

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 026 537**

51 Int. Cl.:

B41F 33/00 (2006.01)

B41F 5/24 (2006.01)

G03B 17/55 (2011.01)

H01L 23/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.07.2022 PCT/EP2022/069775**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2023 WO23001694**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2022 E 22751062 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2025 EP 4373675**

54 Título: **Dispositivo de inspección para una máquina de conversión**

30 Prioridad:

22.07.2021 EP 21187136

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

11.06.2025

73 Titular/es:

**BOBST MEX SA (100.00%)
Route de Faraz 3
1031 Mex, CH**

72 Inventor/es:

**HOFMANN, THOMAS y
PILLOUD, FRANCIS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 026 537 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

Dispositivo de inspección para una máquina de conversión

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una máquina de conversión para producir envases de embalaje tales como cajas plegadas o empaquetadas en plano. En particular, la invención se refiere a un sistema de inspección para detectar posiciones y alineaciones de colores y recubrimientos impresos. Las patentes US8073239, US2019340740 y US2017017144 también describen dispositivos de inspección.

Antecedentes de la invención

Las máquinas de conversión pueden estar configuradas para producir envases de embalaje tales como cajas plegadas o empaquetadas en plano, a partir de sustratos de hojas que se imprimen, cortan e hienden para formar piezas en bruto. Estas piezas en bruto se pueden plegar y ensamblar posteriormente para formar cajas tridimensionales. Las cajas están diseñadas para plegarse de forma manual o automática en una máquina plegadora-encoladora.

20 Cuando los envases de embalaje y cajas están provistos de un motivo impreso que comprende una pluralidad de colores y varios recubrimientos, se requiere que cada color y recubrimiento esté en la posición correcta en la pieza en bruto y que los colores y recubrimientos estén alineados entre sí.

La alineación de los colores se denomina ajuste del registro de impresión y, a menudo, se realiza imprimiendo marcas de referencia en los márgenes de las piezas en bruto y utilizando un sistema de cámara para capturar una imagen de una marca de referencia impresa. A continuación, se pueden determinar los desplazamientos de los diferentes elementos de la marca de referencia. Basándose en esta información, se pueden ajustar manual o automáticamente las unidades de impresión de la máquina de conversión. Sin embargo, los sistemas conocidos tienen dificultades para detectar los recubrimientos transparentes tales como los barnices.

Compendio de la invención

En vista de los problemas mencionados anteriormente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de inspección que sea capaz de detectar recubrimientos con una alta precisión. También sería ventajoso proporcionar un dispositivo de inspección que además detecte diferentes colores con alta precisión.

Este objeto se resuelve mediante un dispositivo de inspección según la reivindicación 1.

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo de inspección para comprobar la posición de al menos un recubrimiento sobre una pieza en bruto transportada a través de una máquina de conversión, comprendiendo el dispositivo de inspección una cámara configurada para capturar una imagen de una parte de la pieza en bruto provista de una marca de referencia que comprenda al menos un recubrimiento,

en donde un eje óptico de la cámara está dispuesto en un primer ángulo con respecto a un eje vertical definido por un vector normal a una superficie de la pieza en bruto, y en donde el dispositivo de inspección comprende un sistema de iluminación que comprende un primer módulo de iluminación que tiene al menos una unidad de iluminación,

y en donde la unidad de iluminación está configurada para emitir rayos de luz incidentes hacia un punto de medición de la superficie de la pieza en bruto, formando dichos rayos de luz emitidos un segundo ángulo con respecto al eje vertical, y en donde el primer y el segundo ángulos se seleccionan de tal manera que los rayos de luz incidentes procedentes de la unidad de iluminación se dirijan a la marca de referencia y los rayos de luz reflejados especulares procedentes de la marca de referencia sean capturados por la cámara.

La presente invención se basa en el descubrimiento de que los recubrimientos reflectantes se pueden detectar creando un efecto espejo de los recubrimientos que se recibe en la cámara. El ángulo del eje óptico permite que la cámara capture los rayos de luz reflejados especulares, de modo que se puedan detectar los recubrimientos reflectantes.

Los rayos de luz reflejados especulares son capturados por la cámara ya que se dirigen a la pupila de entrada de la lente de la cámara.

La pupila de entrada es una abertura óptica desde la pieza en bruto. Por tanto, desde el lado del objeto. En otras palabras, la pupila de entrada se puede definir como una abertura óptica al interior de la cámara a través de la cual puede entrar la luz.

La superficie de la pieza en bruto puede ser una superficie horizontal. En consecuencia, el eje vertical puede coincidir con la dirección de la gravedad. El punto de medición está situado en la superficie de la pieza en bruto que está provista de la marca de referencia impresa.

5 El término "recubrimiento" en el contexto de esta solicitud es transparente, es decir, incoloro. Es la naturaleza transparente del recubrimiento lo que lo hace invisible para un sistema de cámara convencional. La marca de referencia puede ser una marca de referencia compuesta que comprende una pluralidad de marcas de referencia individuales. La marca de referencia comprende así al menos una marca de referencia individual impresa con un recubrimiento. Cada marca de referencia individual puede imprimirse mediante un cilindro de impresión flexográfica independiente.

10 El primer módulo de iluminación puede estar configurado para iluminar una marca de referencia que genere una reflexión especular. La marca de referencia que genera una reflexión especular puede comprender un barniz.

15 En una realización, la primera unidad de iluminación del primer módulo de iluminación comprende una capa difusora. La primera unidad de iluminación puede comprender además una pluralidad de fuentes de luz dispuestas una al lado de otra en una placa de circuito, y en donde las fuentes de luz están cubiertas por la capa difusora.

20 En una realización ventajosa, la marca de referencia comprende al menos una primera marca de referencia individual y una segunda marca de referencia individual, y en donde el dispositivo de inspección comprende un segundo módulo de iluminación configurado para iluminar una marca de referencia individual configurada para generar una reflexión difusa de rayos de luz, comprendiendo el segundo módulo de iluminación al menos una unidad de iluminación que está dispuesta en un tercer ángulo con respecto al eje vertical, seleccionándose el tercer ángulo de tal manera que los rayos de luz incidentes procedentes de la al menos una unidad de iluminación se dirijan a la marca de referencia y los rayos de luz reflejados especulares procedentes de la marca de referencia se dirijan fuera de la pupila de entrada de la cámara.

25 La segunda marca de referencia individual se imprime en un color. Los colores se imprimen con una tinta opaca que comprende al menos un colorante, como un tinte o pigmento. Los colores suelen generar una reflexión difusa de la luz.

30 El segundo módulo de iluminación puede comprender al menos dos unidades de iluminación, en donde una primera y segunda unidades de iluminación están dispuestas en lados opuestos del eje óptico de la cámara.

35 La primera y segunda unidades de iluminación son preferentemente alargadas y comprenden una pluralidad de fuentes de luz dispuestas en línea. La extensión longitudinal de las unidades de iluminación está dispuesta perpendicularmente con respecto a la dirección de transporte de la pieza en bruto.

40 La primera y la segunda unidades de iluminación pueden estar posicionadas en ángulos amplios hacia el campo de visión de la pieza en bruto. Esto permite que se reciban fuera de la pupila de entrada de la cámara rayos de luz de ambos lados y se pueda lograr una iluminación homogénea.

45 En una realización, la primera y segunda unidades de iluminación comprenden únicamente fuentes de luz situadas en los extremos de su extensión alargada. De esta manera, las unidades de iluminación están dispuestas en un cuadrado en torno al eje óptico de la cámara. Esto proporciona una distribución uniforme de las unidades de iluminación en torno a la cámara. Como resultado, se puede proporcionar una iluminación homogénea en el campo de visión de la cámara.

50 La intensidad de la luz del primer y segundo módulos de iluminación se puede variar. Al variar la intensidad de la luz, se puede optimizar el equilibrio entre el deslumbramiento y la iluminación intensa de la marca de referencia para lograr una imagen capturada precisa de la marca de referencia.

55 En una realización, el primer módulo de iluminación puede desactivarse. Esto puede resultar ventajoso si la marca de referencia no comprende un recubrimiento reflectante.

60 En otra realización, el segundo módulo de iluminación puede desactivarse. Si la pieza en bruto contiene marcas de color de bajo contraste frente a un color de fondo de la pieza en bruto, pero las marcas presentan características de reflexión diferentes a las del fondo, puede resultar ventajoso iluminar únicamente con el primer módulo de iluminación.

65 En una realización preferida, el dispositivo de inspección está montado dentro de una cubierta de carcasa. El dispositivo de inspección puede comprender además un riel de deslizamiento que se prolonga transversalmente con respecto al camino de transporte de la pieza en bruto, y en donde el dispositivo de inspección está configurado para desplazarse a lo largo del riel de deslizamiento. El riel de deslizamiento se

prolonga perpendicularmente sobre o bajo el camino de transporte de la pieza en bruto.

En una realización, la cámara se activa mediante una señal de tiempo procedente de una unidad de control que se emite cuando un sensor óptico registra una detección de un borde delantero de avance de la pieza en bruto, y en donde la señal de tiempo corresponde a un momento de llegada de la marca de referencia a un área iluminada reflectante del campo de visión de la cámara: El área iluminada reflectante puede ser proporcionada por el primer módulo de iluminación.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo y con referencia a realizaciones mostradas en los dibujos adjuntos, donde se utilizarán los mismos números de referencia para elementos similares y en los que:

La figura 1a es una vista esquemática en planta de una pieza en bruto adecuada para producir una caja;

La figura 1b es una vista detallada de un primer tipo de marca de referencia en un borde de la pieza en bruto;

La figura 1c es una vista detallada de un segundo tipo de marca de referencia;

La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de una máquina de conversión en la configuración de troqueladora rotativa;

La figura 3 es un diagrama esquemático de un módulo de impresión flexográfica y un dispositivo de inspección de una realización de la presente invención;

La figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de inspección según una realización de la presente invención;

La figura 5 es una vista de despiece que muestra el dispositivo de inspección de la figura 4;

La figura 6 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra el montaje de una cámara dentro del dispositivo de inspección;

La figura 7a es una vista esquemática en sección transversal que muestra los rayos de luz emitidos desde un primer módulo de iluminación contra una pieza en bruto;

La figura 7b es una vista esquemática en sección transversal que muestra los rayos de luz emitidos desde un segundo módulo de iluminación contra una pieza en bruto;

La figura 8 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra el montaje del dispositivo de inspección dentro de la máquina de conversión; y

Las figuras 9a y 9b son imágenes tomadas con y sin un primer módulo de iluminación de la presente invención.

Descripción detallada

La figura 1a ilustra un ejemplo de una pieza en bruto 1 para una caja plegada o empaquetada en plano. La pieza en bruto 1 puede estar hecha de cartón, cartulina, plástico o similar.

La pieza en bruto 1 puede fabricarse en una máquina 10 de conversión, como la ilustrada en la figura 2. La máquina 10 de conversión tiene la configuración de máquina troqueladora rotativa 10. En una posición de entrada de la máquina 10 de conversión, los sustratos 1 de hoja se colocan en un módulo 14 de alimentación y se transportan en una dirección de transporte T a través de la máquina 10 de conversión para someterse a una serie de operaciones que imprimen, cortan y marcan los pliegues en los sustratos 1 de hoja para formar las piezas en bruto 1. Por lo tanto, dentro del contexto de esta solicitud, se aplica el término "pieza en bruto" cuando el sustrato 1 de hoja ha sido provisto de un motivo impreso desde al menos una unidad de impresión. La dirección de transporte T se define desde la entrada hasta la salida de la máquina 10 de conversión. La pieza en bruto 1 se transporta a lo largo de un camino C de transporte, que puede definirse como el camino de la pieza en bruto 1 a través de la máquina 10 de conversión.

Desde la entrada de la máquina 10 de conversión y en una dirección aguas abajo a lo largo de la dirección de transporte T, la máquina 10 de conversión puede comprender un prealimentador 12, un módulo 14 de alimentación, un módulo 15 de impresión, un módulo 18 de troquelado, un módulo apilador 20 de lotes y un paletizador-rompedor 22. Opcionalmente, se puede proporcionar un módulo 13 de secado (véase la figura 3) después del módulo 15 de impresión y está configurado para secar la tinta antes de que la pieza en bruto 1 entre en el módulo 18 de troquelado. También se puede proporcionar una interfaz principal 11 del operador en

las proximidades de la máquina 10 de conversión.

Como se ilustra en la figura 3, el módulo 15 de impresión comprende una pluralidad de unidades 16a a 16e de impresión flexográfica. Cada unidad 16 de impresión flexográfica comprende un conjunto de impresión flexográfica que incluye un cilindro de impresión flexográfica, y está configurada para imprimir un motivo individual en un color o recubrimiento separado sobre el sustrato 1 de hoja. Los motivos individuales juntos forman el motivo final 2 sobre la pieza en bruto 1. Normalmente, se proporcionan al menos cuatro unidades 16a a 16d de impresión flexográfica para permitir la impresión con diferentes colores según una paleta de colores amplia.

Como se puede apreciar de la mejor manera en las figuras 1b y 1c, las unidades 16 de impresión flexográfica imprimen una marca 30 de referencia junto con el motivo 2. Cada unidad 16 de impresión flexográfica está configurada para imprimir una marca 30' de referencia individual al mismo tiempo que se imprime un motivo individual sobre el sustrato 1 de hoja. De esta manera, las diferentes unidades 16 de impresión flexográfica crean una marca 30 de referencia compuesta. La marca 30 de referencia se sitúa preferiblemente en un borde delantero 4 de avance de la pieza en bruto 1.

Opcionalmente, se puede proporcionar una segunda marca 34 de referencia adicional en el borde trasero 6 de la pieza en bruto 1. Una marca 30 de referencia en el borde delantero 4 de avance y una segunda marca 34 de referencia en el borde trasero 6 facilitan la determinación de desplazamientos rotacionales de la pieza en bruto 1 en el módulo 15 de impresión flexográfica.

Como se muestra en la figura 1b, la marca 30 de referencia puede comprender una cuadrícula 36 y una pluralidad de marcas 30' de referencia individuales en forma de punto dispuestas en la cuadrícula 36. La cuadrícula 36 se imprime típicamente mediante la primera unidad 16a de impresión flexográfica junto con una marca 30' de referencia en forma de punto separada de un primer color. La cuadrícula 36 está provista de una altura H y una longitud L predeterminadas.

A medida que el sustrato 1 de hoja se transporta a través del módulo 15 de impresión flexográfica, cada unidad 16 de impresión flexográfica imprime una marca 30' de referencia en forma de punto en la cuadrícula 36. Si los colores y los recubrimientos están alineados y, por lo tanto, perfectamente registrados, cada marca 30' de referencia en forma de punto está situada en una posición predeterminada en la cuadrícula 36, tal como en el centro de la cuadrícula 36.

Como alternativa, como se ilustra en la figura 1c, se puede excluir la cuadrícula 36 y solo se imprime una marca 30' de referencia en forma de punto mediante cada unidad 16 de impresión flexográfica. Esta marca 30 de referencia muestra las posiciones y la alineación de los diferentes colores y recubrimientos en dos dimensiones mediante distancias interrelacionadas en coordenadas X e Y.

Como se ilustra en la figura 3, la máquina 10 de conversión comprende un sistema 40 de control de calidad de la impresión configurado para detectar las posiciones de los motivos individuales y la alineación entre los diferentes motivos individuales transferidos desde cada unidad 16 de impresión flexográfica sobre el sustrato 1 de hoja. El sistema 40 de control de calidad de la impresión comprende un dispositivo 42 de inspección, una unidad 44 de control y una memoria 46.

El sistema 40 de control de calidad de la impresión está configurado para detectar y medir un desplazamiento longitudinal y un desplazamiento lateral entre los diferentes colores y recubrimientos de la marca 30 de referencia. El desplazamiento longitudinal es en la dirección de transporte T, y el desplazamiento lateral es en una dirección perpendicular a la dirección de transporte T. De esta manera, se puede determinar el registro de impresión, es decir, las posiciones y la alineación entre los diferentes colores y recubrimientos. Si las unidades 16 de impresión no están correctamente registradas entre sí, el motivo final 2 mostrará una desalineación de los motivos individuales impresos en diferentes colores.

El sistema 40 de control de calidad de la impresión está configurado para calcular los desplazamientos longitudinales y laterales y enviar información correctiva a un sistema 48 de control central de la máquina 10 de conversión. La información correctiva incluye los ajustes necesarios en las posiciones angulares y laterales de los cilindros de impresión del módulo 15 de impresión. La máquina 10 de conversión puede estar configurada para ajustar automáticamente las posiciones angulares y laterales de los cilindros de impresión. Alternativamente, el sistema 40 de calidad de la impresión puede mostrar la información correctiva necesaria para un ajuste manual del módulo 15 de impresión en una interfaz 11 de máquina.

Si el sistema 40 de control de calidad de la impresión detecta piezas en bruto 1 defectuosas con colores y recubrimientos desalineados, el sistema 48 de control central puede enviar información a un módulo eyector 17, que descarta la pieza en bruto 1.

Como se ve de la mejor manera en las figuras 4, 6, 7a y 7b, el dispositivo 42 de inspección comprende un sistema 49 de obtención de imágenes y un sistema 50 de iluminación. El sistema 49 de obtención de imágenes puede ser una cámara 49 con un sensor de píxeles activos (p. ej., un sensor CMOS) que tiene un protocolo de interfaz configurado para entregar imágenes a la unidad 44 de control. La cámara 49 está configurada para recibir rayos de luz desde la pieza en bruto 1 dentro de su campo de visión 51.

Como se ilustra en la figura 8, el dispositivo 42 de inspección puede estar montado en un sistema 45 de riel de deslizamiento, también denominado "sistema 45 de riel deslizante". El sistema 45 de riel de deslizamiento comprende un riel 47 de deslizamiento longitudinal que se prolonga en una dirección perpendicular a la dirección de transporte T.

Volviendo a la figura 3, puede estar colocado un sensor óptico 52 aguas arriba y en proximidad con la cámara 49 y puede estar configurado para detectar la llegada del borde delantero 4 de avance de la pieza en bruto 1. La cámara 49 se activa mediante una señal de tiempo de la unidad 44 de control que se emite cuando el sensor óptico 52 registra una detección del borde delantero 4 de avance de la pieza en bruto 1.

El dispositivo 42 de inspección está montado aguas abajo del módulo 15 de impresión flexográfica. Como se ilustra en la figura 3, el dispositivo 42 de inspección está situado por debajo del camino C de transporte de la pieza en bruto 1. Sin embargo, también es posible posicionar el dispositivo 42 de inspección por encima del camino C de transporte de la pieza en bruto 1. El dispositivo 42 de inspección está situado así de tal manera que el sistema 50 de iluminación y el campo de visión 51 de la cámara 49 están dirigidos hacia el lado impreso de la pieza en bruto 1. Si la máquina 10 de conversión está provista de un módulo 13 de secado, el dispositivo 42 de inspección puede estar situado después del módulo 15 de impresión flexográfica y del módulo 13 de secado. Alternativamente, el dispositivo de inspección puede estar situado entre el módulo 15 de impresión flexográfica y el módulo 13 de secado.

Como se ve de la mejor manera en las figuras 6, 7a y 7b, la cámara 49 tiene un eje óptico E, que es una línea recta que pasa por el centro geométrico de una lente 53 de la cámara 49. El eje óptico E está dispuesto en un primer ángulo φ con respecto a la dirección definida por un vector normal N a la superficie de hoja impresa de la pieza en bruto 1.

Como se ilustra en la figura 4, el sistema 50 de iluminación comprende un primer módulo 56 de iluminación que comprende al menos una unidad 57 de iluminación. Como se ve de la mejor manera en la figura 7a, la luz emitida desde la primera unidad 57 de iluminación hacia un punto Pm de medición en la pieza en bruto 1 forma un segundo ángulo $-\alpha$ con respecto a un eje vertical V definido por el vector normal N a la superficie de hoja de la pieza en bruto 1. El segundo ángulo $-\alpha$ es un ángulo negativo. El punto Pm de medición está situado preferiblemente en la marca 30 de referencia.

El valor absoluto del segundo ángulo $-\alpha$ y del primer ángulo φ puede ser igual. Sin embargo, el primer ángulo φ del eje óptico E es un ángulo positivo.

En el contexto de esta solicitud, un ángulo positivo resulta de una rotación en sentido antihorario desde el eje vertical V. En consecuencia, un ángulo negativo resulta de una rotación en sentido horario desde el eje vertical V.

Como se ilustra en la figura 7a, una pieza en bruto 1 con una superficie reflectante es iluminada por la primera unidad 57 de iluminación. El segundo ángulo $-\alpha$ de la primera unidad 57 de iluminación se selecciona de tal manera que los rayos de luz incidentes procedentes de la primera unidad 57 de iluminación se dirijan a la marca 30 de referencia y los rayos de luz reflejados especulares procedentes de la marca 30 de referencia se dirijan a una pupila 55 de entrada de la lente 53 de la cámara.

Los recubrimientos como los barnices son altamente reflectantes, lo que los hace difíciles de detectar sin crear un efecto de "reflejo de espejo" en la pupila 55 de entrada de la lente 53 de la cámara. Estos tipos de recubrimientos generan un reflejo especular cuando se iluminan.

La primera unidad 57 de iluminación está configurada para emitir rayos de luz difusa que se dirigen hacia la marca 30 de referencia desde múltiples direcciones. Esto asegura que algunos rayos de luz especular reflejados se reciban a través de la pupila 55 de entrada de la lente 53 de la cámara. La primera unidad 57 de iluminación comprende al menos una fuente 58 de luz y una capa difusora 59. La capa difusora 59 está posicionada sobre la al menos una fuente 58 de luz. La capa difusora 59 está configurada para dispersar los rayos de luz transmitidos desde la fuente 58 de luz y proporcionar una superficie radiante homogénea de luz difusa. La capa difusora 59 puede estar hecha de un material ópticamente difusor, como polimetilmetacrilato.

En la realización ilustrada, la primera unidad 57 de iluminación está configurada de tal manera que sólo los rayos de luz que se reflejan en una parte del campo de visión 51 de la pieza en bruto 1 se reciben a través de la pupila 55 de entrada de la lente 53 de la cámara. Esta parte se denomina área iluminada reflectante Air. Por

lo tanto, el área iluminada reflectante Air de la pieza en bruto 1 tiene un área de superficie menor que el área del campo de visión 51 de la pieza en bruto 1. La marca 30 de referencia debe así estar colocada en el área iluminada reflectante Air del campo de visión 51 de la pieza en bruto cuando la cámara 49 captura una imagen de una marca 30 de referencia reflectante.

5

La cámara 49 puede activarse mediante una señal de tiempo de la unidad 44 de control que se emite cuando el sensor óptico 52 registra una detección del borde delantero 4 de avance de la pieza en bruto 1. La señal puede ajustarse a un tiempo que corresponda al momento de llegada de la marca 30 de referencia al área iluminada reflectante Air del campo de visión 51.

10

En una realización, la primera unidad 57 de iluminación puede ser alargada con una pluralidad de fuentes 58 de luz dispuestas una al lado de otra. La extensión longitudinal de la unidad 57 de iluminación está dispuesta perpendicularmente con respecto a la dirección de transporte T. La dirección longitudinal de las fuentes de luz también está dispuesta perpendicularmente con respecto a la dirección de transporte T y coincide con una extensión longitudinal de la marca 30 de referencia en la pieza en bruto 1.

15

Las fuentes 58 de luz pueden estar dispuestas en una fila o en una pluralidad de filas. Las fuentes 58 de luz pueden estar dispuestas sobre una placa de circuito impreso (PCB). Las distancias entre las fuentes de luz se seleccionan de tal manera que se obtenga una iluminación homogénea de la capa difusora 59.

20

Cuando el dispositivo 42 de inspección está montado en la máquina 10 de conversión, el eje E de la cámara está dispuesto en el primer ángulo φ con respecto al eje vertical V. El eje horizontal está definido por la superficie impresa en la pieza en bruto 1 y el eje vertical es perpendicular a la misma. El primer ángulo φ permite que la cámara 49 capture rayos de luz especulares reflejados en ángulo desde la marca 30 de referencia. El primer ángulo φ puede estar comprendido entre 1° y 15° , y preferiblemente aproximadamente 5° .

25

En una realización preferida, también se proporciona un segundo módulo 60 de iluminación. El segundo módulo 60 de iluminación está configurado para iluminar colores impresos que generan una reflexión difusa cuando se iluminan con rayos de luz especulares.

30

Estos tipos de colores incluyen, por ejemplo, tintas a base de agua o de disolventes. Debido a la reflexión difusa de los rayos de luz desde la marca 30 de referencia, la cámara 49 recibirá rayos de luz reflejados en la pupila 55 de entrada de la lente 53 de la cámara. El segundo módulo 60 de iluminación está configurado para proporcionar una iluminación homogénea de la marca 30 de referencia de la pieza en bruto 1.

35

Como se ve de la mejor manera en las figuras 4 y 7b, que ilustran una superficie reflectante en una pieza en bruto 1 que está iluminada con el segundo módulo 60 de iluminación. El segundo módulo 60 de iluminación comprende al menos una unidad 62, 63, 65 de iluminación que está dispuesta para emitir luz en un tercer ángulo β con respecto al eje vertical V definido por un vector normal N a la superficie de la pieza en bruto 1. El tercer ángulo β se selecciona de tal manera que los rayos de luz incidentes procedentes de la al menos una unidad 62, 63, 65 de iluminación del segundo módulo 60 de iluminación se dirijan a la marca 30 de referencia y los rayos de luz reflejados especulares procedentes de la marca 30 de referencia se dirijan fuera de la pupila 55 de entrada de la lente 53 de la cámara. Esto permite que la cámara 49 capture una imagen nítida de la marca 30 de referencia sin deslumbramiento. Por lo tanto, al iluminar una superficie reflectante, los rayos de luz reflejados especulares no se reciben en la pupila 55 de entrada de la lente 53 de la cámara. El campo de visión 51 completo en la pieza en bruto 1 puede ser iluminado por el segundo módulo de iluminación.

40

45

La al menos una unidad 62, 63, 65 de iluminación puede ser alargada y puede comprender una pluralidad de fuentes 64 de luz dispuestas en línea. La extensión longitudinal de la al menos una unidad 62, 63, 65 de iluminación está dispuesta perpendicularmente con respecto a la dirección de transporte T de la pieza en bruto 1.

50

La al menos una unidad 62, 63, 65 de iluminación del segundo módulo 60 de iluminación puede comprender una línea continua de fuentes 64 de luz dispuestas a una distancia constante entre sí. Alternativamente, la al menos una unidad 62, 63, 65 de iluminación puede comprender únicamente fuentes 64 de luz situadas en los extremos de la línea. De esta manera, las fuentes 64 de luz están dispuestas en un cuadrado en torno a la cámara 49.

55

En una realización, una segunda unidad 63 de iluminación adicional está dispuesta en un lado opuesto del eje óptico E de la cámara 49 con respecto a la primera unidad 62 de iluminación. De esta manera, se puede lograr una iluminación aún mejor y homogénea del campo de visión 51 sobre la pieza en bruto 1. En una realización, está dispuesta además una tercera unidad 65 de iluminación en al menos uno de los lados de la cámara 49.

60

65

Cada unidad 62, 63, 65 de iluminación puede estar configurada para emitir luz hacia la pieza en bruto 1 en un tercer ángulo β diferente. Por lo tanto, en el ejemplo ilustrado en la figura 7b, hay tres unidades 62, 63, 65 de iluminación y sus respectivos ángulos de luz emitida pueden denominarse β_1 , β_2 , β_3 . Estos ángulos se seleccionan de tal manera que la reflexión especular de los rayos de luz se dirija fuera de la pupila de entrada de la cámara 49. Siempre que los rayos de luz reflejados no se reciban en la pupila 55 de entrada de la cámara 49, todos los ángulos β_1 , β_2 , β_3 pueden ser diferentes.

El primer módulo 56 de iluminación y el segundo módulo 60 de iluminación pueden hacerse funcionar al mismo tiempo, con lo que la cámara 49 captura una imagen de la marca 30 de referencia. Alternativamente, se hace funcionar el primer módulo 56 de iluminación o el segundo módulo 60 de iluminación y la cámara 49 puede capturar una imagen. En otra realización, solo se hace funcionar una de una pluralidad de unidades 62, 63, 65 de iluminación del segundo módulo 60 de iluminación.

Para tintas que generan una reflexión difusa cuando se iluminan, se puede desactivar el primer módulo 56 de iluminación. Dependiendo del color y las características reflectantes de los recubrimientos, puede así ser suficiente iluminar la marca 30 de referencia solo con el segundo módulo 60 de iluminación. De esta manera, se pueden evitar los reflejos de las superficies reflectantes en la pieza en bruto. Esto se ilustra en la figura 9b, donde la pieza en bruto 1, al iluminarse con el primer módulo 56 de iluminación, genera reflejos en áreas lisas que han sido frotadas involuntariamente por la fricción de la máquina 10 de conversión. En la figura 9a, la pieza en bruto 1 solo está iluminada con el segundo módulo 60 de iluminación y muestra menos reflejos.

La intensidad de la luz del primer módulo 56 de iluminación y del segundo módulo 60 de iluminación se puede variar. Esto permite adaptar los ajustes de iluminación en función de las características de la marca de referencia. Especialmente para los recubrimientos reflectantes (tintas o barnices), se puede calibrar la iluminación para obtener una reflexión detectable.

Como se puede ver de la mejor manera en las figuras 5 y 6, la cámara 49 está montada dentro de una cubierta 70 de carcasa externa del dispositivo 42 de inspección. En un lado superior de la cubierta 70 de carcasa, se proporciona una tapa 72. La tapa 72 está provista de una superficie transparente 73, tal como una superficie 73 de vidrio. La cubierta 70 de carcasa externa está diseñada para proporcionar una carcasa sellada herméticamente que está dispuesta en torno a, y encierra la cámara 49. El nivel de sellado puede ser, por ejemplo, IP64.

La cubierta 70 de carcasa externa puede comprender una pared 74 con un espesor variable. El espesor variable permite una pared transversal más grande para los elementos 71 de sujeción y proporciona rigidez a la pared 74. La pared 74 de la cubierta 70 de carcasa puede comprender además una sección desviada 75, que forma el primer ángulo ϕ con la extensión longitudinal de la cubierta 70 de carcasa externa. Esto permite que el eje óptico E de la cámara 49 forme el primer ángulo ϕ con el eje vertical V. El eje vertical V coincide con la dirección longitudinal de la cubierta 70 de carcasa externa, y la cámara 49 se dirige así a través de una abertura 76 en la tapa 72 dispuesta entre los módulos 56, 60 de iluminación.

Entre la cámara 49 y la cubierta 70 de carcasa externa está dispuesto un elemento termoelectrónico 78. El elemento termoelectrónico 78 puede ser un elemento Peltier 78. La cámara 49 comprende un módulo óptico 49a y un módulo 49b de procesamiento electrónico. El módulo 49b de procesamiento electrónico comprende partes electrónicas que son sensibles al calor. La cámara 49 está dispuesta preferiblemente dentro del dispositivo 42 de inspección de tal manera que las partes electrónicas estén dispuestas cerca del elemento termoelectrónico 78. De tal manera, el módulo 49b de procesamiento electrónico está conectado térmicamente al elemento termoelectrónico 78.

Dentro de la cubierta 70 de carcasa externa está dispuesta una carcasa interior aislante 80 y está configurada para encerrar la cámara 49. La carcasa interior 80 puede comprender una primera parte 80a de la carcasa dispuesta en torno al módulo 49b de procesamiento electrónico de la cámara 49. Una segunda parte 80b de la carcasa puede estar dispuesta en torno al módulo óptico 49a de la cámara 49. La segunda parte 80b de la carcasa puede ser tubular.

La primera parte 80a de la carcasa puede comprender un rebaje 82, en el que se recibe parcialmente la segunda parte 80b de la carcasa. Esto permite un diseño modular y el acceso al módulo óptico 49a de la cámara 49 sin desmontar la primera parte 80a de la carcasa.

Como se puede observar de la mejor manera en la figura 5, la primera parte 80a de la carcasa comprende una parte aislante 83 y una parte térmicamente conductora 84. La parte térmicamente conductora 84 comprende una placa 84 conductora de calor, por ejemplo, una placa metálica. Por ejemplo, la placa 84 conductora de calor puede estar hecha de aluminio o plata. El elemento termoelectrónico 78 está posicionado entre la placa 84 conductora de calor y la cubierta 70 de carcasa externa. La placa 84 conductora de calor distribuye y difunde el frío desde el elemento termoelectrónico 78 hasta el módulo 49b de procesamiento electrónico de la cámara 49. La cámara está fijada a la cubierta 70 de carcasa externa mediante al menos un elemento 71 de sujeción. En

la realización ilustrada, una pluralidad de elementos 71 de sujeción, como por ejemplo cuatro elementos 71 de sujeción, conectan la carcasa interior 80 de la cámara 49 a la cubierta 70 de carcasa externa.

5 El elemento termoeléctrico 78 produce un lado caliente y un lado frío cuando se aplica una corriente sobre los dos lados. En consecuencia, el lado frío del elemento termoeléctrico 78 está en contacto con la placa térmicamente conductora 84 y el lado caliente del elemento termoeléctrico 78 está en contacto con la cubierta 70 de carcasa externa. De esta manera, el módulo 49b de procesamiento de la cámara 49 se enfría, mientras que la cubierta 70 de carcasa externa se puede utilizar para transferir el calor lejos del elemento termoeléctrico 78.

10 Como se ve de la mejor manera en la figura 3, el dispositivo 42 de inspección puede estar colocado debajo de un elemento 9 de transferencia por vacío del módulo 15 de impresión flexográfica. Alternativamente, el elemento de transferencia por vacío puede estar situado por debajo del dispositivo 42 de inspección. La fuerza de succión de vacío del elemento 9 de transferencia por vacío induce un flujo de aire sobre la cubierta 70 de carcasa externa que proporciona una transferencia de calor al aire ambiente.

15 Después del módulo 15 de impresión flexográfica puede estar situado un módulo 13 de secado para asegurar que la tinta se seque antes de que la pieza en bruto 1 se desplace a módulos posteriores tales como un módulo de troquelado o de plegado. El módulo 13 de secado funciona soplando aire caliente en el lado impreso de la pieza en bruto 1.

20 Al integrar el elemento termoeléctrico 78 como se describió anteriormente en el presente dispositivo 42 de inspección, se puede lograr un efecto de enfriamiento para reducir el calentamiento de la cámara 49 con el calor residual procedente del secador. Además, se puede obtener un entorno libre de polvo para la cámara 49.

25

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo (42) de inspección para comprobar la posición de al menos un recubrimiento sobre una pieza en bruto (1) transportada a través de una máquina (10) de conversión, comprendiendo el dispositivo de inspección una cámara (49) configurada para capturar una imagen de una parte de la pieza en bruto provista de una marca (30) de referencia que comprende al menos un recubrimiento,
- 10 en donde un eje óptico (A) de la cámara está dispuesto en un primer ángulo (φ) con respecto a un eje vertical (V) definido por un vector normal (N) a una superficie de la pieza en bruto (1), y en donde el dispositivo de inspección comprende un sistema (50) de iluminación que comprende un primer módulo (56) de iluminación que comprende al menos una unidad (57) de iluminación,
- 15 y en donde la unidad (57) de iluminación está configurada para emitir rayos de luz incidentes hacia un punto (Pm) de medición en la superficie de la pieza en bruto 1, formando dichos rayos de luz emitidos un segundo ángulo ($-\alpha$) con respecto al eje vertical (V),
- 20 y en donde los ángulos primero y segundo (φ , $-\alpha$) están seleccionados de manera que los rayos de luz incidentes procedentes de la unidad (57) de iluminación se dirijan a la marca de referencia y los rayos de luz reflejados especulares procedentes de la marca de referencia sean capturados por la cámara.
2. El dispositivo de inspección según la reivindicación 1, en donde la marca (30) de referencia comprende una pluralidad de marcas (30') de referencia individuales, imprimiéndose cada marca de referencia individual mediante un cilindro de impresión flexográfica separado.
- 25 3. El dispositivo de inspección según la reivindicación 1 ó 2, en donde el primer módulo (56) de iluminación está configurado para iluminar una marca (30) de referencia que genera una reflexión especular.
- 30 4. El dispositivo de inspección según la reivindicación 3, en donde la marca de referencia comprende un barniz.
5. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la unidad (57) de iluminación comprende una capa difusora (59).
- 35 6. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la unidad (57) de iluminación del primer módulo de iluminación comprende una pluralidad de fuentes (58) de luz dispuestas una al lado de otra sobre una placa de circuito, y en donde las fuentes de luz están cubiertas por la capa difusora (59).
- 40 7. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde la marca (30) de referencia comprende al menos una primera marca (30') de referencia individual y una segunda marca (30') de referencia individual y en donde el dispositivo de inspección comprende un segundo módulo (60) de iluminación configurado para iluminar una marca (30') de referencia individual configurada para generar una reflexión difusa de rayos de luz, comprendiendo el segundo módulo de iluminación al menos una unidad (62, 63, 64) de iluminación que está dispuesta en un tercer ángulo (β) con respecto al eje vertical (V), estando el tercer ángulo (β) seleccionado de tal manera que los rayos de luz incidentes procedentes de la al menos una unidad de iluminación se dirijan a la marca de referencia y los rayos de luz reflejados especulares procedentes de la marca de referencia se dirijan fuera de una pupila (55) de entrada de una lente (53) de la cámara.
- 45 8. El dispositivo de inspección según la reivindicación precedente, en donde el segundo módulo (60) de iluminación comprende al menos dos unidades (62; 63, 65) de iluminación, en donde una primera y una segunda unidades de iluminación están dispuestas en lados opuestos del eje óptico (E) de la cámara.
- 50 9. El dispositivo de inspección según la reivindicación precedente, en donde la primera y segunda unidades de iluminación son alargadas y comprenden una pluralidad de fuentes de luz dispuestas en línea.
- 55 10. El dispositivo de inspección según la reivindicación precedente, en donde la primera y segunda unidades (62, 63; 65) de iluminación están inclinadas en direcciones opuestas desde el eje vertical (V).
- 60 11. El dispositivo de inspección según la reivindicación precedente, en donde la primera y segunda unidades de iluminación comprenden únicamente fuentes de luz situadas en los extremos de su extensión alargada.
- 65 12. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la intensidad de la luz procedente del primer y segundo módulos de iluminación se puede variar.

13. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el primer módulo de iluminación se puede desactivar.
- 5 14. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en donde el segundo módulo de iluminación se puede desactivar.
15. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el dispositivo de inspección está montado dentro de una cubierta (70) de carcasa.
- 10 16. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un riel (47) de deslizamiento que se prolonga transversalmente con respecto al camino (C) de transporte de la pieza en bruto, y en donde el dispositivo de inspección está configurado para desplazarse a lo largo del riel de deslizamiento.
- 15 17. El dispositivo de inspección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la cámara se activa mediante una señal de tiempo procedente de una unidad (44) de control que se emite cuando un sensor óptico (52) registra una detección de un borde delantero (4) de avance de la pieza en bruto 1, y en donde la señal de tiempo corresponde a un momento de llegada de la marca (30) de referencia a un área iluminada reflectante (Air) de un campo de visión (51) de la cámara (49), estando dicha área iluminada reflectante proporcionada por el primer módulo (56) de iluminación.
- 20

DIBUJOS

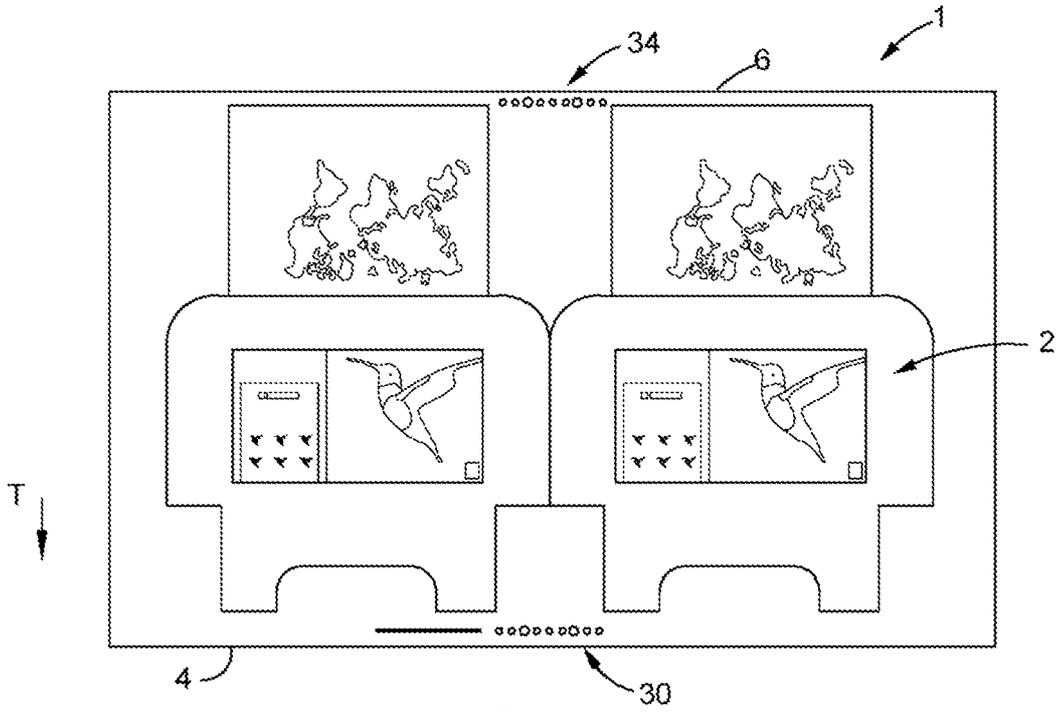


Fig. 1a

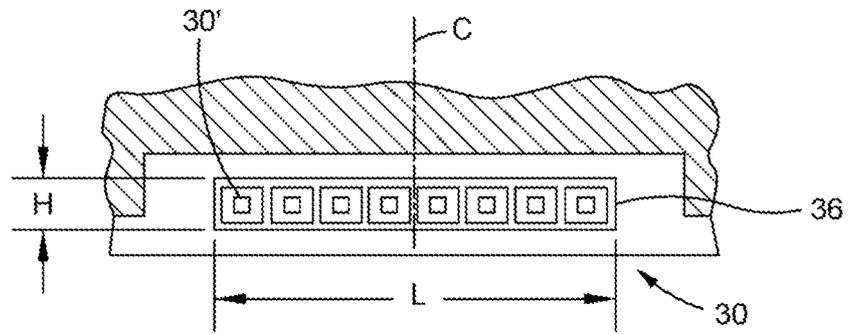


Fig. 1b

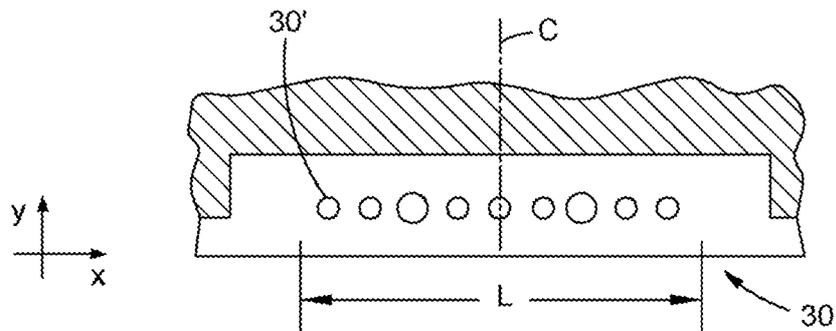


Fig. 1c

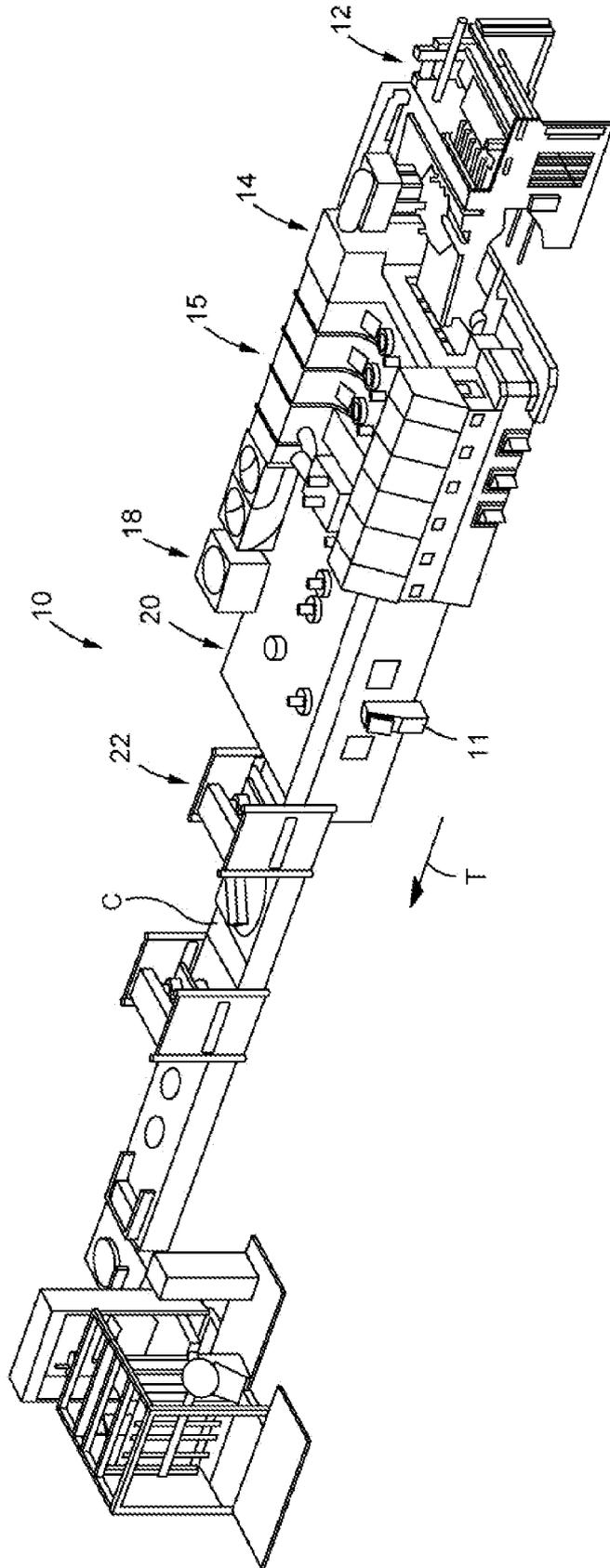


Fig. 2

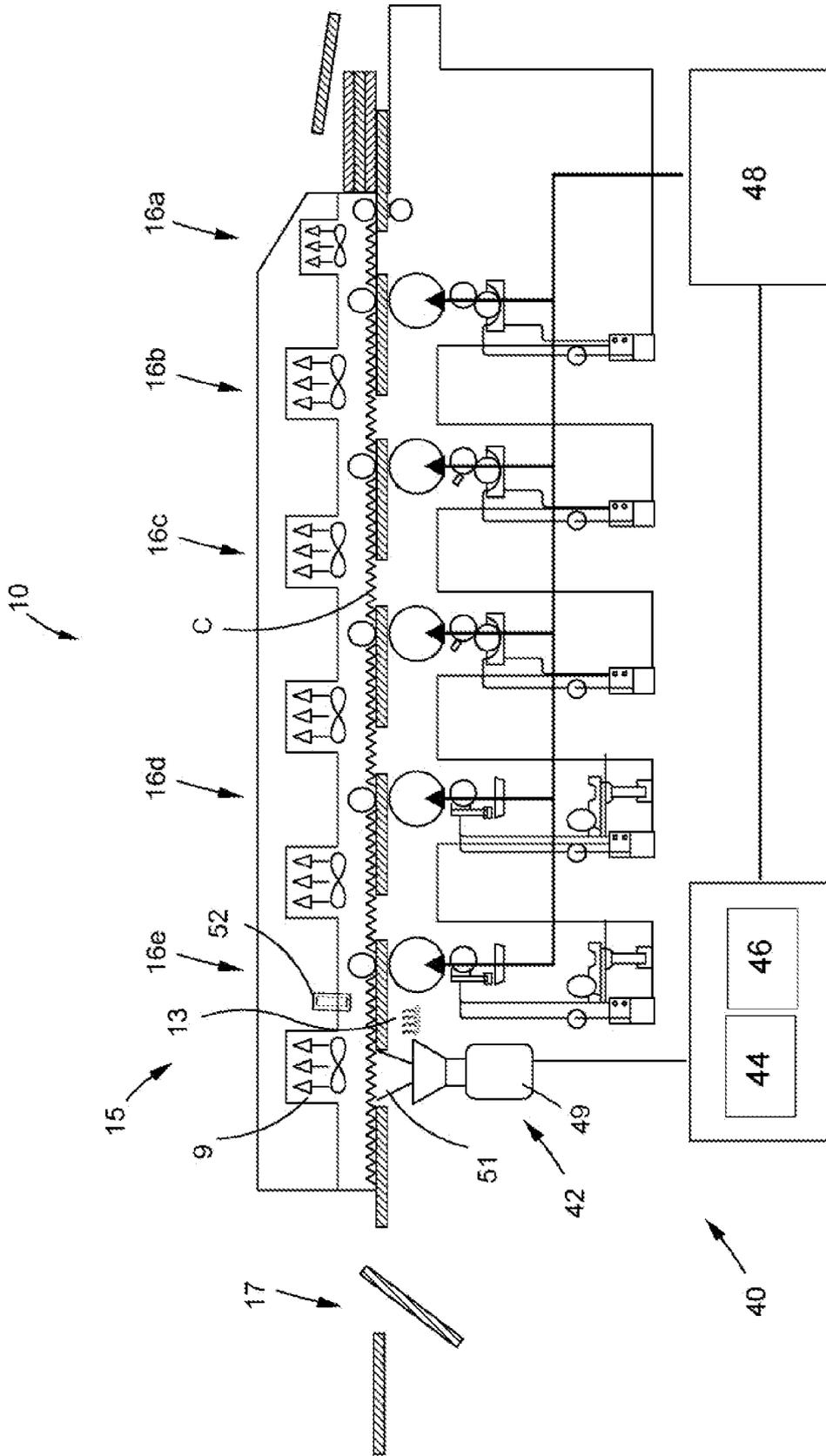


Fig. 3

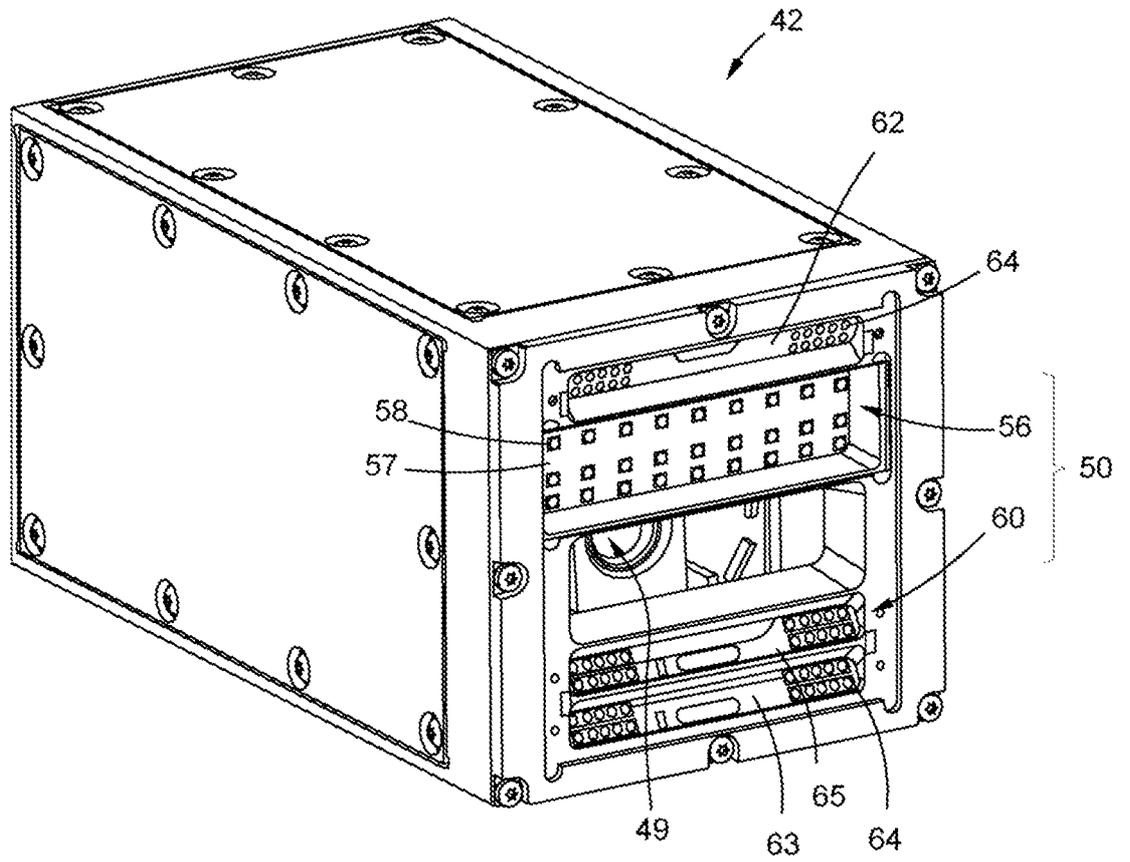


Fig. 4

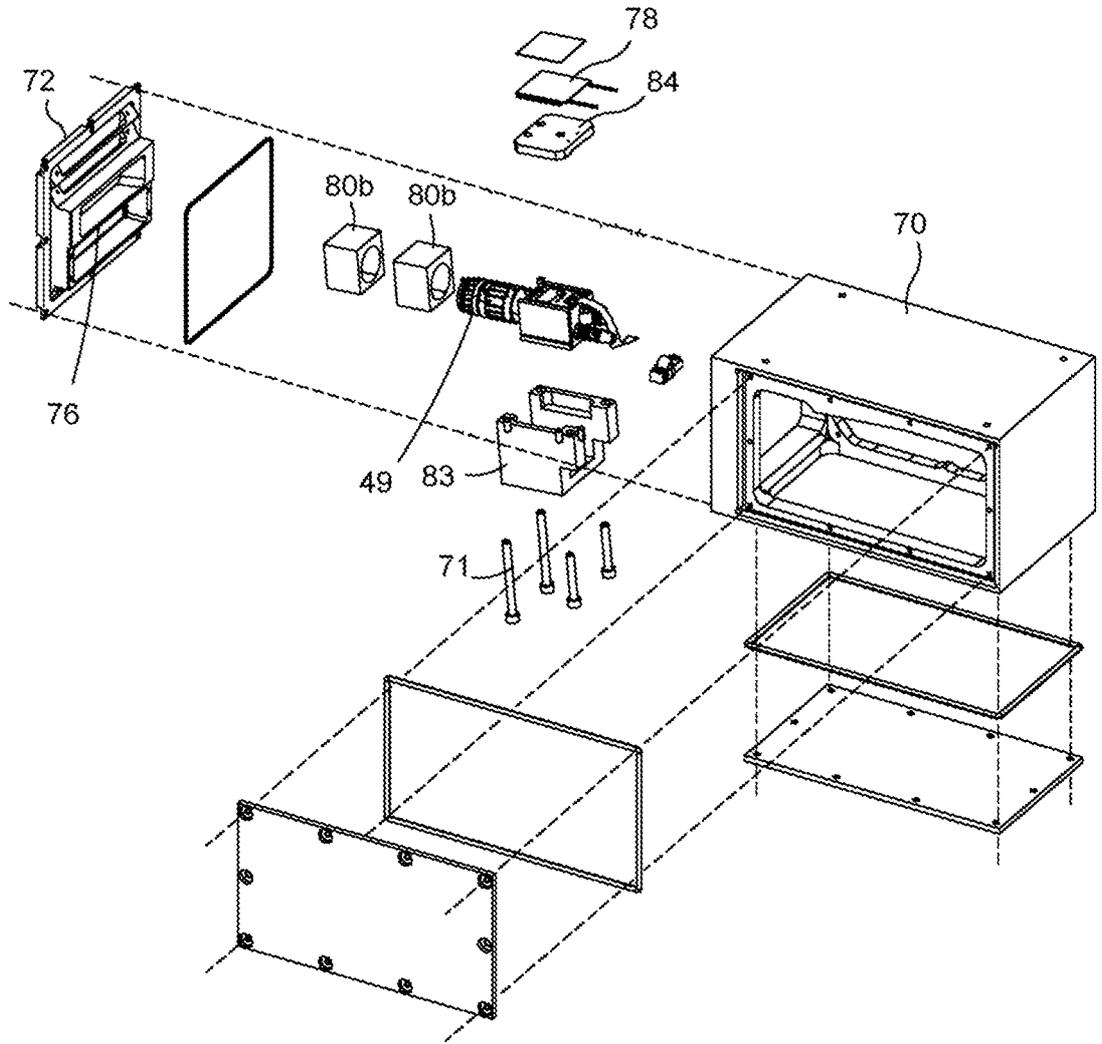


Fig. 5

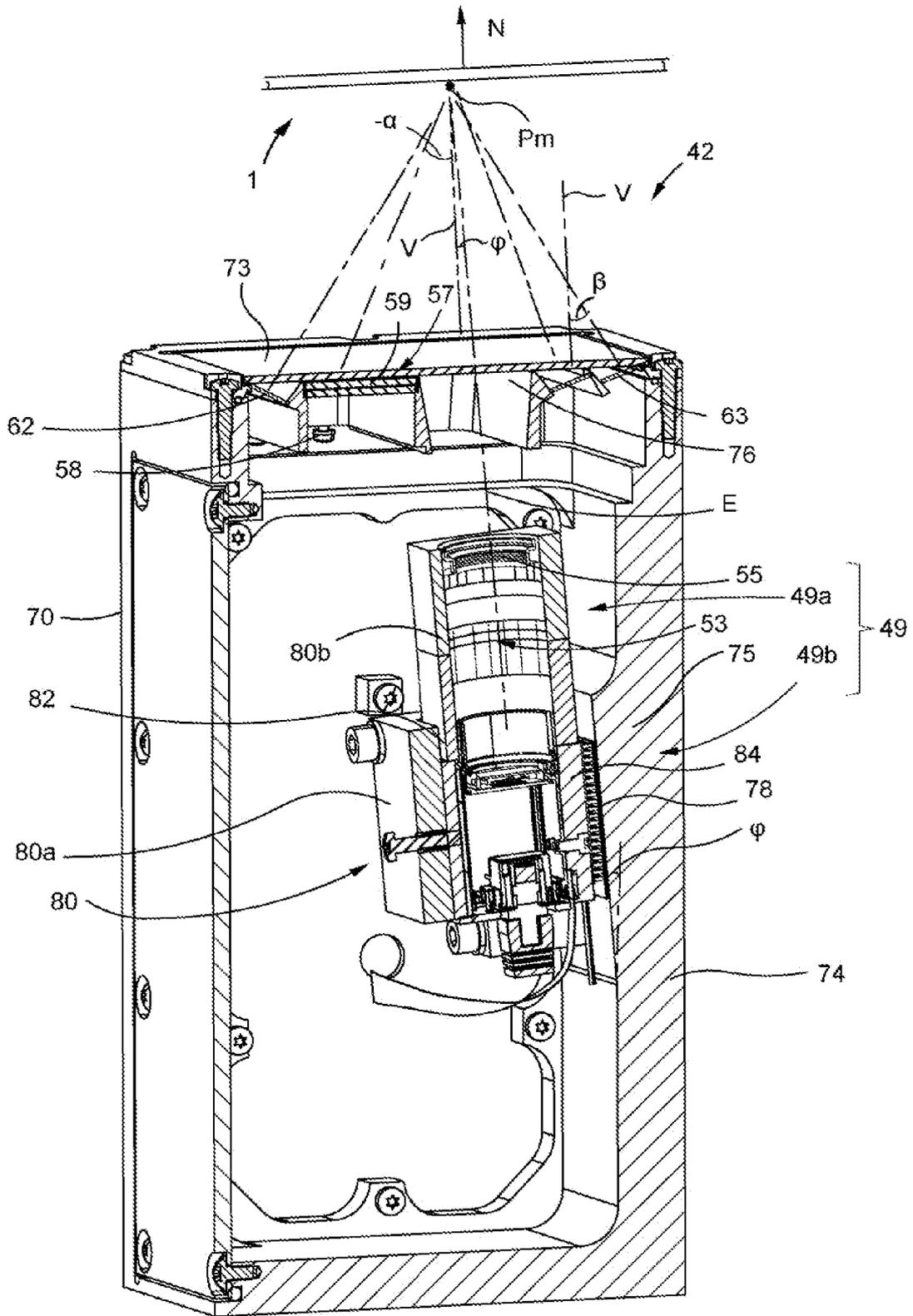
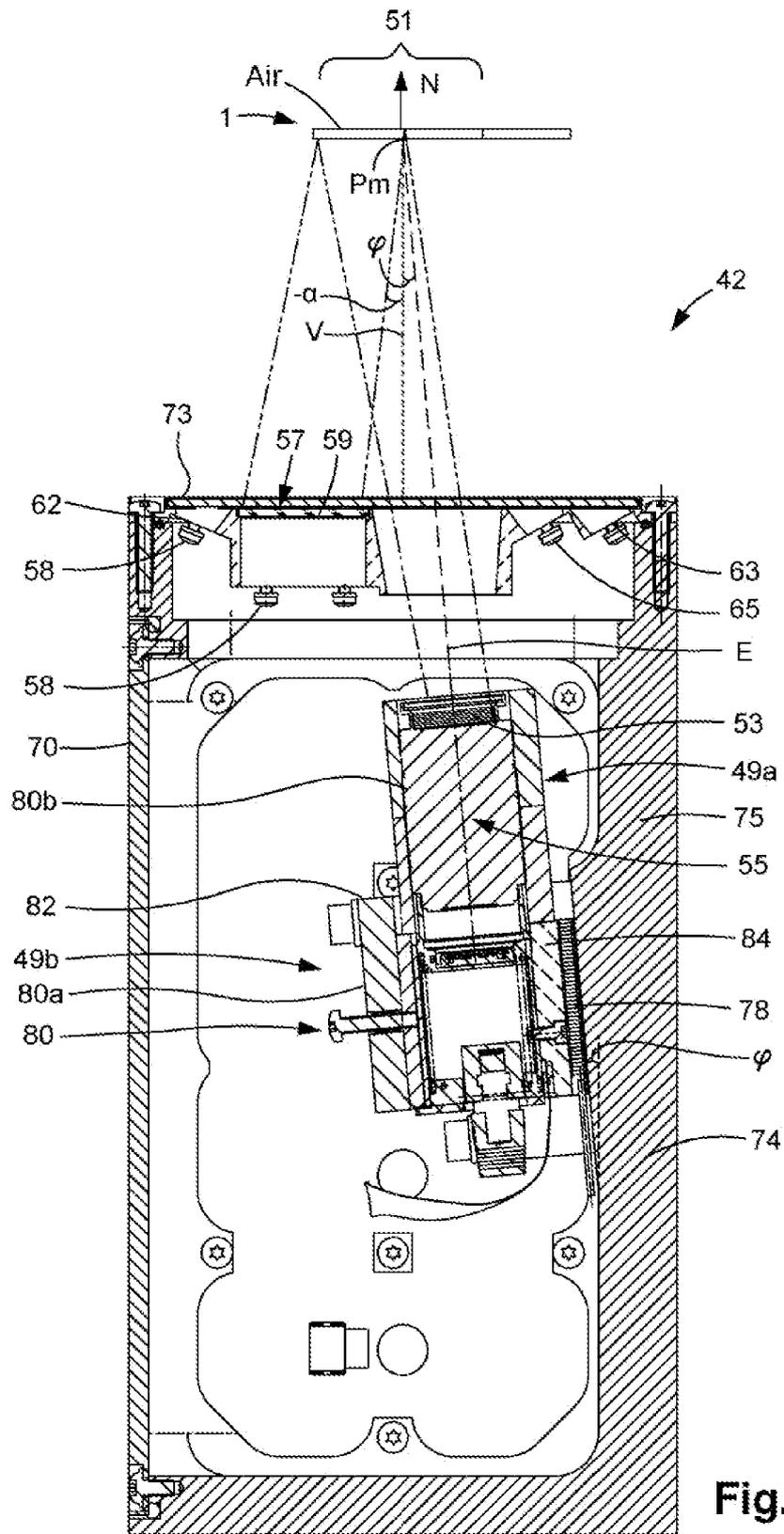


Fig. 6



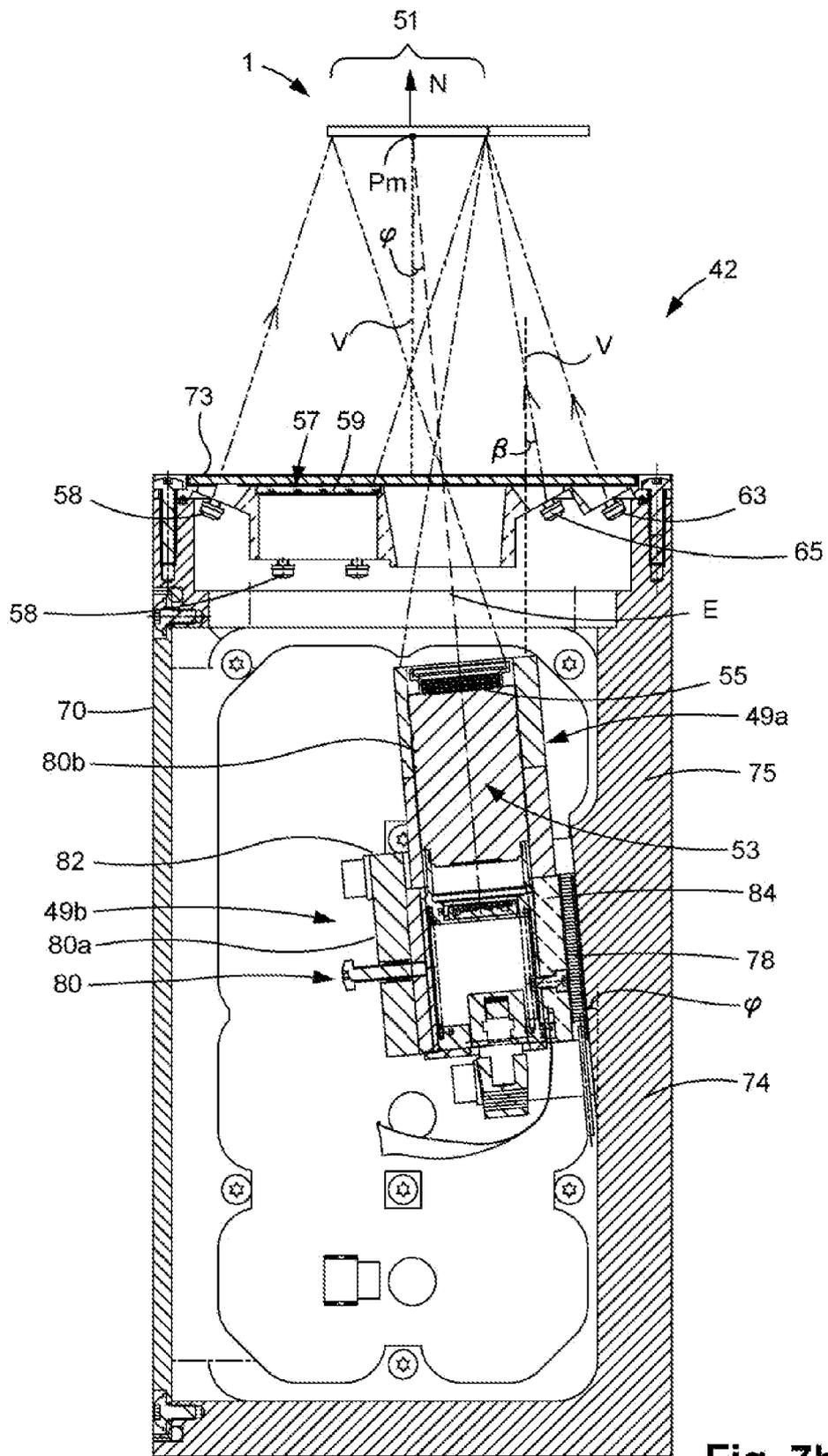


Fig. 7b

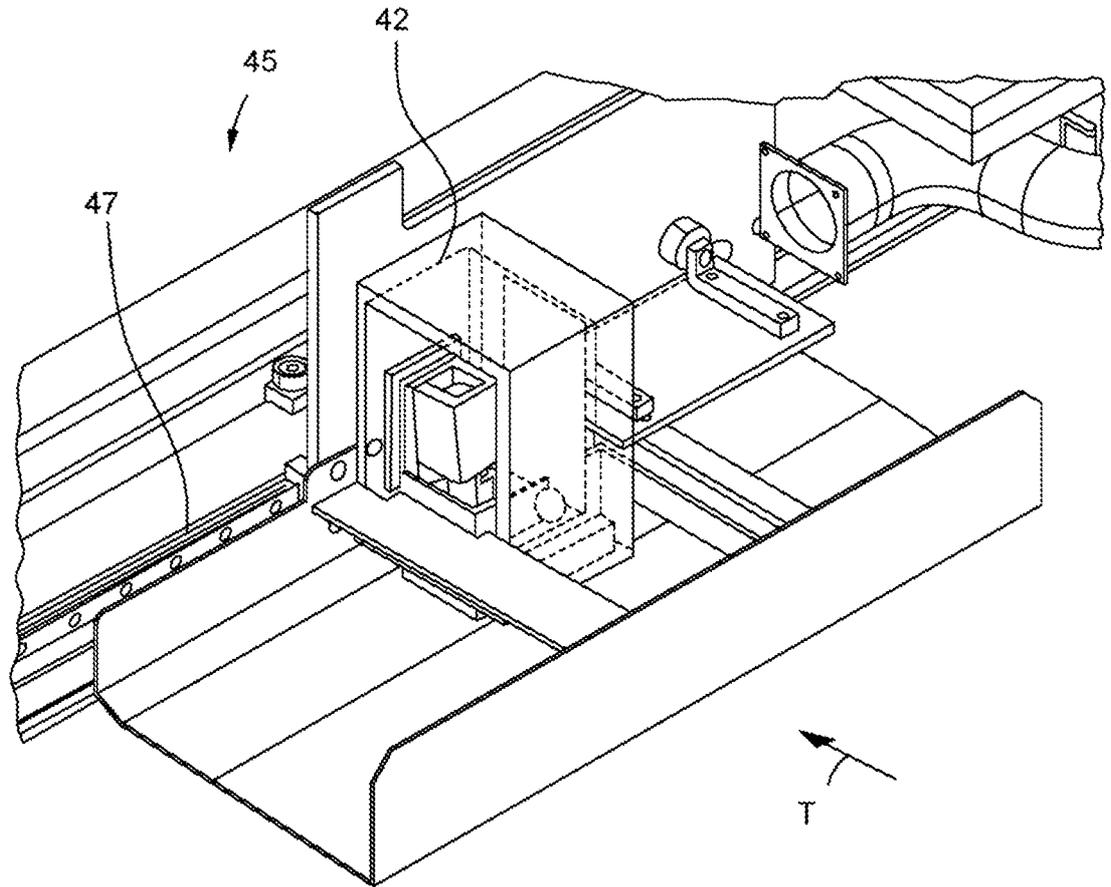


Fig. 8

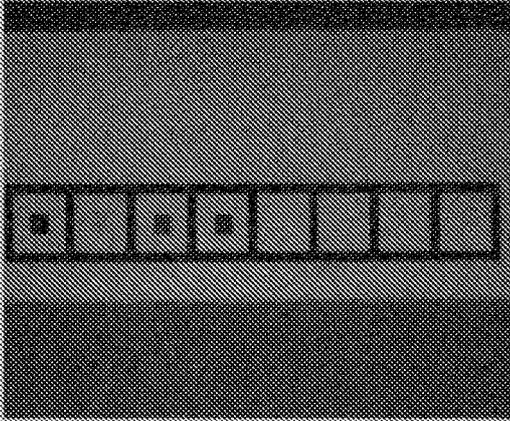


Fig. 9a

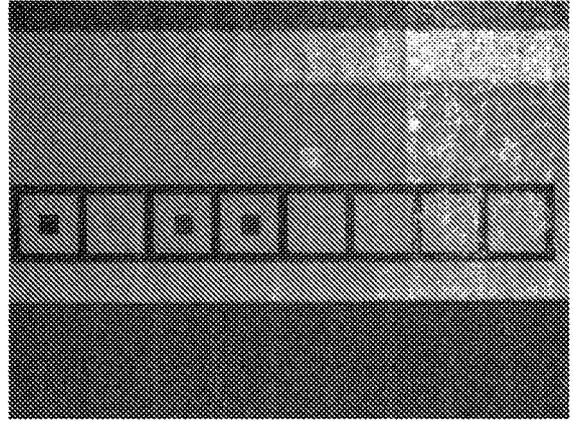


Fig. 9b