

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 392**

51 Int. Cl.:

A01G 25/00	(2006.01)
A01G 25/02	(2006.01)
A01G 25/06	(2006.01)
B29L 31/00	(2006.01)
B29C 65/08	(2006.01)
B29C 65/00	(2006.01)
B32B 37/00	(2006.01)
B32B 38/00	(2006.01)
B29C 65/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.08.2014 PCT/US2014/050903**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.02.2015 WO15023757**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2014 E 14835902 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3032938**

54 Título: **Tubo de distribución para sistema de riego y fertilización y método para la fabricación del mismo**

30 Prioridad:

16.08.2013 US 201313968447

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.04.2021

73 Titular/es:

**RESPONSIVE DRIP IRRIGATION, LLC (100.0%)
6404 Manatee Avenue W. Suite N
Bradenton, FL 34209, US**

72 Inventor/es:

**GOULD, JANICE K. y
CONKLIN, DAVID A.**

74 Agente/Representante:

FLORES DREOSTI, Lucas

ES 2 821 392 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

Tubo de distribución para sistema de riego y fertilización y método para la fabricación del mismo

ANTECEDENTES

1. Campo de la invención

- 5 **[0001]** La invención se refiere, de forma general, a sistemas y métodos de riego y fertilización, y más particularmente, a un tubo de distribución mejorado que responde localmente a las necesidades de hidratación y nutrición de las plantas.

2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 **[0002]** Las prácticas agrónomas comprenden diversos métodos de evaluación y suministro de riego y fertilización. Normalmente, los productores miden las condiciones ambientales (es decir, las precipitaciones de lluvia, la humedad del suelo, el pH, la temperatura, etc.) y/o observan el desarrollo de las plantas para determinar una cantidad de agua y fertilizante que aplicar durante la temporada de cultivo de las plantas. Existen también métodos muy conocidos para facilitar el riego y la fertilización, por ejemplo, los sistemas de aspersión y las líneas de goteo son de uso común.

- 15 **[0003]** Sin embargo, los métodos de evaluación convencionales y el sistema de suministro tienen muchos defectos. Por ejemplo, los métodos de evaluación que se basan en las medidas de datos y observaciones para estimar las necesidades de las plantas son reactivos. Por consiguiente, estos métodos introducen inevitablemente un retraso entre la evaluación y la distribución del agua y el fertilizante. Los retrasos suficientemente prolongados pueden estresar la planta objetivo y/o disminuir el valor de la evaluación (ya que las condiciones medidas pueden cambiar rápidamente). Además, estas evaluaciones a menudo carecen de precisión geográfica, que puede ser desventajosa, por ejemplo, donde las condiciones de humedad varían considerablemente en un campo de cultivo debido a cambios en la elevación u otros factores.

- 20 **[0004]** Incluso si la evaluación de necesidades es correcta, oportuna, y lo suficientemente precisa, los sistemas convencionales de riego y suministro de fertilizantes muchas veces no proporcionan el nivel de agua y/o los nutrientes deseados a cada planta. Hay muchas razones para esto. Por ejemplo, en un sistema de riego, la presión estática del agua puede variar en base a la distancia de la fuente de agua, la topografía del terreno y/o fugas u otro fallo de los componentes. Los controles distribuidos que superarían estas limitaciones del sistema y que también permiten el suministro de agua y nutrientes según la demanda de cada planta suelen tener un coste prohibitivo. Como resultado, muchos sistemas de suministro emplean muy poca o demasiada agua y nutrientes.
- 25 **[0005]** Se necesitan mejorar inmediatamente los métodos de evaluación y distribución de riego y fertilización debido a la importancia del suministro de alimentos, la gestión del agua y la necesidad de proteger el medio ambiente. WO 94/28706 A1 expone un material de membrana de riego que comprende al menos cuatro láminas alargadas superpuestas que comprenden a su vez una lámina de material impermeable a un líquido acuoso, una lámina de material poroso hidrofóbico y láminas de material impermeable al vapor de agua. JP2008 148676 A expone un tubo de alimentación de agua que constituye una tela tejida con partes de tela gruesa colocadas a lo largo de la dirección del movimiento del agua y que presentan una baja permeabilidad al agua, y partes de tela fina formadas en las inmediaciones del mismo y que tienen una alta permeabilidad al agua. WO 01/10192 A1 expone un dispositivo de riego que comprende un contenedor para el agua que consiste en una pluralidad de superficies, cada superficie siendo considerablemente una membrana hidrófila o impermeable al agua.
- 30 Esto disminuye el rendimiento del cultivo. El uso de demasiada agua es un gasto de un valioso recurso natural; el uso de demasiado fertilizante puede dañar el medio ambiente.

SUMARIO DE LA INVENCION

- 35 **[0006]** Las formas de realización de la invención conseguidas con las reivindicaciones adjuntas tratan de superar una o más de las limitaciones con un tubo de distribución mejorado, un método para la fabricación de este tubo y sistemas que incluyen este tubo.

- 40 **[0007]** De acuerdo con un aspecto de la presente invención, conseguido con la reivindicación 1, se proporciona un tubo de distribución que comprende un sustrato y un soporte. El soporte está acoplado al sustrato, el tubo de distribución estando configurado de manera que el sustrato y el soporte estén cada uno dispuestos a lo largo de una longitud funcional del tubo de distribución. Un lumen del tubo de distribución está formado entre al menos una parte del sustrato y al menos una parte del soporte. El sustrato está conectado al soporte en una primera zona de soldadura y una segunda zona de soldadura, que unen los bordes del sustrato a los bordes correspondientes del soporte. Una parte del sustrato está tratada con un polímero hidrofílico para formar un lado receptivo configurado para distribuir agua o una solución acuosa en respuesta a un exudado radical de surfactante de un sistema radical de cultivos. Una parte sin recubrir del sustrato se extiende hacia la primera y segunda zona de soldadura.

- 55 **[0008]** En la reivindicación 2 *et seq.* se exponen otros aspectos y características preferidas.

5 **[0009]** Un tubo de distribución, que es localmente receptivo a las necesidades de las plantas, es beneficioso porque simplifica las tareas de evaluación de necesidades, reduce los requisitos para los controles distribuidos en el sistema de distribución, mejora el rendimiento de las plantas, conserva el agua y los fertilizantes escasos y respeta el medio ambiente. El método de fabricación rentable y el alto nivel de durabilidad del producto minimizan el coste del ciclo de vida y fomentan su adopción.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0010] La invención se entenderá mejor a partir de la descripción detallada a continuación y de los dibujos adjuntos, donde:

- 10 La FIG. 1 es una ilustración esquemática de un sistema de riego y fertilización, según una forma de realización de la invención.
- La FIG. 2 es una ilustración esquemática de un sistema de riego y fertilización, según una forma de realización de la invención.
- La FIG. 3 es una vista de montaje de un tubo de distribución, ilustrado en sección transversal, según una forma de realización de la invención.
- 15 La FIG. 4 es una vista de un esbozo de un tubo de distribución, según una forma de realización de la invención.
- La FIG. 5 es una vista frontal de un tubo de distribución parcialmente abierto, según una forma de realización de la invención.
- 20 La FIG. 6 es una vista frontal de un tubo de distribución parcialmente abierto, según una forma de realización de la invención.
- La FIG. 7 es una vista frontal de un tubo de suministro parcialmente abierto, según una forma de realización de la invención.
- La FIG. 8 es una vista frontal de un tubo de suministro, según una forma de realización de la invención;
- 25 La FIG. 9 es un organigrama de un método para la fabricación de un tubo de suministro, según una forma de realización de la invención.
- La FIG. 10 es una ilustración esquemática de un aparato de recubrimiento, según una forma de realización de la invención.
- La FIG. 11 es una ilustración esquemática de un aparato de recubrimiento, según una forma de realización de la invención.
- 30 La FIG. 12 es una ilustración esquemática de un aparato de recubrimiento, según una forma de realización de la invención.
- La FIG. 13 es una vista de un esbozo de la banda de distribución subsecuente a un paso de soldadura, según una forma de realización de la invención; y
- 35 la FIG. 14 es una vista de un esbozo de tres tubos de distribución, según una forma de realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

40 **[0011]** Las formas de realización de la invención se describirán más detalladamente con referencia a las FIGS. 1 a 14 en las que se muestran las formas de realización. Sin embargo, esta invención se puede representar en distintas formas y no debe interpretarse como limitativa a las formas de realización establecidas en el presente documento. Los párrafos de a continuación son solamente para conveniencia de la organización, y las características de la invención se pueden describir en cualquier parte de esta especificación. En los dibujos, las características físicas no están necesariamente representadas a escala. Cuando se repiten los números de referencia idénticos, se refieren a las mismas, o considerablemente similares, características.

Sistemas ejemplares

45 **[0012]** Las formas de realización de la invención se pueden utilizar en cultivos de diversa escala. La FIG. 1 es una ilustración esquemática de un sistema de riego y fertilización, de acuerdo con una forma de realización de la invención. La forma de realización ilustrada en la fig. 1 se puede aplicar, por ejemplo, a una granja familiar u otra parcela pequeña. Como se muestra en la figura, una pequeña red de abastecimiento de parcelas 105 está configurada para recoger el agua de lluvia. La pequeña red de abastecimiento de parcelas 105 abastece a una tubería colectora 110 que está acoplada a múltiples tubos de distribución 115 por racores 125. Los cultivos 120 están dispuestos adyacentes a cada uno de los tubos de distribución 115.

[0013] La pequeña red de abastecimiento de parcelas 105 comprende canalones para el tejado 130 colocados para cooperar con un tejado 135. Los bajantes pluviales 140 están acoplados a los canalones 130 en un extremo de entrada y dispuestos sobre un tanque de almacenamiento 145 en un extremo de salida. El tanque de almacenamiento 145 puede ser o comprender, por ejemplo, un tambor elevado de plástico de 55 galones (208,2 litros aproximadamente). El tanque de almacenamiento 145 está configurado con una tapa 150 que tiene un filtro de pantalla 155. El tanque de almacenamiento 145 incluye además un desagüe 160. Una válvula de aislamiento 165 está dispuesta en línea entre el tanque de almacenamiento 145 y una salida de la red de abastecimiento 170.

[0014] Según la invención, cada tubo de distribución 115 comprende una parte receptiva a lo largo de su longitud que es hidrofílica y está configurada para distribuir agua o una solución acuosa en respuesta a un exudado radical de surfactante de un sistema radical de cultivos 120. En otras palabras, cada parte de cada tubo de distribución 115 está configurada para distribuir de manera eficiente agua u otra solución acuosa según la demanda de cada cultivo en lugar de hacerlo a una tasa regulada proporcionada, por ejemplo, por sistemas de riego por aspersión y por goteo.

[0015] Como se utiliza en el presente documento, el término «tubo de distribución» se refiere de forma general a un dispositivo para el transporte de fluidos a lo largo de la longitud del tubo de distribución y a través de al menos una parte de sus paredes, y no tiene la intención de restringir la forma física de dicho dispositivo a una que tenga una sección transversal circular. Por ejemplo, en formas de realización de la invención, los tubos de distribución 115 son «parecidos a una cinta» con una parte transversal relativamente plana cuando no están llenos de un fluido. A continuación, se describen más detalladamente las configuraciones alternativas para los tubos de distribución 115 con referencia a las FIGS. 3-8.

[0016] Durante períodos de lluvia, los canalones 130 y los bajantes pluviales 140 dirigen el agua de lluvia al tanque de almacenamiento 145. El filtro de pantalla 155 filtra las partículas sólidas del agua de lluvia cuando entra en el tanque de almacenamiento 145. Si el agua en el tanque de almacenamiento 145 excede un nivel máximo de agua predeterminado 157, el exceso de agua se vierte del tanque de almacenamiento 145 a través del desagüe 160.

[0017] El tamaño del tanque de agua 145 y el cambio en la elevación entre el nivel máximo de agua 157 y la salida de la red de abastecimiento 170 determinan una presión máxima proporcionada por la pequeña red de abastecimiento de parcelas 105. En formas de realización de la invención, la presión deseada en la salida de la red de abastecimiento 170 es relativamente baja, por ejemplo dentro del rango de 3,45 - 14,5 kPa (0,5 - 2,1 lb/in² (PSI)) para compatibilidad con los tubos de distribución 115. Sin embargo, la presión deseada en la salida de la red de abastecimiento 170 variará de acuerdo con la configuración particular de los tubos de distribución 115.

[0018] La válvula de aislamiento 165 podría estar cerrada, por ejemplo, durante periodos de lluvia (cuando es poco probable que los cultivos 120 necesiten hidratación) o durante el mantenimiento del sistema de riego aguas abajo. Cuando la válvula de aislamiento 165 está abierta, la tubería colectora 110 suministra agua de lluvia para presurizar los tubos de distribución 115. Una vez presurizados, los tubos de distribución 115 suministran el agua de lluvia filtrada a los cultivos 120 en respuesta a los exudados radicales.

[0019] Son posibles las variaciones al sistema ilustrado en la FIG. 1 y los descritos más adelante. Por ejemplo, en formas de realización alternativas, la pequeña red de abastecimiento de parcelas 105 puede además comprender una alimentación de agua de pozo y/o una alimentación de agua municipal para complementar las características de la cosecha de lluvia al llenar el tanque de almacenamiento 145. Tales fuentes adicionales podrían activarse, por ejemplo, por una válvula de flotador en el tanque de almacenamiento 145. Podría haber más de un tanque de almacenamiento 145 acoplado a la salida de la red de abastecimiento 170. Además, uno o más filtros podrían estar colocados en línea entre los tanques de almacenamiento 145 y la salida de la red de abastecimiento 170 además de, o en vez del filtro de pantalla 155. En formas de realización alternativas, la pequeña red de abastecimiento de parcelas 105 comprende un subsistema de inyección de fertilizantes. Las tapas de extremo y las válvulas de descarga no se muestran en la figura 1 pero están preferiblemente acopladas a la colectora 110. Asimismo, cada uno de los tubos de distribución 115 pueden corrugarse o taparse en un extremo terminal; de forma alternativa, los múltiples tubos de distribución pueden estar unidos por una tubería corrugada y esta tubería corrugada puede incluir tapas de extremo y/o una válvula de descarga.

[0020] La FIG. 2 es una ilustración esquemática de un sistema de riego y fertilización de acuerdo con una forma de realización de la invención. La forma de realización ilustrada en la fig. 2 se puede aplicar, por ejemplo, en una gran operación agrícola comercial. Como se muestra en la figura 2, una red de abastecimiento de un cultivador comercial 205 alimenta una tubería colectora 110 que está acoplada a múltiples tubos de distribución 115 por racores 125. Los cultivos 120 están dispuestos adyacentes a cada uno de los tubos de distribución 115.

[0021] La red de abastecimiento de un cultivador comercial 205 comprende una bomba de pozo 210 acoplada a una fuente lineal 213. Un depósito de fertilizante 215 también está acoplado a la fuente lineal 213 por una bomba 220 y una válvula de regulación 225. Cada uno de los múltiples tanques de inyección química 230 están conectados a la fuente lineal 213 por una válvula de regulación correspondiente 235. Los filtros 240, el regulador de presión 245 y el medidor de presión 250 están dispuestos en series entre la fuente lineal 213 y una salida de la red de distribución 255. La red de abastecimiento de un cultivador comercial 205 alimenta una tubería colectora 110 que

está acoplada a múltiples tubos de distribución 115 por racores 125. Los cultivos 120 están dispuestos adyacentes a cada uno de los tubos de distribución 115.

5 **[0022]** El regulador de presión 245 está configurado para emitir un flujo de fluido regulado de presión relativamente baja, por ejemplo para un ajuste dentro del rango de 3,45 - 14,5 kPA (0,5 - 2,1 PSI), para compatibilidad con los tubos de distribución 115. Un regulador ejemplar 245 es el modelo 102 de un regulador de diafragma fabricado por Ziggity Systems, Inc. El ajuste de presión deseado para este regulador de presión ajustable variará según la configuración particular de los tubos de distribución 115. En formas de realización alternativas, se podrían utilizar otros ajustes de presión y/u otros reguladores 245.

10 **[0023]** En funcionamiento, la red de abastecimiento de un cultivador comercial 205 suministra agua filtrada o una solución acuosa filtrada que comprende fertilizante y/o químicos a una presión predeterminada (y relativamente baja) a través de una tubería colectora 110 a los tubos de distribución 115. Los tubos de distribución presurizados 115 suministran agua o una solución acuosa que incluye fertilizantes solubles en respuesta a los exudados radicales de los cultivos 120.

15 **[0024]** Son posibles las variaciones al sistema que se ilustran en la FIG. 2 y se describen anteriormente. Por ejemplo, en formas de realización alternativas, la red de abastecimiento de un cultivador comercial 205 podría incluir una alimentación de agua municipal para complementar el abastecimiento de agua de la bomba de pozo 210. La red de abastecimiento de un cultivador comercial 205 puede no incluir los tanques de inyección química 230 y las válvulas de regulación asociadas 235. Además, el tipo y la cantidad de filtros 240 podría variar, según la elección del diseño. Una válvula de aislamiento podría incluirse, por ejemplo, entre el medidor de presión 250 y la salida de la red de abastecimiento 255. Las tapas de extremo y las válvulas de descarga no se muestran en la FIG. 1 pero están preferiblemente acopladas a la colectora 110. Asimismo, cada uno de los tubos de distribución 115 pueden corrugarse o taparse en un extremo terminal; de forma alternativa, los múltiples tubos de distribución pueden unirse por un tubo corrugado, y este tubo corrugado puede incluir tapas de extremo y/o una válvula de descarga.

25 Tubos de distribución

30 **[0025]** Las configuraciones alternativas de los tubos de distribución 115 se describen más adelante con referencia a las FIGS. 3-8. La FIG. 3 es una vista de montaje de un tubo de distribución, ilustrada en una sección representativa, según una forma de realización de la invención. Como se muestra en la figura, una forma de realización del tubo de distribución 115 es generalmente un montaje de un lado receptivo 305 a un lado de soporte 310. El lado receptivo 305, o al menos una parte del mismo, es receptivo a un exudado radical de un sistema radical de los cultivos 120. El lado de soporte 310 es una estructura de soporte. En la forma de realización ilustrada en la FIG. 3, el tubo de distribución resultante 115 es esencialmente una estructura «parecida a una cinta» o «plana» cuando no está en uso. El formato de cinta es ventajoso porque el tubo de distribución 115 se puede enrollar de forma compacta (envolver) para almacenamiento y distribución. El lado receptivo 305 incluye un sustrato que se trata con una solución de polímero hidrofílico para que reaccione a los exudados radicales. El sustrato incluye preferiblemente una tela no tejida de polímeros de plástico derivados del petróleo, por ejemplo polietileno (PE) o polipropileno (PP).

40 **[0026]** Telas no tejidas aceptables de PE para el lado receptivo 305 comprenden, por ejemplo DuPont Tyvek, más específicamente, polietileno hilado, (1025BL, 1025D, 1053B, 1053D, 1056D, 1058D, 1059B, 1073B, 1073D, 1079, 1079B, 1079D, o 1085D). Las telas de PP no tejidas aptas para el lado receptivo 305 comprenden, por ejemplo, Fibertex Spuntext 55, Hanes Imperial RB2, Mitsui Chemicals, Suzhou Mediceng (LB543 o WH001 F), y productos relacionados. Otras telas de PE y PP pueden ser también sustratos apropiados, de acuerdo con demandas de la aplicación.

45 **[0027]** Los polímeros hidrofílicos aptos para tratar el lado receptivo 305 incluyen varios copolímeros de polihidroxiestireno (PHS), por ejemplo, polihidroxiestireno-novolac (PHS-Novolac), polihidroxiestireno-benzotriazol (PHS-BZT), y polihidroxiestireno hidroxietil metacrilato (PHS-HEMA). También se pueden utilizar otros polímeros hidrofílicos.

50 **[0028]** El lado de soporte 310 puede ser o comprender, por ejemplo, polietileno metaloceno (PE) de Brentwood Plastics, Inc., polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés), polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), copolímero de polipropileno (PP) por Bloomer Plastics Inc. (BPI) (p. ej., los productos «aleatorios» y «de impacto»), homopolímero de propileno (PP) por BPI, poliéster (PET o polietileno de tereftalato) y película de uretano por Medco Coated Products (una división de Medco Labs). El material del lado de soporte 310 puede tener un grosor, por ejemplo, en el rango de 0,05 a 0,38 mm (2 a 15 mils).

55 **[0029]** Como el lado receptivo 305 requiere un procesamiento adicional con la solución hidrófila, el lado receptivo 305 es más caro de fabricar que el lado de soporte 310. El montaje ilustrado es por consiguiente menos caro que un tubo de distribución formado completamente de material receptivo. El lado de soporte 310 también mejora la durabilidad del tubo de distribución 115 comparado con un tubo de distribución que se ha formado completamente de material receptivo.

[0030] Varias configuraciones del tubo de distribución 115 se describen más adelante con referencia a las FIGS. 4-8.

[0031] La FIG. 4 es una vista frontal de un tubo de distribución, de acuerdo con una forma de realización de la invención. Las áreas de soldadura 405 unen los bordes del lado receptivo 305 a los bordes correspondientes del lado de soporte 310. Las zonas de soldadura 405 proporcionan un sello fluido para contener agua o una solución acuosa en una cavidad interior del tubo de distribución 115. El tubo de distribución 115 está destinado a sistemas de presión relativamente baja. Preferiblemente, el sello formado por las zonas de soldadura 405 debería resistir una presión de rotura de al menos 27,6 kPA. En las formas de realización ilustradas, cada zona de soldadura 405 comprende tres filas de soldaduras intermitentes, las tres filas estando escalonadas entre sí. Son posibles otros patrones de soldadura (intermitentes o continuos).

[0032] La FIG. 5 es una vista frontal de un tubo de distribución parcialmente abierto, según una forma de realización de la invención. En la forma de realización ilustrada, el lado receptivo 305 puede estar saturado con una solución de polímero hidrofílico a lo largo de todo el ancho mostrado en la sección transversal.

[0033] La FIG. 6 es una vista frontal de un tubo de distribución parcialmente abierto, según una forma de realización de la invención. En la forma de realización ilustrada, el polímero hidrofílico se dispone sobre una parte revestida 615 de una superficie exterior del sustrato 605. Las partes sin revestir 610 del sustrato 605 se extienden hacia las zonas de soldadura 405. En un respecto, la configuración que se muestra en la FIG. 6 puede ser ventajosa ya que las partes sin revestir 610 del sustrato 605 pueden dar lugar a zonas de soldadura más fuertes 405. El revestimiento de un patrón selectivo en una superficie del sustrato 605 también reduce el coste de fabricación en relación con un revestimiento de saturación, al menos porque se puede requerir menos polímero hidrofílico.

[0034] La FIG. 7 es una vista frontal de un tubo de distribución parcialmente abierto, según una forma de realización de la invención. En la forma de realización ilustrada, el polímero hidrofílico está dispuesto sobre una parte revestida 715 de una superficie interior del sustrato 705. Las partes sin revestir 710 del sustrato se extienden hacia áreas de soldadura 405. La configuración que se muestra en la FIG. 7 también puede ser ventajosa ya que las partes sin revestir 710 del sustrato 705 pueden dar lugar a áreas de soldadura más fuertes 405. El revestimiento de un patrón selectivo en una superficie del sustrato 705 también reduce el coste de fabricación en relación con un revestimiento de saturación, al menos porque se puede requerir menos polímero hidrofílico.

[0035] La FIG. 8 es una vista frontal de un tubo de distribución, según una forma de realización de la invención. Como se muestra en la figura, un tubo de distribución de una parte transversal circular comprende un sustrato 805 conectado a un soporte 810 en las soldaduras superpuestas 815. En la forma de realización ilustrada, el sustrato 805 forma menos del 50% del tubo de distribución. El sustrato 805 comprende una parte revestida 825 y partes sin revestir 820. La parte revestida 825 representa polímero hidrofílico dispuesto sobre una superficie exterior del sustrato 805. Las partes sin revestir 820 se extienden hacia las zonas de soldadura superpuestas 815. El ratio entre el sustrato 805 y el soporte 810 podría variar según la elección del diseño. La disminución del tamaño de la parte revestida 825 y/o del peso del polímero seco aplicado a la parte revestida 825 disminuye la cantidad de solución de agua o de fertilizante que se ha emitido a una presión determinada.

Método de fabricación

[0036] Se describe un proceso de fabricación del tubo de distribución 115 con referencia a las FIGS. 9-14.

[0037] La FIG. 9 es un organigrama de un método de fabricación de un tubo de distribución, según una forma de realización de la invención. Como se muestra en la figura, el proceso comienza en el paso 905 y después prepara una solución de polímero hidrofílico en el paso 910. El paso 910 puede incluir, por ejemplo la mezcla de un polímero hidrofílico seco en polvo con un disolvente como Isopropanol 99% (IPA). La concentración de polímero hidrofílico en la solución se puede basar, por ejemplo, en el material del sustrato objetivo, en la concentración deseada de polímero hidrofílico seco en el sustrato y en el método de revestimiento utilizado. Las concentraciones apropiadas de polímero hidrofílico de la solución pueden estar en el rango de 2,0 - 89,0 peso/volumen por ciento, y están preferiblemente en exceso de 20 peso/volumen % para facilitar los métodos de revestimiento de alta velocidad que reducen la evaporación y minimizan los costes de producción.

[0038] En el paso 915, el proceso cubre un sustrato (o parte del mismo) con la solución de polímero hidrofílico para producir una banda de respuesta. Como se utiliza en el documento, un paso de «revestimiento» podría ser un tratamiento de superficie, de saturación u otra aplicación de la solución de polímero hidrofílico al material del sustrato no tejido. El proceso seca la banda de respuesta en el paso 920. La concentración deseada de un polímero hidrofílico seco en el sustrato variará según el material del sustrato y otros factores. Como ejemplo, los pesos de polímeros en el rango de 1,5 – 5,2 g/m² han producido resultados aceptables con sustratos de PE Tyvek.

[0039] Después, el proceso suelda la banda de respuesta a una película de soporte para formar una banda de distribución en el paso 925. El paso de soldadura 925 podría ser o comprender, por ejemplo, un sellado térmico rotativo, soldadura de contacto, soldadura ultrasónica, u otros métodos de soldadura de plástico. La banda de distribución se envuelve (enrolla) en el paso 930.

5 **[0040]** Preferiblemente, los pasos 915-930 producen una banda de distribución de varios paneles. En este ejemplo, el proceso corta la banda de distribución para formar múltiples tubos de entrega en el paso 935 y después rebobina cada uno de los múltiples tubos de distribución en el paso 940 antes de terminar en el paso 945. Las FIGS. 13 y 14 ilustran y ejemplifican la banda de distribución de varios paneles. La etapa de corte 935 puede utilizar, por ejemplo, una o más navajas, uno o más pares de cuchillos circulares opuestos o una soldadura dividida. La etapa de rebobinado 940 puede comprender el rebobinado de cada uno de los tubos de distribución fabricados en un carrete a una velocidad y capacidad deseadas.

10 **[0041]** Son posibles las variaciones al método de fabricación que se describen más adelante con referencia a las FIG. 9. Por ejemplo, la etapa de rodar 930 puede no requerirse para un flujo de fabricación continuo. La etapa de corte 935 y la etapa de rebobinado 940 se pueden combinar, y preferiblemente se combinan, en una única etapa del proceso. Además, en los casos en que las etapas 915-925 producen una banda de un solo tubo en lugar de una banda de varios paneles, las etapas 935 y 940 no se necesitan en absoluto. Los métodos de revestimiento ejemplares para el paso 915 se presentan más adelante con referencia a las FIGS. 10-12, aunque se podrían utilizar otros métodos de revestimiento alternativos.

15 **[0042]** La FIG. 10 es una ilustración esquemática de un aparato de revestimiento, según una forma de realización de la invención. Como se ilustra, el aparato de revestimiento está configurado para que una banda de sustrato 1005 se pueda mover en una dirección 1010 con ayuda de las poleas 1025 y una varilla Mayer 1030, también conocida como varilla de doctor. Una bandeja de revestimiento 1015 contiene una solución de polímero hidrofílico 1020. En funcionamiento, la banda de sustrato 1005 está recubierta por inmersión con la solución hidrofílica 1020. 20 La barra Mayer 1030 funciona para eliminar el exceso de solución hidrofílica 1020 después de que la banda de sustrato 1005 haya salido de la bandeja de revestimiento 1015.

[0043] Son posibles las variaciones al aparato de revestimiento por inmersión que se ilustran en la FIG. 10. Por ejemplo, el número y colocación de las ruedas 1025 puede variar según la elección del diseño. Además, el uso de una varilla Mayer 1030 es opcional.

25 **[0044]** La FIG. 11 es una ilustración esquemática de un dispositivo de revestimiento, según una forma de realización de la invención. Como se muestra en la figura, el aparato de revestimiento está configurado para que una banda de sustrato 1105 pueda avanzar en una dirección 1110 con ayuda de las poleas 1125, de ruedas de acero 1130 y de ruedas de goma 1135. Una bandeja de revestimiento 1115 contiene una solución de polímero hidrofílico 1120 y está al menos parcialmente cubierta por una tapa 1140. En funcionamiento, la banda de sustrato 30 1110 pasa a través de las aberturas 1145 y 1150 en la bandeja 1140 y está revestida por inmersión con la solución hidrofílica 1120. La tapa 1140 limita ventajosamente la evaporación del disolvente en la solución hidrofílica 1120. La rueda de goma coopera con la rueda de acero 1130 para eliminar el exceso de solución hidrofílica 1120 después de que la banda de sustrato 1105 haya salido de la bandeja de revestimiento 1115.

35 **[0045]** Son posibles las variaciones de la configuración del aparato de revestimiento por inmersión en la FIG. 11. Por ejemplo, el número y colocación de las ruedas 1125 puede variar según la elección del diseño. Además, el uso de una rueda de goma 1135 es opcional.

40 **[0046]** La FIG. 12 es una ilustración esquemática de un aparato de revestimiento, según una forma de realización de la invención. El aparato de revestimiento está configurado para que una banda de sustrato 1205 pueda progresar en una dirección 1210 entre las ruedas opuestas 1225 y 1230. La rueda 1225 es una rueda de huecograbado que presenta una superficie grabada (o marcada). La rueda de huecograbado 1225 está parcialmente sumergida en una solución de polímero hidrofílica 1220 que está contenida por la bandeja de revestimiento 1215. La rueda 1230 es una rueda de presión configurada para colocar una fuerza descendente sobre la banda de sustrato 1205. Una cuchilla raspadora (doctor) está dispuesta adyacente a la rueda de huecograbado 1225. En funcionamiento, la rueda de huecograbado 1225 recoge la solución de polímero hidrofílico 45 1220 en su superficie grabada (o marcada). La cuchilla raspadora 1235 elimina el exceso de solución de polímero hidrofílica 1220 de una superficie de la rueda de huecograbado 1225. La solución de polímero hidrofílica restante 1220 se deposita desde las cavidades grabadas (o marcadas) de la rueda de huecograbado 1225 a al menos una parte de una superficie de la banda de sustrato 1205.

50 **[0047]** La FIG. 13 es una vista de un esbozo de un tubo de distribución subsecuente a un paso de soldadura, según una forma de realización de la invención. La FIG. 13 ilustra una banda de distribución 1305, por ejemplo, después del paso de soldadura 925 descrito anteriormente con referencia a la FIG. 9. En la forma de realización mostrada en la FIG. 13 la banda de distribución 1305 comprende seis zonas de soldadura lineal 1310, cada una de las zonas de soldadura 1310 comprendiendo tres filas escalonadas de soldaduras intermitentes. Los patrones de soldadura de cada una de las zonas de soldadura 1310 podrían variar de lo que se muestra.

55 **[0048]** La FIG. 14 es una vista de un esbozo de tres tubos de distribución, según una forma de realización de la invención. La FIG. 14 ilustra la banda de distribución 1305, por ejemplo, después de la etapa de corte 935 descrita anteriormente con referencia a la FIG. 9. Como se muestra, las líneas de corte 1405 y 1410 separan la banda de distribución 1305 en tres tubos de distribución 1415, 1420 y 1425.

[0049] Aunque las FIGS. 13 y 14 ilustran un enfoque de 3 paneles, también es posible un proceso de fabricación configurado para un mayor o menor número de paneles.

Ejemplos

5 **[0050]** Preferiblemente, los tubos de distribución están fabricados con un sustrato de PE y un soporte de PE, o con un sustrato de PP y un soporte de PP. Los tubos de distribución ejemplares se han fabricado de acuerdo con la configuración ilustrada en las FIGS. 3-5. Un primer grupo de muestras utilizó sustratos de PE Tyvek 1059B con un peso base de 64,4 gsm y un rango de grosor de 0,074 a 0,26 mm (2,9 a 10,1 mils). Un segundo grupo de muestras utilizó sustratos de PE Tyvek 1073 con un peso base de 74,6 gsm y un rango de grosor de 0,089 a 0,28 (3,5 a 11,1 mils). Las muestras de ambos grupos estuvieron se revistieron utilizando un proceso de revestimiento de huecograbado para aplicar un revestimiento de polímero hidrofílico seco a un peso de 5,0 a 5,3 gsm. Los sustratos de PE recubiertos estaban unidos a un soporte de PE metaloceno grueso de 0,13 mm (5,0 mils) por una soldadura ultrasónica o sellado térmico rotativo. Los tubos de distribución resultantes tenían un diámetro interno de 1,59 a 2,22 cm (5/8 a 7/8 pulgadas). En los ensayos agrícolas, se observó que los tubos son estructuralmente robustos y localmente receptivos a las necesidades de hidratación y nutrición de las plantas.

15 Sumario

20 **[0051]** Esta especificación ha descrito así un tubo de distribución de riego y fertilización mejorado, un método de fabricación del tubo de distribución y sistemas ejemplares que utilizan el tubo de distribución. Como se describe anteriormente, las formas de realización de la invención utilizan materiales de bajo coste y procesos de fabricación de alto rendimiento para producir un tubo de distribución receptivo. El resultado es un tubo de distribución que se puede vender a un precio asequible para el usuario final. El tubo de distribución expuesto es también muy duradero en uso. Por consiguiente, las formas de realización de la invención posibilitan un sistema de distribución de riego y fertilización que responda a las necesidades de las plantas y que sea comparable en el coste total del ciclo de elevación con sistemas de riego por goteo menos eficientes y que no responden a las necesidades de las plantas. Esto beneficiará tanto a las parcelas pequeñas como a las granjas comerciales.

25 **[0052]** Resultará aparente para los expertos en la materia que se pueden hacer modificaciones y variaciones al tubo, su método de fabricación y/o su uso en un sistema sin desviarse del ámbito de la invención dispuesto en el presente documento, lo que se consigue con las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Tubo de distribución (115), comprendiendo:

5 un sustrato (605, 805); y
 un soporte (310, 810) acoplado al sustrato (605, 805), el tubo de distribución (115) estando configurado de manera que el sustrato (605, 805) y el soporte (310, 810) están cada uno dispuestos a lo largo de una longitud funcional del tubo de distribución (115), un lumen del tubo de distribución (115) estando formado entre al menos una parte del sustrato (605, 805) y al menos una parte del soporte (310, 810), el sustrato (605, 805) estando conectado al soporte (310, 810) en una primera zona de soldadura (405) y una segunda zona de soldadura (405), la primera y segunda zona de soldadura (405) uniendo los bordes del sustrato a los bordes correspondientes del soporte,
 10 **caracterizado por que** una parte del sustrato (605, 805) se trata con un polímero hidrofílico para formar un lado receptivo configurado para distribuir agua o una solución acuosa en respuesta a un exudado radical de surfactante de un sistema radical de cultivos;
 y **por que** una parte sin recubrir (610, 820) del sustrato se extiende hacia la primera y segunda zona de soldadura.
 15

2. Tubo de distribución (115) de la reivindicación 1, donde el sustrato (605, 805) incluye una tela de polietileno (PE) no tejida y el soporte (310, 810) incluye PE.

3. Tubo de distribución (115) de la reivindicación 2, donde el sustrato (605, 805) incluye polietileno hilado.

20 4. Tubo de distribución (115) de la reivindicación 2, donde el soporte (310, 810) incluye al menos un polietileno (PE) metaloceno, polietileno de baja densidad (LDPE), y polietileno de baja densidad lineal (LLDPE).

5. Tubo de distribución (115) de la reivindicación 1, donde el sustrato (605, 805) incluye una tela de polipropileno (PP) no tejida y el soporte (310, 810) incluye PP.

6. Tubo de distribución (115) de la reivindicación 1, donde el soporte (310, 810) incluye película de uretano.

25 7. Tubo de distribución (115) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el polímero hidrofílico incluye un copolímero de polihidroxiestireno (PHS).

8. Tubo de distribución (115) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la parte del sustrato (605, 805) estando tratada con el polímero hidrofílico está sobre una superficie exterior del sustrato (605, 805).

9. Tubo de distribución (115) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la parte del sustrato (605, 805) estando tratada con el polímero hidrofílico está sobre una superficie interior del sustrato.

30 10. Tubo de distribución (115) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el sustrato (605, 805) forma menos del 50 por ciento de una zona de superficie exterior del tubo de distribución, y el soporte (310, 810) forma más del 50 por ciento de la zona de superficie exterior del tubo de distribución (115).

11. Tubo de distribución de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde cada zona de soldadura (405) incluye tres filas de soldaduras intermitentes, las tres filas estando escalonadas entre sí.

35 12. Tubo de distribución de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde una concentración del polímero hidrofílico sobre el sustrato está en el rango 1,5 - 5,2 g/m².

13. Sistema que incluye el tubo de distribución (115) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, el sistema comprendiendo un regulador de presión (245) acoplado entre una fuente de fluido y el tubo de distribución (115).

14. Sistema de la reivindicación 13, donde el regulador de presión (245) es un regulador de diafragma.

40 15. Sistema de las reivindicaciones 13 o 14, donde el regulador de presión (245) está configurado para mantener una salida de presión en el rango de 3,45 a 14,5 kPa.

16. Método para la fabricación del tubo de distribución (115) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, el método comprendiendo:

45 la preparación de una solución de polímero hidrofílico;
 el revestimiento de al menos una parte del sustrato (605, 805) con la solución de polímero hidrofílico para producir una banda de respuesta;
 el secado de la banda de respuesta; y
 la soldadura de la banda de respuesta al soporte (310, 810) para formar una banda de distribución (1305).

50 17. Método de la reivindicación 16, donde la preparación incluye mezclar un polvo hidrofílico seco con un disolvente.

18. Método de las reivindicaciones 16 o 17, donde el revestimiento se lleva a cabo utilizando un aparato de revestimiento por huecograbado.

19. Método de las reivindicaciones 16 o 17, donde el revestimiento se lleva a cabo utilizando un aparato de revestimiento por inmersión.
- 5 20. Método de la reivindicación 19, donde el aparato de revestimiento por inmersión comprende una varilla Mayer (1030), la varilla Mayer (1030) configurada para eliminar cantidades excesivas de la solución de polímero hidrofílico del sustrato (605, 805).
21. Método de la reivindicación 19 donde el aparato de revestimiento por inmersión incluye:
una bandeja (1015, 1115) configurada para contener la solución de polímero hidrofílico; y
una tapa (1140) acoplada a la bandeja (1015, 1115), la tapa (1140) configurada para cubrir al menos una
10 parte de la bandeja (1015, 1115), el aparato de revestimiento por inmersión configurado de este modo para limitar la evaporación del disolvente de la solución de polímero hidrofílico durante el revestimiento.
22. Método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 21, donde la soldadura une partes del sustrato (605, 805) sin tratar con el polímero hidrofílico al soporte (310, 810).
23. Método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 22, donde la soldadura incluye un sellado térmico rotativo.
- 15 24. Método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 23 incluyendo además el corte de la banda de distribución (1305) para formar múltiples tubos de distribución (1415, 1420, 1425).
25. Método de cualquiera de las reivindicaciones 15-22, donde la banda de distribución (1305) comprende un número par de zonas de soldadura de dos o más.

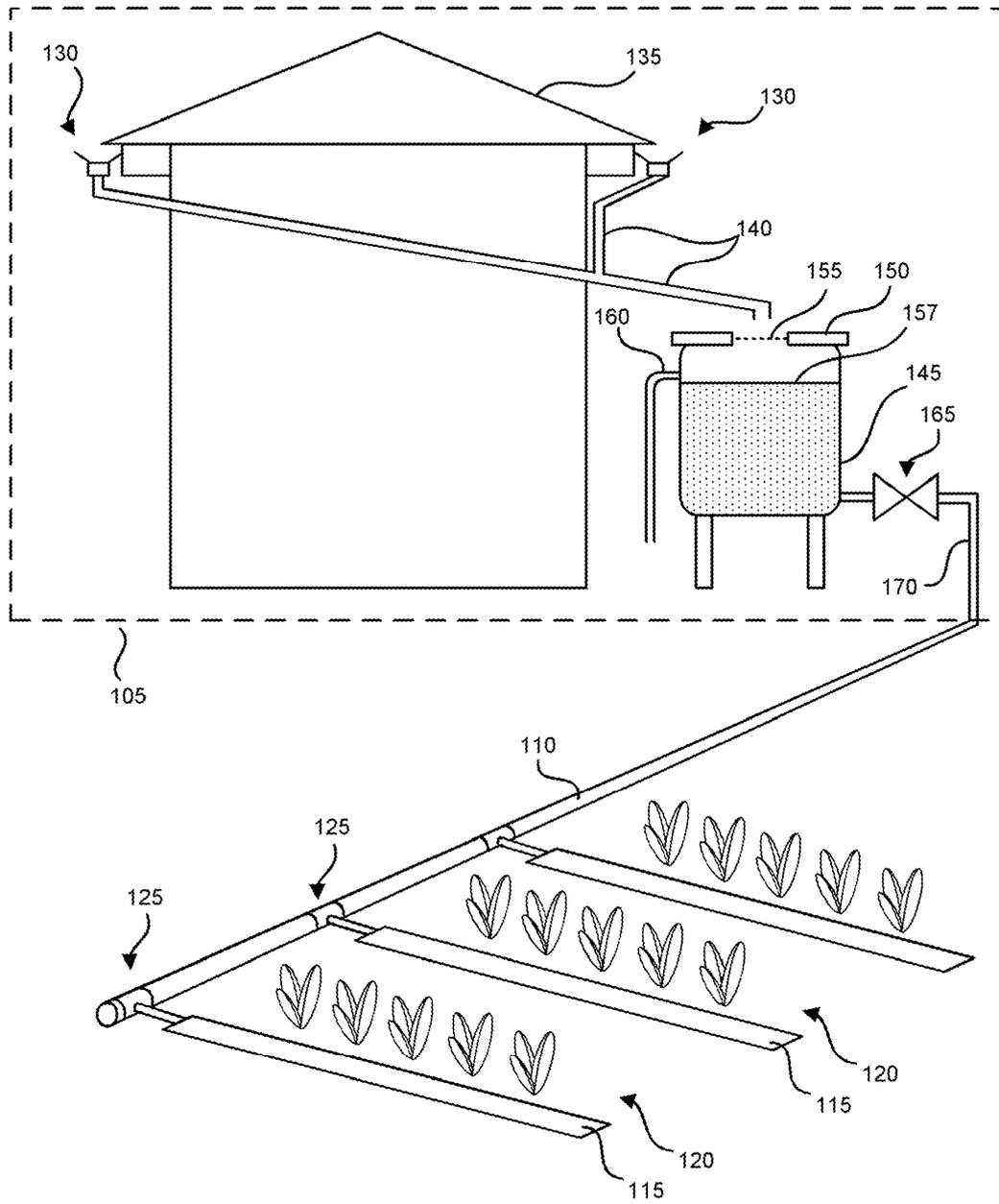


FIG. 1

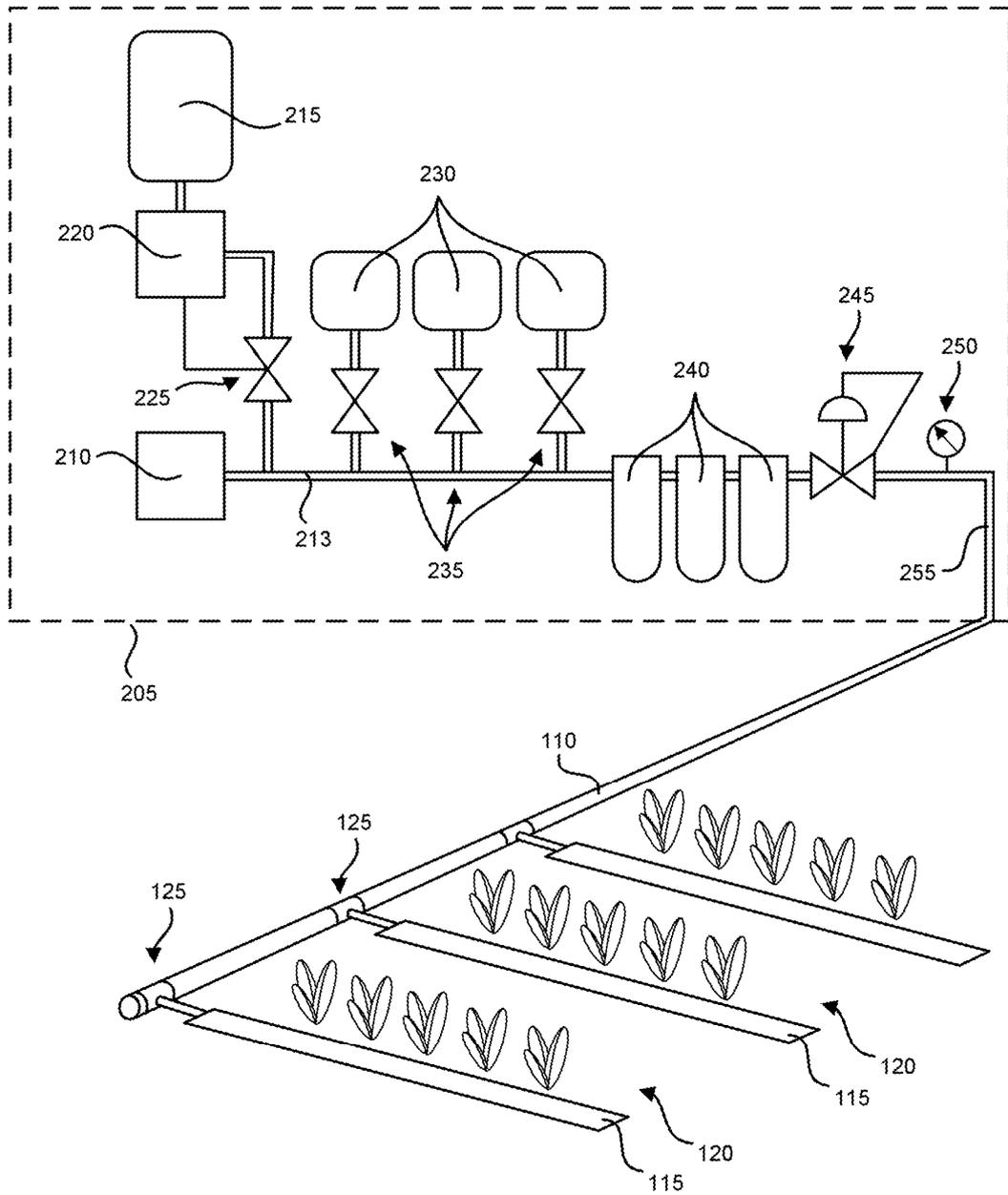


FIG. 2

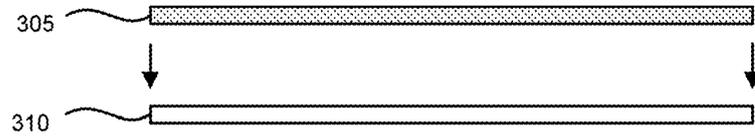


FIG. 3

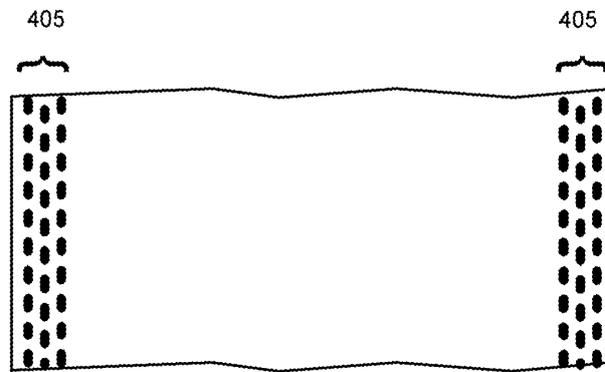


FIG. 4

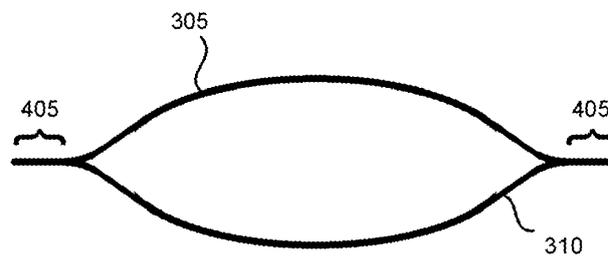


FIG. 5

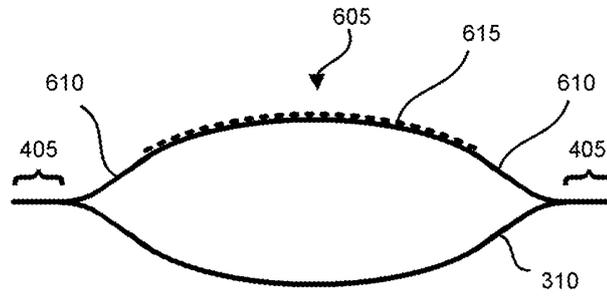


FIG. 6

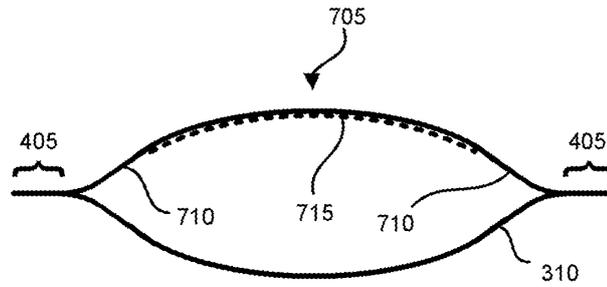


FIG. 7

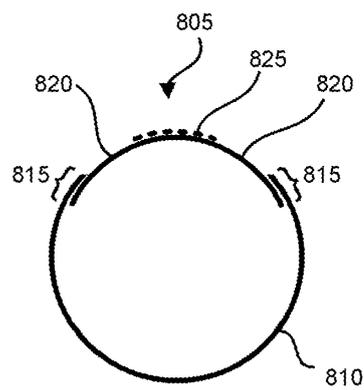


FIG. 8

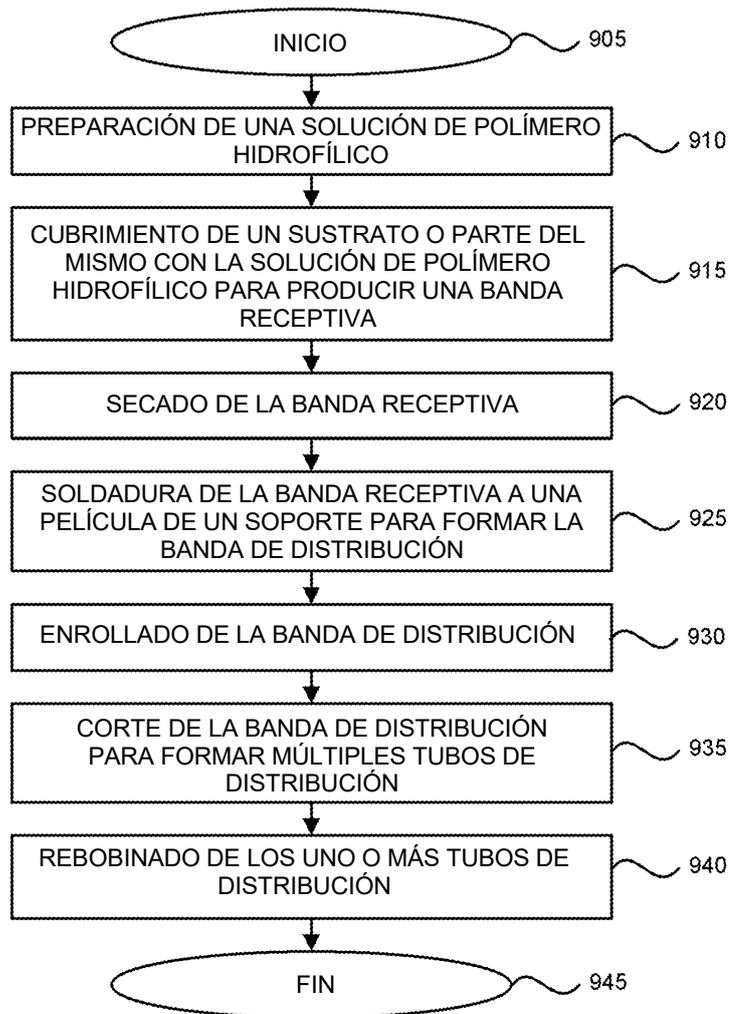


FIG. 9

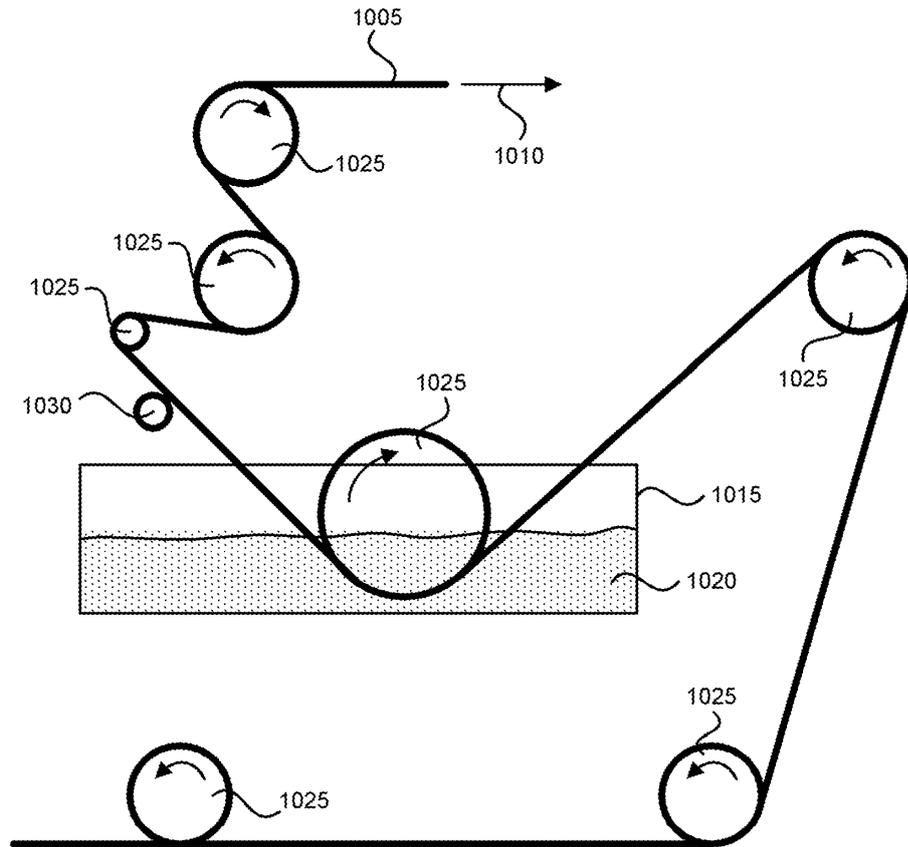


FIG. 10

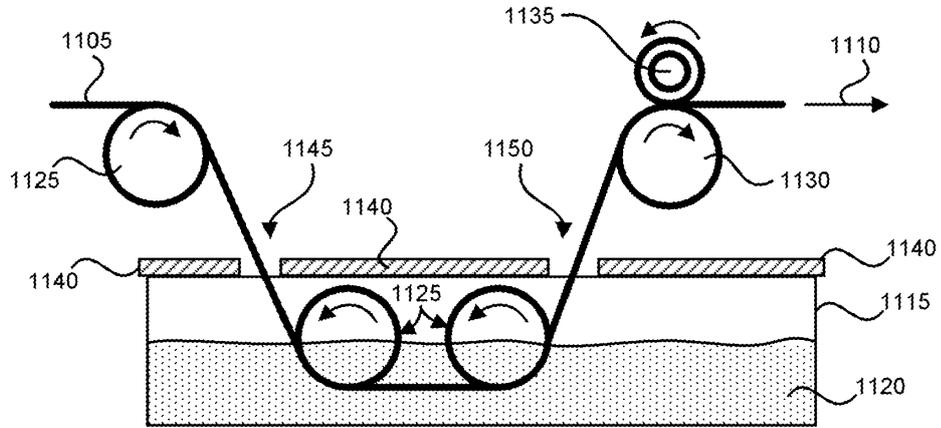


FIG. 11

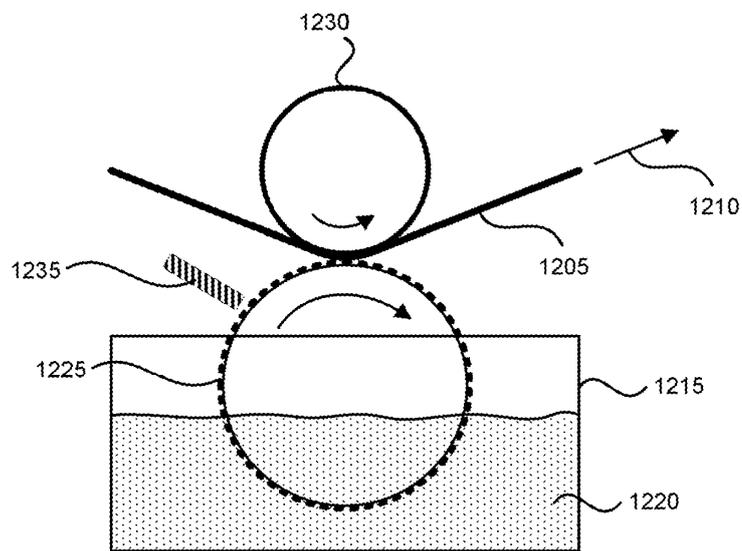


FIG. 12

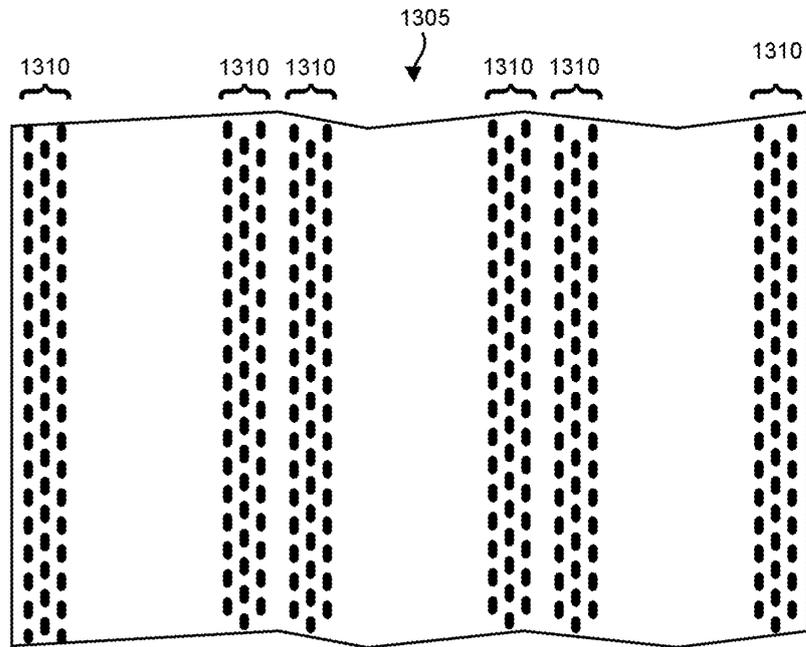


FIG. 13

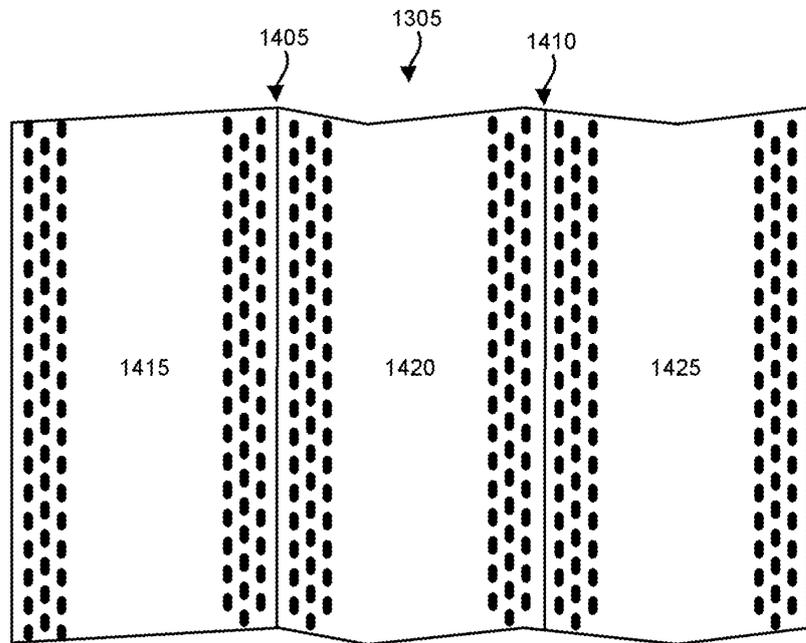


FIG. 14