

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 902 586**

51 Int. Cl.:

B29C 49/64 (2006.01)
B29C 49/68 (2006.01)
B29C 49/06 (2006.01)
B29C 49/10 (2006.01)
B29C 49/42 (2006.01)
B29C 35/08 (2006.01)
B29K 67/00 (2006.01)
B29L 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2020 E 20185535 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.09.2021 EP 3769935**

54 Título: **Sistema de calentamiento de preformas**

30 Prioridad:

22.07.2019 IT 201900012549
24.01.2020 IT 202000001384

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.03.2022

73 Titular/es:

SMI S.P.A. (100.0%)
Via Monte Grappa, 7
24121 Bergamo, IT

72 Inventor/es:

MILESI, GIOVANNI y
CORTINOVIS, IVAN

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 902 586 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

Sistema de calentamiento de preformas

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de calentamiento para preformas corriente arriba de una máquina de soplado o estirado-soplado, en particular, un sistema de calentamiento que usa radiación infrarroja monocromática, preferiblemente generada por láser. Los documentos US2013/011807A1, US2014/166642A1, DE10 2006 015853 y US2010/052224A1 describen sistemas de calentamiento representativos de los antecedentes de la técnica.
- 10 En una línea de envasado de bebidas en botellas de plástico, la primera etapa consiste en calentar las preformas a partir de las cuales la botella luego se soplará hasta su punto de ablandamiento.
- 15 La presente operación se lleva a cabo, normalmente, en hornos especiales en los cuales las preformas pasan en una fila a una distancia reducida y en los cuales se disponen lámparas que emiten radiación infrarroja que las calientan hasta la temperatura deseada.
- 20 Dichos hornos son de gran tamaño dado que el trayecto de la preforma debe ser suficientemente largo para permitir los tiempos de calentamiento requeridos. De hecho, el calor se difunde por las lámparas a lo largo del trayecto de las preformas, de modo que, a pesar de la provisión de superficies reflectantes adecuadas, la dispersión de calor en el entorno es alta.
- 25 Las lámparas infrarrojas son, normalmente, lámparas de tungsteno que tienen una eficiencia de emisión máxima de 3000°K. Sin embargo, teniendo en cuenta que los varios materiales plásticos tienen espectros de absorción de energía en rangos de longitud de onda más bien estrechos, mientras las lámparas de tungsteno operadas a máxima eficiencia emiten energía en longitudes de onda muy variadas, solo una pequeña parte de la energía se absorbe de manera efectiva por las preformas, el resto dispersándose en el entorno. Por ejemplo, cuando se consideran preformas de PET, las cuales representan alrededor del 95% del mercado mundial, la energía usada en dichas condiciones para el calentamiento en comparación con la energía efectivamente almacenada por la preforma tiene valores que indican baja eficiencia, no más del 15% de la electricidad emitida convirtiéndose, de manera efectiva, en energía térmica absorbida por las preformas.
- 30 La dispersión de energía térmica no utilizable de las preformas también requiere un sistema de refrigeración eficiente para evitar el sobrecalentamiento del sistema, lo cual lleva a un desperdicio adicional de energía.
- 35 Por lo tanto, existe la necesidad de proveer un sistema de calentamiento de preformas que sea más eficiente en el consumo de energía y que, posiblemente, sea más pequeño que los hornos disponibles actualmente en el mercado.
- 40 Además, las preformas se calientan, actualmente, por una red de lámparas que desarrollan radiación a partir de una superficie plana general y, por lo tanto, no permite la radiación homogénea del contenedor cilíndrico.
- 45 El problema subyacente a la presente invención es, por consiguiente, proveer un sistema de calentamiento de preformas que resuelva las desventajas descritas más arriba inherentes a la tecnología conocida y que permita obtener ahorros de energía mientras optimiza el calentamiento de las preformas.
- En particular, la presente invención sugiere una irradiación concentrada en la única preforma, para evitar irradiación dispersa en el entorno.
- 50 La presente invención además usa una fuente monocromática de longitud de onda apropiada, elegida a partir de aquellas con coeficiente de absorción para PET u otras resinas de poliolefinas o poliéster adecuadas para el calentamiento apropiado del material. Dicha radiación monocromática se encuentra disponible según tecnologías actualmente conocidas.
- 55 El sistema de calentamiento de la presente invención sigue la geometría cilíndrica del objeto a calentarse, a saber, la preforma, para irradiar la preforma según una geometría cilíndrica, desde el interior o, de manera alternativa, desde el exterior, y para concentrar la radiación hacia el interior de la preforma.
- 60 El sistema de calentamiento de la invención también es aplicable a preformas hechas de resinas de poliéster como, por ejemplo, pero sin limitación a, PET (polietileno tereftalato), PEF (polietileno 2,5 furandicarboxilato), PLA (ácido poliláctico), PEN (naftalato de polietileno) y resinas de poliolefina como, por ejemplo, PE (polietileno), PP (polipropileno) también con copolímeros añadidos.
- 65 El objeto de la presente invención es, por consiguiente, un sistema de calentamiento de preformas según se establece en las reivindicaciones anexas, cuyas definiciones forman una parte integral de la presente descripción.

5 En particular, un primer objeto de la invención es un sistema de calentamiento para preformas, que comprende un carrusel giratorio para tratar las preformas, donde el carrusel comprende múltiples elementos de calentamiento configurados para insertarse en cada preforma o disponerse fuera de cada preforma y para radiar radiación electromagnética en el campo infrarrojo que forma, en dicho dispositivo, un disco de radiación según una simetría radial que se aparta del centro del eje de la preforma.

10 Un segundo objeto de la invención es un sistema de calentamiento que comprende múltiples elementos de calentamiento, cada uno de dichos elementos de calentamiento configurándose para calentar una preforma individualmente desde el interior o el exterior, el sistema comprendiendo múltiples elementos reflectantes externos, cada uno de dichos elementos reflectantes configurándose para radiar una preforma radialmente hacia el centro e individualmente desde el exterior con la parte de radiación emitida por el elemento de calentamiento correspondiente, no absorbida por la preforma y transmitida a través del grosor de la preforma.

15 Un tercer objeto de la invención es un sistema de calentamiento que comprende múltiples elementos de calentamiento, cada uno de dichos elementos de calentamiento configurándose para calentar una preforma individualmente desde el interior o el exterior, donde dichos elementos de calentamiento se alimentan por dispositivos de láser.

20 Un objeto adicional de la invención es un difusor de radiación infrarroja que se desplaza a través del interior de la preforma y, de esta manera, difunde la radiación según una geometría radiante definida e intensidad para optimizar la incidencia de la propia radiación.

25 Un objeto incluso adicional de la invención es un sistema de calentamiento que comprende múltiples elementos de calentamiento configurados para iluminar una preforma individualmente desde el exterior y para distribuir la radiación emitida por una fuente de láser en un trayecto óptico con el objeto de concentrar dicha radiación hacia el eje central de la preforma.

30 Características y ventajas adicionales de la presente invención se convertirán en aparentes a partir de la descripción de cierta realización a modo de ejemplo, provista aquí a modo de ejemplo no restrictivo con referencia a las siguientes figuras:

35 La Figura 1 es una vista en planta superior de una planta de soplado de botellas de plástico que comprende el sistema de calentamiento de la invención;

la Figura 1bis es una vista en planta superior de una realización diferente del sistema de soplado de botellas de plástico que comprende el sistema de calentamiento de la invención en una versión compacta, donde el horno giratorio se encuentra dentro de la máquina;

40 la Figura 2 es una vista general en perspectiva del sistema de calentamiento de preformas según la invención;

la Figura 3 es una vista lateral diagramática de un miembro de calentamiento de preforma en una primera variante;

45 la Figura 4 es una vista en sección lateral de un detalle de la realización en la Figura 3;

la Figura 5 es una vista en sección lateral de un detalle (difusor de radiación) del miembro de calentamiento de las preformas de la invención;

50 la Figura 6 es una vista lateral diagramática de un miembro de calentamiento de preformas que comprende un elemento reflectante;

la Figura 7 es una vista en sección lateral de un detalle de la realización en la Figura 6 en otra geometría posible;

55 la Figura 8 es una vista general en perspectiva de todo el sistema de calentamiento de preformas en una segunda realización de la invención;

60 la Figura 9 es una vista general en perspectiva del sistema de calentamiento de preformas en una tercera realización de la invención;

la Figura 10 es una vista lateral diagramática de un elemento de calentamiento de preformas en la variante con iluminación externa;

65 la Figura 11 es una vista en sección lateral del miembro reflectante de la realización en la Figura 10 con el trayecto esperado de los rayos de radiación indicados;

la Figura 11bis es una vista en sección lateral de un detalle en la Figura 11;

la Figura 12 es una vista general en perspectiva del carrusel de calentamiento en la versión con iluminación externa, iluminadores móviles y preformas fijas;

la Figura 12bis es la vista en perspectiva en la Figura 12 completada con base de contención;

la Figura 13 es una vista general en perspectiva del carrusel de calentamiento en la versión con iluminación externa, iluminadores fijos y preformas móviles;

la Figura 13bis es la vista en perspectiva en la Figura 13 completada con base de contención.

Con referencia a las Figuras 1 a 9, un sistema de calentamiento de preformas según la invención, acoplado a una máquina de soplado 2, se indica por los numerales de referencia 1, 101, 201.

El sistema de calentamiento 1 comprende un carrusel 3 que comprende múltiples elementos de calentamiento 4 alrededor de su periferia, donde cada uno de ellos se configura para calentar una preforma individualmente desde el interior. Aunque el que se muestra es el más ventajoso, en otras realizaciones, el sistema 1 puede comprender un elemento de transporte lineal que comprende dichos múltiples elementos de calentamiento.

El sistema de calentamiento 1 además comprende un sistema de manejo de las preformas P hacia y fuera del sistema de calentamiento 1. El sistema de manejo de preformas comprende:

- un transportador 5 que alimenta las preformas frías en la entrada a al menos una primera estrella de distribución 6 acoplada al carrusel 3 para transferir las preformas P a calentarse al carrusel 3;

- una segunda estrella de distribución 7 y una tercera estrella de distribución 8 para transferir las preformas P calientes a la máquina de soplado 2. Un dispositivo de control y eyección 9 de las preformas P defectuosas se dispone entre la segunda 7 y la tercera estrellas 8 de distribución.

La máquina de soplado 2 comprenderá, a su vez, estrellas de distribución 10, 10' provistas de pinzas de manipulación 11 de las preformas P y del carrusel de soplado 12.

Un sistema de calentamiento 1 comprende una estructura de soporte 14 sobre la cual se colocan el carrusel 3 y las estrellas de distribución 6, 7, 8. El carrusel 3 rota por un impulsor 13.

Los elementos de calentamiento 4 son verticalmente móviles y pueden adoptar una posición de desconexión elevada de las preformas P y una posición rebajada en la cual los elementos de calentamiento 4 se insertan en las respectivas preformas P.

El movimiento vertical de cada uno de los elementos de calentamiento 4 se opera por un impulsor dedicado 15 (Figura 3), preferiblemente un motor a pasos, servomotor, motor lineal o motor sin escobillas. De esta manera, es posible operar una ley de movimiento específica para optimizar el calentamiento dentro de las preformas P.

El carrusel 3 además comprende, a lo largo de su periferia, múltiples elementos reflectantes 17, dispuestos debajo de los elementos de calentamiento 4 y verticalmente móviles entre una posición de desconexión rebajada de las preformas P y una posición elevada en la cual cada elemento reflectante 17 se coloca fuera de la respectiva preforma P debajo del cuello C de la preforma.

El movimiento vertical de los elementos reflectantes 17 se acciona por medio de interferencia con una leva 16 dispuesta a lo largo de un arco de un círculo en la periferia del carrusel 3, entre una posición inmediatamente corriente arriba de la estrella de distribución 7 para recoger las preformas P calientes y una posición inmediatamente corriente abajo de la estrella de distribución 6 para alimentar las preformas P a calentarse, donde las definiciones "corriente abajo" y "corriente arriba" se refieren a la dirección de rotación del carrusel 3.

En algunas realizaciones, que se muestran en las Figura 3, 4 y 6, los elementos reflectantes 17 tienen una forma sustancialmente esférica y comprenden una abertura adaptada al paso de la preforma P, sobre su superficie superior 17a.

En otras realizaciones, como se muestra en la Figura 7, los elementos reflectantes 117 se forman como un pequeño vidrio o tubo, preferiblemente acampanado hacia arriba.

En todas las realizaciones, los elementos reflectantes 17,117 comprenden una superficie reflectante interior adaptada para transmitir la energía térmica, radiada por los elementos de calentamiento 4 y que cruzan la pared de la preforma P, hacia la pared exterior de la propia preforma P. La superficie interior reflectante puede estar hecha, por ejemplo, por medio de un material revestido de plata, revestido de oro u otro material altamente reflectante.

- El carrusel 3 además comprende un miembro de agarre y soporte 30 de las preformas P (no visible en la vista simplificada en la Figura 2, pero visible en las Figuras 8 y 9). Dicho miembro de agarre y soporte convencional comprende múltiples cavidades semicirculares 31, una para cada preforma P, configuradas para soportar la preforma P del elemento de acabado B, y normalmente un perfil de contraste (no visible) que sostiene la preforma P contra dichas cavidades semicirculares durante el trayecto entre la estrella de alimentación 6 y la estrella de recolección 7. El elemento de agarre y soporte 30 se coloca a una altura apropiada entre los elementos reflectantes 17 y los elementos de calentamiento 4.
- Los elementos de calentamiento 4 comprenden una varilla 18 dentro de la cual se define un trayecto 19 para la conducción de la radiación electromagnética.
- En realizaciones preferidas, dicho trayecto 19 aloja una guía de ondas electromagnéticas 20, normalmente una fibra óptica, conectada a una fuente de radiación electromagnética colimada en el campo infrarrojo, con longitudes de ondas predeterminadas. Preferiblemente, dicha fuente de radiación electromagnética es un dispositivo de láser 21, en particular, un dispositivo con fuente de diodos, fuente de semiconductor, o fuente de fibra.
- El conjunto que consiste en un elemento de calentamiento 4, la respectiva guía de ondas 20, y la fuente de radiación electromagnética 21 constituye un elemento de calentamiento 104.
- En realizaciones particularmente preferidas, la radiación electromagnética emitida por láser 21 se encuentra en el rango de longitudes de onda de 1620-2100 nm, preferiblemente de 1652-1674 nm y/o 1701-1880 nm y/o 1907-1919 nm y/o 1951-2000 nm y/o 1803-1813 nm y/o 1903-1913 nm y/o 1941-1961 nm y/o 1972-2012 nm. Incluso más preferiblemente, la radiación electromagnética tiene una longitud de onda de 1661 nm y/o 1721 nm y/o 1908 nm y/o 1951 nm y/o 1992 nm, la longitud de onda de alrededor de 1950-1955 nm siendo el absoluto preferido. De hecho, se ha calculado de manera experimental en botellas de PET transparentes de varios grosores, PET pigmentado de varios grosores, PET reciclado y PET lleno de aditivos inertes como, por ejemplo, dióxido de titanio (que tiene la peculiaridad de evitar el paso de luz ultravioleta) que en los intervalos de longitud de onda de más arriba la absorción de energía térmica se optimiza tanto por radiación directa desde el interior como por la radiación reflejada por los elementos reflectantes 17, 117. El trabajar con radiación electromagnética que tiene las longitudes de onda indicadas también evita el riesgo de blanquear el material, lo cual es particularmente crucial cuando se usa PET transparente.
- La varilla 18 es verticalmente movable por el impulsor 15.
- La varilla 18 finaliza en el extremo inferior en un extremo distal 22 con una abertura terminal 22a y que comprende un difusor de radiación electromagnética 23. El difusor 23 está hecho de un material transparente con un índice de refracción adecuado a la radiación en el campo infrarrojo. Por ejemplo, el difusor 23 puede estar hecho de un material elegido de silicio, germanio, sílice fundido, fluoruro de magnesio, fluoruro de calcio, óxido de zinc, fluoruro de bario, bromuro de potasio, yoduro de cesio, cloruro de potasio, telurio de cadmio, alúmina cristalizada, arseniuro de galio, cloruro de sodio, vidrio BK7, fluoruro de litio, bromoyoduro de talio, seleniuro de zinc, y sulfuro de zinc.
- El difusor 23 comprende una primera lente 24 para colimar los rayos de radiación infrarroja transmitidos por la guía de ondas 20 y una segunda lente 25 con una curvatura configurada para difundir la luz colimada por la primera lente 24 según un ángulo de difusión predefinido. Dicho ángulo de difusión es, preferiblemente, de entre 0° y 90° con respecto al eje de la guía 18. El valor preferido de dicho ángulo, que determina el ángulo de incidencia de radiación, se determinará como una función de la longitud de onda seleccionada. Además, es posible operar mediante la utilización de los efectos beneficiosos en términos de absorción y confinamiento de radiación que pueden lograrse a partir del ángulo de Brewster y el ángulo de guía de ondas crucial, habiendo descubierto que PET es un dieléctrico homogéneo.
- De esta manera, un haz de radiación infrarroja IR cilíndrico con una altura de alrededor de 1,0-2,5 cm se dirige a la superficie interior de la preforma P. La radiación térmica que no se absorbe directamente por el material de la preforma y luego pasa a través de este se captura y refleja entonces por el elemento reflectante 17, 117 colocado fuera.
- En su lugar, la parte de la radiación que se refleja por la superficie interior de la preforma regresa para afectar la superficie interior de la propia preforma, estando su trayecto dentro de la cavidad de la propia preforma.
- La varilla 18 se mueve por el impulsor 15 a lo largo de un trayecto vertical según una ley de movimiento predefinida, para optimizar el tiempo de calentamiento como una función de las características geométricas de la superficie a irradiarse. El calentamiento homogéneo de toda la preforma se logra de esta manera.
- La fuente de láser también tiene su propia modularidad de intensidad que, junto con la variación de la velocidad

de deslizamiento del difusor óptico, permite una amplia regulación del proceso.

La Figura 6 muestra una realización diferente, en la cual el dispositivo de láser 21 no se coloca en una posición remota con respecto al elemento de calentamiento 4 - como en la realización descrita más arriba - sino que se posiciona por encima de este.

5

En dicha realización, la varilla 18 se asocia a un tubo telescópico 26 que conecta el trayecto 19 dentro de la varilla 18 al dispositivo de láser 21. El tubo telescópico 26 comprenderá entonces una sección fija superior, conectada al dispositivo de láser 21, y una sección inferior móvil conectada a la varilla 18. La varilla 18 se moverá entonces por el impulsor 15 (no se muestra en la Figura 6) ya sea directamente o mediante asociación del impulsor 15 a la sección móvil del tubo telescópico 26.

10

El carrusel 3 además comprende un colector eléctrico 27 para energizar los dispositivos de láser 21 y, preferiblemente, un sistema para enfriar, p. ej., enfriamiento de agua, los elementos de calentamiento 4, y los elementos reflectantes 17, 117 (no se muestran), conectados a un distribuidor de fluido refrigerante 28. Preferiblemente, el colector eléctrico y el distribuidor de refrigerante 28 se colocan por encima del carrusel, en una posición coaxial con respecto al eje de rotación 29.

15

Las Figuras 8 y 9 muestran dos realizaciones diferentes de la invención, en las cuales se provee un solo dispositivo de láser de alta potencia, en lugar de tener un dispositivo de láser 21 para cada elemento de calentamiento 4.

20

En la descripción de más abajo, a las partes correspondientes a aquellas descritas más arriba para la primera realización se han asignado los mismos números de referencia.

25

En aras de la simplicidad de la ilustración, las Figuras 8 y 9 no muestran los dispositivos reflectantes 17, 117, los cuales, sin embargo, se disponen como en la realización previa debajo del sistema de agarre y soporte 30 de las preformas P.

30

Con referencia a la Figura 8, la única diferencia entre la realización que se muestra aquí y aquella previamente descrita es la disposición de un solo dispositivo de láser 121 colocado en el carrusel 3 y energizado por el colector eléctrico 27 a potencia de tensión industrial.

35

El dispositivo de láser 121 tendrá suficiente potencia para enviar la cantidad de radiación electromagnética requerida para la operación de los elementos de calentamiento 4 individuales.

Con tal fin, el dispositivo de láser 121 se conecta a los elementos de calentamiento 4 mediante múltiples guías de ondas 20, una para cada elemento de calentamiento 4.

40

Con referencia a la Figura 9, la única diferencia entre la realización que se muestra aquí y aquellas previamente descritas es la disposición de un solo dispositivo de láser 221 fuera del carrusel 3.

El dispositivo de láser 221 tendrá suficiente potencia para enviar la cantidad de radiación electromagnética requerida para la operación de los elementos de calentamiento 4 individuales.

45

Con tal fin, el dispositivo de láser 221 se conecta mediante una sola guía de ondas electromagnéticas 220 a un colector de guía de ondas 232 en el carrusel 3. Múltiples guías de ondas 20 se apartan de dicho colector giratorio 232 para conectar el colector 232 a cada uno de los elementos de calentamiento 4.

50

En realizaciones dadas, el mismo trayecto 19 usado para energía electromagnética para el calentamiento puede también comprender medios de transmisión de radiación UV-C, p. ej., una radiación emitida por LED o LASER, para lograr la esterilización simultánea de preformas. Dicha solución se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente italiana No. 102019000009591 presentada el 20 de junio de 2019 por el mismo Solicitante.

55

Una realización diferente de la invención, que implica calentar las preformas desde el exterior, se describirá ahora, con referencia a las Figuras 1bis, 10, 11, 11bis, 12, 12bis, 13 y 13bis.

60

La Figura 1bis muestra una máquina compacta en la cual el sistema de calentamiento de la invención se integra con el carrusel de soplado de preformas. Es preciso observar que el sistema de calentamiento 301 descrito más abajo puede también aplicarse a un sistema no compacto como se muestra en la Figura 1, a saber, externo a la máquina de soplado de preformas.

Es preciso observar que, aunque el sistema de calentamiento 301 es un sistema giratorio, no existe nada para evitar la aplicación de un sistema de calentamiento similar en una configuración lineal continua.

65

El sistema de calentamiento 301 comprende un carrusel 303 que soporta múltiples elementos de calentamiento 304 a lo largo de su periferia, donde cada uno de dichos elementos de calentamiento 304 se configura para

calentar individualmente una preforma P mediante el envío, de manera radial, de la radiación electromagnética del exterior al interior de la preforma.

5 El sistema de calentamiento 301 además comprende un sistema de manejo de las preformas P hacia y fuera del sistema de calentamiento 304. El sistema de manejo de preformas P comprende:

10 - al menos una estrella de distribución 306, provista de la inclinación apropiada, acoplada al carrusel 303 para alimentar las preformas P a calentarse a pinzas 351 adecuadas colocadas en el carrusel 303, la estrella de distribución 306 recibiendo las preformas P de un alimentador 305 colocado corriente abajo de un dispositivo de orientación de preformas 305';

15 - una segunda estrella de distribución 307 para extraer las preformas P calientes del carrusel 303 y una tercera estrella de distribución 308, que puede variar la inclinación de las preformas con la pinza ejecutando una leva adecuada.

20 Las estrellas 307, 308 proveen la transferencia de preformas P calientes al carrusel de soplado o estirado-soplado 312. Una verificación de fallos de preformas puede implementarse en la primera estrella 306 y una verificación de temperatura y respectivos dispositivos de rechazo para preformas no conformes pueden implementarse en la segunda estrella 307. Dichos sistemas y dispositivos de control son conocidos para la persona con experiencia en la técnica y no se describirán en detalle.

25 La parte central del sistema de calentamiento 301 comprende una estructura de soporte giratoria 350 sobre la cual se coloca el carrusel 303, en una rotación integral. Las estrellas de distribución 306, 307 se sincronizan y son tangentes a la pinza 351, las cuales, a su vez, se unen al carrusel 303. La estructura giratoria 350 se alimenta por un impulsor 352.

30 Los elementos de calentamiento 304, configurados para recibir las preformas dentro de ellos, comprenden dichas pinzas 351 verticalmente movibles, que pueden adoptar una posición de conexión/desconexión elevada de las preformas P y una posición rebajada en la cual las preformas P se insertan en sus respectivas campanas de calentamiento 353. Las pinzas 351 se mueven por accionadores 354 que pueden seguir una ley de movimiento predefinida. Los accionadores 354 se alimentan y controlan por líneas de alimentación provenientes de un colector giratorio 355 dispuesto, en la solución que se muestra en las figuras (es preciso ver, en particular, las figuras 13 y 13bis) en el eje de rotación del carrusel 303, en la parte superior. El colector giratorio eléctrico 355 comprende una primera unidad 355a y una segunda unidad 355b para la distribución de energía y señales de control respectivamente a los impulsores 354, mientras su parte superior es integral con la estructura fija de toda la máquina.

40 Las pinzas 351 comprenden dos mordazas 351a, 351b (solo una mordaza 351a es visible en la Figura 10) que pueden sujetar la preforma en el área cilíndrica justo por encima del elemento de acabado o a través de la acción de un resorte o a través de la acción de una leva de cierre especial para sujetar la preforma desde la estrella 306 y leva de abertura para la liberación a la estrella 307.

45 El movimiento vertical de cada una de las pinzas 351 se opera por el accionador dedicado 354 (Figura 10), preferiblemente un motor a pasos, servomotor, motor lineal o motor sin escobillas alimentado por el colector eléctrico 355. De esta manera, es posible operar una ley de movimiento específica para optimizar el calentamiento dentro de las preformas P.

50 La pinza 351 se soporta por un soporte 356 que se dirige por un tornillo 357 y se guía por asientos de baja fricción 358. En el caso de un motor lineal, el tornillo 357 no está presente. El conjunto que consiste en la pinza móvil 351, el accionador 354, el tornillo 357 y los asientos de baja fricción 358 se monta a una estructura de soporte 303' fijada al carrusel 303.

55 La campana de calentamiento 353 (Figuras 10, 11 y 11bis) comprende sustancialmente un cuerpo hueco cilíndrico 353a, una porción cónica 353b colocada en un extremo del cuerpo 353a, y una porción reflectante 353c en el extremo opuesto del cuerpo 353a.

La campana de calentamiento 353 tiene una abertura 362, coaxial al eje X-X de la campana, en la porción reflectante 353c, mientras comprende un miembro colimador 359 en el extremo de la porción cónica 353b.

60 Corriente abajo del trayecto óptico del miembro colimador 359, la porción cónica 353b de la campana de calentamiento 353 comprende una primera lente o axicon 361a, ubicado en el extremo de dicha porción cónica 353b conectada al miembro colimador 359. Una segunda lente o axicon 361b se ubica en la sección inferior del cuerpo cilíndrico 353a.

65 Las lentes o axicones usados están hechos de un material que exhibe un índice de refracción adecuado en la radiación usada para desarrollar una geometría apropiada del haz de radiación saliente, en la forma de un cilindro. Los materiales apropiados son, por ejemplo, pero sin limitación, aquellos enumerados más abajo:

cuarzo, sílice, fluoruro de magnesio, fluoruro de calcio, silicio, germanio o corindón de tierra rara o vidrio de boro. Las superficies de dichos dispositivos ópticos tienen un tratamiento requerido para reducir el reflejo en la dirección opuesta a la de la radiación. Dichos dispositivos ópticos son conocidos para el experto en la industria y no se describirán en detalle.

5

La porción reflectante 353c comprende un sistema de superficies reflectantes en forma de cono truncado 363a, 363b, 363c que comprenden, en secuencia desde el cuerpo 353a hacia la abertura 362, una primera superficie reflectante en forma de cono truncado 363a acampanada hacia fuera, una segunda superficie reflectante en forma de cono truncado 363b que converge hacia el eje central X-X de la campana 353 y una tercera superficie reflectante en forma de cono truncado 363c que converge hacia el eje central X-X, donde la primera, segunda y tercera superficies reflectantes en forma de cono truncado 363a, 363b, 363c se inclinan, respectivamente, en un ángulo α , en un ángulo β y en un ángulo γ con respecto a respectivas superficies cilíndricas coaxiales al eje X-X.

10

En particular, el ángulo α es más pequeño que el ángulo β y es mayor que o igual al ángulo γ .

15

Una superficie absorbente sustancialmente cilíndrica 363d, obtenida revistiendo la porción superior del cuerpo 353a de sustancias altamente absorbentes en el campo infrarrojo, se coloca entre el cuerpo 353a y la primera superficie reflectante en forma de cono truncado 363a. Un ejemplo es un revestimiento de carbono u óxido negro después de haber depositado una capa de zinc/molibdeno en el aluminio que permite la adhesión de sustancias altamente absorbentes y resistentes a la temperatura (del orden de 200°C). Otro ejemplo puede ser un tratamiento de la superficie que hace que la superficie 363d sea una "metasuperficie", a saber, que puede atrapar la mayor parte de la radiación en la capa más superficial en virtud de su estructura particular producida a través de nanotecnologías. El miembro colimador 359 se alimenta por una fibra óptica 360 que genera un haz colimado de radiación infrarroja, que se refracta por las dos lentes o axicones 361a, 361b dispuestos en serie, para generar un cilindro de radiación R1 con el grado adecuado de homogeneidad. De manera alternativa, en lugar de dispositivos de refracción como, por ejemplo, axicon y lentes, es posible usar elementos ópticos de difracción como, por ejemplo, redes o nanoestructuras que utilizan el fenómeno de la difracción e interferencia constructiva y destructiva.

20

25

30

Según se detalla en la Figura 11, el cilindro de radiación R1 ilumina la segunda superficie reflectante en forma de cono truncado 363b de la porción de reflexión 353c y se refleja en la primera superficie reflectante en forma de cono truncado 363a (rayo R2), luego en la tercera superficie reflectante en forma de cono truncado 363c (rayo R3) y luego nuevamente a lo largo de los rayos R4 y R5. La radiación apropiada en la forma de un anillo de radiación requerida para una operación de calentamiento según el grado deseado se logra a través de varias reflexiones entre dichas superficies reflectantes en forma de cono truncado 363a, 363b, 363c, y refracciones en el grosor del material plástico. La presente serie de reflexiones externas e internas lleva a la absorción apropiada de radiación y, por lo tanto, al calentamiento óptimo del material con exactitud mucho más alta que los sistemas de calentamiento de lámpara actuales. La distribución de la temperatura y los respectivos gradientes, en virtud del fenómeno de la deposición de calor directamente dentro del material obtenido del fenómeno físico de la absorción de la radiación electromagnética apropiada lograda por la geometría del iluminador 353c y la elección de la longitud de onda apropiada, permiten que el sistema según la invención ofrezca una calidad y exactitud de calentamiento mucho más altas que las disponibles actualmente. Finalmente, la banda con tratamiento altamente absorbente 363d colocada en el cilindro de metal absorbe cualquier radiación residual que pueda escapar del anillo de luz generado entre las superficies 363a, 363b, 363c para confinar la generación de calor a la parte superior de la presente manera.

35

40

45

Las superficies reflectantes pueden estar hechas de revestimientos altamente reflectantes, por ejemplo, pero sin limitación a, oro, plata o aluminio pulido, y protegidas por una capa transparente, o pueden estar hechas de un material multicapa dieléctrico que puede aumentar la reflectividad del sustrato. La estructura exterior de la campana de calentamiento 353, preferiblemente hecha de material de metal, asegura la disipación de calor apropiada, absorción de radiación dispersa, y robustez apropiada.

50

El sistema de superficies reflectantes en forma de cono truncado 363a, 363b, 363c, y sus ángulos de inclinación α , β y γ se configuran para atrapar la mayor parte de la radiación infrarroja en el anillo de radiación que se muestra en la Figura 11. De esta manera, el calentamiento de la porción de preforma P irradiada se optimiza y la radiación que puede regresar a la fibra óptica 360 y desde allí a la fuente de láser, que de otra manera se dañaría, se minimiza. Con el fin de hacer que el sistema de la invención no dependa de la geometría particular de la preforma, la banda altamente absorbente 363d confina la radiación a la parte superior de la campana de calentamiento.

55

60

El movimiento vertical de la preforma P, según se describe, sigue una ley de movimiento predefinida, no solo para irradiar toda la preforma P, con exclusión del cuello por encima del elemento de acabado, sino también para aumentar o reducir el tiempo de irradiación como una función de la porción de preforma a tratarse y los requisitos de calentamiento específicos. Además, la fuente de láser tiene su propia modulabilidad con un alto grado de exactitud además de la variación en la velocidad deslizante de la preforma dentro del círculo de radiación de calentamiento.

65

La realización descrita en la presente memoria implica el movimiento vertical de la preforma P, mientras la campana de calentamiento 353 permanece verticalmente fija. De manera alternativa, es posible mantener la preforma P y la respectiva pinza 351 fijas y mover verticalmente la campana de calentamiento 353, soportada por un brazo 451, con un sistema de accionador similar 454, tornillo en movimiento 457 y guías 458, según se describe más arriba y como es visible en las Figuras 12 y 12bis.

Un colector óptico 364 se coloca dentro de la estructura de soporte giratoria 350, en la parte inferior, cuyo colector puede transferir la radiación que alimenta cada campana de calentamiento 353 desde cada una de las fuentes de láser fijas ubicadas fuera del carrusel 365 (Figura 1bis) a la respectiva campana de calentamiento 353. El colector óptico 364 puede, de manera alternativa, colocarse en la parte superior del carrusel 303 según las dimensiones.

El colector óptico 364 transfiere la radiación de las fibras ópticas 366 desde cada una de las fuentes de láser a las correspondientes fibras ópticas giratorias 360, las cuales proveen las respectivas campanas de calentamiento 353.

El colector óptico 364 puede conectarse a una variedad de fuentes de láser. De manera alternativa, es posible proveer un colector óptico 364 que recibe la radiación de una sola fuente de láser y la distribuye según proporciones apropiadas como una función de tiempo a las varias campanas de calentamiento 353, que se encuentran en diversas fases de calentamiento. De hecho, las varias preformas entran en el carrusel giratorio de manera continua y con un desplazamiento que hace que sea esencial modular la radiación infrarroja para cada preforma P a lo largo de su trayecto giratorio en el carrusel. La presente modulación de la intensidad de la radiación enviada a cada campana de calentamiento puede tener lugar a través del uso de cristales fotónicos que se comportan como conmutadores y moduladores de la intensidad de la radiación que los cruza en virtud de campos electromagnéticos variables que se aplican a dichos cristales. De esta manera, la radiación provista por una sola fuente de láser, una vez distribuida a las varias unidades de calentamiento, puede activarse y modularse en intensidad al actuar sobre el cristal fotónico y obtener el encendido/apagado individual y la modulación para cada preforma según su propia fase de calentamiento y según el área implicada específica.

Una variante provee una fuente de láser para cada campana de calentamiento 353, mediante colocación de dichas fuentes de láser directamente en el carrusel 303, lo cual evita el uso de un colector óptico 364.

También es posible colocar el colector óptico 364 directamente en el carrusel, como se describe para la realización en la Figura 8.

En realizaciones preferidas (Figura 12), la fibra óptica 360 comienza desde la parte giratoria del colector óptico 364 y alcanza el miembro colimador 359 de la campana de calentamiento 353. Las fibras ópticas alcanzan los terminales 366 del colector óptico 364 de la fuente de radiación electromagnética monocromática en el campo infrarrojo, con longitudes de ondas predefinidas, ya sea en la estructura de la máquina de soplado o en el suelo. Preferiblemente, dicha fuente de radiación electromagnética es un dispositivo de láser 365, en particular, un dispositivo con fuente de diodos, fuente de semiconductor, o fuente de fibra o láser de estado sólido.

En realizaciones particularmente preferidas, la radiación electromagnética emitida por el dispositivo de láser 365 se encuentra dentro de los rangos de longitudes de ondas previamente definidos.

También para la presente realización, es posible usar el trayecto de calentamiento óptico para transmitir radiación UV-C desde dispositivos LED o láser para esterilizar las preformas.

Las Figuras 12bis y 13bis muestran, respectivamente, la misma realización que las Figuras 12 y 13, en las cuales la porción inferior de la máquina que comprende el colector óptico 364 se encuentra encerrada en una base de contención 370.

Muchas ventajas pueden obtenerse con el sistema de calentamiento de la invención.

El sistema de calentamiento de la invención permite obtener:

- eficiencia de alta energía, que limita la pérdida de calor tanto a través del uso de longitudes de ondas de absorción en bandas predefinidas como a través de la presencia de elementos reflectantes asociados a cada preforma;

- una exactitud máxima del perfil de calentamiento, dado que las campanas de calentamiento 353 crean una serie de reflexiones externas e internas, estudiadas en virtud de la geometría de las superficies reflectantes en forma de cono truncado 363a, 363b, 363c, lo cual lleva a la absorción apropiada de radiación y, desde aquí, a un calentamiento óptimo del material con una exactitud mucho más alta que los sistemas de calentamiento actuales con lámparas. La distribución de la temperatura y los gradientes relacionados, en virtud del fenómeno de la

deposición del calor directamente dentro del material obtenido por la penetración correcta de la radiación seleccionada, permiten que la presente invención ofrezca una calidad de calentamiento mucho más alta que la disponible actualmente. Finalmente, la banda con tratamiento altamente absorbente 363d colocada en el cilindro de metal absorbe cualquier radiación residual que pueda escapar del anillo de luz generado entre las superficies 363a, 363b, 363c para confinar la generación de calor a la parte superior de la presente manera.

5

- un tiempo de calentamiento de un orden de magnitud más corto que los sistemas actuales, lo cual permite el alto rendimiento del material plástico y, por lo tanto, una optimización de la cantidad de resina utilizada;

10

- una modulabilidad amplia del calentamiento, tanto mediante variación de la intensidad de la fuente de láser como mediante variación del movimiento de la varilla 18;

15

- una ausencia de inercia térmica, lo cual permite un reinicio instantáneo y, por lo tanto, una mejor eficiencia de toda la línea de producción;

- la posibilidad de modular la velocidad de la máquina durante la etapa de operación según la tendencia de la línea de producción, una característica no disponible actualmente en los hornos del mercado;

20

- la posibilidad de integrar una fuente de radiación UV-C en el mismo trayecto óptico para emparejar la desinfección de la preforma con el calentamiento;

25

- una reducción sustancial de la disipación del calor, con la consecuencia de ahorrar energía de enfriamiento para mantener el entorno de trabajo de la máquina a la temperatura correcta y evitar superficies muy calientes, las cuales, por consiguiente, son potencialmente peligrosas para los operadores;

30

- una reducción sustancial del tamaño del sistema de calentamiento en comparación con hornos de preformas tradicionales, mientras se mantiene la misma capacidad de producción;

35

- el uso de un horno giratorio tiene una mejor sincronización con el carrusel de soplado que con los hornos tradicionales;

40

- una ausencia de radiación ionizante (salvo que se acople a una fuente de radiación UV-C), dado que la fuente de láser es monocromática en el campo infrarrojo, lo cual evita la formación de sustancias dañinas dentro del plástico de la preforma.

Es aparente que solo algunas realizaciones particulares de la presente invención se han descrito, con respecto a las cuales las personas con experiencia en la técnica podrán realizar todos los cambios requeridos para adaptarlas a aplicaciones particulares, sin apartarse del alcance de protección de la presente invención, como se define en las reivindicaciones anexas.

40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de calentamiento (1, 101, 201, 301) para preformas (P), que comprende un carrusel (3, 303) para tratar las preformas (P) que comprende múltiples elementos de calentamiento (4, 304) configurados para insertarse ya sea dentro o fuera de cada preforma (P) y para radiar radiación electromagnética en el campo infrarrojo caracterizado por que el campo infrarrojo forma, en dicho dispositivo, un disco de radiación según una simetría radial con respecto al centro del eje de la preforma.
2. El sistema de calentamiento (1, 101, 201, 301) según la reivindicación 1, que comprende múltiples elementos reflectantes (17, 117, 363a, 363b, 363c), cada uno de dichos elementos reflectantes (17, 117, 363a, 363b, 363c) configurándose para radiar una preforma (P) individualmente desde el exterior también con la parte de radiación emitida por el correspondiente elemento de calentamiento (4), no absorbida por la preforma y transmitida a través del grosor de la preforma.
3. El sistema de calentamiento (1, 101, 201, 301) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 2, en donde la radiación electromagnética se genera por un dispositivo de láser (21, 121, 221, 365), p. ej., un dispositivo con una fuente de diodos, una fuente de semiconductor o una fuente de fibra.
4. El sistema de calentamiento (1, 101, 201, 301) según la reivindicación 3, en donde la radiación electromagnética emitida por el dispositivo de láser (21, 121, 221, 365) se encuentra en el rango de longitudes de onda de 1620-2100 nm, o 1652-1674 nm y/o 1701-1880 nm y/o 1907-1919 nm y/o 1951-2000 nm, y/o 1803-1813 nm y/o 1903-1913 nm y/o 1941-1961 nm y/o 1972-2012 nm; o la radiación electromagnética tiene una longitud de onda de 1661 nm y/o 1721 nm y/o 1908 nm y/o 1951 nm y/o 1992 nm.
5. El sistema de calentamiento (301) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, en donde cada uno de los elementos de calentamiento (304) se configura para recibir una preforma allí y comprende una pinza (351) verticalmente movable para adoptar una posición de conexión/desconexión elevada con la preforma (P) y una posición rebajada en la cual la preforma (P) se inserta en una campana de calentamiento (353), dicha pinza (351) moviéndose por un accionador (354) configurado para seguir una ley de movimiento predefinida, dicho accionador (354) siendo, preferiblemente, un motor a pasos, un servomotor, un motor lineal o un motor sin escobillas.
6. El sistema de calentamiento (301) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, en donde cada uno de los elementos de calentamiento (304) se configura para recibir una preforma allí y comprende una pinza (351) verticalmente fijada y una campana de calentamiento (353) soportada por un brazo (451) verticalmente movable por un accionador (454) configurado para seguir una ley de movimiento predefinida, para adoptar una posición elevada en la cual la preforma (P) se inserta en una campana de calentamiento (353) y una posición rebajada, dicho accionador (454) siendo, preferiblemente, un motor a pasos, servomotor, motor lineal o motor sin escobillas.
7. El sistema de calentamiento (301) según la reivindicación 5, en donde dicha pinza (351) se soporta por un soporte (356) que se mueve por un tornillo (357) y se guía por asientos de baja fricción (358), el conjunto consistiendo en la pinza movable (351), el accionador (354), el tornillo (357) y los asientos de baja fricción (358) montándose a una estructura de soporte (303') integral con el carrusel (303).
8. El sistema de calentamiento (301) según la reivindicación 6, en donde dicho brazo (451) se mueve por un tornillo (457) y se guía por asientos de baja fricción (458).
9. El sistema de calentamiento (301) según cualquiera de las reivindicaciones de 5 a 8, en donde dicha campana de calentamiento (353) comprende un cuerpo hueco sustancialmente cilíndrico (353a), una porción cónica (353b) colocada en un extremo del cuerpo (353a) y una porción reflectante (353c) colocada en el extremo opuesto del cuerpo (353a), y comprende una abertura (362), coaxial al eje longitudinal (X-X) de la campana de calentamiento (353), en la porción reflectante (353c), y un miembro colimante (359) en el extremo de la porción cónica (353b), el miembro colimante (359) conectándose a una fibra óptica (360) para administrar un haz colimado de radiación infrarroja con longitudes de ondas predefinidas.
10. El sistema de calentamiento (301) según la reivindicación 9, en donde, corriente abajo del trayecto óptico del miembro colimador (359), la porción cónica (353b) de la campana de calentamiento (353) comprende una primera lente o axicon (361a), colocado en el extremo de dicha porción cónica (353b) conectado al miembro colimador (359), y una segunda lente o axicon (361b) colocado en la sección inferior del cuerpo cilíndrico (353a), para generar un cilindro de radiación (R1) con un grado de homogeneidad apropiado.
11. El sistema de calentamiento (301) según la reivindicación 9 o 10, en donde la porción reflectante (353c) comprende un sistema de superficies reflectantes en forma de cono truncado (363a, 363b, 363c) que comprenden, en secuencia desde el cuerpo cilíndrico (353a) hacia la abertura (362), una primera superficie reflectante en forma de cono truncado (363a) acampanada hacia fuera, una segunda superficie reflectante en

- 5 forma de cono truncado (363b) que converge hacia el eje longitudinal (X-X) de la campana de calentamiento (353), y una tercera superficie reflectante en forma de cono truncado (363c) que converge hacia el eje longitudinal (X-X), en donde la primera, segunda y tercera superficies reflectantes en forma de cono truncado (363a, 363b, 363c) se inclinan, respectivamente, en un ángulo α , un ángulo β y un ángulo γ con respecto a respectivas superficies cilíndricas coaxiales al eje (X-X), en donde el ángulo α es más pequeño que el ángulo β y mayor que o igual al ángulo γ , y en donde hay una superficie absorbente sustancialmente cilíndrica (363d) entre el cuerpo (353a) y la primera superficie reflectante en forma de cono truncado (363a).
- 10 12. El sistema de calentamiento (301) según cualquiera de las reivindicaciones de 5 a 11, que comprende un colector óptico (364) configurado para transferir la radiación que provee cada campana de calentamiento (353) de una fuente de láser estática (365), o de varias fuentes de láser estáticas, a cada campana de calentamiento (353) por medio de dicha fibra óptica giratoria (360), en donde dicho colector óptico (364) se fija o se coloca en el carrusel (303).
- 15 13. El sistema de calentamiento (301) según cualquiera de las reivindicaciones de 5 a 11, que comprende una fuente de láser para cada campana de calentamiento (353), dichas fuentes de láser colocándose en el carrusel (303).
- 20 14. El sistema de calentamiento (301) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 13, que comprende un medio de transmisión de una radiación UV-C, p. ej., una radiación emitida por LED o LÁSER, para obtener la esterilización simultánea de las preformas (P).
- 25 15. Una máquina de soplado o estirado-soplado (500) que comprende un sistema de calentamiento de preformas (301) según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 14 y un carrusel de soplado o estirado-soplado (312), en donde el sistema de calentamiento (301) comprende un sistema de manejo de las preformas (P) hacia y fuera de los elementos de calentamiento (304) que comprende:
- 30 - al menos una estrella de distribución (306) acoplada al carrusel (303) para alimentar las preformas (P) a calentarse a dichas pinzas (351) colocadas en el carrusel (303), la estrella de distribución (306) recibiendo las preformas (P) de un alimentador (305) colocado corriente abajo de un dispositivo de orientación de preformas (305');
- 35 - una segunda estrella de distribución (307) para extraer las preformas (P) calientes del carrusel (303) y una tercera estrella de distribución (308) que puede variar la inclinación de las preformas (P) y transferir las preformas a dicho carrusel de soplado o estirado-soplado (312), dicha máquina (500) incluyéndose en una estructura compacta.

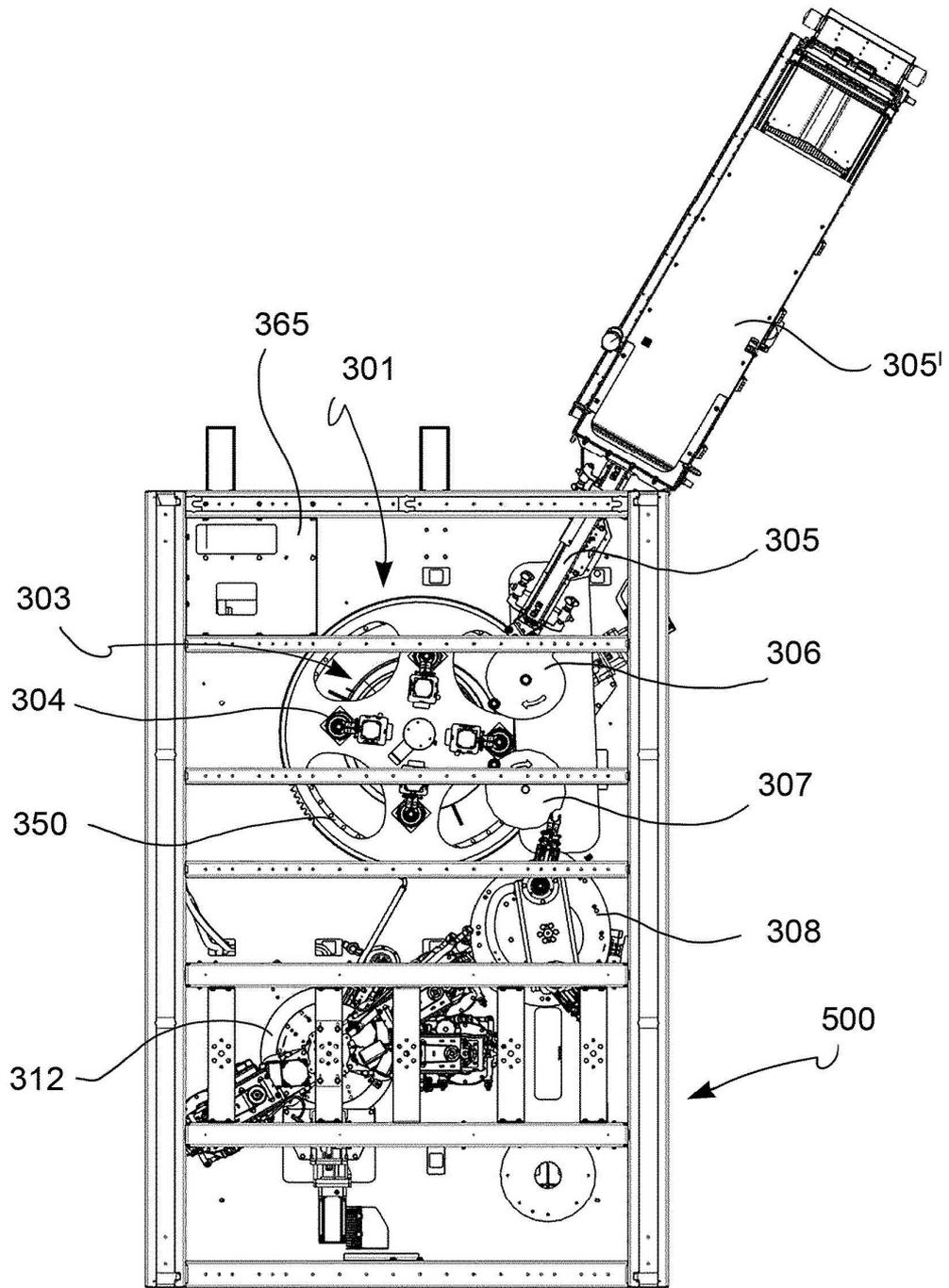


FIG. 1bis

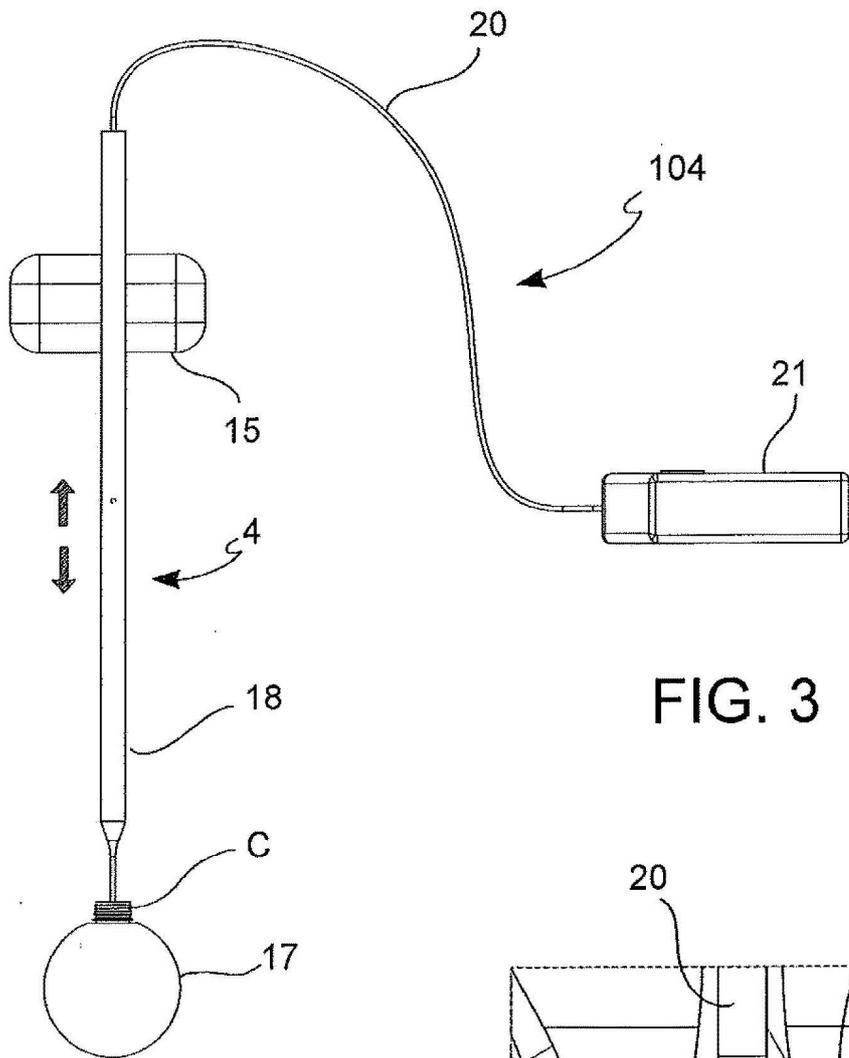


FIG. 3

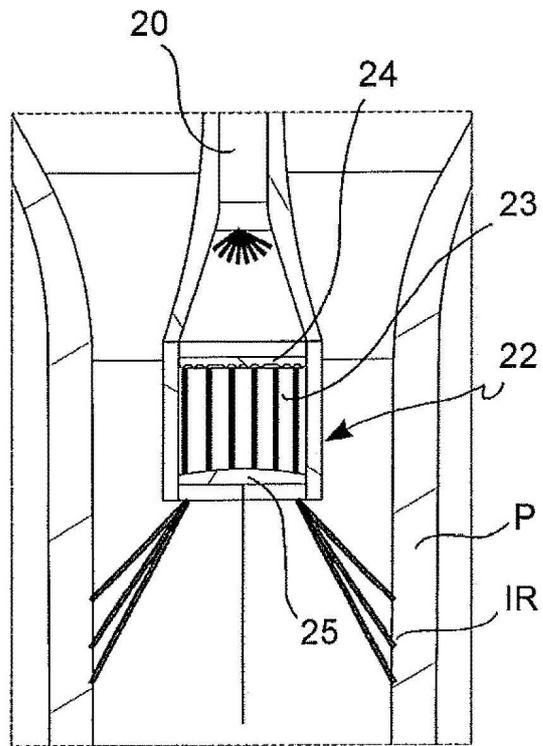


FIG. 5

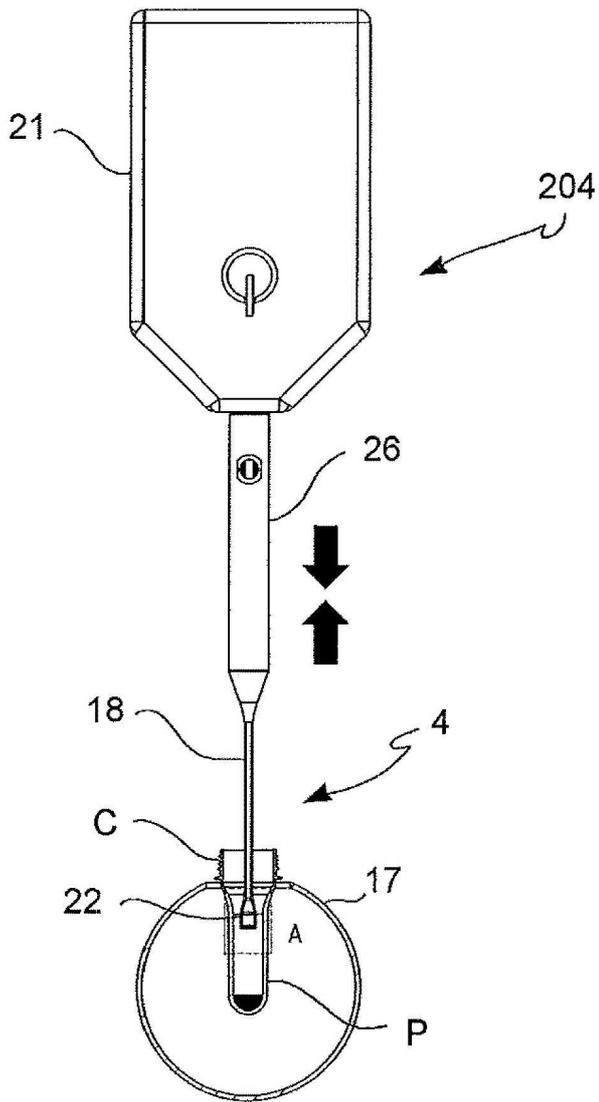


FIG. 6

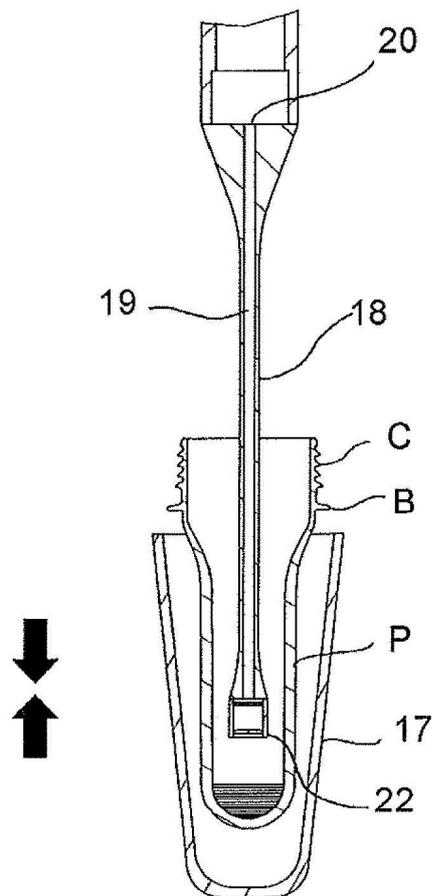


FIG. 7

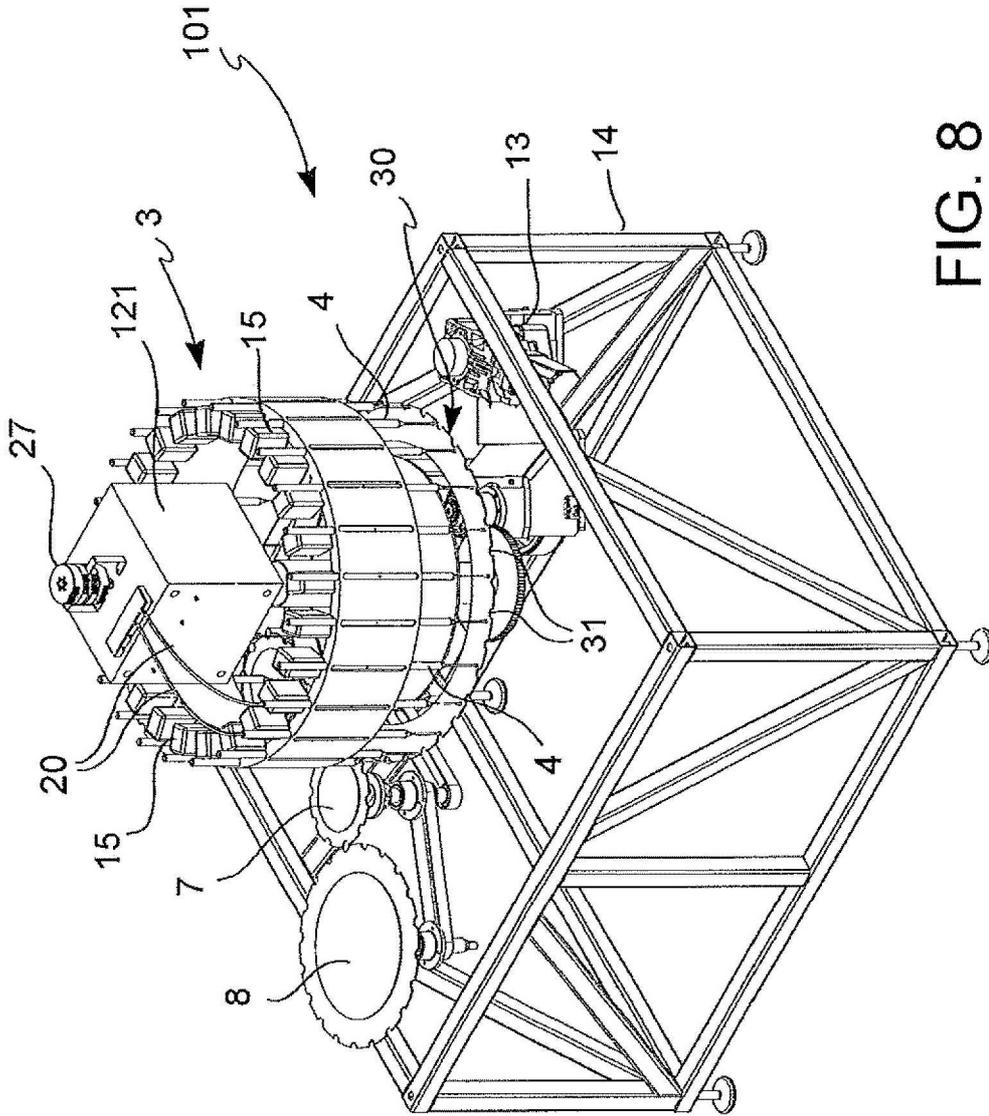


FIG. 8

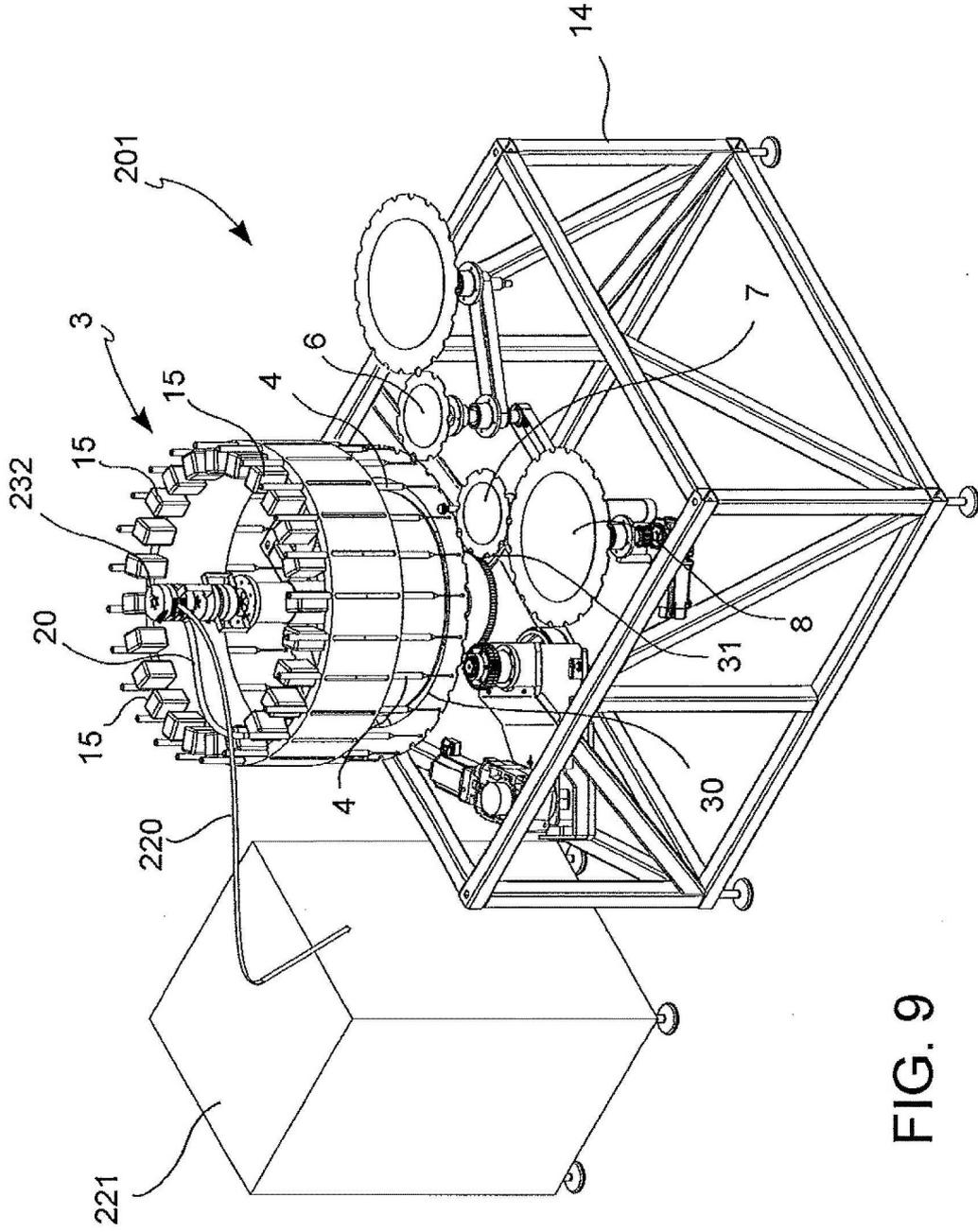


FIG. 9

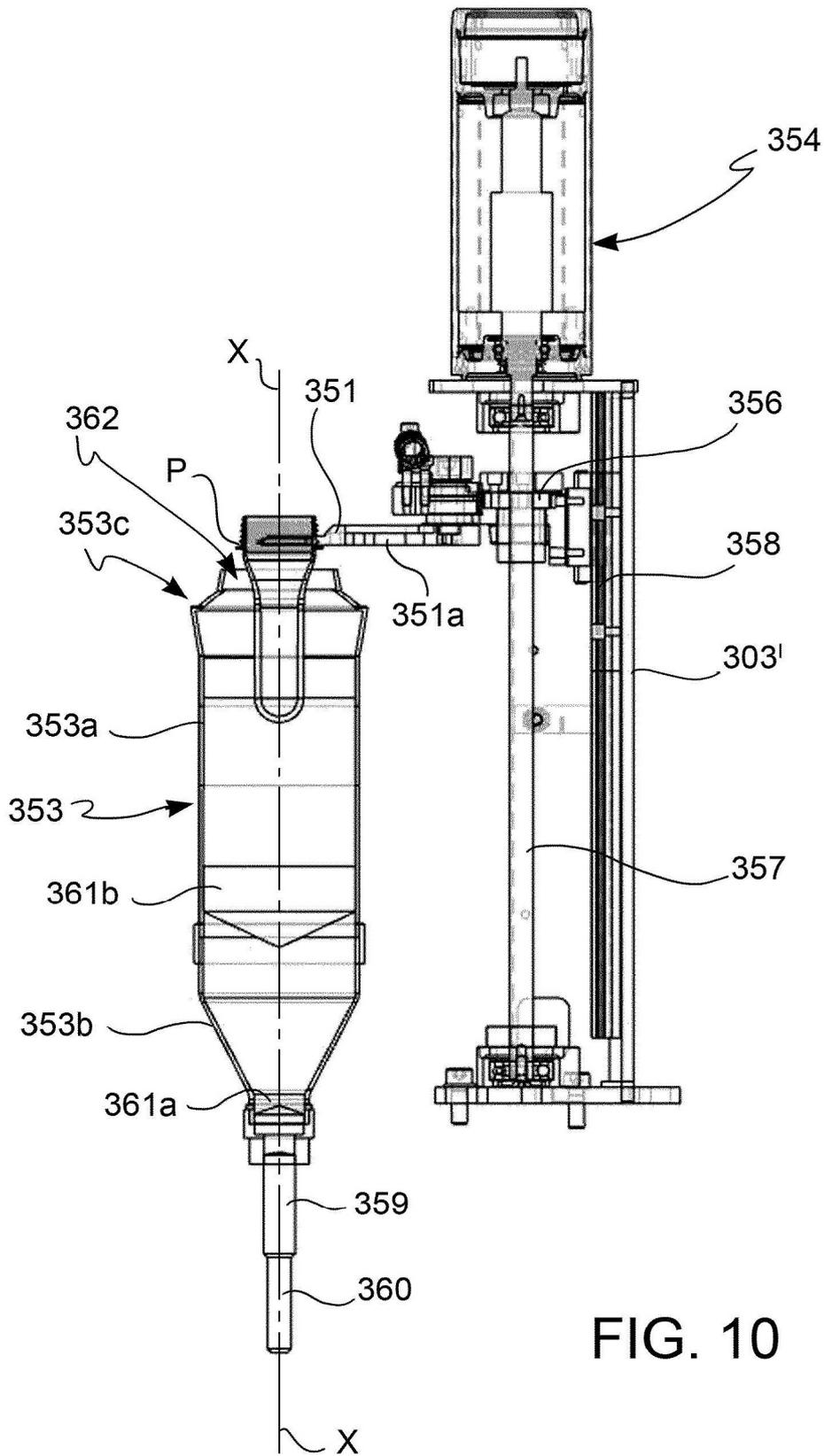


FIG. 10

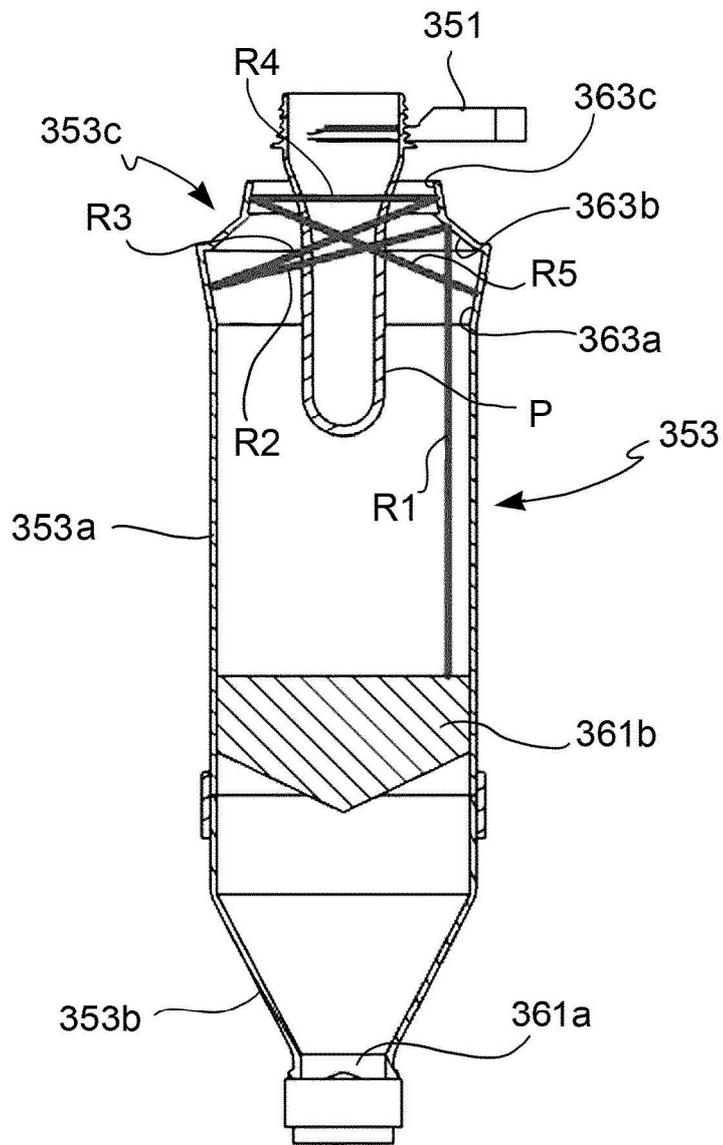


FIG. 11

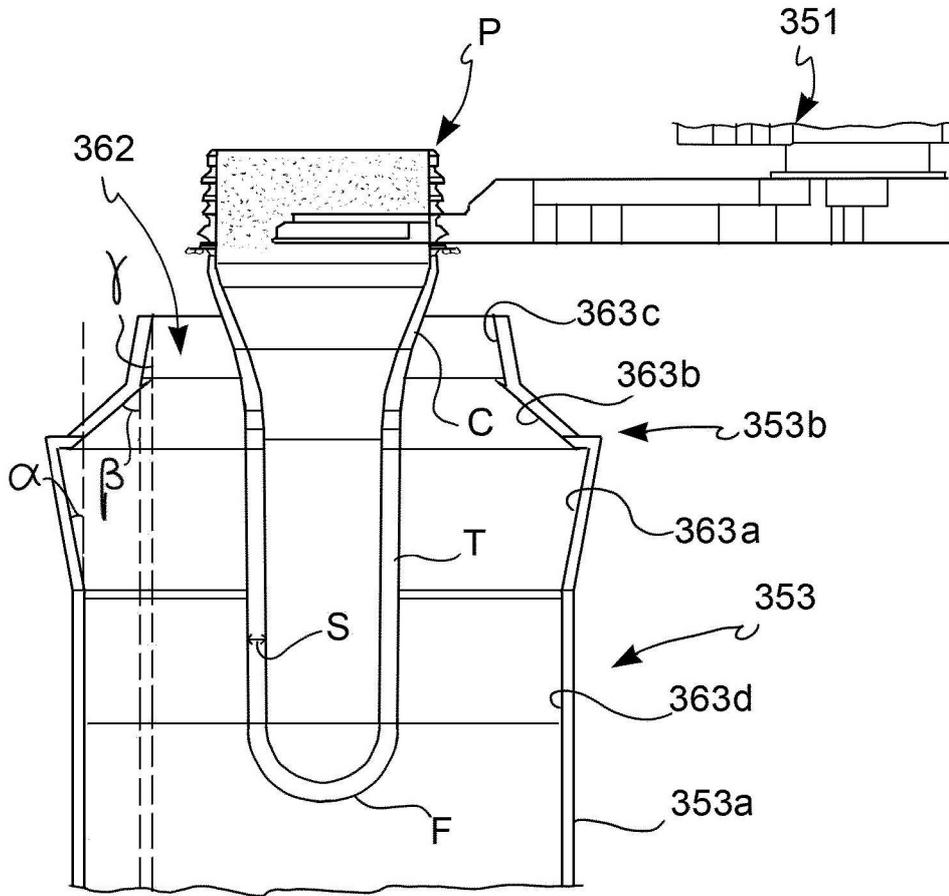


FIG.11bis

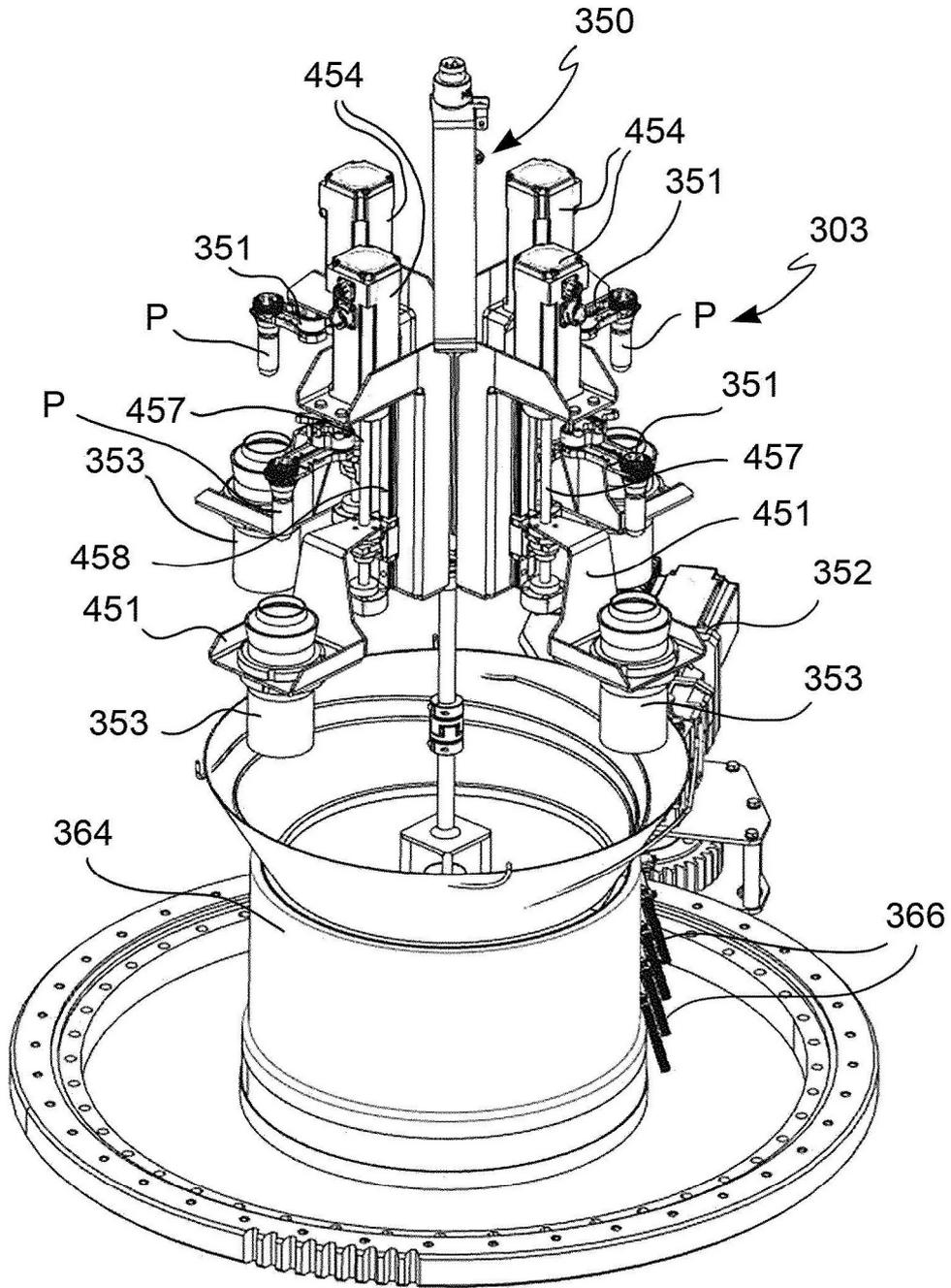


FIG. 12

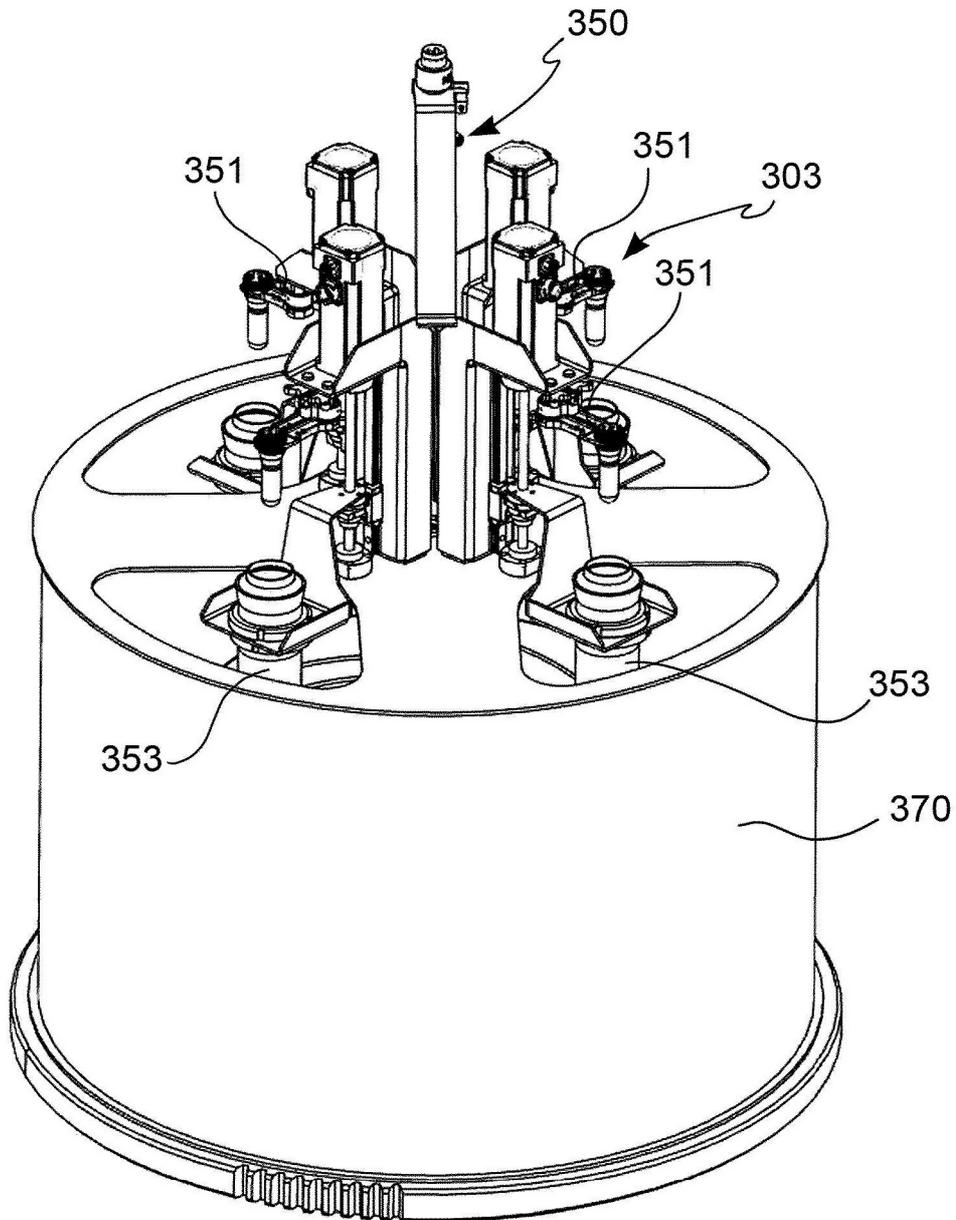


FIG. 12bis

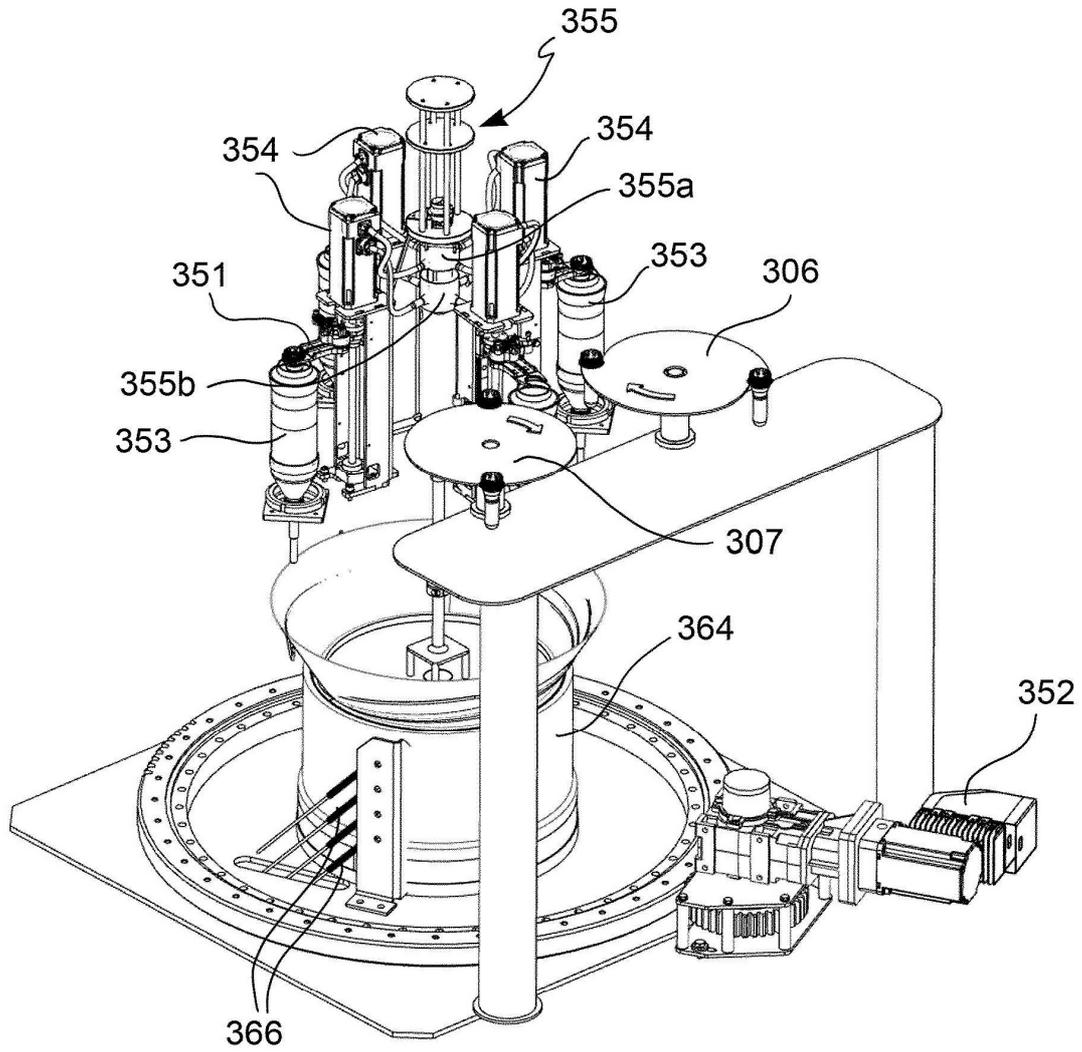


FIG. 13

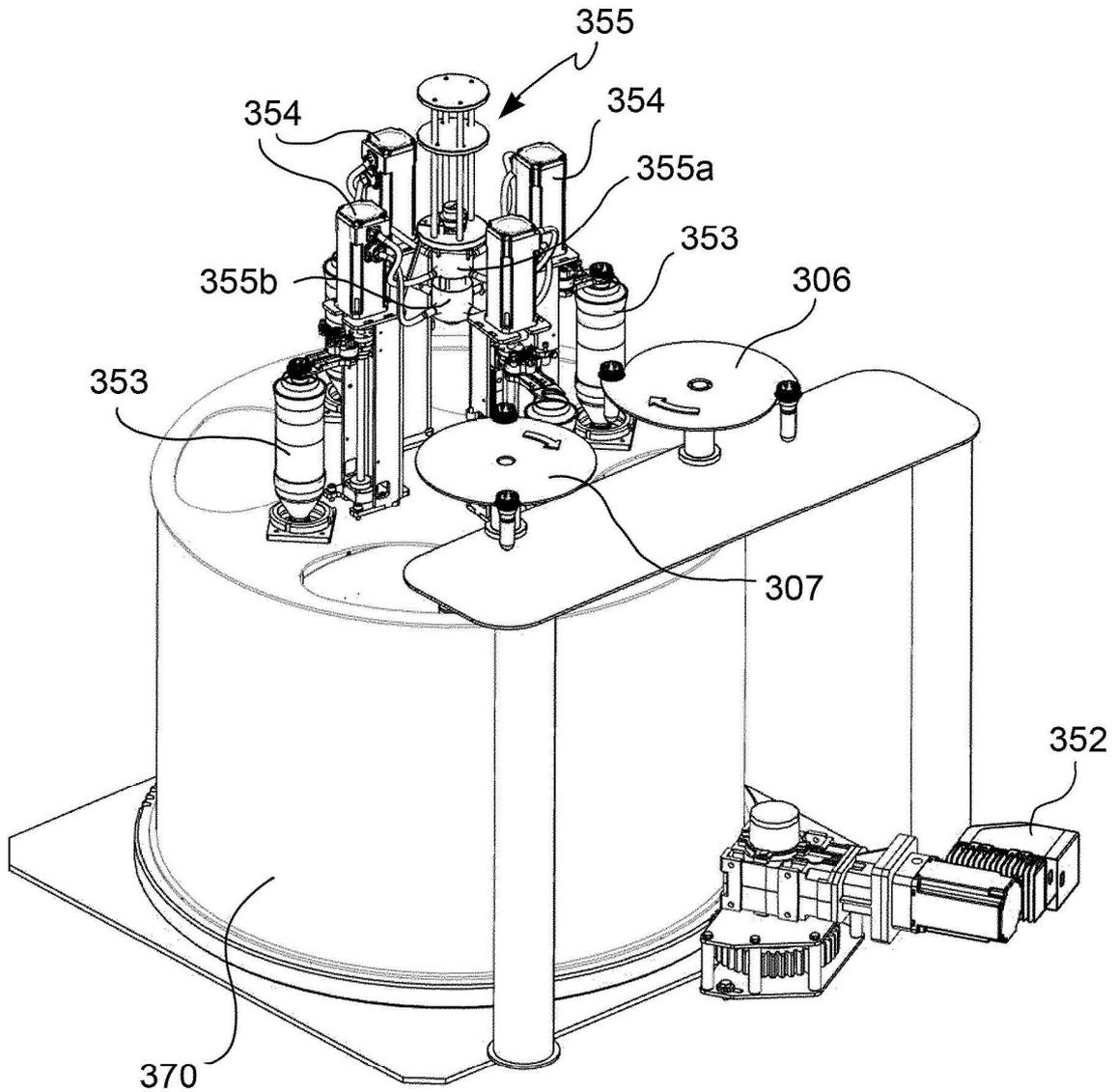


FIG. 13bis