



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 482**

51 Int. Cl.:
F24J 2/07 (2006.01)
F24J 2/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03020691 .6**
96 Fecha de presentación : **11.09.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1403595**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.03.2004**

54 Título: **Elemento absorbedor para la obtención de calor solar de alta temperatura y procedimiento para su fabricación.**

30 Prioridad: **25.09.2002 DE 202 14 823 U**

73 Titular/es: **Dirk Besier**
Schiefersteinstrasse 20
65199 Wiesbaden, DE

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.07.2011

72 Inventor/es: **Besier, Dirk**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.07.2011

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 362 482 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Elemento absorbedor para la obtención de calor solar de alta temperatura y procedimiento para su fabricación.

- 5 La presente invención se refiere a un elemento absorbedor para la obtención de calor solar de alta temperatura del tipo mencionado en el preámbulo de la reivindicación 1. Los elementos absorbedores de este tipo son en general conocidos. La invención se refiere además a un procedimiento para la fabricación de un elemento absorbedor de este tipo.
- 10 En las centrales eléctricas termosolares, se concentra la energía radiante del Sol con la ayuda de sistemas de espejos, preferentemente con seguimiento, y se utiliza para el calentamiento de un medio portador de calor. En una construcción conocida en general, el medio portador de calor fluye a través de unos tubos absorbedores largos, los cuales están dispuestos en el foco de colectores parabólicos ranurados.
- 15 La concentración de la energía de la radiación puede tener lugar, en lugar de en sistemas de reflexión, también en sistemas de difracción (lentes condensadoras). Un ejemplo de un sistema que concentra ópticamente de forma lineal de este tipo se desprende de la patente US nº 4.287.881 de 8 de Septiembre de 1981.
- 20 Los colectores solares, en los cuales el absorbedor propiamente dicho está rodeado por elementos, los cuales reflejan la radiación de vuelta sobre el mismo se conocen, por ejemplo, por la patente FR 555 420, las patentes US nº 4.300.538, nº 4.440.155, nº 4.512.335 y las publicaciones DE 27 38 667, 27 57 155 y 30 20 310.
- 25 Un problema que surge durante la obtención de calor solar de alta temperatura son las pérdidas de calor debidas a la radiación del tubo absorbedor. Estas pérdidas de calor son notables a causa de la elevada temperatura. Para la reducción de las pérdidas de calor es conocido en general disponer el tubo absorbedor propiamente dicho en un tubo exterior; gracias a ello, si bien se reducen las pérdidas de calor, éstas son, todavía demasiado elevadas, de manera que el rendimiento durante la obtención de calor solar de alta temperatura queda muy por debajo del valor que se puede alcanzar teóricamente.
- 30 La invención se plantea, por ello, el problema de crear un elemento absorbedor para la obtención de calor solar de alta temperatura en el cual las pérdidas de calor sean mínimas. Se quiere crear también un procedimiento de fabricación sencillo para un elemento absorbedor de este tipo.
- 35 Este problema se resuelve según la patente mediante el elemento absorbedor descrito en la reivindicación 1. En las reivindicaciones subordinadas, se mencionan estructuraciones ventajosas del elemento absorbedor según la invención. En la reivindicación 13, se describe un procedimiento de fabricación preferido para el elemento absorbedor.
- 40 El canal de reflector dispuesto, según la invención, alrededor del absorbedor refleja la radiación térmica de longitud de onda larga emitida por el absorbedor de vuelta sobre el mismo y minimiza con ello, la pérdida de calor por radiación.
- 45 El canal reflector está constituido preferentemente, por lo menos en el lado interior orientado hacia el absorbedor, por algunas superficies, esencialmente planas. La radiación térmica emitida por el absorbedor en una zona angular de aproximadamente 180° es reflejada de vuelta por unas paredes de canal reflector rectas, en una gran parte, directamente sobre el absorbedor y no se pierde a causa de reflexiones múltiples en paredes de canal reflector curvadas.
- 50 La rendija de abertura del canal reflector se extiende en la línea focal de la unidad de concentración de la luz. La línea focal está situada en el eje central del tubo exterior. Dado que los rayos solares son enfocados por la unidad de concentración de la luz sobre el eje central del tubo exterior, inciden perpendicularmente sobre el tubo exterior y no son refractados en éste. El absorbedor con el tubo de absorbedor y las placas de absorbedor curvadas puede estar montado por ello de manera estacionaria o fija. Los rayos solares que divergen hacia el eje central inciden por completo en el canal de absorbedor, el cual está formado por el tubo de absorbedor y las placas de absorbedor.
- 55 Sobre la pared del canal de reflector, que está optimizada para la reflexión de rayos térmicos del absorbedor, no incide luz solar alguna.
- 60 Por lo tanto, los rayos solares calientan el medio portador de calor de manera eficaz en el tubo de absorbedor, por ejemplo para la generación de vapor. La forma compacta del elemento absorbedor según la invención posibilita la generación con pocas pérdidas de vapor de alta temperatura en unidades constructivas pequeñas. También en regiones con menos sol resulta interesante, desde un punto de vista técnico y económico, la utilización de unidades pequeñas para la obtención de calor de alta temperatura. El vapor se puede utilizar, con un grado de efectividad bueno, en un proceso cíclico para la generación de corriente. La energía solar se puede aprovechar para calefacción, a un nivel de temperatura alto, incluso en invierno.
- 65 Con el procedimiento de fabricación según la invención se puede obtener, mediante compensación de las

tolerancias de fabricación y de montaje de la unidad de concentración de la luz, una rendija de abertura mínima en el canal reflector. Gracias a ello, se forma una geometría de rendija, la cual está adaptada de manera óptima a la construcción correspondiente. La complejidad de fabricación para la unidad de condensación de la luz y la unidad de absorbedor es reducida y las pérdidas térmicas durante el funcionamiento son minimizadas.

5 A continuación, se explican con mayor detalle, a título de ejemplo, a partir de los dibujos, formas de realización de la invención, en las que:

10 la figura 1 muestra una sección transversal a través de un elemento absorbedor;
la figura 2 muestra el elemento absorbedor en una disposición con reflectores de ranuras;
la figura 3 muestra el elemento absorbedor en una disposición con lentes condensadoras.

15 La figura 1 muestra la sección transversal a través del elemento absorbedor para la obtención de calor solar de alta temperatura. Los rayos solares 10 procedentes del Sol son enfocados por una unidad de concentración de la luz 60 lineal (mostrada en la figura 2) en la línea central de un tubo exterior 20. La línea central del tubo exterior 20 coincide, por consiguiente, con la línea focal de la unidad de concentración de la luz lineal. El tubo exterior 20 está realizado preferentemente a partir de vidrio. En general el tubo exterior 20 está realizado a partir un material transparente, el cual tiene una buena transparencia para la radiación de longitud de onda corta y una transparencia no buena para la radiación de longitud de onda larga. El vidrio satisface estas exigencias.

20 En el interior del tubo exterior 20 reina el vacío. Los rayos, que divergen de nuevo tras la línea focal, inciden allí sobre un absorbedor 30 dispuesto excéntricamente con respecto al eje central de tubo exterior 20. El absorbedor 30 presenta, sobre el lado irradiado, un poder de absorción grande y sobre el lado opuesto un poder de emisión pequeño, con el fin de absorber mucha radiación solar y ceder poca radiación térmica.

25 El absorbedor 30 está dispuesto fijo en el tubo exterior 20. El absorbedor 30 está constituido por un tubo de absorbedor 32, en el cual circula un medio portador de calor, y unas chapas de absorbedor o placas de absorbedor 34 dispuestas en el tubo de absorbedor 32. Preferentemente, las chapas de absorbedor o las placas de absorbedor 34 están soldadas en el tubo de absorbedor 32, con el fin de garantizar una buena transmisión de calor desde las placas de absorbedor 34 hacia el tubo de absorbedor 32. Las placas de absorbedor 34 están curvadas de tal manera que captan y absorben casi por completo los rayos solares 10 incidentes. El elevado grado de absorción se consigue mediante múltiples procesos de reflexión y absorción de rayos solares 10 que inciden inclinados a lo largo de la superficie curvada en el lado interior de las placas de absorbedor 34.

35 El absorbedor 30 está rodeado por un canal reflector 40, que refleja de vuelta sobre él la radiación térmica, que parte del absorbedor 30. La superficie del canal de absorbedor 40 tiene un poder de emisión y de absorción pequeño. El canal de reflector 40 presenta en la línea focal una rendija de abertura 42 a través de la cual los rayos solares 10 penetran en el canal 40. Dado que la línea focal discurre en la rendija de abertura 42, la rendija de abertura 42 puede ser estrecha. Las pérdidas de calor por la rendija de abertura 42 son por ello pequeñas. Salvo en la rendija de
40 abertura 42, el canal de reflector 40 está cerrado por todos lados.

45 Sobre el lado interior orientado hacia el absorbedor 30 el canal de reflector 40 consta de unas pocas superficies, esencialmente planas, con el fin de obtener una reflexión de retorno lo más directa posible de la radiación térmica que parte del absorbedor 30. El canal de reflector 40 presenta, por lo tanto, en sección transversal, tal como se puede observar en la figura 1, una estructura rectangular o trapezoidal, pudiendo estar el lado del canal de reflector 40, en el cual discurre la línea focal, para un recorrido de los rayos óptimo precisamente en este línea focal, es decir en la rendija de abertura 42, ligeramente doblado hacia dentro hacia el absorbedor 30.

50 El canal de reflector 40 está constituido en su lado interior con esta dobladura de cinco superficies, esencialmente planas, y sin dobladura de cuatro superficies de este tipo.

55 Preferentemente, el canal de reflector 40 está rodeado de forma coaxial por otro canal de reflector 50 exterior, el cual presenta las mismas propiedades superficiales del canal de reflector 40 interior y que está conectado con éste en unión positiva, en pocos puntos, mediante unos elementos que conducen mal el calor, por ejemplo de cerámica. Sobre el lado de la incidencia de la luz el canal de reflector 50 exterior presenta una rendija de abertura 52, la cual discurre paralela con respecto a la rendija de abertura 42 de la canal de reflector 40 interior y que es algo más ancha que ésta, con el fin de no bloquear lo rayos solares. 10.

60 Para el interior del canal de reflector 50 exterior es válido lo mismo que para el canal de reflector 40 interior, es decir que el lado orientado hacia el absorbedor 30, también del canal de reflector 50 exterior, está formado por unas pocas superficies, esencialmente planas. Sobre el lado exterior el canal de reflector 50 exterior es, sin embargo, circular. Se puede girar junto con el canal de reflector 40 interior alrededor del eje central del tubo exterior 20. Los canales de reflector 40, 50 son posicionados en giro mediante unos imanes, los cuales están dispuestos por fuera del tubo exterior 20, con el fin de adaptar su posición a la incidencia de la luz en función de la posición del Sol. Los imanes están sujetos sobre una construcción de alojamiento, la cual está dispuesta con posibilidad de giro alrededor
65 del eje de tubo exterior. En la construcción de alojamiento, está montada también la unidad de concentración de la

luz. El posicionamiento de giro de la construcción de alojamiento tiene lugar mediante motor eléctrico. Un sensor optoelectrónico que gira conjuntamente con la construcción de alojamiento controla el posicionamiento de giro para el seguimiento dependiendo de la dirección de incidencia de la luz.

5 Los canales de reflector 40, 50 tienen la función de reflejar la radiación térmica de longitud de onda larga, la cual es irradiada por el absorbedor 30, de vuelta sobre el mismo y con ello minimizar la pérdida de calor por radiación. Las superficies metálicas galvanizadas están en condiciones de reflejar, en una gran parte, radiación de longitud de onda larga. El tubo de absorbedor 32 con las placas de absorbedor 34 fijadas al mismo está dispuesto fijo en el tubo exterior 20 y no sigue los movimientos de posicionamiento de los canales de reflector 40, 50. Las placas de
10 absorbedor 34 absorben la radiación solar de longitud de onda corta e impiden que la radiación solar incida directamente sobre el canal de reflector 40 interior y sea absorbida allí.

La figura 2 muestra la disposición del tubo exterior 20 con el absorbedor 30 en una unidad de concentración de la luz 60 con espejos de desviación de láminas 62 y un espejo parabólicos ranurados 64. Los espejos 62, 64 están
15 sujetos, con posibilidad de giro alrededor del eje del tubo exterior 20, en una construcción de alojamiento. Los espejos de desviación de láminas 62 están dispuestos en la dirección longitudinal con respecto al tubo exterior 20 y apoyados con posibilidad de giro girados 90° con respecto al tubo exterior 20. Desvían rayos que inciden inclinados de manera que incidan siempre perpendicularmente con respecto al plan de incidencia del espejo parabólicos ranurados 64. De este modo, los rayos entran siempre perpendiculares sin grandes pérdidas por reflexión a través
20 de la pared del tubo exterior 20 en el mismo. El posicionamiento de giro de los espejos de desviación de láminas 62 tiene lugar mediante un motor eléctrico y es controlado en función de la hora del día.

La figura 3 muestra una disposición alternativa del tubo exterior 20 con el absorbedor 30 en una unidad de concentración de la luz con una lente condensadora 66 lineal. La lente condensadora 66 lineal está sujeta, con
25 posibilidad de giro con respecto al eje de tubo exterior, en una construcción de alojamiento. La línea focal de la lente condensadora 66 está en el eje de tubo exterior.

En el elemento absorbedor descrito, la rendija de abertura 42, 52 del canal de reflector 40 o de los canales de reflector 40, 50 está situada en la línea focal de la unidad de concentración de la luz 60 y en el eje central del tubo exterior 20. Dado que los rayos solares son enfocados siempre, por la unidad de concentración de la luz 60 que sigue al sol, sobre el eje central del tubo exterior 20, atraviesan el tubo exterior 20 perpendicularmente y no son refractados allí. El tubo de absorbedor 32 y las placas de absorbedor 34 conectadas térmicamente con el mismo forman un canal de absorbedor, el cual está montado fijo. Los rayos solares que vuelven a diverger después del eje central inciden por completo en esta canal de absorbedor. Se hace que el canal de reflector 40 o los canales de
30 reflector 40, 50 realicen el seguimiento, cuando el tubo exterior 20 está fijo, por ejemplo mediante fuerzas magnéticas desde el exterior.

La disposición descrita se puede utilizar para la evaporación directa de alta presión solar para la generación de corriente en centrales eléctricas pequeñas.
40

Para ello, se utiliza el medio portador de calor agua. El agua es calentada en el tubo de absorbedor 32 de un elemento absorbedor que sirve como calentador de agua de suministro y es evaporada y sobrecalentada en varios elementos conectados con posterioridad, con el fin de generar vapor de alta presión sobrecalentado. Los elementos están dispuestos desplazados geodésicamente entre sí, de manera que el vapor sobrecalentado se expande en los
45 elementos superiores. En cada caso, están reunidos varios elementos para dar un módulo. En la construcción de sujeción del módulo, están alojados los elementos que se pueden girar. De manera adecuada, los tubos de absorbedor de todos los elementos son igual de largos. Dado que, sin embargo, para la evaporación se necesita una potencia calorífica mayor que para el calentamiento de agua de suministro, se utilizan como evaporadores dos elementos de absorbedor conectados en paralelos a los que se suministra, a través de un distribuidor, en cada caso una parte del agua de suministro calentada. En un caso sencillo, el distribuidor puede presentar, en cada caso, una válvula de estrangulación en la entrada hacia los dos elementos absorbedores que forman el evaporador, con el fin de asignar a ambos la misma cantidad de agua de suministro. Cuando estos dos elementos de absorbedor están dispuestos a una altura geodésica diferente, el distribuidor puede presentar también un recipiente de desbordamiento para el agua de suministro calentada, que contiene dos rebosaderos separados pero que se encuentran a la misma altura y sobre los mismos tubos de absorbedor del evaporador, desde los cuales el agua de suministro circula hacia abajo correspondientemente hacia los dos tubos de absorbedor. De este modo, ambos tubos de absorbedor reciben, a pesar de su altura geodésica diferente, la misma cantidad de agua de suministro. El vapor de varios módulos es conducido en un circuito cerrado y es expandido en una máquina operadora para la generación de corriente. El vapor expandido es licuado, con cesión de calor, al entorno y es conducido mediante una
50 bomba de agua de suministro de vuelta a los módulos.

En instalaciones de poca potencia, se puede utilizar como máquina operadora un motor de pistón alternativo con pistones escalonados. Un motor de pistón alternativo con pistones escalonados se puede adaptar bien a exigencias de carga cambiantes. Para potencias mayores pueden ser turbinas de vapor, las cuales, a causa del suministro de energía cambiante, no reaccionan de forma tan dinámica a los cambios de carga.
65

El elemento absorbedor descrito se puede fabricar ventajosamente gracias a que el elemento absorbedor se monta por completo, presentando sin embargo por lo menos la pared del canal reflector 40 interno todavía ninguna rendija de abertura 42. A continuación, se irradia, a través de la unidad de concentración de la luz 60, luz láser paralela, la cual enfocada de esta manera retira por combustión la rendija de abertura 42 de la pared del canal reflector 40.

5 Durante este procedimiento, se forma una rendija de abertura, en la cual se tienen en cuenta las tolerancias de fabricación y de montaje de la unidad de concentración de la luz con una complejidad de fabricación reducida. Las pérdidas térmicas se minimizan gracias a la rendija de abertura dimensionada de forma mínima.

La rendija de abertura 52 en la pared del canal de reflector 50 exterior se puede fabricar también de esta manera.

10

Lista de signos de referencia

	10	rayos solares
	20	tubo exterior
15	30	absorbedor
	32	tubo de absorbedor
	34	placa de absorbedor
	40	canal reflector interior
	42	rendija de abertura
20	50	canal reflector exterior
	52	rendija de abertura
	60	unidad de concentración de la luz
	62	espejo de desviación de láminas
	64	espejos parabólicos ranurados
25	66	lente concentradora

REIVINDICACIONES

- 5 1. Elemento absorbedor para la obtención de calor solar de alta temperatura con una unidad de concentración de la luz (60), un tubo exterior (20) realizado a partir de un material transparente y un absorbedor (30) dispuesto en su interior, sobre el cual pueden ser dirigidos los rayos solares (10) mediante la unidad de concentración de la luz (60), en el que
- 10 el absorbedor (30) está rodeado por lo menos por un canal reflector (40; 50), y presentando el canal reflector (40; 50) una rendija de abertura (42; 52), a través de la cual los rayos solares (10) pueden incidir sobre el absorbedor (30), y en el que
- 15 el absorbedor (30) está situado fuera del eje central del tubo exterior (20);
- caracterizado porque
- 20 la superficie del canal reflector (40; 50) presenta un poder de emisión y absorción pequeño y la radiación térmica, que parte del absorbedor (30), puede ser reflejada de vuelta sobre el mismo; porque la línea focal de la unidad de concentración de la luz (60) está situada en el eje central del tubo exterior (20); porque
- 25 la rendija de abertura (42; 52) se extiende en el eje central del tubo exterior (20), y porque
- el absorbedor (30) comprende un tubo de absorbedor (32), a través del cual puede circular un medio portador de calor, y comprende unas placas de absorbedor (34) sujetadas al tubo de absorbedor (32), estando curvadas las placas de absorbedor (34) de tal manera que los rayos solares (10) que inciden a través de la rendija de abertura (42; 52) puedan ser absorbidos esencialmente por completo.
- 30 2. Elemento absorbedor según la reivindicación 1, caracterizado porque el lado interior, orientado hacia el absorbedor (30), del canal reflector (40; 50) está constituido por algunas superficies esencialmente planas.
- 30 3. Elemento absorbedor según la reivindicación 1, caracterizado porque de manera coaxial con respecto a un canal reflector (40) interior está previsto un canal reflector (50) exterior que lo rodea esencialmente con las mismas propiedades que el canal reflector (40) interior.
- 35 4. Elemento absorbedor según la reivindicación 3, caracterizado porque el canal reflector (40, 50) interior y exterior siguen conjuntamente la luz solar.
- 40 5. Elemento absorbedor según la reivindicación 4, caracterizado porque el canal reflector (40, 50) interior y exterior son seguidos mediante imanes, los cuales están sujetos por el exterior del tubo exterior (20) a una construcción de alojamiento.
- 45 6. Elemento absorbedor según la reivindicación 1, caracterizado porque el absorbedor (30) está montado fijo con el tubo absorbedor (32) y las placas de absorbedor (34) y no es sometido a seguimiento.
7. Elemento absorbedor 1 según la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de concentración de la luz (60) comprende unos espejos de desviación de láminas (62) y unos espejos parabólicos ranurados (64).
- 50 8. Elemento absorbedor según la reivindicación 1, caracterizado porque las unidad de concentración de la luz (60) comprende por lo menos una lente condensadora (66) lineal.
9. Elemento absorbedor según la reivindicación 1, caracterizado porque el tubo exterior (20) está realizado a partir de vidrio.
- 55 10. Elemento absorbedor según la reivindicación 1, caracterizado porque el medio portador de calor es agua.
11. Elemento absorbedor según la reivindicación 10, caracterizado porque el vapor obtenido en elementos absorbedores de este tipo es suministrado a una máquina operadora para la generación de corriente.
- 60 12. Elemento absorbedor según la reivindicación 11, caracterizado porque la máquina operadora es un motor de pistón alternativo con pistones escalonados.
- 65 13. Procedimiento para la fabricación de un elemento absorbedor según la reivindicación 1, caracterizado porque en primer lugar se monta el elemento absorbedor, presentando, sin embargo, en primer lugar la pared del canal reflector (40; 50) ninguna rendija de abertura (42; 52) y porque a continuación, a través de la unidad de concentración de la luz (60), se irradia luz láser paralela, la cual retira por combustión la rendija de abertura (42; 52) de la pared del canal reflector (40; 50).

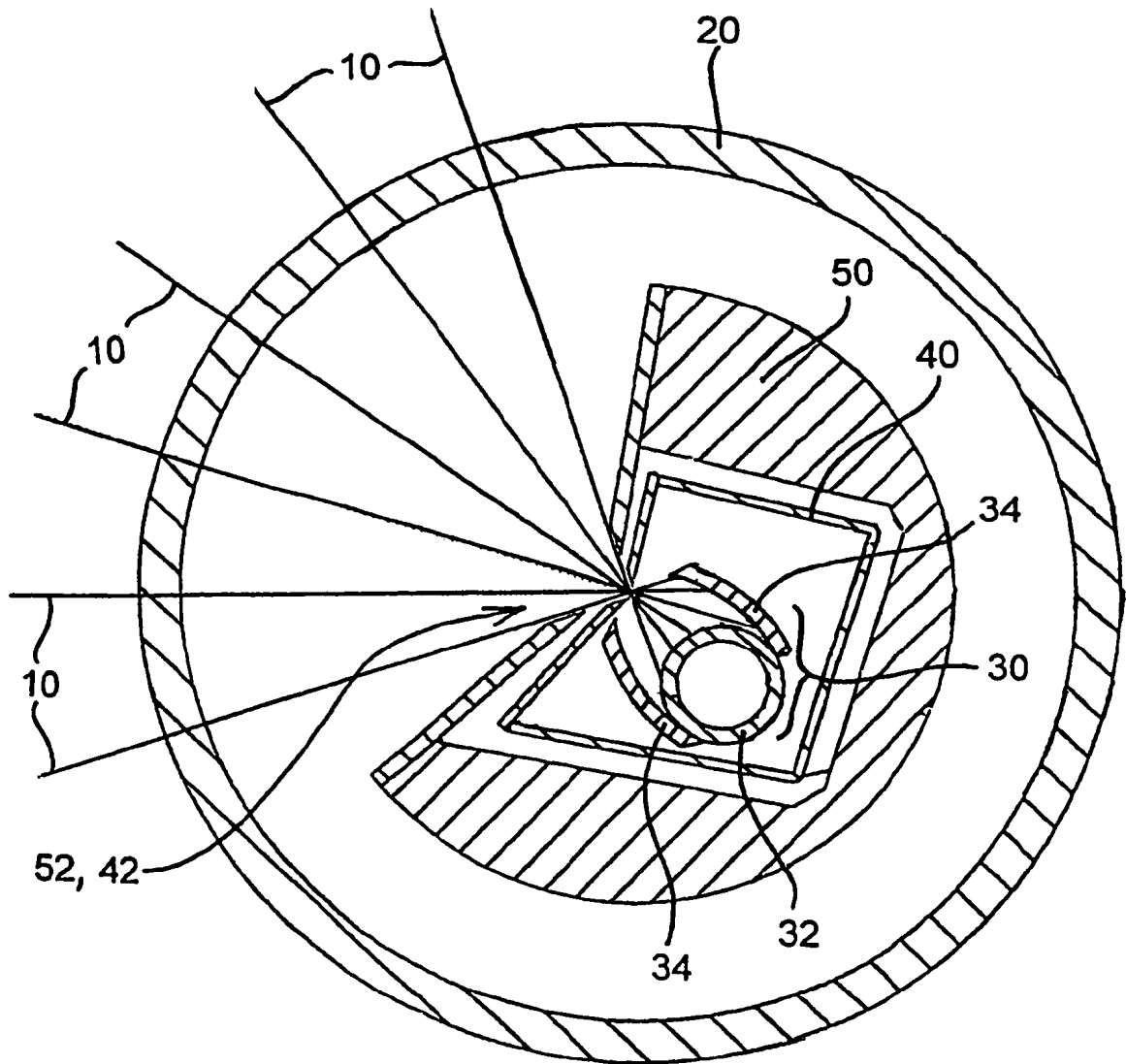


Fig. 1

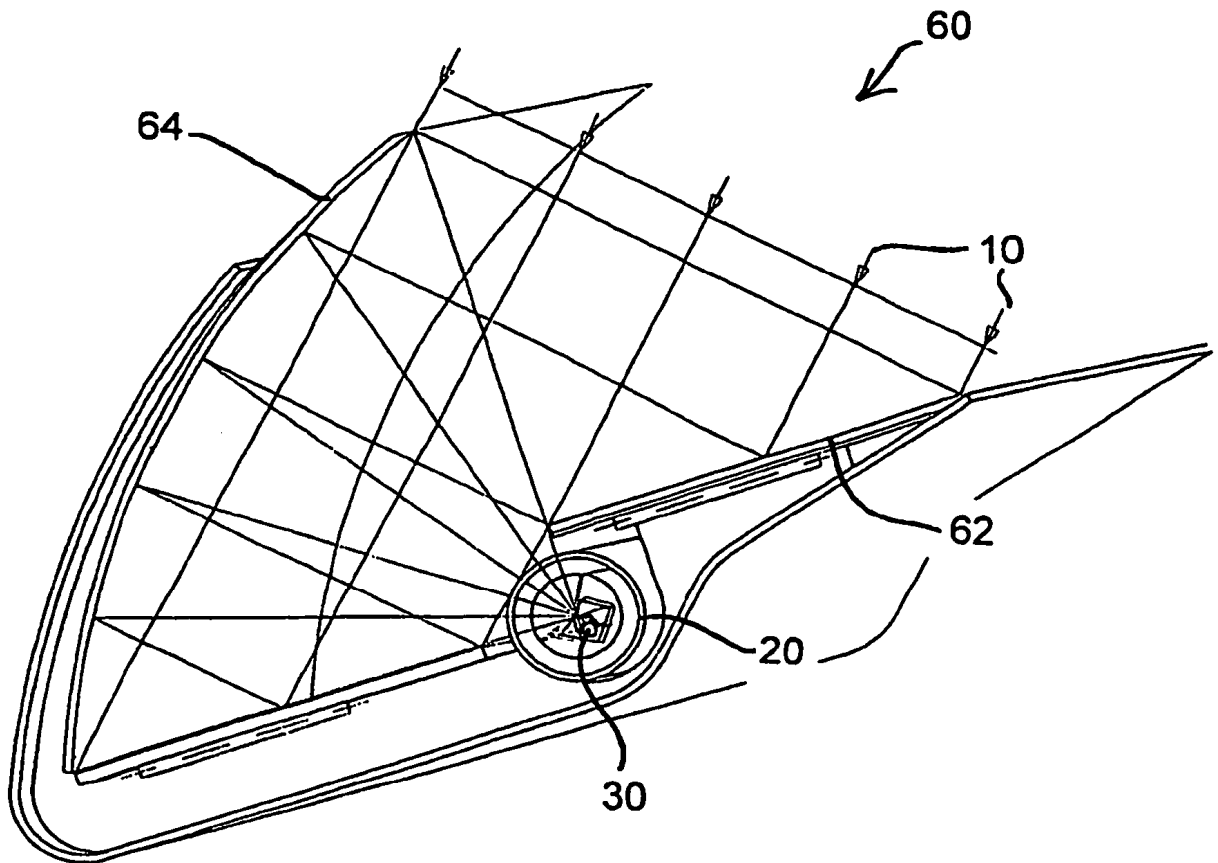


Fig. 2

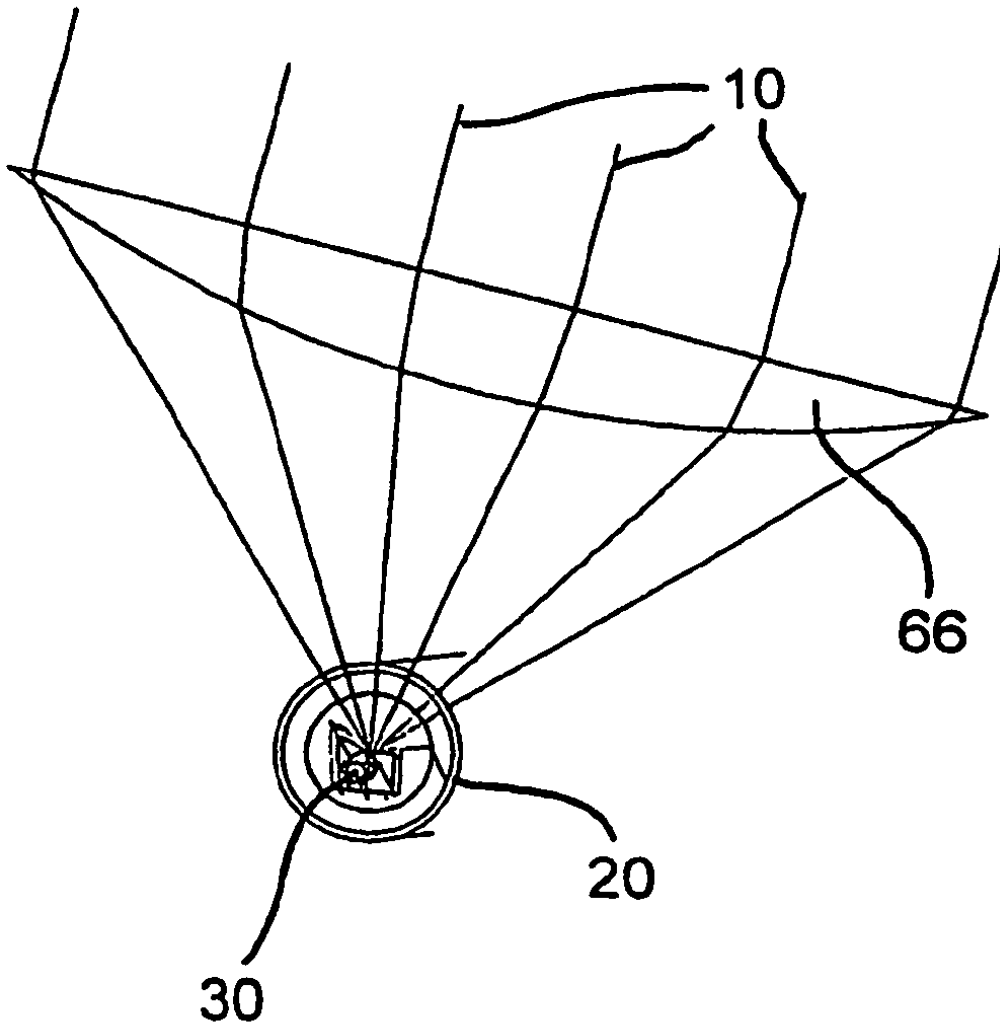


Fig. 3