

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 320**

51 Int. Cl.:

**G01N 21/88** (2006.01)  
**G01N 21/89** (2006.01)  
**G01N 21/94** (2006.01)  
**B29C 70/32** (2006.01)  
**B29C 70/38** (2006.01)  
**B32B 37/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2007 E 07754237 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013 EP 2002245**

54 Título: **Sistema y método de inspección**

30 Prioridad:

**28.03.2006 US 390244**

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

**01.10.2013**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**ENGELBART, ROGER W.;  
HANNEBAUM, REED;  
ORR, SAM y  
POLLOCK, TIM**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 424 320 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**

Sistema y método de inspección

5 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere en general a un dispositivo de inspección por visión de máquina. Más particularmente, la presente invención se refiere a un dispositivo de inspección por visión de máquina, para su uso con un sistema de colocación de material compuesto.

10 Generalmente los elementos compuestos se construyen a partir de capas de material que son laminados o estratificados juntos. Estas capas a menudo se denominan capas parciales o totales. Para las estructuras que exceden el ancho de material disponible, cada capa se compone generalmente de una serie de tiras o bandas de material colocadas borde contra borde una a continuación de otra o solapadas en cierta medida. Cada capa puede ser en forma de fibras tejidas en una tela, material de fibra unidireccional, láminas metálicas, películas adhesivas o una variedad de otras conformaciones. Material de fibra unidireccional a menudo se denomina "cinta". Las fibras pueden estar hechas de una cualquiera de multitud de materiales naturales y/o "fabricados por el hombre" o artificiales, tales como fibra de vidrio, grafito, Kevlar®, y similares.

15 Las bandas están generalmente colocadas sobre el molde o herramienta en un patrón determinado. Las desviaciones de este patrón pueden dar lugar a arrugas, torsión, intersticios y/o solapamiento inaceptables de las bandas. Otros errores que pueden producirse durante la colocación de capas incluyen el que objetos extraños, como por ejemplo, trozos de material de soporte o residuos ("burbujas") se peguen a la superficie de la herramienta o banda. Las burbujas incluyen generalmente pequeños pedazos de resina y fibras sueltas extraídas de la cinta que pueden hacer pelotas y convertirse en "bolas de pelusa" o bolitas de fibra.

20 En estos y otros casos, si no se identifica y se corrige el error antes de la colocación de la siguiente capa, las propiedades del material del elemento compuesto completo pueden verse negativamente afectadas. Tradicionalmente, se han empleado técnicos para inspeccionar las bandas. Esto implica normalmente detener la colocación de la banda mientras se produce la inspección para asegurar la inspección completa y minimizar el riesgo para los técnicos. En consecuencia, la inspección aumenta en gran medida el tiempo de fabricación y el coste del elemento de material compuesto. En un intento de ayudar a los técnicos de inspección, se han utilizado sistemas de visión de máquina convencionales en el proceso de inspección. Sin embargo, estos sistemas convencionales de visión de máquina no son capaces de identificar todos los diversos tipos de anomalías. Tampoco son capaces de inspeccionar a las velocidades de colocación actualmente alcanzables con las máquinas de estratificación de cinta de cabezales múltiples.

25 En consecuencia, es deseable proporcionar un método y un aparato capaces de superar, al menos en cierta medida, los inconvenientes descritos en este documento.

30 JP7071931 divulga un sistema que comprende una cámara de CCD que detecta luz z en un primer intervalo de longitudes de onda a partir una imagen reflejada de la superficie de los objetos. La luz se obtiene al aplicar un haz de dispersión de luz desde medios de proyección y se obtiene una imagen reflejada de la superficie de los objetos cuando la iluminación es un haz lineal de luz que se aplica desde unos segundos medios de proyección. La posición de la característica en la superficie bidimensional de los objetos es determinada con el área de iluminación y, al usar el haz lineal, se consigue la posición vertical de la característica de modo que se puede determinar la posición de la característica en espacio tridimensional.

35 US2005203657 describe un método que incluye datos posicionales de acceso electrónico que definen una posición por defecto en una estructura compuesta, y que provocan automáticamente que la máquina de colocación del material retorne a la posición por defecto definida por los datos posicionales.

40 **SUMARIO DE LA INVENCION**

Las anteriores necesidades se cumplen, en gran medida, con la presente invención, en la que en un aspecto se proporcionan un sistema y un método que identifican errores en capas colocadas.

55 Una forma de realización de la presente invención se refiere a un sistema para inspeccionar un material de banda aplicado a un sustrato durante la fabricación de un elemento de material compuesto. El sistema incluye un conjunto de visión que incluye una luz de zona, un generador de línea, un sensor, y un procesador de imagen. La luz de zona ilumina una zona de superficie del material de banda. El generador de línea genera una línea de iluminación a través de la zona. El sensor captura una imagen de la zona. El procesador de imagen analiza la imagen. El procesador de imagen está configurado para identificar los residuos en el material de banda en respuesta a que la luz de zona se active y el procesador de imagen está configurado para identificar aberraciones de posicionamiento en respuesta a que el generador de línea esté activado.

Otra forma de realización de la presente invención se refiere a un método de inspección de un material de banda aplicado a un sustrato durante la fabricación de un artículo compuesto. En este método, se ilumina difusamente una zona del material de banda, se genera una línea de la iluminación a través de la zona, se captura una imagen de la zona, y se analiza la imagen. La imagen se analiza para identificar los residuos en el material de banda en respuesta a la iluminación difusa la zona y la imagen se analiza para identificar aberraciones de colocación en respuesta a la línea de iluminación.

De este modo se ha esbozado, más bien en términos generales, ciertas formas de realización de la invención con el fin de que se pueda entender mejor la descripción detallada de la misma en este documento, y de modo que se pueda apreciar mejor la presente contribución al estado de la técnica. Hay, por supuesto, formas adicionales de realización de la invención que se describirá a continuación y que formará el objeto de las reivindicaciones adjuntas.

A este respecto, antes de explicar en detalle al menos una forma de realización de la invención, ha de entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles constructivos ni a las disposiciones de los componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención es capaz de formas de realización además de las descritas y de ser ejecutada y llevada a cabo de diversas maneras. También debe entenderse que la fraseología y terminología empleadas en este documento, así como en el resumen, lo son a efectos de descripción y no deben considerarse como limitativas.

Como tales, los expertos en la materia apreciarán que la concepción sobre la que se basa esta descripción puede ser fácilmente utilizada como base para el diseño de otras estructuras, métodos y sistemas para llevar a cabo los diversos propósitos de la presente invención. Es importante, por lo tanto, que se considere que las reivindicaciones incluyen tales construcciones equivalentes en la medida en que no se aparten del alcance de la presente invención.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de laminación o estratificación de cinta de cabezales múltiples de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva del sistema de laminación de cinta de cabezales múltiples de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La figura 3 es una vista lateral de una cabeza y un conjunto de visión adecuado para su uso con el sistema de laminación de cinta de cabezales múltiples de la figura 1.

La figura 4 es una vista posterior la cabeza y del conjunto de visión adecuado para su uso con el sistema de laminación de cinta de cabezales múltiples de la figura 1.

La figura 5 es un diagrama de bloques de un controlador de visión adecuado para su uso con el sistema de laminación de cinta de cabezales múltiples de la figura 1.

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos de un método de acuerdo con una forma de realización de la invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

La presente invención proporciona, en algunas formas de realización, un sistema de inspección en proceso, de visión de máquina, para un dispositivo de colocación de material compuesto y un método de uso de este sistema. En diversas formas de realización, el sistema es adecuado para su uso con un dispositivo de laminación automatizado tal como, por ejemplo, una máquina automatizada de colocación de fibra (AFP), máquina de laminación de cinta plana (FTLM), máquina de laminación de cinta contorneada (CTLM) con control numérico (NC), máquina multi-cabeza de laminación de cinta de (MHTLM), y similares. Estos dispositivos de laminación automatizados generalmente incluyen al menos un cabezal de colocación o "cabeza" para colocar capas de material compuesto sobre un mandril, molde o herramienta de contención para fabricar un elemento de material compuesto. La MHTLM puede incluir una pluralidad de tales cabezas. En una forma de realización, el sistema incluye un conjunto de inspección de visión de máquina asociado con cada cabeza de distribución de la MHTLM.

A continuación se describirá la invención con referencia a las figuras de los dibujos, en los que los mismos números de referencia se refieren a partes similares en todas ellas. Como se muestra en la figura 1, un sistema de laminación de cinta de cabezas de múltiples ("MHTLS") 10, adecuado para su uso en una forma de realización de la invención, incluye una máquina multi-cabeza 12 de laminación de cinta MHTLM) y un sistema de inspección de máquina de visión ("MVIS") 14. La MHTLM 12 incluye una o más cabezas 16a-16n para colocar 18 una banda 20 (que se muestra en la figura 2) sobre un sustrato 22. Este sustrato 22 incluye una superficie de un mandril 24 y/o cualesquiera bandas 20 colocadas previamente. Colocando bandas 20 sobre el sustrato 22 de esta manera, se genera un elemento 26. Además, la MHTLM 12 incluye un controlador 28 para controlar un dispositivo de posicionamiento 30 y/o un aparato de accionamiento 32. El dispositivo de posicionamiento 30 posiciona las cabezas 16a-16n con respecto al sustrato 22. El aparato de accionamiento 32 coloca o hace girar el mandril 24 sobre el que se fija el sustrato 22.

El MVIS 14 incluye al menos un conjunto de visión 34a-34n y un controlador de visión 36. En una forma de realización, cada una de las cabezas 16a-16n incluye un respectivo conjunto de visión 34a-34n. Como se describe

en este documento, los conjuntos de visión 34a-34n están configurados para inspeccionar 38 las bandas 20 colocadas 18.

La figura 2 es una vista en perspectiva de la MHTLM 12 de acuerdo con una forma de realización de la invención. Como se muestra en la figura 2, la MHTLM 12 incluye un bastidor 40 para colocar las cabezas de posicionamiento 16a-16d con respecto al sustrato 22. El bastidor 40 y el sustrato 22 están configurados para moverse en las direcciones A y B en relación uno con otro. De esta manera, algunas o todas las cabezas de posicionamiento 16a-16d están configuradas para colocar respectivamente las bandas 20 o tiras de una cinta de material compuesto sobre el sustrato 22. Cada banda 20 incluye un material cualquiera adecuado para fabricar el artículo 26. Ejemplos de materiales adecuados incluyen láminas de metal, películas, fibras, y similares. Estos materiales pueden estar recubiertos o impregnados con resina. En un ejemplo particular, la banda 20 incluye fibras de carbono que están pre-impregnadas con una resina termoestable (pre-preg). En otro ejemplo, la banda 20 incluye una lámina de titanio que está recubierta con una resina. El elemento de material compuesto 26 incluye cualquier elemento adecuado o una pieza que pueda ser fabricada con la banda 20. Ejemplos particulares incluyen componentes de ala y de fuselaje de una aeronave. Otros ejemplos incluyen carrocería de coches y camiones y elementos de formación de bastidores y otros varios productos de consumo.

El aumento del número de cabezas 16a-16n empleadas en la fabricación del elemento 26 aumenta la velocidad de fabricación. Por lo tanto, al aumentar el número de cabezas 16a-16n, el elemento 26 se puede producir en menos tiempo y/o de forma más económica. Sin embargo, durante la colocación de las bandas 20, la cabeza 16a se puede accionar para pivotar alrededor de cualquier número adecuado de ejes. Por ejemplo, la cabeza 16a puede pivotar alrededor de 1 a 6 o más ejes, dependiendo de la forma del elemento 26 que se está fabricando. Como tales, si hay demasiadas cabezas 16a-16n colocadas sobre el bastidor 40, las cabezas 16a-16n pueden interferir entre sí. En este sentido, el MHTLS 10 incluye una respectiva envoltura funcional 42a-42n para cada cabeza 16a-16n. En aras de la simplicidad, en este documento se describirá la envoltura funcional 42a y debe entenderse que las envolturas funcionales 42b-42n son de una naturaleza similar. La envoltura funcional 42a define un volumen dentro del cual funciona la cabeza 16a. La envoltura funcional 42a está configurada para evitar la interferencia entre dicha cabeza 16a y cualquier estructura en la proximidad de la cabeza 16a. Estas estructuras incluyen el bastidor 40, las cabezas 16b-16n, el sustrato 22, y similares. Por ejemplo, mediante la disposición de las cabezas 16a-16n de tal manera que las respectivas envolturas funcionales 42a-42n no se superpongan, las interacciones entre las cabezas 16a-16n, tales como se "choques de cabezas" se reducen al mínimo. Una ventaja de una forma de realización de la invención es que el conjunto de visión 34a encaja dentro de la envoltura funcional 42a.

Nótese que, aunque en la figura 2 se representan cuatro cabezas 16a-16d, las diversas formas de realización del MHTLS 10 pueden incluir un número cualquiera adecuado de cabezas 16a-16n. Por ejemplo, 2, 4, 8, 16 y 32 o más cabezas 16a-16n son adecuadas para su uso con el MHTLS 10. Además, se pueden añadir o eliminar cabezas 16a-16n como sea indicado para fabricar el elemento 26. En este sentido, es una ventaja de una forma de realización de la invención que, debido a que un respectivo conjunto de visión 34a-34n está asociado con cada cabeza 16a-16n, al añadir o eliminar las cabezas 16a-16n se añade o elimina también el conjunto de visión asociado 34a - 34n.

La figura 3 es una vista lateral de la cabeza 16a y del conjunto de visión 34a adecuados para su uso con el MHTLS 10 de la figura 1. Como se muestra en la figura 3, la cabeza 16a incluye una bobina de alimentación 50 para suministrar una cinta 52. La cinta 52 es hecha pasar a lo largo de una guía de cinta 54. Además, la cabeza 16a incluye una bobina de recogida 56 para retener un respaldo opcional 58 que puede retirarse de la cinta 52. La cabeza 16a incluye además un rodillo de compactación 60 para compactar o consolidar la cinta 52 sobre el sustrato 22 (que se muestra en la fig. 2). Como se muestra en la figura 3, la cabeza 16a incluye el conjunto de visión 34a. El conjunto de visión 34a incluye un sensor 62 y un sistema de iluminación 64. En una forma de realización, el sistema de iluminación 64 incluye uno o más luces de área 66 y un láser 68. En general, las luces de área 66 iluminan un área generalizada y pueden facilitar la detección de objetos extraños en la banda 20. El láser 68 genera una línea de iluminación en toda la banda 20 y puede facilitar la detección de desviaciones, solapamientos, huecos y similares en la colocación de la banda. El conjunto de visión 34a incluye opcionalmente un codificador 70, unidad de codificador 72 y la correa 74.

Cuando está en funcionamiento, la cabeza 16a es guiada en la dirección "C" a lo largo de un camino a través de los diversos movimientos del bastidor 40 y el mandril 24 y está configurada para colocar la cinta 52 sobre el sustrato 22. La cinta 52 y el sustrato 22 están configurados para adherirse entre sí. Por ejemplo, la cinta 52 y / o el sustrato 22 puede ser pegajosos. El rodillo de compactación 60 está configurado para presionar o empujar a la cinta 52 hacia el sustrato 22 de modo que la cinta 52 se consolide en el asentamiento. El conjunto de visión 34a está configurado para detectar dicha cinta 52 colocada, la posición de la cinta colocada con respecto a cualquier cinta adyacente 52 (por ejemplo, una banda 20 aplicada previamente y similares), y/o cualquier objeto extraño que pueda estar presente en la superficie de la cinta 52.

El codificador 70, si lo hay, está configurado para detectar el movimiento del rodillo de compactación 60 y/o la cabeza 16a y emitir una señal en respuesta al movimiento detectado. En un ejemplo particular, la unidad de codificador 72 puede acoplarse o aplicarse al rodillo de compactación 60 de tal modo que se mueva en respuesta al

movimiento del rodillo de compactación 60. La correa 74 está configurada para trasladar el movimiento de la unidad de codificador 72 al codificador 70. En otros ejemplos, el codificador 70 puede acoplarse directamente a la unidad de codificador 72 y/o el rodillo de compactación 60 o el codificador 70 puede enlazar con la unidad de codificador 72 mediante un eje u otro mecanismo de enlace. Si no existen, las acciones del codificador 70, de la unidad de codificador 72 y de la correa 74 pueden ser subsumidos por un procesador, tal como el controlador 28, que puede estar configurado para generar señales en respuesta a la instrucción de movimiento o movimientos detectados realizados por el MHTLS 10.

La figura 4 es una vista posterior del conjunto de visión 34a y cabeza 16a adecuados para su uso con el MHTLS 10 de la figura 1. Como se muestra en la figura 4, el conjunto de visión 34 incluye opcionalmente un espejo 80 y un marcador 82. El espejo 80, si está incluido, está configurado para reflejar o redirigir la luz, u otras formas de radiación electromagnética, hacia el sensor 62. De esta manera, la iluminación procedente del sistema de iluminación 64 puede estar configurada para pegar la banda 20 según un ángulo relativamente pequeño y el sensor 62 puede estar configurado para ver la banda 20 desde un ángulo relativamente mayor. El ángulo de incidencia relativamente pequeño del sistema 64 de iluminación proporciona varias ventajas. Por ejemplo, al disponer las luces de área 66 relativamente cerca de la banda 20 y/o dirigiendo luz sustancialmente a través de la banda 20 se facilita la emisión de una sombra más larga como respuesta al incidir en un objeto extraño presente en la banda 20. En otro ejemplo, el láser 68 puede estar dispuesto con un ángulo de incidencia relativamente bajo y configurado para generar una línea 84, o una pluralidad de líneas 84, a través de la banda 20. De esta manera, desviaciones relativamente pequeñas en la altura de la banda 20 generan desviaciones relativamente grandes en la línea 84 cuando se ven o se detectan desde un ángulo de incidencia relativamente grande. Por esta razón, el espejo 80 puede estar dispuesto para redirigir la luz desde de este ángulo de incidencia relativamente grande hacia el sensor 62. En otros casos, el sensor 62 puede estar dispuesto para ver directamente la banda de 20 desde un ángulo relativamente mayor y se puede prescindir del espejo 80 y/u de otra superficie reflectante o dispositivo de redireccionamiento.

El marcador 82, cuando lo hay, está configurado para colocar o depositar un indicador sobre la banda 20. En una forma de realización, el indicador se coloca en respuesta a un defecto detectado. Por ejemplo, en respuesta a la detección de que un objeto extraño está presente en la banda 20, se puede controlar el marcador 82 para depositar el indicador sobre o cerca del objeto extraño. A este respecto, el marcador 82 puede incluir cualquier dispositivo de marcado adecuado para generar un indicador sobre la banda 20. Ejemplos de dispositivos de marcado incluyen pulverizadores de tinta o pintura, bolígrafos y otros similares.

La figura 5 es un diagrama de bloques del controlador de visión 36 adecuado para su uso con el MHTLS 10 de la figura 1. Como se muestra en la figura 5, el controlador de visión 36 está configurado para recibir señales de un contador de impulsos 88. El contador de impulsos 88 actúa generalmente como un interruptor para controlar el sistema de iluminación 64. El contador de impulsos 88 está configurado para recibir señales correspondientes al movimiento o velocidad de movimiento. En un ejemplo particular, el contador de impulsos 88 está configurado para recibir señales desde el codificador 70 en respuesta al movimiento del rodillo de compactación 60. En este ejemplo, a medida que cambia la velocidad de movimiento o de rotación del rodillo de compactación 60, se modifican de forma consecuente las señales recibidas por el contador de impulsos 88. Como respuesta, el contador de impulsos 88 está configurado para generar señales con el fin de controlar las luces de área 66, láser 68, y/o un captador 90 de fotogramas. Por ejemplo, el contador de impulsos 88 está configurado para controlar que se enciendan las luces de área 66 y el láser 68 para iluminar la banda de 20 o que se apaguen. En diversas formas de realización, las luces de área 66 y el láser 68 pueden estar controlados para encenderse y apagarse de forma alterna, para encenderse y apagarse de forma simultánea, para encenderse y apagarse de forma independiente, o para encenderse esencialmente cuando se está colocando la banda 20.

El controlador de visión 36 puede incluir un procesador 92, un código 94, un archivo 96, una memoria 98, un reloj 100 y similares. El procesador 92 está configurado para ejecutar un código legible por ordenador, tal como el código 94. De acuerdo con el código 94, el procesador 92 está configurado para recibir señales desde el contador de impulsos 88, enviar y recibir señales hacia y desde el captador 90 de fotogramas, procesar imágenes recibidas desde el captador 90 de fotogramas, almacenar y recuperar información en y desde el archivo 96 y la memoria 98, recibir señales de tiempo desde el reloj 100 y similares. El archivo 96 está configurado para almacenar uno o más de lo siguiente: información de posición; marcas de tiempo, códigos de error, y similares.

La figura 6 ilustra las etapas implicadas en un método 110 de inspección de las bandas 20 colocadas sobre el sustrato 22. Antes de iniciar el método 110, se diseña un producto de material compuesto, tal como el elemento 26, y, basándose en este diseño, se genera una serie de instrucciones legibles por ordenador que especifican propiedades del producto compuesto. Además, se prepara el MHTLS 10 para la operación. Estos preparativos pueden incluir, por ejemplo, generar el mandril 24 basándose en el elemento 26, instalar las bobinas de alimentación 50, enhebrar la cinta 52 a lo largo de la guía de cinta 54, accionar el MHTLS 10, calibrar los diversos sistemas, y similares.

En la etapa 112, se inicia el MHTLS 10. Por ejemplo, el controlador 28 puede controlar el dispositivo de posicionamiento 30 y el aparato de accionamiento 32 para mover uno con respecto al otro. De esta manera, se pueden controlar las cabezas 16a-16n para aplicarlas y avanzar a lo largo del sustrato 22.

5 En la etapa 114, se puede detectar el movimiento. Por ejemplo, se puede detectar el movimiento del rodillo de compactación 60 y utilizarlo en un indicador de que la banda 20 está siendo aplicada sobre el sustrato 22. En particular, se puede hacer girar la unidad de codificador 72 como un resultado del contacto con el rodillo de compactación 60, la rotación de la unidad de codificador 72 puede, a su vez, hacer girar la correa 74, y la rotación de la correa 74 puede modular el codificador 70. En respuesta a la modulación, el codificador 70 puede enviar una  
10 señal al contador de impulsos 88 y/o un controlador tal como el controlador de visión 36. Por ejemplo, el codificador 70 puede generar una señal o impulso en respuesta a un incremento predeterminado de la cinta 52 que está siendo colocada sobre el sustrato 22. El incremento predeterminado puede incluir un valor adecuado cualquiera tal como, 1 pulgada (25,4 mm), 0,1 pulgadas (2,54 mm), 0,01 pulgadas (0,254 mm), 0,001 pulgadas (0,0254 mm), y otras parecidas.

15 Una ventaja de una forma de realización es que el MVIS 14 responde dinámicamente a los cambios en la velocidad de tendido o colocación. Por ejemplo, en respuesta la colocación de la cinta 52 por la cabeza 16a a una velocidad mayor, el codificador 70 puede ser inducido a generar señales a una velocidad similarmente mayor. Como se describe en esta memoria, de esta forma, el MVIS 14 es accionable para modular dinámicamente la frecuencia de la inspección.  
20

En otra forma de realización, se pueden utilizar instrucciones de movimiento para el mandril 24 y/o el dispositivo de posicionamiento 30 para detectar o determinar que se ha producido un movimiento o que se ha dispensado la cinta 52.  
25

En la etapa 116, se puede modular el sistema 64 de iluminación. En una forma de realización, el sistema 64 de iluminación se puede alternar entre las luces de área 66 y el láser 68. Es decir, o bien se activan bien las luces de área 66 o bien el láser 68 y, en respuesta a un número predeterminado de señales o impulsos, se activa lo otro. Por ejemplo, en respuesta a la recepción de señales desde el codificador 70, el contador de impulsos 88 o el controlador de visión 36 pueden estar configurados para desactivar lo que esté encendido de las luces de área 66 y el láser 68 y encender lo que esté apagado de las luces de área 66 y láser 68. Esta activación alterna puede continuar durante todo el proceso de tendido.  
30

En la etapa 118, se captura una imagen. Por ejemplo, se controla el captador 90 de fotogramas para obtener la imagen o fotograma desde el sensor 62. En diversas formas de realización, se controla el captador 90 de fotogramas para capturar la imagen en respuesta a señales procedentes del procesador 70, el contador de impulsos 88 o el controlador de visión 36. A partir de aquí, se puede enviar la imagen capturada al procesador 92 para el procesamiento de imágenes.  
35

En la etapa 120, se puede determinar si se activan las luces de área 66. Por ejemplo, las señales enviadas a través del contador de impulsos 88 pueden incluir un código o un indicador que indique cuál de las luces de área 66 y el láser 68 está activado. En otro ejemplo, se pueden configurar algoritmos de análisis de imagen para determinar cuál de las luces de área 66 y el láser 68 se activa en respuesta a diferentes condiciones de iluminación. En respuesta a la determinación de que las luces de área 66 están activadas, se ejecuta en la etapa 122 un algoritmo de residuos. En respuesta a la determinación de que las luces de área 66 no están activadas, en la etapa 126 se determina si el láser 68 está activado.  
40  
45

En la etapa 122, se realiza el algoritmo de residuos. Por ejemplo, la imagen capturada puede ser enviada al procesador 92 y, de acuerdo con el código 94, la imagen capturada puede ser convenientemente manipulada y/o analizada. Ejemplos adecuados de manipulación y/o análisis incluyen: la modulación del contraste de la imagen para acentuar zonas de luz y/u oscuras; la identificación de regiones de luz y/u oscuras; la comparación de cualquier región identificada de luz y/u oscura con un umbral predeterminado o un conjunto de valores alto y/o bajo, y similares.  
50

En la etapa 124, se puede determinar si hay residuos en la banda 20. Por ejemplo, si se determina que una región identificada de luz excede un umbral predeterminado, se puede determinar que hay residuos presentes en la banda 20. En respuesta a la determinación de que hay residuos presentes en la banda 20, se ejecuta un procedimiento de error en la etapa 132. En respuesta a la determinación de que no hay residuos presentes en la banda 20, se puede determinar si el láser 68 está activado en la etapa 126.  
55

En la etapa 126, se puede determinar si el láser 68 está activado. Por ejemplo, las señales enviadas a través del contador de impulsos 88 pueden incluir un código o indicador que indique cuál de las luces de área 66 y el láser 68 está activado. En otro ejemplo, se pueden configurar algoritmos de análisis de imagen para determinar cuál de las luces de zonas 66 y el láser 68 se activa en respuesta a diferentes condiciones de iluminación. En respuesta a la determinación de que el láser 68 está activado, se puede ejecutar en la etapa 130 un algoritmo de  
60

huevo/solapamiento. En respuesta a la determinación de que el láser 68 no está activado, se determina si el método 110 se termina en la etapa 134.

5 En la etapa 128, se realiza el algoritmo de hueco/solapamiento. Por ejemplo, la imagen capturada puede ser enviada al procesador 92 y, de acuerdo con el código 94, la imagen capturada puede ser convenientemente manipulada y/o analizada. Ejemplos adecuados de manipulaciones y/o análisis incluyen: identificar una o más de las líneas 84; identificar aberraciones en la(s) línea(s) identificada(s) 84 tales como discontinuidad, convergencia, divergencia, sesgo y similares; comparar cualquier aberración identificada con un umbral predeterminado o conjunto de valores alto y/o bajo; y similares.

10 En la etapa 130, se puede determinar si hay huecos y/o se solapamientos presentes en la banda 20. Por ejemplo, si una aberración identificada se determina que excede un umbral predeterminado, se puede determinar que hay un hueco y/o solapamiento presente en la banda 20. En respuesta a determinar que hay un hueco y/o solapamiento presente en la banda 20, se ejecuta el procedimiento de error en la etapa 132. En respuesta a la determinación de que no hay un hueco y/o solapamiento presente en la banda 20, se puede determinar si el método 110 se termina en la etapa 134.

20 En la etapa 132, se puede realizar el procedimiento de error. Por ejemplo, se pueden registrar y almacenar en el archivo 96 cualquier residuo, hueco y/o solapamiento identificados. Además o de forma alternativa, la información relacionada con los residuos, hueco y/o solapamiento identificados puede enviarse a otro componente del MHTLS 10 y/o un operador para acciones de corrección y/o de registro. En un ejemplo particular, la información relacionada con los residuos, hueco y/o solapamiento identificados puede incluir: marca de hora/fecha, número de capas, número de cabezas; número de bandas, número de bastidores, información sobre la posición y otros parecidos.

25 En la etapa 134, se puede determinar si el método 110 se ha completado. Por ejemplo, si se determina que se ha completado el asentamiento del elemento 26 y/o el MHTLS 10 está desactivado, se puede determinar que el método 110 ha finalizado y que el MVIS 14 se puede dejar en reposo o pararse, según sea apropiado. Si se determina que el método 110 no ha terminado, se puede detectar movimiento en la etapa 114.

30 Las muchas características y ventajas de la invención son evidentes de la especificación detallada y, por lo tanto, se pretende mediante las reivindicaciones adjuntas cubrir todas las características y ventajas de la invención que caigan dentro del alcance de la invención. Además, puesto que a los expertos en la técnica se les ocurrirán fácilmente numerosas modificaciones y variaciones, no se desea limitar la invención a la construcción y operación exactas ilustradas y descritas y, en consecuencia, todas las modificaciones adecuadas y equivalentes se pueden considerar dentro del alcance de la invención.

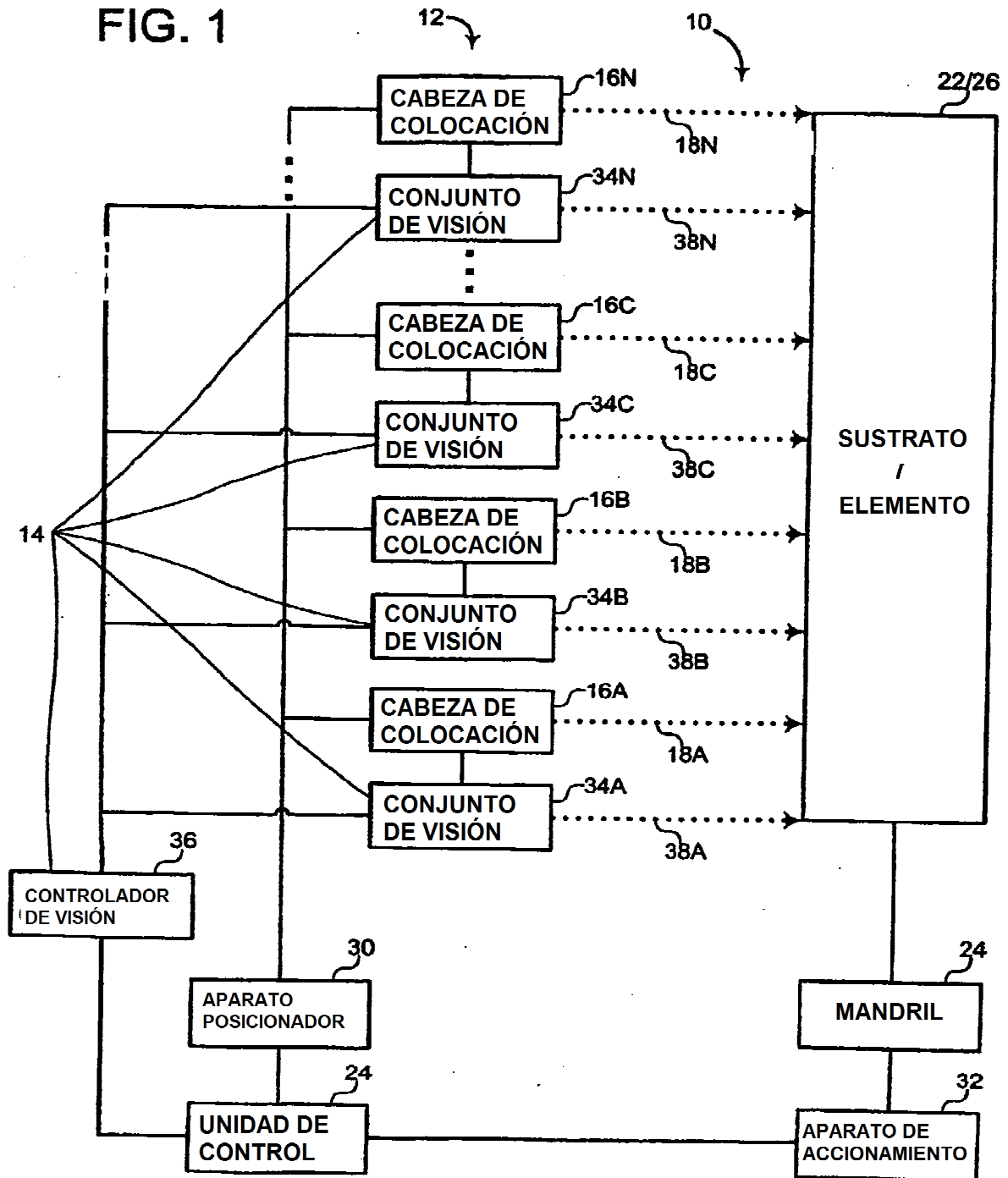
35

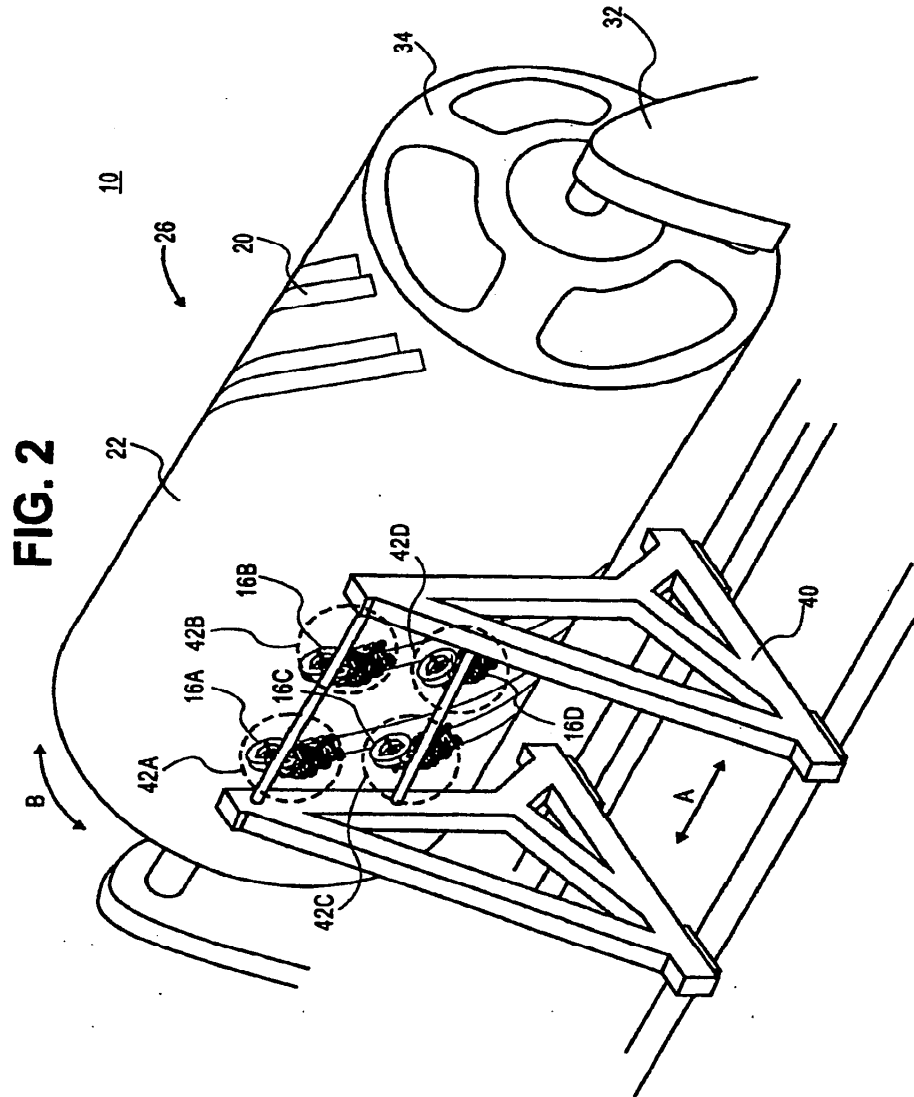
**REIVINDICACIONES**

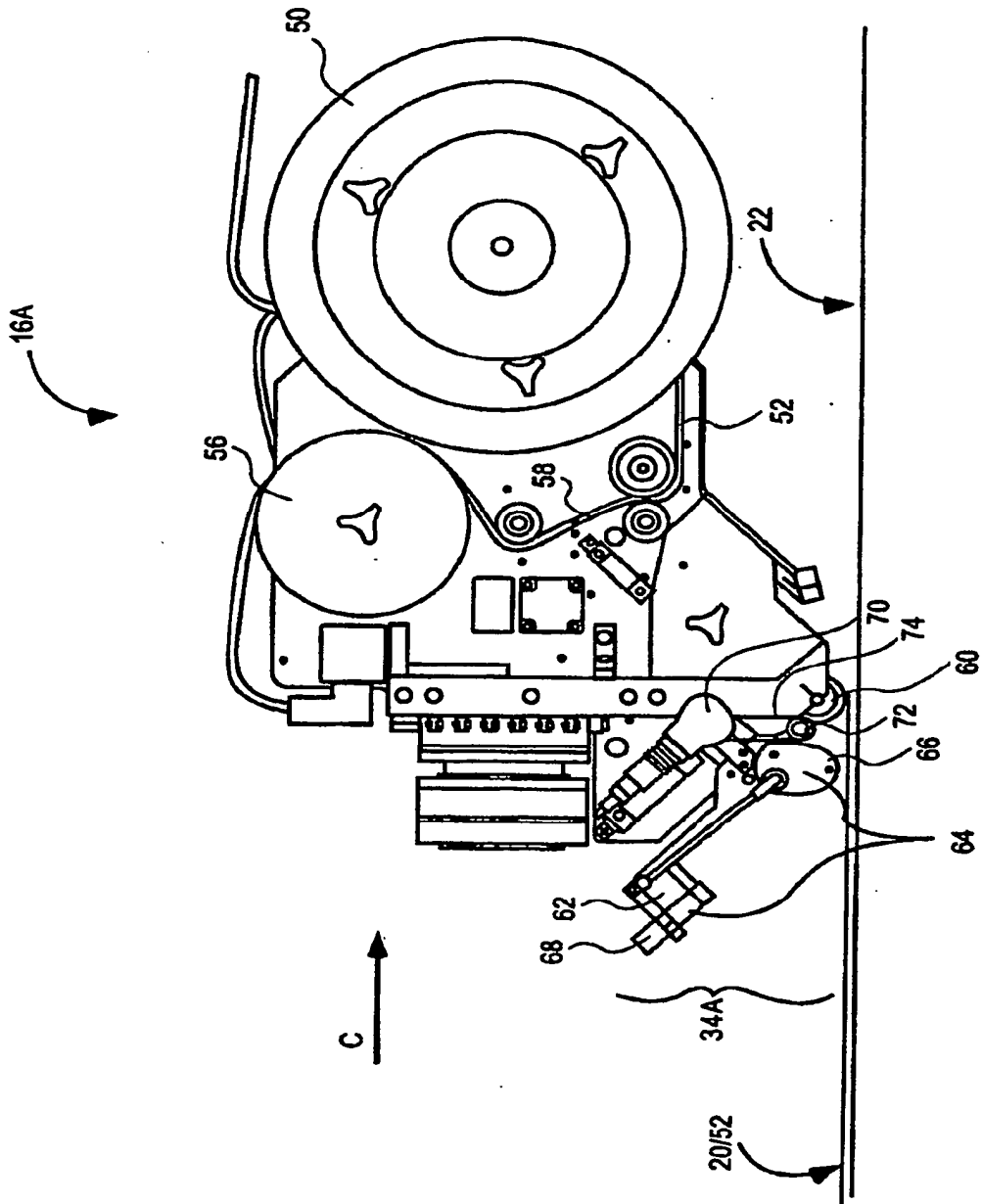
- 5 1. Un sistema (14) para inspeccionar una banda de material (20) aplicada a un sustrato (22) durante la fabricación de un elemento (26) de material compuesto, siendo el elemento (26) de material compuesto generado mediante la colocación de bandas (20) sobre el sustrato (22), comprendiendo el sistema:
- un conjunto de visión (34a - 34n) que comprende:
- 10 una luz de zona (66) para iluminar una zona de la banda de material;  
un generador de línea (68) para generar una línea de iluminación a través de la zona;  
un sensor (62) para capturar una imagen de la zona, y  
un procesador de imágenes (92) para analizar la imagen, en el que el procesador de imágenes (92) está configurado para identificar los residuos en la banda (20) de material en respuesta a la activación de la luz de zona (66) y el procesador de imagen (92) está configurado para identificar aberraciones de colocación en respuesta a la activación del generador de línea (68).
- 15 2. El sistema (14) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- un conmutador (88) para activar alternativamente la luz de zona (66) y el generador de línea (68).
- 20 3. El sistema (14) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el conmutador (88) varía una velocidad de conmutación en respuesta a una velocidad de tendido.
- 25 4. El sistema (14) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de cabezas (16a – 16n) y cada una de la pluralidad de cabezas (16a – 16n) está configurada para colocar una respectiva tira de la banda de material sobre el sustrato, en el que cada una de la pluralidad de cabezas (16a – 16n) comprende un respectivo conjunto de visión.
- 30 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- un espejo para redirigir la luz de la zona hacia el sensor (62) desde un ángulo de incidencia relativamente mayor que el generador de línea (68) y la luz de zona (66).
- 35 6. Un método de inspección de una banda de material (20) aplicada a un sustrato (22) durante la fabricación de un artículo (26) de material compuesto, generado mediante la colocación de bandas (20) sobre el sustrato (22), comprendiendo el método:
- 40 iluminar difusamente una zona de la banda de material (20);  
generar una línea de la iluminación a través de la zona;  
capturar una imagen de la zona; y  
analizar la imagen, en el que la imagen se analiza para identificar residuos en la banda de material (20) en respuesta a la iluminación difusa de la zona y se analiza la imagen para identificar aberraciones de colocación en respuesta a la línea de iluminación.
- 45 7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además:
- conmutar alternativamente entre la iluminación difusa y la línea de iluminación.
- 50 8. El método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además:
- variar la velocidad de conmutación en respuesta a una velocidad de tendido.
- 55 9. El método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además:
- señalar la zona en respuesta a la determinación de que la zona incluye un error.
- 60 10. El método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además:
- iluminar la zona con un ángulo de incidencia relativamente más pequeño que el sensor.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además:
- generar un conjunto de líneas a través de la zona.



FIG. 1

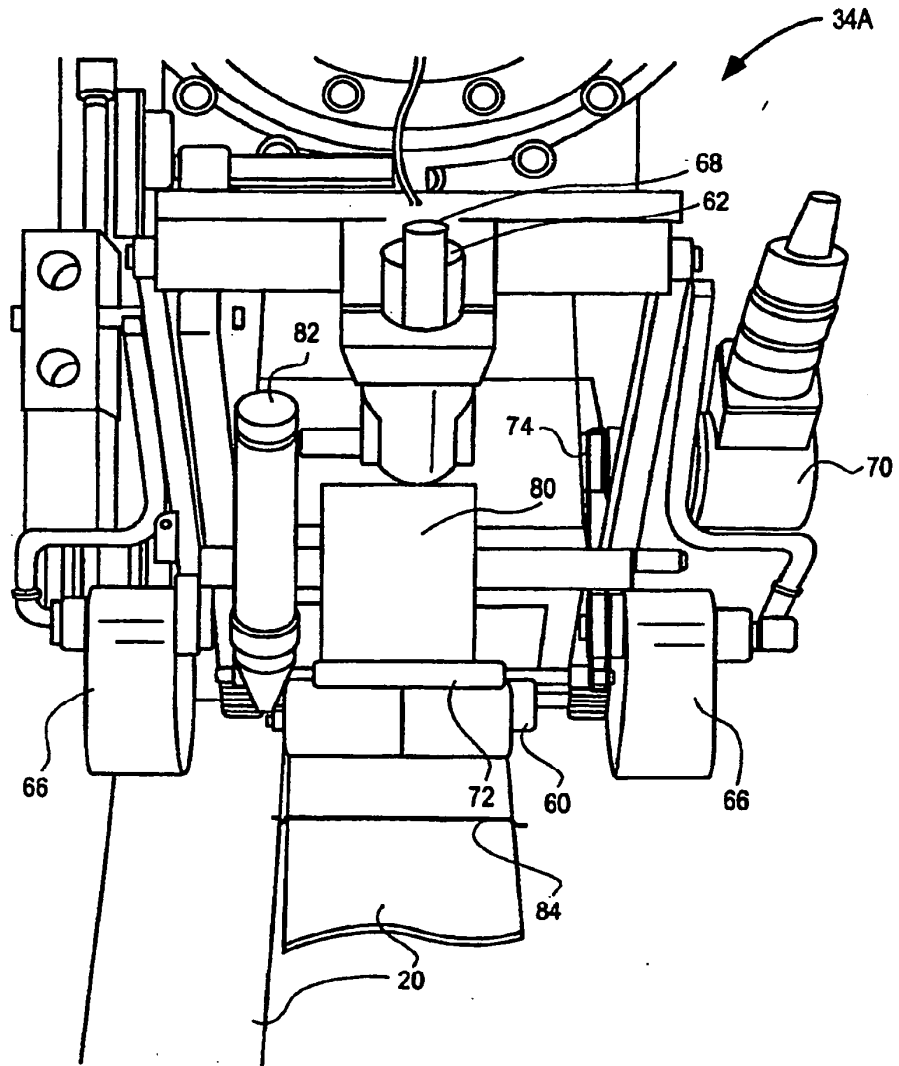






**FIG. 3**

**FIG. 4**



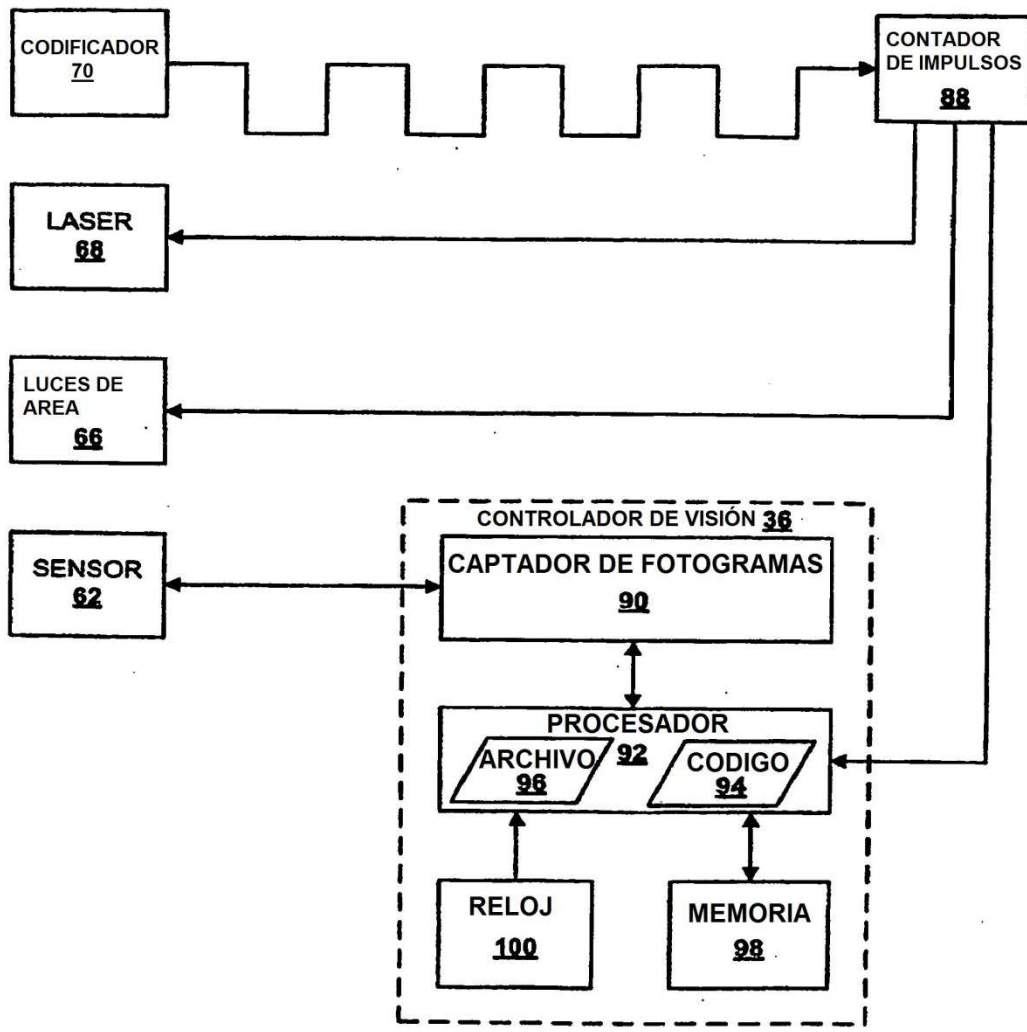


FIG. 5

