

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	12 A1
21	47335	
22	FECHA DE PRESENTACION	
	14 SET. 1978	

5 MAR. 1979

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
752.688	20 de Diciembre de 1.976	Norteamerica.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G 02 B	465.257

54 TITULO DE LA INVENCION
Perfeccionamientos en concentradores de energía radiante.

71 SOLICITANTE (S)
E-SYSTEMS, INC.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
6250 LBJ Freeway, Dallas, Dallas County, Texas 75222, EE.UU. de A.

72 INVENTOR (ES)
MARK JOSEPH O'NEILL.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. Jose Miguel Gómez-Acebo y Pombo.

La presente invención se refiere a perfeccionamientos en concentradores de energía radiante.

Una lente curva prismática es usada principalmente para concentrar luz solar en un colector de energía.

5. Hasta la fecha, las lentes han sido de dos tipos, un tipo plano y un tipo convexo curvo. Una lente de tres dimensiones ó esférica es diseñada para enfocar en un punto, y una lente de dos dimensiones ó cilindra es diseñada para enfocar sobre una línea.

10. Anteriormente, las lentes han sido diseñadas principalmente para uso con un punto fuente de luz para crear un haz de luz ancho y colimado tal como aquellos usados en un faro ó luces de escenario ó de estudio.

15. Un ejemplo de la lente formadora de haz se divulga en la patente concedida a Pascucci, patente de los Estados Unidos nº. 1.504.970, que divulga una lente teniendo en una cara zonas concén-  
20. tricas unidas por ingletes, los ingletes siendo cortados por lo que se encuentran paralelos al trayecto de los rayos que pasan a través de la lente. La unión de los ingletes entre la cara infe-  
25. rior y la cara trasera del prisma se presume ser de una configuración perfectamente apuntada. Sin embargo, la manufactura de es-  
tos tipos de lentes hechos de material tal como vidrio ó plásti-  
30. co acrílico, la tensión superficial del material colocado en el molde en la unión de estas caras ocasiona que la punta sea redon-  
deada. Si la cara con ingletes construida, como se enseña por Pas-  
cucci y se alinea paralela al trayecto de los rayos, y si la lente es usada para afocar luz del sol, la punta redondeada ocasiona  
divergencia de los rayos de luz á lo largo de aquella porción  
apartada del punto local a medida que la luz pasa a través del  
prisma. Además, ocurren errores en la manufactura de los prismas

5. y en apuntar la lente hacia el sol. Estos errores ocasionan que una porción de la luz intercepte la cara inferior y por tanto se refleje apartada del punto focal. La pérdida debida a la luz que hace impacto en la esquina redondeada y la cara inferior podría ser desde veinte por ciento cuando la lente es de vidrio hasta de cinco a diez por ciento cuando la lente es una lente tipo plástico extruído.

10. Las lentes han sido usadas en recolectores solares como es divulgado por la patente concedida a Sleeper, patente de los Estados Unidos nº 3.125.091 que divulga un lente de tipo cilíndrico capaz de inflarse teniendo prismas formados en el mismo.

15. Los prismas en la patente de Sleeper son sobreimpuestos en un arco circular que impone restricciones sobre la eficiencia óptica de este tipo de lentes. La luz que pasa a través de los bordes de este tipo de lente circular es desviada en forma tan severa que se pierde por completo. Además, el recolector Sleeper enseña un recolector solar tipo flexible que es incapaz de alcanzar altas temperaturas y resistir condiciones climatéticas al exterior por veinte años ó más. Hasta ahora, la mayoría de las lentes de la técnica anterior tenían longitudes focales más largas con números F de 1.0 0 más.

20. Esto requiere más material, más aislamiento y un gran volumen de espacio para construir la lente y el recolector solar para recolectar la cantidad apropiada de calor. Además, mucho del contenido del material (y por tanto el costo) del recolector se debe al alojamiento y sistema de soporte estructural que puede verse grandemente reducido al reducir la longitud focal de la lente para hacer una unida recolectora más compacta. Desafortunadamente, las convenciones lentes tipo Fresnel adolecen de grandes pérdidas en transmisión a medida que se reduce la longitud

25.

30.

focal. Esta es la razón por lo que los recolectores de lente Fresnel de la técnica anterior han utilizado lentes de larga longitud focal con números F (longitud focal dividida, por ancho de la lente) de 1.0 ó más.

5. Debé hacerse fácilmente aparante que los recolectores solares deben ser altamente eficaces con el fin de utilizar el potencial completo de convertir la energía del sol en una forma útil de energía. La pérdida de 10 ó 20 % de la energía transmitida a través de la lente es muchas veces crítica por lo que se
10. refiere a sí el sistema puede usarse para meramente fines de calentamiento ó para conversión de luz en energía útil para acondicionamiento de aire, generación de electricidad ó distintos procesos. En el pasado, los recolectores de plancha plana han sido usados debido a la simplicidad de construcción. Sin embargo,
15. los recolectores de plancha plana necesitan una gran área y un gran absorbedor de calor y tienen eficiencias de recolección muy bajas. Los absorbedores de calor muchas veces son construídos de acero inoxidable ó de cobre para reducir al mínimo la corrosión y por tanto son extremadamente caros de fabricar.
20. Las lentes en uso hoy en día tienen una alta pérdida de transmisión de luz a través de la lente debido principalmente a las reflexiones en las superficies del prisma. Esta alta pérdida por reflexión ocasiona una gran disminución en la eficiencia de recolección.
25. Por tanto, es altamente deseable producir un concentrador solar que tiene la mayor transmisión y la longitud focal más corta posible. Semejante concentrador logrará la más alta eficiencia de recolección a un costo mínimo. El nuevo concentrador que se describe a continuación tiene estas características benéficas.
30. Se ha diseñado una nueva lente curva y prismática para

5. uso en un recolector de energía solar. Generalmente, el recolector comprende un alojamiento de material aislante que tiene un receptor de energía colocado en el fondo del alojamiento y la lente prismática asegurada a través de la parte superior abierta del alojamiento para dirigir la luz hacia el receptor de energía que puede ser un absorbedor de calor ó distinto dispositivo tal como una celda fotovoltaica.

10. La lente comprende una superficie exterior convexa sustancialmente lisa que tiene una pluralidad de prismas dispuestos lado a lado a lo largo de la superficie interior curva de la lente para dirigir a la luz del sol entrante paralela a una zona común ó blanco que coincide con el absorbedor de energía. La lente es formada de tal manera que la distancia radial desde el eje receptor a cualquiera uno de los prismas varía de acuerdo con la posición relativa de un prisma dentro del lente prismático.

15. Cada uno de los prismas individuales tiene una cara frontal y una cara trasera unidas por una cara inferior. Las caras frontal y trasera de los prismas son orientadas en cada prisma en forma tal que el ángulo de incidencia de la luz entrantes sobre la cara frontal del prisma es igual al ángulo de incidencia de la luz saliente en la cara trasera del prisma. Los ángulos de incidencia iguales reducen al mismo la pérdida por reflexión de los componentes de luz y por tanto proporciona la mayor transmisión de luz a través de cada uno de los prismas y por tanto a través del lente. Cada prisma es dispuesto además como para no obstruir la luz que pasa a través del prisma adyacente y la cara inferior de cada prisma es sobreextendida a una posición más allá del trayecto de luz que pasa dentro del prisma a una posición un poco corta del trayecto de la luz que pasa fuera de prismas adyacentes para compensar por errores en apuntas y puntos redondeados

20.

25.

30.

entre las caras inferior y trasera del prisma.

5. La lente tiene una transmisión de luz superior a la de cualquier otra lente con el mismo número  $F$  composición de material. La lente puede diseñarse con un número  $F$  (longitud focal dividida por ancho) de significativamente menor a 1.0 en forma tal que la profundidad total de las unidades se reduce por tanto para reducir los materiales necesarios para construir los recolectores. La longitud focal más corta de la lente reduce el efecto de los errores al apuntar. La lente es capaz de usarse en un recolector de foco lineal para producir temperaturas hasta de  $260^{\circ}\text{C}$ , y diseñarse en un recolector de foco de punto para producir temperaturas hasta de  $538^{\circ}\text{C}$ .

10. El objeto principal de la invención es producir una lente prismática para uso en recolectores solares que reduce al mínimo las pérdidas por reflexión a medida que la luz pasa a través de los prismas individuales de la lente elevando al máximo por ello la transmisión de luz a su través.

Otro objeto principal de la invención es un procedimiento para concentrar energía procedente de rayos luminosos.

15. Un objeto adicional de la invención es proveer una lente tipo prismática que tiene una alta eficiencia y que tiene una longitud focal más corta capaz de tener números  $F$  menores a 1.0.

20. Aún otro objeto adicional de la invención es producir una lente que tiene prismas individuales que son sobre extendidos más allá del trayecto de luz dentro de los prismas para reducir el efecto de errores al fabricar la lente y al apuntar la lente hacia el sol y para evitar pérdidas de luz debido a obstrucción por el punto redondeado entre las caras trasera e inferior de los prismas.

25. Así mismo la invención, provee un recolector que es ca-

30.

paz de producir la cantidad máxima de energía por una cantidad mínima de espacio y que es de peso ligero para usarse en los techos sin carga excesiva sobre la estructura de soporte y que sea capaz de producir un dispositivo de recolección de energía altamente eficiente.

5.

Adicionalmente la invención es proveer un recolector de energía que eleva al máximo la concentración de energía a lo largo de un receptor de energía mediante una lente construida de prismas que tiene en superficies frontal y trasera que tienen ángulos iguales de incidencia con la luz que pasa a su través.

10.

Otros y adicionales objetos de la invención se harán aparentes con referencia a la descripción detallada que a continuación sigue y al referirse a los dibujos que se anexasen.

15.

Los dibujos de los ejemplos preferidos de la invención se anexasen para que la invención pueda entenderse mejor y en formas más completa, en cuyos dibujos:

La figura 1 es una vista en perspectiva con partes quebradas para ilustrar en forma más clara los detalles de construcción del recolector.

20.

La figura 2 es una vista a manera de diagrama ilustrando un típico concentrador solar.

La figura 3 es una vista de sección transversal ampliada del receptor de energía.

25.

La figura 4 es una vista de sección transversal ampliada de una primera forma modificada del receptor de energía ilustrado en la figura 3.

La figura 5 es una vista de sección transversal ampliada de una segunda forma modificada del receptor de energía mencionado.

30.

La figura 6 es una vista de sección transversal ampliada

da de una tercera forma modificada del receptor de energía mencionado.

5. La figura 7 es una vista de sección transversal ampliada de una cuarta forma modificada del receptor de energía mencionado.

La figura 8 es una vista de elevación parcial de la lente desconectada con respecto al recolector.

La figura 9 es una vista de extremo ampliada del prisma izquierdo más al exterior de la lente ilustrado en la figura 8.

10. La figura 10 es una gráfica que ilustra en forma de diagrama una vista de extremo de la lente construido por coordenadas polares.

15. La figura 11 es una vista de elevación de una forma modificada del recolector con partes quebradas para ilustrar en forma más clara los detalles de construcción.

La figura 12 es una vista de sección transversal tomada a lo largo de la línea 12-12 de la figura 11.

20. La figura 13 es una gráfica ilustrando la transmisión total de luz a través de la lente para diversos números  $F$  del nuevo lente; y

La figura 14 es una gráfica ilustrando la concentración de luz en el sol en contra del ángulo difundido de la luz para el nuevo lente con un número  $F$  de 0,5, para tres recolectores solares diferentes.

25. Con referencia a las figuras 1 y 2 de los dibujos, el recolector 20 es utilizado para concentrar energía de luz mediante el uso de una lente prismática lineal 22. La lente lineal 22 dirige la luz del sol entrante a una zona común focal 76 que yace generalmente en el plano focal de la lente lineal 22. Es práctica general usar un dispositivo receptor de energía que coincide con la

30.

- zona común focal de la lente lineal 22 para convertir energía de luz en calor para diversos usos. En un recolector solar el dispositivo receptor de energía es generalmente un absorbedor tal como el que es ilustrado en las figuras 1 y 3 que comprende un tubo hueco alargado 22 que tiene aletas 26 aseguradas diametralmente al mismo que pueden recubrirse con un revestimiento obscuro tal como negro cromo para absorber luz del sol en forma más eficiente. El tubo 24 tiene un paso 28 a través del cual fluye un medio cambiador de calor para absorber calor.
- 5.
10. El tubo 24 puede descansar sobre espaciadores 30 que se paran al tubo 24 del alojamiento interior. El alojamiento comprende un alojamiento interior en forma de V generalmente trunco I que tiene paredes laterales 36 y 38 que se unen por un fondo interior 40 que son espaciadas de las paredes exteriores del alojamiento 42 y 44 y el fondo 46. Una capa de aislamiento térmico 48 es colocada entre el alojamiento interior I y el alojamiento exterior O para evitar traspaso de calor apartándose de los dispositivos receptores de energía. El aislamiento 48 puede ser fibra de vidrio ó algún otro tipo apropiado. Una cubierta clara, transparentes y cóncava 50 es colocada sobre el lado superior del tubo 24 en los pasos longitudinales 52 formados en el extremo inferior de las paredes laterales 36 y 38 para disminuir la pérdida de calor desde el tubo receptor 24.
- 15.
- 20.
25. Un canal en forma de C 54 es formado en el extremo superior de las paredes laterales de alojamiento exteriores 42 y 44 se une con las paredes laterales del alojamiento interiores 36 y 38, respectivamente, para conectar juntas sus partes superiores. El canal 54 corre longitudinalmente a lo largo de las paredes laterales del recolector 20. Un empaque elástico 56 que tiene una ranura 58 para recibir los bordes de la lente 22 es dispuesto lon
- 30.

5. gitudinalmente en el canal en forma de C 54. El empaque 56 proporciona un sello a prueba de intemperie para proteger al recolector 20 en su interior de la lluvia, del polvo y de la corrosión. Son colocados paneles de extremo 60 a través de cada extremo de las paredes laterales interiores del alojamiento 36 y 38 y las paredes laterales exteriores del alojamiento 44 y 42 para sellar y aislar el recolector 20. El tubo 24<sub>1</sub> pasa hacia afuera desde el extremo inferior de los paneles 60. El tubo 24<sub>1</sub> puede ser una manguera flexible para permitir al recolector 20 girar con la rueda dentada 98 para seguir el sol.

10. Como es ilustrado mejor en la figura 2, la conexión 62 en el tubo de extremo 24<sub>2</sub> es unida al tubo 64 que es conectado a la salida de la bomba 66. El tubo 68 es conectado entre la entrada de la bomba 66 y la salida del cambiador de calor 70 teniendo una entrada. El tubo 72 es conectado entre la entrada del cambiador 70 y el tubo flexible 24<sub>1</sub>. Es bombeado un medio cambiador de calor a través del tubo 64 y 68 y a través del tubo 24 del recolector 20 para calentar el cambiador de calor 70. El cambiador de calor 70 tiene un tubo de entrada 74 y un tubo de salida 76 a través del cual se hace pasar otro medio cambiador de calor para conexión con el aparato para usar el calor solar recolectado para acondicionamiento de aire ó distintas aplicaciones. Debe hacerse fácilmente aparente que son posibles diversos tipos de arreglos para usar el medio de calor y son bien conocidos en la técnica y el ejemplo mostrado en la figura 2 es meramente un ejemplo de semejante arreglo. Un típico medio cambiador de calor es el agua. El eje de rotación del recolector usualmente estará paralelo al eje polar de la tierra para facilitar la persecución.

15. Como es ilustrado mejor en las figuras 1, 8 y 9 la lente  
20. lineal prismático 22 comprende una superficie exterior curva for-

- mada por la cara frontal 74 de una pluralidad de prismas 78. Los prismas 78 están arreglados como es mostrado en la figura 8 desde el prisma más al exterior  $78_1$  hasta el prisma más saliente exterior  $78_{11}$ . Los prismas 78 están arreglados para afocar la luz a una zona común focal 76 que corresponde a la intersección de los ejes X-Y. La superficie interior de la lente 22 es definida por las superficies restantes de la pluralidad de prismas 78-1-78 11 de los que cada uno tiene la cara frontal 74 que corresponde a la superficie exterior de la lente, una cara trasera 80 y una cara inferior 82 para formar un elemento de prisma líneal 78 que tiene una sección transversal triangular sustancialmente trunca como es ilustrado mejor en la figura 9. Como es ilustrado en la figura 9, la línea de base del prisma 84 mostrada en contorno punteado es y se encuentra paralela a la cara frontal 74 de la lente 22 y tiene una longitud igual. Debe hacerse fácilmente aparente que la superficie exterior curva de la lente puede estar compuesta de secciones rectas y cortas de la cara frontal 74 que da la apariencia de la superficie curva. La longitud de la superficie 74 es reducida al mínimo idealmente para ser tan corta como sea práctico y en la realidad puede ser efectivamente curva en la construcción de la lente.

- La cara frontal 74 es colocada en un ángulo  $B_1$  con los rayos paralelos entrantes 86 y 88 de la luz del sol ilustrados a manera de diagrama por líneas punteadas en las figuras 8 y 9. Cada prisma 78 es orientado en forma tal que el ángulo de incidencia  $B_1$  con respecto a la luz entrante relativa a la cara frontal 74 es igual al ángulo de incidencia  $B_2$  formado por la luz del sol saliente en y relativa a la cara trasera 80 del prisma 78 en forma tal que cada prisma 78 es orientado a lo largo de la superficie interior de la lente 22 para reflejar la luz en un ángulo

entre el eje Y=constante 23 del lente 22 y el rayo de luz 88 para orientar la luz que pasa a través de cada uno de los prismas  $78_1-78_{11}$  a una zona común focal 76 que de preferencia coincide con la superficie superior del dispositivo receptor de energía.

5. Ha sido determinado que cuando los ángulos de incidencia  $B_1$  y  $B_2$  de la luz del sol con la cara frontal 74 y la cara trasera 80 a medida que pasan a su través de cada prisma 78 son iguales, existe una máxima transmisión de luz y por lo tanto máxima eficiencia de la lente 22 y el recolector 20.

10. El segundo prisma  $78_2$  tiene un ángulo de giro  $A'_F$  que es ligeramente menor  $A_F$ . El ángulo ó ángulos de incidencia  $B_1$ , y  $B_2$  con respecto a la cara frontal 74 y la cara trasera 80 son iguales pero los ángulos tienen un valor diferente al de los ángulos de incidencia  $B_1$  y  $B_2$ . Se hace fácilmente aparente que cada juego

15. de ángulos cambia para cada prisma  $78_1$   $78_{11}$  con el fin de elevar al máximo la transmisión de luz a su través.

En el centro de la lente 22 en donde los prismas se hacen pequeños es preferible proporcionar una lente lineal convexo doble 90 que es orientado perpendicularmente al eje 23 de la lente

20. 22. Es provisto un borde 92 sustancialmente rectangular adyacente a los primas más al exterior  $78_1$  que se ajusta en la ranura 58 del empaque 56.

La lente 22 es asimétrico alrededor del eje 23 y por tanto la segunda mitad de la lente 22 es imagen de espejo de la primera mitad mostrada en la figura 8.

25.

Como es ilustrado mejor en la figura 9, la punta 94 de cada prisma 78 de la lente 22 es ligeramente redondeada debido al hecho de que es moldeado de material transparente tal como vidrio ó acrílico en donde la atención superficial del material a medida que se cura ocasiona que la punta 94 sea redondeada en donde se

30.

junta a las superficies 80 y 82. Por tanto, la punta 94 no será perfectamente puntiaguda como se ilustra por el contorno punteado para fines de construcción solamente.

5. Como será explicado en forma más completa en lo sucesivo, el diseño de esta lente permite la transmisión máxima T de energía a través de la lente mientras permite que sean diseñadas longitudes focales de la lente 22 con un número F en la gama de ligeramente negativo a positivo infinito. La lente 22 tiene un diseño tal que un número S de 1.0 ó menos puede producirse mientras se mantienen los niveles de transmisión de la luz arriba del
10. noventa por ciento. El número F es definido aquí como la longitud focal dividida por el ancho de la lente, por ejemplo,  $X_1/2y_1$ , para la lente de la figura 8, en donde la longitud focal es la distancia entre el punto focal y una cuerda imaginaria que pasa desde un borde de la lente hasta el otro, cuerda que pasa perpendicularmente a través del eje 23.
- 15.

Debe verse fácilmente aparente que un uso efectivo los prismas 78 podrían ser mucho más pequeños y más numerosos que lo mostrado en la figura 8 para conservar material y para mantener una lente de peso ligero.

20. Con el fin de probar que ocurre transmisión máxima cuando el ángulo  $B_1$  es igual al ángulo  $B_2$  en relación con las respectivas caras frontales 74 y cara trasera 80, se ha formulado la siguiente prueba:

25. Se considera el fenómeno de refracción para un prisma individual, en donde:

$B_1$  = el ángulo de incidencia en la primera cara de prisma,

$B_2$  = el ángulo de incidencia de la segunda cara de prisma,

$A_F$  = el ángulo de giro total del rayo de luz,

30.  $n$  = el índice de refracción del material del prisma.

De la ley de Snell, uno puede demostrar que:

(1)  $A_F = B_1 - \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_1/n) + B_2 - \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_2/n)$  Para un delgado lente fresnel hecho de material no absorbente, tal como plástico acrílico, las pérdidas por absorción de luz serán pequeñas en comparación con las pérdidas por reflexión de luz. Además, para luz no polarizada tal como la radiación solar, uno puede demostrar de básica teoría electromagnética que las reflectancias de una sola superficie para el prisma se regulan por las siguientes ecuaciones:

10. (2) 
$$P_1 = \frac{\text{seno}^2 \left[ B_1 - \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_1/n) \right] + \tan^2 \left[ B_1 - \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_1/n) \right]}{2 \text{seno}^2 \left[ B_1 + \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_1/n) \right] + 2 \tan^2 \left[ B_1 + \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_1/n) \right]}$$

(3) 
$$P_2 = \frac{\text{seno}^2 \left[ B_2 - \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_2/n) \right] + \tan^2 \left[ B_2 - \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_2/n) \right]}{2 \text{seno}^2 \left[ B_2 + \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_2/n) \right] + 2 \tan^2 \left[ B_2 + \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_2/n) \right]}$$

15. en donde  $P_1$  = la reflectancia en la primera cara de prisma, en donde  $P_2$  = la reflectancia en la segunda cara de prisma.

La transmisión total prisma (T) es:

(4)  $T = (1 - P_1)(1 - P_2)$ , presumiendo que no hay absorción de luz dentro del prisma.

20. Cuando T es elevado al máximo, su diferencial debe desaparecer:

(5) 
$$dT = (1 - P_2) \frac{d(1 - P_1)}{dB_1} + (1 - P_1) \frac{d(1 - P_2)}{dB_2} dB_2 = 0.$$

Para un valor fijo deseado de  $A_F$ , la ecuación (1) puede ser diferenciada para producir:

25. (6) 
$$\begin{matrix} dB_1 \\ -dB_2 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 - \frac{d \left[ \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_1/n) \right]}{dB_1} \\ 1 - \frac{d \left[ \text{seno}^{-1}(\text{seno } B_2/n) \right]}{dB_2} \end{bmatrix}$$

30. Ahora, cuando  $B_1 = B_2$ , la ecuación (6) se convierte:

(7)  $dB_1 = dB_2$ .

Además, de las ecuaciones (2) y (3), cuando  $B_1=B_2$ ,  $P_1=P_2$

$$\frac{d(1-P_1)}{dB_1} = \frac{d(1-P_2)}{dB_2}$$

5. Por tanto, la ecuación (5) se convierte:

(8)  $dT = 0$ . Por tanto, cuando  $B_1 = B_2$ , existe un extremo de transmisión  $T$ . Para asegurar que este extremo es máximo, uno realiza la segunda diferenciación y hace las substituciones apropiadas para  $B_1 = B_2$ ,  $dB_1 = dB_2$ ,

10.  $P_1 = P_2$ ,  $dP_1/dB_1 = dP_2/dB_2$ ,  $d^2P_1/dB_1^2 = d^2P_2/dB_2^2$  para obtener:

(9)  $d^2T = -2(dP_1/dB_1)^2 (dB_1)^2 - 2(1-P_1) (d^2P_1/dB_1^2) (dB_1)^2$

Por lo tanto,  $T$  se eleva al máximo solamente si:

(10)  $(dP_1/dB_1)^2 + (1-P_1) (d^2P_1/dB_1^2) \rightarrow 0$ .

15. Ya que la curva definida por la ecuación (2) es cóncava hacia arriba para cada valor de  $B_1$ , la ecuación (10) prevalece y por tanto cada prisma 78 debe construirse en forma tal que el ángulo de incidencia  $B_1$  con respecto al rayo solar en la cara frontal 74 es igual al ángulo de incidencia  $B_2$  con respecto al rayo solar en la cara trasera 80, para lograr la transmisión  $T$  más alta permitida por las leyes de la óptica física. Este es el principio básico para definir los primas individuales en el nuevo lente.

20. Como es mostrado en la figura 9, el haz de luz solar para un prisma particular muestra a manera de diagrama ó líneas punteadas 86 y 88 que definen el ancho de un solo haz que pasa a través de un solo prisma 78. Como es ilustrado mejor en la figura 9, puede verse que la cara inferior 82 del prisma 78 se extiende de preferencia más allá del trayecto de la luz dentro del prisma 78 definido por la línea 88 pero corto del trayecto de la luz que pasa para afuera del prisma adyacente 78<sub>2</sub> definido por la lí

25.

30.

nea 86'. Debe hacerse fácilmente aparente que no pasa luz alguna a través de la zona triangular definida por los puntos  $(X_4, Y_4)$ ,  $(X_5, Y_5)$  y  $(X_6, Y_6)$  (figura 9) y por tanto no pasa luz alguna a través de la cara inferior 82 a través de la punta 94 formada entre las caras 80 y 82.

5. El punto  $(X_5, Y_5)$  definido por las ecuaciones como la intersección entre la cara trasera 80 y la cara inferior 82 del prisma 78 más al exterior es solamente un punto de construcción en virtud de que en la práctica la intersección forma una punta redondeada 94. La punta 94 es redondeada en virtud de que el material moldeado usualmente usado para formar la lente 22 tal como vidrio ó acrílico tiene una tensión superficial que ocasiona que la punta se redondee en el proceso de moldeo. Es necesario compensar por este fenómeno por la sobreextensión de la cara inferior 82 del prisma 78 para evitar la intersección de luz alguna de la punta redondeada 94 que pudiera ocasionar pérdida indebida de transmisión de luz. Además, la sobre extensión de la cara inferior 82 ayuda en reducir el efecto de los errores que ocurren al apuntar la lente y al fabricarlo. Los ángulos en la figura 9, son exagerados por claridad y el dibujo no es hecho a escala; por tanto, los rayos 86 y 86' podrían intersectarse en el plano focal, aún cuando no es indicado claramente en la figura 9.

10. Un método para definir la orientación de la cara frontal 74 y la cara trasera 80 así como la cara inferior 82 de los prismas 78 que comprenden la lente 22 es ilustrado mejor en la figura 10. Este método utiliza las ecuaciones en coordenadas polares para definir las superficies 74, 80 y 82 en los cuadrantes superiores de un normal sistema de coordenadas X-Y. El punto focal 76' de la lente 22 es colocado en el origen del sistema de coordenadas X-Y.

La cara frontal 74 es definida como sigue:

Se define  $d = (n^2 + 8)^{1/2}/2 = n/2$ . Cuando  $r/r = \frac{4/(d^2+2)}{\left[ \frac{(d+2)/(d+2\cos \frac{u}{2})}{\left[ \frac{(1/d)/(1-\cos \frac{u}{2})}{(d^2+2)} \right]} \right]}$  define la cara frontal 74 en donde  $R_0$  es una constante arbitraria de integración.

5.

La cara trasera 80 del prisma 78 se define como sigue:

$$r/r_1 = \left[ \frac{(n-1)/(n \cos \frac{u}{2} - 1)}{2} \right]^2$$

define las curvas de la superficie trasera en donde  $r_1$  es una constante arbitraria de integración.

10.

La cara inferior 82 del prisma 78 es de preferencia las tres cuartas partes del ángulo de giro  $A_p$  que puede expresarse como:

$$r/r_2 = \left[ \frac{1}{\text{seno} \left( \frac{u}{4} \right)} \right]^4$$

15.

en donde  $r_2$  es una constante arbitraria de integración.

20.

Las tres fórmulas indicadas arriba representando a las curvas que definen la cara frontal 74, la cara trasera 80 y la cara inferior 82, fueron derivadas al escribir y subsecuentemente resolver las ecuaciones diferenciales que gobiernan correspondientes a la ley de Snell de refracción de luz con sujeción a las restricciones de que los ángulos de incidencia  $B_1$  y  $B_2$  en la cara frontal 74 y la cara trasera 80 de cada prisma 78 son iguales y que la cara inferior 82 del prisma es sobre extendida apropiadamente. Cada una de estas ecuaciones diferenciales ha sido derivada y resuelta analíticamente por el inventor y representadas por las curvas de solución integral ilustradas en la figura 10.

25.

Debe hacerse fácilmente aparente que pueden desarrollarse un número infinito de curvas dependiendo de las constantes de integra

30.

ción deseadas. Por tanto, pueden definirse prismas de cualquier tamaño y ubicación deseados por las anteriores fórmulas. Por ejemplo, el prisma 478 representa semejante prisma. Sin embargo, es deseable que los prismas que comprenden el lente no obstruyan ó

5. se tapen uno al otro. Por tanto, los prismas deben seleccionarse a lo largo de una curva de superficie exterior común 74. Con esta configuración, cada prisma tiene máxima transmisión sin obstrucción por otros prismas. Por tanto, semejante lente tendrá una transmisión superior a la de cualquier otro lente del mismo tamaño, longitud focal y composición de material.
- 10.

Cada prisma  $78'_{1} - 78'_{19}$  representa la intersección de estas curvas definidas por las ecuaciones que se han dado antes.

15. Debe hacerse fácilmente aparente que al variar las distancias entre las curvas que se controlan por las constantes arbitrarias de integración  $r_0$  y  $r_1$  y  $r_2$  que puede variarse el tamaño y la forma de cada prisma  $78'$ .

Además, en la práctica general sería deseable usar solamente una porción de los prismas generados por estas curvas en forma tal que pudiera formarse una forma trunca de la lente.

20. Además, como es ilustrado en la figura 10, un rayo de luz ilustrado a manera de diagrama por la línea punteada indicada como 86 podría pasar a través de cualquiera de los prismas  $78'_{5}$  ó 478. El ángulo de giro  $A_{F5}$  es diferente al ángulo de giro  $A'_{F}$  de cada rayo desviado a medida que pasa a través de cualquiera

25. de los prismas representativos 478 y  $78'_{5}$ . Sin embargo, debe hacerse fácilmente aparente que cualquier prisma 478 ó  $78'_{5}$  dobla al rayo en un ángulo de giro deseado  $A_F$  y cada ángulo de incidencia  $B_1$  con cualquiera cara frontal 74 ó  $74'$  es igual al ángulo de incidencia  $B_2$  con respecto a la cara trasera 80 de cualquier
30. prisma 478 y  $78'_{5}$ .

Utilizando la transformación normal de coordenada  $X = r \cos u$  e  $Y = r \operatorname{seno} u$ , la curva es trazada sobre el sistema de coordenadas X-Y en donde el eje X es paralelo a la luz entrante. Como es ilustrado, hay un número infinito de curvas que definen las caras 74, 80 y 82 para diferentes constantes de integración  $r_0$ ,  $r_1$  y  $r_2$  en las fórmulas. Cada uno de los rayos de luz serán hechos girar hacia el área focal 76' que corresponde a la intersección de los ejes x-y. Esta orientación de cada prisma 78 resulta en iguales ángulos de incidencia en la cara frontal 74 y la cara trasera 80 asegurando por ello una transmisión máxima para la lente 22.

La cara inferior 82 del prisma 78 es mejor colocado en un ángulo en relación con el eje  $Y = 3/4A_F$ .

Aún cuando la figura 10 ilustra solamente los cuadrantes superiores, la mitad inferior de la lente 22 es una imagen de espejo de la mitad superior, presumiendo que el eje X pasa entre la mitad superior y la mitad inferior. Por tanto, no necesario es computar más las curvas necesarias para definir la lente.

Como otro método para definir la lente 22, la secuencia de fórmulas que se establecen en la tabla 6 define cada prisma individual 78 en coordenadas rectangulares. Las secuencias de fórmulas en la Tabla 7 definen un método de construir una lente 22 completo como es ilustrado en la figura 8 de los dibujos. Cada fórmula define una serie de puntos a lo largo de la sección transversal que se conectan para definir la lente 22.

Ambos métodos de definir la lente son igualmente válidos para lentes de afocado en punto ó lentes de afocado en línea. Para lentes de afocado en línea, la variable Y usada antes es una normal coordenada rectangular. Para lentes de afocado en punto, la variedad ó variable Y es una coordenadas radial en una lente

de eje simétrico. Las secciones transversales de las lentes de afocado lineal y de punto serán idénticas y la secuencia de cálculo es idéntica para ambos.

TABLA 6

5. 1.- La fórmula  $(x_1, y_1)$  es el punto escogido para definir la deseada ubicación de prisma.  
 2.- se ajusta igual a la altura de inclinación deseada del prisma.  
 3.- t se ajusta igual al espesor de base inclinada deseado del prisma.

10. 4.- A es calculado como la raíz de la siguiente ecuación dígita:

15. seno  $\left[ \tan^{-1} \left( \frac{y_1 - \frac{1}{2} \cos \left[ a - \text{seno}^{-1} \left( n \text{seno} \frac{a}{2} \right) \right]}{x_1 - \frac{1}{2} \text{seno} \left[ 2 - \text{seno}^{-1} \left( n \text{seno} \frac{a}{2} \right) \right]} \right) + a - \text{seno}^{-1} \left( n \text{seno} \frac{a}{2} \right) \right] \left( n \text{seno} \frac{a}{2} \right)$

5.- v es calculado como :  $v = \text{seno}^{-1} \left[ n \text{seno} \frac{a}{2} \right] - \frac{a}{2}$

6.-  $A_F$  es calculado como:

20. 
$$A_F = \tan^{-1} \frac{y_1 - \frac{1}{2} \cos \left( \frac{a}{2} - v \right)}{x_1 - \frac{1}{2} \text{seno} \left( \frac{a}{2} - v \right)}$$

7.- B es calculado como:  $B = \frac{a}{2} + v$

8.- n es el índice de refracción del material del prisma.

Estas coordenadas, distancias y ángulos definen totalmente la configuración, ubicación y orientación del prisma.

25. Debe apreciarse que no pasa luz alguna a través de la porción del prisma que forma un triángulo con los vértices  $(x_4, y_4)$ ,  $(x_5, y_5)$  y  $(x_6, y_6)$ . Por tanto, no hay pérdidas de transmisión óptica debido a la luz que choca sobre la cara inferior del prisma ó debido a la luz que golpea el punto de prisma  $(x_5, y_5)$ .

30. TABLA 7

- 1.- Se escoje una longitud focal deseada para la lente  $f$ .
- 2.- Se escoje un ancho deseado de lente (para lentes de foco en línea) ó diámetro (para lentes de foco en punto),  $w$ .
- 3.- Para el prisma más al exterior, se ajusta  $x_1 = f$ ,  
5. y se ajusta  $y_1 = w/2$ .
- 4.- Se calcula el diseño de prisma más al exterior para esta ecuación  $(x_1, y_1)$  de acuerdo con el procedimiento de la Tabla 6.
- 5.- Después de completar este diseño del prisma más al exterior, se calcula el siguiente diseño de prisma al usar el punto  $(x_4, y_4)$  en lugar de  $(x_1, y_1)$  en la secuencia de cálculo de la Tabla 6.
10. 6.- Después de que el segundo diseño de prisma  $78_2$  ha sido calculado (figura 8) el punto  $(x_{10}, y_{10})$  será conocido. Se calcula el tercer diseño de prisma al usar el punto  $(x_{10}, y_{10})$  en lugar de  $(x_1, y_1)$  en la secuencia de cálculo de la Tabla 6.
15. 7.- Se continúa calculando el diseño de lente prisma por prisma hasta llegar al eje óptico. Si es deseado, puede usarse una sencilla lente bi-convexo en lugar de los últimos prismas cerca del eje óptico, como se muestra en la figura 8.
20. 8.- El diseño de la lente abajo del eje óptico es imagen de espejo exacto del diseño de la lente arriba de la lente óptica.
- 9.- Se hace referencia a la figura 9. La superficie exterior convexa de la lente es formada de segmentos de línea recta, tal como la línea desde  $(x_2, y_2)$  hasta  $(x_3, y_3)$ . Sin embargo, el funcionamiento de la lente no es afectado adversamente pero de hecho mejorado si una curva lisa es lograda por medio de estos segmentos de línea recta para proveer la superficie de la lente exterior convexa lisa y continua, tal como la presentada en la
25. 30.

figura 8. En la práctica, los prismas son tan pequeños que es casi imposible distinguir entre elementos de línea colocados juntos y una curva continua.

5. 10.- Esta definición de diseño de la lente es válida para cualquier longitud focal y ancho de la lente razonables y es igualmente apropiada para lentes Fresnel lineales y lentes Fresnel circulares.

10. Utilizando las tablas t y 7, uno calcula cada punto al pasar por los cálculos en la tabla 6 y utilizar funciones trigonométricas para situar cada punto de intersección de la lente. Como es ilustrado en las figuras 8 y 9, cada punto de la lente 22 es construida matemáticamente hasta el eje x. Como se ha explicado antes, puede formarse una doble lente convexa 90 en el centro de la lente 22 perpendicular al eje X.

15. El material de la lente de preferencia comprende un material tal como metacrilato de metilo, comunmente conocido como plástico acrílico que tiene un índice de refracción de aproximadamente 1.491. Este material es y se encuentra disponible en grados exteriores y se vende bajo marcas registradas tales como "lucite" fabricado por E.I. Dupont de Nemours de Wilmington, Delaware ó "plexiglas" por Rohm and Haas Company de Filadelfia, Pennsylvania, así como otras compañías. Otros materiales que podrían mostrarse para construir este lente serían poliestireno teniendo

20. un índice de refracción de 1.586 ó un copolímero de metacrilato y estireno vendido bajo la marca NAS. Estos materiales pueden extraerse de un troquel usando convencionales métodos de moldeo para producir la lente en una forma lineal ó el material puede sartinarse y doblarse a la superficie curva deseada bajo el método convencional de manufactura bien conocido en la técnica. Los anchos deseados del eje 22 estarían sujetos a diversos factores pe

25.

30.

ro puede estar en la gama desde aproximadamente treinta a ciento veinte centímetros y números F desde aproximadamente .2 hasta uno.

5. Para que el recolector 20 de la lente Fresnel opere eficientemente durante las horas de luz, generalmente será necesario perseguir el movimiento del sol por el cielo, manteniendo por ello la lente siempre apuntado en la dirección general del sol. Es bién sabido en la técnica que el movimiento aparente del sol es caracterizado por un movimiento diurno de este a oeste durante el día a una proporción de aproximadamente quince grados por hora. Este movimiento puede perseguirse por un recolector montado sobre un eje polar, esto es, un eje paralelo al eje de rotación de la tierra. Semejante eje es situado por una línea nort-sur inclinada hacia el Ecuador por el ángulo de la latitud local.
10. El nuevo recolector puede montarse para girar alrededor de semejante eje polar y un sistema automático de guía mantendrá la lente orientado hacia el sol en todo momento. Además, de este movimiento diurno, el sol sufre una variación estacional en ángulo de inclinación, esto es, el ángulo que forman los rayos del sol con respecto al eje polar. Esta variación es relativamente pequeña, como es bién sabido, en la técnica, y suma aproximadamente más ó menos una variación de 23.5 grados alrededor de cero. Por tanto, el equinocio, el ángulo de declinación es cero y la persecución polar mantendrá la lente siempre alineado apropiadamente. Sin embargo, en el solisticio de verano, el ángulo de inclinación es más 23.5° y la persecución polar mantendrá la lente apuntado siempre 23.5° abajo del sol. Además, el solisticio de invierno, un sistema de persecución polar mantendrá la lente siempre apuntado 23.5° arriba del sol, ya que el ángulo de declinación es menos 23.5° para entonces. Entre los equinoccios y los solisticios, el ángulo de inclinación varía entre 0 y más ó me-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- nos  $23.5^\circ$ , Estos movimientos son bien conocidos en la técnica. Hay tres esquemas de persecución que parecen ser mejor para el nuevo recolector dependiendo de los requisitos de aplicación. El más sencillo es meramente perseguir alrededor de un eje
5. polar sin corrección por cambio de ángulo de declinación. Para hacerlo, el receptor debe ser de un tamaño mayor a su normal tamaño pequeño para compensar por la ubicación focal cambiante debido al cambio en el ángulo de declinación. Para semejante sistema de persecución, el receptor será colocado ligeramente
10. arriba de su ubicación normal, esto es, más cercana a la lente, en forma tal de que es un tamaño mínimo para el giro completo anual en ángulo de declinación. Un segundo método de persecución es usar una persecución de dos direcciones, con una corrección por los cambios en ángulos de declinación que
15. ocurren estacionalmente. Esto puede lograrse al agregar un segundo sistema de accionamiento automático para variar la inclinación del recolector hacia el sur para siempre apuntar directamente al sol. Este sistema desde luego será más complejo y más caro que el de la persecución polar sencilla. Un tercer
20. método de persecución que es preferido y se requieren altos niveles de concentración es usado en una simple persecución polar combinada con un ajuste manual ó automático de ubicación del receptor dentro del recolector. En éste sistema, en el equinoccio el receptor estará situado en el foco verdadero de la
25. lente. En el solisticio, ya que el ángulo de declinación es más ó menos  $23.5^\circ$ , la longitud focal aparente de la lente será reducida de su valor normal de  $F$  al valor  $F \cos 23.5^\circ$  ó  $0.917 F$ . Si el receptor es ajustado para estar en  $0.917 F$  en relación con la lente ocurre todo el día un afocamiento casi
30. perfecto. Por tanto, éste tercero y preferido sistema de

persecución variará la posición de receptor dentro del colector para mantenerlo en  $F \coseno D$ , en donde  $D$  es el ángulo de declinación. Ya que el ángulo de declinación varía lentamente, las correcciones diarias ó aún semanales de la posición de receptor serán suficientes para proveer un afocamiento altamente preciso. Por tanto, podrían proveerse dispositivos de ajuste manual ó de ajuste automático para la ubicación de receptor sin mucho costo adicional. Este método de persecución proporciona concentraciones equivalentes a la persecución de dos direcciones.

Muchos tipos de sistemas de persecución son disponibles y generalmente son bien conocidos en la técnica. Como es ilustrado a manera de diagrama en la figura 2, semejante sistema puede comprender un motor 94 conectado a manera de accionamiento por la cadena 96 con una rueda dentada 98 en el recolector 20. En el recolector 20, puede ser sostenido por cojinetes que no se muestran, asegurados a ejes de gorrón 97. El recolector 20 puede tener un dispositivo sensible a la luz 100 compuesto de dos celdas de luz de silicio fijadas sobre una base aproximadamente con un ángulo de  $60^\circ$  una con respecto a la otra enfrentadas al sol. Cuando una celda recibe más luz que la otra, un circuito provisto por un dispositivo de control 102 sería desequilibrado para excitar el motor 94 para hacer girar al recolector 20 hasta que el circuito nuevamente se ha equilibrado.

La figura 13 ilustra una gráfica mostrando el porcentaje de transmisión para diversos números  $F$  de la lente 22 compuesta de un material tal como plástico acrílico. Debe reconocerse que una lente que tiene un número  $F$  de punto tres tiene aproximadamente 90% de transmisión y ésto aumenta al au

mentar el número  $f$  hasta aproximadamente 92,4%. Ninguna otra lente prismático hecho del mismo material puede igualar ó exceder esta curva de transmisión. Por tanto, la nueva lente ofrece el funcionamiento más alto posible junto con pequeña longitud focal. Por tanto, pueden hacerse con la nueva lente recolectores solares compactos, económicos y eficientes.

La figura 14 es una gráfica ilustrando la concentración de la luz en contra del ángulo de difusión para diferentes lentes del nuevo diseño. La línea 104 muestra una lente lineal con persecución polar de una sola dirección, la línea 106 mostrando una lente lineal persecución de dos direcciones y la línea 108 muestra una lente de afocamiento de punto 122 con persecución de dos direcciones, La concentración se define aquí como la proporción de área de abertura de la lente dividida por área receptora. Todos los ejemplos de la lente para la figura 14 tiene números  $F$  de 0,5, un valor preferido para lograr altos niveles de concentración.

Como es bien conocido en la técnica, el ángulo de difusión ilustrado en la figura 14 incluye el diámetro angular de disco solar que es conocido ser de  $0,53^\circ$ , errores de fabricación de la lente, aberración cromática y errores de persecución. Un ángulo de difusión de dos grados es probable para plástico acrílico y un número  $F$  de  $1/2$ . Por tanto, la concentración de aproximadamente 800 solares, 30 soles y 13 soles, debe lograrse para los tres ejemplos de la lente que son trazados en la gráfica de la figura 14. Si los errores fueran todos de cero y se usara material de no dispersión al hacer la lente, estas concentraciones teóricas podrían ser de aproximadamente 11,600 soles, 108 soles y 18 soles respectivamente para un ángulo de difusión de  $0,53^\circ$ .

Como se ha descrito antes, puede usarse un dispositivo de persecución para compensar por los cambios en la posición del sol que varía con el tiempo del día y con las estaciones del año.

5. Un recolector lineal 20 como es ilustrado en la figura 1 que utiliza persecución de una dirección desde el este hasta al oeste es capaz de desarrollar temperaturas de más de  $260^{\circ}\text{C}$ , que es más apropiado para proporcionar energía de calor para calentamiento, acondicionamiento de aire y usos similares.

10.

Es generalmente necesario usar una lente de afocamiento en punto para desarrollar altas temperaturas de aproximadamente  $538^{\circ}$ . Como es ilustrado en las figuras 11 y 12, la lente de afocamiento en punto 122 es usado con un alojamiento conforma de cono circular teniendo paredes laterales circulares 142 y el fondo 146. La lente 122 tiene un extremo 192 dispuesto en la ranura 158 del empaque de hule 156. El empaque 156 es dispuesto en el canal anular 154 formado entre el alojamiento exterior 142 y el alojamiento incluye inferior 136 en su parte superior. El alojamiento interior 136 tiene un fondo interior 140 formado adyacente a la zona focal 176 de la lente 122. Es situado aislamiento 148 dentro del espacio formado entre el alojamiento interior 136 y el alojamiento exterior 142. La lente 122 está construída de manera similar a la lente longitudinal 22 con excepción de que la lente es formada con prismas anulares  $178_1-178_{11}$  teniendo una lente convexa doble 190 formada en el centro perpendicular al eje 123 del eje 122. Cada uno de los prismas 178 tiene una cara frontal 174 y una cara trasera 180 unidas por una cara inferior 182. La lente 122 concentra la luz ocasionando ángulos

15.

20.

25.

30.

de incidencia iguales  $B_1 (90^\circ - C_1)$  y  $B_2 (90^\circ - C_2)$  con la cara frontal 174 y la cara trasera 180 a medida que pasa a través la luz y concentra la luz en una zona común generalmente designada 176. Esta zona 176 tiene un dispositivo absorbedor

5. de calor que comprende un tubo de acero en serpentín 124 a través del cual se hace pasar un medio de traspaso de calor para absorber el calor. Este tipo de absorbedor es generalmente conocido como caldera de cavidad en donde la luz es concentrada a una intensidad de aproximadamente mil soles produciendo por ello temperaturas de más de  $538^\circ\text{C}$ . La caldera de cavidad es generalmente espaciada del alojamiento inferior 136 por un disco de cerámica 130.

10. Se usa una temperatura superior lograda por la lente 122 para accionar motores de energía solar para producir electricidad. Este tipo de la lente 122 es usado generalmente con un sistema de persecución de dos direcciones para lograr una concentración por medio de 300-1.500 soles con un número F de 0.5.

15. Son ilustradas en las figuras 4-7 formas modificadas de dispositivos receptores de energía para el recolector líneal 20. Como es ilustrado en la figura 4, un tubo redondo desnudo 24' tiene un paso 28' formado en el mismo a través del cual se hace pasar un medio de cambiador de calor. Un espaciador 30' se usa para separar al tubo 24', del fondo redondeado 40'.

20. La superficie superior del tubo 24' es generalmente alineada con la zona focal 76 de la lente.

25. Una segunda forma modificada del dispositivo receptor de energía es ilustrada en la figura 5 en donde un par de espejos rectos ó curvos 201 y 202 son espaciados angularmente
- 30.

5. uno con respecto del otro en forma tal que los bordes superiores de los espejos 201 y 202 están alineados en un plano horizontal de la zona focal 76 de la lente. Los espejos 201 y 202 forman un canal 203 que se extiende longitudinalmente dentro del recolector 20 en forma tal que la luz se refleja por los espejos hacia abajo a una ranura circular angosta 204 formada en el fondo del recolector 20. Un tubo metálico 224 muy pequeño y sostenido por espaciadores 230 es alineado en la ranura longitudinal 204 en forma tal que la luz es reflejada sobre la superficie del tubo 224 para calentar el medio cambiador de calor que pasa a través del paso 228 contenido en el mismo.

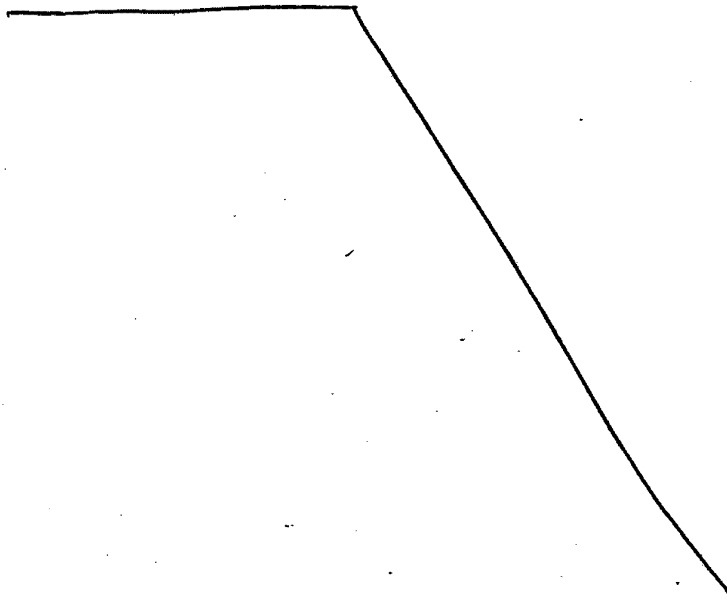
10. El tercer ejemplo del dispositivo cambiador de calor es ilustrado en la figura 6 que generalmente no requiere aislamiento a menos de que así se desee. El dispositivo receptor de energía comprende un tubo hueco 324 teniendo un paso 328 que es espaciado del tubo transparente 330 construido de vidrio, acrílico ó similar formando un espacio anular 332 entre los mismos. El tubo 324 es espaciado de la lente a lo largo de su eje en forma tal que los rayos de luz 86 son enfocados en la zona 76 sobre la superficie del tubo 224. Si es deseado, puede formarse un vacío en el espacio anular 332 reduciendo por ello las pérdidas de calor desde el tubo 324 y mejorando la eficiencia del recolector.

15. Un cuarto ejemplo es ilustrado en la figura 7 en donde una celda fotovoltaica 424 es construida longitudinalmente a lo largo de la zona focal 76 de la lente de tal manera que la luz hace impactos sobre una celda 424 en una zona concentrada. La celda 424 es asegurada a un cambiador de calor de metal 430 que tiene pasos 432 formados en el mismo de tal manera que el medio de enfriamiento puede pasarse a su

20.  
25.  
30.

- través para conservar a la celda fotovoltaica 424 de sobrecalentamiento y para proveer fluido calentado para otros usos. Diversos tipos de celdas apropiadas son disponibles para uso. La celda generalmente comprende un material semiconductor tal como celda de sulfuro de cadmio ó celdas de silicio. Estas celdas fotovoltaicas producen electricidad directamente de la luz del sol concentrada, la electricidad siendo utilizable para energizar equipo convencional. Ya que las celdas fotovoltaicas son actualmente caras, su uso dentro del nuevo recolector ofrece ventajas económicas, ya que solamente una pequeña área de celdas es requerida para una gran área de aberturas de la lente recolector.
- 5.
- 10.

15. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

5. 1.- Perfeccionamientos en concentradores de energía radiante, caracterizados porque se dota a cada concentrador de medios de recepción de energía, medios de lente prismática formados por una serie de prismas yuxtapuestos, dispuestos de tal manera que formen una superficie exterior aproximadamente curvilinea para dirigir la luz incidente a dichos medios de recepción de la energía y medios para soportar la lente prismática con relación a los medios de recepción de la energía de forma que los medios de lente prismática se encuentren dispuestos desde los medios de recepción de la energía y curvados alrededor de los mismos, estando formados los medios de lente prismática de manera que la distancia más corta desde los medios de recepción de la energía a cualquiera de dichos prismas varíe de acuerdo con la posición relativa del primer prisma dentro de los medios de lente prismática.

20. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el medio de lente prismática es simétrico con relación a un plano central que pasa a través del eje de recepción, siendo dicha distancia función del ángulo que el plano central forma con un plano que pasa a través del eje de recepción y el mencionado de los citados prismas.

25. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó 2, caracterizados porque la distancia a cualquiera de los prismas disminuye cuando aumenta la distancia desde dicho prisma al plano central.

30. 4.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizados porque el prisma incluye una cara frontal, una cara posterior, y una cara de fondo que une las ca-

ras frontal y posterior, estando formado cada prisma de manera que un rayo de luz que incida en la cara frontal con un determinado ángulo de incidencia, pase a través del prisma y salga a aproximadamente el mismo ángulo en relación con la cara posterior.

5.

5.- Perfeccionamientos en concentradores de energía radiante, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

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

10.

Madrid, 7 de SET. 1978  
E-SYSTEMS, INC.

J. M. GÓMEZ ABRIL Y BORBOL  
p. p. Firmador J. Suarez Diaz

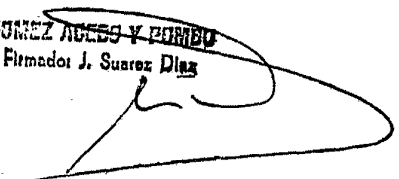






FIG. 9

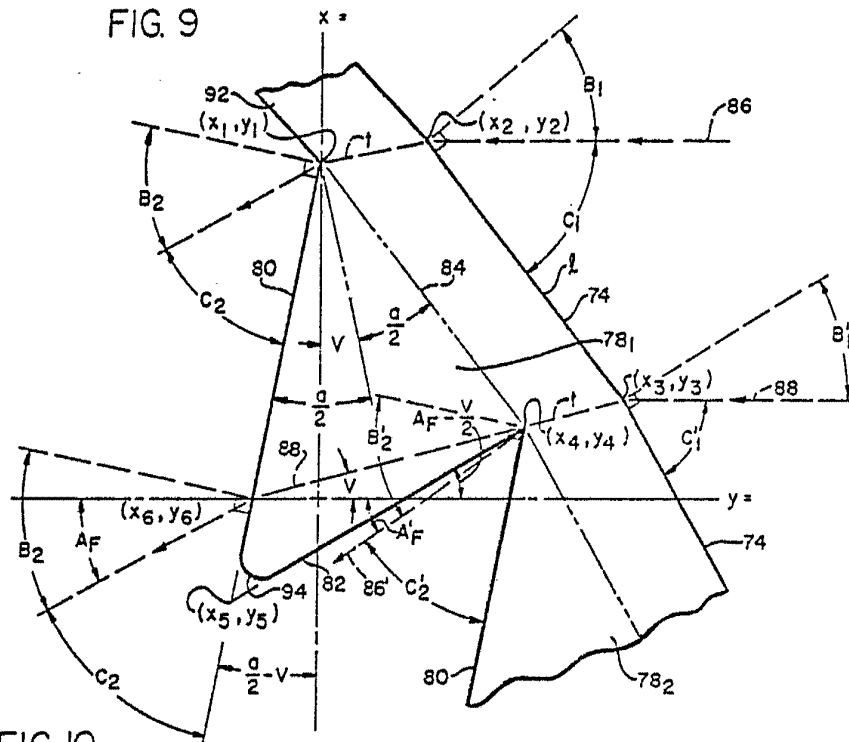
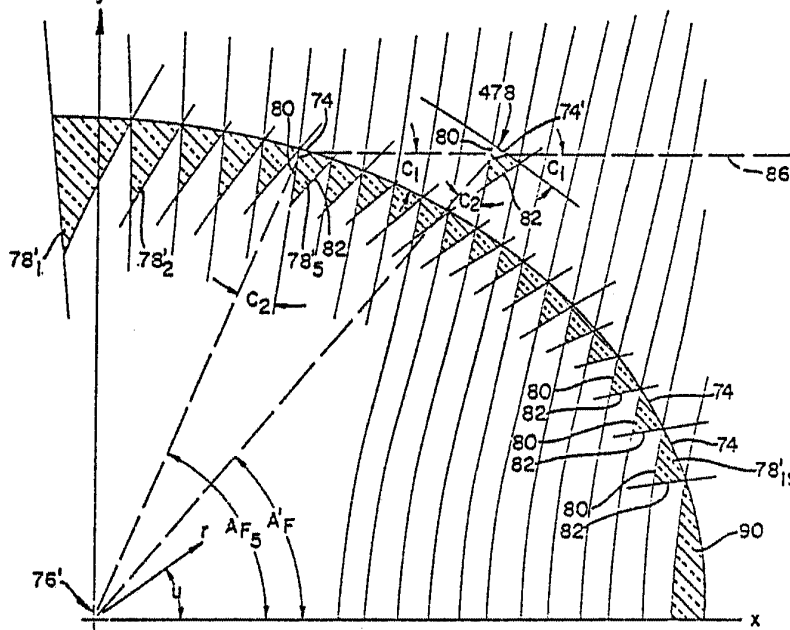
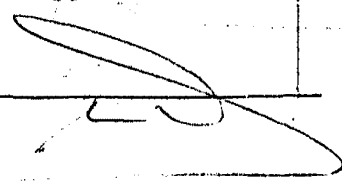
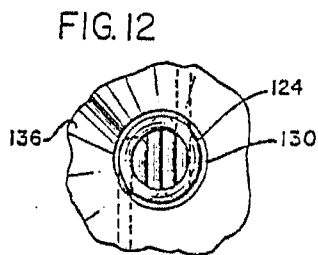
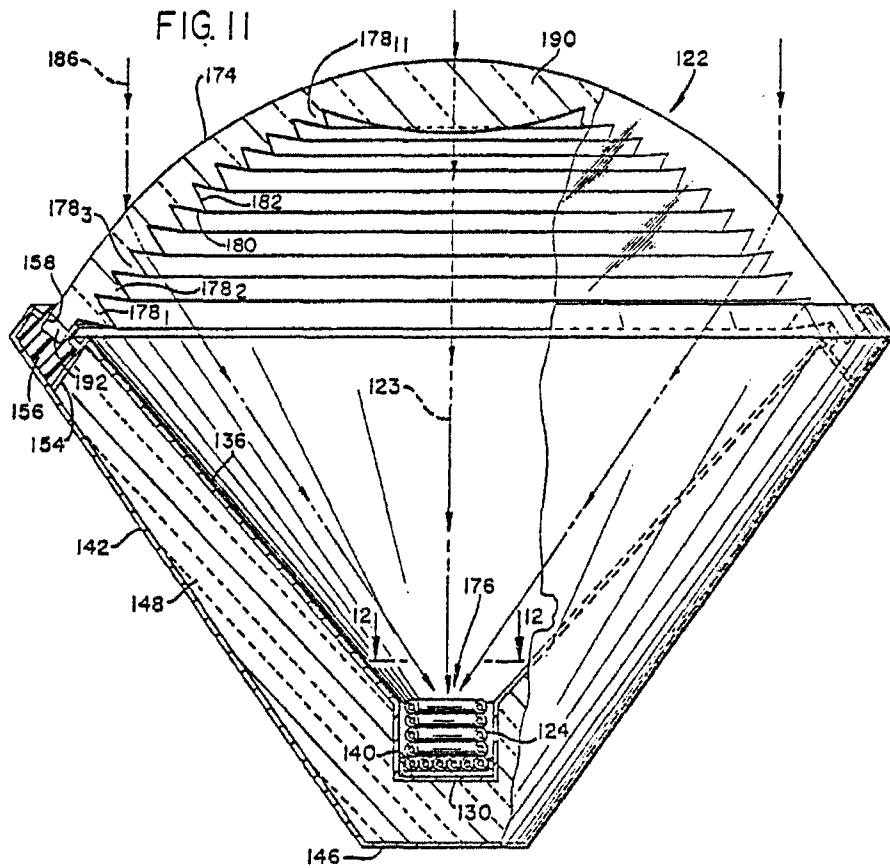


FIG. 10



SEP. 1970





18 MAR 1970

2 8711 1973

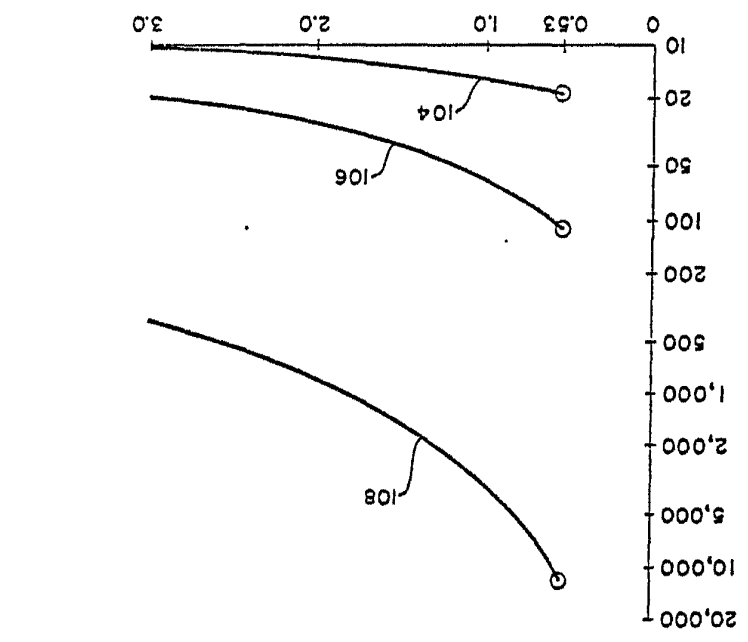


FIG. 14

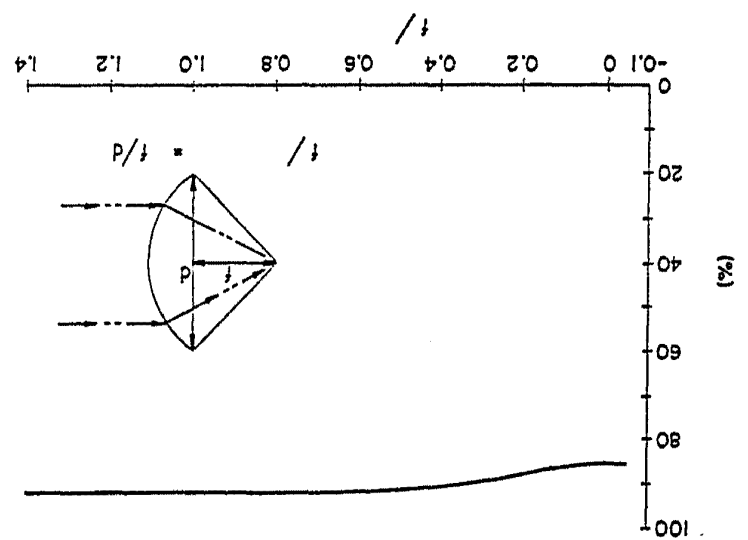


FIG. 13