

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 631**

51 Int. Cl.:

C04B 26/02 (2006.01)

C08L 23/06 (2006.01)

C08K 7/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2015** **E 15157425 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019** **EP 2915788**

54 Título: **Material compuesto ligero**

30 Prioridad:

04.03.2014 DE 102014102841

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

23.03.2020

73 Titular/es:

**GEBRÜDER DORFNER GMBH & CO. KAOLIN-
UND KRISTALLQUARZSAND-WERKE KG
(100.0%)
Scharhof 1
92242 Hirschau, DE**

72 Inventor/es:

HOLTMANN, KLAUS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 749 631 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 compuesto ligero

5 La presente invención se refiere a un material compuesto, que comprende al menos un aglutinante y al menos una fracción de material de relleno. Además, la invención se refiere a un procedimiento para producir un material compuesto de este tipo.

10 Ya se conoce un gran número de materiales compuestos distintos por el estado de la técnica. Estos se componen por regla general de materiales de relleno inorgánicos particulados, tales como minerales (por ejemplo arena de cuarzo), que están incrustados en un aglutinante orgánico (por ejemplo, poliéster o acrílico) y forman así el material compuesto. Materiales compuestos de este tipo pueden emplearse, por ejemplo, en fregaderos de cocina. Además de estos materiales compuestos con materiales de relleno minerales, se conocen además materiales compuestos en los que se incrustan materiales de relleno sintéticos (por ejemplo, ATH) en aglutinantes orgánicos (por ejemplo, conocido como
15 "material de superficie sólida"). Además, también se sabe que mezclas de diferentes minerales pueden emplearse como material de relleno en un material compuesto (por ejemplo, solicitud de patente alemana n.º 10 2012 113 000.0: "Verbundwerkstoff und Verfahren zu dessen Herstellung" de la misma solicitante Gebrüder Dorfner GmbH & Co. Kaolin- und Kristallquarzsand-Werke KG).

20 En función de los materiales de relleno y aglutinantes usados, las propiedades de estos materiales compuestos pueden ajustarse en cierta medida. Además, el perfil de propiedades puede modularse aún más a través del porcentaje de cantidades de los materiales de relleno (nivel de llenado). Por lo tanto, los materiales compuestos respectivos de los grupos mencionados anteriormente se diferencian en parte claramente entre sí. De este modo es posible proporcionar distintos materiales compuestos con un perfil de propiedades aceptable para distintos campos de aplicación.

25 Por ejemplo, materiales compuestos, que se emplean para fregaderos de cocina, presentan habitualmente un nivel de llenado de aproximadamente el 70 - 75 % en peso de material de relleno. Dado que las partículas de arena más gruesas con un diámetro de partícula en el intervalo de aproximadamente 0,05 - 2 mm habitualmente se emplean como materiales de relleno para aplicaciones de este tipo, estos presentan generalmente una superficie rugosa (Ra aproximadamente 20 µm). Esto resulta del hecho de que hay "valles" de aglutinante entre las partículas de arena relativamente gruesas. Los porcentajes de las partículas de arena que se proyectan más allá de la capa de aglutinante se encuentran de manera relativamente fácil de acceder y, en relación con la sola adherencia parcial en el aglutinante, por lo tanto, pueden eliminarse fácilmente del material compuesto. La resistencia a la abrasión de acuerdo con la prueba de abrasión Taber (DIN 14688 o DIN 13310) se encuentra habitualmente en aproximadamente 20 mg/100
35 ciclos.

El procesamiento posterior de piezas de trabajo a partir de una mezcla de este tipo es muy limitado: por lo general, no están previstas para el procesamiento posterior mecánico. Por regla general, después de la fabricación, se procesan posteriormente únicamente con herramientas de diamante. Un pegado o rectificado posterior de la superficie solo es posible de manera limitada y, por regla general, no está previsto.

40 Por el contrario, es posible el mecanizado posterior de materiales de superficie sólida. Estos contienen el material de relleno ATH, que, por regla general se emplea en porcentajes entre el 60 - 65 % en peso. Dado que ATH es muy blando (dureza de Mohs aproximadamente 2,5 - 3,5), un material compuesto de este tipo puede procesarse posteriormente con herramientas de acero habituales. Sin embargo, debido a la baja dureza del material de relleno, estos materiales compuestos presentan en principio una baja estabilidad mecánica contra la abrasión (aproximadamente 80 - 100 mg/100 ciclos de prueba de abrasión Taber (DIN 14688 o DIN 13310)) y una baja dureza al rayado de aproximadamente 0,1 N (prueba de dureza al rayado de Eirichsen (DIN 14688 o DIN 13310)). Para algunas aplicaciones, se tienen en cuenta estas propiedades negativas, dado que también llevan a que se pueda cortar, fresar y rectificar este material compuesto de manera similar a una placa MDF. En particular, la posibilidad de rectificar materiales compuestos de este tipo, permite poder recortar y pegar entre sí componentes de placas de superficie sólida. Para conectar distintos componentes de materiales compuestos de este tipo, se usa generalmente el mismo aglutinante, que también se usó como aglutinante en el material compuesto. De esta manera puede generarse un compuesto aglutinante homogéneo, de modo que después de lijar los salientes, la junta adhesiva a menudo ya no es reconocible. Dado que los materiales de superficie sólida no pueden prepararse en principio en un acabado brillante, no son reconocibles marcas de rectificación generadas por el lijado de una junta adhesiva o por otros procesos de procesamiento posterior.

50 El perfil de propiedades de los materiales compuestos ya mencionados anteriormente (por ejemplo, de acuerdo con la solicitud de patente alemana n.º 10 2012 113 000.0 de la misma solicitante), en el que se emplean mezclas de diferentes minerales como material de relleno, se encuentra entre los dos materiales compuestos descritos con más detalle anteriormente. El nivel de llenado se encuentra con más del 75 % en peso claramente por encima de las otras dos clases de material compuesto. El desgaste según Taber se encuentra habitualmente entre 25 y 31 mg/100 ciclos y la dureza al rayado de Eirichsen (DIN 14688 o DIN 13310) excede 1,5 - 2 N. A pesar de estas propiedades, el material se puede cortar fácilmente a medida con herramientas de metal duro o acero endurecido. También un pegado con una mezcla de material compuesto no endurecido o un adhesivo especialmente adecuado con el color es posible

con este material.

Además de las diferencias mencionadas en los distintos materiales compuestos, estos también difieren en cuanto a su densidad específica y tenacidad a la rotura respectivas.

La densidad del material compuesto se determina de manera decisiva, por un lado, por la densidad de los materiales de relleno empleados (por ejemplo, ATH 2,45 g/cm³, cuarzo 2,5 g/cm³, dolomita 2,9 g/cm³) y, por otro lado, por su grado de relleno en el material compuesto. Los aglutinantes usados habitualmente tienen con aproximadamente 1,1 g/cm³ una densidad claramente menor que los materiales de relleno. Para la mezcla de aglutinante (curado) (o resina o polímero) y material(es) de relleno presentes en los materiales compuestos curados, resultan por lo tanto aproximadamente los siguientes valores para la densidad específica: superficie sólida con ATH (aproximadamente 60 % en peso de nivel de llenado): 1,75 g/cm³, material de lavado con arena de cuarzo como material de relleno (nivel de llenado 70 - 75 % en peso): 1,9 - 2 g/cm³ y un material compuesto con mezclas de diferentes materiales de relleno minerales (por ejemplo, según la solicitud de patente alemana DE 10 2012 113 000.0) (nivel de llenado > 75 % en peso): 2 - 2,2 g/cm³.

Existe una relación similar con respecto a la resistencia a la rotura y al impacto de los distintos materiales compuestos. En este caso, existe en gran medida la relación de que un menor nivel de llenado lleva a una mayor resistencia a la rotura y al impacto. Esto puede explicarse con la disminución del módulo de elasticidad del material compuesto y la mayor "tenacidad" del aglutinante con respecto al material de relleno. En el caso de materiales de superficie sólida con ATH, la resistencia al impacto es de aproximadamente 6,5 kJ/m², en mezclas de fregadero de cocina (con arena de cuarzo como material de relleno) a aproximadamente 2 kJ/m² y en un material compuesto con mezclas de diferentes materiales de relleno minerales (por ejemplo, de acuerdo con la solicitud de patente alemana DE 10 2012 113 000.0) probablemente también en el intervalo de aproximadamente 2 kJ/m².

Por consiguiente, por el estado de la técnica no se conocen materiales compuestos que presenten una alta resistencia al desgaste (en particular con respecto a la abrasión y arañazos), así como una baja densidad y alta resistencia al impacto. En particular, estas propiedades no se garantizan por los materiales compuestos conocidos por el estado de la técnica, cuando el material compuesto se será rectificable y adherible después de la producción.

En el pasado se realizaron ya intentos de reducir la densidad de un material compuesto empleándose de materiales de relleno ligeros. Por ejemplo, se conoce el empleo de esferas huecas de vidrio (densidad aparente de aproximadamente 0,1 - 0,2 g/cm³) o perlita expandida. Las esferas huecas de este tipo no solo tienen la ventaja de una baja densidad aparente, sino también mejoran la fluidez de un material de relleno en el aglutinante por su forma esférica.

No obstante, presentan graves desventajas: de este modo, las esferas huecas de paredes delgadas al mezclarse con minerales duros, tales como, por ejemplo, arena, pueden romperse, por lo que se pierde tanto el efecto positivo de la baja densidad del cuerpo hueco como su forma esférica. Sin embargo, los materiales de relleno hechos de esferas huecas son particularmente desventajosos, independientemente de su material, en el caso de una posible unión o molienda del material compuesto después del curado. Durante el rectificado, al menos de una parte de las partículas de material de relleno se destruye parte de la envoltura esférica, mediante lo cual se genera una cavidad accesible desde fuera. En esta cavidad puede penetrar suciedad y/o humedad, en particular la suciedad particulada no puede retirarse o solo de manera extremadamente difícil de estos cuerpos huecos. De manera análoga a la prueba de productos químicos según la norma DIN 14688 o la norma DIN 13310, el azul de metileno se puede reconocer después de lijar un material compuesto con esferas huecas o esferas huecas llenas de agente de soplado (por ejemplo, de acuerdo con el documento DE 19812123 A1) en forma de puntos oscuros en la superficie. Si bien los materiales de relleno de este tipo pueden emplearse, por lo tanto, en principio, sin embargo, no permiten el mecanizado posterior.

En el caso del uso de esferas de vidrio, resultan desventajas adicionales. Las esferas huecas de vidrio se componen habitualmente de vidrio al sodio y a la cal (clase de hidrólisis C) o vidrio de aluminosilicato (vidrio e) con un revestimiento (clase de hidrólisis B). Ambos tipos de vidrio pueden atacarse químicamente, en el caso de ataque por humedad duradero, por ejemplo, durante el ciclo calor-frío (HKZ, por ejemplo, de acuerdo con la norma DIN 14688 o la norma DIN 13310), de modo que la unión entre aglutinante y vidrio se separa. Esto puede llevar al denominado *blushing* (cambio de color) o incluso a grietas en el material compuesto.

También en la producción de materiales compuestos de este tipo, surgen problemas adicionales dado que las esferas huecas, debido a su baja densidad de acuerdo con la ley de Stokes chocan en el material compuesto y, de este modo, también pueden llevar a la segregación en el material compuesto líquido. Debido al gradiente de concentración de material de relleno generado en el material compuesto, el material compuesto ya no es isotrópico y puede comportarse de manera diferente con variaciones de temperatura dependiendo de la concentración de material de relleno local. En particular, debido al hecho de que las esferas huecas conducen el calor particularmente mal, es extraordinariamente probable que haya fuertes gradientes de temperatura y tensión a lo largo de todo el espesor del material compuesto.

Las esferas huecas minerales tienen además la desventaja adicional de que su módulo de elasticidad es tan alto como los otros materiales de relleno y, de este modo, no se espera una mejora en la resistencia al impacto.

Para mejorar la resistencia al impacto, por lo tanto, en el documento DE 10 2009 025 225 A1 se describe la posibilidad de añadir fibras. A este respecto, las fibras pueden servir para unir dos márgenes de grieta. Si la grieta sigue abriéndose, en el caso ideal, las fibras se extraen de la matriz (slip, pull out (deslizamiento, tirar hacia fuera)), lo que puede llevar a que la fuerza necesaria para ello para superar la fricción (calor) ya no esté disponible para la grieta a partir de la energía almacenada elásticamente en el material para crear nuevas superficies de grieta, por lo que la propagación de grietas se ralentiza y mejora la resistencia al impacto o tenacidad a la rotura.

Además, se divulgan distintos materiales compuestos o materiales compuestos en los documentos US 2006 217 464 A1, JP 2001 204 066 A, DE 16 69 648 A1 y EP 2 366 725 A1.

Por lo tanto, es objetivo de la presente invención proporcionar un material compuesto que presenta una alta resistencia al desgaste (en particular con respecto a la abrasión y al rayado) y una alta resistencia al impacto, así como una baja densidad y un menor riesgo de rotura y, además, preferentemente también se puede lijar y pegar después de la producción.

Este objetivo se consigue mediante un material compuesto, que comprende al menos un aglutinante y al menos una fracción de material de relleno, en el que el material compuesto presenta una densidad de menos de 2 g/cm^3 y al menos una primera fracción de material de relleno presenta materiales de relleno poliméricos particulados. Un material compuesto de este tipo presenta una alta resistencia al desgaste y una alta resistencia al impacto con un riesgo reducido de rotura.

Preferentemente, el material compuesto con materiales de relleno poliméricos en partículas es tanto lijable como adhesivo. No obstante, en comparación con los materiales de superficie sólida, el material compuesto muestra también una menor abrasión y también una mayor dureza al rayado.

A este respecto, como materiales de relleno se usan preferentemente materiales que presentan una menor densidad específico bajo que el de materiales de relleno minerales conocidos por el estado de la técnica mencionados anteriormente. Estos materiales de relleno pueden emplearse como alternativa a los materiales de relleno minerales o sintéticos o en mezclas con materiales de relleno minerales y/o sintéticos o como el único material de relleno. De acuerdo con la invención, el material compuesto comprende por lo tanto al menos dos fracciones de material de relleno, en donde una segunda fracción de material de relleno presenta materiales de relleno minerales, en donde la primera fracción de material de relleno con materiales de relleno poliméricos particulados presenta una densidad específica de $< 2 \text{ g/cm}^3$ y por lo tanto presenta una densidad específica menor que los materiales de relleno de la segunda fracción de material de relleno. Preferentemente la primera fracción de material de relleno con materiales de relleno poliméricos particulados presenta una densidad específica de $< 1,5 \text{ g/cm}^3$, de manera especialmente preferente $< 1 \text{ g/cm}^3$.

De acuerdo con la invención, el material compuesto comprende el 0,05 - 40% (% en peso) de materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno. En una forma de realización preferida, el material compuesto comprende el 0,075 - 20 % (% en peso), de manera especialmente preferente el 0,1 - 5 % (% en peso) de materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno.

De acuerdo con la invención, el módulo de elasticidad de la primera fracción de material de relleno es menor que el módulo de elasticidad del aglutinante. Preferentemente, el módulo de elasticidad de la primera fracción de material de relleno es menor que el módulo de elasticidad de la segunda fracción de material de relleno, siendo el módulo de elasticidad de la primera fracción de material de relleno preferentemente $< 1,5 \text{ GPa}$, de manera especialmente preferente $< 1 \text{ GPa}$. En consecuencia, un material de relleno de este tipo presenta también un módulo de elasticidad menor que los materiales de relleno conocido por el estado de la técnica mencionado anteriormente. Como se describe más adelante, a un módulo de elasticidad bajo de este tipo de la primera fracción de material de relleno le sigue una alta resistencia al impacto del material compuesto.

Los materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno presentan de acuerdo con la invención un tamaño de grano medio en un intervalo de 1 - 300 μm , de manera especialmente preferente en un intervalo de 20 - 130 μm . Los materiales de relleno muestran por lo tanto un tamaño de grano que es igual o menor que el tamaño de grano de los materiales de relleno minerales conocidos por el estado de la técnica mencionado anteriormente. Asimismo, los materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno presentan preferentemente una densidad aparente de 0,2 - 0,4 g/cm^3 , de manera especialmente preferente de 0,2 a 0,3 g/cm^3 . Por consiguiente, la densidad aparente de los materiales de relleno de este tipo es menor que la de los materiales de relleno o mezclas de materiales de relleno minerales conocidos por el estado de la técnica mencionado anteriormente.

Preferentemente, las partículas de la primera fracción de material de relleno presentan una forma elipsoidal o redonda, mediante lo cual se mejoran las propiedades reológicas, tales como, por ejemplo, el comportamiento de deformación y de flujo del material compuesto. De acuerdo con la invención, las partículas de la primera fracción de material de relleno presentan una estructura abierta y/o esponjosa y/o porosa y/o una rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano. Mediante una estructura de este tipo, se forma una

unión duradera entre las partículas de la primera fracción de material de relleno y el aglutinante con arrastre de forma, estando penetrada la primera fracción de material de relleno totalmente o en parte por el aglutinante. Esto se describe más adelante con más detalle. Se ha demostrado que a pesar de la cualidad de poros abiertos y/o la rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, de las partículas de la primera fracción de material de relleno, los materiales compuestos no muestran deterioro de las propiedades reológicas. Asimismo, el consumo de aglutinante no aumenta en el caso del uso de materiales de relleno de este tipo. Los materiales compuestos con materiales de relleno de este tipo están diseñados de tal manera que los poros se llenan al menos en parte con aglutinante y/o presentan una geometría de este tipo y/o rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, de modo que después del curado del material compuesto y al rectificar el material no se produce a un mayor ensuciamiento.

Preferentemente, el material de relleno de la primera fracción de material de relleno es translúcido. Los materiales de relleno translúcidos (permeables a la luz) son en particular ventajosos con respecto a materiales de relleno transparentes (permeables a imágenes o que se ve través de ellos), dado que no muestran efectos de luz dispersa y, por lo tanto, son de color neutro en el aglutinante. En consecuencia, los materiales de relleno de este tipo son especialmente adecuados para algunas aplicaciones, en las que se desea un alto color blanco de los materiales compuestos (por ejemplo, en el sector sanitario).

Más preferentemente, los materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno son químicamente inertes, preferentemente químicamente inertes al menos frente a los productos químicos que entran en contacto con el mismo durante la producción, el procesamiento y/o la aplicación.

De acuerdo con la invención, el material de relleno de la primera fracción de material de relleno es polietileno (PE), en particular polietileno HD (HDPE, high density polyethylen (polietileno de alta densidad)). Preferentemente, además de polietileno o HD, el polietileno, elastómeros, PVC, silicona, polipropileno o teflón son otros posibles materiales de relleno. PE/HDPE puede producirse a escala industrial y se encuentra disponible de forma relativamente económica en grandes cantidades. Otras ventajas de un uso de PE/HDPE se describen a continuación.

De manera ventajosa, mediante la unión con arrastre de forma entre las partículas de la primera fracción de material de relleno y el aglutinante, está formada una unión deformable entre partículas de la segunda fracción de material de relleno, mediante lo cual se reduce el módulo de elasticidad del material compuesto. Mediante la unión deformable entre las partículas de relleno de la segunda fracción de material de relleno, que permite un uso ventajoso de un material de relleno poroso blando de la primera fracción de material de relleno, disminuye en general el módulo de elasticidad del material compuesto. Esto significa que con el mismo alargamiento u otra carga (por ejemplo, mecánica) puede almacenarse menos energía de deformación elástica en el material compuesto. Menos energía almacenada elásticamente significa que con la misma deformación (o carga mecánica) se encuentra disponible menos energía disponible para la propagación de grietas. La posibilidad de poder almacenar más energía en forma de deformación elástica dentro del material compuesto significa que una pieza constructiva, que se produce con el material compuesto preferido, presenta una mayor tenacidad a la rotura. Esta propiedad ventajosa puede aprovecharse en principio para todas las mezclas para la producción de materiales compuestos (por ejemplo, mezclas sanitarias, mezclas sanitarias rectificables, mezclas de fregadero, etc.). De manera análoga, mediante materiales compuestos ventajosos de este tipo también se mejora claramente el comportamiento de descascarillado al impacto con un cuerpo puntiagudo. Los descascarillados (grietas laterales) se generan cuando se libera el material después de que el impactador ha penetrado. El responsable de esto es la energía almacenada elásticamente debajo del punto de impacto (material comprimido isostáticamente). Se cumple: cuanto menor sea el módulo de elasticidad del material, más baja es la formación de grietas laterales y, con ello, el arranque de material. Un ejemplo en el que se aprovecha este efecto, son blindajes de caucho de molinos. Habitualmente, sin embargo, el menor comportamiento de descascarillado va acompañado de una menor resistencia al rayado y a la abrasión. Sin embargo, este no es el caso con los materiales de relleno propuestos en este caso y los materiales compuestos producidos a partir de los mismos.

Las propiedades reológicas asimismo sorprendentemente buenas de las mezclas ventajosas de este tipo son diferentes de las mezclas habituales de, por ejemplo, esferas de vidrio o esferas huecas de vidrio que no se explican por la forma esférica perfecta del grano, sino por el hecho de que el material de relleno de la primera fracción de material de relleno presenta un bajo módulo de elasticidad y, por lo tanto, es deformable.

Ventajosamente, el material compuesto presenta una resistencia a la abrasión según la prueba de abrasión de Taber < 50 mg/100 ciclos, preferentemente < 40 mg/100 ciclos, de manera especialmente preferentemente < 35 mg/100 ciclos y/o una dureza al rayado (Eirichsen) en un intervalo $> 0,1$ N, preferentemente 1 N - 4 N y/o una resistencia al impacto de > 1 kJ/m², preferentemente > 2 kJ/m². El material compuesto ventajoso muestra por lo tanto una alta resistencia al desgaste. A pesar de la alta resistencia frente al rayado y a la abrasión, el material compuesto presenta además una alta resistencia al impacto.

El objetivo se consigue además mediante un procedimiento para producir un material compuesto, que se caracteriza por que al menos un aglutinante se mezcla con al menos una fracción de material de relleno polimérica particulada, presentando el material compuesto una densidad de menos de 2 g/cm³.

Otro aspecto de la invención es una pieza constructiva que comprende un material compuesto tal como se describe anteriormente.

De particular interés en una pieza constructiva ventajosa de este tipo es la probabilidad de rotura de una pieza constructiva. Para la valoración de la probabilidad de rotura es decisiva la grieta más larga bajo tensión de tracción. Una medida de la probabilidad de fallo de un material elástico quebradizo (por ejemplo, cerámica) bajo una carga determinada es el módulo de Weibull. Cuanto mayor sea este módulo de Weibull, menor es la probabilidad de que una pieza constructiva elástica quebradiza se rompa bajo la carga prevista. Con el uso de los materiales compuestos descritos en este caso, una pieza constructiva puede presentar por lo tanto, con un límite de carga predeterminado, espesores de pared más delgados y necesita menos reservas de material. Preferentemente, la pieza constructiva presenta un módulo de Weibull (m) de 11 - 20 (con un nivel de llenado del 73 % en peso), preferentemente 14. Este valor se encuentra claramente por encima del de una cerámica de ingeniería, mediante lo cual queda claro que, mediante un material compuesto de este tipo se permiten grosores de pared claramente menores en particular en comparación con la cerámica sanitaria y un menor peso con la misma resistencia.

Se prefiere además que la pieza constructiva sea un producto para su uso en el sector sanitario. Productos sanitarios a modo de ejemplo son bañeras, platos de ducha, fregaderos de cocina, baldosas, azulejos o elementos constructivos similares. Otro aspecto ventajoso, que resulta de la menor densidad de un material compuesto ventajoso, es la reducción de las cargas de la pieza constructiva, que llevan a la rotura. Cargas llevan a deformaciones permanentes y, por lo tanto, sobre la superficie convexa a tensiones de tracción, que desencadenan grietas. Una pieza constructiva ventajosa presenta una probabilidad de rotura reducida en el caso de una masa y dimensiones predeterminadas, dado que mediante la densidad reducida, el grosor de la pieza constructiva puede aumentarse con masa y dimensiones constantes.

A continuación se explica en detalle la invención con referencia a los dibujos subsiguientes. Muestran:

La Figura 1 una morfología de gránulo de PE con alta densidad aparente;

La Figura 2 una morfología de gránulo de PE con baja densidad aparente;

La Figura 3 una representación esquemática de una sección transversal a través de una partícula de material de relleno incrustada en aglutinante;

Las Figuras 4a, 4b esquemáticamente el comportamiento de un material compuesto conocido por el estado de la técnica con materiales de relleno minerales con carga mecánica;

Las Figuras 5a, 5b esquemáticamente el comportamiento de un material compuesto con materiales de relleno minerales y materiales de relleno porosos adicionales con carga mecánica;

La Figura 6 esquemáticamente un posible comportamiento, cuando no existe ni un enlace químico ni una unión con arrastre de forma entre material de relleno y aglutinante.

Un material compuesto, que presenta tanto una alta resistencia al desgaste (en particular con respecto a la abrasión y al rayado) y una alta resistencia al impacto, como una baja densidad y un riesgo de rotura reducido y, además, preferentemente también se puede rectificar y pegar después de la producción, comprende al menos un aglutinante y al menos una fracción de material de relleno, en el que el material compuesto presenta una densidad de menos de 2 g/cm³ y al menos una primera fracción de material de relleno presenta materiales de relleno poliméricos particulados.

Los materiales de relleno de este tipo, con las propiedades mencionadas al principio, pueden encontrarse en el ámbito de los plásticos o polímeros (véase, por ejemplo, la Tabla 2). A este respecto, ha resultado ser especialmente adecuado polietileno (PE) y en particular polietileno HD (HDPE, high density polyethylen (polietileno de alta densidad)). Propiedades a modo de ejemplo de un polietileno HD se representan a modo de ejemplo en la Tabla 1.

Tabla 1: Perfil de propiedades a modo de ejemplo de un polietileno de alta densidad (HD-PE)

Propiedades	Método de medición	Valor	Unidad de medida
Densidad	ISO 1183	0,963	g/cm ³

(continuación)

Propiedades	Método de medición	Valor	Unidad de medida
Propiedades mecánicas			
Tensión de fluencia	ISO 527	30	MPa
Alargamiento de rotura	ISO 527	> 400	%
Módulo de elasticidad	ISO 527	700-1300	MPa
Dureza a la indentación de bola	ISO 2039-1 H132/30	57	MPa
Dureza Shore (A/D) o Rockwell (R/I/M)	ISO 868 o ISO 2039-2	D64	-
Propiedades térmicas			
Conductividad térmica	DIN 52 612	0,42	W/K m
Dilatación térmica longitudinal/transversalmente a la dirección de flujo	ISO 11359	120-150	10-6/K
Temperatura de fusión o temperatura de transición vítrea	ISO 11357	135	°C
Estabilidad dimensional bajo calor A	ISO 75 HDT/A (1,8 MPa)	49	°C
Estabilidad dimensional bajo calor B	ISO 75 HDT/B (0,45 MPa)	86	°C
Temperatura máx. a corto plazo		100	°C
Temperatura máx., de manera duradera		90	°C
Temperatura de aplicación mín.		-80	°C
Otras propiedades			
Absorción de agua en condiciones climáticas normales	ISO 62	<0,1	%
Absorción de agua durante el almacenamiento de agua	ISO 62	<0,1	%
Transparencia (opaco/translúcido/transparente)		translúcido	

Como alternativa o además de polietileno o polietileno HD, elastómeros, PVC, silicona, polipropileno o teflón son otros materiales de relleno posibles.

- 5 Preferentemente, el módulo de elasticidad de la primera fracción de material de relleno es menor que el módulo de elasticidad del aglutinante y/o menor que el módulo de elasticidad de la segunda fracción de material de relleno. De esto resulta, como se describe en detalle más adelante, una alta resistencia al impacto. En la Tabla 2 se muestran a modo de ejemplo el módulo de elasticidad también denominado módulo E) de algunos aglutinantes seleccionados, tal como se usan habitualmente en materiales compuestos minerales (materiales compuestos), inclusive polietileno HD.

10

Tabla 2: Módulo de elasticidad (módulo E) de algunos aglutinantes seleccionados (inclusive polietileno)

Polímero	Módulo E [GPa] (1 GPa = 10 ⁹ N/m ²)
Alquidos	20
Melaminas	6 - 7
Poliimidas	3 - 5
Poliésteres	1 - 5
Acrilatos (por ejemplo, "Plexiglas")	1,5 - 3
Nailon	2 - 4
Epoxi	3
Polietileno	0,7
Espuma de poliuretano	0,01 - 0,06
Elastómeros ("caucho")	0,01 - 0,1
PVC	0,003 - 0,01
Espuma polimérica (por ejemplo, "Styropor")	0,001 - 0,01

Se puede ver que los acrilatos y poliésteres, que se usan habitualmente como aglutinantes, presentan un módulo de elasticidad más alto que polietileno o polietileno HD.

15

La idoneidad de PE y HDPE como material de relleno es inesperada, dado que este material no experimenta ningún enlace químico con el aglutinante, tal como se requiere habitualmente. El enlace inexistente o extremadamente débil entre PE y aglutinante se aprovecha, por ejemplo, en piezas fundidas más pequeñas (a escala de laboratorio), dado que un material compuesto puede extraerse sin más de los moldes de PE y HDPE, incluso si los moldes no fueron tratados previamente con agente de desmoldeo. Por el contrario, los moldes de colada para materiales compuestos

20

minerales generalmente están hechos de GFK, que está revestido por dentro con laca de poliéster/epoxi (como sellador y/o agente de desmoldeo), dado que, si estos moldes de colada no se sellan y se revisten con agente de desmoldeo antes de la colada, el aglutinante se adhiere parcialmente al molde de colada tan fuertemente que la pieza de trabajo ya no se puede retirar del molde.

La idoneidad de PE y HDPE como material de relleno es además inesperada, dado que es necesaria una unión duradera entre el material de relleno y el aglutinante, para evitar un desprendimiento del aglutinante del grano de material de relleno. Esto es especialmente importante según las normas DIN 14688 o DIN 13310 en el ciclo de calor-frío. Sin adherencia del aglutinante sobre el grano de material de relleno se produce en los esfuerzos térmicos que aparecen, un desprendimiento del aglutinante del grano. Por un lado, esto lleva a un brillo óptico del material por la luz dispersa, que se denomina sonrojado, y por otro lado, a partir de estos pequeños desprendimientos pueden generarse grietas claramente visibles en el material compuesto, que destruyen su integridad mecánica.

Sorprendentemente, sin embargo, al contrario de estas suposiciones teóricas, se ha encontrado que estas desventajas no son el caso a pesar de la falta de unión química entre PE y el aglutinante en un material compuesto con gránulos de PE/HDPE como material de relleno.

Una posible explicación de esto se puede ver en la morfología de los gránulos de PE y/o HDPE utilizados. Los gránulos usados en un ejemplo presentan un intervalo de tamaño de grano de aproximadamente 1 - 300 μm . En un caso especial, se usó una mezcla de gránulos con un tamaño de grano medio (d_{50}) de 20, 50, y 125 μm . A una densidad del HDPE de aproximadamente 0,94 - 0,98 g/cm^3 , distintos patrones a modo de ejemplo de granulados y/o mezclas de granulados presentaron densidades aparentes de 0,2 - 0,4 g/cm^3 . Esta diferencia en las densidades aparentes a casi la misma densidad específica resulta de la estructura fina de las partículas. Polvos con una densidad aparente > 0,3 g/cm^3 se componen en gran parte de partículas, por ejemplo, granos, que son compactos y presentan una superficie en gran parte cerrada. Un ejemplo de una morfología de este tipo se muestra en la Figura 1.

Por el contrario, las partículas con una densidad aparente < 0,3 g/cm^3 presentan en gran medida una estructura esponjosa abierta. Un ejemplo de una morfología de este tipo se muestra en la Figura 2. Las partículas de este tipo se componen preferentemente de una pluralidad de partículas más pequeñas (subpartículas, partículas parciales).

Materiales de relleno con una estructura abierta de este tipo y/o con una rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, son especialmente preferidos como materiales de relleno para materiales compuestos de acuerdo con la presente invención. La estructura esponjosa, en gran parte abierta, y/o rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, del material de relleno permite que el aglutinante penetre en los poros, endurezca allí y la partícula, incluso si, como se describió anteriormente, no se forma ninguna unión química o únicamente una unión débil, se fija por arrastre de forma. La porosidad y la estructura esponjosa, en gran parte abierta, de las partículas de PE (y/o HDPE) no solo tiene la ventaja de una baja densidad aparente, sino que proporciona adicionalmente ventajas mecánicas.

En la figura 3 se muestra una representación esquemática a modo de ejemplo de una sección transversal de partículas de material de relleno de poros abiertos o granos 2 incrustados en el aglutinante 1. Como ya se mencionó anteriormente, en el caso de PE/HDPE, a diferencia de los materiales densos con superficie cerrada, se puede formar una unión permanente entre la partícula 2 y el aglutinante 1 con arrastre de forma. A este respecto, el aglutinante líquido 1 penetra en los poros y/o la rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, de la partícula 2 y se endurece allí. Dependiendo del tamaño de la partícula 2 y la viscosidad y la tensión superficial del aglutinante 1, esta penetración puede tener lugar solo en la cubierta de la partícula 2 o penetrar por completo en la partícula 2. Con esto resultan tanto zonas 3, que son penetradas por el aglutinante, como zonas 4, que no son penetradas por el aglutinante 1. En ambos casos, se genera una unión que puede cargarse de manera duradera entre las partículas 5 y el aglutinante 1. Las partículas (subpartículas, partículas parciales) 2 del PE/HDPE se unen ("suelan") así firmemente entre sí.

También se ha mostrado que la porosidad de PE (o HDPE) con una estructura esponjosa, en gran parte abierta, tal como se describió anteriormente, se forma de manera que los poros se llenen al menos parcialmente con aglutinante y/o presentan una geometría de este tipo y/o rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, de manera que no se produce a un mayor ensuciamiento después del curado del material compuesto, incluso al rectificarse el material. PE (o también HDPE) se prefieren además adicionalmente, dado que se producen a gran escala y se encuentra disponible de manera relativamente económica en grandes cantidades.

Un material de relleno de este tipo puede emplearse adicionalmente o como alternativa a otros materiales de relleno (minerales y/o sintéticos). Si se usa polvo de PE además del material de relleno mineral o materiales de relleno minerales juntos como constituyente de un material compuesto, este se emplea, por ejemplo, en porcentajes del 0,05 - 40 % en peso, preferentemente del 0,075 - 20 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,1 - 5 % en peso.

Se ha demostrado que el PE/HDPE no conduce a un aumento en el consumo de aglutinante ni a un deterioro de las propiedades reológicas a pesar de la cualidad de poros abiertos. Un material compuesto habitual de materiales de relleno minerales tiene un nivel de llenado de aproximadamente el 70 % en peso (70 % en peso de material de relleno

y 30 % en peso de aglutinante). La densidad de un material compuesto de este tipo asciende aproximadamente a 2 g/cm³ o 2 kg/l (por ejemplo, aproximadamente 1,4 kg de material de relleno a 0,6 kg de aglutinante). La densidad aparente del material de relleno es de aproximadamente 1,3 g/cm³. Asimismo puede utilizarse una mezcla de material de relleno que contiene PE en la misma preparación con un nivel de llenado de aproximadamente el 70 % en peso en un material compuesto. No obstante, la densidad aparente de una mezcla de este tipo asciende solo a aproximadamente 0,9 - 1 g/cm³. De esto resulta una densidad claramente reducida del material compuesto curado de aproximadamente 1,5 - 1,7 g/cm³ dependiendo de la densidad aparente del polvo de PE. Por lo tanto, a partir de la misma masa de material de relleno y aglutinante que en el material compuesto convencional con un peso de 2 kg, resultan un volumen de aproximadamente 1,25 - 1,3 l. Esto significa, por el contrario, que se usan 0,6 kg del aglutinante relativamente económica para 1 l de material compuesto en el caso de materiales compuestos convencionales, sin embargo, solo aproximadamente 0,45 - 0,48 kg de aglutinante por 1 l de un nuevo material compuesto, en el que se emplea polvo de PE como material de relleno.

Las propiedades reológicas asimismo sorprendentemente buenas de las mezclas de gránulos de PE y material de relleno mineral son diferentes de las mezclas habituales de, por ejemplo, esferas de vidrio o esferas huecas de vidrio que no se explican por la forma esférica perfecta del grano, sino por el hecho de que PE tiene un bajo módulo de elasticidad y, por lo tanto, es deformable. En masas líquidas, el PE puede por lo tanto deformarse y, con ello, dejar espacio para otros materiales de relleno (duros) y así facilitar su reordenamiento.

Si se usa exclusivamente polvo de PE y aglutinante, son posibles niveles de llenado del 15 - 35 % en peso dependiendo de la densidad aparente. La densidad de tales mezclas es de aproximadamente 1 g/cm³. Las composiciones de este tipo se prefieren dado que las propiedades ópticas, en particular de HDPE, pueden aprovecharse de manera especialmente buena. Debido a que HDPE es parcialmente cristalino, zonas "cristalinas" y "vitreas" presentan diferentes índices de refracción, mediante lo cual se produce luz dispersa entre estas zonas. El material es por lo tanto translúcido. Esto es ventajoso en el caso del uso como material de relleno en un aglutinante. Materiales de relleno transparentes, tales como harina de vidrio de igual KGV, cuando se mezcla en el aglutinante, que presenta un índice de refracción similar de aproximadamente 1,5, parecen marrones, dado que se producen efectos de luz parásita. En consecuencia, los materiales de relleno de este tipo son adecuados para algunas aplicaciones, en las que se desea un alto color blanco de los materiales compuestos (por ejemplo, en el sector sanitario). Por el contrario, los materiales compuestos con partículas de PE (o HDPE) como material de relleno pueden utilizarse tanto para materiales compuestos de alto contenido de blanco (sanitarios) como materiales compuestos de colores en la masa (por ejemplo, fregaderos de cocina).

Mezclas de este tipo con partículas exclusivamente de PE (o HDPE) como material de relleno presentan una baja resistencia mecánica. La abrasión asciende a aproximadamente 40 - 50 mg/100 ciclos (Taber Abrasor) y la resistencia al rayado << 1 N (prueba de Eirichsen).

Sorprendentemente, sin embargo, mediante el uso de PE/HDPE en combinación con materiales de relleno minerales es posible un material compuesto que, a pesar de su menor densidad, presenta la misma resistencia a la abrasión que un material compuesto que se compone exclusivamente de materiales de relleno minerales. En la Tabla 4 se muestran mezclas a modo de ejemplo de materiales de relleno minerales y diferentes gránulos de PE. En las mezclas a modo de ejemplo indicadas, se usaron materiales de relleno minerales con una dureza Mohs > 4 y un tamaño de grano de 0 - 150 µm. La densidad de los materiales de relleno minerales en los ejemplos indicados es de aproximadamente 2,5 g/cm³. En los Ejemplos se varió tanto el tipo de PE como su porcentaje % en peso. Las propiedades de los tipos de PE usados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Ejemplos de distintos materiales de relleno

Tipo de PE	Diámetro de grano medio d50	Grano	Densidad aparente g/cm ³
Tipo 1	50	no poroso	aproximadamente 0,4
Tipo 2	20	poroso	aproximadamente 0,2
Tipo 3	130	poroso	aproximadamente 0,25-0,3

Tabla 4: Comparación de densidad y abrasión de distintas mezclas de material de relleno

	5 % Tipo 1	3 % Tipo 1	2 % Tipo 1	2,4 % Tipo 2	2,4 % Tipo 3	Ningún PE
Densidad [g/cm ³]	1,62	1,68	1,7	1,5	1,7	2
Abrasión [mg/100 ciclos] (Taber)	32,5	27,8	25,6	30	30,8	29,6
Ensayo normalizado DIN 14688	correcto	correcto	correcto	correcto	correcto	correcto

Los ejemplos en la Tabla 4 se refieren a una mezcla sanitaria blanca rectificable y pegable (material compuesto sanitario). Sin embargo, los ejemplos se cumplen también de manera análoga a una mezcla de fregadero coloreada (material compuesto de fregadero) con tamaños de grano de 0,5 - 2 mm. La dureza al rayado (prueba de Eirichsen)

se encuentra en el intervalo $> 0,1 \text{ N}$, preferentemente $1 \text{ N} - 4 \text{ N}$.

Como se puede ver por medio de la Tabla 4, es posible con los materiales compuestos mostrados a modo de ejemplo de la presente invención, mediante la adición de polvo de PE a una material de relleno mineral, mantener la resistencia a la abrasión al mismo nivel que en un material de relleno mineral puro, sin embargo, reducir significativamente la densidad del material compuesto.

El uso de un material de relleno de poros abiertos con un bajo módulo de elasticidad (como el HD-PE enumerado en este caso a modo de ejemplo) también aporta ventajas significativas en términos de resistencia mecánica del material compuesto o de la pieza constructiva acabada.

Las figuras 4a y 4b muestran el comportamiento de un material compuesto 11 conocido por el estado de la técnica con materiales de relleno minerales 10 a y 10 b bajo carga mecánica 13. En estos materiales compuestos convencionales 11 con materiales de relleno minerales 10 a, 10 b (como se usan actualmente, por ejemplo, en el sector sanitario y para fregaderos de cocina) existe solo una pequeña distancia 12 entre las partículas minerales duras 10 a y 10 b. Los dos materiales de relleno minerales 10 a, 10 b están unidos a través de un puente de material 15. El puente de material 15 se compone del aglutinante curado 1, en donde la cantidad de aglutinante (de alto precio) 1 es pequeña en este caso. Incluso con fuerzas 13 relativamente pequeñas que actúan sobre el material compuesto 11, el aglutinante 1 está expuesto a altas tensiones, dado que debido al alto módulo de elasticidad, pequeñas dilataciones generan altas tensiones. El material o el material compuesto es elástico y frágil.

Por el contrario, las Figuras 5a y 5b muestran el comportamiento de un material compuesto 11 con materiales de relleno minerales 10a y 10 b y materiales de relleno 14 porosos adicionales y/o que presentan una rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, bajo carga mecánica. De manera análoga a las Figuras 4a, b se muestran materiales de relleno minerales 10a y 10 b separados por una distancia de 12, que está unido a través de un puente de material 15. El puente de material 15 se forma por el aglutinante endurecido 1 y el material de relleno 14. Dado que, debido a la penetración preferentemente total o parcial de un material de relleno 14 después del curado, existe una unión con arrastre de forma entre el aglutinante 1 y el material de relleno 14, esta también puede cargarse mecánicamente. Al mismo tiempo, aumenta la distancia 12 entre las partículas de material de relleno duras (mineral) individuales 10a y 10 b a través del material de relleno poroso 14. El puente de material 15 ubicado entre las partículas duras 10a y 10 b presenta en promedio un módulo de elasticidad menor, dado que el material de relleno de poros abiertos 14 presenta un módulo de elasticidad menor que el aglutinante 1. En el caso de la carga mecánica 13, la unión (con arrastre de forma) del material de relleno poroso (y relativamente blando) 14 con el aglutinante 1 provoca una deformación conjunta sin desprendimiento del aglutinante 1 del grano 14 (grietas). En tales mezclas con un material de relleno poroso "blando" 14, el módulo de elasticidad del material compuesto 11 disminuye en promedio.

La figura 6, por el contrario, muestra esquemáticamente un posible comportamiento de un material compuesto 11, cuando no existe ni un enlace químico ni una unión con arrastre de forma entre material de relleno 14 y aglutinante 1. De manera análoga a las Figuras 4a, b y 5a, b se muestran materiales de relleno minerales 10a y 10 b separados por una distancia de 12, que está unido a través de un puente de material 15. El puente de material 15 se forma por el aglutinante endurecido 1 y el material de relleno 14, en donde no existe ni un enlace químico ni una unión con arrastre de forma entre material de relleno 14 y aglutinante 1. En este caso, el material de relleno 14 (no unido con el aglutinante 1) bajo carga mecánica 13 del material compuesto 11 no se puede deformar junto con el aglutinante 1 y, por consiguiente, tampoco absorbe o almacena energía de deformación. En el caso de carga mecánica 13, se genera por lo tanto un espacio libre 16 entre el material de relleno y el aglutinante en el puente de material 15. Las fuerzas 13 que actúan sobre el material compuesto 11 pueden almacenarse solo en un grado menor que la energía de deformación elástica en el material compuesto 11 y, por lo tanto, están disponibles, por ejemplo, según sea necesario para la energía de propagación de grietas.

Debido a la unión deformable entre las partículas de material de relleno minerales 10a, 10b, que permite el uso de un material de relleno 14 poroso blando y/o que presenta una rugosidad u otra forma de grano, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, disminuye en general el módulo de elasticidad del material compuesto 11. Esto significa, tal como se describe anteriormente, que con igual alargamiento u otra carga (por ejemplo, mecánica) puede almacenarse menos energía de deformación elástica en el material compuesto 11 o una pieza constructiva, hecha del material compuesto 11. Menos energía almacenada elásticamente significa que con la misma deformación (o carga mecánica) se encuentra disponible menos energía disponible para la propagación de grietas.

La posibilidad de poder almacenar más energía en forma de deformación elástica dentro del material compuesto, significa que la pieza constructiva presenta una mayor tenacidad a la rotura. Esta propiedad ventajosa puede aprovecharse en principio para todas las mezclas para la producción de materiales compuestos (por ejemplo, mezclas sanitarias, mezclas sanitarias rectificables, mezclas de fregadero, etc.).

De manera análoga, mediante mezclas de este tipo o materiales compuestos hechos de estas mezclas también se mejora significativamente el comportamiento de descascarillado al impacto con un cuerpo puntiagudo. Los

descascarillados (grietas laterales) se generan cuando se libera el material después de que el impactador ha penetrado. El responsable de esto es la energía almacenada elásticamente debajo del punto de impacto (material comprimido isostáticamente). Se cumple: cuanto menor sea el módulo de elasticidad del material, más baja es la formación de grietas laterales y, con ello, el arranque de material. Un ejemplo en el que se aprovecha este efecto, son blindajes de caucho de molinos. Habitualmente, sin embargo, el menor comportamiento de descascarillado va acompañado de una menor resistencia al rayado y a la abrasión. Sin embargo, este no es el caso con los materiales de relleno propuestos en este caso y los materiales compuestos producidos a partir de los mismos. En los materiales compuestos propuestos, la resistencia al impacto es $> 1 \text{ kJ/m}^2$ a pesar de la alta resistencia al rayado y a la abrasión, preferentemente $> 2 \text{ kJ/m}^2$.

De particular interés en las posibilidades de aplicación ya mencionadas de los materiales compuestos descritos es la probabilidad de rotura de una pieza constructiva. Para la valoración de la probabilidad de rotura es decisiva la grieta más larga bajo tensión de tracción. Una medida de la probabilidad de fallo de un material elástico quebradizo (por ejemplo, cerámica) bajo una carga determinada es el módulo de Weibull. Cuanto mayor sea este módulo de Weibull, menor es la probabilidad de que una pieza constructiva elástica quebradiza se rompa bajo la carga prevista. Con el uso de los materiales compuestos descritos en este caso, una pieza constructiva puede presentar por lo tanto, con un límite de carga predeterminado, espesores de pared más delgados y necesita menos reservas de material. En la Tabla 5 se mencionan ejemplos de algunos valores del módulo de Weibull para distintos materiales (cerámica).

Tabla 5: Valores a modo de ejemplo del módulo de Weibull

Volumen efectivo $V_{\text{pieza constructiva}}/V_{\text{muestra}}$	Tensión de flexión permitida [MPa]			
	Cerámica 1	Cerámica 2	Cerámica 3	Cerámica 4
1 : 1	400 (m = 10)	300 (m = 10)	250 (m = 20)	200 (m = 30)
20 : 1	252 (63 %)	237 (79 %)	210 (84 %)	186 (94 %)
100 : 1	160 (40 %)	189 (63 %)	197 (79 %)	172 (86 %)
Material	Nuevo material de alto rendimiento	Óxido de aluminio carburo de silicio infiltrado con silicio		
Observación	Proceso no desarrollado	Estado de la técnica	Tecnología de vanguardia actual	Deseo del constructor

Sorprendentemente, se ha mostrado que un material compuesto a modo de ejemplo de materiales de relleno minerales y una resina de poliéster con un nivel de llenado del 73 % en peso presenta un módulo de Weibull (m) de 11 - 20. En la Tabla 6 se muestra la determinación del módulo de Weibull (m) de un material compuesto a modo de ejemplo. Un material compuesto a modo de ejemplo de este tipo puede presentar un módulo de Weibull de 14. Este valor es significativamente mayor que el de la cerámica de ingeniería (tal como se muestra en la Tabla 5). Esto deja queda claro que, mediante un material compuesto de este tipo se permiten grosores de pared claramente menores en particular en comparación con la cerámica sanitaria y un menor peso con la misma resistencia.

Tabla 6; Determinación del módulo de Weibull (m) de un material compuesto a modo de ejemplo

Numero de pruebas	en cada caso 30
Probabilidad de aceptación [%]	> 90
Tensión de flexión σ [MPa]	60 - 100
m (corregido)	11 - 20

Otro aspecto ventajoso, que resulta de la menor densidad de un material compuesto a modo de ejemplo con material de relleno de PE, es la reducción de las cargas de la pieza constructiva que llevan a la rotura. Cargas llevan a deformaciones permanentes y, por lo tanto, sobre la superficie convexa a tensiones de tracción, que desencadenan grietas. A este respecto, es interesante que la geometría de la pieza constructiva tenga una influencia esencialmente mayor sobre la deformación permanente y, por lo tanto, en la tensión que el material.

La rigidez a la flexión de una pieza constructiva indica cómo de grande es el momento de flexión en relación con la curvatura de la pieza constructiva. Para secciones transversales homogéneas, la rigidez a la flexión se indica mediante al producto $E \cdot I$ del módulo de elasticidad E del material y el momento de inercia de superficie geométrica I de la sección transversal dada. Este último se calcula como:

$$I = \int dydz y^2$$

Para un rectángulo con los bordes laterales h y b (en dirección z o y) y con una superficie $A = b \cdot h$ resulta un momento de superficie axial de segundo grado sobre el eje y o z :

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = A \cdot \frac{h^2}{12}$$

$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = A \cdot \frac{b^2}{12}$$

5 El cuadrado puede calcularse como caso especial del rectángulo con $b = h$.

Para una viga con sección transversal rectangular $h \cdot b$ (en la dirección z o y) resulta por lo tanto una rigidez a la flexión:

$$E \cdot \frac{h^3 b}{12}$$

10 De esto queda claro que con una pieza constructiva rectangular (por ejemplo, sección transversal a través de una placa) la rigidez a la flexión aumenta con la tercera potencia del espesor h pero aumenta solo linealmente con el módulo de elasticidad E . En consecuencia, a mayor rigidez de flexión, la deformación permanente bajo una carga y la tensión de tracción es menor. Mediante el uso del material compuesto de acuerdo con la invención, que presenta una
15 menor densidad, con la misma masa y las dimensiones predefinidas para la longitud y anchura puede aumentarse el grosor y, por lo tanto, reducirse claramente las cargas y la probabilidad de rotura: Ejemplo: Fregadero de la cocina
Área de drenaje: 8 mm de espesor de material h , anchura 40 cm, longitud 50 cm, densidad del material aproximadamente 2 g/cm³: 1,6 l o 3,2 kg.

20 Un material compuesto a modo de ejemplo con material de relleno de PE tiene una densidad de 1,6 g/cm³. Con la misma longitud, anchura y masa podría aumentarse en una pieza constructiva, el grosor hasta aproximadamente 9,4 mm. Dado que de acuerdo con la fórmula $E \cdot h^3 b / 12$ la altura h de la pieza constructiva influye con la tercera potencia, debido al grosor de material adicional de 1,4 mm (9,4 mm en lugar de 8 mm), podría aumentar el momento de superficie I en un 60 % o disminuir las tensiones en un 60 %. Incluso en el caso de un módulo de elasticidad, por ejemplo, un 10
25 % más bajo, del material ligero, las tensiones (dado que el módulo de elasticidad influye solo en la primera potencia) serían un 50 % menores.

Como resultado, un material compuesto a modo de ejemplo puede usarse según dos posibilidades:

30 1ª con la misma masa, realizar un riesgo de rotura claramente menor o

2ª con un riesgo de rotura predefinido, permitir una pieza constructiva con una masa más baja.

En particular, en el caso de bañeras y platos de ducha para los que el material compuesto lijable podría usarse con
35 PE, puede ser muy ventajosa la reducción de la masa. En el caso de fregaderos de cocina, por el contrario, que están expuestos durante el transporte al riesgo de rotura y, por lo tanto, hasta el momento tienen que embalsarse de manera especialmente costosa, podría ser útil un mayor espesor de pared con la misma masa.

40 Todas las características divulgadas en los documentos de solicitud se reivindican como esenciales para la invención, siempre que sean individualmente o en combinación, nuevas con respecto al estado de la técnica.

Lista de referencias

- | | | |
|----|-----|--------------------------------------|
| | 1 | aglutinante |
| 45 | 2 | partícula de poros abiertos |
| | 3 | penetración de aglutinante/partícula |
| | 4 | zona no penetrada por el aglutinante |
| | 10a | primer material de relleno mineral |
| | 10b | segundo material de relleno mineral |
| 50 | 11 | material compuesto |
| | 12 | distancia |
| | 13 | fuerza |
| | 14 | material de relleno |
| | 15 | punto de material |
| 55 | 16 | espacio libre |

REIVINDICACIONES

1. Material compuesto, que comprende al menos un aglutinante y al menos una fracción de material de relleno, presentando el material compuesto una densidad de menos de 2 g/cm^3 , en el que el al menos un aglutinante se selecciona de un grupo que comprende acrilatos y poliésteres, comprendiendo el material compuesto al menos dos fracciones de material de relleno, presentando al menos una primera fracción de material de relleno materiales de relleno poliméricos particulados, en donde el material de relleno de la primera fracción de material de relleno es polietileno, en particular polietileno HD, y una segunda fracción de material de relleno presenta materiales de relleno minerales, comprendiendo el material compuesto el 0,05 - 40 % en peso de materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno, en donde la primera fracción de material de relleno con materiales de relleno poliméricos particulados presenta una densidad específica de $< 2 \text{ g/cm}^3$ y por lo tanto una densidad específica menor que los materiales de relleno de la segunda fracción de material de relleno, caracterizado por que los materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno presentan una estructura abierta y/o esponjosa y/o porosa y/o rugosidad, que permite una unión con arrastre de forma entre el aglutinante y el grano, en el que una unión duradera entre las partículas de la primera fracción de material de relleno y el aglutinante está formada con arrastre de forma y la primera fracción de material de relleno está penetrada totalmente o en parte por el aglutinante, en el que el módulo de elasticidad de la primera fracción de material de relleno es menor que el módulo de elasticidad del aglutinante, y en el que los materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno presentan un tamaño de grano medio en un intervalo de 1 - 300 μm .
2. Material compuesto según la reivindicación 1, caracterizado por que la primera fracción de material de relleno con materiales de relleno poliméricos particulados presenta una densidad específica de $< 1,5 \text{ g/cm}^3$, de manera especialmente preferente $< 1 \text{ g/cm}^3$.
3. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que el material compuesto comprende el 0,075 - 20 % en peso, de manera especialmente preferente el 0,1 - 5 % en peso de materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno.
4. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el módulo de elasticidad de la primera fracción de material de relleno es menor que el módulo de elasticidad de la segunda fracción de material de relleno, siendo el módulo de elasticidad de la primera fracción de material de relleno preferentemente $< 1,5 \text{ GPa}$, de manera especialmente preferente $< 1 \text{ GPa}$.
5. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los materiales de relleno de la primera fracción de material de relleno presentan una densidad aparente de 0,2 - 1 g/cm^3 , preferentemente de 0,2 a 0,3 g/cm^3 .
6. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que mediante la unión con arrastre de forma entre las partículas de la primera fracción de material de relleno y el aglutinante, está formada una unión deformable entre partículas de la segunda fracción de material de relleno, mediante lo cual se reduce el módulo de elasticidad del material compuesto.
7. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el material de relleno de la primera fracción de material de relleno es translúcida y, por lo tanto, de color neutro en el aglutinante y/o es químicamente inerte, preferentemente es químicamente inerte al menos frente a los productos químicos que entran en contacto con el mismo durante la producción, el procesamiento y/o la aplicación.
8. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el material de relleno de la primera fracción de material de relleno es químicamente inerte, preferentemente es químicamente inerte al menos frente a los productos químicos que entran en contacto con el mismo durante la producción, el procesamiento y/o la aplicación.
9. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la primera fracción de material de relleno comprende adicionalmente un elastómero, PVC, silicona, polipropileno o teflón.

10. Material compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el material compuesto presenta una resistencia a la abrasión de acuerdo con la prueba de abrasión Taber < 50 mg/100 ciclos, preferentemente < 40 mg/100 ciclos, de manera especialmente preferentemente < 35 mg/100 ciclos y/o una dureza al rayado (Eirichsen) en un intervalo $> 0,1$ N, preferentemente 1 N - 4 N y/o una resistencia al impacto de > 1 kJ/m², preferentemente > 2 kJ/m².
- 5
11. Pieza constructiva que comprende un material compuesto según una de las reivindicaciones 1 - 10.
- 10
12. Pieza constructiva según la reivindicación 11, caracterizada por que la pieza constructiva presenta un módulo de Weibull (m) de 11 - 20 (con un nivel de llenado del 73 % en peso), preferentemente de 14.

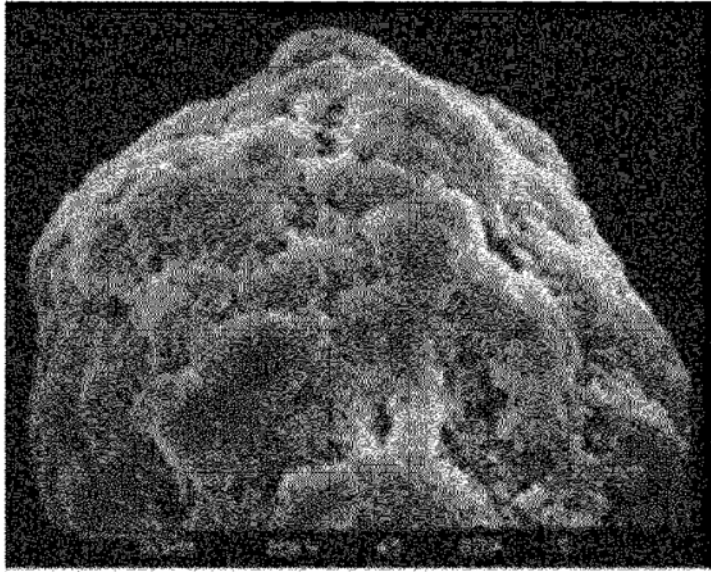


Fig. 1

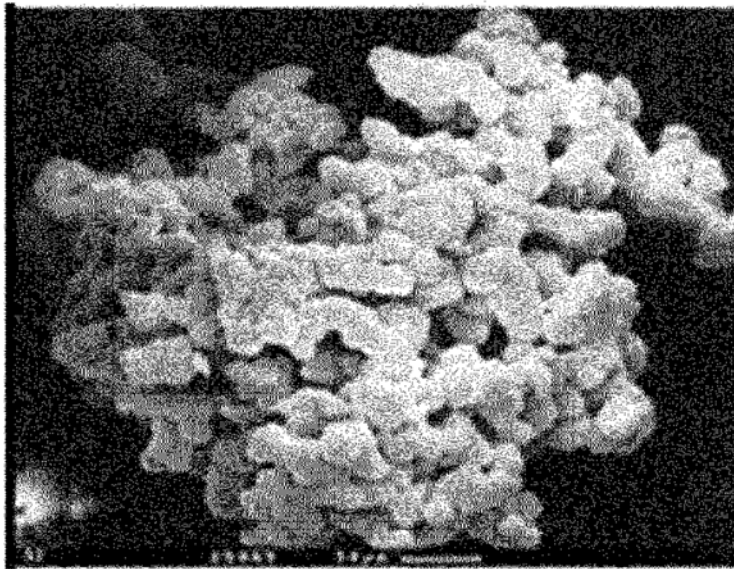


Fig. 2

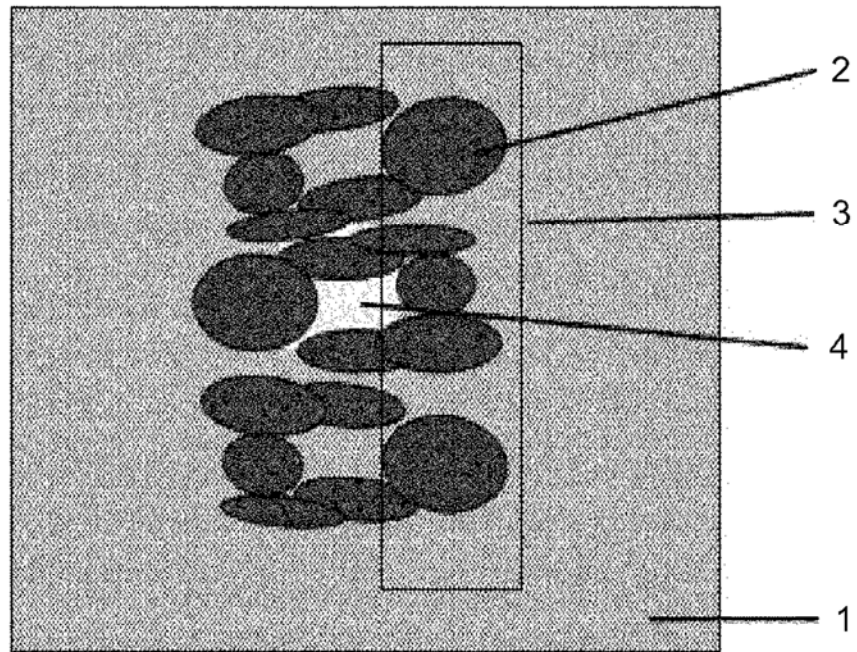
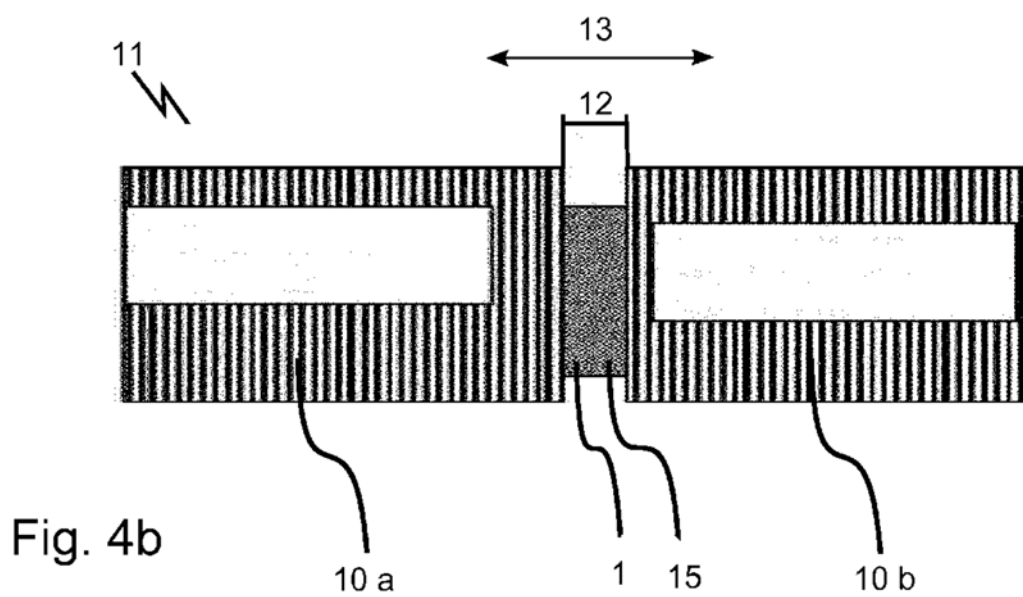
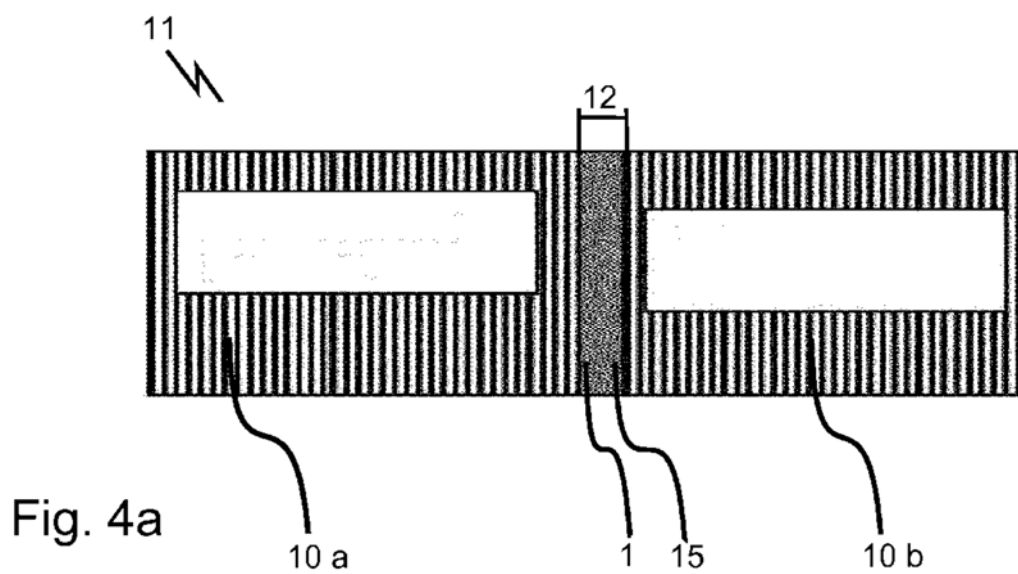
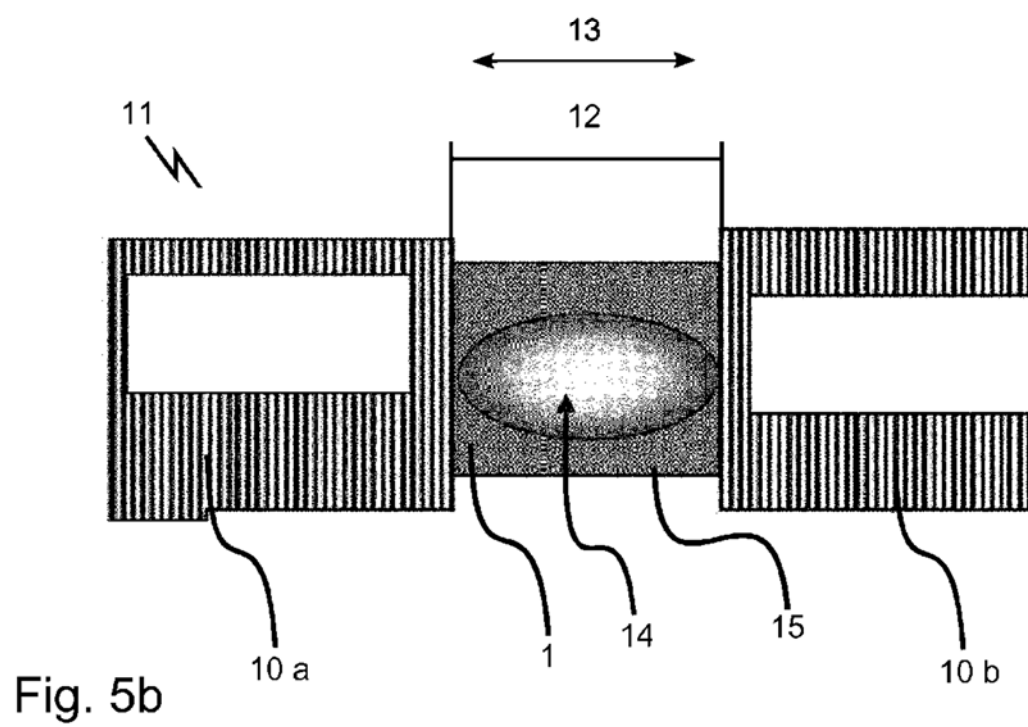
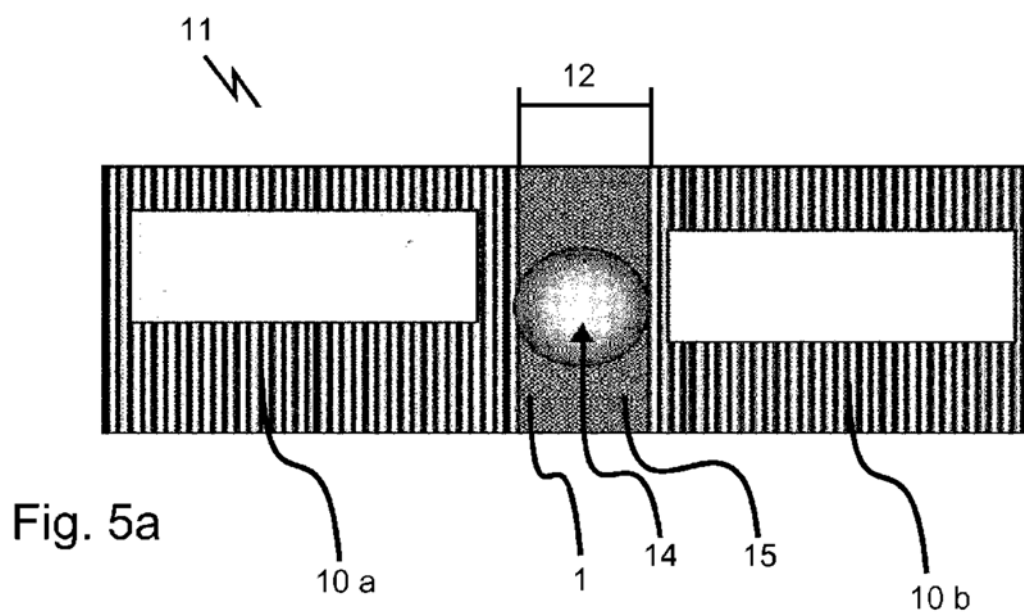


Fig. 3





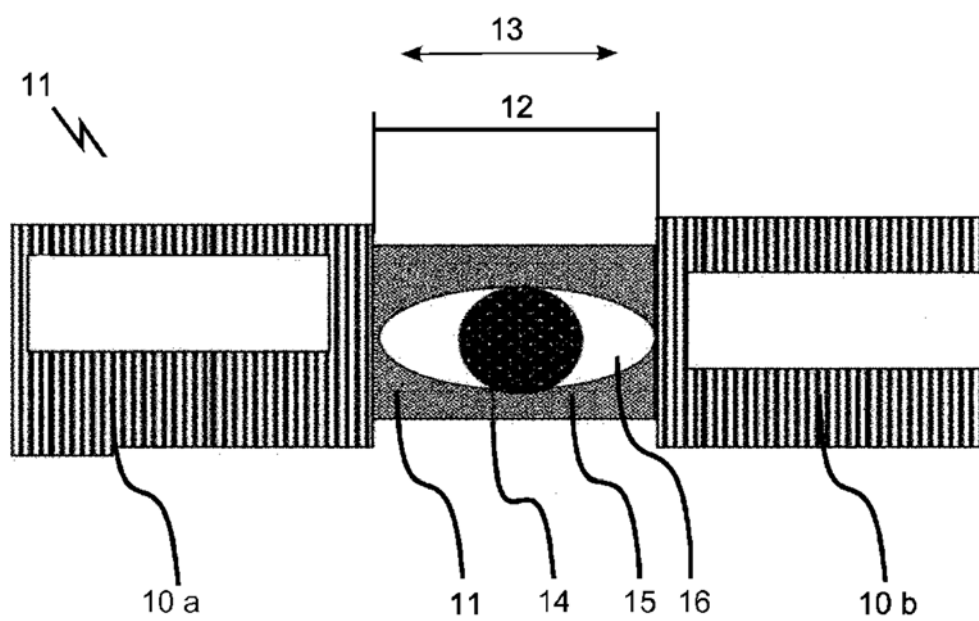


Fig. 6