

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 813**

51 Int. Cl.:

B23D 43/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2002 PCT/EP2002/09426**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2003 WO03011507**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2002 E 02764859 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 1412119**

54 Título: **Tubo obtenido por colada centrífuga mejorado y método relacionado para fabricarlo**

30 Prioridad:

27.07.2001 US 933475

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

01.06.2020

73 Titular/es:

**NEXTER SYSTEMS (100.0%)
34, Boulevard de Valmy
42328 Roanne, FR**

72 Inventor/es:

**DEMATEST, JOËL y
VERDIER, GILLES**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 763 813 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

Tubo obtenido por colada centrífuga mejorado y método relacionado para fabricarlo

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

10 [0001] La presente invención se refiere a equipo de horno para usar en plantas petroquímicas y, más particularmente, a tubos obtenidos por colada centrífuga mejorados para usar en tales equipos y a un método de fabricación de tales tubos.

2. Descripción de las técnicas relacionadas

15 [0002] Es bien conocido que hay dos tipos básicos de hornos usados en las plantas petroquímicas, uno corresponde a los hornos "de craqueo con vapor" y el otro a los hornos "de reformado con vapor". Los hornos de craqueo con vapor se usan principalmente para hacer etileno y los hornos de reformado con vapor se usan principalmente para hacer hidrógeno. Ambos tipos de hornos incluyen un número de tubos, generalmente dispuestos verticalmente, que forman una vía o espiral de flujo continuo a través del horno. La vía o espiral de flujo incluye una entrada y una salida. En ambos tipos de hornos se introduce una mezcla de una materia prima de hidrocarburo y vapor en la entrada y se pasa a través de los tubos. Los tubos se exponen a calor extremo generado por quemadores en el horno. Conforme la mezcla de materia prima/vapor se pasa a través de los tubos a altas temperaturas la mezcla se descompone gradualmente de manera que el producto resultante que sale de la salida es etileno en el caso de un horno de craqueo con vapor e hidrógeno en el caso de un horno de reformado con vapor.

20 [0003] En el pasado, la industria petroquímica ha reconocido al menos tres características deseables en un horno de craqueo con vapor o de reformado con vapor. En primer lugar, resulta importante maximizar la tasa de transferencia de calor de los quemadores del horno a través de las paredes de los tubos y hacia la mezcla de hidrocarburos y vapor para aumentar la eficiencia del horno. En segundo lugar, resulta importante hacer tubos de horno con materiales resistentes a lo que se conoce en las técnicas metalúrgicas como "fluencia". En tercer lugar, resulta importante hacer tubos de horno de manera que sean resistentes a la corrosión, la carburación y la pulverización del metal.

35 [0004] Con respecto a la segunda característica importante, la "fluencia" es básicamente el alargamiento gradual de un metal cuando se somete a tensión y a altas temperaturas. Son conocidas varias aleaciones resistentes a la fluencia por los expertos en la técnica. Se han desarrollado dos métodos principales en la industria para hacer tubos de horno con aleaciones resistentes a la fluencia, donde uno consiste en extrudir el tubo y el otro consiste en obtener el tubo por colada centrífuga. Un tubo obtenido por colada centrífuga es uno formado vertiendo una aleación en forma líquida en un molde tubular que rota a alta velocidad. Se deja que la aleación se enfríe para formar el tubo obtenido por colada centrífuga. El orificio interno del tubo se mecaniza mecánicamente mediante perforación para conseguir el diámetro interno deseado, dando como resultado un tubo cilíndrico que tiene una sección transversal circular con un diámetro interno y externo generalmente constante. La industria ha descubierto, sin embargo, que los tubos obtenidos por colada centrífuga muestran mayores propiedades de fluencia en comparación con los tubos extruidos. En particular, tras inspeccionar secciones transversales de tubos extruidos y obtenidos por colada centrífuga, la industria ha descubierto que los tubos extruidos tienen una estructura metalúrgica de grano muy fino, mientras que los tubos obtenidos por colada centrífuga tienen granos mucho más grandes y en columna. Además, los tubos extruidos tienen un menor contenido de carbono en comparación con el contenido de carbono de los tubos obtenidos por colada centrífuga. Los granos más grandes en columna y el mayor contenido de carbono son lo que proporciona a los tubos obtenidos por colada centrífuga propiedades de fluencia superiores en comparación con la microestructura de grano fino y el menor contenido de carbono de los tubos extruidos.

55 [0005] Un método para llevar a cabo dos de los objetivos anteriormente identificados se describe en la patente de EE. UU. n.º 6,250,340 ("la patente 340"), que forma la base para el preámbulo según la reivindicación 2. En particular, la patente 340 divulga un método para modificar un tubo obtenido por colada centrífuga añadiendo una serie de aletas y juntas dispuestas longitudinalmente en el orificio interno típico del tubo. De esta manera, se aumenta la área de superficie interna del tubo, aumentando así la tasa de transferencia de calor a través de él. Por lo tanto, la patente 340 tiene como resultado un tubo que es resistente a la fluencia (ya que se obtiene por colada centrífuga a partir de una aleación resistente a la fluencia) y tiene una tasa de transferencia de calor aumentada (gracias a su perfil interno modificado). Sin embargo, un inconveniente clave del tubo descrito en la patente, es que no es resistente a la corrosión, la carburación o la pulverización del metal. Esto se debe a que el tubo de la patente 340 se fabrica usando un método de mecanizado electroquímico (ecM), a diferencia de un proceso de mecanizado mecánico (por ejemplo, el proceso de perforación usado tradicionalmente para proporcionar el diámetro deseado en un tubo obtenido por colada centrífuga). Tal y como se conoce en la técnica, el uso del método de ECM tiene como resultado una superficie electropulida y no proporciona deformación

adecuada y/o orientación de la subsuperficie o red de material de la superficie interna del tubo. A este respecto, es bien conocido que una superficie electropulida no es resistente a la corrosión, la carburación o la pulverización del metal. Véase, por ejemplo, MATERIALS AND CORROSION, Carburization, Metal Dusting and Carbon Deposition, ISSN 0947-5117, Vol. 49, n.º. 4/5, abril/mayo 1998, pp. 221-225 y 328-335. Estos artículos comparan el efecto del mecanizado o cualquier otra deformación de superficie (por ejemplo, trituración, arenado, granallado, bruñido, etc.) con el electropulido y muestran claramente la ventaja del mecanizado convencional sobre el electropulido en relación con la resistencia a la carburación y la pulverización del metal. Un inconveniente adicional del proceso de ECM es que tiene como resultado un tubo con una superficie interna con una rugosidad y precisión dimensional de superficie inferiores en comparación con la superficie interna que se ha preparado por mecanizado mecánico. Además, otro inconveniente del proceso de ECM es que es más costoso con respecto al coste del mecanizado mecánico.

[0006] De este modo, sigue existiendo una necesidad en la técnica de un tubo obtenido por colada centrífuga, y un método y equipo de fabricación del mismo, que (1) tenga una tasa de transferencia de calor aumentada, (2) sea resistente a la fluencia, (3) sea resistente a la corrosión, la carburación y la pulverización del metal, (4) tenga una rugosidad y precisión dimensional de superficie deseables, y (5) sea económicamente eficiente. La presente invención se ha desarrollado para superar las deficiencias anteriormente mencionadas y cubrir las necesidades descritas anteriormente.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0007] En un aspecto, la presente invención puede ser un tubo obtenido por colada centrífuga, tal y como se define en la reivindicación 2.

[0008] En otro aspecto, la presente invención incluye un método tal y como se define en la reivindicación 1. Más adelante, se explicarán otras características y aspectos de la presente invención.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

[0009]

La figura 1 ilustra una vista en sección transversal de una forma de realización de un tubo obtenido por colada centrífuga de la presente invención.

La figura 2 es una vista en sección transversal similar a la figura 1, pero que ilustra algunas dimensiones de una forma de realización específica de un tubo de la presente invención.

La figura 3 es una ilustración esquemática de un equipo.

La figura 4 es una vista longitudinal en sección transversal parcial que ilustra una forma de realización específica de un ensamblaje de corte para usar en la fabricación de un tubo de la presente invención.

La figura 5 es una vista desde arriba de una anilla de soporte.

La figura 6 es una vista en sección transversal lateral de la anilla de soporte mostrada en la figura 5.

La figura 7 es una vista desde arriba de una herramienta de corte que incluye una anilla de soporte con una pluralidad insertos de corte cóncavos unidos a ella.

La figura 8 es una vista en sección transversal lateral de la herramienta de corte ilustrada en la figura 7.

La figura 9 es una vista desde arriba de una herramienta de corte que incluye una anilla de soporte con una pluralidad de insertos de corte convexos unidos a ella.

La figura 10 es una vista en sección transversal lateral de la herramienta de corte ilustrada en la figura 9.

La figura 9A es una vista desde arriba de una herramienta de corte de una pieza 60.

La figura 10A es una vista en sección transversal lateral de la herramienta de corte de una pieza ilustrada en la figura 9A.

Las figuras 11a a 11d son vistas laterales, parcialmente en sección transversal, de otra forma de realización específica de un ensamblaje de corte.

La figura 12 es una vista lateral de un cuello.

La figura 13 es una vista lateral de una forma de realización específica de un cuello.

La figura 14 es una vista lateral de una forma de realización específica de un cuello.

La figura 15 es una vista lateral de una forma de realización específica de un cuello.

La figura 16 es una vista lateral de una forma de realización específica de un cuello.

La figura 17 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 17-17 de la figura 11C, e ilustra una sección transversal de una anilla de deslizamiento.

La figura 18 ilustra una forma de realización específica de una herramienta de corte y, en particular, ilustra una herramienta de corte de diámetro máximo que se usa para cortar hendiduras en un tubo de la presente invención.

La figura 19 ilustra una forma de realización específica de una herramienta de corte y, en particular, ilustra una herramienta de corte de diámetro mínimo que se usa para cortar hendiduras en un tubo de la presente invención.

La figura 20 ilustra una forma de realización específica de una herramienta de corte y, en particular, ilustra una herramienta de corte de diámetro mínimo que se usa para cortar protuberancias en un tubo de la presente invención.

5 La figura 21 ilustra una forma de realización específica de una herramienta de corte y, en particular, ilustra una herramienta de corte de diámetro máximo que se usa para cortar protuberancias en un tubo de la presente invención.

La figura 22 es una vista desde arriba de un inserto de corte e ilustra que el inserto de corte puede ser desmontable para maximizar la vida útil del inserto de corte.

10 [0010] Aunque la invención se describa en relación con las formas de realización preferidas, se entenderá que no se pretende limitar la invención a dichas formas de realización. Al contrario, se pretende cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes que se puedan incluir dentro del campo de la invención tal y como se define mediante las reivindicaciones anexas.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0011] En referencia detallada a los dibujos, en los que los números iguales designan elementos idénticos en todas las vistas, en la figura 1 se muestra una forma de realización específica de un tubo obtenido por colada centrífuga 10 construido conforme a la presente invención. En una forma de realización específica, el tubo 10 puede incluir un cuerpo 12 hecho de una aleación resistente a la fluencia, tal como, por ejemplo, Manaurite 36X. El cuerpo 12 puede incluir una superficie externa 14 y una superficie interna 16. La superficie interna 16 puede incluir una pluralidad de protuberancias 18 y una pluralidad de hendiduras 20 dispuestas entremedias. Aunque la forma de realización específica mostrada en la figura 1 ilustra un tubo 10 con ocho protuberancias 18 y ocho hendiduras 20, tales números no deberían tomarse como una limitación sino que, por el contrario, la presente invención cubre cualquier número de protuberancias 18 y hendiduras 20. En una forma de realización específica, tal y como se muestra en figura 2, los picos de las protuberancias 18 pueden cruzar un círculo C1 que tiene un radio R1. En una forma de realización específica, el radio R1 puede ser de 19 milímetros (mm). De forma similar, los puntos más bajos de las hendiduras 20 pueden cruzar un círculo C2 que tiene un radio R2. En una forma de realización específica, el radio R2 puede ser de 22,5 mm. En una forma de realización específica, el radio R3 de cada hendidura 20 puede ser de 5 mm y el radio R4 de cada protuberancia 18 puede ser de 5 mm. En una forma de realización específica, el perfil resultante resulta de la intersección de una pluralidad de radios cóncavos y convexos en las partes inferior y superior de las hendiduras 20 y comprende un número entero de hendiduras 20 y protuberancias 18. En una forma de realización específica, la longitud del perfil resultante de la superficie interna 16 es al menos un 5 % más larga que la circunferencia del círculo más pequeño que engloba el perfil resultante entero. En una forma de realización específica, la profundidad de las hendiduras 20 puede estar en el rango de 3,5 mm a 6,35 mm, pero también se engloban profundidades mayores y menores en la presente invención.

[0012] Cada una de la pluralidad de protuberancias 18 y hendiduras 20 está mecanizada mecánicamente en la superficie interna 16 para deformar y orientar la subsuperficie o red de material de la superficie interna 16 del tubo 10. De este modo, el resultado es un tubo obtenido por colada centrífuga 10 que es resistente a la corrosión, la carburación y la pulverización del metal. Además, dado que el tubo 10 se ha obtenido por colada centrífuga, es resistente a la fluencia, y dado que la adición de las protuberancias 18 y hendiduras 20 tiene como resultado un área de superficie aumentada de la superficie interna 16 en comparación con la superficie interna de un tubo de sección transversal circular, el tubo 10 tiene también un índice de transferencia de calor mejorado.

[0013] La presente invención incluye también un método y un equipo de fabricación del tubo 10 nuevos. Una forma de realización específica de un equipo 22 se muestra esquemáticamente en la figura 3. Una pluralidad de tubos 24 que han sido obtenidos por colada centrífuga se coloca en una plataforma 26 cercana al equipo 22. Los tubos 24 son del tipo obtenido por colada centrífuga que se ha formado tradicionalmente vertiendo una aleación en forma líquida en un molde tubular que está rotando a alta velocidad. Se deja que la aleación se enfríe para formar el tubo obtenido por colada centrífuga. A continuación, el orificio interno del tubo se mecaniza mediante perforación para conseguir el diámetro interno deseado, dando como resultado un tubo cilíndrico que tiene una sección transversal circular con un diámetro interno y externo generalmente constantes. En una forma de realización específica, el diámetro interno puede elegirse ventajosamente igual al diámetro del círculo más pequeño que cruza las protuberancias 18. Se utiliza una grúa 28 para levantar y girar un tubo 30 desde la plataforma 26 hacia su posición en el equipo 22. A continuación, el tubo 30 se alinea y fija entre una primera guía 32 y una segunda guía 34. El equipo 22 también incluye una brochadora 36 que tiene un eje telescópico 38 que se extiende desde ella. En una forma de realización específica, la brochadora 36 puede ser un modelo Berthier que tiene un desplazamiento de 10 metros y una potencia nominal de 50 KW. El equipo 22 también puede incluir tanques de aceite 40 y 42 para proporcionar lubricación a la brochadora 36. En una forma de realización específica, el aceite lubricante puede ser del tipo vendido bajo el nombre "PERFOLUB 40" por Wynns, 92 Courbevoie, Francia. Tal y como se describirá con más detalle a continuación, la presente invención proporciona una serie de herramientas de corte para montar en el eje 38 y, a continuación, pasar longitudinalmente a través del tubo 30. Se contemplan numerosos pasos con herramientas de corte de tamaño gradualmente ascendente para cizallar gradualmente virutas metálicas de la superficie interna 16 del tubo 30 hasta que se consiga el perfil ilustrado, por ejemplo, en las figuras 1 y 2. A continuación, se explicarán los detalles de las herramientas de corte.

[0014] Con referencia a la figura 4, se muestra una forma de realización específica de un ensamblaje de corte 44 unida mediante un mecanismo de fijación 46 al eje 38 de la brochadora 36. El ensamblaje de corte 44 puede incluir una extensión de eje 48 que tiene un canal de lubricación central 50 dispuesto en ella con una pluralidad de canales de lubricación radiales 52 que conducen desde ahí hasta a una superficie externa 54 de la extensión de eje 48. Los canales de lubricación 50 y 52 están en comunicación fluida con uno o más de los tanques de aceite 40. El ensamblaje de corte 44 puede incluir una primera guía de centrado 56 y una segunda guía de centrado 58 dispuestas en extremos opuestos de la extensión de eje 48. La primera guía de centrado 56 puede estar dispuesta adyacente al mecanismo de fijación 46. El ensamblaje de corte 44 puede incluir una pluralidad de herramientas de corte 60 dispuestas alrededor de la extensión de eje 48. La forma de realización específica del ensamblaje de corte 44 mostrada en la figura 4 incluye cuatro herramientas de corte 60, pero la presente invención no se limita a cualquier número particular de herramientas de corte 60. En particular, el ensamblaje de corte 44 puede incluir únicamente una herramienta de corte 60. Cada herramienta de corte 60 puede incluir una anilla de soporte 62 y una pluralidad de insertos de corte 64. En una forma de realización específica, los insertos de corte 64 pueden estar hechos de carburos y tener un radio de corte de 5 mm y, por ejemplo, pueden ser del tipo conocido como KX 15 vendido por Safety, 92 Boulogne-Billancourt, Francia. Los insertos de corte 64 pueden estar conectados a la anilla de soporte 62 de cualquier manera conocida (por ejemplo, mediante tornillos, etc.). En la forma de realización específica mostrada en la figura 4, las herramientas de corte 60 están dispuestas entre las primeras y las segundas guías de centrado 56 y 58, y están separadas por cuellos separadores 66. Como se tratará adicionalmente más adelante, los cuellos separadores 66 pueden proporcionarse en longitudes variables para asegurar que las virutas metálicas cortadas por los insertos de corte 64 no puedan dañar la superficie interna 16 del tubo 10. Una tuerca de bloqueo 68 está unida de forma enroscable al extremo de la extensión de eje 48 para mantener las guías de centrado 56, 58, las herramientas de corte 60 y los cuellos separadores 66 en su lugar.

[0015] Además, las herramientas de corte 60 se ilustran adicionalmente en las figuras 5-10A. Las figuras 5 y 6 ilustran una anilla de soporte 62 sin ningún inserto de corte 64 unido a ella. Las figuras 7 y 8 ilustran una anilla de soporte 62 con una pluralidad de insertos de corte cóncavos 64a conectados a ella de forma liberable. Los insertos cóncavos 64a se usan por formar las protuberancias 18 en el tubo 10. En una forma de realización específica, el radio de corte de los insertos cóncavos 64a puede ser de 5 mm. Se proporciona un número de diferentes anillas de soporte 62, donde cada una tiene un tamaño ligeramente diferente. Por ejemplo, el tamaño de las anillas de soporte 62 puede aumentar inicialmente en 0,1 mm incrementos y, a continuación, conforme el perfil se acerca a su tamaño final, el tamaño puede aumentar en incrementos menores, tales como, por ejemplo, de 0,05 mm. Las figuras 9 y 10 ilustran una anilla de soporte 62 con una pluralidad de insertos de corte convexos 64b conectados a ella de forma liberable. Los insertos convexos 64b se usan para formar las hendiduras 20 en el tubo 10. En una forma de realización específica, el radio de corte de los insertos convexos 64b puede ser de 5 mm. Las anillas de soporte 62 sobre las que están montados los insertos convexos 64b (figura 7) se proporcionan en tamaños gradualmente ascendentes de manera igual a la explicada previamente para los insertos cóncavos 64a. Las anillas de soporte 62 están configuradas para sostener ocho insertos de corte 64 y se pueden usar para crear un tubo 10 con el perfil de ocho protuberancias 18 y ocho hendiduras 20 ilustradas en la figura 1. Nuevamente, sin embargo, dicho número específico no es una limitación de la presente invención. Las figuras 9A y 10A ilustran una herramienta de corte de una pieza 60 que tiene función tanto de la herramienta de corte 60 ilustrada en las figuras 7 y 8 como de la herramienta de corte 60 ilustrada en las figuras 9 y 10. Esta herramienta de corte de una pieza 60, que no incluye ningún inserto de corte, permite crear un tubo 10 que tiene el perfil de ocho protuberancias 18 y ocho hendiduras 20 ilustrado en la figura 1. Sin embargo, dicho número específico no es una limitación de la presente invención. En la práctica, la herramienta de corte de una pieza 60 ilustrada en las figuras 9A y 10A se usa preferiblemente cuando el radio R1 del círculo C1 (figura 2) es inferior a 38 mm.

[0016] Otra forma de realización específica de un ensamblaje de corte 44' se muestra en las figuras 11A-11D. El ensamblaje de corte 44' incluye una primera guía de centrado 56' y una segunda guía de centrado 58' dispuestas en torno a una extensión de eje 48'. En una forma de realización específica, las guías de centrado 56' y 58' pueden incluir almohadillas de teflón 57 y 59 para guiar más precisamente el ensamblaje de corte 44' a lo largo del centro del tubo 10 al que se está aplicando el perfil deseado. La extensión de eje 48' también puede incluir un canal de lubricación central 50' y una pluralidad de canales de lubricación radiales 52' (véase la figura 17) que están en comunicación de fluido con una fuente de aceite (por ejemplo tanques de aceite 40 mostrados en la figura 3). Tal y como se muestra en la figura 11A, el ensamblaje de corte 44' puede incluir una tuerca de bloqueo 68' y una anilla de tope 69. El ensamblaje de corte 44' incluye también una pluralidad de herramientas de corte 60' pero puede incluir únicamente una herramienta de corte 60'. Cada herramienta de corte 60' puede incluir una anilla de soporte 62' y una pluralidad de insertos de corte 64'. Las herramientas de corte 60' se pueden separar mediante cuellos separadores 66'. La figura 12 es una vista lateral de un cuello 66' y muestra que los cuellos 66' se han proporcionado con un chavetero 67 adaptado para cooperar con un chavetero correspondiente (tratado a continuación) en la extensión de eje 48'. Las figuras 13-16 son vistas laterales de varios tamaños de cuello 66'. En una forma de realización específica, el cuello 66' de la figura 13 puede tener una longitud de 20 mm, el cuello 66' de la figura 14 puede tener una longitud de 30 mm, el cuello 66' de la figura 15 puede tener una longitud de 40 mm, y el cuello 66' de la figura 16 puede tener una longitud de 55 mm. Con referencia a la figura 11A, la distancia D entre bordes delanteros de los insertos de corte 64' se puede variar dependiendo de la longitud de los cuellos separadores 66' empleados. En una forma de realización específica, la distancia D puede ser de 75 mm. La

distancia D debería tener unas dimensiones tales que permitan suficiente espacio en el que se puedan alojar temporalmente virutas metálicas cortadas de la superficie interna 16 del tubo 10 (véase la figura 1) sin llenar completamente un espacio anular definido por la superficie interna 16 del tubo 10, el cuello 66' y las herramientas de corte adyacente 60' entre las que está dispuesto el cuello 60'. Esto es importante porque las virutas o astillas metálicas deben almacenarse durante la longitud completa (que puede ser de más de 3 metros) del paso mecanizado a través del tubo 10 por el ensamblaje de corte 44/44' para evitar destruir o dañar la rugosidad superficial del perfil que está siendo cortado en la superficie interna 16 del tubo 10.

[0017] Tal y como se muestra en la figura 11C, el ensamblaje de corte 44' también puede incluir una arandela de compensación 70 que está adaptada para compensar el desgaste en los distintos componentes de la brochadora 36. En una forma de realización específica, la arandela 70 puede tener un índice mínimo de 4 000 daN. El mecanismo de fijación 46' de esta forma de realización puede incluir una anilla de deslizamiento de fijación rápida 72, un muelle de empuje 74 y un muelle de retorno 76. En operación, la anilla de deslizamiento 72 se desplaza para comprimir el muelle de retorno 76. A continuación, el muelle de empuje 74 se comprime para separar las dos superficies de soporte cónicas. A continuación, el ensamblaje de corte 44' puede se puede desacoplar del eje 38. Otro ensamblaje de corte 44' que tiene herramientas de corte ligeramente más grandes 60' se puede acoplar a continuación en el lado opuesto. En servicio, el muelle de empuje 74 mantiene las dos superficies de soporte cónicas en contacto. La anilla de deslizamiento 72 se ilustra adicionalmente en la figura 17, que es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 17-17 de la figura 11C. Tal y como se muestra en la figura 11D, esta forma de realización del ensamblaje de corte 44' también puede incluir una tuerca 78 y tuerca de bloqueo 80 para fijar el ensamblaje de corte 44' al eje 38 de la brochadora 36 (véase la figura 3) y que se adaptan para habilitar el ajuste angular del ensamblaje de corte 44'.

[0018] Las figuras 18-21 ilustran formas de realización específicas de herramientas de corte 60'. La figura 18 ilustra una herramienta de corte de diámetro máximo 60' que se usa para cortar las hendiduras 20 en el tubo 10 (véase la figura 1). La figura 19 ilustra una herramienta de corte de diámetro mínimo 60' que se usa para cortar las hendiduras 20 en el tubo 10 (véase la figura 1). La figura 20 ilustra una herramienta de corte de diámetro mínimo 60' que se usa para cortar las protuberancias 18 en el tubo 10 (véase la figura 1). La figura 21 ilustra una herramienta de corte de diámetro máximo 60' que se usa para cortar las protuberancias 18 en el tubo 10 (véase la figura 1). Tal y como se ha explicado previamente, la presente invención contempla numerosos tamaños diferentes de anillas de soporte 62 con únicamente diferencias de tamaño graduales menores entre las diferentes anillas de soporte 62. Las figuras 18-21 muestran adicionalmente que esta forma de realización puede incluir chavetas de desmontado 82 adaptadas para acoplarse cooperativamente a los chaveteros correspondientes 84 y 86 en las herramientas de corte 60' y la extensión de eje 48', respectivamente. Tal y como se muestra en la figura 22, en una forma de realización específica, los insertos de corte 64' pueden ser desmontables para maximizar la vida útil de cada inserto. Cada inserto 64' puede estar unido de forma liberable a la herramienta de corte 60' mediante un tornillo 84. Cuando una sección del inserto 64' se desgasta, en lugar de desechar el inserto 64', el tornillo 84 se puede aflojar, el inserto se puede rotar 120 grados de modo que una sección sin usar del inserto 64' se posicione para cortar y, a continuación, el tornillo 84 se puede reapretar para bloquear el inserto 64' en su lugar. En una forma de realización específica de la invención, se ha aprendido que una única sección de 120 grados de un inserto 64' se desgasta y deja de ser útil después de aproximadamente 30 pasos. Por lo tanto, si se rota tres veces, se puede usar un único inserto 64' para hasta 90 pasos de corte a través del tubo 10.

[0019] Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, a continuación se describirá la forma en la que se forma un perfil deseado en la superficie interna 16 del tubo 10. En primer lugar, se fabrica un tubo obtenido por colada centrífuga 30 de la forma tradicional mencionada previamente y se coloca en posición entre la primera y la segunda guía 32 y 34. Un ensamblaje de corte (tal como el ensamblaje de corte 44 o 44') se conecta (como mediante el mecanismo de fijación 46 o 46') al eje 38 de la brochadora 36. Para el primer paso del ensamblaje de corte 44/44' a través del tubo 30, las herramientas de corte 60/60' se equipan cada una con un inserto de corte convexo 64/64' en una anilla de soporte 62 que tiene un radio mínimo. Durante este primer paso, se hace un corte inicial a una profundidad de, por ejemplo, 0,1 mm. De esta manera, comienza la formación de las hendiduras 18. Después de este primer paso, el eje de brochado 38 se retrae y el primer ensamblaje de corte se sustituye por otro ensamblaje de corte que está equipado con insertos convexos en una anilla de soporte 62 que tiene un radio ligeramente superior. Por ejemplo, el radio puede aumentar de 0,05 mm o 0,1 mm. Este proceso se repite hasta que se consigue la profundidad de hendidura deseada. A continuación, se repite el mismo proceso con insertos de corte cóncavos y se llevan a cabo numerosos pasos, donde cada paso se hace con una anilla de soporte 62 que tiene un radio ligeramente superior, hasta que se consigue el perfil deseado para las protuberancias 18. En una forma de realización específica, cada ensamblaje de corte 44/44' puede disponer de cuatro herramientas de corte 60/60' de tamaños ligeramente diferentes, donde cada herramienta sucesiva tiene, por ejemplo, una diferencia de profundidad mecanizada de 0,1 mm. De esta manera, se llevaría a cabo un corte total de 0,4 mm en un único paso.

[0020] En una forma de realización específica, cada paso "de rugosidad" hecho a una profundidad de 0,1 mm puede llevarse a cabo a una velocidad de 12 metros/minuto y cada paso "de acabado" hecho a una profundidad de 0,05 mm puede llevarse a cabo a una velocidad de 18 metros/minuto. Como se ha explicado previamente, conforme se aproxima al tamaño final del perfil, el tamaño de los aumentos graduales de los tamaños de las anillas de soporte 62 puede reducirse, por ejemplo, a menos de 0,05 mm, para conseguir una rugosidad superficial y

5 precisión dimensional más deseables, y por lo tanto dar como resultado un tubo que tiene una mayor resistencia a la carburación y la pulverización del metal. En la pruebas reales, se ha conseguido un tubo de la presente invención en el que la superficie interna 16 tiene una rugosidad superficial de 0,8 Ra μm , lo que equivale a 32 RMS (CLA). "RMS" (Root Mean Square) significa media cuadrática y en micropulgadas es una unidad de Estados Unidos para la rugosidad superficial. "CLA" (Center Line Average) significa rugosidad media y en micropulgadas es una unidad del Reino Unido para la rugosidad superficial. "Ra" en micrómetros es una unidad europea para la rugosidad superficial. La rugosidad superficial de 32 RMS (CLA) conseguida mediante la presente invención es muy superior al acabado de superficie de 130 RMS (CLA) referido en la patente 340, y también a una rugosidad superficial de 125 RMS (CLA), que es la rugosidad superficial habitual buscada en relación con los tubos con aletas.

10 [0021] De la descripción previa debería ahora desprenderse que la presente invención tiene una variedad de ventajas. El uso del método de la presente invención tiene como resultado un tubo obtenido por colada centrífuga que tiene una macroestructura con un tamaño de grano grande y altas propiedades de fluencia. Además, la deformación y orientación de subsuperficie se consigue mediante los pasos de corte de los insertos de corte de metal duro (carburo) sobre la superficie interna. Las deformaciones de los carburos primarios en la red en la superficie de tubo interior se puede observar incluso con una alta ampliación.

15 [0022] Debe entenderse que la invención no se limita a los detalles exactos de construcción, operación, materiales exactos o formas de realización mostrados y descritos, ya que las modificaciones obvias y equivalentes resultarán evidentes para un experto en la materia. Por ejemplo, mientras el término "tubo" ha sido usado para describir la presente invención, se debe entender que la presente invención se aplica igualmente en cualquier conducto de cualquier geometría en corte transversal (p. ej. cuadrado rectangular, etc.), y no se limita a un tubo de sección transversal circular. Además, aunque el tubo 10 y el método y equipo 22 relacionados se han ilustrado y discutido en el contexto de un perfil geométrico particular (p. ej. protuberancias 18 y hendiduras 20 con perfiles semicirculares), la presente invención se destina a abarcar protuberancias y hendiduras de cualquier perfil geométrico u otro, y no se destina limitarse a perfiles semicirculares. Además, aunque la presente invención se ha ilustrado en el contexto de hendiduras y protuberancias que están alineadas con el eje longitudinal del tubo, la presente invención también se destina a cubrir tubos y el método y equipo relacionados en los que las hendiduras y las protuberancias están formadas en un patrón en espiral o helicoidal en el tubo. Esto se puede conseguir mediante la presente invención rotando los ensamblajes de corte 44 a una velocidad constante a medida que se pasan a través del tubo. Además, aunque la presente invención se ha explicado en el contexto de hornos de reformado con vapor y hornos de craqueo con vapor, la presente invención también puede ser útil en otras aplicaciones. Por ejemplo, la presente invención se puede aplicar a calentadores usados en plantas de DRI (reducción directa de hierro), que es una de las principales áreas en la que se observa pulverización del metal. Por consiguiente, la invención debería verse limitada por lo tanto únicamente por el alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

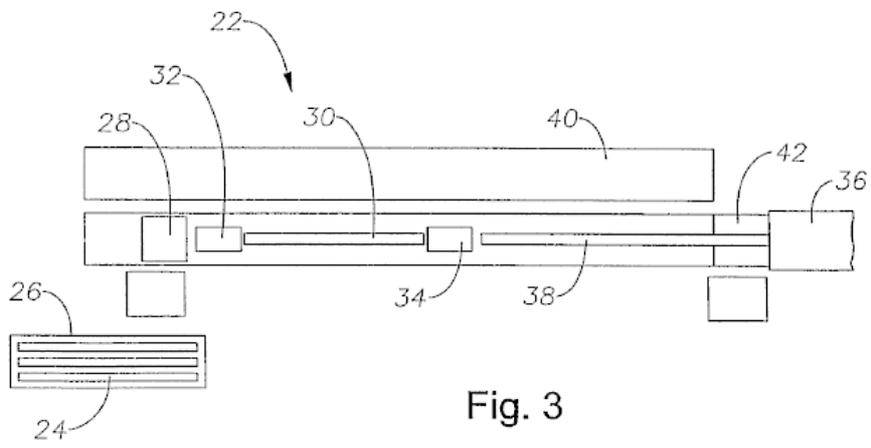
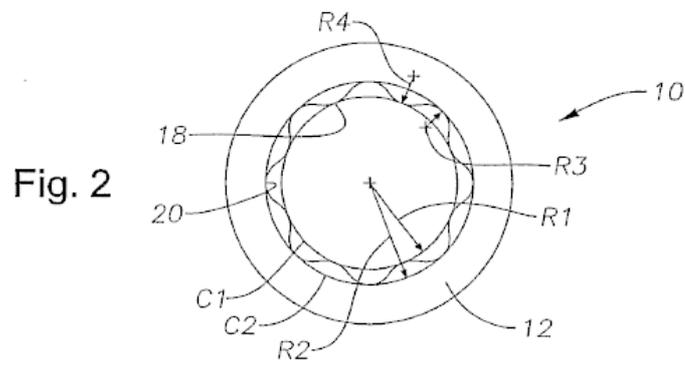
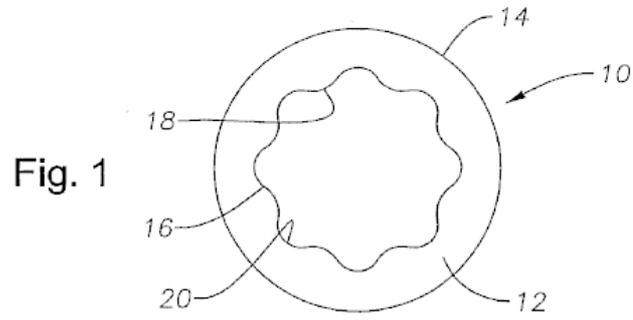
1. Método de mejora de un tubo obtenido por colada centrífuga (10) que comprende:

5 pasar una primera herramienta de corte que tiene una pluralidad de primeros insertos de corte a través de un orificio del tubo para eliminar mecánicamente una primera cantidad de material del orificio y para comenzar la formación de una pluralidad de hendiduras (20) y protuberancias (18);
10 pasar una segunda herramienta de corte que tiene una pluralidad de segundos insertos de corte a través del orificio para eliminar mecánicamente una segunda cantidad de material del orificio y para continuar la formación de la pluralidad de hendiduras y protuberancias, donde la pluralidad de los segundos insertos de corte tiene dimensiones mayores que las correspondientes dimensiones de la pluralidad de primeros insertos de corte;
15 continuar pasando herramientas de corte adicionales que tienen una pluralidad de insertos de corte adicionales a través del orificio, donde cada conjunto de herramientas de corte adicionales tiene dimensiones diferentes de las dimensiones correspondientes de los insertos de corte empleados en el paso inmediatamente precedente, para continuar eliminando mecánicamente cantidades adicionales de material del orificio hasta que se consiga un perfil deseado de hendiduras y protuberancias, donde las dimensiones aumentan gradualmente a una velocidad de entre 0,05 mm y 0,1 mm por paso.

2. Tubo obtenido por colada centrífuga, que comprende:

20 un cuerpo tubular (12) hecho de una aleación resistente a la fluencia, donde el cuerpo tiene una superficie externa (14) y una superficie interna (16), donde la superficie interna incluye una pluralidad de protuberancias (18) y una pluralidad de hendiduras (20),
25 **caracterizado por el hecho de que** la pluralidad de protuberancias y hendiduras está mecanizada mecánicamente en la superficie interna, donde:

- la superficie interna tiene una rugosidad superficial inferior a 125 RMS (CLA), y/o
30 - la pluralidad de protuberancias y hendiduras está mecanizada mecánicamente en la superficie interna para deformar y orientar la subsuperficie o red de material de la superficie interna (16) del tubo (10).



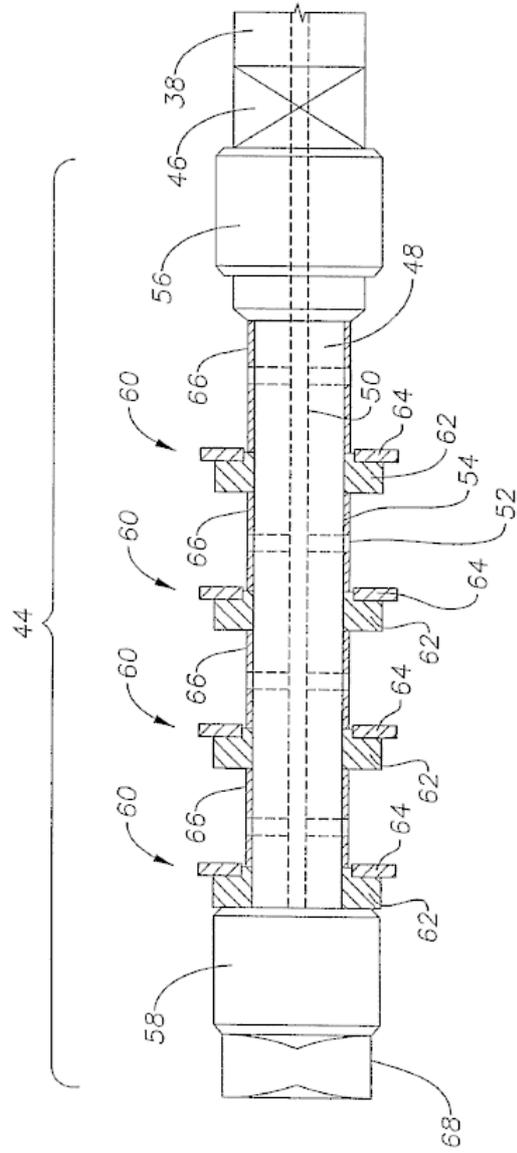
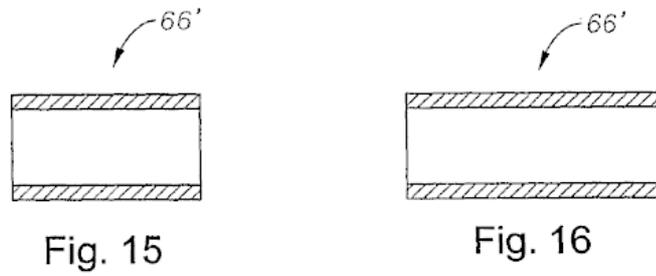
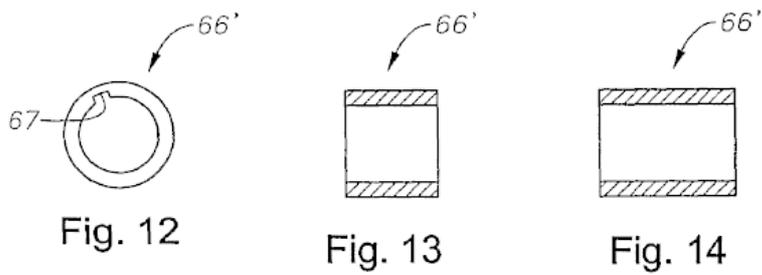
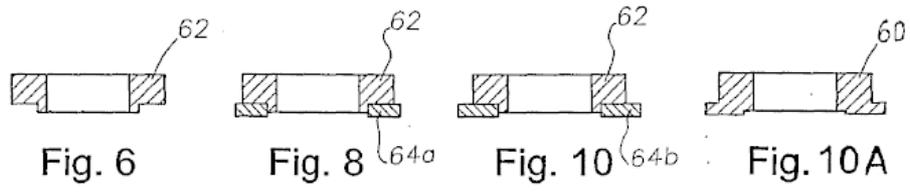
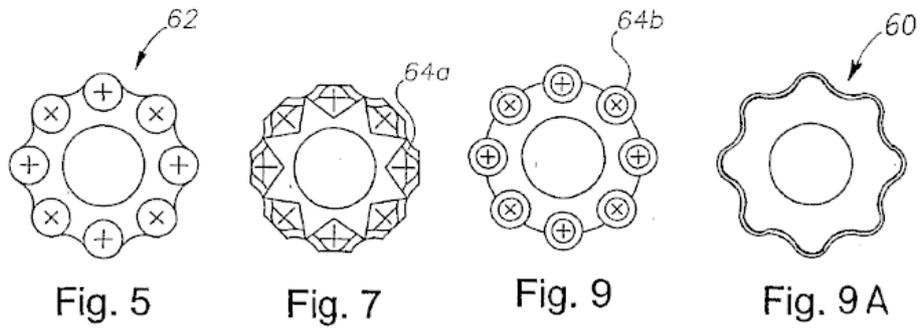


Fig. 4



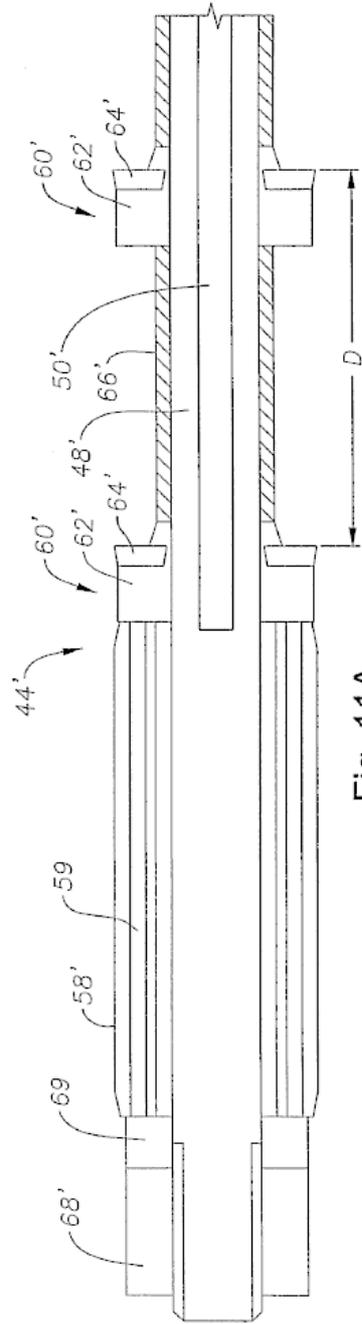


Fig. 11A

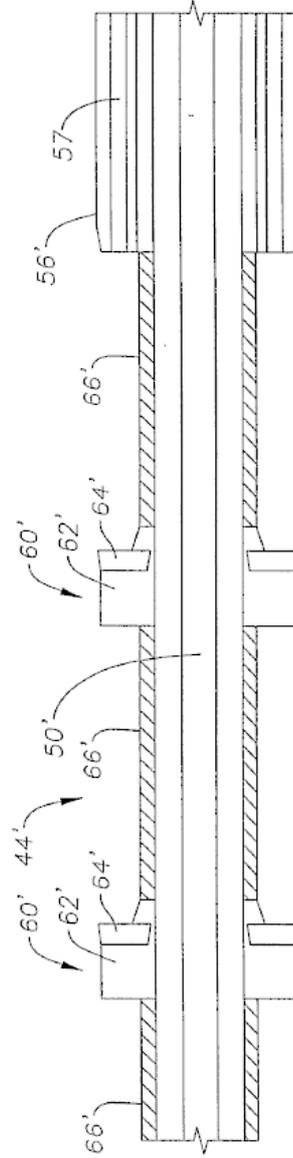


Fig. 11B

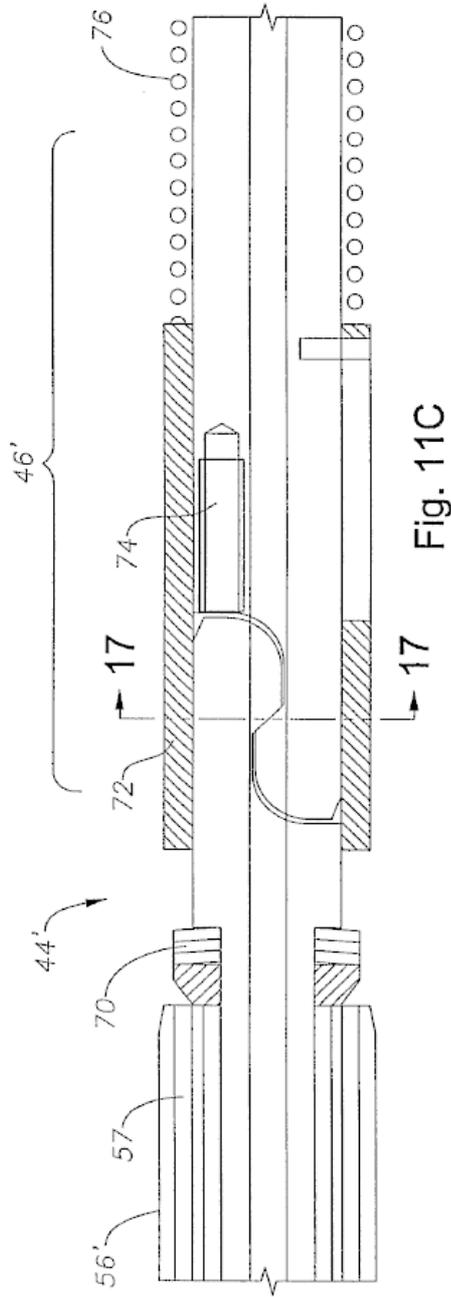


Fig. 11C

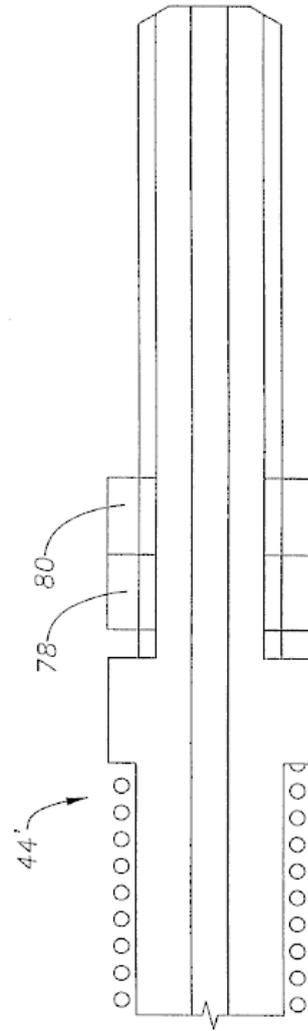


Fig. 11D

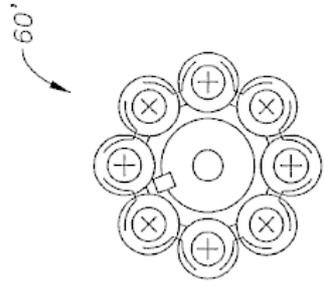


Fig. 19

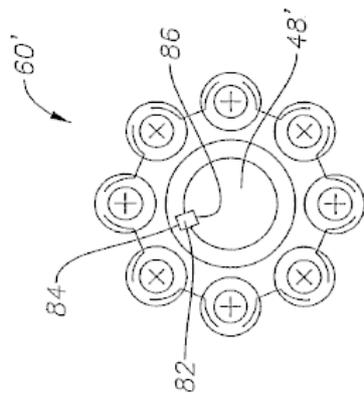


Fig. 18

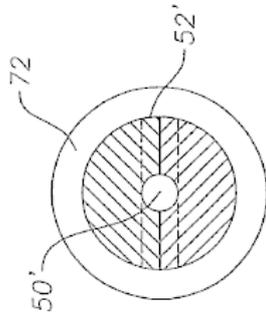


Fig. 17

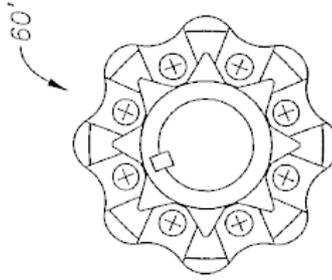


Fig. 21

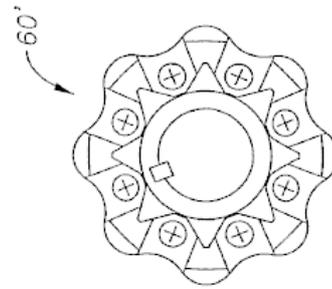


Fig. 20

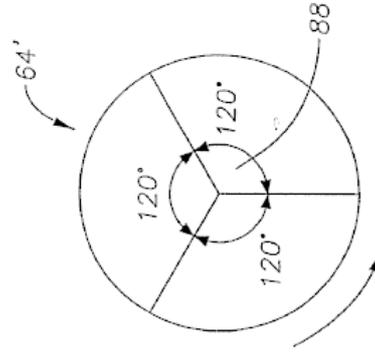


Fig. 22