

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10 ES	11 NUMERO	12 A2
21	479152	
22	FECHA DE PRESENTACION	
	31-5-79	

2º CERTIFICADO DE ADICION

Concedido el Registro de acuerdo con los artículos 17 y 18 de la Ley de Patentes de 1977. Se publica en la presente el texto de la memoria adjunta.

30 PRIORIDADES:	31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
	824.100	12-8-77	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	61 PATENTE A LA CUAL SE ADICIONA
	F24J3/03/F24D 5/00	Nº 461.382

64 TITULO DE LA INVENCIÓN
"MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL OBJETO DE LA PATENTE PRINCIPAL Nº 461.382, presentada el 5 de Agosto de 1.977, por: "Un dispositivo calentador de aire por energía solar perfeccionado"

71 SOLICITANTE (S)	(L-10655-1-SP Div. T2)
UNION CARBIDE CORPORATION	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
270 Park Avenue, Nueva York, Nueva York, 10017, Estados Unidos de América

72 INVENTOR (ES)
Robert W. McCULLOUGH y Thomas A. HEWITT

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE	(P.- 71.558)
DCN ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ	

(1) Campo del invento.

El presente invento se refiere al campo de los colectores solares y, más particularmente, a calentadores solares de aire que tienen rendimientos térmicos mejorados.

5

(2) Descripción de la técnica anterior.

Han sido efectuados grandes esfuerzos por los investigadores en los últimos años para desarrollar colectores solares para la conversión de energía solar en energía térmica. Estos dispositivos son potencialmente útiles en muchas aplicaciones en las que se emplean ahora los combustibles fósiles como manantiales principales de energía. Tales aplicaciones incluyen, por ejemplo, el calentamiento de edificios residenciales y comerciales y la generación de corriente eléctrica. Los colectores solares pueden ser ampliamente utilizados algunas veces en un futuro no demasiado lejano sobre techos de casas residenciales para suministrar calor durante períodos de tiempo atmosférico frío. Naturalmente, es de la mayor importancia en los años venideros la posibilidad de fabricar colectores solares que sean relativamente baratos y que tengan un alto grado de rendimiento térmico.

10

15

20

25

Los colectores solares desarrollados hasta ahora utilizan una placa colectora para convertir energía solar en calor. Típicamente, la placa colectora está dispuesta dentro de un alojamiento que tiene una pared transmisora de la luz para dejar pasar la radiación solar incidente. La radiación solar que pasa a través de la pared es absorbida por la placa colectora o absorbedor y convertida en calor. La energía calorífica convertida es transferida después a un fluido y calienta el fluido. El fluido caliente es eva

30
03078**POOR
QUALITY**

cuando para almacenamiento y subsiguiente utilización.

En un tipo de colector solar el fluido a calentar es hecho circular a través de tubos o conductos posicionados, por ejemplo, dentro de o junto a la placa colectora. La placa colectora de estos colectores solares es usualmente una placa plana maciza absorbente de la radiación, por ejemplo, una placa metálica oscurecida o negra que absorbe la energía solar incidente y la transfiere como calor por conducción a los tubos o conductos, donde tiene lugar el intercambio de calor con el fluido. Los dispositivos colectores solares de este tipo son, por lo tanto, conocidos comunmente como "colectores de placa plana" y pueden ser utilizados para calentar un medio líquido o gaseoso.

Cuando el calor convertido haya de ser transferido sólo a un medio gaseoso, tal como aire, se pueden utilizar otros diseños de colector. Un estudio básico excelente de calentadores solares de aire de la técnica anterior se da en un artículo de A. Whillier, titulado "Calentadores solares de aire pintados de negro de diseño usual", que aparece en Energía Solar, Vol. 8, número 1, páginas 27-31, Pergamon Press (1.964).

En un tipo de calentador solar de aire, el gas se hace pasar a través del alojamiento de la placa colectora, donde la placa colectora es una placa porosa permeable al gas, por ejemplo, una esterilla de fibra negra porosa, y el gas a calentar pasa directamente a través de la superficie de absorción de energía solar. Asimismo, en este caso, el alojamiento tiene una entrada y una salida para establecer una trayectoria de flujo para el gas a calentar.

En discos de placa porosa la totalidad de la placa colectora actúa como un medio de intercambio de calor para transferir el calor absorbido o convertido al gas o aire que fluye a través del dispositivo. Así, el gas o aire es impulsado a través de la entrada y fluye o transpira a través de la placa colectora y se calienta. El gas o aire caliente sale a través de la salida y es transportado a un dispositivo de almacenamiento para uso subsiguiente. Los colectores solares de este tipo se denominan "calentadores solares de aire de transpiración".

Un problema principal en colectores solares es la pérdida de calor absorbido por convección natural y radiación devuelta, es decir, radiación de onda larga o de rayos infrarrojos, desde la placa colectora a la pared de transmisión de luz.

Ha sido propuesto en la literatura utilizar ciertos tipos de estructuras celulares, tales como panales de abeja como trampa o colectores de calor para reducir la pérdida de calor absorbido por convección natural en calentadores solares de placa plana. La trampa de calor se sitúa sobre la placa colectora maciza para protegerla contra el desarrollo de flujo de calor de convección que sale de la placa colectora y va hacia la pared de transmisión de luz. Cualquier calor que es transportado por este flujo de convección a la pared se puede perder fácilmente por conducción o radiación a la atmósfera exterior. Así, Hollands, en un artículo titulado "Dispositivos de panel de abeja en colectores solares de placa plana", Energía Solar, Vol. 9, número 3, páginas 159-169, Pergamon Press (1.965), describe el uso de varios tipos de estructuras de panel de abeja,

por ejemplo rectangulares, cuadrados, triangulares, etc, como colector o trampa de calor para evitar las pérdidas por convección en un calentador solar de placa plana. La trampa de panal de abeja se puede hacer de vidrio o plástico que transmita los rayos solares pero que sea opaco a la radiación de onda larga. En calentadores solares de aire de transpiración, naturalmente, la pérdida de calor por convección natural no ocurre si el gas o aire a calentar fluye continuamente a través de la placa colectora porosa o absorbedor en el sentido de alejarse de la pared de transmisión de luz.

Se han hecho diversos intentos en la técnica anterior para superar el problema de pérdidas de radiación de vuelta. En colectores de placa plana, se pueden aplicar recubrimientos espectralmente selectivos a la superficie absorbidora para reducir las pérdidas por radiación. Una revisión de la tecnología de recubrimiento espectralmente selectivo es proporcionada por J. Jurisson, R.E. Peterson y H.Y.B. Mar en un artículo titulado "Principios y aplicaciones de recubrimientos solares selectivos" que aparece en la revista de Vacuum Science Technology, Vol. 12, número 5, páginas 1010-1015 (1975). Los recubrimientos descritos, sin embargo, no son eficaces en la reducción de la radiación devuelta por los calentadores de aire de transpiración debido a que los poros de la superficie de una placa porosa actúan como cavidades de cuerpo negro y limitan la eficacia de cualquier recubrimiento aplicado a la superficie.

Se han hecho diversos intentos en la técnica anterior para superar el problema de las pérdidas de radiación

ción devuelta de calentadores de aire solares de transpi-
ración. Así, la patente norteamericana número 3.112.532,
de Shoemaker, describe un colector solar en el que el aire
a calentar se hace pasar a través de un absorbedor permea-
5 ble al gas, compuesto de múltiples capas de hoja de alumi-
nio hendida y expandida. La hoja expandida se recubre con
un esmalte vínlíco negro en la superficie superior vuelta
hacia la pared de transmisión de luz. La cara inferior bri-
llante de la hoja es altamente reflectante y actúa como
10 una trampa para impedir la pérdida de calor absorbido por
radiación devuelta. Sin embargo, pueden ocurrir algunas
pérdidas de radiación a través de las aberturas o hendidu-
ras de la hoja.

Ha sido propuesto también en la literatura uti-
15 lizar una trampa de calor en panal de abeja especularmente
reflectante en un calentador solar de aire que utiliza una
placa colectora porosa. Así, Buchberg y otros, en un artí-
culo titulado "Características de rendimiento de convecto-
res térmicos solares, de panal de abeja rectangular" Ener-
20 gía Solar, número 13, páginas 193-221, Pergamon Press
(1.971), describe un calentador solar de aire que utiliza
una trampa de calor de panal de abeja rectangular que es-
tá hecha a partir de material especularmente reflectante,
es decir, papel aluminizado recubierto con una capa de re-
25 sina transparente.

La patente norteamericana número 4.015.582, de
Liu y otros, describe un colector de calor solar que uti-
liza una capa de material aislante transmisor de luz, que
sirve como regulador de aire y trampa de radiación infra-
30 rroja. La trampa combinada de regulación y radiación se

5 puede situar entre la superficie exterior del colector y la placa colectora absorbente de la radiación. El material aislante transmisor de luz puede ser fibras de vidrio o panel de abeja transparentes, por ejemplo, y es mantenido o emparedado entre la superficie colectora exterior y una capa interior no porosa de un material transmisor de luz, impermeable al aire. Este diseño de colector solar adolece de la desventaja de que la capa interior no porosa impermeable al aire, por ejemplo plástico o vidrio transparente, es reflectante de la radiación solar incidente y cuenta realmente para una pérdida importante del calor absorbido cuando el colector funciona bajo condiciones típicas que se encuentran en el calentamiento de espacio que utiliza calentadores solares de aire.

15 La patente norteamericana número 4.018.211, de Barrs, describe un colector solar que utiliza al menos una capa de panel de abeja aislante transmisor de la luz, emparedada entre dos capas de material transparente, por ejemplo vidrio, y al menos otra capa de panel de abeja transmisora de la luz, que sirve como medio de transferencia de calor. Las capas de panel de abeja transmisoras de la luz son de tan gran dimensión que impiden el uso efectivo del panel de abeja como una trampa de radiación de infrarrojos.

20 Es un objeto del presente invento proporcionar un calentador solar de aire que utiliza una placa colectora porosa y una trampa de radiación transmisora de la luz que tiene rendimientos térmicos mejorados.

25 Otro objeto del presente invento es proporcionar un calentador solar de aire del tipo descrito que es fácil de montar y de fabricación económica.

Se ha descubierto, según el presente invento, que una mejora importante del rendimiento térmico se puede obtener en un calentador solar de aire, que utiliza una placa colectora porosa si una trampa de radiación que está hecha de un material que es transmisor de la luz y opaco o negro a la radiación infrarroja, por ejemplo, panel de abeja de plástico o vidrio transparente, se sitúa en la parte superior de la placa colectora o separada entre la placa colectora y la pared delantera de transmisión de luz.

Se ha visto además que la mejora más importante y en consecuencia las mayores eficacias térmicas, se pueden obtener si la trampa de radiación se sitúa junto a y en contacto con la pared delantera. La trampa de radiación debe estar compuesta de una pluralidad de celdas abiertas en comunicación con el flujo de gas o aire a través del calentador solar, teniendo las celdas paredes sensiblemente perpendiculares a la pared delantera que actúan como deflectores para impedir el flujo de aire a través de la trampa de radiación en una dirección paralela al plano de la pared delantera, pero que, al mismo tiempo, no causan reflexiones de la luz solar incidente en una dirección que va hacia la pared delantera durante períodos de funcionamiento normal. En particular, la trampa de radiación puede estar hecha de panel de abeja de plástico o vidrio con celdas de varias configuraciones, por ejemplo, rectangulares o hexagonales, u otras estructuras celulares tales como las proporcionadas por aletas paralelas separadas dispuestas transversalmente al flujo de aire a través del colector. Los calentadores solares de aire pueden ser hechos, según el presente invento, para aplicaciones tales como calentamiento

de espacios que tengan rendimientos térmicos comprendidos entre el 60 y 70 por ciento, aproximadamente. Estos rendimientos térmicos incluyen, naturalmente, la pérdida de calor normal debida a la transmisión de radiación solar a través de la pared delantera de transmisión de luz.

Brevemente, pues, el presente invento reside en un calentador solar de aire que comprende un alojamiento que tiene una pared delantera de transmisión de luz y una entrada y una salida para establecer una trayectoria de flujo para un gas a calentar, tal como aire. Una placa colectora porosa o permeable al gas, o absorbedor, está dispuesta a través de la trayectoria de flujo a través del alojamiento y está dispuesta para recibir la radiación solar incidente que pasa a través de la pared delantera y para transferir el calor absorbido al gas o aire que pasa a lo largo de la trayectoria de flujo y a través de la placa colectora o absorbedor. Una trampa de radiación transparente de la estructura descrita anteriormente, y que es opaca o negra a la radiación infrarroja, por ejemplo, panel de abeja o aletas de plástico o vidrio transparente, está interpuesta entre la placa colectora o absorbedor y la pared delantera.

Como se ha indicado, la trampa de radiación puede estar situada en varias posiciones diferentes con respecto a la placa colectora porosa y la pared delantera. Así, la trampa de radiación puede estar situada directamente sobre la parte superior de la placa colectora porosa y en relación de separación con respecto a la pared delantera. En esta realización del presente invento, el gas o aire a calentar pasa a través del espacio entre la pared delantera

y la placa colectora porosa y después a través de la trampa y la placa colectora o absorbedor.

5 En la realización preferida del presente invento, la trampa de radiación está situada junto a y en contacto con la pared delantera. El gas o aire a calentar, en este caso, pasa directamente a través de la placa colectora porosa sin entrar en la trampa de radiación.

10 El presente invento se describirá a continuación con mayor detalle haciendo referencia en particular a los dibujos que se acompañan, en los que los mismos números identifican las mismas partes o partes correspondientes, y en los cuales:

15 La figura 1 es una vista en alzado, en sección, de un calentador solar de aire que incorpora el presente invento;

Las figuras 2 a 5 son vistas en perspectiva de parte de un calentador solar de aire que utiliza diferentes formas de una trampa de radiación según el presente invento;

20 La figura 6 es una vista en alzado, en sección transversal, de un calentador solar de aire similar al de la figura 1 mostrando una realización preferida del presente invento;

25 Las figuras 7 a 11 son vistas en alzado, en sección transversal, de calentadores solares que muestran cierto número de modificaciones que se pueden utilizar en la realización preferida mostrada en la figura 6;

La figura 12 es una vista en alzado, en sección transversal, de un calentador solar de aire, que muestra otra realización del presente invento;

Las figuras 13 a 16 son vistas respectivas de parte de un calentador solar de aire que muestran varias modificaciones diferentes de la disposición de trampa de radiación de placa colectora porosa que se puede utilizar también según el presente invento;

La figura 17 es un gráfico que muestra la pérdida de calor de radiación normalizada a través de trampas de radiación de panel de abeja y aletas;

La figura 18 es una vista esquemática que muestra la transmisión de radiación solar a través de una estructura de panel de abeja transparente;

La figura 19 es una vista esquemática similar que muestra la transmisión de radiación solar a través de un panel de abeja especularmente reflectante;

La figura 20 es un gráfico que muestra una comparación de las propiedades de transmisión de panales de abeja transparentes y especulares;

La figura 21 es una vista esquemática que muestra el intercambio de radiación infrarroja entre la placa colectora porosa y las paredes de celdas de absorción de infrarrojos de un panel de abeja de vidrio o plástico;

La figura 22 es una vista esquemática similar que muestra el intercambio de radiación infrarroja entre la placa colectora porosa y las paredes de celdas reflectantes de infrarrojos de un panel de abeja metálico;

La figura 23 es un gráfico que muestra el efecto de L/D en la pérdida de calor radiante para paredes de celdas de conductividad alta y baja;

La figura 24 es un gráfico que muestra la relación entre los rendimientos térmicos y las condiciones de

funcionamiento para calentadores de aire y agua tanto con como sin una trampa de radiación de panel de abeja;

5 La figura 25 es un gráfico que muestra la relación entre el aumento normalizado de eficacia debido a la adición de una trampa de radiación de panel de abeja transparente y condiciones de funcionamiento en calentadores de agua y de aire;

10 La figura 26 es un gráfico similar al de la figura 24 que muestra la relación entre los rendimientos térmicos y las condiciones de funcionamiento para calentadores de aire con una capa adicional de transmisión de luz debajo del panel de abeja y sin la capa adicional pero con el panel de abeja o bien unido a la pared transparente o soportado entre la pared transparente y el absorbedor poroso;

15 Las figuras 27a-b, 28a-b y 29a-b son vistas esquemáticas de las pautas de pérdidas por reflexión y flujos de aire en diferentes calentadores solares de aire experimentales con trampas de radiación;

20 Las figuras 30a-d son vistas esquemáticas de las pautas de los rayos transmitidos y reflejados de las paredes de celdas de trampa de radiación que están en varias orientaciones diferentes con respecto a la pared delantera; y

25 La figura 31 es una vista esquemática de un sistema típico de calentamiento solar que utiliza un calentador solar de aire que incorpora el presente invento.

Haciendo referencia ahora más concretamente a la figura 1 de los dibujos, se muestra en ella un calentador solar de aire que incorporará el presente invento. El calentador solar comprende un alojamiento 10 que tiene una pa-

red delantera 12 de transmisión de luz que deja pasar la radiación solar incidente y una pared trasera 14. La pared delantera 12 está hecha preferiblemente de un material transparente que tiene una reflectividad relativamente baja y que es no poroso e impermeable al gas, por ejemplo, plástico o vidrio transparente. El alojamiento 10 incluye además una entrada 16 en una pared lateral y una salida 18 en la pared opuesta. La entrada 16 y la salida 18 están dispuestas para establecer una trayectoria de flujo para un gas tal como aire a calentar, como se indica en general por las flechas en el dibujo. Una placa colectora porosa 20, absorbente de la radiación, está montada dentro del alojamiento 10 en relación de paralelismo y separación con respecto a la pared delantera 12 y la pared trasera 14 y a través de la trayectoria de flujo establecida entre la entrada 16 y la salida 18. La placa colectora porosa 20 puede estar compuesta, por ejemplo, de una rejilla o estera fibrosa negra, tamiz tejido o estampado o una espuma reticulada. Una trampa 22 de radiación transmisora de luz está situada en contacto con la superficie superior de una placa colectora porosa 20 vuelta hacia la pared delantera 12. La trampa de radiación 22 está hecha preferiblemente de un material claro o transparente y tiene una estructura abierta tal como un panal de abeja que permite el flujo de gas o aire a través de la trampa 22 y del colector poroso 20. Preferiblemente, aunque no necesariamente, una capa de aislamiento 24 está situada junto a la pared trasera 14. El alojamiento 10 puede estar hecho apropiadamente de metal, tal como aluminio o acero para proporcionar rugosidad o el alojamiento puede estar hecho también de un

material aislante tal como espuma polimérica o fibra de vidrio, si se desea.

5 Las figuras 2 a 5 muestran varias formas de la trampa de radiación que se pueden usar en un calentador solar de aire según el presente invento. Así, la trampa de radiación puede estar hecha de un panel alveolar o en panel de abeja 26, exagonal, transparente, como se muestra en la figura 2. El panel de abeja 26 está situado en la parte superior de una placa colectora porosa 20 y en relación de separación con respecto a la pared delantera 12. Según 10 se muestra, el panel de abeja 26 está compuesto de una multiplicidad de celdas exagonales que están definidas por paredes comunes que tienen una longitud "L" predeterminada y una sección transversal de dimensión típica o diámetro "D". 15 La relación de la longitud de celda "L" al diámetro "D" debe ser mantenida en el intervalo comprendido entre 2 y 10.

La figura 3 muestra una forma diferente de la trampa de radiación que está compuesta de una serie de aletas paralelas separadas 28. Las aletas 28 son mantenidas en posición en la parte superior de la placa colectora porosa 20 por cualesquiera medios apropiados, tales como puntales de soporte (no mostrados) fijados a las paredes laterales del alojamiento 10. Preferiblemente, la relación de la altura de aleta "H" a la separación "S", según se muestra en 25 el dibujo, debe ser mantenida en el intervalo comprendido entre 4 y 20, aproximadamente.

La figura 4 muestra todavía otra forma de trampa de radiación que está hecha de un panel alveolar rectangular 30. Esta forma de trampa de radiación es básicamente la misma que se muestra en la figura 2, excepto para la confi

guración concreta del panal de abeja o alveolar.

En la figura 5 se muestra otra forma de trampa de radiación que está hecha de una pluralidad de segmentos o tramos tubulares transparentes 32, de plástico o de vidrio. Los segmentos tubulares 32 están pegados o unidos de otra manera entre sí, tal como mediante disolvente, para formar un panel alargado que está también situado en la parte superior de la placa colectora porosa 20 en relación de separación con respecto a la pared transparente 12. Apropiadamente, los segmentos tubulares 32 pueden ser cortados de tubos de plástico o de vidrio usuales, por ejemplo. La relación de la longitud al diámetro del tubo es sensiblemente la misma que para la trampa de panal de abeja exagonal mostrada en la figura 2.

Se comprenderá que la construcción de las trampas de radiación utilizadas según el presente invento no está limitada a las configuraciones concretas descritas anteriormente, sino que las trampas pueden estar hechas de otros tipos de configuraciones celulares o estructuras abiertas, tales como celdas en panal alveolar triangular o celdas construidas de láminas onduladas o plegadas. Aunque las trampas de radiación son hechas más preferiblemente de estructuras de panal de abeja celulares, se pueden usar otras estructuras abiertas que tienen una elevada relación de aspecto (equivalente a L/D para configuraciones no circulares) en la práctica del presente invento.

Las trampas de radiación utilizadas en calentadores solares de aire pueden estar hechas de cualquier material transmisor de la luz que sea al mismo tiempo opaco o negro para la radiación infrarroja. Las trampas de radia-

ción pueden ser, naturalmente, traslúcidas, si se desea, pero preferiblemente las trampas están hechas de un material transparente, tal como un plástico o vidrio transparente, por ejemplo. Existe cierto número de composiciones de plástico transparentes que son negras u opacas a la radiación infrarroja y que, por lo tanto, pueden ser utilizadas en la práctica del invento. Estas composiciones de plástico incluyen, por ejemplo, poli(fluoruro de vinilo), policarbonato, etileno propileno fluorado, poli(metacrilato de metilo), polisulfonas aromáticas, poli(tereftalato de etileno), poliésteres aromáticos, poli(fluoruro de vinilideno), hexa fluoropropileno, clorotrifluoroetileno y copolímeros de tetrafluoroetileno.

Generalmente hablando, la trampa puede estar situada en cualquiera de varias posiciones diferentes entre la placa colectora porosa 20 y la pared delantera 12. En la realización del calentador solar de aire mostrada en la figura 1, la trampa de radiación está situada directamente en la parte superior de y en contacto con la placa colectora porosa 20 y en relación de separación con respecto a la pared delantera 12. Esta realización del calentador solar ofrece la ventaja de que el flujo de gas o aire directamente a través de la trampa de radiación de panal de abeja tiene de recuperar algo del calor que se pierde desde la placa colectora porosa 20 a la trampa 22 por conducción y radiación. Sin embargo, el gas o aire a calentar pasa al mismo tiempo directamente por debajo de la pared delantera 12 y esto puede aumentar las pérdidas de calor a través de la pared a la atmósfera ambiente.

En la figura 6 se muestra una realización más pre

ferida de un calentador solar de aire según el presente in-
vento. El calentador solar de aire es básicamente de la mis-
ma construcción que se ha descrito anteriormente, excepto
en que la trampa de radiación 34 está situada en este caso
5 justo debajo de la pared delantera 12 y en relación de se-
paración con respecto a la placa colectora porosa 20. El
gas o aire a calentar entra por la entrada 16, pasa a tra-
vés del espacio entre la trampa de radiación 34 y la placa
colectora porosa 20 y después pasa a través de la placa co-
10 lectora 20, donde el gas o aire se calienta por la radia-
ción absorbida. Se debe hacer observar que en esta realiza-
ción el gas o el aire no fluye a través de la trampa de ra-
diación. La trampa de radiación 34 tiene la función adicio-
nal de proporcionar una capa amortiguadora o reguladora de
15 aire casi estancado entre el flujo de aire y la pared delan-
tera 12. Ello reduce más las pérdidas de calor a la atmós-
fera circundante o ambiente. Con el fin de que actúe eficaz-
mente como amortiguadora de aire, la trampa de radiación 34
debe ser mantenida en al menos firme contacto mecánico con
20 la cara inferior de la pared delantera 12 y debe estar uni-
da preferiblemente a la pared con el fin de evitar el flujo
de gas o aire a través de la trampa y a contacto con la pa-
red delantera 12. Además, se ha de hacer observar, en los
casos en que no fuera práctico o posible unir la trampa de
25 radiación 34 a la pared delantera 12, que la trampa puede
ser mantenida fácilmente en firme contacto mecánico con la
pared mediante una estructura de soporte abierta, tal como
una malla abierta situada debajo de la trampa. Naturalmen-
te, la estructura de soporte debe estar abierta para redu-
cir al mínimo la introducción de pérdidas adicionales por

reflexión de radiación solar de nuevo hacia la pared delantera 12 desde la estructura de soporte.

La figura 7 muestra una modificación del calentador solar de aire que es básicamente de la misma construcción que la de la figura 6, excepto en que el flujo de gas o aire es en este caso de sentido inverso. El gas o aire a calentar entra por la entrada 36 que está situada debajo de la placa colectora porosa 20 y pasa a través del espacio existente entre la placa colectora 20 y la pared trasera 14. El gas o aire pasa después a través de la placa colectora 20 y es calentado por la radiación absorbida. El gas o aire caliente sale a través de la salida 34, que en este caso está situada entre la trampa de radiación 34 y la placa colectora 20.

Existen cierto número de modificaciones adicionales del calentador solar de aire que son posibles por colocación de la trampa de radiación en otra posición diferente a la superior de la placa colectora porosa 20, tal como situando la trampa directamente debajo de la pared delantera 12. Así, es posible, por ejemplo, situar la placa colectora o absorbedor en diversas posiciones diferentes independientemente de la trampa de radiación.

Las figuras 8 y 9 muestran dos de dichas modificaciones, en las que la placa colectora porosa está situada de manera no paralela a la trampa de radiación 34 y a la pared delantera 12. El gas o aire a calentar entra por la entrada 40 de una pared lateral del alojamiento 10 y fluye a través de la placa colectora porosa, no paralela, en un sentido que va, ya sea primeramente a través de las superficies superiores 42a de la placa colectora 42, se-

gún se muestra en la figura 8, ya sea primeramente a través de las superficies inferiores 44a de la placa colectora 44, según se muestra en la figura 9, y es calentado por la radiación absorbida. El gas o aire caliente sale entonces por la salida 46. En estas dos modificaciones se observará que el gas o aire fluye directamente a través de las placas colectoras 42, 44 sin cambiar de sentido, según se indica por las flechas del dibujo, asegurando así un flujo más uniforme a través del calentador solar.

La figura 10 muestra otra modificación más que combina las características de los calentadores solares ilustrados en las figuras 8 y 9. En esta modificación, las dos placas colectoras no paralelas se combinan en un calentador solar con la placa colectora porosa 48 dispuesta en una configuración de forma de V. El gas o aire a calentar entra por la entrada 50, pasa primeramente a través del tramo no paralelo 48a de la placa colectora 48 en forma de V y después a través del otro tramo no paralelo 98b, asimismo sin cambiar de dirección, y sale por la salida 52. Sin embargo, se observará que en este caso se consigue un efecto de calentamiento de dos etapas en una sola unidad de calentador solar. Los tramos 48a y 48b de la placa colectora pueden estar contruidos, naturalmente, en una pieza o pueden estar hechos de dos piezas apropiadamente unidas entre sí en el calentador solar de aire. Generalmente hablando, se pueden combinar cualquier número de elementos colectores porosos en relación no paralela con respecto a la pared delantera para proporcionar un efecto de calentamiento de etapas múltiples en una sola unidad de calentador solar.

Se puede conseguir un efecto de calentamiento si

milar en dos etapas mediante otra modificación del calentador solar de aire según se muestra en la figura 11. Esta modificación combina análogamente las características de los calentadores solares ilustradas en las figuras 6 y 7. Así, según se muestra, una placa deflectora 54 está dispuesta en posición intermedia a la longitud del alojamiento 10 y entre la trampa de radiación 34 y la placa colectora porosa plana 56. Una entrada 58 y una salida 60 están situadas al mismo lado de la placa colectora 56. El gas o aire entra por la entrada 58 y pasa a través del espacio existente entre la trampa de radiación 34 y la placa colectora 56. Después se hace pasar el gas o aire a través de la placa colectora porosa 56 mediante la placa deflectora 54 y se calienta por la radiación absorbida. El gas o aire caliente entra en el espacio inferior existente entre la placa colectora 56 y la pared trasera 14 y se hace de nuevo pasar a través de la placa colectora 56 que está siendo calentada por la radiación absorbida. El gas o aire caliente sale entonces por la salida 60.

La figura 12 muestra todavía otra realización de un calentador solar de aire según el presente invento. Este calentador solar de aire es básicamente de la misma construcción que el mostrado en la figura 1, excepto en que la trampa de radiación 62 está situada en una posición que está en posición intermedia a y separada de la placa colectora 20 y la pared delantera 12. Una ventaja de esta realización del calentador solar de aire es que la trampa de radiación no es mantenida en contacto con la placa colectora 20, sino que, en lugar de ello, está separada de la misma y, por lo tanto, no hay pérdidas de calor debidas a la con

ducción de calor a través de la placa colectora a la trampa de radiación.

Naturalmente, se observará que cualquiera de las formas diferentes de trampa de radiación mostradas en las figuras 2 a 5 se puede utilizar en las realizaciones y modificaciones adicionales del calentador solar de aire que se acaba de describir. Así, es posible, por ejemplo, utilizar una trampa de radiación en panel de abeja exagonal, rectangular o tubular, tal como se muestra en las figuras 2, 4 y 5, respectivamente, o la trampa de radiación puede estar compuesta de aletas paralelas tal como se muestra en la figura 3. Sin embargo, se debe hacer observar que en los casos en que la trampa de radiación está hecha de aletas paralelas, las aletas deben estar orientadas de tal manera que estén dispuestas en una dirección sensiblemente perpendicular a la dirección del flujo de gas o aire a través del calentador solar. Por el contrario, si las aletas están dispuestas en la misma dirección que el flujo de gas o aire a calentar, la trampa de radiación no puede funcionar como un amortiguador de aire y es probable que ocurran pérdidas de calor a través de la pared delantera 12. Como ya se ha indicado, la trampa de radiación utilizada en estas realizaciones debe estar hecha, naturalmente, de material transmisor de la luz, que puede ser traslúcido o transparente y que debe ser, naturalmente, negro u opaco a la radiación infrarroja. Además de las diversas formas diferentes de trampas de radiación ya descritas e ilustradas, existen, naturalmente otros tipos de materiales que actúan como trampas de radiación tales como bloques de plástico de fibra de vidrio, o películas de plástico fundidas que contienen burbu

jas de gas aprisionadas. En relación con esto, se debe hacer observar que una estructura fibrosa abierta hecha de plástico o vidrio funcionaría como una trampa de radiación, pero no funcionaría como trampa de radiación y como amortiguador de aire al mismo tiempo sin la interposición de una capa no porosa impermeable al gas entre las fibras y al flujo de gas y aire a través del calentador solar. Asimismo, se ha de hacer observar que en cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas la placa colectora porosa o absorbedor puede estar hecho de los mismos materiales porosos de absorción de calor que se han descrito anteriormente, tales como una esterilla fibrosa negra, tamiz tejido o estampado o espuma reticulada.

Puede ser práctico y económico en algunos casos incorporar tanto la trampa de radiación como el colector poroso o absorbedor juntamente en un elemento durante la fabricación del calentador solar de aire. Así, como se muestra en la figura 13, el espacio entre las aletas paralelas 64 que constituyen la trampa de radiación se puede llenar parcialmente con material poroso 66 de absorción de calor. Análogamente, los huecos definidos por el panel de abeja exagonal 68 se pueden llenar parcialmente con el mismo material poroso 70 de absorción de calor, como se representa en la figura 14. Es también posible construir un elemento de trampa de radiación-absorbedor coloreando una parte inferior de las aletas 62 con una pintura o con otro agente colorante negro u oscurecido como se indica por 74 en la figura 15. La figura 16 muestra en mismo tipo de elemento de trampa de radiación-absorbedor que utiliza el panel de abeja exagonal 76 en el que la parte más baja del panel de

abeja está coloreada con una pintura o agente colorante negro u oscurecido, como se indica por 78 en la figura 16. Se puede observar que todas las realizaciones mostradas en las figuras 13 a 16 corresponden sensiblemente a la realización del presente invento mostrada en la figura 1, en la que la trampa de radiación está dispuesta en la parte superior de la placa colectora porosa. Se puede observar además que la parte superior clara o transparente del elemento de trampa de radiación-absorbedor debe tener una relación de aspecto que está comprendida en el mismo intervalo que se ha descrito para las trampas de radiación mostradas en las figuras 2 a 5.

Como se ha mencionado anteriormente, las trampas de radiación hechas de panal de abeja celular se usan preferiblemente en calentadores solares de aire, aunque se pueden utilizar otros tipos de configuraciones como trampa de radiación en la práctica del presente invento. Generalmente hablando, la cantidad de reducción de pérdida de calor que se consigue con las trampas de radiación de diversas configuraciones dependerá de la relación de aspecto y estará comprendida dentro de un intervalo abarcado por trampas de radiación de panal de abeja tubular o exagonal y de aletas paralelas.

Con el fin de cuantificar esta relación, se realizó un análisis teórico para determinar la cantidad de radiación aprisionada conseguida por panales de abeja o alveolares y aletas paralelas de diferentes relaciones de aspecto. Los resultados de este análisis se muestran en la figura 17, donde se representaron los valores para Q/Q_0 en función de la relación de aspecto L/D (o su equivalente H/S

para aletas paralelas). En el gráfico, Q es el régimen de pérdida de calor desde una superficie negra a 100°C a otra superficie negra a 0°C con la trampa de radiación en posición, mientras que Q_0 es el régimen de pérdida de calor entre las mismas dos superficies sin que esté presente la trampa de radiación. La relación de Q/Q_0 es una medida de la eficacia de la trampa de radiación, indicando valores bajos de Q/Q_0 mayor eficacia en la reducción de las pérdidas de calor. Como se aprecia en la figura 17, la trampa de radiación de panel de abeja es más eficaz que la de aletas paralelas. Se puede ver además que con el fin de conseguir al menos una reducción del 50 por ciento en la pérdida de calor por radiación la relación de aspecto L/D para los paneles de abeja debe ser mayor que 2 y que la relación de aspecto para aletas paralelas debe ser mayor que 4. Como se aprecia también en la figura 17, existe solamente una reducción adicional marginal de la pérdida de calor conseguida utilizando paneles de abeja con relaciones de aspecto mayores que 10 o aletas paralelas con relaciones de aspecto mayores que 20.

La figura 17 muestra además el efecto del espesor de pared de celda o de aleta en la reducción de la pérdida de calor. Así, las curvas llenas representan un espesor de pared de celda o aleta de 0,005 centímetros, mientras que las curvas de trazos representan un espesor de pared de celda o de aleta de 0,016 centímetros. Como se desprende claramente de las curvas, las dimensiones de pared de celda y aleta más delgadas proporcionan reducción de pérdida de calor más eficaz. Preferiblemente, en la práctica del presente invento, el espesor de las paredes de celda de

panal de abeja y aletas se debe mantener en el intervalo comprendido entre 0,0002 y 0,05 centímetros, aproximadamente. Se debe hacer observar, además, que el espesor de las paredes de celda o aletas, según se muestra por ejemplo en las figuras 2 a 5, han sido exagerados para fines ilustrativos.

Las figuras 18 y 19 muestran esquemáticamente los diferentes mecanismos que están implicados en la transmisión de luz solar incidente a través de panales de abeja transparentes y panales de abeja especularmente reflectantes tales como los utilizados ya en la técnica anterior por Buchberg y otros a que se ha hecho referencia anteriormente. Los rayos solares son transmitidos a través de los panales de abeja en cualquiera de dos modos, a saber, por reflexión o por transmisión directa de los rayos solares. En el caso del panal de abeja especularmente reflectante 80, los rayos solares son transmitidos sólo por reflexión, como se representa claramente por las flechas en la vista esquemática de la figura 19. Inversamente, los rayos solares son transmitidos tanto por reflexión como por transmisión directa en el caso del panal de abeja transparente 82, según se muestra por las flechas en la vista esquemática de la figura 18.

Los mecanismos dobles de reflexión y transmisión combinadas da lugar a una eficacia de transmisión global mayor para el panal de abeja transparente en comparación con el panal de abeja especularmente reflectante. Así, cuando se utiliza el panal de abeja transparente como trampa de radiación en lugar de un panal de abeja reflectante será transmitida una mayor fracción de la luz solar incidente a la

placa colectora o absorbedor, donde es convertida en calor. Para cuantificar esta diferencia, se realizó un análisis teórico de la eficacia de transmisión de un panel de abeja de plástico transparente con una relación de aspecto de 10 y un panel de abeja metalizado, altamente reflectante, de la misma relación de aspecto. Los resultados del análisis se muestran en la figura 20, donde la eficacia de la transmisión global de los dos panales de abeja está mostrada como una función del ángulo de incidencia de la luz solar. Se puede ver claramente que el panel de abeja claro o transparente tiene una transmisión mayor que el panel de abeja reflectante a todos los ángulos de incidencia superiores a cero. Aunque el mecanismo doble de reflexión y transmisión combinadas ha sido descrito anteriormente con relación al panel de abeja transparente o claro, se comprenderá, naturalmente, que el concepto es válido para panales de abeja hechos de cualquier material transmisor de luz.

Aunque es ventajoso hacer la trampa de radiación de material que sea transparente a los rayos solares, es también necesario, como se ha indicado, que la trampa de radiación debe absorber la radiación térmica o infrarroja. El mecanismo mediante el cual produce un efecto de trampa de radiación una estructura de panel de abeja, de aletas paralelas o similar, se muestra esquemáticamente en la figura 21. La radiación térmica o infrarroja es emitida de una manera difusa desde un punto dado en la placa colectora o absorbedor 84, tal como el punto único representado en 86 en la vista de la figura 21. En una trampa de radiación de relación de aspecto suficientemente grande (por ejemplo, mayor que 2 en el caso de panel de abeja), la fracción máxi

ma de radiación emitida incidirá en las paredes de la trampa 88, como se muestra por ejemplo en el punto 90; y será absorbida. Si ocurre cualquier radiación devuelta desde el punto 90, la máxima fracción incidirá igualmente en las paredes de la trampa 88, en otro punto, tal como el punto 92, y será también absorbida. Inversamente, como se muestra en la figura 22, la radiación infrarroja emitida desde un punto dado 94 de la placa colectora o absorbedor 96 que incide en las paredes de un panel de abeja reflectante de infrarrojos, la estructura de aletas paralelas o similar 98 continuará en una dirección que se aleja desde la placa colectora 96 por medio de reflexiones múltiples, como se representa por las flechas y no habrá sustancialmente aprisionamiento, o muy poco de la radiación infrarroja.

Además, de los requisitos de propiedades ópticas de la trampa de radiación descrita anteriormente, es también necesario que la trampa esté hecha de un material que posea una baja conductividad térmica, por ejemplo como la mayoría de los plásticos y el vidrio. Para demostrar la importancia de utilizar un material de baja conductividad para la trampa de radiación, se realizó un análisis teórico de las propiedades de aprisionamiento de radiación del panel de abeja de aluminio ennegrecido (es decir, material de alta conductividad) y panel de abeja de plástico (es decir, material de baja conductividad). En este análisis se estudió la relación entre el cociente Q/Q_0 como se ha definido anteriormente y la relación de aspecto L/D y los resultados se muestran en el gráfico de la figura 23. Se apreciará del gráfico que el panel de abeja que está hecho de un material de alta conductividad no actúa como una trampa

de radiación eficaz. Esto es debido al hecho de que grandes cantidades de calor son conducidas a través de las paredes y se desvía la reducción de transferencia de calor de calor de radiación debida al aprisionamiento de radiación. El panel de abeja que está hecho de material de baja conductividad no adolece, por el contrario, de esta limitación y es, por lo tanto, una trampa de radiación superior.

Se realizaron una serie de experimentos para mostrar los resultados inesperados que se obtienen mediante el uso de trampas de radiación transparentes en calentadores de aire de transpiración, en comparación con su uso en calentadores de agua de placa plana, tales como los descritos por Hollands a que se ha hecho referencia anteriormente. En los experimentos, se construyeron dos calentadores solares, siendo uno un calentador de agua de placa plana y siendo el otro un calentador de aire de transpiración. Ambos calentadores solares fueron construidos con un solo cristal (pared delantera de transmisión de luz) y una cantidad equivalente de aislamiento térmico. Los dos calentadores solares se ensayaron primeramente según los procedimientos desarrollados por el National Bureau of Standards descritas en NBSIR 74-635 para determinar su rendimiento térmico sin ningún panel de abeja entre el cristal y la placa colectora o absorbedor. Los datos de ensayo se registraron siguiendo los procedimientos establecidos por el National Bureau de Standards, en los que la eficacia de conversión térmica se representa en función del parámetro de rendimiento de colector definido como

$$p^* = \frac{(T_{avg} - T_{amb})}{I_0}$$

En esta definición T_{avg} es la media de las temperaturas de entrada y salida del fluido (por ejemplo aire) que circula a través del calentador solar y T_{amb} es la temperatura de los alrededores. Asimismo, en la definición, I_0 es la magnitud del flujo de radiación solar incidente. Así, se apreciará que el parámetro de rendimiento P^* está definido como la diferencia entre la temperatura media total en el colector y la temperatura ambiente dividida por la magnitud de la radiación solar incidente. Para aplicaciones de calentamiento de espacio utilizando calentadores solares de aire, este parámetro está típicamente comprendido entre 0,04 y 0,08 metros cuadrados - grados Celsius por watio. Los resultados del ensayo para el calentador de agua de placa plana y el calentador de aire de transpiración en la trampa de panel de abeja se muestran por las curvas señaladas por A y B, respectivamente, del gráfico de la figura 24.

Los experimentos se continuaron modificando cada uno de los dos calentadores solares para incluir una trampa de radiación de panel de abeja tubular entre el cristal y la placa colectora o absorbedor. El panel de abeja tubular tenía una relación L/D de 10 y estaba hecho de policarbonato transparente. El espesor de pared del panel de abeja tubular era de 0,009 centímetros. En el calentador de aire por transpiración, la posición de la trampa de radiación de panel de abeja era similar a la mostrada en la figura 6. Igualmente, la construcción de los dos calentadores solares modificados era básicamente la misma utilizando un solo cristal y el mismo material aislante. Los dos calentadores fueron ensayados asimismo utilizando los mis-

mos procedimientos señalados anteriormente. Los resultados del ensayo para el calentador de agua de placa plana y el calentador de aire por transpiración utilizando la trampa de radiación de panal de abeja se muestran por las curvas señaladas por C y D, respectivamente, en el gráfico de la figura 24. Con referencia a los dos juegos de curvas A, B y C, D, se apreciará fácilmente que el aumento de eficacia de comportamiento es significativamente mayor en el caso del calentador de aire por transpiración en comparación con el calentador de agua de placa plana. En realidad, se apreciará además de las curvas que sin una trampa de radiación de panal de abeja el calentador de agua tiene una eficacia mayor que el calentador de transpiración en todo el intervalo de condiciones de funcionamiento, mientras que la inversa es cierta en el caso en que se incorporan trampas de radiación de panal de abeja en los dos calentadores solares.

Con el fin de mostrar mejor la magnitud de la diferencia en la mejora de eficacia resultante de la inclusión de la trampa de radiación de panal de abeja en los dos calentadores solares, se representa en la figura 25 un gráfico que muestra el aumento de eficacia fraccional sobre la eficacia de los calentadores solares sin el panal de abeja. Se observará que en todo el intervalo de condiciones de funcionamiento el aumento de eficacia térmica para el calentador de aire por transpiración es significativamente mayor que para el calentador de agua de placa plana.

Se realizaron otra serie de experimentos para demostrar la importancia de mantener la trampa de radiación transparente en al menos contacto mecánico firme con la pa

red delantera 12 en las realizaciones donde la trampa de radiación está situada junto a la pared delantera y la trampa sirve adicionalmente para proporcionar una capa de amortiguación de aire. Como se ha mencionado anteriormente, la trampa de radiación transparente está preferiblemente unida directamente a la cara inferior de la pared delantera 12 ó, alternativamente, puede ser mantenida en firme contacto mecánico mediante una estructura de soporte abierta que reduce al mínimo las pérdidas de reflexión de la radiación solar de nuevo hacia la pared delantera. Los experimentos fueron realizados con un solo colector de una construcción similar al mostrado en la figura 10, en el que la placa colectora porosa o absorbedor tenía una configuración en forma de V y fue ensayado utilizando la misma trampa de radiación de panal de abeja tubular posicionada junto a la cara inferior de la pared delantera. La trampa de radiación de panal de abeja estaba hecha de tubos de policarbonato con una relación de aspecto de 7 y un espesor de pared de 0,009 centímetros. La trampa de radiación fué mantenida en posición por diferentes medios en cada ensayo. En el primer ensayo la trampa de radiación fué mantenida de manera suelta contra la pared delantera mediante una estructura de soporte abierta consistente en barras paralelas delgadas separadas. En el segundo ensayo la trampa de radiación fué sujeta contra la pared delantera mediante una lámina continua de material transmisor de luz impermeable al aire, es decir, una lámina de poliéster reforzada con fibra de vidrio con una elevada transmisión solar comprendida entre 0,85 y 0,90. En el tercer ensayo, la trampa de radiación estaba unida a la pared delantera con un agente obturador de adhesivo de

caucho de silicona. La unión era tal que el aire no podía pasar a través del panal de abeja a contacto con la pared delantera. En todos los otros aspectos, los calentadores solares quedaban igual en todos los experimentos. Los ensayos de rendimiento se realizaron de acuerdo con el procedimiento de National Bureau of Standards señalado anteriormente. Los resultados de estos ensayos se muestran en el gráfico que la figura 26. La curva A representa los resultados del ensayo en el que la trampa de radiación de panal de abeja fue mantenida de manera suelta contra la pared delantera mediante una estructura de soporte abierta, mientras que la curva B representa los resultados en los que la trampa de radiación fué mantenida en posición mediante la lámina continua de material transmisor de luz impermeable al aire. La curva C representa los resultados de los ensayos en los que la trampa de panal de abeja estaba unida realmente a la pared delantera con el agente obturador de adhesivo según el presente invento. Se observará de las curvas que a un valor bajo de P^{35} correspondiente a funcionamiento a baja temperatura de los calentadores solares, el calentador solar que utilizaba la capa adicional impermeable al aire (curva B) presentaba una eficacia menor que cualquiera de los otros debido a las pérdidas adicionales de reflexión de algunos de los rayos solares incidentes. Se observará además que el calentador solar en el que el panal de abeja estaba mantenido sólo de manera suelta contra la pared delantera (curva A) presentaba una degradación más rápida de rendimiento con el aumento de temperatura (correspondiente a valores altos de P^{35}) que los otros calentadores. Este efecto es debido a las mayores pérdidas de calor resultantes del

paso de algo de aire a través del panal de abeja y en contacto con la pared delantera. Sin embargo, ninguno de estos efectos es observado en el caso en que la trampa de panal de abeja está realmente unida a la pared delantera (curva C) utilizando un obturador adhesivo. Como consecuencia, se obtienen elevados rendimientos en todo el intervalo de condiciones de funcionamiento.

Las diferencias de rendimiento observadas anteriormente se pueden entender mejor con referencia a las vistas esquemáticas "a" y "b" en las figuras 27, 28 y 29. En particular, en la figura 27 se muestra la pauta de pérdidas de reflexión en la vista "a" y la pauta del flujo de aire en la vista "b" para el calentador solar en el que la trampa de panal de abeja 34 está mantenida de manera suelta u holgada contra la pared delantera 12 por una estructura de soporte abierta. Como se indica por las flechas en la vista "a", las pérdidas de reflexión hacia fuera del colector ocurren sólo en la pared delantera. Como se representa adicionalmente por las flechas en la vista "b", una parte del flujo de aire a través del calentador solar pasa a través de la trampa de panal de abeja 34 y se pone en contacto con la pared delantera 12, donde pueden ocurrir las pérdidas de calor. El rendimiento de este calentador solar está representado por la curva A en la figura 26.

La figura 28 muestra la pauta de distribución de pérdidas de reflexión en la vista "a" y la pauta de distribución de flujo de aire en la vista "b" para el calentador solar en el que la trampa de panal de abeja 34 está soportada por una capa transmisora de luz 100 impermeable al aire. Asimismo, como se representa por las flechas en la

vista "a", las pérdidas de reflexión ocurren en la pared de lantera l2 y, además, pueden ocurrir también en la capa impermeable al aire l00. Igualmente, como se representa por las flechas en la vista "b", a todo el flujo de aire se le impide pasar a la trampa de panal de abeja debido a la presencia de la capa impermeable al aire l00 y así el panal de abeja actúa además como un amortiguador de aire. El rendimiento de este calentador solar está representado por la curva B en la figura 26. Como se muestra en la curva B, a temperatura baja las pérdidas de reflexión aumentadas en el calentador solar dan lugar a un rendimiento inferior que el del calentador solar representado por la curva A, mientras que a temperaturas más elevadas la presencia de una capa amortiguadora de aire da lugar a una mayor eficacia que la del calentador solar representada por la curva A.

La figura 29 muestra la pauta de pérdidas de reflexión en la vista "a" y la pauta de flujo de aire en la vista "b" para el calentador solar en el que la trampa de panal de abeja 34 está unido a la pared delantera l2 mediante un agente obturador adhesivo. La pauta de las pérdidas de reflexión es básicamente la misma que se ha mostrado en la vista "a" de la figura 27, pero difiere de la pauta de pérdidas de reflexión mostrada en la vista "a" de la figura 28, en la que no se producen pérdidas de reflexión adicionales debajo de la pared delantera. Inversamente, como se muestra en la vista "b", la pauta de flujo de aire es básicamente la misma que para el calentador solar mostrado en la vista "b" de la figura 28 en que no hay flujo de aire a través del panal de abeja hacia la pared delantera. Así, la trampa de panal de abeja unida actúa como un amortiguador

de aire proporcionando una capa de aire estancada en toda ella excepto en la parte más baja del panel de abeja, como se muestra por las flechas en el dibujo.

Aunque la trampa de radiación ha sido representada en los dibujos adjuntos con paredes que están dispuestas perpendicularmente a la pared delantera, se comprenderá, naturalmente, que el presente invento no está limitado de este modo y que la trampa de radiación puede ser hecha en realidad con paredes que estén dispuestas formando otros ángulos con respecto a la pared delantera, en tanto que ninguno de los rayos solares reflejados de las paredes de la celda sean dirigidos de nuevo hacia la pared delantera durante los períodos de funcionamiento normal. Para fines más prácticos, el período normal de funcionamiento se puede considerar que incluye un período de aproximadamente tres horas antes y después del mediodía solar. Dentro de este período, los rayos solares incidirán sobre el calentador solar con un ángulo comprendido dentro de 45 grados aproximadamente con la perpendicular a la pared delantera. Para cualquier intervalo dado de ángulos de incidencia las paredes de celda deben estar dispuestas según un ángulo menor que cierto ángulo crítico medido con respecto a la perpendicular a la pared delantera con el fin de asegurar que cualesquiera rayos solares reflejados no sean dirigidos de nuevo hacia la pared delantera.

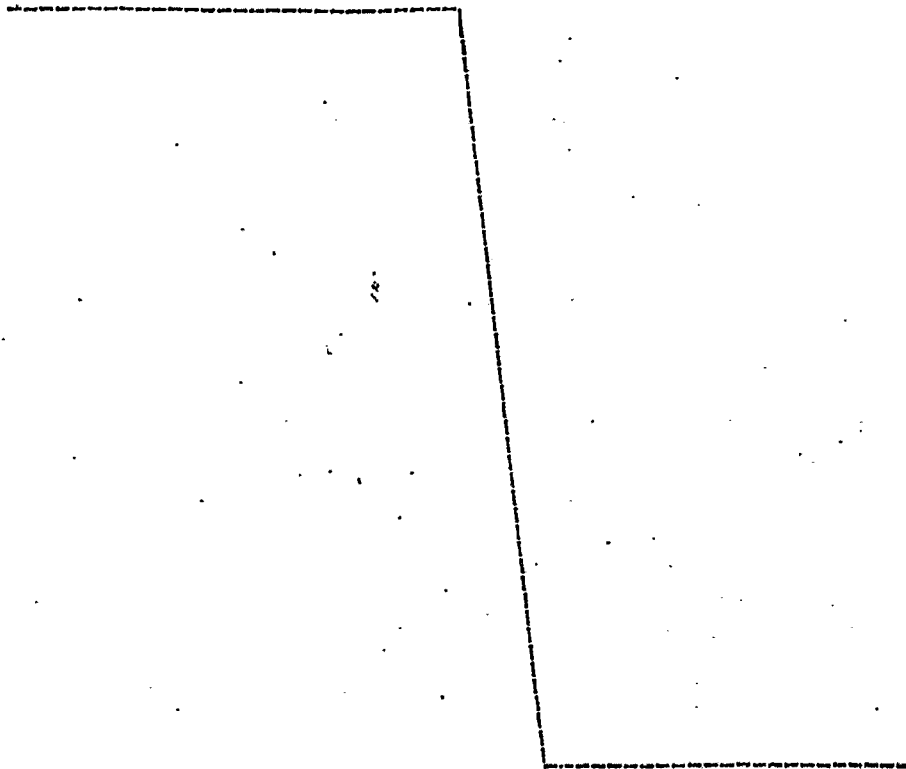
El desarrollo del ángulo crítico para el intervalo de ángulos de incidencia hasta 45 grados desde la perpendicular a la pared delantera se representa esquemáticamente en las vistas de las figuras 30a a 30d. Como se muestra en todas las vistas "a" a "d" de la figura 30, los ra

5 yos solares incidentes dentro de un ángulo de 45 grados des
de la perpendicular a la pared delantera se reflejan par
cialmente desde la pared delantera 12 como se representa
por las flechas 102 y se transmiten en parte directamente
a través de la pared delantera, donde los rayos solares in
ciden contra la pared de celda 104 y se transmiten en par
te y se reflejan en parte como se indica por las flechas
106 y 108, respectivamente. Como se muestra esquemáticamen
te en la figura 30a, cuando la pared de celda 104 está ali
neada con la perpendicular a la pared delantera, el rayo
reflejado 108 será dirigido hacia fuera de la pared delan
tera 12 y hacia el absorbedor. La figura 30b muestra la
pauta de rayos transmitidos y reflejados en el caso en que
la pared de celda 104 está dispuesta formando un ángulo θ_1
que es menor que el ángulo crítico θ_c . Se observará que el
rayo reflejado 108 está todavía en una dirección hacia fue
ra de la pared delantera y hacia el absorbedor. La figura
30c muestra la pauta de rayos transmitidos y reflejados en
el caso en que la pared de celda 104 está dispuesta forman
do el ángulo crítico θ_c y el rayo reflejado 108 está diri
gido paralelamente a la pared delantera 12. Para el ángulo
incidente de 45 grados mostrado en los dibujos, el ángulo
crítico θ_c es de 22,5 grados con respecto a la perpendicu
lar a la pared delantera. Cuando las paredes de celda es
tán dispuestas con ángulo de θ_2 mayores que θ_c , los rayos
reflejados 108 según se muestran en la figura 30d serán di
rigidos de nuevo hacia la pared delantera y hacia fuera del
absorbedor. Así, la frase "sensiblemente perpendicular a
la pared delantera", según se usa en esta memoria y en las
reivindicaciones adjuntas para definir la orientación de

las paredes de celda, se pretende que signifique que las pa
redes de celda pueden estar dispuestas formando cualquier
ángulo menor que el ángulo crítico medido con respecto a
la perpendicular a la pared delantera, por ejemplo, ángulos
5 menores que aproximadamente 22,5 grados cuando el período
normal de funcionamiento se toma desde tres horas antes y
después, aproximadamente, del mediodía solar.

Un sistema de calentamiento típico de espacio por
energía solar que incorpora un calentador de aire por trans
piración según el presente invento está mostrado esquemáti
camente en la figura 31. Como se muestra, el aire es aspi
rado primeramente a través del calentador solar 110 de aire
10 por el conducto 112 por medio de un soplador mecánico 114
en el conducto 116 y es calentado por la radiación absorbi
da cuando hay disponible luz solar suficiente. Con los re
gistros o trampillas reguladoras 118, 120 y 122 en las po
siciones mostradas en el dibujo, el aire caliente es impul
sado a través del horno 124 y después pasa al espacio a ca
15 lentar indicado por 126. El horno 124 puede ser cualquier
horno usual eléctrico, de gas o de petróleo u otro manan
tial de calentamiento. Cuando la temperatura del aire que
abandona el calentador solar en el conducto 112 es infe
rior a la temperatura requerida para calentar el espacio
20 126, se puede añadir calor adicional mediante el horno 124.
Durante períodos en que no se requiere calentar el espacio
25 126, se pueden cambiar las posiciones de los registros o
trampillas 118 y 120 a las mostradas en las líneas de tra
zos con el fin de permitir que el aire solar caliente pa
se a través del depósito o recipiente de almacenamiento
término 128 de lecho de roca a través del conducto 130. El

calor almacenado en el depósito o recipiente de almacenamiento 128 puede ser utilizado para calentar el espacio 126 durante períodos en que no hay disponible suficiente luz solar para proporcionar aire adecuadamente caliente directamente desde el calentador solar de aire 110. Para utilizar el calor almacenado, las trampillas 118, 120 son movidas a la posición indicada por las líneas llenas y la trampilla 122 es movida a la posición indicada por las líneas de trazos, de tal manera que el aire a calentar es aspirado desde el espacio 126 por el conducto 132, después a través de la cuba de almacenamiento térmico 128 en la que se calienta el aire. El aire pasa entonces a través del soplador 114 por los conductos 130, 134. El aire caliente pasa a través del horno 134, donde se puede añadir calor adicional al aire si la temperatura del aire caliente no es suficiente para mantener el espacio 126 a la temperatura deseada.



1

- REIVINDICACIONES -

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Certificado de Adición en España, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº 461.382, presentada el 5 de agosto de 1977, por: "Un dispositivo calentador de aire por energía solar perfeccionado", según las cuales dicho dispositivo comprende, en combinación: un alojamiento que tiene una pared delantera de transmisión de luz para dejar pasar radiación solar incidente y que incluye una entrada y una salida para establecer una trayectoria de flujo para un medio gaseoso a calentar; un elemento colector absorbente de la radiación, permeable al gas, posicionado a través de la trayectoria de flujo en dicho alojamiento y dispuesto para recibir radiación solar incidente que pasa a través de dicha pared delantera y para transferir el calor absorbido a dicho medio gaseoso que pasa a lo largo de dicha trayectoria de flujo y a través de dicho elemento colector; y una trampa de radiación dispuesta en dicho alojamiento junto a la superficie de dicho elemento colector vuelta hacia dicha pared delantera, estando dicha trampa de radiación compuesta de un material de transmisión de luz que es opaco a la radiación infrarroja emitida desde dicho elemento colector en dirección a dicha pared delantera.

15

20

25

30

1 2ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
1ª, según las cuales dicha trampa de radiación comprende
una estructura celular que contiene una pluralidad de cel-
5 das abiertas dispuestas para dejar pasar dicho medio ga-
seoso a calentar a su través y a lo largo de dicha trayec-
toría de flujo.

 3ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
2ª, según las cuales dicha estructura celular está formada
por un conjunto de aletas paralelas separadas, transparen-
10 tes.

 4ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
3ª, según las cuales dichas aletas paralelas separadas,
transparentes, tienen una relación de altura a separación
comprendida entre 4 y 20, aproximadamente.

15 5ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
3ª, según las cuales dichas aletas paralelas separadas,
transparentes, tienen un espesor de pared comprendido en-
tre 0,0002 y 0,05 cm, aproximadamente.

20 6ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
1ª, según las cuales dicho elemento colector absorbente de
la radiación comprende una esterilla porosa opaca hecha
de un material seleccionado del grupo que consiste en fi-
bras prensadas, tamiz tejido, tamiz estampado y espuma re-
ticulada.

25 7ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
1ª, según las cuales dicho elemento colector absorbente de
la radiación está situado sustancialmente paralelo, sepa-
rado, con respecto a dicha trampa de radiación.

30 8ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
7ª, según las cuales dichas entrada y salida están dispues

1 tas en dicho alojamiento de tal manera que dicho medio gaseoso a calentar pasa a través de dicho elemento colector absorbente de la radiación en una dirección que se aleja de dicha pared delantera.

5 9ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 7ª, según los cuales dichas entrada y salida están dispuestas en dicho alojamiento de tal manera que dicho medio gaseoso a calentar pasa a través de dicho elemento colector absorbente de la radiación en dirección a dicha pared delantera.

10 10ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1ª, según las cuales dicha trampa de radiación está dispuesta directamente en la parte superior de y en contacto con dicho elemento colector absorbente de la radiación.

15 11ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1ª, según las cuales dicho elemento colector absorbente de la radiación y dicha trampa de radiación están combinados conjuntamente en una sola unidad.

20 12ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 11ª, según las cuales dicho elemento colector absorbente de la radiación y dicha trampa de radiación combinados comprenden una estructura celular que contiene una pluralidad de celdas abiertas dispuestas para dejar pasar dicho medio gaseoso a calentar a su través y a lo largo de dicha trayectoria de flujo, estando dichas celdas llenas parcialmente de un material poroso opaco, absorbente del calor.

25 30 13ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 12ª, según las cuales dicha estructura celular está formada por un conjunto de aletas paralelas separadas,

1 transparentes, que tienen los espacios entre dichas aletas
parcialmente llenos con el material poroso opaco, absorben-
te del calor.

5 14ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
13ª, según las cuales la parte de los espacios entre di-
chas aletas paralelas separadas, transparentes, que se de-
jan abiertos tiene una relación de altura a separación com-
prendida entre 4 y 20, aproximadamente.

10 15ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindica-
ción 11ª, según las cuales dicho elemento colector absor-
bente de la radiación y trampa de radiación combinados com-
prende una estructura celular que contiene una pluralidad
de celdas abiertas dispuestas para dejar pasar dicho medio
15 gaseoso a calentar a su través y a lo largo de dicha tra-
yectoria de flujo, teniendo dichas celdas paredes, partes
de las cuales están hechas opacas y absorbentes por colo-
reado con una pintura o agente colorante oscuro.

20 16ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindica-
ción 15ª, según las cuales dicha estructura celular está
formada por un conjunto de aletas paralelas separadas,
transparentes, parte de las cuales están coloreadas con
una pintura o agente colorante oscuro o negro.

25 17ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindica-
ción 16ª, según las cuales la parte de dichas aletas para-
lelas separadas, transparentes, que se deja transparente
tiene una relación de altura a separación de aletas com-
prendida entre 4 y 20, aproximadamente.

30 18ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindica-
ción 1ª, según las cuales dicho alojamiento incluye una
pared inferior y paredes laterales y dichas entrada y sali-

1 da están situadas en las paredes laterales opuestas de dicho alojamiento.

5 19ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 18ª, según las cuales está prevista una capa de aislamiento junto a dicha pared inferior.

20ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 18ª, según las cuales dicho alojamiento está hecho de metal.

10 21ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 18ª, según las cuales dicho alojamiento está hecho de un material rígido aislante.

15 22ª.- Mejoras de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2ª, 12ª y 15ª, según las cuales dicha estructura celular está hecha de vidrio o de composición plástico claro o transparente seleccionada del grupo que consiste en poli(fluoruro de vinilo), policarbonato, etileno propileno fluorado, poli(metacrilato de metilo), polisulfonas aromáticas, poli(tereftalato de etileno), poliésteres aromáticos, poli(fluoruro de vinilideno), hexafluoropropileno, clorotrifluoretileno y copolímeros de tetrafluoretileno.

20 23ª.- Mejoras de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2ª, 12 y 15ª, según las cuales dicha estructura celular comprende un panel de abeja o alveolar transparente.

25 24ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 23ª, según las cuales dicho panel de abeja transparente está compuesto de una pluralidad de celdas que tienen sección transversal exagonal.

30 25ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación

1 ción 23ª, según las cuales dicho panel de abeja o alveolar
transparente está compuesto de una pluralidad de celdas
que tienen sección transversal rectangular.

5 26ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
23ª, según las cuales dicho panel alveolar transparente
está compuesto de una pluralidad de celdas formadas por
tubos yuxtapuestos y unidos a tubos adyacentes mediante un
adhesivo o disolvente.

10 27ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
23ª, según las cuales dicho panel de abeja transparente es
tá compuesto de una pluralidad de celdas que tienen una
relación de longitud a diámetro comprendida entre 2 y 10,
aproximadamente.

15 28ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
23ª, según las cuales dicho panel de abeja transparente es
tá compuesto de una pluralidad de celdas que tienen pare-
des de un espesor comprendido entre 0,0002 a 0,05 cm, apro-
ximadamente.

20 29ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
23ª, según las cuales la parte de las celdas del panel
de abeja que se dejan abiertas tiene una relación de lon-
gitud a diámetro comprendida entre 2 y 10, aproximadamen-
te.

25 30ª.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación
23ª, según las cuales las superficies de la celda de panel
de abeja que se dejan transparentes tienen una relación de
longitud a diámetro comprendida entre 2 y 10, aproximada-
mente.

30 31ª.- "MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL OBJETO DE LA
PATENTE PRINCIPAL Nº 461.382, PRESENTADA EL 5 DE AGOSTO DE

P-

1 1977, POR: "Un dispositivo calentador de aire por energía solar perfeccionado".

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

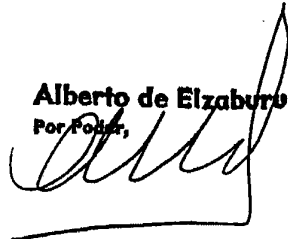
Esta Memoria consta de cuarenta y cuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 25. ENE. 1980

10

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder,



15

20

25

30

22010

JL/.

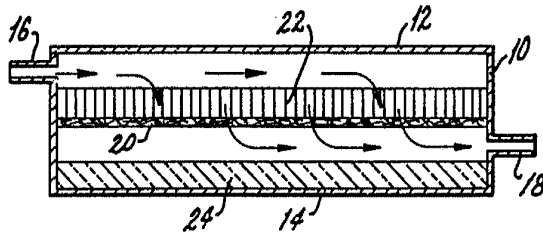


FIG. 1

FIG. 6

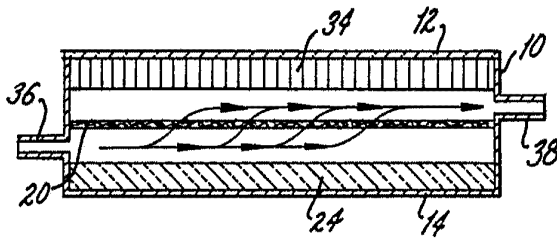
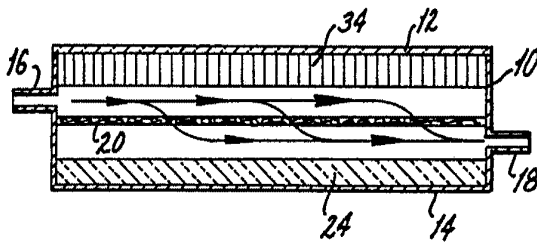


FIG. 7

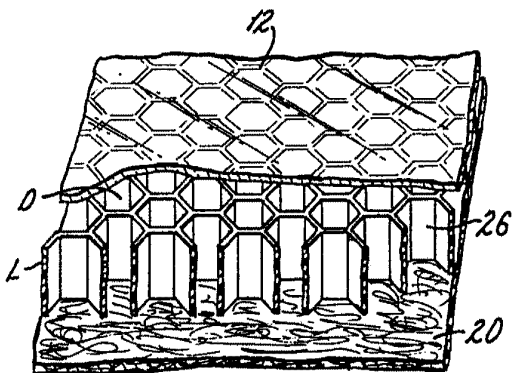
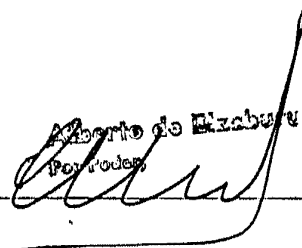


FIG. 2

Alberto de Elizaburu
Inventor



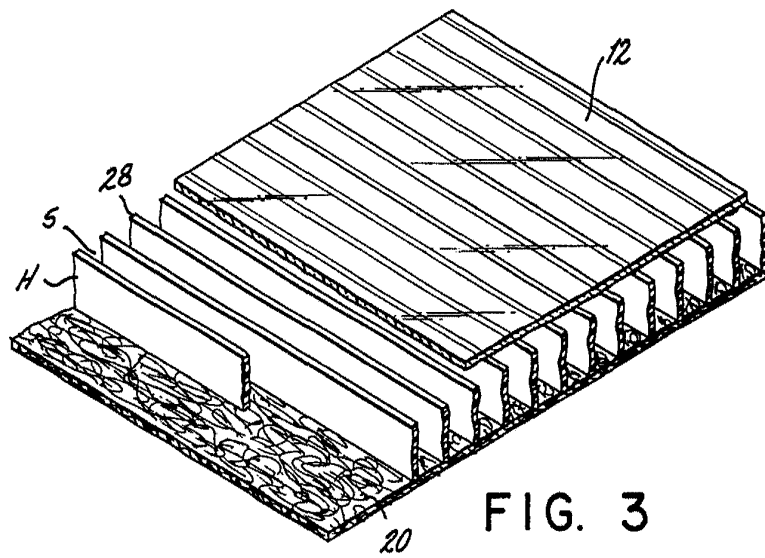


FIG. 3

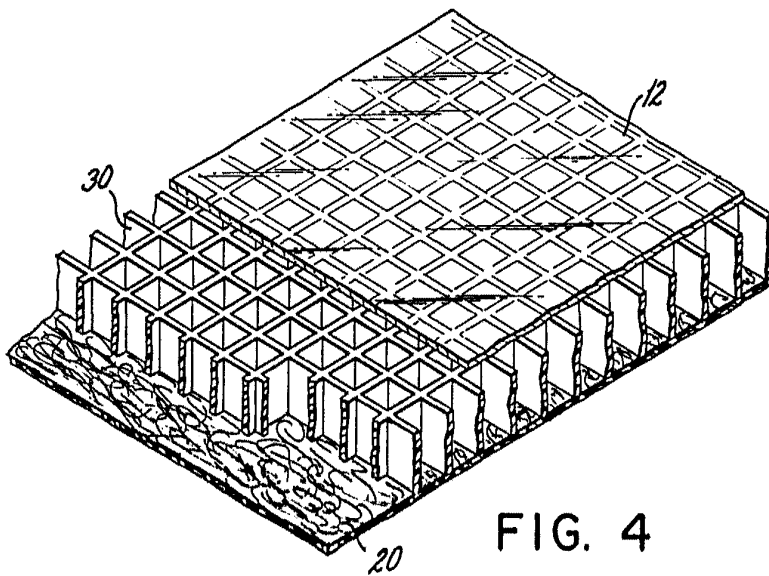


FIG. 4

Attest: *[Signature]*
Per: *[Signature]*

FIG. 5

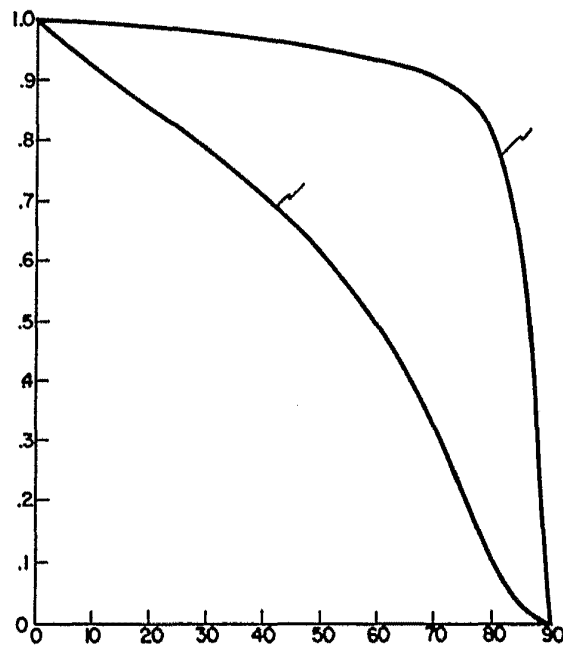
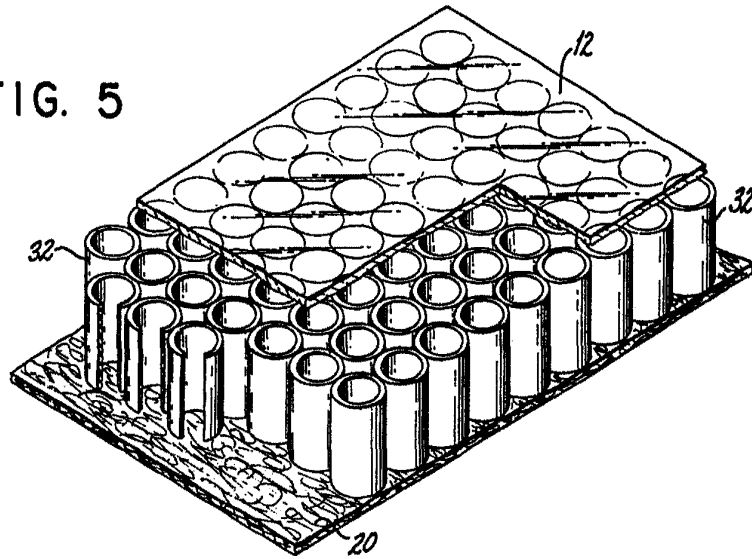
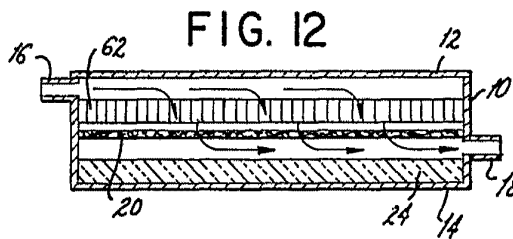
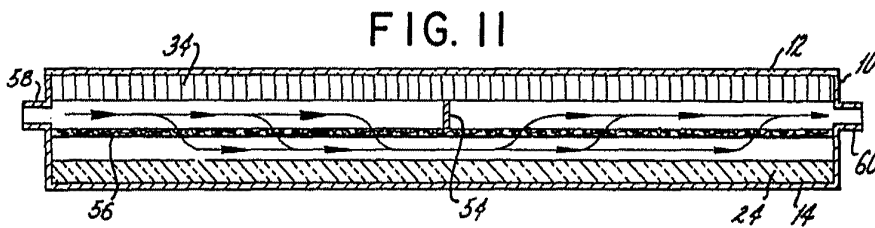
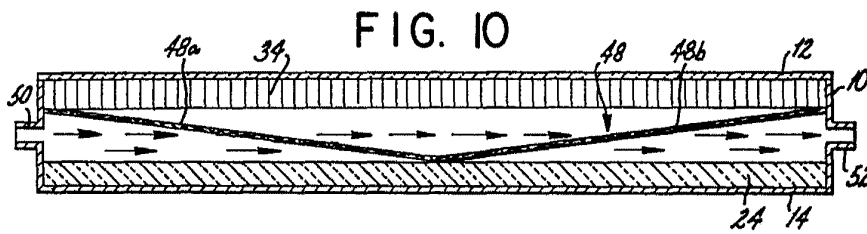
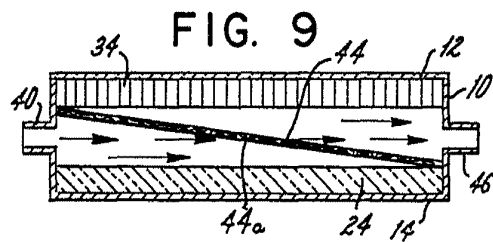
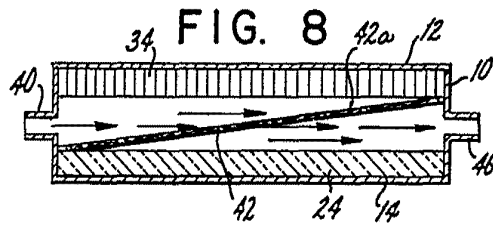


FIG. 20

Alberto de Elizaburu
Pat. Exped.



Alberto de Elizaburu
For Podes

FIG. 13

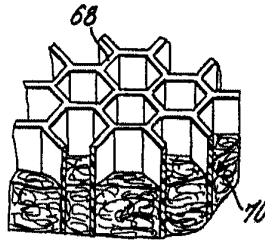
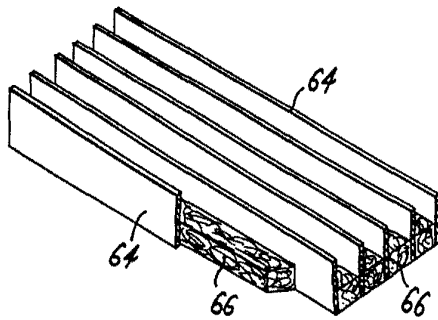


FIG. 14

FIG. 15

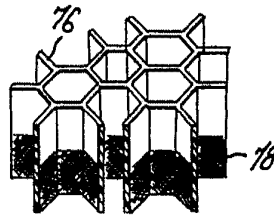
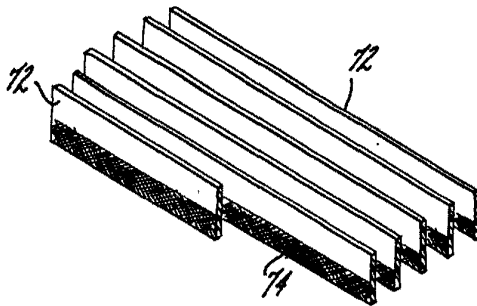


FIG. 16

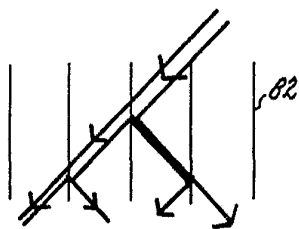


FIG. 18

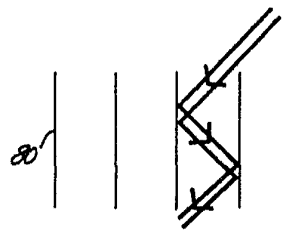


FIG. 19

Alberto de Elizaburu
Per Eider

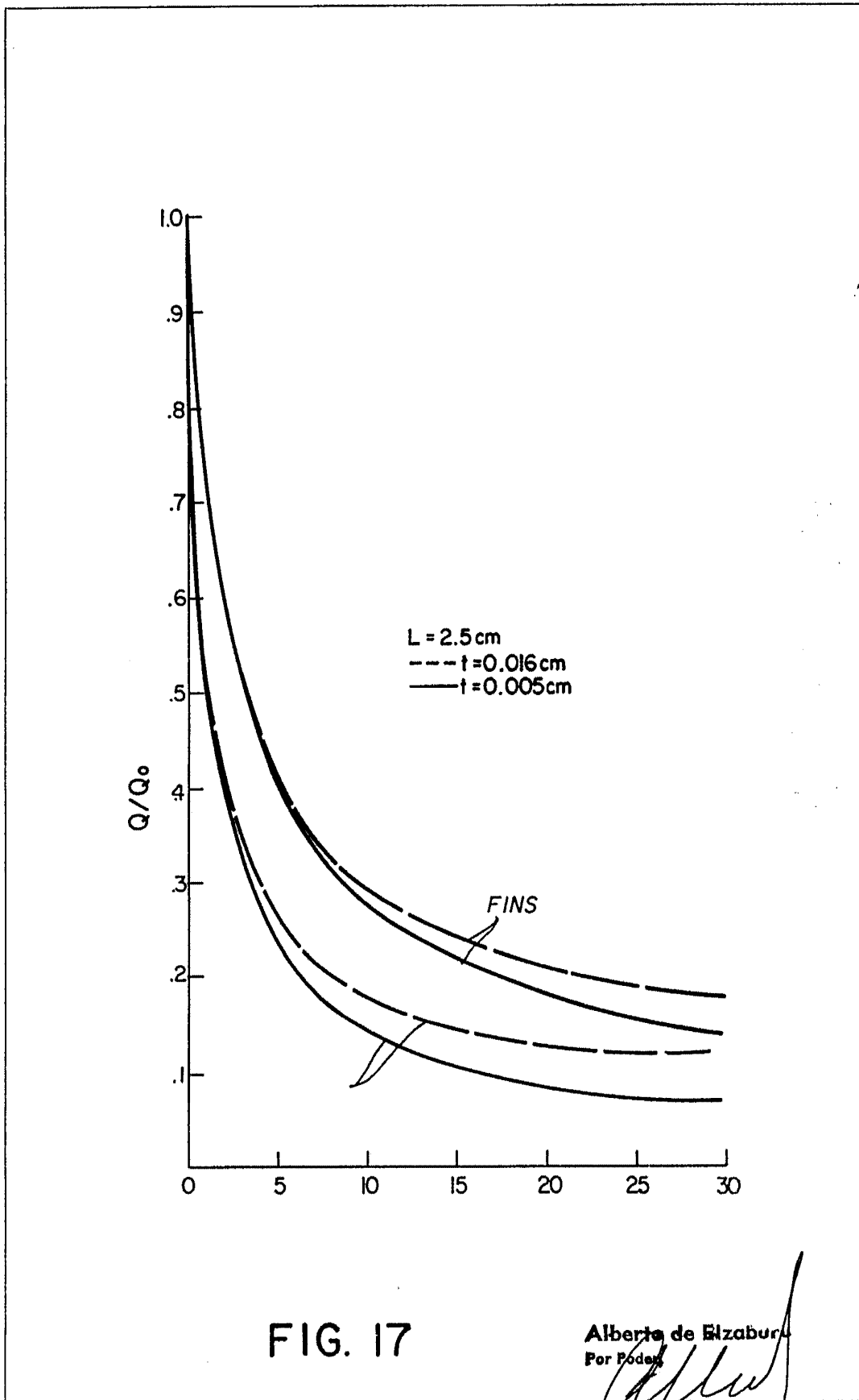


FIG. 17

Alberto de Elizaburu
Por Poder

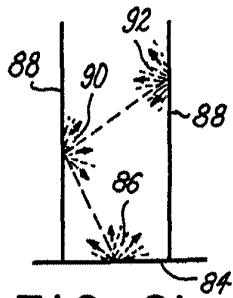


FIG. 21

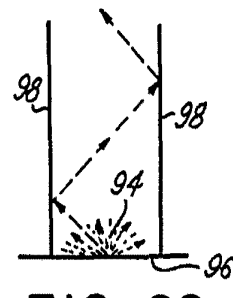
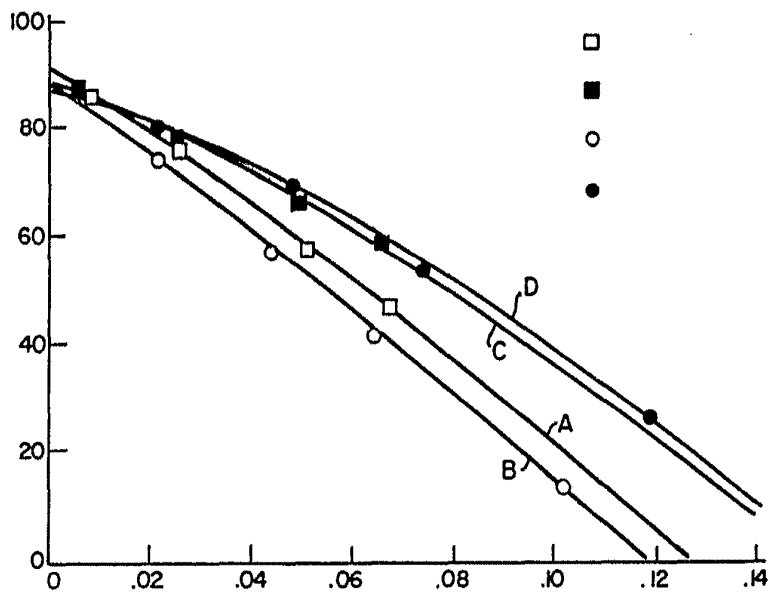


FIG. 22

FIG. 24



Alberto de Elzaburu
For Patent

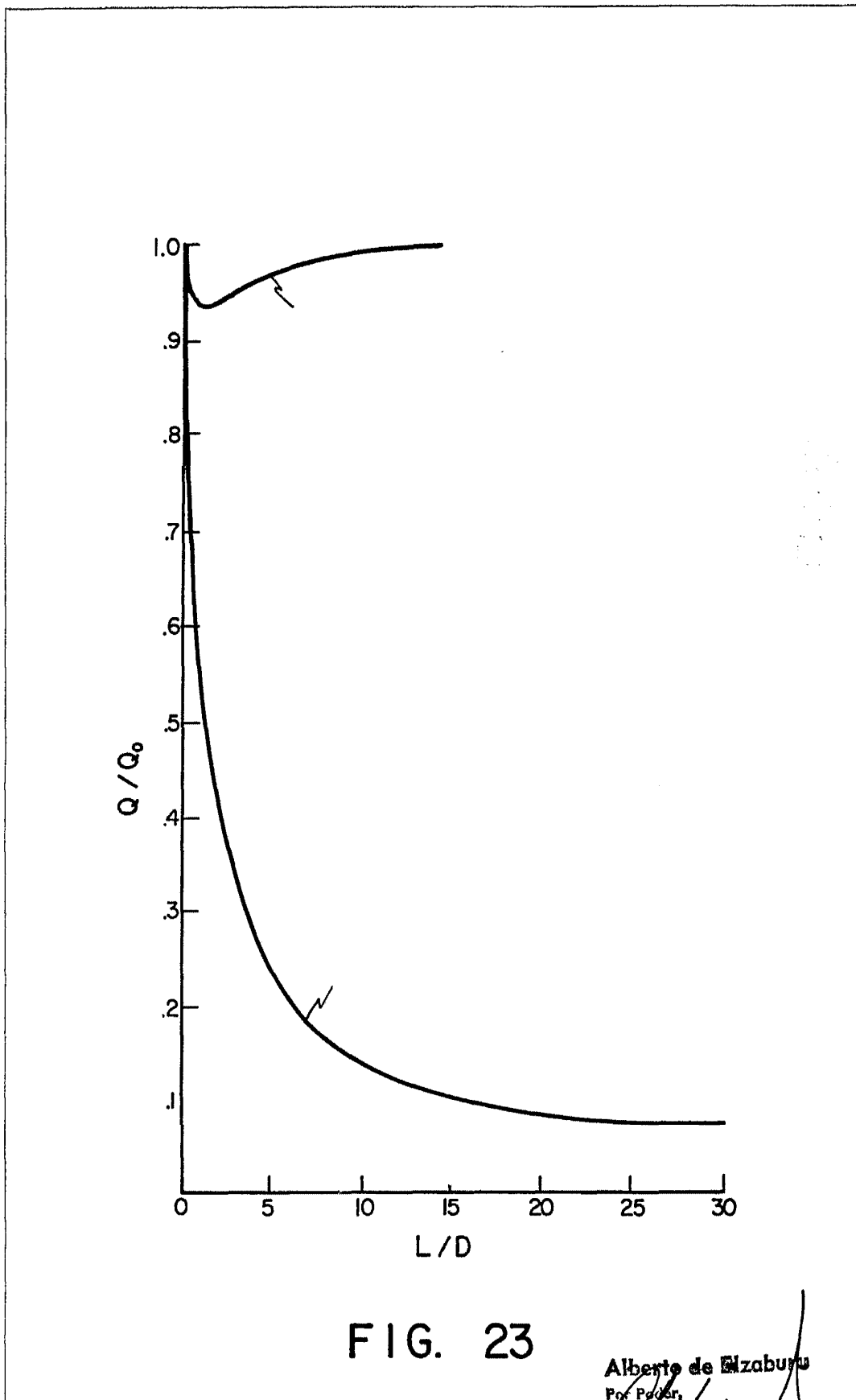


FIG. 23

Alberto de Elizaburu
For Paper,

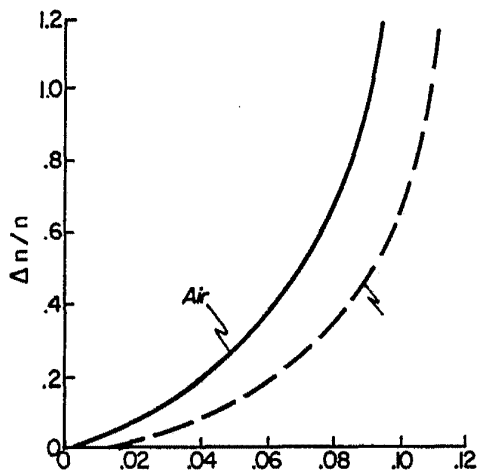
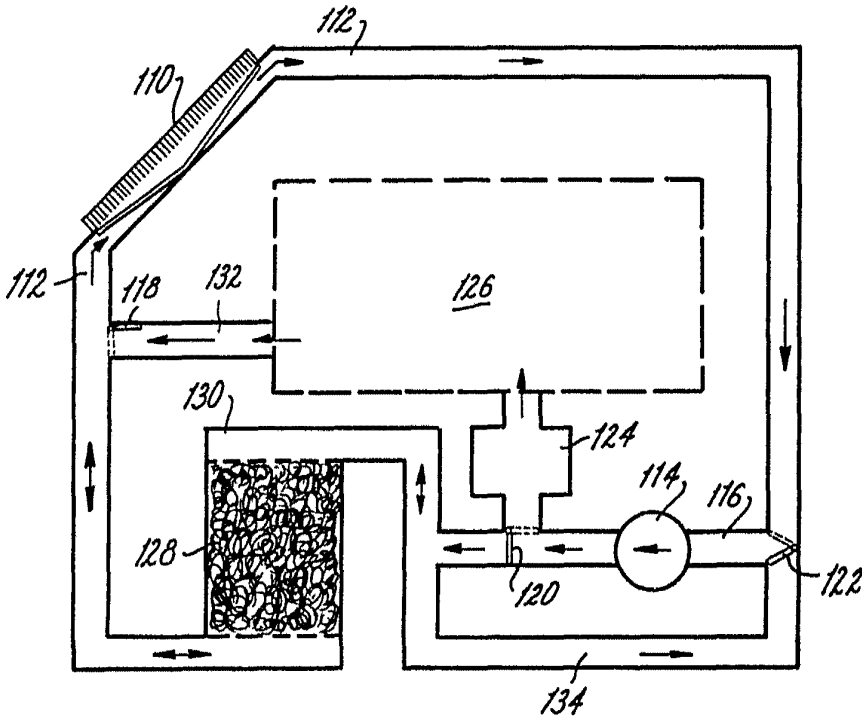


FIG. 25

FIG. 31



Alberto de Azavedo
Perkins

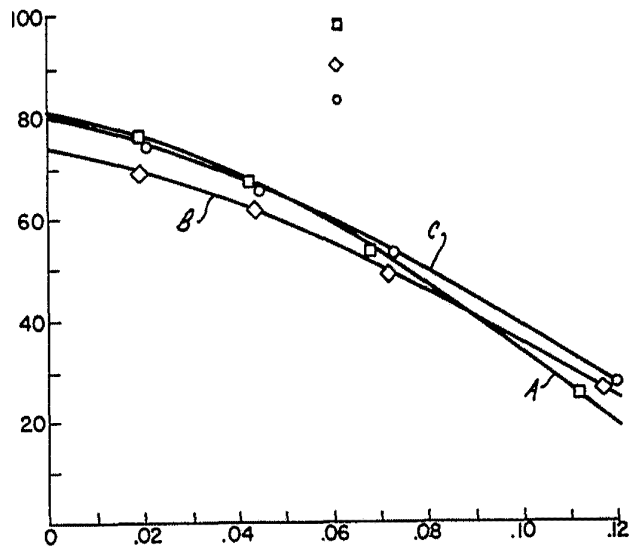
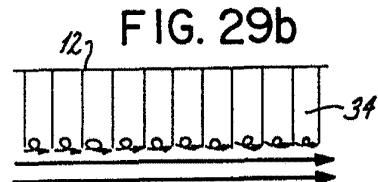
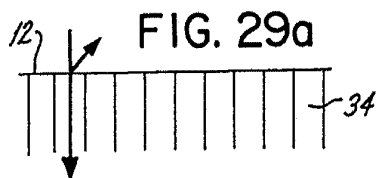
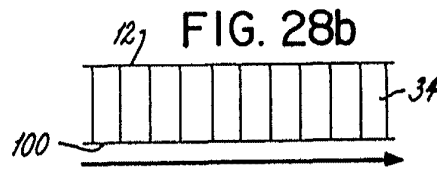
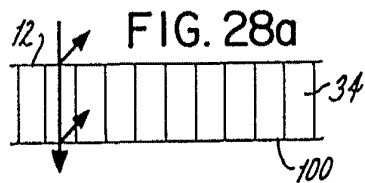
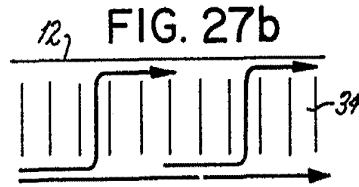
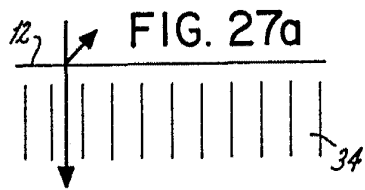


FIG. 26



Alberto de Elizaburu
For Patent,

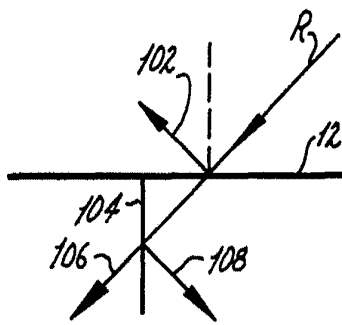


FIG. 30a

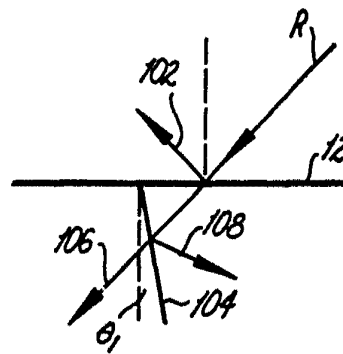


FIG. 30b

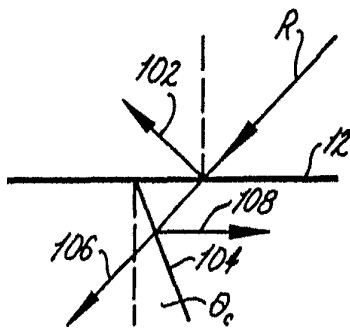


FIG. 30c

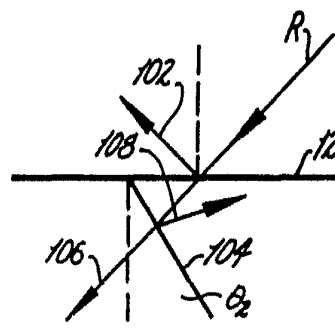


FIG. 30d

Alberto de Elzaburu
Por Poder,