

433606 11 FEB. 1975

P.- 59.325

Sch CN 678

G10K 11/02

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de CARL FREUDENBERG

entidad alemana

establecida en Hühnerweg 2, 6940 Weinheim/Bergstr., República Federal Alemana

por: "UNA DISPOSICION INSONORIZANTE DE MATERIAL ESPONJOSO"

(Clase Internacional G10k)

4-2-75

- 1 -

El invento se refiere a una disposición insonorizante hecha de un material esponjoso.

5 Los materiales que absorben el sonido, según el estado de la técnica, son esponjas o materiales fibrosos de celdas abiertas cuya armazón refrena los movimientos cambiantes del aire provocados por el sonido y transforman en calor la energía sonora por rozamiento viscoso. Al penetrar en un material de poros abiertos de esta clase, el sonido no pasa de un medio a otro, sino que permanece
10 en el aire. Por consiguiente, con una porosidad suficientemente grande, que está situada más allá de 95% en la mayoría de las sustancias insonorizantes, puede penetrar fácilmente.

El requisito sobre el que se basa este mecanismo, de que las sustancias insonorizantes hayan de tener
15 poros abiertos, ha traído a veces consigo inconvenientes en la técnica de su aplicación. Las placas insonorizantes se ensucian fácilmente, no son lavables, aspiran agua, aceite u otros líquidos y resultan entonces ineficaces, no pueden pintarse, etc. Como las placas insonorizantes,
20 a causa de su porosidad, son, al mismo tiempo, placas calorífugadoras, se forma a menudo agua de condensación en el interior de las placas, agua que exuda (techos-piscina). Se ha tratado de evitar estos inconvenientes cubriendo
25 do la cara vista de las placas con delgadas hojas de mate-

rial sintético. Pero de este modo se dificulta la penetración del sonido en la sustancia insonorizante. La hoja de cubierta refleja una parte del sonido, tanto mayor cuanto más alta es su frecuencia, cuanto más gruesa es la hoja y cuanto más apretada se aplique contra la sustancia insonorizante. La exigencia de una resistencia mecánica de las hojas conduce siempre entonces a compromisos que no dan satisfacción. Esta disposición es ventajosa sólo para la absorción de frecuencias bajas, que por efecto de resonancia, puede aumentarse algo respecto a sustancias insonorizantes no recubiertas.

Fundamentalmente, existe una segunda posibilidad para la absorción del sonido, a saber, la transformación de la energía por la deformación, causada por el sonido, de cuerpos sólidos. Este conocimiento no es nuevo, utilizándose desde ha tiempo para la absorción de sonido en líquidos y cuerpos sólidos. Para el sonido en el aire no ha podido utilizarse hasta ahora, porque las elevadas resistencias de entrada de los cuerpos sólidos hacen prácticamente imposible la penetración del sonido del aire. La resistencia de entrada Z de un medio para las ondas sonoras viene dada por el producto de la densidad ρ y la velocidad del sonido c .

$$Z = \rho \cdot c \quad (1)$$

Como también las materias sólidas más ligeras como, por ejemplo, las esponjas de material sintético, tienen una densidad mayor por lo menos en el factor 10 que la del aire, la resistencia de entrada del cuerpo sólido Z_F se hace mayor ya sólo por ello en el factor 10 que la resistencia Z_L de las ondas del aire. Resulta con ello un factor de reflexión r en la superficie que en cualquier caso es mayor que

$$r = \frac{Z_F - Z_L}{Z_F + Z_L} > \frac{10 - 1}{10 + 1} = 0,82 \quad (2)$$

En el caso de todas las esponjas duras de celdillas cerradas como, por ejemplo, la esponja de poliestireno, la rigidez de la armazón es, además, tan alta, que también la velocidad c_F del sonido en la materia sólida es sustancialmente mayor que la velocidad del sonido en el aire, c_L , de modo que la relación

$$\frac{Z_F}{Z_L} = \frac{\rho_F \cdot c_F}{\rho_L \cdot c_L} \quad (3)$$

es todavía más desfavorable. Además, en las esponjas duras conocidas, las pérdidas internas son tan pequeñas que

no puede conseguirse por deformación una absorción digna de mención del sonido.

Las esponjas blandas de celdas cerradas, en especial la esponja reticulada de polietileno, proporcionan una mejor base de partida. Las pérdidas interiores son grandes en especial en la deformación por empuje y la rigidez de la armazón es pequeña. La densidad mínima ρ_F que puede conseguirse en la actualidad es todavía unas 20 veces mayor que la del aire, pero la velocidad c_F del sonido en ellas es aproximadamente comparable con la del aire.

Si se utiliza una de estas esponjas con $Z_F = 20 Z_L$ como absorbedor del sonido, entonces el éxito es todavía escaso. Por el cálculo resulta para incidencia perpendicular del sonido

$$r = \frac{19}{21} = 0,9 \quad (4)$$

$$\alpha = 1 - r^2 = 0,19 \quad (5)$$

o sea, un grado de absorción del sonido α de sólo 19,5 que, ciertamente, en el caso de incidencia oblicua del sonido, resultará algo mayor pero, con todo, todavía no es suficiente. Por consiguiente, las materias esponjosas de celdas cerradas no se emplean con fines de absorción del sonido.

Se ha descubierto ahora que, sorprendentemente, las esponjas blandas de celdillas cerradas pueden emplearse para la absorción del sonido si la disposición insonorizante se estructura en una forma determinada. Por tanto, se propone una disposición insonorizante hecha de material esponjoso que se caracteriza por al menos una capa de cubierta plana hecha de esponja blanda de celdillas cerradas con un peso específico por debajo de 50 kp/m^3 , una capa de núcleo, dispuesta detrás de la capa de cubierta, y eventualmente un elemento de refuerzo, teniendo la capa de núcleo oquedades y estando unida con la capa de cubierta por puntos y/o por medio de puentes, de tal modo que los puntos de unión ocupen menos de dos tercios de la superficie de la capa de cubierta y siendo la distancia de separación de puntos o líneas de unión contiguos menor que el décuplo del espesor de la capa de cubierta. En una disposición insonorizante de este tipo, gracias a la especial estructuración, el factor de reflexión r de la esponja homogénea disminuye, es decir, que se mejora la adaptación al aire ambiente y ello de manera que con preferencia se exciten deformaciones por empuje que conducen a pérdidas interiores elevadas.

Las figs. I a IV muestran sendas ejecuciones especialmente ventajosas, en sección transversal, de la disposición insonorizante de acuerdo con el invento.

La fig. I muestra la capa de cubierta 1 de esponja blanda, la cual no se aplica de lleno, sino que se apoya sólo en forma de puntos o de líneas sobre una capa de núcleo 2 que tiene distanciadores 4. Los distanciadores 4
5 rígidos dispuestos entre la capa 1 de esponja blanda de celdillas cerradas y la pared 3 pueden, por ejemplo, tener una estructura de nido de abejas. La presión sonora de una onda sonora incidente causa con esta disposición, además de la compresión de la capa de esponja, una flexión forzo-
10 sa entre los puntos o líneas de apoyo. La impedancia de entrada de la capa de esponja es disminuída de este modo. Mientras el espesor D de la capa de cubierta 1 no sea pequeño respecto a la separación A de los apoyos, o sea, mientras D y A sean del mismo orden de magnitud, esta fle-
15 xión lleva inherentes considerables deformaciones por empuje, de modo que se producen las deseadas pérdidas internas. La capa de cubierta 1, junto con las oquedades de aire situadas detrás en la capa de núcleo 2, forman entonces forzosamente un resonador cuya frecuencia propia depende de
20 la masa y de la rigidez a la flexión de la capa de esponja 1 y de la profundidad de la capa de núcleo 2. La acción de resonador puede ser deseable si han de ser absorbidos voluntariamente sonidos de frecuencias bajas. Sin embargo, por lo común, se desea una acción de amplia banda, que apa-
25 rece por lo general forzosamente en la esponja blanda, por

ejemplo esponja de polietileno, a causa de la gran amortiguación interior. Puede resultar ventajoso conseguir una absorción uniforme en un amplio margen de frecuencias por el hecho de que la distancia de separación A entre apoyos contiguos varía localmente de modo sistemático o estadístico.

De este modo, las frecuencias de resonancia se distribuyen sobre un amplio margen de frecuencias.

La fig. II muestra otra realización ventajosa de la disposición insonorizante. Para disminuir la impedancia de entrada de la placa y, con ello, para disminuir el factor de reflexión r se han previsto, en lugar de los distanciadores rígidos, distanciadores 4 flexibles, asimismo consistentes en esponja blanda. Entre la capa de cubierta 1 y la pared 3, por tanto, se encuentra una capa de núcleo 2 hecha de columnas o puentes 4 de esponja blanda, por ejemplo, un panal de esponja blanda hecho por hendidido y estirado, análogamente al metal desplegado. Los puentes o columnas son, en general más favorables que una capa homogénea de esponja, porque en ellos el sonido se propaga en forma de ondas de extensión que tienen una menor velocidad de propagación que las ondas densas en un medio homogéneo. La velocidad c_F del sonido en la ecuación 3 se hace, por tanto, menor, y la adaptación resulta mejor.

En el sentido arriba citado, puede resultar favorable apartarse de la estructura regular de la capa de núcleo 2 y distribuir estadísticamente los puntos de apoyo de la capa de cubierta 1. La fig. III muestra una disposición construída correspondientemente, que tiene como
5 capa de núcleo 2 una capa aglomerada suelta de gránulos de esponja 5. Como gránulos de esponja pueden emplearse para este fin residuos de material esponjoso.

La disposición insonorizante de dos capas, de acuerdo con una realización conveniente del invento, para
10 conseguir un manejo más fácil y para impedir la penetración de agua en las oquedades, se forra por el dorso con una lámina.

Ha demostrado ser especialmente conveniente el forrado con una capa de papel, porque, entonces, la disposición insonorizante puede pegarse con los aglutinantes en dispersión usuales. En el caso del polietileno que, junto a otras esponjas blandas conocidas con pesos específicos inferiores a 50 kp/m^3 , por ejemplo el polibutileno o copolímeros que contienen polietileno y polibutileno, esponjas blandas de tipo cauchoide o similares, resulta especialmente apropiado como esponja de celdillas cerradas en el sentido del presente invento, el forrado de cualesquiera materiales por medio de un forrado a la llama
20 resulta muy sencillo, mientras que en otros casos puede re-
25

sultar favorable el empleo de adhesivos. Por ejemplo, en el caso del polietileno, el pegado, como es sabido, ofrece dificultades.

5 Se obtiene una eficacia especialmente grande si se acoplan una tras otra varias disposiciones insonorizantes de la clase descrita, según la fig. IV, de modo que la capa de cubierta 1 y los distanciadores 2 se sigan mutuamente en alternancia constante. Mediante mediciones se pudo comprobar que la velocidad de propagación del sonido
10 en tal disposición puede reducirse hasta $1/5$ de la velocidad del sonido en el aire, de modo que la disposición descrita, en comparación con un absorbedor usual de poros abiertos con igual eficacia, precisa sólo $1/5$ del espesor de capa de éste.

15 La disposición insonorizante de acuerdo con el invento puede realizarse ventajosamente también de modo absorbente por ambas caras como se necesita, por ejemplo, al emplearla como elemento insonorizante de cortina. En este caso, en correspondencia con la fig. V, la disposición
20 se estructura simétricamente. Entre dos placas 1 de esponja blanda se ha previsto de nuevo la capa 2 de núcleo. En la capa de núcleo 2 se encuentran distanciadores 4. En el plano central puede insertarse entonces, en calidad de elemento de refuerzo 6, una placa de chapa o una rejilla.

25 La disposición insonorizante puede variarse

ampliamente en lo que respecta al material y en lo que respecta a la estructura teniendo en cuenta las características según el invento y adecuarse en cada caso a la finalidad correspondiente. Así, por ejemplo, el tamaño preferido para placas cuya eficacia acústica debe comenzar a unos 5 300 Hz como límite inferior de frecuencia, es de unos 5 mm de espesor de la capa de cubierta y de unos 25 mm de espesor de la capa de núcleo.

Para elementos insonorizantes de cortina resulta, a igualdad de circunstancias, un espesor doble, o sea, dos veces 5 mm para las capas de cubierta y unos 50 mm de espesor de la capa de núcleo.

La placa hecha absorbente por ambas caras y estructurada simétricamente puede emplearse también como pared fija o como valla insonorizante. La insonorización puede incrementarse entonces por el hecho de que la inserción de refuerzo, de todos modos necesaria, situada en el plano central, se elige adecuadamente gruesa.

Ferrando por el dorso la disposición insonorizante con una gruesa hoja o con una placa de chapa su efecto insonorizante puede aumentarse tanto como para poder utilizarla como material de construcción para campanas insonorizantes en máquinas o similares. En las campanas de esta clase se requiere en general una insonorización de unos 20 dB, lo que puede conseguirse ya con una capa blanda y flexible, por

ejemplo, una placa de caucho con un peso por superficie de 3 kp/m². Es condición imprescindible, además, el revestimiento insonorizante del lado interior, para lo cual la disposición insonorizante de celdillas cerradas es muy apropiada porque es completamente insensible contra salpicaduras de aceite, por ejemplo.

Para la construcción de campanas insonorizantes es favorable desde el punto de vista constructivo que el material de pared esté disponible en forma de banda, reforzada en dirección transversal, de modo que resulte posible su tendido sin apoyos sobre anchuras grandes, pero que pueda seguir siendo enrollable en dirección longitudinal. Un ejemplo de la estructura de tal material de pared absorbente del sonido e insonorizante es una capa de cubierta de esponja blanda de unos 5 mm de grueso en combinación con una capa de núcleo de esponja blanda de unos 20 mm de grueso, hecha a partir de granulado.

Puede preverse además metal desplegado y una hoja de caucho de 1,5 mm de grueso, cargada con espato pesado, para aumentar el peso. El metal desplegado toma entonces a su cargo la función de la armadura, rígida en una dirección, pero flexible en la otra. La estructura del metal desplegado permite en caso de sollicitaciones pequeñas renunciar también a la capa de núcleo, porque cumple ella las exigencias estructurales impuestas a la capa de núcleo. De este

modo, puede simplificarse la estructura, y la disposición insonorizante consiste en este caso en una capa de cubierta de esponja blanda de unos 20 mm, metal desplegado con un ancho de malla mayor de 10 mm y una hoja de caucho.

5

Esta solicitud que corresponde a la presentada en la República Federal Alemana, el 20 de Febrero de 1974, bajo el Nº P 24 08 028.2, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

15

REIVINDICACIONES

20

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:

25

1ª.- Una disposición insonorizante de material

esponjoso, caracterizada por al menos una capa de cubierta
plana hecha de esponja blanda con celdillas cerradas con
un peso específico de menos de 50 kp/m^3 , una capa de núcleo,
5 dispuesta detrás de la capa de cubierta, y eventual-
mente un elemento reforzador, teniendo la capa de núcleo
oquedades y estando unida por puntos y/o por puentes con
la capa de cubierta de tal modo que los puntos de unión
asciendan a menos de dos tercios de la superficie de la capa
de cubierta y que la distancia de separación de puntos o lí-
10 neas de unión contiguos sea menor que el décuplo del grueso
de la capa de cubierta.

2ª.- Una disposición insonorizante según la rei-
vindicación 1ª, caracterizada porque la capa de núcleo
tiene estructura de nido de abejas.

15 3ª.- Una disposición insonorizante según la rei-
vindicación 2ª, caracterizada porque la capa de núcleo es
de esponja blanda de celdillas cerradas.

20 4ª.- Una disposición insonorizante según la rei-
vindicación 1ª, caracterizada porque la capa de núcleo es
de granulado de material esponjoso, siendo el diámetro me-
dio de las partículas del granulado del mismo orden de mag-
nitud que el grueso de la capa de cubierta.

25 5ª.- Una disposición insonorizante, caracteriza-
da porque están dispuestas una tras otra varias disposicio-
nes según las reivindicaciones 1ª a 4ª.

6ª.- Una disposición insonorizante según las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizada porque la capa de núcleo está forrada con una hoja por el dorso.

5 7ª.- Una disposición insonorizante según las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizada porque la capa de núcleo está forrada por el dorso con papel para facilitar el pegado.

10 8ª.- Una disposición insonorizante según las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizada porque está estructurada simétricamente y la capa de núcleo está cerrada por ambas caras por sendas capas de cubierta de esponja blanda de celdillas cerradas.

15 9ª.- Una disposición insonorizante según la reivindicación 8ª, caracterizada porque en el plano central está prevista una placa rígida en calidad de elemento reforzador.

20 10ª.- Una disposición insonorizante según la reivindicación 6ª, caracterizada porque la hoja prevista para el forrado para aumentar la capacidad amortiguadora del sonido de la disposición tiene un peso superficial de más de 2 kp/m^2 .

25 11ª.- Una disposición insonorizante según la reivindicación 10ª, caracterizada porque entre la capa de núcleo y la hoja de forro tiene una armadura que le da rigidez a la disposición en una dirección.

12ª.- Una disposición insonorizante según la reivindicación 11ª, caracterizada porque la armadura, gracias a una configuración apropiada, es al mismo tiempo la capa de núcleo.

5

13ª.- Una disposición insonorizante según la reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizada porque la capa de núcleo está forrada por el dorso, para aumentar la insonorización y para darle rigidez, con una chapa metálica.

10

14ª.- Una disposición insonorizante de material esponjoso.

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.

15

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

Madrid,

11 FEB. 1975

P.A.

20

Alberto de Elizaburu
Por Poder.



25



11 FEB 1975

Fig. 2

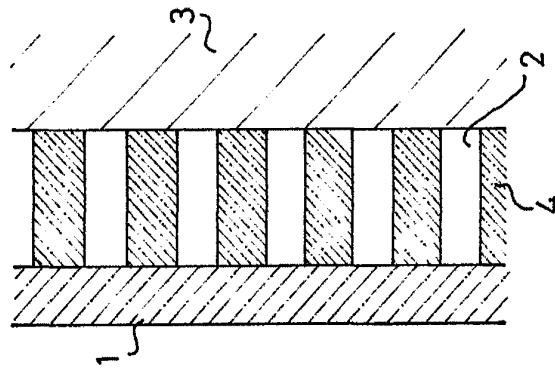


Fig. 1

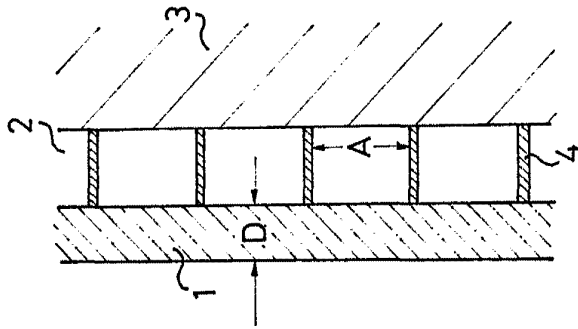
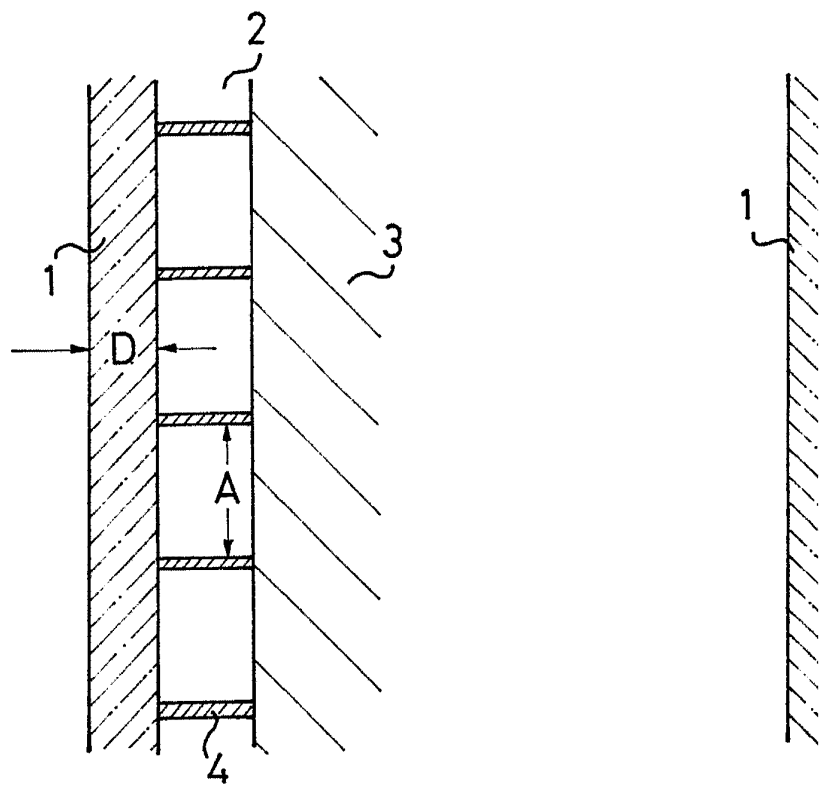


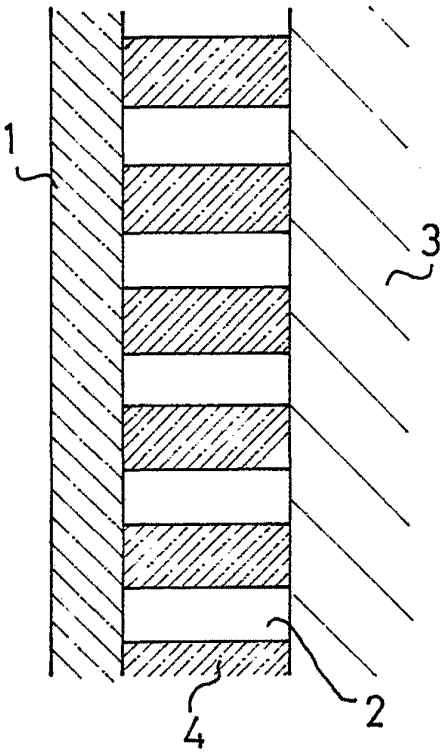
Fig. 1





11 FEB 1975

Fig. 2



Alberto de Lencastre

Por Poder

11 FEB 1975

P. 59325

11 FEB 1975

Fig. 3

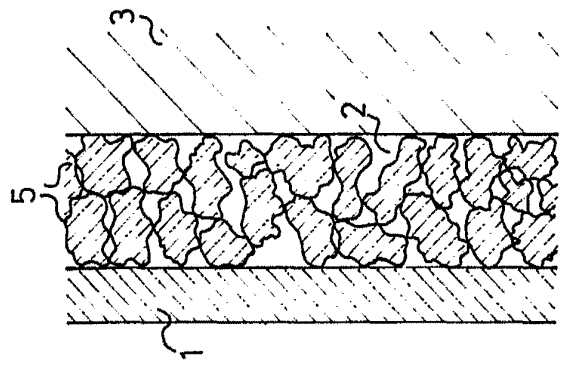
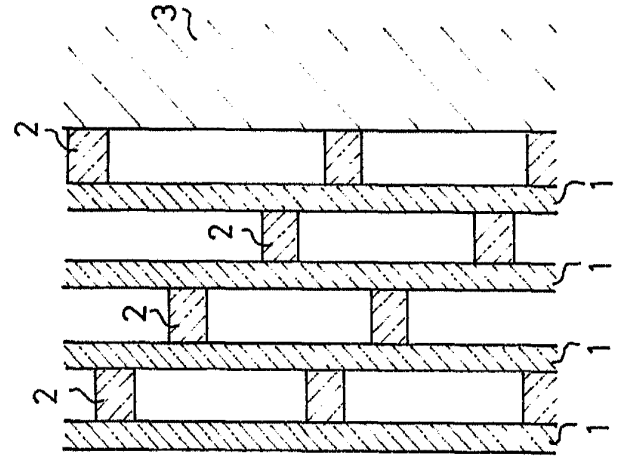
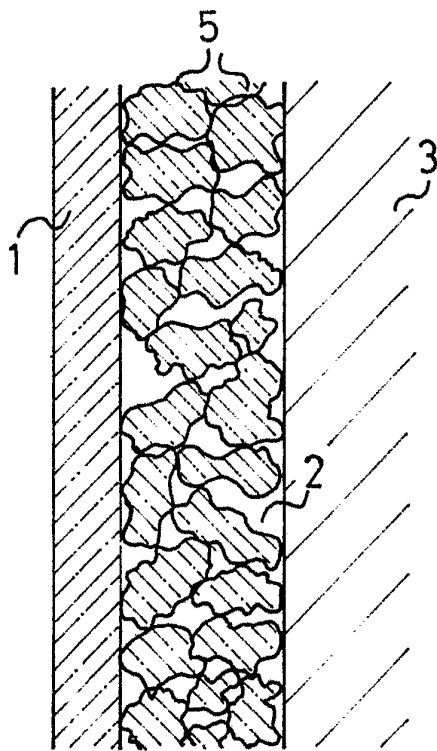


Fig. 4



Alberto de S. J. J. J.

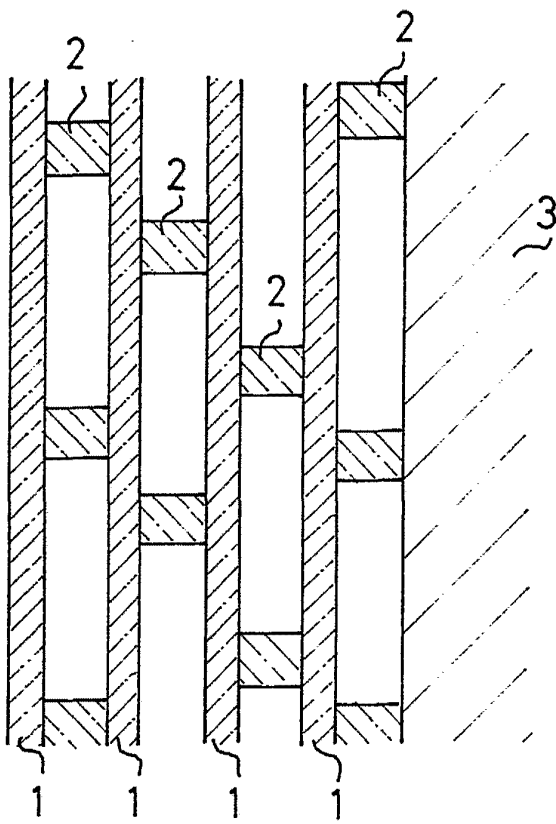
Fig. 3





11 FEB. 1975

Fig. 4



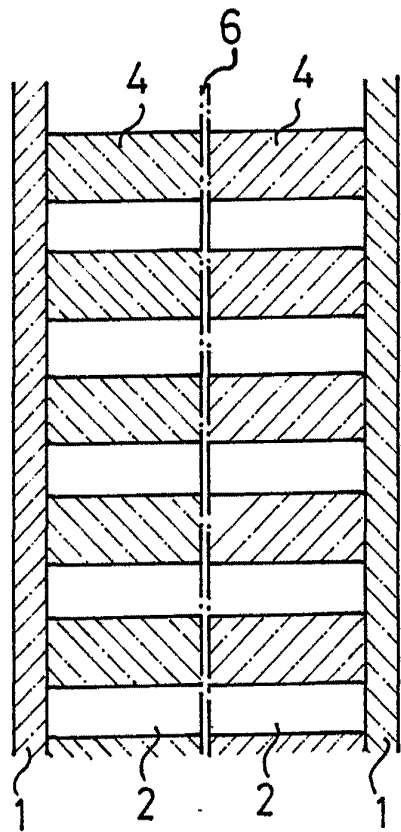
Alberio de ~~FRANCIS~~

[Handwritten signature]



11 FEB 1975

Fig. 5



Alberto de Alzaburu

Por Poder
[Handwritten signature]