

16 OCT. 1975

P.- 61.284

Docket
YO 9-74-020

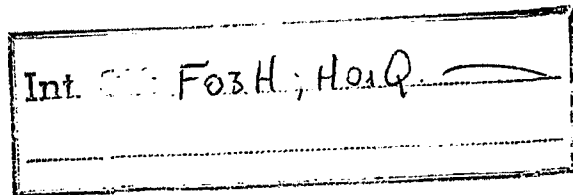
441836

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad norteamericana



establecida en Armonk, Nueva York 10504, Estados Unidos de
América

por: "DISPOSITIVO CONVERTIDOR DE ENERGIA FOTONICA"

1-2 DIC. 1976

CONCEDIDA

9.10.75

- 1 -

**POOR
QUALITY**

ANTECEDENTES DEL INVENTO

La conversión de luz solar incidente en energía térmica ha despertado recientemente gran interés. Como la ley de Kirchoff relaciona la capacidad de absorción con la emisividad, la mayor parte de los intentos para mejorar la absorción solar ha supuesto el desarrollo de materiales con elevada capacidad de absorción en las longitudes de ondas solares (espectro visible, principalmente) y baja emisividad en las temperaturas del funcionamiento del sistema (próximas a la radiación infrarroja del cuerpo negro para una temperatura de funcionamiento de 550°C que es típica de la presión de vapor utilizada en los generadores turbo-eléctricos).

Los dispositivos fabricados que utilizan este concepto son estructuras de capas múltiples, denominadas pilas o apilamientos de interferencia o pilas absorbedoras de masa. Véase "Physics Looks at Solar Energy" por A.B.Meinel y colaboradores, que aparece en Physics Today, febrero de 1972, pág. 44-50. Estos apilamientos crean una superficie selectiva que es negra para longitudes de onda más cortas de 1,3 micras y especular para longitudes de ondas más largas. De este modo, los apilamientos sirven para crear una superficie

con una doble función, a saber, una elevada capacidad de absorción sobre la banda de emisión solar y una baja emisividad sobre el margen de emisión del cuerpo negro y así son adecuados en sí mismos para ser utilizados como
5 convertidores eficaces de energía térmica en depósitos de calor. Estos dispositivos tienen problemas de estabilidad a temperaturas moderadas, tales como 550° C, y exigen tolerancias de espesor del orden de sub-micras sobre las amplias áreas necesarias para la conversión solar.
10 Se conoce tanpoco acerca de la interacción y difusión de las películas delgadas, que la estabilidad de la película ha sido el mayor obstáculo en el funcionamiento de estos dispositivos.

El presente invento convierte la energía de
15 los fotones en calor utilizando una superficie absorbedora que es un laberinto geométrico, cuya microestructura es similar en geometría a una superficie acústica anecoica. La superficie absorbedora de fotones ópticos consiste en una densa selva de agujas alineadas de dimensiones
20 del orden de longitudes de ondas visibles con una separación entre tales agujas del orden de varias longitudes de onda de luz visible. Se cree que tal superficie absorbe con una elevada eficacia debido a las múltiples reflexiones que tienen lugar, cuando los fotones incidentes
25 penetran en el laberinto de agujas de manera similar a

aquella en que tiene lugar la absorción en una cámara anecoica a causa de las múltiples reflexiones de sonido. Para un cono incidente estrecho que rodea la dirección de las agujas, el laberinto tiene una capacidad de absorción de aproximadamente 1. Sin embargo, solamente una pequeña parte de la emisividad semiesférica está concentrada en este cono estrecho. Así haciendo las agujas del dispositivo convertidor de energía solar de un metal de baja emisividad, por ejemplo tungsteno, la emisividad semiesférica integrada total del dispositivo es considerablemente menor que uno.

Consiguientemente es un objeto principal de este invento hacer un dispositivo de tal manera que el material sea muy absorbente dentro de un estrecho cono de luz incidente pero con una emisividad semiesférica muy baja sobre las longitudes de onda radiantes del cuerpo negro a la temperatura de funcionamiento del dispositivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista esquemática que muestra cómo se fabrica el nuevo dispositivo.

La figura 2 es una ilustración de cómo es el dispositivo de la figura 1 cuando se agranda mediante una amplificación adecuada.

La figura 3 es una vista esquemática del carácter de absorción del dispositivo que muestra un cono de elevada absorción cuyo eje vertical es paralelo a los rayos de la radiación incidente y el ángulo del cono es de 15 a 30°.

La figura 4 es un ejemplo esquemático de cómo puede ser utilizado el invento como receptor y acumulador de energía solar.

La figura 5 es una ilustración del efecto de ataque químico sobre los crecimientos dendríticos del dispositivo y es una ilustración fragmentaria de la figura 2.

DESCRIPCION DEL INVENTO

La construcción del dispositivo comienza como se ve en la figura 1, colocando un soporte 2 de grafito o carbón dentro de una cámara 4, manteniéndose el soporte a una temperatura deseada de 450 a 550°C por medio de bobinas de calentamiento 6 que rodean dicha cámara 4 en la proximidad del soporte 2. Antes de la inserción del soporte 2 en la cámara 4, son fijados sustratos 8 en distintos lugares sobre el soporte 2. Se ha visto que son sustratos adecuados 8 los de zafiro (Al_2O_3), acero inoxidable, o tungsteno pulido. El acero inoxidable es un sustrato excepcionalmente bueno. El acero inoxidable

es en primer lugar decapado en HCl para disolver el cromo del acero inoxidable; como alternativa se electrodeposita níquel sobre el acero inoxidable para proporcionar una base sobre la que puedan crecer las dendritas, que se describirán a continuación.

Una vez que los sustratos 8 y su bloque de soporte 2 son insertados en la cámara 4, las bobinas 6 son alimentadas para calentar los sustratos 8 entre 450 a 550°C (los termopares usuales para vigilar la temperatura y los circuitos de reacción para aplicar más o menos intensidad a las bobinas 6 no se han mostrado porque son equipo usual). En este momento se introducen H₂ y WF₆ en la cámara 4 por la abertura de entrada 10. El caudal del exafluoruro de tungsteno (WF₆) es de 100 cm³. normales/minuto y la del H₂ es de 10 a 25 litros/minuto, ambas a presión atmosférica. Los gases WF₆ y H₂ reaccionan en la cámara 4 como $WF_6 + 3 H_2 \rightarrow 6HF + W$, depositándose el tungsteno sobre los sustratos 8 y saliendo los gases H₂ y WF₆ sin utilizar y el gas producto de la reacción HF por la abertura de salida 12. Este procedimiento, denominado con reducción por hidrógeno del exafluoruro de tungsteno, está descrito con mayor detalle en un artículo por A. F. Mayadas, J.J. Cuomo y R. Rosenberg que aparece en las páginas 1742-45 volumen 116, de 1.969 del Journal of the Electrochemical Society.

En un ejemplo de fabricación, el gasto del H_2 fué aproximadamente de 10 litros/minuto y el gasto del WF_6 fué de 0,1 litros/minuto. Después de un período de 15 minutos, el espesor de la película de tungsteno depositado sobre el sustrato 2 osciló desde 125 a 500 micras. La estructura de la película de tungsteno sobre un sustrato de zafiro, cuando se analizó, se encontró que tenía la estructura de cristal (111) W// (0001) α Al_2O_3 y su orientación en el plano de la película de tungsteno fué (110) W// (1120) α Al_2O_3 . La orientación de las dendritas de tungsteno fué gemela y se encontró que tenía lugar de dos modos específicos, uno con una simetría de 6 pliegues y el otro gemelo una simetría de 3 pliegues.

En la figura 2 se ha mostrado el crecimiento dendrítico general del tungsteno depositado por la reducción por hidrógeno del hexafluoruro de tungsteno a presión atmosférica. El crecimiento dió como resultado generalmente una unidad de capas múltiples. El sustrato 8, ya sea zafiro, tungsteno, acero inoxidable o similar, determinó la orientación preferida de las puntas iniciales 14 del tungsteno que crecieron sobre él. Estas puntas iniciales crecieron en los primeros 10 a 15 minutos y tenían alrededor de 2 a 3 micras de altura. Tuvo lugar entonces un crecimiento adicional,

preferentemente sobre las puntas más altas. En general el crecimiento tiene lugar para producir efectivamente una estructura de 3 capas compuestas por un sustrato 8, una selva compuesta por dendritas individuales 14 que tienen aproximadamente 5 micras de alto y una separación de aproximadamente 5 micras de centro a centro, y una selva menos densa de dendritas 16 de tungsteno que tienen aproximadamente de 20 a 40 micras de alto y con sus centros separados unas 40 a 60 micras. Se observa que el 98% de todas las longitudes de onda de fotones entre 0,2 a 40 micras son absorbidas por la estructura dendrítica si tales longitudes de onda entran en la selva dentro de un cono de 5° y el eje vertical de tal cono es paralelo a la dirección del eje de crecimiento dendrítico.

Esta selva de tungsteno dendrítico es particularmente ventajosa como dispositivo de conversión de energía fotónica, debido a que el tungsteno es normalmente un mal absorbedor y un pobre emisor de radiación. Sin embargo, la característica anecoica de las múltiples dendritas 14 y 16 para recoger la radiación entrante hace del laberinto dendrítico un buen absorbedor de tal radiación. Si se observa visualmente la selva dentro de este ángulo de 15 a 30° (véase figura 3), parece un chorro negro. Si se observa la sel-

va de dendritas desde un ángulo mayor de 30° ; la superficie parece grisacea, y progresa a plateada, indicación de que la emisividad óptica de la estructura dendrítica se reduce en gran medida. La figura 3, en efecto, es una vista esquemática que muestra cómo se emplea la nueva estructura para funcionar dentro de las bien conocidas leyes de absorción y emisividad radiantes, a saber, que la emisividad (E_1) en un cono perpendicular a una superficie que es igual a la capacidad de absorción de la radiación (A_1) en ese mismo cono. Idealmente ambas son iguales a 1. La emisividad (E_2) en todos los ángulos fuera del cono es también igual a la capacidad de absorción (A_2) y ambas, idealmente, deben ser muy pequeñas. El eje 18 de la disposición de aguja de la figura 2, es paralelo a los fotones que entran dentro de un cono de 15 a 30° siendo preferido un cono de 5° . Para este cono, la capacidad de absorción y de emisión del dispositivo es sustancialmente la unidad. Se ha demostrado que la emisividad semiesférica, que es la emisividad integrada sobre la semiesfera completa de la superficie es tan pequeña como 0,26.

La figura 4 representa una manera de emplear el invento de un modo práctico. Un recipiente 22 de un líquido que forma un vapor de presión elevada a la temperatura de funcionamiento, tal como agua, está parcial

5 mente rodeado por la unidad 24 hecha para que tenga las características físicas del dispositivo de la figura 2 de los dibujos. Los rayos solares, son reflejados por el espejo 26 sobre el laberinto de dendritas de tungsteno 14 y 16 mostrado en la figura 2 del dispositivo 24 convertidor de radiación en calor.

10 Para que se absorban fotones de frecuencia diferente por el tungsteno dendrítico, puede ser necesario cambiar la relación de altura a anchura de las dendritas individuales 14 y 16. Un medio para conseguir esto, es atacar el dispositivo completo de la figura 2 en una solución de $H_2O_2 + NH_4 OH$. Las anchuras de tales dendritas se atacan más rápidamente que sus alturas, de modo que la disposición modificada de la figura 5 puede ser utilizada más eficazmente para longitudes de onda de radiación mayores que las de la disposición sin atacar de la figura 2. Las líneas de trazo representan la anchura de las dendritas después del ataque.

15 20 Otras características de absorción pueden obtenerse cambiando la densidad de la dendrita y la altura de las dendritas. Esto puede realizarse variando la temperatura de depósito y el caudal del gas en la cámara mostrada en la figura 1.

25 El invento también considera la utilización de un material de revestimiento de baja emisividad sobre las den-

5 dritas 14 y 16. El tungsteno, per se, tiene una emisivi-
dad semiesférica de 0,08, mientras que el oro tiene sola-
mente una emisividad de 0,02 a 550°C. Así un revestimien-
to de oro sobre las dendritas de tungsteno haría caer la
emisividad semiesférica del tungsteno desde 0,08 a 0,02.
10 Eligiendo juiciosamente los revestimientos, pueden conse-
guirse compromisos apropiados por lo que pueden obtenerse
las ventajas de emisividades inferiores. Tal revesti-
miento de emisividad inferior sirve también para pasivar
el tungsteno y retardar su corrosión y oxidación.

15 El dispositivo descrito aquí es particularmen-
te adecuado como convertidor de energía solar porque se
utiliza un único material refractario para hacer el con-
vertidor, de modo que el dispositivo tiene una probabili-
dad muy elevada de permanecer estable cuando realiza su
misión como convertidor de energía.

20 Aunque el invento se ha mostrado y descrito
particularmente con referencia a realizaciones preferi-
das del mismo, se comprenderá por los expertos en la
técnica, que pueden hacerse los anteriores y otros cambios
de forma y detalles en él, sin salir del espíritu y mar-
co del invento.

25 La presente solicitud, que corresponde a la
presentada en Estados Unidos de América, el 18 de Octubre
de 1.974, bajo el N° 515.780, se acoge a los beneficios

del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES

10

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

15

1ª.- Dispositivo convertidor de energía fotónica, caracterizado por un sustrato, una distribución dendrítica de material sobre dicho sustrato, comprendiendo dicha distribución salientes a modo de agujas, alineados efectivamente desde dicho sustrato, siendo la densidad de las agujas y sus dimensiones de altura y anchura individuales del orden de unas pocas longitudes de ondas fotónicas incidentes.

20

25

2ª.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho sustrato puede ser unido a un cuerpo conductor del calor en el que los salientes a modo de agujas se alejan de dicho cuerpo, de modo que sean f_á

cilmente exponibles a la incidencia directa de dicha radiación fotónica.

3ª.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dichas agujas alineadas están compuestas por un material de baja emisividad.

4ª.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dichas agujas están compuestas de un material refractario.

5ª.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho material dendrítico es tungsteno.

6ª.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho sustrato es de zafiro.

7ª.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho sustrato es de tungsteno.

8ª.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho sustrato es de acero inoxidable.

9ª.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicha estructura dendrítica tiene un revestimiento sobre ella, teniendo dicho revestimiento una emisividad considerablemente inferior que dichas agujas alineadas, de modo que se haga descender la emisividad semiesférica de dicha superficie dendrítica.

10ª.- DISPOSITIVO CONVERTIDOR DE ENERGIA FOTONICA.

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

5

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

Madrid 16 OCT. 1975

P.A.

Fernando de Elzaburu
Por Fedatario

FIG. 1

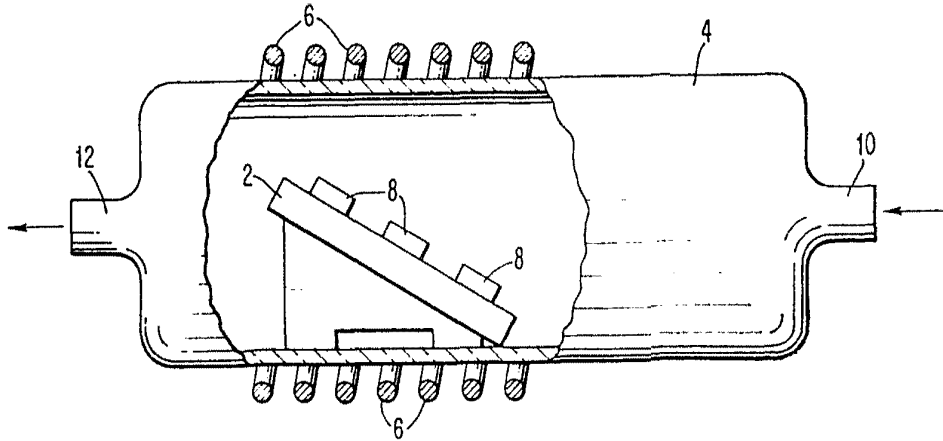
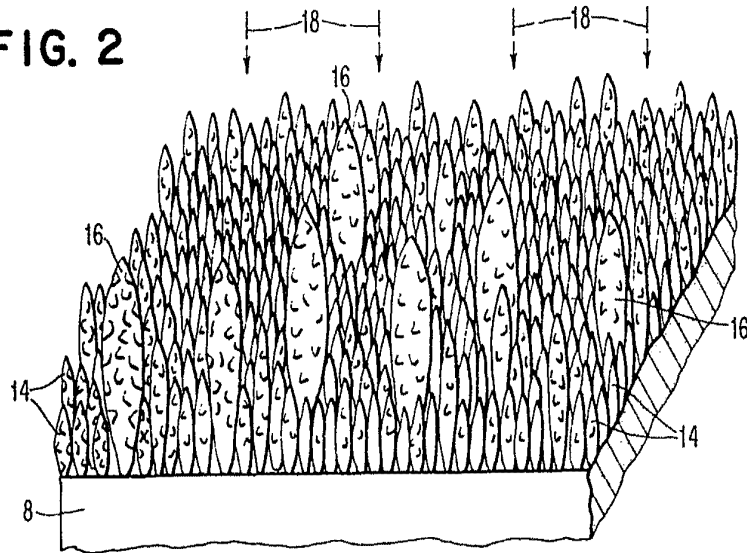


FIG. 2



Fernando de Elaburu
Por Pedor.

FIG. 3

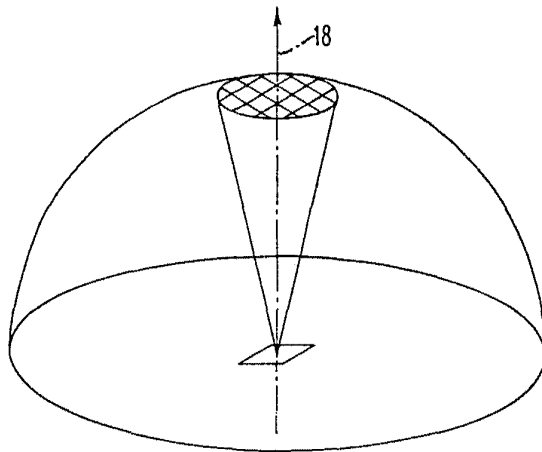


FIG. 4

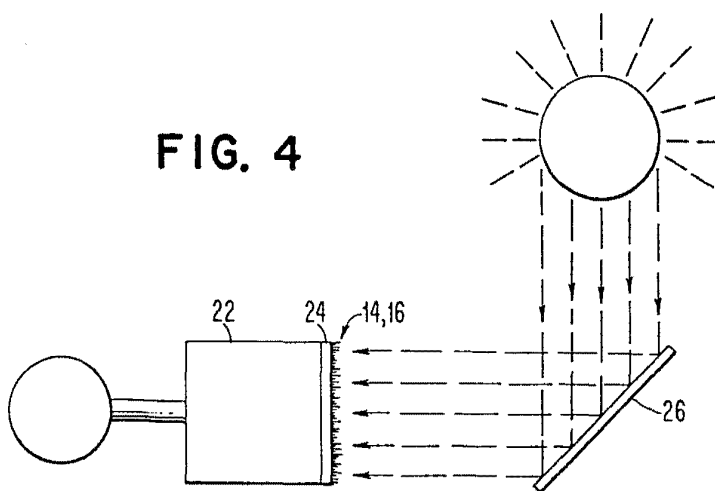
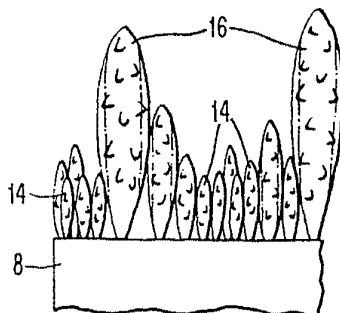


FIG. 5



Art