

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 857 956**

51 Int. Cl.:

C03B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2019 E 19164883 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2021 EP 3546432**

54 Título: **Control de distribución de vidrio vertical multivariable mediante sensor virtual y métodos**

30 Prioridad:

29.03.2018 US 201815939620

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

29.09.2021

73 Titular/es:

**EMHART GLASS S.A. (100.0%)
Hinterbergstrasse 22
6312 Steinhausen, CH**

72 Inventor/es:

SIMON, JONATHAN S.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 857 956 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

Control de distribución de vidrio vertical multivariable mediante sensor virtual y métodos

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere generalmente a máquinas de I.S. (en inglés, individual section, sección individual) para la fabricación de recipientes de vidrio, y en concreto, a sistemas y métodos de control de la distribución de vidrio vertical de los recipientes de vidrio.

Antecedentes de la invención

10 Varios sistemas se relacionan con la supervisión y el control de la producción de recipientes de vidrio para mejorar el rendimiento y la calidad del proceso, al tiempo que se reduce la dependencia de la habilidad del operador ajustando automáticamente el control de máquina de I.S. para mantener la distribución de vidrio vertical deseada.

Un sistema y método para controlar una máquina de I.S. para controlar la distribución de vidrio vertical se describe en la patente estadounidense n.º 8,857,213, presentada el 10 de enero de 2012, titulado "Vertical Glass Distribution Habituating Control System and Method". Si bien este sistema hace un buen trabajo controlando la distribución de vidrio vertical, siempre se desean mejoras en el sistema.

15 La presente invención proporciona mejoras sobre el estado actual de la técnica para controlar una máquina de I.S. formadora de recipientes de vidrio para proporcionar una distribución de vidrio vertical consistente.

Breve compendio de la invención

Las realizaciones de la presente invención proporcionan sistemas y métodos nuevos y mejorados para controlar la distribución de vidrio vertical en una máquina formadora de recipientes de vidrio.

20 En una realización particular, se proporciona un sistema para controlar la distribución de vidrio vertical en recipientes de vidrio formados a partir de una máquina de sección individual. La máquina de sección individual incluye un molde preliminar para formar un flujo de parisones a partir de un flujo de gotas de vidrio, un molde de soplado para formar un flujo de recipientes de vidrio a partir de un flujo de parisones, un pirómetro de recorrido que mide la temperatura real de parison de los parisones después de que los parisones salen del molde preliminar, el pirómetro de recorrido que mide la temperatura real de parison periódicamente de modo que se mide la temperatura real de parison de menos de todos los parisones que salen del molde preliminar, y una cámara térmica que toma una imagen térmica de cada recipiente de vidrio después de que el recipiente de vidrio sale del molde de soplado. El sistema incluye un módulo de extracción de la caracterización de vidrio vertical que extrae una caracterización de distribución de vidrio vertical indicativa de la distribución de vidrio vertical real de cada recipiente de vidrio a partir de la imagen térmica de cada recipiente de vidrio. El sistema incluye un estimador de temperatura de parison configurado para determinar una temperatura de parison estimada para cada caracterización de distribución de vidrio vertical obtenida en función a la caracterización de distribución de vidrio vertical, una temperatura real de parison medida lo más recientemente y un tiempo de estiramiento de parison, siendo el tiempo de estiramiento de parison la cantidad de tiempo que se permite que cada parison se estire antes de ser formado en un recipiente de vidrio. El sistema incluye un sumador de temperatura de parison que compara la temperatura de parison estimada con una temperatura de punto establecido de parison para determinar un error de temperatura de parison. El sistema incluye un control de temperatura de parison que controla el tiempo de contacto de molde preliminar en función del error de temperatura de parison. El tiempo de contacto de molde preliminar es una cantidad de tiempo que cada parison permanece en contacto con el molde preliminar.

40 En algunas realizaciones, el pirómetro de recorrido solo mide periódicamente la temperatura real de parison porque el pirómetro de recorrido se usa para medir información de temperatura para una pluralidad de las diferentes secciones individuales. Como tal, el pirómetro solo puede medir la información de temperatura para la sección individual para la que está actualmente próximo. Normalmente, el pirómetro de recorrido sigue una pista cerrada que permite que el pirómetro viaje repetidamente entre las distintas secciones individuales.

45 En una realización, la máquina de sección individual incluye un sistema de enfriamiento de molde preliminar que enfría el molde preliminar con un fluido de enfriamiento. El sistema incluye además un sumador de tiempo de contacto de molde preliminar que compara el tiempo de contacto de molde preliminar desde el control de temperatura de parison con un punto establecido del tiempo de contacto de molde preliminar para determinar un error de tiempo de contacto de molde preliminar. El sistema incluye un control de intervalo medio de tiempo de contacto de molde preliminar configurado para generar una señal de enfriamiento de molde preliminar calculada, utilizada, al menos en parte, como base para generar una señal de control para controlar el sistema de enfriamiento de molde preliminar para controlar el enfriamiento del molde preliminar. El control de intervalo medio de tiempo de contacto de molde preliminar genera la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada en función del error de tiempo de contacto de molde preliminar.

50 En una realización, la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada es un tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado en función del error de tiempo de contacto de molde preliminar.

En una realización, el sistema incluye un control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar. El control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar que genera un tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro se usa, al menos en parte, como base para generar la señal de control para controlar el sistema de enfriamiento de molde preliminar. El control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar genera un tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro que es 1) el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado está entre un tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar y un tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar; 2) el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado es mayor que el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar; o 3) el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado es menor que el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar.

En una realización, el control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar es un control de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar. El control de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar ajusta al menos uno del tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar y el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar periódicamente en función de la temperatura real de molde preliminar.

En una realización, la temperatura real de molde preliminar se mide mediante el pirómetro de recorrido. El pirómetro de recorrido mide la temperatura real de molde preliminar periódicamente, de modo que la temperatura real de molde preliminar no se mide cada vez que el molde preliminar produce un parisón.

En una realización, el molde preliminar incluye una pluralidad de partes de molde preliminar que incluyen una primera parte de molde preliminar y una segunda parte de molde preliminar. La primera y segunda partes de molde preliminar forman al menos parte de al menos una cavidad de molde preliminar formada por el molde preliminar. El sistema de enfriamiento de molde preliminar enfría la primera parte de molde preliminar y la segunda parte de molde preliminar con el fluido de enfriamiento. El sistema de enfriamiento de molde preliminar enfría la primera parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la primera parte de molde preliminar y la segunda parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la segunda parte de molde preliminar. El sistema incluye además un sumador de desviación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar que añade un valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar al tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro para generar el tiempo de enfriamiento de la primera parte de molde preliminar y el tiempo de enfriamiento de la segunda parte de molde preliminar.

En una realización, el sistema incluye un módulo de desviación de molde preliminar que recibe un valor de temperatura real de la primera parte de molde preliminar y un valor de temperatura real de la segunda parte de molde preliminar y compara los valores de temperatura reales de la primera y segunda parte de molde preliminar para determinar un valor de desviación de temperatura real de la primera y segunda parte de molde preliminar. El sistema incluye un sumador de desviación de la parte de molde preliminar que compara el valor de desviación de temperatura real de la primera y segunda parte de molde preliminar con un punto establecido de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar para determinar un error de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar. El punto establecido de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar es una diferencia de temperatura deseada entre la primera y segunda partes de molde preliminar. El sistema incluye un control de temperatura de la parte de molde preliminar que genera el valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar en función del error de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar.

En una realización, el valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar es una matriz de valores de desviación de la parte de molde preliminar. Normalmente, uno de los valores de desviación está asociado con cada una de las diversas partes del molde preliminar. Estos valores de desviación pueden basarse en un valor de referencia para una de las partes de molde preliminar. Normalmente, este es uno de los tiempos de enfriamiento de molde preliminar calculados descritos anteriormente.

En una realización, la primera y segunda partes de molde preliminar forman un primer par de partes de molde preliminar que forman al menos parte de una primera cavidad de molde preliminar. La pluralidad de partes de molde preliminar incluye un segundo par de partes de molde preliminar que incluyen una tercera parte de molde preliminar y una cuarta parte de molde preliminar. La tercera y cuarta partes de molde preliminar forman al menos parte de una segunda cavidad de molde preliminar formada por el molde preliminar. La primera parte de molde preliminar y la tercera parte de molde preliminar están formadas por una primera mitad de molde preliminar del primer molde preliminar. La segunda parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar están formadas por una segunda mitad de molde preliminar. El sistema de enfriamiento de molde preliminar enfría la tercera parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar con el fluido de enfriamiento. El sistema de enfriamiento de molde preliminar enfría la tercera parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la tercera parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la cuarta parte de molde preliminar. Los valores de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar se generan en función de un componente de cavidad a cavidad que es un valor de desviación entre la primera y segunda cavidades de molde preliminar y un componente de mitad de mitad para moldear de molde que es un valor de desviación entre el par de partes de molde preliminar utilizadas para formar una cavidad de molde preliminar correspondiente.

5 En una realización, el sistema incluye además un sumador de caracterización de distribución de vidrio vertical que compara la caracterización de distribución de vidrio vertical del módulo de extracción de la caracterización de vidrio vertical con un punto establecido de caracterización de distribución de vidrio vertical para determinar un error de caracterización de distribución de vidrio vertical. El sistema incluye un control de tiempo de estiramiento de parisón que controla el tiempo de estiramiento de parisón en función del error de caracterización de distribución de vidrio vertical.

En otra realización, se proporciona un sistema para formar recipientes de vidrio. El sistema incluye el molde preliminar, el molde de soplado, el pirómetro de recorrido, la cámara térmica y uno de los sistemas para controlar la distribución de vidrio vertical en recipientes de vidrio descritos anteriormente.

10 En otra realización, se proporciona un método para controlar la distribución de vidrio vertical en un flujo de recipientes de vidrio que salen de un molde de soplado. El molde de soplado genera un flujo de parisones de un molde preliminar que forma los parisones a partir de un flujo de gotas de vidrio. El método incluye medir la temperatura real de parisón de los parisones después de que los parisones salen del molde preliminar. La medición de una temperatura real de parisón se produce periódicamente de manera que se miden menos de todos los parisones que salen del molde preliminar. El método incluye tomar una imagen térmica de cada recipiente de vidrio después de que el recipiente de vidrio sale del molde de soplado. El método incluye extraer una caracterización de distribución de vidrio vertical indicativa de la distribución de vidrio vertical real de cada recipiente de vidrio a partir de la imagen térmica de cada recipiente de vidrio. El método incluye estimar una temperatura de parisón estimada para cada caracterización de distribución de vidrio vertical que se ha extraído en función de caracterización de distribución de vidrio vertical, una temperatura real de parisón medida lo más recientemente y un tiempo de estiramiento de parisón, siendo el tiempo de estiramiento de parisón la cantidad de tiempo que se permite que cada parisón se estire antes de ser formado en un recipiente de vidrio. El método incluye comparar la temperatura de parisón estimada con una temperatura de punto establecido de parisón para determinar un error de temperatura de parisón. El método incluye controlar el tiempo de contacto de molde preliminar en función del error de temperatura de parisón. El tiempo de contacto de molde preliminar es una cantidad de tiempo que cada parisón permanece en contacto con el molde preliminar.

25 En una realización, el método incluye además comparar el tiempo de contacto de molde preliminar con un punto establecido del tiempo de contacto de molde preliminar para determinar un error de tiempo de contacto de molde preliminar. El método incluye generar una señal de enfriamiento de molde preliminar calculada. El método incluye generar una señal de control para controlar un sistema de enfriamiento de molde preliminar, basándose al menos en parte en la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada. La señal de enfriamiento de molde preliminar calculada se basa en el error de tiempo de contacto de molde preliminar.

En una realización, la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada es un tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado.

35 En una realización, el método incluye además generar un tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro, usado, al menos en parte, como base para generar la señal de control para controlar el sistema de enfriamiento de molde preliminar. El tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro es: 1) el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado está entre un tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar y un tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar; 2) el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado es mayor que el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar; o 3) el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado es menor que el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar.

En una realización, el método incluye detectar la temperatura real de molde preliminar. El método incluye ajustar al menos uno del tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar y el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar periódicamente en función de la temperatura real de molde preliminar.

45 En una realización, la temperatura real de molde preliminar se mide periódicamente de modo que la temperatura real de molde preliminar no se mide cada vez que el molde preliminar produce un parisón.

50 En una realización, el molde preliminar incluye una pluralidad de partes de molde preliminar que incluyen una primera parte de molde preliminar y una segunda parte de molde preliminar. La primera y segunda partes de molde preliminar forman al menos parte de al menos una cavidad de molde preliminar formada por el molde preliminar. El método incluye además generar un tiempo de enfriamiento de la primera parte de molde preliminar para controlar el sistema de enfriamiento de molde preliminar para enfriar la primera parte de molde preliminar y un tiempo de enfriamiento de la segunda parte de molde preliminar para controlar el sistema de enfriamiento de molde preliminar para enfriar la segunda parte de molde preliminar agregando un valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar al tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro.

55 En una realización, el método incluye recibir un valor de temperatura real de la primera parte de molde preliminar y un valor de temperatura real de la segunda parte de molde preliminar. El método incluye comparar los valores de temperatura reales de la primera y segunda parte de molde preliminar para determinar un valor de desviación de temperatura real de la primera y segunda parte de molde preliminar. El método incluye comparar el valor de desviación de temperatura real de la primera y segunda parte de molde preliminar con un punto establecido de desviación de

temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar para determinar un error de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar. El punto establecido de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar es una diferencia de temperatura deseada entre la primera y segunda partes de molde preliminar. El método incluye generar el valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar en función del error de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar.

En una realización, el valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar incluye generar una matriz de valores de desviación de la parte de molde preliminar.

En una realización, la primera y segunda partes de molde preliminar forman un primer par de partes de molde preliminar que forman al menos parte de una primera cavidad de molde preliminar. La pluralidad de partes de molde preliminar incluye un segundo par de partes de molde preliminar que incluye una tercera parte de molde preliminar y una cuarta parte de molde preliminar. La tercera y cuarta partes de molde preliminar forman al menos parte de una segunda cavidad de molde preliminar formada por el molde preliminar. La primera parte de molde preliminar y la tercera parte de molde preliminar están formadas por una primera mitad de molde preliminar del primer molde preliminar. La segunda parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar están formadas por una segunda mitad de molde preliminar. El sistema de enfriamiento de molde preliminar enfría la tercera parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar con el fluido de enfriamiento. El sistema de enfriamiento de molde preliminar enfría la tercera parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la tercera parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la cuarta parte de molde preliminar. Los valores de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar se generan en función de un componente de cavidad a cavidad que es un valor de desviación entre la primera y segunda cavidades de molde preliminar y un componente de mitad de mitad para moldear de molde que es un valor de desviación entre el par de partes de molde preliminar utilizadas para formar una cavidad de molde preliminar correspondiente.

En una realización, el método incluye comparar la caracterización de distribución de vidrio vertical del módulo de extracción de la caracterización de vidrio vertical con un punto establecido de caracterización de distribución de vidrio vertical para determinar un error de caracterización de distribución de vidrio vertical. El método incluye controlar el tiempo de estiramiento de parísón en función del error de caracterización de distribución de vidrio vertical.

Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se tome junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos incorporados y que forman parte de la memoria descriptiva ilustran varios aspectos de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

La FIG. 1 es una ilustración esquemática de una máquina formadora de recipientes de vidrio en forma de una máquina de sección independiente; y

Las FIGS. 2A y 2B (referidas genéricamente como FIG. 2 en todas partes) es una ilustración esquemática de un sistema de control de distribución de vidrio vertical utilizado en la máquina formadora de recipientes de vidrio para controlar la consistencia de la distribución de vidrio vertical de los recipientes de vidrio formados usando la máquina formadora de recipientes de vidrio.

Si bien la invención se describirá en relación con ciertas realizaciones preferidas, no hay intención de limitarla a esas realizaciones. Más bien, la intención es cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes que se incluyen dentro del espíritu y alcance de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada del invento

La FIG. 1 es una ilustración esquemática de una máquina 100 formadora de recipientes de vidrio que ilustra dos secciones independientes S1 y S2. Aunque sólo se ilustran dos secciones independientes S1 y S2, la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio podría tener muchas más secciones independientes tales como S1, S2 ... SN. Además, mientras que la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio incluye una pluralidad de secciones independientes S1 y S2, las características de la máquina formadora de recipientes de vidrio podrían implementarse en sistemas que no tienen secciones independientes.

Cada sección independiente S1 y S2 son sustancialmente similares y, por lo tanto, solo se describirá la sección independiente S1. Cualquier posible distinción entre S1 y S2 se puede describir por separado.

La sección independiente S1 incluye una disposición 102 de formación y alimentación de gotas de vidrio que forma y alimenta un flujo de gotas 104 fundidas a un primer molde que define un primer conjunto de cavidades de molde, ilustrado en forma de molde preliminar 106 que tiene cavidades 107A-107C de molde preliminar (referido genéricamente por el carácter de referencia 107). El molde preliminar 106 incluye una primera y segunda mitades 109A y 109B de molde preliminar (referidas genéricamente por el carácter de referencia 109) que se juntan para formar, al menos en parte, las cavidades 107A-107C de molde preliminar. Aunque se ilustran tres cavidades 107A-

107C de molde preliminar, el molde preliminar 106 podría tener más o menos cavidades 107 de molde preliminar.

Además, cada parte del molde preliminar (también denominada en esta memoria "parte de molde preliminar") que forma una parte (típicamente aproximadamente la mitad) de una cavidad 107A-107C de molde preliminar, en algunas realizaciones, puede tener sus propias características tales como temperatura (por ejemplo, enfriamiento). El molde preliminar 106 incluye líneas verticales discontinuas entre las cavidades 107A-107C de molde preliminar adyacentes para ayudar a ilustrar las partes de molde preliminar separadas. En algunas realizaciones, cada parte de molde preliminar puede tener la forma de una mitad de cavidad de molde preliminar. Sin embargo, en la mayoría de las realizaciones, no es necesaria dicha demarcación especial entre las diferentes partes. En la realización ilustrada, el molde preliminar 106 tendría seis de tales partes de molde preliminar (dos partes para cada cavidad en el molde preliminar 106). Sin embargo, otras realizaciones podrían tener más o menos partes de molde preliminar. Normalmente, este número es impulsado por el número de cavidades 107A-107C de molde preliminar. Las partes de molde preliminar pueden verse como un par de partes de molde preliminar. El par de partes de molde preliminar consistiría en las dos partes que forman una de las cavidades de molde preliminar 107A, 107B, 107C correspondientes. Una de las partes de molde preliminar se proporcionaría mediante la mitad 109A de molde preliminar y la otra parte de molde preliminar del par la proporcionaría la otra mitad 109B de molde preliminar.

Las cavidades 107A-107C de molde preliminar se abren y cierran simultáneamente en esta realización. En algunas realizaciones, el molde preliminar 106 puede configurarse de manera que cada cavidad 107A-107C de molde preliminar se pueda abrir independientemente de las otras cavidades. Esto sería similar a proporcionar un molde preliminar para cada cavidad. los moldes preliminares 106 pueden controlarse para que se abran y cierren como un grupo, por ejemplo, todos los moldes preliminares 106 de la sección independiente S1 se abren y cierran simultáneamente o independientemente, por ejemplo, en momentos individuales para cada uno de los moldes preliminares 106 individuales.

Los recipientes en bruto o parisones 108A-108C (denominados genéricamente parisones 108) se forman en las cavidades 107A-107C de molde preliminar presionando o soplando según el tipo de proceso (en inglés, press-blow or blow-blow, presionado-soplado o soplado-soplado) para formar un flujo de parisones 108. Los parisones 108 formados a partir de moldes preliminares 106 se transfieren a un segundo molde que incluye un segundo conjunto de cavidades de molde, ilustradas en forma de molde de soplado 110 y cavidades 111A-111C de molde de soplado (denominadas genéricamente cavidades 111 de molde de soplado). De manera similar al molde preliminar 106, el molde de soplado 110 está formado por una pluralidad de partes ilustrada en forma de una primera y segunda mitades 113A-113B de molde de soplado que forman al menos en parte las cavidades 111A-111C del molde de soplado. Los parisones 108 se soplan a la forma final de los recipientes 112A-112C de vidrio (denominados genéricamente recipientes 112 de vidrio) en el molde de soplado 110. Los recipientes 112 de vidrio que salen del molde de soplado 110 forman un flujo de recipientes 112 de vidrio. Similar al molde preliminar 106, el molde de soplado 110 se puede controlar para abrir y cerrar las cavidades 111A-111C como un grupo, por ejemplo, todas las cavidades 111A-111C del molde de soplado de la sección independiente S1 se abren y cierran simultáneamente o independientemente, por ejemplo, en momentos individuales para cada una de las cavidades 111A-111C individuales del molde de soplado.

A continuación, los recipientes 112 de vidrio son analizados y controlados por un sistema 114 de medición de distribución de vidrio para analizar los recipientes 112 de vidrio para determinar si el vidrio de los mismos está correctamente distribuido. El sistema 114 de medición de distribución de vidrio incluye una o más cámaras termográficas que capturan una imagen 116A-116C térmica (denominada genéricamente imágenes 116 térmicas) de cada uno de los recipientes 112 de vidrio después de que los recipientes 112 de vidrio salen de los moldes de soplado 110.

En la FIG. 1, se ilustra un sistema de medición de distribución de vidrio para cada una de las secciones independientes S1, S2. Sin embargo, también se ilustra una disposición alternativa en la FIG. 1 en líneas discontinuas. En una disposición alternativa, se proporciona un único sistema 117 de medición de distribución de vidrio que está aguas abajo de todas las secciones independientes S1, S2 ... SN. Como tal, se usa un único sistema 117 de medición de distribución de vidrio para todos los recipientes 112 de vidrio que se forman a partir de la pluralidad de secciones independientes S1, S2 ... SN. Como tal, una única cámara 119 (o una única configuración de cámara si se utilizan múltiples cámaras para determinar la distribución del vidrio, para los propósitos de esta aplicación, el término "cámara" puede tener una o más cámaras reales en la práctica). Si se utiliza un sistema de cámara única de este tipo, el sistema se sincronizaría de modo que sabría qué imagen térmica de cada recipiente 112 de vidrio corresponde a qué molde preliminar 106 y más particularmente a qué cavidad 107A-107C de molde preliminar.

Además de las imágenes 116 térmicas capturadas por el sistema 114 de medición de distribución de vidrio, un pirómetro 118 de recorrido captura información de temperatura real de diversos componentes de la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio (por ejemplo, temperaturas reales de molde preliminar de los moldes preliminares 106, que puede ser un valor de temperatura real único para cada molde preliminar 106 o información de temperatura real para cada una de las mitades de molde preliminar o incluso más particularmente información de temperatura real para cada parte del molde preliminar 106 (por ejemplo, seis valores de temperatura en la realización ilustrada, dependiendo del sistema) así como productos de vidrio formados durante las diversas etapas del proceso de formado del recipiente (por ejemplo, la temperatura real de parison de los parisones 108 después de que los parisones 108 salgan de los moldes preliminares 106). El pirómetro 118 de recorrido puede recopilar otra información de temperatura. Sin embargo, sólo se describirá la información de temperatura relevante para las presentes realizaciones.

El pirómetro 118 de recorrido es compartido y se desplaza entre las diversas secciones independientes S1, S2 ... SN. En la realización ilustrada, el pirómetro 118 de recorrido se desplaza sobre una pista 120 que lleva el pirómetro 118 de recorrido entre las diferentes secciones independientes S1, S2 ... SN. Debido al tamaño de la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio y al tiempo que lleva realizar un viaje completo a lo largo de la pista 120 en relación con el tiempo de cada uno de los procesos individuales que tienen lugar entre la gota y el recipiente, la temperatura real de parísón y las temperaturas de molde preliminar (o la mitad de molde preliminar o la parte de molde preliminar) reales capturadas por el pirómetro 118 de recorrido solo se capturan periódicamente y no se capturan para todos y cada uno de los ciclos cuando los moldes preliminares 106 forman parisones 108. Esto es diferente al sistema 114 de medición de distribución de vidrio donde un se toma la imagen 116 térmica de todos y cada uno de los recipientes 112 de vidrio para que luego puedan ser analizadas.

Los recipientes 112 de vidrio son llevados por un sistema de transporte de recipientes, ilustrado en forma de un transportador 122. Cualquier recipiente 112 de vidrio que no pase varias pruebas de control de calidad también se descarta y normalmente se destruye. Por ejemplo, el recipiente 112 de vidrio no aprobado puede retirarse automáticamente del transportador 122.

Para controlar la temperatura de los parisones 108, la temperatura del molde preliminar 106 y, se controla en realizaciones más detalladas las partes de molde preliminar individuales, y el tiempo que los parisones 108 permanecen en las cavidades 107A-107C de molde preliminar. Para controlar la temperatura del molde preliminar 106 (por ejemplo, partes de molde preliminar), un sistema 126 de enfriamiento de molde preliminar usa un fluido de enfriamiento para enfriar el molde preliminar 106. En algunos sistemas, el sistema 126 de enfriamiento de molde preliminar puede controlar, al menos en cierta medida, la cantidad de enfriamiento para cada una de las mitades 109A, 109B de molde preliminar e incluso más particularmente cada una de las partes de molde preliminar (por ejemplo, las seis partes de molde preliminar identificadas anteriormente). En algunas realizaciones, el control individual puede tomar la forma de diferentes tiempos de enfriamiento para diferentes partes de molde preliminar. Esto se puede hacer controlando por separado el conjunto de válvulas del sistema 126 de enfriamiento de molde preliminar que controla el flujo de fluido de enfriamiento a cada una de las diferentes partes de molde preliminar. Esto puede hacerse controlando la cantidad de tiempo que las válvulas individuales están abiertas.

Un sistema 130 de control, ilustrado genéricamente en la FIG. 1 se puede acoplar de forma funcional a varios de los componentes de la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio para controlar el funcionamiento de esos componentes. El sistema 130 de control se ilustra de forma simplificada como un único bloque en la FIG. 1. Sin embargo, el sistema 130 de control puede incluir una pluralidad de diferentes controladores para controlar los diversos componentes diferentes de la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio. Además, el sistema 130 de control puede estar dedicado a una sección independiente S1, S2 o un único sistema de control puede controlar múltiples o incluso todas las secciones independientes dentro de la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio.

Una ilustración esquemática de un sistema 140 de control de distribución de vidrio vertical de la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio de la FIG. 1 se ilustra en la FIG. 2. El sistema 140 de control de distribución de vidrio vertical puede incluir o utilizar varios de los componentes descritos anteriormente. El sistema 140 de control de distribución de vidrio vertical está configurado para intentar mantener una distribución de vidrio vertical consistente para el flujo de recipientes 112 de vidrio formados a partir de las secciones independientes S1, S2 ... SN. Típicamente, el sistema 140 de control de distribución de vidrio vertical solo se centrará en los componentes en y los recipientes de vidrio de una sola de las sección independientes S1, S2 ... SN.

Desafortunadamente, como se señaló anteriormente, el pirómetro 118 de recorrido no captura la información de temperatura real para todos y cada uno de los ciclos de los diversos componentes, por ejemplo, la temperatura real de molde preliminar (genéricamente o para cada mitad de molde o parte de molde preliminar) y la temperatura real de parísón. Estos valores solo se capturan periódicamente y no cada vez que se crea un parísón. El presente sistema de control de distribución de vidrio vertical compensa esta falta de información completa de la temperatura real de parísón y de la temperatura real de molde preliminar mediante el uso de una estructura de control de bucle múltiple de sensor virtual.

El sistema 140 de control de distribución de vidrio vertical tiene diversos bucles de control de retroalimentación diferentes para controlar de forma funcional varios componentes de la máquina 100 formadora de recipientes de vidrio para intentar mantener una distribución de vidrio y particularmente una distribución de vidrio vertical consistentes.

En un primer bucle de retroalimentación, la temperatura de parísón se controla ajustando un tiempo de contacto preliminar, que es la cantidad de tiempo que cada parísón 108 permanece en contacto con el correspondiente molde preliminar 106. Este tiempo de contacto se puede ajustar ajustando la apertura y cierre del molde preliminar 106, por ejemplo, la separación de las mitades 109A, 109B de molde preliminar.

Una temperatura 142 de punto establecido de parísón se compara con una temperatura 144 de parísón estimada. Un estimador 143 de temperatura de parísón, que puede tomar la forma de un sensor virtual, usa un modelo para determinar una temperatura de parísón estimada para cada recipiente 112 de vidrio que se ha formado. Esta temperatura de parísón estimada se alimenta a un sumador 146 de temperatura de parísón para determinar un error 148 de temperatura de parísón.

El error 148 de temperatura de parisión se alimenta a un control 150 de temperatura de parisión que utiliza el error 148 de temperatura de parisión para controlar un tiempo 152 de contacto de molde preliminar. Más particularmente, para un error 148 de temperatura de parisión dado, el tiempo 152 de contacto de molde preliminar se ajustará apropiadamente para intentar llevar el error 148 de temperatura de parisión a cero. Por tanto, si no se determina ningún error 148 de temperatura de parisión por el sumador 146 de temperatura de parisión, no se producirá ningún cambio en el tiempo 152 de contacto de molde preliminar. En algunas realizaciones, el control 150 de temperatura de parisión es un control proporcional e integral. Sin embargo, se podría proporcionar un control más sofisticado.

El tiempo 152 de contacto de molde preliminar se usa, al menos en parte, para controlar una parte del proceso 154 de molde preliminar para controlar la cantidad de tiempo que el parisión 108 permanece en contacto con el molde preliminar 106, por ejemplo, el tiempo de apertura y cierre del molde preliminar 106. Cualquier ajuste en el tiempo de contacto de molde preliminar típicamente ajustará la temperatura 156 de parisión de los parisiones 108 cuando los parisiones salen de los moldes preliminares 106. Con todas las demás cosas permaneciendo sin cambios, cambios en la temperatura 156 de parisión cambiará el recipiente 112 de vidrio resultante formado durante el proceso 158 de lado de soplado, incluida la distribución de vidrio vertical en los recipientes 112 de vidrio terminados. El proceso 158 de lado de soplado es, entre otras cosas, donde el parisión 108 se sopla hasta la forma final del recipiente 112 de vidrio usando los moldes de soplado 110. Típicamente, el aumento de la temperatura 156 de parisión permitirá que fluya más vidrio hacia el fondo de un recipiente 112 de vidrio desplazando la distribución de vidrio vertical hacia abajo. La temperatura 156 de parisión reducida evitará que el vidrio fluya hacia el fondo de un recipiente 112 de vidrio dando como resultado más vidrio hacia la parte superior del recipiente 112 de vidrio desplazando la distribución de vidrio vertical hacia arriba.

Después de que el recipiente 112 de vidrio sale del molde de soplado 110, se captura una imagen 116 térmica de cada recipiente 112 de vidrio usando una cámara 160 térmica del sistema 114 de medición de distribución de vidrio. La imagen 116 térmica se analiza usando un módulo 162 de extracción de la caracterización de vidrio vertical para extraer una caracterización 164 de distribución de vidrio vertical. La caracterización 164 de distribución de vidrio puede ser un valor escalar que cuantifica la distribución de vidrio vertical o un cambio en la distribución de vidrio vertical. La caracterización 164 de distribución de vidrio se alimenta, en este bucle de retroalimentación, al estimador 143 de temperatura de parisión, para ser utilizado, en parte, por el estimador 143 de temperatura de parisión para generar una nueva temperatura de parisión estimada. Como se señaló anteriormente, en una realización alternativa, las imágenes térmicas del recipiente 112 de vidrio pueden no ser tomadas por cámaras dedicadas para cada cavidad de molde de soplado, sino por una sola cámara que está aguas abajo de todas las secciones individuales S1, S2 ... SN como se ilustra por el sistema 117 de medición de distribución de vidrio ilustrado como una configuración opcional en la FIG. 1.

Además de la caracterización 164 de distribución de vidrio, un tiempo 166 de estiramiento de parisión también se alimenta y utiliza por el estimador 143 de temperatura de parisión para generar la nueva temperatura de parisión estimada. El tiempo 166 de estiramiento de parisión es la cantidad de tiempo que se permite que el parisión 108 se estire y/o se recaliente antes de realizar el soplado final que realmente forma la forma del recipiente 112 de vidrio final usando los moldes de soplado 110. El tiempo 166 de estiramiento puede afectar la distribución de vidrio vertical. Más particularmente, el aumento del tiempo 166 de estiramiento antes de realizar la etapa de soplado puede permitir que más vidrio en el parisión 108 fluya verticalmente hacia abajo, lo que se consideraría, sin conocimiento real del valor, como un aumento en la temperatura 156 de parisión. La reducción del tiempo 166 de estiramiento antes de realizar la etapa de soplado puede evitar que el vidrio en el parisión 108 fluya verticalmente hacia abajo, que se consideraría, sin un conocimiento real del valor, como una disminución en la temperatura 156 de parisión.

Finalmente, para generar la temperatura 144 de parisión estimada de forma adicional, el estimador 143 de temperatura de parisión utiliza la temperatura 168 real de parisión más reciente, recopilada periódicamente obtenida del pirómetro 118 de recorrido. La temperatura 168 real de parisión se puede utilizar para compensar los cambios en el sistema 100 general, que se puede manifestar en forma de desviaciones en la relación entre las imágenes 116 térmicas y la temperatura 156 de parisión, lo que afectará la precisión de la temperatura 144 de parisión estimada. Por ejemplo, cambios en el sistema 100 general podrían causar fluctuaciones en las imágenes 116 térmicas que luego el sistema considerará como cambios en la distribución de vidrio vertical, lo que crearía entonces erróneamente ajustes en la temperatura 144 de parisión estimada dando como resultado, en última instancia, ajustes incorrectos en el tiempo 152 de contacto preliminar.

El estimador 143 de temperatura de parisión usa la información identificada anteriormente disponible para el sistema para proporcionar estimaciones rápidas de temperatura ciclo por ciclo al control 150 de temperatura de parisión, que ajusta el tiempo 152 de contacto preliminar, logrando ajustes rápidos a la temperatura 156 de parisión para dar como resultado ajustes rápidos a la distribución de vidrio vertical. El objetivo final de este bucle de retroalimentación es llevar el error 148 de temperatura de parisión a cero y, por lo tanto, mantener una distribución vertical constante del vidrio.

Un segundo bucle de retroalimentación más lento proporciona un control de intervalo medio que controla el enfriamiento del molde preliminar para finalmente ajustar el proceso 154 de lado preliminar que finalmente retroalimentará a través de los bloques 158, 160, 116, 162, 164, 143, 144, 146, 148 y 150 para nuevamente, ajustar el tiempo 152 de contacto preliminar.

El segundo bucle de retroalimentación se describirá, en parte, con características opcionales que pueden eliminarse

5 en otras realizaciones o, como mínimo, simplificarse, mientras que aún proporcionan algunos beneficios del control de intervalo medio. Este segundo bucle de retroalimentación se usa para mantener el tiempo 152 de contacto de molde preliminar, que es la variable manipulada del primer bucle de retroalimentación tratado anteriormente, dentro de un nivel de trabajo, de intervalo medio, adecuado ajustando gradualmente el enfriamiento del enfriamiento de molde preliminar, por ejemplo, controlando el funcionamiento del sistema 126 de enfriamiento de molde preliminar, que forma parte del proceso 154 de lado preliminar.

10 El segundo bucle de retroalimentación incluye un sumador 172 de tiempo de contacto de molde preliminar que compara el tiempo 152 de contacto de molde preliminar generado por el control 150 de temperatura de parísón, la variable manipulada en el primer bucle de retroalimentación, con un punto establecido 174 de tiempo de contacto de molde preliminar para generar un error 176 de tiempo de contacto de molde preliminar.

15 El error 176 de tiempo de contacto de molde preliminar se alimenta a un control 178 de intervalo medio de tiempo de contacto de molde preliminar que intenta conducir este error 176 a cero. El control de intervalo medio de tiempo de contacto de molde preliminar utiliza el error 176 de tiempo de contacto de molde preliminar para ajustar el enfriamiento de molde preliminar. En esta realización particular, el enfriamiento se ajusta ajustando el tiempo de enfriamiento. El control 178 de intervalo medio de tiempo de contacto de molde preliminar genera un tiempo 180 de enfriamiento de molde preliminar calculado que se utiliza, al menos en parte, como una base para generar una señal de control para controlar el sistema 126 de enfriamiento de molde preliminar. El tiempo 180 de enfriamiento de molde preliminar está, al menos en parte, basado en el error 176 de tiempo de contacto de molde preliminar. También se pueden utilizar otras variables específicas del sistema, tal como el tipo de vidrio, el entorno de funcionamiento, el tamaño del recipiente, la forma del recipiente, las configuraciones y materiales del molde preliminar, etc. junto con el error 176 de tiempo de contacto de molde preliminar para generar el tiempo 180 de enfriamiento de molde preliminar. En algunas realizaciones, este tiempo 180 de enfriamiento de molde preliminar puede ser la señal de control real que utiliza el sistema 126 de enfriamiento de molde preliminar sin manipulación adicional.

25 En la realización ilustrada, este bucle de retroalimentación incluye un control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar opcional en forma de un control 170 de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar, que mantiene el enfriamiento del molde preliminar con un intervalo aceptable entre los límites máximo y mínimo. Si bien se ilustra un control de anulación que permite ajustar dinámicamente los límites máximo y mínimo, se podría usar un control de límite fijo simple.

30 El control 170 de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar genera un tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro. El tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro se utilizará, al menos en parte, como base para generar la señal de control que se alimenta al proceso 154 de lado preliminar y particularmente el sistema 126 de enfriamiento de molde preliminar para controlar el enfriamiento de molde preliminar.

35 El tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro generado por el control 170 de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar será el tiempo 180 de enfriamiento de molde preliminar calculado si el tiempo 180 de enfriamiento de molde preliminar calculado está entre un tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar y un tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar. El tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro generado por el control 170 de anulación será el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar si el tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar calculado es mayor que el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar. El tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro generado por el control 170 de anulación será el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar si el tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar calculado es menor que el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar.

45 En la realización ilustrada, la temperatura 186 real de molde preliminar es capturada periódicamente por el pirómetro 118 de recorrido y alimentada al control 170 de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar. La temperatura 186 real de molde preliminar es utilizada por el control 170 de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar para dinámicamente ajustar periódicamente uno o ambos del tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar y el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar.

50 Nuevamente, los ajustes al tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro ajustarán, o serán la base para ajustar, el proceso 154 de lado preliminar y, en particular, el enfriamiento de los moldes preliminares 106, lo que finalmente afectará a la temperatura 188 de molde preliminar. La temperatura 188 de molde preliminar para un tiempo 152 de contacto de molde preliminar dado ajustará la temperatura 156 de parísón que sale del molde preliminar 106. Por lo tanto, si se aumenta el enfriamiento de molde preliminar, se retirará más energía térmica del parísón 108, lo que dará como resultado temperaturas 156 de parísón más bajas. Si se disminuye el enfriamiento de molde preliminar, se retirará menos energía térmica del parísón 108 dando como resultado temperaturas más altas de parísón. Estos cambios en las temperaturas 156 de parísón ajustarán la distribución de vidrio vertical. Estos ajustes a la distribución de vidrio vertical provocarán entonces un ajuste en la temperatura 144 de parísón estimada que se alimenta al sumador 146 de temperatura de parísón, lo que provocará un cambio en el error 148 de temperatura de parísón y, en consecuencia, un ajuste en el tiempo 152 de contacto de molde preliminar.

55 El bucle de control de intervalo medio coopera con un bucle de control adicional relacionado con la desviación de temperatura entre una o más de las diversas partes del molde preliminar. Este bucle de control adicional genera un

valor 198 de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar que se combina con el tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro de manera que cada una de las partes de molde preliminar tiene un tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar específico. En este caso, el tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro será un tiempo promedio de enfriamiento para cada molde preliminar 106 utilizado como base para el tiempo de enfriamiento de cada parte de molde preliminar. El valor de desviación se añadirá al tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro para generar el tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar correspondiente particular para cada parte del molde preliminar 106 que puede tener tiempos de enfriamiento dedicados.

Un sumador 184 de desviación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar añade un valor o valores 198 de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar al tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro para generar tiempos de enfriamiento de la parte de molde preliminar específicos de la parte de molde preliminar para cada una de las partes de molde preliminar. Los tiempos de enfriamiento de la parte de molde preliminar específicos se utilizan para controlar el enfriamiento de las correspondientes partes de molde preliminar.

Normalmente, el valor 198 de desviación será una matriz de valores, normalmente, un valor para cada una de las partes de molde preliminar controladas independientemente. Cabe señalar que en sistemas menos sofisticados, una parte de molde preliminar puede ser una mitad de molde preliminar completa, tal como la mitad 109A o 109B de molde preliminar. Sin embargo, en una configuración más deseable, cada parte del molde preliminar es como se identificó anteriormente y se refiere a una parte de una mitad 109 de molde preliminar que define la mitad de una de las cavidades 107 de molde preliminar. Así, como se indicó anteriormente, el sistema ilustrado en la FIG. 1 que tiene tres cavidades 107A-107B de molde preliminar generaría seis tiempos de enfriamiento de la parte de molde preliminar.

Se contempla que pueda proporcionarse un valor de desviación de la parte de molde preliminar para cada una de las partes de molde preliminar. En tal disposición, un valor de desviación de cero se considerará un valor de desviación. Esto se debe a que se contempla que en algunas realizaciones, una de las partes de molde preliminar tendría su tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar ajustado al tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro y todas las demás partes se desviarían de ese valor. Por lo tanto, al menos esa parte de molde preliminar de referencia tendría un valor de desviación de cero.

Se contempla que podrían proporcionarse varias desviaciones diferentes entre varias partes de molde preliminar. Por ejemplo, una desviación podría existir entre las partes de molde preliminar que forman un par de partes de molde preliminar que definen una cavidad 107 de molde preliminar particular. Por ejemplo, podría desearse tener la parte de molde preliminar proporcionada por la primera mitad 109A de molde preliminar para la cavidad 107A de molde preliminar diez (10) grados centígrados más alta que la parte de molde preliminar proporcionada por la segunda mitad 109B de molde preliminar para la cavidad 107A de molde preliminar. Esto se denominará en esta memoria desviación de "mitad de mitad para moldear de molde" porque es una desviación entre partes de molde preliminar de diferentes mitades de molde utilizadas para formar una única cavidad de molde.

Además, se contempla que puede existir una desviación de temperatura de la parte de molde preliminar entre partes de un molde preliminar que forman partes de diferentes cavidades de molde preliminar. Por ejemplo, puede ser deseable tener las partes de mitad preliminares que forman la cavidad 107A de molde preliminar a una temperatura diferente que las partes de mitad preliminares que forman la cavidad 107B de molde preliminar. Por ejemplo, podría desearse tener las partes de molde preliminar que forman la cavidad 107A de molde preliminar diez (10) grados centígrados más calientes que las partes de molde preliminar que forman la cavidad 107B de molde preliminar. Esto se denominará en esta memoria desviación de "cavidad a cavidad" porque es una desviación entre las partes de molde preliminar utilizadas para formar diferentes cavidades de molde preliminar.

Se contempla que el valor 198 de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar podría basarse en cualquiera de las siguientes: la desviación de mitad de mitad para moldear de molde, la desviación de cavidad a cavidad o podría tener una combinación de los dos componentes de desviación.

El bucle de control de desviación se utiliza para mantener la desviación de temperatura deseada entre varias partes de molde preliminar. Para hacer esto, el sistema incluye un módulo 202 de desviación de molde preliminar que recibe la temperatura 186 real de molde preliminar del pirómetro 118 de recorrido. En este caso, la temperatura 186 real de molde preliminar incluye las temperaturas reales de la parte de molde preliminar de todas las partes de molde preliminar. El módulo 202 de desviación de molde preliminar compara las temperaturas reales de la parte de molde preliminar para determinar un valor 204 de desviación de temperatura real de mitad de molde preliminar (por ejemplo, una diferencia en la temperatura real entre las diversas mitades de molde preliminar en relación con un valor de temperatura de referencia, que normalmente será una de las partes de molde preliminar seleccionadas pero podrían ser otros diversos valores tales como un promedio de las temperaturas deseadas de todas las partes de molde preliminar, un promedio de la temperatura deseada de las partes de molde preliminar que forman una de las cavidades de molde preliminar, un promedio de la temperatura deseada para las partes de molde preliminar que forman una de las mitades 109 de molde preliminar, etc.).

Un sumador de desviación de la parte de molde preliminar 206 compara los valores 204 de desviación de temperatura real de la parte de molde preliminar con los puntos establecidos 208 de desviación de temperatura de la parte de

molde preliminar para determinar los errores 210 de desviación de temperatura de la parte de molde preliminar. Los puntos establecidos 208 de desviación de temperatura de la parte de molde preliminar son una diferencia de temperatura deseada predeterminada entre las partes de molde preliminar con respecto al valor de temperatura de referencia. Estos valores de punto establecido son valores manipulados por el usuario.

5 Un control 212 de temperatura de la parte de molde preliminar controla el valor o valores 198 de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar en función de los errores 210 de desviación de temperatura de la parte de molde preliminar. Más particularmente, el control 212 de temperatura de la parte de molde preliminar utiliza características específicas para el sistema 126 de enfriamiento de molde preliminar particular y el molde preliminar 106 y las partes de molde preliminar para determinar actualizaciones de los valores 198 de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar para progresar hacia tener los puntos establecidos 208 de desviación de temperatura de la parte de molde preliminar deseados (por ejemplo, punto establecido).

En una realización, el control 212 de temperatura de la parte de molde preliminar es un controlador proporcional e integral estándar. Un controlador puede estar dedicado a cada molde preliminar 106, cada mitad 109A, 109B de molde preliminar o cada parte de molde preliminar puede tener un controlador dedicado.

15 Estos valores 198 de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar se añaden al tiempo 182 de enfriamiento de molde preliminar maestro en el sumador 184 de desviación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar para generar los tiempos 200 de enfriamiento de la parte de molde preliminar. Estos tiempos 200 de enfriamiento de la parte de molde preliminar se alimentan al proceso 154 de lado preliminar, por ejemplo, el sistema 126 de enfriamiento, que ajustará el enfriamiento de las partes de molde preliminar para ajustar la temperatura de las partes de molde preliminar. El pirómetro 118 de recorrido capturará periódicamente los valores de temperatura reales de las partes de molde preliminar. Estos valores de temperatura reales serán procesados nuevamente por el módulo 202 de desviación de molde preliminar y realimentados al sumador 206 para completar el bucle. En última instancia, el objetivo de este bucle es conducir a cero el error 210 de desviación de temperatura de la parte de molde preliminar.

20 Aunque este bucle se describió en combinación con un bucle que incluye el control 170 de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar. El control de desviación podría implementarse en aquellos sistemas en los que el control 170 de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar no está presente. En tal situación, los valores de desviación se sumarían al tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado para generar los tiempos 200 de enfriamiento de la parte de molde preliminar individual.

30 Un bucle de control adicional proporciona un control de la caracterización térmica para permitir al usuario ajustar una caracterización de distribución de vidrio vertical. Esta caracterización podría ser un centro del valor de intensidad o una distribución térmica deseada más detallada (por ejemplo, bandas térmicas que representan diversos valores de intensidad diferentes para diferentes bandas verticales, secciones térmicas que representan diversos valores de intensidad diferentes para diferentes partes del recipiente tanto vertical como horizontalmente). Se proporcionan ejemplos de tal análisis y control de caracterización térmica en la patente estadounidense n.º 9,785,132 a Simon titulado "Target Signature Closed Loop Control System and Method", asignado al cesionario de la presente solicitud e incorporado en esta memoria en su totalidad como referencia a la misma.

35 Este bucle de control permite que un usuario establezca un punto establecido 190 de caracterización de distribución de vidrio vertical de una caracterización de distribución de vidrio vertical deseada y luego el sistema intenta mantener esas caracterizaciones de distribución de vidrio vertical resultantes reales capturadas por la cámara térmica en el punto establecido de caracterización de distribución de vidrio vertical deseado. Un sumador 192 de distribución de vidrio vertical compara la caracterización 164 de distribución de vidrio vertical desde el módulo 162 de extracción de la caracterización de vidrio vertical con el punto establecido 190 de caracterización de distribución de vidrio vertical para determinar un error 194 de caracterización de distribución de vidrio vertical.

40 El error 194 de caracterización de distribución de vidrio vertical es utilizado por un control 196 de tiempo de estiramiento de parisón para controlar el tiempo 166 de estiramiento de parisón. El tiempo 166 de estiramiento de parisón es usado por el proceso 158 de lado de soplado para ajustar el estiramiento del parisón 108, que típicamente ajustará el tiempo antes del soplado final del parisón 108 dentro del molde de soplado 110. Los cambios en el tiempo 166 de estiramiento ajustarán la distribución de vidrio vertical como se trató anteriormente y ajustarán las imágenes 116 térmicas, lo que provocará cambios en la caracterización 164 de distribución de vidrio vertical determinado por el módulo 162 de extracción de la caracterización de vidrio vertical. Esto finalmente se retroalimentará al sumador 192 completando el bucle de control de caracterización de distribución de vidrio vertical.

45 Como se indicó anteriormente, este tiempo 166 de estiramiento de parisón generado por el control 196 de tiempo de estiramiento de parisón se usa para determinar la temperatura 144 de parisón estimada según el primer bucle de retroalimentación.

55 Las realizaciones de la invención incluyen realizar las diversas etapas realizadas por el sistema 140 de control de distribución de vidrio vertical para determinar e implementar cambios en los parámetros de funcionamiento de los diversos componentes del sistema 100 descritos anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema adaptado para controlar la distribución de vidrio vertical en recipientes de vidrio formados a partir de una máquina de sección individual, la máquina de sección individual que incluye: un molde preliminar para formar un flujo de parisones a partir de un flujo de gotas de vidrio, un molde de soplado para formar un flujo de recipientes de vidrio del flujo de parisones, un pirómetro de recorrido que mide la temperatura real de parison de los parisones después de que los parisones salen del molde preliminar, el pirómetro de recorrido que mide la temperatura real de parison periódicamente, de modo que se mide la temperatura real de parison de menos de todos los parisones que salen del molde preliminar, y una cámara térmica que toma una imagen térmica de cada recipiente de vidrio después de que el recipiente de vidrio sale del molde de soplado, el sistema que comprende:
- 5 un módulo de extracción de la caracterización de vidrio vertical que extrae una caracterización de distribución de vidrio vertical indicativa de la distribución de vidrio vertical real de cada recipiente de vidrio a partir de la imagen térmica de cada recipiente de vidrio;
- un estimador de temperatura de parison configurado para determinar una temperatura de parison estimada para cada caracterización de distribución de vidrio vertical obtenida en función de la caracterización de distribución de vidrio vertical, una temperatura real de parison medida lo más recientemente y un tiempo de estiramiento de parison, siendo el tiempo de estiramiento de parison la cantidad de tiempo que se permite que se estire cada parison antes de ser formado en un recipiente de vidrio;
- 15 un sumador de temperatura de parison que compara la temperatura de parison estimada con una temperatura de punto establecido de parison para determinar un error de temperatura de parison; y
- 20 un control de temperatura de parison que controla el tiempo de contacto de molde preliminar en función del error de temperatura de parison, siendo el tiempo de contacto de molde preliminar una cantidad de tiempo que cada parison permanece en contacto con el molde preliminar.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que la máquina de sección individual incluye un sistema de enfriamiento de molde preliminar que enfría el molde preliminar con un fluido de enfriamiento, el sistema comprende además:
- 25 un sumador de tiempo de contacto de molde preliminar que compara el tiempo de contacto de molde preliminar desde el control de temperatura de parison con un punto establecido del tiempo de contacto de molde preliminar para determinar un error de tiempo de contacto de molde preliminar;
- un control de intervalo medio de tiempo de contacto de molde preliminar configurado para generar una señal de enfriamiento de molde preliminar calculada que se utiliza, al menos en parte, como base para generar una señal de control para controlar el sistema de enfriamiento de molde preliminar para controlar el enfriamiento de molde preliminar, el control de intervalo medio de tiempo de contacto de molde preliminar que genera la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada en función del error de tiempo de contacto de molde preliminar.
- 30 control para controlar el sistema de enfriamiento de molde preliminar para controlar el enfriamiento de molde preliminar, el control de intervalo medio de tiempo de contacto de molde preliminar que genera la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada en función del error de tiempo de contacto de molde preliminar.
3. El sistema de la reivindicación 2, en el que la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada es un tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado en función del error de tiempo de contacto de molde preliminar.
- 35 4. El sistema de la reivindicación 3, que comprende además:
- un control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar, el control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar que genera un tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro utilizado, al menos en parte, como una base para generar la señal de control para controlar el sistema de enfriamiento de molde preliminar, el control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar que genera un tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro que es:
- 40 el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado está entre un tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar y un tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar;
- el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado es mayor que el tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar; o
- 45 el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar si el tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado es menor que el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar.
5. El sistema de la reivindicación 4, en el que el control de limitación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar es un control de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar, el control de anulación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar ajusta al menos uno del tiempo máximo de enfriamiento de molde preliminar y el tiempo mínimo de enfriamiento de molde preliminar de forma periódica en función de una temperatura real de molde preliminar.
- 50 6. El sistema de la reivindicación 5, en el que la temperatura real de molde preliminar se mide mediante el pirómetro de recorrido, midiendo el pirómetro de recorrido la temperatura real de molde preliminar periódicamente de modo que la temperatura real de molde preliminar no se mide cada vez que el molde preliminar produce un parison.

7. El sistema de la reivindicación 4, 5 o 6, en el que:

el molde preliminar incluye una pluralidad de partes de molde preliminar que incluyen una primera parte de molde preliminar y una segunda parte de molde preliminar, formando la primera y segunda partes de molde preliminar al menos parte de al menos una cavidad de molde preliminar formada por el molde preliminar;

- 5 el sistema de enfriamiento de molde preliminar que enfría la primera parte de molde preliminar y la segunda parte de molde preliminar con el fluido de enfriamiento, el sistema de enfriamiento de molde preliminar que enfría la primera parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la primera parte de molde preliminar y la segunda parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la segunda parte de molde preliminar;

el sistema comprende además:

- 10 un sumador de desviación del tiempo de enfriamiento de molde preliminar que agrega un valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar al tiempo de enfriamiento de molde preliminar maestro para generar el tiempo de enfriamiento de la primera parte de molde preliminar y el tiempo de enfriamiento de la segunda parte de molde preliminar.

8. El sistema de la reivindicación 7, que comprende además:

- 15 un módulo de desviación de molde preliminar que recibe un valor de temperatura real de la primera parte de molde preliminar y un valor de temperatura real de la segunda parte de molde preliminar y compara los valores de temperatura reales de la primera y segunda parte de molde preliminar para determinar un valor de desviación de temperatura real de la primera y segunda parte de molde preliminar;

- 20 un sumador de desviación de la parte de molde preliminar que compara el valor de desviación de temperatura real de la primera y segunda parte de molde preliminar con un punto establecido de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar para determinar un error de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar, el punto establecido de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar es una diferencia de temperatura deseada entre la primera y segunda partes de molde preliminar; y

- 25 un control de temperatura de la parte de molde preliminar que genera el valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar en función del error de desviación de temperatura de la primera y segunda parte de molde preliminar.

9. El sistema de la reivindicación 8, en el que el valor de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar es una matriz de valores de desviación de la parte de molde preliminar.

10. El sistema de la reivindicación 9, en el que:

- 30 la primera y segunda partes de molde preliminar forman un primer par de partes de molde preliminar que forman al menos parte de una primera cavidad de molde preliminar;

la pluralidad de partes de molde preliminar incluye un segundo par de partes de molde preliminar que incluye una tercera parte de molde preliminar y una cuarta parte de molde preliminar, formando la tercera y cuarta partes de molde preliminar al menos parte de una segunda cavidad de molde preliminar formada por el molde preliminar;

- 35 la primera parte de molde preliminar y la tercera parte de molde preliminar están formadas por una primera mitad de molde preliminar del primer molde preliminar;

la segunda parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar están formadas por una segunda mitad de molde preliminar;

- 40 el sistema de enfriamiento de molde preliminar que enfría la tercera parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar con el fluido de enfriamiento, el sistema de enfriamiento de molde preliminar que enfría la tercera parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la tercera parte de molde preliminar y la cuarta parte de molde preliminar en función de un tiempo de enfriamiento de la cuarta parte de molde preliminar; y

- 45 los valores de desviación del tiempo de enfriamiento de la parte de molde preliminar se generan en función de un componente de cavidad a cavidad que es un valor de desviación entre la primera y segunda cavidades de molde preliminar y un componente de mitad de mitad para moldear de molde que es un valor de desviación entre el par de partes de molde preliminar utilizadas para formar una cavidad de molde preliminar correspondiente.

11. El sistema de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

- 50 un sumador de caracterización de distribución de vidrio vertical que compara la caracterización de distribución de vidrio vertical desde el módulo de extracción de la caracterización de vidrio vertical con un punto establecido de caracterización de distribución de vidrio vertical para determinar un error de caracterización de distribución de vidrio vertical; y

un control de tiempo de estiramiento de parisón que controla el tiempo de estiramiento de parisón en función del error de caracterización de distribución de vidrio vertical.

12. Un sistema para formar recipientes de vidrio que comprende:

un molde preliminar para formar un flujo de parisones a partir de un flujo de gotas de vidrio;

5 un molde de soplado para formar un flujo de recipientes de vidrio a partir del flujo de parisones;

un pirómetro de recorrido que mide la temperatura real de parisón de los parisones después de que los parisones salen del molde preliminar, midiendo el pirómetro de recorrido la temperatura real de parisón periódicamente, de modo que se mide la temperatura real de parisón de menos de todos los parisones que salen del molde preliminar;

10 una cámara térmica que toma una imagen térmica de cada recipiente de vidrio después de que el recipiente de vidrio sale del molde de soplado; y

un sistema para controlar la distribución de vidrio vertical en recipientes de vidrio según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

15 **13.** Un método para controlar la distribución de vidrio vertical en un flujo de recipientes de vidrio que salen de un molde de soplado, recibiendo el molde de soplado un flujo de parisones de un molde preliminar que forma los parisones a partir de un flujo de gotas de vidrio, el método que comprende:

medir una temperatura real de parisón de los parisones después de que los parisones salen del molde preliminar, en el que la medición de la temperatura real de parisón se produce periódicamente de manera que se miden menos de todos de los parisones que salen del molde preliminar;

20 tomar una imagen térmica de cada recipiente de vidrio después de que el recipiente de vidrio sale del molde de soplado;

extraer una caracterización de distribución de vidrio vertical indicativa de la distribución de vidrio vertical real de cada recipiente de vidrio a partir de la imagen térmica de cada recipiente de vidrio;

25 estimar una temperatura de parisón estimada para cada caracterización de distribución de vidrio vertical que se ha extraído en función de la caracterización de distribución de vidrio vertical, una temperatura real de parisón medida lo más recientemente y un tiempo de estiramiento de parisón, siendo el tiempo de estiramiento de parisón la cantidad de tiempo que se permite que se estire cada parisón antes de formar un recipiente de vidrio;

comparar la temperatura de parisón estimada con una temperatura de punto establecido de parisón para determinar un error de temperatura de parisón; y

30 controlar un tiempo de contacto de molde preliminar en función del error de temperatura de parisón, siendo el tiempo de contacto de molde preliminar una cantidad de tiempo que cada parisón permanece en contacto con el molde preliminar.

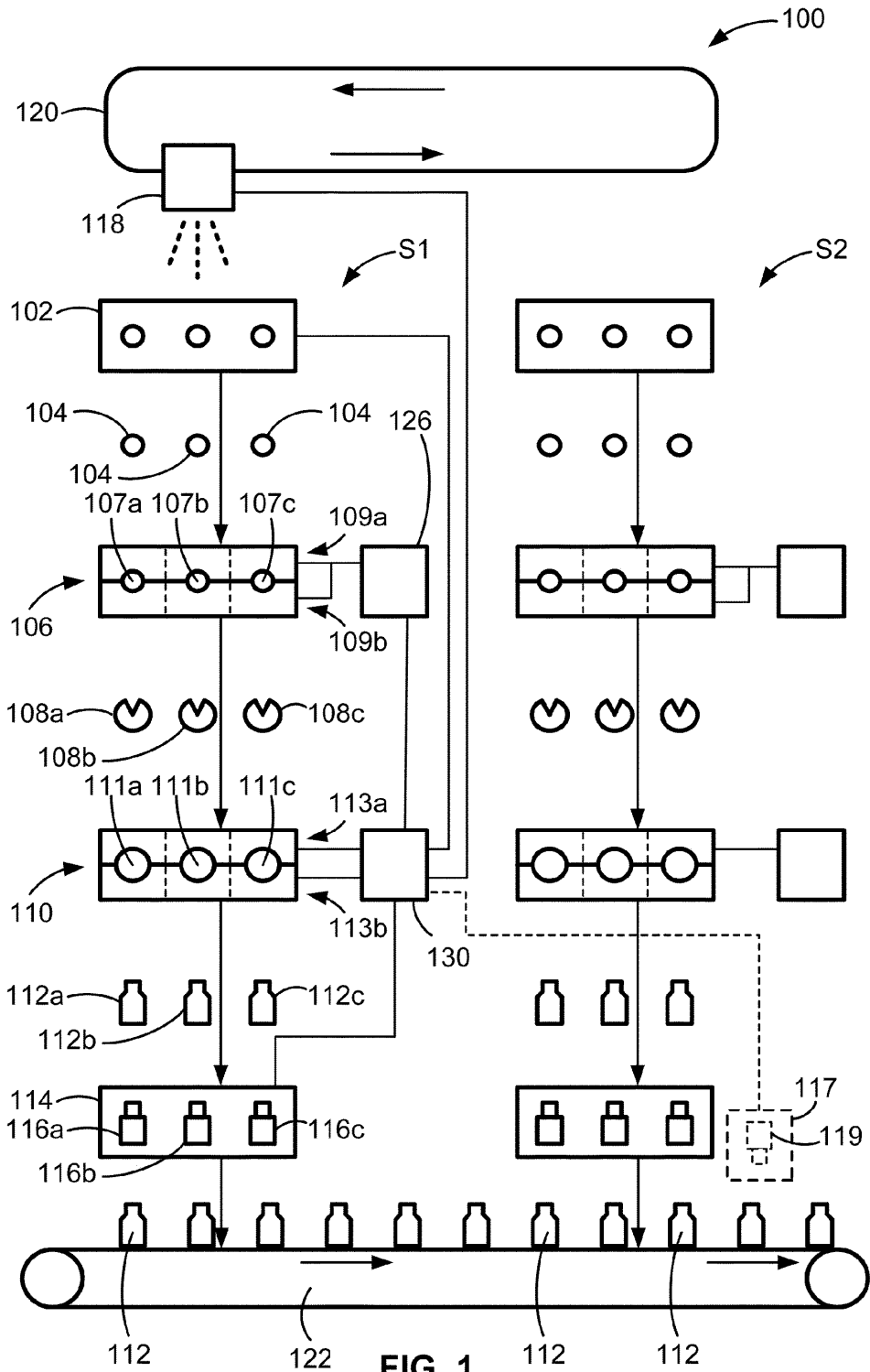
14. El método de la reivindicación 13, que comprende además:

comparar el tiempo de contacto de molde preliminar con un punto establecido del tiempo de contacto de molde preliminar para determinar un error de tiempo de contacto de molde preliminar;

35 generar una señal de enfriamiento de molde preliminar calculada;

generar una señal de control para controlar un sistema de enfriamiento de molde preliminar, en función de, al menos en parte, la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada, la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada en función del error de tiempo de contacto de molde preliminar.

40 **15.** El método de la reivindicación 14, en el que la señal de enfriamiento de molde preliminar calculada es un tiempo de enfriamiento de molde preliminar calculado.



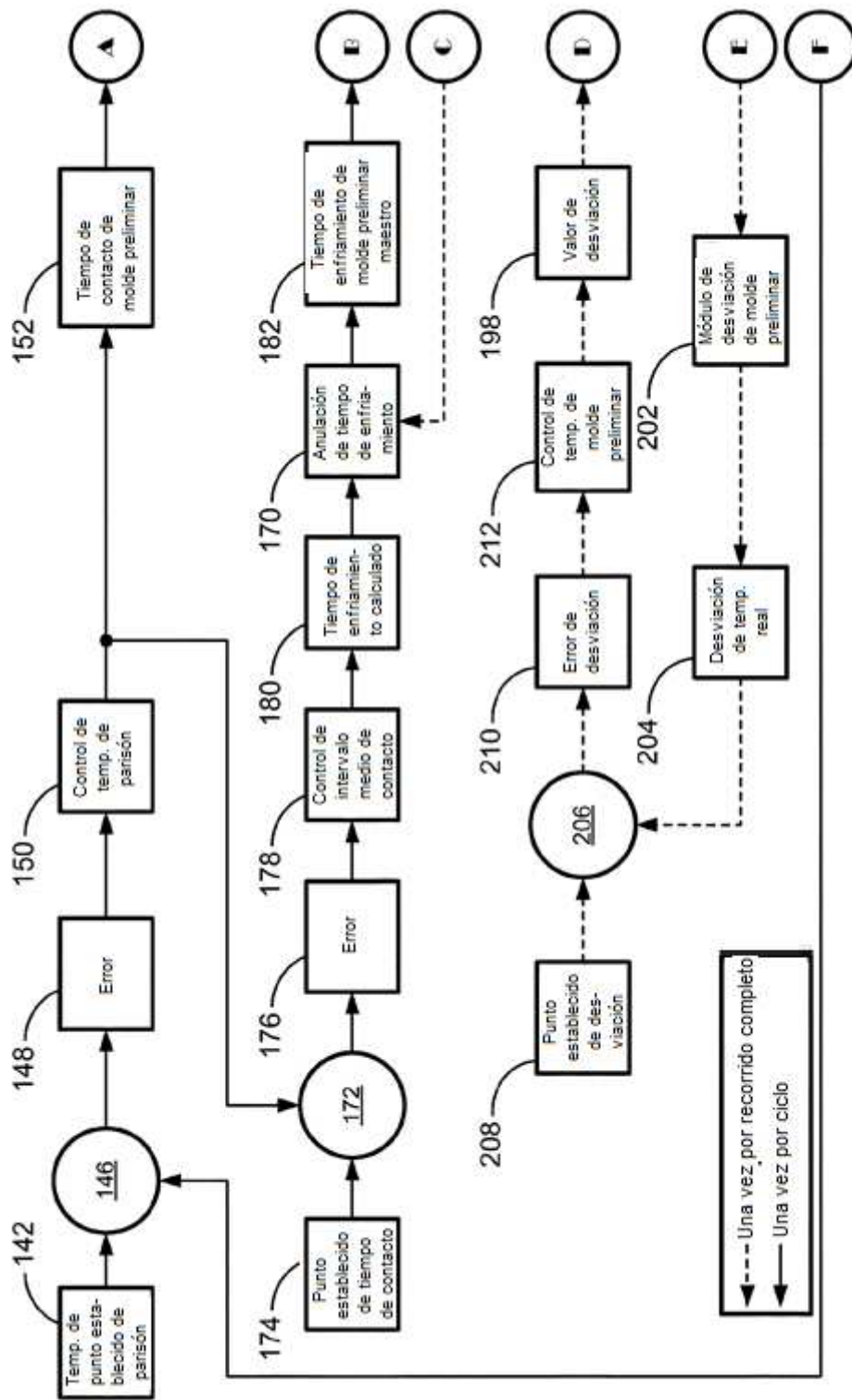


FIG. 2A

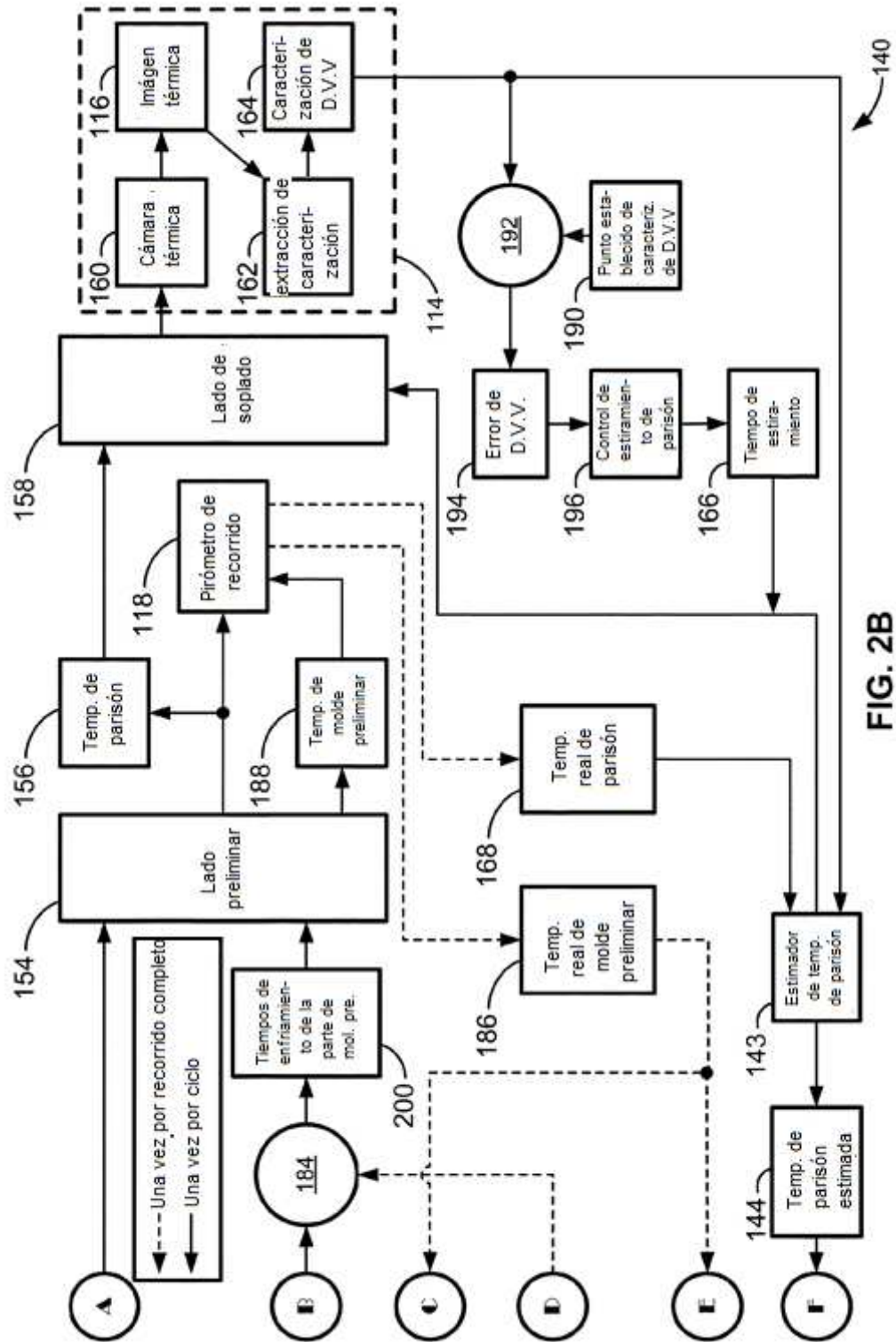


FIG. 2B