

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 931**

51 Int. Cl.:

**C08J 5/04** (2006.01)

**C08K 7/14** (2006.01)

**C08J 9/00** (2006.01)

**C08J 5/08** (2006.01)

**C08J 11/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2012 PCT/DE2012/001062**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13067990**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012 E 12798596 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2776494**

54 Título: **Material termoplástico que contiene poliolefina reciclada y fibras de vidrio**

30 Prioridad:

**07.11.2011 DE 102011117760**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**11.06.2018**

73 Titular/es:

**KRAIBURG STRAIL GMBH & CO. KG (100.0%)**

**Göllstrasse 8**

**84529 Tittmoning, DE**

72 Inventor/es:

**BRAUER, HANS-JOACHIM**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 671 931 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Material termoplástico que contiene poliolefina reciclada y fibras de vidrio

La presente invención reivindica la prioridad de la solicitud alemana DE 10 2011 117 760 (día de solicitud 07.11.2011), y se refiere a una traviesa ferroviaria constituida por un material sintético termoplástico con propiedades mecánicas mejoradas.

Antecedentes y estado de la técnica

Por el estado de la técnica es conocida la incorporación de fibras de vidrio en material sintético de diversas maneras para mejorar sus propiedades mecánicas (véase, por ejemplo, los documentos DE10150678, DE19819750C2). Además es conocida la incorporación de vellón de fibra de vidrio como componente adicional en polímeros reciclados, y la producción de materiales termoplásticos de este modo (DE19503632C1).

Para determinadas aplicaciones, en las que se presentan cargas mecánicas muy elevadas, como por ejemplo traviesas, sería deseable poder emplear materiales sintéticos. Sería especialmente deseable poder emplear materiales reciclados a tal efecto para cuidar los recursos naturales. Para la admisión como traviesas ferroviarias, los materiales deben cumplir los requisitos de autorización de la norma DIN EN 1346-4. Las traviesas deben ser apropiadas para absorber las fuerzas verticales y horizontales presentes. Esto se refiere no solo a las cargas por eje de vehículos ferroviarios, sino también las fuerzas guía de los vehículos transversalmente a la vía ferroviaria (movimientos de balanceo, fuerzas guía en curvas (fuerza centrífuga), así como fuerzas longitudinales debidas a aceleración y retraso. En este caso, el perfil de requisitos comprende una aplicabilidad en tramos de alta velocidad. En este caso, las traviesas deben ser claramente más duraderas que las traviesas de madera, o bien hormigón, empleadas hasta el momento.

Los materiales sometidos a ensayo para este fin hasta la fecha no se han mostrado aún suficientemente susceptibles de carga. Por ejemplo, las traviesas sometidas a ensayo para los USA son diseñadas para las velocidades de ferrocarril habituales en este caso, es decir, 70 - 100 km/h, a lo sumo 144 km/h (90 m/hr). Tales traviesas no son empleables para tramos de alta velocidad que son transitados con velocidades de más de 200 km/h, parcialmente también con más de 300 km/h. Por lo tanto, existe la demanda de nuevos materiales para la producción de cuerpos moldeados susceptibles de carga elevada, como por ejemplo traviesas ferroviarias, que presentan propiedades mecánicas mejoradas. Una traviesa ferroviaria constituida por material sintético termoplástico según el concepto genérico de la reivindicación 1 es conocida por el documento US-A-5 916 932. El documento WO 98/06778 da a conocer un procedimiento para la conformación de un componente constituido por un material compuesto polímero con un núcleo interno espumado, siendo el componente una traviesa ferroviaria y siendo las poliolefinas poliolefinas de desecho o recuperadas.

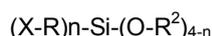
Aspectos fundamentales de la invención

Sorprendentemente se descubrió que un material termoplástico que contiene termoplásticos, en especial poliolefinas, y fibras de vidrio revestidas, cumple estos requisitos extraordinariamente, y además presenta ventajas adicionales, sorprendentes para el especialista. Las ventajas del material empleado según la invención son efectivas en especial en forma de cuerpos moldeados espumados de manera integral. El material empleado según la invención está constituido esencialmente por una traviesa ferroviaria de poliolefina termoplástica, como por ejemplo polietileno (por ejemplo: HD PE, MD PE, LLD PE, UHM PE) y polipropileno (por ejemplo.: PP, PP CoPo) y mezclas de los mismos. Según la invención pueden estar contenidos otros materiales sintéticos, no debiendo sobrepasar estos aditivos una proporción de 5-10 %. En el caso de los materiales sintéticos termoplásticos empleados según la invención se trata de materiales sintéticos reciclados (típicamente: residuos postconsumo), como se presentan, a modo de ejemplo, a partir de los denominados depósitos de material sintético estables dimensionalmente ya empleados, como por ejemplo botellas, bidones, barriles de polietileno o polipropileno. Sorprendentemente en especial materiales sintéticos de envases de aceite son apropiados especialmente para la producción de los materiales empleados según la invención. Las materias primas secundarias empleadas para la producción del material novedoso se pueden presentar en forma de material molturado, granulados, pellets o aglomerados. Para materiales especialmente susceptibles de carga son especialmente apropiados residuos de producción de materiales de HDPE de valor particularmente elevado, como se presentan en la producción de piezas de material sintético de alto valor.

Componentes necesarios para la producción del material sintético empleado según la invención son además fibras de vidrio, que representan igualmente materias primas secundarias de modo preferente. En este caso se puede tratar en especial de una fracción de la producción y el empleo de fibras de vidrio. En este caso se trata de fibras de vidrio encoladas, es decir, fibras de vidrio que están revestidas superficialmente con copolímeros de acrilato-

butadieno, látex, modificaciones de caucho o similares. En este caso no se puede tratar de fibras de vidrio en forma de un tejido, como por ejemplo vellón de fibra de vidrio, más bien es importante que se trate de un paquete de fibras de vidrio (fibras de vidrio cortadas). Las fibras de vidrio individuales debían presentar longitudes de 2-20 mm en este caso. Para la producción de los materiales empleados según la invención se debe asegurar que al menos un 80 % de las fibras de vidrio se sitúen en este intervalo de longitudes. La longitud de fibra de vidrio asciende preferentemente a 4-15 mm, de modo especialmente preferente 3-11 mm. En este caso, las fibras de vidrio individuales tienen un diámetro de 6 - 16  $\mu\text{m}$ . La proporción de la fracción de fibras de vidrio en el material empleado según la invención se sitúa en un 10-30, de modo preferente aproximadamente un 14 % de fibras de vidrio.

Las fibras de vidrio están encoladas preferentemente con un revoque de silano. Tales revoques de silano pueden presentar, a modo de ejemplo, la fórmula general



En esta fórmula, X representa un grupo amino o hidroxilo. n representa un número entero de 1 a 4, preferentemente 1. R representa un grupo alquileo de cadena lineal o ramificado, R<sup>2</sup> representa un grupo alquilo.

Compuestos de silano preferentes del tipo representado anteriormente son aminopropiltrimetoxisilano, aminobutiltrimetoxisilano, aminopropiltriethoxisilano, aminobutiltriethoxisilano, hidroxipropiltrimetoxisilano e hidroxipropiltriethoxisilano. Los citados compuestos se pueden presentar también como mezclas. El especialista en este campo está familiarizado con la aplicación de estos revoques de silano, así como con otros revoques de silano. En la aplicación preferente, el material sintético empleado según la invención contienen agentes de acoplamiento adicionales, a modo de ejemplo a base de anhídrido de ácido maleico. Como agentes de acoplamiento pueden servir también derivados de ácido trimelítico (ácido 1,2,4-bencenotricarboxílico). Tales compuestos son conocidos en principio por el documento DE 196 10 362.

Los citados agentes de acoplamiento se pueden extrusionar junto con el material sintético o la mezcla de materiales sintéticos. Habitualmente los materiales sintéticos se molturan, se mezclan con el agente de acoplamiento y se elaboran para dar granulados o pellets a tal efecto. Estos granulados, o bien pellets preparados se pueden elaborar adicionalmente a continuación sin ningún problema.

Los materiales empleados de modo especialmente preferente según la invención contienen los revoques de silano citados anteriormente y un agente de acoplamiento, a modo de ejemplo a base de anhídrido de ácido maleico, y de este modo adquieren aptitudes para carga especialmente elevadas. La Figura 7 muestra imágenes de microscopía electrónica de tal material en comparación: en la figura superior se observa un material sintético empleado según la invención, que contiene un 28 % de fibras de vidrio, sin emplear un agente de acoplamiento. En la figura inferior se puede observar un material correspondiente que contiene un 28 % de fibras de vidrio, en el que se añadió un 1 % de agente de acoplamiento al material sintético empleado según la invención. Se puede identificar de manera evidente la adherencia sensiblemente mejor del material sintético a las fibras de vidrio. La Figura 6 muestra una comparación similar, en la que se añadió un 1 % de agente de acoplamiento (imagen inferior), un 2 % de agente de acoplamiento (imagen central), o bien no se añadió agente de acoplamiento (imagen superior) al material sintético. También en estas figuras se puede identificar que, mediante la adición del agente de acoplamiento, las fibras de vidrio se envuelven claramente mejor por el material sintético, lo que conduce a una mayor resistencia mecánica.

Para la producción del material empleado según la invención, el material sintético se desmenuza en primer lugar, se mezcla preferentemente con las fibras de vidrio y se peletiza o agomera. Los pellets, o bien aglomerados, o también las mezclas previas no aglomeradas o peletizadas, o los componentes aislados no mezclados, se extrusionan y regranulan entonces, en caso dado a través de una o varias instalaciones de dosificación de modo habitual, por ejemplo a temperaturas entre 170°C y 230°C. El regranulado producido de este modo se puede emplear entonces para la producción de los cuerpos moldeados según la invención, a modo de ejemplo mediante moldeo por inyección o extrusión. Alternativamente, la elaboración se puede efectuar de manera directa (es decir, sin regranulación) para dar un perfil macizo a través de una herramienta de perfilado, por ejemplo refrigerada con aceite, con subsiguiente refrigeración de agua y unidad de calibrado.

Para la consecución de un espumado integral del núcleo del perfil se pueden introducir agentes propulsores químicos o físicos en forma líquida o sólida en los materiales de moldeo por inyección o extrusión, por ejemplo bicarbonato sódico con ácido cítrico o carbamatos termolábiles.

A tal efecto se emplean preferentemente agentes espumantes endotérmicos. Otra posibilidad de obtener un espumado es el empleo de microesferas, que están cargadas, a modo de ejemplo, con gases o líquidos

evaporables. Para la carga son apropiados especialmente alcanos, como butano, pentano o hexano, pero también sus derivados halogenados, como por ejemplo diclorometano o perfluorometano.

5 Alternativamente, el espumado se puede obtener también mediante ajuste de parámetros de procedimiento correspondientes (temperatura de extrusión, tasa de refrigeración del perfil macizo), si el material sintético contiene sustancias que se vuelven gaseosas bajo las condiciones del procedimiento (por ejemplo agua, hidrocarburos, etc.). en este caso se trata preferentemente de poros cerrados.

En las traviesas ferroviarias producidas a partir del material empleado según la invención, los poros están distribuidos de manera homogénea, es decir, en especial concentrados en el núcleo del cuerpo moldeado.

Ilústrese esto por medio de las figuras 1-3:

10 las Figuras 1 y 2 muestran la sección transversal de un cuerpo moldeado rectangular extrusionado con las longitudes de canto  $l_1$  y  $l_2$ . Mediante división de los longitudes de canto se obtiene un núcleo de cuerpo moldeado K con las longitudes de canto  $\frac{1}{2} l_1$  y  $\frac{1}{2} l_2$ , que constituye un 25 % de la superficie total. Además se obtiene un núcleo de cuerpo moldeado ampliado K2 con las longitudes de canto  $\frac{3}{4} l_1$  y  $\frac{3}{4} l_2$ , que constituye aproximadamente un 56% (más exactamente  $\frac{9}{16}$ ) de la superficie total. Además se obtiene una zona marginal  $R_z$ , cuya superficie constituye  
15 aproximadamente un 44 % (más exactamente  $\frac{7}{16}$ ) de la superficie total ( $l_1 \times l_2 - \frac{3}{4} l_1 \times \frac{3}{4} l_2 = \frac{7}{16} \times l_1 \times l_2$ ). Para la forma de realización preferente de cuerpos moldeados espumados a partir del material empleado según la invención es entonces esencial que en el núcleo del cuerpo moldeado K esté presente más de un 50 % del volumen de poros total, debiendo presentar los poros respectivamente 1-15 mm de diámetro, preferentemente 3-7 mm de diámetro. En el núcleo del cuerpo de ensayo ampliado K2 debe estar presente más de un 85 % del volumen de poros total. En la zona marginal  $R_z$  debe estar contenido preferentemente menos de un 5 %, de modo muy especialmente preferente  
20 menos de un 1 % del volumen de poros total.

La figura 3 muestra un corte de tal material con los poros contenidos. Las proporciones geométricas indicadas en las Figuras 1 y 2 se pueden trasladar análogamente a otros diseños y perfiles de cuerpo moldeado.

25 En la producción de traviesas ferroviarias según la invención como cuerpos moldeados, en cualquier caso se debe asegurar que las fuerzas de cizallamiento que se producen mediante los pasos de procedimiento (a modo de ejemplo en la extrusión) no deterioren las fibras de vidrio considerablemente. Como ya se ha descrito inicialmente, para las propiedades mecánicas del material sintético empleado según la invención es de importancia decisiva que las fibras de vidrio en el material empleado según la invención presenten longitudes de 2-20 mm, de modo que al menos un 80 % de las fibras de vidrio se sitúen en este intervalo de longitudes.

30 En la producción de los materiales empleados según la invención se ha mostrado que éstos cumplen también los requisitos elevados en propiedades mecánicas, como se exigen en la construcción de traviesas ferroviarias. De este modo, los materiales empleados según la invención, que contienen aproximadamente un 20 % de fibras de vidrio en aproximadamente un 80 % de HDPE, muestran un módulo E de al menos 4.500 MPa en ensayos de flexión. Dependiendo de los parámetros de proceso exactos se midieron también valores claramente más elevados, hasta  
35 5.000 MPa y superiores. Este es un valor que, sorprendentemente, se sitúa muy por encima del módulo E del estado de la técnica (DE19503632C1) de aproximadamente 1.500 MPa. En este caso, el material empleado según la invención presenta una resistencia a la tracción de aproximadamente 24 MPa. Además, también la resistencia a la flexión, así como la tenacidad al impacto, son extraordinariamente elevadas.

40 Los materiales empleados según la invención, que se produjeron bajo empleo de los revoques de silano citados anteriormente y un agente de acoplamiento, alcanzan además valores de hasta 800.000 MPa para el módulo de flexión E, o bien de aproximadamente 7.000 MPa de resistencia a la flexión. Tales valores no se alcanzaron con los materiales conocidos por el estado de la técnica, tampoco era obvio que la modificación según la invención de tales materiales condujera a valores tan elevados.

45 Debido a estos excelentes valores, los materiales empleados según la invención cumplen sorprendentemente los requisitos de la norma DIN EN 1346-4 y, por consiguiente, son apropiados como traviesas ferroviarias. Las traviesas ferroviarias producidas a partir de los materiales empleados según la invención soportan las cargas de 85 KN habituales para este fin de empleo, en este caso resisten al menos 2 millones de cambios de carga y se pueden fijar con los sistemas de anclaje habituales, como por ejemplo tornillos de traviesa ferroviaria. También es posible la nueva fijación múltiple de traviesas. Tales traviesas ferroviarias resisten también la radiación solar directa, así como  
50 la acción térmica, de manera extraordinaria. Mediante ensayos de carga permanente (por ejemplo a 64°C) se puede identificar esta propiedad especial.

Las ventajas de las traviesas ferroviarias elaboradas a partir de los materiales empleados según la invención frente a traviesas de madera consisten en especial en que éstas son más duraderas (< 50 años en comparación con 15-30 años en el caso de traviesas de madera), y no presentan ningún tipo de emisión de agentes protectores de madera. También en comparación con traviesas de hormigón, que se desgastan debido a descascarillamientos, las traviesas de material sintético producidas a partir de los materiales empleados según la invención presentan una durabilidad claramente más prolongada. Por lo tanto, un punto de vista especial de la presente invención es una traviesa ferroviaria constituida por el material empleado según la invención.

Una ventaja especial de las traviesas ferroviarias según la invención consiste en la atenuación de ruidos estructurales, ocasionada sorprendentemente mediante los poros cerrados de 1-15 mm de diámetro, preferentemente 3-7 mm de diámetro, generados a través del espumado integral, en el intervalo perceptible por el oído humano y no perceptible. Este efecto se mejora adicionalmente mediante la adición de harina de caucho a la mezcla de extrusión. La adición se efectúa en este caso en un intervalo cuantitativo de un 1-8 % en masa, preferentemente un 2-3 % en masa de mezcla de poliolefina-fibra de vidrio.

El ruido estructural conduce a una pulverización de grava en el caso de traviesas de hormigón. Éste conduce en último término a un gasto de mantenimiento de uniones de raíles elevado, ya que los lechos de grava tan deteriorados ya no se pueden solidificar ni elaborar mediante llenado. Por consiguiente, las propiedades de atenuación de ruido estructural del material empleado según la invención conducen a una clara reducción hasta el ajuste del citado desgaste por abrasión y, por consiguiente, a una prolongación de los tiempos muertos en la construcción de raíles-traviesas-balastado de la vía. Además, mediante transmisión a las construcciones colindantes con el balastado de la vía, el ruido estructural conduce a daños en las edificaciones debidos a agrietamientos y descascarillamientos en la construcción y a la carga acústica de residentes, lo que se reduce decisivamente mediante la traviesa de material sintético según la invención.

Otra ventaja de los cuerpos moldeados según la invención, en especial traviesas ferroviarias, es la densidad de material reducida, generada mediante el espumado integral. Por lo tanto, se consume menos metal, lo que conduce a correspondientes ahorros en costes. Por lo tanto, los cuerpos moldeados, es decir, las traviesas ferroviarias, son más ligeras y, por lo tanto, más fáciles en el transporte y en la construcción, con el mismo volumen. La densidad de cuerpos moldeados según la invención se puede reducir, a modo de ejemplo, de aproximadamente 1,1 -1,4 g/cm<sup>3</sup> (material no espumado) a 0,75 - 1,25 g/cm<sup>3</sup>, de modo preferente aproximadamente 0,95 g/cm<sup>3</sup> (material espumado).

En la producción de traviesas ferroviarias a partir del material empleado según la invención, en la extrusión se pueden formar simultáneamente uno o varios canales en la extrusión por medio de herramientas adaptadas correspondientemente. Por ejemplo se puede formar un canal central, que es por su parte redondo u ovalado, o puede presentar también otra forma geométrica. Por medio de este canal, el material se puede refrigerar en la producción. La herramienta de extrusión está configurada de modo que en este punto discurre un canal de refrigeración.

En el caso del material con espumado integral empleado según la invención, la introducción de tal canal bajo refrigeración correspondiente conduce a una distribución de poros correspondientemente diferente, como se representa esquemáticamente en la Figura 4. El canal central está caracterizado con D en la Figura 4. En su zona externa (A), así como en una zona concéntrica alrededor del canal D (C), el cuerpo moldeado presenta pocos poros a ningún poro. En la parte central B está contenida la mayoría de poros. En este tipo de distribución de poros se asegura la estabilidad mecánica del cuerpo moldeado total, mientras que se mantienen simultáneamente las ventajas del espumado ya presentadas anteriormente. Una ventaja importante del canal formado de este modo es la posibilidad de hacer pasar cables a través de la traviesa. Esta forma de traviesa soluciona un problema de operadores ferroviarios que se presenta frecuentemente, esto es, el tener que llevar cables eléctricos (por ejemplo para el control de señales y desviadores) de un lado de un carril al otro lado. Con los métodos habituales se debe excavar un túnel bajo los carriles, mientras que el cuerpo moldeado según la invención permite una realización sencilla. Se sobrentiende que esta realización se puede efectuar también en cualquier momento sin que se deba interrumpir el tráfico ferroviario.

Otra forma de realización de la invención consiste en formar un cuerpo moldeado a partir de dos o más capas. A tal efecto se unen por extrusión una o varias capas al cuerpo moldeado según la invención por un lado, preferentemente por la vía de la extrusión simultánea, como se puede observar de manera ejemplar en la Figura 5. Un lado del cuerpo moldeado A según la invención contiene una capa adicional de un material de otra composición. En el caso de este otro material se trata, a modo de ejemplo, de un material más blando, que contiene, por ejemplo, una proporción de goma. En una traviesa ferroviaria configurada de tal manera se muestra que la grava carga el material en medida claramente mayor, lo que contribuye a una modificación no deseada de la resistencia al desplazamiento transversal. Simultáneamente se efectúa una insonorización adicional y una reducción ulterior de la abrasión de grava. En el ámbito de tal forma de realización, la capa B a completar puede contener, a modo de ejemplo, un 5 % - 30 % de goma. La proporción de goma necesaria a tal efecto procede preferentemente de

residuos de producción, a modo de ejemplo de la producción de neumáticos o de juntas de goma de cualquier tipo. Naturalmente, también es posible aplicar varias capas con diferentes proporciones de goma. Naturalmente, en esta forma de realización también es posible la formación de un canal, como se representa esquemáticamente en la Figura 5, parte inferior. En el caso de un cuerpo espumado, la distribución de poros se representa análogamente a la Figura 4 representada ya anteriormente.

5

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Travesía ferroviaria que contiene un material termoplástico, que contiene al menos un 75 % de poliolefinas de material reciclado y al menos un 10 % de fibras de vidrio encoladas, tratándose en el caso de las fibras de vidrio de fibras de vidrio cortadas, de las que al menos un 80 % presentan una longitud de 2-20 mm, caracterizada por que, en una zona central (K), están contenidos poros cerrados de 1-15 mm de diámetro respectivamente de modo correspondiente a un 25 % de la superficie de sección transversal de la travesía ferroviaria, constituyendo los poros contenidos en la zona central (K) más de un 50 % del volumen de poro total.
- 2.- Travesía ferroviaria según la reivindicación 1, caracterizada por que se emplea material de depósitos de material sintético estables dimensionalmente como poliolefina reciclada.
- 10 3.- Travesía ferroviaria según la reivindicación 2, caracterizada por que se emplean depósitos de aceite como material de botella de material sintético.
- 4.- Travesía ferroviaria según la reivindicación 1, caracterizada por que las fibras de vidrio están revestidas con copolímeros de acrilato-butadieno, látex u otros cauchos.
- 15 5.- Travesía ferroviaria según la reivindicación 1, caracterizada por que las fibras de vidrio están revestidas con revoques de silano y por que se añade un agente de acoplamiento a las poliolefinas.
- 6.- Travesía ferroviaria según la reivindicación 5, caracterizada por que se emplea un derivado de anhídrido de ácido maleico como agente de acoplamiento.
- 7.- Travesía ferroviaria según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por una densidad de 0,9 - 1,0 g/cm<sup>3</sup>.
- 20 8.- Travesía ferroviaria según una de las reivindicaciones precedentes, que contiene uno o varios canales centrales.

Figura 1:

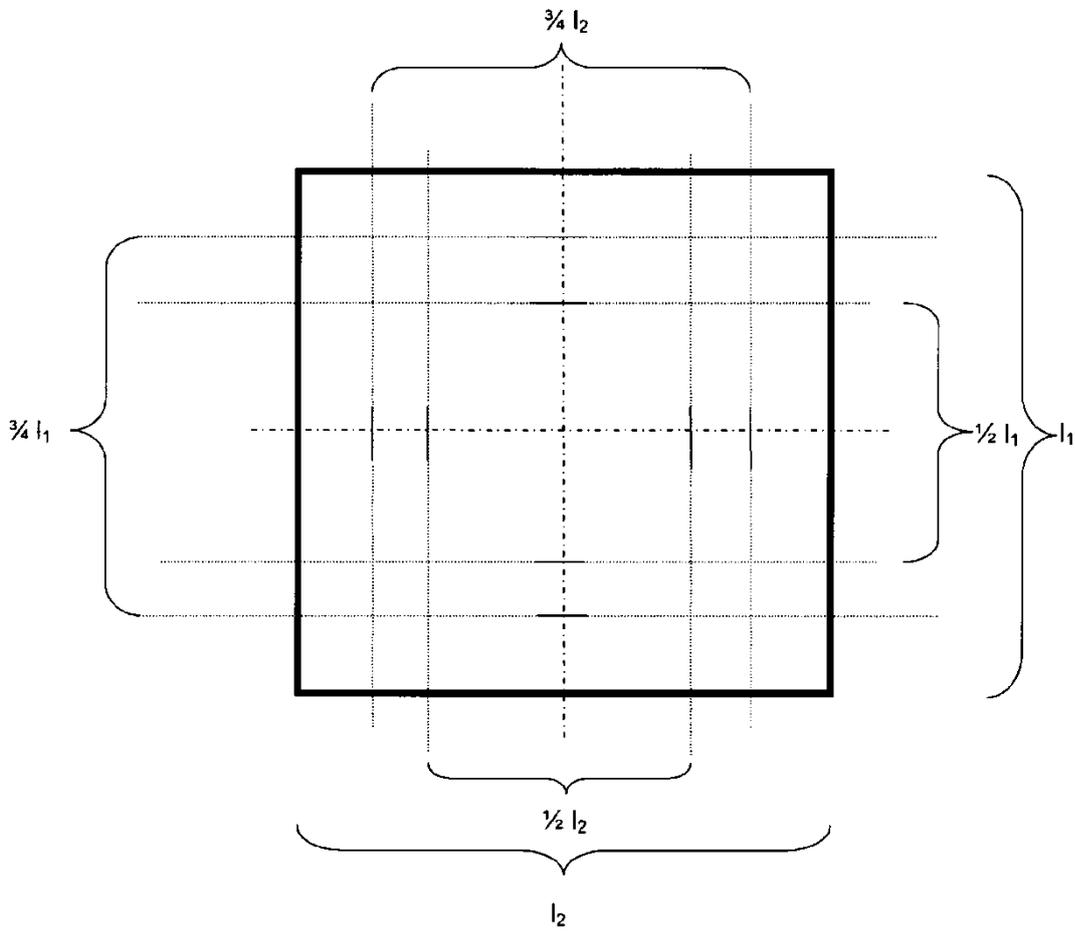


Figura 2:

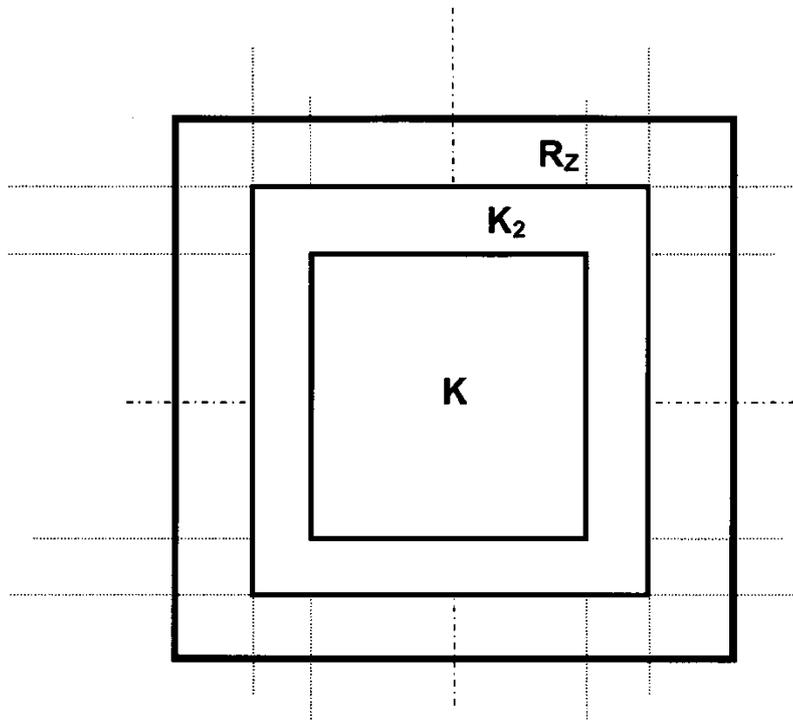


Figura 3:

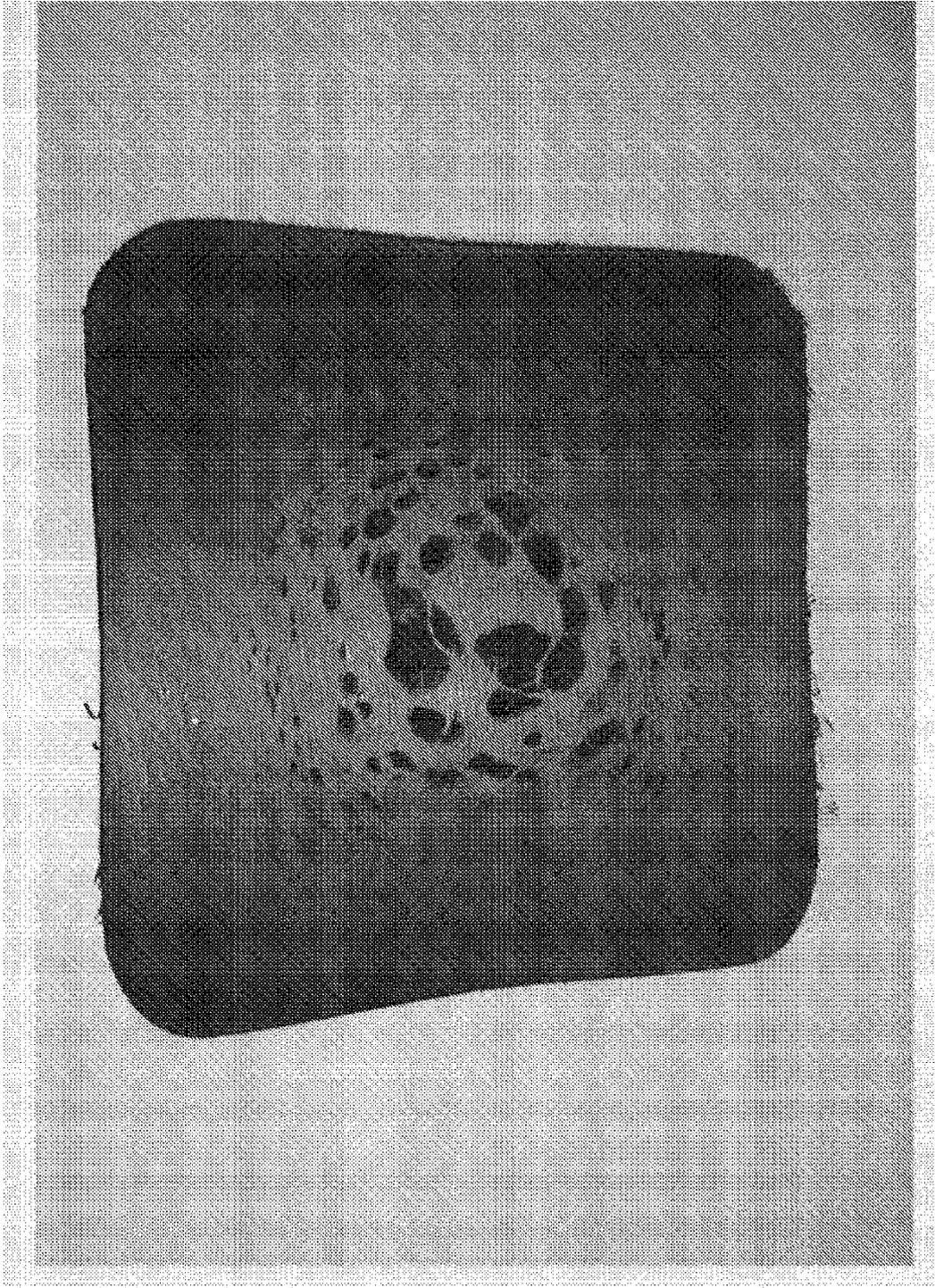


Figura 4:

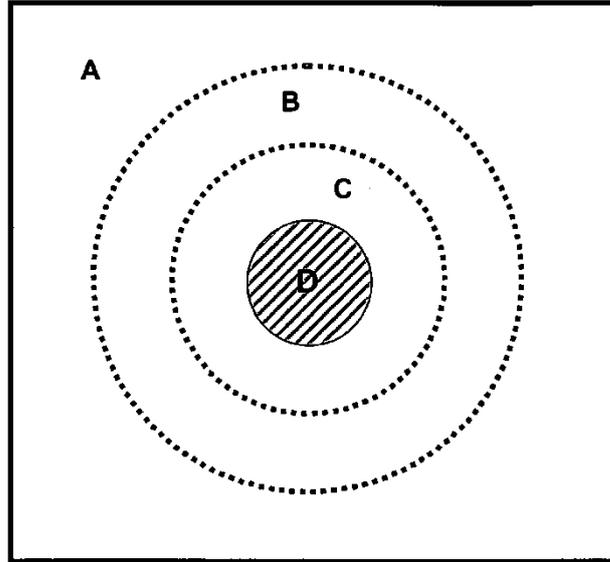


Figura 5:

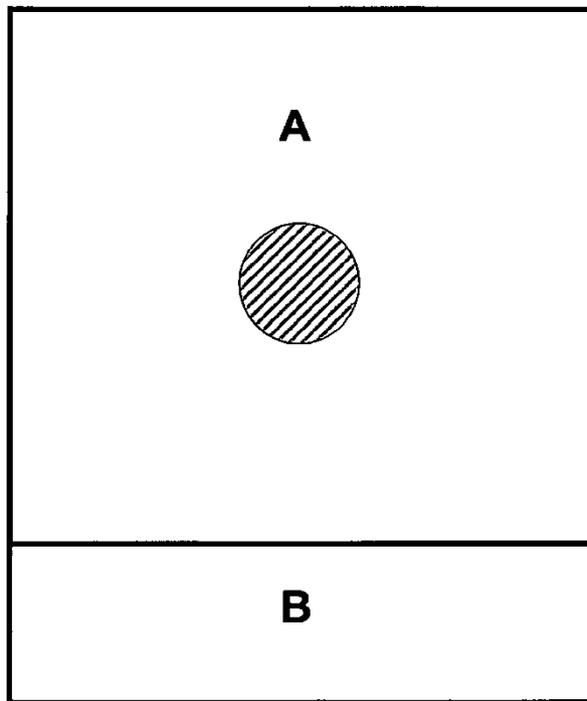
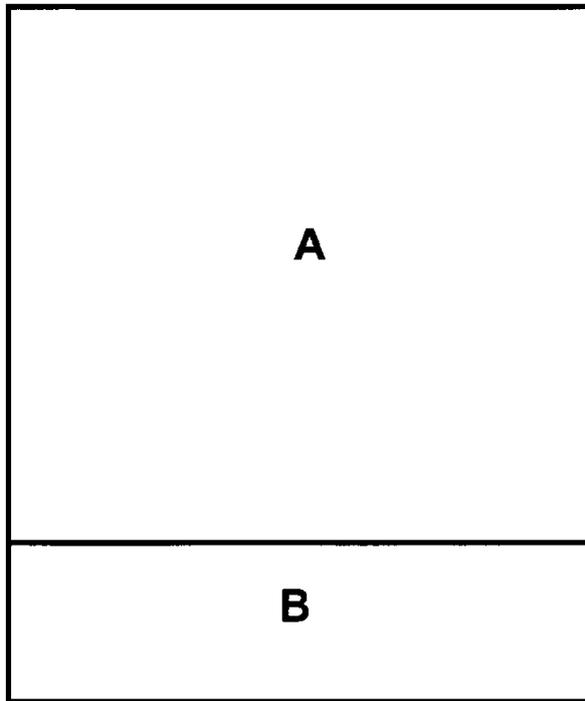


Figura 6:

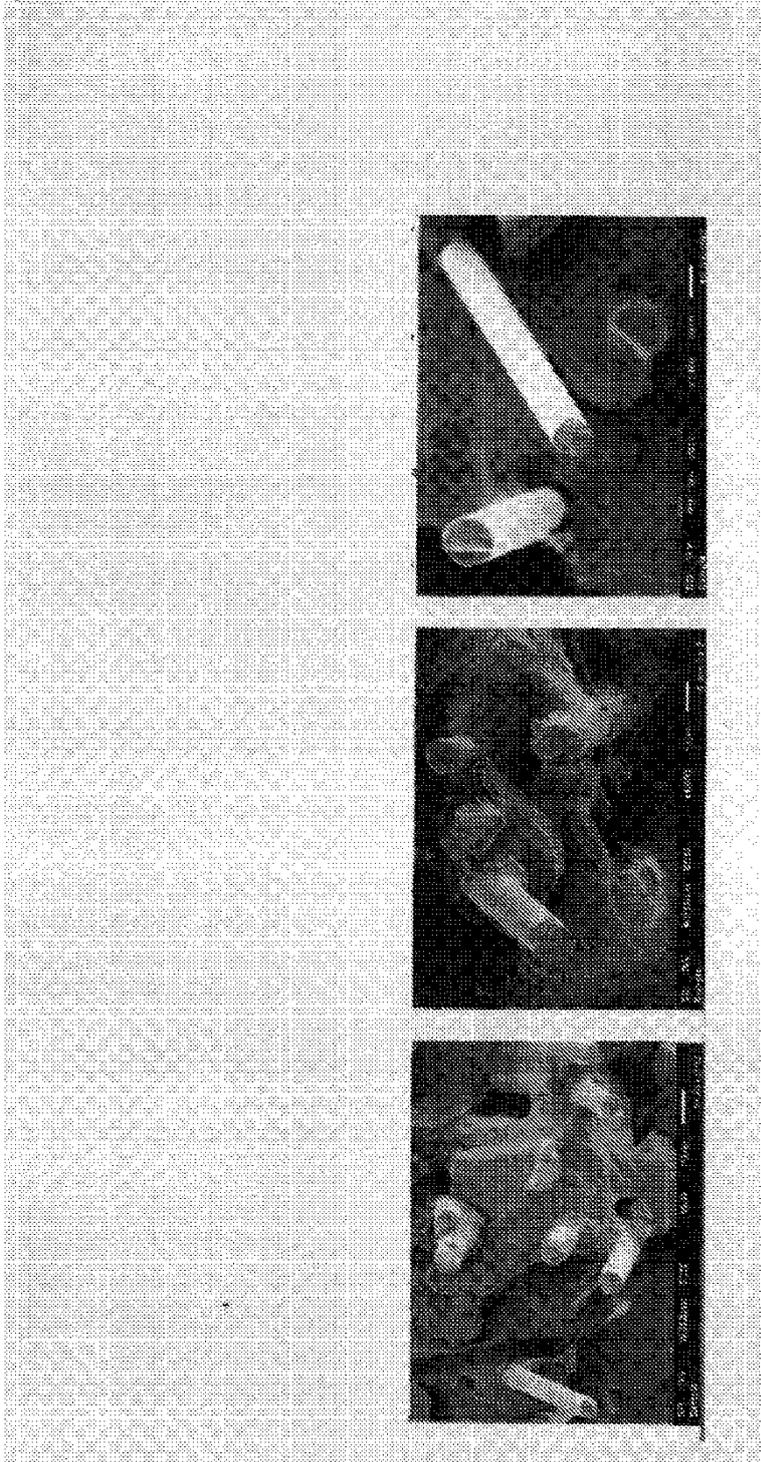


Figura 7:

