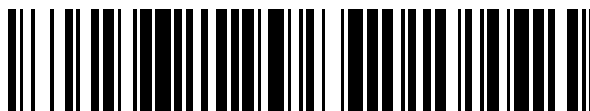


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 699**

51 Int. Cl.:

B05D 1/40 (2006.01)

B05C 1/14 (2006.01)

B05D 1/28 (2006.01)

B05D 3/06 (2006.01)

B05D 7/06 (2006.01)

B05D 7/00 (2006.01)

B05D 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10188389 .0**

96 Fecha de presentación: **23.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2314381**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.04.2011**

54 Título: **Procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera y una placa de material de madera recubierta por semejante procedimiento**

30 Prioridad:
23.11.2006 WO PCT/EP2006/011246

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2012

73 Titular/es:
**Kronoplus Technical AG
Rütihofstrasse 1
9052 Niederteufen, CH**

72 Inventor/es:
**Döhring, Dieter;
Schäfer, Hans y
Hanitzsch, Udo**

74 Agente/Representante:
Fàbrega Sabaté, Xavier

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).

ES 2 384 699 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera y una placa de material de madera recubierta por semejante procedimiento

1. Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera, de forma particular para la producción de un revestimiento de suelo, techo o pared según el concepto general de la reivindicación de procedimiento 1 independiente (véase, por ejemplo, el documento WO 2007/042258 A1), así como una placa de material de madera recubierta por un semejante procedimiento.

2. Antecedentes

- 10 Del estado de la técnica se conoce una pluralidad de placas de revestimiento basadas en material de madera. En el caso más sencillo una placa de este tipo se compone de madera sólida maciza. Sin embargo, tales placas de madera maciza son muy caras y sólo pueden ser colocadas como paneles por especialistas bien experimentados. Sin embargo las denominadas tablas de suelo de madera sólida ofrecen una superficie muy atractiva. Para evitar el elevado coste de los suelos de madera sólida y al mismo tiempo hacer posible la superficie atractiva de tales suelos se desarrollaron
- 15 placas de revestimiento enchapadas. El enchapado se trata de hojas delgadas, por lo general de 0,3 a 0,8 mm, de una madera de gran calidad, que se adhieren a un material soporte. Los materiales soporte se componen por lo general de materiales de madera económicos y son claramente más gruesos que la capa de enchapado. Una desventaja de estos revestimientos es la superficie relativamente sensible que se puede dañar fácilmente por ejemplo con la humedad o con acción mecánica.

- 20 Además se conocen del estado de la técnica paneles laminados para revestimientos de suelos o techos. En comparación con las placas de revestimiento citadas al comienzo los paneles laminados son relativamente económicos. Los paneles laminados se componen por lo general de una placa soporte de 4 a 12 mm de grosor de material MDF o HDF, por ejemplo un material de madera relativamente favorable, sobre esta cara superior se pega un papel impreso con una decoración. En la cara inferior de la placa soporte se encuentra por lo general un denominado
- 25 papel trellado por contracción, que debe contrarrestar un estirado de la placa soporte mediante la capa de decoración aplicada. Para mejorar la durabilidad de la capa de decoración se aplica sobre esta normalmente un denominado papel superpuesto que está impregnado con una resina como, por ejemplo, una resina amino y se aplican sobre las partículas resistentes a la abrasión muy finas como, por ejemplo, partículas de óxido de aluminio. Mediante prensado con acción de calor y presión se unen las distintas capas de los paneles laminados y se endurece la resina usada. Se genera de este modo una superficie durable, decorativa resistente a la abrasión.
- 30

- Para mejorar la durabilidad y con ello también las propiedades ópticas de placas de material de madera como las usadas por ejemplo para paneles de pared, techo o suelo, se propusieron en el estado de la técnica distintos procedimientos de recubrimiento y materiales. Principalmente se pueden aplicar tales recubrimientos para el aumento de la durabilidad de superficies sobre cualquier tipo de placas de material de madera, inclusive de paneles de madera
- 35 sólida y laminados anteriormente citados.

- Por ejemplo, del documento WO 2007/042258 A1 o.f. se conoce por ejemplo un procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera, en el que se aplica en una única etapa de recubrimiento una capa protectora relativamente gruesa de material plástico sobre la superficie de una placa. El material plástico usado es a este respecto un sistema de acrilato capaz de polimerizarse, que se puede endurecer con una polimerización. La polimerización se consigue mediante irradiación de modo tal que tiene lugar una conversión completa en el grosor de la capa aplicada.
- 40

Partiendo de este estado de la técnica se plantea el objetivo de proporcionar un procedimiento para el recubrimiento de una placa, que presente unas propiedades mecánicas especialmente ventajosas.

- Este y otros objetivos que se citan con el desarrollo de la siguiente descripción o que son reconocidos por el experto en la materia se consiguen con un procedimiento para el recubrimiento según la reivindicación 1 o con una placa de material de madera producida usando el procedimiento según la invención según la reivindicación 6.
- 45

- Con la presente invención se consiguen, con transparencia ópticamente buena del recubrimiento y además buen brillo de una presentación tipográfica aplicada por debajo o por dentro, valores de abrasión que corresponden a la clase de abrasión superior AC 5 según la norma prEN 15488. La superficie se caracteriza por gran resistencia al microrayado (resistencia mar) y gran resistencia al choque correspondiendo a la clase 33 (prEN 15468). Los valores característicos de la resistencia a productos químicos y vapor de agua, ensayo de ruedas de sillas y ensayo de movimiento de patas de muebles corresponden seguro a la norma prEN 15468. Además el procedimiento permite que se pueda incorporar una superficie en la que adicionalmente al prensado se puede incorporar una estructura decorativa embutida en profundidad, por ejemplo una estructura de madera cepillada o una estructura de piedra. La invención es adecuada por
- 50

tanto especialmente para proporcionar paneles para suelos.

3. Descripción detallada de la invención

La placa de material de madera recubierta por el procedimiento según la invención es particularmente un panel de suelo, techo o pared, o bien una placa de material de madera que está prevista para el procesamiento adicional en un panel de suelo, techo o pared, y comprende una cara delantera y una cara trasera, estando provista según la invención al menos la superficie de la cara delantera con un recubrimiento polimérico. El término placa de material de madera tiene una amplia acepción y comprende, por ejemplo, tanto placas de madera sólida como también placas de MDF, HDF, placas de virutas, placas compuestas, placas OSB, y similares. La placa de material de madera puede estar provista con recubrimientos adicionales, papeles, enchapados o similares sobre sus superficies de la cara delantera y/o cara trasera. Si por ejemplo se habla de un recubrimiento de la superficie de la placa de material de madera, esto no significa necesariamente un recubrimiento directo de la placa de material de madera, sino que la misma puede estar prevista por ejemplo con un papel decorativo, aplicándose el recubrimiento luego sobre el papel decorativo. De acuerdo con la invención el recubrimiento polimérico presenta tras endurecimiento un gradiente de dureza tal que la dureza de la capa polimérica se reduce a mayor profundidad visto desde la superficie. Es decir, la capa polimérica presenta en su superficie exterior la mayor dureza y en la proximidad de la superficie interfacial entre el recubrimiento y la superficie de la placa de material de madera la menor dureza, con una evolución en caída entre ambos extremos.

Hasta ahora era siempre deseable conseguir una dureza lo mayor posible en todo el grosor de capa. El recubrimiento producido de acuerdo con la invención se desvía de esta directriz y conduce de forma sorprendente a valores de resistencia mecánica muy buenos. Una aclaración de ello podría ser que con la caída lo más uniforme posible de la dureza no tienen lugar grandes saltos en las propiedades del recubrimiento y este es por tanto especialmente resistente.

La presente invención se refiere a un procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera, particularmente un panel de suelo, techo o pared, o bien de una placa de material de madera que se procesa posteriormente para dar paneles de suelo, en el que sobre una placa de material de madera se aplica en una primera etapa un primer agente de recubrimiento líquido y sobre el primer agente de recubrimiento aún húmedo un segundo agente de recubrimiento líquido, penetrándose entre sí las capas de líquido en correspondencia a la física de los líquidos. A este respecto se genera un gradiente de concentración entre ambos líquidos. Mientras en las zonas exteriores de toda la capa (cara superior o bien cara inferior de toda la capa) es dominante el líquido respectivo de las capas individuales originales, se da en el centro y además respecto a la otra cara de la capa una caída de la concentración bien del primer líquido o bien del segundo líquido. En el caso ideal la evolución de la concentración se corresponde a una recta. Debido a que con líquidos de mayor viscosidad pueden aparecer alteraciones en los cortos tiempos de entremezcla respecto al caso ideal, se debe partir de que las curvas de concentración realmente corresponden sólo casi a rectas, siendo posibles desviaciones. Según la invención los líquidos son, por ejemplo, sistemas de acrilato capaces de polimerizarse que se diferencian en la proporción de enlaces dobles, de manera que se genera de forma análoga a la caída de la concentración de ambos líquidos una caída en la cantidad de enlaces dobles desde una cara a la otra cara de la capa. Si ahora se pone en marcha una polimerización en una capa de este tipo, por ejemplo, mediante estimulación con radiación UV, se concluye que en condiciones inertes tiene lugar una conversión casi completa de los enlaces dobles, generándose así una capa de polímero con un gradiente de puntos de reticulación. Mientras la cara con mayor concentración de enlaces dobles se reticule fuertemente, la otra cara con la proporción de enlaces dobles menor presenta una reticulación inferior correspondiente. En correspondencia a la física de polímeros la dureza con un sistema de este tipo facilita una información de la densidad de reticulación. Si se mide, por ejemplo, la microdureza (dureza Martens según DIN EN ISO 14577) dentro de una capa producida a partir de dos líquidos capaces de polimerizarse, resulta de forma análoga a la densidad de reticulación un gradiente de dureza. La capa puede desgastarse paso a paso, por ejemplo, con un ensayo Taber-Abraser en correspondencia con la norma EN 13329. La evolución de las curvas de los gradientes de dureza corresponde por completo de igual forma a la caída de concentración anteriormente descrita de ambos líquidos. En el caso ideal de la entremezcla de los líquidos se dan rectas. Sin embargo, en la práctica tiene lugar siempre desviaciones respecto a la rectas. Matemáticamente es por tanto de esperar que la función $y = f(x)$ presente una evolución que se desvíe de una recta (en la que y es la dureza Martens y x la profundidad de desgaste en la capa).

Se aclara al experto en la materia la relación planteada con el siguiente ejemplo:

Se lamina mediante un rodillo de aplicación sobre una placa soporte de HDF una primera capa de 45 g/m², consistiendo el agente de recubrimiento de la primera capa, por ejemplo, hasta el 35% de un 1,6-hexanodioldiacrilato y hasta el 65% de un poliésteracrilato. Sobre esta capa se aplica inmediatamente después una segunda capa con una masa de 40 g/m², componiéndose el agente de recubrimiento de la segunda capa, por ejemplo, de una mezcla del 70% de poli(éster de ácido uretanoacrílico) y del 30% de dipropilenglicoldiacrilato. Ambas capas contienen un fotoiniciador. La capa completa líquida así generada se somete en atmósfera de nitrógeno a una irradiación UV y se polimeriza toda

la capa. La conversión de enlaces dobles se encuentra a este respecto en aproximadamente 98%.

Para el estudio del recubrimiento resultante se desgasta el recubrimiento a continuación con el ensayo de Taber–Abraser paso a paso mediante 200 rotaciones (descrito en la norma EN 13329). Se midió la dureza Martens una vez completada cada etapa de desgaste. Si se aplica ahora en un sistema de coordenadas cartesianas sobre el eje y la dureza Martens medida en N/mm^2 y sobre el eje x la profundidad de desgaste correspondiente en μm , entonces resulta aproximadamente una recta con la función $y = 134,8 - 1,03 x$. El factor de correlación se determinó que era del 87,8%, lo que muestra para materiales de madera una exactitud muy alta de esta ecuación matemática.

Si se usan los recubrimientos, por ejemplo, para un revestimiento de suelo resistente se pueden proveer las capas adicionalmente con partículas resistentes al desgaste como, por ejemplo, con partículas de corindón. Estas pueden estar presentes, por ejemplo, antes del proceso de recubrimiento en uno de los dos o también en ambos agentes de recubrimiento en una dispersión o se pueden esparcir en una etapa de procedimiento a parte sobre los agentes de recubrimiento húmedos, pero ya aplicados.

El experto en la materia reconoce a partir de la presente descripción de la invención que según cada uso se pueden usar agentes de recubrimiento con otras concentraciones preferidas distintas a las dadas en el ejemplo. Preferiblemente la concentración de 1,6–hexanodioldiacrilato puede encontrarse entre el 10 y 60%, con especial preferencia entre el 20 y 40%; la concentración de poliésteracrilato se encuentra entre el 40% y 90%, con especial preferencia entre el 50 y 80%; la concentración de poli(éster de ácido uretanoacrílico) se encuentra entre el 45 y 95%, con especial preferencia entre el 55 y 75% y la concentración de dipropilenglicoldiacrilato entre el 5 y 55%, con especial preferencia entre el 15 y 35%. Las sustancias citadas deben asegurar el principio de una capa con gradientes de dureza en función de una forma de realización preferida. Evidentemente se pueden usar en lugar de estas una pluralidad de otras sustancias o de otras sustancias capaces de polimerizarse. Los acrilatos capaces de polimerizar son sustancias especialmente preferidas para los recubrimientos aquí descritos.

El agente de recubrimiento de la primera, así como también tanto de la segunda y dado el caso de otras capas puede componerse de una sustancia individualmente polimerizable o de mezclas de sustancias. Sustancias especialmente adecuadas son acrilatos capaces de polimerizar en general y particularmente aquí las sustancias: 1,6–hexanodioldiacrilato, poliésteracrilato, poli(éster de ácido uretanoacrílico) y dipropilenglicoldiacrilato. Son especialmente adecuados para la primera capa una mezcla de 1,6–hexanodioldiacrilato y poliésteracrilato. Para la segunda capa es especialmente adecuada una mezcla de poli(éster de ácido uretanoacrílico) y dipropilenglicoldiacrilato.

En los agentes de recubrimientos pueden presentarse otros aditivos como, por ejemplo, coadyuvantes de fluencia, coadyuvantes de reticulación, colorantes, partículas resistentes al desgaste y similares. A este respecto es esencial que estos componentes adicionales permitan la reticulación o penetración anteriormente descrita y que sea posible además una polimerización.

En la elección de los agentes de recubrimiento para las capas individuales se prefieren las sustancias indicadas, sin embargo el experto en la materia reconoce que no se indica expresamente el uso de las sustancias indicadas, sino que se presta atención esencialmente a proporcionar agentes de recubrimiento que puedan polimerizarse.

4. Descripción detallada de las formas de realización a modo de ejemplo

A continuación se facilita en función de los diagramas y figuras adjuntos una descripción detallada de formas de realización a título de ejemplo.

Fig. 1 es una representación esquemática de un proceso de recubrimiento;

Fig. 2A a 2C son representaciones esquemáticas en las que se representa la evolución de la mezcla de dos capas líquidas

Fig. 3 es un diagrama que representa la evolución de la dureza en función de la profundidad del recubrimiento;

Fig. 4 es un diagrama que ilustra los límites superior e inferior del gradiente de dureza según una forma de realización preferida de la invención; y

Fig. 5 es un diagrama que ilustra los límites superior e inferior de una forma de realización aún más preferida de la invención; y

Fig. 6 es un diagrama que ilustra los límites superior e inferior de los gradientes de dureza de una forma de realización aún más preferida adicional.

En la Fig. 1 se muestra esquemáticamente un dispositivo de recubrimiento para el recubrimiento de placas de material

de madera 10. Las placas de material de madera 10 como, por ejemplo, placas de madera maciza, placas de HDF, MDF o de virutas, son conducidas por un dispositivo transportador por rodillos 12 por las distintas estaciones del dispositivo de recubrimiento. En una primera estación de recubrimiento 14 se aplica mediante un rodillo de aplicación en rotación 15 un primer agente de recubrimiento líquido 20 en un dispositivo de paso sobre las placas de material de madera 10. Los rodillos de aplicación 15 son alimentados mediante un dispositivo de alimentación 16 con agente de recubrimiento. En la segunda estación de recubrimiento 17 se aplica mediante otro rodillo de aplicación 18 en rotación sobre el primer agente de recubrimiento 20 aún húmedo un segundo agente de recubrimiento líquido 21. A los rodillos de aplicación 18 se suministra mediante un dispositivo de alimentación 19 el segundo agente de recubrimiento líquido. La aplicación puede llevarse a cabo evidentemente también con cualquier otro procedimiento de aplicación adecuado como, por ejemplo, mediante un equipo de pulverización o una rasqueta de pintado o similar. Es importante a este respecto que la aplicación de la segunda capa se lleve a cabo mientras la primera capa esté aún suficientemente húmeda de modo que se llegue a una mezcla parcial de las capas. Además pueden preverse tras la segunda estación de recubrimiento 17 evidentemente otras estaciones de recubrimiento para aplicar, por ejemplo, un tercer agente de recubrimiento líquido sobre el segundo agente de recubrimiento 21 aún húmedo o también estaciones adicionales para incorporar partículas que resisten el desgaste sobre o en las capas húmedas.

Tras salir de la estación de recubrimiento 17 se transportan las placas 10 recubiertas a una estación de endurecimiento 30, donde se endurecen las capas mediante irradiador UV 31. Por la ruta de la estación de recubrimiento 17 hacia la estación de endurecimiento 30 se llega a una mezcla parcial de los agentes de recubrimiento líquidos 20 y 21, que tiene lugar particularmente en la superficie límite de los dos agentes de recubrimiento. Evidentemente la entremezcla es a este respecto mayor cuanto más próximas se encuentren ambas capas a esta superficie límite. Mediante el endurecimiento de las capas en la estación de endurecimiento 30 se detiene el proceso de mezcla y se fijan la relación de mezcla ya ajustada y con ello las propiedades mecánicas del recubrimiento generado. La extensión de la mezcla en las superficies límite – que tiene lugar propia y preferiblemente sin acción mecánica desde el exterior – depende a este respecto de la duración temporal que transcurre entre la aplicación del segundo agente de recubrimiento 21 sobre el primer agente de recubrimiento 20 aún húmedo y el endurecimiento en la estación de endurecimiento 30. Además de la mezcla de los dos agentes de recubrimiento también influye la viscosidad respectiva de los agentes de recubrimiento, donde es válido como regla que cuanto mayor sea la viscosidad tanto menor será la entremezcla por unidad de tiempo.

El principio de la entremezcla de ambos agentes de recubrimiento aplicados se reconoce mejor a partir de la representación esquemática de las Fig. 2A a 2C. La Fig. 2A muestra a este respecto el estado de ambos agentes de recubrimiento 20 y 21 aplicados sobre una placa de material de madera 10 directamente tras aplicación del segundo agente de recubrimiento 21. En este momento prácticamente a penas tiene lugar mezcla alguna. Los agentes de recubrimiento 20 y 21 son en este caso polímeros que presentan respectivamente distinta cantidad de enlaces dobles de carbono C–C. Como se indica esquemáticamente en la Fig. 2A el primer agente de recubrimiento 20 presenta un menor número de enlaces dobles C–C que el segundo agente de recubrimiento 21. Debido al mayor número de enlaces dobles C–C en el agente de recubrimiento 21 este presenta tras el endurecimiento una mayor dureza que el agente de recubrimiento 20, que está provisto con menos enlaces dobles C–C.

Debido a que los dos agentes de recubrimiento 20 y 21 se aplican húmedo–en–húmedo se llega partiendo de la superficie límite 22 entre las dos capas a una mezcla de las mismas como se indica en la Fig. 2B. Esto significa que en la zona próxima al límite respecto a la capa límite 22 están presentes mediante el proceso de mezcla en la capa subyacente más enlaces dobles y en consecuencia en la zona próxima al límite de la capa subyacente menos enlaces dobles que antes de la mezcla. La Fig. 2C muestra la dos capas después de que la mezcla ya haya progresado algo más y se haya alcanzado un grado de entremezcla adecuado. Si se lleva a cabo en este momento el endurecimiento de los agentes de recubrimiento, por ejemplo, mediante irradiación UV, se constata este grado de entremezcla ya que en las capas endurecidas ya no puede tener lugar evidentemente ninguna entremezcla.

En el diagrama de la Fig. 3 se representa la evolución de la dureza de una capa de acuerdo con la invención (ejemplo con gradiente de dureza) y un recubrimiento según el estado de la técnica. El ejemplo de acuerdo con la invención se componía de una placa de material de madera que se lijó y provista de una capa de fondo, sobre el que aplicaron húmedo–en–húmedo los dos agentes de recubrimiento distintos. El primer agente de recubrimiento aplicado se componía de aproximadamente 35% de 1,6–hexanodioldiacrilato y aproximadamente 65% de poliesteracrilato y se aplicó con 45 g/m². El segundo agente de recubrimiento que se aplicó sobre la primera capa aún húmeda se componía de aproximadamente el 70% de poli(éster de ácido uretanoacrílico) y aproximadamente 30% de dipropilenglicoldiacrilato y se aplicó con 40 g/m². Tras la aplicación de la segunda capa se esperó 10 segundos para mezclar los materiales líquidos viscosos que anteriormente se indicaron. A continuación se endurecieron las dos capas por completo conjuntamente.

El ejemplo según el estado de la técnica se componía de un recubrimiento convencional, aplicándose varias capas de materiales finas individualmente y endureciéndose entre los procesos de aplicación respectivos la capa previamente aplicada. Las 3 capas inferiores se componían de una mezcla de 70% de poliesteracrilato y de 30% de 1,6–

hexanodioldiacrilato con un espesor de aplicación cada una de 12 g/m². Las dos capas superiores se componían del 70% de poliuretano glicoldiacrilato y 30% de éster de ácido dipropilenoacrílico y las dos capas superiores contenían 15% de partículas de corindón y un tamaño medio de partícula D50 de 25 µm.

5 En ensayo se llevó a cabo según la norma europea para suelos de laminado DIN EN 13329 con un equipo de ensayo Taber Abraser 5151 de la compañía Taber Industries. Se determinaron respectivamente tras 200 rotaciones con papel de lija S-41 la dureza y profundidad de traza de las muestras. La determinación de la dureza Martens (ensayo de dureza que se registra con acción de la fuerza de ensayo) se llevó a cabo según la norma DIN EN ISO 14577. Como equipo de ensayo se usó un "Fischerscope H100" de la compañía Helmut Fischer GmbH. Se usaron los siguientes parámetros de ensayo: fuerza máxima: 50/30 mN así como duración de medida: 20 segundos. La determinación de la profundidad de traza se llevó a cabo con un equipo de medida por corte de contacto mecánico. Como equipo de ensayo se usó un pertómetro S3P de la compañía Perthen.

15 Con la medida de las muestras se ha demostrado que realmente en base a los materiales relativamente blandos usados se llega más o menos a grandes desviaciones en la dureza a una profundidad de capa dada. Por tanto es necesario medir varios puntos para obtener datos representativos válidos para obtener promedios. En las medidas efectuadas se midieron la dureza así como la profundidad de huella tras 200 rotaciones del papel de lija respectivamente en cuatro puntos. Se ha demostrado que cuatro puntos de medida ofrecen suficiente exactitud en la mayoría de los casos. Evidentemente se obtienen resultados de medida aún más exactos si se usa más de cuatro puntos de medida, por ejemplo ocho.

20 En la tabla reproducida a continuación se reproducen los valores de medida individuales para la muestra de acuerdo con la invención del ejemplo. La medida se llevó a cabo en el recubrimiento endurecido acabado, es decir, en el estado en el que se usarían realmente productos correspondientes como paneles para suelo.

Tabla 1: Ejemplo con gradiente de dureza

Rotación	Profundidad de traza [µm]				Profundidad de medida de la dureza [µm]				Dureza Martens [N/mm ²]			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
					3,6	3,8	3,3	3,4	134,8	118,7	159,0	150,6
MW					3,5				140,8			
200	20,0	20,0	20,0	20,0	3,5	3,7	4,3	3,9	139,7	125,2	93,5	112,2
MW	20,0				3,9				117,7			
400	20,0	20,0	20,0	25,0	4,5	5,0	4,0	3,9	85,9	69,9	108,9	113,2
MW	21,3				4,4				94,5			
600	25,0	25,0	25,0	30,0	4,7	4,7	4,3	4,0	80,5	79,6	95,0	106,1
MW	26,3				4,4				90,3			
800	30,0	30,0	30,0	35,0	4,1	4,1	4,0	4,2	103,8	103,1	109,7	100,3
MW	31,3				4,1				104,2			
1000	40,0	40,0	40,0	45,0	4,7	4,2	3,9	4,5	78,5	99,3	112,0	87,5
MW	41,3				4,3				94,3			
1200	50,0	50,0	50,0	50,0	4,3	5,4	4,2	4,6	93,7	59,8	98,5	82,8
MW	50,0				4,6				83,7			
1400	55,0	55,0	60,0	60,0	5,4	4,5	4,0	5,0	60,1	85,0	106,7	70,8
MW	57,5				4,7				80,7			
1600	60,0	65,0	70,0	70,0	4,7	4,4	4,3	4,6	47,8	53,6	55,5	48,9

Rotación	Profundidad de traza [µm]				Profundidad de medida de la dureza [µm]				Dureza Martens [N/mm ²]			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MW	66,3				4,5				51,5			
1800	65,0	70,0	75,0	75,0	4,0	4,6	4,9	5,3	64,5	50,1	43,7	37,1
MW	71,3				4,7				48,9			
2000	75,0	80,0	80,0	75,0	5,8	4,9	6,2	5,0	31,3	43,6	27,3	41,6
MW	77,5				5,5				36,0			
2200	95,0	105,0	105,0	100,0	4,5	5,1	6,1	4,9	51,4	40,8	28,1	43,7
MW	101,3				5,2				41,0			

En la tabla reproducida anteriormente la columna “rotación” designa la cantidad de rotaciones que se llevaron a cabo con el equipo de ensayo Taber Abraser. La columna “profundidad de traza” indica cuántos micrómetros de material del recubrimiento se desgastaron partiendo de la superficie original en los cuatro puntos de medida 1–4. La columna “profundidad de medida de dureza” indica cuántos micrómetros del punzón de ensayo penetran en los cuatro puntos de medida 1–4 respectivamente en el recubrimiento. En la columna “dureza Martens” se da respectivamente la dureza en Newton por mm² para los cuatro puntos de medida 1–4. Debajo de los valores individuales se da el valor medio respectivo para los cuatro puntos de medida. A partir de la tabla reproducida anteriormente se puede reconocer fácilmente que con 800 y 1000 rotaciones (totales) se vislumbra un ligero aumento de la dureza Martens. Esto se atribuye a una entremezcla no uniforme de los dos agentes de recubrimiento usados que en la práctica se evita muy difícilmente.

No obstante se reconoce claramente a partir del diagrama de la Fig. 3 que en el ejemplo con gradiente de dureza se presenta en total una caída de la dureza continua sin grandes saltos. El ejemplo comparativo según el estado de la técnica no muestra por el contrario evolución continua de la dureza, sino que muestra en muchos casos con una profundidad de 60 a 80 µm un punto de disrupción remarcado hasta la dureza de partida original.

Los valores medios de la probeta de ensayo se reproducen en la tabla 2 siguiente.

Tabla 2: Valores medios del ejemplo con gradiente de dureza

Rotación	Profundidad [µm]	Dureza Martens [N/mm ²]	Desviación estándar de la dureza Martens [N/mm ²]
	3,5	140,8	15,4
200	23,9	117,7	17,0
400	25,6	94,5	17,6
600	30,7	90,3	11,0
800	42,1	104,2	3,4
1000	45,8	87,5	12,6
1200	54,6	82,8	14,9
1400	62,2	80,7	17,4
1600	70,8	51,4	3,2
1800	76,0	48,9	10,1
2000	83,0	35,9	6,8

ES 2 384 699 T3

Rotación	Profundidad [μm]	Dureza Martens [N/mm ²]	Desviación estándar de la dureza Martens [N/mm ²]
2200	106,4	41,0	8,4

Los valores de la probeta comparativa según el estado de la técnica se representan en las tablas 3 y 4 indicadas a continuación.

Tabla 3: Prueba según el estado de la técnica

Rotación	Profundidad de traza [μm]				Profundidad de medida de la dureza [μm]				Dureza Martens [N/mm ²]			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
					3,1	3,5	3,1	30	180,6	141,8	173,1	192,4
MW					3,2				172,0			
200	30,0	25,0	25,0	25,0	4,2	4,2	3,7	4,7	99,9	99,6	124,5	79,3
MW	26,3				4,2				100,8			
400	35,0	35,0	35,0	35,0	3,7	3,8	4,0	4,1	126,9	117,2	110,1	105,3
MW	35,0				9				114,9			
600	45,0	45,0	45,0	45,0	3,7	3,8	4,6	4,8	128,4	122,2	83,2	74,4
MW	45,0				4,2				102,1			
800	50,0	50,0	50,0	50,0	4,0	4,7	4,8	4,0	108,2	80,9	75,4	110,9
MW	50,0				4,4				93,8			
1000	60,0	60,0	60,0	60,0	3,5	3,1	4,0	3,6	143,7	177,4	108,0	129,9
MW	60,0				3,6				139,8			
1200	65,0	70,0	70,0	70,0	3,3	3,4	3,6	3,0	160,7	145,1	135,0	185,1
MW	68,8				3,3				156,5			
1400	70,0	75,0	75,0	75,0	3,3	3,0	3,1	3,8	157,7	191,6	178,0	119,3
MW	73,8				3,3				161,7			
1600	75,0	80,0	80,0	80,0	2,3	2,9	2,6	2,4	183,8	124,8	147,9	174,4
MW	78,8				2,6				157,7			
1800	80,0	85,0	85,0	85,0	3,8	3,0	3,4	3,1	71,4	112,3	88,6	107,0
MW	83,8				3,3				94,8			
2000	85,0	90,0	85,0	85,0	5,1	3,5	2,6	3,0	40,9	82,3	146,4	112,6
MW	86,3				3,66				95,6			
2200	85,0	95,0	90,0	90,0	3,6	3,0	3,0	2,7	81,2	116,0	114,5	137,5
MW	90,0				3,1				112,3			
2400	90,0	100,0	100,0	95,0	3,7	5,2	3,1	3,0	77,6	39,7	108,2	111,8

Rotación	Profundidad de traza [μm]				Profundidad de medida de la dureza [μm]				Dureza Martens [N/mm^2]			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MW	96,3				3,8				84,3			
2600	100,0	100,0	105,0	100,0	5,3	3,3	5,0	3,9	37,8	92,6	42,4	67,7
MW	101,3				4,4				60,1			

Tabla 4: Valores medios de la prueba según el estado de la técnica

Rotación	Profundidad [μm]	Dureza Martens [N/mm^2]	Desviación estándar de la dureza Martens [N/mm^2]
	3,2	172,0	18,7
200	30,4	100,8	16,0
400	38,9	114,9	8,1
600	49,2	102,1	23,5
800	54,4	93,8	15,9
1000	63,6	139,8	25,2
1200	72,1	156,5	18,9
1400	77,1	169,7	27,3
1600	81,3	157,7	23,1
1800	87,1	94,8	16,1
2000	89,8	95,6	38,9
2200	93,1	112,3	20,1
2400	100,0	84,3	29,0
2600	105,7	60,1	21,9

- 5 Experimentalmente resulta que se pueden conseguir propiedades mecánicas especialmente buenas de la capa completa terminada si el gradiente de dureza de la capa completa acabada – como se representa a modo de ejemplo en la Fig. 3 – se corresponde sustancialmente con la siguiente ecuación:

$$(-3,0 \cdot x) + C \leq Y(x) \leq (-0,2 \cdot x) + C$$

en la que:

- x** es el valor absoluto de la profundidad en μm del recubrimiento visto desde la superficie del recubrimiento;
- 10 **Y(x)** es el valor absoluto de la dureza en N/mm^2 a una profundidad determinada x; y
- C** es el valor absoluto de la dureza inicial en N/mm^2 del recubrimiento a aproximadamente $x \approx 0\text{--}5 \mu\text{m}$ de profundidad.

- Con los valores “absolutos” se entiende que en la fórmula anterior sólo se indican los valores numéricos puros, por tanto sin la unidad de medida pertinente “ μm ” o “ N/mm^2 ”. Por ejemplo, si el valor de partida del ejemplo anterior alcanza un gradiente de dureza de $140,8 \text{ N/mm}^2$ (véase la tabla 2) entonces en la tabla anterior solo se usan
- 15

valores absolutos, por tanto, $C=140,8$. Igualmente se usan para x sólo los valores absolutos, por ejemplo $x=3,5$. De aquí resultan por ejemplo límites superior e inferior para $Y(x=3,5)$ de 140,1 o de 130,3. A una profundidad de $x=40$ μm resulta entonces, por ejemplo, 132,8 para el límite superior o 20,8 para el límite inferior. Estos límites superior e inferior para $Y(x)$ presentan la unidad de medida de N/mm^2 . Es importante que se usen los valores absolutos partiendo de las unidades de medida designadas " μm " o " N/mm^2 " en la fórmula y no por ejemplo partiendo de " mm " o " N/m^2 ". Debería estar claro para el especialista en la técnica que la fórmula anterior no es propiamente una fórmula matemática para la descripción de los gradientes de dureza sino más bien un intervalo definido en el que debe encontrarse.

El valor de partida de la dureza del recubrimiento es el valor en los primeros μm del recubrimiento. Debido al procedimiento de medida usado normalmente con un punzón de ensayo que penetra algunos μm en el recubrimiento, es difícil determinar la dureza para la profundidad de penetración " $0 \mu\text{m}$ ". Por tanto se selecciona la expresión "esencialmente" ya que es difícil conseguir una entremezcla uniforme perfecta de los materiales, de modo que en realidad siempre puede haber algunos pequeños valores extremos, como por ejemplo el valor de dureza de 104,2 Newton/mm^2 con una profundidad de 42,1 μm (véase la tabla 2) del ejemplo analizado anteriormente con gradiente de dureza. Además los valores extremos próximos a la superficie de las placas de material de madera son por lo general inexactos, ya que la densidad de capa residual que se mide debe presentar un grosor mínimo determinado para posibilitar medidas válidas. El grosor de capa residual debería alcanzar para medidas válidas, por ejemplo al menos 5 μm , preferiblemente 10 μm y aún más preferiblemente 20 μm . En otras palabras los últimos 20 μm de la capa, próximos a la placa de material de madera no deben seguir necesariamente al gradiente de dureza preferido indicado anteriormente, si bien esto es evidentemente preferido.

En una forma de realización preferida adicional el gradiente de dureza responde sustancialmente a la siguiente ecuación:

$$(-2,5 \cdot x) + C \leq Y(x) \leq (-0,4 \cdot x) + C$$

Y aún en una forma de realización preferida adicional esencialmente:

$$(-2,0 \cdot x) + C \leq Y(x) \leq (-0,6 \cdot x) + C$$

En las Fig. 4 a 6 se aclara el significado de las ecuaciones indicadas anteriormente de los gradientes de dureza en función del ejemplo con gradiente de dureza. Debería estar claro que los valores absolutos indicados para dureza y profundidad se dan sólo a título de ejemplo. Evidentemente es igualmente posible aplicar las capas completas con grosores claramente mayores o grosores menores. Además el valor absoluto de la dureza depende naturalmente de los materiales usados y puede ser igualmente mayor o menor que los valores del ejemplo con gradiente de dureza. Sin embargo el orden de magnitud de los valores dados para el ejemplo con gradiente de dureza para el uso en un panel para suelo es especialmente preferido y adecuado.

El procedimiento presentado es adecuado particularmente para el recubrimiento de paneles para suelo o bien para el recubrimiento de placas de material de madera que se procesa dando paneles de suelo ya que aquí actúan las propiedades mecánicas ventajosas del gradiente de dureza. Igualmente la placa de material de madera recubierta presentada es por el mismo motivo preferiblemente un panel de suelo o bien una placa de material de madera que está prevista para el procesamiento posterior en un panel de suelo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera, que comprende las siguientes etapas:

a) proporcionar una placa de material de madera;

b) aplicar un primer agente de recubrimiento líquido (20);

- 5 c) aplicar al menos un segundo agente de recubrimiento líquido (21) sobre el primer agente de recubrimiento aún húmedo, tal que tenga lugar una entremezcla parcial de los agentes de recubrimiento;

d) endurecer los agentes de recubrimiento aplicados mediante irradiación, tal que el recubrimiento resultante endurecido presente un gradiente de dureza, reduciéndose la dureza del recubrimiento a mayor profundidad visto desde la superficie del recubrimiento resultante, **caracterizado porque** las capas primera y segunda son capas poliméricas, conteniendo la segunda capa polimérica (21) más enlaces dobles C-C que la primera capa polimérica (20).

2. Procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se aplican antes de la etapa d) otros agentes de recubrimiento sobre los agentes de recubrimiento previamente aplicados aún húmedos.

- 15 3. Procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el gradiente de dureza responde sustancialmente a la siguiente ecuación:

$$(-3,0 \cdot x) + C \leq Y(x) \leq (-0,2 \cdot x) + C$$

en la que:

x es el valor absoluto de la profundidad en µm del recubrimiento visto desde la superficie del recubrimiento;

20 Y(x) es el valor absoluto de la dureza en N/mm² a una profundidad determinada x; y

C es el valor absoluto de la dureza inicial en N/mm² del recubrimiento a aproximadamente x ≈ 0–5 µm de profundidad.

4. Procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el gradiente de dureza responde sustancialmente a la siguiente ecuación:

$$(-2,5 \cdot x) + C \leq Y(x) \leq (-0,4 \cdot x) + C$$

en la que:

x es el valor absoluto de la profundidad en µm del recubrimiento visto desde la superficie del recubrimiento;

Y(x) es el valor absoluto de la dureza en N/mm² a una profundidad determinada x; y

30 C es el valor absoluto de la dureza inicial en N/mm² del recubrimiento a aproximadamente x ≈ 0–5 µm de profundidad.

5. Procedimiento para el recubrimiento de una placa de material de madera según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el gradiente de dureza responde sustancialmente a la siguiente ecuación:

$$(-2,0 \cdot x) + C \leq Y(x) \leq (-0,6 \cdot x) + C$$

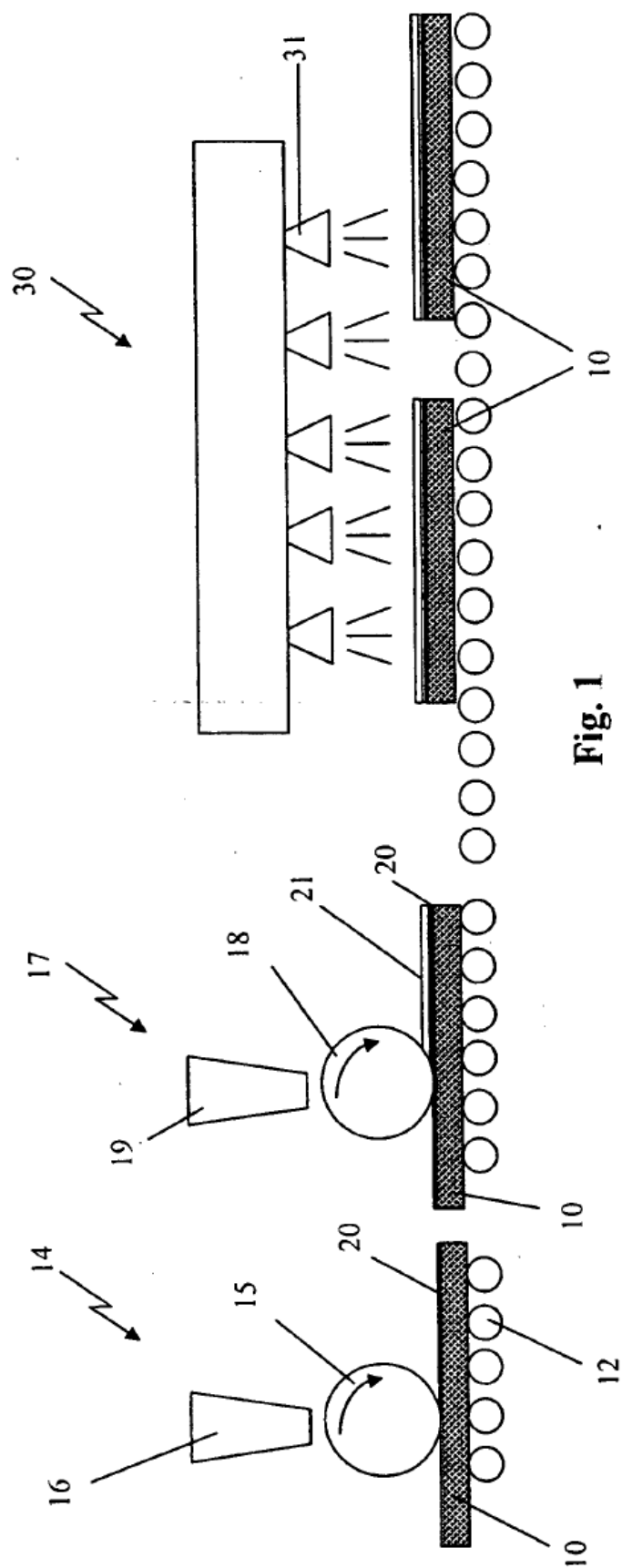
en la que:

35 x es el valor absoluto de la profundidad en µm del recubrimiento visto desde la superficie del recubrimiento;

Y(x) es el valor absoluto de la dureza en N/mm² a una profundidad determinada x; y

C es el valor absoluto de la dureza inicial en N/mm² del recubrimiento a aproximadamente x ≈ 0–5 µm de profundidad.

6. Placa de material de madera recubierta mediante un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Uso de una placa de material de madera recubierta según la reivindicación 6 como panel de suelo, techo o pared.



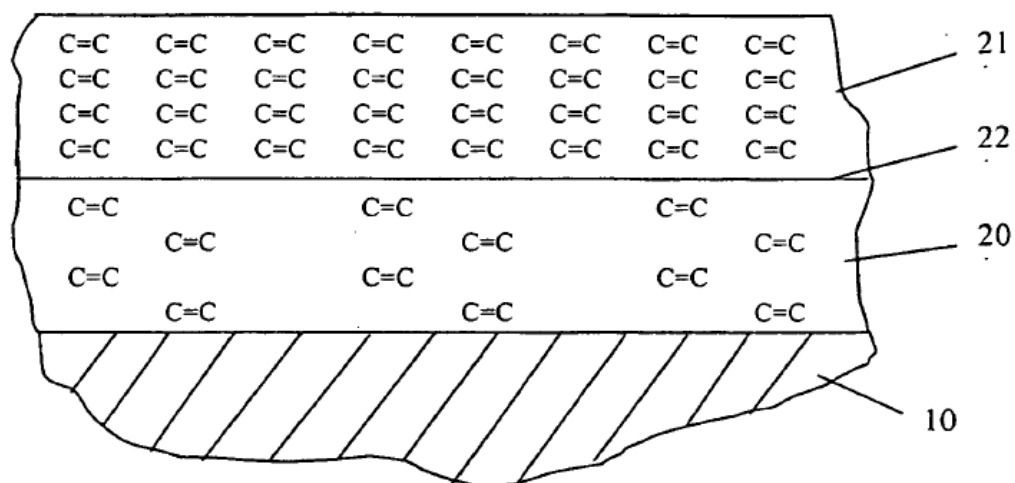


Fig. 2A

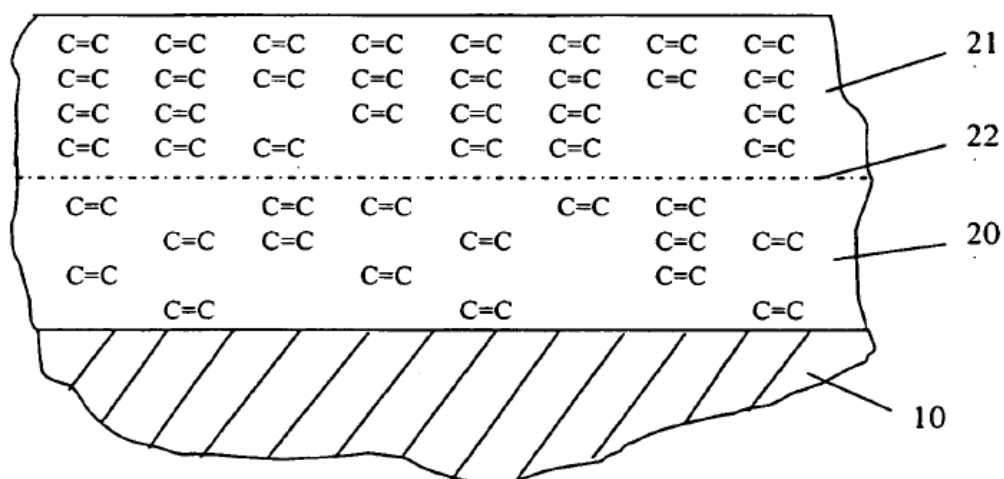


Fig. 2B

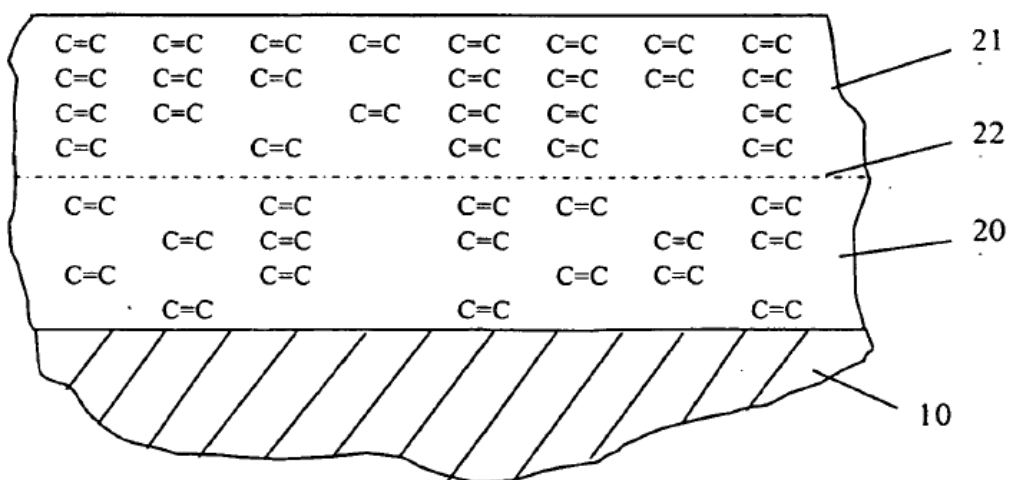


Fig. 2C

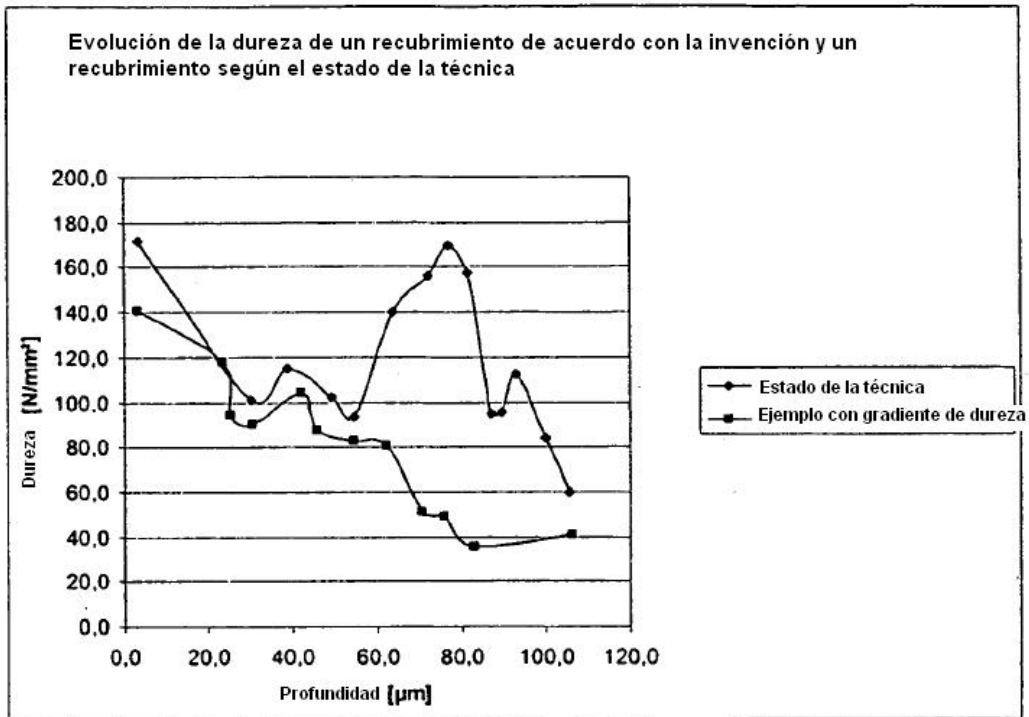


Fig. 3

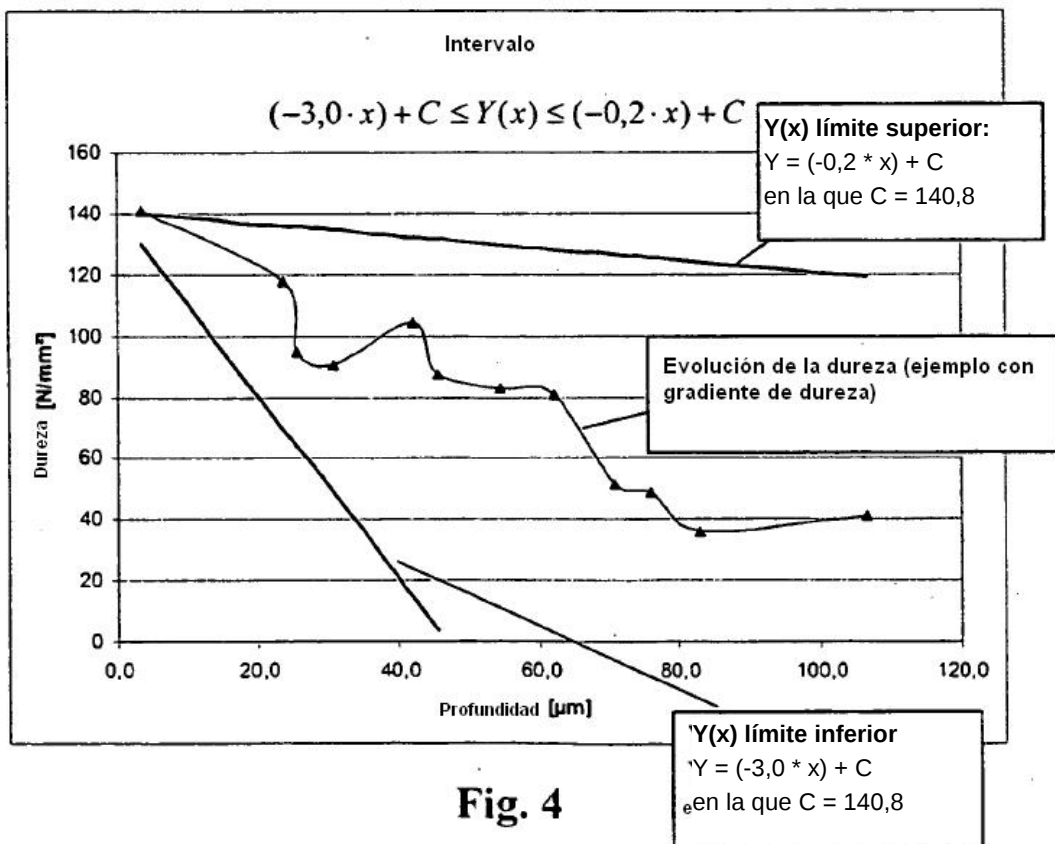


Fig. 4

