



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 336 235**

51 Int. Cl.:
B23K 20/12 (2006.01)
B23K 37/00 (2006.01)
B23K 37/04 (2006.01)
B23K 37/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05800139 .7**
96 Fecha de presentación : **27.09.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1793961**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.06.2007**

54 Título: **Útiles de carrete fijo con múltiples resaltes para la soldadura por fricción-rotación simultánea de múltiples paredes paralelas entre piezas.**

30 Prioridad: **28.09.2004 US 613925 P**
26.09.2005 US 235584

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.04.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.04.2010

73 Titular/es: **Alcoa Inc.**
Alcoa Corporate Center, 201 Isabella Street
Pittsburgh, Pennsylvania 15212-5858, US

72 Inventor/es: **Stol, Israel y**
Cobes, John W.

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 336 235 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).

ES 2 336 235 T3

DESCRIPCIÓN

Útiles de carrete fijo con múltiples resaltos para la soldadura por fricción-rotación simultánea de múltiples paredes paralelas entre piezas.

El presente invento se refiere a un útil de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 (véase, por ejemplo, el documento JP 2002/263863) y, más particularmente, el presente invento se refiere a un útil de soldadura por fricción-rotación simultánea para llevar a cabo, al mismo tiempo, una pluralidad de uniones paralelas entre componentes que tienen partes paralelas.

Antecedentes del invento

El procedimiento de soldadura por fricción-rotación (FSW) es un procedimiento de unión basado en estado sólido, que hace posible soldar una gran variedad de aleaciones de materiales (aluminio, cobre, acero inoxidable, etc.) entre ellos mismos y en forma combinada (por ejemplo, 6xxx/5xxx, 2xxx/7xxx, etc.). La unión se lleva a cabo mediante un útil giratorio de FSW que es forzado en el área de unión para calentarla por fricción y que, así, lleva al estado plástico las piezas que lo rodean. El material en estado plástico fluye alrededor del eje geométrico del útil giratorio de FSW, y las regiones llevadas al estado plástico coalescen para formar uniones metalúrgicas firmes. El procedimiento puede ser llevado a la práctica con útiles de FSW usuales, cada uno de los cuales consiste en una sola espiga y un resalto que requiere apoyarse en un yunque durante la soldadura. La figura 1 ilustra un útil 10 de soldadura por fricción-rotación de la técnica anterior que tiene un vástago 18 que puede ser retenido en un mandril o pinza portapieza de una máquina de FSW. El vástago 18 puede tener un plano 19 para facilitar la aplicación de un par de torsión al útil 10 de FSW.

El útil 10 de FSW incluye también una espiga 12 y un resalto 14 con una superficie 16 de aplicación con la pieza de trabajo. La espiga 12 puede incluir una rosca 13 y planos 15. El útil 10 de FSW es hecho girar en el sentido que hace que la rosca 13 de la espiga 12 empuje al material llevado al estado plástico hacia la punta de la espiga 12. La superficie 16 de aplicación con la pieza de trabajo del resalto 14 puede incluir un filete en espiral 17. El paso del filete en espiral 17 es tal que tiende a mover hacia dentro al material llevado al estado plástico, hacia la base de la espiga 12 cuando el útil 10 de FSW es hecho girar en el sentido que tiende a empujar al material en estado plástico hacia la punta de la espiga 12.

La figura 2 ilustra dos placas 111 que se sueldan a tope una con otra mediante el útil 10 de FSW. Es necesario un yunque 11 de apoyo en el dorso de las placas 111 para contrarrestar la fuerza de forjado ejercida por el útil de FSW sobre la unión en estado plástico y evitar el escape del material en estado plástico, y producir una superficie lisa en el dorso. Por ello, los útiles de FSW como el útil 10 de FSW tienen la limitación de que no pueden ser empleados para soldaduras en las que no es posible acceder al dorso de los componentes que se sueldan.

Con el fin de soldar componentes en los que no es posible acceder al dorso de la soldadura para colocar un yunque de apoyo, pueden emplearse útiles del tipo de carrete. Tales útiles incluyen dos resaltos y una espiga entre ellos. El concepto que llevó al desarrollo de dichos útiles fue patentado por Kevin Colligan el 30 de Diciembre de 2003, en su patente núm. 6.660.075 (figura 3). El útil 20 de FSW del tipo de carrete ilustrado en la figura 3 incluye una espiga 21 de FSW y un par de resaltos 22, incluyendo los resaltos 22 superficies 23 de aplicación con la pieza de trabajo. Como los resaltos 22 tienen el ángulo de conicidad 24, pueden ser de una sola pieza con las espiga 21. Con el fin de aplicar la fuerza de forjado para soldar piezas de trabajo 111, cuyo grosor tenga cierta tolerancia, las superficies 23 de aplicación con las piezas de trabajo presentan una conicidad hacia fuera desde las piezas de trabajo 111 con el ángulo de conicidad 24 ilustrado en la figura 3.

El ángulo de conicidad 24 no sólo permite soldar piezas de trabajo cuyo grosor tenga ciertas variaciones, sino que, también, garantiza que se aplique la necesaria fuerza de forjado a la región en estado plástico, por lo que el material en estado plástico queda confinado a la región de soldadura y se producen superficies lisas en las caras superior e inferior de la soldadura. Las enseñanzas de la patente norteamericana núm. 6.660.075 se incluyen en este documento como referencia.

En la figura 4 se ofrece un dibujo más completo de un útil de FSW del tipo de carrete. El útil 30 de FSW del tipo de carrete incluye un vástago 36 y una espiga 39 de FSW. La espiga 39 incluye una parte proximal 31 de espiga en el lado proximal del centro 38 de la espiga 39, y una parte distal 37 de espiga en el lado distal del centro 38 de la espiga 39. La parte proximal 31 de la espiga y la parte distal 37 de la espiga tienen un paso contrario y el útil 30 de FSW es hecho girar en el sentido que tiende a hacer que el material en estado plástico fluya hacia el centro 38 de la espiga 39.

El útil 30 de FSW incluye, también, un resalto proximal 32 que tiene una superficie 33 de aplicación con la pieza de trabajo y un resalto distal 34 que tiene una superficie 35 de aplicación con la pieza de trabajo. De nuevo, las superficies 33 y 35 de aplicación con la pieza de trabajo son cónicas para tolerar variaciones del grosor de la pieza de trabajo y para aplicar la fuerza de forjado requerida al material en estado plástico. El útil 30 de FSW del tipo de carrete se describe en la solicitud de patente, también en tramitación, titulada "Útiles avanzados para soldadura por fricción-rotación", número de serie 11/100.878, presentada el 7 de Abril de 2005.

El útil 30 de FSW incluye un miembro de tensión 27 que es sometido a tensión mediante una tuerca 28 que actúa a través de una arandela elástica 29. El propósito del miembro de tensión 27 es someter a compresión a la espiga 39

ES 2 336 235 T3

con el fin de evitar la rotura de la espiga 39 debido a la combinación de fuertes momentos de flexión y de torsión que experimenta cíclicamente durante la soldadura por fricción-rotación.

5 La figura 5 ilustra el útil 30 de FSW del tipo de carrete en posición para soldar la junta 113, que es una de un par de juntas 113 y 114 necesarias para producir un tubo rectangular a partir de un par de miembros alargados, teniendo cada miembro alargado una sección transversal configurada a modo de corchete, correspondiendo cada miembro alargado a una mitad de la sección transversal del tubo rectangular. Ha de observarse que los útiles de carrete del tipo enseñado por el Sr. Colligan sólo son capaces de soldar una junta cada vez.

10 La figura 6 ilustra un útil 50 de FSW de la técnica anterior, que tiene propiedades mecánicas superiores. Incluye un conjunto enterizo de vástago-espiga con un resalto 54 roscado en el conjunto vástago-espiga. El útil 50 de FSW tiene, de preferencia, un ajuste estrecho 57 entre el vástago 53 y el interior del resalto 54. También, presenta un ajuste estrecho 58 entre la espiga 52 y el interior del resalto 54, cerca de la base de la espiga 52, y está dotado de un tope firme 59 entre el interior del resalto 54 y el vástago 53. El útil 50 de FSW se presenta en la solicitud de patente, también en
15 tramitación "Útiles avanzados para soldadura por fricción-rotación", número de serie 11/100.878, presentada el 7 de Abril de 2005.

Esa solicitud anticipa, también, el concepto de incluir un miembro de tensión interno para proporcionar la carga de compresión de la espiga de un útil de FSW del tipo de carrete. La figura 7 ofrece un detalle interno preferido
20 en relación con el útil de FSW del tipo de carrete de la técnica anterior. De preferencia, el útil 30 de FSW incluye un ajuste apretado 42 en el extremo proximal del resalto proximal 32, un ajuste apretado 41 en el extremo distal del resalto proximal 32 y un tope firme 42. De igual manera, el útil 30 de FSW incluye un ajuste apretado 44 en el extremo proximal del resalto distal 34 y el tope firme 45. Tanto el resalto 32 como el resalto 34 pueden montarse roscándolos desde el extremo distal del útil 30 de FSW.

25 Si bien los útiles de FSW anteriormente descritos poseen varias características deseables, cada uno de ellos solamente es capaz de soldar una junta cada vez. Continúa existiendo la necesidad de un útil de FSW que pueda realizar una pluralidad de soldaduras tales como las juntas 113 y 114 representadas en la figura 5.

30 Sumario del invento

En un aspecto, el presente invento consiste en un útil de soldar por fricción-rotación para realizar simultáneamente una pluralidad de soldaduras paralelas, de acuerdo con la reivindicación 1. El útil de soldadura por fricción-rotación
35 incluye una pluralidad de módulos de soldadura por fricción-rotación, cada uno de los cuales incluye, al menos, una espiga de soldadura por fricción-rotación y un par de superficies de aplicación con la pieza de trabajo orientadas hacia dicha al menos una espiga de soldadura por fricción-rotación. Cada una de las superficies de aplicación con la pieza de trabajo está dispuesta en un resalto unido con dicha al menos una espiga de soldadura por fricción-rotación o de una pieza con ella, por lo que los resaltos y la o las espigas, giran al unísono. Los módulos de soldadura por fricción-rotación están conectados entre sí o formados de manera enteriza, por lo que los módulos giran al unísono. Al menos
40 un vástago está unido con al menos uno de los módulos de soldadura por fricción-rotación o es enterizo con él, por lo que el vástago y los módulos giran al unísono. Dicho al menos un vástago está destinado a aplicarse con un mandril o con una pinza de una máquina de soldadura por fricción-rotación, para ser hecho girar por ella.

45 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un esquema de un útil de soldadura por fricción-rotación de la técnica anterior;

la figura 2 es una ilustración esquemática de un útil de soldadura por fricción-rotación de la técnica anterior, con un yunque de apoyo;

50 la figura 3 es un dibujo procedente de una patente norteamericana expedida por un útil de soldadura por fricción-rotación, del tipo de carrete;

la figura 4 es una ilustración de un útil de soldadura por fricción-rotación del tipo de carrete, de la técnica anterior, que incluye un miembro de tensión para someter a compresión a la espiga;

la figura 5 es una ilustración de un útil de soldadura por fricción-rotación del tipo de carrete, de la técnica anterior, preparado para soldar una de un par de juntas paralelas;

60 la figura 6 es un dibujo en sección de un útil de soldadura por fricción-rotación que tiene un conjunto enterizo de espiga-vástago, y un resalto auto-bloqueante roscado en el conjunto enterizo de espiga-vástago;

la figura 7 es un dibujo en sección de un útil de soldadura por fricción-rotación del tipo de carrete que tiene una espiga-vástago enterizos y un par de resaltos que se auto-bloquean con respecto al conjunto espiga-vástago y que tiene,
65 también, un miembro de tensión interno que somete a compresión a la espiga;

la figura 8 es un esquema de un útil de soldadura por fricción-rotación del tipo de carrete fijo, con múltiples resaltos, de acuerdo con el presente invento, para soldar de manera simultánea dos juntas paralelas;

ES 2 336 235 T3

la figura 9 es un esquema de un útil de soldadura por fricción-rotación del tipo de carrete, con múltiples resaltos, de acuerdo con el presente invento, para soldar de manera simultánea tres juntas paralelas;

5 la figura 10 es un detalle del útil de soldadura por fricción-rotación del tipo de carrete, con múltiples resaltos, ilustrado en la figura 9;

10 la figura 11 es una ilustración, parcialmente en sección, del útil de soldadura por fricción-rotación del tipo de carrete, con múltiples resaltos, ilustrado en la figura 9, habiéndose seccionado los resaltos para mostrar la característica de auto-bloqueo;

15 la figura 12 es un esquema de un útil de FSW de acuerdo con el presente invento, preparado para realizar la soldadura simultánea de dos juntas paralelas;

20 la figura 13 es un esquema de un útil de FSW de acuerdo con el presente invento, preparado para realizar la soldadura simultánea de tres juntas paralelas;

la figura 14 es una ilustración de un sistema para la soldadura simultánea de piezas extrudidas con múltiples paredes paralelas empleando un útil de carrete fijo, con múltiples resaltos, de acuerdo con el presente invento;

25 la figura 15 es un detalle que muestra las piezas extrudidas representadas en la figura 14 siendo soldadas;

la figura 16 es un esquema de un brazo mecánico que tiene dos soldaduras paralelas realizadas mediante el útil de FSW del presente invento;

30 la figura 17 es un esquema de un enlace mecánico en ángulo que tiene dos soldaduras paralelas realizadas mediante el útil de FSW del presente invento;

la figura 18 es una ilustración de una estructura coaxial con múltiples pares de soldaduras paralelas realizadas mediante el útil de FSW del presente invento;

35 la figura 19 es una ilustración de una estructura de doble pared realizada mediante el útil de FSW del presente invento;

la figura 20 es una ilustración de un panel de doble pared, con múltiples anchuras, realizada mediante el útil de FSW del presente invento;

la figura 21 ilustra características opcionales de transmisión de par de torsión en espigas adyacentes;

40 la figura 22 ilustra un miembro de tensión roscado de un útil de FSW del presente invento; y

la figura 23 ilustra una parte de un útil de carrete fijo con múltiples resaltos, alternativo, del presente invento, que tiene un conjunto de vástago-espiga enterizo en el que los resaltos se roscan en el conjunto de vástago-espiga desde los lados del vástago;

45 la figura 24 es una sección media de un útil de carrete fijo, con múltiples resaltos, formado de una pieza, que no forma parte del presente invento.

Nomenclatura

50 10 Útil de FSW de la técnica anterior

11 Yunque de apoyo

55 12 Espiga

13 Hilos de rosca de la espiga 12

14 Resalto

60 15 Plano de la espiga

16 Superficie del resalto para aplicación con la pieza de trabajo

17 Filete en espiral del resalto

65 18 Vástago

ES 2 336 235 T3

- 19 Plano del vástago
- 20 Útil de carrete fijo de la técnica anterior
- 5 21 Espiga del útil 20
- 22 Resalto del útil 20
- 10 23 Superficie del resalto 22 para aplicación con la pieza de trabajo
- 24 Ángulo de conicidad de la superficie 23 de aplicación con la pieza de trabajo
- 27 Miembro de tensión
- 15 28 Tuerca
- 29 Arandela elástica
- 20 30 Útil de carrete de la técnica anterior
- 31 Parte proximal de la espiga
- 32 Resalto proximal
- 25 33 Superficie del resalto 32 para aplicación con la pieza de trabajo
- 34 Resalto distal
- 30 35 Superficie del resalto 34 para aplicación con la pieza de trabajo
- 36 Vástago del útil 30 de FSW
- 37 Parte distal de la espiga
- 35 38 Centro de la espiga 39
- 39 Espiga
- 40 41 Ajuste apretado del resalto proximal cerca de su cara de trabajo
- 42 Ajuste apretado del resalto proximal
- 43 Tope firme del resalto proximal
- 45 44 Ajuste apretado del resalto distal
- 45 Tope firme del resalto distal
- 50 50 Útil de FSW de la técnica anterior con espiga y vástago enterizos
- 52 Espiga
- 53 Vástago
- 55 54 Resalto
- 55 Superficie del resalto para aplicación con la pieza de trabajo
- 60 56 Interconexión roscada entre vástago y resalto
- 57 Ajuste estrecho proximal
- 58 Ajuste estrecho distal
- 65 59 Tope firme

ES 2 336 235 T3

60	Útil de FSW para soldar simultáneamente dos juntas
61	Miembro de tensión
5	62 Tuerca
63	Arandela elástica
10	66 Vástago largo
67	Resalto de mano derecha
68	Resalto de mano izquierda
15	69 Arandela separadora
70	Útil de carrete fijo, con múltiples resaltos, para realizar la FSW de 3 juntas
20	71 Parte de espiga de mano izquierda
72	Extremos de apoyo de las espigas
73	Parte de espiga de mano derecha
25	75 Vástago largo
76	Miembro de tensión
30	77 Tuerca
78	Arandela de compresión
82	Vástago de mano izquierda
35	83 Arandela separadora
84	Vástago de mano derecha
40	85 Ajuste apretado en extremo proximal del resalto de mano izquierda
86	Ajuste apretado en extremo distal del resalto de mano izquierda
87	Tope firme de resalto de mano izquierda
45	88 Ajuste apretado en extremo distal de resalto de mano derecha
89	Ajuste apretado en extremo proximal de resalto de mano derecha
50	90 Tope firme de resalto de mano derecha
111	Placa que se está soldando
112	Pieza extrudida en forma de C
55	113 Junta inferior a soldar
114	Junta superior a soldar
60	122 Pieza extrudida en forma de E
123	Junta superior a soldar
124	Junta central a soldar
65	125 Junta inferior a soldar
130	Máquina para soldar piezas extrudidas

ES 2 336 235 T3

132	Transportador de carga
134	Transportador de descarga
5	136 Motor de FSW
	138 Pinza o mandril superior de FSW
	140 Pinza o mandril inferior de FSW
10	142 Agarradores
	144 Correa
15	150 Brazo mecánico de conexión fabricado mediante el presente invento
	152 Soldadura superior
	154 Soldadura inferior
20	156 Brazo de conexión en ángulo
	157 Soldadura superior
25	158 Soldadura inferior
	160 Estructura cilíndrica
	162 Soldadura en estructura cilíndrica
30	170 Miembro en forma de U
	172 Soldadura en miembro en forma de U
35	180 Placa de cubierta
	182 Soldadura en placa de cubierta
	192 Miembro de tensión
40	194 Espiga superior
	195 Extremo no axisimétrico de la espiga 194
45	196 Espiga inferior
	197 Extremo no axisimétrico de acoplamiento de la espiga 196
	202 Miembro de tensión roscado
50	204 Espiga superior con roscas internas
	205 Extremo plano de la espiga 204
55	206 Espiga inferior con roscas internas
	207 Extremo plano de la espiga 206
	210 Útil de FSW del tipo de carrete con resaltos que roscan desde el vástago
60	212 Vástago
	214 Primer resalto
65	215 Tope firme del primer resalto
	216 Primera espiga

ES 2 336 235 T3

217	Parte proximal de la espiga 216
218	Parte distal de la espiga 216
5	219 Segundo resalto
	222 Tercer resalto
	224 Tope firme del tercer resalto
10	226 Arandela separadora
	228 Segunda espiga
15	230 Útil de FSW del tipo de carrete fijo con múltiples resaltos, enterizo
	232 Vástago
	234 Resalto superior
20	236 Cara de trabajo del resalto
	238 Parte superior de la espiga
25	240 Parte inferior de la espiga
	242 Cara de trabajo del resalto
	244 Resalto central
30	246 Resalto inferior

Descripción detallada de realizaciones preferidas

35 El presente invento enseña el concepto de los útiles del tipo de carrete fijo con múltiples resaltos que ofrecen la posibilidad de ejecutar la soldadura por fricción-rotación, simultánea, de múltiples paredes paralelas entre piezas. En este documento, el término “pared” ha de entenderse como una chapa, una placa, una pestaña o un alma, una parte plana de un producto extrudido o laminado o una parte plana de una pieza colada, etc.

40 En la exposición que sigue, los términos direccionales tales como “arriba”, “abajo”, “superior”, “inferior”, etc. únicamente, sirven como referencia. Los útiles descritos están destinados a utilizarse con cualquier orientación.

La figura 8 ilustra un útil 60 de carrete fijo, con múltiples resaltos, de acuerdo con el presente invento. El útil 60 de carrete está destinado a realizar dos soldaduras paralelas en forma simultánea.

45 Los inventores han comprendido que, con el fin de soldar por FSW con un útil de carrete fijo con múltiples resaltos:

a) múltiples paredes paralelas (por ejemplo, 2-4),

50 b) paredes relativamente gruesas (2,5 cm), y

c) aleaciones tenaces/resistentes (por ejemplo, 7085), el útil debe ser excepcionalmente resistente para soportar la fuerte flexión y torsión en sus espigas durante la soldadura. De manera fortuita, esta comprensión coincide con un reciente invento sobre “Útiles avanzados de soldadura por fricción” que se ha citado en lo que antecede en el apartado de “Referencia cruzada a solicitudes relacionadas”.

60 Con el fin de comunicar al útil de carrete con múltiples resaltos propuesto la resistencia mecánica requerida para soportar la torsión y la flexión cíclicas e intensas a que se ve sometido durante la soldadura de múltiples paredes paralelas, el presente invento anticipa el concepto de combinar el uso de una carga de compresión sobre la espigas, entre los resaltos, con ayuda de un miembro de tensión interno y, también, el concepto de conjunto espiga/vástago enterizo con resalto auto-bloqueante roscado en el conjunto espiga/vástago.

En lo que respecta a las realizaciones del presente invento actualmente preferidas:

65 a) cada útil incluirá un miembro de tensión roscado (figura 8), que corre a todo lo largo del útil (es decir, a través de todas las espigas y todos los resaltos),

ES 2 336 235 T3

b) los útiles propuestos se montarán roscando pares opuestos de espigas/vástagos, con sus respectivos resaltos auto-bloqueantes ya roscados y apretándolos firmemente unos contra otros en sus puntas apoyadas hasta el nivel requerido (par de torsión y/o alargamiento requerido del miembro de tensión). Esto someterá a compresión a las espigas opuestas y a tensión a la barra roscada interna. Durante la FSW, el miembro de tensión interno estará “protegido” (o “resguardado”) contra una flexión excesiva por las espigas en compresión, el apoyo forzado, casi perfecto, entre las puntas de las espigas y/o el uso de bloqueos para compartir el par de torsión entre las puntas apoyadas de las espigas (figura 21). El par de torsión también puede ser compartido creando rugosidades en las puntas de las espigas y/o mediante otras partes de bloqueo de transición situadas entre las puntas de las espigas. La compresión aplicada a las espigas por el miembro de tensión, hace posible emplear cerámicas o aleaciones duras, frágiles,

c) una vez que se han roscado en el miembro de tensión y se han apretado unos contra otros el número requerido de espigas/vástagos con sus respectivos resaltos auto-bloqueantes, se aplicará compresión a las espigas apretando una o más tuercas de tensión en el o en los extremos del miembro de tensión interno (figura 8),

d) como cada par de espigas opuestas representa una zona de soldadura discreta de dos paredes apoyadas a tope o solapadas, el número total (por ejemplo, 2-4) de paredes paralelas a soldar entre partes, se acomodaría haciendo variar el número de pares de espigas y su número de resaltos correspondiente,

e) haciendo variar la longitud de las espigas de cada par, puede ajustarse un útil de carrete de acuerdo con el presente invento para soldar paredes paralelas de distinto grosor,

f) si las distancias entre paredes paralelas diferentes (tres o más) no son iguales, estas distancias se acomodan, gracias al útil propuesto de FSW con múltiples resaltos, añadiendo o quitando arandelas separadoras.

El útil 60 de FSW ilustrado en la figura 8 está destinado a producir un par de soldaduras paralelas, por ejemplo una soldadura entre el par superior de placas 112 y una soldadura entre el par inferior de placas 112. El útil 60 de FSW incluye un vástago largo 66 que puede ser retenido en un mandril o en una pinza de una máquina de soldadura por fricción-rotación. El útil 60 de FSW incluye dos de cada uno de los resaltos 67 y 68 y dos de cada una de las partes de espiga 71 y 73.

En la siguiente descripción, se presume que el útil 60 de FSW ha de ser hecho girar en el sentido de las agujas del reloj, según se ve desde el extremo inferior del largo vástago 66. En ese caso, ambos resaltos 67 son resaltos de mano derecha, es decir, tienen roscas internas cuyos hilos tienen el sentido de las agujas del reloj de forma que la fricción con las piezas de trabajo 112 obliga a los resaltos 67 de mano derecha a aplicarse firmemente con los conjuntos vástago-espiga a los que están unidos. Por ejemplo, el resalto 67 inferior de mano derecha está unido a un conjunto de vástago-espiga que incluye el vástago largo 66 y la espiga 71 situada más abajo. El resalto 67 superior de mano derecha está unido a un conjunto de vástago-espiga que incluye la parte 71 de espiga.

Similarmente, ambos resaltos 68 son resaltos de mano izquierda, es decir, tienen hilos de rosca internos que van en sentido contrario al de las agujas del reloj, de modo que la fricción con las piezas de trabajo 112 obliga a los resaltos 68 de mano izquierda a aplicarse firmemente con los conjuntos de vástago-espiga a los que están unidos. Estos conjuntos de vástago-espiga incluyen las partes 73 de espiga.

Las roscas de las partes 71 de espiga son roscas a izquierdas, de manera que el material en estado plástico sea empujado hacia la unión de la parte 71 de espiga y la parte 73 de espiga cuando se hace girar el útil 60 de FSW en el sentido de las agujas del reloj, cuando se mira desde el vástago largo 66. Igualmente, las roscas de las partes 73 de espiga son roscas a derechas, de forma que el material en estado plástico sea empujado hacia la unión de la parte 71 de espiga y la parte 73 de espiga cuando se hace girar así el útil 60 de FSW.

Puede emplearse una arandela separadora 69 opcional para acomodar una separación variable entre las piezas de trabajo 112. Los resaltos 67 y 68, las partes de espiga 73 y 73, y la arandela separadora 69, son mantenidos a compresión por el miembro de tensión 61 que, de preferencia, tiene extremos roscados y es sometido a tensión por la tuerca 62 que actúa a través de una arandela elástica 63. La arandela elástica 63 puede ser, por ejemplo, solamente una arandela Belleville®.

Las figuras 9, 10 y 11 ilustran un útil 70 de FSW destinado a realizar tres soldaduras de forma simultánea. El útil 70 de FSW incluye un vástago largo 66 que, de preferencia, es enterizo con la espiga 71 situada más abajo. El útil 70 de FSW está hecho para girar en el sentido de las agujas del reloj, cuando se mira desde el vástago largo 66. Preferiblemente, cada una de las tres unidades de soldadura incluye un resalto 67 de mano derecha, un resalto 68 de mano izquierda, una parte 71 de espiga de mano izquierda y una parte 73 de espiga de mano derecha.

Las figuras 10 y 11 muestran el detalle de las partes 71 y 73 de espiga, que se encuentran en la unión a tope 72. El propósito de tener la unión a tope 72 en lugar de hacer que las partes 71 y 73 de espiga sean de una sola pieza es que los resaltos 67 y 68 puedan montarse haciéndolos pasar sobre las partes 71 y 73 de espiga, respectivamente. De preferencia, el resalto 67 de mano derecha ilustrado en las figuras 10 y 11 se monta en el conjunto de vástago-espiga que comprende la espiga 71 y el vástago 84 de mano derecha antes del montaje final del útil 70 de FSW. Igualmente, el resalto 68 de mano izquierda se monta en el conjunto de vástago-espiga que comprende el vástago largo 75 y la espiga 73 representados en las figuras 10 y 11, antes del montaje final del útil 70 de FSW. La rosca de la espiga 71 es

ES 2 336 235 T3

a izquierdas y la rosca de la espiga 73 es a derechas para hacer que el material en estado plástico se mueva hacia la unión 72 a tope cuando el útil 70 de FSW sea hecho girar en el sentido de las agujas del reloj, cuando se mira desde el vástago largo 66 representado en la figura 9.

5 Cada uno de los resaltos 67 y 68 se montan en sus respectivos conjuntos de vástago-espiga antes del montaje final del útil 70 de FSW. La figura 10 ilustra un par de arandelas separadoras 83 que pueden colocarse entre el vástago 82 de mano izquierda y el vástago 84 de mano derecha. El montaje final del útil 70 de FSW se consigue poniendo todos los componentes, incluyendo los resaltos, montados cada uno en su correspondiente conjunto de vástago-espiga y cualesquiera arandelas separadoras necesarias en el miembro de tensión 76, uniendo las tuercas 77 y las arandelas
10 elásticas 78 y apretando, luego, las tuercas 77 para lograr la tensión apropiada en el miembro de tensión 76 y, así, la compresión correspondiente sobre las partes 71 y 73 de espiga. Para garantizar la transmisión del par de torsión entre los vástagos 82 y 84, las arandelas 83 pueden diseñarse para bloquearse mutuamente y con los dos vástagos.

15 Preferiblemente, el útil 70 de FSW es hecho girar de forma sincronizada en ambos extremos haciendo girar los vástagos largos 66 y 75. Para este fin, pueden emplearse dos motores eléctricos, conectados eléctricamente, o puede emplearse un motor eléctrico unido a un mandril o una pinza para uno de los vástagos largos y accionar mediante engranajes un mandril o una pinza para el otro vástago largo.

20 La figura 12 ilustra el útil 60 de FSW que se representó en la figura 8, posicionado para soldar dos juntas 113 y 114 entre dos piezas extrudidas 112. Igualmente, la figura 13 ilustra el útil 70 de FSW que se mostró en las figuras 9, 10 y 11 que es empleado para soldar simultáneamente las juntas 123, 124 y 125 entre dos piezas extrudidas 122.

25 La figura 14 ilustra una máquina 130 de producción de FSW para llevar a cabo una pluralidad de soldaduras simultáneamente, en este caso tres soldaduras. La figura 15 muestra una sección dada a lo largo del eje geométrico del útil 70 de FSW, que está incluido en la máquina 130 de FSW. La figura 14 ilustra un transportador de carga 132 y un transportador de descarga 134. La figura 14 muestra, también, un motor 136 que está destinado a hacer girar el mandril o la pinza 138 ilustrado en la figura 15. De preferencia, el mandril o la pinza 140 del extremo inferior del útil 70 de FSW es hecho girar, también, mediante un segundo motor que tiene una conexión eléctrica con el motor 136 o mediante árboles y engranajes accionados por el motor 136.
30

35 De preferencia, las piezas de trabajo, como por ejemplo las piezas extrudidas 122, son retenidas y desplazadas mediante agarradores 142 unidos a la correa móvil 144. Una persona experta en la técnica reconocerá que la fuerza motriz para la correa 144 debe ser controlada cuidadosamente para obtener una velocidad preferida para el proceso de soldadura y para impedir la rotura del útil 70 de FSW.

La figura 16 es una ilustración de un brazo de conexión que tiene juntas 152 y 154 que pueden ser producidas en un solo paso mediante un útil de FSW tal como el útil 60 de FSW mostrado en la figura 8.

40 La figura 17 ilustra un brazo de conexión en ángulo que tiene juntas 157 y 158 que, igualmente, puede ser producido en un solo paso mediante un útil de FSW tal como el útil 60 de FSW.

La figura 18 ilustra una vasija cilíndrica, de doble pared, que tiene juntas 162, que puede fabricarse mediante repetidas pasadas de un útil de FSW tal como el útil 60 de FSW.

45 La figura 19 ilustra una estructura de doble pared, tal como un casco de una embarcación, un buque tanque, cuba, etc. con juntas 172, que puede fabricarse mediante repetidas pasadas de un útil de FSW tal como el útil 60 de FSW.

La figura 20 ilustra un panel de anchura múltiple con juntas 182, que puede fabricarse mediante el útil 60 de FSW.

50 Las figuras 21 y 22 ilustran dos enfoques para mejorar la capacidad de partes de espiga adyacentes para comunicar la torsión requerida para la soldadura por fricción-rotación. En la figura 21 se emplea un miembro de tensión 192 que, de preferencia, no está roscado, excepto en los extremos para recibir medios de apriete tales como tuercas 62.

55 Con el fin de que las partes de espiga 194 y 196 comuniquen un par de torsión entre ellas, la parte 194 de espiga tiene una superficie 195 no axisimétrica y la parte 196 de espiga tiene una superficie no axisimétrica, complementaria, 197. Cuando la tensión en el miembro de tensión 192 fuerza a la parte 194 de espiga apretadamente contra la parte 196 de espiga, puede transmitirse torsión entre la superficie no axisimétrica 195 y la superficie no axisimétrica 197. En la configuración mostrada en la figura 22, el miembro de tensión 202 está roscado y hay roscas internas formadas en las partes 204 y 206 de espiga. Las roscas del miembro de tensión 202 y las roscas internas de las partes 204 y 206
60 de espiga, se emplean para forzar al extremo 205 de la parte 204 de espiga contra el extremo 207 de la parte 206 de espiga, de forma que pueda transmitirse torsión entre la parte 204 de espiga y la parte 206 de espiga.

65 La figura 23 ilustra una realización alternativa del presente invento. El útil 210 de FSW incluye una espiga 216 que tiene partes 217 y 218 de espiga. Las partes 217 y 218 de espiga están formadas de una sola pieza. No existe unión a tope tal como la unión a tope 72 entre las partes 71 y 73 de espiga representadas en la figura 10. En consecuencia, los resaltos 214 y 219 se roscan desde los lados del vástago, no desde el lado de las partes de espiga.

ES 2 336 235 T3

El resalto 214 se rosca sobre el vástago 212 y hasta que se tropieza con el tope firme 215. De igual manera, el resalto 219 se rosca desde abajo hasta que se tropieza con el tope firme 220. Igualmente, el resalto 222, que se encuentra debajo de la arandela separadora 226, se rosca hasta que se tropieza con el tope firme 224. La espiga 228, como la espiga 216, está formada de manera enteriza y no tiene unión a tope como la unión a tope 72.

5

La figura 24 ilustra un ejemplo, que no forma parte del presente invento, constituido en una sola pieza. El útil 230 de FSW está destinado a realizar dos soldaduras FSW simultáneamente. El útil 230 de FSW incluye vástagos superior e inferior, 232, que han de ser retenidos en mandriles o pinzas de una máquina de FSW. El resalto superior tiene una cara de trabajo 236 que es adyacente a la parte superior 238 de espiga. La parte inferior 240 de espiga es adyacente a la cara de trabajo 242 del resalto 244. El resalto 244 tiene, también, una cara de trabajo inferior 236. Bajo la cara de trabajo inferior 236 del resalto 244, hay una parte superior 238 de espiga que se encuentra sobre una parte inferior 240 de espiga. El resalto inferior 246 tiene una cara de trabajo 242 adyacente a la parte inferior 240 de espiga.

10

Las partes 238 y 240 de espiga tienen, de preferencia, roscas contrarias de modo que, cuando se hace girar el útil 230 de FSW en un sentido apropiado, las partes 238 y 240 de espiga empujan al material hacia los centros de las placas que se están soldando. Igualmente, cuando se hace girar el útil 230 en ese sentido, los filetes de las caras de trabajo 236 y 242 empujan al material hacia dentro, hacia las partes 238 y 240 de espiga, respectivamente.

15

Si bien se han descrito, con un detalle considerable, las realizaciones actualmente preferidas y diversas realizaciones alternativas del presente invento, con referencia en particular a las figuras, debe comprenderse que los expertos en la técnica relevante pueden introducir o proyectar varias modificaciones y/o adaptaciones adicionales del presente invento, sin por ello salirse del alcance de las adjuntas reivindicaciones.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 336 235 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación para realizar, simultáneamente, una pluralidad de soldaduras paralelas, comprendiendo dicho útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación:
- una pluralidad de módulos de soldadura por fricción-rotación, cada uno de cuyos módulos de soldadura por fricción-rotación comprende:
- 10 al menos una espiga (71, 73, 194, 196, 216, 228) de soldadura por fricción-rotación;
- un par de superficies de aplicación con la pieza de trabajo orientadas hacia dicha al menos una espiga (71, 73, 194, 196, 216, 228) de soldadura por fricción-rotación;
- 15 estando dispuesta cada una de dichas superficies de aplicación con la pieza de trabajo en un resalto (67, 68, 214, 219, 222) unido a dicha al menos una espiga (71, 73, 194, 196, 216, 228) de soldadura por fricción-rotación o enterizo con ella, por lo que dichos resaltos (67, 68, 214, 219, 222) y dicha espiga (71, 73, 194, 196, 216, 228), giran al unísono;
- 20 estando conectados dichos módulos de soldadura por fricción-rotación entre sí o estando formados de una sola pieza, por lo que los citados módulos giran al unísono;
- al menos un vástago (66, 75, 82, 84) unido a, por lo menos, uno de dichos módulos de soldadura por fricción-rotación o enterizo con ellos, por lo que dicho vástago (66, 75, 82, 84) y dichos módulos, giran al unísono;
- 25 dicho al menos un vástago (66, 75, 82, 84) para aplicación con un mandril o una pinza (138, 140) de una máquina de soldadura por fricción-rotación para ser hecho girar por ella, **caracterizado** porque el útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación comprende, además, una barra (61, 76) de tensión axial dispuesta dentro de dicho útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación y medios (62, 77) para someter a tensión a dicha barra (61, 76) de tensión axial, por lo que dicha al menos una espiga (71, 73, 194, 196, 216, 228) es sometida a compresión con el fin de impedir la rotura de dicha al menos una espiga (71, 73, 194, 196, 216, 228).
- 30
2. Un útil (60, 70) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un vástago (66, 75, 82, 84) para aplicación con un mandril o una pinza (138, 140) de una máquina de soldadura por fricción-rotación consiste en dos vástagos (82, 84) dispuestos en extremos opuestos de dicho útil (60, 70) de soldadura por fricción-rotación, estando destinados dichos dos vástagos (82, 84) a aplicarse con dos mandriles o pinzas coaxiales (138, 140) de una máquina de soldadura por fricción-rotación que incluye dos mandriles o pinzas coaxiales (138, 140).
- 35
3. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que dicho al menos un vástago (66, 75, 82, 84) es enterizo con al menos una de dichas al menos una espiga (71, 73, 194, 196, 216, 228) para formar un conjunto vástago-espiga.
- 40
4. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 3, en el que al menos uno de los citados resaltos (67, 68, 214, 219, 222) está roscado en dicho conjunto vástago-espiga.
- 45
5. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 4, en el que al menos uno de los citados resaltos (67, 68, 214, 219, 222) incluye un tope firme para aplicarse firmemente con dicho conjunto de vástago-espiga.
- 50
6. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la citada espiga (71, 73, 194, 196, 216, 228) está compuesta de una cerámica o de un metal duro, resistente a las altas temperaturas.
- 55
7. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 6, en el que dicha barra de tensión axial (61, 76) es sometida a tensión mediante, al menos, una tuerca (62, 77), aplicándose dicha al menos una tuerca (62, 77) con una parte roscada de dicha barra de tensión axial (61, 76).
- 60
8. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además al menos una arandela elástica (63, 78) comprimida por dicha al menos una tuerca, por lo que se mantiene la tensión en dicha barra de tensión axial (61, 76) aún cuando dicha barra de tensión axial (61, 76) sea sometida a la acción del calor debido al proceso de soldadura por fricción-rotación.
- 65
9. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha barra de tensión axial (61, 76) está roscada y por lo menos una de las citadas espigas (71, 73, 194, 196, 216, 228) o al menos uno de dichos resaltos (67, 68, 214, 219, 222) está roscado en dicha barra de tensión, por lo que puede transmitirse torsión a lo largo de dicho útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación.

ES 2 336 235 T3

10. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 7, en el que al menos una de dichas espigas (71, 73, 194, 196, 216, 228) comprende un par de partes (71, 73) de espiga, teniendo dichas partes (71, 73) de espiga extremos en apoyo a tope.

5 11. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dichos extremos apoyados a tope de dichas partes (71, 73) de espiga no son axisimétricos, por lo que puede transmitirse torsión entre dichas partes (71, 73) de espiga.

12. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 7, en el que al menos uno de los citados módulos de soldadura por fricción-rotación comprende dos módulos menores, comprendiendo cada módulo menor un conjunto enterizo de vástago-espiga y un resalto (67, 68, 214, 219, 222) roscado en dicho conjunto de vástago-espiga.

13. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 12, en el que al menos uno de los citados resaltos (67, 68, 214, 219, 222) incluye un tope firme (87, 90, 215, 224) para aplicarse firmemente con un tope firme de dicho conjunto enterizo de vástago-espiga.

14. Un útil (60, 70, 210) de soldadura por fricción-rotación de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en el que dicho resalto (67, 68, 214, 219, 222) se monta desde un extremo de espiga de dicho conjunto enterizo de vástago-espiga o de un extremo de vástago de dicho conjunto enterizo de vástago-espiga.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

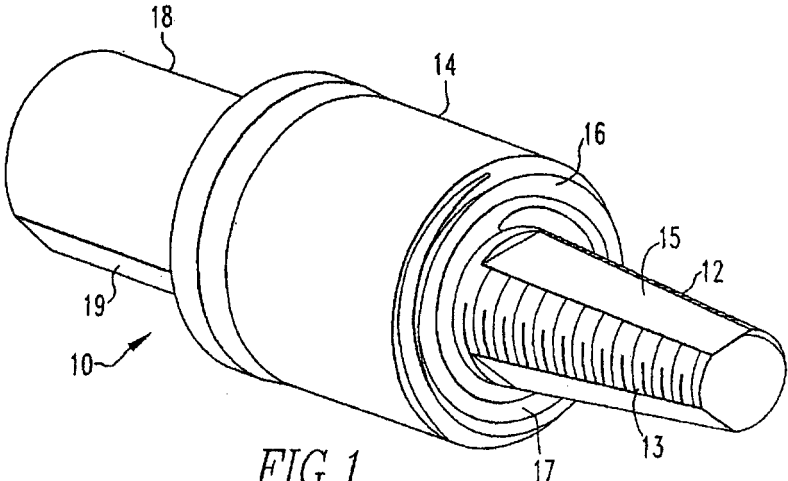


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

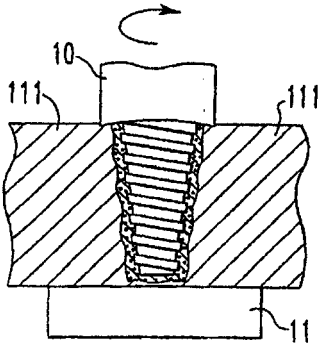


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

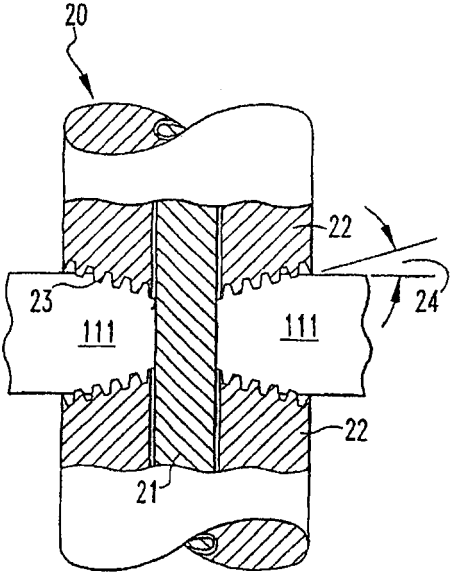


FIG. 3
TÉCNICA ANTERIOR

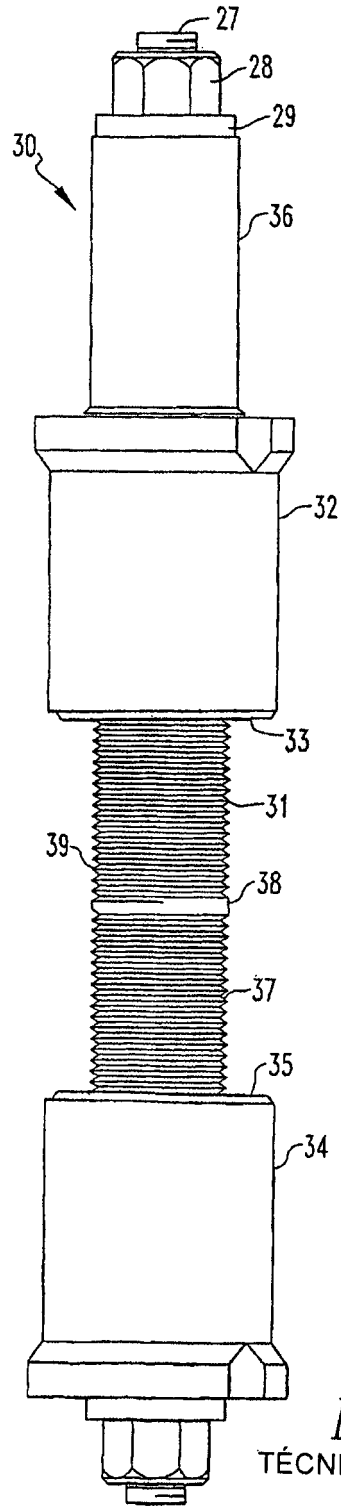
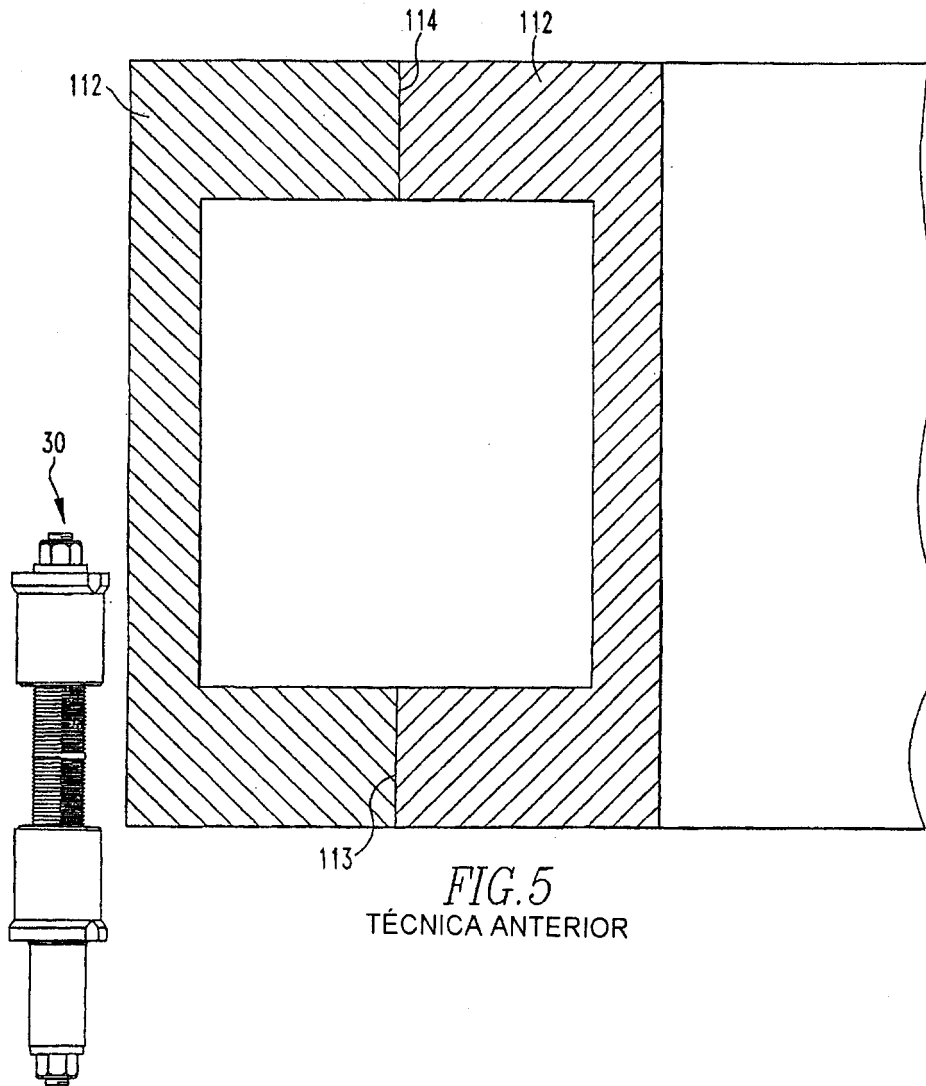


FIG. 4
TÉCNICA ANTERIOR



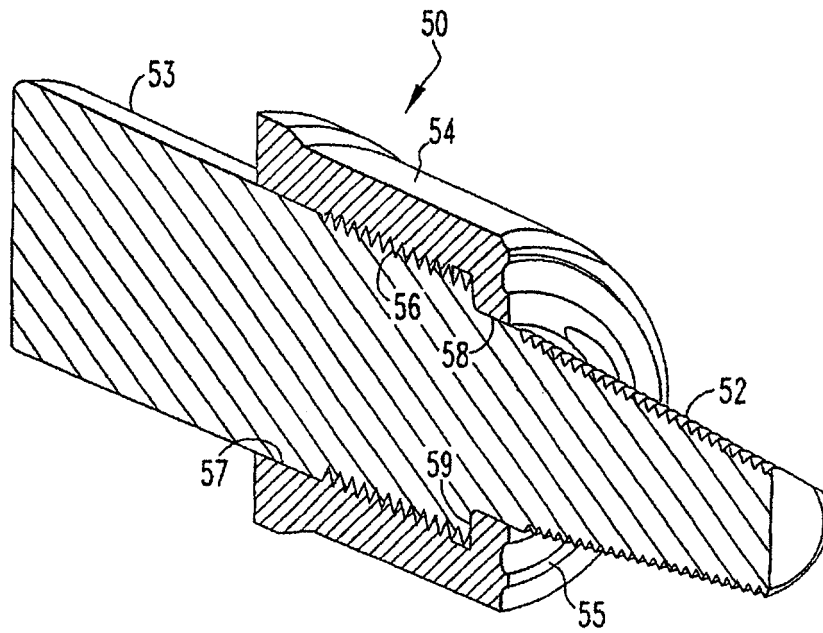


FIG. 6
TÉCNICA ANTERIOR

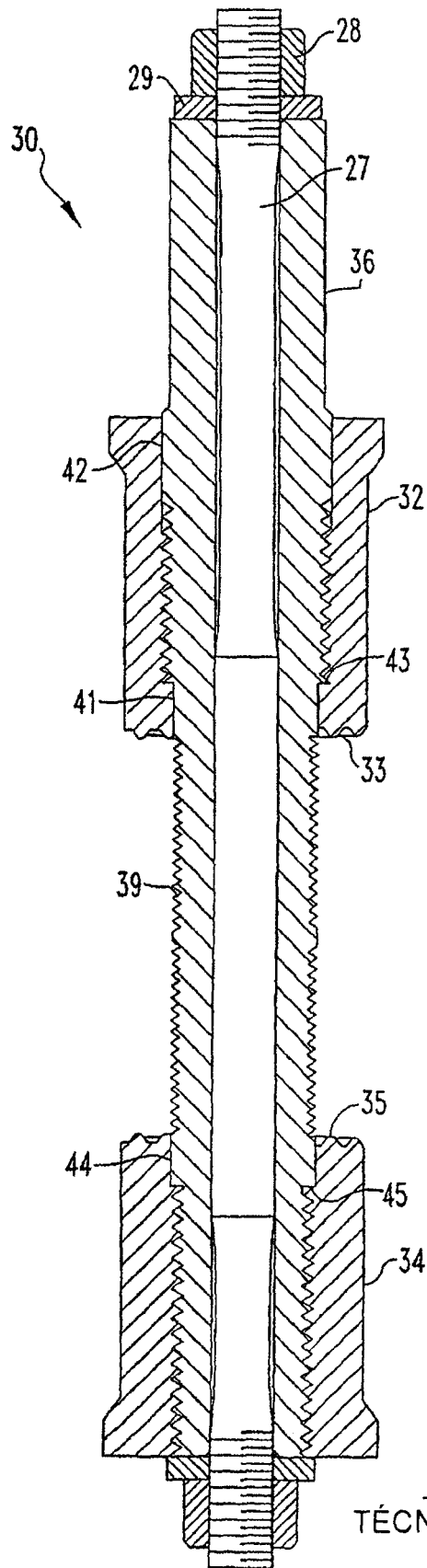
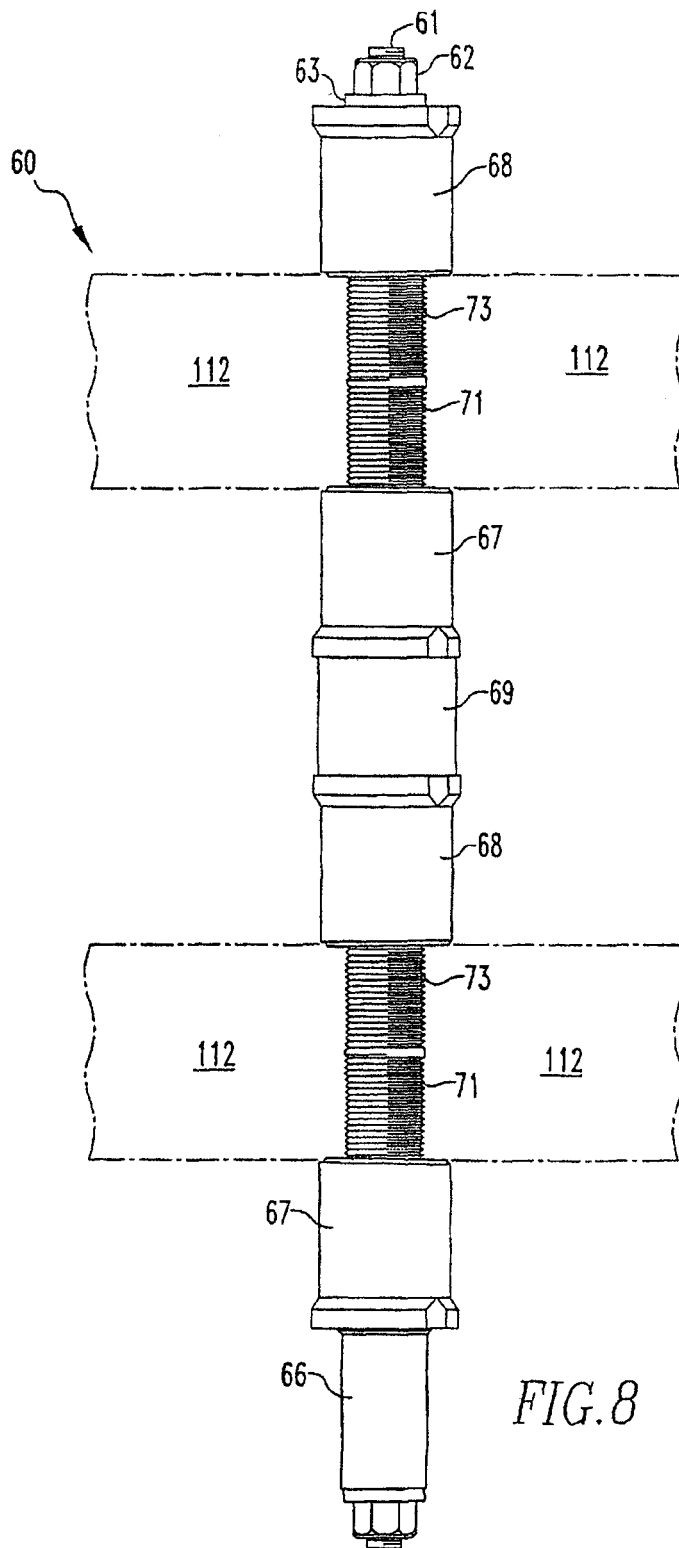


FIG. 7
TÉCNICA ANTERIOR



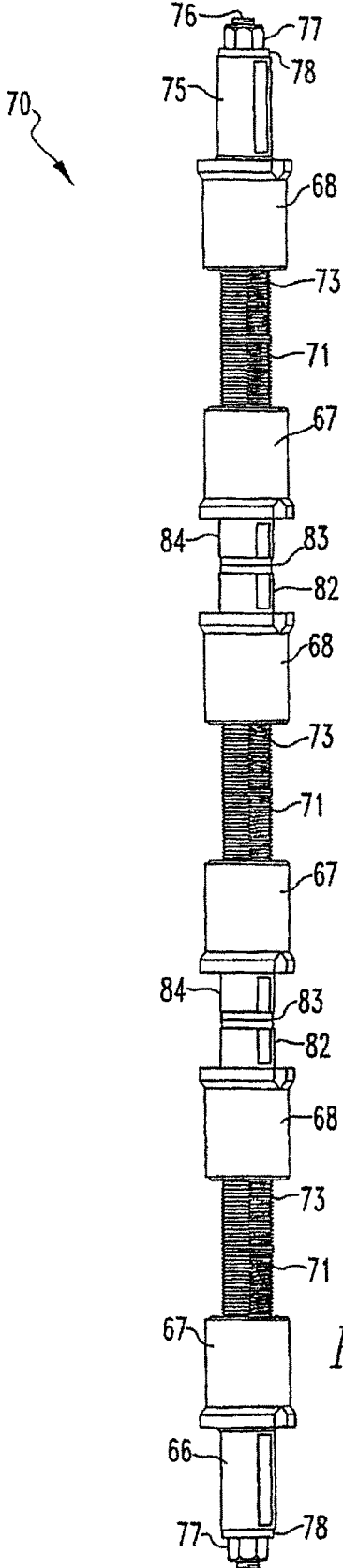


FIG. 9

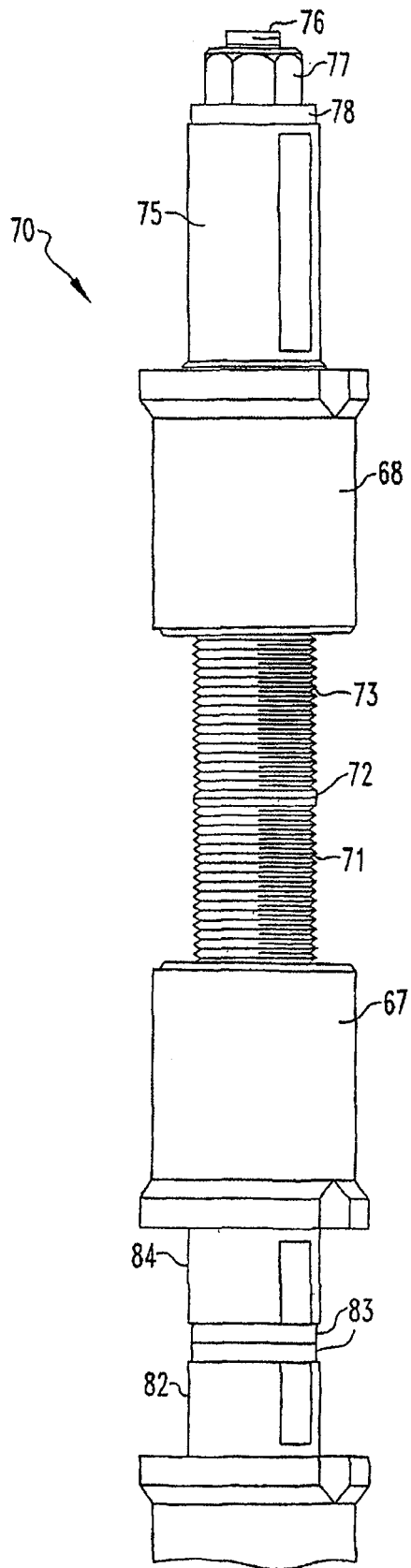


FIG. 10

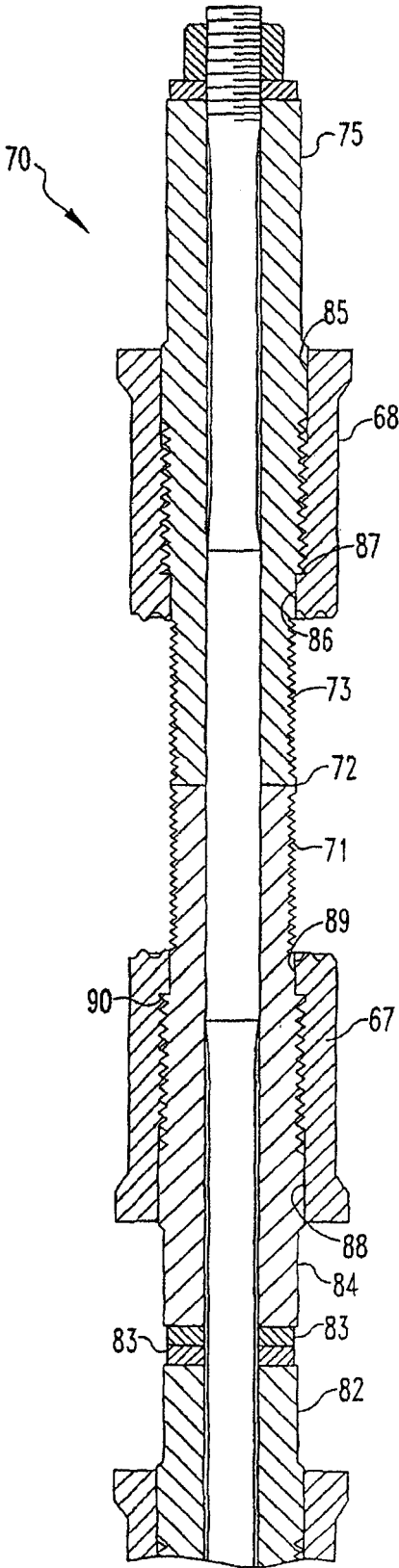


FIG. 11

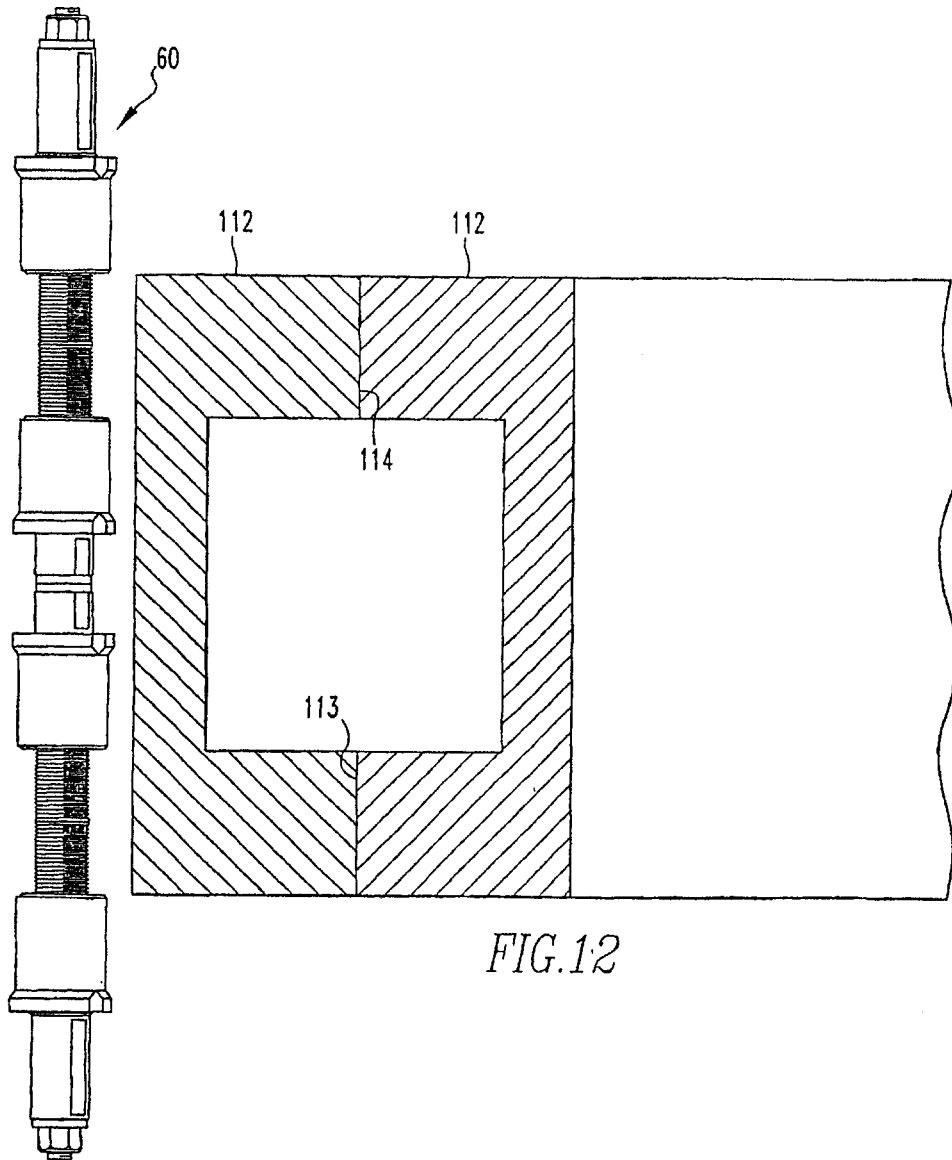


FIG.12

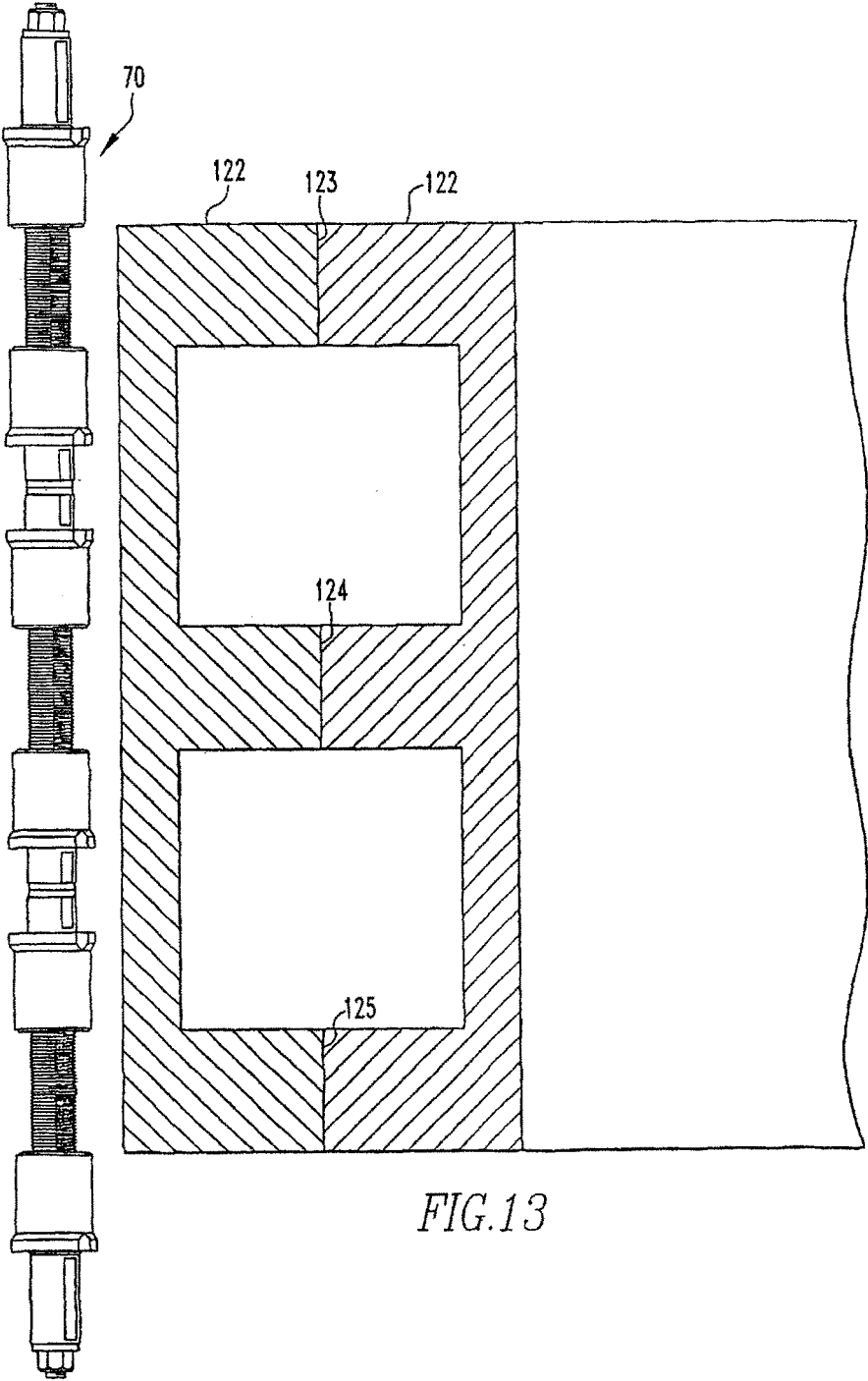


FIG.13

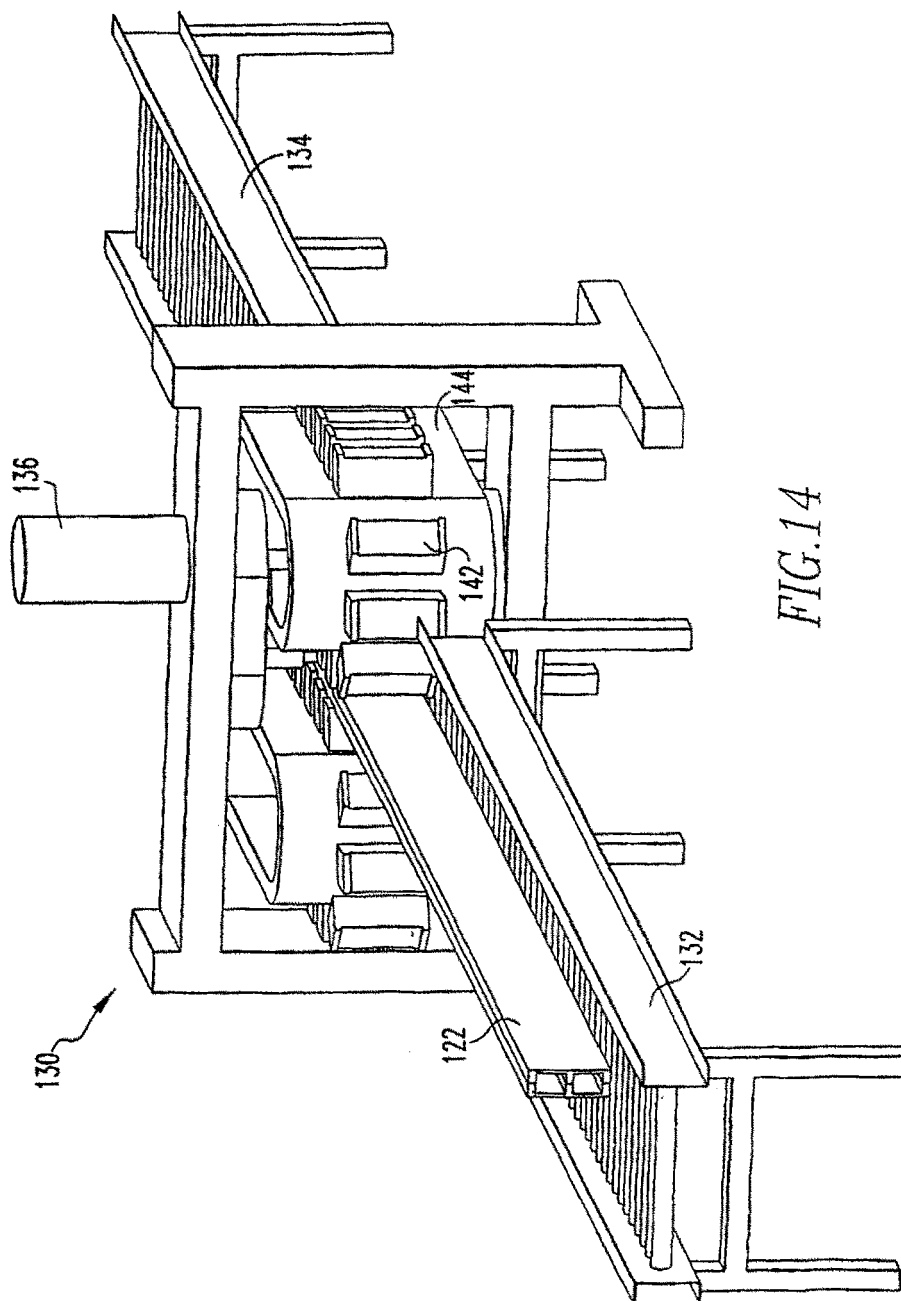


FIG.14

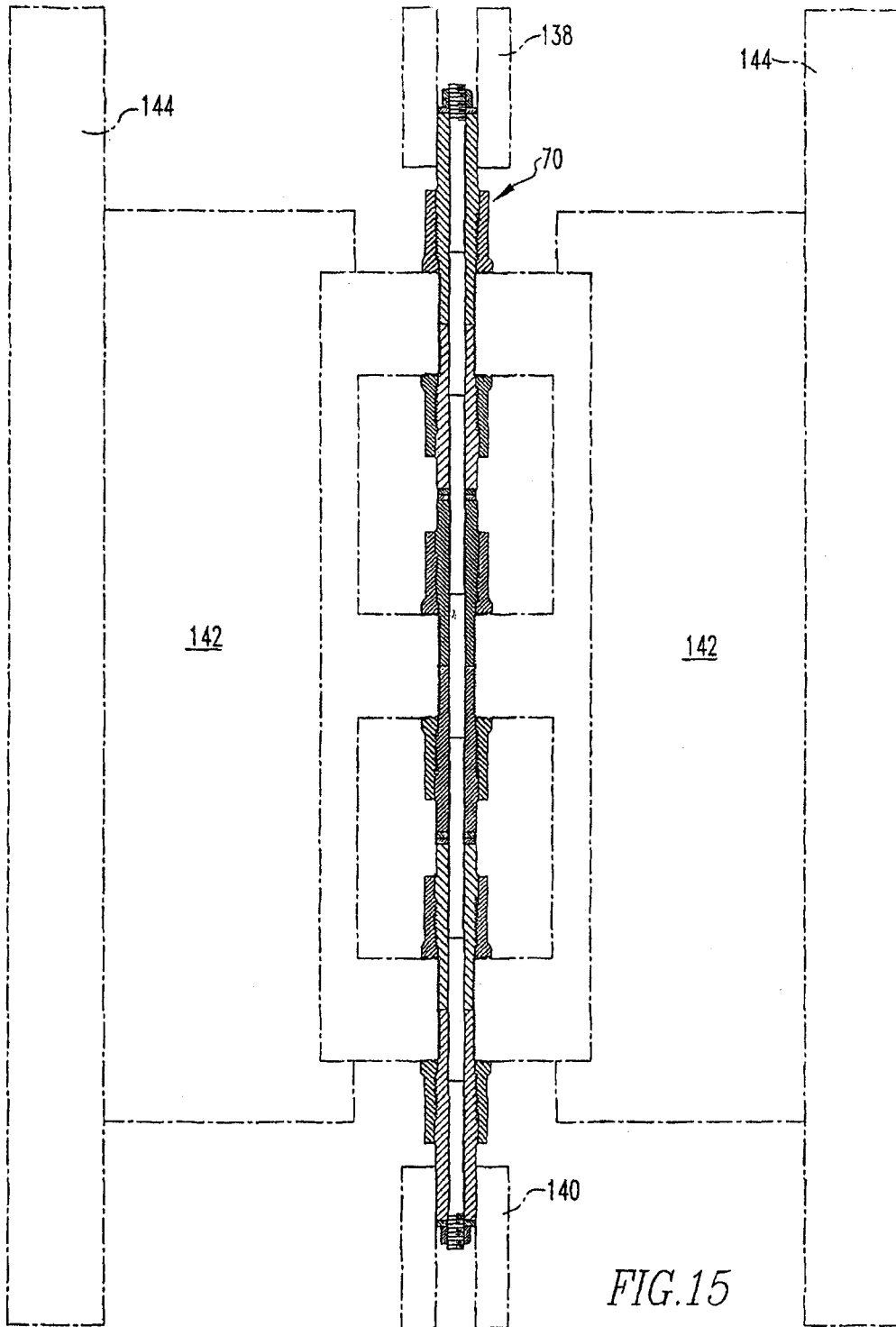
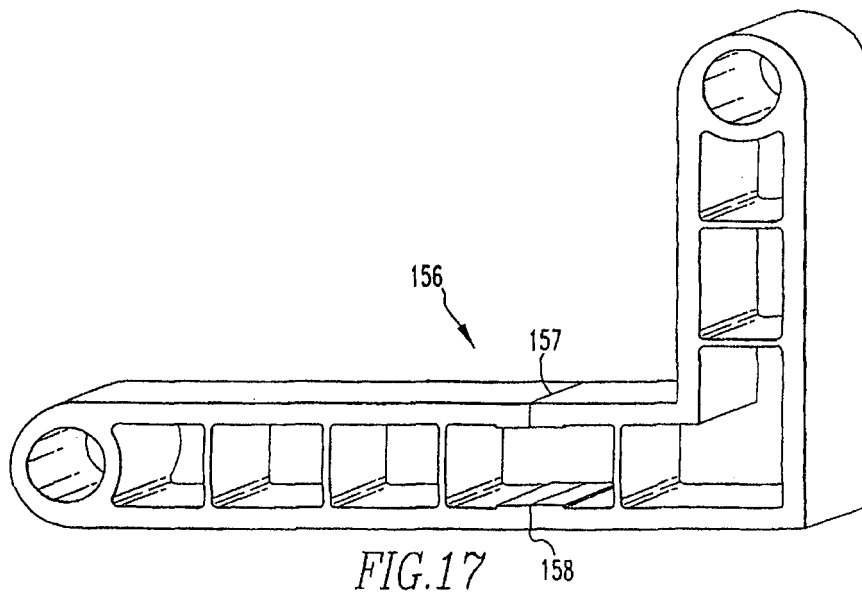
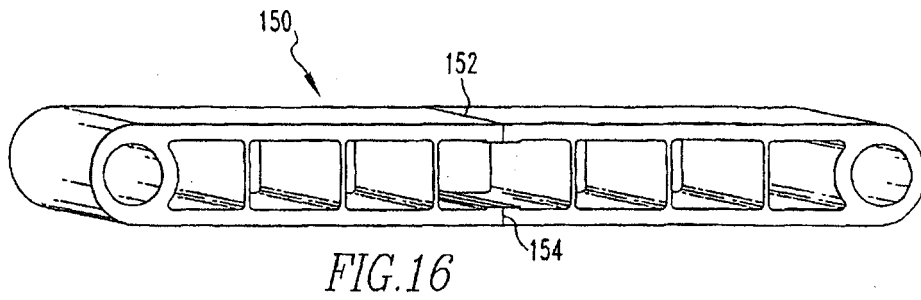
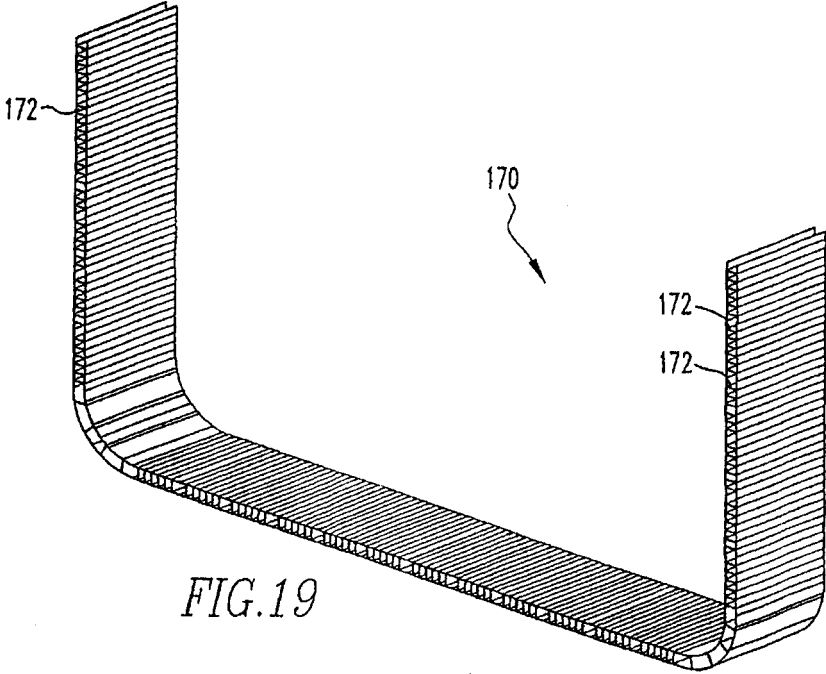
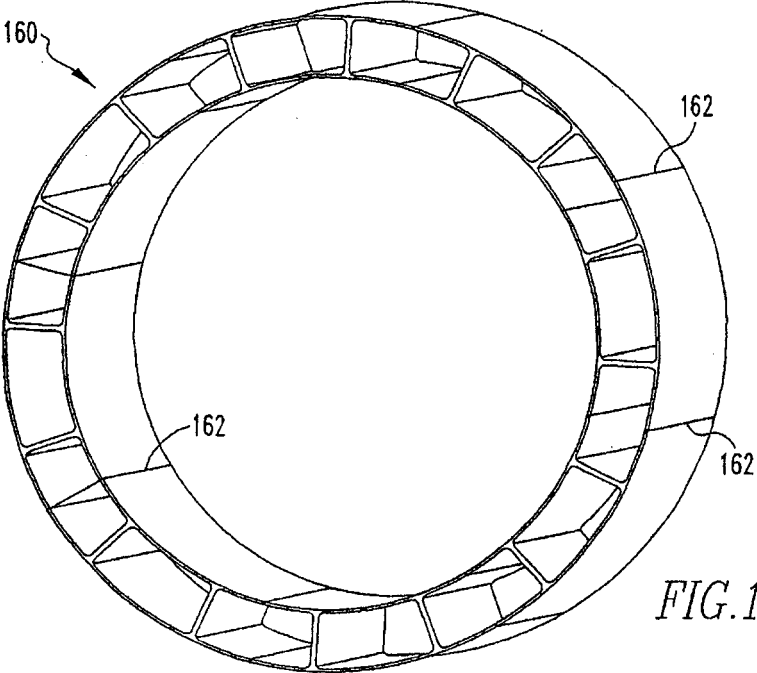


FIG.15





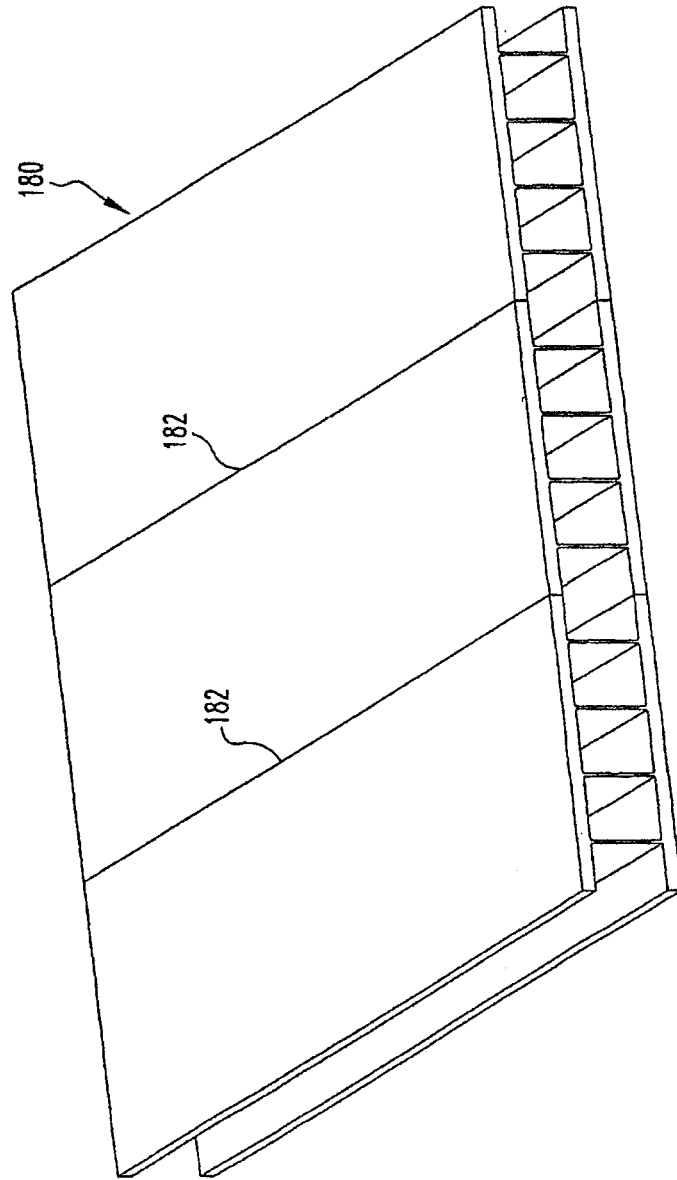


FIG.20

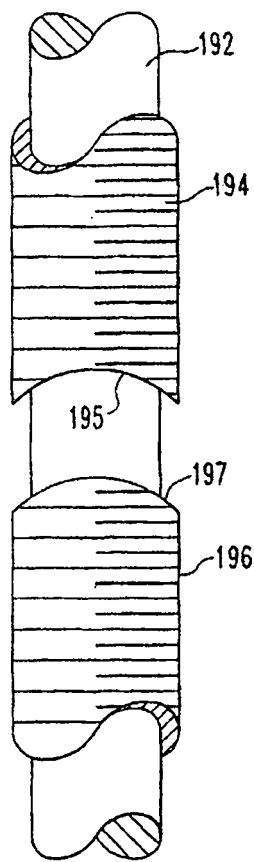


FIG. 21

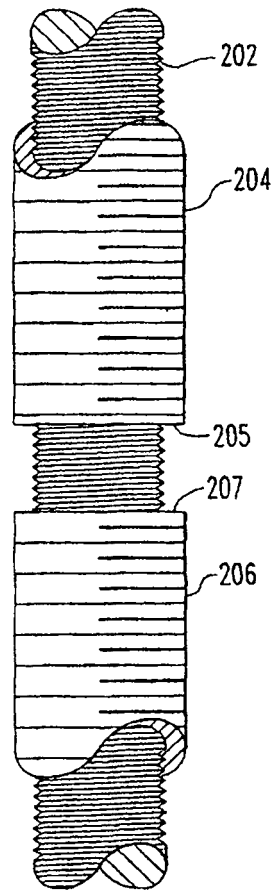


FIG. 22

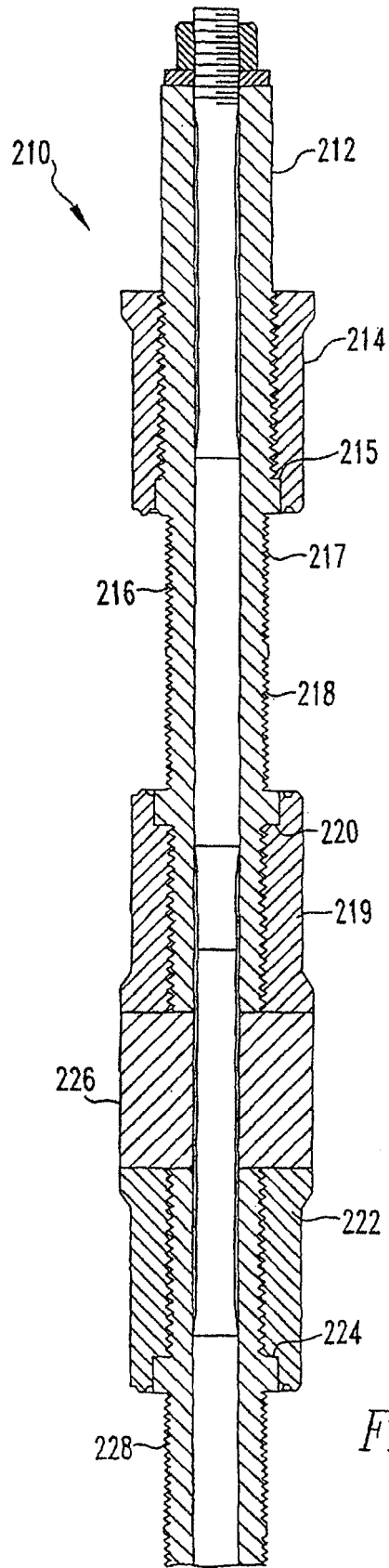


FIG. 23

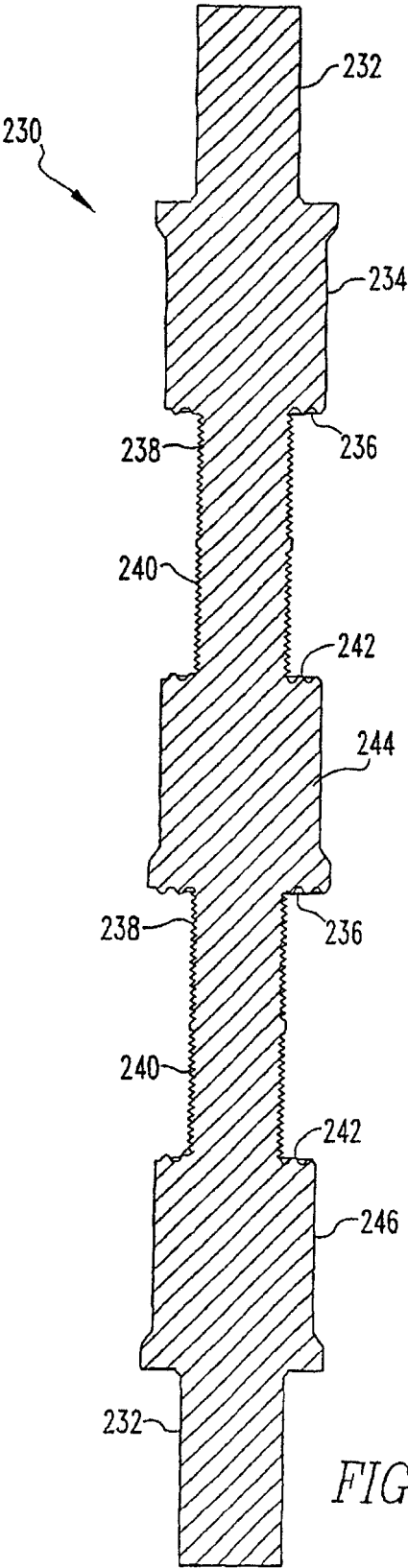


FIG.24