

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 865 552**

51 Int. Cl.:

**A01C 5/06** (2006.01)

**G01B 17/00** (2006.01)

**A01C 7/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2017 PCT/US2017/043565**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.01.2018 WO18018050**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2017 E 17832024 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.03.2021 EP 3487281**

54 Título: **Aparato de detección de profundidad de surco agrícola**

30 Prioridad:

**22.07.2016 US 201662365585 P**

**28.04.2017 US 201762491707 P**

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

**15.10.2021**

73 Titular/es:

**PRECISION PLANTING LLC (100.0%)  
23207 Townline Road  
Tremont, IL 61568, US**

72 Inventor/es:

**SWANSON, TODD;  
KOCH, DALE;  
VACCARI, ADAM;  
TRAVIS, DEXTER;  
HARMAN, REID;  
STRNAD, MICHAEL y  
HODEL, JEREMY**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 865 552 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Aparato de detección de profundidad de surco agrícola

**5 Antecedentes**

En los últimos años, los agricultores han reconocido la necesidad de seleccionar y mantener la profundidad de siembra apropiada para asegurar el entorno apropiado para la semilla (por ejemplo, temperatura y humedad) y la emergencia de las semillas. Para mejorar las prácticas agronómicas, también sería deseable que el agricultor entendiese la relación entre la profundidad de siembra real y los criterios de medición, tales como la emergencia y la producción. Las sembradoras agrícolas convencionales incluyen solamente aparatos para ajustar una profundidad de siembra máxima, que es posible que no se mantenga durante la operación debido a las condiciones de la tierra o la insuficiente presión hacia abajo ejercida en la unidad de hilera de sembradora. En la Patente de Estados Unidos publicada número US2015/0289438 se describe un sensor de profundidad con un brazo de pivote que tiene dedos izquierdo y derecho de enganche en tierra, donde el brazo de pivote está conectado pivotantemente a un sensor de desplazamiento angular montado en una ménsula en una unidad de hilera o en un afirmador de semillas. Los dedos de enganche en tierra enganchan la superficie de la tierra a ambos lados del surco de semilla. Cuando cambia la profundidad del surco de semilla, el brazo de pivote gira produciendo un cambio de señal en el sensor de desplazamiento angular. Aunque este sistema proporciona una buena medición, es deseable aumentar la exactitud y/o la durabilidad del sistema.

US-2013/0104785 describe un sistema para el ajuste remoto de una unidad de hilera, incluyendo el sistema un sensor acoplado a un bastidor y que es dirigido hacia abajo hacia la tierra y el surco abierto en ella, sirviendo el sensor para detectar la profundidad del surco. US-2014/0303854 describe una unidad de hilera de sembradora con un afirmador de semillas para mejorar el contacto de la semilla con la tierra, y un sensor de profundidad para medir la altura de una pared lateral del surco de semilla. La invención se define por las reivindicaciones anexas.

**Breve descripción de los dibujos**

- 30 La figura 1 es una vista en alzado lateral derecha de una realización de una unidad de hilera agrícola.
- La figura 2 es una vista en alzado lateral derecha de otra realización de una unidad de hilera agrícola con algunos componentes quitados para claridad.
- 35 La figura 3 es una vista en perspectiva de la unidad de hilera agrícola de la figura 2.
- La figura 4 es una vista en perspectiva de la unidad de hilera agrícola de la figura 2 con una rueda de calibre derecha quitada para claridad.
- 40 La figura 5 es una vista parcial en alzado lateral derecha ampliada de la unidad de hilera agrícola de la figura 2.
- La figura 6 es una vista en alzado posterior de la unidad de hilera agrícola de la figura 5.
- 45 La figura 7A es una vista en alzado de una realización de un afirmador de semillas que tiene un objetivo ultrasónico.
- La figura 7B es una vista en alzado de una realización de un afirmador de semillas que tiene un transmisor ultrasónico que apunta a un objetivo montado en una unidad de hilera.
- 50 La figura 7C es una vista en alzado de una realización de un afirmador de semillas sin un objetivo ultrasónico en uso con un transmisor ultrasónico montado en una unidad de hilera.
- La figura 8 es una vista en perspectiva parcial de una realización de un afirmador de semillas que tiene un objetivo ultrasónico dispuesto en una superficie superior del afirmador de semillas.
- 55 La figura 9 es una ilustración representativa de señales generadas por un sensor ultrasónico.
- Las figuras 10A-10C son vistas en planta superior que representan diferentes realizaciones de afirmadores de semillas con sensores ultrasónicos.
- 60 La figura 11A es una vista en perspectiva de una realización de un afirmador de semillas con transceptores ultrasónicos soportados en un brazo transversal encima del afirmador de semillas.
- La figura 11B es una vista en alzado del afirmador de semillas de la figura 11A representado en un surco de semilla con los sensores de dedo dispuestos en cada lado del surco de semilla.

La figura 11C es una vista en perspectiva de una realización de un afirmador de semillas con transceptores ultrasónicos soportados en un brazo transversal encima del afirmador de semillas y montados en la unidad de hilera.

La figura 12A-1 es una vista en perspectiva de un afirmador de semillas con un primer ejemplo de sensor de dedo.

La figura 12A-2 es una vista en alzado del afirmador de semillas de la figura 12A-1 representado en un surco de semilla con los sensores de dedo dispuestos en cada lado del surco de semilla.

Las figuras 12B-12F son vistas en perspectiva de un afirmador de semillas con ejemplos alternativos de sensores de dedo.

La figura 13A es una vista en perspectiva de un ejemplo de un afirmador de semillas con sensores laterales.

La figura 13B es una vista en alzado del afirmador de semillas de la figura 13A representado en un surco de semilla.

La figura 13C es una vista en perspectiva de un ejemplo de un afirmador de semillas con sensores laterales dispuestos en una pared que es empujada hacia una pared lateral de un surco de semilla.

La figura 13D es una vista en planta superior del ejemplo de afirmador de semillas de la figura 13C.

La figura 13E es una vista en perspectiva de otro ejemplo de un afirmador de semillas con sensores laterales similar a la figura 13C, pero con la pared unida a la parte inferior del afirmador de semillas.

La figura 13F es una vista en perspectiva de otro ejemplo de un afirmador de semillas con sensores laterales dispuestos en una pared convexa que es empujada hacia una pared lateral de un surco de semilla.

La figura 13G es una vista en planta superior del ejemplo de afirmador de semillas de la figura 13F.

La figura 14 ilustra esquemáticamente una realización de un sistema sensor de profundidad instalado en un tractor y sembradora.

La figura 15 es una realización de un acelerómetro dispuesto en un cuerpo de ajuste de profundidad o brazo de rueda de calibre.

La figura 16 es una realización de un acelerómetro dispuesto en un conjunto de ajuste de profundidad.

La figura 17 ilustra un proceso para controlar la profundidad del surco.

### Descripción detallada

Con referencia a los dibujos, donde números de referencia análogos designan partes idénticas o correspondientes en las distintas vistas, la figura 1 ilustra una realización de un implemento agrícola, por ejemplo, una sembradora, comprendiendo una barra de herramientas 8 en la que múltiples unidades de hilera 10 están montadas en relación transversalmente espaciada. En la realización representada, cada unidad de hilera 10 está montada en la barra de herramientas por una disposición de brazos paralelos 16 de tal manera que la unidad de hilera pueda trasladarse verticalmente con respecto a la barra de herramientas. Un accionador 18 está montado pivotantemente en la barra de herramientas 8 y la disposición de brazos paralelos 16 y está configurado para aplicar presión suplementaria hacia abajo a la unidad de hilera 10.

La unidad de hilera 10 incluye un bastidor 14 que soporta un conjunto de discos de apertura 60, un conjunto de ruedas de calibre 50 y un conjunto de cierre 40. El conjunto de discos de apertura 60 incluye dos discos de apertura inclinados 62 montados de forma rodante en una espiga que se extiende hacia abajo 15 del bastidor 14. Los discos de apertura 62 están dispuestos para abrir un surco de semilla en forma de v 3 en la superficie de la tierra 7 cuando la unidad de hilera avanza hacia delante a través del campo. El conjunto de ruedas de calibre 50 incluye dos ruedas de calibre 52 montadas pivotantemente en cualquier lado del bastidor 14 por dos brazos de rueda de calibre 54 con las ruedas de calibre 52 dispuestas para rodar a lo largo de la superficie de la tierra 7. Un conjunto de ajuste de profundidad 90 está montado pivotantemente en el bastidor 14 en un pivote 92. El conjunto de ajuste de profundidad 90 engancha con los brazos de rueda de calibre 54 para limitar el recorrido hacia arriba de los brazos de rueda de calibre 54, limitando así la profundidad del surco abierto por el conjunto de discos de apertura 60. El conjunto de cierre 40 está acoplado pivotantemente al bastidor 14 y está configurado para mover la tierra devolviéndola al surco de semilla 3.

Siguiendo haciendo referencia a la figura 1, las semillas 5 están en comunicación desde una tolva 12 a un medidor de semillas 30 configurado para singularizar las semillas suministradas. El medidor de semillas 30 puede ser un medidor del tipo de vacío, tal como el descrito en la publicación internacional número WO2012/129442 o cualquier otro medidor de semillas conocido en la técnica. En la operación, el medidor de semillas 30 dispensa semillas

singularizadas al tubo de semillas 32 que comunica las semillas singularizadas hacia abajo y hacia atrás antes de depositar las semillas en el surco de semilla 3.

Pasando a las figuras 2-6, el conjunto de ajuste de profundidad 90 se ilustra con más detalle. El conjunto de ajuste de profundidad 90 incluye un balancín 95 (figuras 4-5) montado pivotantemente en un cuerpo de ajuste de profundidad 94. El cuerpo de ajuste de profundidad 94 está montado pivotantemente en el bastidor de unidad de hilera 14 alrededor del pivote 92. Una palanca 98 es recibida preferiblemente de forma deslizante dentro del cuerpo de ajuste de profundidad 94 de tal manera que el usuario pueda enganchar y desenganchar selectivamente la palanca con una de una pluralidad de ranuras de ajuste de profundidad 97 (figura 6) formadas dentro del bastidor de unidad de hilera 14. En la operación, el recorrido hacia arriba de las ruedas de calibre 52 es limitado por contacto de los brazos de rueda de calibre 54 con el balancín 95. Cuando una de las ruedas de calibre, por ejemplo, la rueda de calibre izquierda 52-1, encuentra una obstrucción, el balancín 95 permite que el brazo de rueda de calibre izquierda 54-1 se desplace hacia arriba al mismo tiempo que baja la rueda de calibre derecha 52-2 el mismo desplazamiento absoluto de tal manera que la unidad de hilera 10 se eleve la mitad de la altura de la obstrucción.

#### Implementos de detección de profundidad

Los varios implementos agrícolas de detección de profundidad de surco 100 descritos más adelante e ilustrados en este documento utilizan un afirmador de semillas para simplicidad de la descripción y porque el afirmador de semillas es ya un implemento existente que se coloca en un surco de semilla. Sin embargo, el implemento de detección de profundidad de surco agrícola 100 puede utilizar cualquier herramienta o estructura que sea capaz de colocarse en un surco abierto en una superficie de la tierra para medir la profundidad del surco de tierra. Adicionalmente, aunque los implementos agrícolas de detección de profundidad de surco 100 se ilustran y describen en conexión con un surco de semilla formado por una unidad de hilera de sembradora, el implemento de detección de profundidad 100 puede disponerse en cualquier surco de tierra abierto en una superficie de la tierra por cualquier implemento, conjunto o herramienta. Consiguientemente, al surco en el que se dispone el implemento de detección de profundidad 100 puede hacerse referencia de forma intercambiable como un surco de tierra o surco de semilla.

#### Realizaciones del sensor ultrasónico

En una realización del implemento de detección de profundidad de surco agrícola 100 representado en la figura 7A, un afirmador de semillas 99, similar a las realizaciones del afirmador de semillas descritas en la Patente de Estados Unidos número 5.425.318, está provisto de un objetivo ultrasónico 710 dispuesto en el lado superior de una parte rígida del afirmador de semillas 99. La parte rígida del afirmador de semillas es cualquier lugar en el que un punto encima del afirmador de semillas permanece con relación a un punto en el extremo situado hacia atrás o de salida del afirmador de semillas. En la figura 7, para el afirmador de semillas representado, la parte rígida está en cualquier lugar entre A y B en el afirmador de semillas 99. El afirmador de semillas 99 puede ir montado en la unidad de hilera 10 como reconocen los expertos en la técnica.

En otra realización del implemento de detección de profundidad 100 representada en la figura 7B, el afirmador de semillas 99 está provisto de un transmisor ultrasónico 720 montado en el lado superior de una parte rígida del afirmador de semillas 99. Un objetivo ultrasónico 710 puede ir montado (por ejemplo, mediante un brazo 711) en la unidad de hilera 10 y apuntar al afirmador de semillas 99 para recibir una señal ultrasónica del transmisor ultrasónico 720. La finalidad de proporcionar un objetivo ultrasónico 710 es devolver una señal ultrasónica a un transmisor ultrasónico o recibir una señal ultrasónica.

El transmisor ultrasónico y el receptor ultrasónico pueden combinarse como un transeceptor. Puede usarse al menos un sensor ultrasónico en unión con el afirmador de semillas 99.

El objetivo ultrasónico 710 puede tener una forma única para devolver una señal única al sensor ultrasónico. Con referencia a la figura 8, una realización que proporciona una forma única es un bloque escalonado 810 que tiene tres alturas de escalón diferentes. Con el objetivo ultrasónico 710 que comprende un bloque escalonado 810, la señal generada y devuelta será inicialmente una zona de alta amplitud cuando la señal se genere por vez primera, luego habrá un período de amplitud baja antes de que se observen tres zonas de amplitud correspondientes a cada altura en el bloque escalonado 810 con una separación entre cada señal de retorno del bloque. El bloque escalonado 810 proporciona una señal de firma 910 que puede ser usada para medir la profundidad. La figura 9 es una ilustración representativa de la firma 910 de una señal de retorno para el sensor ultrasónico 710 que tiene tres niveles diferentes.

En otra realización de los implementos de detección de profundidad 100 representados en la figura 7C, un sistema de detección de profundidad está provisto de un afirmador de semillas 99 sin un objetivo ultrasónico 710. En esta realización, el sensor ultrasónico 1010 mide la distancia a la parte superior del afirmador de semillas 99 directamente con el sensor ultrasónico 1010 montado en la unidad de hilera 10 (por ejemplo, mediante un brazo 1011) y dirigido al afirmador de semillas 99.

Con referencia a las figuras 10A-10C, que son vistas en planta superior de las realizaciones de las figuras 7A-7C, respectivamente, puede haber adicionalmente un par de sensores ultrasónicos (1020-1, 1020-2) dispuestos en la unidad de hilera 10 con uno dirigido a la superficie de la tierra 7-1 adyacente a un lado del surco de tierra 3 y el otro dirigido a la superficie de la tierra 7-2 adyacente al otro lado del surco de tierra 3. En la figura 10A, el objetivo ultrasónico 710 está dispuesto en el lado superior del afirmador de semillas 99 y el transmisor/receptor 720 está dispuesto en la unidad de hilera 10 soportada por el brazo 711. En la figura 10B, el transmisor/receptor 720 está dispuesto en el lado superior del afirmador de semillas 99 y el objetivo ultrasónico 710 está dispuesto en la unidad de hilera 10 soportada por el brazo 711. En la figura 10C, el transceptor 1010 está dispuesto en la unidad de hilera 10 soportada por el brazo 1011 sin un objetivo en el afirmador de semillas 99. Proporcionando el par de sensores ultrasónicos 1020-1, 1020-2 en cada lado del surco de tierra 3 en unión con el sensor ultrasónico dispuesto en o sobre el afirmador de semillas, se obtienen tres mediciones que pueden ser usadas para determinar la profundidad del surco de tierra 3. Las mediciones de cada lado pueden ser promediadas o ponderadas para proporcionar una sola medición para referencia para la superficie de la tierra. Esto puede ser útil cuando hay residuos como se describe más adelante. La diferencia entre la medición para las superficies de tierra 7-1 y/o 7-2 al afirmador de semillas 99 puede ser usada para determinar la profundidad del surco de tierra 3.

En cualquiera de las realizaciones anteriores del implemento de detección de profundidad 100, hay un rango esperado de distancia entre una señal ultrasónica transmitida y el objeto al que se apunta. Puede haber residuos, por ejemplo, una piedra, un montón de suciedad o el tronco de una planta, junto al surco de tierra 3 que acortarán la distancia medida. En el caso del tronco de una planta, el tronco de una planta puede estar inclinado sobre el surco de tierra 3 e interponerse entre la señal ultrasónica que va o viene del afirmador de semillas 99. Cuando se recibe una señal que se traduce en una distancia fuera de un rango esperado, los datos relativos a dicha medición pueden ser desechados para no utilizar una medición no realista.

Se deberá apreciar que las ruedas de calibre 52 o las ruedas del conjunto de cierre 40 pueden producir una marca cerca de los lados del surco de tierra 3. Al medir la distancia a la tierra, esta distancia de marca puede tenerse en cuenta al montar los sensores 1020-1, 1020-2 en la unidad de hilera 10.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, pueden tomarse y promediarse múltiples mediciones para una posición dada. Por ejemplo, pueden tomarse y promediarse tres mediciones para una posición dada.

La figura 11A representa otra realización del implemento de detección de profundidad 100 que comprende un afirmador de semillas 99 con un brazo de montaje 1160 montado en la parte rígida del afirmador de semillas 99 y capaz de subir por encima del afirmador de semillas 99. El brazo de montaje 1160 soporta una parte transversal 1170 perpendicular al afirmador de semillas 99 y dimensionada de modo que los extremos exteriores de la parte transversal 1170 se extiendan sobre lados de surco adyacentes 7-1 y 7-2. Unos transceptores ultrasónicos 1120-1 y 1120-2 están dispuestos cerca de los extremos exteriores de la parte transversal 1170 y apuntan hacia abajo a lados adyacentes 7-1 y 7-2 del surco de tierra 3. Conociendo la posición del afirmador de semillas 99, los transceptores ultrasónicos 1120-1 y 1120-2 miden la distancia a los lados de surco adyacentes 7-1 y 7-2 de modo que puede calcularse la profundidad de la semilla en el surco de semilla 3. Alternativamente, puede ser necesario utilizar solamente un transceptor 1120-1 o 1120-2, pero tener los dos permite una mejor medición y consideración de los residuos. Esta realización es una simplificación de las realizaciones descritas más adelante en conexión con las figuras 12A a 12C al eliminar una medición.

La figura 11C representa otra realización de un implemento de detección de profundidad 100 similar a la realización representada en la figura 11A, a excepción de que el brazo de montaje 1160-1 está dispuesto en la unidad de hilera 10. Conociendo la posición del afirmador de semillas 99, los transceptores ultrasónicos 1120-1 y 1120-2 miden la distancia a los lados adyacentes del surco 7-1 y 7-2 de modo que puede calcularse la profundidad de la semilla en el surco 3. Además, puede ser necesario usar solamente un transceptor ultrasónico 1120-1 o 1120-2, pero tener dos permite una mejor medición y tener en cuenta los residuos.

#### Realizaciones del sensor de dedo

Las figuras 12A-12F ilustran varios ejemplos, que no forman parte de la presente invención, un implemento de detección de profundidad 100 que comprende un afirmador de semillas 99 al que está acoplado un primer dedo de enganche en tierra 1210 y un segundo dedo de enganche en tierra 1220 donde el primer dedo de enganche en tierra 1210 contacta la superficie de la tierra 7-1 adyacente al surco de tierra 3, y el segundo dedo de enganche en tierra 1220 contacta la superficie de la tierra 7-2 adyacente al surco de tierra 3.

En un primer ejemplo representado en la figura 12A-1, cada dedo de enganche en tierra 1210 y 1220 está dispuesto en el afirmador de semillas 99 independientemente del otro dedo de enganche en tierra. Cada dedo de enganche en tierra 1210, 1220 está montado pivotantemente en ménsulas 1230-1 y 1230-2 que están dispuestas en la parte rígida del afirmador de semillas 99 que permite la rotación del dedo de enganche en tierra 1210 y 1220 en una dirección vertical. Para medir la distancia que cada dedo de enganche en tierra 1210 y 1220 avanza con relación al afirmador de semillas 99, cada una de las ménsulas 1230-1 y 1230-2 tiene un codificador rotativo 1240-1 y 1240-2 (tal como el sensor de desplazamiento angular número 55250 que se puede obtener de Hamlin Incorporated, Lake

Mills, WI). En la operación, los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 cabalgan a lo largo de la superficie de la tierra 7-1, 7-2 (véase la figura 12A-2) de tal manera que la posición angular del dedo de enganche en tierra 1210 y 1220 se retenga con relación a la superficie de la tierra. Una señal generada por los codificadores 1240-1 y 1240-2 se relaciona así con la altura vertical de la unidad de hilera 10 con respecto a la tierra, y por ello con la profundidad del surco de tierra 3.

En un ejemplo alternativo representado en la figura 12B, los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 están montados pivotantemente en ménsulas 1230-1 y 1230-2, pero, en lugar del codificador rotativo 1240-1 y 1240-2 (como en la figura 12A), en la realización de la figura 12B, se han dispuestos sensores de efecto Hall 1250-1 y 1250-2 sobre o dentro del afirmador de semillas 99 para detectar una posición de los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220. En cualquiera de las realizaciones representadas en la figura 12A o 12B, en vez de dos ménsulas 1230-1, 1230-2, puede haber una sola ménsula 1230, como se representa en la figura 12C.

La figura 12D ilustra otro ejemplo alternativo de un implemento de detección de profundidad 100 que utiliza sensores de dedo. En esta realización, los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 están conectados juntos mediante un brazo 1260 conectado pivotantemente en su extremo distal a una ménsula 1230. El brazo 1260 pivota o gira alrededor de un eje de pivote de la ménsula 1230 en una dirección vertical encima del afirmador de semillas 99 para que los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 puedan subir y bajar para enganchar la superficie de la tierra 7-1 y 7-2, respectivamente. Un sensor de efecto Hall 1250 está dispuesto sobre o dentro del afirmador de semillas 99 o sobre o dentro del brazo 1260 para detectar la posición del brazo 1260 relativo.

En otro ejemplo representado en la figura 12E, los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 están conectados mediante un sensor de desplazamiento angular 1270 que permite la rotación alrededor del afirmador de semillas 99. El sensor de desplazamiento angular 1270 está conectado mediante un brazo 1260 que está montado pivotantemente en una ménsula 1230 dispuesta en la parte rígida del afirmador de semillas 99 de tal manera que el brazo 1260 pueda pivotar o girar alrededor de un eje de pivote mediante la ménsula 1230 en una dirección vertical. Esta configuración permite que uno o ambos dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 enganchen la superficie de la tierra 7-1 y 7-2, respectivamente. El brazo 1260 pivotará en una dirección vertical encima del afirmador de semillas 99, y los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 podrán girar alrededor del afirmador de semillas 99 al punto más bajo. En el caso de que un dedo de enganche en tierra 1210 o 1220 encuentre residuos, tal como una piedra, un montón de suciedad o un tronco, el otro dedo de enganche en tierra todavía podrá girar hacia la superficie de la tierra 7. Esto permite una mejor exclusión de las muestras de datos que estén fuera del rango esperado. Así, se deberá apreciar que, si los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 están en relación fija uno con otro, cualesquiera residuos harán que ambos dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 estén a la misma altura vertical sobre el afirmador de semillas 99. Sin embargo, con el sensor de desplazamiento angular 1240 representado en la figura 12E, al medir el desplazamiento de altura del brazo 1260, el sensor de desplazamiento angular 1270 puede permitir la detección de residuos y la corrección de la altura en base a la rotación del sensor de desplazamiento angular 1270.

En otro ejemplo representado en la figura 12F, que es similar al ejemplo anterior representado en la figura 12E, los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 están conectados mediante un pivote 1280 que permite la rotación alrededor del afirmador de semillas 99. El brazo 1265 soporta el pivote 1280 en su extremo situado hacia atrás y el extremo situado hacia delante del brazo 1265 puede pivotar alrededor del pasador 1240 dentro de la ménsula 1230 dispuesta en la parte rígida del afirmador de semillas 99, permitiendo así la rotación del brazo 1265 en una dirección vertical. Esta configuración permite que uno o ambos dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 enganchen la superficie de la tierra 7-1 y 7-2, respectivamente. El brazo 1265 pivotará en una dirección vertical encima del afirmador de semillas 99, y los dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 podrán girar alrededor del afirmador de semillas 99 al punto más bajo. En el caso de que un dedo de enganche en tierra 1210 o 1220 encuentre residuos, tal como una piedra, un montón de suciedad o un tronco, el otro dedo de enganche en tierra todavía podrá girar hacia la superficie de la tierra 7 y así hacer que el sensor de desplazamiento angular avance aproximadamente la mitad de la distancia si el pivote 1280 no estuviese presente. Esto permite una mejor exclusión de las muestras de datos que estén fuera del rango esperado. Cuando ambos dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 están en relación fija uno con otro, cualesquiera residuos hacen que ambos dedos de enganche en tierra 1210 y 1220 estén a la misma altura vertical sobre el afirmador de semillas 99.

#### Realizaciones del sensor lateral

Las figuras 13A-13F ilustran varios ejemplos alternativos, que no forman parte de la presente invención, de un implemento de detección de profundidad de surco 100 que utiliza un afirmador de semillas 99 con sensores laterales 1310. Cada uno de los sensores laterales está en comunicación eléctrica con un procesador 120 (explicado más adelante). En la realización ilustrada en la figura 13A, el afirmador de semillas 99 tiene una pluralidad de sensores 1310 dispuestos en alineación vertical en el lado del afirmador de semillas 99 en una parte rígida para detectar la presencia de tierra en el surco de tierra 3. La parte rígida del afirmador de semillas 99 en la que están dispuestos los sensores 1310 puede tener una altura más grande que la profundidad del surco de tierra 3 de tal manera que al menos uno de los sensores 1310 esté encima de la superficie de la tierra 7 con el fin de detectar la parte superior del surco de tierra 3. Se deberá apreciar que, si el afirmador de semillas 99 no tiene una altura suficiente, entonces

5 todos los sensores 1310 estarían en el surco 3 y la parte superior del surco 3 no podría determinarse. Alternativamente, más bien que la parte rígida del afirmador de semillas que tiene una altura más grande que la profundidad del surco de tierra, los sensores 1310 se pueden disponer en la sección de la parte rígida del afirmador de semillas 99 hacia el extremo situado hacia delante (es decir, opuesto al extremo situado hacia atrás o de salida 98 del afirmador de semillas 99) donde el afirmador de semillas se curva hacia arriba hacia el extremo de montaje 97 encima del surco de tierra 3 de tal manera que al menos uno de los sensores 1310 esté encima de la parte superior del surco de tierra 3.

10 La figura 13C ilustra otro ejemplo de un implemento de detección de profundidad de surco 100 en el que los sensores laterales 1310 están dispuestos en una pared 1320 que diverge hacia fuera del cuerpo del afirmador de semillas 99 y hacia atrás lejos de la parte elástica delantera 1340 del afirmador de semillas 99 de tal manera que al menos algunos de los sensores laterales 1310 estén en contacto con la pared lateral del surco de tierra 3. Como se ilustra en la figura 13D, se puede disponer un elemento de empuje 1350, tal como un muelle, entre el afirmador de semillas 99 y la pared 1320 para empujar la pared 1320 hacia fuera hacia la pared lateral del surco de tierra 3. En la figura 13E se ilustra otro ejemplo en el que la parte inferior 1321 de la pared 1320 está conectada en la parte inferior 1322 del afirmador de semillas 99 de tal manera que la pared 1320 diverja hacia fuera hacia arriba de la parte inferior 1322 del afirmador de semillas 99.

20 En otro ejemplo ilustrado en la figura 13F, los sensores 1310 están dispuestos en una pared arqueada 1330 que diverge hacia fuera del cuerpo del afirmador de semillas 99 y hacia atrás lejos de la parte elástica delantera 1340 del afirmador de semillas 99 antes de curvarse hacia la parte trasera hacia el cuerpo del afirmador de semillas. En este ejemplo, el extremo situado hacia delante, el extremo trasero, así como el extremo superior y el extremo inferior de la pared arqueada 1330 están conectados al cuerpo del afirmador de semillas 99. La pared arqueada 1330 puede ser alejada del cuerpo del afirmador de semillas 99 hacia una pared lateral del surco, por ejemplo, por un muelle 1350 dispuesto entre el cuerpo del afirmador de semillas 99 y la pared arqueada 1330.

25 Se deberá apreciar que más sensores 1310 dispuestos en el afirmador de semillas 99 o en las paredes 1320, 1330 permitirán una mayor finura de la medición de la profundidad del surco de tierra 3. En los varios ejemplos, puede haber al menos tres sensores 1310 o al menos cuatro, al menos cinco, al menos seis, al menos siete, al menos ocho, al menos nueve o al menos diez sensores 1310.

30 Los sensores 1310 pueden ser cualquier sensor que pueda detectar tierra en el lado del surco de tierra 3. Estos pueden incluir, aunque sin limitación, ópticos, de capacitancia, inductivos, de radar o ultrasónicos. La profundidad del surco de tierra 3 puede determinarse conociendo la posición relativa del afirmador de semillas 99 en la unidad de hilera 10 en relación a la parte inferior del afirmador de semillas 99 de tal manera que el cambio entre sensores indique una diferencia entre la tierra y encima del surco. La posición de estos sensores se usa entonces para determinar la profundidad. Se deberá apreciar que los surcos de tierra tienen generalmente forma de V. Así, dependiendo de la realización, los sensores 1310 en la parte inferior del afirmador de semillas 99 pueden estar más próximos a la tierra que define las paredes laterales del surco de tierra que los sensores 1310 en la parte superior del afirmador de semillas 99. La diferencia de señal puede tomarse en consideración para determinar la parte superior del surco 3.

35 Como se ha indicado previamente, aunque los ejemplos anteriores se han descrito e ilustrado con un afirmador de semillas 99 que se usa generalmente al sembrar y que se dispone en el surco de semilla 3, se apreciará que el afirmador de semillas 99 puede ser sustituido por cualquier otro implemento que pueda montarse en una unidad de hilera de sembradora 10 u otro implemento agrícola. Con respecto a las unidades de hilera de sembradora, la profundidad medida es la profundidad donde la semilla 5 está en el surco de semilla 3. Los surcos de semilla se forman generalmente en forma de V con discos de apertura 62, y a causa del tamaño y/o la forma de la semilla 5, la semilla 5 puede no estar completamente en la parte inferior del surco 3. Así, para aplicaciones con sembradora, puede ser más importante determinar la profundidad real de la semilla 5 y no la profundidad total del surco de semilla 3. En tales aplicaciones, dado que la parte inferior del afirmador de semillas 99 contacta la parte superior de la semilla 5, conocer la posición del afirmador de semillas 99 permite conocer la profundidad de la semilla 5.

#### 55 Acelerómetro

60 En otra realización, se puede disponer un acelerómetro 700 en cualquier parte que regule cuándo se ajuste la profundidad. Las partes que regulan cuándo se ajusta la profundidad incluyen un brazo de rueda de calibre 54, un cuerpo de ajuste de profundidad 94 o un conjunto de ajuste de profundidad 90. Se describen ejemplos de conjuntos de ajuste de profundidad en la Solicitud PCT número PCT/US2017/01 8269. Cada una de las partes que regulan cuándo se ajusta la profundidad tiene un rango de movimiento relacionado con una posición de la rueda de calibre 52, que se traslada al brazo de rueda de calibre 52, el cuerpo de ajuste de profundidad 94 y el conjunto de ajuste de profundidad 90, que así se refiere a la profundidad del surco de tierra. Cuando la posición de cualquiera de estas partes en la que se dispone el acelerómetro cambia de posición a través de su rango de movimiento, la orientación del acelerómetro 700 cambia. El cambio en la orientación del acelerómetro 700 se refiere a la posición de la parte, que proporciona la profundidad del surco de tierra 3. En una realización, el acelerómetro 700 se coloca de modo que ninguno de su eje x, eje y o eje z sea perpendicular a la tierra en todo el rango de movimiento de la parte. Esto

permite usar los tres ejes para determinar la posición a través de todo el rango de movimiento. La figura 15 ilustra el acelerómetro 700 dispuesto en el cuerpo de ajuste de profundidad 94 o el brazo de rueda de calibre 54-2. Ambas colocaciones se usan a efectos de ilustración en un solo dibujo, pero solamente se requiere un acelerómetro 700. La figura 16 ilustra el acelerómetro 700 dispuesto en una realización del conjunto de ajuste de profundidad 90 que proporciona control automático de la profundidad (explicado más adelante).

Ajuste automático de la profundidad de surco

Un sistema de ajuste de profundidad de surco 500 para controlar automáticamente la profundidad del surco de tierra 3 se ilustra en la figura 14. El implemento de sensor de profundidad de surco 100 (que representa alguno de los sensores anteriores) montado en cada unidad de hilera 10 está en comunicación (eléctrica o inalámbrica) con un procesador 120. El procesador 120 se puede disponer en el implemento de detección de profundidad de surco 100, en la unidad de hilera 10 o incorporar al supervisor 540 (como se representa en la figura 14) situado en la cabina 80 de un tractor que arrastra la sembradora. El supervisor 540 está en comunicación eléctrica con un conjunto de ajuste de profundidad 90 configurado para modificar la profundidad del surco 3. El supervisor 540 puede incluir una unidad central de procesamiento, una memoria y una interfaz gráfica de usuario configurada para visualizar la profundidad medida por el implemento de sensor de profundidad de surco 100. El supervisor 540 puede incluir circuitería de procesamiento configurada para modificar una señal de orden enviada al conjunto de control de profundidad 90 en base a una entrada del implemento de sensor de profundidad de surco 100. La señal de orden corresponde preferiblemente a una profundidad seleccionada. El supervisor 540 también puede estar en comunicación eléctrica con un receptor GPS 550 montado en el tractor o la sembradora.

Un sistema de control de profundidad de surco, como el descrito en la Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos número 2013/0104785, puede estar configurado para controlar automáticamente el conjunto de ajuste de profundidad para modificar la profundidad del surco 3 en base a la profundidad medida por el implemento de sensor de profundidad de surco 100. La figura 16 ilustra una realización alternativa para controlar automáticamente la profundidad de surco en base a la profundidad medida por el implemento de sensor de profundidad de surco 100. Como se ilustra en la figura 16, y como se describe en la Solicitud de Patente Internacional número PCT/US2017/01 8274 del Solicitante, un conjunto de ajuste de profundidad 90 utiliza una cremallera dentada 1910 y un motor eléctrico 1930 configurado para accionar engranajes 1940 a lo largo de la cremallera dentada 1910. El motor eléctrico 1930 está en comunicación eléctrica con el supervisor 540, que está en comunicación con cualquiera de las realizaciones de los implementos de sensor de profundidad de surco 100 descritos en este documento. Como se explica con más detalle más adelante, cuando el supervisor 540 determina que la profundidad de surco medida no es igual o está dentro de un rango umbral (por ejemplo, 5%) de una profundidad preseleccionada, el supervisor 540 envía una señal de orden para mover el motor eléctrico 1930 para accionar los engranajes 1940 con el fin de poner el cuerpo de ajuste de profundidad 1994 con respecto al bastidor 14 y los brazos de rueda de calibre 54 para producir la profundidad de surco medida que se aproxime a la profundidad de surco seleccionada.

La profundidad de surco medida puede ser mapeada por el supervisor 540 que registra y pone la marca de tiempo de la posición GPS de la sembradora reportada por el receptor GPS 550 en base a que el supervisor 540 reciba señales de los implementos de sensor de profundidad de surco 100 aquí descritos asociados con cada unidad de hilera. El supervisor 540 puede almacenar y poner la marca de tiempo de las mediciones de profundidad (la "profundidad medida") en cada unidad de hilera. El supervisor 540 puede visualizar una imagen correlacionada con la profundidad medida en un mapa en una posición del mapa correspondiente a la posición GPS de la sembradora al tiempo de las mediciones de la profundidad. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el supervisor 540 visualiza una leyenda que correlaciona colores con rangos de profundidad. En algunas de tales realizaciones, el rango de profundidad inferior a cero es correlacionado con un solo color mientras que un conjunto de rangos de profundidad superior a cero es correlacionado con un conjunto de colores de tal manera que la intensidad de color aumente con la profundidad.

La figura 17 ilustra un proceso 1700 para controlar la profundidad en base a la señal generada por uno de los implementos de sensor de profundidad de surco 100 descritos anteriormente. En el paso 1710, el supervisor 540 estima preferiblemente la profundidad del surco 3 en base a la señal generada por el implemento de sensor de profundidad de surco 100. En el paso 1720, el supervisor 540 compara preferiblemente la profundidad medida con una profundidad seleccionada introducida por el usuario o previamente almacenada en memoria. Alternativamente, la profundidad seleccionada puede ser seleccionada usando los métodos descritos en la Publicación de Estados Unidos número US2016/0037709. Si, en el paso 1730, la profundidad medida no es igual o está dentro de un rango umbral (por ejemplo, 5%) de la profundidad seleccionada, entonces, en el paso 1740, el supervisor 540 envía preferiblemente una señal de orden al regulador de profundidad 90 para aproximar más la profundidad medida a la profundidad seleccionada; por ejemplo, si la profundidad medida es menos profunda que la profundidad seleccionada, entonces el supervisor 540 ordena preferiblemente al regulador de profundidad que gire el conjunto de ajuste de profundidad 90 con el fin de aumentar la profundidad de surco.

Varias modificaciones de la realización preferida del aparato, y los principios generales y las características del sistema y los métodos descritos en este documento serán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica. Así, la

presente invención no se ha de limitar a las realizaciones del aparato, sistema y métodos descritos anteriormente e ilustrados en las figuras del dibujo, sino que se le ha de dar el más amplio alcance coherente con el alcance de las reivindicaciones anexas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un implemento agrícola (10) que comprende:
- 5 un bastidor (14);
- un dispositivo de apertura de surco (60) para abrir un surco de tierra (3) en una superficie de la tierra (7); y,
- 10 un primer sensor ultrasónico (1020-1) dispuesto para enviar y recibir una primera señal a y de, respectivamente, la superficie de la tierra (7), **caracterizado porque** la primera señal es enviada y recibida a y de, respectivamente, un primer lado (7-1) de dicho surco de tierra (3); y el implemento comprende además:
- un segundo sensor ultrasónico (1020-2) dispuesto para enviar y recibir una segunda señal a y de, respectivamente,
- 15 un segundo lado (7-2) de dicho surco de tierra (3), y
- un implemento de surco (99) dispuesto en dicho surco de tierra (3).
2. El implemento agrícola de la reivindicación 1, donde dicho implemento de surco (99) comprende además un brazo de montaje (1160) y dicho primer sensor ultrasónico (1020-1) y dicho segundo sensor ultrasónico (1020-2) están dispuestos en dicho brazo de montaje (1160).
- 20
3. El implemento agrícola de la reivindicación 1, donde dicho implemento de surco (99) es un afirmador de semillas.
4. El implemento agrícola de la reivindicación 1, comprendiendo además un dispositivo de cierre de surco (40).
- 25
5. El implemento agrícola de la reivindicación 1, comprendiendo además un objetivo ultrasónico (710) montado en una parte superior de dicho implemento de surco (99).
6. El implemento agrícola de la reivindicación 5, donde dicho objetivo ultrasónico (710) está montado en una parte rígida de dicho implemento de surco (99).
- 30
7. El implemento agrícola de la reivindicación 5, comprendiendo además otro sensor ultrasónico (720) soportado en el bastidor por un brazo (711) encima de dicho objetivo ultrasónico (710).
- 35
8. El implemento agrícola de la reivindicación 5, donde dicho objetivo ultrasónico (710) es un receptor ultrasónico, que comprende además un transmisor ultrasónico (720) dispuesto sobre dicho implemento de surco (99) y configurado para transmitir una señal a dicho receptor ultrasónico.
9. El implemento agrícola de la reivindicación 5, donde el objetivo ultrasónico es un transmisor ultrasónico, que comprende además un receptor ultrasónico dispuesto sobre dicho implemento de surco (99) y configurado para recibir una señal de dicho transmisor ultrasónico.
- 40
10. El implemento agrícola de la reivindicación 5, donde dicho objetivo ultrasónico es un bloque escalonado (810).

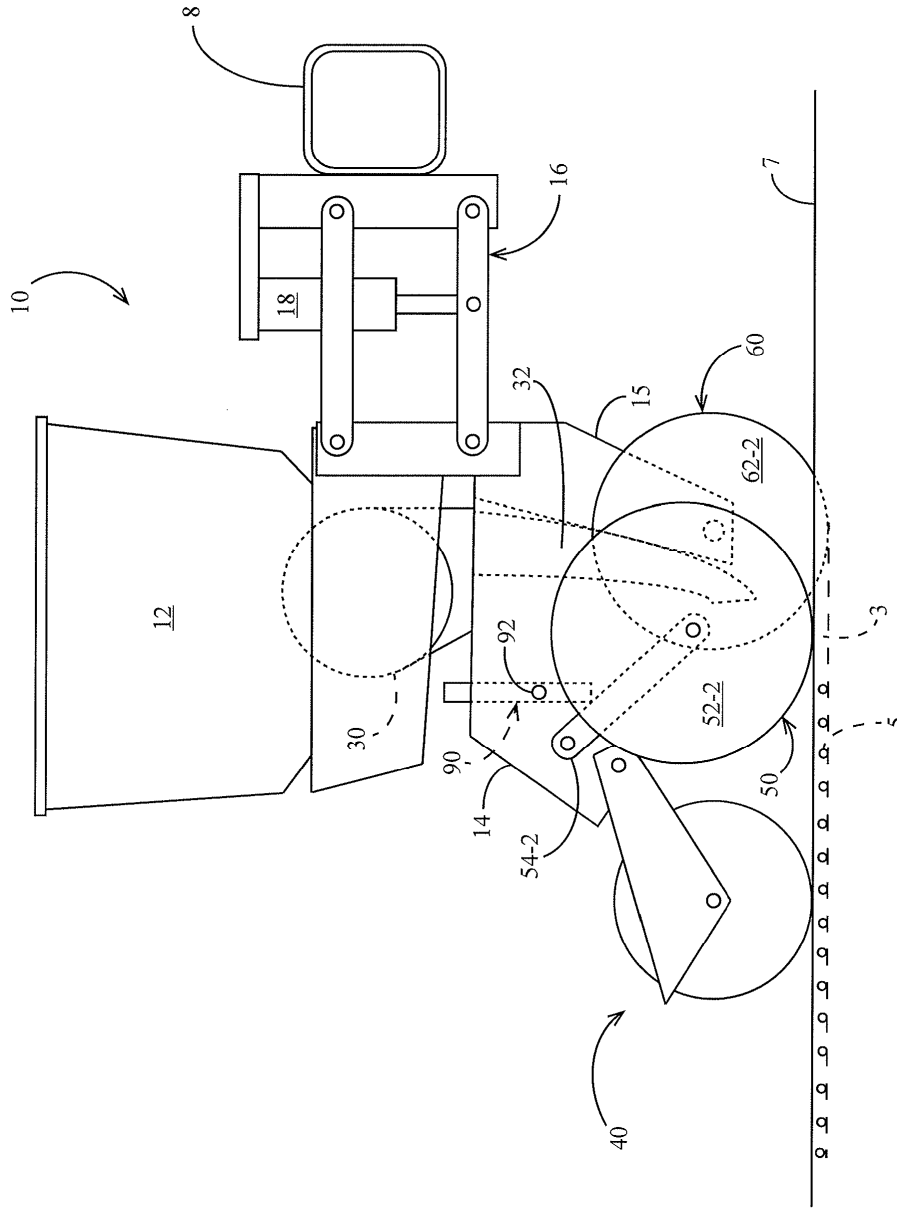


FIG. 1

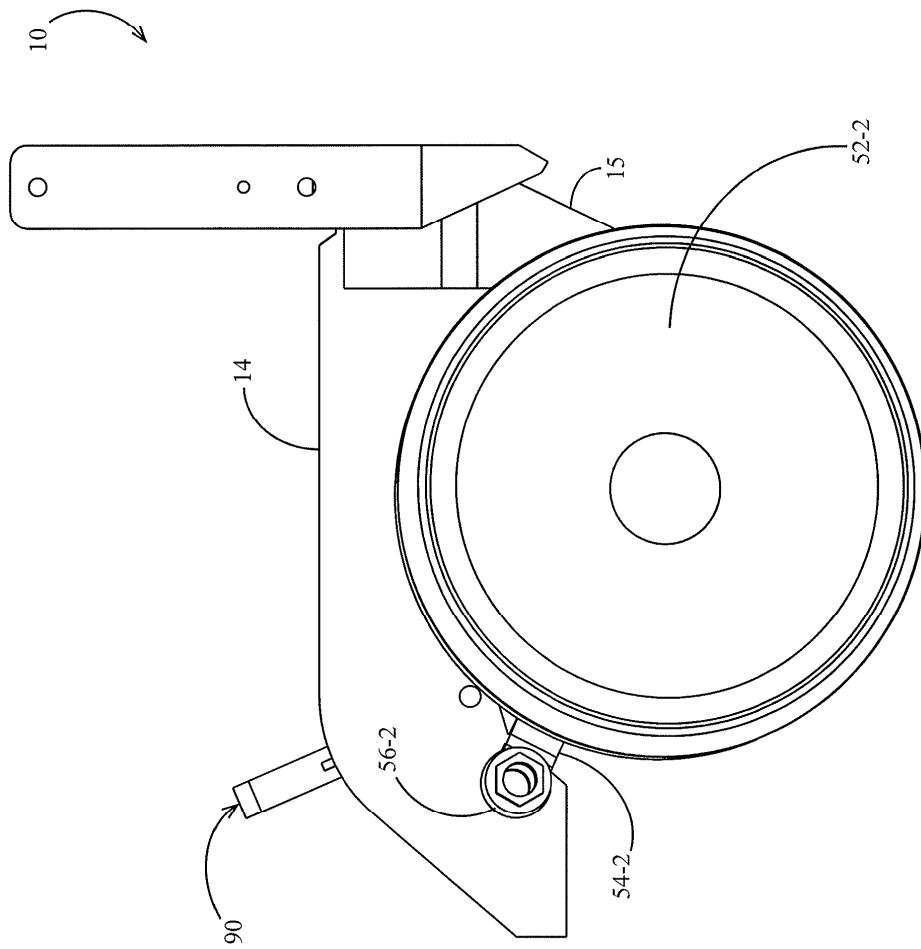


FIG. 2

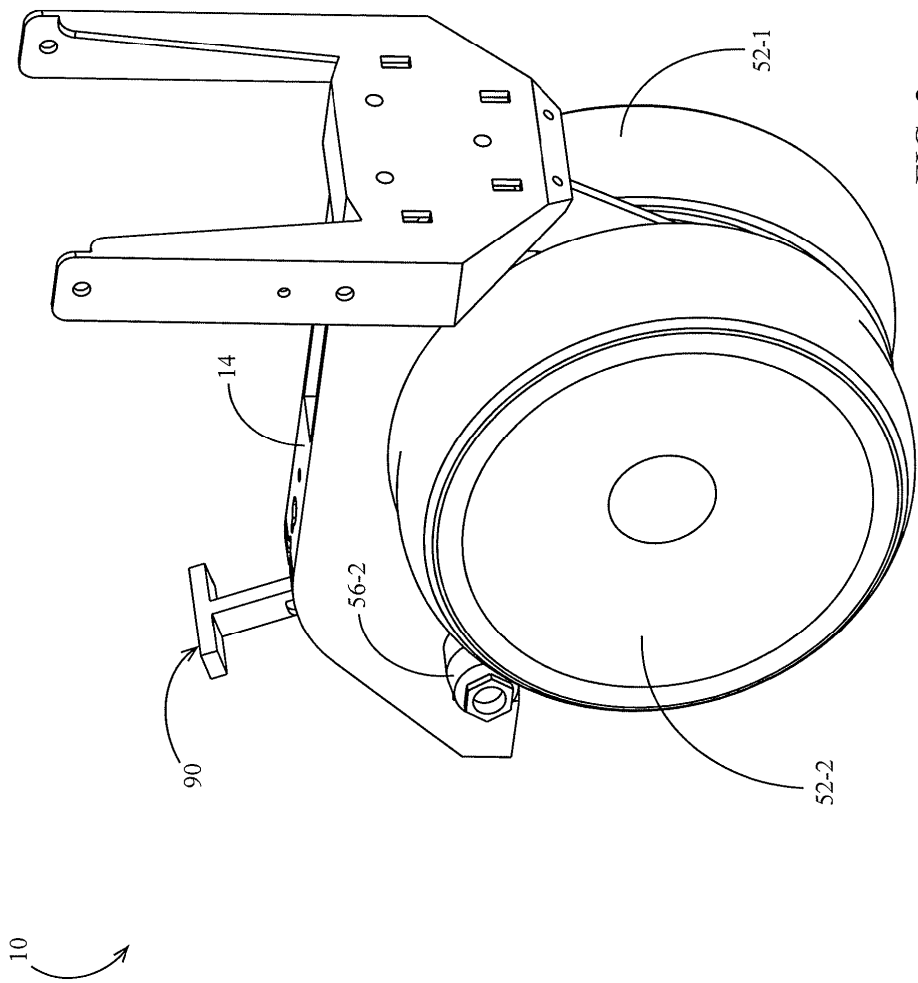


FIG. 3

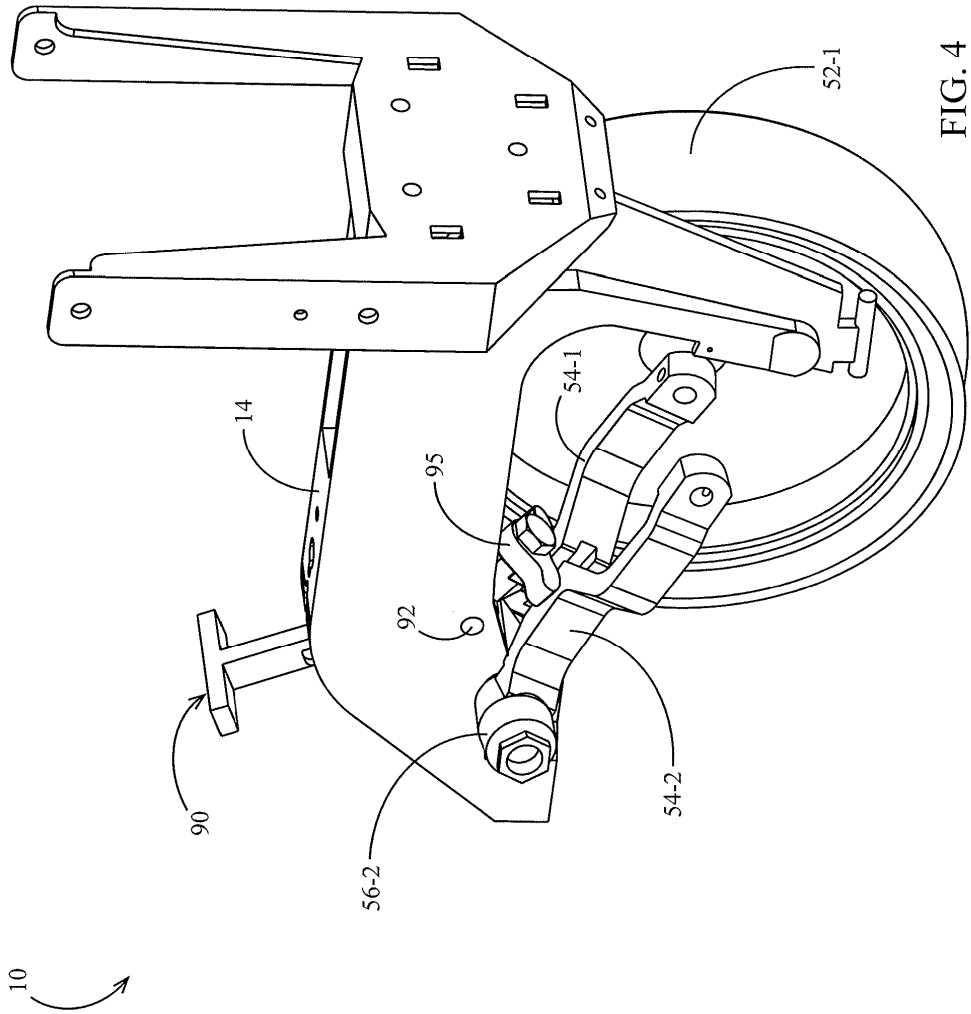


FIG. 4

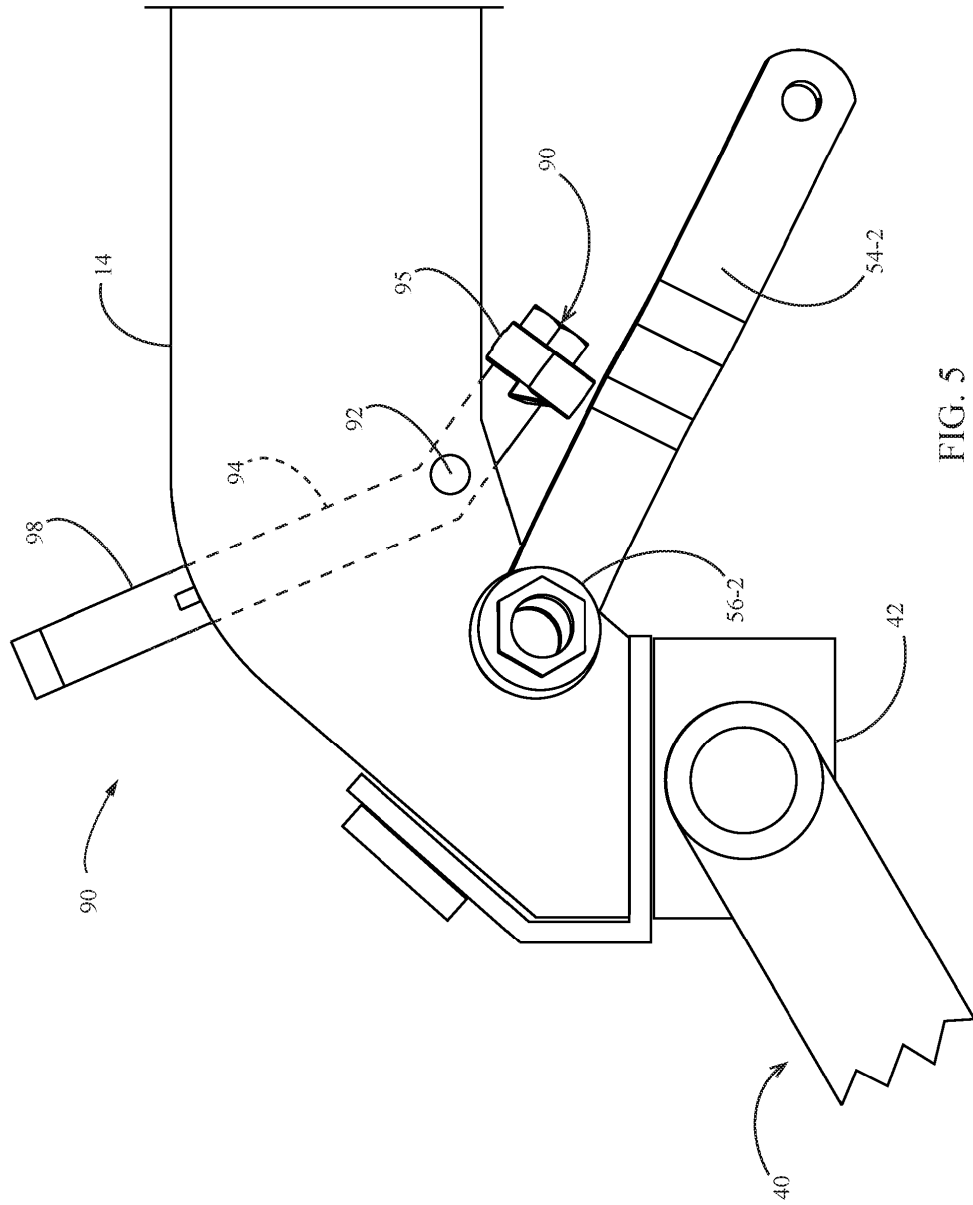


FIG. 5

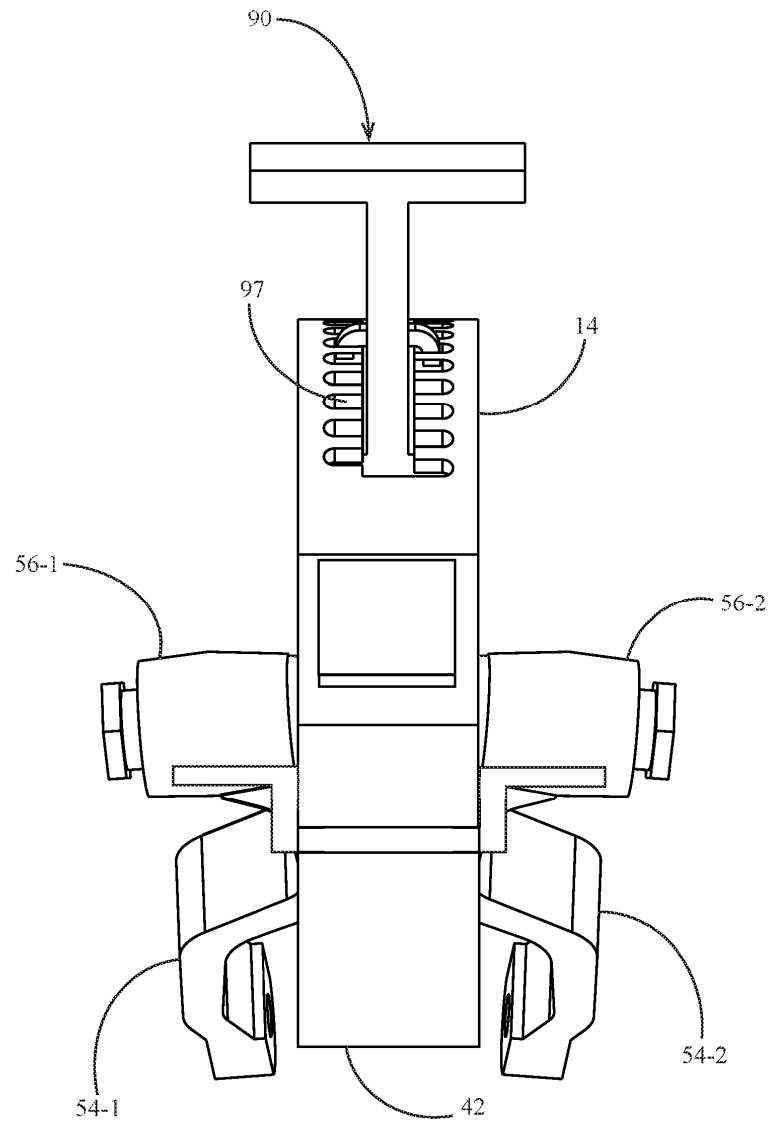


FIG. 6

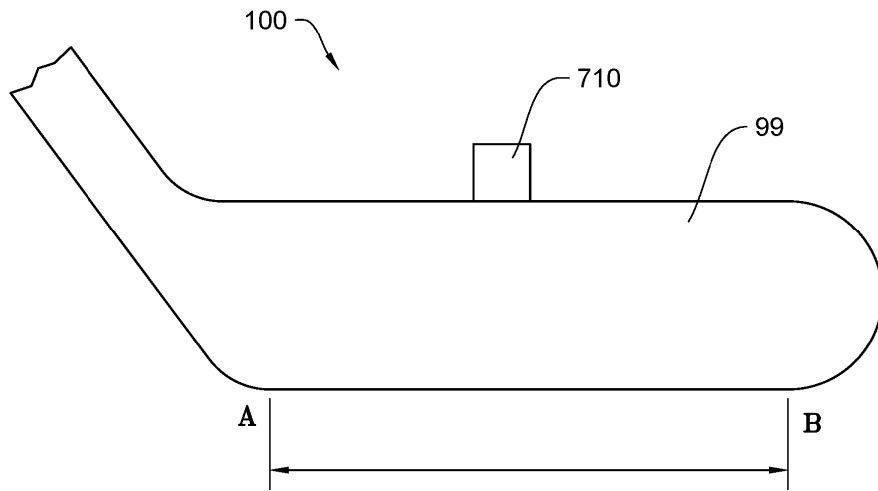


FIG. 7A

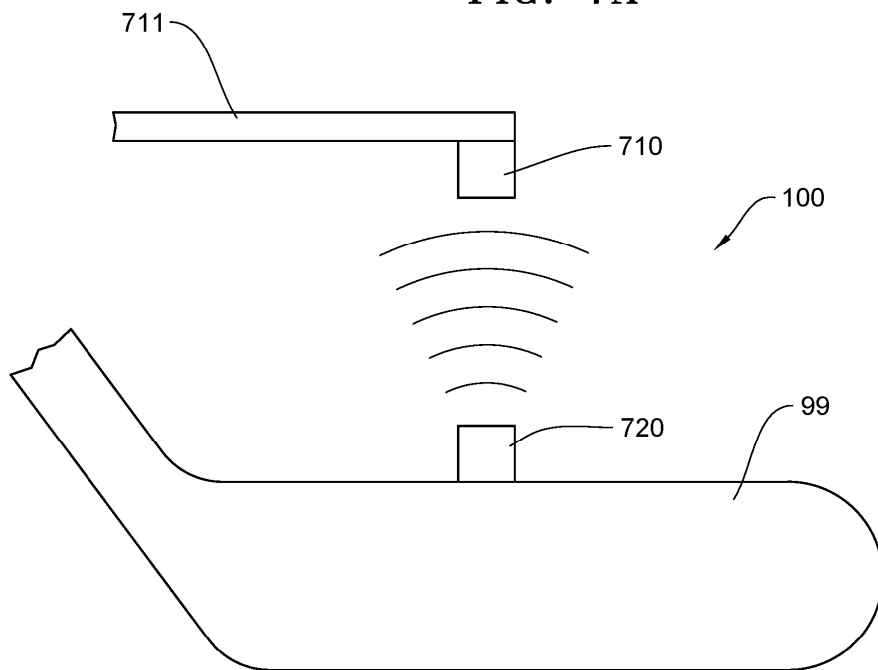


FIG. 7B

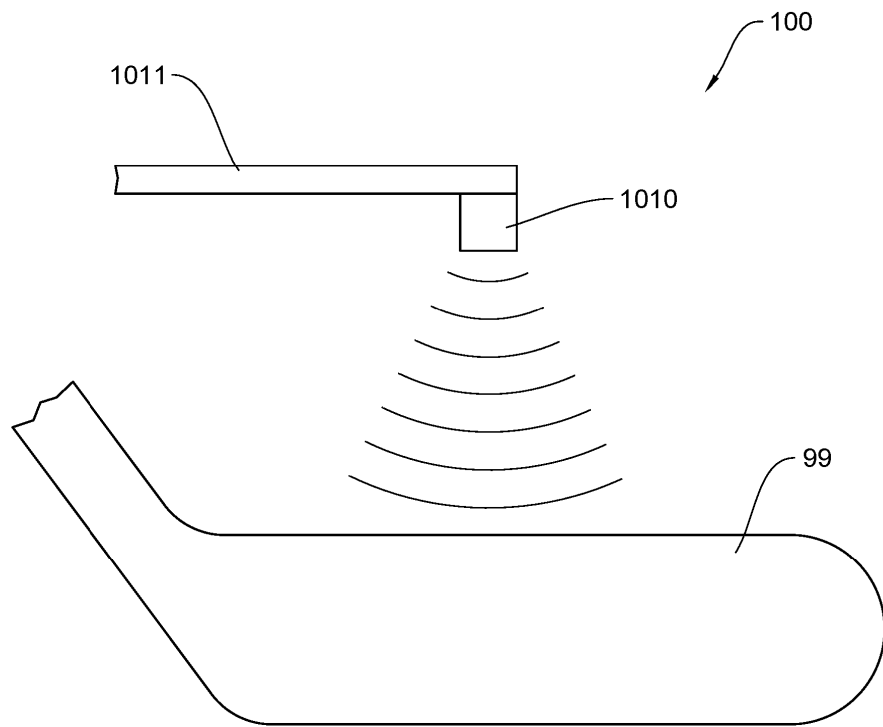


FIG. 7C

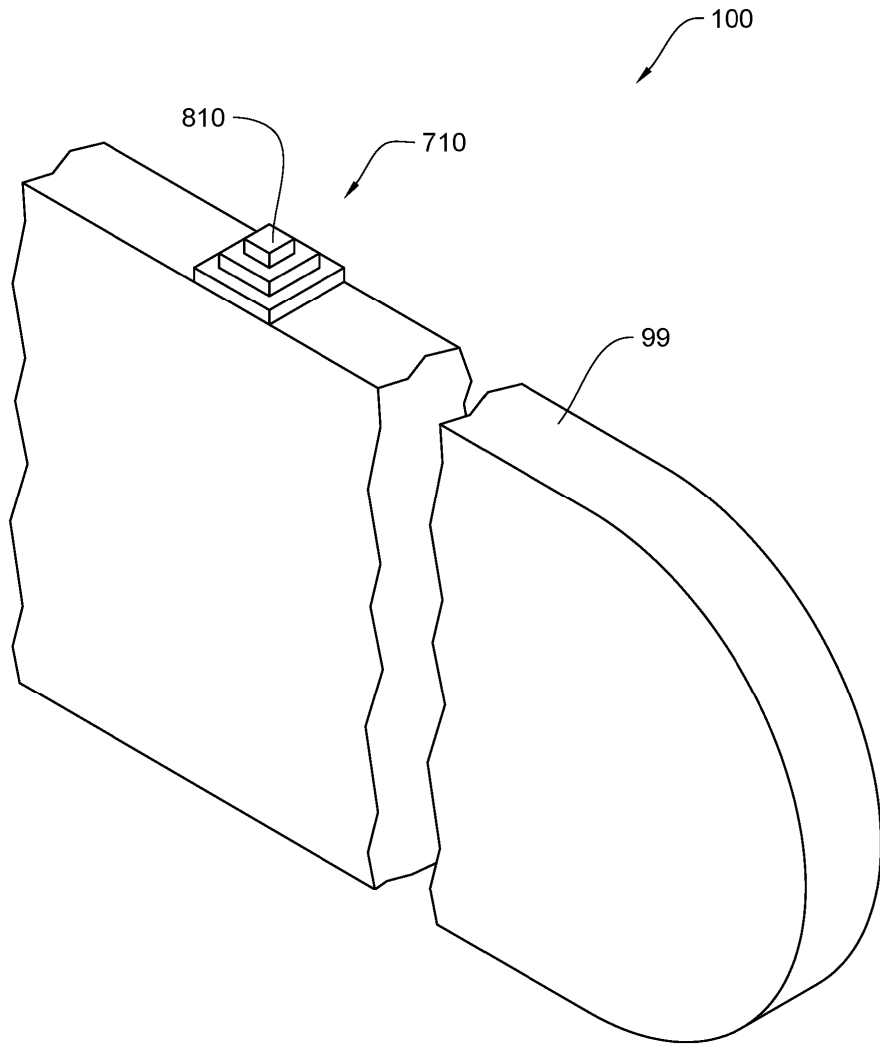
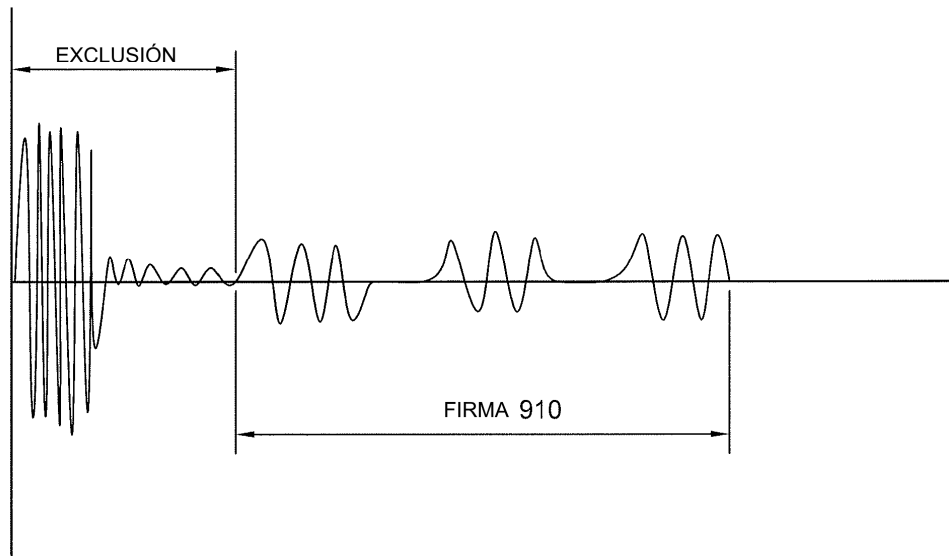


FIG. 8



**FIG. 9**

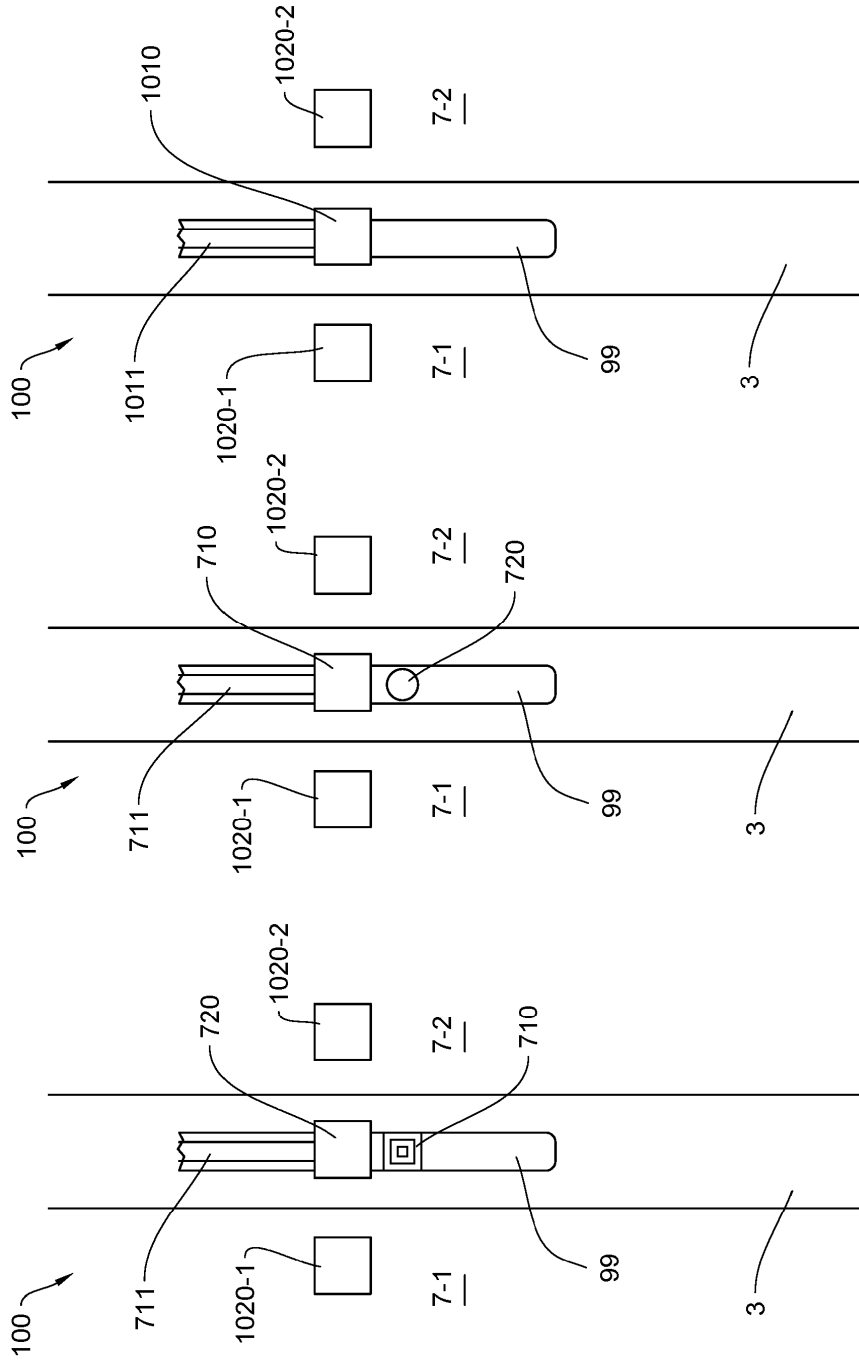


FIG. 10C

FIG. 10B

FIG. 10A

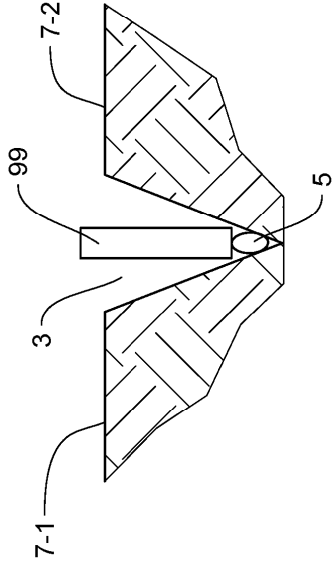


FIG. 11B

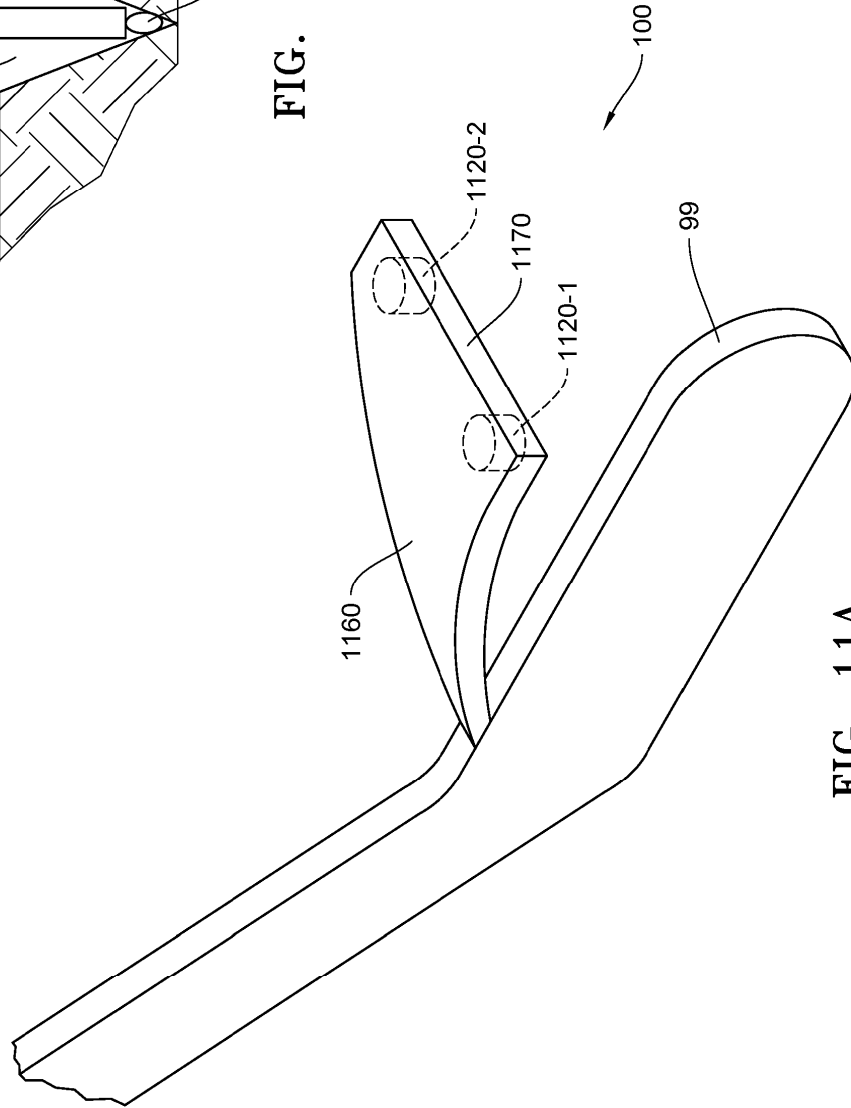


FIG. 11A

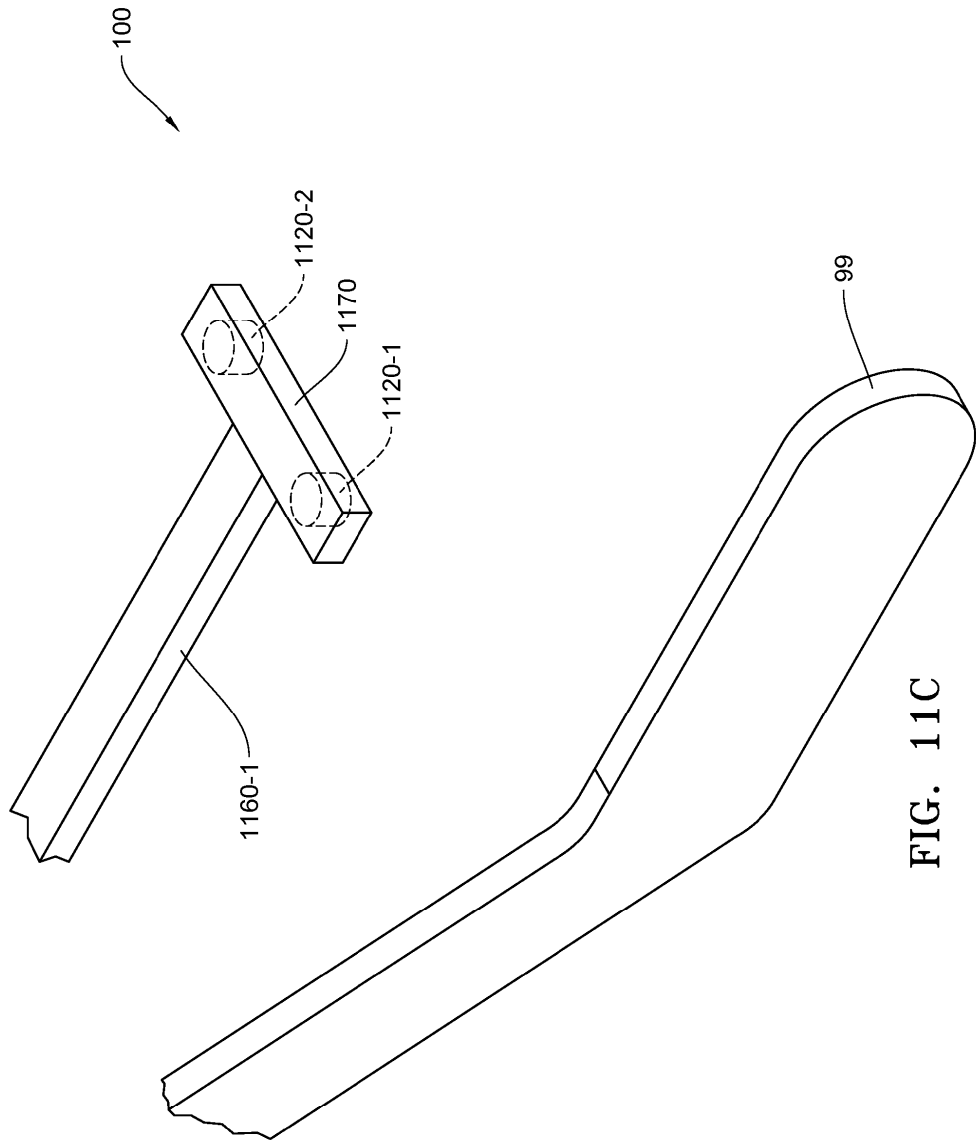


FIG. 11C

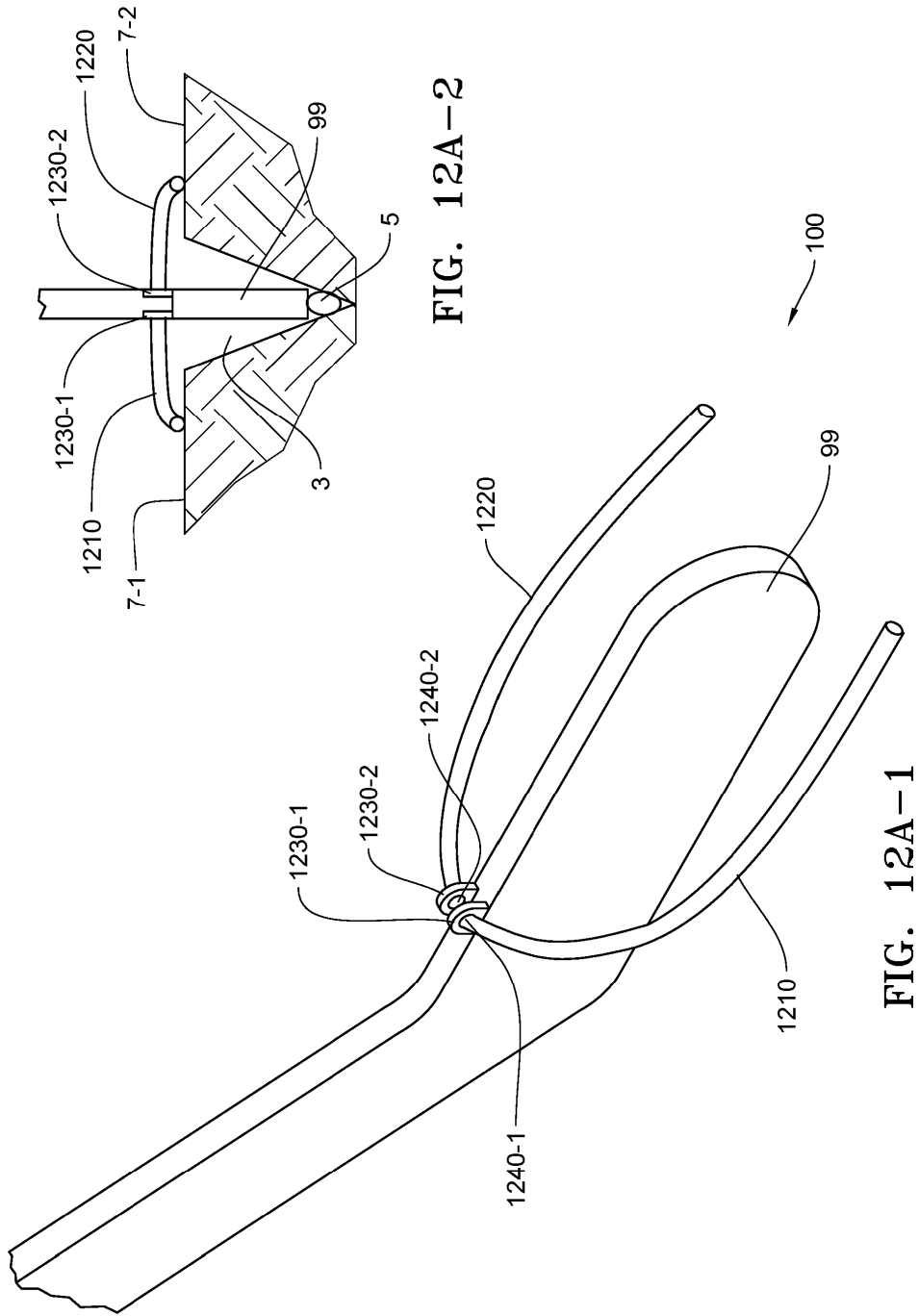


FIG. 12A-2

FIG. 12A-1

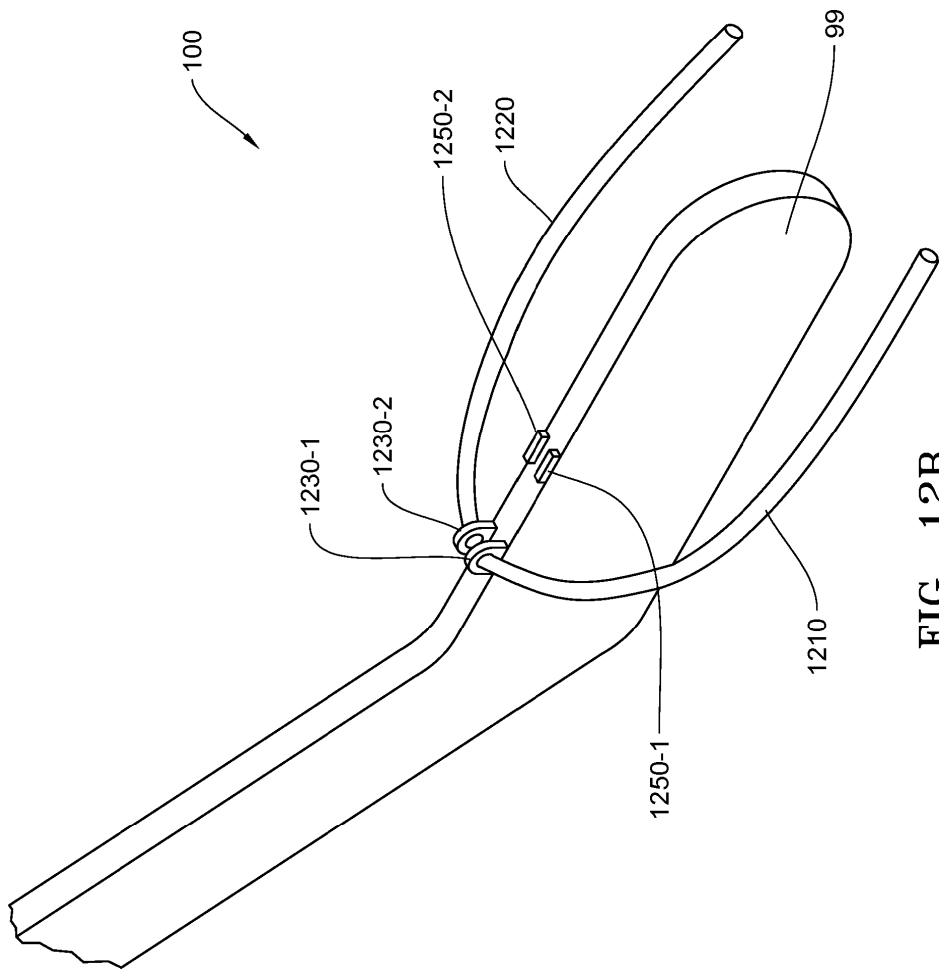


FIG. 12B

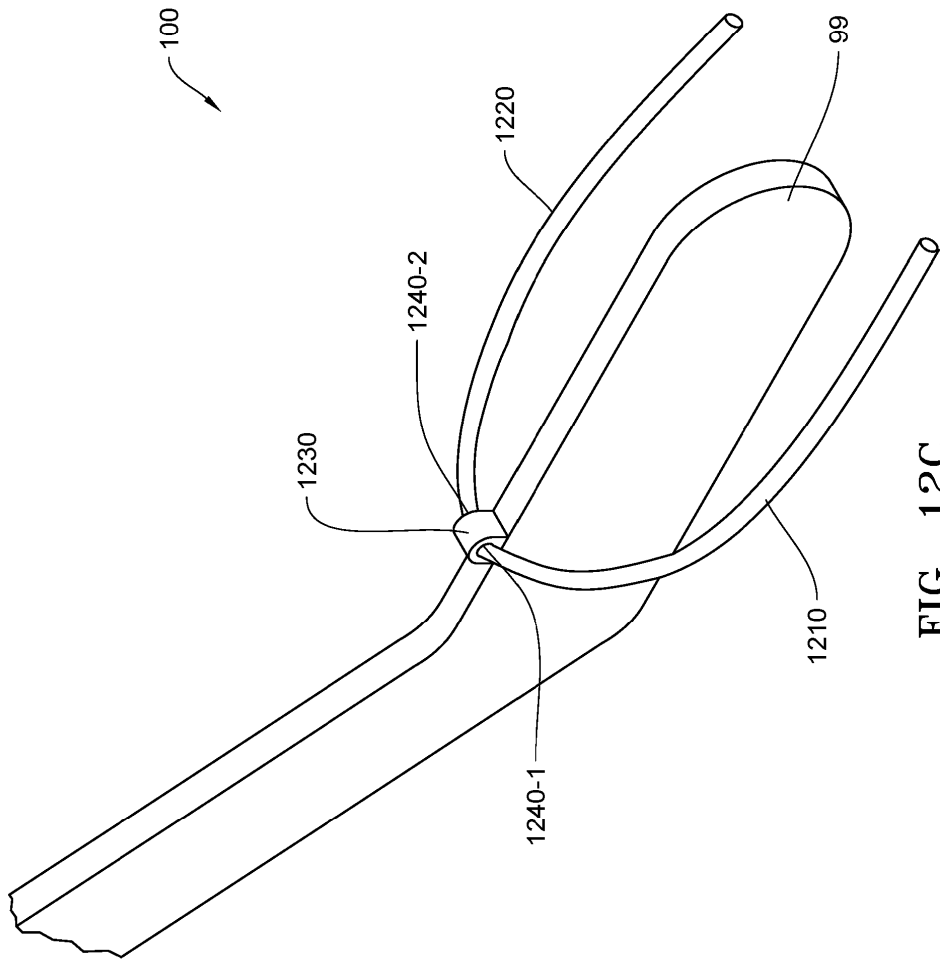


FIG. 12C

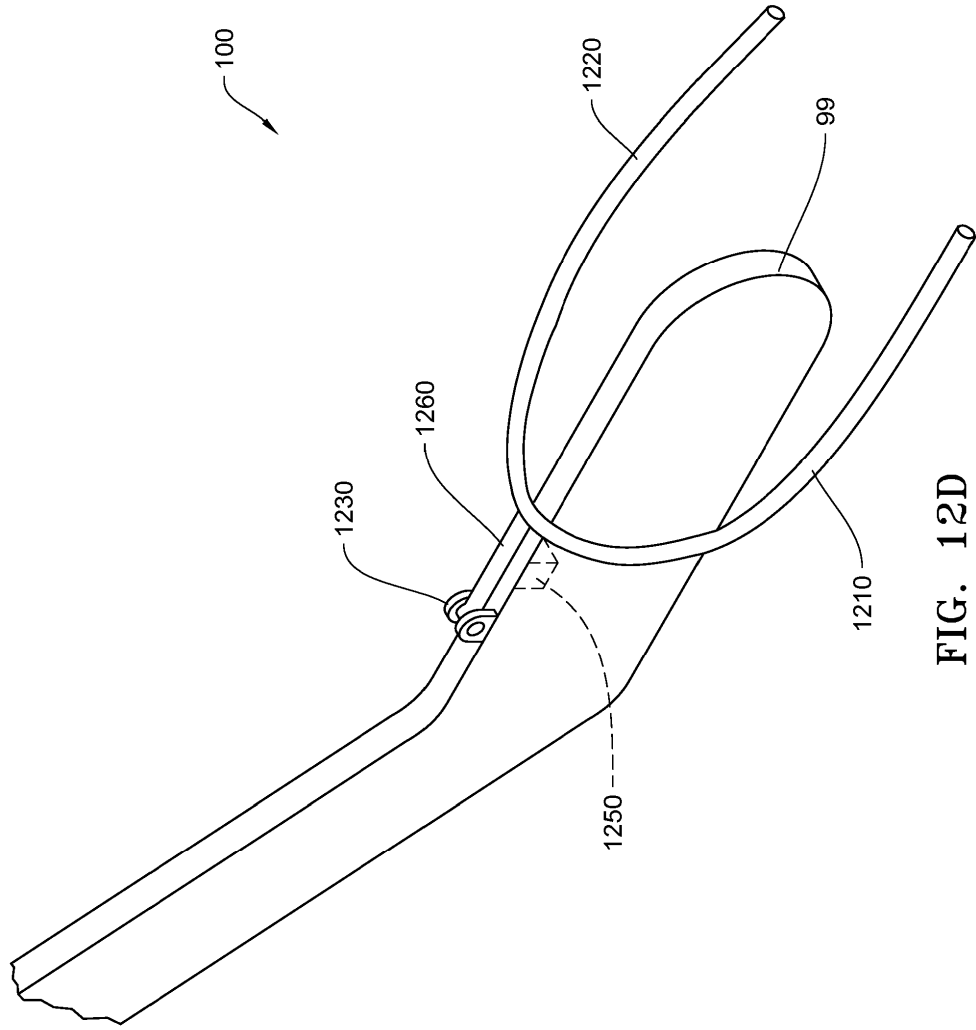


FIG. 12D

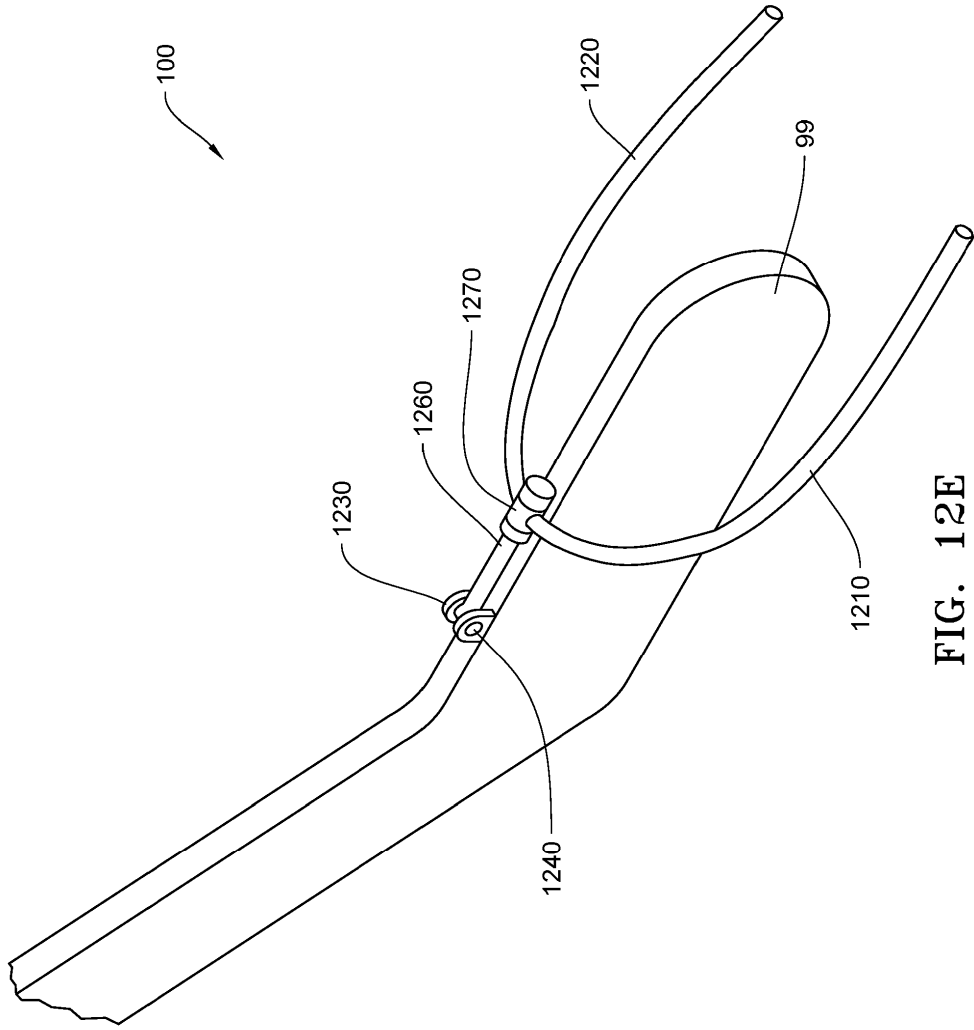


FIG. 12E

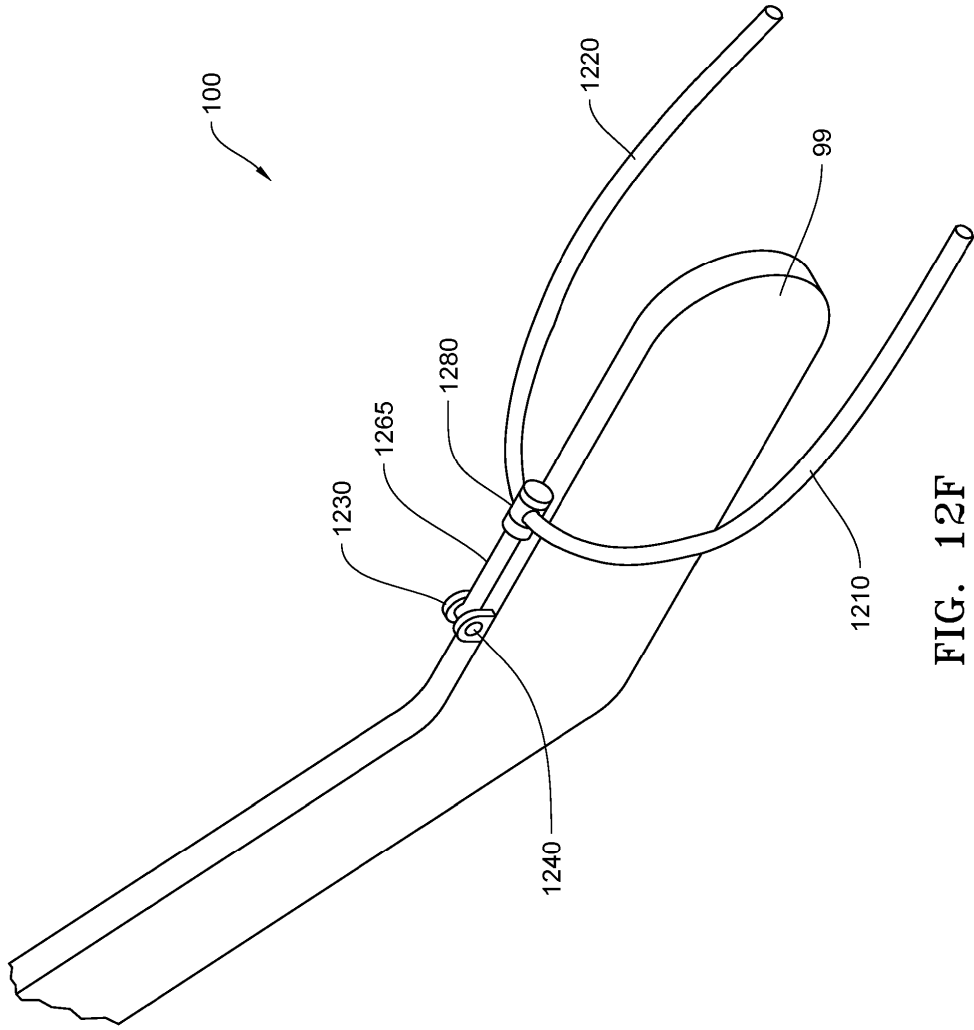


FIG. 12F

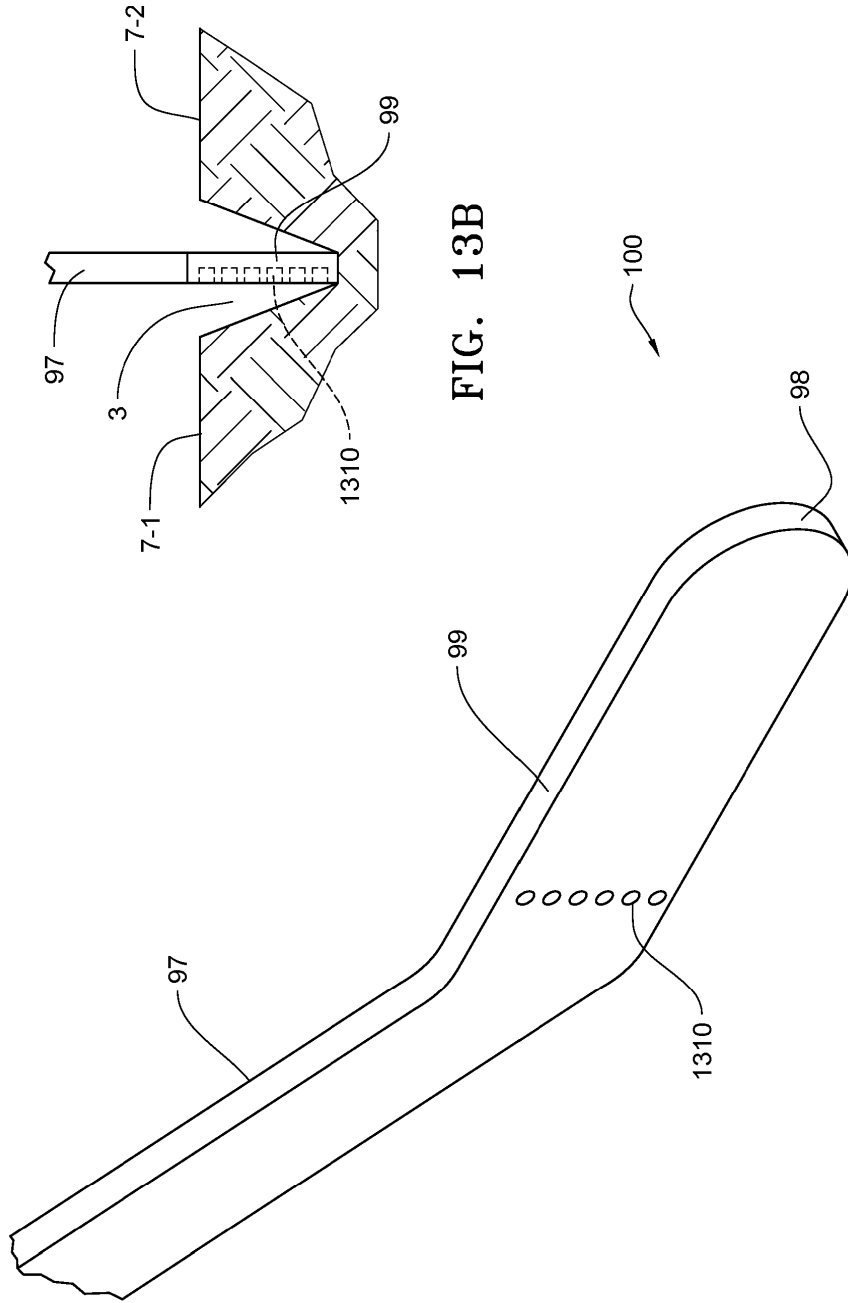
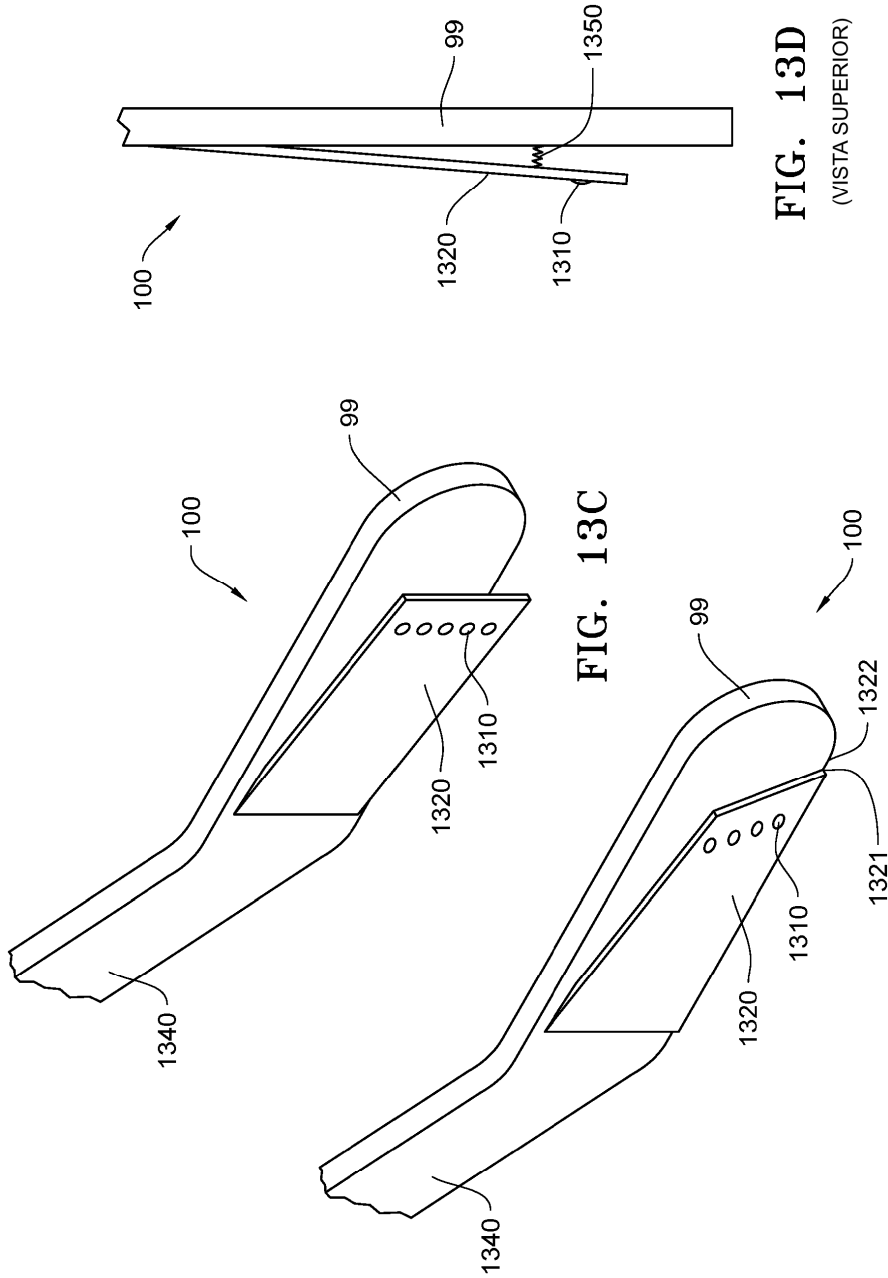
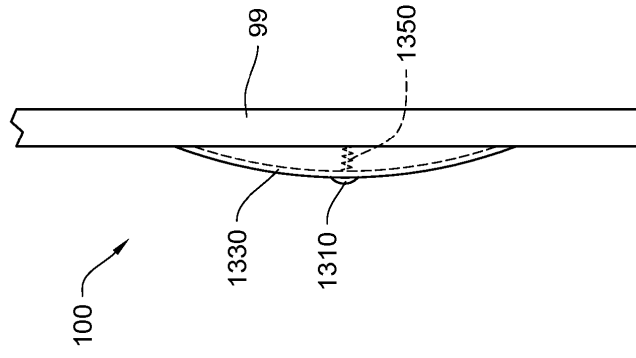


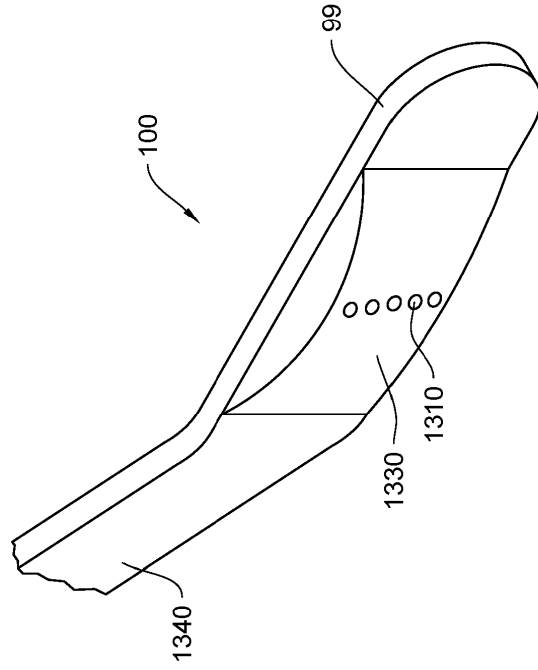
FIG. 13B

FIG. 13A





**FIG. 13G**  
(VISTA SUPERIOR)



**FIG. 13F**

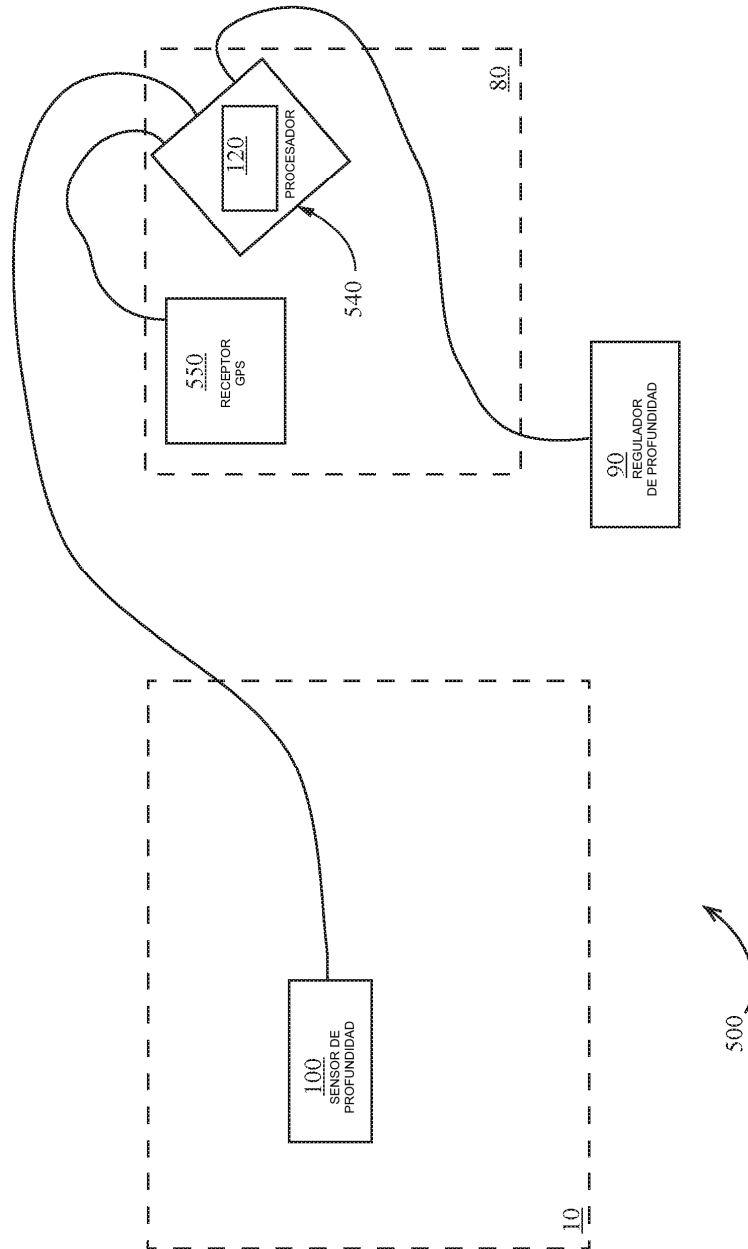


FIG. 14

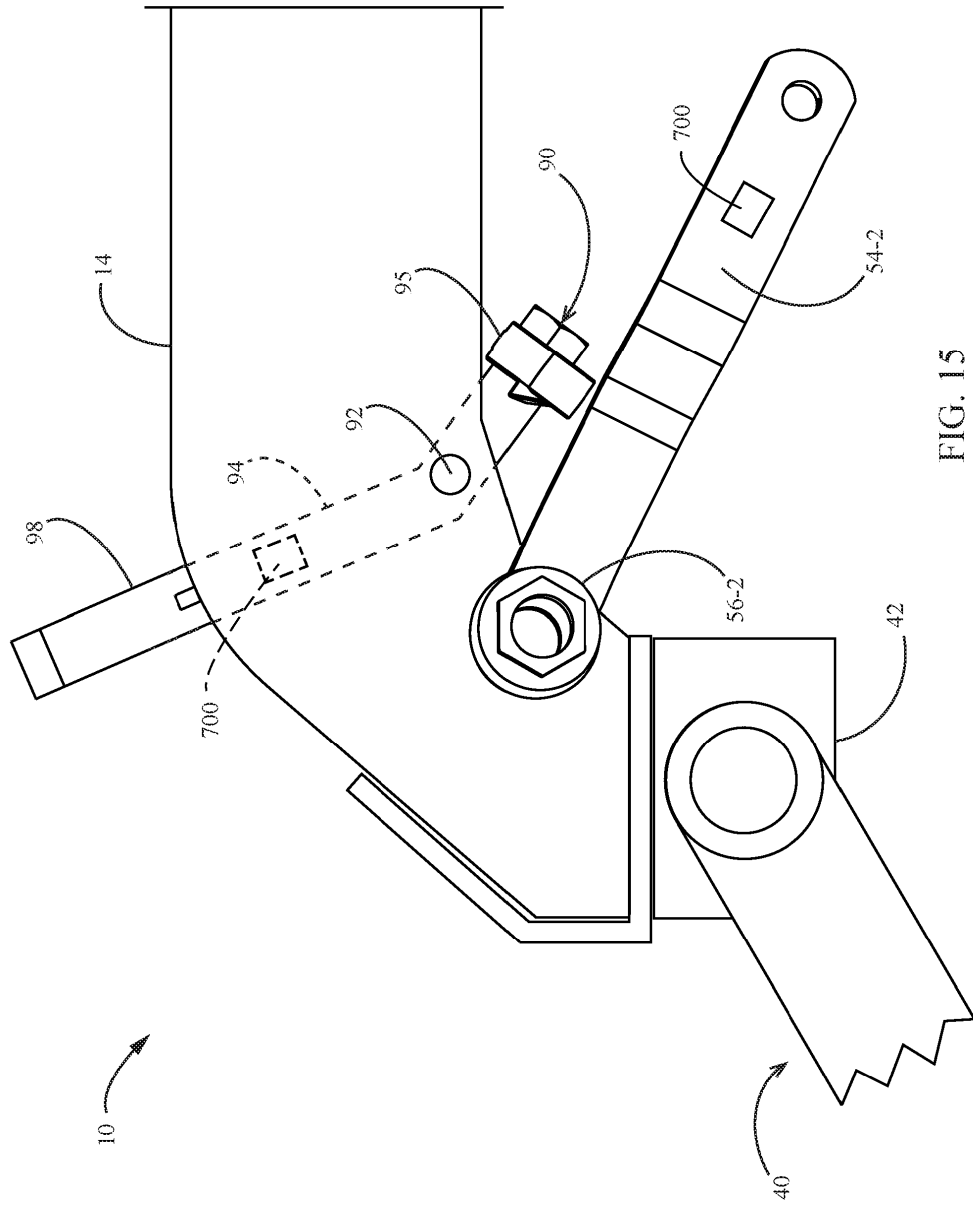


FIG. 15

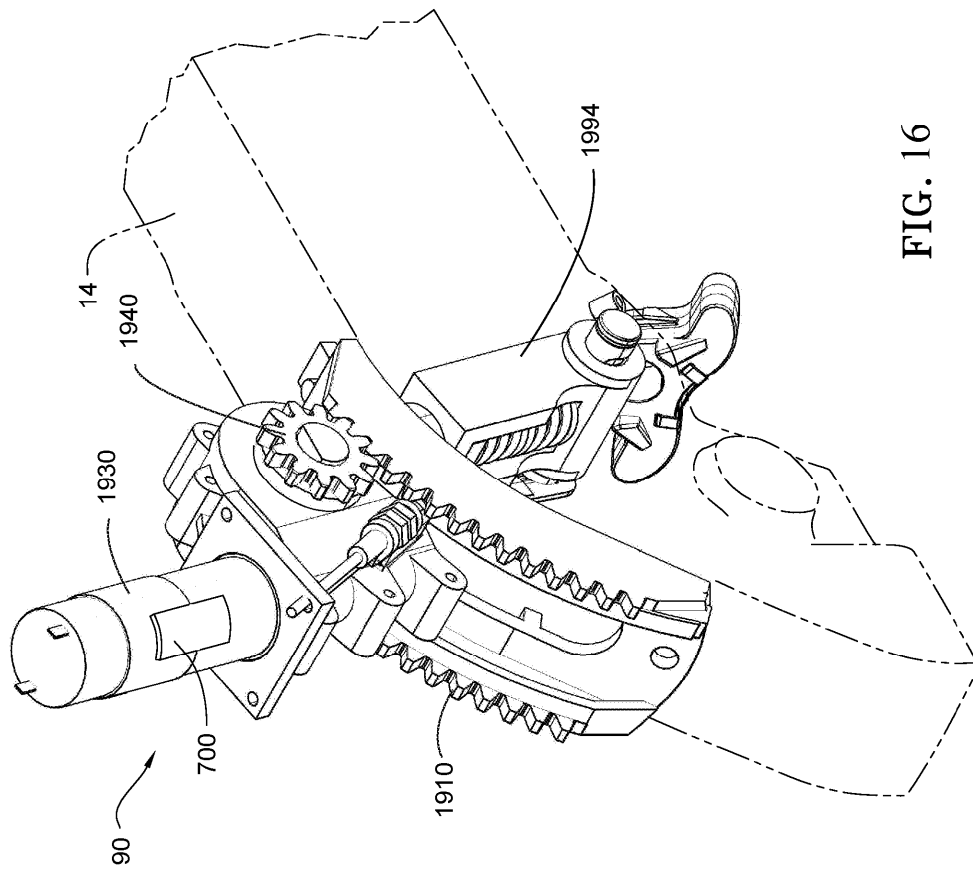


FIG. 16

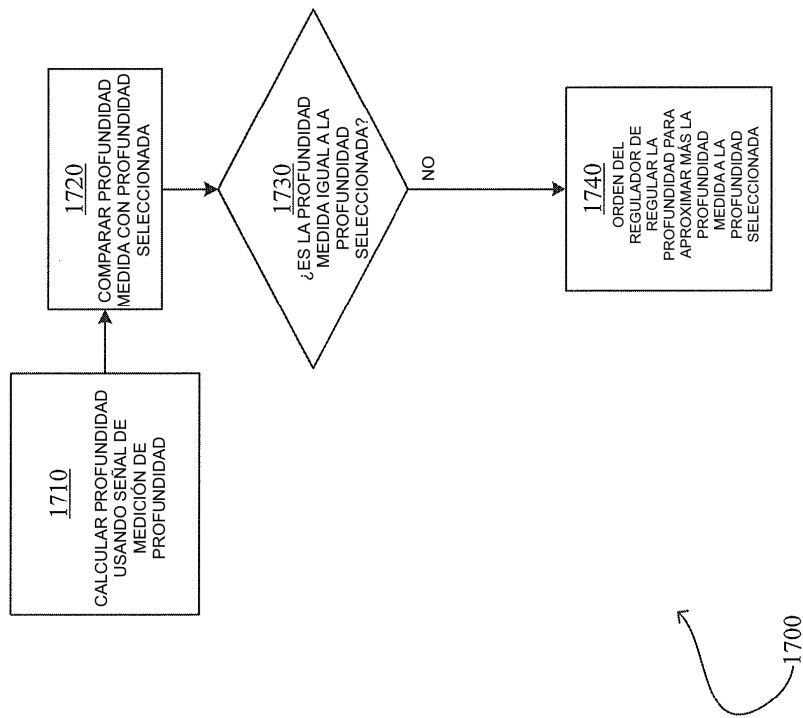


FIG. 17