

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 511**

51 Int. Cl.:

B23Q 15/12 (2006.01)
B23Q 15/10 (2006.01)
B23B 3/26 (2006.01)
B23B 5/38 (2006.01)
B23B 1/00 (2006.01)
B23B 5/36 (2006.01)
B23Q 39/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2016** **E 16202909 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018** **EP 3231553**

54 Título: **Método de corte de cara circunferencial interior o cara circunferencial exterior de pieza**

30 Prioridad:

13.04.2016 JP 2016079952

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

18.10.2018

73 Titular/es:

**MATSUURA MACHINERY CORPORATION
(100.0%)
Aza Numa 1, Urushihara-cho 1
Fukui City Fukui, JP**

72 Inventor/es:

**AMAYA, KOUICHI;
KATO, TOSHIHIKO;
TAKEZAWA, YASUNORI;
IGARASHI, TETSUYA y
OHASHI, SHUICHI**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 686 511 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de corte de cara circunferencial interior o cara circunferencial exterior de pieza

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un método de corte de una cara circunferencial interior y una cara circunferencial exterior de una pieza usando una herramienta de corte de un eje principal que gira alrededor de una posición predeterminada que sirve como un centro y cuyo radio de giro es ajustable, realizándose el corte haciendo constante la velocidad de corte de la herramienta de corte.

El "giro del eje principal" no se limita a la rotación del eje principal a lo largo de su eje central, sino que se refiere a rotaciones incluyendo la revolución del eje principal alrededor de la posición predeterminada que sirve como un centro.

El denominado maquinado orbital en el que un eje principal gira alrededor de un centro predeterminado se ha adoptado como un método para formar una cara circunferencial interior y una cara circunferencial exterior de una pieza en caras curvadas de varias formas como cilindros, formas ahusadas, pestañas o análogos, como se describe en JP H08-126938 A (Documento de Patente 1). Este método de maquinado es técnicamente ventajoso porque el maquinado puede lograrse en cualquier posición en la que esté situada una plataforma que soporte la pieza.

La velocidad de corte tiene que ser constante con el fin de proporcionar una cara cortada lisa.

Sin embargo, en el método de maquinado orbital según la técnica relacionada descrita anteriormente, no se ha adoptado una configuración que haga constante la velocidad de corte.

JP 2000-190127 A (Documento de Patente 2) describe una configuración, para el método de corte de objetos en forma de engranajes, necesaria para mantener constante la velocidad de corte desde un punto de inicio del corte a un punto final del corte.

Sin embargo, JP 2000-190127 A solamente describe que la velocidad de corte se hace constante simplemente bajo el control de un torno CN y no aclara qué criterios cualitativos o cuantitativos se usan para hacer constante la velocidad de corte.

JP 2001-113443 A (Documento de Patente 3) describe que un CAM controla el número de rotaciones del eje principal para obtener una velocidad de corte constante. Sin embargo, JP 2001-113443 A tampoco aclara una configuración específica con relación a qué criterios se usan para hacer constante la velocidad de corte.

Además, los Documentos de Patente 2 y 3 están orientados al corte en base a la rotación del eje principal a lo largo de su eje central y no describen ni proponen que la velocidad de corte es constante cuando el eje principal gira alrededor de una posición predeterminada que sirve como un centro como en el caso de la presente invención.

Así, para el corte de la cara circunferencial interior o la cara circunferencial exterior de la pieza en base al giro del eje principal, no se ha propuesto ningún método de corte en el que la velocidad de corte de la herramienta de corte se controle de modo que sea constante.

JP 2011-131324 A (Documento de Patente 4) describe que la velocidad de corte de una herramienta de corte se pone de manera que sea constante cambiando ω según un cambio de una distancia R donde ω es la velocidad rotacional angular de un eje principal, R es la distancia desde un centro rotacional a una punta de la herramienta de corte, y el valor constante C se pone como la velocidad de corte en la punta de la herramienta de corte (párrafo 0040 y las figuras 7 (a) y (b)).

Sin embargo, la velocidad de corte constante en JP 2011-131324 A quiere decir que un valor de $R \cdot \omega$ es constante a lo sumo, y JP 2011-131324 A no describe lograr una velocidad constante con un factor de un diferencial de tiempo de la distancia R.

Así, JP 2011-131324 A no describe cómo establecer la velocidad de corte de forma exacta.

Breve resumen de la invención

Según la presente invención definida en la reivindicación 1, se facilita un método de corte en el que, al cortar una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza en base al giro de un eje principal alrededor de una posición predeterminada que sirve como un centro, se habilita el control para hacer exactamente constante la velocidad de corte.

Según la presente invención, también se facilita una configuración básica; un método de corte de una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza usando una herramienta de corte que sobresale de un eje principal que gira alrededor de una posición predeterminada que sirve como un centro y cuyo radio de giro es ajustable, donde, en el caso donde una velocidad de rotación angular del eje principal se representa como ω_1 , una distancia desde un centro de giro a una punta de la herramienta de corte se representa como R, y una velocidad de corte de la punta de la herramienta de corte se pone a un valor constante C, la velocidad de corte de la herramienta de corte se hace constante realizando control de modo que ω_1 cambie en asociación con un cambio en la distancia R de modo que se formula

$$\omega_1 = (C^2 - \dot{R}^2)^{\frac{1}{2}} / R$$

donde R denota un diferencial de tiempo de la distancia R, donde la pieza se pone en una plataforma rotacional, y la plataforma se pone en un pedestal de un centro de maquinado, o donde la pieza es sujeta por un brazo de un robot. Según una implementación (1), el centro de maquinado puede no solamente cortar la pieza, sino también fabricar la pieza además del corte, y

una posición del centro de giro del eje principal es móvil en una de:

una dirección ortogonal y

una dirección oblicua

a un plano ortogonal al eje de giro central, y

cuando la posición del centro de giro del eje principal es móvil en la dirección oblicua, se pone una posición de soporte de la pieza en la plataforma en la que se coloca la pieza, de modo que una distancia desde la posición de corte de la pieza al centro de giro de la herramienta de corte sea R moviendo el pedestal del centro de maquinado a lo largo de una dirección del plano en asociación con el movimiento en la dirección oblicua para mantener un estado donde el corte está habilitado.

Según otra implementación (2), una posición del centro de giro del eje principal es móvil en una de:

una dirección ortogonal y

una dirección oblicua

a un plano ortogonal al eje de giro central, y

cuando la posición del centro de giro del eje principal es móvil en la dirección oblicua, se pone una posición de sujeción de la pieza por el brazo del robot, de modo que una distancia desde la posición de corte de la pieza al centro de giro de la herramienta de corte sea R moviendo el brazo del robot a lo largo de una dirección del plano en asociación con el movimiento en la dirección oblicua para mantener un estado donde el corte está habilitado.

En el aspecto de la presente invención, la configuración básica produce una velocidad de corte constante para proporcionar una cara cortada lisa. Además, las implementaciones (1), (2) permiten que la cara circunferencial interior o la cara circunferencial exterior de la pieza se formen en cualquiera de varias caras curvadas.

Es decir, el aspecto de la presente invención elimina la necesidad de control en base a cálculos u operaciones complicados como se describe en los Documentos de Patente 2 y 3.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1(a), (b) son diagramas de bloques de un sistema que permite implementar un método de la presente invención, mostrando la figura 1 (a) una configuración en la que una pieza se pone en una plataforma, y mostrando la figura 1 (b) una realización en la que una pieza se pone en una plataforma rotacional, y la plataforma rotacional se pone en un pedestal de un centro de maquinado.

Las figuras 2(a) y 2(b) son vistas en planta que muestran el estado de un plano en una dirección ortogonal a un eje rotativo central de un eje principal, mostrando la figura 2(a) que se corta una cara circunferencial interior, y mostrando la figura 2(b) que se corta una cara circunferencial exterior.

Las figuras 3(a) y 3(b) muestran un método de formar una forma ahusada normal moviendo la posición de un centro de giro del eje principal y cambiando secuencialmente un radio de giro, siendo la figura 3(a) una vista en planta que muestra un lugar de movimiento de una punta de una herramienta de corte, y siendo la figura 3(b) una vista lateral

de la forma ahusada formada por el cambio secuencial; las figuras 4(a) y 4(b) muestran un método de formar una forma ahusada escalonada moviendo la posición del centro de giro del eje principal y cambiando el radio de giro de manera gradual, siendo la figura 4(a) una vista en planta que muestra un lugar de movimiento de la punta de la herramienta de corte, y siendo la figura 4(b) una vista lateral de la forma ahusada escalonada formada por el cambio gradual.

Y las figuras 5(a), 5(b), y 5(c) son vistas en perspectiva que muestran un proceso de formar una forma de aro moviendo helicoidalmente y finalmente moviendo circunferencialmente la punta de la herramienta de corte en una región interior y una región exterior de la pieza sin mover la posición de giro central del eje principal, mostrando la figura 5(a) un proceso de formar una pared interior en una forma de aro, mostrando la figura 5(b) un proceso de formar una pared exterior en forma de aro, y mostrando la figura 5(c) la forma de aro acabada.

Descripción detallada de la invención

Como se representa en la figura 1 (a), (b), los componentes de la presente invención incluyen un eje principal 1 que gira, una herramienta de corte 2 dispuesta en un lado de punta del eje principal 1, una pieza 3, una plataforma 4 que soporta la pieza 3 (indicada en la figura 1 (a)), o una plataforma 4 que soporta la pieza 3 y el pedestal 41 del centro de maquinado en el que se pone la plataforma 4 (indicado en la figura 1(b)), o un brazo de un robot para sujetar la pieza 3 (no representado en las figuras), y un aparato de control 5 que controla el movimiento del eje principal 1 y la plataforma 4 o el pedestal 41, o el brazo del robot.

En la figura 1, las flechas en blanco indican un estado de movimiento del eje principal 1 asociado con el ajuste de un radio de giro o un estado de movimiento del eje principal 1 en la dirección ortogonal o la dirección oblicua, las flechas curvadas indican un estado de giro por revolución del eje principal 1 y un estado de giro de la plataforma 4, una flecha de puntos del aparato de control 5 indica un estado donde se envían señales que permiten controlar una velocidad de rotación angular y una velocidad de rotación angular, y las flechas sólidas indican estados donde se envían señales que permiten el control del movimiento del eje principal 1 asociado con el ajuste del radio de giro del eje principal 1, y en las implementaciones (1) y (2), el control del movimiento del centro de giro de la plataforma 4, o el pedestal 41, o el brazo del robot asociado con el movimiento del centro de giro del eje principal 1 en la dirección ortogonal o la dirección oblicua y el movimiento del centro de giro del eje principal 1 en la dirección oblicua.

En la presente invención, los elementos a controlar son parámetros indicativos de la velocidad de giro angular del eje principal 1 con respecto al centro de giro, y el radio de giro del eje principal 1 (estos elementos corresponden a la configuración básica), y además la posición de movimiento y la velocidad de movimiento del centro de giro en la dirección ortogonal o la dirección oblicua con respecto a un plano ortogonal a un eje central 6 para el giro del eje principal 1 (estos elementos corresponden a las implementaciones (1) y (2)). En la configuración básica, el número de los parámetros es dos, y en las implementaciones (1) y (2), el número de los parámetros es tres.

El eje principal 1 y la herramienta de corte 2 efectúan un movimiento de giro alrededor de una posición central predeterminada. Una punta de la herramienta de corte 2 corta una cara circunferencial interior de la pieza 3 como se muestra en la figura 2(a) o corta una cara circunferencial exterior de la pieza 3 como se muestra en la figura 2(b). El radio de giro del eje principal 1 desde la posición central es ajustable, y así, el radio de curvatura de la punta de la herramienta de corte 2 también es ajustable, permitiendo que se seleccione opcionalmente una cara de corte curvada.

Es decir, las caras curvadas circunferenciales en las figuras 2(a) y 2(b) indican simplemente ejemplos típicos en base a la rotación por la composición de la revolución del eje principal 1 y la rotación de la plataforma 4. La cara curvada cortada no se limita necesariamente a la cara curvada circunferencial.

A continuación se describirán los criterios basados en las expresiones relativas a la configuración básica y correspondientes a una demanda técnica de provisión de una cara cortada lisa.

Como se indica en las figuras 2(a) y 2(b), si la distancia desde el centro de giro a la punta de la herramienta de corte 2 se representa como R, y una posición angular de la herramienta de corte 2 se representa como θ , y una posición de coordenadas de la herramienta de corte 2 se representa como (X, Y), entonces se formulan $X = R \cos\theta$ y $Y = R \sin\theta$ y se formula

$$\dot{X} = \dot{R} \cos\theta - R\dot{\theta} \sin\theta, \dot{Y} = \dot{R} \sin\theta + R\dot{\theta} \cos\theta$$

(los puntos sobre caracteres de referencia indican diferenciales de tiempo).

Por lo tanto, cuando la velocidad de corte se representa como V, se formula

$$V^2 = \dot{X}^2 + \dot{Y}^2 = \dot{R}^2 + R^2 \dot{\theta}^2 .$$

Según las expresiones relacionales antes descritas, donde, en el caso donde la velocidad de giro angular del eje principal 1 se representa como ω_1 y la velocidad de giro angular de la plataforma 4 se representa como ω_2 , el valor constante C puede preestablecerse y controlarse formulando

5

$$\omega_1 = (C^2 - \dot{R}^2)^{\frac{1}{2}} / R$$

en asociación con la distancia R y R que es un diferencial de tiempo de la distancia R, con el fin de permitir que la punta de la herramienta de corte 2 opere a una velocidad de corte constante V. En la presente invención, para formar cada una de las caras circunferenciales interior y exterior en alguna de varias formas de corte, se puede adoptar la realización siguiente. Es decir, como se representa en la figura 1 (a), donde la pieza 3 se pone en una plataforma 4, y una posición del centro de giro del eje principal 1 es móvil en una de:

10

una dirección ortogonal y

15

una dirección oblicua

a un plano ortogonal al eje de giro central 6, y

20

cuando la posición del centro de giro del eje principal 1 es móvil en la dirección oblicua, se pone una posición de soporte de la pieza 3 en la plataforma 4 en la que se coloca la pieza 3, de modo que una distancia desde la posición de corte de la pieza 3 al centro de giro de la herramienta de corte 2 sea R moviendo la plataforma 4 a lo largo de una dirección del plano en asociación con el movimiento en la dirección oblicua para mantener un estado donde el corte está habilitado,

25

o, como se representa en la implementación (1) mostrada en la figura 1 (b),

donde la pieza 3 se pone en una plataforma rotacional 4, y la plataforma 4 se pone en un pedestal 41 de un centro de maquinado que puede no solamente cortar la pieza 3, sino también fabricar la pieza 3 además de cortarla, y una posición del centro de giro del eje principal 1 es móvil en una de:

30

una dirección ortogonal y

una dirección oblicua

35

a un plano ortogonal al eje de giro central 6, y

cuando la posición del centro de giro del eje principal 1 es móvil en la dirección oblicua, se pone una posición de soporte de la pieza 3 en la plataforma 4 en la que se coloca la pieza 3, de modo que una distancia desde la posición de corte de la pieza 3 al centro de giro de la herramienta de corte 2 sea R moviendo el pedestal 41 del centro de maquinado a lo largo de una dirección del plano en asociación con el movimiento en la dirección oblicua para mantener un estado donde el corte está habilitado,

40

o, donde la pieza 3 es sujeta por un brazo de un robot (no indicado en las figuras), y una posición del centro de giro del eje principal 1 es móvil en una de:

45

una dirección ortogonal y

una dirección oblicua

50

a un plano ortogonal al eje de giro central 6, y

cuando la posición del centro de giro del eje principal 1 es móvil en la dirección oblicua, se pone una posición de sujeción de la pieza 3 por el brazo del robot, de modo que una distancia desde la posición de corte de la pieza 3 al centro de giro de la herramienta de corte 2 sea R moviendo el brazo del robot a lo largo de una dirección del plano en asociación con el movimiento en la dirección oblicua para mantener un estado donde el corte está habilitado.

55

Como se representa en la figura 1(a), no siempre es necesario girar una plataforma 4.

60

Sin embargo, en la implementación (1), es necesario que una plataforma 4 sea rotacional en el caso de fabricar una pieza 40 que sea la pieza 3, además de cortarla.

Así, en el caso de una implementación (1) y (2), cuando el centro de giro del eje principal 1 es móvil en la dirección oblicua, el eje de giro central 6 del eje principal 1 se mueve, y la posición de la plataforma 4 o el pedestal 41 (en el

caso de a de la figura 1(a) o la implementación (1)), o la posición del brazo del robot (en el caso de una implementación (2)) deberá moverse a lo largo de la dirección del plano con un estado sincronizado a la posición del centro de giro con el fin de mantener un estado donde la herramienta de corte 2 puede cortar la pieza 3.

5 Las figuras 3(a) y 3(b) representan que la cara circunferencial exterior se forma en forma ahusada normal según la realización en la que la posición del centro de giro del eje principal 1 es movida en la dirección ortogonal o la dirección oblicua, mientras que el radio de giro se cambia secuencialmente.

10 Cuando la forma ahusada tiene caras curvadas circunferenciales en sus extremos opuestos, el radio de giro puede ser aproximadamente constante en una etapa inicial y una etapa final de giro como se indica en las figuras 3(a) y 3(b).

15 Las figuras 4(a) y 4(b) muestran que la cara circunferencial interior se forma en forma ahusada escalonada según la realización en la que la posición del centro de giro del eje principal 1 se mueve en la dirección ortogonal o la dirección oblicua, mientras que el radio de giro se cambia de manera gradual.

Como es evidente por las figuras 3(a) y 3(b) y las figuras 4(a) y 4(b), una configuración como la ilustrada en la figura 1(a) permite formar la cara circunferencial interior o la cara circunferencial exterior en alguna de varias formas.

20 Todos los dibujos antes descritos muestran que el centro de giro del eje principal 1 se mueve en la dirección ortogonal al plano ortogonal al eje de giro central 6, es decir, en la misma dirección que la del eje de giro central 6. Cuando el centro de giro se mueve en la dirección oblicua al plano, se obtiene una forma ahusada que en general cambia en la dirección oblicua.

25 De forma alternativa a las realizaciones mostradas en las figuras 3(a) y 3(b) y las figuras 4(a) y 4(b), si el radio de giro del eje principal 1 no se cambia, la cara circunferencial interior o la cara circunferencial exterior (no indicadas en los dibujos) se pueden formar en una forma cilíndrica normal (cuando el centro de giro se mueve en la dirección ortogonal) o una forma cilíndrica oblicua (cuando el centro de giro se mueve en la dirección oblicua).

30 La figura 5 representa una realización en la que la posición del centro de giro del eje principal 1 no se mueve en la dirección ortogonal ni en la dirección oblicua. En la realización, se forma una forma de aro de la siguiente manera:

35 (1) En una región interior de la pieza 3 que está cerca del centro de giro, la distancia desde el centro de giro a la punta de la herramienta de corte 2 se incrementa secuencialmente para mover la punta a lo largo de un lugar helicoidal, en el caso de que la distancia llegue a un estado máximo, el estado máximo se mantiene para formar una pared interior en forma de aro.

40 (2) En una región exterior de la pieza 3 que está lejos del centro de giro, la distancia desde el centro de giro a la punta de la herramienta de corte 2 se reduce secuencialmente para mover la punta a lo largo de un lugar helicoidal, en el caso de que la distancia llegue a un estado mínimo, el estado mínimo se mantiene para formar una pared exterior en forma de aro.

En la realización antes descrita, la forma de aro puede obtenerse rápidamente.

45 Así, en la presente invención, la pieza 3 se corta por la suma de la velocidad de corte para poder formar rápidamente la cara circunferencial interior y la cara circunferencial exterior. No se precisa ningún control especial de la suma para lograr un control simple.

50 Ejemplo

En un ejemplo, se adopta una pluralidad de ejes principales 1 y herramientas de corte 2 que sobresalen de los respectivos ejes principales 1.

55 En este ejemplo, la pluralidad de herramientas de corte 2 realiza corte para aumentar más la velocidad de corte, mientras que las propiedades de las herramientas de corte individuales 2 relacionadas con la cara cortada se promedian para poder obtener una cara cortada aún más lisa.

60 Como se describe anteriormente, la presente invención permite cortar la cara circunferencial interior y la cara circunferencial exterior de la pieza en alguna de varias formas con caras cortadas lisas a una velocidad de corte constante. Así, la presente invención tiene enorme aplicabilidad.

Explicación de números de referencia

65 1: un eje principal

2: una herramienta de corte

ES 2 686 511 T3

- 3: una pieza
- 4: una plataforma
- 5 40: una parte de fabricación de un centro de maquinado para fabricar la pieza además de cortarla
- 41: un pedestal en el centro de maquinado
- 10 5: un aparato de control
- 6: un eje central de giro o rotación

REIVINDICACIONES

1. Un método de corte de una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza (3) usando una herramienta de corte (2) que sobresale de un eje principal (1) que gira alrededor de una posición predeterminada que sirve como un centro y cuyo radio de giro puede ajustarse, incluyendo el paso de:

en el caso en el que una velocidad de rotación angular del eje principal (1) se representa como ω_1 , una distancia desde un centro de giro a una punta de la herramienta de corte (2) se representa como R, y una velocidad de corte de la punta de la herramienta de corte (2) se pone a un valor constante C, la velocidad de corte de la herramienta de corte (2) se hace constante realizando control de modo que ω_1 cambie en asociación con un cambio en la distancia R de modo que

$$\omega_1 = \left(C^2 - \dot{R}^2 \right)^{\frac{1}{2}} / R$$

donde R denota un diferencial de tiempo de la distancia R;
 donde la pieza (3) se pone en una plataforma rotacional (4), y la plataforma (4) se pone en un pedestal (41) de un centro de maquinado; o
 donde la pieza (3) es sujeta por un brazo de un robot.

2. El método de corte de una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza según la reivindicación 1, donde una posición del centro de giro del eje principal es móvil en una de:

una dirección ortogonal y
 una dirección oblicua
 a un plano ortogonal al eje de giro central, y
 cuando la posición del centro de giro del eje principal es móvil en la dirección oblicua, se pone una posición de soporte de la pieza en la plataforma en la que se coloca la pieza, de modo que una distancia desde la posición de corte de la pieza al centro de giro de la herramienta de corte sea R moviendo el pedestal (41) del centro de maquinado a lo largo de una dirección del plano en asociación con el movimiento en la dirección oblicua para mantener un estado donde el corte está habilitado.

3. El método de corte de una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza según la reivindicación 1, donde una posición del centro de giro del eje principal es móvil en una de:

una dirección ortogonal y
 una dirección oblicua
 a un plano ortogonal al eje de giro central, y
 cuando la posición del centro de giro del eje principal es móvil en la dirección oblicua, se pone una posición de sujeción de la pieza por el brazo del robot, de modo que una distancia desde la posición de corte de la pieza al centro de giro de la herramienta de corte sea R moviendo el brazo del robot a lo largo de una dirección del plano en asociación con el movimiento en la dirección oblicua para mantener un estado donde el corte está habilitado.

4. El método de corte de una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza (3) según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, incluyendo además el paso de mover la posición del centro de giro del eje principal (1) en una de la dirección ortogonal y la dirección oblicua, mientras que la distancia R se cambia secuencialmente.

5. El método de corte de una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza (3) según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, incluyendo además el paso de mover la posición del centro de giro del eje principal (1) en una de la dirección ortogonal y la dirección oblicua, mientras que la distancia R se cambia de manera gradual.

6. El método de corte de una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza según la reivindicación 1, donde una posición del centro de giro del eje principal no se mueve en la dirección ortogonal ni en la dirección oblicua, e incluyendo además el paso de formar una forma de aro por los pasos siguientes:

(1) en una región interior de la pieza que está cerca del centro de giro, incrementar secuencialmente la distancia desde el centro de giro a la punta de la herramienta de corte para mover la punta a lo largo de un lugar helicoidal, en el caso de que la distancia llegue a un estado máximo, de modo que el estado máximo se mantenga para formar una pared interior en una forma de aro, y

5 (2) en una región exterior de la pieza que está lejos del centro de giro, reducir secuencialmente la distancia desde el centro de giro a la punta de la herramienta de corte para mover la punta a lo largo de un lugar helicoidal, en el caso de que la distancia llegue a un estado mínimo, de modo que el estado mínimo se mantenga para formar una pared exterior en una forma de aro.

10 7. El método de corte de una cara circunferencial interior o una cara circunferencial exterior de una pieza según la reivindicación 1, incluyendo además el paso de adoptar una pluralidad de ejes principales y herramientas de corte que sobresalen de los respectivos ejes principales.

FIG.1

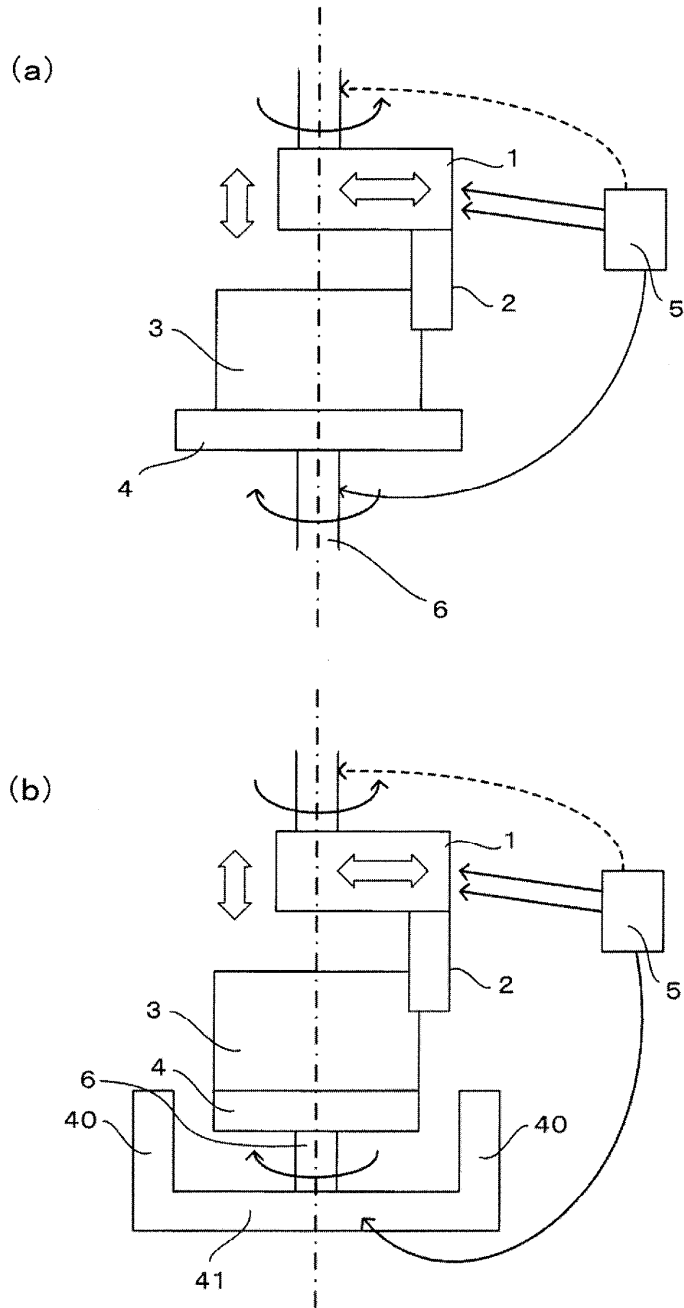


FIG.2

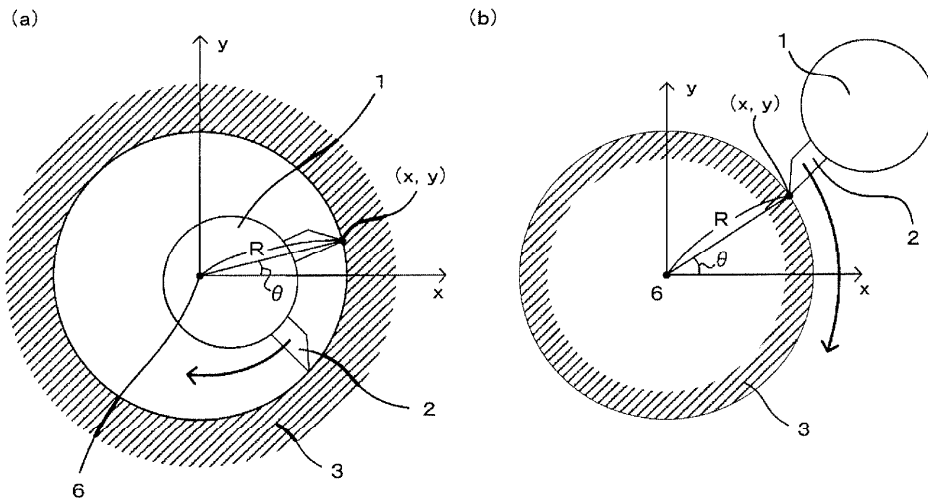


FIG.3

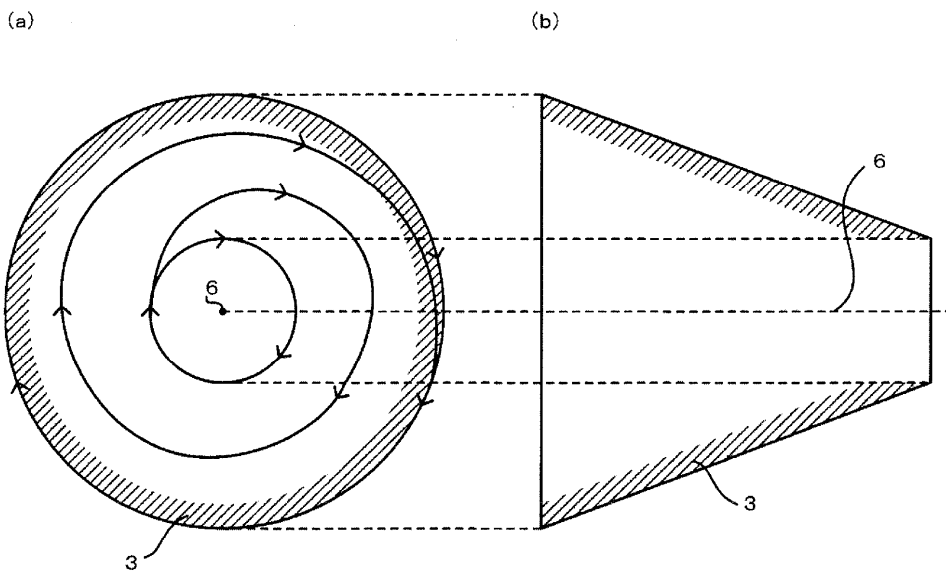


FIG. 4

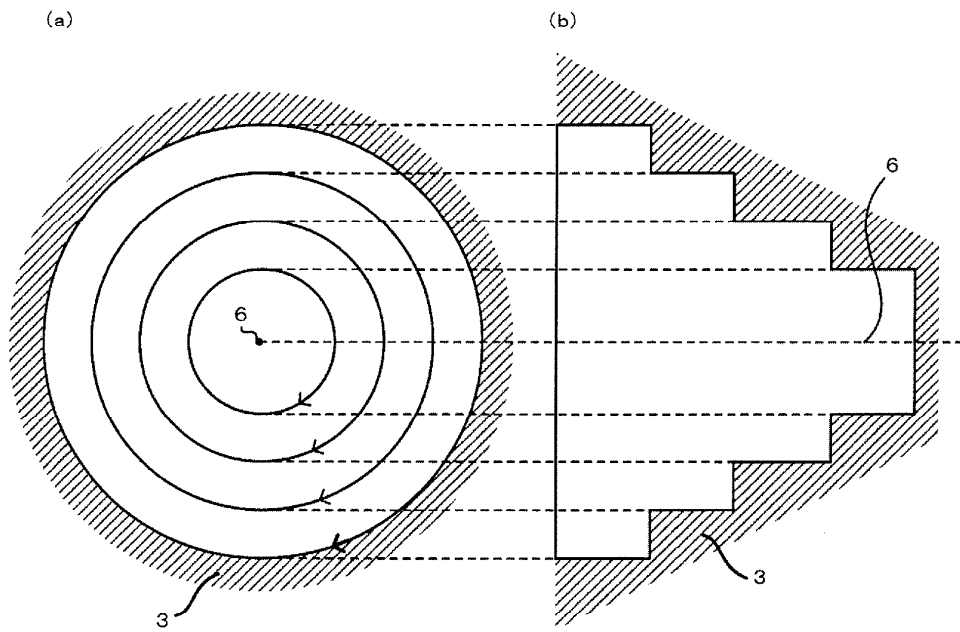
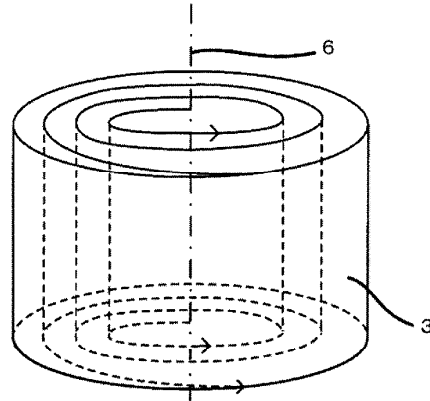
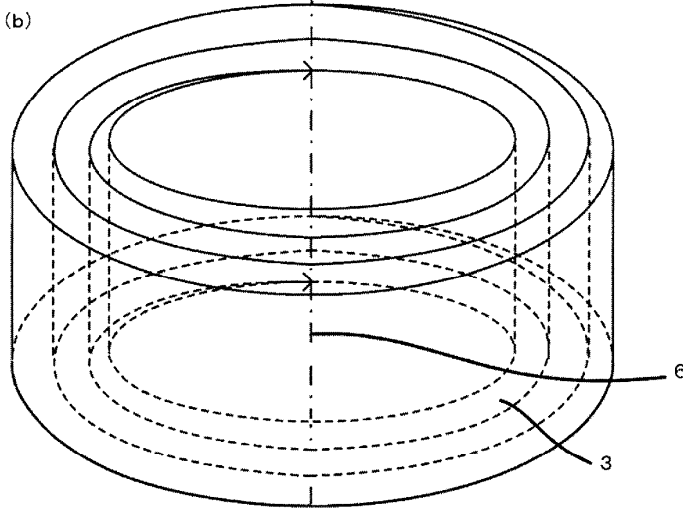


FIG. 5

(a)



(b)



(c)

