



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 285 031**

⑤① Int. Cl.:
B21K 5/02 (2006.01)
B21J 9/02 (2006.01)
B23P 15/28 (2006.01)
B21K 27/02 (2006.01)
B27G 15/00 (2006.01)
B21J 13/02 (2006.01)
B21J 9/06 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧⑥ Número de solicitud europea: **03029558 .8**
⑧⑥ Fecha de presentación : **16.12.1999**
⑧⑦ Número de publicación de la solicitud: **1419833**
⑧⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2004**

⑤④ Título: **Matriz de forja con superficie trasera mejorada.**

③⑩ Prioridad: **18.12.1998 US 215159**

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

⑦③ Titular/es: **Black & Decker Inc.**
Drummond Plaza Office Park
1423 Kirkwood Highway
Newark, Delaware 19711, US

⑦② Inventor/es: **Biederman, Ronald R.;**
Crosby, Stephen R.;
Bludis, Thomas Trevor;
Eppley, Kyle J.;
Buganto, Lawrence George;
Von Felkerzam, Antoni;
Gure, Charles P.;
Simmons, Robert Scott;
McKenzie, Timothy T.;
Stone, Paul Andrew;
Selke, Gregory H.;
Tartamella, Jeffrey W.;
Thomas, Rickey James;
Voskasis, Ioannis y
Wetherington, Charles T.

⑦④ Agente: **Durán Moya, Carlos**

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

Matriz de forja con superficie trasera mejorada.

5 La presente invención se refiere, de modo general, a una matriz de forja según el preámbulo de la reivindicación 1. Dichas matrices se usan para formar piezas con una forma predeterminada, tales como puntas de broca y, más particularmente, puntas de taladrado de tipo pala, a partir de un material continuo de partida.

10 Cada día, se fabrica una innumerable cantidad de piezas de metal y de plástico con una variedad de formas predefinidas, tales como las realizadas por procesos de forja en los que tiene lugar un cambio permanente en la forma de la pieza. Estas piezas se fabrican, habitualmente, en grandes cantidades y se utilizan en muchas aplicaciones diferentes. Por ejemplo, varias herramientas, tales como puntas de broca, puntas de destornillador, puntas de ranuradora, puntas de percusión y hojas de sierras de contornear y de sierras alternativas, se producen en grandes cantidades todos los días. Igualmente, otros muchos tipos de piezas, tales como elementos de sujeción, sufrideras para herramientas de impacto, cincheles de espira y de punta de bola, ruedas dentadas, ejes, ejes compensadores y barras de accionamiento, se fabrican también en grandes cantidades todos los días.

20 En consecuencia, se han desarrollado varios procesos de fabricación para formar piezas con una forma predeterminada en grandes cantidades. Estos procesos de fabricación incluyen, de modo general, varias operaciones o etapas independientes que se realizan en una secuencia predeterminada a fin de crear piezas con la forma deseada. Por ejemplo, los procesos típicos para fabricar piezas metálicas incluyen, de modo general, operaciones de forja, operaciones de desbarbado, operaciones de tratamiento térmico, y operaciones de pulido y otras operaciones de acabado.

25 Estos procesos de fabricación se diseñan, típicamente, para formar varias piezas a trabajar individuales en piezas correspondientes con una forma predeterminada. De esta manera, estos procesos de fabricación convencionales incluyen, de modo general, una etapa inicial de disponer varias piezas a trabajar individuales del tamaño y la longitud deseados. Por ejemplo, se puede cortar un alambre o barra metálica en varias piezas individuales antes de empezar el proceso real de fabricación. Después de ello, la serie de piezas a trabajar individuales son tratadas individualmente a fin de crear una serie de piezas con la forma predeterminada.

30 Como consecuencia, cada pieza individual se debe recoger, de modo general, a continuación de cada operación de estos procesos de fabricación convencionales, de manera que la pieza se pueda transportar hasta la siguiente etapa u operación del proceso de fabricación. Además, dado que las piezas deben estar alineadas, de modo general, de una manera predeterminada durante cada operación de estos procesos de fabricación, cada pieza debe estar orientada individualmente, de modo general, antes de cada etapa siguiente del proceso de fabricación. De esta manera, incluso aunque las piezas se recojan y transporten, de modo general, entre etapas de estos procesos de fabricación por lotes, dichos procesos de fabricación convencionales todavía requieren, de modo general, una importante manipulación de las piezas a fin de recoger, transportar y orientar apropiadamente las mismas entre cada etapa de los mismos. Estos procesos de fabricación convencionales requieren también, típicamente, que un número de piezas relativamente grande esté en proceso continuamente debido al tratamiento de tipo por lotes. Tal como será evidente, el tiempo y la mano de obra requeridos para recoger, transportar y orientar apropiadamente piezas durante estos procesos de fabricación convencionales hacen disminuir el rendimiento con el que se fabrican las mismas y, correspondientemente, hacen aumentar el coste de las piezas resultantes.

45 La falta de eficiencia creada por la manipulación y la elaboración de una serie de piezas individuales y el incremento de costes para mantener un número relativamente grande de piezas parcialmente formadas en la fabricación son particularmente significativas para esos procesos de fabricación, que están diseñados para producir un gran número de piezas cada día, tales como decenas de miles de piezas, si no cientos de miles de ellas, cada día. Por ejemplo, los procesos de fabricación convencionales que producen piezas metálicas, tales como puntas de broca, puntas de ranuradora, elementos de sujeción, puntas de percusión, hojas de sierras de contornear y de sierras alternativas, sufrideras para herramientas de impacto, cincheles de espira y de punta de bola, ruedas dentadas, ejes, puntas de destornillador, ejes compensadores y barras de accionamiento, producen, de modo general, piezas a regímenes de hasta miles o más por día.

55 A fin de demostrar la falta intrínseca de eficiencia de estos procesos de fabricación convencionales, que tratan individualmente un gran número de piezas individuales, se describe en lo sucesivo el proceso de fabricación empleado para formar puntas de taladrado de tipo pala (denominadas en lo sucesivo "puntas de pala"). Las puntas de pala se forman, típicamente, por un proceso de forja en caliente. Según este proceso, se corta en piezas una bobina de alambre de partida de un diámetro dado, siendo cada una de las mismas aproximadamente de la longitud de una punta individual de pala. Cada pieza es recalada entonces para formar una parte de material con un diámetro aumentado en el primer extremo del segmento, es decir, un abultamiento de material que tiene un diámetro aumentado en una longitud más pequeña en el primer extremo. Durante este proceso inicial de calentamiento o a continuación del calentamiento adicional del abultamiento de material, la pieza es forjada al comprimir el abultamiento calentado de material entre un par de matrices opuestas. Típicamente, el par de matrices opuestas se cierran de manera rectilínea, de modo que el abultamiento calentado de material es sometido a fuerzas de compresión que desplazan el material hasta la forma de contornos fijos predeterminados, definida por las matrices. La pieza forjada puede ser entonces desbarbada y acabada para producir puntas de pala, tales como las descritas anteriormente. Se puede estampar también, durante su tratamiento, una marca de identificación sobre la punta de pala.

Al cortar inicialmente el alambre de partida y/o los tacos en varias piezas individuales, sin embargo, las piezas se deben manipular y tratar individualmente por todo el proceso de forja en caliente, disminuyendo de esta manera el rendimiento con el que se fabrican las puntas de pala y, correspondientemente, aumentando los costes resultantes de las mismas. Por ejemplo, cada pieza individual se debe recoger a continuación de cada etapa del proceso de fabricación y se debe transportar a la siguiente etapa. Además, cada pieza individual se debe alinear apropiadamente durante cada etapa del proceso para asegurar que la forma de entrada de la pieza sirve como una preforma apropiada y admisible para satisfacer el requisito de cada operación posterior de la matriz, incluyendo el llenado de la misma, de modo que las puntas de pala resultantes cumplan las tolerancias de producto deseadas.

Por lo tanto, se han dado a conocer un método y aparato para formar una serie de piezas, tales como puntas de pala, a partir de un material continuo de partida. De esta manera, las diversas etapas de dicho método de formación se pueden realizar para partes predeterminadas del material continuo de partida, antes de separarlo en varias piezas individuales. El rendimiento del proceso de formación se mejora de esta manera, dado que las piezas individuales no tienen que ser transportadas y orientadas numerosas veces durante las operaciones de formación. Al no requerirse que las piezas individuales sean manipuladas durante las operaciones de formación, el control de calidad y tolerancias de las piezas formadas por dicho método y aparato de formación ha sido también mejorado, dado que dicha manipulación de piezas individuales aumenta, de modo general, las posibilidades de desalineación y contribuye a un control de tolerancias poco satisfactorio durante el proceso de fabricación. Además, dicho método y aparato de formación reducen eficazmente el número de piezas en el proceso, en cualquier momento durante el proceso de fabricación, al limitar el número de operaciones por lotes requeridas en comparación con los procesos de fabricación más convencionales.

Un ejemplo de un método y aparato para mecanizar material continuo de partida se describe en la publicación de la solicitud internacional de patente N° WO 97/47421.

Según la presente invención, se da a conocer una matriz de forja para forjar al menos una parte de una pieza con una forma predeterminada a partir de una pieza a trabajar, extendiéndose la matriz de forja longitudinalmente entre un primer y segundo extremos opuestos, comprendiendo:

una superficie de contacto, adaptada para contactar con la pieza a trabajar y conformar la misma con la forma predeterminada de la pieza resultante, y una superficie trasera, a la que se aplican fuerzas a fin de empujar la matriz de forja para que contacte con la pieza a trabajar, caracterizada porque dicha superficie trasera comprende:

una sección media que tiene una forma cónica parcial; y

primera y segunda secciones laterales, dispuestas en lados opuestos de dicha sección media, en la que la sección lateral tiene también una forma cónica parcial,

en la que un radio definido por dicha sección media cónica es mayor que un radio definido por dichas secciones laterales cónicas en cada lugar correspondiente según la longitud de la matriz de forja, de manera que cada sección lateral está rebajada con relación a dicha sección media, imponiendo de esta manera que las fuerzas se apliquen principalmente a dicha sección media de dicha superficie trasera, a fin de empujar la matriz de forja a que contacte con la pieza a trabajar.

Como tal, la superficie trasera de la matriz de forja de la presente invención ya no tiene una superficie continuamente uniforme por toda la superficie trasera.

Dado que la matriz de forja está inclinada, típicamente, de manera que la superficie de contacto está separada de la superficie trasera una distancia mayor en un primer extremo de la matriz de forja que en un segundo extremo de la misma, la sección media de la superficie trasera de esta realización ventajosa está inclinada, también preferiblemente, para ser más ancha próxima al primer extremo de la matriz de forja y más estrecha próxima al segundo extremo de la misma. Como consecuencia, la sección media tiene una superficie con forma trapezoidal. Como consecuencia de la construcción exclusiva de la superficie trasera de la matriz de forja, la matriz de forja contacta ventajosamente con esas partes del dispositivo de presión que definen la cavidad de la matriz de manera relativamente uniforme por la mayoría de la sección media cónica de la matriz de forja, incluso por toda ella, en oposición a las matrices de forja convencionales, que contactan con el dispositivo de presión en un área mucho más pequeña, aumentando significativamente de esta manera las fuerzas aplicadas al menos a partes de la matriz de forja y aumentando, correspondientemente, el desgaste de la matriz y disminuyendo la vida útil eficaz de la misma.

La figura 1 es una vista en planta esquemática del aparato de formación descrito en combinación con la matriz de forja de la presente invención.

La figura 2 es una vista en alzado lateral de al menos partes, del aparato de formación ilustrado en la figura 1.

Las figuras 3A-3G ilustran las diversas formas en las que el material continuo de partida es formado por el método y aparato de formación descritos en combinación con la matriz de forja de la presente invención, que está diseñada para fabricar puntas de pala.

La figura 4 es una vista en alzado frontal de una punta de pala.

ES 2 285 031 T3

La figura 5 es una vista en alzado lateral de la punta de pala ilustrada en la figura 4.

La figura 6 es una vista parcial en alzado frontal, a escala mucho mayor, de la parte de cuchilla de la punta de pala ilustrada en la figura 4.

La figura 7 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de una parte del aparato de formación ilustrado en la figura 1, que representa con mayor detalle la enderezadora, la caja de tracción, la pinza de carga y el dispositivo orientador.

La figura 8 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de otra parte del aparato de formación ilustrado en la figura 1, que representa la forja de elementos hexagonales y el cabezal giratorio.

La figura 8A es una vista parcial en planta, en sección transversal, según la línea (8A-8A) de la figura 8, y que ilustra diversos sensores y controladores asociados con la forja de elementos hexagonales.

La figura 9 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de una parte de la forja de elementos hexagonales, en la que la serie de matrices de forja se han cerrado, al menos parcialmente, alrededor del material continuo de partida, y en la que la abrazadera por encima del cabezal giratorio está cerrada.

La figura 10 es una vista en perspectiva de una de la serie de matrices de forja para la forja de elementos hexagonales.

La figura 11 es una vista en sección transversal de la matriz de forja de la figura 10, según la línea (11-11).

La figura 12A es una vista desde un extremo, en sección transversal, de la forja de elementos hexagonales de la figura 9 y, más particularmente, la parte del dispositivo de presión que define la cavidad de la matriz y el conjunto de matrices dispuesto dentro de la cavidad de la matriz, que incluye una serie de matrices de forja en una posición abierta, según la línea (12-12) de la figura 9.

La figura 12B es una vista desde un extremo, en sección transversal, del conjunto de matrices mostrado en la figura 12A, según la línea (12-12) de la figura 9, en la que la serie de matrices de forja se han cerrado, al menos parcialmente, alrededor del material continuo de partida.

La figura 13 es una vista parcial desde un extremo, en sección transversal, de una parte de la forja de elementos hexagonales, que ilustra la rueda dentada y el trinquete asociado para hacer girar el dispositivo de presión, en el transcurso de las operaciones de forja, según la línea (13-13) de la figura 9.

La figura 14A es una vista parcial, en sección transversal, de la rueda dentada y el trinquete asociado de la figura 13, que representa la manera en la que el trinquete se acopla a la rueda dentada, de modo que la rueda dentada y, a su vez, el dispositivo de presión, se hace girar en sentido contrario al de las agujas del reloj, a medida que el trinquete se impulsa hacia abajo.

La figura 14B es una vista parcial, en sección transversal, de la rueda dentada y el trinquete asociado de la figura 13, que representa la manera en la que el trinquete se desacopla de la rueda dentada, a continuación de la rotación, de manera que el trinquete puede ser levantado hacia arriba a su posición inicial.

La figura 15 es una vista parcial desde un extremo, en sección transversal, de la forja de elementos hexagonales, según la línea (15-15) de la figura 9, que ilustra el sistema de lubricación para lubricar los diversos componentes de la forja de elementos hexagonales.

La figura 16 es una vista lateral parcial, en sección transversal, de la forja de elementos hexagonales, según la línea (16-16) de la figura 15, que ilustra además la manera en la que se introduce lubricante en los diversos componentes de la forja de elementos hexagonales.

La figura 17 es una vista parcial, en perspectiva, de una parte del cabezal giratorio, que incluye la abrazadera posterior del cabezal giratorio, en la que las matrices del cabezal giratorio están en posición abierta y en la que la tapa ha sido retirada con fines ilustrativos.

La figura 18 es una vista parcial, en sección transversal, de una parte del cabezal giratorio, que ilustra el acoplamiento colaborador del material continuo de partida por las matrices del cabezal giratorio, a fin de formar una acanaladura esférica y un borde biselado sobre la parte posterior del cuerpo de una punta de pala.

La figura 19 es una vista parcial desde un extremo, en sección transversal, de la abrazadera, en el sentido de avance del cabezal giratorio, según la línea (19-19) de la figura 17.

La figura 20 es una vista lateral parcial, en sección transversal, de la prensa de forja de cuchillas, que ilustra la serie de orificios, a través de los que se introduce lubricante.

ES 2 285 031 T3

La figura 20A es una vista parcial en planta, en sección transversal, según la línea (20A-20A) de la figura 20, y que ilustra diversos sensores y controladores asociados con la prensa de forja de cuchillas.

La figura 21 es una vista parcial, en perspectiva, del sensor de alineación para detectar casos en los que el material continuo de partida está retorcido o curvado de otro modo, de manera que las operaciones de forja puedan ser detenidas antes de dañar la prensa de forja de cuchillas.

La figura 22 es una vista parcial, en sección transversal, de un soporte ajustable para situar y soportar con precisión el cabezal durante las operaciones de forja, según la línea (22-22) de la figura 20.

La figura 23 es una vista parcial, en sección transversal, del soporte ajustable de la figura 22, según la línea (23-23) de la figura 22.

La figura 24 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de la prensa de forja de cuchillas descrita en combinación con la matriz de forja de la presente invención, en la que las matrices de forja están en posición abierta.

La figura 25 es una vista parcial desde un extremo, en sección transversal, de la prensa de forja de cuchillas, según la línea (25-25) de la figura 24, que ilustra el sistema de lubricación para lubricar los diversos componentes de la prensa de forja de cuchillas.

La figura 26 es una vista lateral parcial, en sección transversal, de la prensa de forja de cuchillas, según la línea (26-26) de la figura 25, que ilustra además la manera en la que se introduce lubricante en los diversos componentes de la prensa de forja de cuchillas.

La figura 27 es una vista lateral parcial, en sección transversal, a mayor escala, de una parte de la prensa de forja de cuchillas ilustrada en la figura 24, que representa la serie de matrices de forja en una posición cerrada, al menos parcialmente, u operativa, y que representan también las abrazaderas anterior y posterior de la prensa de cuchillas en una posición cerrada.

La figura 28 es una vista desde un extremo, en sección transversal, del conjunto de matrices, que incluye un par de matrices de forja opuestas y esa parte del dispositivo de presión que define la cavidad de la matriz de la prensa de forja de cuchillas, según la línea (28-28) de la figura 27.

La figura 29 es una vista parcial desde un extremo, en sección transversal, a escala mucho mayor del par de matrices de forja opuestas de la prensa de forja de cuchillas ilustrada en la figura 28, en la que el par de matrices de forja opuestas están en la posición cerrada, al menos parcialmente, u operativa.

La figura 30 es una vista en perspectiva de una matriz de forja según la presente invención, que ilustra la superficie trasera, que incluye una sección media cónica y un par de secciones laterales cónicas que están rebajadas en relación a la sección media.

La figura 31 es una vista parcial desde un extremo de la matriz de forja de la figura 30, que ilustra la superficie trasera y, en particular, los radios correspondientes de la sección media cónica y del par de secciones laterales cónicas.

La figura 32 es una vista en sección transversal de la abrazadera posterior de la prensa de cuchillas, según la línea (32-32) de la figura 27.

La figura 33 es una vista desde un extremo de la placa de la abrazadera, de la abrazadera posterior de la prensa de cuchillas y de la placa del armazón del carro de la prensa de cuchillas, según la línea (33-33) de la figura 24.

La figura 34 es una vista en alzado lateral de la placa de la abrazadera, de la abrazadera posterior de la prensa de cuchillas y de la placa del armazón del carro de la prensa de cuchillas, según la línea (34-34) de la figura 33.

La figura 35 es una vista en alzado lateral de la estación de desbarbado de talones, de la estación de desbarbado de diámetros exteriores y de la estación de aserrado del aparato descrito en combinación con la matriz de forja de la presente invención.

La figura 36 es una vista en planta, en sección transversal, de la estación de desbarbado de talones, de la estación de desbarbado de diámetros exteriores y de la estación de aserrado, según la línea (36-36) de la figura 35.

La figura 37 es una vista desde un extremo de la estación de aserrado, según la línea (37-37) de la figura 35, que ilustra el avance de la sierra a través del material continuo de partida.

La figura 38 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de la estación de aserrado y de la estación de estampación dimensional del aparato descrito en combinación con la presente invención, que ilustra el movimiento de la estación de estampación dimensional en la dirección longitudinal.

ES 2 285 031 T3

La figura 39 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de la estación de aserrado y de la estación de estampación dimensional, representadas en la figura 38, que ilustra el acoplamiento de una punta de taladrado de tipo pala por la estación de estampación dimensional, mientras que la estación de aserrado realiza un corte en el extremo delantero de una punta de taladrado de tipo pala, tal como se indica por (A).

La figura 40 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de la estación de aserrado y la estación de estampación dimensional representadas en las figuras 38 y 39, que ilustra el acoplamiento de una punta de taladrado de tipo pala por la estación de estampación dimensional, mientras que la estación de aserrado realiza un corte en el extremo posterior de una punta de taladrado de tipo pala, tal como se indica con (B).

La figura 41 es una vista desde un extremo, en sección transversal, de la abrazadera de estampación dimensional, según la línea (41-41) de la figura 40, que ilustra las matrices de estampación dimensional, el accesorio de alineación y el cierre circundante.

La figura 42 es una vista en planta de un par de puntas de taladrado de tipo pala formadas a partir de partes adyacentes del material continuo de partida, que ilustra los cortes realizados por la estación de aserrado en el extremo delantero y en el extremo posterior de las puntas de taladrado de tipo pala, tal como se designan por (A) y (B), correspondientemente.

La figura 43 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de la estación de aserrado y la estación de estampación dimensional, tal como se muestra en las figuras 38-40, que ilustra el movimiento de la estación de estampación dimensional en una dirección hacia abajo lejos de la estación de aserrado, una vez que la punta de taladrado de tipo pala ha sido separada del resto del material continuo de partida.

La figura 44 es una vista parcial en planta, en sección transversal, de la estación de estampación dimensional de la figura 43, que ilustra la expulsión de la punta de taladrado de tipo pala hacia adentro de un vertedor de recogida, a continuación de las operaciones de estampación dimensional.

La figura 45 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de una estación de desbarbado y separación de diámetros exteriores, una estación de estampación dimensional y una estación de aserrado, según otra realización de la presente invención, en la que una desbarbadora de diámetros exteriores y una cortadora están montadas sobre una plataforma común para movimiento conjunto.

La figura 46 es una vista en planta de la estación de desbarbado y separación de diámetros exteriores, de la estación de estampación dimensional y de la estación de aserrado de la realización de la presente invención, ilustradas en la figura 44, y según la línea (46-46).

La figura 47 es una vista en planta de una punta de taladrado de tipo pala, que ilustra los cortes realizados por la cortadora y el corte realizado por la estación de aserrado en los lugares designados por (C), (D) y (E).

La figura 48 es una vista parcial, en sección transversal, de un accionador rotatorio de la estación de estampación dimensional, según la línea (48-48) de la figura 46.

La figura 49 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de la estación de aserrado, tal como se representa, de modo más general, en las figuras 45 y 46, y según la línea (49-49) de la figura 46.

La figura 50 es una vista parcial, en sección transversal, de la estación de aserrado mostrada, de modo general, en las figuras 45 y 46, según la línea (50-50) de la figura 49, que ilustra la manera en la que la estación de aserrado avanza hacia adentro y hacia afuera de la trayectoria del material continuo de partida.

La figura 51 es una vista parcial en alzado lateral, en sección transversal, de una prensa de forja de cuchillas alternativa, descrita en combinación con la matriz de forja de la presente invención.

La figura 52 es una vista parcial más detallada en alzado lateral, en sección transversal, de la prensa de forja de cuchillas ilustrada en la figura 51.

La figura 53 es una vista parcial desde un extremo, en sección transversal, de la prensa de forja de cuchillas representada en las figuras 51 y 52, según la línea (53-53) de la figura 51.

La figura 54 es una vista parcial en planta, en sección transversal, del conjunto de soporte del dispositivo de presión de la prensa de forja de cuchillas ilustrada en las figuras 51 y 52, según la línea (54-54) de la figura 51.

Las figuras 55A-55I son diagramas de flujo que ilustran las operaciones realizadas por el método y aparato de formación descritos en combinación con la matriz de forja de la presente invención.

La presente invención se describirá a continuación más completamente con referencia a los dibujos que se acompañan, en algunos de los cuales se muestra una realización preferente de la invención. Esta invención se puede realizar, sin embargo, de muchas formas diferentes y no se debería interpretar como limitada a las realizaciones expuestas en

esta memoria; más bien, esta realización se da a conocer de manera que esta descripción sea a fondo y completa, y exprese totalmente el alcance de la invención para los expertos en la técnica. Números similares hacen referencia a elementos similares en toda la patente.

5 Haciendo referencia a continuación a las figuras 1 y 2, se ilustra un aparato de formación (10) descrito en combinación con la matriz de forja de la presente invención. Tal como se describe con detalle a continuación y, tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, el aparato de formación y el método asociado forman una serie de piezas a partir de un material continuo de partida (12). Con fines ilustrativos, sin embargo, se describirán principalmente el aparato y método de formación junto con la fabricación de una serie de puntas de pala a partir de un hilo metálico continuo, tal como se muestra en las figuras 3-6. Sin embargo, el método y aparato de formación pueden ser adaptados para formar una variedad de piezas distintas, sin salirse del espíritu y el alcance de la presente invención. Por ejemplo, el método y aparato de formación descritos en combinación con la matriz de forja de la presente invención pueden formar puntas de broca, puntas de ranuradora, elementos de sujeción, puntas de percusión, hojas de sierras de contornear y de sierras alternativas, sufrideras para herramientas de impacto, cinces de espira y de punta de bola, ruedas dentadas, ejes, 10 puntas de destornillador, ejes compensadores y barras de accionamiento, así como otros tipos de piezas, incluyendo esas piezas que son simétricas respecto a un eje longitudinal central y esas piezas que no son simétricas respecto a un eje longitudinal central, sin salirse del espíritu y el alcance de la presente invención.

Según el método y aparato de formación (10) descritos en combinación con la matriz de forja de la presente invención, la serie de piezas están formadas a partir de una longitud continua de material de partida (12). Típicamente, el material continuo de partida está constituido por un acero aleado, tal como un acero al carbono 1050 que ha sido recocido dos veces y tiene una dureza Rockwell Rb de aproximadamente 71 a 74. Sin embargo, el material continuo de partida puede estar constituido por cualquier material forjable conocido por los expertos en la técnica. Por ejemplo, el material continuo de partida puede estar constituido por cobre, aluminio, titanio, cinc, bronce o aleaciones de los 25 mismos. Además, el material continuo de partida puede estar constituido por una combinación de materiales. Por ejemplo, el material continuo de partida puede incluir polvo metálico y/o resina dispuestos dentro de un tubo portador metálico o de plástico. En consecuencia, el método y aparato de formación pueden formar el tubo portador, que incluye el polvo metálico y/o la resina dispuestos en su interior, en una serie de piezas con una forma predeterminada, sin salirse del espíritu y el alcance de la presente invención. Aún más, el material continuo de partida podría estar formado por una serie de piezas individuales, potencialmente con formas y tamaños en sección transversal muy diferentes, que se pueden unir, tal como por soldadura o por otros medios, en una relación de extremo con extremo.

Aunque se ha descrito principalmente en lo que sigue como un método de formación en frío, el material continuo de partida (12) puede ser calentado antes de la etapa de forja, tal como con dispositivos en línea de calentamiento por inducción o por infrarrojos, de manera que el método de formación sea un método de forja en tibio o en caliente. Los intervalos de temperaturas a los que se deben calentar cada uno de los diversos materiales a partir de los que se puede formar el material continuo de partida, a fin de ser forjado en frío, en tibio o en caliente, dependen, entre otras cosas, de la resistencia y las propiedades internas del material correspondiente, y son conocidos por los expertos en la técnica. Por ejemplo, un material continuo de partida constituido por aceros aleados tiene, típicamente, una temperatura entre la temperatura ambiente y 150°C (300°F) durante las operaciones de forja en frío, una temperatura entre 100°C (200°F) y 760°C (1.400°F) durante las operaciones de forja en tibio, y una temperatura entre 650°C (1.200°F) y 1.200°C (2.200°F) durante las operaciones de forja en caliente. Además, el método de formación, que incluye una etapa de forja en caliente de una pieza a trabajar, es particularmente eficaz para forjar piezas a trabajar constituidas por un material que tiene un punto de fusión relativamente bajo, tal como aluminio, bronce, cinc y cobre.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 55A-55I, se ilustra un diagrama de flujo que muestra las operaciones realizadas por el método y aparato de formación (10) descritas en combinación con la matriz de forja de la presente invención. Una vez que el material continuo de partida (12) ha sido cargado, tal como se muestra en el bloque (500) y tal como se describe a continuación, las operaciones restantes del método y aparato de formación son relativamente 50 continuas. En consecuencia, las operaciones ilustradas por el diagrama de flujo de las figuras 55A-55I se repiten, de modo general, muchas veces. Con fines ilustrativos, sin embargo, el diagrama de flujo de las figuras 55A-55I empieza en un punto del ciclo continuo de formación en el que cada una de las operaciones de formación se ha realizado en una parte predeterminada del material continuo de partida, de manera que, en este momento, se debe hacer avanzar el mismo.

55 Tal como se muestra en la figura 7, el aparato de formación (10) incluye, preferiblemente, un dispositivo orientador (14) que hace avanzar intermitentemente de modo longitudinal el material continuo de partida (12), al empujarlo una distancia lineal predeterminada en una dirección hacia abajo. A fin de hacer avanzar el material continuo de partida, el dispositivo orientador incluye, preferiblemente, una abrazadera (16) del dispositivo orientador para sujetar firmemente 60 la parte del material continuo de partida. Tal como se ilustra en la figura 7, la abrazadera del dispositivo orientador incluye, preferiblemente, una pinza anular (18), a través de la que se extiende el material continuo de partida. La abrazadera del dispositivo orientador puede incluir también un cierre anular (20), que define una cavidad interna dentro de la que se puede recibir la pinza. La forma de la cavidad interna definida por el cierre es complementaria, preferiblemente, a la forma de la pinza. Por ejemplo, la pinza puede tener forma generalmente troncocónica y la cavidad interna definida por el cierre puede tener forma generalmente troncocónica. De esta manera, al empujar el 65 cierre sobre la pinza, la misma se puede cerrar alrededor del material continuo de partida, tal como se muestra en el bloque (502) de la figura 55A, sujetando firmemente de esta manera el material continuo de partida.

Tal como será evidente para los expertos en la técnica, el cierre (20) puede ser empujado o desplazado sobre la pinza (18) de muchas maneras. Por ejemplo, la abrazadera (16) del dispositivo orientador puede incluir un conjunto de cilindros de la abrazadera del dispositivo orientador que contenga una barra del pistón anular que esté conectada de manera operativa al cierre y que esté dispuesta dentro de un cilindro anular, de manera que, por accionamiento hidráulico del conjunto de cilindro de la abrazadera del dispositivo orientador, se hace que se extienda la barra del pistón anular y el cierre es empujado o desplazado axialmente sobre la pinza, de manera que la misma se cierra alrededor del material continuo de partida (12).

Haciendo referencia a continuación a la figura 56, el aparato de formación (10) incluye también un controlador (30), conectado de manera operativa a la abrazadera (16) del dispositivo orientador, para controlar el accionamiento hidráulico del conjunto de cilindros de la abrazadera del dispositivo orientador. Al controlador (30) se le implementa, preferiblemente, una combinación de hardware y software. Por ejemplo, al controlador se le puede implementar un controlador de multiacceso programable (PMAC) y uno o más controladores lógicos programables (PLC), que funcionan bajo control del software almacenado en uno o más elementos de memoria, para proporcionar la supervisión y el control descritos a continuación. El controlador está conectado también de manera operativa a una fuente de energía hidráulica y a una fuente de energía eléctrica (31) para proporcionar y distribuir energía hidráulica y eléctrica, correspondientemente, para el método y aparato de formación, tal como se muestra esquemáticamente en las figuras 2 y 56 y tal como se describe en lo sucesivo.

Tal como se describirá a continuación, el aparato de formación (10) incluye, preferiblemente, varias abrazaderas, distintas de la abrazadera (16) del dispositivo orientador. A fin de hacer avanzar el material continuo de partida (12), sin embargo, todas las abrazaderas distintas de la abrazadera del dispositivo orientador se deberían abrir, de manera que el material continuo de partida esté libre para moverse en una dirección longitudinal hacia abajo a través de las mismas. De esta manera, tal como se muestra en los bloques (504-508) de la figura 55A, una vez que el controlador (30) ha cerrado el dispositivo de sujeción del dispositivo orientador alrededor del material continuo de partida y se han abierto todos los demás dispositivos de apriete, el dispositivo orientador (14) hace avanzar longitudinalmente la abrazadera del dispositivo orientador una distancia lineal predeterminada desde la posición inicial, mostrada con líneas continuas en la figura 7, hasta la posición final, mostrada con líneas de trazos. Como consecuencia de la sujeción firme del material continuo de partida por la abrazadera del dispositivo orientador, sin embargo, el dispositivo orientador hace avanzar también eficazmente el material continuo de partida longitudinalmente, la misma distancia lineal predeterminada.

El dispositivo orientador (14) puede hacer avanzar longitudinalmente la abrazadera (16) del dispositivo orientador de varias maneras. En la realización, a título de ejemplo, mostrada en la figura 7, sin embargo, el dispositivo orientador incluye un conjunto (22) de cilindros del dispositivo orientador. Tal como se describe en la patente U.S.A. Nº 5.842.267 (la patente '267), el conjunto de cilindros del dispositivo orientador puede estar situado en línea y, como tal, podría incluir una barra del pistón anular dispuesta dentro de un cilindro anular hidráulico, de manera que el material continuo de partida (12) se pudiera extender a través del mismo. A fin de reducir la longitud del aparato de formación (10) y reducir la complejidad del conjunto de cilindros del dispositivo orientador, sin embargo, el conjunto de cilindros del dispositivo orientador de la realización de la figura 7 puede estar montado por debajo de la plataforma (17) que soporta la abrazadera del dispositivo orientador. Tal como se muestra, el conjunto de cilindros del dispositivo orientador incluye un cilindro (26) del pistón y una barra (24) del pistón, que se extiende hacia afuera desde el cilindro del pistón. La barra del pistón está conectada de manera operativa a la abrazadera del dispositivo orientador a través de una abertura en la plataforma, de manera que, al accionar hidráulicamente el conjunto de cilindros del dispositivo orientador, la barra del pistón anular y, por lo tanto, la abrazadera del dispositivo orientador es empujada en una dirección longitudinal hacia abajo. Alternativamente, el dispositivo orientador puede incluir un servomotor AC y un husillo de bolas asociado para hacer avanzar longitudinalmente la abrazadera del dispositivo orientador. A fin de facilitar el movimiento longitudinal de la abrazadera del dispositivo orientador, la abrazadera del dispositivo orientador y, más típicamente, la plataforma del dispositivo orientador está montada, preferiblemente, sobre un par de carriles (25) de extensión longitudinal que limitan la abrazadera del dispositivo orientador al movimiento longitudinal.

El dispositivo orientador (14) incluye, también preferiblemente, un controlador (28) del dispositivo orientador para supervisar la distancia longitudinal que el dispositivo orientador ha hecho avanzar el material continuo de partida (12). En una realización ventajosa, el controlador del dispositivo orientador incluye una escala de vidrio, tal como una escala de vidrio RSF Elektronik tipo MSA 6706, que está conectada de manera operativa a la plataforma (17) del dispositivo orientador para medir eficazmente el desplazamiento longitudinal de la abrazadera (16) del dispositivo orientador, como consecuencia de la extensión longitudinal hacia abajo de la barra (24) del pistón.

El controlador (30) está conectado también de manera operativa al conjunto (22) de cilindros del dispositivo orientador y al controlador (28) del dispositivo orientador para controlar el accionamiento hidráulico del conjunto de cilindros del dispositivo orientador. Una vez que el controlador determina que el dispositivo orientador (14) ha hecho avanzar longitudinalmente el material continuo de partida (12) la distancia lineal predeterminada, el controlador termina la extensión adicional de la barra del pistón, al detener el accionamiento hidráulico del conjunto de cilindros del dispositivo orientador.

El aparato de formación (10) incluye, también preferiblemente, una enderezadora (32), que tiene una serie de rodillos (34) alineados para enderezar el material continuo de partida (12) antes de formarlo en una serie de piezas. En la realización ilustrada, la enderezadora incluye una enderezadora en dos planos, que tiene una serie de rodillos alineados, dispuestos en dos planos mutuamente perpendiculares, de manera que el material continuo de partida es

enderezado en cada uno de los planos. En consecuencia, a medida que el dispositivo orientador (14) hace avanzar intermitentemente el material continuo de partida en una dirección longitudinal hacia abajo, el material de partida es extraído de una bobina de suministro (33) y es enderezado al hacerlo pasar a través de la enderezadora.

5 Una vez que el controlador (30) ha terminado el avance longitudinal del material continuo de partida (12) gracias al dispositivo orientador (14), otra abrazadera, posterior a la abrazadera (16) del dispositivo orientador, se cierra para sujetar firmemente otra parte del material continuo de partida. En la realización ilustrada en las figuras 1 y 2 y en el bloque (510) de la figura 55A, el aparato de formación (10) incluye una abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio, que está adaptada para cerrarse alrededor del material continuo de partida, a continuación del avance intermitente del mismo por el dispositivo orientador. Sin embargo, el aparato de formación podría incluir otros dispositivos de apriete, no asociados con un cabezal giratorio (45), a fin de sujetar firmemente otra parte del material continuo de partida, a continuación del avance intermitente del mismo.

15 Tal como se ha descrito anteriormente junto con la abrazadera (16) del dispositivo orientador y tal como se muestra en la figura 8, la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio puede incluir una pinza anular (46), a través de la que se extiende el material continuo de partida (12) y un cierre anular (48) que define una cavidad interna, que está adaptada para recibir, al menos parcialmente, la pinza. La abrazadera anterior del cabezal giratorio incluye también un conjunto de cilindros del cabezal giratorio constituido por un cilindro anular y una barra del pistón anular dispuesta dentro del cilindro anular. El controlador (30) puede accionar hidráulicamente el conjunto de cilindros del cabezal giratorio de manera que se hace extender la barra del pistón anular. Como consecuencia de la conexión accionable de la barra del pistón al cierre anular, la extensión de la barra del pistón empujará el cierre alrededor de la pinza a fin de que se cierre, al menos parcialmente, la pinza alrededor del material continuo de partida, de manera que la abrazadera anterior del cabezal giratorio sujete firmemente una parte del material continuo de partida, tal como se muestra en la figura 9.

25 Tal como se muestra en los bloques (512) y (514), una vez que la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio se ha cerrado un tiempo de espera predeterminado, tal como 0,1 segundos en una realización ventajosa, el controlador (30) abre la abrazadera (14) del dispositivo orientador, de manera que se abre la pinza (18) y el material continuo de partida (12) está libre para moverse longitudinalmente a través de la misma. Por ejemplo, el controlador puede hacer retroceder hidráulicamente la barra del pistón anular del conjunto de cilindros de la abrazadera del dispositivo orientador, de manera que el cierre (20) sea desacoplado de la pinza.

35 Tal como se muestra en el bloque (516) de la figura 55C, el dispositivo orientador (14) y, más particularmente, la abrazadera (16) del dispositivo orientador se puede hacer retroceder entonces para devolver la abrazadera del dispositivo orientador a una posición inicial o de reposo, tal como se muestra con líneas continuas en la figura 7, al mismo tiempo que se está formando una parte del material continuo de partida (12). En particular, el controlador (30) acciona de modo hidráulico, preferiblemente, el conjunto (22) de cilindros del dispositivo orientador, a fin de hacer retroceder la barra (24) del pistón y, por lo tanto, la abrazadera del dispositivo orientador a un primer régimen predeterminado.

40 Haciendo referencia a continuación a la figura 7, el aparato de formación (10) incluye, también preferiblemente, una caja de tracción (36) que tiene matrices de tracción (38), a través de las que es estirado el material continuo de partida (12), a fin de dimensionar apropiadamente el material continuo de partida y eliminar eficazmente la memoria del material de partida previamente bobinado. Tal como es conocido por los expertos en la técnica, la caja de tracción puede incluir también una matriz de tracción previa (40) a fin de reducir, al menos parcialmente, el tamaño del material continuo de partida, y puede incluir una fuente de lubricante (42) entre la matriz de tracción previa y la matriz de tracción a fin de facilitar el estirado del material continuo de partida.

50 La caja de tracción (36) está adaptada para moverse longitudinalmente junto con la barra (24) del pistón anular del conjunto (22) de cilindros del dispositivo orientador, tal como se describe a continuación. De esta manera, la caja de tracción incluye, preferiblemente, una o más correderas (37) montadas sobre carriles o pistas (39) paralelos, de extensión longitudinal, y que cooperan con los mismos. Tal como se muestra en la figura 7, el conjunto de cilindros del dispositivo orientador es, preferiblemente, de doble efecto. De esta manera, al hacer retroceder la barra del pistón anular, tal como se muestra en el bloque (516) de la figura 55C, la caja de tracción es empujada o desplazada axialmente también en una dirección longitudinal hacia arriba. Como tal, la caja de tracción es empujada o presionada sobre el material continuo de partida para ejercer tracción eficazmente sobre el material continuo de partida y, por lo tanto, dimensionar el mismo antes de la operación de formación posterior.

60 Tal como se ilustra, la caja de tracción (36) está situada, típicamente, hacia abajo de la enderezadora (32), de manera que la superficie acabada del material continuo de partida creada por la caja de tracción no sea afectada de forma desfavorable por los rodillos (34) de la enderezadora. Sin embargo, la caja de tracción puede estar situada hacia arriba de la enderezadora a fin de impedir que las matrices de tracción (38) retuerquen de manera desventajosa o creen de otro modo ligeras curvas en el material continuo de partida, si así se desea.

65 Tal como será evidente para los expertos en la técnica, la caja de tracción (36) puede estar diseñada para estirar el material continuo de partida (12) hasta cualquier tamaño razonable deseado. En la realización en la que el método y aparato de forja (10) están adaptados para fabricar puntas de pala (410), la caja de tracción y, más particularmente, la matriz de tracción (38) está diseñada, preferiblemente, de manera que el tamaño o diámetro del material de partida estirado se pueda variar basándose en el diámetro exterior de la parte (418) de cuchilla de la punta de pala resultante, tal como se ilustra por la siguiente tabla:

ES 2 285 031 T3

DIÁMETRO DE LA PUNTA DE PALA	DIÁMETRO DEL ALAMBRE ORIGINAL	DIÁMETRO DEL ALAMBRE ESTIRADO
3,49 cm - 3,81 cm (1 3/8" - 1 1/2")	1,346 cm (0,530")	1,334 cm (0,525")
2,86 cm - 3,17 cm (1 1/8" - 1 1/4")	1,245 cm (0,490")	1,229 cm (0,484")
2,38 cm (15/16" - 1")	1,054 cm (0,415")	1,04 cm (0,410")
1,91 cm - 2,22 cm (3/4" - 7/8")	0,978 cm (0,385")	0,953 cm (0,375")
1,43 cm - 1,75 cm (9/16" - 11/16")	0,825 cm (0,325")	0,813 cm (0,320")
0,95 cm - 1,27 cm (3/8" - 1/2")	0,774 cm (0,294")	0,72 cm (0,284")

Mientras se está haciendo retroceder la abrazadera (16) del dispositivo orientador, el método y aparato de formación (10) descritos en combinación con la matriz de forja de la presente invención forjan, preferiblemente, una parte del material continuo de partida (12) con una primera forma predeterminada. Por ejemplo, para la realización ilustrada del método y aparato de formación, que está adaptada para formar una serie de puntas de pala (410), el método y aparato de formación pueden formar una parte del material continuo de partida, para que tenga una forma en sección transversal hexagonal, formando de esta manera la parte posterior (416) del cuerpo (412) de la punta de pala resultante.

El aparato de formación (10) incluye una forja y, en una realización ventajosa, una forja (50) de elementos hexagonales para formar una parte del material continuo de partida (12) con la primera forma predeterminada, a saber, una forma en sección transversal hexagonal, tal como se muestra en la figura 3A. Tal como se muestra en las figuras 8-12, la forja de elementos hexagonales incluye, preferiblemente, un conjunto de matrices que tiene una serie de matrices de forja (52) dispuestas alrededor del material continuo de partida. Por ejemplo, la serie de matrices de forja de una realización incluye seis matrices de forja que cooperan para definir una cavidad que, a su vez, define al menos una parte con la forma predeterminada de la pieza resultante, tal como la parte posterior (416) del cuerpo (412) de la punta de pala (410), que tiene una forma hexagonal en sección transversal.

La serie de matrices de forja (52) pueden estar dispuestas, al menos parcialmente, dentro de un accesorio de alineación (54), tal como una araña de centrado ("spider"), que mantiene las matrices de forja en una relación alineada predeterminada. Ver, por ejemplo, las figuras 12A y 12B. De esta manera, la combinación de la serie de matrices de forja y el accesorio de alineación comprende un conjunto de matrices de forja de elementos hexagonales. Tal como se describe en lo sucesivo, el conjunto de matrices tiene una forma predeterminada, tal como una forma troncocónica predeterminada en una realización ventajosa.

Tal como se muestra en las figuras 8-10, el conjunto de matrices de forja de elementos hexagonales está, preferiblemente, cargado por resorte, tal como con resortes (56). Tal como se muestra, los resortes se extienden en una dirección radial dentro del accesorio de alineación (54) y están dispuestos, al menos parcialmente, dentro de cavidades (58) correspondientes, definidas por las matrices de forja. En consecuencia, los resortes empujan las matrices de forja en una dirección radialmente hacia afuera con respecto al accesorio de alineación, de manera que las matrices de forja estén en una posición abierta, tal como se muestra en la figura 8, en ausencia de fuerzas de compensación adicionales.

El aparato de forja (10) y, más particularmente, la forja (50) de elementos hexagonales de este aspecto incluye también medios, tal como el cuerpo envolvente (60) de las matrices del dispositivo de presión (61) de la prensa de matrices, para cerrar radialmente la serie de matrices de forja (52). Tal como se describe en detalle más adelante, las matrices de forja se mueven radialmente hacia adentro en una dirección predeterminada mostrada por las flechas de las figuras 9 y 11, tras el movimiento relativo entre el dispositivo de presión y la serie de matrices de forja.

Al menos una matriz de forja (52) y, más preferiblemente, cada una de ellas, incluye ventajosamente una superficie de contacto (62) que define una parte de la cavidad, a través de la que se extiende el material continuo de partida (12). Cada superficie de contacto está adaptada para contactar con la pieza a trabajar y conformar la misma con la forma predeterminada definida por la cavidad. Tal como se muestra en las figuras 10 y 11, la superficie de contacto de al menos una de las matrices de forja define, preferiblemente, un plano de contacto (64) que es oblicuo con relación a la dirección predeterminada en la que se cierran las matrices de forja. De esta manera, los planos de contacto de las matrices de forja imparten fuerzas axiales y radiales a la pieza a trabajar que, a su vez, dan como resultado esfuerzos de compresión, de tracción y de cizalladura dentro de la pieza a trabajar durante el proceso de deformación. Las componentes resultantes de las fuerzas de compresión y de cizalladura deforman hacia afuera la pieza a trabajar con la forma predeterminada definida por las matrices de forja. Más particularmente, las componentes resultantes de las

fuerzas de compresión y de cizalladura deforman de manera plástica e irreversible la pieza a trabajar con la forma predeterminada definida por las matrices de forja en la posición cerrada u operativa.

Más particularmente, se define un ángulo (66) entre los planos de contacto correspondientes y un plano de referencia (68), perpendicular a la dirección predeterminada en la que se mueven las matrices de forja, tal como se muestra en la figura 11. En una realización preferente, el ángulo está entre aproximadamente 10° y aproximadamente 20° y, en una realización a título de ejemplo, es aproximadamente 15°.

Tal como se usa en la presente memoria, la expresión “fuerza de compresión” incluye esas fuerzas en la dirección predeterminada en la que se mueven las matrices de forja (52) y la expresión “fuerza de cizalladura” incluye esas fuerzas laterales que tienden a deformar radialmente hacia afuera la pieza a trabajar. De esta manera, para una cantidad dada de energía de entrada, la magnitud de la fuerza de cizalladura y la fuerza de compresión impartida a la pieza a trabajar aumenta y disminuye, correspondientemente, a medida que aumenta el ángulo (66) definido entre un plano de contacto (64) correspondiente y el plano de referencia (68). Igualmente, para una cantidad dada de energía de entrada, la magnitud de la fuerza de cizalladura y la fuerza de compresión impartida a la pieza a trabajar disminuye y aumenta, correspondientemente, a medida que disminuye el ángulo definido entre un plano de contacto correspondiente y el plano de referencia.

Esas partes de la pieza a trabajar que están sometidas a fuerza de cizalladura y, por consiguiente, a esfuerzo de cizalladura, se deforman más fácilmente, dado que la resistencia de cizalladura de las piezas a trabajar más comunes, es decir, la mayoría de los materiales metálicos, es significativamente menor que la resistencia a la compresión del mismo material. Típicamente, la resistencia de cizalladura de los materiales metálicos es aproximadamente el 60% de la resistencia a la compresión del mismo material. Por ejemplo, durante la formación de una punta de pala, según el método y aparato de formación (10) de la presente invención, ambos segmentos laterales están sometidos, preferiblemente, a esfuerzos de cizalladura relativamente altos para producir el desplazamiento lateral máximo a partir de un material continuo de partida (12) del diámetro inicial mínimo.

De esta manera, se requiere significativamente menos energía de entrada para deformar una pieza a trabajar con fuerzas de cizalladura que con fuerzas de compresión. Además, la aplicación de fuerzas de cizalladura, que deforman con más facilidad radialmente hacia afuera una pieza a trabajar, permite que se disminuya la relación entre el grosor de una pieza y la anchura o el diámetro de la misma, de manera que las piezas delgadas que tienen un diámetro relativamente grande, tal como una punta de pala, se puedan forjar fácilmente. Según este aspecto, se puede optimizar la relación del área superficial de un producto recientemente generado hasta un mínimo grosor del mismo.

Sin embargo, la aplicación de fuerza de cizalladura para deformar una pieza a trabajar aumenta significativamente las fuerzas que las matrices de forja (52), el cuerpo envolvente (60) de las matrices y el resto del dispositivo de presión (61) deben soportar durante el proceso de forja y, en consecuencia, se han evitado en los procesos de forja convencionales en los que las matrices de forja se cierran de manera rectilínea para impartir fuerzas de compresión sobre la pieza a trabajar. A fin de soportar las fuerzas aumentadas, la serie de matrices de forja y el cuerpo envolvente de las matrices están constituidos, en una realización preferente, por un acero de alta velocidad y, más preferiblemente, están constituidos por acero de alta velocidad CPM® REX™ M4, o un equivalente, comercializado por la firma Colt Industries Crucible Specialty Metals Division de Syracuse, New York, y descrito con más detalle en una publicación titulada “Crucible Data Sheet by Colt Industries Crucible Specialty Metals Division”, que lleva un número de documento D88 308-5M-776.

Tal como se muestra también en las figuras 8, 9, 12A y 12B, los medios para cerrar la serie de matrices de forja (52) incluyen, preferiblemente, un cuerpo envolvente (60) de las matrices, que define una cavidad interna (70) en su interior. En la realización ilustrada, en la que el cuerpo envolvente de las matrices está separado del resto del dispositivo de presión (61), el cuerpo envolvente de las matrices está, de modo general, ajustado a presión dentro de una cavidad conformada correspondientemente, definida por el dispositivo de presión y la abertura a través del extremo delantero del mismo. Alternativamente, el dispositivo de presión puede estar formado integralmente, de manera que la cavidad de la matriz definida por el dispositivo de presión y la abertura a través del extremo delantero del mismo sirve como cuerpo envolvente de las matrices. En cualquier realización, la cavidad interna del cuerpo envolvente de las matrices está conformada y dimensionada, preferiblemente, en una forma complementaria a la forma y el tamaño del conjunto de matrices. Por ejemplo, el cuerpo envolvente de las matrices puede definir una cavidad interna que tiene una forma troncocónica a fin de recibir y comprender circunferencialmente un conjunto de matrices troncocónico. De esta manera, al hacer avanzar el dispositivo de presión o al empujar el mismo y, más particularmente, el cuerpo envolvente de las matrices sobre el conjunto de matrices, el cuerpo envolvente de las matrices hace entrar radialmente la serie de matrices de forja para cerrarlas alrededor del material continuo de partida (12) que se extiende a través de las mismas. La resistencia del conjunto de matrices y su capacidad resultante para soportar las fuerzas generadas durante la deformación del material continuo de partida con fuerzas axiales y de compresión que, a su vez, generan esfuerzos de compresión, de tracción y de cizalladura, se mejoran además por la dirección radial en la que se cierra el conjunto de matrices y por la relación circundante del cuerpo envolvente de las matrices y del resto del dispositivo de presión al conjunto de matrices.

Según una realización ventajosa mostrada en las figuras 10 y 11, cada matriz de forja (52) incluye no sólo una superficie de contacto interior (62) para contactar con la pieza a trabajar y conformar la misma, sino también una superficie opuesta exterior o trasera (63) que tiene una forma predeterminada para contactar de manera operativa con

el cuerpo envolvente (60) de las matrices. La forma predeterminada de la superficie exterior de cada matriz de forja es, preferiblemente, diferente de la forma predeterminada de la cavidad interna (70) del cuerpo envolvente de las matrices, cuando la serie de matrices de forja están en la posición abierta, tal como se muestra en las figuras 8 y 12A. Sin embargo, las matrices de forja no sólo se mueven radialmente hacia adentro, sino también giran en la dirección general indicada por la flecha (67) en la figura 11, al insertarlas en el cuerpo envolvente de las matrices. De esta manera, la forma predeterminada de la superficie exterior de cada matriz de forja corresponde, preferiblemente, a la forma predeterminada de la cavidad interna del cuerpo envolvente de las matrices, una vez que las matrices de forja están en la posición operativa o cerrada, tal como se muestra en las figuras 9 y 12B.

A fin de fabricar una serie de piezas a partir de un material continuo de partida, según el método y aparato de formación (10) de la presente invención, la forja (50) de elementos hexagonales está diseñada, preferiblemente, de manera que el material continuo de partida (12) se pueda extender longitudinalmente a través de la misma. En particular, la serie de matrices de forja (52) definen, preferiblemente, un orificio de entrada (72) y un orificio de salida (74) que se abre a la cavidad interna definida por las matrices de forja, de manera que el material continuo de partida se pueda extender longitudinalmente a través de las mismas. Además, el cuerpo envolvente (60) de las matrices tiene, preferiblemente, una configuración anular para permitir que el material continuo de partida se extienda también a través del mismo.

La forja (50) de elementos hexagonales incluye, también preferiblemente, medios, tal como una prensa (76) de matrices accionada hidráulicamente, para hacer avanzar longitudinalmente el dispositivo de presión (61), incluyendo el cuerpo envolvente (60) de las matrices, sobre la serie de matrices de forja (52), de manera que las matrices de forja están cerradas radialmente alrededor del material continuo de partida (12). A fin de fabricar una serie de piezas a partir de un material continuo de partida, la prensa de matrices de una realización ventajosa mostrada en las figuras 8 y 9 incluye una barra (78) del pistón anular dispuesta dentro de un cilindro anular (80) que, a su vez, define una abertura de extensión longitudinal, a través de la que se extiende el material continuo de partida. En particular, la barra del pistón anular y el pistón asociado tienen, preferiblemente, un agujero central taladrado a través de los mismos, que permite que el material continuo de partida pase por la prensa de matrices. La barra del pistón anular está conectada, preferiblemente de manera operativa, al dispositivo de presión (61) de la prensa de matrices, de manera que el controlador (30) puede accionar hidráulicamente la prensa de matrices para hacer avanzar longitudinalmente la barra del pistón anular y, correspondientemente, el dispositivo de presión, tal como se muestra en las figuras 8 y 9 y tal como se describe en el bloque (518) de la figura 55B.

Tal como se muestra en las figuras 8 y 9, la forja (50) de elementos hexagonales incluye también un cabezal (81) que define un conducto de paso, que se extiende longitudinalmente al menos a través de una parte delantera del cabezal. Preferiblemente, la parte delantera del dispositivo de presión (61) y el conducto de paso definido por el cabezal tienen la misma forma, es decir, cilíndrica, y están dimensionados de manera que se mantiene un ajuste con interferencia entre el cabezal y la parte delantera del dispositivo de presión. Como tal, el conducto de paso definido por el cabezal sirve para guiar el dispositivo de presión, a medida que se hace avanzar y retroceder longitudinalmente el mismo.

Tal como se muestra en la figura 9, la forja (50) de elementos hexagonales incluye, preferiblemente, una placa (82) del almacén y una placa de desgaste, contra las que hacen tope la serie de matrices de forja (52), impidiendo de esta manera el avance longitudinal de las matrices de forja. En consecuencia, el avance longitudinal de la barra (78) del pistón anular hace subir el dispositivo de presión (61) y, más particularmente, el cuerpo envolvente (60) de las matrices, sobre las matrices de forja, de manera que éstas se cierran radialmente alrededor del material continuo de partida (12). Aunque la presión o fuerza requerida para empujar el cuerpo envolvente de las matrices o desplazar axialmente el mismo sobre las matrices de forja variará dependiendo de las condiciones de tratamiento, incluyendo el tipo de material a partir del que está formado el material continuo de partida y el tamaño y la forma de la pieza resultante, una prensa hidráulica, tal como una prensa de 500 toneladas, ha producido puntas de pala de la presente invención a partir de acero al carbono 1050.

Aunque la prensa (76) de matrices de la realización ilustrada incluye un cilindro anular (80) y una barra (78) del pistón anular, la prensa de matrices puede incluir otros medios para empujar el cuerpo envolvente (60) de las matrices o desplazar axialmente el mismo sobre la serie de matrices de forja (52). Por ejemplo, la forja (50) de elementos hexagonales de una realización alternativa puede incluir una serie de conjuntos de cilindros hidráulicos dispuestos concéntricamente alrededor del material continuo de partida (12). Según esta realización, cada uno de los conjuntos de cilindros hidráulicos puede estar conectado de manera operativa al cuerpo envolvente de las matrices, de manera que el mismo puede ser empujado sobre la serie de matrices de forja, al accionar los conjuntos de cilindros hidráulicos.

Durante la operación de forja, el material continuo de partida (12) crece longitudinalmente. En particular, el material continuo de partida crece en ambas direcciones longitudinales hacia arriba y hacia abajo. De esta manera, el aparato de forja (10) de la presente invención incluye, preferiblemente, medios de compensación para compensar el crecimiento longitudinal del material continuo de partida. Con respecto a la forja (50) de elementos hexagonales ilustrada en las figuras 8 y 9, el crecimiento longitudinal hacia arriba del material continuo de partida se devuelve en una dirección más arriba hacia la bobina de suministro (33).

En contraste a esto, el crecimiento longitudinal hacia abajo del material continuo de partida (12), es decir, el crecimiento longitudinal del material continuo de partida entre la parte del mismo que está formada y la parte fija del mismo que está apretada por la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio, se compensa o absorbe al montar la

serie de matrices de forja (52), incluyendo el dispositivo de presión (61) el cuerpo envolvente (60) de las matrices, el cabezal (81), la placa (82) del armazón y la prensa (76) de matrices sobre un carro (84), que está adaptado para moverse longitudinalmente. En particular, la forja (50) de elementos hexagonales incluye, preferiblemente, un carro que está adaptado para moverse desde una posición inicial o de reposo en una dirección longitudinal hacia arriba, una distancia igual al crecimiento longitudinal hacia abajo del material continuo de partida, entre la parte del mismo que está formada y la parte fija del mismo que está apretada por la abrazadera anterior del cabezal giratorio. Como consecuencia, la forja de elementos hexagonales permite que la serie de matrices de forja se mantengan cerradas alrededor de la misma parte del material de partida durante cada etapa correspondiente de formación, mientras que permite el crecimiento longitudinal del material continuo de partida en ambas direcciones longitudinales, es decir, en ambas direcciones longitudinales hacia arriba y hacia abajo.

Tal como se ilustra en la figura 8, el carro (84) puede incluir correderas (86) que están montadas sobre un par de carriles (88) paralelos, de extensión longitudinal, a fin de facilitar el movimiento longitudinal del carro. Además, el carro puede ser desviado longitudinalmente, tal como por un resorte hidráulico o por otros medios antagonistas (90), para impedir el movimiento excesivo del carro en la dirección longitudinal hacia arriba. En particular, la desviación longitudinal del carro estimula a la parte del material continuo de partida (12) que está formada para que se expanda lateralmente dentro de la cavidad definida por la serie de matrices de formación (52), y llene más completamente la cavidad definida de esta manera.

Mientras que la misma fuerza antagonista se puede aplicar al carro (84) durante toda la operación de forja, el controlador (30) puede estar conectado de manera operativa a los medios antagonistas (90), a fin de controlar la fuerza antagonista aplicada de esta manera. Por ejemplo, el controlador puede incluir un programa predeterminado de desviación que define la fuerza antagonista a aplicar con el paso del tiempo. De esta manera, el controlador y los medios antagonistas pueden aumentar la magnitud de la fuerza antagonista con el paso del tiempo para estimular más la expansión lateral de la parte del material continuo de partida (12) que está formada.

El aparato de formación (10) y, más particularmente, la forja (50) de elementos hexagonales incluye, también preferiblemente, un controlador (92) de posición de la prensa de elementos hexagonales, tal como un sistema de detección de posición MTS Tempsonics® LP, para supervisar la posición longitudinal del carro (84), tal como se muestra en la figura 8A y en el bloque (520) de la figura 55B. El controlador (30) está conectado también de manera operativa al controlador de posición de la prensa de elementos hexagonales para determinar si el movimiento longitudinal hacia arriba del carro es igual a un umbral de crecimiento longitudinal predeterminado o excede el mismo. Dado que el movimiento longitudinal del carro es igual al crecimiento longitudinal del material continuo de partida (12) en la dirección longitudinal hacia abajo que, a su vez, está relacionado directamente con el grado al que se ha forjado el material continuo de partida, el controlador y el controlador asociado de posición de la prensa de elementos hexagonales pueden supervisar eficazmente las operaciones de forja, al medir el crecimiento longitudinal del material continuo de partida. El controlador puede terminar entonces las operaciones de forja, tal como al suspender el accionamiento hidráulico de la prensa (76) de matrices, una vez que el crecimiento longitudinal del material continuo de partida es al menos tan grande como un umbral de crecimiento longitudinal predeterminado, tal como se muestra en el bloque (522).

Una vez que el controlador (30) ha terminado las operaciones de forja, el mismo puede hacer retroceder el dispositivo de presión (61), retirando de esta manera de la serie de matrices de forja (52) el cuerpo envolvente (60) de las matrices, tal como al hacer retroceder hidráulicamente la barra (78) del pistón anular, al menos parcialmente, dentro del cilindro anular (80). Tal como se ha descrito anteriormente, el conjunto de matrices incluye una serie de resortes (56), de los que uno está asociado con cada una de la serie de matrices de forja, para empujar radialmente hacia afuera las matrices de forja correspondientes. En consecuencia, tras retirar de la serie de matrices de forja el cuerpo envolvente de las matrices, la serie de matrices de forja se abren, de manera que el material continuo de partida (12) se puede mover longitudinalmente a través de las mismas.

La forja (50) de elementos hexagonales puede incluir también un posicionador, tal como el accionador hidráulico (90), que sirve también como medio antagonista y que está conectado de manera operativa al carro (84) para volver a situarlo en una posición inicial o de reposo predeterminada, una vez que se han abierto una serie de matrices de forja (52). Tal como se muestra en la figura 8A, la posición inicial predeterminada está definida por el extremo de una barra roscada (96), que está fijada por un conjunto (99) de tuerca fija a la mesa (98) que está debajo. De esta manera, el controlador (30) puede dirigir el accionador hidráulico para volver a situar el carro, de manera que se devuelva el mismo a la posición de reposo predeterminada para operaciones de forja posteriores. Tal como será evidente para los expertos en la técnica, el posicionador de la forja de elementos hexagonales se puede implementar de varias formas distintas, tal como con un servomotor AC y un husillo de bolas asociado, sin salirse del espíritu y el alcance de la presente invención.

La forja (50) de elementos hexagonales de la realización ilustrada incluye, también preferiblemente, un controlador (100) de la prensa de matrices, tal como otro sistema de detección de posición MTS Tempsonics® LP o una escala de vidrio, para supervisar la posición relativa de la barra (78) del pistón anular de la prensa (76) de matrices. Tal como se ha descrito anteriormente, el controlador (30) está conectado de manera operativa al controlador de la prensa de matrices para determinar si se ha hecho retroceder la barra del pistón anular a una posición inicial predeterminada. Tal como se muestra en los bloques (524-528) de la figura 55B, si no se ha hecho retroceder el pistón anular a una posición inicial predeterminada, el controlador sigue con el retroceso del pistón anular. Una vez que se ha hecho retroceder el pistón anular a la posición inicial predeterminada, sin embargo, el controlador detiene el retroceso del pistón anular.

Además de terminar las operaciones de forja una vez detectado que el material continuo de partida (12) ha crecido una cantidad longitudinal predeterminada, el aparato de forja (10) y, más particularmente, el controlador (30) aumenta, preferiblemente, el régimen al que se hace retroceder el dispositivo orientador (14) una vez que se han terminado las operaciones de forja. En particular, el controlador hace retroceder, preferiblemente, la barra (24) del pistón del conjunto (22) de cilindros del dispositivo orientador y, como consecuencia, la abrazadera (16) del dispositivo orientador a un segundo régimen predeterminado, una vez que han terminado las operaciones de forja. Típicamente, el segundo régimen predeterminado es mayor que el primer régimen predeterminado. Durante el retroceso de la abrazadera del dispositivo orientador, el controlador, en respuesta a señales proporcionadas por el controlador (28) del dispositivo orientador, supervisa, preferiblemente, la posición relativa de la abrazadera del dispositivo orientador, y detiene el retroceso adicional de la barra del pistón anular y la abrazadera del dispositivo orientador una vez que la abrazadera del dispositivo orientador está en una posición retraída predeterminada, tal como se muestra en los bloques (530-534) de la figura 55C. Aunque la posición retraída predeterminada puede ser la misma que la posición inicial o de reposo predeterminada del dispositivo orientador, el aparato de formación de una realización ventajosa hace retroceder, preferiblemente, el dispositivo orientador a una posición retraída, que está longitudinalmente hacia atrás de la posición inicial o de reposo a una distancia longitudinal predeterminada, relativamente pequeña, tal como 0,013 cm (0,005 pulgadas), a fin de compensar el movimiento adicional del material continuo de partida una vez que es liberada la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio.

Tal como se muestra en el bloque (533) de la figura 55B, una vez que el controlador (30) ha terminado las operaciones de forja y ha hecho retroceder el dispositivo de presión (61) de la forja (50) de elementos hexagonales, se puede hacer girar el dispositivo de presión con relación a la serie de matrices de forja (52), de manera que el desgaste y la degradación del cuerpo envolvente (60) de las matrices, ocasionados por el movimiento relativo del dispositivo de presión y de la serie de matrices de forja, se distribuyen de modo relativamente uniforme alrededor de la circunferencia del cuerpo envolvente de las matrices. A este respecto, la forja de elementos hexagonales puede incluir un aparato rotativo para impartir rotación relativa entre el dispositivo de presión y el conjunto de matrices. Tal como se muestra en la figura 13, por ejemplo, el aparato rotativo incluye una rueda dentada (102) montada en el dispositivo de presión y un elemento de impulsión (103), tal como una barra que lleva un trinquete (103a), que se acopla a la rueda dentada y hace que giren la misma y, a su vez, el dispositivo de presión. Tal como se muestra, el elemento de impulsión puede estar montado en el carro (84) y, más particularmente, montado sobre una placa amortiguadora posterior de la prensa de matrices. Aunque el elemento de impulsión puede ser accionado de muchas maneras, el elemento de impulsión de la realización ilustrada se puede extender y hacer retroceder por medio de un accionador hidráulico (105). A este respecto, el accionador hidráulico puede extender el elemento de impulsión al hacer avanzar el mismo en una dirección hacia abajo, tal como se representa en la figura 13, de manera que el trinquete se pueda acoplar a la rueda dentada, tal como se muestra en la figura 14A, y hacer girar la rueda dentada una cantidad angular predeterminada en sentido contrario al de las agujas del reloj. Una vez que se ha hecho girar la rueda dentada, el accionador hidráulico hace retroceder el elemento de impulsión. Tal como se muestra en la figura 14B, el trinquete es desacoplado de la rueda dentada, al hacer pivotar el mismo lejos de la rueda dentada. Típicamente, el trinquete se hace pivotar lejos de la rueda dentada, dado que la misma está adaptada para girar sólo en una dirección, es decir, en sentido contrario al de las agujas del reloj, en la realización de la figura 13, de manera que los intentos para hacer retroceder el elemento de impulsión superarán la fuerza elástica que empuja el trinquete hasta acoplamiento con la rueda dentada y permitirán que el mismo pivote se desacople de la rueda dentada. Tal como será evidente, una variedad de otros elementos de impulsión, tales como piñones o similares, se pueden utilizar para hacer girar la rueda dentada y, a su vez, el dispositivo de presión.

Preferiblemente, el dispositivo de presión (61) se hace girar de forma incremental después de que se hayan formado un número predeterminado de piezas, tal como después de que se haya formado cada pieza. Aunque se puede hacer girar el dispositivo de presión diferentes cantidades predeterminadas, se hace girar el mismo, de modo general, entre 10° y 30° y, más típicamente, en unos 20°. Sin embargo, haciendo girar repetidamente por incrementos el dispositivo de presión eventualmente se hará girar el mismo completamente alrededor del conjunto de matrices, es decir, en la totalidad de 360°. Como tal, la rotación del dispositivo de presión con relación al conjunto de matrices distribuirá más uniformemente el desgaste alrededor de la cavidad de la matriz. Además, la rotación del dispositivo de presión con relación al conjunto de matrices mantendrá la forma generalmente cilíndrica del dispositivo de presión e impedirá sustancialmente que el extremo delantero del mismo asuma una forma ovalada o que sea deformado de otro modo durante las operaciones de forja, como les ha ocurrido a los dispositivos de presión de forjas convencionales.

Aunque no se ilustra, se podría hacer girar el conjunto de matrices de forja de elementos hexagonales, además de hacer girar el dispositivo de presión (61) o en vez de ello. Además de favorecer incluso más el desgaste del cuerpo envolvente (60) de las matrices, la rotación del conjunto de matrices de forja de elementos hexagonales permitiría también que piezas diferentes fueran forjadas en correspondientes formas predeterminadas, que están dispuestas con diferentes orientaciones angulares con relación al material continuo de partida, aumentando de esta manera además la versatilidad del método y aparato de formación (10).

La forja (50) de elementos hexagonales puede incluir también un sensor (107) para detectar la rotación del dispositivo de presión (61) con relación al conjunto de matrices. Al supervisar el sensor de rotación al controlador (30), éste puede determinar si el dispositivo de presión se ha hecho girar con relación al conjunto de matrices, a continuación de una operación de forja, y puede impedir las operaciones adicionales de forja hasta que se haya hecho girar apropiadamente el dispositivo de presión.

La forja (50) de elementos hexagonales puede incluir también un sistema de lubricación (109), tal como se muestra en las figuras 15 y 16, para proporcionar lubricante al conjunto de matrices, al dispositivo de presión (61), que incluye el cuerpo envolvente (60) de las matrices, y al cabezal (81). Típicamente, el lubricante es un aceite, tal como lubricante para guías de máquina. Sin embargo, el sistema de lubricación puede aplicar otros lubricantes, si así se desea. Según esta realización, la serie de orificios (111) están definidos a través del cabezal y el dispositivo de presión para abrirse a la cavidad de la matriz en la que se inserta el conjunto de matrices. Al inyectar lubricante a través de estos orificios, el sistema de lubricación puede proporcionar, por lo tanto, lubricante a las superficies traseras (63) de las matrices de forja (52).

El controlador (30) controla, típicamente, el funcionamiento del sistema de lubricación (109), tal como la válvula de solenoide (109a) accionada neumáticamente y las servoválvulas (109b) que controlan el flujo de lubricante en la realización ilustrada. Típicamente, el controlador dirige el sistema de lubricación para que proporcione lubricante, a continuación de cada operación de forja, al inyectarlo a través de los orificios (111), una vez que se ha hecho retroceder longitudinalmente el dispositivo de presión (61) y mientras las superficies traseras (63) de las matrices de forja (52) están al menos algo expuestas. Ver bloque (531) de la figura 55B. Aunque se inyecta el lubricante en una serie de orificios discretos, tal como tres orificios, la rotación posterior del dispositivo de presión con relación al conjunto de matrices sirve para distribuir el lubricante de modo relativamente uniforme entre el dispositivo de presión y las superficies traseras de cada una de las matrices de forja.

El sistema de lubricación (109) puede proporcionar también lubricante entre el cabezal (81) y el dispositivo de presión (61), a fin de facilitar el avance y el retroceso longitudinales del dispositivo de presión dentro del conducto de paso definido por el cabezal. A este respecto, se puede definir otra abertura (113) a través del cabezal, de manera que el lubricante inyectado a través de este orificio adicional se distribuya por la superficie exterior del dispositivo de presión y la superficie interior de esa parte del cabezal que define el conducto de paso. Para facilitar una distribución uniforme del lubricante alrededor de toda la circunferencia del dispositivo de presión, el cabezal define, preferiblemente, una acanaladura (115) de extensión circunferencial. Al inyectar lubricante en la acanaladura circunferencial, el mismo se aplica eficazmente alrededor de toda la circunferencia del dispositivo de presión, lubricando uniformemente de esta manera dicho dispositivo de presión. Alternativamente, el dispositivo de presión puede definir la acanaladura circunferencial, en vez del cabezal o además del mismo, si así se desea.

Tal como se ha descrito anteriormente, el controlador (30) dirige, típicamente, el sistema de lubricación (109) para que inyecte lubricante, una vez que se ha hecho retroceder completamente el dispositivo de presión (61). Sin embargo, se puede inyectar lubricante en otros momentos durante el proceso de forja, si se desea. De esta manera, el sistema de lubricación de la forja de esta realización ventajosa puede lubricar repetidamente los diversos componentes de la forja, a fin de reducir el desgaste y aumentar la vida eficaz de los componentes, sin aplicar tanto lubricante al material continuo de partida (12) que llegue a ser difícil sujetar el mismo durante las operaciones más abajo.

El método y aparato de forja (10) pueden incluir también un sensor (85), tal como una célula fotoeléctrica o un sensor fotoeléctrico, para supervisar el material continuo de partida (12) que sale de la forja (50) de elementos hexagonales. Como tal, el sensor está situado, típicamente, justo hacia abajo de la forja de elementos hexagonales. El sensor está adaptado, típicamente, para supervisar la parte hexagonal que se ha formado gracias a la forja de elementos hexagonales y para notificar al controlador (30) si se ha formado apropiadamente la parte hexagonal, de manera que el controlador pueda detener las operaciones adicionales de forja para permitir que se corrija el proceso de forja.

El material continuo de partida (12) incluye, preferiblemente, una o más características de registro (104) dispuestas en lugares predeterminados por su longitud. Ver, por ejemplo, las figuras 3A-3G. Aunque el material continuo de partida puede incluir las características de registro antes de comenzar el método de formación de la presente invención, el método y aparato de formación (10) crean las características de registro o forman las mismas, típicamente, durante el proceso de fabricación. Por ejemplo, mientras la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio está sujetando firmemente una parte fija del material continuo de partida, el aparato de formación (10) de la realización ilustrada forma, preferiblemente, una característica de registro predeterminada sobre el material continuo de partida. La característica de registro está definida, preferiblemente, entre cada una de la serie de piezas que se formarán a partir del material continuo de partida. Sin embargo, la característica de registro puede estar formada en otros lugares predeterminados. Además, el método y aparato de formación (10) pueden formar las características de registro de otra manera, tal como pintando una serie de líneas separadas longitudinalmente sobre el material continuo de partida o troquelando un agujero en una parte predeterminada de cada pieza.

Aunque se describe en lo sucesivo el cabezal giratorio (45) formando la característica de registro (104) a continuación de la operación inicial de forja, el cabezal giratorio puede formar la característica de registro en todo momento, ya que la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio sujeta firmemente la parte fija del material continuo de partida (12). Tal como se representa en las figuras 8, 17 y 19, el cabezal giratorio incluye, preferiblemente, una abrazadera posterior (47) para sujetar firmemente una parte del material continuo de partida (12). Como tal, antes de formar la característica de registro, la abrazadera posterior se acopla, preferiblemente, al material de partida y sujeta, después de ello, el material continuo de partida hasta que se haya completado la formación de la característica de registro. Aunque se representa la abrazadera posterior para ser accionada neumáticamente, el dispositivo giratorio de apriete puede ser accionado de otra manera, tal como por accionamiento hidráulico. Además, la abrazadera posterior del cabezal giratorio puede estar realizada de muchas formas diferentes, en tanto que la misma sujeta firmemente el material continuo de partida para impedir que éste vibre mientras se forma la característica de registro.

Según una realización ilustrada en las figuras 8, 17 y 18 y mostrada en el bloque (529) de la figura 38B, el cabezal giratorio (45), tal como un cabezal giratorio fabricado y vendido por la firma Eubama Company, de Alemania, incluye, preferiblemente, un par de matrices (106) del cabezal giratorio y un motor (108) asociado, que está adaptado para hacer girar las matrices alrededor del material continuo de partida (12). El cabezal giratorio está adaptado también para hacer avanzar las matrices en una dirección radialmente hacia adentro, a fin de mecanizar características predeterminadas en el material continuo de partida. Por ejemplo, las matrices del cabezal giratorio pueden estar conformadas para mecanizar una acanaladura esférica (110) en la parte posterior (416) conformada hexagonalmente del cuerpo (412) de una punta de pala (410). Además, las matrices del cabezal giratorio pueden estar conformadas para mecanizar un borde biselado (112) en la parte más posterior del cuerpo de una punta de pala. Al formar el borde biselado en la parte más posterior del cuerpo de la punta de pala, el cabezal giratorio y, en particular, las matrices del cabezal giratorio pueden formar también una acanaladura (114), que tiene una pared lateral que se extiende perpendicular al eje longitudinal del material continuo de partida. Tal como se describe a continuación y tal como se muestra en la figura 3B, la pared lateral puede servir después de ello como la característica de registro (104) durante las operaciones de formación posteriores. Tal como se muestra en las figuras 8 y 17, el cabezal giratorio puede incluir también uno o más dispositivos de soplado (49), que dirigen una corriente de aire hasta más allá del material de partida, para retirar las virutas y otros desperdicios antes de tratar adicionalmente el material de partida.

Durante la operación inicial de formación representada en los bloques (518-528), el método y aparato de formación (10) pueden realizar simultáneamente varias operaciones adicionales. Estas operaciones realizadas simultáneamente se llevan a cabo, sin embargo, en las diferentes piezas en las que se forma el material continuo de partida (12). Además, los tipos de operaciones realizadas simultáneamente variarán, dependiendo del tipo de pieza que se fabrique. Para un método y aparato de formación adaptados para fabricar una serie de puntas de pala (410) a partir de un material continuo de partida, sin embargo, la parte del talón (430) de una primera punta de pala puede ser desbarbada al mismo tiempo que se desbarba el diámetro exterior de otra punta de pala. Tal como se describe a continuación, el material continuo de partida está interconectado todavía durante estas operaciones de desbarbado. Hacia abajo de estas operaciones de desbarbado, y simultáneamente con las mismas, el material continuo de partida se puede separar en una serie de piezas individuales y, si se desea, puede ser sometido a un tratamiento térmico en línea antes o después de separar el material continuo de partida en una serie de piezas individuales.

A fin de desbarbar la parte del talón (430) de una punta de pala (410), el método y aparato de formación (10) de la presente invención incluyen una estación (116) de desbarbado de talones, a través de la que pasa el material continuo de partida (12), a continuación de las operaciones de forja. Tal como se muestra en las figuras 35 y 36, la estación de desbarbado de talones incluye una plataforma (118) de la estación de desbarbado de talones y un posicionador, para situar de modo controlable la plataforma de la estación de desbarbado de talones, de manera que se desbarben las partes apropiadas de una pieza correspondiente. Aunque la estación de desbarbado de talones podría ser situada de muchas maneras, tal como con un servomotor AC y un husillo de bolas asociado, el posicionador de una realización incluye un conjunto (120) de cilindros hidráulicos que tiene un cilindro (122) y una barra (124) del pistón, que está conectada de manera operativa a la plataforma de la estación de desbarbado de talones.

Tal como se muestra en la figura 36, la estación (116) de desbarbado de talones incluye, también preferiblemente, un controlador de registro (126), tal como una célula fotoeléctrica o un sensor fotoeléctrico, que supervisa el material continuo de partida (12) durante el avance intermitente del mismo gracias al dispositivo orientador (14). El controlador de registro está adaptado para detectar cada característica de registro (104) definida por el material continuo de partida, a medida que se hace avanzar el mismo. La estación de desbarbado de talones incluye también un controlador de posición (128), tal como un sistema de detección de posición MTS Tempsonics® LP, para supervisar la posición de la plataforma (118) de la estación de desbarbado de talones.

Ambos controladores están conectados de manera operativa al controlador (30). El controlador está conectado también de manera operativa al controlador (28) del dispositivo orientador, para determinar la distancia adicional que el dispositivo orientador (14) hace avanzar el material continuo de partida (12), a continuación de la detección de la característica de registro (104) por el controlador de registro (126). Basándose en ello, el controlador puede determinar con precisión la posición apropiada para la plataforma (118) de la estación de desbarbado de talones durante las operaciones de desbarbado posteriores.

Una vez que ha terminado el avance intermitente del material continuo de partida (12) y la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio ha sujetado firmemente el material continuo de partida, el posicionador, bajo control del controlador (30), puede situar la plataforma (118) de la estación de desbarbado de talones en una relación separada predeterminada respecto a la característica de registro (104) que fue identificada por el controlador de registro (126) durante el avance más reciente del material continuo de partida, tal como se muestra en los bloques (536-542) de la figura 55D. A fin de facilitar este movimiento de la plataforma de la estación de desbarbado de talones, la estación (116) de desbarbado de talones puede incluir varias correderas (130) que cooperan con un par de carriles o pistas (132) paralelas, de extensión longitudinal, tal como se muestra en las figuras 35 y 36.

La estación (116) de desbarbado de talones incluye también un par de dispositivos de apriete (134) opuestos de desbarbado de talones y un par de punzones (136) opuestos de desbarbado de talones, que están montados todos sobre la plataforma (118) de la estación de desbarbado de talones. En consecuencia, una vez que se ha situado apropiadamente la plataforma de la estación de desbarbado de talones, el controlador (30) puede extender las abrazaderas opuestas de desbarbado de talones para sujetar firmemente el material de partida (12) en la posición deseada, tal como

se muestra en el bloque (544) de la figura 55D. Cada una de las abrazaderas opuestas de desbarbado de talones tiene, preferiblemente, una superficie de contacto que coincide sustancialmente con la forma predeterminada de la pieza que se está desbarbando, tal como la parte de cuchilla de una punta de pala en una realización ventajosa.

5 Tal como se muestra en el bloque (546), el controlador (30) puede extender después de ello los punzones opuestos de desbarbado de talones para retirar selectivamente partes no deseables del material continuo de partida (12). En particular, se hace que se extiendan, preferiblemente, los punzones de desbarbado de talones hasta más allá del material continuo de partida para retirar rebabas y otras partes no deseables del mismo en la proximidad del talón. Una vez que se han retirado estas partes no deseables, el talón de la punta de pala resultante está definido más claramente,
10 tal como se muestra en la figura 3D. Tal como se ilustra también en la figura 3D, sin embargo, la punta de pala se mantiene fijada a otras partes del material continuo de partida durante el proceso de desbarbado. A continuación de la extensión de los punzones de desbarbado de talones, el controlador los hace retroceder, y se retiran las abrazaderas de desbarbado de talones y las partes desbarbadas, tal como haciendo soplar aire o una mezcla de aire/aceite sobre los mismos durante un periodo predeterminado de tiempo, tal como se muestra en los bloques (548-552). Después de ello,
15 el posicionador, que funciona bajo control del controlador, puede volver a situar la plataforma (118) de la estación de desbarbado de talones en una posición inicial o de reposo predeterminada.

Simultáneamente con el desbarbado del talón de una punta de pala, el método y aparato de formación (10) desbarban también ventajosamente el diámetro exterior de otra punta de pala. Tal como se ha descrito anteriormente junto
20 con la estación (116) de desbarbado de talones, el método y aparato de formación (10) incluyen una estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores, a través de la que se extiende el material continuo de partida (12). La estación de desbarbado de diámetros exteriores incluye una plataforma (140) de la estación de desbarbado de diámetros exteriores y un posicionador, para situar de modo controlable la plataforma de la estación de desbarbado de diámetros exteriores, de manera que se desbarben las partes apropiadas de una pieza correspondiente. Aunque la estación de desbarbado
25 de diámetros exteriores podría ser situada de muchas maneras, tal como mediante un servomotor AC y un husillo de bolas asociado, el posicionador de una realización incluye un conjunto (142) de cilindros hidráulicos, que tiene un cilindro (144) y una barra (146) del pistón, que está conectada de manera operativa a la plataforma de la estación de desbarbado de diámetros exteriores.

30 Tal como se muestra en la figura 36, la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores incluye, también preferiblemente, un controlador de registro (148), tal como una célula fotoeléctrica o un sensor fotoeléctrico, que supervisa el material continuo de partida (12) durante el avance intermitente del mismo gracias al dispositivo orientador (14). El controlador de registro detecta cada característica de registro (104) definida por el material continuo de partida, a medida que se hace avanzar el mismo. La estación de desbarbado de diámetros exteriores incluye también un
35 controlador de posición (150), tal como un sistema de detección de posición MTS Temposonics® LP, para supervisar la posición de la plataforma (140) de la estación de desbarbado de diámetros exteriores. Tal como se ha descrito anteriormente junto con la estación (116) de desbarbado de talones, ambos controladores están conectados de manera operativa al controlador (30), de manera que el mismo puede determinar con precisión el lugar de la característica de registro y la posición relativa de la plataforma de la estación de desbarbado de diámetros exteriores.
40

Una vez que ha terminado el avance intermitente del material continuo de partida (12) y la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio ha sujetado firmemente el material continuo de partida, el posicionador, bajo control del controlador (30), puede situar la plataforma (140) de la estación de desbarbado de diámetros exteriores en una relación separada predeterminada respecto a la característica de registro (104) que fue identificada por el controlador de registro
45 (148) durante el avance más reciente del material continuo de partida, tal como se muestra en los bloques (554-560) de la figura 55E. A fin de facilitar este movimiento de la plataforma de la estación de desbarbado de diámetros exteriores, la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores puede incluir varias correderas (152) montadas sobre un par de carriles o pistas (154) paralelos, de extensión longitudinal, y que cooperan con los mismos.

50 La estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores incluye también un par de dispositivos de apriete (156) opuestos de desbarbado de diámetros exteriores y un par de punzones (158) opuestos de desbarbado de diámetros exteriores, que están montados todos sobre la plataforma (140) de la estación de desbarbado de diámetros exteriores. En consecuencia, una vez que ha sido situada apropiadamente la plataforma de la estación de desbarbado de diámetros exteriores, el controlador (30) puede extender las abrazaderas opuestas de desbarbado de diámetros exteriores para
55 sujetar firmemente el material de partida (12) en la posición deseada, tal como se muestra en el bloque (562) de la figura 55E. Cada una de las abrazaderas opuestas de desbarbado de diámetros exteriores tiene, preferiblemente, una superficie de contacto que coincide sustancialmente con la forma predeterminada de la pieza que se está desbarbando, tal como la parte de cuchilla de una punta de pala en una realización ventajosa.

60 Tal como se muestra en el bloque (564), el controlador (30) puede extender después de ello los punzones (150) opuestos de desbarbado de diámetros exteriores para retirar selectivamente partes no deseables del material continuo de partida (12). En particular, se hace que se extiendan los punzones de desbarbado de diámetros exteriores, preferiblemente, hasta más allá del material continuo de partida, para retirar rebabas y otras partes no deseables del mismo a lo largo del diámetro exterior de la pieza. Una vez que se han retirado estas partes no deseables, el diámetro exterior
65 de la punta de pala resultante está definido más claramente, tal como se muestra en la figura 3E. Tal como se ilustra en la figura 3E, sin embargo, la punta de pala se mantiene fijada a otras partes del material continuo de partida durante el proceso de desbarbado. A continuación de la extensión de los punzones de desbarbado de diámetros exteriores, el controlador hace retroceder los punzones de desbarbado de diámetros exteriores y las abrazaderas de desbarbado de

diámetros exteriores, tal como se muestra en los bloques (566-570). Tal como se muestra en las figuras 35 y 36, se puede hacer soplar aire o una mezcla de aire y aceite sobre la pieza desbarbada, a fin de retirar el material de desecho, una vez que se han hecho retroceder los punzones de desbarbado de diámetros exteriores y las abrazaderas de desbarbado de diámetros exteriores.

Más abajo de las estaciones de desbarbado de talones y de desbarbado de diámetros exteriores, el aparato de formación (10) de esta realización puede incluir una estación de aserrado (160) para separar el material continuo de partida (12) en piezas individuales. Tal como se ha descrito anteriormente junto con las estaciones de desbarbado de talones y de desbarbado de diámetros exteriores y tal como se muestra en las figuras 35 y 36, la estación de aserrado incluye, preferiblemente, una plataforma (161) de la estación de aserrado y un posicionador asociado para situar de modo controlable la estación de aserrado, de manera que sea cortada la parte apropiada del material continuo de partida. Aunque la estación de aserrado podría ser situada de muchas maneras, tal como con un servomotor AC y un husillo de bolas asociado, el posicionador de una realización incluye un conjunto de cilindros hidráulicos, que tiene un cilindro (164) y una barra (166) del pistón, que está conectada de manera operativa a la plataforma de la estación de aserrado.

La estación de aserrado (160) incluye, también preferiblemente, un controlador de registro (168), tal como una célula fotoeléctrica o un sensor fotoeléctrico, para supervisar el material continuo de partida (12) durante el avance intermitente del material de partida. El controlador de registro detecta cada característica de registro (104) definida por el material continuo de partida, a medida que se hace avanzar intermitentemente el mismo. La estación de aserrado incluye, también preferiblemente, un controlador de posición (170), tal como un sistema de detección de posición MTS Temposonics® LP, para supervisar la posición de la plataforma (161) de la estación de aserrado. Tal como se ha descrito anteriormente junto con la estación (116) de desbarbado de talones, ambos controladores están conectados de manera operativa al controlador (30), de manera que el mismo puede determinar con precisión el lugar de la característica de registro y la posición relativa de la plataforma de la estación de aserrado.

Una vez que ha terminado el avance intermitente del material continuo de partida (12) y la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio ha sujetado firmemente el material continuo de partida, el posicionador, bajo control del controlador (30), puede situar la plataforma (161) de la estación de aserrado en una relación separada predeterminada respecto a la característica de registro (104) identificada más recientemente, tal como se muestra en los bloques (572-578) de la figura 55F. A fin de facilitar el movimiento de la plataforma de la estación de aserrado, la estación de aserrado (160) puede incluir también varias correderas (172) montadas sobre carriles o pistas (154) paralelos, de extensión longitudinal, y que cooperan con los mismos.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 35, 36, 38-40, 43 y 44, el aparato de formación (10) puede incluir también una estación de estampación dimensional (176) que tiene uno o más dispositivos de apriete de estampación dimensional (178). La estación de estampación dimensional incluye también un posicionador (181), sensible al controlador (30), para situar de modo controlable la plataforma de estampación dimensional (180). En una realización, el posicionador incluye un motor paso a paso (183) que está conectado de manera operativa a un husillo conductor (184), para hacer avanzar y retroceder de modo controlable el husillo conductor mediante un conjunto (186) de tuerca. Dado que el conjunto de tuerca está conectado también de manera operativa a la plataforma de estampación dimensional, el movimiento rotatorio del husillo conductor mueve también la misma. Según una realización, el motor paso a paso incluye un dispositivo de resolución, conectado de manera operativa al controlador, para supervisar y controlar la posición de la plataforma de estampación dimensional. Sin embargo, el posicionador puede situar de modo controlable la estación de estampación dimensional según otras técnicas.

Según una realización ventajosa, la estación de aserrado (160) y la estación de estampación dimensional (176) están situadas inicialmente en sus posiciones iniciales o de reposo correspondientes, tal como se muestra en la figura 38. Después de que se haya orientado el material continuo de partida (12) y se haya vuelto a situar la estación de aserrado, basándose en la característica de registro, tal como se ha descrito anteriormente, el posicionador hace avanzar la plataforma de estampación dimensional (180) en una posición longitudinal hacia arriba, tal como se muestra en la figura 39. Tal como se muestra en el bloque (580), el posicionador hace avanzar, preferiblemente, la plataforma de estampación dimensional en una dirección longitudinal hacia arriba, hasta que el extremo libre o delantero del material continuo de partida sea recibido dentro de las abrazaderas de estampación dimensional (178). En la realización ilustrada, se hace avanzar la plataforma de estampación dimensional en una dirección longitudinal hacia arriba, hasta que la parte de cuchilla de la punta delantera de pala sea recibida dentro de las abrazaderas de estampación dimensional.

Tal como se muestra en la figura 41, cada abrazadera de estampación dimensional (178) incluye un conjunto de matrices de estampación dimensional constituido por un conjunto de matrices que incluye un accesorio de alineación (190), tal como una araña de centrado, y una serie de matrices de estampación dimensional (188) que se mantienen dentro del accesorio de alineación. La abrazadera de estampación dimensional puede incluir también un cierre (192) que está adaptado para recibir el conjunto de matrices de estampación dimensional. La estación de estampación dimensional (176) puede incluir también medios, tales como un conjunto (194) de cilindros hidráulicos, que funcionan bajo control del controlador (30), para empujar el cierre sobre el conjunto de matrices de estampación dimensional, de manera que las matrices de estampación dimensional se cierren alrededor del extremo delantero del material continuo de partida, tal como se muestra en el bloque (582) de la figura 55F.

Las matrices de estampación dimensional (188) tienen, preferiblemente, una forma que coincide con la de la pieza a sujetar por la abrazadera de estampación dimensional (178), tal como la forma de la parte (418) de cuchilla de una punta de pala (410). Las matrices de estampación dimensional incluyen, también preferiblemente, uno o más numerales en relieve para imprimir el tamaño de la punta de pala correspondiente sobre su parte de cuchilla. Aunque se ilustran matrices de estampación dimensional que están adaptadas para imprimir el tamaño de la pieza correspondiente sobre la misma pieza, las matrices de estampación dimensional sólo tienen que servir como una abrazadera para sujetar o agarrar el extremo delantero del material continuo de partida (12). De esta manera, las matrices de estampación dimensional pueden tener una forma que coincide con la de la pieza a sujetar, pero no tienen que incluir los numerales en relieve descritos anteriormente.

Mientras que la abrazadera de estampación dimensional (178) sujeta la parte (418) de cuchilla de la punta de pala (410), el controlador (30) puede hacer avanzar la sierra (198) hacia el material continuo de partida (12) para cortar a través del mismo en un lugar próximo al extremo delantero de la punta de pala, es decir, en un lugar próximo a la punta del talón, tal como se designa por (A) en las figuras 39 y 42. Tal como se muestra con líneas de trazos en la figura 37, se hace avanzar rotativamente la sierra para cortar a través del material continuo de partida, separando de esta manera la pieza delantera del resto del material continuo de partida, tal como se muestra en la figura 3F y en el bloque (584) de la figura 55F. La estación de aserrado (160) puede incluir también un sensor de proximidad, conectado de manera operativa al controlador, para detectar el avance de la sierra a una posición predeterminada. Después de ello, el controlador puede hacer retroceder la sierra a su posición inicial, tal como se muestra con línea continua en la figura 37.

Una vez que se ha cortado el material continuo de partida (12) y el controlador (30) ha hecho retroceder la sierra (198), el posicionador de la estación de aserrado (160), bajo control del controlador, mueve la estación de aserrado en una dirección hacia abajo, tal como se muestra en la figura 40 y en el bloque (585) de la figura 55F, hasta que la sierra está alineada con el borde biselado (112) en la parte más posterior del cuerpo (412) de la punta de pala (410). Se hace avanzar entonces rotativamente la sierra, una vez más, para cortar a través del material continuo de partida en un lugar próximo a la parte posterior de la punta de taladrado de tipo pala, designada por (B) en las figuras 40 y 42. Ver también la figura 3G y el bloque (586) de la figura 55F. Como consecuencia de los cortes realizados en los lugares designados por (A) y (B) en la realización ilustrada, el conector (200) es separado también del material continuo de partida y de la pieza delantera. Una vez orientado el material continuo de partida, la pieza de desecho se descargará de la estación de aserrado y podrá ser dirigida a través de un vertedor (187) a un cubo o similar, tal como se indica en la figura 39.

Después de ello, el posicionador de la estación de estampación dimensional (176), bajo control del controlador (30), mueve la plataforma de estampación dimensional (180) en una dirección hacia abajo, tal como se muestra en la figura 43 y en el bloque (587) de la figura 55F. Preferiblemente, la plataforma de la estación de estampación dimensional se mueve en una dirección longitudinal hacia abajo una distancia lineal que excede el crecimiento longitudinal del material continuo de partida (12) en la dirección longitudinal hacia abajo durante una secuencia de operaciones de formación. Por ejemplo, la estación de estampación dimensional se puede mover en una dirección longitudinal hacia abajo la cantidad esperada de crecimiento longitudinal del material continuo de partida en la dirección hacia abajo, más una cantidad adicional predeterminada, tal como 0,254 cm (0,100 pulgadas). Tal como se muestra en la figura 38, la plataforma de estampación dimensional se puede mover desde una posición hacia arriba, tal como se representa con líneas de trazos, hasta una posición hacia abajo, tal como se representa con líneas continuas.

De acuerdo con esto, se pueden forjar a continuación partes adicionales del material continuo de partida (12), sin contactar con la pieza individual sujeta por la abrazadera de estampación dimensional (178). De esta manera, el método y aparato de formación (10) pueden seguir tratando la pieza individual sujeta por la abrazadera de estampación dimensional, mientras se forman partes adicionales del material continuo de partida al mismo tiempo. Una vez que la estación de estampación dimensional (176) ha completado las operaciones de estampación, la estación de estampación dimensional puede expulsar la pieza estampada, que puede ser dirigida por medio de un vertedor (189), transportador o similar a un cubo, tal como se muestra en las figuras 43 y 44 y en el bloque (589) de la figura 55F. Aunque la estación de estampación dimensional puede expulsar la pieza estampada de muchas maneras, la estación de estampación dimensional de la realización ilustrada incluye una barra de expulsión (191) que se puede hacer extender elásticamente para expulsar la pieza estampada una vez que se han abierto las matrices de estampación dimensional (188).

Tal como se muestra en las figuras 45 y 46, el método y aparato de formación (10) no tienen que incluir estaciones independientes para desbarbar el diámetro exterior de la pieza resultante y para aserrar o separar de otro modo la misma del resto del material continuo de partida (12). En vez de eso, el método y aparato de formación pueden incluir una desbarbadora, tal como una estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores, y un separador, tal como una estación de recorte (400), montados sobre una plataforma común (402) para moverse juntos en una dirección longitudinal. Tal como se muestra en las figuras 45 y 46, por ejemplo, la estación de desbarbado de diámetros exteriores y una estación de recorte pueden estar montadas sobre una plataforma común. La plataforma puede incluir una serie de correderas (152) montadas sobre un par de carriles (406) de extensión longitudinal, de manera que la plataforma, que lleva la estación de desbarbado de diámetros exteriores y la estación de recorte, se pueda mover longitudinalmente.

La estación combinada de desbarbado y separación incluye un accionador hidráulico que tiene un cilindro (414) y una barra (416) del pistón para separar apropiadamente la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores y la estación de recorte (400). A este respecto, la estación de recorte incluye, preferiblemente, una plataforma (418) desplaza-

ble montada sobre una plataforma de soporte (420) y adaptada para moverse en una dirección longitudinal con relación a la plataforma de soporte y, más particularmente, con relación a la estación de desbarbado de diámetros exteriores. Basándose en la separación y el tamaño predeterminados de las piezas, el controlador (30) puede dirigir el accionador hidráulico para situar la plataforma desplazable, de manera que se pueda recortar un orificio delantero, mientras que se desbarba una pieza trasera. Tal como se muestra en la figura 45, la estación combinada de desbarbado y recorte puede incluir un soporte (402a), tal como un resorte hidráulico, para soportar en voladizo la estación de recorte.

Tal como se ha descrito anteriormente junto con la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores, la estación combinada de desbarbado y recorte incluye también un posicionador para situar de modo controlable la plataforma (402), de manera que sean desbarbadas y recortadas las partes apropiadas de la pieza correspondiente. Aunque la plataforma podría ser situada de muchas maneras, tal como mediante un servomotor AC y un husillo de bolas asociado, el posicionador de una realización incluye un conjunto de cilindros hidráulicos que tiene un cilindro (408) y una barra (410) del pistón, que está conectada de manera operativa a la plataforma. La estación combinada de desbarbado y recorte incluye, también preferiblemente, un controlador de registro (148), tal como una célula fotoeléctrica o un sensor fotoeléctrico, que supervisa el material continuo de partida (12) durante el avance intermitente del mismo gracias al dispositivo orientador (14). Tal como se ha descrito anteriormente, el controlador de registro detecta cada característica de registro (104) definida por el material continuo de partida a medida que se hace avanzar el mismo. La estación combinada de desbarbado y recorte incluye también un controlador de posición (412), tal como un sistema de detección de posición MTS Tempsonics® LP, para supervisar la posición de la plataforma. Tal como se ha descrito también anteriormente, tanto el controlador de registro como el controlador de posición están conectados de manera operativa al controlador (30), de manera que el mismo puede determinar con precisión el lugar de la característica de registro y la posición relativa de la plataforma y, a su vez, las posiciones relativas de la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores y la estación de recorte (400) llevadas por la plataforma.

Una vez que ha terminado el avance intermitente del material continuo de partida (12) y la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio ha sujetado firmemente el material continuo de partida, el posicionador, bajo control del controlador (30), puede situar la plataforma (402) en una relación separada predeterminada respecto a la característica de registro (104), que ha sido identificada por el controlador de registro (148) durante el avance más reciente del material continuo de partida. Tal como se ha descrito anteriormente, el controlador puede extender entonces las abrazaderas (156) opuestas de desbarbado de diámetros exteriores para sujetar firmemente el material de partida en la posición deseada, mientras que se hacen extender, después de ello, los punzones (158) opuestos de desbarbado de diámetros exteriores para retirar selectivamente partes no deseables del material continuo de partida. A continuación de la extensión de los punzones de desbarbado de diámetros exteriores, el controlador los hace retroceder junto con las abrazaderas de desbarbado de diámetros exteriores.

Mientras que la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores desbarba una pieza, la estación de recorte (400) recorta, preferiblemente, otra pieza, dado que el controlador (30) ha separado ya apropiadamente la estación de desbarbado de diámetros exteriores y la estación de recorte, basándose en la separación y el tamaño de las piezas. Tal como se muestra en la figura 45, la estación de recorte incluye un par de matrices de recorte (422), con un par de bordes de corte que están separados longitudinalmente. El controlador (30) puede extender, por lo tanto, el par de matrices de recorte, que separan el material continuo de partida (12) en los lugares designados por (C) y (D) en la figura 47. En la realización ilustrada, en la que el método y aparato de formación (10) forman una serie de puntas de taladrado de tipo pala (410), la estación de recorte (400) puede estar configurada para separar el material continuo de partida o recortar el mismo en un lugar designado por (C), próximo al extremo delantero de la punta de pala, es decir, próximo a la punta del talón, y en un lugar designado por (D), próximo al borde biselado (112) en la parte más posterior del cuerpo (412) de la punta de pala, para crear de esta manera desechos (200a). Una vez que el material continuo de partida ha sido separado en los lugares designados por (C) y (D), el controlador hace retroceder las matrices de recorte para permitir la orientación adicional del material continuo de partida.

Al montar la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores y la estación de recorte (400) en una única plataforma (402), el método y aparato de formación (10) de esta realización están simplificados, dado que sólo se requiere un único posicionador, un único controlador de registro (148) y un único controlador de posición (412) para el movimiento y la alineación precisos de la estación de desbarbado y recorte de diámetros exteriores. Además, al utilizar la estación de recorte, el material continuo de partida se puede separar simultáneamente en dos lugares diferentes designados por (C) y (D), sin tener que volver a situar separadamente la sierra o cortadora en cada uno de los lugares, tal como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, la estación de recorte puede incluir medios distintos de las matrices de recorte, tales como un par de hojas de sierra o similares, para cortar simultáneamente el material continuo de partida en dos lugares separados, es decir, en los lugares designados por (C) y (D).

Antes de separar la pieza delantera del material continuo de partida (12), el extremo libre de la pieza delantera es sujetado, preferiblemente, por las abrazaderas de estampación dimensional (178) de una estación de estampación dimensional (176). A este respecto, la estación de estampación dimensional incluye también un posicionador (181), sensible al controlador (30), para situar de modo controlable la plataforma de estampación dimensional (180). En una realización, el posicionador incluye un motor paso a paso (183), que está conectado de manera operativa a un husillo conductor (184) para hacer avanzar y retroceder de modo controlable un husillo conductor mediante una tuerca fija (186). Dado que el conjunto de tuerca está conectado también de manera operativa a la plataforma de estampación dimensional, la rotación del husillo conductor mueve también la misma. Tal como será evidente, sin embargo, el posicionador puede situar de modo controlable, según otras técnicas, la estación de estampación dimensional.

Una vez que se ha orientado apropiadamente el material continuo de partida (12), el controlador dirige el posicionador (181) para hacer avanzar la estación de estampación dimensional (176) en una dirección hacia arriba, de manera que el extremo libre de la pieza delantera sea recibido dentro de las abrazaderas de estampación dimensional (178). En la realización ilustrada, se hace avanzar la plataforma de estampación dimensional (180) en una dirección longitudinal hacia arriba, hasta que la parte de cuchilla de la punta delantera de pala sea recibida dentro de las abrazaderas de estampación dimensional.

Tal como se ha descrito anteriormente, cada abrazadera de estampación dimensional (178) incluye, de modo general, un conjunto de matrices de estampación dimensional que tiene un accesorio de alineación, tal como una araña de centrado, y una serie de matrices de estampación dimensional que se mantienen dentro del accesorio de alineación. Al cerrar la matriz de estampación dimensional alrededor del extremo libre del material continuo de partida, la matriz de estampación dimensional puede estampar el extremo libre del material continuo de partida con el tamaño de la pieza correspondiente, tal como se ha descrito también anteriormente.

Una vez que la estación de recorte (400) ha separado la pieza delantera del resto del material continuo de partida (12) y se han hecho retroceder las matrices de recorte (422), el posicionador (181) puede mover la estación de estampación dimensional (176) en una dirección longitudinal hacia abajo. En la realización ilustrada, la plataforma de estampación dimensional (180) está montada sobre una torreta adaptada para movimiento rotatorio. Aunque se puede hacer girar la plataforma de estampación dimensional de muchas maneras, la plataforma de estampación dimensional de una realización incluye un accionador (650) rotatorio, tal como el mostrado en la figura 48. Tal como será evidente para los expertos en la técnica, el accionador rotatorio incluye un cilindro de doble extremo (652a), (652b) que se puede accionar neumáticamente para mover una cremallera con relación a un piñón (654a) que, a su vez, hace girar la columna vertical (654) sobre la que está montada la plataforma de estampación dimensional. Como tal, el controlador (30) preferiblemente no sólo dirige el posicionador para mover la estación de estampación dimensional en una dirección longitudinal hacia abajo, sino que también dirige que el accionador rotatorio sea accionado neumáticamente para hacer girar la plataforma de estampación dimensional un ángulo predeterminado, tal como aproximadamente 180° en la realización típica.

El aparato de formación (10) de esta realización incluye también una estación de aserrado (656) dispuesta hacia abajo de la estación de estampación dimensional (176) para cortar la pieza resultante a su longitud. En la realización ilustrada, en la que se fabrican puntas de taladrado de tipo pala (410), el controlador (30) hace girar preferiblemente la plataforma de estampación dimensional y hace avanzar longitudinalmente la misma en una dirección longitudinal hacia abajo, hasta que la hoja (657) de sierra está alineada con el borde biselado (112) en la parte más posterior del cuerpo (412) de la punta de pala. El controlador detiene entonces cualquier movimiento adicional de la plataforma de estampación dimensional y acciona la estación de aserrado.

Tal como se muestra en las figuras 49 y 50, la estación de aserrado (656) está adaptada para moverse en una dirección generalmente perpendicular al material continuo de partida (12). A este respecto, la estación de aserrado (656) incluye, de modo general, un par de correderas (662) que discurren sobre un carril (659) montado en una plataforma fija (660). Además, la estación de aserrado incluye un posicionador, tal como un accionador hidráulico o neumático (658), para mover un soporte (663) de montaje de sierra, que sujeta la sierra, incluyendo la hoja (657) de sierra, de manera que la hoja de sierra también se puede acercar y alejar del material continuo de partida. Finalmente, la estación de aserrado puede incluir una abrazadera (664) de sierra para sujetar el material continuo de partida durante las operaciones de aserrado, a fin de impedir el movimiento del material de partida. De esta manera, una vez que se ha alineado apropiadamente la plataforma de estampación dimensional (176), la pieza con la hoja (657) de sierra y la abrazadera de sierra se han acoplado al material continuo de partida, el controlador (30) puede dirigir el posicionador para hacer avanzar lateralmente la plataforma de sierra, de manera que la sierra corte a través del material continuo de partida en el lugar deseado, para crear desechos (200b) que caen encima y que son retirados mediante el transportador (667), una vez que se abre la abrazadera de sierra. Después de ello, se puede hacer retroceder la sierra. Como tal, la parte más posterior de la punta de taladrado de tipo pala (410) se puede formar cortando la punta de taladrado de tipo pala en un lugar designado por (E) en la figura 47. A continuación de las operaciones de corte, la estación de estampación dimensional abre las abrazaderas de estampación dimensional (178) de manera que la pieza resultante, tal como la punta de pala resultante, es liberada de la abrazadera de estampación dimensional y cae dentro de un vertedor (665), un transportador o similar, siendo recogida en un cubo para su tratamiento posterior. Tal como se ha descrito anteriormente, la estación de estampación dimensional puede incluir también una barra de expulsión, accionada por resorte, para expulsar la pieza resultante, a continuación de las operaciones de dimensionado, si así se desea.

Aunque se han descrito con anterioridad el método y aparato de forja (10) como que incluyen un único dispositivo orientador (14) dispuesto hacia arriba de la forja (50) para empujar el material continuo de partida (12) a lo largo de la trayectoria predeterminada, el método y aparato de formación pueden incluir también un dispositivo orientador posterior para ejercer tracción intermitentemente sobre el material continuo de partida en la dirección hacia abajo. En contraste al dispositivo orientador anterior, el dispositivo orientador posterior está dispuesto hacia abajo de la forja. Sin embargo, los dispositivos orientadores anterior y posterior están sincronizados, en esta realización, a fin de trabajar juntos para hacer avanzar longitudinalmente el material continuo de partida en la dirección hacia abajo a lo largo de la trayectoria predeterminada. A este respecto, los dispositivos orientadores anterior y posterior están sincronizados, preferiblemente, de manera que los dispositivos orientadores anterior y posterior empujan el material continuo de partida y ejercen tracción sobre el mismo, simultáneamente, en la dirección hacia abajo. Además, los dispositivos

orientadores anterior y posterior están sincronizados, también preferiblemente, para empujar el material continuo de partida y ejercer tracción sobre él, intermitentemente, la misma distancia predeterminada en la dirección hacia abajo.

Aunque el dispositivo orientador posterior puede estar construido para ser el mismo o similar al dispositivo orientador anterior (14) descrito con anterioridad, el método y aparato de formación (10) de una realización ventajosa utilizan la estación (116) de desbarbado de talones, la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores, o ambas estaciones, como el dispositivo orientador posterior. A este respecto, el controlador (30) orienta, preferiblemente, material continuo de partida, al dirigir no sólo la abrazadera (16) del dispositivo orientador, sino también las abrazaderas (134) de desbarbado de talones y/o las abrazaderas (156) de desbarbado de diámetros exteriores, para hacer que se extienda y sujete el material continuo de partida. A fin de sujetar las partes apropiadas del material continuo de partida, el controlador debe haber vuelto a situar previamente el dispositivo orientador, la estación de desbarbado de talones y la estación de desbarbado de diámetros exteriores en sus posiciones iniciales hacia arriba correspondientes antes de acoplarse al material continuo de partida. Una vez que se ha acoplado al material continuo de partida, el controlador de esta realización dirige, preferiblemente, los posicionadores del dispositivo orientador, la estación de desbarbado de talones y la estación de desbarbado de diámetros exteriores para mover, simultáneamente, el dispositivo orientador, la estación de desbarbado de talones y la estación de desbarbado de diámetros exteriores en una dirección hacia abajo al mismo régimen para la misma distancia predeterminada. Como tal, el método y aparato de formación de esta realización ventajosa empujarán el material continuo de partida y ejercerán tracción sobre el mismo, simultáneamente, a lo largo de la trayectoria predeterminada y, en la realización ilustrada, a través de las forjas. Al ejercer tracción sobre el material continuo de partida y empujar el mismo a la vez, será menos probable que el material continuo de partida sea curvado, retorcido, o dañado de otro modo durante el proceso de orientación. Una vez que se ha orientado el material continuo de partida la distancia predeterminada, el controlador dirige la abrazadera del dispositivo orientador, las abrazaderas de desbarbado de talones y las abrazaderas de desbarbado de diámetros exteriores para liberar el material continuo de partida, de manera que las operaciones de formación se puedan producir tal como se ha descrito con anterioridad.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el aparato de formación (10) puede incluir una o más forjas adicionales, tal como una segunda forja (204) para formar otra parte del material continuo de partida (12) con una segunda forma predeterminada, tal como se muestra con detalle en las figuras 20, 24 y 27. De esta manera, las piezas formadas por el método y aparato de formación descritos en combinación con la presente invención pueden incluir ambas formas primera y segunda impartidas por la primera y segunda forjas, correspondientemente, en diferentes etapas a lo largo del proceso de formación. Tal como se ha descrito anteriormente junto con la forja (50) de elementos hexagonales, la segunda forja de una realización ventajosa incluye, preferiblemente, una prensa de forja de cuchillas para formar la parte de cuchilla de las puntas de pala resultantes, tal como se muestra en la figura 3C. Sin embargo, la segunda forja puede ser adaptada para formar una variedad de características diferentes sobre una o más partes de otros tipos de piezas.

Aunque el uso de ambos dispositivos orientadores anterior y posterior sirve para reducir la posibilidad de que el material continuo de partida (12) sea retorcido, el método y aparato de formación (10) pueden incluir un detector de alineación (422) dispuesto hacia arriba de la segunda forja (204). Tal como se muestra en la figura 21, el detector de alineación puede incluir un elemento ahorquillado (424) que tiene un par de brazos (426) entre los que pasa el material continuo de partida. Si el material continuo de partida está retorcido o curvado de otro modo, el mismo contactará con uno de los brazos y hará que el elemento ahorquillado gire alrededor de un punto de pivotamiento (428). Como tal, la rotación del elemento ahorquillado quitará al mismo del contacto con un sensor de contacto (430), que dará a conocer al controlador (30) que el material de partida está retorcido o curvado. Como tal, el controlador puede detener las operaciones de formación adicionales hasta que haya sido enderezado el material continuo de partida, impidiendo de esta manera la fabricación de piezas poco precisas y el posible daño al equipo anterior. Aunque se ha ilustrado y se ha descrito con anterioridad una realización del sensor de alineación, se puede realizar el mismo de muchas maneras diferentes.

Tal como se ha descrito también anteriormente junto con la forja (50) de elementos hexagonales y tal como se muestra en las figuras 20, 24 y 27-31, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye, preferiblemente, un par de matrices de forja (206) opuestas que cooperan para definir una cavidad con una forma predeterminada. La cavidad, a su vez, define la forma al menos de una parte de la pieza resultante, tal como la parte de cuchilla de la punta de pala resultante. Con respecto a la realización ilustrada del método y aparato de formación (10), que están adaptados para formar puntas de pala, al menos una matriz de forja y, más preferiblemente, cada una de ellas, puede incluir una superficie de contacto (208) de una configuración en forma como de Z que define una parte de la cavidad.

Tal como se muestra en las figuras 28 y 29, la cavidad en forma de Z incluye una parte central (210) que define un plano central y unas partes laterales o aletas (212) opuestas, que se extienden desde los lados opuestos de la parte central. Las partes laterales opuestas definen planos laterales correspondientes que son oblicuos respecto al plano central. Las superficies de contacto (208) correspondientes de las matrices de forja (206) opuestas contactan con la pieza a trabajar y conforman la misma con la forma predeterminada de una parte de la pieza resultante.

La superficie de contacto (208) de al menos una matriz de forja (206) define al menos un plano de contacto que, según una realización, es oblicuo con relación a la dirección predeterminada en la que se cierran las matrices de forja. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 28 y 29, las partes centrales (210) de las superficies de contacto correspondientes son oblicuas con relación a la dirección predeterminada en la que se cierran las matrices de forja y

definen planos de contacto correspondientes. Más particularmente, se define un ángulo entre los planos de contacto correspondientes y un plano de referencia perpendicular a la dirección predeterminada en la que se mueven las matrices de forja, tal como se muestra en la figura 29. En una realización preferente, el ángulo está entre aproximadamente 10° y aproximadamente 20° y, en un ejemplo específico, es aproximadamente de 15°.

Como consecuencia de la orientación oblicua de los planos de contacto correspondientes con relación a la dirección predeterminada en la que se cierran las matrices de forja (206), los planos de contacto de las mismas imparten fuerzas axiales y radiales a la pieza a trabajar que, a su vez, dan como resultado esfuerzos de compresión, de tracción y de cizalladura dentro de la pieza a trabajar durante el proceso de deformación. Las componentes resultantes de las fuerzas de compresión, de tracción y de cizalladura deforman hacia afuera la pieza a trabajar con la forma predeterminada definida por las matrices de forja.

Tal como se ha descrito anteriormente, la aplicación de fuerzas de cizalladura para deformar una pieza a trabajar aumenta significativamente las fuerzas que las matrices de forja (206) y un dispositivo de presión (217) circundante deben soportar durante el proceso de forja. A fin de soportar las fuerzas aumentadas, las matrices de forja opuestas y el dispositivo de presión están constituidos, en una realización preferente, por un acero de alta velocidad y, más preferiblemente, están constituidos por acero de alta velocidad CPM® REX™ M4, u otro equivalente, comercializado por la firma Colt Industries Crucible Specialty Metals Division de Syracuse, Nueva York.

Además, la energía requerida para deformar una pieza a trabajar con fuerzas de cizalladura es, de modo general, menor que la energía correspondiente requerida para deformar una pieza a trabajar similar con fuerzas de compresión. Sin embargo, para piezas que tienen un diámetro relativamente pequeño, tales como puntas de pala con un diámetro de aproximadamente 0,95 cm (3/8 de pulgada) o menos, en las que la deformación de la piezas a trabajar con fuerzas de cizalladura no conservará una cantidad significativa de energía de entrada, se disminuye, o se elimina, el ángulo (214) definido entre los planos de contacto correspondientes y el plano de referencia (216), de manera que se imparten magnitudes crecientes de fuerza de compresión a la pieza a trabajar y el proceso de deformación se produce eficazmente, dado que particularmente se reduce, de modo general, la carrera de trabajo. En estas realizaciones, sin embargo, se pueden seguir impartiendo fuerzas de cizalladura, aunque en menor magnitud, gracias a las superficies de contacto, que incluyen partes laterales oblicuas, tales como las ilustradas por la cavidad en forma de Z de las figuras 28 y 29. Para piezas con un diámetro relativamente grande, tales como puntas de pala con un diámetro de aproximadamente 1,11 cm (7/16 de pulgada) o mayor, en las que la deformación de la pieza a trabajar con fuerzas de cizalladura conservará una cantidad significativa de energía de entrada, los planos de contacto correspondientes están dispuestos, preferiblemente, en un ángulo, tal como 15°, por ejemplo, con respecto al plano de referencia.

Volviendo de nuevo a la invención, la superficie trasera (432) de las matrices de forja (206) se han vuelto a diseñar también para asegurar que las fuerzas se aplican más uniformemente por la superficie trasera de la matriz, disminuyendo de esta manera el desgaste de las matrices y aumentando correspondientemente la vida esperada de las matrices de forja. A este respecto, la superficie trasera de las matrices de forja incluye una sección media (437) y una primera y segunda secciones laterales (436) dispuestas en lados opuestos de la sección media. Tal como se muestra en la figura 30, la sección media tiene una forma cónica parcial. En una realización, por ejemplo, la sección media tiene una superficie definida por una parte de un cono, con un ángulo comprendido de aproximadamente 30°. Igualmente, cada sección lateral tiene una forma cónica parcial. Según la presente invención, sin embargo, el radio (R_m) definido por la sección media cónica es mayor que el radio (R_L) definido por la sección lateral cónica en cada lugar correspondiente según la longitud de la matriz de forja. Como consecuencia, la primera y segunda secciones laterales están rebajadas con relación a la sección media, de manera que las fuerzas se aplicarán principalmente a la sección media de la superficie trasera, a fin de empujar la matriz de forja a que contacte con la pieza a trabajar. En contraste a las matrices de forja anteriores, en las que las fuerzas se aplicaban a un área limitada, tal como a lo largo de una línea de contacto, la matriz de forja con este aspecto de la presente invención permite que las fuerzas se apliquen por una zona mucho más ancha, a saber, virtualmente por toda la sección media. Al aplicar las fuerzas por un área más ancha, la matriz de forja se debería hacer entrar radialmente de manera más uniforme y se debería disminuir el desgaste esperado en la matriz, aumentando de esta manera la vida prevista de la matriz de forja.

Tal como se muestra en la figura 30, la matriz de forja (206) está, preferiblemente, inclinada. A este respecto, la altura de la matriz de forja, tal como se define entre la superficie de contacto (208) y la superficie trasera (432), es mayor, preferiblemente, en un primer extremo (206a) de la matriz de forja que en un segundo extremo (206b) opuesto de la misma. Como consecuencia de la forma inclinada de la matriz de forja, la sección media está también inclinada. A este respecto, la anchura de la sección media cilíndrica es, de modo general, mayor cuando está adyacente al primer extremo de la matriz de forja y es menor en el segundo extremo de la misma. De esta manera, la superficie de la sección media tiene, de modo general, una forma trapezoidal.

Volviendo al método y aparato (10), la prensa de forja (204) de cuchillas incluye, también preferiblemente, un accesorio de alineación (220), tal como una araña de centrado, para mantener el par de matrices de forja (206) opuestas en una relación alineada predeterminada durante el proceso de forja. El accesorio de alineación y el par de matrices de forja opuestas comprenden un conjunto de matrices que, en una realización preferente, tiene forma troncocónica.

La prensa de forja (204) de cuchillas incluye además medios, tal como un dispositivo de presión (217), para cerrar radialmente las matrices de forja (206) opuestas. Aunque el dispositivo de presión puede estar formado por tres o más componentes, tal como se ilustra y se describe en la patente '267, el dispositivo de presión puede estar formado

también por dos componentes, tal como se muestra en las figuras 24 y 27, o el dispositivo de presión puede estar formado integralmente, tal como se describe a continuación. En estas realizaciones, el dispositivo de presión puede estar construido para tener mayores magnitudes de precarga, es decir, para tener mayor esfuerzo tangencial, a fin de reducir la flexión del dispositivo de presión durante las operaciones de forja. En cualquier realización, el dispositivo de presión (217) define una abertura de la cavidad de la matriz a través del extremo delantero del mismo y con una forma, tal como una forma troncocónica, que es complementaria a la forma del conjunto de matrices. Similar al dispositivo de presión descrito anteriormente junto con la forja (50) de elementos hexagonales, el dispositivo de presión de la prensa de forja (204) de cuchillas incluye un cuerpo envolvente de las matrices. Tal como se muestra en las figuras 24 y 27, el dispositivo de presión puede estar construido de manera que las paredes laterales interiores que definen la cavidad de la matriz sirvan como el cuerpo envolvente de las matrices. Alternativamente, el dispositivo de presión puede incluir un componente anular independiente que está ajustado a presión dentro de la cavidad de la matriz, tal como se ha descrito anteriormente junto con la forja de elementos hexagonales.

En la realización ilustrada en las figuras 20, 24 y 27, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye también un cabezal (218) que define un conducto de paso que se extiende longitudinalmente, al menos a través de una parte delantera del cabezal. Tal como se ha descrito anteriormente junto con la forja (50) de elementos hexagonales, el tamaño y la forma del conducto de paso definido por el cabezal corresponden, preferiblemente, al tamaño y la forma de la parte delantera del dispositivo de presión (217). Por ejemplo, el dispositivo de presión y el conducto de paso definidos por el cabezal son generalmente cilíndricos. Además, al menos partes del dispositivo de presión y del conducto de paso definido por el cabezal están dimensionadas de manera que el dispositivo de presión esté ajustado con interferencia dentro del conducto de paso definido por el cabezal.

En contraste a diseños anteriores, que dan a conocer un ajuste con interferencia entre el dispositivo de presión (217) y toda la longitud del conducto de paso definido por el cabezal (218), la superficie interior del cabezal y la superficie exterior del dispositivo de presión de una realización ventajosa cooperan para definir una zona con juego próxima al extremo delantero del dispositivo de presión. La zona con juego permite que el extremo delantero del dispositivo de presión se desvíe ligeramente en una dirección radialmente hacia afuera, a medida que se hace avanzar el dispositivo de presión y se inserta más el conjunto de matrices en la cavidad de la matriz. En otras palabras, la zona con juego define un espacio mayor entre el cabezal y la parte delantera del dispositivo de presión que entre el cabezal y otras partes más posteriores del mismo, tales como esas partes del dispositivo de presión que están ajustadas con interferencia dentro del cabezal. Al permitir una ligera desviación radialmente hacia afuera de la parte delantera del dispositivo de presión, la prensa de forja (204) de cuchillas de esta realización ventajosa puede acomodar la flexión prevista del mismo, sin imponer fuerzas significativas sobre el dispositivo de presión y el cabezal que pudieran acortar la vida útil de esos componentes. Al mantener un ajuste con interferencia entre otras partes del dispositivo de presión y el cabezal, sin embargo, la forja de esta realización ventajosa sigue manteniendo la alineación y orientación precisas, requeridas entre el dispositivo de presión y el conjunto de matrices.

Al diseñar el dispositivo de presión (217) y el cabezal (218) de la realización ilustrada en la figura 27, el dispositivo de presión fue dividido en tres zonas, a saber, una zona delantera de carga, una zona media neutra y una zona posterior sin carga. Tal como se indica por la terminología, la sección delantera de carga del dispositivo de presión es esa parte del mismo que experimenta cargas significativas, a medida que se hace avanzar longitudinalmente el dispositivo de presión y se inserta el conjunto de matrices en la cavidad de la matriz. En contraste a esto, la sección hacia atrás sin carga de esa parte del dispositivo de presión experimenta poca carga, incluso no experimente ninguna, a medida que se hace avanzar longitudinalmente el dispositivo de presión y se inserta más el conjunto de matrices en la cavidad de la matriz, mientras que la sección neutra media es una zona de transición. En consecuencia, la longitud de la zona con juego es aproximadamente igual a la anchura de la sección delantera de carga. Expresado de otra manera, la anchura de la zona con juego se extiende, preferiblemente, desde un lugar próximo al extremo delantero del dispositivo de presión hasta un lugar al menos tan hacia atrás como el lugar más posterior en el que las matrices de forja están insertadas en la cavidad de la matriz, una vez que se ha hecho avanzar completamente de modo longitudinal el dispositivo de presión. De esta manera, la zona con juego permitirá una ligera flexión radialmente hacia afuera de esa parte del dispositivo de presión que rodea el conjunto de matrices, a continuación del avance longitudinal del dispositivo de presión durante las operaciones de forja.

En la realización ilustrada, el cabezal (218) define una acanaladura (438) circunferencial próxima al extremo delantero del dispositivo de presión (217), que sirve como la zona con juego. Alternativamente, el dispositivo de presión podría definir una acanaladura circunferencial para servir como la zona con juego. Aún más, tanto el dispositivo de presión como el cabezal podrían definir acanaladuras alineadas que cooperaran para servir como la zona con juego. En todo caso, la profundidad de la acanaladura debería ser al menos tan grande como la flexión radial hacia afuera prevista de la parte delantera de la matriz, tal como 0,044 cm (0,0175 pulgadas) en una realización.

A fin de asegurar que el dispositivo de presión (217) está guiado apropiadamente dentro del conducto de paso definido por el cabezal (218), la parte hacia atrás sin carga del dispositivo de presión está, preferiblemente, ajustada con interferencia dentro del cabezal, de manera que el dispositivo de presión estará alineado apropiadamente con el conjunto de matrices, a medida que se hace avanzar y retroceder longitudinalmente el dispositivo de presión. Además, el cabezal puede incluir un casquillo (440) de bronce que está dimensionado para crear un ajuste con interferencia con una parte posterior del dispositivo de presión. Ver las figuras 24 y 27. Tal como es conocido por los expertos en la técnica, un casquillo de bronce se adaptará a la forma del dispositivo de presión, a fin de alinear además el mismo dentro del conducto de paso definido por el cabezal.

ES 2 285 031 T3

Tal como se muestra en las figuras 51 y 52, la forja (442) de otra realización no incluye un cabezal (218). En vez de eso, la forja incluye un dispositivo de presión (444), construido para tener una pared mucho más gruesa que el dispositivo de presión de la realización representada en las figuras 24 y 27. Como tal, el dispositivo de presión de las figuras 51 y 52 puede soportar las fuerzas creadas a medida que se hace avanzar longitudinalmente el dispositivo de presión y se inserta más el conjunto de matrices (446) en la cavidad de la matriz definida por el dispositivo de presión. Tal como se ha descrito anteriormente junto con otras realizaciones, el dispositivo de presión de esta realización está formado, preferiblemente, por un acero de alta velocidad, tal como acero de alta velocidad CPM® REX™ M4, o un equivalente, comercializado por la firma Colt Industries Crucibles Specialty Metals Division de Syracuse, NY.

A fin de facilitar la alineación del dispositivo de presión (444) con el conjunto (446) de matrices, así como para facilitar el avance y el retroceso longitudinales del dispositivo de presión durante las operaciones de forja, la forja (442) de esta realización puede incluir también una plataforma (450) de soporte del dispositivo de presión. Tal como se muestra en las figuras 51 y 52, la plataforma de soporte del dispositivo de presión incluye una serie de correderas (451) montadas sobre carriles (452) de extensión longitudinal, para permitir que la plataforma de soporte del dispositivo de presión se mueva longitudinalmente con el dispositivo de presión. La plataforma de soporte del dispositivo de presión está montada por debajo del dispositivo de presión para soportar el mismo antes, durante y después de las operaciones de forja.

La plataforma (450) de soporte del dispositivo de presión incluye también medios para ajustar la altura del dispositivo de presión (444) con relación al resto de la forja (442), incluyendo el conjunto (446) de matrices. Mientras que la plataforma de soporte del dispositivo de presión puede incluir diversos medios para ajustar la altura del dispositivo de presión, la plataforma de soporte del dispositivo de presión de la realización ilustrada incluye un par de rodillos (454) de extensión longitudinal que se extienden longitudinalmente a lo largo de los lados opuestos del dispositivo de presión para alinearlos y soportarlos. A fin de situar más definitivamente los rodillos con relación al dispositivo de presión, la superficie exterior del mismo de la realización ilustrada define, preferiblemente, una acanaladura (456) de extensión circunferencial, dimensionada para recibir los rodillos.

Al ajustar de modo controlable la separación entre los rodillos (454), se puede levantar el dispositivo de presión (444) y bajar el mismo. En particular, se puede levantar el dispositivo de presión disminuyendo la separación entre los rodillos o se puede bajar aumentando la separación entre ellos. Tal como se muestra en las figuras 53 y 54, la plataforma (450) de soporte del dispositivo de presión de una realización incluye una placa de base (458) que se extiende entre un par de correderas (451) montadas sobre cada uno de los carriles (452) de extensión longitudinal. Tal como se muestra más claramente en la figura 3, la plataforma de soporte del dispositivo de presión de esta realización incluye también un par de soportes (460) que llevan rodillos correspondientes y están montados sobre lados opuestos de la placa de base. Como tal, el dispositivo de presión puede estar situado sobre la plataforma de soporte del dispositivo de presión, de manera que los rodillos queden ajustados dentro de la acanaladura (456) circunferencial definida por la superficie exterior del dispositivo de presión.

Tal como se muestra en las figuras 53 y 54, la plataforma (450) de soporte del dispositivo de presión de esta realización incluye también un elemento roscado (462), asociado con cada soporte (454). El elemento roscado está conectado de modo roscado a la placa de base (458), de manera que se puede hacer avanzar y retroceder de modo roscado el mismo con relación a la placa de base. En contraste a esto, una parte media del elemento roscado correspondiente lleva el soporte, para moverlo hacia adentro y hacia afuera con relación al dispositivo de presión (444) a medida que se hace avanzar de modo roscado el elemento roscado hacia adentro de la placa de base y que se hace retroceder de modo roscado el elemento roscado respecto a la placa de base, correspondientemente. Aunque el elemento roscado puede llevar el soporte de muchas maneras, el soporte de la realización ilustrada incluye un casquillo (464), a través del que se extiende el elemento roscado, y que está adaptado para movimiento con el mismo. Como tal, los elementos roscados se pueden hacer girar a fin de acercar entre sí los rodillos para levantar el dispositivo de presión, o a fin de separar más los rodillos para bajar dicho dispositivo de presión. Como tal, el dispositivo de presión puede ser alineado con precisión con el conjunto de matrices antes de comenzar las operaciones de forja y puede estar soportado, después de ello, por la plataforma de soporte de la matriz de la presente invención durante las operaciones de forja.

Tal como se muestra en las figuras 20 y 24, la prensa de forja (204) de cuchillas de una realización puede incluir también soportes (470) ajustables que soportan el cabezal (218) y alinean el mismo y, en particular, las placas frontal y posterior (218a), (218b). Tal como se muestra con más detalle en las figuras 22 y 23, cada soporte incluye un par de correderas (472) que están montadas sobre carriles (235) de extensión longitudinal correspondientes para facilitar el movimiento longitudinal del soporte ajustable, así como del cabezal soportado por los soportes ajustables. El par de correderas está conectado, de modo general, por un elemento de soporte (474) que se extiende entre las correderas y que está debajo del armazón del cabezal correspondiente y soporta el mismo. Cada soporte ajustable incluye también un mecanismo de ajuste (476), tal como un elemento de ajuste roscado, que se puede hacer avanzar y retroceder de modo roscado a fin de levantar el armazón del cabezal correspondiente y bajar el mismo, correspondientemente. Como tal, el cabezal puede estar alineado apropiadamente con respecto a los otros componentes de la forja, tal como el dispositivo de presión (217) y el conjunto de matrices, durante la configuración inicial de la forja. Además, los soportes ajustables sirven para soportar el cabezal y otros componentes de la forja durante las operaciones de forja, protegiendo de esta manera el cabezal y otros componentes de la forja de que sean estirados lentamente hacia abajo por la fuerza de la gravedad.

Tal como se muestra en las figuras 20 y 24, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye, preferiblemente, una prensa (224) de cuchillas para empujar el dispositivo de presión (217) sobre el conjunto de matrices. Tal como se muestra, la prensa de cuchillas puede incluir un cilindro anular (226) y una barra (228) del pistón anular, que está dispuesta, al menos parcialmente, dentro del cilindro, y a través de la que se extiende el material continuo de partida.

5 Un extremo de la barra del pistón anular está conectado también de manera operativa al dispositivo de presión, de manera que el movimiento de la barra del pistón anular mueve también el dispositivo de presión.

Tal como se muestra en las figuras 20 y 24, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye una placa (230) del almacén, conectada a la placa posterior (218b) del cabezal por medio de barras de unión (218c), y una placa de desgaste asociada, contra la que hacen tope las matrices de forja (206) opuestas, impidiendo de esta manera el avance longitudinal de las mismas. De esta manera, el controlador (30) puede extender la barra (228) del pistón anular, tal como al accionar hidráulicamente la prensa (224) de cuchillas, para empujar el dispositivo de presión (217) sobre el conjunto de matrices, cerrando de esta manera el par de matrices de forja opuestas alrededor de una parte del material continuo de partida (12). Aunque se ilustran y describen un cilindro anular (226) y una barra del pistón anular, la

10 prensa de cuchillas puede incluir también otros medios para mover el cuerpo envolvente de las matrices con relación al par de matrices de forja opuestas, tal como una serie de conjuntos de cilindros hidráulicos que están en contacto operativo con el cuerpo envolvente de las matrices y que están dispuestos concéntricamente alrededor del material continuo de partida. Además, aunque la presión o fuerza requerida para empujar el cuerpo envolvente de las matrices o desplazar axialmente el mismo sobre el conjunto de matrices variará dependiendo de las condiciones de tratamiento,

15 incluyendo el tipo de material a partir del que está formada la pieza a trabajar y el tamaño y la forma de la pieza resultante, una prensa hidráulica de cuchillas, tal como una prensa de 500 toneladas, ha producido puntas de pala de la presente invención a partir de acero al carbono 1050.

A fin de formar piezas con la forma y el tamaño deseados, la prensa de forja (204) de cuchillas, preferiblemente,

25 sólo actúa sobre una parte predeterminada del material continuo de partida (12) o sólo forja una parte predeterminada del mismo. En particular, la prensa de forja de cuchillas sólo deforma, preferiblemente, una parte del material continuo de partida que está separada una distancia longitudinal predeterminada de una característica de registro (104) correspondiente. De esta manera, la prensa de forja de cuchillas y el material continuo de partida deben estar alineados con precisión para asegurar que la prensa de forja de cuchillas deforma la parte apropiada del material continuo de partida.

30 Preferiblemente, la primera y segunda forjas, a saber, la forja (50) de elementos hexagonales y la prensa de forja de cuchillas en la realización, a título de ejemplo, forjan ambas partes de la misma pieza, aunque en diferentes etapas en el proceso de fabricación. De esta manera, cada pieza puede tener ambas formas predeterminadas primera y segunda impartidas por la primera y segunda forjas, correspondientemente.

Tal como se ha descrito anteriormente junto con la forja (50) de elementos hexagonales, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye, preferiblemente, un carro (232) en el que están montados la prensa (224) de cuchillas, el dispositivo de presión (217), el cabezal (218), el par de matrices de forja (206) opuestas y la placa (230) del almacén. El carro de la prensa de cuchillas está adaptado, preferiblemente, para movimiento longitudinal controlado. Como tal, la prensa de forja de cuchillas puede incluir una o más correderas (233) montadas sobre carriles o pistas (235) paralelos, de extensión longitudinal, y que cooperan con los mismos. Además, la prensa de cuchillas incluye, preferiblemente, un

40 posicionador, tal como un conjunto (224) de cilindros hidráulicos, que tiene un cilindro hidráulico (226) y una barra (228) del pistón, dispuesta en contacto accionable con el carro de la prensa de cuchillas y sensible al controlador (30), de manera que el mismo puede situar de modo controlable el carro de la prensa de cuchillas al accionar hidráulicamente el conjunto de cilindros hidráulicos.

Tal como se muestra en la figura 20A, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye, también preferiblemente, un sensor de posición (240) del carro de la prensa de cuchillas, tal como un sistema de detección de posición MTS Temposonics® LP, para supervisar la posición relativa del carro (232) de la prensa de cuchillas. Como tal, el sensor de posición proporciona al controlador (30) señales indicativas de la posición relativa del carro de la prensa de cuchillas.

Haciendo referencia a continuación a la figura 27, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye, también preferiblemente, un controlador de registro (242), tal como una célula fotoeléctrica o un sensor fotoeléctrico, que supervisa el material continuo de partida (12) durante el avance intermitente del mismo gracias al dispositivo orientador (14). El controlador de registro detecta cada característica de registro definida por el material continuo de partida a medida que el mismo avanza. Tal como se ha descrito anteriormente junto con la estación (116) de desbarbado de talones,

55 el controlador (30) está conectado, preferiblemente de manera operativa, al controlador de registro y a los sensores de posición, de manera que el controlador puede situar de modo controlable el carro (232) de la prensa de cuchillas, basándose en la posición relativa del mismo y el lugar de la característica de registro, de modo que el par de matrices de forja (206) opuestas contacten con una parte del material continuo de partida que está dispuesta en una relación separada predeterminada respecto a la característica de registro identificada durante el avance más reciente del material continuo de partida. Ver bloques (588-594) de la figura 55G. Aunque el carro de la prensa de cuchillas puede ser situado de muchas maneras diferentes, la prensa de forja de cuchillas de una realización incluye un cilindro hidráulico (268), fijado a la placa (230) del almacén y adaptado para situar la misma con relación a un punto fijo definido por el extremo de una barra roscada (280) que se acopla de modo roscado a un conjunto (282) de tuerca fija montado en la

60 plataforma (484) que está debajo.

Una vez que ha sido situado apropiadamente el carro (232) de la prensa de cuchillas, se sujeta firmemente una parte del material continuo de partida (12) anterior a las matrices de forja (206), tal como se muestra en el bloque (596).

ES 2 285 031 T3

En particular, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye, preferiblemente, una abrazadera anterior (244) para sujetar firmemente una parte del material continuo de partida que, en una realización, será finalmente una parte media del cuerpo (412) de la punta de pala (410) resultante. Tal como se ha descrito anteriormente junto con otros dispositivos de apriete y tal como se muestra en la figura 27, la abrazadera anterior incluye, preferiblemente, una pinza anular (246) a través de la que se extiende el material continuo de partida. La abrazadera anterior incluye, también preferiblemente, un cierre anular (248) y un conjunto (250) de cilindros hidráulicos que funcionan bajo control del controlador (30), para empujar el cierre anular sobre la pinza anular, de manera que la pinza se cierre alrededor del material continuo de partida y sujete firmemente el mismo, que se extiende a través de la pinza.

Después de ello, se sujeta firmemente una parte del material continuo de partida (12) posterior a las matrices de forja (206). En particular, la prensa de forja (204) de cuchillas incluye, también preferiblemente, una abrazadera posterior (252) para sujetar firmemente una parte del material continuo de partida posterior a las matrices de forja, tal como se muestra en el bloque (598). En particular, la abrazadera posterior sujeta, preferiblemente, el conector (200), que se extiende entre un par de piezas adyacentes y une las mismas, tal como un par de puntas de pala adyacentes.

Aunque la abrazadera posterior (252) puede estar configurada de muchas maneras, la abrazadera posterior de una realización ventajosa se muestra en la figura 32 e incluye un par de matrices (254) dispuestas dentro de un accesorio de alineación (256) correspondiente. El accesorio de alineación, a su vez, está montado en una placa (258) de la abrazadera y se extiende hacia afuera en una dirección longitudinal hacia arriba desde la misma, tal como se ilustra en la figura 27. Tal como se muestra en las figuras 27 y 32, la placa de la abrazadera incluye un manguito (259) de leva que recibe el accesorio de alineación y que define un par de cavidades (260) opuestas que están adaptadas para recibir partes exteriores de las matrices. Tal como se muestra también en la figura 32, las partes exteriores de las matrices, que están dispuestas dentro de cavidades correspondientes, incluyen, preferiblemente, una superficie de leva exterior (262) correspondiente. De esta manera, al hacer girar el manguito de leva con relación al accesorio de alineación y a las matrices, las superficies de leva exteriores de las matrices y las cavidades definidas por el manguito de leva cooperarán para hacer que las matrices se muevan hacia adentro en la dirección del material continuo de partida (12), para sujetarlo firmemente entre las mismas.

Tal como se muestra en las figuras 27, 33 y 34, la prensa de forja (204) de cuchillas puede incluir un brazo de palanca (264) que está conectado de manera operativa al accesorio de alineación (256) y al controlador (30). En consecuencia, el controlador puede hacer girar el brazo de palanca una cantidad predeterminada, tal como por accionamiento hidráulico de un conjunto (266) asociado de cilindros hidráulicos. Al hacer girar el brazo de palanca, se hace girar correspondientemente el accesorio de alineación con relación a la placa (258) de la abrazadera. La prensa de forja de cuchillas puede incluir también un sensor de proximidad, conectado de manera operativa al controlador, para detectar que se ha hecho girar el brazo de palanca la cantidad predeterminada. Alternativamente, la prensa de forja de cuchillas puede incluir un interruptor de presión, conectado de manera operativa al conjunto de cilindros hidráulicos y al controlador, para detectar la presión hidráulica suministrada a fin de hacer girar el brazo de palanca. En cualquier caso, el controlador puede detener entonces cualquier rotación adicional del brazo de palanca, tras la detección de una rotación suficiente del mismo o de un suministro suficiente de presión hidráulica, dado que la abrazadera posterior (252) ya debería estar sujetando firmemente el material continuo de partida (12).

Una vez que las abrazaderas anterior y posterior se han cerrado alrededor del material continuo de partida (12), la prensa (224) de cuchillas empuja, preferiblemente, de modo longitudinal hacia delante el dispositivo de presión (217), para insertar más el conjunto de matrices en la cavidad de la matriz, de manera que el par de matrices de forja (206) opuestas se cierren radialmente alrededor del material continuo de partida. Mientras se forja la pieza, el material continuo de partida crece en ambas direcciones longitudinales hacia arriba y hacia abajo, tal como se ha descrito anteriormente. En particular, la parte del material continuo de partida entre la parte forjada y la abrazadera posterior (252) crecerá en una dirección longitudinal hacia abajo, mientras que la parte del material continuo de partida entre la parte forjada y la abrazadera anterior (244) crecerá en la dirección longitudinal hacia arriba.

La prensa de forja (204) de cuchillas de la presente invención compensa el crecimiento longitudinal del material continuo de partida (12) en la dirección longitudinal hacia arriba, al permitir que el carro (232) de la prensa de cuchillas se mueva en una dirección longitudinal hacia abajo. En particular, el carro de la prensa de cuchillas se moverá en una dirección longitudinal hacia abajo una distancia lineal igual al crecimiento del material continuo de partida en la dirección longitudinal hacia arriba. Preferiblemente, la prensa de forja de cuchillas incluye medios, tales como uno o más accionadores hidráulicos (268), que sirven eficazmente como resortes, para desviar longitudinalmente el carro de la prensa de cuchillas a fin de frenar el movimiento longitudinal hacia abajo del mismo, estimulando de esta manera la expansión lateral de la parte forjada del material continuo de partida, de manera que la parte forjada llene la cavidad definida por el par de matrices de forja (206) opuestas.

Tal como se ilustra en las figuras 24 y 27, la placa (258) de la abrazadera, en la que está dispuesta la abrazadera posterior (252), está montada en la placa (230) del armazón del carro (232) de la prensa de cuchillas. En particular, la placa de la abrazadera está montada, preferiblemente, en la placa del armazón del carro de la prensa de cuchillas de tal manera que se puede variar la separación o la distancia entre la placa de la abrazadera y la placa del bastidor. En particular, la placa de la abrazadera está desviada, preferiblemente, hacia la placa del armazón del carro de la prensa de cuchillas, tal como con uno o más resortes hidráulicos (270).

Al superar la fuerza antagonista aplicada por los resortes hidráulicos (270), sin embargo, la placa (258) de la abrazadera y, por lo tanto, la abrazadera posterior (252) pueden ser empujadas más lejos de la placa (228) del armazón del carro (232) de la prensa de cuchillas. El crecimiento del material continuo de partida (12) en la dirección longitudinal hacia abajo durante las operaciones de forja proporcionará una fuerza suficiente a la abrazadera posterior y, como consecuencia, a la placa de la abrazadera, para superar la fuerza antagonista predeterminada y hacer que la placa de la abrazadera se aleje más de la placa del armazón del carro de la prensa de cuchillas, compensando de esta manera el crecimiento longitudinal del material continuo de partida en la dirección longitudinal hacia abajo durante la operación de forja.

Tal como se ha descrito anteriormente junto con la forja (50) de elementos hexagonales, el controlador (30) puede estar conectado de manera operativa a uno o más de los resortes hidráulicos (270), de manera que la fuerza antagonista longitudinal predeterminada suministrada por los resortes hidráulicos correspondientes se puede variar con el paso del tiempo según un programa predeterminado. Por ejemplo, el controlador puede aumentar gradualmente la fuerza antagonista longitudinal predeterminada con el paso del tiempo para asegurar que la parte del material continuo de partida (12) que se forja se expande lateralmente para llenar la cavidad definida por las matrices de forja (206), mientras que, al mismo tiempo, se compensa el crecimiento longitudinal del material continuo de partida durante la operación de forja.

La prensa de forja (204) de cuchillas incluye, también preferiblemente, un par de sensores de crecimiento para supervisar el crecimiento longitudinal del material continuo de partida (12). Tal como se muestra en la figura 20A, el sensor de posición (240) del carro de la prensa de cuchillas mide el crecimiento longitudinal del material continuo de partida en la dirección longitudinal hacia arriba, al supervisar el movimiento longitudinal hacia abajo del carro (232) de la prensa de cuchillas. Tal como se muestra también en la figura 20A, la prensa de forja de cuchillas incluye, también preferiblemente, un sensor de crecimiento posterior (274) que mide el crecimiento longitudinal del material continuo de partida en la dirección longitudinal hacia abajo, al supervisar la separación relativa de la placa (258) de la abrazadera respecto a la placa (230) del armazón del carro de la prensa de cuchillas.

El controlador (30) está conectado de manera operativa a ambos sensores de crecimiento anterior y posterior, de manera que al sumar el crecimiento longitudinal correspondiente medido por ambos sensores de crecimiento, el controlador puede determinar el crecimiento longitudinal total del material continuo de partida (12) en ambas direcciones longitudinales. Dado que el crecimiento longitudinal del material continuo de partida está relacionado directamente con el grado de forja, el crecimiento longitudinal del material continuo de partida medido por los sensores de crecimiento anterior y posterior es, en efecto, una medición del grado de forja que se ha efectuado.

Durante las operaciones de forja de una realización ventajosa, la prensa (224) de cuchillas empuja inicialmente el cuerpo envolvente de las matrices sobre el conjunto de matrices a un primer régimen predeterminado relativamente rápido, tal como se muestra en el bloque (600). A medida que siguen las operaciones de forja, sin embargo, la prensa de cuchillas empuja, preferiblemente, el cuerpo envolvente de las matrices sobre el conjunto de matrices a un segundo régimen predeterminado más lento. Por ejemplo, la prensa de cuchillas de una realización ventajosa empuja, preferiblemente, el cuerpo envolvente de las matrices sobre el conjunto de matrices a un régimen relativamente rápido, hasta que el controlador (30) y los sensores de crecimiento determinan que el crecimiento longitudinal combinado del material continuo de partida (12) en ambas direcciones longitudinales hacia arriba y hacia abajo es igual a un porcentaje predeterminado, tal como el 90%, de todo el crecimiento longitudinal del material continuo de partida previsto durante la operación de forja de la prensa de cuchillas. Una vez que se alcanza el porcentaje predeterminado, tal como el 90%, de todo el crecimiento longitudinal esperado del material continuo de partida, la prensa de cuchillas reduce, preferiblemente, el avance del cuerpo envolvente de las matrices sobre el conjunto de matrices, mientras que sigue supervisando el crecimiento longitudinal del material continuo de partida en ambas direcciones longitudinales hacia arriba y hacia abajo. Una vez que el controlador y los sensores de crecimiento determinan que el crecimiento longitudinal del material continuo de partida en ambas direcciones longitudinales hacia arriba y hacia abajo es igual a todo el crecimiento longitudinal previsto del material continuo de partida, el controlador puede detener el avance adicional del cuerpo envolvente de las matrices sobre el conjunto de matrices, terminando de esta manera la forja de la parte de cuchilla de la punta de pala. Ver bloques (602-614) de las figuras 55G y 55H.

Una vez que el controlador (30) ha terminado las operaciones de forja, la prensa (224) de cuchillas hace retroceder el dispositivo de presión (217) o retira el mismo del conjunto (206) de matrices, tal como se muestra en el bloque (616). Tal como se ha descrito anteriormente junto con la forja (50) de elementos hexagonales, el conjunto de matrices incluye, preferiblemente, una serie de resortes (276), de los que uno está asociado con cada una de las matrices de forja para empujar las matrices de forja correspondientes en una dirección radialmente hacia afuera. Por lo tanto, a medida que la prensa de cuchillas hace retroceder el cuerpo envolvente de las matrices, el par de matrices de forja opuestas se abre o se mueve radialmente hacia afuera, para permitir que el material continuo de partida (12) se mueva longitudinalmente a través de las mismas.

Tal como se muestra en la figura 20, la prensa de forja de cuchillas incluye, también preferiblemente, un sensor (278), tal como un sistema de detección de posición MTS Temposonics® LP, para supervisar la posición relativa de la barra (228) del pistón anular de la prensa (224) de cuchillas. Tal como se muestra en los bloques (618) y (620), el controlador (30) está conectado también de manera operativa al sensor, para terminar el retroceso de la barra del pistón anular una vez que la misma haya vuelto a una posición de reposo o inicial predeterminada. Después de ello, el controlador puede abrir la abrazadera posterior (252) al hacer girar hidráulicamente el brazo de palanca (264),

de manera que se devuelve también el mismo a su posición inicial o de reposo predeterminada. Posteriormente, el controlador puede abrir la abrazadera anterior (244) al hacer retroceder hidráulicamente el cierre anterior (248). Ver bloques (622) y (624) de la figura 55H.

- 5 Tal como se ilustra en la figura 20A, la prensa de forja (204) de cuchillas puede incluir también un posicionador, tal como un servomotor AC y un husillo de bolas asociado, o, tal como se ilustra, el accionador hidráulico (268), conectado de manera operativa al carro (232) de la prensa de cuchillas y sensible a las órdenes desde el controlador (30). En consecuencia, el controlador puede devolver el carro de la prensa de cuchillas a una posición de partida o inicial predeterminada al accionar el accionador hidráulico, que mueve el carro de la prensa de cuchillas a la posición
10 inicial o de reposo, tal como está definida por el extremo de la barra roscada (280), tal como se ha descrito con anterioridad.

- Tal como se muestra en el bloque (621) de la figura 55H, una vez que el controlador (30) ha terminado las operaciones de forja y ha hecho retroceder el dispositivo de presión (217) de la prensa de forja (204) de cuchillas, se puede
15 hacer girar el dispositivo de presión con relación a la serie de matrices de forja (206), de manera que el desgaste y la degradación del cuerpo envolvente de las matrices, ocasionados por el movimiento relativo del dispositivo de presión y de la serie de matrices de forja, se distribuyan de modo relativamente uniforme alrededor de la circunferencia del dispositivo de presión. Tal como se muestra en las figuras 20 y 24, la prensa de forja de cuchillas puede incluir un aparato rotativo, tal como una rueda dentada (490), que está montada en el dispositivo de presión, y un elemento de
20 impulsión, que está adaptado para acoplarse a la rueda dentada y para hacer girar la misma y, a su vez, el dispositivo de presión. Tal como se ha descrito anteriormente junto con la forja (50) de elementos hexagonales, el elemento de impulsión puede ser una barra que lleva un trinquete para acoplarse a la rueda dentada. Tal como se muestra, el elemento de impulsión está montado en el carro (232) de la prensa de cuchillas y, más particularmente, montado sobre una placa amortiguadora posterior de la prensa de cuchillas. Aunque el elemento de impulsión puede ser accionado
25 de muchas maneras, se puede extender y hacer retroceder el mismo por medio de un accionador hidráulico (492). A este respecto, el accionador hidráulico puede extender el trinquete al hacer avanzar el elemento de impulsión en una dirección hacia abajo, de manera que el trinquete se pueda acoplar a la rueda dentada y hacer que la misma gire una cantidad angular predeterminada en sentido contrario al de las agujas del reloj. Una vez que se ha hecho girar la rueda dentada, el accionador hidráulico hace retroceder el elemento de impulsión. Tal como se ha descrito anteriormente,
30 el trinquete puede ser desacoplado de la rueda dentada al hacerlo pivotar lejos de la misma. Típicamente, el trinquete se hace pivotar lejos de la rueda dentada, dado que la misma está adaptada para girar sólo en una dirección, tal como el sentido contrario al de las agujas del reloj, de manera que los intentos para hacer retroceder el elemento de impulsión superarán la fuerza elástica que empuja el trinquete hasta acoplamiento con la rueda dentada y permite que el mismo pivote desacoplándose de la rueda dentada. Tal como será evidente, se pueden utilizar una variedad de otros
35 elementos de impulsión, tales como piñones o similares, para hacer girar la rueda dentada y, a su vez, el dispositivo de presión.

- Otra técnica para impartir la rotación relativa entre el dispositivo de presión (217) y el conjunto de matrices se ilustra junto con la prensa de forja (204) de cuchillas de las figuras 51-53. A este respecto, una rueda dentada (490) puede estar montada en el dispositivo de presión para rotación con el mismo. Además, la prensa de forja de cuchillas
40 puede incluir una rueda dentada de impulsión 8490b), tal como un piñón, que se acopla a la rueda dentada y es impulsada, tal como por un motor (490a), para hacer girar la rueda dentada y, a su vez, el dispositivo de presión. A fin de permitir que la barra del pistón haga que gire el dispositivo de presión y que avance y retroceda longitudinalmente el mismo, la barra del pistón está conectada, preferiblemente, a una parte posterior del dispositivo de presión por
45 medio de una tuerca internamente roscada (447), que está roscada en el extremo delantero de la barra del pistón y que también está conectada rotativamente a una placa conectora (448), fijada a la parte posterior del dispositivo de presión. Más particularmente, la tuerca de la realización ilustrada está retenida dentro de un rebaje, definido por una parte central de la placa conectora, mediante una serie de seguidores de leva (449). Tal como se muestra mejor en la figura 53, un extremo de cada seguidor de leva circula dentro de una acanaladura circunferencial definida por la
50 tuerca, mientras que el otro extremo de cada seguidor de leva está retenido dentro de una abertura correspondiente definida por la placa conectora, para permitir la rotación relativa entre el dispositivo de presión y la barra del pistón, mientras se sigue permitiendo que la barra del pistón haga avanzar y retroceder longitudinalmente el dispositivo de presión.

- 55 Preferiblemente, se hace girar por incrementos el dispositivo de presión (217) después de que se hayan formado un número predeterminado de piezas, tal como después de que se haya formado cada pieza. Aunque se puede hacer girar el dispositivo de presión diferentes cantidades predeterminadas, se hace girar el mismo, de modo general, entre 10° y 30° y, más típicamente, aproximadamente 20°. Al hacer girar repetidamente por incrementos el dispositivo de presión, sin embargo, se hará girar finalmente el mismo por completo alrededor del conjunto de matrices, es decir, la
60 totalidad de los 360°. Como tal, la rotación del dispositivo de presión con relación al conjunto de matrices distribuirá más uniformemente el desgaste alrededor de la cavidad de la matriz. Además, la rotación del dispositivo de presión con relación al conjunto de matrices mantendrá la forma generalmente cilíndrica del dispositivo de presión e impedirá sustancialmente que el extremo delantero del mismo asuma una forma ovalada o que sea deformado de otro modo durante las operaciones de forja, como ocurre con los dispositivos de presión de forjas convencionales.

- 65 Aunque no se ilustra, se podría hacer girar el conjunto de matrices de la prensa de cuchillas haciendo girar adicionalmente el dispositivo de presión (217) o en vez de ello. Además de favorecer incluso más desgaste del cuerpo envolvente de las matrices, la rotación del conjunto de matrices de la prensa de cuchillas permitiría también que fue-

ran forjadas piezas diferentes en correspondientes formas predeterminadas, que estuvieran dispuestas con diferentes orientaciones angulares con relación al material continuo de partida, aumentando de esta manera más la versatilidad del método y aparato de formación (10).

La prensa de forja (204) de cuchillas puede incluir también un sensor (494) para detectar la rotación del dispositivo de presión (47) con relación al conjunto de matrices. Al supervisar el sensor de rotación al controlador (30), éste puede determinar si se ha hecho girar el dispositivo de presión con relación al conjunto de matrices, a continuación de una operación de forja, y puede impedir las operaciones adicionales de forja hasta que se haya hecho girar apropiadamente el dispositivo de presión.

La prensa de forja (204) de cuchillas puede incluir también un sistema de lubricación (496) para proporcionar lubricante al conjunto de matrices, incluyendo el dispositivo de presión (217) el cuerpo envolvente (60) de las matrices y el cabezal (218). Típicamente, el lubricante es un aceite, tal como lubricante para guías de máquina. Sin embargo, el sistema de lubricación puede aplicar otros lubricantes, si así se desea. Según esta realización, una serie de orificios (497) están definidos a través del cabezal y el dispositivo de presión, para abrirse a la cavidad de la matriz en la que se inserta el conjunto de matrices. Ver las figuras 25 y 26. Al inyectar lubricante a través de estos orificios, el sistema de lubricación puede proporcionar, por lo tanto, lubricante a las superficies traseras (432) de las matrices de forja (206).

El controlador (30) controla, típicamente, el funcionamiento del sistema de lubricación (496), tal como la válvula de solenoide (496a) activada neumáticamente y las servoválvulas (496b), que controlan el flujo de lubricante en la realización ilustrada. Típicamente, el controlador dirige el sistema de lubricación para proporcionar lubricante, a continuación de cada operación de forja, al inyectarlo a través de las piezas (497) una vez que se ha hecho retroceder longitudinalmente el dispositivo de presión (61) y mientras que las superficies traseras (432) de las matrices de forja (206) están al menos algo expuestas. Ver bloque (619) de la figura 55H. Aunque se inyecta el lubricante en una serie de orificios discretos, tal como tres orificios, la rotación posterior del dispositivo de presión con relación al conjunto de matrices sirve para distribuir el lubricante de modo relativamente uniforme entre el dispositivo de presión y las superficies traseras de cada una de las matrices de forja.

El sistema de lubricación (496) puede proporcionar también lubricante entre el cabezal (218) y el dispositivo de presión (217), a fin de facilitar el avance y el retroceso longitudinales del dispositivo de presión dentro del conducto de paso definido por el cabezal. A este respecto, al menos un orificio (498) y, más comúnmente, un par de ellos, pueden estar definidos a través del cabezal, de manera que el lubricante inyectado a través de estos orificios adicionales se distribuya por la superficie exterior del dispositivo de presión y la superficie interior de esa parte del cabezal que define el conducto de paso. Para facilitar una distribución uniforme del lubricante alrededor de toda la circunferencia del dispositivo de presión, el cabezal define, preferiblemente, un par de acanaladuras (499) de extensión circunferencial. Al inyectar lubricante en la acanaladura circunferencial, el lubricante se aplica eficazmente alrededor de toda la circunferencia del dispositivo de presión, lubricándolo uniformemente de esta manera. Alternativamente, el dispositivo de presión puede definir la acanaladura circunferencial, en vez del cabezal o además del mismo, si así se desea.

Tal como se muestra en las figuras 24-26, se puede definir un orificio (495) adicional en una parte posterior del cabezal (218) y el casquillo (440) para proporcionar lubricante entre el casquillo y el dispositivo de presión (217). De manera similar a la descrita anteriormente, el casquillo y/o el dispositivo de presión pueden definir una acanaladura (493) de extensión circunferencial, a fin de distribuir el lubricante uniformemente alrededor de la circunferencia del casquillo y el dispositivo de presión.

Tal como se ha descrito anteriormente, el controlador (30) dirige, típicamente, el sistema de lubricación (496) para inyectar lubricante una vez que se ha hecho retroceder completamente el dispositivo de presión (217). Sin embargo, se puede inyectar lubricante en otros momentos durante el proceso de forja, si se desea. De esta manera, el sistema de lubricación de la prensa de forja (204) de cuchillas de esta realización ventajosa puede lubricar repetidamente los diversos componentes de la forja, a fin de reducir el desgaste y aumentar la vida eficaz de los componentes, sin aplicar tanto lubricante al material continuo de partida (12) que llegue a ser difícil sujetar el mismo durante las operaciones hacia abajo.

En la realización ilustrada, una vez que se han completado todas las operaciones de forja, el controlador (30) puede extender la barra del pistón anular del dispositivo orientador (14), de manera que se lleva la abrazadera (16) del dispositivo orientador a una posición de partida o inicial predeterminada. Ver bloques (626-630). Después de ello, el controlador puede cerrar la abrazadera del dispositivo orientador, tal como se ha descrito anteriormente, para sujetar firmemente una parte del material continuo de partida (12) y, a continuación de un tiempo de espera predeterminado, tal como 0,1 segundos, el controlador puede liberar la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio. Ver bloques (632-636) de la figura 55I. En realizaciones de la presente invención en las que la estación (116) de desbarbado de talones y/o la estación (138) de desbarbado de diámetros exteriores se utilizan como un dispositivo orientador posterior, se hace que se extiendan también las abrazaderas (134) de desbarbado de talones y las abrazaderas (156) de desbarbado de diámetros exteriores para sujetar firmemente el material continuo de partida, junto con el dispositivo orientador anterior. Después de ello, se pueden repetir las etapas del método de forja de la presente invención, que se han descrito anteriormente y se han ilustrado en las figuras 55A-55I. Ver bloque (638).

A continuación de la separación de una pieza forjada del material continuo de partida (12), la pieza experimenta, preferiblemente, varias operaciones de acabado. A fin de aumentar más el rendimiento del método y aparato de for-

mación (10), estas etapas de acabado se pueden efectuar al mismo tiempo que las segundas operaciones u operaciones de forja de cuchillas. Sin embargo, estas operaciones de acabado se pueden realizar también en un momento posterior.

Tal como se muestra esquemáticamente en las figuras 1 y 2, el aparato de formación (10) puede incluir un transportador u otro tipo de sistema de recogida para recoger y transportar de forma controlada las piezas resultantes. Después de ello, se pueden tratar térmicamente y granallar las piezas resultantes, antes de experimentar las operaciones de acabado y de ser embaladas para su expedición y venta. Ver bloques (308-312) de la figura 1. Estas operaciones de acabado pueden incluir operaciones de rectificado y operaciones de antioxidación. Las operaciones de rectificado se realizan, típicamente, con una rectificadora de control numérico que, en una realización, sirve para, adicionalmente, afilar los bordes de corte delanteros de la punta de pala resultante y definir los mismos. En contraste al proceso de rectificado convencional, que rectifica el diámetro exterior de la punta de pala (410) antes de rectificar el talón y los bordes de corte delanteros, el proceso de rectificado de una realización ventajosa rectifica inicialmente los bordes de corte, incluyendo los bordes de corte delanteros (434) y los bordes de corte (432) del talón. Después de ello, se puede rectificar el diámetro exterior sin dañar los bordes de corte rectificados previamente. Además, las abrazaderas utilizadas para sujetar la punta de pala durante las operaciones de rectificado se pueden utilizar también para verificar la rectitud de la punta de pala y para verificar la forma de la parte posterior (416) hexagonal del cuerpo (412), de manera que se pueden detectar puntas de pala formadas imperfectamente y retirar las mismas antes de las operaciones finales de acabado.

Tal como se representa en el bloque (500) de la figura 55A, el aparato de formación (10) debe estar cargado inicialmente, antes de comenzar las operaciones de formación. De esta manera, el aparato de formación incluye, preferiblemente, una abrazadera (314) de la carga para sujetar firmemente el material continuo de partida (12) durante las operaciones de carga. Tal como se muestra en la figura 7, la abrazadera de la carga incluye, preferiblemente, una pinza anular (315), a través de la que se extiende el material continuo de partida. La abrazadera de la carga puede incluir también un cierre (317) de la carga y un conjunto (319) de cilindros hidráulicos, conectado de manera operativa al cierre de la carga y sensible a órdenes desde el controlador (30). A fin de cargar el material continuo de partida en el aparato de formación de esta realización ventajosa, el controlador puede cerrar la abrazadera de la carga, tal como al hacer avanzar hidráulicamente el cierre de la carga sobre la pinza de carga, de manera que esta última mueva radialmente hacia adentro el material continuo de partida y lo sujete firmemente. El controlador abre también, preferiblemente todos los demás dispositivos de apriete, tal como la abrazadera (16) del dispositivo orientador, las abrazaderas anterior y posterior (46) y (47) del cabezal giratorio y las abrazaderas anterior y posterior (244) y (252) de la prensa de cuchillas, de manera que se puede hacer que se extienda a través de los mismos el material continuo de partida.

El aparato de formación (10) y, más particularmente, el controlador (30) hace avanzar entonces la abrazadera (314) de la carga una distancia lineal predeterminada en una dirección longitudinal hacia abajo, de manera que se hace avanzar también el material continuo de partida (12) la distancia lineal predeterminada en la dirección longitudinal hacia abajo. En particular, la barra del pistón del dispositivo orientador puede estar conectada de manera operativa a la abrazadera de la carga, de manera que el accionamiento hidráulico del cilindro de la abrazadera del dispositivo orientador puede hacer avanzar la abrazadera de la carga en la dirección longitudinal hacia abajo. A este respecto, la abrazadera de la carga puede incluir una o más correderas (321) montadas sobre carriles o pistas (39) paralelos, de extensión longitudinal, y que cooperan con los mismos.

El controlador (30) abre entonces la abrazadera (314) de la carga, tal como al hacer retroceder hidráulicamente el cierre de la carga, de manera que se abra la pinza de carga anular. Una vez que se ha abierto la abrazadera de la carga, el controlador mueve la abrazadera de la carga la misma distancia lineal predeterminada en la dirección longitudinal hacia arriba, de manera que la abrazadera de la carga vuelve a una posición inicial o de reposo predeterminada, tal como se muestra en la figura 7. Por ejemplo, en la realización mostrada, el controlador puede accionar hidráulicamente el cilindro de la abrazadera del dispositivo orientador para empujar la barra del pistón del dispositivo orientador y, por lo tanto, la abrazadera de la carga en una dirección longitudinal hacia arriba. El controlador puede repetir entonces las etapas de cerrar la abrazadera de la carga alrededor del material continuo de partida, hacer avanzar la abrazadera de la carga en la dirección longitudinal hacia abajo, abrir la abrazadera de la carga y devolver la abrazadera de la carga a la posición inicial o de reposo predeterminada durante tantos ciclos como se requieran para alimentar el extremo delantero del material continuo de partida (12) a través del aparato de formación (10).

Aunque se han descrito anteriormente con mucho detalle el método y aparato de formación (10), debería ser evidente para los expertos en la técnica que se pueden hacer diversas modificaciones al método y aparato de formación. Por ejemplo, en una realización alternativa del método y aparato de formación, el cabezal giratorio (45) no está dispuesto entre la forja (50) de elementos hexagonales y la prensa de forja (204) de cuchillas, pero está dispuesto, en cambio, hacia abajo de las operaciones de forja, desbarbado y aserrado. Como tal, el cabezal giratorio puede mecanizar la acanaladura esférica (110) y el borde biselado (112) de manera extremadamente precisa con respecto a un extremo, típicamente el extremo posterior, de la pieza resultante. Si el cabezal giratorio estuviera dispuesto hacia abajo de las operaciones de forja, desbarbado y aserrado, el aparato de formación de esta realización incluiría, preferiblemente, una abrazadera dispuesta entre la forja de elementos hexagonales y la prensa de forja de cuchillas, para apretar una parte fija del material continuo de partida (12) durante las operaciones de forja y desbarbado. De esta manera, el dispositivo fijo de apriete funcionaría de forma similar a la abrazadera anterior (44) del cabezal giratorio de la realización descrita con anterioridad.

Para un aparato de formación (10) adaptado para fabricar piezas de una longitud predeterminada, se puede fijar la posición inicial o de reposo de la prensa de forja (204) de cuchillas y no tiene que ser ajustada para compensar el crecimiento longitudinal del material continuo de partida (12) creado durante las operaciones de forja de elementos hexagonales. En vez de eso, la separación entre las posiciones inicial o de reposo correspondientes de la forja (50) de elementos hexagonales y de la prensa de forja (204) de cuchillas se puede determinar basándose en la longitud de la pieza resultante, la carrera del dispositivo orientador (14) y el crecimiento longitudinal previsto del material continuo de partida en una dirección longitudinal hacia abajo durante las operaciones de forja de elementos hexagonales. Preferiblemente, la separación entre la forja de elementos hexagonales y la prensa de forja de cuchillas está minimizada a fin de mejorar más el control de calidad y tolerancias de las piezas resultantes. Por ejemplo, la forja de elementos hexagonales y la prensa de forja de cuchillas de una realización ventajosa están separadas aproximadamente 61 cm (24 pulgadas).

Tal como se ha descrito anteriormente, la posición inicial o de reposo predeterminada de la prensa de forja (204) de cuchillas no tiene que ser ajustada para compensar las variaciones de crecimiento del material continuo de partida (12) en la dirección longitudinal hacia abajo, que se crearon durante las operaciones de forja de elementos hexagonales, tales como al detectar una característica de registro (104) y al ajustar la posición de la prensa de forja de cuchillas con relación a la característica de registro detectada. Si se desea, sin embargo, el material continuo de partida puede incluir una serie de características de registro espaciadas longitudinalmente por su longitud, que pueden ser detectadas por la prensa de forja de cuchillas de la manera descrita anteriormente. De esta manera, el aparato de formación puede incluir una prensa de forja de cuchillas que está adaptada para detectar características de registro durante el avance intermitente del material continuo de partida y para ajustar su posición con relación a la característica de registro detectada más recientemente, antes de las operaciones de forja de la prensa de cuchillas. Por ejemplo, la prensa de forja (204) de cuchillas de esta realización puede incluir un controlador de registro para detectar la característica de registro, de manera que la posición relativa de la prensa de forja de cuchillas se pueda ajustar después de ello con relación a la característica de registro detectada, de manera similar a la descrita anteriormente.

Aunque se ha descrito anteriormente un conjunto ventajoso de operaciones de desbarbado y aserrado, el método y aparato de formación (10) pueden incluir una variedad de operaciones de desbarbado. Por ejemplo, el método y aparato de formación de la presente invención pueden incluir una estación de desbarbado de lado izquierdo y una estación de desbarbado de lado derecho para desbarbar los lados izquierdo y derecho de la pieza resultante, correspondientemente. Con respecto a un método y aparato de formación adaptados para fabricar puntas de pala, las estaciones de desbarbado de lados izquierdo y derecho pueden desbarbar los lados izquierdo y derecho, correspondientemente, de la parte de cuchilla de la punta de pala, incluyendo los lados izquierdo y derecho, correspondientemente, del talón. De esta manera, tras completar la operación final de desbarbado, la pieza resultante será separada de la pieza precedente o posterior y será desbarbado completamente el extremo delantero de la pieza, tal como el talón.

En esta realización, las estaciones de desbarbado de lados izquierdo y derecho incluyen, preferiblemente, controladores de registro correspondientes, tales como fotosensores, para detectar las características de registro. Las estaciones de desbarbado de los lados izquierdo y derecho incluyen, también preferiblemente, medios, tales como un conjunto de cilindros hidráulicos o un servomotor AC y un husillo de bolas asociado, para mover las estaciones correspondientes en una dirección longitudinal con relación al agujero detectado, de manera que las estaciones de desbarbado de los lados izquierdo y derecho estén alineadas con precisión con la parte de la pieza a desbarbar. Tal como se ha descrito también anteriormente, la estación de desbarbado del lado izquierdo y la estación de desbarbado del lado derecho pueden estar trabajando al mismo tiempo en diferentes piezas de la serie de ellas.

Para realizaciones del método y aparato de formación (10) que están adaptadas para fabricar puntas de pala, se ha observado que la operación de forja de cuchillas requiere un tiempo significativamente mayor para completarse que las otras operaciones que se realizan. De esta manera, incluso aunque el método y aparato de formación anteriormente descritos son particularmente bien adecuados para tratar un material continuo de partida (12), se contempla que el método y aparato de formación de una realización podrían incluir una serie de prensas de forja (204) de cuchillas. Tal como se describe a continuación, la serie de prensas de forja de cuchillas pueden funcionar en paralelo a fin de aumentar el rendimiento total del aparato de formación resultante. Alternativamente, la serie de prensas de forja de cuchillas pueden estar dispuestas en serie, de manera que diferentes forjas trabajen en diferentes piezas.

Por lo tanto, la estación de aserrado (160) del aparato de formación (10) de esta realización puede estar dispuesta hacia abajo de la forja (50) de elementos hexagonales para separar el material continuo de partida (12) en varias piezas individuales, parcialmente formadas. El aparato de formación de esta realización puede incluir también una serie de mecanismos de transferencia, que se acoplan a unas piezas individuales correspondientes y que las transfieren a las prensas de forja (204) correspondientes de cuchillas. Por ejemplo, el mecanismo de transferencia puede incluir una abrazadera para acoplarse a una parte predeterminada de la pieza parcialmente formada. Después de ello, el mecanismo de transferencia puede transportar la pieza correspondiente a la prensa de forja de cuchillas correspondiente o, alternativamente, la prensa de forja de cuchillas correspondiente se puede mover hasta acoplamiento con la pieza correspondiente. Dado que el mecanismo de transferencia se ha acoplado ya a una parte predeterminada de la pieza correspondiente, tal como el conector (200) que se extiende entre piezas adyacentes, el mecanismo de transferencia puede servir como la abrazadera posterior de la prensa de cuchillas durante las operaciones subsiguientes de forja de cuchillas. Después de ello, se pueden desbarbar las piezas forjadas y tratar las mismas, tal como se ha descrito con anterioridad. Por ejemplo, se pueden desbarbar las piezas forjadas y tratar las mismas por una única línea de desbarbado y tratamiento, dispuesta hacia abajo en la serie de prensas de forja de cuchillas. Alternativamente, se pueden desbarbar las piezas forjadas y tratar las mismas en paralelo por líneas independientes de desbarbado y tratamiento.

Aunque se pueden emplear el método y aparato de formación (10) para fabricar varios tipos diferentes de piezas, el método y aparato de formación de una realización ventajosa fabrican una serie de puntas de pala (410) a partir de un material continuo de partida (12). De esta manera, se describirá con más detalle en lo que sigue una punta de pala que se podría fabricar según una realización ventajosa.

Tal como se ilustra en las figuras 4-6, una punta de pala (410) incluye un cuerpo (412) alargado que define un eje longitudinal central (414). La parte posterior (416) del cuerpo está adaptada para ser recibida y sujeta por una broca (no ilustrada). Por ejemplo, el cuerpo alargado incluye, típicamente, una parte delantera cilíndrica y una parte posterior que es hexagonal en sección transversal para ser recibida y sujeta firmemente por el mandril de una broca (no ilustrada).

La punta de pala (410) incluye también una parte (418) de cuchilla unida a un extremo delantero del cuerpo (412) alargado. La parte de cuchilla incluye un par de segmentos laterales (420) generalmente planos que se extienden lateralmente en sentidos opuestos desde el eje longitudinal central (414). Los segmentos laterales definen, preferiblemente, planos laterales correspondientes que son paralelos entre sí y al eje longitudinal central. Según esta realización, la parte de cuchilla incluye también un segmento central (424) generalmente plano, dispuesto a lo largo del eje longitudinal central y definiendo un plano central. Más particularmente, el segmento central incluye unos lados opuestos (428) que son paralelos al eje longitudinal central, un extremo posterior que es continuo con el extremo delantero del cuerpo, y un extremo delantero opuesto. Según esta realización, el par de segmentos o aletas laterales son continuos con el segmento central a lo largo de los lados correspondientes del mismo. En particular, el par de segmentos laterales son continuos con los lados correspondientes del segmento central, de manera que los planos laterales definidos por los segmentos laterales correspondientes cruzan el plano central definido por el segmento central con un ángulo agudo.

Cada segmento lateral (420) puede incluir también una parte de esquina biselada (435) correspondiente. Cada parte de esquina biselada incluye un borde biselado que se extiende tanto axialmente hacia atrás como lateralmente hacia afuera desde el borde de corte delantero (434) correspondiente. En particular, el borde de corte delantero de cada segmento lateral, típicamente, se extiende lateralmente hacia afuera desde una parte interior hasta una parte exterior. En consecuencia, el borde biselado de cada parte de esquina biselada se extiende, preferiblemente, tanto axialmente hacia atrás como lateralmente hacia afuera desde la parte exterior del borde de corte delantero correspondiente. Preferiblemente, los bordes biselados se definen de manera que una línea paralela al eje longitudinal central (414) y el borde biselado de cada segmento lateral correspondiente definen, entre los mismos, un ángulo de bisel entre aproximadamente 30° y aproximadamente 60°.

Cada parte de esquina biselada (435) incluye también una superficie de bisel que se inclina radialmente hacia adentro desde el borde biselado correspondiente hasta un borde posterior. Preferiblemente, las superficies de bisel se definen para tener un ángulo de incidencia biselado entre aproximadamente 10° y aproximadamente 20°. A este respecto, el ángulo de incidencia biselado se define como el ángulo entre un plano biselado determinado por una superficie de bisel y un plano perpendicular a un plano lateral definido por un segmento lateral correspondiente.

Al extenderse tanto axialmente hacia atrás como lateralmente hacia afuera desde el borde de corte delantero (434) correspondiente, las partes de esquina biselada (435) pueden cortar repetidamente la pared periférica del agujero resultante a medida que se hace avanzar rotativamente la punta de pala (410) de la presente invención a través de la pieza a trabajar. Por lo tanto, la punta de pala de la presente invención puede producir eficientemente agujeros de alta calidad que tienen paredes periféricas uniformes y puntos de entrada y salida relativamente limpios.

La parte (418) de cuchilla incluye también un talón (430) que se extiende axialmente desde el extremo delantero de la parte de la cuchilla para centrar la punta de pala (410) y para guiar la misma durante las operaciones de taladrado. Tal como se ilustra mejor en la figura 6, el talón de esta realización tiene forma generalmente triangular y se extiende hasta un punto del talón en el eje longitudinal central (414). El talón incluye también un par de bordes de corte (432) del talón que se extienden a lo largo de los lados opuestos del talón entre el punto del talón y una base del talón en el extremo delantero de la parte de cuchilla. Los bordes de corte del talón están situados para contactar inicialmente con la pieza a trabajar durante la rotación de la punta de pala en la dirección predeterminada de rotación, tal como se indica por la flecha en sentido contrario al de las agujas del reloj en la figura 4.

Cada segmento lateral (420) incluye también un borde de corte delantero correspondiente. Según una realización ventajosa, los bordes de corte delanteros correspondientes de cada segmento lateral, preferiblemente, están desplazados axialmente. En otras palabras, la punta de pala de una realización ventajosa incluye un borde de corte delantero axialmente avanzado (434) y un borde de corte axialmente posterior (436). En particular, los bordes de corte delanteros correspondientes de los segmentos laterales, preferiblemente, están desplazados axialmente una cantidad axial (D) predeterminada, tal como entre aproximadamente 0,025 cm (0,010 pulgadas) y aproximadamente 0,030 cm (0,012 pulgadas) en una realización ventajosa. Típicamente, el desplazamiento axial de los bordes de corte delanteros correspondientes se rectifica a los bordes de corte delanteros durante las operaciones de rectificado, a continuación del método y aparato de formación (10) descritos anteriormente. Al estar desplazados axialmente, los bordes de corte delanteros correspondientes contactan con el material y retiran el mismo de manera eficiente a medida que la punta de pala (410) gira en una dirección predeterminada de rotación durante las operaciones de taladrado. Además, dado que los bordes de corte delanteros están desplazados axialmente, la punta de pala de esta realización ventajosa de la presente invención tiene, preferiblemente, una vida relativamente larga debido a la retirada eficiente de material a medida que una punta de pala avanza a través de una pieza a trabajar.

La alineación de los bordes de corte delanteros de los segmentos laterales (420) a lo largo de una línea central que pasa a través del eje longitudinal central (414) mejora más el comportamiento de la punta de pala (410), al dirigir perpendicularmente desde el borde de corte y hacia arriba los fragmentos de viruta retirados, y no radialmente hacia afuera. Como consecuencia, los fragmentos de viruta no dificultan la rotación posterior de la punta de pala al quedarse unidos los mismos entre la punta de pala y las paredes laterales del agujero formado de esta manera. En consecuencia, se aumenta la larga vida de la punta de pala al reducir el desgaste sobre la misma, y se mejora el rendimiento con el que la punta de pala taladra un agujero de un diámetro predeterminado.

Según una realización ventajosa, cada borde de corte (432) del talón se extiende, preferiblemente, radialmente hacia afuera al menos de una parte más interior del borde de corte delantero del segmento lateral (420) adyacente. De esta manera, cada borde de corte del talón está separado radialmente del borde de corte delantero del segmento lateral adyacente. Además, el talón (430) define, preferiblemente, un plano del talón que es oblicuo con relación a los planos laterales correspondientes definidos por los segmentos laterales, de manera que cada borde de corte del talón está desplazado de modo angular, también preferiblemente, con respecto al borde de corte delantero del segmento lateral adyacente en la dirección predeterminada de rotación de la punta de pala (410) cuando se observa a lo largo del eje longitudinal central (414). En particular, cada borde de corte del talón está situado angularmente hacia atrás del borde de corte delantero del segmento lateral adyacente en la dirección predeterminada de rotación. De esta manera, cada borde de corte del talón está separado también angularmente del borde de corte delantero del segmento lateral adyacente. Además, al menos una parte de cada borde de corte del talón se extiende axialmente hacia atrás del borde de corte delantero del segmento lateral adyacente en la dirección longitudinal, de manera que cada borde de corte del talón está separado también axialmente del borde de corte delantero del segmento lateral adyacente.

Una parte delantera de cada segmento lateral define, preferiblemente, un plano de corte. El plano de corte cruza el plano lateral definido por el segmento lateral (420) correspondiente para definir entre ellos un ángulo de incidencia. Preferiblemente, el ángulo de incidencia está entre aproximadamente 10° y aproximadamente 20° y, más preferiblemente, es aproximadamente de 15°. Los bordes de corte delanteros de la realización ilustrada están dispuestos angularmente por delante de los planos laterales de los segmentos laterales correspondientes en la dirección predeterminada de rotación de la punta de pala (410), cuando se observa a lo largo del eje longitudinal central (414). Las virutas retiradas de la pieza a trabajar por el borde de corte delantero son dirigidas de esta manera hacia arriba o hacia atrás a lo largo de la punta de pala, y lejos de la superficie de corte, por una rotación adicional de la punta de pala, y, en parte, por el ángulo de incidencia definido entre el plano de corte y el plano lateral.

Además, cada segmento lateral (420) de la punta de pala (410) puede incluir también un extremo delantero que tiene una superficie (442) de extremo delantero que se extiende entre el borde de corte delantero correspondiente y un borde posterior (444). Ventajosamente, la superficie de extremo delantero se inclina hacia atrás desde el borde de corte delantero hasta el borde posterior, de manera que sólo el borde de corte delantero contacta con la superficie de corte durante las operaciones de taladrado. De esta manera, se reducen las fuerzas de arrastre u otras fuerzas de rozamiento generadas entre la punta de pala rotativa y la pieza a trabajar y se mejora más el rendimiento con el que taladra la punta de pala de la presente invención.

Cada superficie extrema delantera incluye, preferiblemente, un primer y segundo planos de extremo delantero que se cortan con un plano perpendicular al eje longitudinal central (414) para definir entre sí unos ángulos de incidencia principal y secundario de labio, correspondientemente, entre ellos. El ángulo de incidencia secundario de labio es, típicamente, mayor que el ángulo de incidencia principal de labio, a fin de reducir más las fuerzas de arrastre u otras fuerzas de rozamiento generadas entre la punta de pala rotativa y la pieza a trabajar. Por ejemplo, en una realización, los ángulos de incidencia principal y secundario de labio son aproximadamente 5° y 8°, correspondientemente. Sin embargo, se pueden variar los ángulos de incidencia principal y secundario del labio. Además, la superficie de extremo delantero no tiene que incluir ambos planos primero y segundo de extremo delantero, tal como se ilustra, pero puede incluir, en cambio, un único plano de extremo delantero.

Aún más, cada segmento lateral (420) de la realización ilustrada de la punta de pala (410) incluye un primer lado unido al segmento central (424) a lo largo de uno de sus lados (428), y un segundo lado (452) opuesto que define una segunda superficie o superficie lateral exterior. La segunda superficie o superficie laterales exteriores se extiende entre los bordes delantero y posterior correspondientes y sigue, preferiblemente, el arco de un círculo en sección transversal lateral para reducir más las fuerzas de arrastre u otras fuerzas de rozamiento generadas por la rotación de la punta de pala dentro del agujero. Alternativamente, la superficie lateral se puede inclinar radialmente hacia adentro desde el borde delantero hasta el borde posterior, de manera que sólo el borde delantero de la superficie lateral del segmento lateral contacte con las paredes laterales del agujero para reducir más de esta manera el agarrotamiento de la punta de pala.

Los segundos lados (452) de los segmentos laterales (420) correspondientes se inclinan, también preferiblemente, hacia adentro en una dirección axial desde el extremo delantero hasta el extremo posterior de la parte (418) de cuchilla. De esta manera, un ángulo de inclinación de la superficie lateral, típicamente, alrededor de la mitad de 1°, o ½°, está definido entre el plano de la superficie lateral y una línea paralela al eje longitudinal central (414). Al inclinarse hacia adentro los segundos lados de los segmentos laterales, las superficies laterales sólo contactan, preferiblemente, con la pieza a trabajar cerca de la superficie de corte, de manera que se reducen aún más las fuerzas de arrastre u otras fuerzas de rozamiento.

ES 2 285 031 T3

Aunque se ilustra en las figuras 4-6 y se describe en esta memoria una punta de pala (410) particularmente ventajosa, la punta de pala puede tener muchas configuraciones distintas. A este respecto, las patentes U.S.A. N^{os} 5.697.738 y 5.700.113 describen varias realizaciones distintas de una punta de pala que se podrían fabricar también por el método y aparato de formación (10) de la presente invención.

Independientemente del tipo de pieza, el método y aparato de formación (10) proporcionan numerosas ventajas sobre los procesos de fabricación convencionales. En particular, al tratar la serie de piezas mientras que están todavía unidas por el material continuo de partida (12), se reduce significativamente el grado de manipulación y transporte de las piezas individuales. Además, el método y aparato de formación de la presente invención son capaces de mantener una alineación precisa entre las piezas parcialmente formadas y las diversas estaciones del aparato de formación, para producir piezas de alta calidad que tienen características claramente definidas, tales como, por ejemplo, la separación radial, angular y longitudinal anteriormente descrita del borde de corte (432) del talón desde los bordes de corte delanteros (434) y (435) de los segmentos laterales (42) correspondientes de la parte (418) de cuchilla de la punta de pala (410). Al alterar la carrera del dispositivo orientador (14), se pueden producir piezas de diversas longitudes a partir del mismo material continuo metálico, tales como puntas de pala que tienen un cuerpo alargado de diversas longitudes. Además, dado que el método y aparato de formación, descritos en combinación con la matriz de forja de la presente invención, realizan varias operaciones al mismo tiempo, aunque en piezas diferentes en posiciones diferentes a lo largo de la línea de fabricación, el método y aparato de formación pueden formar eficientemente una serie de piezas con una forma predeterminada.

En los dibujos y en la memoria descriptiva, se ha expuesto una realización preferente de la invención y, aunque se han empleado términos específicos, los mismos se utilizan sólo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines limitativos, siendo expuesto el alcance de la invención en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

5 1. Matriz de forja para forjar al menos una parte de una pieza con una forma predeterminada a partir de una pieza a trabajar, extendiéndose la matriz de forja longitudinalmente entre un primer y segundo extremos opuestos y comprendiendo:

una superficie de contacto (208), adaptada para contactar con la pieza a trabajar y conformar la misma con la forma predeterminada de la pieza resultante, y

10 una superficie trasera (432), a la que se aplican fuerzas a fin de empujar la matriz de forja (206) para establecer contacto con la pieza a trabajar, **caracterizada** porque dicha superficie trasera (432) comprende:

una sección media (437) que tiene una forma cónica parcial; y

15 primera y segunda secciones laterales (436) dispuestas en lados opuestos de dicha sección media (437), en la que la sección lateral (436) tiene también una forma cónica parcial;

20 en la que un radio (R_M) definido por dicha sección media cónica es mayor que un radio (R_L) definido por dichas secciones laterales cónicas en cada lugar correspondiente según la longitud de la matriz de forja (206), de manera que cada sección lateral (436) está rebajada con relación a dicha sección media (437), imponiendo de esta manera que las fuerzas se apliquen principalmente a dicha sección media (437) de dicha superficie trasera (432), a fin de empujar la matriz de forja (206) para establecer contacto con la pieza a trabajar.

25 2. Matriz de forja, según la reivindicación 1, en la que la matriz de forja (206) está inclinada, de manera que dicha superficie de contacto (208) está separada de dicha superficie trasera (432) una cantidad mayor en el primer extremo (206a) que en el segundo extremo (206b), y en la que dicha sección media (437) cónica está también inclinada para ser más ancha próxima al primer extremo (206a) y más estrecha próxima al segundo extremo (206b).

30 3. Matriz de forja, según cualquiera de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que dicha sección media (437) tiene una superficie en forma trapezoidal.

35

40

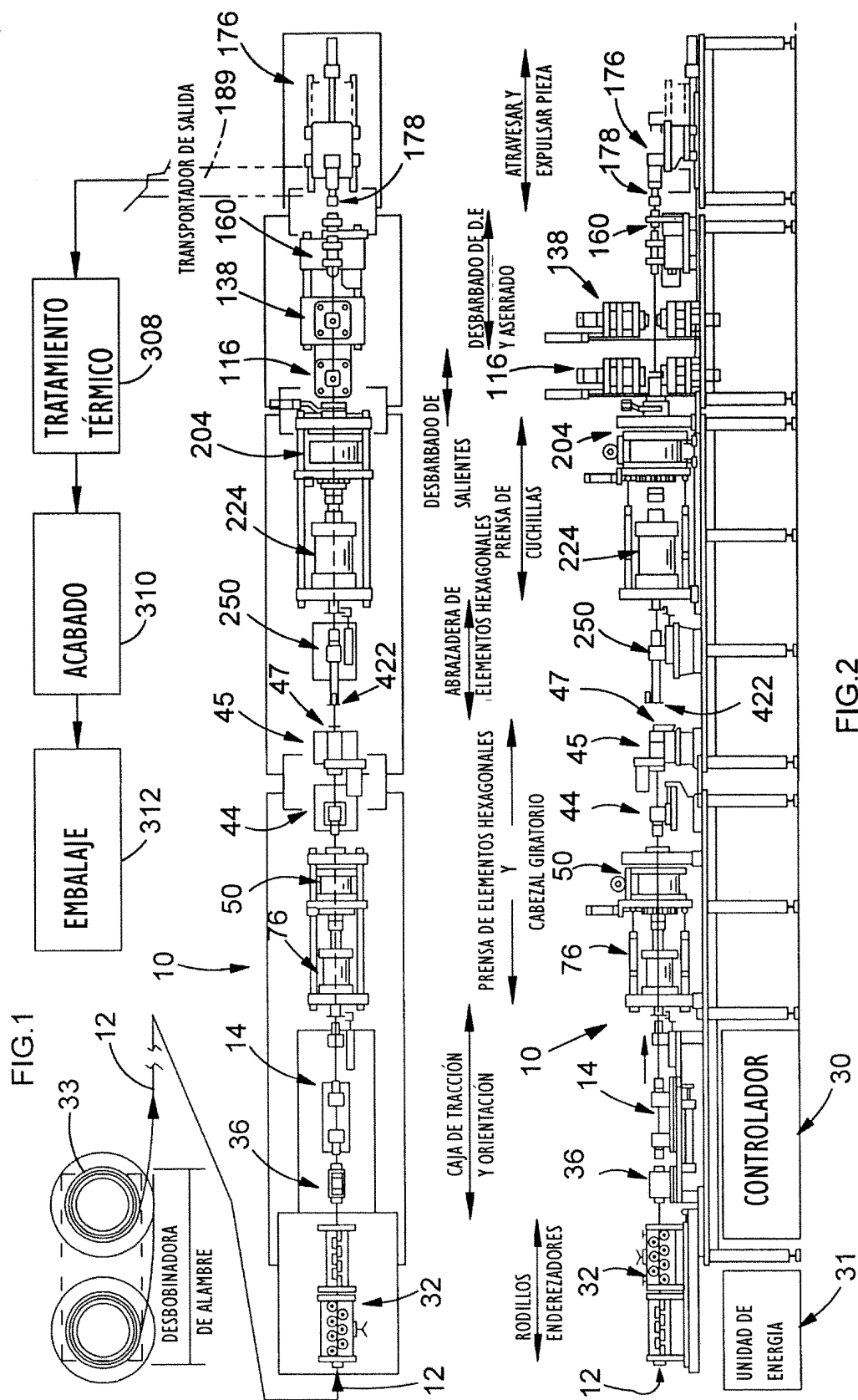
45

50

55

60

65



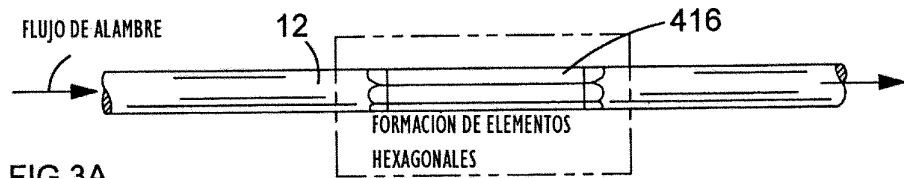


FIG.3A

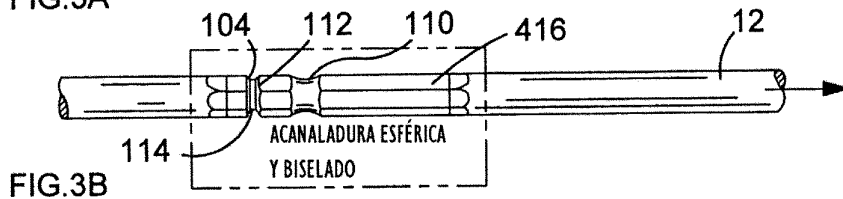


FIG.3B

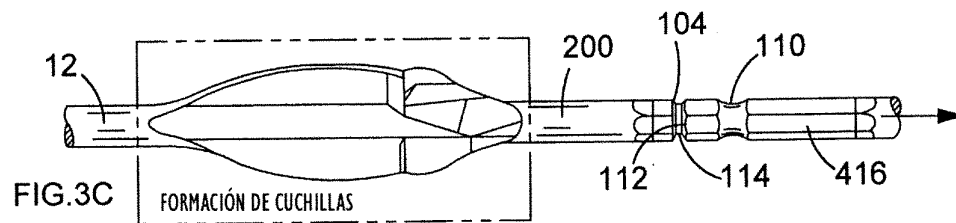


FIG.3C

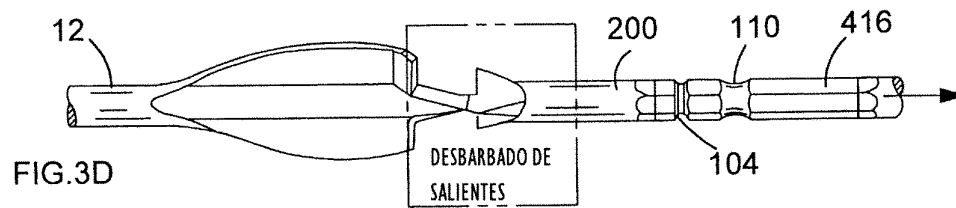


FIG.3D

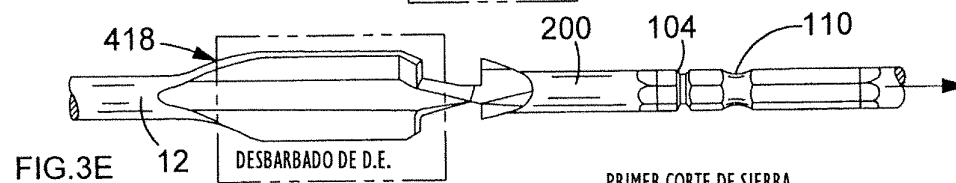


FIG.3E

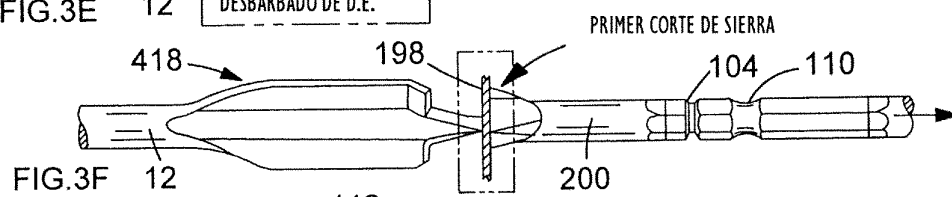


FIG.3F

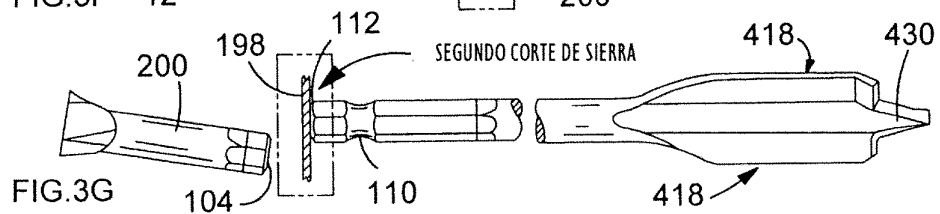


FIG.3G

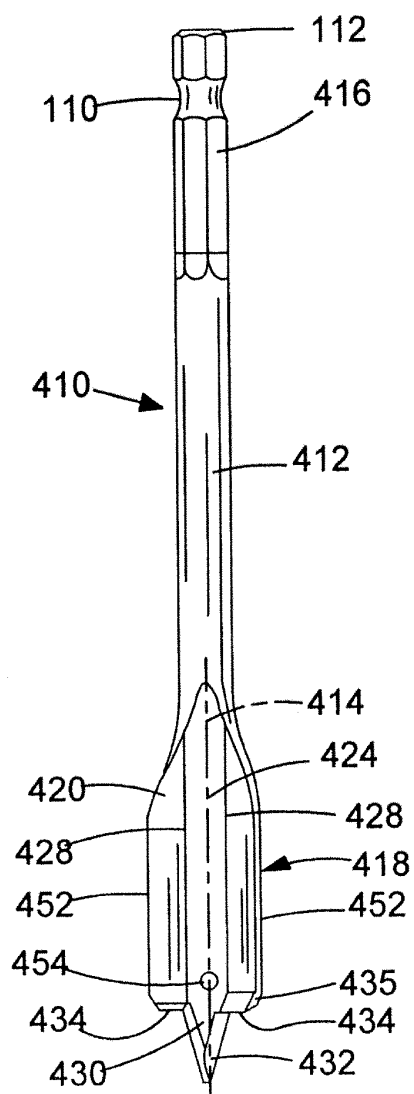


FIG. 4

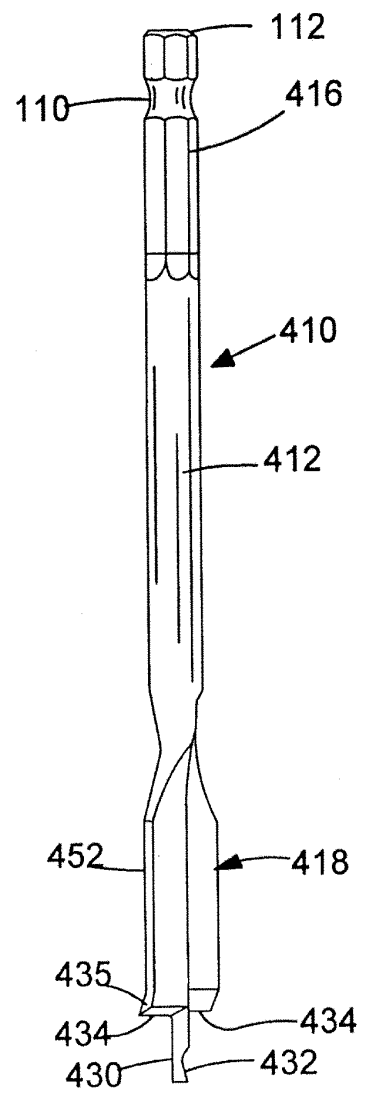


FIG. 5

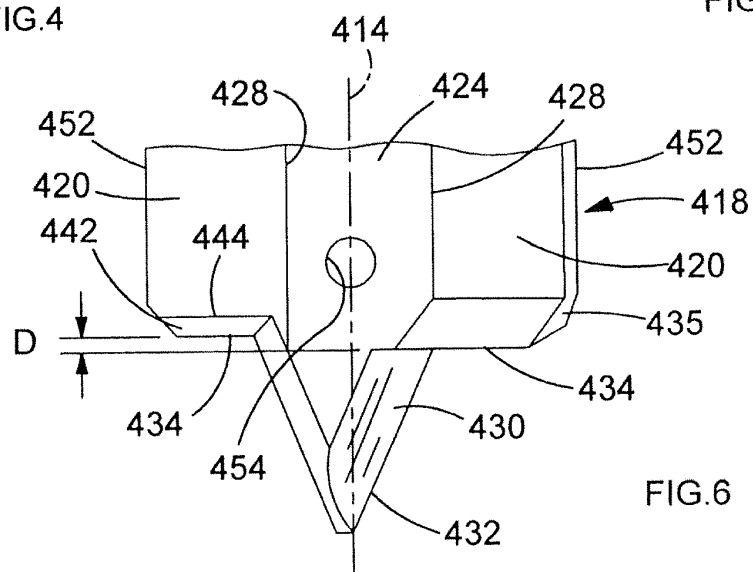
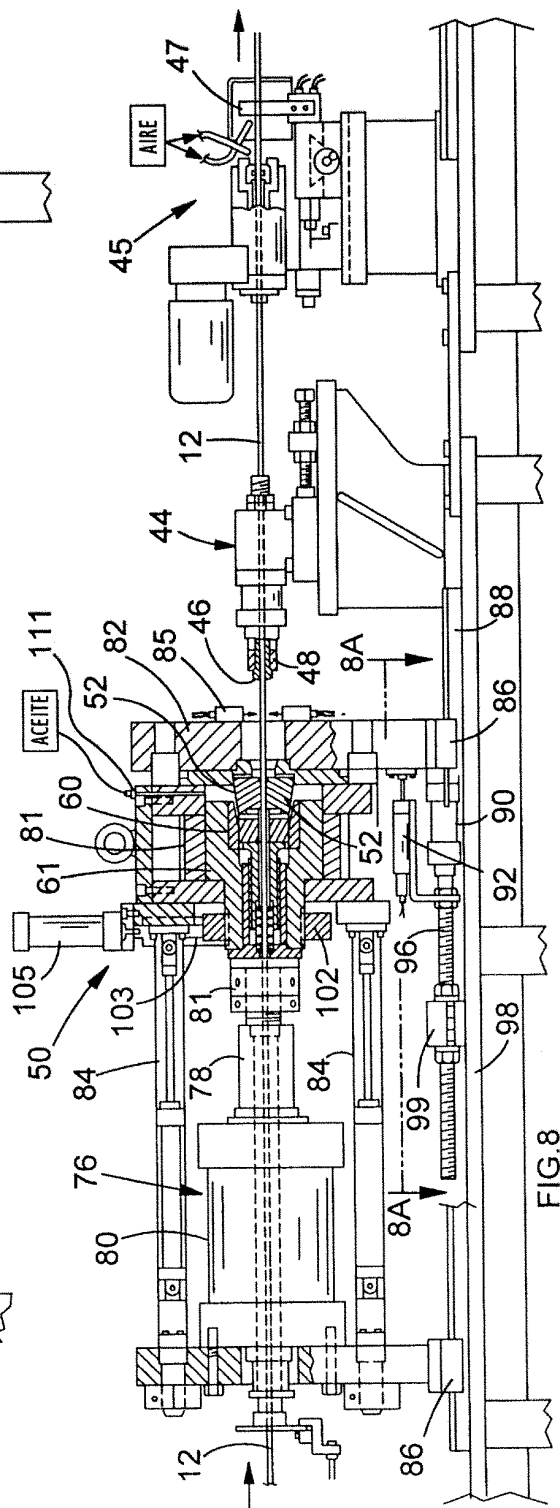
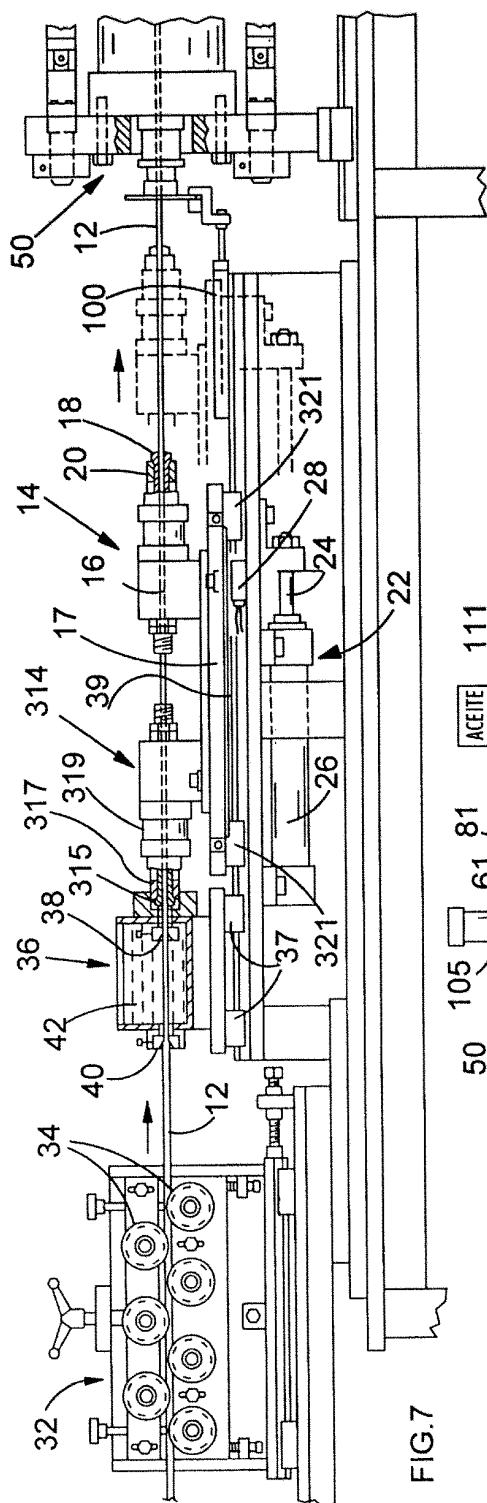
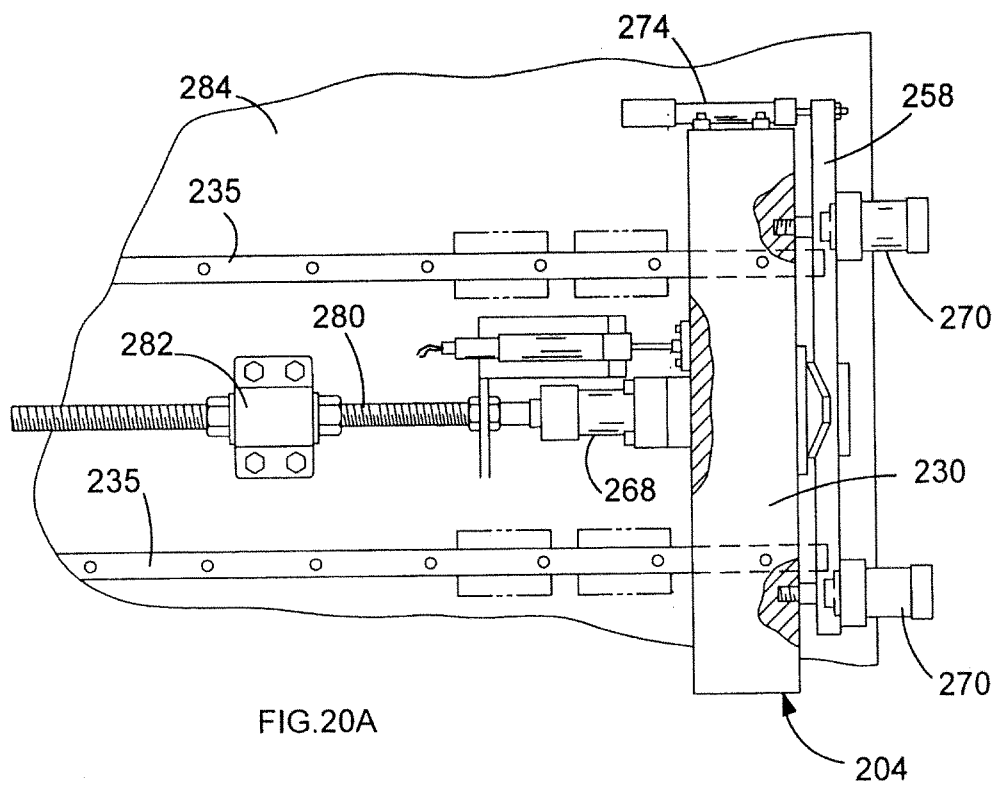
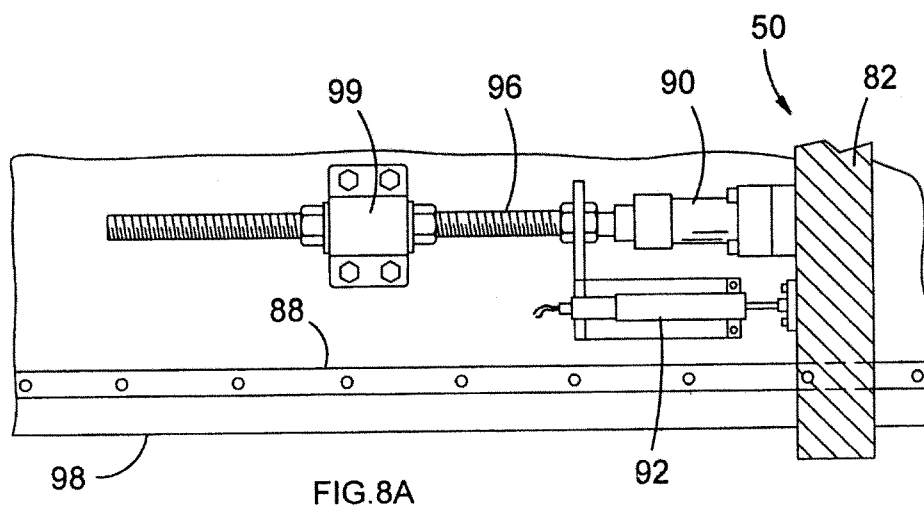
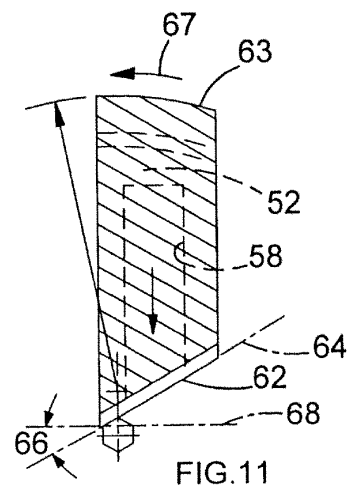
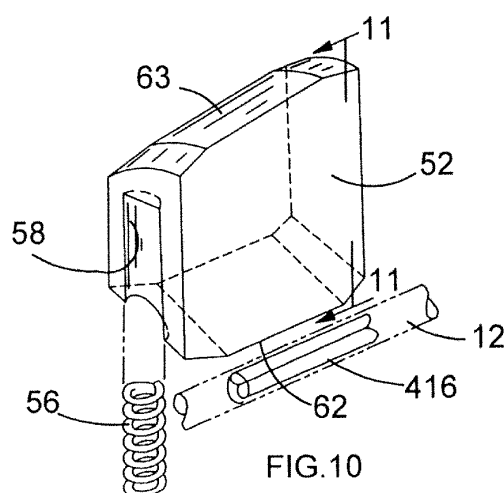
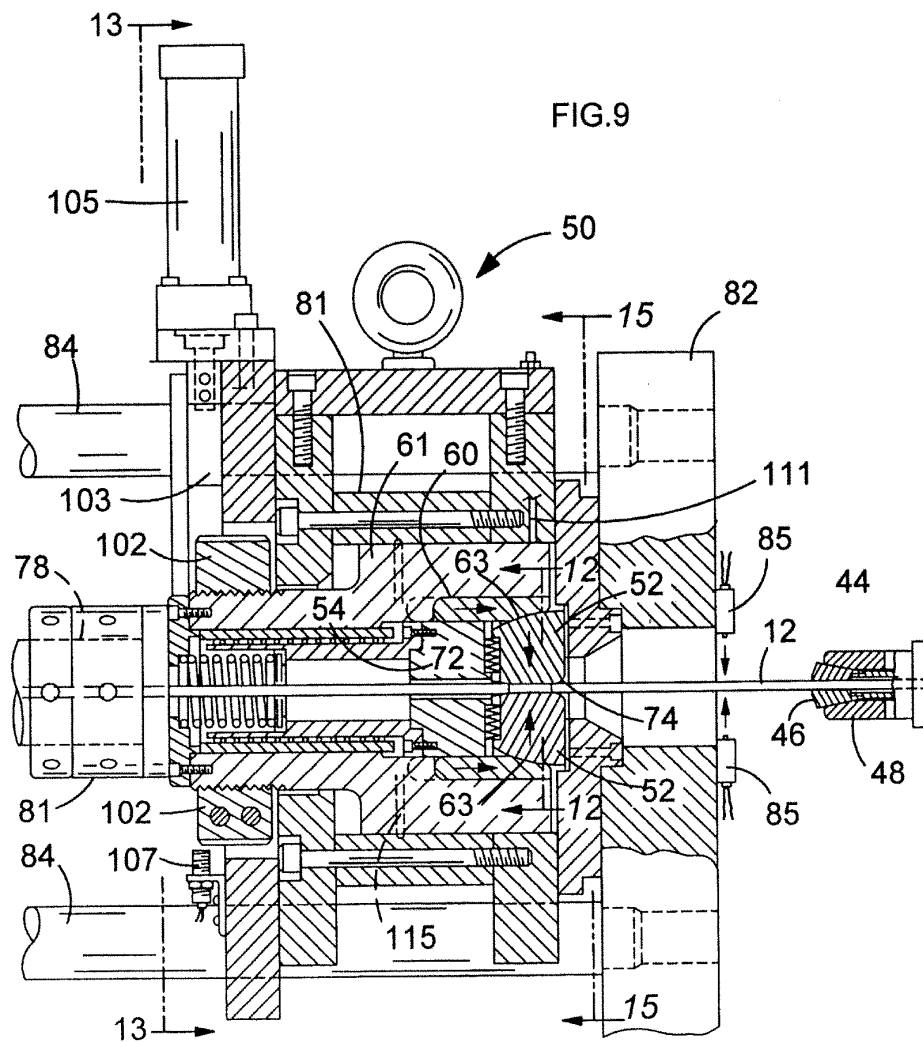


FIG. 6







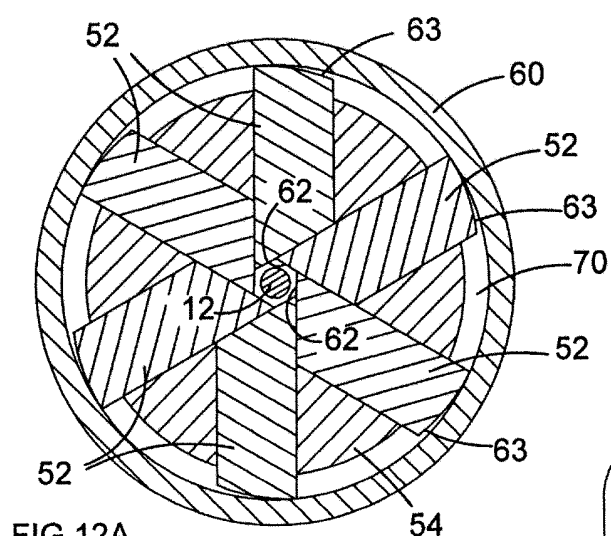


FIG. 12A

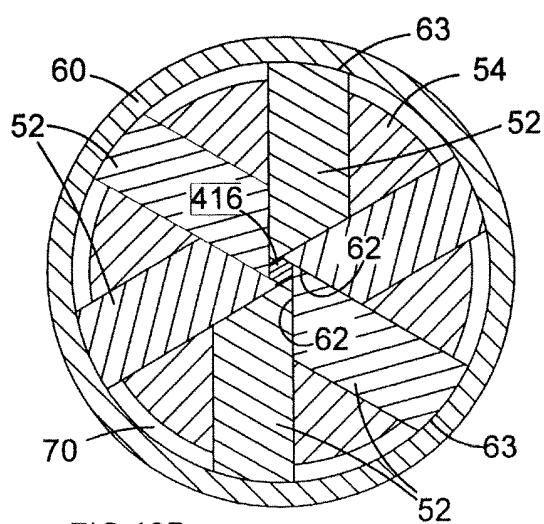


FIG. 12B

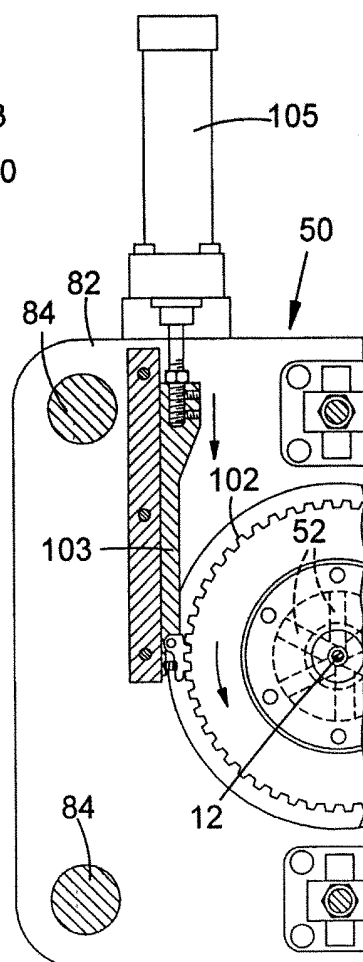


FIG. 13

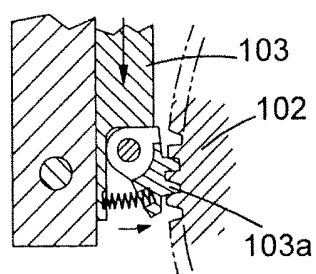


FIG. 14A

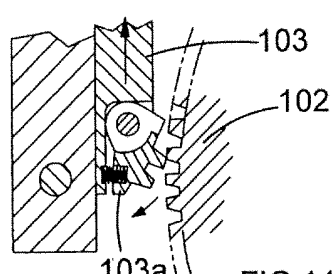
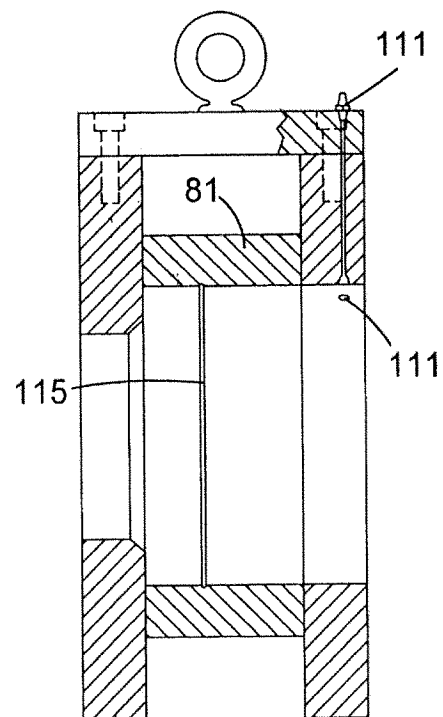
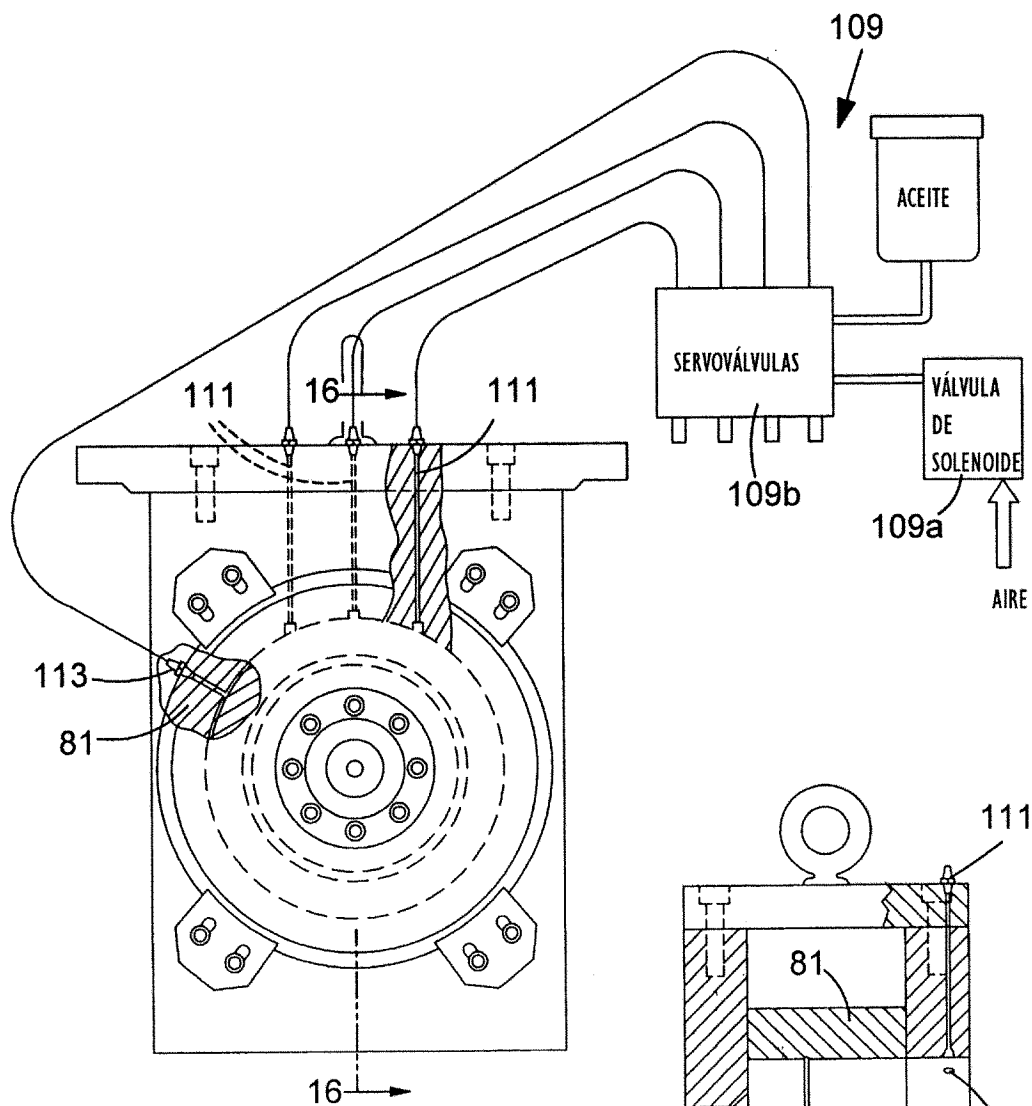
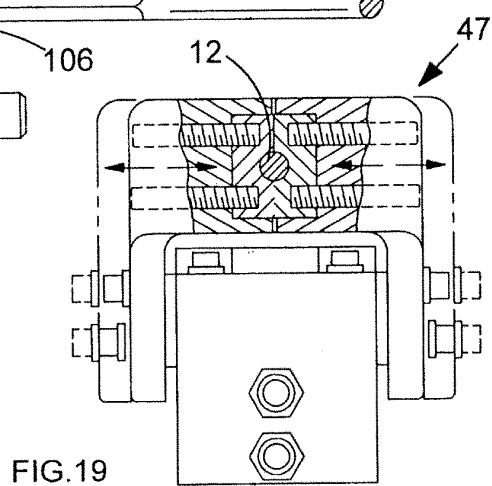
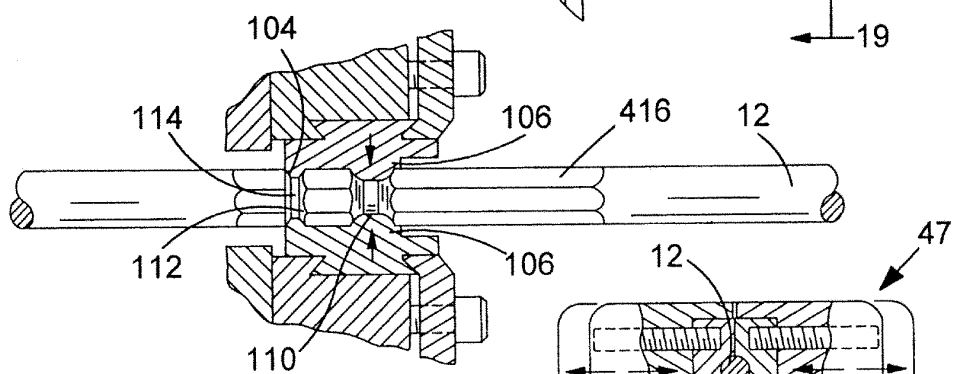
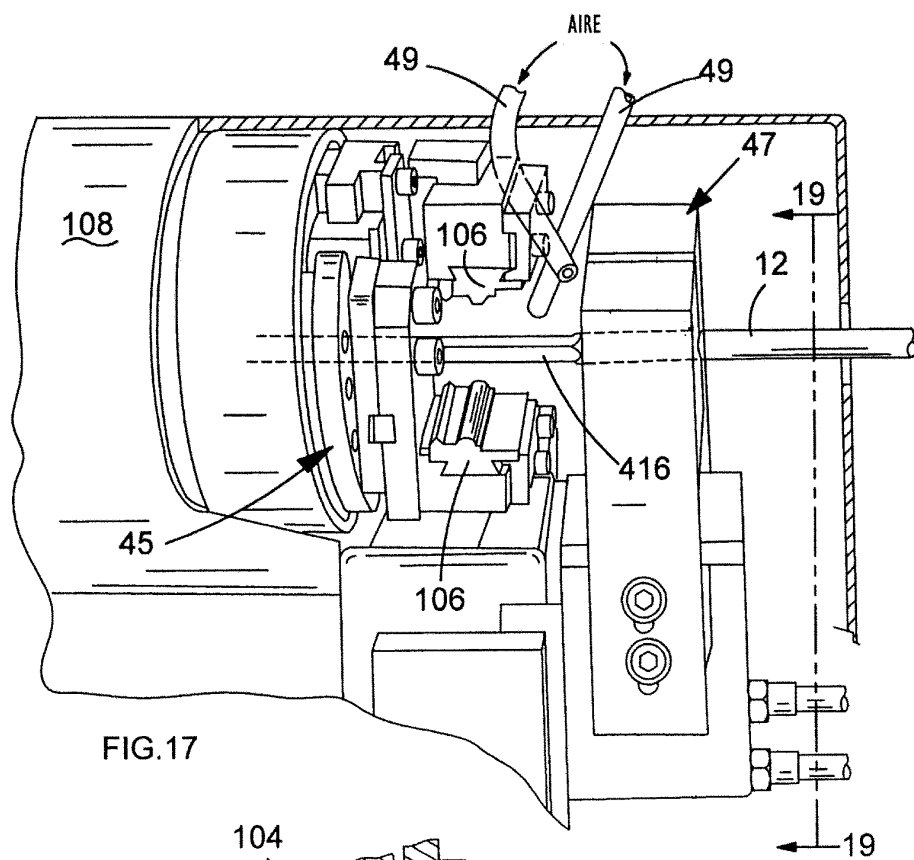


FIG. 14B





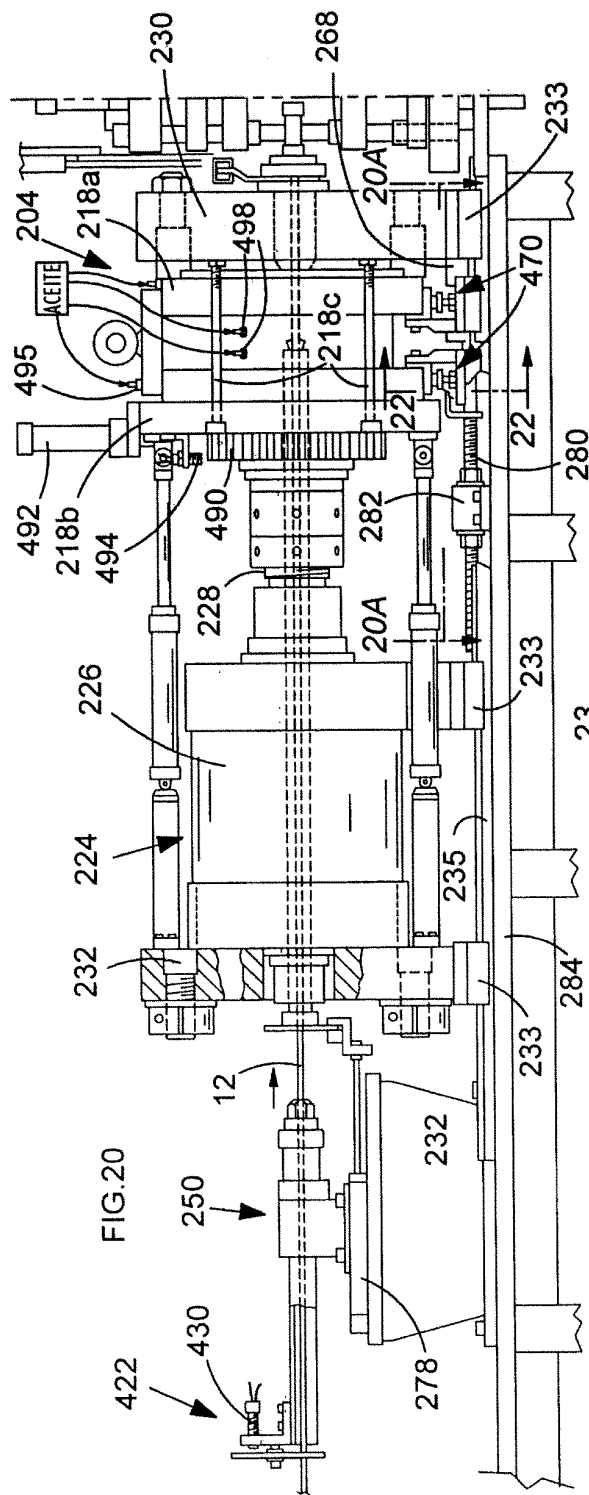
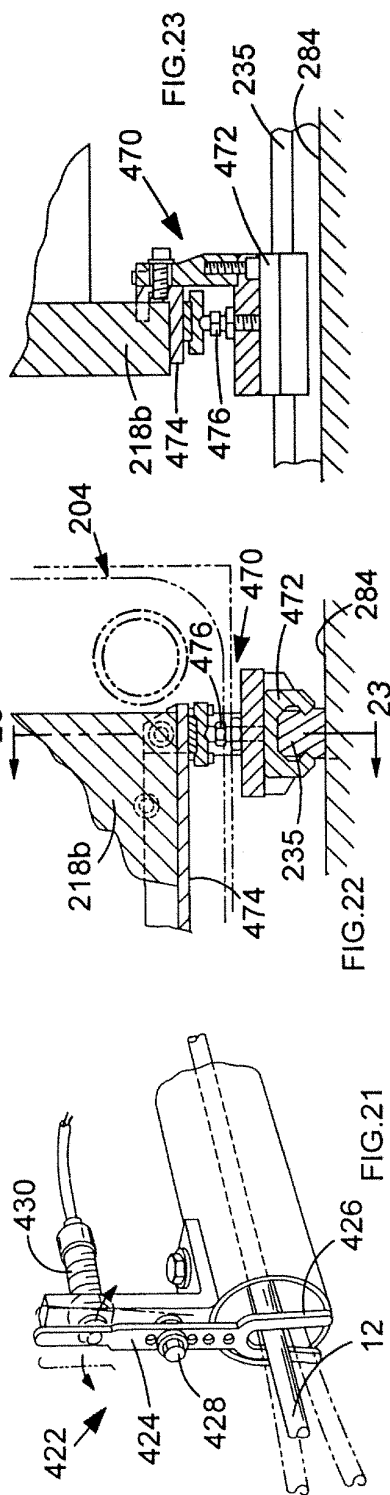
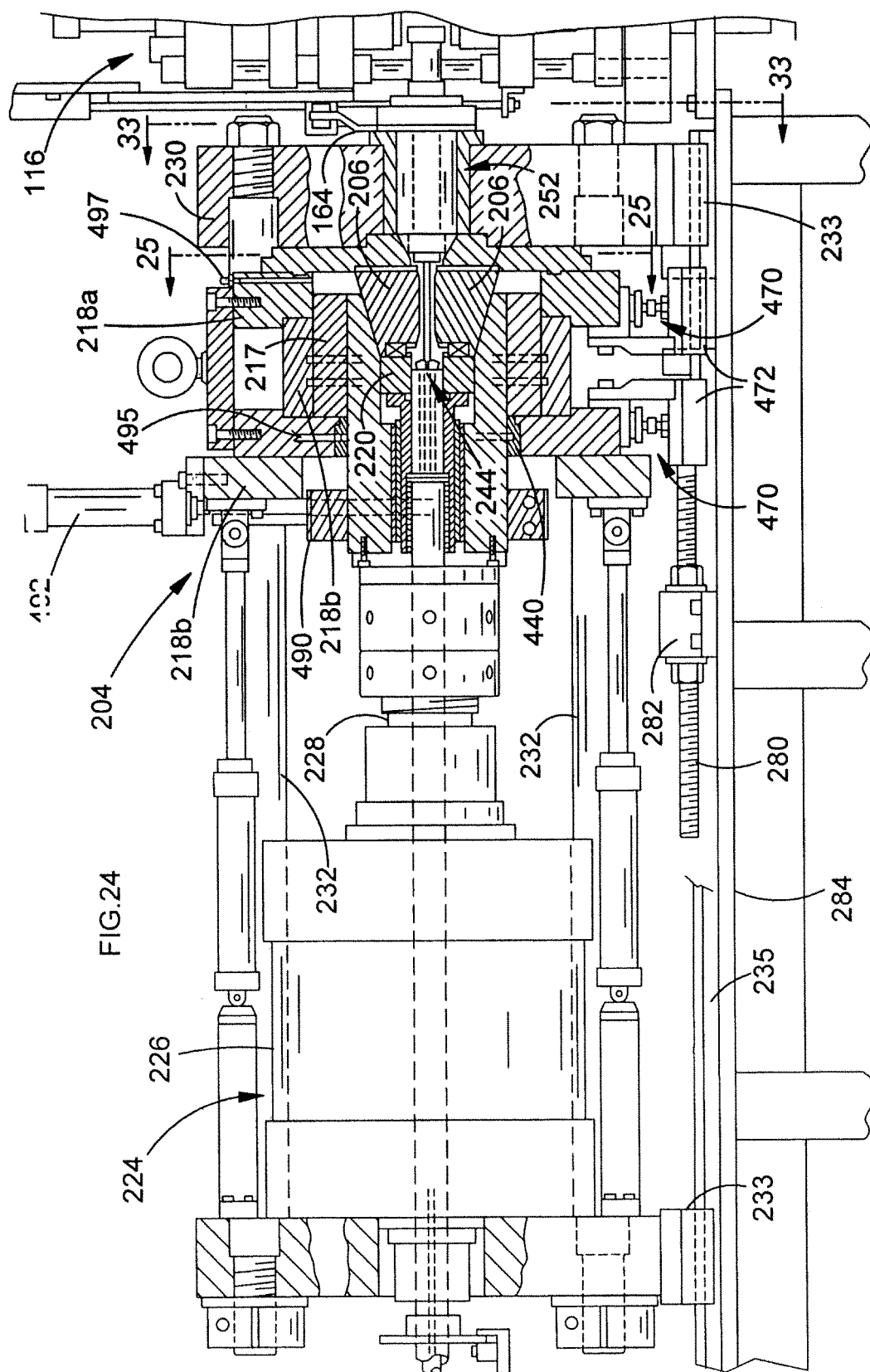


FIG. 20





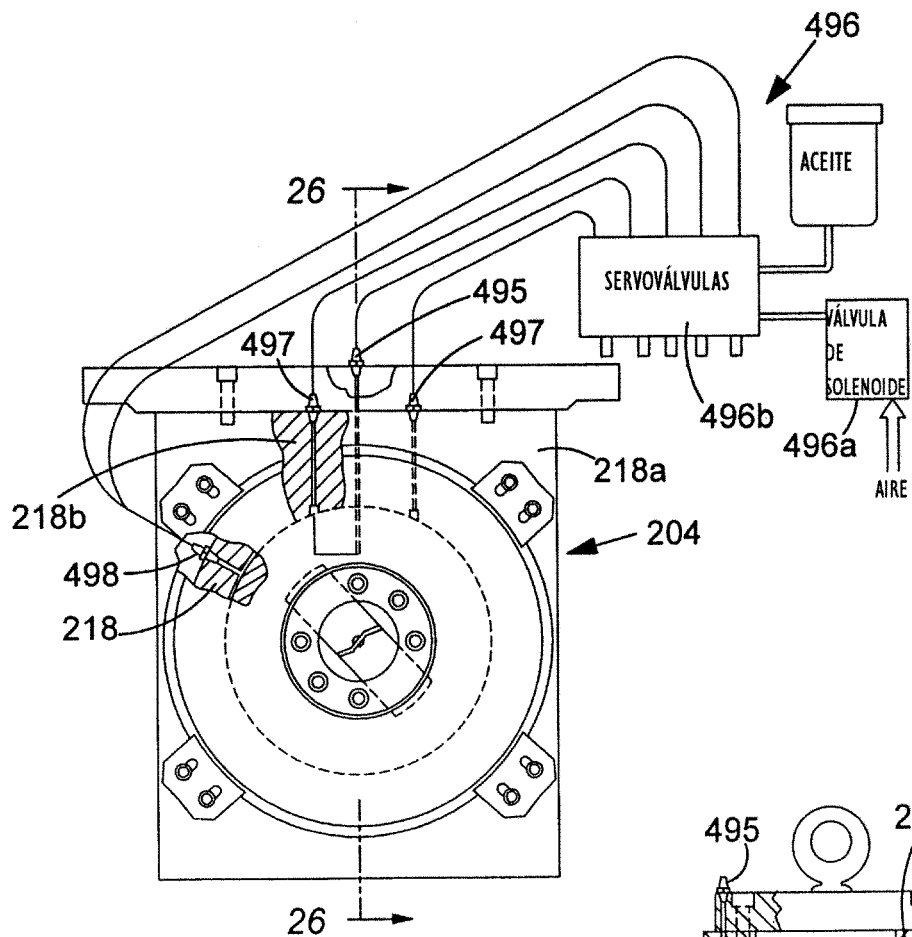


FIG. 25

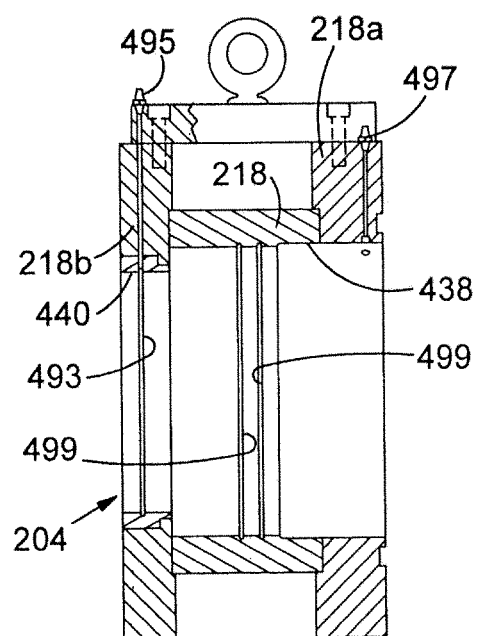
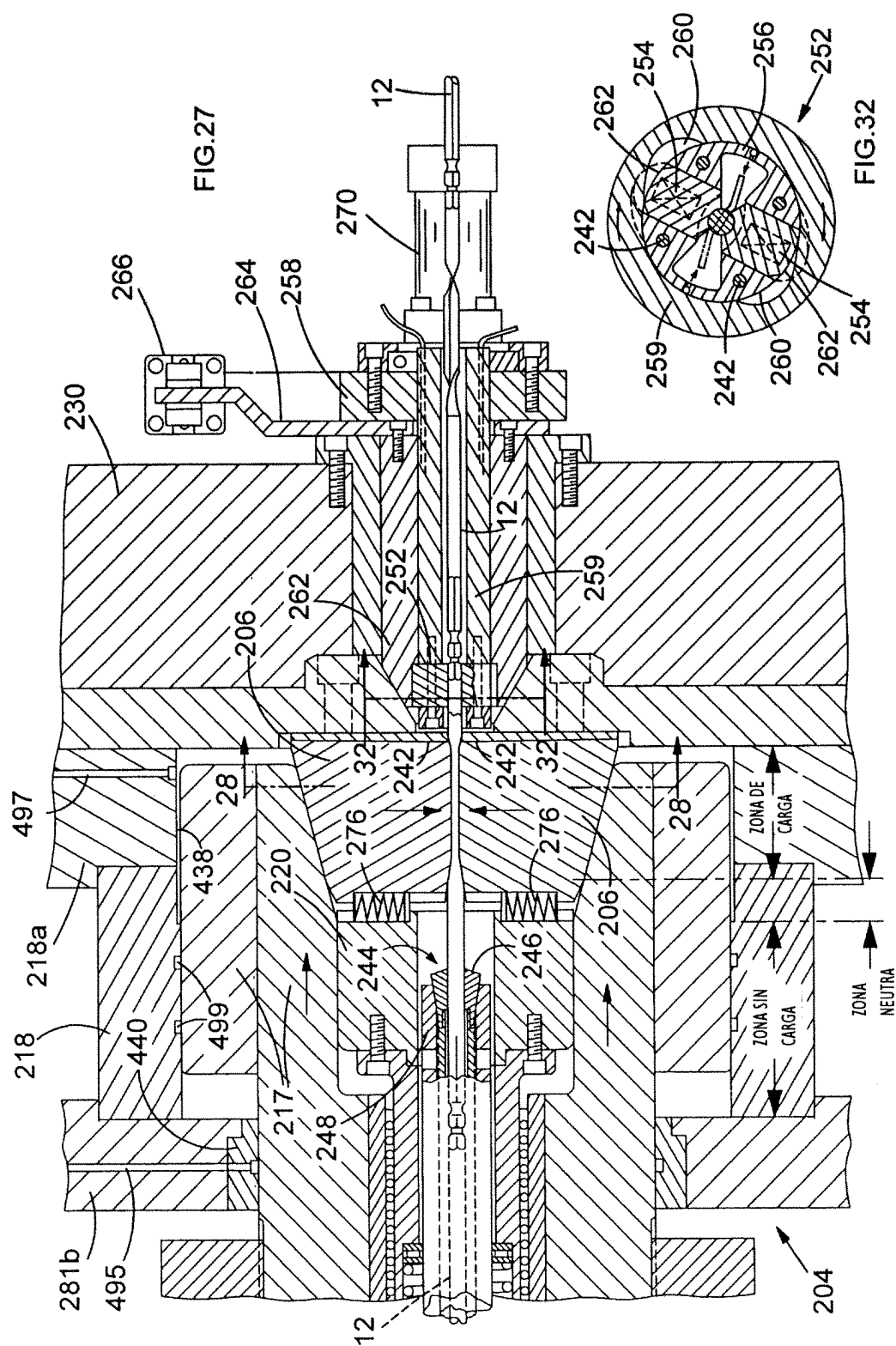


FIG. 26



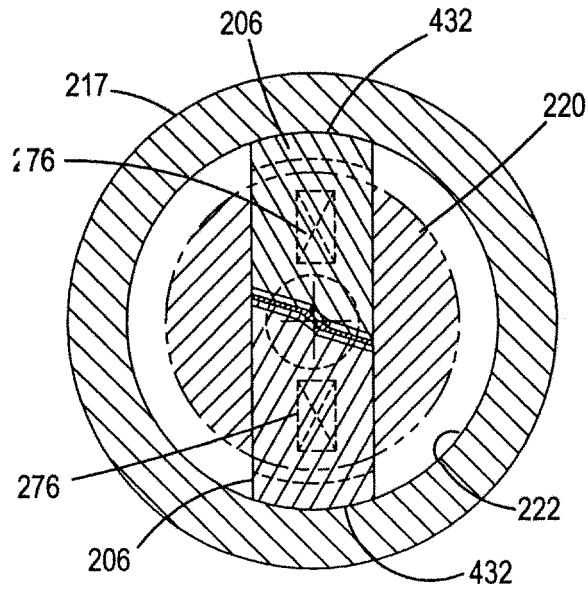


FIG. 28

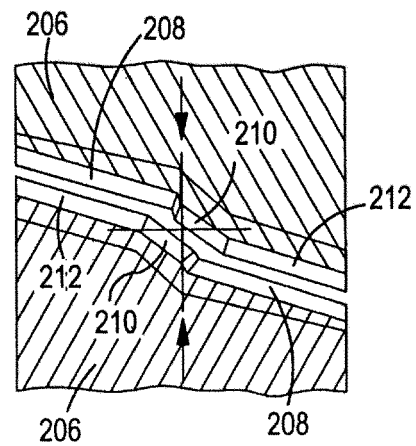


FIG. 29

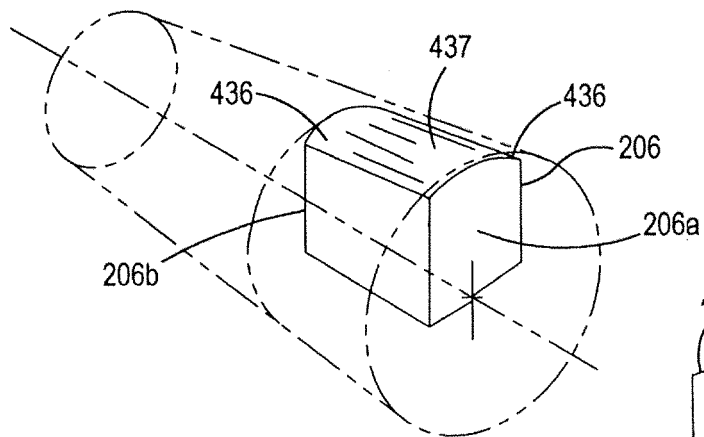


FIG. 30

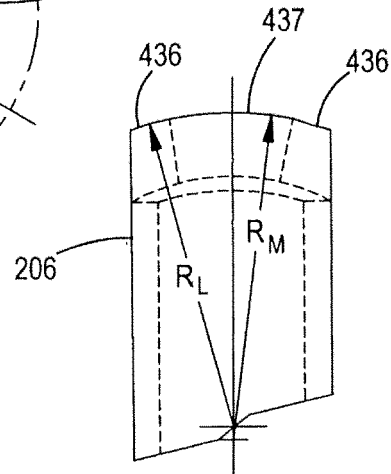
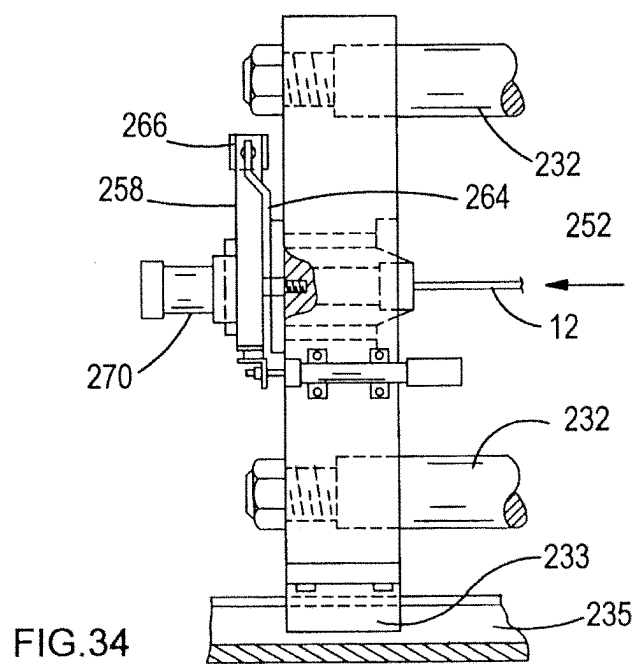
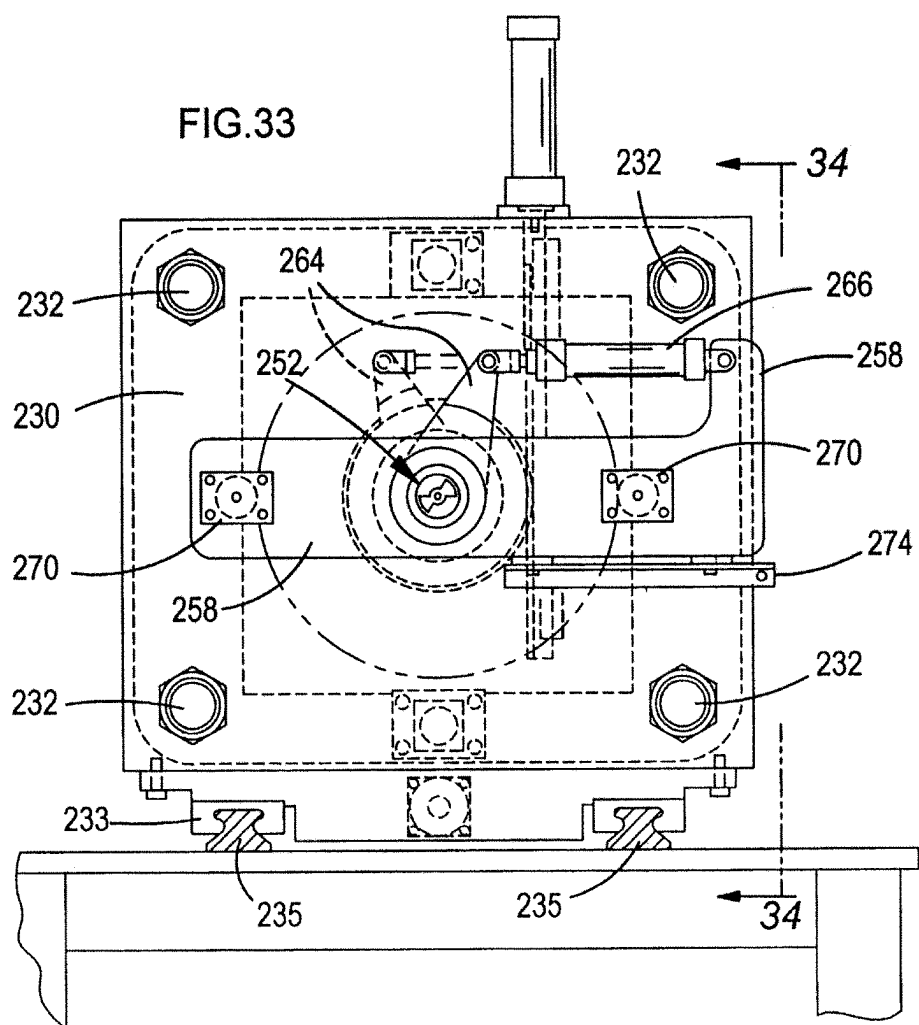
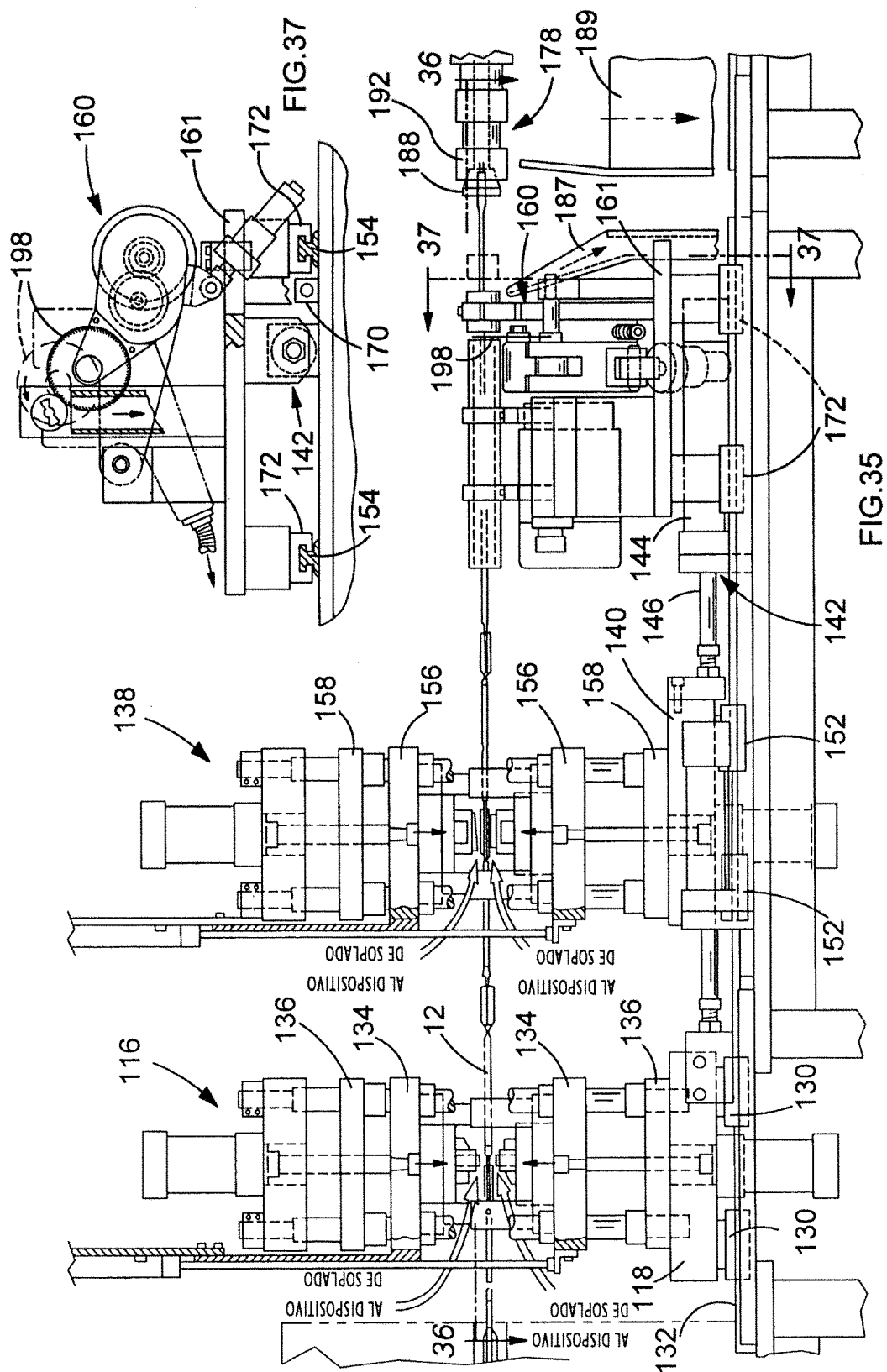


FIG. 31





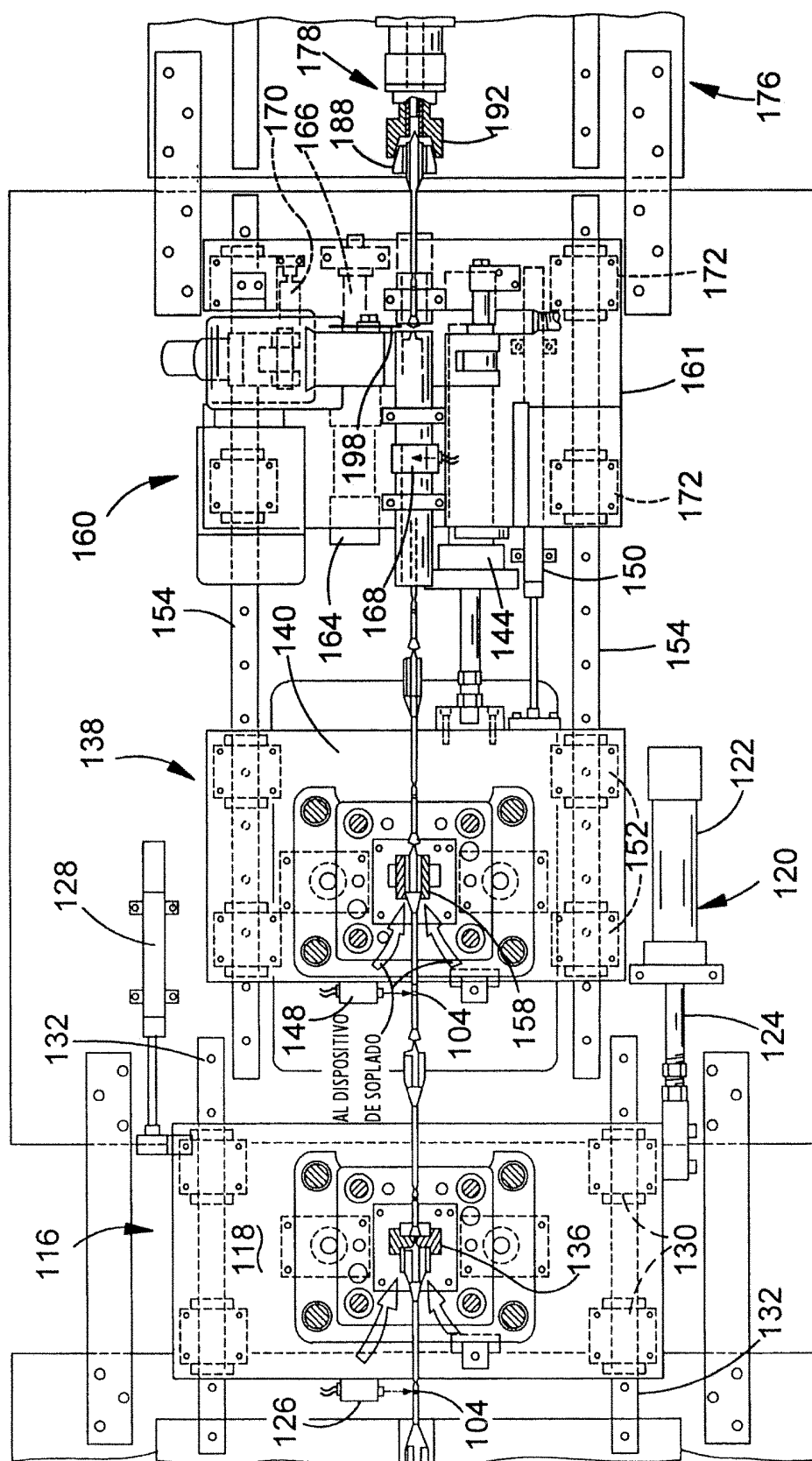
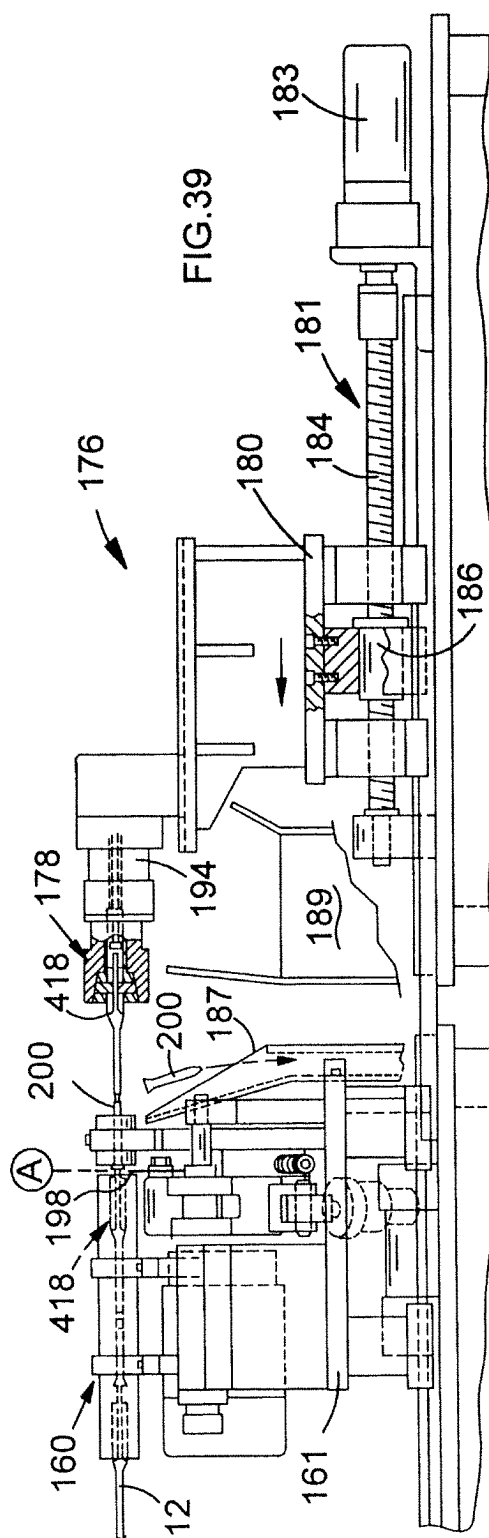
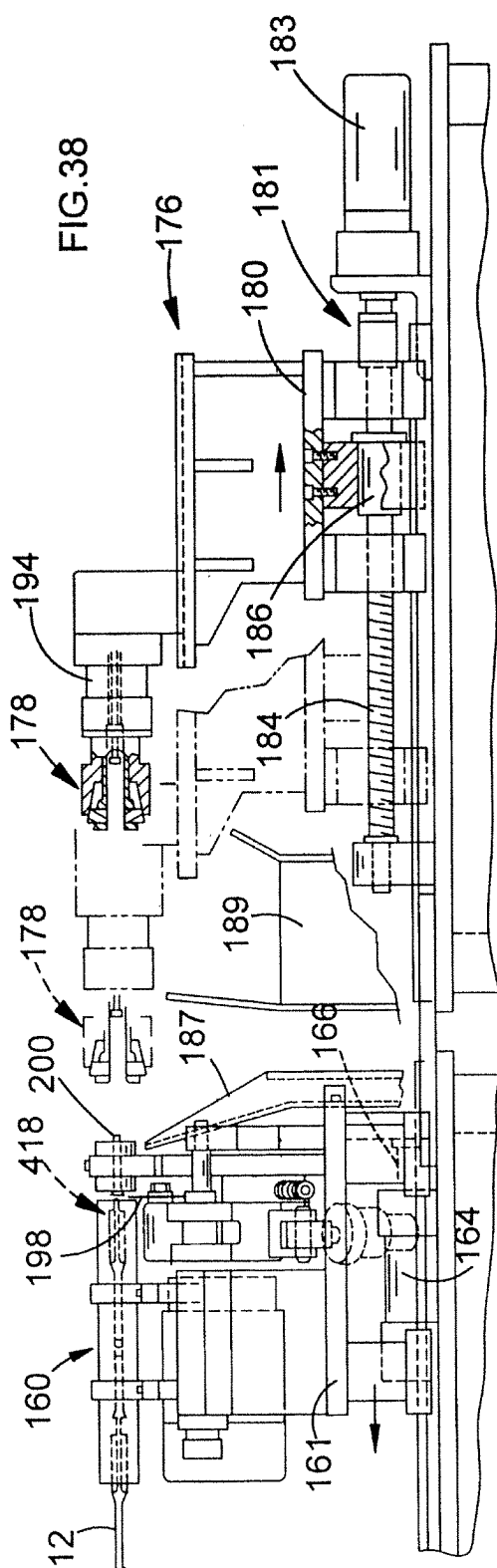
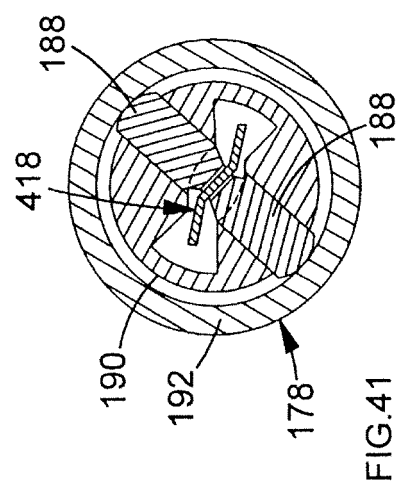
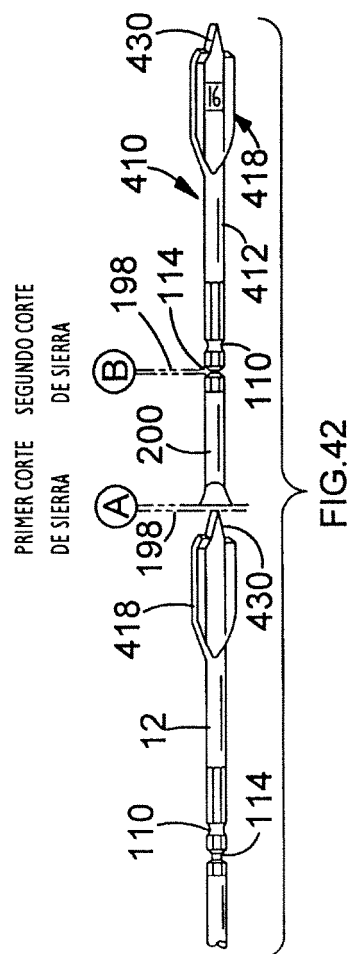
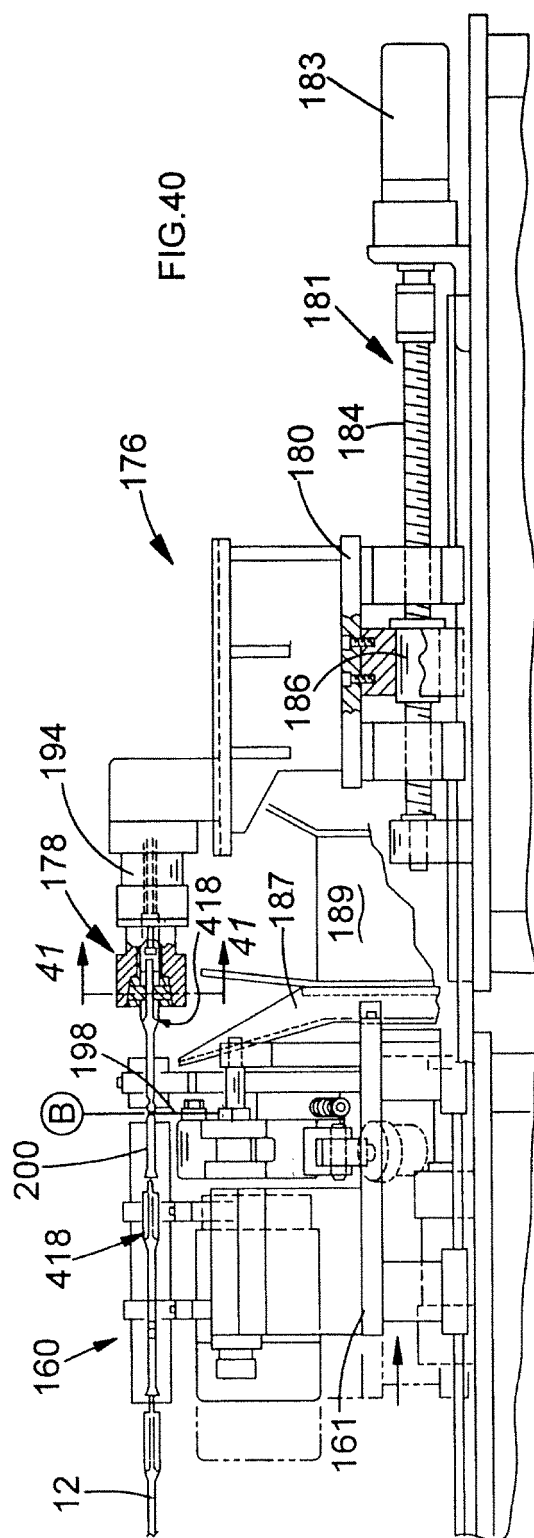


FIG. 36





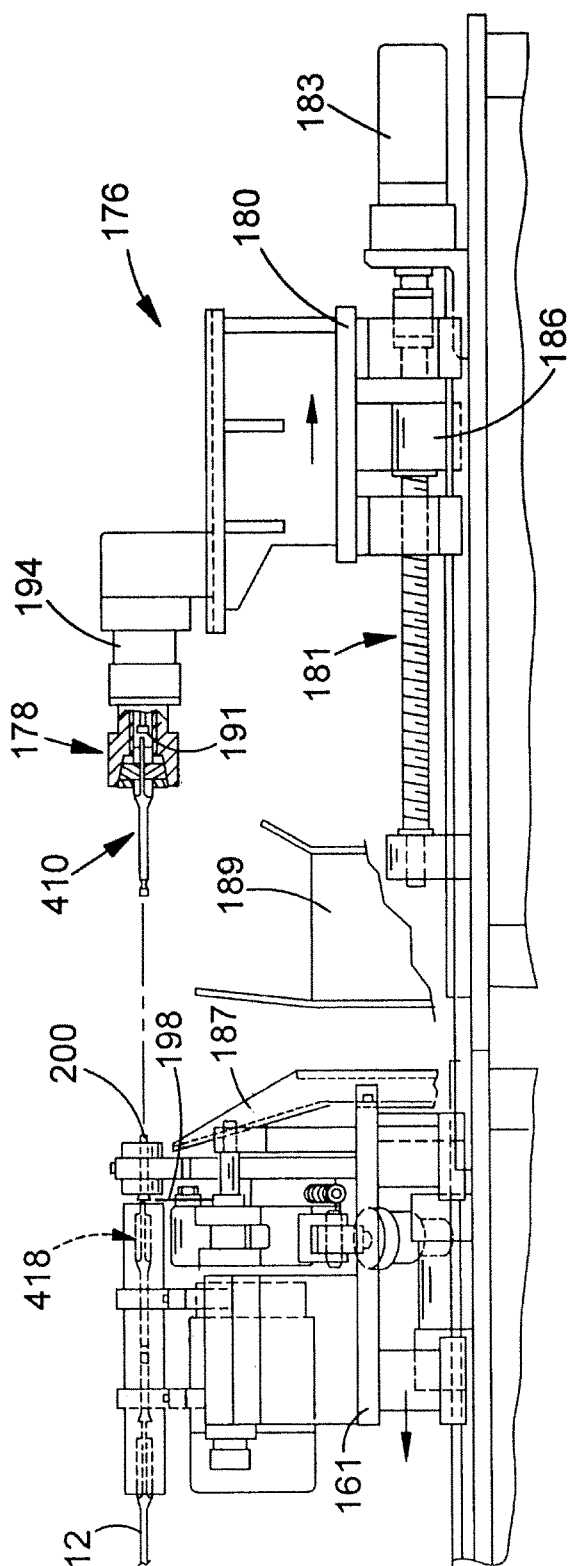


FIG. 43

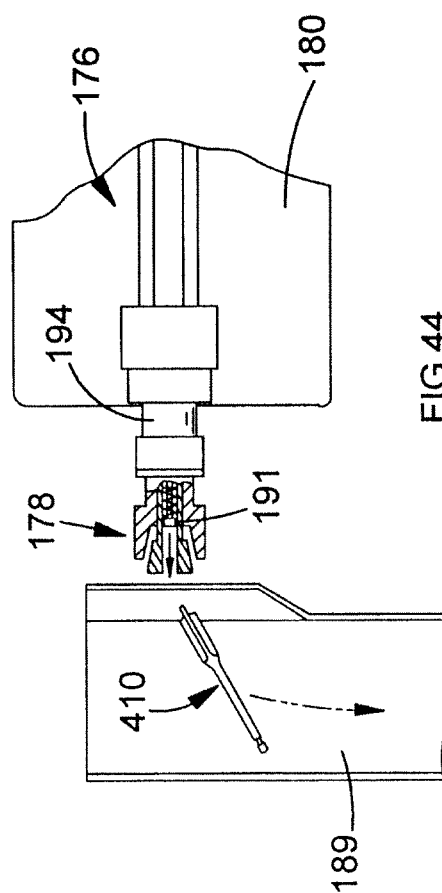
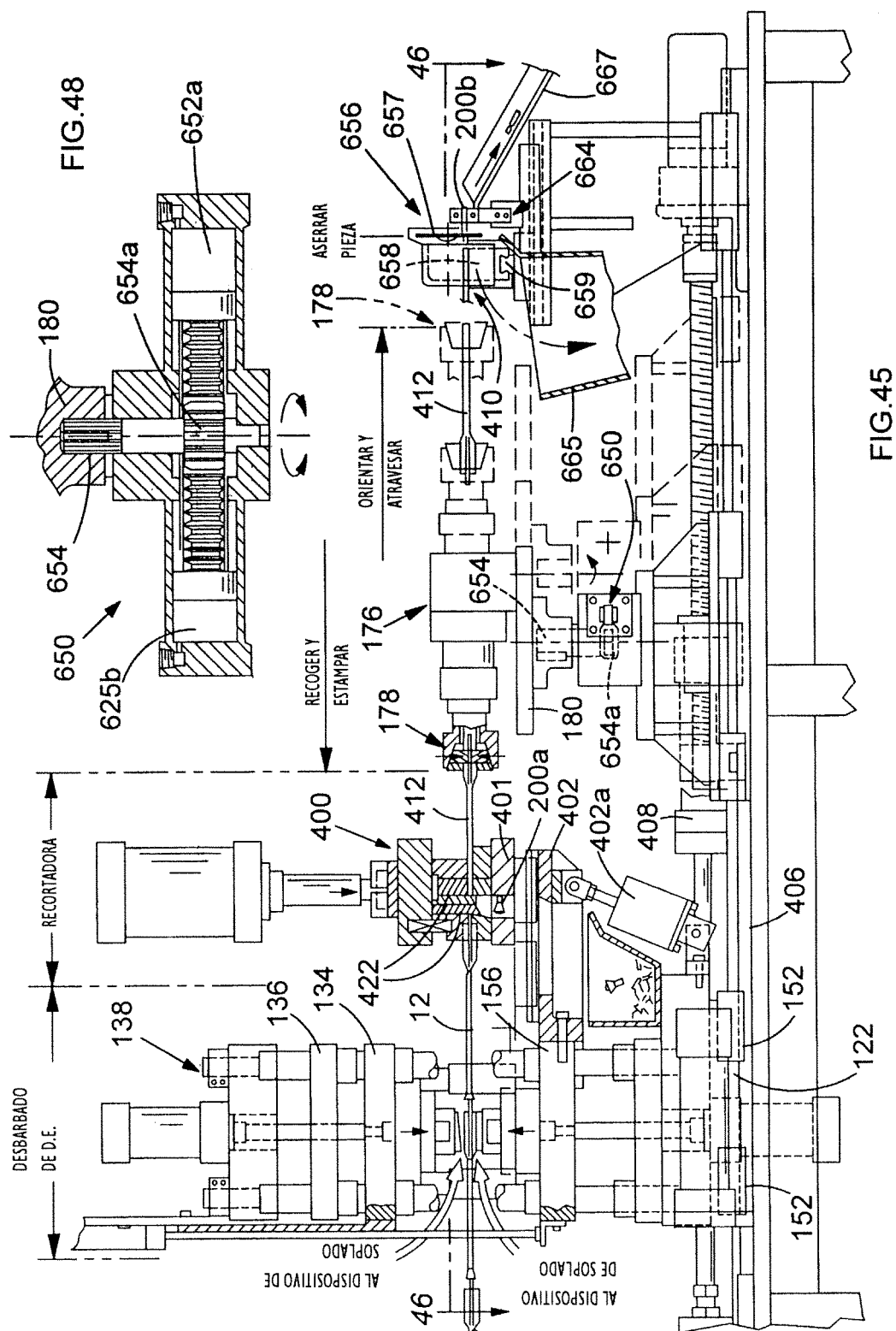
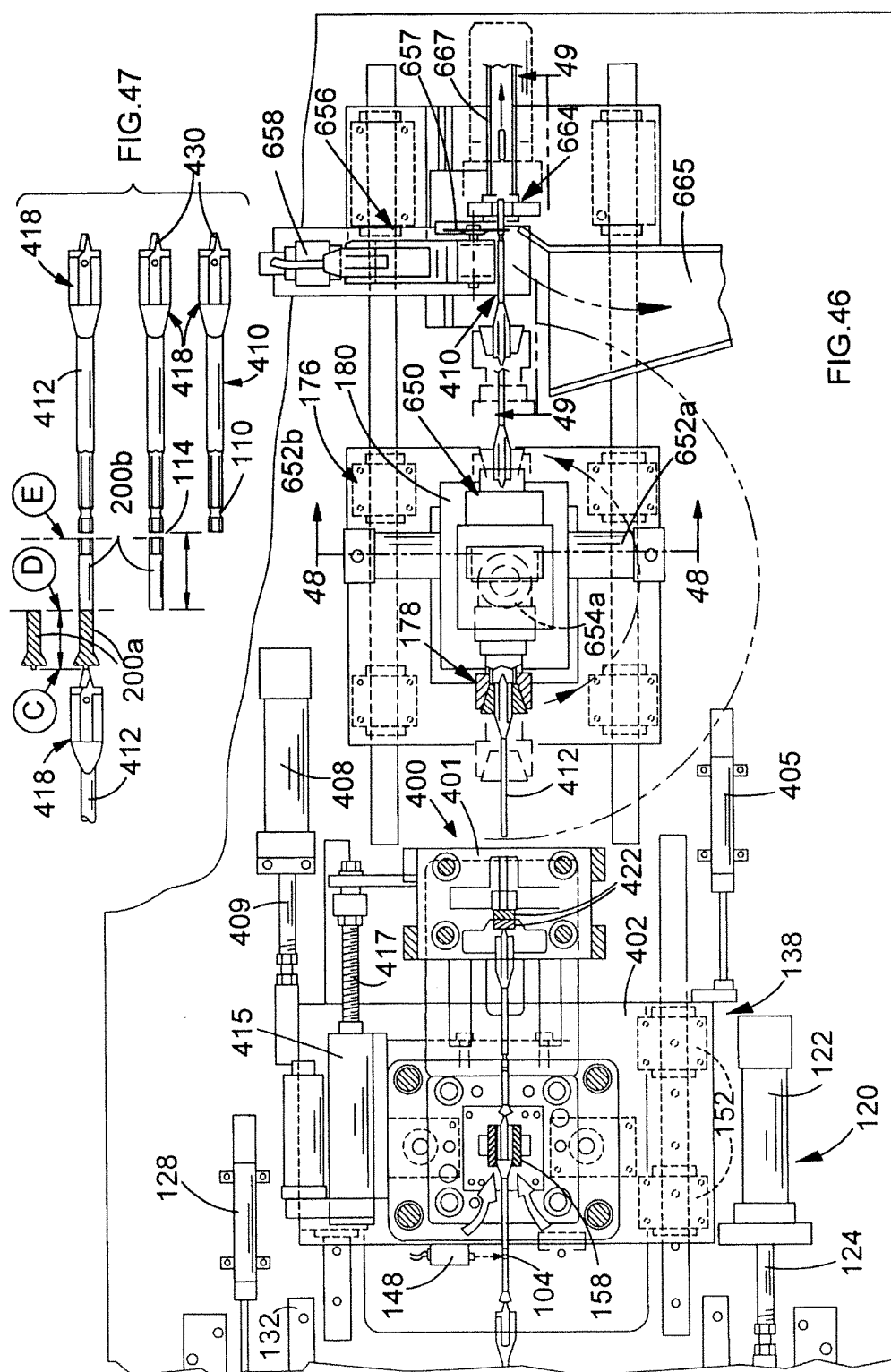
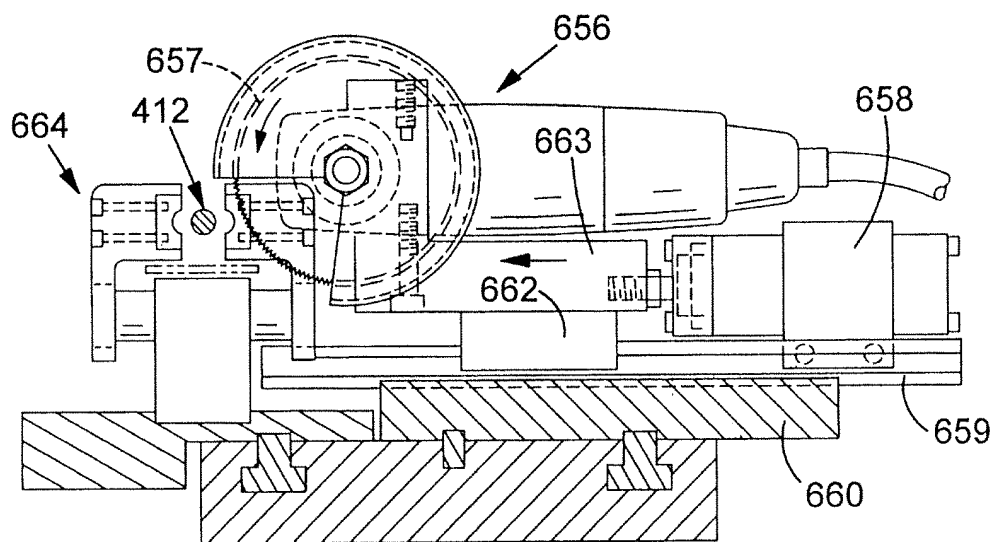
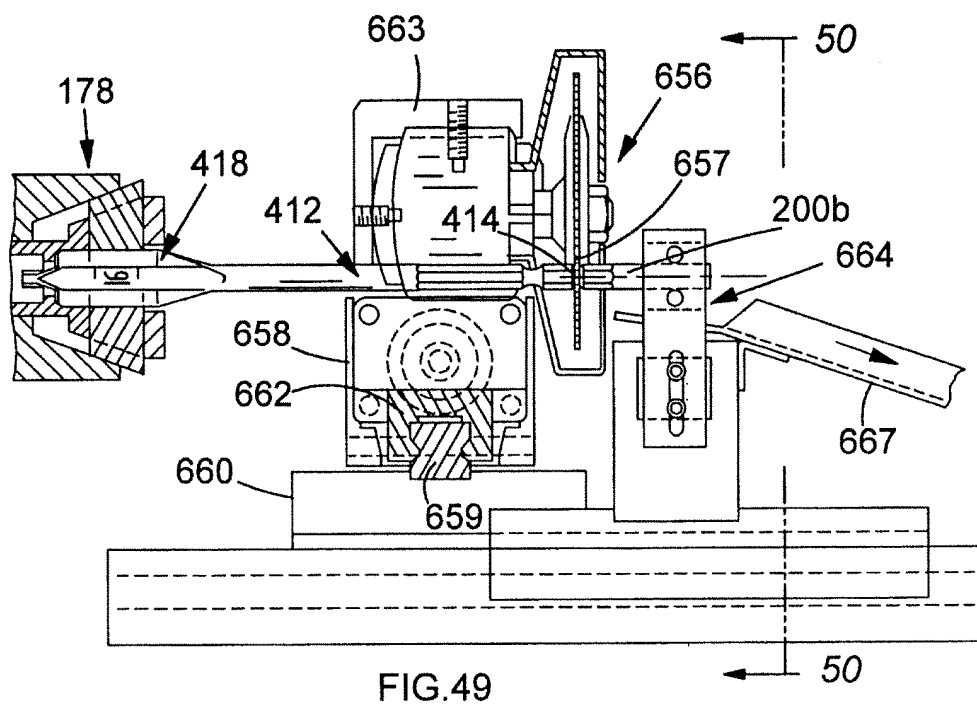


FIG. 44







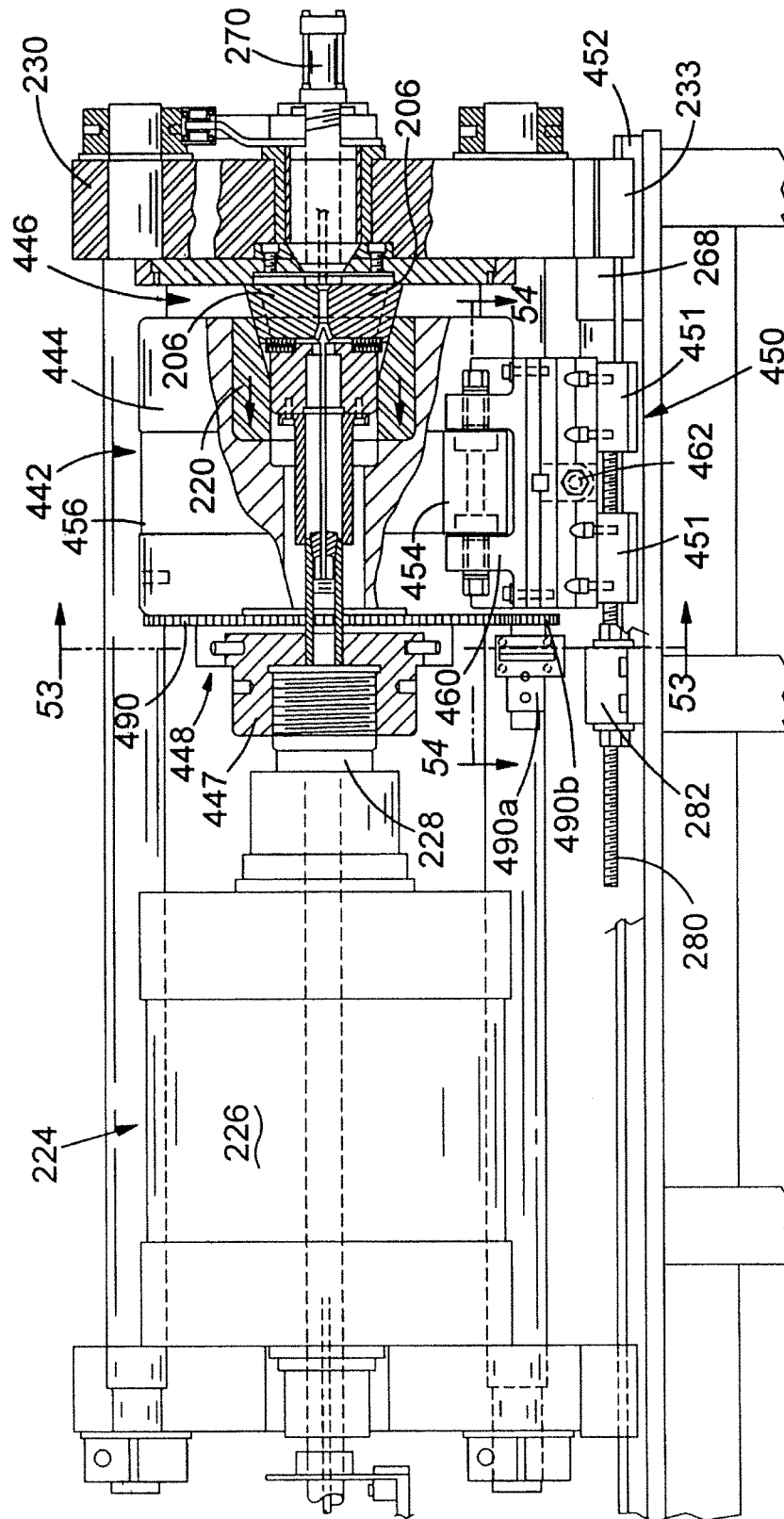


FIG. 51

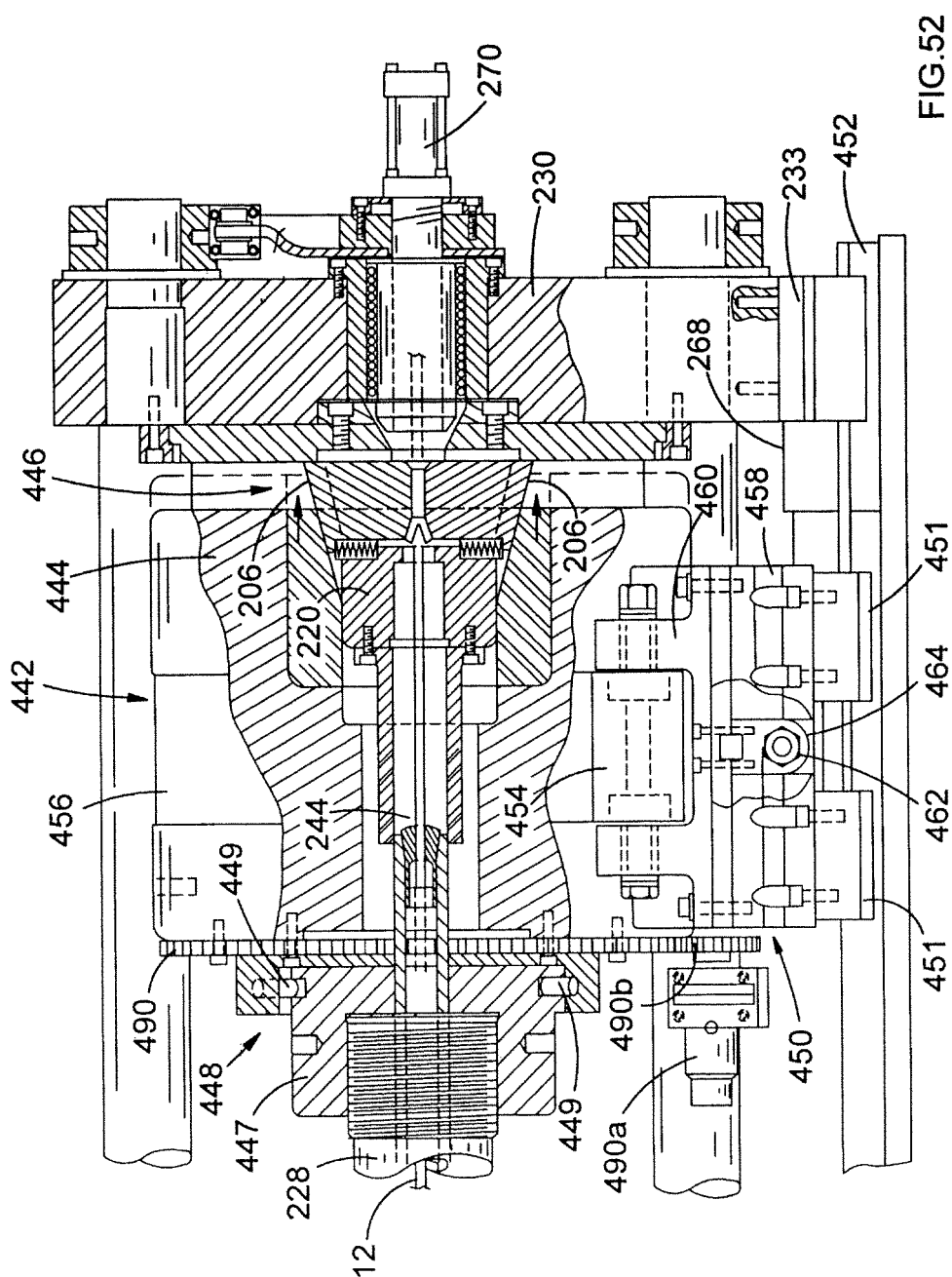


FIG. 52

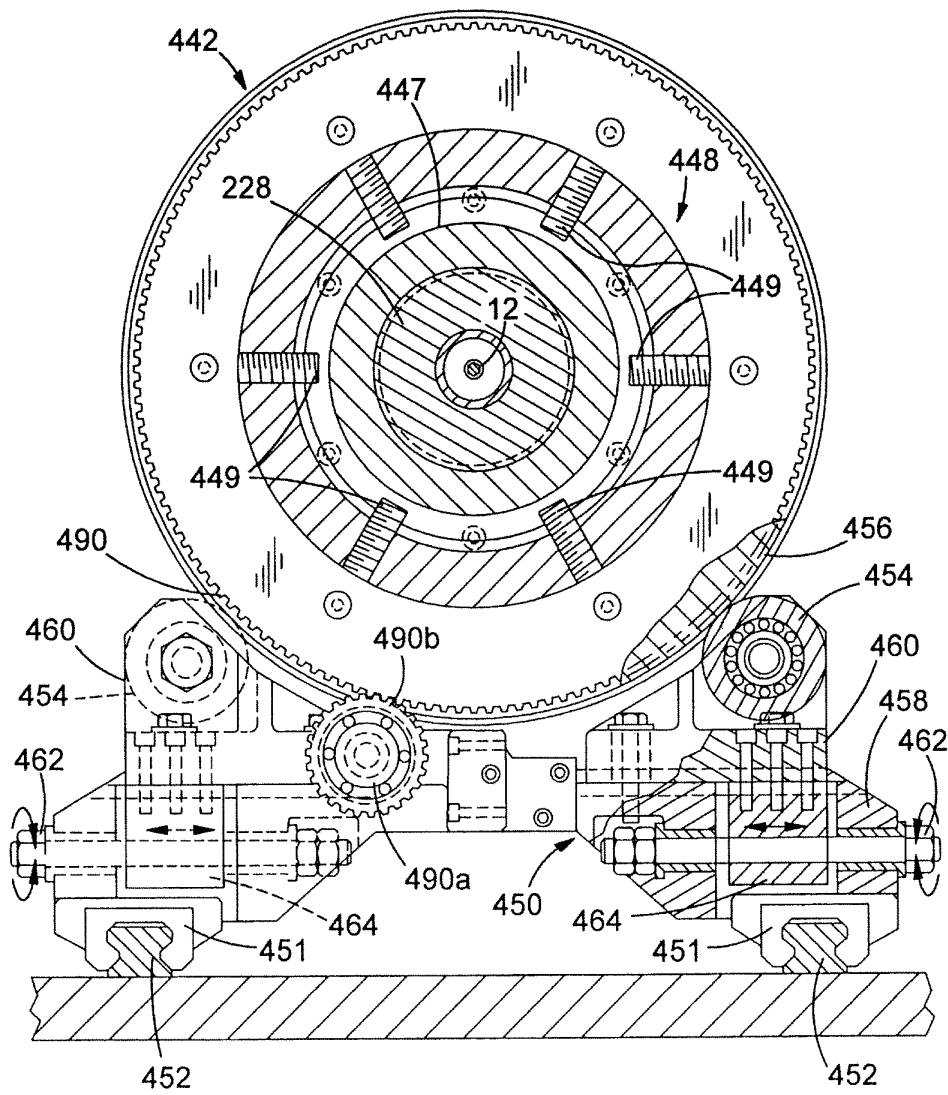
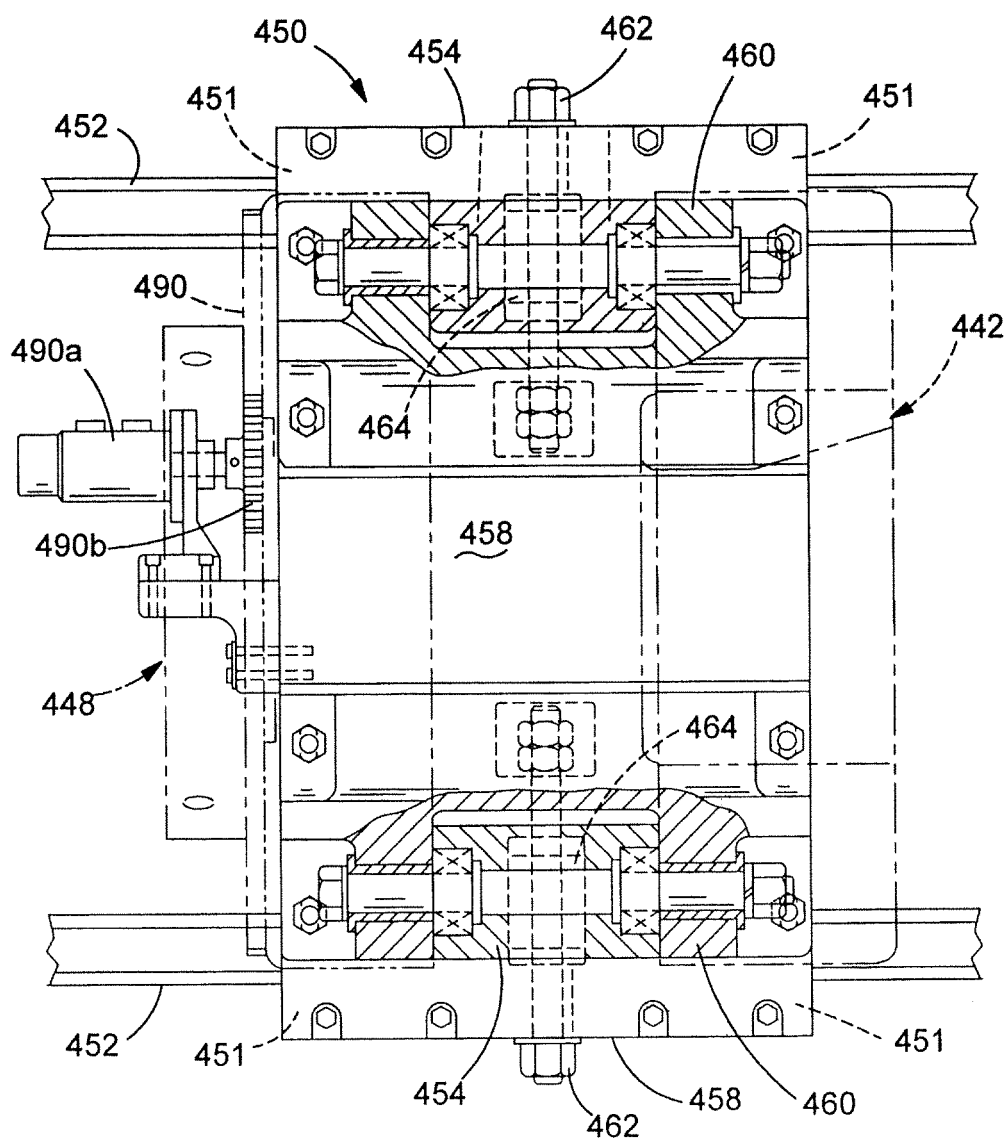


FIG.53



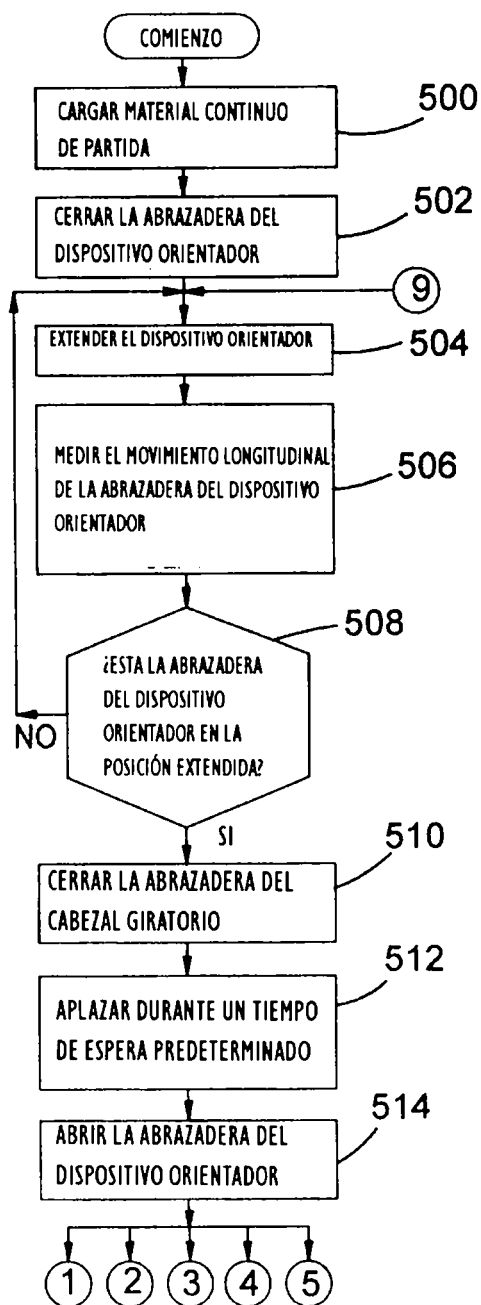


FIG.55A

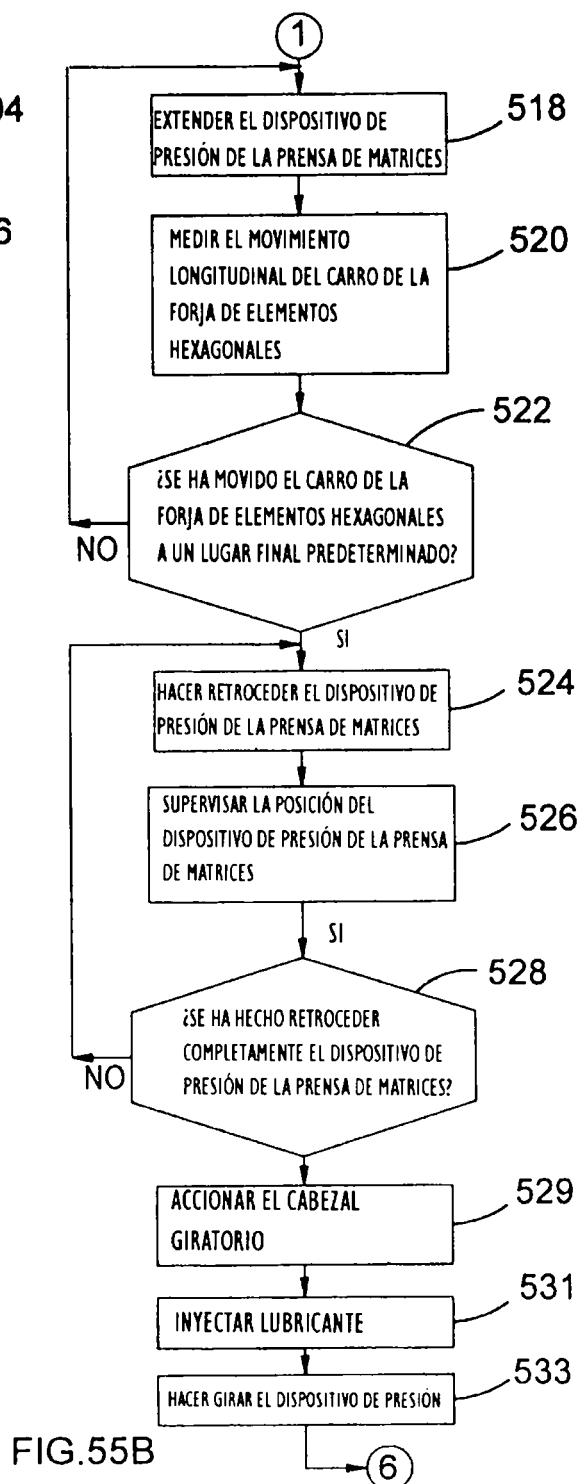


FIG.55B

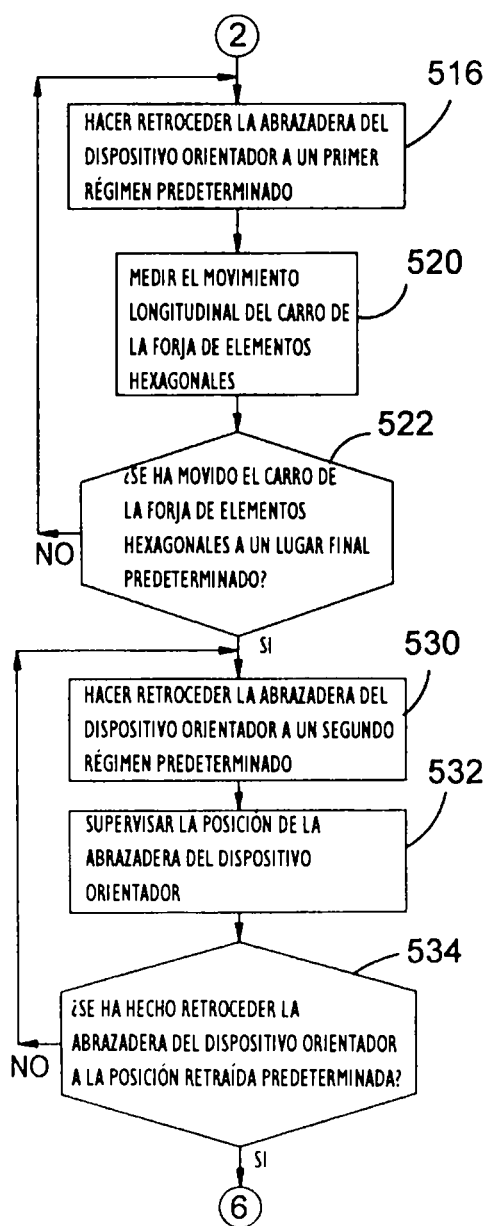


FIG.55C

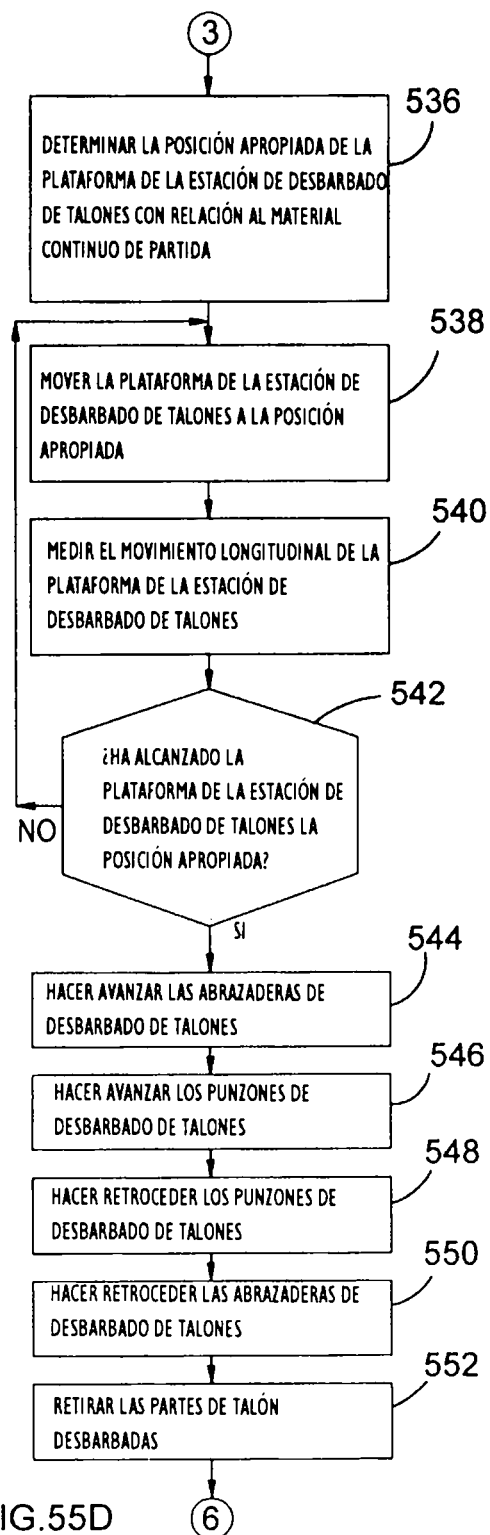
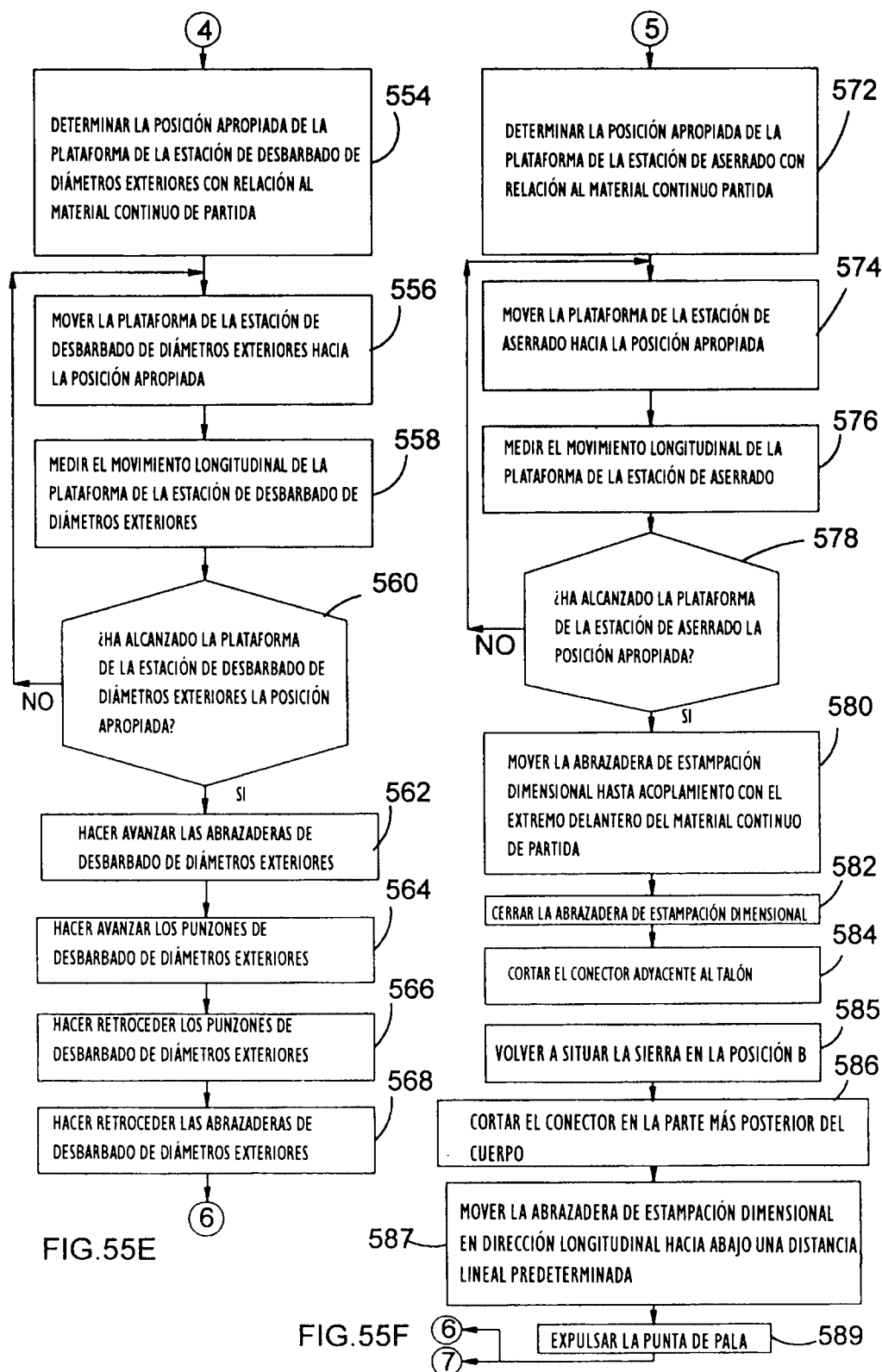


FIG.55D



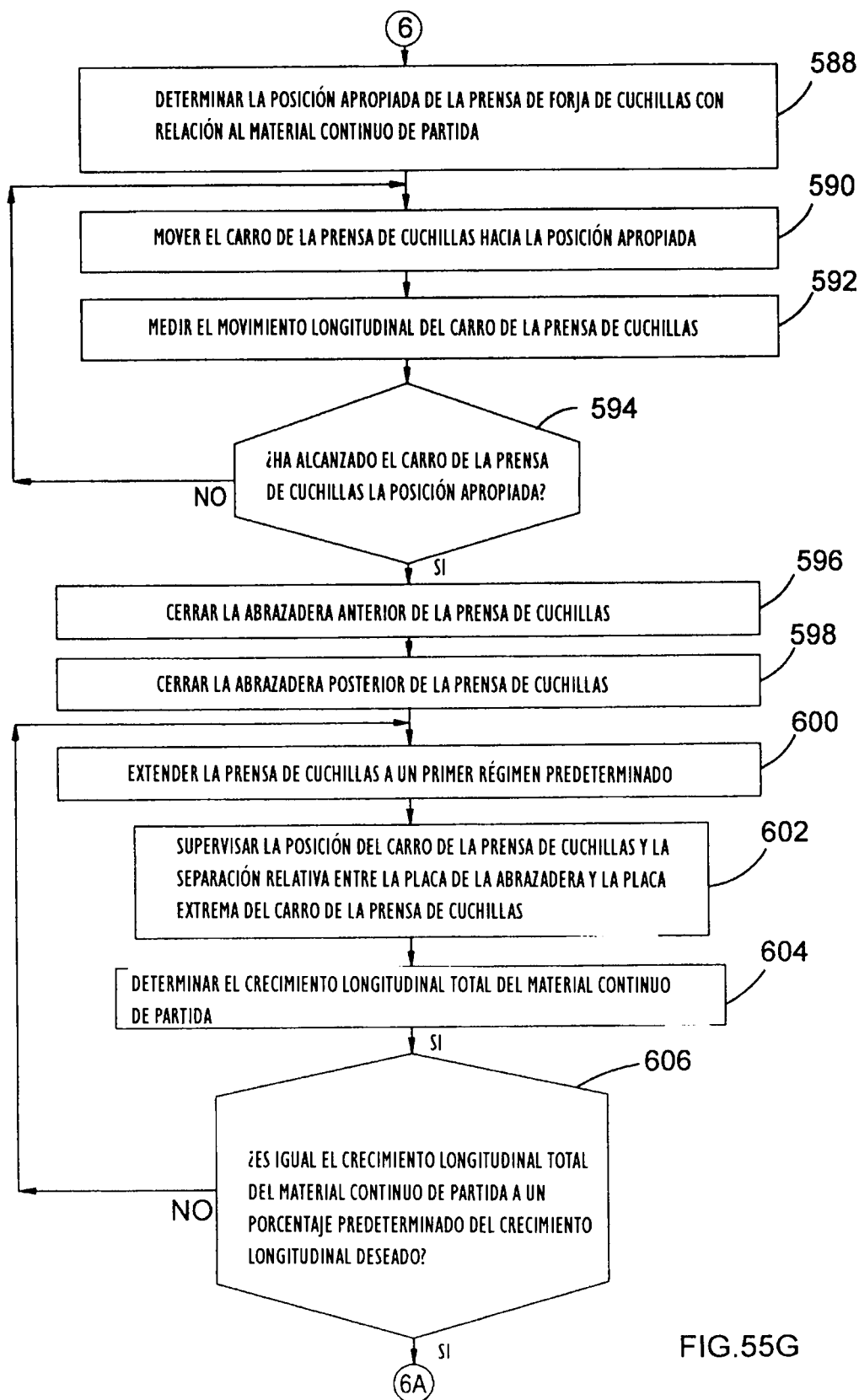
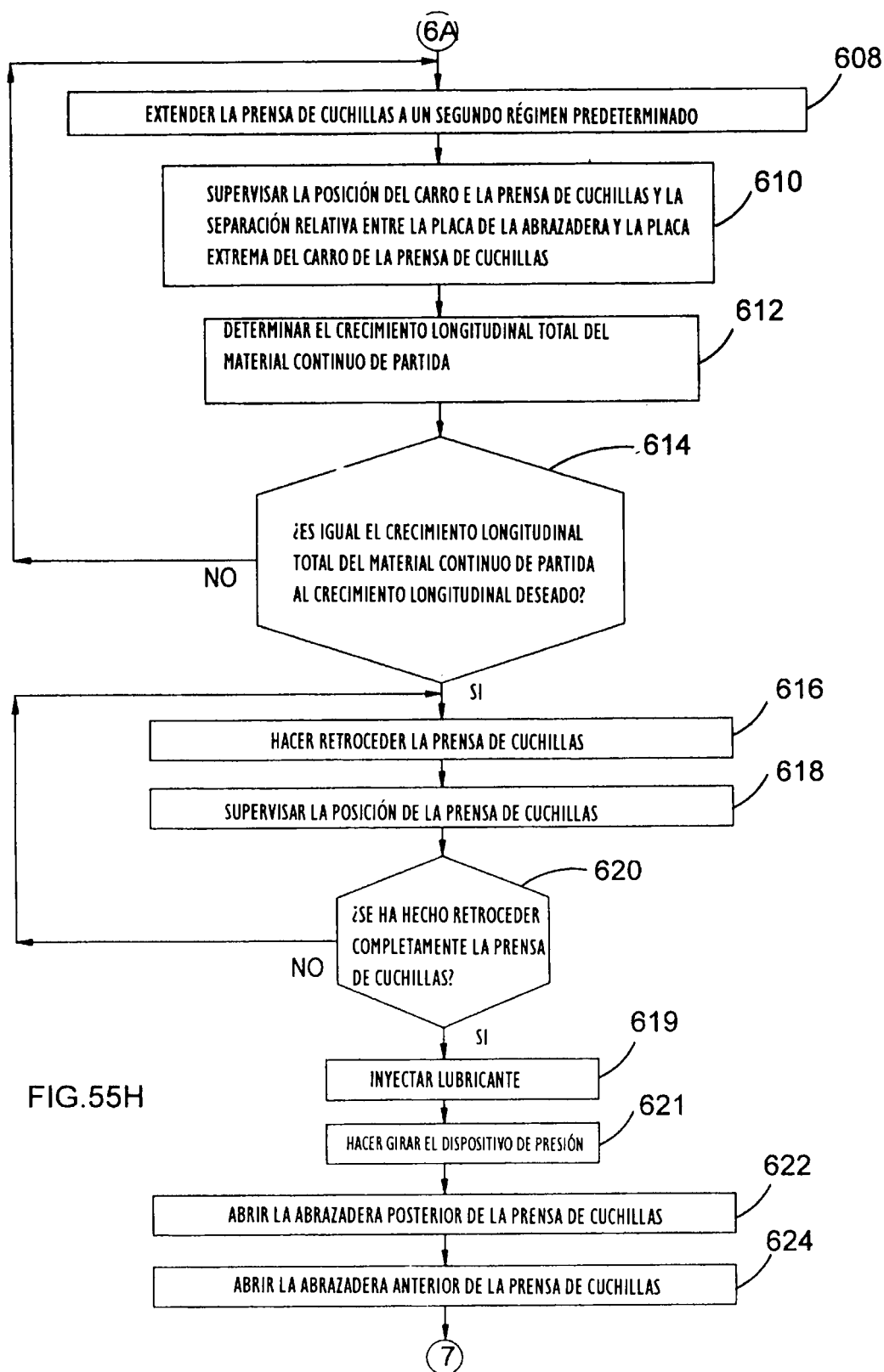


FIG. 55G



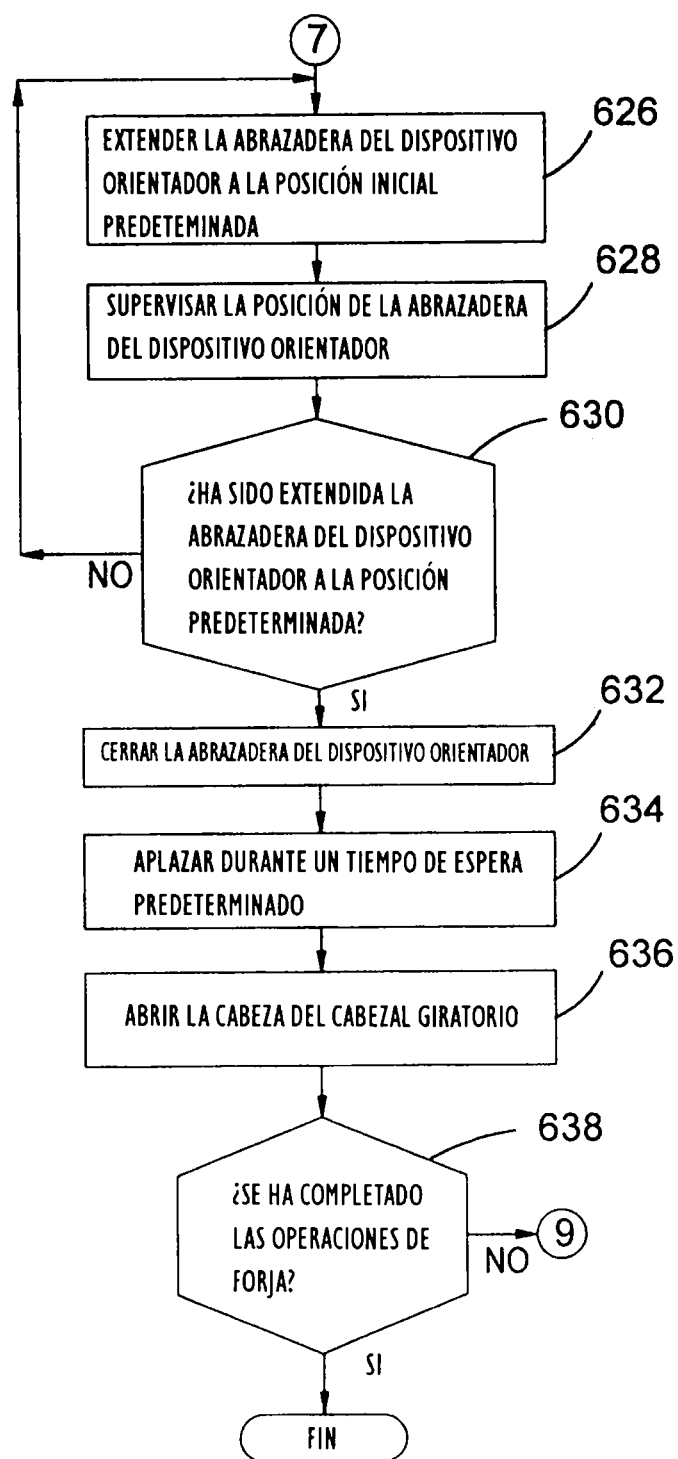


FIG.55I