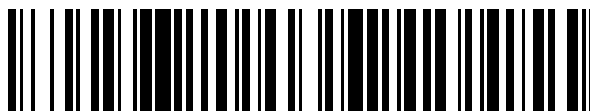


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 673**

51 Int. Cl.:

B24D 5/14 (2006.01)

B24D 7/06 (2006.01)

B24D 7/14 (2006.01)

B24D 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2011 E 11770527 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015 EP 2709799**

54 Título: **Herramienta multi-abrasivo**

30 Prioridad:

16.05.2011 IT MI20110850

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

25.09.2015

73 Titular/es:

**REN S.R.L. (100.0%)
Via Carducci, 8
20123 Milano, IT**

72 Inventor/es:

FIORE, NICOLA

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 546 673 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

Herramienta multi-abrasivo

5 **Campo de aplicación de la invención**

La presente invención se aplica a la fabricación de herramientas abrasivas para el pulido de superficies de diversos materiales con superficies rugosas, tales como por ejemplo: piedra, hormigón, metal, madera y, más precisamente, a una herramienta multi-abrasivo. La invención es aplicable al desarrollo de herramientas abrasivas planas para máquinas pulidoras de cualquier tipo, así como para herramientas con simetría cilíndrica para esmeril. Unas máquinas pulidoras que potencialmente podría utilizar la herramienta abrasiva de la presente invención son, por ejemplo las que utilizan una cinta de papel abrasivo rotando en dos ejes; las que utilizan un abrasivo vibrando en una línea recta; las que tiene un solo disco abrasivo con rotación simple; las máquinas pulidoras orbitales que utilizan un abrasivo al que se imparte un movimiento vibratorio orbital con respecto a su propio eje (que no rota sobre sí mismo); máquinas pulidoras rotatorio-orbitales en la que, a diferencia de las máquinas orbitales, el eje también rota sobre sí mismo; máquinas pulidoras planetarias en las que múltiples herramientas circulares ruedan alrededor de una circunferencia que rota sobre sí misma. Los esmeriles que potencialmente podrían utilizar la herramienta abrasiva de la presente invención son, por ejemplo, esmeriladoras de banco, esmeriladoras angulares (también llamadas "flexibles") y esmeriladoras de plataforma con mandril para herramientas equipadas con vástago.

20 **Revisión de la técnica anterior**

La rugosidad o grado de acabado de una superficie se puede indicar por la raíz cuadrática media (RMS, del inglés root mean square), en μm , entre las mediciones de la altura de la superficie real con respecto a una superficie lisa ideal. El pulido, o pulverización, es un proceso de acabado mecánico para materiales adaptado para eliminar, o por lo menos reducir, la rugosidad superficial por medio de abrasivos de diversa naturaleza según el material a pulir o proceso utilizado.

Los abrasivos se caracterizan por su dureza, por su baja fragilidad y por el hecho de que tienen naturaleza cristalina. Unos abrasivos naturales bien conocidos son: diamante, corindón, cuarzo, sílice, piedra pómez, arenisca, esmeril, granate, etc. Unos abrasivos artificiales son: óxidos de aluminio, óxidos de cromo, óxidos de hierro, nitruro de boro, carburo de silicio, vidrio, carburo de boro, etc. En la fabricación de herramientas abrasivas, un material que tiene las propiedades anteriores en primer lugar es molido hasta que se obtiene un tamaño de grano predeterminado, y el polvo obtenido de esa manera se puede tratar de diferentes maneras, por ejemplo: mezclar con aglutinante adecuado e insertar en moldes con la forma deseada, con el fin de ser calentados en un horno; mezclar con resinas y aplicar a substratos planos (discos planos o flexibles); sinterizar en la forma de la herramienta o la de los elementos a aplicar a una placa soporte de los mismos; posar electroquímicamente en un sustrato con una forma adecuada, como ocurre para el polvo de diamante en un sustrato de latón, aluminio, níquel, etc. Durante la abrasión, se producen virutas y polvos, procedentes del abrasivo y del material raspado. El rozamiento desarrollado por la abrasión también produce mucho calor, que facilita reacciones químicas no deseadas. En el pulido de materiales duros, por lo tanto se utilizan lubricantes a base de agua, como mezclas de agua y aceites minerales que disminuyen el calor y eliminan las virutas y los polvos. En el pulido de materiales blandos, la obstrucción del abrasivo, es decir la superficie abrasiva se cubre con material raspado para formar una capa que impide el contacto con los granulos abrasivos y el material que se está trabajando, se evita con el uso de lubricantes con ceras y grasas sólidas. El grado de acabado de la superficie que se está puliendo depende estrictamente del grano del abrasivo, es decir del diámetro medio de sus partículas o granos. Los granos de los abrasivos se clasifican por medio de cribado, y se asume un número de reconocimiento que corresponde al número de malla por pulgada lineal de tal tamiz, que retiene la mayor parte del grano en un análisis de tamaño de grano fraccionado secuencial de una muestra del mismo. El valor de clasificación del grano es por lo tanto en proporción inversa al diámetro medio de los granos; de este modo, cuanto mayor es el valor de identificación del grano, más finos son los granos. Las tablas que por ahora son aceptadas universalmente para controlar los granos abrasivos del corindón artificial y de carburo de silicio, en la serie que va de grano 8 a grano 240 incluido, se definen en el documento: "Simplified Practice Recommendation 118-50", publicado por el Departamento de Comercio Americano (American Department of Commerce) y adoptado totalmente por la UNI en la Tabla 3898 de abril de 1957.

Subsiguientes desarrollos de tales tablas tienen en consideración los valores de grano expresados en miles, relativos a granos mucho más finos seleccionados por medio de sedimentación. Los granos abrasivos utilizados en la fabricación de abrasivos flexibles, tales como papel de lija, se recopilan en el archivo: "Commercial Standard CS217-59" una vez más publicado por el Departamento de Comercio Americano, y también adoptado por la Federación de Fabricantes Europeos de Productos Abrasivos (FEPA).

Los abrasivos clasificados como se indica arriba son aplicados a las herramientas utilizadas en las máquinas pulidoras mencionadas en la introducción, máquinas tanto portátiles como de banco.

Las primeras, generalmente manuales, están disponibles en el mercado en tamaño pequeño, mediano y grande. En el pulido de suelos, son capaces de suavizar las irregularidades debido a la proyección entre una hoja y las otras

después de la configuración, restituir la horizontalidad perdida debido a posibles deterioros o ajustes de superficies, o bajar la superficie hasta obtener el diseño final deseado. Las máquinas pulidoras de banco incluyen las máquinas pequeñas para trabajos usualmente artesanales y las máquinas industriales automatizadas grandes, constituidas por múltiples unidades autónomamente motorizadas dispuestas en cascada, cada una con un cabezal equipado con una o más herramientas abrasivas del mismo grano, el tamaño de los granos disminuye gradualmente desde un cabezal al siguiente. En estas máquinas grandes, la hoja rugosa se posa en una cinta transportadora que la lleva debajo de cada cabezal, empezando con el de abrasivo más basto, con el fin de ser suavizada y pulida gradualmente.

La figura 1 muestra una máquina pulidora portátil típica de tipo planetario con un peso superior a 300 kg, impulsada por un motor eléctrico de 10 HP y tres fases dispuesto verticalmente 2, cuyo árbol impulsor está acoplado con el mecanismo de engranajes de tipo planetario incluido en un cabezal impulsor de herramienta 3, mostrado en la figura 2. El cabezal 3 está encerrado en una carcasa circular 4 limitada por una banda de caucho tipo rasqueta 5. El cuerpo de motor-planetario está anclado de una manera que se puede volcar en el bastidor 6 equipado con dos ruedas 7 y un asidero 8 con unos botones de control. El bastidor 6 aloja un tanque 9 del agua para refrigerar y lubricar los abrasivos, y una carcasa 10 para los componentes eléctricos. El cabezal 3 comprende tres placas 11, 12, 13 que rotan de una manera epicicloide a una velocidad que se puede variar de 300 a 1300 rpm (revoluciones por minuto). Un sistema de acoplamiento rápido permite montar las herramientas abrasivas más adecuadas 14 en las placas individuales 11, 12, 13. Las posibles aplicaciones de esta máquina son las siguientes: eliminación de irregularidades en hormigón; eliminación de resinas y pegamentos; preparación de superficies; abrillantado de mármoles y granitos; acabado de espejo de hormigón, etc.

Las subsiguientes figuras 3-9 muestran un subconjunto limitado del inmenso mundo de herramientas abrasivas montables en las placas 11, 12, 13 del cabezal 3 o utilizables en máquinas pulidoras de otro tipo. Dichas herramientas generalmente adoptan la forma de una placa circular rígida constituida por un sustrato de material capaz de unirse al abrasivo presente en relieves de geometría particular en la cara de trabajo; o de un disco flexible fijado a una plaquita de apoyo por medio de adhesivo o velcro. Independiente del tipo de abrasivo seleccionado, la configuración del mismo sobre la placa o el disco de soporte tendrán que ser simétricas en forma y peso, para mantener el cabezal en la máquina pulidora perfectamente equilibrado durante la rotación, y de este modo sin oscilaciones transversas dañinas debido al desequilibrio de las masas rotatorias. Tal característica es respetada en las herramientas que se pueden encontrar en el mercado. También las conexiones de las herramientas abrasivas al cabezal de la máquina pulidora pueden ser de tipo bastante diferente, tal como: presión, rosca, espiral, bayoneta, pasador, magnética, etc.

En la figura 3, se muestra un disco abrasivo 16 que puede tener diversos grosores, por ejemplo, de 4 a 13 mm, constituidos por polvo de diamante de grano fino incorporado en una matriz de unión resinoide. El anclaje a la placa rotatoria de la máquina pulidora puede hacer uso de un dispositivo de acoplamiento rápido directo, o un disco de arrastre 30 (plaquita de apoyo) anclado al velcro presente en la cara trasera del disco 16. La cara abrasiva tiene una serie de dientes oblicuos 17 que forman un anillo circular empezando desde la orilla externa. La herramienta fue diseñada para obtener una máxima duración y óptimo acabado en suelos de mármol. La herramienta se utiliza ampliamente y aparece en diversos catálogos, está comprendida por ejemplo entre las herramientas que aparecen en el catálogo de Meneghini & Bonfanti (La Genovese) con las siguientes posibilidades de uso:

- mármol, disponible en el siguiente tamaño de grano de la escala ASTM: malla 30/50/120/220/400/600/800. Para un buen grado de acabado, es suficiente emplear hasta grano 400, mientras que se puede continuar con los dos granos subsiguientes para obtener un acabado extra.

- granito, en diversas mezclas para granos finos en el siguiente tamaño de grano: malla 30/50/150/300/500/1000/2000/4000. Se recomienda el uso de la secuencia completa excepto en algunos granitos particularmente fáciles, en los que es posible parar en el grano 2000, luego se abrillanta con polvos y almohadillas de fieltro.

La figura 4 muestra un disco abrasivo 18 que difiere del precedente debido al hecho de que está vacío en el centro, y debido a una fragmentación de los dientes 19 por medio de unos surcos circulares concéntricos. Los discos 18 son muy flexibles y de este modo están adaptados para abrillantar superficies cóncavas.

La figura 5 muestra una herramienta abrasiva 20 que comprende una placa 21 desde la que se proyectan cuatro cilindros abrasivos cortos de diamante 22, del mismo tamaño de grano y espaciados regularmente a lo largo de la orilla. En el centro de la placa, hay presente un agujero 23 para la aplicación 20 a través de tres tornillos 24 en un disco de agarre en la parte posterior. La herramienta extremadamente agresiva es utilizable para eliminar resinas y pinturas y para pulir hormigón. La placa 21 puede ser de plástico o de metal y los cilindros de diamante 22 se pegan a la misma, o la placa y los cilindros pueden obtenerse en un único proceso de conformación de material abrasivo y resinoide.

La figura 6 muestra una herramienta abrasiva 26 hecha de carburo de silicio con aglutinante magnésico sintético, constituido por un disco muy grueso perforado en el centro y con unos surcos radiales profundos para formar seis sectores circulares 27. La herramienta es adecuada para eliminar mástique o pulir suelos muy abrasivos en los que

los discos resinoides de diamante podrían no ser convenientes. También se utilizan para esmerilar encobrados industriales.

5 La figura 7 muestra una herramienta abrasiva 28 constituida por un cilindro 29 con una orilla redondeada perforada en el centro, hecha del mismo material que la herramienta precedente y con las mismas posibilidades de uso.

10 La figura 8 muestra una herramienta abrasiva 30 constituida por una placa circular 31 hecha de material resinoides perforada en el centro, desde la que se proyectan unos bloques abrasivos de diamante, casi paralelepípedos, 32, que están espaciados regularmente a lo largo de la orilla de la placa. Estas herramientas se recomiendan particularmente para pulir hormigón envejecido duro.

15 Las subsiguientes figuras 9 - 12 muestran varios ejemplos de herramientas abrasivas utilizadas por una máquina pulidora mono-disco. La herramienta está constituida por el juego de elementos abrasivos montados en un soporte, que a menudo coincide con la propia placa circular de la máquina pulidora, con la forma adecuada sobre la base de la forma de los elementos abrasivos a montar por medio de un accesorio o pegamento con mástique. Los elementos abrasivos pueden tener diferente forma, por ejemplo: Tipo Cassani; tipo "virgole Genovesi"; tipo de segmentos con forma de prisma Múnich, Frankfurt, Fickert, Tibaud, Pedrini, etc. Con relación a las conexiones de la placa con el cabezal rotatorio de la máquina pulidora, generalmente se proporciona una tuerca grande, o mecanismos de conexión rápida, similares a los utilizados en máquinas pulidoras de satélite. Se debe tener especial cuidado en la colocación de los elementos abrasivos sobre la placa, con el fin de evitar el desequilibrio de la placa durante la rotación.

25 La figura 9 muestra la cara delantera de una plaquita de apoyo 33 equipada con una serie de surcos circulares concéntricos para encajar abrasivos de tamaño pequeño. Como alternativa, es posible pegar un disco abrasivo flexible o un cilindro abrasivo rígido. En la figura 10 se muestra la cara trasera de la plaquita de apoyo de la figura 9, en cuyo centro hay visible una tuerca grande 34 para la conexión roscada a la placa rotatoria de una máquina pulidora de único disco. La plaquita de apoyo 33 actúa de este modo como soporte intermedio.

30 Las figuras 11, 12, 13 muestran tres discos abrasivos 35a, 35b, 35c, cada uno con su propio tamaño de grano, y los tres granos con tamaño decreciente, aplicables por separado a la plaquita de apoyo 33 para la ejecución de tres pasadas del proceso de pulido.

35 La figura 14 muestra una placa circular 36 de una máquina pulidora mono-disco desde la que se proyectan tres sectores abrasivos 37 tipo Frankfurt, dispuesto a 120°. En el caso específico, los sectores 37 están hechos de granúlos de carburo de silicio unidos con magnesita que tienen la forma de un sólido trapezoidal que comprende un canal central grande que es curvo y en disminución para descargar las virutas. En la placa 36 se fijan tres conexiones, que están constituidas por dos hombros laterales fuertes 38 unidos por una base que toca sobre la placa 36. Los hombros 38 se enroscan en la placa 36 y, con la base, constituyen un asiento para el sector con forma de prisma 37. En la unión de los hombros 38 con la base, hay dos respectivos surcos que actúan como una guía y encaje para el sector abrasivo Frankfurt 37.

45 La figura 15 muestra una placa 40 cuya orilla circular 41 está elevada. Unos relieves triangulares 42 están anclados a la placa 40, espaciados regularmente en un círculo cerca de la orilla 41 y proyectados casi a la altura del mismo. Los relieves 42 están orientados de una manera para formar, con la orilla 41, tres asientos espaciados 120° para instalar tres sectores abrasivos de tipo Cassani 43 con forma de luneta proyectados desde la orilla 41, hechos de granúlos de carburo de silicio adheridos con magnesita o cemento.

50 La figura 16 muestra una placa circular 44 con tres muescas curvas 45 espaciadas 120° empezando desde la orilla externa, desde la que se proyecta el mismo número de sectores abrasivos 46 para formar "virgola Genovese" hecha del mismo material que los sectores abrasivos Cassani. Para abrasivos adicionales hay disponibles otras tres muescas rectangulares 47 espaciadas con respecto a las precedentes.

55 Las herramientas mostradas en las figuras descritas arriba permiten el pulido de mármoles, granitos y hormigón en general.

Los documentos US-A-2004/0048557 y JP-A-05269671 divulgan una herramienta abrasiva según el preámbulo de la reivindicación 1.

Esbozo del problema técnico

60 En el proceso de pulir superficies (más generalmente en el proceso de esmerilado), el rendimiento de las herramientas abrasivas para eliminar y, por encima de todo, la cualidad superficial obtenible se consideran determinados por el tamaño medio del grano de material duro. Los granos más grandes permiten obtener un mayor rendimiento de eliminación, pero afectan negativamente a la calidad del acabado superficial, mientras que los granos más finos permiten obtener superficies de mejor calidad, pero con menor rendimiento de eliminación. Tales resultados opuestos requieren llevar a cabo operaciones de conformado rugoso y operaciones de acabado.

Actualmente, el proceso de pulido de una superficie comprende las siguientes etapas en secuencia: suavizado, conformado rugoso, cierre de posibles líneas y poros, y acabado; seguido por la etapa de abrillantado. Cada etapa requiere diferente abrasivo y de este modo un tipo diferente. La superficie a pulir puede ser la de suelos de muchos materiales diferentes, espacios con cemento en bruto, losas ásperas de piedra de cantera que previamente fueron niveladas/suavizadas brevemente, o losas metálicas calandradas o parqué de madera. En las máquinas pulidoras manuales, es la propia máquina la que se ha de mover, y dado que el proceso de pulido requiere las susodichas etapas secuenciales, llevadas a cabo con abrasivos de grano cada vez más fino, la duración total del proceso aumentará con los tiempos muertos necesarios para cambiar las herramientas abrasivas. Para un cálculo aproximado del tiempo total del proceso de pulido, se debe tener en cuenta que, empezando desde un suelo que se acaba de colocar, para casi todos los tipos de materiales tales como: mármol, granito, "seminati", aglomerados, etc. desde la conformación rugosa a la preparación para el abrillantado, la superficie será sometida a aproximadamente diez etapas con abrasivos de grano cada vez más fino. La siguiente tabla es indicativa de las etapas necesarias en un proceso de pulido de superficies planas de mármol o granito, con la exclusión de las etapas de abrillantado generalmente ejecutadas con polvos finos pasados con la ayuda de plaquitas de apoyo de fieltro.

TABLA 1 - Herramientas mono-abrasivo para una máquina pulidora mono-disco

Nº de etapa	Descripción de etapa	Tipo de herramienta	Tipo de abrasivo	Clasificación de grano, Mesh ASTM
1	Conformado rugoso	Placa con ocho conexiones para herramientas de segmento (sectores abrasivos)	Diamante, aglutinante de níquel	16 (1200 µm)
2	Igual	Igual	Igual	30 (590 µm)
3	Igual	Igual	Diamante, aglutinante de latón	45 (350 µm)
4	Igual	Igual	Igual	60 (250 µm)
5	Refinado	Igual	Diamante, aglutinante resinoide	120 (125 µm)
6	Refinado	Igual	Igual	230 (62 µm)
7	Refinado	Igual	Igual	400 (37 µm)
8	Refinado	Igual	Igual	800 (~18 µm)
9	Refinado	Igual	Igual	1250 (10 µm)
10	Refinado	Igual	Igual	3500 (~4 µm)

Cada etapa puede necesitar varias pasadas cruzando por la misma área. El operario, para cada cambio de abrasivo, tendrá que apagar la máquina, limpiar la superficie trabajada y llevar el desperdicio líquido a un tanque contenedor adecuado o directamente a pozos de descarga, secar la superficie trabajada, comprobar el trabajo realizado, montar las herramientas abrasivas para la etapa subsiguiente y finalmente empezar de nuevo. Con tales especificaciones, un pulidor equipado con una máquina pulidora mono-disco o planetaria convencional pulirá y abrillantará una media de 15 m² en ocho horas de trabajo por día, a pleno funcionamiento, incluido el trabajo de estuco. Es necesario pulir una mayor área superficial, y si se tiene disponible una máquina pulidora manual "giant" el promedio diario puede aumentar a 60-80 m², el trabajo de recogida del desperdicio líquido tiene menos efecto en la media; tal desperdicio puede ser empujado por la banda encauchada del cabezal en las zonas del suelo todavía por trabajar, y aquí pueden ser secadas y luego desechadas.

A los tiempos medios mencionados arriba, será necesario añadir el tiempo para el pulido de perímetro, generalmente ejecutado con pequeñas esmeriladoras equipadas con papel de lija que se cambia cada vez, disminuyendo de grano grande a grano fino. El pulido de perímetro es indispensable cuando los suelos están delimitados por paredes, dado que el cabezal de la máquina pulidora tiene un volumen lateral que impide que las herramientas rotatorias sean empujadas contra la pared. En consecuencia, a lo largo de todo el perímetro de la habitación, se forma una tira en la que el suelo mantiene una diferencia de altura.

El proceso convencional de esmerilado también requiere un cambio de herramientas con tamaño de grano decreciente, y de este modo tiene los inconvenientes del pulido, aunque en menor medida.

Objeto de la invención

El objeto de la presente invención es reducir la duración del proceso de pulido.

Otro objeto de la presente invención es reducir la duración del proceso de esmerilado.

Otro objeto de la invención es reducir el número de herramientas abrasivas necesarias en los susodichos procesos.

Otro objeto de la invención es mejorar el pulido cerca de las paredes. Otro objetivo de la invención es hacer más económicos los procesos de pulido y esmerilado.

5

Sumario de la invención

Con el fin de obtener los objetivos, la presente invención tiene una herramienta abrasiva como objetivo, en la que, según la invención, en la cara de trabajo incluye por lo menos dos elementos abrasivos con diferente rugosidad, como se describe en la reivindicación 1.

10

La invención descrita en su forma más general lleva por sí misma a diferentes realizaciones, como se describe en las reivindicaciones dependientes. La cara de trabajo incluye más de dos elementos abrasivos con diferente rugosidad dispuestos de una manera para formar, a lo largo de por lo menos un recorrido entre elementos abrasivos adyacentes, una secuencia que está ordenada por valores de rugosidad crecientes o decrecientes.

15

Ventajosamente, la invención reduce el número de "pasadas" abrasivas sobre la superficie a pulir o esmerilar con respecto al uso de herramientas convencionales, en las que en cada "pasada" es necesario sustituir la herramienta por otra con un grano más fino, es decir con menor rugosidad, reduciendo también consecuentemente los tiempos muertos para el cambio de herramienta. Al pulir, de hecho resulta posible ejecutar las 10 etapas de la Tabla 1 con una sola herramienta innovadora, o, más conservadoramente, con dos herramientas de las que una primera es para las etapas de conformado áspero y una segunda para las etapas de refinado.

20

El efecto "sorprendente" es que en la herramienta multi-abrasivo concebida recientemente, los diversos abrasivos con rugosidad secuencial no trabajan por contraste entre sí en las superficies rugosas planas, sino que en cambio trabajan juntos para lograr el mismo resultado (que hasta ahora se había obtenido por medio de pasadas con diferentes herramientas mono-abrasivo con tamaño de grano decreciente). Una explicación teórica del fenómeno no es simple: se ha verificado una sinergia entre los diferentes granos causada por la naturaleza secuencial del tamaño de grano y la naturaleza secuencial de la operación durante el movimiento de la herramienta sobre la superficie a pulir o esmerilar. Una explicación empírica podría plantear la hipótesis de un tipo de autocompensación entre las contribuciones de los diferentes elementos abrasivos debido a la progresiva altura diferente entre las superficies de raspado. Por ejemplo, los elementos de grano más grande, que inicialmente trabajan más que los otros para reducir la rugosidad más significativa, consumirán mayormente el soporte abrasivo con respecto a los elementos adyacentes, que de este modo tenderán a mantener los abrasivos de grano más grande más espaciados del nivel medio de la superficie. El mismo mecanismo funciona gradualmente para todos los granos abrasivos adyacentes. Además de lo indicado, a medida que trabajan los granos más finos, los polvos producidos desde los mismos saturan la rugosidad presente en los abrasivos con granos más grandes, impidiéndoles que afecten a las superficies ya pulidas más finamente.

25

30

35

40

La herramienta tiene forma circular o cualquier forma poligonal regular, es decir equipada con simetría rotacional. La forma circular está indicada para todos los tipos de máquinas pulidoras excepto las lineales o meramente orbitales, es decir cuando solo se producen traslaciones rígidas del abrasivo con respecto a la superficie a pulir. La disposición de los elementos abrasivos en el soporte discoide (equilibrado) tendrá que garantizar que la herramienta resulta dinámicamente equilibrada en su conjunto. Esto es posible en los siguientes modos: a) por medio de una distribución simétrica de la masa abrasiva y la masa no abrasiva con respecto al centro de la herramienta; b) según la invención por medio de una distribución asimétrica de abrasivo de tal manera que los elementos abrasivos m_1 , m_2 - alineados a lo largo de un diámetro en lados opuestos con respecto al centro de la herramienta, cuyos centros de masa están a la distancia r_1 , r_2 del susodicho centro - generan unas contribuciones equivalentes $m_1 r_1^2$, $m_2 r_2^2$ al momento de inercia de la herramienta y esto también es válido para las formas poligonales regulares de la herramienta.

45

50

La distancia desde el centro de la herramienta aumenta o disminuye desde un elemento abrasivo al adyacente dependiendo del sentido dextrógiro o levógiro en el que se siga a secuencia. Una realización en tal sentido es en la que los elementos abrasivos son unos anillos circulares concéntricos con rugosidad secuencial, ya estén contiguos o espaciados arbitrariamente. En una herramienta similar, es posible aumentar el número de anillos circulares hasta obtener una rugosidad variable que es casi continua en dirección radial. Una variante es en la que los elementos abrasivos con rugosidad secuencial ocupan parcialmente el mismo número de anillos circulares concéntricos, ya estén contiguos o espaciados arbitrariamente. En la herramienta de la variante, múltiples elementos abrasivos con el mismo tamaño de grano están espaciados dentro de unos respectivos anillos circulares concéntricos. El modo de fabricación cambia con respecto a la herramienta precedente, pero las ventajas son las mismas.

55

60

Las herramientas fabricadas como se ha indicado arriba son óptimas para las superficies a pulir que no están delimitadas por paredes, o de una manera enteramente equivalente para la aplicación a un cabezal pulidor de una máquina pulidora de banco cuyo movimiento lateral puede ir más allá de las orillas de la superficie a pulir. En presencia de paredes laterales o limitaciones equivalentes, el pulido no puede ser óptimo dentro de una tira de perímetro cuya anchura depende de las dimensiones totales de las orillas del cabezal de la máquina pulidora empleada y del tipo de herramienta montada. El defecto (ya mencionado) sería amplificado por el uso de las

65

herramientas innovadoras con anillos circulares, dado que la disposición secuencial meramente en dirección radial de los elementos abrasivos concéntricos - incluso si los anillos circulares fueran estrechos y afectos a una banda en la proximidad a la orilla periférica - en cualquier caso ocasionaría un movimiento gradual del abrasivo del mismo grano alejándose de la orilla de la herramienta. En consecuencia, el abrasivo se alejaría de la orilla de la superficie a pulir, que progresivamente estaría sin el efecto de tales granos.

El defecto de arriba se reduce mediante una disposición diferente de los elementos abrasivos adyacentes, como la del segundo tipo de herramienta circular en la que los elementos abrasivos con rugosidad secuencial tienen todos la misma distancia al centro de la herramienta, lo que significa disponer los elementos abrasivos con rugosidad secuencial a lo largo de una circunferencia cerca de la orilla periférica de la propia herramienta circular. Todavía quedan las ventajas que consisten en la reducción de las etapas de proceso de pulido, dado que la única herramienta completa varias etapas simultáneas correspondientes con el número de diferentes granos abrasivos equipados; también está la ventaja de la casi cancelación de la tira de perímetro sobre la que hay que pasar, dado que todos los granos pueden ser utilizados cerca de las orillas.

Un tercer tipo de herramienta circular combina de manera sinérgica los dos aspectos descritos arriba, al disponer los elementos abrasivos con rugosidad secuencial a lo largo de una sección de un recorrido espiral. La rugosidad de la herramienta abrasiva varía por lo tanto radial y angularmente con cada elemento abrasivo de la secuencia. Con respecto a la disposición meramente radial de elementos abrasivos, la ventaja adicional que se deriva de esto es ser capaz de montar elementos abrasivos más anchos sin aumentar en consecuencia la anchura de la tira de perímetro, careciendo gradualmente de la acción de unión de los abrasivos. La anchura de tal tira ahora solo depende del paso de la espiral, que puede ser seleccionado sobre la base de los mejores resultados obtenibles en el pulido de diferentes materiales. Con respecto a la naturaleza secuencial abrasiva meramente angular, la adición del componente radial facilita la sinergia entre los diversos granos, ya que la diferencia de altura entre los mismos es enriquecida con tal componente. Tal diferencia facilita la autocompensación entre las contribuciones al pulido de los diversos elementos abrasivos. Es útil observar que, a medida que disminuye el paso de la espiral, el tercer tipo de herramienta tenderá a convergir hacia el segundo, en el que los elementos abrasivos con rugosidad secuencial están dispuestos a lo largo de una circunferencia.

En el tercer tipo de herramienta, el pulido en las proximidades de las orillas delimitadas por las paredes se puede mejorar disponiendo los elementos abrasivos para que formen dos secuencias contiguas con el mismo número de elementos espaciados igualmente, incluida una primera secuencia con rugosidad creciente desde la periferia hacia el interior y una segunda secuencia con la rugosidad disminuyendo desde la periferia hacia el interior. Puede apreciarse que tal disposición permite que todos los granos trabajen cerca de las orillas.

La fabricación de las herramientas multigrano según la invención requiere más tiempo y más etapas de deposición de los abrasivos con respecto a las herramientas convencionales, pero en esencia utiliza los mismos métodos. La diferencia principal consiste en la fijación selectiva de los diversos granos en el sustrato, que para cada grano a fijar requiere una pasada de enmascaramiento de las zonas no afectadas por el grano actual. La fijación relativa, por ejemplo, puede ocurrir a través de un método electrostático, o por impulso electrolítico con la ayuda de metales. Después de depositar ese grano, existe el desenmascaramiento de la zona pretendida para el grano subsiguiente y el enmascaramiento de la zona del último grano depositado. La producción en masa permitirá obtener economías de escala, y no se excluye que en el futuro se puedan desarrollar métodos de fabricación más eficientes.

Ventajas de la invención

La ventaja de la presente invención se ha ilustrado totalmente correspondiendo a diferentes aspectos de logro de la misma idea innovadora; por lo tanto pueden resumirse indicando lo siguiente: con mayor complejidad de logros de las herramientas abrasivas, se obtiene una reducción del número de las mismas debido a la mayor complejidad, y sigue habiendo un beneficio neto debido a la mayor velocidad del proceso entero de pulido o esmerilado, tanto para la disminución neta del número de pasadas como para el ahorro en tiempos muertos debido a los cambios de herramienta. Al utilizar las disposiciones particulares de los elementos abrasivos en las secuencias de rugosidad indicadas, se obtiene una mejora en el pulido en las proximidades de las paredes.

Finalmente, en el uso de herramientas manuales pequeñas para trabajo artístico o artesanal, es ventajoso poder esmerilar superficies curvas seleccionando cada vez la parte de la herramienta a utilizar.

Breve descripción de las figuras

Unos objetivos y ventajas adicionales de la presente invención serán más claros a partir de la descripción detallada que sigue de una realización de la misma y a partir de los dibujos adjuntos dados meramente como ejemplo no limitativo, en los que:

- La figura 1 es una vista en perspectiva de una máquina pulidora portátil típica de tipo planetario.
- La figura 2 es una vista en perspectiva inferior del cabezal del planeta comprendido en la máquina pulidora de la

figura 1.

- 5 • Las figuras 3 - 8 muestran un subconjunto de herramientas abrasivas que pertenecen a la técnica anterior utilizadas en el cabezal planetario mostrado en la figura 2.
- Las figuras 9 y 10 muestran dos caras de una plaquita de apoyo que se puede fijar a la placa rotatoria de una máquina pulidora mono-disco como soporte intermedio para elementos abrasivos de diversas formas.
- 10 • Las figuras 11, 12, 13 muestran tres discos abrasivos flexibles, cada uno con su propio tamaño de grano, y los tres granos con tamaño decreciente, que se pueden fijar a la plaquita de apoyo de la figura 9.
- Las figuras 14, 15, 16 son unas vistas en perspectiva de unas herramientas abrasivas de la técnica anterior que comprenden unos elementos abrasivos montados en la placa rotatoria de una máquina pulidora mono-disco.
- 15 • Las figuras 17 - 20 muestran unas herramientas discoideas que no están cubiertas por las reivindicaciones.
- Las figuras 21-24 muestran unas herramientas abrasivas según la presente invención.
- 20 • La figura 25 muestra una vista en perspectiva de la plaquita de apoyo en la que se montan herramientas abrasivas cilíndricas, dispuestas según la invención.
- La figura 26 es una vista inferior de la placa rotatoria de una máquina pulidora mono-disco en la que hay montadas unas herramientas abrasivas cilíndricas, dispuestas según la invención.
- 25 • Las figuras 27, 28, 29 muestran unas vistas en perspectiva de otras configuraciones de herramientas abrasivas según la invención que pueden ser montadas en la placa de la figura 26.
- La figura 30 muestra una vista en alzado de una máquina pulidora lineal que monta una cinta abrasiva y no está cubierta por las reivindicaciones.
- 30 • La figura 31 muestra una vista inferior de una sección de la cinta abrasiva montada en la máquina pulidora de la figura 30 y no está cubierta por las reivindicaciones.
- La figura 32 es una vista en alzado de una máquina pulidora orbital o alternativa que monta una placa abrasiva hecha y no está cubierta por las reivindicaciones.
- 35 • La figura 33 muestra una vista inferior de la placa abrasiva montada en la máquina pulidora de la figura 32 y no está cubierta por las reivindicaciones.
- 40 • La figura 34 es una vista en perspectiva de una herramienta esmeriladora de banco con una forma cilíndrica y no está cubierta por las reivindicaciones.
- La figura 35 es una vista en perspectiva de una herramienta esmeriladora de banco con una forma cilíndrica que incluye una vista inferior de la extremidad redondeada y no está cubierta por las reivindicaciones.
- 45 • La figura 36 es una vista delantera de una herramienta esmeriladora de banco con una forma esférica y no está cubierta por las reivindicaciones.

Descripción detallada de varias realizaciones preferidas de la invención

50 En la siguiente descripción, los elementos equivalentes que aparecen en diferentes figuras se pueden indicar con los mismos símbolos. En la ilustración de una figura, es posible hacer referencia a elementos no indicados expresamente en esa figura sino en las figuras precedentes. La escala y las proporciones de los diversos elementos representados no corresponden necesariamente a la escala y proporciones reales.

55 La figura 17 muestra una herramienta abrasiva 50 constituida por un soporte discoide perforado en el centro 51 hecho de material adecuado para el tipo de material abrasivo empleado y para la técnica utilizada para fijar el polvo abrasivo. Si la herramienta 50 es una herramienta de diamante, el soporte 51 podría ser, por ejemplo: latón, aluminio, material resinoide, fibra vegetal o artificial, etc. En el soporte 51, el polvo abrasivo, empezando desde la
60 orilla externa, forma diez anillos circulares concéntricos 25 52-61 de igual anchura, contiguos entre sí, hechos de granos con tamaño diferente.

65 El grano más fino está presente en el anillo circular más exterior 52, la grano más grande está presente en el anillo circular más interior 61 mientras en los otros anillos circulares 53-60 el grano aumenta de tamaño, pasando desde un anillo circular más externo a uno más interno. El número de anillos circulares, sus anchuras, así como el tamaño

del aumento en el tamaño de grano abrasivo desde un anillo al siguiente, son unos parámetros que pueden ser seleccionados libremente sobre la base de los materiales a pulir y de los mejores resultados experimentales. La herramienta abrasiva 50 se equilibra dinámicamente y es indicada para pulir superficies planas o curvas no rodeadas por paredes.

5 La figura 18 muestra una herramienta abrasiva discoide 64 que difiere de la herramienta 50 solo por el hecho de que en el soporte de disco 65, el grano más fino está presente en el anillo circular más interior 66, el grano más grande está presente en el anillo circular más exterior 75, mientras en los otros anillos circulares 74-67 el grano disminuye de tamaño, pasando desde un anillo circular más externo a uno más interno. Las herramientas de las figuras 17 y 18 se pueden hacer con un mínimo de dos anillos circulares y un máximo que permita variar continuamente los tamaños de grano.

15 La figura 19 muestra una vista inferior de una herramienta abrasiva 78 constituida por un soporte discoide 79 perforado en el centro, en cuya cara de trabajo hay presentes cuatro elementos abrasivos 80, 81, 82, 83. Tales elementos están dispuestos a lo largo de la orilla externa y tienen la misma forma geométrica, el mismo tamaño y diferente tamaño de grano ordenado en secuencia. La forma plana es la de un sector de anillo circular de 70° de ancho, los cuatro sectores están separados mutuamente por una holgura de 20° de ancho sin abrasivo. La forma en el espacio de cada elemento abrasivo se obtiene por extrusión de la forma plana a lo largo de una línea ortogonal a la superficie de la placa 79, de tal manera que se genere un grosor que sea igual para todos los elementos abrasivos. La profundidad en dirección radial es arbitraria pero igual para todos los sectores, tal como para que la herramienta se equilibre dinámicamente. Empezando desde el elemento abrasivo 80 con el grano más grande, el grano de los otros elementos abrasivos disminuye una cantidad arbitraria al pasar de un elemento al siguiente en sentido levógiro.

25 En cambio, al empezar desde el elemento abrasivo 83 con el grano más fino, el grano de los otros elementos abrasivos aumenta una cantidad arbitraria igual, pasando de un elemento al siguiente en sentido dextrógiro. La selección del sentido dextrógiro o levógiro es arbitraria. El sector de anillo circular que es capaz de ocupar la mayor parte de la superficie periférica de la placa 97 con elementos abrasivos independientes; no es limitativo, sin embargo, en la obtención de la herramienta y otras formas - por ejemplo: circular, sector, polígono circular, trapezoidal, rectángulo u otras formas - pueden utilizar el mismo principio de naturaleza secuencial en el tamaño de los diversos granos abrasivos.

35 La figura 20 muestra una herramienta abrasiva 86 que difiere de la herramienta 78 debido al hecho de que en la orilla externa de la superficie de trabajo del soporte discoide 87 hay presentes seis elementos abrasivos en forma de sector de anillo circular 88, 89, 90, 91, 92, 93 con diferente tamaño de grano ordenados en secuencia de 48° de ancho y separados mutuamente por un espacio de 12° sin abrasivo. Empezando desde el elemento abrasivo 88 con el grano más grande, el grano de los otros elementos abrasivos disminuye una cantidad arbitraria, pasando de un elemento al siguiente en sentido levógiro.

40 La selección del sentido dextrógiro o levógiro es arbitraria. El grano del elemento abrasivo 88 con el grano más grande que pertenece a la herramienta 86 tiene menor tamaño que el grano del elemento abrasivo 83 con el grano más fino que pertenece a la herramienta 78 de la figura 19. Considerando las dos herramientas 78 y 86 juntas, proporcionan una distribución de diez elementos abrasivos ordenados en secuencia de tamaño de grano. Con solo dos herramientas multi-abrasivo, es posible por lo tanto ejecutar el proceso de pulido entero de la Tabla 1 que según la técnica anterior requeriría unas diez herramientas mono-abrasivo. La siguiente Tabla 2 resume el proceso nuevo.

En la presente descripción, el término "multi-abrasivo" se refiere a la pluralidad de granos abrasivos de tamaño diferente.

50 TABLA 2 - Herramientas multi-abrasivo para una máquina pulidora mono-disco

Nº de etapa	Correspondencia con las etapas de la tabla 1	Descripción de etapa	Tipo de herramienta	Tipo de abrasivo	Clasificación de grano, Mesh ASTM - nº
1	1-2-3-4	Conformado rugoso	*Herramienta de las figuras 19 o 21	Diamante: dos granos más aglutinante interno de níquel; dos granos más aglutinante externo de latón	16-30-46-60
2	5-6-7-8-9-10	Refinado	*Herramienta de las figuras 20 o 22	Diamante con aglutinante resinoide	120-220-400-800-1200-3500

Además, habiendo considerado la disposición de los elementos abrasivos, todos contiguos a la orilla periférica de las

respectivas herramientas, el pulido suplementario en las tiras de perímetro rodeadas por las paredes se reduce al mínimo si realmente no existe. Las herramientas de las figuras 19 y 20 pueden lograrse con un mínimo de dos sectores de anillo circular, de anchura hasta 180°.

5 Las figuras 21 y 22 muestran, en vista inferior, una variante que añade una componente radial en la secuencia de tamaño de grano abrasivo a las herramientas de las figuras 19 y 20. La secuencia de tamaño de grano de una herramienta circular según la variante tendrá de este modo dos componentes geométricas: una angular y una radial. Los elementos abrasivos con una forma preseleccionada tendrán por lo tanto que ser dispuestos a lo largo de un recorrido espiral, limitados a la primera vuelta o a una fracción de la misma. Al funcionar en tal sentido, en presencia de elementos abrasivos idénticos que tienen forma de anillo circular, la simetría diametral en la distribución de masa abrasiva sería alterada necesariamente. Entonces será necesario variar adecuadamente el tamaño de los elementos abrasivos con el fin de restituir el equilibrio dinámico de la herramienta circular durante la rotación. Con la falta de equilibrio, la herramienta provocaría oscilaciones tendentes a levantar y bajar alternadamente una parte de herramienta respecto a la superficie a pulir con respecto a la parte diametralmente opuesta, comprometiendo el rendimiento del proceso. El equilibrado requiere la cancelación de las fuerzas que actúan en el eje de rotación; esto se puede obtener igualando los momentos de inercia $m_i r_i^2$ de los elementos abrasivos individuales alineados a lo largo de un diámetro sobre lados opuestos con respecto al centro. Dado que la forma de sector de anillo circular de los elementos abrasivos permanece en la nueva herramienta, con el fin de evitar la superposición la abertura angular debe disminuir, pasando de un elemento abrasivo más externo a uno más interno, esto se debe a la progresiva disminución del radio de curvatura de la espiral. De este modo, también será necesario variar el tamaño en dirección radial, con el fin de compensar la disminución de la abertura angular, que reduce la masa, y la distancia más pequeña al centro del disco 97 que reduce el momento de inercia dada la misma masa. Los elementos abrasivos de este modo se volverán menos extendidos angularmente y más anchos radialmente, con otras palabras más bajos y más anchos al alejarse de la orilla periférica. Con referencia a la vista inferior de la figura 21, se observa una herramienta abrasiva 96 que está constituida por un soporte discoide 97 perforado en el centro, en cuya cara de trabajo hay presentes cuatro elementos abrasivos 98, 99, 100, 101; tales elementos están dispuestos en las proximidades de la orilla externa a lo largo de un recorrido espiral ligeramente menor que una espiral de 360° que empieza en la orilla. Los elementos abrasivos tienen la misma forma geométrica con sector de anillo circular, diferente tamaño en dirección radial y angular, y granos abrasivos de diferente tamaño dispuestos en secuencia de tamaño.

La forma en el espacio se obtiene por extrusión de la forma plana a lo largo de una línea ortogonal a la superficie de la placa 97, generando un grosor que es igual para todos los elementos abrasivos de modo que pueden posarse simultáneamente en la superficie a pulir, por lo menos en la etapa de trabajo inicial. El paso de la espiral es menor que la anchura en la dirección radial (profundidad) del elemento abrasivo de menor profundidad 101, que limita en la orilla de la placa 97. De tal manera, se minimiza el área que carece de abrasivo contigua a la orilla circular, reduciendo con ello la anchura de la tira de perímetro que requiere un pulido suplementario. Empezando desde el elemento abrasivo con el grano más grande 98, el grano de los otros elementos abrasivos disminuye una cantidad arbitraria, pasando de un elemento al siguiente en sentido levógiro. En cambio, empezando desde el elemento abrasivo con el grano más fino 101, el grano de los otros elementos abrasivos aumenta una cantidad arbitraria igual al pasar de un elemento al siguiente en sentido dextrógiro. La selección del sentido dextrógiro o levógiro es arbitraria. Con relación al equilibrio dinámico, se consideran, por ejemplo, los dos elementos abrasivos 98 y 100 y se asume que la masa de cada uno de estos se concentra en el respectivo baricentro, las masas baricéntricas y las respectivas distancias al centro de la placa 97 son de tal manera que se verifica la siguiente ecuación: $m_{98} r_{98}^2 = m_{100} r_{100}^2$, y esto es válido para todos los pares de elementos abrasivos, obteniendo el equilibrio de la herramienta 96 con la misma. Los espacios que carecen de abrasivo entre un elemento abrasivo y el elemento adyacente varían su anchura a lo largo del recorrido espiral siguiendo la variación de la anchura angular del mismo.

La adición del componente radial en la secuencia de tamaños de los granos abrasivos aumenta el rendimiento de la herramienta multi-abrasivo al disminuir el tiempo necesario para pulir y mejorar la calidad de las superficies pulidas. El máximo rendimiento se detectó experimentalmente en las secuencias en las que los abrasivos de grano más grande eran los más internos. Con relación al pulido en la tira de perímetro contra la pared, la configuración que dispone los sectores abrasivos de área pequeña a lo largo de la orilla, en sucesión de tamaño de grano, impide la formación de una orilla ligeramente elevada hacia la pared del edificio. Tal elevación de orilla ocurriría de otro modo dado que el abrasivo de grano más grande es el más interno; de hecho resulta lo más cercano posible a la orilla de la placa, teniendo en cuenta el hecho de que la parte que más trabaja en el sector abrasivo es la orilla externa, la parte restante actúa más como un soporte y solo resulta relevante subsiguientemente.

La figura 22 muestra una herramienta abrasiva 104 que difiere de la herramienta 96 por el hecho de que en la orilla exterior de la cara de trabajo del soporte discoide 105 hay presentes seis elementos abrasivos con forma de sector de anillo circular 106, 107, 108, 109, 110, 111 con diferente tamaño de grano. Empezando desde el elemento abrasivo con el grano más grande 106, en el recorrido espiral el grano de los otros elementos abrasivos disminuye una cantidad arbitraria, pasando de un elemento al siguiente en sentido levógiro. La selección del sentido dextrógiro o levógiro es arbitraria. El grano del elemento abrasivo con el grano más grande 106 de la herramienta 104 tiene menor tamaño que el grano del elemento abrasivo con el grano más fino 101 de la herramienta 96 de la figura 21. La disposición y el tamaño de los elementos abrasivos son tales como para hacer la herramienta 104 dinámicamente

equilibrada. Considerando las dos herramientas 96 y 104 juntas, proporcionan un despliegue de diez elementos abrasivos ordenados por secuencia de grano como las herramientas 78 y 86 de las figuras 19 y 20; por lo tanto la Tabla 2 es aplicable sin ninguna modificación al par de herramientas 96 y 104. Las herramientas de las figuras 21 y 22 pueden hacerse con un mínimo de dos sectores de anillo circular de casi 180° de ancho y con un tamaño para mantener la igualdad del momento angular, según los dos siguientes modos alternativos: a) el sector más alejado de la orilla periférica ligeramente menos ancho que el primer y ligeramente más profundo; b) el sector más alejado de la orilla periférica, ligeramente más ancho que el primero y con profundidad equivalente.

Las subsiguientes figuras 23 y 24 muestran dos herramientas abrasivas que sintetizan, y doblan, en una sola herramienta las dos herramientas abrasivas 96 y 104 de las figuras 21 y 22, permitiendo que se complete la conformación rugosa y el refinado de la Tabla 2 en una sola etapa.

La vista inferior de la figura 23 muestra una herramienta abrasiva 114 constituida por un soporte discoide 115 perforado en el centro, en cuya cara de trabajo 20 hay presentes unos elementos abrasivos. Tales elementos están subdivididos en dos grupos de diez, cada uno ocupando una mitad de la cara de trabajo del soporte discoide 115. Los elementos abrasivos de un primer grupo, indicados con 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, están dispuestos en las proximidades de la orilla externa a lo largo de un recorrido espiral de 180°, correspondiente con una semiespiral con inicio en la orilla. Los elementos abrasivos del segundo grupo, indicados con 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, también están dispuestos en las proximidades de la orilla externa a lo largo de otro recorrido espiral con longitud de semiespiral, que sin embargo no continúa desde la anterior semiespiral pero reinicia en la orilla externa desde el extremo de la anterior semiespiral.

Los elementos abrasivos tienen la misma forma geométrica con sección de anillo circular, unas aberturas angulares ligeramente diferentes, la misma profundidad en dirección radial y unos granos abrasivos con diferente tamaño dispuestos en secuencia. Empezando desde el primer grupo de diez elementos abrasivos, el elemento 125 con el grano más fino que está en contacto con la orilla periférica de la placa 115, el grano de los otros elementos abrasivos en la secuencia aumenta una cantidad arbitraria, pasando desde un elemento al siguiente en sentido dextrógiro hasta que se llega al elemento más interior 116 con el grano más grande. Continuando de modo dextrógiro, el segundo grupo de diez elementos abrasivos continúa, en el que el elemento 135 con el grano más grande que está en contacto con la orilla periférica de la placa 115, el grano de los otros elementos abrasivos de la secuencia disminuye una cantidad arbitraria, pasando desde un elemento al siguiente en sentido dextrógiro hasta que se llega al elemento más interior 116 con el grano más fino. En la figura se puede apreciar que variando la dirección de la disposición de todos los granos abrasivos, la configuración de la herramienta 114 no varía, tal variación de hecho es igual a una rotación rígida de media vuelta. También se puede apreciar que cualquiera que sea el sentido de rotación preseleccionado, la transición entre los granos de los dos grupos tiene lugar continuamente. Para un mejor pulido, es ventajoso mantener los mismos valores de tamaño de grano de los elementos que ocupan la misma posición en la respectiva secuencia. La observación de la figura revela otros dos aspectos interesantes. Un primer aspecto concierne a una simplificación de logro para obtener el equilibrio dinámico. El segundo aspecto concierne a una ventaja al pulir las tiras de perímetro. Con relación al primer aspecto, al observar los diámetros de la línea de trazos, se puede observar que los elementos del mismo orden en las dos secuencias están alineados a lo largo de un diámetro común a la misma distancia al centro de la placa 115 desde lados opuestos. Esto significa que tiene la misma abertura angular y de este modo tiene el mismo tamaño en dirección radial. Esto sigue siendo cierto para todos los correspondientes pares de elementos, que sugieren mantener el tamaño radial de todos los elementos abrasivos sin cambios. Con relación al segundo aspecto, se puede observar que, incluso para mantener la variación de tamaño secuencial de los diez granos en dirección radial, es necesario espaciar en mayor medida los elementos abrasivos respecto la orilla de la placa 115 con respecto a la herramienta 104 de la figura 22; también es cierto que la falta de pulido debido a la ausencia gradual de abrasivo a lo largo de cada secuencia es recuperada principalmente durante una vuelta completa debido a una disposición de desviación radial de los elementos abrasivos con el mismo tamaño de grano. Ciertamente, la disposición con desviación permite a los abrasivos del mismo grano completar dos circunferencias paralelas en la tira de perímetro.

La vista inferior de la figura 24 muestra una herramienta abrasiva 140 constituida por un soporte discoide 141 perforado en el centro, en cuya cara de trabajo hay presentes veinte elementos abrasivos, subdivididos en cuatro grupos de cinco que están contiguos entre sí. Los elementos abrasivos de cada grupo de cinco elementos están dispuestos a lo largo de un recorrido espiral de 90° correspondientes a un cuarto de la espira, cada vez empezando desde la orilla externa de la placa 141. Los cuatro grupos están agrupados a su vez de dos en dos para formar dos supergrupos, cada uno compuesto de diez elementos abrasivos ordenados por tamaño secuencial de los granos. Cada supergrupo ocupa la mitad de la cara de trabajo del soporte discoide 141. Los elementos abrasivos de un primer supergrupo están indicados con: 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151. Los elementos abrasivos del segundo supergrupo están indicados con: 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161. Los elementos abrasivos tienen la misma forma geométrica con sector de anillo circular, la misma abertura angular, la misma profundidad en dirección radial y, como se ha dicho, unos granos abrasivos con diferente tamaño que están ordenados secuencialmente. A diferencia de la herramienta 114, el margen externo de cada elemento abrasivo está colocado en una circunferencia de radio inferior o igual al de la circunferencia en la que está la orilla más interior del elemento abrasivo adyacente más externo. Con tal disposición, los elementos abrasivos están separados radialmente así como angularmente. Por supuesto, los elementos deben tener una anchura en dirección radial que

sea menor que la de los elementos de la herramienta 114 con el fin de evitar un excesivo agrandamiento de la zona periférica que carece de abrasivo; es por esta razón que el supergrupo de diez se ha dividido en dos grupos de cinco, cada uno empezando desde la orilla periférica de la placa 141. En el primer supergrupo de diez elementos abrasivos, el elemento 142 con el grano más fino está en contacto con la orilla periférica de la placa 141, como el sexto elemento 147 con grano intermedio; empezando desde el elemento 141, el grano de los subsiguientes elementos abrasivos de la secuencia de diez aumenta una cantidad arbitraria al pasar desde un elemento al siguiente en sentido dextrógiro, hasta que se llega al elemento con el grano más grande 151. Continuando de modo dextrógiro, el segundo supergrupo de diez elementos abrasivos continúa, en el que el elemento 152 con el grano más grande y el sexto elemento 157 con grano intermedio están en contacto con la orilla periférica de la placa 115, el grano de los otros elementos abrasivos de la secuencia disminuye al pasar desde un elemento al siguiente en sentido dextrógiro hasta que se llega al elemento con el grano más fino 161. El sentido dextrógiro o levógiro en la disposición de los elementos abrasivos es enteramente arbitrario. Las consideraciones en el equilibrado y las ventajas obtenibles con la herramienta 140 coinciden con lo indicado con relación a la herramienta 114 de la figura 23. La anchura más pequeña en dirección radial de los elementos abrasivos no parece afectar negativamente a la duración en funcionamiento de la herramienta 140 de una manera significativa, dado que (como se ha indicado) los elementos abrasivos trabajan principalmente en la orilla externa.

Las subsiguientes figuras 25, 26 27, 28, 29 pretenden ilustrar las herramientas abrasivas logradas según los preceptos de la presente invención, obtenidas al adaptar de una manera "artesanal" las placas de las máquinas pulidoras y los componentes abrasivos encontrados fácilmente en el mercado. Estructuralmente, tales nuevas herramientas son más simples para obtener lo descrito en las precedentes figuras 17 a 24 dado que no requieren un diseño ad-hoc de los elementos abrasivos; por otro lado, el proceso de pulido que utiliza diez tamaños decrecientes de granos abrasivos requiere más de las dos herramientas abrasivas indicadas en la Tabla 2 pero en cualquier caso menos de las diez herramientas listadas en la Tabla 1. Las consideraciones hechas en el equilibrado también siguen siendo ciertas para las placas de las máquinas pulidoras que montan las herramientas de las configuraciones mostradas en las figuras 25 a 29 siempre que dichas herramientas estén ancladas de una manera simétrica con respecto al centro de la placa que las aloja.

La vista en perspectiva de la figura 25 muestra una herramienta 170 que comprende una placa circular 171 en la que hay fijos seis elementos abrasivos 172, 173, 174, 175, 176, 177, que tienen la forma de pequeños cilindros espaciados 60° entre sí y dispuestos de dos en dos en unos círculos concéntricos. La fijación a la placa 171 puede ser de uno de los siguientes tipos: Velcro, pegamento o encaje en surcos o cavidades adecuados. Los seis pequeños cilindros forman tres grupos de tres tamaños de grano diferentes; cada grupo incluye dos elementos del mismo tamaño de grano abrasivo. Los pequeños cilindros abrasivos de cada grupo están alineados a lo largo de un diámetro común en lados opuestos con respecto al centro de la placa 171 a la misma distancia del mismo. Las distancias al centro varían de un grupo a otro, de tal manera que es posible identificar un primer grupo cuyos dos cilindros pequeños están a mayor distancia del centro; un segundo grupo en el que están a una distancia intermedia; y un tercer grupo en el que están a la distancia más pequeña. La diferencia en las distancias al centro de los elementos de grupos adyacentes es mayor o igual al diámetro de la base de los pequeños cilindros abrasivos, que de este modo resultan separados radialmente. Los tres grupos están ordenados en secuencia de tamaño de grano abrasivo.

Más específicamente, un primer grupo comprende los cilindros pequeños más exteriores 172, 173 con el grano más fino, colocados en las proximidades de la orilla externa de la placa 171; un segundo grupo adyacente comprende los cilindros pequeños 174, 175 con tamaño de grano intermedio; y finalmente un tercer grupo adyacente comprende los cilindros 176, 177 con el tamaño de grano más grande. Los siguientes parámetros de diseño pueden ser cambiados arbitrariamente sin limitar la invención: el número de grupos de cilindros pequeños abrasivos; el número de cilindros pequeños por grupo; la distancia en dirección radial entre los elementos de grupos adyacentes; la secuencia creciente o decreciente de tamaño de grano en dirección radial; el tamaño del grano inicial y la cantidad de etapas individuales de variación de grano. El proceso de pulido de la Tabla 1 puede hacerse más rápido y más eficiente utilizando las herramientas abrasivas del tipo 170. Es posible, por ejemplo, completar el conformado rugoso con dos herramientas del tipo 170, equipadas con solo dos pequeños grupos de cilindros, y el subsiguiente refinado con dos herramientas 170 como las mostradas en la figura. La herramienta 170 se puede montar en cualquier tipo de máquina pulidora que incluya una rotación en su movimiento.

La vista inferior de la figura 26 muestra una configuración de pulido 180 construida en la placa circular 181 de una máquina pulidora mono-disco. La placa 181 tiene una orilla periférica 182 proyectada ortogonalmente más allá de la superficie de la cara en la que hay anclados seis relieves trapezoidales 183, 184, 185, 186, 187, 188. Tales relieves están dispuestos en un círculo alrededor de un agujero central en orden para trabar seis sectores abrasivos respectivos contra la orilla 182, como se indicó para los sectores abrasivos Cassani de la figura 15. En la vista inferior, cada sector abrasivo tiene la forma de un trapecoide de mezcla de líneas o más adecuadamente de un sector de anillo circular. En vista espacial, cada sector está compuesto de un soporte no abrasivo, p. ej. magnésico, del que el elemento abrasivo de diamante se extiende hacia arriba, ocupando la parte comprendida entre la orilla más exterior del segundo hasta sobre la mitad de la anchura en dirección radial. Con referencia a la figura 26, se pueden observar tres sectores abrasivos 190, 192, 194, de tamaño de grano equivalente, espaciados entre sí 120°, y mantenidos contra la orilla 182 por la presión ejercida por los respectivos relieves trapezoidales 183, 185, 187

contra los soportes magnésicos 191, 193, 195 que pertenecen a los respectivos sectores abrasivos. Otros tres sectores abrasivos 196, 199, 202 espaciados mutuamente 120° , con tamaño de grano equivalente, mayor que el tamaño de grano de los elementos abrasivos precedentes, están interpuestos con los tres sectores abrasivos 190, 192, 194, en posición retrocedida con respecto a la orilla circular 182. Los tres sectores abrasivos retrasados están
 5 dispuestos a lo largo de una circunferencia y se mantienen fijos en la placa 182 por la presión ejercida por unión mediante los respectivos relieves trapezoidales 188, 186, 184 contra los soportes 197, 200, 203 pertenecientes a los respectivos sectores, y por unos pares de espaciadores 198, 201, 204 colocados entre la orilla externa de los sectores abrasivos 196, 199, 202 y la orilla circular periférica con el relieve 182 de la placa 181. En conclusión, los
 10 elementos abrasivos se proyectan desde la orilla 182 una sección de altura equivalente. Los espaciadores 198, 201, 204 mantienen los sectores abrasivos a una distancia arbitraria de la orilla 182, en particular mayor o igual que la anchura de los sectores abrasivos adyacentes para estar separados radialmente además de angularmente con sucesión de grano. El proceso de pulido de la Tabla 1 puede hacerse más rápido y más eficiente utilizando la configuración de la placa 180; ciertamente es posible reducir a la mitad el número de etapas y herramientas. Sobre la base del diámetro de la placa 181 y el tamaño de los sectores abrasivos utilizados, es posible (según el mismo
 15 esquema) montar unos sectores que tengan más de dos granos abrasivos.

La configuración de abrasivo de la figura 26 puede lograrse con un mínimo de dos sectores abrasivos más anchos que los mostrados en la figura, con un tamaño para mantener la igualdad de momento angular.

20 La figura 27 muestra una vista en perspectiva de una herramienta abrasiva 210 constituida por un soporte 211 con forma de sector de anillo circular de la que se proyectan dos filas paralelas de bloques abrasivos paralelepípedos; tales bloques tienen el mismo grosor y diferente tamaño de grano. La fila más exterior comprende tres bloques abrasivos de diamante 212, 213, 214, dispuestos a lo largo de una orilla externa; la fila más interior comprende dos bloques abrasivos de diamante 215, 216 dispuestos a lo largo de la orilla interior. El grano abrasivo de los bloques
 25 215, 216 tiene mayor tamaño de grano que el grano de los bloques 212, 213, 214. La herramienta 210 puede ser considerada una variante según la invención de un sector abrasivo del tipo Cassani de la figura 15, o una variante según la invención de una fracción del disco resinoide de diamante de la figura 8.

La figura 28 muestra una vista en perspectiva de una herramienta abrasiva 218 constituida por un soporte 219 con
 30 forma de sector de anillo circular, en la que están pegados dos sectores abrasivos 220 y 221, que tienen forma de sector de anillo circular de tamaño equivalente. El sector abrasivo 220 está a ras con la orilla externa del soporte 219 a horcajadas en un lado, mientras que el sector 221 está más retrasado con respecto al 220 y se extiende sobre el soporte 219 más allá del otro lado y más allá de la orilla inferior. El sector abrasivo 220 está constituido por un soporte en el que están pegados cuatro elementos abrasivos 222, 223, 224, 225; tales elementos son
 35 seudoparalelepípedos, con grosor reducido y tamaño diferente, y están dispuestos en dos filas paralelas. Los elementos abrasivos 222 y 223 limitan la orilla externa de su propio sector mientras los elementos 224 y 225 limitan la orilla interna. El sector abrasivo 221 está constituido por un soporte en el que están pegados cuatro elementos abrasivos 226, 227, 228, 229; dispuestos en dos filas paralelas. Los últimos elementos son seudoparalelepípedos, con grosor reducido, con tamaño diferente y con mayor tamaño de grano que el de los elementos abrasivos
 40 precedentes. La herramienta abrasiva 218 puede montarse ventajosamente en una placa de una máquina pulidora mono-disco utilizando los relieves adecuados. En la estructura de la configuración abrasiva, por ejemplo en la placa 181 de la figura 26, cada sector abrasivo 220 y 221 debe considerarse como un único elemento abrasivo, de tal manera que la naturaleza secuencial del tamaño de grano tiene dos valores, en dirección radial y circunferencial. El conjunto de dos sectores viene a asemejarse a dos sectores adyacentes de la configuración 180 de la figura 26
 45 acercados entre sí hasta el punto de ser contiguos.

La figura 29 muestra una vista en perspectiva de una herramienta abrasiva 230 constituida por tres soportes contiguos de abrasivo 231, 232, 233, que tienen una forma que se asemeja a un sector largo/amplio de anillo circular o un trapecoide de mezcla de líneas. Los tres soportes adyacentes retroceden gradualmente desde un soporte
 50 subsiguiente. Los soportes 231 y 232 están pegados a lo largo de un lado; el soporte 233 está rotado 90° y tiene la orilla interior pegada al otro lado del soporte 232. El soporte abrasivo 231 incluye dos elementos abrasivos 234, 235 que son seudoparalelepípedos y tienen grosor reducido. El soporte abrasivo 232 incluye tres elementos abrasivos 236, 237, 238 seudoparalelepípedos y con grosor reducido, cuyo grano es mayor que el de los elementos abrasivos precedentes. El soporte abrasivo 233 incluye dos elementos abrasivos 239 y 240, seudoparalelepípedos y con
 55 grosor reducido, cuyo grano es mayor que el de los elementos abrasivos precedentes. Todos los elementos abrasivos paralelepípedos tienen un lado corto que limita una orilla curvilínea de su propio soporte. El elemento 234 limita la orilla externa de su propio soporte, mientras el elemento 235 limita la orilla interna. Los dos elementos no están alineados. Los elementos 236 y 237 limitan la orilla externa de su propio soporte, mientras el elemento 238 limita la orilla interna. Los elementos 239 y 240 limitan ambas orillas de su propio sector. La herramienta abrasiva
 60 230 puede montarse ventajosamente en la placa de una máquina pulidora mono-disco utilizando los relieves adecuados. También en este caso, cada sector abrasivo se puede considerar como un único elemento abrasivo, de tal manera que la naturaleza secuencial del tamaño de grano tiene tres valores, en dirección radial y circunferencial.

La figura 30 muestra una máquina pulidora de cinta 250 que no está cubierta por las reivindicaciones, unos motores
 65 eléctricos hacen rotar una cinta abrasiva 254 enrollada en un conjunto de tres rodillos paralelos 251, 252, 253, mantenidos por el peso de la máquina pulidora contra una hoja 255 a pulir. Una sección de cinta abrasiva 254, que

no está cubierta por las reivindicaciones, se muestra en la figura 31, en la que se puede observar que la superficie abrasiva está constituida por una secuencia repetitiva en dirección longitudinal de cuatro zonas abrasivas rectangulares: 258, 259, 260, 261, que tienen un tamaño de grano abrasivo decreciente una cantidad arbitraria al pasar desde una zona a la siguiente. Para evitar discontinuidades súbitas en el tamaño de grano cuando se pasa de una secuencia a la siguiente, o a la precedente, el orden de tamaño de grano se invierte en las secuencias adyacentes a la derecha y a la izquierda, de tal manera que la zona con el grano más fino 261 tiene a su izquierda una zona 263 con el mismo tamaño que la zona precedente 260, y similarmente la zona con el grano más grande 258 tiene a su derecha una zona 262 cuyo grano tiene el mismo tamaño que la subsiguiente zona 259. De manera compatible con la longitud de la cinta 254, el número de zonas abrasivas, con un mínimo de dos, y su longitud son unos parámetros arbitrarios. La zona abrasiva también podría ser oblicua.

La figura 32 muestra una máquina pulidora orbital 270 de tipo manual, o de tipo rectilíneo alternativo que no están cubiertas por las reivindicaciones, en las que está montada una placa 271, tal placa es movida por un mecanismo 272 impulsado por un motor eléctrico 273. El operario agarra un asidero 274 con el fin de maniobrar la placa 271 en una hoja 275 a pulir. Con referencia a la figura 33, que no está cubierta por las reivindicaciones, se puede observar que la placa rectangular 271 comprende en dirección longitudinal una secuencia de cuatro zonas abrasivas rectangulares: 278, 279, 280, 281, que tienen un tamaño de grano abrasivo decreciente una cantidad arbitraria al pasar desde una zona a la siguiente. De manera compatible con la longitud de la placa 271, el número de zonas abrasivas, con un mínimo de dos, y su anchura son unos parámetros arbitrarios. Las zonas abrasivas también podrían ser oblicuas.

Las subsiguientes figuras 34, 35, 36, muestran las herramientas abrasivas multigrano particularmente adecuadas para el uso en esmeriladoras y no están abarcadas por las reivindicaciones.

La figura 34 muestra una herramienta abrasiva cilíndrica 290 perforada en su centro, cuya superficie lateral soporta cuatro zonas anulares abrasivas contiguas entre sí, respectivamente 291, 292, 293, 294, en una secuencia de tamaño de grano empezando desde el tamaño de grano más grande de la zona 291 adyacente a la base. El orden de la secuencia puede ser invertido y el número de bandas anulares ser cambiado según se requiera. La herramienta 290 es particularmente adecuada para el uso en esmeriladoras de banco.

La figura 35 muestra una herramienta abrasiva cilíndrica 298 con extremidad redondeada, equipada con un vástago 299 para fijar a la rueda de esmerilado flexible de un esmeril. La extremidad vista desde abajo se muestra en la figura. La superficie cilíndrica soporta una alternancia de bandas contiguas con forma helicoidal que tienen granos abrasivos con tres tamaños diferentes indicados con las letras F (fino), M (medio), y G (Grande). Cada banda helicoidal está enrollada a lo largo de la superficie lateral entera. La extremidad soporta tres zonas esféricas abrasivas secuenciales con granos F, M, G. En la figura se puede apreciar que la transición desde un tamaño de grano al siguiente se produce con la variación permitida más pequeña.

La figura 36 muestra una herramienta abrasiva 302 con forma esférica, equipada con un vástago 303 para fijar a la rueda de esmerilado flexible de un esmeril. La superficie esférica soporta una alternancia de bandas contiguas, de las que la parte opuesta al vástago es un capuchón esférico y las otras partes son zonas esféricas. Las bandas tienen los tres granos G, M, F empezando desde el capuchón y continúan con una transición suave.

Sobre la base de la descripción proporcionada para una realización preferida, es obvio que el experto en la técnica puede introducir algunos cambios, sin apartarse del alcance de la invención definido en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta abrasiva, que en la cara de trabajo incluye más de dos elementos abrasivos con diferente rugosidad (50, 64, 78, 86, 96, 104, 114, 140, 170, 180, 210, 218, 230, 262, 271) dispuestos de una manera como para formar, a lo largo de por lo menos un recorrido entre elementos abrasivos adyacentes, una secuencia que está ordenada por valores de rugosidad crecientes y decrecientes, teniendo la herramienta abrasiva una forma circular o cualquier forma poligonal regular (50, 64, 78, 86, 96, 104, 114, 140, 170, 180), implicando la disposición de dichos elementos abrasivos una distribución de masa abrasiva con respecto al centro de la herramienta tal que los elementos abrasivos m_1 , m_2 cuyos centros de masa están alineados en lados opuestos con respecto al centro de la herramienta, respectivamente a distancias r_1 , r_2 desde el mismo, generan unas contribuciones equivalentes $m_1 \cdot r_1^2$ y $m_2 \cdot r_2^2$ al momento de inercia de la herramienta, caracterizada porque la distancia de cada elemento abrasivo desde el centro de la herramienta aumenta o disminuye de un elemento abrasivo a otro adyacente, dependiendo de la dirección dextrógira o levógira que sigue dicha por lo menos una secuencia.
2. La herramienta abrasiva de la reivindicación 1, caracterizada porque dichos elementos abrasivos ocupan totalmente unos respectivos anillos circulares concéntricos (52-61; 66-75) que están contiguos o espaciados arbitrariamente.
3. La herramienta abrasiva de la reivindicación 2, caracterizada porque el tamaño de grano de los elementos abrasivos varía casi continuamente en una dirección radial.
4. La herramienta abrasiva de la reivindicación 1, caracterizada porque dichos elementos abrasivos ocupan parcialmente unos respectivos anillos circulares concéntricos que están contiguos o espaciados arbitrariamente.
5. La herramienta abrasiva (96, 104) de la reivindicación 1, caracterizada porque dichos elementos abrasivos están dispuestos a lo largo de un recorrido espiral de aproximadamente 360° empezando desde la orilla periférica de la herramienta.
6. La herramienta abrasiva (114, 140) de la reivindicación 1, caracterizada porque los elementos abrasivos que pertenecen a grupos de igual número están espaciados a lo largo de dos o más recorridos espirales con abertura angular equivalente, submúltiplo de 360° , y empezando desde la orilla periférica de la herramienta.
7. La herramienta abrasiva (114, 140) de la reivindicación 6, caracterizada porque:
- un primer grupo de elementos abrasivos dispuestos en un recorrido espiral (116-125) o varios primeros grupos de elementos abrasivos dispuestos en recorridos espirales adyacentes (142-146; 147-151) están ordenados por tamaño de grano creciente desde la periferia hacia el interior;
 - un segundo grupo del mismo número de elementos abrasivos dispuestos en un recorrido espiral (135-127) o varios segundos grupos del mismo número de elementos abrasivos dispuestos en un número igual de recorridos espirales adyacentes (152-156; 157-161) están ordenados por tamaño de grano decreciente desde la periferia hacia el interior.
8. La herramienta abrasiva (96, 104, 78, 86, 114, 140) según cualquier reivindicación 4 a 7, caracterizada porque dichos elementos abrasivos tienen una forma obtenida por extrusión, hasta la misma altura, de un sector de anillo circular ortogonal a la cara de trabajo.
9. La herramienta abrasiva (180) de la reivindicación 1, caracterizada porque se obtiene directamente sobre la placa (181) de una máquina pulidora por medio de relieves (183, 188) dispuestos en un círculo con el fin de anclar los elementos abrasivos (190, 192, 194; 196, 199, 202) bajo presión contra la orilla periférica proyectada (182), tanto directamente como por medio de unos espaciadores (198, 201, 204).

TÉCNICA CONOCIDA

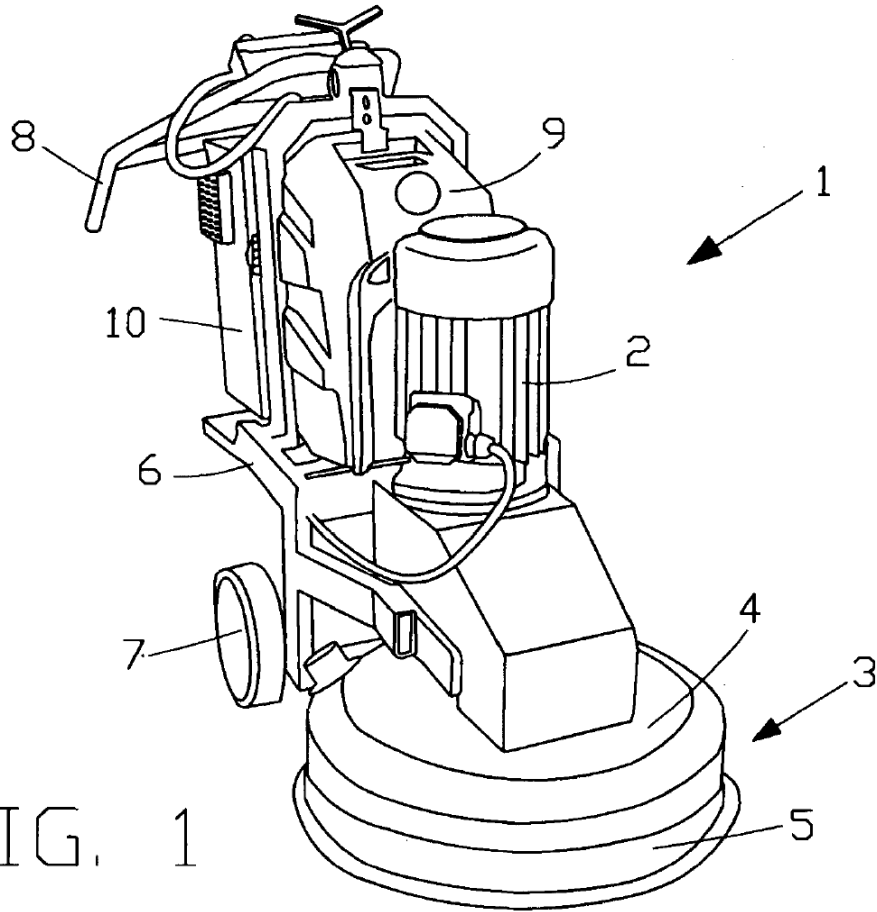


FIG. 1

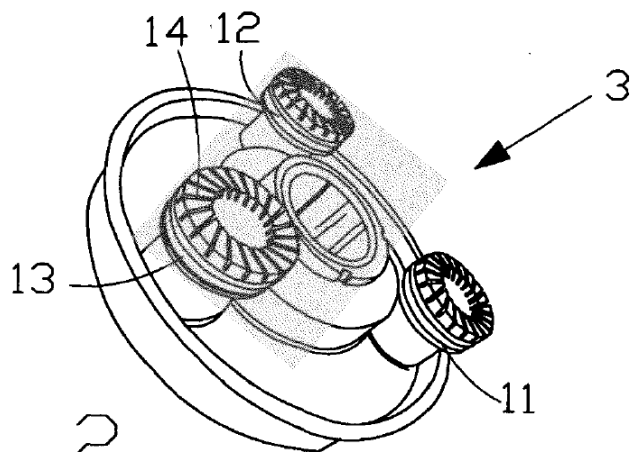


FIG. 2

TÉCNICA CONOCIDA

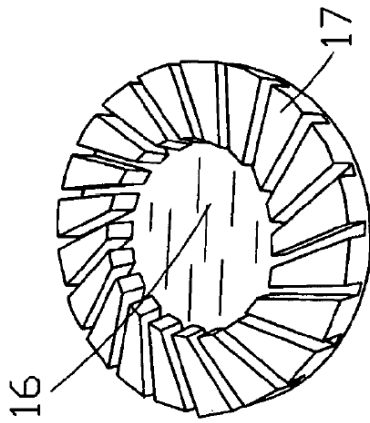


FIG. 3

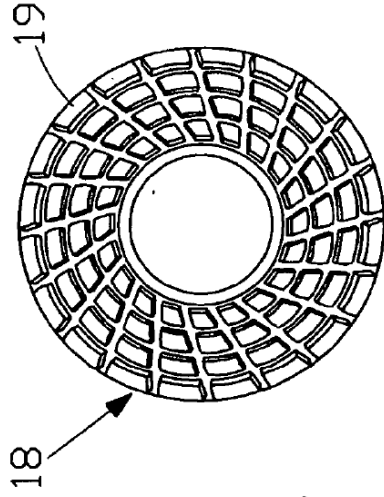


FIG. 4

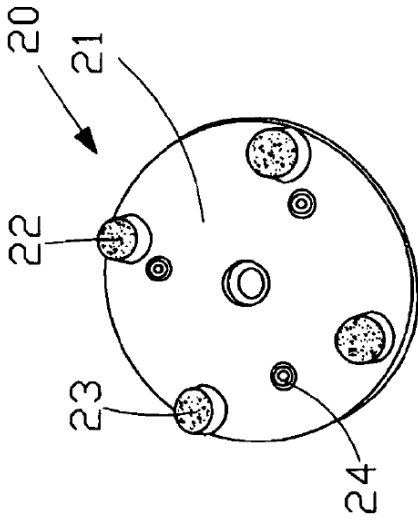


FIG. 5

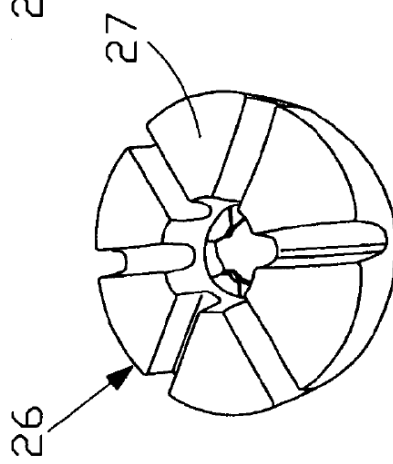


FIG. 6

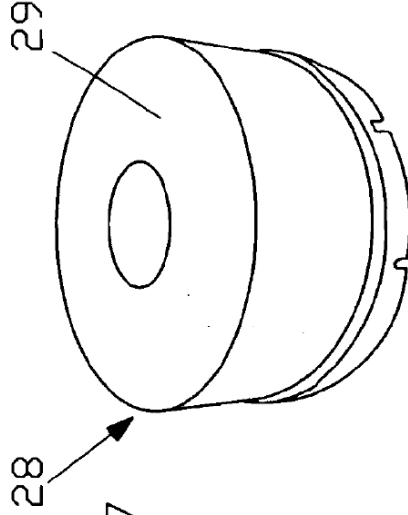


FIG. 7

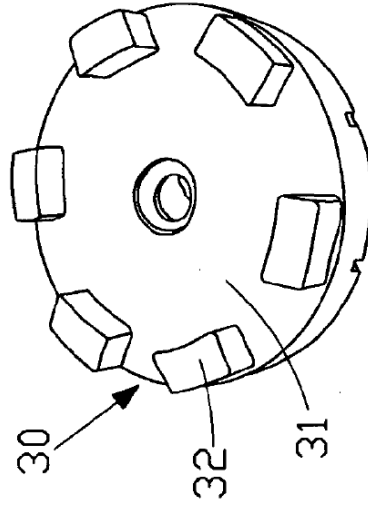


FIG. 8

TÉCNICA CONOCIDA

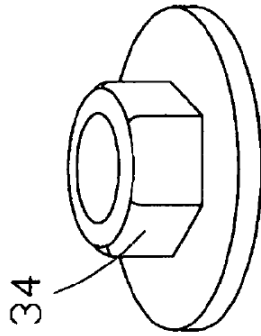


FIG. 9B

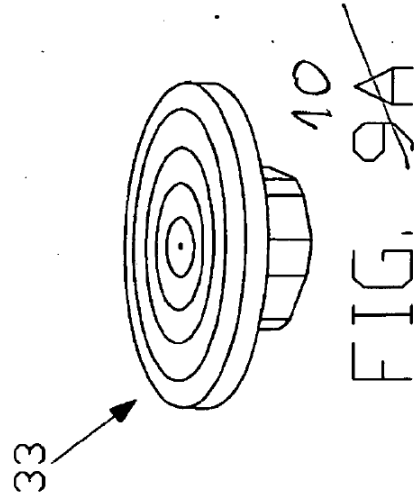


FIG. 9A

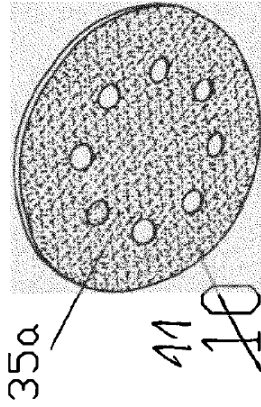


FIG. 10

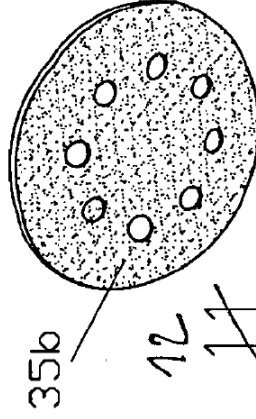


FIG. 11

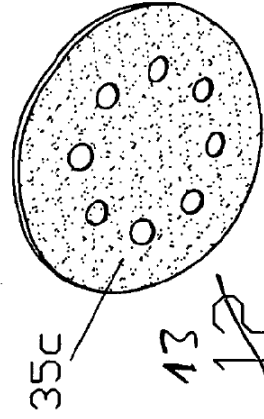


FIG. 12

TÉCNICA CONOCIDA

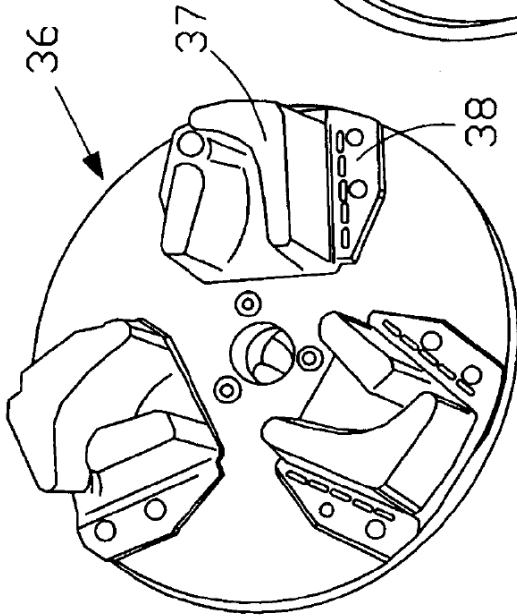


FIG. 14

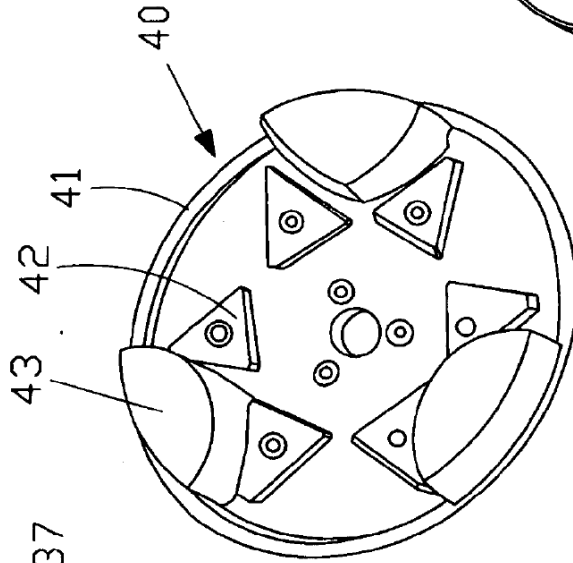


FIG. 15

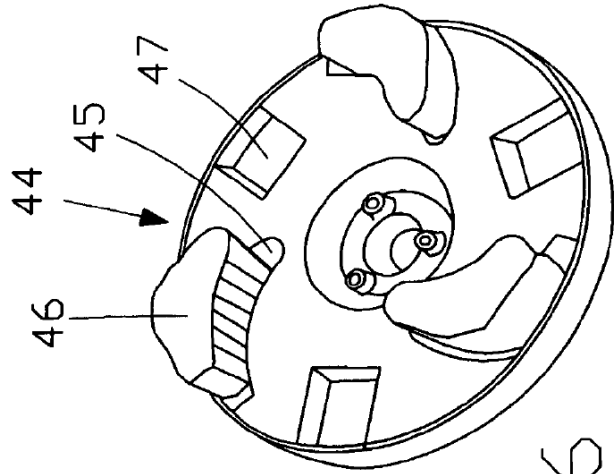


FIG. 16

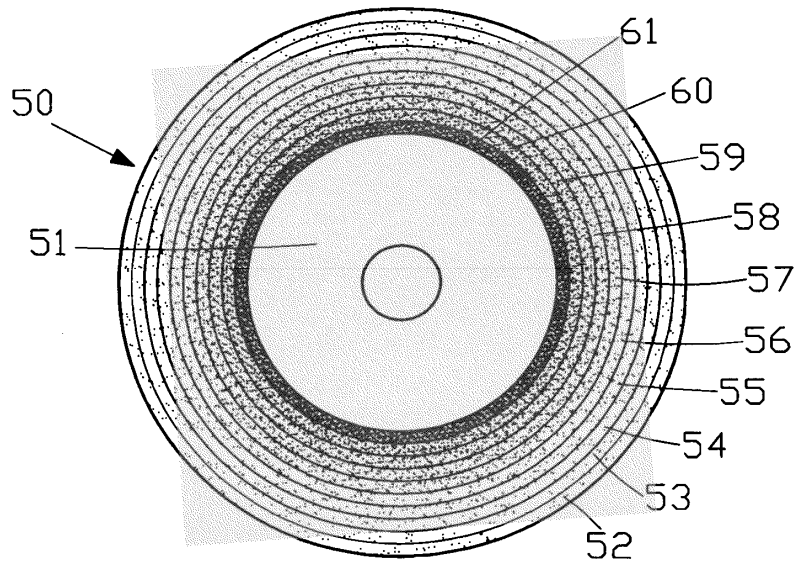


FIG. 17

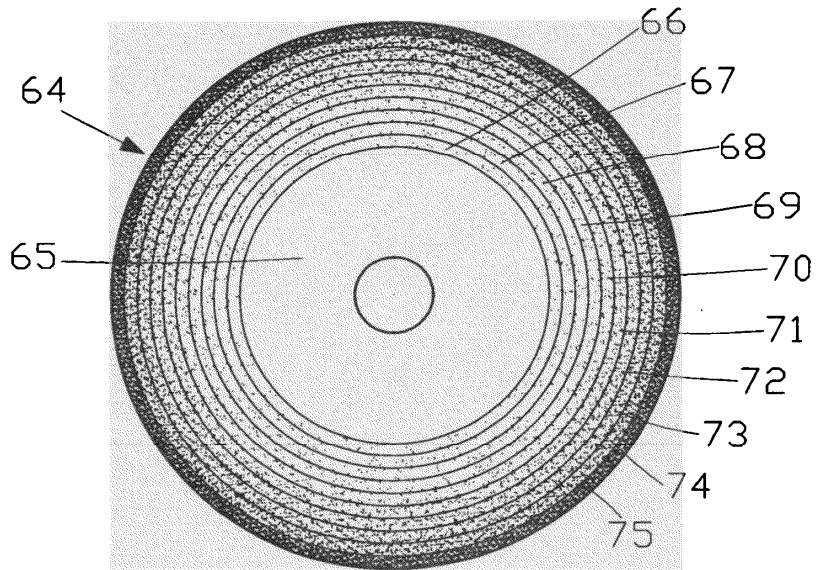


FIG. 18

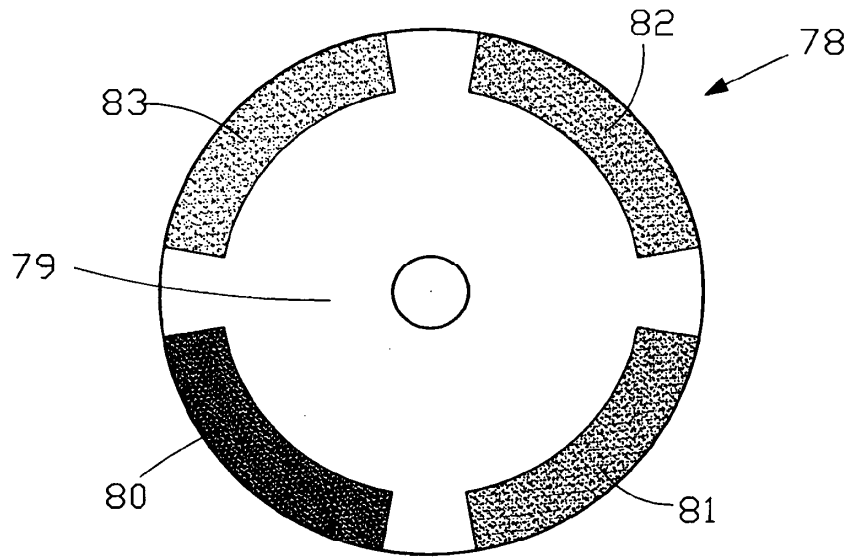


FIG. 19

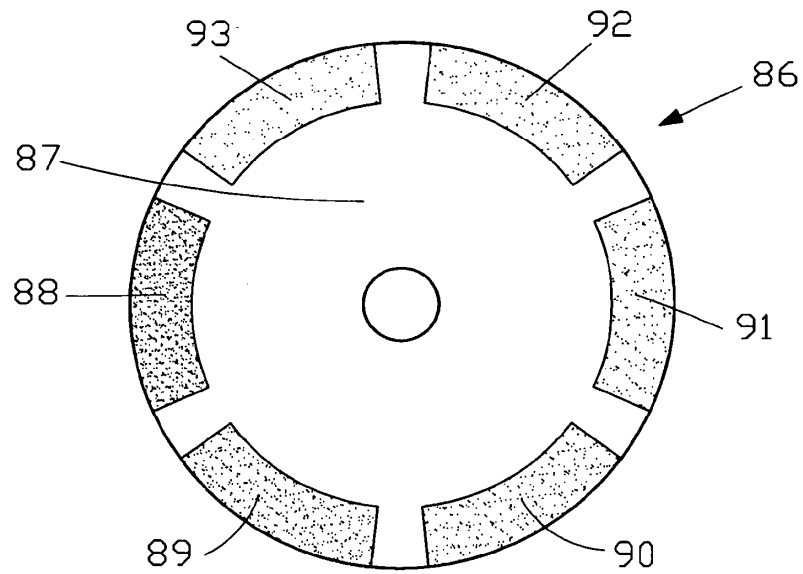


FIG. 20

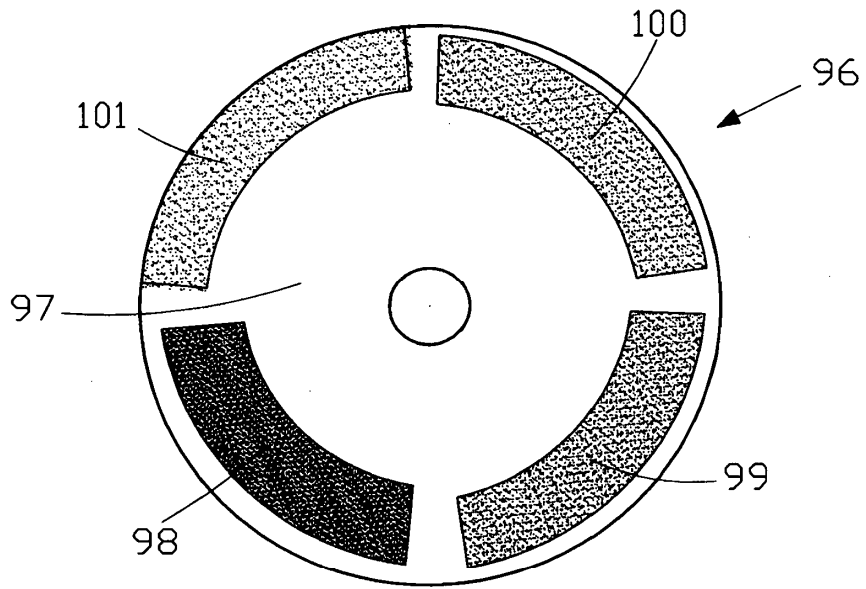


FIG. 21

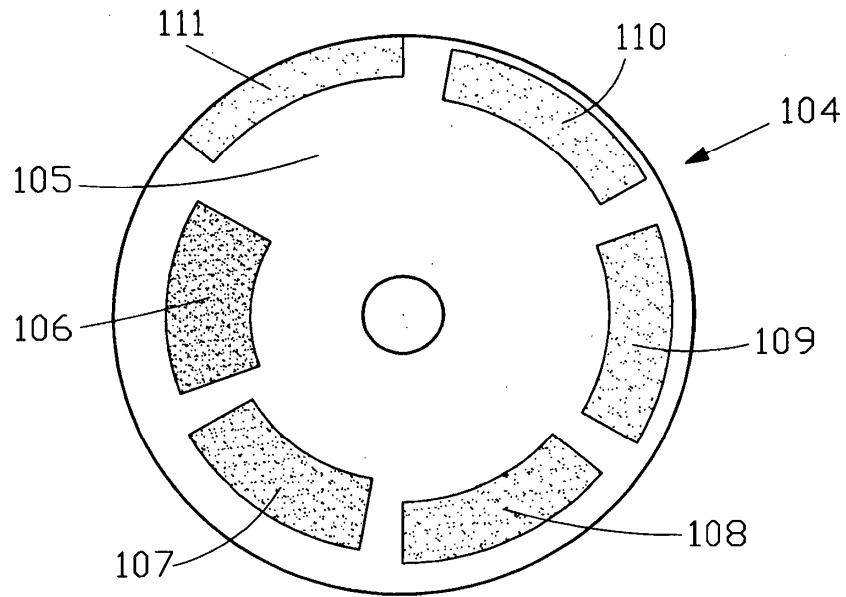


FIG. 22

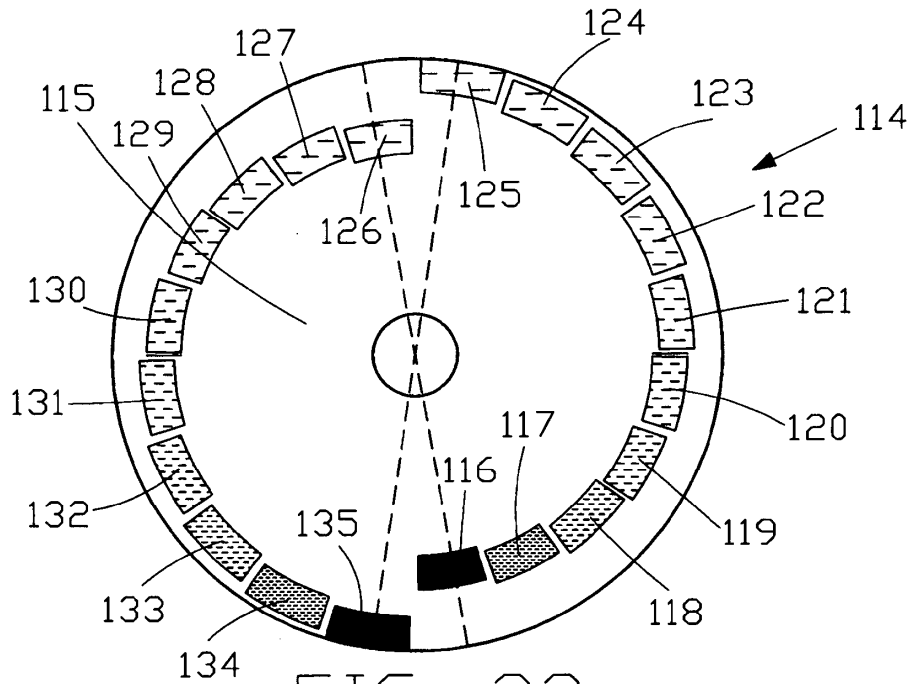


FIG. 23

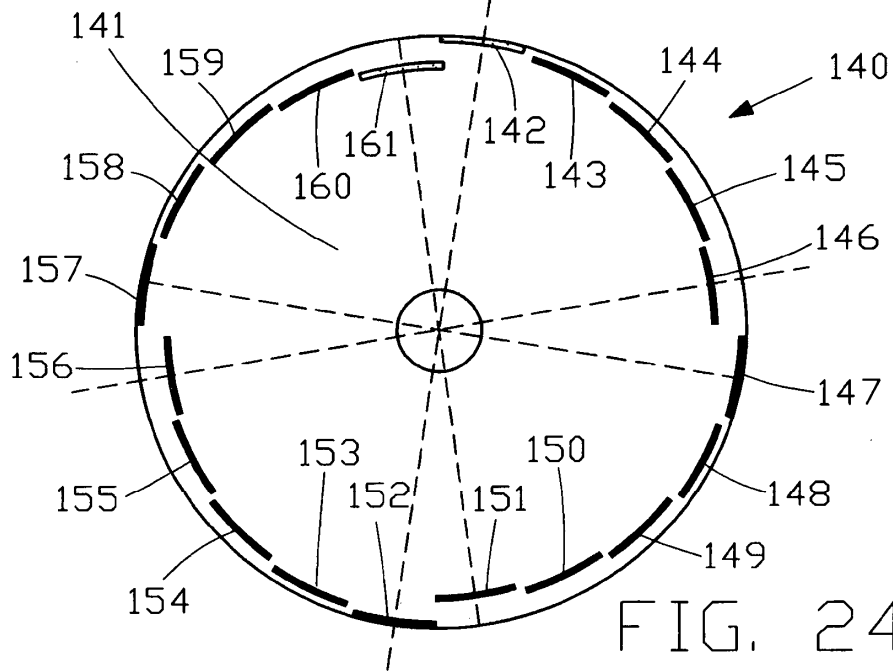
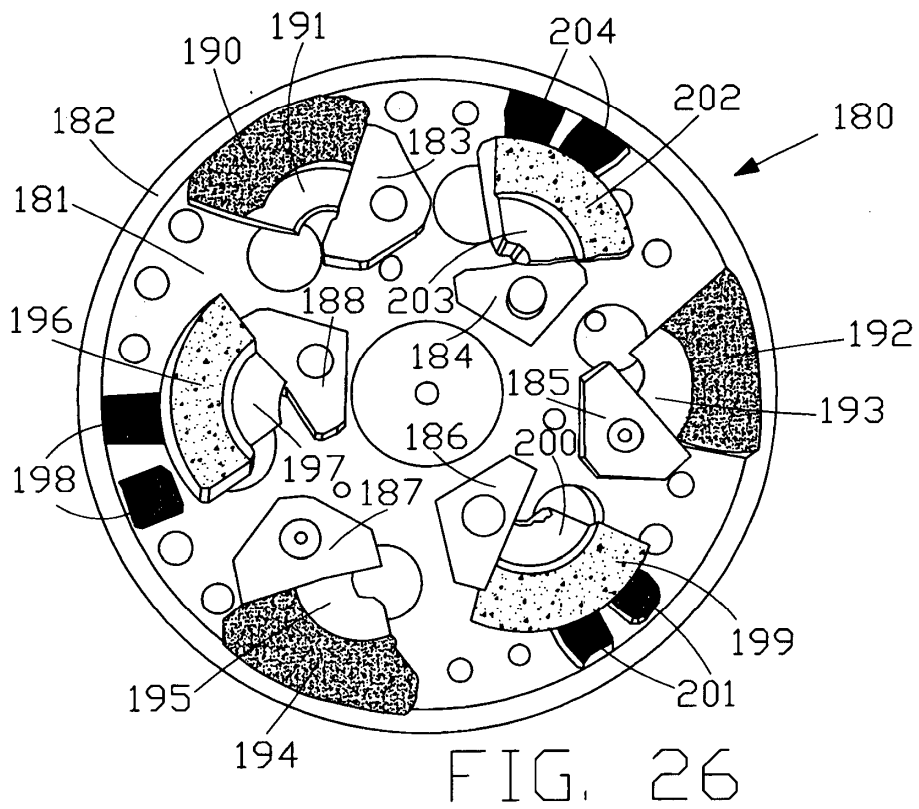
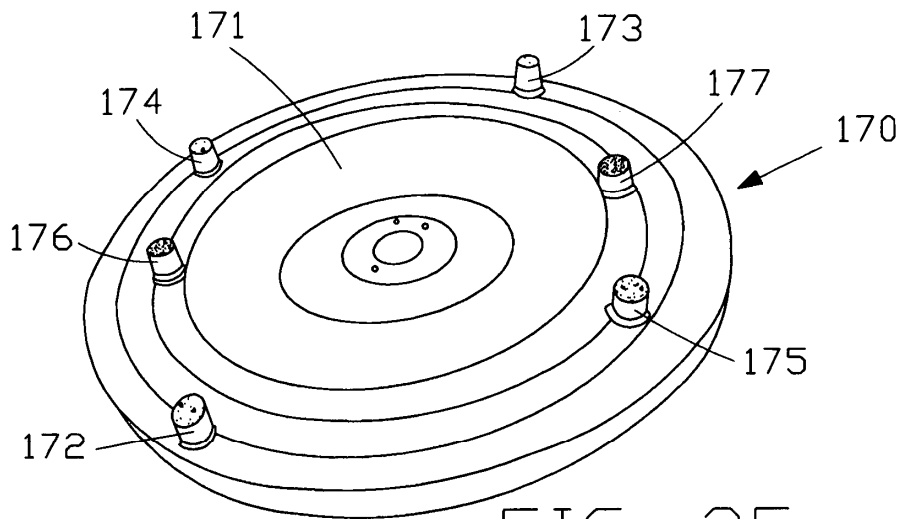


FIG. 24



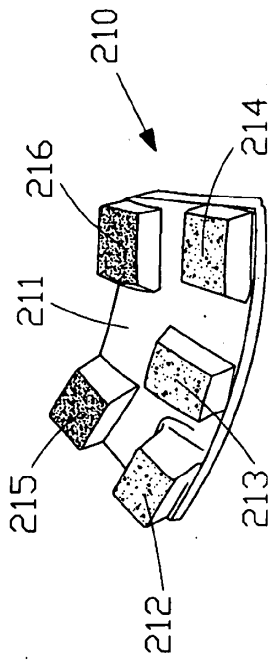


FIG. 27

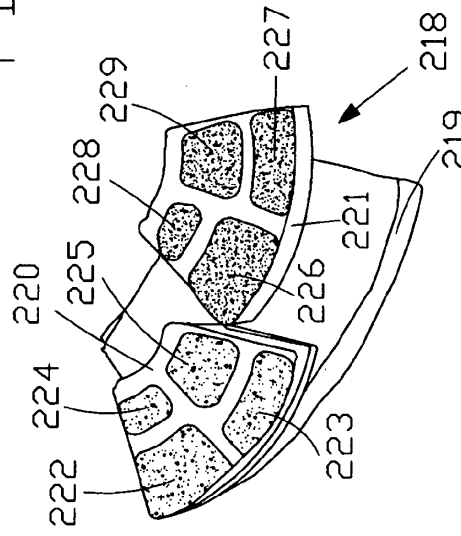


FIG. 28

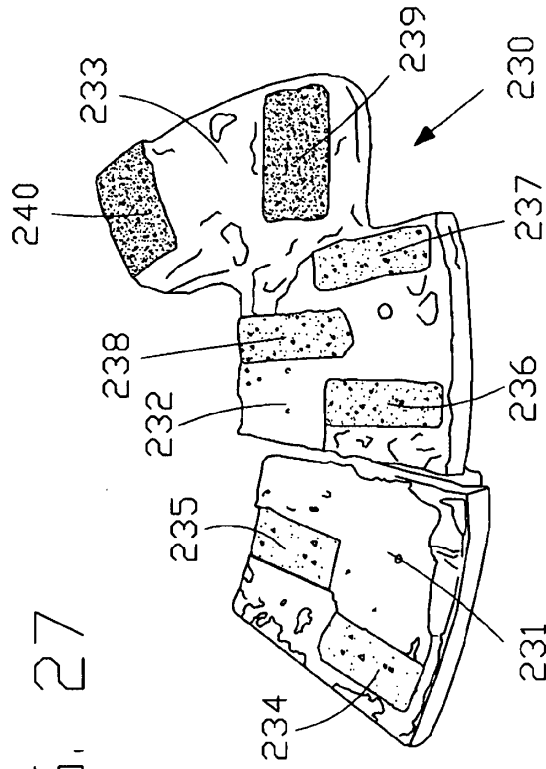


FIG. 29

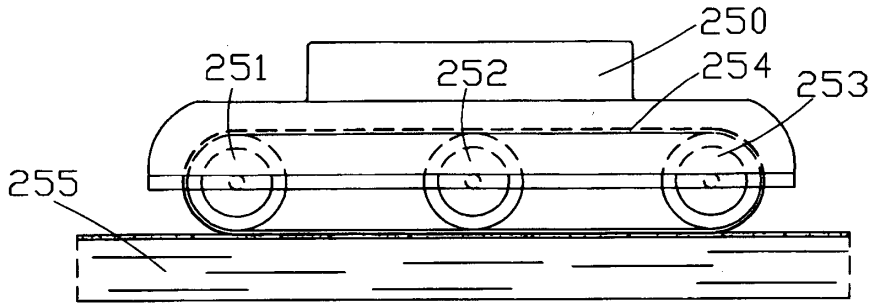


FIG. 30

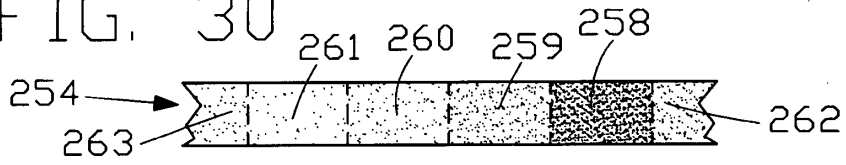


FIG. 31

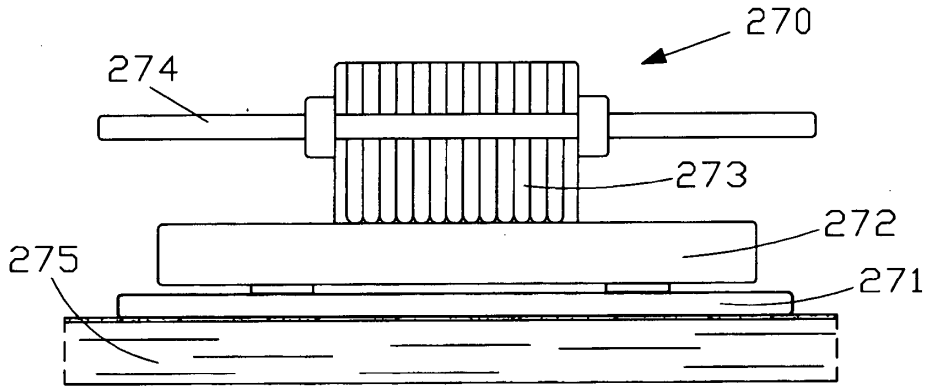


FIG. 32

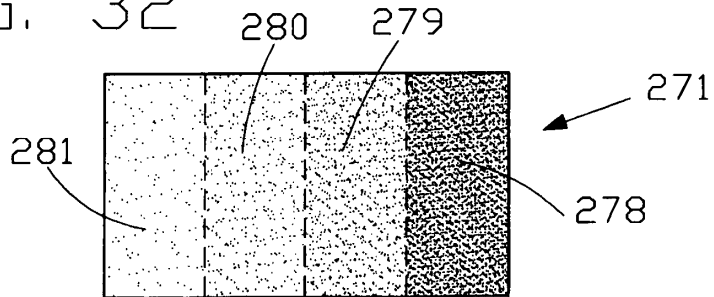


FIG. 33

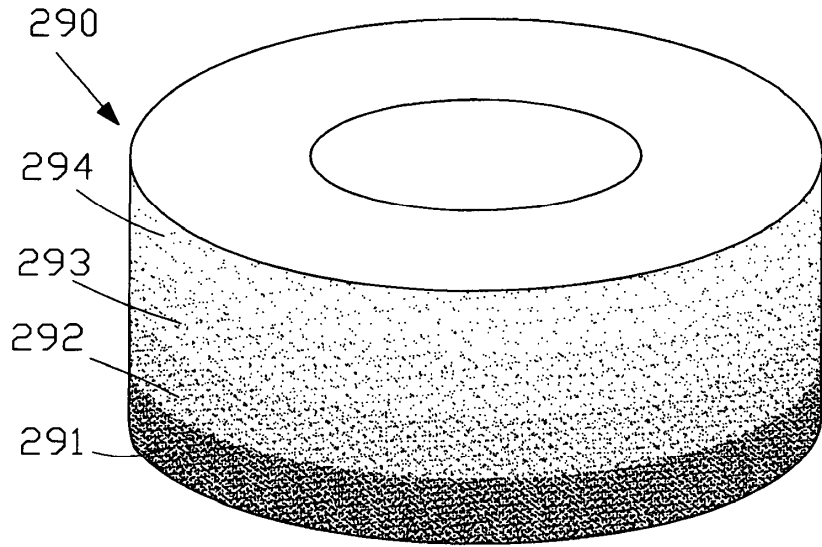


FIG. 34

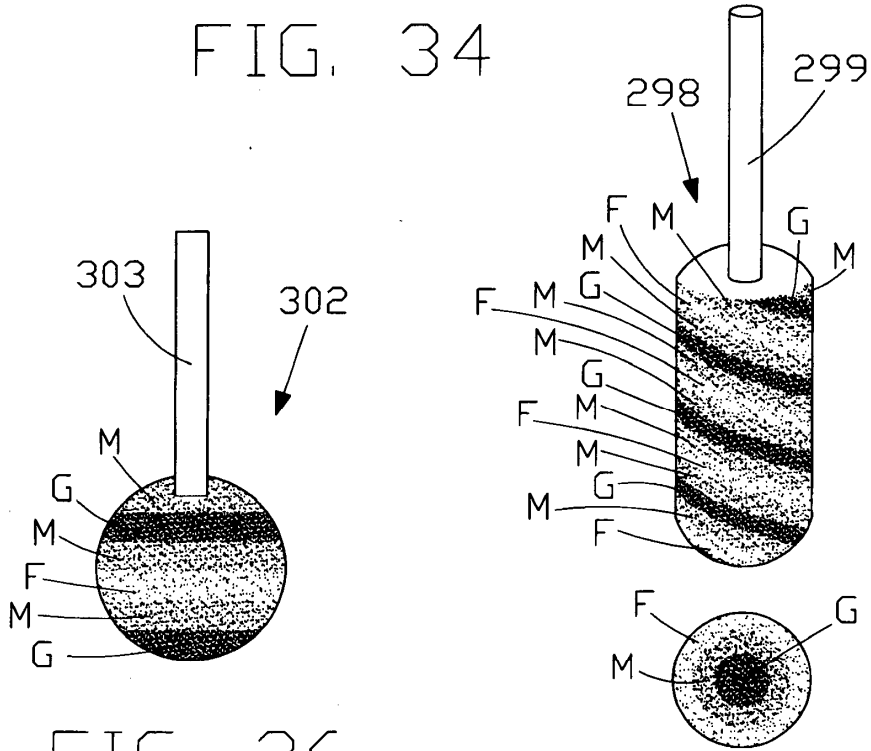


FIG. 36

FIG. 35