

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 517 215**

21 Número de solicitud: 201430960

51 Int. Cl.:

G10K 11/175 (2006.01)

E01F 8/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

25.06.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

31.10.2014

Fecha de la concesión:

11.02.2015

45 Fecha de publicación de la concesión:

18.02.2015

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
(100.0%)**

**Ctro. Apoyo a la Innovación, la Investigación y la
Transferencia de Tecnología, CTT, Edif. 6G,
Camino de Vera, s/n
46022 Valencia (Valencia) ES**

72 Inventor/es:

**BELMAR IBÁÑEZ, Francisco;
CANDELAS VALIENTE, Pilar;
GÓMEZ LOZANO, Vicente;
RUBIO MICHAVALA, Constanza y
URIS MARTÍNEZ, Antonio**

74 Agente/Representante:

MALDONADO JORDAN, Julia

54 Título: **Pantalla acústica**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a una pantalla acústica que comprende al menos dos filas de elementos dispersores dispuestos de manera periódica, estando dos elementos dispersores contiguos de una misma fila separados por una ranura subsónica de dimensión inferior a la longitud de onda del sonido. Los elementos dispersores de una fila se solapan con las ranuras subsónicas de la otra fila.

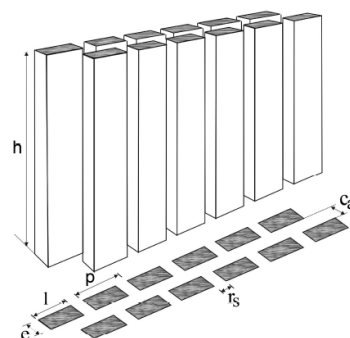


FIG. 1

ES 2 517 215 B2

DESCRIPCIÓN

PANTALLA ACÚSTICA

Campo de la invención

La presente invención se refiere de manera general al
5 campo del aislamiento acústico, y concretamente al campo de
las pantallas o barreras acústicas.

Antecedentes de la invención

Es habitual emplear pantallas acústicas para absorber
10 o reflejar ruidos transmitidos por vía aérea procedentes,
por ejemplo, del tráfico por carretera o ferroviario, de la
construcción y de instalaciones industriales tales como
máquinas refrigeradoras, centros de transformación,
compresores, etc. En general, estas pantallas acústicas son
15 opacas al aire y pueden ser reflectantes o absorbentes,
véase Benz Kotzen & Colin English, *Environmental Noise
Barriers: A Guide to Their Acoustic and Visual Design*, CRC
Press, 2009. La eficacia de este tipo de pantallas opacas
al aire se reduce en instalaciones en las que, además de
20 una determinada atenuación acústica a unas determinadas
frecuencias, también se requiere un flujo de aire, por
ejemplo, para refrigerar una instalación. Por tanto, en
estos casos se requieren pantallas que permitan el flujo de
aire a su través.

25 Para solucionar este problema, en los últimos años han
aparecido pantallas acústicas construidas a base de
cristales de sonido (véanse los documentos ES 2190904A1,
PCT/US2008/086918, US8.555.768, CN201780774U y WO02077968).
Aunque los cristales de sonido conocidos en la técnica
30 pueden proporcionar valores de atenuación acústica
adecuados, requieren para ello grosores de pantalla
considerablemente grandes. Por ejemplo, en el documento
WO02077968 se menciona que se requiere el uso de 3 a 5

filas, e incluso de 10 filas de elementos dispersores.

Por tanto, sigue existiendo en la técnica la necesidad de una pantalla acústica alternativa que mejore los rendimientos obtenidos con las pantallas acústicas de la
5 técnica anterior. En concreto, sigue existiendo la necesidad de una pantalla acústica que proporcione valores de atenuación acústica mayores y/o permita emplear grosores de pantalla acústica menores.

10 Sumario de la invención

Para solucionar los problemas de la técnica anterior, la presente invención da a conocer una pantalla acústica que comprende al menos dos filas de elementos dispersores dispuestos de manera periódica. Dos elementos dispersores
15 contiguos de una misma fila están separados por una ranura subsónica, es decir, de dimensión inferior a la longitud de onda del sonido. Además, los elementos dispersores de una fila se solapan con las ranuras subsónicas de la otra fila.

Por tanto, una pantalla acústica según la presente
20 invención presenta un grosor menor al de los cristales acústicos conocidos en la técnica anterior, ya que tan sólo dos filas de elementos dispersores son suficientes para proporcionar buenos valores de atenuación acústica. Además, tal como se verá a continuación en el presente documento,
25 una pantalla acústica de estas características (con tan sólo dos filas de elementos dispersores) presenta capacidades de atenuación acústica superiores a las obtenidas en la técnica anterior.

30 Breve descripción de las figuras

La presente invención se entenderá mejor con referencia a los siguientes dibujos que ilustran una realización preferida de la invención, proporcionada a modo

de ejemplo, y que no debe interpretarse como limitativa de la invención de ninguna manera.

La figura 1 muestra una vista en planta y en perspectiva de una pantalla acústica según la realización
5 preferida de la presente invención.

La figura 2 es un gráfico que muestra la atenuación acústica obtenida con la pantalla acústica de la figura 1 en función de la frecuencia del sonido.

10 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La pantalla acústica mostrada en la figura 1 está compuesta por dos filas de elementos dispersores. Los elementos dispersores presentan una forma geométrica de prisma rectangular, definidos por la anchura (l), la altura
15 (h) y el espesor (e). Dos elementos dispersores contiguos de una misma fila están separados por una ranura subsónica (r_s) cuya dimensión es inferior a la longitud de onda del sonido que va a atenuarse. Los elementos dispersores están dispuestos de manera periódica en cada fila, con una
20 periodicidad (p) que es igual a la suma de la anchura del elemento dispersor y la ranura subsónica. Además, las dos filas de elementos dispersores están separadas una distancia c_a .

Tal como puede apreciarse en la figura 1, el centro
25 geométrico de los elementos dispersores de una fila coincide con el centro geométrico de la ranura subsónica de la otra fila.

Todas estas características (dimensiones de los elementos dispersores y separación entre ellos) determinan
30 la eficacia y el rango de frecuencias que van a atenuarse.

El principio de funcionamiento de la pantalla acústica de la presente invención se basa en el comportamiento del aire contenido en las ranuras subsónicas, que ya no puede

ser modelado simplemente como una masa acústica. En primer lugar, el espesor del panel (espesor de los elementos dispersores, número de filas de elementos dispersores y separación entre filas) influirá en la aparición de los
5 modos pares e impares de la resonancia Fabry-Perot. Además, antes de que tenga lugar la difracción por las ranuras, el efecto de la periodicidad de la pantalla acústica se manifiesta a través de la conocida como anomalía de Wood mediante una interferencia destructiva, es decir, disminuye
10 la transmisión de sonido a través de la pantalla.

Dependiendo de los parámetros de diseño, la atenuación de la pantalla puede sintonizarse alrededor de una frecuencia que viene determinada por la periodicidad de la distribución de las ranuras. En efecto, tal como se verá a
15 continuación en el presente documento, se produce un máximo de atenuación para un sonido cuya longitud de onda es aproximadamente igual a la periodicidad de la distribución de los elementos dispersores. Dado que la longitud de onda del sonido está relacionada con su frecuencia, puede
20 configurarse la pantalla de la presente invención para obtener una atenuación máxima de sonidos de una frecuencia dada.

Por otro lado, tal como se mencionó anteriormente, la periodicidad de la distribución de los elementos
25 dispersores es igual a la suma de la anchura de un elemento dispersor y la ranura subsónica. La periodicidad puede variarse variando cualquiera de estos dos parámetros que la componen, siempre que se cumpla la condición de que la ranura subsónica sea menor, preferiblemente mucho menor,
30 que la longitud de onda del sonido que va a atenuarse.

El material empleado para fabricar los elementos dispersores no está particularmente limitado, y puede ser cualquier material sólido habitual en la construcción, tal

como por ejemplo hormigón, madera, acero, etc. Los elementos dispersores pueden fijarse en su sitio mediante cualquier medio adecuado, tal como mediante placas de anclaje o insertándolos en la cimentación del terreno.

5 Además, según una realización preferida se recubre un material absorbente acústico sobre al menos una de las caras de los elementos dispersores: la cara enfrentada a la dirección desde la que procede el sonido que va a atenuarse, la cara opuesta o ambas. Según aún otra
10 realización, los elementos dispersores son acústicamente transparentes, es decir, presentan perforados de cualquier forma (ranuras, orificios, etc.), tamaño y distribución. En este caso, se dispone un material absorbente acústico en el interior de los elementos dispersores.

15 A continuación se describe un ejemplo de realización específico de una pantalla según la presente invención, así como los resultados de atenuación acústica obtenidos con la misma.

 Se fabricó una pantalla acústica formada por dos filas
20 de elementos dispersores. Los elementos dispersores presentaban una anchura (l) de 0,3 m, un espesor (e) de 0,1 m y una altura (h) de 1,8 m. Entre los postes de una misma fila se dispuso una separación de ranura subsónica (r_s) de 0,05 m, y entre las dos filas se dispuso una separación
25 (c_a) de 0,1 m.

 En la figura 2 se muestran las atenuaciones (en dB) obtenidas para frecuencias de hasta 3000 Hz. Puede observarse que se obtienen picos de atenuación de más de 30 dB, por ejemplo, a frecuencias de algo más de 1500 Hz. Si
30 se considera por ejemplo el intervalo de 500-1000 Hz, que suponen las frecuencias más difíciles de atenuar, puede observarse que con la pantalla de la presente invención se obtienen atenuaciones medias de 20-25 dB. Puede observarse

además que se obtiene un máximo de atenuación a una frecuencia de 1000 Hz, a la que la longitud de onda del sonido es aproximadamente igual a la periodicidad (p) de la distribución de los elementos dispersores, tal como se
5 mencionó anteriormente.

Aunque se ha descrito la presente invención con referencia a una realización preferida de la misma, el experto en la técnica podrá aplicar variaciones y modificaciones a la misma basándose en las enseñanzas
10 divulgadas en el presente documento. Por tanto, se pretende que tales variaciones y modificaciones queden abarcadas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, aunque se ha descrito una pantalla acústica que comprende dos filas de elementos dispersores,
15 resulta evidente que la invención no se limita a esta configuración y que es posible fabricar pantallas acústicas según la invención con un número mayor de elementos dispersores, lo que producirá una mayor atenuación acústica. En el caso de pantallas acústicas según la
20 invención con más de dos filas, no se requiere que esté presente un patrón repetitivo en la dirección del grosor de la pantalla. Es decir, no se necesita que los elementos dispersores de la tercera fila estén en la misma posición que los elementos dispersores de la primera fila.

Además, la forma de los elementos dispersores de la
25 pantalla acústica de la presente invención no se limita a la de prisma rectangular, y pueden presentar cualquier forma geométrica prismática (cuadrada, hexagonal, etc.).

Por otro lado, aunque según la realización preferida
30 de la presente invención el centro geométrico de los elementos dispersores de una fila coincide con el centro geométrico de la ranura subsónica de la otra fila, esto no es una condición imprescindible de la presente invención.

Simplemente se requiere que los elementos dispersores de una fila se solapen con las ranuras subsónicas de la otra fila, aunque sus centros geométricos no coincidan entre sí.

Por último, en el ejemplo específico descrito
5 anteriormente en el presente documento se menciona la atenuación acústica obtenida con la pantalla según la presente invención en el intervalo de 500-1000 Hz, ya que el sonido en este intervalo de frecuencia resulta generalmente más difícil de atenuar con las soluciones de
10 la técnica anterior. Sin embargo, la presente invención no se limita a la atenuación de sonidos en ese intervalo de frecuencias, y puede aplicarse más generalmente a la atenuación acústica en el intervalo de 100-5000 Hz.

REIVINDICACIONES

1. Pantalla acústica que comprende al menos dos filas de elementos dispersores dispuestos de manera periódica, estando dos elementos dispersores contiguos de una misma fila separados por una ranura subsónica de dimensión inferior a la longitud de onda del sonido, y solapándose los elementos dispersores de una fila con las ranuras subsónicas de la otra fila.
2. Pantalla acústica según la reivindicación 1, caracterizada por que el centro geométrico de los elementos dispersores de una fila coincide con el centro geométrico de la ranura subsónica de la otra fila.
3. Pantalla acústica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los elementos dispersores están dispuestos de manera periódica en cada fila, con una periodicidad (p) que es igual a la suma de la anchura del elemento dispersor y la ranura subsónica.
4. Pantalla acústica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los elementos dispersores comprenden además un material absorbente acústico recubierto sobre al menos una de las caras de los elementos dispersores.
5. Pantalla acústica según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, caracterizada por que los elementos dispersores presentan perforaciones en al menos una de sus caras y un material absorbente acústico en el interior de dichos elementos dispersores.
6. Pantalla acústica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los elementos dispersores presentan una forma geométrica

prismática.

7. Pantalla acústica según la reivindicación 6, caracterizada por que los elementos dispersores presentan una forma geométrica de prisma rectangular.
- 5 8. Pantalla acústica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que proporciona atenuación acústica en el intervalo de 100-5000 Hz.
9. Pantalla acústica según la reivindicación 8,
10 caracterizada por que proporciona una atenuación acústica media de 20-25 dB en el intervalo de 500-1000 Hz.

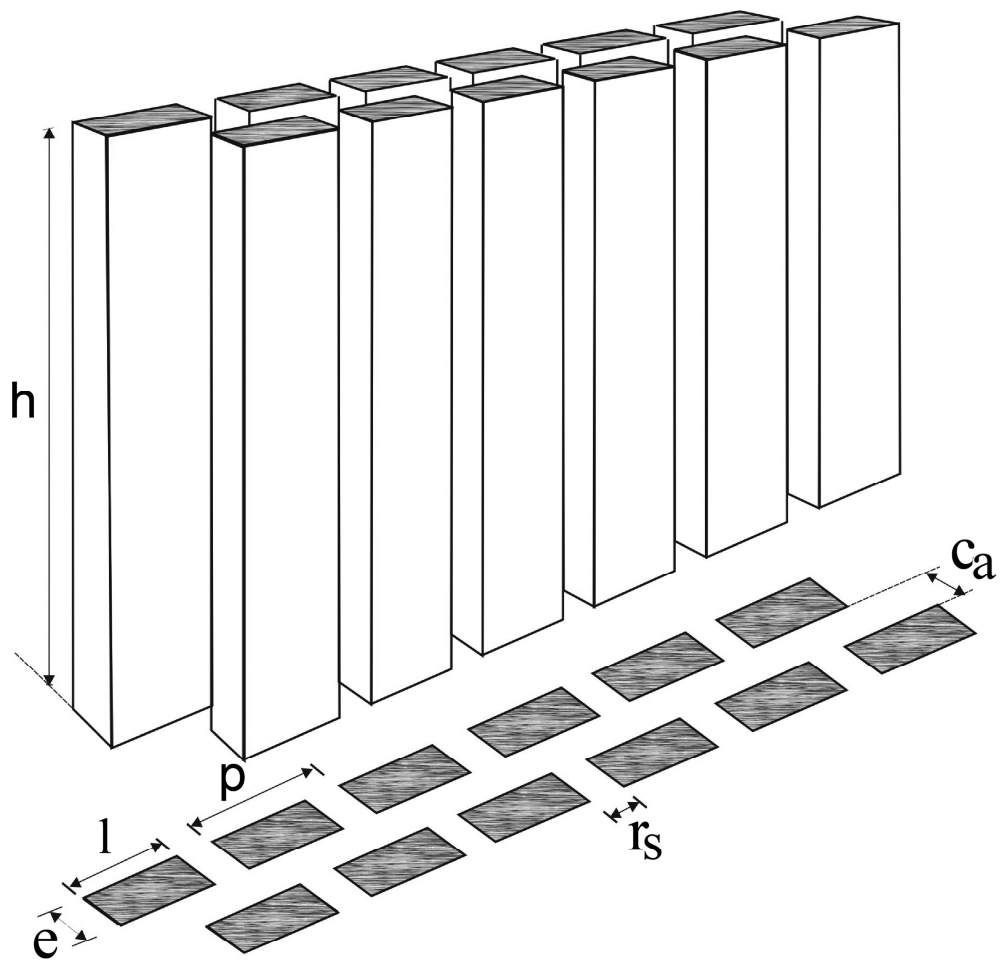


FIG. 1

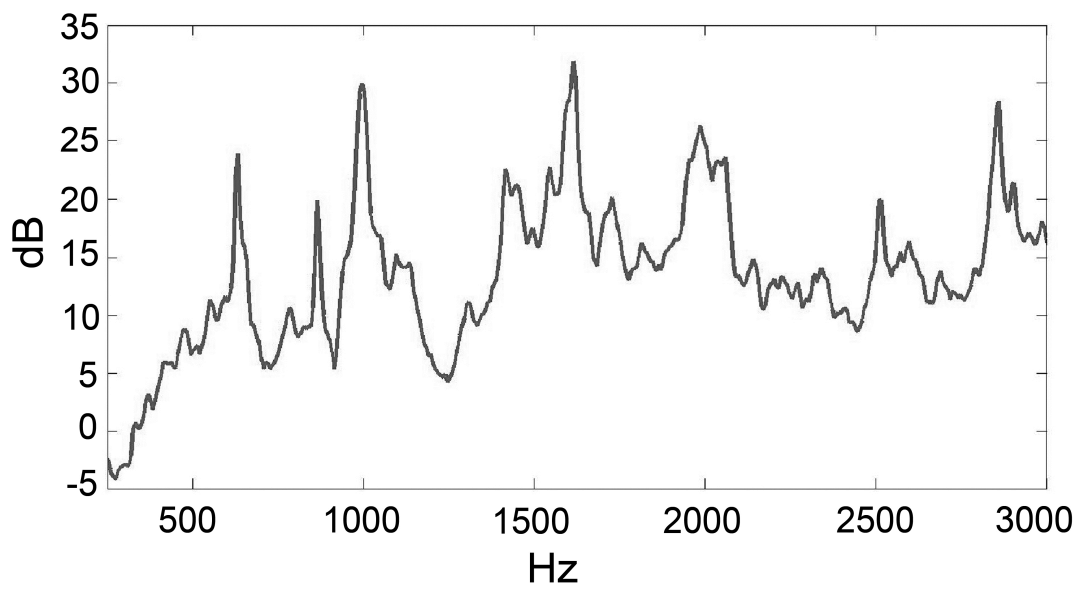


FIG. 2



- ②① N.º solicitud: 201430960
②② Fecha de presentación de la solicitud: 25.06.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G10K11/175** (2006.01)
E01F8/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 02077968 A1 (COCKERILL RECH & DEV et al.) 03.10.2002, página 19, línea 20 – página 24, línea 15; figuras 1-3.	1-9
A	KUANG W et al. The effects of shapes and symmetries of scatterers on the phononic band gap in 2D phononic crystals. PHYSICS LETTERS A, 20041122 NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO., AMSTERDAM, NL 22.11.2004 VOL: 332 No: 5-6 Págs: 481-490 ISSN 0375-9601 Doi: doi:10.1016/j.physleta.2004.10.009; todo el documento.	1-9
A	ES 2190904 A1 (UNIV VALENCIA POLITECNICA) 16.08.2003, todo el documento.	1-9
A	ES 2358143 A1 (UNIV VALENCIA POLITECNICA) 06.05.2011, todo el documento.	1-9

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.10.2014

Examinador
A. Fernández Pérez

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G10K, E01F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.10.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-9	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-9	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 02077968 A1 (COCKERILL RECH & DEV et al.)	03.10.2002
D02	KUANG W et al. The effects of shapes and symmetries of scatterers on the phononic band gap in 2D phononic crystals. PHYSICS LETTERS A, 20041122 NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO., AMSTERDAM, NL 22.11.2004 VOL: 332 No: 5-6 Págs: 481-490 ISSN 0375-9601 Doi: doi:10.1016/j.physleta.2004.10.009	22.11.2004

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**Reivindicación 1:**

El objeto de la invención como se reivindica en la primera reivindicación consiste en una PANTALLA ACÚSTICA que comprende

- al menos dos filas de elementos dispersores dispuestos de manera periódica,
- dos elementos dispersores contiguos de una misma fila están separados por una ranura subsónica de dimensión inferior a la longitud de onda del sonido
- los elementos dispersores de una fila se solapan con las ranuras subsónicas de la otra fila.

D01 representa el estado de la técnica más próximo, y describe una estructura periódica para atenuar la transmisión de una onda acústica, consistente en un conjunto de barras derechas, preferiblemente de acero aunque son posibles otros materiales, de sección preferiblemente cuadrada con una dimensión lateral del orden de 7 cm, y un parámetro de red (periodicidad) de 10 cm, dispuestas en múltiples filas. Las barras adoptan una configuración de red cuadrada (esto es, cada elemento dispersor ocupa una esquina de un cuadrado). El documento establece que la capacidad de atenuación de la estructura se incrementa rotando las barras en torno a su eje longitudinal un cierto grado entre 0° y 40° en los modos de realización ejemplares. La diferencia entre este documento y el objeto de la invención tal como se reivindica en R1 radica en que la disposición de los elementos dispersores en la invención está desplazada de una fila a la siguiente, de modo que los elementos dispersores de una fila solapan con la ranura sónica de la siguiente fila.

D02 analiza el efecto de la forma de los elementos dispersores de un cristal fonónico y la simetría de la red construida con dichos elementos dispersores sobre el band gap del cristal. Para ello se analiza el comportamiento de una estructura de elementos dispersores de acero embebidos en una matriz de epoxi, variando por un lado la sección de los elementos dispersores (circular, triangular, cuadrada y hexagonal) y por otro la estructura de la celda (triangular, cuadrada y en nido de abeja). Uno de los resultados presentados es que la estructura de red con el mayor valor absoluto de PBG (phononic band gap) es una estructura triangular, en la que los centros de los elementos dispersores de una fila se ubican en el centro de la separación entre dos elementos dispersores de la ranura contigua. Sin embargo, los resultados también indican que el mejor valor de PBG se alcanza cuando los centros dispersores tienen la misma forma y orientación de la red en la que se configuran.

Como conclusión de lo anterior, no parece obvio para el experto en la técnica seleccionar entre todas las opciones descritas en D02 la opción de combinar un tipo de estructura de red, básicamente análoga a la disposición triangular, con centros dispersores con simetría diferente (cuadrada) para llegar a la disposición reivindicada en R1. Por lo tanto, se considera que la reivindicación 1 tiene actividad inventiva.

Reivindicaciones 2-9

Las reivindicaciones 2 a 9 son reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1. Teniendo en cuenta la argumentación con respecto a la reivindicación 1, la invención de acuerdo con las reivindicaciones 2-9 cumple el requisito de actividad inventiva.