



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 232 376**

51 Int. Cl.:  
**E04F 15/20** (2006.01)  
**E04F 15/02** (2006.01)  
**E04F 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

96 Número de solicitud europea: **00128689 .7**  
96 Fecha de presentación : **29.12.2000**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1113122**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.07.2001**

54 Título: **Sistema combinado de aislamiento acústico para superficies de limitación de un recinto.**

30 Prioridad: **29.12.1999 EP 99126121**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.06.2005**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **14.04.2011**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **14.04.2011**

73 Titular/es: **KAINDL FLOORING GmbH**  
**Kaindlstrasse 2**  
**5071 Wals, AT**

72 Inventor/es: **Elsässer, Manfred**

74 Agente: **González Palmero, Fe**

ES 2 232 376 T5

## DESCRIPCIÓN

**Sistema combinado de aislamiento acústico para superficies de limitación de un recinto**

La invención se refiere a un sistema combinado de aislamiento acústico.

Un sistema combinado de aislamiento acústico con las características de la reivindicación 1 se conoce del documento DE 4 411 453.

De la física de construcción se conoce que el aislamiento acústico de pasos que es suficiente en la ingeniería civil de las piezas constructivas de separación con masas de piezas de construcción que al mismo tiempo sean realistas sólo se consigue por medio de piezas de construcción de varias capas – normalmente de dos capas – o bien por medio de la combinación de cubiertas pesadas de separación de una capa con revestimientos de suelo elásticos. Las cubiertas de separación de dos capas están realizadas en general en forma de solados flotantes, y debido a ello condicionan normalmente alturas de construcción relativamente elevadas, que en particular en el saneamiento de edificios antiguos apenas se pueden realizar en la práctica con las alturas de conexión prefijadas en la mayoría de los casos. En el cálculo de la masa de mejora del ruido de pasos necesaria para la insonorización mínima del ruido de pasos de toda la construcción  $WM_{\text{eff}}$  de apoyos de cubierta de varias capas, los revestimientos de suelo elásticos no se pueden emplear en todos los países europeos. Además, no son adecuados o no se pueden aceptar parcialmente para el empleo, en particular, en regiones húmedas (baños).

En los últimos tiempos, sin embargo, se emplean cada vez más revestimientos de suelo rígidos y relativamente delgados y revestimientos de paredes, por ejemplo, de placas de sujeción por presión o de madera en formatos entablados con superficies extremadamente duras, por ejemplo, también de laminados de plástico. El comportamiento de este revestimiento de suelo y de pared, que actúa en una capa, es crítico por sí mismo en una masa particular por lo que se refiere a la irradiación del ruido de pasos en el espacio que se pisa, y es desagradable desde un punto de vista subjetivo.

En Alemania y Austria, los solados flotantes son realizaciones estándares de la técnica de aislamiento acústico de pasos. Los revestimientos de suelo, sin embargo, debido a su envejecimiento y a la posibilidad de la sustitución, no se pueden emplear para la demostración desde el punto de vista de la técnica acústica del aislamiento acústico mínimo de pasos. La frecuencia de resonancia de los revestimientos de suelo se reduce a medida que aumenta el tiempo de contacto; éste, a su vez, depende de la profundidad de penetración del objeto excitador en la capa de revestimiento, y ésta a su vez depende, naturalmente, de las dimensiones y de la masa del excitador del ruido de pasos. Esta relación también es la causa para que los resultados de medición referidos a las disminuciones de nivel por medio de revestimientos de suelo por medio de la máquina para martillar normalizada y al transitar por la misma construcción de cubierta de separación difieran fundamentalmente entre ellos.

Los revestimientos de suelo rígidos delgados también se disponen en la práctica de la construcción, cuando garantizan una distribución de carga suficiente, de modo flotante, y con ello, podrían representar fundamentalmente una solución intermedia a partir de un solado flotante y un revestimiento elástico de suelo. Las desventajas de los revestimientos de suelo de este tipo por lo que se refiere al aislamiento acústico de pasos, sin embargo, vienen dadas hoy en día por el hecho de que

- por un lado, por lo general, la masa de la capa que distribuye la carga es relativamente reducida, y con ello, para la consecución de una medida de mejora del ruido de pasos aceptable de la construcción de dos capas, la rigidez dinámica de la capa intermedia ha de ser claramente menor que  $10 \text{ MN/m}^3$ , cosa que con los materiales convencionales de aislamiento acústico de pasos sólo se puede conseguir junto con grosores de capa elevados, lo cual, a su vez, tiene como consecuencia alturas de construcción elevadas.

- por otro lado, el comportamiento respecto al ruido de pasos del mismo revestimiento de suelo rígido de una capa, como consecuencia de la capa de la superficie que adicionalmente es muy dura, en la mayoría de las ocasiones, de la reducida profundidad de penetración asociada con ello del excitador del ruido de pasos (tiempos de contacto reducidos), y de la frecuencia de resonancia inadecuada que de ello resulta – que ya se puede determinar de modo subjetivo – es extraordinariamente insatisfactorio. Esto también se puede notar habitualmente por medio de ruidos de pasos desagradables (“tableteo”) en el recinto en el que se pisa.

En la norma DIN 4109, competente para la comprobación desde el punto de vista de la técnica acústica, se indican ejemplos para capas de cubierta que disminuyen el ruido de pasos. Por ejemplo, para suelos de madera hechos de tableros de virutas con un grosor de al menos 22 mm, dispuestos de un modo completamente flotante sobre materiales aislantes de fibras de vidrio con una rigidez dinámica  $s'$  de un máximo de  $10 \text{ MN/m}^3$ , se puede contar con una medida de mejora del ruido de pasos de 25 dB. Sin embargo, esto ya muestra que para la consecución de medidas de mejora en la misma magnitud juntamente con revestimientos de suelo de madera claramente más delgados – por ejemplo de madera o de laminado – son necesarias medidas especiales.

Debido a ello, la invención se basa en el objetivo de crear un sistema combinado de aislamiento acústico que mejore tanto el aislamiento acústico – en particular el aislamiento acústico de pasos, como también la acústica del recinto, y concretamente, en particular, en el caso de revestimientos de suelo delgados y duros, o bien revestimientos de paredes

o cubiertas. Este objetivo se alcanza por medio de la combinación de las medidas indicadas en la reivindicación 1. Las variantes y las mejoras de la idea de la invención se indican en la parte caracterizadora de las reivindicaciones subordinadas. Cuando, en la presente solicitud, se habla de aislamiento acústico de pasos, también se ha de entender sencillamente con ello en el caso de revestimientos de paredes o de cubiertas, de modo correspondiente, el aislamiento acústico.

La combinación de una capa de insonorización delgada que influye de modo positivo en el comportamiento de radiación de los revestimientos rígidos, duros respecto al ruido de pasos, con una capa de aislamiento acústico igualmente relativamente delgada, preferentemente, hecha en particular de una hoja de botones rellenos de gas o de aire, puede hacer uso de un modo adecuado de las ventajas respecto a la técnica acústica de construcciones de dos capas con las alturas de construcción ventajosamente reducidas, especialmente para el campo del saneamiento.

Ya se han dado a conocer las hojas flexibles de botones de aire para el aislamiento acústico de pasos bajo solados flotantes, por ejemplo del documento DE-A1-2841208, o del documento CH-B-645968; sin embargo, estas propuestas no ofrecen ninguna solución adecuada por lo que se refiere a la acústica de recintos o a la técnica de aislamiento acústico.

Por otro lado, en el sistema combinado de aislamiento acústico conforme a la invención – a diferencia de lo que sucede en las medidas de la técnica de aislamiento acústico conocidas del estado de la técnica en forma de una capa individual adicional, como por ejemplo de la hoja flexible de botones de aire según los dos documentos mencionados anteriormente, o una capa de insonorización según el documento DE-U1-29820016 hecha de granulados de corcho y/o goma unidos por medio de poliuretano, o bien de yeso de estucar modificado – se hacen optimizables los dos factores de influencia conocidos de por sí determinantes para el comportamiento de radiación de revestimientos de suelo reverberantes, la insonorización y la mejora del ruido de pasos, por medio de la división funcional en varias capas individuales separadas para los casos de aplicación individuales.

Los materiales de la primera capa de insonorización dispuesta –dado el caso, adherida- directamente en la parte inferior del revestimiento del suelo, han de presentar preferentemente, una densidad elevada para los materiales de construcción de más de  $1600 \text{ kg/m}^3$ , y al mismo tiempo han de presentar un factor interno de pérdidas  $\alpha_{\text{INT}}$  de 0,2 a 6,0. Las capas de insonorización previstas en el sistema combinado de aislamiento acústico han de conseguir, preferentemente, masas en función de la superficie alrededor de  $10 \text{ kg/m}^2$  o por debajo, dependiendo del grosor de la capa.

El sistema combinado de aislamiento acústico conforme a la invención actúa desde el punto de vista de la técnica acústica, es decir, a parte de las características técnicas que se producen de aislamiento térmico y de difusión del calor, referido a tres aspectos, siendo estos:

- a. prioritariamente como medida para acústica de recintos para la mejora del comportamiento de radiación de revestimientos de suelo delgados, rígidos y reverberantes en el mismo recinto que se pisa para evitar el tableteo que es típico para estos revestimientos de suelo, que es extraordinariamente desagradable desde el punto de vista subjetivo, en intervalos de frecuencias superiores, relevantes desde el punto de vista de la acústica de construcción,
- b. como medida de reducción del ruido de pasos para la consecución de una medida de mejora aceptable del ruido de pasos también con revestimientos de suelo reverberantes (como variante de los revestimientos de suelo elásticos usados para ello en la práctica en la mayoría de los casos),
- c. adicionalmente, también, como medida que actúa desde el punto de vista de la técnica de aislamiento acústico.

El sistema combinado de aislamiento acústico conforme a la invención, por medio de la combinación de una placa de distribución de la carga delgada y relativamente ligera con una capa de insonorización del ruido, así como con una capa aislante dimensionada especialmente que puede presentar una rigidez dinámica, como máximo, de 20, preferentemente como máximo de  $10 \text{ MN/m}^3$ , en particular con una hoja flexible de botones de aire, da pie a las ventajas de construcciones de dos capas también para construcciones para el suelo con medidas de superficie comparativamente reducidas de las capas individuales. En el caso especial, un revestimiento de suelo delgado suficientemente rígido ya se hace cargo él mismo de la función de distribución de la carga.

El sistema combinado conforme a la invención presenta, por ejemplo, comenzando desde arriba o desde el interior (es decir, desde la parte del recinto, en ambos casos), en el sentido de una optimización completa de la física de la construcción de las capas de solado de dos capas que se pretenden, o bien revestimientos de cubierta o de pared, por lo que se refiere a los requerimientos relativos a la técnica de difusión del vapor de agua (protección de la humedad condicionada por el clima), el aislamiento acústico de pasos (radiación acústica en el recinto, transmisión propagada por estructuras sólidas a otros recintos) y un deseado aislamiento, al menos modesto, para el calor respecto a la pérdida o transmisión de calor, los siguientes componentes:

- dado el caso, un cierre de vapor o un bloqueo de vapor (en una posible variante, también en forma de un sándwich de calefacción de superficie según el documento DE-A1-19823498, 19826544 ó 19836148);

- una capa de insonorización con un elevado factor interior de pérdidas  $\alpha_{INT}$ ;
- una capa de aislamiento acústico de pasos con una rigidez  $s'$  dinámica reducida, preferentemente hecha de hojas flexibles de botones rellenos de gas o de aire.

5 Por lo que se refiere al hecho de que por medio del sistema combinado conforme a la invención, desde el punto de vista de la técnica acústica, los revestimientos de suelo y revestimientos de paredes que se han de mejorar también se pueden disponer directamente por encima o por delante de las piezas de construcción externas, se recomienda disponer en la parte de calor del sistema combinado un cierre de vapor o un bloqueo de vapor que reduce fundamentalmente, o todavía mejor, evita el vapor de agua que en otro caso se difunde hasta las capas frías de las piezas de construcción, de manera que con ello se evita una conformación de condensado inadmisibile en el núcleo, con lo cual también se minimiza el riesgo de que se forme moho.

10 Por medio de la capa de insonorización se ejerce una influencia positiva sobre la frecuencia de resonancia y el grado de radiación acústica de revestimientos de suelo y de pared delgados, de una capa, aunque duros. Según otra variante, la capa de aislamiento se puede conformar incluso en la parte del recinto como la capa superior, cuando esté hecha, por ejemplo, de cristal orgánico, que une el elevado factor de pérdidas  $\alpha_{INT} \sim 0.6$  interior con una suficiente dureza de la superficie y distribución de la carga.

15 La rigidez dinámica  $s'$  [ $MN/m^3$ ] de los productos de aislamiento del ruido de pasos convencionales que se pueden adquirir en el mercado de un grosor de capa determinado viene marcada por medio de la combinación de la rigidez dinámica del material del tablado y de la rigidez dinámica del aire que se encuentra entre este material. El fundamental que en estos productos, la rigidez dinámica del aire, a su vez, esté influenciada considerablemente por el hecho de que éste pueda salir en las superficies laterales de placas de aislamiento convencionales del ruido de pasos. La presente invención se basa en el conocimiento de que se pueden producir hojas flexibles de aislamiento del ruido de pasos en condiciones de funcionar – que se puedan enrollar, por ejemplo – con un grosor relativamente reducido de 5 a un máximo de 20 mm (preferentemente 10 mm aproximadamente), con las que se puede conseguir una rigidez dinámica menor que  $10 MN/m^3$  gracias al hecho de que en lugar de usar material aislantes fibrosos o espumas de plástico celulares abatanadas se empleen hojas flexibles de botones de plástico. Los botones rellenos de gas o de aire de este tipo de capas de aislamiento acústico están ajustados para su empleo en la construcción – a diferencia de lo que sucede con las hojas flexibles de botones de aire convencionales, que por ejemplo se han dado a conocer en la industria del empaquetado o para el empleo en el campo de las suelas de zapato a partir del documento US-A-5,584,130 – en su diámetro, su altura y su distancia entre ellas de modo adecuado, de manera que la combinación de la rigidez de la hoja flexible de plástico usada, de la rigidez dinámica del gas (aire) encerrado en los botones, y finalmente también del aire que se encuentra en estado montado entre los botones produce una rigidez dinámica preferentemente  $\leq 10 MN/m^3$ . Esto se puede conseguir ya por medio de una hoja flexible de botones de una capa, o bien también por medio de la combinación de dos o más hojas flexibles.

30 Además del parámetro de la rigidez dinámica  $s'$ , en el empleo práctico de hojas flexibles de botones de aislamiento acústico de pasos en la construcción, también juega un papel importante, evidentemente, su estabilidad. Para ello, el mismo grosor de las hojas flexibles de plástico usadas se ha de escoger correspondientemente de tal manera que el grado de llenado de los botones permanezca suficientemente constante a lo largo del periodo de tiempo relevante, y la capacidad de carga de aloja flexible de botones en el estado montado permanezca lo suficientemente elevada y estable.

35 El aislamiento térmico que se ha de conseguir de hojas flexibles de botones para el ruido de pasos se puede mejorar por medio de un recubrimiento con capas de cubierta, cuando su superficie opuesta a los botones presenta un coeficiente de emisión  $\alpha_r$  relativamente alto (lo más próximo a 1 que sea posible). En concreto, gracias a ello, se puede minimizar la parte condicionada por la radiación de calor de la transmisión de calor total causada en general también por medio de la convección y la conducción del calor a través de la capa de aire que está entre los botones.

40 La invención se explica con más detalle a partir del dibujo anexo. Se muestra:

45 En las Fig. 1 a 4 en una vista en diagrama, el efecto del sistema combinado de aislamiento acústico conforme a la invención en comparación con las construcciones convencionales;

En la Fig. 5, diferentes variantes de la invención en sección transversal;

50 En la Fig. 6, un ejemplo de realización de la hoja flexible doble de botones de aire para la realización de la invención,

En la Fig. 7, el ejemplo de realización de una hoja flexible de botones de aire con una alfombrilla de goma que lleva nervios para la realización de la invención.

55 En la Fig. 1 están representados para el mismo recubrimiento del suelo X7.6 rígido y reverberante (una placa de fibra de alta densidad con un soporte de 1 mm de laminado de plástico, con un grosor total de 7.6 mm), las evoluciones de los niveles de presión acústica (en dB) que surgen en el recinto por el que se pasa, a 1 m de distancia de la máquina de martillar normalizada, y concretamente, dependiendo de las frecuencias medias terceras en Hz. Para la finalidad de la comparación, sin embargo, se usa la herramienta de martillar normalizada relevante limitada únicamente para la

acústica del recinto, en concreto para las cuatro variantes:

- revestimiento X7.6 solo;
- revestimiento X7.6 con una hoja flexible doble de botones de aire DNFB ( $s' \sim 20 \text{ MN/m}^3$ ) con un grosor de aproximadamente 10 mm;
- revestimiento X7.6 con una estera de corcho 3K de 3 mm, que presenta una densidad de  $890 \text{ kg/m}^3$  (correspondiente con una masa referida a la superficie de  $2,67 \text{ kg/m}^2$ ), y un factor de pérdida interno  $\square_{\text{INT}}$  de únicamente 0,16, aproximadamente, y la misma hoja flexible de botones de aire DNFB;
- revestimiento X7.6 con una estera de betún 5S de 5 mm, que presenta una densidad de  $2008 \text{ kg/m}^3$  (correspondiente con una masa referida a la superficie de  $10,04 \text{ kg/m}^2$ ) y un factor de insonorización interno de 4,0, y la misma hoja flexible de botones de aire DNFB.

De modo análogo, en la Fig. 2 se encuentran los valores, cuando en lugar de la hoja de botones de aire DNFB se emplea una placa de aislante de fibra mineral TDPS de 35/30 mm ( $s' \sim 7,5 \text{ MN/m}^3$ ), en la Fig. 3 una placa aislante del ruido de pasos hecha de poliestireno expandido EPS de 34/30 mm ( $s' \sim 10 \text{ MN/m}^3$ ).

A partir de cada una de las tres ilustraciones se puede reconocer claramente que la disminución conseguida descrita anteriormente del nivel de intensidad sonora subjetiva resultante en el recinto se consigue por medio de la adaptación especial conforme a la invención de las capas individuales del sistema combinado de aislamiento acústico gracias al hecho de que

- por un lado, por medio de una insonorización acústica suficiente del revestimiento del suelo delgado y rígido se ejerce una influencia positiva sobre su comportamiento de oscilación, y con ello de radiación, en particular en el intervalo de frecuencias por encima de 800 Hz que es relevante para este tipo de revestimientos de suelo (claramente de hasta 10 dB de menor nivel de presión acústica en el recinto) y
- por otro lado se desplaza la frecuencia de resonancia del sistema combinado (respectivamente en el intervalo de aproximadamente 250 Hz a 630 Hz) respecto a la frecuencia de resonancia del revestimiento del suelo "desnudo" rígido y reverberante (con un altiplano en el intervalo de 1000 Hz a 4000 Hz) claramente hacia frecuencias más bajas.

Por medio de la superposición que se da en todo momento en la práctica de estos dos efectos adicionalmente también se pueden suprimir finalmente los ruidos de tableteo de alta frecuencia – extremadamente desagradables desde el punto de vista subjetivo – al pisar revestimientos de suelo delgados y rígidos. Este requerimiento, de hecho, era el punto de partida para el desarrollo del sistema combinado conforme a la invención.

Se puede reconocer claramente que respecto a la evolución dependiente de la frecuencia del nivel de presión acústica en el recinto (en dB) determinado al excitar un revestimiento del suelo X7.6 reverberante delgado que se puede conseguir en el mercado con una herramienta de martillar normalizada, las otras dos evoluciones se reducen considerablemente por medio de la combinación conforme a la invención, en particular en el intervalo más alto de frecuencias (por encima de 1000 Hz). En el intervalo más bajo de frecuencias, el sistema combinado de aislamiento acústico conforme a la invención actúa por medio de la optimización de una bajada de este tipo.

Esta optimización se lleva a cabo por medio de un dimensionamiento especial de la hoja flexible de botones de aire, en la dirección de menores rigideces mecánicas por debajo de  $10 \text{ MN/m}^3$ ; con ello, la frecuencia de resonancia de todo el sistema combinado se presiona hacia abajo hasta tal punto, que la fuerte caída del nivel de presión acústica conseguida en el intervalo de frecuencias ya empieza en el intervalo de frecuencias más bajas. Con ello, además del hecho de que se evita un tableteo desagradable al pisar los revestimientos de suelo, también se reduce el nivel de presión acústica resultante en el recinto.

El sistema combinado de aislamiento acústico conforme a la invención no sólo se puede emplear para revestimientos de suelo hechos de tableros de virutas prensados, sino que también se puede usar principalmente en revestimientos de paredes y cubiertas, así como en todas las estructuras de suelo sin solado flotante, en particular en aquéllas con revestimientos de suelo que distribuyen la carga.

En la Fig. 4 se agrupan en tres grupos, partiendo del revestimiento de suelo reverberante, rígido, no insonorizado, por medio de la combinación de este revestimiento con dos materiales aislantes diferentes (corcho, betún), así como conjuntamente con un total de cuatro capas que actúan desde el punto de vista de la técnica de aislamiento acústico de pasos (además de las mencionadas anteriormente en las Fig. 1 a 3, otra placa de aislante de fibra mineral TDPS 15/10), las mejoras conseguidas en pruebas de laboratorio. Los tres grupos se corresponden con las situaciones

- revestimiento de suelo no insonorizado (izquierda),
- revestimiento de suelo insonorizado con una capa de corcho de 3 mm de grosor (centro), así como
- revestimiento de suelo insonorizado con una capa de betún de 5 mm de grosor (derecha).

Las rigideces mecánicas de los tres materiales diferentes usados para la insonorización del ruido de pasos están indicadas como anteriormente en las Fig. 1 a 3. Sin embargo, obviamente, debido factor de pérdida interior  $\square_{INT}$  del corcho, todavía relativamente reducido, el efecto que se ha de conseguir con él es todavía insatisfactorio, de modo que no se prefiere este material en grosores delgados de la capa.

5 El conocimiento en el que se basa la elección del sistema combinado de aislamiento acústico en concreto, según el cual también la insonorización interior del aislamiento acústico de pasos juega un papel importante por lo que se refiere al comportamiento de radiación de un revestimiento de suelo, está justificado desde el punto de vista de la técnica de medición por medio del hecho de que los dos niveles de intensidad sonora subjetiva correspondientes (en sonios) al usar las placas de insonorización del ruido de pasos hechas de fibra mineral (TDPS 35/30 y TDPS 15/10) de diferente grosor y rigidez dinámica son aproximadamente igual de elevados.

10 La hoja flexible doble de botones de aire DNFB de un grosor de sólo 10 mm aproximadamente, y que con ello representa un ahorro en la altura de la construcción, lleva, a pesar de su rigidez dinámica relativamente elevada de  $s' \sim 20 \text{ MN/m}^3$  en comparación con el uso de una placa de insonorización del ruido de pasos convencional en el mercado aproximadamente tres veces más gruesa hecha de poliestireno expandido (EPS 34/30,  $s' \sim 10 \text{ MN/m}^3$ ) a un nivel de intensidad sonora subjetiva mayor en 1,8 sonios, es decir, considerablemente mayor, en el recinto. También este efecto se puede aclarar desde el punto de vista física únicamente por medio del hecho de que la misma hoja flexible doble de botones de aire presenta por medio del gran número de nervios de material de plástico una insonorización interna mayor, que finalmente es responsable del resultado de medición sorprendentemente ventajoso – también para un especialista – por lo que se refiere al ruido radiado al recinto.

15 Para poner de manifiesto claramente los efectos de las medidas relativas a la técnica de aislamiento acústico conformes a la invención para la mejora considerable del comportamiento de radiación (acústica del recinto) de revestimientos de suelo rígidos y delgados en la sensibilidad auditiva de un habitante, para cada una de las combinaciones del sistema combinado, en primer lugar se convirtieron los niveles de presión acústica (en dB) resultantes medidos a las unidades decisivas para la sensibilidad auditiva del oído humano, el fonio (intensidad sonora subjetiva), o bien el sonio (nivel de intensidad sonora subjetiva).

20 El primer grupo (izquierdo) de los niveles de intensidad sonora subjetiva muestra claramente que la primera combinación obvia del revestimiento de suelo rígido delgado exclusivamente con una capa de aislamiento del ruido de pasos, en lugar de una reducción deseada del nivel de ruido resultante en el recinto ocasiona incluso empeoramientos indeseados de la situación acústica del recinto, que son incluso mayores cuando menos (es decir, más adecuada) es la rigidez dinámica de la capa de aislamiento del ruido de pasos usada.

25 El grupo central reproduce la situación en la que el revestimiento del suelo es insonorizado en primer lugar con una capa de corcho de 3 mm de grosor, y a continuación se vuelve a combinar con las cuatro capas diferentes de insonorización del ruido de pasos. Por medio de la insonorización acústica del revestimiento del suelo con la capa de corcho, ciertamente se reducen los niveles de intensidad sonora subjetiva que se producen al realizarse una excitación con la herramienta martilladora normalizada en combinación con los materiales de aislamiento de los ruidos de pasos, si bien, en comparación con el revestimiento de suelo no insonorizado, no se produce ninguna reducción digna de mención del nivel de ruido en el recinto.

30 En el tercer grupo (derecho), que se corresponde con las disposiciones de capas según el sistema combinado de aislamiento acústico conforme a la invención, por el contrario, los niveles de intensidad sonora subjetiva en el recinto que se pisa tienen un nivel de 10 a 20 sonios menor que en el caso de un revestimiento de suelo no insonorizado. La reducción comprobada más efectiva del nivel de intensidad sonora subjetiva de 20 sonios significa una mejora subjetiva de aproximadamente un 20%; se consigue por medio del empleo de un aislante del ruido de pasos con una rigidez mecánica de  $\leq 10 \text{ MN/m}^3$ .

35 La capa de insonorización D puede estar dispuesta de diferentes maneras, tal y como se puede ver en la Fig. 5. Puede estar dispuesta de modo suelo, si bien también puede estar unida adherida de modo fijo o bien con la parte inferior de la capa de revestimiento V, o con la parte superior de la capa de insonorización del ruido de pasos S, cuya parte inferior está en contacto con el suelo U, por ejemplo por medio de pegado (Fig. 5a); sin embargo, también puede estar conformada como núcleo de la capa de revestimiento V, o bien puede estar dispuesta entre dos de sus capas V1, V2 (Fig. 5b). Entre la capa de revestimiento V y la capa de insonorización D puede estar dispuesto un cierre de vapor o un bloqueo de vapor B – dado el caso, en forma de una hoja flexible de calentamiento o adicionalmente a una hoja flexible de calentamiento – (Fig. 5c). Las relaciones de grosor que se pueden ver en la Fig. 5 no se han de entender de modo limitante. De este modo, por ejemplo, la capa de revestimiento V puede estar conformada en la Fig. 5a más delgada (por ejemplo como una plancha de fibra dura de 5 mm de grosor o como una capa de laminado, siempre que actúe sólo distribuyendo la carga) que la capa de aislamiento D, mientras que esta última está conformada como capa de soporte (fundamentalmente más gruesa), que por medio de la selección especial de áridos obtiene el factor interior de pérdidas  $\square_{INT}$  elevado deseado.

40 En las Fig. 6a y b está representado – en sección y en vista en planta desde arriba, en donde la Fig. 6a es una sección a lo largo de la línea A-A' de la Fig. 6b – un ejemplo para la hoja flexible doble de botones de aire preferida conforme a la invención. En este caso, entre los dos botones N1, N2 de una hoja flexible de botones de aire F1, F2 están conformadas ranuras de aire únicamente en el dibujo en aras de un mejor entendimiento; en la realidad, los botones de

5 las dos hojas flexibles de botones de aire están uno junto al otro, o están incluso soldados entre ellos. Los botones N1 de una hoja flexible de botones de aire F1 se enganchan – preferentemente a modo de un tablero de ajedrez, ya que entonces se relaja el efecto a aislamiento fuera de los puntos de cruce (Fig. 6b) – entre los botones N2 de la otra hoja flexible de botones de aire F2. Para la consecución de una rigidez dinámica todavía menor se seleccionan las dimensiones y las distancias de los botones de modo correspondiente, así como el número de capas y las capas intermedias.

10 En la Fig. 7 se ilustra una forma de realización de la invención en la que – en lugar de desde botones de una segunda hoja flexible de botones de aire – sobresalen nervios elásticos (por ejemplo desde una estera, hechos de goma) entre los botones de la hoja flexible de botones de aire F1. Las ranuras de aire mostradas en las Fig. 7a y b son auténticas, ya que hacen posible una relajación a los botones de aire bajo carga. Los botones mostrados en la Fig. 7c en los puntos de cruce de los nervios del los nervios soportan en sus bordes los botones de aire conformados de modo rectangular.

15 Por medio de la capa aislante colocada por ejemplo en la parte inferior del revestimiento de suelo, dado el caso, pegada, hecha de materiales de una densidad muy elevada, se incrementa la masa referida a la superficie del revestimiento de suelo delgado, o bien en el caso de aplicación de un revestimiento de pared, su masa, de un modo tan decisivo, que con ello, conjuntamente con la menor rigidez dinámica de la capa del sistema combinado de aislamiento acústico que actúa desde el punto de vista de la técnica de aislamiento del ruido de pasos, y en combinación con construcciones inferiores masivas (también en la región de la pared y de la cubierta) se consigue una frecuencia de resonancia de todo el sistema tan reducida, que éste también es activo fundamentalmente desde el punto de vista de la técnica de aislamiento de ruidos aéreos, o bien se puede emplear como absorbedor de placas insonorizante para finalidades dentro de la acústica de recintos.

20

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema combinado de aislamiento acústico para una superficie de limitación de un recinto (U), que comprende (i) un revestimiento de suelo, pared o cubierta (V), y (ii) una capa de insonorización (D) que añadida al revestimiento (V) correspondiente, dado el caso, pegada con éste, que presenta un factor interno de pérdidas  $\alpha_{INT}$  de al menos 0,1, en particular de al menos 0,2, y al menos una de las siguientes características:
- posee una densidad  $> 1600 \text{ kg/m}^3$ , preferentemente  $> 2000 \text{ kg/m}^3$ ,
  - posee un peso por unidad de superficie  $> 5 \text{ kg/m}^2$ , preferentemente  $> 10 \text{ kg/m}^2$ , y
- (iii) una capa aislante de ruido (S) que se añade a la superficie de limitación de un recinto (U), caracterizado porque la capa aislante de ruido presenta una rigidez dinámica  $s'$  de  $20 \text{ MN/m}^3$  como máximo.
- 10 2. Sistema combinado de aislamiento acústico según la reivindicación 1, caracterizado porque el revestimiento (V) está conformado en dos partes, y está dispuesta al menos una capa de insonorización (D) entre las dos partes (V1, V2), o bien una de las partes del revestimiento (V) está conformada como capa de insonorización (D).
- 15 3. Sistema combinado de aislamiento acústico según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque entre el revestimiento (V) y la capa de insonorización (D) está dispuesto un cierre de vapor o un bloqueo de vapor (B), dado el caso en forma de una hoja flexible de calentamiento o adicionalmente a una hoja flexible de calentamiento.
- 20 4. Sistema combinado de aislamiento acústico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa aislante del ruido de pasos (S) está conformada como hoja flexible múltiple de botones de aire – dado el caso, al menos con una capa intermedia -, en la que dos hojas de botones de aire (F1, F2), preferentemente, están dispuestas una sobre otra de modo diametralmente opuesto, de tal manera que los botones (N1) de una de las hojas de botones de aire (F1) se enganchan en los espacios intermedios entre los botones (N2) de la otra hoja flexible de botones de aire (F2).

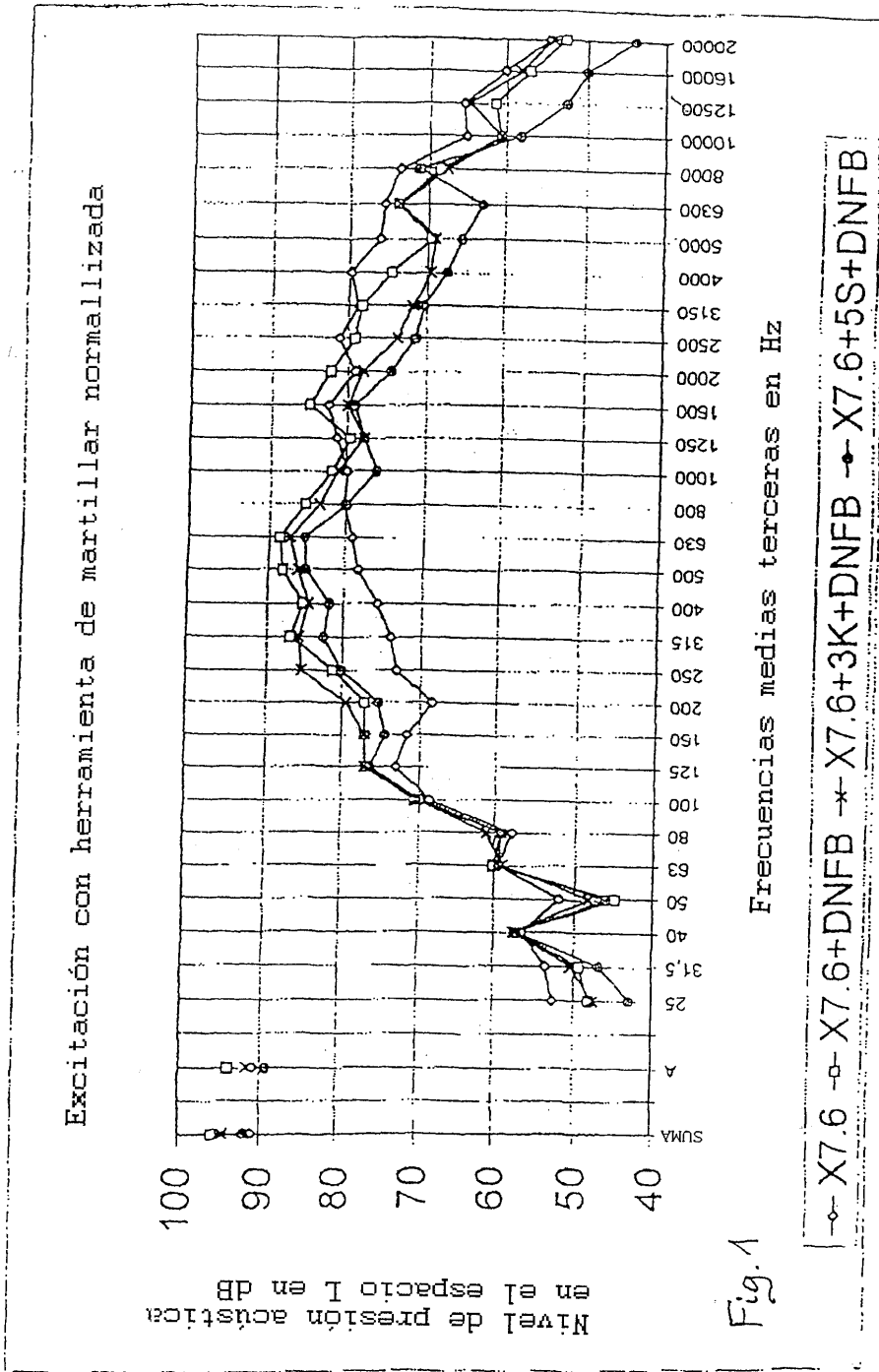
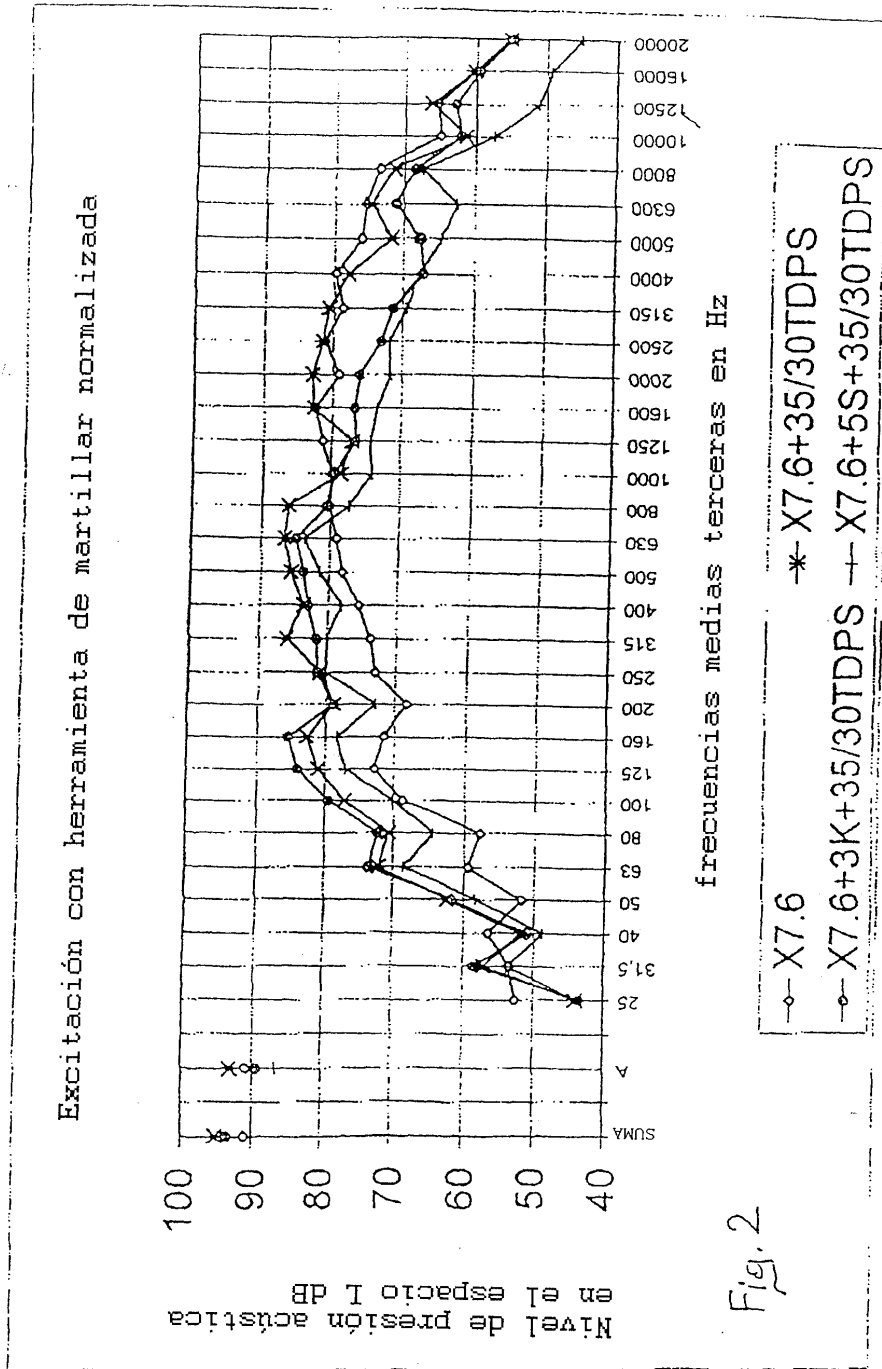
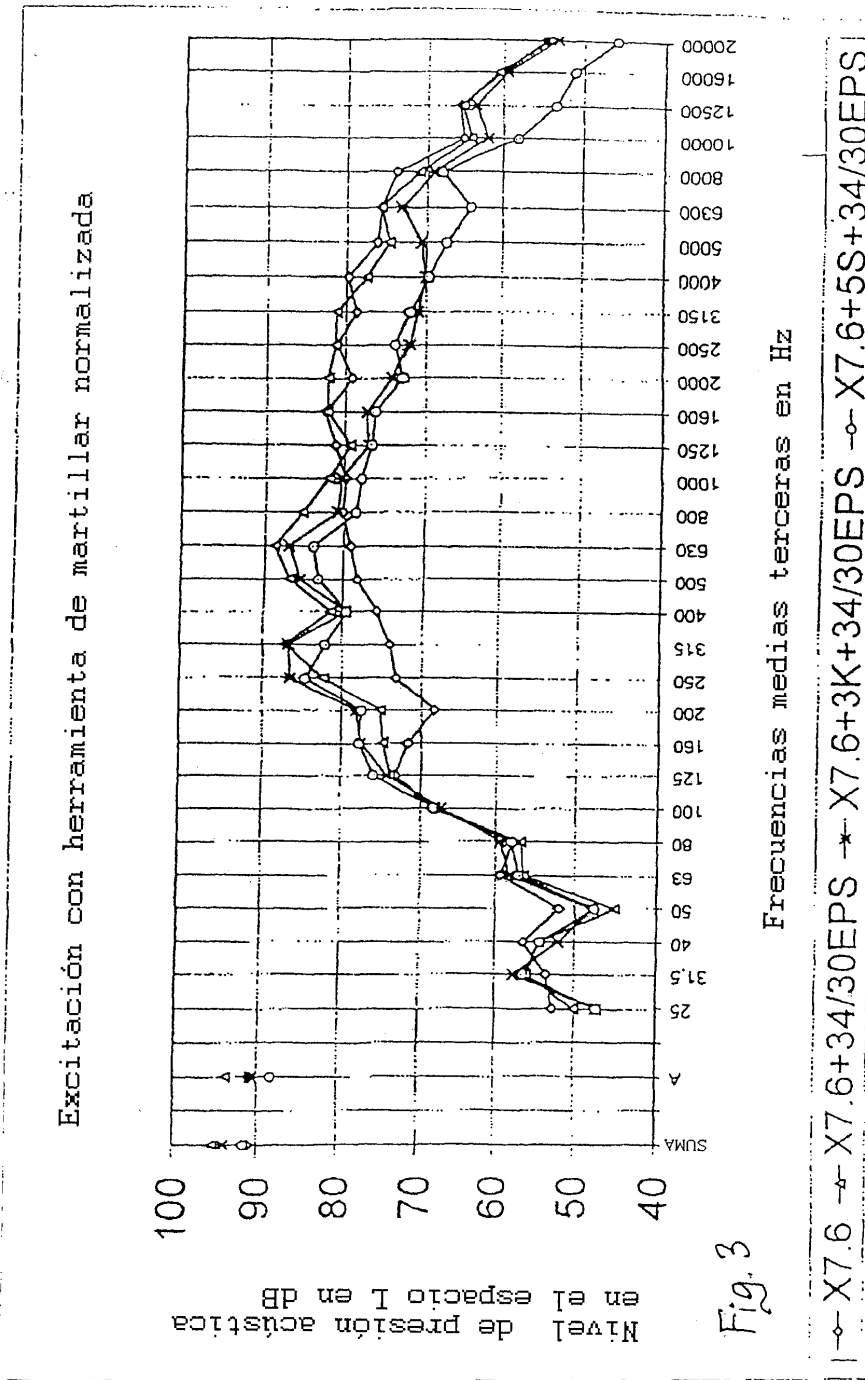


Fig. 1





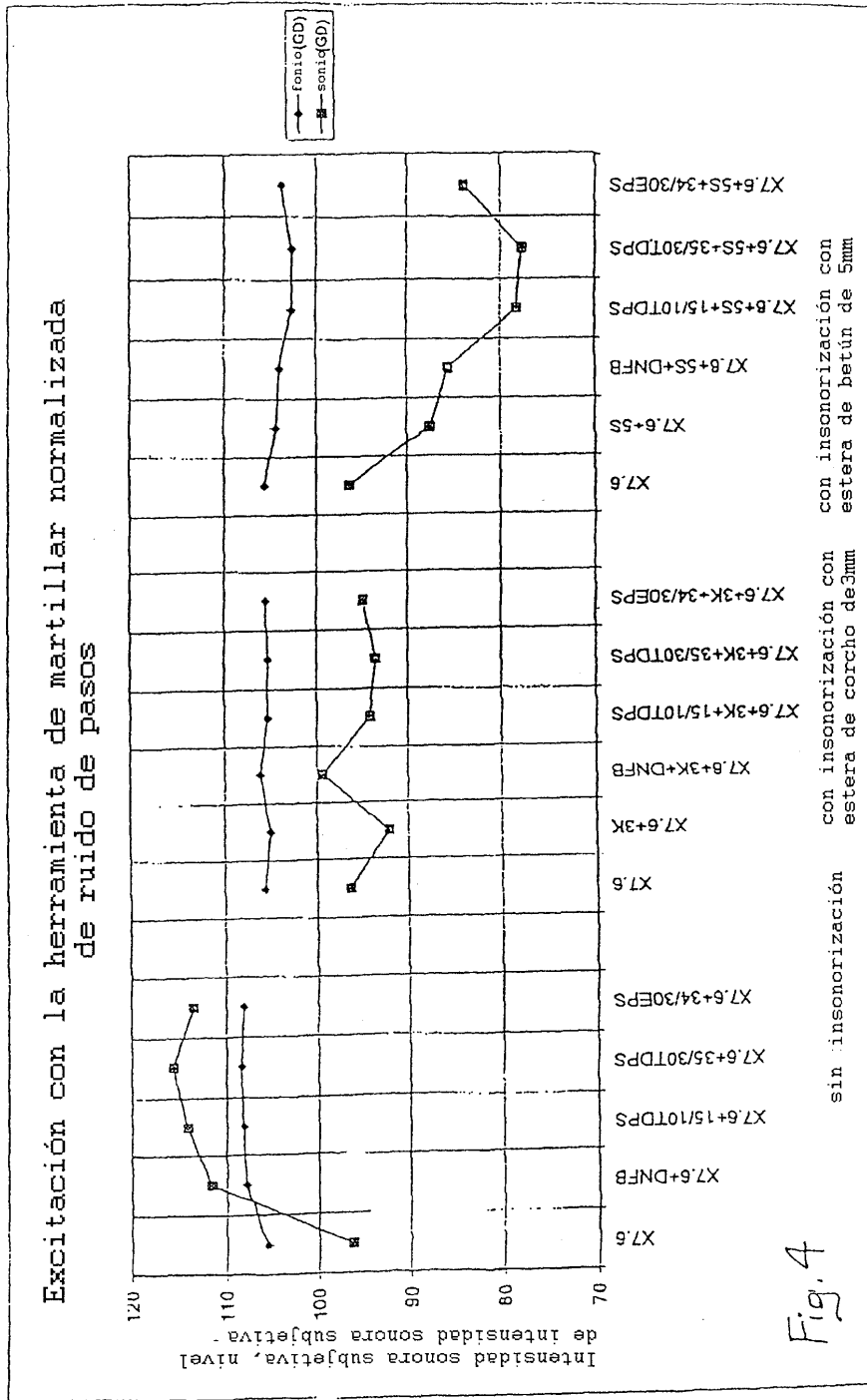


Fig. 4

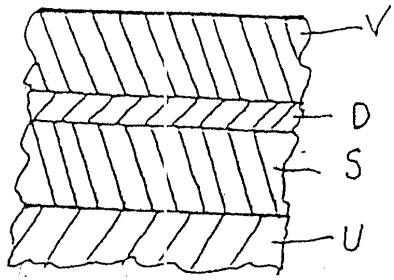


Fig. 5a

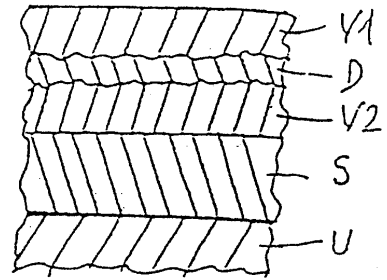


Fig. 5b

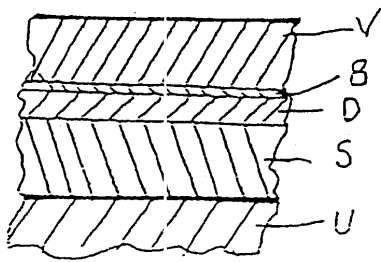


Fig. 5c

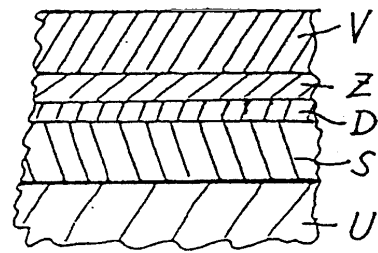


Fig. 5d

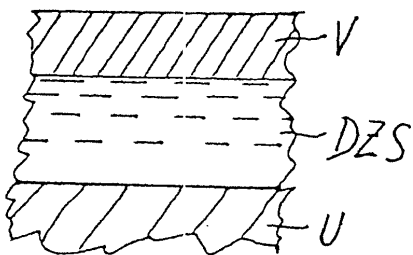


Fig. 5e



Fig. 6a

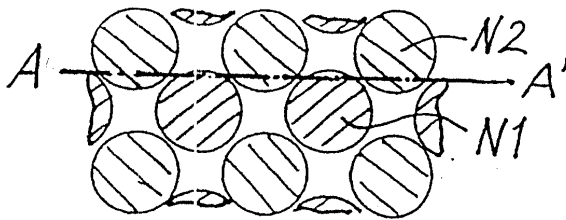


Fig. 6b

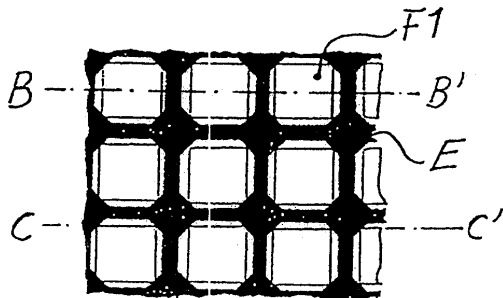


Fig. 7a

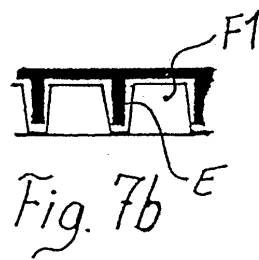


Fig. 7b



Fig. 7c