

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 043**

51 Int. Cl.:

B26F 3/16 (2006.01)

B23K 26/00 (2006.01)

C03B 33/08 (2006.01)

B26F 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2007 E 07729323 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 2026938**

54 Título: **Detección de la introducción de energía en un cuerpo sólido o una pieza de trabajo**

30 Prioridad:

23.05.2006 DE 102006024510

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

27.02.2014

73 Titular/es:

CERAMTEC GMBH (100.0%)

CeramTec-Platz 1-9

73207 Plochingen , DE

72 Inventor/es:

KLUGE, CLAUS, PETER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 445 043 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

Detección de la introducción de energía en un cuerpo sólido o una pieza de trabajo

5 La invención se refiere a un procedimiento para la introducción de debilitamientos en un cuerpo sólido o una pieza de trabajo, preferiblemente una cerámica o un vidrio, por medio de una fuente de energía que, a través de un aporte de energía que actúa a nivel local, debilita el cuerpo sólido o la pieza de trabajo en el punto de aporte de energía, así como a un cuerpo sólido o pieza de trabajo tratados de esta forma.

Por el preámbulo de la reivindicación 1 del documento EP 1270519 A2 se conoce un procedimiento de este tipo.

10 Existen diferentes procedimientos para efectuar marcajes sobre o bajo la superficie de materiales sólidos tales como la realización de incisiones superficiales con objetos duros y puntiagudos, o el procedimiento THERMARK (documento DE 19541453 A1), en el que con un láser se transfieren y fijan partículas de color, por ejemplo desde una cinta adhesiva, sobre la superficie de una pieza de trabajo.

El procedimiento requiere una cuidadosa adaptación del material de la cinta, del cuerpo coloreado, y de la distancia desde la cinta hasta la superficie plana de la pieza de trabajo.

15 De manera alternativa, las sustancias coloreadas (vidrios, partículas) también se pueden imprimir o pulverizar antes de que se solidifiquen sobre la superficie de la pieza de trabajo.

El procedimiento determina una solidificación al menos temporal del cuerpo coloreado sobre la superficie de la pieza de trabajo, de manera que resulta inevitable que se produzca una cierta falta de nitidez local no sólo por la pulverización del material. El material superfluo se debe retirar nuevamente.

Estos procedimientos no ofrecen el efecto de profundidad requerido (penetración de cromóforos en las fisuras).

20 Asimismo, el estado de la técnica comprende la introducción en una pieza de trabajo de una estructura de incisión o muesca, mediante un láser, con retirada de material que, en general, es fácilmente reconocible a simple vista o mediante sistemas de reconocimiento de imágenes, y que de este modo facilita la separación.

25 La invención describe, entre otros, un método de marcaje de una pieza de trabajo de cualquier forma, fabricada de cerámica, vidrio, metal o sus combinaciones. La estructura se introduce de manera secuencial específica con una fuente de energía enfocada, o a través de un enmascaramiento temporal, con ayuda de una fuente de energía dispersiva apropiada en la dirección x, y, y opcionalmente, z.

El marcaje, en sí mismo, puede ser irreversible, reversible o solamente temporal (pasajero).

30 En este sentido, el marcaje se puede introducir directamente en los sitios deseados o se puede realizar de forma sustractiva, después de haber procesado completamente la pieza de trabajo, retirando nuevamente de manera específica las estructuras negativas en puntos no previstos.

El marcaje se lleva a cabo por medio de una reacción química de una sustancia con la pieza de trabajo, intercalando materialmente una sustancia en la pieza de trabajo, por una modificación de la estructura, o por la modificación local de determinadas propiedades químicas, físicas o biológicas de la pieza de trabajo.

35 La fuente de energía puede ser un quemador, un dispositivo de radiación UV, VIS o IR, o también una fuente de energía mecánica tal como un estiramiento local.

La detección de la estructura incorporada se puede llevar a cabo, por ejemplo, a simple vista mediante variaciones del color en el intervalo visible, o con ayuda de detectores físico-químicos.

40 Por lo tanto, la invención se refiere en una realización a un procedimiento para introducir debilitamientos en un cuerpo sólido o una pieza de trabajo, preferiblemente una cerámica o un vidrio, a través de una fuente de energía que, mediante el aporte específico de energía que actúa a nivel local, debilita el sólido en el punto de aporte de la energía.

Según la invención, antes y/o simultáneamente con el aporte de energía, se aplican sustancias cromóforas en el punto de aporte de energía, de manera que en el cuerpo sólido o en la pieza de trabajo se produce una modificación física, química o biológicamente visible en el punto de aporte de energía.

45 En otra realización, la invención se refiere a un cuerpo sólido o una pieza de trabajo, preferiblemente una cerámica o un vidrio, con un debilitamiento introducido localmente, que se extiende desde la superficie de la pieza de trabajo (1) hasta su interior.

De acuerdo con la invención, el debilitamiento es detectable por sustancias cromóforas introducidas o infiltradas y/o está marcado con un color.

Ejemplos:

- 5 A) Si se utiliza un procedimiento de láser no ablativo que, por ejemplo, produce solamente una línea de rotura bidimensional, sin eliminación de material, o si la energía del rayo láser se reduce en tal medida que en la estructura no se genera un punto de separación, o no se produce ningún daño de la superficie de la pieza de trabajo con el láser u otra fuente de energía que trabaje de forma puntiforme, lineal o superficial, este efecto sólo se puede identificar con una iluminación adaptada de manera exacta o no se puede reconocer en absoluto.

10 Para un procedimiento de marcaje o separación de este tipo se desea también que sea sencillo volver a identificar las posiciones atravesadas de manera rápida, precisa y sin necesidad de instrumentos, así como sin tener que aplicar materiales ajenos que, como resultado de su propio volumen, modifiquen la geometría de la pieza de trabajo.

15 Si la superficie de la pieza de trabajo se enfría de forma súbita, inmediatamente después del aporte de energía, con un líquido refrigerante que en el caso más sencillo es un medio acuoso, pero la energía aportada se utiliza, además, para generar una reacción entre el líquido refrigerante o las sustancias (por ejemplo, cromóforas) disueltas en el mismo, y la superficie de la pieza de trabajo (cerámica, metal-cerámica, vidrio), se puede llevar a cabo un seguimiento de la huella de la fuente de energía después del tratamiento.

20 De manera similar al aporte de energía que produce fisuras, las sustancias cromóforas penetran en una superficie mecánicamente intacta, recorren estas fisuras y humectan la superficie interna de dichas fisuras y, si el aporte de energía es suficiente, reaccionan también con la superficie. En este caso, estas sustancias cromóforas son absorbidas por la pieza de trabajo o reaccionan con la misma (a diferencia del procedimiento THERMARK), sin que se produzca una variación mensurable del volumen. No es necesario retirar mecánica o químicamente el exceso de cromóforos.

25 Para una pieza de trabajo de óxido de aluminio blanco son especialmente apropiadas, por ejemplo, las sustancias que bajo la acción del calor forman espinelas intensamente coloreadas tales como sales de cobalto, sales de cromo, sales de hierro o sales de cinc, o combinaciones de al menos dos sales. Con una dosificación adecuada (aproximadamente 0,01 a 50 g/litro de líquido refrigerante) se obtienen líneas finas de color gris, resistentes al agua, a lo largo de las fisuras introducidas, que son visibles a simple vista y que facilitan, por ejemplo, el ajuste para etapas de trabajo adicionales o una posterior separación.

- 30 B) Con un láser se introducen finos daños estructurales en una pieza de trabajo. El líquido refrigerante o sus componentes cromóforos penetran igualmente en las fisuras y permanecen en las mismas, incluso tras la evaporación de los componentes volátiles del líquido refrigerante.

En consecuencia, la invención se refiere a cuerpos sólidos, preferiblemente cerámicas o vidrios, en los que por medio de fuentes de energía que actúan localmente, por ejemplo un rayo láser o un quemador, se introduce una línea de rotura que, por lo general, no es visible. Por medio de esta línea de rotura se facilita la separación del cuerpo sólido en unidades de menor tamaño.

35 Según la invención, junto con el aporte de energía, se colorea el punto de introducción de la energía con sustancias que producen color, es decir, sustancias cromóforas, de manera que se obtiene un cambio que es física, química o biológicamente visible en la línea de rotura.

De esta forma, la línea de rotura queda marcada de manera permanente y detectable.

40 Si la aplicación de sustancias colorantes en el punto de aporte de la energía no se llevara a cabo al mismo tiempo o inmediatamente después de la introducción de energía, la línea de rotura volvería a cerrarse y sólo sería posible el marcaje sobre la superficie del cuerpo sólido.

Como ejemplo adicional se puede mencionar un cuerpo portador plano, fabricado de cerámica, recubierto con una solución de un nutriente biológico.

45 En el cuerpo portador cerámico se introducen líneas de rotura marcadas después de su fabricación, es decir, después de la sinterización y, a continuación, se recubre con la solución de nutriente. Entonces, el usuario puede separar por sí mismo trozos individuales, ya que puede determinar las líneas de rotura por medio del marcaje.

50 Debido a que las sustancias cromóforas se aplican en el punto de introducción de energía antes y/o al mismo tiempo que el aporte de energía, de manera que se produce un cambio física, química o biológicamente visible en el cuerpo sólido o la pieza de trabajo en el lugar de introducción de la energía, el punto de aporte de energía está marcado y el cuerpo sólido o la pieza de trabajo se puede seguir procesando o utilizando con facilidad.

La aplicación de sustancias cromóforas al cuerpo sólido o a la pieza de trabajo se puede efectuar sobre parte de la superficie o sobre la totalidad de la misma y, según la invención, el tratamiento se llevará a cabo sólo posteriormente.

En este caso, la aplicación de sustancias cromóforas al cuerpo sólido o a la pieza de trabajo se puede realizar en cualquier orden secuencial y con cualquier frecuencia.

Las sustancias cromóforas se pueden usar en forma de solución, suspensión, dispersión, como polvo, o en combinaciones de estos estados.

- 5 Preferiblemente, las sustancias cromóforas son elementos, o sus compuestos, de vanadio, manganeso, cobre, plata, tungsteno, níquel, cobalto, cromo, hierro o cinc o combinaciones de al menos dos de estos elementos o compuestos de al menos uno de estos elementos, o combinaciones de compuestos y/o elementos.

10 En una realización de la invención, se utilizan líquidos portadores en los que las sustancias cromóforas están mezcladas, y los líquidos portadores son soluciones, suspensiones o dispersiones, o combinaciones de las mismas, de los cromóforos, con concentraciones de al menos 0,01 gramo de una sustancia cromófora por litro de líquido portador. Este líquido portador se aplica al punto de aporte de energía antes y/o simultáneamente con la introducción de energía.

15 En otra realización de la invención, se utilizan sustancias portadoras en las que se han mezclado sustancias cromóforas en polvo y en donde la concentración de la sustancia cromófora asciende al menos a una parte de 0,001% en peso con respecto a la sustancia portadora, y la sustancia portadora contiene al menos un agente adhesivo y/o al menos un aglutinante y/o un aditivo suplementarios, o combinaciones de los mismos.

Para cada cuerpo sólido o pieza de trabajo se pueden utilizar líquidos portadores y/o sustancias portadoras en cualquier orden de secuencia, una o múltiples veces, con composiciones idénticas o diferentes.

20 En los líquidos portadores y/o sustancias portadoras se puede ajustar la intensidad del color por medio de concentraciones diferentes de las sustancias cromóforas en el líquido portador y/o la sustancia portadora, en donde un aumento de la concentración de las sustancias cromóforas en el líquido portador y/o la sustancia portadora es proporcional a la intensidad de la coloración que se produce en el cuerpo sólido o en la pieza de trabajo (1).

25 En un líquido portador y/o una sustancia portadora se puede ajustar también la intensidad del color por medio de un aporte diferente de energía de la fuente de energía, en donde a iguales concentración y composición del líquido portador y/o la sustancia portadora, un aumento del aporte de energía da lugar a una variación de la intensidad de la coloración.

De este modo, para ajustar la coloración es posible variar la concentración de las sustancias cromóforas en el líquido portador y/o la sustancia portadora, y/o la intensidad del aporte de energía.

30 La variación de la intensidad de la coloración se usa, en una aplicación según la invención, para evaluar el debilitamiento y/o el grado de debilitamiento del cuerpo sólido o de la pieza de trabajo.

Antes y/o durante el aporte de energía se puede asociar también al menos una sustancia sólida o líquida adicional con el punto de introducción de la energía, e infiltrar la sustancia durante o después del aporte de energía en el debilitamiento.

35 Para esta sustancia adicional resulta adecuada, preferiblemente, fluoresceína, resorcina o fucsina, o sus combinaciones.

En una realización de la invención, se agrega al menos un líquido portador y/o una sustancia portadora por medio de al menos una alimentación en el punto de introducción de energía, de manera sincronizada con el aporte de energía. La alimentación se puede efectuar, por ejemplo, mediante un dispositivo tubular o un alimentador.

40 Preferiblemente, se agrega al menos un líquido portador y/o una sustancia portadora, mezclados o activamente agitados en un depósito de reserva, al punto de aporte de energía, de forma dosificada o no dosificada.

Para cada líquido portador y/o sustancia portadora se pueden usar depósitos de reserva separados y las salidas de los depósitos de reserva pueden estar unidas entre sí en paralelo o en serie. Durante el procedimiento se pueden extraer cantidades iguales o diferentes de los depósitos de reserva de manera dosificada o no dosificada.

45 Del mismo modo, se puede mezclar y/o suministrar paralelamente al menos un líquido portador y/o una sustancia portadora con al menos una sustancia adicional, necesaria para el proceso, que esté en forma líquida o gaseosa, o combinaciones de estos estados.

50 Un cuerpo sólido o una pieza de trabajo, preferiblemente de cerámica o vidrio, que ha sido tratado según el procedimiento de la invención, se distingue por que muestra un debilitamiento incorporado de forma local, que se extiende desde la superficie del cuerpo sólido o de la pieza de trabajo hasta su interior, en donde el debilitamiento es detectable y/o está marcado con color por medio de sustancias cromóforas infiltradas.

Preferiblemente, la fluorescencia de las sustancias se desencadena por radiación, preferiblemente luz UV.

En una realización, el material del cuerpo sólido o de la pieza de trabajo está compuesto por uno de los siguientes grupos de elementos o sus combinaciones:

- a) "Óxido de aluminio", con una fracción de componente principal de >50,1% en peso de óxido de aluminio.
- 5 b) "Óxido de circonio", con una fracción de componente principal de >50,1% en peso de óxido de circonio.
- c) "Nitruro de aluminio", con una fracción de componente principal de >50,1% en peso de nitruro de aluminio.
- d) "Nitruro de silicio", con una fracción de componente principal de >50,1% en peso de nitruro de silicio

y, como aditivos, el material contiene preferiblemente CaO, SiO₂, MgO, B₂O₃, Y₂O₃, Sc₂O₃, CeO₂ u óxidos de cobre, o metales o impurezas ≤ 2% en peso, o sus combinaciones.

- 10 En una forma de realización, en el cuerpo sólido o en la pieza de trabajo se disponen regiones coloreadas relacionadas o separadas, con la misma y/o diferente coloración y/o intensidad de coloración.

En una forma de aplicación, sobre la superficie del cuerpo sólido o la pieza de trabajo se dispone de forma total o parcial al menos un líquido portador y/o una sustancia portadora que contienen sustancias cromóforas, y el cuerpo sólido o la pieza de trabajo tratados de esta forma se utilizan como producto de partida para el procedimiento según la invención, o como el cuerpo sólido o la pieza de trabajo según la invención.

Este producto de partida o el cuerpo sólido o pieza de trabajo tratados de esta forma se puede utilizar para determinar la intensidad y/o la variación de la intensidad de al menos una fuente de energía.

Asimismo, el cuerpo sólido o la pieza de trabajo (producto de partida) se pueden usar para ajustar al menos un proceso de aporte de energía, y/o para evaluar la constancia del proceso de aporte de energía, y/o para archivar el resultado del aporte de energía.

A continuación, la invención se explicará más detalladamente mediante figuras.

Figura 1 muestra un cuerpo sólido o una pieza de trabajo 1 con un debilitamiento 2 mecánico local, un punto de rotura teórico, o una línea de rotura general.

Con el número de referencia 3 se designa un colorante o una sustancia cromófora auto-revelada por medio de una reacción química con el cuerpo sólido durante el tratamiento térmico local, para la generación del debilitamiento 2.

El número de referencia 4 designa una ampliación de la sección que se representa a mayor escala en la Figura 2.

El número de referencia 5 designa una ampliación de la sección que se representa a mayor escala en la Figura 3.

Figura 2 muestra la sección 4 de la Figura 1 a mayor escala, con el cuerpo sólido o la pieza de trabajo 1 con el debilitamiento 2 que se ha introducido. En dicho debilitamiento se ha infiltrado un colorante 3 en forma particulada o como depósito en la micro-cavidad de la pieza de trabajo que se ha formado en el punto de introducción de energía, creada de manera temporal como resultado del aporte de energía o del tratamiento térmico.

Figura 3 muestra la sección 5 de la Figura 1 a mayor escala. En el cuerpo sólido o pieza de trabajo 1 se ha introducido un debilitamiento 2. Con un número de referencia 6 se designa una zona de reacción en la que el material de la pieza de trabajo 1 junto con un compuesto salino ha dado lugar, durante el tratamiento térmico, a una variación local del color en la pieza de trabajo 1.

Figura 4 muestra un dispositivo de aporte de la sustancia cromófora al punto de introducción de energía. En este caso, las sustancias cromóforas están contenidas en un líquido portador 8 o en una sustancia portadora 9, y se encuentran en depósitos de reserva 7. En un depósito de reserva hay dispuesto un agitador 13 para lograr una mezcla mejor de las sustancias cromóforas en el líquido portador 8.

El líquido portador 8 y/o la sustancia portadora 9 llegan a las salidas 11 a través de un dispositivo dosificador 10, por ejemplo, válvulas, y desde ahí acceden al punto de introducción de energía en el cuerpo sólido o en la pieza de trabajo a través de los conductos de alimentación 12.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la introducción de debilitamientos (2) en un cuerpo sólido o una pieza de trabajo (1), preferiblemente una cerámica o un vidrio, por medio de una fuente de energía que, a través de un aporte de energía dirigido que actúa localmente, se debilita el cuerpo sólido o la pieza de trabajo (1) en el punto de introducción de la energía, caracterizado por que antes y/o simultáneamente con el aporte de energía, en el punto de introducción de energía se aplican sustancias cromóforas, de manera que se produce una modificación física, química o biológicamente visible del cuerpo sólido o de la pieza de trabajo (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el cuerpo sólido o la pieza de trabajo (1) se aplican sustancias cromóforas sobre una parte de la superficie o sobre toda la superficie.
- 10 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las sustancias cromóforas se utilizan en solución, suspensión, dispersión o en polvo, o en combinaciones de estos estados.
- 15 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las sustancias cromóforas son elementos, o sus compuestos, de vanadio, manganeso, cobre, plata, tungsteno, níquel, cobalto, cromo, hierro o cinc, o combinaciones de al menos dos de estos elementos o compuestos de al menos uno de estos elementos, o combinaciones de compuestos y/o elementos.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se utilizan líquidos portadores (8) en los que están mezcladas las sustancias cromóforas, y los líquidos portadores (8) son soluciones, suspensiones o dispersiones, o sus combinaciones, de las sustancias cromóforas, con concentraciones de al menos 0,01 gramo de una sustancia cromófora por litro de líquido portador.
- 20 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se utilizan sustancias portadoras (9) en las que están mezcladas sustancias cromóforas en polvo, y la concentración de la sustancia cromófora es de al menos una parte de 0,001% en peso en la sustancia portadora (9), y la sustancia portadora (9) contiene al menos un adhesivo y/o al menos un aglutinante y/o al menos un aditivo suplementarios, o combinaciones de los mismos.
- 25 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para cada cuerpo sólido o pieza de trabajo (1) se utilizan líquidos portadores (8) o sustancias portadoras (9) en cualquier orden secuencial, una o múltiples veces y con composiciones iguales o diferentes.
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para los líquidos portadores (8) y/o las sustancias portadoras (9), la intensidad de la coloración se ajusta mediante concentraciones diferentes de sustancias cromóforas en el líquido portador (8) y/o la sustancia portadora (9), en donde un aumento de la concentración de las sustancias cromóforas en el líquido portador (8) y/o la sustancia portadora (9) es proporcional a la intensidad de la coloración obtenida en el cuerpo sólido o la pieza de trabajo (1).
- 35 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para un líquido portador (8) y/o una sustancia portadora (9), la intensidad de la coloración se ajusta mediante un aporte de energía diferente de la fuente de energía, en donde a iguales concentración y composición del líquido portador (8) y/o de la sustancia portadora (9), un aumento del aporte de energía da lugar a una variación de la intensidad de coloración.
- 40 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para ajustar la coloración se modifican la concentración de las sustancias cromóforas en el líquido portador (8) y/o la sustancia portadora (9), y/o la intensidad del aporte de energía.
- 45 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la variación de la intensidad de la coloración se utiliza para evaluar el debilitamiento (2) y/o el grado de debilitamiento (2) del cuerpo sólido o la pieza de trabajo (1).
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que antes y/o durante el aporte de energía se pone en contacto al menos una sustancia sólida o líquida adicional con el punto de aporte de energía, y la sustancia penetra en el debilitamiento (2) durante o después del aporte de energía.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que como sustancia adicional se utiliza fluoresceína, resorcina o fucsina, o sus combinaciones.
- 50 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se agrega al menos un líquido portador (8) y/o una sustancia portadora (9) a través de al menos un dispositivo de alimentación (12) al punto de aporte de energía, de forma sincronizada con el aporte de energía.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al punto de aporte de energía se agregan de forma dosificada o no dosificada al menos un líquido portador (8) y/o una sustancia portadora (9) que se mezclan o agitan activamente en un depósito de reserva (7).
- 5 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para cada líquido portador (8) y/o sustancia portadora (9) se utiliza un depósito de reserva (7) separado, y las salidas (11) de los depósitos de reserva (7) están unidas entre sí en paralelo y/o en serie y, durante el procedimiento, se extraen cantidades iguales o diferentes desde los depósitos de reserva (7), de manera dosificada o no dosificada.
- 10 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un líquido portador (8) y/o una sustancia portadora (9) se mezclan o agregan de forma paralela con al menos una sustancia adicional, líquida o gaseosa o combinaciones de estos estados, que es necesaria para el procedimiento.
18. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la fluorescencia de las sustancias se estimula por radiación, preferiblemente luz UV.
19. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el material del cuerpo sólido o de la pieza de trabajo (1) está compuesto por uno de los siguientes grupos de sustancias o sus combinaciones:
- 15 a) "Óxido de aluminio", con una fracción del componente principal de >50,1% en peso de óxido de aluminio.
b) "Óxido de circonio", con una fracción del componente principal de >50,1% en peso de óxido de circonio.
c) "Nitruro de aluminio", con una fracción del componente principal de >50,1% en peso de nitruro de aluminio.
d) "Nitruro de silicio", con una fracción del componente principal de >50,1% en peso de nitruro de silicio,
- 20 y el material contiene, como aditivo, preferiblemente CaO, SiO₂, MgO, B₂O₃, Y₂O₃, Sc₂O₃, CeO₂ u óxidos de cobre, o metales o impurezas ≤ 2% en peso, o sus combinaciones.
20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 19, para determinar la intensidad y/o la variación de la intensidad de al menos una fuente de energía.
21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 19, para ajustar al menos un proceso de aporte de energía, y/o para evaluar la constancia del proceso de aporte de energía, y/o para archivar el resultado del aporte de energía.

25

Fig.1

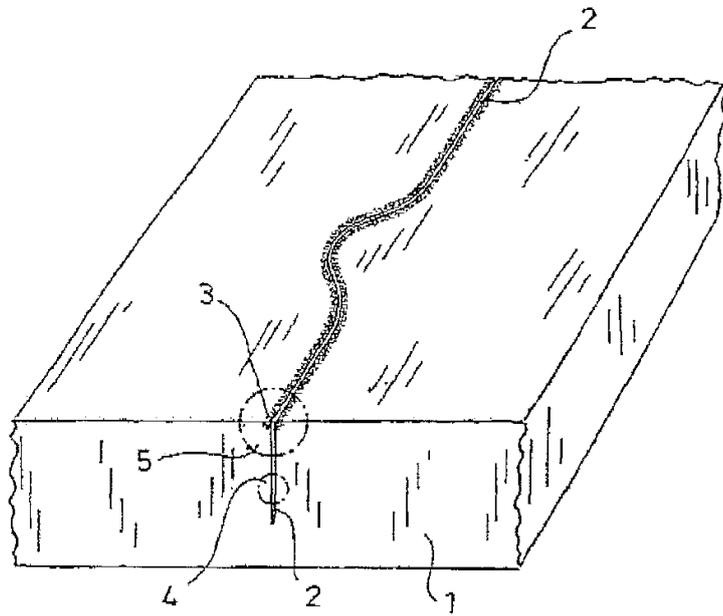


Fig.2

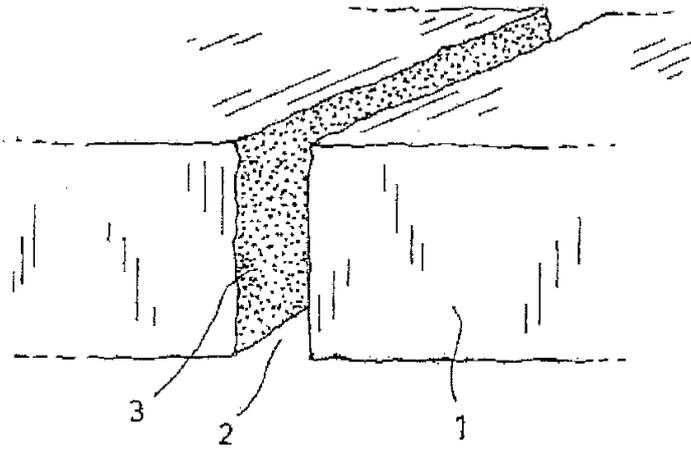


Fig.3

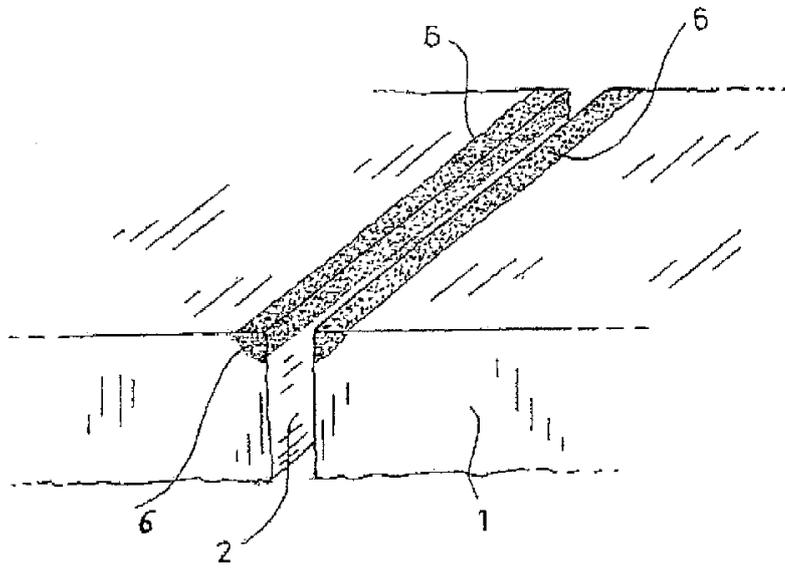


Fig.4

