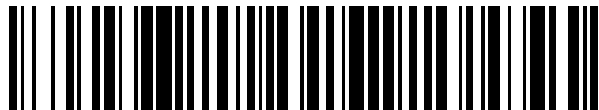


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 158**

51 Int. Cl.:

B23C 5/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2012 PCT/JP2012/051758**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.08.2012 WO12111405**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2012 E 12747476 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017 EP 2676753**

54 Título: **Fresa para cortar materiales de alta dureza**

30 Prioridad:

16.02.2011 JP 2011030645

28.06.2011 JP 2011142663

16.12.2011 JP 2011275595

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

15.11.2017

73 Titular/es:

MITSUBISHI HITACHI TOOL ENGINEERING, LTD.

(100.0%)

31-11, Ryogoku 4-chome Sumida-ku

Tokyo 130-0026, JP

72 Inventor/es:

HAN, GANG y

MAEDA, KATSUTOSHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 642 158 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

Fresa para cortar materiales de alta dureza

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una fresa para cortar material de alta dureza; tal como una fresa, según el preámbulo de la reivindicación 1, que se conoce a partir del documento JP 2003 326 414 A.

Técnica anterior

10 En los últimos años ha habido un aumento en la demanda de acortar el tiempo de entrega de moldes, y por tanto se ha deseado un procedimiento altamente eficaz para preparar moldes. Para el desbaste de alta eficiencia de moldes; se usan ampliamente fresas de bola y fresas de radio. Sin embargo, en una fresa de bola, dado que la cantidad de corte en las proximidades de la parte central se vuelve grande, la velocidad de corte no aumenta, conduciendo a una capacidad de mecanizado inferior. Además, existe una desventaja en cuanto a que la cavidad para virutas en las proximidades de la parte central es pequeña, y la eliminación de virutas es mala. Por tanto, recientemente se usan fresas de radio con más frecuencia para el desbaste de alta eficiencia de moldes. Usando una fresa de radio, dado que la cantidad de corte en la periferia exterior se vuelve más grande, la cavidad para virutas se vuelve más ancha. Por tanto, la capacidad de eliminación de virutas se vuelve buena y el corte se realiza en la parte de corte de alta velocidad de la fresa, permitiendo un desbaste altamente eficiente en comparación con la fresa de bola.

20 Sin embargo, últimamente, con el uso de nuevos materiales de moldeo y la demanda de una eficiencia de moldeo potenciada, las demandas referentes a la durabilidad de los moldes están aumentando. Por tanto, existe un interés creciente en la adopción de materiales de molde de alta dureza, que muestran una dureza mucho mayor que los materiales de molde habituales. En el desbaste de alta eficiencia de tales materiales de molde de alta dureza, existe un problema en cuanto a que tienden a producirse fracturas, y en cuanto a que la abrasión avanza más rápidamente, incluso con el uso de fresas de radio convencionales. Además, es más probable que se produzca vibración durante el corte, particularmente cuando se mecanizan esquinas del molde, y hasta ahora aún no se han logrado una vida útil y estabilidad adecuadas.

30 Con el fin de suprimir la abrasión de fresas durante el corte de tales materiales de alta dureza, potenciar la resistencia a fracturas y suprimir la vibración durante el corte, para así lograr un mecanizado altamente eficiente y estable, se han realizado varias propuestas, incluyendo una fresa de radio.

35 En el documento de patente 1 se da a conocer una fresa de refrentar, en la que la parte de corte del borde inferior tiene forma de arco, arqueándose a lo largo de al menos parte de la longitud de la herramienta, cuando se observa desde el extremo de herramienta, de modo que se potencia la tasa de eliminación de metal y se suprime la abrasión de herramienta, para así prolongar la vida de herramienta.

40 En el documento de patente 2, se da a conocer una fresa elipsoidal, en la que un borde de corte aproximadamente elipsoidal parcial está formado en la punta de un cuerpo de herramienta que rota alrededor de un centro de árbol, y el foco de dicha elipse está en una posición aproximadamente simétrica del centro de árbol, y al menos parte de dicho borde de corte está compuesto por un material superduro.

45 En el documento de patente 3, se da a conocer una fresa de refrentar con el fin de mecanizado a alta velocidad de alimentación y mecanizado de alta eficiencia, en la que el borde de corte de la fresa está compuesto por un borde periférico, un borde inferior en forma de arco; y un borde R de esquina en forma de arco que los conecta.

50 En el documento de patente 4, se da a conocer una fresa maciza de carburo cementado que comprende una pluralidad de bordes de esquina, en la que dicho borde de esquina está compuesto por un borde 1 de esquina principal que forma una trayectoria rotacional de dicha fresa y un borde 2 de esquina secundario que está subdimensionado en comparación con dicha trayectoria rotacional, en la que dicho borde de esquina principal tiene forma de arco, dicho borde de esquina secundario tiene forma de arco igual o menor que dicho borde de esquina principal y subdimensionado en del 0,5% al 10% con respecto al diámetro de corte que forma dicha trayectoria rotacional.

55 Documentos de la técnica anterior

[Documentos de patente]

60 [Documento de patente 1] Documento JP-A-2009-532222
 [Documento de patente 2] Documento JP-A-2003-326414
 [Documento de patente 3] Patente estadounidense 7125210
 [Documento de patente 4] Documento JP-A-2005-52924

65 Sumario de la Invención

Problemas que va a resolver la Invención

En los últimos años, en el campo del mecanizado de moldes, hay una gran demanda de corte de alta eficiencia. Sin embargo, existe un problema en cuanto a que la vida de la fresa se vuelve extremadamente corta para el desbaste de alta eficiencia de materiales de molde de alta dureza. La causa de tal problema se encuentra en que el calor de corte de la fresa tiende a aumentar durante el desbaste de alta eficiencia de materiales de alta dureza, y las abrasiones avanzan más rápidamente. Además, es más probable que se produzcan fracturas provocadas por impacto en el borde, lo cual conduce a una vida de herramienta acortada. Además, cuando se mecanizan esquinas y se realiza un mecanizado que requiere un voladizo largo, tienden a producirse fracturas del borde, debido a la vibración de la fresa. Por tanto, dado que la vida de herramienta de la fresa se vuelve extremadamente corta en el desbaste de materiales de alta dureza, existe un problema en cuanto a que es difícil lograr un corte de alta eficiencia con una vida de herramienta prolongada.

En la fresa dada a conocer en el documento de patente 1, aunque se potenció la resistencia a fracturas de la fresa mediante el diseño de su borde, uno de los objetos de la presente invención, que es el corte de esquinas de materiales molde de alta dureza y el mecanizado con voladizo largo, tienden a producirse fracturas de la fresa porque no puede suprimirse suficientemente la vibración.

En la fresa dada a conocer en el documento de patente 2, debido al diseño elipsoidal del borde inferior, la resistencia del borde se vuelve fuerte, y se potencia la resistencia a fracturas. Sin embargo, dado que la longitud del borde en contacto con el material de trabajo es larga, la resistencia de corte se vuelve grande, y existe un peligro de que se produzcan fracturas. Por tanto, hubo un problema en cuanto a que se acorta la vida de herramienta durante el corte de materiales de alta dureza.

En la fresa dada a conocer en el documento de patente 3, debido al borde inferior en forma de arco, puede lograrse resistencia a la abrasión del borde en desbaste de alta eficiencia. Sin embargo, como con el documento de patente 1, en el mecanizado de esquinas de molde y el mecanizado con voladizo largo, hubo un problema en cuanto a que no pudo suprimirse suficientemente la vibración, conduciendo a fracturas.

En la fresa dada a conocer en el documento de patente 4, dado que el borde de esquina secundario está subdimensionado, los bordes en contacto simultáneo durante el mecanizado de esquinas de molde disminuyen, siendo de ese modo eficaces en la supresión de la vibración. Sin embargo, en una fresa de radio, dado que el borde inferior y el borde periférico entran en contacto en un único borde R de esquina en forma de arco, las virutas se vuelven gruesas, provocando que aumente el calor de corte durante el corte de materiales de alta dureza. Por tanto, hubo un problema en cuanto a que la abrasión avanza rápidamente, provocando que la vida de herramienta se volviera corta.

En vista de los problemas descritos anteriormente, el problema que pretende resolver la presente invención es el de proporcionar una fresa con bordes que muestren resistencia a fracturas y resistencia a abrasión superiores, que pueda suprimir la vibración en el mecanizado de esquinas de molde y en el mecanizado con voladizo largo, que también pueda lograr una vida prolongada y mecanizado estable, lo que no era posible convencionalmente, incluso en el mecanizado de alta eficiencia.

Medios para resolver el problema

Con el fin de obtener el objeto descrito anteriormente, los presentes inventores examinaron la forma óptima del borde de corte realizando cambios en la forma del borde inferior de la fresa, y realizando repetidas veces pruebas de corte y evaluaciones. Como resultado, se descubrió que, con el fin de resolver los problemas descritos anteriormente referentes al corte de materiales de alta dureza, la creación de un borde inferior con una forma novedosa que difiriera de las de las fresas convencionales era importante.

Por tanto, la presente invención proporciona una fresa según la reivindicación independiente 1.

En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco sea mayor que el radio de herramienta.

En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco esté en el intervalo de 0,3 veces o más a 0,7 veces o menos el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco.

En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco esté en el intervalo de 1,1 veces o más a 1,5 veces o menos el radio de herramienta.

En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el

flanco del borde de corte en forma de arco esté en el intervalo de 2 veces o más a 4 veces o menos el radio de herramienta.

5 En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que comprenda una pluralidad de bordes periféricos que consistan, cada uno, en un borde periférico principal que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado periférico exterior y un borde periférico secundario que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado de circunferencia interior, y una pluralidad de bordes inferiores que consistan, cada uno, en un borde inferior principal con una longitud relativamente larga desde el eje de herramienta, y un borde inferior secundario con una longitud relativamente corta desde el eje de herramienta, en la que el borde inferior principal está compuesto por un borde de corte en forma de arco que tiene un radio de curvatura que es de 1,5 veces o más a 5 veces o menos el radio de herramienta y un borde de corte de media a baja inclinación que se extiende desde el extremo del borde de corte en forma de arco hacia el eje de herramienta, y el borde inferior secundario y el borde periférico secundario se proporcionan en una dirección perpendicular al eje de herramienta desde el borde inferior principal y el borde periférico principal, respectivamente, en una posición subdimensionada en el intervalo de 0,0025 veces o más a 0,01 veces o menos con respecto al diámetro de herramienta.

20 En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que la posición del centro del arco que constituye el borde de corte en forma de arco en el borde inferior principal, cuando se observa desde una dirección perpendicular al eje de herramienta, esté en el intervalo de 0,05 veces o más a 0,25 veces o menos el diámetro de herramienta, cuando se mide desde el eje de herramienta en una dirección perpendicular al eje de herramienta.

25 En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que la razón de la longitud del borde de corte en forma de arco en el borde inferior y el radio de herramienta, cuando se mide en una dirección perpendicular al eje de herramienta, sea de al menos el 50% o más al 90% o menos del radio de herramienta para la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal.

30 En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que el radio de curvatura del arco que constituye el borde de corte en forma de arco en el borde inferior principal sea igual al radio de curvatura del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario.

En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que cada borde inferior y borde periférico estén conectados mediante un borde R aproximadamente en forma de arco.

35 En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que el radio de curvatura del borde R esté en el intervalo de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio de herramienta.

En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que cada borde inferior y borde periférico esté conectado mediante un borde de corte de extremo achaflanado.

40 En la fresa de carburo cementado de la presente invención, es preferible que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado esté en el intervalo de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio de herramienta.

Efecto de la Invención

45 En la fresa de la presente invención, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta, el borde de corte en forma de arco y el reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco forman curvas con radios de curvatura, y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco es menor que el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco. Por tanto, se potencia la capacidad de eliminación de virutas. Además, la anchura del flanco del borde de corte en forma de arco se vuelve más estrecha a medida que se aproxima al centro del eje de herramienta, y el flanco se vuelve más ancho en la periferia exterior. Por tanto, la rigidez del borde en la periferia exterior aumenta, permitiendo una velocidad de corte superior y cortar a una velocidad de alimentación superior. Por tanto, se permite la potenciación de la eficiencia de corte.

55 En la presente invención, es preferible que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco sea mayor que el radio de herramienta. Esto permite que el flanco en la periferia exterior se vuelva más ancho, lo que permite que la anchura del flanco en la periferia más exterior de la herramienta, es decir, la parte de conexión del borde de corte en forma de arco y el borde periférico, en la que la resistencia de corte está en su máximo, sea más grande. Por tanto, la rigidez de la parte de conexión del borde de corte en forma de arco y el borde periférico se potencia adicionalmente, permitiendo un corte estable sin fracturas ni siquiera durante el corte de alta eficiencia.

65 En la presente invención, es preferible que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco esté en el intervalo de 0,3 veces o más a 0,7 veces o menos el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco. Esto permite adicionalmente aumentar la capacidad de eliminación de virutas, permitiendo el mecanizado de alta eficiencia de 1,5 veces o más, en comparación con fresas convencionales, incluso en el desbaste de moldes con esquinas compuestos por materiales de alta dureza de

60 HRC.

Además, es preferible que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco esté en el intervalo de 1,1 veces o más a 1,5 veces o menos el radio de herramienta. Esto permite una vida de herramienta de 1,5 veces o más la de fresas convencionales, incluso en el desbaste de moldes con esquinas compuestos por materiales de alta dureza de 60 HRC.

En la presente invención, es preferible que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco esté en el intervalo de 2 veces o más a 4 veces o menos el radio de herramienta. Esto permite que la anchura del flanco en la periferia exterior se vuelva más ancha, potenciando la rigidez, y de ese modo permite el mecanizado estable sin fracturas de borde en la periferia exterior, incluso durante el mecanizado en condiciones de alta eficiencia.

La fresa de la presente invención está compuesta por un borde periférico principal que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado periférico exterior y un borde periférico secundario que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado de circunferencia interior, y el borde inferior principal está compuesto por un borde de corte en forma de arco que tiene un radio de curvatura que es 1,5 veces o más a 5 veces o menos el radio de herramienta, y un borde de corte de media a baja inclinación que se extiende desde un extremo del borde de corte en forma de arco hacia el centro del eje de herramienta. Por tanto, las virutas que se desarrollan durante el corte se vuelven delgadas, reduciendo la resistencia de corte y el impacto. Por tanto, se potencia la resistencia a la abrasión y la resistencia a las fracturas. Además, dado que las virutas se vuelven más delgadas, el calor de corte puede suprimirse, permitiendo una potenciación adicional de la resistencia a la abrasión. Esto permite una velocidad de alimentación superior, permitiendo la potenciación de la eficiencia. Por tanto, puede lograrse un mecanizado de alta eficiencia de 1,5 veces o más en comparación con fresas convencionales, incluso en el desbaste de moldes con esquinas compuestos por materiales de alta dureza de 60 HRC.

En la presente invención, el borde inferior secundario y el borde periférico secundario se proporcionan en una dirección perpendicular al eje de herramienta desde el borde inferior principal y borde periférico principal, respectivamente, en una posición subdimensionada en el intervalo de 0,0025 veces o más a 0,01 veces o menos con respecto al diámetro de herramienta. Por tanto, puede suprimirse la vibración y se hace posible un mecanizado extremadamente estable, incluso en el mecanizado de esquinas, lo que es esencial en el mecanizado de moldes. Más específicamente, puede lograrse una vida de herramienta de 1,5 veces o más la de fresas convencionales sin fracturas, incluso en el desbaste de alta eficiencia de moldes con esquinas compuestos por materiales de alta dureza de 60 HRC.

En la presente invención, al establecer la posición del centro del arco que constituye el borde de corte en forma de arco en el borde inferior principal, cuando se observa desde una dirección perpendicular al eje de herramienta, en el intervalo de 0,05 veces o más a 0,25 veces o menos el diámetro de herramienta, cuando se mide desde el eje de herramienta en una dirección perpendicular al eje de herramienta, la fresa puede evitar cortar con los bordes en la parte central y sus proximidades donde la velocidad de corte se vuelve nula. Además, incluso cuando se establece una profundidad de corte mucho mayor, dado que el corte puede realizarse únicamente con el borde inferior, el grosor real de la viruta que se desarrolla durante el corte se vuelve delgado, y se obtiene un corte estable de alta eficiencia, en comparación con fresas convencionales.

En la presente invención, dado que el radio de curvatura del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es igual al radio de curvatura del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario, la carga sobre todo el borde inferior se vuelve uniforme, permitiendo un mecanizado más estable.

En la presente invención, es preferible que el borde inferior y el borde periférico estén conectados mediante un borde R aproximadamente en forma de arco, y que el radio de curvatura del borde R esté en el intervalo de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio de herramienta. Alternativamente, es preferible que el borde inferior y el borde periférico estén conectados mediante un borde de corte de extremo achaflanado, y además, que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado esté en el intervalo de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio de herramienta. La velocidad de corte es la más grande en el borde inferior en el lado de borde periférico, y es probable que se produzcan fracturas, pero conectando el borde inferior y el borde periférico mediante un borde R o un borde de corte de extremo achaflanado, incluso cuando la parte de conexión entre el borde periférico y el borde inferior entra en contacto con el material de trabajo, no se producen fracturas, y se permite un mecanizado de larga duración.

Por tanto, la presente invención proporciona una fresa que permite el mecanizado de alta eficiencia para moldes con formas complejas y, además, permite el mecanizado estable y de larga duración incluso para materiales de alta dureza.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista frontal de un ejemplo de la fresa de la presente invención.

La figura 2 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa de la figura 1, vista desde una dirección perpendicular al eje de herramienta.

5 La figura 3 es una vista ampliada del borde inferior de la fresa de la figura 1, vista desde una dirección paralela al eje de herramienta.

La figura 4 es una vista ampliada del borde inferior de la fresa de la figura 3.

10 La figura 5 muestra una fresa convencional, en la que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco son iguales.

La figura 6 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, cuando se mecaniza una esquina de un molde.

La figura 7 muestra una fresa, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados mediante un borde R aproximadamente en forma de arco.

15 La figura 8 muestra una fresa, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados mediante un borde de corte de extremo achaflanado.

La figura 9 muestra la fresa de la presente invención, que comprende un borde periférico principal que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado periférico exterior y un borde periférico secundario que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado de circunferencia interior.

20 La figura 10 es una vista frontal de un ejemplo de la fresa de carburo cementado de la presente invención.

La figura 11 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa de la figura 10, que muestra la trayectoria rotacional del borde periférico, vista desde una dirección perpendicular al eje de herramienta de la fresa.

25 La figura 12 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la cantidad de corte del borde inferior principal cuando se corta una pieza en la que la dirección de alimentación de la fresa es lineal o aproximadamente lineal.

La figura 13 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la cantidad de corte del borde inferior secundario cuando se corta una pieza en la que la dirección de alimentación de la fresa es lineal o aproximadamente lineal.

30 La figura 14 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la diferencia entre la cantidad de corte del borde inferior principal y el borde inferior secundario cuando se corta una esquina de un molde.

La figura 15 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la cantidad de corte del borde inferior principal y cuando se corta el lado de un molde.

35 La figura 16 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la cantidad de corte del borde inferior secundario cuando se corta el lado de un molde.

La figura 17 es una vista ampliada de la fresa vista desde el lado de borde inferior, que muestra la diferencia entre el contacto del borde periférico principal y el borde periférico secundario con el material de trabajo, cuando se mecaniza una esquina de un molde usando otro ejemplo de la fresa de la presente invención, mostrada en la figura 10.

40 La figura 18 es un diagrama esquemático de una viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa de radio convencional.

La figura 19 es un diagrama esquemático de una viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando la fresa de la presente invención.

45 La figura 20 es un diagrama esquemático de una viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa con un borde inferior principal, en la que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es de menos de 1,5 veces el radio de herramienta.

La figura 21 es un diagrama esquemático de una viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa con un borde inferior principal, en la que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es de más de 5 veces el radio de herramienta.

50 La figura 22 es un diagrama esquemático de una viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa, en la que la distancia al centro del arco es de menos de 0,05 veces el diámetro D de herramienta.

La figura 23 es un diagrama esquemático de una viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa, en la que la distancia al centro del arco es de más de 0,25 veces el diámetro D de herramienta.

55 La figura 24 muestra la fresa de la presente invención, en la que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario son iguales.

La figura 25 es una vista ampliada de las proximidades del borde R de la fresa de la presente invención, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados mediante un borde R aproximadamente en forma de arco.

60 La figura 26 es una vista ampliada de las proximidades del borde de corte de extremo achaflanado de la fresa de la presente invención, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados mediante un borde de corte de extremo achaflanado.

65 La figura 27 es una vista de lado izquierdo de la fresa de la presente invención, que comprende dos bordes periféricos principales y cuatro bordes periféricos secundarios.

La figura 28 es una vista ampliada de la trayectoria rotacional de otra fresa de la presente invención, que

muestra la longitud del borde de corte en forma de arco medida en una dirección perpendicular al eje de herramienta.

La figura 29 es una vista ampliada de la trayectoria rotacional de otra fresa de la presente invención, que muestra la longitud del borde de corte en forma de arco medida en una dirección perpendicular al eje de herramienta.

La figura 30 muestra otro ejemplo de la fresa de la presente invención.

Mejor modo de llevar a cabo la Invención

Como realización típica de la presente invención, la fresa de la presente invención se describe con referencia a las figuras 1 a 9. La figura 1 es una vista frontal de un ejemplo de la fresa de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 1, la fresa 11 de la presente invención está compuesta por un borde 1 periférico y un borde 2 inferior que se proporciona la cara de extremo en la punta. La fresa 11 de la presente invención se usa normalmente en el mecanizado de contornos y el corte se realiza usando, principalmente, el borde 2 inferior.

La figura 2 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa de la figura 1, cuando se observa desde una dirección perpendicular al eje de herramienta. En la presente invención, el borde de corte está compuesto por un borde 2 inferior, que está compuesto por un borde 32 de corte en forma de arco principalmente curvado y un borde 33 de corte de media a baja inclinación que es consecutivo con respecto al borde 32 de corte en forma de arco, y un borde 1 periférico. Dado que la fresa de la presente invención se usa en el mecanizado de contornos de moldes, etc., el corte se realiza usando el borde 2 inferior. En este caso, aunque el borde 2 inferior está compuesto por un borde 32 de corte en forma de arco y un borde 33 de corte de media a baja inclinación, el borde 32 de corte en forma de arco se usa principalmente para cortar.

La figura 3 es una vista ampliada del borde inferior de la fresa de la figura 1, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta. El borde inferior de la fresa 11 de la presente invención está compuesto por un borde 32 de corte en forma de arco y un borde 33 de corte de media a baja inclinación. El borde 32 de corte en forma de arco está formado por una acanaladura y un flanco 35 del borde de corte en forma de arco, y la acanaladura y el flanco 35 del borde de corte en forma de arco situados en el lado trasero de la rotación del borde 32 de corte en forma de arco están conectados mediante un reborde 34 en el lado trasero de la rotación del borde de corte en forma de arco. Además, el borde 32 de corte en forma de arco y el borde 33 de corte de media a baja inclinación están conectados mediante un límite 42 del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación. De manera similar, el flanco 35 del borde de corte en forma de arco y el flanco del borde de corte de media a baja inclinación están conectados mediante un límite 43 del flanco del borde de corte en forma de arco y el flanco del borde de corte de media a baja inclinación.

La figura 4 es una vista ampliada del borde inferior de la fresa de la figura 3. Tal como se describió anteriormente, en la fresa de la presente invención, el borde 32 de corte en forma de arco y el borde 33 de corte de media a baja inclinación están conectados mediante el límite 42 del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación, y el flanco 35 del borde de corte en forma de arco y el flanco 44 del borde de corte de media a baja inclinación están conectados mediante el límite 43 del flanco del borde de corte en forma de arco y el flanco del borde de corte de media a baja inclinación. Es decir, el borde 32 de corte en forma de arco se proporciona desde el límite 42 del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación hasta la parte de conexión con el borde periférico, y el borde 33 de corte de media a baja inclinación se proporciona desde el límite 42 del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación hasta el eje O de herramienta.

Además, el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco (centro 38 del arco), que se refiere al radio de curvatura del borde 32 de corte en forma de arco, es menor que el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación (centro 39 del arco), que es el radio de curvatura del reborde 34 en el lado trasero de la rotación del flanco del borde de corte en forma de arco. Por tanto, la línea de cresta del borde de corte en forma de arco se proporciona de modo que está orientada hacia la periferia exterior, y se eliminan virutas hacia la periferia exterior. Por tanto, las virutas no permanecen en la cavidad para virutas de la fresa, y se hace posible un mecanizado estable.

Tal como se muestra en la figura 4, dado que el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco es menor que el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación del flanco del borde de corte en forma de arco, la anchura x del flanco del borde de corte en forma de arco se vuelve más ancha a medida que se aproxima a la periferia exterior. En este caso, la anchura x del flanco del borde de corte en forma de arco se vuelve más ancha, se potencia la rigidez del borde, y es menos probable que se fracture el borde. Cuando se corta con una fresa, el corte se realiza generalmente a una frecuencia de rotación constante. Cuando la frecuencia de rotación es la misma, la velocidad de corte en el centro de la fresa es más lenta y la velocidad de corte en el lado periférico es más rápida. En la configuración de la presente invención, la anchura x del flanco del borde de corte en forma de arco está diseñada para ser más ancha en el lado periférico, en el que la velocidad de corte es más rápida y es más probable que se produzcan fracturas, mientras que la anchura x del flanco del borde de corte en forma de arco está diseñada para ser más estrecha en el centro, en el que la velocidad de corte es más lenta y es menos probable que se produzcan fracturas, y hay menos necesidad de

rigidez. Por tanto, se crea una gran cavidad para virutas, permitiendo establecer una condición óptima, y se permite el mecanizado en condiciones de corte estables y altamente eficientes. En este caso, el arco 36 formado por el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco y el arco 37 formado por el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación del flanco del borde de corte en forma de arco se intersecan preferiblemente en una intersección 40 que se proporciona cerca del extremo en el lado central de borde inferior.

En este caso, la intersección 40 es el punto en el que el borde inferior y el reborde del flanco del borde de corte en forma de arco en el lado trasero de la rotación se intersecan. Dado que el ángulo creado por cada línea de cresta es un ángulo extremadamente agudo, la rigidez del borde se vuelve inferior. Por tanto, en el mecanizado de contornos, para lo que se usa habitualmente, si la intersección 40 está en contacto constante con el material de trabajo durante el corte, pueden producirse virutas debido a la falta de rigidez. Por tanto, la intersección 40 debe proporcionarse preferiblemente en el borde 33 de corte de media a baja inclinación, que no entra en contacto con el material de trabajo durante el mecanizado de contornos. Además, cuando se observa desde una dirección paralela al eje de herramienta, la intersección 40 debe proporcionarse en una posición en la que la distancia desde el eje O de herramienta es de 0,05 veces o más a 0,25 veces o menos el diámetro D de herramienta. Es más preferible que se establezca de modo que su distancia desde el eje O de herramienta sea de 0,10 veces o más a 0,25 veces o menos el diámetro D de herramienta.

En este caso, el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco está preferiblemente en el intervalo de 0,3 veces o más a 0,7 veces o menos el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación del flanco del borde de corte en forma de arco. Se ha confirmado que cuando el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco es menor de 0,3 veces el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación del flanco del borde de corte en forma de arco, la anchura del flanco del borde de corte en forma de arco en la periferia más exterior se vuelve insuficiente, lo que provoca una falta de rigidez, conduciendo a una tendencia a que se produzcan fracturas. También se ha confirmado que cuando el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco es mayor de 0,7 veces el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación del flanco del borde de corte en forma de arco, se vuelve difícil eliminar la viruta desarrollada desde el borde de corte en forma de arco hacia la periferia, y es probable que se produzcan fracturas debido a obstrucción con viruta.

En la presente memoria descriptiva, cuando se observa la fresa de la presente invención desde una dirección perpendicular al eje de herramienta de la fresa, como en la figura 2, se muestra a modo de ejemplo que el borde 33 de corte de media a baja inclinación y el eje O de herramienta están conectados mediante una línea recta. Sin embargo, obsérvese que se obtienen los mismos efectos que los de la presente invención, aunque el borde 33 de corte de media a baja inclinación y el eje O de herramienta estén conectados mediante una curva. Además, cuando el borde 33 de corte de media a baja inclinación está compuesto por una pluralidad de líneas rectas y curvas mediante la intersección 40, por ejemplo, cuando el borde 33 de corte de media a baja inclinación está formado con una línea recta desde el límite 42 del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación hasta la intersección 40, y una curva desde la intersección 40 hasta el eje O de herramienta, puede decirse lo mismo.

La figura 5 muestra una fresa convencional, en la que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco son iguales. En la fresa 41 convencional mostrada en la figura 5, el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco y el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco tienen el mismo valor. Además, se proporciona un plano, que es diferente del flanco 35 del borde de corte en forma de arco, entre el flanco 35 del borde de corte en forma de arco y la acanaladura proporcionada en el lado trasero de la rotación del borde 32 de corte en forma de arco. La figura 5(a) es un ejemplo en el que el plano se proporciona relativamente estrecho. La figura 5(b) es un ejemplo en el que el plano se proporciona relativamente ancho. Tal como se muestra en la figura 5, cuando el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco y el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el borde de corte en forma de arco son iguales, la anchura del flanco del borde de corte en forma de arco se vuelve uniforme desde el centro hasta la periferia, y la rigidez del borde también se vuelve uniforme. Tal como se describió anteriormente, la velocidad de corte es más lenta en el centro de la fresa, y más rápida en la periferia. Sin embargo, si la rigidez es uniforme en el centro y la periferia, la rigidez de borde en la periferia será insuficiente, y por tanto es más probable que se produzcan fracturas, haciendo difícil realizar el mecanizado de alta eficiencia.

Además, tal como se muestra en la figura 5, en una fresa, cuando se forma un plano que es diferente del flanco 35 del borde de corte en forma de arco entre el flanco 35 del borde de corte en forma de arco y la acanaladura proporcionada en el lado trasero de la rotación en el borde 32 de corte en forma de arco, la cavidad para virutas se vuelve estrecha, provocando obstrucción de virutas durante el corte de alta eficiencia. En la presente invención, tal como se muestra en la figura 3 y la figura 4, el flanco 35 del borde de corte en forma de arco y la acanaladura se proporcionan de una manera consecutiva mediante un reborde 34 en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco. Es decir, las dos acanaladuras adyacentes están conectadas mediante un plano (el flanco 35 del borde de corte en forma de arco) y, por tanto, la cavidad para virutas es ancha y las virutas pueden eliminarse de manera estable durante el corte. Por tanto, se hace posible un corte de alta eficiencia en comparación con la fresa convencional.

En la vista ampliada del borde inferior visto desde una dirección paralela al eje de herramienta de la figura 4, cuando el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco es menor que el radio R de herramienta, la anchura x del flanco del borde de corte en forma de arco en la periferia más exterior de la fresa no es lo suficientemente ancha, y por tanto tienden a producirse fracturas debidas a falta de rigidez. Por tanto, el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco debe ser preferiblemente mayor que el radio R de herramienta.

Además, el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco está preferiblemente en el intervalo de 1,1 veces o más a 1,5 veces o menos el radio R de herramienta. Esto permite una vida de herramienta de más de 1,5 veces la de la fresa convencional sin fracturas, en el desbaste de alta eficiencia de moldes que contienen esquinas compuestos por materiales de alta dureza con una dureza de 60 HRC o más. Se ha confirmado una ligera disminución en la vida de herramienta cuando el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco no está en el intervalo de 1,1 veces o más a 1,5 veces o menos el radio R de herramienta.

La figura 6 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa cuando se mecaniza una esquina de un molde. La figura 7 muestra una fresa, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados mediante un borde R aproximadamente en forma de arco. La figura 8 muestra una fresa, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados mediante un borde de corte de extremo achaflanado. En la fresa de la presente invención, el borde 2 inferior se usa principalmente para el mecanizado de contornos, pero cuando se mecaniza la esquina de moldes, etc., se usa todo el borde 32 de corte en forma de arco para el corte. En un caso de este tipo, si la parte de conexión del borde 2 inferior y el borde 1 periférico forman un ángulo, puede conducir a fracturas. Por tanto, el borde 2 inferior y el borde 1 periférico están preferiblemente conectados mediante un borde 8 R aproximadamente en forma de arco o un borde 9 de corte de extremo achaflanado. Además, el radio de curvatura del borde 8 R o la anchura obtenida midiendo el borde 9 de corte de extremo achaflanado desde una dirección perpendicular al eje O de herramienta, es preferiblemente de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio de herramienta. Si es menor de 0,02 veces el radio de herramienta, el efecto de prevención de fracturas se vuelve pequeño, y se confirma una tendencia a que se produzcan fracturas. Si es mayor de 0,2 veces el eje de herramienta, la distancia de contacto con el material de trabajo se vuelve larga, lo que conduce a un aumento en la resistencia de corte, y se ha confirmado una tendencia a que se produzcan fracturas y rotura.

La presente invención, en la que el borde de corte en forma de arco y el reborde en el lado trasero de la rotación en un flanco del borde de corte en forma de arco son de la forma novedosa mencionada anteriormente, proporciona una fresa que permite el mecanizado de alta eficiencia de moldes con formas complejas, lo que permite adicionalmente una vida de herramienta prolongada y mecanizado estable, incluso en el mecanizado de materiales de alta dureza.

Además, la fresa que comprende el borde de corte en forma de arco y el reborde en el lado trasero de la rotación en un flanco del borde de corte en forma de arco de tal forma puede producirse aplicando una muela abrasiva desde la línea de cresta de borde del borde inferior hacia la dirección normal durante la producción de herramienta, al tiempo que se hace rotar el eje de herramienta y se mueve desde el centro de herramienta hacia la periferia.

Además, en la presente invención, aunque se cambien la forma del borde inferior de la fresa, la disposición del borde inferior y el borde periférico, y la forma de la parte de conexión del borde inferior y el borde periférico, puede obtenerse el efecto de la presente invención. La figura 9 muestra la fresa de la presente invención, que comprende un borde periférico principal que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado periférico exterior y un borde periférico secundario que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado de circunferencia interior. Tal como se muestra en la figura 9, el borde 4 periférico secundario se proporciona en una posición que está hacia la circunferencia interior en una cantidad 14 subdimensionada del borde periférico desde el borde 3 periférico principal. Esto permite la supresión de la vibración y la reducción de la resistencia de corte. Además, adoptando la composición del borde inferior compuesto por un borde de corte en forma de arco y un borde de corte de media a baja inclinación y el borde periférico, de modo que están compuestos por un borde inferior principal y un borde periférico principal que están dispuestos en posiciones relativamente en el lado periférico exterior y un borde inferior secundario y un borde periférico secundario que están dispuestos en posiciones relativamente en el lado de circunferencia interior, supresión de la vibración y reducción de la resistencia de corte, incluso durante el corte en una posición que es profunda en la dirección del eje, en la que la cantidad de voladizo de la herramienta es larga. Por tanto, particularmente en el mecanizado de cavidades, pueden suprimirse fracturas que se producen con frecuencia en el lado de la cavidad formada en la parte inferior de una cavidad profunda y la esquina de una cavidad. A continuación en el presente documento, se describirá otro ejemplo de la presente invención.

En otro ejemplo de la presente invención, la fresa de carburo cementado de la presente invención se describe usando la figura 10 a la figura 30. La figura 10 es una vista frontal de un ejemplo de la fresa de carburo cementado de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 10, la fresa 11 de la presente invención comprende un borde 1 periférico y un borde 2 inferior que se proporciona en la cara de extremo en el lado de punta. La fresa de la presente invención se usa para el mecanizado de contornos, y el corte se realiza principalmente usando el borde 2 inferior.

La figura 11 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa de la figura 10, que muestra la trayectoria rotacional del borde periférico, vista desde una dirección perpendicular al eje de herramienta de la fresa. En otro ejemplo de la presente invención, el borde de corte está compuesto principalmente por un borde 3 periférico principal, un borde 5 inferior principal cuya longitud desde el eje O de herramienta es relativamente larga, que está compuesto por un borde 19 de corte en forma de arco del borde inferior principal y un borde 20 de corte de media a baja inclinación del borde inferior principal, así como un borde 4 periférico secundario, y un borde 6 inferior secundario cuya longitud desde el eje O de herramienta es relativamente corta, que está compuesto por un borde 21 de corte en forma de arco del borde inferior secundario y un borde 22 de corte de media a baja inclinación del borde inferior secundario. Además, en otro ejemplo de la presente invención, el borde 20 de corte de media a baja inclinación del borde inferior principal y el borde 22 de corte de media a baja inclinación del borde inferior secundario tienen una forma que se extiende desde el extremo del borde de corte en forma de arco hacia el eje O de herramienta. Además, en la figura 11, la trayectoria rotacional del borde 3 periférico principal que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado periférico exterior, el borde 19 de corte en forma de arco del borde inferior principal, y el borde 20 de corte de media a baja inclinación del borde inferior principal se muestran mediante una línea continua, mientras que la trayectoria rotacional del borde 4 periférico secundario que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado de circunferencia interior, el borde 21 de corte en forma de arco del borde inferior secundario, y el borde 22 de corte de media a baja inclinación del borde inferior secundario se muestran mediante una línea discontinua.

Tal como se muestra en la figura 11, en otro ejemplo de la presente invención, el borde 4 periférico secundario, el borde 21 de corte en forma de arco del borde inferior secundario y el borde 22 de corte de media a baja inclinación del borde inferior secundario que constituyen el borde 6 inferior secundario, se proporcionan cada uno en una posición que está hacia el lado de circunferencia interior en una cantidad igual a la cantidad 14 subdimensionada del borde periférico y la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior desde el borde 3 periférico principal, el borde 19 de corte en forma de arco del borde inferior principal, y el borde 20 de corte de media a baja inclinación del borde inferior principal que componen el borde 5 inferior principal, respectivamente. En la presente invención, la cantidad 14 subdimensionada del borde periférico y la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior están preferiblemente en el intervalo de 0,0025 veces o más a 0,01 veces o menos el diámetro D de herramienta en una dirección perpendicular al eje O de herramienta.

Es decir, en la presente invención, el borde 6 inferior secundario y el borde 4 periférico secundario están formados preferiblemente en una posición que está subdimensionada en el intervalo de 0,0025 veces o más a 0,01 veces o menos el diámetro D de herramienta en una dirección perpendicular al eje O de herramienta desde el borde 5 inferior principal y el borde 3 periférico principal, respectivamente. En un caso de este tipo, se maximiza el efecto antivibraciones de la herramienta. Obsérvese que en la fresa de la presente invención, la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior se refiere a la distancia entre el borde 5 inferior principal y el borde 6 inferior secundario cuando se mide en una dirección perpendicular al eje de herramienta. Por tanto, la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior puede variar dependiendo de la posición en el borde inferior en la que se mide. En la presente invención, la cantidad subdimensionada máxima, en la que la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior es máxima, y la cantidad subdimensionada mínima, en la que la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior es mínima, están preferiblemente ambas en el intervalo de 0,0025 veces o más a 0,01 veces o menos el diámetro de herramienta.

La figura 12 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la cantidad de corte del borde inferior principal cuando se corta una pieza en la que la dirección de alimentación de la fresa es lineal o aproximadamente lineal. La figura 13 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la cantidad de corte del borde inferior secundario cuando se corta una pieza en la que la dirección de alimentación de la fresa lineal o aproximadamente lineal. En la figura 12, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, en la condición de profundidad a_p de corte en la dirección axial y la velocidad f_1 de alimentación en el borde para el corte de una pieza lineal o aproximadamente lineal, se muestra mediante las líneas diagonales. De manera similar, en la figura 13, la cantidad de corte del borde 6 inferior secundario, en la condición de profundidad a_p de corte en la dirección axial y velocidad f_1 de alimentación en el borde para el corte de una pieza lineal o aproximadamente lineal, se muestra mediante las líneas diagonales. Obsérvese que en las figuras que indican la cantidad de corte, tales como la figura 12, la posición y el tamaño de la profundidad a_p de corte en la dirección axial, velocidad f_1 de alimentación para el corte de una pieza lineal o aproximadamente lineal, y el centro 17 del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se simplifican y se muestran como un diagrama esquemático.

Tal como se muestra en la figura 12 y la figura 13, al cortar mediante otro ejemplo de la fresa de la presente invención, si el eje de herramienta de la fresa de la presente invención existe en la posición del eje O de herramienta de la fresa, cuando se mueve la fresa para una unidad de velocidad de alimentación durante el mecanizado de una pieza lineal o aproximadamente lineal, la posición del eje de herramienta de la fresa de la presente invención se mueve al eje O' de herramienta de la fresa cuando se mueve una unidad de velocidad de alimentación. Tal como se muestra en la figura 12 y la figura 13, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, cuando se mueve para la unidad de velocidad f_1 de alimentación mencionada anteriormente, se vuelve mayor que la del borde 6 inferior

secundario. Por tanto, al cortar una pieza en la que la dirección de alimentación de la fresa es lineal o aproximadamente lineal, las cantidades de corte del borde 5 inferior principal y el borde 6 inferior secundario difieren, siendo por tanto eficaces en la supresión de la vibración provocada por ondas periódicas tales como resonancia.

5 La figura 14 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la diferencia entre la cantidad de corte del borde inferior principal y el borde inferior secundario, cuando se corta una esquina de un molde. Cuando se corta la esquina de un molde, la fresa entra en la esquina del molde desacelerándose, debido a la función de la herramienta de mecanizado y CAM. Por tanto, la velocidad de alimentación en el borde se vuelve pequeña. Tal como se muestra en la figura 14, la velocidad f_2 de alimentación en el borde cuando se mecaniza una parte de esquina es menor que la velocidad f_1 de alimentación en el borde cuando se mecaniza una parte lineal o aproximadamente lineal en la figura 12 y la figura 13, y menor que la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior. En la figura 14, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, cuando la velocidad f_2 de alimentación en el borde mencionada anteriormente es menor que la velocidad f_1 de alimentación en el borde mencionada anteriormente y menor que la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior, se muestra mediante las líneas diagonales. Cuando la velocidad f_2 de alimentación en el borde es menor que el valor de la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior, sólo el borde 5 inferior principal entra en contacto con el material de trabajo, y el borde 6 inferior secundario no entra en contacto con el material de trabajo. Por tanto, el número de bordes de fresa en contacto simultáneo con el material de trabajo, o el número de bordes inferiores que entran en contacto con el lado de la esquina del molde, se reduce por el número de bordes 6 inferiores secundarios.

20 Por tanto, en la presente invención, al formar el borde 6 inferior secundario y el borde 4 periférico secundario en una posición que está subdimensionada en el intervalo de 0,0025 veces o más a 0,01 veces o menos el diámetro D de herramienta, en una dirección perpendicular al eje O de herramienta desde el borde 5 inferior principal y el borde 3 periférico principal, se reduce el número de bordes en contacto simultáneo, disminuyendo así la resistencia de corte desde múltiples direcciones. Por tanto, la vibración que surge con frecuencia durante el corte de esquinas, que es una necesidad en el mecanizado de moldes, puede suprimirse eficazmente. Cuando la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior es de menos de 0,0025 veces el diámetro D de herramienta, el número de bordes en contacto simultáneo no se reduce eficazmente, y el efecto antivibraciones se vuelve extremadamente pequeño. Cuando la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior es de más de 0,01 veces el diámetro D de herramienta, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal se vuelve extremadamente grande; lo que puede provocar que el borde 5 inferior principal se fracture en una etapa temprana, conduciendo a una vida de herramienta acortada para la fresa.

35 La figura 15 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la cantidad de corte del borde inferior principal cuando se corta el lado de un molde. La figura 16 es una vista ampliada de las proximidades de la punta de la fresa, que muestra la cantidad de corte del borde inferior secundario cuando se corta el lado de un molde. En la figura 15, la dirección a de movimiento de la herramienta es la dirección del eje O de herramienta, y la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, cuando se mecaniza en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial, se muestra mediante las líneas diagonales. De manera similar, en la figura 16, la dirección a de movimiento de la herramienta es la dirección del eje O de herramienta, y la cantidad de corte del borde 6 inferior secundario, cuando se mecaniza en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial, se muestra mediante las líneas diagonales. Tal como se muestra en la figura 15 y la figura 16, la dirección a de movimiento de la herramienta es la dirección del eje O de herramienta, y la cantidad de corte del borde 5 inferior principal es mayor que la cantidad de corte del borde 6 inferior secundario, cuando se mecaniza en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial. Al cortar el lado de un molde, cuando se mecaniza una pieza en la que la dirección de alimentación de la fresa es una parte que es lineal o aproximadamente lineal, tal como se muestra en la figura 15 y la figura 16, dado que la cantidad de corte del borde 5 inferior principal y el borde 6 inferior secundario difieren, puede suprimirse eficazmente la vibración por ondas periódicas iguales tales como resonancia.

50 La figura 17 es una vista ampliada de la fresa vista desde el lado de borde inferior, que muestra la diferencia entre el contacto del borde periférico principal y el borde periférico secundario con el material de trabajo, cuando se corta una esquina de un molde usando otro ejemplo de la fresa de la presente invención, mostrado en la figura 10. Cuando se corta la esquina de un molde, la fresa entra en la esquina desacelerándose, debido a la función de la herramienta de mecanizado y CAM y, por tanto, la velocidad de alimentación en el borde se vuelve pequeña. Tal como se muestra en la figura 17, cuando la velocidad de alimentación en el borde es menor que la cantidad 14 subdimensionada del borde periférico durante el corte de la esquina de molde, sólo el borde 3 periférico principal entra en contacto con el material W de trabajo, y el borde 4 periférico secundario no entra en contacto con el material de trabajo. Por tanto, se reduce el número de bordes en contacto simultáneo, o el número de bordes periféricos que entran en contacto con el lado de la esquina del molde. En el caso mostrado en la figura 17, si todos los bordes periféricos de la fresa estuvieran situados en la posición del borde 3 periférico principal, el número de bordes que entran en contacto con el material W de trabajo simultáneamente sería de dos. Sin embargo, en la fresa de la presente invención, dado que los bordes 4 periféricos secundarios están situados hacia la circunferencia interior en una cantidad 14 subdimensionada del borde periférico, el número de bordes en contacto simultáneo con el material W de trabajo se vuelve de uno. Si se reduce el número de bordes en contacto simultáneo, la resistencia de corte no se aplicará desde múltiples direcciones, y puede suprimirse eficazmente la vibración. Si la cantidad 14 subdimensionada del borde periférico es de menos de 0,0025 veces el diámetro D de herramienta, el número de

bordes en contacto simultáneo no puede reducirse eficazmente, y el efecto antivibraciones se vuelve extremadamente pequeño. Si la cantidad 14 subdimensionada del borde periférico es mayor de 0,01 veces el diámetro D de herramienta, la cantidad de corte del borde 3 periférico principal se vuelve extremadamente grande, lo que puede provocar que el borde 3 periférico principal se fracture en una etapa temprana, conduciendo a una vida de herramienta acortada para la fresa.

Además, tal como se muestra en la figura 11, el borde 5 inferior principal de la presente invención está compuesto por un borde 20 de corte de media a baja inclinación del borde inferior principal y un borde 19 de corte en forma de arco del borde inferior principal, que tiene un arco con un radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, que es de 1,5 veces o más a 5 veces o menos el radio R de herramienta. De manera similar, el borde 6 inferior secundario de la presente invención está compuesto por un borde 21 de corte en forma de arco del borde inferior secundario con un radio R2 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario y un borde 22 de corte de media a baja inclinación del borde inferior secundario. Cuando el radio R1 de curvatura mencionado anteriormente está en el intervalo de 1,5 veces o más a 5 veces o menos el radio R de herramienta, puede obtenerse la resistencia de borde del borde 5 inferior principal. Además, la viruta que se desarrolla durante el corte puede volverse más delgada. Además, dado que la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior de la fresa de la presente invención está en el intervalo de 0,0025 veces a 0,01 veces el diámetro de herramienta, el radio R1 de curvatura del borde 6 inferior secundario no se vuelve pequeño, y la resistencia de borde puede mantenerse, como en el caso del borde 5 inferior principal. Además, cuando el radio R2 de curvatura mencionado anteriormente está en el intervalo de 1,5 veces o más a 5 veces o menos el radio R de herramienta, puede obtenerse la resistencia de borde del borde 6 inferior secundario y, por tanto, es preferible.

La figura 18 es un diagrama esquemático de una viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa de radio convencional. En la figura 18, la cantidad de corte del borde 24 inferior de una fresa de radio convencional, cuando se corta una pieza que es lineal o aproximadamente lineal en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial y velocidad f1 de alimentación en el borde, se muestra mediante las líneas diagonales. En una fresa 23 de radio convencional, el radio R3 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior es de aproximadamente 0,1 veces a 0,5 veces el radio R de herramienta. Por tanto, cuando la longitud del área indicada por las líneas diagonales se mide en la dirección de una línea recta formada desde el centro 27 del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior o el centro 17 del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal en una fresa de radio convencional, hasta la intersección obtenida mediante una línea recta, que se dibuja a una altura de profundidad ap de corte en la dirección axial desde la intersección del borde de corte de media a baja inclinación y el borde de corte en forma de arco, y el borde de corte en forma de arco, el grosor 7 real de la viruta se vuelve grueso. Por tanto, el impacto de corte se vuelve grande y tienden a producirse fracturas. Además, dado que el grosor 7 real de la viruta se vuelve grueso, el calor de corte aumenta y el avance de la abrasión se acelera.

La figura 19 es un diagrama esquemático de la viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando la fresa de la presente invención. En la figura 19, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, cuando se corta una pieza que es lineal o aproximadamente lineal en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial y velocidad f1 de alimentación en el borde, se muestra mediante las líneas diagonales. El borde 5 inferior principal de la fresa de la presente invención comprende un borde de corte de media a baja inclinación del borde inferior principal y un borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, en el que el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es de 1,5 veces o más a 5 veces o menos el radio R de herramienta. Por tanto, dado que el grosor 7 real de la viruta formada durante el corte se vuelve delgado, el impacto de corte se vuelve pequeño, y se potencia la resistencia a fracturas de la fresa. Además, el grosor 7 real de la viruta formada durante el corte se vuelve delgado, lo que permite suprimir el calor de corte, potenciando así la resistencia a la abrasión. Debido a tales efectos, la velocidad de alimentación puede aumentarse, permitiendo la potenciación de la eficiencia. Por tanto, usando la fresa de la presente invención, puede obtenerse un mecanizado estable con una vida de herramienta prolongada para el corte de alta eficiencia de materiales de alta dureza.

La figura 20 es un diagrama esquemático de la viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa con un borde inferior principal, en el que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es de menos de 1,5 veces el radio de herramienta. En la figura 20, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, cuando se corta una pieza que es lineal o aproximadamente lineal en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial y velocidad f1 de alimentación en el borde, se muestra mediante las líneas diagonales. Cuando el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es de menos de 1,5 veces el radio R de herramienta, se vuelve más parecido a la forma de una fresa de bola y, por tanto, el grosor 7 real de la viruta formada durante el corte se vuelve grueso, provocando que la resistencia de corte se vuelva grande. Además, la resistencia del borde 5 inferior se vuelve insuficiente y es probable que se produzcan fracturas.

Además, la figura 21 es un diagrama esquemático de la viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa con un borde inferior principal, en el que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es de más de 5 veces el radio de herramienta. En la figura 21, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, cuando se corta una pieza que es lineal o aproximadamente lineal, en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial y velocidad f1 de alimentación en el borde, se muestra mediante las

líneas diagonales. Cuando el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior es de más de 5 veces el radio R de herramienta, se realiza mecanizado de manera constante usando tanto el borde 3 periférico principal como el borde 4 periférico secundario, si se establece la profundidad ap de corte mencionada anteriormente a un valor grande. Por tanto, el grosor 7 real de la viruta formada durante el corte se vuelve grueso. Además, el impacto durante el corte se vuelve grande, y es más probable que se produzcan fracturas. Además, el calor de corte aumenta, provocando que la abrasión avance más rápidamente.

Tal como se muestra en la figura 11, en la presente invención, la distancia 18 al centro del arco, que es la distancia entre el centro 17 del arco que constituye el borde 19 de corte en forma de arco del borde inferior principal y el eje O de herramienta, medida en una dirección perpendicular al eje de herramienta, está preferiblemente en el intervalo de 0,05 veces o más a 0,25 veces o menos el diámetro D de herramienta. Cuando la distancia 18 al centro mencionada anteriormente es de 0,05 veces o más el diámetro D de herramienta, puede evitarse el corte con el borde en la parte central y sus proximidades, donde la velocidad de corte se vuelve nula. Además, cuando la distancia 18 al centro mencionada anteriormente es de 0,25 veces o menos el diámetro D de herramienta, sólo se usa el borde 2 inferior para cortar, incluso cuando se establece la profundidad de corte en la dirección axial para ser grande. Por tanto, el grosor 7 real de la viruta formada durante el corte se vuelve delgado y se hace posible un mecanizado estable de alta eficiencia.

La figura 22 es un diagrama esquemático de la viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa, en el que la distancia al centro del arco es de menos de 0,05 veces el diámetro D de herramienta. En la figura 22, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, cuando se corta una pieza que es lineal o aproximadamente lineal, en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial y velocidad f1 de alimentación en el borde, se muestra mediante las líneas diagonales. Cuando la distancia 18 al centro del arco, que es la distancia entre el centro 17 del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y el eje O de herramienta, medida en una dirección perpendicular al eje de herramienta, es menor de 0,05 veces el diámetro D de herramienta, tal como se muestra en la figura 22, el corte se realiza en la parte central de la fresa y sus proximidades, donde la velocidad de corte es baja. Por tanto, el rendimiento de corte se deteriora y es probable que avance la abrasión.

La figura 23 es un diagrama esquemático de la viruta que se desarrolla cuando se realiza el corte usando una fresa, en el que la distancia al centro del arco es de más de 0,25 veces el diámetro D de herramienta. En la figura 23, la cantidad de corte del borde 5 inferior principal, cuando se corta una pieza que es lineal o aproximadamente lineal en la condición de profundidad ap de corte en la dirección axial y velocidad f1 de alimentación en el borde, se muestra mediante las líneas diagonales. Cuando la distancia 18 al centro del arco, que es la distancia entre el centro 17 del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y el eje O de herramienta, medida en una dirección perpendicular al eje de herramienta, supera 0,25 veces el diámetro D de herramienta, tal como se muestra en la figura 23, el grosor 7 real de la viruta formada durante el corte se vuelve grueso. Por tanto, no puede establecerse una profundidad de corte grande, y el corte de alta eficiencia se vuelve difícil.

La figura 28 es una vista ampliada de la trayectoria rotacional de otra realización de la fresa de la presente invención, que muestra la longitud del borde de corte en forma de arco medida en una dirección perpendicular al eje de herramienta. La fresa mostrada en la figura 28 es un ejemplo en el que la longitud 28 del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es del 80% del radio R de herramienta, y la longitud 29 del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario también es del 80% del radio R de herramienta. Tal como se muestra en la figura 28, en la presente invención, la razón de la longitud del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación, en una dirección perpendicular al eje O de herramienta, es preferiblemente de al menos el 50% o más y menos del 90% del radio R de herramienta para la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal. Si al menos la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es del 50% o más y menos del 90% del radio R de herramienta, la posición de la parte de conexión del borde 19 de corte en forma de arco y el borde 20 de corte de media a baja inclinación se encuentra en el mismo intervalo, en cuanto a la distancia desde el eje O de herramienta en una dirección perpendicular al eje de herramienta, como el centro 17 del borde de corte en forma de arco. Por tanto, si la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es de menos del 50%, se produce el mismo fenómeno que el mostrado en la figura 23, y el grosor 7 real de la viruta se vuelve grueso. Por tanto, puede resultar imposible establecer una gran profundidad de corte. Además, si la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es del 90% o más, puede producirse el mismo fenómeno que el mostrado en la figura 22, provocando que el corte se realice usando el borde en la parte central de la fresa y sus proximidades, donde velocidad de corte es baja. Por tanto, el rendimiento de corte se deteriora, y la abrasión puede avanzar más rápidamente.

La figura 29 es una vista ampliada de la trayectoria rotacional de otra realización de la fresa de la presente invención, que muestra la longitud del borde de corte en forma de arco medida en una dirección perpendicular al eje de herramienta. La fresa mostrada en la figura 29 es un ejemplo en el que la longitud 28 del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es del 80% del radio R de herramienta, y la longitud 29 del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario es del 77% del radio R de herramienta. En la presente invención, la longitud 28 del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y la longitud 29 del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario no tienen que ser necesariamente iguales, y los efectos de la presente invención pueden alcanzarse incluso siendo la longitud 29 del borde de corte en forma de arco del borde inferior

secundario aproximadamente un 20% más corta que la longitud 28 del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal. Es decir, el efecto de la presente invención puede alcanzarse si la longitud 29 del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario es del 80% o más y del 100% o menos de la longitud 28 del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal. Obsérvese que la longitud 29 del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario preferible es del 90% o más y del 100% o menos de la longitud 28 del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal.

La figura 30 muestra aún otro ejemplo de la fresa de la presente invención. En la presente invención, la distancia 31 entre el centro de arco y la parte de conexión, que es la distancia entre el centro 17 del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y la parte 30 de conexión del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación, medida en una dirección perpendicular al eje O de herramienta, es preferiblemente del 0% o más al 20% o menos del radio de herramienta. Esto permite que el grosor 7 de la viruta sea extremadamente delgado y, por tanto, puede suprimirse la resistencia de corte, permitiendo un mecanizado estable con una vida de herramienta muy prolongada. En este caso, es preferible que la parte 30 de conexión del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación esté situada en una posición relativamente interior con respecto al centro 17 del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, ya que se potencia la capacidad de mecanizado. Además, aunque el efecto de la presente invención se obtiene mejor cuando la distancia entre el centro del arco y la parte 31 de conexión es del 0% del radio de herramienta, es decir, cuando el centro 17 del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y la parte 30 de conexión del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación existe en una línea recta que es paralela al eje O de herramienta, pueden obtenerse aproximadamente los mismos efectos cuando la distancia entre el centro del arco y la parte 31 de conexión se establece a del 0% o más al 10% o menos del radio de herramienta.

En la presente invención, el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es preferiblemente el mismo que el radio R2 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario. La figura 24 muestra la fresa de la presente invención, en la que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario son iguales. Tal como se muestra en la figura 24, cuando el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal es igual al radio R2 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario, la cantidad 15 subdimensionada del borde inferior se vuelve uniforme por todo el borde 2 inferior y, por tanto, la carga sobre el borde 2 inferior durante el corte se vuelve uniforme, permitiendo un mecanizado estable. En este caso, cuando se comparan los valores del radio R1 de curvatura mencionado anteriormente y el radio R2 de curvatura mencionado anteriormente, en la presente invención, aunque se produzca una diferencia de 0,001 veces o más a 0,2 veces o menos el radio R de herramienta, puede considerarse que el radio R1 de curvatura mencionado anteriormente y el radio R2 de curvatura mencionado anteriormente son iguales, y puede obtenerse el mismo efecto que el obtenido cuando el radio R1 de curvatura mencionado anteriormente y el radio R2 de curvatura mencionado anteriormente son iguales. Además, dado que la producción de una fresa con un borde inferior principal y un borde inferior secundario de radios de curvatura iguales es más fácil que la fabricación de una fresa con un borde inferior principal y un borde inferior secundario de radios de curvatura diferentes, puede garantizarse la precisión de la herramienta y puede realizarse una reducción del coste de producción.

La figura 25 es una vista ampliada de las proximidades del borde R en la fresa de la presente invención, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados mediante un borde R aproximadamente en forma de arco. El borde 1 periférico y el borde 2 inferior de la fresa de la presente invención pueden conectarse mediante un borde 8 R aproximadamente en forma de arco. Usando la fresa de la presente invención dotada de un borde 8 R aproximadamente en forma de arco, se hace posible un mecanizado de larga duración sin fracturas, incluso cuando la parte de conexión del borde 1 periférico y el borde 2 inferior entra en contacto con el material de trabajo durante el corte de un molde con un lado inclinado con un ángulo casi perpendicular.

La figura 26 es una vista ampliada de las proximidades del borde de corte de extremo achaflanado en la fresa de la presente invención, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados mediante un borde de corte de extremo achaflanado. El borde 1 periférico y el borde 2 inferior de la fresa de la presente invención pueden conectarse mediante un borde 9 de corte de extremo achaflanado. Usando una fresa de la presente invención dotada de un borde 9 de corte de extremo achaflanado, como con el borde R aproximadamente en forma de arco, se hace posible un mecanizado de larga duración sin fracturas, incluso cuando la parte de conexión del borde 1 periférico y el borde 2 inferior entra en contacto con el material de trabajo durante el corte de un molde con un lado inclinado con un ángulo casi perpendicular.

La figura 27 es una vista de lado izquierdo de la fresa de la presente invención, que comprende dos bordes periféricos principales y cuatro bordes periféricos secundarios. En la figura 17, el número de bordes 3 periféricos principales es de tres, el número de bordes 4 periféricos secundarios también es de tres, y el borde 3 periférico principal y el borde 4 periférico secundario están dispuestos de manera alternante. Sin embargo, los números del borde 3 periférico principal y el borde 4 periférico secundario no tienen que ser necesariamente iguales para obtener el efecto de la presente invención, siempre que haya al menos un conjunto de cada uno del borde 3 periférico principal y el borde 4 periférico secundario. En cuanto a la disposición del borde 3 periférico principal y el borde 4

periférico secundario, no necesitan estar dispuestos de manera alternante, sino que pueden estar dispuestos como borde 3 periférico principal, borde 4 periférico secundario, borde 4 periférico secundario, borde 3 periférico principal, borde 4 periférico secundario, borde 4 periférico secundario, etc., tal como se muestra en la figura 27. El efecto de supresión de marcas de vibración también puede obtenerse con una disposición de este tipo. Además, incluso en una fresa que comprende un número de bordes periféricos diferente de los dados a conocer en la presente memoria descriptiva, controlando de manera apropiada el número y la disposición del borde 3 periférico principal y el borde 4 periférico secundario, puede alcanzarse el efecto de la presente invención.

A continuación en el presente documento, se describirá la presente invención con más detalles con referencia a los siguientes ejemplos. Sin embargo, la presente invención no se limita a estos ejemplos.

Ejemplo

(Ejemplo 1)

Para verificar las ventajas de la fresa de la presente invención, se realizó una prueba de corte mediante mecanizado de una forma de cavidad. Para la prueba de corte, se usaron ejemplos de la presente invención y ejemplos comparativos. Las especificaciones de cada herramienta fueron las siguientes.

En el ejemplo 1, se usaron el ejemplo de la presente invención 1 y los ejemplos convencionales 2 y 3. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, el diámetro D de herramienta era de 10 mm, el diámetro de núcleo era de 7,5 mm, el ángulo de torsión del borde periférico era de 20 grados, el número de bordes de corte era de 6, el recubrimiento era de tipo de TiSiN y el material de base era carburo cementado.

En el ejemplo de la presente invención 1 y los ejemplos convencionales 2 y 3, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 13 mm, y se prepararon fresas de radios de curvatura variables del borde de corte en forma de arco.

Para el ejemplo de la presente invención 1, se preparó una fresa con el borde inferior y el borde periférico conectados. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 1,3 veces el del radio de herramienta, o 6,5 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 2,6 veces el del radio de herramienta, o 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó más pequeño que el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco. Para el ejemplo convencional 2, se preparó una con el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 13 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco establecido a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco tenían valores iguales. Para el ejemplo convencional 3, se preparó una con el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 20 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco establecido a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció para ser más grande que el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco.

Como método de evaluación, se realizó un desbaste de una forma de cavidad mediante mecanizado de contornos, y se comparó el estado de daño de las herramientas. Las condiciones de la prueba de corte fueron de condición unificada para cada número de muestras. El material de trabajo era un bloque de material endurecido de SKD 11 (62 HRC), y las dimensiones del material de trabajo eran de 60 mm de altura, 120 mm de longitud y 70 mm de anchura. La frecuencia de rotación de la fresa era de 2200 rpm (velocidad de corte: 70 m/min), la velocidad de alimentación era de 3300 mm/min (velocidad de alimentación en el borde: 0,25 mm/borde), la profundidad de corte en la dirección axial era de 0,2 mm, la profundidad de corte en la dirección radial era de 5 mm y se usó soplado de aire. La forma de mecanizado era una forma de cavidad que incluye una forma de esquina en la que tiende a producirse vibración. La dimensión de la cavidad era de 40 mm de profundidad, 100 mm de longitud y 50 mm de anchura, y el ángulo de inclinación del lado era de 1°. Para evaluar la vida de mecanizado de las muestras preparadas, se cortaron dos cavidades en las mismas condiciones, y se midió la anchura de abrasión usando un microscopio óptico observando la presencia o ausencia de fracturas en el borde inferior.

Como norma de evaluación para la prueba de corte, se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura, eran buenas. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 1.

[Tabla 1]

Número de muestra	Radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco (mm)	Radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación (mm)	Razón de Ra y Rb	Anchura de abrasión (mm)	Fractura	
Ejemplo de la	1	6,5	13	0,5	0,047	Ninguna

presente invención						
Ejemplo convencional	2	13	13	1,0	-	Sí
Ejemplo convencional	3	20	13	1,54	-	Sí

Como resultado, en el ejemplo de la presente invención 1, dado que el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó más pequeño que el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación, la anchura de abrasión en el flanco del borde inferior era de 0,047 mm, y se obtuvo un buen resultado sin ninguna fractura. En cambio, en los ejemplos convencionales 2 y 3, dado que el radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó igual o más grande que el radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación, el impacto durante el corte fue grande y se produjeron fracturas.

(Ejemplo 2)

En el ejemplo 2, con el fin de confirmar la relación entre el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco, se realizó una prueba de corte cortando una forma de cavidad, como en el ejemplo 1.

En el ejemplo 2, se usaron los ejemplos de la presente invención 4 a 10. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, como con el ejemplo de la presente invención 1 usado en el ejemplo 1, el diámetro D de herramienta era de 10 mm, el diámetro de núcleo era de 7,5 mm, el ángulo de torsión del borde periférico era de 20 grados, el número de bordes de corte era de 6, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 2,6 veces el del radio de herramienta, o 13 mm, el recubrimiento era de tipo de TiSiN y el material de base era carburo cementado, y se preparó una fresa en la que el borde inferior y el borde periférico estaban conectados.

Para el ejemplo de la presente invención 4, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 0,52 veces el del radio de herramienta, o 2,6 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó para ser de 0,2 veces el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco.

Para el ejemplo de la presente invención 5, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 0,78 veces el del radio de herramienta, o 3,9 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó para ser de 0,3 veces el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco.

Para el ejemplo de la presente invención 6, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 1,04 veces el del radio de herramienta, o 5,2 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó para ser de 0,4 veces el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco.

Para el ejemplo de la presente invención 7, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 1,3 veces el del radio de herramienta, o 6,5 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó para ser de 0,5 veces el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco, como el ejemplo de la presente invención 1.

Para el ejemplo de la presente invención 8, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 1,56 veces el del radio de herramienta, o 7,8 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó para ser de 0,6 veces el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco.

Para el ejemplo de la presente invención 9, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 1,82 veces el del radio de herramienta, o 9,1 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó para ser de 0,7 veces el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco.

Para el ejemplo de la presente invención 10, el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 2,08 veces el del radio de herramienta, o 10,4 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 13 mm. El radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se realizó para ser de 0,8 veces el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la

rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco.

5 Como método de evaluación, se realizó el desbaste de una forma de cavidad mediante mecanizado de contornos, como en el ejemplo 1, y se comparó el estado de daño de las herramientas. Como norma de evaluación para la prueba de corte, se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura, eran buenas. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 2.

[Tabla 2]

Número de muestra		Radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco (mm)	Radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación (mm)	Razón de Ra y Rb	Anchura de abrasión (mm)	Fractura
Ejemplo de la presente invención	4	2,6	13	0,2	0,077	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	5	3,9	13	0,3	0,069	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	6	5,2	13	0,4	0,060	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	7	6,5	13	0,5	0,048	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	8	7,8	13	0,6	0,061	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	9	9,1	13	0,7	0,067	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	10	10,4	13	0,8	0,076	Ninguna

10 Como resultado, en los ejemplos de la presente invención 4 a 10, todas las anchuras de abrasión del flanco del borde inferior estaban por debajo de 0,08 mm y se obtuvieron buenos resultados sin fracturas. En los ejemplos de la presente invención 5 a 9, en los que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a de 0,3 veces o más a 0,7 veces o menos el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco, las anchuras de abrasión fueron de 0,07 mm o menos, y se obtuvieron mejores resultados. En el ejemplo de la presente invención 7, que se preparó con el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 6,5 mm, o 0,5 veces el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco, la anchura de abrasión era la más pequeña a 0,048 mm. Cuando el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco es pequeño, la rigidez del borde se deteriora, y la abrasión debida a la vibración tiende a aumentar. Además, cuando el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco es grande, la capacidad de eliminación de virutas se deteriora, dando como resultado una tendencia a abrasión aumentada.

(Ejemplo 3)

25 En el ejemplo 3, con el fin de confirmar la relación entre el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco y el radio de herramienta, se realizó una prueba de corte cortando una forma de cavidad, como en el ejemplo 1.

30 En el ejemplo 3, se usaron los ejemplos de la presente invención 11 a 17. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, como en el ejemplo de la presente invención 1 usado en el ejemplo 1, se preparó una fresa con el borde inferior y el borde periférico conectados entre sí, con un diámetro D de herramienta de 10 mm, un diámetro de núcleo de 7,5 mm, un ángulo de torsión del borde periférico de 20 grados, un número de bordes de corte de 6, un radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco establecido a 2,6 veces el radio de herramienta, o 13 mm, un recubrimiento de tipo de TiSiN, y un material de base de carburo cementado.

35 Para el ejemplo de la presente invención 11, se preparó una con un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 5 mm, y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,0 veces el radio R de herramienta.

40 Para el ejemplo de la presente invención 12, se preparó una con un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 5,5 mm, y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,1 veces el radio R de herramienta.

45 Para el ejemplo de la presente invención 13, se preparó una con un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 6 mm, y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,2 veces el radio R de herramienta.

Para el ejemplo de la presente invención 14, se preparó una con un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 6,5 mm, y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,3 veces el radio R de herramienta.

5 Para el ejemplo de la presente invención 15, se preparó una con un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 7 mm, y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,4 veces el radio R de herramienta.

10 Para el ejemplo de la presente invención 16, se preparó una con un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 7,5 mm, y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,5 veces el radio R de herramienta.

15 Para el ejemplo de la presente invención 17, se preparó una con un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 8 mm, y el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,6 veces el radio R de herramienta.

20 Como método de evaluación, se realizó el desbaste de una forma de cavidad mediante mecanizado de contornos, como en el ejemplo 1, y se comparó el estado de daño de las herramientas. Como norma de evaluación para la prueba de corte, se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura, eran buenas. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 3.

[Tabla 3]

Número de muestra		Radio R de herramienta (mm)	Radio Ra de curvatura del borde de corte en forma de arco (mm)	Razón de Ra y Rb	Anchura de abrasión (mm)	Fractura
Ejemplo de la presente invención	11	5	5	1,0	0,063	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	12	5	5,5	1,1	0,060	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	13	5	6	1,2	0,055	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	14	5	6,5	1,3	0,051	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	15	5	7	1,4	0,056	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	16	5	7,5	1,5	0,059	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	17	5	8	1,6	0,075	Ninguna

25 Como resultado, en los ejemplos de la presente invención 11 a 17 todas las anchuras de abrasión del flanco del borde inferior estaban por debajo de 0,08 mm y se obtuvieron buenos resultados sin fracturas. Además, en los ejemplos de la presente invención 12 a 16, en los que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a de 1,1 veces o más a 1,5 veces o menos el radio de herramienta, las anchuras de abrasión eran de 0,06 mm o menos, y se obtuvieron mejores resultados. En el ejemplo de la presente invención 14, en el que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco se estableció a 6,5 mm, o 1,3 veces el radio de herramienta, la anchura de abrasión era la más pequeña a 0,051 mm. Cuando el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco es pequeño, se observó una tendencia a una mayor abrasión, mientras que al mismo tiempo, cuando se hace que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco sea grande, se observó una tendencia a mayor abrasión, debido al aumento en la resistencia de corte.

35 (Ejemplo 4)

En el ejemplo 4, con el fin de confirmar la relación entre el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco y el radio de herramienta, se realizó una prueba de corte cortando una forma de cavidad, como en el ejemplo 1.

40 En el ejemplo 4, se usaron los ejemplos de la presente invención 18 a 24. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, como en el ejemplo de la presente invención 1 usado en el ejemplo 1, se preparó una fresa con el borde inferior y el borde periférico conectados entre sí, con un diámetro D de herramienta de 10 mm, un diámetro de núcleo de 7,5 mm, un ángulo de torsión del borde periférico de 20 grados, un número de bordes de corte de 6, un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,3 veces el radio de herramienta, o 6,5 mm, un recubrimiento de tipo de TiSiN y un material de base de carburo cementado.

45

En el ejemplo de la presente invención 18, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 7,5 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció como 1,5 veces el radio R de herramienta.

En el ejemplo de la presente invención 19, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 10 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció como 2,0 veces el radio R de herramienta.

En el ejemplo de la presente invención 20, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 12,5 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció como 2,5 veces el radio R de herramienta.

En el ejemplo de la presente invención 21, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 15 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció como 3,0 veces el radio R de herramienta.

En el ejemplo de la presente invención 22, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 17,5 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció como 3,5 veces el radio R de herramienta.

En el ejemplo de la presente invención 23, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 20 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció como 4,0 veces el radio R de herramienta.

En el ejemplo de la presente invención 24, el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 22,5 mm, y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció como 4,5 veces el radio R de herramienta.

Como método de evaluación, se realizó el desbaste de una forma de cavidad mediante mecanizado de contornos, como en el ejemplo 1, y se comparó el estado de daño de las herramientas. Como norma de evaluación para la prueba de corte, se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura, eran buenas. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 4.

[Tabla 4]

Número de muestra		Radio R de herramienta (mm)	Radio Rb de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación (mm)	Razón de Ra y Rb	Anchura de abrasión (mm)	Fractura
Ejemplo de la presente invención	18	5	7,5	1,5	0,077	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	19	5	10	2,0	0,064	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	20	5	12,5	2,5	0,058	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	21	5	15	3,0	0,050	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	22	5	17,5	3,5	0,062	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	23	5	20	4,0	0,069	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	24	5	22,5	4,5	0,078	Ninguna

Como resultado, en los ejemplos de la presente invención 18 a 24 todas las anchuras de abrasión del flanco del borde inferior estaban por debajo de 0,08 mm y se obtuvieron buenos resultados sin fracturas. Además, en los ejemplos de la presente invención 19 a 23, en los que el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a de 2,0 veces o más a 4,0 veces o menos el

radio de herramienta, las anchuras de abrasión fueron de 0,07 mm o menos, y se obtuvieron resultados particularmente buenos. En el ejemplo de la presente invención 21, en el que el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 15 mm; y el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco se estableció a 3,0 veces el radio de herramienta, la anchura de abrasión fue la más pequeña a 0,050 mm. Cuando el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco es pequeño, se observó una tendencia a mayor abrasión, mientras que al mismo tiempo, cuando se hace que el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco sea grande, se observó una tendencia a mayor abrasión, debido a un aumento en la resistencia de corte.

(Ejemplo 5)

En el ejemplo 5, con el fin de confirmar la eficacia del borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, se realizó una prueba de corte.

En el ejemplo 5, se usaron los ejemplos de la presente invención 25 a 32. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, como en el ejemplo de la presente invención 1 usado en el ejemplo 1, se preparó una fresa con el borde inferior y el borde periférico conectados entre sí, con un diámetro D de herramienta de 10 mm, un diámetro de núcleo de 7,5 mm, un ángulo de torsión del borde periférico de 20 grados, un número de bordes de corte de 6, un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,3 veces el radio de herramienta, o 6,5 mm, un radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco establecido a 2,6 veces el radio de herramienta, o 13 mm, un recubrimiento de tipo de TiSiN y un material de base de carburo cementado.

Para el ejemplo de la presente invención 25, se preparó una fresa similar a la del ejemplo de la presente invención 1, sin un borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico.

Para el ejemplo de la presente invención 26, se preparó una compuesta por un borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que el radio de curvatura del borde R se estableció a 0,05 mm, o 0,01 veces el radio de herramienta.

Para el ejemplo de la presente invención 27, se preparó una compuesta por un borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que el radio de curvatura del borde R se estableció a 0,1 mm, o 0,02 veces el radio de herramienta.

Para el ejemplo de la presente invención 28, se preparó una compuesta por un borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que el radio de curvatura del borde R se estableció a 0,25 mm, o 0,05 veces el radio de herramienta.

Para el ejemplo de la presente invención 29, se preparó una compuesta por un borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que el radio de curvatura del borde R se estableció a 0,5 mm, o 0,10 veces el radio de herramienta.

Para el ejemplo de la presente invención 30, se preparó una compuesta por un borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que el radio de curvatura del borde R se estableció a 0,75 mm, o 0,15 veces el radio de herramienta.

Para el ejemplo de la presente invención 31, se preparó una compuesta por un borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que el radio de curvatura del borde R se estableció a 1,0 mm, o 0,20 veces el radio de herramienta.

Para el ejemplo de la presente invención 32, se preparó una compuesta por un borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que el radio de curvatura del borde R se estableció a 1,25 mm, o 0,25 veces el radio de herramienta.

Como método de evaluación, se realizó el desbaste de una forma de cavidad mediante mecanizado de contornos, como en el ejemplo 1, y se compararon los daños a la parte de conexión del borde inferior y el borde periférico (para las compuestas por un borde R, la parte de conexión del borde R y el borde periférico). Obsérvese que el tamaño de cavidad se estableció como 40 mm de profundidad, 200 mm de longitud y 25 mm de anchura, y el ángulo de inclinación del lado era de 1°. Para la evaluación del borde R que conecta el borde inferior y el borde periférico, se aumentó la cantidad de corte a lo largo de la pared lateral, y se usó una forma en la que era probable que el borde R entrara en contacto con el material de trabajo. Por este motivo, se cambió la dimensión del material de trabajo a 60 mm de altura, 220 mm de longitud y 45 mm de anchura. Dado que el volumen de mecanizado era el mismo que el del ejemplo 1, como norma para la evaluación de la prueba de corte, se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura, eran buenas, como en el ejemplo 1. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 5.

[Tabla 5]

Número de muestra		Radio R de herramienta (mm)	Presencia de borde R	Radio de curvatura de borde R (mm)	Razón de radio de herramienta y radio de curvatura de borde R	Anchura de abrasión de borde inferior (mm)	Fractura de borde inferior	Anchura de abrasión de borde R	Fractura de parte de conexión de borde inferior y borde periférico
Ejemplo de la presente invención	25	5	Ninguna	-	-	0,077	Ninguna	-	Ligeramente presente
Ejemplo de la presente invención	26	5	Sí	0,05	0,01	0,071	Ninguna	0,060	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	27	5	Sí	0,10	0,02	0,060	Ninguna	0,054	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	28	5	Sí	0,25	0,05	0,051	Ninguna	0,048	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	29	5	Sí	0,50	0,10	0,058	Ninguna	0,058	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	30	5	Sí	0,75	0,15	0,067	Ninguna	0,070	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	31	5	Sí	1,00	0,20	0,070	Ninguna	0,077	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	32	5	Sí	1,25	0,25	0,076	Ninguna	0,079	Ninguna

5 Como resultado, en los ejemplos de la presente invención 25 a 32 todas las anchuras de abrasión de los flancos estaban por debajo de 0,08 mm y se obtuvieron buenos resultados sin fracturas. Además, en los ejemplos de la presente invención 27 a 31, en los que el radio de curvatura del borde R se estableció a de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio de herramienta, todas las anchuras de abrasión eran de 0,07 mm o menos, y no se observaron fracturas en el borde inferior. Además, todas las anchuras de abrasión del flanco del borde R estaban por debajo de 0,08 mm y no se observaron fracturas en la parte de conexión del borde inferior y el borde periférico y, por tanto, se obtuvieron resultados particularmente buenos.

(Ejemplo 6)

15 En el ejemplo 6, con el fin de confirmar la eficacia del borde de corte de extremo achaflanado que conecta el borde inferior y el borde periférico, se realizó una prueba de corte.

20 En el ejemplo 6, se usaron los ejemplos de la presente invención 33 a 40. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, como en el ejemplo de la presente invención 1 usado en el ejemplo 1, se preparó una fresa con un diámetro D de herramienta de 10 mm, un diámetro de núcleo de 7,5 mm, un ángulo de torsión del borde periférico de 20 grados, un número de bordes de corte de 6, un radio de curvatura del borde de corte en forma de arco establecido a 1,3 veces el radio de herramienta, o 6,5 mm, un radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco establecido a 2,6 veces el radio de herramienta, o 13 mm, un recubrimiento de tipo de TiSiN y un material de base de carburo cementado.

25 Para el ejemplo de la presente invención 33, se preparó una fresa similar a la del ejemplo de la presente invención 1, en la que el borde inferior y el borde periférico están conectados, sin un borde de corte de extremo achaflanado que

conecta el borde inferior y el borde periférico.

5 Para el ejemplo de la presente invención 34, se preparó una compuesta por un borde de corte de extremo achaflanado que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado se estableció a 0,05 mm, o 0,01 veces el radio de herramienta.

10 Para el ejemplo de la presente invención 35, se preparó una compuesta por un borde de corte de extremo achaflanado que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado se estableció a 0,1 mm, o 0,02 veces el radio de herramienta.

15 Para el ejemplo de la presente invención 36, se preparó una compuesta por un borde de corte de extremo achaflanado que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado se estableció a 0,25 mm, o 0,05 veces el radio de herramienta.

20 Para el ejemplo de la presente invención 37, se preparó una compuesta por un borde de corte de extremo achaflanado que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado se estableció a 0,5 mm, o 0,10 veces el radio de herramienta.

25 Para el ejemplo de la presente invención 38, se preparó una compuesta por un borde de corte de extremo achaflanado que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado se estableció a 0,75 mm, o 0,15 veces el radio de herramienta.

30 Para el ejemplo de la presente invención 39, se preparó una compuesta por un borde de corte de extremo achaflanado que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado se estableció a 1,0 mm, o 0,20 veces el radio de herramienta.

35 Para el ejemplo de la presente invención 40, se preparó una compuesta por un borde de corte de extremo achaflanado que conecta el borde inferior y el borde periférico, en la que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado se estableció a 1,25 mm, o 0,25 veces el radio de herramienta.

Como método de evaluación, se realizó el desbaste de una forma de cavidad mediante mecanizado de contornos, como en el ejemplo 5, y se compararon los daños a la parte de conexión del borde inferior y el borde periférico (para las compuestas por un borde de corte de extremo achaflanado, la parte de conexión del borde de corte de extremo achaflanado y el borde periférico). Como norma para la evaluación de la prueba de corte, se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura, eran buenas. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 6.

[Tabla 6]

Número de muestra	Radio R de herramienta (mm)	Presencia de borde de corte de extremo o achaflanado	Anchura de borde de corte de extremo achaflanado	Razón de radio de herramienta y borde de corte de extremo achaflanado	Anchura de abrasión de borde inferior (mm)	Fractura de borde inferior	Anchura de abrasión de borde de corte de extremo achaflanado	Fractura de parte de conexión de borde inferior y borde periférico
Ejemplo de la presente invención 33	5	Ninguna	-	-	0,074	Ninguna	-	Ligeramente presente
Ejemplo de la presente invención 34	5	Sí	0,05	0,01	0,068	Ninguna	0,058	Ninguna
Ejemplo de la presente invención 35	5	Sí	0,10	0,02	0,060	Ninguna	0,054	Ninguna
Ejemplo de la presente invención 36	5	Sí	0,25	0,05	0,050	Ninguna	0,048	Ninguna

Ejemplo de la presente invención	37	5	Sí	0,50	0,10	0,058	Ninguna	0,058	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	38	5	Sí	0,75	0,15	0,067	Ninguna	0,070	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	39	5	Sí	1,00	0,20	0,068	Ninguna	0,075	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	40	5	Sí	1,25	0,25	0,078	Ninguna	0,078	Ninguna

Como resultado, en los ejemplos de la presente invención 33 a 40, todas las anchuras de abrasión del flanco del borde inferior estaban por debajo de 0,08 mm y se obtuvieron buenos resultados sin fracturas. Además, en los ejemplos de la presente invención 35 a 39, en los que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado se estableció a de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio R de herramienta, las anchuras de abrasión fueron de 0,07 mm o menos, y no se observaron fracturas en el borde inferior. Además, todas las anchuras de abrasión del flanco del borde de corte de extremo achaflanado estaban por debajo de 0,08 mm y no se observaron fracturas en la parte de conexión del borde inferior y el borde periférico y, por tanto, se obtuvieron resultados particularmente buenos.

(Ejemplo 7)

Con el fin de confirmar las ventajas de la fresa de la presente invención, se realizó una prueba de corte cortando una forma de cavidad. Para la prueba de corte, se usaron ejemplos de la presente invención, ejemplos comparativos y ejemplos convencionales. Las especificaciones de cada herramienta fueron las siguientes.

En el ejemplo 7, se usaron los ejemplos de la presente invención 42 a 49, los ejemplos de la presente invención 52 a 56, los ejemplos de la presente invención 59 a 63, los ejemplos comparativos 41, 50, 51, 57, 58, 64, y los ejemplos convencionales 65, 66. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, se preparó una fresa con un diámetro D de herramienta de 10 mm, un diámetro de núcleo de 7,5 mm, un ángulo de torsión del borde periférico de 20 grados, un número de bordes de corte de 6, un recubrimiento de tipo de TiSiN y un material de base de carburo cementado. Además, para los ejemplos de la presente invención 42 a 49, los ejemplos de la presente invención 52 a 56, y los ejemplos de la presente invención 59 a 63, la distancia al centro del arco, que es la distancia del centro del arco que compone el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, medida en una dirección perpendicular al eje O de herramienta desde el eje de herramienta, se estableció a 0,15 veces el diámetro de herramienta, o 1,5 mm. El borde inferior principal estaba conectado al borde periférico principal, y el borde inferior secundario estaba conectado al borde periférico secundario.

En los ejemplos de la presente invención 42 a 49, el ejemplo comparativo 41 y el ejemplo comparativo 50, se prepararon fresas con diversos radios R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal.

Para el ejemplo comparativo 41, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 1,0 veces el radio de herramienta, o 5 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,006 veces el diámetro de herramienta, o 0,06 mm; la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,005 veces el diámetro de herramienta, o 0,05 mm.

Para el ejemplo de la presente invención 42, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 1,5 veces el radio de herramienta, o 7,5 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,006 veces el diámetro de herramienta, o 0,06 mm; la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,005 veces el diámetro de herramienta, o 0,05 mm.

Para el ejemplo de la presente invención 43, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 2,0 veces el radio de herramienta, o 10 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,006 veces el diámetro de

5 Para el ejemplo de la presente invención 59, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 3,0 veces el radio de herramienta, o 15 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,0025 veces el diámetro de herramienta, o 0,025 mm; la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm.

10 Para el ejemplo de la presente invención 60, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 3,0 veces el radio de herramienta, o 15 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,005 veces el diámetro de herramienta, o 0,05 mm; la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm.

20 Para el ejemplo de la presente invención 61, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 3,0 veces el radio de herramienta, o 15 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm.

25 Para el ejemplo de la presente invención 62, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 3,0 veces el radio de herramienta, o 15 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,0075 veces el diámetro de herramienta, o 0,075 mm; la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm.

30 Para el ejemplo de la presente invención 63, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 3,0 veces el radio de herramienta, o 15 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,01 veces el diámetro de herramienta, o 0,1 mm; la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm.

35 Como ejemplo comparativo 64, se preparó una fresa con las siguientes características: el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 3,0 veces el radio de herramienta, o 15 mm; la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,0125 veces el diámetro de herramienta, o 0,125 mm; la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm; la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm.

40 Como ejemplo convencional 65, se preparó una fresa de bola con 6 bordes. Además, como ejemplo convencional 66, se preparó una fresa de radio con 6 bordes R de esquina con un radio de 2 mm.

55 Como método de evaluación, se realizó el desbaste de una forma de cavidad mediante mecanizado de contornos, y se comparó el estado de daño de las herramientas. Las condiciones de la prueba de corte fueron de condición unificada para cada número de muestra. El material de trabajo era un bloque de material endurecido de SKDII (62 HRC), y las dimensiones del material de trabajo eran de 60 mm de altura, 120 mm de longitud y 70 mm de anchura. La frecuencia de rotación de la fresa era de 2200 rpm (velocidad de corte: 70 m/min), la velocidad de alimentación era de 3300 mm/min (velocidad de alimentación en el borde: 0,25 mm/borde), la profundidad de corte en la dirección axial era de 0,2 mm, la profundidad de corte en la dirección radial era de 5 mm, y se usó soplado de aire. La forma de mecanizado era una forma de cavidad que incluye una forma de esquina en la que tiende a producirse vibración. La dimensión de la cavidad era de 40 mm de profundidad, 100 mm de longitud y 50 mm de anchura, y el ángulo de inclinación del lado era de 1°. Para la fresa convencional, la vida de herramienta hizo que el corte de dos cavidades en las condiciones anteriores fuera difícil. Por tanto, para evaluar la vida de la máquina de las muestras preparadas, se realizó el corte de hasta dos cavidades en las mismas condiciones, y se midió la anchura de abrasión usando un microscopio óptico observando la presencia o ausencia de fracturas en el borde inferior.

Como norma para la evaluación de la prueba de corte, se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura, eran buenas. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 7.

5

[Tabla 7]

Número de muestra		Radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal	Cantidad subdimensionada del borde periférico	Cantidad subdimensionada del borde inferior		Anchura de abrasión	Fractura
				Cantidad subdimensionada máxima	Cantidad subdimensionada mínima		
Ejemplo comparativo	41	1,0 veces (5 mm)	0,006 veces (0,06 mm)	0,007 veces (0,07 mm)	0,005 veces (0,05 mm)	-	Sí
Ejemplo de la presente invención	42	1,5 veces (7,5 mm)				0,067 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	43	2,0 veces (10 mm)				0,054 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	44	2,5 veces (12,5 mm)				0,048 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	45	3,0 veces (15 mm)				0,040 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	46	3,5 veces (17,5 mm)				0,052 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	47	4,0 veces (20 mm)				0,059 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	48	4,5 veces (22,5 mm)				0,068 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	49	5,0 veces (25 mm)				0,075 mm	Ninguna
Ejemplo comparativo	50	5,5 veces (27,5 mm)				0,115 mm	Ninguna
Ejemplo comparativo	51	3,0 veces (15 mm)				0,002 veces (0,02 mm)	-
Ejemplo de la presente invención	52			0,0025 veces (0,025 mm)	0,063 mm	Ninguna	
Ejemplo de la presente invención	53			0,005 veces (0,05 mm)	0,045 mm	Ninguna	
Ejemplo de la presente invención	54			0,007 veces (0,07 mm)	0,035 mm	Ninguna	
Ejemplo de la presente invención	55			0,0075 veces (0,075 mm)	0,041 mm	Ninguna	
Ejemplo de la presente invención	56			0,01 veces (0,01 mm)	0,067 mm	Ninguna	
Ejemplo comparativo	57			0,0125 veces (0,125 mm)	-	Sí	
Ejemplo comparativo	58			0,002 veces (0,02 mm)	0,007 veces (0,07 mm)	-	Sí
Ejemplo de la presente invención	59			0,0025 veces (0,025 mm)		0,062 mm	Ninguna

Ejemplo de la presente invención	60		0,005 veces (0,05 mm)			0,051 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	61		0,007 veces (0,07 mm)			0,045 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	62		0,0075 veces (0,075 mm)			0,047 mm	Ninguna
Ejemplo de la presente invención	63		0,01 veces (0,01 mm)			0,065 mm	Ninguna
Ejemplo comparativo	64		0,0125 veces (0,125 mm)			-	Sí
Ejemplo comparativo	65	-	-	-	-	0,183 mm	Ninguna
Ejemplo comparativo	66	-	-	-	-	-	Sí

Como resultado, en los ejemplos de la presente invención 42 a 49, los ejemplos de la presente invención 52 a 56 y los ejemplos de la presente invención 59 a 63, todas las anchuras de abrasión de los flancos estaban por debajo de 0,08 mm y se obtuvieron buenos resultados sin fracturas.

5 En cambio, en el ejemplo comparativo 41, dado que el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal era pequeño, se detectaron fracturas, debido a la falta de resistencia de borde inferior principal.

10 En el ejemplo comparativo 50, dado que el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal era grande, el calor de corte aumentó provocando que la abrasión avanzara rápidamente. Por tanto, la anchura de abrasión del flanco del borde inferior era de 0,115 mm.

15 En el ejemplo comparativo 51, dado que la cantidad subdimensionada mínima del borde inferior era pequeña a 0,02 mm, el efecto de supresión de la vibración durante el mecanizado de esquinas se volvió pequeño, provocando fracturas.

20 En el ejemplo comparativo 57, dado que la cantidad subdimensionada máxima del borde inferior era grande a 0,125 mm, la cantidad de corte del borde inferior principal se volvió grande, en comparación con la del borde inferior secundario, y se produjeron fracturas en el borde inferior principal.

En el ejemplo comparativo 58, dado que la cantidad subdimensionada del borde periférico era pequeña a 0,02 mm, el efecto de supresión de la vibración durante el mecanizado de esquinas era pequeño, provocando fracturas.

25 En el ejemplo comparativo 64, dado que la cantidad subdimensionada del borde periférico era grande a 0,125 mm, la cantidad de corte del borde periférico principal se volvió mucho más grande que la del borde periférico secundario, y se produjeron fracturas en el borde inferior principal.

30 Dado que el ejemplo convencional 65 era una fresa de bola, la cantidad de corte se volvió grande en las proximidades del centro, y no pudo aumentare la velocidad de corte. Por tanto, la capacidad de mecanizado se deterioró y la anchura de abrasión del flanco se volvió extremadamente grande a 0,183 mm.

35 Dado que el ejemplo convencional 66 era una fresa de radio, el radio del borde R de esquina era de tan sólo 2 mm. Por tanto, como con el ejemplo comparativo 1, se produjeron fracturas debido a la falta de resistencia suficiente.

(Ejemplo 8)

40 En el ejemplo 8, se comparó la vida de corte para fresas con diversas distancias al centro, que es la distancia del centro del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, medida en una dirección perpendicular al eje O de herramienta, así como aquellas con o sin un borde de corte de extremo achaflanado o un borde R en forma de arco. Las especificaciones de cada herramienta fueron las siguientes.

45 En el ejemplo 8, se usaron los ejemplos de la presente invención 67 a 75. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, se preparó una fresa con un diámetro D de herramienta de 10 mm, un diámetro de núcleo de 7,5 mm, un ángulo de torsión del borde periférico de 20 grados, un número de bordes de corte de 6, un recubrimiento de tipo de TiSiN y un material de base de carburo cementado. Además, en los ejemplos de la presente invención 67 a 75, el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 3,0 veces el

5 radio de herramienta, o 15 mm, la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,006 veces el diámetro de herramienta, o 0,06 mm, la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm, y la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm.

Para los ejemplos de la presente invención 67 a 73, se prepararon fresas con distancia al centro del arco variable.

10 En el ejemplo de la presente invención 67, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,03 veces el diámetro de herramienta, o 0,3 mm, y el borde inferior principal se conectó al borde periférico principal, y el borde inferior secundario se conectó al borde periférico secundario.

15 En el ejemplo de la presente invención 68, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,05 veces el diámetro de herramienta, o 0,5 mm, y el borde inferior principal se conectó al borde periférico principal, y el borde inferior secundario se conectó al borde periférico secundario.

20 En el ejemplo de la presente invención 69, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,10 veces el diámetro de herramienta, o 1,0 mm, y el borde inferior principal se conectó al borde periférico principal, y el borde inferior secundario se conectó al borde periférico secundario.

En el ejemplo de la presente invención 70, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,15 veces el diámetro de herramienta, o 1,5 mm, y el borde inferior principal se conectó al borde periférico principal, y el borde inferior secundario se conectó al borde periférico secundario.

25 En el ejemplo de la presente invención 71, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,20 veces el diámetro de herramienta, o 2,0 mm, y el borde inferior principal se conectó al borde periférico principal, y el borde inferior secundario se conectó al borde periférico secundario.

30 En el ejemplo de la presente invención 72, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,25 veces el diámetro de herramienta, o 2,5 mm, y el borde inferior principal se conectó al borde periférico principal, y el borde inferior secundario se conectó al borde periférico secundario.

35 En el ejemplo de la presente invención 73, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,3 veces el diámetro de herramienta, o 3,0 mm, y el borde inferior principal se conectó al borde periférico principal, y el borde inferior secundario se conectó al borde periférico secundario.

40 En el ejemplo de la presente invención 74, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,15 veces el diámetro de herramienta, o 1,5 mm, y el borde inferior y el borde periférico se conectaron mediante un borde de corte de extremo achaflanado.

En el ejemplo de la presente invención 75, la distancia al centro del arco desde el eje de herramienta se estableció a 0,15 veces el diámetro de herramienta, o 1,5 mm, y el borde inferior y el borde periférico se conectaron mediante un borde R en forma de arco.

45 Como método de evaluación, se realizaron pruebas de corte similares a la del ejemplo 7 para hasta cuatro cavidades. Como norma para la evaluación, se observaron fracturas en la herramienta mediante el método descrito en el ejemplo 1 tras mecanizar dos cavidades, y se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura, eran buenas, y se continuó el corte para hasta cuatro cavidades. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 8.

50

[Tabla 8]

Número de muestra		Distancia al centro del arco	Borde de corte de extremo achaflanado o borde R	Tras cortar 2 cavidades		Tras cortar 4 cavidades	
				Anchura de abrasión	Fractura	Anchura de abrasión	Fractura
Ejemplo de la presente invención	67	0,03 veces (0,3 mm)	Ninguno	0,072 mm	Ninguna	-	Sí
	68	0,05 veces (0,5 mm)		0,041 mm	Ninguna	-	Sí
	69	0,10 veces (1,0 mm)		0,039 mm	Ninguna	-	Sí
	70	0,15 veces (1,5 mm)		0,035 mm	Ninguna	-	Sí

	71	0,20 veces (2,0 mm)		0,038 mm	Ninguna	-	Sí
	72	0,25 veces (2,5 mm)		0,043 mm	Ninguna	-	Sí
	73	0,30 veces (3,0 mm)		0,061 mm	Ninguna	-	Sí
	74	0,15 veces (1,5 mm)	Borde de corte de extremo achaflanado	0,024 mm	Ninguna	0,12 mm	Ninguna
	75		Borde R en forma de arco	0,022 mm	Ninguna	0,10 mm	Ninguna

Como resultado, en los ejemplos de la presente invención 67 a 75 todas las anchuras de abrasión de los flancos del borde inferior tras mecanizar dos cavidades estaban por debajo de 0,08 mm y se obtuvieron buenos resultados sin fracturas. Además, en el ejemplo de la presente invención 74 y el ejemplo de la presente invención 75, dado que el

borde inferior y el borde periférico se conectaron mediante un borde de corte de extremo achaflanado o un borde R en forma de arco, no se produjeron fracturas ni siquiera tras mecanizar cuatro cavidades, y se obtuvieron resultados extremadamente buenos.

(Ejemplo 9)

En el ejemplo 9, se examinaron las longitudes del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y el borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario. Las especificaciones de cada herramienta y los detalles de la prueba fueron los siguientes.

En el ejemplo 9, se usaron los ejemplos de la presente invención 76 a 85. Como dimensiones comunes de la forma de fresa, se preparó una fresa con un diámetro D de herramienta de 10 mm, un diámetro de núcleo de 7,5 mm, un ángulo de torsión del borde periférico de 20 grados, un número de bordes de corte de 6, un recubrimiento de tipo de TiSiN y un material de base de carburo cementado. Además, en los ejemplos de la presente invención 76 a 85, el radio R1 de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 3,0 veces el radio de herramienta, o 15 mm, la cantidad subdimensionada del borde periférico se estableció a 0,006 veces el diámetro de herramienta, o 0,06 mm, la cantidad subdimensionada máxima, que es la mayor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm, la cantidad subdimensionada mínima, que es la menor cantidad subdimensionada del borde inferior, se estableció a 0,007 veces el diámetro de herramienta, o 0,07 mm, y la posición del centro del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció a 1,5 mm desde el eje de herramienta.

En los ejemplos de la presente invención 76 a 85, se prepararon fresas con diversas longitudes del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal y el borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario.

En el ejemplo de la presente invención 76, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 40% del radio de herramienta, o 2,00 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario también se estableció a 2,00 mm.

En el ejemplo de la presente invención 77, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 50% del radio de herramienta, o 2,50 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario también se estableció a 2,50 mm.

En el ejemplo de la presente invención 78, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 60% del radio de herramienta, o 3,00 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario también se estableció a 3,00 mm.

En el ejemplo de la presente invención 79, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 70% del radio de herramienta, o 3,50 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario también se estableció a 3,50 mm.

En el ejemplo de la presente invención 80, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 80% del radio de herramienta, o 4,00 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario también se estableció a 4,00 mm.

En el ejemplo de la presente invención 81, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 90% del radio de herramienta, o 4,50 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario también se estableció a 4,50 mm.

En el ejemplo de la presente invención 82, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 95% del radio de herramienta, o 4,75 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario también se estableció a 4,75 mm.

5 En el ejemplo de la presente invención 83, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 80% del radio de herramienta, o 4,00 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario se estableció al 85% de la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, o 3,40 mm.

10 En el ejemplo de la presente invención 84, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 80% del radio de herramienta, o 4,00 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario se estableció al 90% de la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, o 3,60 mm.

15 En el ejemplo de la presente invención 85, la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal se estableció al 80% del radio de herramienta, o 4,00 mm, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario se estableció al 95% de la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, o 3,80 mm.

20 Como método de evaluación, se realizaron pruebas de corte similares a la del ejemplo 7 para hasta cuatro cavidades. Como norma para la evaluación, se observaron fracturas en la herramienta mediante el método descrito en el ejemplo 1 tras mecanizar dos cavidades, y se evaluó que aquellas con una anchura de abrasión de menos de 0,08 mm en el flanco del borde inferior, sin ninguna fractura del borde inferior, eran buenas, y se continuó el mecanizado para hasta cuatro cavidades. Los resultados de prueba se muestran en la tabla 9.

[Tabla 9]

Número de muestra	Borde de corte en forma de arco del borde inferior principal		Borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario		Tras cortar 2 cavidades		Tras cortar 4 cavidades		
	Longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal (mm)	Razón con respecto al radio de herramienta (%)	Longitud del borde de corte en forma de arco del borde secundario (mm)	Razón con respecto a la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal (%)	Anchura de abrasión (mm)	Fractura	Anchura de abrasión (mm)	Fractura	
Ejemplo de la presente invención	76	2,00	40	2,00	100	0,072	Ninguna	-	Sí
	77	2,50	50	2,50	100	0,042	Ninguna	-	Sí
	78	3,00	60	3,00	100	0,043	Ninguna	-	Sí
	79	3,50	70	3,50	100	0,038	Ninguna	0,208	Ninguna
	80	4,00	80	4,00	100	0,035	Ninguna	0,192	Ninguna
	81	4,50	90	4,50	100	0,040	Ninguna	-	Sí
	82	4,75	95	4,75	100	0,076	Ninguna	-	Sí
	83	4,00	80	3,40	85	0,079	Ninguna	-	Sí
	84	4,00	80	3,60	90	0,058	Ninguna	-	Sí
	85	4,00	80	3,80	95	0,037	Ninguna	0,195	Ninguna

25 Como resultado, en los ejemplos de la presente invención 76 a 85, todas las anchuras de abrasión de los flancos del borde inferior tras mecanizar dos cavidades estaban por debajo de 0,08 mm y se obtuvieron buenos resultados sin fracturas. En particular, en los ejemplos de la presente invención 77 a 81, en los que la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal era del 50% o más al 90% o menos del radio de herramienta, y en los ejemplos de la presente invención 84 a 85, en los que las longitudes del borde de corte en forma de arco de los bordes inferiores secundarios eran del 90% o más al 100% o menos del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, las anchuras de abrasión eran de menos de 0,06 mm, y se obtuvieron resultados incluso mejores. Además, en el ejemplo de la presente invención 79 y 80, en los que la longitud del borde de corte en forma de arco

del borde inferior principal era del 70% o más al 80% o menos del radio de herramienta, y en el ejemplo de la presente invención 85, en el que la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal era del 80% del radio de herramienta, y la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario era del 95% de la longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal, no se produjeron fracturas ni siquiera tras mecanizar cuatro cavidades y se obtuvieron resultados especialmente buenos.

Aplicabilidad industrial

La fresa de la presente invención permite el corte de materiales de alta dureza con una eficiencia superior y una vida de herramienta más prolongada, mediante la combinación de una forma de borde inferior distintiva y la forma de la parte que conecta el borde periférico y el borde inferior. Además, la forma en la que se subdimensiona el borde inferior secundario desde el borde inferior principal suprime eficazmente la vibración durante el corte, y de ese modo evita una fractura inesperada y permite una vida de herramienta de al menos el doble o más de las formas convencionales. La fresa de la presente invención permite el corte de larga duración, incluso para el desbaste de materiales de alta dureza, sin tener que preocuparse por fracturas y, por tanto, contribuye a la reducción drástica del tiempo de mecanizado y el coste de herramienta.

Los materiales objetivo principales para la fresa de la presente invención son aceros para herramientas aleados y aceros rápidos. Por tanto, es muy adecuada, en particular, para el mecanizado directo mediante corte de moldes de materiales de alta dureza.

Descripción de las notaciones

- 1 borde periférico
- 2 borde inferior
- 3 borde periférico principal
- 4 borde periférico secundario
- 5 borde inferior principal
- 6 borde inferior secundario
- 7 grosor real de la viruta
- 8 borde R
- 9 borde de corte de extremo achaflanado
- 11 fresa de la presente invención
- 14 cantidad subdimensionada de borde periférico
- 15 cantidad subdimensionada de borde inferior
- 17 centro del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior principal
- 18 distancia al centro del arco
- 19 borde de corte en forma de arco del borde inferior principal
- 20 borde de corte de media a baja inclinación del borde inferior principal
- 21 borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario
- 22 borde de corte de media a baja inclinación del borde inferior secundario
- 23 fresa de radio convencional
- 24 borde inferior de una fresa de radio convencional
- 25 borde periférico de una fresa de radio convencional
- 26 centro del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario
- 27 centro del arco que constituye el borde de corte en forma de arco del borde inferior en una fresa de radio convencional
- 28 longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal
- 29 longitud del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario
- 30 parte de conexión del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación
- 31 distancia entre el centro de arco y la parte de conexión
- 32 borde de corte en forma de arco
- 33 borde de corte de media a baja inclinación
- 34 reborde en el lado trasero de la rotación en el flanco del borde de corte en forma de arco
- 35 flanco del borde de corte en forma de arco
- 36 arco formado por el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco
- 37 arco formado por el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación
- 38 centro del arco formado por el radio de curvatura del borde de corte en forma de arco
- 39 centro del arco formado por el radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación
- 40 intersección
- 41 fresa convencional
- 42 límite del borde de corte en forma de arco y el borde de corte de media a baja inclinación
- 43 límite del flanco del borde de corte en forma de arco y el flanco del borde de corte de media a baja inclinación
- 44 flanco del borde de corte de media a baja inclinación
- O eje de herramienta
- O' eje de herramienta de la fresa cuando se mueve para una unidad de velocidad de alimentación
- D diámetro de herramienta
- R radio de herramienta

- f1 velocidad de alimentación en el borde cuando se mecaniza una pieza lineal o aproximadamente lineal
- f2 velocidad de alimentación en el borde cuando se mecaniza una parte de esquina
- ap profundidad de corte en la dirección axial
- a dirección de movimiento de herramienta
- 5 b dirección de rotación de herramienta
- W material de trabajo
- R1 radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior principal
- R2 radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior secundario
- R3 radio de curvatura del borde de corte en forma de arco del borde inferior
- 10 Ra radio de curvatura del borde de corte en forma de arco
- Rb radio de curvatura del reborde en el lado trasero de la rotación
- x anchura del flanco del borde de corte en forma de arco

REIVINDICACIONES

1. Una fresa (11), que comprende:

5 un borde (2) inferior, que está compuesto por un borde (32) de corte en forma de arco que está curvado cuando se observa desde una dirección perpendicular al eje (O) de herramienta y un borde (33) de corte de media a baja inclinación, lineal o curvado, que es consecutivo con respecto al borde (32) de corte en forma de arco; y un borde (1) periférico;

caracterizada por que

10 cuando se observa desde una dirección paralela al eje (O) de herramienta, el borde (32) de corte en forma de arco y un reborde (34) en el lado trasero de la rotación en un flanco (35) del borde (32) de corte en forma de arco están curvados con radios (Ra, Rb) de curvatura, y el radio (Ra) de curvatura del borde (32) de corte en forma de arco es menor que el radio (Rb) de curvatura del reborde (34) en el lado trasero de la rotación en el flanco (35) del borde (32) de corte en forma de arco, y

15 la anchura (x) del flanco (35) del borde (32) de corte en forma de arco se vuelve más ancha a medida que se aproxima a la periferia exterior y se vuelve la más grande en la periferia más exterior de la fresa (11) que es la parte de conexión del borde (32) de corte en forma de arco y el borde (1) periférico.

2. La fresa (11) según la reivindicación 1, en la que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje (O) de herramienta, el radio (Ra) de curvatura del borde (32) de corte en forma de arco es mayor que el radio (R) de herramienta.

3. La fresa (11) según la reivindicación 1, en la que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje (O) de herramienta, el radio (Ra) de curvatura del borde (32) de corte en forma de arco está en el intervalo de 0,3 veces o más a 0,7 veces o menos el radio (Rb) de curvatura del reborde (34) en el lado trasero de la rotación en el flanco (35) del borde (32) de corte en forma de arco.

4. La fresa (11) según la reivindicación 1, en la que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje (O) de herramienta, el radio (Ra) de curvatura del borde (32) de corte en forma de arco está en el intervalo de 1,1 veces o más a 1,5 veces o menos el radio (R) de herramienta.

5. La fresa (11) según la reivindicación 1, en la que, cuando se observa desde una dirección paralela al eje (O) de herramienta, el radio (Rb) de curvatura del reborde (34) en el lado trasero de la rotación en el flanco (35) del borde (32) de corte en forma de arco está en el intervalo de 2 veces o más a 4 veces o menos el radio (R) de herramienta.

6. La fresa (11) según la reivindicación 1, que comprende:

40 una pluralidad de bordes (1) periféricos que incluyen, cada uno, un borde (3) periférico principal que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado periférico exterior y un borde (4) periférico secundario que se proporciona en una posición que está relativamente en el lado de circunferencia interior; y una pluralidad de bordes (2) inferiores que incluyen, cada uno, un borde (5) inferior principal con una longitud relativamente larga desde el eje (O) de herramienta, y un borde (6) inferior secundario con una longitud relativamente corta desde el eje (O) de herramienta; en la que

45 el borde (5) inferior principal está compuesto por un borde (19) de corte en forma de arco que tiene un radio (R1) de curvatura que es de 1,5 veces o más a 5 veces o menos el radio (R) de herramienta y un borde (20) de corte de media a baja inclinación que se extiende desde el extremo del borde (19) de corte en forma de arco hacia el eje (O) de herramienta; y

50 el borde (6) inferior secundario y el borde (4) periférico secundario se proporcionan en una dirección perpendicular al eje (O) de herramienta desde el borde (5) inferior principal y el borde (3) periférico principal, respectivamente, en una posición subdimensionada en el intervalo de 0,0025 veces o más a 0,01 veces o menos el diámetro (D) de herramienta.

7. La fresa (11) según la reivindicación 6, en la que la posición del centro (17) del arco que constituye el borde (19) de corte en forma de arco en el borde (5) inferior principal, cuando se observa desde una dirección perpendicular al eje (O) de herramienta, está en el intervalo de 0,05 veces o más a 0,25 veces o menos el diámetro (D) de herramienta, cuando se mide desde el eje (O) de herramienta en una dirección perpendicular al eje (O) de herramienta.

8. La fresa (11) según la reivindicación 6, en la que la razón de la longitud del borde (19) de corte en forma de arco en el borde (5) inferior y el radio (R) de herramienta, cuando se mide en una dirección perpendicular al eje (O) de herramienta, es de al menos el 50% o más al 90% o menos del radio (R) de herramienta para la longitud (28) del borde (19) de corte en forma de arco del borde (5) inferior principal.

9. La fresa (11) según la reivindicación 6, en la que el radio (R1) de curvatura del arco que constituye el borde (19) de corte en forma de arco en el borde (5) inferior principal es igual al radio (R2) de curvatura del arco que constituye el borde (21) de corte en forma de arco del borde (6) inferior secundario.

10. La fresa (11) según la reivindicación 1, en la que cada borde (2) inferior y borde (1) periférico están conectados mediante un borde (8) R aproximadamente en forma de arco.
- 5 11. La fresa (11) según la reivindicación 10, en la que el radio de curvatura del borde R está en el intervalo de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio (R) de herramienta.
12. La fresa (11) según la reivindicación 1, en la que cada borde (2) inferior y borde (1) periférico están conectados mediante un borde (9) de corte de extremo achaflanado.
- 10 13. La fresa (11) según la reivindicación 12, en la que la anchura del borde de corte de extremo achaflanado está en el intervalo de 0,02 veces o más a 0,2 veces o menos el radio (R) de herramienta.

Fig. 1

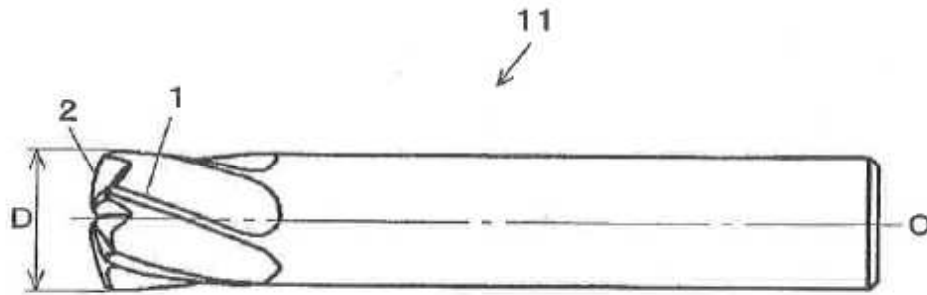


Fig. 2

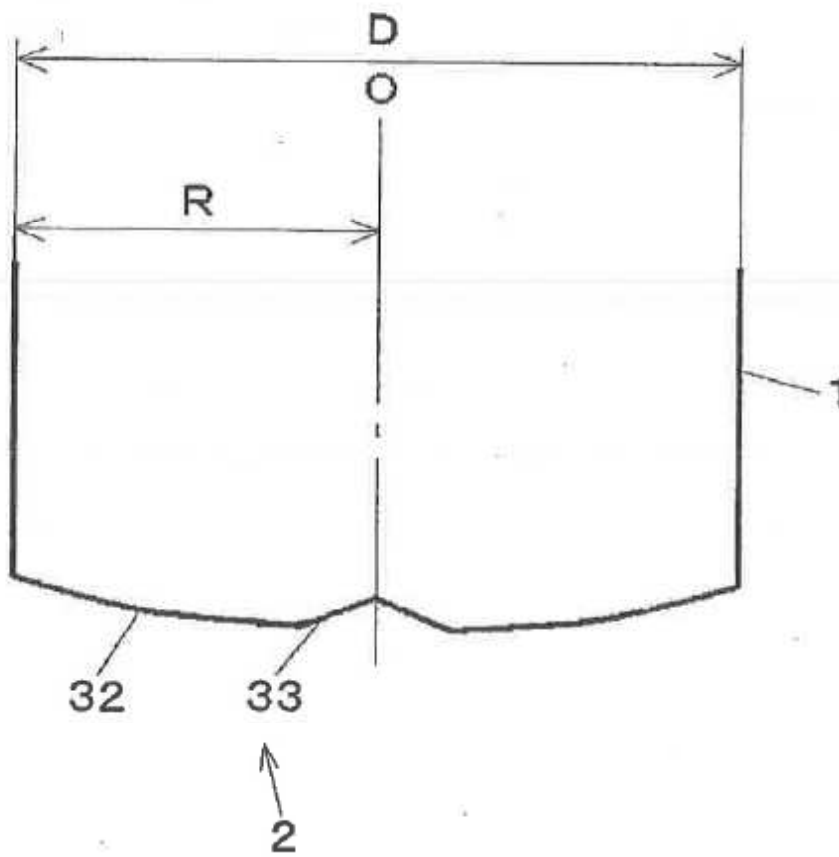


Fig. 3

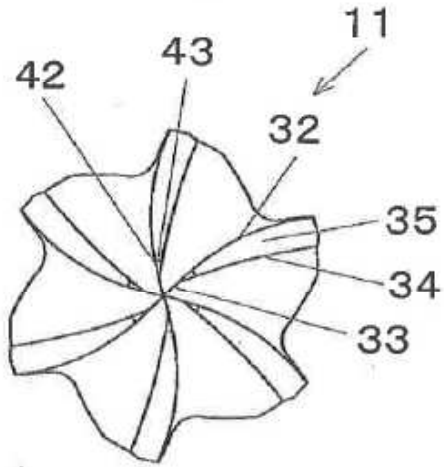


Fig. 4

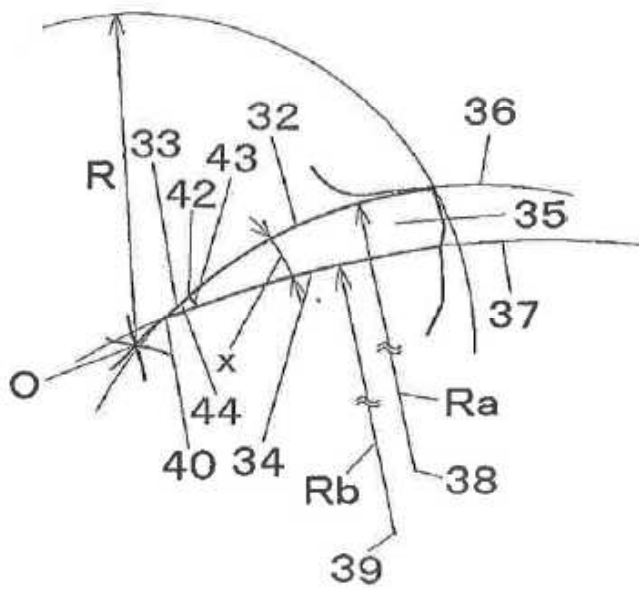


Fig. 5

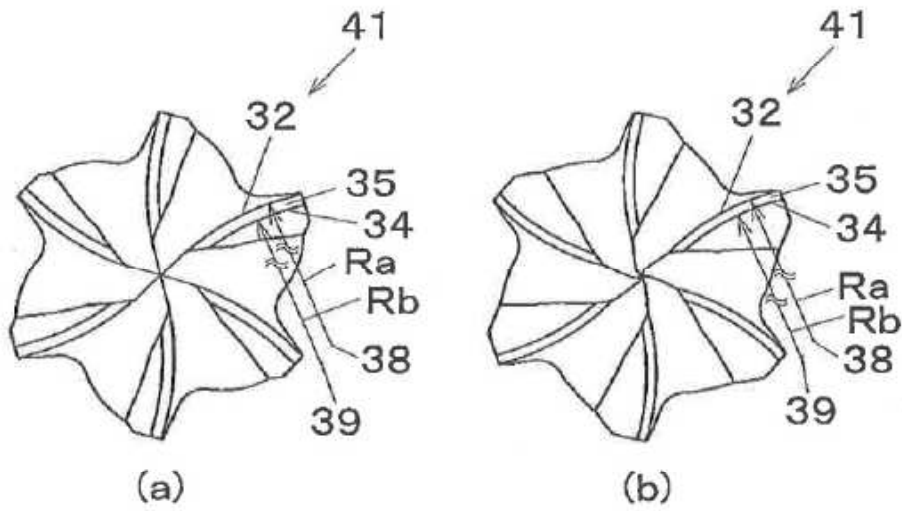


Fig. 6

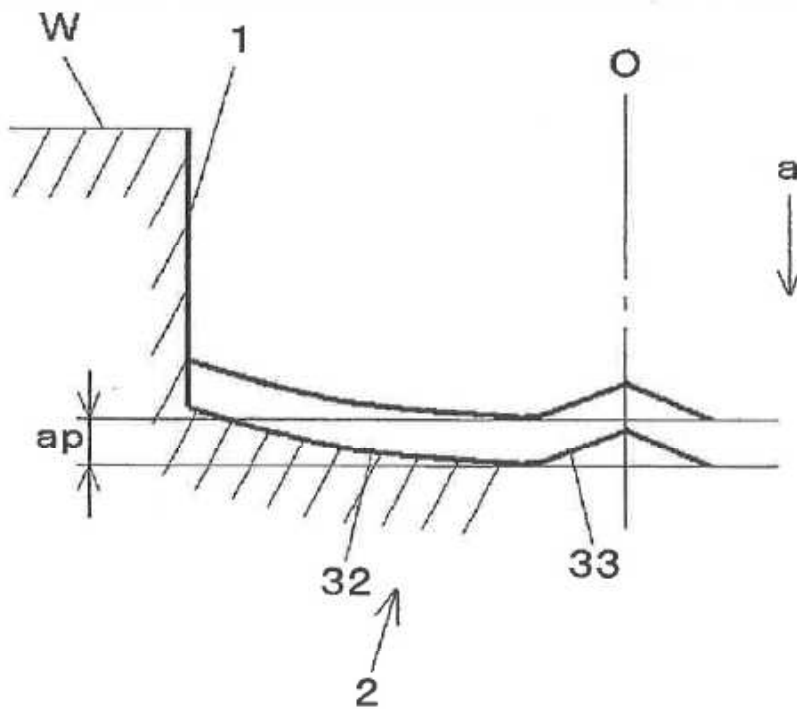


Fig. 7

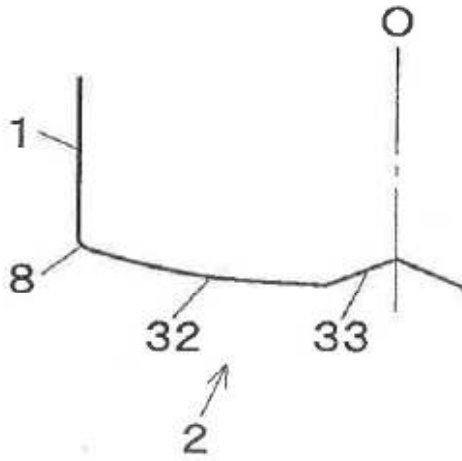


Fig. 8

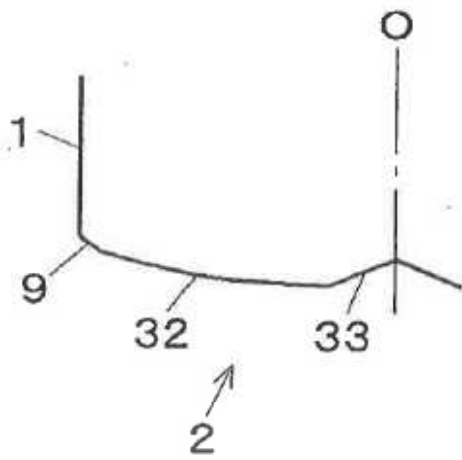


Fig. 9

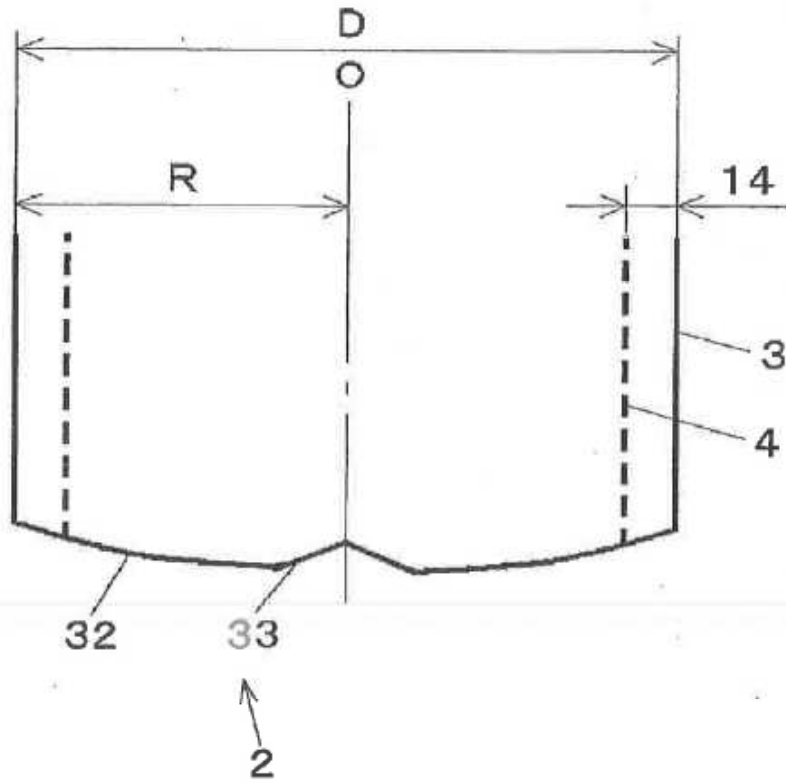


Fig. 10

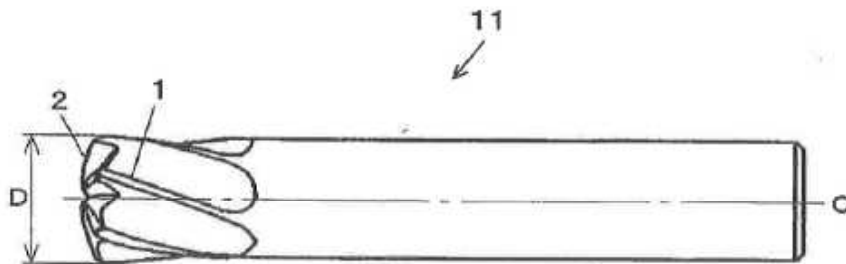


Fig. 11

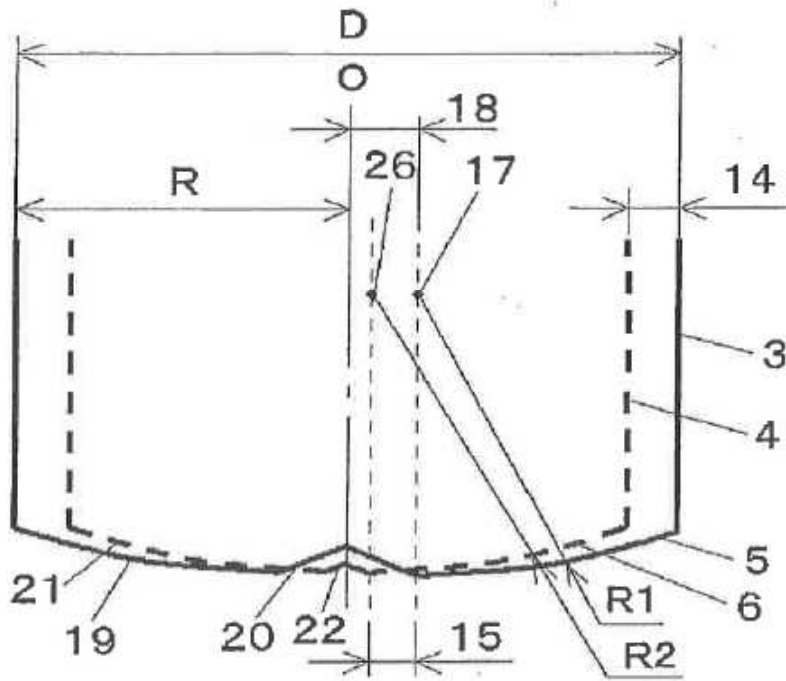


Fig. 12

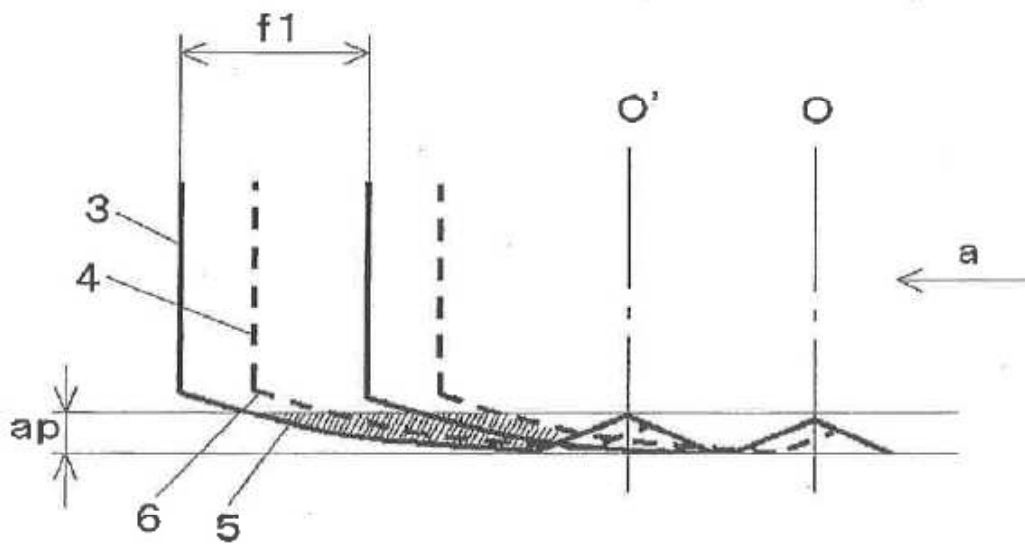


Fig. 13

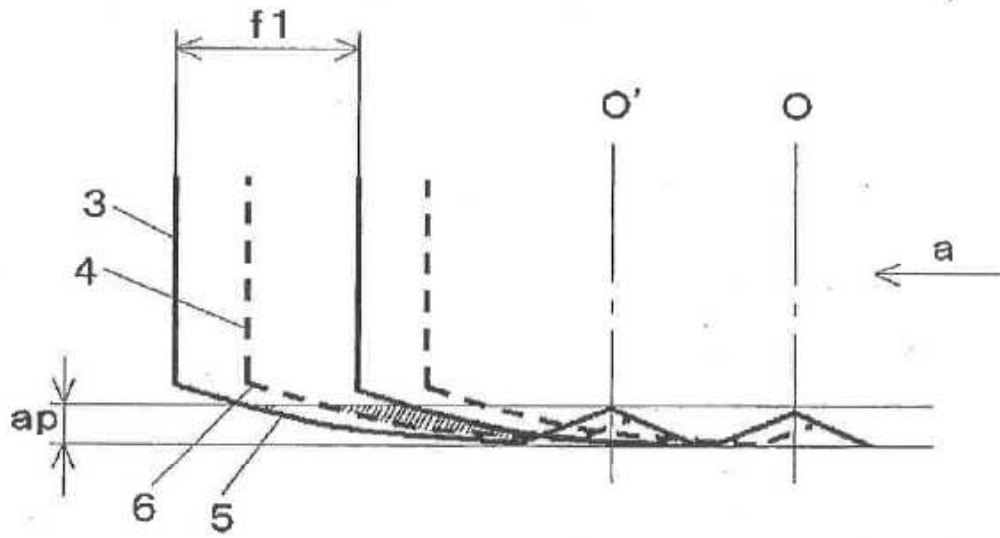


Fig. 14

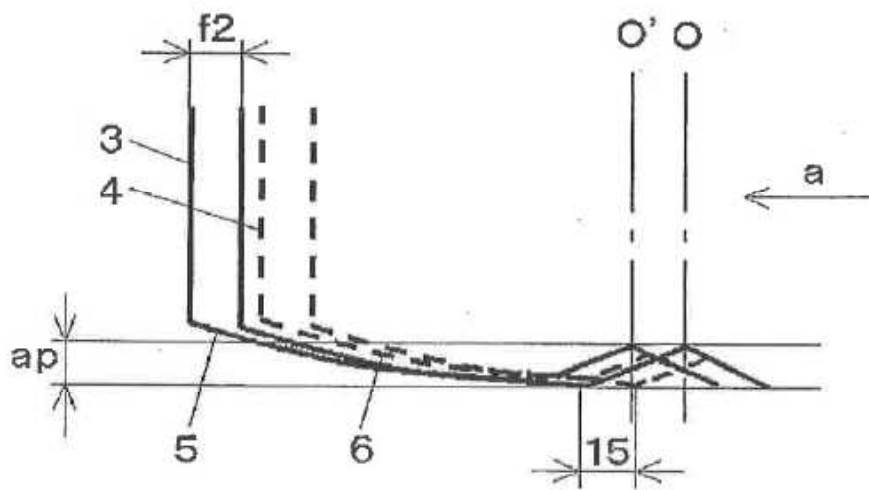


Fig. 15

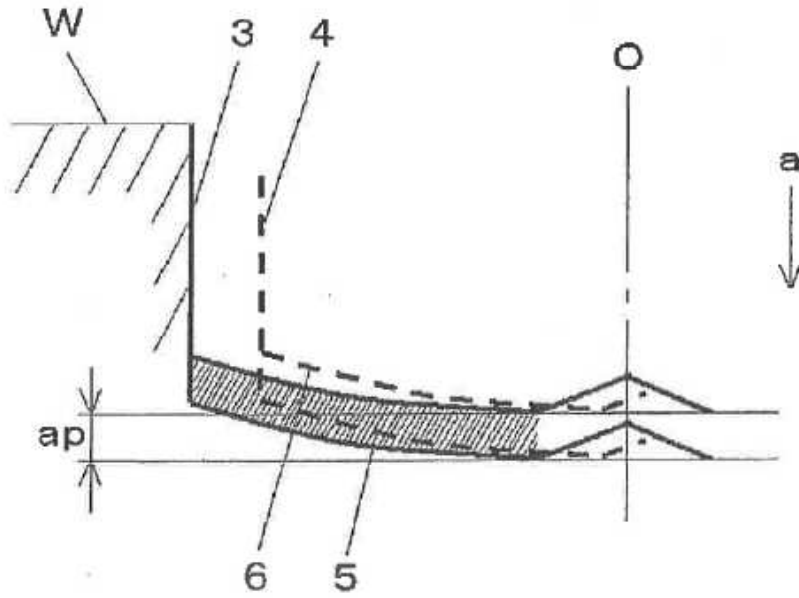


Fig. 16

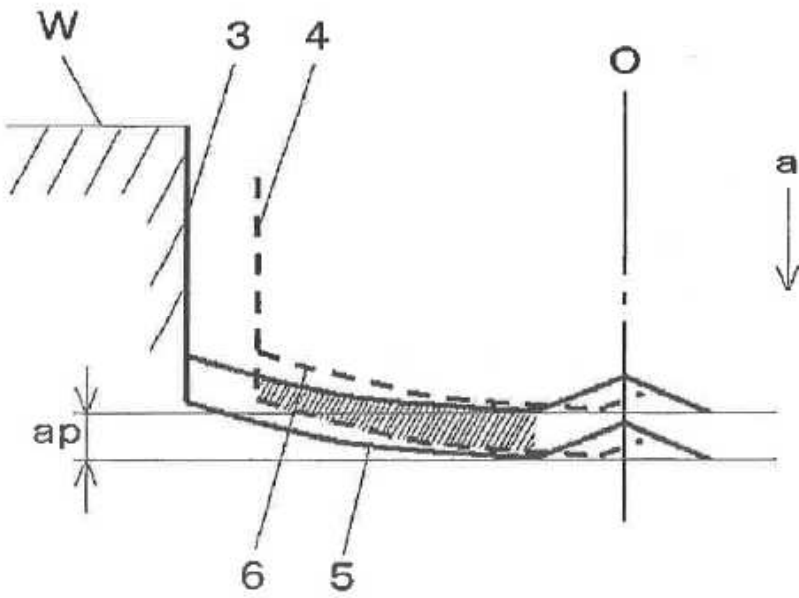


Fig. 17

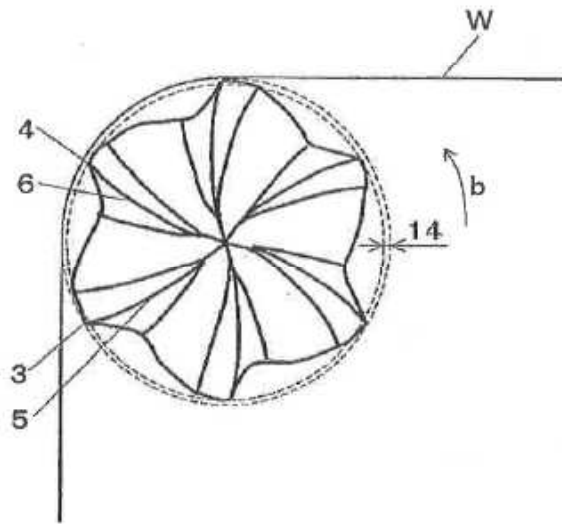


Fig. 18

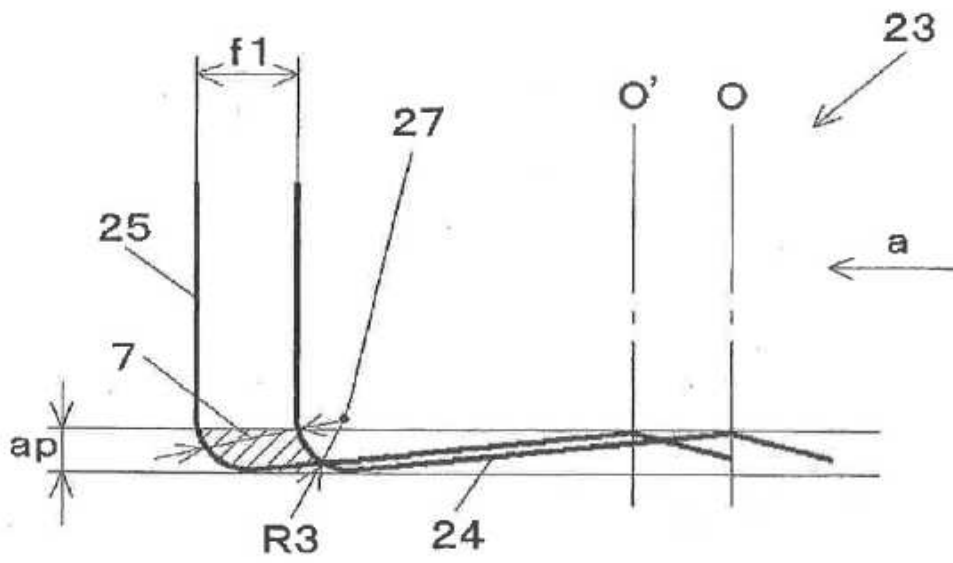


Fig. 19

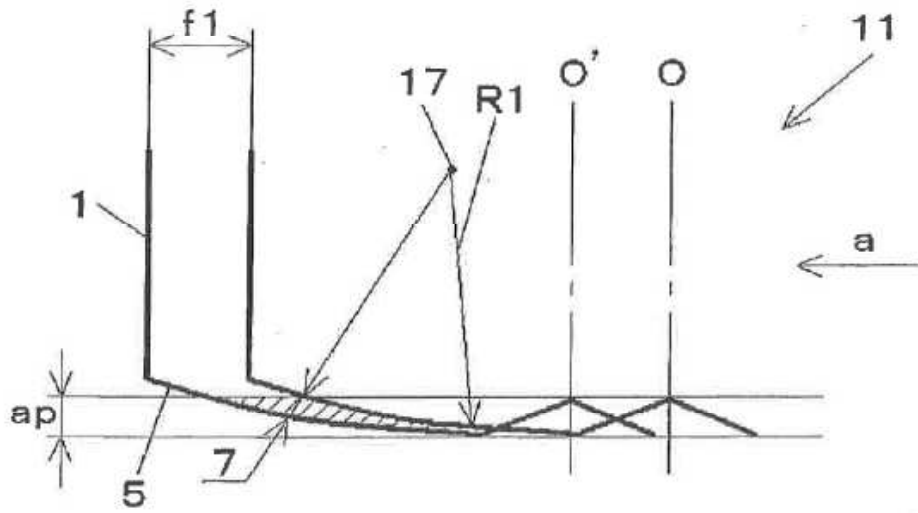


Fig. 20

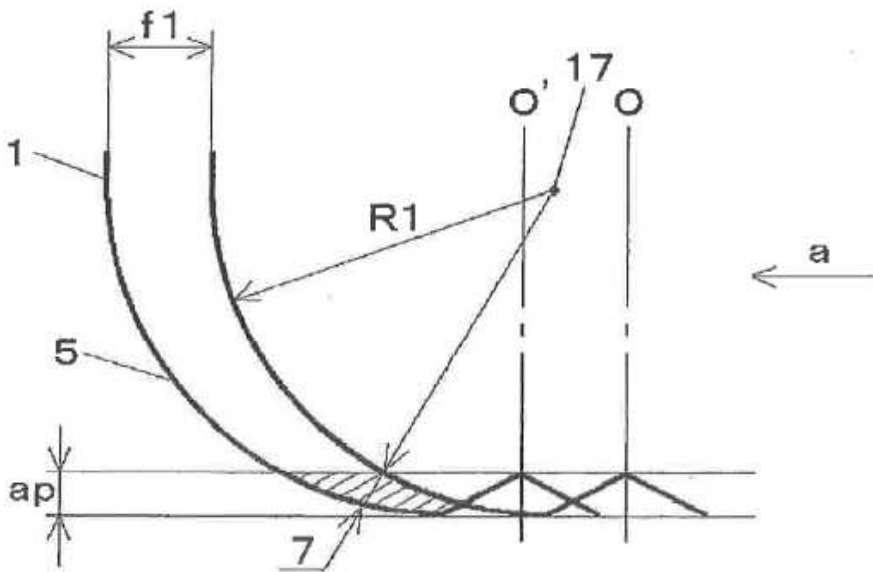


Fig. 21

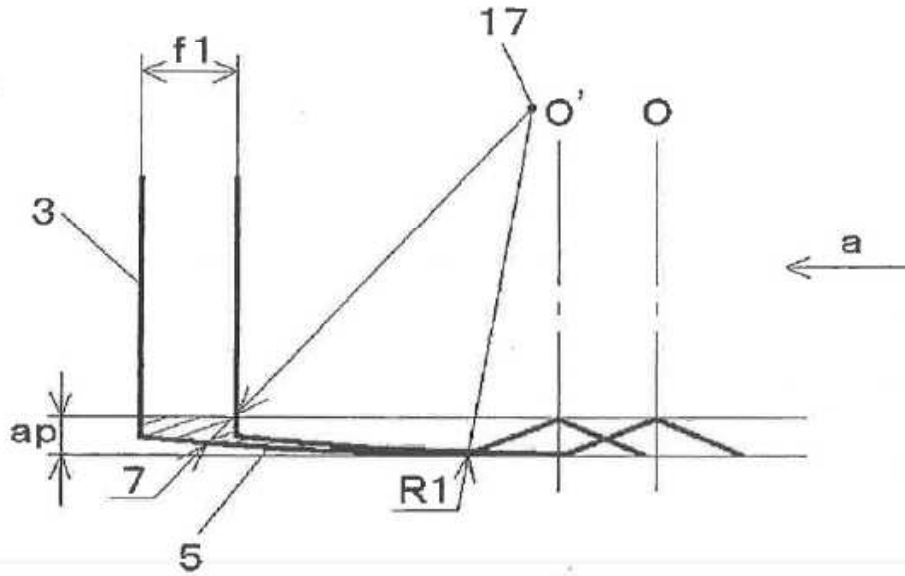


Fig. 22

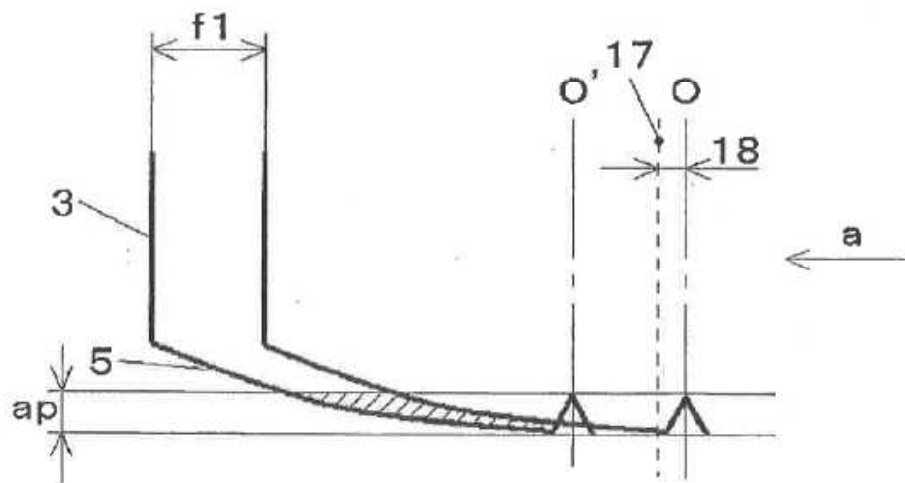


Fig. 23

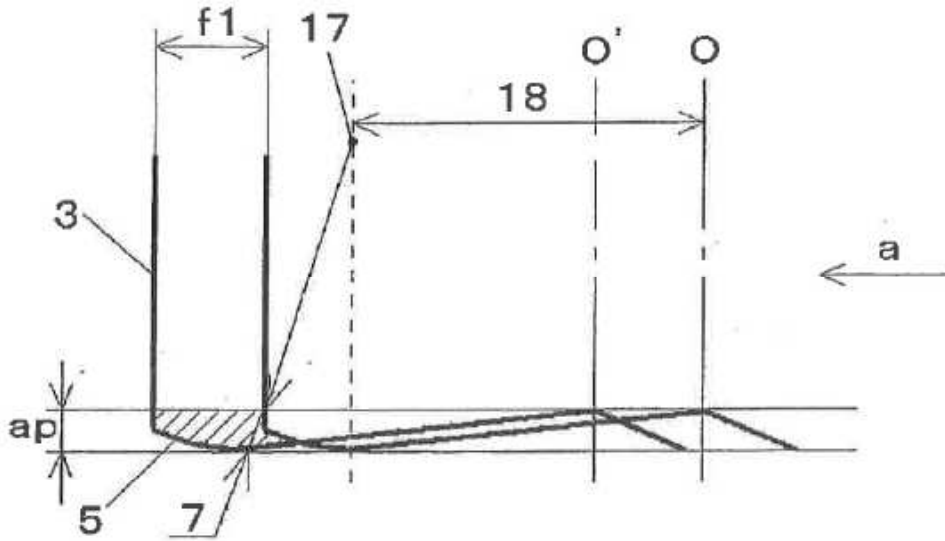


Fig. 24

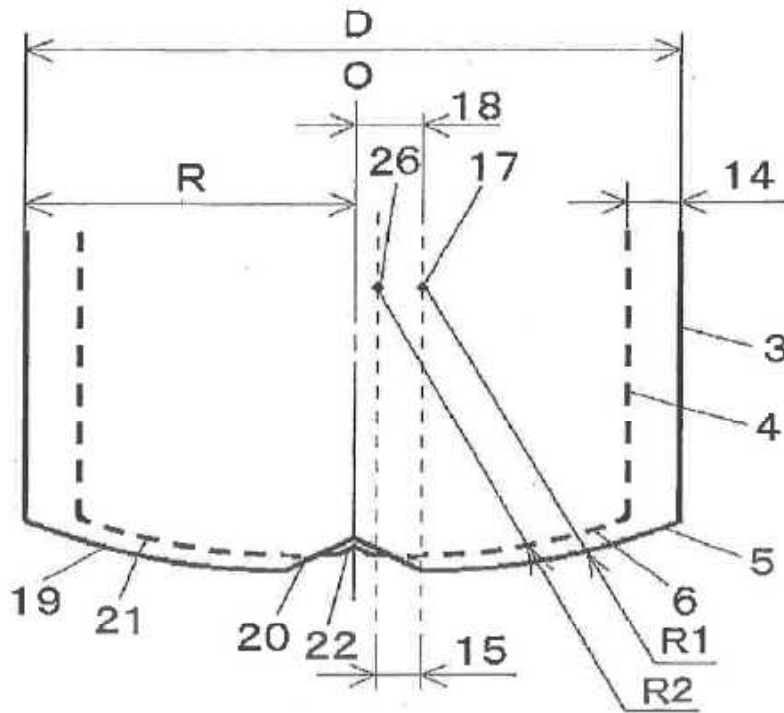


Fig. 25

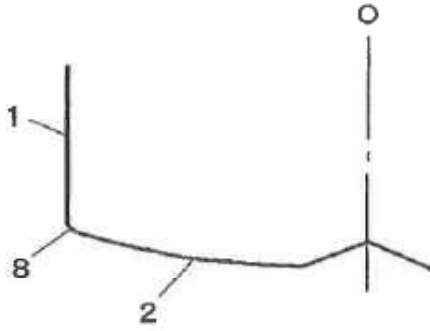


Fig. 26

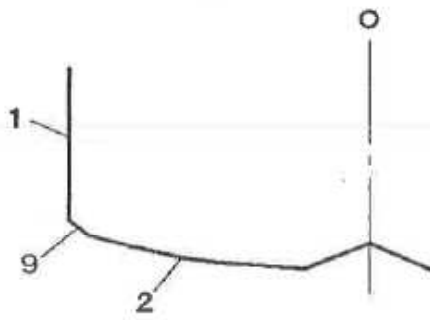


Fig. 27

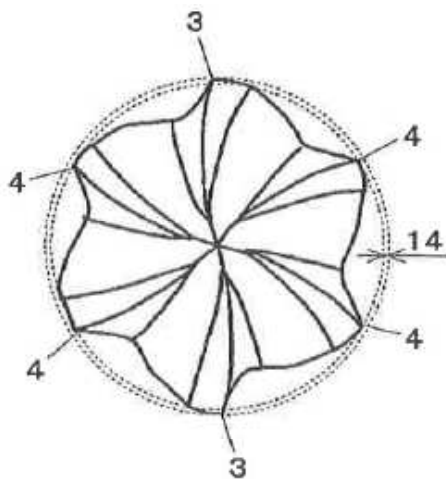


Fig. 28

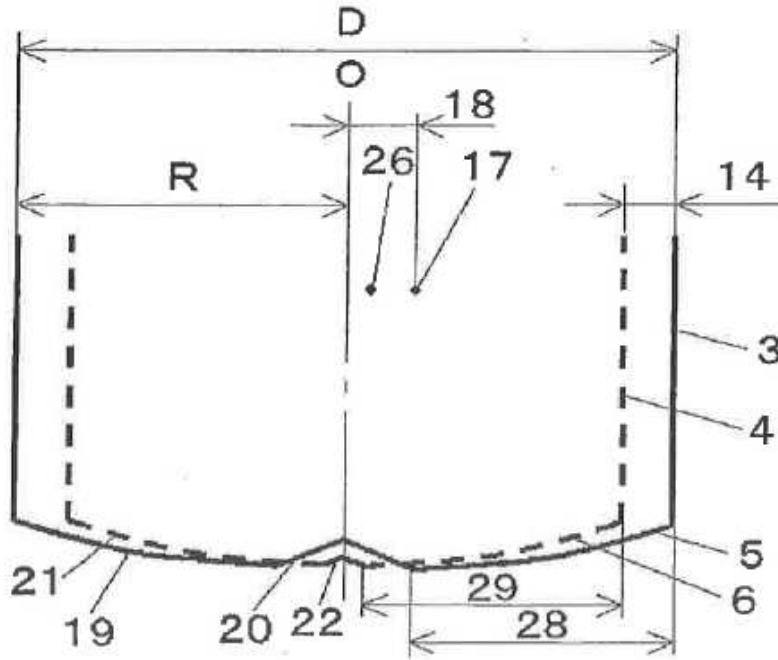


Fig. 29

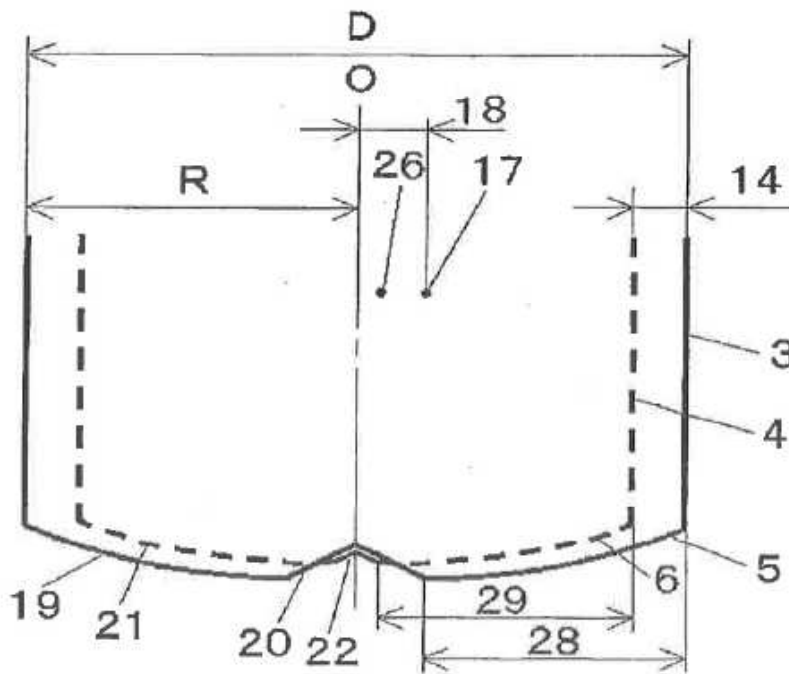


Fig. 30

