

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 398**

51 Int. Cl.:

**C23C 24/04** (2006.01)

**B22F 9/04** (2006.01)

**B23P 6/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.08.2012 PCT/EP2012/066395**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13030075**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2012 E 12758792 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 2732072**

54 Título: **Procedimiento para reparar un punto dañado en una pieza moldeada y procedimiento para generar un material de reparación adecuado**

30 Prioridad:

**01.09.2011 DE 102011081998**

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

**21.05.2019**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Strasse 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HEINRICHSDORFF, FRANK;  
KRÜGER, URSUS;  
REICHE, RALPH y  
STIER, OLIVER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 713 398 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**

Procedimiento para reparar un punto dañado en una pieza moldeada y procedimiento para generar un material de reparación adecuado.

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para reparar un punto dañado en la superficie de una pieza moldeada, en donde un material de reparación, a través de pulverización de gas frío, se aplica sobre el punto dañado. Además, la invención hace referencia a un procedimiento para generar un material de reparación para un componente.

10 La pulverización de gas frío es un procedimiento conocido, en donde partículas proporcionadas para el revestimiento, mediante una boquilla convergente - divergente, se aceleran preferentemente a la velocidad supersónica, para que éstas, debido a su energía cinética imprimida, se mantengan adheridas sobre la superficie que debe revestirse. En este caso se utiliza la energía cinética de las partículas, la cual conduce a una deformación plástica de las mismas, donde las partículas del revestimiento se funden solamente al dar contra su superficie. Por ese motivo, ese procedimiento se denomina como pulverización de gas frío, en comparación con otros procedimientos de pulverización térmicos, porque se realiza a temperaturas comparativamente bajas, en las cuales las partículas del revestimiento esencialmente se mantienen adheridas. Preferentemente, para la pulverización de gas frío, la cual se denomina también como pulverización cinética, se utiliza también una instalación de pulverización de gas frío que presenta un dispositivo de calentamiento de gas, para calentar un gas. Al dispositivo de calentamiento de gas se conecta una cámara de estancamiento que, del lado de salida, está conectada con la boquilla convergente-divergente, preferentemente con una boquilla de Laval. Las boquillas convergentes - divergentes presentan una sección parcial convergente, así como una sección parcial que se ensancha, las cuales están conectadas a través de una garganta de la boquilla. La boquilla convergente - divergente, del lado de salida, genera un haz de polvo en forma de un flujo de gas con partículas que se encuentran dentro, con velocidad elevada, preferentemente con velocidad supersónica.

25 Según la solicitud EP 1 816 235 B1, es conocido el hecho de que puntos defectuosos en piezas moldeadas pueden ser mejorados mediante pulverización de gas frío. Con ese fin se utilizan materiales que, según la solicitud EP 1 816 235 B1, se denominan como de la misma clase. Como materiales de ese tipo se entienden materiales que poseen una composición similar o la misma composición que el componente que debe repararse. Debido a esto puede lograrse que el punto mejorado sea rellenado con un material que excluya casi por completo problemas metalúrgicos. Esto significa que pueden excluirse procesos de difusión que se inician en el caso de la reparación de una pieza moldeada con un material de otra clase después de realizada la reparación, en particular en el caso de componentes cargados térmicamente en alto grado, los cuales pueden conducir a una reducción de la integridad de la estructura. Ciertamente, en el peor de los casos, éstos pueden conducir a una falla del componente. Según la solicitud EP 1 829 988 A1 y según la solicitud WO 2007/042395 A1 se conocen otros procedimientos en los cuales componentes son reparados a través de la aplicación de partículas mediante pulverización de gas frío. En ese caso deben utilizarse partículas de material de la misma clase. Esto significa que el material esencialmente debe tener la misma composición que el material base. También en el caso de una composición diferente del material de las partículas, una igualdad de la clase puede garantizarse debido a que se encuentran presentes propiedades químicas, físicas y mecánicas comparables. Prioritariamente, en la reparación de componentes de superaleaciones de níquel - de colada puede seleccionarse un material de partículas que sea más dúctil comparación con lo mencionado. A modo de ejemplo, como material para las partículas puede seleccionarse una superaleación de níquel, la cual normalmente se utiliza como aleación de forja.

45 Según la solicitud US 2006/0045785 A1 se describe que la reparación de superficies de componentes puede tener lugar a través de pulverización de gas frío. En este caso se sugiere que los componentes puedan repararse también mediante aleación de fundición. Las partículas, desde la aleación de fundición, se aplican sobre el componente que puede repararse, rellenando el punto dañado.

El material de la misma clase para la reparación de los puntos defectuosos en la pieza moldeada, sin embargo, en cuanto a su estructura de colada, conforma una estructura que es diferente de la estructura de colada del componente circundante.

50 El objeto de la invención consiste en proporcionar un procedimiento de reparación para piezas moldeadas, con el cual pueda generarse un punto de reparación que se adecue del modo más amplio posible a las propiedades de la pieza moldeada que rodea el punto de reparación, donde puede proporcionarse un procedimiento para generar un material de reparación que puede cumplir con el objeto en el caso de la aplicación de un procedimiento de reparación.

55 Según la invención, el objeto se soluciona a través del procedimiento indicado en la introducción, debido a que como material de reparación se emplean partículas de pulverización que presentan la misma estructura que la pieza moldeada. De este modo, según la invención, utilizando la pulverización de gas frío se aprovecha el hecho de que

las partículas procesadas a través de la pulverización del gas frío no se funden y, por tanto, después de la conformación de la capa (en este caso del punto de reparación) conservan al menos de forma esencial la estructura que presentan las partículas de pulverización tratadas. Por eso es posible utilizar partículas de pulverización que presenten la misma estructura de colada que el componente que debe repararse y, de ese modo, producir un punto de reparación con la estructura de colada que presenta también la pieza moldeada que rodea el punto de reparación. Gracias a esto, de manera ventajosa, puede alcanzarse una reparación de piezas moldeadas, en la cual la pieza moldeada reparada presente casi las mismas propiedades que la pieza original, puesto que también el punto de reparación presenta exactamente las mismas propiedades que el resto de la pieza moldeada. De este modo, de manera ventajosa, las propiedades de la pieza moldeada que debe repararse se mantienen de forma idéntica a la pieza original. También, un componente reparado del modo según la invención, se encuentra protegido ataques corrosivos, los cuales podrían producirse debido a la conformación de elementos locales eléctricos cuando el material de reparación, si bien con la misma composición, debido a otra conformación de la aleación, es sin embargo más noble o menos noble que el material circundante de la pieza moldeada.

Para producir un material de reparación que pueda procesarse del modo indicado, según la invención, el objeto se soluciona a través de la generación de un material de reparación, en donde el componente que debe repararse es una pieza moldeada, y el material de reparación se obtiene a través de la fragmentación de un cuerpo de aquel material del que se compone la pieza moldeada. Además, ese cuerpo presenta la misma estructura de colada que la pieza moldeada. A modo de ejemplo, el cuerpo puede componerse de piezas moldeadas usadas del mismo lote de fabricación que la pieza moldeada que debe repararse. Debido a esto se asegura que el material del cuerpo corresponda a aquél de la pieza moldeada también en cuanto al estado de la estructura. Otra posibilidad consiste en que el cuerpo, antes de la fragmentación, se produzca adicionalmente con ese fin. En ese caso, de manera ventajosa, pueden seleccionarse formas del cuerpo que posibiliten generar el cuerpo sin problemas, con una estructura de colada lo menos afectada posible. Por ejemplo, se consideran adecuados los cuerpos con una estructura geométrica lo más simple posible, como por ejemplo barras, especialmente como cuerpos para la fragmentación subsiguiente. También es posible eliminar la zona del borde del cuerpo generado a través de un procedimiento con arranque de viruta, obteniendo así un cuerpo que se compone solamente de las zonas internas de la pieza moldeada producida. En esa área, de manera ventajosa, la estructura del cuerpo resulta afectada lo menos posible a través de los procesos que se desarrollan durante la solidificación de la pieza moldeada. La fragmentación del cuerpo puede tener lugar por ejemplo a través de trituración y/o de pulverización. Debido a ello pueden producirse partículas de pulverización para una pulverización de gas frío, donde pueden realizarse tamaños de las partículas diferentes.

De acuerdo con una variante de la invención se prevé que las partículas de pulverización presenten un diámetro medio de al menos 100  $\mu\text{m}$  y de como máximo 200  $\mu\text{m}$ . Esos tamaños de partículas, de manera ventajosa, pueden tratarse de forma especialmente simple a través de pulverización de gas frío. Además, se considera ventajoso que la dispersión de los diámetros medios diferentes de las partículas de pulverización se extienda al menos sobre la mitad del rango indicado. De este modo se obtiene un material de pulverización que se compone de partículas de pulverización con diámetros medios diferentes, de modo que esas partículas, ventajosamente, pueden acumularse formando una capa comparativamente gruesa, donde las partículas con un diámetro medio más reducido pueden llenar los espacios intermedios entre las partículas con un diámetro medio más grande.

Según otra variante de la invención se prevé que el punto dañado de la pieza moldeada se caliente durante la aplicación de las partículas de pulverización. Esto puede tener lugar en particular a través de radiación local, a través de un haz láser. A través de un precalentamiento de la pieza moldeada puede lograrse que ésta se extienda en el área del punto dañado que debe repararse y, durante una refrigeración subsiguiente tanto del punto de reparación, a partir de las partículas de pulverización, como también del material circundante de la pieza moldeada, se logre una unión comparativamente con poca tensión. Además, según otra variante de la invención puede tener lugar también un tratamiento térmico posterior de la pieza moldeada después de la aplicación del material de reparación.

En el caso de tratamientos térmicos, así como del calentamiento del punto de reparación, debe tenerse en cuenta que las temperaturas alcanzadas no modifiquen la estructura de colada. Gracias a ello se impide que la pieza moldeada, a causa de la reparación, varíe sus propiedades, puesto que precisamente esa situación debe impedirse a través del procedimiento de reparación según la invención.

Se considera especialmente ventajosa que la pieza moldeada se componga de fundición gris esferoidal. La estructura de unión de la fundición gris esferoidal, de manera ventajosa, puede generarse fácilmente con el procedimiento según la invención para generar un material de reparación. En la fabricación de las partículas de pulverización debe tenerse en cuenta que las acumulaciones de carbono globulares en la estructura de las partículas de pulverización, según la norma DIN EN ISO 945, presentan casi exclusivamente un diámetro de 10 a 150  $\mu\text{m}$ . Por tanto, las partículas de pulverización deben presentar al menos un diámetro medio de 100  $\mu\text{m}$ , para que a través de las partículas de pulverización, la estructura de la fundición gris pueda ser reproducida aún a través de la pulverización de gas frío. Puede observarse que también acumulaciones de carbono más grandes están comprendidas además de modo fiable al menos de forma parcial, a través de la estructura de matriz de la fundición

gris, y pueden tratarse bien como polvo de pulverización. Como aleación para la fundición gris puede utilizarse por ejemplo GJS 400-15.

5 También pueden repararse componentes que se componen de arrabio con carbono laminar. Esto aplica por ejemplo para el grupo de materiales EN GJL. También aplica aquí que las partículas de pulverización, a causa de las longitudes presentes de las láminas de carbono, de 10 a 250  $\mu\text{m}$  (según DIN EN ISO 945 ese rango de magnitudes aplica para la mayor parte de las acumulaciones de carbono), deben presentar un diámetro medio de 100 a 200  $\mu\text{m}$ , para que a través de la pulverización de gas frío pueda reproducirse la estructura del material de fundición. También aplica aquí que las acumulaciones de carbono se encuentran entonces comprendidas aún de modo fiable, al menos parcialmente, a través de la estructura de matriz de la fundición gris.

10 Además, las piezas moldeadas pueden componerse también de aleaciones de aluminio - silicio, por ejemplo de AlSi 17.

Otras particularidades de la invención se describen a continuación mediante el dibujo. Los elementos del dibujo idénticos o correspondientes están provistos respectivamente de los mismos símbolos de referencia y se explican varias veces sólo cuando existen diferencias entre las figuras individuales. Las figuras muestran:

15 Figura 1: un ejemplo de ejecución del procedimiento según la invención para reparar una pieza moldeada, como vista lateral esquemática,

Figura 2: un ejemplo de ejecución del procedimiento para generar un material de reparación a través de una representación, a modo de ejemplo, de pasos del procedimiento seleccionados, y

20 Figura 3: un ejemplo de ejecución de un componente reparado con el procedimiento para reparar según la invención, como una vista en sección.

25 En la figura 1 se representa un dispositivo para la pulverización de gas frío. Éste presenta un recipiente de vacío 11, en donde están dispuestos, por una parte, una boquilla de pulverización de gas frío 12 y, por otra parte, una pieza moldeada 13 (la solidificación no está representada en detalle). A través de una primera línea 14 un gas del proceso puede suministrarse a la boquilla de pulverización de gas frío 12. La misma, tal como se indica a través del contorno, está realizada como una boquilla convergente - divergente (por ejemplo como boquilla de Laval), a través de la cual el gas se expande y en forma de un chorro de gas (flecha 15) se acelera hacia una superficie 16 de la pieza moldeada 13.

Además, el gas del proceso puede calentarse de forma no representada, debido a lo cual en el recipiente de vacío 12 se presenta una temperatura del proceso requerida.

30 A través de una segunda línea 18, a la boquilla de pulverización de gas frío 12 pueden suministrarse partículas de pulverización 19 que se aceleran en el chorro de gas 15 y dan contra la superficie 16 en el área de un punto dañado 17 que debe repararse. La energía cinética de las partículas de pulverización conduce a una adhesión de las mismas sobre la superficie 16. Para conformar una estructura de reparación 20 en el punto dañado, la pieza moldeada 13 puede desplazarse de un lado hacia otro en la dirección de la flecha doble 21, delante de la pistola de pulverización de gas frío 12. Durante ese proceso de revestimiento, el vacío se mantiene permanentemente en el recipiente de vacío 11 a través de una bomba de vacío 22, donde el gas del proceso, antes de la conducción a través de la bomba de vacío 22, es conducido a través de un filtro 23 para filtrar partículas que, al dar contra la superficie 16, no se fijaron en la misma.

40 Mediante un calentador 23a, las partículas 19 pueden calentarse adicionalmente dentro de la boquilla de pulverización de gas frío. Debido a ello tiene lugar una entrada de energía adicional que se suministra a las partículas de pulverización 19 directamente como energía térmica o a través de una expansión en la boquilla de pulverización de gas frío 12, en forma de energía cinética. Como otra fuente de energía, un láser 24 se encuentra instalado en la cámara de vacío 11, el cual, en el punto de incidencia del chorro frío 15, está dirigido hacia la superficie 16 de la pieza moldeada 13. En el punto de incidencia, la energía electromagnética del haz láser 25, en combinación con la energía cinética y eventualmente térmica de las partículas de pulverización 19, se encarga de una adhesión duradera de las partículas de pulverización 19 sobre la superficie 16, debido a lo cual se conforma la estructura de reparación 20.

45 En la figura 2 se representa un procedimiento para producir el material de reparación. En primer lugar, en un molde de fundición 26 se fabrica una barra 27 que debe utilizarse como pieza en bruto (cuerpo) para la producción de las partículas de pulverización 19. Esa barra 27 se desmolda después de la solidificación de la pieza moldeada y una capa de superficie 28 se retira de la barra 27 mediante arranque de viruta, de modo que queda un núcleo 29. De este modo se desechan áreas superficiales de la barra 27, las cuales pueden presentar una falta de homogeneidad en la estructura de colada o alteraciones químicas debido a la influencia del aire ambiente. A continuación, el núcleo

29 se tritura en un dispositivo no representado en detalle, debido a lo cual se producen partículas 30 gruesas. Seguidamente, esas partículas 30 se pulverizan por ejemplo en un molino de bolas, debido a lo cual tiene lugar otra fragmentación y finaliza la producción de las partículas de pulverización. En un paso consecutivo, esas partículas de pulverización pueden clasificarse además según tamaños, para producir a continuación polvo de pulverización con clases de tamaños diferentes de las partículas de pulverización. Para producir polvos de pulverización en los cuales las partículas de pulverización presentan diámetros medios diferentes sobre un área determinada, las diferentes clases de tamaños de las partículas de pulverización pueden mezclarse de forma adecuada.

A este respecto, cabe señalar que como diámetro medio de una partícula de pulverización debe entenderse un diámetro que corresponde al diámetro de una partícula esférica, donde esa partícula esférica debe presentar el mismo volumen que la partícula real, el cual usualmente difiere de la forma esférica. Como diámetro medio, conforme a ello, no se entiende el diámetro en promedio de una mayor cantidad de partículas. Cuando en el contexto de la presente invención se mencionan diferentes diámetros medios de las partículas de pulverización se entiende entonces que se encuentran presentes mezcladas partículas de pulverización de diferentes clases de tamaños.

La figura 3, en donde se representa el corte a través de una pieza moldeada 13 reparada, muestra que la utilización de partículas de pulverización 19 de diferentes clases de tamaños (por tanto, con diámetros medios diferentes), de manera ventajosa conduce a que en el punto de reparación 31 de la pieza moldeada 13 se produzca una estructura densa. En la figura 3 se representa una pieza moldeada de fundición gris esferoidal, donde en la matriz está distribuido carbono esferoidal 32 proveniente de material férreo. Esto aplica también para las partículas de pulverización 19 cuyo respectivo tamaño puede observarse además en la figura 3, ya que éstas se encuentran representadas separadas. De este modo, las partículas de pulverización 19 llenan los espacios intermedios entre partículas de pulverización 19 más grandes. En la realidad, las superficies de las partículas de pulverización 19 se funden a través del desarrollo de energía térmica durante el impacto de las partículas de pulverización, de modo que parcialmente se suprimen los límites entre las partículas, representados en la figura 3.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para reparar un punto dañado (17) en la superficie de una pieza moldeada (13), en donde un material de reparación, a través de pulverización de gas frío, se aplica sobre el punto dañado (17), donde como material de reparación se utilizan partículas de pulverización (19) que presentan la misma estructura de colada que la pieza moldeada (13), caracterizado porque el material de reparación es adecuado para la pulverización de gas frío y se obtiene a través de la fragmentación de un cuerpo de aquel material del que se compone la pieza moldeada, donde el cuerpo presenta la misma estructura de colada que la pieza moldeada, en donde
  - el cuerpo se compone de piezas moldeadas usadas del mismo lote de fabricación que la pieza moldeada (13) que debe repararse, o
- 10
  - el cuerpo se fabrica con el fin de la fragmentación con la estructura de colada.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las partículas de pulverización (19) presentan un diámetro medio de al menos 100  $\mu\text{m}$  y de como máximo 200  $\mu\text{m}$ .
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la dispersión de los diámetros medios diferentes de las partículas de pulverización se extiende al menos sobre la mitad del rango indicado según la reivindicación 2.
- 15 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el punto dañado es calentado durante la aplicación de las partículas de pulverización (19), en particular es irradiado a través de un haz láser.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la pieza moldeada (13) se expone a un tratamiento térmico posterior después de la aplicación del material de reparación.
- 20 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la pieza moldeada (19) se compone de fundición gris esferoidal.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la fragmentación tiene lugar a través de trituración y/o pulverización.

FIG 1

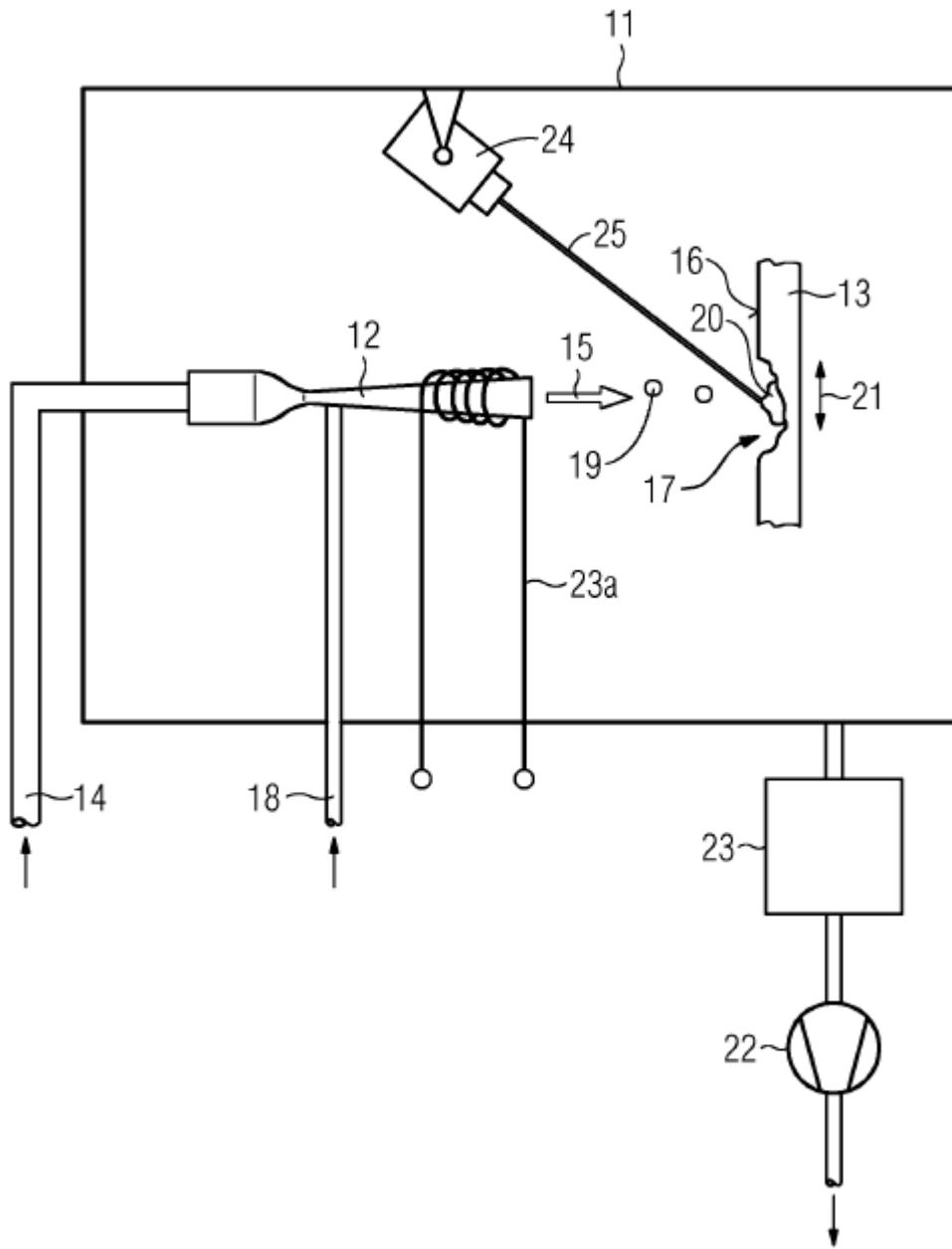


FIG 2

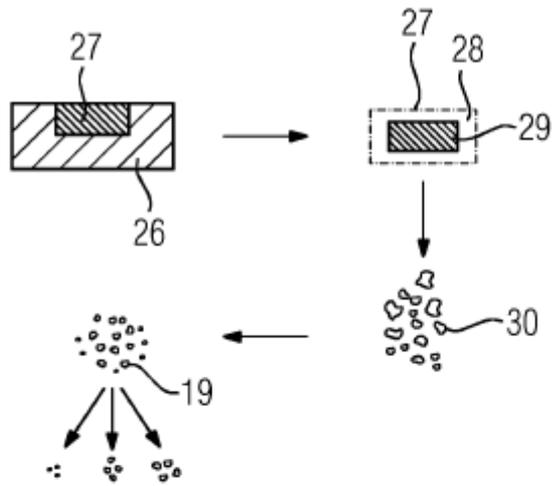


FIG 3

