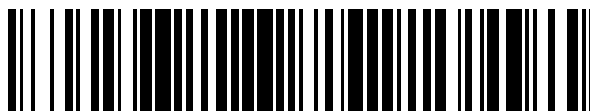


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 058**

51 Int. Cl.:

B23C 5/10

(2006.01)

B23C 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07700032 .1**

96 Fecha de presentación: **03.01.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1971456**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.09.2008**

54 Título: **Herramienta de corte rotatoria**

30 Prioridad:
04.01.2006 US 766241 P
30.05.2006 US 420874

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.11.2012

73 Titular/es:
SGS TOOL COMPANY (100.0%)
55 S. MAIN STREET P.O. BOX 187
MUNROE FALLS OH 44262, US

72 Inventor/es:
WELLS, JASON S.;
DANIELS, PAUL S.;
BONFIGLIO, DOUGLAS P. y
BURTON, JEFFERY L.

74 Agente/Representante:
ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 391 058 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 de corte rotatoria

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a una herramienta de corte rotatoria según el preámbulo de la reivindicación 1, y más en particular a una fresa escariadora que tiene una pluralidad de pares de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente, en la que el paso entre al menos un par de ranuras helicoidales
10 adyacentes es menor o mayor que el paso de al menos otro par de ranuras helicoidales adyacentes en al menos un plano radial a lo largo de la longitud axial de las ranuras, una pluralidad de bordes cortantes periféricos asociados con la pluralidad de las ranuras helicoidales en la que al menos uno de los bordes cortantes periféricos tiene un ángulo de ataque radial diferente del ángulo de ataque radial de un borde cortante periférico de una ranura helicoidal diferente. La fresa escariadora mejorada según la reivindicación 1 proporciona una vibración reducida, un mejor
15 acabado superficial y otros beneficios adicionales.

Antecedentes de la invención

Las fresas escariadoras rotatorias se han usado desde hace tiempo para diversas tareas de corte.
20 Convencionalmente, estas fresas escariadoras están construidas con diferentes tipos de acero endurecido así como carburo de tungsteno, y a menudo están dotadas de características estructurales adicionales como un radio de esquina en los extremos cortantes, extremos cortantes cónicos, extremos cortantes en forma de bola, bordes cortantes desiguales para operaciones de fresado bastas que incluyen estrías y otros contornos de borde. Análogamente, a estas fresas escariadoras puede proporcionárseles una vida más larga frente al desgaste con
25 recubrimientos de PVD y CVD resistentes al desgaste que incluyen diamante amorfo y diversas composiciones de nitruros.

Un problema común que se encuentra en el uso de fresas escariadoras es la "vibración". Cuando se cortan materiales ferrosos y no ferrosos, especialmente a niveles de velocidad de corte agresivos, los armónicos pueden
30 generar una vibración regeneradora en virtud de lo cual la frecuencia de vibración de la fresa escariadora rotatoria se autoexcita. La vibración autoexcitada se acompaña comúnmente de un ruido agudo y excesivo durante el mecanizado. Una causa de esta vibración es cuando los bordes cortantes periféricos formados a lo largo de la hélice están separados por distancias iguales alrededor de la fresa escariadora de manera que el tiempo transcurrido entre el impacto de los bordes cortantes con el material que se corta es el mismo (o peor incluso, en un corte radial
35 cóncavo cuando más de un borde cortante impacta sobre el material que se corta al mismo tiempo y en los mismos intervalos). La vibración excesiva puede dar lugar a un acabado superficial deficiente, a la necesidad de un nuevo trabajo o a la inutilidad del producto de trabajo. La vibración puede dañar el borde cortante de una fresa escariadora y limitar su vida útil, con lo que aumenta los costes de la operación de fresado y genera partes mecanizadas menos precisas que de lo que podría desearse o necesitarse para una función final determinada. La vibración excesiva
40 también puede causar un desgaste prematuro de la máquina fresadora y de sus componentes.

Con el fin de combatir los armónicos se han desarrollado fresas escariadoras de hélice variable y fresas escariadoras de paso variable. Una fresa escariadora de hélice variable es generalmente una fresa escariadora que tiene ranuras helicoidales en las que la distancia circunferencial entre los bordes cortantes periféricos varía en una
45 dirección axial a lo largo de la fresa escariadora. La distancia circunferencial se describe también a veces como un ángulo entre bordes cortantes periféricos adyacentes conocido como paso o ángulo de índice. Un tipo de fresa escariadora de hélice variable es aquel en el que las ranuras helicoidales adyacentes tienen ángulos helicoidales diferentes. Otro tipo es aquel en el que las ranuras helicoidales tienen ángulos helicoidales variables diferentes (es decir, el ángulo helicoidal de una ranura es de 40 grados en el extremo delantero de la ranura y de 35 grados en el
50 extremo posterior de la ranura). El otro tipo de fresa escariadora expuesto es el de las fresas escariadoras de paso variable. Un tipo de fresa escariadora de paso variable es aquel en el que todas las ranuras helicoidales tienen el mismo ángulo helicoidal con la graduación de la ranura alterada con respecto a la separación típica de 90 grados. A diferencia de las fresas escariadoras de hélice variable, la distancia circunferencial entre bordes cortantes periféricos adyacentes de una fresa escariadora de paso variable es normalmente constante en la dirección axial de la fresa
55 escariadora.

Una de las fresas escariadoras de hélice variable de más éxito comercial es la fresa escariadora Z-Carb® fabricada según la patente de EE.UU. n.º. 4.963.059, y propiedad del solicitante. La patente 4.963.059 desvela una fresa escariadora según el preámbulo de la reivindicación 1 que tiene una pluralidad de ranuras helicoidales en pares que
60 forman un número par de bordes cortantes periféricos helicoidales separados uniformemente en sentido circunferencial en un plano en el que los bordes cortantes periféricos están formados como una pluralidad de pares de bordes cortantes opuestos diametralmente que tienen el mismo ángulo helicoidal y, con ello, son simétricos con respecto al eje del cuerpo. Aunque la fresa escariadora Z-Carb® es resistente a la vibración y proporciona un buen acabado superficial, la tecnología tiene más de 20 años de antigüedad y se cree que aún queda posibilidad de
65 mejora.

Muchos fabricantes de fresas escariadoras han intentado emplear diferentes estrategias para reducir los armónicos. Se describe uno de estos intentos en la Solicitud de Patente Publicada de EE.UU. US-2004/0120777, que enseña una fresa escariadora que tiene una pluralidad de ranuras en la que cada característica de la ranura es asimétrica con respecto a cada una de las otras ranuras, incluyendo la posición de la ranura en la herramienta (ángulo de índice), ángulo helicoidal, el ángulo de ataque radial y el ángulo de incidencia radial. Parecería desprenderse que una herramienta que tuviera todo diferente sería la que mejor funcionaría en términos de reducción de la vibración; sin embargo, las pruebas con estas herramientas han mostrado una disminución del rendimiento en comparación con otras fresas escariadoras destacadas. Una fresa escariadora que tiene todas las características diferentes puede tener problemas de estabilidad que podrían ser todavía peores que los problemas con la vibración. Otro problema con estas herramientas es que la producción y el reafilado de la herramienta son difíciles, ya que todas las características de la fresa escariadora son diferentes.

Otro intento de reducir los armónicos y aumentar el rendimiento se enseña en la patente de EE.UU. nº 6.997.651, titulada *Fresa escariadora que tiene ángulos de ataque axial diferentes y ángulos de ataque radial diferentes*. Esta fresa escariadora de la técnica anterior tiene una pluralidad de ranuras todas las cuales tienen el mismo ángulo helicoidal y están separadas por igual alrededor de la circunferencia de la herramienta (mismo ángulo de índice), pero tienen al menos dos ángulos de ataque radial diferentes y al menos dos ángulos de ataque axial diferentes. AL igual que la otra fresa escariadora de la técnica anterior expuesta anteriormente, las pruebas de estas herramientas han mostrado una disminución del rendimiento en comparación con otras fresas escariadoras destacadas, incluyendo la reducción de los armónicos. El rendimiento de esta fresa escariadora se abordará más adelante en mayor detalle.

Se han realizado otros muchos intentos en la técnica anterior para mejorar el rendimiento de las fresas escariadoras en lo que respecta a la vibración. La reducción de los armónicos no se consigue haciendo todas las características diferentes de una forma aleatoria, ya que esto puede tener consecuencias adversas importantes en el rendimiento de la herramienta. En consecuencia, queda espacio para mejoras en la técnica anterior con el fin de reducir la vibración sin sacrificar la estabilidad de la herramienta.

Resumen de la invención

La presente invención supera al menos una desventaja de la técnica anterior proporcionando una herramienta de corte rotatoria según se define en la reivindicación 1. Otras formas de realización ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes 2 a 20.

Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es una vista en alzado lateral de una herramienta de corte rotatoria de acuerdo con la presente invención;

la fig. 2 es una vista en sección transversal de la herramienta de corte rotatoria de la fig. 1;

la fig. 3 es una vista desde un extremo cortante de la herramienta de corte rotatoria de la fig. 1;

la fig. 4 es una vista desde un extremo cortante de la herramienta de corte rotatoria de la fig. 1 con vistas detalladas adicionales de los bordes cortantes periféricos de una forma de realización de la presente invención;

la fig. 5 es una vista desde un extremo cortante de una herramienta de corte rotatoria que tiene vistas detalladas adicionales de los bordes cortantes periféricos de una forma de realización de la presente invención;

la fig. 6 es una vista desde un extremo cortante de una herramienta de corte rotatoria que tiene vistas detalladas adicionales de los bordes cortantes periféricos de una forma de realización de la presente invención;

la fig. 7 es una vista en sección transversal en detalle de un borde cortante periférico de una forma de realización de una herramienta de corte rotatoria de la presente invención que muestra una base en K;

la fig. 8 es una vista en alzado lateral de una herramienta de corte rotatoria de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención que muestra ángulos de ataque variables a lo largo de una hélice individual;

la fig. 9 es una vista desde un extremo de una forma de realización de otra forma de realización de la presente invención que tiene todos los ángulos de ataque radial diferentes;

la fig. 10 es una vista en alzado lateral de una herramienta de corte rotatoria de paso variable de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención que tiene ángulos helicoidales iguales;

la fig. 11 es una vista en alzado lateral de una herramienta de corte rotatoria de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención; y

la fig. 12 es una vista en sección transversal de la herramienta de corte rotatoria de la fig. 11 tomada en el punto medio de la longitud de corte;

la fig. 13 es una gráfica de una medida del sonido tomada durante un corte realizado usando una fresa escariadora Z-Carb® de la técnica anterior;

la fig. 14 es una gráfica de una medida del sonido tomada durante un corte realizado usando una herramienta de corte rotatoria de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

10 la fig. 15 es una gráfica de una medida del sonido tomada durante un corte realizado usando una fresa escariadora hecha de acuerdo con la patente de EE.UU. nº 6.997.651;

la fig. 16 es un gráfico que muestra una comparación de las medidas de sonido de las herramientas de las fig. 13 a 15;

15 la fig. 17 es un gráfico que muestra una comparación de las medidas de superficie de las herramientas de las fig. 13 a 15;

la fig. 18 es una imagen que muestra un corte real realizado usando una fresa escariadora Z-Carb® de la técnica anterior;

la fig. 19 es una imagen que muestra un corte real realizado usando una herramienta de corte rotatoria de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

25 la fig. 20 es una imagen que muestra un corte real realizado usando una fresa escariadora de la técnica anterior hecho de acuerdo con la patente de EE.UU. nº 6.997.651; y

la fig. 21 es un gráfico que muestra una comparación de las medidas de las rebabas de borde de las herramientas de las fig. 18 y 19.

30

Descripción detallada de los dibujos

En referencia ahora a la fig. 1, se muestra una forma de realización de la herramienta de corte rotatoria o fresa escariadora 10 de la presente invención que comprende un cuerpo generalmente cilíndrico 20 que tiene un fuste 22 y una parte cortante 24. La parte cortante 24, que representa también la longitud de corte de la fresa escariadora, incluye una pluralidad de ranuras 30 formadas como pares de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 32, 34 formadas en el cuerpo 20. Las ranuras 30 de la parte cortante 24 son del tipo de hélice variable de manera que el paso, o ángulo de índice, entre ranuras helicoidales adyacentes 30 es variable a lo largo de la longitud axial de las ranuras 30. En la forma de realización mostrada en particular, se muestra una fresa escariadora de cuatro ranuras en la que el primer par de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 32 está formado en un ángulo helicoidal constante θ de treinta y cinco grados y el segundo par de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 34 está formado en un ángulo helicoidal constante ϕ de treinta y ocho grados. La invención no se limita a estos ángulos helicoidales en particular ni se limita a ángulos helicoidales constantes según se muestra en esta forma de realización y se contemplan también hélices de ángulos helicoidales variables.

En referencia a la vista en sección transversal de la fig. 2, la fresa escariadora 10 comprende además una pluralidad de bordes cortantes periféricos 40, los bordes cortantes periféricos 40 están formados a lo largo de una intersección de una superficie circunferencial, o base, del cuerpo cilíndrico 20 y una superficie interior de una de las ranuras helicoidales 30 respectivas enfrentadas en una dirección de rotación del cuerpo 20. El primer par de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 32 tiene bordes cortantes periféricos 42 opuestos diametralmente y el segundo par de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 34 tiene, bordes cortantes periféricos 44 opuestos diametralmente. Según se menciona anteriormente, el paso o ángulos de índice, designados como γ , ε , varían en la dirección axial y en la sección transversal se muestra como ángulos diferentes de noventa grados. En la forma de realización mostrada, γ es equivalente a noventa y tres grados y ε es equivalente a ochenta y siete grados. Aunque no se muestra en sección transversal, los ángulos helicoidales γ , ε pueden ser iguales en un único plano radial a lo largo de la longitud de corte 26. En una forma de realización, el plano radial de ángulos helicoidales iguales se extiende a través del punto medio de la longitud de corte 26. Aunque se muestran dos pares de bordes cortantes periféricos 42, 44 opuestos diametralmente, se contempla que podrían usarse más pares en otras formas de realización de fresas escariadoras.

En referencia a la fig. 3, se muestra una vista desde un extremo cortante de la fresa escariadora 10. El extremo cortante comprende una pluralidad de bordes cortantes de extremo 60 situados en un extremo distal axial del cuerpo 20 y contiguos a un elemento correspondiente de la pluralidad de bordes cortantes periféricos 40. Al igual que la separación de los bordes cortantes periféricos 40, los ángulos de índice γ , ε se muestran como ángulos diferentes de

noventa grados. Los bordes cortantes de extremo 60 tienen todos un ángulo de ataque axial equivalente.

Según se muestra mejor en la fig. 4, los bordes cortantes periféricos 42 del primer par de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 32, tienen cada uno un ángulo de ataque radial α , mientras que los bordes cortantes periféricos 44 del segundo par de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 34 tienen cada uno un ángulo de ataque radial δ . En la forma de realización de la fig. 4, el ángulo de ataque radial α es diferente del ángulo de ataque radial δ , y más en particular, el ángulo de ataque radial α es de tres grados y el ángulo de ataque radial δ es de siete grados.

10 En la forma de realización de la fig. 5, el ángulo de ataque radial α es neutro mientras que el ángulo de ataque radial δ es positivo, y más en particular, el ángulo de ataque radial α es de cero grados y el ángulo de ataque radial δ es de siete grados.

En la forma de realización de la fig. 6, el ángulo de ataque radial α es negativo mientras que el ángulo de ataque radial δ es positivo, y más en particular, el ángulo de ataque radial α es negativo de siete grados y el ángulo de ataque radial δ es positivo de siete grados.

En otra forma de realización representada por la sección transversal de la fig. 7, el ataque radial está formado inicialmente como un ángulo de ataque positivo α , y a continuación al menos un borde cortante periférico con un ángulo de ataque radial δ está formado como una base en K de anchura X de manera que, como se muestra, el ángulo de ataque radial α es positivo ocho grados y el ángulo de ataque radial δ es positivo tres grados. Se contempla que cualquiera o todos los bordes cortantes periféricos 40 pueden estar formados como bases en K.

En referencia ahora a la fig. 8, se muestra que al menos una de las ranuras helicoidales 30 tiene ángulos de ataque radial que varían en la dirección axial de la ranura 30. El ángulo de ataque radial λ se muestra hacia el extremo delantero de la ranura 30, los ángulos de ataque radial ψ se muestran en el punto medio de la ranura 30 y el ángulo de ataque radial ω se muestra hacia el extremo posterior de la ranura 30. En la forma de realización mostrada, el ángulo de ataque radial λ es de tres grados, el ángulo de ataque radial ψ es de cinco grados y el ángulo de ataque radial ω es de ocho grados. La presente invención no se limita a la forma de realización mostrada y se contempla cualquier ángulo de ataque que varíe en la dirección axial de la ranura. Por ejemplo, el ángulo de ataque radial en la dirección axial de la ranura puede variar de negativo, a neutro, y de nuevo a positivo. Otro ejemplo es aquel en el que el ángulo de ataque radial en la dirección axial de la ranura puede variar en cantidades negativas diferentes.

En otra forma de realización de la invención según se muestra mejor en la fig. 9, los ángulos de ataque radial son todos diferentes. En consecuencia, los bordes cortantes periféricos 42 del primer par de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 32, tienen ángulos de ataque radial α , σ diferentes, mientras que los bordes cortantes periféricos 44 del segundo par de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente 34 tienen ángulos de ataque radial δ , ρ diferentes. En la forma de realización de la fig. 9, el ángulo de ataque radial α es de tres grados, el ángulo de ataque radial δ es de tres grados, el ángulo de ataque radial σ es de nueve grados y el ángulo de ataque radial ρ es de siete grados. Sin embargo, la invención no se limita a estos valores, ya que los ángulos de ataque radial α , σ , δ , ρ pueden ser cualquier combinación de ángulos de ataque positivos, neutros y negativos. En una variante de esta forma de realización, los ángulos de ataque de bordes cortantes periféricos opuestos diametralmente son diferentes, es decir, los ángulos de ataque radial $\alpha \neq \sigma$ y $\delta \neq \rho$ mientras que α puede ser igual a δ y/o ρ ; o σ puede ser igual a δ y/o ρ .

En referencia ahora a la fig. 10, se muestra una fresa escariadora de paso variable 110. Los ángulos helicoidales ϕ de la fresa escariadora son todos equivalentes. Debido a la posición de los ángulos helicoidales ϕ , el paso ε , γ de los bordes cortantes adyacentes 42, 44 varía como se muestra mejor en las fig. 2 y 3. Sin embargo, a diferencia de las fresas escariadoras de hélice variable 10, el paso ε , γ no cambia a lo largo de la longitud axial de la fresa escariadora. Los ángulos de ataque radial expuestos anteriormente con relación a las fresas escariadoras de hélice variable se aplican a la fresa escariadora de paso variable 110 de la misma manera.

Las fig. 11 y 12 muestran la presente invención aplicada a una fresa escariadora de hélice variable 10 en la que el paso o los ángulos de índice ε son equivalentes en un plano radial a lo largo de la longitud de corte. En la forma de realización mostrada, el plano radial está en el punto medio 26 de la longitud de corte 24. Los ángulos de ataque radial expuestos anteriormente con relación a las fresas escariadoras de hélice variable y las fresas escariadoras de paso variable 110 se aplican a la fresa escariadora de hélice variable 10 de las fig. 11 y 12 de la misma manera.

Los ángulos de ataque radial diferentes de los actuales α , δ , σ , ρ , o X , ψ , ω pueden formarse en bordes cortantes periféricos adyacentes u opuestos. Inversamente, pueden formarse los mismos ángulos de ataque radial en bordes cortantes periféricos adyacentes u opuestos.

EJEMPLOS

Se realizaron pruebas en forma de comparación de sonidos y comparación de acabados superficiales para comparar la fresa escariadora de la presente invención con una fresa escariadora de hélice variable estándar Z-Carb® y también con una fresa escariadora hecha de acuerdo con la patente de EE.UU. n° 6.997.651 que tiene ángulos de ataque axial diferentes y ángulos de ataque radial diferentes, pero con ángulos de índice y ángulos helicoidales iguales. Las tres fresas escariadoras estaban hechas con carburo cementado y tenían cuatro ranuras y un diámetro de herramienta de 1,27 cm (0,5 pulgadas). Más adelante se muestra una comparación gráfica de los ángulos de ataque radial y los ángulos helicoidales y se identifican según su posición en una fresa escariadora de cuatro ranuras:

10

	SGS Z-Carb		
	Ataque	Hélice	
Diente nº 1	7°	35°	Corte centrado
Diente nº 2	7°	38°	Corte no centrado
Diente nº 3	7°	35°	Corte centrado
Diente nº 4	7°	38°	Corte no centrado

	presente invención		
	Ataque	Hélice	
Diente nº 1	3°	35°	Corte centrado
Diente nº 2	8°	38°	Corte no centrado
Diente nº 3	3°	35°	Corte centrado
Diente nº 4	8°	38°	Corte no centrado

	6.997.651		
	Ataque	Hélice	
Diente nº 1	6°	40°	Corte centrado
Diente nº 2	15°	40°	Corte no centrado
Diente nº 3	6°	40°	Corte centrado
Diente nº 4	15°	40°	Corte no centrado

Para la comparación inicial de sonido/acabado superficial, se usaron fresas escariadoras para cortar una ranura de 1,27 cm (0,5 pulgadas) de profundidad en acero 4140 que tenía una dureza de 28 HRc a una velocidad de rotación de 2.675 rpm y una velocidad de avance de 45,72 cm (18 pulgadas) por minuto. Los resultados para cada herramienta se muestran en las fig. 13 a 15 y en la fig. 16 se muestra una gráfica de comparación. Los resultados muestran que la amplitud de ruido creada por la patente de EE.UU. n° 6.997.651 que tiene ángulos de ataque axial diferentes y ángulos de ataque radial diferentes, pero con ángulos de índice y ángulos helicoidales iguales, es de más 18 veces la de la fresa escariadora de la presente invención. Los resultados muestran que la amplitud de ruido creada por la fresa escariadora de hélice variable estándar Z-Carb® es más de 4 veces la de la fresa escariadora de la presente invención. El ruido generado durante un corte a menudo es indicativo de la calidad de acabado superficial que se conseguirá mediante el corte. En referencia ahora a la fig. 17, las medidas de acabado superficial se comparan en una gráfica. Los resultados muestran que el acabado superficial de la fresa escariadora de la patente de EE.UU. n° 6.997.651 tiene un acabado superficial que fue 5,5 veces más basto que el acabado superficial proporcionado por la fresa escariadora de la presente invención. La fresa escariadora Z-Carb® de la técnica anterior tenía un acabado de servicio que fue el 34% más basto que en la fresa escariadora de la presente invención.

Se realizó una comparación de acabado superficial adicional de las herramientas en la que las fresas escariadoras se usaron para cortar una doble bolsa en un bloque de 4" x 4" x 10" de acero 4140 que tenía una dureza de 28 HRc. En las fig. 18 a 20 se muestran imágenes de las superficies mecanizadas para cada herramienta. El mecanizado de doble bolsa mostró una diferencia todavía mayor que la operación de ranuras rectas. El acabado superficial de la fresa escariadora de la patente de EE.UU. n° 6.997.651 produjo un acabado superficial de 278 Ra que era más de 23 veces más basto que el acabado superficial de 11,7 Ra proporcionado por la fresa escariadora de la presente invención. La fresa escariadora Z-Carb® de la técnica anterior produjo un acabado superficial de 109 Ra que fue más de 9 veces más basto que la fresa escariadora de la presente invención.

Otra ventaja de la fresa escariadora de la presente invención con respecto a la fresa escariadora de la patente de EE.UU. n° 6.997.651 en relación con las rebabas de borde se muestra en el gráfico de la fig. 21. Las fresas escariadoras se usaron para cortar una ranura de 1,27 cm (0,5 pulgadas) de profundidad en acero 4140 que tenía una dureza de 28 HRc con una velocidad de rotación de 2.675 rpm para 1.778 cm (700 pulgadas) en total a una velocidad de avance de 63,5 cm (25 pulgadas) por minuto. Los resultados muestran que las rebabas de borde de la fresa escariadora de la patente de EE.UU. n° 6.997.651 eran más de nueve veces mayores que las rebabas de borde de la fresa escariadora de la presente invención.

45

En conclusión, la fresa escariadora de la técnica anterior de la patente de EE.UU. n° 6.997.651 tiene una pluralidad

de ranuras, todas las cuales tienen el mismo ángulo helicoidal y están separadas uniformemente alrededor de la circunferencia de la herramienta (mismo ángulo de índice), pero tienen al menos dos ángulos de ataque radial diferentes y al menos dos ángulos de ataque axial diferentes. La fresa escariadora Z-Carb® de la técnica anterior tiene una pluralidad de ranuras helicoidales en pares que forman un número par de bordes cortantes periféricos helicoidales separados uniformemente en sentido circunferencial en un plano en el que los bordes cortantes periféricos están formados como una pluralidad de pares de bordes cortantes opuestos diametralmente que tienen el mismo ángulo helicoidal y, con ello, son simétricos con respecto al eje del cuerpo. Según se cree, estas fresas escariadoras de la técnica anterior son las dos referencias más cercanas de la técnica anterior. En un sentido simplificado, la presente invención es una combinación de características seleccionadas de la fresa escariadora de la técnica anterior de la patente de EE.UU. n° 6.997.651 y la fresa escariadora Z-Carb® de la técnica anterior en el hecho de que las formas de realización de la presente invención incluyen una fresa escariadora que combina pares opuestos diametralmente de ángulos de ataque radial y pares opuestos diametralmente de ángulos helicoidales desiguales.

15 Los resultados de las pruebas obtenidos con la fresa escariadora de la técnica anterior de la patente de EE.UU. n° 6.997.651 son pobres cuando se comparan con la fresa escariadora Z-Carb® de la técnica anterior. Las pruebas de la fresa escariadora de la técnica anterior parecerían sugerir que un cambio en el ángulo de ataque radial de dos pares opuestos diametralmente de ángulos de ataque (como en la fresa escariadora de la técnica anterior de la patente de EE.UU. n° 6.997.651) no proporcionaría ningún beneficio si se combinara con pares opuestos diametralmente de ángulos helicoidales desiguales (como en la fresa escariadora Z-Carb® de la técnica anterior) y, de hecho, daría lugar probablemente a una disminución en el rendimiento.

Los datos de las pruebas presentados en la presente memoria descriptiva muestran que la fresa escariadora de la presente invención proporciona una mejora importante con respecto a las fresas escariadoras de la técnica anterior, y específicamente con respecto a la fresa escariadora Z-Carb® y la fresa escariadora de la patente de EE.UU. n° 6.997.651. Los resultados de las pruebas que usan la fresa escariadora de la presente invención son ciertamente inesperados cuando se analizan todos los resultados de pruebas individuales de la fresa escariadora Z-Carb® y la fresa escariadora de la patente de EE.UU. n° 6.997.651. También se observa que las mejoras en el rendimiento de la fresa escariadora se miden normalmente en mejora porcentual y que una mejora del 20 al 25% es una ganancia importante, mientras que las mejoras en los resultados de las pruebas de la presente invención en la presente memoria descriptiva son mucho más amplias.

Aunque más arriba se ha descrito en detalle la presente invención, se ha hecho sólo a modo de ilustración y ejemplo y no debe entenderse como una limitación a la presente invención. En consecuencia, el ámbito y el contenido de la presente invención deben definirse sólo en los términos de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta de corte rotatoria que comprende:
- 5 un cuerpo (20) que tiene una parte cortante (24) y una parte de fuste (22);
- una pluralidad de pares de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente (30, 32, 34) formadas en la parte cortante (24) del cuerpo (20), en las que el paso entre al menos un par de ranuras helicoidales adyacentes (32) es menor o mayor que el paso de al menos otro par de ranuras helicoidales adyacentes (34) en al menos un plano radial a lo largo de la longitud axial de las ranuras (30);
- 10 una pluralidad de bordes cortantes periféricos (40, 42, 44) asociados con la pluralidad de las ranuras helicoidales (30);
- 15 **caracterizada porque** al menos uno de los bordes cortantes periféricos (42) tiene un ángulo de ataque radial diferente del ángulo de ataque radial de un borde cortante periférico (44) de una ranura helicoidal (30) diferente.
2. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que el paso entre ranuras helicoidales adyacentes (30) es constante a lo largo de la longitud axial de las ranuras (30).
- 20 3. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que el paso entre ranuras helicoidales adyacentes (30) es variable a lo largo de la longitud axial de las ranuras (30).
4. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 3, en la que el paso entre todas las ranuras helicoidales (30) es equivalente en al menos un plano radial de la parte cortante (24) del cuerpo (20).
- 25 5. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 3, en la que el paso entre todas las ranuras helicoidales (30) no es equivalente en ningún plano radial de la parte cortante (24) del cuerpo (20).
- 30 6. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que al menos un par de ranuras (30) está formado en un ángulo helicoidal constante.
7. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que al menos un par de ranuras (30) está formado en un ángulo helicoidal variable.
- 35 8. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que dentro de cada uno de los pares de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente (30):
- el ángulo de ataque radial de uno de los bordes cortantes periféricos (42, 44) de un par de ranuras (30) es equivalente al ángulo de ataque radial del otro borde cortante periférico (42, 44) de dicho par de ranuras (30).
- 40 9. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que dentro de cada uno de los pares de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente (30):
- 45 el ángulo de ataque radial de uno de los bordes cortantes periféricos (42, 44) de un par de ranuras (30) es diferente al ángulo de ataque radial del otro borde cortante periférico (42, 44) de dicho par de ranuras (30).
10. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que el ángulo de ataque radial de cada borde cortante periférico (42, 44) es diferente al ángulo de ataque radial de cada otro borde cortante periférico (42, 44).
- 50 11. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que el ángulo de ataque radial de al menos uno de los bordes cortantes periféricos (42, 44) es constante a lo largo de la longitud de la ranura helicoidal (30) que forma el borde cortante periférico (42, 44).
- 55 12. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que el ángulo de ataque radial de al menos uno de los bordes cortantes periféricos (42, 44) es variable a lo largo de la longitud de la ranura helicoidal (30) que forma el borde cortante periférico (42, 44).
- 60 13. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que al menos un borde cortante periférico (42, 44) tiene un ángulo de ataque radial positivo.
14. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que al menos un borde cortante periférico (42, 44) tiene un ángulo de ataque radial negativo.
- 65 15. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que al menos un borde cortante

periférico (42, 44) tiene un ángulo de ataque radial neutro.

16. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que todos los bordes cortantes periféricos (42, 44) tienen un ángulo de ataque radial positivo.

5

17. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 3, en la que la parte cortante (24) del cuerpo (20) proporciona una longitud de corte y en la que el paso entre todas las ranuras helicoidales (30) es equivalente en al menos un plano radial del cuerpo cilíndrico (20), con el plano radial pasando generalmente a través del punto medio axial de la longitud de corte.

10

18. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que al menos un borde cortante periférico (40) está formado como una base en K.

19. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 1, en la que

15

al menos una ranura (30) está formada en un ángulo helicoidal constante, siendo el paso entre ranuras helicoidales adyacentes (30) variable a lo largo de la longitud axial de las ranuras (30), y siendo el paso entre todas las ranuras helicoidales (30) equivalente en al menos un plano radial de la parte cortante (24) del cuerpo (20);

20 los bordes cortantes periféricos (40) están formados a lo largo de una intersección de una superficie circunferencial de la parte cortante (24) del cuerpo (20) y una parte de una superficie interior de una de las ranuras helicoidales (30) respectiva situada enfrente en una dirección de rotación del cuerpo (20);

25 en la que dentro de cada uno de los pares de ranuras helicoidales simétricas y opuestas diametralmente (30): el ángulo de ataque radial de uno de los bordes cortantes periféricos (40) de un par de ranuras (30) es equivalente al ángulo de ataque radial del otro borde cortante periférico (40) de dicho par de ranuras (30);

en la que el ángulo de ataque radial de al menos uno de los bordes cortantes periféricos (40) es constante a lo largo de la longitud de la ranura helicoidal (30) que forma el borde cortante periférico (40); y

30

en la que todos los bordes cortantes periféricos (40) tienen un ángulo de ataque radial positivo.

20. La herramienta de corte rotatoria según la reivindicación 19, en la que la parte cortante (24) del cuerpo (20) proporciona una longitud de corte y en la que el paso entre todas las ranuras helicoidales (30) es equivalente en al menos un plano radial del cuerpo cilíndrico (20), con el plano radial pasando generalmente a través del punto medio axial de la longitud de corte.

35

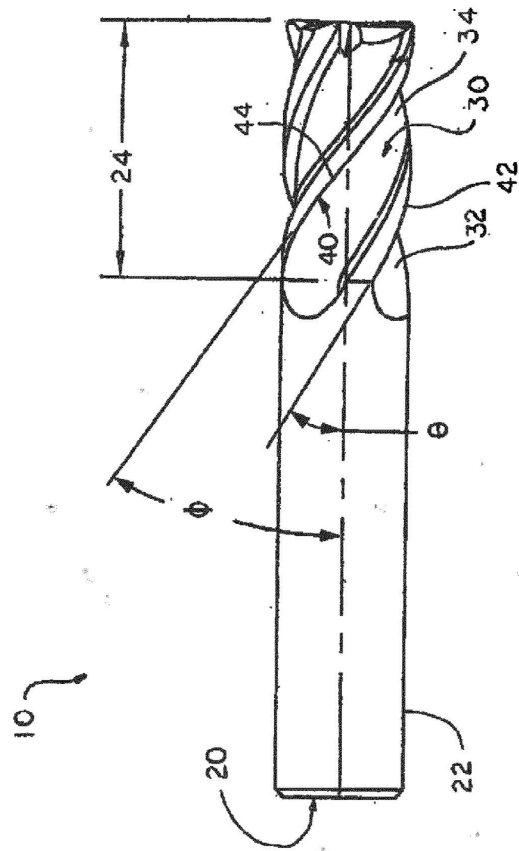


FIG. 1

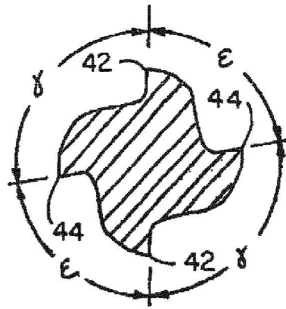


FIG. 2

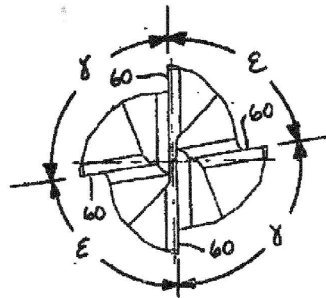


FIG. 3

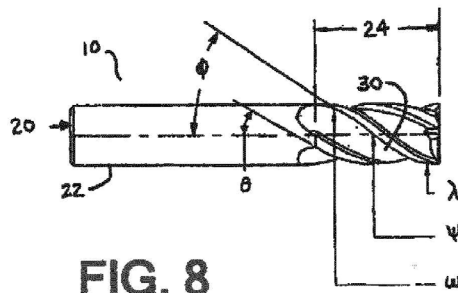


FIG. 8

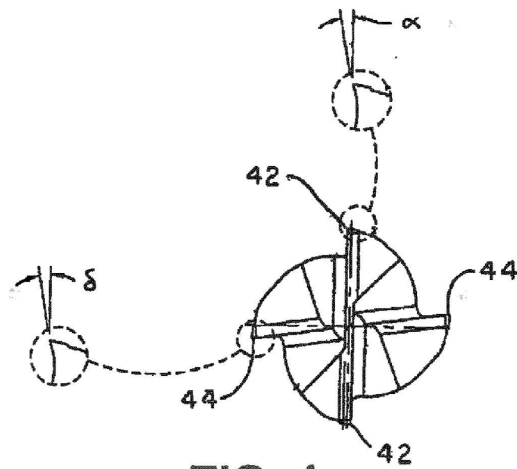


FIG. 4

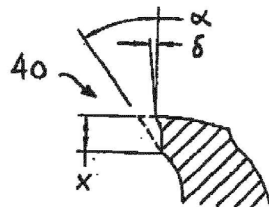


FIG. 7

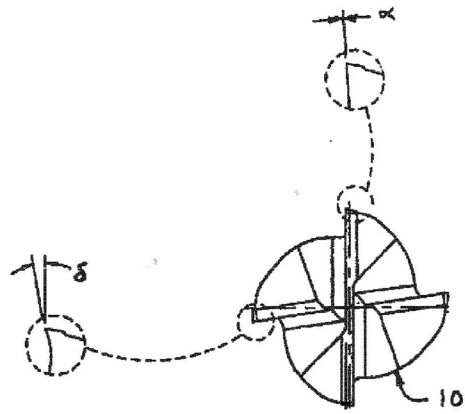


FIG. 5

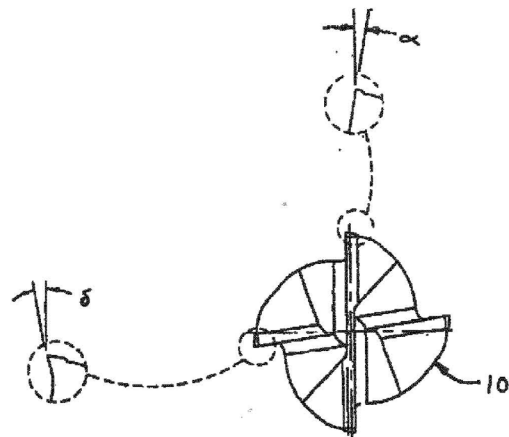


FIG. 6

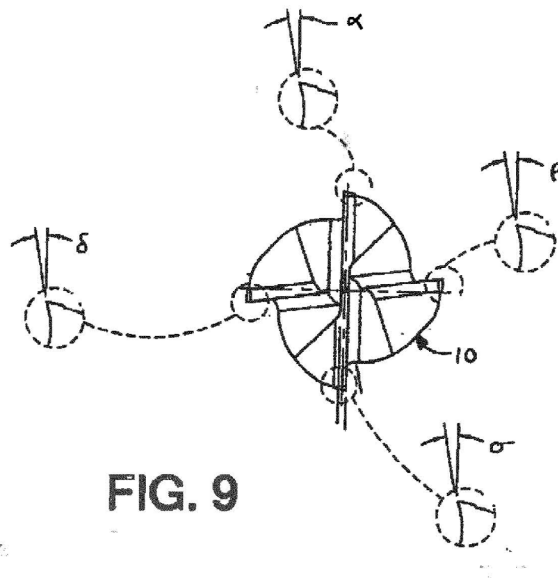


FIG. 9

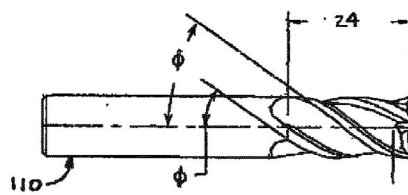


FIG. 10

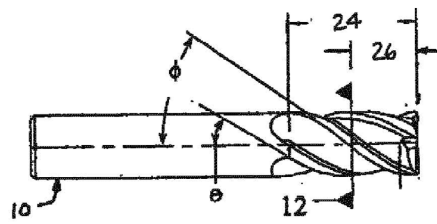


FIG. 11

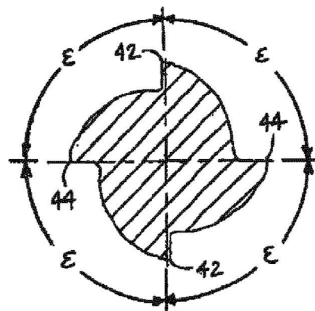


FIG. 12

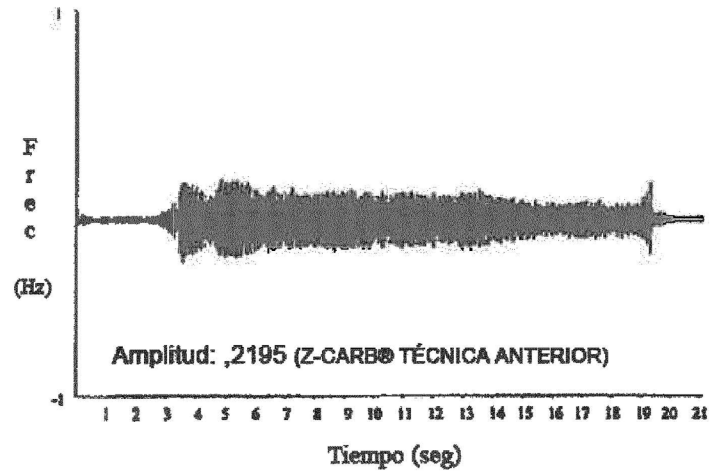


FIG. 13

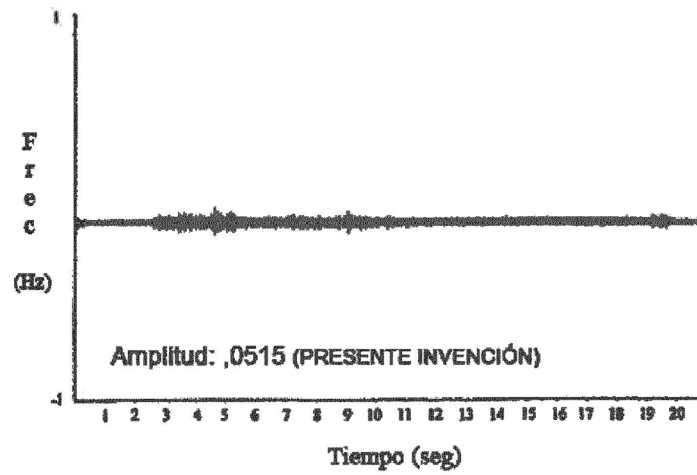


FIG. 14

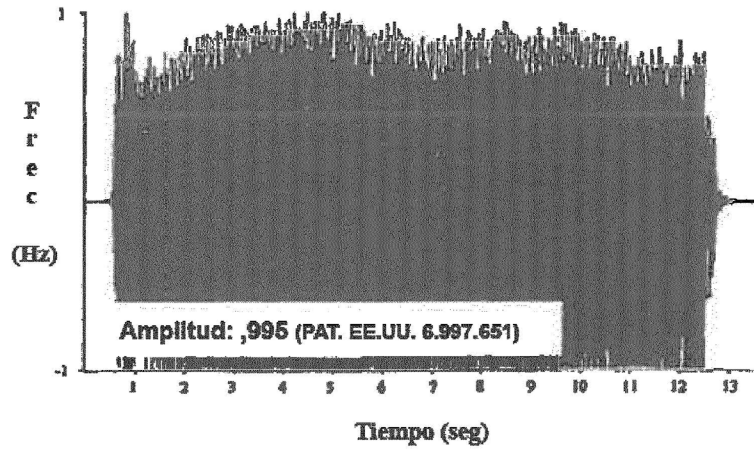


FIG. 15

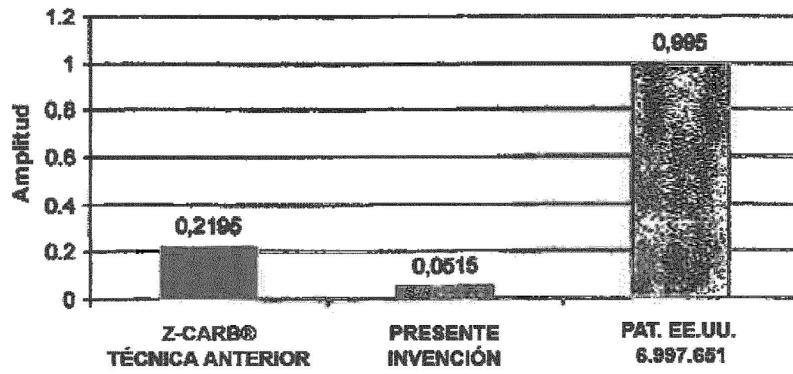


FIG. 16

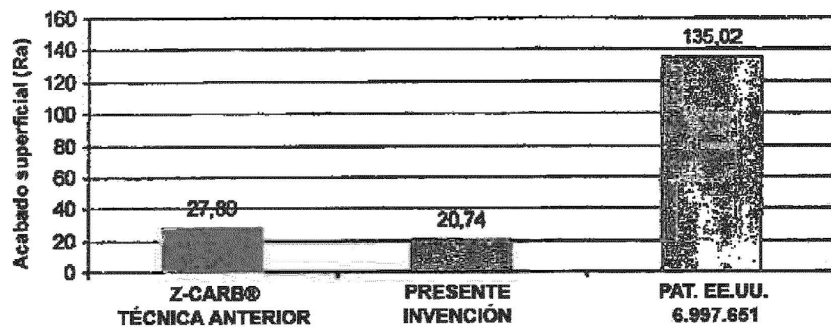


FIG. 17

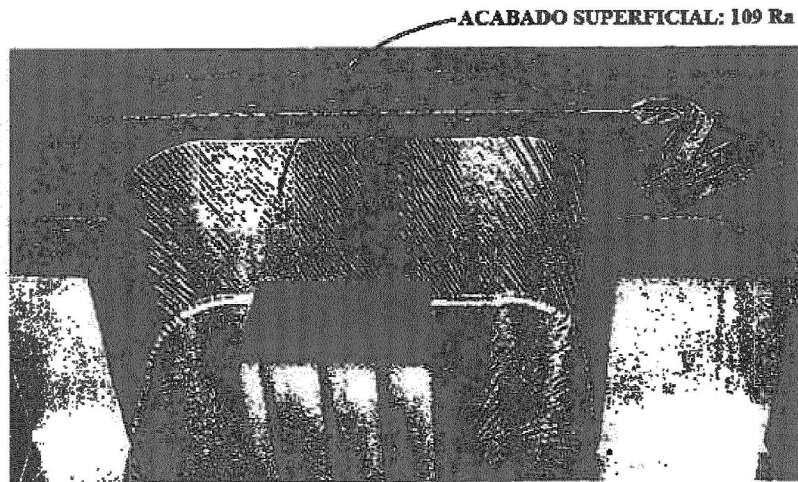


FIG. 18

ACABADO SUPERFICIAL: 11,7 Ra

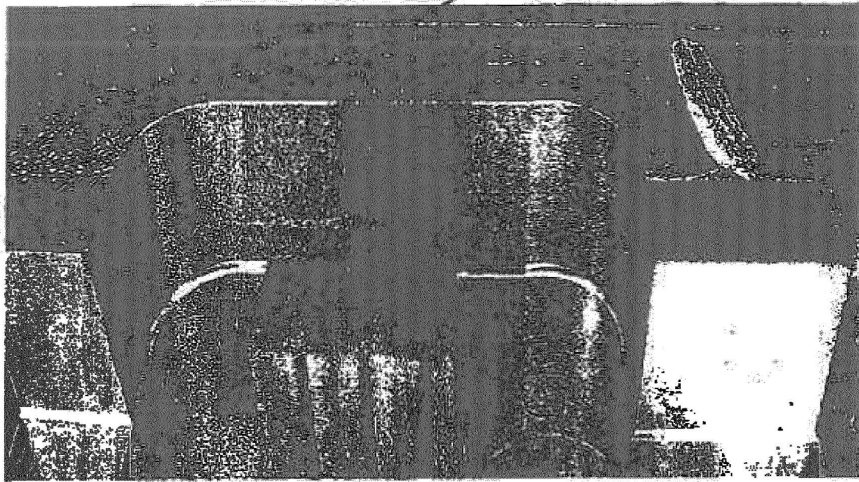


FIG. 19

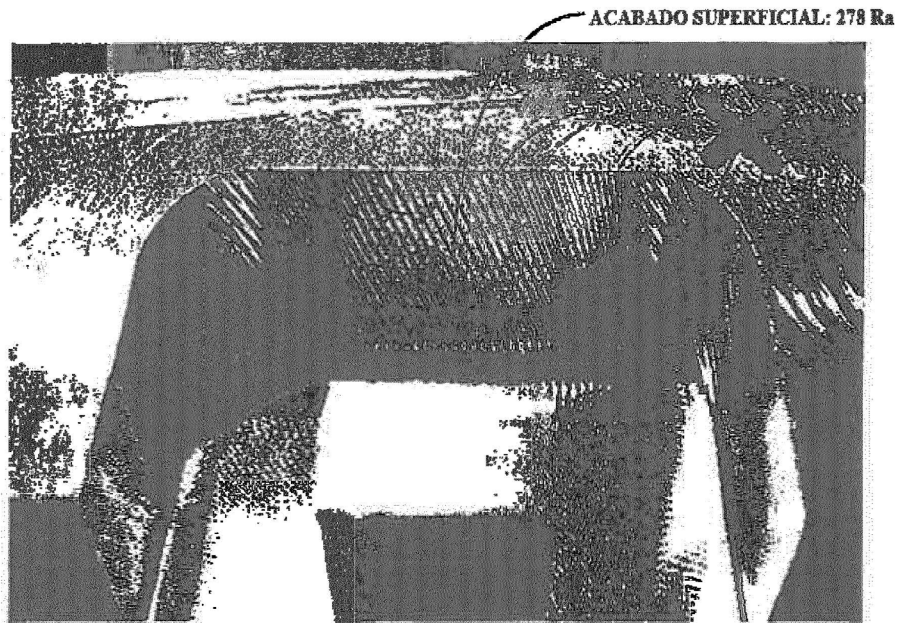


FIG. 20

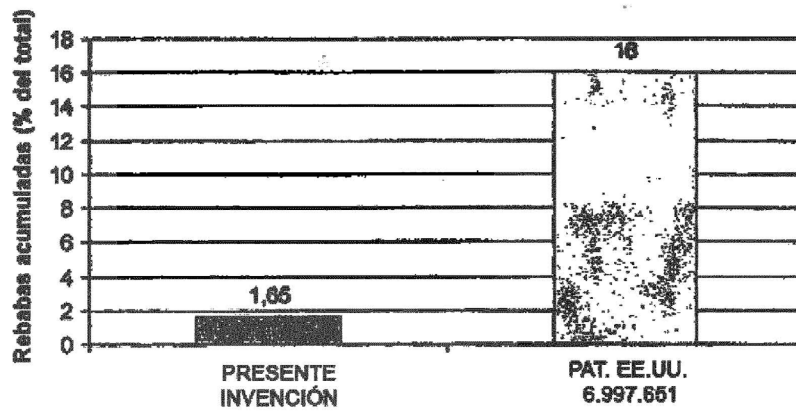


FIG. 21