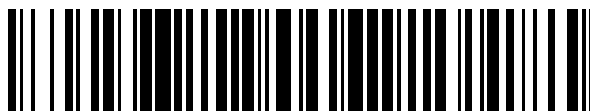


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 468**

51 Int. Cl.:
B21D 22/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03781956 .2**
- 96 Fecha de presentación: **14.11.2003**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1565282**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.08.2005**

54 Título: **Procedimiento y aparato de embutición con una longitud constante.**

30 Prioridad:
20.11.2002 US 300347

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.05.2012

73 Titular/es:
**HESS ENGINEERING, INC.
191 FIR ROAD
NILES, MI 49120, US**

72 Inventor/es:
MAYFIELD, David

74 Agente/Representante:
Martín Santos, Victoria Sofia

ES 2 380 468 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

Procedimiento y aparato de embutición con una longitud constante

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato para la embutición de un material con una configuración circunferencial, de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 15, respectivamente.

5 Es bien conocido en la técnica de la embutición disponer una máquina de embutición que incluya una pluralidad de mordazas de plato, las cuales sujetan de forma conjunta el material que va a ser embutido, como por ejemplo un miembro tubular. El miembro tubular es embutido en el plato y un rodillo es desplazado en sentido transversal respecto de la extensión longitudinal del material, de tal manera que el rodillo trabe el tubo. El rodillo es entonces desplazado dentro de un eje paralelo al eje longitudinal del miembro tubular. De esta manera, el material del miembro tubular puede ser formado adoptando diversas configuraciones, como por ejemplo una porción de cuello de diámetro reducido.

10 Los Resúmenes de Patente de la Publicación japonesa número JP 02 070327 A divulga la embutición de un material de tubo. Para impedir que el grosor del material de tubo se reduzca durante la conformación, se inserta una barra de núcleo dentro del material de tubo. El diámetro externo de la barra se ajusta para que sea aproximadamente igual al diámetro interno deseado del tubo completamente formado. El material de tubo es rotado alrededor de un eje central y, a continuación, un rodillo de embutición es situado en contacto con la superficie externa del material de tubo para conformar el material de tubo. El aparato, asimismo, incluye un obturador separado del rodillo por una distancia "L". Cuando el rodillo se desplaza a lo largo del material de tubo, el rodillo conforma el material de tubo para reducir el diámetro. El rodillo forma una longitud del material de tubo aproximadamente igual a la distancia "L" hasta que un obturador se sitúe en contacto con el extremo del material de tubo. Una vez que el obturador contacta con el material de tubo, el rodillo continúa desplazándose alrededor del material de tubo mientras que el obturador permanece en contacto con el material de tubo incrementando de esta forma la distancia que separa el rodillo y el obturador.

15 El Resumen de Patente de la publicación de Patente japonesa número JP 06 182471 A divulga un procedimiento para la conformación de una rueda de automóvil que utiliza un rodillo de embutición para comprimir una porción de un material de conformación dispuesto sobre un mandril. El rodillo de embutición deforma el material de conformación contra el mandril hasta que se alcanza una posición determinada. Una vez que el rodillo alcanza la posición deseada, el rodillo se desplaza en sentido transversal hacia el material de formación con el fin de conformar una aleta periférica externa en el material de conformación.

20 El documento DE 503 592 divulga un procedimiento de fabricación de platillos de inserto para centrifugadoras. Los platillos de inserto consisten en una placa cónica delgada con unas aletas más gruesas conectadas a aquella y que están hechos de chapa metálica. El procedimiento divulgado conlleva el desplazamiento de la chapa de metal lo que se traduce en un grosor reducido del material mediante la compresión de una rueda de laminación sobre una porción del material contra una matriz. El material adopta la forma de la superficie externa de la matriz durante este proceso de embutición. Tras la conclusión del proceso de embutición, el extremo del material presenta un grosor de mayor tamaño que el resto del material.

25 Por ejemplo, en la Patente estadounidense 6.536.315, se muestra un procedimiento de embutición de un material hasta hacer que adopte una configuración circunferencial que presente una longitud constante. El procedimiento comprende las etapas de disponer un material tubular que debe ser embutido; disponer un rodillo de maquinado y desplazarlo tangencialmente hacia el material; imprimir un movimiento rotacional relativo entre el rodillo y el material; y desplazar el rodillo a lo largo de un eje paralelo al eje longitudinal, embutiendo de esta manera el material adaptándolo a una configuración radialmente distinta.

30 Eficiente como es el procedimiento de embutición, una de las dificultades consiste en controlar la longitud de los bordes terminales del miembro tubular mientras se procede a la embutición así como la longitud global después de embutirlo. Cualquier discontinuidad en la longitud de los bordes terminales resulta exagerada, de tal manera que después de la embutición los bordes terminales del material embutido podrían adoptar una configuración tipo dentada con contornos incluso de forma sinuosa. Esta discontinuidad de los bordes terminales ha obligado hasta ahora a efectuar operaciones suplementarias para obtener un acabado de longitud constante. No solo constituye una desventaja la discontinuidad de los bordes terminales, sino que la operación suplementaria requiere casi con certeza la retirada del miembro tubular respecto de las mordazas del plato, perdiendo con ello cualquier alineación longitudinal con el utillaje.

35 Los objetivos de la invención se han conseguido proporcionando un procedimiento de embutición de un material a una configuración circunferencial que presenta una longitud constante, de acuerdo con la reivindicación 1.

40 En una forma de realización preferida, el resalto está dispuesto como un plano transversal, transversal respecto al eje longitudinal. El resalto puede estar dispuesto bajo la forma de un mandril. El mandril puede estar dispuesto en una dimensión a lo largo del eje longitudinal, presentando una primera porción terminal con un primer diámetro terminal constante que se extienda por debajo de los bordes terminales libres, y un segundo diámetro, separado de un primer diámetro terminal, y que presente un diámetro mayor que el primer diámetro que forma el resalto entre

ellos. El material puede disponerse con forma tubular. El material puede quedar sujeto mediante un plato, girando el plato alrededor de un eje longitudinal para embutir el material tubular. El rodillo de maquinado es desplazado en una dirección desde el plato hacia el mandril. Los bordes terminales libres son embutidos hasta un diámetro menor que el primer diámetro terminal, y el primer extremo del mandril es introducido de manera forzada en el extremo embutido tubular.

En otra forma de realización preferida, se dispone un miembro interno, perfilado para recibir en su interior el miembro tubular, en la que el miembro tubular es embutido para encapsular el miembro interno. De esta manera se forma un convertidor catalítico mediante las etapas adicionales de insertar al menos un sustrato monolítico dentro del miembro tubular, antes del proceso de embutición y separar el monolito de un extremo que debe ser embutido; situar un escudo térmico con forma de embudo dentro del miembro tubular, con una sección de diámetro reducido dirigida hacia fuera, y con una sección de diámetro aumentado adyacente al sustrato; y embutir el extremo tubular para adaptarlo genéricamente a la forma del escudo térmico con forma de embudo.

El mandril puede proporcionarse con una porción de forma troncocónica, que se extienda de forma continua desde el segundo diámetro. El segundo diámetro es menor que un diámetro del miembro tubular, y la porción de forma troncocónica presenta un diámetro terminal mayor que un diámetro del miembro tubular. El mandril, antes de la etapa de embutición es situado con la porción de forma troncocónica en contacto de apoyo con el miembro tubular, y el miembro tubular es embutido mediante el desplazamiento del rodillo de maquinado en una dirección desde el mandril hacia el plato, aplastando de esta forma el miembro tubular contra el miembro de forma troncocónica. El mandril es a continuación gradualmente retrasado, y el material es embutido de manera continua hasta adoptar una porción diametral aún más reducida.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato para embutir una pieza de trabajo de material hasta adoptar una configuración circunferencial que presenta una longitud constante con las características de la reivindicación 15.

El mandril puede, asimismo, comprender una porción troncocónica que se extienda a partir del primer extremo del mandril, cuyo tamaño aumente al separarse del primer extremo del mandril, por medio de lo cual, un extremo de la porción troncocónica forma el resalto. La porción troncocónica puede ser amovible en sentido longitudinal con respecto al primer extremo del mandril. El primer extremo del mandril puede presentar un mecanismo de retención para retener un artículo que debe ser insertado dentro de la pieza de trabajo del material. El mecanismo de retención puede estar compuesto por unos miembros desplazables de forma telescópica, conectados por sus extremos frontales en forma de eslabón articulado, de manera que los miembros presenten una primera posición en la que los eslabones articulados forman el miembro de retención y presenten una dimensión radial mayor que el primer extremo del mandril, y una segunda posición en la que los eslabones articulados presenten una dimensión radial igual o inferior al primer extremo del mandril.

Las Figuras 1A a 1F muestran de manera esquemática un proceso de embutición que incluye la provisión de un mandril para formar el extremo embutido con una extensión longitudinal constante;

Las Figuras 2A a 2F muestran un aparato y unas etapas del proceso esencialmente de acuerdo con el proceso mostrado en las Figuras 1A a 1F;

Las Figuras 3A a 3I muestran una forma de realización adicional del aparato y de las etapas del proceso asociado;

Las Figuras 4A a 4G muestran otra forma de realización adicional del aparato y de las etapas del proceso asociadas;

Las Figuras 5 a 7 muestran una forma de realización alternativa de un mandril;

Las Figuras 8A a 8F muestran el aparato y las etapas del proceso que incorporan el mandril de las Figuras 5 a 7; y

Las Figuras 9 a 20 muestran diversos bordes terminales que pueden ser creados con el procedimiento y el aparato divulgados.

Con referencia, en primer término, a las Figuras 1A a 1F, se describirá de forma esquemática el proceso de control de la longitud. Debe entenderse que en cada una de las Figuras 1A a 1F, la línea de puntos es la línea central longitudinal, mostrándose solo la mitad del miembro tubular.

Con referencia, en primer término, a la Figura 1A, en ella se muestra un miembro tubular tal como 10, que estaría sujeto en una máquina de embutición, tal y como se describe en lo sucesivo, y se embute alrededor de un eje longitudinal 12. Un rodillo, tal como 14, puede ser desplazado en sentido transversal respecto del eje longitudinal 12, así como a lo largo de cualquier otro eje longitudinal, que sea paralelo al eje 12. Tal y como se muestra en la Figura 1B, el rodillo 14, cuando se desplaza en sentido transversal y lateral, desplaza y forma el miembro tubular 10 para que tenga una porción redondeada 10A. Tal y como se muestra en la Figura 1C, un mandril se muestra con la referencia numeral 16 que presenta un primer extremo 18 con un diámetro constante. Un resalto se forma en 20, tal y como se describirá. Con respecto todavía a la Figura 1C, de acuerdo con lo descrito con anterioridad, cuando el

miembro tubular 10 es embutido, se forma un borde terminal dentado o discontinuo y se muestra indicado en 22 en la Figura 1C.

- 5 Tal y como se muestra en la Figura 1D, el mandril 16 se muestra con un primer extremo 18 que se extiende dentro del miembro tubular, con el resalto 20 situado en posición adyacente al borde dentado 22. Como se muestra en la línea de puntos en la Figura 1D, el rodillo continúa trabajando el contorno del miembro tubular 10 hasta adoptar la forma deseada. Tal y como se muestra en la Figura 1E, una vez que el miembro tubular está cerca de su configuración final, el rodillo 14 puede continuar en este momento para desplazarse de izquierda a derecha según se observa en la Figura 1E mediante la compresión del material intermedio del rodillo 14 y del primer extremo 18 del mandril. La presión y la captura entre el mandril 18, provoca la embutición por fluencia del material, de tal manera que el material se pandea o resulta embutido como una onda, tal y como se muestra en la Figura 1E, como 24. Esto provoca un alargamiento del material, de manera que la fluencia del material se forma hasta que contacta con el resalto 20, como se muestra en la posición final 1F, con lo cual el material es embutido por fluencia hasta adoptar la forma de un resalto constante, proporcionando de esta manera una terminación y una longitud de grosor constante al material y al miembro tubular 10.
- 10
- 15 De modo ventajoso, el mandril 16 y el mecanismo para retener y embutir el material pueden disponerse en el mismo aparato, por consiguiente, la alineación longitudinal entre los dos está correlacionada, de tal manera que la extensión longitudinal del dispositivo final puede ser fijada en un aparato.

- Con respecto ahora a la Figura 2A, en ella se muestra un aparato en 50 y está, en términos generales, compuesto por un plato de embutición en 52, un mecanismo de rodillo 54, y una porción de mandril en 56. Debe entenderse que el mandril 56 forma la herramienta de longitud controlada, que está fijada al eje primario de la pieza en tocos terminal de la máquina de embutición. Tal y como se muestra en la Figura 2A, el plato de embutición 52 está, en términos generales, compuesto por una pluralidad de mordazas de plato, como la 58, las cuales pueden ser desplazadas radialmente hacia dentro y hacia fuera para retener el miembro tubular 10 en su interior. Tal y como se muestra en la Figura 2B, el mandril 56 está compuesto por una primera porción terminal 60 que tiene un diámetro d_1 y una sección entrante indicada con la referencia numeral 62. La primera porción terminal 60 presenta un diámetro constante que se extiende hacia atrás sobre una sección de resalto en 64.
- 20
- 25

- Con el aparato tal y como se describe en las Figuras 2A y 2B, el proceso se describirá con respecto a las figuras 2C a 2F. Tal y como se muestra, en primer término, en la Figura 2C, el rodillo 54 puede ser desplazado en dirección transversal hacia el miembro tubular 10, de manera que se forme una sección ahusada 10a en el miembro tubular 10. EL mandril 56 puede ahora ser desplazado hacia el miembro tubular 10 hasta la posición mostrada en la Figura 2C, donde el primer extremo 60 del mandril 56 está situado dentro de la sección ahusada 10a del miembro tubular 10. Tal y como se muestra en la Figura 2C, el extremo del tubo o tramo terminal 10b es sustancialmente paralelo con el primer extremo 60 del mandril 56 y es soportado por el primer extremo del mandril. Tal y como se muestra en la Figura 2D, el rodillo 54 se proyecta ahora por dentro del miembro tubular 10, para crear una sección de transición 10c y provocando un ensanchamiento o alargamiento del área del tramo terminal 10b. Tal y como se muestra en las Figuras 2D y 2E, como el rodillo continúa embutiendo el tramo terminal 10b, desde la posición mostrada en la Figura 2D hasta la posición mostrada en la Figura 2E, el flujo de embutición forma el material del tramo terminal 10b adoptando la forma del resalto 64 (Figura 2B), como se muestra de forma óptima en la Figura 2E. Si es necesario, el rodillo 56 puede ser desplazado en sentido opuesto al mostrado, para suavizar las secciones de transición 10a y 10c, tal y como se muestra en la Figura 2F para conformar una sección de transición modificada 10d. Tal y como se indicó con anterioridad, cuando el plato 52 y el mandril 56 son incorporados en el mismo aparato de embutición, la alineación longitudinal entre el plato 52 y el mandril 56 puede ser supervisada y mantenida en alineación, de manera que pueda ser controlada la longitud del tubo 10.
- 30
- 35
- 40

- Con referencia ahora a las Figuras 3A y 3B, en ellas se muestra un mandril alternativo en 156 que presenta un primer extremo en 160, con una porción terminal ahusada en 162. Una sección troncocónica 166 está situada en posición trasera respecto del primer extremo 160, de tal manera que un extremo frontal de la porción troncocónica 166 forma un resalto 164. La porción troncocónica 166 forma así mismo una superficie cónica 168, que presenta un primer diámetro o porción radial en 170 y un segundo diámetro de tamaño o porción radial aumentados en 172. En la forma de realización mostrada en la Figura 3B, la porción radial 172 es ligeramente más pequeña que el diámetro del miembro tubular 10. El mandril 156 es desplazado hacia el miembro tubular 10, de manera que la superficie cónica 168 queda situada dentro de un extremo del miembro tubular 10. El rodillo 54 es ahora desplazado hacia el miembro tubular 10 y es desplazado en dirección hacia dentro y hacia el plato 52, tal y como se muestra en la Figura 3C, de tal manera que una porción 10c del tubo es comprimida contra y se adapta a, la superficie cónica 168. Esto, asimismo, forma otra sección de diámetro reducido en 10d integrada con el resto del miembro tubular 10.
- 45
- 50

- Con respecto ahora a las Figuras 3D y 3E, el rodillo 54 efectúa ahora unas pasadas profundas, primero de derecha a izquierda como en la Figura 3D, para definir la sección de transición 10e y, a continuación, de izquierda a derecha, tal y como se muestra en la Figura 3E, para definir una configuración casi completa de la sección de transición indicada con la referencia numeral 10f. Cuando está en la posición de la Figura 3G, el mandril 156 es desplazado hacia la derecha, hasta la posición mostrada en la Figura 3F y se forma una sección de transición 10g junto con el tramo terminal 10h, que se sitúa en posición adyacente a la posición del mandril 160. Cuando está en esta posición, el rodillo puede a continuación desplazarse en la dirección opuesta, esto es, de izquierda a derecha vista en la
- 55
- 60

Figura 3G y embutir por fluencia el material del tramo terminal 10h para obtener el resalto 164, tal y como se muestra en la Figura 3H. Cualquier cambio de transición adicional puede también formarse también, como la etapa del proceso de acuerdo con la Figura 3I que forma la sección de transición 10i. De modo ventajoso, el proceso de acuerdo con las Figuras 3A a 3I provoca una menor distorsión de los bordes terminales, debido al desplazamiento del rodillo 54 de derecha a izquierda en la etapa del proceso de acuerdo con la Figura 3B y, por consiguiente, reduce el tiempo global del proceso de producción del miembro tubular desde la configuración de la Figura 3A a la configuración de la Figura 3C.

Con referencia ahora a la Figura 4A, otro miembro tubular puede ser montado, de forma que un miembro tubular interno 200 pueda ser situado en posición coaxial con un miembro tubular 110 y sujeto en posición en un extremo mediante una placa deflectora, como la 202. Tal y como se muestra en las Figuras 4B y 4C, el rodillo 54 puede ser desplazado hacia dentro y en sentido transversal respecto del tubo 110, para conformar el extremo del miembro tubular 110 hasta adoptar una sección de diámetro reducido 110b, y que presenta una sección de tramo terminal 110c, la cual se adapta al diámetro del miembro tubular 200. Tal y como se muestra de forma óptima en la Figura 4G, el resalto frontal 64 está recortado en 66, como se describirá en la presente memoria. Cuando el tubo 110 y el tubo interno 200 estén en la posición mostrada en la Figura 4C, el mandril 56 puede ser desplazado hacia la izquierda tal y como se muestra en la Figura 4D de manera que la primera porción terminal 60 del mandril 56 quede situada dentro del miembro tubular interno 200, con el miembro tubular interno 200 acoplado dentro de la sección recortada 66. El mandril puede, asimismo, ayudar a definir, en esta forma de realización, la posición longitudinal del tubo interno 200. El tubo 200 está situado dentro del deflector 202 en un ajuste de interferencia. El extremo del mandril 60 es también insertable dentro del extremo del tubo 200 en un ajuste de interferencia; pero la fuerza para insertar el mandril 56 en el tubo interno 200 es menor que la fuerza necesaria para desplazar el tubo interno en sentido longitudinal dentro del deflector 200. El mandril 56 está, asimismo, diseñado para proporcionar la fuerza suficiente para superar el ajuste de interferencia entre el tubo interno y el deflector 202 y, de esta manera, el mandril y la pieza en toco terminal son capaces de situar longitudinalmente el tubo interno 200 de forma adecuada dentro del deflector 202. Tal y como se muestra en la Figura 4C, el tubo interno 200 se extiende más allá del deflector 202 por una distancia x_1 , mientras que cuando está en la posición de la Figura 4D, el tubo 200 ha sido empujado a través del deflector 202 en el mandril, de manera que ahora se extiende a su través mediante en una longitud de x_2 .

Con el mandril 56 tal y como se muestra en la Figura 4D, el rodillo 54 es forzado hasta adoptar la sección de diámetro reducido 110b para crear la sección de transición 110d. El extremo 110c puede entonces ser embutido por fluencia tal y como se describió con anterioridad, a partir de la posición mostrada en la Figura 4D hasta una posición mostrada en la Figura 4E, de tal manera que los bordes terminales de la sección 110c se apoyen en el resalto 64. Debido al recorte 66, el tubo interno 66 sobresale algo desde el extremo del final 110c del tubo. El tubo 110 puede a continuación ser acabado mediante pasadas sucesivas del rodillo 54 para conformar el perfil de transición terminal 110e, tal y como se muestra en la Figura 4F. Asimismo, debido a los extremos desiguales del tubo interno 200 y del extremo 100c, los dos extremos pueden ser fácilmente soldados entre sí, para conformar el producto acabado.

Con respecto ahora a las Figuras 5 a 7, un mandril adicional se muestra en 256, compuesta, en términos generales, por una sección troncocónica 258 y una sección terminal de mandril 260, donde la sección terminal de mandril 260 y la sección troncocónica 258 pueden ser desplazadas en sentido longitudinal entre sí. La sección troncocónica 258 incluye una sección terminal frontal 264 que forma un resalto, una sección inclinada 266, que se extiende desde una sección radial indicada con la referencia numeral 268 hasta una dimensión radial en 270. La sección troncocónica 258 incluye así mismo un taladro interno en 272 para recibir la porción terminal frontal amovible indicada con la referencia numeral 260, tal y como se describió en la presente memoria.

Con respecto todavía a la Figura 5, la sección terminal de mandril 260 está compuesta por un miembro de clavija amovible central 280 compuesto por un vástago central 282 que presenta una sección de cabeza frontal 284, y un miembro externo 286. El miembro externo 286 incluye una primera sección diametral en 290 que presenta un resalto en 292 y una segunda porción diametral en 294. El miembro externo 286 incluye asimismo un taladro interno en 296 para recibir la sección de clavija 282 en su interior. Tal y como se muestra, la porción de clavija 280 y el miembro exterior 286 están unidos entre sí por medio de unos eslabones articulados 288 y 299. Tal y como se muestra en la Figura 6, la sección troncocónica 258 y la sección terminal del mandril 260 pueden ser desplazadas longitudinalmente en una posición en la que la porción diametral 294 (Figura 5) esté situada dentro del taladro 272. Debe destacarse que, en esta posición, los resaltos 264 y 292 están longitudinalmente alineados; sin embargo, el mandril puede ser diseñado para conformar una sección recortada similar a la descrita con anterioridad en relación con el recorte 66.

Finalmente, tal y como se muestra en la Figura 7, la porción de clavija central 280 puede ser desplazada longitudinalmente sobre la porción terminal del mandril 260 hasta una posición en la que el perfil externo de los eslabones articulados sea igual o menor que el perfil definido por la porción de diámetro 290. La sección 286 incluye una base interna en 274 que forma un resalto interno. El miembro de clavija 282 está, asimismo, roscado en uno de sus extremos para recibir unas tuercas de bloqueo 275, que atrapan un muelle de compresión 276 entre ellas. Este muelle carga el miembro de clavija 280 en la posición normalmente cerrada de la Figura 5. El eslabón 277 está enclavijado al miembro 286 y oscila entre un extremo del miembro de clavija 282, y una superficie terminal 278 del miembro troncocónico. De esta manera, cuando el miembro troncocónico 258 se retrae hasta la posición mostrada

en la Figura 7, el miembro de clavija 282 es empujado hacia fuera del miembro 286, haciendo bajar con ello los eslabones articulados 298, 299.

5 Con respecto ahora a las Figuras 8A a 8F, un convertidor catalítico 300 puede ser montado con el empleo del mandril 256 de las Figuras 5 a 7, el cual incluye un tubo externo 310, unos sustratos monolíticos 312, y unos escudos térmicos 314. Tal y como se muestra en la Figura 8A, el tubo 310 puede quedar sujeto en posición por el plato 50, con los monolitos 312 situados dentro del tubo 310. Como se muestra de forma óptima en la Figura 8B, el escudo térmico 314 está sujeto en posición sobre el mandril 256, donde una brida anular 316 del escudo térmico 314 está situada sobre la porción de diámetro 290 (Figura 5) y se apoya en el resalto 292. Con la porción de clavija central 280 retraída, los eslabones articulados 298 y 299 retienen la sección con forma de embudo 318, tal y como se muestra en la Figura 8B. El mandril 256 está integrado con el miembro de pieza en tocos terminal 400 (Figura 8A), el cual puede ser desplazado sobre una superficie superior 402 de la platina 404.

15 De esta manera, para situar el escudo térmico 314 dentro del miembro de tubo 310, el miembro de pieza en tocos terminal 400 es desplazado hacia la izquierda tal y como se muestra en la Figura 8B, para situar el miembro de escudo térmico 314 contra el sustrato monolítico externo 312, tal y como se muestra en la Figura 8C. Con el escudo térmico situado en su interior, tal y como se muestra, el proceso de embutición puede empezar para obtener una sección de diámetro reducido 310a y el tramo terminal 310b. El mandril puede ahora ser situado en la configuración anteriormente descrita con relación a la Figura 6 para situar el resalto 264 coalineado con el extremo de la brida anular 316 del escudo térmico. El rodillo 54 forma en primer término la porción de transición 310c, tal y como se muestra en la Figura 8D. La embutición por fluencia del miembro tubular 310b se lleva ahora a cabo tal y como se muestra en la Figura 8D, de tal manera que la longitud de la porción anular 310b es la longitud idéntica a la brida anular 316 del escudo térmico 318 y forma un apoyo en ángulo recto con aquella. El rodillo 54 se desplaza y conforma por fluencia un material de la sección 310b desde la posición de la Figura 8D hasta la posición de la Figura 8E. El rodillo es a continuación desplazado hacia el plato, tal y como se muestra en la Figura 8F, para conformar una sección de transición homogénea 310d. Tal y como se indicó con anterioridad, la cara terminal 264 puede superponerse sobre el resalto 292 para crear un recorte similar al 66 descrito con anterioridad, de tal manera que el producto acabado tenga una brida anular 316 que sobresalga ligeramente más allá del extremo acabado 310b. Esto permite una soldadura más fácil de los dos extremos.

30 Con respecto ahora a las Figuras 9 a 20, pueden ser creados diversos bordes terminales mediante el procedimiento y el aparato divulgados, por medio de lo cual cualquiera de los resaltos 20, 64, 164 o 264 puede incluir la configuración para definir los bordes terminales. Con respecto, en primer término, a las Figuras 9 y 10, uno de los resaltos podría incluir un perfil para definir unas porciones en realce interdigitadas, como la 400, del tal manera que las porciones en resalto incluirían unas porciones de contrapartida para definir los bordes rebajados, por ejemplo en 402. De modo similar, los resaltos del mandril podrían incluir una muesca rebajada para definir una punta, como la 410, tal y como se muestra en las Figuras 11 y 12. Tal y como se muestra en las Figuras 13 y 14, los resaltos de mandril podrían incluir un perfil para definir unas porciones almenadas 420. También con respecto a las Figuras 15 y 16, los resaltos de mandril podrían incluir unos rebajos y unas protuberancias para definir unas protuberancias 430 y unos rebajos 432 de contrapartida. Tal y como se muestra en las Figuras 17 y 18, el resalto, podría, asimismo, incluir una textura en realce 440 para definir la textura 440 rebajada en el interior de la cara terminal del producto de trabajo terminado.

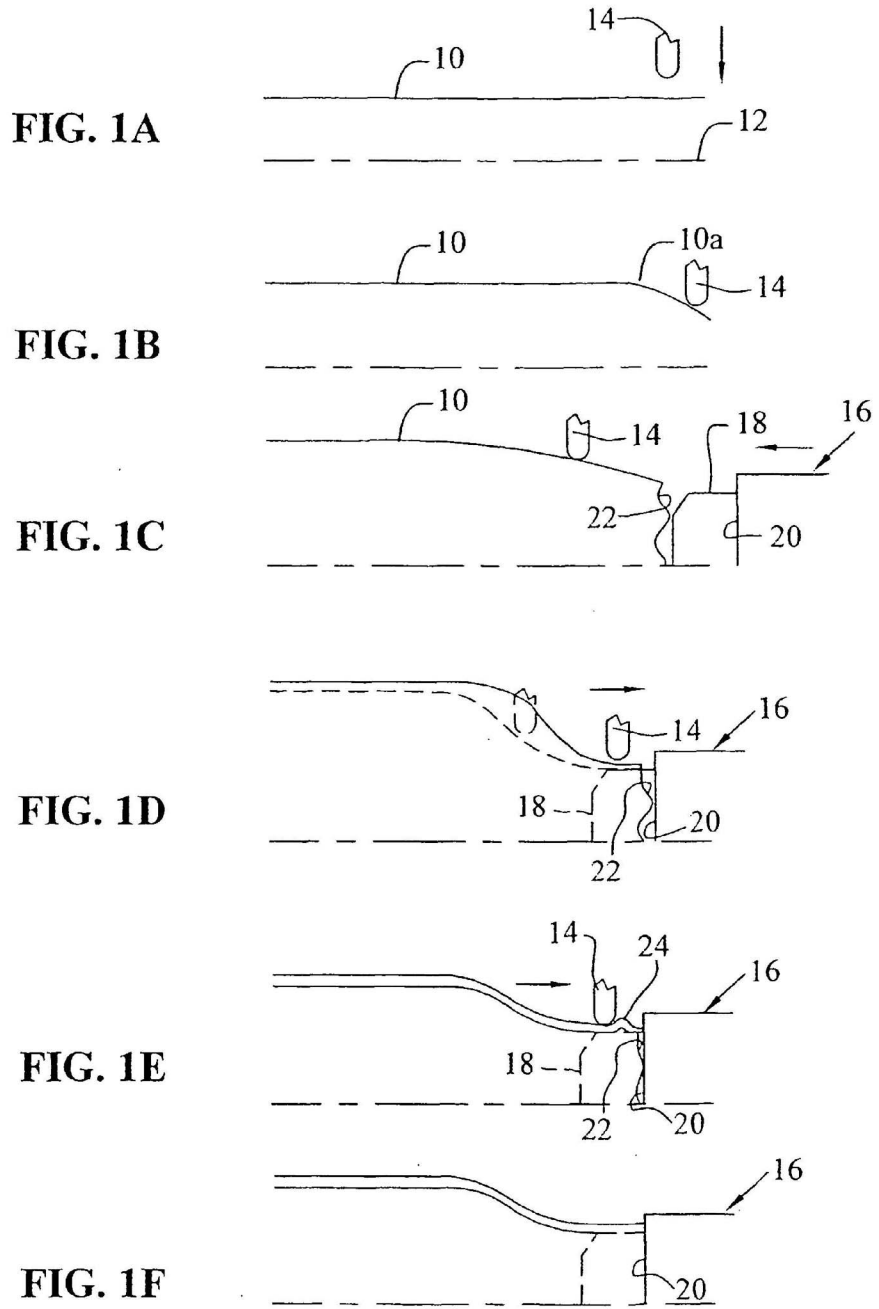
40 Con respecto ahora a las Figuras 19 y 20, en ellas se muestra un mandril alternativo 356 que presenta una sección terminal delantera 358 y un resalto orientado hacia delante 360. En posición intermedia respecto de las secciones 358 y 360, están definidas unas secciones contrapartida roscadas 362 para definir la sección roscada 450.

45 Como debe apreciarse, una vez que se ha completado el proceso de embutición, hasta adoptar la configuración de la Figura 8F, la porción de clavija central 280 del mandril es desplazada hasta adoptar la configuración de la Figura 7, de tal manera que los eslabones articulados se aplasten y la entera porción de mandril, incluyendo la porción externa 260 y la porción de clavija central 280, pueda ser retraída invirtiendo la pieza en tocos terminal 400, lo cual hace que el mandril se deslice fuera del extremo completado. El convertidor catalítico parcialmente completado 310, puede ahora ser invertido, con el extremo completado situado dentro de los platos, y otro escudo térmico puede ser situado en el extremo no terminado del convertidor catalítico 310, tal y como se acaba de describir.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de embutición de un material hasta adoptar una configuración circunferencial que presenta una longitud constante, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
 - proveer el material (10) que va a ser embutido ;
- 5 2. proveer un rodillo de maquinado (14, 54) y desplazarlo tangencialmente hacia dicho material;
 - imprimir un movimiento rotacional relativo entre dicho rodillo y dicho material; y
 - desplazar dicho rodillo a lo largo de un eje paralelo a dicho eje longitudinal (12), embutiendo esta manera dicho material hasta que adopte una configuración radialmente distinta; caracterizado por las etapas de:
 - proveer un resalto (20) con una definición predefinida, y
- 10 3. desplazar dicho rodillo de maquinado hacia dicho resalto, embutiendo por fluencia de este modo dicho material hacia y por dentro de dicho resalto (20) de tal manera que los bordes terminales libres (22) de dicho material penetren dentro y se apoyen en dicho resalto (20) de manera forzada para conformar dichos bordes laterales a dicha definición predefinida.
- 15 4. El procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado porque dicho resalto se proporciona como un plano transversal, que es transversal a dicho eje longitudinal.
5. El procedimiento de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque dicho resalto se proporciona en forma de un mandril (16).
- 20 6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dicho mandril está dispuesto en una dimensión, en términos generales, a lo largo de dicho eje longitudinal, que presenta una primera porción terminal (18) con un primer diámetro terminal constante para que se extienda por debajo de dichos bordes terminales libres, y un segundo diámetro separado de dicho primer diámetro, y que presenta un diámetro mayor de dicho primer diámetro terminal que forma dicho resalto entre ellos.
7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque dicho material está se proporciona en una configuración tubular.
- 25 8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque dicho material está sujeto por un plato (52), y dicho plato gira alrededor de dicho eje longitudinal para embutir dicho material tubular.
9. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque dicho rodillo de maquinado es desplazado en una dirección desde dicho plato hasta dicho mandril.
- 30 10. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque dichos bordes terminales libres son embutidos hasta adoptar un diámetro inferior a dicho diámetro terminal, y dicho extremo de dicho mandril es introducido en dicho extremo embutido tubular de manera forzada.
11. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, también caracterizado por la etapa de proveer un miembro interno (200, 314), perfilado para recibir en su interior dicho miembro tubular, caracterizado porque dicho miembro tubular es embutido para encapsular dicho miembro interno.
- 35 12. El procedimiento de la reivindicación 9, caracterizado porque un convertidor catalítico se forma mediante las etapas adicionales de:
 - insertar al menos un sustrato monolítico (312) dentro de dicho miembro tubular, antes de dicho proceso de embutición, y separar dicho monolito de un extremo que debe ser embutido ;
 - situar un escudo térmico (314) con forma de embudo dentro de dicho miembro tubular, con una sección de diámetro reducido dirigida hacia fuera, y con una sección de diámetro aumentado adyacente a dicho sustrato; y
 - embutir dicho extremo tubular (310a) para que se adapte, en términos generales, a la forma de dicho escudo térmico con forma de embudo.
- 40 13.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque dicho mandril está provisto de una porción de forma troncocónica (166, 258), que se extiende de forma continua desde dicha primera porción terminal.
- 45 14. El procedimiento de la reivindicación 11, caracterizado porque dicho segundo diámetro es inferior a un diámetro de dicho miembro tubular, y dicha porción de forma troncocónica presenta un diámetro terminal mayor que dicho miembro tubular.

- 5 13. El procedimiento de la reivindicación 12, caracterizado porque dicho mandril, antes de dicha etapa de embutición, es situado con dicha porción de forma troncocónica en contacto de apoyo con dicho miembro tubular, y dicho miembro tubular es embutido mediante el desplazamiento de dicho rodillo de maquinado en una dirección desde dicho mandril hacia dicho plato, aplastando con ello dicho miembro tubular contra dicho miembro de forma troncocónica.
14. El procedimiento de la reivindicación 13, que comprende asimismo las etapas de retirar gradualmente el mandril y embutir de manera continua el material hasta conseguir una porción de diámetro aún más reducida.
15. Un aparato de embutición para embutir una pieza de trabajo de material hasta conferirle una configuración circunferencial que presenta una longitud constante, comprendiendo el aparato de embutición:
- 10 un plato de embutición (52) que presenta unas mordazas (58) para sujetar una pieza de trabajo de material que va a ser embutido; y
- 15 un mandril (56) que presenta un primer extremo que presenta un diámetro constante, el cual termina en un resalto (20), pudiendo el mandril ser desplazado en sentido longitudinal dentro de un extremo abierto de la pieza de trabajo, y un rodillo de embutición (14, 54), caracterizado porque dicho rodillo de embutición (14, 54), en funcionamiento, se desplaza hacia dicho resalto (20) para conformar por fluencia un extremo de la pieza de trabajo de material dentro de dicho resalto para que un borde de la pieza de trabajo de material penetre y contacte con dicho resalto (20) de manera forzada.
- 20 16. El aparato de embutición de la reivindicación 15, caracterizado porque dicho mandril comprende asimismo una porción troncocónica (166, 258) que se extiende desde dicho primer extremo de mandril, ampliándose dicha porción troncocónica al alejarse de dicho primer extremo del mandril, por medio de lo cual dicho extremo de dicha porción troncocónica forma dicho resalto.
17. El aparato de embutición de acuerdo con lo definido en las reivindicaciones 15 o 16, caracterizado porque dicha porción troncocónica puede ser desplazada longitudinalmente con respecto a dicho primer extremo del mandril.
- 25 18. El aparato de embutición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizado porque dicho primer extremo del mandril presenta un mecanismo de retención (260) para retener un artículo que debe ser insertado dentro de dicha pieza de trabajo de material.
- 30 19. El aparato de embutición de la reivindicación 18, caracterizado porque dicho mecanismo de retención está compuesto por unos miembros amovibles de manera telescópica (280, 286), conectados por sus extremos frontales por medio de un eslabón acodillado (298, 299), de forma que los miembros presentan una primera posición caracterizado porque los eslabones articulados forman el miembro de retención y presentan una dimensión radial mayor que el primer extremo de mandril, y una segunda posición en la que los eslabones articulados presentan una dimensión radial igual o menor que el primer extremo del mandril.
- 35 20. El aparato de embutición de acuerdo con las reivindicaciones 15 a 19, también caracterizado porque el resalto (20) está provisto de una definición predefinida (400, 402; 410; 420, 430, 432; 440; o 450).



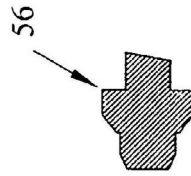
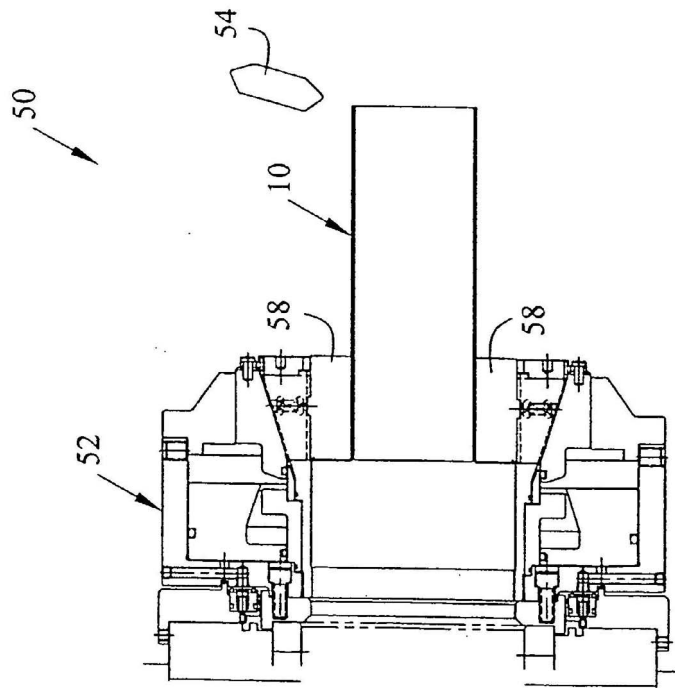
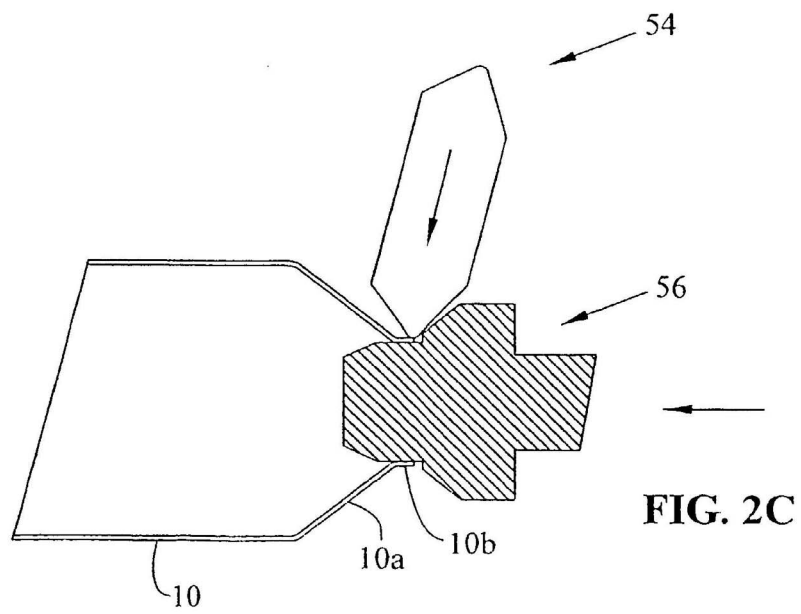
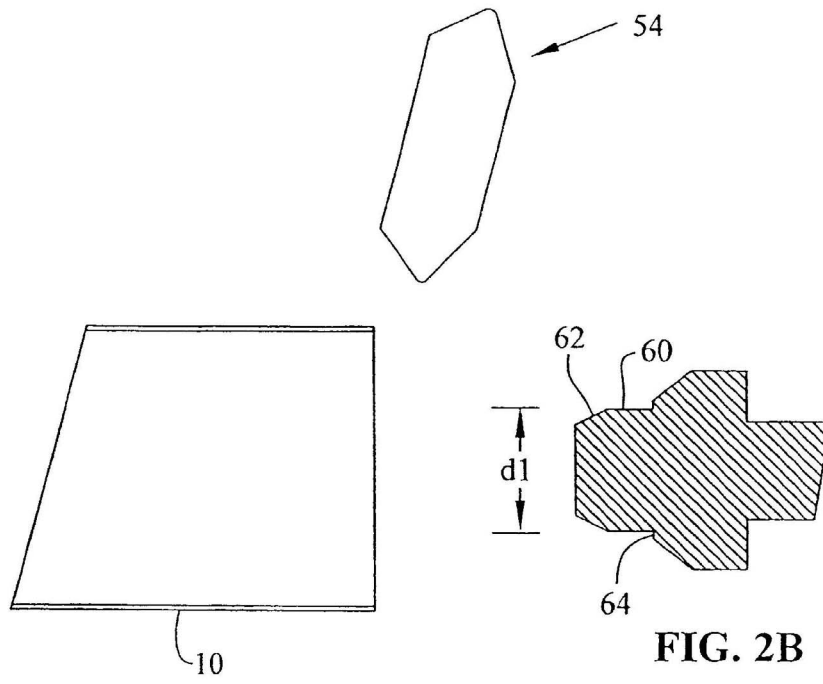
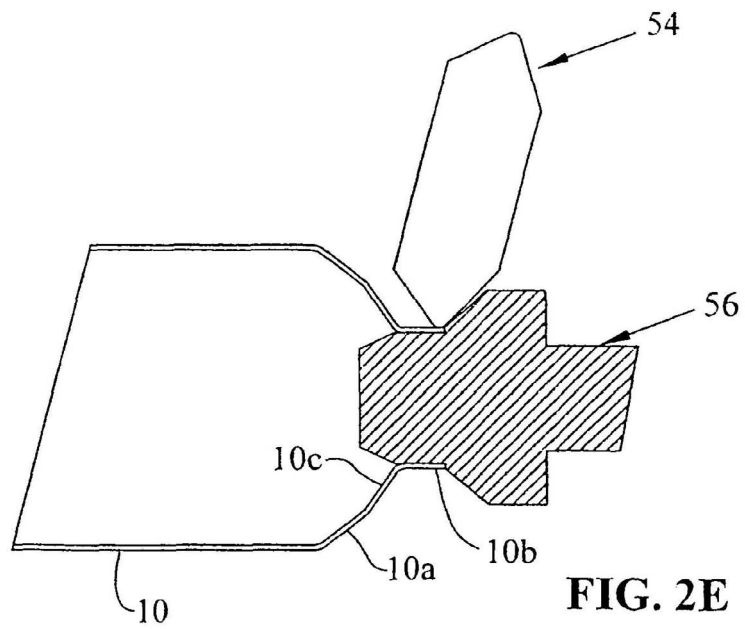
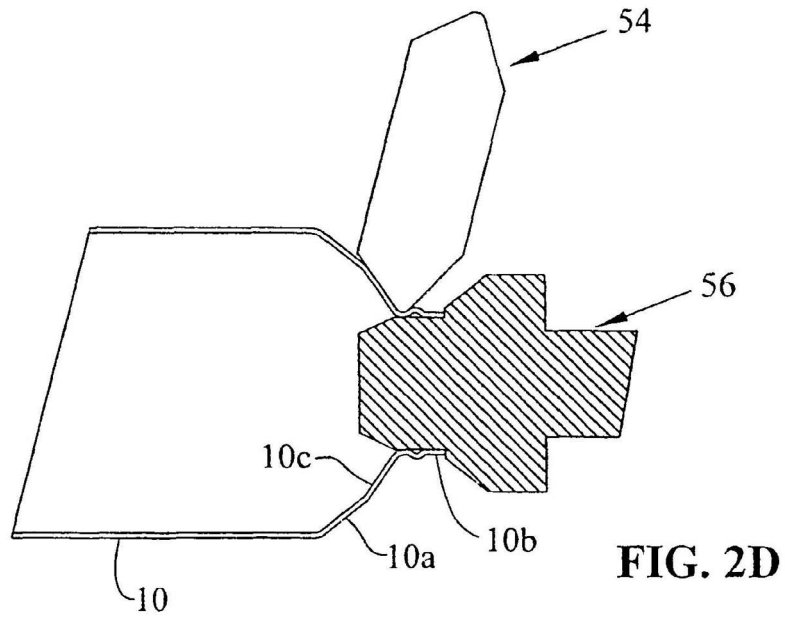


FIG. 2A





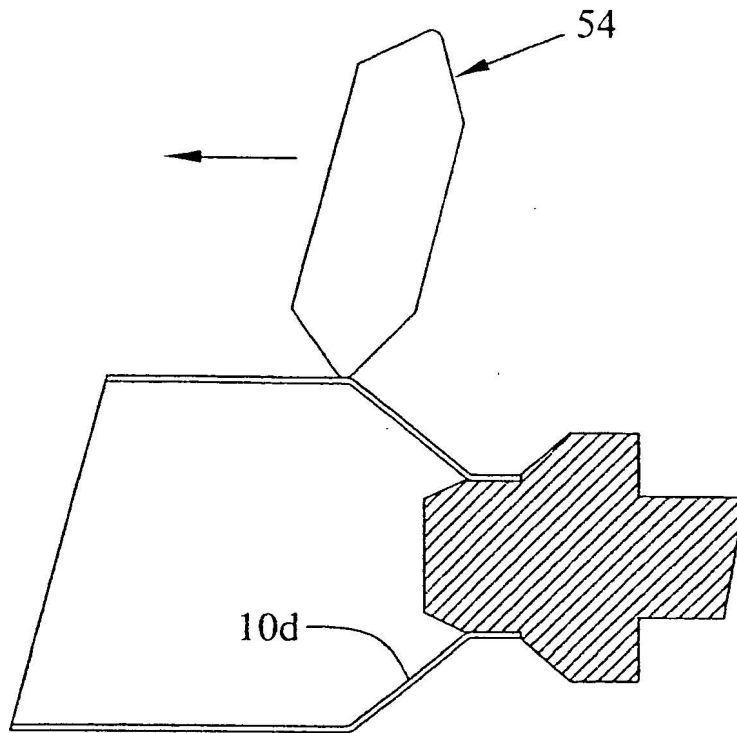


FIG. 2F

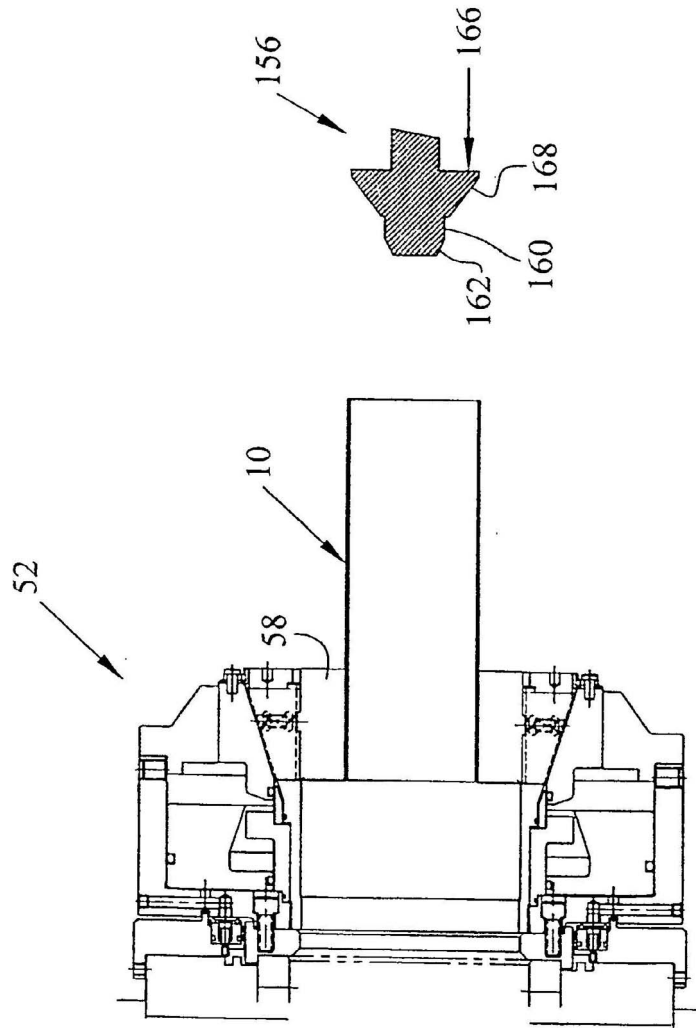


FIG. 3A

FIG. 3B

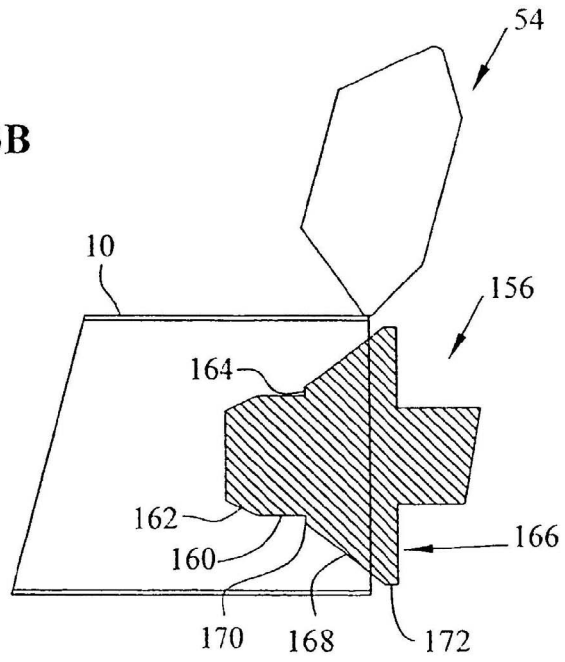
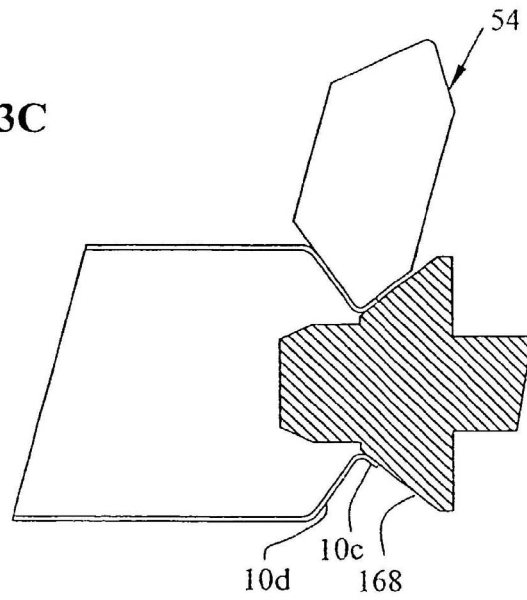
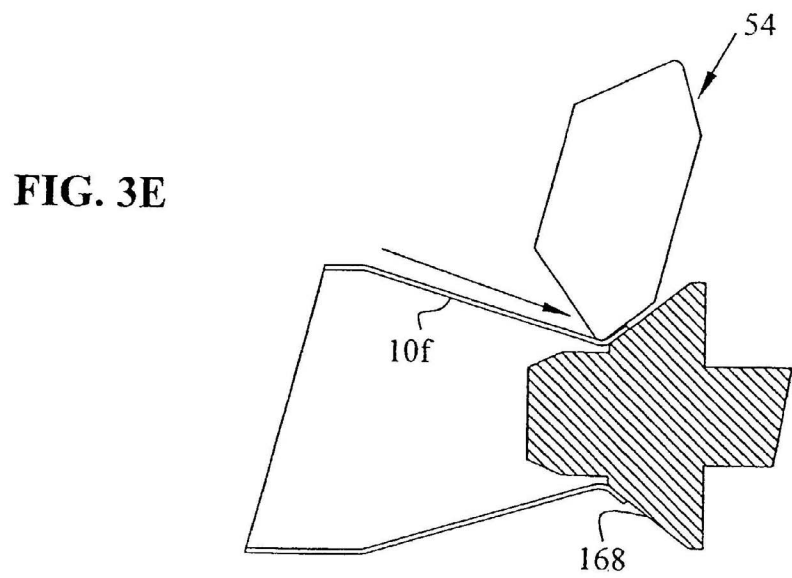
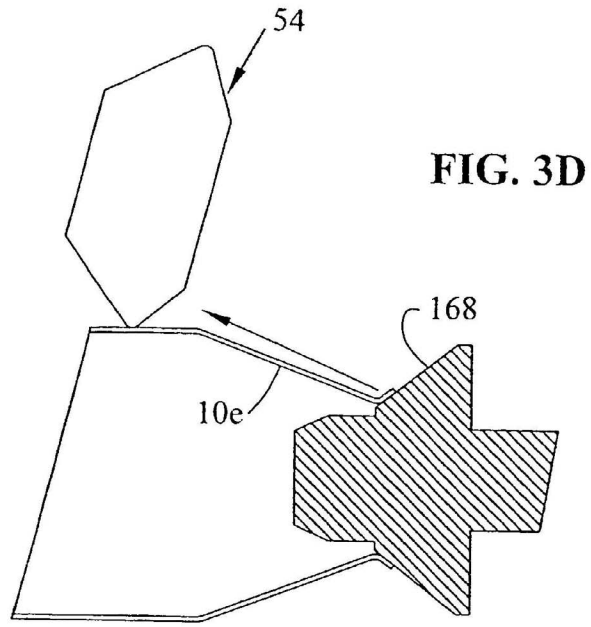


FIG. 3C





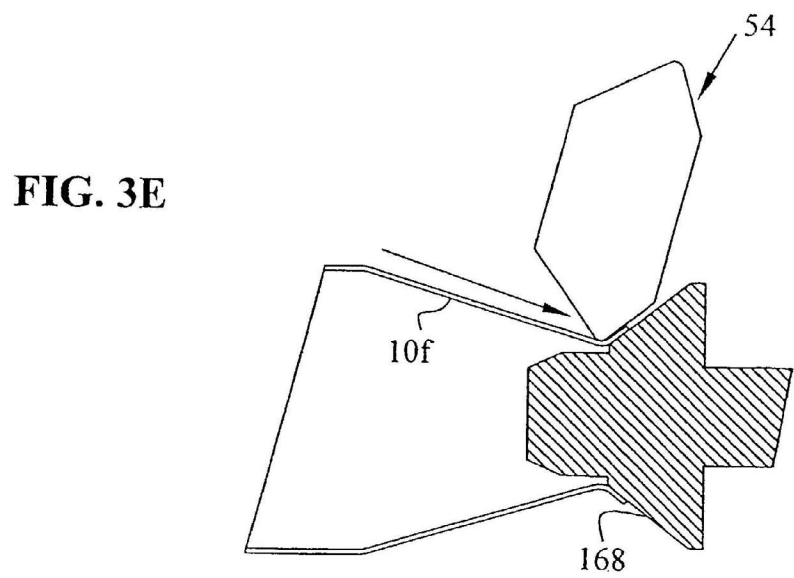
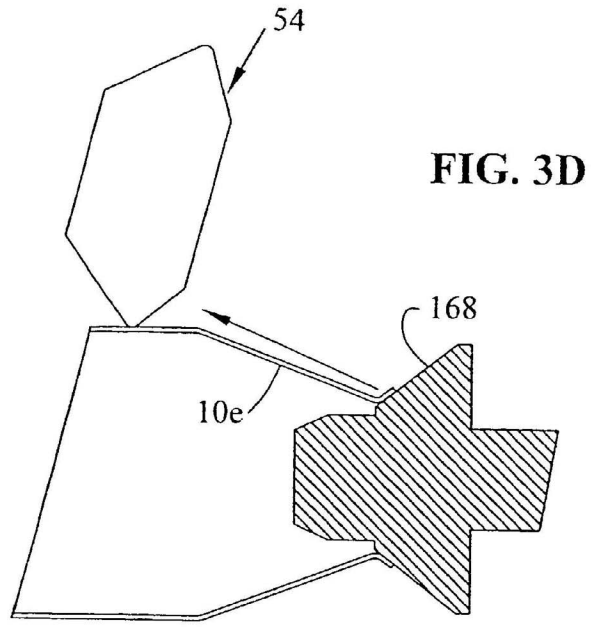


FIG. 3F

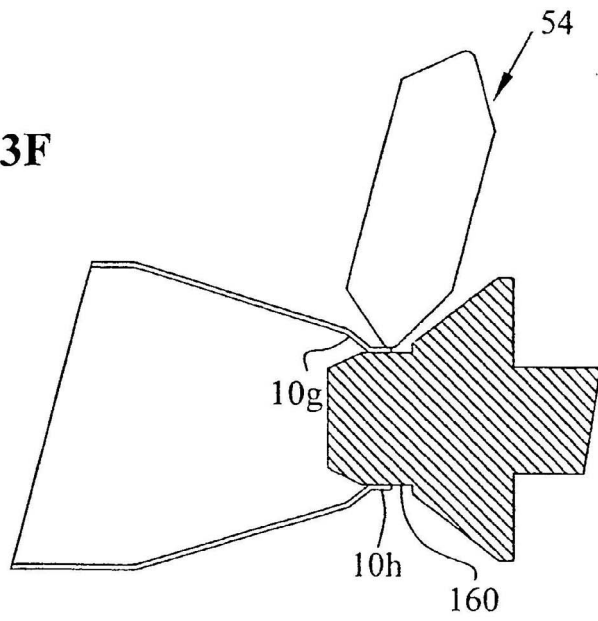


FIG. 3G

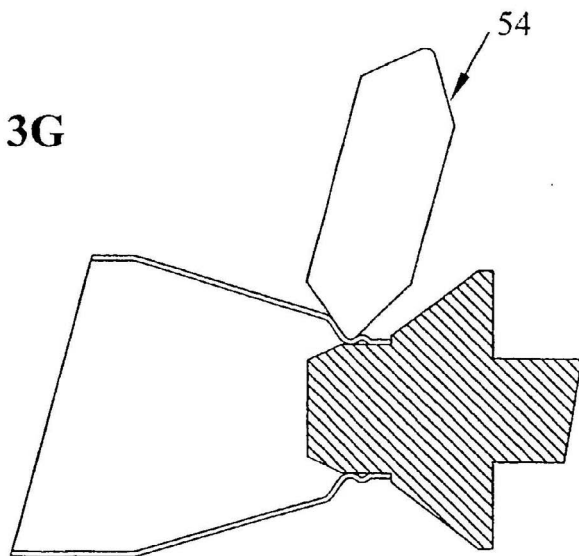


FIG. 3H

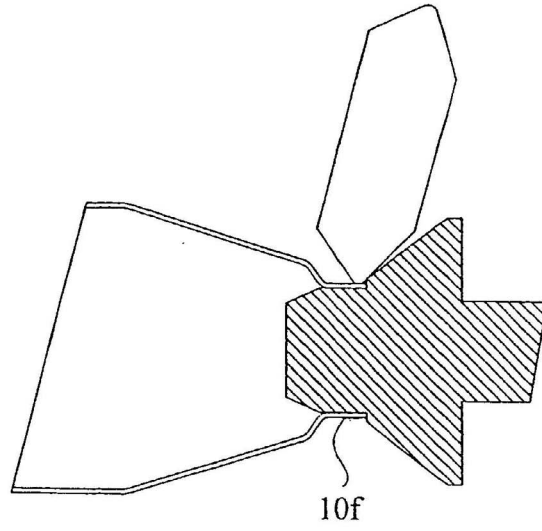
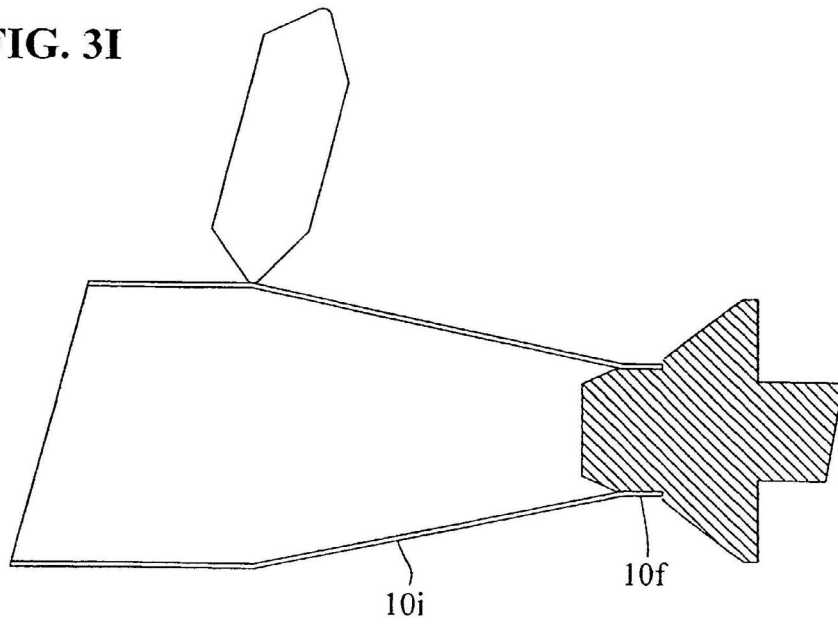


FIG. 3I



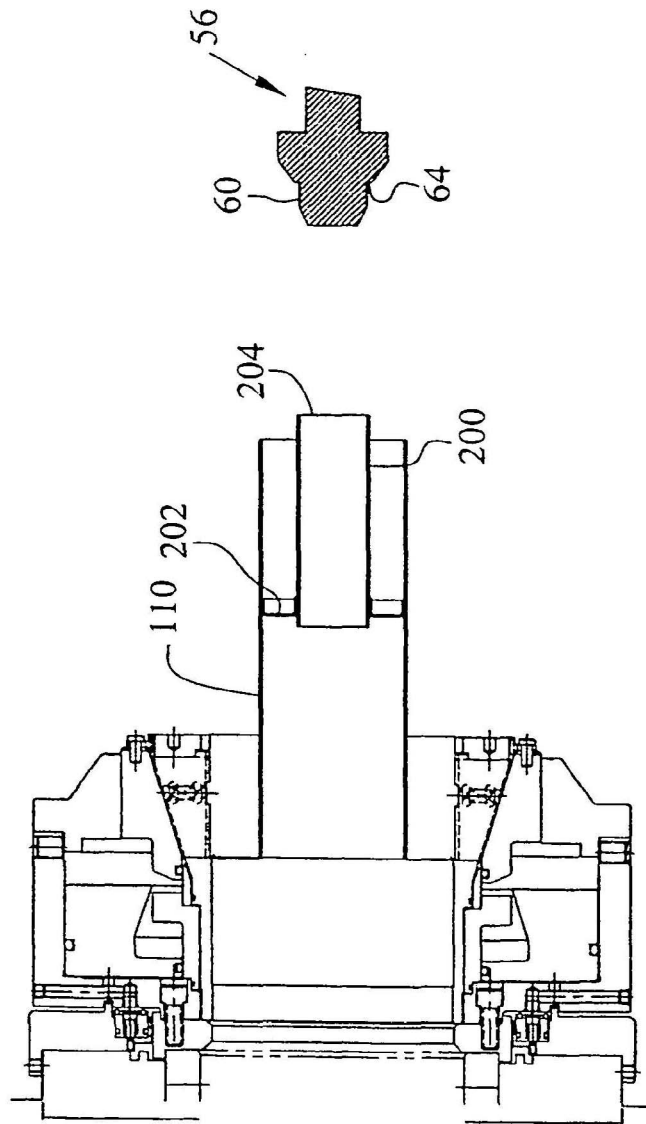
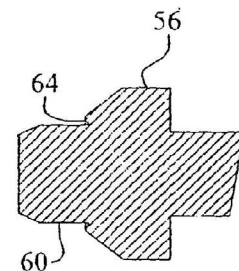
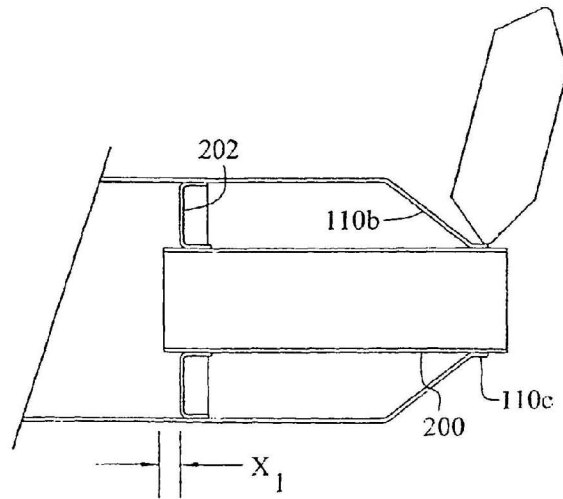
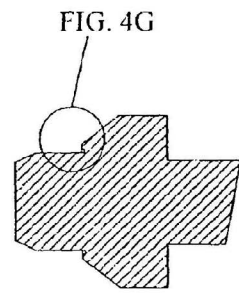
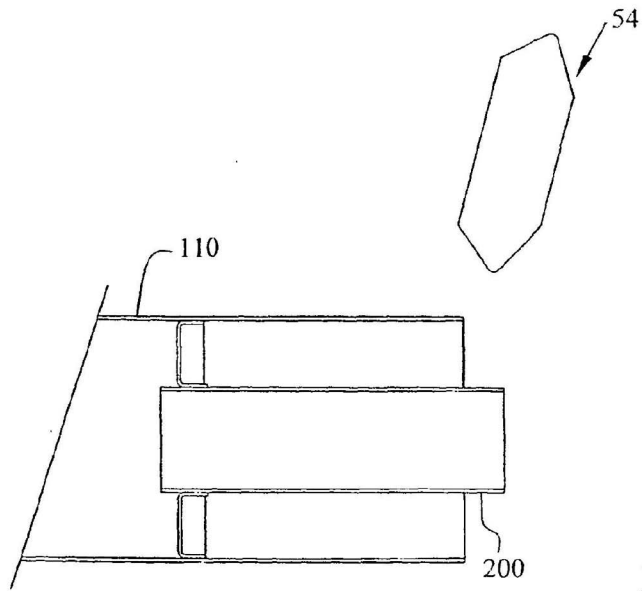
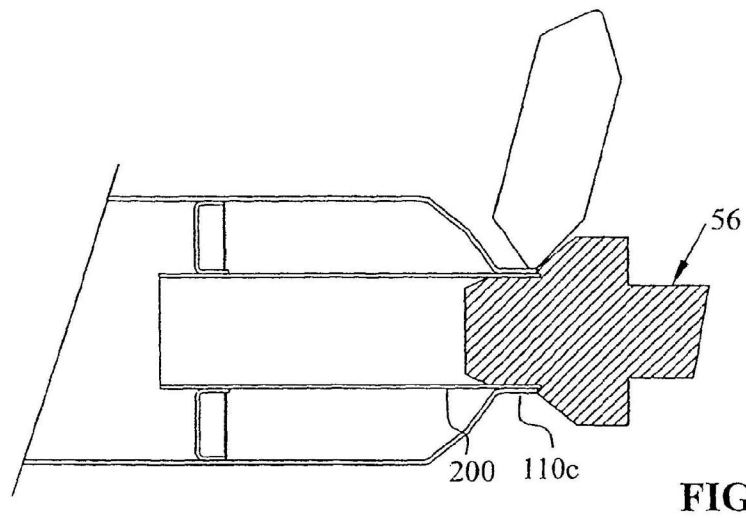
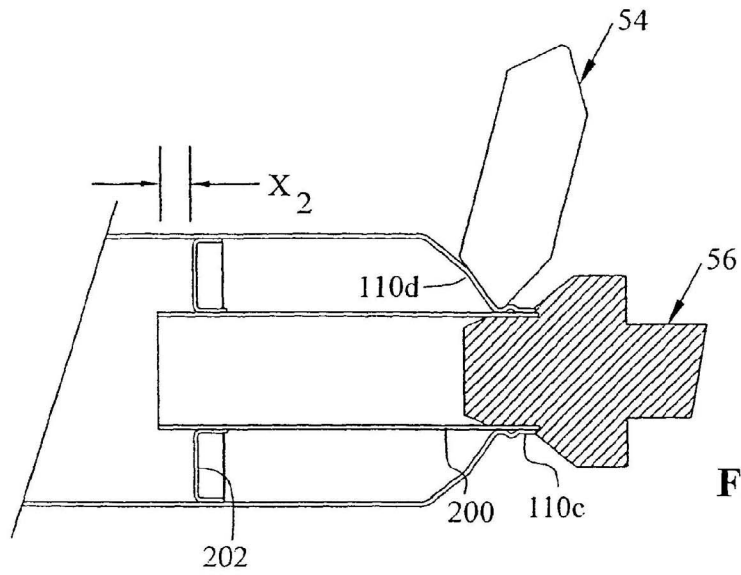


FIG. 4A





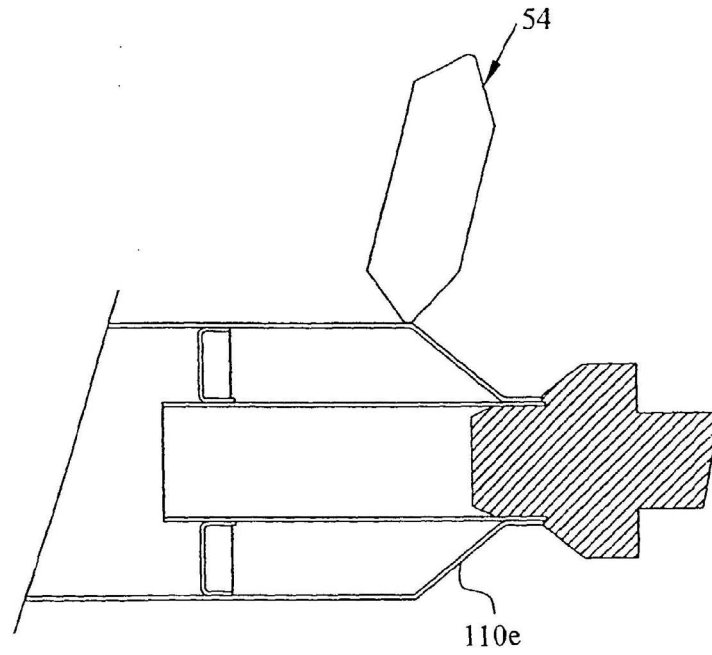


FIG. 4F

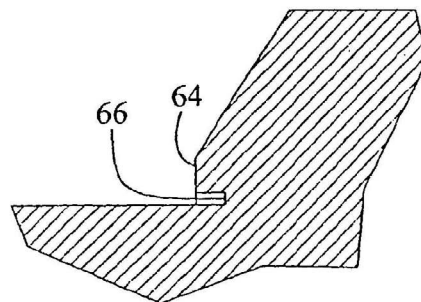


FIG. 4G

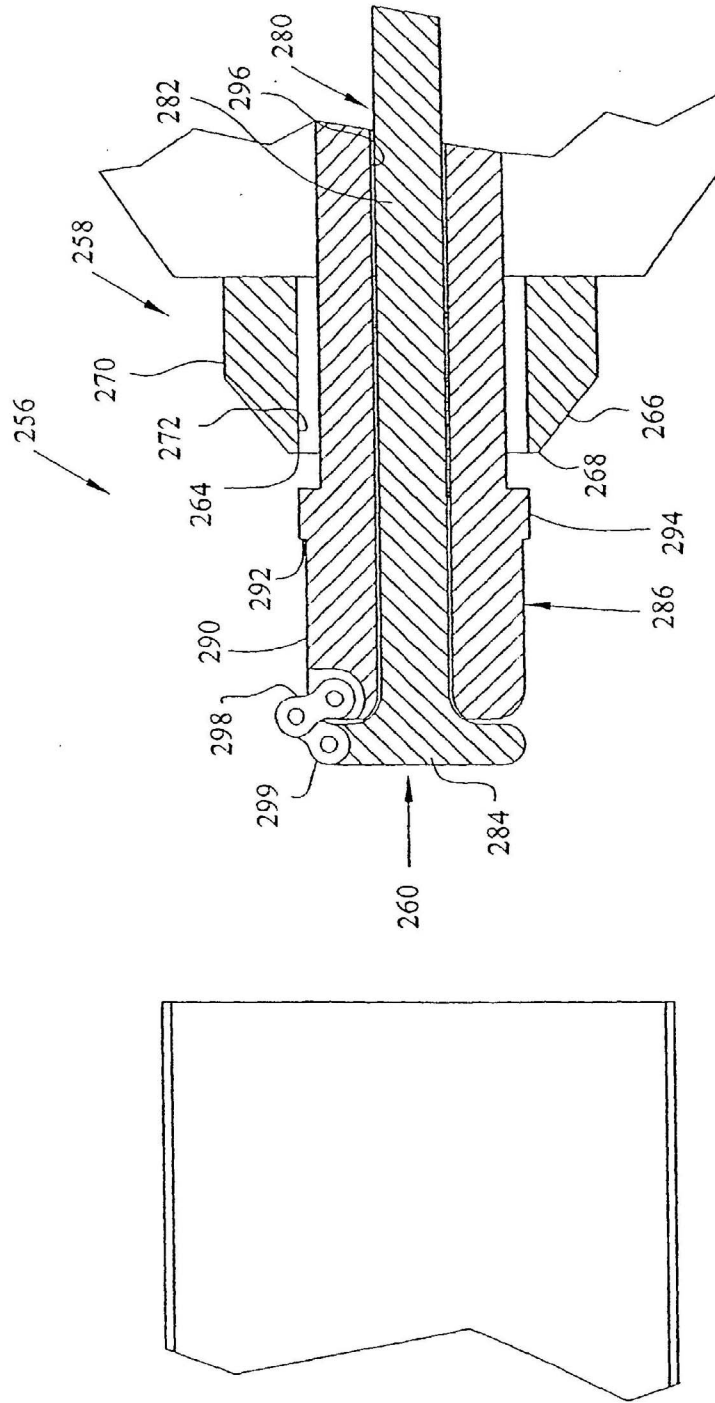


FIG. 5

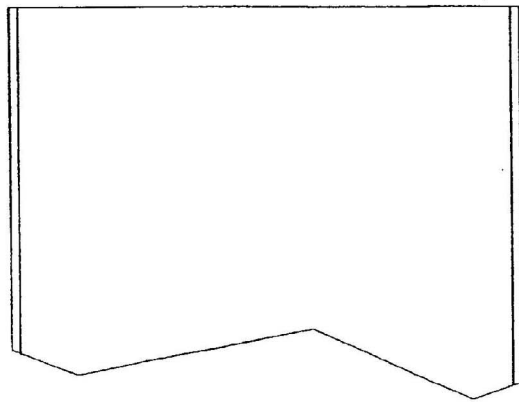
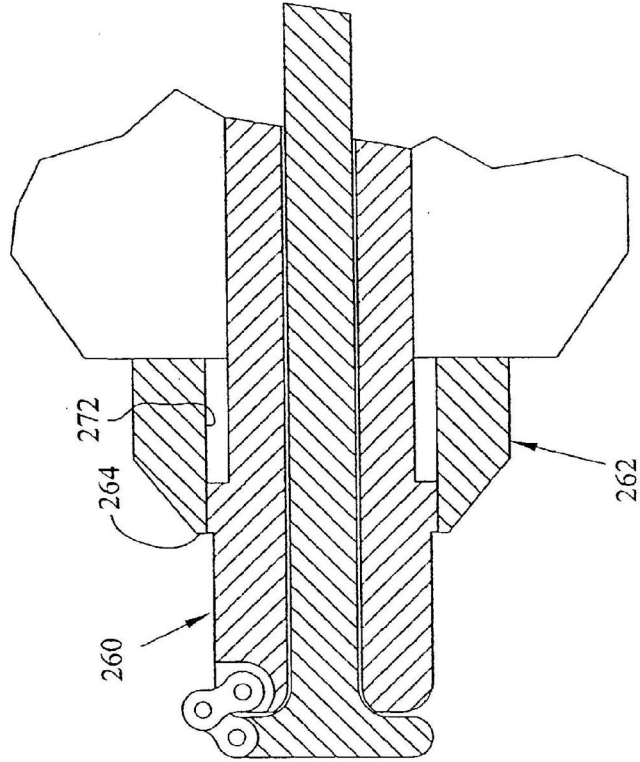
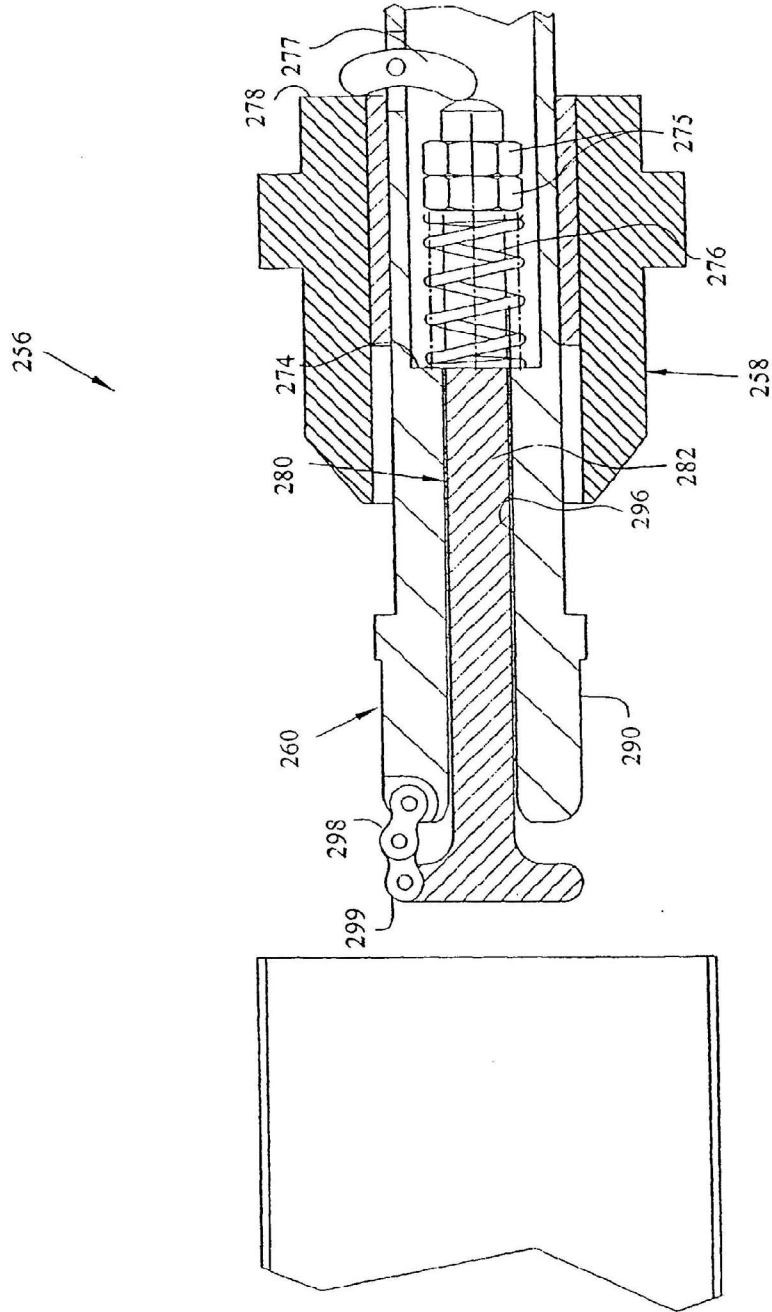


FIG. 6



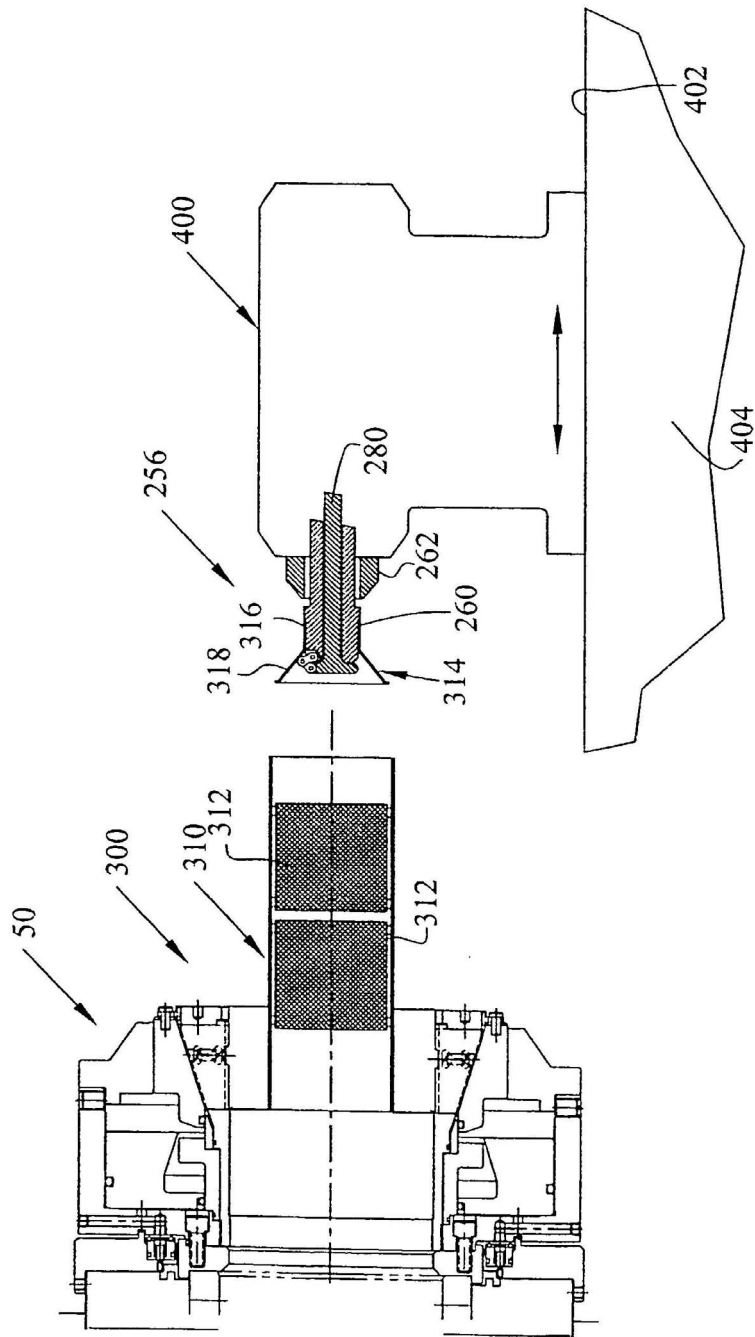


FIG. 8A

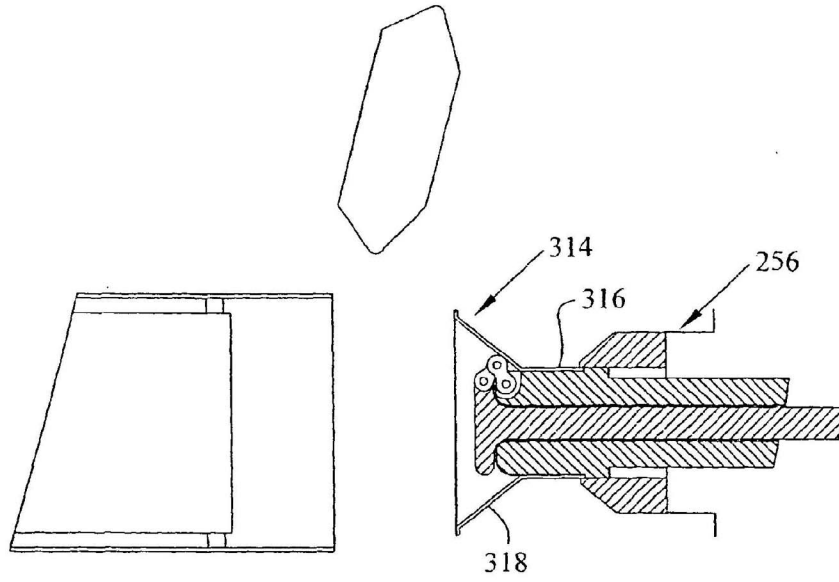


FIG. 8B

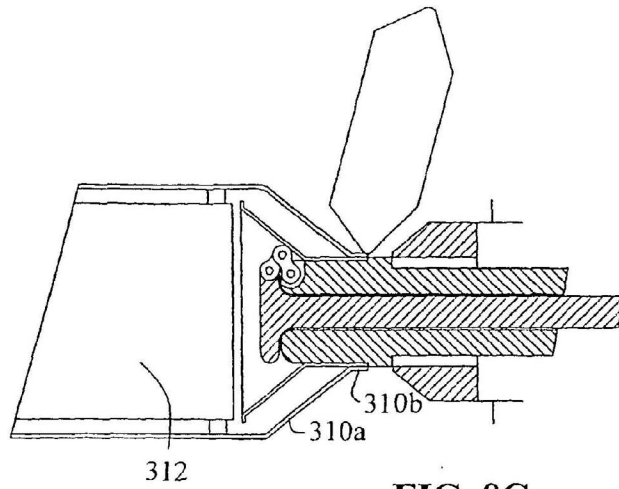


FIG. 8C

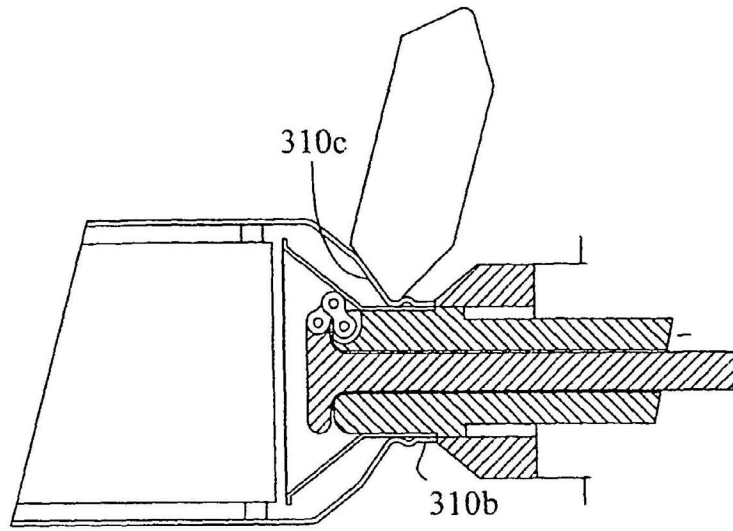


FIG. 8D

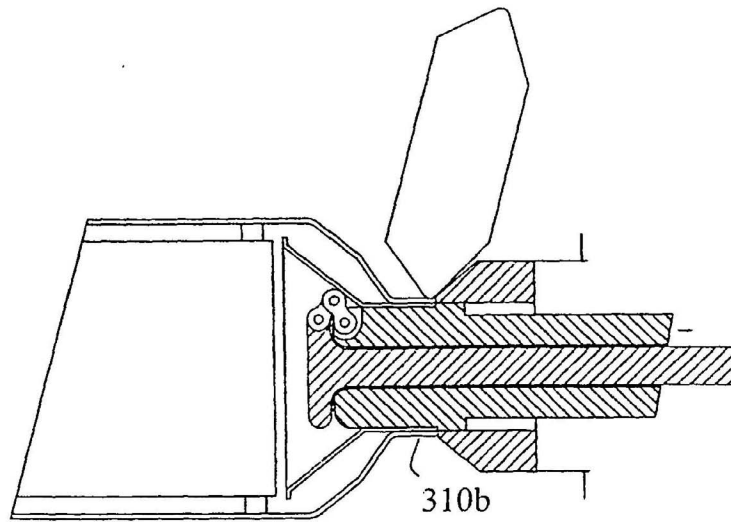


FIG. 8E

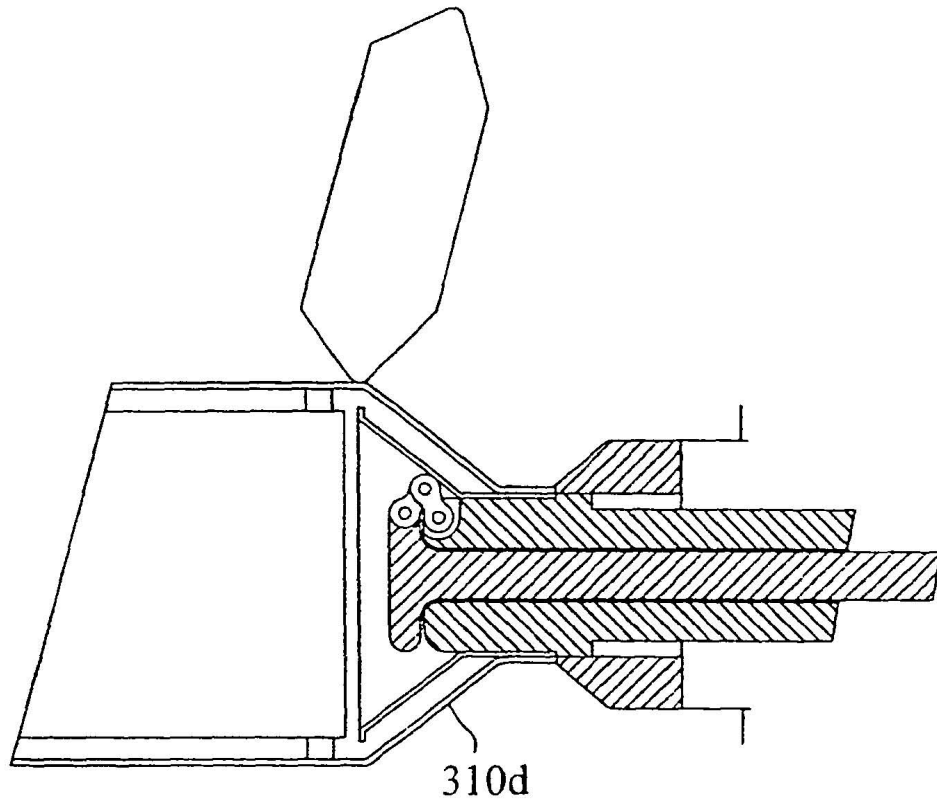


FIG. 8F

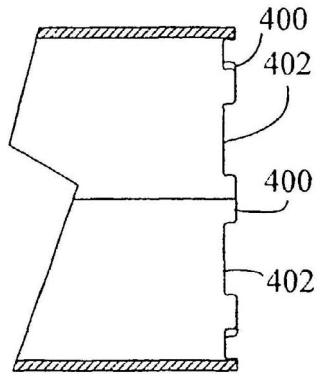


FIG. 10

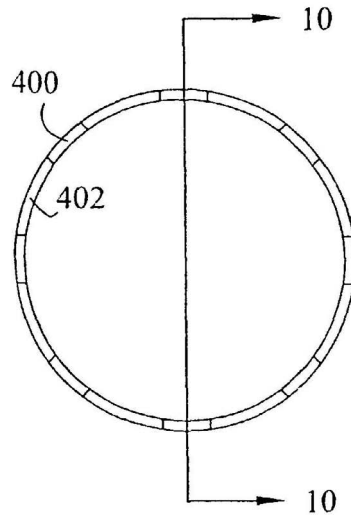


FIG. 9

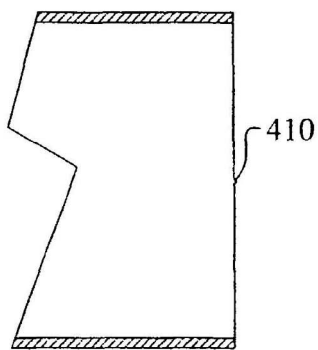


FIG. 12

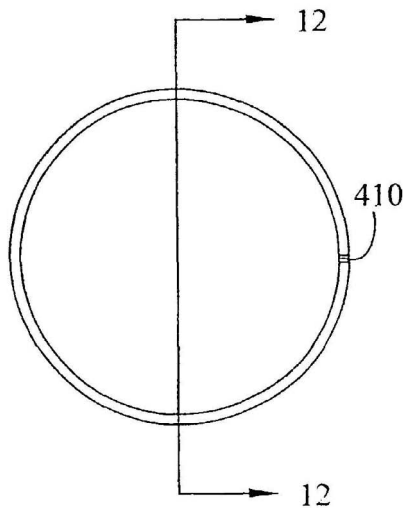


FIG. 11

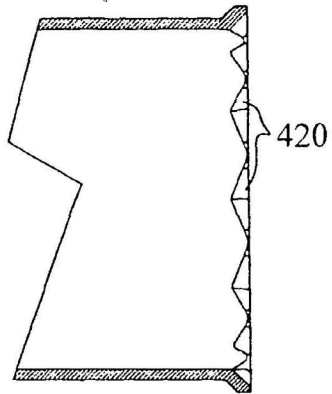


FIG. 14

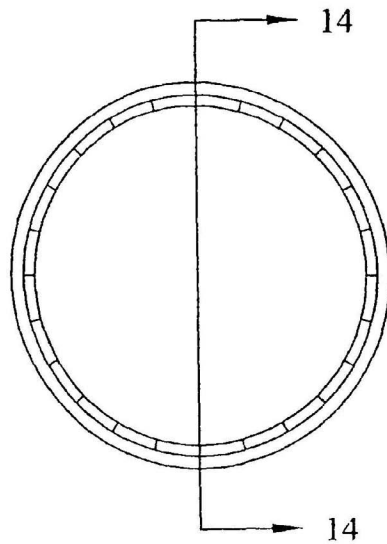


FIG. 13

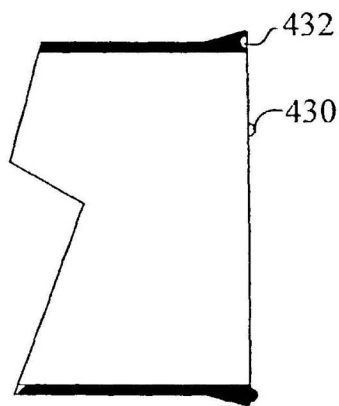


FIG. 16

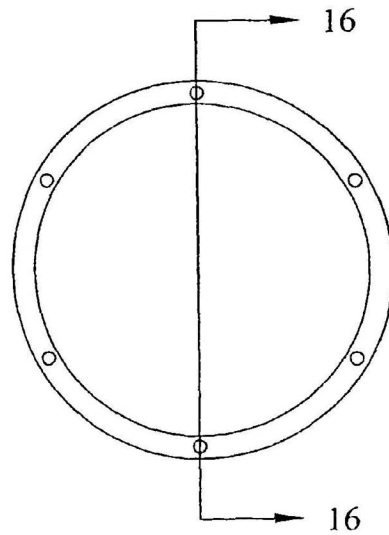


FIG. 15

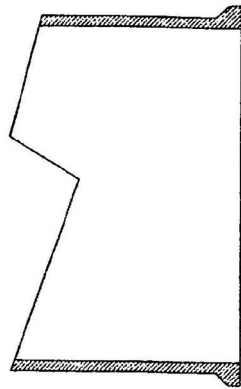


FIG. 18

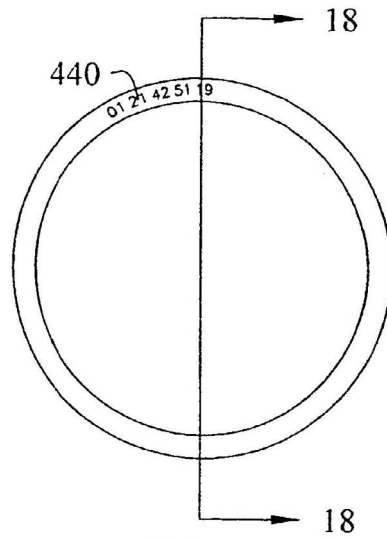


FIG. 17

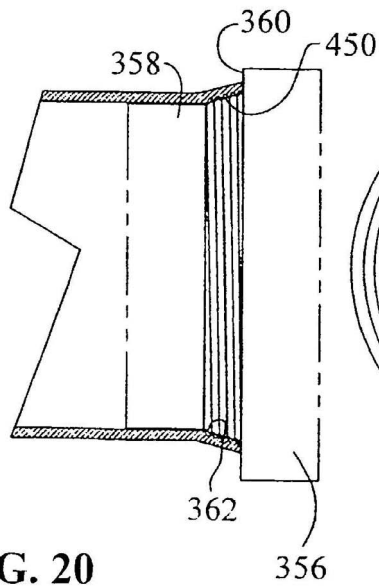


FIG. 20

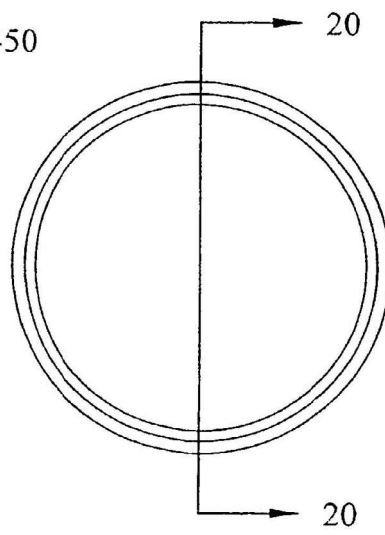


FIG. 19