

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 022 760**

51 Int. Cl.:

G05B 19/402 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2022** **PCT/GB2022/052078**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2023** **WO23021271**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2022** **E 22754503 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025** **EP 4388375**

54 Título: **Ensamblaje de un objeto que tiene una construcción apilada de una pluralidad de componentes**

30 Prioridad:

16.08.2021 GB 202111729

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.05.2025

73 Titular/es:

**CELLERATE LIMITED (100.00%)
1702, Jefferson Place, 1 Fernie Street
Manchester M4 4BT, GB**

72 Inventor/es:

FIELDS, RICHARD

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 3 022 760 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

Ensamblaje de un objeto que tiene una construcción apilada de una pluralidad de componentes

- 5 La invención se refiere a un aparato para ensamblar un objeto que tiene una construcción apilada de una pluralidad de componentes y a un método para realizar una operación de ensamblaje para ensamblar componentes de un objeto que tiene una construcción apilada de una pluralidad de componentes. Esta invención es aplicable preferiblemente, pero no se limitan a, objetos en forma de disco, tales como celdas electroquímicas en forma de disco.
- 10 Se conoce la automatización del ensamblaje de objetos, tales como celdas tipo moneda, lo que implica apilar componentes.
- El US-2014/253720 A1 divulga un sistema y un método para alinear una primera pieza de trabajo con una segunda pieza de trabajo subyacente en presencia de una oclusión por parte de la primera pieza de trabajo de las características críticas de alineación de la segunda pieza de trabajo.
- 15 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato para ensamblar un objeto que tiene una construcción apilada de una pluralidad de componentes, el aparato que comprende:
- 20 un soporte de componentes para sujetar y colocar selectivamente un componente;
- una zona de ensamblaje en la que se puede ensamblar el objeto;
- 25 primer y segundo dispositivo de obtención de imágenes, el primer dispositivo de obtención de imágenes colocado orientado hacia arriba, el segundo dispositivo de obtención de imágenes colocado orientado hacia abajo; y
- un controlador programado para coordinar selectivamente el soporte de componentes y los dispositivos de obtención de imágenes primero y segundo para realizar una operación de ensamblaje para ensamblar los componentes del objeto en la que:
- 30 el soporte de componentes sostiene un componente sobre el primer dispositivo de obtención de imágenes;
- el primer dispositivo de obtención de imágenes captura una imagen del componente;
- 35 el controlador identifica una primera característica de alineación de referencia del componente a partir de la imagen capturada por el primer dispositivo de obtención de imágenes;
- el soporte de componentes coloca el componente encima de otro componente en la zona de ensamblaje basándose en la primera característica de alineación de referencia identificada del componente;
- 40 el segundo dispositivo de obtención de imágenes captura una imagen de vista superior del componente sobre el otro componente;
- el controlador identifica una segunda característica de alineación de referencia del componente a partir de la imagen capturada por el segundo dispositivo de obtención de imágenes;
- 45 el controlador valida la posición del componente en la zona de ensamblaje basándose en la segunda función de alineación de referencia identificada del componente.
- 50 La coordinación del soporte de componentes y los dispositivos de obtención de imágenes primero y segundo por parte del controlador permite que el aparato de la invención lleve a cabo una operación de ensamblaje que incluye tanto la alineación de la posición como la validación de la posición de los componentes apilados. Esto es posible gracias a la provisión del primer dispositivo de obtención de imágenes orientado hacia arriba y del segundo dispositivo de obtención de imágenes orientado hacia abajo en el aparato de la invención. Como resultado, se puede garantizar la
- 55 alineación axial de los componentes del objeto ensamblado y la consistencia del proceso de ensamblaje sin requerir la supervisión e intervención del operador. Esto no solo es beneficioso para ensamblar objetos con un gran número de componentes y/o diferentes tipos de componentes, sino que además es ventajoso para una operación de ensamblaje automatizada que implica el ensamblaje de múltiples objetos.
- 60 Se entenderá que la operación de ensamblaje es aplicable al ensamblaje de dos o más componentes en secuencia. Se entenderá además que la alineación de la posición y la validación de la posición de la operación de ensamblaje pueden realizarse para algunos o todos los componentes del objeto.
- Se entenderá además que cada dispositivo de obtención de imágenes puede ser cualquier dispositivo capaz de
- 65 capturar una imagen fija o en movimiento de un objeto. Un ejemplo no limitativo de cada dispositivo de obtención de imágenes es una cámara.

Como se describió anteriormente, la operación de ensamblaje implica alinear y validar la posición de un componente sobre otro componente. La operación de ensamblaje además puede implicar la alineación y la validación de una posición del primer componente del objeto colocado en la zona de ensamblaje, seguida de la alineación y la validación de un segundo componente en la parte superior del primer componente. En las realizaciones de la invención, el controlador puede programarse para coordinar selectivamente el soporte de componentes y el primer y segundo dispositivos de obtención de imágenes para realizar la operación de ensamblaje para ensamblar los componentes del objeto en la que:

el soporte de componentes sostiene un primer componente sobre el primer dispositivo de obtención de imágenes;

el primer dispositivo de obtención de imágenes captura una imagen del primer componente;

el controlador identifica una primera característica de alineación de referencia del primer componente a partir de la imagen capturada por el primer dispositivo de obtención de imágenes;

el soporte de componentes coloca el primer componente en la zona de ensamblaje basándose en la primera característica de alineación de referencia identificada del primer componente;

el segundo dispositivo de obtención de imágenes captura una imagen de vista superior del primer componente en la zona de ensamblaje;

el controlador identifica una segunda característica de alineación de referencia del primer componente a partir de la imagen capturada por el segundo dispositivo de obtención de imágenes;

el controlador valida la posición del primer componente en la zona de ensamblaje basándose en la segunda característica de alineación de referencia identificada del primer componente.

En otras realizaciones de la invención, el controlador puede programarse para aplicar una corrección de alineación a la colocación de un componente posterior en la zona de ensamblaje si el controlador detecta una posición desplazada del componente en la zona de ensamblaje. Por lo tanto, en caso de mala colocación o desalineación de un componente, el controlador es capaz de detectar la posición desplazada del componente colocado y realizar la corrección necesaria para la colocación del siguiente componente, sin tener que reiniciar toda la operación de ensamblaje.

Opcionalmente, el controlador puede programarse para posicionar y controlar selectivamente el segundo dispositivo de obtención de imágenes para capturar una imagen de vista superior de la zona de ensamblaje después de colocar cada componente en la zona de ensamblaje, y el controlador puede programarse para analizar selectivamente las imágenes aéreas de la zona de ensamblaje para medir una alineación axial entre los componentes apilados en la zona de ensamblaje. De esta manera, el aparato de la invención es capaz además de evaluar la alineación entre los componentes apilados como parte de un control de calidad. Preferiblemente, cada imagen de vista superior se captura desde la misma posición y perspectiva, de modo que las posiciones de los componentes se vuelven absolutas entre sí desde este punto de referencia.

En otras realizaciones de la invención, cada característica de alineación de referencia puede ser un punto central del componente. Sin embargo, se apreciará que se puede usar un tipo diferente de característica de alineación de referencia dependiendo del tipo, tamaño o forma del objeto y del tipo, tamaño o forma del componente.

El controlador puede programarse para asignar selectivamente coordenadas a cada característica de alineación de referencia identificada, y el controlador puede programarse para usar selectivamente las coordenadas como valores de referencia para la colocación de los componentes y la validación de la posición de los componentes. Las coordenadas pueden asignarse con referencia a uno o más marcos o puntos de referencia conocidos o predefinidos asociados con una o más partes del aparato o con un objeto externo al aparato. Si el o cada marco o punto de referencia está asociado con una o más partes del aparato, se puede realizar un proceso de calibración para confirmar y/o ajustar la posición de la o cada parte antes de la operación de ensamblaje.

La coordinación del soporte de componentes y del primer y el segundo dispositivo de obtención de imágenes en la operación de ensamblaje puede implicar el movimiento y el reposicionamiento de uno, algunos o todos los soportes de componentes y del primer y segundo dispositivos de obtención de imágenes, cuyos ejemplos no limitativos se describen a continuación y en esta especificación.

En una realización no limitativa de la invención, el aparato puede incluir además una estructura móvil. La estructura móvil puede ser, por ejemplo, un escenario móvil. La estructura móvil puede configurarse para moverse en uno, dos o tres ejes. El aparato puede incluir un actuador para provocar el movimiento de la estructura móvil. El movimiento de la estructura móvil puede controlarse automática o manualmente.

El primer dispositivo de obtención de imágenes puede montarse o unirse a la estructura móvil. El controlador puede programarse para accionar selectivamente la estructura móvil para colocar el primer dispositivo de obtención de imágenes debajo del soporte de componentes.

5 La zona de montaje puede montarse o unirse a la estructura móvil. El controlador puede programarse para accionar selectivamente la estructura móvil para colocar la zona de ensamblaje debajo del soporte de componentes. El controlador puede programarse para accionar selectivamente la estructura móvil para colocar la zona de ensamblaje debajo del segundo dispositivo de obtención de imágenes.

10 El aparato puede incluir además un actuador de fuerza para realizar una operación de prensado para aplicar una carga de prensado a un componente. El controlador puede programarse para accionar selectivamente la estructura móvil para colocar la zona de ensamblaje cerca (p. ej., debajo) del actuador de fuerza para permitir que el actuador de fuerza realice la operación de prensado. La alineación de la posición y la validación de la posición mediante la operación de ensamblaje garantizan que los componentes apilados estén correctamente alineados antes de la operación de prensado, lo que reduce el desperdicio de material y los costos derivados del rechazo de los componentes apilados prensados de baja calidad.

El actuador de fuerza puede ser, por ejemplo, un actuador de engaste para realizar una operación de engarzado.

20 El aparato puede incluir además un área de almacenamiento de componentes, tal como una bandeja de componentes. El área de almacenamiento de componentes puede montarse o unirse a la estructura móvil. El controlador puede programarse para accionar selectivamente la estructura móvil para colocar el área de almacenamiento de componentes debajo del soporte de componentes.

25 En las realizaciones de la invención, el controlador puede programarse para realizar selectivamente el procesamiento de imágenes en la imagen capturada durante la identificación de la característica de alineación de referencia. El procesamiento de imágenes puede emplear una o más técnicas y funciones de procesamiento de imágenes para mejorar la precisión y/o la velocidad de la identificación de la característica de alineación de referencia. Esto es particularmente beneficioso cuando la operación de ensamblaje es una operación automatizada. El procesamiento de imágenes puede incluir, pero no se limita a: el suavizado de imágenes mediante una función de desenfoque gaussiano; detección de bordes de Canny; y/o extracción de características mediante una transformación de Hough.

35 El controlador puede programarse para realizar el procesamiento de imagen en la imagen capturada a una primera resolución, seguido de realizar el procesamiento de imagen en la imagen capturada a una segunda resolución más alta durante la identificación de la característica de alineación de referencia. El rendimiento del procesamiento de imágenes en la imagen capturada en la primera resolución más baja se puede usar para identificar una región objetivo para la identificación de la característica de alineación de referencia, seguido del rendimiento del procesamiento de imágenes en la región objetivo identificada de la imagen capturada en la segunda resolución, más alta, para identificar con mayor precisión la característica de alineación de referencia y reducir el tiempo total de procesamiento de la imagen.

40 El controlador puede programarse para realizar un análisis de imagen en la imagen capturada para detectar un nivel de defecto del componente. El rendimiento del análisis de imágenes puede integrarse en la operación de ensamblaje. La capacidad de detectar defectos en el componente no solo mejora la calidad del objeto final ensamblado, sino que además puede reducir el desperdicio de material y los costos operativos, especialmente en una operación de ensamblaje automatizada.

45 El análisis de imágenes se puede realizar de diferentes maneras para detectar un nivel de defecto del componente, cuyos ejemplos no limitativos se describen a continuación y en esta especificación. El análisis de imágenes puede incluir el uso de la característica de alineación de referencia identificada, como sus coordenadas, para definir una región del componente para el análisis. El controlador puede programarse para proporcionar una indicación cuando el nivel de defecto detectado del componente supera un umbral de defecto predefinido. El umbral de defectos predefinido puede ser un umbral de defectos definido por el operador. La indicación puede ser, pero no se limita a, una señal de audio, una señal visual, una entrada de datos electrónicos o una combinación de las mismas.

55 El umbral de defecto predefinido puede referirse, pero no se limita a, la forma del defecto, el tamaño del defecto, la posición del defecto, el color del defecto y/o el contraste del defecto con respecto a su entorno.

60 El controlador puede programarse para registrar y almacenar datos de posición para el componente colocado en la zona de ensamblaje. Los datos de posición almacenados pueden usarse para ayudar a alinear un componente posterior colocado en la zona de ensamblaje, o además pueden usarse en una evaluación posterior al ensamblaje de la calidad del objeto.

65 En otras realizaciones de la invención, el objeto puede ser un objeto en forma de disco, tal como una celda electroquímica en forma de disco. Un ejemplo no limitativo de una celda electroquímica en forma de disco es una celda tipo moneda.

El aparato de la invención puede incluir un dispositivo de dosificación de electrolitos que puede funcionar para dispensar una dosis controlada de electrolito durante la operación de ensamblaje, de modo que la construcción apilada de la pluralidad de componentes contenga la dosis de electrolito dispensada.

El soporte de componentes puede configurarse de diferentes maneras para contener temporalmente un componente. Por ejemplo, el soporte de componentes puede configurarse para, durante el uso, sujetar el componente mediante succión al vacío.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para realizar una operación de ensamblaje para ensamblar componentes de un objeto que tiene una construcción apilada de una pluralidad de componentes, el método que comprende los pasos de:

sujetar el componente sobre un primer dispositivo de obtención de imágenes colocado orientado hacia arriba;

mediante el primer dispositivo de obtención de imágenes, capturar una imagen del componente;

identificar una primera característica de alineación de referencia del componente a partir de la imagen capturada por el primer dispositivo de obtención de imágenes;

colocar el componente encima de otro componente en una zona de ensamblaje basándose en de la primera función de alineación de referencia identificada del componente;

mediante un segundo dispositivo de obtención de imágenes colocado orientado hacia abajo, capturando una imagen de vista superior del componente sobre el otro componente;

identificar una segunda característica de alineación de referencia del componente a partir de la imagen capturada por el segundo dispositivo de obtención de imágenes;

validar una posición del componente en la zona de ensamblaje basándose en la segunda función de alineación de referencia identificada del componente.

Las características y ventajas del primer aspecto de la invención y sus formas de realización se aplican mutatis mutandis al segundo aspecto de la invención y sus realizaciones.

El método de la invención puede incluir los pasos de:

sujetar un primer componente sobre el primer dispositivo de obtención de imágenes;

mediante el primer dispositivo de obtención de imágenes, capturar una imagen del primer componente;

identificar una primera característica de alineación de referencia del primer componente a partir de la imagen capturada por el primer dispositivo de obtención de imágenes;

colocar el primer componente en la zona de ensamblaje basándose en la primera característica de alineación de referencia identificada del primer componente;

mediante el segundo dispositivo de obtención de imágenes, capturar una imagen del primer componente en la zona de ensamblaje;

identificar una segunda característica de alineación de referencia del primer componente a partir de la imagen capturada por el segundo dispositivo de obtención de imágenes;

validar una posición del primer componente en la zona de ensamblaje basándose en la segunda función de alineación de referencia identificada del primer componente.

El método de la invención puede incluir el paso de aplicar una corrección de alineación a la colocación de un componente posterior en la zona de ensamblaje si se detecta una posición desplazada del componente en la zona de ensamblaje.

El método de la invención puede incluir los pasos de: mediante el segundo dispositivo de obtención de imágenes, capturar una imagen de vista superior de la zona de ensamblaje después de colocar cada componente en la zona de ensamblaje; y analizar las imágenes aéreas de la zona de ensamblaje para medir una alineación axial entre los componentes apilados en la zona de ensamblaje. Preferiblemente, cada imagen de vista superior se captura desde la misma posición y perspectiva, de modo que las posiciones de los componentes se vuelven absolutas entre sí desde este punto de referencia.

En el método de la invención, cada característica de alineación de referencia puede ser un punto central del componente.

5 El método de la invención puede incluir los pasos de: asignar coordenadas a cada característica de alineación de referencia identificada; y utilizar las coordenadas como valores de referencia para la colocación de los componentes y la validación de la posición de los componentes.

El método de la invención puede incluir el paso de proporcionar una estructura móvil.

10 Cuando el primer dispositivo de obtención de imágenes se monta o se une a la estructura móvil, el método de la invención puede incluir el paso de accionar la estructura móvil para colocar el primer dispositivo de obtención de imágenes debajo del soporte de componentes.

15 Cuando la zona de ensamblaje está montada o unida a la estructura móvil, el método de la invención puede incluir el paso de accionar la estructura móvil para colocar la zona de ensamblaje debajo del soporte de componentes.

20 Cuando la zona de ensamblaje está montada o unida a la estructura móvil, el método de la invención puede incluir el paso de accionar la estructura móvil para colocar la zona de ensamblaje por debajo del segundo dispositivo de obtención de imágenes.

25 El método de la invención puede incluir el paso de, mediante un actuador de fuerza, realizar una operación de prensado para aplicar una carga de prensado a un componente. Cuando la zona de ensamblaje está montada o unida a la estructura móvil, el método de la invención puede incluir el paso de accionar la estructura móvil para colocar la zona de ensamblaje cerca (p. ej., debajo) del actuador de fuerza para permitir que el actuador de fuerza realice la operación de prensado.

30 El método de la invención puede incluir el paso de proporcionar un área de almacenamiento de componentes. Cuando el área de almacenamiento de componentes está montada o unida a la estructura móvil, el método de la invención puede incluir el paso de accionar la estructura móvil para colocar el área de almacenamiento de componentes debajo del soporte de componentes.

35 El método de la invención puede incluir el paso de realizar el procesamiento de imágenes en la imagen capturada durante la identificación de la característica de alineación de referencia. En el método de la invención, el procesamiento de imágenes puede incluir, pero no se limitan a: el suavizado de imágenes usando una función de desenfoque gaussiano; detección de bordes de Canny; y/o extracción de características mediante una transformación de Hough. El método de la invención puede incluir el paso de realizar el procesamiento de imagen en la imagen capturada a una primera resolución, seguido de realizar el procesamiento de imagen en la imagen capturada a una segunda resolución más alta durante la identificación de la característica de alineación de referencia.

40 El método de la invención puede incluir el paso de realizar un análisis de imagen en la imagen capturada para detectar un nivel de defecto del componente. En el método de la invención, el análisis de imágenes puede incluir el uso de la característica de alineación de referencia identificada, tal como sus coordenadas, para definir una región del componente para el análisis. El método de la invención puede incluir el paso de proporcionar una indicación cuando el nivel de defecto detectado del componente supera un umbral de defectos definido por el operador.

El método de la invención puede incluir el paso de registrar y almacenar datos de posición para el componente colocado en la zona de ensamblaje.

50 En el método de la invención, el objeto puede ser un objeto en forma de disco, tal como una celda electroquímica en forma de disco.

55 El método de la invención puede incluir el paso de dispensar una dosis controlada de electrolito durante la operación de ensamblaje, de modo que la construcción apilada de la pluralidad de componentes contenga la dosis de electrolito dispensada.

En el método de la invención, el soporte de componentes puede configurarse para, durante el uso, sujetar el componente mediante succión al vacío.

60 Se apreciará que el uso de los términos “primero” y “segundo”, y similares, en esta memoria de patente tiene únicamente la intención de ayudar a distinguir entre características similares y no pretende indicar la importancia relativa de una característica sobre otra, a menos que se especifique lo contrario

65 Las realizaciones preferidas de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una vista despiezada de un ejemplo de una celda tipo moneda;

la figura 2 muestra un aparato según una realización de la invención;

5 las figuras 3a y 3b muestran vistas frontal y superior del aparato de la figura 2;

la figura 4 muestra un diagrama de flujo que ilustra una operación de ensamblaje del aparato de la figura 2; y

10 la figura 5 muestra un diagrama de flujo que ilustra un proceso de detección de defectos de la operación de ensamblaje de la figura 4.

Las figuras no están necesariamente a escala, y ciertas características y ciertas vistas de las figuras pueden mostrarse exageradas en escala o en forma esquemática en aras de la claridad y la concisión.

15 Las siguientes realizaciones de la invención se describen con referencia al ensamblaje de una la celda tipo moneda electroquímica (además conocida como pila para monedas, pila de reloj o pila para botones), pero se apreciará que la siguiente descripción se aplica mutatis mutandis al ensamblaje de cualquier objeto que tenga una construcción apilada de una pluralidad de componentes, particularmente objetos en forma de disco.

20 Las celdas tipo monedas electroquímicas se construyen para la investigación y el desarrollo de dispositivos de almacenamiento de energía electroquímica. Específicamente, los nuevos materiales de los dispositivos de almacenamiento de energía se evalúan mediante la fabricación de celdas tipo moneda electroquímicas. Por ejemplo, se puede fabricar una celda tipo moneda electroquímica usando el nuevo material como ánodo y un material convencional como cátodo.

25 De forma típica, los componentes de una celda tipo moneda incluyen una carcasa 10, 12, un ánodo 14, un separador 16 y un cátodo 18. La figura 1 muestra un ejemplo de celda tipo moneda. La carcasa 10, 12 está formada normalmente por dos partes de carcasa 10, 12 que se pueden unir y sellar entre sí para encerrar los otros componentes 14, 16, 18 de la celda tipo moneda. Se añade un electrolito dentro de la carcasa 10, 12 antes del sellado. La celda tipo moneda electroquímica puede incluir uno o más componentes adicionales, tales como un resorte, un espaciador, un electrodo de referencia, una junta, etc.

30 La celda tipo moneda electroquímica puede fabricarse a mano o usando un sistema de ensamblaje automatizado. Cuando se construye la celda tipo moneda a mano, los componentes de la celda tipo moneda pueden extraviarse fácilmente, lo que provoca una desalineación de los componentes. En tal caso, las celdas tipo moneda fallará prematuramente y, de este modo, mostrará un rendimiento deficiente que proporcionará información engañosa sobre el nuevo material del dispositivo de almacenamiento de energía y el proceso de prueba. Por otro lado, los sistemas automatizados convencionales tienen una precisión limitada en su capacidad para colocar y alinear los componentes de la celda tipo moneda, de forma típica con una desviación de +/- 500 µm en la alineación de los componentes, especialmente cuando uno o más componentes no son planos, están deformados o deformados.

35 En las figuras 2, 3a y 3b se muestra un aparato según una realización de la invención y se designa generalmente con el número de referencia 20. El aparato 20 sirve para apilar una pluralidad de componentes para ensamblar una celda tipo moneda electroquímica (denominada en lo sucesivo celda tipo moneda).

40 El aparato 20 comprende un soporte 22 de componentes, un área 24 de almacenamiento de componentes, un dispositivo 26 de dosificación de electrolitos, un primer dispositivo 28 de imágenes, un segundo dispositivo 30 de imágenes, una zona 32 de ensamblaje, un dispositivo 34 de sellado, una plataforma móvil 36, una carcasa 38 y un controlador 40.

45 El soporte 22 de componentes tiene la forma de una herramienta 22 al vacío para recoger, sujetar y colocar un componente mediante succión por vacío. La herramienta 22 al vacío puede incluir una fuente de vacío o puede estar conectada a una fuente de vacío externa. La herramienta 22 al vacío puede accionarse para moverse a lo largo de un eje vertical para realizar las acciones de recogida y colocación.

50 La zona de almacenamiento de componentes 24 tiene la forma de una bandeja 24 de componentes para almacenar los componentes de la celda tipo moneda. Durante el uso, la herramienta 22 al vacío es operable para recoger un componente de la bandeja 24 de componentes.

55 El dispositivo de dosificación de electrolitos 26 está preferiblemente en forma de una pipeta 26, pero puede ser cualquier dispositivo capaz de dispensar una dosis controlada de electrolito. En la realización mostrada, la pipeta está configurada para un funcionamiento manual, pero puede configurarse para un funcionamiento automatizado en otras realizaciones.

El primer y el segundo dispositivo de obtención de imágenes tienen la forma de una primera y una segunda cámaras 28, 30. La primera cámara 28 está orientada de modo que su lente mire hacia arriba. La segunda cámara 30 está orientada de modo que su lente mire hacia abajo.

- 5 La zona de ensamblaje 32 tiene la forma de una plataforma de construcción que define un área de construcción 32 en la que se pueden apilar los componentes para ensamblar la celda tipo moneda.

El dispositivo de sellado 34 tiene la forma de un actuador de engaste para realizar una operación de engarzado aplicando una carga de presión a los componentes apilados en la plataforma de construcción. El actuador de engaste puede ser, por ejemplo, una prensa hidráulica.

10 La bandeja 24 de componentes, la primera cámara 28 y la plataforma de montaje están montadas en la plataforma móvil 36. La plataforma 36 es accionable para moverse en dos ejes horizontales 42, 44 (denominados en lo sucesivo eje X y eje Y), donde cada eje 42, 44 es paralelo a una superficie sobre la que descansa el aparato 20. Durante el uso, la plataforma 36 se puede mover horizontalmente en dos ejes 42, 44 por debajo de la carcasa 38 para ajustar la posición de cada una de las bandejas de componentes, la primera cámara 28 y la almohadilla de construcción con respecto a la carcasa 38, y la plataforma 36 se puede mover además para colocar la plataforma de construcción por debajo del actuador de engaste.

20 La pipeta, la segunda cámara 30 y la herramienta 22 al vacío están montadas en la carcasa 38 que está dispuesta sobre la plataforma 36. La carcasa 38 es accionable para moverse a lo largo de un eje vertical (denominado en lo sucesivo eje Z). Durante el uso, cuando la plataforma 36 está por debajo de la carcasa 38, la carcasa 38 se puede mover verticalmente para acercarse a la plataforma 36 o retirarse de la plataforma 36.

25 El controlador 40 está programado para controlar selectivamente el accionamiento de la etapa 36 y la carcasa 38 para moverse a lo largo de sus ejes respectivos. El accionamiento de la etapa 36 y la carcasa 38 puede llevarse a cabo utilizando mecanismos de accionamiento directo, sistemas de microposicionamiento motorizados o cualquier otro sistema de posicionamiento. El controlador 40 además está programado para controlar el funcionamiento de la herramienta 22 al vacío y de la primera y segunda cámaras 28, 30.

30 El controlador 40 puede incluir un procesador y una memoria que incluyen un código de programa informático para realizar sus funciones. El controlador 40 puede ser, puede incluir, puede comunicarse con o puede formar parte de uno o más de un dispositivo electrónico, un dispositivo electrónico portátil, un dispositivo de telecomunicaciones portátil, un microprocesador, un teléfono móvil, un asistente digital personal, una tableta, un phablet, un ordenador de escritorio, un ordenador portátil, un servidor, una red de computación en la nube, un teléfono inteligente, un reloj inteligente, gafas inteligentes y un módulo para uno o más de los mismos. Se apreciará que las referencias a una memoria o un procesador pueden abarcar una pluralidad de memorias o procesadores.

40 El aparato 20 de la figura 2 permite la alineación de la posición y la validación de la posición de los componentes de la celda tipo moneda durante el montaje de la celda tipo moneda. En particular, la configuración de las partes del aparato 20 de la figura 2 permite la comparación y cuantificación de las posiciones de los componentes durante el proceso de ensamblaje para garantizar que los componentes de la celda tipo moneda estén alineados, o sustancialmente alineados, para producir una celda tipo moneda de alta calidad.

45 El funcionamiento del aparato 20 de la figura 2 para realizar una operación de ensamblaje se describe a continuación con referencia al diagrama de flujo de la figura 4. Se apreciará que la operación de ensamblaje descrita a continuación y en el diagrama de flujo de la figura 4 no es limitativa. En otras realizaciones, la operación de ensamblaje de la invención puede incluir menos o más pasos dentro del alcance de las reivindicaciones.

50 El montaje de la celda tipo moneda implica el uso del aparato 20 para apilar los componentes de la celda tipo moneda en la almohadilla de construcción, dosificar una cantidad de electrolito en la celda tipo moneda con la pipeta y sellar la celda tipo moneda con el actuador de engaste.

55 Como paso inicial, se realiza un paso de calibración de alineación (paso 100) para garantizar la alineación entre:

- la primera y la segunda cámaras 28, 30;
- la primera cámara 28 y la herramienta 22 al vacío cuando la primera cámara 28 se coloca debajo de la herramienta 22 al vacío;
- la segunda cámara 30 y la plataforma de construcción cuando la plataforma de construcción se coloca debajo de la segunda cámara 30;
- la segunda cámara 30 y la bandeja 24 de componentes cuando la bandeja 24 de componentes está por debajo de la segunda cámara 30.

El paso de calibración de la alineación puede llevarse a cabo usando la primera cámara 28 para obtener imágenes de la herramienta 22 al vacío, usando la segunda cámara 30 para obtener imágenes de la plataforma de construcción y la bandeja 24 de componentes, y usando la primera y segunda cámaras 28, 30 para obtener imágenes entre sí.

No es necesario que el paso de calibración se lleve a cabo al inicio de cada operación de ensamblaje. Es posible que el paso de calibración solo se lleve a cabo después de que se haya completado un número fijo de operaciones de ensamblaje, después de que haya transcurrido un período de tiempo fijo o cuando se determine que una celda tipo moneda acabada no cumple los requisitos de calidad. El paso de calibración además puede llevarse a cabo después de un mantenimiento o reparación del aparato 20.

La etapa 36 se acciona para colocar la bandeja 24 de componentes debajo de la herramienta al vacío 22. La herramienta 22 al vacío se hace funcionar para recoger un primer componente en forma de una parte de carcasa inferior de la bandeja 24 de componentes. el paso 36 se acciona a continuación para colocar la primera cámara 28 por debajo de la herramienta 22 al vacío, de modo que el primer componente se mantenga sobre la primera cámara 28 en el centro del plano focal del objeto de la primera cámara 28 (paso 102). Esto puede requerir el accionamiento de la carcasa 38 para mover la herramienta 22 al vacío hacia o lejos de la primera cámara 28.

La primera cámara 28 se hace funcionar para capturar una imagen de un lado inferior del primer componente (paso 104). La iluminación del primer componente puede proporcionarse mediante iluminación ambiental y/o mediante un dispositivo de iluminación.

El controlador 40 inicia a continuación un algoritmo de detección de componentes para identificar una característica de alineación de referencia del primer componente para la posterior colocación del primer componente en la plataforma de construcción (paso 106). En este caso, la función de alineación de referencia es el punto central del primer componente. Para identificar el punto central del primer componente, el controlador 40 realiza el procesamiento de imágenes en la imagen capturada del lado inferior del primer componente: aplicando un suavizado de imagen usando un desenfoque gaussiano; a continuación detección de bordes mediante la detección de bordes de Canny; y a continuación extraer características usando una transformación de Hough (paso 108). La salida del procesamiento de imágenes por el controlador 40 es el punto central del primer componente en coordenadas X-Y con respecto a la posición calibrada de la primera cámara 28 (paso 110).

Las coordenadas X-Y de salida del primer componente del procesamiento de imágenes se utilizan a continuación para colocar la ubicación del primer componente en la plataforma de construcción. El controlador 40 puede aplicar una corrección de desfase de coordenadas si se determina que las coordenadas X-Y de salida del primer componente darían como resultado una colocación incorrecta en la plataforma de construcción, en cuyo caso la colocación del primer componente en la plataforma de construcción se realiza utilizando coordenadas X-Y corregidas (paso 112). El controlador 40 usa las coordenadas X-Y de salida (o las coordenadas X-Y corregidas, según sea el caso) para controlar el accionamiento de la plataforma 36 para colocar el paso 36 por debajo de la herramienta 22 al vacío para colocar el primer componente en una posición objetivo en la plataforma de construcción, preferiblemente con el punto central del primer componente alineado con una posición central en la plataforma de construcción (paso 114).

Después de colocar el primer componente, la plataforma 36 se acciona a continuación para colocarla directamente debajo de la segunda cámara 30, de modo que el primer componente esté ubicado debajo de la segunda cámara 30 en el medio del plano focal del objeto de la segunda cámara 30 (paso 116). Esto puede requerir el accionamiento de la carcasa 38 para mover la segunda cámara 30 hacia o lejos de la plataforma de construcción.

La segunda cámara 30 se hace funcionar para capturar una imagen de un lado superior del primer componente (paso 118). La iluminación del primer componente puede proporcionarse mediante iluminación ambiental y/o mediante un dispositivo de iluminación.

El controlador 40 inicia a continuación un algoritmo de detección de componentes para identificar una característica de alineación de referencia, a saber, el punto central, del primer componente colocado en la plataforma de construcción (paso 120). Para identificar el punto central del primer componente, el controlador 40 realiza el procesamiento de imágenes en la imagen capturada de la parte superior del primer componente: aplicando un suavizado de imagen usando un desenfoque gaussiano; a continuación detección de bordes mediante la detección de bordes de Canny; y a continuación la extracción de características usando una transformación de Hough (paso 122). La salida del procesamiento de imágenes por el controlador 40 es el punto central del primer componente en coordenadas X-Y con respecto a la posición calibrada de la segunda cámara 30 (paso 124).

Opcionalmente, durante la identificación del punto central por el controlador 40, el procesamiento de la imagen puede llevarse a cabo en la imagen capturada a baja resolución para identificar primero una región objetivo para identificar el punto central, seguido del procesamiento de imágenes en la región objetivo identificada de la imagen capturada a alta resolución para identificar la ubicación del punto central. Esto tiene el efecto de mejorar la precisión y la velocidad de la identificación del punto central.

Después de colocar el primer componente en la plataforma de construcción, los componentes adicionales se apilan uno por uno sobre el primer componente repitiendo los pasos 102 a 124, que se describen a continuación.

La etapa 36 se acciona para colocar la bandeja 24 de componentes debajo de la herramienta al vacío 22. La herramienta 22 al vacío se hace funcionar para recoger un segundo componente en forma de ánodo de la bandeja 24 de componentes. A continuación la plataforma 36 se acciona para colocar la primera cámara 28 por debajo de la herramienta 22 al vacío, de modo que el segundo componente se mantenga sobre la primera cámara 28 en el centro del plano focal del objeto de la primera cámara 28 (paso 102). Esto puede requerir el accionamiento de la carcasa 38 para mover la herramienta 22 al vacío hacia o lejos de la primera cámara 28.

La primera cámara 28 se hace funcionar para capturar una imagen de un lado inferior del segundo componente (paso 104). La iluminación del segundo componente puede proporcionarse mediante iluminación ambiental y/o mediante un dispositivo de iluminación.

El controlador 40 inicia a continuación un algoritmo de detección de componentes para identificar una característica de alineación de referencia del segundo componente para la posterior colocación del segundo componente en la plataforma de construcción (paso 106). En este caso, la función de alineación de referencia es el punto central del segundo componente. Para identificar el punto central del segundo componente, el controlador 40 realiza el procesamiento de imágenes en la imagen capturada del lado inferior del segundo componente: aplicando un suavizado de imagen usando un desenfoque gaussiano; a continuación detección de bordes mediante la detección de bordes de Canny; y a continuación extraer características usando una transformación de Hough (paso 108). La salida del procesamiento de imágenes por el controlador 40 es el punto central del segundo componente en coordenadas X-Y con respecto a la posición calibrada de la primera cámara 28 (paso 110).

Las coordenadas X-Y de salida del segundo componente del procesamiento de imágenes se utilizan a continuación para colocar la ubicación del segundo componente en la plataforma de construcción. El controlador 40 puede aplicar una corrección de desplazamiento de coordenadas si se determina que las coordenadas X-Y de salida del segundo componente darían como resultado una colocación incorrecta en la plataforma de construcción, en cuyo caso la colocación del segundo componente en la plataforma de construcción se realiza utilizando coordenadas X-Y corregidas (paso 112). El controlador 40 usa las coordenadas X-Y de salida (o las coordenadas X-Y corregidas, según sea el caso) para controlar el accionamiento de el paso 36 para colocar el paso 36 por debajo de la herramienta 22 al vacío para colocar el segundo componente en una posición objetivo sobre el primer componente del área de construcción 32, preferiblemente con el punto central del segundo componente alineado con una posición central de la plataforma de construcción y el punto central del primer componente (paso 114).

Después de colocar el segundo componente, la plataforma 36 se acciona a continuación para colocarla directamente debajo de la segunda cámara 30, de modo que el segundo componente esté ubicado debajo de la segunda cámara 30 en el centro del plano focal del objeto de la segunda cámara 30 (paso 116). Esto puede requerir el accionamiento de la carcasa 38 para mover la segunda cámara 30 hacia o lejos de la plataforma de construcción.

La segunda cámara 30 se hace funcionar para capturar una imagen de un lado superior del segundo componente (paso 118). La iluminación del segundo componente puede proporcionarse mediante iluminación ambiental y/o mediante un dispositivo de iluminación.

El controlador 40 inicia a continuación un algoritmo de detección de componentes para identificar una característica de alineación de referencia, a saber, el punto central, del segundo componente colocado en la plataforma de construcción (paso 120). Para identificar el punto central del segundo componente, el controlador 40 realiza el procesamiento de imágenes en la imagen capturada de la parte superior del segundo componente: aplicando un suavizado de imagen usando un desenfoque gaussiano; a continuación detección de bordes mediante la detección de bordes de Canny; y a continuación la extracción de características usando una transformación de Hough (paso 122). La salida del procesamiento de imágenes por el controlador 40 es el punto central del segundo componente en coordenadas X-Y con respecto a la posición calibrada de la segunda cámara 30 (paso 124).

Los pasos 102 a 124 anteriores pueden repetirse para apilar componentes adicionales en el ánodo y la parte inferior de la carcasa ya colocada en la plataforma de construcción.

El electrolito se añade a la celda tipo moneda en algún momento durante la operación de ensamblaje antes de que la parte superior de la carcasa se añada a la pila de componentes. La adición del electrolito a la celda tipo moneda se realiza accionando la etapa 36 para colocar la almohadilla de acumulación por debajo de la pipeta y añadiendo una dosis controlada de electrolito a la pila de componentes de la almohadilla de acumulación.

La fabricación de la celda tipo moneda se completa accionando la etapa 36 para colocar la almohadilla de construcción por debajo de la prensa hidráulica, de modo que la prensa hidráulica pueda aplicar una carga de presión a los componentes apilados para realizar una operación de engarzado y sellado para producir la celda tipo moneda.

La operación de ensamblaje puede incluir adicionalmente un paso de compensación de posición para eliminar o minimizar la desalineación entre los componentes. Específicamente, el controlador 40 puede programarse para aplicar una corrección de alineación a la colocación de un componente posterior en el área de construcción 32 si el controlador 40 detecta una posición desplazada del componente en la plataforma de construcción.

La operación de ensamblaje puede incluir un paso opcional de análisis de imágenes por parte del controlador 40 para evaluar la calidad del recubrimiento de un componente seleccionado, tal como la uniformidad del recubrimiento. Esto puede incluir que el controlador 40 realice un análisis de brillo de las imágenes capturadas del componente seleccionado.

Durante la operación de ensamblaje, una vez que todos los componentes de las celdas tipo moneda se han apilado en la plataforma de construcción, el controlador 40 realiza una validación de la posición de cada componente en el área de construcción 32 basándose en el punto central identificado de cada componente (paso 126). El proceso de validación puede incluir medir la alineación axial entre los componentes. Durante la operación de ensamblaje, la segunda cámara 30 captura imágenes aéreas de la plataforma de construcción después de colocar cada componente en la plataforma de construcción. Dado que las imágenes aéreas se capturan desde la misma posición y perspectiva, es posible que el controlador 40 analice las imágenes aéreas para medir una distancia entre los componentes apilados en el plano X-Y. Esto se puede usar para cuantificar la alineación axial entre los componentes apilados como parte de un proceso de validación y análisis de la calidad de construcción. La medición de la alineación axial se basa preferiblemente en la distancia entre los puntos centrales de los componentes.

Durante la operación de ensamblaje, el controlador 40 puede registrar y almacenar información para la celda tipo moneda ensamblada (paso 128). La información almacenada puede incluir datos de posición para cada componente colocado en el área de construcción 32. Los datos de posición almacenados se pueden usar para ayudar a la alineación de un componente posterior colocado en el área de construcción 32, o además se pueden usar en una evaluación posterior al ensamblaje de la calidad del objeto. Los datos de posición almacenados pueden incluir las coordenadas X-Y de salida de cada componente y/o los datos de alineación axial del proceso de validación de posición. Los datos de posición se pueden usar como una métrica variable para la posterior evaluación del rendimiento de la celda tipo moneda.

El inventor ha descubierto que la operación de ensamblaje llevada a cabo por el aparato 20 de la figura 2 permite una alineación axial constante entre los componentes con una separación de menos de 20 pm en comparación con las operaciones de ensamblaje convencionales que producen una alineación axial entre los componentes con una separación de más de 500pm. Las celdas tipo moneda con una alineación axial deficiente, es decir, una separación de más de 500 micras, provocan una falla celular prematura. Por otro lado, las celdas tipo moneda con una buena alineación axial, es decir, una separación de menos de 20 micras, conducen a celdas de larga duración.

Preferiblemente, se logra una buena alineación axial entre todos los componentes apilados. Sin embargo, para cumplir con los requisitos de fabricación, el controlador 40 puede programarse para priorizar la alineación axial entre ciertos componentes de la celda tipo moneda. En orden de prioridad de mayor a menor, el controlador 40 puede programarse para priorizar la alineación axial del ánodo y el cátodo, seguida del separador y, finalmente, seguido de los otros componentes de la celda tipo moneda.

Por lo tanto, la configuración del aparato 20 de la invención permite que un sistema automatizado de producción de celdas tipo moneda coloque con precisión los componentes de las celdas para monedas, valide su ubicación y cuantifique su alineación axial. Esto, a su vez, permite que la invención aborde los problemas de: construir con precisión celdas electroquímicas con componentes deformados (p. ej., electrodos ondulados o curvos); colocar con precisión los componentes deformes (p. ej., electrodos ondulados o curvos) con el mayor grado de alineación axial; y cuantificar la alineación axial entre los componentes. Además, la alineación de los componentes facilitada por la operación de ensamblaje y los datos de posición almacenados para la celda tipo moneda permiten al usuario evaluar el rendimiento de los electrodos y los componentes de la celda (p. ej., el separador y la carcasa) para las celdas electroquímicas con:

- resultados más consistentes;
- resultados que reflejan con mayor precisión el rendimiento óptimo de la configuración de la célula;
- validación de la alineación de componentes en la configuración de celdas.

Un proceso opcional de detección de defectos que implica el análisis de imágenes por parte del controlador 40 puede integrarse en la operación de ensamblaje. Un ejemplo de proceso de detección de defectos para cada componente se describe a continuación con referencia a la figura 5.

Después del paso 104, se aplica iluminación ambiental usando un dispositivo de iluminación para inducir la sobreexposición de las partes defectuosas del componente (paso 130).

El área defectuosa total del componente se calcula a continuación de la siguiente manera, usando las imágenes capturadas de la primera y segunda cámaras 28, 30 y usando las coordenadas X-Y de salida del punto central con respecto a las posiciones calibradas de la primera y segunda cámaras 28, 30 (paso 132):

- 5 •La transformación de coordenadas extremas se utiliza para aislar el componente.
- Se aplica una función de deformación polar para convertir una imagen radial en una imagen linealizada para eliminar un área exterior. A continuación, se aplica una función de deformación polar inversa para convertir la imagen linealizada de nuevo en una imagen radial que ahora omite la información de fondo no esencial.
- 10 •El análisis de umbral binario se aplica a la imagen del componente aislado para aislar aún más las áreas defectuosas sobreexpuestas.
- La detección de contorno se aplica a las áreas defectuosas aisladas sobreexpuestas.
- 15 •El área defectuosa total del componente se cuantifica evaluando la longitud de la cadena de contorno y la cantidad de la cadena.
- A continuación, se registra el área defectuosa total calculada del componente, y el controlador 40 proporciona una indicación en forma de indicador si el área defectuosa total supera un umbral de defectos definido por el operador (paso 134). La disposición de la primera cámara 28 orientada hacia arriba y de la segunda cámara 30 orientada hacia abajo permite una evaluación más completa de los defectos de la celda tipo moneda y sus componentes, particularmente de los lados superior e inferior del ánodo y el cátodo.
- 20 La naturaleza del defecto se clasifica mediante, por ejemplo, la detección de la forma del área defectuosa a partir de los datos de contorno, en combinación con la posición radial del defecto y el agrupamiento radial (paso 136). Los ejemplos no limitativos de defectos de los componentes incluyen; un componente agrietado; un componente doblado; un componente plegado; un componente incompleto; y un componente roto. A un componente incompleto le faltan una o más secciones de componentes en comparación con un componente completo. Los datos de defectos se almacenan a continuación como parte de la información almacenada para la celda tipo moneda ensamblada (paso 128).
- 25 La inclusión o discusión de un documento publicado aparentemente con anterioridad o de información aparentemente publicada anteriormente en esta especificación no debe tomarse necesariamente como un reconocimiento de que el documento o la información es parte del estado de la técnica o es de conocimiento general común.
- 30
- 35

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (20) para ensamblar un objeto que tiene una construcción apilada de una pluralidad de componentes, comprendiendo el aparato:

un soporte (22) de componentes para sujetar y colocar selectivamente un componente;

una zona (32) de ensamblaje en la que se puede ensamblar el objeto;

primer y un segundo dispositivos (28, 30) de obtención de imágenes, el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes colocado orientado hacia arriba, el segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes colocado orientado hacia abajo; y

un controlador (40) programado para coordinar selectivamente el soporte (22) de componentes y el primer y segundo dispositivos (28, 30) de obtención de imágenes para realizar una operación de ensamblaje para ensamblar los componentes del objeto en la que:

el soporte (22) de componentes sostiene un componente sobre el primer dispositivo (28, 30) de obtención de imágenes;

el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes captura una imagen del componente;

el controlador (40) identifica una primera característica de alineación de referencia del componente a partir de la imagen capturada por el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes;

el soporte (22) de componentes coloca el componente sobre otro componente en la zona (32) de ensamblaje basándose en la primera característica de alineación de referencia identificada del componente;

el segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes captura una imagen de vista superior del componente sobre el otro componente;

el controlador (40) identifica una segunda característica de alineación de referencia del componente a partir de la imagen capturada por el segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes;

el controlador (40) valida una posición del componente en la zona (32) de ensamblaje basándose en la segunda característica de alineación de referencia identificada del componente.

2. Un aparato (20) según la reivindicación 1, en donde el controlador (40) está programado para coordinar selectivamente el soporte (22) de componentes y el primero y segundo dispositivos (28, 30) de obtención de imágenes para realizar la operación de ensamblaje para ensamblar los componentes del objeto, en el que:

el soporte (22) de componentes sostiene un primer componente de los componentes del objeto sobre el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes;

el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes captura una imagen del primer componente;

el controlador (40) identifica una primera característica de alineación de referencia del primer componente a partir de la imagen capturada por el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes;

el soporte (22) de componentes coloca el primer componente en la zona (32) de ensamblaje basándose en la primera característica de alineación de referencia identificada del primer componente;

el segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes captura una imagen de vista superior del primer componente en la zona (32) de ensamblaje;

el controlador (40) identifica una segunda característica de alineación de referencia del primer componente a partir de la imagen capturada por el segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes;

el controlador (40) valida una posición del primer componente en la zona (32) de ensamblaje basándose en la segunda característica de alineación de referencia identificada del primer componente.

3. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador (40) está programado para aplicar una corrección de alineación a la colocación de un componente posterior en la zona (32) de ensamblaje si el controlador (40) detecta una posición desplazada del componente en la zona (32) de ensamblaje.

4. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador está programado para posicionar y controlar selectivamente el segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes para capturar una imagen de vista superior de la zona (32) de ensamblaje después de colocar cada componente en la zona (32) de ensamblaje, y en donde el controlador (40) está programado para analizar selectivamente las imágenes de vista superior de la zona (32) de ensamblaje para medir una alineación axial entre los componentes apilados en la zona (32) de ensamblaje.

5. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada característica de alineación de referencia es un punto central del componente.

6. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador (40) está programado para asignar selectivamente coordenadas a cada característica de alineación de referencia identificada, y en donde el controlador (40) está programado para usar selectivamente las coordenadas como valores de referencia para la colocación de los componentes y la validación de la posición de los componentes.

7. Un aparato (20) según una cualquiera una de las reivindicaciones anteriores que incluye además una estructura móvil (36), el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes montado o unido a la estructura móvil (36), en donde el controlador (40) está programado para accionar selectivamente la estructura móvil (36) para colocar el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes debajo del soporte (22) de componentes.

8. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que incluye además una estructura móvil (36), la zona (32) de ensamblaje montada o unida a la estructura móvil (36), en donde el controlador (40) está programado para accionar selectivamente la estructura móvil (36) para colocar la zona (32) de ensamblaje debajo del soporte (22) de componentes.

9. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que incluye además una estructura móvil (36), la zona (32) de ensamblaje montada o unida a la estructura móvil (36), en donde el controlador (40) está programado para accionar selectivamente la estructura móvil para colocar la zona (32) de ensamblaje debajo del segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes.

10. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que incluye además una estructura móvil (36) y un actuador (34) de fuerza, la zona (32) de ensamblaje montada o unida a la estructura móvil (36), el actuador (34) de fuerza para realizar una operación de prensado para aplicar una carga de presión a un componente, en donde el controlador (40) está programado para accionar selectivamente la estructura móvil (36) para posicionar la zona (32) de ensamblaje en las proximidades del actuador (34) de fuerza para permitir que el actuador de fuerza realice la operación de prensado.

11. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que incluye además una estructura móvil (36) y un área (24) de almacenamiento de componentes, el área (24) de almacenamiento de componentes montada o unida a la estructura móvil (36), en donde el controlador (40) está programado para accionar selectivamente la estructura móvil (36) para colocar el área (24) de almacenamiento de componentes debajo del soporte (22) de componentes.

12. Un aparato (20) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador (40) está programado para realizar selectivamente el procesamiento de imágenes en la imagen capturada durante la identificación de la característica de alineación de referencia, preferiblemente en donde:

el procesamiento de imágenes incluye al menos uno de: el suavizado de imágenes utilizando una función de desenfoque gaussiano; detección de bordes de Canny; y extracción de características utilizando una transformación de Hough, y/o

el controlador está programado para realizar el procesamiento de imagen en la imagen capturada a una primera resolución, seguido de realizar el procesamiento de imagen en la imagen capturada a una segunda resolución más alta durante la identificación de la característica de alineación de referencia.

13. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador está programado para realizar un análisis de imagen en la imagen capturada para detectar un nivel de defecto del componente, preferiblemente en donde el análisis de imagen incluye el uso de la función de alineación de referencia identificada para definir una región del componente para el análisis.

14. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el objeto es una célula electroquímica en forma de disco.

15. Un método para realizar una operación de ensamblaje para ensamblar componentes de un objeto que tiene una construcción apilada de una pluralidad de componentes, comprendiendo el método los pasos de:

sujetar un componente sobre un primer dispositivo (28) de obtención de imágenes colocado orientado hacia arriba;

mediante el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes, capturar una imagen del componente;

- 5 identificar una primera característica de alineación de referencia del componente a partir de la imagen capturada por el primer dispositivo (28) de obtención de imágenes;

colocar el componente sobre otro componente en una zona (32) de ensamblaje basándose en la primera característica de alineación de referencia identificada del componente;

- 10 mediante un segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes colocado orientado hacia abajo, capturar una imagen de vista superior del componente sobre el otro componente;

- 15 identificar una segunda característica de alineación de referencia del componente a partir de la imagen capturada por el segundo dispositivo (30) de obtención de imágenes;

validar una posición del componente en la zona (32) de ensamblaje basándose en la segunda característica de alineación de referencia identificada del componente.

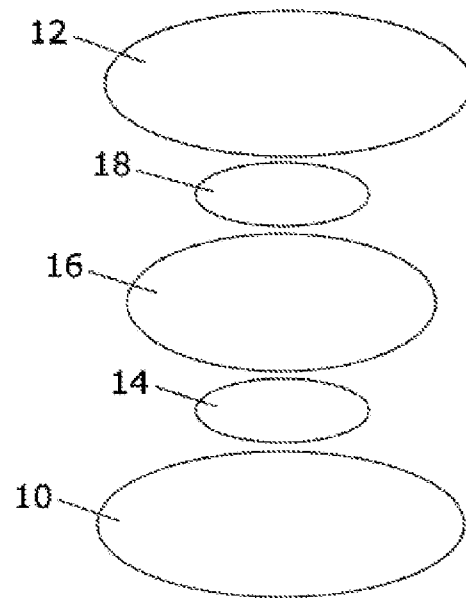


Figura 1

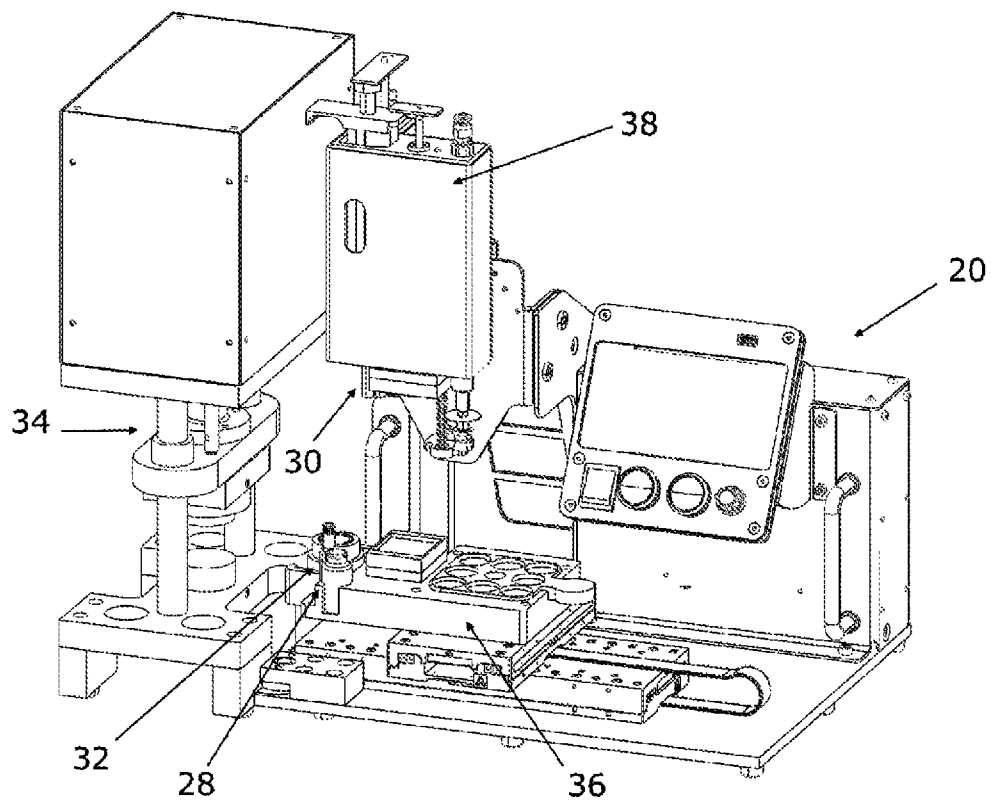


Figura 2

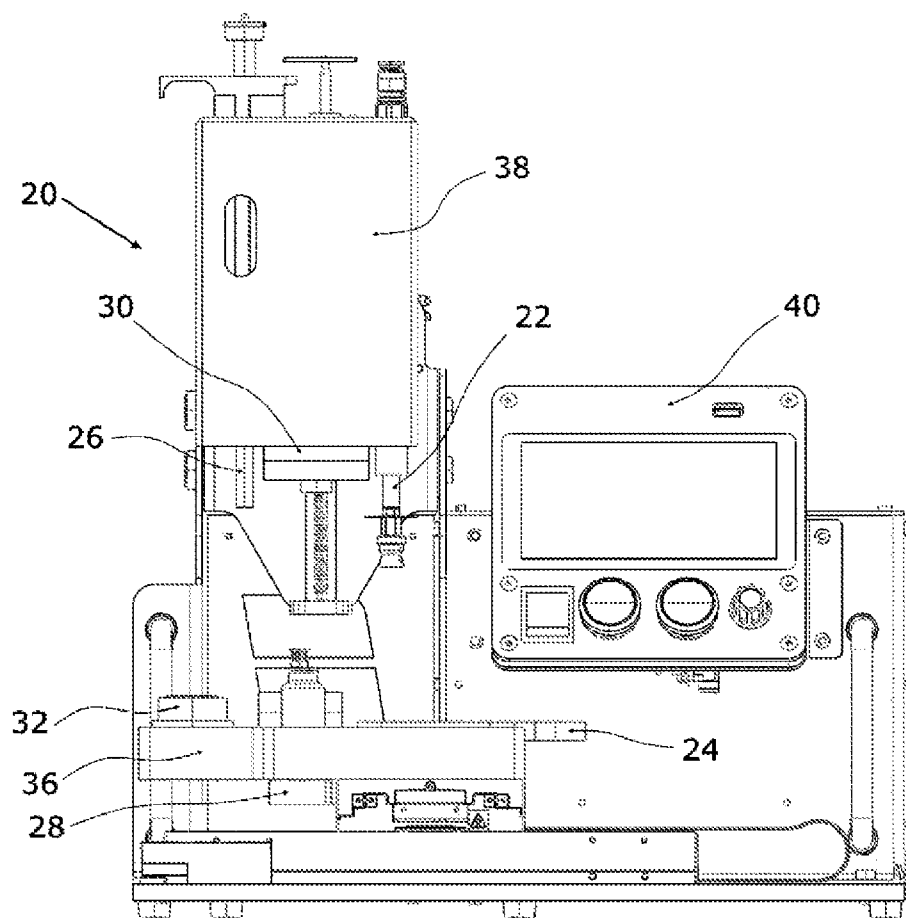


Figura 3A

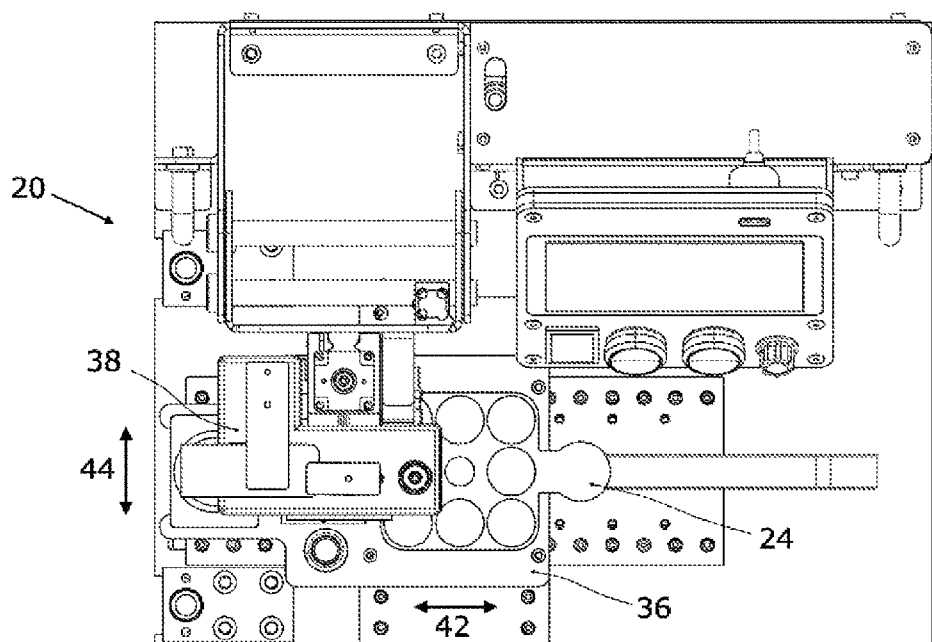


Figura 3B

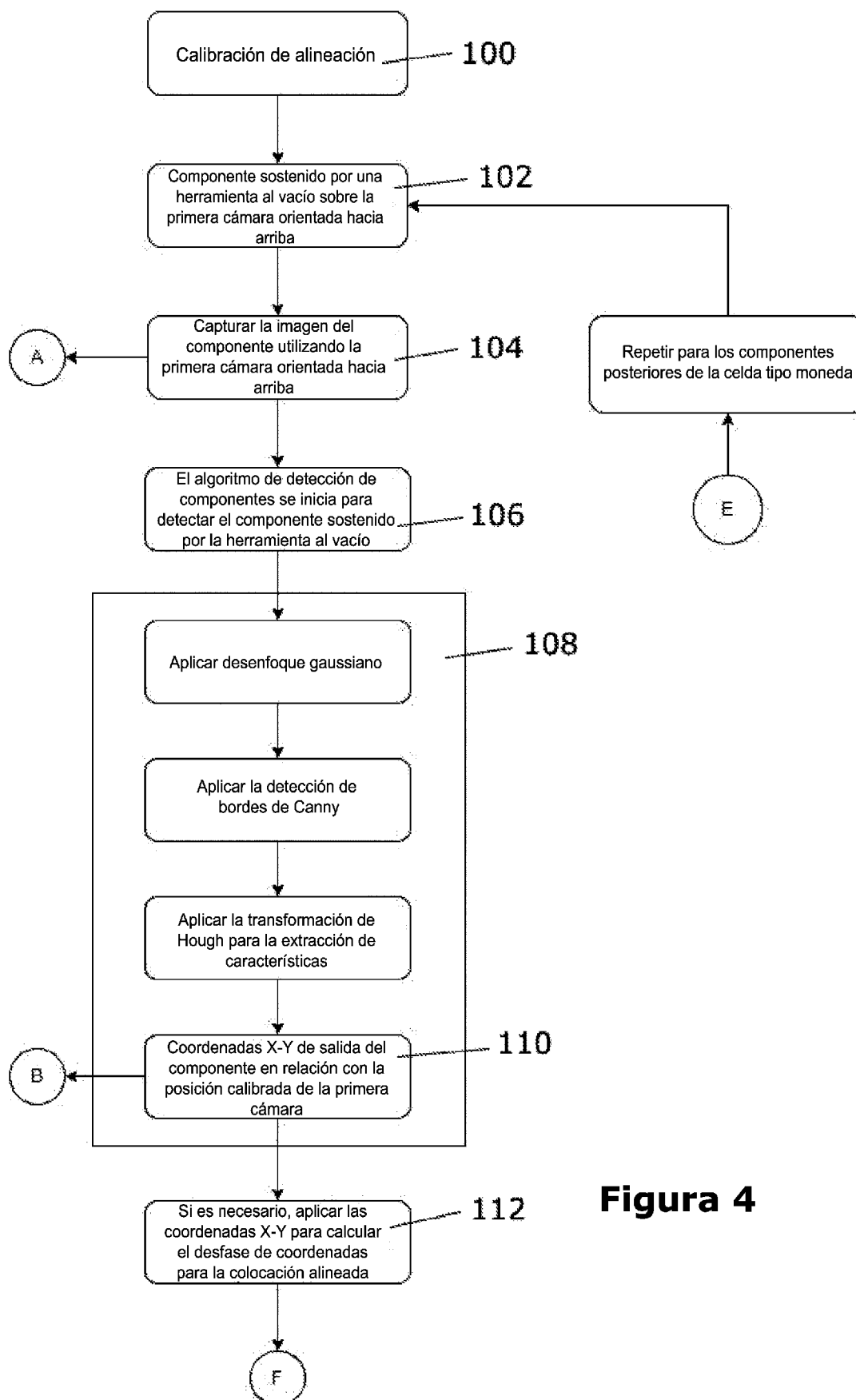


Figura 4



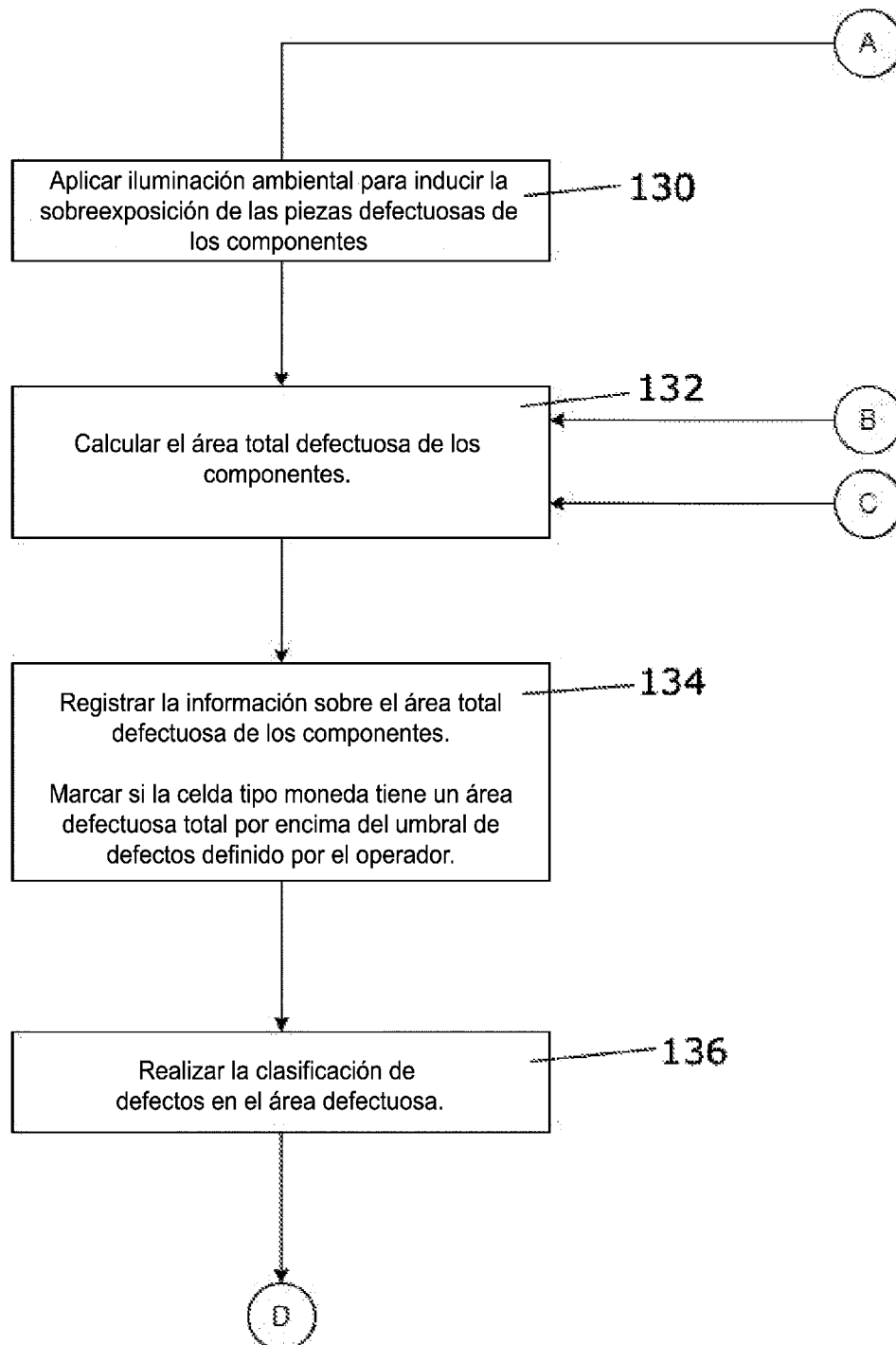


Figura 5