbida y emitida por la superficie sobre la que incide. Cada vez que es absorbida, se emite menos, hasta que gran parte de ella es conducida al fluido de transferencia térmica.

En algunas placas colectoras anteriormente conocidas,

se ha empleado placas cubridoras de vidrio, primeramente para reducir las pérdidas por conducción y convección en casos de una sustancial diferencia entre temperatura del colector y ambiental, y en segundo lugar para bloquear las pérdidas por radiación de la placa colectora.

La energía radiante del sol que llega a la tierra corresponde a un espectro de longitudes de onda de 0,29 a 3,0 micras, teniendo la radiación emitida por una placa colectora unas longitudes de onda de 3,0 micras o más, con un máximo de 8 a 10 micras.

Los dispositivos del arte anterior que utilizan vidrio para la placa cubridora ofrecen una transmisividad de 0,85 a 0,90 con una incidencia normal (comprensiblemente decreciente con cualquier incremento en el ángulo de incidencia) para una radiación de onda corta procedente del sol. No obstante, este mismo vidrio es casi opaco a la radiación de onda larga emitida por la placa colectora.

El uso de polímeros cortos para placas cubridoras se ha considerado consistentemente como de limitada aceptabilidad, porque aunque tienen una transmisividad sustancialmente mayor que el vidrio (es decir, incluso tan elevada como de 0,96 a 0,98 para la radiación solar), también tienen una transmisividad de 0,30 ó mayor para la radiación de onda larga de la placa colectora.

El principal aspecto significativo de novedad de esta invención radica en las propiedades selectivas de mi mecanismo. Extrusionando polipropileno con un aditivo de negro de humo o similar en la configuración descrita, resulta un colector de una absorptividad de 0,92 y una emisividad de 0,58 aproximadamente, permitiendo así el uso de placas cubridoras

de polímero laminar no caracterizadas por inaceptables pérdidas de radiación emitida. Con ellas consigo una mayor absorción mediante una baja pérdida por transmitancia, un peso inferior, un costo menor y naturalmente menos roturas, todo ello

5. frente a un ventajoso incremento en la eficiencia de absorción mediante la absorción de la energía radiante de onda larga de la atmósfera inferior.

Puede usarse la ley de Stefan-Boltzmann sobre radiación térmica para calcular la energía radiante emitida por un

10. cuerpo negro, mediante la fórmula:

$$0,1714 \times 10^{-8} (T^4)\epsilon \text{ BTU/pie cuadrado}$$

en la que T es la temperatura absoluta ( $^{\circ}$ R) de la superficie colectora y  $\epsilon$  es su emisividad.  $\epsilon$  es igual a la absorptividad y es aproximadamente de 0,92 para polipropileno extrusionado

15. con aditivo de negro de carbono. Un cuerpo negro emite radiación a un nivel de acuerdo con dicha ley.

En los dibujos:

La figura 1 es una vista interrumpida, en planta superior, del colector.

20. La figura 2 es una vista interrumpida, en alzado lateral, del colector de la figura 1.

La figura 3 es una sección a gran escala por la línea 3-3 de la figura 1.

25. La figura 4 es una sección a gran escala por la línea 4-4 de la figura 1.

La figura 5 es una vista similar a la figura 4, que muestra una forma modificada de unión entre el cuerpo principal del conector y el colector.

30. La figura 6 es una sección fragmentaria a gran escala de un cuerpo principal del conector, que muestra esquemáti

camente la relación entre la radiación solar y el esquema de rayos emitidos; y

La figura 7 es una vista interrumpida, en sección, a través de una forma modificada de placa colectora y componentes relacionados.

En las figuras 1 a 5 se ejemplifica un calentador solar de agua para su uso en el calentamiento, por ejemplo, de una piscina.

Una placa colectora, cuyo cuerpo principal se designa en su conjunto por 10, es una extrusión de polipropileno, polietileno u otro plástico adecuado, que define una placa o lámina básica 12 y una serie de tubos paralelos y espaciados 14 que se extienden desde un extremo 16 al extremo opuesto 18 de la placa básica. Si se desea, la extrusión podría ser en secciones de pequeña anchura, por ejemplo del orden de 152,4 mm, uniéndose entre sí las secciones mediante junta a presión o por unión sónica.

La técnica de extrusión me ofrece la ventaja de una fabricación a bajo costo y al mismo tiempo me permite todas las características dimensionales y físicas que mi mecanismo exige.

Para elevar al máximo la absorción de energía solar, el material se colorea en negro mate mediante adición de negro de humo o sustancia similar a la mezcla de plástico antes de su extrusión, o mediante revestimiento de las superficies externas de los componentes extrusionados.

En un prototipo ejemplificativo de mi diseño para fines experimentales, la placa colectora incluía, en una placa básica de una anchura de 1219 mm, un sistema de 91 elementos tubulares, cada uno de ellos de unos diámetros externo e

interno de 7,46 y 6,45 mm, respectivamente.

Los diámetros de los elementos tubulares adyacentes 14 y el espaciamiento entre ellos pueden variarse para adaptar mejor sus propiedades a una particular aplicación o concebiblemente a un clima determinado.

No obstante, el concepto de un número relativamente grande de elementos tubulares 14 estrechamente espaciados, de configuración generalmente tubular e interconectados por una placa o lámina 12, es de importancia y significación primordiales.

La clave para un rendimiento óptimo reside en la disposición de una multiplicidad de elementos tubulares paralelos y estrechamente espaciados, con porciones laminares relativamente estrechas intercaladas entre adyacentes elementos tubulares.

La placa o lámina 12 se asegura por cada uno de sus extremos a un tubo colector de plástico extrusionado 20, provisto de pequeños adaptadores tubulares 22 destinados a adaptar una conexión comunicante entre el interior de cada elemento tubular 14 y cada tubo colector adyacente, extrusionándose tales adaptadores 22 con el mismo material que el cuerpo principal y los tubos colectores. Preferentemente, se añade un material magnético, concebiblemente hierro pulverizado, a la mezcla plástica, antes de la formación de los adaptadores.

En el punto de montaje se usa preferiblemente una bobina de inducción de alta frecuencia para generar una elevada temperatura en todas las zonas de contacto, asegurándose así unas juntas a prueba de fugas entre todos los tubos y colectores.

Como variante, los componentes podrían calentarse -

por cualquier medio convencional para conseguir la deseada -  
unión térmica sin el uso de adaptadores, como se muestra en -  
la modificación de la figura 5, que ilustra un tubo 14' y un  
colector terminal 20'.

5. La capacidad de la placa colectora para reabsorber radiación emitida contribuye a su rendimiento, como se representa esquemáticamente en la figura 6.

- La radiación directa del sol a lo largo del eje designado por la línea a incide en una superficie laminar en el punto 40. Teniendo en cuenta que la máxima energía absorbida tiene lugar cuando los rayos solares tienen una incidencia normal a la superficie y que en todos los demás momentos la absorción es proporcional al coseno del ángulo de incidencia mientras gira la tierra, la figura ilustra cómo solamente el área proyectada de las secciones tubulares adyacentes y un pequeño área de la lámina se hallan expuestas a la radiación directa, cuando con una incidencia normal la absorción total por las porciones de las secciones tubulares es mínima. Sin embargo, al cambiar la posición de la tierra, el área proyectada y los ángulos de incidencia permanecen constantes, mientras un tubo adyacente proyecta una sombra creciente. Dentro de las dimensiones mostradas, la capacidad media de absorción de radiación directa durante todo el día es aproximadamente igual a la de una placa colectora convencional. Esto permite su uso en un mayor número de estructuras existentes y en muchos casos reduce el costo de una nueva construcción.
10.  
15.  
20.  
25.

- Existen dos fuentes adicionales de energía radiante del sol, ambas no direccionales y absorbidas por el área superficial total: en primer lugar, la radiación difusa, y en segundo lugar la emisión atmosférica inferior.
- 30.

La radiación difusa es radiación directa que ha sido  
diseminada por gotas de agua o material desmenuzado presentes  
en la atmósfera. Varía entre un mínimo normal del 8% al 100%  
de la radiación disponible. Como el área total de la placa —  
5. mostrada es 2,04 veces la de una placa plana, una radiación -  
difusa del 8% producirá una eficiencia mayor en un 8,3%.

La radiación atmosférica presenta la forma de onda  
larga y pasa a través de una placa cubridora de polímero, a -  
describir más adelante, siendo limitada aquélla por la transmi-  
10. sividad, y contrarrestará en su mayor parte las pérdidas ne-  
tas por emisión.

El factor selectividad entra en juego en virtud del  
hecho de que, cuando se calienta un cuerpo negro, cada incre-  
mento de superficie emite energía según un esquema en cierto  
15. modo semiesférico y parte de la radiación emitida por las - -  
áreas planas o laminares y por las áreas tubulares será absor-  
bida por áreas adyacentes, teniendo así el deseable efecto de  
reducir la emisión total a la atmósfera.

En esta descripción, las anchuras de área de placa  
20. entre tubos adyacentes se señalan como extremadamente peque-  
ñas y se verá cómo un área expuesta relativamente mayor es hu-  
medecida por el fluido de transferencia térmica, teniendo to-  
do ello el deseable efecto de negar la importancia de la con-  
ductividad relativamente deficiente del material polímero em-  
25. pleado.

La radiación emitida por la superficie colectora es  
difusa, lo que quiere decir que es emitida según un esquema -  
casi semiesférico, como se representa por la serie de líneas  
b de la figura 6.

30. El esquema de radiación emitida indica la intensi-

dad relativa aproximada de la radiación emitida desde un punto 40 de la superficie colectora, desde cuyo punto una parte notable de la radiación emitida incidirá sobre partes adyacentes de dicha superficie colectora. Estas partes emitirán, siguiendo el mismo esquema, una porción de la radiación que cae sobre una adyacente sección colectora.

Como  $\xi$  es inferior a la unidad, se deduce que cada vez que la radiación emitida es absorbida y reemitida, permanecerá una porción hasta que al final sea absorbida una porción importante de la energía solar total que se perdería en una placa colectora convencional.

En esta invención, se crea una superficie selectiva mediante una cuidadosa selección y colocación de los elementos colectores.

15. Con el sistema de la invención, la emisividad efectiva ( $\xi$ ) de la superficie es del orden de 0,58.

Otra notable ventaja de dicho sistema se relaciona con el gran área de absorción expuesta a la radiación solar difusa.

20. Por ejemplo, las dimensiones empleadas en el anterior ejemplo proporcionan un área total de absorción de radiación difusa 2,04 veces la de un colector de placa plana convencional.

Se ha establecido mediante varios estudios que la radiación difusa diaria dentro de los Estados Unidos continentales varía entre el 8 y el 100% de la total.

Hasta un 80% de la radiación solar con tiempo despejado puede existir como radiación difusa en un día con nubes delgadas y altas. Naturalmente, la cantidad de radiación difusa varía de un día a otro.

Es pues evidente que la perfeccionada capacidad de mi invención para la absorción de radiación difusa tendrá por resultado la absorción de una mayor cantidad total de energía solar durante un período de varios meses.

5. He determinado que, en un cierto día de verano, colocando el sistema de mi invención en una latitud norte de -- 40° aproximadamente, con orientación hacia el sur y con la superficie de la placa colectora dispuesta con un ángulo de 30° respecto a la superficie de la tierra, el colector captará un
10. 13,5% de más energía solar por cada metro cuadrado de superficie proyectada que una placa colectora solar plana y convencional, usada para calentar piscinas.

- La placa colectora destinada a calentar y enfriar espacios de aire se muestra en la figura 7 como conjunto co-
15. lector completo para fines generales.

- Si se desea, la formación de la placa colectora puede extenderse de otra manera, disponiéndose unas aristas 50 - en forma de T en el lado de la base opuesto a los tubos 14, - usadas para asegurar la placa a un soporte aislante 52 de - -
20. plástico espumado, que puede ser del tipo de poliuretano rígido espumado in situ y sostenido por un alojamiento 54 con canales laterales opuestos 56 asegurados al mismo mediante remaches ciegos 58, ayudando el soporte aislante a reducir las --
25. pérdidas por convección y conducción hacia cualquier estructura de soporte.

- El soporte aislante puede ser de poliuretano o de otro tipo adecuado, mezclado en forma líquida y vertido en la cavidad delimitada entre la placa colectora y el alojamiento metálico antes de su expansión en forma de espuma para adhe-
30. rirse al alojamiento y quedar mecánicamente bloqueado con la

placa colectora como una estructura rígida. Como la conductividad térmica de este material es inferior a la mitad de la correspondiente al aislamiento de lana mineral o de fibra de vidrio usado en los colectores de energía solar convencionales, puede ser más delgado, reduciendo así más aún el costo y el peso de la unidad.

En esta ejemplificación, la forma particular de las aristas y sus dimensiones carecen relativamente de importancia; el aspecto esencial es que creen deseablemente una acción bloqueadora mecánica en el aislamiento.

Durante los meses más fríos, puede ser deseable -- usar una placa cubridora transparente 60 sobre la placa colectora para ayudar a reducir las pérdidas por radiación y convección a la atmósfera. La placa cubridora puede ser de fluoruro de polivinilo laminar, si bien puede emplearse cualquier otro plástico adecuado, siempre que ofrezca una elevada transmisividad y una larga duración bajo exposición a los elementos atmosféricos.

En algunos casos, puede emplearse una segunda placa cubridora 62 de configuración similar en relación con existentes temperaturas fluidas elevadas en climas fríos, la cual estará diseñada en cuanto a ángulos de tiro de manera que pueda alojarse convenientemente una placa cubridora superior respecto a otra inferior y quedar espaciada por encima de ella, tal como se muestra.

Los extremos de la envoltura 56 están rebordeados -- hacia dentro a una altura adecuada para retener la segunda placa cubridora. El extremo de salida se sujeta permanentemente en su posición después de haberse expandido el aislamiento de espuma de poliuretano. El conjunto se mantiene en un disposi-

tivo para el espumado y se viertan los componentes de poliuretano por el extremo abierto. El extremo de entrada es retirable, de modo que la placa o placas cubridoras puedan ser sustituidas o retiradas durante los meses del verano para una máxima eficiencia de calentamiento y/o disipación (durante las horas nocturnas) del calor rechazado a un tanque de almacenamiento mediante una adecuada bomba térmica para una fuente acuosa.

Esta invención prevé el uso de una o más placas cubridoras construidas de polifluoruro, policarbonato, acrílico u otro material plástico transparente laminar que no se deteriore bajo los efectos de la radiación solar y de los agentes atmosféricos.

Estos materiales son de escaso peso, tienen resistencia a la rotura y poseen mayor transmisividad de la radiación solar. Su transmisividad para radiaciones de una longitud de onda de 0,3 micra e inferiores es típicamente de 0,96 a 0,98 y no es apreciablemente reducida con un incremento del ángulo de incidencia. El uso de placas cubridoras de plástico en los colectores convencionales ha estado limitado por el hecho de que tienen una transmisividad de hasta 0,40 para la radiación de onda larga emitida por la placa colectora.

La reducida emisividad de la placa colectora de la presente invención reduce las pérdidas por radiación de la placa, haciendo más factible el uso de una placa cubridora de plástico.

La construcción ejemplificada permite la retirada de las placas cubridoras durante los meses de verano para mejorar la eficacia de las mismas cuando se usan como calentadores de una piscina, o bien para permitir la disipación de ca-

lor de una bomba térmica para fuente acuosa, usada para enfriar, mediante circulación de agua desde el tanque de almacenamiento a través de los colectores durante las horas de la noche.

5. Se ha comprobado que la placa colectora de esta invención, situada aproximadamente a 40° de latitud norte y orientada hacia el sur con un ángulo de 50° respecto a la superficie terrestre, recoge un total de un 9% de más energía solar que un colector solar convencional que utilice una placa colectora de aluminio con tubos de cobre y dos placas cubridoras de vidrio.
- 10.

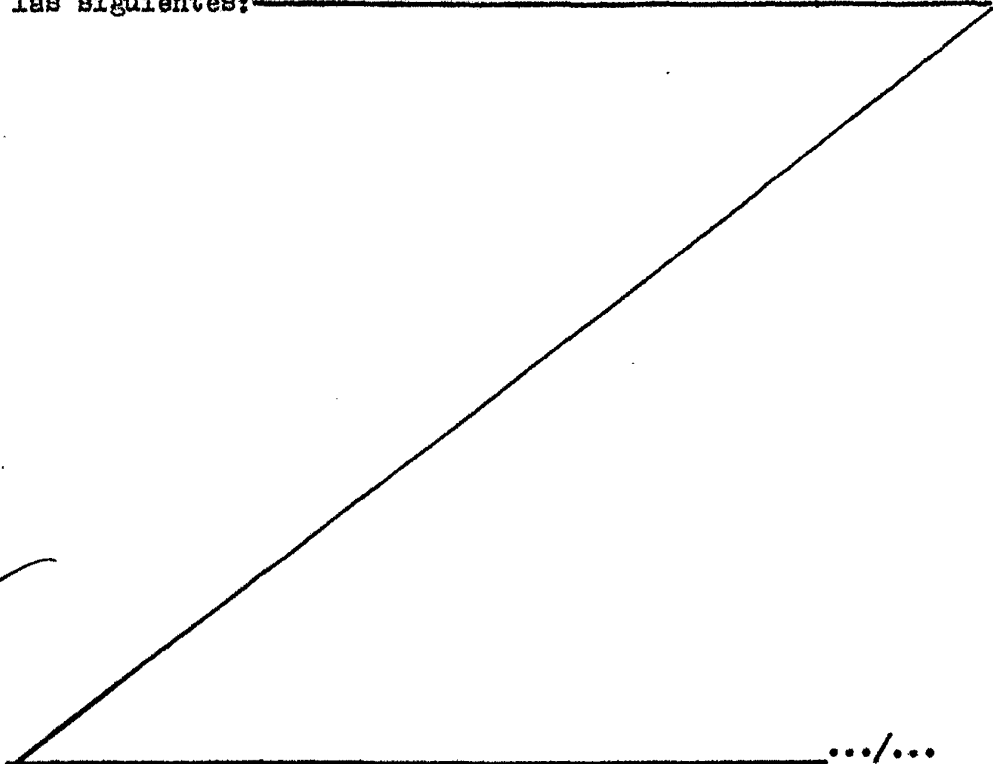
N O T A

La Patente de Invención que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente legislación, deberá recaer sobre: "PERFECCIONAMIENTOS EN PANELES COLECTORES DE ENERGIA SOLAR", según las características esenciales de las siguientes:

20.

25.

30.



.../...

REIVINDICACIONES

- 1a.- Perfeccionamientos en paneles colectores de --  
energía solar, caracterizado porque comprenden una multipli-  
cidad de tubos paralelos moldeados integralmente entre sí y  
5. una lámina de acoplamiento entre y a lo largo de la longi-  
tud de cada par adyacente de tubos, y un par de colectores  
abiertos de sección transversal circular que se extiende en  
forma transversal y se liga en los extremos opuestos a cada  
uno de los tubos, los cuales se fusionan en cada colector -  
10. correspondiente en una abertura del colector respectivo pa-  
ra efectuar una conexión entre cada colector y cada tubo.

2a.- "PERFECCIONAMIENTOS EN PANELES COLECTORES DE  
ENERGIA SOLAR".

- Según queda sustancialmente descrito en la presen-  
15. te memoria que consta de quince hojas escritas a máquina --  
por una sola cara y acompañada de dibujos.

Madrid, 5 ABR. 1977

SOLAR INDUSTRIES, INC.

P.P.

FRANCISCO GARCIA GONZALEZ  
P.P.  
Firmado: M.ª Dolores de la Torre

*MM*

457574

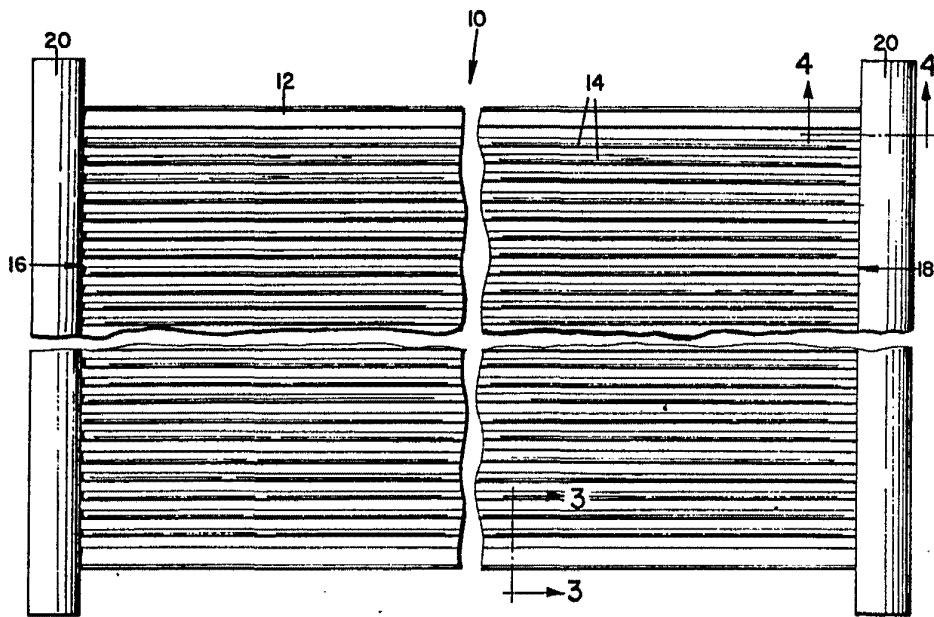


FIG. 1.



FIG. 2.

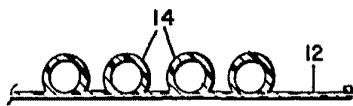


FIG. 3.

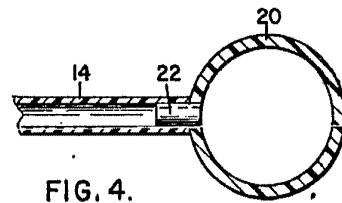


FIG. 4.

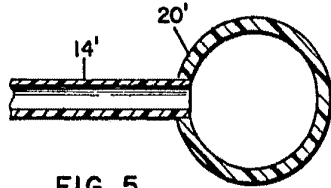


FIG. 5.

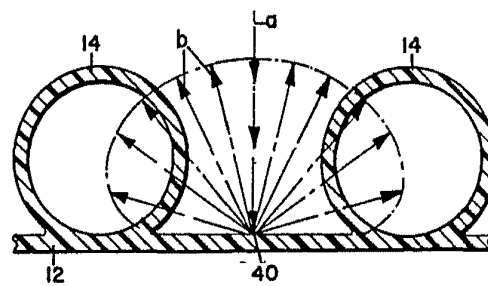


FIG. 6.

escala variable.

Madrid 5 ABR. 1977  
P. P.  
FRANCISCO GARCIA CABREIZO  
P. P.  
Firmado: M.ª Dolores Jorquera

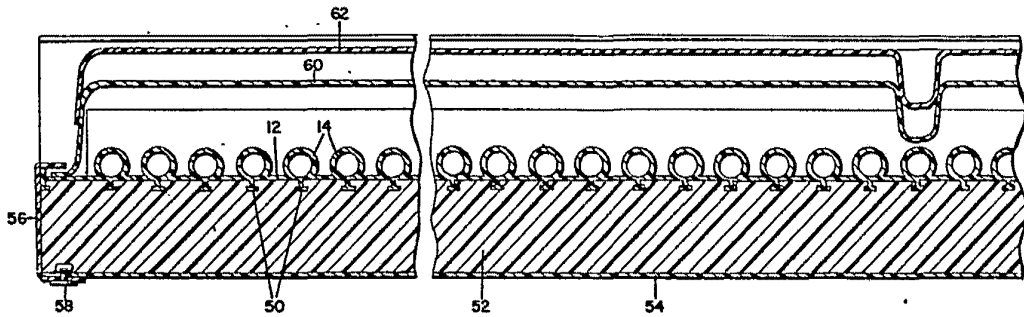


FIG. 7.

escala variable.

Madrid  
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P. P.

*[Handwritten signature]*  
Firmado: M.ª Dolores Jorquera