

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 638**

51 Int. Cl.:

B24D 5/00 (2006.01)

C09K 3/14 (2006.01)

B24B 41/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2013 PCT/US2013/062288**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14052822**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2013 E 13840516 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2900423**

54 Título: **Método de formación con un artículo abrasivo**

30 Prioridad:

28.09.2012 US 201261706950 P

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

06.03.2018

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. (50.0%)
1 New Bond Street
Worcester, MA 01615 , US y
SAINT-GOBAIN ABRASIFS (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HUBER, CHRISTOPHE;
ARCONA, CHRISTOPHER y
BRIGHT, ROBIN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 657 638 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de formación con un artículo abrasivo

Antecedentes

Campo de la descripción

- 5 Lo siguiente se refiere a procesos de rectificado, y más particularmente, a limitación de frecuencias de resonancia durante procesos de rectificado.

Descripción de la técnica relacionada

10 Las muelas abrasivas se usan típicamente para cortar, desgastar y conformar diversos materiales, tales como piedra, metal, vidrio, plástico, entre otros materiales. Generalmente, las ruedas abrasivas pueden tener varias fases de materiales que incluyen granos abrasivos, un agente de unión y algo de porosidad. Dependiendo de la aplicación prevista, la rueda abrasiva puede tener varios diseños y configuraciones. Por ejemplo, para aplicaciones dirigidas al acabado y al corte de metales, algunas ruedas abrasivas están formadas de manera que tienen un perfil particularmente delgado para un corte eficiente.

15 Sin embargo, en ciertas operaciones, las ruedas abrasivas deben estar desbarbadas, que es una operación que reacondiciona la superficie del artículo abrasivo, extendiendo su vida útil. En particular, las operaciones de desbarbado se pueden realizar para eliminar partículas abrasivas usadas y exponer partículas abrasivas frescas, lo que permite al usuario continuar usando la rueda abrasiva y reduciendo la probabilidad de daños a la pieza de trabajo. Sin embargo, las operaciones de desbarbado pueden dañar la rueda abrasiva. Uno de los problemas más frecuentes con las operaciones de desbarbado es la creación de vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado. Estas vibraciones pueden causar presión de contacto variable entre la rueda y el desbarbador, lo que posteriormente puede dar como resultado una superficie no uniforme o lobulada. Esta superficie de la rueda abrasiva puede afectar adversamente la calidad de una pieza rectificada (daño en la superficie, imprecisión dimensional o tolerancias deficientes), reducir la vida útil de la rueda abrasiva, e incluso dañar todo el sistema de rectificado. El documento US 2003/0194946 A1, que forma la base para el preámbulo de la reivindicación 1, describe un sistema de rueda de rectificado que tiene una rueda de rectificado con un sensor incorporado, que transmite información del sensor a una plataforma de procesamiento de datos para su procesamiento posterior. El documento US 2011/0045739 A1 describe un proceso para desbarbar una rueda de rectificado cuando la rueda atraviesa la superficie de un rodillo de laminación.

20 En consecuencia, la industria continúa exigiendo la mejora de las herramientas y los procesos abrasivos para la operación de este tipo de herramientas.

Sumario

25 De acuerdo con un aspecto, un método para realizar una operación de eliminación de material mediante un sistema de rectificado incluye mover un artículo abrasivo con relación a una pieza de trabajo en una operación de eliminación de material, detección de un cambio en una dimensión del artículo abrasivo durante el movimiento, y reducción de vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado alterando al menos un parámetro de proceso durante la operación de eliminación de material.

30 El método puede incluir la predicción de al menos una condición de vibraciones de resonancia en base a al menos un parámetro de proceso seleccionado del grupo que consiste en un cambio en una dimensión del artículo abrasivo, un cambio en la dimensión de la pieza de trabajo, un cambio en la dimensión del artículo de desbarbado, una tasa operativa del artículo abrasivo, una relación operativa del artículo de desbarbado, una tasa operativa de la pieza de trabajo, una relación de velocidad entre el artículo abrasivo y el artículo de desbarbado, una relación de velocidad entre el artículo abrasivo y la pieza de trabajo, y reducir las vibraciones de resonancia en respuesta a la al menos una condición de vibración de resonancia alterando al menos un parámetro de proceso durante la operación de eliminación de material.

35 El método puede incluir la monitorización continua de un cambio en el diámetro del artículo abrasivo durante la eliminación de material de la pieza de trabajo, y evitar las vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado durante la eliminación de material de la pieza de trabajo mediante la alteración de al menos un parámetro de proceso durante la operación de eliminación de material.

40 El método puede incluir de forma continua la monitorización de un cambio en el diámetro del abrasivo aglomerado durante la eliminación de material de la pieza de trabajo, prediciendo de forma continua las condiciones de vibración de resonancia en el sistema de rectificado durante la eliminación de material de la pieza de trabajo, y limitando las vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado en base a las condiciones de vibración de resonancia alterando al menos un parámetro de proceso durante la operación de eliminación de material.

Breve descripción de los dibujos

La presente descripción se puede entender mejor, y sus numerosas características y ventajas se hacen evidente para los expertos en la técnica haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 incluye un sistema de rectificado de acuerdo con una realización.

5 La figura 2 incluye un sistema de molienda de acuerdo con una realización.

La figura 3 incluye un sistema de molienda de acuerdo con una realización.

Descripción detallada

10 Lo siguiente se dirige a sistemas de rectificado adecuados para la conformación de piezas de trabajo. En particular, los sistemas de rectificado pueden incluir artículos abrasivos, artículos de desbarbado, piezas de trabajo, y una combinación de los mismos, como se describirá con más detalle en el presente documento. Se apreciará que ciertos componentes, que incluyen, por ejemplo, motores, ejes giratorios y similares se pueden considerar parte de los sistemas de rectificado descritos en el presente documento.

15 La figura 1 incluye una ilustración de una porción de un sistema de rectificado 100. El sistema de rectificado 100 incluye un artículo abrasivo 101 y una pieza de trabajo 102. Notablemente, el artículo abrasivo 101 puede estar en contacto con la superficie de la pieza de trabajo 102 y realizar una operación de eliminación de material para conformar una superficie de la pieza de trabajo 102. Las operaciones de eliminación de material se pueden usar para retirar material de la pieza de trabajo 102 y completar moviendo el artículo abrasivo con relación a la pieza de trabajo. Aunque una operación particular de eliminación de material se ilustra en la figura 1, se apreciará cualquier cantidad de operaciones de rectificado que puedan utilizarse, incluyendo, entre otros, rectificado superficial, 20 rectificado sin centro, rectificado transversal, rectificado por inmersión, rectificado de bordes, rectificado de engranajes, rectificado externo cilíndrico (por ejemplo, rectificado de diámetro exterior) y cilíndrico interno (por ejemplo, rectificado de diámetro interior) y una combinación de los mismos.

25 El artículo abrasivo 101 puede ser un componente, tal como un artículo abrasivo unido, adecuado para la abrasión y eliminación de material de la pieza de trabajo 102. Se apreciará que puede utilizarse cualquier variedad de calidad y estructura de abrasivo unido dependiendo de la operación y del material de la pieza de trabajo. De acuerdo con una realización, el artículo abrasivo 101 puede ser un abrasivo unido que tiene partículas abrasivas contenidas en un material unido.

30 Las partículas abrasivas pueden incluir un material tal como un óxido, carburo, nitruro, boruro, oxicarbonuro, oxinitruro, nitruro de boro, diamante, nitruro de boro cúbico, y una combinación de los mismos. En una realización, las partículas abrasivas pueden incluir un material que tiene una dureza Vickers de al menos aproximadamente 10 GPa. En otros casos, las partículas abrasivas pueden tener una dureza Vickers de al menos aproximadamente 25 GPa, tal como al menos aproximadamente 30 GPa, al menos aproximadamente 40 GPa, al menos aproximadamente 50 GPa, o incluso al menos aproximadamente 75 GPa. Aun así, en al menos una realización no limitativa, las partículas abrasivas pueden tener una dureza Vickers que no es superior a aproximadamente 200 GPa, tal como no superior a 35 aproximadamente 150 GPa, o incluso no superior a aproximadamente 100 GPa. Se apreciará que las partículas abrasivas pueden tener una dureza Vickers dentro de un intervalo entre cualquiera de los valores mínimos y máximos señalados anteriormente.

40 Además, en una realización particular, el artículo abrasivo puede incluir partículas abrasivas que comprenden un tamaño medio de partícula de al menos aproximadamente 0,1 micrómetros, tal como al menos aproximadamente 1 micrómetro. Todavía, en otros casos, el tamaño medio de partícula de las partículas abrasivas puede no ser mayor de aproximadamente 5 mm, tal como no mayor de aproximadamente 1 mm. Se apreciará que el tamaño medio de partícula puede estar dentro de un intervalo entre cualquiera de los valores mínimos y máximos anteriores.

45 De acuerdo con al menos un aspecto, el cuerpo del artículo abrasivo puede incluir al menos aproximadamente un 1 % en volumen de partículas abrasivas para el volumen total del cuerpo. En otros casos, el cuerpo del artículo abrasivo puede incluir al menos aproximadamente un 5 % en volumen, tal como al menos aproximadamente un 8 % en volumen, o incluso al menos aproximadamente un 10 % en volumen de partículas abrasivas para el volumen total del cuerpo. Todavía, para al menos una realización, el cuerpo puede incluir no más de aproximadamente un 60 % en volumen de partículas abrasivas, tal como no más de aproximadamente un 50 % en volumen, o incluso no más de 50 aproximadamente un 40 % en volumen. Se apreciará que el contenido de partículas abrasivas con el cuerpo puede estar dentro de un intervalo entre cualquiera de los porcentajes mínimos y máximos anteriores.

El artículo abrasivo puede incluir un material de unión hecho de un material inorgánico. Algunos materiales inorgánicos adecuados pueden incluir vidrio, cerámica, metal, aleaciones metálicas y una combinación de los mismos. En otros casos, el material de unión puede incluir un material orgánico, y más notablemente, un polímero o resina, tal como una resina fenólica.

55 Además, el artículo abrasivo puede incluir algún contenido de porosidad, que puede estar presente a través de todo

el volumen del cuerpo del artículo abrasivo. La porosidad puede ser porosidad abierta, porosidad cerrada, o una combinación de las mismas. En casos particulares, el cuerpo puede tener una porosidad de al menos aproximadamente un 0,1 % en volumen para el volumen total del cuerpo. Para otra realización más, la porosidad puede ser al menos aproximadamente un 1 % en volumen, tal como al menos aproximadamente un 5 % en volumen, o incluso al menos aproximadamente un 10 % en volumen. En otra realización más, la porosidad del cuerpo no puede ser mayor de aproximadamente un 70 % en volumen, tal como no mayor de aproximadamente un 60 % en volumen, o incluso no mayor de aproximadamente un 50 % en volumen. Se apreciará que la porosidad puede estar dentro de un intervalo entre cualquiera de los porcentajes mínimos y máximos anteriores.

El artículo abrasivo comprende un cuerpo que incluye al menos aproximadamente un 1 % en volumen de material de unión para el volumen total del cuerpo, al menos aproximadamente un 5 % en volumen, al menos aproximadamente un 8 % en volumen, al menos aproximadamente un 10 % en volumen, y no mayor de aproximadamente un 75 % en volumen, no mayor de aproximadamente un 65 % en volumen, no mayor de aproximadamente un 60 % en volumen.

El cuerpo del artículo abrasivo se ilustra en general en la figura 1 como que tiene forma de cilindro o disco. Sin embargo, se apreciará que el cuerpo del artículo abrasivo puede tener cualquier forma adecuada para realizar la operación de eliminación de material en la pieza de trabajo. En ciertos casos, el cuerpo puede tener una forma particular, tal como una copa, una rueda, un anillo, un disco que tiene al menos una superficie cónica, un disco central elevado, un cono y una combinación de los mismos.

La pieza de trabajo puede incluir diversos materiales, incluyendo, por ejemplo, un material orgánico, un material inorgánico, y una combinación de los mismos. En casos particulares, la pieza de trabajo puede incluir materiales tales como un metal, una aleación de metal, una cerámica, un vidrio, un compuesto, abrasivos, superabrasivos, artículos infiltrados, materiales superduros, y una combinación de los mismos.

Otros sistemas abrasivos se ilustran en las figuras 2 y 3. En particular, la figura 2 incluye una ilustración de una porción de un sistema de rectificado 200. El sistema de rectificado 200 incluye un artículo abrasivo 201 y un artículo de desbarbado 203. En particular, el artículo abrasivo 201 puede estar en contacto con la superficie del artículo de desbarbado 203, para el acabado o reacondicionamiento del artículo abrasivo 201. El artículo de desbarbado puede incluir un material duro configurado para contactar con la superficie del artículo abrasivo y eliminar el material usado para reacondicionar la superficie del artículo abrasivo 201 y prolongar la vida útil del artículo abrasivo 201. El artículo de desbarbado 203 puede ser un componente, tal como un artículo abrasivo unido, adecuado para reacondicionar la superficie del artículo abrasivo 201. Se apreciará que puede utilizarse cualquier variedad de calidad y estructura de abrasivo unido dependiendo de la operación y de los materiales del artículo abrasivo.

La referencia en el presente documento para el desbarbado puede incluir operaciones de desbarbado o rectificado. El desbarbado se puede realizar para volver a afilar la rueda de rectificado, eliminar porciones sin brillo (granos y uniones) y exponer los abrasivos frescos y abrir el artículo abrasivo. El rectificado incluye volver a dar forma a la rueda a la geometría o perfil deseado (por ejemplo, redondo). El rectificado puede eliminar excentricidades en el perfil. El rectificado, afilado, apertura y perfilado pueden producirse simultáneamente en un proceso de desbarbado.

Aunque la figura 2 ilustra una operación de desbarbado giratorio, siendo posibles otras operaciones de desbarbado, que incluyen, por ejemplo, una operación de desbarbado por inmersión, una operación de desbarbado transversal y una combinación de las mismas. La operación de desbarbado se puede realizar de varias maneras. Por ejemplo, el artículo de desbarbado puede contactar el artículo abrasivo durante la operación de eliminación de material (véase, por ejemplo, la figura 3). Alternativamente, el artículo de desbarbado puede contactar el artículo abrasivo a intervalos de selección, que pueden ser durante, antes, y/o después de la operación de eliminación de material.

El artículo de desbarbado puede incluir partículas abrasivas contenidas dentro de un material de unión. Las partículas abrasivas pueden incluir un material superabrasivo y, más particularmente, pueden incluir diamante, e incluso más particularmente pueden consistir esencialmente en diamante. En ciertos casos, las partículas abrasivas del artículo de desbarbado pueden tener un tamaño de diamante promedio mayor que un tamaño de partícula promedio de partículas abrasivas del artículo abrasivo.

El artículo de desbarbado puede incluir un material de unión para fijar las partículas abrasivas. Según una realización, el material de unión del artículo de desbarbado puede incluir una cerámica, un vidrio, un metal (por ejemplo, un polvo metálico), un material orgánico (por ejemplo, resina) y una combinación de los mismos (por ejemplo, un enlace híbrido). De acuerdo con una realización particular, el material de unión del artículo de desbarbado puede tener una dureza mayor que el material de unión del artículo abrasivo.

La figura 3 incluye una ilustración de una porción de un sistema de rectificado 300. El sistema de rectificado 300 incluye un artículo abrasivo 301 en contacto con una pieza de trabajo 302 y configurado para eliminar material de al menos una porción de la superficie de la pieza de trabajo 302. El sistema 300 incluye además un artículo de desbarbado 303 en contacto con una porción de la superficie del artículo abrasivo 301 y configurado para reacondicionar una porción de la superficie del artículo abrasivo 301 durante el proceso de eliminación de material de la superficie de la pieza de trabajo 302.

La operación de eliminación de material puede realizarse moviendo el artículo abrasivo con relación a la pieza de

trabajo. Por ejemplo, el artículo abrasivo puede girarse mientras la pieza de trabajo se mantiene estacionaria, la pieza de trabajo puede girarse mientras el artículo abrasivo se mantiene estacionario, o alternativamente, el artículo abrasivo y la pieza de trabajo pueden girarse entre sí. En ciertas operaciones, el artículo abrasivo puede atravesarse a lo largo de una dimensión de la pieza de trabajo. El artículo abrasivo se puede girar en la misma dirección que la dirección o la rotación de la pieza de trabajo, o en algunos casos, en una dirección opuesta entre sí.

Por otra parte, para cualquiera de los sistemas que incorporan un artículo de desbarbado, se apreciará que el artículo de desbarbado se puede girar en relación con el artículo abrasivo y/o la pieza de trabajo de una manera similar como se describe en el presente documento. Por ejemplo, el artículo de desbarbado puede girarse mientras la pieza de trabajo y/o el artículo abrasivo se mantienen estacionarios. Sin embargo, en otros casos, el artículo de desbarbado se puede girar, mientras que tanto el artículo abrasivo como la pieza de trabajo se pueden girar uno con respecto al otro. Se apreciará que la dirección de rotación del artículo de desbarbado, del artículo abrasivo y de la pieza de trabajo pueden ser iguales o diferentes entre sí.

Durante la operación de eliminación de material, el proceso puede incluir detectar un cambio en una dimensión del artículo abrasivo. En al menos una realización, la detección de un cambio en una dimensión del artículo abrasivo puede incluir detectar un cambio en cualquier dimensión del artículo abrasivo que pueda reducirse como resultado de realizar el proceso de eliminación de material. Por ejemplo, el proceso de detectar un cambio en la dimensión del artículo abrasivo puede incluir detectar un cambio en la anchura o el diámetro del artículo abrasivo. Sin embargo, se apreciará que, para otras operaciones de rectificado, otras dimensiones del artículo abrasivo pueden cambiar dependiendo de la orientación del artículo abrasivo con relación a la pieza de trabajo. El proceso de detección de un cambio en una dimensión puede realizarse utilizando un dispositivo de detección, tal como un sensor óptico, sensor mecánico (por ejemplo, acelerómetro), sensor de masa, sensor de fuerza, sensores de potencia, sensor acústico y una combinación de los mismos. Por ejemplo, uno o más tipos de sensores pueden usarse para controlar diversos parámetros de la operación de rectificado. La salida de los acelerómetros se puede usar para medir y/o predecir condiciones de vibraciones de resonancia y facilitar además la alteración de al menos un parámetro de proceso del sistema en respuesta a cambios medidos para evitar y/o limitar las vibraciones de resonancia. Como tal, se apreciará que los sensores del sistema se pueden acoplar a un ordenador o sistema de datos capaz de recibir la entrada desde los sensores, analizar la entrada desde los sensores, e incluso ajustar los parámetros del proceso o sugerir cambios en el sistema para un usuario.

La anchura (w) de un artículo abrasivo puede ser una dimensión entre dos superficies principales en el caso de un disco o la dimensión que se extiende en una dirección axial en el caso de un cono u otra forma similar. La anchura del artículo abrasivo en la figura 1 tiene la etiqueta " w ". El diámetro " d " del artículo abrasivo puede incluir la dimensión más larga del artículo abrasivo, particularmente la dimensión más larga en la dirección radial que se extiende a través de un centro del artículo abrasivo, como se ilustra en la figura 1. De acuerdo con una realización, la detección de un cambio en la dimensión puede incluir la detección de un cambio en múltiples dimensiones del cuerpo, incluyendo la anchura y el diámetro.

Además, el proceso de detección de un cambio en la dimensión puede realizarse en diversos momentos y utilizando diversos métodos. Por ejemplo, el proceso de detección de un cambio en la dimensión se puede realizar simultáneamente con el proceso de eliminación de material. La detección puede completarse a intervalos en los que el proceso de eliminación no se está realizando. Alternativamente, el proceso de detección de un cambio en la dimensión puede realizarse a intervalos regulares mientras se está produciendo el proceso de eliminación o en intervalos en los que no se está produciendo el proceso de eliminación. En al menos una realización, el proceso de detección de un cambio de dimensión puede realizarse de forma continua durante todo el proceso de eliminación del material.

De acuerdo con una realización, la detección puede incluir la medición de un cambio en la dimensión del cuerpo del artículo abrasivo. Además, o alternativamente, la detección puede incluir el cálculo. El cálculo puede incluir un proceso en el que se conoce una tasa de desgaste para un artículo abrasivo particular, y así el cambio en la dimensión del cuerpo del artículo abrasivo se puede calcular para una cierta operación de eliminación de material. Los procesos anteriores pueden realizarse de forma continua durante todo el proceso de eliminación de material o, alternativamente, en un intervalo definido, que puede ser intervalos regulares o irregulares según lo decida un operador.

De acuerdo con al menos una realización, el proceso puede incluir la predicción de al menos una condición de vibraciones de resonancia. El método para predecir la al menos una condición de vibración de resonancia puede basarse en uno o más parámetros de proceso, tales como un cambio en una dimensión del artículo abrasivo, un cambio en la dimensión de la pieza de trabajo, un cambio en la dimensión del artículo de desbarbado, un cambio en el perfil del artículo abrasivo, un cambio en el perfil del artículo de desbarbado, una tasa operativa del artículo abrasivo, una tasa operativa del artículo de desbarbado, una tasa operativa de la pieza de trabajo, una relación de velocidad entre el artículo abrasivo y un artículo de desbarbado, una relación de velocidad entre el artículo abrasivo y la pieza de trabajo. La tasa operativa puede incluir una tasa de rotación, que se puede medir en revoluciones por tiempo, o una tasa lineal que se puede medir en longitud por tiempo. Se apreciará que la tasa de rotación y la tasa lineal pueden relacionarse por las dimensiones del artículo (es decir, pieza de trabajo, artículo abrasivo, artículo de desbarbado). La relación de velocidad puede ser una relación de la tasa operativa de un componente en relación

con otro. Por ejemplo, una primera relación de velocidad [Vw/Vaa] puede describir la relación entre la tasa operativa de la pieza de trabajo [Vw] con relación a la tasa operativa del artículo abrasivo [Vaa]. Una segunda relación de velocidad puede describir una relación entre la tasa operativa [Vaa] del artículo abrasivo con relación a la tasa operativa del artículo de desbarbado [Vda]. Además, la referencia en este documento a un cambio en un perfil del artículo abrasivo o artículo de desbarbado puede referirse a un cambio en un contorno bidimensional del artículo. El contorno se puede medir a lo largo de un plano axial, un plano radial y una combinación de los mismos. En casos particulares, la referencia a un cambio en el perfil puede incluir un cambio en la redondez del artículo abrasivo, que es una dimensión que se extiende circunferencialmente alrededor del perímetro exterior del artículo abrasivo. El perfil se puede medir y analizar a la luz de un perfil deseado (por ejemplo, el perfil original del artículo abrasivo o una forma geométrica preferida). Se entenderá que esta descripción es adecuada para cubrir la idea de variar sinusoidalmente (o de otro modo) la velocidad de la rueda durante el desbarbado para variar la relación de velocidad entre el desbarbador y la rueda, y así la función de forzado en el sistema de rectificado para evitar vibraciones durante la operación de afilado o desbarbado.

Una condición de resonancia de la vibración puede ser un indicio, un valor numérico, un intervalo de valores, o un intervalo de condiciones, lo que probablemente produciría una vibración de resonancia en el sistema de rectificado. En una realización, la condición de vibración de resonancia puede calcularse como un valor de tasa operativa de cualquiera o todos los componentes del sistema de rectificado. En otra realización, la condición de vibración de resonancia se puede calcular como un valor de una relación de velocidad entre el artículo abrasivo y la pieza de trabajo o el artículo abrasivo y el artículo de desbarbado. El cálculo de las condiciones de vibración de resonancia puede facilitar la predicción de las condiciones en el sistema de rectificado que es más probable que provoque vibraciones de resonancia y permita al usuario limitar o evitar la condición de vibración de resonancia.

De acuerdo con una realización particular, el proceso de predecir al menos una condición de vibraciones de resonancia puede ser en respuesta a la detección de al menos un cambio en al menos una dimensión del artículo abrasivo y/o del artículo de desbarbado. Además, el proceso puede incluir calcular al menos una condición de vibración de resonancia basada en un cambio esperado o un cambio detectado en al menos una dimensión (por ejemplo, una anchura, un diámetro y una combinación de los mismos) del artículo abrasivo o del artículo de desbarbado. Los procesos anteriores pueden realizarse de forma continua durante todo el proceso de eliminación de material, o alternativamente, en un intervalo definido, que puede ser intervalos regulares o irregulares según lo decida un operador.

El proceso puede incluir además la reducción de las vibraciones de resonancia del sistema de rectificado, lo que puede facilitar una vida útil mejorada de los componentes en el sistema de rectificado y mejores resultados del proceso de eliminación de material. En casos particulares, el proceso de reducción de las vibraciones de resonancia puede basarse en la detección de un cambio en la dimensión del artículo abrasivo. Más particularmente, el proceso de reducción de las vibraciones de resonancia puede basarse en detectar un cambio en una o más dimensiones del artículo abrasivo, calcular una condición de vibración de resonancia basada en el cambio en la una o más dimensiones del artículo abrasivo y reducir las vibraciones de resonancia en el sistema basadas en la condición de vibración de resonancia calculada. Además, el proceso de reducción de las vibraciones de resonancia puede incluir alterar al menos uno de los parámetros del proceso del sistema de rectificado, particularmente cualquiera de los parámetros del proceso medidos o controlados, para facilitar evitar y/o limitar las vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado.

En una realización particular, el proceso puede incluir la medición de un cambio en el diámetro de la rueda abrasiva durante la operación de eliminación de material y la alteración de una o una combinación de relaciones de velocidad del sistema de rectificado, en base al cambio en el diámetro de la rueda abrasiva para limitar las vibraciones de resonancia en el sistema.

En otra realización, el proceso puede incluir la medición de uno o más parámetros del proceso del sistema y evitar las vibraciones de resonancia en el sistema alterando continuamente la velocidad de uno o más componentes (por ejemplo, la pieza de trabajo, el artículo abrasivo, el artículo de desbarbado). Más particularmente, la velocidad puede variar de acuerdo con un algoritmo conocido, función matemática o similares. Por ejemplo, una variación de velocidad a lo largo del tiempo puede describirse mediante una función trigonométrica, tal como una curva sinusoidal.

La presente solicitud representa una desviación del estado de la técnica. En particular, las realizaciones en este documento describen una combinación de características de proceso adecuadas para reducir y eliminar vibraciones de resonancia en un sistema de rectificado. Por ejemplo, los presentes métodos incluyen procesos que incluyen detectar, controlar, predecir, calcular, reducir y una combinación de los mismos. Las realizaciones en este documento son adecuadas para detectar cambios en el sistema de rectificado durante la operación de eliminación de material, que puede crear nuevas condiciones de resonancia en el sistema de rectificado, y tener en cuenta dichos cambios y evitar las nuevas condiciones de resonancia. Por el contrario, los enfoques convencionales no tienen en cuenta los parámetros de proceso del sistema y no predicen una condición de vibración de resonancia.

La materia descrita anteriormente se ha de considerar ilustrativa, y no restrictiva, y las reivindicaciones adjuntas están destinadas a cubrir todas las modificaciones, mejoras y otras realizaciones, que caen dentro del alcance de la

presente invención. Por lo tanto, en la máxima medida permitida por la ley, el alcance de la presente invención debe determinarse por la interpretación más amplia permitida de las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes, y no debe restringirse o limitarse por la descripción detallada anterior.

- 5 El resumen de la descripción se proporciona para cumplir con la Ley de Patentes y se presenta con el entendimiento de que no va a ser utilizada para interpretar o limitar el alcance o significado de las reivindicaciones. Además, en la descripción detallada anterior de los dibujos, varias características pueden agruparse juntas o describirse en una única realización para simplificar la descripción. Esta descripción no debe interpretarse como que refleja la intención de que las realizaciones reivindicadas requieran más características de las que se mencionan expresamente en cada reivindicación. Por el contrario, como reflejan las siguientes reivindicaciones, la materia objeto de la invención
- 10 puede dirigirse a menos de todas las características de cualquiera de las realizaciones descritas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para realizar una operación de eliminación de material usando un sistema de rectificado (100), comprendiendo el método:
 - 5 mover un artículo abrasivo (101) con relación a una pieza de trabajo (102) en una operación de eliminación de material; **caracterizado por** detectar un cambio en una dimensión del artículo abrasivo (101) durante el movimiento; y
 - reducir las vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado alterando al menos un parámetro de proceso durante la operación de eliminación de material.
- 10 2. El método de la reivindicación 1, en el que la reducción de las vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado es en respuesta a la detección del cambio en la dimensión del artículo abrasivo.
3. El método de la reivindicación 1, en el que el sistema de rectificado comprende un artículo de desbarbado, en el que el artículo de desbarbado contacta con el artículo abrasivo durante el movimiento.
4. El método de la reivindicación 1, en el que la detección del cambio en la dimensión incluye detectar un cambio en al menos uno de entre una anchura y un diámetro del artículo abrasivo.
- 15 5. El método de la reivindicación 1, en el que el artículo abrasivo comprende un abrasivo unido, en el que el abrasivo unido comprende un cuerpo que incluye partículas abrasivas contenidas en un material unido, en el que las partículas abrasivas se seleccionan del grupo que consiste en óxidos, carburos, nitruros, boruros, oxcarburos, oxinitruros, nitruro de boro, diamante y una combinación de los mismos.
- 20 6. El método de la reivindicación 1, en el que el artículo abrasivo comprende porosidad, en el que la porosidad comprende porosidad cerrada, en el que la porosidad comprende porosidad abierta, en el que el cuerpo comprende una porosidad de al menos aproximadamente un 0,1 % en volumen para un volumen total del cuerpo y no mayor de aproximadamente un 70 % en volumen.
- 25 7. El método de la reivindicación 1, en el que el artículo abrasivo comprende un cuerpo que incluye al menos aproximadamente un 1 % en volumen de partículas abrasivas para un volumen total del cuerpo y no más de aproximadamente un 60 % en volumen, y en el que el artículo abrasivo comprende un cuerpo que incluye al menos aproximadamente un 1 % en volumen de material de unión para un volumen total del cuerpo y no más de aproximadamente un 75 % en volumen.
8. El método de la reivindicación 1, que comprende:
 - 30 predecir al menos una condición de vibraciones de resonancia en base a al menos un parámetro de proceso seleccionado del grupo que consiste en un cambio en una dimensión del artículo abrasivo, un cambio en la dimensión de la pieza de trabajo, un cambio en la dimensión del artículo de desbarbado, una tasa operativa del artículo abrasivo, una tasa operativa del artículo de desbarbado, una tasa operativa de la pieza de trabajo, una relación de velocidad entre el artículo abrasivo y el artículo de desbarbado, una relación de velocidad entre el artículo abrasivo y la pieza de trabajo; y
 - 35 reducir las vibraciones de resonancia en respuesta a la al menos una condición de vibración de resonancia alterando al menos un parámetro de proceso durante la operación de eliminación de material.
9. El método de la reivindicación 8, en el que la predicción comprende calcular la al menos una condición de vibración de resonancia en base a un cambio en la dimensión del artículo abrasivo.
10. El método de la reivindicación 8, en el que la predicción se realiza simultáneamente con la eliminación.
- 40 11. El método de la reivindicación 8, en el que la predicción comprende detectar un cambio en al menos una dimensión del artículo abrasivo.
12. El método de la reivindicación 8, en el que la predicción comprende además monitorizar una tasa operativa del artículo abrasivo.
13. El método de la reivindicación 1, que comprende:
 - 45 monitorizar continuamente un cambio en el diámetro del artículo abrasivo durante la eliminación del material de la pieza de trabajo; y
 - evitar vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado durante la eliminación de material de la pieza de trabajo alterando al menos un parámetro de proceso durante la operación de eliminación de material.
14. El método de la reivindicación 1, que comprende:

monitorizar continuamente un cambio en el diámetro del abrasivo adherido durante la eliminación del material de la pieza de trabajo;

predecir continuamente las condiciones de vibración de resonancia en el sistema de rectificado durante la eliminación del material de la pieza de trabajo; y

- 5 limitar las vibraciones de resonancia en el sistema de rectificado en base a las condiciones de vibración de resonancia alterando al menos un parámetro de proceso durante la operación de eliminación de material.

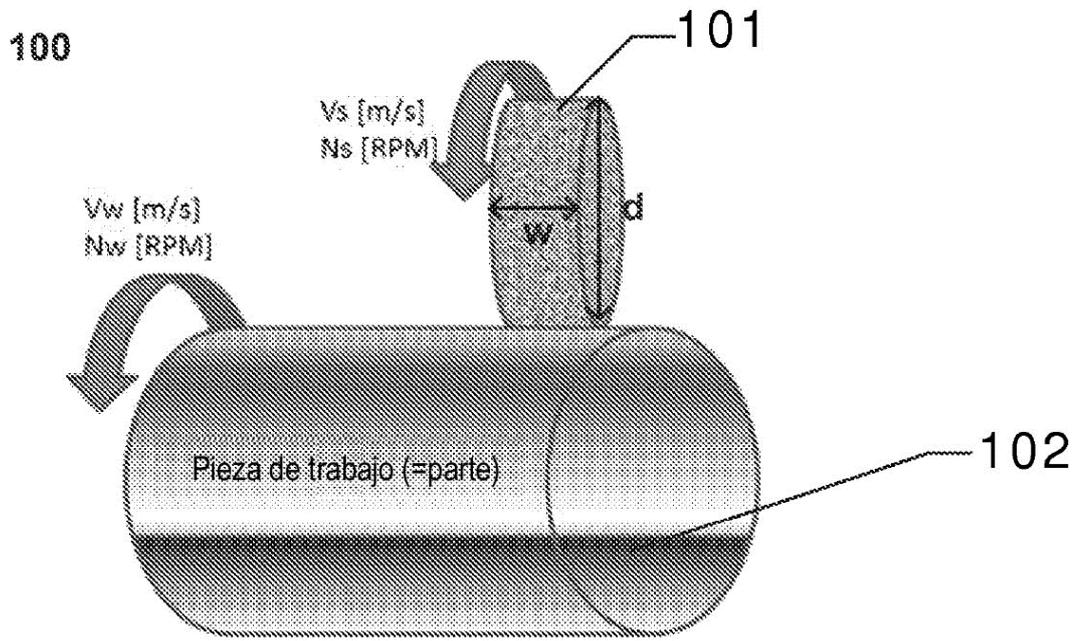


FIG. 1

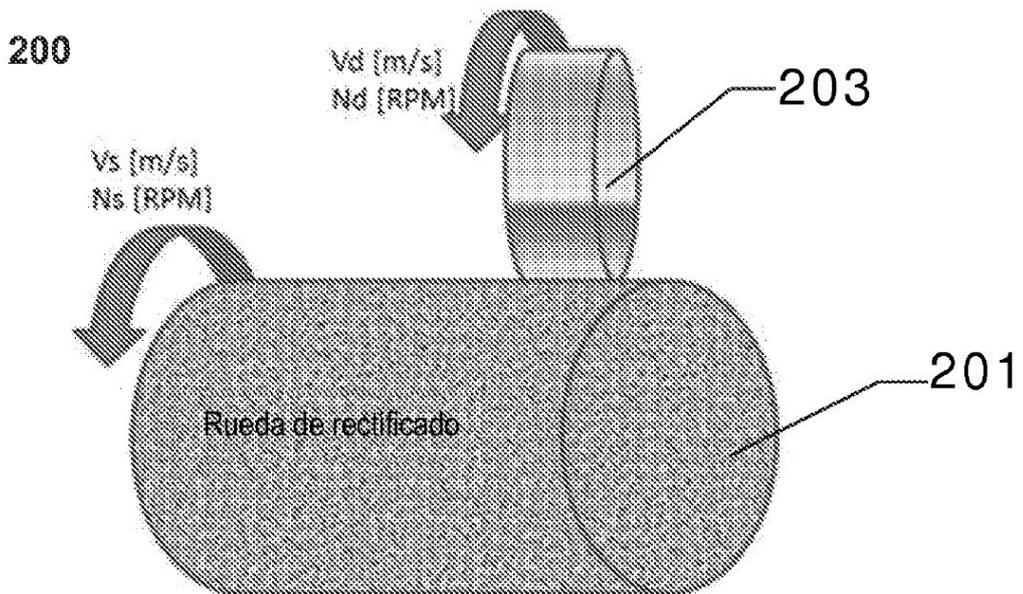


FIG. 2

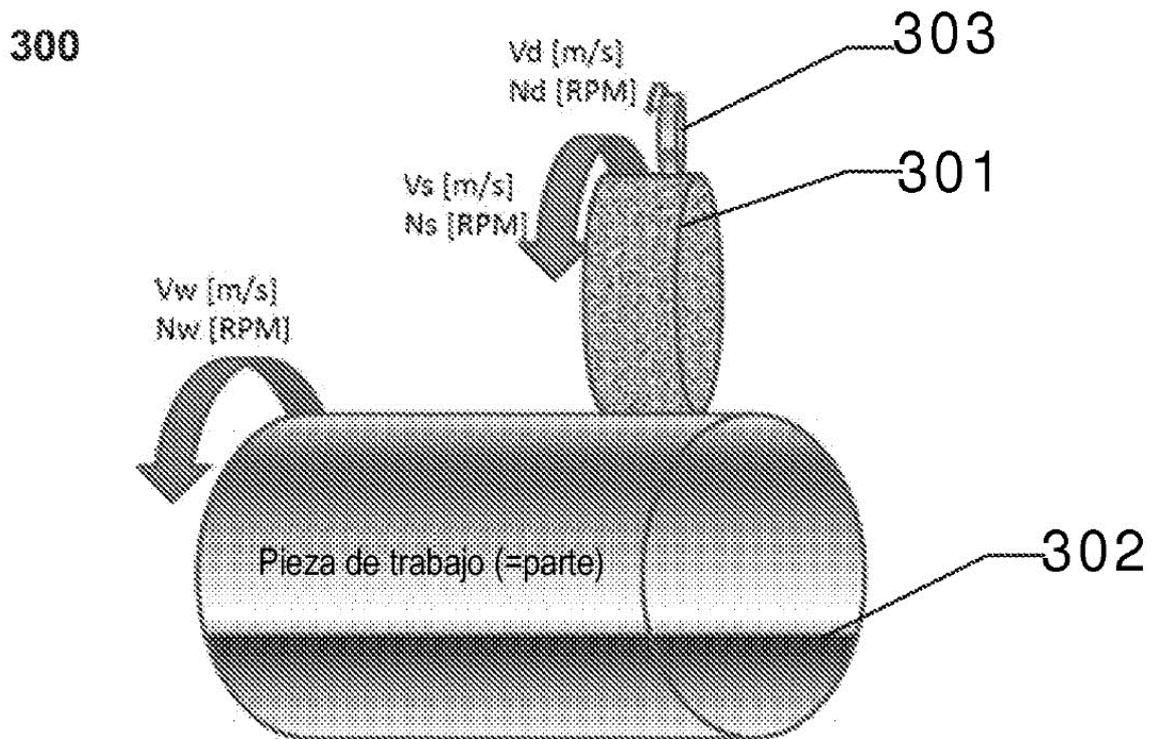


FIG. 3