

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 502**

51 Int. Cl.:

**B05B 3/16** (2006.01)

**B05B 3/04** (2006.01)

**B05B 12/06** (2006.01)

**B05B 3/06** (2006.01)

**B05B 15/10** (2013.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2013 PCT/IB2013/055298**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14002056**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2013 E 13750147 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2866946**

54 Título: **Un aspersor giratorio**

30 Prioridad:

**28.06.2012 US 201261665449 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.04.2018**

73 Titular/es:

**NETAFIM LTD. (100.0%)**

**10 Derech Hashalom**

**67892 Tel Aviv, IL**

72 Inventor/es:

**KEREN, RON;**

**BELFORD, JAMES y**

**PELEG, GAD**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 661 502 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

Un aspersor giratorio

### 5 CAMPO TÉCNICO

La invención se refiere a un aspersor giratorio para su uso con un dispositivo pulsante.

### ANTECEDENTES

10 En los dispositivos pulsantes, tales como los utilizados en los sistemas de riego, un flujo entrante relativamente bajo de líquido se transforma en un pulso expulsado de líquido a un flujo relativamente alto. Por lo tanto, los pulsos emitidos por los dispositivos pulsantes pueden diseñarse para alcanzar distancias relativamente grandes en relación con dispositivos no pulsantes convencionales, que de otro modo requerirían caudales de entrada mucho más altos para alcanzar distancias similares.

15 Para distribuir el líquido emitido desde un dispositivo pulsante a un campo se puede usar un aspersor giratorio. Sin embargo, el caudal relativamente alto de los pulsos emitidos puede hacer que el aspersor gire a una velocidad relativamente alta durante cada pulso, dando como resultado que los pulsos emitidos se pulvericen a distancias más cortas.

20 La patente US 5.314.116 describe un dispositivo pulsante utilizado en sistemas de riego que descarga pulsos intermitentes de líquido. El dispositivo pulsante descarga intermitentemente el líquido a un distribuidor, tal como un pulverizador giratorio de riego para formar un patrón pulverizado que puede variarse variando los parámetros dimensionales de las partes del dispositivo pulsante.

25 El documento US5803365 que describe un aspersor giratorio de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 se refiere a aspersores giratorios pulsantes que pueden usarse para riego y para otras aplicaciones. Se dice que tales aspersores son útiles cuando su entrada está conectada a una salida de un dispositivo pulsante, que expulsa intermitentemente chorros de fluido pulsante hacia la entrada de los aspersores. El aspersor consiste en un cilindro flotante encerrado en una carcasa. El cilindro, que tiene una entrada de fluido y una salida de fluido, está flotando, girando y expulsando intermitentemente chorros pulsantes de fluido.

### SUMARIO

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aspersor giratorio según la reivindicación 1.

35 Preferiblemente, antes del final de cada pulso que se emite, el aspersor giratorio siempre deja de girar. Y también preferiblemente, después de dejar de girar antes de un final de un pulso dado; el aspersor no continuará girando debido a una fuerza de impulso aplicada sobre la porción giratoria por el resto del pulso dado, que aún se está emitiendo hasta que el pulso dado finalice. Opcionalmente, en algunos casos puede producirse un movimiento de rotación terminal después de un final de un pulso debido a las fuerzas de empuje aplicadas en el aspersor sobre los elementos de la porción giratoria.

Típicamente, la porción giratoria está adaptada para empezar a girar en o después del comienzo de cada pulso de líquido.

45 Si se desea, los pulsos emitidos por la porción giratoria al entorno exterior están dirigidas a lo largo de trayectorias que forman una fuerza de impulso que insta a la rotación de la porción giratoria. Posiblemente, la rotación de la porción giratoria está formada por esta fuerza de impulso al menos hasta que la porción giratoria deja de girar antes de que el pulso termine. Alternativamente o, además, la rotación de la porción giratoria está formada por los pulsos emitidos al entorno exterior que impulsan el movimiento de al menos algunas partes de la porción giratoria que se apoyan entre sí y/o contra partes estáticas o porciones del aspersor para impulsar mecánicamente la rotación.

Opcionalmente, los pulsos de líquido también instan a la porción giratoria para moverse a lo largo del eje y, posiblemente, este movimiento ayuda al impulso mecánico de rotación mencionado anteriormente.

55 Si se desea, antes o al comenzar a girar, la porción giratoria se mueve hacia arriba a lo largo del eje y después de dejar de girar, la porción giratoria se mueve hacia abajo a lo largo del eje. Posiblemente, dicho movimiento hacia arriba requiere que al menos una parte de la porción giratoria se apoye contra una superficie inclinada de, por ejemplo, el aspersor y se deslice a lo largo de dicha superficie inclinada para ayudar y/o provocar la rotación de la porción giratoria del aspersor. Posiblemente, en una porción giratoria en la que dicho deslizamiento produce rotación, los pulsos emitidos al entorno exterior pueden dirigirse a lo largo de trayectorias que forman sustancialmente una fuerza de impulso pequeña o nula alrededor del eje de rotación de la porción giratoria.

Opcionalmente, el aspersor comprende unos medios de empuje adaptados para empujar la porción giratoria para moverse hacia abajo a lo largo del eje.

65 típicamente, el aspersor también comprende una porción estática, y en el que el movimiento de la porción giratoria se

controla mediante la interacción entre las porciones giratoria y estática. Posiblemente, la porción estática comprende la superficie inclinada que ayuda y/o provoca la rotación.

Además, típicamente, la interacción comprende detener el movimiento de la porción giratoria mediante la porción estática. Esta detención puede realizarse después de que partes de la rotación realicen movimientos giratorios y/o relativos axiales que posiblemente incluyan la interacción de deslizamiento para impulsar la rotación.

Opcionalmente, el aspersor giratorio comprende un primer y segundo elementos, estando el primer elemento fijado para moverse junto con la porción giratoria, y no estando el segundo elemento fijado para moverse junto con la porción giratoria a lo largo de al menos una de la dirección de rotación o axial.

Además, opcionalmente, la rotación de la porción giratoria durante la emisión de un pulso de líquido incluye el segundo elemento que arrastra el primer elemento a lo largo de al menos una de las direcciones de rotación o axial.

Un movimiento de rotación angular de la porción giratoria entre inicios de pulsos posteriores es "theta", y 360° dividido por "theta" puede ser igual a un número entero. Esta "theta" dará como resultado un aspersor que repite movimientos angulares en revoluciones posteriores alrededor del eje X (es decir, deteniéndose, por ejemplo, sustancialmente en las mismas posiciones en revoluciones posteriores).

Un movimiento de rotación angular de la porción giratoria entre inicios de pulsos posteriores es "theta", y 360° dividido por "theta" puede no ser igual a un número entero. Esta "theta" dará como resultado un aspersor que no repite los mismos movimientos angulares en revoluciones posteriores alrededor del eje X (es decir, no se detiene, por ejemplo, en las mismas posiciones en revoluciones posteriores). Esto dará como resultado una distribución más arbitraria y uniforme de los pulsos de líquido a un área de un campo que se está regando. De acuerdo con la invención, este ángulo de derivación no entero "theta" es similar para todos los pulsos que se emiten, y esto puede proporcionarse por tales realizaciones formadas con un movimiento angular paso a paso mecánicamente "controlado" que se repite durante cada pulso. Dicha disposición "controlada" mecánicamente puede realizarse mediante, por ejemplo, pasadores o dientes que se mueven dentro de, por ejemplo, ranuras o pasajes o cualquier otra disposición mecánica de engranaje.

De acuerdo con la presente invención, también se proporciona un método de riego según la reivindicación 8.

Si se desea, los pulsos de líquido también impulsan la porción giratoria para moverse a lo largo del eje.

Opcionalmente, antes o al comenzar a girar, la porción giratoria se mueve hacia arriba a lo largo del eje y después de dejar de girar, la porción giratoria se mueve hacia abajo a lo largo del eje.

También opcionalmente, el aspersor también comprende unos medios de empuje adaptados para empujar la porción giratoria para moverse hacia abajo a lo largo del eje.

Típicamente, el aspersor también comprende una porción estática, y en el que el movimiento de la porción giratoria se controla mediante la interacción entre las porciones giratoria y estática.

Opcionalmente, la interacción comprende detener el movimiento de la porción giratoria mediante la porción estática.

Si se desea, el aspersor comprende un primer y segundo elementos, estando el primer elemento fijado para moverse junto con la porción giratoria, y no estando el segundo elemento fijado para moverse junto con la porción giratoria a lo largo de al menos una de la dirección de rotación o axial.

Opcionalmente, la rotación de la porción giratoria durante la emisión de un pulso de líquido incluye el segundo elemento que arrastra el primer elemento a lo largo de al menos una de las direcciones axial o de rotación.

Opcionalmente, la porción giratoria está adaptada para dejar de girar solo una vez antes del final de cada pulso de líquido.

Un movimiento de rotación angular de la parte giratoria entre inicios de pulsos posteriores es "theta", y 360° dividido por "theta" puede ser igual a un número entero.

Un movimiento de rotación angular de la porción giratoria entre inicios de pulsos posteriores es "theta", y 360° dividido por "theta" puede no ser igual a un número entero.

En un aspecto amplio, las realizaciones del aspersor de la presente invención incluyen al menos dos (o preferiblemente dos) elementos que están involucrados en el control/asistencia del movimiento paso a paso alrededor del eje de rotación del aspersor para lograr un ángulo "theta" que deriva un número no entero al dividir 360° por "theta". Los al menos dos (o preferiblemente dos) elementos proporcionan a cada uno una parte del ángulo "theta" que, cuando se agrega, proporcionan el no entero que deriva "theta". Dado que las realizaciones del aspersor de la presente invención

giran continuamente alrededor de su eje dividiendo la etapa de rotación en incrementos mediante los elementos, se ha encontrado que es una manera simple y práctica de lograr una "theta" no entera.

Además de los aspectos ejemplares y de las realizaciones descritas anteriormente, aspectos y realizaciones adicionales serán evidentes por referencia a las figuras y por el estudio de las siguientes descripciones detalladas.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Realizaciones ejemplares se ilustran en las figuras referenciadas. Se pretende que las realizaciones y las figuras descritas en este documento se consideren ilustrativas, en lugar de restrictivas. La invención, sin embargo, tanto en organización como en método de operación, junto con objetos, características y ventajas de la misma, puede entenderse mejor por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se lee con las figuras adjuntas, en las cuales:

La figura 1 muestra esquemáticamente una vista superior en perspectiva de un conjunto de riego que incluye un dispositivo pulsante y un aspersor giratorio de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención; Las figuras 2A a 2F muestran esquemáticamente vistas superiores del conjunto de riego de la figura 1 durante diferentes etapas de riego; La figura 3 muestra esquemáticamente una vista lateral de una primera realización de un aspersor giratorio de acuerdo con la presente invención; La figura 4 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal del aspersor giratorio de la figura 3; Las figuras 5A y 5B muestran esquemáticamente una sección del aspersor giratorio de la figura 3 y las posiciones que este aspersor giratorio puede asumir durante el riego; La figura 6 muestra una vista superior en perspectiva de una segunda realización de un aspersor giratorio de acuerdo con la presente invención; La figura 7 muestra el aspersor de la figura 6 con una parte superior del mismo eliminada para exponer partes internas del aspersor giratorio; Las figuras 8A a 8D muestran el aspersor giratorio de la figura 6 sin la parte superior y en algunas posiciones que este aspersor giratorio puede asumir durante el riego; La figura 9 muestra una vista superior en perspectiva de una tercera realización de un aspersor giratorio de acuerdo con la presente invención; La figura 10 muestra una vista en sección transversal del aspersor giratorio de la figura 9; La figura 11 muestra una vista en despiece de una porción del aspersor giratorio de la figura 9; y Las figuras 12 y 13 muestran secciones de la figura 11.

Se apreciará que, por simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos mostrados en las figuras no han sido necesariamente dibujados a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden exagerarse en relación con otros elementos para mayor claridad. Además, cuando se considere apropiado, los números de referencia se pueden repetir dentro de las figuras para indicar elementos similares.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

En primer lugar, se hace referencia a la figura 1, que muestra un conjunto de riego 10 que incluye un dispositivo pulsante 12 que está adaptado para transformar un flujo de líquido entrante de una fuente de líquido aguas arriba (no mostrada) a pulsos de líquido salientes intermitentes que se expulsan desde el dispositivo 12 aguas abajo. El líquido puede ser agua que puede contener sustancias usadas en aplicaciones agrícolas en las que se usa el conjunto de riego, tal como nutrientes para plantas, pesticidas y/o medicamentos; y la fuente de líquido aguas arriba puede ser opcionalmente una tubería, tal como una tubería de riego.

El conjunto de riego 10 tiene un eje de rotación X y una entrada 20 para la conducción del líquido al dispositivo 12 desde la fuente de líquido a presión aguas arriba. Además, el conjunto de riego 10 tiene un aspersor giratorio 14 de acuerdo con las diversas realizaciones de la presente invención. Los materiales a partir de los cuales pueden estar hechas las partes que forman las diversas realizaciones del aspersor 14 incluyen: acetal, nylon, PBT, polipropileno reforzado (etc.). Las partes destinadas a proporcionar fricción, tales como las almohadillas de fricción que se describirán en el presente documento pueden estar hechas también de otros materiales que aumenten apropiadamente la fricción, tal como caucho o combinaciones de caucho con plásticos o polímeros. El aspersor 14 mostrado y descrito en el presente documento recibe los pulsos de líquido expulsados desde el dispositivo 12, y tiene una porción giratoria 16 que está adaptada para girar alrededor del eje X en una dirección de rotación R. La porción giratoria incluye dos brazos 17 y dos boquillas 18 unidas cada una a un extremo de un brazo 17 respectivo, y las boquillas 18 están adaptadas para descargar los pulsos de líquido recibidos desde el dispositivo 12 hacia el entorno exterior a lo largo de direcciones que forman momentos de fuerza que impulsan a la porción giratoria a girar en la dirección R alrededor del eje X. Debe entenderse que el aspersor 14 puede incluir cualquier número de boquillas 18 (y respectivos brazos 17), tal como uno o más de dos.

Se debe indicar que los términos direccionales que aparecen a lo largo de la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, por ejemplo, "delantero", "trasero", "arriba", "abajo", etc., (y derivados de los mismos) son solo para fines ilustrativos, y no pretenden para limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas. También se indica que los términos direccionales "debajo", "abajo" e "inferior" (y sus derivados) definen todas direcciones idénticas. Finalmente,

se observa que las direcciones de avance y de arrastre utilizadas en el presente documento corresponden respectivamente a la dirección de rotación R y a una dirección que se opone a la dirección R alrededor del eje X.

5 Cuando se inicia de riego, el líquido entra en el dispositivo pulsante través de la entrada 20, aumenta la presión dentro del dispositivo 12 hasta que alcanza una primera presión umbral  $P_o$ , que es la presión a la que el dispositivo 12 comienza la liberación de un pulso de líquido hacia el aspersor 14, que a su vez descarga el pulso al entorno exterior a través de sus boquillas. A medida que el líquido sale del dispositivo pulsante, la presión dentro del dispositivo 12 cae y el pulso continúa saliendo del dispositivo 12 hasta que la presión dentro del dispositivo alcanza una segunda presión umbral  $P_c$  a la cual termina el pulso. Un tiempo de pulso  $T_p$  se define como el tiempo que pasa entre un inicio y un final de un pulso.

10 Mientras el dispositivo pulsante permanece en comunicación líquida con la fuente de líquido a presión aguas arriba, la terminación de un pulso dado será seguido por un posterior aumento de la presión dentro del dispositivo 12, que dará lugar a un pulso posterior que se libera desde el dispositivo pulsante hacia el entorno exterior a través del aspersor 14 hasta que la presión vuelva a caer y el pulso posterior finalice (y así sucesivamente).

15 Se hace referencia ahora a las figuras 2A a 2F. De acuerdo con las diversas realizaciones de la presente invención, el aspersor 14 está en una posición inmóvil sin rotación sustancial alrededor del eje X, a veces tal como entre pulsos de líquido (es decir, después de que la presión en el dispositivo 12 caiga por debajo del umbral  $P_c$  y antes de que se eleve de nuevo para alcanzar el umbral  $P_o$ ); o antes de iniciar una secuencia de riego que incluye exponer el sistema 10 a comunicación con la presión desde la fuente de líquido aguas arriba. En la figura 2A se muestra un ejemplo de dicha posición estática del aspersor 14, y en esta posición la orientación de la porción giratoria del aspersor 14 alrededor del eje X puede definirse mediante un eje M. El eje M que se cruza perpendicularmente con el eje X se muestra en este ejemplo para extenderse opcionalmente a lo largo de uno de los brazos de la porción giratoria. Sin embargo, dado que el propósito de este eje (como será evidente a continuación) es indicar el movimiento rotacional relativo que el aspersor 20 14 realiza durante cada pulso de líquido, las partes exactas a lo largo de las cuales se puede extender el eje M no son críticas, siempre que se considere este eje para fijarse para girar junto con la porción giratoria del aspersor 14 mientras se cruza perpendicularmente el eje X.

25 A medida que la presión dentro del dispositivo 12 se eleva y alcanza  $P_o$ , un pulso de líquido empieza a salir del dispositivo 12 hacia el aspersor 14 en un momento máximo. El pulso en este momento máximo comienza su descarga al entorno exterior a través de las boquillas del aspersor 14, mientras que también insta al aspersor 14 a asumir una aceleración máxima alrededor del eje X (figura 2B).

30 El aspersor 14 girará un cierto ángulo alrededor del eje X hasta que el aspersor detendrá su rotación antes de que el pulso haya alcanzado su extremo (figura 2C). La detención de la rotación de la porción giratoria del aspersor 14 tendrá lugar después de que haya transcurrido como mucho el 85 % del tiempo de pulso  $T_p$ . Después de detenerse para girar, el líquido aún en un momento sustancial continuará saliendo del aspersor 14 durante el tiempo restante del pulso  $T_p$  mientras el aspersor se detiene (figura 2D) hasta que el pulso termine y termine la corriente de líquido que se está pulverizando a través de las boquillas (figura 2E). Un pulso posterior que comenzará a salir del dispositivo 12 requerirá que el aspersor 14 realice otra etapa de rotación alrededor del eje X y, aunque, aunque no se muestra, esta etapa de rotación será sustancialmente similar a la descrita con referencia a las figuras 2B a 2E.

35 La interrupción de la rotación del aspersor 14 alrededor del eje X, mientras que un pulso de líquido dado todavía se está descargando desde el aspersor 14 generalmente aumenta la distancia que el líquido que está siendo pulverizado desde el aspersor 14 puede alcanzar. El líquido que se pulveriza mientras el aspersor 14 gira rápidamente alrededor del eje X al inicio de cada pulso, que debido a la rotación rápida se pulveriza a una distancia más corta, junto con la distancia mayor que se obtiene cuando el aspersor 14 deja de girar, imparte al aspersor de acuerdo con las diversas realizaciones de la presente invención, un patrón de pulverización distribuido relativamente uniforme que puede cubrir un área que se extiende relativamente cerca del aspersor 14 (cuando está en rotación) a un punto relativamente alejado del aspersor (cuando está estacionario). A modo de ejemplo no vinculante, un aspersor 14 es "alimentado" desde el dispositivo 12 con pulsos de líquido que tienen una primera presión umbral  $P_o$  de aproximadamente 2 y posiblemente hasta aproximadamente 2,5 atmósferas y una segunda presión umbral  $P_c$  de aproximadamente 1 y posiblemente hasta aproximadamente 1,2 atmósferas, puede pulverizar líquido aguas abajo a distancias de hasta un radio de aproximadamente 11 y posiblemente hasta aproximadamente 13 metros cuando está estático, y a distancias de hasta un radio de aproximadamente 6 metros cuando gira rápidamente alrededor del eje X, como en el inicio de cada pulso.

40 La figura 2F es una superposición de las figuras 2A y 2E colocadas una sobre la otra que muestra la posición de rotación del aspersor 14 justo antes del inicio de un pulso y justo antes del comienzo de un pulso posterior. En la figura 2F, los brazos y las boquillas importados de la figura 2A se muestran usando líneas discontinuas, y los ejes M importados de las figuras 2A y 2E se indican respectivamente como  $M_i$  y  $M_{i+1}$ . A modo de generalización, la letra 'M' seguida por el índice 'i' simboliza la posición rotacional final que el aspersor 14 obtuvo después del pulso 'i', y la letra 'M' seguida por el índice 'i+1' simboliza la posición rotacional final que el aspersor 14 obtuvo después de un pulso posterior 'i+1'. Finalmente, el ángulo "theta" entre los ejes  $M_i$  y  $M_{i+1}$  indica el movimiento angular de rotación o etapa que el aspersor 14 realizó durante un pulso dado 'i+1' (es decir, "theta" es un ángulo medido entre una posición justo antes del

inicio de un pulso y una posición justo antes del inicio de un pulso posterior).

Se hace referencia ahora a las figuras 3 y 4. En una realización de la presente invención, el conjunto de riego 10 incluye un aspersor giratorio 114 de acuerdo con una primera realización de la presente invención. El aspersor 114 tiene una porción estática 122 y una porción giratoria 116 que está adaptada para girar en la dirección R alrededor del eje X del conjunto. La porción estática 122 tiene la forma de un alojamiento que encierra un volumen 126, y el volumen 126 se abre desde la porción 122 en un extremo superior y un extremo inferior de la porción 122. La porción giratoria del aspersor 114 incluye un vástago 128 con un cuerpo hueco generalmente cilíndrico. El vástago 128 se extiende a través del volumen 126 y sobresale hacia arriba fuera de la porción estática 122 hacia una fusión 130 de la porción giratoria. Desde la fusión 130, dos brazos 117 de la porción giratoria 116 se extienden en direcciones alejadas del eje X a las respectivas boquillas 118 de la porción giratoria.

La porción estática 122 incluye una ranura periférica 132 que se extiende alrededor del eje X y se comunica entre el volumen 126 y el entorno exterior de la porción 122. La ranura 132 divide la porción 122 en las partes superior e inferior 125, 127 que se mantienen separadas en la ranura 132 mediante separadores (no indicados). La parte superior 125 incluye un techo 129 orientado hacia abajo situado por encima de la ranura 132 y la parte inferior 127 incluye un suelo 131 orientado hacia arriba situado debajo de la ranura 132. El vástago 128 también incluye un rotor periférico 134 que se extiende alrededor del eje X y en una dirección radial hacia fuera alejándose del eje X y de su cuerpo. El rotor 134 está situado dentro de la ranura 132, y el aspersor 114 incluye un muelle de compresión 136 que se presiona entre la parte superior de la porción estática 122 y el rotor 134. El muelle 136, como resultado, ejerce una fuerza dirigida hacia abajo que puede empujar hacia abajo la porción giratoria del aspersor 114.

El aspersor 114 está adaptado para ajustarse al dispositivo pulsante del conjunto 10 en un extremo inferior de la porción estática 122, y los pulsos emitidos desde el dispositivo 12 están adaptados para fluir hacia arriba a través del vástago y los brazos de la porción giratoria del aspersor 114 hacia emitir al entorno exterior a través de las boquillas del aspersor 114. Estos pulsos de líquido pueden empujar la porción giratoria del aspersor 114 para girar en la dirección R alrededor del eje X y también aplicar una fuerza dirigida hacia arriba que puede empujar a la porción giratoria del aspersor 114 para elevarse hacia arriba contra la fuerza de empuje dirigida hacia abajo del muelle 136.

Se hace referencia ahora adicionalmente a las figuras 5A y 5B, que muestran unos conjuntos superior e inferior de dientes de rotor 138, 140 que están formados en respectivos lados superior e inferior de un núcleo en forma de disco del rotor 134. Cada diente de rotor en los conjuntos 138 y 140 está separado por un valle 141 de un diente de rotor adyacente en su conjunto respectivo, e incluye un cabezal 148 y paredes delantera y posterior 150, 152. La pared delantera 150 puede ser generalmente perpendicular al núcleo del rotor 134 y la pared posterior 152 se inclina en una dirección posterior desde el cabezal 148 hacia el núcleo del rotor 134.

Las figuras 5A y 5B también muestran que el techo 129 y el suelo 131 están formados con conjuntos de dientes de estator 142, 144 que se proyectan en la ranura 132. Cada diente de estator en los conjuntos 142 y 144 está separado por una cuenca 143 desde un diente de estator adyacente en su conjunto respectivo, e incluye una parte superior 154 y unas caras delantera y posterior 156, 158. La cara delantera 156 se inclina en una dirección de avance desde la parte superior 154 hacia su respectivo techo 129 o suelo 131, y la cara posterior 158 puede ser generalmente perpendicular a su respectivo techo 129 o suelo 131. La cara delantera 156 se inclina así en una dirección de avance hacia arriba hacia el techo 129 y hacia abajo hacia el suelo 131.

Uno de los dientes del rotor superior en el conjunto 138 se ha indicado como 138' y uno de los dientes del rotor inferiores en el conjunto 140 se ha indicado como 140', de modo que la posición rotacional del rotor 134 (y de este modo la porción de rotación 116) entre las figuras 5A y 5B pueden ser rastreadas. También se ha proporcionado un plano imaginario indicado por la línea discontinua 146 que se extiende a lo largo de ambas figuras para ayudar a identificar dientes de estator similares en los conjuntos 142 y 144 que permanecen estáticos durante la rotación del aspersor 114.

La posición del rotor 134 en la figura 5A simula la posición de la porción giratoria del aspersor 114 entre pulsos de líquido o antes de iniciar una secuencia de riego que incluye exponer el sistema 10 a comunicación con la presión desde la fuente de líquido aguas arriba. En esta posición, el muelle 136 presiona la porción giratoria del aspersor 114 hacia abajo hacia una posición retraída, de modo que el conjunto inferior de dientes del rotor 140 del rotor 134 se acopla con los dientes del estator en el conjunto 144 que están formados en el suelo 131. La figura 2A que se describió anteriormente puede verse que representa la posición de la porción giratoria del aspersor 114 como se ve en la figura 5A. También como se ve en la figura 5A, los dientes del rotor 138' y 140' del rotor 134 se ven a la derecha del plano imaginario 146 con la pared posterior inclinada 152 del diente 140' superpuesta y opcionalmente topando con la cara delantera inclinada 156 de un diente de estator en el conjunto 144 que está a la derecha del plano 146.

Un pulso líquido que empieza a salir de dispositivo 12 a una presión suficiente para aplicar una fuerza que pueda superar la fuerza del muelle 136, empujará el rotor 134 para elevarse hacia arriba, hacia una posición de expulsión y retirar sus dientes de rotor inferior 140 desde dentro de las cuencas 143 del conjunto de estator 144. Además, este pulso de líquido cuando comienza a descargarse al entorno exterior a través de las boquillas del aspersor 114 también comenzará a empujar la porción giratoria del aspersor 114 para que gire alrededor del eje X (como ya se ha visto y

descrito con respecto también a la figura 2B). Los dientes del rotor superior en el conjunto 138 del rotor 134 que se elevan hacia arriba entrarán a su vez en las cuencas 143 del conjunto de estator 142, y como resultado, el rotor 134 se controlará para realizar solo un cierto movimiento giratorio o paso en la dirección R alrededor del eje X antes de que al menos una de las paredes delanteras 150 de los dientes del rotor en el conjunto 138 se acople al menos a una de las caras posteriores 158 de los dientes del estator en el conjunto 142, como se ve en la figura 5B. La figura 2C que se describió anteriormente puede verse que representa la posición de la porción giratoria del aspersor 114 como se ve en la figura 5B. También como se ve en la figura 5B, el diente de rotor 140' del rotor 134 se ha movido hacia la izquierda del plano imaginario 146 con su pared posterior inclinada 152 ahora superpuesta a la cara delantera inclinada 156 de un diente de estator en el conjunto 144, que también está a la izquierda del plano 146.

La descripción de aspersor giratorio 114 se detendrá en este punto para de señalar en este párrafo lo siguiente. Debe indicarse que, en algunas realizaciones, la elevación descrita anteriormente de, por ejemplo, el rotor 134 hacia arriba mediante un pulso de líquido puede empujar una o más de las paredes inclinadas 152 de los dientes de rotor superiores del conjunto 138 para topar y apoyarse contra la cara(s) delantera(s) inclinada(s) 156 del conjunto de estator 142. Este contacto puede dar lugar a que tal(es) pared(es) 152 sea(n) empujada(s) para deslizarse sobre tal(es) cara(s) 156 y mediante esta "interacción mecánica" empujan la porción giratoria del aspersor para girar alrededor del eje X en la dirección R. En la realización de, por ejemplo, el aspersor 11144 que se describe a continuación, los techos 175 y 1175 pueden formarse inclinados hacia arriba en una dirección delantera (y no como se muestra opcionalmente en las figuras 12, 13) de modo que la elevación mediante un pulso de líquido del primer y segundo elementos 11134a, 11134a pueden empujar respectivamente la "interacción mecánica" y el deslizamiento de los dientes 186 y 188 sobre los techos 175, 1175 y mediante esa rotación del aspersor 11144 alrededor del eje X en la dirección R. Posiblemente, los aspersores de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, donde tal "interacción mecánica" empuja la rotación, pueden comprender en algunos casos boquillas (véanse, por ejemplo, las boquillas 18, 118, 1118, 11188 de las realizaciones descritas en este documento) que se extienden en una dirección que expulsa pulsos de líquido sustancialmente a lo largo del eje M (véase, por ejemplo, la figura 2A), que a su vez forma un momento de fuerza sustancialmente "cero" alrededor del eje X. Tales realizaciones pueden depender de la "interacción mecánica" y sustancialmente menos (o no del todo) de la fuerza del momento para impulsar la rotación de la porción giratoria. Posiblemente, las realizaciones de la presente invención pueden "disfrutar" tanto de "interacción mecánica" como de momento de fuerza para impulsar la rotación en la dirección R alrededor del eje X, manteniendo boquillas que se extienden en una dirección para expulsar pulsos de líquido en una dirección transversal y/o inclinada respecto al eje M (como se ve, por ejemplo, en la figura 2A).

Volviendo a la descripción del aspersor giratorio 114, se observa que el dispositivo de salida de pulso líquido 12 continuará fluyendo a través del aspersor 114 para pulverizarse al entorno exterior, mientras que se mantiene el rotor 134 en cuña y acoplado en los dientes del estator del conjunto 142 (como también se ve y se describe con respecto a la figura 2D) hasta que el pulso termina, y así termina la corriente de líquido que se pulveriza a través de las boquillas del aspersor 114 (como se ve también en la figura 2E). El final de un pulso dado también terminará la fuerza dirigida hacia arriba que eleva la porción de rotación del aspersor 114 contra la fuerza del muelle 136, permitiendo así que el muelle 136 empuje la porción giratoria del aspersor 114 hacia abajo. La posición del rotor (y, por lo tanto, de la parte giratoria) del aspersor 114 después de retroceder en un extremo de un impulso dado será generalmente similar a la mostrada en la figura 5A, pero con el rotor 134 girando ahora por un paso alrededor del eje X en la dirección R (como es evidente desde la posición de los dientes 138' y 140' en la figura 5B, justo antes de moverse hacia abajo). Es decir, que el diente en el conjunto 140 que está a la derecha del diente 140' ahora se moverá un paso en la dirección R para asumir la posición del diente 140'.

La etapa de rotación que el aspersor 114 realiza alrededor del eje X durante un pulso de líquido dado pueden ser finalizada por un movimiento de rotación terminal de la porción de rotación del aspersor 114 que está ayudado por la fuerza de empuje hacia abajo del muelle 136 que insta el acoplamiento entre la pared posterior inclinada 152 de los dientes del rotor inferior 140 que se acoplan y pueden deslizarse ligeramente en la dirección R sobre las caras delanteras inclinadas 156 de los dientes del estator 144. Este movimiento giratorio terminal puede ayudar a empujar más precisamente el diente en el conjunto 140 que está a la derecha del diente 140' para asumir la posición general del diente 140' que se ve en la figura 5A.

Un pulso posterior presionará el rotor 134 para elevarse de nuevo hacia arriba y colocar el diente del rotor 138' dentro de la cuenca 143 (formada entre dos dientes del estator del conjunto 142) que está a la izquierda del plano imaginario 146, de modo que el aspersor 114 podrá avanzar un paso posterior alrededor del eje X en la dirección R. El número de dientes N en, por ejemplo, el conjunto de estator 142, se puede usar para definir el movimiento de rotación angular o paso "theta" que el aspersor 114 realiza durante un pulso dado. El ángulo "theta" en el aspersor 114 es igual a  $360^\circ/N$ , y el aspersor 114 que tiene dicho ángulo "theta" asumirá posiciones angulares alrededor del eje X que se repetirán en revoluciones posteriores alrededor del eje X. En un ejemplo no vinculante de un aspersor 114 que tiene  $N = 45$  dientes de estator en, por ejemplo, el conjunto 142, el movimiento de rotación angular o paso "theta" es igual a  $8^\circ$ , lo que significa que después de cada pulso el aspersor 114 avanza un ángulo de  $8^\circ$  alrededor del eje A en la dirección R.

Se hace referencia ahora a las figuras 6 y 7. En una realización de la presente invención, el conjunto de riego 10 incluye un aspersor giratorio 1114 de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. El aspersor 1114 tiene una porción estática 1122 y una porción giratoria 1116 que está adaptada para girar en la dirección R alrededor del eje

X del conjunto. La porción estática 1122 tiene la forma de un alojamiento que encierra un volumen 1126, y el volumen 1126 se abre desde la porción estática 1122 en un extremo superior y un extremo inferior de la porción estática 1122. La porción giratoria del aspersor 1114 incluye un vástago 1128 con un cuerpo hueco generalmente cilíndrico. El vástago 1128 se extiende a través del volumen 1126 y sobresale hacia arriba fuera de la porción estática 1122 hacia una fusión 1130 de la porción giratoria. Desde la fusión 1130, dos brazos 1117 de la porción giratoria 1116 se extienden en direcciones alejadas del eje X a las respectivas boquillas 1118 de la porción giratoria.

La porción estática 1122 tiene partes superior e inferior 1125, 1127 con caras interiores que rodean el volumen 1126. Y, una porción orientada hacia abajo de la cara interior de la parte superior 1125 incluye una almohadilla de fricción 1142 del estator que está formada alrededor del eje X. La parte inferior 1127 tiene también una almohadilla de fricción 1144 formada alrededor del eje X que se enfrenta de manera opuesta a la almohadilla de fricción 1142 del estator.

El vástago 1128 incluye un rotor 1134 formado por un primer y segundo elementos 1134a, 1134b. El primer elemento 1134a se fija para girar junto con la porción giratoria del aspersor 1114 alrededor del eje X, y el segundo elemento 1134b se fija de manera pivotante a la porción giratoria 1116, y de ese modo puede realizar movimientos giratorios alrededor del eje X con relación a la porción giratoria del aspersor 1114 y, por lo tanto, también con relación al primer elemento 1134a. Sin embargo, el primer y segundo elementos 1134a, 1134b están fijados para trasladarse juntos a lo largo del eje X hacia arriba y hacia abajo.

El aspersor 1114 incluye un muelle de compresión 1136 que se presiona entre la parte superior de la porción estática 1122 y el rotor 1134 para empujar así la porción giratoria del aspersor 1114 hacia abajo. Las figuras 7 y 8A-8D muestran el aspersor 1114 con su parte superior 1125 eliminada para exponer las partes internas del aspersor 1114, que de otro modo estarían ocultas. Aunque se muestra sin la parte superior 1125, debe entenderse que el muelle 1136 en estas figuras se mantiene presionado desde arriba mediante la parte superior 1125 que, por consiguiente, no se ve.

El primer elemento 1134a del rotor 1134 está formado por dos segmentos FM en forma de anillo idénticos que están desplazados 180° entre sí alrededor del eje X. Como resultado, el primer elemento 1134a también se forma con dos aberturas entre estos dos segmentos FM que también se desplazan 180° entre sí respecto del eje X. Cada abertura abarca un ángulo "alfa" alrededor del eje X y en las figuras 8A-8D un tramo completo de solo una de estas aberturas se ve por completo e indicado por el ángulo "alfa" (véase la figura 8C).

Cada segmento FM del elemento 1134a también incluye un conjunto inferior que se proyecta hacia abajo de los dientes de rotor 1140 formado en su cara inferior. Cada diente del rotor en el conjunto 1140 tiene un ápice, una pared delantera y una pared posterior. La pared delantera de cada diente en el conjunto 1140 se extiende desde el vértice del diente generalmente hacia arriba para encontrarse perpendicularmente con la cara inferior de su elemento 1134a, y la pared posterior de cada diente del conjunto 1140 se inclina hacia atrás y hacia arriba desde el vértice del diente hasta la cara inferior de su elemento 1134a.

El segundo elemento 1134b del rotor 1134 también está formado por dos segmentos SM con forma de anillo idénticos que están desplazados 180° entre sí alrededor del eje X (uno de los segmentos SM no se ve en la figura 7, ya que está oculto detrás del vástago 1128). Cada segmento SM del segundo elemento 1134b abarca un ángulo "beta" alrededor del eje X (véase el ángulo "beta" indicado en la figura 8C) y cada segmento SM incluye un conjunto de dientes de rotor 1138 que se proyectan hacia arriba formados en su cara superior. Cada diente del rotor en el conjunto 1138 tiene un ápice, una pared delantera y una pared posterior. La pared delantera de cada diente en el conjunto 1138 se extiende desde el vértice del diente generalmente hacia abajo para encontrarse perpendicularmente con la cara superior de su elemento 1134b, y la pared posterior de cada diente del conjunto 1138 se inclina hacia atrás y hacia abajo desde el vértice del diente hasta la cara superior de su elemento 1134b.

Se hace referencia ahora a las figuras 8A-8D para describir la operación del conjunto de riego 10 cuando se expone a un pulso de líquido dado que se descarga desde el dispositivo 12 a través del aspersor 1114 al entorno exterior. Similar a la figura 7, en las Figs. 8A-8D también se ve solo uno de los segmentos SM del segundo elemento 1134b con el otro segmento SM estando oculto detrás del vástago 1128.

En primer lugar, se llama la atención sobre la figura 8A, que es similar a la figura 7, pero no se muestra la parte superior 1125. Esta figura 8A simula la posición de la porción giratoria del aspersor 1114 entre pulsos de líquido o antes de iniciar una secuencia de riego que incluye exponer el sistema 10 a comunicación con la presión desde la fuente de líquido aguas arriba. En esta posición, el muelle 1136 presiona la porción giratoria del aspersor 1114 hacia abajo, de modo que los conjuntos inferiores de dientes de rotor 1140 de cada segmento FM del rotor 1134 se acoplan a la almohadilla de fricción 1144 del estator que está formada en la parte inferior 1127. El acoplamiento de fricción entre los dientes de rotor 1140 y la almohadilla de fricción 1144 asegura que la porción giratoria del aspersor 1114 se mantiene en una posición estacionaria, y se puede ver que la figura 2A descrita anteriormente representa la posición de la porción giratoria del aspersor 1114 como se ve en la figura 8A.

Se dirige ahora la atención a la figura 8B, que muestra un pulso de líquido indicado por la línea ondulada 164 que comienza a salir del dispositivo 12 a una presión suficiente para aplicar una fuerza que puede apoyarse contra la porción giratoria del aspersor 1114 y elevarla contra la fuerza de empuje del muelle 1136. El primer y segundo

elementos 1134a, 1134b que se elevan junto con la porción giratoria 1116 empujan los dientes del rotor inferior 1140 del primer elemento 1134a fuera del acoplamiento por fricción con la almohadilla de fricción 1144, y los dientes del rotor superior 1138 del segundo elemento 1134b en contacto de fricción con la almohadilla de fricción 1142 de la parte superior 1125.

Como la parte superior 1125 no se muestra en esta figura, este acoplamiento por fricción entre los dientes del rotor 1138 y la almohadilla de fricción 1142 no se ve en la figura 8B, sin embargo, debe entenderse que debido a este acoplamiento por fricción, el segundo elemento 1134b del rotor 1134 se mantiene "estacionado", de modo que no puede girar alrededor del eje X. Dependiendo del diseño del aspersor 1114, puede ser que el primer y segundo elementos 1134a, 1134b mientras se elevan se "deslizarán" y realizarán un ligero movimiento de rotación alrededor del eje X antes de que la fuerza de fricción causada por los dientes del rotor del segundo elemento 1134b que se acoplan con la almohadilla de fricción 1142 detengan la rotación de la porción giratoria 1116.

Se hace referencia ahora a la figura 8C. El pulso de líquido que fluye a través del aspersor 1114, cuando comienza a descargarse al entorno exterior a través de las boquillas del aspersor 1114 también comenzará a empujar la porción giratoria del aspersor 1114 para que gire alrededor del eje X (como ya se ha visto y descrito con respecto también a la figura 2B). Los dientes del rotor superior 1138 del segundo elemento 1134b que se mantienen acoplados con la almohadilla de fricción 1142 (no mostrada) mantienen el segundo elemento 1134b en consecuencia "estacionado" y no puede girar alrededor del eje X. Sin embargo, el primer elemento 1134a del rotor 1134 es capaz de girar junto con la porción giratoria del aspersor 1114 alrededor del eje X hasta que un extremo delantero de al menos uno de sus segmentos FM tope con un extremo posterior de uno de los segmentos SM del segundo elemento 1134b. La figura 2C que se describió anteriormente puede verse que representa la posición de la porción giratoria del aspersor 1114 como se ve en la figura 8C.

Sin embargo, observando todavía la figura 8C, se ve que la porción giratoria del aspersor 1114 puede girar alrededor del eje X un ángulo igual al ángulo "alfa" menos el ángulo "beta" hasta que se detiene. También se observa que el primer y segundo elementos 1134a, 1134b en esta realización están acoplados entre sí por un muelle de tensión 360, que se estira cuando el primer elemento 1134a gira alrededor del eje X junto con la porción giratoria 1116. Como aquí el pulso de líquido que aún no ha terminado todavía está aplicando un momento de fuerza manteniendo el primer elemento 1134a en la posición vista en la figura 8C, la fuerza cargada del muelle 360 mantiene una fuerza de empuje que actúa para intentar e instar al segundo elemento 1134b todavía "estacionado" para girar alrededor del eje X en la dirección R hacia el primer elemento 1134a.

El pulso de líquido que sale del dispositivo 12 continuará fluyendo a través del aspersor 1114 para pulverizarse al entorno exterior, mientras se mantiene el rotor 1134 en la posición estacionaria vista en la figura 8C (como también se observa y se describe con respecto a la figura 2D) hasta que el pulso termine y así termine la corriente de líquido que se pulveriza a través de las boquillas del aspersor 1114 (como se ve también en la figura 2E). El final de un pulso dado también terminará la fuerza dirigida hacia arriba que eleva la porción de rotación del aspersor 1114 contra la fuerza del muelle 1136, permitiendo así que el muelle 1136 empuje la porción giratoria del aspersor 1114 hacia abajo.

Este movimiento hacia abajo de la porción giratoria del aspersor 1114 instará a los dientes del rotor inferior 1140 del primer elemento 1134a a volver a acoplarse con la almohadilla de fricción 1144, mientras que se liberan los dientes del rotor superior 1138 del segundo elemento 1134b desde su acoplamiento "estacionado" con la almohadilla de fricción 1142 de la parte superior 1125. Una vez liberado de su estado "estacionado", el muelle cargado 360 puede instar al segundo elemento 1134b a seguir al primer elemento 1134a girando alrededor del eje X en la dirección R, hasta que se encuentre con el primer elemento 1134a. La figura 8D muestra una posición del aspersor 1114 durante el movimiento descendente de su porción giratoria 1116 y después de que el segundo elemento 1134b del rotor 1134 ya haya sido liberado de su estado "estacionado" y girado por el muelle 360 hacia el primer elemento 1134a.

Un pulso posterior que se emite desde el dispositivo 12 instará al aspersor 1114 para avanzar un paso posterior alrededor del eje X en la dirección R con el primer y segundo elementos del rotor 1134 que se arrastran entre sí, como ya se ha descrito anteriormente. El movimiento de rotación angular o el paso "theta" que el aspersor 1114 realiza durante un pulso dado alrededor del eje X puede ser igual a "alfa" menos "beta". En casos (como se describió anteriormente) donde el aspersor 1114 "resbala" mientras su porción giratoria se mueve hacia arriba al inicio de un pulso, el ángulo "theta" puede ser igual a "alfa" menos "beta" + una ligera rotación angular aleatoria de, por ejemplo, a unos 3°.

El ángulo "theta" del aspersor 1114 puede ser visto como equivalente al ángulo "theta" que se ha descrito previamente con respecto a la figura 2F. Al elegir las relaciones apropiadas entre las partes en el aspersor 1114, el ángulo "theta" se puede definir como un ángulo que deriva un número entero cuando 360° se divide por "theta". Una realización del aspersor 1114 con un ángulo "theta" que deriva dicho número entero asumirá posiciones angulares alrededor del eje X que se repetirán sustancialmente en revoluciones posteriores alrededor del eje X.

Sin embargo, si así se desea, el aspersor 1114 puede estar diseñado para tener un ángulo "theta" que no se deriva un número entero cuando 360° se divide por "theta". Los pulsos de líquido que se "alimentan" a esta realización del aspersor 1114 con un ángulo "theta" que no se deriva un número entero, se pulverizarán al entorno exterior a lo largo

de movimientos de rotación angular o pasos que no se repiten en ciclos posteriores (o revoluciones) alrededor del eje X (es decir, por ejemplo, no se repite la detención en las mismas ubicaciones en revoluciones posteriores). Esto dará como resultado una distribución más uniforme y arbitraria de líquido pulverizado sobre un área del campo que se está regando.

Se hace referencia ahora a las figuras 9 a 11. En una realización de la presente invención, el conjunto de riego 10 incluye un aspersor giratorio 11144 de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. El aspersor 11144 tiene una porción estática 11122 y una porción giratoria 11166 que está adaptada para girar en la dirección R alrededor del eje X del conjunto. La porción estática 11122 tiene la forma de un alojamiento con una cara interior 170 que encierra un volumen 11126, y el volumen 11126 se abre desde la porción estática 11122 en un extremo superior y un extremo inferior de la porción estática 11122. La porción giratoria del aspersor 11144 incluye un vástago 11128 con un cuerpo hueco generalmente cilíndrico. El vástago 11128 se extiende a través del volumen 11126 y sobresale hacia arriba fuera de la porción estática 11122 hacia una fusión 11130 de la porción giratoria. Desde la fusión 11130, dos brazos 11177 de la porción giratoria 11166 se extienden en direcciones alejadas del eje X a las respectivas boquillas 11188 de la porción giratoria.

Con atención, además, a la figura 13, se ve que la porción estática 11122 tiene sobre una porción cilíndrica de su cara interna 170 un conjunto de dientes de guía ranurados 11422 que se forman alrededor del eje X. Como la figura 13 muestra una sección de cara interior 170 y dientes de guía 11422 en el lado alejado de la cara 170 detrás del eje X (ver la sección marcada en la figura 11), la flecha R que representa la dirección de rotación del aspersor 11144 alrededor del eje X apunta en esta vista hacia la derecha. Cada diente de guía en el conjunto 11422 tiene un compartimento inferior 172 y un pasaje superior 174. El pasaje 174 incluye un techo 175 (solo uno indicado) y se extiende en la dirección R alrededor del eje X desde un inicio 176 hasta una terminación 178 donde se comunica con una entrada 180 en el compartimento 172. La entrada 180 se encuentra debajo de la terminación 178. El compartimento 172 tiene un lado inferior 182 que se inclina hacia abajo y en dirección R desde la entrada 180 hasta una parte inferior 184 del compartimento 172, que está situada debajo de un inicio 176 de un pasaje vecino 174 de un diente guía posterior en dirección R.

Con la atención, en particular, en la figura 11, se ve que el aspersor 11144 también incluye un rotor 11134 formado del primer y segundo elementos 11134a, 11134b. El primer elemento 11134a se forma como una forma anular que sobresale del vástago 11128 y que se fija para girar conjuntamente con el vástago 11128 y, de ese modo, con la porción giratoria del aspersor 11144. El primer elemento 11134a tiene una cara exterior periférica con dientes de rotor 186 que se proyectan radialmente desde esa cara. El segundo elemento 11134b tiene forma de anillo con una cara exterior periférica que está formada con dientes de rotor 188 que sobresalen radialmente desde esa cara exterior. El segundo elemento 11134b tiene también una cara cilíndrica interior 190 con un conjunto de dientes de guía ranurados 11444 que están formados sobre la cara interior 190.

Se llama la atención a la figura 12, que muestra una sección del segundo elemento 11134b que muestra la cara interior 190 y el conjunto 11444. Como ya se mencionó con respecto a la figura 13, aquí también la figura 12 muestra una sección de la cara interior 190 y los dientes de guía 11444 en el lado alejado de la cara 190 detrás del eje X (ver la sección marcada en la figura 11), representando la flecha R la dirección de rotación del aspersor 11144 alrededor del eje X, que apunta en esta vista hacia la derecha. Los dientes en el conjunto 11444 son generalmente similares a los del conjunto 11422 e incluyen un compartimento inferior 1172 y un pasaje superior 1174. El pasaje 1174 incluye un techo 1175 (solo uno indicado) y se extiende en la dirección R alrededor del eje X desde un inicio 1176 hasta una terminación 1178 donde se comunica con una entrada 1180 en el compartimento 1172. La entrada 1180 se encuentra debajo de la terminación 1178. El compartimento 1172 tiene un lado inferior 1182 que se inclina hacia abajo y en dirección R desde la entrada 1180 hasta una parte inferior 1184 del compartimento 1172, que está situada debajo del inicio 1176 de un pasaje vecino 1174 de un diente posterior en la dirección R.

En el aspersor 11144, como se ve mejor en la figura 10, el segundo elemento 11134b rodea el primer elemento 11134a y está situado entre el primer elemento 11134a y la cara interior 170 de la porción estática 11122. La interacción entre estas partes es tal que cada diente de rotor 186 del primer elemento 11134a está ubicado en un diente de guía respectivo del conjunto 11444 del segundo elemento 11134b, y cada diente de rotor 188 del segundo elemento 11134b está ubicado en un diente de guía respectivo del conjunto 11422 de la porción estática 11122. También se puede ver en la figura 10 que el aspersor 11144 está provisto de un muelle 11136 que se presiona entre una parte superior de la porción estática 11122 y entre el primer elemento 11134a, para aplicar así una fuerza de empuje hacia abajo sobre el primer elemento 11134a y, como resultado, sobre la porción giratoria del aspersor 11144.

Se hace referencia ahora de nuevo a las figuras 12 y 13 para analizar un movimiento o paso de rotación que el aspersor 11144 realizará cuando se expone a un pulso de líquido dado que se descarga desde el dispositivo 12 a través del aspersor 11144 al entorno exterior. El movimiento de rotación o paso que realizará el aspersor 11144 implica la interacción entre el primer y segundo elementos del rotor 11134 y entre la porción estática 11122. En la figura 12, se ha "rastreado" una trayectoria que un diente de rotor 186 dado del primer elemento 11134a realizará durante dicho paso y se indica mediante "puntos" y "flechas numeradas". Y en la figura 13, una trayectoria que un diente de rotor 188 dado del segundo elemento 11134b realizará durante dicho paso también ha sido "rastreado" e indicado por "puntos" y "flechas numeradas".

Entre los pulsos de líquido o antes de iniciar una secuencia de riego que incluye exponer el sistema 10 a comunicación con la presión desde la fuente de líquido aguas arriba, el muelle 11136 presiona la porción giratoria 11166 hacia abajo, hacia una posición retraída, manteniendo el diente del rotor "seguido" 186 del primer elemento 11134a en una parte inferior 1184 de un compartimento 1172 dado en el conjunto 11444, y manteniendo el diente de rotor "seguido" 188 del segundo elemento 11134b en una parte inferior 184 de un compartimento 172 dado en el conjunto 11422.

Cuando un pulso de líquido empieza a salir del dispositivo 12 a una presión suficiente para aplicar una fuerza que supera el muelle 11136, el vástago 11128 junto con el primer elemento 11134a comenzará a elevarse y, de ese modo, mover el diente del rotor "seguido" 186 a lo largo de la flecha 1 desde la parte inferior 1184 del compartimento 1172 hasta la entrada 1176 del pasaje 1174 (véase la figura 12). Una vez que se alcanza esta posición, el primer elemento 11134a que continúa elevándose comenzará a empujar al segundo elemento 11134b para que también se eleve y, por lo tanto, arrastre al primer elemento 11134a hacia arriba. Esto forzará al diente del rotor "seguido" 188 del segundo elemento 11134b a lo largo de la flecha 2 desde la parte inferior 184 del compartimento 172 hasta el inicio 176 del pasaje 174 (véase la figura 13). El movimiento hacia arriba de la porción giratoria 11166 se detendrá en esta posición expulsada por los dientes de guía de la porción estática 11122, que no permiten un movimiento hacia arriba adicional de los dientes del rotor del segundo elemento 11134b.

El pulso de líquido que fluye a través del aspersor 11144, cuando comienza a descargarse al entorno exterior a través de las boquillas del aspersor 11144 también comenzará a empujar la porción giratoria del aspersor 11144 para que gire alrededor del eje X (como ya se ha visto y descrito con respecto también a la figura 2B). Los dientes del rotor 186 que están fijados a la porción giratoria 11166 comenzarán a girar en la dirección R alrededor del eje X, y de ese modo el diente de rotor "seguido" 186 del primer elemento 11134a girará a lo largo de la flecha 3 desde el inicio 1176 hasta la terminación 1178 del pasaje 1174 (ver la figura 12). Una vez alcanzada la terminación 1178, la porción giratoria 11166 que todavía está siendo empujada para girar debido a la fuerza momentánea aplicada por el pulso de líquido descargado, empujará al segundo elemento 11134b a girar junto con el mismo y de ese modo arrastra ahora el primer elemento 11134a en la dirección R.

Esto forzará al diente del rotor "seguido" 188 del segundo elemento 11134b a lo largo de la flecha 4 desde el inicio 176 hasta la terminación 178 del pasaje 174 (véase la figura 13). En la terminación 178, el segundo elemento 11134b detendrá su rotación alrededor del eje X porque en esta posición los dientes de guía de la porción estática 11122 no permitirán ningún movimiento de rotación adicional de los dientes del rotor del segundo elemento 11134b en el mismo. Esto a su vez tampoco permitirá que el primer elemento 11134a gire más alrededor del eje X. Puede verse que la figura 2C que se describió anteriormente representa la posición de la porción giratoria del aspersor 11144 cuando ambos dientes de rotor "seguidos" 186, 188 se mantienen respectivamente en sus posiciones hacia arriba "estacionadas" en las terminaciones 1178, 178 mediante el pulso de líquido que todavía se está emitiendo desde el dispositivo 12.

El dispositivo de salida de pulso de líquido 12 que sale continuará fluyendo a través de aspersores 11144 a pulverizar al entorno exterior, mientras se mantiene la porción giratoria 11166 en la posición estacionaria "estacionada" hacia arriba que se acaba de describir (como también se observa y describe con respecto a la figura 2D). A medida que el pulso alcanza su final (o justo antes de alcanzar su final), el muelle 11136 empujará al primer elemento 11134a hacia abajo moviendo el diente de rotor "seguido" 186 desde la terminación 1178 a lo largo de la flecha 5 a la entrada 1180 de un compartimento vecino 1172 en la dirección R (véase la figura 12). Cuando se encuentra con el diente del rotor "seguido" 186 del lado inferior 1182 (junto con los otros dientes 186), se aplicará una fuerza descendente sobre el segundo elemento 11134b, que lo empujará para arrastrarse y moverse hacia abajo, y mover así el diente de rotor "seguido" 186 desde la terminación 178 a lo largo flecha 6 a la entrada 180 de un compartimento vecino 172 en la dirección R (véase la figura 13).

La etapa de rotación que el aspersor 11144 realiza alrededor del eje X durante un pulso de líquido dado puede finalizarse mediante un movimiento de rotación terminal de la porción de rotación del aspersor 11144 que está asistida por la fuerza de empuje hacia abajo del muelle 11136, que insta el acoplamiento entre el primer y segundo elementos 11134a, 11134b y los lados inclinados inferiores 1182, 182. El diente de rotor "seguido" 186 del primer elemento 11134a se deslizará en consecuencia sobre el lado inferior 1182 y seguirá la flecha 7 desde la entrada 1180 a la parte inferior 1184 (véase la figura 12), y el diente de rotor "seguido" 188 del segundo elemento 11134b se deslizará en consecuencia sobre el lado inferior 182 y, de ese modo, seguirá la flecha 8 desde la entrada 180 hasta la parte inferior 184 (véase la figura 13). Después de completar este movimiento de rotación del terminal, el aspersor 11144 alcanzará una posición que es similar a la descrita y vista en la figura 2E.

Aunque una cierta secuencia de eventos se ha descrito anteriormente con respecto a los movimientos del primer y segundo elementos del aspersor 11144, debe entenderse que esta secuencia puede ser alterada debido a, por ejemplo, la fricción que se produce entre las partes móviles del aspersor 11144. Por ejemplo, los movimientos hacia arriba del primer y segundo elementos 11134a, 11134b que están indicados por "flecha 1" y "flecha 2" también pueden producirse simultáneamente o, por ejemplo, el movimiento hacia arriba del segundo elemento 11134b puede comenzar antes de que el primer elemento 11134a haya terminado su movimiento indicado por la "flecha 1". Sin embargo, lo que debe observarse es que los movimientos globales del primer y segundo elementos 11134a, 11134b en una cierta dirección son iguales a la suma de los movimientos que los elementos 11134a, 11134b realizan en esa dirección. Por

ejemplo, el movimiento ascendente general durante la exposición a un pulso de líquido será igual al movimiento ilustrado por la "flecha 1" + el movimiento ilustrado por la "flecha 2".

Seleccionando las dimensiones apropiadas para los pasajes 174, 1174 y los compartimentos 172, 1172; el movimiento de rotación angular o paso "theta" (que también se ha visto y descrito con respecto a la figura 2F) que el aspersor 11144 realiza alrededor del eje X durante un pulso de líquido dado puede definirse como un ángulo que deriva un número entero o no deriva un número entero cuando  $360^\circ$  se divide por "theta". Los pulsos de líquido que se "alimentan" a esta realización del aspersor 11144 con un ángulo "theta" que no se deriva un número entero, se pulverizarán al entorno exterior a lo largo de movimientos de rotación angular o pasos "theta" que no se repiten en ciclos posteriores (o revoluciones) que el aspersor 11144 realiza alrededor del eje X (es decir, por ejemplo, no se detiene en las mismas ubicaciones en revoluciones posteriores). Esto dará como resultado una distribución más uniforme y arbitraria del líquido pulverizado sobre un área de un campo que está siendo regado mediante dicha realización del aspersor 11144. En un ejemplo no vinculante, se puede proporcionar un aspersor 11144 con un paso angular "theta" igual a aproximadamente  $48,95^\circ$ , de modo que  $360^\circ$  dividido por dicho ángulo "theta" no proporcionará un número entero (en este ejemplo  $360^\circ/48,95^\circ$  es igual a aproximadamente 7,354 que no es un número entero).

A modo de otro ejemplo no vinculante, una realización de aspersor 11144 se puede diseñar con los dientes de guía 11444, 11422 que están dimensionados para facilitar los siguientes movimientos a lo largo de las "flechas numeradas" 1 a 8 vistas en las figuras 12 y 13. El movimiento a lo largo de la flecha 1 puede ser de aproximadamente 3 mm, a lo largo de la flecha 2 de aproximadamente 3,2 mm, a lo largo de la flecha 3 de aproximadamente 4,1 mm, a lo largo de la flecha 4 de aproximadamente 5 mm, a lo largo de la flecha 5 de aproximadamente 1,8 mm, a lo largo de la flecha 6 de aproximadamente 2 mm, a lo largo de la flecha 7 de aproximadamente 3,8 mm y a lo largo de la flecha 8 de aproximadamente 4,3 mm. En los casos en que los techos 175, 1175 se inclinan hacia arriba en una dirección de avance, esta inclinación puede ser de un ángulo de aproximadamente  $8^\circ$ , mientras que los lados inferiores 182, 1182 pueden diseñarse inclinándose hacia abajo en una dirección delantera en un ángulo de aproximadamente  $30^\circ$ . Un ejemplo de aspersor 11144 con las dimensiones y configuraciones anteriores puede proporcionar un ángulo "theta" de aproximadamente  $38,6^\circ$ , en el que dividir  $360^\circ$  por esta "theta" en consecuencia no proporciona un número entero.

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito con detalle en los dibujos y en la descripción anteriores, dicha ilustración y dicha descripción han de considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas; la invención no se limita así a las realizaciones divulgadas. Las variaciones de las realizaciones descritas pueden ser entendidas y realizarse por los expertos en la materia y practicando la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación, y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. El mero hecho de que determinadas medidas se indiquen en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de estas medidas no se pueda utilizar ventajosamente. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe considerarse como limitativo del alcance.

Aunque las presentes realizaciones se han descrito en un cierto grado de particularidad, se debe entender que diversas alteraciones y modificaciones podrían realizarse sin apartarse del alcance de la invención como se reivindica a continuación.

# REIVINDICACIONES

1. Un aspersor giratorio (14) para su uso con un dispositivo pulsante (12), estando el dispositivo pulsante adaptado para formar pulsos de líquido y cada pulso de líquido tiene un inicio cuando comienza el pulso y un final cuando termina el pulso, comprendiendo el aspersor una porción giratoria (16) adaptada para moverse en rotación alrededor de un eje (X), y adaptada para emitir los pulsos de líquido al entorno exterior a lo largo de trayectorias que forman una fuerza de impulso que impulsa la rotación de la porción giratoria alrededor del eje, en el que la porción giratoria está adaptada para dejar de girar antes del final de cada pulso de líquido, en el que la detención de la rotación de la porción giratoria se realizará después de que haya transcurrido como mucho el 85 % del tiempo de pulso  $T_p$ , y en el que el tiempo de pulso  $T_p$  es un tiempo medido entre un inicio y un final de un pulso, y **caracterizado por que** un movimiento de rotación angular de la porción giratoria entre los inicios de los pulsos posteriores es "theta", en el que "theta" es sustancialmente similar entre todos los inicios de los pulsos.
2. El aspersor giratorio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la porción giratoria está adaptada para empezar a girar en o después del comienzo de cada pulso de líquido.
3. El aspersor giratorio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que los pulsos de líquido también impulsan la porción giratoria para moverse a lo largo del eje.
4. El aspersor giratorio de acuerdo con la reivindicación 3, en el que antes o cuando comienza a girar, la porción giratoria se mueve hacia arriba a lo largo del eje y después de dejar de girar la porción giratoria se mueve hacia abajo a lo largo del eje, preferiblemente por unos medios de empuje adaptados para empujar la porción giratoria para moverse hacia abajo a lo largo del eje.
5. El aspersor giratorio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y que comprende también una porción estática, y en el que el movimiento de la porción giratoria se controla por interacción entre las porciones giratoria y estática, en el que la interacción comprende detener el movimiento de la porción giratoria mediante la porción estática.
6. El aspersor giratorio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que  $360^\circ$  dividido por "theta" es igual a un número entero.
7. El aspersor giratorio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que  $360^\circ$  dividido por "theta" no es igual a un número entero.
8. Un método de riego, que comprende:
  - proporcionar un dispositivo pulsante que forma pulsos de líquido que tienen un inicio cuando comienza el pulso y un final cuando termina el pulso,
  - proporcionar un aspersor que comprende una porción giratoria adaptada para moverse en rotación alrededor de un eje,
  - dirigir los pulsos formados por el dispositivo pulsante para emitir al entorno exterior a través del aspersor a lo largo de trayectorias que forman una fuerza de impulso que impulsa la rotación de la porción giratoria alrededor del eje, en el que la porción giratoria está adaptada para dejar de girar antes del final de cada pulso de líquido, en el que la detención de la rotación de la porción giratoria tendrá lugar después de que haya transcurrido como mucho el 85 % de un tiempo de pulso  $T_p$ , y en el que el tiempo de pulso  $T_p$  es un tiempo medido entre un inicio y un final de un pulso, y en el que un movimiento de rotación angular de la porción giratoria entre los inicios de pulsos posteriores es "theta", en el que "theta" es sustancialmente similar entre todos los inicios de los pulsos.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la porción giratoria está adaptada para empezar a girar en o después del comienzo de cada pulso de líquido.
10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, en el que los pulsos de líquido también impulsan la porción giratoria para moverse a lo largo del eje.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que antes o cuando comienza a girar, la porción giratoria se mueve hacia arriba a lo largo del eje y después de dejar de girar la porción giratoria se mueve hacia abajo a lo largo del eje, preferiblemente por unos medios de empuje adaptados para empujar la porción giratoria para moverse hacia abajo a lo largo del eje.
12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que  $360^\circ$  dividido por "theta" es igual a un número entero.

13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que  $360^\circ$  dividido por "theta" no es igual a un número entero.

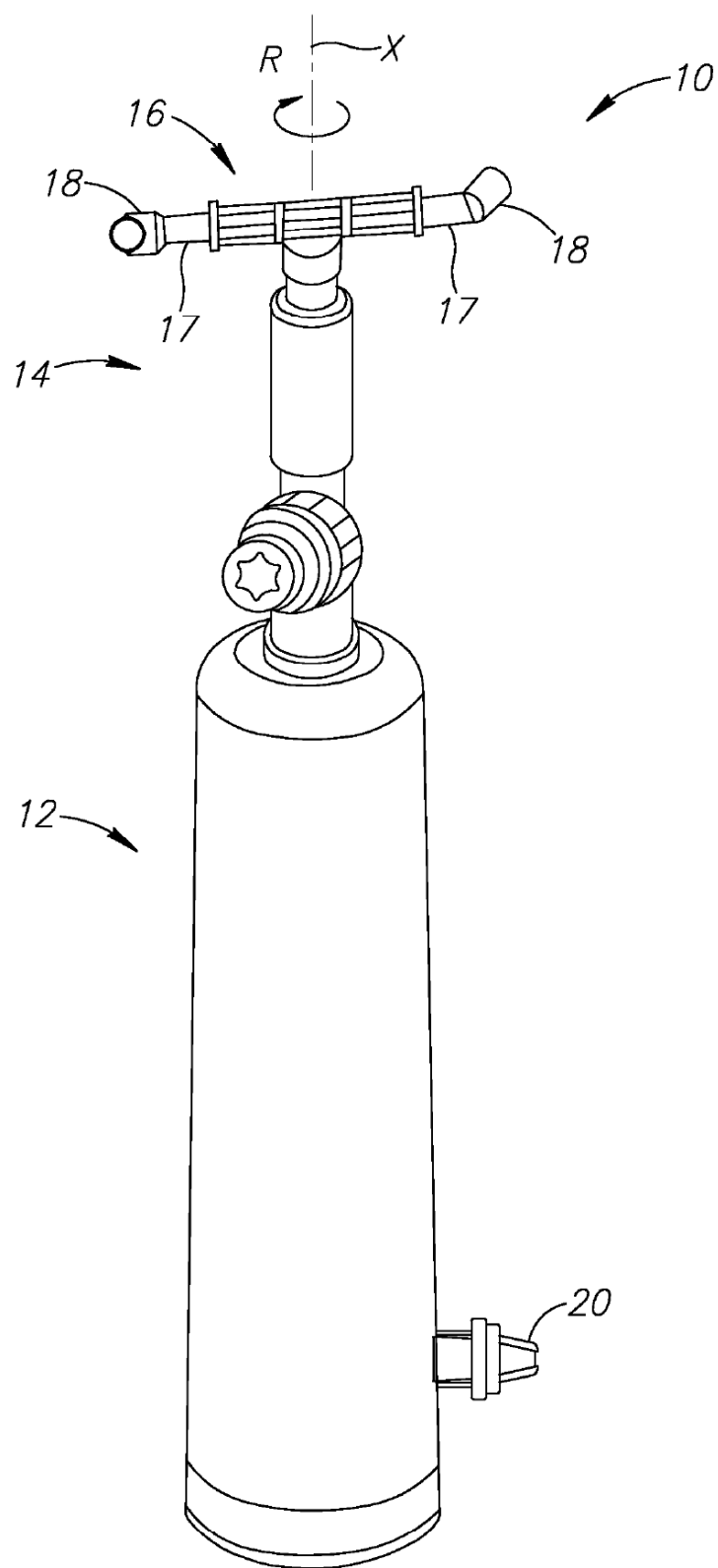


FIG.1

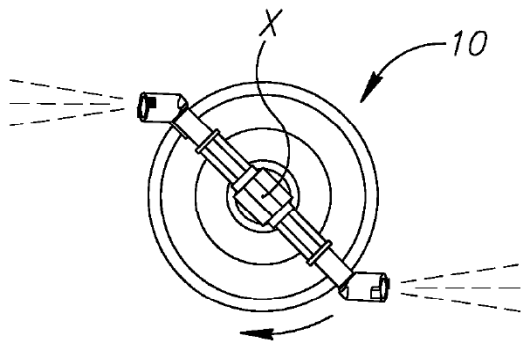


FIG. 2B

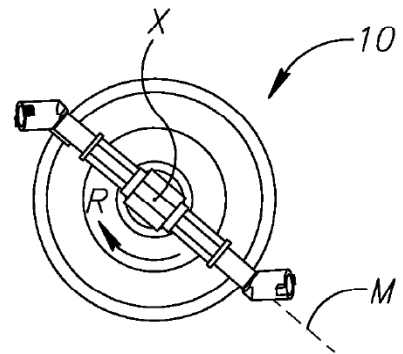


FIG. 2A

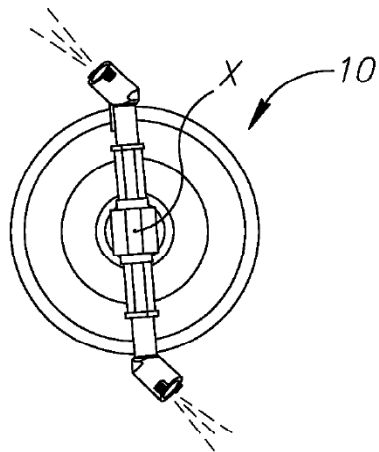


FIG. 2C

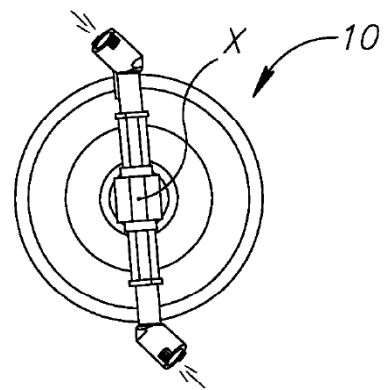


FIG. 2D

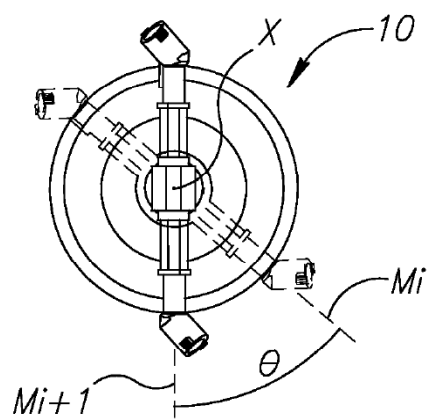


FIG. 2F

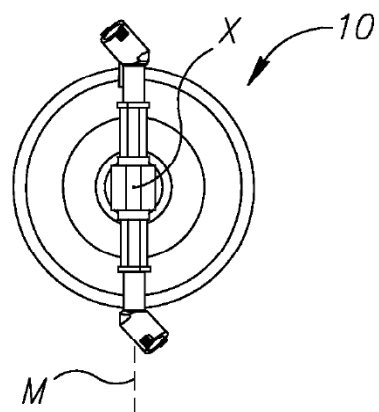


FIG. 2E

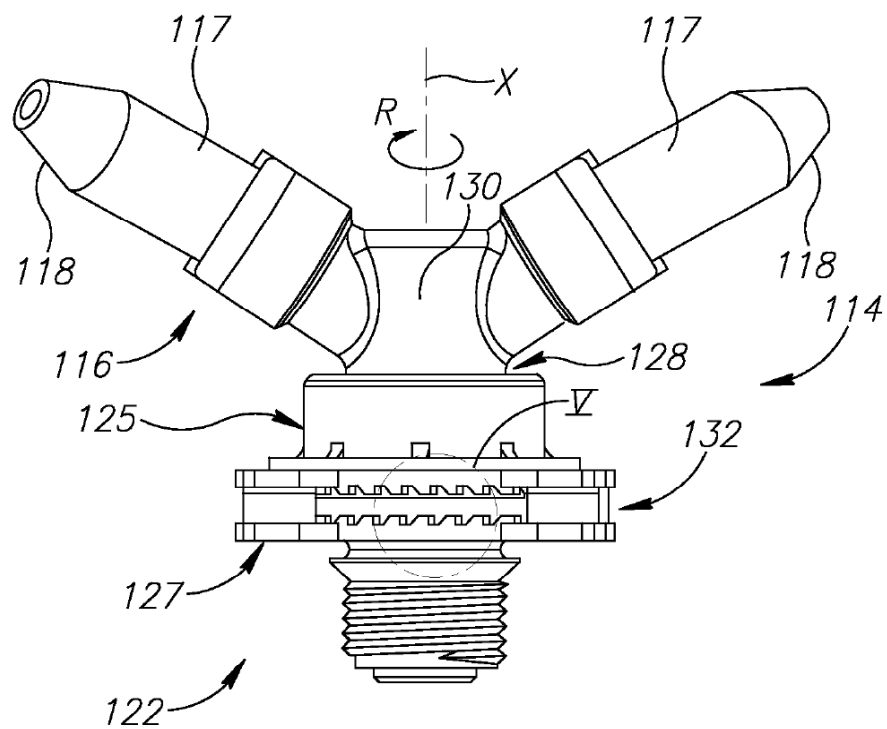


FIG.3

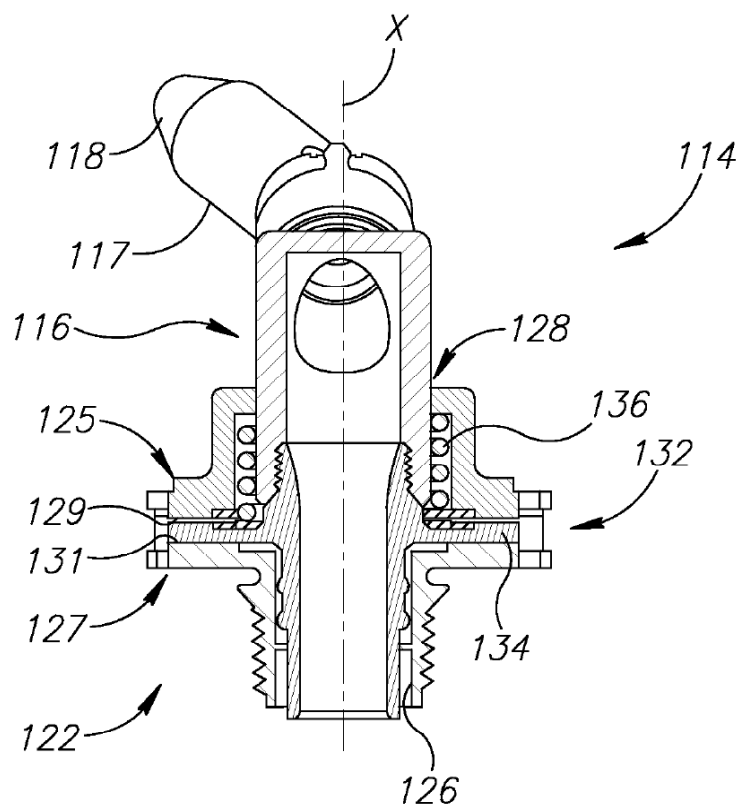


FIG.4

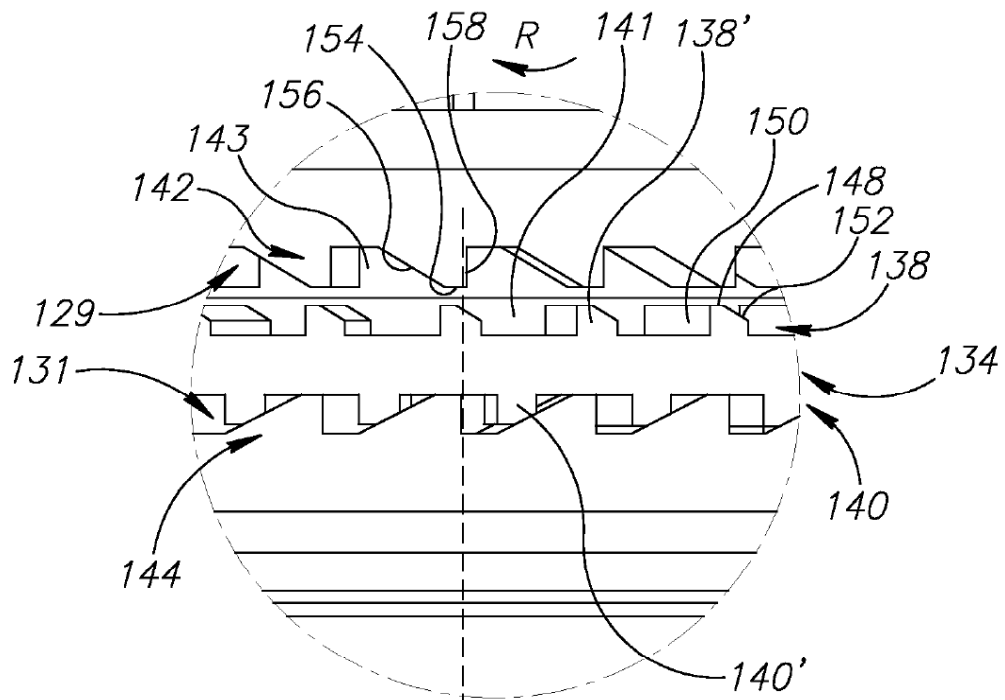


FIG. 5A

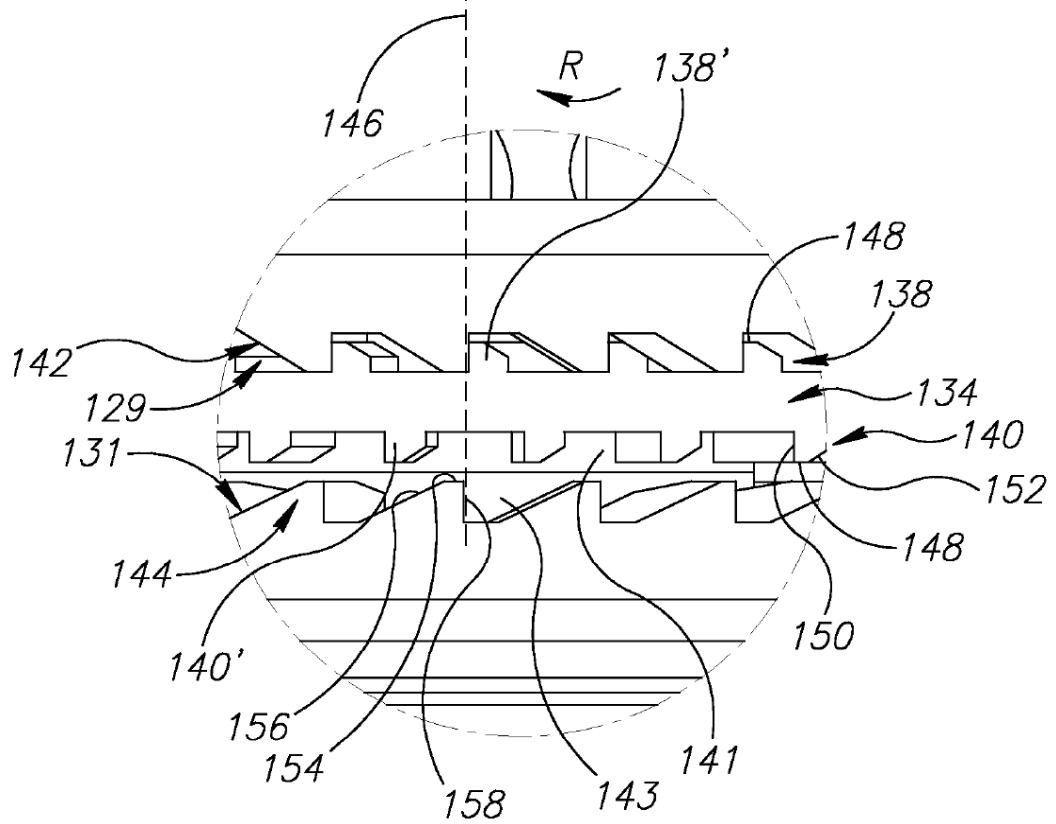


FIG. 5B

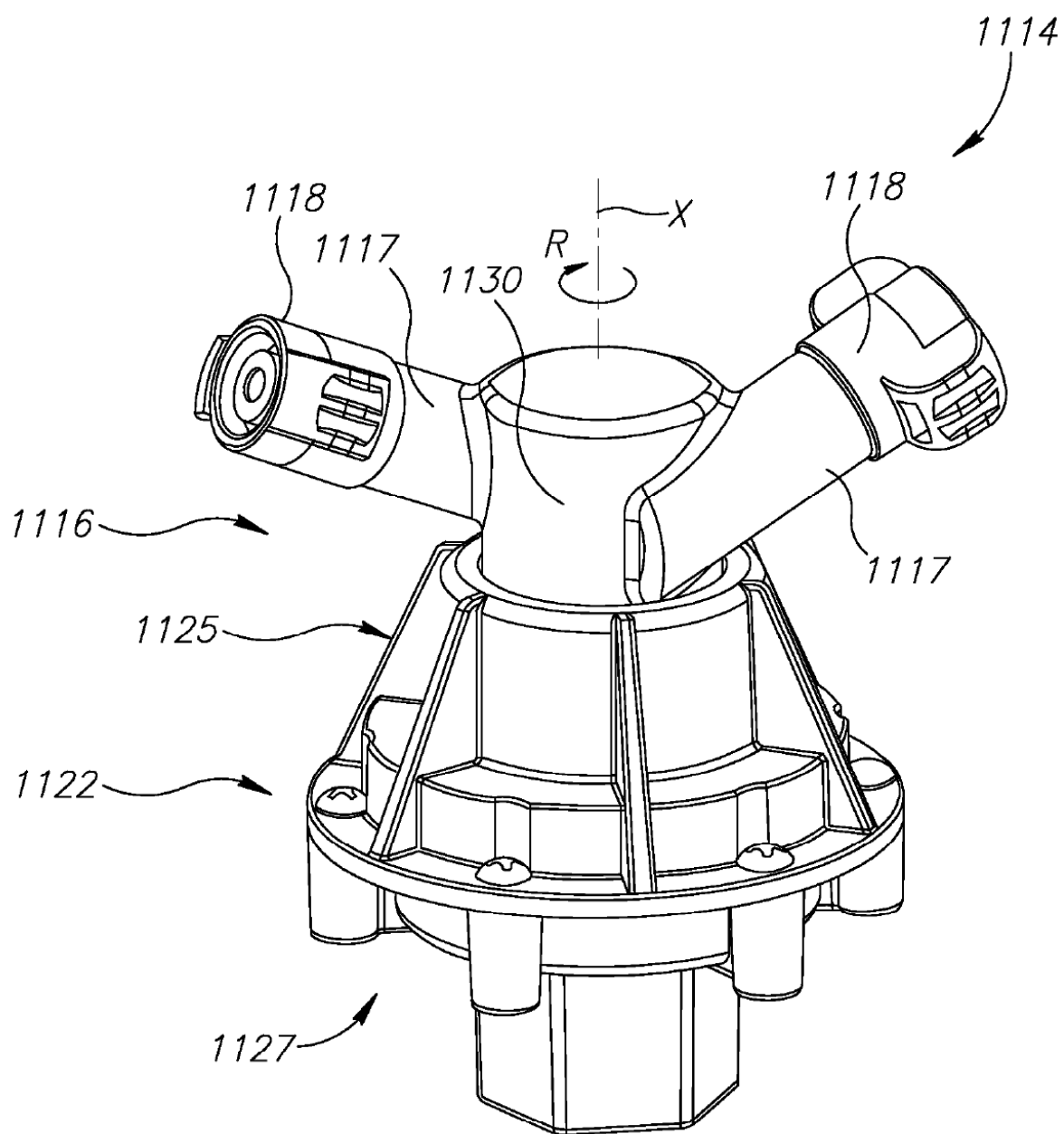


FIG.6

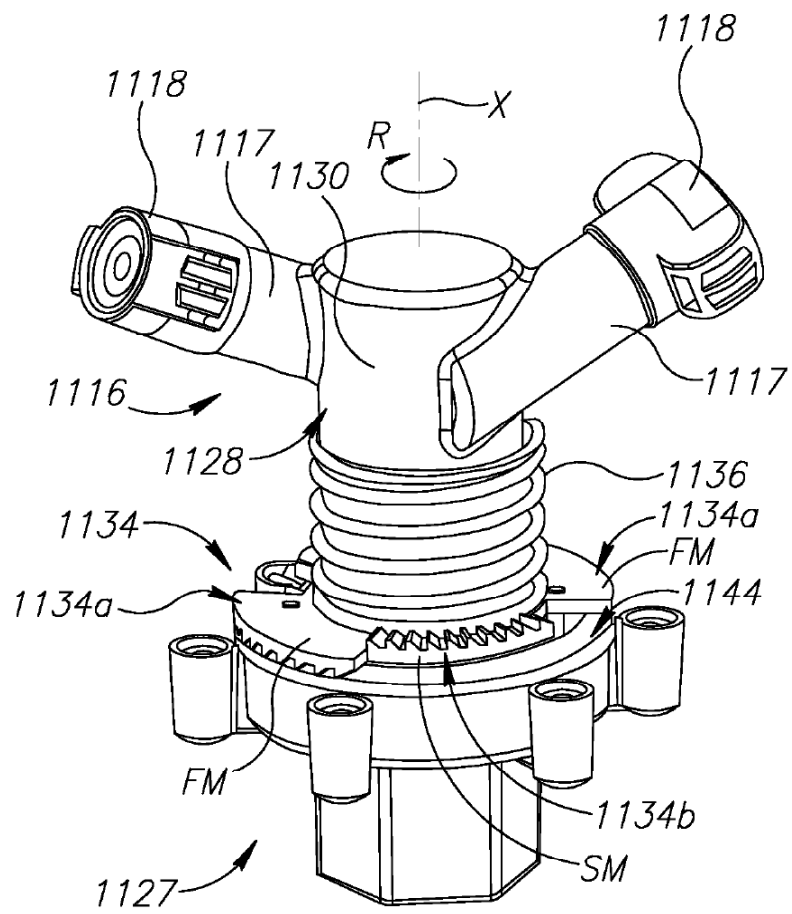
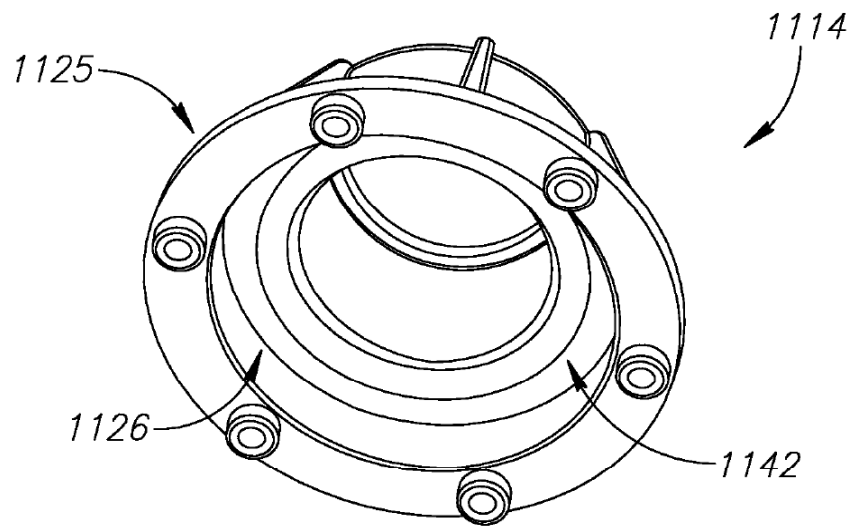


FIG.7

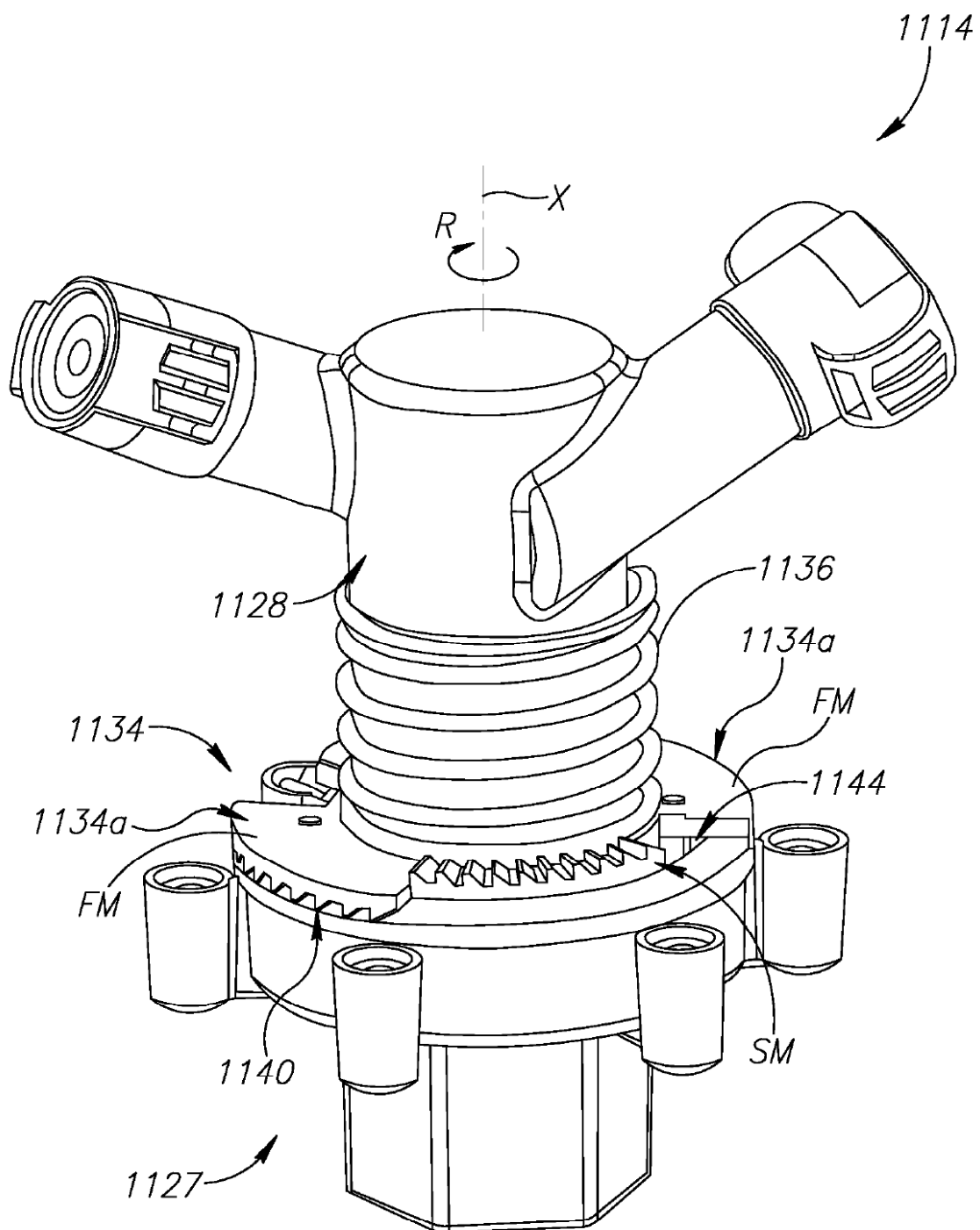


FIG. 8A

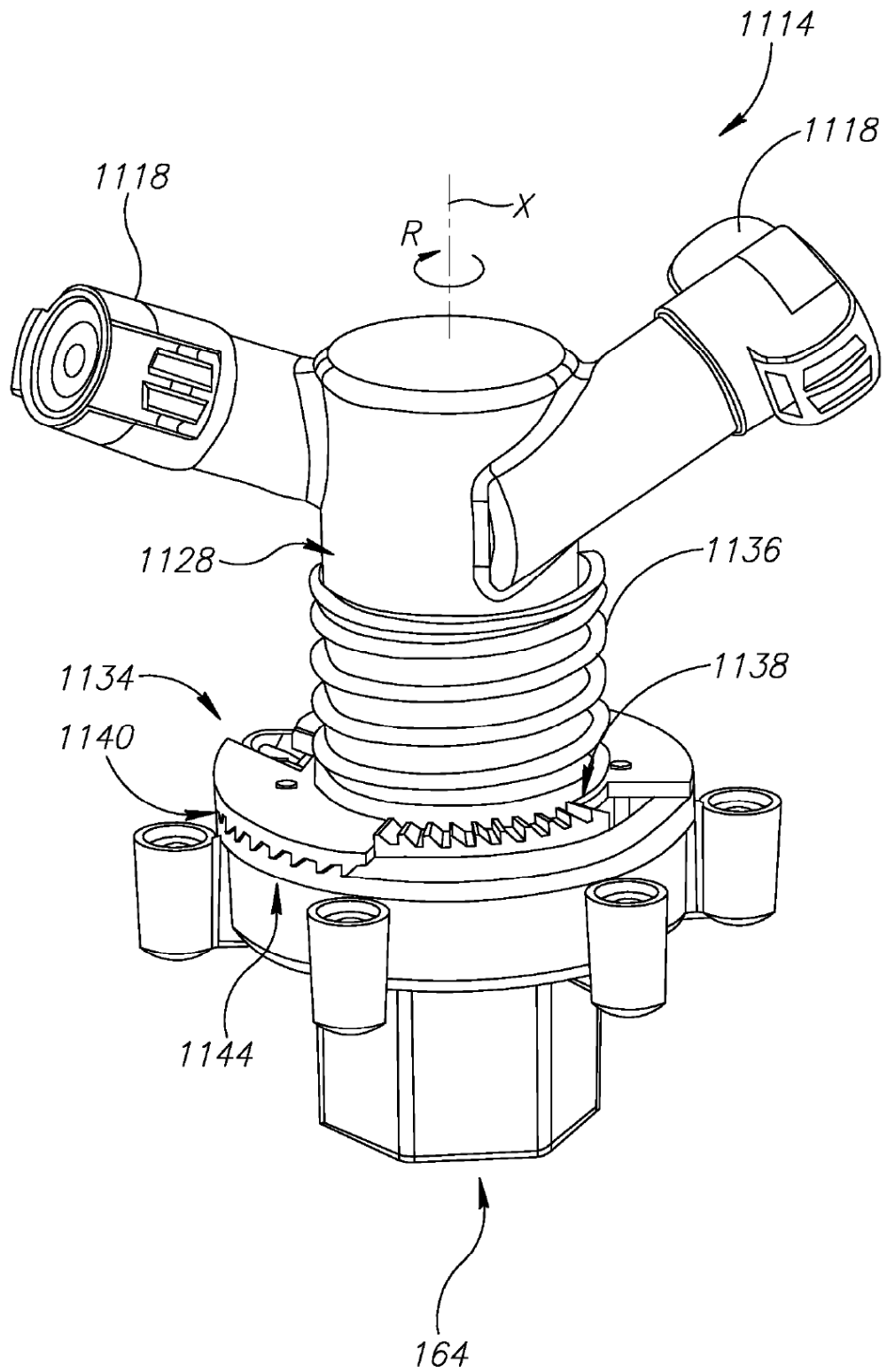


FIG. 8B

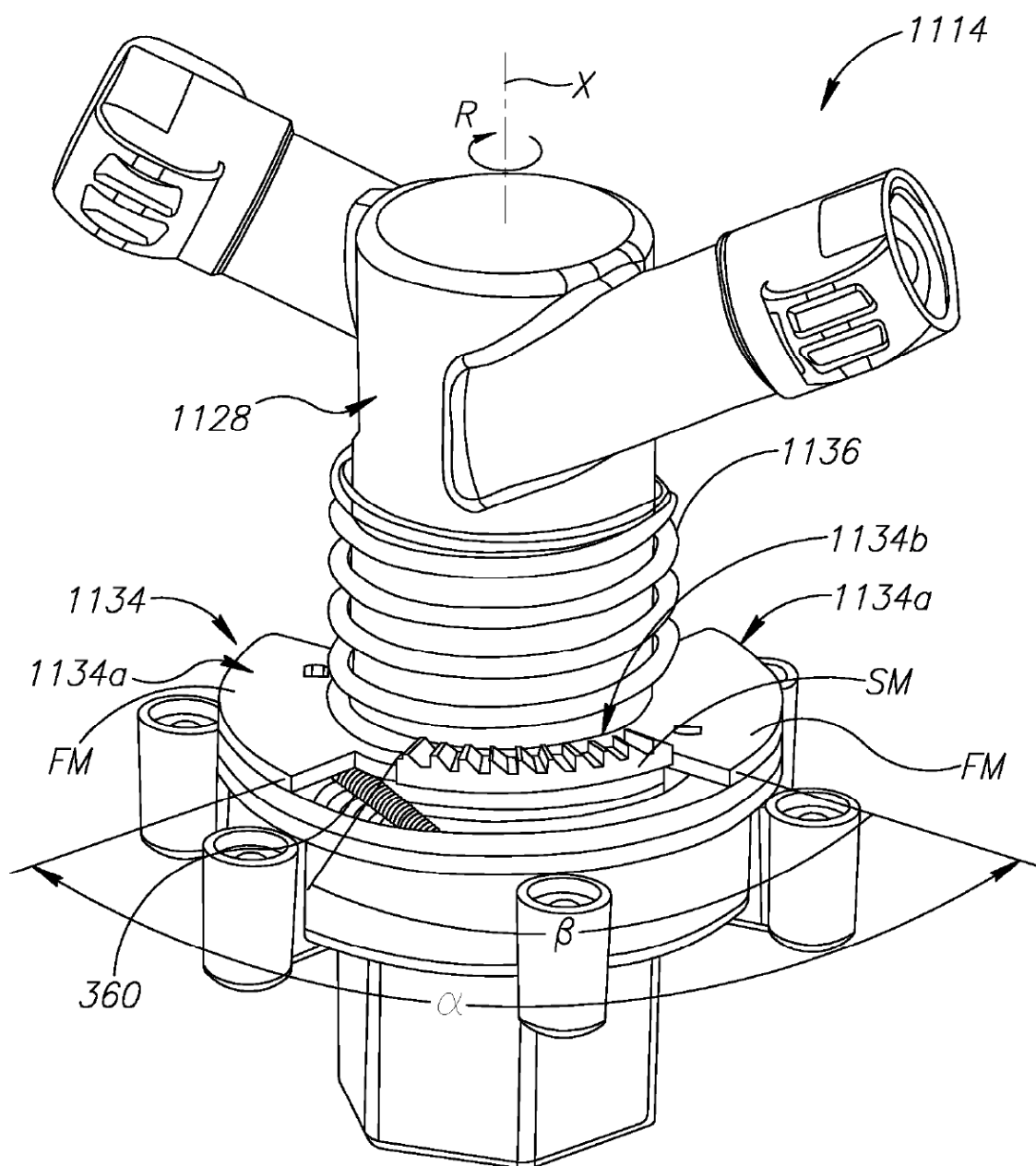


FIG. 8C

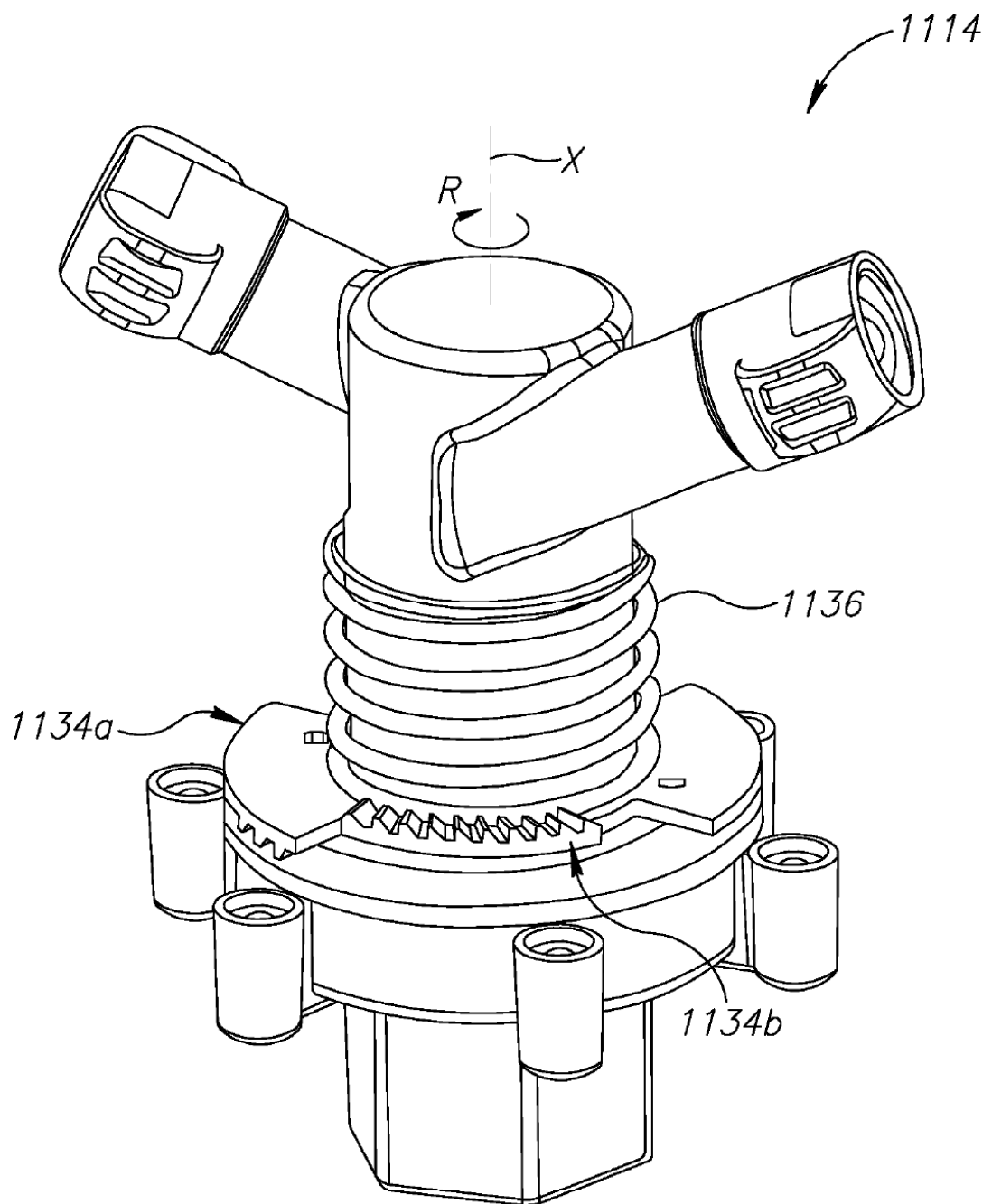


FIG. 8D

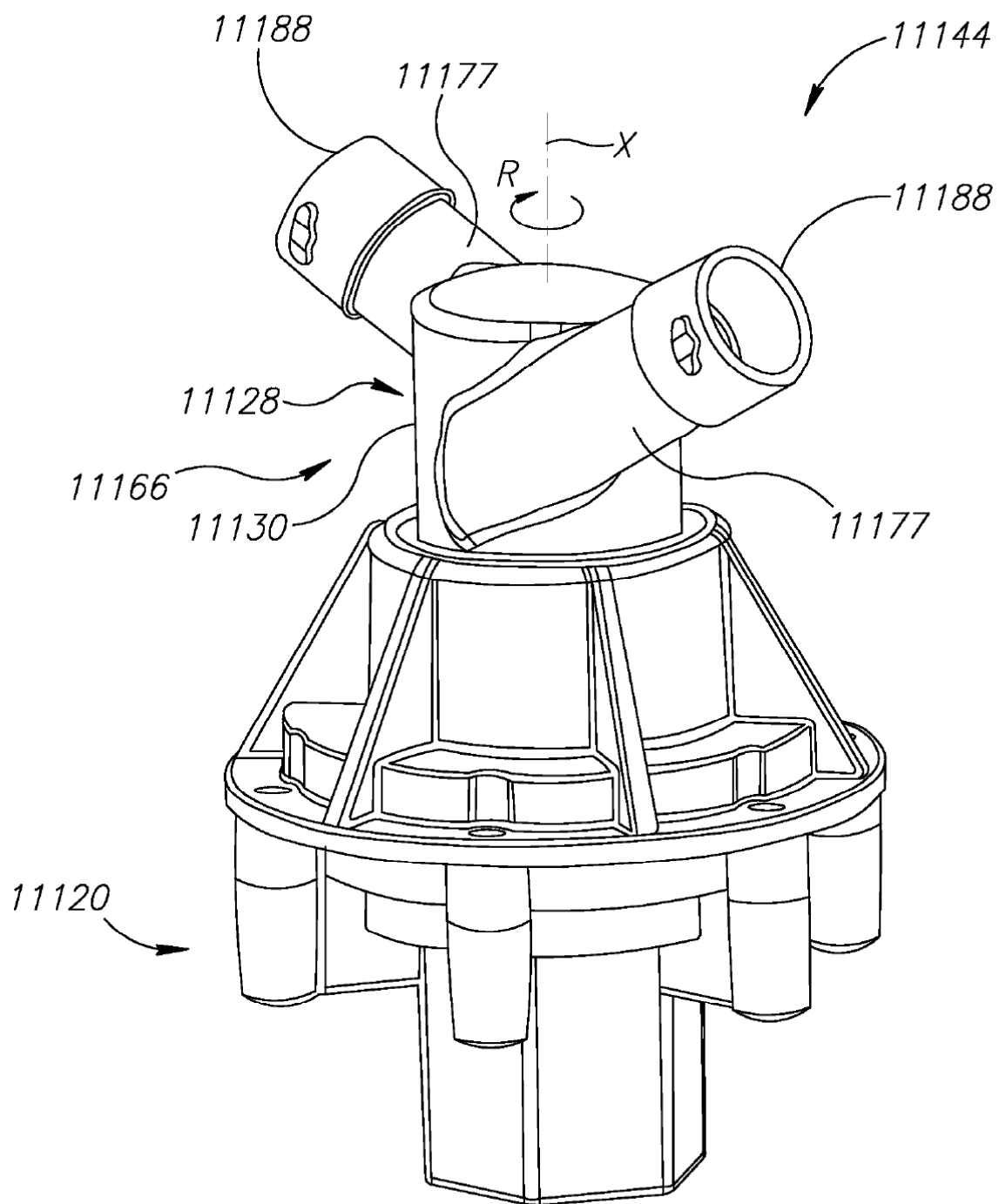


FIG.9

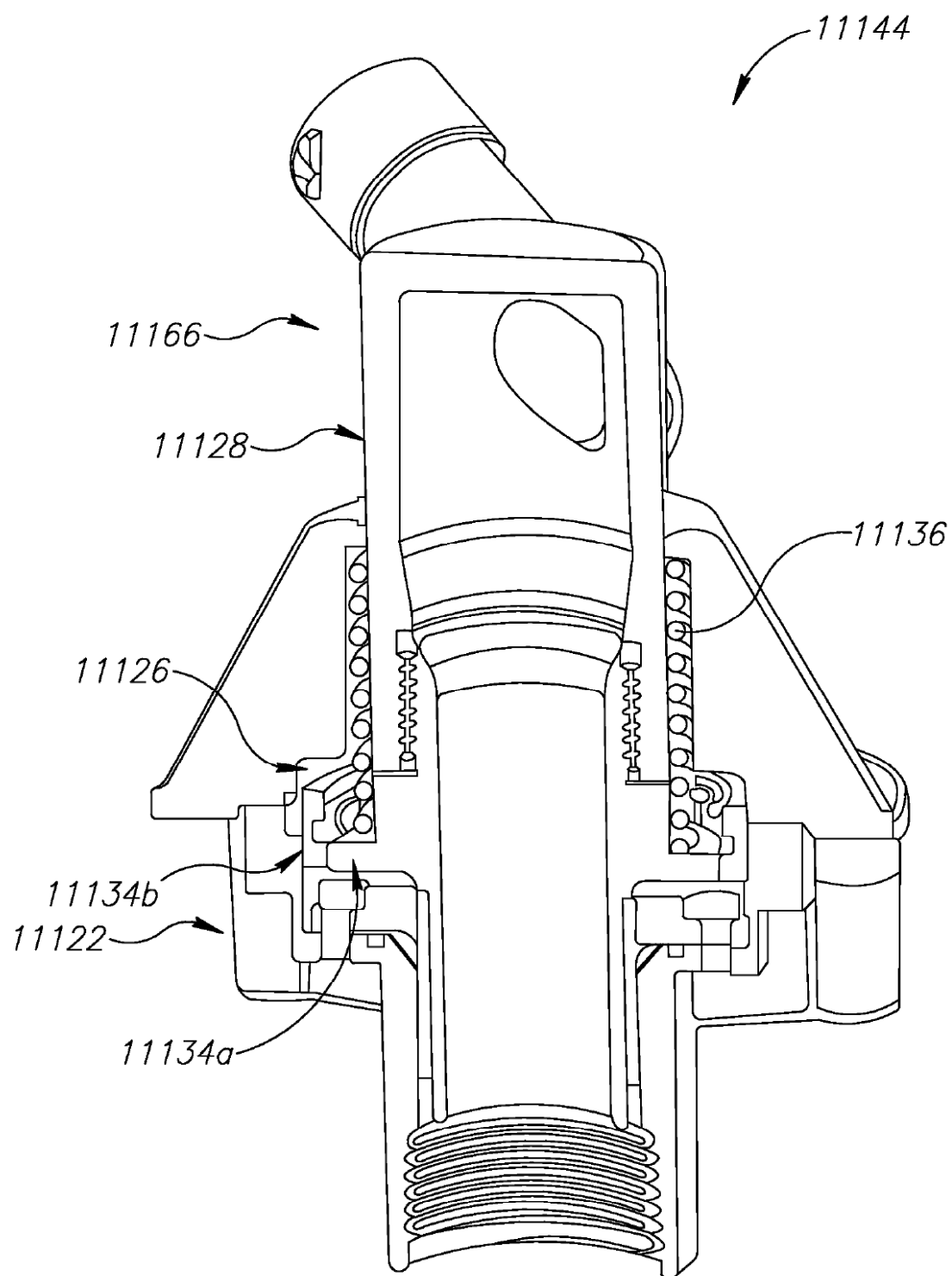


FIG.10

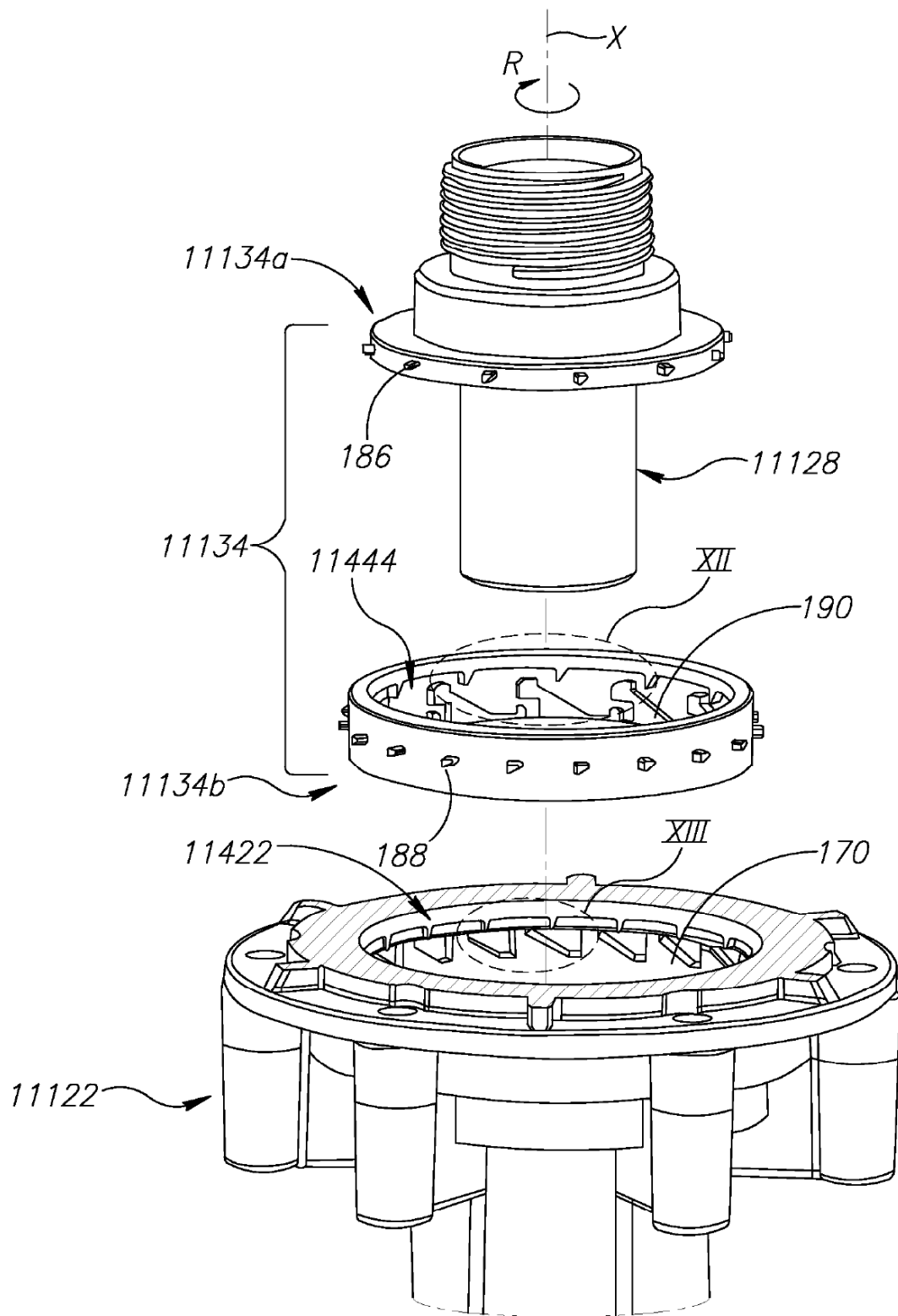


FIG.11

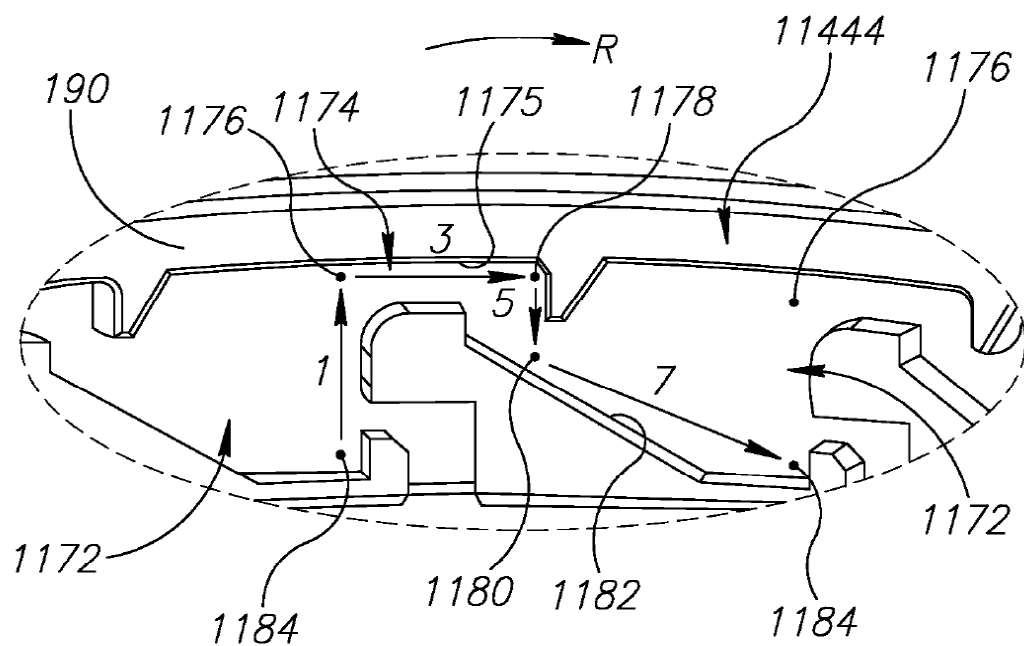


FIG.12

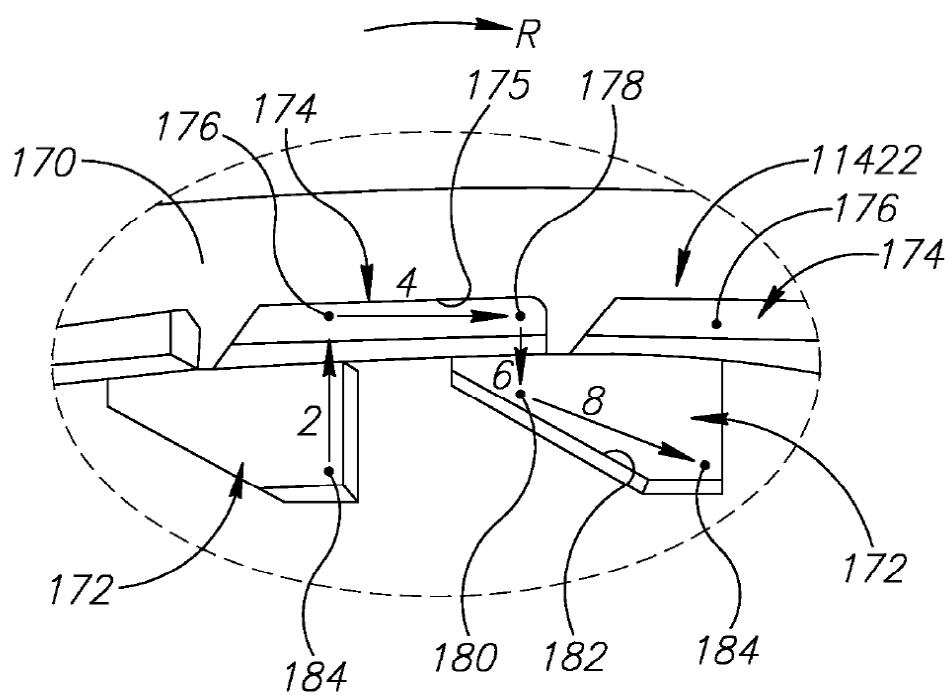


FIG.13