

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 835**

51 Int. Cl.:

B21L 1/04	(2006.01)
B24B 19/03	(2006.01)
B24B 9/10	(2006.01)
B21J 15/02	(2006.01)
B21J 15/28	(2006.01)
G01B 11/25	(2006.01)
G01N 21/95	(2006.01)
B23P 19/06	(2006.01)
B23K 31/12	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2014 PCT/US2014/024497**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO14165125**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2014 E 14778682 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 2969303**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la inspección de unión de materiales**

30 Prioridad:

13.03.2013 US 201361778481 P

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

01.06.2020

73 Titular/es:

**COMAU LLC (100.0%)
21000 Telegraph Road
Southfield, MI 48033, US**

72 Inventor/es:

**KILIBARDA, VELIBOR;
KINSELLA, MARTIN y
WANG, HE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 763 835 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

Procedimiento y aparato para la inspección de unión de materiales

5 Campo técnico

Las realizaciones divulgadas en la presente memoria descriptiva se refieren, en general, a la inspección de una operación de unión de materiales en la que se usa una junta mecánica para unir dos o más piezas de material.

10 Antecedentes

Las juntas mecánicas se usan a menudo para unir dos o más piezas de material, por ejemplo, chapas de metal, en una variedad de operaciones de unión. Las juntas mecánicas pueden formarse, por ejemplo, en operaciones de unión automática de alto volumen que implican la formación secuencial de un gran número de juntas mecánicas. En estas operaciones de unión, la inspección de las juntas mecánicas, si la hay, es realizada usualmente por un operador humano durante un muestreo aleatorio de las juntas mecánicas formadas. A partir del documento DE 10 2009 042986 B3, se conoce un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. A partir del documento de patente US 6 072 583 A. Se conoce un aparato de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 5.

20 Sumario

La invención está dirigida a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y un aparato de acuerdo con la reivindicación 5. Las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a la inspección de una operación de unión de alto volumen. En un aspecto, un aparato para realizar una operación de unión incluye un dispositivo automatizado configurado para formar una junta mecánica en una pieza de trabajo. Se acopla un sensor al dispositivo automatizado para escanear la pieza de trabajo y generar datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo en una ubicación que incluye una junta mecánica formada por el dispositivo automatizado. Un controlador del sistema está programado para identificar una o más características geométricas de la geometría de superficie que indican la calidad de la junta mecánica. Si las características geométricas identificadas están dentro de los umbrales de especificación predeterminados respectivos, el controlador reposicionará el dispositivo automatizado para formar una junta mecánica posterior en la pieza de trabajo.

En un ejemplo, el dispositivo automatizado está configurado para insertar un remache autoperforante u otro sujetador a través de la pieza de trabajo para formar la junta mecánica. En función de la entrada del sensor, el controlador se puede configurar para identificar la presencia, altura o ubicación de una cabeza del sujetador.

Estos y otros aspectos se describirán en detalle adicional a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Las diversas características, ventajas y otros usos del presente aparato serán más evidentes haciendo referencia a la siguiente descripción detallada y los dibujos, en los que:

- La Figura 1A es una vista en sección transversal de una pieza de trabajo en la que se forma un ejemplo de una junta mecánica entre dos piezas de material con un remache autoperforante;
- La Figura 1B es una vista superior de la pieza de trabajo de la Figura 1A;
- La Figura 2A es una vista en sección transversal de una pieza de trabajo en la que se forma otro ejemplo de una junta mecánica con un sujetador roscado;
- La Figura 2B es una vista superior de la pieza de trabajo de la Figura 2A;
- La Figura 3 es una representación esquemática de un ejemplo de un sistema para formar juntas mecánicas secuencialmente en una pieza de trabajo y para determinar la calidad e integridad de las juntas mecánicas;
- La Figura 4 es un diagrama de flujo que representa operaciones ejemplares para realizar una inspección en-proceso de la formación de una junta mecánica;
- La Figura 5 es una vista en perspectiva de la superficie de una pieza de trabajo que incluye una junta mecánica, que ilustra un aspecto de la adquisición de datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo en una ubicación que incluye la junta mecánica;
- La Figura 6A es una vista en sección transversal de la pieza de trabajo de la Figura 5 que muestra características de su geometría de superficie en la ubicación, incluida la junta mecánica;
- La Figura 6B es una vista superior esquemática de la pieza de trabajo de la Figura 5 que muestra características adicionales de su geometría de superficie en la ubicación, incluida la junta mecánica;
- La Figura 7 es una tabla que muestra los tiempos estimados para realizar ciertas operaciones para realizar una inspección en-proceso de la formación de las juntas mecánicas representadas en la Figura 4;
- Las Figuras 8A-C son representaciones esquemáticas del sistema de la Figura 3 implementado en conexión con varios equipos ejemplares utilizados para realizar operaciones de unión de alto volumen.

Descripción detallada

- Las juntas mecánicas se utilizan a menudo para unir dos o más piezas de material, como chapas de metal, en una pieza de trabajo. La formación de una junta mecánica en una pieza de trabajo puede alterar la geometría de superficie de una o más de las piezas de material unidas. Por ejemplo, en el ejemplo de las Figuras 1A y 1B, una pieza de trabajo W incluye una junta mecánica 10 formada entre dos piezas de material de chapa metálica 12 y 14 por un remache autoperforante 16. Como se muestra, una cabeza 18 del remache 16 sobresale de una superficie 20 de la pieza de trabajo W definida por la pieza superior de material 12 y se extiende una altura H más allá de la superficie 20 en una ubicación de junta nominal 22. De manera similar, en el ejemplo de las Figuras 2A y 2B, para una pieza de trabajo W que incluye una junta mecánica 30 formada a través de dos piezas de material 32 y 34 por un sujetador roscado 36, una cabeza hexagonal 38 del sujetador roscado 36 sobresale de una superficie 40 de la pieza de trabajo W definida por la pieza superior de material 32 y se extiende una altura H más allá de la superficie 40 en una ubicación de junta nominal 42.
- Como se puede apreciar a partir de estos ejemplos no limitantes, las juntas mecánicas pueden formarse en una operación de unión usando remaches autoperforantes 16 o usando sujetadores roscados 36, por ejemplo. Las juntas mecánicas también se pueden formar en una variedad de otros tipos de operaciones de unión, incluidas, entre otras, operaciones de unión por soldadura de espárragos, operaciones de unión por remachado, operaciones de unión con tuercas de soldadura, operaciones de unión con espárragos autoperforantes, operaciones de unión con tuercas de perforación y operaciones de unión con soldadura por puntos. Aunque la siguiente descripción procede con referencia a ciertos ejemplos ilustrados de operaciones de unión y juntas mecánicas resultantes, se entenderá que los principios de la presente divulgación son igualmente aplicables a las juntas mecánicas formadas usando cualquiera de las operaciones de unión mencionadas u otras conocidas por los expertos en la técnica.
- La geometría de superficie de una pieza de trabajo en una ubicación que incluye una junta mecánica puede reflejar una o más características de calidad u otras características de la junta mecánica. La geometría de superficie puede reflejar, por ejemplo, la presencia de una junta mecánica, la altura de una junta mecánica y/o la ubicación posicional de una junta mecánica en relación con una ubicación de junta nominal.
- En la Figura 3, se muestra un sistema de ejemplo 100 para inspeccionar una pieza de trabajo para adquirir datos que indican su geometría de superficie en una ubicación que incluye una junta mecánica, y para analizar los datos para identificar una o más características de calidad u otras características de la junta mecánica. Como se apreciará a partir de la siguiente descripción, el sistema 100 soporta la inspección en-proceso o post-proceso de la formación de juntas mecánicas usadas para unir dos o más piezas de material en una operación de unión. Esta capacidad, entre otras cosas, brinda una oportunidad para mejorar el control de calidad sobre la formación de juntas mecánicas individuales y sobre la operación de unión en su conjunto.
- El sistema 100 puede, al proporcionar bucles de control relativamente cortos, identificar una junta mecánica deficiente o potencialmente defectuosa justo después de que se forme la junta mecánica, por ejemplo. Esta información puede utilizarse en el procedimiento para ajustar una operación de unión y reducir o eliminar en gran medida las juntas mecánicas defectuosas o de calidad inferior posteriores. El sistema 100 se puede usar en una aplicación ejemplar para soportar la operación coordinada de equipo automatizado usado para formar secuencialmente un gran número de juntas mecánicas en una o más piezas de trabajo.
- El sistema 100 se ilustra y explica con referencia a una pieza de trabajo ejemplar W. La pieza de trabajo W podría ser una parte de una carrocería de vehículo en blanco (BIW), por ejemplo. La pieza de trabajo W tiene una pieza superior de material 50 e incluye una pluralidad de juntas mecánicas 60 formadas entre la pieza superior de material 50 y una pieza de material subyacente (no mostrada). En la pieza de trabajo W, cada una de las juntas mecánicas 60 altera la geometría de una superficie 52 de la pieza de trabajo W definida por la pieza superior de material 50.
- Las juntas mecánicas 60 en este ejemplo pueden formarse en una operación de unión usando remaches autoperforantes, tales como los remaches autoperforantes 16 descritos anteriormente. La operación de unión, como se muestra, puede implementarse con un equipo automatizado E que incluye un dispositivo automatizado configurado para formar la junta mecánica 60 en la pieza de trabajo W. En el ejemplo ilustrado, el equipo automatizado E incluye una pistola de remaches programable 70. Con la pistola de remaches programable 70, un remache autoperforante es forzado a través de la pieza de trabajo 50 por el punzón de remache 72 ilustrado hacia una matriz de remache 74 para formar una junta mecánica 60 en la pieza de trabajo 50. El equipo automatizado E que incluye la pistola de remaches programable 70 puede configurarse para formar secuencialmente un gran número de juntas mecánicas 60 en la pieza de trabajo W. La estructura y la operación de un ejemplo de este equipo se divulga en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos N.º 14/173,298, que está asignada al cesionario de la presente solicitud y se incorpora por referencia en su totalidad en la presente. Sin embargo, como se indicó anteriormente, los principios del sistema 100 son aplicables a muchas otras operaciones de unión conocidas por los expertos en la técnica.

En general, el sistema 100 incluye un sensor 102 y un dispositivo informático 104. En este ejemplo, el sensor 102, como se muestra, puede montarse en el equipo automatizado E (por ejemplo, para el ejemplo ilustrado, el equipo automatizado E que incluye la pistola de remaches programable 70) utilizado para formar secuencialmente un gran número de juntas mecánicas 60 en la pieza de trabajo W. El sensor 102 puede ubicarse de forma remota desde el dispositivo informático 104, y acoplarse comunicativamente al dispositivo informático 104 a través de un canal de comunicaciones 106. El canal de comunicación 106 está configurado para permitir el intercambio de información, datos y/o recursos informáticos entre el sensor 102 y el dispositivo informático 104. El canal de comunicación 106 puede ser un canal cableado o inalámbrico, por ejemplo, utilizando un protocolo estándar o patentado de la industria. Alternativamente, el sensor 102 y el dispositivo informático 106 podrían integrarse en un solo dispositivo.

El sensor 102, el dispositivo informático 104 y, opcionalmente, otros dispositivos, pueden configurarse con hardware y software respectivos para que, colectivamente, los datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo W en una ubicación que incluye una junta mecánica 60 formada puedan adquirirse y analizarse para identificar una o más características de calidad u otras características de la junta mecánica 60. Para el ejemplo ilustrado, los datos indicarán la geometría de superficie 52 de la pieza de trabajo W definida por la pieza superior de material 50. Se entenderá que la ubicación que incluye una junta mecánica formada 60 puede ser, o incluir, una ubicación nominal predeterminada de la junta de acuerdo con una rutina programada del equipo automatizado E.

En este ejemplo, el sensor 102 y el dispositivo informático 104 pueden ser cada uno una o múltiples ordenadores que incluyen una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM) y una unidad central de procesamiento (CPU) además de varias conexiones de entrada y salida. En general, las funciones de control descritas en la presente memoria pueden implementarse mediante uno o más programas de software almacenados en la memoria interna o externa y se ejecutan mediante la ejecución de las CPU respectivas del sensor 102 y el dispositivo informático 104. Sin embargo, algunas o todas las funciones también podrían implementarse mediante componentes de hardware.

En los ejemplos, el sensor 102 tiene al menos un campo de visión 110. Con el campo de visión 110 dispuesto para caer sobre el área objetivo de un objeto, el sensor 102 está configurado generalmente para soportar la adquisición de datos que indican la superficie geometría de los objetos en el área objetivo. El sensor 102 puede ser, por ejemplo, un sensor de luz de haz o chapa que incluye un diodo láser y un detector CMOS configurado para proyectar una o más líneas de luz láser a través de un área objetivo y datos de salida que indican las características geométricas de un objeto en el área objetivo. Un sensor ejemplar 102 de este tipo es un sensor Gocator® ofrecido por LMI Technologies, Inc.

En el sistema ejemplar 100, el sensor 102 es posicionable para adquirir datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo W en las ubicaciones nominales predeterminadas respectivas de las juntas mecánicas 60. La ubicación de la junta nominal para una junta mecánica 60 formada en la pieza de trabajo W puede incluir, por ejemplo, la cabeza sobresaliente o vertical de un remache autoperforante o un sujetador roscado de cabeza hexagonal. En un ejemplo, el sensor 102 puede estar configurado para proyectar una o más líneas de luz láser a través de una ubicación nominal de una junta mecánica 60. De acuerdo con este ejemplo, se pueden adquirir datos que indican la geometría de una superficie 52 de la pieza de trabajo W en respectivos planos en sección transversal bidimensionales transversales a la superficie 52 de la pieza de trabajo W y extendiéndose a través de la ubicación nominal de una junta mecánica 60.

El dispositivo informático 104 puede analizar los datos adquiridos en tiempo real para identificar una o más características de calidad u otras de una junta mecánica 60 formada en la pieza de trabajo W. Esta identificación se puede hacer con respecto, por ejemplo, a la presencia de una junta mecánica 60, la altura de una junta mecánica 60 y/o la ubicación posicional de una junta mecánica 60 en relación con su ubicación de junta nominal. Estos u otros aspectos de la junta mecánica 60 pueden cuantificarse y compararse con los umbrales de especificación predeterminados respectivos para determinar si la junta mecánica 60 cumple con sus umbrales de especificación predeterminados y pasa la inspección. De este modo, el sistema 100 permite la inspección objetiva y automatizada de la junta mecánica 60 sin la necesidad de recurrir a la subjetividad de la inspección humana.

Las operaciones de una rutina ilustrativa de control en procedimiento 150 para coordinar la operación del equipo automatizado E u otro equipo automatizado utilizado para formar secuencialmente grandes cantidades de juntas mecánicas 60 en una o más piezas de trabajo W se muestran en la Figura 4. En la operación ejemplar 152, el equipo automatizado, tal como el equipo automatizado E que incluye la pistola de remaches programable 70, se mueve hacia una posición de unión. En la posición de unión, el equipo automatizado E está posicionado operativamente, de acuerdo con una rutina programada, para formar una junta mecánica 60 en la pieza de trabajo W en una ubicación de junta nominal predeterminada. En la operación 154, el equipo automatizado E se controla para realizar una operación de unión en la que se forma una junta mecánica 60 en la pieza de trabajo W.

En la operación 156, después de que se realiza la operación de unión, se inspecciona la junta mecánica formada 60. Durante la inspección, como se ha descrito anteriormente de manera general, los datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo W en una ubicación que incluye la junta mecánica formada 60 se

analizan para identificar una o más características de calidad u otras características de la junta mecánica 60. Este análisis se puede realizar en tiempo real en relación con una junta mecánica 60 recién formada o en un momento posterior.

5 Un ejemplo de implementación de la inspección en la operación 156 se explica con referencia a la Figura 5. En este ejemplo, los datos adquiridos indican la geometría de superficie 52 de la pieza de trabajo W en dos planos en sección transversal bidimensionales perpendiculares transversales a la superficie 52 de la pieza de trabajo W y se extienden a través de la ubicación nominal de una junta mecánica 60. Como se muestra, de acuerdo con este ejemplo, se proyectan dos líneas perpendiculares de luz láser 120 a través de un área objetivo que incluye la
10 ubicación nominal de una junta mecánica ilustrada 60. Sin embargo, se entenderá que podrían usarse haces adicionales y/o alternativos en conexión con la adquisición de datos que indican la geometría de superficie 52 de la pieza de trabajo W. Los datos en otros ejemplos, por ejemplo, podrían indicar la geometría de una superficie 52 de la pieza de trabajo W en un solo plano bidimensional, o datos que indican la geometría de una superficie 52 de la pieza de trabajo W en dos planos paralelos bidimensionales. Este u otros datos podrían analizarse
15 alternativamente y/o adicionalmente para identificar una o más características de calidad, o de otro tipo, de la junta mecánica 60.

Los ejemplos del análisis de los datos adquiridos para identificar una o más características de calidad u otras características de la junta mecánica 60 se explican con referencia a las Figuras 6A y 6B.

20 De acuerdo con el ejemplo, como se indica en la Figura 6A, la geometría de superficie 52 de la pieza de trabajo W se refleja por las características geométricas de una forma o contorno 122 de una línea de una luz láser 120 proyectada a través de la superficie 52 y detectada por el sensor 102. Como se indica en la Figura 6A, los datos correspondientes a las características geométricas del contorno 122 pueden usarse para cuantificar una altura de
25 junta H. Específicamente, la altura de junta H puede cuantificarse como la diferencia entre una altura a través de la junta mecánica 60 y la altura de la superficie circundante 52 de la pieza de trabajo W. La altura de junta H cuantificada puede compararse con un umbral de especificación predeterminado H_{umbral} para la altura de la junta mecánica 60, por ejemplo, para identificar si la junta mecánica 60 pasa la inspección. También se entenderá que, en este ejemplo, si la altura H se cuantifica sustancialmente como cero, se puede identificar que no hay una
30 junta mecánica 60.

Como se indica en la Figura 6B, la ubicación de la junta mecánica 60 también se puede cuantificar a partir de los datos correspondientes a las características geométricas del contorno 122. En el ejemplo ilustrado, D_{max} es un diámetro conocido de la parte superior de la junta mecánica 60. D_{max} puede ser, por ejemplo, el diámetro de la
35 cabeza de un remache autoperforante. Como se muestra, la ubicación de la junta mecánica 60 con respecto a su ubicación de junta nominal se refleja por una diferencia entre D_{max} y las longitudes d_1 y d_2 del contorno 122. Específicamente, con las longitudes d_1 y d_2 del contorno 122 correspondientes, respectivamente, a las longitudes del segmento del contorno 122 que cae a través de la junta mecánica 60 para cada una de las líneas de luz láser 120, la diferencia entre D_{max} y las longitudes d_1 y d_2 del contorno 122 refleja la ubicación de la junta mecánica
40 60 con respecto a una ubicación de junta nominal $T(x, y)$ para la junta mecánica 60.

De acuerdo con este ejemplo, las distancias de desviación de ubicación L_1 y L_2 desde la ubicación de junta nominal $T(x, y)$ para la junta mecánica 60 hasta la ubicación real de la junta mecánica 60 se proporcionan en las Ecuaciones 1 y 2, respectivamente:

45
$$L_1 = (D_{\text{max}}/2) * \text{COS}(\text{ARCSEN}(d_1/D_{\text{max}})) \quad [\text{Ecuación 1}]$$

$$L_2 = (D_{\text{max}}/2) * \text{COS}(\text{ARCSEN}(d_2/D_{\text{max}})) \quad [\text{Ecuación 2}]$$

50 Las distancias de desviación de ubicación cuantificadas L_1 y L_2 desde la ubicación de junta nominal se pueden comparar con los umbrales predeterminados respectivos L_1_{umbral} y L_2_{umbral} para la ubicación de la junta mecánica 60, por ejemplo, para identificar si la junta mecánica 60 pasa la inspección.

Como apoyo para el ejemplo descrito anteriormente, se puede determinar una ubicación $J(x, y, z)$ de la junta mecánica 60 utilizando la altura de junta H cuantificada y las distancias de desviación de ubicación L_1 y L_2 desde la ubicación de junta nominal $T(x, y)$. En particular, se puede apreciar que $J_x = T_x + L_2$, $J_y = T_y + L_1$ y $J_z = H$.

Una vez identificada la altura H, las distancias de desviación de ubicación L_1 y L_2 desde la ubicación de junta nominal y/o la ubicación $J(x, y, z)$ de la junta mecánica 60 se pueden usar individualmente o en cualquier combinación de acuerdo con la lógica de control deseada para determinar si la calidad, integridad o características de la junta mecánica 60 cumplen con los umbrales de especificación predeterminados respectivos y pasa la inspección. Aunque el ejemplo ilustrado de la junta 60 tiene una geometría tónica circular, se entenderá que podría realizarse una adquisición y análisis de datos similares con respecto a las juntas 60 con otras geometrías, tales como geometrías poligonales.

65

Si los aspectos descritos anteriormente u otros aspectos de la inspección revelan que la junta mecánica 60 pasa la inspección en la operación 158, solo se realiza una inspección, y la rutina de control 150 se repite comenzando en una iteración posterior de la operación 154, en la que el equipo automatizado E se controla para realizar una operación de unión posterior.

5

Sin embargo, si la inspección revela que la junta mecánica 60 no pasa la inspección en la operación 158, la inspección se puede volver a intentar en la operación 160. Si no se ha excedido un número umbral de veces de reintento, en la operación 160, el control la rutina 150 puede volver a la operación 156 para volver a intentar la inspección de la junta mecánica 60. Sin embargo, si se ha excedido un número umbral de veces de reintento después de que la junta mecánica 60 no pasa la inspección en la operación 158, en la operación 162, la rutina de control 150 reporta un fallo. Después de que se reporta un fallo, el dispositivo automatizado E puede detener las rutinas de inspección y se puede detener el sistema 100 para evitar que forme juntas mecánicas adicionales 60 hasta que se pueda inspeccionar el equipo E o el procedimiento.

10

En relación con la descripción anterior de la rutina de control 150, se podrá entender que se pueden realizar operaciones adicionales y alternativas y que pueden existir cambios en el orden entre las operaciones.

15

En la Figura 7, se presenta una tabla ejemplar que muestra los tiempos estimados para realizar las operaciones de la rutina de control 150, de acuerdo con la realización ilustrada del sistema 100. Se puede apreciar que el sistema 100 proporciona bucles de control relativamente cortos y permite la inspección en-proceso de las juntas mecánicas 60 con poca o nula interrupción del funcionamiento del equipo automatizado E configurado para formar las juntas mecánicas 60.

20

Adicional y/o alternativamente al control en-proceso descrito anteriormente, el sistema 100 podría inspeccionar varias juntas mecánicas 60 después de que se forme un cierto conjunto de juntas mecánicas 60. En estas u otras implementaciones del sistema 100, la información relativa a un fallo de una junta mecánica 60 se puede usar para minimizar la reparación y/o limpiar el equipo automatizado E usado para formar la junta mecánica 60 deficiente o potencialmente defectuosa. El sistema 100 también puede proporcionar la adquisición y el almacenamiento de datos pertenecientes a varias juntas mecánicas 60, que pueden estar correlacionadas con un elemento de tiempo y/o un número de producto, por ejemplo. Estas y otras capacidades del sistema 100 proporcionan ventajas significativas sobre otros sistemas de inspección, como la inspección manual.

25

30

Las Figuras 8A-C son representaciones esquemáticas del sistema 100 de la Figura 3 que se emplean o aplican a diversos equipos. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 8A, como apoyo para el ejemplo ilustrado, el sistema 100 puede aplicarse a la pistola de remaches programable 70. En la Figura 8B, el sistema 100 se aplica a un efector final 80 de un robot automatizado. En la Figura 8C, el sistema 100 se aplica como un sistema manual. En un sistema manual, el sensor 102, por ejemplo, se puede usar con un soporte (no mostrado) que se coloca manualmente en la superficie 50 de la pieza de trabajo W para proyectar un haz y obtener datos en tiempo real en una o más de las formas descritas. Se pueden usar otros sistemas manuales o portátiles conocidos por los expertos en la técnica.

35

40

En una realización de acuerdo con la descripción anterior, un procedimiento para realizar secuencialmente una pluralidad de operaciones de unión incluye colocar un dispositivo automatizado para formar una junta mecánica en una pieza de trabajo y formar una unión en la pieza de trabajo con el dispositivo automatizado. A continuación, la pieza de trabajo se escanea para generar datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo en una ubicación que incluye la junta. Se identifican una o más características geométricas de la geometría de superficie, que indican la calidad de la junta, y si las características geométricas identificadas están dentro de los umbrales de especificación predeterminados respectivos, el dispositivo automatizado se reposiciona para formar una junta mecánica posterior en la pieza de trabajo.

45

50

De acuerdo con un aspecto de esta realización, las características geométricas incluyen una altura de la unión. De acuerdo con otro aspecto de esta realización, las características geométricas incluyen una ubicación de la unión.

De acuerdo con otro aspecto de esta realización, escanear la pieza de trabajo incluye proyectar una línea de luz a través de la pieza de trabajo en la ubicación que incluye la unión, y detectar un contorno de la línea de luz, en el que la geometría de superficie se indica mediante el contorno. En un ejemplo, la línea de luz es una línea de luz láser. En otro ejemplo, la identificación de una o más características geométricas de la geometría de superficie incluye identificar la presencia de la unión en función de un diferencial de altura dentro del contorno. En otro ejemplo, la junta se forma con un sujetador que tiene una cabeza, y la identificación de una o más características geométricas de la geometría de superficie incluye identificar la altura de la cabeza sobre la superficie de la pieza de trabajo que rodea la cabeza en función de un diferencial de altura dentro del contorno. En otro ejemplo, la junta se forma con un sujetador que tiene una cabeza, y la identificación de una o más características geométricas de la geometría de superficie incluye identificar la longitud de un segmento de la línea de luz que se proyecta a través de la cabeza e identificar una ubicación de la junta basada en una comparación entre la longitud del segmento y un diámetro nominal de la cabeza. En otro ejemplo, escanear la pieza de trabajo incluye proyectar primera y

55

60

65

segunda líneas de luz a través de la pieza de trabajo en la ubicación que incluye la unión, siendo la primera línea de luz perpendicular a la segunda línea de luz, detectar un contorno de la primera línea de luz, y detectar un contorno de la segunda línea de luz, en el que la geometría de superficie está indicada por los contornos de la primera y segunda líneas de luz.

5

En otra realización de acuerdo con la descripción anterior, un aparato para realizar una operación de unión incluye un dispositivo automatizado configurado para formar una junta mecánica en una pieza de trabajo, un sensor acoplado al dispositivo automatizado y configurado para escanear la pieza de trabajo y generar datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo en una ubicación que incluye una junta formada por el dispositivo automatizado, un controlador en comunicación con el dispositivo automatizado y el sensor. En esta realización, el controlador está programado para identificar una o más características geométricas de la geometría de superficie, y si las características geométricas identificadas están dentro de los umbrales de especificación predeterminados respectivos, reposicionar el dispositivo automatizado para formar una unión posterior en la pieza de trabajo.

10

15

De acuerdo con un aspecto de esta realización, el dispositivo automatizado es una pistola de remaches configurada para insertar un remache autoperforante a través de la pieza de trabajo para formar la junta.

20

De acuerdo con otro aspecto de esta realización, el sensor está configurado para proyectar una línea de luz a través de la pieza de trabajo en la ubicación que incluye la unión y detectar un contorno de la línea de luz, en el que la geometría de superficie está indicada por el contorno. En un ejemplo, la línea de luz es una línea de luz láser. En otro ejemplo, el controlador está programado para identificar la presencia de la junta en función de un diferencial de altura dentro del contorno. En otro ejemplo, la junta se forma con un sujetador que tiene una cabeza, y el controlador está programado para identificar la altura de la cabeza sobre la superficie de la pieza de trabajo que rodea la cabeza en función de un diferencial de altura dentro del contorno. En otro ejemplo, la junta se forma con un sujetador que tiene una cabeza, y el controlador está configurado para identificar la longitud de un segmento de la línea de luz que se proyecta a través de la cabeza, e identificar una ubicación de la junta basada en una comparación entre longitud del segmento y un diámetro nominal de la cabeza. En otro ejemplo, el sensor está configurado para proyectar primera y segunda líneas de luz a través de la pieza de trabajo en la ubicación que incluye la unión, siendo la primera línea de luz perpendicular a la segunda línea de luz, detectar un contorno de la primera línea de luz, y detectar un contorno de la segunda línea de luz, en el que la geometría de superficie está indicada por los contornos de la primera y segunda líneas de luz.

25

30

35

En otra realización de acuerdo con la descripción anterior, un aparato para realizar una operación de unión incluye un dispositivo automatizado configurado para insertar un sujetador que tiene una cabeza a través de una pieza de trabajo para formar una junta mecánica, un sensor acoplado al dispositivo automatizado, el sensor configurado para proyectar una línea de luz láser a través de una superficie de la pieza de trabajo en una ubicación que incluye el cabezal y detectar un contorno de la línea de luz láser y un controlador en comunicación con el sensor. El controlador está programado para identificar un segmento del contorno que se proyecta a través de la cabeza y, en función del segmento identificado, identificar al menos una de las ubicaciones de la cabeza o una altura de la cabeza sobre la superficie de la pieza de trabajo que rodea la cabeza.

40

45

De acuerdo con un aspecto de esta realización, el controlador está configurado para identificar la ubicación de la cabeza basada en una comparación entre una longitud del segmento y un diámetro nominal de la cabeza. De acuerdo con otro aspecto de esta realización, el controlador está programado para identificar la altura de la cabeza en función de un diferencial de altura entre el segmento identificado y el resto del contorno.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para realizar secuencialmente una pluralidad de operaciones de unión, comprendiendo el procedimiento:

5

posicionar un dispositivo automatizado (100) para formar una junta mecánica (60) en una pieza de trabajo (W);

formar una junta (60) en la pieza de trabajo (W) con el dispositivo automatizado (100);

10

escanear la pieza de trabajo (W) para generar datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo (W) en una ubicación que incluye la junta (60);

identificar una o más características geométricas de la geometría de superficie, las características geométricas indican la calidad de la junta; y

15

si las características geométricas identificadas están dentro de los umbrales de especificación predeterminados respectivos, reposicionar el dispositivo automatizado para formar una junta mecánica posterior en la pieza de trabajo,

en el que el escaneo de la pieza de trabajo incluye:

20

proyectar una línea de luz (120) a través de la pieza de trabajo (W) en la ubicación que incluye la junta (60); y

detectar un contorno (122) de la línea de luz (120), en el que la geometría de superficie se indica mediante el contorno, estando dicho procedimiento **caracterizado porque**:

25

- la junta (60) está formada con un sujetador (16) que tiene una cabeza (18),

- la identificación de una o más características geométricas de la geometría de superficie incluye:

30

identificar la presencia de la junta (60) en función de un diferencial de altura (H) dentro del contorno (122),

identificar la altura (H) de la cabeza sobre la superficie (52) de la pieza de trabajo (W) que rodea la cabeza (18) en función de un diferencial de altura dentro del contorno (122).

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la identificación de una o más características geométricas de la geometría de superficie incluye:

35

identificar la longitud (d1, d2) de un segmento de la línea de luz (120) que se proyecta a través de la cabeza (18); y

identificar una ubicación de la junta basada en una comparación entre la longitud del segmento (d1, d2) y un diámetro nominal (Dmax) de la cabeza.

40

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el escaneo de la pieza de trabajo incluye:

45

proyectar primera y segunda líneas de luz (120) a través de la pieza de trabajo en la ubicación que incluye la junta (60), siendo la primera línea de luz perpendicular a la segunda línea de luz;

detectar un contorno (122) de la primera línea de luz; y

detectar un contorno de la segunda línea de luz, en el que la geometría de superficie está indicada por los contornos de la primera y segunda líneas de luz (120).

50

4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha línea de luz es una línea de luz láser.

5. Un aparato para realizar una operación de unión, que comprende:

55

un dispositivo automatizado (100) configurado para formar una junta mecánica (60) en una pieza de trabajo (W);

un sensor (102) acoplado al dispositivo automatizado, el sensor configurado para escanear la pieza de trabajo (W) y generar datos que indican la geometría de superficie de la pieza de trabajo en una ubicación que incluye una junta (60) formada por el dispositivo automatizado (100), y

un controlador (104) en comunicación con el dispositivo automatizado (100) y el sensor (102), el controlador programado para:

60

identificar una o más características geométricas de la geometría de superficie, y

si las características geométricas identificadas se encuentran dentro de los umbrales de especificación predeterminados respectivos, reposicionar el dispositivo automatizado (100) para formar una unión posterior (60) en la pieza de trabajo, estando configurado el sensor (102) para

65

proyectar una línea de luz (120) a través de la pieza de trabajo (W) en la ubicación que incluye la

junta (60) y detectar un contorno (122) de la línea de luz (120), en el que la geometría de superficie está indicada por el contorno,

estando dicho aparato **caracterizado porque:**

5

la junta (60) está formada con un sujetador (16) que tiene una cabeza (18), y el controlador está programado adicionalmente para:

10

identificar la presencia de la junta en función de un diferencial de altura dentro del contorno,
e
identificar la altura de la cabeza (18) sobre la superficie (52) de la pieza de trabajo (W) que rodea la cabeza (18) en función de un diferencial de altura dentro del contorno (122).

15

6. El aparato según la reivindicación 5 en el que la línea de luz (120) es una línea de luz láser.
7. El aparato según la reivindicación 5, en el que el dispositivo automatizado es una pistola de remaches (100) configurada para insertar un remache autoperforante a través de la pieza de trabajo para formar la unión.

20

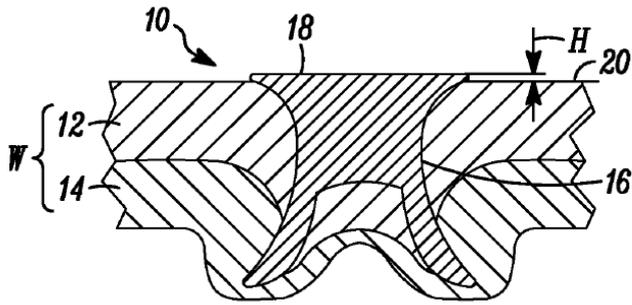


FIG. 1A

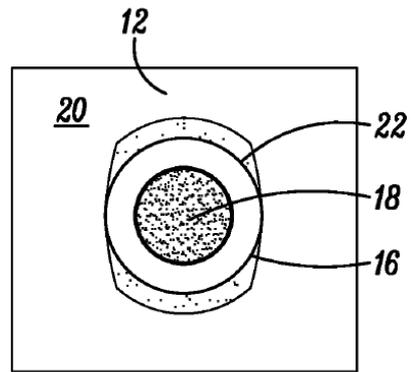


FIG. 1B

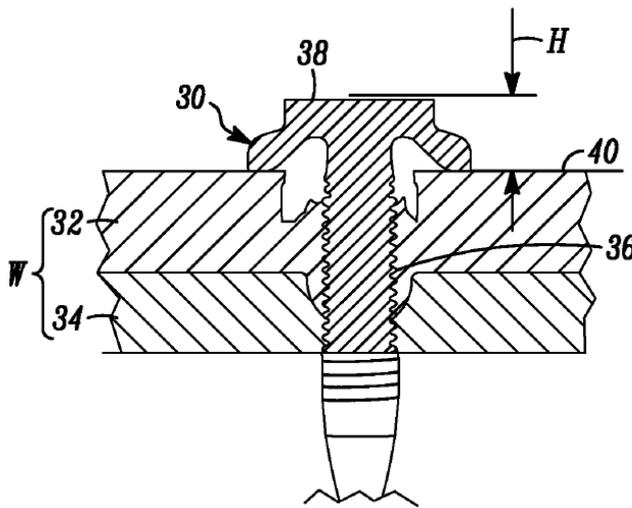


FIG. 2A

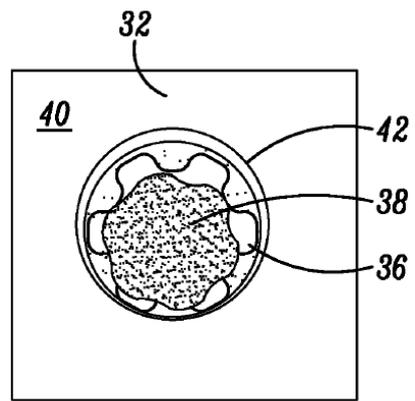


FIG. 2B

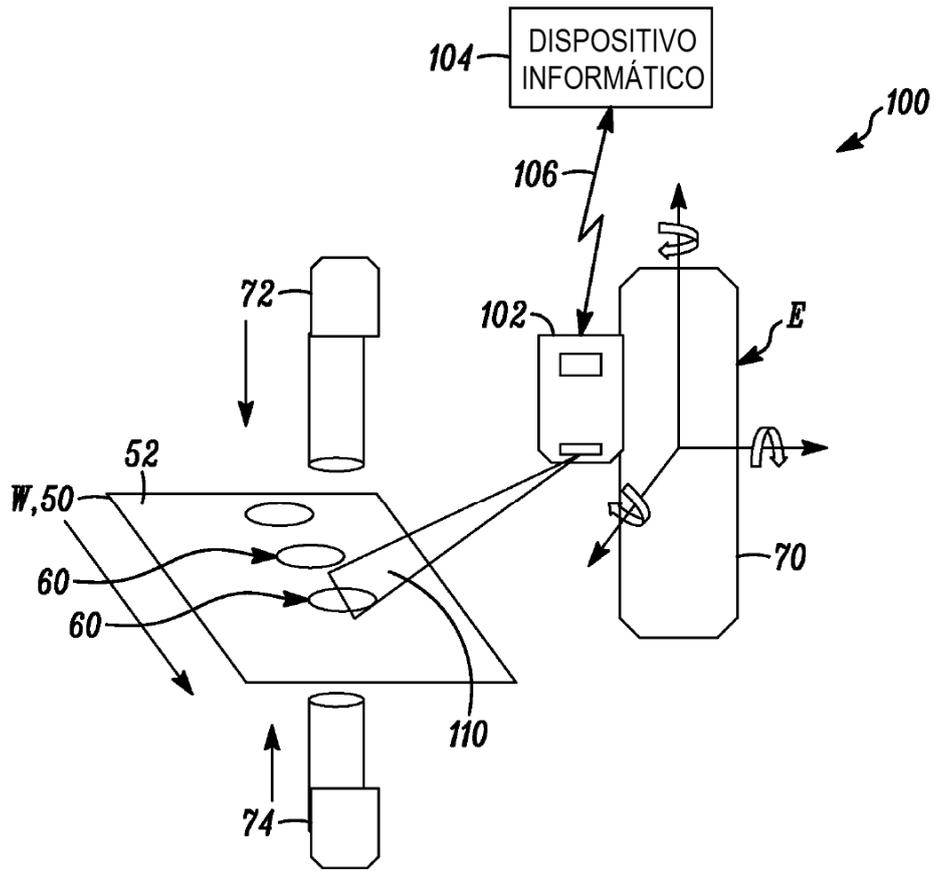


FIG. 3

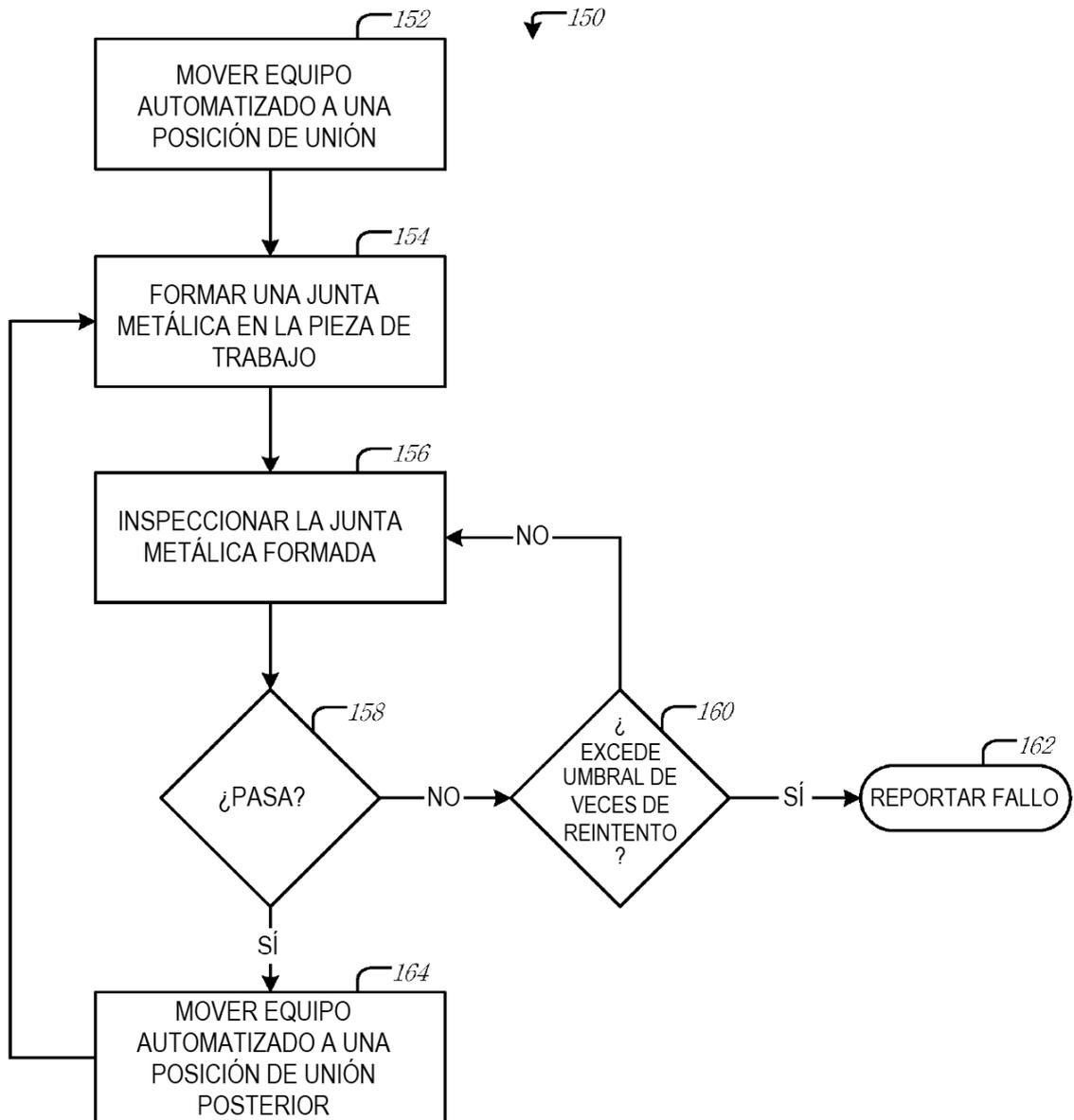


FIG. 4

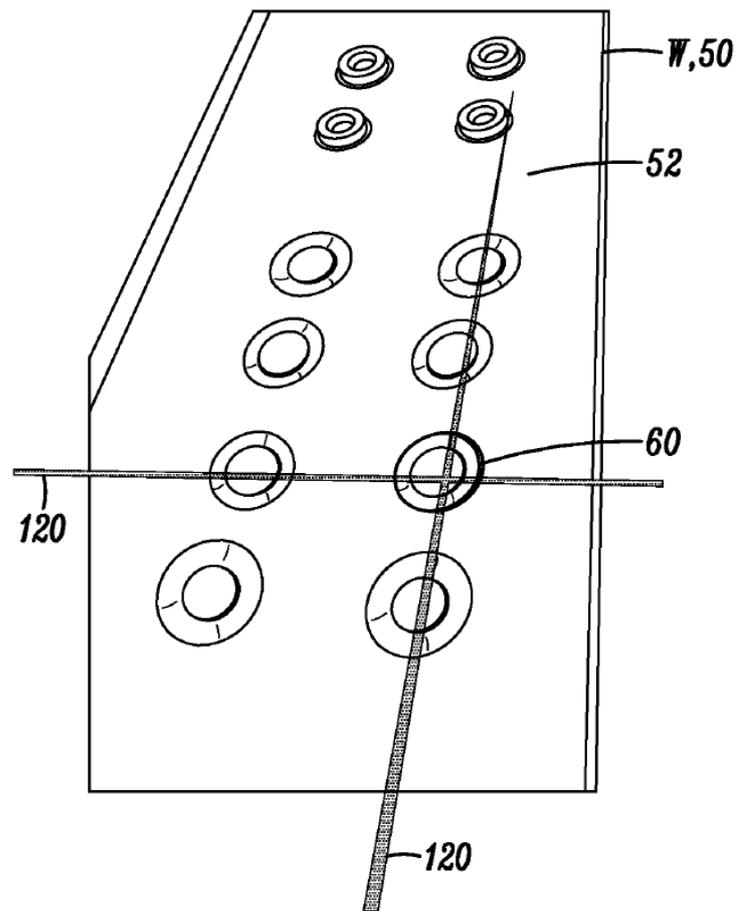


FIG. 5

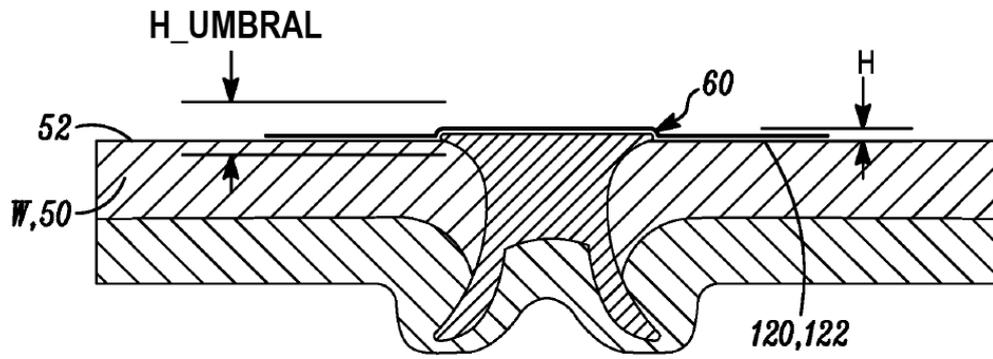


FIG. 6A

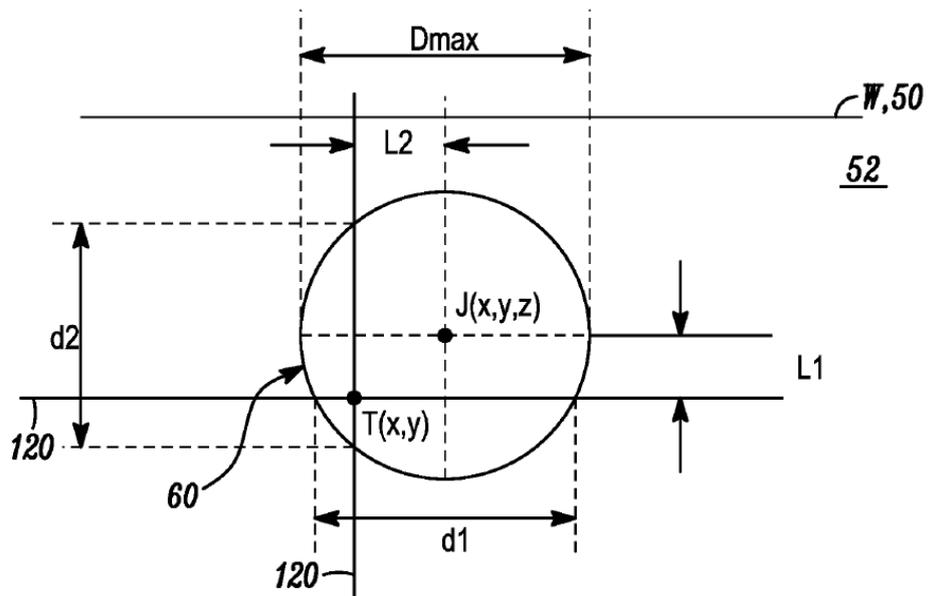


FIG. 6B

TIEMPO ESTIMADO PARA LA INSPECCIÓN		
ETAPAS	TIEMPO(S) INDIVIDUAL(ES)	TIEMPO(S) TOTAL(ES)
1. DISPOSITIVO AUTOMATIZADO EN POSICIÓN		
2. REALIZAR LA UNIÓN		
3. ACTIVAR SENSOR	0,02 – 0,15	0,10 – 0,65
4. PROCESAR DATOS	0,05 – 0,2	
5. REPORTAR DATOS	0,03 – 0,3	
6. EL DISPOSITIVO AUTOMATIZADO SE MUEVE HACIA EL SIGUIENTE PUNTO DE UNIÓN / REINTENTAR		

FIG. 7

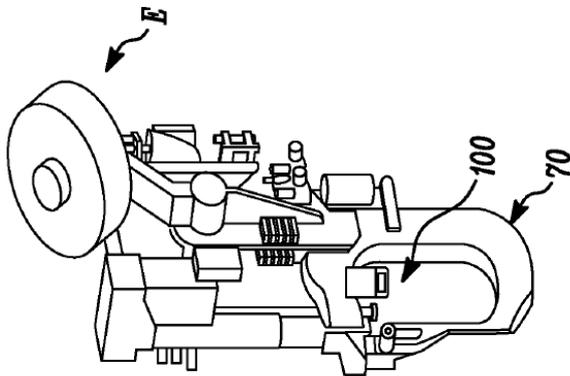


FIG. 8A

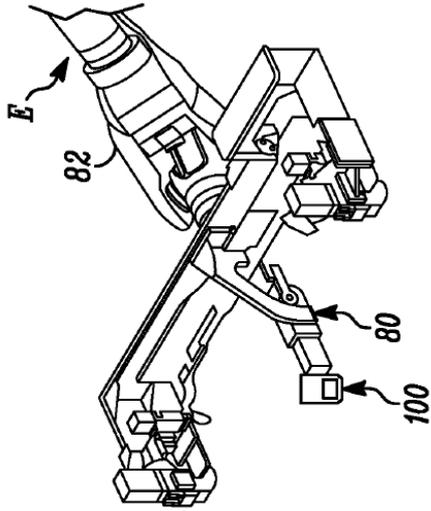


FIG. 8B

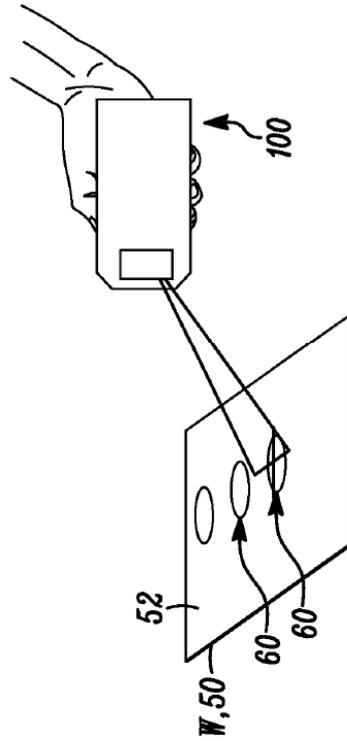


FIG. 8C