



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 307 881**

51 Int. Cl.:
E04B 1/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03290815 .4**

96 Fecha de presentación : **01.04.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1361315**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.11.2003**

54 Título: **Material rígido multicapa para aislamiento térmico.**

30 Prioridad: **06.05.2002 FR 02 05634**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2008

73 Titular/es: **Alcatel Lucent**
54 rue La Boétie
75008 Paris, FR

72 Inventor/es: **Maignan, Michel;**
Youssefi, Thierry y
Brevart, Bertrand

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 307 881 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

Material rígido multicapa para aislamiento térmico.

5 El campo de la invención es el de las estructuras térmicas aislantes de altos rendimientos térmicos y mecánicos, principalmente para aplicaciones espaciales.

Los rigores del lanzamiento y del ambiente espacial comprenden, entre otros, fuertes aceleraciones y vibraciones, temperaturas extremas y la transición entre la presión atmosférica y el vacío espacial. Y cada kilo cuesta muy caro en el lanzamiento.

10 Para los elementos estructurales se busca entonces, materiales rígidos y ligeros, con una gran estabilidad dimensional y por tanto con una débil dilatación térmica, con una buena resistencia a las deformaciones mecánicas eventuales debido a las vibraciones o a las aceleraciones, y un buen comportamiento en el vacío espacial (débil desgasificación, etcétera).

En ciertas aplicaciones, una estructura espacial debe soportar y contribuir a mantener un fuerte diferencial de temperatura; hace falta entonces un material térmicamente aislante. Un ejemplo de aplicación es la criogenia, donde el diferencial térmico a través de la estructura puede estar en el orden de algunas centenas de grados.

20 Un material usado comúnmente para las aplicaciones espaciales es el “nido de abeja”, también conocido por el especialista por el acrónimo “panal”. El panal se parece efectivamente a la estructura elaborada por las abejas en el interior de la colmena - una red plana de alveolos casi hexagonales que tiene paredes adyacentes entre los alveolos contiguos.

25 Las estructuras en panal son ligeras y pueden ser devenidas muy rígidas con relación a sus pesos. Ellas pueden ser hechas rígidas por ejemplo mediante un laminado multicapas, eventualmente con “pieles” planas que son pegadas sobre las secciones de las paredes de los alveolos, cerrándolos.

30 Para producir tal estructura aislante, se conoce mejorar el aislamiento por una protección en capas aislantes, conocidas por el especialista por el acrónimo anglófono “MLI” de “multi-layer insulation”.

35 La colocación del MLI es una operación manual delicada que requiere de múltiples cortes. Es difícil colocar el MLI en las partes ocultas. Además los radios de curvaturas débiles degradan sus calidades. Los cortes del MLI, su traslado por velcro con aberturas eventuales, las zonas de fijación de la estructura en sí misma, son causas posibles de fuga térmica. La conductividad entre la estructura y sus puntos de fijación es importante.

Con este procedimiento, las dos funciones, rigidez y aislamiento, se separan.

40 Se conoce por el documento US-A-5 230 941, un material aislante con un nido de abeja en papel, previsto para embalajes isotérmicos de alimentación para mantener la cadena del frío durante el transporte. El nido de abeja es tomado en sándwich entre dos pieles de papel de aluminio. Según la enseñanza de este documento, el panal tiene por efecto reducir la transferencia térmica a través del material aislante, reduciendo la convección entre las dos pieles. Este efecto es obtenido inmovilizando el aire aprisionado en el interior de los alveolos lo más pequeños posible.

45 Aunque tenga una forma análoga a la de los materiales de panal ya conocidos en el campo espacial, el panal del documento US-A-5 230 941 es totalmente inadaptado a las aplicaciones espaciales por varias razones. Primeramente la materia: el papel o el cartón no son materiales suficientemente limpios ni suficientemente resistentes para los vuelos espaciales. Después porque el efecto buscado proviene del aire aprisionado en los alveolos, cuando en el espacio no debería tener más aire en ese lugar. Y sin aire en el interior, la enseñanza de US-A-5 230 941 no puede funcionar.

50 Un material análogo es conocido de DE-A-3527061. Se realiza bajo vacío. Resultando que los alveolos se vacían de su gas.

55 La presente invención tiene por objetivo paliar los inconvenientes de los materiales conocidos de la técnica anterior. Con este fin, la invención propone un material rígido multicapa para aislamiento térmico, principalmente en el vacío, que comprende al menos una placa de material en nido de abeja aislante puesto “en sándwich” entre dos pieles de aluminio o doradas de emisividad débil, caracterizado porque dicho material nido de abeja comprende una pluralidad de alveolos cuyo diámetro (en el plano de dicha placa) es al menos dos veces más grande que su altura (perpendicular a dicha placa).

60 Según una realización preferida, las paredes laterales de dichos alveolos son perforadas lateralmente para asegurar el vaciado del aire durante la puesta al vacío de dicho material.

65 Según una variante, el material puede constar de una pluralidad de N placas de nido de abeja puestas en sándwich entre al menos dos pieles de aluminio o doradas.

Según una realización preferida de esta última variante, los alveolos de las placas adyacentes son desplazados lateralmente de manera de minimizar los puntos de contacto entre las paredes de los alveolos de una placa y los de la placa adyacente.

5 Según una realización preferida, dichas pieles de aluminio o doradas son realizadas en material estructural aislante tal como el vidrio-epoxi.

Según otra realización preferida dicho material nido de abeja es realizado en un material muy aislante tal como el PEI (poliéterimida amorfa, que se comercializa bajo el nombre de ULTEM) o NOMEX® (Dupont Nemours).

10 La invención propone además un procedimiento de fabricación por pegado de un material rígido multicapa según cualquiera de las variantes anteriores, en la cual el pegamento es depositado únicamente sobre las secciones de las paredes de dichos alveolos, caracterizado porque comprende al menos las siguientes etapas:

- 15 • Colocación de una película de pegamento sobre la superficie de dicha placa de nido de abeja;
- Calentamiento de dicha película para reventar los alveolos, lo que provoca el encogimiento del pegamento sobre la sección de dichos alveolos;
- 20 • Presionado de los paneles entre ellos.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán durante la descripción detallada que sigue, con sus dibujos anexados, en los cuales

- 25 • La figura 1, muestra esquemáticamente y en perspectiva, un ejemplo de un material rígido multicapa “en sándwich” según la invención;
- La figura 2 muestra esquemáticamente y en perspectiva, una vista explotada del “sándwich” de la figura 1;
- 30 • La figura 3 muestra en proyección y en transparencia, algunos alvéolo de dos capas adyacentes de material en nido de abeja, desplazados para minimizar los intercambios térmicos por conducción;
- La figura 4, muestra esquemáticamente y en perspectiva, un alveolo del nido de abeja según la invención, perforado para asegurar el vaciado durante la puesta bajo vacío del material.

35 Las mismas referencias designan los mismos elementos en todas las figuras; por razones de claridad, la escala no es siempre la misma.

La figura 1 muestra esquemáticamente y en perspectiva un ejemplo de un material rígido multicapa según la invención. El material consiste en un apilamiento “en sándwich” de capas en nido de abeja (o panal) (2) y “pieles” (1). Según el ejemplo de la figura 1, estas capas se alternan, N placas de panal (2) alternadas con N+1 pieles (1) de aluminio o doradas. Las pieles son de preferencia realizadas en material estructural aislante, por ejemplo vidrio-epoxi, y recubiertas con oro o aluminio con el fin de obtener una débil emisividad y de esta manera minimizar la transmisión térmica por irradiación entre capas sucesivas, ya que se dota la superficie de interés con pieles en el frente.

45 El panal se escogerá en un material muy aislante (PEI, NOMEX o similar), con el fin de obtener una fuerte resistencia a la conducción térmica. Nomex® es un papel aramida (poliamida aromática). Un fabricante de panal en Nomex® es Euro-composite SA, de Echternach, Luxemburgo.

50 Las capas sucesivas serán ensambladas por ejemplo por pegado. Es importante, con el fin de conservar las propiedades ópticas (débil emisividad) de las pieles (1), no mancharlas con el pegamento. Es entonces, preferible solamente colocar el pegamento sobre las secciones de las paredes de las placas panel (2). Un procedimiento original para realizar la invención es el objetivo de una reivindicación única de procedimiento. El procedimiento de la invención comprende, al menos, las etapas siguientes:

- 55 • Colocación de una película de pegamento sobre la superficie de dicha placa de nido de abeja (2);
- Calentamiento de dicha película para reventar los alveolos; lo que producirá el encogimiento del pegamento sobre la sección de dichos alveolos;
- 60 • Presionado de los paneles entre ellos.

La figura 2 muestra esquemáticamente y en perspectiva, una vista explotada del “sándwich” de la figura 1. El sándwich multicapa puede comprender tantas planchas de panal como sea necesario para la utilización considerada. 65 Aumentar el número N de planchas aumenta la rigidez y el poder que porta la estructura, así como su poder aislante. En el ejemplo de la figura 2, se muestra que para ensamblar el sándwich, se puede proceder primeramente con un primer pegado de pares de piel (1) -plancha (2) de panal, de preferencia según las etapas mencionadas en el párrafo

anterior. A continuación el mismo procedimiento de pegado se practica sobre la otra cara de la plancha de panal (2) y todo el sándwich se pega para obtener el material terminado tal como lo muestra la figura 1.

Según una realización particularmente ventajosa y tal como se muestra en la figura 3, los alveolos de una primera plancha de panal (3) se desplazan con relación a aquellos de una segunda plancha (4) adyacente a la primera. Se observa en esta figura que las secciones de paredes (A) de la primera plancha (3) están desplazadas con relación a las secciones de las paredes (B) de la segunda plancha (4), sólo quedan algunos puntos (C) de contacto entre las dos planchas de panal que podrían formar un camino de conducción térmica, lo que reduce considerablemente la conductividad térmica a través de la estructura sándwich en su conjunto. Este mejoramiento de rendimientos se obtiene sin agregar capas, por tanto a masa y volumen constantes.

La figura 4 muestra esquemáticamente y en perspectiva, un alveolo de nido de abeja según una realización ventajosa de la invención, perforado para asegurar el vaciado durante la puesta bajo vacío del material. En efecto, durante la fabricación de un sándwich tal como la descrita anteriormente con relación a las figuras 2 y 3, el cierre de los alveolos por pegado de una piel sobre las dos caras de una plancha de panal podría aprisionar el aire en el interior de los alveolos. Para evitar que el aire aprisionado reviente las células durante la puesta en vacío del material y asegurar la desgasificación durante la inserción orbital, se perforan ventajosamente algunos agujeros (v) en algunas paredes (p) laterales de cada alveolo.

Es de notar igualmente en la figura 4, que los alveolos son relativamente más largos que altos, ya que el diámetro (d) de cada alveolo es al menos dos veces la altura (h), esto con el fin de asegurar un mayor ángulo de vista óptica de las pieles de aluminio o doradas en frente y garantizar que las irradiaciones emitidas por cada superficie sean absorbidas al mínimo por la estructura alveolar de panal que por lo general no es reflectora.

A modo de ejemplo, un modelo según la invención podría tener las características siguientes:

- Espesor de las pieles: 0.2 mm
- Conductividad de las pieles: 0.2 W/m °C
- Emisividad de las pieles: 0.04 (dorado)
- Espesor del panal: 3 mm (h) para las mallas de 6 mm (d)
- Espesor de las paredes del panal: 0.01 mm
- Conductividad térmica del panal: 0.1 W/m °C
- Emisividad del panal: 0.8.

En una versión 5 pieles (N+1=5) de espesor 0.2 mm con 4 placas (N=4) de panal en Nomex® ECA 6.4-50 de espesor 3 mm (fabricante Euro-composite SA, Echternach, Luxemburgo), siendo las pieles de vidrio-epoxi polimerizadas con una película de Kapton® (Dupont Nemours) de aluminio de espesor 25 micrones sobre cada superficie, y pegamento en película BSL 312 UL (fabricante Hexcel), las características medidas en una muestra del producto descrito arriba son las siguientes:

- Espesor total: 13.4 mm
- Masa: alrededor de 4 kg/m²
- Flexión 3 puntos en probeta de 300 x 40 mm, sostenidas a 260 mm, carga al centro: rigidez en flexión (EI) de 3910 daN.cm²/cm de amplitud de probeta
- Poder aislante: $\lambda z = 4.6 \cdot 10^{-3}$ W/m/K (-30°C), $\varepsilon = 0.07$.

Los valores medidos son cercanos a las simulaciones hechas durante el estudio teórico de este material.

Además, este material posee las propiedades que hacen su utilización cómoda para la fabricación de estructuras aislantes para el campo espacial. Las pruebas destructoras mecánicas y las pruebas al vacío fueron satisfactorias. El material se puede fabricar en la fresadora o perforado con una herramienta cortante sin hélice. Piezas extrañas pueden ser insertadas en el material para permitir su fijación por ejemplo. Los bordes pueden ser acabados por ejemplo con Kapton® adhesivo.

Un material de este tipo presenta numerosas ventajas para la elaboración de estructuras ligeras y rígidas que presentan buenas características de aislamiento térmico. Con relación a la técnica anterior donde estas dos funciones se aseguraban por separado, todas estas características son mejoradas. Las variaciones sobre algunos ejemplos de realización expuestos en la descripción a continuación serán fácilmente imaginables por el especialista, sin apartarse por tanto del marco de la invención, cuyas principales características figuran en las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Material rígido multicapa para aislamiento térmico específicamente en el vacío, que comprende al menos una placa de material aislante en nido de abeja puesto “en sándwich” entre dos pieles de aluminio o doradas de emisividad débil, dicho material nido de abeja comprende una pluralidad de alveolos cuyo diámetro (d) es al menos dos veces más grande que la altura (h), **caracterizado** porque las paredes laterales de dichos alveolos son perforadas lateralmente para asegurar el vaciado durante la puesta al vacío de dicho material.

2. Material según la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de N placas en nido de abeja puestas en sándwich entre al menos dos pieles de aluminio o doradas.

3. Material según la reivindicación 2, en el cual los alveolos de las placas adyacentes están desplazados lateralmente de manera de minimizar los puntos de contacto entre las paredes de los alveolos de una placa y aquellos de la placa adyacente.

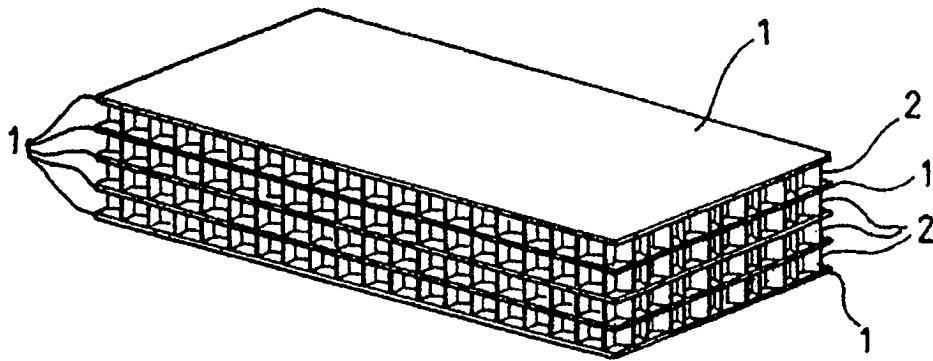
4. Material según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichas pieles de aluminio o doradas son realizadas en material estructural aislante tal como el vidrio-epoxi o material con propiedades equivalentes.

5. Material según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicho material nido de abeja es realizado en un material muy aislante tal como PEI o NOMEX® o materiales de propiedades equivalentes.

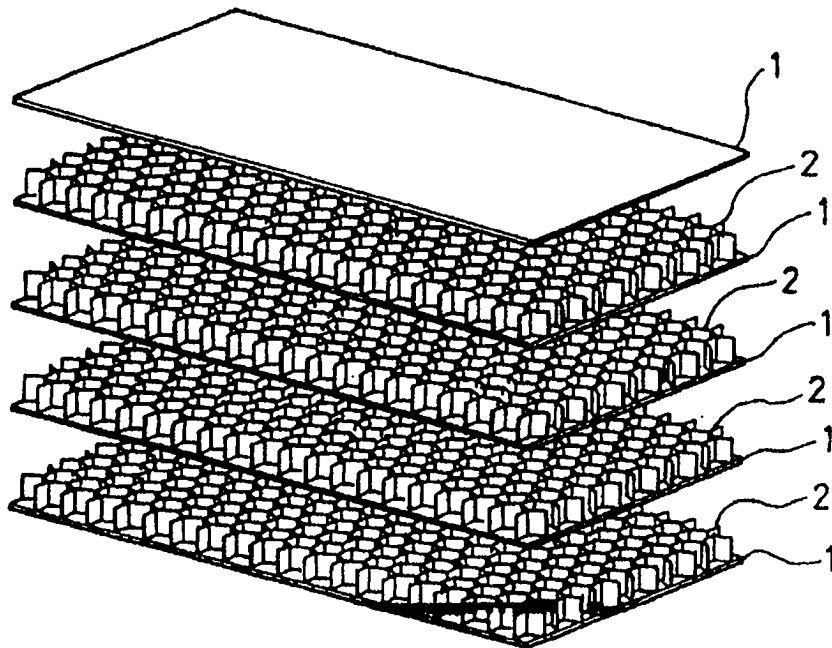
6. Procedimiento de fabricación de un material rígido multicapa según una de las reivindicaciones anteriores por pegado, en el cual el pegamento es depositado únicamente sobre las secciones de las paredes de dichos alveolos, **caracterizado** porque comprende al menos las etapas siguientes:

- Colocación de una película de pegamento sobre la superficie de dicha placa de nido de abeja;
- Calentamiento de dicha película para reventar los alveolos; lo que producirá el encogimiento del pegamento sobre la sección de dichos alveolos;
- Presionado de los paneles entre ellos.

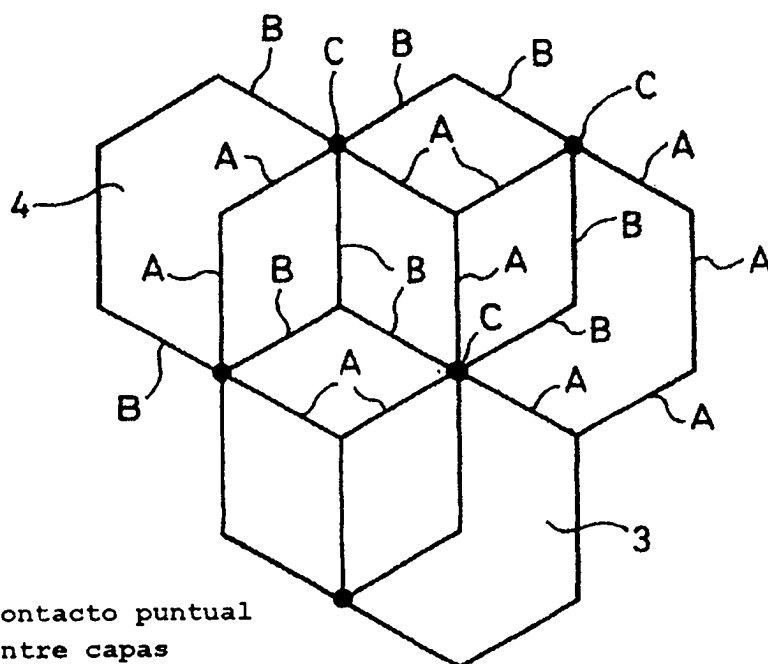
FIG_1



FIG_2



FIG_3



- Contacto puntual entre capas nivel N y nivel N+1

FIG_4

