

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 954**

51 Int. Cl.:

H05B 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2008 PCT/DK2008/000241**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2008 WO09000272**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2008 E 08758250 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2165575**

54 Título: **Un sistema de transmisión de calor basado en radiación electromagnética y una lámina para utilizar en un sistema de transmisión de calor**

30 Prioridad:

27.06.2007 DK 200700924

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

25.04.2017

73 Titular/es:

**APS AF 28/8 (100.0%)
Vestergade 3A
1456 Koebenhavn, DK**

72 Inventor/es:

SCHONING, ANITA

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 609 954 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

Un sistema de transmisión de calor basado en radiación electromagnética y una lámina para utilizar en un sistema de transmisión de calor

5 La invención se relaciona con un sistema de transmisión de calor basado en radiación electromagnética, incluyendo dicho sistema de transmisión de calor una cavidad de horno y una lámina con al menos dos capas.

10 La invención también se relaciona con una lámina para utilizar en un sistema de transmisión de calor.

De la GB 2 425 701 se conoce un horno para dispositivos analíticos.

15 El horno comprende una fuente de energía radiante y un par de reflectores dispuestos para reflejar la energía electromagnética radiante hacia una superficie interna de un inserto. El inserto comprende un cuerpo fabricado a partir de un material de conducción de calor eficiente tal como por ejemplo aluminio o cobre. El inserto comprende una superficie interna y una superficie externa. En una realización el inserto es aluminio, y la superficie interna es anodizada para formar una superficie oscura, preferiblemente negra. La superficie interna está configurada para absorber la energía electromagnética radiante emitida por medio de una fuente radiante y convertirla en calor. El calor es conducido a través de la pared entre la superficie interna y la superficie externa.

20 Es un objeto de la invención proveer un sistema de transmisión de calor con base en la radiación electromagnética y una lámina o recubrimiento, por ejemplo para aplicar un empaque de aluminio o láminas de aluminio para uso principal dentro de la industria alimentaria con el objetivo de obtener superficies que tengan propiedades únicas con respecto al calentamiento rápido por medio de radiación IR/ calor radiante desde las superficies calientes en hornos. Esto significa que la superficie sobre la lámina está hecha de materiales que son capaces en la medida de lo posible de absorber la radiación desde la parte interna de la superficie.

30 Por lo tanto el sistema novedoso de transmisión de calor está configurado de tal forma que la longitud de onda de una superficie de absorción IR esté adaptada a o corresponda con la radiación IR que es emitida desde una fuente de calor, por ejemplo la superficie interna de un horno. Para un horno aplicado con esmalte, el cual está entre el material más frecuentemente utilizado para recubrir cavidades de horno, un recubrimiento se ocupa entonces de que de que emita radiación IR con la más alta intensidad dentro del rango 8,000-10,000 nanómetros. La nueva superficie IR es de este modo capaz de absorber radiación principalmente de la misma longitud de onda si el calentamiento por medio del calor radiante se debe realizar rápida y eficientemente.

35 Dado que el calor radiante constituye una parte considerable de la transferencia de calor y, ya a una temperatura de pared de horno de 200°C, constituye más del 60% y por lo tanto hace una contribución más grande que el calor de convección, es del máximo interés adaptar la superficie de Al sobre el empaque para absorber la radiación IR emitida desde la pared del horno.

40 Si se considera una superficie de Al sin tratar, la contribución desde el calor radiante constituye solo alrededor del 7%.

45 El recubrimiento aplicado puede ser aplicado por medio de tecnología de impresión y consiste de minerales que no son negros, sino que aparecen claros y visualmente se asemejan al aluminio. Los minerales tienen la propiedad de que son seleccionados en particular por su habilidad para absorber la radiación IR en la longitud de onda dada que caracteriza la radiación desde la pared de horno caliente. Por medio de la aplicación del recubrimiento como una capa tipo sándwich, en donde una primera capa está configurada para absorber la radiación IR y una segunda capa está configurada para reflejar la radiación del calor emitido desde el elemento calentado envuelto en la lámina, el calor desde el elemento es reflejado de este modo de vuelta al elemento.

50 La razón para esto se debe encontrar en la denominada reflexión interna entre la capa inferior y la capa superior. Por medio de la combinación optima de los recubrimientos correspondientes con una capa superior que mejora la reflexión interna, de este modo se han medido temperaturas más altas sobre el interior de la lámina que pueden ser obtenidas por medio de superficies negras (cuerpo negro).

55 La necesidad para la producción de productos alimentarios terminados en empaques de aluminio para ser calentados en hornos de radiación y de convección aumenta sin cesar. Las razones para esto es el deseo de gastar menos tiempo cocinando y para ahorrar energía.

60 El empaque de productos alimentarios en láminas de aluminio seguido de un procedimiento de calentamiento en un

horno convencional prolonga el tiempo de preparación debido a las buenas propiedades reflectantes del material de aluminio a la radiación de calor IR. Se ha intentado producir tanto un lado opaco como un lado brillante sobre, por ejemplo, la lámina de aluminio sin haber mejorado de este modo las propiedades de transmisión de calor significativamente. Esto tampoco es sorprendente desde un punto de vista teórico.

5 En cuanto a la transmisión total de calor, el complejo de problemas asociados con el calentamiento de productos alimentarios en empaques resistentes al calor puede ser calculado como la suma de la convección y la radiación de calor IR. La Figura 1 es una gráfica que muestra la transmisión de calor como una función de la temperatura del horno. La figura muestra que en $T_{\text{horno}} = 200^{\circ}\text{C}$ la radiación de calor sobre un elemento negro dominará la transmisión total de calor por alrededor del 66%. Este no es el caso con la radiación de calor sobre una lámina de aluminio. Aquí la radiación de calor constituye solo alrededor del 7% de la transmisión total de calor.

10 De la Figura 1 será evidente que, en $T_{\text{horno}} = 200^{\circ}\text{C}$, la radiación de calor sobre un elemento negro dominará la transmisión total de calor por alrededor del 66%. Este no es el caso con la radiación de calor sobre una lámina de aluminio. Aquí solo alrededor del 7% de la transmisión total de calor se debe a la radiación de calor.

15 Por muchos años, ha sido conocido que el grafito aplicado con una lámina de aluminio es un absorbente extremadamente eficiente de radiación IR, y a lo largo los años se han hecho varios intentos dentro de este campo cumpliendo con el propósito de utilizar esa idea a su favor. De este modo el punto es utilizar el efecto que es conocido desde el cuerpo negro que absorbe radiación IR al 100%.

20 De este modo, la US 4220:134 describe la utilización de "teflón negro sobre una superficie de aluminio para asegurar la absorción de radiación de calor IR". Otra patente US 2006/153952 A1 (Aromabag y Aromafoil hechos de aluminio) también utiliza una superficie negra a su favor para transferir óptimamente calor radiante a una superficie de aluminio. Para productos alimentarios la utilización de superficies negras sobre lámina de aluminio no es particularmente atractiva desde un punto de vista estético, que es probablemente la razón por la cual no se encuentran láminas de este tipo para propósitos domésticos.

25 La presente invención tiene su punto de partida en superficies que no aparecen negras y que no imparten una apariencia a la superficie que pueda ser percibida como antiestética por la industria alimentaria, mientras que al mismo tiempo posee propiedades que sean comparables como el grafito o mejores, por ejemplo una emisividad muy alta (medida de radiación) que esté tan cerca a un cuerpo negro como sea posible, en donde la medida de radiación es $5,768 \text{ W/m}^2\text{K}^4$. La medida de radiación para las superficies esmaltadas que son utilizadas como recubrimiento estándar en cavidades del horno son del rango de $5,3 \text{ W/m}^2\text{K}^4$, mientras que la del aluminio es de $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}^4$. Esta circunstancia también ha sido la razón por la cual, a través de los últimos 60 años, el esmalte ha sido el recubrimiento preferido en cavidades abiertas combinado con la habilidad de que también asegura la superficie de la cavidad del horno contra la corrosión.

30 Además, el recubrimiento sobre la lámina de aluminio no debe tener propiedades tóxicas o peligrosas y también debería ser térmicamente estable hasta 300°C , ser delgada por debajo de 14 micrones y exhibir suficientes propiedades mecánicas en la situación de aplicación. Lo que se busca por medio de esto es la forma usual en la cual se maneja la lámina de aluminio en una situación en uso.

35 Además, el recubrimiento está diseñado de tal manera que las longitudes de onda desde la superficie de emisión de radiación (la pared del horno) y la superficie de absorción de radiación (la lámina) coincidan.

40 Esto significa que el espectro de la longitud de onda de la radiación electromagnética de la una superficie está en sintonía con ese de la otra superficie, a través de la cual la superficie del horno es capaz de transmitir el calor radiante eficientemente a la lámina.

45 La ventaja que se obtiene por medio de esto es que la utilización de un material con un espectro de longitud de onda electromagnética se comprende por ejemplo dentro de la mitad inferior de un intervalo junto con otro material con un espectro de longitud de onda electromagnética que este dentro de por ejemplo la mitad superior del intervalo con el fin de lograr de este modo una superficie sobre la lámina que tenga un espectro de longitud de onda electromagnética que utilice todo este intervalo a su favor.

50 Además, la superficie de la lámina se puede proveer con un recubrimiento superior que reduce la reflexión de radiación de calor IR desde la superficie de aluminio y que al mismo tiempo permite que la radiación IR pase. Las pruebas han mostrado que la utilización de dichos recubrimientos dúplex provee resultados de medición sorprendentes que tienen mejores valores dados que la bien conocida superficie de "negro de carbono" mencionada arriba.

55

ES 2 609 954 T3

Por este medio se obtiene una transmisión de calor distintivamente más eficiente que, en este contexto, permite un tiempo de preparación más corto y/o ahorros de energía dado que la temperatura de cocción puede ser reducida.

5 El objeto de la invención puede ser logrado por medio de un sistema de transmisión de calor basado en radiación electromagnética, cuyo sistema de transmisión de calor comprende una cavidad de horno y una lámina con al menos dos capas, en donde las al menos dos capas de la lámina comprenden una capa de absorción de radiación, en donde el espectro de la longitud de onda de la radiación electromagnética de la capa de absorción de radiación y el espectro de la longitud de onda de la radiación electromagnética de la cavidad del horno están en sintonía la una con la otra.

10 Esto se alcanza teniendo un espectro de longitud de onda electromagnética que sea una combinación del espectro de la longitud de onda electromagnética para cada una de las al menos dos capas de lámina, que provee una reflexión interna entre las dos capas siendo una capa superior y una capa inferior.

15 El objeto de la invención se logra además por medio de una lámina para utilizar en un sistema de transmisión de calor, en donde la lámina comprende al menos dos capas, en donde el espectro de la longitud de onda de radiación electromagnética de la lámina está en sintonía con una fuente de calor, por ejemplo el espectro de la longitud de onda de la radiación electromagnética de un horno.

20 Esto se alcanza teniendo un espectro de la longitud de onda electromagnética que es una combinación del espectro de la longitud de onda electromagnética para cada una de las al menos dos capas de la lámina, que provee una reflexión interna entre las dos capas siendo una capa superior y una capa inferior.

25 De acuerdo con una realización la lámina se provee con una superficie de absorción de radiación que puede ser configurada tanto como una lámina flexible, como una lámina no flexible que está hecha ya sea de metal o de un polímero, papel, cartulina u otros materiales basados en madera.

30 De acuerdo con una realización adicional la lámina tiene una superficie de absorción de radiación con una ductilidad de al menos 5%.

35 Por la presente se logra que la superficie sea flexible, tenga una resistencia y estabilidad a altas temperaturas, lo que permite el calentamiento hasta 300°C por al menos tres horas sin que las propiedades del material se deterioren significativamente.

De acuerdo con una realización adicional, la lámina tiene una superficie de absorción de radiación que puede ser aplicada tanto como una película consistente sobre la superficie como una película parcial.

40 De acuerdo con una realización adicional, la lámina tiene una superficie de absorción de radiación aplicada con un recubrimiento que consiste de una matriz orgánica resistente a la temperatura.

De acuerdo con aún otra realización de la lámina, el recubrimiento se aplica como un recubrimiento dúplex, en donde la capa superior es blanquecina a gris pálido opalescente.

45 De acuerdo con aún otra realización de la lámina, la capa superior es TiO_2 .

50 De acuerdo con aún otra realización, la lámina comprende una superficie de transmisión de radiación que consiste preferiblemente de minerales que son blancos o incoloros con alta emisividad, por ejemplo CaSO_4 , MgCO_3 , SiO_2 o TiO_2 .

De acuerdo con aún otra realización, la superficie de absorción de radiación de la lámina consiste de minerales oscuros.

55 De acuerdo con aún otra realización de la lámina la superficie de absorción de radiación puede ser aplicada por medio de huecograbado, impresión en flexo u otras tecnologías de impresión correspondientes.

De acuerdo con aún otra realización de la lámina, el recubrimiento puede ser aplicado en parte con otro recubrimiento con la visión de proveer una aplicación decorativa.

60 De acuerdo con aún otra realización de la lámina, la superficie de transmisión de radiación puede ser escogida tal que esta reduzca la radiación reflectada desde la capa subyacente, de absorción de radiación.

De acuerdo con aún otra realización de la lámina, la superficie de transmisión de radiación comprende TiO_2 o escamas de aluminio.

5 De acuerdo con aún otra realización de la lámina, la capa de absorción de radiación tiene un espectro de longitud de onda de radiación electromagnética que está dentro del intervalo de 2,500-10,000 nanómetros.

De acuerdo con una realización de la lámina, la capa de absorción de radiación tiene un espectro de longitud de onda de radiación electromagnética que está dentro del intervalo de 8,000–10,000 nanómetros.

10 La Figura 2 muestra el espectro IR dado para cuarzos/esmalte (SiO_2) comparado con el espectro de un cuerpo negro ideal. En la figura se hará evidente que el ajuste es modesto. Para obtener superficies correspondientes tiene que haber correspondencia entre los espectros de longitud de onda de radiación electromagnética tanto para la superficie de la cavidad del horno como para la superficie recubierta de la lámina de aluminio.

15 En el caso de recubrimientos de capa sencilla, se evaluó un gran número de materiales. En la Figura 2, recubrimientos de capa sencilla seleccionados son comparados con “negro de carbono” en un experimento en donde la pared del horno ha sido calentada a 400°C . La temperatura alcanzada en equilibrio es, en el caso de los recubrimientos que tienen un grosor de 6 micrones, medida para ser 216°C sobre “negro de carbono” y de 154°C sobre TiO_2 . Para la comparación, la temperatura fue medida para ser alrededor de 100°C sobre la lámina de aluminio. El efecto de aplicar escamas de Al sobre la lámina de Al se debe a la reflexión interna de los fotones entre la lámina de aluminio y el lado inferior de las escamas inmovilizadas. Es también destacable que un recubrimiento de una superficie de una mezcla de “negro de carbono” y SiO_2 es más eficiente que el “negro de carbono”. Esto muestra que las longitudes de onda son ajustadas en una instancia posterior comparadas con el ejemplo que presenta negro de carbono puro.

20 La Figura 3 muestra un ejemplo de las temperaturas máximas observadas y los tiempos asociados en las pruebas realizadas de las muestras con un recubrimiento de una capa de 6 micrones. La diferencia en el aumento de temperatura entre la lámina con recubrimiento y sin recubrimiento está dada en la tabla. La temperatura elevada para las escamas de Al es notable, pero debido a la reflexión interna de los fotones entre la lámina de aluminio y el lado inferior de las escamas de Al inmovilizadas.

25 Los sistemas dúplex sorpresivamente han mostrado propiedades de transmisión de calor aún más eficientes. La razón para esto se encuentra en la denominada reflexión interna entre la capa inferior y la capa superior. Por medio de combinar óptimamente recubrimientos correspondientes con una capa superior que mejora la reflexión interna, las temperaturas que han sido medidas de este modo que son más altas que esas de capa sencilla de “negro de carbono” sobre lámina de aluminio.

30 Por medio de la utilización de un sistema dúplex con “negro de carbono” como capa inferior y TiO_2 como capa superior, es entonces posible combinar la buena propiedad absorbente del negro de carbono con la apariencia del TiO_2 . Además, la propiedad de absorción de la radiación IR también se mejora dado que la reflexión total interna dentro de la muestra, entre la capa inferior y la capa superior, se mejora debido al alto índice de refracción del TiO_2 .

35 La Figura 4 expone las temperaturas máximas observadas y los tiempos asociados en las pruebas realizadas de las muestras con dos capas. El cambio en la temperatura y el tiempo entre la lámina de aluminio y la muestra y la relación de temperatura de los mismos también aparecerá en la tabla. En la tabla se hace evidente que el “negro de carbono” con y sin SiO_2 en la capa inferior combinado con TiO_2 en la capa superior exhibe las temperaturas más altas, medidas para estar en 232°C que es 124°C más alto que la temperatura de la superficie de la lámina sin tratar.

40 Los experimentos hechos muestran así, véase la Figura 4, que $T_{\text{negro de carbono} - \text{TiO}_2, \text{máx}}$ es más de 16°C más alto que $T_{\text{negro de carbono, máx}}$. Es entonces posible combinar las propiedades de absorción IR del “negro de carbono” con un índice de refracción alto de TiO_2 .

45 La Figura 5 muestra la rata del incremento de temperatura y la máxima temperatura alcanzada de los recubrimientos dúplex seleccionados, con negro de carbono, negro de carbono/ SiO_2 y negro de carbono/ SiO_2 en combinación con TiO_2 como un recubrimiento superior. El conjunto inferior de curvas que consiste de tres curvas muestra el incremento en temperatura para lámina de aluminio no recubierta.

50 En todos los ejemplos dados la superficie está recubierta con la lámina de aluminio por medio de las tecnologías de impresión tales como el huecograbado. El huecograbado permite el depósito conveniente y efectivo en costes del

recubrimiento muy delgado, y la aplicación de capa dúplex es técnica estándar. Por lo tanto, la tecnología de impresión es un método de manufactura altamente interesante que permite la opción de una capacidad de producción muy grande y la aplicación de recubrimientos muy delgados, tan delgados como 6 micrones.

5 Con el fin de que el proceso sea aplicable, se debe hacer tinta de impresión personalizada que contenga pigmentos que tengan propiedades correspondientes con respecto a la longitud de onda desde la superficie de emisión de radiación (la pared del horno) y la superficie de absorción de radiación (la lámina). Además, se debe seleccionar un aglutinante orgánico que sea fácilmente capaz de resistir la temperatura alcanzada; siendo aquí un polímero de acril estireno y nitrocelulosa las opciones obvias.

10 En lo que sigue, se describirán realizaciones de la invención con referencia a los dibujos, en donde
 La Figura 1 es una gráfica que muestra la transmisión de calor como una función de la temperatura del horno. Las gráficas muestran la transmisión de calor por medio de la radiación de calor dividida de acuerdo con las
 15 contribuciones desde la convección libre, la convección de calor sobre el elemento negro y la radiación de calor sobre la lámina de aluminio.

La Figura 2 exhibe el espectro IR para cuarzo/esmalte (SiO_2) comparado con el espectro de un cuerpo negro ideal.

20 La Figura 3 muestra una tabla de temperaturas máximas observadas y los tiempos asociados en pruebas hechas de muestras con una capa de recubrimiento;

La Figura 4 muestra las temperaturas máximas observadas y los tiempos asociados en pruebas hechas con muestras con dos capas;

25 La Figura 5 muestra la rata de incremento de temperatura y la máxima temperatura alcanzada para recubrimientos dúplex seleccionados;

30 La Figura 6 muestra una imagen por microscopio electrónico de un recubrimiento dúplex con una película de "negro de carbono" más próxima a la lámina de aluminio seguida por un recubrimiento TiO_2 como un recubrimiento superior; y

35 La Figura 7 muestra una imagen por microscopio electrónico de un recubrimiento dúplex con un recubrimiento TiO_2 más próximo a la lámina de aluminio seguido por escamas de aluminio como recubrimiento superior.

En un sistema de transmisión de calor de acuerdo con la invención, la superficie de absorción IR puede ser estructurada de tal forma que su longitud de onda sea adaptada a o coincida con la radiación IR emitida desde una fuente de calor, por ejemplo la superficie interna de un horno. De esta manera esto se aplica a un horno aplicado con esmalte, que está entre los materiales más ampliamente utilizados para el recubrimiento de dichas cavidades
 40 de horno, que un recubrimiento se ocupa de que emita o irradie radiación IR en la intensidad más alta, en el rango de 8,000–10,000 nanómetros. En el caso del sistema de transmisión de calor de acuerdo con la invención, la superficie IR es por lo tanto adaptada para absorber principalmente radiación dentro de la misma área de longitud de onda, si el calentamiento por medio del calor radiante se debe realizar rápida y eficientemente. Sin embargo, es posible manufacturar una lámina que absorba calor radiante desde otra área de onda que es en donde el horno
 45 tiene su intensidad de radiación más alta, mientras que aún se logra un calentamiento que es más eficiente que si se hubiera utilizado una lámina de aluminio brillante ordinaria.

Cuando se trata de una lámina de acuerdo con la invención, el recubrimiento aplicado puede, en una realización, ser aplicado por medio de tecnología de impresión y puede consistir de minerales que no son negros, sino que
 50 aparecen claros y se asemejan visualmente al aluminio. Los minerales tienen la propiedad de que estos son seleccionados en particular para ser capaces de absorber la radiación IR dentro de la longitud de onda dada que corresponde con la radiación emitida desde la pared del horno caliente. El recubrimiento también puede ser aplicado como una capa tipo sándwich, en donde una primera capa está configurada para absorber la radiación IR y una segunda capa está configurada para reflejar el calor radiante que es emitido desde un elemento calentado
 55 envuelto en la lámina para el efecto de que el calor desde el elemento sea reflejado de vuelta al elemento.

Los materiales son seleccionados de tal forma que cooperen para permitir la absorción de calor a lo largo de un espectro más amplio que si solo se tratara de una capa.

60 De este modo, el un material puede tener por ejemplo una buena absorción de calor radiante dentro de un espectro desde a-b, otro material desde b-c, y opcionalmente un tercer material desde c-d. De esa manera se logra que un

material cubra buena absorción de calor dentro de un espectro de a-d.

5 En otras palabras, la ventaja se puede hacer efectiva puesto que es posible emplear un material con un espectro de longitud de onda electromagnética que por ejemplo esté dentro de la mitad inferior de un intervalo junto con otro material con un espectro de longitud de onda electromagnética que por ejemplo esté en la mitad superior del intervalo con el fin de, de este modo, lograr una superficie sobre la lámina que tenga un espectro de longitud de onda electromagnética que utilice todo su intervalo.

10 Por medio de proveer la lámina con una capa de escamas de aluminio, se obtiene una denominada reflexión interna entre la capa inferior y la capa superior. Por medio de combinar óptimamente los recubrimientos correspondientes con una capa superior que mejora la reflexión interna, de este modo se han medido temperaturas más altas sobre el lado interno de la lámina en comparación con lo que era obtenible por medio de superficies negras (cuerpo negro).

15 Esto significa que, en caso de que se use la lámina por ejemplo para preparar patatas horneadas, el calor radiante pasará a través de la capa de absorción IR y calentará la patata. Cuando se calienta, ésta emite calor que es después reflejado desde la lámina y de vuelta hacia la patata. El efecto del calor es utilizado de este modo más a favor en comparación con las láminas convencionales.

20 La Figura 1 muestra que, en $T_{\text{horno}} = 200^{\circ}\text{C}$, el calor radiante sobre un cuerpo negro dominará la transmisión total de calor por alrededor del 66%. Este no es el caso para el calor radiante sobre una lámina de aluminio. Aquí solo alrededor del 7% de la transmisión total de calor se debe al calor radiante.

25 Además, la superficie de lámina se puede proveer con un recubrimiento superior que reduce la reflexión del calor radiante IR desde la superficie de aluminio y al mismo tiempo permite que la radiación IR pase. Se ha encontrado que la utilización de tales recubrimientos dúplex en pruebas rinde sorprendentes resultados de medición que han provisto valores mejorados sobre la bien conocida superficie de "negro de carbono" mencionada arriba.

30 Mediante esto, se logra una transmisión de calor marcadamente más eficiente la cual, en este contexto, permite tiempos de cocción más cortos y/o ahorros de energía, dado que la temperatura de cocción puede ser reducida.

35 La Figura 2 muestra el espectro IR exhibido para cuarzo/esmalte (SiO_2) comparado con el espectro de un cuerpo negro ideal. De la figura será evidente que el ajuste es modesto. Para obtener superficies correspondientes debe haber una correspondencia entre el espectro de la longitud de onda de la radiación electromagnética tanto para la superficie de la cavidad del horno como para la superficie recubierta de la lámina de aluminio.

40 En el caso de los recubrimientos de una sola capa, se probó un gran número de materiales. En la Figura 2, se comparan recubrimientos de capa sencilla seleccionados con "negro de carbono" en un experimento en donde la pared del horno fue calentada a 400°C . La temperatura adquirida en equilibrio es, en el caso de los recubrimientos que tienen un grosor de 6 micrones, medida para estar en 216°C sobre "negro de carbono" y 154°C sobre TiO_2 . Para la comparación la temperatura fue medida para estar alrededor de 100°C sobre la lámina de aluminio. El efecto que se deriva de la aplicación de escamas de Al sobre la lámina de Al se debe al intervalo de reflexión de los fotones entre la lámina de aluminio y el lado inferior de las escamas inmovilizadas. De igual manera cabe notar, que un recubrimiento de superficie de una mezcla de "negro de carbono" y SiO_2 es más eficiente que el "negro de carbono". Sin embargo, una vez más la observación es una prueba de las longitudes de onda emparejadas en el último caso comparado con el caso en donde se utilizó negro de carbono puro.

50 La Figura 3 muestra una tabla de temperaturas máximas observadas y los tiempos asociados en pruebas hechas de muestras con un recubrimiento de una capa de 6 micrones. La diferencia en el incremento de temperatura de las pruebas con lámina con recubrimiento y sin recubrimiento está dada en la tabla. La temperatura elevada de las escamas de Al es notable, pero debido a la reflexión interna de los fotones entre la lámina de aluminio y el lado inferior de las escamas de Al inmovilizadas.

55 Sorprendentemente se ha encontrado que los sistemas dúplex poseen propiedades de transmisión de calor aún más eficientes. La razón para esto se encuentra en la denominada reflexión interna entre la capa inferior y la capa superior. Por medio de combinar óptimamente los recubrimientos correspondientes con una capa superior que mejora la reflexión interna, se han medido temperaturas de este modo que son más altas para una capa "negro de carbono" sencilla sobre una lámina de aluminio.

60 Por medio de la utilización de un sistema dúplex con "negro de carbono" como capa inferior y TiO_2 como capa superior, es posible entonces combinar la buena propiedad de absorción del negro de carbono con la apariencia del

TiO₂. Además la propiedad de absorción con respecto a la radiación IR se mejora, dado que la reflexión total interna dentro de la muestra entre la capa inferior y la capa superior se mejora debido al alto índice de refracción de TiO₂.

5 La Figura 4 exhibe las máximas temperaturas observadas y los tiempos asociados en las pruebas hechas con muestras de dos capas. El cambio en la temperatura y el tiempo entre la lámina de aluminio y la muestra y la relación de temperatura de los mismos también aparecerá en la tabla. En la tabla será evidente que el "negro de carbono" con y sin SiO₂ en la capa inferior combinada con TiO₂ en la capa superior exhibe las temperaturas más altas, medidas para estar en 232°C que es 124°C más alta que la temperatura de superficie de la lámina sin tratar.

10 Los experimentos hechos de este modo muestran, véase la Figura 4, que $T_{\text{negro de carbono} - \text{TiO}_2, \text{máx}}$ es más de 16°C más alto que $T_{\text{negro de carbono, máx}}$. Es entonces posible combinar las propiedades de absorción IR del "negro de carbono" con un índice de refracción alto de TiO₂.

15 La Figura 5 muestra la rata del incremento de temperatura y la máxima temperatura alcanzada para los recubrimientos dúplex seleccionados, con negro de carbono, negro de carbono/SiO₂ y negro de carbono/SiO₂ en combinación con TiO₂ como recubrimiento superior. El conjunto inferior de curvas consiste de tres curvas que muestran el incremento en la temperatura para láminas de aluminio sin recubrimiento.

20 La Figura 6 muestra una imagen de microscopio electrónico. La imagen muestra una realización de un recubrimiento dúplex como se describe en el contexto de la figura 4. El recubrimiento consiste, más próximo a la lámina 4 de aluminio, de una película 3 de negro de carbono, seguido por un recubrimiento 2 de TiO₂ como el recubrimiento superior. En la parte superior de la figura, se muestra un componente 1 de moldeado. El recubrimiento fue aplicado por medio de tecnología de impresión. El recubrimiento aparece blanco y exhibe una temperatura en equilibrio de 232°C. Las láminas de este tipo pueden disminuir por ejemplo a la mitad el tiempo de cocción de una patata horneada de tamaño mediano.

25 La Figura 7 muestra una imagen de microscopio electrónico. La imagen muestra otra realización de un recubrimiento dúplex como se describe arriba en el contexto de la Figura 4. Aquí, el recubrimiento consiste de un recubrimiento 2 de TiO₂ más próximo a la lámina 4 de aluminio, seguido por las escamas 5 de aluminio previamente mencionadas como un recubrimiento superior (las escamas de aluminio se muestran en las elipses discontinuas). En la parte superior de la figura, se ve el componente 1 de moldeado. El recubrimiento se aplica por medio de tecnología de impresión. Este recubrimiento alcanza una temperatura de 199°C durante la operación de prueba, mientras que un recubrimiento de TiO₂ puro no alcanza una temperatura por encima de 154°C. Para la comparación la lámina sin tratar no alcanza los 100°C en el mismo tratamiento.

35 En todos los ejemplos dados, la superficie recibe la aplicación de la lámina de aluminio por medio de tecnologías de impresión, tales como huecograbado. El huecograbado permite el depósito conveniente y de coste efectivo del recubrimiento muy delgado, y la aplicación de capa dúplex es técnica estándar. Por lo tanto, la tecnología de impresión es un método de manufactura altamente interesante que permite la opción de una capacidad de producción muy grande y la aplicación de recubrimientos muy delgados, tan delgados como 6 micrones.

40 Con el fin de que el proceso sea aplicable, se debe hacer tinta de impresión personalizada que contenga pigmentos que tengan propiedades correspondientes con respecto a la longitud de onda desde la superficie de emisión de radiación (la pared del horno) y la superficie de absorción de radiación (la lámina). Además, se debe seleccionar un aglutinante orgánico que sea fácilmente capaz de resistir la temperatura alcanzada; siendo aquí un polímero de acril estireno y nitrocelulosa las opciones obvias.

45 De acuerdo con una realización adicional la superficie de absorción de radiación puede tener una apariencia blanquecina a gris pálido opalescente.

50

55

60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de transmisión de calor basado en radiación electromagnética, cuyo sistema de transmisión de calor comprende una cavidad de horno y una lámina con al menos dos capas, caracterizado porque las al menos dos capas (2, 4, 5) de la lámina, tienen un espectro de longitud de onda electromagnética que es una combinación del espectro de longitud de onda electromagnética para cada una de las al menos dos capas (2, 4, 5) de la lámina, proveyendo una reflexión interna entre las dos capas (2, 4, 5) siendo una capa superior (2, 5) y una capa inferior (4).
- 10 2. Una lámina para utilizar en un sistema de transmisión de calor, caracterizada porque la lámina comprende al menos dos capas (2, 4, 5), que tienen un espectro de longitud de onda electromagnética que es una combinación del espectro de la longitud de onda electromagnética para cada una de las al menos dos capas (2, 4, 5) de la lámina, proveyendo una reflexión interna entre las dos capas (2, 4, 5) siendo una capa superior (2, 5) y una capa inferior (4).
- 15 3. Una lámina de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque la lámina se provee con una superficie de absorción de radiación que puede estar configurada tanto como una lámina flexible como una lámina no flexible que puede ser tanto de metal o de un polímero, papel, cartulina u otros materiales que estén basados en madera.
- 20 4. Una lámina de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 2-3, caracterizada porque la superficie de absorción de radiación tiene una ductilidad de al menos 5%.
- 25 5. Una lámina de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 2-4, caracterizada porque la superficie de absorción de radiación puede ser aplicada tanto como una película consistente sobre la superficie como una película parcial.
6. Una lámina de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque la superficie de absorción de radiación se aplica con un recubrimiento que consiste de una matriz orgánica resistente a la temperatura.
- 30 7. Una lámina de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque el recubrimiento es aplicado como un recubrimiento dúplex, en donde la capa (2) más superior es de blanquecina a gris pálido opalescente.
8. Una lámina de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque la capa (2) más superior es TiO_2 (2).
- 35 9. Una lámina de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada por comprender una superficie de transmisión de radiación que preferiblemente consiste de minerales que son blancos o incoloros con alta emisividad, por ejemplo CaSO_4 , MgCO_3 , SiO_2 o TiO_2 (2).
- 40 10. Una lámina de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 7-9, caracterizada porque la superficie de absorción de radiación consiste de minerales oscuros.
- 45 11. Una lámina de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizada porque la superficie de absorción de radiación puede ser aplicada por medio de huecograbado, impresión en flexo u otras tecnologías de impresión correspondientes.
12. Una lámina de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 7-9, caracterizada porque el recubrimiento puede ser aplicado parcialmente con otro recubrimiento con el propósito de proveer una aplicación decorativa.
- 50 13. Una lámina de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizada porque la superficie de transmisión de radiación es seleccionada para ser tal que ésta reduzca la radiación reflectada desde la capa de absorción de radiación subyacente.
- 55 14. Una lámina de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizada porque la superficie de transmisión de radiación comprende TiO_2 (2) o escamas de aluminio (5).
- 60 15. Una lámina de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 2-14, caracterizada porque la capa de absorción de radiación tiene un espectro de longitud de onda de una radiación electromagnética que está dentro del intervalo de 2,500–10,000 nanómetros.
16. Una lámina de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes 2-14, caracterizada porque la capa

de absorción de radiación tiene un espectro de longitud de onda de una radiación electromagnética que está dentro del intervalo de 8,000–10,000 nanómetros.

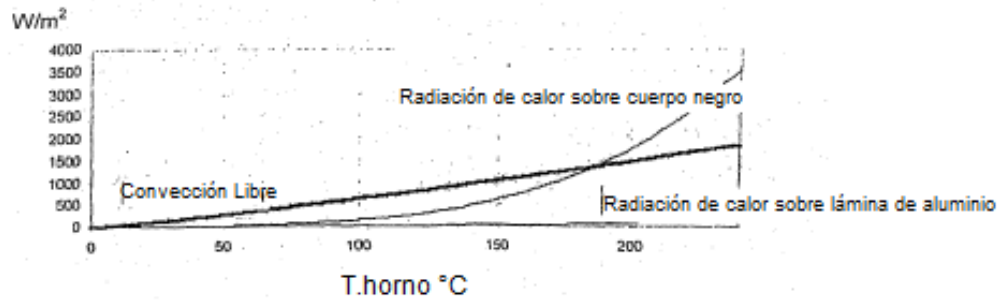


Fig. 1

Espectro IR para SiO_2

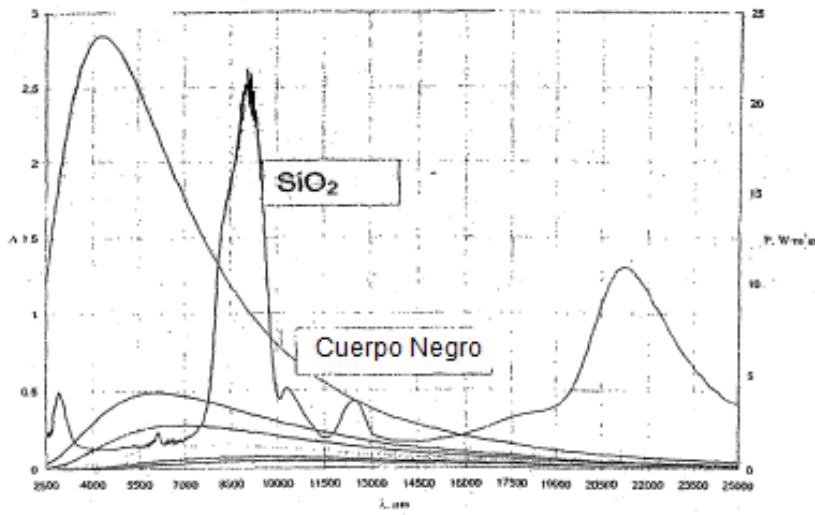


Fig. 2

Muestra	T horno °C	T lámina Al, inicio s	T lámina Al, máx °C	T muestra, máx s	T muestra, máx °C	ΔT, °C	E, %
Copolimero Acril Estireno	400	13	104	81	143	39	37,50
Escamas Al	400	11	104	74	197	93	89,42
CaCO ₃ + SiO ₂	400	12	99	90	160	61	61,62
Negro de carbono	400	15	104	43	216	112	107,69
Negro de carbono + SiO ₂	400	13	104	62	224	120	115,38
Na ₄ SiO ₄	400	13	104	126	149	45	43,27
Si	400	8	99	43	169	70	70,71
TiO ₂	400	11	99	30	154	55	55,56

Fig. 3

Muestra		Grosor μm		T. horno $^{\circ}\text{C}$	T. lámina aluminio, inicio s	T. lámina aluminio, máx $^{\circ}\text{C}$	T. muestra, máx s	T. muestra, máx $^{\circ}\text{C}$	ΔT , $^{\circ}\text{C}$	E, %
		Inferior	Superior							
Capa inferior	Capa superior									
Escamas Al	TiO ₂	6	6	400	13	104	41	204	100	96,15
Negro de carbono	Escamas Al	6	6	400	11	104	45	199	95	91,35
TiO ₂	Escamas Al	6	6	400	11	99	38	199	100	101,01
Negro de carbono	TiO ₂	6	6	400	17	104	55	> 232	> 128	> 123,08
Negro de carbono + SiO ₂	TiO ₂	6	6	400	13	104	120	232	128	123,08
Negro de carbono	Si	6	12	400	9	99	42	216	117	118,18

Fig. 4

Perfiles de temperatura para muestras con dos capas, T.horno = 400°C

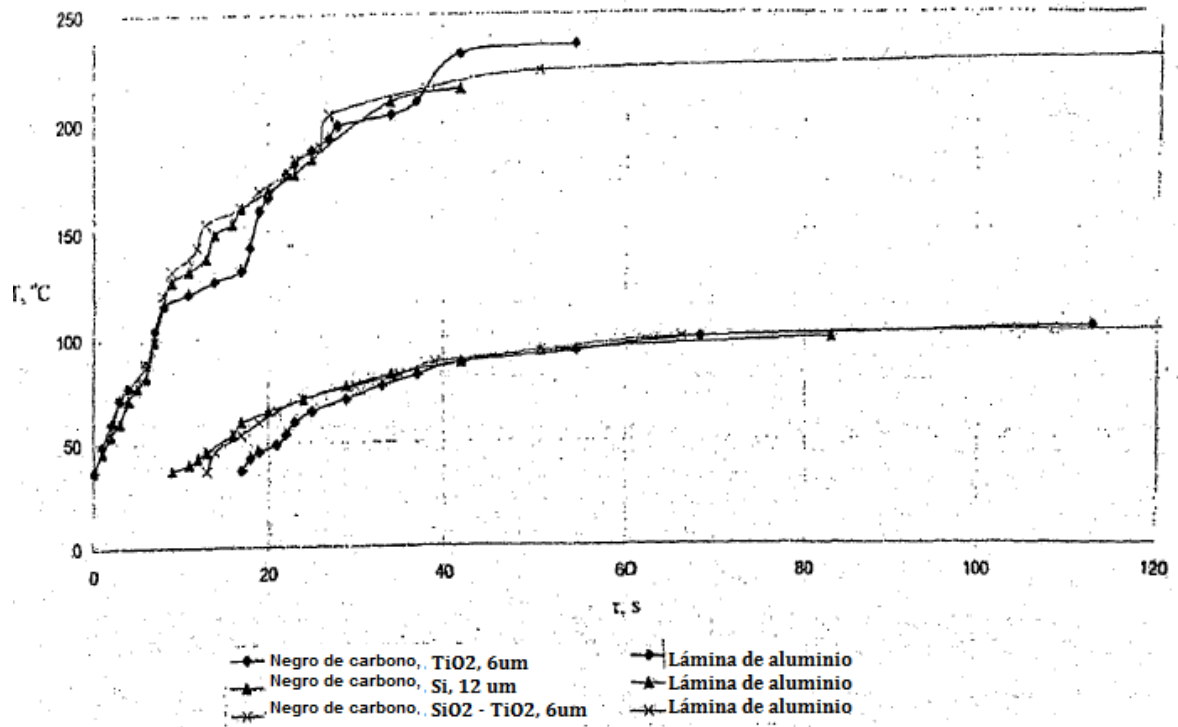


Fig. 5

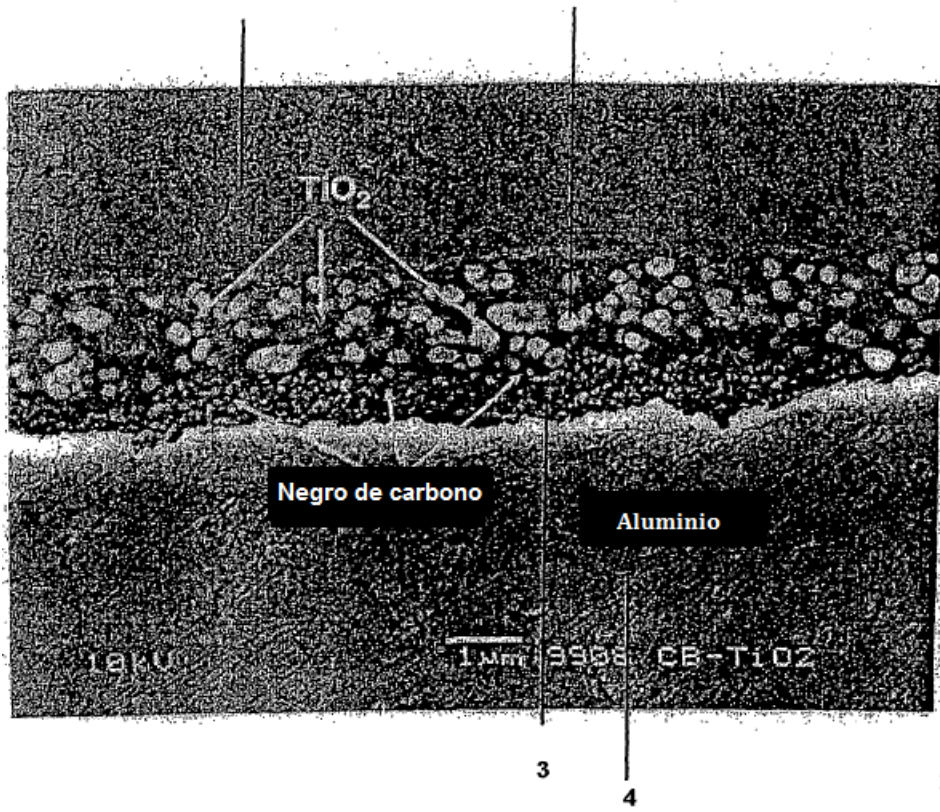


Fig. 6

