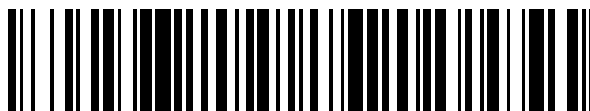


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 072**

51 Int. Cl.:

B23K 20/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2008 E 08157509 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2002920**

54 Título: **Aparato de soldadura por fricción lineal**

30 Prioridad:

28.05.2008 US 127868
15.06.2007 US 944295 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.07.2017

73 Titular/es:

CYRIL BATH COMPANY (100.0%)
1610 Airport Road
Monroe NC 28110, US

72 Inventor/es:

ALESSI, SALVATORE;
POLEN, LARRY ALEXANDER y
DALY, NEIL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 626 072 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

Aparato de soldadura por fricción lineal

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a los aparatos de soldadura por fricción lineal y al método para el forjado de doble eje para las máquinas de soldadura por fricción lineal.

2. Descripción de la técnica relacionada

5 La soldadura por fricción lineal es un proceso de estado sólido de unión metales similares o diferentes que se traduce en microestructuras deseables en las soldaduras y en las zonas afectadas por el calor, que produce una distorsión de componentes mínima y soldaduras de alta resistencia. Además, la soldadura por fricción lineal es también un proceso de autolimpieza, ya que el movimiento oscilante del proceso provoca que las irregularidades superficiales y los contaminantes sean expulsados como flash o rebaba generada durante la soldadura, eliminando etapas de producción.

10 Como implica su nombre, la soldadura por fricción lineal implica calentar las piezas a soldar mediante fricción generada de una manera controlada mediante la oscilación de las piezas en relación entre sí. Además de la oscilación, las piezas son forzadas juntas bajo una carga controlada aplicada perpendicularmente a las superficies en contacto, denominada en la presente memoria la "carga de forja". Con referencia a la Fig. 8 de la técnica anterior, 15 en el proceso, la pieza base 800 se mantiene normalmente estacionaria mientras que la pieza 802 a soldar a la pieza base oscila a lo largo del eje de oscilación 804. Con la carga de forja 806 aplicada, el movimiento de oscilación provoca que las piezas se calienten en las superficies de frotamiento 808 a una temperatura de soldadura por debajo de la del punto de fusión del material que está siendo soldado. El calentamiento localizado provoca que el material alcance una temperatura predeterminada en la que el material asume un "estado plástico". Mientras que los materiales adyacentes están en su estado plástico, el movimiento de oscilación se detiene y la fuerza de carga de forja se incrementa en un movimiento de forjado para forzar las dos piezas juntas. Una vez juntas, la carga de forja se mantiene hasta que la pieza se enfría, y finalmente se reduce a cero, completando el ciclo de soldadura.

20 Las soldaduras producidas mediante soldadura por fricción lineal han demostrado ser estructuralmente sólidas y de alta calidad. Materiales como el titanio que no se pueden soldar fácilmente por medios convencionales pueden soldarse con éxito utilizando este proceso. Por esta razón, las piezas soldadas de esta manera son particularmente deseables en aplicaciones donde se requiere un alto grado de integridad estructural combinado con un peso mínimo, tal como en la aviación.

25 Las máquinas y procesos de soldadura por fricción lineal están en desarrollo de poder crear estructuras próximas a su forma final (NNS) que se puedan mecanizar para producir piezas acabadas. Este método de ensamblaje de una estructura próxima a una pieza acabada reduce la cantidad de material y el tiempo de mecanizado requerido para producir la pieza final, lo que reduce de esta forma enormemente los costes de producción de la pieza. Las máquinas de soldadura por fricción lineal convencionales, capaces de crear estructuras próximas a su forma final, utilizan actualmente una carga de forja a lo largo de un único eje de forja para realizar la soldadura, lo cual es adecuado cuando se sueldan dos estructuras soldadas perpendiculares planas, sencillas, separadas, donde el control de carga en la interfaz de soldadura puede controlarse con precisión.

30 Cuando se desea soldar piezas planas en secuencia o soldar en más de un plano de contacto, los procesos de soldadura por fricción lineal que utilizan un solo eje de forja para llevar a cabo la soldadura presentan desventajas considerables. Con referencia a la Fig. 9 de la técnica anterior, se muestra la pieza 902 que está soldada a la pieza base 900 tanto en la soldadura de la placa base 904 como en la interfaz de soldadura inclinada 906, que se sueldan simultáneamente. El calor se genera a través de la fricción controlada que se produce a lo largo del plano de oscilación 908. Los procesos actuales incluyen una carga de forja aplicada a lo largo de un único eje de forja 910, que puede situarse perpendicular con relación a una de las interfaces de soldadura 904 y 906, o con un ángulo predeterminado con relación a las interfaces de soldadura en el plano del eje de forja 910. Puesto que el control de la carga de forja está solamente en un eje, la carga de forja necesaria para hacer que los dos planos se suelden es un compromiso entre producir una carga de forja resultante adecuada para soldar la interfaz de soldadura inclinada 906 y suficiente para hacer la soldadura de la placa base 904.

35 En este sentido, lo que se desea cuando se hace una soldadura simultánea de dos planos es un aparato y un método que proporcionen un eje de forja adicional para mejorar el rendimiento de la soldadura y extender las capacidades de soldadura de una máquina de soldadura de fricción lineal. Proporcionando un segundo eje de forja, se elimina la necesidad de contacto inclinado entre las placas y se logra el control preciso de la carga de forja en el segundo eje. Además, añadiendo un segundo eje de forja a lo largo del cual se aplica una carga de forja adicional que actúa inclinada con respecto al primer eje de forja, se añade un orden de magnitud de control al proceso de soldadura por fricción lineal para mejorar el rendimiento de soldadura. El documento US 2005/0127140 A1 describe un aparato de soldadura por fricción lineal y un método para el forjado, comprendiendo el aparato un bloque de oscilación soportado por un aparato cabezal de soldadura, un actuador de oscilación soportado sobre el bloque de 55

oscilación, un actuador de forja soportado por el bloque de oscilación para proporcionar una carga de forja a lo largo de un eje de forja.

Breve resumen de la invención

En consecuencia, un objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato de soldadura por fricción lineal y métodos para soldar simultáneamente en más de un plano de contacto.

- 5 Otro objetivo de la invención es proporcionar un aparato de soldadura por fricción lineal y métodos para producir soldaduras de alta resistencia con una distorsión mínima de componentes.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un aparato de soldadura por fricción lineal y métodos para mejorar el control del proceso de soldadura.

- 10 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un aparato y métodos que amplíen las capacidades de una máquina de soldadura por fricción lineal.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un aparato y métodos para el control del doble eje de forja que proporcione la carga de forja que ha de aplicarse con precisión a las piezas con superficies de soldadura que no son perpendiculares al plano del eje de forja.

- 15 Para lograr los anteriores y otros objetivos y ventajas y de acuerdo con los propósitos de la invención como se expresa y describe ampliamente en la presente memoria, la presente invención proporciona aparatos de acuerdo con la reivindicación 1 y la reivindicación 8 y un método de acuerdo con la reivindicación 11 para la soldadura por fricción lineal que utiliza forjado de doble eje. La presente invención proporciona un aparato de soldadura por fricción lineal que incluye: un bloque de oscilación soportado por un aparato cabezal de soldadura; al menos un actuador de oscilación en el eje Y soportado sobre al menos uno de los lados laterales opuestos del bloque de oscilación; al menos un actuador de forja en el eje Z soportado por el bloque de oscilación para proporcionar una primera carga de forja a lo largo de un primer eje de forja; y al menos un actuador de forja en el eje X soportado por el bloque de oscilación para proporcionar una segunda carga de forja a lo largo de un segundo eje de forja; en donde el primer eje de forja y el segundo eje de forja son ortogonales y en donde el primer eje de forja y el segundo eje de forja son ortogonales y en donde el aparato está específicamente adaptado para formar soldaduras a lo largo de un plano de soldadura que no es, en esencia, perpendicular al primer eje de forja o al segundo eje de forja. El aparato puede incluir además al menos un actuador de contracarga en el eje X soportado por el bloque de oscilación para contrarrestar la segunda carga de forja proporcionada por el al menos un actuador de forja en el eje X y al menos un cilindro de contracarga flotante en el eje Z soportado por el bloque de oscilación para contrarrestar la primera carga de forja proporcionada por el al menos un actuador de forja en el eje Z.

- 30 El bloque de oscilación se mantiene entre el al menos uno de los actuadores de oscilación en el eje Y, el al menos uno de los actuadores de forja y el al menos uno de los actuadores de contracarga en el eje X, y el al menos uno de los actuadores de forja y el al menos uno de los cilindros de contracarga en el eje Z. El aparato puede incluir además una herramienta de sujeción para sujetar la pieza a oscilar con respecto a una pieza base. Los actuadores pueden ser actuadores de orientación hidrostático.

- 35 En otra forma de realización, la presente invención proporciona un aparato de soldadura por fricción lineal que incluye: un aparato cabezal de soldadura que soporta un bloque de oscilación, incluyendo el bloque de oscilación tres conjuntos de actuadores ortogonales para proporcionar movimiento en los planos X, Y y Z del aparato cabezal de soldadura en donde los actuadores proporcionan oscilación en el eje Y, una primera carga de forja a lo largo de un primer eje de forja y una segunda carga de forja a lo largo de un segundo eje de forja en donde el aparato está específicamente adaptado para formar soldaduras a lo largo de un plano de soldadura que no es, en esencia, perpendicular al primer eje de forja o al segundo eje de forja; un conjunto mesa de soldadura; una mesa de piezas móvil en una dirección en el eje X; un conjunto pórtico para proporcionar movimiento en el eje Z, en donde el conjunto pórtico soporta un carro cabezal de soldadura para proporcionar movimiento en el eje Y y soportar el cabezal de soldadura; y una consola de control para controlar el funcionamiento del aparato de soldadura por fricción lineal. El aparato puede incluir además un sistema de eliminación de rebaba entre otros componentes.

- 45 En otra forma de realización más, la presente invención proporciona un método para la soldadura por fricción lineal de forjado de doble eje. El método incluye: proporcionar un aparato de soldadura por fricción lineal que comprende un aparato cabezal de soldadura que incluye tres conjuntos de actuadores ortogonales para proporcionar movimiento en los planos X, Y y Z del aparato cabezal de soldadura para proporcionar oscilación en el eje Y, una primera carga de forja a lo largo de un eje de forja en el eje Z y una segunda carga de forja a lo largo de un eje de forja en el eje X en donde el aparato está adaptado específicamente para formar soldaduras a lo largo de un plano de soldadura que no es, en esencia, perpendicular al eje de forja en el eje Z o al eje de forja en el eje X; proporcionar una placa base; proporcionar una pieza a soldar a la placa base en una primera interfaz de soldadura y en una segunda interfaz de soldadura; aplicar la primera carga de forja inclinada con respecto a la primera interfaz de soldadura y la segunda carga de forja inclinada con respecto a la segunda interfaz de soldadura, teniendo la primera y segunda cargas de forja magnitudes predeterminadas; hacer oscilar la pieza a lo largo del eje Y a una amplitud de oscilación predeterminada para calentar la pieza y la placa base; reducir la amplitud de oscilación a

cero; incrementar la primera y segunda cargas de forja a puntos de ajuste predeterminados y mantenerlas durante un periodo de tiempo predeterminado; y reducir la primera y segunda cargas de forja a cero.

5 El ángulo de la primera carga de forja con relación a la primera interfaz de soldadura y el ángulo de la segunda carga de forja con relación a la segunda interfaz de soldadura oscila desde cero a noventa grados, y son preferiblemente, en esencia, perpendiculares. Las amplitudes de la primera y segunda cargas de forja se corresponden con la longitud de la interfaz de soldadura. El método puede incluir además el control del desplazamiento del material durante la soldadura para determinar cuándo reducir la amplitud de oscilación a cero y controlar y registrar el desplazamiento de forja.

Breve descripción de los dibujos

10 Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor si la siguiente descripción detallada de la invención se lee con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un aparato de soldadura por fricción lineal que incluye una característica de forjado de doble eje;

La Fig. 2 es una vista esquemática que muestra las etapas del proceso de soldadura por fricción lineal secuencial, de doble eje de acuerdo con una forma de realización de la invención;

15 La Fig. 3 es una vista en perspectiva inferior de un cabezal de soldadura por fricción lineal de forjado de doble eje;

La Fig. 4 es una vista en perspectiva superior del cabezal de soldadura por fricción lineal de la Fig. 3;

La Fig. 5 es una sección transversal de la Fig. 1 tomada a través del pórtico de soldadura y el cabezal de soldadura;

Las Fig. 6A-6C son diagramas de flujo de un proceso de soldadura por fricción lineal de acuerdo con una forma de realización de la invención;

20 Las Fig. 7A-7H son vistas de una secuencia esquemática simplificada de funcionamiento de una máquina de soldadura por fricción lineal en funcionamiento;

La Fig. 8 es una vista esquemática que muestra una etapa del proceso de soldadura por fricción lineal de la técnica anterior; y

25 La Fig. 9 es una vista esquemática que muestra una etapa del proceso de soldadura por fricción lineal de un solo eje de la técnica anterior.

Descripción detallada de la invención

30 La presente invención se describirá ahora más completamente de aquí en adelante con referencia a los dibujos adjuntos en los que se muestran formas de realización de ejemplo de la invención. Las formas de realización de ejemplo se proporcionan para que esta descripción sea a la vez exhaustiva y completa y transmitirá completamente el alcance de la invención y permitirá a un experto en la técnica hacer, utilizar y poner en práctica la invención. Los números de referencia similares se refieren a elementos similares a lo largo de los diversos dibujos.

35 Con referencia a la Fig. 1, se muestra generalmente una vista general de una máquina de soldadura por fricción lineal que incluye una característica de forjado de doble eje de acuerdo con una forma de realización de la presente invención en 100. La máquina se hace funcionar para soldar por fricción lineal al menos una pieza 102 a otra pieza, tal como una placa base. La máquina incluye un conjunto mesa de soldadura 104 que proporciona una superficie para montar la estructura de la placa base. Una mesa de piezas 106 se desplaza sobre una uve y formas planas proporcionando desplazamiento en el eje X a la mesa. La mesa de piezas y el conjunto mesa de soldadura están construidas para resistir las fuerzas de carga del proceso de soldadura. El conjunto 104 incluye además un sistema de bloqueo hidráulico para fijar la mesa de piezas 106 en posición para soldar.

40 Un conjunto pórtico deslizable 108 proporciona movimiento en el eje Z al aparato. El conjunto 108 se monta en los soportes 110 del pórtico en cada lado de la base soporte de la mesa de soldadura que soporta múltiples columnas 112 deslizables de gran diámetro. El pórtico incluye bloqueos 114 dobles en dirección Z. El conjunto pórtico 108 soporta además un carro cabezal de soldadura 116 que proporciona desplazamiento y posicionamiento en el eje Y e incluye un sistema de bloqueo hidráulico. El carro cabezal de soldadura 116 mantiene el cabezal de soldadura 118 y un sistema de extracción de rebaba 120. Toda la máquina está soportada por una base de máquina 122. La máquina 100 se controla en una consola de control dedicada 124 que incluye una interfaz de operador y un sistema informático para el control del aparato, la adquisición de datos y las funciones manuales y automáticas. La consola de control incluye además controles para los motores, las unidades de alimentación hidráulica y los dispositivos de seguridad. El equipo de control puede incluir además arrancadores de motores, controladores de motores, acondicionamiento de potencia, protección contra sobrecarga y desconectores de alimentación.

45

En una forma de realización, un sistema de control de la presente invención puede incluir un sistema informático utilizado en conjunto con el aparato. El sistema de control se hace funcionar para la adquisición de datos de los parámetros de soldadura en tiempo real. El sistema de control registra los parámetros de soldadura y los datos mientras la máquina está funcionando y utiliza los datos para determinar si la soldadura se realizó correctamente. El sistema informático puede incluir convencionalmente un procesador para ejecutar instrucciones de programa almacenadas en una memoria. La memoria almacena las instrucciones y los datos para ejecutar por el procesador, que incluyen las instrucciones y los datos para realizar los métodos descritos anteriormente. Dependiendo del grado de implementación del software en el sistema informático, la memoria puede almacenar código ejecutable cuando está en funcionamiento. La memoria incluye, por ejemplo, bancos de memoria de sólo lectura (ROM), memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM) así como memoria caché de alta velocidad. El sistema operativo proporciona una plataforma de software sobre la que pueden ejecutarse programas de aplicación, de una manera fácilmente comprensible por los expertos en la técnica. El sistema informático puede incorporar cualquier combinación de dispositivos adicionales que incluye, pero no se limita a, un dispositivo de almacenamiento masivo, uno o más dispositivos periféricos, conexiones remotas, uno o más dispositivos de entrada, una o más unidades de medios de almacenamiento portátiles, una pantalla y uno o más dispositivos de salida. Los diversos componentes están conectados a través de un bus apropiado como es conocido por los expertos en la técnica. El dispositivo de almacenamiento almacena información del cliente y servidor, código para llevar a cabo métodos de acuerdo con las formas de realización de ejemplo de la invención e instrucciones de cálculo para el procesador. Los dispositivos periféricos pueden incluir, pero no están limitados a, cualquier tipo de dispositivo de soporte informático, tal como una interfaz de entrada/salida (E/S), para añadir funcionalidad al sistema de control.

El sistema de eliminación de rebaba 120 funciona para eliminar la rebaba producida por el proceso de soldadura antes de soldar la siguiente placa. El sistema 120 puede incluir un cabezal de mecanizado de dos ejes que incluye una corredera en el eje Y, una corredera en el eje Z, un cabezal de husillo accionado por motor propio incorporado con mandril para herramientas y accionamientos de husillo a bola servoelectrónicos para cada eje deslizable. El sistema 120 se muestra montado en el lado frontal del bastidor del pórtico. La mesa de soldadura proporciona desplazamiento y posicionamiento en el eje X. Los controles del sistema de eliminación de rebaba se integran en el sistema de control descrito anteriormente. El sistema de control calcula la información de posicionamiento a partir de la información de configuración de las piezas y la posición del cabezal de soldadura generada al final del ciclo de soldadura para controlar el sistema de eliminación de rebaba para controlar con precisión la operación automatizada de extracción de rebaba.

La máquina 100 puede incluir además un sistema de carga de piezas automatizado para proporcionar la automatización del ciclo de soldadura de piezas completo. El sistema incluye un sistema de suministro de piezas y un brazo de recogida y carga multieje automatizado. El sistema de suministro de piezas se carga con las piezas a soldar en la placa base en el orden en que deben ser soldadas. El sistema indexa automáticamente cada pieza a una estación de recogida. El brazo recoge cada pieza y la suministra al cabezal de soldadura. El sistema de suministro de piezas es una tabla de indexación independiente que se carga manualmente por el operador. El brazo se acciona con servomotor con ejes X, Y y Z de movimiento. Una pinza de piezas está unida al extremo del brazo. El conjunto brazo puede montarse en el bastidor de soporte del pórtico. En funcionamiento, la pinza se mueve desde una posición de reposo hasta la estación de suministro de piezas y agarra la siguiente pieza a soldar. Utilizando la información de realimentación de posición del sistema de control, posiciona la pieza en línea con las mordazas de sujeción del cabezal de soldadura y la carga en las mordazas. Cuando el cabezal de soldadura sujeta la pieza, la pinza libera la pieza y vuelve a la posición de reposo. El ciclo se repite a continuación hasta que todas las piezas se han soldado en su lugar.

Con referencia a la Fig. 2, se muestran las etapas del proceso de soldadura por fricción lineal de doble eje realizadas mediante el aparato de forjado de doble eje y los métodos de acuerdo con la presente invención. En un primer proceso en el que se muestra la soldadura de placas en ángulo recto, la placa 200 se suelda a la placa base 202 en la primera interfaz de soldadura 204 horizontal de la placa base y la segunda interfaz de soldadura 206 vertical. La oscilación de la placa 200 ocurre a lo largo del eje de oscilación 208. La primera carga de forja 210 para realizar la soldadura 204 de la placa base se aplica, en esencia, perpendicular a la parte horizontal de la placa 200, mostrada a lo largo del eje Z. La segunda carga de forja 212 para realizar la soldadura 206 vertical se aplica, en esencia, paralela a la parte horizontal de la placa 200. En esta soldadura, los dos bordes soldados de las soldaduras 204 y 206 son, en esencia, de igual longitud, y por lo tanto la carga de forja aplicada en cada eje es aproximadamente igual en magnitud.

Todavía en referencia a la Fig. 2, en un segundo proceso en el que se muestra la soldadura de la placa de refuerzo, la placa 214 está soldada a la placa base 202 en la primera soldadura de placa base 216 horizontal y la segunda soldadura 218 vertical. La oscilación de la placa 214 ocurre a lo largo del eje de oscilación 220. La primera carga de forja 222 para realizar la soldadura de la placa base 216 se aplica, en esencia, perpendicular a la parte horizontal de la placa 200, mostrada a lo largo del eje Z. La segunda carga de forja 224 para realizar la soldadura 218 vertical se aplica, en esencia, paralela a la parte horizontal de la placa 200. En este segundo supuesto práctico de soldadura de ejemplo, la longitud de la soldadura 218 vertical es, en esencia, mayor que la longitud de la soldadura 216 horizontal y, por lo tanto, la segunda carga de forja 224 tiene una magnitud mayor que corresponde a la diferencia de longitud de soldadura. Por ejemplo, una primera soldadura que tiene una longitud tres veces mayor que una segunda soldadura requeriría una carga de forja a lo largo de su eje de forja aproximadamente tres veces mayor en magnitud.

El control preciso disponible que ejerce el método de la presente invención da como resultado una fiabilidad mejorada en la calidad de la soldadura. En ambos supuestos prácticos de soldadura, el primer eje de forja y el segundo eje de forja se conservan en el cabezal de soldadura y actúan con ángulos diferentes entre sí.

5 En las soldaduras en las que el plano de soldadura no es, en esencia, perpendicular a al primer o segundo eje de forja, los ejes de forja sin embargo actúan en ángulos rectos entre sí y un control preciso de la carga de forja en la superficie inclinada se consigue a través del control de forja de doble eje. La cantidad de fuerza aplicada a las cargas de forja primera y segunda se calcula en base al ángulo de la interfaz de soldadura con respecto a los ejes de forja y la longitud de las interfaces de soldadura. El cálculo se puede utilizar para determinar la carga de forja resultante aportada por el primer eje de forja, por ejemplo, el eje Z. Este valor se resta a continuación de la carga de forja requerida perpendicular al plano de soldadura inclinado. Para completar el cálculo, el valor resultante se utiliza para determinar la carga de forja adicional requerida en el eje X para alcanzar la carga de forja resultante para completar adecuadamente la soldadura en el plano inclinado. Para este caso, el software de control ajusta automáticamente los parámetros del cabezal de soldadura basándose en las entradas de la geometría de la pieza.

15 Con referencia a las Fig. 3 y 4, se muestra un cabezal de soldadura 300 por fricción lineal para el forjado de doble eje de acuerdo con los métodos de la presente invención. El cabezal de soldadura 300 por fricción lineal se hace funcionar para proporcionar las fuerzas de oscilación y de carga de forja que producen las soldaduras. El cabezal de soldadura 300 incluye un bloque de oscilación 302 para soportar otros componentes. Se proporcionan dos (2) actuadores 304 de orientación hidrostáticos de oscilación en el eje Y en lados laterales opuestos del bloque de oscilación 302 y están soportados en el mismo. En la superficie superior del bloque de oscilación 302 se proporcionan cuatro (4) actuadores 306 de orientación hidrostáticos de forja en el eje Z para proporcionar la carga de forja a lo largo del primer eje de forja, el eje Z. Se proporcionan dos (2) actuadores 308 de forja hidrostáticos en el eje X a lo largo de un lado lateral del bloque de oscilación 302 para proporcionar la carga de forja a lo largo del segundo eje de forja, el eje X. Dos (2) actuadores 310 de orientación hidrostáticos de contracarga en el eje X se oponen a los dos (2) actuadores 308 de forja hidrostáticos en el eje X para contrarrestar la carga de forja de los actuadores 308 de forja en el eje X. Los cuatro (4) cilindros 312 flotantes de contracarga en el eje Z están posicionados alrededor de cada esquina del bloque de oscilación 302 para contrarrestar la carga de los actuadores 306 de forja en el eje Z.

30 El bloque de oscilación 302 proporciona adicionalmente la superficie de montaje para una herramienta de sujeción 314 para sujetar la pieza 316 que se hace oscilar. El bloque de oscilación 302 se mantiene entre los actuadores 304 de oscilación hidrostáticos en el eje Y, los actuadores, 308 y 310, de forja y de contracarga hidrostáticos en el eje X y los actuadores de forja hidrostáticos y los cilindros de contracarga en el eje Z, 306 y 312. Cada uno de los múltiples actuadores hidrostáticos está equipado preferiblemente con servoválvulas para el accionamiento y sensores de realimentación de presión y posición. Los actuadores de oscilación hidrostáticos están provistos preferiblemente de un acelerómetro para la realimentación de la velocidad.

35 Con referencia a la Fig. 5, el cabezal de soldadura 300 por fricción lineal mostrado en las Fig. 3 y 4 se muestra instalado y mantenido dentro de una máquina de soldadura por fricción lineal, tal como la máquina 100 de la Fig. 1. En funcionamiento, cada eje del cabezal de soldadura 300 se controla mediante servoválvulas con realimentación de presión y posición. El bloque de oscilación 302 está montado en la envolvente del cabezal de soldadura entre los tres conjuntos de actuadores. Según se muestra, la placa base 502 y la placa 504 han sido soldadas juntas previamente en el plano de soldadura 506 utilizando sólo carga de forja en el eje Z. La placa 500, fijada en el cabezal de soldadura, está en contacto en los planos de soldadura 506 y 508. Según se muestra, la placa 500 debe soldarse en ángulo recto a la placa base 502 y la placa 504 a lo largo del plano de soldadura 506 y del plano de soldadura 508. Los actuadores 308 de forja en el eje X proporcionan una carga de forja a lo largo de la dirección 510 del eje de forja en el eje X. Los actuadores 310 de orientación hidrostáticos y de contracarga en el eje X proporcionan la fuerza de contracarga para desarrollar la precarga requerida sobre los soportes hidrostáticos en el eje X. Esta disposición retiene el bloque de oscilación 302 en el eje X al tiempo que permite que los actuadores 308 de forja sitúen y mantengan el control en el eje X sin carga aplicada al cabezal de soldadura.

50 Los actuadores 306 de forja en el eje Z proporcionan una carga de forja a lo largo de la dirección del eje de forja 512 en el eje Z. Una vez más, se requiere una precarga de los soportes hidrostáticos que son parte integral de los actuadores hidrostáticos. Los cilindros 312 de contracarga en el eje Z, véanse las Fig. 3 y 4, proporcionan una fuerza para contrarrestar la carga del bloque de oscilación y la precarga de los actuadores de forja hidrostáticos para retener el bloque de oscilación 302 en la envolvente del cabezal de soldadura. Esta disposición permite que los actuadores de forja hidrostáticos controlen la posición en el eje Z sin carga aplicada al cabezal de soldadura 300. El movimiento combinado de cualesquiera dos conjuntos de actuadores proporciona un plano de movimiento. Los tres conjuntos de actuadores ortogonales dan lugar a tres planos de movimiento del cabezal de soldadura. Los actuadores de oscilación hidrostáticos proporcionan movimiento oscilante de alta frecuencia en el eje Y del cabezal. En referencia a la Fig. 5, el eje de oscilación está en la dirección hacia fuera de la página.

60 En general, en relación con el proceso de soldadura de forja de doble eje, con el bloque de oscilación en movimiento, se aplican cargas de forja predeterminadas (acondionadas) en las direcciones en el eje Z y en el eje X desde cero hasta noventa grados con respecto a las interfaces de soldadura, preferiblemente, en esencia, perpendiculares. Con el movimiento de oscilación y las cargas aplicadas, la fricción resultante calienta las interfaces

de soldadura al estado plástico del material. El material es expulsado de las interfaces de soldadura, limpiando de esta forma la superficie de soldadura. Cada desplazamiento del eje de forja se controla mediante el sistema de control para determinar la cantidad de material desplazado, es decir, consumido, durante el proceso de limpieza. Cuando se alcanza el desplazamiento de limpieza preestablecido, la amplitud de oscilación se reduce a cero para posicionar la pieza para el movimiento de forja final. En o cerca de la oscilación cero, la carga de forjado final preestablecida se aplica en las direcciones en los ejes Z y X. Las cargas de forja aplicadas fuerzan las piezas juntas. La presión de carga de forja se mantiene constante. El desplazamiento de forja se controla y registra. A medida que el material se enfría y solidifica el desplazamiento de forja se detiene. La carga de forja se mantiene durante un tiempo preestablecido después de que el desplazamiento de forja se detiene para asegurar el posicionamiento de la pieza y la calidad de la soldadura. Se registra la posición final del cabezal de soldadura, se reduce la presión de forja a cero, se libera la pieza sujeta y se retira el cabezal de soldadura, completando de esta forma el ciclo de soldadura.

Con referencia a las Fig. 6A-6C, se muestran diagramas de flujo para un proceso de soldadura por fricción lineal específico que utiliza forjado de eje doble de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. La iniciación del proceso comienza con la carga de la pieza base en la máquina de soldadura por fricción lineal (Etapa 600) y la sujeción de la placa a soldar a la pieza base dentro de la característica de sujeción del bloque de oscilación (Etapa 602). Después se determinan, se establecen los parámetros de control de soldadura y se inicia el ciclo de soldadura (Etapa 604). En el comienzo del ciclo de soldadura, la máquina posiciona rápidamente el cabezal de soldadura a una distancia predeterminada del contacto con las interfaces de soldadura. A continuación, la máquina cambia a control del contacto de alimentación lenta (Etapa 606). Se hace una consulta para determinar si la placa a soldar a la placa base está en contacto apropiado con la placa base a través del movimiento de detección del cabezal de soldadura (Etapa 608). Si se determina que no se ha hecho el contacto apropiado entonces el proceso repite la etapa de control de detección del contacto de alimentación lenta. Si se determina que se ha hecho el contacto apropiado, la siguiente etapa en el proceso es que la máquina posicione el cabezal de soldadura en su posición inicial a través del pórtico y los sistemas de posicionamiento de la mesa de la máquina (Etapa 610).

A continuación, se hace una consulta para determinar si el cabezal de soldadura está en la posición de inicio (Etapa 612). Si se determina que el cabezal de soldadura no está en la posición de inicio, entonces se repite el proceso de posicionamiento del cabezal de soldadura. Si el cabezal de soldadura se encuentra en la posición de inicio adecuada, el sistema de bloqueo de la máquina bloquea el pórtico, el carro cabezal de soldadura y la mesa (Etapa 614). Para soldar las piezas, se aplican las cargas de forja, comienza la oscilación y se aplican las cargas de forja acondicionadas (Etapa 616). A continuación, se ejecuta una consulta para determinar si se ha alcanzado la distancia acondicionada a la superficie de la pieza (Etapa 618). Si se determina que el límite de distancia no se ha alcanzado, se repite la aplicación de la carga de forja y la oscilación. Si se determina que se ha alcanzado el límite de distancia, la amplitud de oscilación se reduce a cero y se detiene (Etapa 620). A continuación, se ejecuta una consulta para determinar si la amplitud de oscilación ha alcanzado el cero (Etapa 622). Si se determina que la amplitud de oscilación no ha alcanzado el cero, la amplitud de oscilación se reduce a cero y se detiene. Si se determina que la oscilación ha alcanzado el cero, la carga de forja se incrementa hasta un punto de ajuste de la carga de forjado y se mantiene (Etapa 624). A continuación, se ejecuta una consulta para determinar si el movimiento de forja se ha detenido (Etapa 626). Si se determina que el movimiento de forja no se ha detenido, la carga de forja continúa aplicándose hasta el valor del punto de ajuste y continúa. Si se determina que el movimiento de forja se ha detenido, el punto de parada se mantiene durante un período de tiempo predeterminado y se registra la posición final del cabezal de soldadura, se reduce la carga de forja a cero, se libera el bloqueo del pórtico y la sujeción de la pieza y se retira el cabezal de soldadura (Etapa 628). El proceso de soldadura ha sido completado. El proceso puede entonces repetirse para la segunda o la siguiente placa.

Los sistemas y métodos de la presente invención se pueden utilizar para realizar soldaduras de interfaz individual y multiinterfaz. Con referencia a las Figs. 7A-H, se muestran varias vistas de una secuencia esquemática simplificada del funcionamiento de una máquina de soldadura por fricción lineal para soldar. Con referencia a la Fig. 7A, en la Etapa 1, la placa base 700 se monta en la mesa 702. El cabezal de soldadura 704 proporciona oscilación 706 en el eje Y, forja 708 en el eje X y forja 710 en el eje Z. Con referencia a la Fig. 7B, en la Etapa 2, la placa base 712 se sujeta en el cabezal de soldadura 704. Con referencia a la Fig. 7C, en la Etapa 3, el cabezal de soldadura 704 posiciona la pieza 712 y realiza una soldadura de fricción lineal a lo largo de un solo plano con sólo el forjado 710 en el eje Z activo. Con referencia a la Fig. 7D, en la Etapa 4, se completa la soldadura y se retrae el cabezal de soldadura.

Con referencia a la Fig. 7E, en la Etapa 5, el cabezal de soldadura 704 está posicionado para la siguiente soldadura. Con referencia a la Fig. 7F, en la Etapa 6, se carga una segunda pieza placa 714 en el cabezal de soldadura 704. Con referencia a la Fig. 7G, en la Etapa 7, el cabezal de soldadura 704 posiciona la segunda pieza 714 y realiza una soldadura por fricción lineal en dos planos con la forja 710 en el eje Z y la forja 708 en el eje X activas. La oscilación 706 se produce a lo largo del eje Y. Con referencia a la Fig. 7H, en la Etapa 8, el cabezal de soldadura 704 se retrae y la soldadura de dos planos se completa con la pieza placa 714 soldada a lo largo de una interfaz a la pieza placa 712 y una interfaz a la pieza base 700.

Los parámetros de funcionamiento no se cree que son significativamente diferentes de las técnicas de soldadura por fricción lineal de un solo eje. A modo de ejemplo solamente, la frecuencia de oscilación del cabezal de soldadura

ES 2 626 072 T3

puede estar entre aproximadamente 25 Hz a 100 Hz, con rangos típicos de entre 25 Hz-45 Hz y 40 Hz a 60 Hz, dependiendo del material, el espesor del material, el programa de pieza y variables similares. La presión de forjado puede ser de aproximadamente 10^8 Pa (14000 psi) de nuevo dependiendo del material, el espesor del material, el programa de pieza y variables similares. El ángulo de soldadura a menudo será de 90 grados, pero otros ángulos relativos pueden lograrse con el aparato y los métodos de la presente invención.

5

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de soldadura por fricción lineal por forjado de doble eje, que comprende:
un bloque de oscilación (302) soportado por un aparato cabezal de soldadura (300);
5 al menos un actuador (304) de oscilación en el eje Y soportado en los lados laterales opuestos del bloque de oscilación (302);
al menos un actuador (306) de forja en el eje Z soportado por el bloque de oscilación (302) para proporcionar una primera carga de forja a lo largo de un primer eje de forja; y
al menos un actuador (308, 310) de forja en el eje X soportado por el bloque de oscilación (302) para proporcionar una segunda carga de forja a lo largo de un segundo eje de forja;
- 10 en donde el primer eje de forja (512) y el segundo eje de forja (510) son ortogonales y en donde el aparato está adaptado específicamente para formar soldaduras a lo largo de un plano de soldadura que no es, en esencia, perpendicular al primer eje de forja (512) o el segundo eje de forja (510).
2. El aparato de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además al menos un actuador (310) de contracarga en el eje X soportado por el bloque de oscilación (302) para contrarrestar la
15 segunda carga de forja proporcionada por el al menos un actuador (308) de forja en el eje X.
3. El aparato de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además al menos un cilindro (312) de contracarga flotante en el eje Z soportado por el bloque de oscilación (302) para contrarrestar la primera carga de forja proporcionada por el al menos un actuador (306) de forja en el eje Z.
4. El aparato de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el bloque de oscilación
20 (302) se mantiene entre el al menos un actuador (304) de oscilación en el eje Y, el al menos un actuador de forja y el al menos un actuador de contracarga (308, 310) en el eje X y el al menos un actuador de forja y el al menos un cilindro de contracarga (306, 312) en el eje Z.
5. El aparato de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una herramienta de sujeción (314) soportada por el bloque de oscilación para sujetar una pieza (316) que se hace
25 oscilar.
6. El aparato de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada uno de los actuadores son actuadores de orientación hidrostáticos.
7. El aparato de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aparato se mantiene dentro de una máquina de soldadura por fricción lineal (100) que incluye un conjunto mesa de soldadura (104), una
30 mesa de piezas (106), un conjunto pórtico deslizante (108), un carro cabezal de soldadura (116) y un sistema de eliminación de rebaba (120).
8. Un aparato de soldadura por fricción lineal, que comprende:
un aparato cabezal de soldadura (300) que soporta un bloque de oscilación (302), incluyendo además el bloque de
35 oscilación (302) tres conjuntos de actuadores ortogonales (304, 306, 308, 310, 312) para proporcionar movimiento en los planos X, Y y Z al aparato cabezal de soldadura, en donde los actuadores proporcionan oscilación en el eje Y, una primera carga de forja a lo largo de un primer eje de forja (512) y una segunda carga de forja a lo largo de un segundo eje de forja (510) en donde el aparato está adaptado específicamente para formar soldaduras a lo largo de un plano de soldadura que no es, en esencia, perpendicular al primer eje de forja (512) o el segundo eje de forja (510);
40 un conjunto mesa de soldadura (104);
una mesa de piezas (106) móvil en una dirección en el eje X;
un conjunto pórtico (108) para proporcionar movimiento en el eje Z, en donde el conjunto pórtico (108) soporta un carro cabezal de soldadura (116) para proporcionar movimiento en el eje Y y soportar el cabezal de soldadura (118);
y
45 una consola de control (124) para controlar el funcionamiento del aparato de soldadura por fricción lineal.
9. El aparato de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el aparato cabezal de soldadura comprende:
al menos un actuador (304) de oscilación en el eje Y soportado en al menos uno de los lados laterales opuestos del
bloque de oscilación (302)

- al menos un actuador (306) de forja en el eje Z soportado por el bloque de oscilación para proporcionar la primera carga de forja a lo largo del primer eje de forja (512);
- al menos un actuador (308) de forja en el eje X soportado por el bloque de oscilación (302) para proporcionar la segunda carga de forja a lo largo del segundo eje de forja (510);
- 5 al menos un actuador (310) de contracarga en el eje X soportado por el bloque de oscilación (302) para contrarrestar la segunda carga de forja; y
- al menos un cilindro (312) de contracarga flotante en el eje Z soportado por el bloque de oscilación (302) para contrarrestar la primera carga de forja.
- 10 10. El aparato de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además un sistema de eliminación de rebaba (120).
11. Un método de soldadura por fricción lineal de forjado de doble eje, comprendiendo el método:
- proporcionar un aparato de soldadura por fricción lineal que comprende un aparato cabezal de soldadura (300) que incluye tres conjuntos de actuadores ortogonales (304, 306, 308, 310, 312) para proporcionar movimiento en los planos X, Y y Z al aparato cabezal de soldadura para proporcionar oscilación en el eje Y, una primera carga de forja a lo largo de un eje de forja (512) en el eje Z y una segunda carga de forja a lo largo de un eje de forja (510) en el eje X en donde el aparato está adaptado específicamente para formar las soldaduras a lo largo de un plano de soldadura que no es, en esencia, perpendicular al eje de forja (512) en el eje Z o al eje de forja (510) en el eje X;
- 15 proporcionar una placa base;
- proporcionar una pieza a soldar a la placa base en una primera interfaz de soldadura y una segunda interfaz de soldadura;
- 20 aplicar la primera carga de forja inclinada con relación a la primera interfaz de soldadura y la segunda carga de forja inclinada con relación a la segunda interfaz de soldadura, teniendo la primera y segunda cargas de forja magnitudes predeterminadas;
- hacer oscilar la pieza a lo largo del eje Y con una amplitud de oscilación predeterminada para calentar la pieza y la placa base;
- 25 reducir la amplitud de oscilación a cero;
- aumentar la primera y segunda cargas de forja a puntos de ajuste predeterminados y mantenerlas durante un período de tiempo predeterminado; y reducir la primera y segunda cargas de forja a cero.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el aparato cabezal de soldadura (300) comprende:
- 30 un bloque de oscilación;
- al menos un actuador de oscilación en el eje Y soportado en lados laterales opuestos del bloque de oscilación (302);
- al menos un actuador (306) de forja en el eje Z soportado por el bloque de oscilación (302) para proporcionar la primera carga de forja;
- 35 al menos un actuador (308) de forja en el eje X soportado por el bloque de oscilación (302) para proporcionar la segunda carga de forja;
- al menos un actuador (310) de contracarga en el eje X soportado por el bloque de oscilación (302) para contrarrestar la segunda carga de forja; y
- al menos un cilindro (312) de contracarga flotante en el eje Z soportado por el bloque de oscilación (302) para contrarrestar la primera carga de forja.
- 40 13. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el ángulo de la primera carga de forja con relación a la primera interfaz de soldadura y el ángulo de la segunda carga de forja con relación a la segunda interfaz de soldadura oscila desde cero a noventa grados.
14. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el ángulo de la primera carga de forja con relación a la primera interfaz de soldadura y el ángulo de la segunda carga de forja con relación a la segunda interfaz de soldadura son ambos, en esencia, perpendiculares.
- 45 15. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde las amplitudes de la primera y segunda cargas de forja se corresponden con la longitud de la interfaz de soldadura.

16. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde los ejes de forja X y Z actúan en ángulos rectos entre sí.
17. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además controlar el desplazamiento del material durante la soldadura para determinar cuándo reducir la amplitud de oscilación a cero.
- 5 18. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además controlar y registrar el desplazamiento de forja.

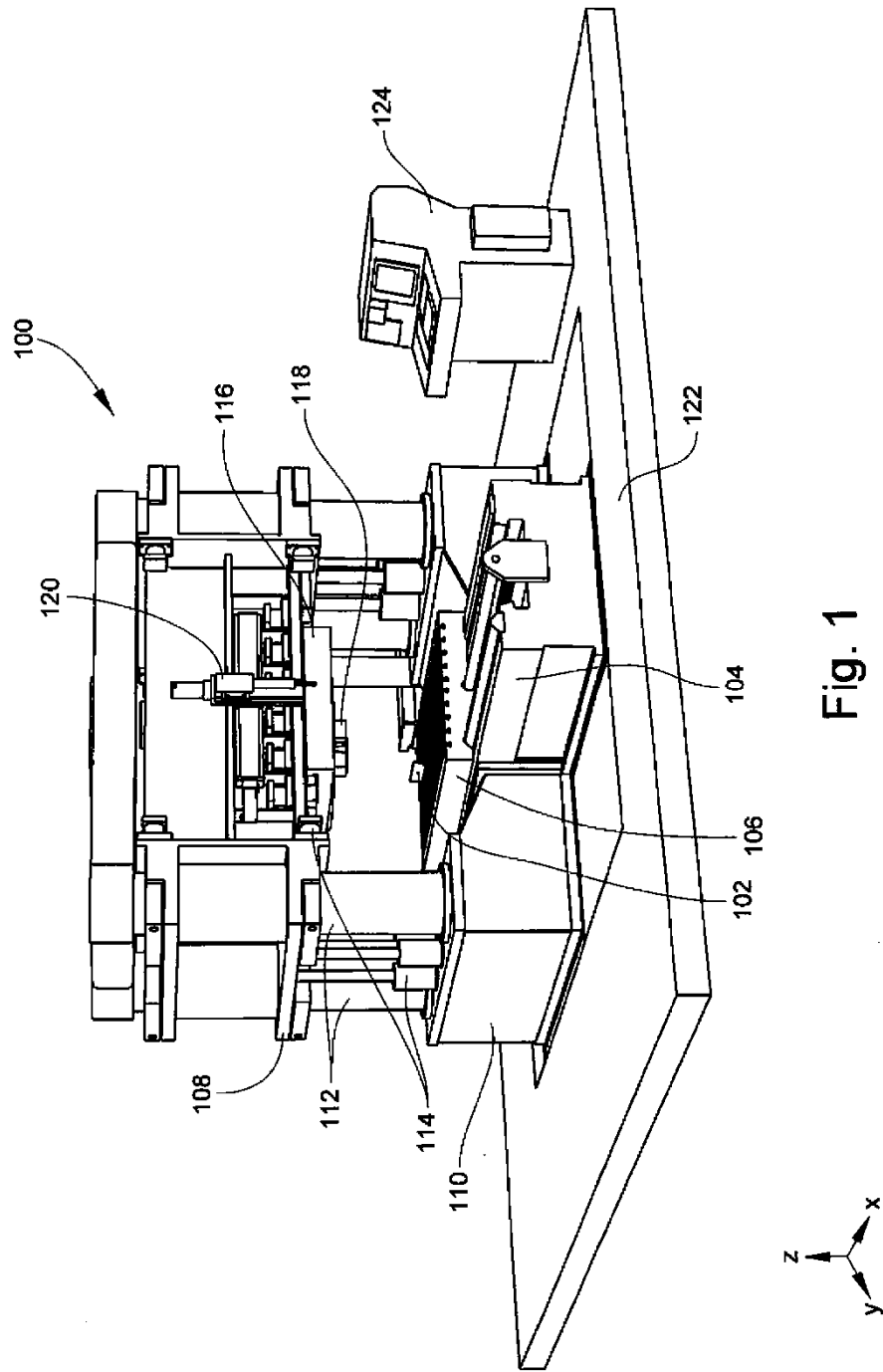


Fig. 1

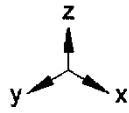
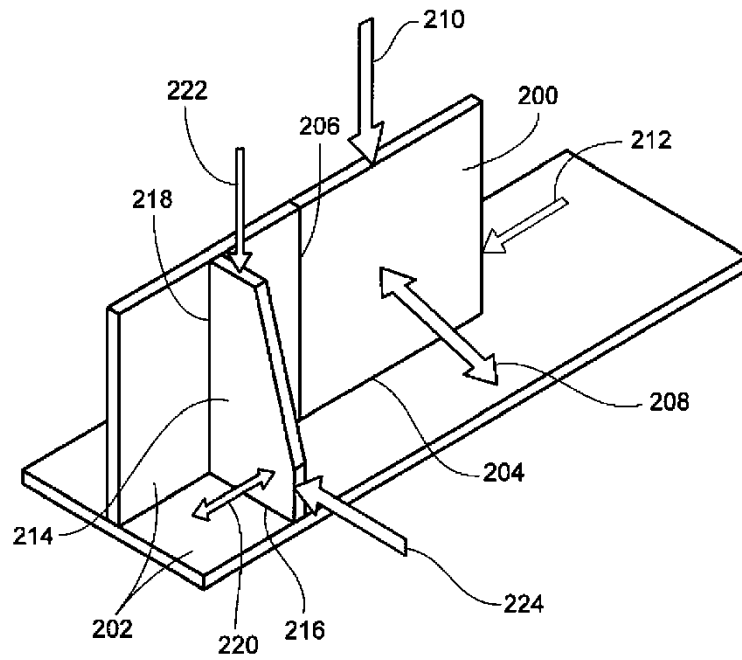


Fig. 2

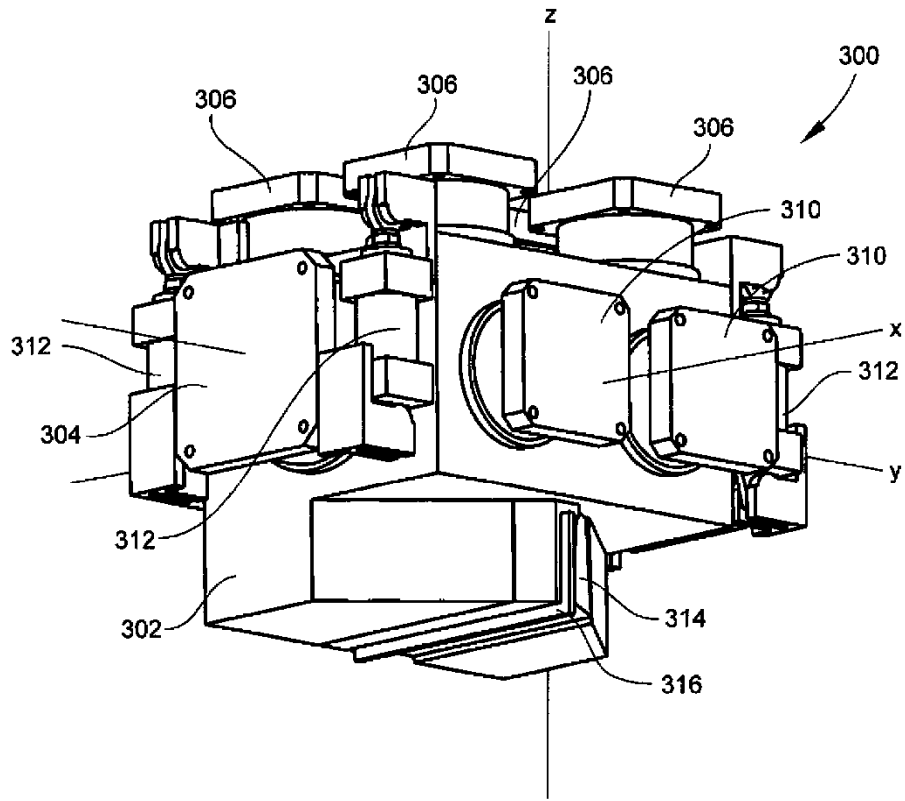


Fig. 3

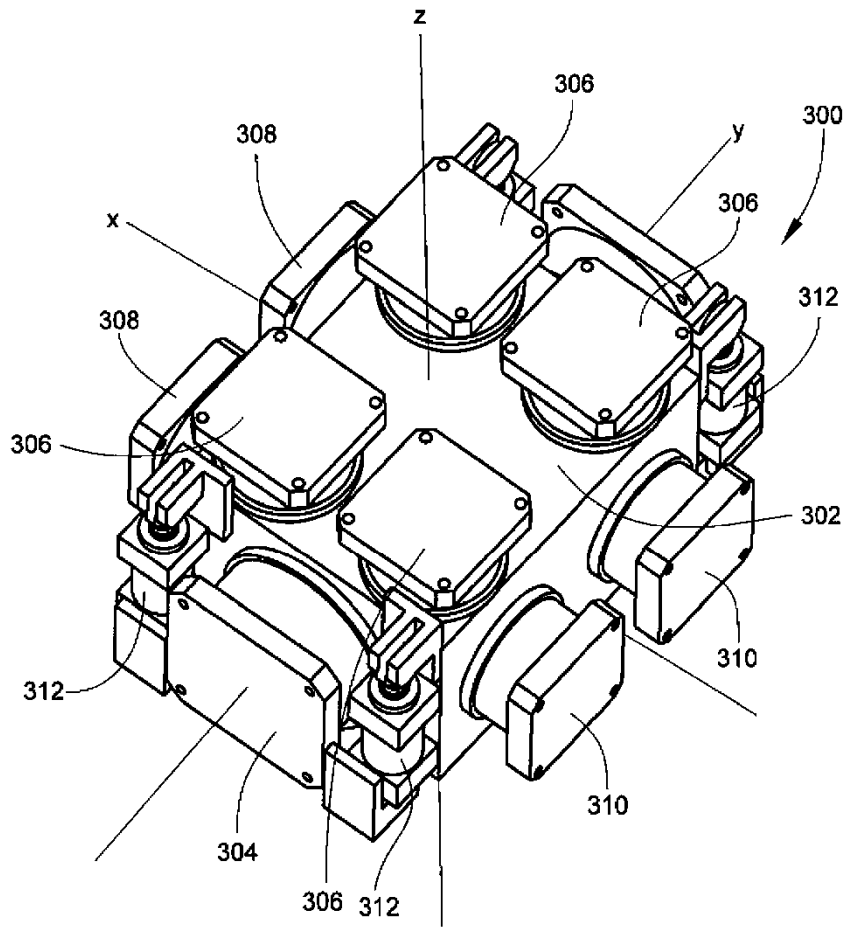


Fig. 4

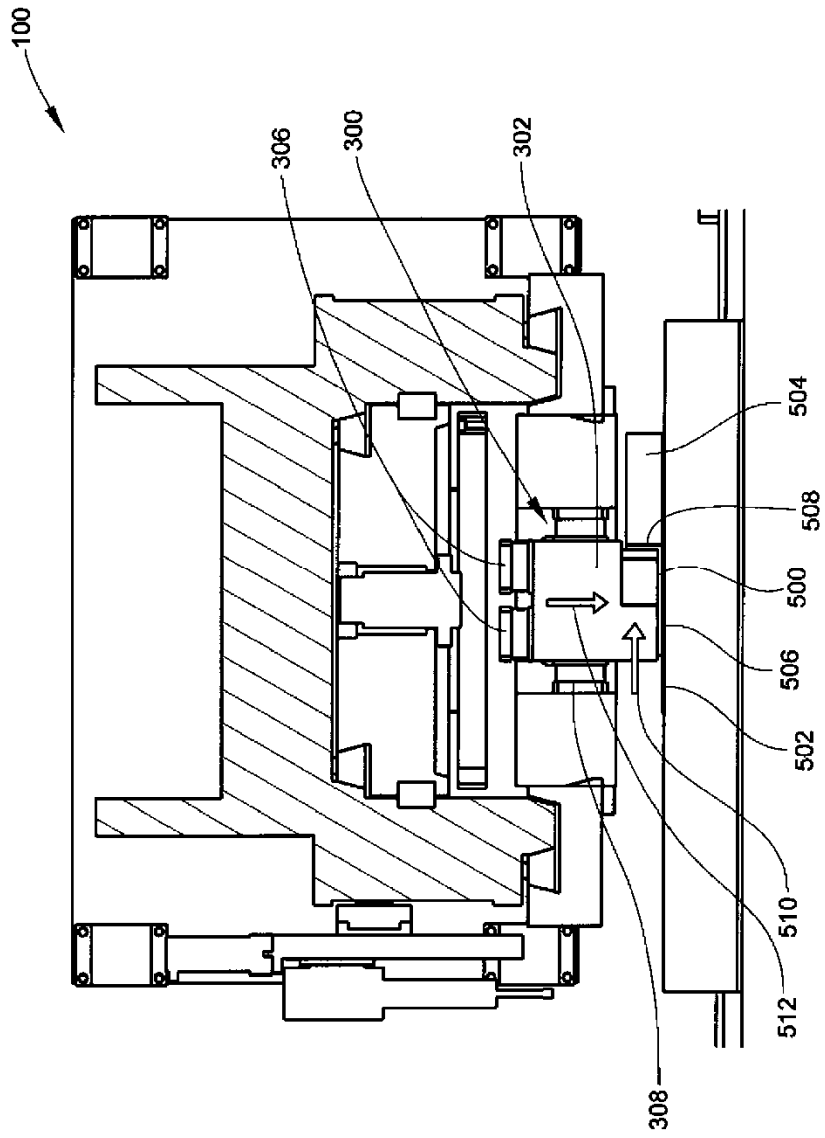


Fig. 5

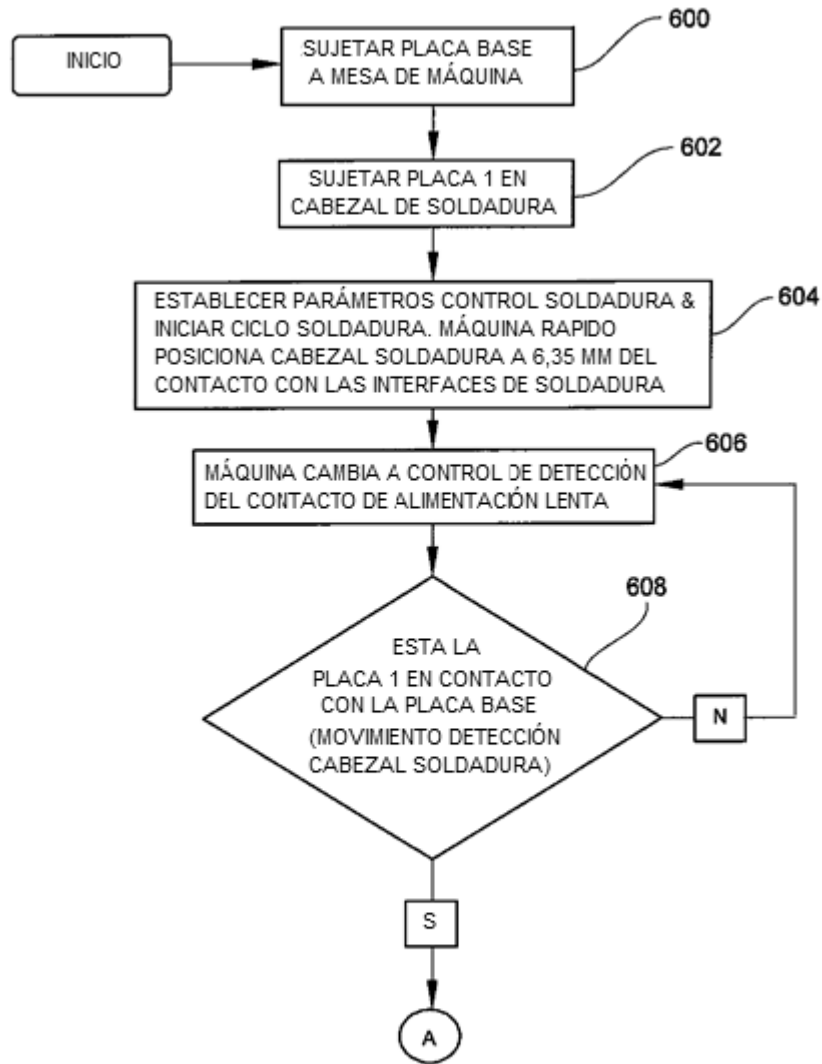


Fig. 6A

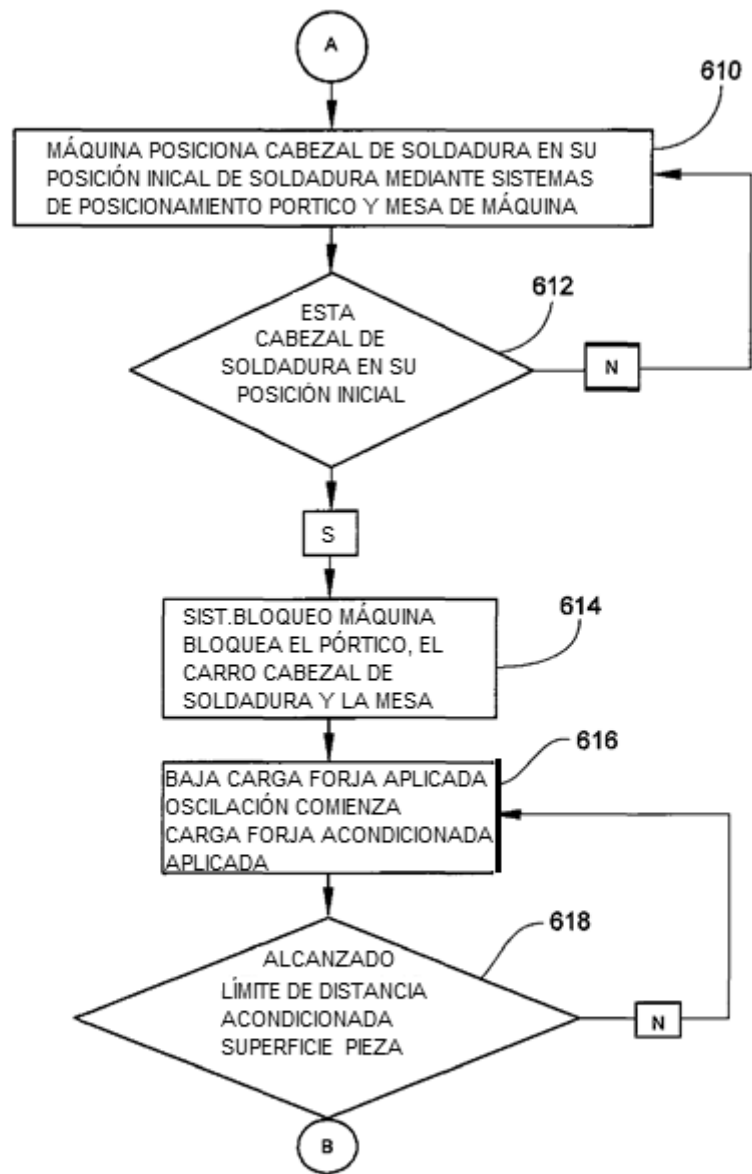


Fig. 6B

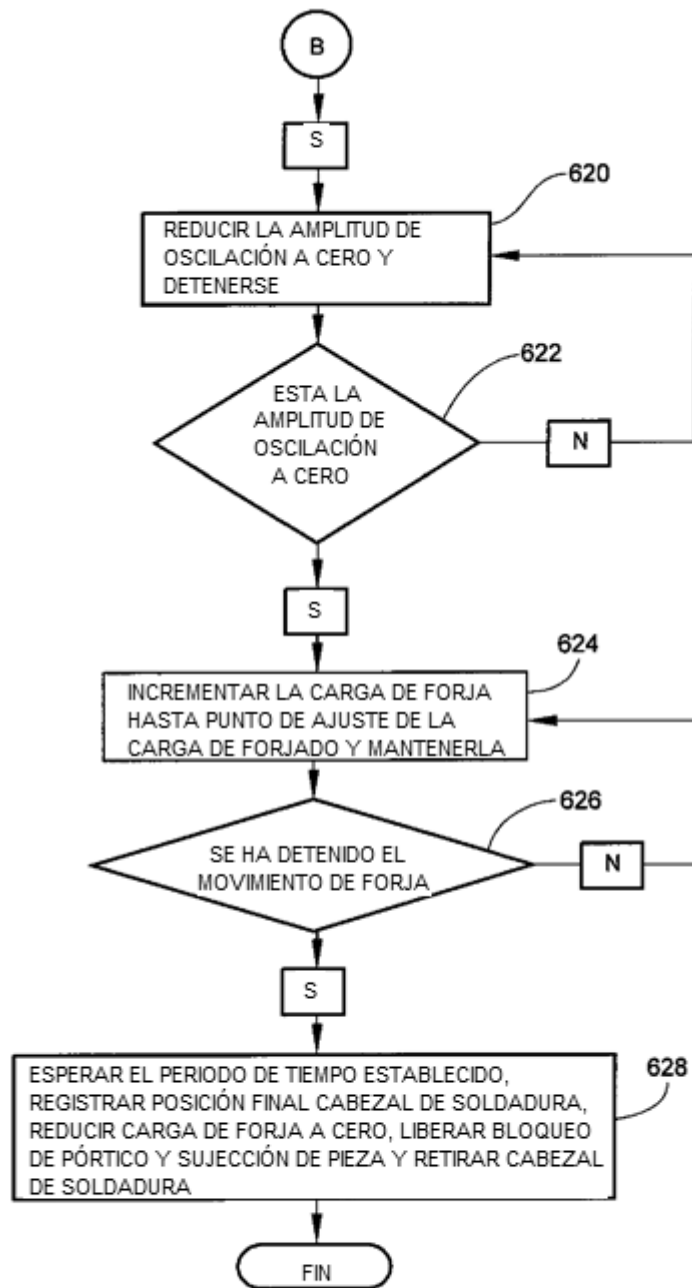


Fig. 6C

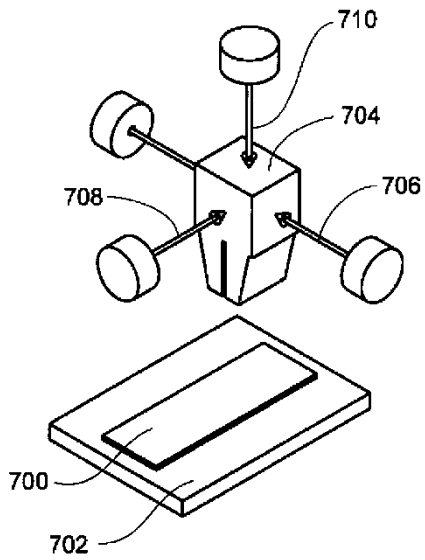


Fig. 7A

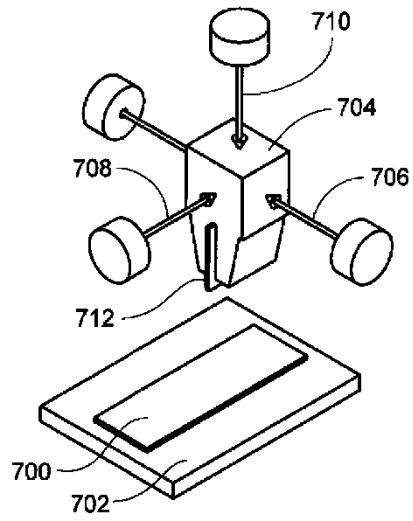


Fig. 7B

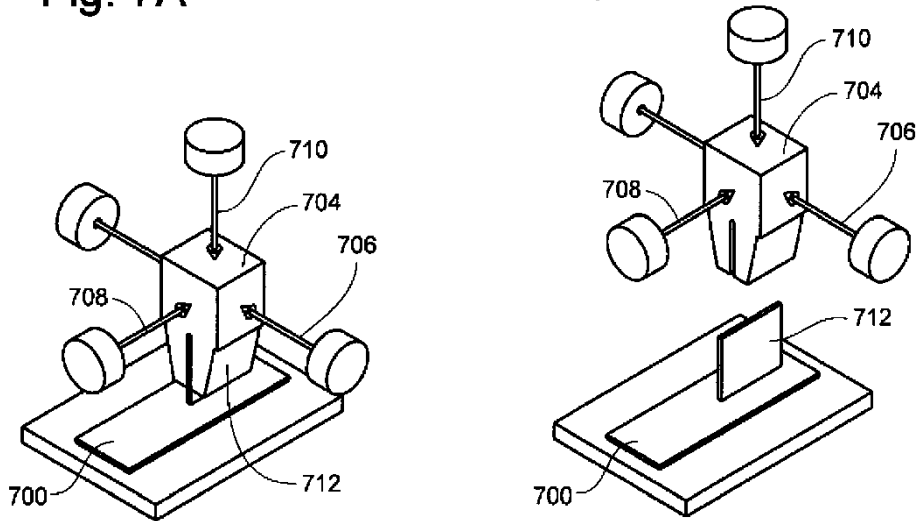


Fig. 7C

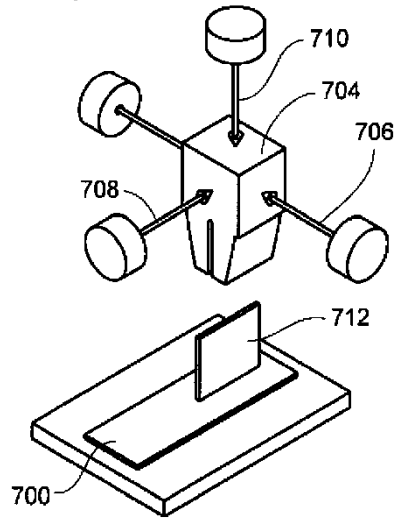
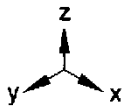


Fig. 7D



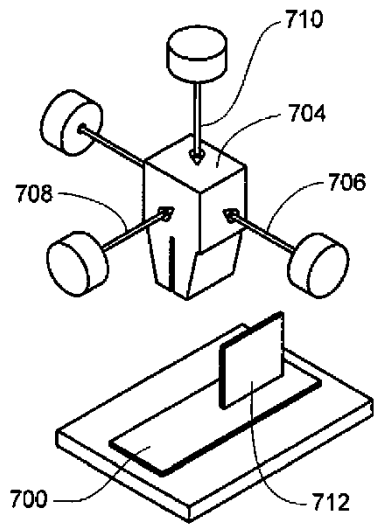


Fig. 7E

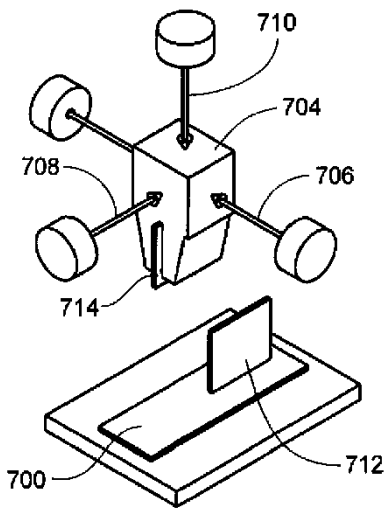


Fig. 7F

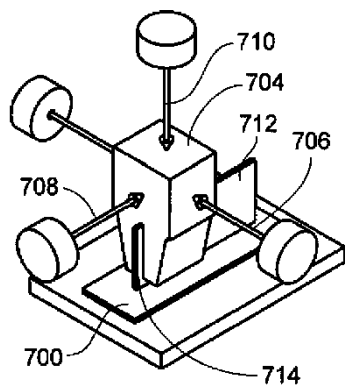


Fig. 7G

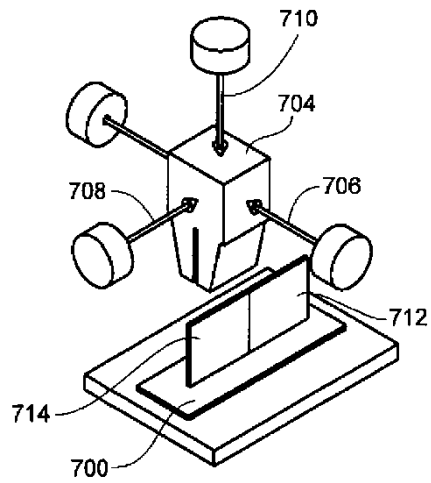
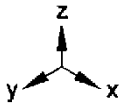


Fig. 7H



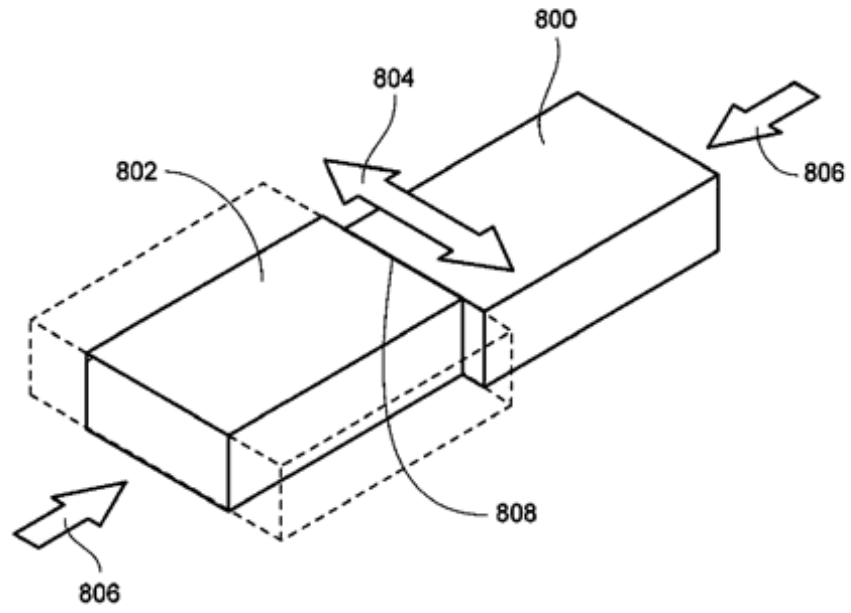


Fig. 8
(Técnica anterior)

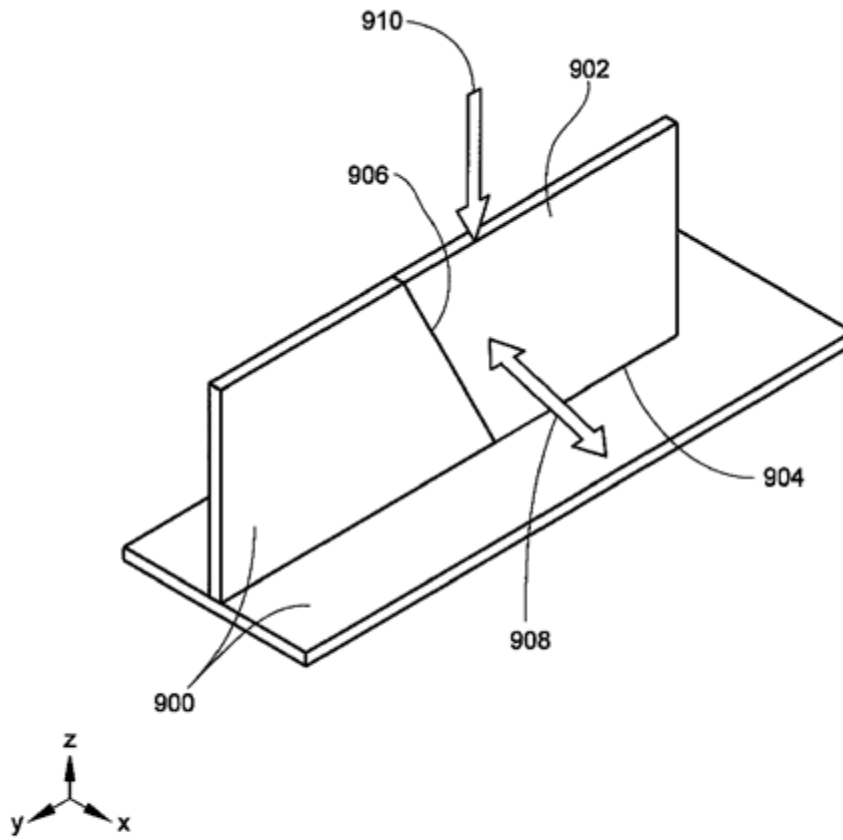


Fig. 9
(Técnica anterior)