

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 407**

51 Int. Cl.:

B22C 11/10 (2006.01)

B22C 19/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2015 PCT/IB2015/054231**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16193789**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2015 E 15731712 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3328573**

54 Título: **Máquina de moldeo de arena y procedimiento de producción de partes de molde de arena**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.06.2020

73 Titular/es:

**DISA INDUSTRIES A/S (100.0%)
Højager 8
2630 Taastrup, DK**

72 Inventor/es:

**LARSEN, PER;
BAY, CHRISTOFFER;
JOHANSEN, JØRN;
DAM, CHRISTIAN y
HAGEMANN, FLEMMING FLORO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 765 407 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

Máquina de moldeo de arena y procedimiento de producción de partes de molde de arena

La presente invención se refiere a una máquina de moldeo de arena para la producción de partes del molde de arena, que incluyen una cámara de moldeo formada por una pared superior de la cámara, una pared inferior de la cámara, dos paredes laterales de la cámara opuestas y dos paredes de extremo opuestas de la cámara, en la que una pared de la cámara está provista de por lo menos una abertura de llenado de arena, en la que por lo menos una de las paredes de extremo de la cámara está provista de una placa de patrón que tiene un patrón adaptado para formar un patrón en una parte del molde de arena, en el que por lo menos una de las paredes de extremo de la cámara es desplazable en una dirección longitudinal de la cámara de moldeo con el fin de compactar la arena alimentada a la cámara de moldeo, en la que por lo menos una de las placas de patrón está asociada con por lo menos un bloque del patrón de referencia posicionado en relación fija al patrón de dicha placa de patrón y adaptado para formar un patrón de referencia en una cara externa de una parte del molde de arena, y en el que un dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto adyacente a una trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena y está adaptado para medir una distancia variable con los patrones de referencia de las partes del molde de arena durante un desplazamiento relativo en una dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto.

En las máquinas de moldeo automatizadas, a menudo se usan dos tipos diferentes de máquinas o técnicas; la técnica de placa de coincidencia de acuerdo con lo empleado por las máquinas de placa de coincidencia sin matraz horizontal DISA MATCH (Marca Comercial Registrada) y la técnica de moldeo de arena sin matraz vertical tal como la técnica DISAMATIC (Marca Comercial Registrada).

De acuerdo con la técnica de placa de coincidencia, una placa de coincidencia que tiene patrones de moldeo en ambos lados que están orientados lejos el uno del otro se sujeta entre dos cámaras de moldeo. Durante el moldeo simultáneo de una primera y una segunda media parte del molde de arena los patrones de la placa de coincidencia se extienden dentro de cada cámara de moldeo respectiva. Una abertura de entrada de arena formada por hendidura se extiende a través de una pared está dispuesta en cada cámara de moldeo.

De manera simultánea la arena se sopla a través de cada abertura formada por hendidura y hacia cada cámara de moldeo. A partir de entonces, la arena se comprime por el movimiento de las placas de prensa dispuestas en oposición que se desplazan de manera simultánea en dirección hacia la placa de coincidencia. Después de la compresión, las cámaras de moldeo se mueven alejándose entre sí, la placa de coincidencia se retira y eventualmente los núcleos se colocan en los moldes. Los moldes entonces se cierran y empujan fuera de las cámaras y están listos para el vertido de metal líquido en su interior con el fin de producir piezas de colada de metal.

De acuerdo con la técnica de moldeo de arena sin matraz vertical tal como la técnica DISAMATIC (Marca Comercial Registrada), una primera y una segunda placa, cada una provista de una placa de patrón, están dispuestas de manera opuesta en cualquier extremo de una cámara de moldeo. Durante el moldeo de una sola parte del molde los patrones de las placas de patrón se extienden dentro de cada extremo respectivo de la cámara de moldeo. Una abertura de entrada de la arena formada por hendidura que se extiende a través de una pared de manera típica está dispuesta en la parte superior de la cámara de moldeo.

La arena se sopla a través de la abertura formada por hendidura y hacia la cámara de moldeo. A partir de entonces, por medio del desplazamiento de la primera y/o la segunda placa, las placas se mueven relativamente en la dirección hacia la otra y comprimen la arena entremedia. Después de ser retirado de la cámara de moldeo, la parte del molde de arena se coloca adyacente a la parte del molde de arena previamente moldeada sobre una cinta transportadora. De esta manera, dos partes del molde de arena vecinas forman un molde de arena completo. La cavidad formada por estas dos partes del molde de arena constituye una cavidad para la colada subsiguiente del producto de metal.

El documento US 4.724.886 (Selective Electronic, Inc.) describe un aparato y un procedimiento para la detección de la falta de alineación de secciones de molde que cooperan durante la operación de una máquina de fabricación de moldes. La máquina de fabricación de moldes incluye un dispositivo para la formación de una marca de referencia rectangular en el exterior de la superficie del molde y un dispositivo de medición de distancia sin contacto para la detección de la falta de alineación de las cavidades de molde internas de las secciones de molde por medio de la detección de cualquier falta de falta de alineación como una etapa entre dos marcas de referencia externas adyacentes. El dispositivo de medición de distancia inicialmente detecta un aumento de etapa en la distancia medida a medida que la marca de referencia pasa hacia el campo de visión del dispositivo de medición. Si, durante el tiempo que la marca de referencia está dentro del campo de visión, esta distancia cambia en una manera escalonada en una cantidad mayor que un umbral de tolerancia previamente establecido, esto indica una falta de alineación interna y el operador se señala, a través de una pantalla en la unidad de control del sistema. Entonces, el operador tiene la opción de detener el avance de las secciones del molde y corregir el problema que provoca la falta de alineación, o el operador puede esperar y ver si la falta de alineación era un problema aislado o un problema persistente por medio del control de varias secciones del molde posteriores para la falta de alineación antes de parar la línea de producción. Sin embargo, de acuerdo con este procedimiento, la exactitud de la medición de distancia está limitada,

y una indicación de falta de alineación sólo se presenta si se mide un cambio de distancia mayor que una tolerancia de umbral. Una medida para el grado de falta de alineación no se indica al operador. Además, si bien esta disposición puede detectar la falta de alineación mutua vertical, lateral y rotacional de las secciones de molde adyacentes, otros parámetros tales como el ancho de una posible brecha entre secciones de molde adyacentes, la expansión del molde y las dimensiones del molde pueden no ser detectadas por esta disposición.

El documento US 5.697.424 (Dansk Industri Syndikat A/S) describe una planta de formación de moldes y colada que opera de manera automática que comprende una estación de moldeo para la producción de moldes por medio de la compresión de arena de moldeo, una estación de vertido y una estación de extracción. Puede suceder, sin que el operador sé cuenta de manera inmediata, que cuando la parte del molde recién compactada se libera del patrón o patrones, contra el que se ha formado por medio de la compresión de arena de moldeo, algo de arena de moldeo se adhiera al patrón, para producir de este modo un error en la forma de un rebaje en la cavidad de colada formada. Con el fin de detectar tales situaciones, un número de cámaras de vídeo que representan uno o un número de etapas de proceso y/o los resultados de la misma transmiten la información de imagen correspondiente al medio de control central, en el que la información de imagen se compara con la información de imagen "ideal", por ej., información de imagen previamente leída y basada de una etapa de proceso que procede de manera correcta. Sobre la base de los resultados de la comparación, el medio de control central controla las estaciones afectadas de una manera tal que se evitan los estados de funcionamiento indeseados o las piezas de colada defectuosas. Sin embargo, este procedimiento no puede proporcionar información lo suficientemente precisa sobre la falta de alineación mutua de secciones de molde adyacentes, tales como por ejemplo la falta de alineación mutua vertical, lateral y rotacional y la anchura de una posible brecha entre secciones de molde adyacentes. Además, la expansión del molde y las dimensiones del molde no se pueden detectar con gran exactitud por medio de esta disposición.

El objeto de la presente invención es proporcionar una máquina de moldeo de arena y un procedimiento de producción de partes del molde de arena, por medio del cual se puede proporcionar una detección más precisa de la falta de alineación mutua de partes adyacentes del molde de arena.

En vista de este objeto, el por lo menos un bloque del patrón de referencia incluye un conjunto de por lo menos dos caras planas que siguen una después de la otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y que está adaptado para formar un patrón de referencia correspondiente que incluye un conjunto de por lo menos dos superficies planas que siguen una después de la otra en la dirección de desplazamiento, cada cara plana está dispuesta en un ángulo oblicuo a la otra de las caras planas, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto está adaptado para medir la distancia variable con las por lo menos dos superficies planas de un patrón de referencia una después de la otra a medida que pasan en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto en sucesión durante dicho desplazamiento relativo.

De esta manera, con base en la medición de la distancia variable con el patrón de referencia formado en las partes del molde de arena, se puede determinar la posición y la orientación de las líneas rectas que representan cada una de las por lo menos dos superficies planas, y sobre la base de las mismas, se pueden determinar la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección entre dichas líneas rectas. La posición de dichos puntos de intersección se puede comparar con la posición ideal de los puntos de intersección. De este modo, la falta de alineación mutua de partes adyacentes del molde de arena se puede detectar con gran exactitud. Del mismo modo, se puede determinar la detección de parámetros específicos del molde como por ejemplo el salto del molde y la orientación defectuosa en la cadena del molde. Además, entre otros parámetros, la anchura de una posible brecha entre partes adyacentes del molde de arena, la expansión del molde y las dimensiones del molde se pueden detectar por medio de esta disposición. De este modo se puede evaluar si la situación actual es aceptable o no.

En una forma de realización, cada una de dichas por lo menos dos caras planas forma un ángulo oblicuo con la dirección longitudinal de la cámara de moldeo. De este modo, la exactitud de los parámetros detectados se puede mejorar, dado que las superficies planas del patrón de referencia se pueden liberar mejor desde el bloque del patrón de referencia y por lo tanto se pueden formar con mayor exactitud en la parte del molde de arena.

En una forma de realización, el ángulo oblicuo entre dos caras planas medido de manera externa del bloque del patrón de referencia está en el intervalo de 95 a 175 grados o en el intervalo de 185 a 265 grados. De este modo, la exactitud de los parámetros detectados se puede mejorar aún más, dado que las superficies planas del patrón de referencia se pueden liberar incluso mejor desde el bloque del patrón de referencia y por lo tanto se pueden formar con mayor exactitud en la parte del molde de arena.

En una forma de realización, el ángulo oblicuo entre dos superficies planas medido de manera externa de la parte del molde de arena está en el intervalo de 115 a 155 grados o en el intervalo de 205 a 245 grados. De este modo, la exactitud de los parámetros detectados se puede mejorar aún más, dado que las superficies planas del patrón de referencia se pueden liberar incluso mejor desde el bloque del patrón de referencia y por lo tanto se pueden formar con mayor exactitud en la parte del molde de arena.

En una forma de realización, el ángulo oblicuo entre dos superficies planas medido de manera externa de la parte del molde de arena está en el intervalo de 125 a 145 grados o en el intervalo de 215 a 235 grados. De este modo, la exactitud de los parámetros detectados se puede optimizar, dado que las superficies planas del patrón de referencia

se pueden liberar incluso mejor desde el bloque del patrón de referencia y por lo tanto se pueden formar con mayor exactitud en la parte del molde de arena.

5 En una forma de realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto es un sensor de distancia basado en láser. De este modo, la detección de la posición puede ser muy precisa. Se prefieren los dispositivos de medición de distancia sin contacto dado que no se puede obtener una alta exactitud con sondas de medición mecánicas debido a las propiedades de resistencia del molde comprimido.

En una forma de realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir una distancia en una dirección en ángulo recto con la dirección de desplazamiento. De este modo, se pueden simplificar los cálculos en un sistema de ordenador asociado.

10 En una forma de realización, por lo menos uno de los bloques del patrón de referencia está dispuesto para formar un patrón de referencia en una esquina de una parte del molde de arena, dicho patrón de referencia incluye un primer conjunto de por lo menos dos superficies planas una después de la otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y que están dispuestas en ángulo recto con la pared superior de la cámara, cada superficie plana del primer conjunto está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del primer conjunto, dicho patrón de referencia incluye un segundo conjunto de por lo menos dos superficies planas una después de la otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y que están dispuestas en ángulo recto con las paredes laterales de la cámara, cada superficie plana del segundo conjunto está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del segundo conjunto, un primer dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable con el patrón de referencia como resultado de las por lo menos dos superficies planas del primer conjunto que pasa en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, y un segundo dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable con el patrón de referencia como resultado de las por lo menos dos superficies planas del segundo conjunto que pasa en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, por medio de un solo bloque del patrón de referencia, se puede determinar la posición tridimensional real de un punto en una esquina de una parte del molde de arena.

30 En una forma de realización, el primer dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir una distancia en una primera dirección de medición, y el segundo dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir una distancia en una segunda dirección de medición diferente de la primera dirección de medición. De esta manera los datos pueden estar disponibles para el posicionamiento en el espacio tridimensional.

35 En una forma de realización en particular estructuralmente ventajosa, el bloque del patrón de referencia tiene la forma de un cuarto de un elemento combinado de por lo menos dos pirámides cuadradas truncadas montadas una encima de la otra, la parte superior de una pirámide cuadrada truncada posicionada más abajo coincide con la base de una pirámide cuadrada truncada posicionada más arriba, y dicho elemento se ha separado a lo largo de su línea central y a través de las línea de simetría de las superficies laterales adyacentes de las pirámides cuadradas truncadas con el fin de formar dicho cuarto.

40 En una forma de realización, todas las caras del bloque del patrón de referencia destinadas entrar en contacto con las partes del molde de arena están formadas con un ángulo de inclinación en relación con la dirección longitudinal de la cámara de moldeo. De este modo, se puede mejorar la exactitud de los parámetros detectados, dado que todas las caras del patrón de referencia se pueden liberar mejor desde el bloque del patrón de referencia y por lo tanto las superficies planas del patrón de referencia se pueden formar con mayor exactitud en la parte del molde de arena.

45 En una forma de realización, un sistema de ordenador está adaptado para recibir un número de mediciones de distancia del dispositivo de medición de distancia sin contacto durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, el sistema de ordenador está adaptado para llevar a cabo un ajuste de la curva sobre la base de dichas mediciones de distancia recibidas y de este modo estimar las posiciones respectivas de un número de líneas rectas en un sistema de coordenadas, cada línea recta representa una respectiva de las por lo menos dos superficies planas del patrón de referencia visto en sección transversal, y en el que el sistema de ordenador está adaptado para calcular la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección entre dichas líneas rectas. De este modo, la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección entre dichas líneas rectas se pueden determinar de manera automática. La posición de dichos puntos de intersección se puede comparar de manera automática a la posición ideal de los puntos de intersección y para evaluar si la situación actual es aceptable o no.

55 En una forma de realización, el sistema de ordenador está adaptado para llevar a cabo un ajuste de la curva y de este modo estimar las posiciones respectivas del número de líneas rectas basado, además, en las mediciones de la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del

molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, las posiciones respectivas del número de líneas rectas se pueden estimar por medio de un ajuste de la curva incluso si la velocidad relativa entre las partes del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto durante el desplazamiento relativo no es constante.

- 5 En una forma de realización, un sensor de posición está adaptado para llevar a cabo las mediciones de la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, y en el que el sensor de posición tiene la forma de un sensor de posición absoluto y sin contacto, de acuerdo con el principio magnetoestrictivo.

- 10 En una forma de realización en particular estructuralmente ventajosa, un conjunto que incluye un número de dispositivos de medición de distancia sin contacto está montado en una pluma de medición que rodea por lo menos parcialmente la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena, y el conjunto incluye por lo menos un dispositivo de medición de distancia sin contacto dispuesto para medir una distancia en una primera dirección y un dispositivo de medición de distancia sin contacto dispuesto para medir una distancia en una segunda dirección que es diferente de la primera dirección.

- 15 En una forma de realización, una cinta transportadora está adaptada para hacer avanzar las partes compactadas del molde de arena a lo largo de la trayectoria de viaje con el fin de lograr el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, dicho desplazamiento relativo necesario para la medición de una distancia por medio del dispositivo de medición de distancia sin contacto se puede lograr por medio de una cinta transportadora, que de
20 todas formas puede ser necesaria para el transporte de las partes compactadas del molde de arena a lo largo de la trayectoria de viaje. De este modo, se puede evitar un dispositivo separado para el desplazamiento del dispositivo de medición de distancia sin contacto.

- 25 En una forma de realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto de manera desplazable con el fin de lograr el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, dicho desplazamiento relativo necesario para la medición de una distancia por medio del dispositivo de medición de distancia sin contacto se puede conseguir incluso si las partes compactadas del molde de arena están detenidas y no se transportan. Además, en el caso de una máquina de moldeo de arena que funciona de acuerdo con la técnica de placa de coincidencia, dos partes del molde de arena pueden estar posicionadas una encima de la otra para
30 formar un molde de arena completo sobre una cinta transportadora, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto puede estar desplazado en la dirección vertical con el fin de lograr dicho desplazamiento relativo. En este caso, dicho desplazamiento relativo es en una dirección que no es una dirección de transporte de las partes del molde de arena.

- 35 En una forma de realización, cada una de las paredes de extremo de la cámara está provista de una placa de patrón que tiene un patrón adaptado para formar un patrón en una parte del molde de arena, y una cinta transportadora está adaptada para avanzar en un número de partes compactadas del molde de arena en una configuración alineada y mutuamente en contacto a lo largo de una trayectoria de viaje en una dirección de transporte correspondiente a la dirección longitudinal de la cámara de moldeo. De este modo, la máquina de moldeo de arena puede funcionar de acuerdo con la técnica de moldeo de arena sin matraz vertical tal como la DISAMATIC (Marca
40 Comercial Registrada).

- 45 En una forma de realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto de manera estacionaria, un sensor de posición está adaptado para llevar a cabo las mediciones de la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto en forma de la posición en la dirección de transporte de las partes compactadas del molde de arena, y el sensor de posición está acoplado a un denominado Transportador de Molde Automático (AMC), o un denominado Transportador de Moldes de Precisión (PMC) o una denominada Cinta Transportadora Sincronizada (SBC).

- 50 En una forma de realización, un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto a lo largo de la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena, el conjunto incluye dos dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal, respectivamente, con un patrón de referencia en una esquina superior izquierda de una parte del molde de arena, dos dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal, respectivamente, con un patrón de referencia en una esquina superior derecha de una parte del molde de arena, un dispositivo de
55 medición de distancia sin contacto dispuesto para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal, con un patrón de referencia en o por encima de una esquina inferior izquierda de una parte del molde de arena, y un dispositivo de medición de distancia sin contacto dispuesto para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal con un patrón de referencia en o por encima de una esquina inferior derecha de una parte del molde de arena. De este modo, la falta de alineación mutua vertical, lateral y rotacional y la anchura de una posible brecha entre secciones de molde adyacentes se pueden detectar con gran
60

exactitud. Además, entre otros parámetros, la expansión del molde y las dimensiones del molde se pueden detectar por medio de esta disposición. Sin embargo, por medio de esta disposición se puede evitar una disposición complicada de los dispositivos de medición de distancia sin contacto debajo de la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena.

5 En una forma de realización, un dispositivo de medición de distancia sin contacto adicional está dispuesto para medir una distancia de manera oblicua en una dirección hacia arriba o hacia abajo con el patrón de referencia en o por encima de una esquina inferior izquierda de una parte del molde de arena, y un dispositivo de medición de distancia sin contacto adicional está dispuesto para medir una distancia de manera oblicua en una dirección hacia arriba o hacia abajo con el patrón de referencia en o por encima de una esquina inferior derecha de una parte del
10 molde de arena. De este modo, la falta de alineación mutua vertical, lateral y rotacional y la anchura de una posible brecha entre secciones de molde adyacentes se pueden detectar incluso con mayor exactitud. Sin embargo, también por medio de esta disposición se puede evitar una disposición complicada de los dispositivos de medición de distancia sin contacto por debajo de la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena, dado que dichos dispositivos de medición de distancia sin contacto adicionales pueden en dirección oblicua por así decirlo ver
15 las caras planas del patrón de referencia orientado en la dirección hacia abajo o hacia arriba.

En una forma de realización, dos cámaras de moldeo están separadas por medio de una placa de coincidencia, la máquina de moldeo de arena está adaptado a dos partes del molde de arena para comprimir de manera simultánea las dos cámaras de moldeo respectivas y, posteriormente, retirar la placa de coincidencia y posicionar dichas dos partes del molde de arena una encima de la otra para formar un molde de arena completo, y el dispositivo de
20 medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable con los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena posicionadas una encima de la otra.

En una forma de realización, la máquina de moldeo de arena está adaptada para posicionar dichas dos partes del molde de arena una encima de la otra y posteriormente presionar la superior de dichas dos partes del molde de arena fuera de su respectiva cámara de moldeo, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto
25 para medir la distancia variable con los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena posteriormente a presionar la superior de dichas dos partes del molde de arena fuera de su respectiva cámara de moldeo, pero antes de colocar dichas dos partes del molde de arena en una superficie de transporte de una cinta transportadora. De este modo, el movimiento llevado a cabo por la máquina de moldeo de arena de dichas dos partes del molde de arena se puede usar para el logro del desplazamiento relativo requerido en una dirección de
30 desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se puede evitar un dispositivo separado para el desplazamiento del dispositivo de medición de distancia sin contacto.

En una forma de realización, la máquina de moldeo de arena incluye un dispositivo de posicionamiento del bastidor para el posicionamiento de un bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes del molde de arena posicionadas
35 una encima de la otra y posicionadas en una superficie de transporte de una cinta transportadora, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable con los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena en una posición a lo largo de la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena antes y/o después del dispositivo de posicionamiento del bastidor. Puede ser de interés detectar si la acción del posicionamiento de un bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes del molde de arena
40 posicionadas una encima de la otra pueden desplazar mutuamente las partes del molde de arena.

En una forma de realización, la máquina de moldeo de arena incluye un dispositivo de posicionamiento del bastidor para el posicionamiento de un bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes del molde de arena posicionadas una encima de la otra y posicionadas en una superficie de transporte de una cinta transportadora, el dispositivo de
45 medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable con los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena en una posición a lo largo de la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena en o después del dispositivo de posicionamiento del bastidor, y el bastidor de soporte tiene una abertura a través de la cual el dispositivo de medición de distancia sin contacto está adaptado para medir la distancia variable con los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena. De este modo, puede ser posible llevar a cabo la medición de distancia durante o después del posicionamiento del bastidor de soporte
50 alrededor de dichas dos partes del molde de arena. Si la medición de distancia se lleva a cabo durante dicho posicionamiento del bastidor de soporte, el dispositivo de medición de distancia sin contacto incluso puede ser montado en y desplazado por el dispositivo de posicionamiento del bastidor.

La presente invención se refiere además a una línea de producción de fundición que incluye una máquina de moldeo de arena de acuerdo con lo descrito con anterioridad, en el que un dispositivo de vertido de la masa fundida está
55 adaptado para el posicionamiento automático a lo largo de la trayectoria de viaje en la dirección de transporte, y en la que un sistema de ordenador está adaptado para controlar la posición del dispositivo de vertido de la masa fundida sobre la base de las posiciones calculadas de por lo menos un punto de intersección entre las líneas rectas asociadas con un número de partes del molde de arena posicionadas entre la máquina de moldeo de arena y el dispositivo de vertido de la masa fundida. De este modo, el dispositivo de vertido de la masa fundida puede estar
60 posicionado con exactitud en relación con la abertura de vertido en un molde de arena formado por dos partes adyacentes del molde de arena, incluso si las dimensiones individuales de las partes del molde de arena

posicionadas entre la máquina de moldeo de arena y el dispositivo de vertido de la masa fundida varían a lo largo de todo el proceso.

5 En una forma de realización, un conjunto que incluye un número de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto adyacente a la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena justo después de la máquina de moldeo de arena. De este modo, se pueden detectar la falta de alineación mutua de las secciones de molde adyacentes y otros parámetros de acuerdo con lo mencionado con anterioridad que resulta del proceso de moldeo de arena.

10 En una forma de realización, un conjunto que incluye un número de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto adyacente a la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena justo antes de un dispositivo de vertido de la masa fundida. De este modo, se puede detectar la falta de alineación mutua de las secciones de molde adyacentes y otros parámetros de acuerdo con lo mencionado con anterioridad que surgen del proceso de moldeo de arena y que surgen del proceso de transporte. Por medio de la comparación de los parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo después de la máquina de moldeo de arena con parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo antes de un dispositivo de vertido de la masa fundida, se pueden detectar los parámetros relacionados con el proceso de transporte.

15 En una forma de realización, un conjunto que incluye un número de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto adyacente a la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena justo después de un dispositivo de vertido de la masa fundida. De este modo, se puede detectar la falta de alineación mutua de las secciones de molde adyacentes y otros parámetros de acuerdo con lo mencionado con anterioridad que surgen del proceso de moldeo de arena, el proceso de transporte y el proceso de vertido de la masa fundida. Por medio de la comparación de los parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo después de un dispositivo de vertido de la masa fundida con los parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo después de la máquina de moldeo de arena y con los parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo antes del dispositivo de vertido de la masa fundida, se pueden detectar los parámetros relacionados con el proceso de vertido de la masa fundida.

20 En una forma de realización, un sistema de ordenador está adaptado para controlar un dispositivo de vertido de la masa fundida para detener el vertido de la masa fundida sobre la base de las posiciones calculadas de por lo menos dos puntos de intersección entre las líneas rectas, y en el que dichos por lo menos dos puntos de intersección se asocian con dos partes respectivas del molde de arena posicionadas en una configuración mutuamente en contacto. De este modo, el dispositivo de vertido de la masa fundida puede omitir el vertido de la masa fundida en moldes que se han evaluado como defectuosos. De este modo, se puede evitar que se produzcan piezas de colada defectuosas, por ejemplo, como resultado de la falta de coincidencia entre partes del molde de arena.

25 La presente invención se refiere además a un procedimiento para la producción de partes del molde de arena, por medio del cual una cámara de moldeo se llena con arena durante una operación de llenado, y por medio del cual la arena posteriormente se compacta, la cámara de moldeo está formada por una pared superior de la cámara, una pared inferior de la cámara, dos paredes laterales de la cámara opuestas y dos paredes de extremo opuestas de la cámara, por medio del cual la cámara de moldeo se llena de arena a través de por lo menos una abertura de llenado de arena provista en una pared de la cámara, por medio del cual un molde o una parte del molde está provisto de un patrón por medio de por lo menos una de las paredes de extremo de la cámara está provista de una placa de patrón que tiene un patrón, y en el que la arena se compacta dentro de la cámara de moldeo por medio del desplazamiento de por lo menos una de las paredes de extremo de la cámara en una dirección longitudinal de la cámara de moldeo, por medio del cual un patrón de referencia se forma en una cara externa de una parte del molde de arena por medio de por lo menos un bloque del patrón de referencia asociado con y posicionado en relación fija a por lo menos una de las placas de patrón, y por medio del cual una distancia variable con los patrones de referencia de las partes del molde de arena se mide durante un desplazamiento relativo en una dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto por medio de un dispositivo de medición de distancia sin contacto dispuesto adyacente a la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena.

30 El procedimiento se caracteriza por que el por lo menos un bloque del patrón de referencia forma un patrón de referencia que incluye por lo menos dos superficies planas que siguen una después de la otra en la dirección de desplazamiento, por que cada superficie plana está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas, y por que el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable a las por lo menos dos superficies planas del patrón de referencia, una después de la otra a medida que pasan en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

35 En una forma de realización, cada una de dichas por lo menos dos superficies planas forma un ángulo oblicuo con la dirección de desplazamiento. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

5 En una forma de realización, el ángulo oblicuo entre dos superficies planas medido de manera externa de la parte del molde de arena está en el intervalo de 95 a 175 grados o en el intervalo de 185 a 265 grados, con preferencia en el intervalo de 115 a 155 grados o en el intervalo de 205 a 245 grados, y con la mayor de las preferencias en el intervalo de 125 a 145 grados o en el intervalo de 215 a 235 grados. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto es un sensor de distancia basado en láser. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

10 En una forma de realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está midiendo una distancia en una dirección en ángulo recto con la dirección de desplazamiento. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

15 En una forma de realización, por lo menos uno de los bloques del patrón de referencia forma un patrón de referencia en una esquina de una parte del molde de arena, por medio del cual dicho patrón de referencia incluye un primer conjunto de por lo menos dos superficies planas una después de la otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y que están dispuestas en ángulo recto con la pared superior de la cámara, cada superficie plana del primer conjunto está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del primer conjunto, por medio del cual dicho patrón de referencia incluye un segundo conjunto de por lo menos dos superficies planas una después de la otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y que están dispuestas en ángulo recto con las paredes laterales de la cámara, cada superficie plana del segundo conjunto está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del segundo conjunto, por medio del cual un primer dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable con el patrón de referencia como resultado de las por lo menos dos superficies planas del primer conjunto que pasa en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, y por medio del cual un segundo dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable con el patrón de referencia como resultado de las por lo menos dos superficies planas del segundo conjunto que pasa en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

30 En una forma de realización, el primer dispositivo de medición de distancia sin contacto está midiendo una distancia en una primera dirección de medición, y por medio del cual el segundo dispositivo de medición de distancia sin contacto está midiendo una distancia en una segunda dirección de medición diferente de la primera dirección de medición. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

35 En una forma de realización, el bloque del patrón de referencia tiene la forma de un cuarto de un elemento combinado de por lo menos dos pirámides cuadradas truncadas montadas una encima de la otra, la parte superior de una pirámide cuadrada truncada posicionada más abajo coincide con la base de una pirámide cuadrada truncada posicionada más arriba, y dicho elemento se ha separado a lo largo de su línea central y a través de la línea de simetría de las superficies laterales adyacentes de las pirámides cuadradas truncadas con el fin de formar dicho cuarto. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

40 En una forma de realización, todas las caras del bloque del patrón de referencia que entra en contacto las partes del molde de arena se forman con un ángulo de inclinación en relación con la dirección longitudinal de la dirección de la cámara de moldeo. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

45 En una forma de realización, un sistema de ordenador recibe un número de mediciones de distancia desde el dispositivo de medición de distancia sin contacto durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, por medio del cual el sistema de ordenador lleva a cabo un ajuste de la curva sobre la base de dichas mediciones de distancia recibidas y de ese modo estima las posiciones respectivas de un número de líneas rectas en un sistema de coordenadas, cada línea recta representa una respectiva de las por lo menos dos superficies planas del patrón de referencia vistas en sección transversal, y en el que el sistema de ordenador calcula la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección entre dichas líneas rectas. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

55 En una forma de realización, la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto se mide durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, y por medio del cual el sistema de ordenador lleva a cabo un ajuste de la curva y de este modo calcula las posiciones respectivas del número de líneas rectas basado, además, en dichas mediciones de la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, un sensor de posición lleva a cabo las mediciones de la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, y el sensor de posición tiene la forma de un sensor de posición absoluto y sin contacto que funciona de acuerdo con el principio magnetoestrictivo. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

- 5 En una forma de realización, un conjunto que incluye un número de dispositivos de medición de distancia sin contacto está montado en una pluma de medición que rodea por lo menos parcialmente la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena, y en el que el conjunto incluye por lo menos un dispositivo de medición de distancia sin contacto adicional que mide una distancia en una primera dirección y un dispositivo de medición de distancia sin contacto que mide una distancia en una segunda dirección que es diferente de la primera dirección. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, una cinta transportadora avanza las partes compactadas del molde de arena a lo largo de la trayectoria de viaje con el fin de lograr el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

- 15 En una forma de realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto se desplaza a lo largo de la trayectoria de viaje con el fin de lograr el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

- 20 En una forma de realización, cada una de las paredes de extremo de la cámara está provista de una placa de patrón que tiene un patrón adaptado para formar un patrón en una parte del molde de arena, y en la que una cinta transportadora avanza un número de partes compactadas del molde de arena en configuración alineada y mutuamente en contacto a lo largo de la trayectoria de viaje en una dirección de transporte correspondiente a la dirección longitudinal de la cámara de moldeo. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

- 25 En una forma de realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto de manera estacionaria, un sensor de posición lleva a cabo las mediciones de la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto en forma de la posición en la dirección de transporte de las partes compactadas del molde de arena, y el sensor de posición está acoplado a un denominado Transportador de Molde Automático (AMC), un denominado Transportador de Moldes de Precisión (PMC) o una denominada Cinta Transportadora Sincronizada (SBC). De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

- 30 En una forma de realización, un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto a lo largo de la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena, por medio del cual el conjunto incluye dos dispositivos de medición de distancia sin contacto que miden una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal, respectivamente, con un patrón de referencia en una esquina superior izquierda de una parte del molde de arena, dos dispositivos de medición de distancia sin contacto que miden una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal, respectivamente, con un patrón de referencia en una esquina superior derecha de una parte del molde de arena un dispositivo de medición de distancia sin contacto que mide una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal con un patrón de referencia en o por encima de una esquina inferior izquierda de una parte del molde de arena, y un dispositivo de medición de distancia sin contacto que mide una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal con un patrón de referencia en o por encima de una esquina inferior derecha de una parte del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

- 45 En una forma de realización, un dispositivo de medición de distancia sin contacto adicional mide una distancia en una dirección hacia arriba con el patrón de referencia en o por encima de una esquina inferior izquierda de una parte del molde de arena, y un dispositivo de medición de distancia sin contacto adicional mide una distancia en una dirección hacia arriba con el patrón de referencia en o por encima de una esquina inferior derecha de una parte del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

- 50 En una forma de realización, dos cámaras de moldeo separadas por medio de una placa de coincidencia durante la operación de llenado se llenan de arena, la máquina de moldeo de arena comprime de manera simultánea dos partes del molde de arena en las dos cámaras de moldeo respectivas y posteriormente retira la placa de coincidencia y posiciona dichas dos partes del molde de arena una encima de la otra, para formar de este modo un molde de arena completo, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable con los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena posicionadas una encima de la otra. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, la máquina de moldeo de arena lleva a cabo las siguientes etapas en sucesión:

el posicionamiento de dichas dos partes del molde de arena una encima de la otra,

la presión la superior de dichas dos partes del molde de arena fuera de su cámara de moldeo respectiva,

la medición por medio del dispositivo de medición de distancia sin contacto de la distancia variable de los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena, y

la colocación de dichas dos partes del molde de arena en una superficie de transporte de una cinta transportadora.

5 De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, la máquina de moldeo de arena por medio de un dispositivo de posicionamiento del bastidor posiciona un bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes del molde de arena posicionadas una encima de la otra, sobre una superficie de transporte de una cinta transportadora, y por medio del cual el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable con los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena en una posición a lo largo de la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena antes de y/o después del posicionamiento del bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes/molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, la máquina de moldeo de arena por medio de un dispositivo de posicionamiento del bastidor que posiciona un bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes del molde de arena posicionadas una encima de la otra, sobre una superficie de transporte de una cinta transportadora, por medio del cual el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable de los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena en una posición a lo largo de la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena durante o después del posicionamiento del bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes/molde de arena, y por medio del cual el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable con dichos patrones de referencia a través de una abertura formada en el bastidor de soporte. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, un dispositivo de vertido de la masa fundida se posiciona de manera automática a lo largo de la trayectoria de viaje en la dirección de transporte, y controla la posición del sistema de ordenador del dispositivo de vertido de la masa fundida sobre la base de las posiciones calculadas de por lo menos un punto de intersección entre las líneas rectas asociadas con una parte del molde de arena posicionado entre la máquina de moldeo de arena y el dispositivo de vertido de la masa fundida. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, un conjunto que incluye un número de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto adyacente a la trayectoria de viaje de las partes compactadas del molde de arena en una o más de las siguientes posiciones: justo después de la máquina de moldeo de arena, justo antes de un dispositivo de vertido de la masa fundida y justo después de un dispositivo de vertido de la masa fundida. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

En una forma de realización, un sistema de ordenador calcula las posiciones de por lo menos dos puntos de intersección entre las líneas rectas, por medio del cual dichos por lo menos dos puntos de intersección están asociados con dos partes respectivas del molde de arena posicionadas en la configuración mutuamente en contacto, y por medio del cual el sistema de ordenador controla un dispositivo de vertido de la masa fundida para detener el vertido de la masa fundida sobre la base de las posiciones calculadas. De este modo, se pueden obtener las características descritas con anterioridad.

La invención se explicará ahora en más detalle a continuación por medio de ejemplos de formas de realización con referencia a las figuras muy esquemáticas, en las cuales:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva que ilustra una línea de fundición que incluye una máquina de moldeo de arena de acuerdo con la invención, que opera de acuerdo con la técnica de moldeo de arena sin matraz vertical;

La Fig. 2 es una sección vertical a través de una máquina de moldeo de arena de acuerdo con la invención;

La Fig. 3A es una vista en perspectiva de un número de partes compactadas del molde de arena en configuración alineada y mutuamente en contacto y proporcionada con los patrones de referencia de acuerdo con la invención;

La Fig. 3B es una vista superior de las partes compactadas del molde de arena que se ilustran en la Fig. 3A;

La Fig. 4 es una sección transversal a través de un Transportador de Molde Automático que se ilustra en la Fig. 5, visto en la dirección de transporte y tomada a lo largo de la línea IV-IV en la Fig. 5;

La Fig. 5 es una vista en perspectiva del Transportador de Molde Automático que se ilustra en la Fig. 4 que transporta una cadena de partes compactadas del molde de arena, por medio de la cual el Transportador de Molde Automático está provisto con una pluma de medición y un sensor de posición asociado;

La Fig. 6 es una vista en perspectiva de un bloque del patrón de referencia de esquina dispuesto en la esquina de una placa de patrón con el fin de formar un patrón de referencia en una esquina de una parte del molde de arena;

La Fig. 7 es una vista en perspectiva de un elemento combinado de tres pirámides cuadradas truncadas montadas una encima de la otra, dicho elemento se puede separar en cuatro piezas con el fin de obtener cuatro bloques del patrón de referencia de esquina como el que se ilustra en la Fig. 6;

5 La Fig. 8 es una vista en perspectiva de una placa de patrón provista de bloques del patrón de referencia de esquina en las esquinas superiores y bloques del patrón de referencia lateral ligeramente por encima de las esquinas inferiores;

La Fig. 9 es una vista en perspectiva de un bloque del patrón de referencia lateral de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 8;

10 La Fig. 10 ilustra una vista superior de una esquina superior de una de las partes compactadas del molde de arena que se ilustran en la Fig. 3A correspondientes al detalle que se indica en la Fig. 3B;

La Fig. 11 ilustra en un sistema de coordenadas las curvas que representan las mediciones de distancia para una sola parte del molde de arena por el sensor de distancia basado en láser L1 y el sensor de distancia basado en láser L2 que se indica en la Fig. 3B;

15 La Fig. 12 ilustra el detalle XII de la Fig. 11 de la curva que representa las mediciones de distancia del sensor de distancia basado en láser L1;

La Fig. 13 ilustra en un gráfico de barras los espesores de molde para 15 partes diferentes del molde de arena medidas por los sensores de distancia basados en láser L1-L2 que se indican en la Fig. 3A;

20 La Fig. 14 ilustra en un sistema de coordenadas las curvas que representan las mediciones de distancia para un número de partes del molde de arena por medio del sensor de distancia basado en láser L1 y el sensor de distancia basado en láser L2 que se indica en las Figs. 3A y 3B;

La Fig. 15 ilustra en un sistema de coordenadas las curvas que representan las aberturas de la parte del molde de arena calculadas entre partes del molde de arena vecinas en una cadena basada en mediciones de distancia para un número de partes del molde de arena por medio del sensor de distancia basado en láser L1 y el sensor de distancia basado en láser L2 que se indica en las Figs. 3A y 3B;

25 La Fig. 16 es una vista en perspectiva que ilustra parte de una línea de fundición que incluye una máquina de moldeo de arena de acuerdo con la invención, que funciona de acuerdo con la técnica de placa de coincidencia; y

La Fig. 17 ilustra un detalle aislado de la Fig. 16 en una escala más grande.

30 La Fig. 2 ilustra una máquina de moldeo de arena 1 de acuerdo con la presente invención para la producción de partes del molde de arena 2 que se ilustran, por ejemplo, en la Fig. 3A y la Fig. 5, adaptada para operar de acuerdo con la técnica de moldeo de arena sin matraz vertical tales como la técnica DISAMATIC (Marca Comercial Registrada). La máquina de moldeo de arena 1 que se ilustra incluye una cámara de moldeo 3 formada por una pared superior de la cámara 4, una pared inferior de la cámara 5, dos paredes laterales de la cámara opuestas 6 de los cuales sólo se muestra una y dos paredes de extremo opuestas de la cámara 7, 8. La pared superior de la cámara 4 está provista de una abertura de llenado de arena 9, de manera típica en forma de una abertura alargada o una muesca que se extiende en la dirección entre las dos paredes laterales de la cámara opuestas 6. Ambas paredes de extremo de la cámara 7, 8 están provistas de una placa de patrón 10, 11 que tiene un patrón 12, 13 adaptado para formar un patrón en una parte del molde de arena 2. El montaje de las placas de patrón 10, 11 sobre las respectivas paredes de extremo de la cámara 7, 8 se puede asegurar por medio de cerraduras de placa de patrón no mostradas pero muy conocidas por aquéllos con experiencia en la técnica, y un posicionamiento preciso de las placas de patrón 10, 11 sobre las respectivas paredes de extremo de la cámara 7, 8 se puede garantizar en una manera muy conocida por medio de pasadores de guía que no se muestran pero que encajan en casquillos de guía 60 de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 8. Una o ambas de las paredes de extremo de la cámara 7, 8 pueden estar dispuesto de manera desplazable y muy conocida en una dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3 en la dirección de una contra la otra con el fin de compactar la arena alimentada a la cámara de moldeo.

45 En la forma de realización ilustrada, la primera pared de extremo de la cámara 7 que se ilustra a la derecha en la Fig. 2 está dispuesta basculante alrededor de un eje de pivote 14 con el fin de abrir la cámara de moldeo 3 cuando una parte del molde de arena 2 producido tiene que ser expulsada de la cámara de moldeo. El eje de pivote 14 además está dispuesto de manera desplazable y muy conocida en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3 de manera tal que la primera pared de extremo de la cámara 7 se pueda desplazar a la derecha en la figura y posteriormente inclinada alrededor del eje de pivote 14 por medio de un brazo de elevación 37 conectado de forma pivotante 38 a la pared de extremo 7 de manera tal que la pared de extremo 7 esté situada a un nivel por encima de una parte del molde de arena 2 producido, de manera tal que la parte del molde de arena 2 se pueda expulsar de la cámara de moldeo. Las partes del molde de arena 2 se pueden compactar y posteriormente expulsar de la cámara de moldeo 3 por medio de un pistón 15 dispuesto para desplazar la segunda pared de extremo de la cámara 8 que se ilustra a la izquierda en la Fig. 2 en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3. De este modo, las partes producidas del molde de arena 2 pueden estar dispuestas de una manera muy conocida en una fila en una relación

mutuamente en contacto en una cinta transportadora 16 que se puede observar en la Fig. 1. De esta manera, dos partes del molde de arena 2 adyacentes pueden formar un molde de arena completo para una colada. La cinta transportadora 16 está adaptada para hacer avanzar las partes compactadas del molde de arena 2 en una configuración alineada y mutuamente en contacto en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3 a lo largo de una trayectoria de viaje 17 que se muestra en la Fig. 1 en una dirección de transporte D, de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 1.

La abertura de llenado de arena 9 de la cámara de moldeo 3 se comunica con un sistema de alimentación de arena 18 que incluye un depósito de arena 19 que también se ilustra en la Fig. 1. La parte inferior del depósito de arena 19 está conectada a través de una cinta transportadora de arena 73 y una válvula de alimentación de arena no mostrada, con una cámara de alimentación de arena, que no se muestra directamente conectada a la abertura de llenado de arena 9 de la cámara de moldeo 3. La cámara de alimentación de arena 72 está formada internamente con forma de embudo y es muy conocida por aquéllos con experiencia en la técnica. Durante la operación de llenado de arena, la arena dispuesta en la cámara de alimentación de arena 72 es por así decirlo "disparada" en la cámara de moldeo 3 a través de la abertura de llenado de arena 9 por medio del cierre de la válvula de alimentación de arena 20 y la apertura de una válvula de control de alimentación de arena que no se muestra de manera tal que el aire comprimido entre en la cámara de alimentación de arena 72 y presione la arena a través de la abertura de llenado de arena 9. Cuando una parte producida del molde de arena es expulsada de la cámara de moldeo 2, una cantidad de arena compactada todavía está cerrando la abertura de llenado de arena 9 hasta que el próximo "disparo" de arena entre en la cámara de moldeo a través de la abertura de llenado de arena 9.

La Fig. 1 ilustra una línea de producción de fundición 21, que incluye la máquina de moldeo de arena 1 que se ilustra en la Fig. 2 y se ha descrito con anterioridad, la cinta transportadora 16, una pluma de medición 41 y un dispositivo de vertido de la masa fundida 22 adaptado para el posicionamiento automático a lo largo de la trayectoria de viaje 17 en la dirección de transporte D y para el vertido automático. Se proporciona un panel de control de la máquina de moldeo de arena 71 para el control de la máquina de moldeo de arena 1. Además, un sistema de ordenador 23 está conectado a la pluma de medición 41 y el dispositivo de vertido de la masa fundida 22 de acuerdo con lo que se discutirá más adelante.

En la forma de realización de la presente invención que se ilustra en las Figs. 2 y 8, cada placa de patrón 10, 11 está asociada con cuatro bloques del patrón de referencia 24, 25, 26, 27 que están posicionados en relación fija con el patrón 12, 13 de dicha placa de patrón 10, 11 y está adaptado para formar un patrón de referencia 28, 29, 30, 31 correspondiente en una cara externa 32, 33, 34, 35, 36 de una parte del molde de arena 2, que se ilustra en la Fig. 3A. Los bloques del patrón de referencia 24, 25, 26, 27 pueden estar posicionados en una placa de patrón 10, 11 respectiva por medio de pernos. El posicionamiento exacto en dicha relación fija se puede asegurar por medio de pasadores de guía que no se muestran montados en los agujeros que no se muestran formados ya sea en los bloques del patrón de referencia 24, 25, 26, 27 o en las placas de patrón 10, 11 y los pasadores de guía pueden estar montados en la otra parte correspondiente. Cada bloque del patrón de referencia 24, 25, 26, 27 incluye por lo menos un conjunto de tres caras planas L, M, N una después de la otra en la dirección de transporte D (véase la Fig. 6) y está adaptado para formar un patrón de referencia 28, 29, 30, 31 correspondiente que incluye por lo menos un conjunto de tres superficies planas l, m, n una después de la otra en la dirección de transporte D, de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 10 y de acuerdo con lo explicado en más detalle a continuación. De acuerdo con la presente invención, de acuerdo con lo que se puede observar en la Fig. 10, cada superficie plana l, m, n está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas l, m, n. Esto significa que dos de las superficies planas l, m, n pueden ser paralelas, pero por supuesto no todas ellas.

En la forma de realización ilustrada en la Fig. 4, seis dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 en forma de sensores de distancia basados en láser L1, L2, L3, L4, L5, L6 están dispuestos de manera estacionaria en la pluma de medición 41 adyacente a la trayectoria de viaje 17 de las partes compactadas del molde de arena 2. Los sensores de distancia basados en láser L1, L2, L3, L4, L5, L6 están adaptados para medir una distancia variable con los patrones de referencia 28, 29, 30, 31 en una posición de medición 40 a lo largo de la dirección de transporte D, como resultado de las superficies planas l, m, n que pasan la posición de medición 40 en sucesión durante el avance en la dirección de transporte D de las partes compactadas del molde de arena 2. De este modo, se consigue un desplazamiento relativo en una dirección de desplazamiento 82 que corresponde a la dirección de transporte D entre las partes compactadas del molde de arena y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39. De manera alternativa, sin embargo, la pluma de medición 41 con los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 puede estar dispuesta de manera desplazable a lo largo de la trayectoria de viaje 17 en la dirección de transporte D con el fin de lograr el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento 82 entre las partes compactadas del molde de arena 2 y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39. En ese caso, las partes compactadas del molde de arena 2 no necesitan ser desplazadas a lo largo de la trayectoria de viaje 17, cuando las mediciones de distancia se llevan a cabo por medio de los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39.

Se prefieren los dispositivos de medición de distancia sin contacto dado que no se puede obtener una alta exactitud con sondas de medición mecánicas debido a las propiedades de resistencia del molde comprimido.

Se debe señalar que en la Fig. 4 los sensores de distancia basados en láser L1, L2, L3, L4, L5, L6 se ilustran como cajas, y los haces de láser se indican como líneas discontinuas que apuntan desde dichas cajas en las respectivas direcciones de medición.

5 De acuerdo con la forma de realización ilustrada en la Fig. 4, en cada placa de patrón 10, 11, dos bloques del patrón de referencia de esquina 24, 25 están dispuestos para formar patrones de referencia de esquina 28, 29 correspondientes en las esquinas superiores de una parte del molde de arena 2 de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 3A. Cada patrón de referencia de esquina 28, 29 incluye un primer conjunto 42 de tres superficies planas l_1 , m_1 , n_1 una después de la otra en la dirección de transporte D y que están dispuestas en ángulo recto con la pared superior de la cámara 4. Esto se entiende por medio de la comparación de las Figs. 2, 3 y 10. Cada superficie plana l_1 , m_1 , n_1 del primer conjunto 42 está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del primer conjunto. Cada patrón de referencia de esquina 28, 29 además incluye un segundo conjunto 43 de tres superficies planas l_2 , m_2 , n_2 una después de la otra en la dirección de transporte D y que están dispuestas en ángulo recto con las paredes laterales de la cámara 6. Esto también se entiende por medio de la comparación de las Figs. 2, 3 y 10. Cada superficie plana l_2 , m_2 , n_2 del segundo conjunto 43 está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del segundo conjunto.

El bloque del patrón de referencia de esquina 24 usado para formar el patrón de referencia de esquina 28 se ilustra en la Fig. 6. Se puede observar que el bloque del patrón de referencia de esquina 24 tiene un primer conjunto 44 de tres caras planas L_1 , M_1 , N_1 dispuesto verticalmente, a la derecha ángulos a la pared superior de la cámara 4, y adaptado para formar el correspondiente primer conjunto 42 de tres superficies planas l_1 , m_1 , n_1 en la parte del molde de arena 2 de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 10. Además, se puede observar que el bloque del patrón de referencia de esquina 24 tiene un segundo conjunto 45 de tres caras planas L_2 , M_2 , N_2 dispuesto en ángulo recto con las paredes laterales de la cámara 6 y adaptado para formar el segundo conjunto 43 correspondiente de tres superficies planas l_2 , m_2 , n_2 en la parte del molde de arena 2 similar a lo que se ilustra en la Fig. 10. El tamaño del bloque del patrón de referencia de esquina 24 puede ser por ejemplo de 40 x 40 x 40 milímetros, 30 x 30 x 30 milímetros o 20 x 20 x 20 milímetros. Un tamaño relativamente más pequeño, puede ser ventajoso, pero puede proporcionar menos exactitud que un tamaño relativamente más grande.

Además, en cada placa de patrón 10, 11, dos bloques del patrón de referencia lateral 26, 27 están dispuestos para formar patrones de referencia laterales 30, 31 correspondientes o encima de las esquinas inferiores de la parte del molde de arena 2 de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 3A. Cada patrón de referencia lateral 30, 31 incluye un conjunto de tres superficies planas l , m , n una después de la otra en la dirección de transporte D y que están dispuestas en ángulo recto con la pared superior de la cámara 4. Esto se entiende por medio de la comparación de las Figs. 2, 3 y 8. Cada superficie plana l , m , n está dispuesta en un ángulo oblicuo a por lo menos otra de las superficies planas. El bloque del patrón de referencia lateral 26 se ilustra en la Fig. 9. De acuerdo con lo que se puede observar, las superficies planas l , m , n del patrón de referencia lateral 30, 31 corresponden a las superficies planas l_1 , m_1 , n_1 del primer conjunto 42 de los patrones de referencia de esquina 28, 29.

Para todas las formas de realización de los bloques del patrón de referencia 24, 25, 26, 27 de acuerdo con la invención, se debe considerar que si bien se ha ilustrado que las tres caras planas L , M , N están conectadas directamente entre sí, las caras planas adyacentes L , M , N , de manera alternativa, pueden estar conectadas, por ejemplo, por medio de un redondeo u otra cara plana.

40 De acuerdo con la forma de realización ilustrada en la Fig. 4, el sensor de distancia basado en láser L1 está dispuesto para medir la distancia variable en la dirección horizontal con los patrones de referencia de esquina 28, 29 formados en el lado superior derecho de la cadena de partes compactadas del molde de arena 2, que se puede observar en la dirección de transporte D de las partes compactadas del molde de arena 2, como resultado de las tres superficies planas l_1 , m_1 , n_1 del primer conjunto 42 que pasa la posición de medición 40 en sucesión durante el avance en la dirección de transporte D. Además, el sensor de distancia basado en láser L3 está dispuesto para medir la distancia variable en la dirección vertical a los patrones de referencia 28, 29 formados en el lado superior derecho de la cadena de partes compactadas del molde de arena 2, que se puede observar en la dirección de transporte D de las partes compactadas del molde de arena 2, como resultado de las tres superficies planas l_2 , m_2 , n_2 del segundo conjunto 43 que pasa la posición de medición 40 en sucesión durante el avance en la dirección de transporte D. De manera correspondiente, el sensor de distancia basado en láser L2 está dispuesto para medir la distancia variable en la dirección horizontal con los patrones de referencia de esquina 28, 29 formados en el lado superior izquierdo de la cadena de partes compactadas del molde de arena 2, que se puede observar en la dirección de transporte D de las partes compactadas del molde de arena 2, como resultado de las tres superficies planas l_1 , m_1 , n_1 del primer conjunto 42 que pasa la posición de medición 40. De manera correspondiente, el sensor de distancia basado en láser L4 está dispuesto para medir la distancia variable en la dirección vertical a los patrones de referencia 28, 29 formados en el lado superior izquierda de la cadena de partes compactadas del molde de arena 2, que se puede observar en la dirección de transporte D de las partes compactadas del molde de arena 2, como resultado de las tres superficies planas l_2 , m_2 , n_2 del segundo conjunto 43 que pasa la posición de medición 40.

Además, el sensor de distancia basado en láser L5 está dispuesto para medir la distancia variable en la dirección horizontal con los patrones de referencia laterales 30, 31 formados en el lado derecho de la cadena de partes compactadas del molde de arena 2, que se puede observar en la dirección de transporte D de las partes

compactadas del molde de arena 2, como resultado de las tres superficies planas l, m, n que pasa la posición de medición 40. El sensor de distancia basado en láser L6 está dispuesto para medir la distancia variable en la dirección horizontal con los patrones de referencia laterales 30, 31 formados en el lado izquierdo de la cadena de partes compactadas del molde de arena 2, que se puede observar en la dirección de transporte D de las partes compactadas del molde de arena 2, como resultado de las tres superficies planas l, m, n que pasa la posición de medición 40.

Si bien en la forma de realización ilustrada, los bloques del patrón de referencia superiores 24, 25 se han descrito como bloques del patrón de referencia de esquina 24, 25 como el que se ilustra en la Fig. 6, y los bloques del patrón de referencia inferior 26, 27 se han descrito como bloques del patrón de referencia laterales 26, 27 como el que se ilustra en la Fig. 9, otras formas de realización son posibles. De hecho, sólo un único bloque del patrón de referencia a cada placa de patrón es necesario con el fin de detectar una falta de alineación entre las partes del molde de arena. Sin embargo, en especial, se podría preferir disponer, además, los bloques del patrón de referencia inferior 26, 27 como bloques del patrón de referencia de esquina como el que se ilustra en la Fig. 6, pero orientado para cooperar con los dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos debajo de la cadena de partes del molde de arena 2 y dirigidos en dirección vertical hacia arriba, así como también para cooperar con los dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos a los lados de la cadena de partes del molde de arena y dirigido en la dirección horizontal. Sin embargo, esta disposición puede requerir cierta adaptación de la cinta transportadora 16 con el fin de permitir que los dispositivos de medición de distancia sin contacto detecten el patrón de referencia por debajo de la cadena de partes del molde de arena 2. De manera alternativa, los bloques del patrón de referencia inferior 26, 27 podrían estar dispuestos como bloques del patrón de referencia de esquina como el que se ilustra en la Fig. 6, pero posicionado como bloques inferiores a una distancia de la pared inferior de la cámara 5, al igual que los bloques del patrón de referencia inferior 26, 27 que se ilustran en la Fig. 8. En ese caso, dependiendo de si el segundo conjunto 45 de tres caras planas L_2 , M_2 , N_2 de los bloques del patrón de referencia de esquina inferior se enfrentan en la dirección hacia abajo o hacia arriba, un dispositivo de medición de distancia sin contacto 39 adicional podría estar dispuesto para medir una distancia de manera oblicua en una dirección hacia arriba o hacia abajo con el patrón de referencia de esquina inferior en o por encima de la esquina inferior izquierda de la parte del molde de arena 2, y un dispositivo de medición de distancia sin contacto 39 adicional podría estar dispuesto para medir una distancia de manera oblicua en una dirección hacia arriba o hacia abajo con el patrón de referencia de esquina inferior en o por encima de la esquina inferior derecha de la parte del molde de arena 2.

Los dispositivos de medición de distancia sin contacto adecuados están disponibles de la compañía SICK AG, Alemania, en forma de sensores de distancia de corto alcance que usan tecnología láser. Otros dispositivos de medición de distancia sin contacto adecuados basados en otras tecnologías de medición también se pueden emplear de acuerdo con la invención.

Se prefiere que cada una de las tres superficies planas l, m, n de los patrones de referencia 28, 29, 30, 31 forme un ángulo oblicuo con la dirección de transporte. De este modo, se puede mejorar la exactitud de los parámetros detectados, dado que las superficies planas del patrón de referencia se pueden liberar mejor desde el bloque del patrón de referencia y por lo tanto se pueden formar con mayor exactitud en la parte del molde de arena. Además, el bloque del patrón de referencia se puede desgastar menos durante el uso, lo que también puede significar una mayor exactitud en el largo plazo. Además, cuando se usa un sensor de distancia basado en láser para medir la distancia variable con los patrones de referencia, las mediciones de distancia pueden ser más precisas, cuando la distancia está aumentando de manera gradual o disminuyendo de manera gradual en lugar de ser constante. Si bien el solicitante no quiere estar ligado por las siguientes explicaciones, se cree que la razón puede tener que ver con el hecho de que el haz de láser tiene un cierto diámetro, tal como aproximadamente 1 milímetro, y que la superficie del patrón de referencia tiene una cierta estructura granulosa formada por granos de arena. Además, puede tener que ver con las tolerancias internas del sensor de distancia basado en láser.

Se puede preferir que todas las caras de los bloques del patrón de referencia destinados a partes del molde de arena 2 de contacto estén formadas con un ángulo de inclinación en relación con la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3 con el fin de liberar mejor los bloques del patrón de referencia de las partes del molde de arena 2.

En una forma de realización, el ángulo oblicuo entre dos superficies planas medido de manera externa de la parte del molde de arena está en el intervalo de 95 a 175 grados o en el intervalo de 185 a 265 grados, con preferencia en el intervalo de 115 a 155 grados o en el intervalo de 205 a 245 grados, y con la mayor de las preferencias en el intervalo de 125 a 145 grados o en el intervalo de 215 a 235 grados. De este modo, de acuerdo con los experimentos, la exactitud de los parámetros detectados incluso se puede mejorar aún más. En la forma de realización ilustrada en la Fig. 10, el ángulo α es de aproximadamente 125 grados, y el ángulo β es de aproximadamente 215 grados.

Se prefiere que los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 estén dispuestos para medir una distancia en una dirección en ángulo recto con la dirección de transporte D. Por ejemplo, el sensor de distancia basado en láser L1 podría estar dispuesto para medir una distancia en la dirección horizontal, pero en un ángulo oblicuo a la dirección de transporte D, y la distancia medida se podría proyectar, por ejemplo, en un programa de ordenador,

sobre una dirección en ángulo recto con la dirección de transporte D. Sin embargo, esto complicaría los cálculos con el fin de detectar, por ejemplo, la falta de alineación de las partes del molde de arena.

5 Del mismo modo, se prefiere que los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 estén dispuestos para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal o una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente vertical. Es más práctico calcular y representar las distancias en un sistema de coordenadas que tienen ejes que corresponden a las caras 32, 34, 35 de las partes del molde de arena 2 dispuestas en la cinta transportadora 16. Si bien las distancias medidas en otras direcciones se pueden proyectar sobre tales ejes, esta puede complicar los cálculos.

10 De acuerdo con lo ilustrado en las Figs. 6 y 7, un bloque del patrón de referencia de esquina 24, 25 puede tener la forma de un cuarto de un elemento 46 combinado a partir de tres pirámides cuadradas truncadas 47, 48, 49 montadas una encima de la otra. La parte superior de una pirámide cuadrada truncada posicionada relativamente más abajo 47 coincide con la base de la pirámide cuadrada truncada posicionada relativamente más arriba 48, y la parte superior de la pirámide cuadrada truncada posicionada relativamente más abajo 48 coincide con la base de la pirámide cuadrada truncada posicionada relativamente más arriba 49. Por medio de la separación de dicho elemento 15 46 a lo largo de su línea central y a través de las líneas de simetría 50 de las superficies laterales adyacentes de las pirámides cuadradas truncadas 47, 48, 49, se pueden formar cuatro bloques del patrón de referencia de esquina 24, 25 que tienen caras laterales 53. En aras de la comparación, se puede contemplar el bloque del patrón de referencia de esquina 24 que se ilustra en la Fig. 6.

20 Por medio de la comparación del bloque del patrón de referencia de esquina 24 que se ilustra en la Fig. 6 con el bloque del patrón de referencia lateral 26 que se ilustra en la Fig. 9, se puede observar que el último simplemente se puede considerar como una porción del elemento 46 combinado de tres pirámides cuadradas truncadas 47, 48, 49 montadas una encima de la otra de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 7. La porción se puede formar por medio de la realización de dos cortes paralelos que forman caras laterales paralelas 51 a ambos lados de una línea de simetría 25 50 de las superficies laterales adyacentes de las pirámides cuadradas truncadas 47, 48, 49 y por medio de la realización de un corte a través de la línea central del elemento 46 y en ángulo recto con las caras laterales paralelas 51 para formar una cara 52. Sin embargo, puede ser preferente formar las caras 51 con un ángulo de inclinación, de acuerdo con lo discutido con anterioridad. Por otra parte, dos bloques del patrón de referencia lateral 26 de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 9, cada uno está formado de manera diferente con caras planas anguladas 30 diferentemente L, M, N, se pueden combinar con un bloque del patrón de referencia de esquina 24 de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 6.

Se puede preferir posicionar las caras laterales 53 de los bloques del patrón de referencia de esquina 24, 25 a una pequeña distancia, por ejemplo 1/10 o 1/2 milímetro, desde la pared superior de la cámara adyacente 4 y las paredes laterales de la cámara adyacente 6, respectivamente, con el fin de minimizar el desgaste. Del mismo modo, se puede preferir posicionar las caras laterales 52 de los bloques del patrón de referencia lateral 26, 27 a una 35 pequeña distancia, por ejemplo 1/10 o 1/2 milímetro, desde las paredes laterales de la cámara 6 adyacentes con el fin de minimizar el desgaste. De acuerdo con lo que se puede observar en las Figs. 3 y 8, la cara lateral inferior 51 de los bloques del patrón de referencia lateral 26, 27 de manera típica puede estar posicionada a una distancia desde la pared inferior de la cámara 5. Dicha distancia puede corresponder, por ejemplo, a la anchura de, o la mitad de la anchura de, un bloque del patrón de referencia lateral 26, 27, entre sus caras laterales 51. De este modo, se 40 puede evitar que el patrón de referencia lateral correspondiente 30, 31 formado en una parte del molde de arena 2 interfiera con la pared inferior de la cámara 5 y/o las caras de desgaste inferiores 69 de la cinta transportadora 16, cuando la parte del molde de arena es expulsada de la cámara de moldeo 3.

De acuerdo con la presente invención, el sistema de ordenador 23 que se ilustra en la Fig. 1 está adaptado para recibir un número de mediciones de distancia de los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 dispuestos 45 en la pluma de medición 41 durante el avance en la dirección de transporte D de una parte compactada del molde de arena 2. Sobre la base de las mediciones de distancia recibidas, el sistema de ordenador 23 está adaptado para llevar a cabo un ajuste de la curva sobre la base de dichas mediciones de distancia recibidas y de este modo estimar las posiciones respectivas de tres líneas rectas en un sistema de coordenadas, de acuerdo con lo ilustrado en las Figs. 11 y 12, en el que cada línea recta representa una respectiva de las tres superficies planas l, m, n del patrón de 50 referencia 28, 29, 30, 31 visto en la sección transversal. Además, el sistema de ordenador 23 está adaptado para calcular las posiciones de los dos puntos de intersección A, B entre las líneas rectas que representan las superficies planas l, m, n. La posición de los puntos de intersección A, B se puede comparar con la posición ideal de los puntos de intersección. De este modo, la falta de alineación mutua de partes adyacentes del molde de arena se puede detectar con gran exactitud. Por medio de la incorporación de las mediciones de distancia en relación con los 55 diferentes patrones de referencia 28, 29, 30, 31, se puede detectar la falta de alineación mutua tanto vertical, lateral como rotacional de las partes adyacentes del molde de arena. Además, entre otros parámetros, se pueden detectar la anchura de una posible brecha entre partes adyacentes del molde de arena, la expansión del molde y las dimensiones del molde por medio de esta disposición.

Si bien en las formas de realización ilustradas, cada bloque del patrón de referencia 24, 25, 26, 27 incluye por lo 60 menos un conjunto de tres caras planas (L, M, N) después de una después de la otra en la dirección de transporte D, se debe entender que un conjunto de dos caras planas (puede ser suficiente, por ejemplo, si solamente se

detectara la falta de alineación del molde de arena. La determinación de un punto de intersección A para cada una de las dos partes del molde de arena en contacto será suficiente. Por otro lado, si por ejemplo, se debe determinar una medida para la compactación local de la parte del molde de arena 2, es necesario por lo menos un conjunto de tres caras planas (L, M, N) que siguen una después de la otra en la dirección de transporte D. Esto se comprenderá más claramente por medio de la explicación más adelante.

La Fig. 11 ilustra las mediciones del sensor de distancia basado en láser L1, L2 como un parte del molde de arena 2 pasa a la posición de medición 40. Las direcciones del sensor de distancia basado en láser L1, L2 se indican en relación con las partes del molde de arena 2 en las Figs. 3A y 3B. Las coordenadas x de las curvas se basan en mediciones hechas por un sensor de posición en la dirección de desplazamiento D que se ilustra en la Fig. 5. El centro de la cadena de moldes en la dirección transversal es de cero puntos para los sensores L1 y L2, es decir, uno da valores positivos y el otro da valores negativos. La Fig. 12 ilustra un detalle XII de la Fig. 11, dicho detalle ilustra la medición del sensor de distancia basado en láser L1 a medida que un patrón de referencia de esquina 28 pasa a la posición de medición 40. Por medio de la comparación de la Fig. 10 y la Fig. 12, se puede observar que cada una de las superficies planas l_1 , m_1 , n_1 del primer conjunto 42 del patrón de referencia de esquina 28 está representada por una línea recta en el sistema de coordenadas. Además, una cara de extremo 57 del patrón de referencia de esquina 28 y una cara externa 32 de la parte del molde de arena 2 también están representadas por líneas en el sistema de coordenadas correspondiente. Las líneas rectas que representan las superficies planas l_1 , m_1 , n_1 se han posicionado de manera correcta en el sistema de coordenadas por el sistema de ordenador 23 por medio de un ajuste de la curva de un conjunto de puntos de medición suministrados al sistema de ordenador 23 del sensor de distancia basado en láser L1. El número de puntos de medición para posicionar una línea recta con la exactitud adecuada puede variar. Por ejemplo, el número de puntos de medición necesarios para posicionar una de las líneas rectas l_1 , m_1 , n_1 podría ser de entre 5 y 50 o tal vez incluso más, tal como 100. Sin embargo, puede ser preferente usar entre 10 y 30 o entre 15 y 25 puntos de medición para posicionar una de las líneas rectas l_1 , m_1 , n_1 . Un número relativamente grande de puntos de medición puede proporcionar una exactitud relativamente alta; sin embargo, los cálculos entonces pueden ralentizar el proceso de ajuste de la curva.

Después de haber llevado a cabo las operaciones de ajuste de la curva y los cálculos necesarios para estimar o posicionar las líneas rectas en el sistema de coordenadas, el sistema de ordenador 23 ha calculado la posición correcta del punto de intersección A_1 entre las líneas rectas que representan las superficies planas l_1 , m_1 y la posición correcta del punto de intersección B_1 entre las líneas rectas que representan las superficies planas m_1 , n_1 en el sistema de coordenadas que se ilustra en la Fig. 12. De acuerdo con la forma de realización ilustrada de la invención, las operaciones de ajuste de la curva y los cálculos correspondientes se llevan a cabo para los otros sensores de distancia basados en láser L2, L3, L4, L5, L6.

Con la condición de que la parte del molde de arena 2 pase a la posición de medición 40 con una velocidad constante, las líneas rectas que representan las superficies planas pueden estar posicionadas de manera correcta en un sistema de coordenadas por el sistema de ordenador por medio de la adaptación de las pendientes de las líneas rectas a las pendientes conocidas de las superficies planas correspondientes del patrón de referencia. Teóricamente, las pendientes de las superficies planas correspondientes del patrón de referencia corresponden a las pendientes de las caras correspondientes del bloque del patrón de referencia. Sin embargo, mediante el uso de este procedimiento, se pueden producir inexactitudes; por ejemplo, la velocidad de las partes del molde de arena 2 puede variar ligeramente, si bien se asume que es constante. Por otro lado, a menudo puede ser preferente que las partes del molde de arena 2 no pasen a la posición de medición 40 con una velocidad constante. Por el contrario, las partes del molde de arena 2 pueden, por ejemplo, acelerar a medida que son expulsadas de la cámara de moldeo 3.

Por lo tanto, se prefiere que el sistema de ordenador 23 esté adaptado para, por medio de un ajuste de la curva, estimar las posiciones respectivas de las líneas rectas basado, además, en las mediciones de la posición en la dirección de transporte D de las partes compactadas del molde de arena 2 durante el avance en la dirección de transporte de las partes compactadas del molde de arena 2. De este modo, un número de puntos se puede trazar en un sistema de coordenadas basado en pares de una posición medida correspondiente en la dirección de transporte D y la distancia medida a un patrón de referencia. Por medio de un ajuste de la curva, una línea recta se puede estimar sobre la base de estos puntos.

Las mediciones de la posición en la dirección de transporte D de las partes compactadas del molde de arena 2 se pueden llevar a cabo por medio de un sensor de posición 55 acoplado a la cinta transportadora 16. La cinta transportadora 16 puede tener la forma de un denominado Transportador de Molde Automático (AMC) que transporta las partes compactadas del molde de arena 2 por medio de elementos de agarre que se extienden de manera longitudinal 54 de accionamiento neumático (también se denominan como barras de empuje) dispuestos a cada lado de la cadena de las partes compactadas del molde de arena 2 alineadas y mutuamente en contacto de acuerdo con lo ilustrado en las Figs. 4 y 5. Los elementos de agarre 54 se mueven hacia atrás y hacia adelante y se agarran a cada lado de las partes compactadas del molde de arena 2 a medida que estos se hacen avanzar. Los pares de elementos de agarre 54 dispuestos a cada lado de la trayectoria de viaje 17, respectivamente, están conectados entre sí por medio de una poligonal 61. La poligonal 61 está conectada a cada elemento de agarre 54 por medio de una disposición de conexión 62. En un lado de la trayectoria de viaje 17, un elemento de expansión neumática que no se muestra está dispuesto entre la disposición de conexión 62 y el elemento de agarre 54 respectivo con el fin de presionar los elementos de agarre a cada lado de la trayectoria de viaje 17 en contra de las

partes compactadas del molde de arena 2. Los elementos de agarre vecinos 54 en la dirección de transporte D están conectados por medio de un acoplamiento flexible que no se muestra. Cada elemento de agarre 54 puede tener una longitud de, por ejemplo 1 metro. Los elementos de agarre principal 54, visto en la dirección de transporte D, son accionados hacia atrás y hacia adelante por medio de un accionador, tal como un accionador hidráulico. La cinta transportadora 16 de manera alternativa puede tener la forma de un denominado Transportador de Moldes de Precisión (PMC) que transporta las partes compactadas del molde de arena 2 por medio de conjuntos de los denominados haces de pie que se mueven hacia atrás y hacia adelante por debajo de las partes compactadas del molde de arena 2 o por medio de cualquier otro dispositivo adecuado para el transporte de la cadena de moldes.

El sensor de posición 55 con preferencia puede ser un sensor de posición absoluto y sin contacto que funciona de acuerdo con el principio magnetoestrictivo. Los sensores de posición adecuados de este tipo son comercializados por la compañía MTS (Marca Comercial Registrada) bajo el nombre comercial Temposonics (Marca Comercial Registrada). También se pueden emplear otros sensores de posición adecuados de acuerdo con la invención. De acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 5, el sensor de posición 55 puede tener un soporte de medición 56 adaptado para ser montado en un elemento de agarre que se extiende de manera longitudinal 54 de la cinta transportadora 16. Debido a que los elementos de agarre 54 están montados de manera flexible en relación con el sensor de posición 55, un elemento de colocación de posición magnética 63 está dispuesto de manera deslizante por medio de una corredera 65 sobre dos barras fijas adyacentes 64 de manera tal que se fije en direcciones transversales con respecto a la dirección de deslizamiento, y la corredera 65 está conectada de manera flexible con el elemento de agarre 54 con el fin para permitir movimientos transversales en relación con la dirección de transporte D. Dicha conexión flexible se consigue porque el soporte de medición 56 tiene un elemento deslizante 66 dispuesto de manera deslizante en una ranura abierta hacia abajo 67 formada en la corredera 65 y que se extiende en una dirección transversal en relación con la dirección de deslizamiento. La posición del elemento de colocación de posición magnética 63 se detecta por medio de una barra de medición 68.

En la Fig. 4 se puede observar que un elemento de agarre 54 a cada lado de la trayectoria de viaje 17 en la posición de medición 40 está provisto de una ranura pasante 70 con el fin de permitir que los sensores de distancia basados en láser más inferiores L5, L6 para medir una distancia para los patrones de referencia laterales 30, 31 respectivos de las partes compactadas del molde de arena 2. La ranura pasante 70 tiene una longitud en la dirección longitudinal de los elementos de agarre 54 de por lo menos el recorrido del movimiento hacia atrás y hacia adelante de los elementos de agarre 54. La disposición de las ranuras pasantes 70 se ha hecho con el fin de permitir un posicionamiento relativamente bajo de los sensores de distancia basados en láser más inferiores L5, L6 que puede permitir una detección más precisa de, por ejemplo, la falta de alineación. De manera alternativa, los sensores de distancia basados en láser más inferiores L5, L6 y los respectivos patrones de referencia laterales 30, 31 podrían estar dispuestos por encima del borde superior del elemento de agarre 54 (o, posiblemente, por debajo del borde inferior del elemento de agarre 54 en el caso de que estuviera montado más arriba).

De manera alternativa, el sensor de posición 55 puede ser un sensor de distancia basado en láser que mide la distancia a una cara de extremo externa 35 de la parte del molde de arena 2 expulsada última.

Cuando las posiciones correctas de los puntos de intersección respectivos A, B para los diferentes patrones de referencia 28, 29, 30, 31 han sido determinados por el sistema de ordenador 23, se puede calcular un número de variables importantes sobre la base de los mismos. Por ejemplo, por medio de la comparación de las respectivas posiciones a lo largo del eje y de acuerdo con lo indicado en las Figs. 3 y 12 de dos puntos de intersección A_1 para dos partes compactadas del molde de arena 2 mutuamente en contacto respectivas, una posible falta de alineación mutua horizontal de estas partes del molde de arena 2 adyacentes se puede detectar con gran exactitud. Por otra parte, por medio de la comparación de las respectivas posiciones a lo largo del eje x de acuerdo con lo indicado en las Figs. 3 y 12 de los mismos dos puntos de intersección A_1 para dos respectivas partes compactadas del molde de arena 2 mutuamente en contacto, una medida para la posible brecha del molde entre las caras de extremo externas 35, 36 de estas partes del molde de arena 2 adyacentes se puede detectar con gran exactitud. De este modo, se calcula la distancia en la dirección del eje x entre los dos puntos de intersección A_1 , y se resta el doble de la distancia nominal de un punto de intersección A_1 a una cara de extremo externa 35 correspondiente.

La Fig. 15 muestra un resultado experimental de cálculos de brecha del molde con base en mediciones respectivas llevadas a cabo por los dos sensores de distancia basados en láser L1, L2, de acuerdo con lo indicado en las Figs. 3A y 3B para 43 partes del molde de arena diferentes. Las líneas 58, 59 indican los valores medios respectivos calculados para la brecha del molde sobre la base de mediciones llevadas a cabo por los dos sensores de distancia basados en láser L1, L2. Sin embargo, se observa que entre los respectivos valores de brecha del molde calculados hay valores tanto positivos como negativos. Un valor positivo indica una abertura entre las caras de extremo externa 35, 36, mientras que un valor negativo indica que las caras de extremo externa 35, 36 pueden haber sido presionadas con demasiada fuerza una contra la otra. Sobre la base de esta información, la fuerza de cierre usada cuando se lleva la última parte producida del molde de arena en contacto con la cadena del molde y el molde durante el transporte se puede ajustar. De acuerdo con lo que se puede observar, los valores calculados para la brecha del molde para los dos sensores de distancia basados en láser L1, L2 por lo general siguen uno al otro. Sin embargo, para algunas partes del molde de arena, los valores difieren. Esto puede ser el resultado de ruido durante las mediciones, pero también puede ser el resultado de una falta de alineación de las placas de patrón 10, 11 de

manera tal que no sean paralelos. Por lo tanto, las mediciones se pueden usar para indicar que puede ser necesario un ajuste de la alineación de las placas de patrón 10, 11.

Además, por medio del cálculo de la distancia a lo largo del eje x de acuerdo con lo indicado en las Figs. 3 y 12 entre los diferentes puntos de intersección A_1 y B_1 para la misma parte del molde de arena 2 y la comparación de esta distancia con un valor nominal, se puede obtener una medida precisa para la compactación local de la parte del molde de arena 2.

Además, por medio del cálculo de la distancia a lo largo del eje x de acuerdo con lo indicado en las Figs. 3 y 12 entre, por ejemplo, el punto de intersección A_1 con el patrón de referencia de esquina 28 en la cara externa 35 y el punto de intersección A_1 con el patrón de referencia de esquina 29 en la cara externa 36 de la misma parte del molde de arena 2, de acuerdo con lo indicado en la Fig. 3A y la adición de dos veces una distancia nominal desde el punto de intersección A_1 a una cara de extremo externa correspondiente 35, 36, se puede obtener una medida exacta para el espesor de la parte del molde de arena.

La Fig. 13 muestra un resultado experimental de cálculos de espesor del molde de arena sobre la base de las mediciones por los respectivos sensores de distancia basados en láser L1, L2 para un conjunto de 40 partes del molde de arena diferentes. Los resultados documentan que se puede obtener una buena exactitud por la máquina de moldeo de arena de acuerdo con la invención, porque de acuerdo con lo esperado, el espesor del molde de arena es variable entre las diferentes partes del molde de arena, pero por otro lado, los cálculos de espesor del molde de arena basados en mediciones por los diferentes sensores de distancia basados en láser L1, L2 por lo general varían solo un poco.

La Fig. 14 muestra un resultado experimental de cálculos de posiciones a lo largo del eje y de acuerdo con lo indicado en las Figs. 3 y 12 de dos respectivos puntos de intersección A_1 para los respectivos patrones de referencia de esquina 28, 29 sobre la base de mediciones llevadas a cabo por sensores de distancia basados en láser L1, L2, respectivamente. De acuerdo con lo que se puede observar, los valores calculados para las posiciones a lo largo del eje y sobre la base de mediciones por los dos sensores de distancia basados en láser L1, L2 por lo general siguen la una a la otra, se espera que la anchura de las partes del molde de arena deben estar cerca de una constante y las variaciones surgen básicamente sólo de la cadena del molde que se mueve un poco hacia adelante y hacia atrás en la dirección lateral en el sistema de transporte durante un ciclo de producción. Cuando dichos dos valores varían a lo largo de la cadena de partes del molde de arena, pero en general siguen unos a otros, esto puede indicar acumulaciones de faltas de alineación menores entre las partes del molde de arena individuales. Sin embargo, para algunas partes del molde de arena, dichos dos valores difieren. Esto puede ser el resultado de ruido durante las mediciones o podría indicar otras condiciones que se podrían investigar.

En la forma de realización ilustrada en la Fig. 1, un conjunto que incluye seis dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 en forma de sensores de distancia basados en láser L1, L2, L3, L4, L5, L6 está dispuesto en la pluma de medición 41 adyacente a la trayectoria de viaje 17 de las partes compactadas del molde de arena 2 de acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 4. La pluma 41 con el conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 pueden estar dispuestos en diferentes posiciones a lo largo de la trayectoria de viaje 17, y una o más de dichas plumas pueden estar dispuestas en diferentes posiciones a lo largo de la trayectoria de viaje 17. En la forma de realización ilustrada en la Fig. 1, la pluma 41 está dispuesta entre la máquina de moldeo de arena 1 y el dispositivo de vertido de la masa fundida 22. Puede ser ventajoso disponer la pluma 41 justo antes de, y posiblemente relativamente cerca o al lado de, el dispositivo de vertido de la masa fundida 22. De esta manera, el dispositivo de vertido de la masa fundida 22 se puede controlar por medio del sistema de ordenador 23 para no verter la masa fundida en una cavidad del molde entre partes del molde de arena que están mal alineadas o de cualquier otra manera que no se produzca de manera correcta. De esta manera, se puede evitar que se hagan piezas de colada defectuosas.

Sin embargo, dado que las inexactitudes en la alineación de las partes del molde de arena, así como también en otros parámetros también pueden surgir del proceso de colada en sí, es decir, durante el proceso de vertido de la masa fundida, puede ser ventajoso además disponer la pluma 41 o una pluma 41 adicional después o justo después, y posiblemente relativamente cerca o al lado de, el dispositivo de vertido de la masa fundida 22. De este modo, dichas inexactitudes se pueden tomar en consideración de manera inmediata. Si bien la masa fundida se puede haber vertido en una cavidad del molde, la detección de una pieza de colada defectuosa en esta etapa puede ser ventajosa en que el procedimiento de producción de partes del molde de arena se puede corregir de manera inmediata, por ejemplo por medio del ajuste de las placas de patrón 10, 11. Además, una pieza de colada defectuosa se puede identificar de esta manera y separar en una etapa anterior antes de que de otro modo hasta sería mezclada con las piezas de colada aceptables, lo cual conduciría a un esfuerzo más grande necesario para la localización de la pieza de colada defectuosa.

Naturalmente, puede ser ventajoso además disponer la pluma 41 o una pluma 41 adicional justo después de, y posiblemente relativamente cerca o junto a, la máquina de moldeo de arena 1 con el fin de ser capaz de tomar inexactitudes en consideración tan pronto como sea posible.

De cualquier manera, puede ser muy ventajoso detectar con exactitud cualquier inexactitud en o antes del dispositivo de vertido de la masa fundida 22. Si tales inexactitudes no se detectan de acuerdo con la invención, éstas pueden no ser detectadas antes de que las piezas de colada se hayan enfriado y se retiren de los moldes de arena. Dado que puede haber una cadena de por ejemplo 300 o más moldes de arena situados corriente abajo, es decir, después, del dispositivo de vertido de la masa fundida 22, podría tomar un largo tiempo antes de que cualquier inexactitud sea detectada por medio de la inspección de las piezas de colada enfriadas al final de tal cadena. Por lo tanto, en ese caso, más de 300 piezas de colada tendrían que ser desechadas si hubiera una sola pieza de colada en cada molde. A menudo se usan los patrones para los moldes de arena con varias cavidades de piezas de colada; lo que significa, por ejemplo, que un patrón con cuatro cavidades daría como resultado 1200 piezas de colada defectuosas que tendrían que ser desechadas.

En una forma de realización, la línea de producción de fundición 21 que se ilustra en la Fig. 1, que incluye la máquina de moldeo de arena 1, el dispositivo de vertido de la masa fundida 22 está adaptado para el posicionamiento automático a lo largo de la trayectoria de viaje 17 en la dirección de transporte D. El sistema de ordenador 23 está adaptado para controlar la posición del dispositivo de vertido de la masa fundida 22 sobre la base de las posiciones calculadas de por lo menos un punto de intersección A, B entre las líneas rectas l, m, n asociadas con una parte del molde de arena 2 posicionada entre la máquina de moldeo de arena 1 y el dispositivo de vertido de la masa fundida 22. Si, por ejemplo, una pluma 41 está dispuesta justo antes del dispositivo de vertido de la masa fundida 22, la posición del dispositivo de vertido de la masa fundida 22 se puede calcular sobre la base de las posiciones calculadas de un único o dos puntos de intersección A, B con respecto a la parte del molde de arena 2 posicionada inmediatamente antes o justo antes del dispositivo de vertido de la masa fundida 22. Si, sin embargo, una pluma 41 está dispuesta, por ejemplo, justo después de la máquina de moldeo de arena 1, se puede calcular la posición del dispositivo de vertido de la masa fundida 22 y controlar sobre la base de espesores de molde calculados acumulados para las diversas partes producidas del molde de arena 2 posicionadas sobre la cinta transportadora 16 entre la máquina de moldeo de arena 1 y el dispositivo de vertido de la masa fundida 22. Por ejemplo, un número de 10, 20 o incluso más partes producidas del molde de arena 2 pueden estar posicionadas entre la máquina de moldeo de arena 1 y el dispositivo de vertido de la masa fundida 22.

Se debe mencionar que si bien con anterioridad se ha mencionado que la línea de producción de fundición 21 que se ilustra en la Fig. 1 incluye la máquina de moldeo de arena 1, la cinta transportadora 16, una pluma de medición 41, un dispositivo de vertido de la masa fundida 22 y el sistema de ordenador 23, por el bien de las definiciones usadas en las reivindicaciones, también se puede considerar de manera tal que la máquina de moldeo de arena 1 incluya una o todas de la cinta transportadora 16, la pluma de medición 41, el dispositivo de vertido de la masa fundida 22 y el sistema de ordenador 23.

Las Figs. 16 y 17 ilustran otra forma de realización de la máquina de moldeo de arena 75 de acuerdo con la invención. De acuerdo con esta forma de realización, la máquina de moldeo de arena 75 funciona de acuerdo con la técnica de placa de coincidencia sin matraz horizontal. La máquina de moldeo de arena 75 incluye dos cámaras de moldeo que no se muestran separadas por medio de una placa de coincidencia que no se muestra, y la máquina de moldeo de arena está adaptada para comprimir de manera simultánea dos partes del molde de arena 76, 77 en las dos cámaras de moldeo respectivas y, posteriormente, retirar la placa de coincidencia y posicionar dichas dos partes del molde de arena 76, 77 una encima de la otra para formar un molde de arena completo de acuerdo con lo que se puede observar mejor en la Fig. 17. Aquellos con experiencia en la técnica podrán entender que las cámaras de moldeo están dispuestas de manera tal que la placa de coincidencia esté orientada de manera vertical cuando las cámaras de moldeo se llenan de arena y la arena se compacta de manera mecánica por medio del desplazamiento de paredes de extremo de la cámara. Posteriormente, las cámaras de moldeo se giran 90 grados, se retira la placa de coincidencia y las dos partes del molde de arena 76, 77 se colocan una encima de la otra. Una puerta de la máquina de moldeo de arena 78 se abre, y las dos partes del molde de arena 76, 77 se colocan sobre una cinta transportadora 74. Por lo tanto, cuando las dos partes del molde de arena 76, 77 se colocan sobre la cinta transportadora 74, que se aplican entre sí a lo largo de una línea de separación horizontal 84. Más tarde, cuando se ha de producir una pieza de colada, la masa fundida se puede verter en el molde de arena completo a través de una entrada del molde 83 en la parte superior del molde de arena 77. En aras de la comparación, en la forma de realización ilustrada en la Fig. 1, las partes del molde de arena 2 se aplican entre sí a lo largo de líneas de separación verticales.

De acuerdo con lo ilustrado en la Fig. 17, los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 en la forma de sensores basados en láser L1', L2', L3', L4', L5', L6', L7', L8' están dispuestos en una pluma de medición 80 para medir la distancia variable con los patrones de referencia 81 de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 posicionadas una encima de la otra. Con el fin de llevar a cabo las mediciones de distancia cuando las dos partes del molde de arena 76, 77 se han posicionado sobre la cinta transportadora 74, la pluma de medición 80 con los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 se desplaza hacia arriba o hacia abajo en la dirección de desplazamiento 82 que en este caso es la dirección vertical, de acuerdo con lo ilustrado con una flecha en la figura. La pluma de medición 80 está dispuesta desplazable verticalmente en un poste de medición 79.

De acuerdo con lo explicado con anterioridad, en la forma de realización ilustrada en las Figs. 16 y 17, la medición de distancia se lleva a cabo por medio del desplazamiento vertical de la pluma de medición 80, cuando las dos partes del molde de arena 76, 77 se han posicionado sobre la cinta transportadora 74. De este modo, se consigue

un desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento 82 entre las partes compactadas del molde de arena 76, 77 y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39. Sin embargo, en una forma de realización no mostrada, el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento 82 entre las partes compactadas del molde de arena 76, 77 y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 se consigue por medio del desplazamiento de las partes compactadas del molde de arena 76, 77 de manera vertical en relación con la pluma de medición 80. Esto se puede conseguir antes de que las partes compactadas del molde de arena 76, 77 estén posicionadas sobre la cinta transportadora 74 en que la máquina de moldeo de arena 75 está adaptada a la posición dichas dos partes del molde de arena 76, 77 una encima de la otra y posteriormente presionar la superior de dichas dos partes del molde de arena fuera de su respectiva cámara de moldeo. La pluma de medición 80 con los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 está dispuesto para medir la distancia variable con los patrones de referencia 81 de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 posteriormente a presionar la superior 77 de dichas dos partes del molde de arena fuera de su respectiva cámara de moldeo, pero antes de la colocación de dichas dos partes del molde de arena 2 en una superficie de transporte de la cinta transportadora 74. El desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento 82 entre las partes compactadas del molde de arena 76, 77 y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 de este modo se puede alcanzar por medio del desplazamiento de las partes compactadas del molde de arena 76, 77 verticalmente en relación con la pluma de medición 80. Por supuesto, la pluma de medición 80 en este caso también podría estar dispuesta desplazable verticalmente con el fin de proporcionar por lo menos parte del desplazamiento relativo.

En una forma de realización, la máquina de moldeo de arena 75 incluye un dispositivo de posicionamiento del bastidor que no se muestra para el posicionamiento de un bastidor de soporte que no se muestra, una denominada chaqueta, alrededor de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 posicionadas una encima de la otra sobre una superficie de transporte de la cinta transportadora 74. El posicionamiento de dicho bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 es muy conocido por aquéllos con experiencia en la técnica y se hace con el fin de mantener las dos partes del molde de arena 76, 77 en la posición mutua correcta durante la colada. La pluma de medición 80 con los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 está dispuesta para medir la distancia variable con los patrones de referencia 81 de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 en una posición a lo largo de la trayectoria de viaje 17 de las partes compactadas del molde de arena 76, 77 antes y/o después del dispositivo de posicionamiento del bastidor. Puede ser de interés detectar si la acción del posicionamiento de un bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes del molde de arena posicionadas una encima de la otra puede desplazar las partes del molde de arena mutuamente. En una forma de realización ligeramente alternativa, el bastidor de soporte tiene una abertura a través de la cual el dispositivo de medición de distancia sin contacto 39 se adapta para medir la distancia variable con los patrones de referencia 81 de dichas dos partes del molde de arena 76, 77. De este modo, puede ser posible llevar a cabo la medición de distancia durante o después del posicionamiento del bastidor de soporte alrededor de dichas dos partes del molde de arena. Si la medición de distancia se lleva a cabo durante dicho posicionamiento del bastidor de soporte, el dispositivo de medición de distancia sin contacto puede incluso ser montado en y desplazado por el dispositivo de posicionamiento del bastidor.

Si bien en las formas de realización ilustradas, los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 están dispuestos en una pluma de medición 41, 80, la disposición de los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 puede ser de cualquier forma adecuada, por ejemplo cada dispositivo de medición de distancia sin contacto 39 puede estar dispuesto en un poste de retención separado.

En una forma de realización, un sistema de ordenador 23 está adaptado para controlar un dispositivo de vertido de la masa fundida 22 para detener el vertido de la masa fundida sobre la base de las posiciones calculadas de por lo menos dos puntos de intersección A, B entre las líneas rectas, y en el que dichos por lo menos dos puntos de intersección A, B están asociados con dos partes del molde de arena 2, 76, 77 respectivas posicionadas en una configuración mutuamente en contacto. De este modo, se puede evitar que se produzcan piezas de colada defectuosas, por ejemplo, como resultado de la falta de coincidencia entre las partes del molde de arena.

Lista de signos de referencia

A, B	puntos de intersección entre las líneas rectas
D	dirección de transporte
LN	sensor de distancia basado en láser N
LN'	sensor de distancia basado en láser N'
l, m, n	superficies planas del patrón de referencia
L, M, N	caras del bloque del patrón de referencia
1	máquina de moldeo de arena (de tipo de moldeo de arena sin matraz vertical)

ES 2 765 407 T3

2	parte del molde de arena
3	cámara de moldeo
4	pared superior de la cámara
5	pared inferior de la cámara
6	pared lateral de la cámara
7, 8	pared de extremo de la cámara
9	abertura de llenado de arena
10, 11	placa de patrón
12, 13	patrón
14	eje de pivote
15	pistón
16	cinta transportadora
17	trayectoria de viaje
18	sistema de alimentación de arena
19	depósito de arena
21	línea de producción de fundición
22	dispositivo de vertido de la masa fundida
23	sistema de ordenador
24, 25	bloque del patrón de referencia de esquina
26, 27	bloque del patrón de referencia lateral
28, 29	patrón de referencia de esquina
30, 31	patrón de referencia lateral
32, 33, 34, 35, 36	cara externa de la parte del molde de arena
37	brazo de elevación
38	conexión pivotante
39	dispositivo de medición de distancia sin contacto
40	posición de medición
41	pluma de medición
42	primer conjunto de tres superficies planas
43	segundo conjunto de tres superficies planas
44	primer conjunto de caras planas
45	segundo conjunto de caras planas
46	elemento combinado de tres pirámides cuadradas truncadas
47, 48, 49	pirámide cuadrada truncada

ES 2 765 407 T3

50	línea de simetría
51	cara lateral
52	cara lateral
53	cara lateral
54	elemento de agarre que se extiende de manera longitudinal
55	sensor de posición
56	soporte de medición
57	cara de extremo
58, 59	valor medio estimado
60	casquillo de guía
61	poligonal
62	disposición de conexión
63	elemento de colocación de posición magnética
64	barra fija
65	corredera
66	elemento deslizante
67	ranura abierta hacia abajo
68	barra de medición
69	cara de desgaste inferior de la cinta transportadora
70	ranura pasante
71	panel de control de la máquina de moldeo de arena
73	cinta transportadora de arena
74	cinta transportadora
75	máquina de moldeo de arena (placa de coincidencia sin matraz horizontal)
76	parte inferior del molde de arena
77	parte superior del molde de arena
78	puerta de la máquina de moldeo de arena
79	poste de medición
80	pluma de medición
81	patrón de referencia de esquina
82	dirección de desplazamiento
83	abertura de vertido de la masa fundida
84	línea de separación

REIVINDICACIONES

1. Una máquina de moldeo de arena (1, 75) para la producción de partes del molde de arena (2) que incluye una cámara de moldeo (3) formada por una pared superior de la cámara (4), una pared inferior de la cámara (5), dos paredes laterales de la cámara opuestas (6) y dos paredes de extremo opuestas de la cámara (7, 8), en la que una pared de la cámara está provista de por lo menos una abertura de llenado de arena (9), en la que por lo menos una de las paredes de extremo de la cámara (7, 8) está provista de una placa de patrón (10, 11) que tiene un patrón (12, 13) adaptado para formar un patrón en una parte del molde de arena (2), en la que por lo menos una de las paredes de extremo de la cámara (7, 8) es desplazable en una dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3) con el fin de compactar la arena alimentada a la cámara de moldeo (3), en la que por lo menos una de las placas de patrón (10, 11) está asociada con por lo menos un bloque del patrón de referencia (24, 25, 26, 27) posicionado en relación fija con el patrón (12, 13) de dicha placa de patrón (10, 11) y adaptado para formar un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) en una cara externa (32, 33, 34, 35, 36) de una parte del molde de arena (2), y en la que un dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto adyacente a una trayectoria de viaje (17) de las partes compactadas del molde de arena (2) y está adaptado para medir una distancia variable con los patrones de referencia (28, 29, 30, 31, 81) de las partes del molde de arena (2) durante un desplazamiento relativo en una dirección de desplazamiento (82) entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39), caracterizado por que el por lo menos un bloque del patrón de referencia (24, 25, 26, 27) incluye un conjunto de por lo menos dos caras planas (L, M, N) una después de la otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3) y está adaptado para formar un patrón de referencia correspondiente (28, 29, 30, 31, 81) que incluye un conjunto de por lo menos dos superficies planas (l, m, n) una después de la otra en la dirección de desplazamiento (D), en que cada cara plana (L, M, N) está dispuesta en un ángulo oblicuo a la otra de las caras planas, y por que el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está adaptado para medir la distancia variable con las por lo menos dos superficies planas (l, m, n) del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) una después de la otra a medida que pasan en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) en sucesión durante dicho desplazamiento relativo.
2. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada una de dichas por lo menos dos caras planas (L, M, N) forma un ángulo oblicuo con la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3).
3. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que el ángulo oblicuo entre dos caras planas (L, M, N) medidas en el exterior del bloque del patrón de referencia (24, 25, 26, 27) está en el intervalo de 95 a 175 grados o en el intervalo de 185 a 265 grados, con preferencia en el intervalo de 115 a 155 grados o en el intervalo de 205 a 245 grados, y con la mayor de las preferencias en el intervalo de 125 a 145 grados o en el intervalo de 215 a 235 grados.
4. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) es un sensor de distancia basado en láser (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L1', L2', L3', L4', L5', L6', L7', L8').
5. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto para medir una distancia en una dirección en ángulo recto con la dirección de desplazamiento (D).
6. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que por lo menos uno de los bloques del patrón de referencia (24, 25, 26, 27) está dispuesto para formar un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) en una esquina de una parte del molde de arena (2), en la que dicho patrón de referencia incluye un primer conjunto (42) de por lo menos dos superficies planas (l_1, m_1, n_1) una después de la otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3) y están dispuestas en ángulo recto con la pared superior de la cámara (4), en la que cada superficie plana del primer conjunto (42) está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del primer conjunto, en la que dicho patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) incluye un segundo conjunto (43) de por lo menos dos superficies planas (l_2, m_2, n_2) que siguen una después de la otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3) y están dispuestas en ángulo recto con las paredes laterales de la cámara (6), en la que cada superficie plana del segundo conjunto (43) está dispuesta en ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del segundo conjunto, en la que un primer dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto para medir la distancia variable con el patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) como resultado de por lo menos dos superficies planas (l_1, m_1, n_1) del primer conjunto (42) que pasa en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento (82) entre las partes compactadas del molde de arena (2) y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39), y en la que un segundo dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto para medir la distancia variable con el patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) como resultado de las por lo menos dos superficies planas (l_2, m_2, n_2) del segundo conjunto (43) que pasa en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento (82) entre las partes compactadas del molde de arena (2) y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39).
7. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el bloque del patrón de referencia (24, 25) tiene la forma de un cuarto de un elemento (46) en combinación con por lo

menos dos pirámides cuadradas truncadas (47, 48, 49) montadas una encima de la otra, en la que la parte superior de una pirámide cuadrada truncada posicionada más abajo coincide con la base de una pirámide cuadrada truncada posicionada más arriba, y en la que dicho elemento (46) se ha separado a lo largo de su línea central y a través de las líneas de simetría (50) de superficies laterales adyacentes de las pirámides cuadradas truncadas (47, 48, 49) con el fin de formar dicho cuarto.

8. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que un sistema de ordenador (23) está adaptado para recibir un número de mediciones de distancia desde el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento (82) entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39), en la que el sistema de ordenador (23) está adaptado para llevar a cabo un ajuste de la curva sobre la base de dichas mediciones de distancia recibidas y de este modo estimar las posiciones respectivas de un número de líneas rectas en un sistema de coordenadas, cada línea recta representa una respectiva de las por lo menos dos superficies planas (l, m, n) del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) visto en sección transversal, y en la que el sistema de ordenador (23) está adaptado para calcular la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección (A, B) entre dichas líneas rectas.

9. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que un conjunto que incluye un número de dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) está montado en una pluma de medición (41, 80) que rodea por lo menos parcialmente la trayectoria de viaje (17) de las partes compactadas del molde de arena (2), y en la que el conjunto incluye por lo menos un dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) dispuesto para medir una distancia en una primera dirección y un dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) dispuesto para medir una distancia en una segunda dirección que es diferente de la primera dirección.

10. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada una de las paredes de extremo de la cámara (7, 8) está provista de una placa de patrón (10, 11) que tiene un patrón (12, 13) adaptado para formar un patrón en una parte del molde de arena (2), y en la que una cinta transportadora (16) está adaptada para avanzar en un número de partes compactadas del molde de arena (2) en configuración alineada y mutuamente en contacto a lo largo de una trayectoria de viaje (17) en una dirección de transporte (D) correspondiente a la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3).

11. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con la reivindicación 10, en la que el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto de manera estacionaria, en la que un sensor de posición (55) está adaptado para llevar a cabo las mediciones de la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) en forma de la posición en la dirección de transporte (D) de las partes compactadas del molde de arena (2), y en la que el sensor de posición (55) está acoplado a un denominado Transportador de Molde Automático (AMC), o un denominado Transportador de Moldes de Precisión (PMC).

12. Una máquina de moldeo de arena de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, en la que un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto a lo largo de la trayectoria de viaje (17) de las partes compactadas del molde de arena, en la que el conjunto incluye dos dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) dispuestos para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal, respectivamente, a un patrón de referencia (28, 29) en una esquina superior izquierda de una parte del molde de arena (2), dos dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) dispuestos para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal, respectivamente, a un patrón de referencia (28, 29) en una esquina superior derecha de una parte del molde de arena (2), un dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) dispuesto para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal a un patrón de referencia (30, 31) en o por encima de una esquina inferior izquierda de una parte del molde de arena (2), y un dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) dispuesto para medir una distancia en una dirección por lo menos sustancialmente horizontal a un patrón de referencia (30, 31) en o por encima de una esquina inferior derecha de una parte del molde de arena (2).

13. Una máquina de moldeo de arena (75) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que dos cámaras de moldeo están separadas por medio de una placa de coincidencia, en la que la máquina de moldeo de arena está adaptada para comprimir dos partes del molde de arena de manera simultánea (76, 77) en las respectivas dos cámaras de moldeo y posteriormente retirar la placa de coincidencia y posicionar dichas dos partes del molde de arena (76, 77) una encima de la otra para formar un molde de arena completo, y en la que el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto para medir la distancia variable con los patrones de referencia (81) de dichas dos partes del molde de arena (76, 77) posicionadas una encima de la otra.

14. Una línea de producción de fundición (21) que incluye una máquina de moldeo de arena (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en la que un dispositivo de vertido de la masa fundida (22) está adaptado para el posicionamiento automático a lo largo de la trayectoria de viaje (17) en la dirección de transporte (D), y en la que un sistema de ordenador (23) está adaptado para controlar la posición del dispositivo de vertido de la masa

fundida (22) sobre la base de las posiciones calculadas de por lo menos un punto de intersección (A, B) entre las líneas rectas asociadas con una parte del molde de arena (2) posicionada entre la máquina de moldeo de arena (1) y el dispositivo de vertido de la masa fundida (22).

- 5 **15.** Una línea de producción de fundición (21) que incluye una máquina de moldeo de arena (1, 75) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en un conjunto que incluye un número de dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto adyacente a la trayectoria de viaje (17) de las partes compactadas del molde de arena (2, 76, 77) en una o más de las siguientes posiciones: justo después de la máquina de moldeo de arena (1, 75), justo antes de un dispositivo de vertido de la masa fundida (22) y justo después de un dispositivo de vertido de la masa fundida (22).
- 10 **16.** Una línea de producción de fundición (21) que incluye una máquina de moldeo de arena (1, 75) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en la que un sistema de ordenador (23) está adaptado para controlar un dispositivo de vertido de la masa fundida (22) para detener el vertido de masa fundida sobre la base de las posiciones calculadas de por lo menos dos puntos de intersección (A, B) entre las líneas rectas, y en la que dichos por lo menos dos puntos de intersección (A, B) están asociados con dos partes respectivas del molde de arena (2, 76, 77) posicionadas en una configuración mutuamente en contacto.
- 15 **17.** Un procedimiento para la producción de partes del molde de arena (2, 76, 77), por medio del cual una cámara de moldeo (3) durante una operación de llenado se llena con arena, y en el que la arena posteriormente se compacta, la cámara de moldeo (3) está formada por una pared superior de la cámara (4), una pared inferior de la cámara (5), dos paredes laterales opuestas de la cámara (6) y dos paredes de extremo opuestas de la cámara (7, 8), por medio del cual la cámara de moldeo (3) se llena con arena a través de por lo menos una abertura de llenado de arena (9) provista en una pared de la cámara, por medio del cual un molde o una parte del molde (2, 76, 77) está provista de un patrón por medio de por lo menos una de las paredes de extremo de la cámara (7, 8) provista de un placa de patrón (10, 11) que tiene un patrón, y por medio del cual la arena se compacta dentro de la cámara de moldeo (3) por medio del desplazamiento de por lo menos una de las paredes de extremo de la cámara (7, 8) en una dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3), por medio del cual un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) se forma en una cara externa (32, 33, 34, 35, 36) de una parte del molde de arena (2, 76, 77) por medio de por lo menos un bloque del patrón de referencia (24, 25, 26, 27) asociado con y posicionado en relación fija a por lo menos una de las placas de patrón (10, 11), y por medio del cual se mide una distancia variable con los patrones de referencia (28, 29, 30, 31) de las partes del molde de arena (2, 76, 77) durante un desplazamiento relativo en una dirección de desplazamiento (D) entre las partes compactadas del molde de arena (2, 76, 77) y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) por medio de un dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) dispuesto adyacente a una trayectoria de viaje (17) de las partes compactadas del molde de arena (2, 76, 77), caracterizado por que el por lo menos un bloque del patrón de referencia (24, 25, 26, 27) forma un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) que incluye por lo menos dos superficies planas (l, m, n) que siguen una después de la otra en la dirección de desplazamiento (D), por que cada superficie plana (l, m, n) está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas (l, m, n), y por que el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) mide la distancia variable de las por lo menos dos superficies planas (l, m, n) del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) una después de la otra a medida que pasan en relación con el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento (82) entre las partes compactadas del molde de arena (2, 76, 77) y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39).
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40

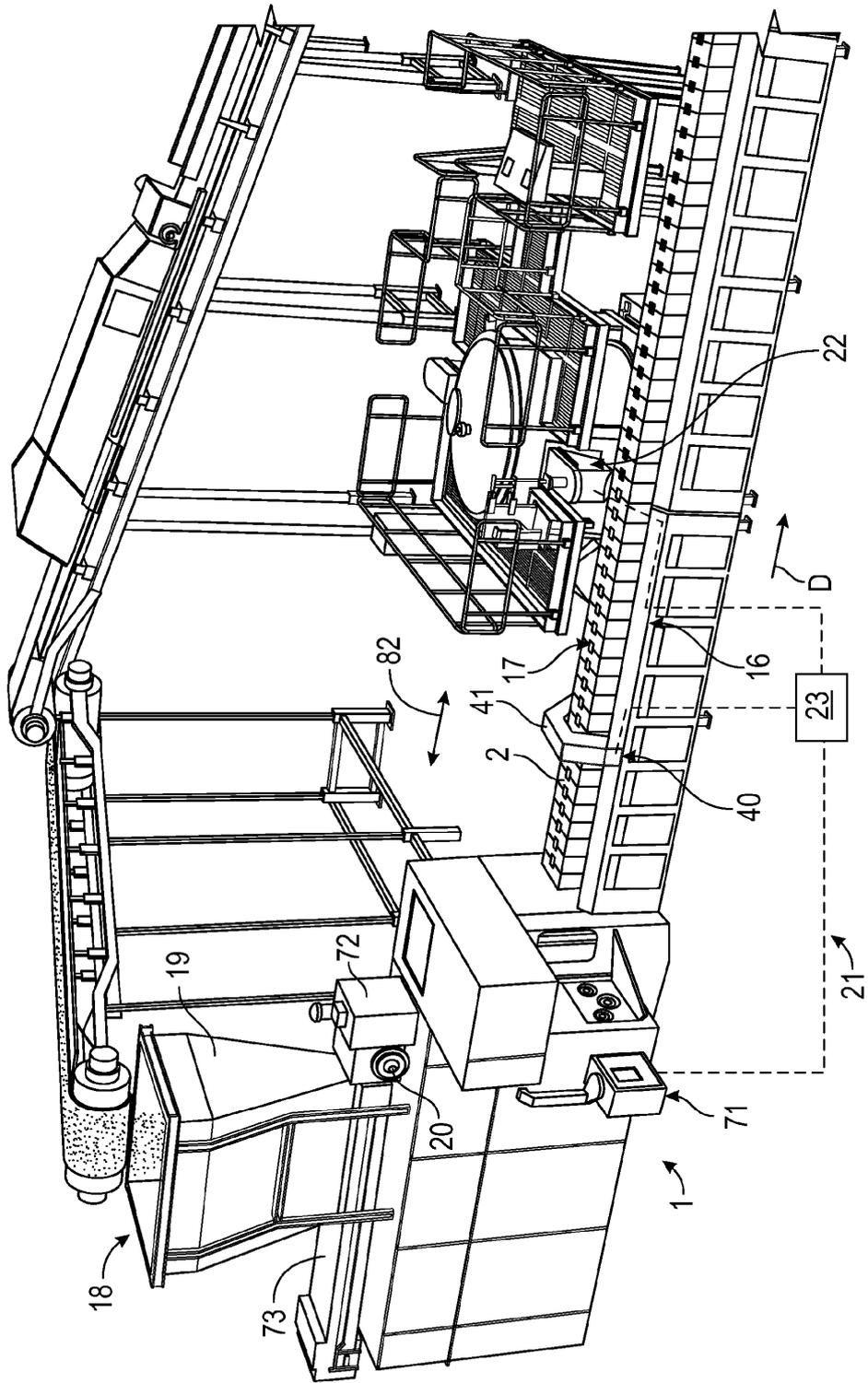
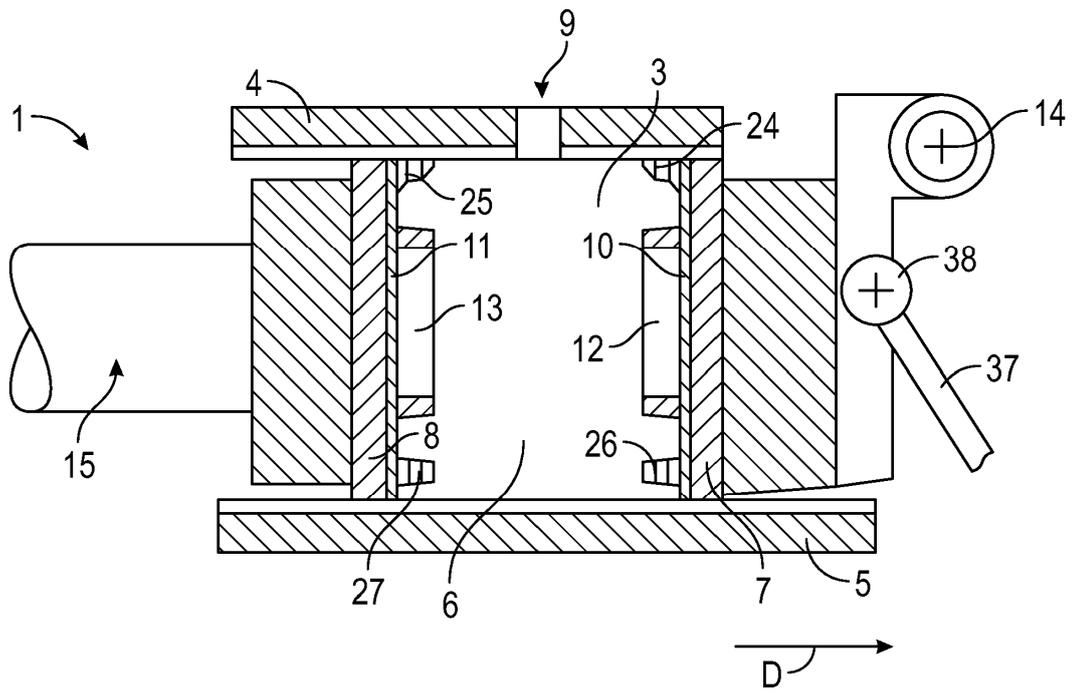


FIG. 1



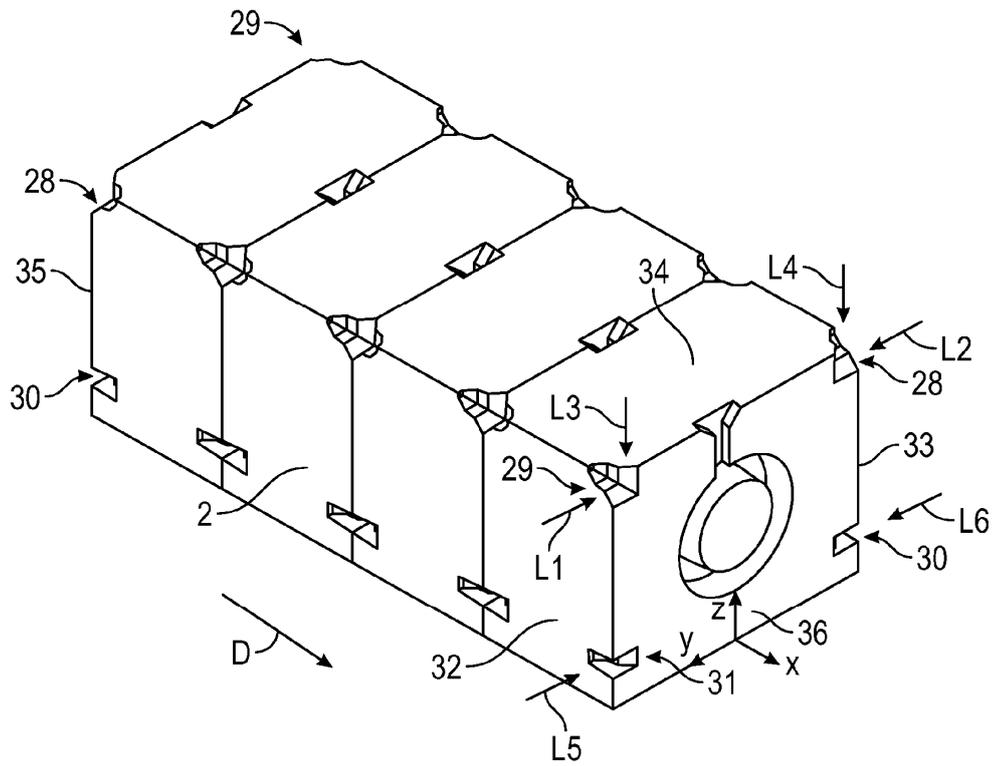


FIG. 3A

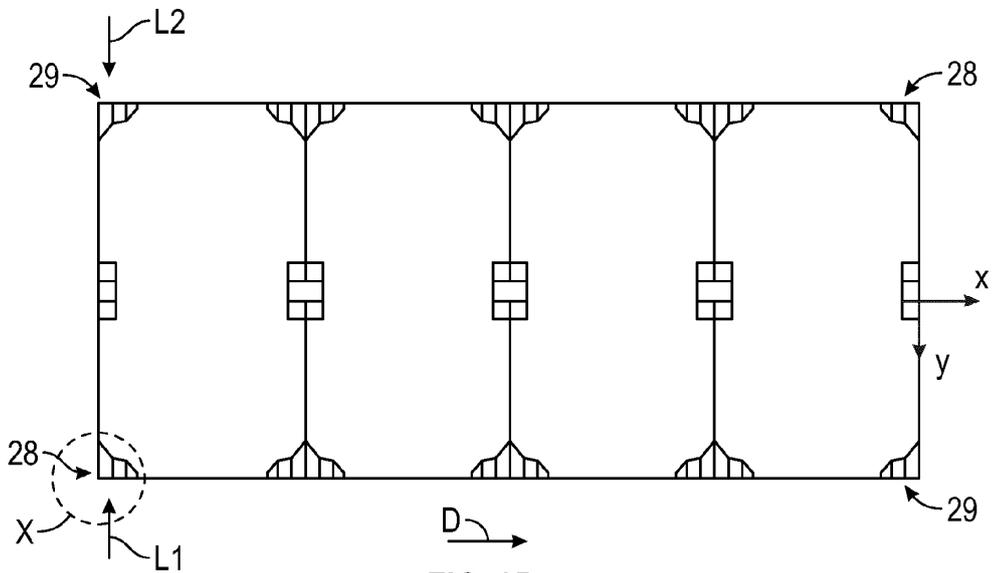


FIG. 3B

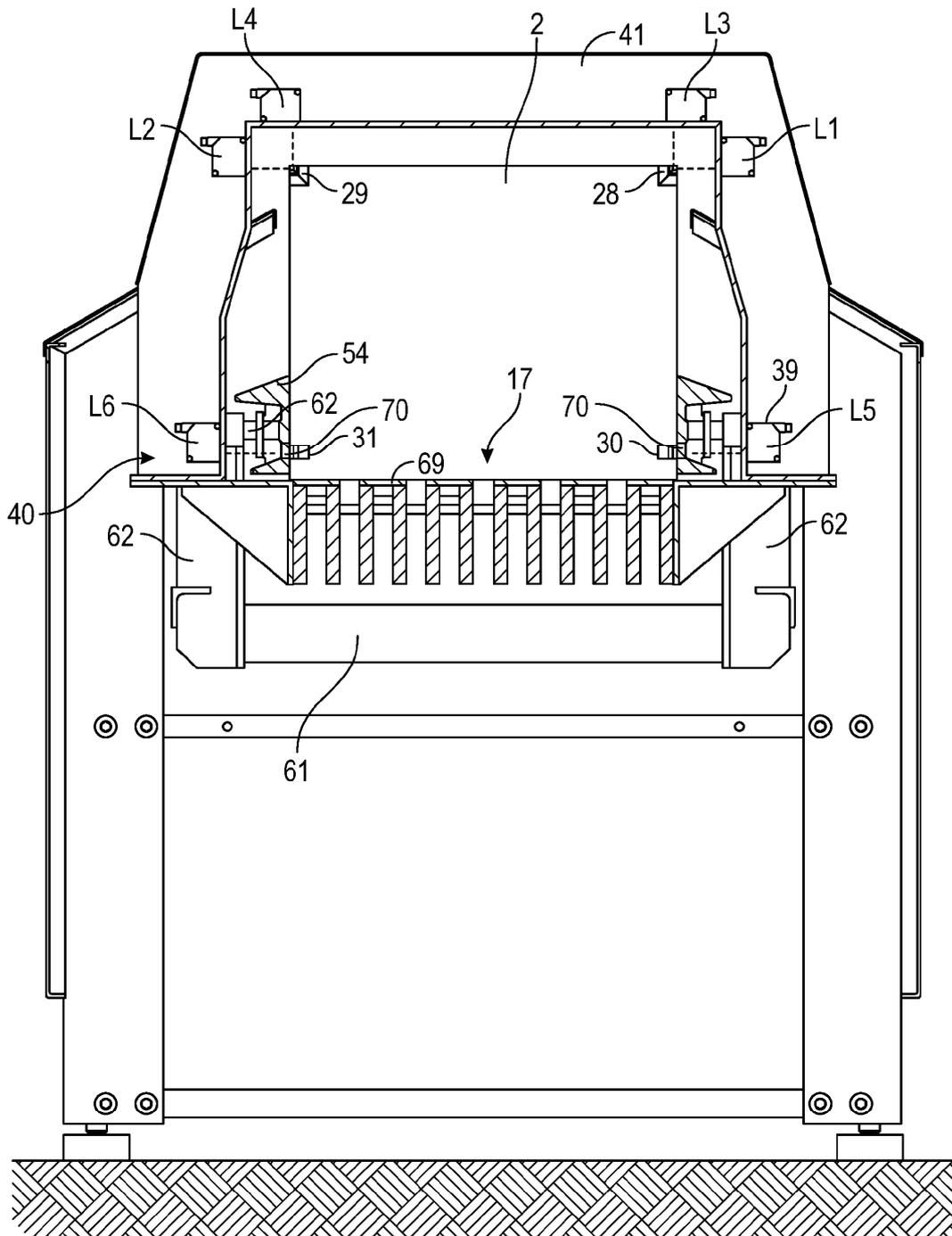


FIG. 4

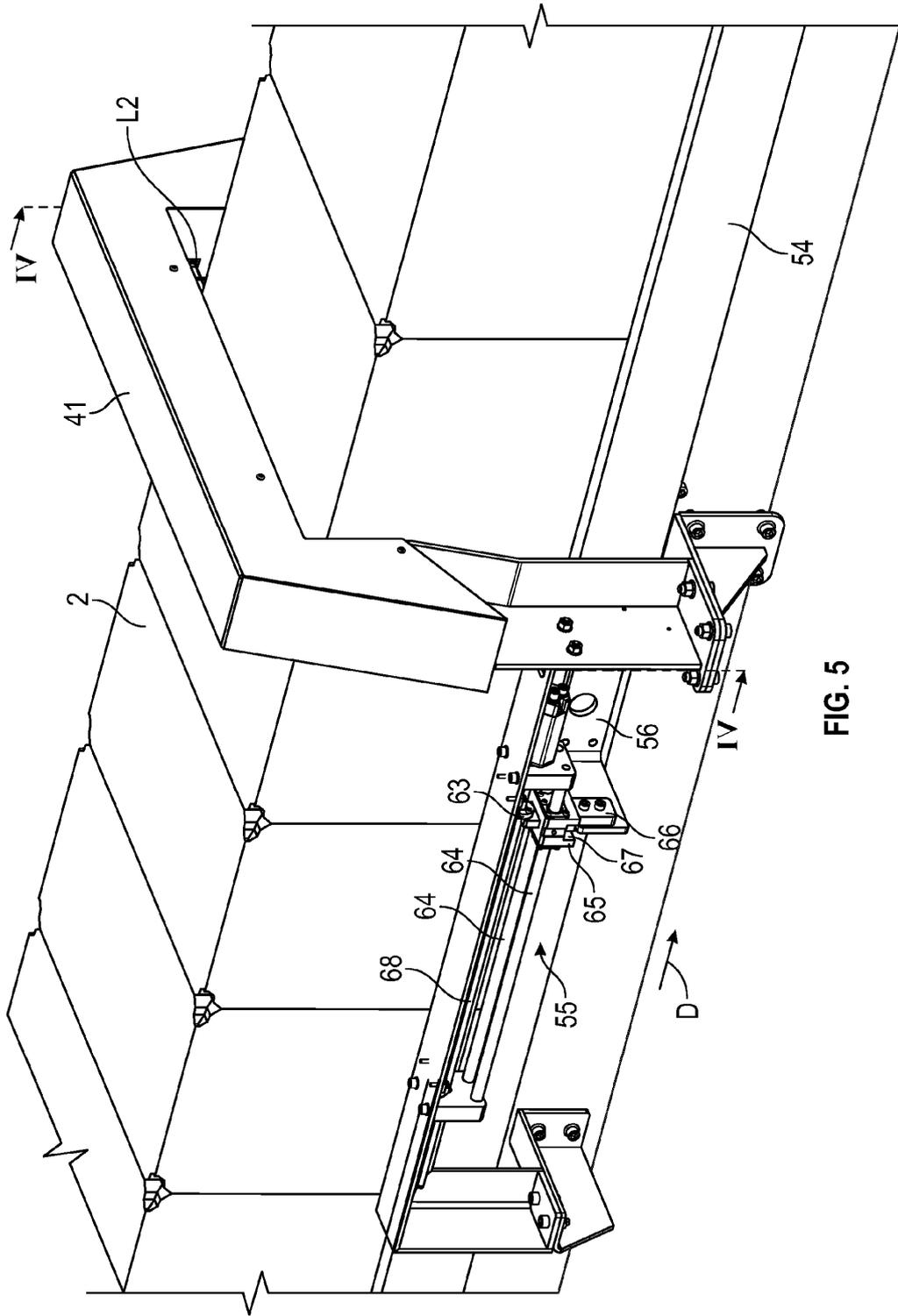


FIG. 5

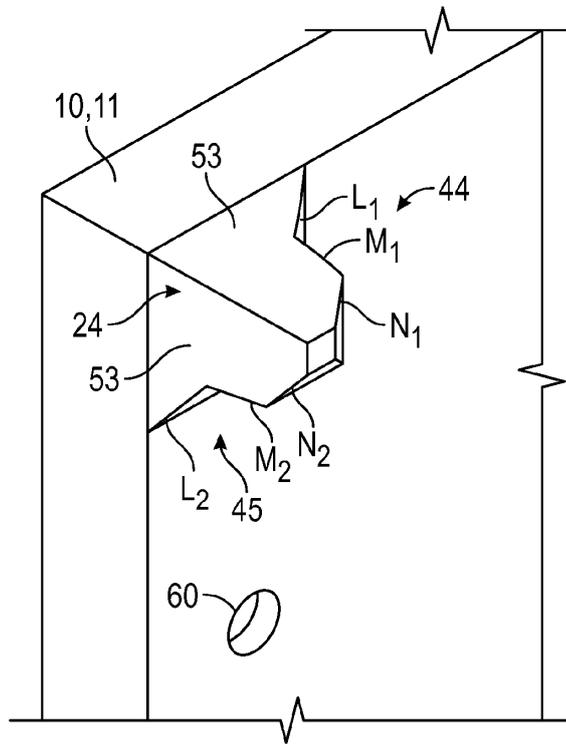


FIG. 6

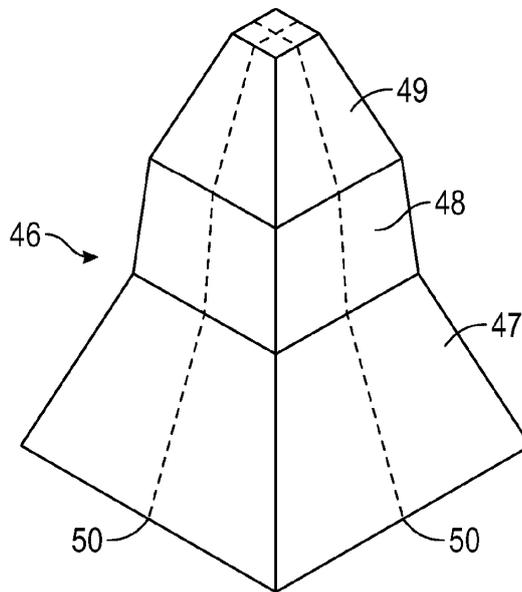


FIG. 7

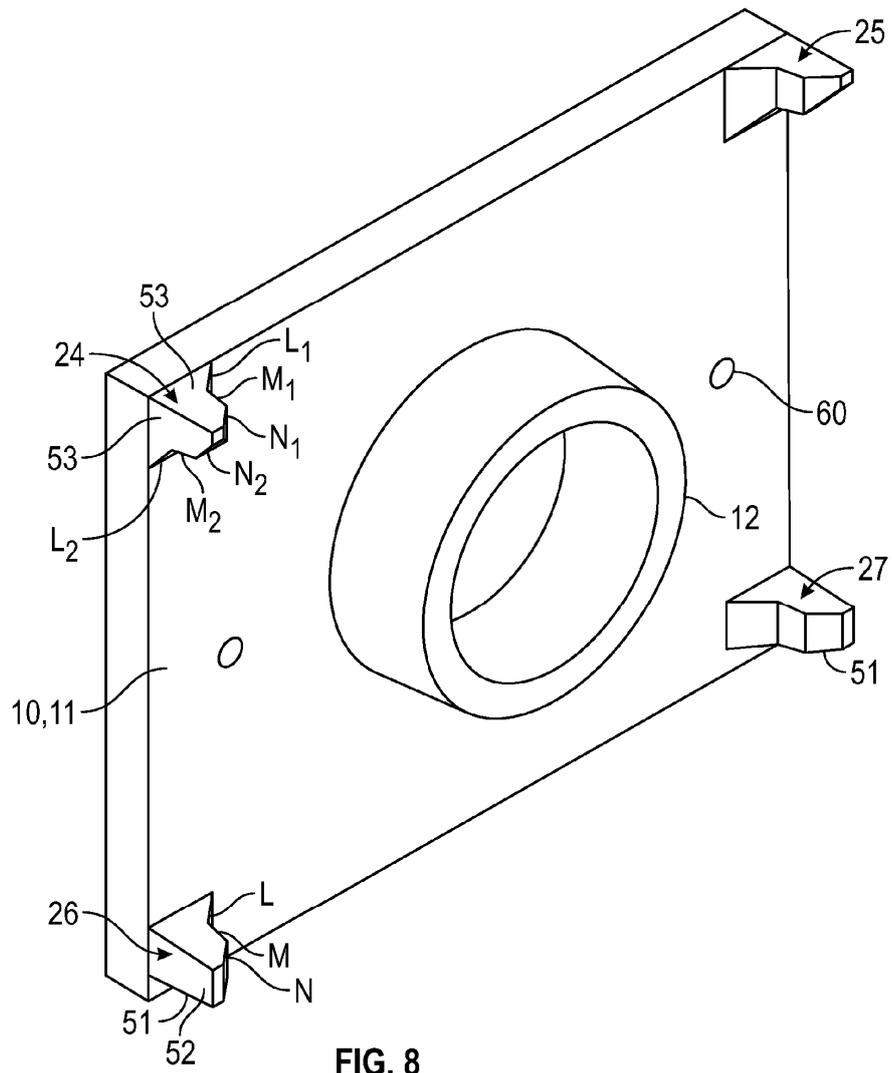


FIG. 8

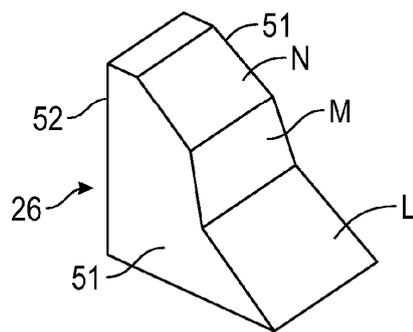


FIG. 9

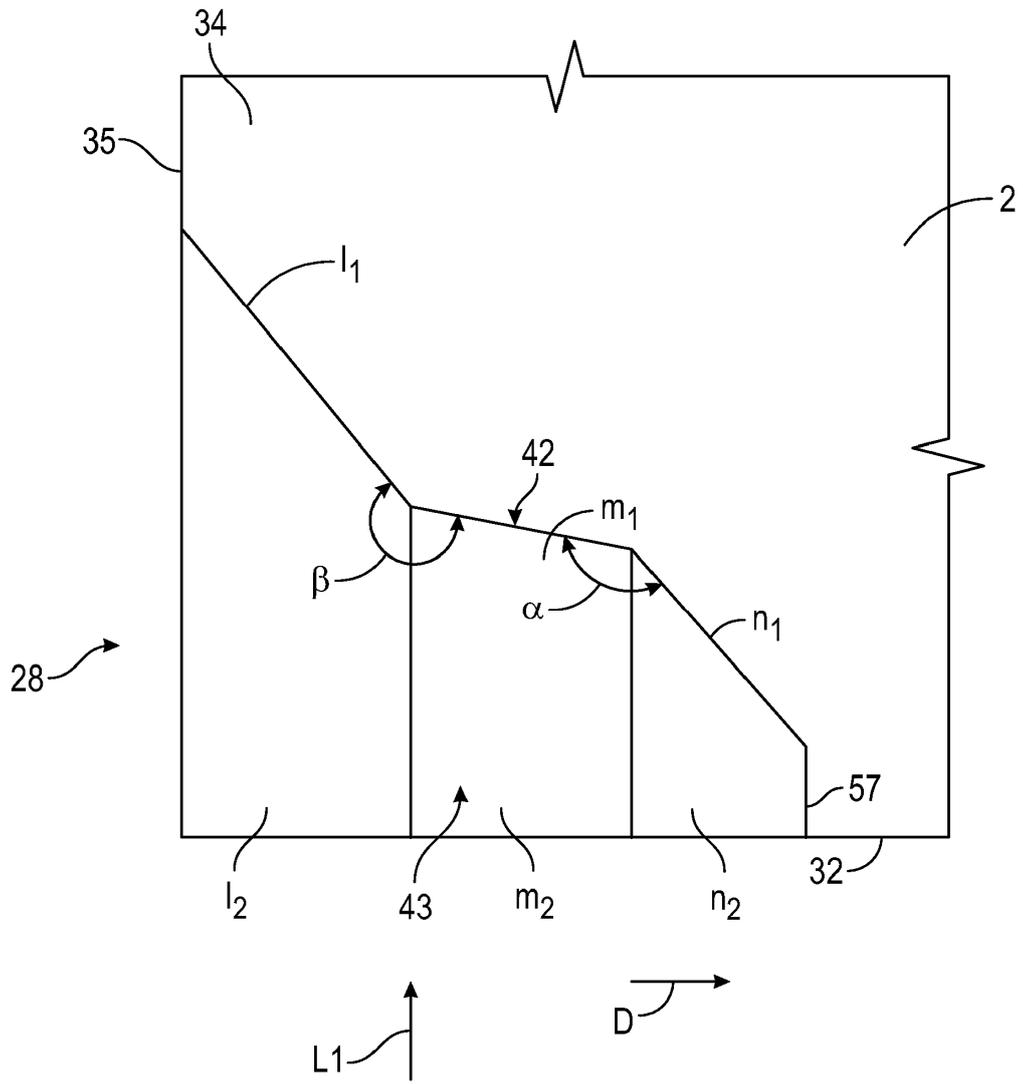


FIG. 10

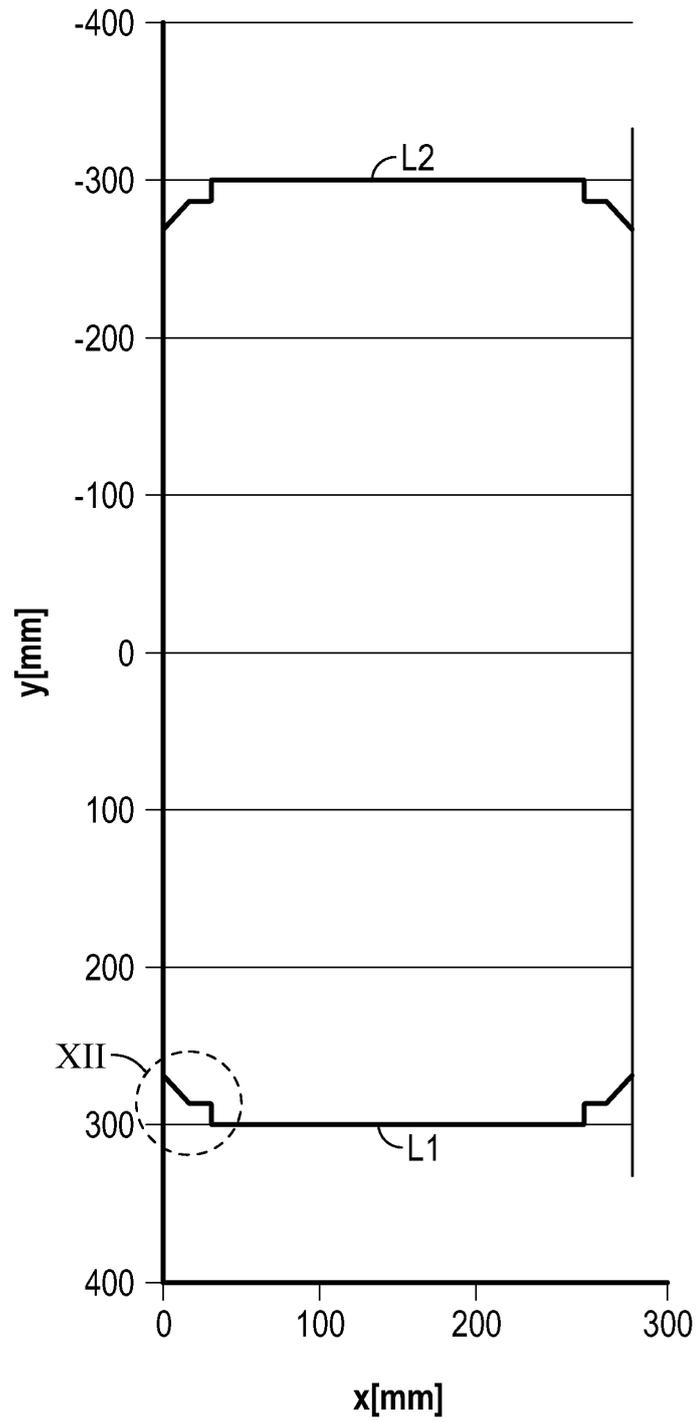


FIG. 11

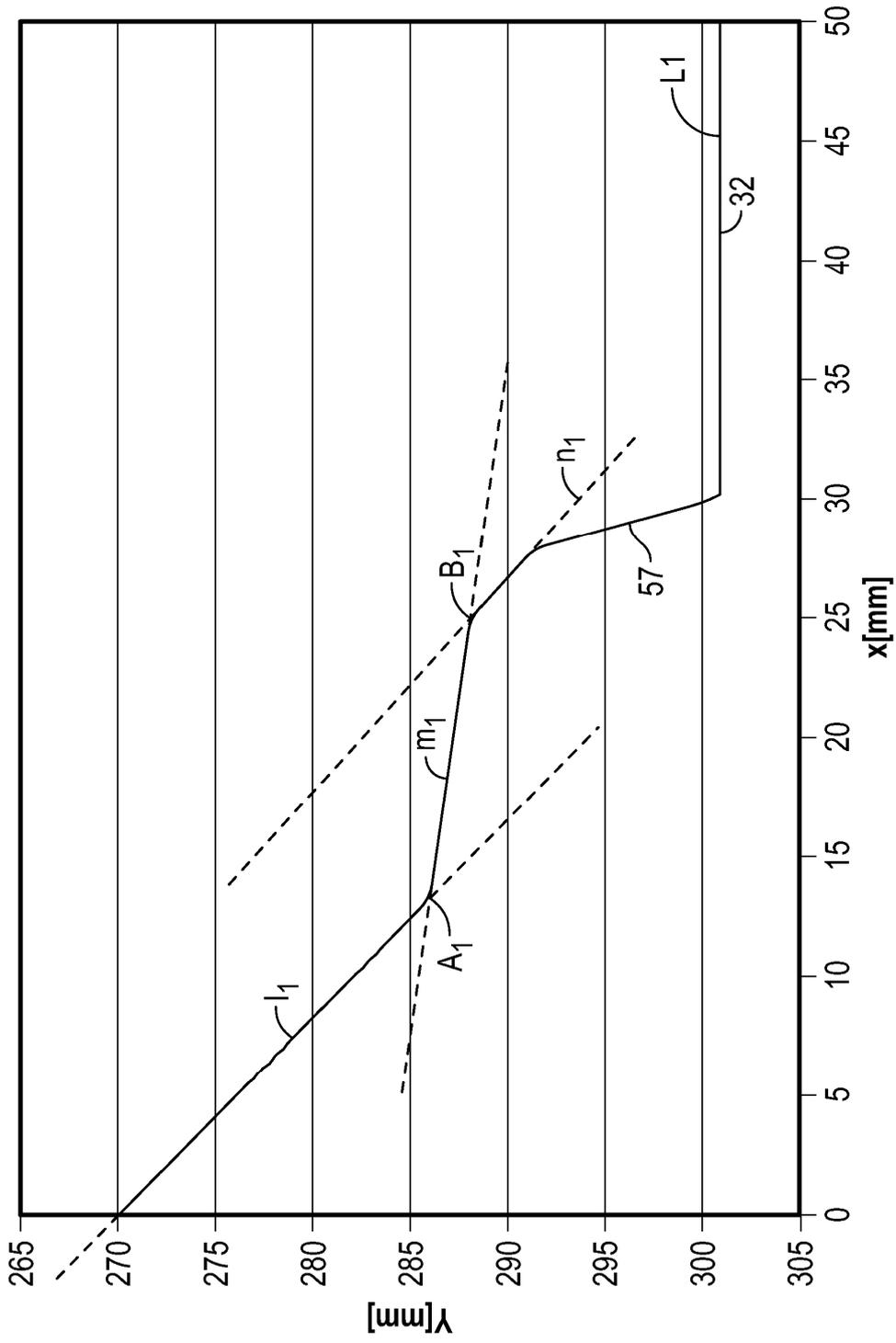


FIG. 12

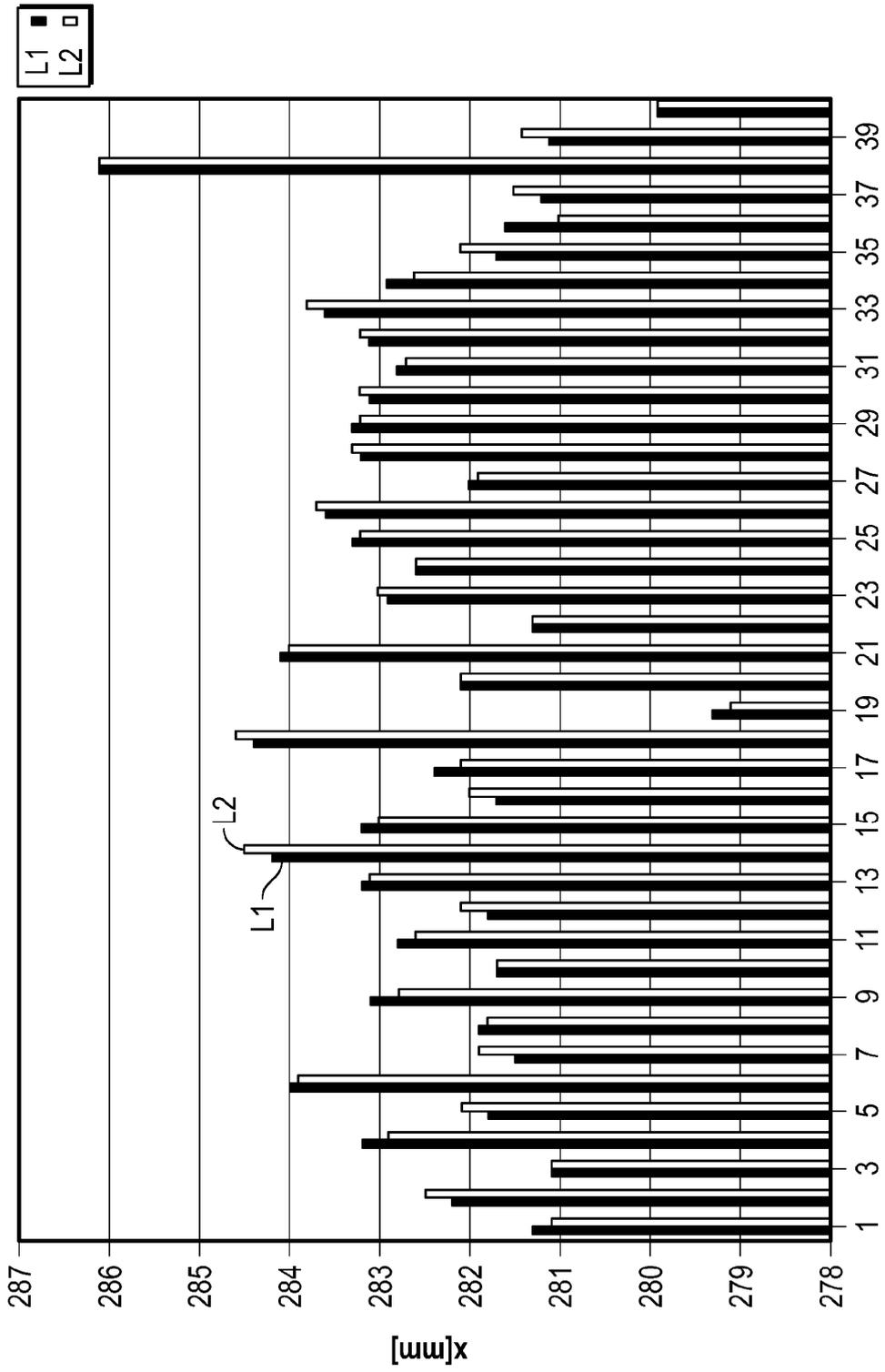


FIG. 13

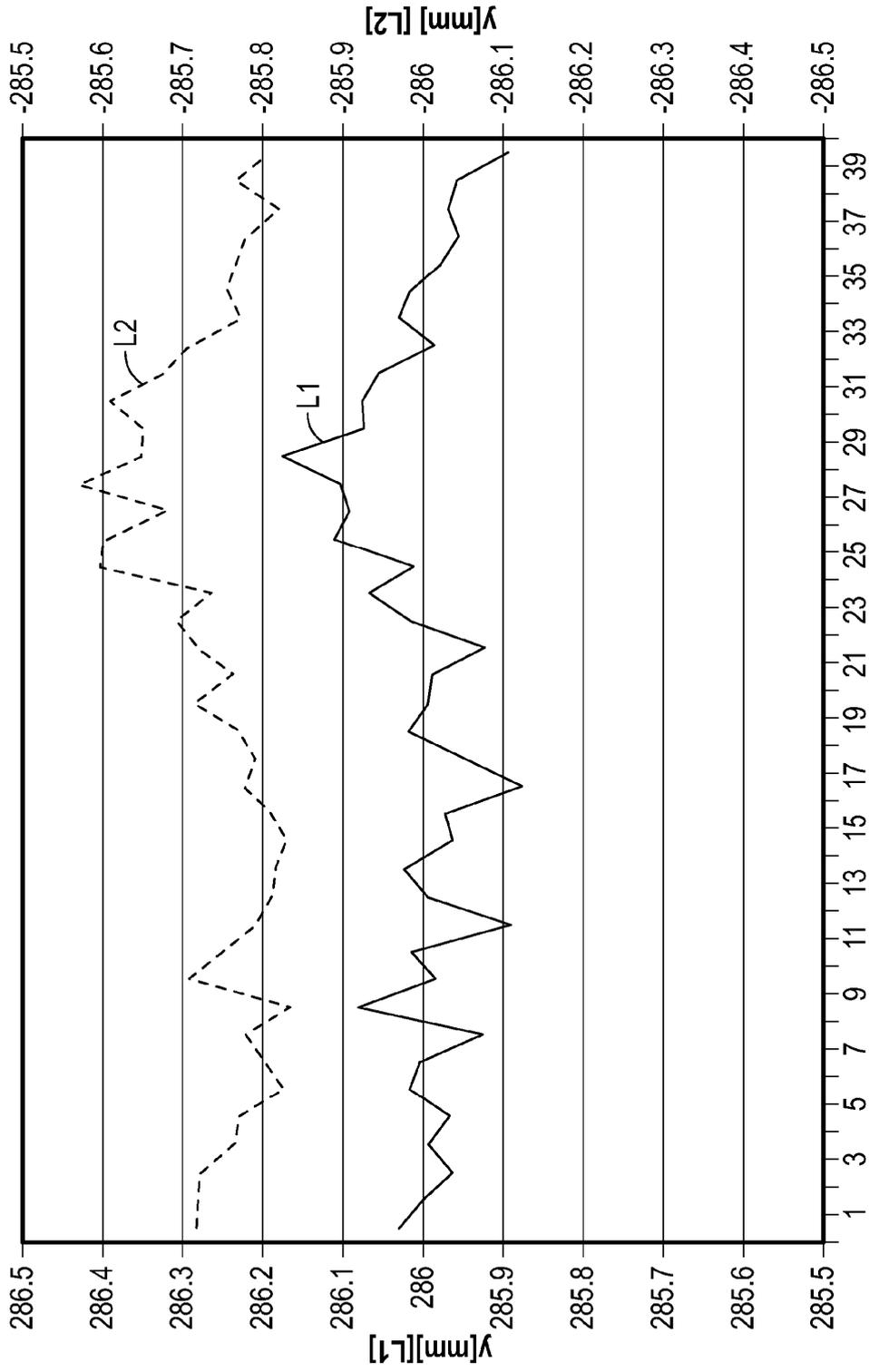


FIG. 14

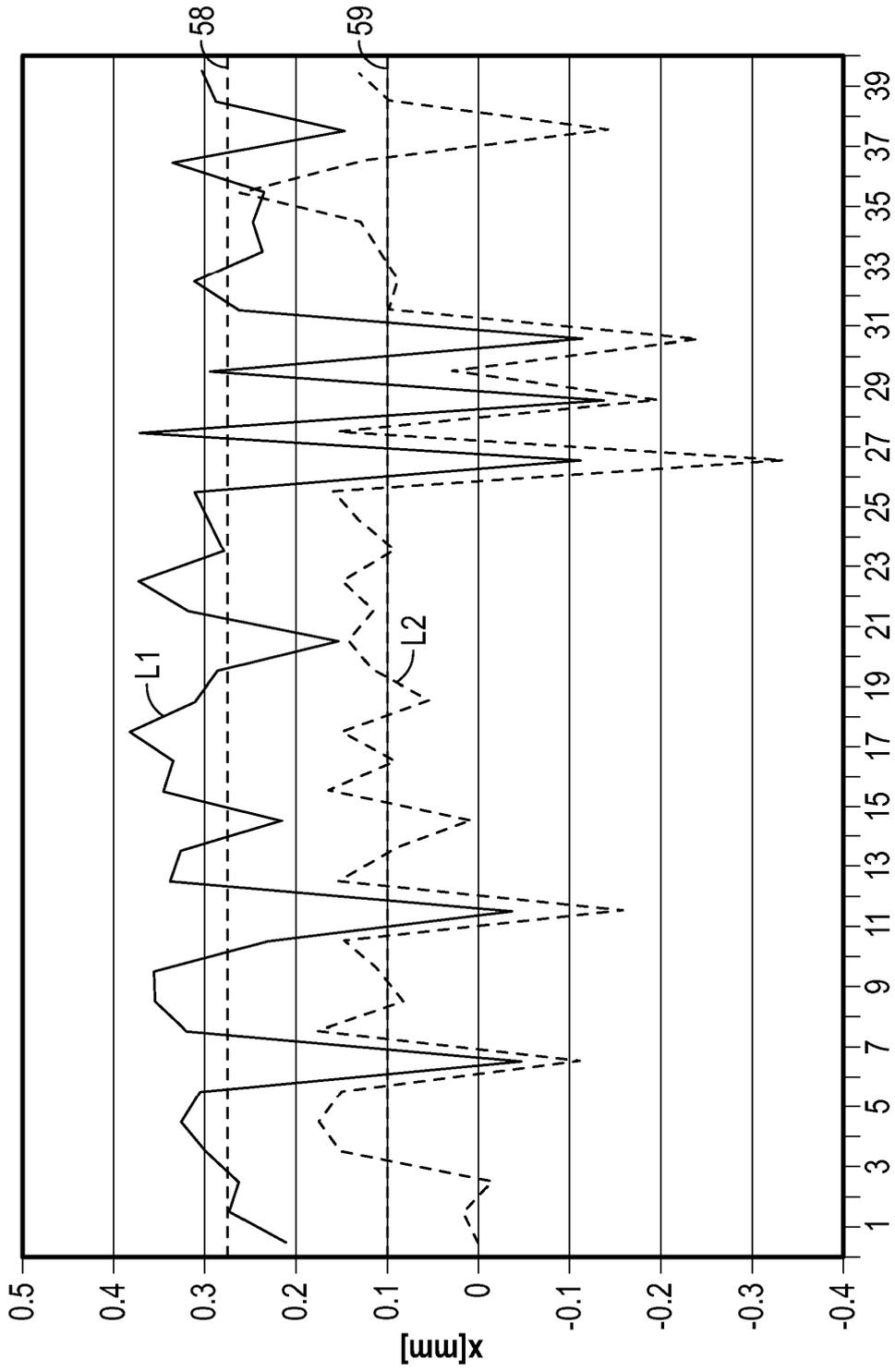


FIG. 15

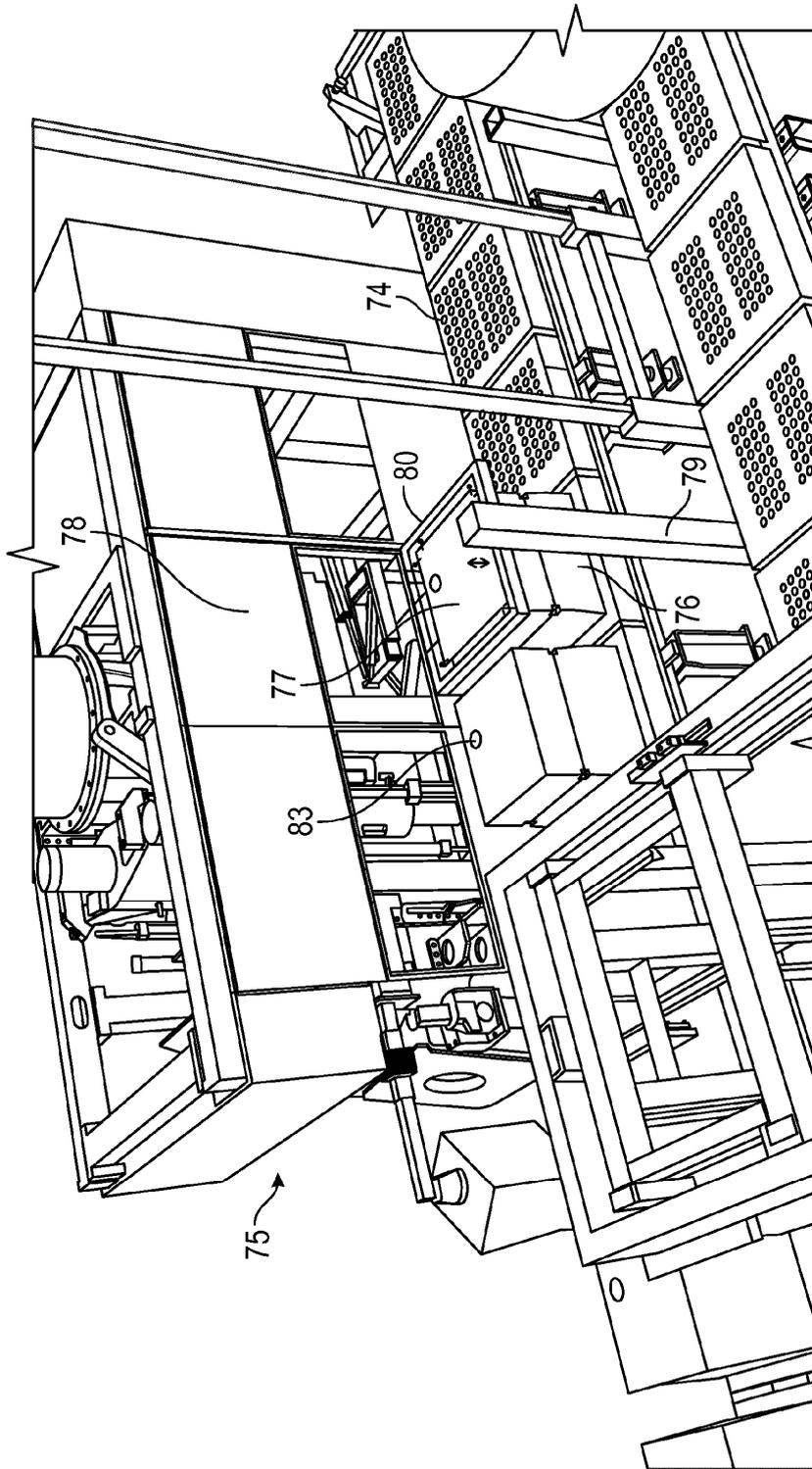


FIG. 16

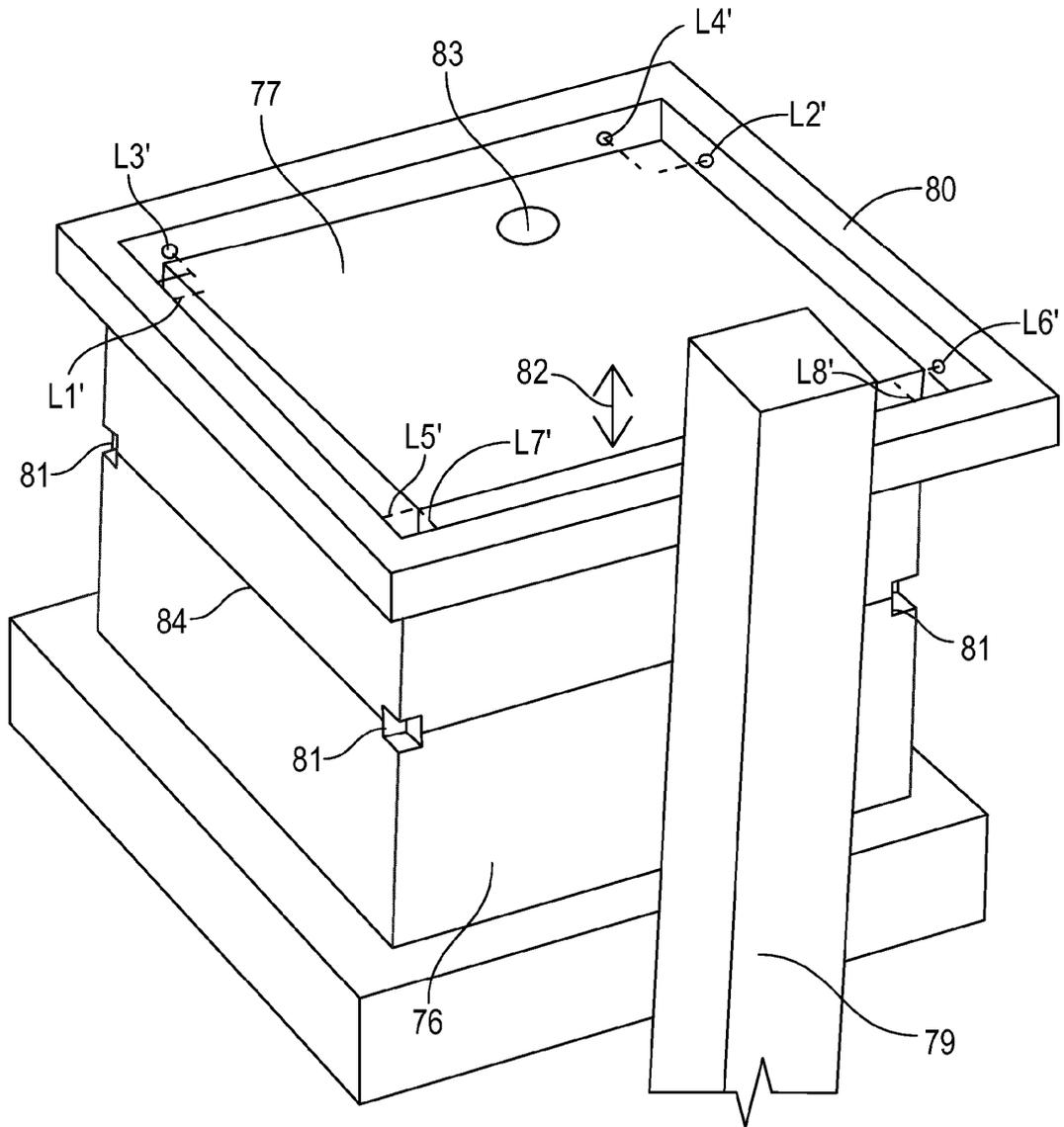


FIG. 17