

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 374 749**

(51) Int. Cl.:

**F24J 2/07** (2006.01)

**F24J 2/38** (2006.01)

**F24J 2/40** (2006.01)

**G01J 1/42** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **08015495 .8**

(96) Fecha de presentación: **03.09.2008**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2161516**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2010**

(54) Título: **INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.02.2012**

(73) Titular/es:  
**Novatec Solar GmbH**  
**Herrenstrasse 30**  
**76133 Karlsruhe, DE**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.02.2012**

(72) Inventor/es:  
**Selig, Martin y**  
**Mertins, Max**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 374 749 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****Instalación de energía solar térmica**

La presente invención se refiere a una instalación de energía solar térmica con una multiplicidad de reflectores que reflejan la luz solar incidente sobre un receptor montado de manera elevada, presentando el receptor un tubo receptor

5 recubierto por un revestimiento del receptor y estando dispuesto sobre el revestimiento del receptor un robot de medición para la medición de la distribución de la radiancia de la luz solar reflejada por los reflectores en la zona del tubo receptor.

Una instalación de energía solar térmica semejante ya se conoce previamente del documento DE 102 38 202 A1. Allí está previsto un robot de medición que se puede desplazar para la medición de la distribución de la radiancia en la 10 zona del tubo receptor con la ayuda de un carro sobre un vástago de soporte que discurre en paralelo al tubo receptor.

Además, la presente invención se refiere a una instalación de energía solar térmica con una multiplicidad de reflectores que reflejan la luz incidente sobre un receptor montado de forma elevada, presentando los reflectores respectivamente un reflector primario para la reflexión de la luz incidente sobre el receptor.

15 Una instalación de energía solar térmica semejante se conoce del documento DE 10 2006 058 995 A1. En este caso está previsto un seguimiento del sol por los reflectores individuales mediante un vástago de empuje, a fin de garantizar una orientación correcta de los reflectores individuales.

Una instalación de energía solar térmica se compone esencialmente de una serie de reflectores así como un tubo 20 receptor. Los reflectores están orientados a la luz solar incidente, de forma que ésta se refleja por los reflectores y se concentra sobre el receptor. El receptor es un tubo que está rodeado por una carcasa transparente en su lado dirigido hacia los reflectores. En el tubo se conduce un medio que se calienta por la luz solar focalizada sobre el tubo. Debido a las temperaturas así originadas se puede obtener energía con la ayuda de una disposición semejante. Dado que se

25 utilizan toda una serie de reflectores, los cuales concentran la luz solar incidente sobre el receptor, es necesario que estos reflectores siempre estén orientados directamente hacia el tubo receptor. En particular, ya que para mejorar la eficiencia los reflectores deben seguir la trayectoria del sol, se necesita un ajuste exacto y condiciones ópticas lo más ideales posibles para una eficiencia lo mayor posible de una instalación semejante.

En particular es problemático si, por orientación inexacta o por seguimiento inexacto, los reflectores individuales no están ajustados de forma óptima o si el receptor se puede ensuciar y por ello no se puede conseguir una transmisión óptima de la energía de la luz. En la zona del receptor, que presenta entre otras cosas un revestimiento que está azogado igualmente en el lado interior de forma que la luz conducida por delante del tubo receptor se focaliza sobre el tubo receptor, es importante esencialmente por un lado la limpieza del este espejo, pero por otro lado también la

30 limpieza del cristal que encierra el tubo receptor en el revestimiento, a través del que incide la luz de los reflectores sobre el tubo receptor.

En este contexto se conoce fijar un robot de medición en un bastidor a un receptor, de forma que éste se pueda desplazar sobre el bastidor a lo largo del receptor y así pueda medir en función del lugar la radiación de energía solar a 35 través de los reflectores primarios. No obstante, en este caso es problemático que el robot de medición en cuestión sólo se pueda utilizar sobre un receptor.

Por ello la presente invención tiene el objetivo de crear una instalación de energía solar térmica que garantice un rendimiento elevado y venza por lo demás las desventajas del estado de la técnica.

40 Esto se logra mediante una instalación de energía solar térmica según las características de la reivindicación principal, así como la reivindicación 6 subordinada. Otras configuraciones razonables de la instalación de energía solar térmica se pueden deducir de las reivindicaciones correspondientes.

Según la invención una instalación de energía solar térmica presenta un robot de medición que se puede disponer a lo 45 largo del tubo receptor, de forma que puede medir la radiación dirigida hacia el tubo receptor. Un robot de medición semejante está asociado al revestimiento del receptor sobre el que puede estar dispuesto el robot de medición, sin impedir en este caso la propia trayectoria de la radiación hacia el tubo receptor. En particular el robot de medición es apropiado para detectar la radiación conducida directamente por delante del tubo receptor o de todo el receptor y determinar con ello si y cuales de los reflectores están ajustados posiblemente de forma incorrecta. Igualmente un robot de medición correspondiente se puede utilizar para realizar un primer ajuste de una instalación de energía solar térmica recién instalada.

50 El robot de medición correspondiente se puede desplazar durante el funcionamiento sobre el revestimiento del receptor en su extensión longitudinal ya que el robot de medición está equipado de un dispositivo de traslación. Habitualmente el revestimiento del receptor tiene una forma poligonal de tal manera que se crea una superficie de marcha definida para el robot de medición. Con la ayuda de retenciones y elementos de guiado laterales, el robot de medición se puede

disponer sobre un receptor de forma que éste se puede desplazar sin más sobre él. A este respecto es razonable en particular que el robot de medición esté conformado de tal manera que envuelva ampliamente en arrastre de forma el receptor, de forma que se evite una caída del robot de medición o que ruede por el receptor. De este modo se garantiza que el robot de medición pueda procesar sin más uno tras otro varios receptores.

- 5 Un robot de medición semejante presenta en particular al menos un brazo de medición que está dotado de células fotoeléctricas. Debido a la actuación de estas células fotoeléctricas individuales en el brazo de medición, el robot de medición puede determinar cuánto se desvía un reflector del receptor como objetivo de la radiación solar reflejada. Mediante una distribución lineal de las células fotoeléctricas sobre el brazo de medición se puede establecer una distribución medida *in situ* de la radiación incidente sobre el receptor.
- 10 En otra configuración el brazo de medición está articulado de forma pivotable en el robot de medición, de forma que se puede realizar una determinación más exacta de los rayos o haces de rayos conducidos por delante del receptor. Además, de este modo y manera el brazo de medición se puede poner en caso de necesidad sobre el robot de medición, a fin de poder transportarlo después del uso en una forma de transporte compacta. En tanto que el robot de medición presenta brazos de medición pivotables, se puede detectar la posición de pivotación para el robot de medición de forma que ésta se puede tener en cuenta en un cálculo de la distribución de la radiancia alrededor del receptor. Para realizar una medición simultánea de los reflectores dispuestos a ambos lados del receptor, es posible sin más asociar al robot de medición los brazos de medición a ambos lados.

No obstante, en este contexto también es posible pivotar al menos un brazo de pivotación bajo el receptor de forma que se puede medir no la radiación conducida por delante del receptor, sino la radiación que incide sobre el receptor.

- 20 Complementariamente o alternativamente se puede utilizar otro robot de medición sobre los reflectores primarios de los reflectores que esté dotado de un sensor de inclinación. Este robot de medición detecta la inclinación del reflector en función del lugar correspondiente, preferentemente con la ayuda de al menos un sensor de inclinación. Por una comparación del valor teórico – valor real se puede determinar entonces la desviación y se puede mejorar la orientación. Esto permite realizar mediciones de la orientación cubriendo la superficie, realizadas hasta ahora sólo por muestreo al azar, y simplifica así el procedimiento de ajuste durante el montaje de una instalación de energía solar térmica y su exactitud.
- 25

Mediante el uso de un dispositivo de traslación apropiado, preferentemente compuesto de una pluralidad de ruedas de superficie para el apoyo del robot de medición sobre el reflector y una pluralidad de ruedas de borde para el guiado lateral, el robot de medición se puede desplazar ampliamente automáticamente sobre los reflectores y mediante esta forma constructiva sólo formulada pasar también sin más de un reflector al siguiente reflector adyacente en la dirección longitudinal.

A este respecto también se puede realizar una adaptación de la forma del robot de medición al reflector primario, de forma que también es posible un desplazamiento dado el caso automático del robot de medición a lo largo de éste.

Al robot de medición también se le pueden asociar a este respecto igualmente medios para el ajuste del reflector primario correspondiente, con los que se puede realizar un ajuste de precisión del mismo con vistas a la inclinación, dado el acaso también por secciones.

Por ello es posible prever un robot de medición que se pueda utilizar tanto sobre el receptor como también sobre el reflector y que presente uno o varios dispositivos de traslación apropiados para ello. En este caso un robot de medición semejante dispone tanto de brazos de pivotación con células fotoeléctricas, como también de sensores de inclinación. Esto permite un ajuste completo de la instalación de energía solar térmica sólo con un único robot de medición.

Para crear un sistema que funcione lo más automáticamente posible es razonable que el robot de medición se controle de forma remota, siendo en particular razonable que el robot de medición siga durante la ejecución de sus mediciones una programación que pueda procesar un receptor tras otro un reflector primario tras otro de forma automática. En este caso es en particular razonable si el robot de medición se puede controlar de forma remota desde un ordenador central o por medios electrónicos correspondientes, realizándose el control remoto muy ventajosamente de forma inalámbrica, así en particular por radio. También se realiza una transmisión de los valores medidos al ordenador central por radio.

Un segundo aspecto que también se puede utilizar sin más y por separado de los robots de medición para la mejora de la eficiencia de una instalación de energía solar térmica es la adición de una ventilación y expulsión de aire controlada que se realiza a través de un ventilador separado. Para garantizar la limpieza del receptor, el tubo receptor está alojado habitualmente en la zona donde los reflectores conducen la luz solar sobre el tubo receptor, en una cavidad formada por el revestimiento del receptor y que está cerrada en el lado del reflector por un cristal. De este modo se garantiza que el reflector secundario alojado igualmente en el receptor y el tubo receptor no acumulan polvo y no se menoscaban sus propiedades ópticas. Además, el cristal que cierra la cavidad habitualmente hacia abajo se protege de esta manera igualmente en cierto modo del ensuciamiento. Así se comporta de forma que la cavidad formada de esta manera en el

receptor está llena de una mezcla de gases, por ejemplo con aire, y por ello durante un calentamiento del receptor se calienta y dilata igualmente. Después de que esta mezcla de gases es habitualmente aire, tendrá lugar así una expulsión de aire del receptor en el calentamiento, mientras que se realiza una afluencia de aire durante el enfriamiento. No obstante, el aire que afluye puede introducir polvo en la cavidad del receptor, que luego sólo se puede

- 5 retirar de allí con muchas dificultades y con el tiempo ensucia el cristal, el tubo receptor y el reflector secundario. Por ello según la invención está previsto ventilar y expulsar aire de la cavidad a través de un tubo de ventilación, asociándose al tubo de ventilación un filtro de aire, preferentemente un filtro para polvo fino. De esta manera el polvo no puede penetrar en el interior de la cavidad y ensuciar el cristal o el tubo receptor.

- 10 En una variante razonable al tubo de ventilación también se le puede asociar un ventilador que controle el flujo de aire para la ventilación y expulsión de aire.

A continuación se explica más en detalle la invención descrita anteriormente mediante un ejemplo de realización.

Muestran:

Fig. 1 una instalación de energía solar térmica en un representación esquemática que corta transversalmente el receptor y los reflectores,

- 15 Fig. 2 un robot de medición dispuesto sobre el receptor en una representación en sección transversal,

Fig. 3 el receptor en una representación en detalle con un ventilador con filtro para polvo fino, así como

Fig. 4 un reflector con un robot de medición dispuesto en una representación en perspectiva inclinadamente desde arriba.

La figura 1 muestra una instalación de energía solar térmica 10 que presenta esencialmente una serie de reflectores 11

- 20 así como un receptor 20. El receptor 20 está dispuesto de manera elevada por encima de los reflectores 11. La luz solar 12 incidente se concentra por los reflectores 11 y se dirige hacia el receptor 20. La luz solar 13 reflejada que alcanza el receptor 20 calienta un tubo receptor 22 conducido en el interior del receptor 20 en el que se conduce un medio por cuyo calentamiento se puede generar energía en el sistema. A fin de garantizar que los reflectores 11 estén orientados exactamente sobre el receptor 20, a la instalación de energía solar térmica 10 se le puede asociar un robot 25 de medición 30 que verifica la orientación de los reflectores 11 seguidores de forma automática y dado el caso puede optimizar la orientación gracias a sus valores medidos.

La figura 2 muestra un robot de medición 30 semejante que está dispuesto sobre un receptor 20. El robot de medición 30 presenta para ello una entalladura 35 que está adaptada a la forma del receptor 20. Mediante un dispositivo de traslación 34, que está asociado al robot de medición 30 para que se pueda conducir sobre el receptor 20 a lo largo de

- 30 su extensión longitudinal, se mantiene una distancia consabida entre el robot de medición 30 y el receptor 20. El robot de medición 30 presenta en ambos lados respectivamente un brazo de medición 31 que está dispuesto de forma pivotable en el robot de medición 30 a través de una articulación 32. Debido a la articulación 32 el brazo de medición 31 se puede llevar a diferentes posiciones angulares respecto al robot de medición 30, de forma que se puede detectar la radiación conducida por delante del receptor 20, la cual se refleja por los reflectores 11, y se puede medir con vistas

- 35 a la distribución de la radiancia. Alternativamente el brazo de medición 31 se puede pivotar también entre los reflectores 11 y el receptor 20 para detectar no la radiación conducida por delante, sino la que incide sobre el receptor 20. Debido a la radiación conducida por delante del receptor 20 se pueden encontrar y subsanar fallos de ajuste de los reflectores 11. De esta manera se puede mejorar la eficiencia de toda la disposición. Un brazo de medición 31

- 40 semejante está dispuesto en ambos lados del robot de medición 30, de forma que al mismo tiempo se puede realizar una medición de los reflectores 11 en ambos lados del receptor 20. Para conseguir una forma constructiva lo más compacta posible para el transporte del robot de medición 30 tras quitarlo del receptor 20, el brazo de medición 31 se puede fijar respectivamente con una sujeción 33 en los lados del robot de medición 30. Si el robot de medición 30 se dispone sobre un receptor 20, así el robot de medición 30 se puede desplazar con la ayuda del dispositivo de traslación 34 sobre el revestimiento del receptor 21. Esto se puede realizar a través de un control remoto, a lo cual el robot de medición 30

- 45 presenta una antena 36, no obstante, igualmente es posible dotar al robot de medición 30 de una programación de forma que éste toma las mediciones de forma completamente automática en un receptor 20. La transmisión de datos se realiza en este caso entre el robot de medición 30 y un ordenador central dispuesto de forma centralizada y se realiza por radio a través de la antena 36.

La figura 3 muestra otra posibilidad de aumentar la eficiencia de una instalación de energía solar térmica 1. Para ello

- 50 está previsto cerrar completamente la cavidad formada entre el revestimiento del receptor 21 y una placa de cristal que cierra en el lado inferior el revestimiento del receptor 21 de forma que no pueda penetrar el polvo. No obstante, la cavidad llena por ello de aire se calienta por la radiación solar que se conduce con la ayuda de los reflectores hacia el tubo receptor 22 que discurre en el interior de la cavidad. El aire se dilata por el calentamiento y se escapa a través de aberturas de expulsión de aire previstas correspondientemente. Durante el enfriamiento del tubo receptor 22 y por

consiguiente también del aire dentro de la cavidad se aspira de nuevo el aire que, no obstante, puede llevar partículas de polvo al interior del receptor 20. Para ello a la cavidad se le asocia un tubo de ventilación 41 y un ventilador en conexión con un filtro para polvo fino no mostrado en detalle, de forma que por un lado se puede regular de forma exacta la afluencia con la ayuda del ventilador, por otro lado el aire que afluye a la cavidad se puede liberar de polvo.

- 5 De este modo se garantiza que el receptor 20, en particular la placa de cristal que cierra hacia abajo el receptor 20, no se ensucia por el polvo aspirado.

Durante la medición en el receptor se establece si la luz lanzada por los reflectores sobre el receptor alcanza el receptor, y de que magnitud es la radiancia correspondiente a lo largo del receptor y su entorno inmediato. No obstante, para una incidencia precisa de la luz reflejada sobre el receptor también debe corresponder la inclinación del reflector con las especificaciones. Según la figura 4 un robot de medición 50 está dispuesto en este caso sobre un reflector 11 y está dotado de un sensor de inclinación, de forma que el robot de medición 50 puede determinar la inclinación del mismo en cualquier punto del reflector 11 a lo largo de su extensión longitudinal. Al mismo tiempo compara los valores medidos con la inclinación predeterminada en el punto correspondiente y con la ayuda de medios de ajuste apropiados puede adaptar la inclinación del reflector 11 en la posición correspondiente. En este caso se tiene

- 10 en cuenta igualmente el tiempo actual ya que los reflectores 11 se reajustan conforme al estado del sol y por consiguiente son necesarios diferentes grados de inclinación en diferentes momentos. Debido al dispositivo de traslación 52 también previsto aquí, el cual con la ayuda de las ruedas de borde 54 y las ruedas de superficie 53 predetermina una posición definida y una dirección de marcha, el robot de medición 50 se puede desplazar sobre el reflector 11. Esta forma constructiva sólo posada permite además que se puedan recorrer de forma continua los reflectores adyacentes en la dirección longitudinal franqueando una distancia, ya que no está prevista una fijación en

- 15 un reflector 11 determinado por medidas constructivas correspondientes, como carriles de guiado, etc.
- 20

Por consiguiente anteriormente se describe una instalación de energía solar térmica que se hace esencialmente más eficiente dado que se puede realizar un ajuste de la instalación por un robot de medición, el cual puede medir la radiación solar conducida por delante del receptor y/o la inclinación de los reflectores y mediante una comparación con los valores teóricos correspondientes permite un ajuste mejor y más exacto de los reflectores con un gasto claramente reducido. Además, es posible una mejora de la eficiencia porque con la ayuda de una instalación de ventilación apoyada por filtros se evita una acumulación de polvo del receptor.

#### Lista de referencias

- |    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| 10 | Instalación de energía solar térmica |
| 30 | 11 Reflector                         |
| 12 | Luz solar incidente                  |
| 13 | Luz solar reflejada                  |
| 20 | 20 Receptor                          |
| 21 | 21 Revestimiento del receptor        |
| 35 | 22 Tubo receptor                     |
| 30 | 30 Robot de medición                 |
| 31 | 31 Brazo de medición                 |
| 32 | 32 Articulación                      |
| 33 | 33 Sujeción                          |
| 40 | 34 Dispositivo de traslación         |
| 35 | 35 Entalladura                       |
| 36 | 36 Antena                            |
| 40 | 40 Pieza de conexión del ventilador  |
| 41 | 41 Tubo de ventilación               |
| 45 | 42 Ventilador                        |
| 50 | 50 Robot de medición                 |

# ES 2 374 749 T3

- 51 Reflector primario
- 52 Dispositivo de traslación
- 53 Ruedas de superficie
- 54 Ruedas de borde

5

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Instalación de energía solar térmica con una multiplicidad de reflectores (11) que reflejan la luz solar (12) incidente sobre un receptor (20) montado de manera elevada, en la que el receptor (20) presenta un tubo receptor (22) recubierto por un revestimiento del receptor (21) y sobre el revestimiento del receptor (21) está dispuesto un robot de medición (30) para la medición de la distribución de la radiancia de la luz solar (13) reflejada por los reflectores (11) en la zona del tubo receptor (22), caracterizada porque el robot de medición (30) presenta un dispositivo de traslación (34) con el que esta sobrepuesto sobre el revestimiento del receptor (21), pudiéndose desplazar el robot de medición (30) en la dirección longitudinal del revestimiento del receptor (21) mediante el dispositivo de traslación (34).
- 5 2.- Instalación de energía solar térmica según la reivindicación 1, caracterizada porque al robot de medición (30) está asociado al menos un brazo de medición (31) que presenta células fotoeléctricas para la resolución local de la distribución de la radiancia.
- 10 3.- Instalación de energía solar térmica según la reivindicación 2, caracterizada porque el brazo de medición (31) está articulado de forma pivotable al robot de medición (30) y se puede detectar la posición de pivotación por el robot de medición (30).
- 15 4.- Instalación de energía solar térmica según la reivindicación 3, caracterizada porque el brazo de medición (31) se puede pivotar a una posición entre el receptor (20) y los reflectores (11).
- 5.- Instalación de energía solar térmica según la reivindicación 2 a 4, caracterizada porque al robot de medición (30) está asociado respectivamente al menos un brazo de medición (31) en ambos lados.
- 20 6.- Instalación de energía solar térmica con una multiplicidad de reflectores (11) que reflejan la luz solar (12) incidente sobre un receptor (20) montado de manera elevada, en la que los reflectores (11) presentan respectivamente un reflector primario (51) para la reflexión de la luz incidente sobre el receptor (20), caracterizada porque sobre el reflector primario (51) está dispuesto un robot de medición (50) para la detección de la inclinación del reflector (11), el cual se puede desplazar mediante un dispositivo de traslación (52) sobre los reflectores (11).
- 25 7.- Instalación de energía solar térmica según la reivindicación 6, caracterizada porque el dispositivo de traslación (52) está formado por respectivamente una pluralidad de ruedas de superficie (53) para el apoyo del robot de medición (50) sobre el reflector primario (51) y ruedas de borde (54) para el guiado lateral del robot de medición (50) en la dirección longitudinal del reflector (11).
- 8.- Instalación de energía solar térmica según la reivindicación 6 ó 7, caracterizada porque el robot de medición (50) presenta un sensor de inclinación para la determinación de la inclinación del reflector primario (51).
- 30 9.- Instalación de energía solar térmica según la reivindicación 8, caracterizada porque el robot de medición (50) presenta medios para el ajuste, dado el caso por secciones, del reflector primario con respecto a su inclinación.
- 10.- Instalación de energía solar térmica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el robot de medición (30, 50) envuelve al menos parcialmente el revestimiento del receptor (21) o el reflector primario en arrastre de forma.
- 35 11.- Instalación de energía solar térmica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el robot de medición (30, 50) se puede desplazar por control remoto.
- 12.- Instalación de energía solar térmica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el robot de medición (30, 50) se puede programar para la realización automática de series de mediciones.
- 40 13.- Instalación de energía solar térmica según la reivindicación 11 ó 12, caracterizada porque se realiza una transmisión de datos entre el robot de medición (30, 50) y un ordenador central para la adquisición de datos y dado el caso el control remoto del robot de medición, el robot de medición preferentemente de forma inalámbrica.
- 14.- Instalación de energía solar térmica según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizada porque al robot de medición (30, 50) está asociado una fuente de tensión autárquica, preferentemente un acumulador.
- 45 15.- Instalación de energía solar térmica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el robot de medición (30, 50) presenta medios para la detección del desplazamiento longitudinal relativo sobre el revestimiento del receptor (21) o el reflector primario (51).

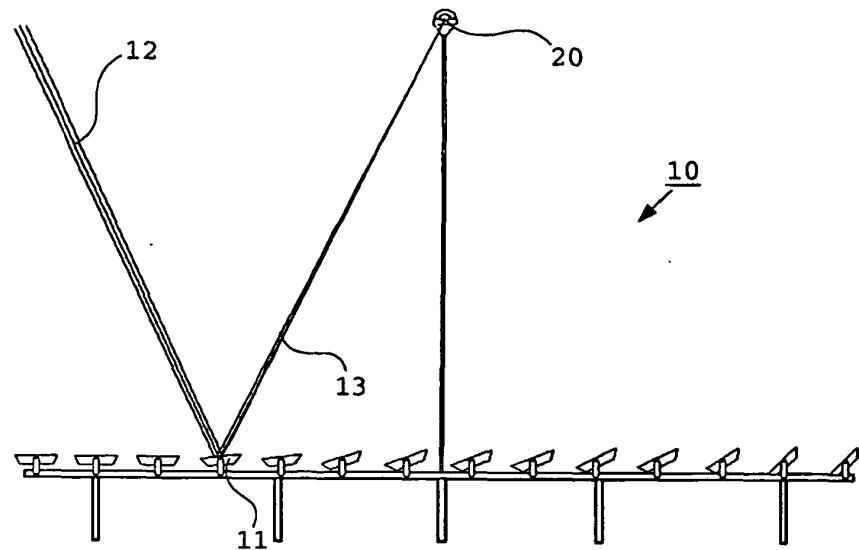


Fig. 1

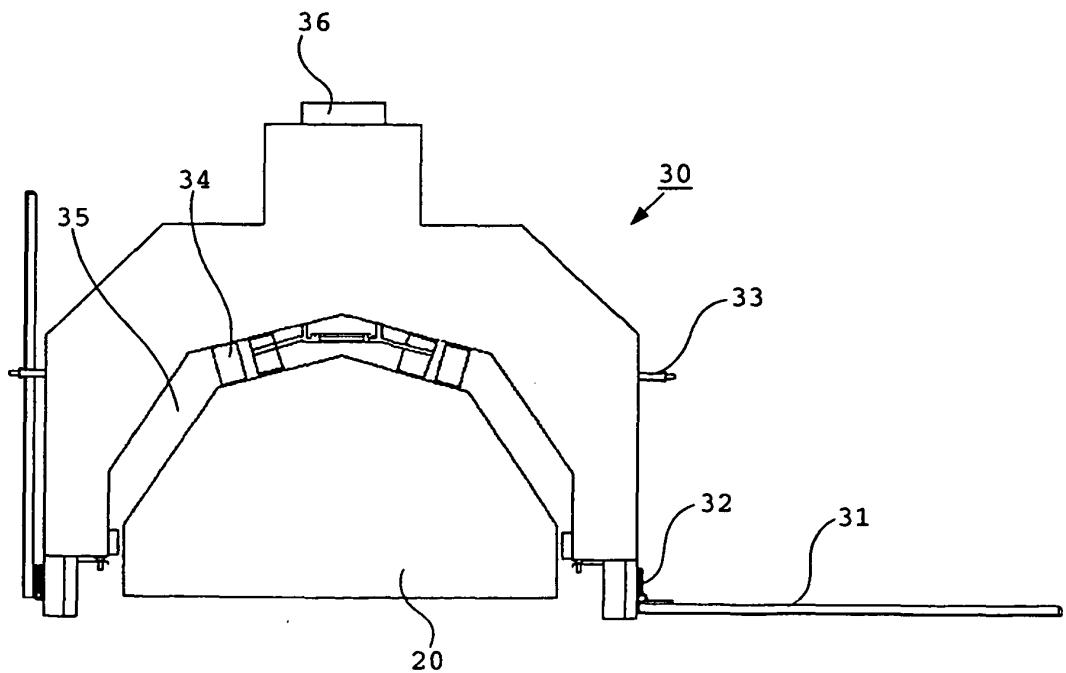


Fig. 2

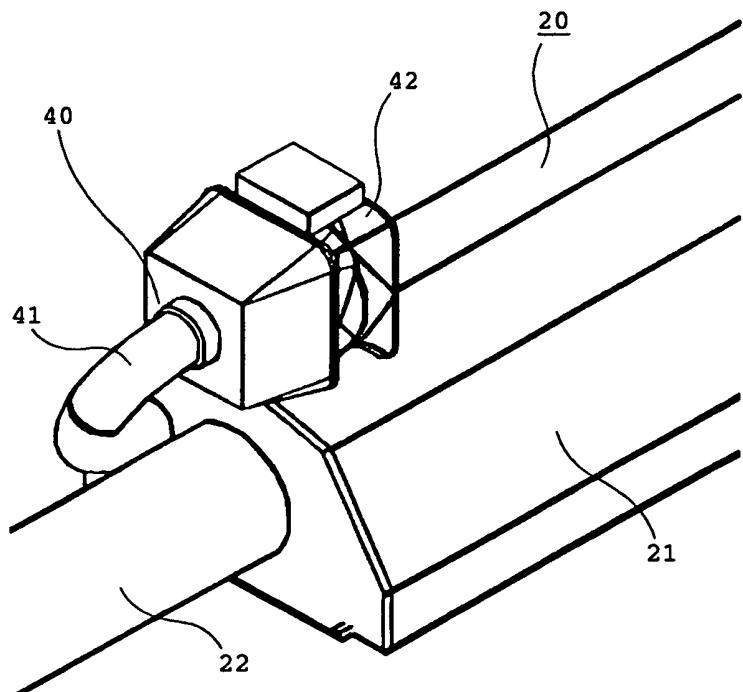


Fig. 3

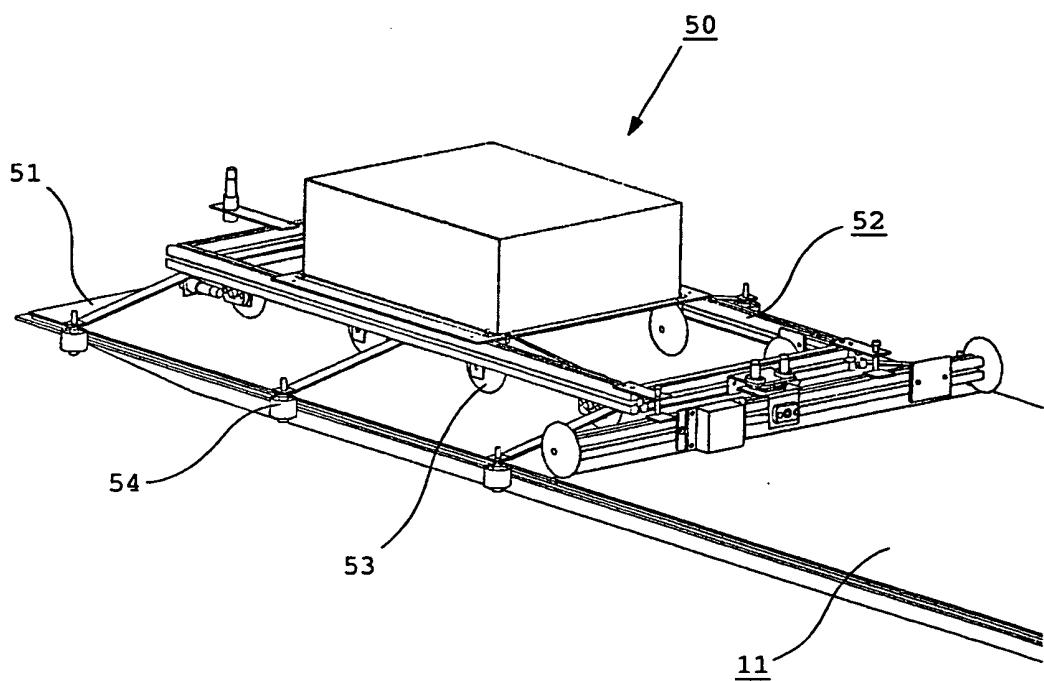


Fig. 4