

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 070**

51 Int. Cl.:

B28C 5/38 (2006.01)
B28C 7/02 (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
B01F 15/00 (2006.01)
B01F 15/04 (2006.01)
C04B 28/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2019** **E 19306622 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.02.2022** **EP 3835021**

54 Título: **Aparato y método para la producción de una suspensión de escayola**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.05.2022

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN PLACO (100.0%)
Tour Saint-Gobain, 12 place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

JAFFEL, HAMOUDA;
MORLAT, RICHARD y
RANZANI DA COSTA, ANDREA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 912 070 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

Aparato y método para la producción de una suspensión de escayola

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un aparato para la producción de una suspensión de escayola y, más concretamente, a un aparato que comprende un caudalímetro másico. La presente invención también se refiere a un método para producir una suspensión de escayola que comprende la medición de la densidad y el caudal másico.

Antecedentes de la invención

10 El yeso (sulfato de calcio) es un mineral que se encuentra de forma natural, pero que también puede derivarse sintéticamente. El yeso puede existir en varias formas, dependiendo del nivel de hidratación del compuesto de sulfato de calcio. Es decir, el yeso puede existir, por ejemplo, en forma de dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), forma de hemihidrato (también conocida como estuco) o forma de anhidrita. El yeso se puede convertir entre sus diferentes formas mediante deshidratación (por ejemplo, calcinación) o rehidratación.

15 Las propiedades del yeso lo hacen muy adecuado para su uso en escayolas industriales y de construcción y otros productos de construcción como paneles de yeso. Es una materia prima abundante y generalmente económica que, a través de etapas sucesivas de deshidratación y rehidratación, puede colarse, moldearse o formarse de otra manera en formas útiles. Por ejemplo, los paneles de yeso para muros, también conocidos como paneles de escayola o pared seca, se forman como un núcleo de yeso fijo intercalado entre láminas de cubierta típicamente hechas de papel o esteras de fibra de vidrio.

20 El yeso se prepara generalmente para su uso como escayola moliéndolo y calcinándolo a una temperatura relativamente baja (como entre aproximadamente 120 y 170 °C), generalmente a presión atmosférica. Esto da como resultado yeso parcialmente deshidratado, típicamente en la forma cristalina beta del hemihidrato. El hemihidrato beta se puede utilizar como material de construcción o edificación mezclándolo con agua para formar una suspensión, pasta o dispersión acuosa de estuco, y luego dejando que la suspensión fragüe por recristalización del medio acuoso. La suspensión, pasta o dispersión acuosa de estuco también se conoce como suspensión de escayola. Las alternativas al yeso incluyen escayola de hormigón y escayola de cal, todos los cuales pueden formar una suspensión de escayola.

Es bien conocido el uso de espuma en la fabricación de productos de yeso a partir de escayolas de yeso. La fracción de volumen de aire proporcionada por la espuma ayuda a reducir tanto los costes de materiales como el peso del producto de yeso, de modo que el envío y la manipulación del producto sean más rentables.

30 Normalmente, la espuma incorporada en un producto de yeso se produce en un generador de espuma alimentado con aire, agua y, opcionalmente, un agente tensioactivo. Un generador de espuma típico comprende mecanismos giratorios internos para mezclar completamente el agua, el aire y el agente espumante tensioactivo para producir espuma. En algunos casos, la pala giratoria puede estar equipada con cámaras de mezcla que permiten la nucleación de burbujas de espuma. Dichos generadores de espuma se conocen generalmente como generadores de espuma dinámicos y son bien conocidos en la técnica.

35 Otros generadores de espuma comprenden un tubo lleno de un medio poroso permeable, como perlas empaquetadas de vidrio fritado o cerámica, con espacio de poros controlado. Luego, la espuma se produce introduciendo un agente espumante tensioactivo y aire simultáneamente en el tubo. En este caso, la estructura de la espuma producida se controla regulando la contrapresión aplicada al tubo. Dichos generadores de espuma se conocen como generadores de espuma estática y, de nuevo, son bien conocidos en la técnica.

40 Cualquiera que sea el método de fabricación de la espuma, es esencial que se controlen cuidadosamente tanto las propiedades de la espuma como la velocidad a la que se incorpora a cualquier suspensión de escayola de yeso. Las variaciones en las propiedades de la espuma, o los volúmenes a los que se introduce, tendrán efectos concomitantes sobre las propiedades del producto de yeso resultante. Por lo tanto, es esencial controlar y monitorear cuidadosamente las características y la introducción de la espuma en la suspensión de escayola para garantizar que el producto de escayola final tenga las propiedades deseadas.

45 En la actualidad, las propiedades de las espumas introducidas en una suspensión de escayola se supervisan y controlan tomando muestras de la espuma o la suspensión de escayola de la línea de producción antes de medir, verificar y probar las muestras con procesos fuera de línea. La prueba fuera de línea de las muestras tiene numerosas desventajas, sobre todo porque introduce un retraso entre la selección de la muestra y la prueba. Dado que las suspensiones de escayola y los productos de escayola se producen normalmente en procesos continuos a gran escala, incluso un pequeño retraso entre la selección de una muestra y la obtención de los resultados de cualquier prueba puede dar lugar a la producción de volúmenes significativos de productos de escayola fuera de las especificaciones. Además, cuando es ventajoso determinar las propiedades de un gran número de alimentaciones de espuma separadas, suspensiones de escayola o productos de escayola simultáneamente, obtener y probar el gran
55 número de muestras requeridas puede resultar excesivamente oneroso.

Por lo tanto, en su forma más general, los aspectos de la presente invención intentan proporcionar un aparato y un método mediante los cuales la densidad y el caudal másico de una espuma o suspensión de escayola pueden medirse en línea durante el proceso de fabricación.

El documento CN 109514739 divulga un equipo de cementación de suspensión de espuma y métodos de uso asociados.

5 El documento CN 106313324 divulga un dispositivo utilizado para preparar una suspensión de espuma.

El documento AU 2018219975 divulga un método y un aparato para uso en la producción de placas de escayola. El método y el aparato permiten la introducción de espuma tensioactiva con respecto a una mezcladora para una suspensión a base de yeso durante la producción de placas de escayola. El método comprende introducir la espuma directamente en una línea de descarga de la mezcladora para formar un núcleo de la placa de escayola. El método también comprende
10 introducir la espuma directamente en uno o ambos mezcladores y una línea extractora para formar una capa de revestimiento duro de la placa de escayola. El método y el aparato están configurados de manera que la espuma, cuando se introduce directamente en la mezcladora, se introduce en un lugar fuera de un anillo de grumos de la mezcladora.

Sumario de la invención

15 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención reivindicada, se proporciona un aparato para la producción de una suspensión de escayola como se reivindica en la reivindicación 1.

De esta forma, se proporciona un aparato para la fabricación de una suspensión de escayola en el que la densidad y el caudal másico de la espuma dentro del conducto de espuma o la suspensión de escayola dentro de la salida pueden controlarse en línea. Tal aparato es ventajoso ya que elimina la demora entre la selección de la muestra y la prueba y permite un control mucho mayor sobre el proceso de producción. Además, la incorporación de la medición en línea
20 tanto de la densidad como del caudal másico permite aumentar la frecuencia de las pruebas, lo que permite la detección rápida de variaciones en estas propiedades y ayuda a garantizar que los productos producidos a partir de la suspensión de escayola tengan propiedades uniformes.

En una realización de la invención, el conducto de espuma se extiende entre el generador de espuma y la mezcladora. Más preferiblemente, el aparato comprende una pluralidad de conductos de espuma que se extienden entre el generador de espuma y la mezcladora. Preferiblemente, el aparato comprende un conducto de espuma que se divide en una pluralidad de subconductos que se extienden entre el conducto de espuma y la mezcladora. Preferiblemente, el conducto de espuma o conductos de espuma están configurados para alimentar espuma directamente a la mezcladora.

En otra realización de la invención, el conducto de espuma se extiende entre el generador de espuma y el conducto de salida. Más preferiblemente, el aparato comprende una pluralidad de conductos de espuma que se extienden entre el generador de espuma y el conducto de salida. Preferiblemente, el aparato comprende un conducto de espuma que se divide en una pluralidad de subconductos que se extienden entre el conducto de espuma y el conducto de salida. Preferiblemente, el conducto o conductos de espuma están configurados para alimentar espuma directamente al conducto de salida.

En otra realización de la invención, el aparato comprende una pluralidad de conductos de espuma, al menos uno de la pluralidad de conductos de espuma que se extiende entre el generador de espuma y la mezcladora, y al menos uno de la pluralidad de conductos de espuma que se extiende entre el generador de espuma y el conducto de salida. Preferiblemente, la mezcladora comprende una pluralidad de conductos de salida. Preferiblemente, el aparato comprende un conducto de espuma que se divide en una pluralidad de subconductos, al menos uno de la pluralidad de subconductos que se extiende entre el conducto de espuma y la mezcladora, y al menos uno de la pluralidad de subconductos que se extiende entre el conducto de espuma y el conducto de salida. Configurar el aparato de esta manera puede ser ventajoso cuando se desea producir suspensiones de escayola con dos o más densidades diferentes con una sola mezcladora.

Preferiblemente, donde el conducto de espuma se extiende entre el generador de espuma y el conducto de salida, el caudalímetro másico se coloca aguas abajo del conducto de espuma. La colocación del caudalímetro másico aguas abajo del conducto de espuma asegura que la suspensión de escayola esté bien mezclada y sea homogénea antes de que ingrese al caudalímetro másico.

Preferiblemente, el caudalímetro másico está configurado para medir continuamente la densidad y el caudal másico de la espuma dentro del conducto de espuma o la suspensión de escayola dentro del conducto de salida. Un caudalímetro másico configurado para medir continuamente la densidad y el caudal másico del material que pasa a través de él puede permitir que el proceso de producción de lodos sea monitoreado continuamente de modo que cualquier inconsistencia en el proceso se resalte de inmediato.

Cuando el caudalímetro másico está configurado para medir continuamente la densidad y el caudal másico de la espuma dentro del conducto de espuma o la suspensión de escayola dentro del conducto de salida, cualquier desviación en la densidad de la suspensión de escayola o la espuma forman un valor deseado. rápidamente identificados y corregidos. Además, la medición continua permite detectar rápidamente cualquier pérdida y/o fuga anormal del sistema, ya que se reducirá el flujo total medido por el caudalímetro másico.

Finalmente, cuando el caudalímetro másico está configurado para medir la densidad y la caudal másico de la espuma, si el conducto de espuma contiene algún punto de cizallamiento alto anormal donde las propiedades físicas de la espuma pueden modificarse debido a los efectos de desestabilización de la espuma, esto puede ser identificado rápidamente como una deriva de la densidad de espuma medida. Cualquier detección rápida de este tipo garantizará que se pueda realizar una acción correctiva de inmediato para mantener una buena calidad de la espuma.

Preferiblemente, el sistema de control comprende un controlador proporcional-integral-derivativo (PID). La inclusión de un sistema de control dentro del aparato es ventajosa ya que permite variar la densidad y/o el caudal másico de la espuma a la luz de las medidas tomadas por el caudalímetro másico. Si se desea, la presencia de un sistema de control dentro del aparato puede permitir el control automático del proceso de producción de la suspensión de escayola.

Preferiblemente, el sistema de control está configurado para aumentar la proporción de aire dentro del generador de espuma y/o disminuir la proporción de agua dentro del generador de espuma si la densidad medida está por encima de una densidad objetivo. Preferiblemente, el sistema de control está configurado para disminuir la proporción de aire dentro del generador de espuma y/o aumentar la proporción de agua dentro del generador de espuma si dicha densidad medida está por debajo de una densidad objetivo.

Preferiblemente, el sistema de control está configurado para aumentar la tasa de introducción de aire en el generador de espuma y/o disminuir la tasa de introducción de agua en el generador de espuma si la densidad medida está por encima de una densidad objetivo. Preferiblemente, el sistema de control está configurado para disminuir la tasa de introducción de aire en el generador de espuma y/o aumentar la tasa de introducción de agua en el generador de espuma si dicha densidad medida está por debajo de una densidad objetivo.

Preferiblemente, la densidad objetivo es una densidad de la espuma. Alternativamente, la densidad objetivo es una densidad de la suspensión de escayola. Preferiblemente, la densidad objetivo es un único valor de densidad. Más preferiblemente, la densidad objetivo es un rango de valores de densidad. Cuando la densidad objetivo es un rango de densidades, esto puede resultar ventajoso ya que el sistema de control no reaccionará a cada pequeña variación en la densidad del material que pasa por el caudalímetro másico. Pequeñas variaciones de este tipo son comunes y, por lo general, inocuas en los sistemas del mundo real. Por lo tanto, buscar mantener la densidad dentro de un rango puede aumentar la confiabilidad del aparato como un todo sin comprometer la calidad del producto producido.

Cuando la densidad objetivo es una densidad de la suspensión de escayola, puede ser preferible configurar el aparato para aumentar el volumen de espuma añadida a la suspensión de escayola si la densidad medida está por encima de la densidad objetivo. Cuando la densidad objetivo es una densidad de la suspensión de escayola, puede ser preferible configurar el aparato para disminuir el volumen de espuma añadida a la suspensión de escayola si la densidad medida está por debajo de la densidad objetivo. Variar el volumen de espuma añadido a la suspensión de escayola de esta manera proporciona un método simplificado para variar la densidad de la suspensión de escayola mientras se mantiene constante la composición de la espuma. Debido a la simplicidad de este enfoque, generalmente se prefiere este método de control de la densidad de la suspensión de escayola.

Preferiblemente, el aparato comprende además al menos un sensor configurado para medir la temperatura del material que entra o sale del caudalímetro másico. Preferiblemente, el aparato comprende un par de sensores de temperatura. Preferiblemente, el aparato comprende un par de sensores de presión.

El sistema de control está configurado para corregir la densidad medida utilizando al menos la medición de presión. Preferiblemente, la densidad corregida se usa para calcular el caudal volumétrico. Más preferiblemente, el sistema de control está configurado para corregir la densidad medida usando las medidas de temperatura y presión obtenidas por los sensores. Lo más preferiblemente, esta corrección se realiza asumiendo que la espuma es un gas ideal.

Preferiblemente, el caudalímetro másico es un caudalímetro másico Coriolis. Preferiblemente, el caudalímetro másico comprende dos canales resonantes paralelos y un convertidor de señal. Preferiblemente, el caudalímetro másico tiene un diseño de doble tubo curvo. Más preferiblemente, el caudalímetro másico es un caudalímetro másico Coriolis que comprende dos canales resonantes paralelos y un convertidor de señal. Alternativamente, el caudalímetro másico comprende un solo canal resonante.

Preferiblemente, cuando el caudalímetro másico mide la densidad de una espuma, el caudalímetro másico comprende dos canales resonantes. Se prefieren dos canales resonantes cuando se mide la densidad de una espuma, ya que el uso de un diseño de resonador doble tiene una mayor sensibilidad cuando se trata de materiales de baja densidad. Más preferiblemente, el caudalímetro másico está configurado para medir densidades dentro del rango de 20 a 200 g/L, 30 a 180 g/L, 50 a 150 g/L, 70 a 110 g/L o 80 a 100 g/L. Lo más preferiblemente de todo, el caudalímetro másico está configurado para medir densidades dentro del rango de 100 a 150 g/l.

Preferiblemente, cuando el caudalímetro másico mide la densidad de una suspensión de escayola, el caudalímetro másico comprende un solo canal resonante. En estas densidades más altas (típicamente entre 700 y 1500 g/l) un solo canal resonador proporciona lecturas de densidad suficientemente precisas y, además, el uso de un solo canal resonante reduce la posibilidad de que se forme una obstrucción o acumulación dentro de un canal resonante.

Preferiblemente, el aparato comprende al menos dos caudalímetros másicos, un primer caudalímetro másico

- configurado para medir la densidad y el caudal másico de la espuma dentro del conducto de espuma y un segundo caudalímetro másico configurado para medir la densidad y el caudal másico de la suspensión de escayola dentro del conducto de salida. Dicho aparato es ventajoso ya que permite controlar la densidad y el caudal másico tanto de la suspensión de escayola como de la espuma, y el efecto de los cambios en la densidad de la espuma y el caudal másico sobre el caudal másico y la densidad de la suspensión de escayola a determinar.
- Preferiblemente, el generador de espuma está en comunicación fluida con la mezcladora a través de una pluralidad de vías de fluido, comprendiendo cada vía de fluido un conducto de espuma, y el aparato comprende además al menos dos caudalímetros másicos, cada caudalímetro másico configurado para medir la densidad y el caudal másico de la espuma dentro de un conducto de espuma diferente. Dicho aparato es ventajoso ya que permite monitorear la densidad y el caudal másico de varias espumas diferentes, una característica que es particularmente útil cuando se incorporan múltiples espumas a una suspensión de escayola en diferentes puntos para crear un producto de escayola con densidad variable.
- Preferiblemente, el aparato comprende al menos un caudalímetro másico adicional, el al menos un caudalímetro másico adicional configurado para medir la densidad y el caudal másico de la suspensión de escayola dentro del conducto de salida.
- Preferiblemente, el aparato comprende una pluralidad de conductos de salida, comprendiendo el aparato además al menos dos caudalímetros másicos, cada caudalímetro másico configurado para medir la densidad y el caudal másico de dicha suspensión de escayola dentro de un conducto de salida diferente. Dicho aparato es ventajoso porque permite controlar la densidad y el caudal másico de varias suspensiones de escayola diferentes, una característica que es particularmente útil cuando las suspensiones de escayola se extraen de diferentes puntos, porciones o secciones de la mezcladora para formar un producto de escayola con densidad variable.
- Preferiblemente, el aparato comprende al menos un caudalímetro másico adicional, el al menos un caudalímetro másico adicional configurado para medir la densidad y el caudal másico de la espuma dentro del conducto de espuma.
- Preferiblemente, el aparato puede comprender múltiples generadores de espuma. Más preferiblemente, estos múltiples generadores de espuma se usan para proporcionar múltiples espumas. De esta manera, los generadores de espuma separados pueden proporcionar diferentes espumas a diferentes conductos de espuma. Cuando se utilizan múltiples generadores de espuma, los generadores de espuma pueden ser todos estáticos, todos dinámicos o una combinación de generadores estáticos y dinámicos.
- Preferiblemente, cuando el conducto de espuma se divide en múltiples conductos, el aparato puede comprender caudalímetros en cada conducto de espuma. Más preferiblemente, estos caudalímetros de espuma se pueden proporcionar en combinación con válvulas configuradas para controlar la cantidad de espuma que fluye a través de cada conducto de espuma. Lo más preferiblemente, estos caudalímetros y válvulas pueden formar parte de un bucle de control que permite ajustar continuamente el caudal de espuma a través de cada conducto de espuma.
- El aparato es un aparato para fabricar una suspensión de yeso.
- De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para fabricar una suspensión de escayola como se reivindica en la reivindicación 12.
- De esta manera, se proporciona un método con todas las ventajas del aparato descrito anteriormente.
- Preferiblemente, el caudal másico o la densidad de la espuma dentro del conducto de espuma se varía utilizando un controlador proporcional-integral-derivativo (PID).
- Preferiblemente, el método comprende además aumentar la proporción de aire dentro del generador de espuma o disminuir la proporción de agua dentro del generador de espuma si la densidad medida está por encima de una densidad objetivo.
- Preferiblemente, el método comprende además disminuir la proporción de aire dentro del generador de espuma o aumentar la proporción de agua dentro del generador de espuma si la densidad medida está por debajo de una densidad objetivo.
- Preferiblemente, el método comprende aumentar la tasa de introducción de aire en el generador de espuma o disminuir la tasa de introducción de agua en el generador de espuma si la densidad medida está por encima de una densidad objetivo. Preferiblemente, el método comprende disminuir la tasa de introducción de aire en el generador de espuma o aumentar la tasa de introducción de agua en el generador de espuma si dicha densidad medida está por debajo de una densidad objetivo.
- Preferiblemente, la densidad objetivo es una densidad de la espuma. Alternativamente, la densidad objetivo es una densidad de la suspensión de escayola. Preferiblemente, la densidad objetivo es un único valor de densidad. Más preferiblemente, la densidad objetivo es un rango de valores de densidad. Preferiblemente, el método comprende además medir la temperatura del material que entra o sale del caudalímetro másico. El método comprende además

medir la presión en la entrada y/o salida del caudalímetro másico.

Cuando la densidad objetivo es una densidad de la suspensión de escayola, puede ser preferible aumentar el volumen de espuma añadida a la suspensión de escayola si la densidad medida está por encima de la densidad objetivo. Cuando la densidad objetivo es una densidad de la suspensión de escayola, puede ser preferible disminuir el volumen de espuma agregado a la suspensión de escayola si la densidad medida está por debajo de la densidad objetivo. Variar el volumen de espuma añadido a la suspensión de escayola de esta manera proporciona un método simplificado para variar la densidad de la suspensión de escayola mientras se mantiene constante la composición de la espuma. Debido a la simplicidad de este enfoque, se prefiere este método de control de la densidad de la suspensión de escayola.

El método comprende corregir la densidad medida utilizando al menos la medición de la presión. Más preferiblemente, el método comprende además usar dicha densidad corregida para calcular el caudal volumétrico. Aún más preferiblemente, el método comprende corregir la densidad medida utilizando tanto la temperatura como la presión medidas. Lo más preferiblemente, la corrección se realiza asumiendo que la espuma es un gas ideal.

Preferiblemente, la densidad medida de la espuma dentro del conducto de espuma está dentro del rango de 20 a 200 g/l. Más preferiblemente, la densidad medida de la espuma dentro del conducto de espuma está dentro del rango de 30 a 180 g/l, 50 a 150 g/l, 60 a 130 g/l, 70 a 110 g/l o 80 a 100 g/l.

Preferiblemente, la etapa de medir la densidad y el caudal másico de la espuma dentro del conducto de espuma o la suspensión de escayola dentro del conducto de salida utilizando un caudalímetro másico se realiza de forma continua. Preferiblemente, la etapa de medir la densidad y el caudal másico de la espuma dentro del conducto de espuma o la suspensión de yeso dentro del conducto de salida utilizando un caudalímetro másico se realiza automáticamente a intervalos regulares.

El método es un método para fabricar una suspensión de yeso.

En todas las realizaciones del aparato y método, el caudalímetro o caudalímetros son preferiblemente parte de un bucle de control que permite el ajuste continuo de la tasa de introducción de aire en la espuma y/o la tasa de introducción de agua en la espuma y/o el volumen de espuma añadida a la suspensión de escayola en base a las mediciones realizadas por el caudalímetro o caudalímetros.

Las realizaciones de esta invención se pueden utilizar en aparatos y/o métodos para controlar la densidad de cualquier espuma o suspensión de escayola utilizada para formar una placa de escayola. Esto incluye espumas y/o suspensiones de escayola utilizadas para formar la suspensión principal utilizada en una placa de escayola, y espumas y/o suspensiones de escayola utilizadas en suspensiones de revestimiento con rodillo y/o suspensiones de borde utilizadas en la fabricación de una placa de escayola con bordes de una densidad diferente al núcleo.

Descripción detallada

A continuación, se describirán realizaciones de la presente invención únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

La Figura 2 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

La Figura 3 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

La Figura 4 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención;

La Figura 5 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una quinta realización de la presente invención;

La Figura 6 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una sexta realización de la presente invención;

La Figura 7 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una séptima realización de la presente invención;

La Figura 8 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una octava realización de la presente invención;

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método de uso del aparato de la segunda realización de acuerdo con otro aspecto de la presente invención.

La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método de uso del aparato de la tercera realización de acuerdo con otro aspecto de la presente invención, y

La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un método de uso del aparato de la cuarta realización de acuerdo con otro aspecto de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 1, se representa un dibujo esquemático de un aparato 100 para producir una suspensión de estuco de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

El aparato 100 comprende una mezcladora 102 a la que se le suministra material a través de la entrada de material 104, donde la entrada de material 104 está ubicada en la superficie superior de la mezcladora 102. En esta realización, el material suministrado a la mezcladora 102 es estuco que se produce a partir de yeso utilizando procedimientos estándar de calcinación de yeso que son bien conocidos en la técnica. La mezcladora 102 mezcla el estuco con agua para producir una suspensión acuosa de estuco. En otras realizaciones, la mezcladora 102 se puede suministrar con una suspensión acuosa prefabricada. En la técnica, el estuco y las suspensiones de estuco también se conocen como escayola de yeso y suspensiones de escayola de yeso, respectivamente.

El aparato 100 comprende además un generador de espuma 106 para generar una alimentación de espuma 116 en el conducto de espuma 117. La alimentación de espuma 116 es un suministro continuo de espuma desde el generador de espuma 106 suministrado a la mezcladora 102 a través del conducto de espuma 117. El generador de espuma 106 genera una espuma como alimentación de espuma 116 utilizando aire, agua y tensioactivo suministrados por el conducto de aire 108 y el conducto de solución 110 respectivamente. El conducto de solución 110 se alimenta con tensioactivo por el conducto de tensioactivo 112 y agua por el conducto de agua 114.

El generador de espuma 106 produce una espuma con una densidad entre 40-150 g/L, donde la densidad de la espuma y el caudal másico de la alimentación de espuma 116 pueden controlarse modificando la velocidad a la que el aire y/o la solución de agua-tensioactivo se introduce en el generador de espuma 106, y/o la alteración de las fracciones de volumen del aire y/o la solución de agua-tensioactivo dentro del generador de espuma 106. La fracción de aire de la espuma es normalmente superior a 0,9 (90 %). El generador de espuma 106 puede producir burbujas de diferentes tamaños medios, incluidas burbujas con un diámetro medio de 90 micras o 300 micras.

La espuma de la alimentación de espuma 116 fluye desde el generador de espuma 106 a lo largo del conducto de espuma 117 hacia la mezcladora 102. El conducto de espuma 117 conecta de forma fluida el generador de espuma 106 a la mezcladora 102, de modo que la espuma de la alimentación de espuma 116 se suministra a la mezcladora 102 a través de la entrada de espuma 118, que se encuentra en la superficie superior de la mezcladora 102.

La mezcladora 102 mezcla su suspensión acuosa de estuco con la espuma suministrada a través de la entrada de espuma 118 para producir un material espumado. Es decir, la alimentación de espuma 116 se incorpora a la suspensión acuosa de estuco mediante la mezcladora 102 para formar una suspensión de estuco espumado, donde la suspensión de estuco espumado tiene una densidad menor que la suspensión de estuco no espumado.

La suspensión de estuco espumado se retira de la mezcladora 102 a través de la salida de material espumado 120 y fluye a lo largo del conducto de salida 122. La salida de material 120 está ubicada en el costado de la mezcladora 102 para dar una salida tangencial de suspensión de estuco espumado. El material espumado 120 fluye desde la salida de material 120 al conducto de salida 122 que está situado debajo de la salida de material. El material espumado se puede usar luego para producir materiales de construcción. En esta realización, la suspensión de estuco espumado se suministra a una línea de producción de placas de escayola de la técnica por el conducto de salida 122. La suspensión de estuco espumado se utiliza para producir placas de escayola, donde la placa de escayola de yeso producida tiene una densidad menor que la producida a partir de una suspensión de estuco no espumada.

La espuma de la alimentación de espuma 116 se mide con un caudalímetro másico de espuma 124. En particular, el caudal másico y la densidad de esta alimentación de espuma 116 se miden mediante el caudalímetro másico de espuma 124. El conducto de espuma 116 comprende un caudalímetro másico de espuma 124 que está configurado de tal manera que la alimentación de espuma 116 pasa a través del caudalímetro másico 124. El caudalímetro másico de espuma 124 comprende además sensores de temperatura y presión. El caudalímetro másico de espuma 124 es un caudalímetro másico Coriolis que comprende dos canales resonantes paralelos y un convertidor de señal, teniendo el caudalímetro másico un diseño curvo de doble tubo.

En uso, el caudalímetro másico de espuma 124 mide la caudal másico de la espuma dentro de la alimentación de espuma 116, la densidad de la espuma dentro de la alimentación de espuma 116, la temperatura de la espuma dentro del caudalímetro másico de espuma 124 y la presión de la espuma dentro del caudalímetro másico de espuma 124. Dentro del caudalímetro másico de espuma 124, la espuma está bajo presión. Por lo tanto, como la espuma es un fluido altamente compresivo, la espuma se comprime y la densidad medida por el caudalímetro másico de espuma 124 es mayor que la observada a presión atmosférica. Como tal, si es deseable calcular la caudal volumétrico, así como la caudal másico, la caudal volumétrico se puede calcular usando la temperatura y la presión medidas en el caudalímetro másico de espuma 124 para corregir la densidad medida asumiendo que la espuma es un gas ideal. El caudal másico es independiente de la presión y, por lo tanto, el caudal másico medido por el caudalímetro másico de espuma 124 no requiere corrección.

El aparato 100 puede usarse alternativamente para formar otros materiales de escayola espumada, tal como escayola de cemento espumada o escayola de cal espumada.

Haciendo referencia a la Figura 2, se representa un dibujo esquemático de un aparato 200 para producir una suspensión de estuco de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. La segunda realización comprende las siguientes características que son sustancialmente idénticas en estructura y propósito a las características equivalentes en la primera realización: una mezcladora 202, una entrada de material 204, un generador

de espuma 206, un conducto de aire 208, un conducto de solución 210, un tensioactivo conducto 212, un conducto de agua 214, una alimentación de espuma 216, un conducto de espuma 217, una entrada de espuma 218, una salida de material espumado 220, un conducto de salida 222 y un caudalímetro másico de espuma 224.

5 El aparato 200 de la segunda realización difiere de la primera realización en que comprende además un controlador 226 proporcional-integral-derivativo (PID). El controlador PID 226 está dispuesto para recibir y analizar mediciones de caudal másico y densidad del caudalímetro másico de espuma 224. El controlador PID 226 analiza las mediciones de caudal másico y densidad del caudalímetro másico de espuma 224 comparándolas con rangos objetivo.

10 El controlador PID 226 está conectado al generador de espuma 206 y puede proporcionar señales para alterar la densidad y/o el caudal másico de la alimentación de espuma 216 producida por el generador de espuma 206. De esta forma, el controlador PID 226 puede controlar la densidad y el caudal másico de la alimentación de espuma 216 en el conducto de espuma 217 y la densidad y el caudal másico del material espumado en el conducto de salida 222 de manera que se mantengan dentro de sus respectivos rangos objetivo. En consecuencia, el aparato 200 suministra material espumado a un proceso de producción con una densidad constante.

15 La densidad y el caudal másico de la espuma de la alimentación de espuma 216 se controlan alterando la velocidad o proporción de la solución de aire y/o agua-tensioactivo suministrada al generador de espuma 206 por el conducto de aire 208 y el conducto de solución 210.

20 En esencia, el controlador PID 226 actúa para minimizar las fluctuaciones en la densidad y la caudal másico de la alimentación de espuma 216 y/o el material espumado utilizando un bucle de retroalimentación negativa al controlar el generador de espuma 206 en función de las mediciones del caudalímetro másico de espuma 224. El objetivo de este bucle de retroalimentación negativa es mejorar la consistencia de los productos de construcción formados con el material de espuma.

25 Con referencia a la Figura 3, se representa un dibujo esquemático de un aparato 300 para producir una suspensión de estuco de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. La tercera realización comprende las siguientes características que son sustancialmente idénticas en estructura y propósito a las características equivalentes en la primera realización: una mezcladora 302, una entrada de material 304, un generador de espuma 306, un conducto de aire 308, un conducto de solución 310, un tensioactivo conducto 312, un conducto de agua 314, una alimentación de espuma 316, un conducto de espuma 317, una primera entrada de espuma 318, una salida de material espumado 320 y un conducto de salida 322.

30 La tercera realización difiere de la primera realización en que comprende un caudalímetro másico de material 328 para medir el caudal másico y la densidad de la suspensión de estuco espumado en el conducto de salida 322 antes del uso del material espumado para producir un producto. Es decir, antes de usar la suspensión de estuco espumado para formar una placa de escayola de yeso.

35 En uso, el caudalímetro másico de material 328 mide el caudal másico de la suspensión de estuco espumado dentro del conducto de salida 322, la suspensión de estuco espumado dentro del conducto de salida 322, la temperatura de la suspensión de estuco espumado dentro del caudalímetro másico de material 328 y la presión de la suspensión de estuco espumado dentro del caudalímetro másico 328. Dentro del caudalímetro másico 328, la suspensión de estuco espumado está bajo presión. Por lo tanto, la suspensión de estuco espumado se comprime y la densidad medida por el caudalímetro másico 328 es mayor que la observada a presión atmosférica. Como tal, si es deseable calcular el caudal volumétrico, así como el caudal másico, el caudal volumétrico se puede calcular utilizando la temperatura y la presión medidas en el caudalímetro másico 328 para corregir la densidad medida. El caudal másico es independiente de la presión y, por lo tanto, el caudal másico medido por el caudalímetro másico 328 no requiere corrección.

40 El aparato 300 de la tercera realización difiere además en que comprende un controlador 326 proporcional-integral-derivativo (PID). El controlador PID 326 está dispuesto para recibir y analizar las mediciones de caudal y densidad del caudalímetro másico de material 328. El controlador PID 326 analiza las mediciones de caudal másico y densidad del caudalímetro másico de material 328 comparándolas con rangos objetivo.

45 El controlador PID 326 está conectado al generador de espuma 306 y puede proporcionar señales para alterar la densidad y/o el caudal másico de la alimentación de espuma 316 producida por el generador de espuma 306.

50 La densidad y el caudal másico de la espuma de la alimentación de espuma 316 se controlan alterando la velocidad o proporción de la solución de aire y/o agua-tensioactivo suministrada al generador de espuma 306 por el conducto de aire 308 y el conducto de solución 310.

55 En esencia, el controlador PID 326 actúa para minimizar las fluctuaciones en la densidad y la caudal másico de la alimentación de espuma 316 y/o el material espumado utilizando un bucle de retroalimentación negativa al controlar el generador de espuma 306 en función de las mediciones del caudalímetro másico de material 328. El objetivo de este bucle de retroalimentación negativa es mejorar la consistencia de los productos de construcción formados con el material de espuma.

Haciendo referencia a la Figura 4, se representa un dibujo esquemático de un aparato 400 para producir una

suspensión de estuco de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención. La cuarta realización comprende las siguientes características que son sustancialmente idénticas en estructura y propósito a las características equivalentes en la primera realización: una mezcladora 402, una entrada de material 404, un generador de espuma 406, un conducto de aire 408, un conducto de solución 410, un tensioactivo conducto 412, un conducto de agua 414, una alimentación de espuma 416, un conducto de espuma 417, una primera entrada de espuma 418, una salida de material espumado 420 y un conducto de salida 422.

El aparato 400 de la cuarta realización comprende un caudalímetro másico de espuma 424 y un caudalímetro másico de material 428 conectados a un solo controlador PID 426 de manera análoga a la segunda realización y la tercera realización respectivamente. En otras realizaciones, el caudalímetro másico de espuma 424 y el caudalímetro másico de material 484 están conectados a controladores PID separados.

En esta realización, el controlador PID 426 usa las mediciones de densidad y caudal másico tanto del caudalímetro másico de espuma 424 como del caudalímetro másico de material 428 en un bucle de retroalimentación negativa para evitar fluctuaciones en la densidad del producto final. El controlador PID 426 controla el caudal másico y la densidad de la alimentación de espuma 416 y el material espumado de manera similar a la descrita para la segunda realización y la tercera realización.

Haciendo referencia a la Figura 5, se representa un dibujo esquemático de un aparato 500 para producir una suspensión de estuco de acuerdo con una quinta realización de la presente invención. La quinta realización comprende las siguientes características que son sustancialmente idénticas en estructura y propósito a las características equivalentes en la cuarta realización: una mezcladora 502, una entrada de material 504, un generador de espuma 506, un conducto de aire 508, un conducto de solución 510, un tensioactivo 512, un conducto de agua 514, una alimentación de espuma 516, un conducto de espuma 517, una primera entrada de espuma 518, una salida de material de espuma 520, un conducto de salida 522, un primer caudalímetro másico de espuma 524, un controlador PID 526 y un material caudalímetro másico 528.

El aparato 500 de esta realización difiere de la cuarta realización en que el conducto de espuma 517 comprende un punto de bifurcación 530 que separa la alimentación de espuma 516 en dos alimentaciones de espuma separadas, una alimentación de espuma de la mezcladora 531 y una alimentación de espuma de salida 532.

La espuma de la alimentación de espuma de la mezcladora 531 ingresa a la mezcladora 502 a través de su superficie superior a través de la primera entrada de espuma 518 y la mezcladora 502 la incorpora a la suspensión de estuco para producir una suspensión de estuco espumado similar a las otras cuatro primeras realizaciones. La suspensión de estuco espumado sale de la mezcladora 502 a través de la salida de material espumado 520.

La alimentación de espuma de salida está conectada de forma fluida a la alimentación de espuma de salida y al conducto de espuma 517 mediante la segunda entrada de espuma 534. La espuma de la alimentación de espuma de salida 532 se incorpora luego a la suspensión de estuco espumado de la mezcladora 502 mientras que la suspensión de estuco espumado está en la salida de material de espuma 520. Esta suspensión de estuco espumado, a la que se le incorporó la espuma tanto de la alimentación de espuma de la mezcladora 531 como de la alimentación de espuma de salida 532, entra luego en el conducto de salida 522 lista para usar en la producción de una placa de escayola de yeso.

El conducto de espuma 517 comprende dos caudalímetros másicos de espuma 524, 536. El primer caudalímetro másico de espuma 524 es para medir la densidad y el caudal másico de la alimentación de espuma de la mezcladora 531 después del punto de bifurcación 530 y antes de la adición a la mezcladora 502. El segundo caudalímetro másico de espuma 536 es para medir la densidad y el caudal másico de la alimentación de espuma de salida 532 después del punto de bifurcación 530 y antes de la salida de material 520.

Tanto el primer caudalímetro másico de espuma 524 como el segundo caudalímetro másico de espuma 536 son sustancialmente idénticos en diseño y estructura a los caudalímetros másicos de espuma descritos para las realizaciones primera, segunda y cuarta.

En esencia, el aparato 500 de la quinta realización implica dividir la alimentación de espuma 516 en dos alimentaciones de espuma separadas 531, 532 y medir el caudal másico y la densidad de ambas alimentaciones de espuma separadas 531, 532 usando dos caudalímetros másicos de espuma 524, 536 diferentes. La primera alimentación de espuma 531 se incorpora a la suspensión de estuco usando la mezcladora 502 y la alimentación de espuma de salida se incorpora después de mezclar en la mezcladora 502 en la salida de material 520.

Las mediciones de los dos caudalímetros másicos de espuma 524, 536 se suministran al controlador PID 526 y se comparan con sus respectivos rangos objetivo. El controlador PID 526 luego controla el generador de espuma 506 con un bucle de retroalimentación negativa para limitar la variación en el producto final usando las mediciones de los caudalímetros másicos de espuma 524, 536 y el caudalímetro másico de material 528.

Además, la realización ilustrada en la Figura 5 puede usarse para controlar la proporción de espuma que fluye a través de cada conducto. Por ejemplo, un bucle de control podría ajustar las válvulas (como las válvulas de manguito) en cada conducto 531, 532 en respuesta a las mediciones de los caudalímetros 524, 536 que en respuesta a la cantidad de espuma que pasa a través de cada conducto 531, 532.

Haciendo referencia a la Figura 6, se representa un dibujo esquemático de un aparato 600 para producir una suspensión de estuco de acuerdo con una sexta realización de la presente invención. La sexta realización comprende las siguientes características que son sustancialmente idénticas en estructura y propósito a las características equivalentes en la primera realización: una mezcladora 602, una entrada de material 604, un generador de espuma 606, un conducto de aire 608, un conducto de solución 610, un tensioactivo conducto 612, un conducto de agua 614, una alimentación de espuma 616, un conducto de espuma 617, una primera entrada de espuma 618, un conducto de salida 622, un controlador PID 626 y un caudalímetro másico de material 628.

La sexta realización comprende una mezcladora 602 sustancialmente similar a las realizaciones anteriores. Sin embargo, en esta realización, la salida de material 621 para la salida de material espumado de la mezcladora 602 está ubicada en la superficie inferior o parte inferior de la mezcladora 602. El conducto de salida 622 está dispuesto para recibir la suspensión de estuco espumado en la parte superior del conducto sustancialmente de la misma manera que en las realizaciones anteriores.

El conducto de espuma 617 del aparato 600 de la sexta realización comprende dos puntos de bifurcación 631, 644. El primer punto de bifurcación 631 separa la alimentación de espuma 616 en una alimentación de espuma superior 640 y una alimentación de espuma inferior 642.

La alimentación de espuma superior 640 ingresa a la mezcladora 602 en su superficie superior o más alta a través de la primera entrada de espuma 618. El conducto de espuma 617 entre el punto de bifurcación 631 y la primera entrada de espuma 618 comprende un primer caudalímetro másico de espuma 624 para medir la densidad y el caudal másico de la espuma de la alimentación de espuma superior 640.

La alimentación de espuma inferior 642 pasa por debajo de la mezcladora 602 en el conducto de espuma 617. El conducto de espuma 617 comprende un segundo punto de bifurcación 644 que separa la alimentación de espuma inferior 642 en una alimentación de espuma de la mezcladora inferior 646 y una alimentación de espuma de salida inferior 648.

La alimentación de espuma de la mezcladora inferior 646 ingresa a la mezcladora 602 a través de la segunda entrada de espuma 650. La segunda entrada de espuma 650 está ubicada en la parte inferior o más baja de la mezcladora 602. La espuma de la alimentación de espuma de la mezcladora inferior 646 se incorpora a la suspensión de estuco que se está mezclando para producir una suspensión de estuco espumado. El conducto de espuma 617 entre el punto de bifurcación 644 y la segunda entrada de espuma 650 comprende un segundo caudalímetro másico de espuma 652 que está dispuesto para medir la densidad y el caudal másico de la alimentación de espuma de la mezcladora inferior 646.

La alimentación de espuma de salida inferior 648 se incorpora a la suspensión de estuco espumado en la salida de material 621 a través de la tercera entrada de espuma 654. El conducto de espuma 617 entre el punto de bifurcación 644 y la tercera entrada de espuma 654 comprende un tercer caudalímetro másico de espuma 656 que está dispuesto para medir la densidad y el caudal másico de la alimentación de espuma de salida inferior 648.

El primer caudalímetro másico de espuma 624, el segundo caudalímetro másico de espuma 652 y el tercer caudalímetro másico de espuma 656 son sustancialmente iguales en diseño y estructura que los caudalímetros másicos de espuma descritos para realizaciones anteriores.

Haciendo referencia a la Figura 7, se representa un dibujo esquemático de un aparato 700 para producir una suspensión de estuco de acuerdo con una séptima realización de la presente invención. La séptima realización comprende las siguientes características que son sustancialmente idénticas en estructura y propósito a las características equivalentes en la tercera realización: una mezcladora 702, una entrada de material 704, un generador de espuma 706, un conducto de aire 708, un conducto de solución 710, un tensioactivo conducto 712, un conducto de agua 714, una alimentación de espuma 716, un conducto de espuma 717, una primera entrada de espuma 718, una salida de material espumado 720, un conducto de salida 722, un controlador PID 726, un caudalímetro másico de material 728, un punto de bifurcación 730, una alimentación de espuma de la mezcladora 731, una alimentación de espuma de salida 732, una segunda entrada de espuma 734, un primer caudalímetro másico de espuma 724 y un segundo caudalímetro másico de espuma 736.

El conducto de espuma 717 del aparato 700 comprende un primer punto de bifurcación 757 para separar la alimentación de espuma 717 en una primera alimentación de espuma 758 y una segunda alimentación de espuma 760. El primer alimentador de espuma 758 suministra espuma a la mezcladora 702 y la salida de material 720 a través del alimentador de espuma de la mezcladora 731 y el alimentador de espuma de salida 732 de una manera sustancialmente similar a la quinta realización.

La segunda alimentación de espuma 760 comprende un tercer caudalímetro másico de espuma 761. El tercer caudalímetro másico de espuma 761 es para medir la densidad y el caudal másico de la espuma en la segunda alimentación de espuma 760 y es sustancialmente el mismo que los caudalímetros másicos de espuma descritos para realizaciones anteriores.

La mezcladora 702 de la séptima realización tiene dos puntos para la salida de material espumado ya que comprende una segunda salida de material 762 además de la salida de material 720. La segunda salida de material 762 está en

el lado opuesto de la mezcladora 702 a la primera salida de material 720. El material espumado que sale de la segunda salida de material 762 ingresa al segundo conducto de salida de material 764.

El conducto de espuma 717 dirige la segunda alimentación de espuma 760 al segundo conducto de salida de material 764 a través de la tercera entrada de espuma 765 de manera que la espuma de la segunda alimentación de espuma 760 se mezcle con la suspensión de estuco espumado contenida en el segundo conducto de salida de material 764. La suspensión de estuco espumado en el conducto de salida del segundo material 764 tiene una densidad más baja después de la incorporación de la segunda alimentación de espuma 760.

La densidad y el caudal másico del material espumado en el segundo conducto de salida de material 764 se mide mediante un segundo caudalímetro másico de material 766, donde el segundo caudalímetro másico de material 766 es sustancialmente similar a los caudalímetros másicos de material descritos anteriormente realizaciones.

En esta realización, una primera suspensión de estuco espumado 769 se deposita desde el segundo conducto de salida de material 764 sobre un transportador móvil 768. El transportador 768 mueve la primera suspensión de estuco espumado depositada 769 hacia un rodillo 770. El rodillo 770 alisa la primera suspensión de estuco espumado depositada 769 para formar una capa de espesor uniforme sobre la cinta transportadora 768.

El transportador 768 mueve la capa de la primera suspensión de estuco espumado 769 hacia el conducto de salida 722 que deposita una segunda capa de suspensión de estuco espumado 771 encima de la primera. La primera capa de suspensión de estuco 769 y la segunda capa de suspensión de estuco 771 pueden tener densidades diferentes. En esta realización, la primera suspensión de estuco espumado 769 tiene una densidad mayor que la segunda suspensión de estuco espumado 771. De esta forma, es posible producir un producto de placa de escayola de yeso a partir de capas de suspensión de estuco espumado con capas exteriores densas y un núcleo de baja densidad, como es bien conocido en la técnica.

El controlador PID 726 está conectado al primer caudalímetro másico de espuma 724, un segundo caudalímetro másico de espuma 736, el tercer caudalímetro másico de espuma 761, el primer caudalímetro másico de material 728 y el segundo caudalímetro másico de material 766. El controlador PID 726 supervisa la densidad y el caudal másico de los cinco caudalímetros másicos 724, 736, 761, 728, 766 y compara sus valores con sus respectivos rangos objetivo.

Es decir, de forma similar a las realizaciones anteriores, el controlador PID 726 controla la producción de espuma del generador de espuma 706 alterando la entrada de aire y solución en el generador de espuma 706 para controlar la densidad y/o el caudal másico de la alimentación de espuma 716 producida por el generador de espuma 706 es alterado. Por lo tanto, el controlador PID 726 controla la producción de espuma con el objetivo de reducir las fluctuaciones dentro de las densidades y el caudal másico de la alimentación de espuma de la mezcladora 731, la alimentación de espuma de salida 732, la segunda alimentación de espuma 760, la primera suspensión de estuco espumado 769 y la segunda suspensión de estuco espumado 771 de sus respectivos rangos objetivo medidos por sus respectivos caudalímetros másicos. Los rangos objetivo de densidad para la primera suspensión de estuco espumado 769 son típicamente menores que los de la segunda suspensión de estuco espumado 771.

De esta manera, el controlador PID 726 puede controlar la densidad y las propiedades del producto final que se produce a partir de las capas de la primera suspensión de estuco espumado 769 y la segunda suspensión de estuco espumado 771.

En esencia, el controlador PID 726 limita las fluctuaciones en la densidad de la primera y segunda suspensiones de estuco espumado 769, 771 depositadas en el transportador 768 controlando el generador de espuma 706 usando un bucle de retroalimentación negativa basado en las mediciones del primer caudalímetro másico de espuma 724, un segundo caudalímetro másico de espuma 736, el tercer caudalímetro másico de espuma 761, el primer caudalímetro másico de material 728 y el segundo caudalímetro másico de material 766.

Haciendo referencia a la Figura 8, se representa un dibujo esquemático de un aparato 800 para producir una suspensión de estuco de acuerdo con una octava realización de la presente invención. La octava realización comprende las siguientes características que son sustancialmente idénticas en estructura y propósito a las características equivalentes en la quinta realización: una mezcladora 802, una entrada de material 804, un generador de espuma 806, un conducto de aire 808, un conducto de solución 810, un tensioactivo conducto 812, un conducto de agua 814, una alimentación de espuma 816, un conducto de espuma 817, una entrada de espuma 818, una salida de material espumado 820, un conducto de salida 822, un controlador PID 826, un punto de bifurcación 830, una mezcladora de alimentación de espuma 831, una alimentación de espuma de salida 832, una segunda entrada de espuma 834, un primer caudalímetro másico de espuma 824, un segundo caudalímetro másico de espuma 836, un primer punto de bifurcación 857, una primera alimentación de espuma 858, una segunda alimentación de espuma 860, una tercera masa de espuma caudalímetro 861, una segunda salida de material 862, un segundo conducto de salida 864, una tercera entrada de espuma 865, un caudalímetro másico de material 866, un transportador 868, una primera suspensión de estuco espumado 869, un rodillo 870 y una segunda suspensión de estuco espumado 871.

La principal diferencia entre las realizaciones séptima y octava es que la octava realización no comprende un segundo caudalímetro másico de material (elemento 728 en la séptima realización) para controlar la densidad y el caudal másico del segundo material de suspensión de estuco espumado 871 en el conducto de salida. 822.

El controlador PID 826 se comunica con el primer caudalímetro másico de espuma 824, un segundo caudalímetro másico de espuma 836, el tercer caudalímetro másico de espuma 861 y el caudalímetro másico de material 866 para recibir mediciones y luego compara cada uno de ellos con sus respectivos rangos objetivo y altera la producción de espuma en base a estas comparaciones de una manera sustancialmente similar a la séptima realización.

- 5 Con referencia a la Figura 9, se representa un diagrama de flujo 900 de un método de ejemplo para producir una suspensión de escayola de acuerdo con un aspecto de la presente invención usando el aparato 200 de la segunda realización. El método 900 es un proceso en bucle continuo.

El método comienza con la etapa 901 y comprende mezclar estuco y agua dentro de la mezcladora 202 para proporcionar una suspensión acuosa de escayola. El estuco y el agua se suministran a la mezcladora 202 por la entrada de material 204. La mezcladora 202 comprende un conducto de espuma 217. El estuco se produce recientemente a partir de un proceso de calcinación de yeso como se conoce en la técnica.

La etapa 902 sucede al mismo tiempo que la etapa 901 y comprende mezclar aire, agua y tensioactivo para producir una espuma en el generador de espuma 206. El generador de espuma 206 recibe aire por el conducto de aire 208 y la solución de agua y tensioactivo por el conducto de solución 210. El generador de espuma 206 es un generador de espuma estático o un generador de espuma dinámico, como se conoce en la técnica.

El generador de espuma 206 genera continuamente espuma para proporcionar una alimentación de espuma 216 que fluye dentro del conducto de espuma 217. El conducto de espuma 217 define una vía de fluido entre la mezcladora 202 y el generador de espuma 206 a lo largo del cual fluye la alimentación de espuma 216. La generación continua de espuma hace que la alimentación de espuma 216 fluya a lo largo del conducto de espuma 217 hacia la mezcladora 202. La densidad y el caudal másico de la alimentación de espuma 216 dentro del conducto de espuma es variable y está controlado por el caudal de agua y aire en el generador de espuma 206.

La etapa 904 comprende medir la densidad de la espuma dentro de la alimentación de espuma 216 usando el caudalímetro másico de espuma 224. Toda la espuma que fluye a través del conducto de espuma 217 fluye a través del caudalímetro másico 224 y se mide con el caudalímetro másico 224.

25 La etapa 906, que se realiza simultáneamente con la etapa 904, comprende medir la temperatura de la espuma de la alimentación de espuma 216 que entra o sale del caudalímetro másico de espuma 224 usando los sensores de temperatura integrados en el caudalímetro másico de espuma 224.

La etapa 908, que se realiza al mismo tiempo que la etapa 904 y la etapa 906, comprende medir la presión del suministro de espuma 216 cuando ingresa al caudalímetro másico de espuma 224 y medir la presión del suministro de espuma 216 cuando sale del caudalímetro másico de espuma 224 usando los sensores de presión integrados en el caudalímetro másico de espuma 224. La etapa 908 comprende además calcular el cambio de presión a través del caudalímetro másico de espuma 224 usando las mediciones de presión de entrada y salida.

La etapa 910 comprende corregir la densidad medida de la alimentación de espuma 216 medida en la etapa 904 usando las medidas de temperatura y presión de las etapas 906 y 908 y asumiendo que la espuma es un gas ideal.

35 Posteriormente, la etapa 912 comprende que el controlador PID 226 compare la densidad corregida y/o la densidad medida de la alimentación de espuma 216 con los valores objetivo predeterminados de la densidad corregida y/o medida. Los valores objetivo predeterminados son puntos establecidos que establece el operador del aparato 200. El valor objetivo variará con los requisitos de, por ejemplo, la densidad del producto final producido a partir de la suspensión de escayola.

40 La etapa 914 comprende variar la densidad de la espuma dentro del conducto de espuma 217. El controlador PID 226 varía la densidad de la espuma y envía una señal al generador de espuma 206. En esencia, el controlador PID 226 controla la densidad de la espuma dentro de la alimentación de espuma 216 usando un bucle de retroalimentación negativa para reducir las fluctuaciones en la densidad de la espuma de la alimentación de espuma 216 lejos del valor objetivo/punto de ajuste.

45 En una situación en la que la etapa 912 determina que la densidad medida o corregida de la espuma en la etapa 910 es mayor que un valor objetivo, la etapa 914 activa la etapa 916. La etapa 916 comprende que el controlador PID 226 proporcione una señal al generador de espuma 206 para reducir la densidad de la espuma de la alimentación de espuma 216. El generador de espuma 206 reduce la densidad de la alimentación de espuma 216 aumentando el caudal de aire y disminuyendo el caudal de solución utilizada en la generación de la espuma, de modo que la proporción de aire aumenta y la proporción de solución se reduce.

50 Por el contrario, en una situación en la que la etapa 912 determina que la densidad medida o corregida de la espuma 910 es menor que su valor objetivo, la etapa 914 activa la etapa 918. La etapa 918 comprende que el controlador PID 226 proporcione una señal al generador de espuma 206 para aumentar la densidad de la alimentación de espuma 216. El generador de espuma 206 aumenta la densidad de la alimentación de espuma 216 ya sea disminuyendo el caudal de aire y/o aumentando el caudal de agua utilizada en la generación de la espuma, de modo que la proporción de aire aumenta y la proporción de solución está disminuido.

Por lo tanto, el método 900 comprende un bucle de retroalimentación negativa para limitar la fluctuación de la densidad de la alimentación de espuma 216 en comparación con un valor objetivo predeterminado cuando la etapa 910 y la etapa 912 ajustan la densidad de la alimentación de espuma 216 para reducir la diferencia entre la densidad medida y la densidad objetivo para la alimentación de espuma 216.

- 5 La etapa 920 comprende suministrar la espuma generada por el generador de espuma 206 a la mezcladora 202. El conducto de espuma 217 conecta de manera fluida el generador de espuma 206 y la mezcladora 202 de manera que la alimentación de espuma 216 pueda ingresar continuamente a la mezcladora 202.

- 10 La etapa 922 comprende mezclar la espuma de la alimentación de espuma 216 con la suspensión de escayola en la mezcladora 202. La mezcladora 202, por lo tanto, produce una suspensión de escayola espumada a partir de la alimentación de espuma 216 y la suspensión de escayola acuosa. Esta suspensión de escayola espumada se puede utilizar en la fabricación de placas de escayola de yeso que tendrá una densidad menor que las placas de escayola producidas a partir de suspensiones no espumadas.

- 15 Posteriormente, en la etapa 924, la suspensión de escayola espumosa se extruye desde la mezcladora 202 a través de la salida de material 220 y el conducto de salida 222 lista para su uso en la fabricación de, por ejemplo, una placa de escayola de yeso. El método 900 es un proceso en bucle continuo.

El método anterior podría usarse igualmente para controlar el caudal másico de la alimentación de espuma 216, o el método anterior puede controlar el caudal másico y la densidad de la alimentación de espuma 216 simultáneamente.

- 20 Haciendo referencia a la Figura 10, se representa un diagrama de flujo 1000 de un método de ejemplo para producir una suspensión de escayola de acuerdo con un aspecto de la presente invención usando el aparato 300 de la tercera realización.

- 25 El método comienza con la etapa 1001 y la etapa 1002, que son idénticas a la etapa 901 y a la etapa 902. La etapa 1001 comprende mezclar al menos estuco y agua en una mezcladora 302 para proporcionar una suspensión de escayola. La etapa 1002 comprende generar la alimentación de espuma 316 dentro del conducto de espuma 317 a partir de aire y una solución de agua y tensioactivo utilizando el generador de espuma 306. El generador de espuma 306 es un generador de espuma estático o un generador de espuma dinámico, como se conoce en la técnica.

Posteriormente, la etapa 1004 implica suministrar a la mezcladora 302 espuma desde la alimentación de espuma 316, de manera sustancialmente similar a la etapa 920. Luego, la etapa 1006 comprende mezclar la suspensión de escayola y la alimentación de espuma 316 para proporcionar una suspensión de escayola espumada de una manera sustancialmente similar a la etapa 922.

- 30 A continuación, la etapa 1008 comprende sacar la suspensión de escayola espumado producida en la etapa 1006 de la mezcladora 302 a través de la salida de material 320 y el conducto de salida 322. Cuando la suspensión de escayola espumada está dentro de la salida 322, pasa a través del caudalímetro másico de material 328. La etapa 1010 comprende medir la densidad de la suspensión de escayola espumado dentro del conducto de salida 322 usando el caudalímetro másico de material 328. Toda la suspensión de escayola espumada extruida de la mezcladora 302 se mide con el caudalímetro másico de material 328.

La etapa 1012, que se realiza al mismo tiempo que la etapa 1010, comprende medir la temperatura de la espuma de la suspensión de escayola espumada que entra o sale del caudalímetro másico de material 328 utilizando los sensores de temperatura integrados en el caudalímetro másico de material 328.

- 40 La etapa 1014, que se realiza al mismo tiempo que la etapa 1010 y la etapa 1012, comprende medir la presión de la alimentación de la suspensión de escayola espumado cuando entra y sale del caudalímetro de masa de material 328 y calcular el cambio de presión usando los sensores de presión integrados en el caudalímetro másico de material 328.

A continuación, la etapa 1016 comprende corregir la densidad medida de la suspensión de escayola espumada medida en la etapa 1010 utilizando las medidas de temperatura y presión de las etapas 1012 y 1014.

- 45 Posteriormente, la etapa 1018 comprende que el controlador PID 326 compare la densidad corregida y/o la densidad medida de la alimentación de suspensión espesa de escayola espumada frente a los valores objetivo predeterminados de la densidad corregida y/o medida. Los valores objetivo predeterminados son puntos establecidos que establece el operador del aparato 300. El valor objetivo variará con los requisitos de, por ejemplo, la densidad del producto final producido a partir de la suspensión de escayola espumada.

- 50 La etapa 1020 comprende variar la densidad de la espuma de la alimentación de espuma 316 dentro del conducto de espuma 317. El controlador PID 326 varía la densidad de la espuma y envía una señal al generador de espuma 306. En esencia, el controlador PID 326 controla la densidad de la espuma dentro de la alimentación de espuma 316 utilizando un bucle de retroalimentación negativa para reducir las fluctuaciones en la densidad de la suspensión de escayola espumada fuera del valor objetivo/punto de ajuste.

En una situación en la que la etapa 1018 determina que la densidad corregida o medida de la suspensión de escayola

espumada es mayor que su valor objetivo, la etapa 1020 activa la etapa 1022. La etapa 1022 comprende que el controlador PID 326 proporcione una señal al generador de espuma 306 para reducir la densidad de la espuma de la alimentación de espuma 316. El generador de espuma 306 reduce la densidad de la alimentación de espuma 316 aumentando el caudal de aire o disminuyendo el caudal de solución utilizada en la generación de la espuma, de modo que la proporción de aire aumenta y la proporción de solución disminuye.

Por el contrario, en una situación en la que la etapa 1018 determina que la densidad medida o corregida de la suspensión de escayola espumada es menor que su valor objetivo, la etapa 1020 activa la etapa 1024. La etapa 1024 comprende que el controlador PID 326 proporcione una señal al generador de espuma 306 para aumentar la densidad de la alimentación de espuma 316. El generador de espuma 306 aumenta la densidad de la alimentación de espuma 316 ya sea disminuyendo el caudal de aire o aumentando el caudal de agua utilizada en la generación de la espuma, de modo que la proporción de aire disminuye y la proporción de solución aumenta.

Por lo tanto, el método 1000 comprende un bucle de retroalimentación negativa para limitar la fluctuación de la densidad de la suspensión de escayola espumada en comparación con un valor objetivo predeterminado cuando la etapa 1022 y la etapa 1024 ajustan la densidad de la alimentación de espuma 318 para reducir la diferencia entre la medida y el valor objetivo de densidad para la suspensión de escayola espumada.

La etapa 1022 o la etapa 1024 comienzan el proceso 1000 de nuevo, ya que el método 1000 es un proceso continuo en bucle.

Con referencia a la Figura 11, se representa un diagrama de flujo 1100 de un método de ejemplo para producir una suspensión de escayola de acuerdo con un aspecto de la presente invención usando el aparato 400 de la cuarta realización.

El controlador PID 426 del aparato 400 está conectado tanto al caudalímetro másico de espuma 424 como al caudalímetro másico de material 428. Por lo tanto, el aparato 400 puede realizar el método 900 o el método 1000. Además, el aparato 400 puede realizar otro método, el método 1100, que es efectivamente una combinación del método 900 y el método 1000.

El método 1100 comienza con las etapas 1101, 1102, 1104, 1106 y 1108, que son sustancialmente las mismas que las etapas 1001, 1002, 1004, 1006 y 1008, respectivamente.

Posteriormente, se realiza la etapa 1110, que es sustancialmente el mismo que la combinación de la etapa 1010 y la etapa 904 y produce mediciones de densidad de alimentación de espuma 416 en el conducto de espuma 417 y la suspensión de escayola espumada en el conducto de salida 422 usando el caudalímetro másico de espuma 424 y el caudalímetro másico de material 484, respectivamente.

A continuación, la etapa 1112 comprende una combinación de las etapas 1012 y 906, y luego la etapa 1114 comprende una combinación de las etapas 1014 y 908. Por lo tanto, la etapa 1112 y la etapa 1114 producen mediciones de temperatura y presión tales que la etapa 1116 puede corregir las mediciones de densidad de la etapa 1110.

Luego, la etapa 1118 compara la densidad corregida o medida de la espuma con un valor objetivo y compara la densidad corregida o medida de la suspensión de escayola espumada con un valor objetivo diferente. Es decir, tanto la densidad corregida y/o medida de la espuma como la densidad corregida y/o medida de la suspensión de escayola espumado se comparan con valores objetivo separados.

A continuación, en la etapa 1120, el método 1100 varía la densidad de la espuma dentro del conducto de espuma 417 para reducir la diferencia entre la densidad medida por el caudalímetro másico de espuma 424 y su valor objetivo, y para reducir la diferencia entre la densidad medida por el caudalímetro másico de material 428 y su valor objetivo. Los valores objetivo pueden ser rangos de valores.

El método 1100 finaliza con la etapa 1122, que es sustancialmente el mismo que las etapas 916 y 1022, y la etapa 1124, que es sustancialmente el mismo que las etapas 918 y 1024.

Todas las realizaciones de la presente invención pueden comprender un controlador PID para minimizar las fluctuaciones de la salida de los materiales espumados utilizando un bucle de retroalimentación negativa. En estas realizaciones previstas, el controlador PID es el controlador del bucle de retroalimentación negativa y está conectado a los sensores del caudalímetro másico de espuma o a los caudalímetros másicos de material. El controlador PID controla la alimentación de espuma a través del generador de espuma. El generador de espuma es controlado por el controlador PID alterando las proporciones de aire y solución utilizadas en la producción de espuma. Este control se realiza para limitar las fluctuaciones en las densidades y/o el caudal másico detectado por los caudalímetros másicos. En realizaciones previstas adicionales, el controlador PID recibe entradas de múltiples caudalímetros másicos e intenta equilibrar y minimizar las fluctuaciones para los múltiples caudalímetros másicos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para la producción de una suspensión de escayola, comprendiendo dicho aparato
una mezcladora (102) para mezclar al menos escayola y agua para formar una suspensión de escayola,
comprendiendo dicha mezcladora un conducto de salida (122);
5 un generador de espuma (106) para mezclar al menos aire, un agente espumante y agua para producir una espuma
dicho generador de espuma (106) en comunicación fluida con dicha mezcladora (102) a través de una vía de fluido
que comprende un conducto de espuma (117);
10 un caudalímetro másico (124), y un sistema de control configurado para variar la densidad de dicha espuma dentro
de dicho conducto de espuma (117) o dicha suspensión de escayola dentro de dicho conducto de salida (122);
estando dicho caudalímetro másico (124) configurado para medir la densidad y el caudal másico de dicha espuma
dentro de dicho conducto de espuma (117), o dicha suspensión de escayola dentro de dicho conducto de salida
15 (122), y
en el que el aparato comprende además al menos un sensor configurado para medir la presión **caracterizado por**
que el al menos un sensor está configurado para medir la presión a la entrada y/o salida de dicho caudalímetro
másico (124), y **por que** dicho sistema de control está configurado para corregir la densidad medida utilizando al
20 menos un sensor de medida.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que dicho conducto de espuma se extiende entre dicho generador de espuma
y dicha mezcladora.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que dicho conducto de espuma se extiende entre dicho generador de espuma
y dicho conducto de salida.
- 25 4. El aparato de la reivindicación 3, en el que dicho caudalímetro másico está situado aguas abajo de dicho conducto
de espuma.
5. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sistema de control está configurado
para aumentar el aire dentro de dicho generador de espuma, o disminuir el agua dentro de dicho generador de espuma,
o aumentar el aire dentro de dicho generador de espuma y disminuir el agua dentro de dicho generador de espuma,
30 si dicha densidad medida está por encima de una densidad objetivo.
6. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sistema de control está configurado
para disminuir el aire dentro de dicho generador de espuma, o aumentar el agua dentro de dicho generador de espuma,
o disminuir el aire dentro de dicho generador de espuma y aumentar el agua dentro de dicho generador de espuma,
si dicha densidad medida está por debajo de una densidad objetivo.
- 35 7. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende además al menos
un sensor configurado para medir la temperatura del material que entra o sale de dicho caudalímetro másico.
8. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho caudalímetro másico comprende
dos canales de resonancia paralelos y un convertidor de señal, donde dicho caudalímetro másico tiene un diseño de
tubo doble curvo.
- 40 9. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho aparato comprende al menos dos
caudalímetros másicos, un primer caudalímetro másico configurado para medir la densidad y el caudal másico de
dicha espuma dentro de dicho conducto de espuma y un segundo caudalímetro másico configurado para medir la
densidad y caudal másico de dicha suspensión de escayola dentro de dicho conducto de salida.
- 45 10. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho generador de espuma está en
comunicación fluida con dicha mezcladora a través de una pluralidad de vías de fluido (531, 532), comprendiendo
cada vía de fluido un conducto de espuma, y dicho aparato comprende además al menos dos caudalímetros másicos
(524, 536), cada caudalímetro másico configurado para medir la densidad y el caudal másico de dicha espuma dentro
de un conducto de espuma diferente.
- 50 11. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho aparato comprende una pluralidad de
conductos de salida (722, 764), dicho aparato comprende además al menos dos caudalímetros másicos (728, 766),
cada caudalímetro másico configurado para medir la densidad y caudal másico de dicha suspensión de escayola
dentro de un conducto de salida diferente.
12. Un método para fabricar una suspensión de escayola, comprendiendo dicho método;
mezclar materiales que comprenden al menos escayola y agua para formar una suspensión de escayola en una

mezcladora (102) que comprende un conducto (122);

5 mezclar al menos aire, un agente espumante y agua para producir una espuma en un generador de espuma (106), dicho generador de espuma en comunicación fluida con dicha mezcladora a través de una vía de fluido que comprende un conducto de espuma (117), midiendo la densidad y el caudal másico de dicha espuma dentro de dicho conducto de espuma o dicha suspensión de yeso dentro de dicho conducto de salida usando un caudalímetro másico (124),

10 **caracterizado por** medir la presión a la entrada y/o salida de dicho caudalímetro másico, y la etapa de corregir la densidad medida utilizando al menos la medida de presión.

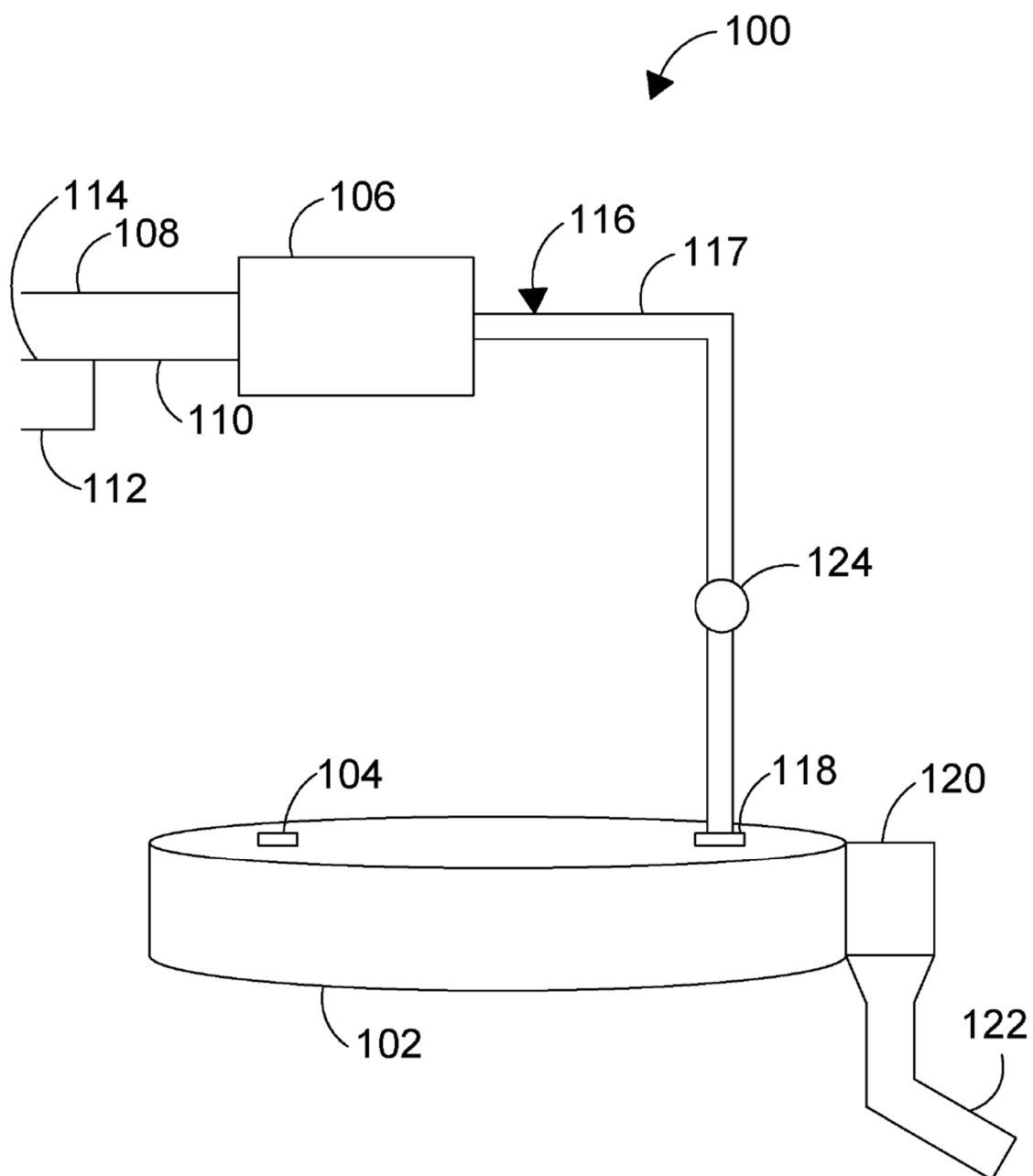


FIG. 1

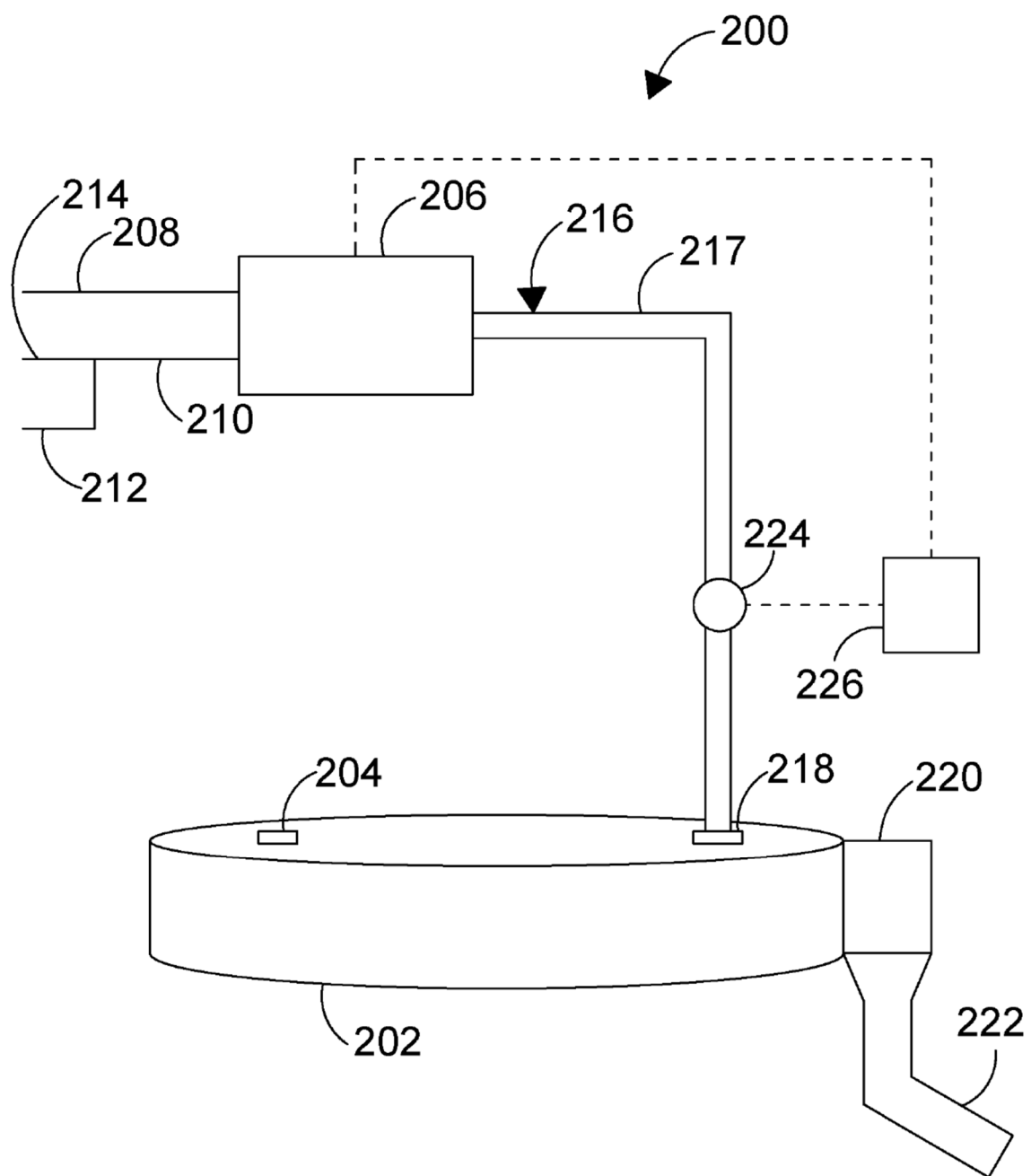


FIG. 2

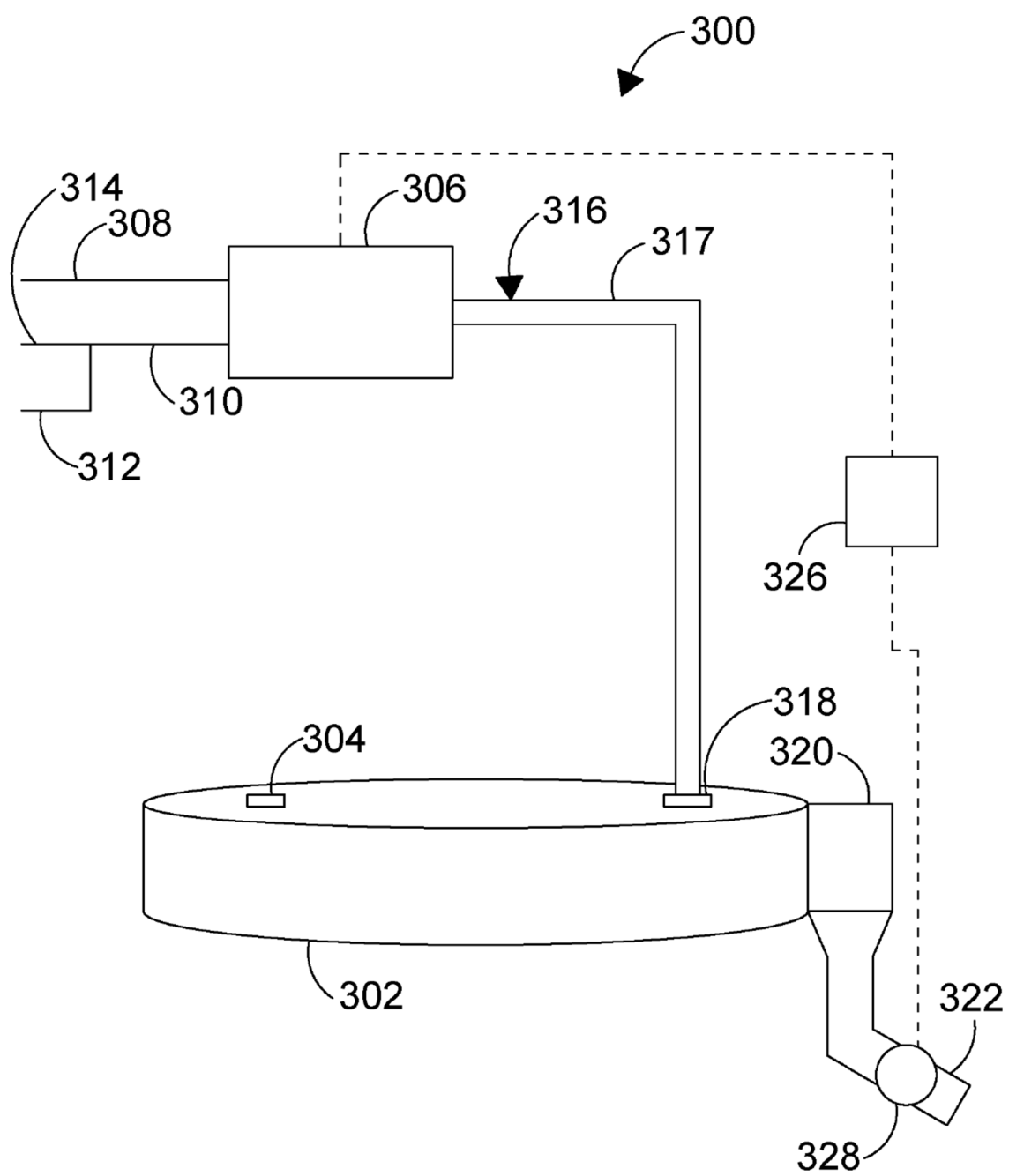


FIG. 3

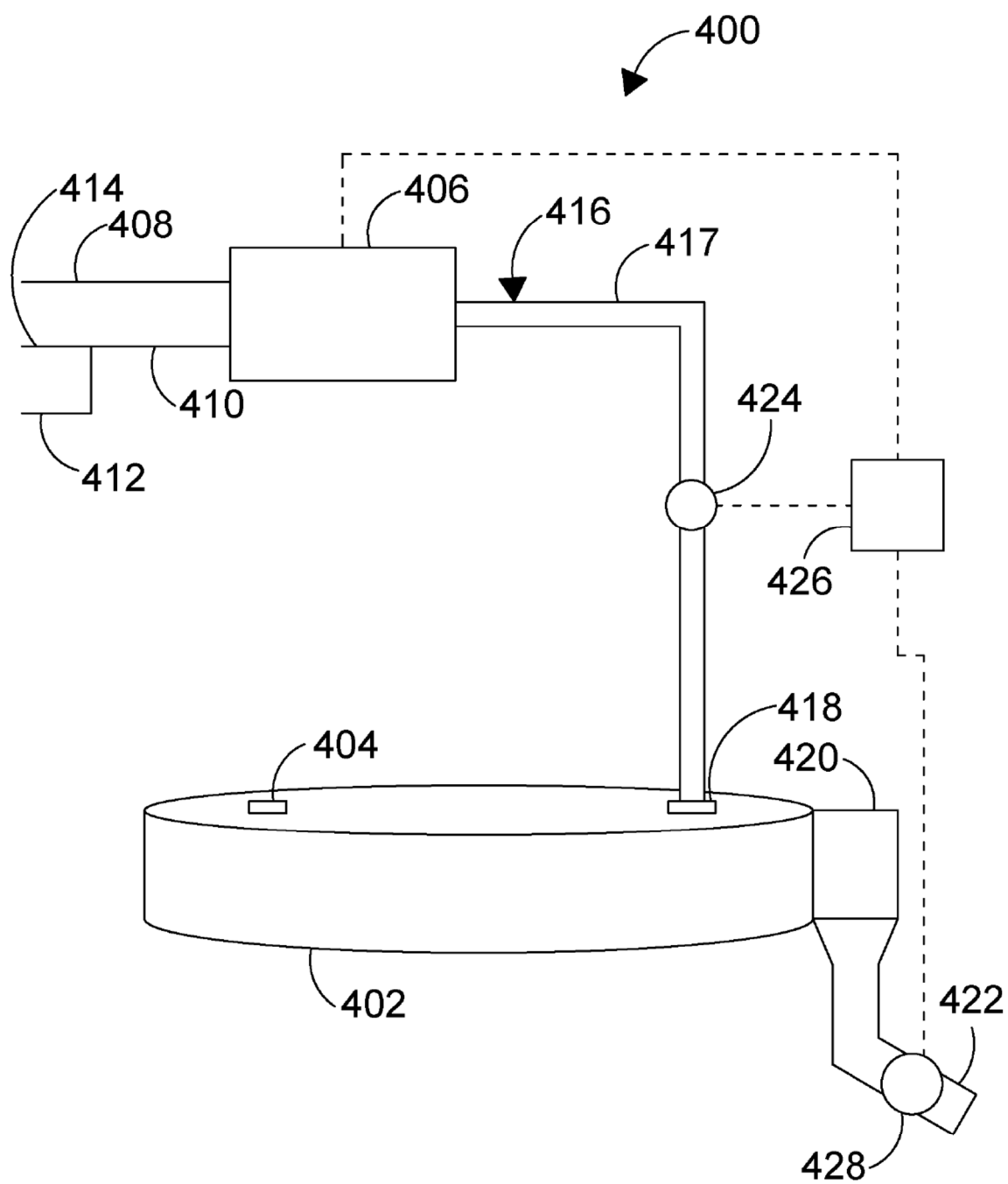


FIG. 4

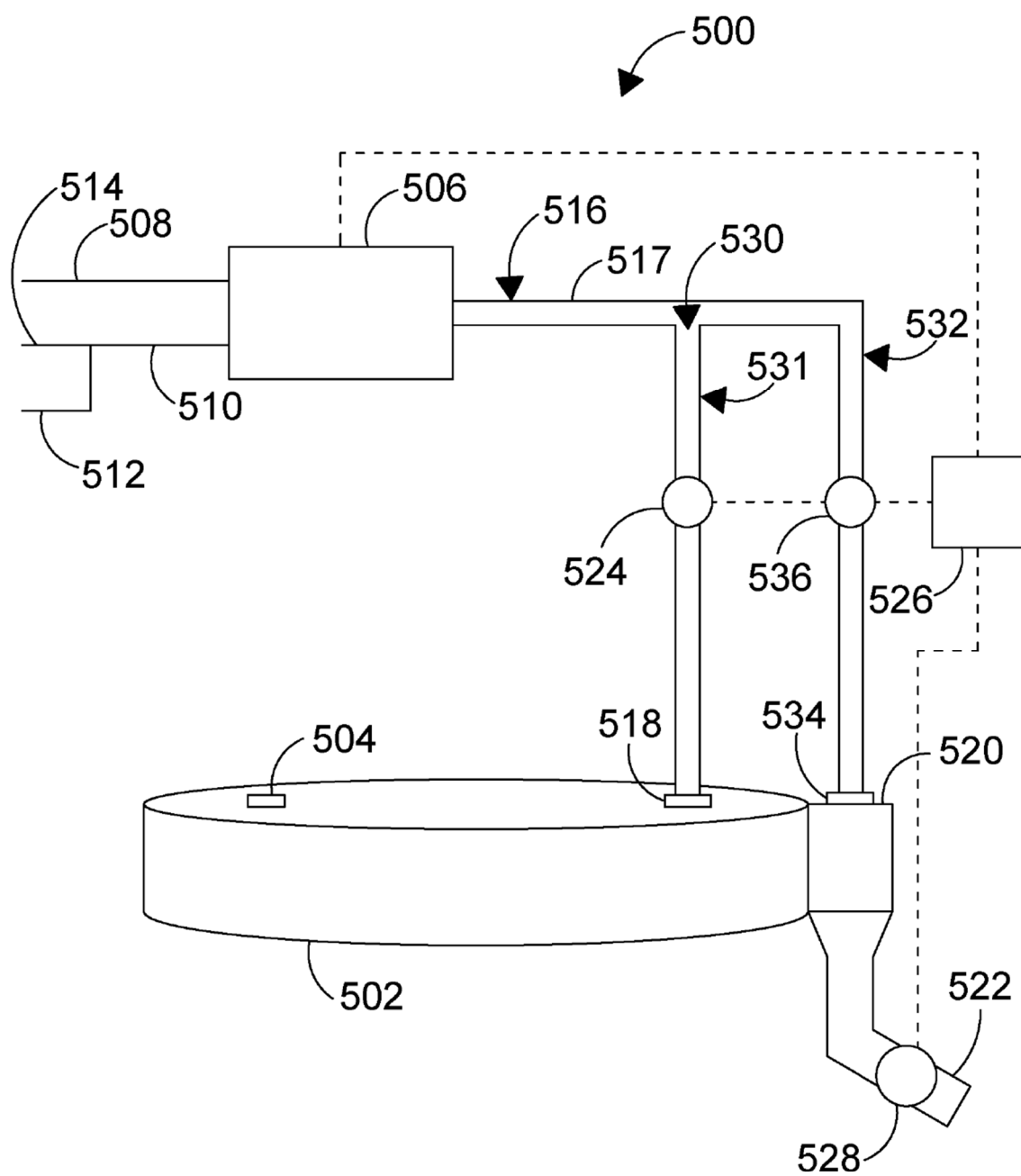


FIG. 5

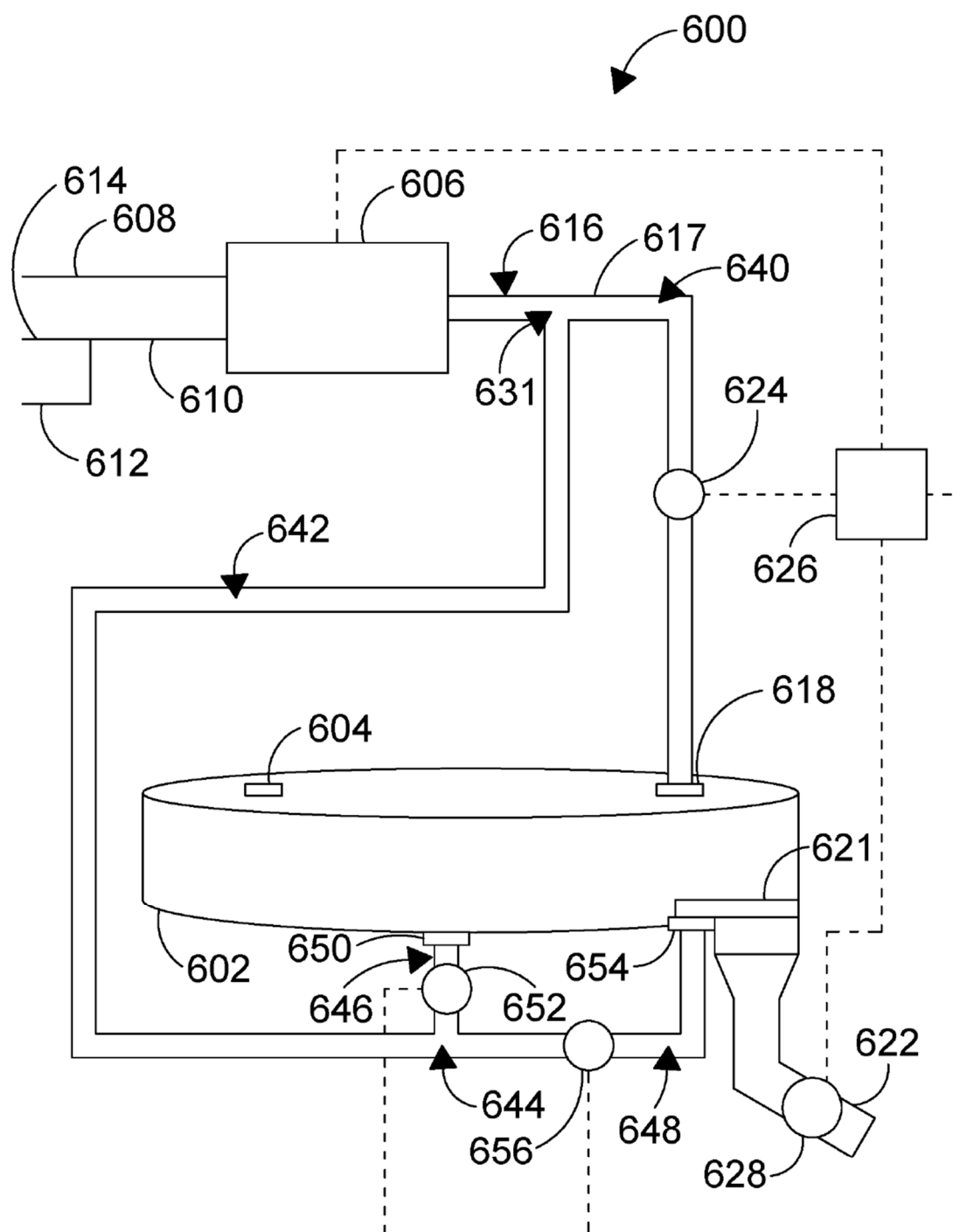


FIG. 6

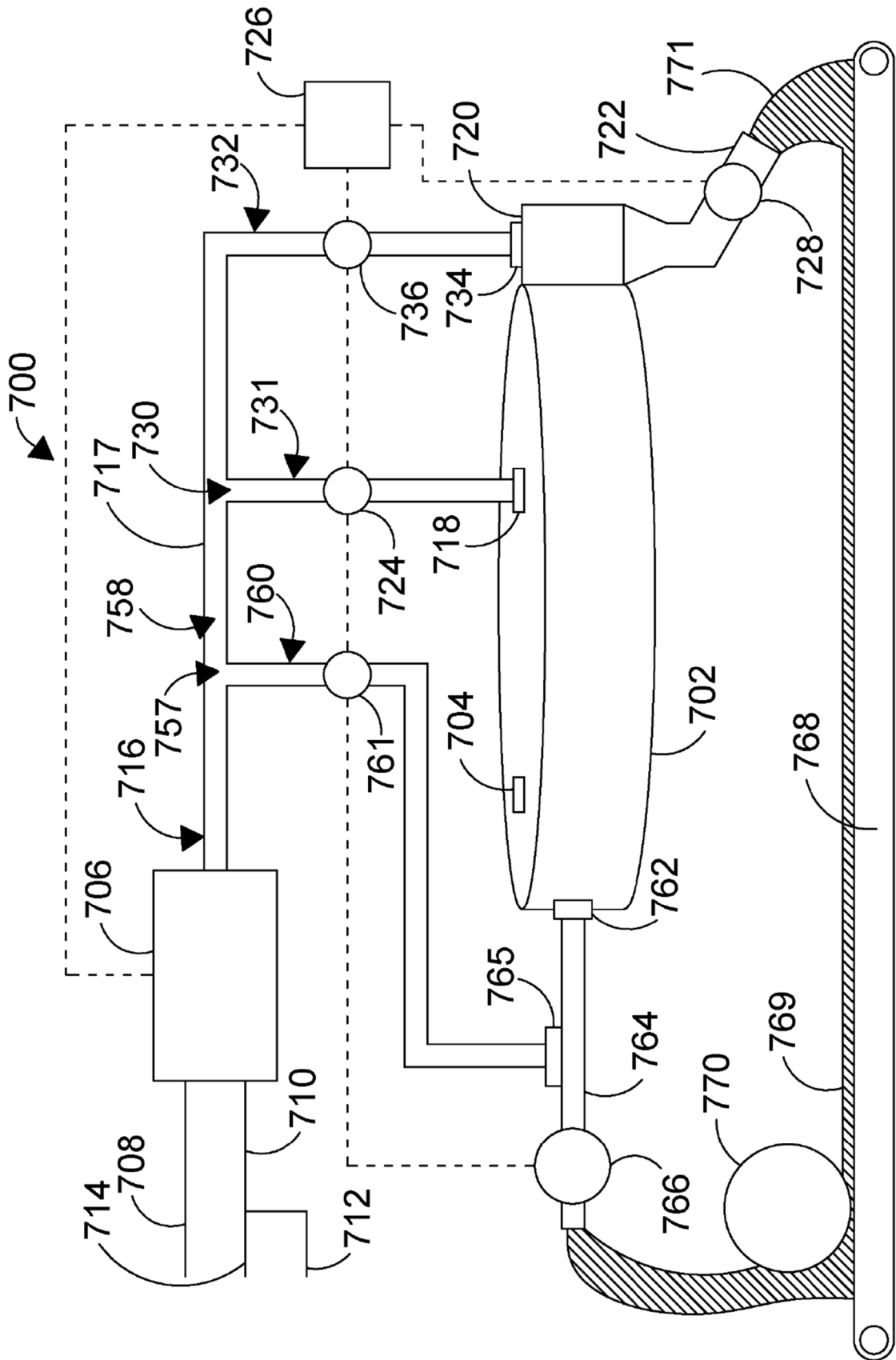


FIG. 7

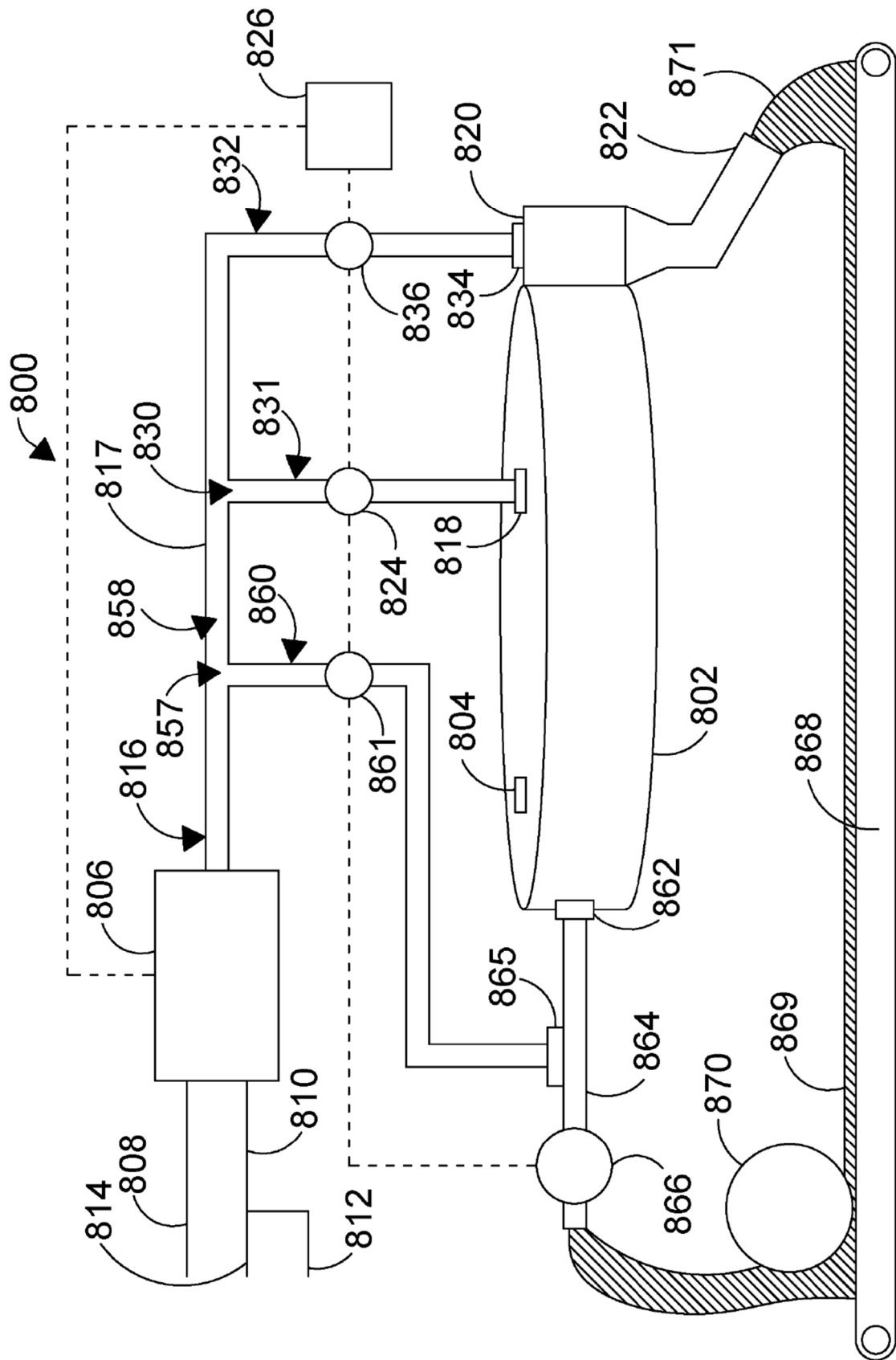


FIG. 8

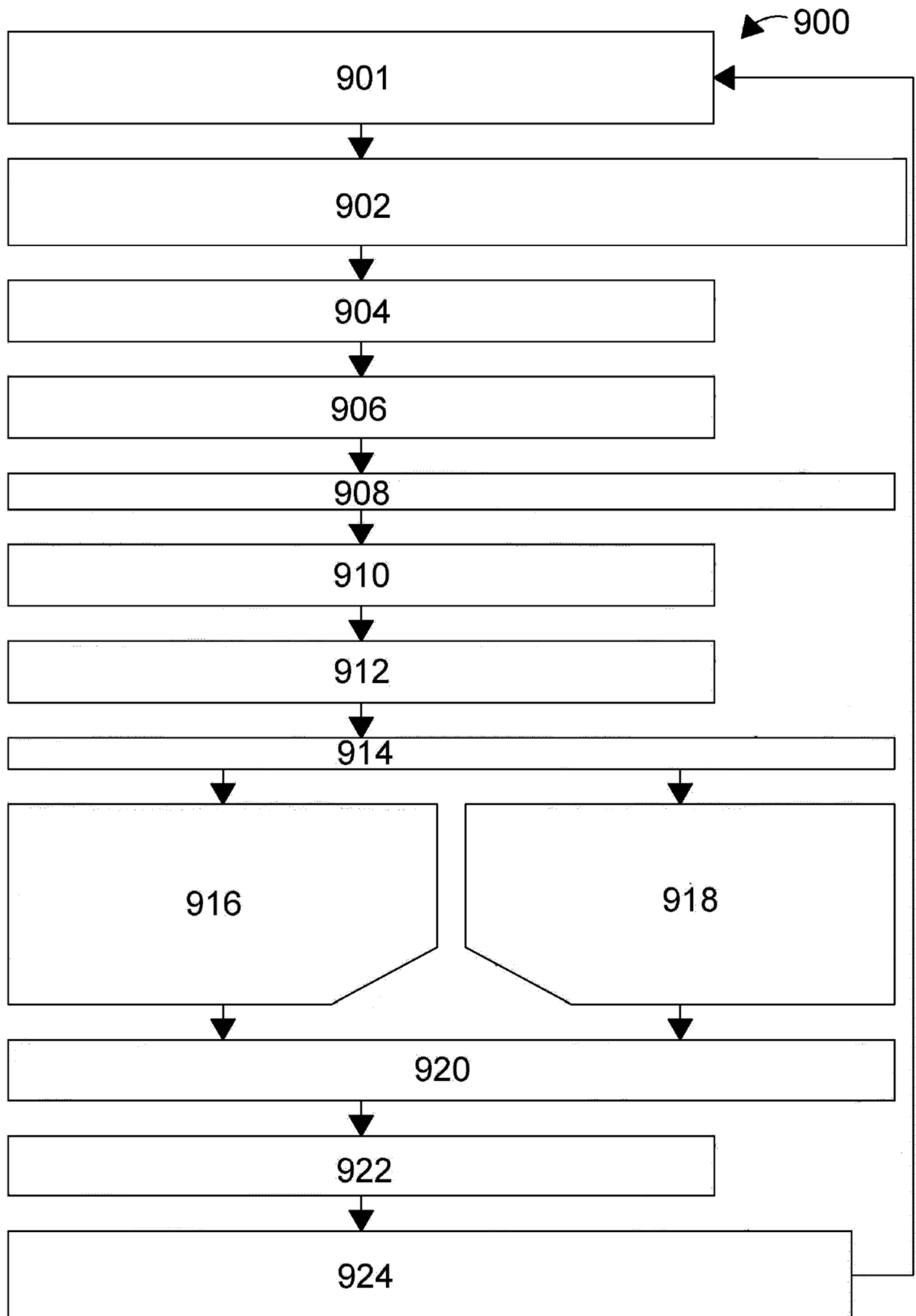


FIG. 9

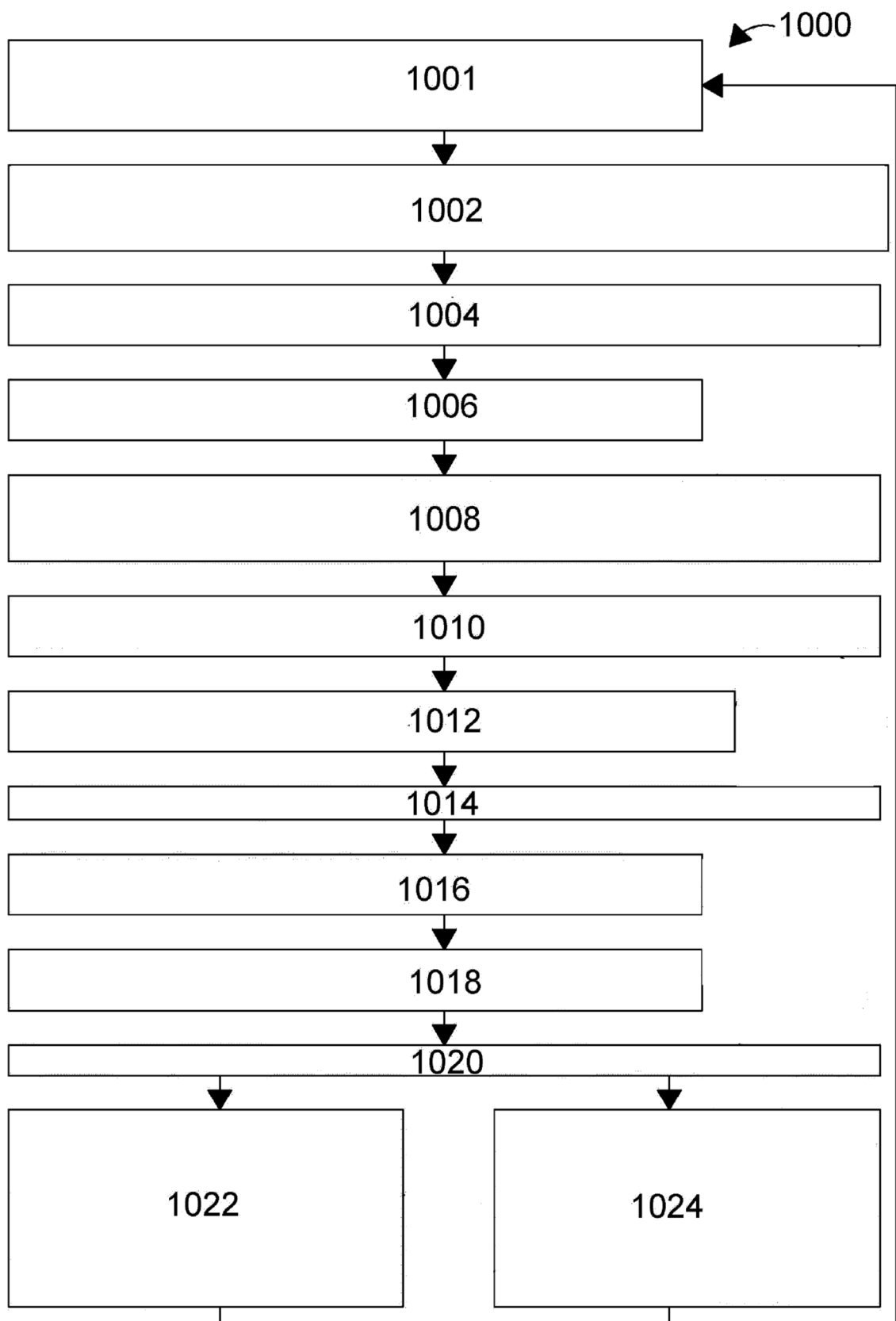


FIG. 10

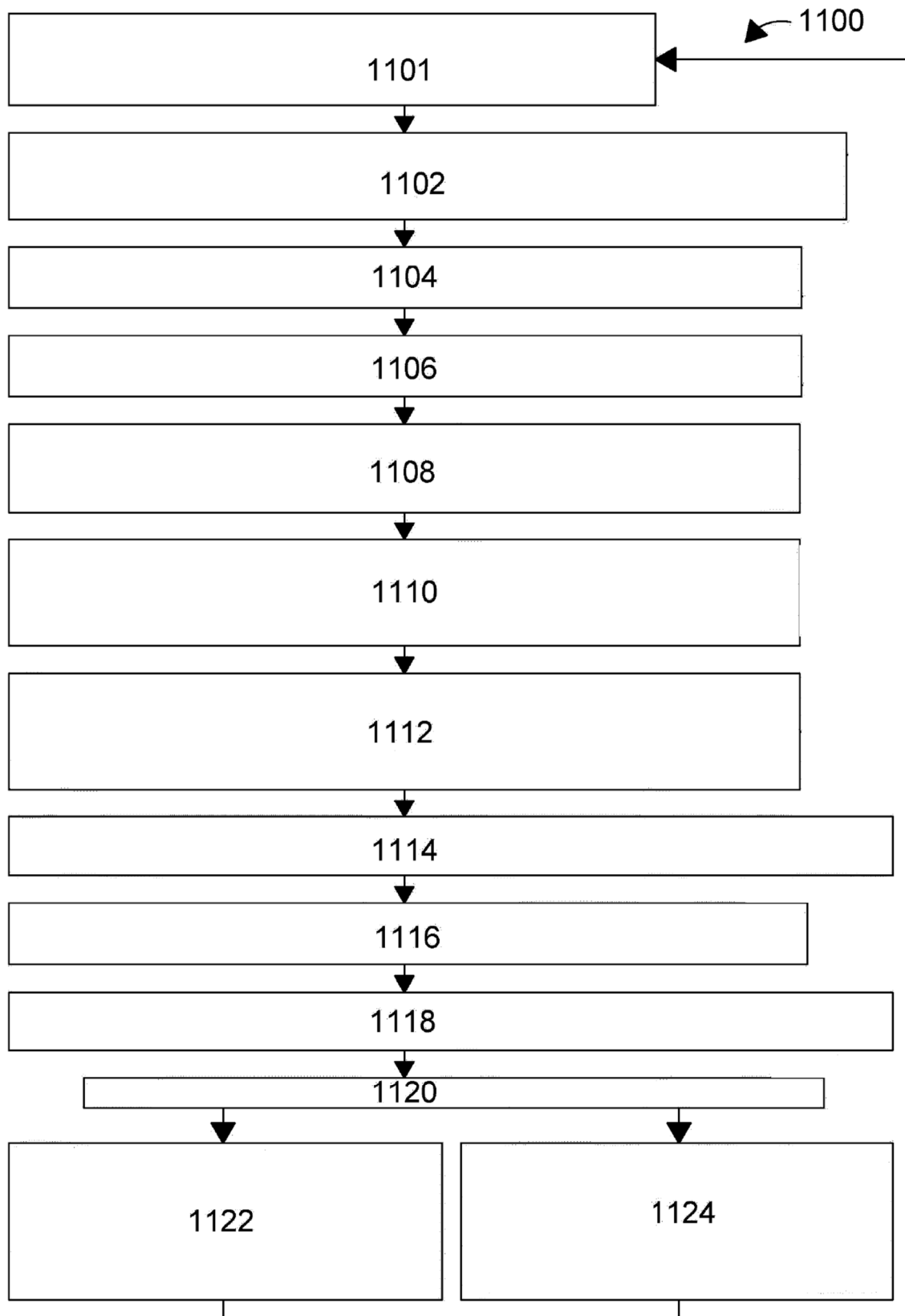


FIG. 11