

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 266**

51 Int. Cl.:

C09J 5/02 (2006.01) **B23K 26/16** (2006.01)
B23K 26/36 (2014.01)
C23C 18/20 (2006.01)
B29C 65/48 (2006.01)
C08J 5/12 (2006.01)
A61C 17/22 (2006.01)
F16B 11/00 (2006.01)
B23K 26/142 (2014.01)
B23K 26/0622 (2014.01)
F16B 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2022** **E 22173033 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2025** **EP 4276156**

54 Título: **Método de pegado de piezas metálicas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
21.04.2025

73 Titular/es:

BRAUN GMBH (100.00%)
Frankfurter Strasse 145
61476 Kronberg im Taunus, DE

72 Inventor/es:

GROSS, DIETER HEINZ JOSEF;
KNORR, MARCEL;
LIMPERT-KIESEL, MARKO;
BAIER, FLORIAN;
RUEPPEL, THOMAS;
SCHAEFER, NORBERT y
LATZA, ERIC EDGAR

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 014 266 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

Método de pegado de piezas metálicas

5 Campo de la invención

La presente descripción se refiere a un método para pegar una primera pieza metálica a otra pieza, tal como una segunda pieza metálica, donde al menos una parte superficial de la primera pieza metálica se trata con pulsos de láser para activar la superficie metálica exterior antes de aplicar un adhesivo.

10 Antecedentes de la invención

Se conoce la preparación de una parte superficial de una primera pieza metálica destinada a ser pegada a otra pieza con pulsos de láser para eliminar los contaminantes en la superficie de la superficie metálica y activar la superficie metálica de modo que el pegamento se adhiera mejor a la superficie metálica. El documento EP 3 792 323 A1 describe en general dicho método de encolado.

Existe un deseo general de mejorar un método de pegado que comprenda el tratamiento de una superficie metálica con pulsos de láser, específicamente para mejorar dicho método de pegado con respecto a la pureza resultante de la superficie metálica activada y para mejorar la resistencia de la conexión adhesiva.

20 Resumen de la invención

Según al menos un aspecto, se propone un método para pegar una primera pieza metálica a otra pieza que incluye las etapas de (a) proporcionar una primera pieza metálica, tal como una pieza de acero, y otra pieza, tal como una segunda pieza metálica, (b) tratar una parte superficial de la primera pieza metálica destinada a pegarse a la otra pieza con pulsos de láser para eliminar la capa superficial de la primera pieza metálica a través de la parte superficial, preferiblemente mediante ablación, (c) mientras se aplican pulsos de láser a la parte superficial de la primera pieza metálica, también aplicar una corriente de aire o gas presurizado a la parte superficial, (d) aplicar un adhesivo al menos a la parte superficial de la primera pieza metálica y/o a una superficie de la otra pieza, y (e) pegar la primera pieza metálica y la otra pieza entre sí.

Según al menos un aspecto, un método de fabricación de un dispositivo de higiene personal que incluye la etapa de pegar un eje de acero en una tapa metálica, comprendiendo el método las etapas de (a) proporcionar el eje de acero y la tapa metálica del tamaño adecuado para recibir al menos una región de la punta del eje de acero, (b) tratar una parte superficial del eje de acero destinada a pegarse a la tapa metálica con pulsos de láser para retirar la capa superficial del eje de acero que atraviesa la parte superficial, preferiblemente, mediante ablación, (c) mientras se trata la parte superficial del eje de acero con los pulsos de láser, aplicar también una corriente de aire o gas presurizado a la parte superficial, (d) tratar al menos una parte de una superficie interior de la tapa metálica destinada a pegarse a la parte superficial respectiva del eje de acero con pulsos de láser, (e) aplicar un adhesivo a la parte superficial del eje de acero y/o a la parte de la superficie interior de la tapa de metal, y (f) colocar la tapa metálica en el eje de acero y curar el adhesivo.

45 Breve descripción de los dibujos

La presente descripción resultará más comprensible mediante una descripción detallada de realizaciones ilustrativas y haciendo referencia a las figuras. En las figuras

la Fig. 1 es un corte en sección transversal de un ejemplo de configuración para tratar una parte superficial de una primera pieza metálica con pulsos de láser y aplicación simultánea de una corriente de aire o gas presurizado;

la Fig. 2 es un corte en sección transversal de otro ejemplo configurado para tratar una parte superficial de una primera pieza metálica con pulsos de láser y aplicación simultánea de una corriente de aire o gas presurizado;

la Fig. 3 es una representación gráfica de una simulación de una corriente de aire o gas presurizado que se dirige hacia una primera pieza metálica que tiene una parte superficial a tratar con pulsos de láser;

la Fig. 4 es una representación gráfica de la presión estática de una corriente de aire o gas presurizado en la parte superficial de una primera pieza metálica para una configuración tal como se representa en la Fig. 3 derivada de dos simulaciones diferentes;

la Fig. 5A es una imagen SEM de una parte superficial de una primera pieza metálica tratada con pulsos de láser sin aplicación de una corriente de aire o gas presurizado;

la Fig. 5B es una imagen SEM de una parte superficial de una primera pieza metálica tratada con pulsos de láser con aplicación de una corriente de aire o gas presurizado;

la Fig. 6A es una fotografía de una primera pieza metálica, específicamente un eje de acero, que tiene una parte superficial que se trató con pulsos de láser sin aplicación de una corriente de aire o gas presurizado y donde se probó una conexión adhesiva con una tapa metálica con un método de martilleo tal como se explica en la descripción;

la Fig. 6B es una fotografía de una primera pieza metálica, específicamente un eje de acero, que tiene una parte superficial que se trató con pulsos de láser con aplicación simultánea de una corriente de aire o gas presurizado y donde se probó una conexión adhesiva con una tapa metálica con un método de martilleo tal como se explica en la descripción;

la Fig. 7 es una vista en perspectiva de un ejemplo de sección de boquilla de un sistema de suministro de aire o gas presurizado;

la Fig. 8A es una representación gráfica de un dispositivo de higiene personal ilustrativo; y

la Fig. 8B es una ampliación del dispositivo de higiene personal de la Fig. 7A que se muestra en un estado abierto parcialmente cortado donde es visible un corte transversal a través de la tapa metálica que se pega a un eje de acero.

Descripción detallada de la invención

Si bien se ha contemplado realizar un tratamiento por pulsos de láser de superficies metálicas bajo una campana de aspiración o un sistema de extracción proporcionado más localmente para eliminar los vapores metálicos, es decir, las pequeñas partículas metálicas creadas en el proceso de ablación inducido por pulsos de láser y para evitar que el aire que contiene vapor metálico contamine el medio ambiente, se descubrió que incluso un sistema de extracción fuerte no puede eliminar de manera fiable el vapor metálico o el material metálico particulado de un volumen de tratamiento, donde el volumen de tratamiento significa al menos el volumen alrededor de la parte superficial de una primera pieza metálica que se trata con pulsos de láser y que normalmente se contamina con vapor metálico. Por lo tanto, las partículas metálicas y/o los iones metálicos del vapor metálico pueden volver a depositarse eventualmente en la superficie metálica recién sometida a ablación, lo que conduce a una reducción de la pureza de la superficie metálica sometida a ablación y, por lo tanto, a una menor adherencia del pegamento a la superficie metálica recontaminada. Se descubrió que tal redeposición, si bien es básicamente relevante para todas las superficies metálicas, se vuelve específicamente problemática para las superficies de acero, lo que se cree que se debe al contenido de cromo del acero.

Según la presente descripción, una corriente de aire o gas presurizado se dirige a la parte superficial de la primera pieza metálica que se está tratando con pulsos de láser, por ejemplo, a la parte superficial donde las áreas de superficie se ablaconan mediante pulsos de láser. La corriente de aire o gas presurizado tiende a llevarse el vapor metálico y la materia metálica particulada que se expulsa al entorno, es decir, al volumen de tratamiento, desde la parte superficial tratada mediante los efectos de los pulsos de láser de ablación, que, dependiendo de la longitud del pulso y la energía aplicada, pueden considerarse como causantes de la sublimación y la fusión de las capas superficiales. Debido a la sublimación y fusión repentinas, los átomos y las partículas en el intervalo micrométrico y submicrométrico se catapultan en el volumen de tratamiento alrededor de la parte superficial que se está tratando. Los componentes gaseosos y particulados pueden crear un plasma que protege la parte superficial que se está tratando con pulsos de láser y parte de la energía del láser puede ser absorbida por el plasma y, por lo tanto, puede disminuir el proceso de ablación. Además, la materia particulada puede volver a impactar sobre la superficie sometida a ablación y, a continuación, provocar la recontaminación de la superficie metálica activada. Se descubrió que la recontaminación en general y, en el caso de una primera pieza metálica hecha de acero específicamente, la recontaminación que comprende cromo provoca áreas de recontaminación que se adhieren débilmente, lo que puede provocar puntos de rotura para el pegamento que se aplica a la superficie sometida a ablación. Se identificó que la aplicación de una corriente de aire o gas presurizado a la parte superficial tratada puede mejorar considerablemente la pureza resultante de la parte superficial sometida a ablación y la probabilidad de que las partículas metálicas se depositen sobre la superficie metálica sometida a ablación se reduce a medida que las partículas metálicas son arrastradas por la corriente de aire o gas presurizado. Las piezas pegadas entre sí soportan una tensión mucho mayor que las partes pegadas entre sí donde no se aplicó aire presurizado o corriente de gas, lo que se explica a continuación.

Una “corriente de aire o gas” según la presente descripción significa que también se puede considerar una corriente de aire normal o una corriente de un gas inerte tal como nitrógeno y/o argón y mezclas de aire y gases inertes purificados.

Si bien en la presente descripción el término “adhesivo” se refiere a todos los adhesivos que son adecuados para pegar un primer metal metálico a otra pieza, específicamente a una segunda pieza metálica, un ejemplo de adhesivo es el DELO DUPOPOX CR8016, disponible de la empresa DELO Industrie Klebstoffe GmbH & Co. KGaA, Windach, Alemania.

En retrospectiva, puede parecer obvio aplicar una corriente de aire o gas presurizado a una superficie metálica que actualmente se está sometiendo a ablación láser, pero de hecho fue un proceso largo comprender la falta de

adherencia esperada entre las partes finalmente pegadas cuando no se aplicó una corriente de aire o gas presurizado. Este fue específicamente el caso, ya que dicha falta de adherencia esperada solo apareció en una pequeña fracción de las piezas metálicas pegadas en el ejemplo práctico que se ilustra más adelante en las Figs. 6A y 6B.

En primer lugar, era la creencia habitual y común de que un sistema de escape que funciona en depresión para eliminar el aire y, por lo tanto, también cualquier material vaporizado y/o partículas pequeñas presentes en el volumen de tratamiento alrededor del área de tratamiento proporciona un rendimiento suficiente para limpiar el volumen de tratamiento de los vapores metálicos. En segundo lugar, los expertos en la materia no habían considerado anteriormente la posibilidad de aplicar una corriente de aire o gas presurizado a la superficie que actualmente se está sometiendo a ablación por láser.

Se investigaron varios parámetros de la corriente de aire o gas con respecto a la calidad de la capacidad de la corriente de aire para transportar el vapor metálico y/o la materia particulada alrededor de la parte superficial que se está tratando, es decir, del volumen de tratamiento, y reducir así la recontaminación de la superficie metálica recién tratada. Los parámetros de la corriente de aire o gas que se investigaron son los siguientes: velocidad del aire o gas en la parte superficial que se está tratando, velocidad del aire o gas en la salida de una boquilla de presión, distancia de la boquilla de presión a la parte superficial que se está tratando, cantidad de aire o gas suministrado por la boquilla de presión (también conocida como volumen de flujo de aire), forma de la boquilla de presión y orientación y/o posición de la boquilla de presión con respecto a la parte superficial tratada. Estos parámetros de la corriente de aire o gas se describen con más detalle a continuación.

Las partículas metálicas creadas en el proceso de ablación inducido por pulsos de láser tienden a tener velocidades que pueden extenderse hasta el intervalo sónico y supersónico, donde se entiende que la velocidad del sonido es de 343 m/s en el aire a 20 grados centígrados.

Se descubrió que una velocidad de la corriente de aire o gas presurizado en la parte superficial que se está tratando con un láser que esté en el intervalo de la velocidad de la materia particulada en el volumen de tratamiento puede provocar una reducción más notable de la recontaminación que las velocidades que son más altas o mucho más bajas. Se ha descubierto que es eficaz una velocidad de la corriente de aire o gas presurizado en la parte superficial que se está tratando en un intervalo de entre 80 m/s y 400 m/s.

La corriente o chorro de aire o gas presurizado se suministra normalmente mediante un sistema de suministro de aire o gas presurizado, por ejemplo, un depósito de aire o gas comprimido. La corriente de aire o gas presurizado normalmente sale del sistema de suministro de aire o gas presurizado a través de una boquilla de presión. También se descubrió que la velocidad del sistema de suministro de aire o gas presurizado en la boquilla de presión puede estar en un intervalo de entre 100 m/s y 700 m/s. El aire o gas presurizado puede tener una compresión en el intervalo de entre 1 bar y 6 bares (estos valores significan la compresión por encima de la presión atmosférica), donde la compresión puede estar preferiblemente en un intervalo de entre 2 bares y 5 bares. La corriente de aire o gas presurizado puede dirigirse hacia la parte superficial de la primera pieza metálica que se está tratando con pulsos de láser. Se descubrió que una boquilla de presión que tiene una forma de salida, es decir, la forma de la salida de aire o gas, de modo que la corriente de aire o gas presurizado que incide sobre la parte superficial que se está tratando tiene aproximadamente una forma de sección transversal que sigue la forma de la parte superficial tiende a producir mejores resultados de adhesión. Se cree que esto se puede asignar a una presión estática más constante de la corriente de aire o gas presurizado sobre la parte superficial que se está tratando. Específicamente, la presión estática de la corriente de aire o gas presurizado sobre al menos el 50 % de la parte superficial no se desvía de un valor de presión estática promedio en al menos el 50 % de la parte superficial en más de aproximadamente un ± 20 %, preferiblemente en más de aproximadamente un ± 15 %. La parte superficial que se está tratando puede relacionarse específicamente con la longitud de una línea de pulso láser. Se puede suponer que la parte superficial que se está tratando tiene un área determinada que puede estar cubierta por pulsos de láser contiguos o ligeramente superpuestos. Por ejemplo, un único pulso de láser puede ser circular y puede tener un diámetro de 50 μm y una longitud de pulso en el intervalo de nanosegundos a femtosegundos. Los pulsos se pueden aplicar a una frecuencia de 400 kHz. Los pulsos a lo largo de una línea láser de pulsos pueden tener entonces una distancia de centro a centro de 20 μm . De este modo, se puede aplicar una línea de pulsos con una longitud de 10 mm en 1/800 segundos. Esto significa que se puede tratar un área de 1,6 mm² en un segundo (sin tener en cuenta el tiempo necesario para girar el rayo láser, que normalmente se realiza con espejos). Esto significa que la región superficial que se está tratando tiene una extensión de longitud que está definida por la longitud de la línea láser. Como se mencionó, parece ser beneficioso utilizar una corriente de aire o gas presurizado que cubra toda la longitud de la línea láser. La corriente de aire o gas presurizado también puede cubrir el ancho de la parte superficial total a tratar, pero para limitar la necesidad de aire o gas presurizado, también se puede limitar el ancho de la corriente de aire o gas presurizado y, a continuación, la corriente de aire o gas presurizado puede disponerse para seguir el láser en la dirección de la anchura o la primera pieza metálica puede moverse para mantener la parte superficial que se está tratando actualmente dentro de la sección transversal de la corriente de aire o gas presurizado. En el caso de que la primera pieza metálica tenga una parte superficial total a tratar que se extienda perimetralmente alrededor de la primera pieza metálica, la primera pieza metálica se puede girar de modo que la parte superficial que se está tratando actualmente permanezca dentro de la sección transversal de la corriente de aire o gas presurizado. La anchura de la corriente de aire o gas presurizado puede elegirse entonces para que sea mayor que la anchura de la primera pieza metálica giratoria, de modo que la

corriente de aire o gas presurizado pueda transportar vapor metálico y materia particulada alrededor de la primera pieza metálica, donde la corriente de aire o gas presurizado junto con el vapor metálico y la materia particulada transportados finalmente se agotan mediante un sistema de extracción.

- 5 Se descubrió que es sensato colocar la boquilla de presión que tiene una salida de aire o gas a una distancia de la parte superficial que se está tratando en el intervalo de entre 4 mm y 20 mm, preferiblemente en un intervalo de entre 8 mm y 16 mm, donde la distancia se mide entre un punto central de la salida de aire o gas y un punto central de la parte superficial. Puede ser sensato intentar colocar la boquilla de presión lo más cerca posible de la primera pieza metálica, ya que la velocidad de la corriente de aire o gas presurizado se reduce cuanto mayor es la distancia. La boquilla de presión no se puede colocar en la trayectoria del láser, sino que se puede colocar en cualquier lado con respecto a la parte superficial que se está tratando, donde puede preferirse colocarla por debajo o por encima de la parte superficial que se está tratando, donde por debajo o por encima se entenderá con respecto a la línea de pulsos de láser que se aplica sobre la parte superficial.
- 10
- 15 En caso de que el área superficial total a tratar con pulsos de láser sea curva, por ejemplo, si el área superficial total es una superficie de un eje metálico que se extiende perimetralmente alrededor del eje, el láser puede moverse alrededor de la primera pieza metálica o la primera pieza metálica puede moverse, por ejemplo, rotar. Esto implica que la corriente de aire o gas presurizado no necesita cubrir toda el área superficial total que se pretende tratar con pulsos de láser, sino que es suficiente con que la corriente de aire o gas presurizado incida sobre la parte superficial que se está tratando actualmente. Esto significa que, en caso de que la parte superficial que se está tratando actualmente sea más larga en una dirección que en una dirección perpendicular, entonces la boquilla puede tener una forma esencialmente ovalada o generalmente alargada, donde el eje largo de la forma ovalada o alargada puede coincidir con la extensión más larga de la parte superficial que se está tratando actualmente.
- 20
- 25 El sistema de escape, por ejemplo, un sistema de escape de doble campana que envuelve el área de tratamiento, puede tener una potencia de aspiración en un intervalo de entre 500 l/min y 3000 l/min, es decir, una potencia de aspiración que puede ser mayor e incluso considerablemente mayor que el flujo de aire proporcionado por la corriente de aire o gas presurizado.
- 30 En un ejemplo práctico, la primera pieza metálica es un eje de acero de un dispositivo de higiene personal, y la otra pieza es una segunda pieza metálica, es decir, una tapa metálica. El eje de acero puede tratarse mediante pulsos de láser en un área superficial total que puede extenderse perimetralmente alrededor del eje de acero. Además del pretratamiento con láser, la primera pieza metálica en general puede pretratarse primero mediante otro método, tal como el pretratamiento con plasma, para inmovilizar compuestos orgánicos volátiles en la superficie de la pieza metálica. Específicamente, un eje de metal torneado y pulido puede comprender aún compuestos orgánicos volátiles en su superficie y su inmovilización antes de la activación de la superficie metálica mediante ablación por láser ayuda a mantener la parte superficial activada libre de contaminación. Por supuesto, esto es cierto para todas las primeras piezas metálicas independientemente de una realización como un eje de acero. El eje de acero puede estar hecho de un acero inoxidable estándar y, por lo tanto, puede comprender un cierto porcentaje de cromo, por ejemplo, más del 10,5 % en peso. La tapa metálica también puede estar hecha de un acero inoxidable estándar, específicamente en un proceso de embutición profunda, como se conoce generalmente en la técnica. Si bien una parte de la superficie interior de la tapa metálica también puede pretratarse antes de pegarla, por ejemplo, mediante un pretratamiento con plasma y/o mediante un pretratamiento con láser, esto no debe considerarse obligatorio. Como se ilustra en la descripción con respecto a la Fig. 8B, la tapa metálica está pegada a la punta del eje de acero y la tapa metálica puede alojar un componente adicional, por ejemplo, un imán permanente.
- 35
- 40
- 45

En general, se hace referencia al documento EP 3 792 323 A1 con respecto a los detalles de un proceso de pegado de metales que comprende un pretratamiento con pulsos de láser de femtosegundos y un pretratamiento con plasma opcional.

- 50 La Tabla 1 siguiente enumera los valores relevantes para un pretratamiento con pulsos de láser ultrarrápidos como ejemplo y se proporcionan algunos intervalos que se consideran sensibles, aunque la tabla siguiente no excluye también valores fuera de los intervalos propuestos para su uso. En general, los valores pueden variar en cierta medida si la fluencia de la luz permanece dentro del intervalo propuesto. Se reitera que la aplicación propuesta en la presente descripción de una corriente de aire o gas presurizado también es adecuada para longitudes de pulso láser más largas o incluso más cortas.
- 55

Tabla 1: Valores de ejemplo para un pretratamiento con pulsos de láser ultrarrápidos de la superficie metálica y los intervalos propuestos. Los diversos valores se pueden ajustar para que la fluencia lumínica permanezca dentro del intervalo propuesto.

60

	Valor de ejemplo	Intervalo propuesto
Longitud de onda láser	1030 nm	930 nm — 1064 nm
Longitud del pulso láser	900 fs	1 fs — 990 fs
Frecuencia láser	400 kHz	100 kHz — 1 MHz

65

Diámetro del punto láser	50 μm	30 μm — 80 μm
Energía de pulso láser	50 μJ	30 μJ — 80 μJ
Fluencia lumínica	$\approx 6,6 \text{ J/cm}^2$	5,0 J/cm^2 — 8,0 J/cm^2
Velocidad de alimentación del láser	8.000 mm/s	1.000 mm/s — 20.000 mm/s

Se desarrolló un método de prueba cualitativo para investigar la resistencia de la conexión adhesiva entre la primera pieza metálica y la otra pieza y se usó específicamente para probar la resistencia de la conexión adhesiva entre el eje de acero y la tapa metálica. En este método de ensayo, se montó un martillo de forma giratoria en un extremo de su eje y el martillo se desvió hasta alcanzar un tope predeterminado y, a continuación, el martillo se soltó, se aceleró por gravedad y chocó contra la tapa metálica o el elemento del eje de acero. Entre cada golpe, la tapa metálica/elemento de eje de acero se hizo girar alrededor de su eje longitudinal entre aproximadamente 20 y 30 grados. Los elementos de la tapa metálica o eje de acero fabricados con el método descrito, pero sin la corriente de aire o gas presurizado aplicada adicionalmente, retuvieron hasta aproximadamente 110 golpes de martillo a partir de un tamaño de muestra de 30, y los elementos de la tapa metálica o eje de acero fabricados con la corriente de aire o gas presurizado aplicada retuvieron al menos aproximadamente 200 golpes de martillo de un tamaño de muestra de 30. En estas pruebas de martilleo se descubrió también que, en el caso de los elementos de la tapa metálica o eje de acero fabricados sin la corriente de aire o gas presurizado, la rotura aparecía normalmente en el borde entre el adhesivo y el acero, es decir, una vez que la tapa metálica podía separarse del eje de acero con una fuerza manual, prácticamente no se adhería ningún residuo de adhesivo al eje de acero. Por el contrario, en el caso de los elementos de la tapa metálica/eje de acero fabricados con la corriente de aire o gas presurizado, la rotura se producía normalmente dentro del adhesivo, es decir, los residuos de adhesivo permanecían en el eje de acero una vez que la tapa metálica podía separarse del eje de acero mediante una fuerza manual. Esto demostró que la adhesión de la superficie entre el adhesivo y la superficie de acero mejoró considerablemente cuando se aplicó una corriente de aire o gas presurizado en el método de fabricación.

La Fig. 1 es una representación de una primera configuración 1 ilustrativa para el tratamiento previo de una parte superficial 110 de una primera pieza metálica 100 con pulsos de láser, preferiblemente pulsos de láser que tienen una longitud de pulso en el intervalo de nanosegundos, picosegundos o femtosegundos. La flecha indica la trayectoria 10 del haz de láser que se aplica sobre la parte superficial 110 en funcionamiento. Un sistema de escape 200 que comprende una estructura de doble campana que tiene una primera campana de aspiración 210 y una segunda campana de aspiración 220 está dispuesto para expulsar aire y/o gas y/o cualquier vapor o materia particulada de un volumen de tratamiento 190 alrededor de la primera pieza metálica 100. La primera pieza metálica 100 tiene aquí forma de eje y puede ser un eje de acero. Si bien esto no es relevante para la explicación de la figura 1, la primera pieza metálica 100 se extiende aquí desde un chasis motor interior completo destinado a ser insertado en la carcasa de un dispositivo de higiene personal después de que otra pieza, a saber, una tapa metálica, se haya pegado al eje de acero. Una sección de boquilla de presión 301 de un sistema 300 de suministro de aire o gas presurizado se proporciona fuera de la trayectoria 10 de los pulsos de láser y dirige una corriente de aire o gas presurizado (véase la Fig. 3) a través de la boquilla de presión 310 que tiene una salida 311 de aire o gas hacia la parte superficial 110 de la primera pieza metálica 100 que se está tratando con pulsos de láser en funcionamiento. Se proporciona una salida 311 de aire o gas para que la corriente de aire o gas presurizado se dirija a la parte superficial 110 que se está tratando. Hablando con más precisión, como en el ejemplo mostrado, el área superficial total a tratar con pulsos de láser se extiende perimetralmente alrededor de la primera pieza metálica 100, la corriente de aire o gas presurizado se dirige a la parte superficial 110 que se está tratando actualmente con pulsos de láser, es decir, la parte superficial 110 donde el vapor metálico y la materia particulada se expulsan al volumen de tratamiento 190. La primera pieza metálica 100 puede disponerse para que sea móvil, por ejemplo, para que pueda girar alrededor de su eje longitudinal durante el tratamiento, de modo que el láser pueda tratar entonces todas las áreas de la parte superficial total a tratar. El haz de láser también puede estar dispuesto para tener un haz de láser móvil, en el que el punto láser de la primera pieza metálica 100 puede moverse hacia arriba y hacia abajo, por lo que el punto láser puede describir una trayectoria tipo reloj de arena en la parte superficial, de modo que la rotación de la primera pieza metálica 100 se compensa y el láser se mueve a lo largo de la primera pieza metálica 100 en líneas paralelas. En lugar o además de girar, la primera pieza metálica 100 también puede moverse linealmente.

La Fig. 2 es una sección transversal cortada a través de otro ejemplo de configuración 1A para el tratamiento previo de una parte superficial 110A de una primera pieza metálica 100A con pulsos de láser. Un sistema de escape 200A que comprende una estructura de doble campana que tiene una primera campana de aspiración 210A y una segunda campana de aspiración 220A está dispuesto para expulsar aire y/o gas y/o cualquier vapor o materia particulada de un volumen de tratamiento 190A alrededor de la primera pieza metálica 100A. Un sistema 300A de suministro de aire o gas presurizado está integrado en el sistema de escape 200A, específicamente está integrado en la primera campana de aspiración 210A. Una boquilla de presión 310A que tiene una salida de aire o gas 311A está dispuesta para proporcionar una corriente de aire o gas presurizado que se dirige a la parte superficial 110A de la primera pieza metálica 100A. Se proporciona un recorte 211A en la primera campana de aspiración 210A para proporcionar un área de trayectoria libre para que un rayo láser irradie la parte superficial 110A. El sistema 300A de suministro de aire o gas presurizado (aquí solo se muestra una parte de boquilla) puede, y al menos parcialmente, ser integral con la primera campana de aspiración 210A o puede ser una parte separada que, por ejemplo, puede caber en la primera campana de aspiración 210A.

La Fig. 3 es una representación de una simulación de la aplicación de una corriente 320B de aire o gas presurizado emitida desde una boquilla 310B de presión, donde la densidad de puntos indica la velocidad de las partículas de aire o gas. La Fig. 3 representa un corte bidimensional a través del perfil de velocidad simulado de la corriente de aire o gas presurizado 320B, corriente de aire o gas presurizado 320B que incide aquí centralmente sobre una primera pieza metálica 100B simétrica en rotación, donde la primera pieza metálica 100B puede ser aquí un eje de acero que es simétrico en rotación con respecto a un eje longitudinal L. La Fig. 3 se muestra aquí como un ejemplo de una simulación que mostró resultados prometedores para la calidad de la corriente de aire y gas presurizado.

La Fig. 4 es una representación de dos gráficos 401 y 402 que indican la presión estática P_s sobre la superficie de una primera pieza metálica, tal como se muestra en la Fig. 3, donde, con referencia a la Fig. 3, la presión estática se simuló a lo largo de una línea desde la parte inferior de la parte superficial de la primera pieza metálica hasta la punta. Los gráficos 401 y 402 indican la presión estática a lo largo de la línea descrita del corte transversal mostrado en la Fig. 3. Con respecto al gráfico 401, se puede ver en la Fig. 4 que la presión estática P_s puede hacerse relativamente homogénea en una porción más grande de la parte superficial que se está tratando si una abertura de salida de una boquilla de presión es alargada u ovalada, de modo que la forma de la sección transversal de la corriente de aire o gas presurizado coincida aproximadamente con la forma y específicamente la extensión de longitud de la parte superficial que se está tratando actualmente con pulsos de láser. Esto, por un lado, sirve para dirigir la corriente de aire o gas presurizado solo contra la parte superficial tratada en lugar de dirigir la corriente de aire o gas presurizado hacia un área lateral, donde la energía se perdería sin causar ningún efecto. Esto, por otro lado, sirve para evitar la recontaminación debida al flujo de aire o gas desde áreas que experimentan una alta presión estática a áreas que experimentan una presión estática baja. El gráfico 420 se refiere a una boquilla de presión circular que se dimensionó de modo que la corriente de aire o gas presurizado no se extendiera más allá de la primera pieza metálica en una dirección perpendicular a la línea a lo largo de la cual se simuló la presión estática. Las pruebas de martilleo descritas anteriormente mostraron que la conexión adhesiva soportaba más golpes de martillo cuando la corriente de aire o gas presurizado provocaba una presión estática P_s , como se indica en el gráfico 410.

La Fig. 5A es una imagen SEM, donde SEM significa microscopio electrónico de barrido, de una superficie de una pieza metálica, específicamente de una superficie de eje de acero, que había sido tratada con un láser de femtosegundos para extirpar una capa superior, donde no se aplicó una corriente de aire o gas presurizado. Se muestra una escala que indica 500 nm. Se pueden observar diversas estructuras que se cree que están relacionadas con la recontaminación por materia particulada creada en el proceso de ablación. Como se ha descrito, se cree que dicha recontaminación, específicamente por partículas metálicas que no se adhieren fuertemente a la superficie de la pieza metálica activada, como el cromo, conduce a puntos de rotura para la conexión adhesiva con un adhesivo.

La Fig. 5B es una imagen SEM relacionada con la escala idéntica de 500 nm de la superficie de una pieza metálica similar, de nuevo procedente de un eje de acero, que había sido tratada con un láser de femtosegundos para extirpar una capa superior, donde se aplicó una corriente de aire o gas presurizado durante la aplicación de pulsos de láser. La superficie metálica muestra menos estructuras relacionadas con la recontaminación de la superficie metálica por materia particulada y material superficial vaporizado, como es visible en la Fig. 5A. Como se explicó anteriormente, la aplicación de una corriente de aire o gas presurizado provocó un efecto sorprendente por lo que parece ser una reducción de la recontaminación de la superficie metálica sometida a ablación. El efecto sobre la adherencia del pegamento condujo a las mejoras descritas anteriormente, es decir, a una conexión mucho mejor entre el adhesivo y la superficie metálica.

Se cree que el efecto de la corriente de aire o gas presurizado también estará presente para otras longitudes de pulso de láser por encima de los pulsos de láser de femtosegundos, por ejemplo, para pulsos de láser de picosegundos o nanosegundos y también para pulsos de láser de attosegundos.

La Fig. 6A es una imagen fotográfica de un eje metálico de acero que se había tratado con pulsos de láser de femtosegundos sin la aplicación de una corriente de aire o gas presurizado y que se había pegado a una tapa metálica y donde la conexión adhesiva se probó con el método de martilleo descrito anteriormente. Se puede observar que esencialmente no quedan residuos de adhesivo macroscópico en la superficie metálica. Por el contrario, la Fig. 6B muestra una imagen fotográfica de un eje de acero básicamente idéntico al mostrado en la Fig. 6A, eje de acero que también se había tratado con un láser de femtosegundos mientras se aplicaba simultáneamente una corriente de aire o gas presurizado tal como se propone en el presente documento. Se pegó el eje de acero a una tapa metálica y, a continuación, se probó la conexión adhesiva con el método de martilleo. Quedaron muchos residuos de adhesivo en el eje de acero. Se cree que esto último es una prueba de que la presencia de puntos de rotura en la superficie del eje de acero debido a la recontaminación se redujo de manera efectiva y que el método de martilleo destruyó el adhesivo, pero no provocó un aflojamiento de la conexión adhesiva entre el adhesivo y la superficie metálica.

La Fig. 7 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de sección de boquilla 301C de un sistema de suministro de aire o gas presurizado. La dirección de visión es aproximadamente desde un punto central de la parte superficial que se está tratando en la primera pieza metálica en una configuración de pretratamiento, tal como se muestra a modo de ejemplo en las Figs. 1 y 2. La sección de boquilla 301C comprende una boquilla de presión 310C que tiene una salida 311C de aire o gas alargada. También se puede observar que la boquilla de presión 310C está conectada con un

orificio de suministro esencialmente circular 312C y que la boquilla de presión 311C proporciona una transición desde esta sección transversal circular a la sección transversal alargada de la parte delantera de la boquilla de presión 310C, donde la sección transversal se ensancha en una dirección longitudinal y se estrecha un poco en una dirección de la anchura. La forma de la sección transversal de la parte frontal de la boquilla de presión 310C puede describirse aquí como en forma de rombo (es decir, un rectángulo con dos semicírculos en los extremos pequeños del rectángulo). La salida 311C de aire o gas está conformada de manera que la corriente de aire o gas presurizado cubra toda la longitud de la parte superficial a tratar mediante pulsos de láser.

La Fig. 8A es una representación de un ejemplo de dispositivo 50 de higiene personal realizado como un cepillo de dientes eléctrico que tiene una parte de mango 51 y un cabezal de tratamiento 52, realizado aquí como un cabezal de cepillo reemplazable. El cabezal de tratamiento 52 comprende, en el ejemplo mostrado, un cabezal funcional 53 que puede accionarse en un movimiento de oscilación-rotación con respecto a una carcasa del cabezal de tratamiento 52.

La Fig. 8B es una ampliación de una parte del dispositivo 50 de higiene personal mostrado en la Fig. 8A, donde la parte ampliada se muestra en un estado abierto parcialmente cortado de modo que se puede ver un acoplamiento entre un eje de transmisión 510 de la parte de mango 51 con un transmisor de movimiento 520 del cabezal de tratamiento 52. El eje de transmisión 510 está en funcionamiento accionado en un movimiento alternativo lineal V, movimiento alternativo lineal V que se transfiere a través del transmisor de movimiento 520 al cabezal funcional 53 del cabezal de tratamiento 52, donde el movimiento alternativo lineal se transfiere a una rotación oscilante del cabezal funcional 53. El eje de transmisión 510 puede ser un eje de acero que se haya pegado a una tapa metálica 511. Según la presente descripción, al menos una parte de la superficie exterior del eje de acero se trató con pulsos de láser bajo la aplicación simultánea de una corriente de aire o gas presurizado. Al menos una parte de la superficie interior de la tapa metálica también puede haber sido tratada con pulsos de láser, aunque esto no es obligatorio. Específicamente para el ejemplo mostrado, está dispuesto un imán permanente 512 en la tapa metálica 511 y un adhesivo 513 llena el hueco interior de la tapa metálica 511. El imán permanente 512 se acopla, por ejemplo, con un elemento de acero 521 magnetizable que está dispuesto en el extremo opuesto del transmisor de movimiento 520. La conexión adhesiva creada por el método de pegado descrito conecta de forma duradera el eje de acero 510 y la tapa metálica 511 incluso bajo la carga periódica que actúa sobre la tapa metálica debido al movimiento alternativo lineal V y también bajo un entorno agresivo formado por pasta de dientes y saliva. Se entiende que el ejemplo mostrado en las Figs. 8A y 7B no limita el alcance de la presente descripción.

No debe entenderse que las dimensiones y los valores descritos en el presente documento estén estrictamente limitados a los valores numéricos exactos mencionados. En vez de eso, a menos que se especifique lo contrario, se pretende que cada una de tales dimensiones signifique tanto el valor mencionado como un intervalo funcionalmente equivalente en torno a ese valor. Por ejemplo, se pretende que una dimensión descrita como “40 mm” signifique “aproximadamente 40 mm”.

REIVINDICACIONES

1. Un método para pegar una primera pieza metálica a otra pieza, que comprende las etapas de:
 - 5 -proporcionar una primera pieza metálica, tal como un eje de acero, y otra pieza, tal como una segunda pieza metálica;
 -tratar una parte superficial de la primera pieza metálica destinada a pegarse a la otra pieza con pulsos de láser de modo que se retire una capa superficial de la primera pieza metálica a través de la parte superficial, preferiblemente mediante ablación;
10 -mientras se aplican pulsos de láser a la parte superficial de la primera parte metálica, también aplicar una corriente de aire o gas presurizado a la parte superficial;
 -aplicar un adhesivo a al menos la parte superficial de la primera pieza metálica y/o a una superficie de la otra pieza; y
 -pegar la primera pieza metálica y la otra pieza juntas.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, en donde la corriente de aire o gas presurizado tiene una velocidad en la parte superficial en un intervalo de entre 80 m/s y 400 m/s.
- 20 3. El método según las reivindicaciones 1 o 2, en donde el volumen de flujo de aire o gas de la corriente de aire o gas presurizado está en un intervalo de entre 50 l/min y 400 l/min.
- 25 4. El método según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el ángulo entre una línea central de la corriente de aire o gas presurizado y una línea central del pulso de láser está en un intervalo de entre 10 grados y 35 grados.
- 30 5. El método según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la presión estática de la corriente de aire o gas presurizado sobre al menos el 50 % de la parte superficial no se desvía de un valor de presión estática promedio en al menos el 50 % de la parte superficial en más de aproximadamente $\pm 20\%$.
- 35 6. El método según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la corriente de aire o gas presurizado se proporciona mediante una boquilla de presión que tiene una salida de aire o gas que tiene una distancia a la parte superficial en el intervalo de entre 4 mm y 20 mm, preferiblemente en un intervalo de entre 8 mm y 16 mm, donde la distancia se mide entre un punto central de la salida de aire o gas y un punto central de la parte superficial.
- 40 7. El método según la reivindicación 6, en donde la boquilla de presión tiene una forma tal que la forma de la sección transversal de la corriente de aire o gas presurizado que incide en la parte superficial de la primera pieza metálica sigue aproximadamente la forma de la parte superficial.
- 45 8. El método según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en donde la velocidad de la corriente de aire o gas presurizado en la salida de aire o gas de la boquilla de presión está en un intervalo de entre 100 m/s y 700 m/s.
- 50 9. El método según una de las reivindicaciones 6 a 8, en donde la corriente de aire o gas presurizado se suministra desde un depósito de aire o gas comprimido o desde un compresor de aire o gas donde el aire o el gas se comprime en el intervalo de entre 1 bar y 6 bares, preferiblemente en el intervalo de 2 bares a 5 bares.
- 55 10. El método según una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende la etapa de extraer aire y/o gas de un volumen de tratamiento con una velocidad de escape de entre 500 l/min y 3000 l/min.
- 60 11. El método según una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende la etapa de hacer girar la primera pieza metálica alrededor de un eje de extensión longitudinal y en donde la parte superficial total destinada a ser pegada a la otra parte se extiende perimetralmente alrededor de la primera pieza metálica.
- 65 12. El método según una de las reivindicaciones 1 a 11, en donde los pulsos de láser tienen una longitud de pulso en el intervalo de nanosegundos a femtosegundos.
13. Un método para fabricar un dispositivo de higiene personal que comprende la etapa de pegar un eje de acero en una tapa metálica, comprendiendo el método las etapas de:
 - proporcionar el eje de acero y la tapa metálica dimensionados para recibir al menos una región de punta del eje de acero;
 - tratar una parte superficial del eje de acero destinada a pegarse a la tapa metálica con pulsos de láser de modo que se retire una capa superficial del eje de acero a través de la parte superficial, preferiblemente mediante ablación;

-mientras se trata la parte superficial del eje de acero con los pulsos de láser, aplicar también una corriente de aire o gas presurizado a la parte superficial;
-tratar al menos una parte de una superficie interior de la tapa metálica destinada a pegarse a la parte superficial respectiva del eje de acero con pulsos de láser;
-aplicar un adhesivo a la parte superficial del eje de acero y/o a la parte superficial interior de la tapa metálica; y
-colocar la tapa metálica en el eje de acero y curar el adhesivo.

14. El método según la reivindicación 13, en donde la corriente de aire o gas presurizado tiene una velocidad en la parte superficial en un intervalo de entre 80 m/s y 400 m/s.

15. El método según la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en donde la boquilla de presión que suministra la corriente de aire o gas presurizado tiene una forma tal que la forma de la sección transversal de la corriente de aire o gas presurizado que incide en la parte superficial de la primera pieza metálica sigue aproximadamente la forma de la parte superficial.

Figura 1

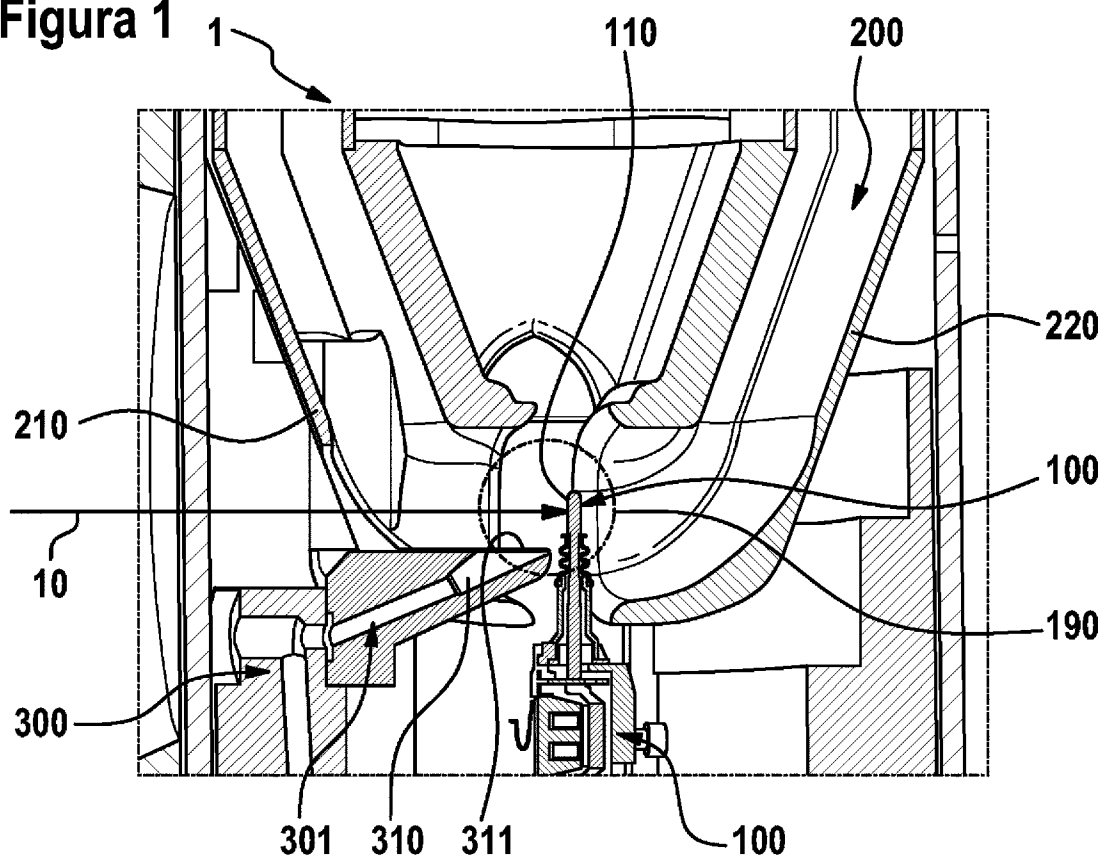


Figura 2

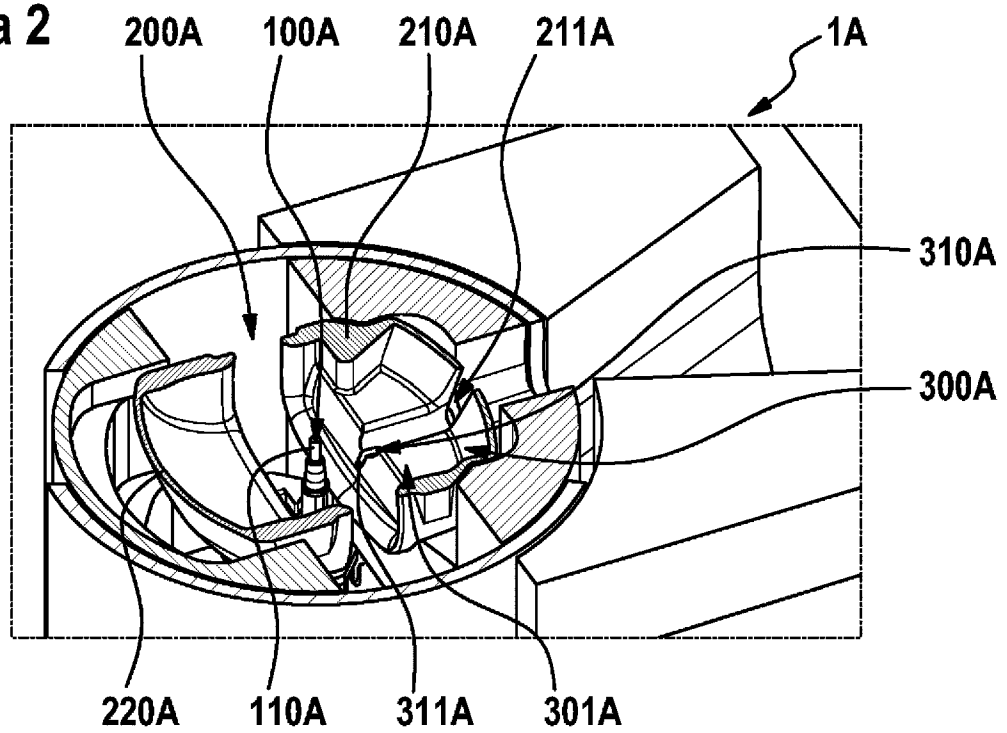


Figura 3

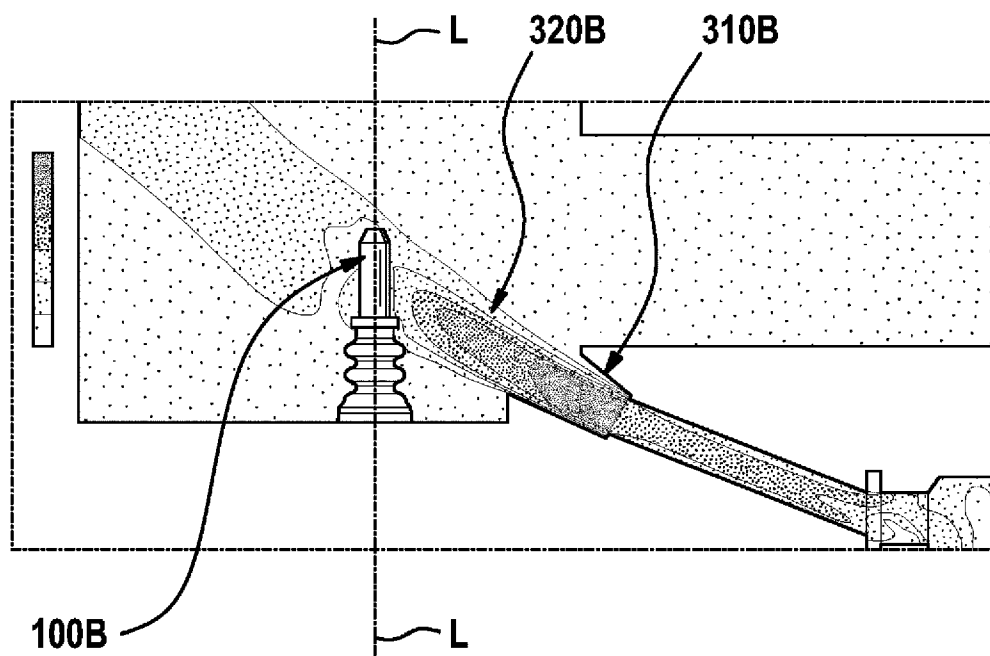


Figura 4

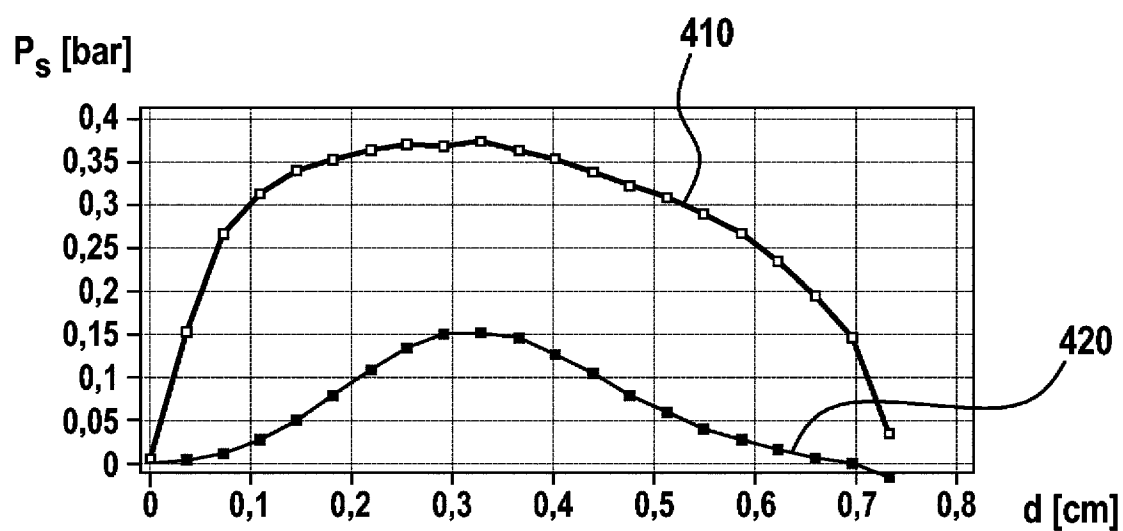


Figura 5A

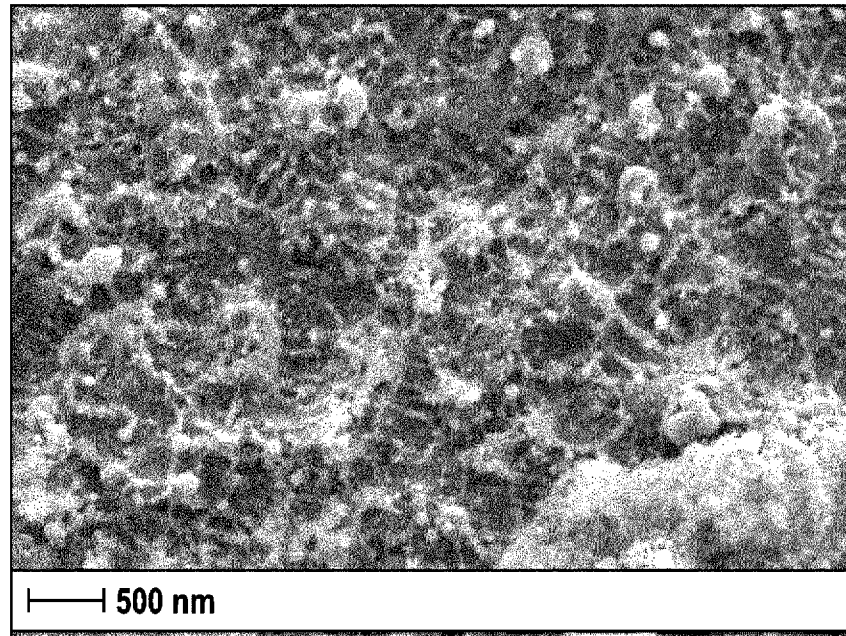


Figura 5B

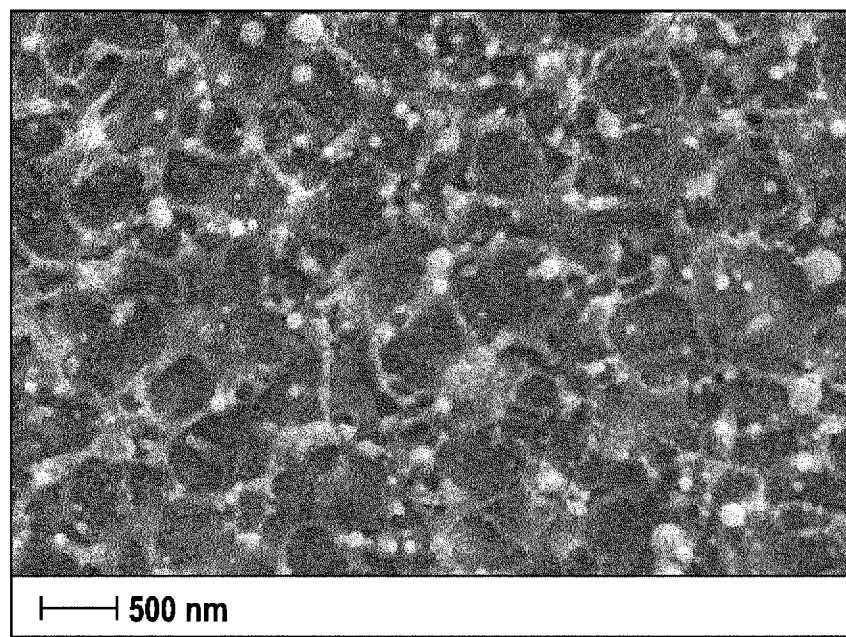


Figura 6A

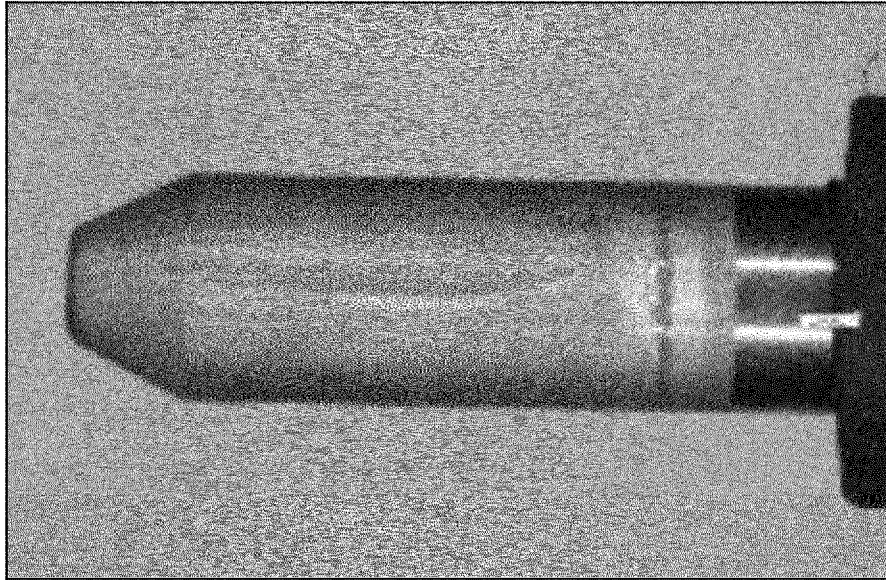


Figura 6B

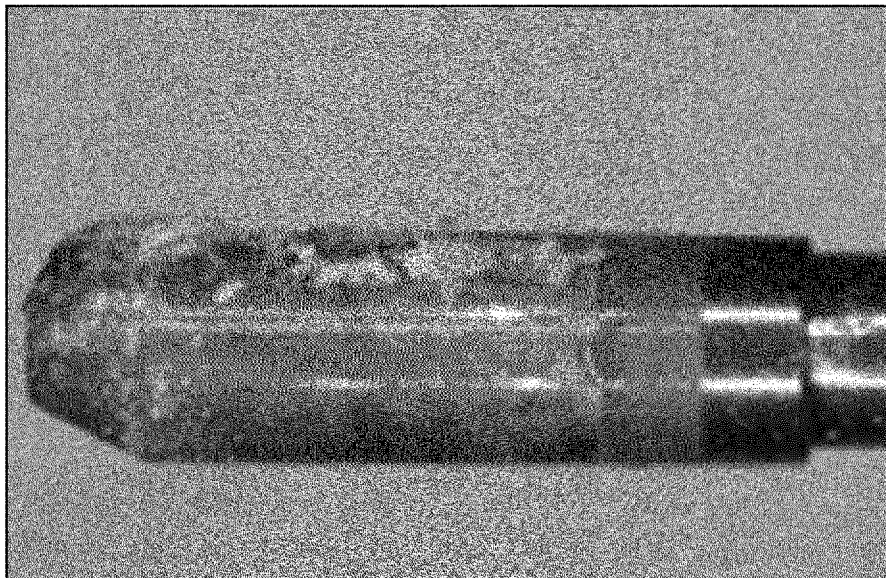


Figura 7

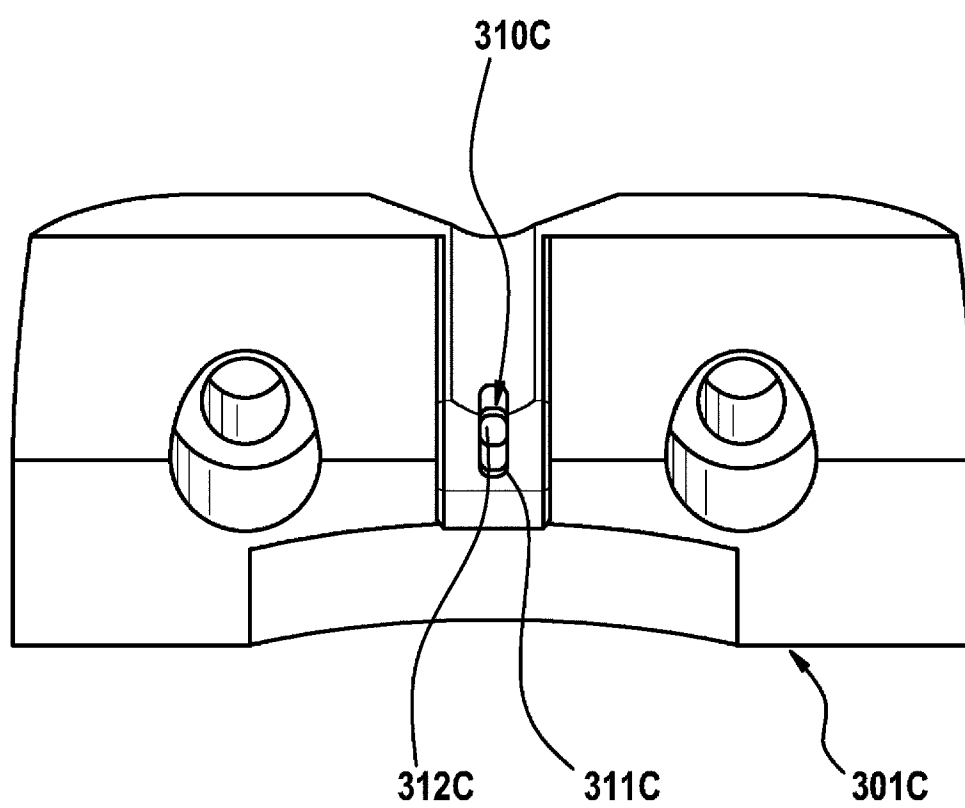


Figura 8A

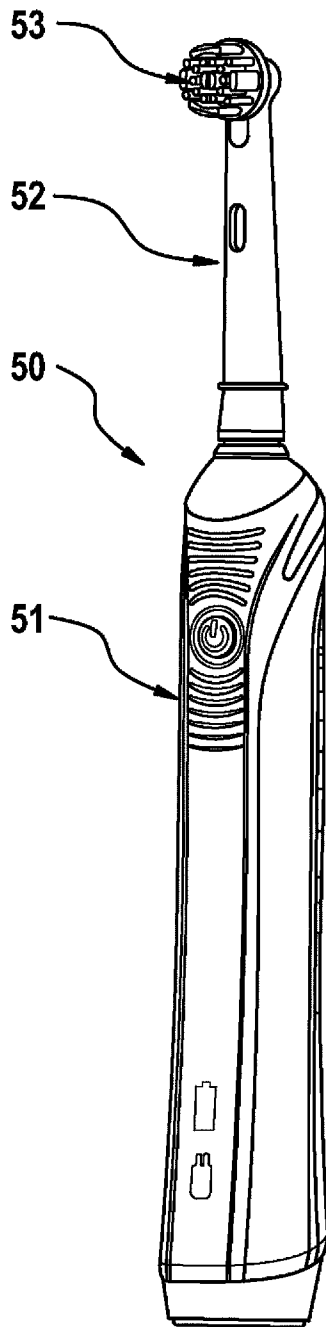


Figura 8B

