

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 202**

51 Int. Cl.:

B23K 20/12 (2006.01)
B23B 1/00 (2006.01)
B23B 5/00 (2006.01)
B23P 13/00 (2006.01)
B23K 20/24 (2006.01)
B23K 101/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2018** **PCT/JP2018/040520**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2019** **WO19102808**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2018** **E 18880241 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2022** **EP 3718674**

54 Título: **Método de soldadura por fricción y máquina herramienta**

30 Prioridad:

27.11.2017 JP 2017227236

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

24.10.2022

73 Titular/es:

CITIZEN WATCH CO., LTD. (50.0%)
1-12, Tanashicho 6-chome Nishitokyo-shi
Tokyo 188-8511, JP y
CITIZEN MACHINERY CO., LTD. (50.0%)

72 Inventor/es:

NAKAYA, TAKAICHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 926 202 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 soldadura por fricción y máquina herramienta

Campo técnico

Esta divulgación se refiere a un método de soldadura por fricción y a una máquina herramienta.

5 Antecedentes

En el estado de la técnica, se conoce un método para soldar por fricción un par de materiales utilizando una máquina herramienta, como un torno que incluye un par de husillos dispuestos uno opuesto al otro. En este método, un par de materiales sostenidos por el par de husillos se giran en direcciones mutuamente opuestas, como se ve desde un lado en la dirección axial, y se mueven desde un estado en el que sus ejes están desplazados hasta que se alinean y sus superficies de unión se ponen en contacto entre sí para calentamiento por fricción y, el par de materiales después de la alineación de sus ejes se ponen en contacto a presión entre sí (consulte, por ejemplo, el documento JPH 6-312279 A1 (PTL 1)). El documento PTL 2 divulga un método de soldadura por fricción en el que un par de piezas de trabajo se mueven entre sí según una trayectoria cicloidal para provocar el calentamiento. El documento PTL 3 divulga un método de soldadura por fricción que incluye una etapa de corte.

15 Lista de citas

Bibliografía de patentes

PTL 1: JPH 6-3 12279 A1 (base para el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 4 respectivamente)

PTL 2: DE 10 2010 034393 A1

PTL 3: CN 101 961 816 A

20 Compendio

(Problema técnico)

En el método de soldadura por fricción convencional como se describe en el documento PTL 1, el calentamiento por fricción se lleva a cabo girando el par de materiales en direcciones opuestas entre sí como se ve desde un lado en la dirección axial. Por lo tanto, es necesario realizar el contacto a presión después de detener la rotación de cada material, y puede no ser fácil mantener cada material en un estado que permita realizar la soldadura por fricción, en la etapa de detener cada husillo para detener la rotación de cada material.

En vista de los problemas señalados anteriormente, sería útil proporcionar un método de soldadura por fricción y una máquina herramienta, mediante los cuales la soldadura por fricción de los materiales pueda llevarse a cabo mientras se gira cada material.

30 (Solución al problema)

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método de soldadura por fricción como se define en la reivindicación 1, que comprende: una etapa de calentamiento en la que, en relación con las superficies de unión definidas por superficies de extremo opuestas de un par de materiales que están sujetas por un par respectivo de husillos opuestos, el par de materiales se mueven desde un estado en el que sus ejes no están alineados entre sí, en una dirección para alinear los respectivos ejes entre sí, a una posición prescrita donde las superficies de unión se ponen en contacto entre sí y se calientan por fricción, y una etapa de contacto a presión en la que el par de materiales se ponen en contacto a presión entre sí en la posición prescrita, en el que la etapa de calentamiento y la etapa de contacto a presión se realizan mientras se hace girar cada uno de los materiales a la misma velocidad de rotación en la misma dirección, como se ve desde un lado en la dirección axial.

En el método de soldadura por fricción según la presente invención, con la configuración descrita anteriormente, se prefiere que la etapa de contacto a presión se realice en una posición en la que los ejes del par de materiales estén alineados entre sí.

Se prefiere que el método de soldadura por fricción según la presente invención, con la configuración descrita anteriormente, comprenda además una etapa de corte realizada después de la etapa de unión a presión, para cortar los materiales mientras se giran a la misma velocidad de rotación y en la misma dirección que en la etapa de calentamiento y en la etapa de contacto a presión, como se ve desde un lado en la dirección axial.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona además una máquina herramienta como se define en la reivindicación 4, que comprende un par de husillos dispuestos uno opuesto al otro, y una unidad de control para controlar el movimiento y la rotación de los husillos y realizar una etapa de calentamiento en la que, en relación con las superficies de unión definidas por las superficies de los extremos opuestos de un par de materiales que están

sostenidos por un par respectivo de husillos opuestos, el par de materiales se mueve desde un estado en el que sus ejes no están alineados entre sí, en una dirección para alinear los ejes respectivos entre sí, a una posición prescrita donde las superficies de unión se ponen en contacto entre sí y se calientan por fricción; y una etapa de contacto a presión en la que el par de materiales se ponen en contacto a presión entre sí en la posición prescrita, en el que la

5 la unidad de control controla que la etapa de calentamiento y la etapa de contacto a presión se realicen mientras giran los husillos a la misma velocidad de rotación en la misma dirección, como se ve desde un lado en la dirección axial.

En la máquina herramienta según la presente invención, con la configuración descrita anteriormente, se prefiere que la unidad de control controle que la etapa de contacto a presión se realice en una posición en la que los ejes del par de materiales estén alineados entre sí.

10 La máquina herramienta según la presente invención, con la configuración descrita anteriormente, puede comprender además una herramienta, en la que la unidad de control controla el movimiento de la herramienta para realizar una etapa de corte después de la etapa de unión a presión, para cortar los materiales mediante la herramienta mientras los husillos giran a la misma velocidad de rotación y en la misma dirección que en la etapa de calentamiento y en la etapa de contacto a presión, como se ve desde un lado en la dirección axial.

15 (Efecto ventajoso)

Por lo tanto, la presente divulgación proporciona un método de soldadura por fricción y una máquina herramienta adaptada para realizar la etapa de calentamiento y la etapa de contacto a presión mientras gira cada material, y mantiene fácilmente cada material en un estado en el que se puede realizar la soldadura por fricción.

Breve descripción de los dibujos

20 La FIG. 1 es una vista explicativa que ilustra esquemáticamente la máquina herramienta para realizar el método de soldadura por fricción según una realización de la presente divulgación.

Las FIGS. 2A a 2C son vistas explicativas, cada una de las cuales ilustra el estado en el que se realiza la etapa de calentamiento.

25 Las FIGS. 3A a 3D son vistas explicativas, cada una de las cuales ilustra el estado de un par de superficies de unión en la etapa de calentamiento.

La FIG. 4 es una vista explicativa que ilustra el estado en el que se está realizando la etapa de contacto a presión.

La FIG. 5 es una vista explicativa que ilustra el estado en el que se está realizando la etapa de corte.

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra la velocidad de rotación en cada etapa de un primer trabajo y un segundo trabajo.

30 La FIG. 7 es un diagrama que ilustra una posición de una primera pieza de trabajo con respecto a una segunda pieza de trabajo en la dirección del eje X en cada etapa.

Las FIGS. 8A y 8B son vistas explicativas que ilustran el estado en el que se está realizando la etapa de calentamiento según una realización modificada.

35 Las FIGS. 9A a 9C son vistas explicativas que ilustran el estado de un par de superficies de unión en la etapa de calentamiento según la realización modificada.

Descripción detallada

La máquina herramienta 1 ilustrada en la FIG. 1 tiene un par de husillos dispuestos sobre una base 2, es decir, un primer husillo 3a y un segundo husillo 3b. El primer husillo 3a está soportado de forma giratoria por un primer cabezal 4a, y el segundo husillo 3b está soportado de forma giratoria por un segundo cabezal 4b. El primer husillo 3a y el segundo husillo 3b están dispuestos uno opuesto al otro en un intervalo predeterminado.

40 3a y el segundo husillo 3b están dispuestos uno opuesto al otro en un intervalo predeterminado.

El primer husillo 3a incluye un primer mandril 5a en la punta, de modo que una primera pieza de trabajo W_1 puede sujetarse mediante el primer mandril 5a. De manera similar, el segundo husillo 3b incluye un segundo mandril 5b en la punta, de modo que una segunda pieza de trabajo W_2 puede sujetarse mediante el segundo mandril 5b.

45 El primer husillo 3a se acciona en rotación mediante una primera fuente de accionamiento 6a, y el segundo husillo 3b se acciona en rotación mediante una segunda fuente de accionamiento 6b. Como la primera fuente de accionamiento 6a y la segunda fuente de accionamiento 6b, por ejemplo, se puede utilizar un motor eléctrico. Al girar el primer husillo 3a con la primera fuente de accionamiento 6a, la primera pieza de trabajo W_1 sujeta por el primer husillo 3a se puede girar. De manera similar, al girar el segundo husillo 3b con la segunda fuente de accionamiento 6b, la segunda pieza de trabajo W_2 sujeta por el segundo husillo 3b se puede girar.

El primer cabezal 4a está montado en la base 2 a través de un primer carril de guía del eje Z 9a que se extiende en la dirección axial (dirección del eje Z) del primer husillo 3a, un primer asiento 10a montado de forma deslizante en el primer carril de guía del eje Z 9a, y un primer asiento 10a y un primer carril de guía de eje X 11a soportado por el asiento 10a para extenderse en una dirección horizontal (dirección del eje X) perpendicular a la dirección axial del primer husillo 3a. El primer husillo 3a es accionado para su movimiento en la dirección del eje Z y en la dirección del eje X junto con el primer cabezal 4a, a través de husillos de bolas o similares dispuestos entre el primer asiento 10a y la base 2 y también entre el primer asiento 10a y el primer cabezal 4a, mediante un motor o similar para hacer girar los husillos de bolas.

El segundo cabezal 4b está montado en la base 2 a través de un segundo carril de guía del eje Z 9b que se extiende en la dirección axial (dirección del eje Z) del segundo husillo 3b, un segundo asiento 10b está montado de forma deslizante en el segundo carril de guía del eje Z 9b, y un segundo carril de guía del eje X 11b soportado por el asiento 10b para extenderse en una dirección horizontal (dirección del eje X) perpendicular a la dirección axial del segundo husillo 3b. El segundo husillo 3b se acciona para su movimiento en la dirección del eje Z y en la dirección del eje X junto con el segundo cabezal 4b, a través de tornillos de bolas dispuestos entre el segundo asiento 10b y la base 2 y también entre el segundo asiento 10b y el segundo cabezal 4b, por medio de un motor o similar para hacer girar los husillos de bolas.

En la realización ilustrada en el presente documento, tanto el primer husillo 3a como el segundo husillo 3b son accionados para moverse en la dirección del eje Z y en la dirección del eje X. Sin embargo, por ejemplo, solo uno del primer husillo 3a y el segundo husillo 3b puede configurarse para accionarse para su movimiento en la dirección del eje Z y en la dirección del eje X. Es suficiente que el primer husillo 3a y el segundo husillo 3b sean relativamente móviles en la dirección del eje Z y en la dirección del eje X.

La máquina herramienta 1 incluye una herramienta de corte 7. La herramienta de corte 7 está montada en los medios de movimiento 8 y está configurada para moverse por los medios de movimiento 8. La primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 se somete a una etapa de corte empujando la porción de cuchilla 7a de la herramienta de corte 7 contra la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 en un estado donde la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 giran junto con el primer husillo 3a y el segundo husillo 3b a una velocidad de rotación predeterminada (velocidad de revolución) correspondiente a la etapa de corte. La herramienta de corte 7 se puede proporcionar por separado para el procesamiento de la primera pieza de trabajo W_1 en el primer husillo 3a, y para el procesamiento de la segunda pieza de trabajo W_2 en el segundo husillo 3b.

En caso de que tanto el primer husillo 3a como el segundo husillo 3b estén configurados para moverse en la dirección del eje Z y en la dirección del eje X, en lugar de proporcionar el medio de movimiento 8, la herramienta de corte 7 puede montarse de forma fija en el portaherramientas de tal manera que, moviendo relativamente el husillo 3a y el segundo husillo 3b con respecto a la herramienta de corte 7, la cuchilla 7a de la herramienta de corte 7 es presionada contra la pieza de trabajo de unión W_3 para realizar la etapa de corte.

La máquina herramienta 1 incluye una unidad de control C. La unidad de control C puede comprender un microordenador que incluye una CPU (unidad central de procesamiento) y medios de almacenamiento, tal como una memoria. La unidad de control C está conectada a la primera fuente de accionamiento 6a, la segunda fuente de accionamiento 6b, los medios de movimiento 8, los mecanismos de movimiento deslizante del eje Z y del eje X para los dos cabezales 4a, 4b y similares, y puede servir para controlar integralmente operaciones tales como la rotación de los dos husillos 3a, 3b, el movimiento de la herramienta de corte 7, y el movimiento de los dos cabezales 4a y 4b. La máquina herramienta 1 puede comprender un torno, tal como, por ejemplo, un torno CNC.

La primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 pueden, por ejemplo, comprender barras de metal o similares con una sección transversal circular y caras de extremo orientadas en la dirección axial, es decir, teniendo la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 , cada una, una superficie plana perpendicular a la dirección axial. La primera pieza de trabajo W_1 puede ser una barra redonda alargada insertada desde el extremo trasero del primer husillo 3a, y la segunda pieza de trabajo W_2 puede ser la porción de la primera pieza de trabajo W_1 que ha sido cortada y procesada en el primer husillo 3a y que queda como material residual.

En el estado ilustrado en la FIG. 1, en el que la primera pieza de trabajo W_1 es sujeta por el primer husillo 3a y la segunda pieza de trabajo W_2 es sujeta por el segundo husillo 3b, como se ilustra en la FIG. 1, cuando el primer husillo 3a y el segundo husillo 3b se mueven relativamente a lo largo del eje Z y del eje X, la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 se mueven de manera que las posiciones en la dirección del eje Z de la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 coincidan entre sí y la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 estén dispuestas de manera que sus ejes no estén alineados en la dirección del eje X y separados entre sí en la dirección del eje X.

Debido al funcionamiento del primer husillo 3a y del segundo husillo 3b, en el estado en el que la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 giran a la misma velocidad de rotación en la misma dirección como se ve desde un lado en la dirección axial, la primera pieza de trabajo W_1 se mueve desde el estado ilustrado en la FIG. 2A, en la dirección del eje X con respecto a la segunda pieza de trabajo W_2 , de modo que la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 que giran a la misma velocidad de rotación y en la misma dirección se

ponen en contacto entre sí para realizar un calentamiento por fricción (etapa de calentamiento). La etapa de calentamiento continúa hasta que la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 se mueven desde el estado en el que los ejes no están alineados, como se ilustra en la FIG. 2B, al estado en el que los ejes están alineados como se ilustra en la FIG. 2C. Tras el movimiento de la primera pieza de trabajo W_1 en la dirección del eje X en relación con la segunda pieza de trabajo W_2 , la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 se pueden poner en contacto entre sí mientras se presionan entre sí, según sea necesario.

En la etapa de calentamiento, como se indicó anteriormente, la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 giran a la misma velocidad de rotación en la misma dirección como se ve desde un lado en la dirección axial. Así, cuando los ejes se mueven relativamente desde el estado en el que la superficie S1 y la segunda superficie de unión S2 están separadas entre sí en la dirección del eje X, como se ilustra en la FIG. 3A, y la primera superficie de unión S1 y la segunda superficie de unión S2 comienzan a contactar entre sí en una porción de borde periférico exterior, como se ilustra en la FIG. 3B, la diferencia de velocidad relativa se vuelve máxima y se genera el mayor calor por fricción debido a la diferencia de velocidad de rotación, calentando así los materiales con un gran aumento de temperatura. El calentamiento por fricción continúa mientras se mantiene la temperatura de las superficies de unión a un nivel adecuado para la unión, hasta que se alcanza un estado en el que los ejes están alineados como se ilustra en la FIG. 3D.

En la etapa de calentamiento, como se ilustra en la FIG. 3C, la porción central de la primera superficie de unión S1 hace contacto con la porción del borde periférico exterior de la segunda superficie de unión S2 con una diferencia de velocidad de rotación, y la porción central de la segunda superficie de unión S2 hace contacto con la porción del borde periférico exterior de la primera superficie de unión S1 con una diferencia de velocidad de rotación. Así, la porción central de la primera superficie de unión S1 y la porción central de la segunda superficie de unión S2 también se calientan mediante calor por fricción.

Cuando los ejes del primer husillo 3a y del segundo husillo 3b están alineados entre sí, como se ilustra en la FIG. 3D, la diferencia de velocidad de rotación relativa entre el primer husillo 3a y el segundo husillo 3b en su estado giratorio se vuelve cero (0), y el primer husillo 3a y el segundo husillo 3b no giran entre sí, para terminar la etapa de calentamiento.

Cuando los ejes de la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 coinciden entre sí y se completa la etapa de calentamiento, se realiza una etapa de unión a presión posterior de presionar la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 . Como se ilustra en la FIG. 4, la etapa de unión a presión se realiza moviendo la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 una hacia la otra en la dirección del eje Z, en un estado en el que los ejes de las piezas de trabajo están alineados y las piezas de trabajo giran con la misma velocidad de rotación en la misma dirección para detener la rotación relativa, y presionando la primera superficie de unión S1 y la segunda superficie de unión S2 en la dirección axial (dirección del eje Z) bajo una presión predeterminada (presión alterada).

Con la etapa de unión a presión después de la etapa de calentamiento, la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 , como un par de materiales, se unen mediante soldadura por fricción. Por la máquina herramienta 1, la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 están soldadas por fricción entre sí, formando así una pieza de trabajo unida W_3 . En la presente realización, la etapa de unión a presión se realiza moviendo el primer husillo 3a y el segundo husillo 3b uno hacia el otro, en base a un comando de movimiento al primer husillo 3a y al segundo husillo 3b para mover la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 en las direcciones para presionarlas una contra la otra.

Dado que el primer husillo 3a y el segundo husillo 3b se mueven en direcciones uno hacia el otro, en comparación con el caso en el que, con un husillo detenido en la dirección del eje Z, el otro husillo se mueve en la dirección del eje Z para empujar la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 entre sí, por ejemplo, es posible evitar fácilmente errores de la unidad de control C basándose, por ejemplo, en la diferencia entre las posiciones del primer husillo 3a y del segundo husillo 3b, y las posiciones del comando de movimiento.

En el método de soldadura por fricción según la presente realización, como se ha descrito anteriormente, dado que la porción del borde periférico exterior de la segunda superficie de unión S2 hace contacto con la porción central de la primera superficie de unión S1, y la primera porción hace contacto con la porción central de la segunda superficie de unión S2 en la etapa de calentamiento, en comparación con el caso en el que la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 giran relativamente mientras se mantienen en un estado coaxial y, por lo tanto, se calientan por fricción, la porción central de la primera superficie de unión S1 y la porción central de la segunda superficie de unión S2 se calientan suficientemente por fricción. Por lo tanto, en la etapa de contacto a presión, la temperatura de la primera superficie de unión S1 y de la segunda superficie de unión S2 aumenta completamente por fricción, y el área de la superficie de unión por soldadura por fricción aumenta, de modo que la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 pueden someterse a soldadura por fricción con una fuerza de unión mejorada.

Como se ha descrito anteriormente, en el método de soldadura por fricción según la presente realización, la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 giran en la misma dirección a la misma velocidad de rotación

para realizar la etapa de calentamiento. Como tal, cuando la etapa de calentamiento se completa con los ejes de la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 alineados entre sí, la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 están relativamente detenidas. Así, como se ilustra en la FIG. 6, después de completar la etapa de calentamiento, es posible realizar continuamente la etapa de unión a presión mencionada anteriormente sin detener la rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 , girando la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 en la misma rotación que la etapa de calentamiento sin detener la rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 .

El movimiento del primer husillo 3a y del segundo husillo 3b en la dirección del eje X para mover relativamente la primera pieza de trabajo W_1 en la dirección del eje X con respecto a la segunda pieza de trabajo W_2 se realiza teniendo en cuenta la disminución de la temperatura debido a la disminución de la diferencia de velocidad de rotación relativa, de manera que, cuando se completa la etapa de calentamiento, las temperaturas de la primera superficie de unión S_1 y de la segunda superficie de unión S_2 se mantienen como un nivel requerido para la soldadura por fricción. Al controlar el movimiento del primer husillo 3a y del segundo husillo 3b, tal como la velocidad de movimiento en la dirección del eje X, el calentamiento por fricción se puede realizar de forma continua y fácil mientras se mantiene la temperatura a un nivel adecuado para la unión de la primera superficie de unión S_1 y de la segunda superficie de unión S_2 , hasta que los ejes de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 estén alineados entre sí.

Además, como se ilustra en la FIG. 7, la etapa de calentamiento se realiza cambiando la posición X de la primera pieza de trabajo W_1 con respecto a la segunda pieza de trabajo W_2 en la dirección del eje X, y se completa cuando los ejes de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 están alineados y la posición X se convierte en cero. Cuando la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 se unen concéntricamente, después de completar la etapa de calentamiento, la etapa de unión a presión puede realizarse sin cambiar la posición X de la primera pieza de trabajo W_1 en la dirección del eje X con respecto a la segunda pieza de trabajo W_2 . Por lo tanto, es posible acortar el tiempo desde la etapa de calentamiento hasta el inicio de la etapa de soldadura por fricción, lo que permite que la soldadura por fricción se realice rápidamente.

En el método de soldadura por fricción según la presente realización, la etapa de corte puede llevarse a cabo de forma continua después de la etapa de unión a presión, mientras se gira el material como la pieza de trabajo W_3 , en la misma dirección que en la etapa de calentamiento y en la etapa de soldadura, y a la misma velocidad de rotación como se ve desde un lado en la dirección axial.

Preferiblemente, las velocidades de rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 en la etapa de calentamiento y en la etapa de contacto con la prensa se ajustan a un valor adecuado para permitir el calentamiento por fricción apropiado y realizar la operación de corte por medio de la herramienta de corte 7.

En la porción unida de la pieza de trabajo W_3 en su superficie periférica exterior, como se ilustra en la FIG. 4, una porción ablandada por el calor de fricción de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 puede empujarse radialmente hacia fuera en el momento del contacto a presión, formando así unas rebabas B. En la etapa de corte descrita anteriormente, como se ilustra en la FIG. 5, los medios de movimiento 8 pueden operarse para mover la porción de cuchilla 7a de la herramienta de corte 7 en la dirección del eje Z, realizando así la etapa de corte para eliminar las rebabas B.

En el método de soldadura por fricción según la presente realización, como se ve desde un lado en la dirección axial, la dirección de rotación y la velocidad de rotación de la pieza de trabajo de unión W_3 en la etapa de corte se configuran para que sean iguales a la dirección de rotación y a la velocidad de rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 en la etapa de calentamiento y en la etapa de unión a presión. Por lo tanto, después de completar la etapa de unión a presión, es posible llevar a cabo continuamente la etapa de corte mientras se mantiene la rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 en la misma dirección y a la misma velocidad de rotación que en la etapa de calentamiento y en la etapa de unión a presión, sin ajustar las velocidades de rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 . En otras palabras, como se ilustra en la FIG. 6, todas la etapa de calentamiento, la etapa de unión a presión y la etapa de corte se pueden realizar manteniendo la misma dirección y la misma velocidad de rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 , sin detener la rotación del primer husillo 3a y del segundo husillo 3b. Por lo tanto, después de que la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 se suelden por fricción entre sí, es posible cambiar rápidamente a la etapa de corte de la pieza de trabajo unida W_3 , acortando así el tiempo de procesamiento.

Como se ilustra en la FIG. 7, después de completar la soldadura por fricción, la etapa de corte se puede realizar de forma continua sin cambiar la posición X de la primera pieza de trabajo W_1 con respecto a la segunda pieza de trabajo W_2 en la dirección del eje X. Además, cuando no es necesario liberar el primer mandril 5a y el segundo mandril 5b entre la etapa de unión a presión y la etapa de corte, el tiempo de procesamiento también puede acortarse desde este aspecto. Es necesario liberar el primer mandril 5a y el segundo mandril 5b cuando, después de eliminar las rebabas B de la pieza de trabajo unida W_3 por medio de la etapa de corte, la pieza de trabajo unida W_3 se sujeta de nuevo mediante el primer husillo 3a para la etapa de corte.

Las FIGS. 8A y 8B son vistas explicativas que ilustran el procedimiento de una modificación de la etapa de calentamiento, y las FIGS. 9A a 9C ilustran la relación posicional y la dirección de rotación del par de materiales como se ven desde un lado en la dirección axial en la etapa de calentamiento de la modificación. En las FIGS. 8A a 8B y 9A a 9C, los elementos correspondientes a los descritos anteriormente se indican con los mismos números de referencia.

En la realización descrita anteriormente, como se ilustra en la FIG. 2A, la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 están dispuestas de tal manera que la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 están situadas en la posición del eje Z, con los respectivos ejes desalineados entre sí en la dirección del eje X, separando así la primera pieza de trabajo W_1 de la segunda pieza de trabajo W_2 en la dirección del eje X, y luego se inicia la etapa de calentamiento moviendo relativamente la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 en contacto entre sí en la dirección del eje X.

En contraste, como se ilustra en la FIG. 8A, la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 están dispuestas de tal manera que la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 están dispuestas opuestas entre sí solo en una parte del lado del borde periférico exterior, y separadas en la dirección del eje Z con sus ejes desplazados entre sí en la dirección del eje X y la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 luego se mueven relativamente en la dirección del eje Z una hacia la otra. Por esto, como se ilustra en la FIG. 8B, la porción lateral periférica exterior de la primera superficie de unión S_1 y la porción lateral periférica exterior de la segunda superficie de unión S_2 pueden ponerse en contacto entre sí para iniciar la etapa de calentamiento. En este caso, la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 se pueden poner en contacto de forma fiable bajo una fuerza de presión predeterminada con un control simple.

También en el ejemplo modificado anteriormente descrito, la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 comienzan a contactar entre sí en la porción periférica exterior, como se ilustra en la FIG. 9A, la porción central de la primera superficie de unión S_1 y la porción central de la segunda superficie de unión S_2 se calientan por calor de fricción, como se ilustra en la FIG. 9B, y el calentamiento por fricción se realiza de forma continua manteniendo la temperatura superficial adecuada para realizar la unión hasta la alineación de los ejes, tal como se ilustra en la FIG. 9C.

La presente divulgación no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, y se pueden realizar diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la misma.

Por ejemplo, el método de soldadura por fricción según la presente realización no se limita al uso de la máquina herramienta 1 ilustrada en la FIG. 1, pudiendo hacer uso de otra máquina herramienta o similar, siempre que se incluyan un par de husillos dispuestos de manera opuesta. Además, la segunda pieza de trabajo W_2 puede ser sujeta y soldada por fricción por un husillo distinto del segundo husillo 3b y proporcionado frente al primer husillo 3a. En este caso, se prefiere que el husillo para sujetar la segunda pieza de trabajo W_2 distinto del segundo husillo principal 3b se proporcione en el segundo cabezal 4b junto con el segundo husillo 3b. El segundo husillo 3b se puede utilizar para cortar, independientemente de la soldadura por fricción. La etapa de corte realizada por separado de la soldadura por fricción en el segundo husillo 3b puede ser reemplazada por una etapa de corte realizada simultáneamente con la soldadura por fricción utilizando un husillo distinto del segundo husillo 3b.

En la realización descrita anteriormente, con el fin de poner en contacto entre sí la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 en la porción del borde periférico exterior, y alinear los ejes entre sí, se ha presentado un ejemplo en el que el primer husillo 3a se mueve. Alternativamente, el segundo husillo 3b puede moverse, o ambos husillos pueden moverse relativamente.

En la realización descrita anteriormente, se ha presentado un ejemplo en el que el eje de movimiento de la máquina herramienta desde una posición en la que la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 se ponen en contacto entre sí en la porción del borde periférico exterior, a una posición en la que los ejes están alineados entre sí, es el eje X. Sin embargo, si la máquina herramienta puede accionarse para moverse en la dirección del eje Y, el método de soldadura por fricción según la presente divulgación también puede llevarse a cabo moviendo la máquina herramienta en la dirección del eje Y.

Además de mantener constante la velocidad de movimiento del eje X desde una posición en la que la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 se ponen en contacto entre sí en la porción del borde periférico exterior, hasta una posición en la que los ejes están alineados entre sí, también es posible controlar la velocidad de movimiento cuando se alinean los ejes, de manera que la velocidad de movimiento aumenta secuencialmente o paso a paso hacia el eje, en comparación con la porción del borde periférico exterior. Al controlar la velocidad de movimiento en la etapa de calentamiento, es posible controlar con precisión la temperatura de las superficies de unión.

En la realización descrita anteriormente, la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 se han presentado como que comprenden barras de metal de sección transversal circular, con la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 cada una enfrentadas en la dirección axial y comprendiendo una superficie plana perpendicular a la dirección axial. Sin embargo, siempre que la primera superficie de unión S_1 y la segunda superficie de unión S_2 orientadas en la dirección axial sean superficies planas perpendiculares a la

dirección axial, respectivamente, se pueden utilizar otros materiales, diferentes diámetros exteriores y formas, tal como una columna poligonal.

En la realización descrita anteriormente, se ha presentado un ejemplo en el que la etapa de corte se realiza de forma continua después de la soldadura por fricción, mientras se gira la primera pieza de trabajo W_1 y la segunda pieza de trabajo W_2 a la misma velocidad de rotación en la misma dirección de rotación que en la etapa de calentamiento y en la etapa de contacto a presión. Sin embargo, la etapa de corte puede realizarse después de la soldadura por fricción con la velocidad de rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 controlada para que sea la velocidad de rotación adecuada para la soldadura por fricción, y posteriormente el cambio de la velocidad de rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 a un nivel adecuado para la etapa de corte. También en este caso, la etapa de calentamiento, la etapa de unión a presión y la etapa de corte se pueden realizar sin detener la rotación de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 , para reducir así el tiempo de procesamiento.

En la realización descrita anteriormente, la etapa de unión a presión se ha presentado como realizada con los ejes de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 alineados entre sí. Sin embargo, la etapa de unión a presión puede llevarse a cabo en una posición en la que los ejes de la primera pieza de trabajo W_1 y de la segunda pieza de trabajo W_2 no están alineados entre sí.

Lista de signos de referencia

	1	Máquina herramienta
	2	Base
20	3a	Primer husillo
	3b	Segundo husillo
	4a	Primer cabezal
	4b	Segundo cabezal
	5a	Primer mandril
25	5b	Segundo mandril
	6a	Primera fuente de accionamiento
	6b	Segunda fuente de accionamiento
	7	Herramienta
	7a	Porción de cuchilla
30	8	Medios de movimiento
	9a	Primer carril de guía del eje Z
	9b	Segundo carril de guía del eje Z
	10a	Primer asiento
	10b	Segundo asiento
35	11a	Primer carril de guía del eje X
	11b	Segundo carril de guía del eje X
	W_1	Primera pieza de trabajo (material)
	W_2	Segunda pieza de trabajo (material)
	W_3	Pieza de trabajo unida (material)
40	C	Unidad de control
	S1	Primera superficie de unión
	S2	Segunda superficie de unión
	B	Rebaba

REIVINDICACIONES

1. Un método de soldadura por fricción, que comprende:

5 una etapa de calentamiento en la que, en relación con las superficies de unión (S1, S2) definidas por superficies de extremo opuestas de un par de materiales (W_1 , W_2) que se sujetan mediante un par respectivo de husillos opuestos (3a, 3b), el par de materiales (W_1 , W_2) se mueven desde un estado en el que sus ejes no están alineados entre sí, en una dirección para alinear los respectivos ejes entre sí, a una posición prescrita donde las superficies de unión (S1, S2) se ponen en contacto entre sí y se calientan por fricción, y

una etapa de contacto a presión en la que el par de materiales (W_1 , W_2) se ponen en contacto a presión entre sí en la posición prescrita,

10 caracterizado por que la etapa de calentamiento y la etapa de contacto a presión se realizan mientras se gira cada uno de los materiales (W_1 , W_2) a la misma velocidad de rotación en la misma dirección, como se ve desde un lado en la dirección axial.

2. El método de soldadura por fricción según la reivindicación 1, en el que la etapa de contacto a presión se realiza en una posición en la que los ejes del par de materiales (W_1 , W_2) están alineados entre sí.

15 3. El método de soldadura por fricción según la reivindicación 1 o 2, que comprende además una etapa de corte realizada después de la etapa de unión a presión, para cortar los materiales (W_1 , W_2) mientras giran a la misma velocidad de rotación y en la misma dirección que en la etapa de calentamiento y en la etapa de contacto a presión, como se ve desde un lado en la dirección axial.

4. Una máquina herramienta (1), que comprende:

20 un par de husillos (3a, 3b) dispuestos uno opuesto al otro; y que está caracterizada por una unidad de control (C) que está configurada para controlar el movimiento y la rotación de los husillos (3a, 3b) y realizar una etapa de calentamiento en la que, en relación con las superficies de unión (S1, S2) definidas por superficies de extremo opuestas de un par de materiales (W_1 , W_2) que están sujetos por un par respectivo de husillos opuestos (3a, 3b), el par de materiales (W_1 , W_2) se mueven desde un estado en el que sus ejes no están alineados entre sí, en una
25 dirección para alinear los respectivos ejes entre sí, a una posición prescrita donde las superficies de unión (S1, S2) se ponen en contacto entre sí y se calientan por fricción; y una etapa de contacto a presión en la que el par de materiales (W_1 , W_2) se ponen en contacto a presión entre sí en la posición prescrita, en la que la unidad de control (C) está configurada además para realizar

30 la etapa de calentamiento y la etapa de contacto a presión mientras giran los husillos (3a, 3b) a la misma velocidad de rotación en la misma dirección, como se ve desde un lado en la dirección axial.

5. La máquina herramienta (1) según la reivindicación 4, en la que la unidad de control (C) está configurada además para realizar la etapa de contacto a presión en una posición en la que los ejes del par de materiales (W_1 , W_2) están alineados entre sí.

35 6. La máquina herramienta (1) según la reivindicación 4 o 5, que comprende además una herramienta (7), en la que la unidad de control (C) está configurada además para realizar una etapa de corte después de la etapa de unión a presión, para cortar los materiales (W_1 , W_2) mediante la herramienta (7) mientras los husillos (3a, 3b) giran a la misma velocidad de rotación y en la misma dirección que en la etapa de calentamiento y en la etapa de contacto a presión, como se ve desde un lado en la dirección axial.

FIG. 1

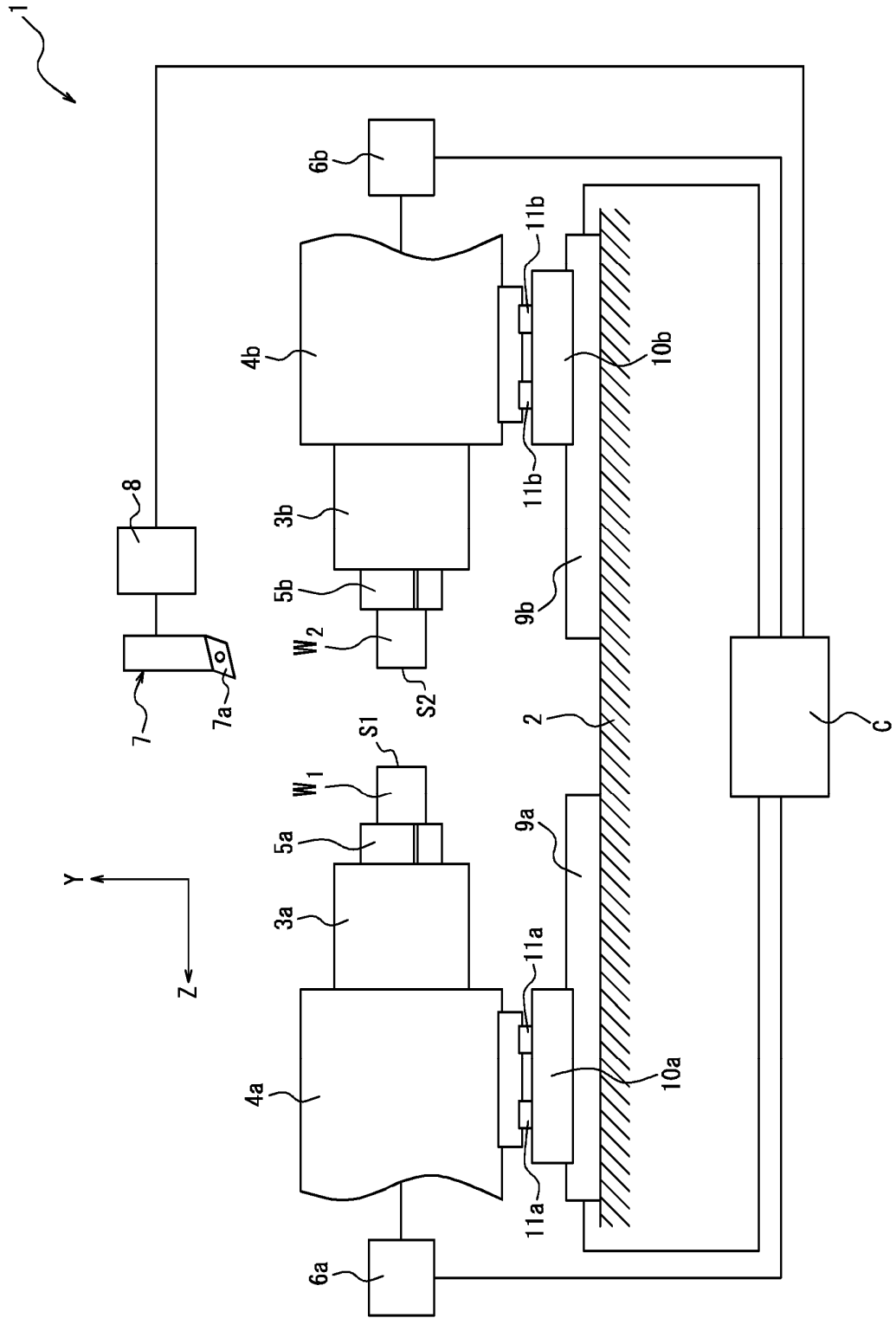


FIG. 2A

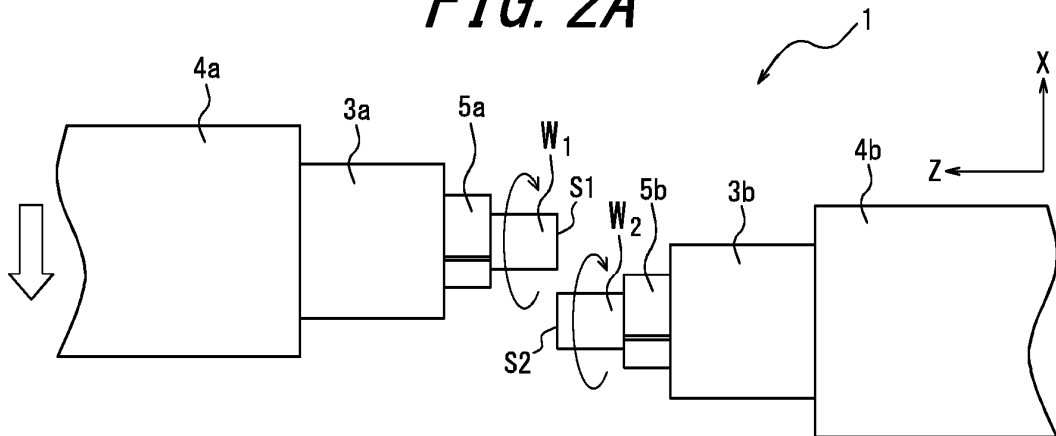


FIG. 2B

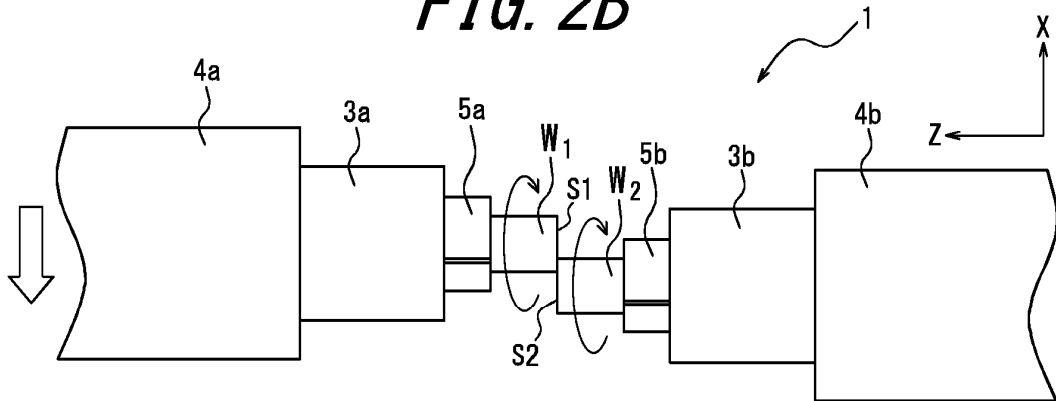


FIG. 2C

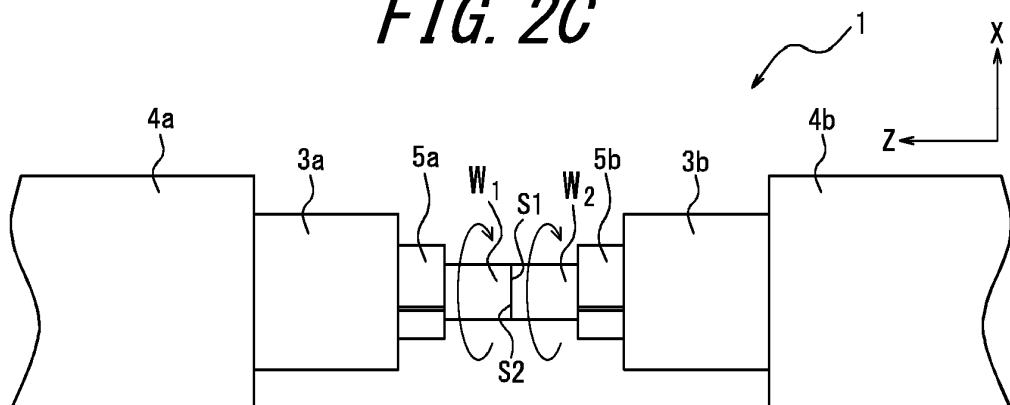


FIG. 3A FIG. 3B FIG. 3C FIG. 3D

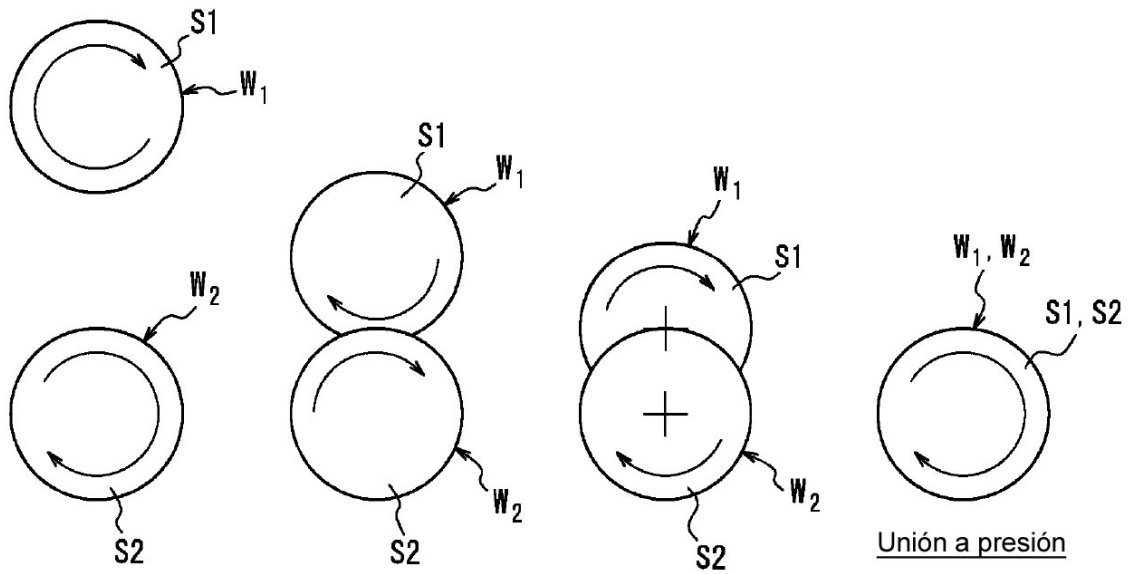


FIG. 4

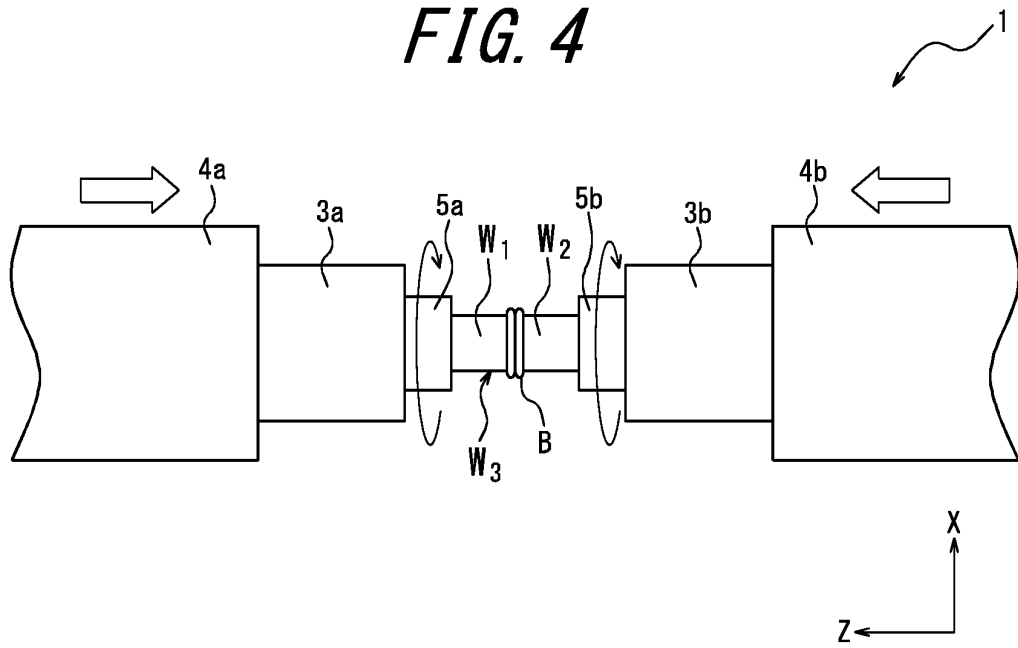


FIG. 5

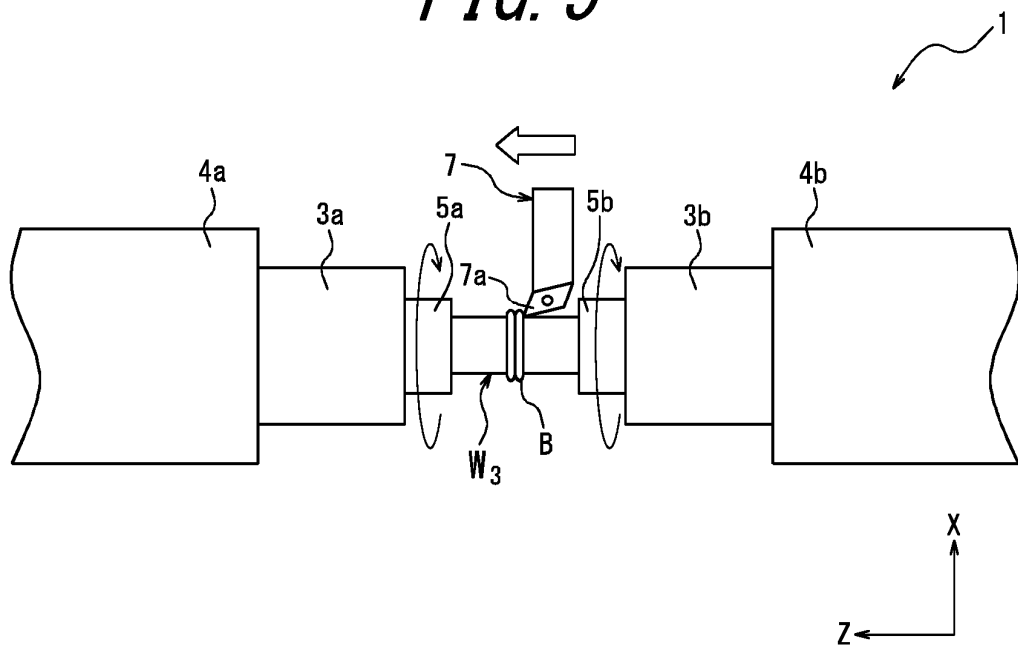


FIG. 6

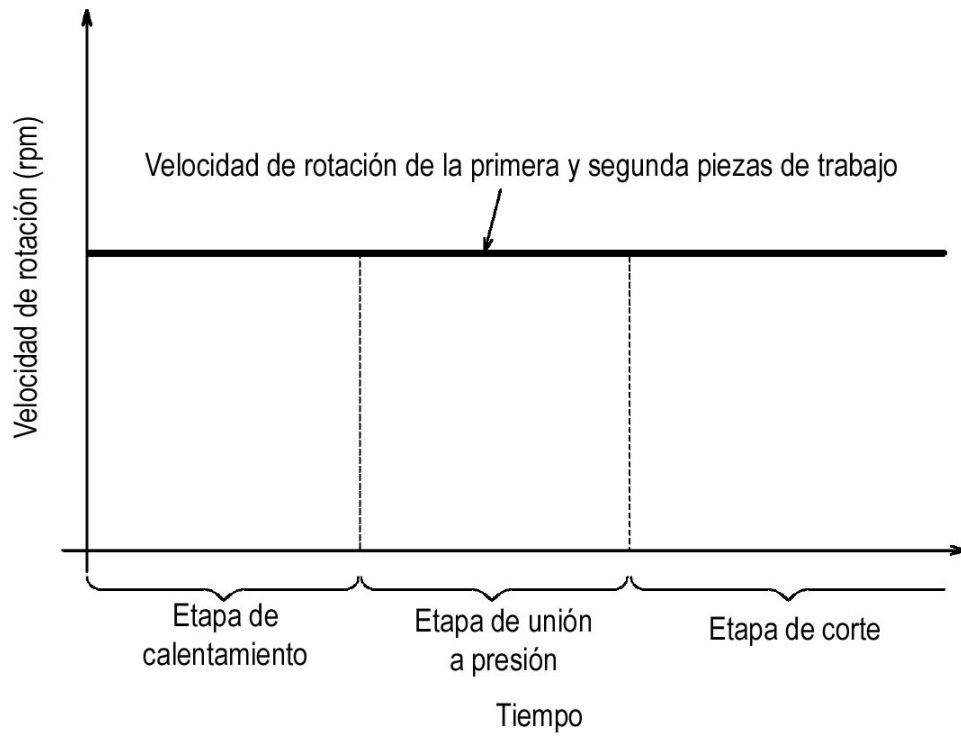


FIG. 7

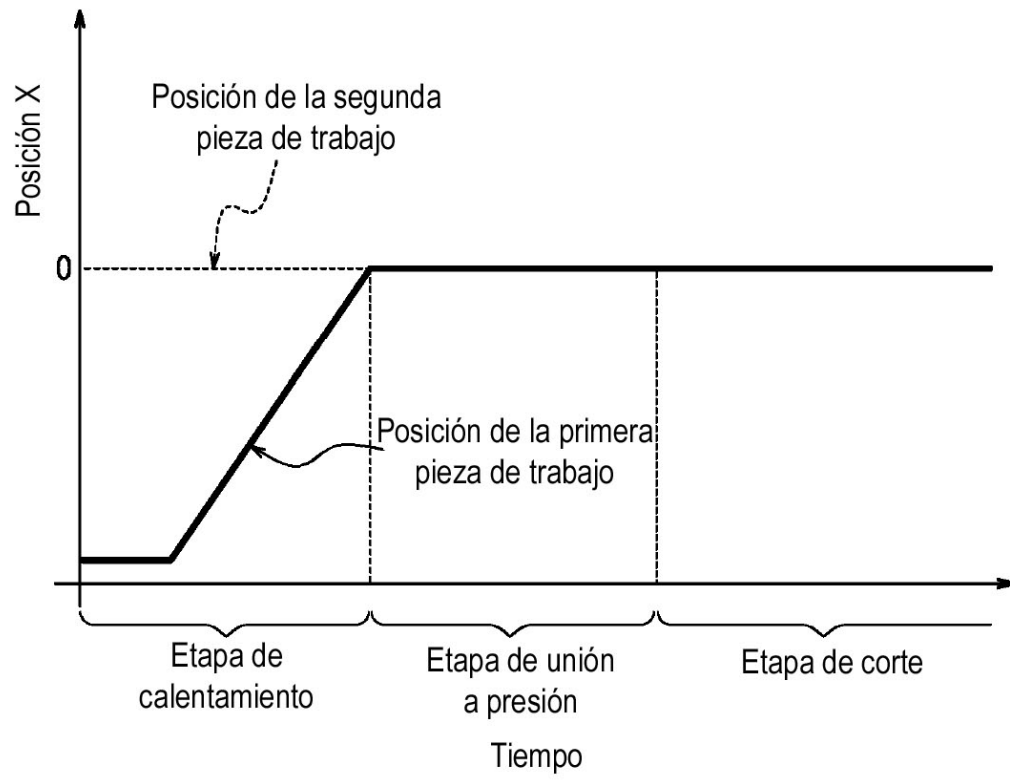


FIG. 8A

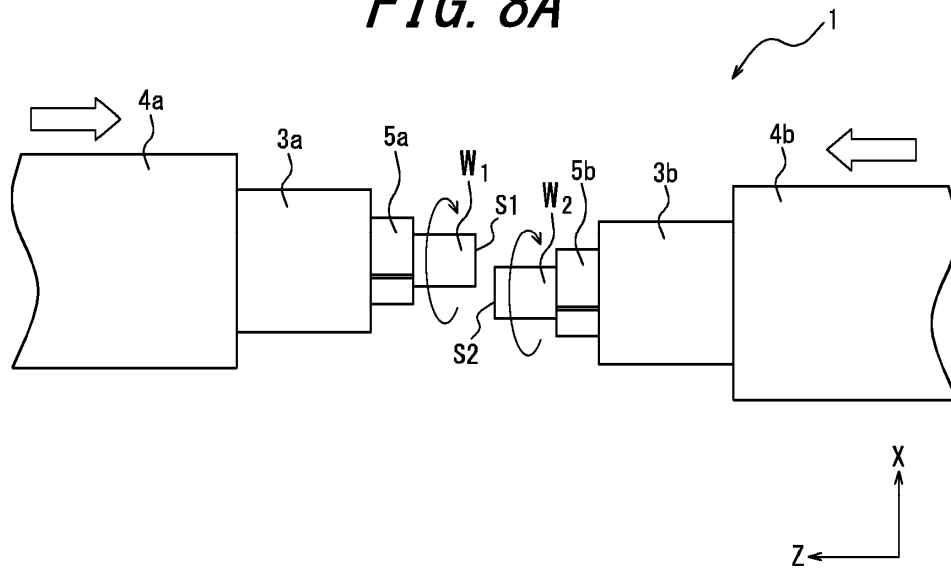


FIG. 8B

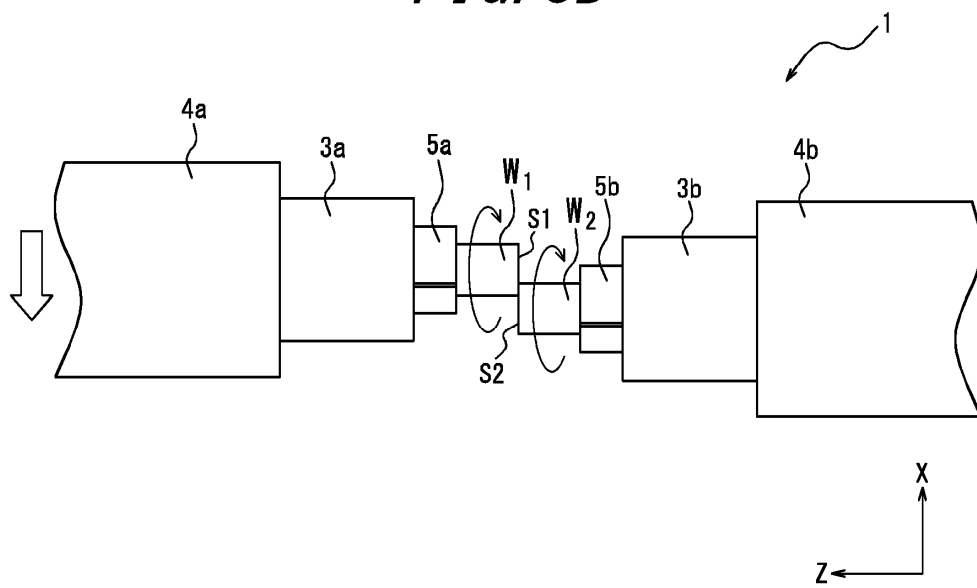


FIG. 9A

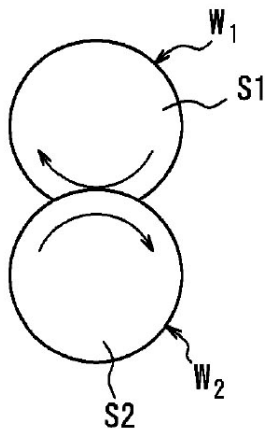


FIG. 9B

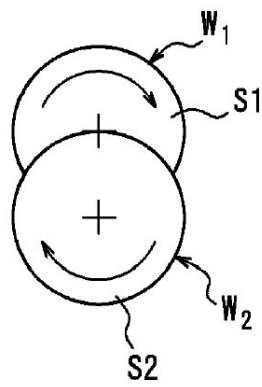


FIG. 9C

