

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 817**

51 Int. Cl.:

B24C 1/10 (2006.01)

B24C 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08864187 .3**

96 Fecha de presentación: **16.12.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2231363**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2010**

54 Título: **PARTÍCULAS DE GRANALLADO.**

30 Prioridad:
20.12.2007 FR 0760149

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.12.2011

73 Titular/es:
**SAINT-GOBAIN CENTRE DE RECHERCHES ET
D'ETUDES EUROPEEN
"LES MIROIRS", 18 AVENUE D'ALSACE
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:
BEAUDONNET, Anne-Laure

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 369 817 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

Partículas de granallado.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de granallado, en particular para el tratamiento de superficies metálicas, por ejemplo de acero, y a unas partículas que pueden ser utilizadas en dicho procedimiento.

10 El granallado consiste en proyectar a gran velocidad unas partículas, generalmente unas bolas, sobre la pieza a tratar. Las partículas están realizadas en unos materiales de dureza adaptada al objetivo a alcanzar. Se utilizan habitualmente unas bolas de acero o unas bolas de cerámica.

15 El granallado puede ser llevado a cabo con un objetivo de limpieza, por ejemplo para quitar el óxido (descalaminado), o para unos pretensados de compresión en la superficie de una pieza ("granallado de pretensado", en inglés "shot-peening"). Dichos pretensados permiten mejorar las propiedades de la pieza tratada mediante endurecimiento superficial (martilleado). Por ejemplo, pueden permitir aumentar la resistencia a la fatiga o la resistencia a la corrosión. El granallado de pretensado se utiliza así clásicamente, por ejemplo, para mejorar el comportamiento en servicio de piezas muy solicitadas como, por ejemplo, unas piezas de automóviles, en particular unos piñones o unos árboles de transmisión, unos resortes, unas barras de torsión, unas bielas, unos cigüeñales, etc.

20 Estado de la técnica

Las bolas ZIRSHOT® comercializadas por Saint-Gobain ZirPro son unas bolas de zircona-sílice de densidad 3,76 que se utilizan ampliamente para el granallado de pretensado.

25 El documento EP 578 453 describe asimismo unas bolas de zircona sinterizadas destinadas al granallado de pretensado.

30 El documento EP 0 662 461 describe unas partículas de granallado según el preámbulo de la reivindicación 1.

Objeto y sumario de la invención

35 La proyección de bolas de cerámica no siempre permite crear unos pretensados sobre un espesor suficiente. Es por eso que el procedimiento de granallado puede comprender una primera etapa de proyección de bolas metálicas seguida de una segunda etapa de proyección de bolas de cerámica. El espesor de la capa superficial de la pieza afectada por el granallado está entonces aumentado.

40 Un objetivo de la invención es proponer un procedimiento de granallado que permita crear eficazmente unas tensiones residuales elevadas en superficie y en una capa superficial de la pieza tratada.

La invención propone unas partículas según la reivindicación 1.

45 Tal como se pondrá más claramente de manifiesto en la continuación de la descripción, de manera sorprendente, este intervalo de parámetros permite obtener unas prestaciones notables.

El procedimiento puede asimismo comprender una o varias de las características opcionales siguientes:

- las partículas son unas bolas;
- 50 - las partículas son unas partículas obtenidas mediante fusión;
- las partículas tienen una dureza superior a 700 HV_{0,5}, preferentemente superior a 800 HV_{0,5}, incluso superior a 900 HV_{0,5}, y/o inferior a 1.100 HV_{0,5}, incluso inferior a 975 HV_{0,5}, estando la dureza comprendida preferentemente entre 900 y 1.100 HV_{0,5};
- 55 - las partículas comprenden más de 30% de zircona (ZrO₂), incluso más de 40%, 50%, 60% ó 70% de zircona, y/o menos de 90%, incluso menos de 80% de zircona (ZrO₂), en porcentajes máxicos en base a los óxidos;
- las partículas comprenden más de 10% de sílice (SiO₂), o más de 13% de sílice, y/o menos de 50%, 30% ó 20% de sílice, en porcentajes máxicos en base a los óxidos;
- 60 - las partículas comprenden más de 1,5%, 2,0%, 4% ó 4,5% de alúmina (Al₂O₃), y/o menos de 7% o de 5% de alúmina, en porcentajes máxicos en base a los óxidos;
- 65 - la zircona, la sílice y la alúmina representan juntas preferentemente más de 80%, incluso más de 90% o incluso más de 95%, o sustancialmente el 100% de la composición de las partículas;

- el contenido máximo en Fe_2O_3 es de 0,5% en porcentaje másico en base a los óxidos; los demás óxidos posibles son por ejemplo MgO , CaO y Na_2O ; preferentemente, las partículas no comprenden hierro, en particular, ni en forma de óxido ni en forma metálica;
- las partículas presentan un tamaño inferior a 2 mm, preferentemente inferior a 1 mm;
- la superficie tratada es una superficie metálica, por ejemplo de acero;
- la superficie tratada es una superficie de una pieza automóvil. La pieza tratada se puede seleccionar de entre un piñón, un eje de transmisión, un resorte, una barra de torsión, una biela, y un cigüeñal;
- las partículas son proyectadas a una velocidad superior a 40 m/s, preferentemente superior a 48 m/s, incluso superior a 50 m/s, incluso superior a 55 m/s;
- en un modo de realización, sólo se proyectan unas partículas tales como las definidas anteriormente, y que presentan eventualmente una o varias de las características opcionales mencionadas anteriormente;
- en un modo de realización, el procedimiento comprende sólo una única operación de proyección, es decir que después de la proyección de dichas partículas, no se efectúa ninguna operación ulterior de proyección. Dicho de otra manera, el procedimiento no comprende ninguna etapa de proyección de otro medio que las partículas mencionadas anteriormente;
- en otro modo de realización, el procedimiento comprende una etapa de proyección de otro medio que las partículas mencionadas anteriormente. En particular, el procedimiento puede comprender por lo menos dos etapas de proyección, constituyendo una primera de estas operaciones un procedimiento de granallado según la invención, no constituyendo la segunda de estas operaciones, anterior o posterior a la primera operación, un procedimiento de granallado según la invención;
- el procedimiento no comprende ninguna etapa de proyección de bolas metálicas.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada siguiente y del examen del dibujo adjunto en el que la figura 1 representa un gráfico que proporciona, para diferentes medios, la evolución de las tensiones residuales ("C") en función de la profundidad ("P") a partir de la superficie de una pieza que ha sido granallada con dichos medios.

Definiciones

Por el término "bolas" se entiende una partícula que presenta una esfericidad, es decir una relación entre su diámetro menor y su diámetro mayor, superior o igual a 0,75, sea cual sea la manera mediante la cual se ha obtenido esta esfericidad. En un modo de realización de la invención, las bolas presentan una esfericidad superior o igual a 0,8, preferentemente superior o igual a 0,9.

Mediante la expresión "producto fundido" o "producto obtenido mediante fusión" se entiende un producto obtenido mediante solidificación, mediante enfriamiento, de un baño de líquido en fusión. "Un baño de líquido en fusión" es una masa que, para conservar su forma, debe ser contenida en un recipiente. Un baño de líquido en fusión puede contener unas partes sólidas, pero en cantidad insuficiente para que puedan estructurar dicha masa.

Se denomina "tamaño mediano" de un conjunto de granos, generalmente designado D50, el tamaño que divide los granos de este conjunto en una primera y en una segunda poblaciones iguales en masa, comprendiendo esta primera y segunda poblaciones sólo unos granos que presentan un tamaño superior o inferior respectivamente al tamaño mediano.

Se denomina "tamaño" de una partícula la media de su mayor dimensión dM y de su menor dimensión dm : $(dM + dm)/2$.

Se denomina "zircona" el óxido de zirconio ZrO_2 . Un poco de HfO_2 , químicamente indisoluble de ZrO_2 y que presenta unas propiedades parecidas, está siempre naturalmente presente en las fuentes de zirconio en unos contenidos inferiores a 2%.

Se denomina "sílice" el óxido de silicio SiO_2 .

Se denomina "alúmina" el óxido de aluminio Al_2O_3 .

Salvo que se mencione de otra forma, los porcentajes utilizados para caracterizar una composición se refieren siempre a unos porcentajes máxicos en base a los óxidos.

Descripción detallada

5 Para fabricar dichas bolas, se puede proceder según un procedimiento que comprende las etapas siguientes:

a) preparar una carga de partida que comprende unos constituyentes de las bolas a fabricar y/o unos precursores de estos constituyentes;

10 b) fundir la carga de partida de manera que se forme un baño de líquido en fusión;

c) verter el baño de manera que se forme un chorro de líquido en fusión y dispersar este chorro en gotitas;

15 d) enfriar las gotitas de manera que se formen unas bolas;

e) opcionalmente, realizar una reducción granulométrica, en particular mediante trituración y/o selección granulométrica.

20 En la etapa a), unos polvos de constituyentes y/o de precursores se mezclan de manera que constituyan una mezcla sustancialmente homogénea.

Según la invención, el experto en la materia ajusta la composición de la carga de partida de manera que obtenga, al final de la etapa d), unas bolas que presentan la composición deseada. En el marco de la fabricación de bolas de cerámica, el análisis químico de las bolas es generalmente sustancialmente idéntico a la de la carga de partida. Además, llegado del caso, por ejemplo para tener en cuenta la presencia de óxidos volátiles, o para tener en cuenta la pérdida en SiO₂ cuando la fusión se realiza en unas condiciones reductoras, el experto en la materia sabe cómo adaptar la composición de la carga de partida en consecuencia.

30 En la etapa b), la carga de partida se funde, preferentemente en un horno de arco eléctrico. La electrofusión permite en efecto la fabricación de grandes cantidades de producto con unos rendimientos interesantes. Pero se puede prever cualquier horno conocido, tal como un horno de inducción, un horno solar o un horno de plasma, por ejemplo, con tal de que permitan fundir, de manera preferida completamente, la carga de partida. Las condiciones pueden ser oxidantes o reductoras.

35 En la etapa b), se puede utilizar por ejemplo el procedimiento de fusión con arco descrito en la patente francesa nº 1 208 577 y sus adiciones nº 75893 y 82310.

40 En la etapa c), el baño de líquido en fusión se vierte de manera que se forme un chorro.

En la etapa d), este chorro se dispersa en pequeñas gotitas líquidas que, tras la tensión superficial adquieren, la mayoría de ellas, una forma sustancialmente esférica. Esta dispersión se puede realizar mediante soplado, en particular con aire y/o vapor de agua, o mediante cualquier otro procedimiento de atomización de una materia fundida conocido por el experto en la materia.

45 En la etapa e), las gotitas se enfrían para solidificarse en forma de bolas sólidas. El enfriamiento puede resultar de la dispersión. La velocidad de enfriamiento puede ser adaptada en función del grado de cristalización deseado.

50 En una etapa opcional f), el tamaño de las bolas se ajusta para obtener un polvo particular. Con este fin, las partículas obtenidas por fusión pueden ser trituradas, y después sufrir una selección granulométrica, mediante tamizado o mediante separación con aire.

Ejemplos

55 Los ejemplos no limitativos siguientes se proporcionan con el objetivo de ilustrar la invención, así como unos ejemplos de comparación.

En estos ejemplos, se han ensayado diferentes medios de granallado. Las características de estos diferentes medios se indican en la tabla 1. El medio 2 corresponde al producto ZIRSHOT[®] Z425, producto de referencia.

60 La densidad aparente se ha medido con la ayuda de un picnómetro de helio automático Accupyc 1330.

La microdureza se ha medido con la ayuda de un microdurómetro Vickers Zwick 3212. Los valores obtenidos corresponden a unas durezas Vickers HV_{0,5}.

65 El análisis químico se ha determinado mediante fluorescencia con rayos X.

ES 2 369 817 T3

El análisis granulométrico se ha realizado mediante tamizado manual con unos tamices de acuerdo con la norma ISO 3310 de malla cuadrada.

- 5 Todas las partículas de los medios ensayados eran unas bolas de cerámica obtenidas mediante fusión y presentaban un tamaño comprendido entre 425 y 600 μm .

10 Para efectuar los ensayos, cada medio ha sido proyectado sobre una diana de acero XC65 por medio de una pistola con efecto Venturi provista de una boquilla de proyección de 80 mm de diámetro, dispuesta a 150 mm de la diana, con un ángulo de proyección de 85° y a la velocidad más elevada posible (columna "velocidad máxima" en la tabla 1). La proyección ha continuado hasta la obtención de un índice de recubrimiento (porcentaje de superficie impactada por los medios proyectados) de 125%.

15 Las tensiones residuales han sido medidas después mediante difracción de rayos X con un aparato Siemens D500 a partir del análisis de la deformación media de los planos cristalográficos en función de la orientación de éstos. Los resultados se representan en la figura 1.

Tabla 1

Medio n°	1	2	3	4
Densidad aparente	3,17	3,83	4,66	5,33
Microdureza HV _{0,5} (kg/mm ²)	785	803	945	984
ZrO ₂	41,5	67,5	73,4	63,0
SiO ₂	43,0	30,4	15,0	7,6
Al ₂ O ₃	8,1	1,3	4,7	5,0
Y ₂ O ₃		0,1	6,2	3,8
CeO ₂				19,7
D50 (μm)	536	509	496	548
Velocidad máxima (m/s)	60	60	60	46

20 Se observa que las tensiones residuales en superficie, es decir a una profundidad nula, son sustancialmente equivalentes para los medios 1 a 3 ensayados. Sin embargo, éstas son menores para el medio 4.

25 Se observa asimismo que cuando la densidad aparente aumenta y hasta una densidad aparente de 4,66 (medio 3), el espesor de la capa superficial afectada por el granallado, es decir la profundidad hasta la que se extiende, aumenta. De manera sorprendente, un aumento de la densidad aparente más allá de 5, (5,33 con el medio 4) conduce sin embargo a una disminución de este espesor.

30 Estos ensayos muestran asimismo que un medio de fuerte dureza (medio 4) no conduce sistemáticamente a buenos resultados.

La profundidad del punto en el que las tensiones residuales son máximas evoluciona de la misma manera, siendo la profundidad alcanzada con una densidad aparente comprendida entre 4 y 5.

35 Se observa asimismo que la velocidad máxima que se puede alcanzar es menor con las bolas de cerámica de densidad aparente superior a 5. De manera sorprendente, esta disminución de velocidad no se traduce sin embargo por un aumento de las tensiones residuales en superficie. Por el contrario, éstas son más bajas que con unas bolas que presentan una densidad aparente más baja, y en particular comprendida entre 4 y 5.

40 Además de la generación de tensiones residuales en superficie y en la proximidad de la superficie, uno de los efectos importante del granallado es la modificación del estado de superficie, y en particular la modificación de la rugosidad. Una rugosidad demasiado elevada puede provocar una ruptura de la pieza granallada: por lo tanto es importante dominarla.

45 En el caso siguiente, unas probetas de acero 92V45 han sido granalladas en dos pasos: un primer paso con unas bolas de acero o con unas bolas de cerámica de densidad 4,6 según la invención (medio n° 5) seguido de un segundo paso con unas bolas de cerámica convencionales Z210, con unos perímetros de granallado que permiten obtener unos niveles de tensiones residuales sustancialmente idénticos.

50 Características de las bolas de acero:

- densidad: 7,7
- microdureza: 450 HV_{0,5}
- análisis químico:

55

ES 2 369 817 T3

- Fe: complemento hasta 100%
- C: 0,85-1,2%
- Mn: 0,6-1,2%
- Si: 0,4-1,5
- Ph \leq 5 0,05%
- S \leq 0,05%

- d50 = 1000 μ m
- velocidad estimada a 45 m/s.

10 Características de las bolas de cerámica medio nº 5:

- idénticas a las del medio nº 3 con la excepción de:
- d50: 900 μ m
- velocidad estimada a 48 m/s.

15 Características de las bolas Z210 (Zirshot Z210): idénticas a las del medio nº 2 con la excepción de d50 = 255 μ m.

20 Tabla 2

	Tensiones residuales en superficie (Mpa)	Espesor afectado (μ m)	Ra (μ m)
1 ^{er} paso acero	-414	275	5,6
1 ^{er} paso medio nº 5	-552	300	4,0
2 ^o paso acero + Z210	-707	220	5,2
2 ^o paso medio nº 5 + Z210	-700	280	3,6

La tabla 2 muestra que la utilización de bolas según la invención mejora significativamente el estado de superficie, y en particular disminuye la rugosidad media Ra.

25 Esta tabla demuestra asimismo el interés para que un procedimiento de granallado según la invención comprenda una etapa de proyección de otro medio que unas partículas según la invención.

30 Tal como se observa claramente ahora, la invención proporciona por lo tanto un procedimiento de granallado que permite crear eficazmente unas tensiones residuales elevadas en superficie y en una capa superficial de la pieza tratada.

Evidentemente, la presente invención no está limitada a los modos de realización descritos y representados proporcionados a título de ejemplos ilustrativos y no limitativos.

35 En particular, las bolas podrían ser unas bolas sinterizadas.

El procedimiento de granallado puede asimismo ser realizado en una aplicación de limpieza.

El objetivo de la invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Partículas de granallado constituidas por material cerámico, que presentan una densidad aparente superior a 4,0 e inferior a 5,0 y que comprenden más de 5% y menos de 60% de sílice, caracterizadas porque presentan más de 1% y menos de 10% de alúmina, en porcentaje másico en base a los óxidos.
2. Partículas según la reivindicación anterior, que presentan una densidad aparente superior a 4,3.
- 10 3. Partículas según la reivindicación anterior, que presentan una densidad aparente superior a 4,5.
4. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que presentan una densidad aparente inferior a 4,9.
- 15 5. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se presentan en forma de bolas.
6. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, obtenidas por fusión o por sinterización.
7. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que presentan un tamaño inferior a 1 mm.
- 20 8. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprenden:
- más de 30% y menos de 90% de zircona (ZrO_2);
 - más de 5% y menos de 60% de sílice, y
 - menos de 10% de alúmina (Al_2O_3), en porcentajes másicos en base a los óxidos,
- 25 - representando la zircona, la sílice y la alúmina juntas más de 90% de la composición de las partículas.
9. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprenden más de 60% y menos de 80% de zircona (ZrO_2), en porcentajes másicos en base a los óxidos.
- 30 10. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprenden más de 10% y menos de 30% de sílice, en porcentaje másico en base a los óxidos.
11. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprenden menos de 20% de sílice, en porcentaje másico en base a los óxidos.
- 35 12. Partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprenden más de 4% y menos de 7% de alúmina (Al_2O_3), en porcentaje másico en base a los óxidos.
- 40 13. Procedimiento de granallado que comprende una operación de proyección de partículas en una superficie de una pieza, en el que dichas partículas son según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
14. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que las partículas son proyectadas a una velocidad superior a 55 m/s.
- 45 15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 y 14, que comprende una etapa de proyección de otro medio diferente a dichas partículas.

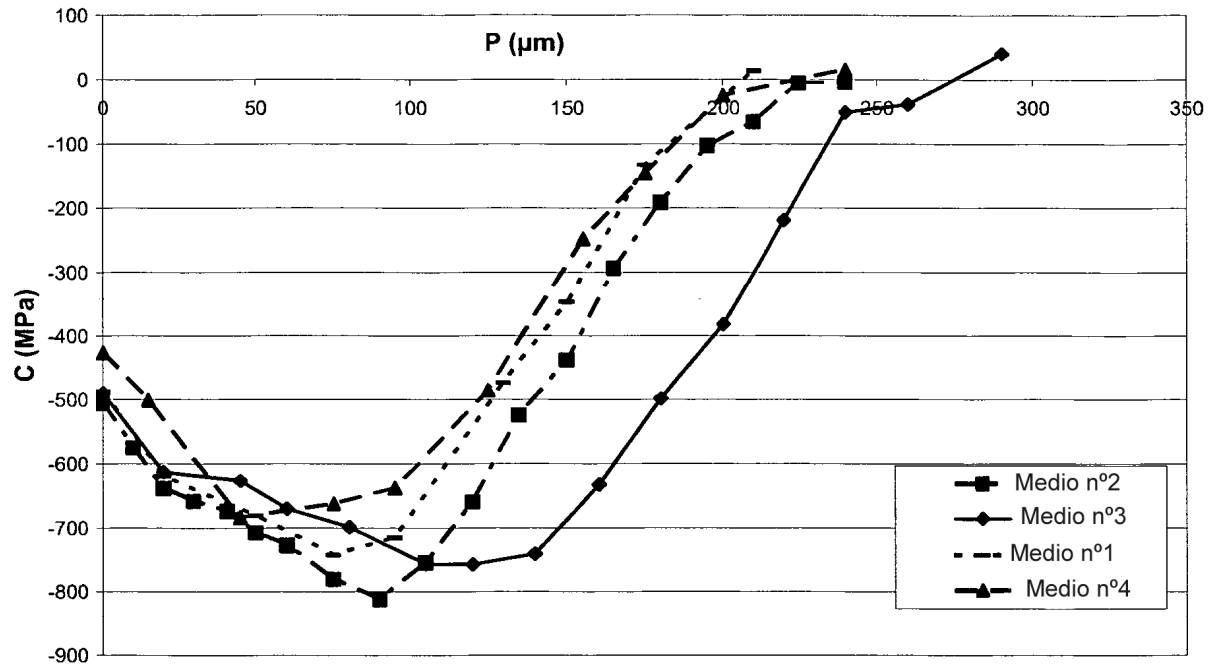


Fig. 1