

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **3 013 908**

(51) Int. Cl.:

**F16L 21/03** (2006.01)  
**F16L 47/10** (2006.01)  
**B29C 57/02** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.04.2022 PCT/IB2022/053196**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2022 WO22214984**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2022 E 22714619 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024 EP 4320375**

---

(54) Título: **Tubería de PVC-O**

(30) Prioridad:

**07.04.2021 IT 202100008627**

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

**15.04.2025**

(73) Titular/es:

**SICA S.P.A. (100.00%)  
Via Stroppata, 28  
48011 Alfonsine (Ravenna), IT**

(72) Inventor/es:

**VECCHI, GIOVANNI y  
TABANELLI, GIORGIO**

(74) Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 3 013 908 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

Tubería de PVC-O

5    Campo técnico

Esta invención se refiere a una tubería hecha de PVC-O.

10    Antecedentes de la técnica

15    Desde finales de la década de 1990 se han desarrollado procesos para la producción industrial de tuberías de pared maciza de cloruro de polivinilo no plastificado, conocido como PVC orientado biaxialmente o PVC-O.

20    Las tuberías de PVC-O se fabrican mediante un proceso que permite la orientación de las largas cadenas moleculares de PVC obtenidas en el proceso de extrusión de tuberías. La orientación en sentido longitudinal y circunferencial permite mejorar las propiedades físicas del PVC.

25    La orientación se obtiene aumentando la temperatura hasta un valor superior a la temperatura de transición vítrea  $T_g$  del PVC ( $75^{\circ}\text{C}$  -  $80^{\circ}\text{C}$ ), aplicándose a continuación una gran fuerza, tanto en sentido axial como en sentido circunferencial, con el fin de aumentar el diámetro de la tubería y reducir el espesor de su pared.

30    En comparación con el proceso de producción por extrusión de tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), el proceso de producción de tuberías de PVC-O es mucho más complejo y oneroso.

35    El material de PVC-O, en comparación con el PVC-U, presenta una elevada resistencia a la tracción, a la fatiga y al impacto, por lo que, a pesar de los mayores costes de producción en comparación con el PVC-U, las tuberías de PVC-O, en determinados sectores de aplicación, presentan ventajas significativas con respecto a las tuberías de PVC-U. Por ejemplo, en el sector técnico de las tuberías para el suministro de fluidos a presión, en relación con las conocidas tuberías de PVC-U, las tuberías de PVC-O son aplicables hasta presiones de funcionamiento de 25 bares; cabe señalar que normalmente las tuberías de PVC-U no superan presiones de funcionamiento de 16 bares.

40    También para sistemas de conductos con presiones inferiores a 25 bares, al menos hasta presiones de servicio de 12,5 bar, las tuberías de PVC-O, en comparación con las tuberías de PVC-U, presentan importantes ventajas.

45    En efecto, a igualdad de presión de funcionamiento, las tuberías de PVC-O tienen un menor espesor de pared; en consecuencia, son tuberías más ligeras, caracterizadas por una mayor sección de paso, es decir, una mayor capacidad de caudal.

50    Al igual que en las tuberías de PVC-U, en las tuberías de PVC-O la forma de unión entre las tuberías, consolidada y con mucho la más extendida, es la de campana integrada con la tubería, es decir, la forma agrandada del extremo de la tubería en la que se inserta el extremo de otra tubería para formar un conducto.

55    Normalmente, la campana tiene en su forma ancha un asiento en el que se aloja una junta de material elastomérico que garantiza el cierre hermético de la unión de la campana.

60    Un sistema para formar la campana es el llamado sistema de Rieber. En el sistema de Rieber, la campana se fabrica con la junta bloqueada e integrada en la pared de la campana, de forma que es inamovible y no puede sustituirse.

65    El sistema de Rieber comprende la formación de la campana mediante una almohadilla metálica sobre la que se instala previamente la junta en una zona rebajada.

70    Durante el conformado de la campana, la junta permanece aplicada e integral con la pared de la campana, la almohadilla se extrae entonces de la campana con el resultado final de una tubería con una campana integrada completa con junta no extraíble.

75    A diferencia de las tuberías de PVC-O, en las tuberías de PVC-U el medio que hace que la junta sea integral con la pared de la campana es una acción de presión negativa interna y/o una acción de sobrepresión sobre la superficie exterior de la campana (por ejemplo, con fluido a presión tal como, por ejemplo, aire comprimido).

80    En las tuberías de PVC-O, de acuerdo con el sistema de Rieber, la acción que da forma a la campana, y al asiento relativo de la junta, es la contracción espontánea de las moléculas orientadas sobre la almohadilla de formación y sobre la junta. Esta contracción se produce cuando el material de PVC-O se encuentra en un estado térmico superior a la temperatura de transición vítrea  $T_g$  del PVC.

85    En efecto, a temperaturas superiores a la temperatura  $T_g$ , la estructura de las moléculas de PVC libera las grandes fuerzas que se aplican durante el proceso de fabricación de la tubería para conseguir la orientación axial y

circunferencial de la tubería.

En el documento US2017370505 se ha descrito una junta para evitar la separación de una unión de tuberías formada entre tuberías de plástico, tales como tuberías fabricadas a partir de PVC. Los métodos actualmente conocidos para abocardar tuberías de PVC-O con el sistema de Rieber, descritos e ilustrados en los documentos de la técnica anterior WO97/33739, WO99/42279, WO97/10942, EP0930148, EP2614952 y IT0130598, presentan varios inconvenientes.

Un inconveniente encontrado en los métodos de la técnica anterior es el colapso irreversible del sello durante la inserción de la tubería en el sello alojado en la almohadilla.

Las fuerzas inducidas por el extremo de la tubería cuando, durante el abocardado, choca contra la junta, sujetada por una brida de contacto, provocan una deformación considerable de la junta, que al ser principalmente de material elastomérico es fácilmente deformable, hasta afectar negativamente al estado estructural de la junta.

La tubería que tiene un extremo frontal plano, perpendicular al eje de la almohadilla, impacta contra la junta en un borde, con superficie de contacto entre el frontal de la tubería y la junta decididamente pequeña, generando una presión de contacto sobre la junta, que es la causa de la deformación así como de su posterior rotura.

Otro inconveniente, debido a la elevada compresión axial de la pared de la tubería durante todo el paso de inserción de la tubería en la junta, es la anulación o la reducción del grado de orientación axial del material de la campana, hasta afectar negativamente, en uso, a la capacidad de resistencia a la presión hidrostática inducida por el fluido que circula por el conducto.

Este inconveniente está relacionado con la resistencia generada por la forma de la junta que sobresale de la almohadilla cilíndrica, así como con la resistencia a la fricción creada por la superficie de la junta elastomérica, que son resistencias mucho mayores que las inducidas por la forma y la superficie de la almohadilla metálica. Además, estos efectos de resistencia, causados por la presencia de la junta, se acentúan con la alteración gradual de la forma de la junta cuando la pared de la tubería golpea y supera la junta.

En este contexto, se ha sentido la necesidad de fabricar una tubería de PVC-O que permita limitar la deformación de la junta durante el abocardado, tal como se describe en la reivindicación independiente 1.

#### Divulgación de la invención

El objetivo de la invención es superar la necesidad mencionada, proporcionando una tubería de PVC-O que limita la deformación de la junta cuando se inserta durante el abocardado, permitiendo obtener un producto de alta calidad.

La invención también se refiere al método y sistema para fabricar la tubería de PVC-O, que evita la deformación de la junta durante el abocardado.

#### Breve descripción de los dibujos

Las características técnicas de la invención se describen claramente en las reivindicaciones siguientes y sus ventajas se desprenden de la descripción detallada que sigue, con referencia a los dibujos adjuntos que ilustran una realización preferida de la invención proporcionada meramente a título de ejemplo sin restringir el alcance del concepto inventivo, y en la que:

- La figura 1 es una vista frontal parcial de una máquina de abocardado que forma parte del sistema de acuerdo con la invención;
- La figura 2A ilustra una tubería termoplástica de PVC-O que se va a procesar con una máquina de abocardado de acuerdo con la invención;
- Las figuras 2B y 34 ilustran una tubería termoplástica de PVC-O al final del tratamiento realizado en una estación de conicidad de la máquina de abocardado de acuerdo con la invención;
- Las figuras 2C y 36 ilustran una tubería termoplástica de PVC-O con un extremo en forma de campana de acuerdo con la invención, fabricado según la máquina de abocardado y el método de acuerdo con la invención;
- La figura 2D ilustra una vista a escala de un detalle de la figura 2C;
- La figura 3 es una sección transversal de una junta que puede utilizarse para fabricar la tubería termoplástica deformada en forma de campana de la figura 2C;
- La figura 4A es una sección transversal parcial de una unidad de abocardado, que forma parte de la máquina de la figura 1, de acuerdo con la invención;
- La figura 4B ilustra una ampliación de la figura 4A (en la que no se muestra la junta de la tubería);
- Las figuras 5 a 22 ilustran esquemáticamente la unidad de abocardado de la figura 4A y la tubería, en diferentes etapas secuenciales de fabricación de la campana en un extremo de la tubería;

- Las figuras 23 a 33 ilustran otros detalles de la conformación de la campana de la tubería de acuerdo con la invención;
- Las figuras 35 y 37 ilustran un detalle a escala en el momento del primer contacto entre un primer extremo de la tubería y la junta durante el abocardado de la tubería.

5	<u>Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención</u>
10	Con referencia a la figura 2A, el número de referencia 400 indica una tubería hecha de material termoplástico del tipo PVC-O para ser procesada en una máquina y por un método de acuerdo con la invención.
15	La tubería 400 tiene un eje de simetría 401.
20	La tubería 400 tiene una extensión longitudinal principal en una dirección paralela al eje de simetría 401 desde un primer extremo 402 a un segundo extremo 403.
25	El primer extremo 402 y el segundo extremo 403 están definidos, respectivamente, por el borde de la tubería 400.
30	La tubería 400 tiene dos porciones de extremo E1 y E2, cada porción de extremo está posicionada en un primer extremo 402 y un segundo extremo 403 respectivos.
35	La tubería 400 tiene una superficie exterior 409 que se extiende alrededor del eje de simetría 401.
40	La tubería 400 tiene una sección transversal anular.
45	La tubería 400 tiene una cámara interior 404 que pasa desde el primer extremo 402 al segundo extremo 403.
50	La tubería 400 tiene un valor de diámetro nominal "dn" y un valor de espesor de pared nominal "en".
55	El valor real del diámetro exterior en cualquier punto de la tubería 400 se etiqueta "de".
60	El valor real del espesor de pared en cualquier punto de la tubería 400 se etiqueta como "e".
65	En el segundo extremo 403, la superficie exterior 409 de la tubería 400 tiene un chaflán 410 que tiene una inclinación con respecto a una dirección paralela al eje de simetría 401 igual a un ángulo agudo $\beta$ , en particular el valor del ángulo está comprendido entre $10^\circ$ y $25^\circ$ , inclusive, más específicamente el valor del ángulo $\beta$ es igual a $15^\circ$ .
70	El chaflán 410 se caracteriza por una prolongación longitudinal "k", con referencia a una dirección paralela al eje de simetría 401, y por una prolongación transversal "h" del primer extremo 402, a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección del eje de simetría 401.
75	El primer extremo 402 de la tubería 400 no está tocado por el chaflán 410.
80	Preferentemente, el valor de extensión longitudinal "K" del chaflán 410 está correlacionado con el diámetro exterior mínimo real de la tubería 400, denominado " $de_{min}$ ", de acuerdo con la siguiente relación: $k \geq 0,05 de_{min}$ .
85	Preferentemente, el valor de extensión transversal "h" del segundo extremo 403 se correlaciona con el valor real del espesor de pared medido en el segundo extremo de la tubería 403 de acuerdo con la siguiente relación: $h \geq 0,5e$ .
90	Con referencia a la figura 2B, el número 400 indica una tubería de material termoplástico del tipo PVC-O, procesado en la máquina y con el método de acuerdo con la invención, en el estado al final de la etapa de procesamiento realizada en la estación de conicidad SV.
95	Todas las características descritas anteriormente con referencia a la figura 2A permanecen inalteradas en la tubería, con la excepción de un cono interior 412 realizado en el primer extremo 402 de la tubería 400.
100	El cono 412 tiene una inclinación igual a un ángulo agudo " $ai$ ", o ángulo agudo inicial, y una extensión longitudinal igual a " $L_i$ ", o extensión longitudinal inicial.
105	El valor del ángulo " $ai$ " de la extensión " $L_i$ " se definirá a continuación.
110	Con referencia a la figura 2C, el numeral 100 denota una tubería hecha de material termoplástico del tipo PVC-O de acuerdo con la invención.
115	La tubería 100 de la figura 2C constituye, a todos los efectos, la tubería acabada, de acuerdo con la invención.

- La tubería 100 tiene un eje de simetría 101.
- La tubería 100 tiene una extensión longitudinal principal en una dirección paralela al eje de simetría 101 desde un primer extremo 102 a un segundo extremo 103.
- Cabe señalar que los extremos 102 y 103 de la tubería 100 corresponden a los extremos 402 y 403 de la tubería 400 durante las etapas de procesamiento anteriores.
- El primer extremo 102 y el segundo extremo 103 están definidos, respectivamente, por el borde de la tubería 100.
- La tubería 100 tiene dos porciones de extremo E1 y E2, cada porción de extremo E1 y E2 está posicionada en un primer extremo 102 y un segundo extremo 103 respectivos.
- La tubería 100 tiene una superficie exterior 109 que se extiende alrededor del eje de simetría 101.
- La tubería 100 tiene una sección transversal anular.
- En el segundo extremo 103, la superficie exterior 109 de la tubería 100 tiene un chaflán 110 que tiene una inclinación con respecto a una dirección paralela al eje de simetría 101 igual a un ángulo agudo  $\beta$ , en particular el valor del ángulo está comprendido normalmente entre  $10^\circ$  y  $25^\circ$ , inclusive, más específicamente el valor del ángulo  $\beta$  es igual a  $15^\circ$ .
- El chaflán 110 se caracteriza por una prolongación longitudinal "k", con referencia a una dirección paralela al eje de simetría 101, y por una prolongación transversal "h" del segundo extremo 103, a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección del eje de simetría 101.
- El primer extremo 102 de la tubería 100 no toca el chaflán 110.
- Preferentemente, el valor de extensión longitudinal "K" del chaflán 110 está correlacionado con el diámetro exterior mínimo real de la tubería 100, denominado " $de_{min}$ ", de acuerdo con la siguiente relación:  $k \geq 0,05 de_{min}$ .
- Preferentemente, el valor de extensión transversal "h" del segundo extremo 103 se correlaciona con el valor real del espesor de pared medido en el segundo extremo de la tubería 103 de acuerdo con la siguiente relación:  $h \geq 0,5e$ .
- La tubería 100 tiene una cámara interior 104 que pasa desde el primer extremo 102 al segundo extremo 103.
- La cámara interior 104 tiene una primera sección 105, que tiene un primer diámetro, y una segunda sección 106 tiene al menos un segundo diámetro mayor que el primer diámetro, y una tercera sección 107 para conectar la primera sección 105 a la segunda sección 106 que tiene una forma convergente desde la segunda sección 106 a la primera sección 105.
- La segunda sección 106 tiene un segundo diámetro mayor que el diámetro exterior "de".
- La tendencia convergente de la tercera sección 107 está inclinada con respecto a una dirección paralela al eje de simetría 101 definida por un ángulo de convergencia  $\phi$  cuyo valor se encuentra dentro de un intervalo de  $\pm 5^\circ$  a partir del valor del ángulo de inclinación agudo  $\beta$  del chaflán 110 con respecto a una dirección paralela al eje de simetría 101, es decir,  $\phi = \beta \pm 5^\circ$ .
- La tercera sección 107 y la segunda sección 106 definen una campana 113 de la tubería 100.
- La primera sección 105 de la cámara interior 104 se extiende desde el segundo extremo 103.
- Con referencia a una dirección paralela al eje de simetría 101, la primera sección 105 tiene una longitud mayor que una longitud de la segunda sección 106.
- La cámara interior 104 tiene una cuarta sección 108, adyacente a la segunda sección 106 y que conduce hacia el entorno exterior en el primer extremo 102 de la tubería 100, teniendo una tendencia divergente a partir del segundo diámetro de la segunda sección 106 hacia el entorno exterior.
- La cuarta sección 108 tiene una inclinación relativa a una dirección paralela al eje de simetría 101 igual a un ángulo agudo " $\alpha f$ ", o ángulo agudo final, y una extensión longitudinal igual a " $Lf$ ", o extensión longitudinal final.
- El valor del ángulo " $\alpha f$ " de la extensión " $Lf$ " se definirá a continuación.
- En otras palabras, la cuarta sección 108 tiene la forma de un cono interior o primer extremo 102 de la tubería 100.
- La tubería 100 comprende una junta 200, colocada en un asiento de alojamiento 111 respectivo.

- La junta 200 tiene una extensión circunferencial relativa al eje de simetría 101 de la tubería 100.
- 5 La junta 200 tiene una superficie interior 201, orientada hacia la cámara interior 104 de la tubería 100, y una superficie exterior 202, orientada hacia el asiento de alojamiento 111, como se muestra esquemáticamente en la figura 2D.
- La junta se coloca a lo largo de la segunda sección 106 de la cámara interior 104.
- 10 La superficie interior 201 tiene una protuberancia 207 diseñada para definir el cierre hermético de la junta 200.
- La superficie exterior 202 tiene una primera porción 203 y una segunda porción 204 dispuestas contiguas entre sí y de tal manera que definen una cúspide 205, tal como se muestra en la figura 3.
- 15 La primera porción 203 también se denomina hombro trasero de la junta 200.
- La segunda porción 204 también se denomina hombro delantero de la junta 200.
- 20 La primera porción 203 y la segunda porción 204 están inclinadas con respecto a una dirección paralela al eje de simetría 101 de la tubería 100 por un ángulo agudo respectivo, indicado en los dibujos con  $\theta_p$  y  $\theta_a$ , como se muestra en la figura 2D.
- El valor del ángulo agudo  $\theta_p$  de inclinación de la primera porción 203 de la superficie exterior 202 de la junta 200 con respecto a una dirección paralela al eje de simetría 101 de la tubería 100 está comprendido preferentemente entre 25° y 35°, en particular es igual a 30°.
- 25 El valor del ángulo agudo  $\theta_a$  de inclinación de la segunda porción 204 de la superficie exterior 202 de la junta 200 con respecto a una dirección paralela al eje de simetría 101 de la tubería 100 está comprendido preferentemente entre 25° y 40°, en particular es igual a 30°.
- 30 La junta 200 comprende un elemento de refuerzo 206 posicionado en la junta 200 en la primera porción 203.
- El elemento de refuerzo 206 tiene un primer extremo 206a y un segundo extremo 206b, mostrados en la figura 3.
- 35 Preferentemente, el elemento de refuerzo 206 tiene una forma al menos parcialmente anular. Más concretamente, el elemento de refuerzo 206 está hecho de metal o material plástico.
- Ventajosamente, la finalidad del elemento de refuerzo 206 es hacer que la junta relativa en uso sea más resistente a la presión hidrostática interior y, en consecuencia, también la junta de campana 113 de la tubería 100.
- 40 El refuerzo también garantiza la integridad de la junta cuando se somete a las fuerzas producidas por la carga de la junta 200 sobre la almohadilla 2 de la unidad de abocardado 1, así como a las fuerzas generadas durante el conformado de la campana 113 cuando la pared de la tubería impacta y supera la junta 200.
- 45 Con referencia a la figura 37, el elemento de refuerzo 206, con respecto a una dirección paralela al eje de simetría 101, comprende una extensión "C1", como se explica con más detalle a continuación.
- La invención también comprende una máquina de abocardado 300 diseñada para ser instalada en una planta de producción de tuberías 100 de material termoplástico, como se ilustra esquemáticamente en la figura 1.
- 50 La instalación comprende una unidad de procesamiento configurada para formar un chaflán exterior 410 en una segunda porción de extremo E2 de la tubería 400.
- La planta también comprende una máquina de abocardado 300 configurada para fabricar las tuberías acabadas de PVC-O 100, como se ha descrito anteriormente.
- 55 En particular, la máquina 300 comprende una unidad de abocardado 1 que es capaz de realizar una campana 113 a partir de al menos una porción de extremo E1 de una tubería de PVC-O 400, en particular a partir del primer extremo 402 de la tubería 400.
- 60 La máquina 300 para abocardar tuberías 400 de material termoplástico del tipo PVC-O de acuerdo con la invención comprende una unidad 304 para procesar la tubería 400 para la eliminación de material, o la deformación plástica.
- La unidad de procesamiento 304 está configurada para procesar una tubería de PVC-O 400, realizando una conicidad interior 412 del primer extremo 402 de la tubería 400.
- 65 La unidad de procesamiento 304 diseñada para realizar el cono interior 412 del primer extremo 402 de la tubería 400

está posicionada aguas arriba de una unidad 301 para calentar la tubería a una temperatura de calentamiento predeterminada y una unidad de abocardado 1 (que se describirá con más detalle a continuación).

5 Ventajosamente, la unidad de procesamiento 304 forma en la tubería 400 parcialmente procesada, ya que aún no está abocardado, una conicidad interior 412 a la pared de la tubería 400, de tal manera que cuando el primer extremo 402 de la tubería 400 choca contra la junta 200, el ángulo de conicidad adoptado por esta conicidad es igual o próximo al valor de conicidad de la primera porción 203 de la junta 200 diseñada para insertarse en la tubería 400.

10 Ventajosamente, la forma del primer extremo 402 de la tubería 400 de este tipo aumenta considerablemente la superficie de contacto en el impacto del primer extremo 402 de la tubería 400 con la junta 200 y, en consecuencia, reduce la presión de contacto y la deformación local de la junta 200.

A modo de ejemplo, la unidad de procesamiento 304 tiene la forma de una máquina herramienta planetaria.

15 En cuanto a la longitud de la conicidad interior 412, ésta debe optimizarse como compromiso entre la garantía de mantenimiento de la integridad estructural y funcional de la junta 200 y un espesor de pared en el borde de la campana 113, realizado en la primera porción de extremo E1 de la tubería 400, suficiente para no afectar negativamente a la robustez del borde de la campana.

20 La robustez del borde de la campana 113 es necesaria para evitar daños durante las operaciones de transporte e instalación de la tubería 100.

Con el tipo de junta 200 considerado, la extensión del cono interior 412 está dimensionada de tal manera que, en el primer impacto entre el primer extremo 402 de la tubería 400 y la junta 200, hay contacto entre la superficie del cono 412 y el resalte trasero 203 de la junta 200 que se enfrenta, al menos en parte, al anillo de refuerzo 206.

25 En general, si el espesor de pared de la tubería terminada 100, las dimensiones y la configuración de la junta 200 lo permiten, es ventajoso dimensionar la extensión de la superficie cónica del cono interior 412 de la tubería 400 de tal manera que, en el primer impacto entre el primer extremo 402 de la tubería 400 y la junta 200, haya un contacto completo entre el cono interior 412 de la tubería 100 y la primera porción 203 de la junta 200 hasta y más allá de la parte que se enfrenta al elemento de refuerzo 206.

30 Ventajosamente, estos criterios de dimensionamiento del cono interior 412 de la tubería 400 establecidos y aplicables para unos tipos de juntas 200 iguales a los utilizados para la realización de la campana de Rieber en tuberías de PVC-U pueden convertirse en guías para el diseño de nuevas juntas optimizadas y específicas para el abocardado de Rieber de tuberías de PVC-O, dado que existen espesores de pared y diámetros de la tubería de PVC-O sobre la que se realizará la campana con el sistema de Rieber.

35 Estos criterios de diseño tienen por objeto definir la forma y el dimensionamiento de la junta al menos con respecto a: ángulo de conicidad de la primera porción 203; extensión de la primera porción 203; forma del elemento de refuerzo 206; posicionamiento del elemento de refuerzo 206 con respecto a la matriz elastomérica de la junta 200.

40 Al determinar la geometría de la conicidad interior 412 del borde a realizar en la tubería 400 aún por calentar, es necesario tener en cuenta que la pared de la tubería de PVC-O a temperaturas superiores a los efectos de transición vítreo está sometida a efectos de contracción diametral y axial; se trata de efectos que dependen en primer lugar del grado de orientación circunferencial de la tubería 400, del grado de orientación axial de la tubería 400 y del espesor de la pared.

45 Estos parámetros son conocidos y característicos de la tubería 100 procesada.

50 Los efectos de contracción serán entonces más o menos importantes en función del estado térmico de la tubería 400 durante su transformación.

55 Estos efectos, cuando la tubería 400 se calienta para el abocardado, modifican el ángulo y la longitud de la conicidad del cono interior 412 formado originalmente en la tubería fría 400, pero bastan unas pocas pruebas experimentales para determinar los valores del ángulo y la longitud de la conicidad que deben formarse en la tubería fría 400 para obtener en la tubería calentada para el abocardado los valores de ángulo y longitud óptimos de la conicidad.

60 No sólo eso, sino que al estar fijados los parámetros de orientación y espesor de la tubería, así como las temperaturas de procesado, entre las características geométricas del cono inicial 412 establecidas en la tubería fría 400 y las modificadas durante el conformado de la campana, se establecen relaciones directas fácilmente determinables por experimentación.

65 Con el aparato y el procedimiento descritos a continuación en detalle, se forma la campana de Rieber integrada con la tubería de PVC-O 100.

La campana 113 de la tubería 100 formada es coherente con los requisitos funcionales de: ajuste de la tubería, cierre hermético y resistencia a la presión hidrostática de la unión.

- 5 Con respecto a los vidrios de Rieber convencionales, esta campana de Rieber formada en la tubería de PVC-O tiene cualidades adicionales.
- En particular, la conicidad interior 108 de la tubería 100 permanece conformada en el borde de la campana en el producto acabado.
- 10 La conicidad 108 de la tubería 100 acabada se origina a partir de la conicidad interior 412 de la tubería 400 formada antes de las etapas del proceso de calentamiento y abocardado.
- 15 La superficie cónica del cono interior 108 no mantiene exactamente las mismas dimensiones que la superficie 412 formada antes del proceso de abocardado, ya que, durante el proceso de abocardado, durante las diversas etapas de calentamiento y conformación de la campana, la superficie se modifica debido a los efectos de la contracción espontánea de la tubería de PVC-O generada por el calentamiento a temperaturas superiores a la temperatura  $T_g$ , así como a causa de las diferentes acciones simultáneas sobre el borde de la tubería 400 inducidas por los aparatos de abocardado y por la junta 200.
- 20 Son precisamente las características particulares del aparato de abocardado y del método de transformación que mantienen en el primer extremo 102 de la tubería acabada 100 una superficie cónica que tiene un ángulo de conicidad y una longitud que pueden correlacionarse con coeficientes de proporcionalidad simples, con los formados en la tubería fría 400 antes de las etapas de calentamiento y abocardado.
- 25 Por esta razón, un ángulo de conicidad del cono 108 interior de la tubería 100 acabada que permanece en el borde de extremo de la campana 113 convenientemente formado con respecto al ángulo de conicidad de la primera porción 203 de la junta 200 integrada en la campana 113 de la tubería 100.
- 30 En efecto, el procedimiento de acuerdo con la invención y el aparato de abocardado permiten convenientemente formar la campana en caliente de la tubería a temperaturas relativamente bajas ( $95^{\circ}\text{C}$ - $105^{\circ}\text{C}$ ), de tal manera que el efecto del comportamiento plástico de la tubería es reducido, es decir, insuficiente, a pesar de las acciones mecánicas del aparato de formación de la campana, para alterar la forma cónica del primer extremo 402 de la tubería 400.
- 35 En otras palabras, durante la producción de la tubería de PVC-O se determinan y se mantienen estables los siguientes parámetros del producto:
- diámetro de la tubería (d<sub>e</sub>);
  - espesor de la pared de la tubería (e);
  - grado de orientación circumferencial;
  - grado de orientación axial.
- 40 En estas condiciones necesariamente repetibles, si la realización de la campana en estado caliente en la tubería de PVC-O procesada se produce a temperaturas relativamente bajas y controladas (aproximadamente  $95^{\circ}\text{C}$ - $105^{\circ}\text{C}$ ), se mantiene la conicidad 412 del primer extremo 402 de la tubería 400, formada en la tubería 400 en estado frío, aunque modificada en cuanto a las dimensiones de ángulo y extensión, pero siempre con dimensiones constantes y repetibles, así como directamente correlacionadas con las dimensiones de la conicidad formada en estado frío.
- 45 Precisamente la máquina y el método de acuerdo con la invención permiten y hacen ventajoso el proceso de conformación de la campana a las temperaturas indicadas. Si el proceso de fabricación de la tubería 100 y de la campana 113 es repetible, la longitud L<sub>f</sub> y el ángulo de conicidad α<sub>f</sub> que se establecen en el primer extremo 102 de la campana 113 definitivamente formada y enfriada serán repetibles.
- 50 Por otro lado, si el proceso de producción de la tubería 100 y el proceso de abocardado no se realizan correctamente o la tubería 400 que se está procesando no posee las características físicas y dimensionales establecidas, la regularidad de la conicidad del cono interior 108 tampoco se realizará correctamente.
- 55 Por ejemplo, si la campana se realizara con un estado térmico a temperaturas superiores a  $105^{\circ}\text{C}$ , el reblandecimiento del material sería tal que, en la forma final de la campana, se perdería la forma cónica inicial del borde de la tubería 400, formada antes del calentamiento de la tubería, y no se mantendría el grado de orientación del material en la pared de la campana necesario para garantizar la resistencia de la tubería 100 a la presión hidrostática.
- 60 Por lo tanto, durante la producción de la tubería abocardada, el seguimiento de la regularidad de la superficie cónica en el borde de la campana permite identificar fallos en el proceso de fabricación de la campana y, en consecuencia, se facilita el diagnóstico del proceso de producción y el control de calidad del producto.

No sólo durante la producción de la tubería, sino también posteriormente, por ejemplo durante las operaciones de tendido del conducto, la conicidad interior 108 del primer extremo 102 de la tubería 100 es un indicador visual evidente del proceso utilizado para formar la campana.

5 La campana 113 con un borde de extremo con un cono interior marcado 108 es ventajosa para realizar el ajuste y la instalación del conducto. En efecto, en la campana 113 hay una entrada cónica que facilita la inserción de la tubería en la campana de la otra tubería que se va a formar para unirla en la junta de campana. En la práctica, la entrada cónica permite realizar operaciones de unión incluso cuando las condiciones de funcionamiento dificultan la alineación entre los ejes de las tubería a unir en la junta de campana.

10 La figura 34 identifica las dimensiones geométricas que caracterizan el cono interior 412 realizado en el primer extremo 402 de la tubería 400 antes del proceso de calentamiento de la tubería 400.

15 El término "ai" indica un ángulo de conicidad del cono interior 412 del primer extremo 402 de la tubería 400 realizado antes del proceso para calentar la tubería 400.

El término "Li" denota una extensión longitudinal del cono interior 412 del primer extremo 402 de la tubería 400 realizada antes del proceso de calentamiento.

20 La figura 35 identifica las dimensiones geométricas que caracterizan la conicidad interior 412, formada en el primer extremo 402 de la tubería 400, durante la formación de la campana 113 en el momento del primer contacto entre el primer extremo 402 de la tubería 400 y la primera porción 203 de la junta 200 instalada en la almohadilla 2.

25 El término "ap" indica un ángulo de conicidad del cono interior 412 del primer extremo 402 de la tubería 400 en el momento del impacto del primer extremo 402 de la tubería 400 con la primera porción 203 de la junta 200 instalada en la almohadilla 2.

30 El término "Lp" indica una extensión longitudinal del cono interior 412 del primer extremo 402 de la tubería 400 en el momento del impacto del primer extremo 402 de la tubería 400 con la primera porción 203 de la junta 200 instalada en la almohadilla 2.

La figura 36 identifica las dimensiones geométricas que caracterizan el cono interior 108 del primer extremo 102 de la tubería 100 completamente formada y definitivamente enfriada.

35 El término "af" indica un ángulo de conicidad de la conicidad interior 108 del primer extremo 102 de la tubería 100 acabada.

El término "Lf" indica una extensión longitudinal del cono interior 108 del primer extremo 102 de la tubería 100 acabada.

40 La figura 37 identifica la extensión y la localización del elemento de refuerzo 206 en la primera porción 203 de la junta 200.

45 En este dibujo, la extensión y la localización del elemento de refuerzo 206 se comparan con las dimensiones geométricas 200 que caracterizan el cono interior 412 formado en el primer extremo 402 de la tubería 400, durante la formación de la campana, en el momento del primer contacto entre el primer extremo 102 de la tubería 100 y la primera porción 203 de la junta 200 instalada en la almohadilla 2.

Con referencia a una dirección paralela al eje 401 de la tubería 400 se tiene:

50  $C_0 = \text{distancia entre el vértice de la primera porción 203 de la junta 200 y el primer extremo 206a del elemento de refuerzo 206.}$

$C_1 = \text{extensión longitudinal del elemento de refuerzo 206}$

$C_2 = \text{extensión longitudinal de la primera porción 203 de la junta 200.}$

55 Los ensayos experimentales han demostrado que para que la conicidad interior del borde de extremo de la tubería sea ventajosa, deben cumplirse las relaciones (1) y (2) descritas a continuación.

$$ap = \theta p \pm 10^\circ \quad (1)$$

$$C_2 > Lp \geq C_0 + 0,1 C_1 \quad (2)$$

Después de definir los valores de  $ap$  y  $Lp$ , se identifican mediante pruebas experimentales los valores correspondientes de  $ai$  y  $Li$  que generan  $ap$  y  $Lp$  tales que cumplen las condiciones (1) y (2). Se establecen relaciones únicas de los valores de  $ai$  y  $Li$  con los valores de  $ap$  y  $Lp$ .

65  $ai = m ap$

$$L_i = n L_p$$

- 5 La campana final 113 mantendrá una conicidad interior del borde de extremo definida por valores de  $a_f$  y  $L_f$  que son diferentes de  $a_p$  y  $L_p$ , pero correlacionados por relaciones únicas con los valores de  $a_p$  y  $L_p$ .

$$a_f = r a_p$$

$$L_f = s L_p$$

- 10 Los coeficientes  $m$ ,  $n$ ,  $r$  y  $s$  están condicionados por los parámetros característicos de la tubería de PVC-O procesada, tales como: diámetro de la tubería ( $d_e$ ); espesor de la pared de la tubería ( $e$ ); grado de orientación circumferencial de la tubería; grado de orientación axial de la tubería.

- 15 Son parámetros conocidos y fijos, cuya variación entra dentro de las tolerancias normales de los procesos de producción de esa tubería predeterminada.

Con referencia a la condición (1), la situación óptima es aquella para la cual:  $a_p = \theta p$ .

- 20 Se aplica, por lo tanto, una correspondencia del siguiente tipo:  $a_f = r \theta p$ .

Para los diversos, pero determinadas tuberías de interés industrial a los que se destina la invención existe:  $a_f = r \theta p$  con  $2,5 \geq r \geq 0,75$ .

- 25 En cuanto a la extensión  $L_f$  del cono interior 108 que queda en el borde de extremo de la campana, para las diversas pero determinadas tuberías de interés industrial a las que se destina la invención, es conveniente seleccionar un valor de  $L_i$  tal que, además de generar un valor  $L_p$  que respete la condición (2), genere un valor  $L_f$  que respete la siguiente condición.

30  $L_f \geq 0,1 C_1$

Aguas abajo de la unidad de procesamiento 304 se encuentra la unidad 301 para calentar la tubería a una temperatura de calentamiento predeterminada y la unidad de abocardado 1 (que se describirá con más detalle a continuación).

- 35 La máquina 300 comprende una unidad 302 para enfriar la tubería, asociada a dicha unidad de abocardado 1 para enfriar la tubería 400 montado sobre una almohadilla de formación 2 (mostrada en la figura 20, descrita con más detalle a continuación y que forma parte de la unidad de abocardado 1).

- 40 La almohadilla de formación 2 está configurada para acoplarse con una porción de extremo E1 de la tubería 400 a partir del primer extremo 402.

La máquina de abocardado 300 comprende por lo tanto una pluralidad de estaciones, que operan en secuencia sobre la tubería 400 (en particular sobre la porción de extremo E1 de la tubería 400 a partir del primer extremo 402).

- 45 La estación ST1 de recepción de la tubería está configurada para recoger la tubería 400 (convenientemente cortada y biselada en el borde de extremo 403) de la línea de extrusión.

La estación de recepción de la tubería comprende, por lo tanto, para este fin, una unidad de recogida 305.

- 50 Aguas abajo de la estación ST1 de recepción de la tubería, la máquina 300 comprende una estación de conicidad SV en la que la unidad 304 de procesamiento de la tubería 400 está operativamente activa en el primer extremo 402.

La máquina comprende una estación de precalentamiento ST2, en la que la unidad 303 para precalentar la tubería 400 está operativamente activa, en la que la tubería 400 se posiciona después de la estación para estrechar la tubería.

- 55 En la estación de precalentamiento ST2, la tubería 400 se calienta preferentemente a una temperatura inferior a la temperatura de transición vítreo ( $T_g$ ) del PVC.

- 60 La máquina también comprende una estación de calentamiento ST3, en la que la unidad 301 para calentar la tubería 400 está operativamente activa.

La tubería 400 se coloca en la estación de calentamiento después de la estación de precalentamiento.

- 65 En esta estación de calentamiento ST3, la tubería 400 se calienta a una temperatura superior a la temperatura de transición vítreo del PVC, y en cualquier caso superior a la temperatura de calentamiento.

La presencia de una estación de precalentamiento ST2 es opcional, ya que la máquina 300 también puede comprender una sola estación de calentamiento ST3.

5 Opcionalmente, la máquina 300 comprende una unidad de precalentamiento 303, situada aguas arriba de la unidad de calentamiento 301, y configurada para calentar la tubería 400 a una temperatura de precalentamiento predeterminada, que es inferior a la temperatura de calentamiento.

Preferentemente, la unidad de precalentamiento 303 comprende un horno.

10 Preferentemente, la unidad de calentamiento 301 comprende un horno.

Preferentemente, el horno es un horno de contacto.

15 El horno calienta la porción de extremo E1 de la tubería 400 de manera diferenciada a lo largo de la dirección longitudinal de la tubería 400.

20 La estación de calentamiento ST3 comprende además un elemento de contacto interior, que está posicionado dentro de la tubería para soportar internamente la porción de extremo E1 de la tubería 400 durante el calentamiento, y evitar la contracción diametral de la tubería.

Al final de la etapa de calentamiento, la temperatura de la tubería 400 es de aproximadamente 100 °C hacia el extremo y disminuye a 80 °C en la zona que constituirá la pared de conexión entre la tubería y la campana.

25 La invención se refiere a una unidad 1 para abocardar tuberías T de material termoplástico del tipo PVC-O (que forma parte de la máquina 300) que comprende una almohadilla de formación 2 para deformar en forma de campana B una porción de extremo E1 de una tubería 400 de material termoplástico, teniendo dicha almohadilla 2 un eje central longitudinal X1 de simetría y una región 3 para alojar una junta anular 200 diseñada para acoplarse, internamente, a la tubería 400 de material termoplástico, véase la figura 4A.

30 Cabe señalar que la conicidad interior 412 de la tubería 400 permite reducir drásticamente la presión de contacto entre el resalte trasero 203 de la junta 200 y el primer extremo 402 de la tubería 400.

35 Como se ha mencionado en la técnica anterior, el problema del colapso de la junta 200 surge durante la etapa en la que la tubería 400 se inserta en la junta 200 alojada en la almohadilla 2.

Sometida a las fuerzas inducidas por la pared de la tubería 400, la junta 200 es comprimida por el primer extremo 402 de la tubería 400 contra un elemento de contacto 4 y la almohadilla 2.

40 En la deformación consecuente de la junta 200, la primera porción 203 tiende a adoptar ángulos de conicidad cada vez más pronunciados, aumentando el contraste con la inserción progresiva de la tubería 400.

45 Ventajosamente, de acuerdo con la máquina de acuerdo con la invención, la distribución de las fuerzas que tensan la junta 200 evita daños a la junta 200, en particular en la zona de discontinuidad que separa el elemento de refuerzo 206 del cuerpo de elastómero de la junta 200, es decir, las zonas límite entre el elemento de refuerzo 206 y el cuerpo de elastómero en la primera porción 203 de la junta 200.

50 Un elemento de contacto anular 4 ajustado de forma deslizante sobre dicha almohadilla 2 para moverse a lo largo de la dirección de dicho eje central longitudinal X1, entre una posición avanzada P1, y una posición retirada P2.

55 La unidad 1 comprende un primer dispositivo de calentamiento 6, configurado para calentar dicho elemento de contacto anular 4 a una temperatura (superior a la temperatura de transición vítreo) y, por tanto, calentar por contacto la superficie interior de la porción de extremo E1 de la tubería 400 encajada en el elemento de contacto anular 4.

60 Un segundo dispositivo de calentamiento 5, configurado para calentar desde el exterior dicha tubería 400 de material termoplástico instalada sobre la almohadilla de formación 2 en una zona predeterminada de la almohadilla 2 (más concretamente, que se extiende desde la zona proximal a la región 3 destinada a alojar la junta 200 hasta el primer extremo 402 de la tubería 400).

65 Cabe señalar que el conjunto formado por el segundo dispositivo de calentamiento 5 y el primer dispositivo de calentamiento 6 permite definir una cámara caliente (cilíndrica) 21.

Con referencia al segundo dispositivo de calentamiento 5, cabe señalar que el dispositivo comprende, preferentemente, un elemento de calentamiento anular 12.

Dicho elemento de calentamiento anular 12 es preferentemente de material metálico, preferentemente una aleación

de aluminio.

El segundo dispositivo de calentamiento 5 puede comprender una pluralidad de elementos de calentamiento 20, situados en (alrededor de, o incrustados en) dicho elemento de calentamiento anular 12, para generar calor a partir de una pluralidad de zonas diferentes.

De acuerdo con una variante, el segundo dispositivo de calentamiento 5 puede comprender una única resistencia eléctrica, posicionada en (alrededor de, o incrustada en) dicho elemento de calentamiento anular 12.

10 La resistencia o resistencias eléctricas están configuradas para calentar uniformemente el elemento de calentamiento anular 12.

El segundo dispositivo de calentamiento 5 calienta, desde el exterior, preferentemente la porción de extremo E1 de la tubería 400 a partir del primer extremo 402 hasta la región 3 destinada a alojar la junta 200.

15 El elemento de calentamiento anular 12 está configurado para formar con el elemento de contacto anular 4, calentado por el primer dispositivo 6, la cámara caliente (cilíndrica) 21.

20 Esta cámara caliente 21 está dimensionada preferentemente para contener internamente una porción de la tubería de extremo 400 montada en el elemento de contacto anular 4.

La pared de la porción de extremo E1 de la tubería 400 está por lo tanto contenida en la cámara caliente 21, con la superficie interior relativa en contacto con la superficie del elemento de contacto anular 4 y con la superficie exterior adyacente despegada de la superficie interior del elemento de calentamiento anular 12.

25 Debe tenerse en cuenta que la distancia predeterminada entre la superficie exterior de la pared de la tubería 400 y la superficie interior del elemento de calentamiento anular 12 permite la inserción en la cámara caliente 21 de la pared de la tubería sin interferencia (sin contacto) con el elemento de calentamiento anular 12.

30 Las pruebas experimentales han llevado a la conclusión de que la distancia óptima entre la pared de la tubería 400 y la superficie interior del elemento de calentamiento anular 12 está comprendida entre 0,5 y 10 mm; más preferentemente entre 1 y 8 mm; aún más preferentemente, entre 2 y 6 mm.

35 El elemento de calentamiento anular 12 está colocado de tal forma que la distancia entre la pared de la tubería 400 y la superficie interior hace despreciables los efectos convectivos generados por el aire caliente, que perturbarían la transmisión de calor hacia la tubería 400.

40 La transmisión de calor desde el elemento de calentamiento anular 12 a la tubería 400 se produce principalmente por radiación.

45 Preferentemente, el segundo dispositivo de calentamiento 5 calienta la porción de extremo E1 de la tubería 400 en ausencia de contacto (la tubería se posiciona preferentemente no en contacto con el elemento de calentamiento anular 12).

50 Preferentemente, el segundo dispositivo de calentamiento 5 calienta la zona de extremo de la tubería 400 por radiación.

55 Experimental y ventajosamente, se ha comprobado que el hecho de calentar, desde el interior la porción de extremo E1 de la tubería 400 encajada en el elemento de contacto anular 4 por contacto con el elemento 4 (calentado por el primer dispositivo 6) y desde el exterior mediante el elemento de calentamiento 12 calentado por el segundo dispositivo 5, durante la operación de conformación de la campana, más concretamente, con un calentamiento homogéneo y a una temperatura predeterminada, permite mejorar considerablemente el abocardado del PVC-O, permitiendo la formación de campanas en tuberías de PVC-O de dimensiones (diámetro y espesor de paredes) superiores a las que pueden procesarse según las técnicas convencionales.

60 La unidad 1 de acuerdo con la invención es por tanto capaz de procesar tuberías de PVC-O con grandes diámetros / espesores de pared.

65 De acuerdo con otro aspecto, la almohadilla de formación 2 está provista de un primer asiento anular S1 para alojar al menos una parte de dicha junta 200.

De acuerdo con otro aspecto más, el elemento de contacto anular 4 está provisto de un segundo asiento S2 para alojar la junta 200, configurado para alojar al menos una parte de dicha junta 200.

65 Ventajosamente, los asientos S1 y S2 están conformados para recibir porciones respectivas de la junta 200, en particular porciones de la superficie interior 201 de la junta 200.

En particular, los asientos S1 y S2 están conformados para permitir la máxima adherencia entre la junta y, respectivamente, la almohadilla de formación 2 y el elemento de contacto anular 4.

- 5 A continuación se describen los efectos técnicos determinados por la presencia del segundo asiento S2 para alojar la junta 200 y del primer asiento anular S1 para alojar la junta 200.

10 Se ha comprobado experimentalmente por el solicitante que la presencia del segundo asiento S2 de la junta 200 facilita la inserción de la tubería 400 sobre la almohadilla 2 y sobre la junta 200, reduciendo en cierto modo (en la medida de lo posible) el riesgo de que la junta 200 pueda sufrir daños graves, como consecuencia de las fuerzas originadas por el contacto con la tubería 400.

15 El segundo asiento S2 limita, en efecto, la deformación de la junta que se produce cuando la tubería 400 se encaja en el mismo, recibiendo una pieza en su interior. Preferiblemente, el segundo asiento S2 tiene una forma cóncava hacia la parte distal de la almohadilla 2 (es decir, hacia la abrazadera 10).

20 El primer asiento de alojamiento anular S1 contribuye por tanto al efecto técnico de limitar la deformación de la junta 200 durante el abocardado, recibiendo una pieza en su interior, reduciendo así el riesgo de deformación excesiva de la junta 200.

25 De acuerdo con otro aspecto más, la unidad 1 comprende una unidad de control y funcionamiento 7 (electrónica, que comprende hardware y/o software).

30 Según otro aspecto más, la unidad de abocardado 1 comprende un primer sensor (de temperatura) 9 configurado para medir la temperatura en dicho primer dispositivo de calentamiento 6 (más precisamente para medir la temperatura del elemento de contacto anular 4).

35 De acuerdo con otro aspecto, la unidad 1 comprende un segundo sensor 8 (de temperatura) configurado para medir la temperatura en dicho segundo dispositivo de calentamiento 5.

40 Preferiblemente, pero no necesariamente, el primer sensor 9 es un termopar. Preferiblemente, pero no necesariamente, el segundo sensor 8 es un termopar.

45 La unidad de control y funcionamiento 7 está configurada para ajustar el segundo dispositivo de calentamiento 5 en función de un valor de temperatura medido por el segundo sensor 8, para realizar un calentamiento de una porción de la tubería 400 en la región 3 destinada a alojar la junta 200 hasta el primer extremo 402 de la tubería 400 a una temperatura predeterminada.

50 La unidad de control y funcionamiento 7 está configurada para ajustar dicho primer dispositivo de calentamiento 6 en función de un valor de temperatura medido por el primer sensor 9, para realizar un calentamiento del elemento de contacto anular 4 a una temperatura predeterminada (superior a la temperatura de transición vitrea).

55 De acuerdo con otro aspecto más, el aparato 1 comprende una abrazadera 10 para sujetar la tubería.

55 Dicha abrazadera 10 está provista de mordazas de sujeción (10A, 10B), móviles entre sí entre una configuración cerrada y una configuración abierta (en particular, preferentemente, una primera y una segunda mordaza).

60 La abrazadera de sujeción 10 restringe la tubería 400 en una posición horizontal de tal manera que el eje longitudinal 401 de la tubería 400 coincide con el eje X1 de la almohadilla de formación 2.

65 De acuerdo con otro aspecto, la almohadilla de formación 2, el elemento de contacto anular 4 están soportados por un carro 11.

Más específicamente, la almohadilla de formación 2, el elemento de contacto anular 4, el primer calentador 5 y el segundo calentador 6 están soportados por el carro 11 (móvilmente relativo al bastidor de la máquina).

Cabe señalar que el elemento de contacto anular 4 está configurado para poder moverse con respecto al carro 11, es decir, con respecto a la almohadilla de formación 2.

Más concretamente, el elemento de contacto anular 4 está soportado por el carro 11 con posibilidad de movimiento independiente del mismo.

65 Preferiblemente, el elemento de contacto anular 4 y el segundo calentador 5 son integrales entre sí (es decir, siempre

se mueven como uno solo) en el movimiento con respecto a la almohadilla 2.

De acuerdo con otra realización, el elemento de contacto anular 4 puede moverse independientemente del segundo dispositivo de calentamiento 5 en el movimiento relativo con respecto a la almohadilla 2.

5 Esta última realización ofrece la ventaja de una mayor adaptabilidad a las variaciones de las condiciones de funcionamiento; más concretamente, cuando el elemento de contacto anular 4 se retira y se separa de la tubería 400, el segundo dispositivo de calentamiento 5 puede permanecer en la posición de calentamiento, proporcionando una contribución de calentamiento sobre la parte de la tubería que, en contracción espontánea, se forma sobre la junta y la almohadilla.

Como resultado, aumenta el efecto de contracción espontánea de la pared extrema de la tubería.

10 El carro 11 está configurado para ser desplazable entre una posición P4 cercana a la tubería 400 y una posición P5 alejada de la tubería 400.

15 El carro 11 es accionado por medios de accionamiento respectivos (no ilustrados).

20 Con referencia al elemento de contacto anular 4, cabe señalar que, preferentemente, el elemento de contacto anular 4 es un cuerpo cilíndrico hueco (preferentemente de metal).

25 Más específicamente, debe observarse que el elemento de contacto anular 4 está montado en el carro 11 de forma móvil con respecto a la almohadilla de formación 2: en otras palabras, la almohadilla de formación 2 y el elemento de contacto anular 4 están configurados para poder moverse independientemente.

30 El elemento de contacto anular 4 es deslizable sobre la almohadilla de formación 2; más precisamente, la superficie interior del elemento de contacto anular 4 se desliza sobre la superficie exterior de la almohadilla de formación 2.

35 Con referencia al montaje del precinto en la almohadilla de formación 2, la unidad 1 puede comprender medios para recoger y mover la junta 200, no ilustrada ya que es del tipo convencional.

Con referencia a la junta 200, cabe señalar que se coloca, antes de que la tubería 400 se monte en la almohadilla 2, en la región 3 de alojamiento de la almohadilla 2.

40 La región de alojamiento 3 está definida por una zona rebajada formada en la superficie exterior de la almohadilla 2.

45 Con referencia a la almohadilla 2, cabe señalar que la unidad 1 comprende un calentador configurado para calentar la almohadilla de formación 2.

50 La almohadilla 2 puede calentarse, según un ejemplo no limitativo, mediante un circuito interno para hacer circular un fluido calefactor (por ejemplo, agua), etiquetado 13.

Preferiblemente, la almohadilla 2 se calienta a temperaturas de entre 40 °C y 65 °C (por debajo de la temperatura de transición vítreo del PVC-O).

55 Todavía más preferentemente, la almohadilla 2 se calienta a una temperatura de entre 45 °C y 60 °C (o alternativamente a temperaturas de entre 45 °C y 55 °C).

60 Con referencia al elemento de contacto anular 4, cabe señalar que se calienta preferentemente (mediante el primer dispositivo de calentamiento 6) a una temperatura comprendida entre 85° y 105 °C (más preferentemente entre 90° y 100 °C, aún más preferentemente entre 92 °C y 100 °C).

A modo de ejemplo, el primer dispositivo de calentamiento 6 está definido por resistencias eléctricas 22.

65 Las resistencias eléctricas 22 son controladas por la unidad de control y funcionamiento 7.

La invención proporciona un método para abocardar tuberías 100 de material termoplástico del tipo PVC-O de acuerdo con la invención.

60 El método comprende las siguientes etapas:

- una etapa de alimentación de las tuberías 400 en una estación ST1 de recepción de las tuberías 400;
- una etapa de realización de una conicidad interior 412 en el primer extremo 402 de la porción de extremo E1 de la tubería 400, en una estación de conicidad SV;
- una etapa de calentamiento de la porción de extremo E1 de la tubería 400, en una estación de calentamiento

ST3, después de la etapa de fabricación del cono interior 412;

- una etapa de abocardado de la porción de extremo E1 de la tubería 400, después de la etapa de calentamiento de la porción de extremo E1 de la tubería 400.

5 Ventajosamente, la forma de la porción de extremo E1 que tiene en el primer extremo 402 de la tubería 400 la coincidencia interior, aumenta considerablemente la superficie de contacto en el impacto del primer extremo 402 de la tubería 400 con la junta 200 y, en consecuencia, reduce la presión de contacto y la deformación local de la junta.

10 Ventajosamente, la extensión del cono, que es al menos igual a una extensión que permite en el contacto de impacto con el elemento de refuerzo 206, favorece el contacto entre la primera porción 203 de la junta 200 sin dañarla.

15 La etapa de abocardado comprende preparar una almohadilla de formación 2 diseñada para deformar en forma de campana una porción de extremo E1 de una tubería 400, a partir de un primer extremo 402, de material termoplástico; preparar un elemento de contacto anular 4, encajado en dicha almohadilla de formación 2, y móvil a lo largo de dicha almohadilla de formación 2 entre una posición avanzada P1, y una posición retirada P2; preparar una junta anular 200 sobre dicha almohadilla de formación 2 en una región predeterminada 3, estando dicha junta anular 200 diseñada para estar situada de forma estable en la campana B que se va a conformar (integralmente con la tubería terminada 100), posicionando dicho elemento de contacto anular 4 en la posición avanzada P1 para hacer contacto con la junta 200 establecida en la región 3, preparando una tubería 400 que tiene una porción de extremo E1 de la tubería 400 calentada a una temperatura predeterminada (mayor que la temperatura de transición vítreo Tg) diseñada para permitir la deformación; desplazar, hasta una distancia predeterminada, una respecto de la otra, dicha porción de extremo E1 de la tubería 400 y dicha almohadilla 2, una hacia la otra en la dirección de un eje de simetría 401 de la tubería 400, para encajar dicha porción de extremo E1 en el conjunto de dicha almohadilla de extremo 2 y dicha junta 200 y dicho elemento anular 4.

20 25 El método comprende además las etapas siguientes: calentar el elemento de contacto anular 4 a una temperatura predeterminada (superior a la temperatura de transición vítreo) de manera que se caliente por contacto la superficie interior de la porción de la tubería de extremo 400 encajada en el elemento de contacto anular 4 y, simultáneamente, calentar desde el exterior dicha tubería 400 de material termoplástico encajada en la almohadilla de formación 2, en una zona predeterminada de la almohadilla 2 que se extiende desde la zona proximal a la región 3 para alojar dicha junta 200 hasta el primer extremo 402 de la tubería 400.

30 35 Mover dicho elemento de contacto anular 4 desde la posición avanzada P1 a la posición retirada P2, para liberar (no hacer contacto con) el elemento de contacto anular 4 de la junta 200 y de la tubería 400.

40 45 De acuerdo con otro aspecto más, la almohadilla de formación 2 está provista de un primer asiento anular S1 para alojar la junta 200, orientado radialmente hacia el exterior de la almohadilla 2, y la etapa de encajar dicha porción de extremo E1 de la tubería 400 en el conjunto de dicha almohadilla 2 y dicha junta anular 200 comprende una etapa de recibir al menos una porción de la junta 200 en el interior del primer asiento S1 para alojar la almohadilla de formación 2.

50 55 De acuerdo con otro aspecto más, el elemento de contacto anular 4 está provisto de un segundo asiento S2 para alojar una porción de la junta 200 y la etapa de posicionar dicho elemento de contacto anular 4 en la posición avanzada P1 comprende una etapa de recibir al menos una porción de la junta 200 dentro del segundo asiento de alojamiento S2.

60 65 De acuerdo con otro aspecto, la etapa de preparar una junta anular 200 en dicha almohadilla de formación 2 en una posición predeterminada comprende una etapa de encajar dicha junta 200 en la almohadilla de formación 2 y mover el elemento de contacto anular 4 desde la posición retirada P2 hasta la posición avanzada P1 para hacer contacto con la junta 200 y moverla a la posición predeterminada de dicha almohadilla de formación 2.

70 75 De acuerdo con otro aspecto más, antes de la etapa de desplazar, hasta una distancia predeterminada, una con respecto a la otra dicha porción de extremo E1 de la tubería 400 y la almohadilla 2, el método comprende una etapa de sujeción de la tubería mediante el cierre de una abrazadera 10.

80 85 De acuerdo con otro aspecto, el método comprende una etapa de liberar la tubería 400 abriendo la abrazadera 10 durante un tiempo predeterminado, después de las etapas de: desplazar, hasta una distancia predeterminada, una con respecto a la otra dicha porción de extremo E1 de la tubería 400 y dicha almohadilla de formación 2, una hacia la otra en la dirección de un eje central longitudinal 401 de la tubería 400; posicionar dicho elemento de contacto anular 4 en la posición avanzada P1, para hacer contacto con la tubería 400 y la junta 200 de la tubería; calentar a una temperatura predeterminada, desde el interior y, simultáneamente, calentar a una temperatura predeterminada, desde el exterior, la porción de extremo E1 de una tubería 400 de material termoplástico en la zona que se extiende desde la región de alojamiento 3 en la que se posiciona dicha junta 200 hasta el primer extremo 402 de la tubería 400, durante un tiempo predeterminado.

90 95 De acuerdo con otro aspecto más, la etapa de liberar la tubería abriendo la abrazadera 10 se lleva a cabo antes de, o

superponiéndose en parte a, una etapa de mover dicho elemento de contacto anular 4 desde la posición avanzada P1 a la posición retirada P2, con el fin de liberarlo de la junta 200 y de la tubería 400.

- 5 De acuerdo con otro aspecto, el método comprende, después de la etapa de liberar la tubería 400 abriendo la abrazadera 10 durante un tiempo predeterminado, una etapa de sujetar adicionalmente la tubería 400 cerrando la abrazadera 10.
- 10 De acuerdo con otro aspecto más, el método comprende, después de la etapa de desplazar dicho elemento de contacto anular 4 desde la posición avanzada P1 hasta la posición retirada P2, para liberarlo de la junta 200 de la tubería 400, una etapa de desplazar el elemento de contacto anular 4 desde la posición retirada P2 de desenganche hacia la posición avanzada P1 de enganche, hasta una posición intermedia P3 de enganche del elemento de contacto anular 4 con una parte de extremo 402 de la tubería 400 entre la junta 200 y el borde de extremo 402 de la tubería 400.
- 15 Ventajosamente, esto permite obtener una campana B en la que la junta 200 tiene un diámetro interior final deseado, ya que el extremo de la tubería 400 es tensionado por el elemento anular 4, cuando aún está en fase maleable (no completamente enfriada), permitiendo modelar la tubería 400 y el asiento de la junta 200 para que, una vez enfriada la tubería 100 terminada, la junta 200 tenga el diámetro final correcto y pueda recibir correctamente el acoplamiento de otra tubería 100.
- 20 20 En el proceso de formación de la campana, cuando la pared de la tubería 400 se ha formado completamente sobre la junta 200 y sobre la almohadilla 2 y todavía no se ha activado la etapa de enfriamiento y estabilización final de la campana, la respuesta al esfuerzo mecánico de la pared de la campana, aunque principalmente elástica, es, en general, elasto-plástica.
- 25 25 En particular, el comportamiento plástico se acentúa en la zona de la campana adyacente al resalte delantero de la junta 200 hasta el borde de extremo de la campana.
- 30 30 En efecto, esta zona ha sido sometida a la transmisión del calor de la cámara caliente y, gracias también a este calentamiento, ha mantenido una plasticidad residual.
- 35 35 Si durante esta etapa del proceso de formación de la campana se activa un movimiento de avance del elemento de contacto anular 4 hacia el borde de la campana de la tubería 400, desplazando el elemento de contacto anular 4 hasta una altura predeterminada a la que se presiona el borde de la campana, se aplica sobre la junta 200 una liberación beneficiosa de la acción de presión radial de la pared de la campana.
- 40 40 Durante esta etapa, la junta 200 es comprimida y aplastada por la pared de la campana hacia la almohadilla 2.
- 45 45 La junta 200 es elástica; así, aunque la pared interior de la campana en la zona de la junta se expanda, la junta 200 mantiene siempre la adherencia a la pared interior de la campana, es decir, recupera elásticamente parte del aplanamiento anterior. Simultáneamente, continúa el enfriamiento progresivo de la pared de la campana de la tubería 400, de modo que al final de la acción de contacto con el borde de la tubería 400 del elemento de contacto anular 4, es decir, cuando el elemento de contacto anular 4 se desplaza desde la posición intermedia P3 hasta la posición retirada P2, la relajación elástica de la junta 200 se conserva parcialmente, ya que la respuesta mecánica de la parte de la campana al esfuerzo inducido por el elemento de contacto anular 4 no es completamente elástica, sino elasto-plástica.
- 50 50 Esta relajación parcial de la junta 200 es suficiente para asegurar que, tras extraer la almohadilla 2 de la campana definitivamente enfriada, el diámetro interior de la tubería 100 en la junta sea el deseado (necesario para la correcta funcionalidad de inserción de otra tubería en la campana con garantía de la junta).
- 55 A continuación se describen brevemente las figuras 5 a 22 que ilustran, en detalle, el método de acuerdo con la invención.
- 60 55 Las figuras 5 a 22 muestran las etapas del ciclo de abocardado.
- 65 La figura 5 ilustra la etapa de posicionamiento de la tubería 400 dentro de la abrazadera 10.
- 65 Como es evidente, la tubería 400 está posicionada con su eje 401 alineado con (coincidiendo con) el eje X1 de la almohadilla de formación 2 (coinciéndolo con el eje del elemento de contacto 4).
- 65 La figura 6 ilustra la etapa de cierre de la abrazadera 10. La tubería 400 se bloquea entre las mordazas (10A, 10B) de la abrazadera 10.
- 65 65 Las figuras 7 a 14 ilustran el avance del carro 11 hacia la tubería 400, en diferentes posiciones de avance, respectivamente. Durante estas etapas, la tubería 400 se inserta progresivamente en la placa de conformación 2 (la

tubería se coloca en la placa de formación 2, se inserta en la junta 200 y, por último, en el elemento de contacto anular 4, es decir, se inserta en la cámara caliente 21).

Durante estas etapas, el carro 11 se desplaza desde la posición lejana P5 hasta la posición cercana P4.

5 La figura 14 ilustra una etapa en la que el carro 11 está en la posición de cierre P4 y el elemento de contacto anular 4 en la posición de avance P1.

10 Durante esta etapa, la abrazadera 10 está en la configuración abierta, es decir, las respectivas mordazas (10A, 10B) están abiertas.

El dibujo muestra el inicio de la etapa de extender la campana que se está formando, en el que las mordazas 10A, 10B de la abrazadera 10 se mantienen abiertas durante un tiempo predeterminado.

15 La figura 15 ilustra la continuación de la etapa de extender la campana.

Durante esta etapa, la abrazadera 10 está en la configuración abierta, el carro 11 en la posición cerrada P4 y el elemento de contacto anular 4 inicia el movimiento desde la posición avanzada P1 hacia la posición retirada P2.

20 A partir de la etapa de inserción de la tubería 400 en la junta 200, hasta el final de la etapa de extensión, se activa el primer dispositivo de calentamiento 6, para calentar el interior de la tubería y, simultáneamente, se activa el segundo dispositivo de calentamiento 5, para calentar desde el exterior la tubería 400 de material termoplástico. Ambos dispositivos de calentamiento (5, 6) contribuyen a calentar la porción de extremo E1 de la tubería 100 que se extiende desde el asiento 111 de la junta 200 hasta el primer extremo 102 de la tubería 100.

25 La figura 17 ilustra el final de la etapa de extender la campana.

Durante esta etapa, la abrazadera 10 se encuentra en la configuración cerrada.

30 La figura 18 ilustra la etapa en la que el elemento de contacto anular 4 se mueve hacia la tubería 400 (hacia la posición avanzada P1), es decir, se mueve a una posición intermedia P3 (entre la posición avanzada P1 y la posición retirada P2) en la que engrana con el borde de la campana de la tubería 400.

De este modo, el elemento de contacto anular 4 golpea y comprime el borde de la campana.

35 El elemento de contacto anular 4 se mantiene en esta posición intermedia de encaje con el borde de la tubería 400 durante un tiempo predeterminado, para permitir una relajación elástica de la junta 200 y el encaje del borde de la tubería 400.

40 Este etapa define una relajación elástica de la junta 200 y el encaje del borde de la tubería 400.

La figura 19 ilustra el final de la relajación elástica de la junta 200 y el ajuste del borde de la tubería 400.

45 El elemento de contacto anular 4 se aleja de la tubería 100, hacia la posición retirada P2.

La figura 20 ilustra el elemento de contacto anular 4 en la posición retirada P2 de desacoplamiento (no se acopla de ninguna manera a la junta 200 y/o a la tubería 400).

50 La campana está todavía caliente y, durante esta etapa se inicia el enfriamiento (utilizando la unidad de enfriamiento 302) del primer extremo E1 de la tubería 400.

La figura 21 ilustra la campana 113 de la tubería 100 realizada, con las abrazaderas 10 todavía cerradas. Durante esta etapa, el carro 11 se desplaza hacia la posición lejana P5, para desenganchar la almohadilla 2 de la tubería 100.

55 La figura 22 ilustra la abrazadera 10 en la configuración abierta. Durante esta etapa, la tubería 100 (con la campana 113 realizada y la junta 200 insertada en el interior de la tubería) se extrae de la unidad 1.

Las figuras 23 a 33 ilustran, con mayor precisión de detalle (en términos de tiempo), lo que ocurre durante el proceso de formación de la campana de la tubería 100 de acuerdo con la invención.

60 En las figuras 23 a 25 el carro 11 se desplaza hacia la tubería 400; en la figura 30 el elemento anular 4 se desplaza hacia la posición de retirada P2.

65 Como se muestra en la figura 26, el primer impacto del borde de extremo de la tubería contra el hombro de la junta se produce con la superficie del borde de extremo de la tubería abocinada según un ángulo de conicidad  $\alpha_p$  comparable al ángulo  $\theta_p$  de inclinación del hombro 203 de la junta 200.

En la figura 32, el elemento anular 4 se desplaza hacia la posición de cierre P1, más concretamente hasta alcanzar una posición de contacto intermedia predeterminada P3 con el borde de la tubería 400 (antes de ser desplazado de nuevo hacia la posición de retirada P2).

- 5 Cabe señalar que, de acuerdo con el método descrito y la unidad 1 descrita anteriormente, la junta 200 está bloqueada permanentemente dentro de la tubería 100 (para el acoplamiento de forma y para la unión entre los materiales de la tubería 100 y la junta 200 que se establecen durante el procesamiento).
- 10 Con la máquina y el método descritos, en particular con la realización anterior, antes del proceso de calentamiento, del cono interior 412 del primer extremo 402 de la tubería 400, se obtiene una reducción evidente de las tensiones de compresión axial en la pared de la primera porción de extremo E1 destinada a definir la campana 113 de la tubería 100 acabada.
- 15 Acciones internas que se generan durante toda la etapa de inserción de la tubería 400 en la junta 200 que anulan o reducen considerablemente en la primera porción de extremo E1 destinada a definir la campana 113 de la tubería 100 acabada el grado de orientación axial original de la tubería de PVC-O.
- 20 La presencia de estas tensiones se pone de relieve y se correlaciona con el aumento del espesor de pared en la campana 113 de la tubería 100 acabada en relación con el espesor de pared de la tubería 400 no formada en forma de campana. De hecho, este engrosamiento es básicamente una deformación permanente generada por cargas de compresión axial.
- 25 De hecho, con la máquina 300 y el método descritos, durante toda la etapa de inserción de la tubería 400 en la junta 200 se obtiene sustancialmente el mantenimiento de la forma de la junta 200 instalada en la almohadilla 2, por lo que la resistencia que contrasta axialmente la pared de la tubería que genera su engrosamiento no se acentúa y, en consecuencia, la capacidad de resistencia a la presión hidrostática de la campana 113 no se ve afectada negativamente.
- 30 Indirectamente, la unidad de abocardado 1 de acuerdo con la invención, que ya es ventajosa para conseguir la forma correcta de la parte final de la campana 113, es decir, el enclavamiento de la junta 200 en la pared de la campana 113, contribuye también a limitar el fenómeno de generación de tensiones de compresión axial que afectan negativamente al grado de orientación del material en la campana 113.
- 35 En efecto, la unidad 1 destinada a conformar perfectamente la parte final de la campana 113 sobre la junta 200 permite limitar el estado de calentamiento de la tubería necesario para iniciar y completar el proceso de conformación de la campana.
- 40 La tubería más fría es elásticamente más rígida y está menos sujeta a sufrir deformaciones plásticas permanentes de compresión axial durante la inserción de la tubería 400 en la almohadilla 2, en la junta 200 y en la brida 4.
- 45 Ventajosamente, la unidad de abocardado 1 y el método descrito, y según las reivindicaciones anexas, permiten obtener una campana en una tubería de PVC-O, según el método de RIEBER, incluso con espesores de pared considerables.
- 50 La unidad de abocardado 1 y el método son extremadamente eficaces, y permiten realizar una campana en una tubería de PVC-O de muy alta calidad (tanto en lo que se refiere a las características dimensionales y constructivas de la campana, como en lo que se refiere al acoplamiento entre la junta y la tubería y a la estanqueidad relativa durante el acoplamiento de la tubería con otras tuberías).

## REIVINDICACIONES

1. Una tubería de material termoplástico del tipo PVC-O que tiene una superficie exterior (109) que se extiende alrededor de un eje de simetría (101); la tubería (100) tiene una extensión longitudinal principal en dirección paralela al eje de simetría (101) desde un primer extremo (102) hasta un segundo extremo (103);

5 en el segundo extremo (103), la superficie exterior (109) de la tubería (100) presenta un chaflán (110) que tiene una inclinación con respecto a una dirección paralela al eje de simetría (101) igual a un ángulo agudo ( $\beta$ ); la tubería (100) tiene una cámara interior (104) que pasa desde el primer extremo (102) al segundo extremo (103);

10 la tubería (100) comprende una junta (200), colocada en un respectivo asiento de alojamiento (111), con extensión circunferencial respecto al eje de simetría (101);

15 estando colocada la junta (200) en el asiento de alojamiento (111) de forma inamovible; la junta (200) tiene una superficie interior (201), orientada hacia la cámara interior (104), y una superficie exterior (202), orientada hacia el asiento de la carcasa (111); la superficie exterior (202) de la junta (200) tiene una primera porción (203) y una segunda porción (204) dispuestas contiguamente y de manera que definen una cúspide (205); la primera porción (203) y la segunda porción (204) están inclinadas con respecto a una dirección paralela al eje de simetría (101) por un ángulo agudo respectivo ( $\theta_p$ ;  $\theta_a$ );

20 la cámara interior (104) tiene una primera sección (105), que tiene un primer diámetro, y una segunda sección (106) que tiene al menos un segundo diámetro mayor que el primer diámetro, y una tercera sección (107) para conectar la primera sección (105) a la segunda sección (106) que tiene una forma convergente desde la segunda sección (106) a la primera sección (105);

25 estando la tubería (100) caracterizada por que la cámara interior (104) tiene una conicidad (108), adyacente a la segunda sección (106) y que se dirige hacia el entorno exterior en el primer extremo (102) de la tubería (100), que tiene una tendencia divergente a partir del segundo diámetro de la segunda sección (106) hacia el entorno exterior;

30 la conicidad (108) tiene una inclinación con respecto a una dirección paralela al eje de simetría (101) igual a un ángulo agudo ( $\alpha_f$ ) cuyo valor es proporcional al valor del ángulo agudo ( $\theta_p$ ) de inclinación de la primera porción (203) de la superficie exterior (202) de la junta (200), con respecto a una dirección paralela al eje de simetría (101) de la tubería (100), con un factor "r" comprendido entre 0,75 y 2,5, ambos inclusive, es decir

$$\alpha_f = r * \theta_p.$$

35 2. La tubería de acuerdo con la reivindicación independiente 1, en la que el valor del ángulo ( $\beta$ ) del chaflán (110) está comprendido entre  $10^\circ$  y  $25^\circ$ , ambos inclusive.

3. La tubería de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que el valor del ángulo agudo ( $\theta_p$ ) de inclinación de la primera porción (203) de la superficie exterior (202) de la junta (200) con respecto a una dirección paralela al eje de simetría (101) de la tubería (100) está comprendido entre  $25^\circ$  y  $35^\circ$ , ambos inclusive.

40 4. La tubería de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, caracterizada por que el valor del ángulo agudo ( $\theta_a$ ) de inclinación de la segunda porción (204) de la superficie exterior (203) de la junta (200) con respecto a una dirección paralela al eje de simetría (101) de la tubería (100) está comprendido entre  $25^\circ$  y  $40^\circ$ , ambos inclusive.

45 5. La tubería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la junta (200) comprende un elemento de refuerzo (206) colocado en la junta (200) en la primera porción (203) de la superficie exterior (202); más específicamente, el elemento de refuerzo (206) está hecho de metal o material plástico.

50 6. La tubería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la conicidad (108) de la cámara interior (104) tiene una extensión proporcional a la extensión del elemento de refuerzo (206), según una dirección paralela al eje de simetría (101) de la tubería, en particular es al menos igual a la extensión del elemento de refuerzo (206) por un factor de 0,1.

55 7. La tubería de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y la reivindicación 2, caracterizada por que la tendencia convergente de la tercera sección (107) está inclinada con respecto a una dirección paralela al eje de simetría (101) definida por un ángulo de convergencia ( $\phi$ ) cuyo valor está comprendido en un intervalo de  $\pm 5^\circ$  a partir del valor del ángulo agudo de inclinación ( $\beta$ ) del chaflán (110) con respecto a una dirección paralela al eje de simetría (101).

Fig.1

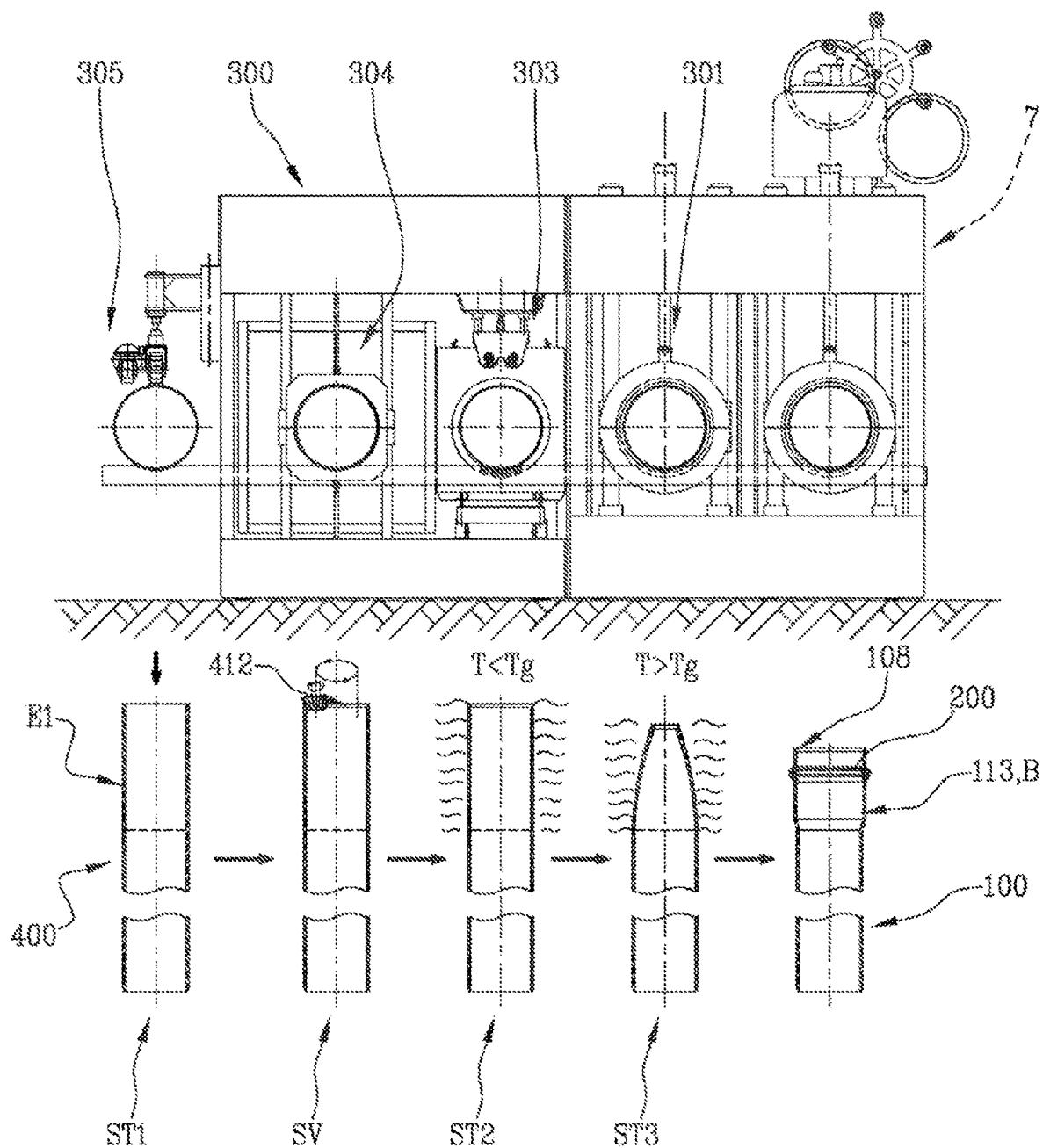


Fig. 2A

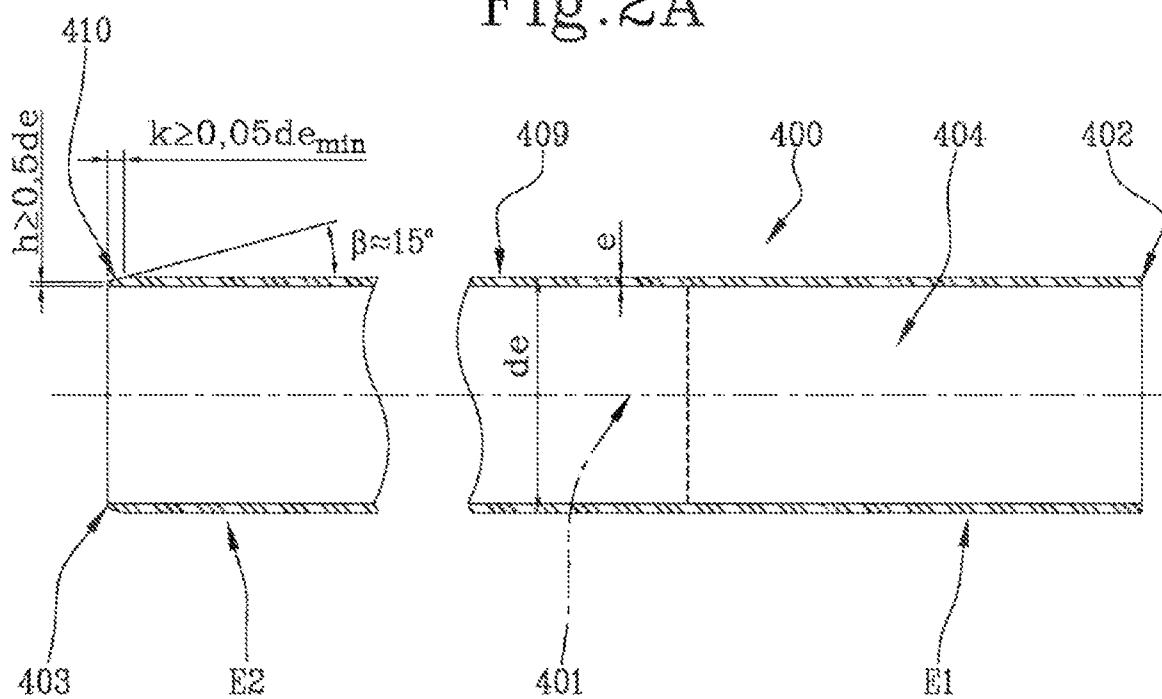


Fig. 2B

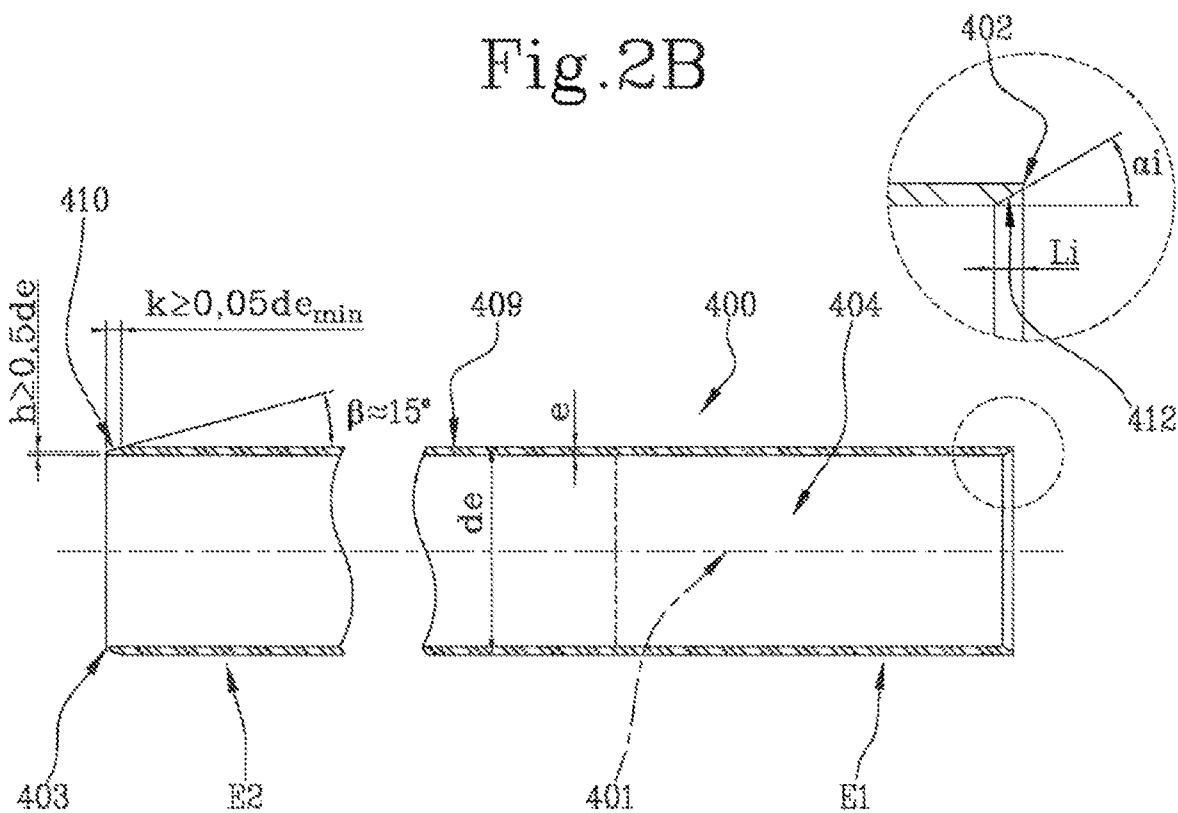


Fig. 2C

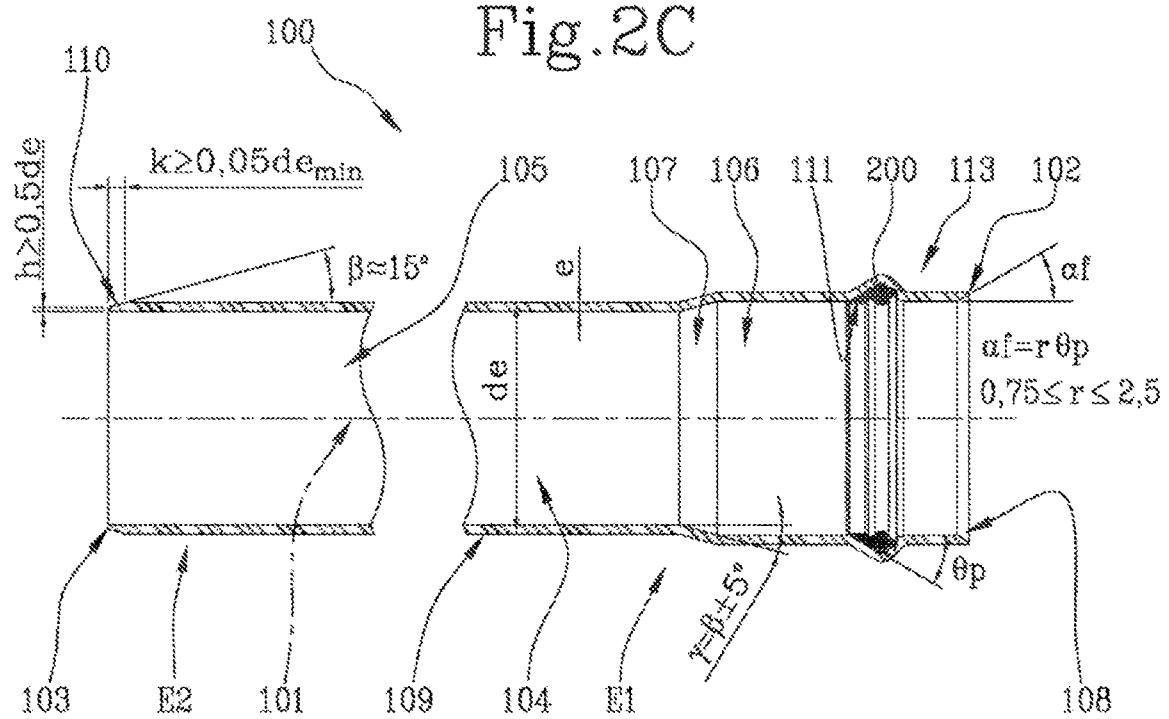


Fig. 2D

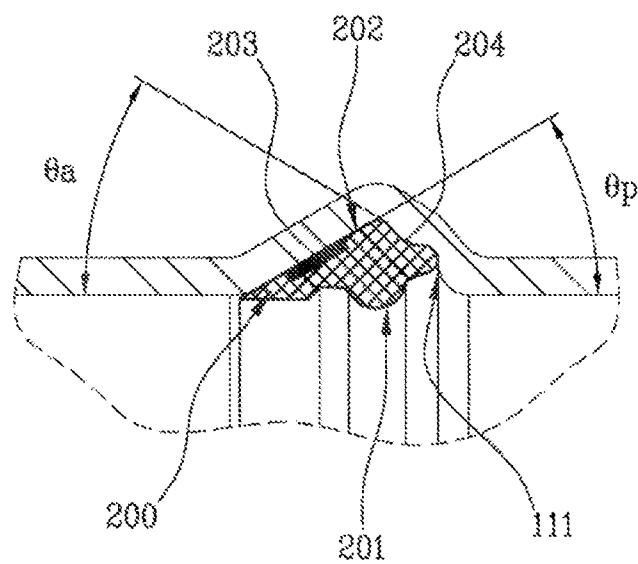


Fig.3

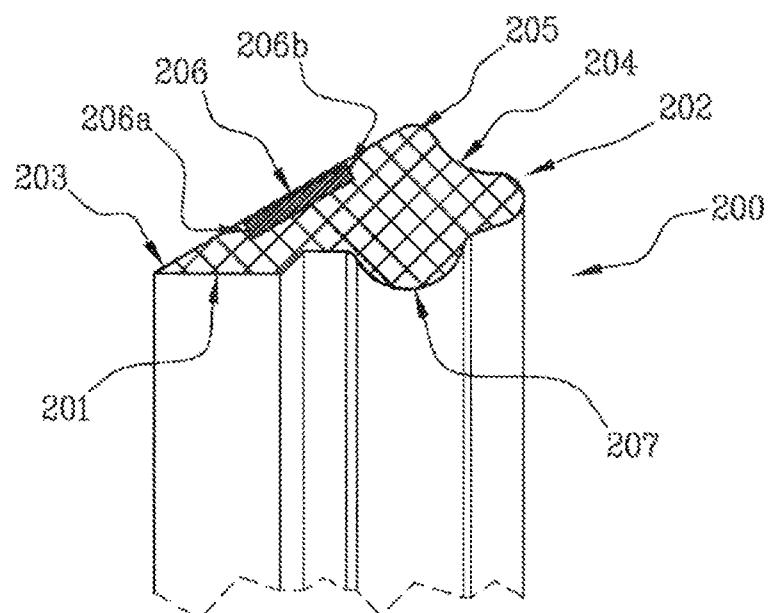


Fig.4A

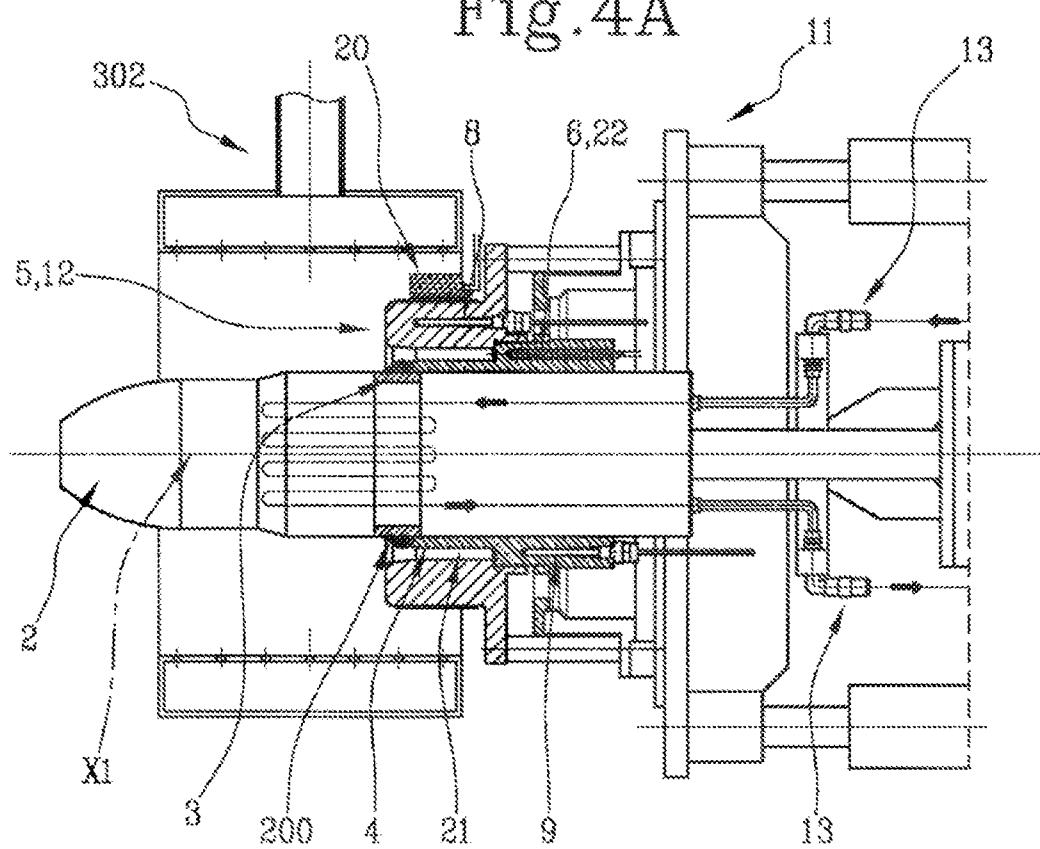


Fig. 4B

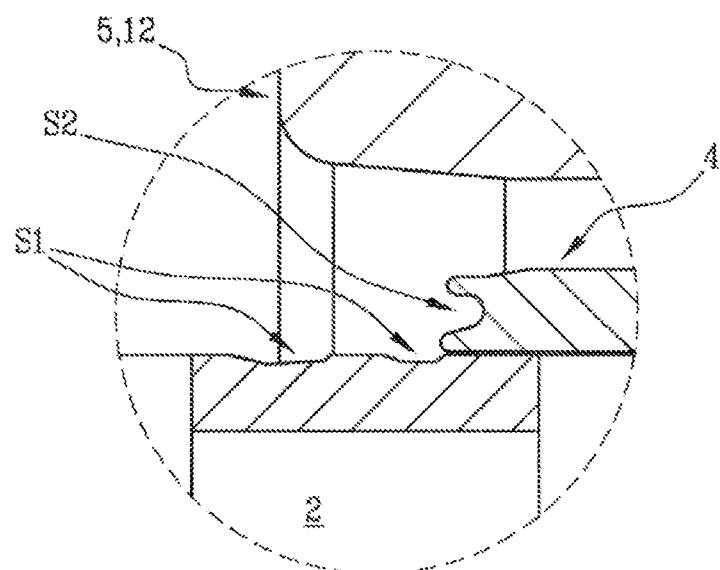


Fig. 5

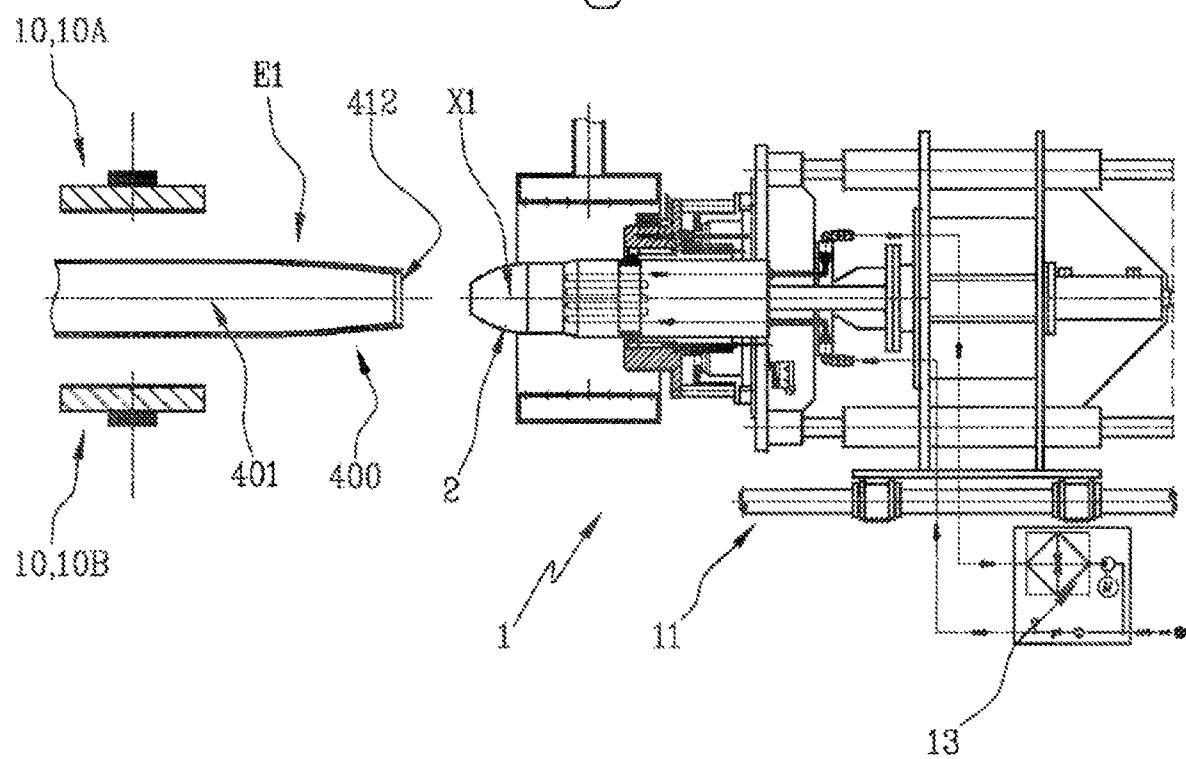


Fig.6

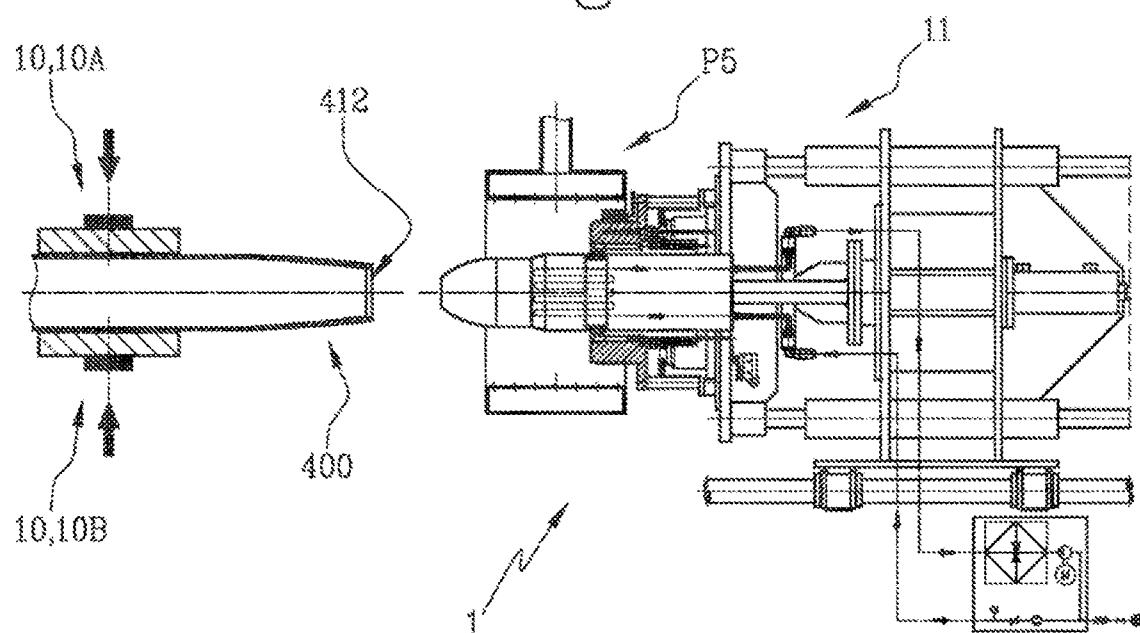


Fig.7

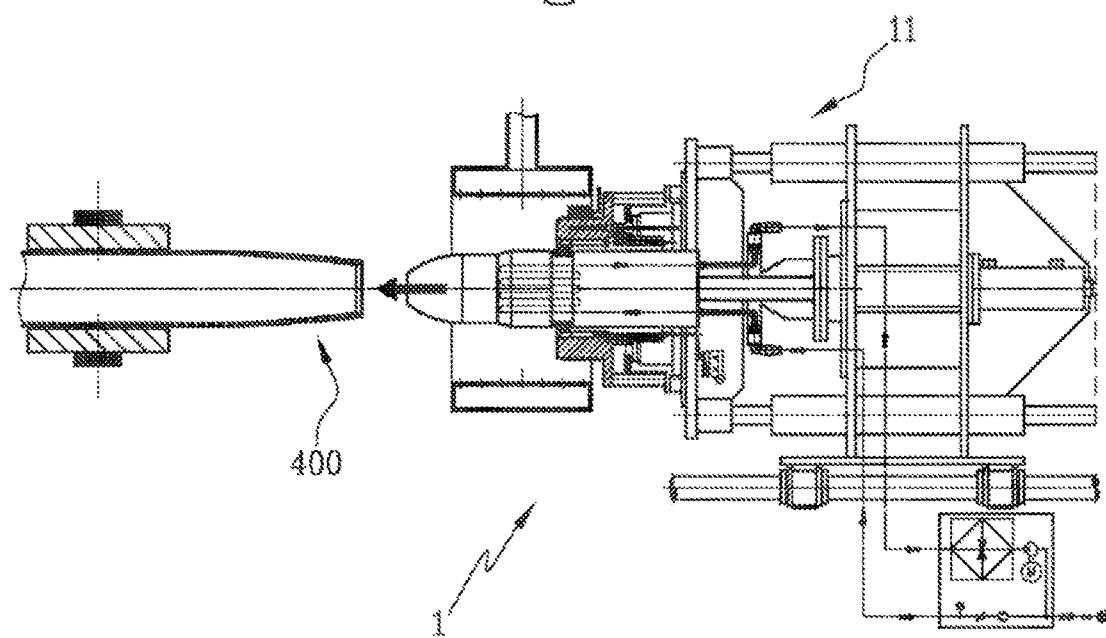


Fig.8

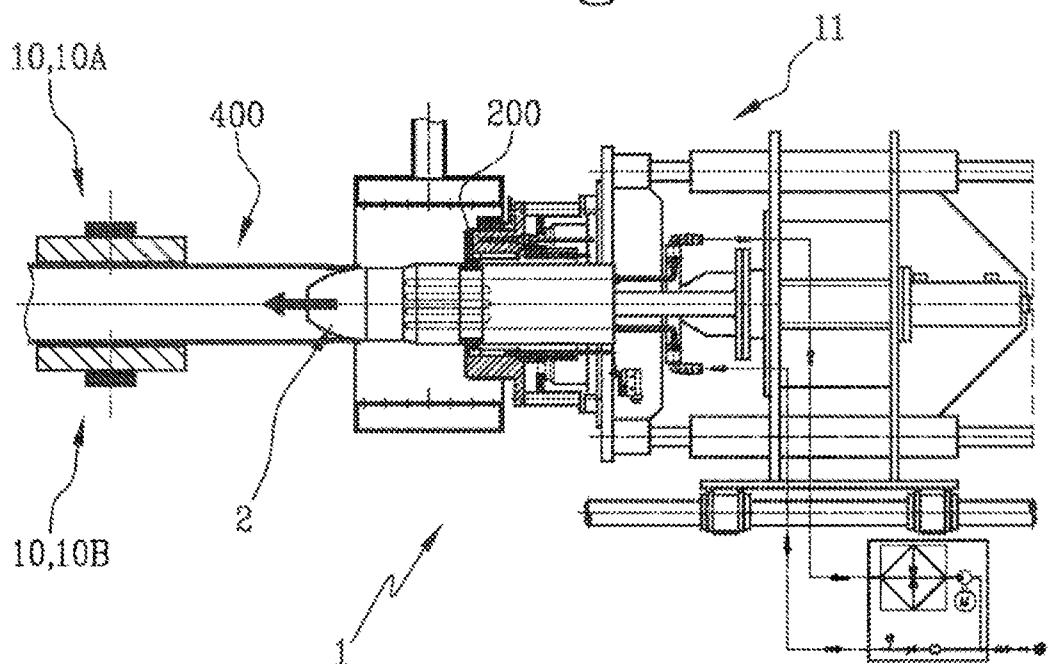


Fig.9

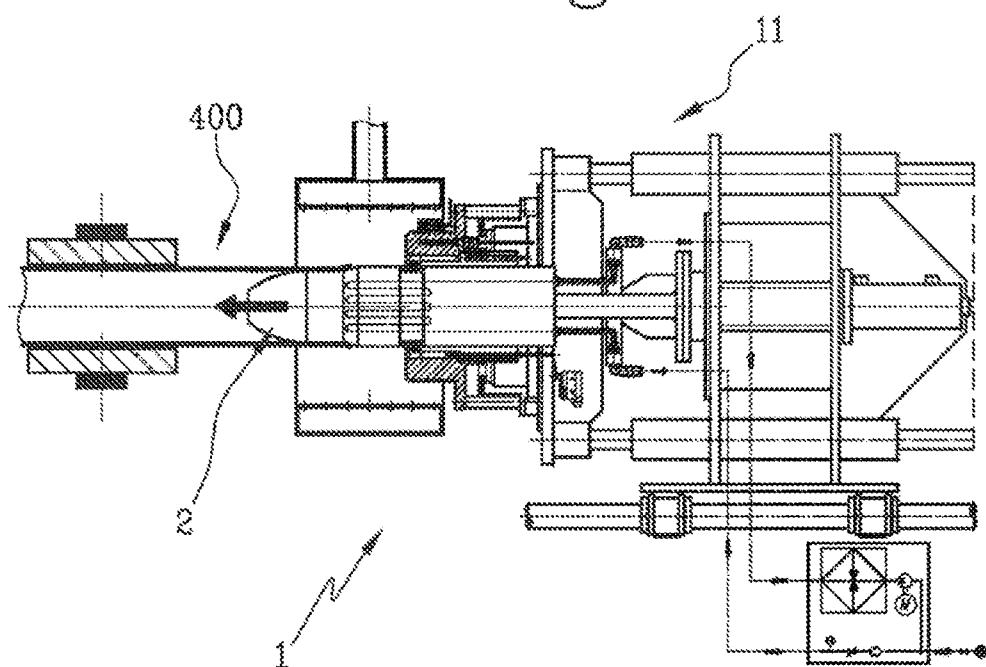


Fig.10

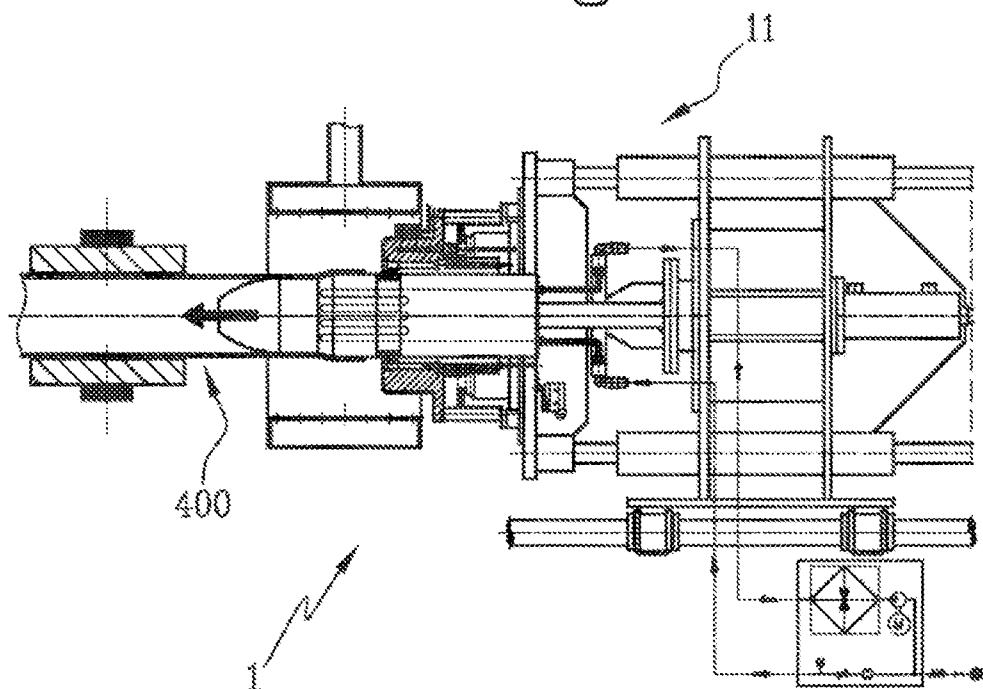


Fig.11

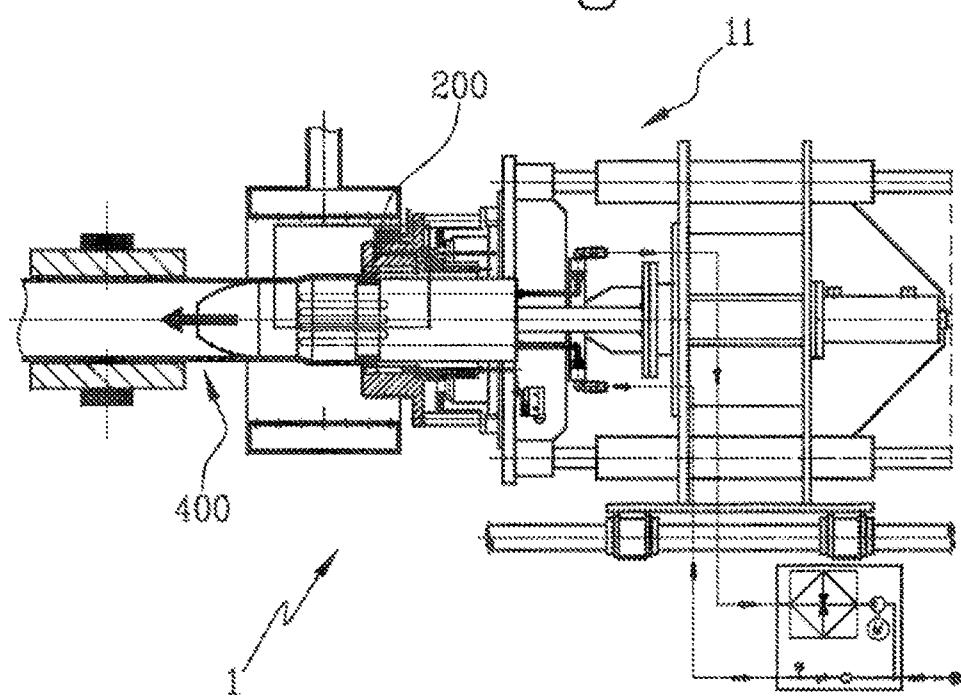


Fig.12

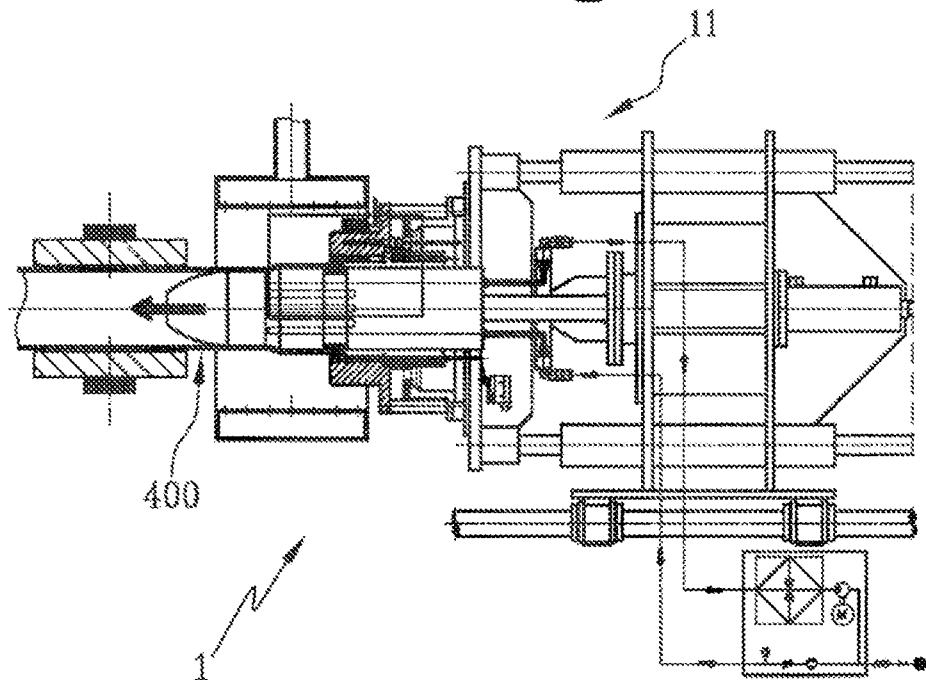


Fig.13

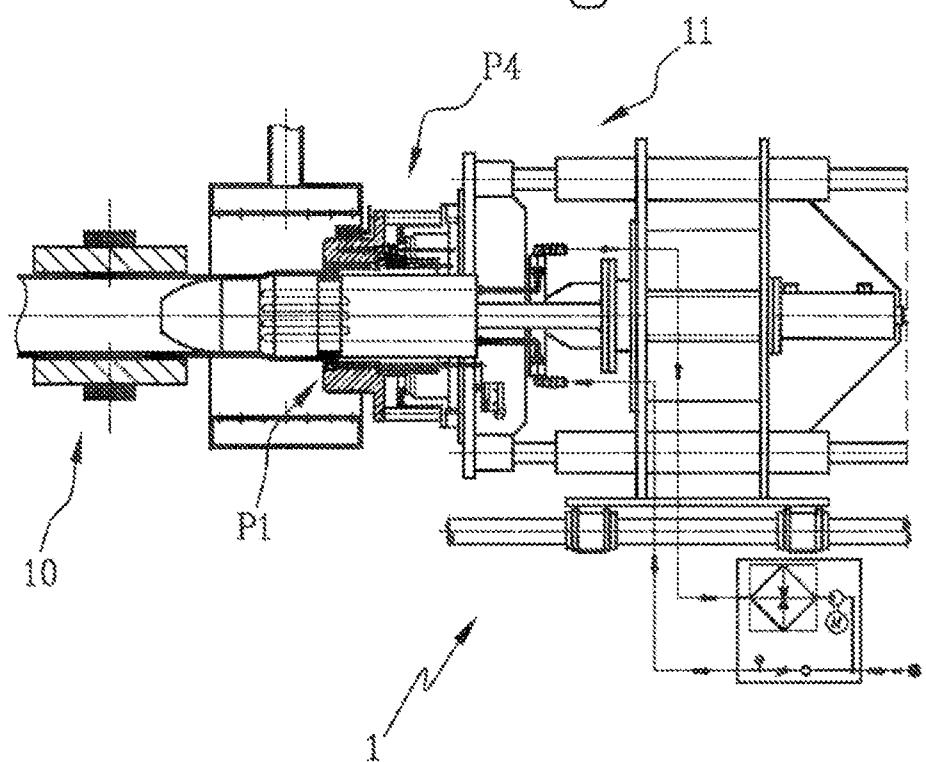


Fig.14

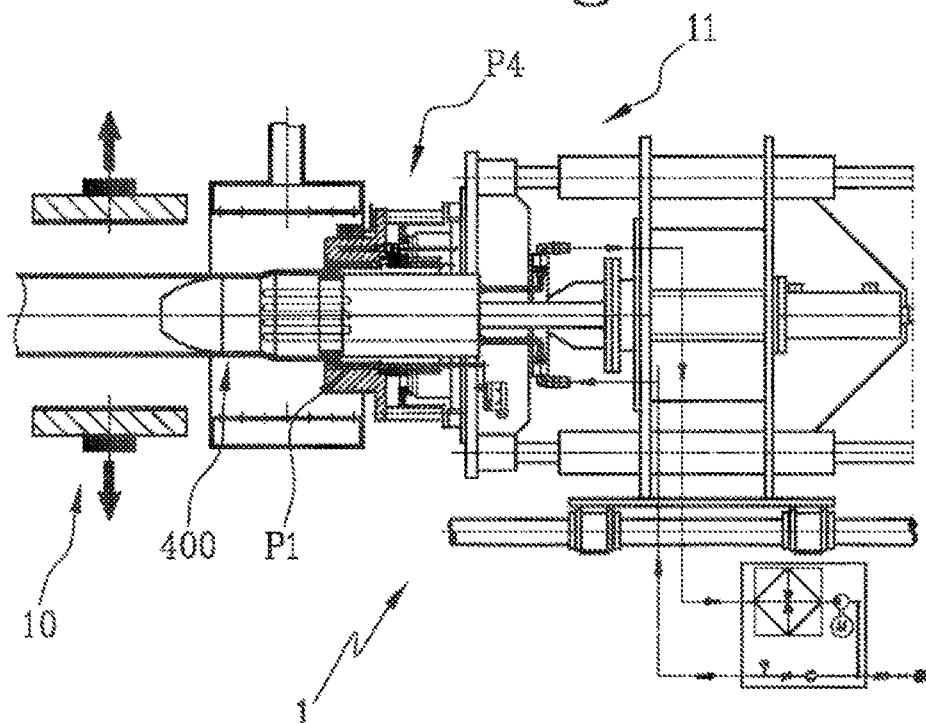


Fig.15

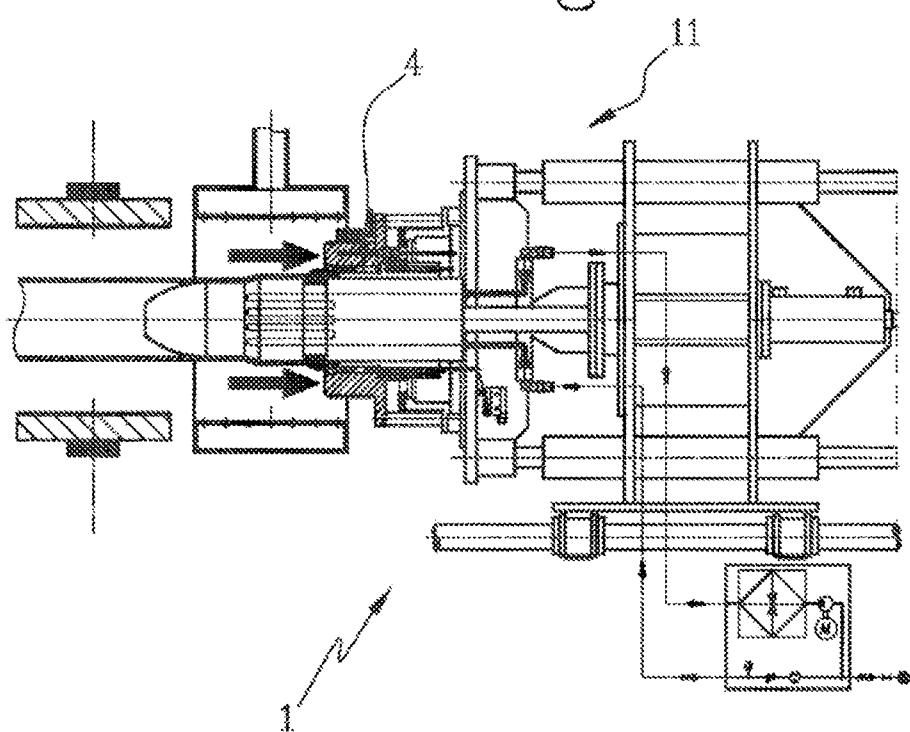


Fig.16

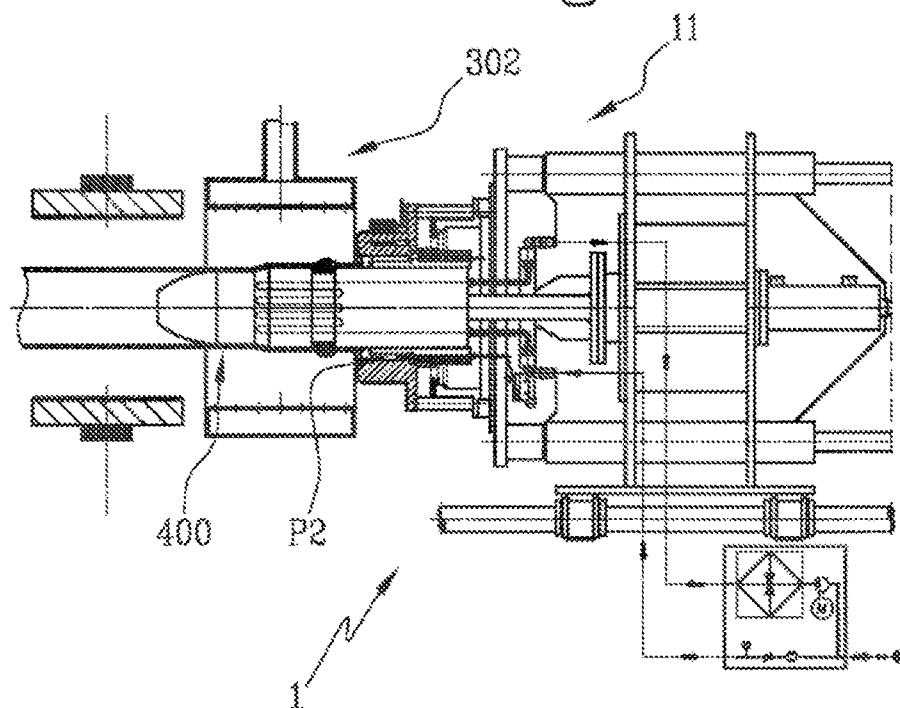


Fig.17

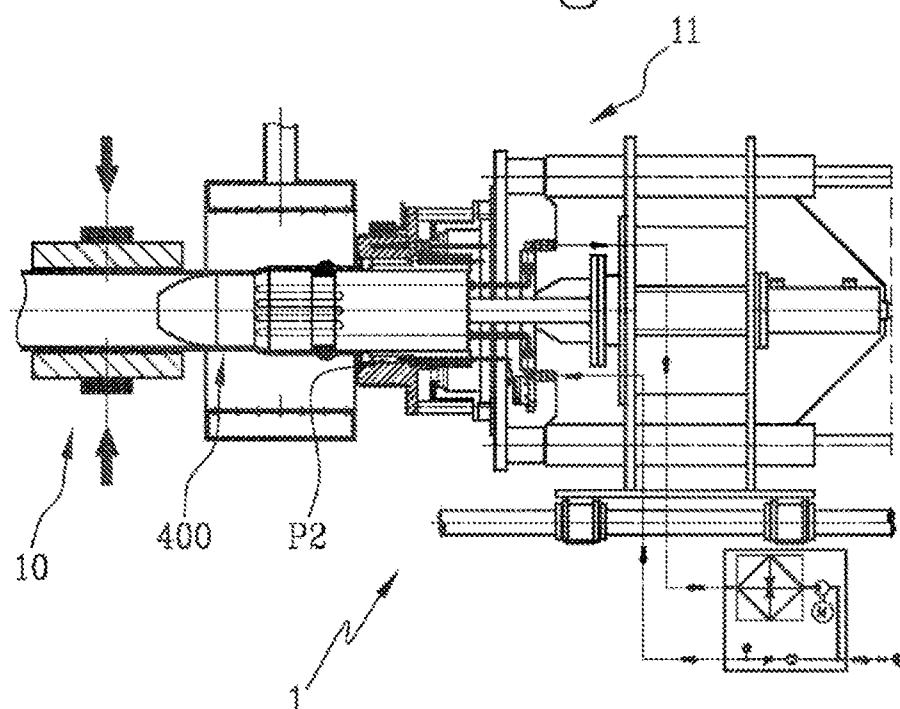


Fig.18

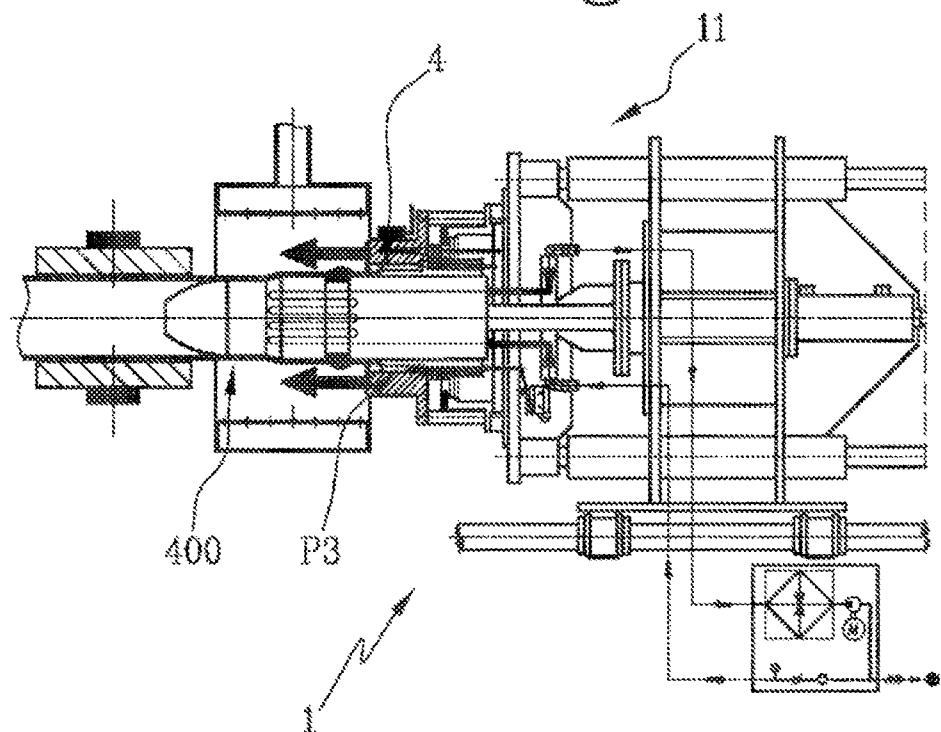


Fig.19

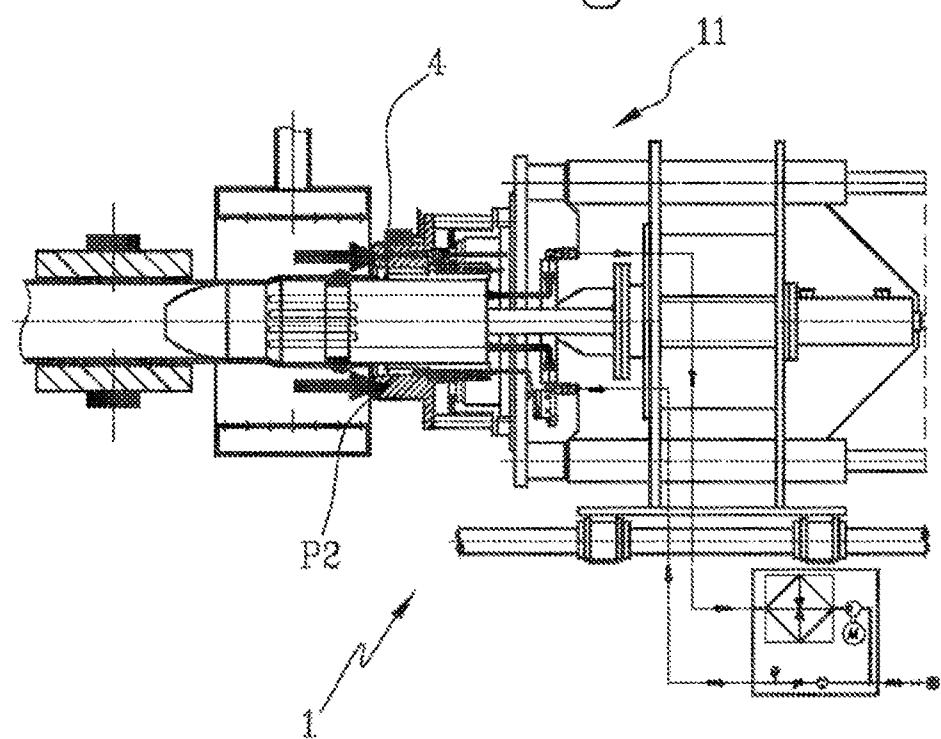


Fig.20

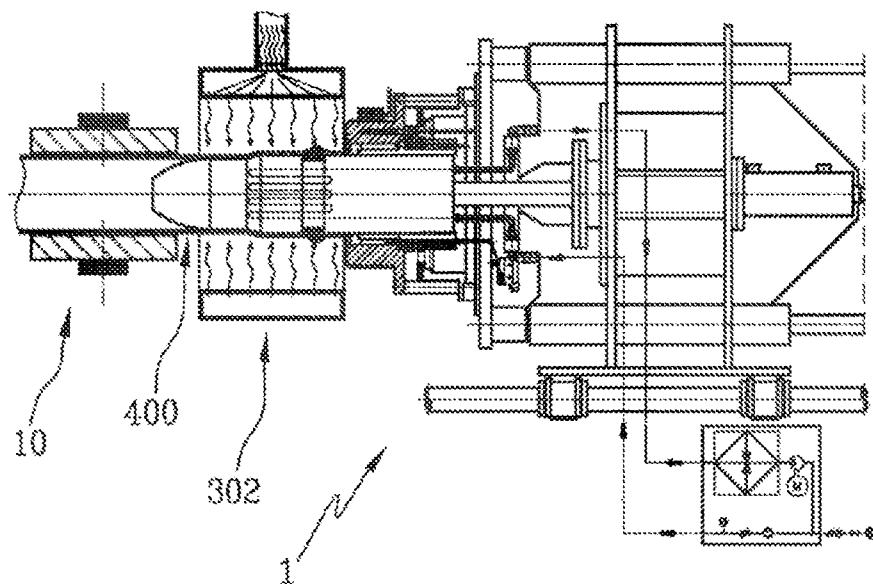


Fig.21

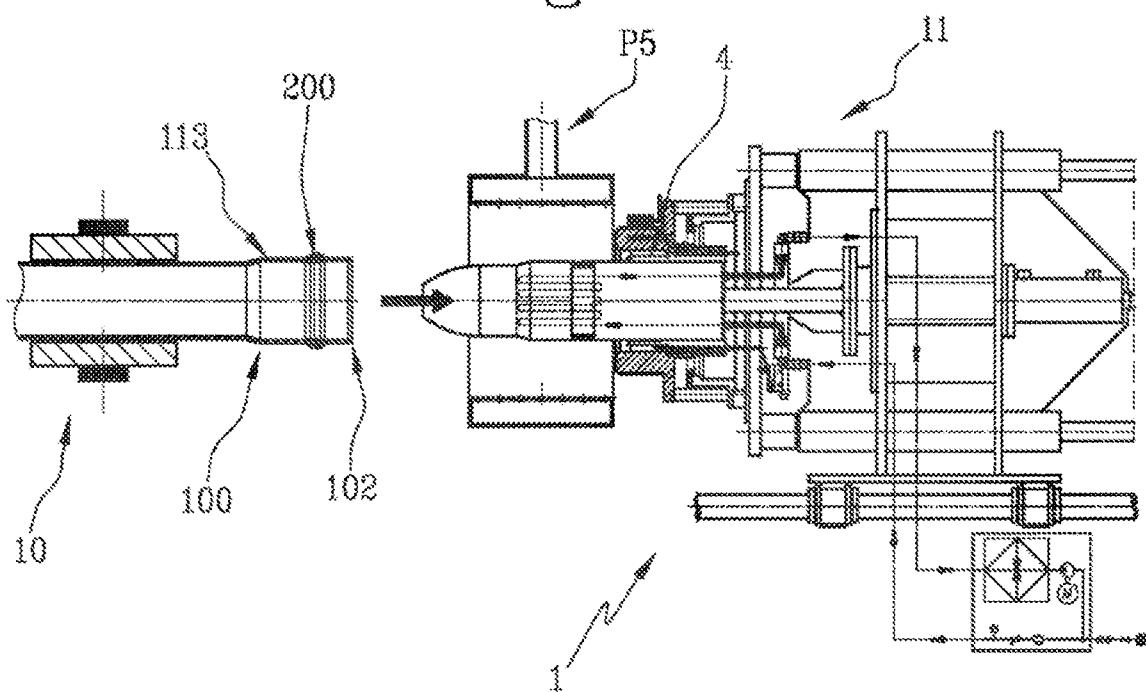


Fig.22

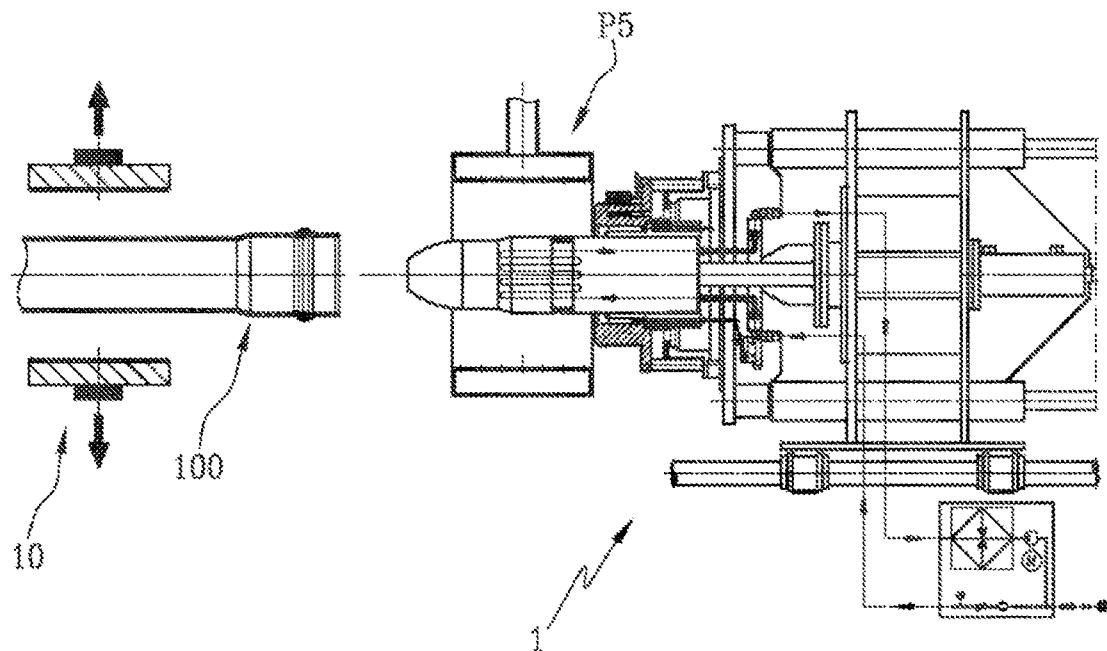


Fig.23

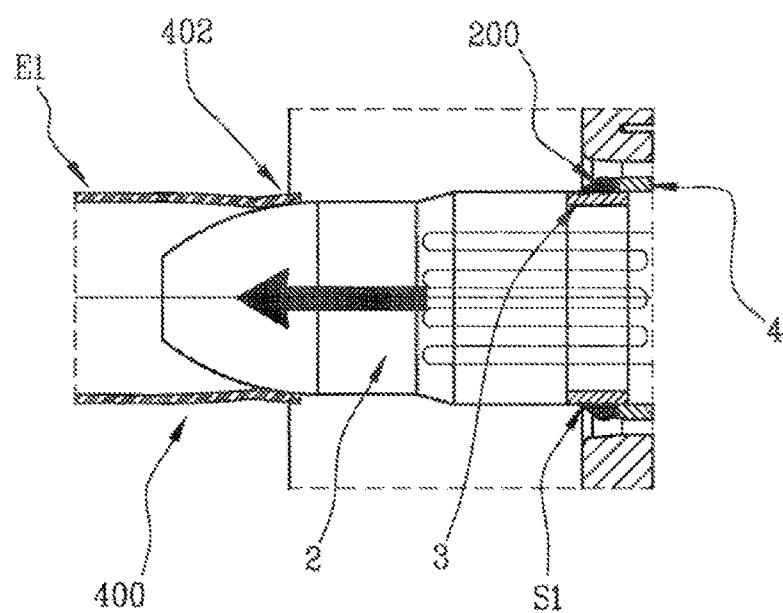


Fig.24

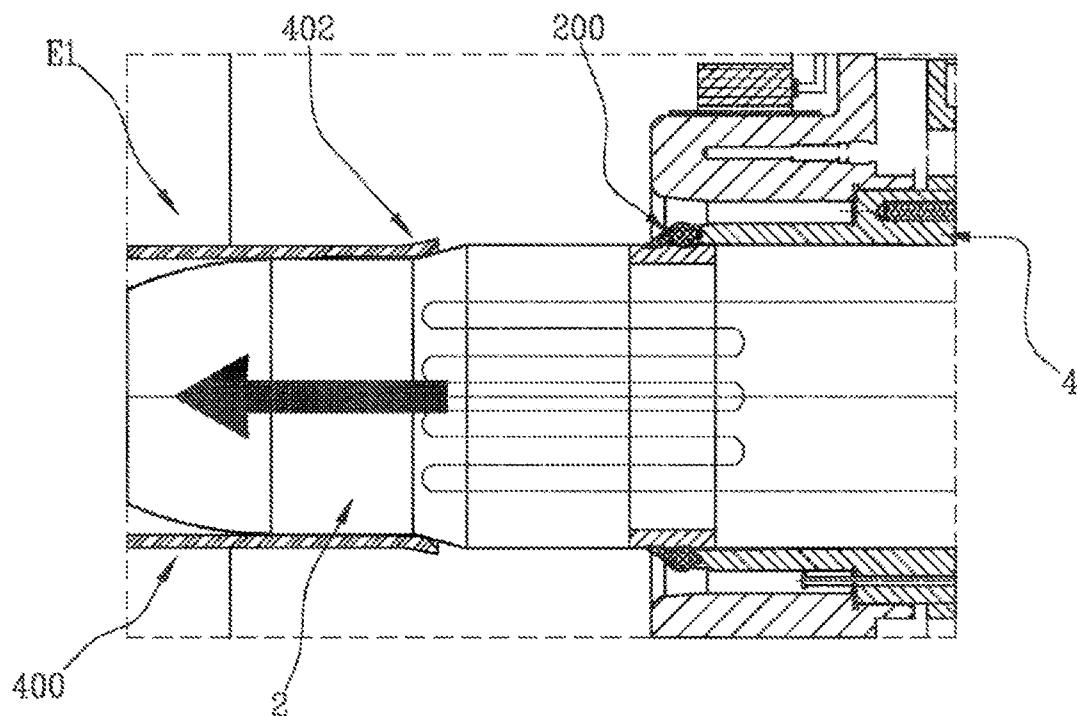


Fig.25

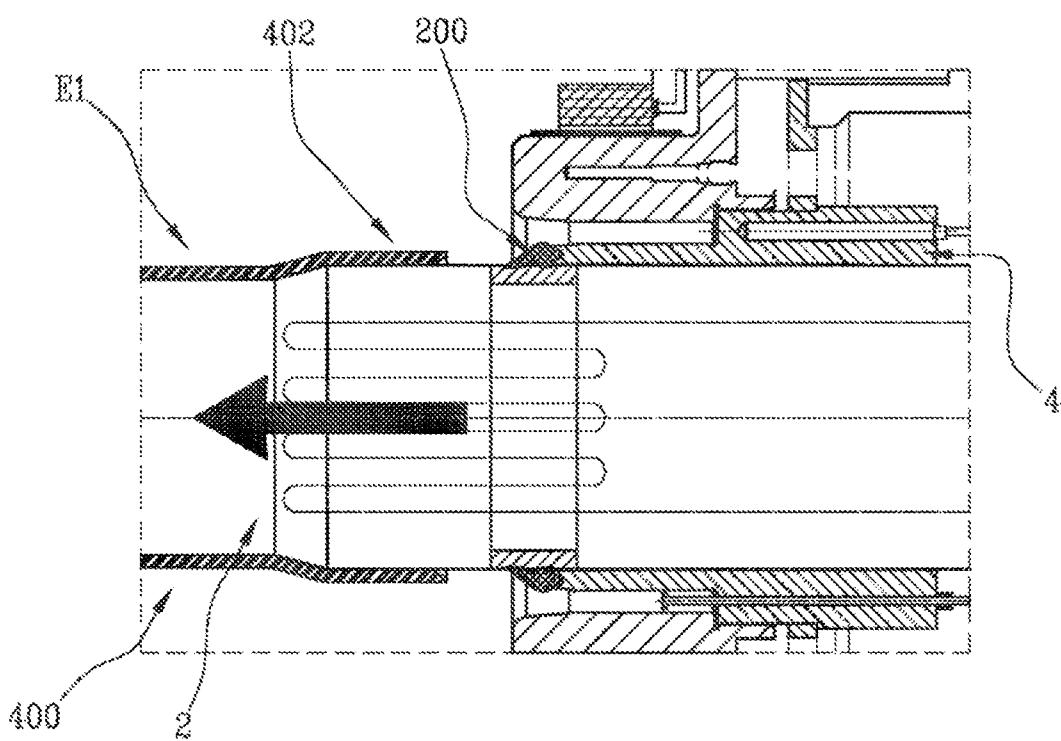


Fig.26

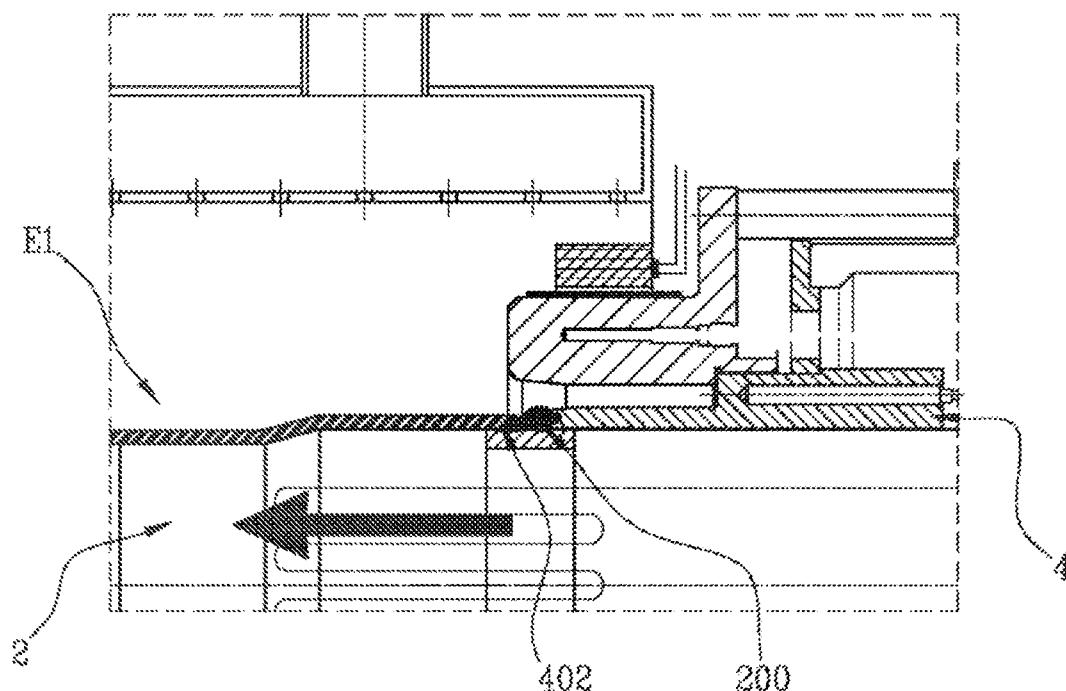


Fig.27

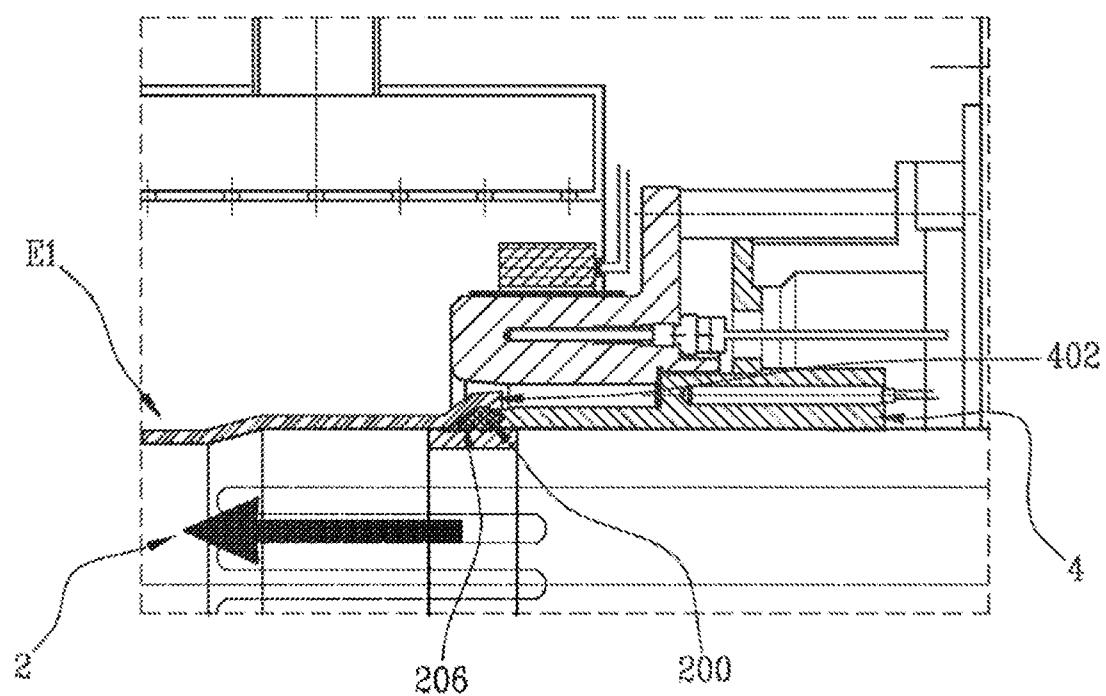


Fig.28

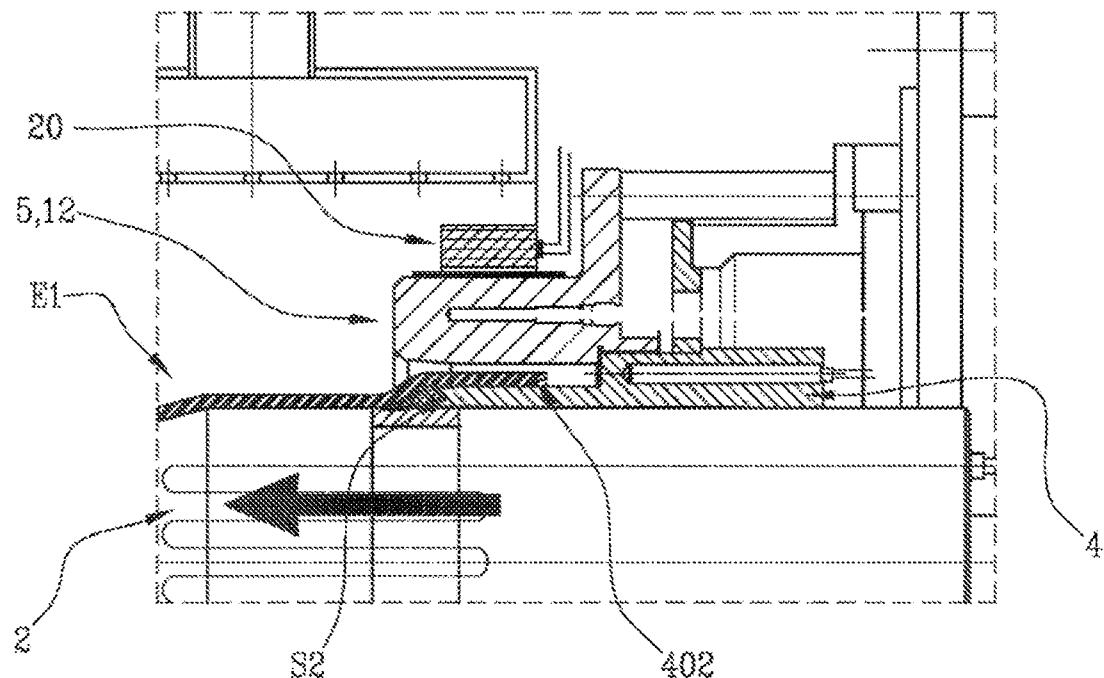


Fig.29

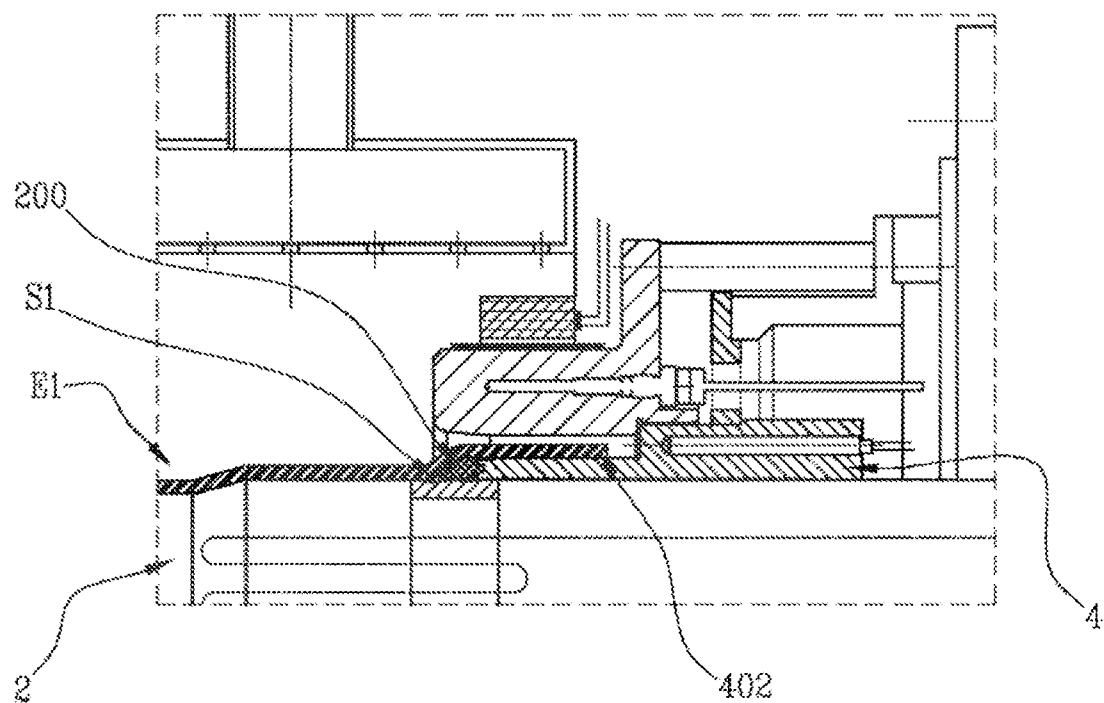


Fig.30

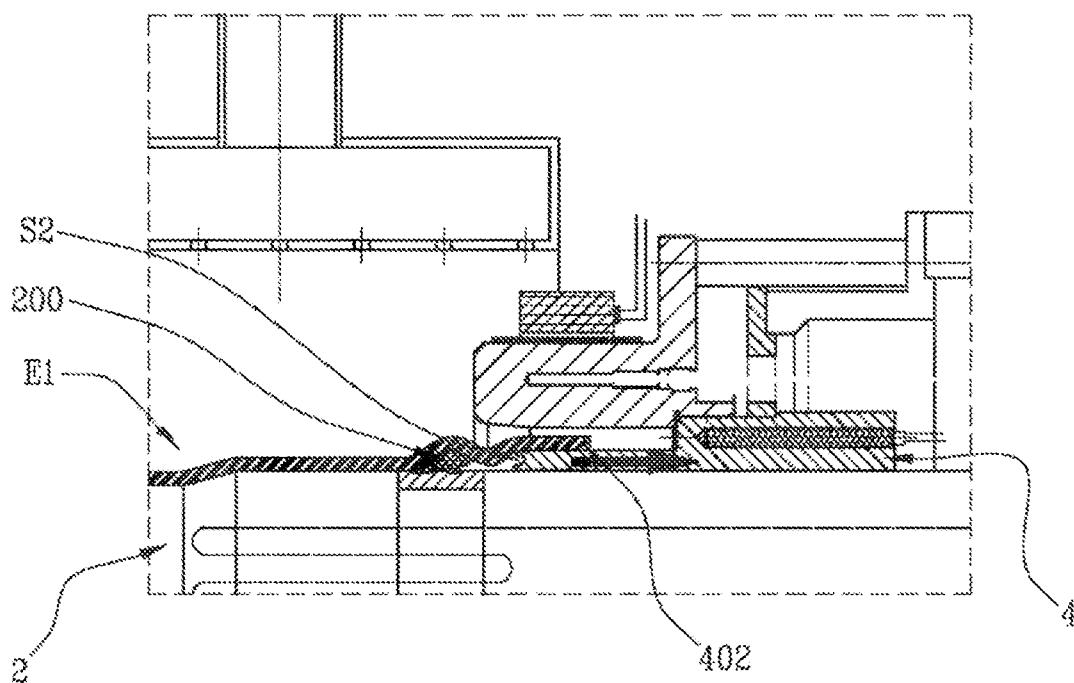


Fig.31

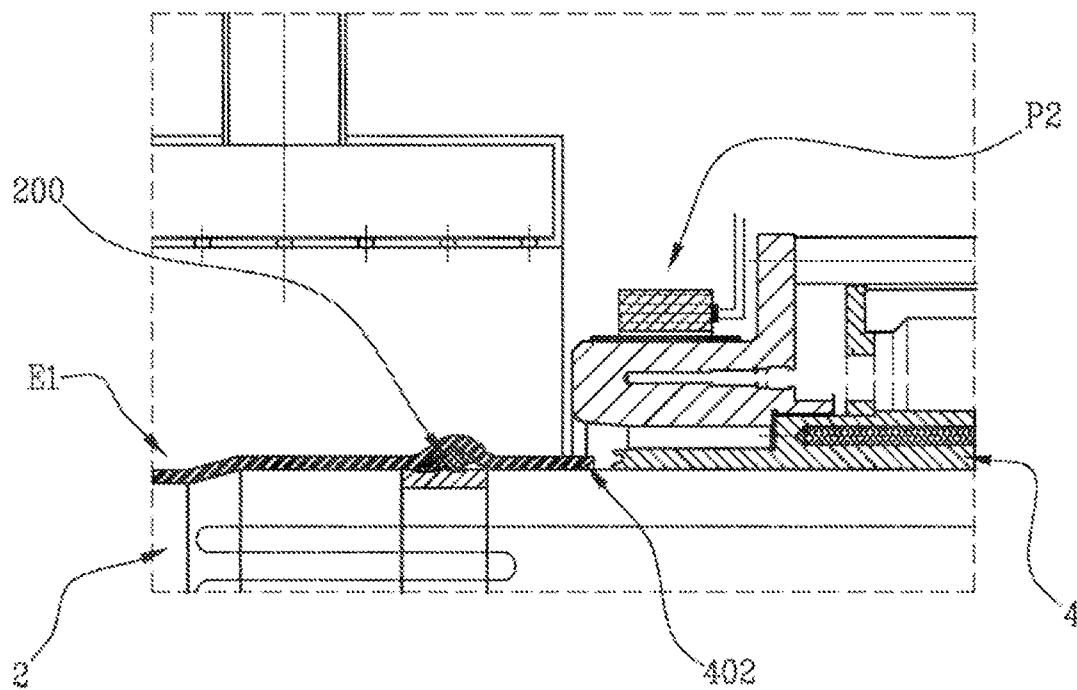


Fig.32

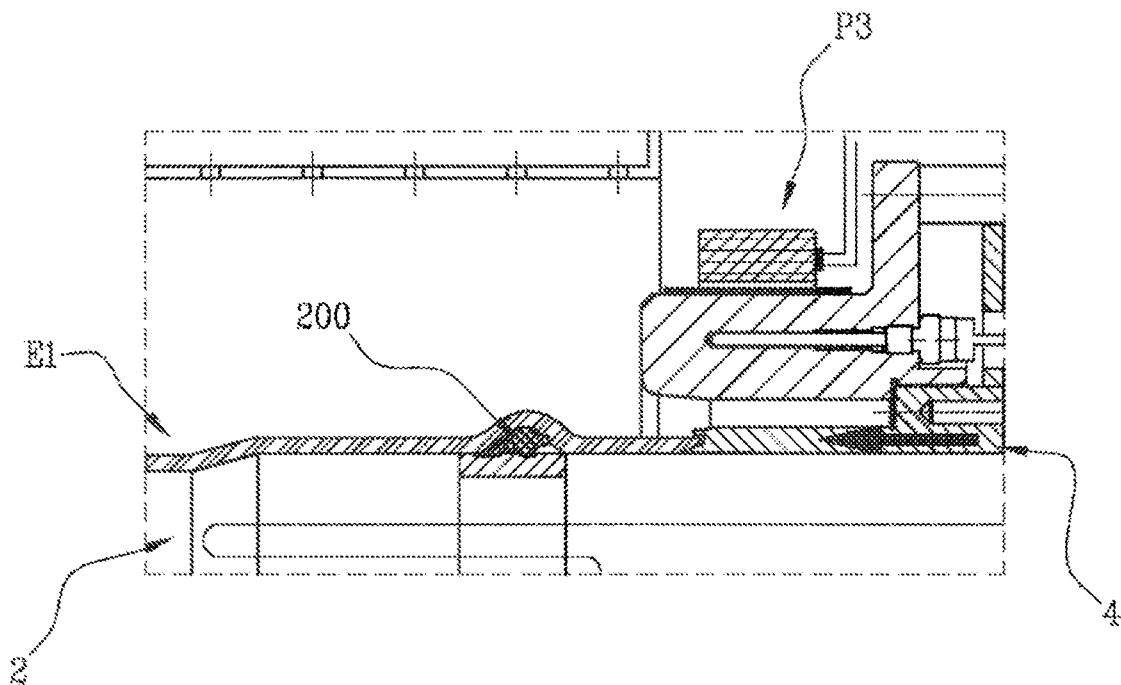


Fig.33

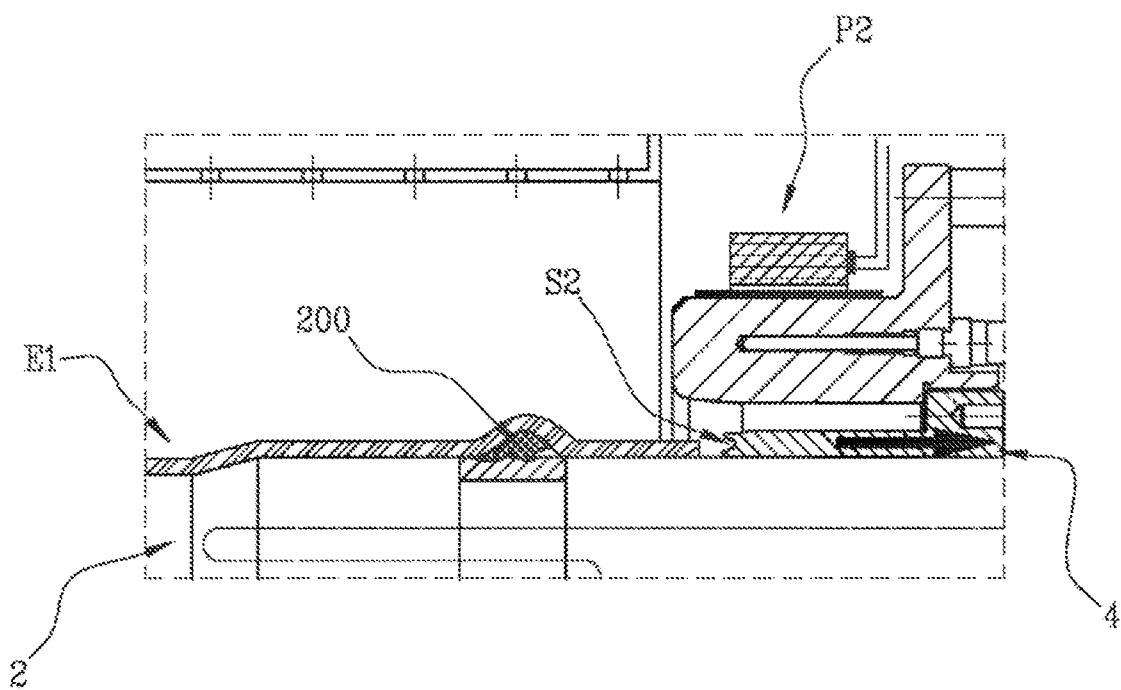


Fig.34

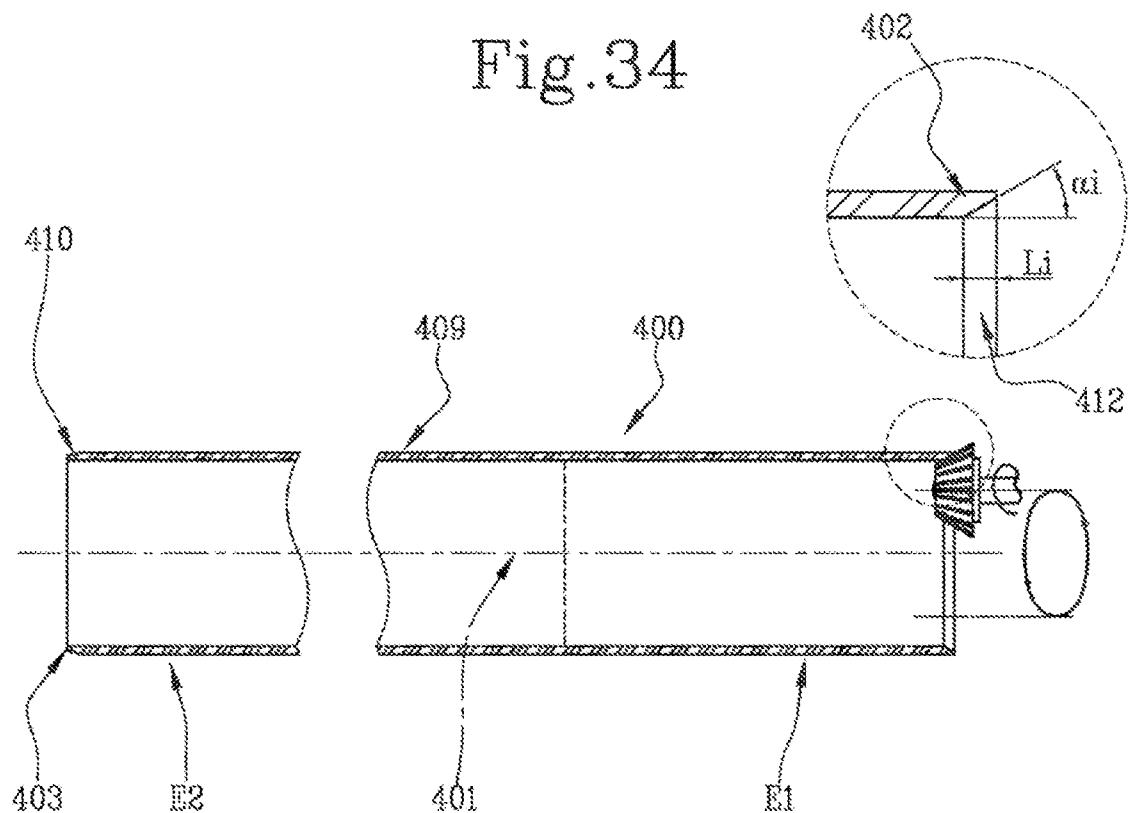


Fig.35

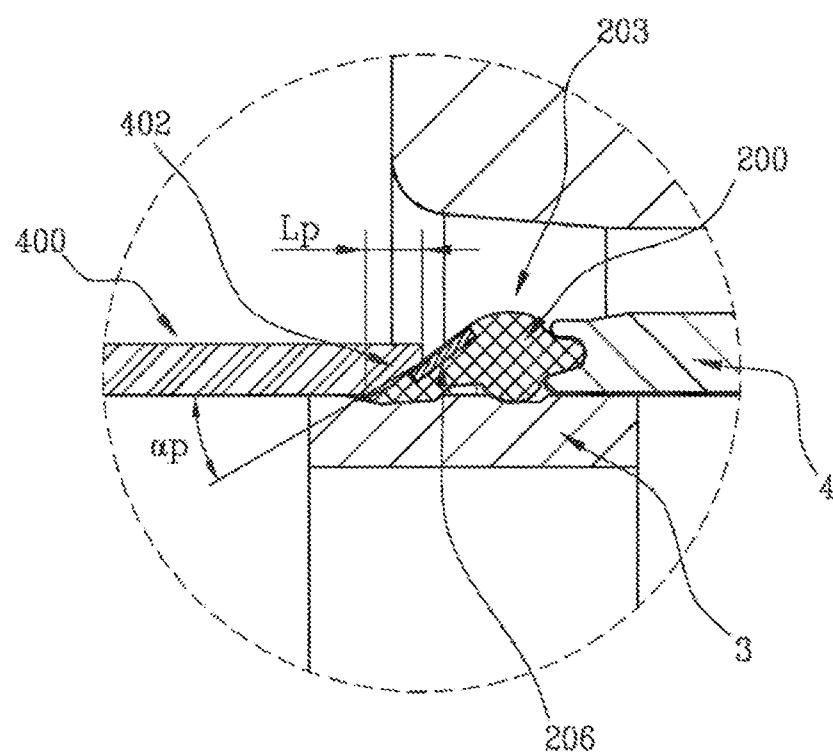


Fig.36

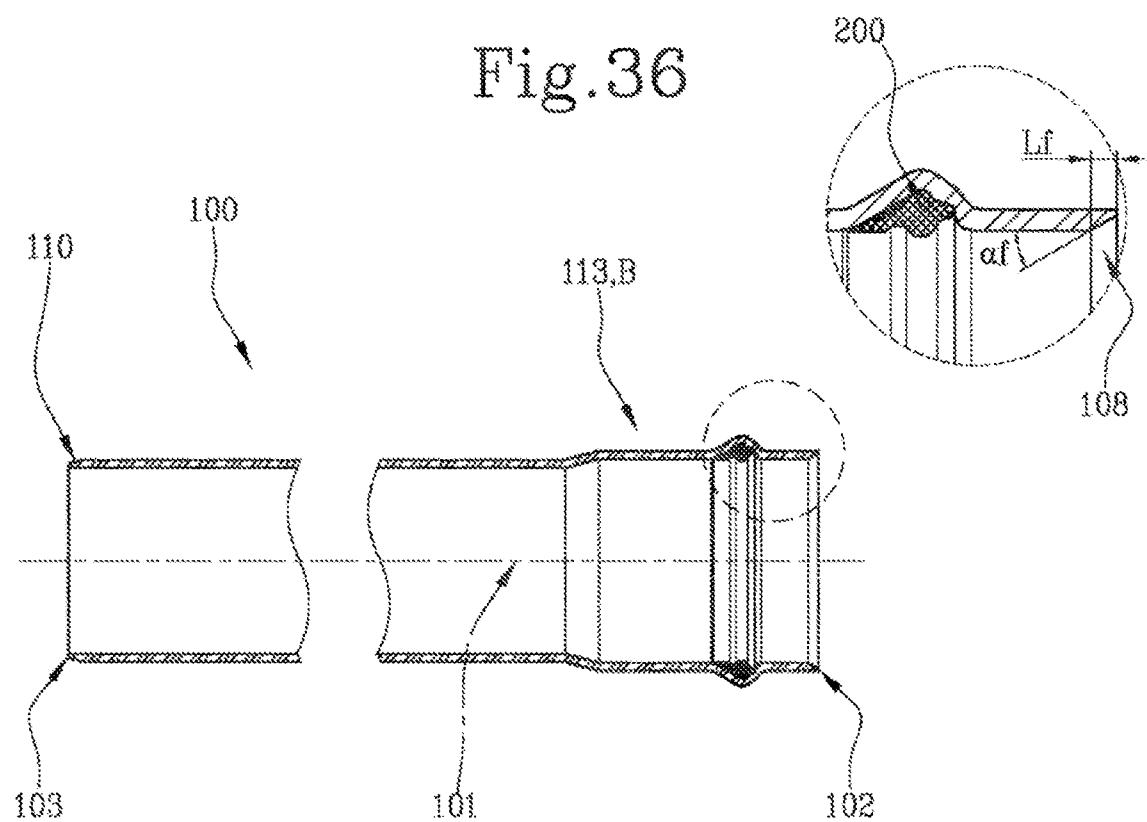


Fig.37

