

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 390**

21 Número de solicitud: 201431113

51 Int. Cl.:

F16F 9/53

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

24.07.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.01.2016

Fecha de la concesión:

28.10.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

07.11.2016

73 Titular/es:

**RECUBRIMIENTOS PLÁSTICOS, S.A. (100.0%)
Autovía Pamplona-Logroño A-12, salida 9
31190 Astrain (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**IRAZU ECHEVERRIA, Leire;
ELEJABARRIETA OLABARRI, María Jesús;
TAPIA DE LA FUENTE, Carlos;
GARCÉS INÚÑEZ, Yolanda;
ERROBA ESQUIROZ, Jose Mari;
FERNÁNDEZ RESANO, Beatriz y
LERGA FLAMARIQUE, Beatriz**

74 Agente/Representante:

URÍZAR BARANDIARAN, Miguel Ángel

54 Título: **Multi-panel metálico y magnetorreológico**

57 Resumen:

Multi-panel metálico y magnetorreológico, que se constituye en una estructura sándwich que consta de un núcleo (2) que consta de una resina viscoelástica (2) de naturaleza adhesiva, en la que se encuentran distribuidas uniformemente de forma isotropa o anisótropa con una proporción en volumen superior al 5%; y partículas magnetorreológicas de material ferromagnético y con tamaños comprendidos entre 10nm y 10µ, estando dispuesto dicho núcleo (1) entre una primera piel (11) de naturaleza metálica no magnética y una segunda piel (12) de naturaleza metálica no magnética igual o diferente a la primera piel. La relación del espesor (Hn) del núcleo respecto a cualquiera de los espesores (H1), (H2) de las pieles primera (11) y segunda (12) es inferior a 0,1 y superior a 0,01.

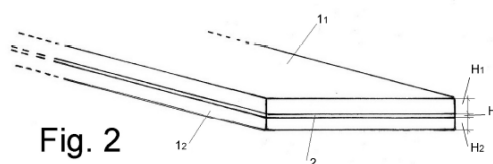


Fig. 2

ES 2 557 390 B1

MULTI-PANEL METÁLICO Y MAGNETORREOLÓGICO

DESCRIPCIÓN

Objeto de la invención

El objeto del invento es un panel metálico con estructura de sándwich magnetorreológico (SEMR) capaz de una alta amortiguación acústica y vibracional y con aplicaciones estructurales en muy diversos sectores, tales como ascensores, automóviles, aviación, electrodomésticos, construcción, etc., etc.

El control de las vibraciones estructurales de los sistemas mecánicos es un aspecto fundamental para garantizar su correcto funcionamiento y su duración. Las vibraciones estructurales son fuente de ruido y de fallos asociados a la fatiga mecánica a la que se ven sometidos los diferentes componentes del sistema. Para controlar las vibraciones indeseadas y/o el ruido, se emplean técnicas de amortiguamiento que consisten en configuraciones de elementos mecánicos o de materiales diseñados para disipar la energía mecánica.

Los materiales magnetorreológicos son materiales inteligentes que presentan un efecto MR bajo un campo magnético. El efecto MR consiste en la modificación de las propiedades reológicas del material de forma instantánea y reversible al aplicar un campo magnético externo. Los materiales MR se componen de partículas magnéticas de tamaño micrométrico suspendidas en una matriz no magnetizable. Desde que Rabinow en 1948 descubrió los materiales MR, estos han evolucionado y hoy en día se clasifican en fluidos MR (FMR), geles MR y elastómeros MR (EMR). El material MR más común es el FMR, pero, estos presentan ciertos inconvenientes en comparación con los EMR. La ventaja más obvia de los EMRs es que estos tienen un efecto MR estable ya que las partículas magnéticas no sedimentan con el tiempo. Además, mantienen su forma geométrica incluso al aplicar bajos campos por lo que no presentan problemas de sellado al fabricar estructuras sándwich. Así pues, los EMRs son una buena opción para fabricar sándwiches con núcleo magnetorreológico.

Las estructuras sándwich con núcleo magnetorreológico (SEMR) pueden controlar y disipar las vibraciones en un amplio rango de frecuencias de excitación y temperatura, variando la rigidez y el amortiguamiento de la estructura en respuesta a la intensidad del campo magnético aplicado. Las aplicaciones de estos sándwich adaptables son múltiples debido a sus ventajas como ligereza, rigidez, resistencia y sobre todo por la capacidad de modificar sus propiedades dinámicas según las necesidades requeridas.

Antecedentes de la invención

Los sándwiches de elastómero magnetorreológico (SEMR), ya conocidos, se componen por pieles de aluminio debido a su bajo amortiguamiento y a su alta rigidez comparada con los EMRs. Además, la permeabilidad magnética relativa del aluminio es casi nula, por lo que no
5 afecta a la distribución e intensidad del campo magnético.

El núcleo de los SEMRs se compone principalmente por una matriz polimérica y partículas magnéticas. La matriz utilizada por los diferentes autores para fabricar el EMR son, la silicona Selleys Pty.Limited con el fluido Poly dimethylsiloxane, el caucho de silicona Liyang Silicone Rubber, el polímero inorgánico Bentonite Clay y aceite sintético y la silicona Elastosil M4644.
10 Como partículas magnéticas la más utilizada es la de carbonyl iron (C_5FeO_5), con un diámetro superior a 3 μm y en una proporción de 25-30% en volumen del EMR.

Para la unión de la matriz polimérica a las pieles, se utiliza un adhesivo.

En los sándwich SEMR conocidos la relación del espesor de la piel respecto al espesor del núcleo varía entre el 1,1% y el 20%, es decir, que el núcleo es siempre mucho más grueso que
15 las pieles.

Esta configuración comporta varios problemas.

Los SEMR conocidos son productos muy caros.

También presentan el problema de ser excesivamente gruesos, lo que dificulta su aplicación precisamente en las estructuras que por su alto valor añadido, como en la aviación o
20 automoción, sería muy deseable su utilización.

En estructuras que requieren un plegado del SEMR de más de 90° hemos comprobado la tendencia a despegarse, por el excesivo grosor del sándwich.

La necesidad del adhesivo, para unir el núcleo con las pieles, tiene como consecuencia una elaboración de SEMR más compleja y en consecuencia más cara.

Estos y otros problemas son solucionados por el SEMR objeto del invento.
25

Descripción de la invención

El panel objeto del invento supera estos problemas al constituirse en una estructura sándwich que se caracteriza porque consta de un núcleo que, a su vez, consta de una resina viscoelástica de naturaleza adhesiva, en la que se encuentran distribuidas uniformemente de forma isótropa o

anisótropa con una proporción en volumen superior al 5%; partículas magnetorreológicas de material ferromagnético con tamaños comprendidos entre 10nm y 10μ; estando dispuesto dicho núcleo entre una primera piel de naturaleza metálica no magnética y una segunda piel de naturaleza metálica no magnética igual o diferente a la primera piel.

- 5 También se caracteriza porque la relación del espesor del núcleo respecto a cualquiera de los espesores de las pieles primera y segunda es inferior a 0,1 y superior a 0,01 : $0,01 \leq \frac{H_n}{H_1 \text{ ó } H_2} \leq 0,1$.

Otras configuraciones y ventajas de la invención se pueden deducir a partir de la descripción siguiente, y de las reivindicaciones dependientes.

Descripción de los dibujos

- 10 Para comprender mejor el objeto de la invención, se representa en las figuras adjuntas una forma preferente de realización, susceptible de cambios accesorios que no desvirtúen su fundamento. En este caso:

La figura 1 es una representación esquemática de un sándwich magnetorreológico (SEMR) conocido.

- 15 La figura 2 es una representación esquemática de una realización práctica del sándwich magnetorreológico (SEMR) objeto del invento.

Descripción de una realización preferente

Se describe a continuación un ejemplo de realización práctica, no limitativa, del presente invento. No se descartan en absoluto otros modos de realización en los que se introduzcan cambios accesorios que no desvirtúen su fundamento.

- 20

En la figura 1 se aprecia la constitución de un SEMR que consta de un núcleo (2') de matriz polimérica en el que se encuentran distribuidas partículas magnéticas de carbonyl iron de tamaño superior a 3 μm y de forma esférica.

- 25 Consta también de dos pieles (1'₁), (1'₂) del mismo material metálico, aluminio o acero no magnético, es decir, las dos son de aluminio o las dos son de acero no magnético.

Para unir el núcleo (2') a las pieles (1₁), (1'₂) se utiliza un adhesivo (3).

El espesor del núcleo (H'₄) es mucho mayor que el espesor de las pieles (H'₁) (H'₂), algunos fabricantes hacen $\frac{(H'_1) \text{ ó } (H'_2)}{(H'_n)}$ entre 1,1% y 3%, otros llegan hasta el 20%.

En la figura 2 se aprecia que en la constitución del SEMR, objeto del invento, ha desaparecido el adhesivo (3). El núcleo (2) es una resina viscoelástica, preferentemente sensible a la presión (PSA), por ejemplo, de naturaleza poliéster, acrílica, poliuretánica, etc., de modo que sus inherentes propiedades viscosas sirven para su adhesión directa a las pieles (1₁), (1₂).

- 5 En el núcleo (2) se encuentran distribuidas uniformemente de forma isótropa o anisótropa, partículas magnetorreológicas de material ferromagnético, preferentemente de pentacarbonilo de hierro (C₅FeO₅) pero pudiera ser se níquel, cobalto, etc.

Se pueden utilizar partículas magnetorreológicas (magnetizables) de diferentes diámetros (Ø) entre 10nm y 10µ, pero preferentemente se utilizan partículas esféricas de diámetro (Ø) inferior a
10 1,3µm: $\text{Ø} \leq 1,3\mu\text{m}$, lo que supone un diámetro inferior a la mitad de las partículas actualmente usadas en los sándwich conocidos.

La concentración de partículas magnetorreológicas respecto al conjunto del núcleo (2) puede variar del 5% al 25%, pero preferentemente, por los resultados obtenidos en laboratorio, la concentración está entre 10% y el 20%, siendo excesivamente débil el efecto magnetorreológico
15 por debajo del 5%.

Las pieles (1₁), (1₂) pueden ser del mismo o diferente metal, pero siempre el/los metal/es deben ser no magnéticos, por ejemplo, cobre, zinc, aluminio, acero no magnético, como el acero inoxidable no ferrítico o, en especial, el acero inoxidable austenítico.

Hemos comprobado en laboratorio que se obtienen buenos resultados utilizando una piel de
20 aluminio y otra de acero, posiblemente porque al tener dichos metales diferente módulo de elasticidad originan un mayor amortiguamiento de las vibraciones cuando el núcleo MR trabaja entre dos pieles asimétricas.

Es esencial en el objeto del invento la relación de espesores de las pieles (H₁), (H₂) respecto al espesor del núcleo (H_n) ya que eso es lo que posibilita su aplicación en las estructuras de
25 aviones o de automóviles.

Trabajando con pieles (1₁), (1₂) de espesores (H₁), (H₂) similares a los espesores (H'₁), (H'₂) utilizados en el arte conocido en el invento, se utiliza espesores de núcleo (H_n) muy inferiores a los espesores de núcleo (H'_n) conocido

$$0,05 \leq \frac{H_n}{H'_n} \leq 0,5$$

y, en general, la relación de espesores de las pieles (H_1), (H_2) y del núcleo (H_n) viene determinado por $0,01 \leq \frac{H_n}{H_1 \text{ ó } H_2} \leq 0,1$

Ejemplos:

Piel 1		Núcleo	Piel 2	
Material	Espesor [mm]	Material	Material	Espesor [mm]
AISI 316	0,25	AN601	AISI 316	0,25
AISI 316	0,25	AN601 +12% Fe	AISI 316	0,25
AISI 316	0,25	AN601	Al	0,5
AISI 316	0,25	AN601 +12% Fe	Al	0,5
Al	0,5	AN601	Al	0,5
Al	0,5	AN601 +12% Fe	Al	0,5

Los espesores del núcleo varían entre 0,02 mm y 0,01 mm, con un espesor de piel de 0,25 mm;
 5 y entre 0,04 mm y 0,01 mm, con un espesor de piel de 0,5 mm.

La unión pieles-núcleo se efectúa mediante el proceso continuo de coil coating (recubrimiento en bobina), aplicándose el adhesivo mediante rodillos.

Para obtener el factor de pérdida de cada modo se aplica el método HPB Half-Power Bandwidth. Este método consiste en que en cada frecuencia de resonancia f_n se calcula a que frecuencias
 10 cae el módulo de transmisibilidad 3,01db y se determina Δf_n . Con los datos experimentales obtenidos de f_n y Δf_n de cada modo se obtiene el factor de pérdida.

$$\eta = \frac{\Delta f_n}{f_n}$$

Siendo:

f_n : frecuencia de resonancia del modo n (Hz)

15 Δf_n : HPB del modo n (Hz)

Las partículas son de pentacarbonylo de hierro (C_5FeO_5) de tamaños diferentes, entre 10 nm y 10 μ

El núcleo es de resina Koratac AN 601

AISI 316 es acero inoxidable austenítico.

5 Al es el aluminio.

En el análisis de la primera frecuencia para una frecuencia aplicada entre 10 y 50 Hz se aprecia que el factor de pérdida de sándwich puede aumentar en un 30% al aplicar campo magnético respecto al mismo sándwich con núcleo no MR.

10 De los resultados cabe destacar que el campo magnético modifica la rigidez y el amortiguamiento de todos los sándwich analizados. La estructura pierde rigidez a bajas frecuencias y en general aumenta el amortiguamiento especialmente en el sándwich con pieles de aluminio y de acero.

15 Podrán ser variables los materiales, dimensiones, proporciones y, en general, aquellos otros detalles accesorios o secundarios que no alteren, cambien o modifiquen la esencialidad propuesta.

Los términos en que queda redactada esta memoria son ciertos y fiel reflejo del objeto descrito, debiéndose tomar en su sentido más amplio y nunca en forma limitativa.

REIVINDICACIONES

1.- Multi-panel metálico y magnetorreológico, caracterizado porque se constituye en una estructura sándwich que consta de

a) un núcleo (2) que consta de

5 a₁) una resina viscoelástica (2) de naturaleza adhesiva, en la que se encuentran distribuidas uniformemente de forma isótropa o anisótropa con una proporción en volumen superior al 5%

a₂) partículas magnetorreológicas de material ferromagnético y con tamaños comprendidos entre 10nm y 10μ, estando dispuesto dicho núcleo (1) entre

10 b) una primera piel (1₁) de naturaleza metálica no magnética y una segunda piel (1₂) de naturaleza metálica no magnética igual o diferente a la primera piel;

y porque

c) la relación del espesor (H_n) del núcleo respecto a cualquiera de los espesores (H₁), (H₂) de las pieles primera (1₁) y segunda (1₂) es inferior a 0,1 y superior a 0,01

15
$$0,01 \leq \frac{H_n}{H_1 \text{ ó } H_2} \leq 0,1$$

2.- Multi-panel metálico y magnetorreológico, según reivindicación 1, caracterizado porque la primera y segunda piel (1₁), (1₂) son de aluminio.

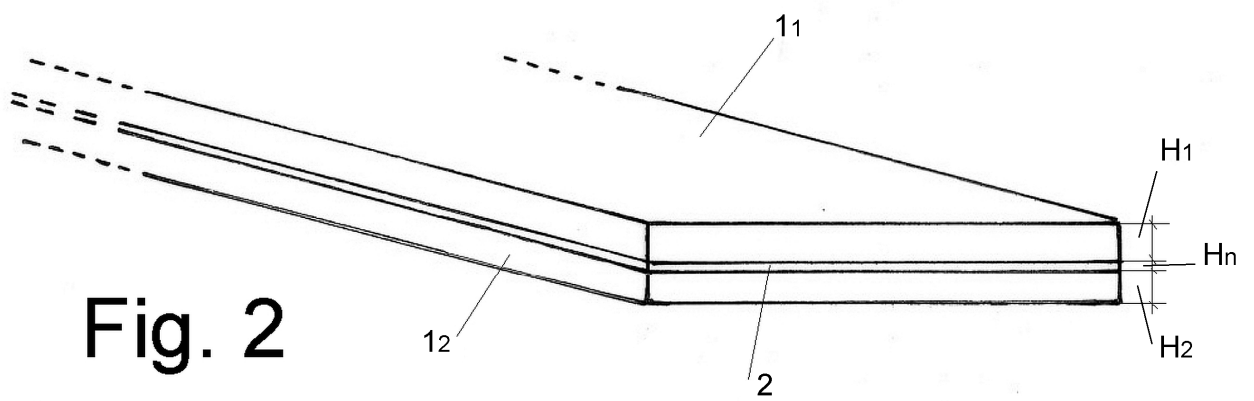
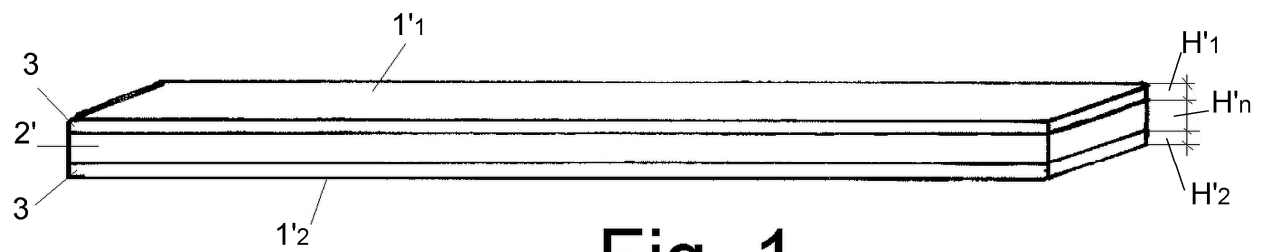
3.- Multi-panel metálico y magnetorreológico, según reivindicación 1, caracterizado porque la primera y segunda piel (1₁), (1₂) son de acero inoxidable no ferrítico.

20 4.- Multi-panel metálico y magnetorreológico, según reivindicación 1, caracterizado porque la primera piel (1₁) es de aluminio y la segunda piel (1₂) es de acero inoxidable no ferrítico.

5.- Multi-panel metálico y magnetorreológico, según una de las reivindicaciones 2, 3 ó 4, caracterizado porque el espesor (H₁) de la primera piel (1₁) es igual que el espesor (H₂) de la segunda piel (1₂).

25 6.- Multi-panel metálico y magnetorreológico, según reivindicaciones 2, 3 ó 4, caracterizado porque el espesor (H₁) de la primera piel (1₁) es diferente del espesor (H₂) de la segunda piel (1₂).

7.- Multi-panel metálico y magnetorreológico, según reivindicación 1, caracterizado porque la resina viscoelástica (2) es de base poliéster y/o acrílico y/o poliuretano.





- ②① N.º solicitud: 201431113
②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.07.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **F16F9/53** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 0540332 A1 (NICHIAS CORP) 05.05.1993, página 3; figuras 1-3.	1-7
A	DE 102009054458 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 16.06.2011, resumen; figuras.	1-7
A	US 2009061188 A1 (BROWNE ALAN L et al.) 05.03.2009, párrafos 4-6; figuras.	1-7
A	US 7550189 B1 (MCKNIGHT GEOFFREY P et al.) 23.06.2009, columna 3; figuras.	1-7
A	US 2003030174 A1 (GRAY STEVEN D et al.) 13.02.2003, resumen; figuras.	1-7
A	GB 2401346 A (OXFORD MAGNET TECH et al.) 10.11.2004, resumen; figuras.	1-7
A	WO 0161713 A1 (UNIV COMMUNITY COLLEGE SYS NEV) 23.08.2001, resumen; figuras.	1-7

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
06.10.2015

Examinador
A. Pérez Igualador

Página
1/4

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

F16F

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: 06.10.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-7	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-7	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	EP 0540332 A1 (NICHIAS CORP)	05.05.1993
D02	DE 102009054458 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN)	16.06.2011
D03	US 2009061188 A1 (BROWNE ALAN L et al.)	05.03.2009
D04	US 7550189 B1 (MCKNIGHT GEOFFREY P et al.)	23.06.2009
D05	US 2003030174 A1 (GRAY STEVEN D et al.)	13.02.2003
D06	GB 2401346 A (OXFORD MAGNET TECH et al.)	10.11.2004
D07	WO 0161713 A1 (UNIV COMMUNITY COLLEGE SYS NEV)	23.08.2001

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

Los documentos citados en el Informe sobre el Estado de la Técnica, muestran, al igual que la solicitud, paneles estratificados en los que una de las capas es de material activo electromagnéticamente, cambiándose así las propiedades mecánicas.

Sin embargo, a diferencia de la misma, ninguno de ellos divulga el núcleo de resina viscoelástica de naturaleza adhesiva ni las pieles exteriores formando un conjunto con la relación de espesores reivindicado en la reivindicación 1ª independiente.

Por tanto, los documentos citados se consideran únicamente una muestra del estado de la técnica y, en consecuencia, a la vista de los mismos, se considera que la reivindicación 1ª presenta novedad y actividad inventiva según los artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de Patentes.

Las reivindicaciones 2ª a 7ª siendo dependientes de la 1ª, también presentan novedad y actividad inventiva.