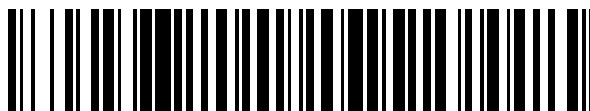


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 120**

51 Int. Cl.:

**B24B 53/085** (2006.01)

**B23F 23/12** (2006.01)

**B23F 21/03** (2006.01)

**B23F 21/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2008 E 08105335 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014 EP 2036675**

54 Título: **Rueda de rectificado y herramienta de rectificado para rectificar herramientas que presentan un dentado para el mecanizado de precisión de una pieza de trabajo, en particular de una rueda dentada**

30 Prioridad:

**12.09.2007 DE 102007043404**

**12.09.2007 DE 102007043384**

**12.09.2007 DE 102007043402**

**12.09.2007 DE 102007043405**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.02.2015**

73 Titular/es:

**PRAWEMA ANTRIEBSTECHNIK GMBH (100.0%)**

**HESSENRING 4**

**37269 ESCHWEGE/WERRA, DE**

72 Inventor/es:

**PREIS, JOSEF y**

**SCHIEKE, JÖRG**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 528 120 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**

Rueda de rectificado y herramienta de rectificado para rectificar herramientas que presentan un dentado para el mecanizado de precisión de una pieza de trabajo, en particular de una rueda dentada

5 La invención se refiere a una rueda de rectificado para rectificar herramientas que presentan un dentado para el mecanizado de precisión de piezas de trabajo, en particular de ruedas dentadas o de otros componentes que presentan un dentado, estando realizado en la rueda de rectificado al menos un diente de rectificado.

10 Además, la invención se refiere a una herramienta de rectificado para rectificar una herramienta para el mecanizado de precisión de una pieza de trabajo, que está compuesta por una rueda de rectificado de este tipo y un soporte que porta la rueda de rectificado.

15 Las herramientas para el mecanizado de precisión a rectificar mediante una rueda de rectificado o herramienta de rectificado según la invención sirven por ejemplo para el afilado de precisión o el bruñido de piezas de trabajo, que son a su vez normalmente ruedas dentadas, cremalleras o componentes comparables.

Habitualmente, las herramientas para el mecanizado de precisión aquí en cuestión se fabrican como herramientas aglomeradas con cerámica o resina, en las que está realizado un dentado, cuya configuración corresponde a la forma del dentado a mecanizar.

20 Durante el mecanizado de precisión correspondiente se produce un desgaste en la herramienta para el mecanizado de precisión. Para garantizar que los elementos formados a generar mediante el mecanizado de precisión en la pieza de trabajo a mecanizar cumplan los requisitos exigidos de su precisión, las herramientas para el mecanizado de precisión deben rectificarse en intervalos determinados. Gracias al proceso de rectificado, la herramienta para el mecanizado de precisión pasa a un estado en el que está garantizada una precisión óptima del resultado de mecanizado realizándose al mismo tiempo un rendimiento de remoción de material elevado.

30 Para el rectificado de las herramientas para el mecanizado de precisión se usan habitualmente herramientas de rectificado, en las que está realizado el perfil de la herramienta a rectificar. Además, en la herramienta de rectificado pueden estar realizados elementos formados, que se necesitan para generar los cambios de geometría dado el caso necesarios en la herramienta a rectificar.

35 Durante el proceso de rectificado, se ponen en contacto la herramienta de rectificado y la herramienta para el mecanizado de precisión a rectificar y el perfil o la geometría de la herramienta de rectificado se transmite a la herramienta para el mecanizado de precisión a rectificar.

40 Un ejemplo para este procedimiento se conoce por el documento JP 09-057624 A. Para garantizar una remoción de material óptima durante el proceso de rectificado y al mismo tiempo la transferencia óptima de la forma de los dientes de la rueda de rectificado a la herramienta de bruñido a rectificar, con dentado interior y realizada de forma anular, en este estado de la técnica, la rueda de rectificado y la herramienta se posicionan de una forma determinada antes de comenzar el proceso de rectificado y se accionan a continuación mediante accionamientos respectivamente separados, aunque de marcha sincrónica, hasta que se alcance el resultado de rectificado deseado. La rueda de rectificado usada para este fin según el estado de la técnica descrito en el documento JP 09-057624 A es más estrecha que la herramienta de bruñido a rectificar. No obstante, teniendo en cuenta el ángulo de cruce de los ejes con el que el eje de giro de la herramienta a rectificar y de la rueda de rectificado están orientados uno respecto al otro, la anchura del mismo está dimensionada de tal modo que los dientes de la herramienta a rectificar sean repasados en una vuelta respectivamente a lo largo de toda la anchura de sus flancos de diente por los dientes de la rueda de rectificado.

50 Para reforzar el efecto de corte de la herramienta de rectificado, la herramienta de rectificado se mueve en dispositivos del tipo anteriormente explicado además de realizar el movimiento de aproximación necesario para conformar la forma de diente respectivamente deseada (dirección X), habitualmente también de forma oscilante en dirección de su eje de giro (dirección Z). Puesto que la anchura de la rueda de rectificado corresponde aproximadamente a la anchura de la herramienta de bruñido y la rueda de rectificado respectivamente usada a la rueda dentada que ha de mecanizarse a precisión mediante la herramienta a rectificar, pueden realizarse en todo caso correcciones pequeñas de la línea de flancos mediante un cambio de los valores del ajuste de los ejes. De este modo, las desviaciones de perfiles y desviaciones de las líneas de flancos solo pueden compensarse en las máquinas convencionales porque se usa una rueda de rectificado concebida especialmente para la compensación de estos errores.

60 Partiendo del estado de la técnica anteriormente explicado, la invención tiene el objetivo de crear una rueda de rectificado y una herramienta de rectificado equipada con una rueda de rectificado de este tipo que permitan de forma sencilla un mecanizado de rectificado de alta precisión ofreciendo posibilidades de corrección óptimas con un esfuerzo minimizado.

65

Respecto a la rueda de rectificado, este objetivo se consigue según la invención, por que una rueda de rectificado tiene las características indicadas en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 se indican configuraciones ventajosas de la rueda de rectificado según la invención.

5      Respecto a la herramienta de rectificado, el objetivo anteriormente indicado se consigue según la invención, por que una herramienta de rectificado de este tipo está realizada según la reivindicación 10. En las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 10 se indican configuraciones ventajosas de la rueda de rectificado según la invención.

10     La invención está basada en la idea de usar para el mecanizado de rectificado una rueda de rectificado hecha al menos en la zona de sus dientes que entran en contacto con la herramienta a rectificar, aunque preferiblemente por completo, de un material de diamante, que al menos en la zona en la que entra en contacto con la herramienta a mecanizar tenga un espesor minimizado.

15     Para realizar esta idea en la práctica, la invención prevé que en una rueda de rectificado según la invención el espesor en la zona del diente de rectificado correspondiente, que entra respectivamente en contacto con la herramienta a rectificar, esté limitado a un máximo de 1,2 mm.

20     Una herramienta de rectificado según la invención comprende, por consiguiente, una rueda de rectificado realizada según la invención y un soporte en el que está fijada la rueda de rectificado según la invención.

25     Usándose para el rectificado de una herramienta para el mecanizado de precisión de ruedas dentadas con un filo indeterminado una rueda de rectificado muy estrecha en comparación con la anchura de la herramienta a rectificar, no solo pueden reducirse los costes de mecanizado y fabricación, sino que se consiguen también duraciones mejoradas de los rectificadores, gracias a una mejor utilización de las superficies de corte dotadas de diamantes de la herramienta de rectificado.

30     Gracias a que, al usar una rueda de rectificado según la invención, la anchura de la herramienta a rectificar es respectivamente un múltiplo más grande que la anchura de la rueda de rectificado, la rueda de rectificado puede moverse durante el proceso de rectificado cuando la rueda de rectificado está en contacto y la herramienta para el mecanizado de precisión ha de ser rectificada independientemente de la forma de los dientes a mecanizar respectivamente en un movimiento que puede controlarse en gran medida libremente a lo largo de los flancos de los dientes de la herramienta a rectificar. Por ejemplo en el caso de herramientas de dentados rectos o dentados inclinados, así como de herramientas dentadas de otra forma compleja, el ángulo respectivamente necesario de inclinación o la forma del diente a realizar respectivamente puede determinarse solo mediante el movimiento que realiza la rueda de rectificado en su recorrido a lo largo del flanco del diente, con el que está respectivamente en contacto.

35     Las restricciones en la conformación de la herramienta a rectificar que resultan en el estado de la técnica puesto que la forma de la rueda de rectificado y de la herramienta a mecanizar debe corresponderse necesariamente, ya no existen en el procedimiento según la invención. El procedimiento posible gracias a la configuración según la invención de una rueda de rectificado permite, por lo contrario, predeterminedar mediante las posibilidades de ajuste existentes a modo estándar en las máquinas convencionales para el mecanizado de precisión en la dirección X y Z, así como alrededor del reborde del eje C la forma a generar en el diente respectivamente mecanizado solo mediante el control de la máquina. Por supuesto, en particular para el rectificado de una herramienta para el mecanizado de precisión de una rueda dentada es recomendable que la rueda de rectificado según la invención presente varios dientes de rectificado dispuestos de forma regularmente distribuida a lo largo de su circunferencia en intervalos angulares iguales, estando limitado el espesor de estos dientes de rectificado respectivamente de la misma forma según la invención.

40     En lugar de ello, una rueda de rectificado según la invención puede usarse para rectificar herramientas formadas de distintas formas. En particular, pueden rectificarse con una sola rueda de rectificado estrecha según la invención herramientas que son diferentes en cuanto a su conformación, en particular respecto a su módulo normal y su forma de perfil normal. Por lo tanto, gracias a la invención ya no existe la necesidad aún existente en el estado de la técnica de usar para cada herramienta a rectificar una rueda de rectificado especialmente adaptada a la herramienta correspondiente.

45     Al usarse una rueda de rectificado estrecha según la invención pueden mecanizarse también los flancos correspondientes de los dientes de la herramienta a rectificar con especificaciones diferentes entre sí. Por ejemplo, es posible realizar los flancos opuestos de dos dientes de la herramienta a rectificar sucesivamente de distintas maneras. La ventaja especial en este sentido está en que el espesor reducido de la rueda de rectificado usada según la invención permite mecanizar los distintos flancos de los dientes de la herramienta a rectificar unos independientemente de los otros.

50     Una ventaja especial del uso según la invención de una rueda de rectificado estrecha está, además, en que gracias al espesor reducido de la rueda de rectificado muy estrecha en comparación con el diente a mecanizar

5 respectivamente de la herramienta a rectificar se consigue en gran medida una libertad de la movilidad de la rueda de rectificado. Esta permite realizar entre los dientes de la herramienta a rectificar correcciones de las líneas de flancos de la herramienta a rectificar, independientemente de una conformación determinada de la rueda de rectificado, referida solo a la herramienta a mecanizar respectivamente. Respectivamente no es necesaria una posibilidad de ajuste en un segundo plano respecto al ángulo de cruce de los ejes.

10 La rueda de rectificado usada según la invención está realizada de la forma más estrecha posible. De forma óptima, su anchura está reducida de tal modo que sus lados estrechos asignados a los flancos de los dientes de la herramienta a rectificar están realizados a modo de un filo de cuchillo, o, en la medida que esto no sea posible por razones de la técnica de materiales, son al menos tan estrechos que existe respectivamente solo una superficie de solapamiento mínima entre los lados estrechos de la rueda de rectificado y las superficies de flancos de la herramienta a mecanizar.

15 Por consiguiente, una configuración ventajosa de la invención prevé que la anchura de los dientes de la rueda de rectificado que entran en contacto con la herramienta a rectificar corresponda como máximo a una quinta parte, preferiblemente como máximo a una octava parte de la anchura de la herramienta a rectificar. Para la práctica, el espesor de la rueda de rectificado puede estar limitado al menos en la zona del diente de rectificado correspondiente a un máximo de 1,0 mm. Teniendo en cuenta las propiedades mecánicas de los materiales de diamante hoy día disponibles, respeto a la capacidad de carga de la rueda de rectificado es recomendable prever al menos en la zona crítica de la rueda de rectificado respecto a su carga en el uso práctico un espesor mínimo de 0,5 mm.

20 Una configuración especialmente sencilla y que puede fabricarse de forma adaptada a la práctica de la invención está caracterizada por que el espesor de la rueda de rectificado no mide en ningún punto más que en la zona del diente de rectificado. Así la rueda de rectificado presenta preferiblemente un espesor uniforme. Esta variante de la invención permite por ejemplo recortar la rueda de rectificado de un disco de diamante prefabricado o generarla mediante deposición uniforme en un material soporte.

30 Como material para una rueda de rectificado según la invención son adecuados todos los materiales de diamante de origen sintético que tengan una capacidad de carga suficientemente elevada. Los materiales de diamantes de este tipo son, por ejemplo, materiales de diamante policristalinos, conocidos en el mundo técnico también por la abreviatura "DPC". Las rodajas prefabricadas de material DPC, en las que ya está aplicada fijamente una capa de diamante policristalino, por ejemplo mediante deposición desde la fase gaseosa o soldadura indirecta en un disco prefabricado en un material soporte, están disponibles en el mercado libre.

35 También es posible fabricar la rueda de rectificado según la invención de un disco de diamante monocristalino de origen sintético, que se une por unión material a un material soporte hecho por ejemplo de metal duro para la fabricación de una herramienta de rectificado según la invención; en particular se aplica mediante soldadura indirecta en el material soporte.

40 Además, es concebible fabricar una herramienta de rectificado según la invención por que se aplican en un material soporte hecho de metal duro mediante soldadura indirecta de aplicación diamantes que se presentan en forma de gránulos.

45 Independientemente de como se aplica o se fija el material de diamante en el material soporte, el material soporte correspondiente puede servir como soporte en una herramienta de rectificado según la invención.

50 Además, independientemente de cómo se fabrica la capa de diamante que forma la rueda de rectificado según la invención, es recomendable recortar los dientes de rectificado previstos en la rueda de rectificado según la invención mediante corte por rayo láser del material de diamante que se presenta por regla general como disco. No obstante, como alternativa también es posible realizar la forma de la rueda de rectificado según la invención mediante un procedimiento de remoción de material, como por ejemplo mediante electroerosión por chispas, del material de diamante que se presenta en forma de disco.

55 Para garantizar un contacto correcto entre la herramienta de rectificado y la herramienta para el mecanizado de precisión a mecanizar, en la rueda de rectificado según la invención sobresalen los dientes de rectificado respectivamente previstos libremente en la dirección radial de la herramienta de rectificado. El diámetro exterior del soporte es correspondientemente más pequeño que el diámetro exterior más grande de la rueda de rectificado. De forma óptima, el diámetro exterior del soporte corresponde al diámetro de la circunferencia de fondo de la rueda de rectificado para garantizar un apoyo máximo de la rueda de rectificado. Para garantizar al mismo tiempo una salida libre del material removido durante el proceso de rectificado, el soporte de una herramienta de rectificado según la invención puede estar realizado a modo de un tronco cónico, cuya superficie base más grande asienta contra la rueda de rectificado mientras que su superficie superior está dispuesta en el lado no orientado hacia la rueda de rectificado de la rueda de rectificado. En un soporte realizado de este modo, las superficies circunferenciales están orientadas de forma oblicua hacia atrás partiendo de la rueda de rectificado, de modo que también en la zona del soporte está disponible un espacio libre de un tamaño óptimo cerca de los dientes de rectificado.

Para reducir tras la puesta en marcha de una rueda de rectificado nueva, aun especialmente cortante en la zona de sus superficies que entran en contacto con la herramienta a rectificar el peligro de un desgaste inicial excesivo como consecuencia de producirse localmente puntas de carga, puede aplicarse un chaflán o un radio en la arista cortante correspondiente de la rueda de rectificado. Para poder generar estos elementos formados en la arista cortante, pueden emplearse por ejemplo cepillos rotatorios con cerdas dotadas de diamantes. También pueden generarse los elementos formados correspondientes mediante mecanizado por láser.

Una configuración especialmente rígida y, por lo tanto, con capacidad de carga elevada de un herramienta de rectificado según la invención está caracterizada por que la rueda de rectificado está compuesta por al menos dos discos que corresponde a la forma de la rueda de rectificado correspondiente, que están fijados uno encima del otro de forma conjunta en el soporte. Los dos o más discos de la rueda de rectificado se apoyan mutuamente. Si llegan a romperse partículas de diamantes en uno de los discos, muy cerca del mismo aún está disponible material de diamante del disco dispuesto respectivamente por encima del mismo. Para asegurar una unión permanentemente firme en la posición exacta de los discos entre sí, los discos pueden estar unidos entre sí por unión material, en particular pueden estar pegados uno en el otro.

Par mejorar aún más el rendimiento de remoción de material durante el mecanizado de rectificado, pueden estar incorporadas unas muescas en la rueda de rectificado en la zona de sus superficies de corte que entran en contacto con la herramienta a rectificar, en particular en su perfil de dientes. Si en una herramienta de rectificado según la invención se presentan varias ruedas de rectificado dispuestas una encima de la otra, este efecto puede reforzarse porque se combinan entre sí dos discos con muescas dispuestas de distintas maneras. Gracias a la disposición desplazada de rueda de rectificado a rueda de rectificado de las muescas no solo se consigue un rendimiento de remoción de material especialmente elevado, sino que también se garantiza que la superficie a rectificar respectivamente en la herramienta para el mecanizado de precisión a mecanizar tenga una extensión especialmente uniforme.

Después de haber generado una rueda de rectificado según la invención según una de las posibilidades ya anteriormente explicadas, la rueda de rectificado puede mecanizarse con precisión para remover puntas de gránulos aún existentes, que sobresalen del perfil envolvente pretendido. Para ello puede usarse por ejemplo un rayo láser que puede posicionarse con precisión. Como ya se ha descrito en el artículo "Starke (Im-)Pulse für die Mirkobearbeitung" de A. Gillner et al., Mikroproduktion 2/2007, pág. 10 – 41, mediante el rayo láser pueden mecanizarse con una precisión en el orden de  $\mu\text{m}$  mediante impulsos extremadamente cortos en el orden de picosegundos y femtosegundos con altas frecuencias de secuencias de impulsos y una calidad de rayo muy buena gránulos de diamante y CBN sin daños térmicos. Gracias al uso de un rayo láser para el mecanizado de precisión de la rueda de rectificado puede evitarse así el amolado de precisión aplicado habitualmente para la generación de un perfil envolvente de conformación precisa, costoso en cuanto al procedimiento y al tiempo con herramientas de diamante.

Para conseguir en el mecanizado de precisión por láser de la rueda de rectificado un rendimiento de corte óptimo, el rayo láser puede formarse de tal modo que tenga una cintura de rayo larga.

Como alternativa, también es posible usar un rayo láser que sea guiado en un chorro de agua. Un procedimiento correspondiente se ofrece bajo la denominación "procedimiento microjet" de Synova SA (CH). Gracias al chorro de agua que envuelve y guía el rayo láser, el calor que se genera durante el mecanizado con láser en la rueda de rectificado se evacua rápidamente, de modo que no solo se consigue una arista cortante geométricamente impecable sino que también se evita una formación de fisuras o daños similares que se produzcan como consecuencia de un calentamiento.

En función de la conformación de los dientes así como de la disposición y orientación de las superficies a mecanizar respectivamente de la rueda de rectificado, el rayo láser puede guiarse en la dirección del perfil (dirección radial) o en la dirección del flanco (dirección axial), pudiendo combinarse estos movimientos en caso necesario también unos con otros.

Para realizar los movimiento relativos respectivamente necesarios entre el rayo láser y la rueda de rectificado, puede usarse una máquina de mecanizado corriente en el mercado, controlada por coordenadas de varios ejes. Por ejemplo, puede usarse para ello una máquina de bruñido de dentados completada con el dispositivo de corte por láser.

Como alternativa, para la realización del movimiento relativo necesario entre el rayo láser y la rueda de rectificado también puede servir un sistema de escaneado, pudiendo completarse un sistema de escaneado de este tipo con una máquina de mecanizado controlada por coordenadas.

Una posibilidad especialmente sencilla de realizar el movimiento relativo entre el rayo láser y la rueda de rectificado necesario en el mecanizado de precisión de la rueda de rectificado mediante rayo láser está en que el rayo láser es guiado en un tubito, en el que está dispuesto un espejo deflector, que dirige el rayo láser hacia los flancos de los dientes.

El rayo láser puede usarse, además, para realizar en los gránulos una forma de gránulo especial mediante un movimiento relativo correspondiente para la realización del perfil envolvente deseado, que favorezca el proceso de rectificado en herramientas cerámicas.

5 A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda de un dibujo que representa unos ejemplos de realización. Muestran respectivamente en una vista lateral esquemática:

La Figura 1 un material en forma de placa que sirve para la fabricación de una herramienta de rectificado.

10 La Figura 2 una herramienta de rectificado para rectificar una herramienta para el mecanizado de precisión de una rueda dentada.

La Figura 3 un detalle de la herramienta de rectificado en una representación en perspectiva en una vista a escala ampliada.

15 La Figura 4 un detalle de una herramienta de rectificado alternativa en una representación en perspectiva que corresponde a la Figura 3 en una vista a escala ampliada.

20 Para poder fabricar ruedas de rectificado A realizadas de la forma anteriormente descrita con la anchura minimizada requerida según la invención se propone aquí fabricar la rueda de rectificado A de la herramienta de rectificado W representada en la Figura 2 a partir de un material en forma de placa P, que comprende un material soporte en forma de placa T y una capa de diamante S portada por el material soporte.

25 Los materiales en forma de placa P de este tipo pueden adquirirse por precios comparativamente económicos en el mercado y pueden fabricarse a escala industrial mediante deposición de diamante sintético S en el material soporte T. Como material para el material soporte T puede servir por ejemplo un metal duro.

30 Del material en forma de placa de diamante P puede recortarse con formas exactas, por ejemplo mediante corte por láser, chorro de agua o electroerosión, la rueda de rectificado A correspondiente, realizada aquí en forma de rueda dentada.

35 La rueda de rectificado A obtenida de esta forma presenta un espesor D extremadamente reducido, que por regla general es inferior a 1 mm, en particular con un máximo de 0,5 mm, y que presenta también una anchura B igual de minimizada de sus dientes de rectificado Z. Al mismo tiempo, las aristas entre las superficies de cabeza del diente, los flancos de los dientes y los lados frontales 1, 2 de la rueda de rectificado A estrecha están realizadas con aristas especialmente vivas. Por consiguiente, con una rueda de rectificado A creada según la invención no solo puede conseguirse un rendimiento de corte especialmente bueno en la herramienta para el mecanizado de precisión a mecanizar, aquí no mostrada, sino también una conformación especialmente precisa.

40 Para generar en la rueda de rectificado A también en la zona de la transición al material soporte T una arista K dispuesta al descubierto, el material soporte T se achaflana en este punto o se remueve de otra forma adecuada de tal modo que el material soporte T retroceda respecto a la zona circunferencial a la capa de diamante S, en la que están conformados los dientes de rectificado Z. En el ejemplo de realización aquí mostrado, el material soporte T está formado correspondientemente a modo de un tronco cónico, que asienta con su superficie base más grande  
45 contra la rueda de rectificado A.

En la herramienta de rectificado W mostrada en la Figura 2, el material soporte T conformado de este modo forma el soporte en el que está fijada la rueda de rectificado A.

50 Se ha mostrado sorprendentemente que la capa de diamante S y el material soporte T del material en forma de placa P llegan a tener una unión tan firme que la capa de diamante S alcance duraciones especialmente largas a pesar del espesor extremadamente reducido (= "estrechez") D de la rueda de rectificado A.

55 Para mejorar el rendimiento de remoción de material pueden estar conformadas muescas N en las superficies que entran en contacto con la herramienta para el mecanizado de precisión a rectificar, no representada, de las que aquí solo se muestra una para mayor claridad. El filo cortante E de los dientes de la rueda de rectificado A puede estar achaflanado formando un chaflán o redondeado formando un radio, para evitar allí una rotura de gránulos de diamante como consecuencia de puntas de carga.

60 Como se muestra en la Figura 4, también es posible formar la rueda de rectificado A a partir de dos o más discos A1, A2 conformados de la misma manera, que se pegan firmemente uno en otro, dispuestos uno encima del otro. Las muescas N de estos discos A1, A2 pueden estar dispuestos de forma desplazada unas respecto a las otras, para conseguir una remoción de material especialmente uniforme en la herramienta para el mecanizado de precisión a rectificar.

65

En el servicio de rectificado, la herramienta de rectificado puede solicitarse con vibraciones en la gama de frecuencias de 20 a 40 kHz para aumentar aún más el rendimiento de remoción de material.

**SIGNOS DE REFERENCIA**

5	1, 2	Lados frontales de la rueda de rectificado A
	A	Ruedas de rectificado
	A1, A2	Discos
	B	Anchura (=espesor D) de los dientes de rectificado Z de la rueda de rectificado A
10	D	Espesor de la rueda de rectificado A
	E	Filo cortante de los dientes Z de la rueda de rectificado A
	K	Arista
	N	Muecas
	P	Material en forma de placa
15	S	Capa de diamante
	T	Material soporte
	W	Herramienta de rectificado
	Z	Dientes de rectificado de la rueda de rectificado A

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Rueda de rectificado para rectificar herramientas que presentan un dentado para el mecanizado de precisión de piezas de trabajo, estando realizado en la rueda de rectificado (A) al menos un diente de rectificado (Z) que entra en contacto con la herramienta a rectificar durante el rectificado, **caracterizada por que** al menos el diente de rectificado (Z) está hecho de una material de diamante y **por que** el espesor (D) de la rueda de rectificado (A) en la zona del diente de rectificado (Z) que engrana con la herramienta a rectificar está limitado a un máximo de 1,2 mm.
- 10 2. Rueda de rectificado de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** su espesor (D) está limitado a un máximo de 1,0 mm, al menos en la zona del diente de rectificado (Z).
- 15 3. Rueda de rectificado de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada por que** su espesor es de al menos 0,5 mm, al menos en la zona del diente de rectificado (Z).
- 20 4. Rueda de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** está hecha por completo de material de diamante.
5. Rueda de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** su espesor (D) en ningún punto es superior a como en la zona del diente de rectificado (Z).
- 25 6. Rueda de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el material de diamante es diamante policristalino.
7. Rueda de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** el material de diamante es un disco de diamante monocristalino de origen sintético.
- 30 8. Rueda de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** en el filo cortante (E) del diente de rectificado (Z) está realizado un chaflán.
- 35 9. Rueda de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada por que** en el filo cortante (E) del diente de rectificado (Z) está realizado un radio.
10. Rueda de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** presenta varios dientes de rectificado (Z) dispuestos de forma regularmente distribuida a lo largo de su circunferencia en intervalos angulares iguales, cuyo espesor (D) está limitado en cada caso de la misma forma.
- 40 11. Herramienta de rectificado para rectificar herramientas que presentan un dentado para el mecanizado de precisión de piezas de trabajo, con una rueda de rectificado (A) realizada de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10 y un soporte (T) que porta la rueda de rectificado (A).
- 45 12. Herramienta de rectificado de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** el soporte (T) está realizado en forma de disco.
13. Herramienta de rectificado de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** el soporte (T) presenta la forma de un tronco cónico, cuya superficie base se asienta contra la rueda de rectificado (A).
- 50 14. Herramienta de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizada por que** el material de diamante de la rueda de rectificado (A) se deposita desde la fase gaseosa sobre el soporte (T) como substrato policristalino de capa gruesa.
- 55 15. Herramienta de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizada por que** la rueda de rectificado (A) está fijada mediante soldadura indirecta en el soporte (T).
16. Herramienta de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 15, **caracterizada por que** la rueda de rectificado (A) está compuesta por al menos dos discos (A1, A2) que corresponden a la forma de la rueda de rectificado (A) correspondiente, que están fijados uno encima del otro de forma conjunta en el soporte (T).
- 60 17. Herramienta de rectificado de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizada por que** los discos (A1, A2) están unidos uno fijamente al otro por unión material.
- 65 18. Herramienta de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 17, **caracterizada por que** la rueda de rectificado (A) está provista de muescas (N) en la zona de sus superficies de corte que entran en contacto con la herramienta a rectificar.



19. Herramienta de rectificado de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 a 18, **caracterizada por que** en al menos uno de los discos (A1, A2) de los que está formada la rueda de rectificado (A) están conformadas muescas (N) en la zona de sus superficies de corte que entran en contacto con la herramienta a rectificar.
- 5 20. Herramienta de rectificado de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizada por que** en al menos dos de los discos (A1, A2) de los que está compuesta la rueda de rectificado (A) están formadas muescas (N) en la zona de sus superficies de corte que entran en contacto con la herramienta a rectificar y por que las muescas (N) de un disco (A1) están dispuestos de forma desplazada respecto a las muescas (N) del otro disco (A2).
- 10 21. Uso de una herramienta de rectificado realizada de acuerdo con una de las la reivindicaciones 11 a 20 para rectificar herramientas para el mecanizado de precisión de ruedas dentadas.

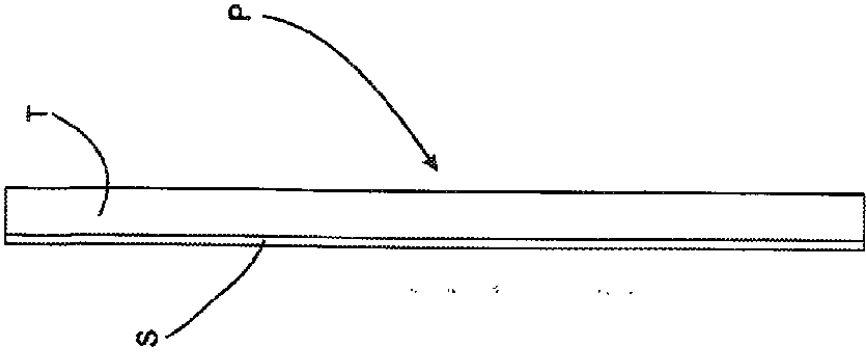
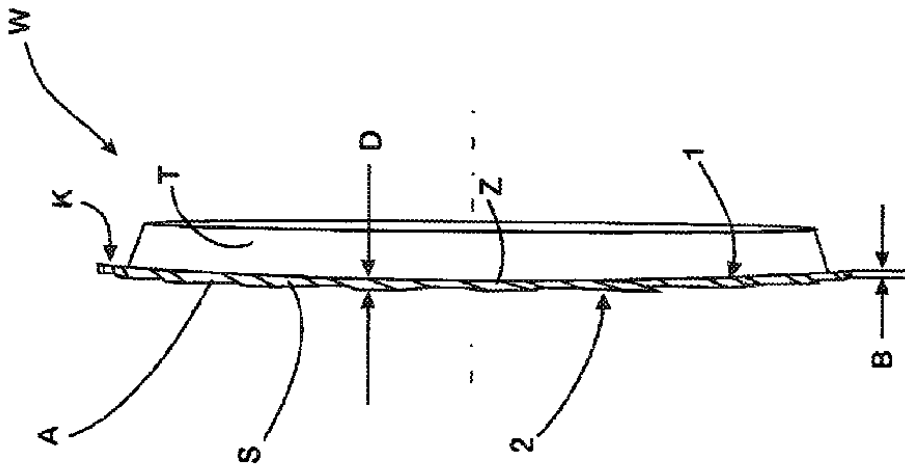
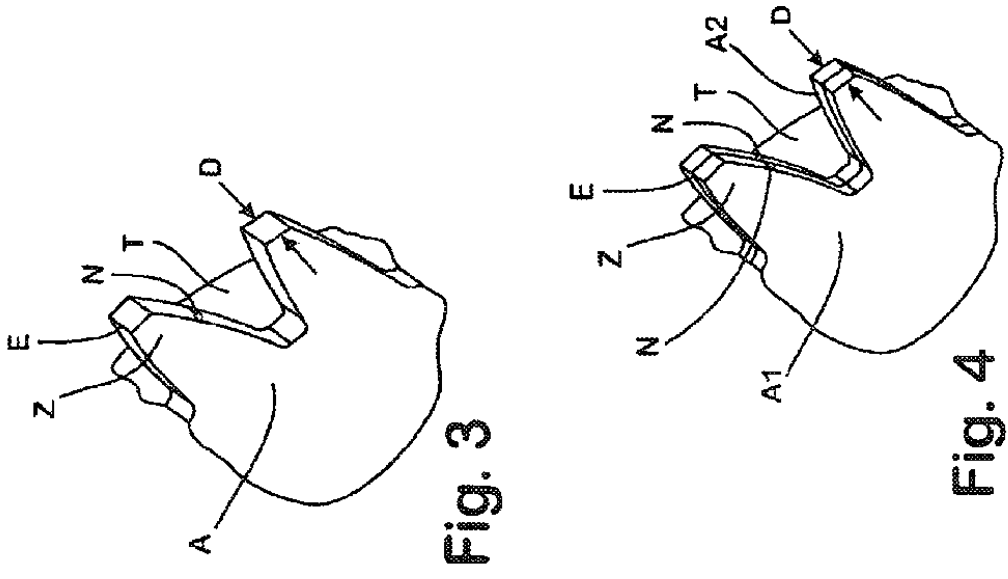


Fig. 4

Fig. 2

Fig. 1

Fig. 3