

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 836**

51 Int. Cl.:

B24D 18/00 (2006.01)

B24D 3/28 (2006.01)

B24D 3/34 (2006.01)

B24D 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.02.2017** **PCT/EP2017/053281**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.08.2018** **WO18149483**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2017** **E 17705119 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023** **EP 3397429**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una herramienta abrasiva**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2024

73 Titular/es:

AUGUST RÜGGERBERG GMBH & CO. KG (100.0%)
Hauptstrasse 13
51709 Marienheide, DE

72 Inventor/es:

MOHN, THOMAS;
STUCKENHOLZ, BERND y
SCHMITZ, ACHIM

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 959 836 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 la fabricación de una herramienta abrasiva

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una herramienta abrasiva y a una herramienta abrasiva.

Las herramientas abrasivas manuales para el tratamiento de superficies se fabrican utilizando agentes abrasivos aglutinados o agentes abrasivos sobre una base. Por el documento WO 2009/138 114 A1 (se corresponde con el documento US 2011/0065369 A1) se conoce, por ejemplo, una muela abrasiva que comprende granos abrasivos unidos con resina sintética, es decir, un agente abrasivo aglutinado. Por el contrario, por el documento EP 2 130 646 A1 (se corresponde con el documento US 2009/0305619 A1) se conoce un disco abrasivo de láminas que comprende una placa de soporte equipada con láminas abrasivas. Las láminas abrasivas están fabricadas con agentes abrasivos sobre una base y comprenden granos abrasivos unidos a un soporte por medio de un aglutinante. Los agentes abrasivos sobre una base presentan distintas ventajas en comparación con los agentes abrasivos aglutinados cuando se utilizan con herramientas abrasivas manuales, por ejemplo, un mayor rendimiento de mecanizado, así como una vida útil más larga y, por tanto, menores costes de personal asociados, un menor esfuerzo durante la abrasión y una menor carga acústica y vibratoria.

20 En el disco abrasivo de láminas conocido por el documento EP 2 130 646 A1, las láminas abrasivas están curvadas en cada caso alrededor de un borde perimetral exterior de la placa de soporte, de tal modo que las láminas abrasivas configuran en cada caso una capa de granos abrasivos conformada tridimensionalmente. De esta manera, el disco abrasivo de láminas presenta un alto rendimiento de mecanizado en una gran variedad de aplicaciones de rectificado. La desventaja es que la fabricación del disco abrasivo de láminas es laboriosa y solo se puedan fabricar capas de granos abrasivos conformadas tridimensionalmente de manera limitada, ya que al doblar las láminas abrasivas existe el riesgo de dañar la respectiva capa de granos abrasivos.

30 Por el documento WO 95/22434 A1 se conoce un procedimiento para fabricar un agente abrasivo sobre una base. Para fabricar el agente abrasivo se dispone un producto semielaborado sobre un cuerpo de rodillo. El producto semielaborado está configurado como estera de fibra. La estera de fibra está recubierta electrostáticamente con partículas abrasivas. A continuación, se retira el cuerpo de rodillo, creando bandas abrasivas flexibles.

35 Por el documento WO 2012/112 322 A2 se conoce un procedimiento para fabricar un agente abrasivo sobre una base. Primero una base es provista de un agente aglutinante y, a continuación, se coloca en un campo electrostático y se recubre electrostáticamente con partículas abrasivas. La base está configurada, por ejemplo, como banda o disco.

40 Por el documento WO 2014/206 967 A1 se conoce un procedimiento para la fabricación de un agente abrasivo sobre una base, en el que los granos abrasivos se disponen sobre la base mediante un proceso de dispersión electrostática. Por el documento EP 2 578 180 A1 se conoce una herramienta dental con un cuerpo base sobre el que se aplica una capa de soporte mediante un procedimiento galvánico. Mediante este procedimiento galvánico se aplica al mismo tiempo que la capa de soporte un recubrimiento con partículas abrasivas.

45 Por el documento WO 2015/050781 A1 se conoce un artículo de rectificado aglutinado. El artículo abrasivo aglutinado presenta una superficie exterior y una superficie interior a las que se han aplicado electrostáticamente partículas abrasivas. En este sentido, el artículo abrasivo se ha desplazado en un campo electrostático entre dos electrodos para alinear los granos abrasivos adheridos a un aglutinante con respecto a la superficie adherente.

50 Por el documento GB 559 356 A se conoce un procedimiento para fabricar una herramienta abrasiva en forma de muela abrasiva. Un cuerpo base de herramienta metálico está provisto de una capa de soldadura. El cuerpo base de herramienta está montado de forma que puede girar alrededor de un eje de rotación y es accionado en rotación mediante un accionamiento de correa. Con un equipo de dosificación se dosifican granos abrasivos sobre una cinta transportadora y se transportan hacia el cuerpo base de herramienta. Un rodillo de desviación de la cinta transportadora está conectado a través de un cable de conexión con una fuente de tensión, de modo que el rodillo de desviación configura un primer electrodo. Para licuar la capa de soldadura están previstos quemadores de gas. El cuerpo base de herramienta está conectado a través de otro cable de conexión con la fuente de tensión y configura un segundo electrodo. Debido a un campo electrostático entre los electrodos, los granos abrasivos se mueven hacia la capa de soldadura y se adhieren a ella.

60 La invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento que permita fabricar de forma sencilla, flexible y económica una herramienta abrasiva con una capa de granos abrasivos de cualquier forma y un alto rendimiento de mecanizado.

65 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Al aplicar el aglutinante al cuerpo base de herramienta, se genera una superficie adherente con forma tridimensional dependiendo de la forma del cuerpo base de herramienta o de una superficie del cuerpo base de herramienta. Debido a que el cuerpo base de herramienta con la superficie adherente está situado en un campo electrostático en el que se

introducen granos abrasivos, el cuerpo base de herramienta se recubre directamente con los granos abrasivos. Los granos abrasivos introducidos en el campo electrostático se mueven a lo largo de las líneas de campo en la dirección de la superficie adherente y se adhieren al cuerpo base de herramienta al entrar en contacto con la superficie adherente o el aglutinante, de modo que los granos abrasivos forman una capa de granos abrasivos formada tridimensionalmente de manera correspondiente a la superficie adherente. Los electrodos están configurados de un material eléctricamente conductor para formar el campo electrostático. Puesto que los granos abrasivos se aplican directamente sobre el cuerpo base de herramienta y el cuerpo base de herramienta forma así la base, la herramienta abrasiva se puede fabricar -en comparación con el uso de agentes abrasivos sobre una base- de manera más sencilla, más flexible y más económica. La capa de granos abrasivos se puede fabricar de manera flexible con una capa de granos abrasivos de cualquier forma tridimensional proporcionando un cuerpo base de herramienta deseado y aplicando el aglutinante. Dado que los granos abrasivos se mueven a lo largo de las líneas de campo, se pueden aplicar al cuerpo base de herramienta o a la superficie adherente de la manera deseada en función del curso de las líneas de campo y del posicionamiento del cuerpo base de herramienta, de modo que se consigue un alto rendimiento de mecanizado y se garantiza una larga vida útil de la herramienta abrasiva. Los granos abrasivos pueden moverse en el campo electrostático con la gravedad o en contra de la gravedad hacia la superficie adherente.

El movimiento del cuerpo base de herramienta con respecto a al menos uno de los electrodos garantiza una aplicación fiable y uniforme de los granos abrasivos sobre la superficie adherente y, por tanto, una capa de granos abrasivos homogénea. En particular, el movimiento modifica una distancia, una posición y/o una alineación del cuerpo base de herramienta con respecto a al menos uno de los electrodos. En particular, el movimiento se produce al menos parcialmente mientras los granos abrasivos se mueven hacia la superficie adherente y se adhieren a ella. El cuerpo base de herramienta se mueve, por ejemplo, mediante un equipo de manipulación manual.

Las líneas de campo del campo electrostático salen o entran perpendicularmente a las superficies de los electrodos, de modo que el recorrido de las líneas de campo se puede ajustar mediante la forma de la superficie, la posición y/o la alineación de los electrodos. Posicionando apropiadamente la superficie adherente con respecto a las líneas de campo, los granos abrasivos se aplican a la superficie adherente con la orientación deseada. Gracias a la alineación, la herramienta abrasiva tiene un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil.

El cuerpo base de herramienta está construido de una o más capas. El cuerpo base de herramienta comprende al menos un material del siguiente grupo: fibras vulcanizadas, poliéster, fibras de vidrio, fibras de carbono, algodón, plástico y metal. El cuerpo base de herramienta es rígido al menos por zonas y, dado el caso, flexible por zonas. El cuerpo base de herramienta puede presentar un cubo o un eje para sujetar y accionar giratoriamente la herramienta abrasiva.

El agente aglutinante es al menos un material del grupo compuesto por termoestables, elastómeros, termoplásticos y resinas sintéticas. Preferentemente, el agente aglutinante es un termoestable, en particular, una resina fenólica o una resina epoxi. La resina fenólica es, por ejemplo, un resol o una novolaca. El agente aglutinante se puede aplicar al cuerpo base de herramienta de cualquier forma.

Los granos abrasivos presentan una forma geoméricamente determinada y/o geoméricamente indeterminada. Los granos abrasivos comprenden al menos un material seleccionado del siguiente grupo: cerámica, corindón, en particular corindón de circonio, diamante, nitruro de boro cristalino cúbico (CBN), carburo de silicio y carburo de wolframio.

Los granos abrasivos se pueden aplicar en una o más capas, de modo que sobre el cuerpo base de herramienta se forme al menos una capa de granos abrasivos con forma tridimensional. Cuando se forman varias capas de granos abrasivos, se aplica un agente aglutinante sobre la capa de granos abrasivos subyacente en cada caso, y la siguiente capa de granos abrasivos se aplica de la manera ya descrita usando el campo electrostático. El agente aglutinante forma así una unión básica entre el cuerpo base de herramienta y la capa de granos abrasivos aplicada sobre el mismo y una unión intermedia entre dos capas de granos abrasivos.

La superficie adherente o la capa de granos abrasivos está conformada de cualquier forma tridimensional, por ejemplo, curvada y/o en varios planos alineados entre sí, por ejemplo, en planos que discurren oblicuamente entre sí. Una configuración curva permite, por ejemplo, una soldadura en ángulo y/o una mecanización de bordes. A través de planos que discurren en ángulo entre sí, la capa de granos abrasivos forma un chafán que permite el desbaste o el mecanizado de superficies.

Preferentemente, un eje longitudinal central del cuerpo base de herramienta está alineado en diferentes direcciones con respecto al primer electrodo para formar la capa de granos abrasivos con forma tridimensional. Esto garantiza una fabricación sencilla, flexible y económica. Debido a que el eje longitudinal central del cuerpo base de herramienta está orientado en diferentes direcciones, se pueden fabricar capas de granos abrasivos de formas complejas.

Preferentemente, el cuerpo base de herramienta gira alrededor de un eje longitudinal central para formar la capa de granos abrasivos con forma tridimensional. Esto garantiza una fabricación sencilla, flexible y económica. Al rotar el cuerpo base de herramienta alrededor del eje longitudinal central, los granos abrasivos se pueden aplicar de forma rápida y uniforme. La rotación se produce en particular durante la aplicación de los granos abrasivos. Preferentemente,

se puede ajustar una velocidad de rotación de modo que los granos abrasivos se puedan aplicar de una manera sencilla y flexible. La velocidad de rotación se ajusta, por ejemplo, en función del tamaño y/o de la masa de los granos abrasivos que se han de aplicar y/o del espesor deseado de la capa de granos abrasivos.

- 5 Los granos abrasivos se transportan al campo electrostático, en particular mediante un equipo transportador. Esto garantiza una fabricación sencilla, flexible y económica. Por medio del equipo transportador, los granos abrasivos son transportados automáticamente al campo electrostático y desde allí, debido al campo electrostático, son desplazados a la superficie adherente. El equipo transportador puede funcionar, por ejemplo, de forma continua o por ciclos. El equipo transportador se acciona preferentemente en función del movimiento del cuerpo base de herramienta. Por
10 ejemplo, el equipo transportador está sincronizado con el movimiento del cuerpo base de herramienta. La velocidad de transporte del equipo transportador es en particular ajustable.

- El equipo transportador comprende preferentemente una cinta transportadora. La cinta transportadora permite configurar de forma sencilla un equipo transportador sin fin. La cinta transportadora está guiada, por ejemplo, alrededor de al menos dos rodillos de desviación y permite así, por ejemplo, el funcionamiento continuo del equipo transportador. La cinta transportadora está diseñada en particular para ser aislante eléctricamente.

- El primer electrodo está dispuesto preferentemente por debajo de una zona de transporte del equipo transportador. El hecho de que el primer electrodo esté dispuesto en la dirección de la gravedad por debajo de la zona de transporte permite introducir fácilmente los granos abrasivos en el campo electrostático. La zona de transporte está formada, por ejemplo, por la superficie de una cinta transportadora. El primer electrodo está dispuesto para ser estacionario o móvil. El primer electrodo tiene en particular forma de placa. Preferentemente, el electrodo en forma de placa discurre esencialmente paralelo a la cinta transportadora.

- 25 Los granos abrasivos se alimentan en particular mediante un equipo de dosificación. Esto garantiza una fabricación sencilla, flexible y económica. El al menos un equipo de dosificación alimenta los granos abrasivos directamente al campo electrostático y/o al equipo transportador. El al menos un equipo de dosificación dosifica y distribuye los granos abrasivos que se han de aplicar. Preferentemente, el al menos un equipo de dosificación está dispuesto delante de un equipo transportador y alimenta los granos abrasivos al equipo transportador. En particular, mediante el al menos un equipo de dosificación se alimenta una mezcla de granos abrasivos. En la mezcla de granos, los granos abrasivos pueden variar en tamaño, forma y/o material. La mezcla de granos se puede mezclar, por ejemplo, antes de introducirla en el equipo de dosificación, de modo que los granos abrasivos se puedan alimentar exactamente con un equipo de dosificación. Además, pueden estar previstos varios equipos de dosificación que contengan en cada caso exactamente un tipo de grano abrasivo, de modo que la mezcla de granos se mezcle de forma flexible mediante los equipos de dosificación durante la alimentación. El al menos un equipo de dosificación sirve para dosificar, distribuir y/u orientar los granos abrasivos.

- El agente aglutinante aplicado es preferentemente conductor de electricidad. Esto garantiza una fabricación sencilla, flexible y económica. El agente aglutinante eléctricamente conductor simplifica la aplicación de los granos abrasivos, ya que se evita, por ejemplo, la formación de un campo de bloqueo y coopera de forma especialmente ventajosa con el cuerpo base de herramienta cuando este forma el segundo electrodo.

- La superficie adherente está curvada para formar la capa de granos abrasivos curvada y con forma tridimensional. La superficie adherente curvada o la capa de granos abrasivos curvada permite en particular la fabricación de herramientas abrasivas para el mecanizado de soldaduras en ángulo y/o el mecanizado de bordes. La superficie adherente o la capa de granos abrasivos está curvada en particular de forma cóncava y/o convexa. La dirección de curvatura se define, por ejemplo, con respecto a un eje longitudinal central del cuerpo base de herramienta y/o a un lado de sujeción de la herramienta abrasiva orientado hacia el accionamiento de la herramienta. La superficie adherente o la capa de granos abrasivos es, por ejemplo, cilíndrica o esférica.

- Debido a que el segundo electrodo está diseñado independientemente del cuerpo base de herramienta, el segundo electrodo se puede utilizar para fabricar una pluralidad de herramientas abrasivas. Con el segundo electrodo independiente se pueden recubrir con granos abrasivos cuerpos básicos de herramienta de cualquier material, en particular de materiales eléctricamente no conductores.

- El hecho de que el segundo electrodo esté conformado al menos por zonas correspondientemente al cuerpo base de herramienta garantiza una fabricación sencilla y flexible con un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil. Debido a que el segundo electrodo está conformado al menos por zonas correspondientemente al cuerpo base de herramienta, la superficie del segundo electrodo y la superficie adherente discurren esencialmente paralelas entre sí, de modo que las líneas de campo están alineadas esencialmente en perpendicular a la superficie adherente. De este modo, los granos abrasivos se alinean de la manera deseada cuando se adhieren a la superficie adherente, lo que permite un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil. El segundo electrodo está formado, por ejemplo, completamente en correspondencia con el cuerpo base de herramienta y dispuesto sobre toda la superficie del cuerpo base de herramienta. Además, el segundo electrodo está conformado, por ejemplo, en una zona parcial correspondientemente al cuerpo base de herramienta y se mueve con relación al cuerpo base de herramienta durante la aplicación de los granos abrasivos, recorriendo el segundo electrodo en particular la superficie adherente

esencialmente por completo durante el movimiento.

Un procedimiento según la reivindicación 2 garantiza una fabricación sencilla, flexible y económica. Ajustando la tensión eléctrica se adapta el campo electrostático a los granos abrasivos que se van a alimentar.

5 En un ejemplo de realización no de acuerdo con la invención, el cuerpo base de herramienta forma el segundo electrodo. Esto garantiza una fabricación sencilla y flexible con un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil. Dado que el propio cuerpo base de herramienta forma el segundo electrodo, el segundo electrodo se adapta de forma óptima al cuerpo base de herramienta. Las líneas de campo entran o salen del cuerpo base de herramienta perpendicularmente a la superficie adherente, de modo que los granos abrasivos se pueden aplicar de manera sencilla a superficies adherentes con formas tridimensionales complejas. El cuerpo base de herramienta es conductor de electricidad al menos por secciones o capas. Puesto que el cuerpo base de herramienta forma el segundo electrodo, también se pueden fabricar capas de granos abrasivos que forman una destalonamiento con el cuerpo base de herramienta. Expresado en otras palabras, esto quiere decir que el cuerpo base de herramienta o el segundo electrodo permanece en la herramienta abrasiva y no es necesario desmoldarlo.

20 En un ejemplo de realización no de acuerdo con la invención, sobre el cuerpo base de herramienta está formada al menos una capa eléctricamente conductora. Esto garantiza una fabricación sencilla y flexible con un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil. Puesto que el cuerpo base de herramienta forma al menos una capa eléctricamente conductora, él mismo forma el segundo electrodo. La capa eléctricamente conductora está dispuesta en particular sobre una superficie de cuerpo base, por ejemplo, en la parte delantera y/o posterior del cuerpo base de herramienta y/o en el lado interiormente. El cuerpo base de herramienta está fabricado, por ejemplo, íntegramente de un material eléctricamente conductor.

25 En un ejemplo de realización no de acuerdo con la invención, el cuerpo base de herramienta está formado al menos parcialmente por un material eléctricamente conductor. Esto garantiza una fabricación sencilla y flexible con un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil. Gracias al material eléctricamente conductor, el propio cuerpo base de herramienta forma el segundo electrodo.

30 Un procedimiento según la reivindicación 3 garantiza una fabricación sencilla y flexible con un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil. Debido a que el segundo electrodo descansa contra el cuerpo base de herramienta, la superficie del segundo electrodo discurre esencialmente en paralelo y/o próxima a la superficie adherente, de modo que los granos abrasivos se aplican a la superficie adherente con la orientación deseada. Esto permite un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil.

35 La herramienta abrasiva fabricada por medio del procedimiento de acuerdo con la invención comprende un cuerpo base de herramienta, que es al menos rígido por zonas, y granos abrasivos, aplicándose los granos abrasivos directamente al cuerpo base de herramienta y formando el cuerpo base de herramienta una base, fijándose los granos abrasivos al cuerpo base de herramienta mediante un agente aglutinante y formando una capa de granos abrasivos, estando conformada y curvada la capa de granos abrasivos tridimensionalmente, estando alineados los granos abrasivos al menos parcialmente con el cuerpo base de herramienta, siendo recubierto al menos un material eléctricamente no conductor del cuerpo base de herramienta con los granos abrasivos. La capa de granos abrasivos está conformada de cualquier forma tridimensional, por ejemplo, curvada y/o en varios planos alineados entre sí, por ejemplo, en planos que discurren oblicuamente entre sí. Una configuración curva permite, por ejemplo, una soldadura en ángulo y/o una mecanización de bordes. A través de planos que discurren en ángulo entre sí, la capa de granos abrasivos forma un chaffán que permite el desbaste o el mecanizado de superficies.

50 Debido a que los granos abrasivos están alineados con el cuerpo base de herramienta, es decir, en la capa de granos abrasivos con forma tridimensional, la herramienta abrasiva presenta un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil en una amplia variedad de aplicaciones.

Preferentemente, los granos abrasivos tienen en cada caso una dimensión D y, para al menos el 80 %, en particular el 90 %, y en particular al menos el 95 % de los granos abrasivos, se cumple lo siguiente: $1 \mu\text{m} \leq D \leq 5000 \mu\text{m}$, en particular $10 \mu\text{m} \leq D \leq 2500 \mu\text{m}$, y en particular $100 \mu\text{m} \leq D \leq 1000 \mu\text{m}$. La herramienta abrasiva garantiza una fabricación sencilla y un uso flexible. El tamaño de los granos abrasivos ajusta de la forma deseada las propiedades abrasivas de la herramienta abrasiva. Mediante una mezcla de granos abrasivos más grandes o de grano grueso y granos abrasivos más pequeños o de grano fino es posible en particular un ajuste específico de los espacios de viruta y, por tanto, una influencia positiva en el rendimiento de mecanizado y en la capa abrasiva o en la capa de granos abrasivos. Los granos abrasivos de grano fino tienen una dimensión máxima D_1 , mientras que los granos abrasivos de grano grueso tienen una dimensión máxima D_2 . Se cumple lo siguiente: $D_1 \leq D_2$.

65 Preferentemente, los granos abrasivos tienen en cada caso una dimensión D_i y, para al menos el 80 %, en particular al menos el 90 %, y en particular al menos el 95 % de los granos abrasivos, se cumple lo siguiente: $1 \mu\text{m} \leq D_1 \leq 5000 \mu\text{m}$, en particular $5 \mu\text{m} \leq D_1 \leq 500 \mu\text{m}$, y en particular $10 \mu\text{m} \leq D_1 \leq 250 \mu\text{m}$. La herramienta abrasiva garantiza una fabricación sencilla y un uso flexible. Los granos abrasivos son de grano fino. Los granos abrasivos de grano fino sirven como granos de relleno, en particular en combinación con granos abrasivos de grano grueso. Los granos

abrasivos de grano fino se aplican antes, al mismo tiempo y/o después que los granos abrasivos de grano grueso.

Los granos abrasivos de grano fino se aplican de forma electrostática y/o mecánica. Los granos abrasivos de grano grueso tienen en cada caso una dimensión máxima D_2 . En particular se cumple: $D_1 \leq D_2$.

5 Preferentemente, los granos abrasivos tienen en cada caso una dimensión máxima D_2 y, para al menos el 80 %, en particular el 90 %, y en particular al menos el 95 % de los granos abrasivos, se cumple lo siguiente: $1 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 5000 \mu\text{m}$, en particular $150 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 3000 \mu\text{m}$, y en particular $250 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 1500 \mu\text{m}$. La herramienta abrasiva garantiza una fabricación sencilla y un uso flexible. Los granos abrasivos de grano grueso se aplican en particular en combinación con granos abrasivos de grano fino. Los granos abrasivos de grano grueso constituyen granos principales y los granos abrasivos de grano fino son granos de relleno. Los granos de relleno se componen, por ejemplo, de corindón normal. Los granos abrasivos de grano grueso se componen, por ejemplo, de cerámica. Los granos abrasivos de grano fino tienen en cada caso una dimensión máxima, en particular se cumple lo siguiente: $D_1 \leq D_2$.

15 La capa de granos abrasivos curvada, en particular cóncava y/o convexa, hace posible de manera flexible el mecanizado de soldaduras en ángulo y/o el mecanizado de cantos.

20 Preferentemente, se aplica un agente aglutinante de cobertura sobre la capa de granos abrasivos, aplicándose en particular una capa de cobertura sobre el aglutinante de cobertura. Después de aplicar la capa de granos abrasivos, la herramienta abrasiva o el agente aglutinante (aglutinante base) se cura en un horno de la forma habitual. Para formar al menos un aglutinante de cobertura y, dado el caso, una capa de cobertura adicional, se aplica un agente aglutinante sobre la capa de granos abrasivos. El aglutinante de cobertura o capa de cobertura mejora el rendimiento de mecanizado y la vida útil.

25 El agente aglutinante está configurado, por ejemplo, correspondientemente al agente aglutinante para la formación de la superficie adherente y puede comprender, de la manera habitual, materiales abrasivos de relleno como criolita y tetrafluoroborato de potasio. La capa de cobertura o el aglutinante de cobertura se cura preferentemente en un horno.

30 Más características, ventajas y detalles de la invención resultan de la siguiente descripción de varios ejemplos de realización. Muestran:

la Figura 1 una representación esquemática de un dispositivo para fabricar una herramienta abrasiva mediante recubrimiento de un cuerpo base de herramienta con granos abrasivos por medio de un campo electrostático entre dos electrodos,

35 la Figura 2 una vista en sección ampliada del cuerpo base de herramienta y el correspondiente electrodo de la figura 1 de acuerdo con un primer ejemplo de realización,

La figura 3 una vista esquemática en sección de la herramienta abrasiva terminada,

40 la Figura 4 una vista en sección de un cuerpo base de herramienta y un correspondiente electrodo de acuerdo con un segundo ejemplo de realización,

45 la Figura 5 una vista en sección de un cuerpo base de herramienta configurado como electrodo de acuerdo con un tercer ejemplo de realización no de acuerdo con la invención, y

la Figura 6 una vista en sección de un cuerpo base de herramienta configurado como electrodo de acuerdo con un cuarto ejemplo de realización no de acuerdo con la invención.

50 A continuación se describe un primer ejemplo de realización de la invención con ayuda de las figuras 1 y 3. Un dispositivo 1 para fabricar una herramienta abrasiva 2 comprende un equipo de manipulación manual 3 para manipular y posicionar un cuerpo base de herramienta 4, un primer electrodo 5 y un correspondiente segundo electrodo 6 para generar un campo electrostático E, un equipo de dosificación 7 para alimentar granos abrasivos 8, 9 a un equipo transportador 10.

55 El equipo transportador 10 comprende una cinta transportadora sin fin 11 que está tensada mediante dos rodillos de desviación 12, 13. El rodillo de desviación 12 es accionado rotatoriamente, por ejemplo, por medio de un motor eléctrico de accionamiento 14. Una parte de la cinta transportadora 11 dispuesta, en relación con la gravedad F_G , por encima de los rodillos de desviación 12, 13 configura una zona de transporte 15 que se extiende en la dirección x horizontal y en la dirección horizontal y.

60 El equipo de dosificación 7 está dispuesto en una dirección de transporte 16 antes de los electrodos 5, 6. El primer electrodo 5 está configurado con forma de placa y está dispuesto, en dirección de la gravedad F_G , por debajo de la parte superior de la cinta transportadora de la cinta transportadora 11 o por debajo de la zona de transporte 15. Por el contrario, el segundo electrodo 6 está dispuesto, en relación con la gravedad F_G , por encima de la cinta transportadora 11 o de la zona de transporte 15. El segundo electrodo 6, por tanto, está distanciado en una dirección vertical z del

primer electrodo 5, de modo que la zona de transporte 15 discurre entre los electrodos 5, 6. Las direcciones x, y, z forman un sistema de coordenadas cartesianas.

El funcionamiento del dispositivo 1 se describe a continuación:

5 El segundo electrodo 6 está formado por independientemente del cuerpo base de herramienta 4 y conformado correspondientemente al cuerpo base de herramienta 4. El segundo electrodo 6 está fijado en el equipo de manipulación 3. El cuerpo base de herramienta 4 está sujeto por medio del equipo de manipulación 3 de tal modo que el segundo electrodo 6 se apoya esencialmente con toda su superficie contra el lado posterior 17 del cuerpo base de
10 herramienta 4. El equipo de manipulación 3 sujeta el cuerpo base de herramienta 4 por ejemplo, mecánica y/o neumáticamente. Entre el primer electrodo 5 y el segundo electrodo 6 hay una tensión eléctrica U que se genera mediante una fuente de tensión 18 y se puede regular.

15 El cuerpo base de herramienta 4 presenta una forma tridimensional. En una zona interior 19, el cuerpo base de herramienta 4 tiene forma de disco y presenta, por ejemplo, un cubo 20. Alternativamente, el cuerpo base de herramienta 4 puede presentar un eje en lugar del cubo 20. También es posible una configuración sin cubo 20 ni eje. Por el contrario, el cuerpo base de herramienta 4 está configurado curvo en una zona 21 que rodea la zona 19.

20 En primer lugar se aplica un agente aglutinante 23 en un lado delantero 22 opuesto al segundo electrodo 6, de modo que el agente aglutinante 23 dispuesto en el cuerpo base de herramienta 4 forma una superficie adherente 24 de forma tridimensional. El agente aglutinante 23 es, por ejemplo, una resina, en particular una resina fenólica. El cuerpo base de herramienta 4 está fabricado de un material común como, por ejemplo, fibra vulcanizada o poliéster. El agente aglutinante 23 se aplica, por ejemplo, manualmente o por medio del equipo de manipulación 3. Por ejemplo, el cuerpo base de herramienta 4 es sumergido por medio del equipo de manipulación 3 con el lado delantero 22 en el agente
25 aglutinante 23.

A continuación, el cuerpo base de herramienta 4 se coloca en la dirección z por encima del primer electrodo 5 mediante el equipo de manipulación 3, de modo que la superficie adherente 24 está dispuesta parcialmente en el campo electrostático E entre los electrodos 5, 6. Las líneas de campo emergen verticalmente de la superficie del primer electrodo 5 y entran verticalmente en la superficie del segundo electrodo 6, de modo que las líneas de campo discurren esencialmente en vertical a través de la superficie adherente 24. Esto se muestra en la figura 2 como ejemplo para las líneas de campo f_1 , f_2 y f_3 .

30 Por medio del equipo de transporte 10, los granos abrasivos 8, 9 son transportados al campo electrostático E para configurar la capa de grano abrasivo 25 formada tridimensionalmente. Para ello, el equipo de dosificación 7 proporciona, por ejemplo, una mezcla de granos abrasivos 8 de grano fino y granos abrasivos 9 de grano grueso. Los granos abrasivos 8 de grano fino tienen en cada caso una dimensión máxima D_1 , cumpliéndose lo siguiente para al menos el 80 %, en particular al menos el 90 %, y en particular al menos el 95 % de los granos abrasivos 8: $1 \mu\text{m} \leq D_1 \leq 5000 \mu\text{m}$, en particular $5 \mu\text{m} \leq D_1 \leq 500 \mu\text{m}$, y en particular $10 \mu\text{m} \leq D_1 \leq 250 \mu\text{m}$. Por el contrario, los granos
40 abrasivos 9 de grano grueso tienen en cada caso una dimensión máxima D_2 , cumpliéndose lo siguiente para al menos el 80 %, en particular al menos el 90 % y en particular al menos el 95 % de los granos abrasivos 9: $1 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 5000 \mu\text{m}$, en particular $150 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 3000 \mu\text{m}$, y en particular $250 \mu\text{m} \leq D_2 \leq 1500 \mu\text{m}$. En particular se cumple: $D_1 \leq D_2$. Los granos abrasivos 8, 9 tienen, por tanto, la dimensión máxima D_1 o D_2 en la mezcla, referenciándose la dimensión máxima en la mezcla en general con la letra D. En la mezcla, los granos abrasivos 8, 9 tienen, por lo tanto, la dimensión máxima D, cumpliéndose lo siguiente para al menos el 80 %, en particular al menos el 90 %, y en particular al menos el 95 % de los granos abrasivos 8, 9: $1 \mu\text{m} \leq D \leq 5000 \mu\text{m}$, en particular $10 \mu\text{m} \leq D \leq 2500 \mu\text{m}$, y en particular $100 \mu\text{m} \leq D \leq 1000 \mu\text{m}$.

50 Los granos abrasivos 8, 9 se suministran dosificados por medio del equipo de dosificación 7 a la cinta transportadora 11 y se distribuyen sobre esta. Por medio del motor de accionamiento 14, por ejemplo, eléctrico, se mueve la cinta transportadora 11 con los granos abrasivos 8, 9 dispuestos sobre ella en la dirección de transporte 16, de modo que los granos abrasivos 8, 9 se introducen en el campo electrostático E. Por medio del motor de accionamiento 14, por ejemplo, eléctrico, se puede regular la velocidad de transporte en la dirección de transporte 16.

55 El campo electrostático E hace que los granos abrasivos 8, 9 se muevan contra la fuerza de gravedad F_G hacia la superficie adherente 24 y se alineen a lo largo de las líneas de campo, por ejemplo, las líneas de campo f_1 , f_2 y f_3 . Si los granos abrasivos 8, 9 llegan a la superficie adherente 24, se quedan adheridos a ella. Mediante los granos abrasivos 8, 9 adheridos, se forma sobre el cuerpo base de herramienta 4 la capa de granos abrasivos 25. Para aplicar los granos abrasivos 8, 9 de manera uniforme y homogénea, el cuerpo base de herramienta 4 rota alrededor de un eje longitudinal central 26 mediante el equipo de manipulación 3. Entre los granos abrasivos 9 de grano grueso se adhieren granos abrasivos 8 de grano fino al cuerpo base de herramienta 4, de modo que la capa de granos abrasivos 25 se forma homogéneamente. Los granos abrasivos 9 de grano grueso constituyen en este sentido granos principales y los granos abrasivos 8 de grano fino son granos de relleno. La capa de granos abrasivos 25 tiene una forma tridimensional o curvada correspondientemente a la superficie adherente 24. Adicionalmente, si es necesario, el cuerpo base de
60 herramienta 4 se mueve de tal manera que el eje longitudinal central 26 esté alineado en diferentes direcciones con respecto al primer electrodo 5.

Después de que la capa de granos abrasivos 25 se haya aplicado completamente al cuerpo base de herramienta 4, el cuerpo base de herramienta 4 forma un producto semielaborado con el agente aglutinante 23 y la capa de granos abrasivos 25. El producto semielaborado se libera del equipo de manipulación 3 y se coloca en un equipo calefactor donde se cura el agente aglutinante 23. A continuación, se aplican de la manera habitual al menos un aglutinante de cobertura 27 y, dado el caso, una capa de cobertura 31 sobre la capa de granos abrasivos 25. El aglutinante de cobertura 27 presenta, por ejemplo, un agente aglutinante 23 con materiales de relleno con cargas abrasivas adicionales. La capa de cobertura 31 se aplica al aglutinante de cobertura 27. La capa de cobertura 31 presenta un agente aglutinante 23 con cargas abrasivas adicionales, siendo la proporción de materiales de relleno con cargas abrasivas preferentemente mayor que en el aglutinante de cobertura 27. El aglutinante de cobertura 27 y la capa de cobertura 31 se aplican, por ejemplo, manualmente. A continuación se endurecen el aglutinante de cobertura 27 y la capa de cobertura 31 en un equipo calefactor. El agente aglutinante 23 comprende, por ejemplo, resina fenólica y tiza. El aglutinante de cobertura 27 y la capa de cobertura 31 comprenden, por ejemplo, resina fenólica, tiza y criolita. La humedad del aire durante la fabricación es, por ejemplo, del 0% al 100%, en particular del 35% al 80%. La herramienta abrasiva 2 terminada se muestra en la figura 3.

A continuación, se describe con la ayuda de la figura 4 un segundo ejemplo de realización de la invención. A diferencia del primer ejemplo de realización, el segundo electrodo 6 es más pequeño que el cuerpo base de herramienta 4 y cubre únicamente una superficie parcial del cuerpo base de herramienta 4. En esta zona parcial, el segundo electrodo 6 está conformado en correspondencia con el cuerpo base de herramienta 4, de modo que el segundo electrodo 6 discurre esencialmente paralelo a la superficie adherente 24. El segundo electrodo 6 no descansa contra el lado posterior 17 del cuerpo base de herramienta 4, sino que está ligeramente separado de él. El segundo electrodo 6 está firmemente unido al equipo de manipulación 3, mientras que el cuerpo base de herramienta 4 rota alrededor del eje longitudinal central 26 por medio del equipo de manipulación 3. De este modo, el cuerpo base de herramienta 4 se mueve con respecto al segundo electrodo 6 mediante rotación alrededor del eje longitudinal central 26. Los granos abrasivos 8, 9 se mueven en la zona del campo electrostático E hacia la superficie adherente 24 y quedan adheridos a la superficie adherente 24 al entrar en contacto con ella. Dado que el cuerpo base de herramienta 4 se mueve con respecto al segundo electrodo 6, es decir, gira alrededor del eje longitudinal central 26, toda la superficie adherente 24 está recubierta con los granos abrasivos 8, 9. En cuanto a la restante estructura del dispositivo 1, así como a su funcionalidad y a la restante estructura de la herramienta abrasiva 2, se remite al ejemplo de realización anterior.

A continuación, se describe un tercer ejemplo de realización no de acuerdo con la invención con referencia a la figura 5. A diferencia de los ejemplos de realización anteriores, el propio cuerpo base de herramienta 4 está configurado en este caso como segundo electrodo 6. Para ello, el cuerpo base de herramienta 4 está fabricado de un material eléctricamente conductor, en particular de un metal. El cuerpo base de herramienta 4 está fabricado, por ejemplo, de aluminio. El cuerpo base de herramienta 4 mostrado en la figura 5 presenta, adicionalmente a la zona interior plana 19 y la zona curvada convexamente 21, una zona curvada cóncavamente 28. La superficie adherente 24 tiene así una forma tridimensional compleja. El agente aglutinante aplicado 23 es eléctricamente conductor para evitar un campo de bloqueo y optimizar el campo electrostático E. El agente aglutinante 23 eléctricamente conductor es, por ejemplo, una laca conductora. Las líneas de campo f_1 a f_3 discurren de nuevo perpendicularmente a través de la superficie adherente 24, de modo que los granos abrasivos 8, 9 se aplican alineados sobre la superficie adherente 24 a pesar de su forma compleja. El eje longitudinal central 26 discurre esencialmente en el plano x-y, de modo que, al rotar el cuerpo base de herramienta 4 alrededor del eje longitudinal central, la zona interior 19 y las zonas 21 y 28 quedan recubiertas de forma fiable y homogénea con los granos abrasivos 8, 9. En cuanto a la restante estructura del dispositivo 1, así como a su funcionalidad y a la restante estructura de la herramienta abrasiva 2, se remite a los ejemplos de realización anteriores.

A continuación, se describe un cuarto ejemplo de realización de la invención, que no es de acuerdo con la invención, con ayuda de la figura 6. A diferencia de los ejemplos de realización anteriores, el cuerpo base de herramienta 4 comprende un cuerpo base 29 de un material eléctricamente no conductor y una capa eléctricamente conductora 30 que está unida firmemente al cuerpo base 29. Gracias a la capa eléctricamente conductora 30, el propio cuerpo base de herramienta 4 constituye el segundo electrodo 6. La capa 30 es, por ejemplo, una lámina de cobre. El agente aglutinante 23 se aplica a la capa eléctricamente conductora 30 de modo que se forme la superficie adherente 24. El agente aglutinante 23 puede ser eléctricamente conductor. El cuerpo base de herramienta 4 presenta la zona interior 19, la zona curvada convexamente 21 y la zona curvada cóncava 28. Entre la zona interior 19 y la zona curvada convexamente 21, está dispuesta una zona achaflanada 32 o un chaflán. La zona achaflanada 32 y la zona interior 19 encierran un ángulo α , siendo $\alpha \neq 180^\circ$. La zona achaflanada 32 se utiliza, por ejemplo, para el desbaste o el mecanizado de superficies. El cuerpo base de herramienta 4 rota alrededor del eje longitudinal central 26, de modo que la superficie adherente 24 está recubierta de forma fiable y uniforme con los granos abrasivos 8, 9 a pesar de su forma tridimensional compleja. La capa de granos abrasivos 25 formada tiene una forma tridimensional compleja debido a la curvatura cóncava y convexa, así como al chaflán o zona achaflanada 32. En cuanto a la restante estructura del dispositivo 1, así como a su funcionalidad y a la estructura de la herramienta abrasiva 2, se remite a los ejemplos de realización anteriores.

El procedimiento de acuerdo con la invención presenta un número reducido de etapas de fabricación y, en particular, evita la conformación de agente abrasivo sobre una base. El procedimiento de acuerdo con la invención permite

- 5 fabricar herramientas abrasivas 2 con capas de granos abrasivos 25 complejas conformadas tridimensionalmente para las más diversas aplicaciones. El rendimiento de mecanizado y la vida útil de las herramientas abrasivas 2 son comparables en este sentido con los de herramientas abrasivas fabricadas a partir de agentes abrasivos sobre una base. La aplicación electrostática de los granos abrasivos 8, 9 permite en particular que los granos abrasivos 8, 9 estén alineados con su respectivo eje longitudinal perpendicularmente a la superficie adherente 24 o a la superficie del cuerpo base de herramienta 4. Esto garantiza un alto rendimiento de mecanizado y una larga vida útil. En comparación con agentes abrasivos aglomerados, las herramientas abrasivas 2 presentan, además, niveles de ruido y vibración más bajos y requieren menos esfuerzo durante su uso.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una herramienta abrasiva que comprende las siguientes etapas:

- 5 - puesta a disposición de un cuerpo base de herramienta (4), siendo el cuerpo base de herramienta (4) rígido al menos por zonas,
 - creación de una superficie adherente (24) con forma tridimensional mediante aplicación de un aglutinante (23) al cuerpo base de herramienta (4), curvándose la superficie adherente (24) para formar una capa de granos abrasivos (25) con forma tridimensional,
- 10 - posicionamiento del cuerpo base de herramienta (4) de tal manera que la superficie adherente (24) conformada tridimensionalmente esté dispuesta en un campo electrostático (E) entre un primer electrodo (5) y un segundo electrodo (6), estando configurados el cuerpo base de herramienta (4) y el segundo electrodo (6) independientemente entre sí y estando conformado el segundo electrodo (6) al menos por zonas correspondientemente al cuerpo base de herramienta (4), y
- 15 - introducción de granos abrasivos (8, 9) en el campo electrostático (E) de tal manera que los granos abrasivos (8, 9) se muevan hacia la superficie adherente (24) con forma tridimensional debido al campo electrostático (E) y se adhieran a la superficie adherente (24) con forma tridimensional para configurar una capa de granos abrasivos (25) curvado y con forma tridimensional,
- 20 -- recubriéndose al menos un material eléctricamente no conductor del cuerpo base de herramienta (4) con los granos abrasivos (8, 9),
 -- aplicándose los granos abrasivos (8, 9) directamente al cuerpo base de herramienta (4) y formando el cuerpo base de herramienta (4) una base,
 -- siendo desplazado el cuerpo base de herramienta (4) con respecto a al menos uno de los electrodos (5, 6)
- 25 para configurar la capa de granos abrasivos (25) con forma tridimensional, y
 -- estando alineados los granos abrasivos (8, 9) que se adhieren a la superficie adherente (24) al menos parcialmente con la superficie adherente (24).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado**

- 30 **por que** se puede ajustar una tensión eléctrica (U) entre los electrodos (5, 6).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado**

por que el segundo electrodo (6) se apoya al menos por zonas contra el cuerpo base de herramienta (4).

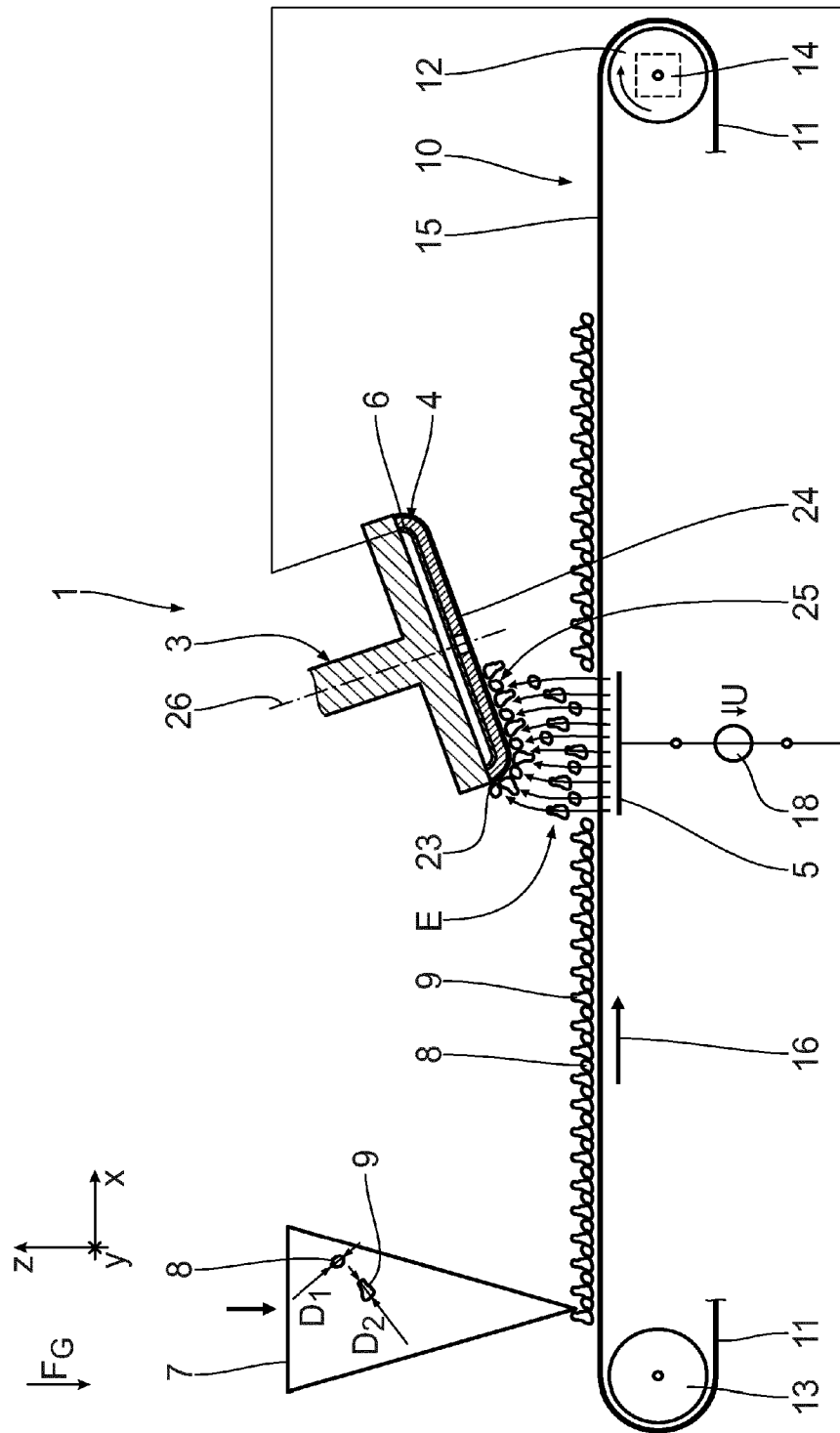
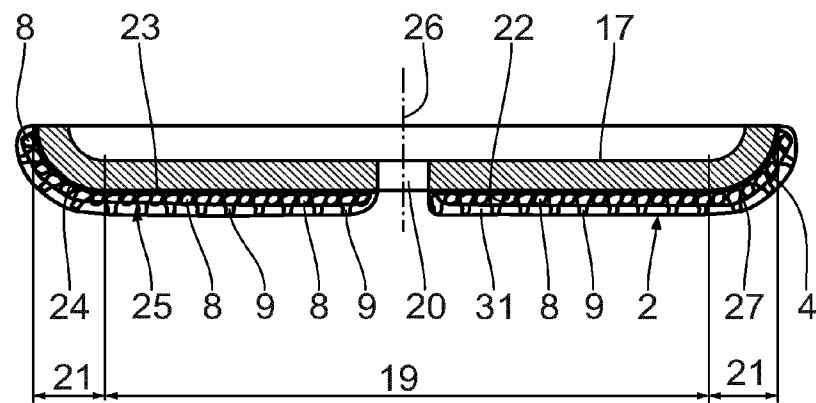
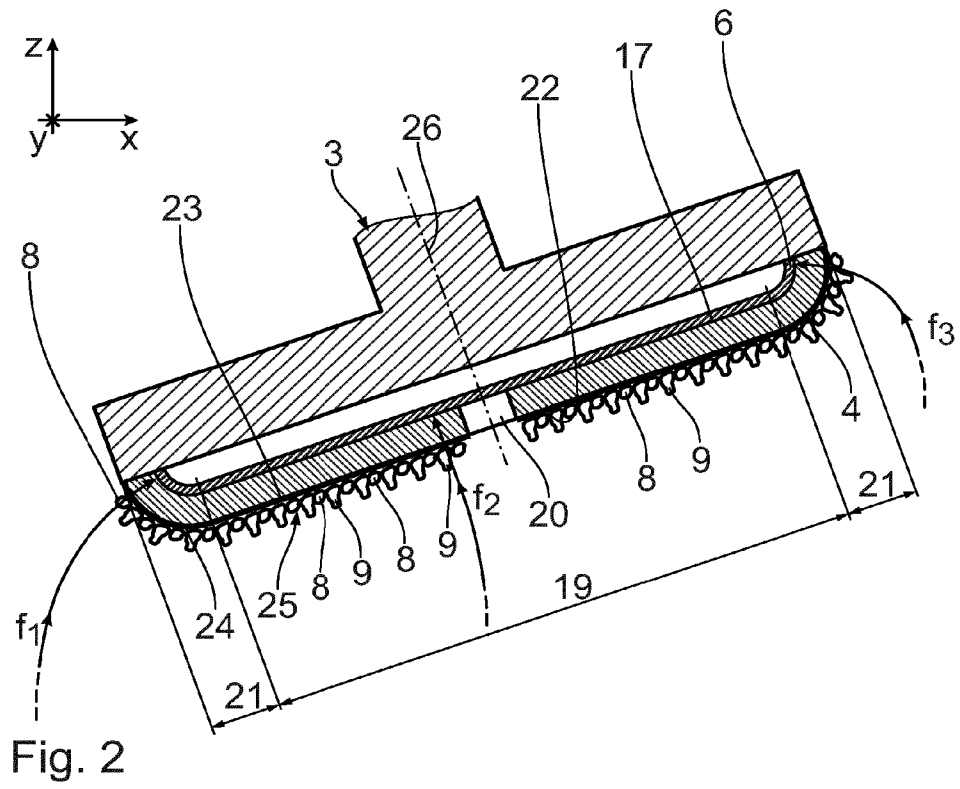


Fig. 1



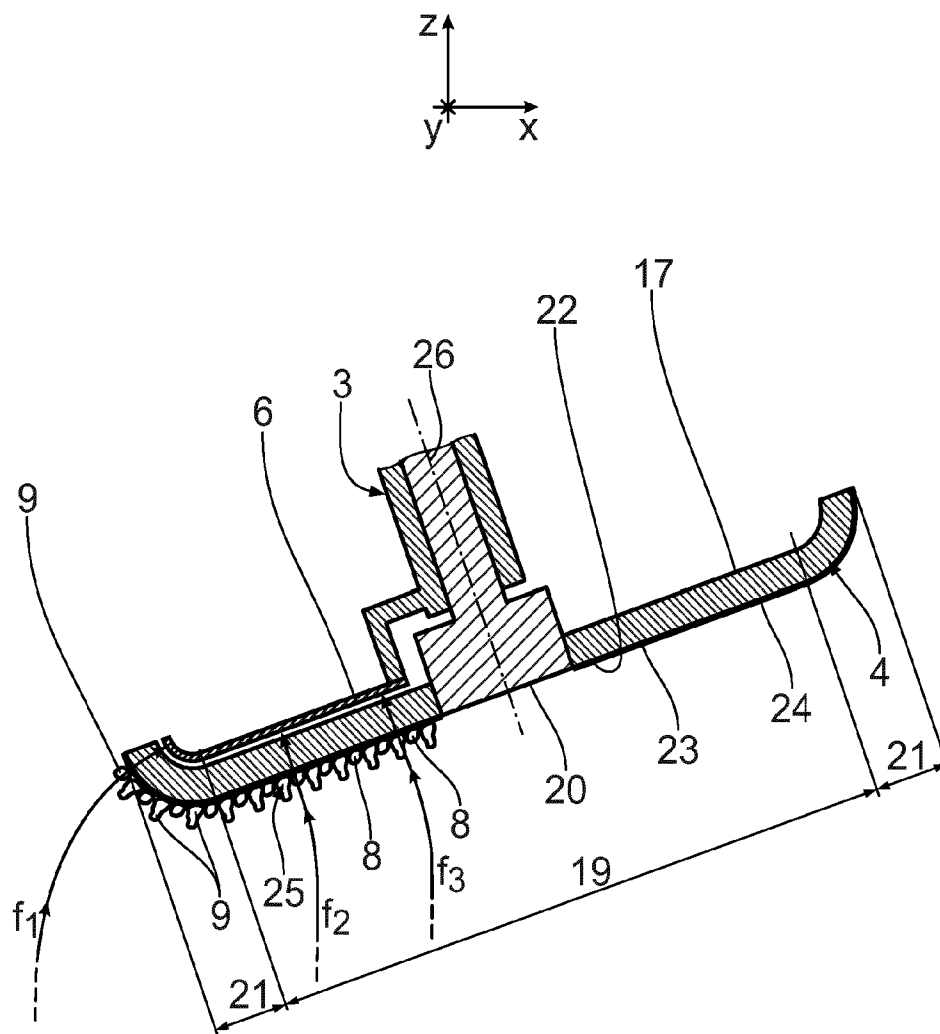


Fig. 4

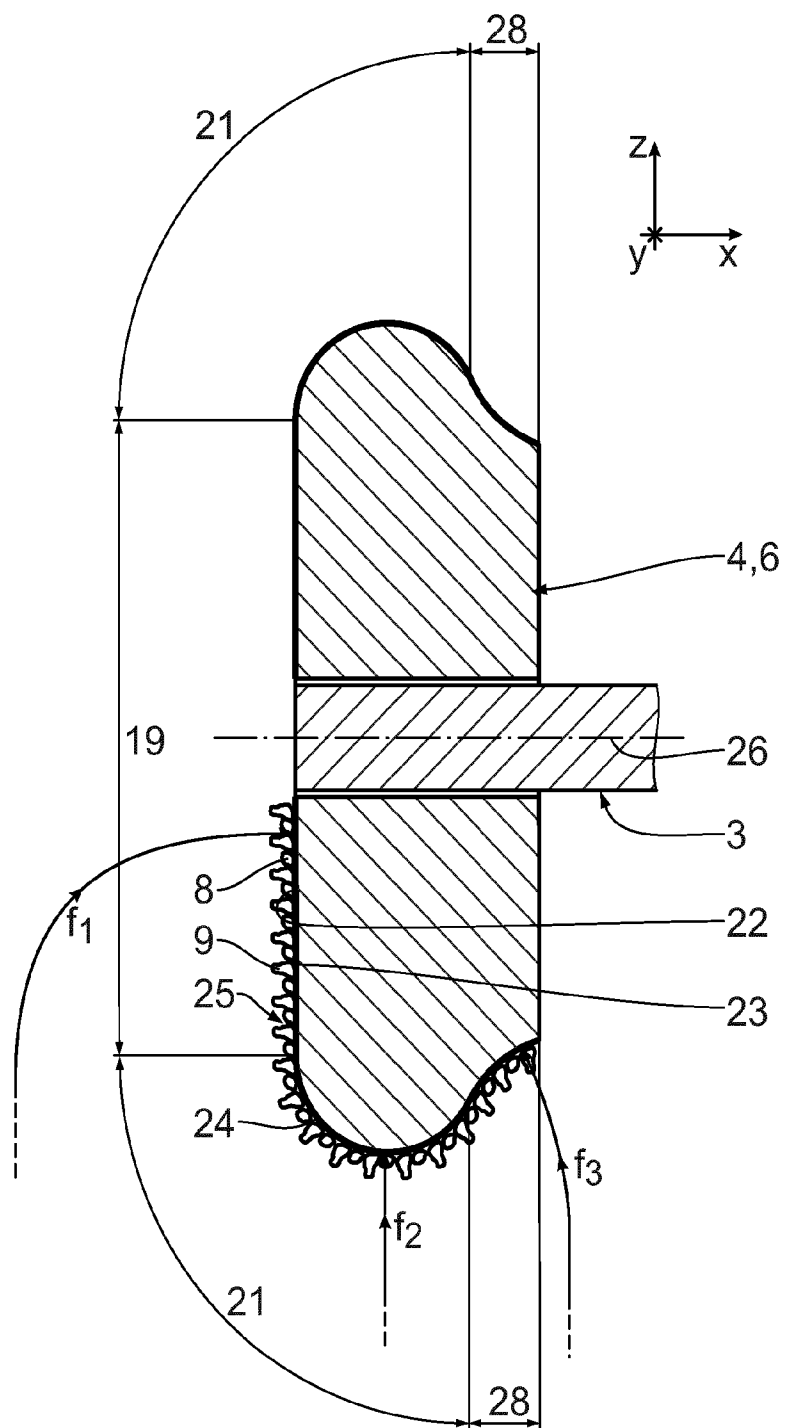


Fig. 5

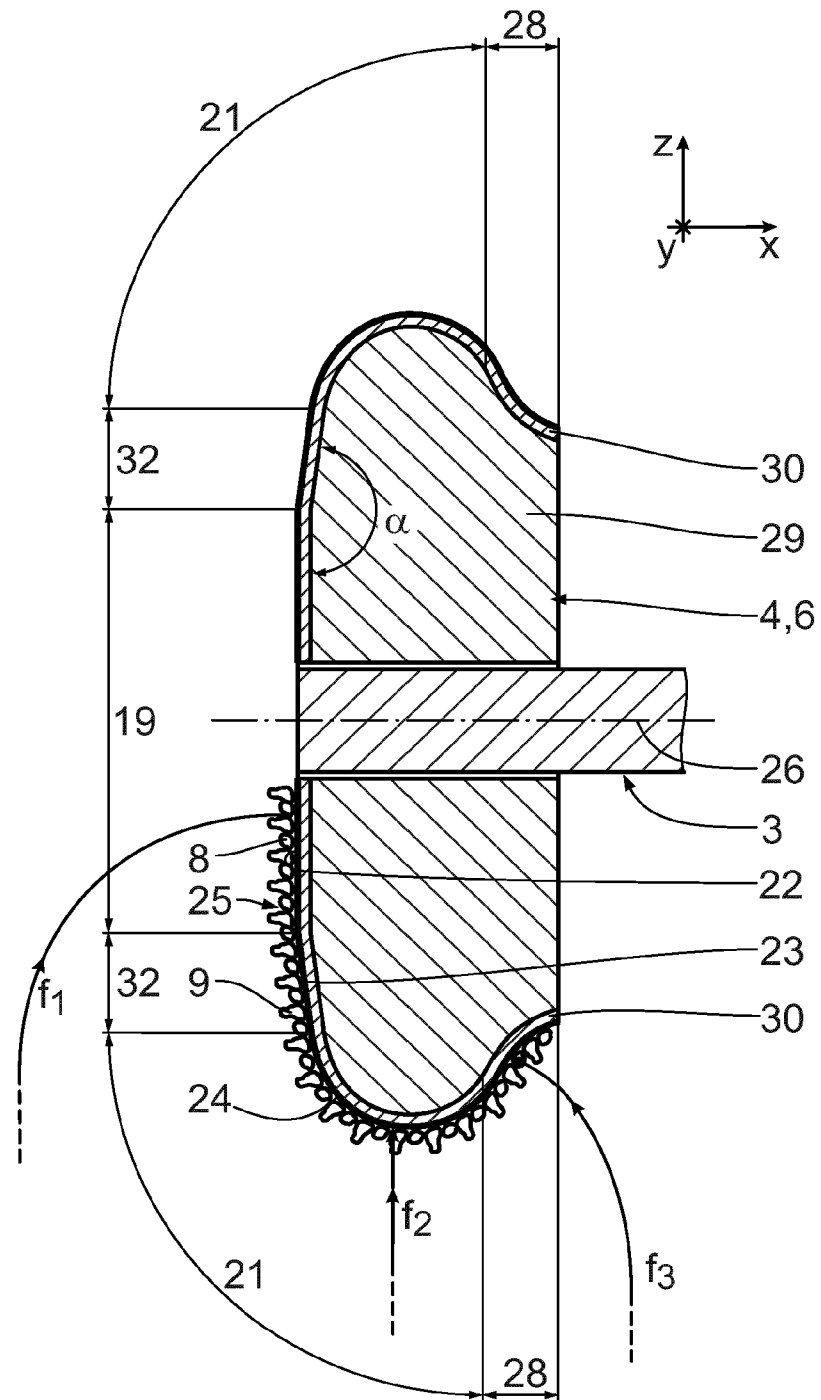


Fig. 6