



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 618**

51 Int. Cl.:

**C03B 7/01** (2006.01)

**G05B 23/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02746126 .8**

96 Fecha de presentación : **19.07.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1418158**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.05.2004**

54 Título: **Método de control de calidad de gotas fundidas de vidrio y dispositivo de control de calidad en un método de moldeo de artículos de vidrio.**

30 Prioridad: **19.07.2001 JP 2001-218893**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.04.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.04.2011**

73 Titular/es: **NIHON YAMAMURA GLASS Co. Ltd.**  
**2-21, Hamamatsubara-cho**  
**Nishinomiya-shi, Hyogo 662-858, JP**

72 Inventor/es: **Ueda, Mitsuo;**  
**Si, Melvin Lim;**  
**Gomyo, Kenichi y**  
**Sugimoto, Satochi**

74 Agente: **Mir Playa, Mireia**

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

## CAMPO TÉCNICO

**[0001]** La presente invención se refiere a un método de control de calidad para una gota fundida (*gob*) de vidrio en la formación de un producto de vidrio.

## ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

**[0002]** En la fabricación de botellas de vidrio por ejemplo, gotas fundidas de vidrio, a saber, trozos de vidrio fundido a una temperatura en un intervalo de entre 1.100 °C y 1.200 °C, producidos mediante un mecanismo alimentador, se introducen en un molde para constituir una botella de forma predeterminada. Cuando se forma una botella de vidrio a partir de la gota fundida de vidrio, un cuerpo de vidrio hueco (un parisón) que tiene una abertura para botella se forma a partir de la gota fundida de vidrio en un molde de piezas preliminares. A continuación, a partir del parisón, se produce una botella de vidrio como producto final en un molde de acabado. En una etapa de moldeo de piezas preliminares se usan convencionalmente dos métodos, a saber, un método de soplado para soplar aire comprimido, y un método de prensado para insertar un émbolo. La etapa de acabado usa de forma típica únicamente un método de soplado para expandir el parisón mediante aire comprimido.

**[0003]** El control de calidad de la gota fundida de vidrio es extremadamente importante en la técnica de producción de los productos de vidrio. La forma y el volumen (peso) de la gota fundida de vidrio, en particular, influyen considerablemente en la calidad, la capacidad y el grosor del producto de vidrio. Si la forma y el peso de la gota fundida de vidrio no se gestionan ni controlan con repetibilidad, el grosor del producto de vidrio no se estabiliza. Esto significa que las variaciones en la calidad de los productos de vidrio aumentan, provocando posiblemente arrugas así como aguas o marcas (grietas en la superficie) sobre la superficie externa del producto de vidrio.

**[0004]** En una técnica conocida, el peso del producto de vidrio se mide manualmente usando una báscula electrónica, o se mide tomando como referencia la profundidad de prensado del émbolo de una máquina en una etapa de moldeo de piezas preliminares en el método de prensado. A continuación, los resultados de la medición se realimentan en el proceso de formación de la gota fundida de vidrio. El control de calidad basado en el proceso manual no solamente requiere un procedimiento complejo, sino que también deriva en variaciones en la medición de una persona a otra. El control de la calidad no se puede llevar a cabo con precisión. No hay disponible información referente a la forma de la gota fundida de vidrio ni siquiera si el producto de vidrio acabado se revisa cuidadosamente. Cuando se detecta cualquier estado defectuoso de un factor operativo que da como resultado un defecto de calidad, ya se ha producido un producto defectuoso. En cualquier caso, la calidad de la gota fundida de vidrio se debe recuperar suspendiendo la producción del producto de vidrio de manera que la productividad y el rendimiento de los productos de vidrio se ven afectados negativamente.

**[0005]** Se han realizado varias propuestas como método para controlar la calidad del volumen (peso) y la forma de la gota fundida de vidrio, pero cada una de dichas propuestas presenta los siguientes inconvenientes.

(1) Se puede proponer un método de monitorización de la forma de la gota fundida de vidrio mediante una única cámara CCD o similar. Con la cámara única, se observa solamente un lado de la gota fundida de vidrio para formar una imagen bidimensional. No resulta sencillo conocer la configuración completa y el volumen (peso) de la gota fundida de vidrio.

(2) Se puede proponer otro método en el que una gota fundida de vidrio formada mediante un mecanismo alimentador se sitúa sobre una bandeja de medición, una pluralidad de cámaras CCD o similares se usa para observar la gota fundida de vidrio sobre la bandeja, y el volumen y la configuración de la gota fundida de vidrio se observan mediante una técnica de procesamiento de imágenes tridimensionales. No obstante, no se observa la forma de una porción de la gota fundida de vidrio en contacto con la bandeja de medición. La gota fundida de vidrio se deforma y pierde su forma original cuando el vidrio fundido se enfría con el tiempo. Además, la gota fundida de vidrio posiblemente se deforma por su peso sobre la bandeja de medición. No se puede conocer la configuración verdadera de la gota fundida de vidrio.

(3) Se puede proponer un método adicional en el que una gota fundida de vidrio después de ser expulsada a través de un orificio del mecanismo alimentador, suspendida todavía del alimentador inmediatamente antes de una operación de corte mediante cuchillas de cizalla, o en medio de la operación de corte, se observa por medio de una pluralidad de cámaras CCD o similares, y se observan el volumen y la configuración de la gota fundida de vidrio mediante una técnica de procesamiento de imágenes tridimensionales. No obstante, la configuración de la gota fundida de vidrio antes de ser cortada es diferente de la configuración de la gota fundida de vidrio realmente cortada. No se pueden medir con precisión el peso y la forma de la gota fundida de vidrio según se desea. No se puede detectar un estado defectuoso de un factor operativo que actúa como causa de un defecto de calidad. Si se produce, por ejemplo, un error de ajuste en una guía de gotas que se proporciona para guiar la gota fundida de vidrio de manera que no se ladee en la operación de corte, la gota fundida de vidrio que cae después de la operación de corte adopta una posición inclinada y puede que no sea recibida por un embudo cuchara en la posición recta de la misma. Incluso si se observa la gota fundida de vidrio antes de la operación de corte, no se puede detectar ningún factor operativo defectuoso. Si se produce

una operación de corte deficiente debido al desgaste de las cuchillas de cizalla o a una refrigeración insuficiente de las mismas, la superficie de corte de la gota fundida de vidrio se deforma, y la calidad del producto de vidrio formado en la siguiente etapa se ve afectada negativamente. Dichos fallos incluidos en las cuchillas de cizalla no se pueden detectar ni siquiera si la gota fundida de vidrio se observa antes de la operación de corte.

**[0006]** El documento JP 11 160 021 A se refiere a una tecnología para detectar posiciones tridimensionales de un objeto usando diversas cámaras.

**[0007]** El documento JP 10 182 168 A da a conocer un método para fabricar gotas fundidas de vidrio, en el que una gota fundida de vidrio alimentada desde el alimentador es recibida por una bandeja y su peso es medido mediante un dispositivo de medición. Los datos del peso medido se introducen en un ordenador para realizar una comparación con datos predeterminados de peso de una gota fundida de vidrio deseada. Uno o más de los factores operativos se controlan para ajustarlos según diferencias entre el peso medido y los datos de peso predeterminados.

**[0008]** El documento US-A-4 205 973, que se considera como representativo del documento más próximo de la técnica anterior, da a conocer un aparato para medir, por medio de dos cámaras, el volumen y la forma de una gota fundida de vidrio que está cayendo. Se utiliza un ordenador para determinar el volumen y la forma de la gota fundida en cada parte rebanada en sección, sucesiva, y, además, se utiliza una pantalla para determinar la orientación de la gota fundida.

#### EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

**[0009]** Para superar los inconvenientes antes mencionados, según la presente invención, una gota fundida de vidrio, que está cayendo por la acción de la gravedad tras su formación y corte mediante un alimentador de gotas fundidas, se observa mediante una pluralidad de medios de observación óptica de manera que se producen datos de coordenadas tridimensionales referentes a la superficie completa de la gota fundida de vidrio que está cayendo.

**[0010]** La gota fundida de vidrio que cae por el aire adopta una forma original natural y refleja todas las condiciones de funcionamiento del alimentador de gotas fundidas. Más específicamente, si el alimentador de gotas fundidas presenta cualquier fallo de funcionamiento en por lo menos uno de los factores operativos que incluyen una temperatura del vidrio, un nivel del material base del vidrio fundido, una profundidad de prensado de un tubo alimentador en el vidrio fundido, una altura de un émbolo alimentador, velocidades y/o carreras de avance y retroceso del émbolo alimentador, una temporización de las operaciones y/o una tensión de las cuchillas de cizalla, una cantidad de solapamiento y/o una temperatura de las cuchillas de cizalla, y una posición de una guía de gotas, dicho fallo de funcionamiento provoca defectos de calidad de la gota fundida de vidrio en por lo menos uno de entre un volumen, un peso, una forma de la superficie, una longitud, un grosor, un ángulo en una dirección de caída, y una forma de la superficie de corte de la misma.

**[0011]** Según la presente invención, basándose en datos de coordenadas tridimensionales, se producen datos de medición referentes a por lo menos uno de entre el volumen, el peso, la forma de la superficie, la longitud, el grosor, el ángulo en la dirección de caída, y la forma de la superficie de corte de la gota fundida de vidrio. Los datos de medición reflejan el reglaje de los factores operativos. Comparando los datos de las mediciones con datos de calidad normalizados de una gota fundida de vidrio normal según se desee, se detecta el defecto de calidad de la gota fundida de vidrio y se identifica el estado defectuoso del factor operativo que presenta una relación causal con el defecto de calidad. Como consecuencia, el reglaje del factor operativo identificado se corrige fácilmente de manera que la calidad de la gota fundida de vidrio se puede mantener siempre con un nivel alto de precisión. Esto contribuye a una formación de alta calidad y fiable del producto de vidrio en una etapa subsiguiente del proceso.

**[0012]** Según la presente invención, se da salida a una variedad de resultados de determinación en forma de una señal de alarma o aviso. Unos medios de alarma alertan a un operador sobre información diversa. Alternativamente, los resultados de la determinación se pueden introducir en unos medios de accionamiento de control que controlan automáticamente el reglaje de los factores operativos para una corrección automática.

**[0013]** Según la presente invención, una pluralidad de cámaras CCD constituye los medios de observación óptica. Cuando se requiere una observación, en otras palabras, cuando la gota fundida de vidrio está cayendo desde el alimentador de gotas fundidas, las cámaras CCD actúan en respuesta a ello. Los datos de medición se producen para cada una de las gotas fundidas de vidrio individuales que son suministradas sucesivamente desde el alimentador de gotas fundidas a intervalos.

**[0014]** En particular, la presente invención se describe en la reivindicación independiente 1.

**[0015]** Las reivindicaciones dependientes 2 a 4 muestran otras evoluciones ventajosas de la presente invención.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0016]**

La Fig. 1 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de la presente invención.

Las Figs. 2(A) a 2(D) ilustran un alimentador de gotas fundidas, en donde la Fig. 2(A) es una vista en sección que ilustra la situación antes de la formación de una gota fundida de vidrio; la Fig. 2(B) es una vista en sección que ilustra la situación en la que se forma un cuerpo de tipo columna de vidrio fundido con un émbolo alimentador empujando; la Fig. 2(C) es una vista en sección que ilustra la situación de corte del cuerpo de tipo columna; y la Fig. 2(D) es una vista en sección que ilustra la situación en la que una gota fundida de vidrio está cayendo después de ser cortada por las cuchillas de cizalla.

La Fig. 3 es un diagrama de bloques que ilustra una realización y la relación de los medios de detección de defectos, los medios de evaluación de causas, y los medios determinadores de la clasificación de los factores operativos según la presente invención.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de una rutina de ejecución de control según la presente invención.

## MODO ÓPTIMO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

**[0017]** A continuación se da a conocer la realización de la presente invención en referencia a los dibujos. La realización que se describirá en el presente documento se refiere a un método de moldeo de una botella de vidrio. Debería observarse que la presente invención se puede referir también a un método de moldeo de vajilla de vidrio, jarrones de vidrio, elementos ópticos de vidrio, tubos de rayos catódicos, y cualquier otro producto de vidrio en los cuales se moldeen gotas fundidas de vidrio.

**[0018]** A continuación se describirá, en referencia a las Figs. 2, un método de producción de gotas fundidas de vidrio mediante un alimentador de gotas fundidas como mecanismo alimentador. Tal como se muestra, un alimentador 1 de gotas fundidas contiene vidrio fundido 5 en un recipiente 4 que tiene un orificio 3 en una abertura 2 en la parte inferior del mismo. En el vidrio fundido 5 se introduce a presión un tubo alimentador 6 hacia el orificio 3. A través del tubo alimentador 6 se inserta un émbolo alimentador 7, que se acciona en las direcciones de avance y retroceso. Dispuestas justo por debajo del orificio 3 se encuentran unas cuchillas 8 de cizalla que son bordes cortantes de tipo tijera. Las cuchillas 8 de cizalla se refrigeran mediante una neblina de líquido refrigerante.

**[0019]** Antes de producir la gota fundida de vidrio, el vidrio fundido 5 se ajusta en cuanto a temperatura dentro de un intervalo predeterminado de temperaturas (por ejemplo, entre 1.100 y 1.200 °C) para presentar una viscosidad predeterminada. Se ajusta la profundidad de prensado (altura H) del tubo alimentador 6 en el vidrio fundido 5, y se ajustan también una carrera y las posiciones de altura (un tope superior U y un tope inferior L) del émbolo alimentador 7. Se ajusta una temporización de las operaciones de las cuchillas 8 de cizalla. Se ajusta la posición de una guía 12 de gotas que tiene una forma semicilíndrica, dispuesta por debajo de las cuchillas 8 de cizalla.

**[0020]** La Fig. 2(A) ilustra la situación del alimentador de gotas fundidas, en la que el alimentador de gotas fundidas está preparado para la producción de gotas fundidas con los ajustes antes mencionados completados. El vidrio fundido 5 caerá a través del orificio 3 por su propio peso. En esta situación, el émbolo alimentador 7 está posicionado en el tope superior U, y las cuchillas 8 de cizalla están abiertas.

**[0021]** Cuando se produce la gota fundida de vidrio, el émbolo alimentador 7 se hace avanzar hacia el orificio 3 tal como se muestra en la Fig. 2(B). Empujando el vidrio fundido 5 hacia fuera a través del orificio 3, se forma un cuerpo 9 de tipo columna. A continuación, las cuchillas 8 de cizalla comienzan a moverse para cortar el cuerpo 9 de tipo columna.

**[0022]** Cuando el émbolo alimentador 7 alcanza el tope inferior L y a continuación comienza a elevarse tal como se muestra en la Fig. 2(C), las cuchillas 8 de cizalla se unen para solaparse una con otra y cortar de esta manera el cuerpo 9 de tipo columna. La guía 12 de gotas controla la posición del cuerpo 9 de tipo columna durante la operación de corte.

**[0023]** Cuando las cuchillas 8 de cizalla cortan el cuerpo 9 de tipo columna para obtener la gota fundida 10 de vidrio que tiene un volumen y una configuración predeterminados, la gota fundida 10 de vidrio cae a continuación por su peso desde el alimentador 1 de gotas fundidas. El vidrio fundido 5 que tiene su extremo cortado se estira hacia el orificio 3 a medida que el émbolo alimentador 7 se eleva.

**[0024]** La configuración de la gota fundida 10 de vidrio se determina en general ajustando la temporización con la cual las cuchillas 8 de cizalla cortan el cuerpo 9 de tipo columna en sincronización con un movimiento alternativo del vidrio fundido 5 entre la expulsión y la inserción. La posición de la gota fundida 10 de vidrio en la dirección de caída de la misma se determina moviendo la guía 12 de gotas en ajuste hacia la derecha o izquierda y/o la parte frontal o posterior con respecto al cuerpo 9 de tipo columna. El volumen (peso) de la gota fundida 10 de vidrio tras la

operación de corte se determina ajustando el nivel (cantidad) de vidrio fundido 5 que fluye hacia el orificio 3. La cantidad de vidrio fundido 5 que fluye hacia el orificio 3 se determina ajustando una posición de altura H del tubo alimentador 6.

**[0025]** El volumen (peso) de la gota fundida 10 de vidrio y la configuración de la gota fundida 10 de vidrio que incluye la forma de la superficie, el grosor y la longitud de la misma se determinan, no solamente mediante la temporización de las operaciones de las cuchillas 8 de cizalla y/o la posición de altura H del tubo alimentador 6, sino también mediante otros factores de determinación (factores operativos) tales como el nivel del vidrio fundido, la temperatura (viscosidad) del vidrio fundido 5 en el alimentador de gotas fundidas, y o bien la altura, o bien las velocidades de avance y retroceso, o bien las carreras de avance y retroceso del émbolo alimentador 7.

**[0026]** La forma de la superficie 10a de corte de la gota fundida 10 de vidrio se determina mediante factores de determinación (factores operativos) tales como la temperatura, la tensión y/o la cantidad de solapamiento de las cuchillas 8 de cizalla. El ángulo de la gota fundida 10 de vidrio en la situación de caída de la misma (el ángulo de la gota fundida 10 de vidrio con respecto a la línea vertical V, a saber, el ángulo de caída de la gota fundida 10 de vidrio) tras la operación de corte depende de las variaciones del peso de la gota fundida. El ajuste del peso de la gota fundida de vidrio y la posición de la guía 12 de gotas dispuesta adyacente a las cuchillas 8 de guía se convierten en factores de determinación (factores operativos) del ángulo de caída de la gota fundida 10 de vidrio.

**[0027]** Tal como se muestra en la Fig. 1, la gota fundida 10 de vidrio que ha caído es recibida a continuación en el embudo cuchara 11 y seguidamente se entrega a una posición predeterminada. Después de pasar a través del embudo cuchara 11, la gota fundida 10 de vidrio se suministra típicamente a un molde 14 de piezas preliminares a través de medios 13 de suministro, tales como canales o un deflector. A continuación, la gota fundida 10 de vidrio se introduce en el molde 14 de piezas preliminares. Después de la etapa de suministro de gotas fundidas de vidrio a la que se ha hecho referencia anteriormente, el proceso de moldeo para un producto acabado incluye una etapa de piezas preliminares y una etapa de acabado (no mostrada) cuando se produce, por ejemplo, una botella de vidrio.

**[0028]** A continuación se describe, en referencia a la Fig. 1, una realización de la presente invención. Después de ser cortada por las cuchillas 8 de cizalla, la gota fundida 10 de vidrio cae desde el orificio 3. Durante el proceso de caída de la gota fundida 10 de vidrio antes de llegar al embudo cuchara 11, la gota fundida 10 de vidrio es observada por los medios 15 de observación óptica. La finalidad de los medios 15 de observación óptica es observar la imagen completa de la gota fundida 10 de vidrio, y los medios 15 de observación óptica incluyen por lo menos dos, preferentemente tres o más, cámaras CCD separadas entre sí. Los medios 15 de observación óptica tienen un campo de visión que abarca un área espacial que se extiende desde el borde superior del embudo cuchara 11 hasta las cuchillas 8 de cizalla. En el mismo plano se instala preferentemente, a intervalos regulares, una pluralidad de cámaras CCD. La posición de instalación de las cámaras CCD no se limita a ninguna ubicación particular. Siempre que el campo de visión de las cámaras CCD abarque el área espacial que se extiende desde el borde superior del embudo cuchara 11 hasta las cuchillas 8 de cizalla, los medios 15 de observación óptica se pueden instalar en cualquier ubicación teniendo en cuenta la distribución de otros aparatos de fabricación en la planta. En lugar de la cámara CCD, se pueden usar medios de exploración óptica con haces de láser u otros haces de luz que exploren la superficie de la gota fundida 10 de vidrio. Las cámaras CCD ofrecen la ventaja de capturar simultáneamente la imagen completa de la gota fundida 10 de vidrio que está cayendo.

**[0029]** Unos medios 16 de producción de datos tridimensionales generan datos de coordenadas tridimensionales de la superficie completa de la gota fundida 10 de vidrio mediante el procesamiento de los datos observados que han sido obtenidos por los medios 15 de observación óptica. Si los medios de observación óptica son cámaras CCD, un vídeo capturado por la pluralidad de cámaras CCD se procesa a nivel de vídeo usando la técnica de medición tridimensional. De este modo se obtienen datos precisos de coordenadas tridimensionales. Se conocen técnicas para generar los datos de coordenadas tridimensionales de la superficie completa de un objeto, sobre la base de la imagen del objeto a partir de las cámaras CCD (se hace referencia, por ejemplo, a la publicación de solicitud de patente japonesa n.º 11-118438, la publicación de solicitud de patente japonesa 11-160021, etcétera).

**[0030]** El alimentador 1 de gotas fundidas alimenta las gotas fundidas 10 de vidrio sucesivamente con intervalos entre ellas. Los medios 17 de activación están dispuestos para introducir una señal de activación en la cámara CCD en sincronización con la caída de cada gota fundida 10 de vidrio. Los medios 17 de activación están conectados de forma accionable al émbolo alimentador 7 ó las cuchillas 8 de cizalla de manera que se da salida a la señal de activación en el momento en el que la gota fundida 10 de vidrio se desprende por medio de las cuchillas 8 de cizalla. De este modo, los medios 16 de producción de datos tridimensionales generan los datos de coordenadas tridimensionales para cada una de las gotas fundidas individuales 10 de vidrio.

**[0031]** Los medios 18 de producción de datos de medición generan datos 19 de medición de la gota fundida 10 de vidrio basándose en los datos de coordenadas tridimensionales. Los datos 19 de medición contienen la totalidad o por lo menos uno de entre el volumen, el peso, la forma de la superficie, la longitud, el grosor, la posición de la gota, y el ángulo de caída de la gota fundida 10 de vidrio, y la forma de la superficie 10a de corte. El volumen de la gota fundida 10 de vidrio se calcula matemáticamente a partir de los datos de coordenadas tridimensionales. El peso de la gota fundida 10 de vidrio se calcula a partir del volumen de la misma basándose en la gravedad específica de la gota fundida 10 de vidrio. La forma de la superficie, la longitud, y el grosor de la gota fundida 10 de vidrio y la

forma de la superficie 10a de corte se expresan mediante ecuaciones predeterminadas basándose en los datos de coordenadas tridimensionales. La posición de la gota y el ángulo de caída de la gota fundida 10 de vidrio se expresan en coordenadas tridimensionales. La finalidad de la generación de los datos 19 de medición es determinar si la gota fundida 10 de vidrio observada cae dentro de un intervalo de calidad predeterminado. Si se determina que la gota fundida 10 de vidrio presenta una calidad defectuosa, se usan los datos 19 de medición para determinar un estado defectuoso de un factor operativo que tiene una relación causal con el defecto de calidad y para controlar el factor operativo. La presente invención no se limita a los datos de medición antes mencionados. Se puede usar cualquier dato como datos de medición siempre que los datos estén relacionados con la calidad de la gota fundida 10 de vidrio asociada al factor operativo.

**[0032]** Los datos 19 de medición así generados son evaluados por unos medios 20 de detección de defectos. En una realización ilustrada en la Fig. 3, unos medios 21 de comparación, tales como un circuito comparador, comparan los datos 19 de medición proporcionados por los medios 18 de generación de datos de medición con datos normalizados 22 de calidad que se han producido de antemano a partir de una gota fundida de vidrio de calidad normalizada según se desee. Los medios 21 de comparación determinan así si cada uno de los datos de medición se sitúa dentro de un intervalo permisible. Si los datos de medición se sitúan dentro del intervalo permisible, se determina que la gota fundida 10 de vidrio es normal, y si los datos de medición se sitúan fuera del intervalo permisible, se determina que la gota fundida 10 de vidrio es defectuosa. El volumen, el peso, la forma de la superficie, la longitud, el grosor, y el ángulo de caída de la gota fundida 10 de vidrio, la forma de la superficie de corte, y otros datos contenidos en los datos 19 de medición se comparan mutuamente con datos respectivos contenidos en los datos normalizados 22 de calidad, y a continuación se determina si la gota fundida 10 de vidrio se sitúa dentro de un intervalo de calidad predeterminado, en otras palabras, se determina si hay presente un defecto de calidad fuera de un intervalo permisible.

**[0033]** Si se determina que la calidad de la gota fundida 10 de vidrio es defectuosa, unos medios 23 de evaluación de causas valoran la causa del defecto de calidad, a saber, un factor operativo que presenta una relación causal con el defecto de calidad. En la realización mostrada en la Fig. 3, unos medios 24 de evaluación y determinación comprueban datos 25 de defectos de calidad proporcionados por los medios 20 de detección de defectos en referencia a datos 26 de criterios de causas producidos de antemano, especificando de este modo todos los factores operativos que presentan una causa posible para el defecto de calidad. Los datos 26 de criterios de causas contienen una variedad de datos de medición referentes a los defectos de calidad de la gota fundida de vidrio, e información referente a la relación causal con los factores operativos. La relación causal entre el defecto de calidad de la gota fundida 10 de vidrio, determinado sobre la base de los datos 19 de medición, y el factor operativo que se convierte en la causa de dicho defecto de calidad, se determinará mediante una variedad de condiciones, y resulta difícil describirlo de una manera sencilla. Los datos 26 de criterios de causas se producen basándose en conocimientos técnicos acumulados a través de un número elevado de experiencias. Los medios 23 de evaluación de causas identifican todos los factores operativos que presentan las relaciones causales con los defectos de calidad de la gota fundida 10 de vidrio.

**[0034]** Si los medios 23 de evaluación de causas especifican cualquier factor operativo, los medios determinadores 27 de la clasificación de los factores operativos priorizan todos los factores operativos identificados según la probabilidad de resultar ser la causa del defecto de calidad desde la más alta a la más baja. En la realización mostrada en la Fig. 3, unos medios 28 de determinación de prioridad contrastan datos evaluados 29 proporcionados por los medios 23 de evaluación de causas con datos 30 de clasificación de prioridad producidos de antemano, priorizando de este modo los factores operativos contenidos en los datos evaluados 29. Las causas del defecto de calidad de la gota fundida 10 de vidrio pueden ser singulares en ocasiones, aunque típicamente pueden ser una combinación de factores operativos. Para identificar una causa verdadera del defecto de calidad, es necesario examinar una pluralidad de factores operativos. Los datos 30 de clasificación de prioridad se producen basándose en muchos conocimientos técnicos acumulados a través de un número elevado de experiencias, y contienen datos de todos los factores operativos que presentan la relación causal con un tipo particular de defecto de calidad y que se priorizan en la clasificación desde la probabilidad más alta a la probabilidad más baja en la relación causal.

**[0035]** Cuando los medios determinadores 27 de la clasificación de los factores operativos determinan la corrección de la clasificación de prioridades de los factores operativos causales, los medios 31 de accionamiento de control se accionan para realizar una rutina 32 de ejecución de control con el fin de ajustar y corregir los factores operativos de acuerdo con la clasificación de prioridades determinada. Tal como se muestra en la Fig. 4, la rutina 32 de ejecución de control envía una señal de control a un factor operativo con una primera prioridad, controlando automáticamente de este modo el factor operativo y ajustando la calidad de la gota fundida de vidrio para situarla dentro del intervalo permisible de los datos normalizados 22 de calidad. Después del ajuste, los medios 15 de observación óptica observan una nueva gota fundida 10 de vidrio que está cayendo desde el alimentador 1 de gotas fundidas, los datos 19 de medición de la gota fundida 10 de vidrio se procesan tal como se ha mencionado anteriormente y son examinados por los medios 20 de detección de defectos en relación con si la calidad de la gota fundida de vidrio se sitúa dentro del intervalo permisible de los datos normalizados 22 de calidad. Si los medios 20 de detección de defectos determinan que la calidad de la gota fundida de vidrio se sitúa dentro del intervalo permisible, la rutina 32 de ejecución de control finaliza. Si los medios 20 de detección de defectos determinan que la calidad de la gota fundida de vidrio no se sitúa dentro del intervalo permisible, los medios 31 de accionamiento de

control envían la señal de control nuevamente al factor operativo que presenta la primera prioridad para su ajuste. Si los medios 20 de detección de defectos determinan que la calidad de la gota fundida de vidrio está todavía fuera del intervalo permisible incluso después de que se repitan estas etapas, los medios 31 de accionamiento de control envían una señal de control a un factor operativo que presenta una segunda prioridad, controlando automáticamente de este modo el factor operativo referido. Todos los factores operativos, que se consideran como causa para el defecto de calidad, se corrigen sucesivamente de acuerdo con el orden de prioridad hasta que la calidad de las gotas fundidas 10 de vidrio producidas sucesivamente se restablecen de vuelta para situarse dentro del intervalo permisible de los datos normalizados 22 de calidad.

**[0036]** En el ajuste de los factores operativos, por ejemplo, la temperatura del vidrio (viscosidad) correspondiente al vidrio fundido 5 en el alimentador de gotas fundidas se ajusta controlando un calefactor. En el ajuste del tubo alimentador 6, se ajusta la posición de altura H del mismo. En el ajuste del émbolo alimentador 7, se ajustan la posición de altura, las velocidades de avance y retroceso, y las carreras de avance y retroceso del mismo, etcétera. En el ajuste de las cuchillas 8 de cizalla, se ajustan la tensión y/o la cantidad de solapamiento de las mismas. Además, se ajustan también la cantidad y/o la temperatura de la neblina refrigerante pulverizada. También se puede ajustar la temporización de las operaciones de las cuchillas 8 de cizalla. Si el ángulo de caída de la gota fundida 10 de vidrio está inclinado, o si la posición de la gota correspondiente a la gota fundida 10 de vidrio se desvía con respecto al embudo cuchara 11, se ajusta la posición de la guía 12 de gotas. El ajuste de control de los factores operativos no se limita a estos ajustes recién mencionados. Se puede incluir cualquier ajuste según sea necesario siempre que dicho ajuste esté relacionado con la cualidad de la gota fundida 10 de vidrio.

**[0037]** A continuación se describirá un ejemplo de proceso desde la detección del defecto de calidad de la gota fundida de vidrio hasta el ajuste de control de los factores operativos. Si los medios 20 de detección de defectos detectan que el peso de una gota fundida está por encima de un límite superior (pesada), los medios 23 de evaluación de causas hallan los factores operativos que presentan la relación causal con el peso de la gota fundida. Tomando como referencia los datos 26 de criterios de causas, los medios 23 de evaluación de causas determinan, como factores operativos que presentan la relación causal con el peso de la gota fundida, la profundidad de prensado del tubo alimentador en el vidrio fundido, la altura del émbolo alimentador, las velocidades de avance y retroceso y/o las carreras de avance y retroceso del émbolo alimentador, la temperatura del vidrio en el alimentador de gotas fundidas, el nivel del vidrio fundido, la temporización de las operaciones de las cuchillas de cizalla, la cantidad de solapamiento de las cuchillas de cizalla, la tensión de las cuchillas de cizalla, y la temperatura de las cuchillas de cizalla. Los medios determinadores 27 de la clasificación de los factores operativos priorizan los factores operativos determinados, y los medios 31 de accionamiento de control envían una señal de control a cada uno de los factores operativos de acuerdo con el orden de prioridad de la clasificación. Si el factor operativo de la profundidad de prensado del tubo alimentador en el vidrio fundido presenta una prioridad elevada con el peso de la gota fundida, los medios 32 de accionamiento de control intentan aligerar el peso de la gota fundida de vidrio al mismo tiempo que envían una señal de control al tubo alimentador para incrementar la profundidad de prensado del alimentador. Dichos ajustes se repiten hasta que el peso de la siguiente gota fundida de vidrio producida de manera sucesiva se sitúa dentro del intervalo permisible de los datos normalizados 22 de calidad. Si el peso de la siguiente gota fundida de vidrio no consigue situarse dentro del intervalo permisible, los medios 31 de control de accionamiento envían una señal de control a un factor operativo que presenta la siguiente prioridad más alta.

**[0038]** Tal como se muestra en la Fig. 1, una pluralidad o por lo menos uno de entre los resultados que incluyen el resultado de los datos 19 de medición por parte de los medios 20 de detección de defectos, el resultado de los datos 25 de defectos de calidad por parte de los medios 23 de evaluación de causas, y el resultado de la rutina 32 de ejecución de control realizada por los medios 31 de accionamiento de control, se monitoriza en una pantalla o similar de los medios 33 de monitorización, y se almacena también en medios 34 de almacenamiento de datos para ser usado como registro de experiencias de control de calidad el cual constituye una base de datos para ayudar a producir en el futuro una gota fundida de vidrio ideal. Al mismo tiempo que se acumulan dichos datos, se pueden actualizar los datos normalizados 22 de calidad y/o los datos 26 de criterios de causas y/o los datos 30 de clasificación de prioridad.

**[0039]** Si los medios 20 de detección de defectos determinan que la calidad de la gota fundida de vidrio es defectuosa, se envía una señal de alarma a los medios 35 de alarma. Se emite de este modo una alarma que indica un defecto de calidad para proporcionar al operario información sobre la aparición de un defecto de calidad de la gota fundida de vidrio. Si la calidad de las gotas fundidas de vidrio no se mejora hasta un nivel normal con independencia del ajuste de los factores operativos, se envía una señal de alarma a los medios 35 de alarma para alertar al operario de un intento fallido en el control automático de los factores operativos. En tal caso, la causa puede ser el desgaste de las cuchillas 8 de cizalla o el orificio 3, y esto no se corrige mediante el ajuste de los factores operativos. Puede que el operario necesite sustituir estos componentes.

**[0040]** La calidad de las gotas fundidas 10 de vidrio producidas sucesivamente por el alimentador 1 de gotas fundidas se mantiene casi en tiempo real controlando automáticamente los factores operativos. El producto de vidrio se produce de manera fiable con un nivel de igualdad alto.

## APLICABILIDAD INDUSTRIAL

5 **[0041]** En el método de moldeo de vidrio de un producto de vidrio predeterminado, a partir de una gota fundida de vidrio de acuerdo con la presente invención, se producen, basándose en los datos de coordenadas tridimensionales, los datos de medición referentes a por lo menos uno de entre el volumen, el peso, la forma de la superficie, la longitud, el grosor, el ángulo de caída, y la forma de la superficie de corte de la gota fundida de vidrio. Puesto que los datos de medición reflejan el reglaje de los factores operativos, el defecto de calidad de la gota fundida de vidrio se detecta comparando los datos de medición con los datos normalizados de calidad. Los datos de defectos de calidad se contrastan con los datos de criterios de causas para determinar los factores operativos que presentan la relación causal con el defecto de calidad. Como consecuencia, se puede corregir fácilmente el reglaje del fallo operativo determinado. La calidad de las gotas fundidas de vidrio se mantiene continuamente con un alto nivel de precisión. Esta disposición contribuye a la producción fiable del producto de vidrio de alta calidad en la siguiente etapa.

10 **[0042]** Según la presente invención, se prioriza una pluralidad de factores operativos determinados, de acuerdo con la clasificación de prioridad, en la corrección de los factores operativos. El proceso de formación normal de las gotas fundidas de vidrio se reanuda rápidamente. De este modo, la presente invención proporciona ventajas en las prestaciones de los productos de vidrio. En la corrección de los factores operativos, los medios de accionamiento de control dan salida a la señal de control en respuesta al resultado de la determinación y controlan automáticamente el reglaje de los factores operativos. Así, los factores operativos se corrigen automáticamente, y se reduce la carga de trabajo sobre el operario.

15 **[0043]** De acuerdo con la presente invención, se da salida a una variedad de resultados de determinación en forma de señales de alarma, y los medios de alarma alertan al operario sobre diversa información.

## REIVINDICACIONES

1. Método de control de calidad para una gota fundida (10) de vidrio en la formación de un producto de vidrio, que comprende:

una etapa de producción de gotas fundidas de vidrio para producir una gota fundida (10) de vidrio, en la que un émbolo alimentador (7) se hace avanzar a través de un tubo alimentador (6) hacia un orificio (3) en una porción inferior de un recipiente de manera que dicho tubo alimentador (6) se introduce a presión en vidrio fundido (5) contenido en el recipiente y encarado a dicho orificio (3), el vidrio fundido (5) se expulsa a través de dicho orificio (3) para formar un cuerpo (9) de vidrio de tipo columna, y el cuerpo (9) de vidrio de tipo columna se corta en una gota fundida (10) de vidrio mediante cuchillas (8) de cizalla de manera que la gota fundida (10) de vidrio cae por su peso a través de una guía (12) de gotas;

una etapa de suministro de gotas fundidas de vidrio para recibir la gota fundida (10) de vidrio que ha caído, en un embudo cuchara (11) y para suministrar la gota fundida (10) de vidrio hacia una posición predeterminada; y

una etapa de moldeo para formar un producto de vidrio, en la que dicha gota fundida (10) de vidrio suministrada se introduce en un molde (14) y se constituye con una forma predeterminada (10a);

una etapa (16) de producción de datos tridimensionales para generar datos de coordenadas tridimensionales de la superficie completa de la gota fundida (10) de vidrio observando la gota fundida (10) de vidrio, que está en una posición de caída entre dicha etapa de producción de gotas fundidas de vidrio y dicha etapa de suministro de gotas fundidas de vidrio, a través de una pluralidad de medios (15) de observación óptica separados entre sí;

una etapa (18) de producción de datos de medición para generar, sobre la base de dichos datos de coordenadas tridimensionales, datos (19) de medición referentes a por lo menos uno de entre un volumen, un peso, una forma de la superficie, una longitud, un grosor, un ángulo en una dirección de caída, y una forma (10a) de la superficie de corte de la gota fundida (10) de vidrio;

una etapa (20) de detección de defectos para detectar la presencia o ausencia de un defecto en la calidad de la gota fundida (10) de vidrio comparando (21) los datos (19) de medición con datos normalizados (22) de calidad de una gota fundida (10) de vidrio, normal;

una etapa (23) de evaluación de causas para valorar un tipo del defecto de calidad detectado en dicha etapa (20) de detección de defectos e identificar una relación causal entre dicho defecto de calidad y por lo menos uno de los factores operativos del alimentador (1) de gotas fundidas, que incluyen una temperatura del vidrio en el recipiente, un nivel del vidrio fundido (5), una profundidad de prensado del tubo alimentador (6) en el vidrio fundido (5), una altura del émbolo alimentador (7), velocidades y/o carreras de avance y retroceso del émbolo alimentador (7), una temporización de las operaciones de las cuchillas (8) de cizalla, una tensión de las cuchillas (8) de cizalla, una cantidad de solapamiento de las cuchillas (8) de cizalla, una temperatura de las cuchillas (8) de cizalla y una posición de la guía (12) de gotas; y

una etapa (31, 32) de accionamiento de control para corregir automáticamente el factor operativo que presenta la relación causal con el defecto de calidad de la gota fundida de vidrio sobre la base del resultado de la identificación proporcionado en dicha etapa (23) de evaluación de causas,

en donde

dicha etapa (23) de evaluación de causas comprende comprobar los datos (25) de defectos de calidad obtenidos a través de dicha etapa (20) de detección de defectos comparando los datos (25) de defectos con datos (26) de criterios de causas que identifican la relación causal entre el tipo del defecto de calidad de la gota fundida (10) de vidrio y el factor operativo como causa del defecto de calidad; y

el método comprende además una etapa de autorización para almacenar (34) una calidad de por lo menos uno de los resultados que incluyen el resultado de dicha etapa (20) de detección de defectos, el resultado de dicha etapa (23) de evaluación de causas y el resultado de dicha etapa (31, 32) de accionamiento de control, para ser usada como registro de experiencias de control de calidad, con lo cual se actualizan dichos datos normalizados (22) de calidad y/o dichos datos (26) de criterios de causas.

2. Método de control de calidad para una gota fundida (10) de vidrio en la formación de un producto de vidrio según la reivindicación 1, que comprende además una etapa (27) de determinación de la clasificación de los factores operativos, para determinar la clasificación de prioridades de los factores operativos a

controlar para la corrección de fallos, comprobando los datos evaluados (29) que incluyen una pluralidad de los factores operativos especificados en dicha etapa (23) de evaluación de causas en referencia a datos (30) de clasificación de prioridad de los factores operativos que se priorizan en la clasificación desde una probabilidad alta a una probabilidad baja dependiendo del tipo del defecto de calidad que se produce.

3. Método de control de calidad para una gota fundida (10) de vidrio en la formación de un producto de vidrio según la reivindicación 2, en el que dichos datos (30) de clasificación de prioridad de los factores operativos se actualizan mediante dicha etapa de actualización.

4. Método de control de calidad para una gota fundida (10) de vidrio en la formación de un producto de vidrio según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa (20) de detección de defectos y/o la etapa (32) de accionamiento de control comprende proporcionar una alarma (35) que indica un fallo.

FIG. 1

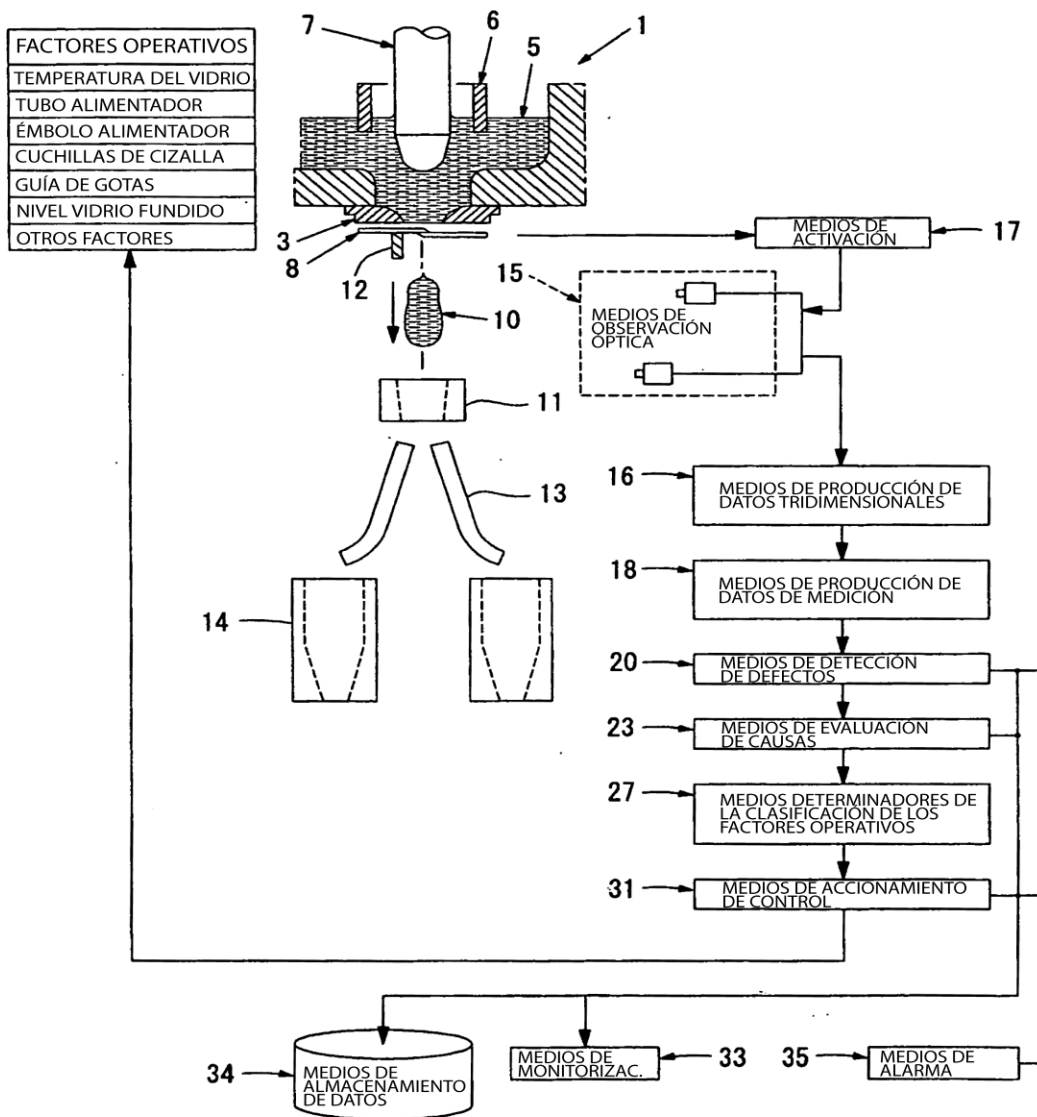


FIG. 2(A)

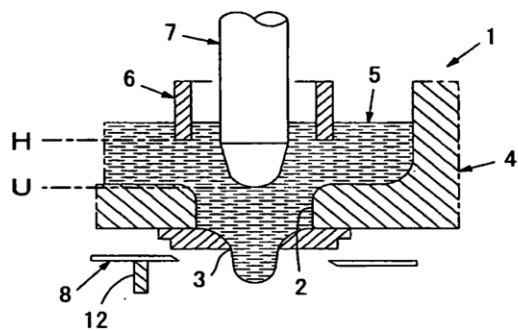


FIG. 2(B)

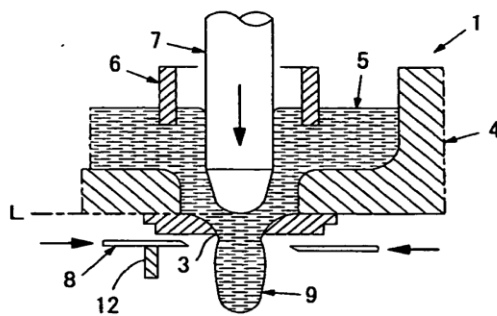


FIG. 2(C)

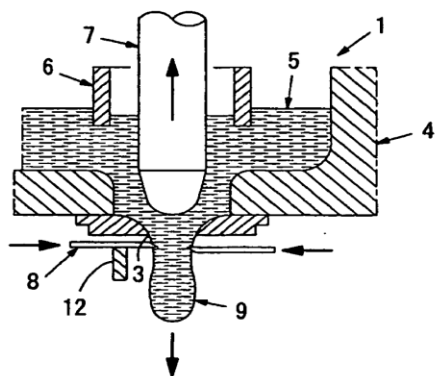


FIG. 2(D)

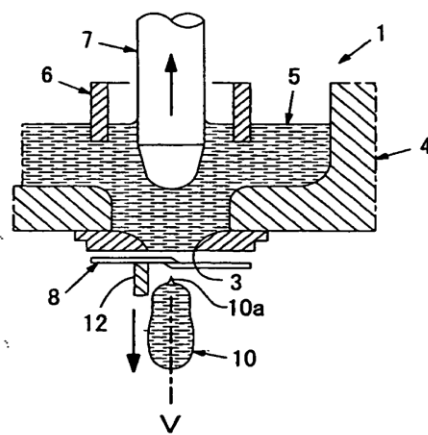


FIG. 3

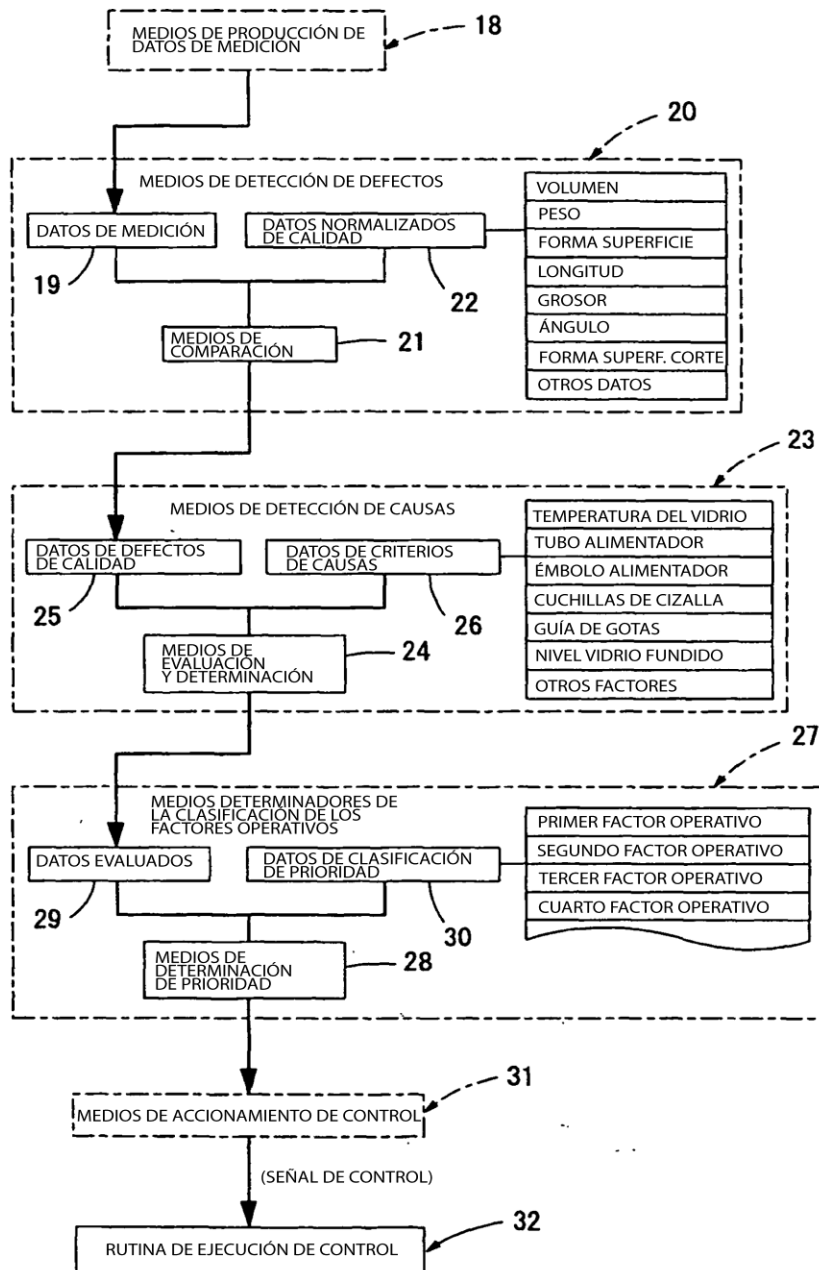


FIG. 4

