

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 762**

51 Int. Cl.:

B23K 26/40 (2014.01)

B23K 26/38 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2008 E 08801336 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2212053**

54 Título: **Procedimiento para fabricar ruedas de corte de pequeño tamaño**

30 Prioridad:

22.09.2007 DE 102007045383

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

20.05.2016

73 Titular/es:

**BOHLE AG (100.0%)
DIESELSTRASSE 10
42781 HAAN, DE**

72 Inventor/es:

OSTENDARP, HEINRICH

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 570 762 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 fabricar ruedas de corte de pequeño tamaño

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un procedimiento para fabricar ruedas de corte de pequeño tamaño destinadas a producir líneas de rotura controlada grabadas, presentando la rueda un eje de giro y una línea periférica radial que define una periferia exterior de la rueda y que presenta, al menos parcialmente, una arista de corte con una estructura dentada con dientes dispuestos a cierta distancia unos de otros y separados por espacios interdentes, formándose la estructura dentada mediante un rayo láser por el método de eliminar parcialmente la zona periférica de la rueda en la zona de la línea periférica radial exterior y en las zonas de superficie de la rueda lateralmente adyacentes.
- 10 **[0002]** Ya se conocen múltiples ruedas de corte de pequeño tamaño, que pueden emplearse por ejemplo para grabar cuerpos de vidrio a veces muy diferentes, como por ejemplo placas de vidrio y cuerpos huecos con propiedades también a veces muy diferentes, como el tipo de vidrio en cuestión, el espesor de material, etc. Además, se plantean considerables exigencias a la calidad de las superficies de separación del vidrio producidas mediante la línea de rotura controlada grabada. Esto puede controlarse dentro de ciertos límites por medio de las ruedas de corte utilizadas, ya que los bordes del cuerpo de vidrio a lo largo de la línea de rotura controlada se astillan con mayor o menor intensidad dependiendo de la rueda utilizada. Especialmente en atención a las placas de vidrio muy delgadas, como las empleadas por ejemplo para dispositivos de presentación u otros equipos electrónicos o aplicaciones electrónicas, la superficie de separación frontal de la placa de vidrio debe satisfacer requisitos cualitativos muy elevados. En la mayoría de los casos es necesario producir mediante el proceso de grabado una hendidura profunda, que preferentemente se extiende por todo el espesor de la placa de vidrio, de manera que sea posible evitar en gran parte desechos en la separación de las distintas piezas de placa de vidrio. Por otra parte, es de una importancia esencial lograr una calidad óptima de los bordes. Así, debido al proceso de grabado se introducen tensiones en el material de la placa de vidrio que hacen que ésta se astille superficialmente a lo largo de la línea grabada. Sin embargo, esto tampoco es deseable y puede llevar a una cantidad elevada de desechos. Es verdad que es posible conseguir que la placa de vidrio se astille menos apretando la rueda de corte para vidrio contra la misma con menos fuerza, pero esto hace entonces que la profundidad de la hendidura sea menor, con lo que se dificulta la separación de las partes de placa de vidrio o se aumentan considerablemente los desechos.
- 20 **[0003]** Por el documento EP 1 666 426 A1 se conocen ruedas de corte de pequeño tamaño para producir hendiduras profundas, que por consiguiente son adecuadas en principio para fabricar dispositivos de presentación planos, como por ejemplo para pantallas planas, y un procedimiento para la fabricación de las mismas. El nervio formado por las superficies laterales inclinadas convergentes de la rueda presenta aquí salientes y cavidades alternados, extendiéndose las cavidades radialmente hacia dentro con respecto a la línea periférica más exterior de la rueda. Estas cavidades del nervio están realizadas como unas ranuras que se extienden perpendicularmente al plano principal central de las ruedas. El dentado se produce mediante una muela abrasiva que gira perpendicularmente al plano principal de la rueda o mediante descargas eléctricas.
- 25 **[0004]** Sin embargo, las ruedas de corte de pequeño tamaño actuales han de satisfacer también requisitos muy elevados en cuanto a su vida útil, habiendo de conseguir las ruedas a lo largo de su vida útil un resultado lo más invariable posible en la separación de los cuerpos de vidrio, en particular también por lo que se refiere a las superficies de separación y los bordes brutos. Por otra parte, las ruedas de corte están sometidas a un desgaste debido a las condiciones de empleo especiales, lo que lleva a un ensanchamiento de las líneas grabadas, con lo que la zona de los bordes brutos se astilla cada vez más. Llegando al final de su vida útil, los dientes de corte pueden incluso romperse progresivamente, con lo que las ruedas ya no son utilizables. Teniendo en cuenta el dentado grueso, en sí robusto, el desgaste es también relativamente intenso, ya que para producir las hendiduras profundas deben ejercerse fuerzas relativamente grandes sobre la superficie a grabar, de modo que las ruedas puedan penetrar hasta una profundidad relativamente grande en los cuerpos de vidrio. Sin embargo, con el desgaste empeora también la calidad de las superficies de separación.
- 30 **[0005]** Por lo tanto, para separar partes de placa de vidrio para dispositivos de presentación planos se han empleado a veces técnicas de corte por rayo láser, que no obstante requieren un gran equipamiento. Además, la productividad de tales procedimientos de corte por rayo láser es limitada.
- 35 **[0006]** Se conoce además el método de procesar las zonas periféricas de la rueda mediante procedimientos de rectificado abrasivo, pero con tales procedimientos no es posible producir el dentado grueso deseado. Además, en este tipo de ruedas también se observa una rotura de los micro-dientes.
- 40 **[0007]** El documento JP 2007 031200 A, que constituye por ejemplo la base para el preámbulo de la reivindicación 1, describe una rueda de corte de diamante de pequeño tamaño, que se fabrica formando una arista en el dorso en forma de V de la rueda mediante un rayo láser, emitiéndose el rayo láser en una dirección que corta la dirección periférica de una superficie lateral, que forma el dorso en forma de V de la rueda de corte. Mediante el rayo láser se practican unas acanaladuras en el material del diamante.
- 45 **[0008]** El documento JP 2007 152936 A describe una rueda de corte de pequeño tamaño, en la que mediante un rayo láser se practican una pluralidad de ranuras alargadas en las zonas laterales inclinadas de la rueda y se rectifica ésta.
- 50 **[0009]** El documento WO 2006/082899 A describe un procedimiento para fabricar ruedas de corte de pequeño tamaño a partir de diamante sinterizado, en el que se dirige un rayo láser lateralmente sobre la rueda para procesar la periferia exterior de ésta y en el que el rayo láser se mueve en relación con la rueda para, de manera continua,
- 55
- 60
- 65

formar alrededor de la dirección periférica unas ranuras finas con unas aberturas de ranura que se extienden radialmente.

[0010] El documento EP 1 779 988 A describe un procedimiento para fabricar ruedas de corte de pequeño tamaño, en el que se practican unas ranuras en el dorso en la zona de la línea periférica de la rueda y en el que las ranuras están dispuestas con una separación de paso de más de 200 μm . Las ranuras pueden producirse mediante un grabado mecánico o mediante procedimientos de pulido convencionales, procedimientos de descarga o procesamiento con láser.

[0011] El documento JP 2006 273711 A describe un procedimiento para separar substratos laminados mediante ruedas de corte de pequeño tamaño.

[0012] El documento JP 2003 062683 A describe un procedimiento para procesar metal duro y componentes de metal duro mediante rayo láser.

[0013] El documento WO 2008/087612 A1, publicado con posterioridad, describe una rueda de corte de pequeño tamaño en la que la arista de corte tiene incorporadas unas ranuras, de tal manera que los extremos exteriores de las ranuras opuestas se cortan en las superficies laterales inclinadas de la rueda que forman la arista de corte. La rueda puede fabricarse mediante un procesamiento con rayo láser.

[0014] Así pues, la invención tiene el objetivo de poner a disposición un procedimiento para la fabricación de ruedas de corte de pequeño tamaño, en particular de ruedas de corte de pequeño tamaño para vidrio, de manera que las ruedas de corte presenten una larga vida útil y en el que puedan lograrse superficies de separación y bordes brutos de los cuerpos a grabar de una calidad muy alta, incluso a lo largo de toda la vida útil de las ruedas.

[0015] Este objetivo puede lograrse sorprendentemente mediante un procedimiento según la reivindicación 1. En el procedimiento según la invención, el rayo láser se dirige, en esencia paralelamente a un plano principal, sobre la superficie periférica de la rueda y se guía por la periferia exterior de la rueda eliminando material de tal manera que se estructura la misma, resultando en al menos una parte de los espacios interdentes, o en todos ellos, unas aristas de corte que se extienden, al menos con una componente direccional, en un plano principal perpendicular al eje de giro de la rueda y hallándose las aristas de corte de los espacios interdentes al menos aproximadamente en un mismo plano que las aristas de corte de los dientes, de tal modo que todas las aristas de corte de los dientes y de los espacios interdentes se hallan a una distancia lateral $\leq 5 \mu\text{m}$ del plano principal central que comprende la línea periférica de la rueda, y la eliminación se realiza mediante un rayo láser de un láser de pico-segundos o de un láser de femto-segundos.

[0016] Se parte aquí del hecho de que, mediante la estructuración del dentado grueso de las ruedas por medio de un rayo láser, por una parte pueden elaborarse a partir del cuerpo de la rueda, superficies exteriores de los dientes que, probablemente gracias a su elevada exactitud geométrica, están mucho menos sometidas a desgaste. Además, según parece, con el procesamiento por láser el aporte de energía total a las ruedas, que para lograr una vida útil suficientemente larga están compuestas de materiales especiales de metal duro, es comparativamente menor. Conociendo la invención, se supone que, al contrario que ésta, en el caso de una estructuración mediante erosión por chispas según el documento EP 166 426 el aporte de energía al material base de las ruedas sí que es relativamente alto y, junto con los grandes esfuerzos mecánicos causados al producir las hendiduras profundas, lleva a lo largo de la vida útil de las ruedas a la aparición de un desgaste no deseado en el material metálico duro, que favorece una rotura de zonas de los dientes. Sorprendentemente, estas desventajas pueden evitarse en el caso de una estructuración por láser de las ruedas de corte de pequeño tamaño para vidrio, de manera que el procedimiento según la invención permite fabricar ruedas de corte de pequeño tamaño para vidrio mediante las cuales es posible grabar en el cuerpo de vidrio líneas muy delgadas y uniformes a lo largo de toda la vida útil de la rueda, con lo que también es posible lograr una calidad muy constante de las superficies de separación y los bordes brutos a lo largo de la vida útil de la rueda.

[0017] Además, el procedimiento según la invención permite fabricar dentados gruesos con estructuras dentadas imposibles de fabricar mediante los procedimientos de fabricación conocidos hasta la fecha que utilizan ruedas abrasivas o descargas eléctricas. En particular es posible una estructuración por rayo láser de los espacios interdentes y/o de las superficies de los dientes. Mediante tales dentados puede mejorarse aun más la configuración de las superficies de separación y de los bordes brutos. Además, por medio de un control muy exacto de la potencia de los pulsos del láser en función de la posición del punto de enfoque, es posible configurar con una gran exactitud los espacios interdentes de la estructura dentada y también producir aristas de corte en los espacios interdentes y/o en los lados frontales de los dientes, así como bordes de ataque de los dientes cortantes que se alejan lateralmente hacia atrás. Según la invención se emplea para ello un láser de pico-segundos o un láser de femto-segundos.

[0018] Por último, las ruedas de pequeño tamaño fabricadas según la invención han resultado ser ventajosas, en relación con las ruedas convencionales, también en la producción de líneas de corte de contornos. En un corte de contornos, la línea de corte o línea de grabado no es lineal, sino por ejemplo curva. Las ruedas producidas según la invención pueden seguir con una gran facilidad y exactitud la forma deseada, incluso en caso de radios de curvatura pequeños. Además, las ruedas pueden emplearse ventajosamente en el corte de contornos cerrados (es decir en caso de una línea de contorno cerrada en sí misma como por ejemplo un arco de círculo), ya que el cuerpo perfilado puede separarse con una mayor facilidad y exactitud del material que lo rodea.

[0019] Para producir estructuras dentadas resulta ventajoso poner la rueda de corte de pequeño tamaño en rotación mediante un accionamiento y hacer que el rayo láser interactúe con la periferia exterior de la rueda eliminando material mientras ésta gira. Dependiendo del punto de incidencia del rayo láser en la periferia exterior de la rueda, puede modularse la potencia de los pulsos del láser de pulsos cortos de manera que, durante el barrido de la periferia de la rueda con el láser, éste se active sólo cuando en el punto de barrido respectivo (punto de incidencia

potencial) se desee una eliminación de material para producir la estructura dentada respectiva. En los puntos de barrido en los que no se desee una eliminación de material, por ejemplo en un dorso de diente, se reduce o se pone a cero la potencia del láser. Así pues, la modulación de la potencia del láser puede realizarse en función de la distancia lateral del punto de incidencia con respecto a un plano principal de la rueda y/o con respecto a un punto a lo largo de la periferia de la rueda, que puede determinarse mediante un codificador rotatorio del accionamiento de la rueda. Esto resulta especialmente ventajoso si el cuerpo base de la rueda presenta superficies laterales inclinadas dispuestas a ambos lados del plano principal, que converjan hacia el plano principal, y si el rayo láser se orienta hacia la superficie periférica de la rueda en esencia paralelamente al plano principal. Sorprendentemente, con esta disposición particularmente sencilla desde el punto de vista constructivo también es posible una eliminación de material mediante el láser en una rueda con lados de la superficie periférica que se extiendan inclinados con respecto al plano principal central, de manera que el rayo láser incide también entonces en ángulo sobre la superficie periférica a eliminar de la rueda.

[0020] Para producir las estructuras dentadas, la rueda de corte de pequeño tamaño puede también en caso dado ponerse en rotación mediante un accionamiento de manera intermitente, no realizándose en determinados intervalos de tiempo ninguna rotación y haciéndose que el rayo láser interactúe con la periferia exterior de la rueda eliminando material durante los intervalos de tiempo en los que la rueda de corte no rota. La anchura de paso en la rotación intermitente puede elegirse de manera que la rueda gire de punto de procesamiento a punto de procesamiento de la periferia de la rueda. Sin embargo, la anchura de paso elegida puede ser también menor o mucho menor que la distancia entre puntos de procesamiento en la periferia de la rueda, de manera que la rotación de la rueda se detenga para procesar ésta después de cierto número de pasos de rotación. La anchura de paso de la rotación puede ser constante a lo largo de la periferia de la rueda, de manera que puede emplearse un motor paso a paso.

[0021] La inclinación de las superficies laterales periféricas de la rueda con respecto a un plano principal, en particular al plano principal central que se extiende a través del centro de gravedad de la rueda y hacia el cual convergen las superficies laterales, puede ser $\leq \pm 60-75^\circ$, $\leq \pm 50-45^\circ$ o $\leq \pm 30^\circ$, de manera que las superficies laterales abarquen entre ellas un ángulo $\geq 30-60^\circ$. Se entiende que, dependiendo de la profundidad de penetración de la rueda, las superficies periféricas laterales también pueden presentar un ángulo de, al menos, casi 0° , a condición de que sea posible elaborar dientes adecuados para el grabado a partir del material base de la rueda. Así, los dientes pueden también elaborarse mediante el rayo láser a partir de un nervio periférico colocado sobre la periferia de la rueda, de manera que es posible elaborar los dientes mediante una estructuración del nervio. El nervio, que sobresale radialmente de la periferia de la rueda, puede presentar una superficie periférica radial que se extienda perpendicularmente a un plano principal de la rueda. La eliminación de material por láser puede realizarse también de tal manera que la línea de base de los espacios interdentes que se extiende perpendicularmente al plano principal central o paralelamente al eje de giro de la rueda no sea lineal, por ejemplo que vaya descendiendo radialmente hacia el centro de la rueda según aumenta la distancia a la línea periférica radial o al plano principal central. Esta línea de base desciende preferentemente en forma de ángulo, formando una arista de corte de espacio interdental. De este modo pueden producirse en suma estructuraciones mediante las cuales es posible lograr líneas de grabado muy finas y exactas.

[0022] A continuación se describen ruedas de pequeño tamaño particularmente adecuadas, fabricadas mediante el procedimiento según la invención.

[0023] Así pues, según la invención, la forma de los dientes está configurada de manera que su línea periférica se halla con una gran exactitud sobre un plano principal, en particular el plano principal central, de la rueda. Por lo tanto, las aristas de corte de los espacios interdentes pueden estar dispuestas en general separadas lateralmente de las superficies laterales de la rueda y/o de los flancos laterales de los dientes y estar desplazadas hacia el plano principal central de la rueda. En relación con la anchura de los dientes, las aristas de corte de los espacios interdentes están dispuestas preferentemente en la zona central de la misma. La rueda puede estar configurada de manera que todas las aristas de corte de los dientes y de los espacios interdentes se hallen a una distancia lateral $\leq 4 \mu\text{m}$, preferentemente ≤ 2 a $3 \mu\text{m}$ o $\leq 1 \mu\text{m}$ del plano principal central que comprende la línea periférica de la rueda.

[0024] Las aristas de corte de los espacios interdentes y las aristas de corte de los dientes están dispuestas con especial preferencia al menos aproximadamente en el mismo plano principal de la rueda, es decir en un plano perpendicular al eje de giro de la rueda, preferentemente el plano principal central de la rueda que se extiende a través del centro de gravedad de ésta.

[0025] Según una forma de realización preferida, las superficies laterales inclinadas de la rueda convergen en una cresta, estando los dientes cortantes colocados sobre la cresta, que está configurada como una arista de corte en la zona de los espacios interdentes, con lo que los dientes son particularmente duraderos y resistentes al desgaste. Los dientes cortantes pueden presentar aquí la forma de un tejado, estando las caras superiores de los dientes a cierta distancia radial de las zonas adyacentes de las superficies laterales inclinadas de la rueda. Las caras superiores de los dientes pueden estar inclinadas en un ángulo por ejemplo $\leq 30^\circ$, $\leq 20^\circ$ o $\leq 5-10^\circ$ con respecto a las superficies laterales o extenderse en esencia paralelamente a éstas. Las superficies laterales de los dientes pueden formar un ángulo con las superficies laterales de la rueda. Las superficies laterales de los dientes pueden extenderse aquí al menos en esencia paralelamente al plano principal central de la rueda o formar con éste un ángulo más agudo que el ángulo que forma el plano principal central con las superficies laterales de la rueda.

[0026] La anchura de los dientes cortantes puede ser mayor que la extensión periférica de los mismos, lo que también puede ser válido en general. Los dientes cortantes pueden estar dispuestos en una acanaladura que se extiende en la dirección periférica. Las superficies de los dientes pueden estar dispuestas alineadas con las zonas de la rueda dispuestas lateralmente con respecto a la acanaladura. De este modo es en suma posible fabricar las

ruedas de corte de pequeño tamaño con tolerancias dimensionales muy ajustadas y adaptar fácilmente la geometría de sus dientes a distintos casos de aplicación.

[0027] Como alternativa, los espacios interdentes pueden estar configurados mediante cavidades en al menos una o en ambas superficies laterales de la rueda. Se entiende que, en caso dado también en una rueda de corte de pequeño tamaño para vidrio, los dientes cortantes están colocados sobre la cresta formada por las superficies laterales inclinadas convergentes de la rueda, pudiendo al mismo tiempo los espacios interdentes estar configurados adicionalmente en su forma mediante cavidades en una o de ambas superficies laterales de la rueda.

[0028] Los espacios interdentes están preferentemente configurados como escotaduras en forma de nichos en las superficies laterales inclinadas de la rueda. Las escotaduras pueden extenderse en dirección lateral hasta el plano principal central de la rueda o terminar lateralmente a cierta distancia de éste. Los espacios interdentes, o las escotaduras en forma de nichos, se extienden con especial preferencia en dirección lateral a lo largo de las superficies laterales inclinadas en una medida tal que las zonas terminales de los mismos, o de las mismas, no intervengan en la placa de vidrio durante el proceso de grabado. Partiendo del plano principal central de la rueda, los espacios interdentes, o las escotaduras, pueden tener una extensión lateral $\geq 10-15 \mu\text{m}$ o $\geq 20-25 \mu\text{m}$ o preferentemente $\geq 30-50 \mu\text{m}$. La anchura de las escotaduras en la zona del plano principal central y/o en su zona terminal opuesta al plano principal central, es decir la extensión de las escotaduras en la dirección periférica de la rueda, puede ser $\geq 10-15 \mu\text{m}$ o $\geq 20-25 \mu\text{m}$ o $\geq 30 \mu\text{m}$, y la anchura puede ser también $\leq 30-40 \mu\text{m}$ o $\leq 50-75 \mu\text{m}$ o $\leq 100 \mu\text{m}$. Las escotaduras en forma de nichos pueden presentar un fondo al menos en esencia plano. El fondo puede extenderse paralelamente a la cara superior de las zonas adyacentes de las superficies laterales inclinadas y/o de las superficies de los dientes adyacentes, de manera que las escotaduras en forma de nichos pueden presentar prácticamente una profundidad constante. La profundidad de los nichos puede corresponder en general a la altura de los dientes. El fondo puede también estar inclinado en un pequeño ángulo, por ejemplo $\leq 20-30^\circ$ o $\leq 10-15^\circ$ o $\leq 5^\circ$, con respecto a la cara superior de las superficies laterales, pudiendo el fondo en cada caso ascender o descender hacia el plano principal central de la rueda. Las paredes laterales de las escotaduras en forma de nichos pueden extenderse al menos casi perpendicularmente al fondo de las escotaduras y/o a la superficie de las zonas adyacentes de las superficies laterales inclinadas de la rueda, por ejemplo en un ángulo $\leq 20-30^\circ$ o $\leq 10-15^\circ$ o $\leq 3-5^\circ$.

[0029] El ángulo de flanco abarcado de los espacios interdentes es preferentemente al menos en esencia igual al ángulo de flanco abarcado de los dientes. Esto se refiere al menos a la zona de los espacios interdentes en la que la rueda penetra en la placa de vidrio, por ejemplo partiendo del dorso de diente hasta una profundidad $\leq 5-10 \mu\text{m}$ o $15-20 \mu\text{m}$. El ángulo de flanco abarcado de los espacios interdentes y también el ángulo de flanco de los dientes pueden corresponder aquí en cada caso a la inclinación de las superficies laterales convergentes de la rueda. En caso dado, el ángulo de flanco abarcado de los espacios interdentes puede diferir del ángulo de flanco abarcado de los dientes en $\pm 25^\circ$ a 30° o $\pm 15^\circ$ a 20° , dado el caso $\leq \pm 5^\circ$ a 10° o menos, por ejemplo $\leq \pm 2^\circ$ a 3° o $\pm 1^\circ$. De este modo pueden lograrse resultados de corte muy buenos y al mismo tiempo una fabricación fácil de las ruedas de corte de pequeño tamaño.

[0030] En caso dado, para algunos casos de aplicación, el ángulo de flanco abarcado de los espacios interdentes puede también ser menor que el ángulo de flanco de los dientes, de manera que los flancos de los espacios interdentes tengan una mayor pendiente que los flancos de los dientes y formen un ángulo menor con el plano principal de la rueda. Una configuración de este tipo es más costosa de fabricar, pero eventualmente permite mejorar aun más la configuración de los bordes de las placas de vidrio.

[0031] Los flancos de los dientes cortantes y/o de los espacios interdentes pueden estar realizados al menos en esencia planos, con lo que se simplifica la fabricación de las ruedas y se aumenta su vida útil. Los flancos de los espacios interdentes pueden estar realizados también convexos o presentar otra conformación, lo que también puede ser válido en general. Además, en general, los flancos de los dientes cortantes pueden estar realizados al menos en esencia planos, cóncavos o convexos.

[0032] Las aristas de corte de los espacios interdentes pueden estar desplazadas radialmente hacia atrás en $\geq 0,5-1 \mu\text{m}$ o $\geq 1,5-2 \mu\text{m}$, por ejemplo $\geq 3-4 \mu\text{m}$ o $\geq 5-10 \mu\text{m}$, con respecto a las aristas de corte de los dientes, y en caso dado el desplazamiento puede ser también $\leq 20-30 \mu\text{m}$, preferentemente $\leq 15-20 \mu\text{m}$, por ejemplo también $\leq 10-12 \mu\text{m}$ o $\leq 8 \mu\text{m}$. La distancia radial de las aristas de corte de los espacios interdentes a las de los dientes puede estar dimensionada de manera que durante el proceso de grabado, con una aplicación normal de fuerza sobre la rueda de corte de pequeño tamaño para vidrio, las aristas de corte de los espacios interdentes penetren en la placa de vidrio, es decir que atraviesen su superficie. La fuerza de apriete aplicada puede ser aquí $\leq 10 \text{ N}$, por ejemplo $\leq 5-7 \text{ N}$ o $\leq 3-4 \text{ N}$, en caso dado también $\leq 1-2 \text{ N}$. La fuerza de apriete necesaria puede depender aquí del material de la placa de vidrio a grabar. La fuerza de apriete se elige preferentemente de manera que la hendidura profunda se extienda completamente por el espesor de la placa de vidrio. Sin embargo, en caso dado las aristas de corte de los espacios interdentes pueden terminar también al menos aproximadamente, o exactamente, a la altura de los dientes cortantes o de la línea periférica radial de la rueda y por lo tanto tener la misma extensión radial. Esto puede ser válido para una parte de la extensión periférica de los espacios interdentes o para toda la extensión periférica de los mismos. Los dientes están definidos entonces porque, al menos en la periferia exterior y/o a una distancia radial de aproximadamente $5-10 \mu\text{m}$ de la periferia exterior de la rueda, tienen una anchura mayor que los espacios interdentes.

[0033] Los dientes cortantes pueden presentar una extensión longitudinal en la dirección periférica $\geq 2-5 \mu\text{m}$. Los dientes cortantes presentan preferentemente una extensión longitudinal en la dirección periférica de la rueda de $10-150 \mu\text{m}$ o de $10-100 \mu\text{m}$, con especial preferencia de $10-50$ o de $75 \mu\text{m}$, en particular de aproximadamente $10-30$

µm. La extensión longitudinal de los dientes en la dirección periférica puede ser $\leq 250-300$ µm, preferentemente $\leq 175-200$ µm.

[0034] La extensión longitudinal de los espacios interdentes en la dirección periférica de la rueda puede ser $\geq 2-5$ µm, preferentemente de $5-150$ µm o de $10-100$ µm y con especial preferencia de aproximadamente $10-75$ µm o de $20-50$ µm. La extensión longitudinal de los espacios interdentes es preferentemente $\leq 250-300$ µm, en particular $\leq 175-200$ µm.

[0035] La extensión longitudinal de algunos de los dientes, o de todos ellos, a lo largo de la periferia de la rueda es preferentemente menor/igual que la extensión longitudinal de los espacios interdentes en esta dirección. En general, la relación entre la longitud de los espacios intermedios y la longitud de los dientes o los dorsos de los dientes puede oscilar entre 5 y $0,5$ o entre 4 y $0,75$ o entre 3 y $0,75$, con especial preferencia entre 2 y 1 o entre $1,75$ y 1 o entre $1,5$ y 1 . La relación entre la altura de los dientes, partiendo de la base de los espacios interdentes, y la extensión longitudinal de los dorsos de los dientes puede oscilar entre $0,5:1$ y $1:10$, preferentemente entre $1:1$ y $1:5$ y con especial preferencia entre aproximadamente $1:2$ y $1:4$.

[0036] Se entiende que existe la posibilidad de que las ruedas de corte de pequeño tamaño presenten sólo un tipo de dientes cortantes y sólo un tipo de espacios interdentes. Sin embargo, en caso dado las ruedas de corte de pequeño tamaño pueden presentar también varios tipos diferentes de dientes cortantes y/o varios tipos diferentes de espacios interdentes, que se sucedan en una secuencia regular y que formen un periodo de identidad que comprenda varios dientes. Los distintos tipos de dientes y/o espacios interdentes pueden diferenciarse en cada caso por su extensión periférica, altura, anchura y/o forma. Por ejemplo, puede haber dientes de varios tipos dispuestos unos detrás de otros, de los cuales un primer tipo de dientes principalmente produce hendiduras profundas y otro tipo de dientes, que pueden estar dispuestos en cada caso directamente a continuación de los dientes del primer tipo, principalmente cortan la superficie de la placa de vidrio, para así, en suma, dar como resultado un borde bruto óptimo. De manera análoga pueden estar previstos adicionalmente o como alternativa, entre un primer y en caso dado un segundo tipo de dientes (o a continuación del segundo tipo de dientes), unos dientes adicionales que impidan un resbalamiento de la rueda dentada sobre la placa de vidrio. Se entiende que los espacios interdentes situados entre los dientes en cada caso diferentes pueden tener configuraciones diferentes, pero en caso dado los espacios interdentes también pueden tener respectivamente configuraciones iguales.

[0037] Los dientes cortantes pueden presentar, en el lado frontal delantero y/o trasero en la dirección de corte, unas caras frontales o zonas de lado frontal colocadas en forma de cuña en dirección al plano principal central, de manera que las caras frontales de los dientes se alejan desde el lado frontal hacia atrás según aumenta la distancia lateral con respecto a un plano principal, en particular al plano principal central.

[0038] En particular, los dientes cortantes pueden presentar, en el lado frontal delantero y/o trasero en la dirección de corte, unas aristas de corte que se extiendan al menos por una parte de la altura o por toda la altura del lado frontal respectivo del diente. Estas aristas de corte pueden estar situadas en el plano principal central de la rueda, y en general pueden estar dispuestas a cierta distancia lateral de las superficies laterales de la rueda y/o de los flancos laterales del diente y desplazadas hacia el plano principal central de la rueda. Estas aristas de corte pueden convertirse en los dorsos de los dientes en unas zonas de transición ascendentes en altura de los espacios interdentes. Estas aristas de corte pueden también extenderse en esencia perpendicularmente a la línea periférica de la rueda en dirección al centro de la rueda. Las aristas de corte frontales se extienden preferentemente hasta las aristas de corte de los dorsos de los dientes. Las aristas de corte pueden estar configuradas en las caras frontales de los dientes colocadas en forma de cuña con respecto a la dirección periférica de la rueda.

[0039] Vistos desde arriba, los dientes cortantes pueden presentar una forma en esencia poligonal, por ejemplo una forma cuadrangular (en particular una forma cuadrada, rectangular o al menos en esencia romboidal), hexagonal o también triangular, teniendo el polígono preferentemente una configuración regular y/o una disposición simétrica con respecto al plano principal central. En cada caso existe también la posibilidad de que un lado del polígono se extienda transversal o perpendicularmente al plano principal central. De las esquinas pueden partir en cada caso – como se describe más arriba – unas aristas de corte que se extienden hacia el centro de la rueda o que pueden convertirse en una zona de transición de los espacios interdentes. La o las esquinas del diente pueden estar antepuestas en cada caso en la dirección de corte o en dirección opuesta a la dirección de corte. El polígono puede presentar en cada caso una anchura que sea $\geq 1/2$ de la altura del diente, $\geq 3/4$ de la altura del diente o \geq la altura del diente, partiendo de la base del espacio interdental adyacente. La anchura del diente puede estar dimensionada de tal manera que la cara superior del diente se extienda hasta por debajo de la base del espacio interdental adyacente, lo que puede ser el caso especialmente de los dientes colocados sobre la cresta.

[0040] Las caras superiores de los dientes y/o los lados de los dientes pueden presentar en cada caso rugosidades y/o un dentado fino, que puede impedir un resbalamiento de la rueda sobre la superficie de la placa de vidrio durante el proceso de grabado. Las rugosidades pueden realizarse por ejemplo mediante medios abrasivos adecuados. La altura estructural de las rugosidades o del dentado fino puede ser mucho menor que la altura de los dientes, por ejemplo $\leq 1/4$, $\leq 1/8$ o $\leq 1/16$ de la misma. La rugosidad superficial Rz puede ser, según DIN/ISO 4287, $\leq 4,5-5$ µm o $\leq 3,5-4$ µm o también $\leq 2,5-3$ µm, por ejemplo oscilar entre $0,5$ y 5 µm y preferentemente entre $0,75$ y 2 µm. La rugosidad Ra según DIN/ISO 4287 puede ser $\leq 0,4-0,5$ µm, por ejemplo oscilar entre $0,05$ y $0,5$ µm o entre $0,1$ y $0,4$ µm, preferentemente entre $0,1$ y $0,3$ µm. El dentado fino puede ser regular o irregular y estar realizado en forma de nervios de diente, que pueden converger hacia la arista de corte o extenderse al menos con una componente direccional hacia la arista de corte, en forma de elevaciones aisladas en esencia en forma de puntos o similares. En caso dado, también los espacios interdentes pueden presentar rugosidades y/o una estructuración fina, para las que puede ser válido lo ya dicho más arriba y que preferentemente están separadas sólo ligeramente de la arista de corte de los espacios interdentes o se extienden hasta cerca de la misma, de manera que esta

estructuración fina interactúe con la placa de vidrio a grabar durante un uso normal de la rueda de corte de pequeño tamaño.

[0041] En relación con la periferia de la rueda, los espacios interdentes pueden ascender desde su base hasta una altura determinada hacia el dorso de diente adyacente a través de una zona de transición, estando la zona de transición configurada en su extensión longitudinal preferentemente en parte o por completo como zona de corte. De esta forma, la realización de hendiduras en la superficie de la placa de vidrio puede tener lugar también de un modo muy eficaz en la zona de los espacios interdentes, con lo que se evita que los lados se astillen y se logra una superficie de rotura con una calidad muy alta de los bordes. La zona de corte en esta zona de transición puede presentar al menos aproximadamente el mismo ángulo de flanco que la zona de corte de los dientes y/o de los espacios interdentes en la zona de su base. De este modo, en caso dado toda la periferia de la rueda puede estar configurada como zona de corte, es decir también toda la zona situada entre las caras superiores de los dientes. La zona de transición entre los espacios intermedios (o la base de los mismos) y los dientes puede estar configurada a lo largo de la periferia de la rueda al menos en esencia con forma lineal, cóncava o convexa. Dado el caso pueden estar previstas, en el espacio interdental y/o en la zona de transición del mismo a los dientes adyacentes, unas elevaciones que actúen también a modo de dientes, pero que, en dirección radial, estén situadas más atrás que los dientes adyacentes.

[0042] Las ruedas de corte de pequeño tamaño para vidrio según la invención pueden estar compuestas de diamante policristalino (PCD) o de un material metálico duro, que preferentemente está provisto de un revestimiento que puede tener propiedades que reduzcan el desgaste. Un revestimiento de este tipo puede ser en particular un revestimiento de material duro nano-estructurado, pudiendo los flancos de corte del filo estar pulidos hasta una anchura media de surco inferior a una micra. Un revestimiento de este tipo se describe en el documento WO 2004/101455, que con esto queda incluido en todo su contenido.

[0043] La rueda puede presentar en general un diámetro exterior entre 1 y 20 mm, preferentemente entre 2 y 10 mm o entre 2 y 6 mm. La anchura de la rueda puede estar entre 0,3 y 5 mm, preferentemente entre 0,6 y 4 mm o entre 1 y 2 mm.

[0044] Mediante la rueda de corte de pequeño tamaño según la invención es posible también en particular grabar placas de vidrio delgado en la zona superior del espesor del vidrio, mediante una presión de apriete correspondientemente ajustada, de tal manera que se produzca una hendidura profunda que se extienda en esencia por todo el espesor de la plancha de vidrio.

[0045] Se entiende que las ruedas de corte de pequeño tamaño según la invención pueden emplearse también en general para grabar otros cuerpos de vidrio, como por ejemplo tubitos de vidrio, cuerpos de vidrio huecos o cuerpos de vidrio con superficies curvas, como pantallas o dispositivos de presentación convexos, incluso en la zona de las convexidades. El cuerpo de vidrio también puede estar compuesto en general de un vidrio templado, con superficie modificada y/o grabado al agua fuerte.

[0046] En general, el cuerpo de vidrio también puede estar compuesto de un vidrio dotado de un revestimiento superficial o provisto de una lámina en su superficie. La lámina puede ser una lámina protectora o una lámina funcional. Ésta puede adherirse a la superficie de vidrio por medios físicos y/o químicos. El revestimiento puede ser una capa metálica aplicada por vaporización-metalización, un revestimiento de plástico, un revestimiento óptico como un revestimiento antirreflejo, un revestimiento hidrófugo o una capa funcional o protectora de otro tipo. Según una variante, el proceso de grabado puede llevarse a cabo de tal manera que las aristas de corte de los dientes y de los espacios interdentes atraviesen el revestimiento sólo parcialmente o prácticamente por completo, sin grabar el cuerpo de vidrio propiamente dicho. Como alternativa, las aristas de corte de los dientes y de los espacios interdentes pueden producir también una hendidura profunda en el cuerpo de vidrio, que puede atravesar por completo este último. Mediante las aristas de corte previstas en los espacios interdentes puede producirse siempre una línea divisoria limpia, delgada y continua en la lámina o el revestimiento.

[0047] A continuación se describen ejemplos de la invención, que se explican por medio de las figuras.

Muestran:

- Figura 1, una representación esquemática de un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento según la invención,
- Figura 2, una forma de realización de una rueda de corte de pequeño tamaño fabricada según la invención en una vista lateral (figura 2a) y en una vista frontal (figura 2b), en unas vistas de detalle desde un lado (figura 2c), en una sección transversal (figura 2d), en una vista frontal (figura 2e) y en una representación en perspectiva (figura 2f), así como una vista de la zona de corte de la rueda que ha penetrado en una placa de vidrio (figura 2g),

- Figura 3, otra forma de realización de una rueda de corte de pequeño tamaño en una vista lateral (figura 3a) y en una vista frontal (figura 3b), en unas vistas de detalle desde un lado (figura 3c), en una sección transversal (figura 3d), en una vista frontal (figura 3e) y en una representación en perspectiva (figura 3f), así como una vista de la zona de corte de la rueda que ha penetrado en una placa de vidrio (figura 3g),

- Figura 4, una representación de líneas grabadas de una rueda de corte de pequeño tamaño convencional con arista de corte rectificadas, de una rueda de corte de pequeño tamaño convencional con dentado grueso y de una rueda de corte de pequeño tamaño según la invención.

[0048] La figura 1 muestra un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento según la invención y para fabricar la rueda según las figuras 2 y 3. La rueda de corte de pequeño tamaño 1 alojada con posibilidad de giro alrededor del eje D se hace girar mediante el motor 50. Para estructurar la superficie periférica exterior de la rueda en la zona de la arista de corte se emplea un láser de pulsos cortos 60, en particular un láser de picosegundos. Mediante el dispositivo de desviación 65, que puede estar configurado como un espejo de desviación, y el sistema óptico de enfoque 70, el rayo láser se dirige a la superficie periférica exterior de la rueda, en la zona de la línea periférica radial 2. El rayo láser puede aquí hacerse incidir en las superficies laterales inclinadas 6 de la rueda, para eliminar

material del cuerpo base de la rueda y formar así la estructura dentada. Durante el giro de la rueda de corte mediante el motor, el foco del rayo láser puede desplazarse paralelamente al eje de giro D de la rueda, para practicar escotaduras en la periferia exterior de la rueda formando la estructura dentada. Con este fin está previsto un dispositivo de desplazamiento 53 para un dispositivo de desviación 65 y/o un sistema óptico de enfoque 70 del rayo láser, por ejemplo en forma de un eje de desplazamiento. El motor 50 y/o el codificador rotatorio 51 asignado a éste para ajustar el giro de la rueda, así como el dispositivo de desplazamiento 53, se controlan mediante el mando 52, para orientar las zonas a estructurar de la superficie del filo, es decir de la zona que comprende la arista de corte y la línea periférica radial de la rueda, en relación con el rayo láser.

[0049] La posición lateral del rayo láser con respecto al plano principal central 3 de la rueda o con respecto a la línea periférica radial 2 se controla mediante un transductor de posición, que actúa sobre un eje de desplazamiento 53 del dispositivo de desviación para posicionar lateralmente el rayo láser (véase la flecha). Este posicionamiento puede estar superpuesto al posicionamiento periférico de la rueda o realizarse de forma alternante con éste, por ejemplo en función de la posición de giro de la rueda alrededor de su eje de giro en relación con la dirección de irradiación del rayo láser, de manera que el rayo láser pueda recorrer toda la superficie periférica a estructurar de la rueda. Las señales de posición del transductor de posición 54 que registra la posición lateral del rayo láser y del codificador rotatorio 51 que registra la posición de giro de la rueda y que está asignado al motor 50 se alimentan al mando de láser 80, que controla el tren de pulsos del láser 60, para producir los espacios interdentes 8 y las demás estructuraciones de la superficie periférica de la rueda.

[0050] Se entiende que la superficie periférica de la rueda también puede moverse de otro modo en relación con el rayo láser, para que sea barrida por éste permitiendo una eliminación de material.

[0051] Así pues, la potencia de los pulsos o el tren de pulsos del láser de pulsos cortos puede modularse dependiendo del posicionamiento del rayo láser en relación con la rueda. De este modo, la profundidad de eliminación puede controlarse con una gran exactitud en un intervalo de hasta $\leq 1/10 \mu\text{m}$ o de unas pocas décimas de μm , de manera que es posible elaborar flancos de diente definidos geoméricamente con una gran exactitud a partir del cuerpo base de la rueda. Mediante un dispositivo de enfoque, el rayo láser puede enfocarse aquí al punto a eliminar de la periferia de la rueda. En el foco, el rayo láser puede presentar un diámetro $\leq 30\text{-}50 \mu\text{m}$ o $\leq 25\text{-}20 \mu\text{m}$, preferentemente $\leq 15\text{-}20 \mu\text{m}$ o $\leq 12\text{-}15 \mu\text{m}$ y con especial preferencia $\leq 8\text{-}10 \mu\text{m}$, por ejemplo entre 2 y $20 \mu\text{m}$ o entre 5 y $12 \mu\text{m}$.

[0052] El control de la potencia del láser mediante el dispositivo de mando 80 puede realizarse por medio de una tabla de consulta, que determine el tren de pulsos en función de las señales de posición del transductor de posición 54 y del codificador rotatorio 51, para acoplar a la superficie periférica de la rueda una potencia de láser deseada para la estructuración deseada y evaporar el material del cuerpo base de la rueda en los puntos deseados y en la medida deseada. Se entiende que, en los puntos barridos por el rayo láser en los que no se desea una estructuración, como por ejemplo en el dorso del diente, el láser permanece desactivado, es decir que no emite ningún pulso. Por lo tanto, el rayo láser puede guiarse con una gran exactitud lateralmente con respecto a la línea periférica por la periferia exterior de la rueda o por las superficies laterales inclinadas, para así, mediante un tren de pulsos adecuado, lograr la eliminación de material necesaria para formar la estructura deseada en el diente. En general, de este modo es también posible estructurar zonas de la superficie periférica de la rueda dispuestas radialmente más cerca del eje de giro que la base de los espacios interdentes en el plano principal 3 de la rueda, por ejemplo zonas de la superficie periférica lateralmente más separadas del plano principal, de manera que, por ejemplo, es posible fácilmente estructurar también los espacios interdentes o formar aristas de corte en estos últimos.

[0053] El rayo láser puede dirigirse a las superficies laterales inclinadas de la periferia a estructurar de la rueda en esencia paralelamente al plano principal, de manera que el rayo láser incida en ángulo en las superficies laterales, teniendo lugar sorprendentemente un acoplamiento de energía suficiente o también prácticamente sin merma alguna. Esta disposición es muy sencilla desde el punto de vista constructivo. Sin embargo, el rayo láser también puede dirigirse a las superficies laterales a estructurar en ángulo con respecto al plano principal de la rueda, o también perpendicularmente al mismo, para lo cual puede estar previsto un dispositivo óptico de desviación adecuado.

[0054] La figura 2 muestra una rueda de corte de pequeño tamaño para vidrio 1, fabricada según la invención y destinada a producir una línea de rotura controlada grabada en una placa de vidrio, con una línea periférica radial 2 que define la periferia exterior de la rueda y que aquí forma el plano principal central 3 de la rueda, que está situado perpendicularmente al eje de giro de la rueda y se extiende a través del centro de gravedad de la rueda. En el centro de la rueda está prevista una escotadura 4 para la introducción de un eje. La rueda puede presentar un diámetro exterior de aproximadamente 3 mm y una anchura de aproximadamente 0,6 mm. Las superficies laterales inclinadas 6 convergen hacia el plano principal central 3 y se cortan en el mismo. La línea periférica 2 presenta una pluralidad de dientes cortantes 7, con unas aristas de corte 5 que están situadas en la línea periférica, dispuestos separados unos de otros en la dirección periférica por unos espacios interdentes 8. La rueda puede estar compuesta de un material metálico duro, preferentemente provisto de un revestimiento contra el desgaste, o de diamante policristalino. Las superficies 7a de los dientes y en caso dado también las superficies laterales 6 de la rueda pueden haberse hecho rugosas, por ejemplo mediante un proceso de rectificado, siendo la altura radial de los dientes cortantes superior a una eventual rugosidad superficial irregular. La rugosidad superficial Rz (según DIN/ISO) puede ser de aproximadamente $1,5 \mu\text{m}$ y la rugosidad Ra puede ser de aproximadamente $0,15 \mu\text{m}$. En caso dado, las superficies del diente y/o las superficies laterales pueden también estar pulidas.

[0055] Al menos una parte de los espacios interdentes 8, o todos ellos, están provistos de una arista de corte 9, de manera que también las zonas de los espacios interdentes intervienen en la placa de vidrio 100 cortándola

durante el proceso de grabado, como está representado en la figura 2g. Así pues, las aristas de corte de los espacios interdentes están dispuestas separadas lateralmente hacia dentro con respecto a los extremos envolventes de las superficies laterales inclinadas de la rueda y/o a las superficies laterales de los dientes cortantes, preferentemente en la zona del plano principal central de la rueda. De este modo es posible sorprendentemente lograr hendiduras de enorme profundidad y al mismo tiempo bordes brutos de muy alta calidad cuyos lados prácticamente no están astillados. De este modo pueden reducirse considerablemente los desechos, especialmente en el caso de las placas de vidrio delgado, como por ejemplo para dispositivos de presentación. Lo análogo vale también para una separación de cuerpos de vidrio en un, así llamado, "corte abierto", en el que mediante el proceso de grabado se realiza ya cierta separación de las partes seccionadas del cuerpo.

[0056] Las aristas de corte 9 de los espacios interdentes y las aristas de corte 5 de los dientes se hallan en el mismo plano principal de la rueda, más exactamente el plano principal central 3, con lo que puede producirse una línea grabada continua y muy delgada y recta, produciendo una hendidura muy profunda. Por lo tanto, en general, las aristas de corte 9 de los espacios interdentes están separadas lateralmente de los flancos 7b de los dientes y desplazadas hacia dentro, hacia el plano principal central 3. Mediante las aristas de corte 9 de los espacios interdentes preferentemente se graba también en la zona interdental el vidrio a grabar y se desaloja el mismo lateralmente de la rueda, con lo que al parecer se favorece también la propagación de las hendiduras profundas.

[0057] El ángulo de flanco W2 abarcado de los espacios interdentes, que está definido por las dos superficies laterales inclinadas 6, es aquí al menos aproximadamente o exactamente igual al ángulo de flanco W1 de los dientes a la altura del dorso 7c del diente. Los flancos 7b, 9b de los dientes y de los espacios interdentes, que forman las aristas de corte, están realizados aquí al menos en esencia planos. Sin embargo, en caso dado, los ángulos de flanco W1, W2 de los dientes y de los espacios interdentes pueden ser diferentes entre sí, por ejemplo los flancos 9b de los espacios interdentes pueden abarcar un ángulo menor que los flancos de los dientes.

[0058] Los dientes cortantes presentan aquí una extensión longitudinal en la dirección periférica de aproximadamente 20 µm, y los espacios interdentes 8 una extensión longitudinal de aproximadamente 30 µm. La extensión longitudinal de los espacios interdentes es mayor que la de los dientes o la de los dorsos de los dientes, siendo la relación aquí de aproximadamente 1,5. La relación entre la altura de los dientes, partiendo de la base de los espacios interdentes, y la extensión longitudinal de las aristas de corte de los dientes es aquí de aproximadamente 1:3. Los dientes y los espacios interdentes están dispuestos simétricamente con respecto al plano principal 3 de la rueda.

[0059] Según el ejemplo de realización, los dientes cortantes, que están unidos en una pieza al cuerpo de la rueda, están "colocados" encima de las superficies laterales inclinadas 6 de la rueda y sobresalen radialmente hacia fuera de las superficies laterales 6 de la rueda que convergen hacia el plano principal central 3.

[0060] Como puede verse en la Figura 2f, los dientes cortantes están dispuestos en una acanaladura 18 practicada en la periferia de la rueda. Los flancos 7b de los dientes pueden formar con el plano principal 3 el mismo ángulo que las superficies laterales 6a, también inclinadas y adyacentes a la acanaladura 18. Los lados 7d de los dientes se extienden aquí hasta el fondo de la acanaladura.

[0061] Según la figura 2f, los dientes cortantes 7 están realizados de manera que la, en la dirección de corte, zona delantera 21 de los mismos se aleja hacia atrás según aumenta la distancia lateral al plano principal central 3. La, en la dirección de corte, zona más delantera de los dientes cortantes está configurada como arista de corte frontal 22, que aquí está situada en el plano principal central 3. Mediante los dorsos 7c de los dientes, las aristas de corte frontales 22 de los dientes y las aristas de corte 9 de los espacios interdentes 8 se forma una arista de corte continua, que preferentemente se halla en un plano. Lo análogo vale para el lado frontal 24 de los dientes, situado detrás en la dirección de corte, con la arista de corte 26, de manera que, visto desde arriba, el diente tiene forma de rombo y en cada caso una esquina del diente cortante se halla en el plano principal central. Las aristas de corte frontales pueden estar previstas independientemente de la geometría de los dientes cortantes representada, con lo que puede lograrse un cuadro de grabado muy bueno. Las zonas 27a,b del lado frontal de los dientes situadas oblicuamente a ambos lados del plano principal 3 pueden abarcar entre sí un ángulo $W3 \leq 170-175^\circ$ y $\geq 45-60^\circ$, con preferencia un ángulo de aproximadamente $90-160^\circ$, por ejemplo de $110-150^\circ$, y en particular de aproximadamente 135° (véase la figura 2e). Esto puede ser válido para las caras frontales delanteras y/o traseras en la dirección de corte.

[0062] Tanto la acanaladura 18 como la estructura de los dientes 7 y de los espacios interdentes 8 con las aristas de corte se han elaborado a partir del cuerpo base de la rueda con un dispositivo según la figura 1, eliminando material mediante el rayo láser de pulsos. Las caras superiores 7b de los dientes y/o las aristas de corte 5 pueden constituir aquí zonas superficiales del cuerpo base original sin un procesamiento mediante el rayo láser, estando la superficie periférica del cuerpo base definida por las superficies laterales inclinadas 6a que convergen en la línea periférica radial, pero en general, si es necesario, también pueden estar estructuradas adicionalmente mediante el rayo láser.

[0063] En la figura 2g está representado cómo los dientes y los espacios interdentes penetran en el cuerpo de vidrio 100 en forma de una placa de vidrio y atraviesan la superficie 101 del cuerpo de vidrio 100 (plano del papel). En la placa de vidrio 100 se introducen durante el proceso de grabado tanto las aristas de corte frontales 22 como las aristas de corte 9 de los espacios interdentes. Los flancos 7b de los dientes se introducen sólo parcialmente en la placa de vidrio, de manera que las superficies laterales de los dientes, o aquí las aristas laterales 28 de los dientes, así como también el fondo de la acanaladura 18, permanecen por encima de la superficie de la placa de vidrio. La profundidad de penetración T1 de las aristas de corte de los espacios interdentes es menor que la profundidad de penetración T2 de los dientes, por ejemplo \geq un 5 a un 10% o \geq un 15 a un 20%, preferentemente \leq un 50 a un 75% de la misma. Sin embargo, una penetración de las aristas de corte de los espacios interdentes no

es forzosamente necesaria. La altura de los dientes, que se extienden más allá de la base de los espacios interdentes, puede estar dimensionada de manera que, con el primer contacto de un diente dado con la superficie 101 del cuerpo de vidrio 100, el espacio interdental inmediatamente siguiente en la dirección de corte aún no entre en contacto con la superficie 101 del cuerpo de vidrio 100 con su base o con toda su longitud, lo que puede ser válido en general. De este modo, en el extremo delantero de la zona de penetración de la superficie 101 del cuerpo de vidrio 100, la rueda de corte de pequeño tamaño se apoya en la superficie del cuerpo de vidrio únicamente con los dorsos o las aristas de corte de los primeros dientes, en particular de los dos primeros dientes, de manera que la arista de corte del espacio interdental interactúa por primera vez con la superficie del cuerpo de vidrio después del segundo diente que interviene en la misma o de un diente situado más atrás.

[0064] La figura 3 muestra otro ejemplo de realización, estando las características iguales a las de la figura 2 provistas de los mismos números de referencia. Los dientes 7 están formados mediante unas cavidades a modo de nicho 31 en las dos superficies laterales inclinadas 6 de la rueda, que constituyen los espacios interdentes 8. De este modo, los dientes cortantes forman parte de las superficies laterales inclinadas 6 de la rueda, de manera que los flancos 7b de los dientes constituyen una prolongación de las superficies laterales. Por lo tanto, los flancos de los dientes pueden presentar la misma inclinación con respecto al plano principal que las superficies laterales 6 que se hallan más al exterior en dirección radial. Los ángulos de flanco W1 de los dientes pueden corresponder también aquí al menos aproximadamente o exactamente a los ángulos de flanco W2 de los espacios interdentes. Las cavidades dispuestas a ambos lados del plano principal central 3 convergen en cada caso en las aristas de corte 9 o la base 9c de los espacios interdentes 8. El fondo 32 de las cavidades puede ser al menos en esencia plano. El fondo 32 de las cavidades puede ascender hacia el centro o hacia el plano principal central 3 de la rueda y extenderse al menos en esencia paralelamente a las superficies laterales 6. La profundidad de las cavidades puede ser al menos en esencia constante a lo largo de su extensión transversal al plano principal central 3. En este tipo de configuración de la rueda, las aristas de corte 9 se hallan lateralmente a cierta distancia de las zonas terminales laterales de los dientes, que aquí están definidas por las zonas terminales 31a de las cavidades 31, y están dispuestas en el plano principal central 3.

[0065] Las paredes laterales 33 son preferentemente al menos en esencia planas. Las paredes laterales 33 pueden extenderse al menos en esencia perpendicularmente a las superficies laterales inclinadas 6 de la rueda y/o al menos en esencia paralelamente al plano principal central de la rueda. La sección transversal y/o la profundidad de las escotaduras pueden ser al menos en esencia constantes a lo largo de cierta extensión de las mismas en la dirección lateral de la rueda, por ejemplo \geq un 25-50% de la longitud de las mismas, o a lo largo de toda la extensión de la escotadura. Las escotaduras pueden presentar una extensión en dirección lateral, partiendo del plano principal central, \geq 10-20 μm , \geq 25-50 μm o \geq 100 μm .

[0066] Como se muestra a modo de ejemplo para una de las cavidades en la figura 3c, a la derecha, la profundidad y/o la sección transversal de las cavidades pueden también variar en la dirección periférica de la rueda, por ejemplo el fondo 32 puede presentar unas zonas 32a que asciendan hacia el lado superior 6a de las superficies laterales y que pueden estar dispuestas lateralmente con respecto a las zonas de transición 35 de los espacios interdentes. La zona de transición 35 puede aquí aumentar en altura de la base 9c del espacio interdental hacia el dorso 7c del diente, formando la zona de transición y también la base de los espacios interdentes en cada caso una zona de corte preferentemente continua. La zona de transición puede ascender de manera lineal o no lineal. Una configuración de este tipo puede darse en todos los espacios interdentes de la rueda y también estar prevista en otros ejemplos de realización.

[0067] Como se indica en la figura 3f, los dientes y/o los espacios interdentes pueden presentar unas estructuraciones finas 36 adicionales, por ejemplo en forma de nervios adicionales, cuya altura radial y/o cuya anchura periférica sean mayores que las de unas eventuales estrías de rectificado. Se entiende que tales estructuraciones finas también pueden estar previstas en las demás formas de realización de la rueda.

[0068] Tanto las escotaduras en forma de nichos 31, mediante las cuales se determina la estructura de los dientes 7, como las aristas de corte 9 de los espacios interdentes se han elaborado a partir del cuerpo base de la rueda con un dispositivo según la figura 1, eliminando material mediante el rayo láser de pulsos. Las caras superiores 7b de los dientes pueden constituir aquí zonas superficiales del cuerpo base original sin un procesamiento mediante el rayo láser, estando la superficie periférica del cuerpo base definida por las superficies laterales inclinadas 6 que convergen en el plano principal.

[0069] La figura 4 muestra una comparación de cuadros de grabado de una rueda de corte de pequeño tamaño convencional, en la que se ha producido una rugosidad Rz de 1,5 μm en las superficies laterales inclinadas mediante un proceso de rectificado (figura 4a), y de una rueda de corte de pequeño tamaño según el documento EP 773 194, en la que se han practicado unas cavidades en el nervio formado por las superficies laterales inclinadas 6 de la rueda. Estas cavidades pueden haberse practicado por ejemplo mediante una rueda abrasiva cuyo eje de giro sea perpendicular al eje de giro de la rueda de corte de pequeño tamaño para vidrio, o análogamente también mediante descargas eléctricas. La figura 4c muestra un cuadro de grabado de una rueda de corte de pequeño tamaño según la invención. Así pues, mediante la rueda de corte de pequeño tamaño según la invención puede producirse una línea grabada más uniforme, más delgada y continua, que por una parte lleva a una forma correspondientemente mejorada de la rotura y a una calidad mejorada de los bordes de las piezas de la placa de vidrio separadas. Por lo demás, las dimensiones de las ruedas de corte de pequeño tamaño coinciden entre sí. La fuerza de apriete se ha elegido en cada caso de manera que con el proceso de grabado la placa de vidrio sea lo más fácil de partir posible.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar ruedas de corte de pequeño tamaño (1) destinadas a producir líneas de rotura controlada grabadas, presentando la rueda un eje de giro (D) y una línea periférica radial (2) que define una periferia exterior de la rueda (1) y que presenta, al menos parcialmente, una arista de corte con una estructura dentada con dientes dispuestos a cierta distancia unos de otros y separados por espacios interdentes (8), extendiéndose a ambos lados de la línea periférica radial (2) de la rueda (1) unas zonas laterales (6) y formándose la estructura dentada mediante un rayo láser por el método de eliminar parcialmente la zona periférica de la rueda en la zona de la línea periférica radial exterior (2) y en las zonas de superficie de la rueda (1) lateralmente adyacentes, caracterizado porque el rayo láser se dirige, en esencia paralelamente a un plano principal (3), sobre la superficie periférica de la rueda y se guía por la periferia exterior de la rueda (1) eliminando material de tal manera que se estructura la misma,
- porque en al menos una parte de los espacios interdentes (8), o en todos ellos, resultan unas aristas de corte (9) que se extienden, al menos con una componente direccional, en un plano principal (3) perpendicular al eje de giro (D) de la rueda y
 - porque las aristas de corte (9) de los espacios interdentes (8) se hallan al menos aproximadamente en un mismo plano que las aristas de corte (5) de los dientes, de tal modo que todas las aristas de corte (5, 9) de los dientes y de los espacios interdentes (8) se hallan a una distancia lateral $\leq 5 \mu\text{m}$ del plano principal central que comprende la línea periférica (2) de la rueda (1),
- y porque la eliminación se realiza mediante un rayo láser de un láser de pico-segundos o de un láser de femto-segundos (60).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la rueda de corte de pequeño tamaño (1) se pone en rotación mediante un accionamiento (50) y porque se hace que el rayo láser interactúe con la periferia exterior de la rueda (1) eliminando material durante el giro de la rueda de corte de pequeño tamaño (1).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el tren de pulsos o la potencia de los pulsos del láser de pulsos cortos se modula en función del posicionamiento del rayo láser en la periferia exterior de la rueda (1).
4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, para producir la estructura dentada, la rueda de corte de pequeño tamaño se pone en rotación mediante un accionamiento (50) de manera intermitente, no realizándose en determinados intervalos de tiempo ninguna rotación y haciéndose que el rayo láser interactúe con la periferia exterior de la rueda (1) eliminando material durante los intervalos de tiempo en los que la rueda de corte de pequeño tamaño (1) no gira.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el rayo láser se guía de manera que elimina material por las superficies del diente, para la estructuración de las mismas.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el rayo láser se guía de manera que elimina material por la periferia exterior de la rueda de tal modo
- (i) que los espacios interdentes presentan en la dirección radial de la rueda una profundidad al menos casi constante y/o
 - (ii) que se forman espacios interdentes (8) cuya profundidad aumenta o disminuye en dirección a la línea periférica radial de la rueda (1) y/o
 - (iii) que la base de los espacios interdentes (8) que se extiende lateralmente con respecto a la línea periférica radial no está realizada con forma lineal o no está realizada con forma plana y/o
 - (iv) que los dientes presentan unas caras frontales que se alejan hacia atrás a ambos lados de un plano principal (3).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el ángulo de flanco abarcado de los espacios interdentes es al menos en esencia igual al ángulo de flanco de los dientes.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque mediante el rayo láser se practica en la rueda (1), a ambos lados de la disposición de dientes y adyacente a ésta, una acanaladura a modo de canal que se extiende por una parte de la periferia o por toda la periferia de la rueda (1), o porque los dientes cortantes de la estructura dentada están colocados sobre una cresta, en la que convergen las superficies laterales (6) de la rueda (1).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el rayo láser se guía de manera que elimina material por la periferia exterior del nervio de tal modo que al menos una parte de los dientes presentan unas aristas de corte (5) dispuestas frontalmente, que están a cierta distancia de unas superficies laterales (6) de la rueda dispuestas a ambos lados de la línea periférica radial.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el rayo láser se enfoca a un diámetro $\leq 50 \mu\text{m}$.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la rueda (1) está compuesta de diamante policristalino (PCD) o de un material metálico duro.

5 12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porque la rueda (1) compuesta de un material metálico duro se dota de un revestimiento.

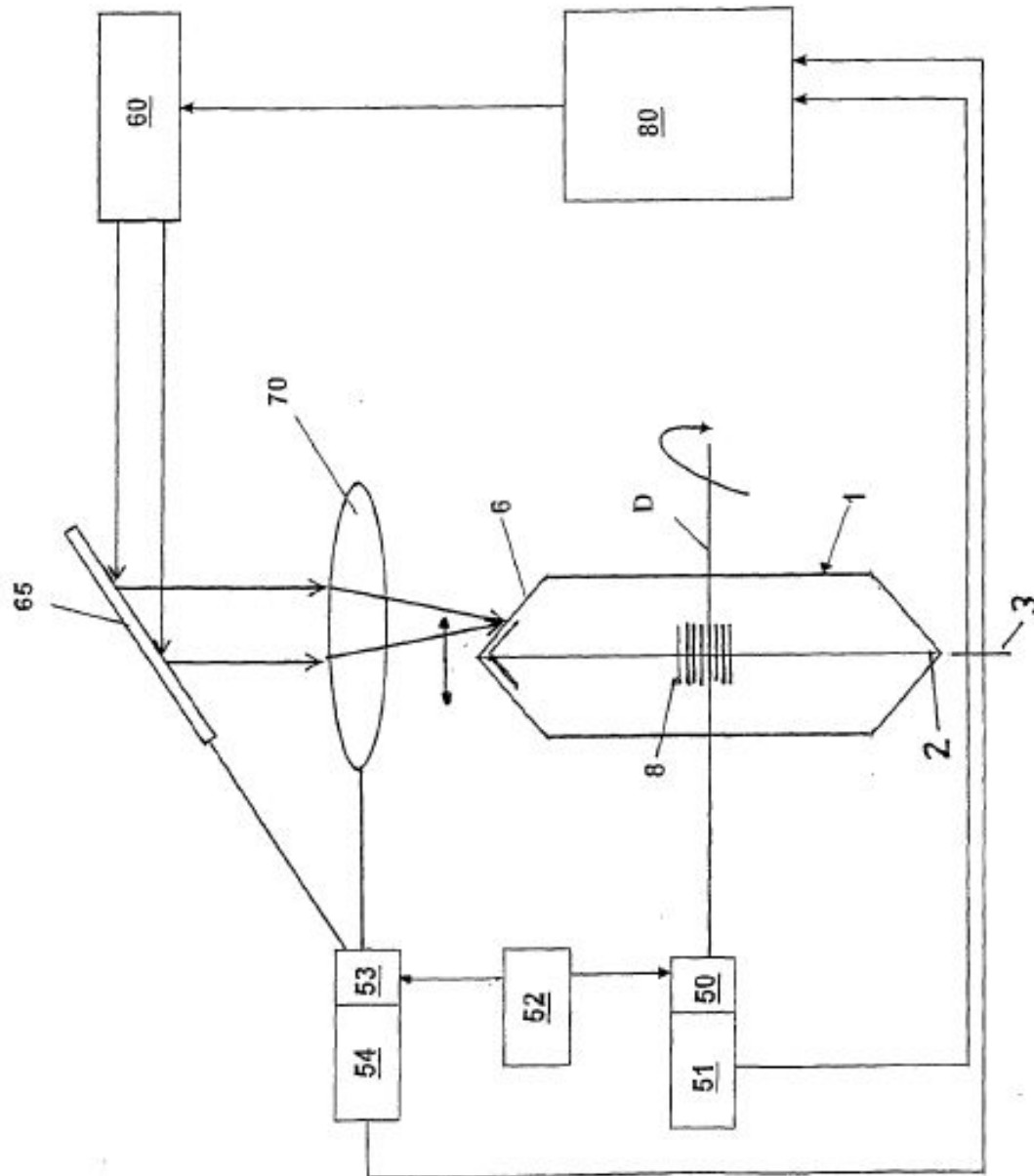
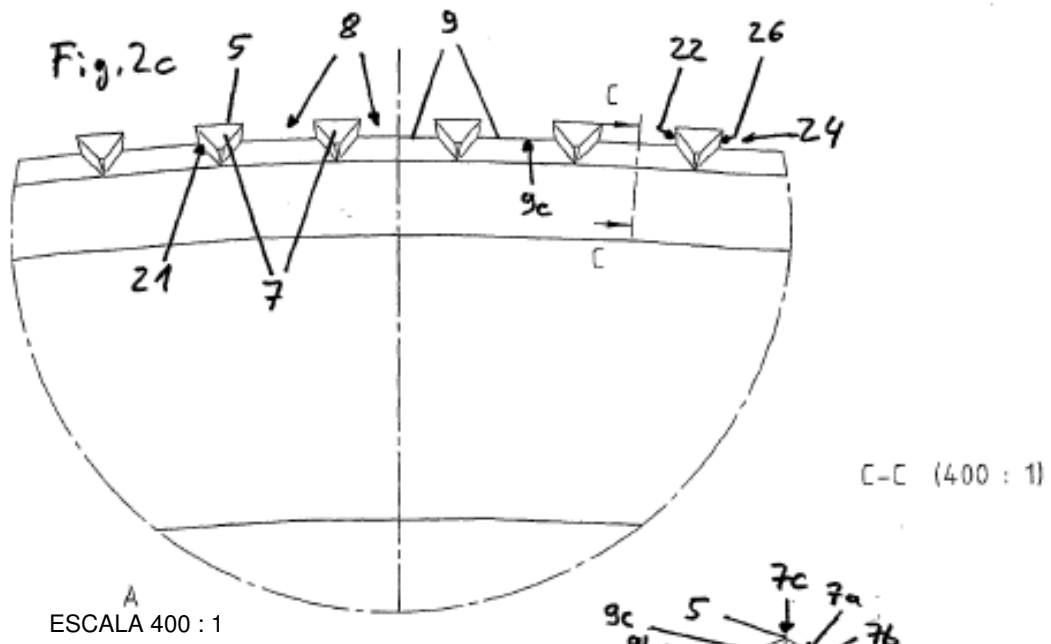
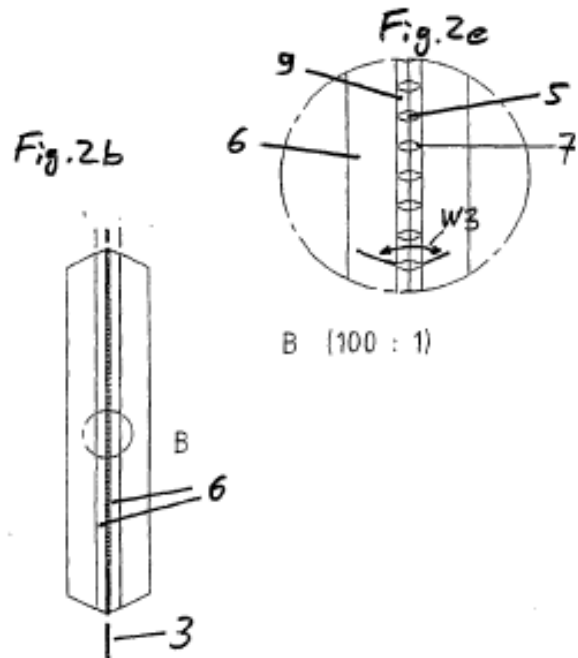
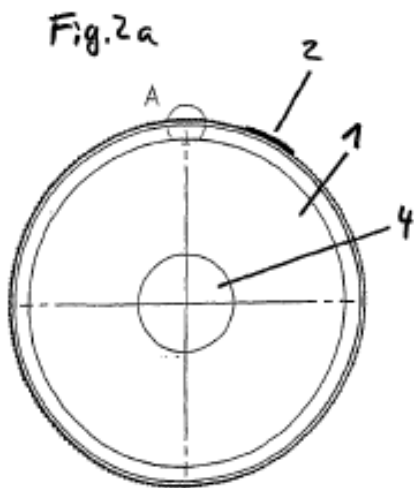
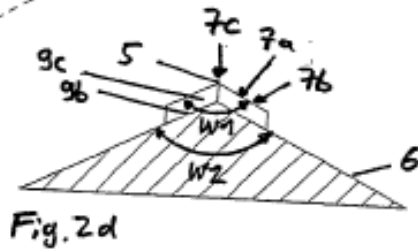


Fig. 1



C-C (400 : 1)



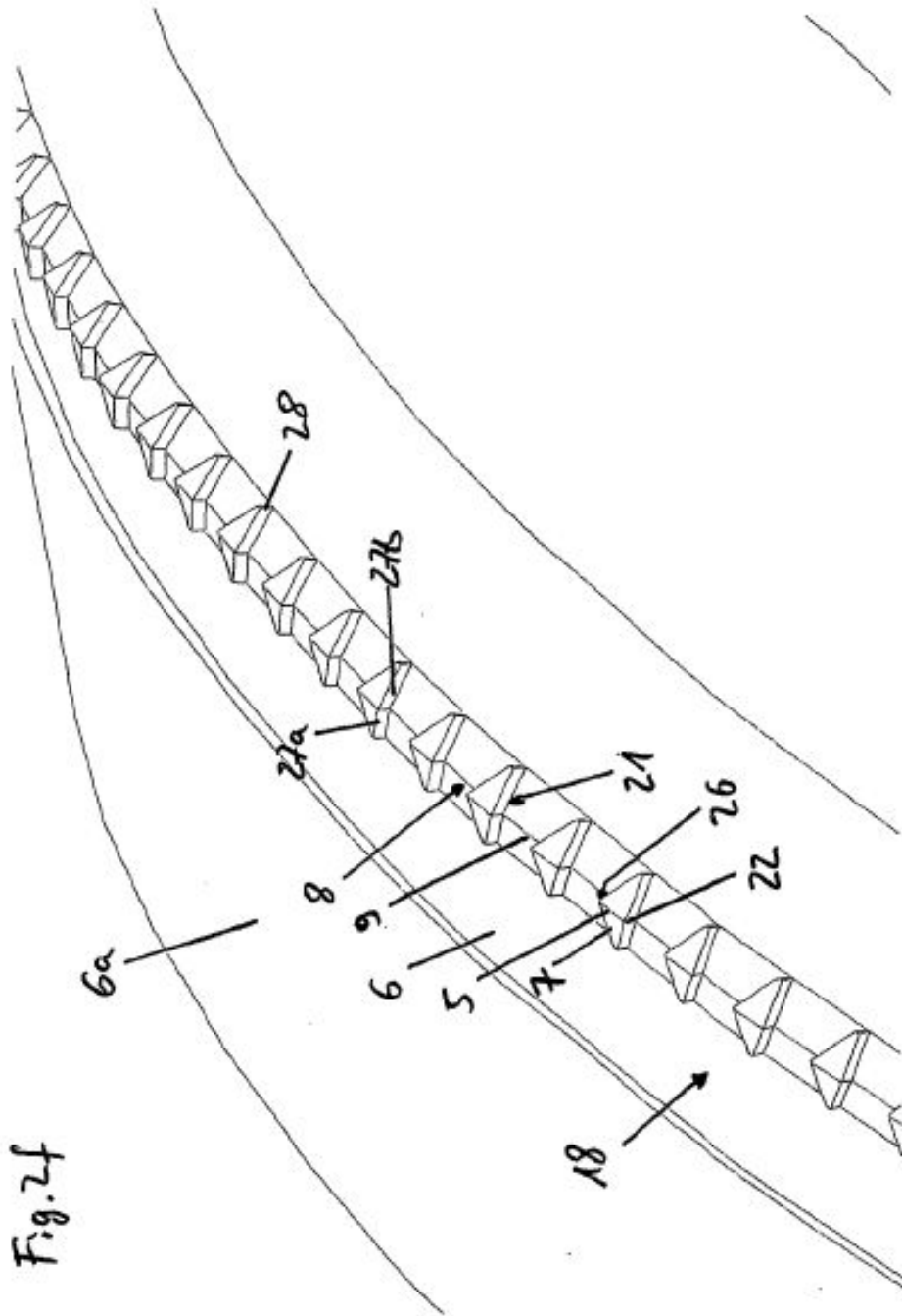


Fig. 24

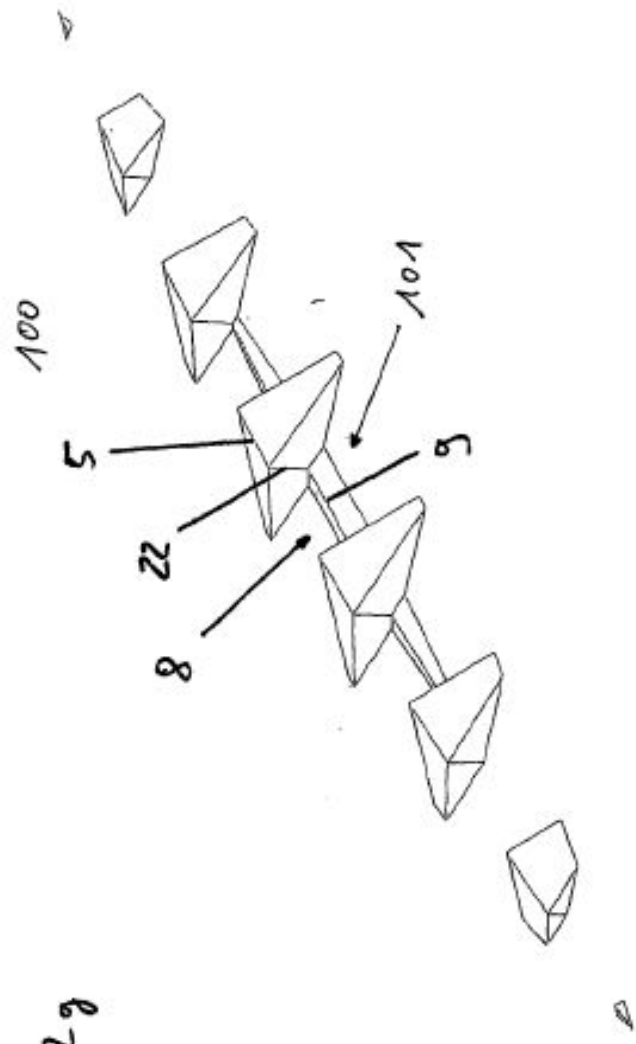
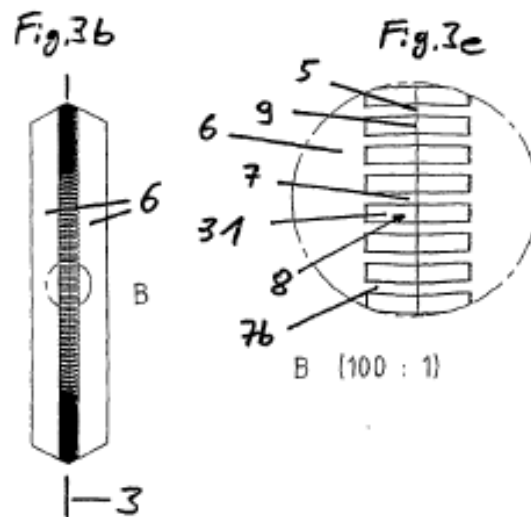
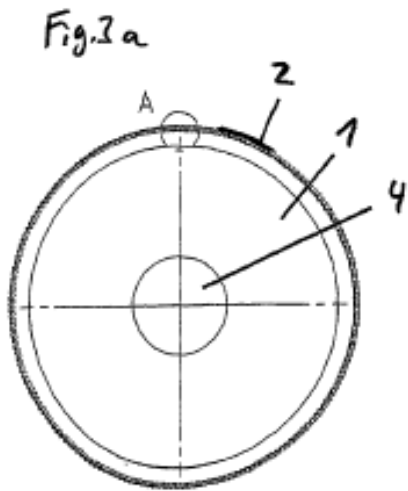
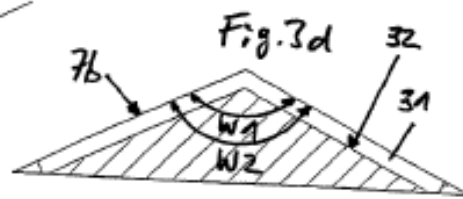
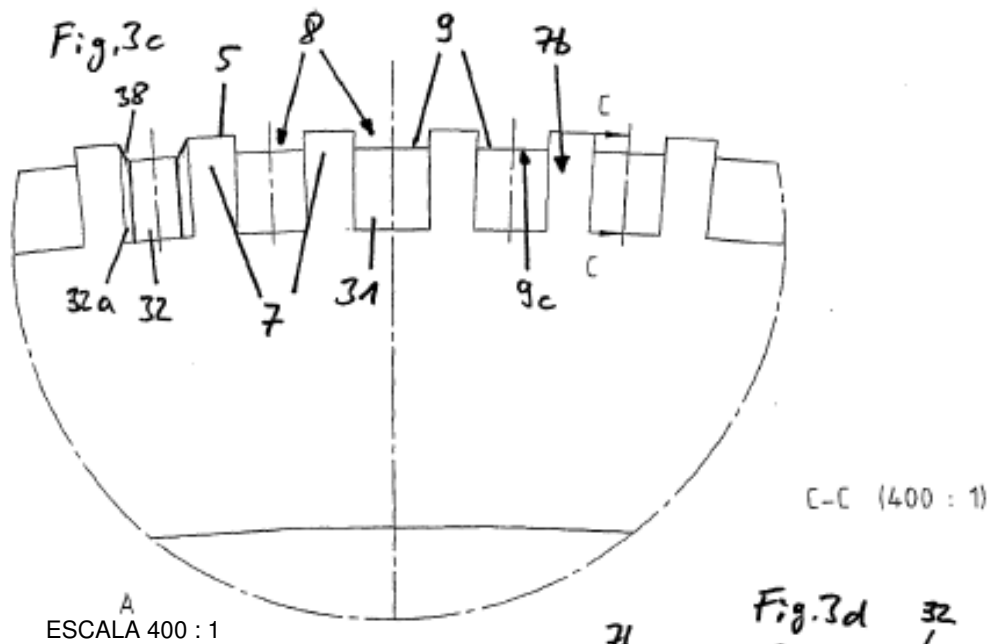
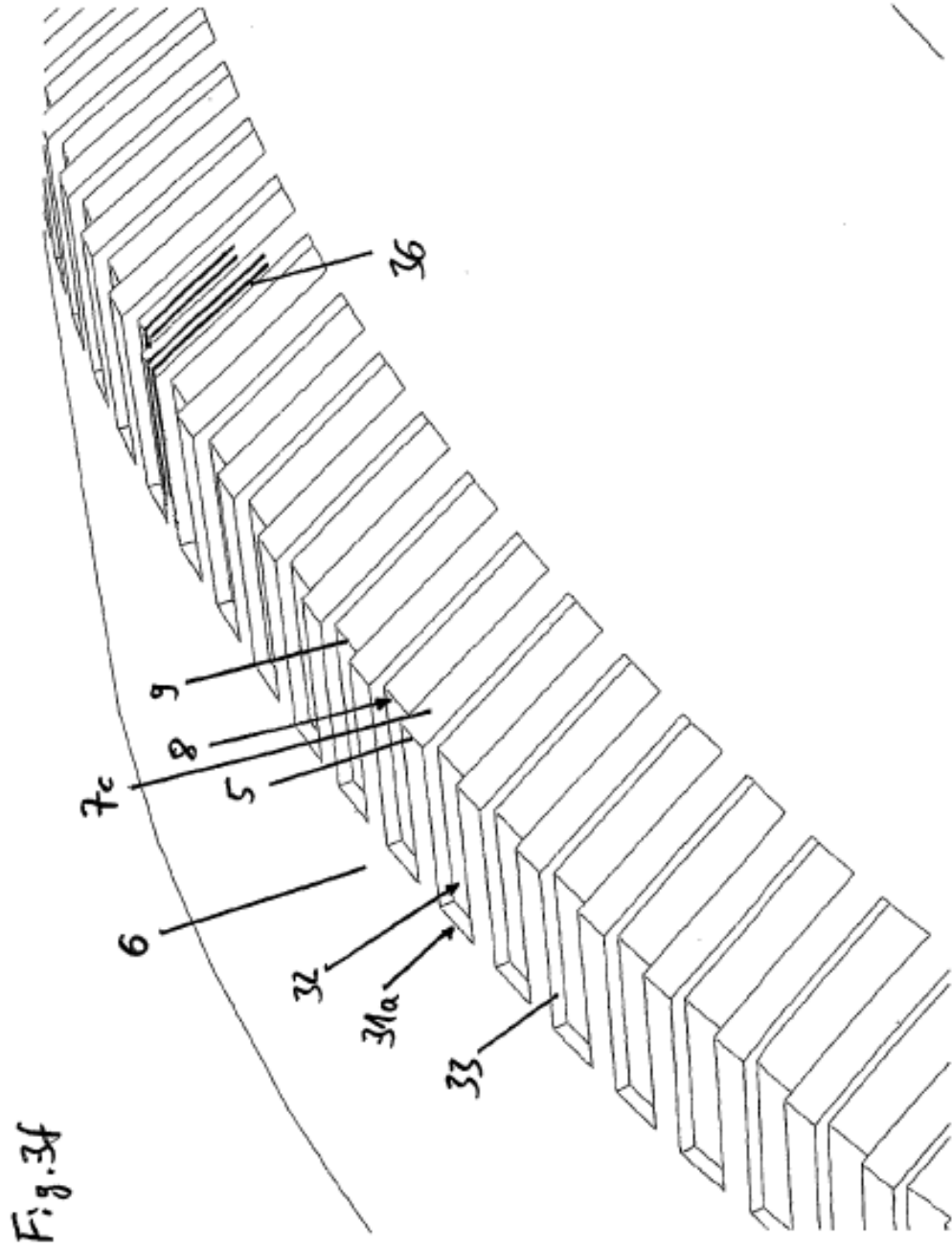


Fig. 2g





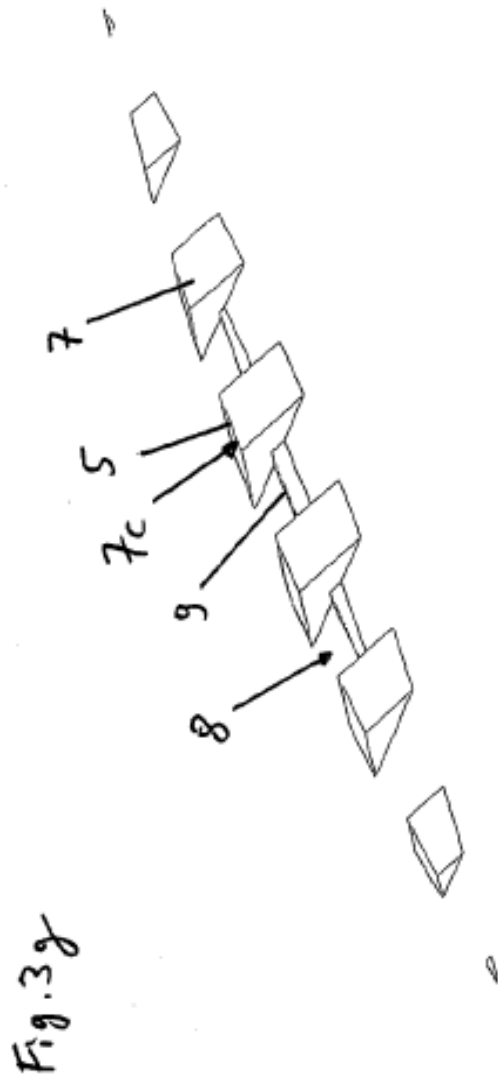
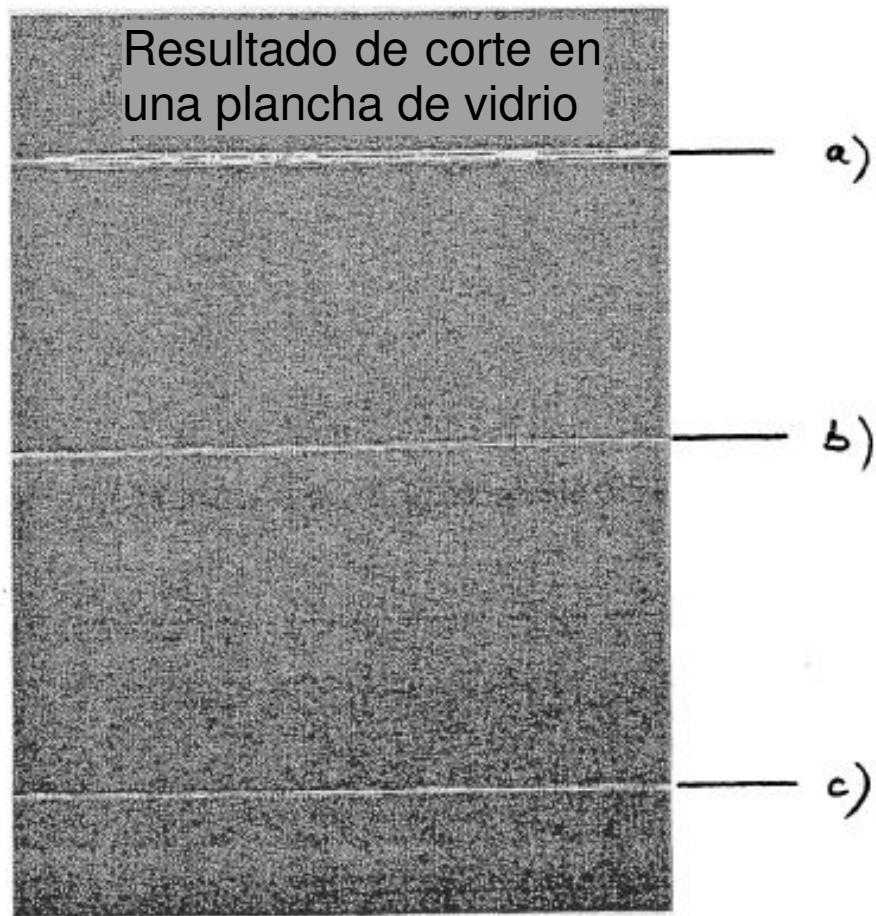


Fig. 3g

Fig.4



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 1666426 A1 [0003]
- JP 2007031200 A [0007]
- JP 2007152936 A [0008]
- WO 2006082899 A [0009]
- EP 1779988 A [0010]
- JP 2006273711 A [0011]
- JP 2003062683 A [0012]
- WO 2008087612 A1 [0013]
- EP 166426 A [0016]
- WO 2004101455 A [0042]
- EP 773194 A [0069]

10