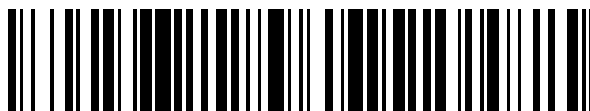


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 640**

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/IB2015/054235**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16193790**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2015 E 15730286 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 3302849**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.09.2020**

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 2 784 640 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 en arena y método de producción de partes de molde de arena

- La presente invención se refiere a una máquina de moldeo en arena para la producción de partes de molde de arena que incluye una cámara de moldeo formada por una pared superior de la cámara, una pared inferior de la cámara, dos paredes laterales de cámara opuestas y dos paredes terminales de cámara opuestas, en donde una pared de la cámara está provista de al menos una abertura de llenado de arena, en donde al menos una de las paredes terminales de la cámara está provista de una placa de patrón que tiene un patrón adaptado para formar un patrón en una parte de molde de arena, en donde al menos una de las paredes terminales de la cámara es desplazable en una dirección longitudinal de la cámara de moldeo para compactar arena alimentada a la cámara de moldeo, en donde al menos una de las placas de patrón está asociada con al menos un bloque de patrón de referencia colocado en relación fija con el patrón de dicha placa de patrón y adaptado para formar un patrón de referencia en una cara externa de una parte de molde de arena, y en donde un sistema de detección de no contacto está dispuesto adyacente a un recorrido de las partes del molde de arena compactadas y está adaptado para detectar una posición de una cara de patrón de los patrones de referencia de las partes de molde de arena.
- En máquinas de moldeo automatizadas, a menudo se usan dos tipos diferentes de máquinas o técnicas; la técnica de placa de adaptación como la empleada por las máquinas de placa de adaptación horizontal sin frasco DISA MATCH (marca registrada) y la técnica de moldeo vertical sin frasco de arena como la técnica DISAMATIC (marca registrada).
- De acuerdo con la técnica de la placa de adaptación, una placa de adaptación que tiene patrones de moldeo en ambos lados enfrentados entre sí se sujeta entre dos cámaras de moldeo. Durante el moldeo simultáneo de una primera y una segunda mitad de molde de arena, los patrones de la placa de adaptación se extienden dentro de cada cámara de moldeo respectiva. Una abertura de entrada de arena en forma de hendidura que se extiende a través de una pared está dispuesta en cada cámara de moldeo.
- Simultáneamente, se sopla arena a través de cada abertura en forma de hendidura y dentro de cada cámara de moldeo. Después de eso, la arena se estruja por el movimiento de placas de prensa dispuestas de manera opuesta que se desplazan simultáneamente en dirección hacia la placa de adaptación. Después del estrujado, las cámaras de moldeo se alejan unas de otras, se retira la placa de adaptación y, finalmente, se colocan núcleos en los moldes. Luego, los moldes se cierran y se expulsan de la cámara y están listos para verter metal líquido en el mismo a fin de producir piezas fundidas de metal.
- De acuerdo con la técnica de moldeo de arena vertical sin frasco, como la técnica DISAMATIC (marca registrada), una primera y una segunda placa, cada uno provista de una placa de patrón, están dispuestas de forma 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 en cada extremo respectivo de la cámara de moldeo. Una abertura de entrada de arena en forma de hendidura que se extiende a través de una pared está dispuesta típicamente en la parte superior de la cámara de moldeo.
- Se sopla arena a través de la abertura en forma de hendidura y dentro de la cámara de moldeo. Después de eso, por desplazamiento de la primera y/o la segunda placa, las placas se mueven relativamente en dirección una hacia la otra y estrujan la arena entre medias. Después de retirarse de la cámara de moldeo, la parte del molde de arena se coloca adyacente a la parte del molde de arena previamente moldeada en un transportador. De este modo, dos partes vecinas del molde de arena forman un molde de arena completo. La cavidad formada por estas dos partes del molde de arena constituye una cavidad para la posterior fundición del producto metálico.
- El documento US 4.724.886 (Selective Electronic, Inc.) describe un aparato y un método para detectar la desalineación de las secciones de molde cooperantes durante el funcionamiento de una máquina de fabricación de moldes. La máquina de fabricación de moldes incluye un dispositivo para formar una marca de referencia rectangular en el exterior de la superficie del molde y un dispositivo de medición de distancia sin contacto para detectar la desalineación de las cavidades internas del molde de las secciones del molde al detectar cualquier desalineación como una etapa entre dos marcas de referencia externas adyacentes. El dispositivo de medición de distancia detecta inicialmente un aumento gradual en la distancia medida a medida que la marca de referencia pasa al 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 de forma gradual en una cantidad mayor que una tolerancia de umbral establecida previamente, esto indica una desalineación interna y se indica al operador, a través de una pantalla en la unidad de control del sistema. Luego, el operador tiene la opción de detener el avance de las secciones del molde y corregir el problema que causa la desalineación, o el operador puede esperar y ver si la desalineación fue un problema aislado o un problema persistente al verificar la desalineación de varias secciones del molde posteriores antes de detener la línea de producción. Sin embargo, de acuerdo con este método, la precisión de la medición de distancia es limitada y solo se da una indicación de desalineación si se mide un cambio de distancia mayor que una tolerancia de umbral. No se indica al operador una medida del grado de desalineación. Asimismo, aunque esta disposición puede detectar desalineación vertical, lateral y rotacional mutua de las secciones adyacentes del molde, otros parámetros como el ancho de un posible espacio entre secciones de molde adyacentes, la expansión del molde y las dimensiones del molde no pueden detectarse mediante esta disposición.

El documento US 5.697.424 (Dansk Industri Syndikat A/S) describe una fábrica de moldeo y fundición de funcionamiento automático que comprende una estación de moldeo para producir moldes comprimiendo arena de moldeo, una estación de vertido y una estación de extracción. Puede pasar, sin que el operador lo note de inmediato, que cuando la parte del molde recién compactada se libera del patrón o patrones, contra el cual se ha formado comprimiendo arena de moldeo, algo de arena de moldeo se adhiere al patrón, produciendo así un error en forma de un rebaje en la cavidad de fundición formada. Para detectar tales situaciones, una serie de cámaras de vídeo que representan una o varias etapas del proceso y/o los resultados del mismo transmiten la información de imagen correspondiente a los medios de control central, en los que la información de imagen se compara con la información de imagen "ideal", p. ej., información de imagen previamente leída y basada en una etapa del proceso que procede correctamente. Sobre la base de los resultados de la comparación, los medios de control central controlan las estaciones afectadas de tal manera que se evitan estados operativos no deseados o piezas fundidas defectuosas. Sin embargo, es posible que este método no proporcione información suficientemente precisa sobre la desalineación mutua de las secciones adyacentes del molde, como por ejemplo desalineación vertical, lateral y rotacional mutua y el ancho de un posible espacio entre secciones de molde adyacentes. Asimismo, la expansión del molde y las dimensiones del molde no se pueden detectar con mucha precisión por esta disposición.

El documento JP4190964A describe una línea de fundición sin frasco provista de una máquina de moldeo en arena. Unas cámaras de televisión recogen el área límite entre los moldes de arena adyacentes transportados en un transportador intermitente en la línea de molde de arena y se procesan las señales de vídeo. De este modo, se decide la línea límite entre los moldes de arena adyacentes, y la longitud del molde de arena en la dirección de alimentación se decide por un ancho entre dos líneas límite en la dirección de alimentación. De esta manera, la posición de un molde de arena arbitrario en la línea de molde de arena en el transportador intermitente se puede decidir en función de esta longitud del molde de arena. Sin embargo, aunque el espesor de los moldes de arena se puede determinar de esta manera, imprecisiones como la desalineación vertical, lateral y rotacional mutua de las partes adyacentes del molde, así como otros parámetros, como el ancho de un posible espacio entre las partes adyacentes del molde no se pueden detectar por este sistema.

El documento US 4.774.751 se refiere a procedimientos de fundición, particularmente inspección en proceso y post proceso con unidades de sensores electroópticos. Se abordan principalmente: inspección de moldes y núcleos para garantizar la corrección y procedimientos de control para abortar el vertido si los moldes no son correctos, inspección de núcleos en la línea central, inspección de patrones para pegar arena, inspección de piezas fundidas terminadas para material extraño en pasos, existencias excesivas o inadecuadas, correctas relaciones de localización, etc., y control de molinos de rebaba robóticos. Se describe un sistema para inspeccionar los moldes en una línea continua de molde para cualquiera o todos los siguientes: los núcleos están completos (no faltan piezas), los núcleos se colocan correctamente en el molde de arrastre (alineación, altura), la arena en los moldes es del tamaño correcto y no hay daños, los pasadores y agujeritos en el molde de rebaje y arrastre son del tamaño correcto y están en condiciones suficientes para permitir un acoplamiento adecuado. Tanto los sensores fijos como los móviles de forma programable se muestran en el contexto de estas realizaciones. Sin embargo, este sistema no puede detectar imprecisiones relacionadas con el posicionamiento mutuo de dos partes del molde que forman un molde completo, como desalineación vertical, lateral y rotacional mutua de las partes adyacentes del molde, así como otros parámetros como el ancho de un posible espacio entre las partes adyacentes del molde.

El documento DE 42 02 020 A1 describe un proceso para posicionar el orificio de vertido inferior de un sistema de fundición sobre la colada de un molde en un sistema convergente y de fabricación de moldes sin caja. Se inspecciona la posición del orificio de vertido sobre la colada y se detectan errores de posición, tan pronto como finaliza una operación de fabricación y transporte de moldes y el molde está en reposo. El equipo de posicionamiento incluye (i) un sistema de medición para determinar la posición del orificio de vertido sobre la colada; (ii) un sistema de posicionamiento para el ajuste longitudinal y transversal del sistema de fundición con respecto al sistema transportador; y (iii) un sistema de procesamiento de medición para controlar el sistema de posicionamiento. El sistema de medición puede tener la forma de cámara de vídeo, láser, radar o ultrasónica y está provisto de un sistema adjunto de procesamiento de medición variable. El proceso es útil en la fundición de artículos metálicos en moldes sin caja, ya que permite realizar la fundición sin demora y compensa las tolerancias en el espesor del molde y dentro del sistema transportador para una colocación rápida y precisa del orificio de vertido.

El objeto de la presente invención es proporcionar una máquina de moldeo en arena y un método para producir partes de molde de arena, por lo que se puede proporcionar una detección más precisa de la desalineación mutua de las partes adyacentes del molde de arena.

En vista de este objeto, el al menos un bloque de patrón de referencia incluye una cara que tiene una tangente que varía en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y está adaptada para formar un patrón de referencia correspondiente que incluye una cara de patrón que tiene una tangente que varía en una dirección longitudinal correspondiente de la parte del molde de arena, el sistema de detección sin contacto está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena, y la tangente en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena es diferente entre al menos dos de dichos puntos.

De esta manera, basado en la detección de la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia, la posición y orientación de una curva conocida que representa la cara del patrón puede determinarse o estimarse, y en función de ello, la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia para dicha curva conocida pueden determinarse o estimarse. La posición de dichos puntos de referencia puede compararse con la posición ideal o teórica de los puntos de referencia. De este modo, la desalineación mutua de las partes adyacentes del molde de arena puede detectarse con mucha precisión. Asimismo, entre otros parámetros, el ancho de un posible espacio entre las partes adyacentes del molde de arena, la expansión del molde y las dimensiones del molde pueden detectarse mediante esta disposición. Por lo tanto, se puede evaluar si la situación real es aceptable o no.

En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia incluye una cara que tiene una tangente que varía en una dirección de altura de la cámara de moldeo y está adaptada para formar un patrón de referencia correspondiente que incluye una cara de patrón que tiene una tangente que varía en una dirección de altura correspondiente de la parte del molde de arena, en que el sistema de detección sin contacto está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia en la dirección de altura de las partes del molde de arena, y en que la tangente en la dirección de altura de las partes del molde de arena es diferente entre al menos dos de dichos puntos. De este modo, por medio de un solo bloque de patrón de referencia, se puede determinar la posición tridimensional real de un punto en una esquina de una parte de molde de arena.

En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia incluye una primera parte de cara que tiene una primera tangente en una primera posición en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y una segunda parte de cara que tiene una segunda tangente en una segunda posición en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo, la segunda tangente es diferente de la primera tangente, la primera y segunda partes de la cara están adaptadas para formar un patrón de referencia correspondiente que incluye una primera parte de la cara del patrón que tiene una primera tangente de patrón en una primera posición en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena y una segunda parte de la cara del patrón que tiene una segunda tangente de patrón en una segunda posición en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena, la segunda tangente de patrón es diferente de la primera tangente de patrón, y el sistema de detección sin contacto está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos al menos sustancialmente de manera uniforme sobre la primera y segunda parte de la cara de patrón del patrón de referencia en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena.

En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia incluye una tercera parte de cara que tiene una tercera tangente en una tercera posición en la dirección de altura de la cámara de moldeo y una cuarta parte de cara que tiene una cuarta tangente en una cuarta posición en la dirección de altura de la cámara de moldeo, en donde la cuarta tangente es diferente de la tercera tangente, en donde las partes de cara tercera y cuarta están adaptadas para formar un patrón de referencia correspondiente que incluye una tercera parte de la cara del patrón que tiene una tercera tangente de patrón en una tercera posición en la dirección de altura de la parte del molde de arena y una cuarta parte de la cara del patrón que tiene una cuarta tangente de patrón en una cuarta posición en la dirección de altura de la parte del molde de arena, en donde la cuarta tangente de patrón es diferente de la tercera tangente de patrón, y en que el sistema de detección sin contacto está adaptado para detectar la posición de un número de puntos diferentes distribuidos al menos sustancialmente de manera uniforme sobre la tercera y cuarta parte de la cara de patrón del patrón de referencia en la dirección de altura de la parte del molde de arena.

En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia incluye una cara esféricamente simétrica. El centro de la cara de patrón correspondiente esféricamente simétrica del patrón de referencia puede servir como un punto de referencia para el patrón de referencia.

En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia incluye un conjunto de al menos dos caras planas que siguen una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y están adaptadas para formar un patrón de referencia correspondiente que incluye un conjunto de al menos dos superficies planas que siguen una tras otra en la dirección longitudinal correspondiente de la parte del molde de arena, en donde cada cara plana está dispuesta en un ángulo oblicuo respecto a otra de las caras planas. De este modo, basado en la medición de la distancia variable al patrón de referencia, se puede determinar la posición y orientación de las líneas rectas que representan cada una de las al menos dos superficies planas, y en función de esto, se puede determinar la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección entre tales líneas rectas. La posición de dichos puntos de intersección puede compararse con la posición ideal o teórica de los puntos de intersección. De este modo, la desalineación mutua de las partes adyacentes del molde de arena puede detectarse con mucha precisión. Asimismo, entre otros parámetros, el ancho de un posible espacio entre las partes adyacentes del molde de arena, la expansión del molde y las dimensiones del molde pueden detectarse mediante esta disposición.

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

En una realización, el ángulo oblicuo entre dos caras planas medidas externamente del bloque de 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 precisión de los

parámetros detectados puede mejorarse aún más, ya que las superficies planas del patrón de referencia pueden liberarse aún mejor del bloque del patrón de referencia y, por lo tanto, pueden formarse con mayor precisión en la parte del molde de arena.

5 En una realización, el ángulo oblicuo entre dos superficies planas medidas externamente 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 precisión de los parámetros detectados incluso puede mejorarse aún más, ya que las superficies planas del patrón de referencia pueden liberarse aún mejor del bloque del patrón de referencia y, por lo tanto, pueden formarse con mayor precisión en la parte del molde de arena.

10 En una realización, el ángulo oblicuo entre dos superficies planas medidas externamente 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, se puede optimizar la precisión de los parámetros detectados, ya que las superficies planas del patrón de referencia pueden liberarse aún mejor del bloque del patrón de referencia y, por lo tanto, pueden formarse con mayor precisión en la parte del molde de arena.

En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye al menos una unidad de sensor electroóptico.

15 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye al menos dos unidades de sensor electroóptico, y cada unidad de sensor electroóptico está adaptada para detectar la posición de varios puntos ubicados en una cara de patrón de un patrón de referencia respectivo en una parte de molde de arena compactada. De este modo, se puede obtener una mayor precisión, porque cada unidad de sensor electroóptico puede estar dedicada o enfocada en un patrón de referencia específico.

20 En una realización, las unidades de sensor electroóptico están dispuestas en posiciones mutuamente fijas, preferiblemente por medio de una pluma o armazón. De este modo, se puede obtener una precisión aún mayor, porque cada unidad de sensor electroóptico puede colocarse con precisión en relación con las otras unidades de sensor electroóptico.

En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye al menos una cámara digital.

25 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye al menos un escáner 3D.

30 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un sistema de iluminación basado en láser adaptado para formar un haz de luz alargado que forma una línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia. De este modo, por medio de una unidad de sensor electroóptico, como una cámara, dirigida a la cara del patrón en un ángulo diferente al del haz de luz alargado, la posición y la forma distorsionada de la línea iluminada en la cara del patrón pueden compararse con una forma teórica. De este modo, la posición y orientación de una curva conocida que representa la cara del patrón puede determinarse o estimarse, y en función de ello, la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia para dicha curva conocida pueden determinarse o estimarse.

En una realización, el sistema de iluminación basado en láser está adaptado para formar el haz de luz alargado por medio de un prisma.

35 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un sistema de iluminación basado en láser adaptado para barrer un haz de luz a lo largo de una línea en la cara de patrón del patrón de referencia. De este modo, las ventajas mencionadas anteriormente de un haz de luz alargado que forma una línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia se pueden obtener sin un prisma.

40 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un primer sistema de iluminación basado en láser adaptado para formar un primer haz de luz alargado que forma una primera línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia, en donde el sistema de detección sin contacto incluye un segundo sistema de iluminación basado en láser adaptado para formar un segundo haz de luz alargado que forma una segunda línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia, extendiéndose dichas primera y segunda líneas en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena, y en donde el segundo haz de luz alargado forma un ángulo de preferiblemente 90 grados con el primer haz de luz alargado. De este modo, por medio de un solo bloque de patrón de referencia, se puede determinar la posición tridimensional real de un punto en una esquina de una parte de molde de arena.

45 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un dispositivo de medición de distancia sin contacto.

En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un dispositivo de medición de distancia sin contacto.

50 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un dispositivo de medición de distancia sin contacto en forma de un sensor de distancia basado en láser. De este modo, se pueden obtener medidas precisas de forma económica.

En una realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto de forma giratoria y, por lo tanto, está adaptado para realizar mediciones de distancia a varios puntos distribuidos a lo largo de una línea en la cara de patrón del patrón de referencia cuando la parte del molde de arena está dispuesta estacionariamente. De este modo, las mediciones pueden realizarse sin un desplazamiento lineal entre el dispositivo de medición de distancia sin

contacto y la cara de patrón del patrón de referencia.

5 En una realización, un sistema informático está adaptado para recibir las posiciones detectadas de varios puntos ubicados en una cara de patrón del patrón de referencia de la parte del molde de arena, el sistema informático está adaptado para realizar el ajuste de la curva en función de dichas posiciones detectadas recibidas y, por lo tanto, estimar la posición respectiva de una curva en un sistema de coordenadas, representando la curva la cara de patrón del patrón de referencia visto en sección transversal, y en donde el sistema informático está adaptado para calcular la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia relacionados con la curva. De este modo, la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia relacionados con la curva pueden determinarse automáticamente. La posición de dichos puntos de referencia se puede comparar automáticamente con la posición ideal o teórica de los puntos de referencia.

10 En una realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está adaptado para medir una distancia variable a los patrones de referencia de las partes del molde de arena durante un desplazamiento relativo en una dirección de desplazamiento entre las partes del molde de arena compactadas y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, y dicha dirección de desplazamiento corresponde a la dirección longitudinal de la parte del molde de arena.

15 En una realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir una distancia en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección de desplazamiento. De este modo, los cálculos en un sistema informático asociado pueden simplificarse.

20 En una realización, al 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 al menos dos superficies planas que siguen una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y están dispuestas en ángulo recto con respecto a la pared superior de la cámara, cada superficie plana del primer conjunto está dispuesta en un ángulo oblicuo respecto a otra de las superficies planas del primer conjunto, dicho patrón de referencia incluye un segundo conjunto de al menos dos superficies planas que siguen una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y están dispuestas en ángulo recto con respecto a 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 al patrón de referencia como resultado de que al menos dos superficies planas del primer conjunto pasen relativamente por el dispositivo de medición de distancia sin contacto en sucesión durante el desplazamiento relativo en el 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 al patrón de referencia como resultado de que las al menos dos superficies planas del segundo conjunto pasen relativamente por el dispositivo de medición de distancia sin contacto en sucesión durante el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes del molde de arena compactadas y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, por medio de un solo bloque de patrón de referencia, se puede determinar la posición tridimensional real de un punto en una esquina de una parte de molde de arena.

35 En una 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 que es diferente de la primera dirección de medición. De este modo, los datos pueden estar disponibles para posicionarse en el espacio tridimensional.

40 En una realización estructuralmente particularmente ventajosa, el bloque de patrón de referencia tiene la forma de un cuarto de un elemento combinado desde al menos dos pirámides cuadradas truncadas colocadas una encima de la otra, la parte superior de una pirámide cuadrada truncada en posición inferior coincide con la base de una pirámide cuadrada truncada en posición superior, y dicho elemento se ha separado a lo largo de su línea central y a través de las líneas de simetría de las superficies laterales adyacentes de las pirámides cuadradas truncadas para formar dicho cuarto.

45 En una realización, todas las caras del bloque de patrón de referencia destinadas a contactar con partes del molde de arena están formadas con un ángulo de inclinación lateral en relación con la dirección longitudinal de la cámara de moldeo. De este modo, se puede mejorar la precisión de los parámetros detectados, dado que todas las caras del patrón de referencia pueden liberarse mejor del bloque del patrón de referencia y, por lo tanto, las superficies planas del patrón de referencia pueden formarse con mayor precisión en la parte del molde de arena.

50 En una realización, un sistema informático está adaptado para recibir una serie 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 del molde de arena compactadas y el dispositivo de medición de distancia sin contacto, el sistema informático está adaptado para realizar el ajuste de la curva sobre la base de dichas mediciones de distancia recibidas y, por lo tanto, estimar las posiciones respectivas de varias líneas rectas en un sistema de coordenadas, representando cada línea recta una respectiva de las al menos dos superficies planas del patrón de referencia vista en sección transversal, y en donde el sistema informático está adaptado para calcular la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección entre tales líneas rectas. De este modo, la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección entre tales líneas rectas pueden determinarse automáticamente. La posición de dichos puntos de

intersección puede compararse automáticamente con la posición ideal o teórica de los puntos de intersección.

5 En una realización, el sistema informático está adaptado para realizar el ajuste de la curva y, por lo tanto, estimar las posiciones respectivas del número de líneas rectas basándose adicionalmente en 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 mediante el ajuste de la curva, incluso si la velocidad de avance en la dirección de transporte de las partes compactadas del molde de arena no es constante.

10 En una realización, un sensor de posición está adaptado para realizar 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 donde el sensor de posición tiene la forma de un sensor absoluto, de posición sin contacto, que funciona según el principio magnetostrictivo.

15 En una realización estructuralmente particularmente ventajosa, un conjunto que incluye una serie de dispositivos de medición de distancia sin contacto está montado en una pluma de medición que rodea al menos parcialmente el recorrido de las partes compactadas del molde de arena, y el conjunto incluye al 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.

20 En una realización, un transportador está adaptado para avanzar las partes compactadas del molde de arena a lo largo del recorrido con el fin de lograr un 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 un transportador, que de todos modos puede ser necesario para transportar las partes compactadas del molde de arena a lo largo del recorrido. De este modo, se puede evitar un dispositivo separado para desplazar el dispositivo de medición de distancia sin contacto.

30 En una realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto de forma desplazable para lograr un 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 incluso si las partes compactadas del molde de arena se detienen y no se transportan. Asimismo, en el caso de una máquina de moldeo en arena que funciona según la técnica de la placa de adaptación, dos partes del molde de arena pueden colocarse una encima de la otra para formar un molde de arena completo en un transportador, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto puede desplazarse en dirección vertical para lograr dicho desplazamiento relativo. En este caso, dicho desplazamiento relativo está en una dirección, que no es una dirección de transporte de las partes del molde de arena.

40 En una realización, cada una de las paredes terminales 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 un transportador está adaptado para avanzar varias partes compactadas del molde de arena en una configuración alineada y mutuamente contigua a lo largo de un recorrido en una dirección de transporte correspondiente a la dirección longitudinal de la cámara de moldeo. De este modo, la máquina de moldeo en arena puede funcionar de acuerdo con la técnica de moldeo vertical en arena sin frasco como la DISAMATIC (marca registrada).

45 En una realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto estacionariamente, un sensor de posición está adaptado para realizar 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 llamado Transportador Automático de Moldes (AMC), un llamado Transportador de Molde de Precisión (PMC) o un llamado Transportador de Correa Sincronizada (SBC).

50 En una realización, un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto a lo largo del recorrido 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 al menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal, respectivamente, a 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 al menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal, respectivamente, a un patrón de referencia en una esquina superior derecha de una parte del molde de arena, un dispositivo de medición de distancia sin contacto dispuesto para medir una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal a un patrón de referencia en o sobre una esquina inferior izquierda de una parte de molde de arena, y un dispositivo de medición de distancia sin contacto dispuesto para medir una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal a un patrón de referencia en o sobre una esquina inferior derecha de una parte del molde de arena. De este modo, la desalineación vertical, lateral y rotacional mutua y el ancho de un

5 posible espacio entre secciones de molde adyacentes pueden detectarse con mucha precisión. Asimismo, entre otros parámetros, el ancho de un posible espacio entre secciones de molde adyacentes, la expansión del molde y las dimensiones del molde pueden detectarse mediante esta disposición. Sin embargo, mediante esta disposición, se puede evitar una disposición complicada de dispositivos de medición de distancia sin contacto debajo del recorrido de las partes compactadas del molde de arena.

10 En una realización, otro dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir una distancia oblicuamente en dirección hacia arriba o hacia abajo al patrón de referencia en o sobre 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 oblicuamente en dirección hacia arriba o hacia abajo al patrón de referencia en o sobre una esquina inferior derecha de una parte del molde de arena. De este modo, la desalineación vertical, lateral y rotacional mutua y el ancho de un posible espacio entre las secciones adyacentes del molde pueden detectarse incluso con mayor precisión. Sin embargo, también mediante esta disposición se puede evitar una disposición complicada de dispositivos de medición de distancia sin contacto debajo del recorrido de las partes compactadas del molde de arena, porque dichos dispositivos adicionales de medición de distancia sin contacto pueden estar en dirección oblicua, por ejemplo, ver caras planas del patrón de referencia mirando hacia abajo o hacia arriba.

15 En una realización, dos cámaras de moldeo están separadas por medio de una placa de adaptación, la máquina de moldeo en arena está adaptada para comprimir simultáneamente dos partes del molde de arena en las dos cámaras de moldeo respectivas y, posteriormente, retirar la placa de adaptación y colocar dichas dos partes del molde de arena una encima de la otra para formar un molde de arena completo, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena colocadas una encima de la otra.

20 En una realización, la máquina de moldeo en arena está adaptada para colocar dichas dos partes del molde de arena una encima de la otra y luego presionar la parte superior de dichas dos partes del molde de arena fuera de su cámara de moldeo respectiva, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena posteriormente a presionar la parte superior de dichas dos partes del molde de arena fuera de su cámara de moldeo respectiva, pero antes de colocar dichas dos partes del molde de arena en una superficie de transporte de un transportador. De este modo, el movimiento realizado por la máquina de moldeo de arena de dichas dos partes del molde de arena puede utilizarse para lograr el desplazamiento relativo requerido en una dirección de 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 desplazar el dispositivo de medición de distancia sin contacto.

25 En una realización, la máquina de moldeo en arena incluye un dispositivo de posicionamiento de armazón para colocar un armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena colocadas una encima de la otra y ubicadas en una superficie de transporte de un transportador, y el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena en una posición a lo largo del recorrido de las partes compactadas del molde de arena antes y/o después del dispositivo de posicionamiento de armazón. Puede ser interesante detectar si la acción de colocar un armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena colocadas una encima de la otra puede desplazar las partes del molde de arena mutuamente.

30 En una realización, la máquina de moldeo en arena incluye un dispositivo de posicionamiento de armazón para colocar un armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena colocadas una encima de la otra y situadas en una superficie de transporte de un transportador, el dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto para medir la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena en una posición a lo largo del recorrido de las partes compactadas del molde de arena en o después del dispositivo de posicionamiento de armazón, y el armazón de sujeción tiene una abertura a través de la cual el dispositivo de medición de distancia sin contacto está adaptado para medir la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena. De este modo, puede ser posible realizar la medición de distancia durante o después de colocar el armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena. Si la medición de distancia se realiza durante dicho posicionamiento del armazón de retención, el dispositivo de medición de distancia sin contacto puede incluso montarse en y desplazarse por el dispositivo de posicionamiento de armazón.

35 La presente invención se refiere además a una línea de producción de fundición que incluye una máquina de moldeo en arena como se describe anteriormente, en donde un dispositivo de vertido de fusión está adaptado para el posicionamiento automático a lo largo del recorrido en la dirección de transporte, y en donde un sistema informático está adaptado para controlar la posición del dispositivo de vertido de fusión sobre la base de posiciones calculadas de al menos dos puntos de intersección entre líneas rectas asociadas con una serie de partes del molde de arena colocadas entre la máquina de moldeo de arena y el dispositivo de vertido de fusión. De este modo, el dispositivo de vertido de fusión puede colocarse con precisión 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 colocadas entre la máquina de moldeo de arena y el dispositivo de vertido de fusión varían a lo largo del proceso.



En una realización, un conjunto que incluye una serie de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto adyacente al recorrido de las partes compactadas del molde de arena justo después de la máquina de moldeo en arena. De este modo, puede detectarse una desalineación mutua de secciones de molde adyacentes y otros parámetros como se mencionó anteriormente como resultado del proceso de moldeo en arena.

5 En una realización, un conjunto que incluye una serie de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto adyacente al recorrido de las partes compactadas del molde de arena justo antes de un dispositivo de vertido de fusión. De este modo, se puede detectar una desalineación mutua de las secciones adyacentes del molde y otros parámetros como se mencionó anteriormente como resultado del proceso de moldeo en arena y del proceso de transporte. Al comparar los parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo después de la máquina de moldeo en arena con los parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo antes de un dispositivo de vertido de fusión, se pueden detectar los parámetros relacionados con el proceso de transporte.

10 En una realización, un conjunto que incluye una serie de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto adyacente al recorrido de las partes compactadas del molde de arena justo después de un dispositivo de vertido de fusión. De este modo, se puede detectar la desalineación mutua de las secciones adyacentes del molde y otros parámetros como se mencionó anteriormente como resultado del proceso de moldeo en arena, el proceso de transporte y el proceso de vertido de fusión. Al comparar los parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo después de un dispositivo de vertido de fusión con los parámetros detectados por un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos justo después de la máquina de moldeo en 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 fusión, se pueden detectar los parámetros relacionados con el proceso de vertido de fusión.

15 En una realización, un sistema informático está adaptado para controlar un dispositivo de vertido de fusión para detener el vertido de fusión sobre la base de posiciones calculadas de al menos dos puntos de intersección entre líneas rectas, y en donde dichos al menos dos puntos de intersección están asociados con dos partes del molde de arena respectivas posicionadas en configuración mutuamente contigua. De este modo, se puede evitar que se produzcan piezas fundidas defectuosas, por ejemplo, como resultado de un desajuste entre las partes del molde de arena.

20 La presente invención se refiere además a un método para producir partes del molde de arena, mediante lo cual una cámara de moldeo durante una operación de llenado se llena con arena, y mediante lo cual la arena se compacta posteriormente, estando la cámara de moldeo formada por una pared superior de la cámara, una pared inferior de la cámara, dos paredes laterales de cámara opuestas y dos paredes terminales de cámara opuestas, por lo cual la cámara de moldeo se llena de arena a través de al menos una abertura de llenado de arena provista en una pared de la cámara, por lo que un molde o parte del molde se proporciona con un patrón por medio de al menos una de las paredes terminales de la cámara que se proporciona con una placa de patrón que tiene un patrón, y por lo que la arena se compacta dentro de la cámara de moldeo desplazando al menos una de las paredes terminales de la cámara en una dirección longitudinal de la cámara de moldeo, mediante lo cual se forma un patrón de referencia en una cara externa de una parte del molde de arena por medio de al menos un bloque de patrón de referencia asociado y posicionado en relación fija con al menos una de las placas de patrón, y por lo cual una posición de una cara de patrón de los patrones de referencia de las partes del molde de arena se detecta por medio de un sistema de detección sin contacto dispuesto adyacente a un recorrido de las partes compactadas del molde de arena.

25 El método se caracteriza porque el al menos un bloque de patrón de referencia forma un patrón de referencia correspondiente que incluye una cara de patrón que tiene una tangente que varía en una dirección longitudinal de la parte del molde de arena correspondiente a la dirección longitudinal de la cámara de moldeo, porque el sistema de detección sin contacto detecta la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena, y porque la tangente en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena es diferente entre al menos dos de dichos puntos.

De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

30 En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia forma un patrón de referencia correspondiente que incluye una cara de patrón que tiene una tangente que varía en una dirección de altura de la parte del molde de arena correspondiente a una dirección de altura de la cámara de moldeo, el sistema de detección sin contacto detecta la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia en la dirección de altura de las partes del molde de arena, y porque la tangente en la dirección de altura de las partes del molde de arena es diferente entre al menos dos de dichos puntos. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

35 En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia forma un patrón de referencia que incluye una primera parte de cara de patrón que tiene una primera tangente de patrón en una primera posición en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena y una segunda parte de cara de patrón que tiene una segunda tangente de patrón en una segunda posición en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena, la segunda tangente de patrón es diferente de la primera tangente de patrón, y el sistema de detección sin contacto detecta la posición de

varios puntos diferentes distribuidos al menos sustancialmente de manera uniforme sobre la primera y la segunda parte de cara de patrón del patrón de referencia en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

5 En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia forma un patrón de referencia que incluye una tercera parte de cara de patrón que tiene una tercera tangente de patrón en una tercera posición en una dirección de altura de la parte del molde de arena correspondiente a una dirección de altura de la cámara de moldeo y una cuarta parte de cara de patrón que tiene una cuarta tangente de patrón en una cuarta posición en la dirección de altura de la parte del molde de arena, por lo que la cuarta tangente de patrón es diferente de la tercera tangente de patrón, y mediante el cual el sistema de detección sin contacto detecta la posición de una serie de puntos diferentes distribuidos al menos sustancialmente de manera uniforme sobre la tercera y cuarta parte de cara de patrón del patrón de referencia en la dirección de altura de la parte del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia incluye una cara esféricamente simétrica. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

15 En una realización, el al menos un bloque de patrón de referencia forma un patrón de referencia que incluye al menos dos superficies planas que siguen una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo, y por lo que cada superficie plana está dispuesta en ángulo oblicuo respecto a otra de las superficies planas. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

20 En una realización, cada una de dichas al menos dos caras planas forma un ángulo oblicuo con la dirección longitudinal de la cámara de moldeo. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

En una realización, el ángulo oblicuo entre dos caras planas medidas externamente del bloque de patrón de referencia está en el intervalo de 95 a 175 grados o en el intervalo de 185 a 265 grados, preferiblemente en el intervalo de 115 a 155 grados o en el intervalo de 205 a 245 grados, y lo más preferido 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 anteriormente.

25 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye al menos una unidad de sensor electroóptico. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

30 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye al menos dos unidades de sensor electroóptico, y por lo que cada unidad de sensor electroóptico detecta la posición de varios puntos ubicados en una cara de patrón de un patrón de referencia respectivo en una parte compactada del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

En una realización, las unidades de sensor electroóptico se mantienen en posiciones mutuamente fijas, preferiblemente por medio de una pluma o armazón. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

35 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye al menos una cámara digital. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye al menos un escáner 3D. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

40 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un sistema de iluminación basado en láser que forma un haz de luz alargado que forma una línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

En una realización, el sistema de iluminación basado en láser forma el haz de luz alargado por medio de un prisma. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

45 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un sistema de iluminación basado en láser que barre un haz de luz a lo largo de una línea en la cara de patrón del patrón de referencia. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

50 En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un primer sistema de iluminación basado en láser que forma un primer haz de luz alargado que forma una primera línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia, por lo que el sistema de detección sin contacto incluye un segundo sistema de iluminación basado en láser que forma un segundo haz de luz alargado que forma una segunda línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia, extendiéndose dichas primera y segunda líneas en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena, y por lo que el segundo haz de luz alargado forma un ángulo de preferiblemente 90 grados con el primer haz de luz alargado. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

En una realización, el sistema de detección sin contacto incluye un dispositivo de medición de distancia sin contacto en forma de un sensor de distancia basado en láser. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

5 En una realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto gira y, por lo tanto, realiza mediciones de distancia a varios puntos distribuidos a lo largo de una línea en la cara de patrón del patrón de referencia cuando la parte del molde de arena está dispuesta estacionariamente. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

10 En una realización, un sistema informático recibe las posiciones detectadas de varios puntos ubicados en una cara de patrón del patrón de referencia de la parte del molde de arena, mediante lo cual el sistema informático realiza el ajuste de la curva sobre la base de dichas posiciones detectadas recibidas y, por lo tanto, estima la posición respectiva de una curva en un sistema de coordenadas, representando la curva la cara de patrón del patrón de referencia visto en la sección transversal, y mediante lo cual el sistema informático calcula la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia relacionados con la curva. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

15 En una realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide una distancia variable a 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, y por lo que dicha dirección de desplazamiento corresponde a la dirección longitudinal de la parte del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

20 En una realización, el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide una distancia en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección de desplazamiento. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

25 En una realización, al menos uno de los bloques de patrón de referencia forma un patrón de referencia en una esquina de una parte del molde de arena, por lo que dicho patrón de referencia incluye un primer conjunto de al menos dos superficies planas que siguen una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y que están dispuestas en ángulo recto con respecto a la pared superior de la cámara, cada superficie plana del primer conjunto está dispuesta en un ángulo oblicuo respecto a otra de las superficies planas del primer conjunto, por lo que dicho patrón de referencia incluye un segundo conjunto de al menos dos superficies planas que siguen una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo y que están dispuestas en ángulo recto con respecto a 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 lo que un primer dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable al patrón de referencia como resultado de que al menos dos superficies planas del primer conjunto pasen relativamente por 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 lo cual un segundo dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable al patrón de referencia como resultado de que al menos dos superficies planas del segundo conjunto pasen relativamente por 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 anteriormente.

40 En una realización, el primer dispositivo de medición de distancia sin contacto mide una distancia en una primera dirección de medición, y por lo que el segundo dispositivo de medición de distancia sin contacto mide una distancia en una segunda dirección de medición que es diferente de la primera dirección de medición. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

45 En una realización, el bloque de patrón de referencia tiene la forma de un cuarto de un elemento combinado desde al menos dos pirámides cuadradas truncadas colocadas una encima de la otra, la parte superior de una pirámide cuadrada truncada en posición inferior coincide con la base de una pirámide cuadrada truncada en posición superior, y dicho elemento se ha separado a lo largo de su línea central y a través de las líneas de simetría de las superficies laterales adyacentes de las pirámides cuadradas truncadas para formar dicho cuarto. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

50 En una realización, todas las caras del bloque de patrón de referencia que entran en contacto con las partes del molde de arena están formadas con un ángulo de inclinación lateral en relación con la dirección longitudinal de la dirección de la cámara de moldeo. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

55 En una realización, un sistema informático recibe varias 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 lo cual el sistema informático realiza el ajuste de la curva sobre la base de dichas mediciones de distancia recibidas y, por lo tanto, estima las posiciones respectivas de varias líneas rectas en un sistema de coordenadas, representando cada línea recta una de las al menos dos superficies planas del patrón de referencia visto en sección transversal, y mediante lo cual el sistema informático calcula la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección entre tales líneas

rectas. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

- 5 En una realización, la posición relativa entre las partes compactadas del molde de arena y el dispositivo de medición de la 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 mediante lo cual el sistema informático realiza el ajuste de la curva y de ese modo estima las posiciones respectivas del número de líneas rectas basándose adicionalmente 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 anteriormente.
- 10 En una realización, un sensor de posición realiza 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 absoluto, de posición sin contacto, que funciona según el principio magnetostrictivo. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.
- 15 En una realización, un conjunto que incluye una serie de dispositivos de medición de distancia sin contacto está montado en una pluma de medición que rodea al menos parcialmente el recorrido de las partes compactadas del molde de arena, y en donde el conjunto incluye al menos un dispositivo de medición de distancia sin contacto 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 anteriormente.
- 20 En una realización, un transportador avanza las partes compactadas del molde de arena a lo largo del recorrido para lograr un desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas del molde de arena y un dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.
- 25 En una realización, un dispositivo de medición de distancia sin contacto se desplaza a lo largo del recorrido para lograr un desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento entre las partes compactadas de molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.
- 30 En una realización, cada una de las paredes terminales 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 donde un transportador avanza una serie de partes compactadas del molde de arena en una configuración alineada y mutuamente contigua a lo largo del recorrido en una dirección de transporte correspondiente a la dirección longitudinal de la cámara de moldeo. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.
- 35 En una realización, un dispositivo de medición de distancia sin contacto está dispuesto estacionariamente, un sensor de posición realiza 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 llamado Transportador Automático de Moldes (AMC), un llamado Transportador de Molde de Precisión (PMC) o un llamado Transportador de Correa Sincronizada (SBC). De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.
- 40 En una realización, un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto a lo largo del recorrido de las partes compactadas del molde de arena, por lo que el conjunto incluye dos dispositivos de medición de distancia sin contacto que miden una distancia en una dirección al menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal, respectivamente, a un patrón de referencia en una esquina superior izquierda de una parte del molde de arena, midiendo dos dispositivos de medición de distancia sin contacto una distancia en una dirección al menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal, respectivamente, a un patrón de referencia en una esquina superior derecha de una parte del molde de arena, midiendo un dispositivo de medición de distancia sin contacto una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal a un patrón de referencia en o sobre una esquina inferior izquierda de una parte del molde de arena, y midiendo un dispositivo de medición de distancia sin contacto una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal a un patrón de referencia en o sobre una esquina inferior derecha de una pieza del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.
- 45 En una realización, otro dispositivo de medición de distancia sin contacto mide una distancia en una dirección ascendente al patrón de referencia en o sobre 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 ascendente al patrón de referencia en o sobre una esquina inferior derecha de una parte del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.
- 50 En una realización, dos cámaras de moldeo separadas por medio de una placa de adaptación durante la operación de llenado se llenan de arena, la máquina de moldeo en arena comprime simultáneamente dos partes del molde de arena en las dos cámaras de moldeo respectivas y luego retira la placa de adaptación y coloca dichas dos partes del molde de arena una encima de la otra formando así un molde de arena completo, y el dispositivo de medición de
- 55

distancia sin contacto mide la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes de molde de arena colocadas una encima de la otra. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

En una realización, la máquina de moldeo de arena realiza las siguientes etapas en sucesión:

- 5 - posicionar dichas dos partes del molde de arena una encima de la otra,
- presionar la parte superior de dichas dos partes del molde de arena fuera de su respectiva cámara de moldeo,
- medir por medio del dispositivo de medición de distancia sin contacto la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena, y
- colocar dichas dos partes del molde de arena en una superficie de transporte de un transportador.

De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

- 10 En una realización, la máquina de moldeo en arena por medio de un dispositivo de posicionamiento de armazón coloca un armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena colocadas una encima de la otra en una superficie de transporte de un transportador, y por lo que el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena en una posición a lo largo del recorrido de las partes compactadas del molde de arena antes y/o después de colocar el armazón de retención
- 15 alrededor de dichas dos partes del molde de arena. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

- 20 En una realización, la máquina de moldeo en arena por medio de un dispositivo de posicionamiento de armazón coloca un armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena colocadas una encima de la otra en una superficie de transporte de un transportador, por lo que el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable a los patrones de referencia de dichas dos partes del molde de arena en una posición a lo largo del recorrido de las partes compactadas del molde de arena durante o después del posicionamiento del armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena, y por lo que el dispositivo de medición de distancia sin contacto mide la distancia variable a dichos patrones de referencia a través de una abertura formada en el armazón de retención. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

- 25 En una realización, un dispositivo de vertido de fusión se coloca automáticamente a lo largo del recorrido en la dirección de transporte, y el sistema informático controla la posición del dispositivo de vertido de fusión en función de una posición o posiciones calculadas de al menos un punto de referencia relacionado con una curva asociada con una parte del molde de arena situada entre la máquina de moldeo en arena y el dispositivo de vertido de fusión. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

- 30 En una realización, un conjunto que incluye una serie de dispositivos de medición de distancia sin contacto está dispuesto junto al recorrido de las partes compactadas del molde de arena en una o más de las siguientes posiciones: justo después de la máquina de moldeo en arena, justo antes de un dispositivo de vertido de fusión y justo después de un dispositivo de vertido de fusión. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

- 35 En una realización, por la que un sistema informático calcula posiciones de al menos dos puntos de referencia relacionados con una curva, por la que dichos al menos dos puntos de referencia están asociados con dos partes del molde de arena respectivas colocadas en una configuración mutuamente contigua, y por la que el sistema informático controla un dispositivo de vertido de fusión para detener el vertido de fusión en función de las posiciones calculadas. De este modo, se pueden obtener las características descritas anteriormente.

- 40 La invención se explicará ahora con más detalle a continuación mediante ejemplos de realizaciones con referencia al dibujo muy esquemático, en donde

la figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra una línea de fundición que incluye una máquina de moldeo en arena según la invención, operando de acuerdo con la técnica vertical de moldeo de arena sin frasco;

la figura 2 es una sección vertical a través de una máquina de moldeo en arena según la invención;

- 45 la figura 3A es una vista en perspectiva de varias partes compactadas de molde de arena en una configuración alineada y mutuamente contigua y provistas de patrones de referencia según la invención;

la figura 3B es una vista superior de las partes compactadas de molde de arena ilustradas en la figura 3A;

la figura 4 es una sección transversal a través de un Transportador Automático de Moldes ilustrado en la figura 5, visto en la dirección de transporte y tomado a lo largo de la línea IV-IV en la figura 5;

- 50 la figura 5 es una vista en perspectiva del Transportador Automático de Moldes ilustrado en la figura 4 que transporta una cadena de partes compactadas del molde de arena, por lo que el Transportador Automático de Moldes está provisto de una pluma de medición y un sensor de posición asociado;

la figura 6 es una vista en perspectiva de un bloque de patrón de referencia de esquina dispuesto en la esquina de una placa de patrón para formar un patrón de referencia en una esquina de una parte del molde de arena;

- la figura 7 es una vista en perspectiva de un elemento combinado de tres pirámides cuadradas truncadas colocadas una encima de la otra, elemento que puede dividirse en cuatro partes para obtener cuatro bloques de patrón de referencia de esquina como el ilustrado en la figura 6;
- 5 la figura 8 es una vista en perspectiva de una placa de patrón provista de bloques de patrón de referencia de esquina en las esquinas superiores y bloques de patrón de referencia lateral ligeramente por encima de las esquinas inferiores;
- la figura 9 es una vista en perspectiva de un bloque de patrón de referencia lateral como se ilustra en la figura 8;
- la figura 10 ilustra una vista superior de una esquina superior de una de las partes compactadas del molde de arena ilustradas en la figura 3A correspondiente al detalle indicado en la figura 3B;
- 10 la figura 11 ilustra en un sistema de coordenadas curvas que representan mediciones de distancia para una sola parte de molde de arena mediante un sensor de distancia basado en láser L1 y un sensor de distancia basado en láser L2 indicado en la figura 3B;
- la figura 12 ilustra el detalle XII de la figura 11 de la curva que representa las mediciones de distancia por el sensor de distancia basado en láser L1;
- 15 la figura 13 ilustra en un gráfico de barras los espesores de molde para 15 partes del molde de arena diferentes medidas por sensores de distancia basados en láser L1-L2 indicados en la figura 3A;
- la figura 14 ilustra en un sistema de coordenadas curvas que representan mediciones de distancia para varias partes del molde de arena mediante el sensor de distancia basado en láser L1 y el sensor de distancia basado en láser L2 indicado en las figuras 3A y 3B;
- 20 la figura 15 ilustra en un sistema de coordenadas curvas que representan aberturas calculadas de partes del molde de arena entre partes vecinas del molde de arena en una cadena basada en mediciones de distancia para varias partes del molde de arena por el sensor de distancia basado en láser L1 y el sensor de distancia basado en láser L2 indicado en las figuras 3A y 3B;
- la figura 16 es una vista en perspectiva que ilustra parte de una línea de fundición que incluye una máquina de moldeo en arena según la invención, funcionando de acuerdo con la técnica de la placa de adaptación;
- 25 la figura 17 ilustra un detalle aislado de la figura 16 a mayor escala;
- la figura 18 ilustra una vista superior de una esquina superior de otra realización de una parte compactada del molde de arena y un correspondiente sistema de detección sin contacto; y
- la figura 19 ilustra una realización de un sistema de detección sin contacto que incluye una unidad de sensor electroóptico.
- 30 La figura 2 ilustra una máquina de moldeo en arena 1 según la presente invención para la producción de partes del molde de arena 2 ilustradas, por ejemplo, en la figura 3A y la figura 5, adaptada para funcionar de acuerdo con la técnica vertical de moldeo de arena sin frasco, como la técnica DISAMATIC (marca registrada). La máquina de moldeo en arena 1 ilustrada incluye una cámara de moldeo 3 formada por una pared superior de cámara 4, una pared inferior de cámara 5, dos paredes laterales de cámara opuestas 6 de las cuales solo se muestra una y dos paredes terminales de cámara opuestas 7, 8. La pared superior de cámara 4 está provista de una abertura de llenado de arena 9, típicamente en forma de una abertura alargada o una ranura que se extiende en la dirección entre las dos paredes laterales de cámara opuestas 6. Ambas paredes terminales de 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 en las respectivas paredes terminales de cámara 7, 8 puede garantizarse mediante cierres de placa de patrón no mostrados bien conocidos por el experto en la técnica, y el posicionamiento preciso de las placas de patrón 10, 11 en las respectivas paredes terminales de cámara 7, 8 puede asegurarse de manera bien conocida por medio de pasadores de guía no mostrados que se ajustan en cojinetes de guía 60 como se ilustra en la figura 8. Una o ambas paredes terminales de cámara 7, 8 pueden estar dispuestas de manera bien conocida de manera desplazable en una dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3 en la dirección una contra la otra para compactar arena alimentada a la cámara de moldeo.
- 45 En la realización ilustrada, la primera pared terminal de cámara 7 ilustrada a la derecha en la figura 2 está dispuesta de forma oscilante alrededor de un eje de pivote 14 para abrir la cámara de moldeo 3 cuando una parte producida de molde de arena 2 tiene que ser expulsada de la cámara de moldeo. El eje de pivote 14 está además, de una manera bien conocida, dispuesto de forma desplazable en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3 de modo que la primera pared terminal de cámara 7 se pueda desplazar hacia la derecha en la figura y posteriormente inclinarse alrededor del eje de pivote 14 por medio de un brazo de elevación 37 conectado de forma pivotante 38 a la pared terminal 7 de modo que la pared terminal 7 esté ubicada a un nivel por encima de una parte producida de molde de arena 2, para que la parte del molde de arena 2 pueda ser expulsada de la cámara de moldeo. Las partes del molde de arena 2 pueden compactarse y luego expulsarse de la cámara de moldeo 3 por medio de un pistón 15 dispuesto
- 50

para desplazar la segunda pared terminal de cámara 8 ilustrada a la izquierda en la figura 2 en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3. De este modo, las partes producidas de molde de arena 2 pueden estar dispuestas de manera bien conocida en una fila en relación mutuamente contigua en un transportador 16 visto en la figura 1. De esta manera, dos partes del molde de arena 2 adyacentes pueden formar un molde de arena completo para una pieza de fundición. El transportador 16 está adaptado para avanzar las partes compactadas de molde de arena 2 en una configuración alineada y contigua entre sí en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3 a lo largo de un recorrido 17 mostrado en la figura 1 en una dirección de transporte D como se ilustra en la figura 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 recipiente de arena 19 también ilustrado en la figura 1. La parte inferior del recipiente de arena 19 va a través de un transportador de arena 73 y una válvula de alimentación de arena, que no se muestra conectada 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 tiene forma de embudo internamente y es bien conocida por el experto en la técnica. Durante la operación de llenado de arena, la arena provista en la cámara de alimentación de arena 72 es, por decirlo así, "disparada" dentro de la cámara de moldeo 3 a través de la abertura de llenado de arena 9 cerrando la válvula de alimentación de arena 20 y abriendo una válvula de control de alimentación de arena no mostrada para que el aire comprimido ingrese a la cámara de alimentación de arena 72 y presiona la arena a través de la abertura de llenado de arena 9. Cuando una parte producida de molde de arena es expulsada de la cámara de moldeo 2, una cantidad de arena compactada sigue cerrando la abertura de llenado de arena 9 hasta que el siguiente "disparo" de arena ingresa a la cámara de moldeo a través de la abertura de llenado de arena 9.

La figura 1 ilustra una línea de producción de fundición 21 que incluye la máquina de moldeo en arena 1 ilustrada en la figura 2 y descrita anteriormente, el transportador 16, una pluma de medición 41 y un dispositivo de vertido de fusión 22 adaptado para el posicionamiento automático a lo largo del recorrido 17 en la dirección de transporte D y para el vertido automático. Se proporciona un panel de control 71 de la máquina de moldeo en arena para el control de la máquina de moldeo en arena 1. Asimismo, un sistema informático 23 está conectado a la pluma de medición 41 y al dispositivo de vertido de fusión 22 como se discutirá más adelante.

En la realización de la presente invención ilustrada en las figuras 2 y 8, cada placa de patrón 10, 11 está asociada con cuatro bloques de patrón de referencia 24, 25, 26, 27 que se colocan en relación fija con el patrón 12, 13 de dicha placa de patrón 10, 11 y se adaptan 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 figura 3A. Los bloques de patrón de referencia 24, 25, 26, 27 pueden colocarse en una respectiva placa de patrón 10, 11 por medio de pernos. El posicionamiento preciso en dicha relación fija puede garantizarse por medio de pasadores de guía no mostrados que encajan en agujeros no mostrados formados en los bloques de patrón de referencia 24, 25, 26, 27 o en las placas de patrón 10, 11 y los pasadores de guía pueden montarse en la otra parte correspondiente. Cada bloque de patrón de referencia 24, 25, 26, 27 incluye al menos un conjunto de tres caras planas L, M, N siguiendo una tras otra en la dirección de transporte D (véase la figura 6) y estando adaptadas para formar un patrón de referencia 28, 29, 30, 31 correspondiente que incluye al menos un conjunto de tres superficies planas l, m, n siguiendo una tras otra en la dirección de transporte D como se ilustra en la figura 10 y como se explica con más detalle a continuación. Según la presente invención, como se ve en la figura 10, cada superficie plana l, m, n está dispuesta en un ángulo oblicuo respecto a otra de las superficies planas l, m, n. Esto significa que dos de las superficies planas l, m, n puede ser paralela, pero por supuesto no todas.

En la realización ilustrada en la figura 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 estacionariamente en la pluma de medición 41 adyacente al recorrido 17 de las partes compactadas de molde de arena 2. Los sensores de distancia basados en láser L1, L2, L3, L4, L5, L6 están adaptados para medir una distancia variable a 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 que las superficies planas l, m, n pasen por la posición de medición 40 en sucesión durante el avance en la dirección de transporte D de las partes compactadas de molde de arena 2. De este modo, se logra un desplazamiento relativo en una dirección de desplazamiento 82 correspondiente a la dirección de transporte D entre las partes compactadas de molde de arena y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39. Como alternativa, sin embargo, la pluma de medición 41 con los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 puede estar dispuesta de forma desplazable a lo largo del recorrido 17 en la dirección de transporte D para lograr un desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento 82 entre las partes compactadas de molde de arena 2 y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39. En ese caso, las partes compactadas de molde de arena 2 no necesitan ser desplazadas a lo largo del recorrido 17 cuando las mediciones de distancia se realizan por medio de los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39.

Se prefieren los dispositivos de medición de distancia sin contacto ya que puede no obtenerse una alta precisión con sondas de medición mecánicas debido a las propiedades de resistencia del molde comprimido.

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

De acuerdo con la realización ilustrada en la figura 4, en cada placa de patrón 10, 11, dos bloques de 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 de molde de arena 2 como se ilustra en la figura 3A. Cada patrón de referencia de esquina 28, 29 incluye un primer conjunto 42 de tres superficies planas  $l_1, m_1, n_1$  siguiendo una tras otra en la dirección de transporte D y estando dispuestas en ángulo recto con la pared superior de cámara 4. Esto se entiende comparando las figuras 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 incluye además un segundo conjunto 43 de tres superficies planas  $l_2, m_2, n_2$  siguiendo una tras otra en la dirección de transporte D y estando dispuestas en ángulo recto con las paredes laterales de cámara 6. Esto también se entiende comparando las figuras 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 de patrón de referencia de esquina 24 usado para formar el patrón de referencia de esquina 28 se ilustra en la figura 6. Se ve que el bloque de patrón de referencia de esquina 24 tiene un primer conjunto 44 de tres caras planas  $L_1, M_1, N_1$  dispuestas verticalmente, en ángulo recto con la pared superior de cámara 4, y adaptadas para formar el primer conjunto 42 correspondiente de tres superficies planas  $l_1, m_1, n_1$  en la parte de molde de arena 2 como se ilustra en la figura 10. Asimismo, se ve que el bloque de patrón de referencia de esquina 24 tiene un segundo conjunto 45 de tres caras planas  $L_2, M_2, N_2$  dispuestas en ángulo recto con las paredes laterales de cámara 6 y adaptadas para formar el segundo conjunto 43 correspondiente de tres superficies planas  $l_2, m_2, n_2$  en la parte de molde de arena 2 similar a lo que se ilustra en la figura 10. El tamaño del bloque de patrón de referencia de esquina 24 puede ser, por ejemplo, 40x40x40 milímetros, 30x30x30 milímetros o 20x20x20 milímetros. Un tamaño relativamente más pequeño puede ser ventajoso, pero puede proporcionar menos precisión que un tamaño relativamente más grande.

Asimismo, en cada placa de patrón 10, 11, dos bloques de patrón de referencia laterales 26, 27 están dispuestos para formar patrones de referencia laterales correspondientes 30, 31 en o por encima de las esquinas inferiores de la parte de molde de arena 2 como se ilustra en la figura 3A. Cada patrón de referencia lateral 30, 31 incluye un conjunto de tres superficies planas  $l, m, n$  siguiendo una tras otra en la dirección de transporte D y dispuestas en ángulo recto con la pared superior de cámara 4. Esto se entiende comparando las figuras 2, 3 y 8. Cada superficie plana  $l, m, n$  está dispuesta en un ángulo oblicuo a al menos otra de las superficies planas. El bloque de patrón de referencia lateral 26 se ilustra en la figura 9. Como se ve, las superficies planas  $l, m, n$  del patrón de referencia lateral 30, 31 corresponde 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 realizaciones de los bloques de patrones de referencia 24, 25, 26, 27 según la invención, debe considerarse que, aunque se ha ilustrado que las tres caras planas  $L, M, N$  están directamente conectadas entre sí, unas caras planas adyacentes  $L, M, N$  pueden estar conectadas alternativamente, por ejemplo, por un redondeo u otra cara plana.

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

Asimismo, el sensor de distancia basado en láser L5 está dispuesto para medir la distancia variable en dirección horizontal a los patrones de referencia laterales 30, 31 formados en el lado derecho de la cadena de partes compactadas de molde de arena 2, visto en la dirección de transporte D de las partes compactadas de molde de arena 2, como resultado de que las tres superficies planas  $l, m, n$  pasan por la posición de medición 40. El sensor de distancia basado en láser L6 está dispuesto para medir la distancia variable en dirección horizontal a los patrones de referencia laterales 30, 31 formados en el lado izquierdo de la cadena de partes compactadas de molde de arena 2, visto en la dirección de transporte D de las partes compactadas de molde de arena 2, como resultado de que las tres superficies planas  $l, m, n$  pasan por la posición de medición 40.

Aunque en la realización ilustrada, los bloques de patrón de referencia superiores 24, 25 se han descrito como bloques de patrón de referencia de esquina 24, 25 como el ilustrado en la figura 6, y los bloques de patrón de referencia



inferiores 26, 27 se han descrito como bloques de patrón de referencia laterales 26, 27 como el ilustrado en la figura 9, son posibles otras realizaciones.

De hecho, solo se necesita un único bloque de patrón de referencia en cualquiera de las placas de patrón para detectar una desalineación entre las partes del molde de arena. Sin embargo, especialmente, podría preferirse disponer adicionalmente los bloques de patrón de referencia inferiores 26, 27 como bloques de patrón de referencia de esquina como el ilustrado en la figura 6, pero orientados para cooperar con dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos debajo de la cadena de partes de molde de arena 2 y dirigidos en dirección vertical hacia arriba, así como para cooperar con dispositivos de medición de distancia sin contacto dispuestos lateralmente de la cadena de partes del molde de arena y dirigidos en dirección horizontal. Sin embargo, esta disposición puede requerir alguna adaptación del transportador 16 para permitir que los dispositivos de medición de distancia sin contacto detecten el patrón de referencia desde debajo de la cadena de partes de molde de arena 2. Como alternativa, los bloques de patrón de referencia inferiores 26, 27 podrían estar dispuestos como bloques de patrón de referencia de esquina como el ilustrado en la figura 6, pero posicionados como bloques inferiores a una distancia de la pared inferior de cámara 5, al igual que los bloques de patrón de referencia inferiores 26, 27 ilustrados en la figura 8. En ese caso, dependiendo de si el segundo conjunto 45 de tres caras planas  $L_2$ ,  $M_2$ ,  $N_2$  de los bloques de patrón de referencia de esquina inferior están orientados hacia abajo o hacia arriba, se podría disponer un dispositivo adicional de medición de distancia sin contacto 39 para medir una distancia oblicuamente hacia arriba o hacia abajo al 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 adicional de medición de distancia sin contacto 39 podría estar dispuesto para medir una distancia oblicuamente hacia arriba o hacia abajo al 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 en la empresa SICK AG, Alemania, en forma de sensores de distancia de corto alcance que utilizan tecnología láser. Según la invención, también se pueden emplear otros dispositivos de medición de distancia sin contacto adecuados basados en otras tecnologías de medición.

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 precisión de los parámetros detectados, ya que las superficies planas del patrón de referencia pueden liberarse mejor del bloque del patrón de referencia y, por lo tanto, pueden formarse con mayor precisión en la parte del molde de arena. Además, el bloque de patrón de referencia puede estar menos desgastado durante el uso, lo que también puede significar una mejor precisión a largo plazo. Asimismo, cuando se usa un sensor de distancia basado en láser para medir la distancia variable a los patrones de referencia, las mediciones de distancia pueden ser más precisas, cuando la distancia aumenta o disminuye gradualmente en lugar de ser constante. Aunque el solicitante no quiere estar ligado a las siguientes explicaciones, se cree que la razón puede tener que ver con el hecho de que el rayo láser tiene un cierto diámetro, como aproximadamente 1 milímetro, y que la superficie del patrón de referencia tiene una cierta estructura granulada formada por granos de arena. Asimismo, puede tener que ver con tolerancias internas del sensor de distancia basado en láser.

Puede preferirse que todas las caras de los bloques de patrón de referencia destinados a contactar con las partes del molde de arena 2 estén formadas con un ángulo de inclinación lateral en relación con la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3 para liberar mejor los bloques de patrón de referencia de las partes del molde de arena 2.

En una realización, el ángulo oblicuo entre dos superficies planas medidas externamente 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, preferiblemente en el intervalo de 115 a 155 grados o en el intervalo de 205 a 245 grados, y lo más preferido en el intervalo de 125 a 145 grados o en el intervalo de 215 a 235 grados. De este modo, según los experimentos, la precisión de los parámetros detectados puede mejorarse aún más. En la realización ilustrada en la figura 10, el ángulo  $\alpha$  es de aproximadamente 125 grados y el ángulo  $\beta$  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 a la dirección de transporte D. Por ejemplo, el sensor de distancia basado en láser L1 podría estar dispuesto para medir una distancia en dirección horizontal, pero en un ángulo oblicuo a la dirección de transporte D, y la distancia medida podría, por ejemplo en un programa informático, proyectarse en una dirección en ángulo recto a la dirección de transporte D. Sin embargo, esto complicaría los cálculos para detectar, por ejemplo, la desalineación de las partes del molde de arena.

Igualmente, se prefiere que los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 estén dispuestos para medir una distancia en una dirección al menos sustancialmente horizontal o una distancia en una dirección al menos sustancialmente vertical. Es más práctico calcular y representar distancias en un sistema de coordenadas que tiene ejes correspondientes a las caras 32, 34, 35 de las partes del molde de arena 2 dispuestas en el transportador 16. Aunque las distancias medidas en otras direcciones pueden proyectarse en tales ejes, esto puede complicar los cálculos.

- Como se ilustra en las figuras 6 y 7, un bloque de patrón de referencia de esquina 24, 25 puede tener la forma de un cuarto de un elemento 46 combinado de tres pirámides cuadradas truncadas 47, 48, 49 colocadas una encima de la otra. La parte superior de una pirámide cuadrada truncada 47 en posición relativamente inferior coincide con la base de la pirámide cuadrada truncada 48 en posición relativamente más alta, y la parte superior de la pirámide cuadrada truncada 48 en posición relativamente inferior coincide con la base de la pirámide cuadrada truncada 49 en posición relativamente más alta. Al separar dicho elemento 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, cuatro bloques de patrón de referencia de esquina 24, 25 pueden formarse con caras laterales 53. Por el bien de la comparación, se puede contemplar el bloque de patrón de referencia de esquina 24 ilustrado en la figura 6.
- Comparando el bloque de patrón de referencia de esquina 24 ilustrado en la figura 6 con el bloque de patrón de referencia lateral 26 ilustrado en la figura 9, se puede ver que este último simplemente puede considerarse como una porción del elemento 46 combinado de tres pirámides cuadradas truncadas 47, 48, 49 colocadas una encima de la otra como se ilustra en la figura 7. La porción puede formarse realizando dos cortes paralelos formando caras laterales paralelas 51 a cada lado de una línea de simetría 50 de superficies laterales adyacentes de las pirámides cuadradas truncadas 47, 48, 49 y realizando 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 preferirse formar las caras 51 con un ángulo de inclinación lateral, tal y como se ha tratado anteriormente. Por otro lado, dos bloques de patrón de referencia lateral 26 como se ilustra en la figura 9, cada uno formado de manera diferente con caras planas de ángulos diferentes L, M, N, pueden combinarse con un bloque de patrón de referencia de esquina 24 como se ilustra en la figura 6.
- Puede ser preferible colocar las caras laterales 53 de los bloques de patrón de referencia de esquina 24, 25 a una pequeña distancia, por ejemplo 1/10 o 1/2 milímetro, desde la pared superior de cámara 4 adyacente y las paredes laterales de cámara 6 adyacente, respectivamente, para minimizar el desgaste. Igualmente, puede preferirse colocar las caras laterales 52 de los bloques del patrón de referencia laterales 26, 27 a una pequeña distancia, por ejemplo 1/10 o 1/2 milímetro, desde las paredes laterales de cámara 6 adyacente para minimizar el desgaste. Como se ve en las figuras 3 y 8, la cara lateral inferior 51 de los bloques de patrón de referencia laterales 26, 27 puede colocarse típicamente a una distancia de la pared inferior de cámara 5. Dicha distancia puede corresponder, por ejemplo, al ancho de, o la mitad del ancho de, un bloque de patrón de referencia lateral 26, 27, entre sus caras laterales 51. De este modo, se puede evitar que el patrón de referencia lateral 30, 31 correspondiente formado en una parte del molde de arena 2 interfiera con la pared inferior de cámara 5 y/o las caras inferiores de desgaste 69 del transportador 16, cuando la parte del molde de arena es expulsada de la cámara de moldeo 3.
- Según la presente invención, el sistema informático 23 ilustrado en la figura 1 está adaptado para recibir una serie de mediciones de distancia desde los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 dispuestos en la pluma de medición 41 durante el avance en la dirección de transporte D de una parte compactada de molde de arena 2. Sobre la base de las mediciones de distancia recibidas, el sistema informático 23 está adaptado para realizar un ajuste de curva sobre la base de dichas mediciones de distancia recibidas y, por lo tanto, estimar las posiciones respectivas de tres líneas rectas en un sistema de coordenadas como se ilustra en las figuras 11 y 12, en donde cada línea recta representa una respectiva de las tres superficies planas l, m, n del patrón de referencia 28, 29, 30, 31 visto en sección transversal. Asimismo, el sistema informático 23 está adaptado para calcular las posiciones de 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 puede compararse con la posición ideal o teórica de los puntos de intersección. De este modo, la desalineación mutua de las partes adyacentes del molde de arena puede detectarse con mucha precisión. Al incorporar mediciones de distancia relacionadas con diferentes patrones de referencia 28, 29, 30, 31, se puede detectar la desalineación vertical, lateral y rotacional mutua de las partes adyacentes del molde de arena. Asimismo, entre otros parámetros, el ancho de un posible espacio entre las partes adyacentes del molde de arena, la expansión del molde y las dimensiones del molde pueden detectarse mediante esta disposición.
- Aunque en las realizaciones ilustradas, cada bloque de patrón de referencia 24, 25, 26, 27 incluye al menos un conjunto de tres caras planas (L, M, N) siguiendo una tras otra en la dirección de transporte D, debe entenderse que un conjunto de dos caras planas puede ser suficiente, por ejemplo, si solo se debe detectar la desalineación del molde de arena. La determinación de un punto de intersección A para cada una de las dos partes contiguas del molde de arena será suficiente. Por otro lado, si, por ejemplo, se determina una medida para la compactación local de la parte del molde de arena 2, es necesario al menos un conjunto de tres caras planas (L, M, N) que siguen una tras otra en la dirección de transporte D. Esto se entenderá más claramente por la explicación más abajo.
- La figura 11 ilustra las mediciones de los sensores de distancia basados en láser L1, L2 cuando una parte del molde de arena 2 pasa por la posición de medición 40. Las direcciones de los sensores de distancia basados en láser L1, L2 se indican en relación con las partes del molde de arena 2 en las figuras 3A y 3B. Las coordenadas x en las curvas se basan en mediciones realizadas por un sensor de posición en la dirección de desplazamiento D ilustrada en la figura 5. El centro de la cadena del molde en la dirección transversal es el punto cero para los sensores L1 y L2, es decir, uno da valores positivos y el otro valores negativos. La figura 12 ilustra un detalle XII de la figura 11 cuyo detalle ilustra la medición del sensor de distancia basado en láser L1 cuando un patrón de referencia de esquina 28 pasa por la posición de medición 40. Comparando la figura 10 y la figura 12, se ve 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. Asimismo, una cara terminal 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 correspondientes en el sistema de coordenadas. Las líneas rectas que representan las superficies planas  $l_1$ ,  $m_1$ ,  $n_1$  han sido posicionadas correctamente en el sistema de coordenadas por el sistema informático 23 mediante el ajuste de la curva de varios puntos de medición suministrados al sistema informático 23 desde el sensor de distancia basado en láser L1. El número de puntos de medición necesarios para colocar una línea recta con precisión adecuada puede variar. P. ej., el número de puntos de medición necesarios para colocar una de las líneas rectas  $l_1$ ,  $m_1$ ,  $n_1$  podría ser entre 5 y 50 o tal vez incluso más, como 100. Sin embargo, puede preferirse utilizar entre 10 y 30 o entre 15 y 25 puntos de medición para colocar una de las líneas rectas  $l_1$ ,  $m_1$ ,  $n_1$ . Un número relativamente grande de puntos de medición puede proporcionar una precisión relativamente alta; sin embargo, los cálculos pueden ralentizar el proceso de ajuste de curva.

Habiendo realizado las operaciones de ajuste de curvas y los cálculos necesarios para estimar o colocar las líneas rectas en el sistema de coordenadas, el sistema informático 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 ilustrado en la figura 12. De acuerdo con la realización ilustrada de la invención, las correspondientes operaciones de ajuste de curva y los cálculos se realizan para los otros sensores de distancia basados en láser L2, L3, L4, L5, L6.

Siempre que la parte del molde de arena 2 pase por la posición de medición 40 con una velocidad constante, el sistema informático puede colocar correctamente las líneas rectas que representan las superficies planas en un sistema de coordenadas adaptando 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 de patrón de referencia. Sin embargo, mediante el uso de este procedimiento, pueden ocurrir imprecisiones; por ejemplo, la velocidad de las partes del molde de arena 2 puede variar ligeramente, aunque se supone constante. Por otro lado, a menudo puede preferirse que las partes del molde de arena 2 no pasen por la posición de medición 40 con una velocidad constante. De lo 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 informático 23 se adapte para, por medio de ajuste de curva, estimar las posiciones respectivas de las líneas rectas basándose adicionalmente en mediciones de la posición en la dirección de transporte D de las partes compactadas de molde de arena 2 durante el avance en la dirección de transporte de las partes compactadas de molde de arena 2. De este modo, se pueden trazar varios puntos en un sistema de coordenadas basado en pares de la posición medida correspondiente en la dirección de transporte D y la distancia medida a un patrón de referencia. Por ajuste de curva, se puede estimar una línea recta sobre la base de estos puntos.

Las mediciones de la posición en la dirección de transporte D de las partes compactadas de molde de arena 2 pueden realizarse por medio de un sensor de posición 55 acoplado al transportador 16. El transportador 16 puede tener la forma de un denominado Transportador Automático de Moldes (AMC) que transporta las partes compactadas de molde de arena 2 por medio de elementos de agarre 54 que se extienden longitudinalmente y que se accionan neumáticamente (también llamados barras de empuje) dispuestos a cada lado de la cadena de las partes compactadas de molde de arena 2 alineadas y mutuamente contiguas como se ilustra en las figuras 4 y 5. Los elementos de agarre 54 se mueven hacia adelante y hacia atrás y se agarran a cada lado de las partes compactadas de molde de arena 2 a medida que avanzan. Los pares de elementos de agarre 54 dispuestos a cada lado del recorrido 17, respectivamente, están mutuamente conectados por medio de un travesaño 61. El travesaño 61 está conectado a cada elemento de agarre 54 por medio de una disposición de conexión 62. A un lado del recorrido 17, un elemento de expansión neumático no mostrado está dispuesto entre la disposición de conexión 62 y el elemento de agarre 54 respectivo para presionar los elementos de agarre a cada lado del recorrido 17 contra las partes compactadas de molde de arena 2. Los elementos de agarre 54 adyacentes en la dirección de transporte D están conectados por medio de un acoplamiento flexible no mostrado. Cada elemento de agarre 54 puede tener una longitud de, por ejemplo, 1 metro. Los principales elementos de agarre 54, vistos en la dirección de transporte D, se accionan hacia adelante y hacia atrás por medio de un accionador, como un accionador hidráulico. El transportador 16 puede tener alternativamente la forma de un denominado Transportador de Molde de Precisión (PMC) que transporta las partes compactadas de molde de arena 2 por medio de conjuntos de llamadas vigas móviles que se mueven hacia adelante y hacia atrás debajo de las partes compactadas de molde de arena 2 o por medios de cualquier otro dispositivo adecuado para transportar la cadena del molde.

El sensor de posición 55 puede ser preferiblemente un sensor absoluto, de posición sin contacto, que funciona según el principio magnetostrictivo. Los sensores de posición adecuados de este tipo son comercializados por la empresa MTS (marca registrada) con el nombre comercial Temposonics (marca registrada). También se pueden emplear otros sensores de posición adecuados según la invención. Como se ilustra en la figura 5, el sensor de posición 55 puede tener un apoyo de medición 56 adaptado para montarse en un elemento de agarre 54 que se extiende longitudinalmente del transportador 16. Debido a que los elementos de agarre 54 están montados de manera flexible en relación con el sensor de posición 55, un elemento que da posición magnética 63 está por medio de una corredera 65 dispuesto de manera deslizante en dos varillas fijas adyacentes 64 de modo que se fija en direcciones transversales en relación con la dirección de deslizamiento, y la corredera 65 está conectada de manera flexible con el elemento de agarre 54 para permitir movimientos transversales en relación con la dirección de transporte D. Dicha conexión flexible se logra porque el apoyo de medición 56 tiene un elemento deslizante 66 dispuesto de forma 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 que da la posición magnética 63 es detectada por una varilla de medición 68.

5 En la figura 4 se ve que un elemento de agarre 54 a cada lado del recorrido 17 en la posición de medición 40 está provisto de una ranura pasante 70 para permitir los sensores de distancia basados en láser L5, L6 más bajos midan una distancia a los patrones de referencia laterales 30, 31 respectivos de las partes compactadas de molde de arena 2. La ranura pasante 70 tiene una longitud en la dirección longitudinal de los elementos de agarre 54 de al menos la carrera del movimiento de ida y vuelta de los elementos de agarre 54. La disposición de las ranuras pasantes 70 se ha realizado para permitir un posicionamiento relativamente bajo de los sensores de distancia basados en láser L5, L6 más bajos, lo que puede permitir una detección más precisa de, por ejemplo, desalineaciones. Como alternativa, los sensores de distancia basados en láser L5, L6 más bajos 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 montarse más arriba).

15 Como alternativa, el sensor de posición 55 puede ser un sensor de distancia basado en láser que mide la distancia a una cara terminal externa 35 de la parte del molde de arena 2 expulsada por última vez.

20 Cuando las posiciones correctas de los respectivos puntos de intersección A, B para los diferentes patrones de referencia 28, 29, 30, 31 han sido determinadas por el sistema informático 23, una serie de variables importantes pueden calcularse sobre la base de las mismas. P. ej., comparando las posiciones respectivas a lo largo del eje y como se indica en las figuras 3 y 12 de dos puntos de intersección  $A_1$  para dos respectivas partes compactadas de molde de arena 2 que se apoyan mutuamente, una posible desalineación horizontal mutua de estas partes del molde de arena 2 adyacentes puede detectarse con mucha precisión. Por otro lado, comparando las posiciones respectivas a lo largo del eje x como se indica en las figuras 3 y 12 de los mismos dos puntos de intersección  $A_1$  para dos respectivas partes compactadas de molde de arena 2 que se apoyan mutuamente, una medida para la posible separación del molde entre las caras terminales externas 35, 36 de estas partes del molde de arena 2 adyacentes puede detectarse con mucha precisión. Al hacerlo, 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 desde un punto de intersección  $A_1$  a una cara terminal externa 35 correspondiente.

30 La figura 15 muestra un resultado experimental de los cálculos de la separación del molde en función de las mediciones respectivas realizadas por los dos sensores de distancia basados en láser L1, L2 como se indica en las figuras 3A y 3B para 43 partes del molde de arena diferentes. Las líneas 58, 59 indican los valores medios respectivos calculados para la separación del molde en función de las mediciones realizadas por los dos sensores de distancia basados en láser L1, L2. Sin embargo, se ve que entre los respectivos valores calculados de separación del molde se encuentran valores tanto positivos como negativos. Un valor positivo indica una abertura entre las caras terminales externas 35, 36, mientras que un valor negativo indica que las caras terminales externas 35, 36 pueden haber sido presionadas con demasiada fuerza una contra otra. Sobre la base de esta información, se puede ajustar la fuerza de cierre utilizada al poner en contacto la última parte del molde de arena producida con la cadena del molde y durante el transporte del molde. Como se ve, los valores calculados para la separación del molde para los dos sensores de distancia basados en láser L1, L2 generalmente se siguen entre sí. 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 desalineación de las placas de patrón 10, 11 para que no sean paralelas. Por lo tanto, las mediciones pueden usarse para indicar que puede ser necesario un ajuste de la alineación de las placas de patrón 10, 11.

35 Asimismo, calculando la distancia a lo largo del eje x como se indica en las figuras 3 y 12 entre los diferentes puntos de intersección  $A_1$  y  $B_1$  para la misma parte del molde de arena 2 y comparando esta distancia con un valor nominal, se puede obtener una medida precisa para la compactación local de la parte del molde de arena 2.

45 Asimismo, calculando la distancia a lo largo del eje x como se indica en las figuras 3 y 12 entre, por ejemplo, el punto de intersección  $A_1$  para el patrón de referencia de esquina 28 en la cara externa 35 y el punto de intersección  $A_1$  para el patrón de referencia de esquina 29 en la cara externa 36 para la misma parte del molde de arena 2 como se indica en la figura 3A y agregando el doble de una distancia nominal desde un punto de intersección  $A_1$  a una cara terminal externa 35, 36 correspondiente, se puede obtener una medida precisa para el espesor de la parte del molde de arena.

50 La figura 13 muestra un resultado experimental de cálculos del espesor del molde de arena basados en mediciones realizadas por los respectivos sensores de distancia basados en láser L1, L2 para un número de 40 partes de molde de arena diferentes. Los resultados documentan que la máquina de moldeo de arena puede obtener una buena precisión de acuerdo con la invención, porque, como se esperaba, el espesor del molde de arena varía entre las diferentes partes del molde de arena, pero por otro lado, los cálculos del espesor del molde de arena basados en mediciones realizadas por los diferentes sensores de distancia basados en láser L1, L2 generalmente varían solo un poco.

55 La figura 14 muestra un resultado experimental de cálculos de posiciones a lo largo del eje y como se indica en las figuras 3 y 12 de dos respectivos puntos de intersección  $A_1$  para los respectivos patrones de referencia de esquina 28, 29 basados en mediciones realizadas por sensores de distancia basados en láser L1, L2, respectivamente. Como se

ve, los valores calculados para las posiciones a lo largo del eje y en función de las mediciones realizadas por los dos sensores de distancia basados en láser L1, L2 generalmente se siguen entre sí, lo que se espera ya que el ancho de las partes del molde de arena debe ser casi constante y las variaciones provienen básicamente de que la cadena del molde se mueve un poco hacia adelante y hacia atrás en el sentido lateral del sistema de transporte durante una tirada de producción. Donde dichos dos valores varían a lo largo de la cadena de partes del molde de arena, pero generalmente se siguen entre sí, esto puede indicar acumulaciones de desalineaciones 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 podrían investigarse.

En la realización ilustrada en la figura 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 al recorrido 17 de las partes compactadas de molde de arena 2 como se ilustra en la figura 4. La pluma 41 con el conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 puede estar dispuesta en diferentes posiciones a lo largo del recorrido 17, y una o más de estas plumas pueden estar dispuestas en diferentes posiciones a lo largo del recorrido 17. En la realización ilustrada en la figura 1, la pluma 41 está dispuesta entre la máquina de moldeo en arena 1 y el dispositivo de vertido de fusión 22. Puede ser ventajoso disponer la pluma 41 justo antes, y posiblemente relativamente cerca o al lado de, el dispositivo de vertido de fusión 22. De esta manera, el dispositivo de vertido de fusión 22 puede ser controlado por el sistema informático 23 para no verter la fusión en una cavidad del molde entre las partes del molde de arena que están desalineadas o de cualquier otra manera que no se producen correctamente. De este modo, se puede evitar que se realicen piezas de fundición defectuosas.

Sin embargo, como las inexactitudes en la alineación de la parte del molde de arena, así como en otros parámetros, también pueden resultar del proceso de fundición en sí, es decir durante el proceso de vertido de fusión, además, puede ser ventajoso 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 fusión 22. De este modo, dichas imprecisiones pueden tenerse en cuenta de inmediato. Aunque la fusión puede haberse vertido en una cavidad del molde, la detección de una pieza de fundición defectuosa en esta etapa puede ser ventajosa porque el método de producción de partes del molde de arena puede corregirse inmediatamente, por ejemplo ajustando las placas de patrón 10, 11. Asimismo, de este modo, se puede identificar una pieza fundida defectuosa y separarla en una etapa anterior antes de que se mezcle con piezas fundidas aceptables, lo que llevaría a un mayor esfuerzo necesario para localizar la pieza fundida defectuosa.

Naturalmente, además, puede ser ventajoso disponer la pluma 41 o una pluma 41 adicional justo después, y posiblemente relativamente cerca o al lado de, la máquina de moldeo en arena 1 para poder tener en cuenta las imprecisiones lo antes posible.

De cualquier manera, puede ser muy ventajoso detectar con precisión cualquier inexactitud en o antes del dispositivo de vertido de fusión 22. Si tales imprecisiones no se detectan de acuerdo con la invención, es posible que no se detecten antes de que las piezas fundidas se hayan enfriado y se retiren de los moldes de arena. Como puede haber una cadena de, por ejemplo, 300 o más moldes de arena ubicados aguas abajo, es decir después, del dispositivo de vertido de fusión 22, podría pasar mucho tiempo antes de que se detecte cualquier imprecisión mediante la inspección de las piezas fundidas enfriadas al final de dicha cadena. Por lo tanto, en ese caso, tendrían que desecharse más de 300 piezas fundidas si hubiera solo una pieza fundida en cada molde. A menudo se utilizan patrones para moldes de arena con varias cavidades de fundición; lo que significa, por ejemplo, que un patrón con cuatro cavidades daría como resultado que 1200 piezas de fundición defectuosas tengan que ser desechadas.

En una realización, en la línea de producción de fundición 21 ilustrada en la figura 1, que incluye la máquina de moldeo en arena 1, el dispositivo de vertido de fusión 22 está adaptado para el posicionamiento automático a lo largo del recorrido 17 en la dirección de transporte D. El sistema informático 23 está adaptado para controlar la posición del dispositivo de vertido de fusión 22 en función de las posiciones calculadas de al menos un punto de intersección A, B entre líneas rectas l, m, n asociadas con una parte del molde de arena 2 situada entre la máquina de moldeo en arena 1 y el dispositivo de vertido de fusión 22. Si, por ejemplo, se dispone una pluma 41 justo antes del dispositivo de vertido de fusión 22, la posición del dispositivo de vertido de fusión 22 puede calcularse sobre la base de las posiciones calculadas de uno o dos puntos de intersección A, B relacionados con la parte del molde de arena 2 situada inmediatamente antes o justo antes del dispositivo de vertido de fusión 22. Si, sin embargo, una pluma 41 está dispuesta, por ejemplo, justo después de la máquina de moldeo en arena 1, la posición del dispositivo de vertido de fusión 22 puede calcularse y controlarse sobre la base de los espesores de molde calculados acumulados para las diversas partes producidas de molde de arena 2 colocadas en el transportador 16 entre la máquina de moldeo en arena 1 y el dispositivo de vertido de fusión 22. P. ej., un número de 10, 20 o incluso más partes producidas de molde de arena 2 puede colocarse entre la máquina de moldeo en arena 1 y el dispositivo de vertido de fusión 22.

Cabe mencionar que aunque en lo anterior, se ha mencionado que la línea de producción de fundición 21 ilustrada en la figura 1 incluye la máquina de moldeo en arena 1, el transportador 16, una pluma de medición 41, un dispositivo de vertido de fusión 22 y el sistema informático 23, en aras de las definiciones utilizadas en las reivindicaciones, también pueden considerarse por lo que la máquina de moldeo en arena 1 incluye uno o todos del transportador 16, la pluma de medición 41, el dispositivo de vertido de fusión 22 y el sistema informático 23.

Las figuras 16 y 17 ilustran otra realización de la máquina de moldeo en arena 75 de acuerdo con la invención. De acuerdo con esta realización, la máquina de moldeo en arena 75 funciona de acuerdo con la técnica de placa de adaptación sin frasco horizontal. La máquina de moldeo en arena 75 incluye dos cámaras de moldeo no mostradas separadas por medio de una placa de adaptación no mostrada, y la máquina de moldeo en arena está adaptada para comprimir simultáneamente dos partes del molde de arena 76, 77 en las dos cámaras de moldeo respectivas y luego retirar la placa de adaptación y colocar dichas dos partes del molde de arena 76, 77 una encima de la otra para formar un molde de arena completo como se ve mejor en la figura 17. El experto en la técnica entenderá que las cámaras de moldeo están posicionadas de manera que la placa de adaptación está orientada verticalmente cuando las cámaras de moldeo se llenan de arena y la arena se compacta mecánicamente por el desplazamiento de las paredes terminales de la cámara. Después, las cámaras de moldeo se giran 90 grados, se retira la placa de adaptación y las dos partes del molde de arena 76, 77 se colocan una encima de la otra. Se abre una puerta 78 de la máquina de moldeo de arena, y las dos partes del molde de arena 76, 77 se colocan en un transportador 74. Por lo tanto, cuando las dos partes del molde de arena 76, 77 se colocan en el transportador 74, se apoyan entre sí a lo largo de una línea de separación horizontal 84. Luego, cuando se va a producir una pieza de fundición, la fusión se puede verter en el molde de arena completo a través de una entrada de molde 83 en la parte superior del molde de arena 77. Por el bien de la comparación, en la realización ilustrada en la figura 1, las partes del molde de arena 2 se apoyan entre sí a lo largo de líneas de separación verticales.

Como se ilustra en la figura 17, unos dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 en forma de sensores de distancia basados en láser L1', L2', L3', L4', L5', L6', L7', L8' están dispuestos en una pluma de medición 80 para medir la distancia variable a los patrones de referencia 81 de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 colocadas una encima de la otra. Para realizar mediciones de distancia cuando las dos partes del molde de arena 76, 77 se han colocado en el transportador 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, como se ilustra con una flecha en la figura. La pluma de medición 80 está dispuesta verticalmente desplazable en un poste de medición 79.

Como se explicó anteriormente, en la realización ilustrada en las figuras 16 y 17, la medición de distancia se realiza por desplazamiento vertical de la pluma de medición 80, cuando las dos partes del molde de arena 76, 77 se han colocado en el transportador 74. De este modo, se logra un desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento 82 entre las partes compactadas de molde de arena 76, 77 y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39. Sin embargo, en una realización no mostrada, el desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento 82 entre las partes compactadas de molde de arena 76, 77 y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 se logra mediante el desplazamiento vertical de las partes compactadas de molde de arena 76, 77 en relación con la pluma de medición 80. Esto se puede lograr antes de que las partes compactadas de molde de arena 76, 77 se coloquen en el transportador 74 ya que la máquina de moldeo en arena 75 está adaptada para colocar dichas dos partes del molde de arena 76, 77 una encima de la otra y, a continuación, 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 dispuesta para medir la distancia variable a los patrones de referencia 81 de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 posteriormente para presionar la superior 77 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 2 en una superficie de transporte del transportador 74. El desplazamiento relativo en la dirección de desplazamiento 82 entre las partes compactadas de molde de arena 76, 77 y los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 se puede lograr mediante el desplazamiento de las partes compactadas de molde de arena 76, 77 verticalmente en relación con la pluma de medición 80. Por supuesto, la pluma de medición 80 también podría estar dispuesta en este caso de forma vertical desplazable para proporcionar al menos parte del desplazamiento relativo.

En una realización, la máquina de moldeo en arena 75 incluye un dispositivo de posicionamiento de armazón no mostrado para posicionar un armazón de retención no mostrado, una llamada envoltura, alrededor de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 colocadas una encima de la otra en una superficie de transporte del transportador 74. El posicionamiento de dicho armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 es bien conocido por la persona experta en la técnica y se realiza para mantener las dos partes del molde de arena 76, 77 en la posición mutua correcta durante la fundición. La pluma de medición 80 con los dispositivos de medición de distancia sin contacto 39 está dispuesta para medir la distancia variable a los patrones de referencia 81 de dichas dos partes del molde de arena 76, 77 en una posición a lo largo del recorrido 17 de las partes compactadas de molde de arena 76, 77 antes y/o después del dispositivo de posicionamiento del armazón. Puede ser interesante detectar si la acción de colocar un armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena colocadas una encima de la otra puede desplazar las partes del molde de arena mutuamente. En una realización ligeramente alternativa, el armazón de retención tiene una abertura a través de la cual el dispositivo de medición de distancia sin contacto 39 está adaptado para medir la distancia variable a los patrones de referencia 81 de dichas dos partes del molde de arena 76, 77. De este modo, puede ser posible realizar la medición de distancia durante o después de colocar el armazón de retención alrededor de dichas dos partes del molde de arena. Si la medición de distancia se realiza durante dicho posicionamiento del armazón de retención, el dispositivo de medición de distancia sin contacto puede incluso montarse en y desplazarse por el dispositivo de posicionamiento de armazón.

Aunque en las realizaciones 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 manera adecuada, por ejemplo, cada dispositivo de medición de distancia sin contacto 39 puede estar dispuesto en un poste de retención separado.

5 En una realización, un sistema informático 23 está adaptado para controlar un dispositivo de vertido de fusión 22 para detener el vertido de fusión en función de las posiciones calculadas de al menos dos puntos de intersección A, B entre líneas rectas, y en donde dichos al menos dos puntos de intersección A, B están asociados con dos respectivas partes del molde de arena 2, 76, 77 colocadas en una configuración mutuamente contigua. De este modo, se puede evitar que se produzcan piezas fundidas defectuosas, por ejemplo, como resultado de un desajuste entre las partes del molde de arena.

10 La figura 18 ilustra una realización diferente, vista en una vista correspondiente a la de la figura 10. En la realización ilustrada en la figura 18, un sistema de detección sin contacto 39 incluye una cámara 87 y está dispuesto adyacente a un recorrido de las partes compactadas de molde de arena 85. La cámara 87 está adaptada para detectar una posición de una cara de patrón del patrón de referencia 86 de las partes del molde de arena 85. Un bloque de patrón de referencia no mostrado incluye una cara que tiene una tangente que varía en la dirección longitudinal LD de la cámara de moldeo 3 y está adaptada para formar un patrón de referencia 86 correspondiente que incluye una cara de patrón que tiene una tangente  $T_1$ ,  $T_2$  que varía en una dirección longitudinal correspondiente  $l_d$  de la parte del molde de arena 85. El sistema de detección sin contacto 39 está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes  $P_1$ ,  $P_2$  distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia 86 en la dirección longitudinal  $l_d$  de la parte del molde de arena 85. Como se ilustra en la figura 18, la tangente  $T_1$ ,  $T_2$  en la dirección longitudinal  $l_d$  de la parte del molde de arena 85 es diferente entre al menos dos de dichos puntos  $P_1$ ,  $P_2$ . De esta manera, basado en la detección de la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia 86, la posición y orientación de una curva conocida que representa la cara del patrón puede determinarse o estimarse, y en función de ello, la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia para dicha curva conocida pueden determinarse o estimarse. En la realización ilustrada en la figura 18, dicha curva conocida es un círculo correspondiente a la cara de patrón del patrón de referencia 86 en la sección transversal horizontal ilustrada del patrón de referencia 86. El punto de referencia para dicha curva conocida es el centro C del círculo formado por la sección transversal del patrón de referencia 86.

La posición de dichos puntos de referencia puede compararse con la posición ideal o teórica de los puntos de referencia. De este modo, la desalineación mutua de las partes adyacentes del molde de arena puede detectarse con mucha precisión. Asimismo, entre otros parámetros, el ancho de un posible espacio entre las partes adyacentes del molde de arena, la expansión del molde y las dimensiones del molde pueden detectarse mediante esta disposición. Por lo tanto, se puede evaluar si la situación real es aceptable o no. La posición ideal o teórica de los puntos de referencia puede depender del parámetro que se va a evaluar y puede determinarse mediante cálculos basados en la teoría o empíricamente. P. ej., si el parámetro a evaluar es la desalineación mutua de las partes adyacentes del molde de arena, y la curva conocida correspondiente a la cara del patrón es un círculo, entonces la posición teórica e ideal del punto de referencia, el centro del círculo, de cualquiera de las partes del molde de arena es la misma posición en un sistema de coordenadas, es decir, los centros de los dos círculos coinciden.

Como en la realización ilustrada en la figura 1, un sistema informático 23 puede adaptarse para recibir las posiciones detectadas de varios puntos  $P_1$ ,  $P_2$  ubicados en la cara de patrón del patrón de referencia 86 de la parte del molde de arena 85. El sistema informático puede adaptarse para realizar el ajuste de curva en función de dichas posiciones detectadas recibidas y, por lo tanto, estimar la posición respectiva de una curva en un sistema de coordenadas, por lo que la curva representa la cara de patrón del patrón de referencia 85 visto en sección transversal, y mediante el cual el sistema informático está adaptado para calcular la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia relacionados con la curva. De este modo, la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia relacionados con la curva pueden determinarse automáticamente. La posición de dichos puntos de referencia se puede comparar automáticamente con la posición ideal o teórica de los puntos de referencia.

Aunque en la realización ilustrada en la figura 18, dicha curva conocida correspondiente a la cara de patrón del patrón de referencia 86 en la sección transversal horizontal ilustrada del patrón de referencia 86 es un círculo, dicha curva conocida puede ser cualquier tipo de curva que tenga una tangente que varíe en una dirección longitudinal correspondiente  $l_d$  de la parte del molde de arena 85. P. ej., en la realización ilustrada en la figura 10, dicha curva conocida está compuesta de superficies planas ( $l_1$ ,  $m_1$ ,  $n_1$ ) siguiendo una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo 3. Dicha curva conocida puede tener cualquier forma adecuada siempre que el sistema de detección sin contacto 39 sea capaz de detectar adecuadamente la cara de patrón del patrón de referencia 86. El sistema informático puede realizar el ajuste de curva sobre la base de dichas posiciones detectadas recibidas y, por lo tanto, estimar la posición respectiva de cualquiera de dichas curvas en un sistema de coordenadas, y el sistema informático puede calcular la posición o las posiciones de uno o más puntos de referencia relacionados con dicha curva.

En la realización ilustrada en la figura 18, el al menos un bloque de patrón de referencia (no mostrado) puede incluir una cara que tiene también una tangente que varía en una dirección de altura de la cámara de moldeo 3 y está adaptada para formar un patrón de referencia 86 correspondiente que incluye una cara de patrón que tiene una tangente que varía en una dirección de altura correspondiente de la parte del molde de arena 85. El sistema de detección sin contacto 39 puede adaptarse para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la

cara de patrón del patrón de referencia en la dirección de altura de las partes del molde de arena 85. La tangente en la dirección de altura de las partes del molde de arena 85 es diferente entre al menos dos de dichos puntos.

De este modo, por medio de un solo bloque de patrón de referencia 85, puede determinarse la posición tridimensional real de un punto C en una esquina de una parte del molde de arena 85.

5 Asimismo, en la realización ilustrada en la figura 18, el al menos un bloque de patrón de referencia (no mostrado) incluye una primera parte de cara que tiene una primera tangente en una primera posición en la dirección longitudinal LD de la cámara de moldeo 3 y una segunda parte de cara que tiene una segunda tangente en una segunda posición en la dirección de longitud de la cámara de moldeo 3. La segunda tangente es diferente de la primera tangente. Las partes de cara primera y segunda están adaptadas para formar un patrón de referencia 86 correspondiente que incluye una primera parte de cara de patrón F<sub>1</sub> con una primera tangente de patrón T<sub>1</sub> en un primer punto P<sub>1</sub> en una primera posición en la dirección longitudinal ld de la parte del molde de arena 85 y una segunda parte de cara de patrón F<sub>2</sub> con una segunda tangente de patrón T<sub>2</sub> en un segundo punto P<sub>2</sub> en una segunda posición en la dirección longitudinal ld de la parte del molde de arena 85. La segunda tangente de patrón T<sub>2</sub> es diferente de la primera tangente de patrón T<sub>1</sub>. El sistema de detección sin contacto 39 está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos al menos sustancialmente de manera uniforme tanto en la primera como en la segunda parte de cara de patrón F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> del patrón de referencia 85 en la dirección longitudinal ld de la parte del molde de arena 85.

Asimismo, en la realización ilustrada en la figura 18, el al menos un bloque de patrón de referencia (no mostrado) incluye una tercera parte de cara que tiene una tercera tangente en una tercera posición en la dirección longitudinal LD de la cámara de moldeo 3 y una cuarta parte de cara que tiene una cuarta tangente en una cuarta posición en la dirección longitud de la cámara de moldeo 3. La cuarta tangente es diferente de la tercera tangente. Las partes de cara tercera y cuarta están adaptadas para formar un patrón de referencia 86 correspondiente que incluye una tercera parte de cara de patrón (no ilustrada) que tiene una tercera tangente de patrón en un tercer punto en una tercera posición en la dirección longitudinal ld de la parte del molde de arena 85 y una cuarta parte de cara de patrón (no ilustrada) que tiene una cuarta tangente de patrón en un cuarto punto en una cuarta posición en la dirección longitudinal ld de la parte del molde de arena 85. La cuarta tangente de patrón es diferente de la tercera tangente de patrón. El sistema de detección sin contacto 39 está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos al menos sustancialmente de manera uniforme sobre la tercera y la cuarta parte de cara de patrón del patrón de referencia 85 en la dirección longitudinal ld de la parte del molde de arena 85. La primera, segunda, tercera y cuarta parte de cara pueden ser, por supuesto, al menos parcialmente coincidentes o al menos parcialmente superpuestas entre sí.

En la realización ilustrada en la figura 19, el sistema de detección sin contacto 39 incluye un sistema de iluminación basado en láser no mostrado adaptado para formar un haz de luz alargado que forma una línea iluminada 89 en una cara de patrón de un patrón de referencia 90. El sistema de iluminación basado en láser puede adaptarse para formar el haz de luz alargado por medio de un prisma. El sistema de iluminación basado en láser está dispuesto debajo de una cámara 88 también incluida por el sistema de detección sin contacto 39 y, por lo tanto, el sistema de iluminación basado en láser no es visible en la figura. Como la cámara 88 está dispuesta sobre el sistema de iluminación basado en láser, la cámara 88 puede capturar una foto en la que la línea iluminada 89 formada en la cara de patrón del patrón de referencia 90 no es lineal como se ve en la figura 19. Sobre la base de tal foto, un sistema informático 23 puede realizar un ajuste de curva y, por lo tanto, estimar la posición de la línea iluminada 89 en un sistema de coordenadas, y el sistema informático puede calcular la posición o las posiciones de uno o más puntos de referencia relacionados con la curva en un sistema de coordenadas bidimensional. En la realización ilustrada en la figura 19, dicho sistema de coordenadas bidimensional se extiende en un plano horizontal.

Asimismo, en la realización ilustrada en la figura 19, el sistema de detección sin contacto puede incluir un primer sistema de iluminación basado en láser adaptado para formar un primer haz de luz alargado que forma una primera línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia 90, y el sistema de detección sin contacto puede incluir un segundo sistema de iluminación basado en láser adaptado para formar un segundo haz de luz alargado que forma una segunda línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia 90, en donde dichas primera y segunda líneas se extienden en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena 2, y en donde el segundo haz de luz alargado forma un ángulo de preferiblemente 90 grados con el primer haz de luz alargado. De este modo, sobre la base de una foto tomada por la cámara 88, un sistema informático 23 puede realizar un ajuste de curva y, por lo tanto, estimar la posición de las líneas iluminadas en un sistema de coordenadas tridimensional, y el sistema informático puede calcular la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia en un sistema de coordenadas tridimensional.

Asimismo, en la realización ilustrada en la figura 19, como alternativa, el sistema de detección sin contacto 39 puede incluir un sistema de iluminación basado en láser adaptado para barrer un haz de luz a lo largo de una línea en la cara de patrón del patrón de referencia 90. De este modo, las ventajas mencionadas anteriormente de un haz de luz alargado que forma una línea iluminada en la cara de patrón del patrón de referencia se pueden obtener sin un prisma.

Preferiblemente, en las respectivas realizaciones ilustradas en las figuras 18 y 19, la cámara 87, 88 toma una foto cuando las partes del molde de arena 2, 85 están paradas, sin embargo, las partes del molde de arena también pueden moverse, si el sistema de detección sin contacto 39, incluida la cámara 87, 88, es de acción suficientemente rápida.



5 Preferiblemente, en las respectivas realizaciones ilustradas en las figuras 18 y 19, una serie de cámaras 87, 88 u otras unidades de sensor electroóptico adecuadas están dispuestas en posiciones mutuamente fijas, preferiblemente por medio de una pluma 41 o armazón, correspondiente al montaje de las unidades de sensor electroóptico en forma de sensores de distancia basados en láser en la realización ilustrada en la figura 1. De este modo, se puede obtener una precisión aún mayor, porque cada unidad de sensor electroóptico puede colocarse con precisión en relación con las otras unidades de sensor electroóptico.

10 Cabe señalar que según la presente invención, un sistema de detección sin contacto 39 es cualquier sistema que puede detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia sin contacto mecánico directo entre el sistema de detección sin contacto y la cara del patrón. Un sistema de detección sin contacto podría ser, por ejemplo, un escáner 3D.

Según la presente invención, el sistema de detección sin contacto 39 puede incluir una unidad de sensor electroóptico, como por ejemplo una cámara digital. La información entregada por los sensores electroópticos es esencialmente de dos tipos: imágenes o niveles de radiación (flujo). Asimismo, el sistema de detección sin contacto 39 puede incluir una cámara de vídeo, láser, radar, ultrasónica o infrarroja o similar.

15 Un escáner 3D es un dispositivo de formación de imágenes que recoge mediciones de puntos de distancia de un objeto del mundo real y las traduce en un objeto virtual en 3D. Se pueden usar muchas tecnologías diferentes para construir dispositivos de escaneo 3D; cada tecnología tiene sus propias limitaciones, ventajas y costes. Los escáneres ópticos en 3D usan cámaras fotográficas, estereoscópicas, láseres o luz estructurada o modulada. El escaneo óptico a menudo requiere muchos ángulos o barridos. Los métodos basados en láser utilizan un láser de baja potencia, pulsante y seguro para los ojos que funciona junto con una cámara. El láser ilumina un objetivo, y el software asociado calcula el tiempo que tarda el láser en reflejarse desde el objetivo para producir una imagen en 3D del artículo escaneado. Los escáneres basados en luz no láser utilizan luz estructurada en un patrón o una luz modulada constantemente y luego registran la formación que realiza el objeto escaneado.

**Lista de números de referencia**

A, B	puntos de intersección entre líneas rectas
D	dirección de transporte
F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub>	cara
LN	sensor de distancia basado en láser N
LN'	sensor de distancia basado en láser N'
l, m, n	superficies planas de patrón de referencia
L, M, N	caras del bloque de patrón de referencia
P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub>	puntos
T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>	tangentes
C	centro del círculo
1	máquina de moldeo en arena (tipo de moldeo en arena sin frasco vertical)
2	parte del molde de arena
3	cámara de moldeo
4	pared superior de cámara
5	pared inferior de cámara
6	pared lateral de cámara
7,8	pared terminal de cámara
9	abertura de llenado de arena
10, 11	placa de patrón
12, 13	patrón
14	eje de pivote
15	pistón
16	transportador
17	recorrido
18	sistema de alimentación de arena
19	recipiente de arena
21	línea de producción de fundición
22	dispositivo de vertido de fusión
23	sistema informático
24, 25	bloque de patrón de referencia de esquina
26, 27	bloque de 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 parte del molde de arena
37	brazo de elevación
38	conexión pivotante
39	dispositivo de medición de distancia sin contacto
40	posición de medición

## ES 2 784 640 T3

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
50	línea de simetría
51	cara lateral
52	cara lateral
53	cara lateral
54	elemento de agarre que se extiende longitudinalmente
55	sensor de posición
56	apoyo de medición
57	cara terminal
58, 59	valor medio estimado
60	cojinete de guía
61	travesaño
62	disposición de conexión
63	elemento que da posición magnética
64	varilla fija
65	corredera
66	elemento deslizante
67	ranura abierta hacia abajo
68	varilla de medición
69	cara inferior de desgaste del transportador
70	ranura pasante
71	panel de control de la máquina de moldeo en arena
73	transportador de arena
74	transportador
75	máquina de moldeo en arena (placa de adaptación horizontal sin frasco)
76	parte inferior del molde de arena
77	parte superior del molde de arena
78	puerta de la máquina de moldeo en arena
79	poste de medición
80	pluma de medición
81	patrón de referencia de esquina
82	dirección de desplazamiento
83	abertura de vertido de fusión
84	línea de separación
85	parte del molde de arena
86	patrón de referencia
87	cámara
88	cámara
89	línea iluminada
90	patrón de referencia

## REIVINDICACIONES

1. Una máquina de moldeo en arena (1, 75) para la producción de partes del molde de arena (2, 76, 77, 85) que incluye una cámara de moldeo (3) formada por una pared superior de cámara (4), una pared inferior de cámara (5), dos paredes laterales de cámara opuestas (6) y dos paredes terminales de cámara opuestas (7, 8), en donde una pared de la cámara está provista de al menos una abertura de llenado de arena (9), en donde al menos una de las paredes terminales de 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, 76, 77, 85), en donde al menos una de las paredes terminales de cámara (7, 8) es desplazable en una dirección longitudinal (LD) de la cámara de moldeo (3) para compactar arena alimentada a la cámara de moldeo (3), en donde al menos una de las placas de patrón (10, 11) está asociada con al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) colocado 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, 86, 90) en una cara externa (32, 33, 34, 35, 36) de una parte del molde de arena (2, 76, 77, 85), y en donde un sistema de detección sin contacto está dispuesto adyacente a un recorrido (17) de las partes compactadas de molde de arena (2, 76, 77, 85) y está adaptado para detectar una posición de una cara de patrón de patrones de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) de las partes del molde de arena (2, 76, 77, 85), **caracterizada por que** el al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) incluye una cara que tiene una tangente que varía en la dirección longitudinal (LD) de la cámara de moldeo (3) y estando adaptada para formar un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) correspondiente incluyendo una cara de patrón que tiene una tangente que varía en una dirección longitudinal (ld) correspondiente de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85), por que el sistema de detección sin contacto (39) está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85), y por que la tangente en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85) es diferente entre al menos dos de dichos puntos.
2. Una máquina de moldeo en arena (1, 75) según la reivindicación 1, en donde el al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) incluye una cara que tiene una tangente que varía en una dirección de altura de la cámara de moldeo (3) y estando adaptada para formar un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) correspondiente que incluye una cara de patrón que tiene una tangente que varía en una dirección de altura correspondiente de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85), por que el sistema de detección sin contacto (39) está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) en la dirección de altura de las partes del molde de arena (2, 76, 77, 85), y por que la tangente en la dirección de altura de las partes del molde de arena (2, 76, 77, 85) es diferente entre al menos dos de dichos puntos.
3. Una máquina de moldeo en arena (1, 75) según la reivindicación 1 o 2, en donde el al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) incluye una primera parte de cara que tiene una primera tangente en una primera posición en la dirección longitudinal (LD) de la cámara de moldeo (3) y una segunda parte de cara que tiene una segunda tangente en una segunda posición en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3), en donde la segunda tangente es diferente de la primera tangente, en donde la primera y segunda partes de cara están adaptadas para formar un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) correspondiente que incluye una primera parte de cara de patrón ( $F_1$ ) que tiene una primera tangente de patrón ( $T_1$ ) en una primera posición en la dirección longitudinal (ld) de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85) y una segunda parte de cara de patrón ( $F_2$ ) que tiene una segunda tangente de patrón ( $T_2$ ) en una segunda posición en la dirección longitudinal (ld) de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85), en donde la segunda tangente de patrón ( $T_2$ ) es diferente de la primera tangente de patrón ( $T_1$ ), y por que el sistema de detección sin contacto (39) está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos al menos de manera sustancialmente uniforme tanto en la primera como en la segunda parte de cara de patrón del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85).
4. Una máquina de moldeo en arena (1,75) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) incluye una tercera parte de cara que tiene una tercera tangente en una tercera posición en la dirección de altura de la cámara de moldeo (3) y una cuarta parte de cara que tiene una cuarta tangente en una cuarta posición en la dirección de altura de la cámara de moldeo (3), en donde la cuarta tangente es diferente de la tercera tangente, en donde las partes de cara tercera y cuarta están adaptadas para formar un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) correspondiente que incluye una tercera parte de cara de patrón que tiene una tercera tangente de patrón en una tercera posición en la dirección de altura de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85) y una cuarta parte de cara de patrón que tiene una cuarta tangente de patrón en una cuarta posición en la dirección de altura de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85), en donde la cuarta tangente de patrón es diferente de la tercera tangente de patrón, y por que el sistema de detección sin contacto (39) está adaptado para detectar la posición de varios puntos diferentes distribuidos al menos sustancialmente de manera uniforme sobre la tercera y cuarta parte de cara de patrón del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) en la dirección de altura de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85).
5. Una máquina de moldeo en arena (1,75) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) incluye una cara esféricamente simétrica.
6. Una máquina de moldeo en arena (1,75) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) incluye un conjunto de al menos dos caras planas (L, M, N) siguiendo una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3) y adaptándose para formar un patrón

de referencia (28, 29, 30, 31, 81) correspondiente que incluye un conjunto de al menos dos superficies planas ( $l, m, n$ ) siguiendo una tras otra en la dirección longitudinal correspondiente de la parte del molde de arena (2, 76, 77), en donde cada cara plana ( $L, M, N$ ) está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las caras planas.

- 5 7. Una máquina de moldeo en arena según la reivindicación 6, en donde cada una de dichas al menos dos caras planas ( $L, M, N$ ) forma un ángulo oblicuo con la dirección longitudinal ( $LD$ ) de la cámara de moldeo (3).
8. Una máquina de moldeo en arena según la reivindicación 6 o 7, en donde el ángulo oblicuo entre dos caras planas ( $L, M, N$ ) medido externamente del bloque de 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, preferiblemente en el intervalo de 115 a 155 grados o en el intervalo de 205 a 245 grados, y lo más preferido en el intervalo de 125 a 145 grados o en el intervalo de 215 a 235 grados.
- 10 9. Una máquina de moldeo en arena (1,75) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema de detección sin contacto (39) incluye al menos un escáner 3D.
10. Una máquina de moldeo en arena (1,75) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema de detección sin contacto (39) incluye un sistema de iluminación basado en láser adaptado para formar un haz de luz alargado que forma una línea iluminada (89) en la cara de patrón del patrón de referencia (90).
- 15 11. Una máquina de moldeo en arena (1,75) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema de detección sin contacto incluye un dispositivo de medición de distancia sin contacto (39).
12. Una máquina de moldeo en arena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde un sistema informático (23) está adaptado para recibir las posiciones detectadas de varios puntos ubicados en una cara de patrón del patrón de referencia (28, 29, 30, 31,81,86, 90) de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85), en donde el sistema informático (23) está adaptado para realizar el ajuste de curva sobre la base de dichas posiciones detectadas recibidas y, por lo tanto, estimar la posición respectiva de una curva en un sistema de coordenadas, representando la curva la cara de patrón del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) vista en sección transversal, y en donde el sistema informático (23) está adaptado para calcular la posición o posiciones de uno o más puntos de referencia relacionados con la curva.
- 20 13. Una máquina de moldeo en arena (1, 75) según la reivindicación 11 o 12, en donde el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está adaptado para medir una distancia variable a los patrones de referencia (28, 29, 30, 31,81,86, 90) de las partes del molde de arena (2) durante un desplazamiento relativo en una dirección de desplazamiento (82) entre las partes compactadas de molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39), y en donde dicha dirección de desplazamiento (82) corresponde a la dirección longitudinal de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85 ).
- 25 14. Una máquina de moldeo en arena según la reivindicación 13, en donde al menos uno de los bloques de 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 donde dicho patrón de referencia incluye un primer conjunto (42) de al menos dos superficies planas ( $l_1, m_1, n_1$ ) siguiendo una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3) y estando dispuestas en ángulo recto con la pared superior de cámara (4), en donde cada superficie plana del primer conjunto (42) está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del primer conjunto, en donde dicho patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) incluye un segundo conjunto (43) de al menos dos superficies planas ( $l_2, m_2, n_2$ ) siguiendo una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3) y estando dispuestas en ángulo recto con las paredes laterales de cámara (6), en donde cada superficie plana del segundo conjunto (43) está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas del segundo conjunto, en donde un primer dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto para medir la distancia variable al patrón de referencia (28, 29, 30, 31,81) como resultado de que las al menos dos superficies planas ( $l_1, m_1, n_1$ ) del primer conjunto (42) pasen relativamente por 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 de molde de arena (2) y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39), y en donde un segundo dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto para medir la distancia variable al patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) como resultado de que las al menos dos superficies planas ( $l_2, m_2, n_2$ ) del segundo conjunto (43) pasen relativamente por 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 de molde de arena (2) y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39).
- 35 15. Una máquina de moldeo en arena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el bloque de patrón de referencia (24, 25) tiene la forma de un cuarto de un elemento (46) combinado de al menos dos pirámides cuadradas truncadas (47, 48, 49) montadas una encima de la otra, en donde la parte superior de una pirámide cuadrada truncada en posición inferior coincide con la base de una pirámide cuadrada truncada en posición superior, y en donde dicho elemento (46) se ha separado 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) para formar dicho cuarto.
- 40 16. Una máquina de moldeo en arena según la reivindicación 13 o 14, en donde un sistema informático (23) está adaptado para recibir una serie 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 de molde
- 45 50 55

- de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39), en donde el sistema informático (23) está adaptado para realizar el ajuste de curva sobre la base de dichas mediciones de distancia recibidas y, por lo tanto, estimar las posiciones respectivas de varias líneas rectas en un sistema de coordenadas, representando cada línea recta una respectiva de al menos dos superficies planas (l, m, n) del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) visto en sección transversal, y en donde el sistema informático (23) está adaptado para calcular la posición o posiciones de uno o más puntos de intersección (A, B) entre tales líneas rectas.
- 5
17. Una máquina de moldeo en arena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde un conjunto que incluye una serie de dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) está montado en una pluma de medición (41, 80) que rodea al menos parcialmente el recorrido (17) de las partes compactadas de molde de arena (2), y en donde el conjunto incluye al 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
18. Una máquina de moldeo en arena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada una de las paredes terminales de 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 donde un transportador (16) está adaptado para avanzar varias partes compactadas de molde de arena (2) en una configuración alineada y contigua entre sí a lo largo de un recorrido (17) en una dirección de transporte (D) correspondiente a la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3).
- 15
19. Una máquina de moldeo en arena según la reivindicación 18, en donde un dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto estacionariamente, en donde un sensor de posición (55) está adaptado para realizar las mediciones de la posición relativa entre las partes compactadas de molde de arena y el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) en la forma de la posición en la dirección de transporte (D) de las partes compactadas de molde de arena (2), y en donde el sensor de posición (55) está acoplado a un denominado Transportador Automático de Moldes (AMC), un llamado Transportador de Molde de Precisión (PMC) o un llamado Transportador de Correa Sincronizada (SBC).
- 20
20. Una máquina de moldeo en arena según la reivindicación 18 o 19, en donde un conjunto de dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto a lo largo del recorrido (17) de las partes compactadas de molde de arena, en donde el conjunto incluye dos dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) dispuestos para medir una distancia en una dirección al menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección al 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 al menos sustancialmente vertical y una distancia en una dirección al 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 al menos sustancialmente horizontal a un patrón de referencia (30, 31) en o sobre 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 al menos sustancialmente horizontal a un patrón de referencia (30, 31) en o sobre una esquina inferior derecha de una parte del molde de arena (2).
- 25
21. Una máquina de moldeo en arena (75) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en donde dos cámaras de moldeo están separadas por medio de una placa de adaptación, en donde la máquina de moldeo en arena está adaptada para comprimir simultáneamente dos partes del molde de arena (76, 77) en las dos cámaras de moldeo respectivas y luego retirar la placa de adaptación y colocar dichas dos partes del molde de arena (76, 77) una encima de la otra para formar un molde de arena completo, y en donde el dispositivo de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto para medir la distancia variable a los patrones de referencia (81) de dichas dos partes del molde de arena (76, 77) colocadas una encima de la otra.
- 30
22. Una línea de producción de fundición (21) que incluye una máquina de moldeo en arena (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, en donde un dispositivo de vertido de fusión (22) está adaptado para el posicionamiento automático a lo largo del recorrido (17) en la dirección de transporte (D), y en donde un sistema informático (23) está adaptado para controlar la posición del dispositivo de vertido de fusión (22) sobre la base de una posición o posiciones calculadas de al menos un punto de referencia (C) relacionado con una curva asociada con una parte del molde de arena (2) colocada entre la máquina de moldeo en arena (1) y el dispositivo de vertido de fusión (22).
- 35
23. Una línea de producción de fundición (21) que incluye una máquina de moldeo en arena (1,75) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en donde un conjunto que incluye una serie de dispositivos de medición de distancia sin contacto (39) está dispuesto adyacente al recorrido (17) de las partes compactadas de molde de arena (2, 76, 77, 85) en una o más de las siguientes posiciones: justo después de la máquina de moldeo en arena (1, 75), justo antes de un dispositivo de vertido de fusión (22) y justo después de un dispositivo de vertido de fusión (22).
- 40
24. Una línea de producción de fundición (21) que incluye una máquina de moldeo en arena (1,75) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en donde un sistema informático (23) está adaptado para controlar un dispositivo de vertido de fusión (22) para detener el vertido de fusión sobre la base de posiciones calculadas de al
- 45
- 50
- 55

menos dos puntos de referencia (C) relacionados con una curva, y en donde dichos al menos dos puntos de referencia (C) están asociados con dos partes del molde de arena (2, 76, 77, 85) respectivas colocadas en una configuración contigua.

- 5 25. Un método para producir partes del molde de arena (2, 76, 77, 85), por lo que una cámara de moldeo (3) durante una operación de llenado se llena con arena, y por lo que la arena se compacta posteriormente, estando la cámara de moldeo (3) formada por una pared superior de cámara (4), una pared inferior de cámara (5), dos paredes laterales de cámara opuestas (6) y dos paredes terminales de cámara opuestas (7, 8), por lo que la cámara de moldeo (3) se llena con arena a través de al menos una abertura de llenado de arena (9) provista en una pared de cámara, por lo que un
- 10 molde o parte del molde (2, 76, 77, 85) está provista de un patrón por medio de al menos una de las paredes terminales de cámara (7, 8) que están provistas de una placa de patrón (10, 11) que tiene un patrón, y por lo que la arena se compacta dentro de la cámara de moldeo (3) desplazando al menos una de las paredes terminales de cámara (7, 8) en una dirección longitudinal (LD) de la cámara de moldeo (3), por lo que se forma un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) en una cara externa (32, 33, 34, 35, 36) de una parte del molde de arena (2, 76, 77, 85) por medio de al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) asociado y posicionado en relación fija con al menos una
- 15 de las placas de patrón (10, 11), y por lo que se detecta una posición de una cara de patrón de los patrones de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) de las partes del molde de arena (2, 76, 77, 85) mediante un sistema de detección sin contacto dispuesto adyacente a un recorrido (17) de las partes compactadas de molde de arena (2, 76, 77, 85), **caracterizado por que** el al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) forma un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) correspondiente que incluye una cara de patrón que tiene una tangente que varía en una
- 20 dirección longitudinal (ld ) de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85) correspondiente a la dirección longitudinal (LD) de la cámara de moldeo (3), por que el sistema de detección sin contacto (39) detecta la posición de varios puntos diferentes distribuidos sobre la cara de patrón del patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81, 86, 90) en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85), y por que la tangente en la dirección longitudinal de la parte del molde de arena (2, 76, 77, 85) es diferente entre al menos dos de dichos puntos.
- 25 26. Un método para producir partes del molde de arena según la reivindicación 25, por lo que el al menos un bloque de patrón de referencia (24, 25, 26, 27) forma un patrón de referencia (28, 29, 30, 31, 81) que incluye al menos dos superficies planas (l, m, n) siguiendo una tras otra en la dirección longitudinal de la cámara de moldeo (3), y por lo que cada superficie plana (l, m, n) está dispuesta en un ángulo oblicuo a otra de las superficies planas (l, m, n).

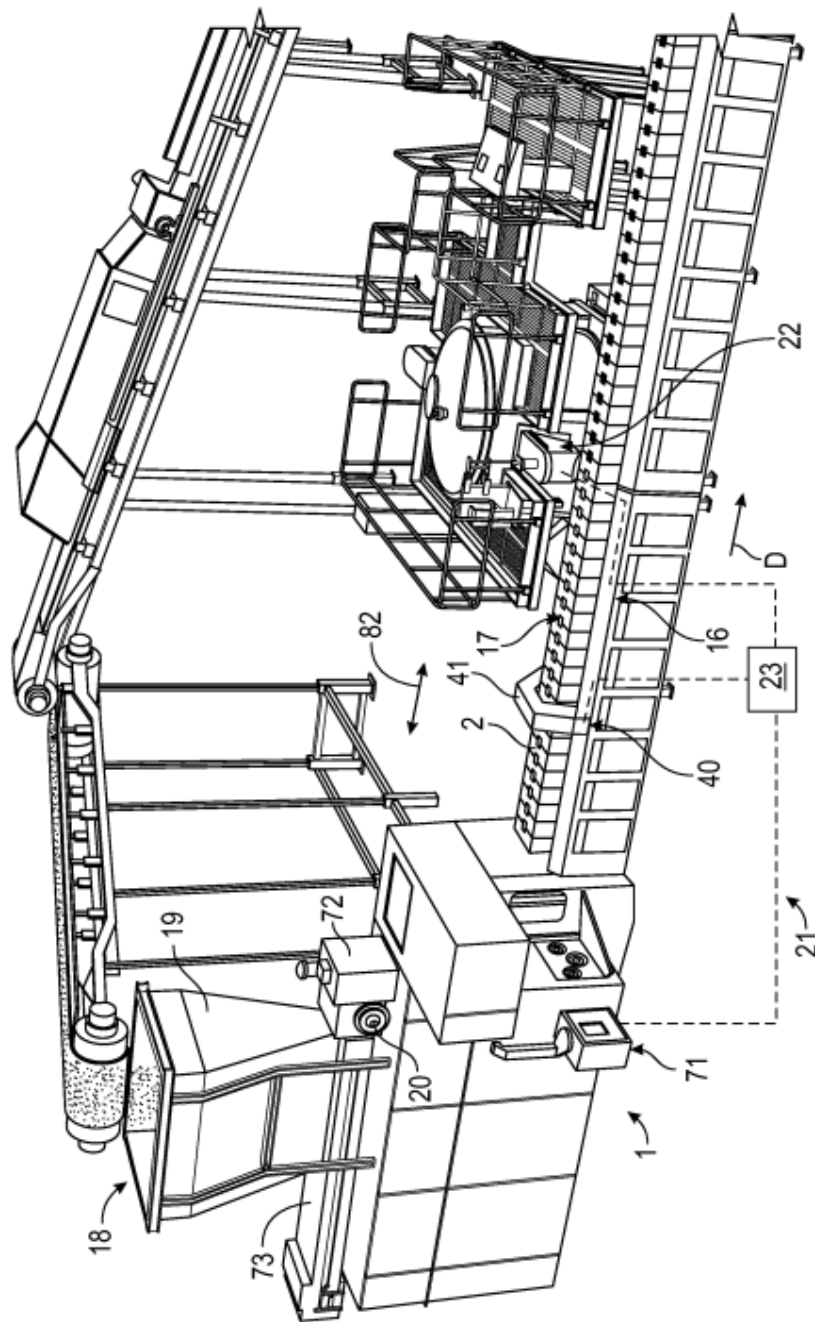
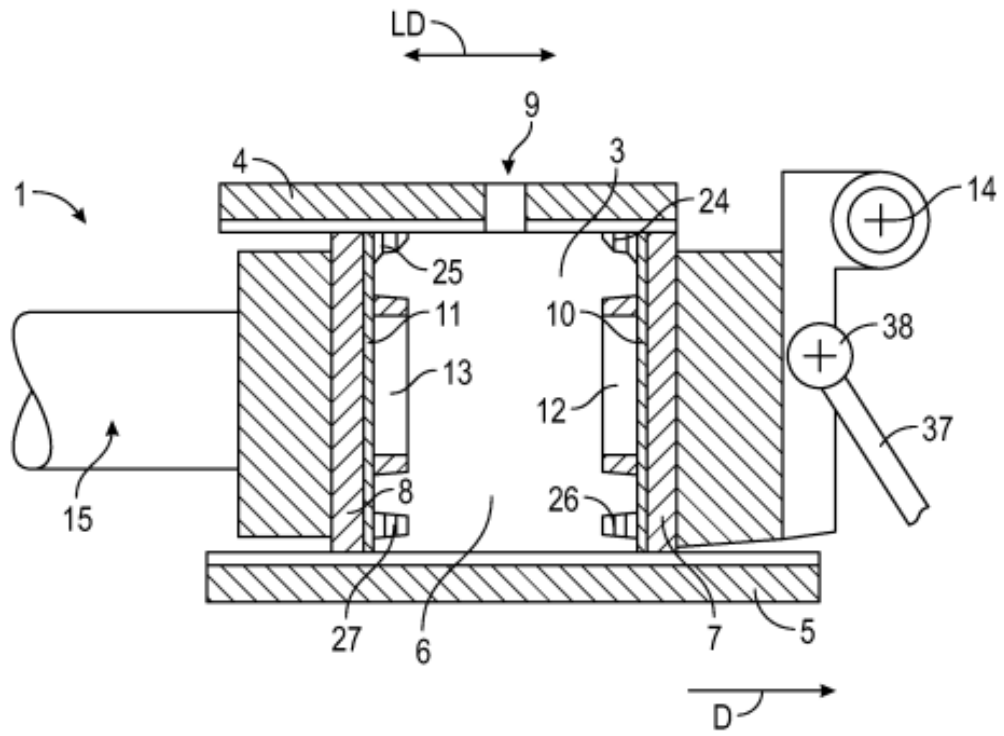


FIG. 1





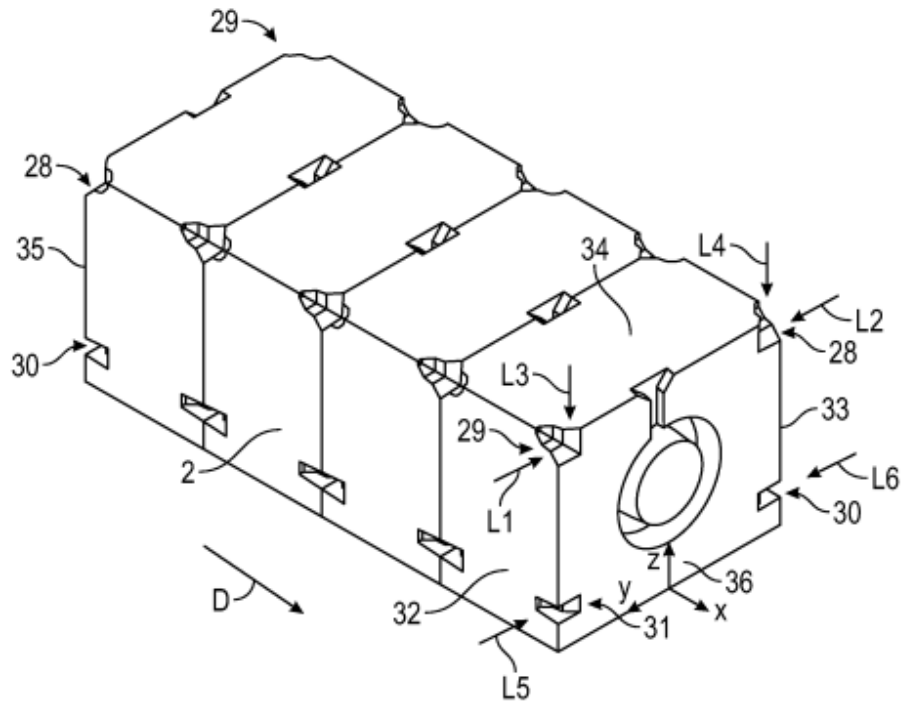


FIG. 3A

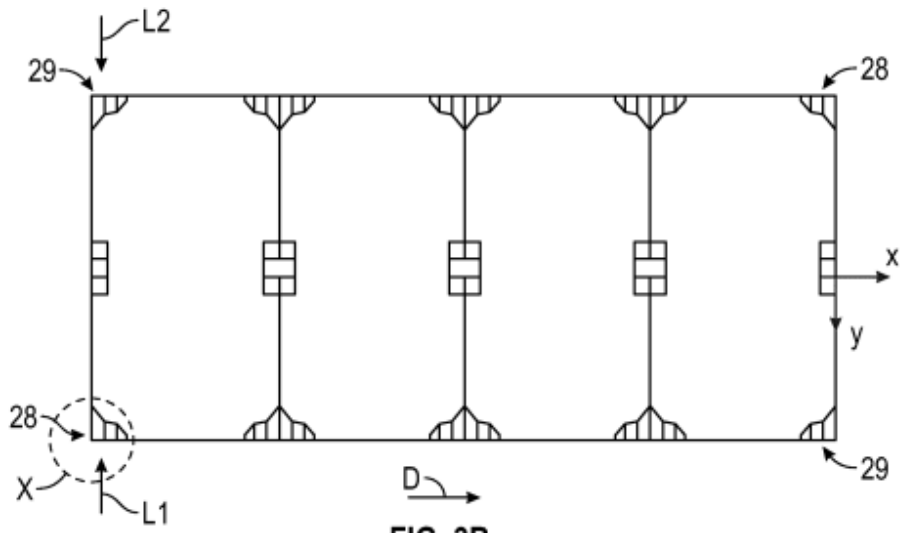


FIG. 3B

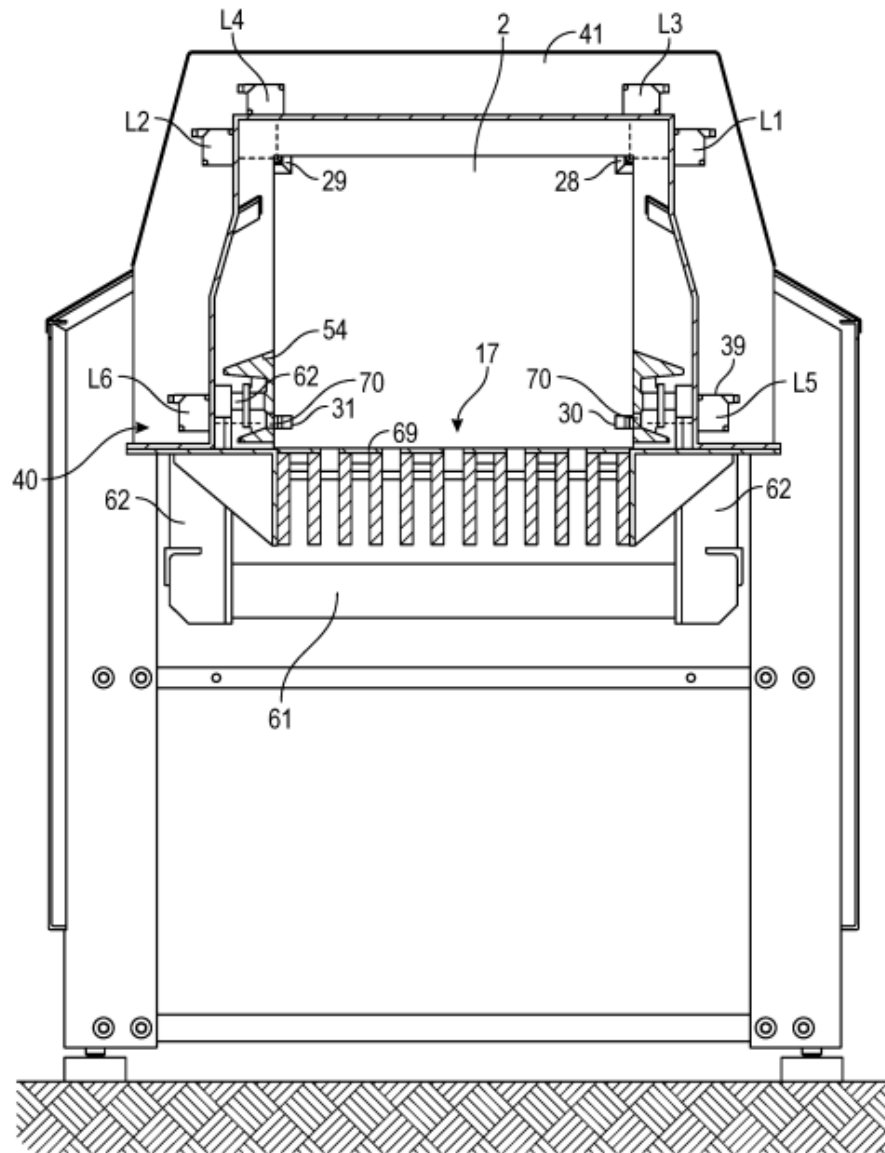
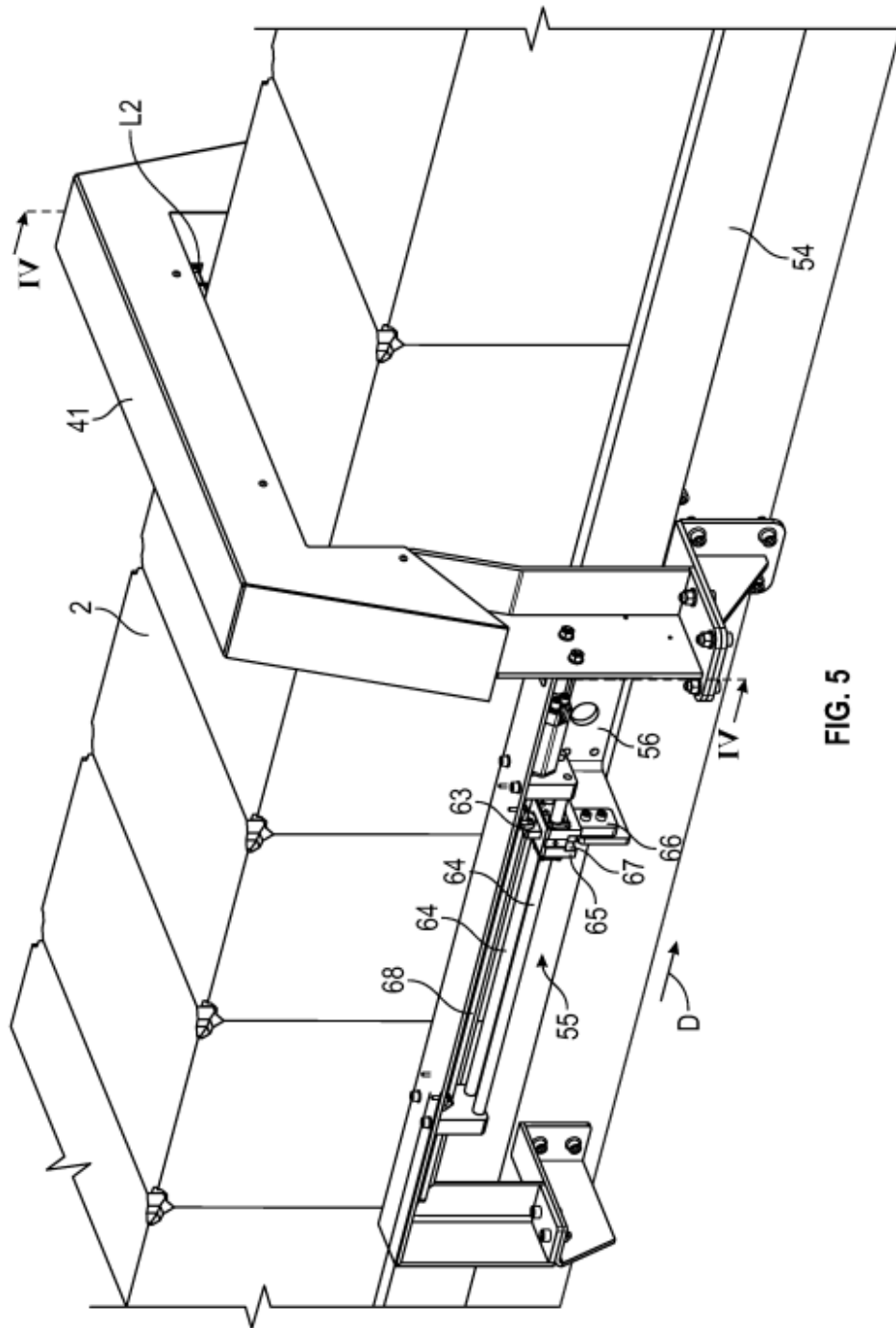


FIG.4



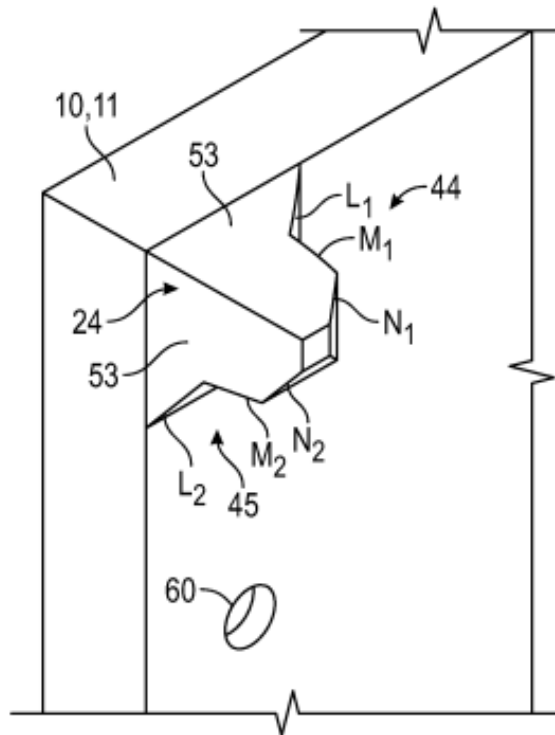


FIG. 6

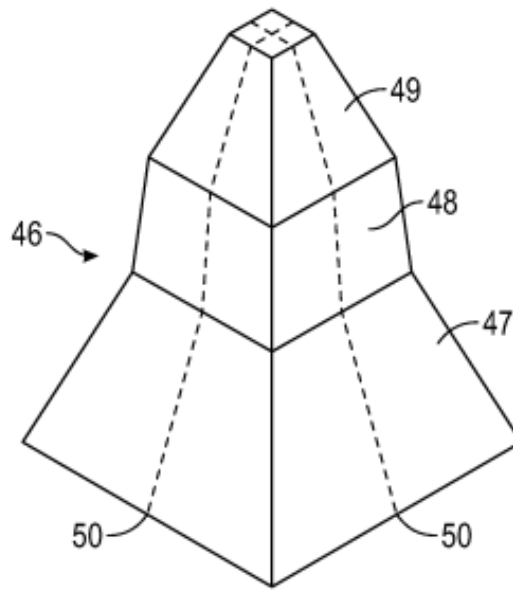


FIG. 7

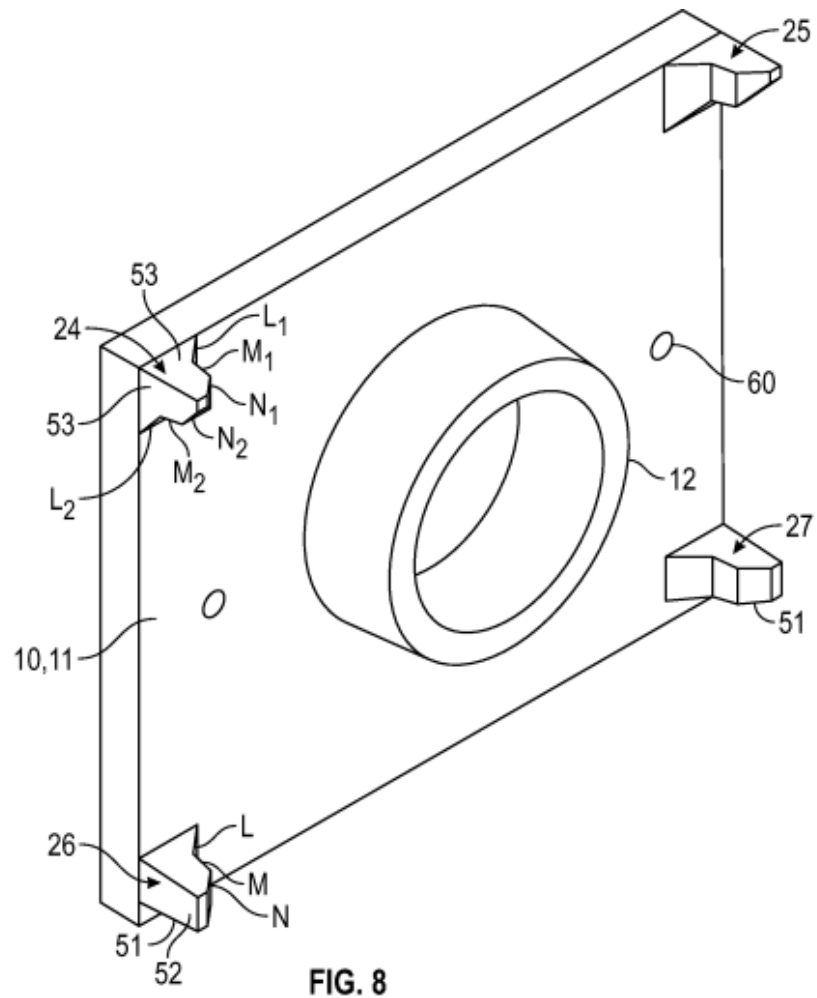


FIG. 8

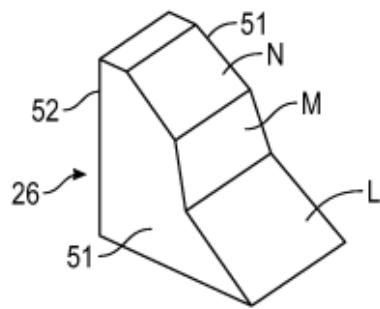


FIG. 9

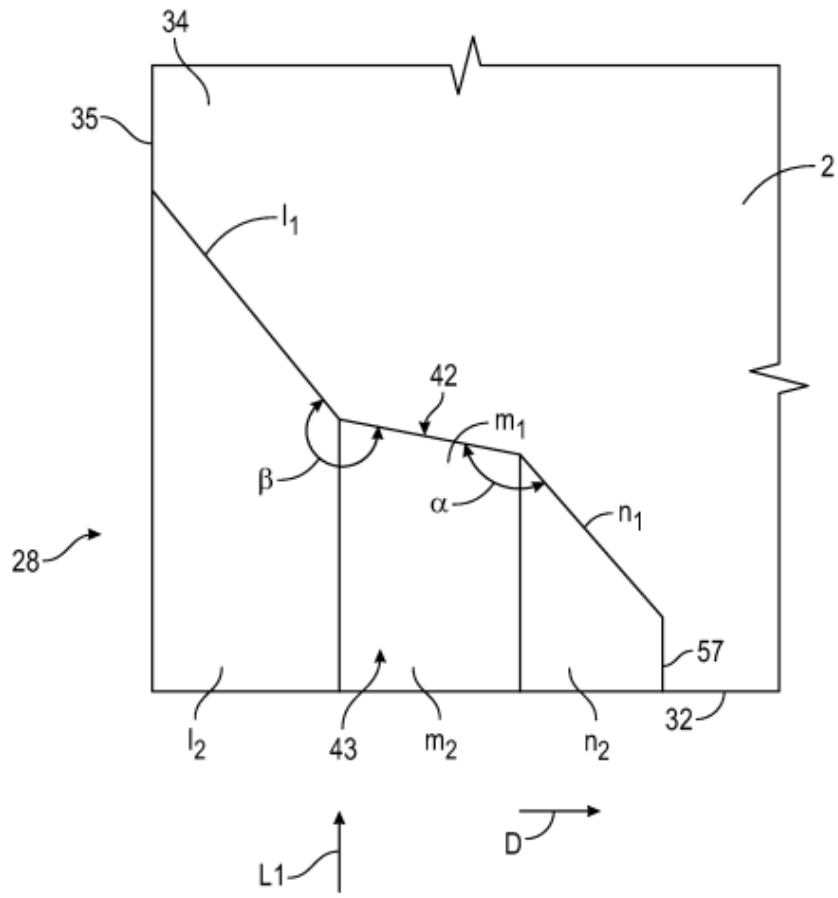


FIG. 10

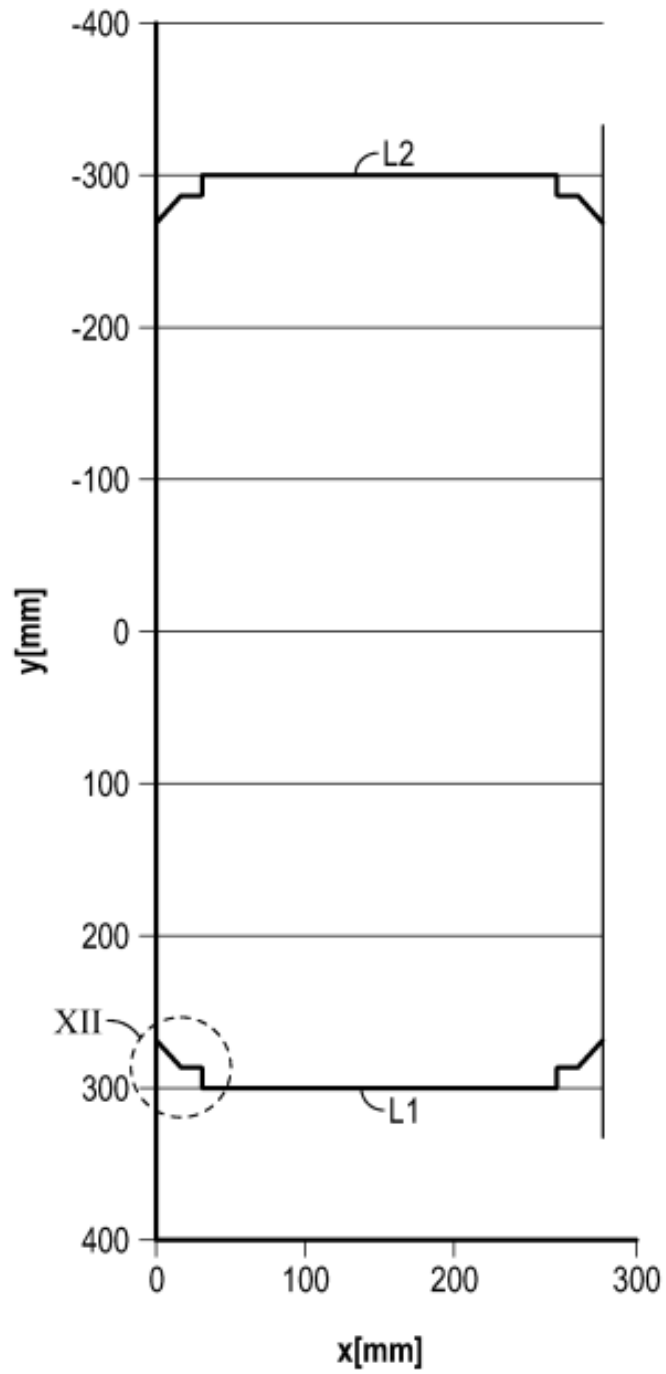


FIG. 11

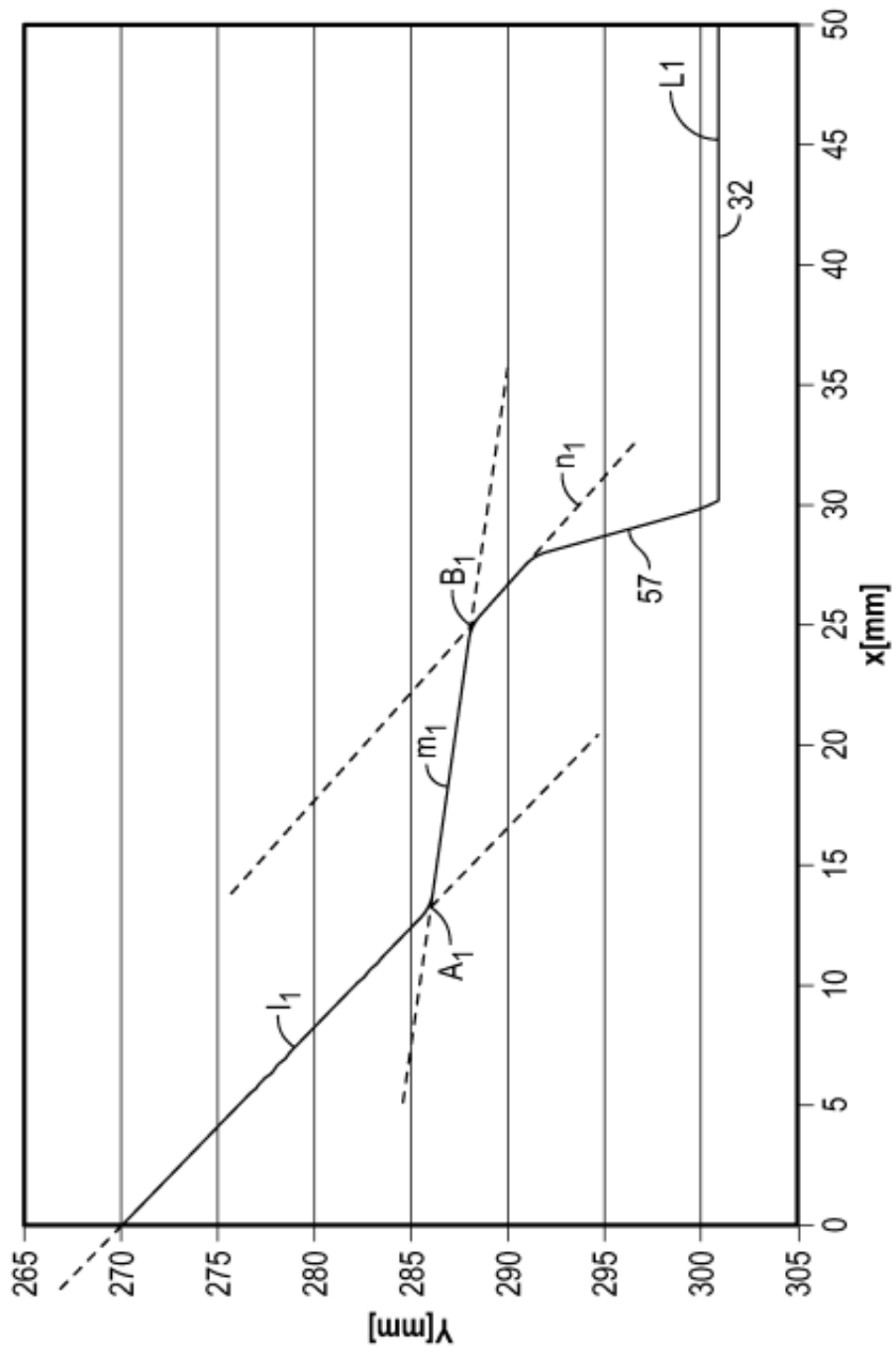


FIG. 12



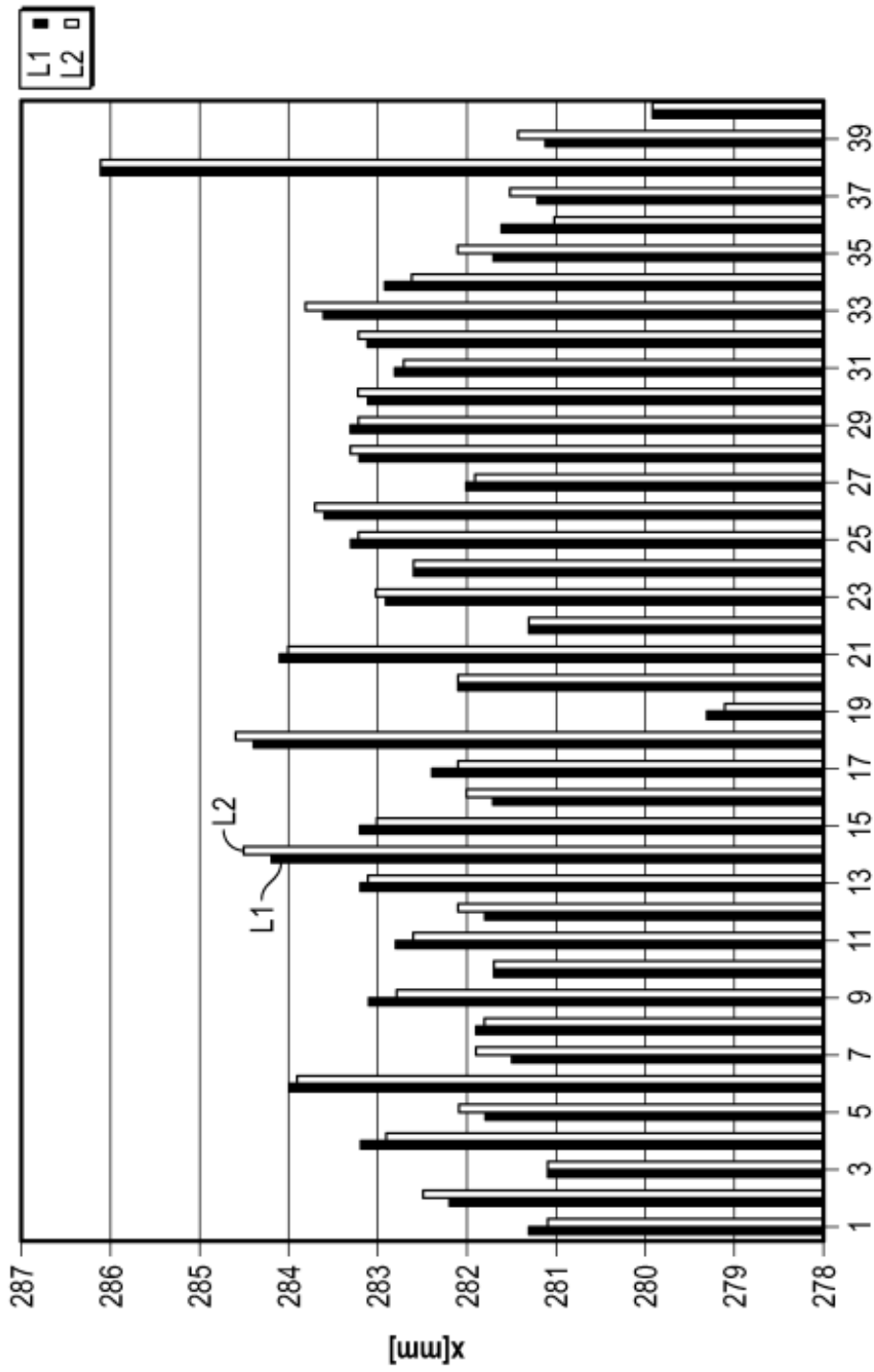


FIG. 13

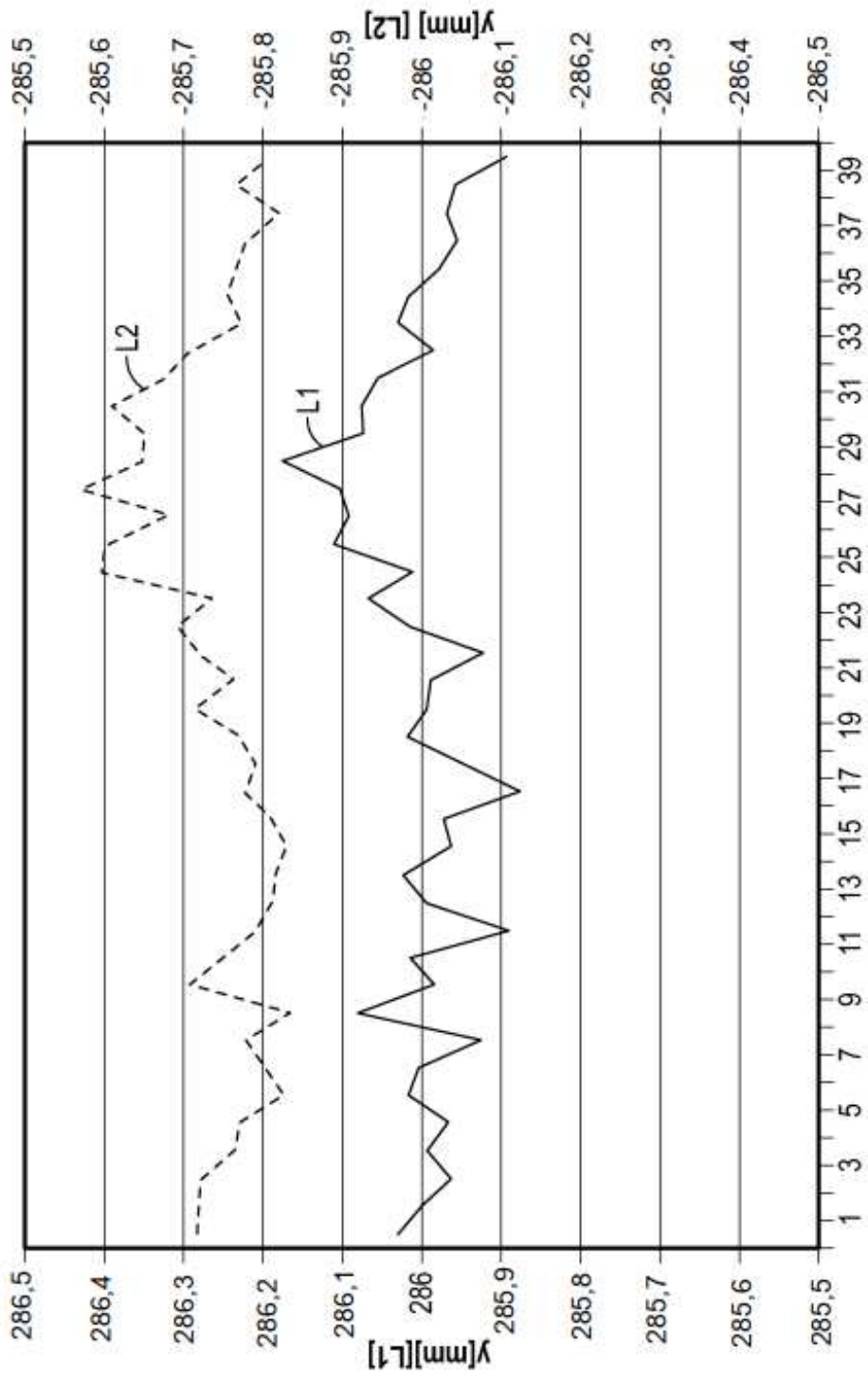


FIG. 14

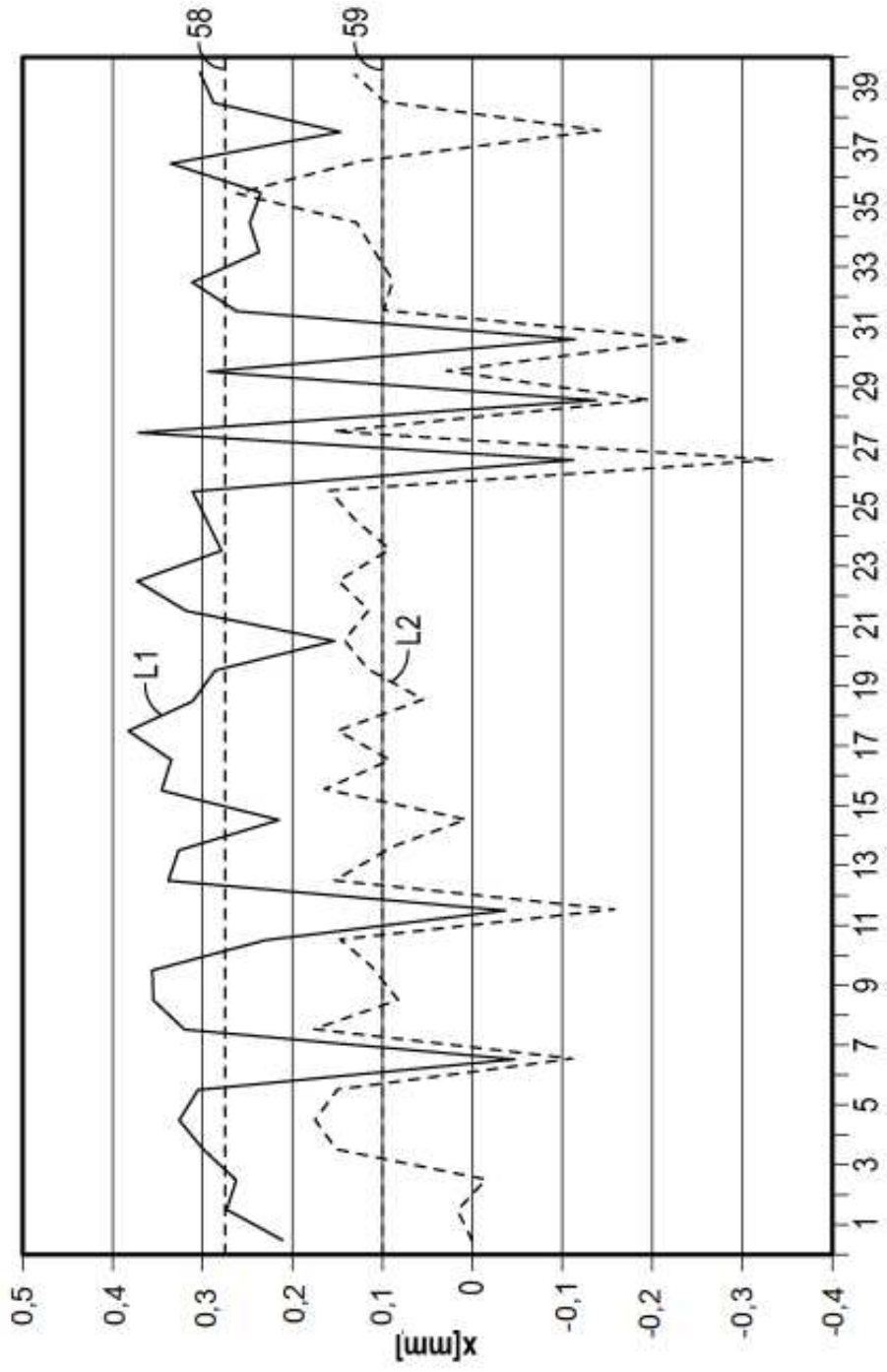


FIG. 15

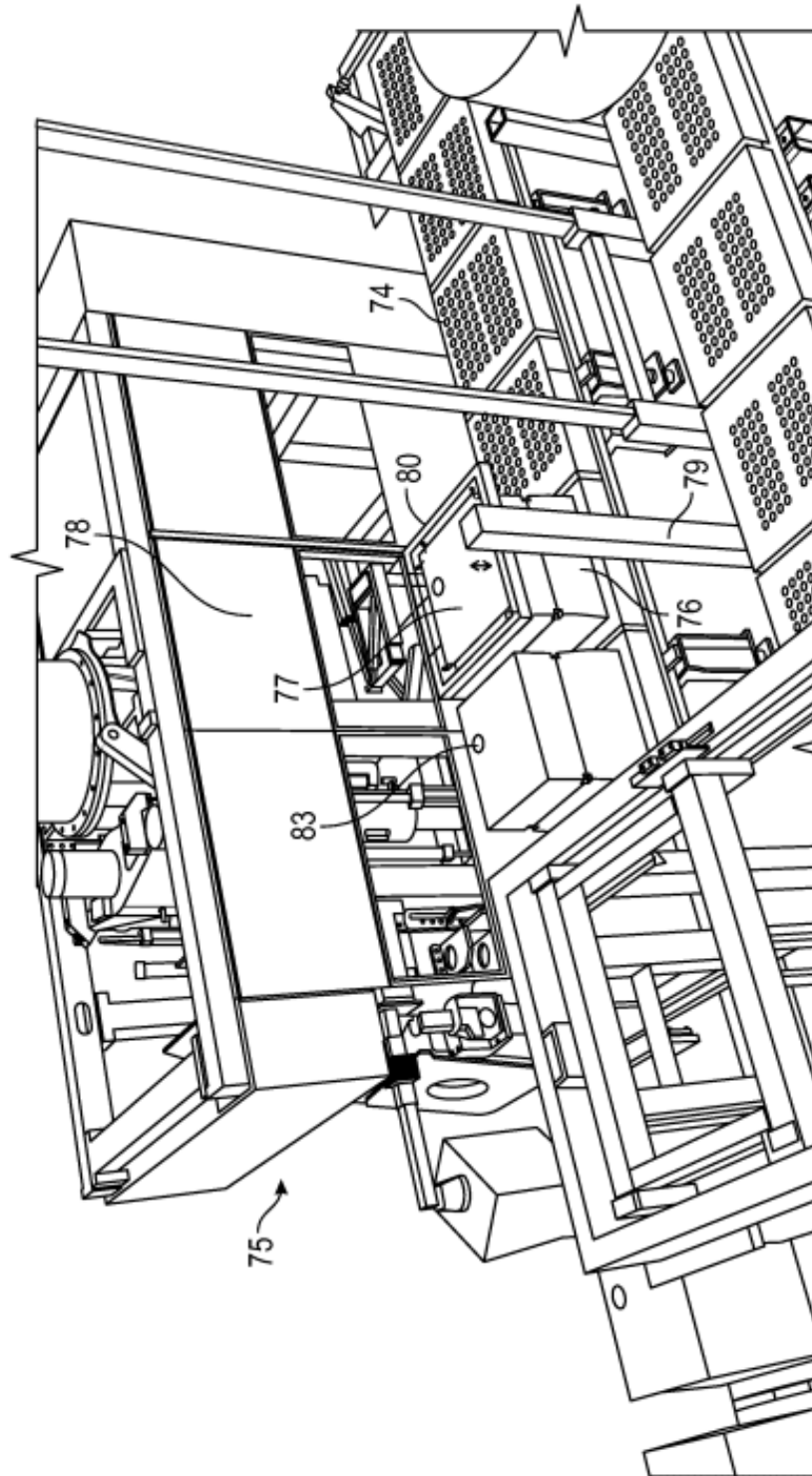


FIG. 16

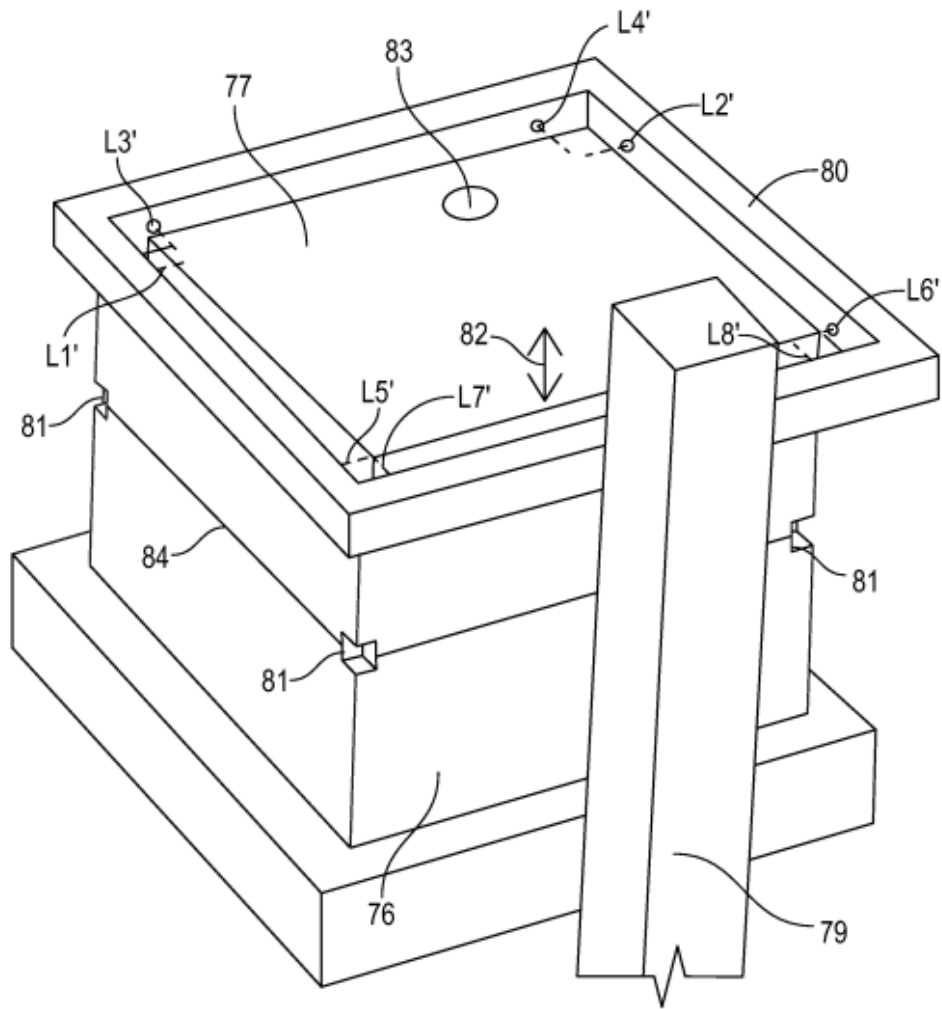


FIG. 17

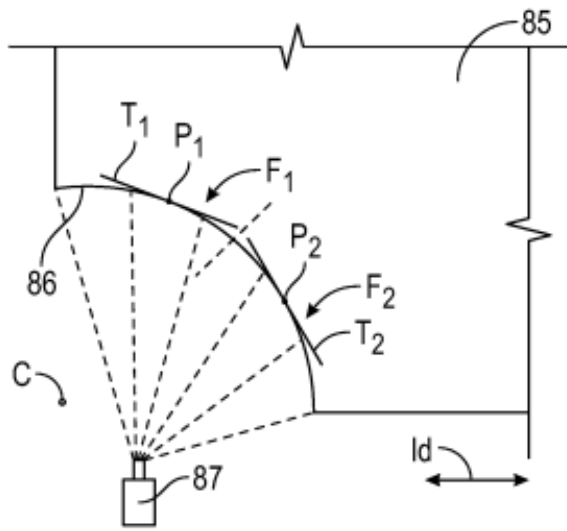


FIG. 18

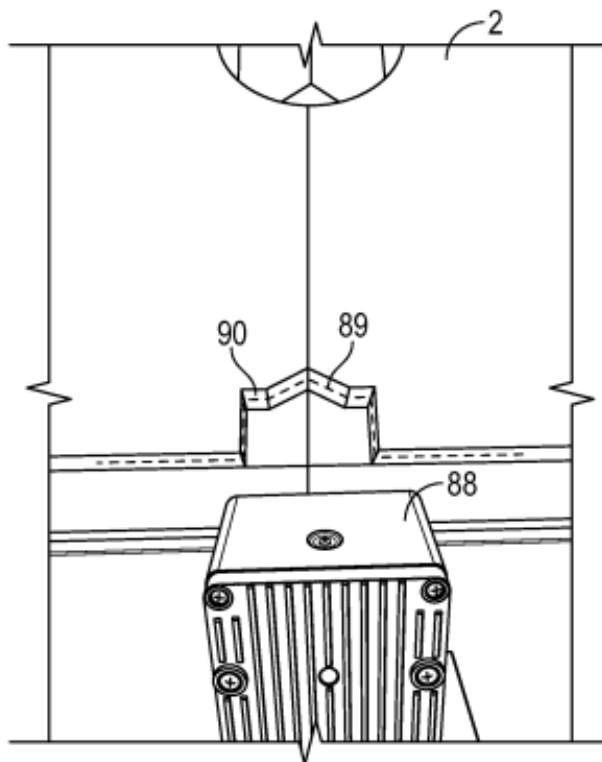


FIG. 19