

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 858**

51 Int. Cl.:

A01G 31/02 (2006.01)

A01G 31/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2018** **PCT/JP2018/041447**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2019** **WO19093410**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2018** **E 18876180 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 3711477**

54 Título: **Dispositivo hidropónico y método hidropónico**

30 Prioridad:

13.11.2017 JP 2017218319

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

31.10.2024

73 Titular/es:

TOPPAN PRINTING CO., LTD. (100.0%)

5-1, Taito 1-chome Taito-ku

Tokyo 110-0016, JP

72 Inventor/es:

SUTO, TORU

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 984 858 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

Dispositivo hidropónico y método hidropónico

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo hidropónico y a un método hidropónico.

10 Antecedentes de la técnica

Tal como se da a conocer en el documento PTL 1, se han propuesto algunos sistemas de cultivo para el cultivo hidropónico de hortalizas de raíz. Tales sistemas de cultivo incluyen, como elementos principales, un canal de administración y suministro, un canal de descarga y una pluralidad de recipientes de cultivo. El canal de administración y suministro suministra una disolución de nutrientes a partir de un tanque de mezclado principal y una disolución de nutrientes tratada usando tubos a la pluralidad de recipientes de cultivo. El canal de descarga recupera líquido residual a partir de los recipientes de cultivo para suministrarlo a un dispositivo de tratamiento de líquido residual. La pluralidad de recipientes de cultivo contienen, cada uno, la disolución de nutrientes suministrada a través del canal de administración y suministro, y cada uno hace crecer independientemente plantas que son un número predeterminado de variedades diferentes de la misma especie. La pluralidad de recipientes de cultivo tienen, cada uno, un cuerpo, una parte del cual está dotada de un fuelle extensible a lo largo de toda la circunferencia para servir como medios de control de nivel de líquido que controlan un nivel de líquido según el crecimiento de las plantas. Por tanto, la parte inferior de cada recipiente de cultivo puede extenderse hacia abajo según el crecimiento de las plantas, de modo que puede contenerse una cantidad predeterminada de disolución de nutrientes en el recipiente de cultivo. Tales recipientes de cultivo se controlan en altura, cada uno, mientras se observa el crecimiento de las plantas en un recipiente común. Por tanto, pueden hacerse crecer hortalizas de raíz mientras se permite que las raíces se dilaten en un recipiente común.

Lista de referencias

30 Bibliografía de patentes

Documento PTL 1: documento JP 2017-29144 A

35 Sumario de la invención

Los sistemas de cultivo tal como se dan a conocer en el documento PTL 1 implican tareas de extender las partes inferiores de los recipientes de cultivo hacia abajo según el crecimiento de las plantas y el uso de unos medios de control de nivel de líquido. Por tanto, ha sido difícil instalar estanterías de cultivo de múltiples fases en tales sistemas de cultivo. Por este motivo, no ha sido fácil aumentar la productividad por unidad de área en estos sistemas de cultivo. Además, en tales sistemas de cultivo, la altura de cada recipiente de cultivo se controla mientras se observa el crecimiento de las plantas en un recipiente común, de modo que las hortalizas de raíz pueden crecer mientras se permite que las raíces se dilaten en los mismos. Por tanto, cuando se usa una pluralidad de tales recipientes de cultivo, se requiere una gran cantidad de disolución de nutrientes.

El documento de la técnica anterior EP-A1-3.050.429 da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

Teniendo en cuenta los problemas expuestos anteriormente, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un dispositivo hidropónico y un método hidropónico que puedan aumentar la productividad por unidad de área en cultivo hidropónico y reducir la cantidad de una disolución de nutrientes requerida para reducir el coste implicado en el funcionamiento del dispositivo.

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

En la presente descripción y los dibujos, cualquier ejemplo y descripción técnica de aparatos, productos y/o métodos que no estén cubiertos por las reivindicaciones debe interpretarse como antecedentes de la técnica o ejemplos útiles para entender la invención.

Según el dispositivo hidropónico y el método hidropónico de la presente invención, se proporciona un recipiente de depósito de disolución de nutrientes al que se suministra una disolución de nutrientes en un almacenamiento de disolución de nutrientes, y una cubierta que soporta una pluralidad de plantas que van a cultivarse, estando la cubierta separada de manera fija con respecto a una superficie líquida de la disolución de nutrientes en el recipiente de depósito de disolución de nutrientes, garantizándose una distancia predeterminada entre la cubierta y la superficie líquida. Las plantas soportadas por la cubierta tienen respectivamente raíces primarias que son más largas que las longitudes de brotes de las plantas, teniendo las raíces primarias sólo puntas respectivas sumergidas en la disolución de nutrientes en el recipiente de depósito de disolución de nutrientes. Esto elimina la necesidad de usar un mecanismo de control de nivel de líquido para controlar un nivel de líquido según el

crecimiento de las raíces, aumenta la productividad por unidad de área en cultivo hidropónico, y reduce la cantidad de disolución de nutrientes requerida, para reducir el coste implicado en el funcionamiento del dispositivo.

5 Breve descripción de los dibujos

La figura 1A es un diagrama que ilustra procedimientos de cultivo de plántulas usados en varios ejemplos de un dispositivo hidropónico según la presente invención.

10 La figura 1B es un diagrama esquemático que ilustra recipientes y plantas, usándose los recipientes para los procedimientos respectivos de cultivo de las plantas.

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra una configuración de un primer ejemplo del dispositivo hidropónico según la presente invención.

15 La figura 3A es un diagrama que ilustra el crecimiento de plantas.

La figura 3B es un diagrama que ilustra el crecimiento de plantas.

20 La figura 4 es un diagrama que ilustra un trayecto de circulación de una disolución de nutrientes junto con plantas en el caso en el que la bandeja usada en el ejemplo mostrado en la figura 2 se aplica al cultivo de plantas de una especie diferente.

25 La figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra una configuración de un segundo ejemplo del dispositivo hidropónico según la presente invención.

La figura 6A es un diagrama esquemático que ilustra una configuración de un tercer ejemplo del dispositivo hidropónico según la presente invención.

30 La figura 6B es un diagrama que ilustra el crecimiento de plantas.

La figura 6C es un diagrama que ilustra el crecimiento de plantas.

35 La figura 7A es un diagrama que ilustra procedimientos de cultivo de plántulas usados en varios ejemplos del dispositivo hidropónico según la presente invención.

La figura 7B es un diagrama esquemático que ilustra una pluralidad de esponjas (por ejemplo, esponjas de uretano sujetas en placas de medio de cultivo artificial o similares) en un único recipiente usado para cultivar las plantas.

40 Descripción de las realizaciones

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra un primer ejemplo de un dispositivo hidropónico según la presente invención.

45 Por ejemplo, fábricas de plantas solares o fábricas de plantas cerradas que usan luz artificial están equipadas con estanterías de cultivo de múltiples fases (no mostradas) en las que están dispuestos una pluralidad de dispositivos hidropónicos. La figura 2 muestra un dispositivo hidropónico representativo.

50 Como componentes principales, el dispositivo hidropónico incluye, por ejemplo, un tanque 12, una bomba 12P, un recipiente 10B de depósito de disolución de nutrientes (también denominado bandeja a continuación en el presente documento), una cubierta 14 y un soporte 10C de cubierta. El tanque 12 almacena una disolución de nutrientes LQ1 que es un fertilizante líquido cuya concentración se ha ajustado a un nivel predeterminado. La bomba 12P está dispuesta en el tanque 12 y suministra la disolución de nutrientes LQ1 en el tanque 12 a un trayecto Du2 de suministro descrito a continuación. La bandeja 10B forma una parte inferior de un macetero de cultivo, que se describirá a continuación, y contiene una cantidad predeterminada de la disolución de nutrientes LQ1. La cubierta 14 forma una parte superior del macetero 10 de cultivo. El soporte 10C de cubierta soporta la cubierta 14 desde debajo de la cubierta 14 y está conectado de manera desprendible a la bandeja 10B.

60 La figura 2 muestra plantas 28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4} y 28_{P5} como representativas de una pluralidad de plantas 28_{P1} a 28_{Pn}. Por ejemplo, las plantas 28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4}, 28_{P5} ... pueden ser hortalizas de raíz que son un número predeterminado de variedades tales como de zanahorias, ginseng (ginseng coreano), regaliz, *Coptis*, *Angelica acutiloba* (medicamentos a base de plantas), ñame, nabos, bardana y rábanos japoneses.

65 La cubierta 14 soporta las plantas 28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4}, 28_{P5} ... y 28_{Pn}, que son un número predeterminado de variedades diferentes de la misma especie, mediante topes 14a de fijación de planta respectivos que sirven

como almohadillas, que se describirán a continuación, de modo que las puntas 28b (porciones que incluyen respectivamente cofias y meristemos apicales) de raíces 28a primarias respectivas de las plantas están sumergidas en la disolución de nutrientes LQ1 en la bandeja 10B. Por ejemplo, tal como se muestra en el documento PTL 1, los topos 14a de fijación de planta están dispuestos en posiciones correspondientes a aberturas de la cubierta 14. La pluralidad de aberturas de la cubierta 14 están formadas en una matriz a intervalos predeterminados. Por ejemplo, tal como se muestra en el documento PTL 1, los topos 14a de fijación de planta incluyen, cada uno, en el interior de los mismos, un elemento de sujeción de sello en el que se sujetan una pluralidad de elementos de sellado que están superpuestos entre sí. Los topos 14a de fijación de planta pueden ser elementos, tales como esteras de esponja de uretano, que tienen flexibilidad y capacidad de estiramiento. Por tanto, los brotes 28c de las plantas 28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4} y 28_{P5} pueden soportarse en la cubierta 14 mediante los topos 14a de fijación de planta respectivos.

Tal como se muestra en la figura 3B, el soporte 10C de cubierta tiene un espacio 10A de crecimiento en el interior del mismo para sujetar porciones 48c de dilatación en las raíces de plantas 48_{P1}, 48_{P2}, 48_{P3}, 48_{P4} y 48_{P5} que se han hecho crecer. Por ejemplo, el espacio 10A de crecimiento (capa de aire) tiene una altura HA que supera la longitud en la dirección de crecimiento de alargamiento de las porciones 48c de dilatación en las raíces de las plantas 48_{P1}, 48_{P2}, 48_{P3}, 48_{P4} y 48_{P5} que se han hecho crecer en el momento de la cosecha. Por ejemplo, en el caso de rábanos japoneses, la altura HA se establece a 50 cm o más. Debe observarse que, sin limitarse al ejemplo mencionado anteriormente, la altura HA puede establecerse a una altura predeterminada de menos de 50 cm dependiendo de las longitudes en la dirección de crecimiento de alargamiento de las porciones de dilatación en las raíces de plantas que se han hecho crecer de diferentes especies en el momento de la cosecha. Por ejemplo, en el caso de zanahorias, la altura HA puede establecerse a un valor en el intervalo de aproximadamente 20 cm o más y 30 cm o menos.

La altura HA no tiene que fijarse necesariamente a un valor predeterminado durante el crecimiento de las plantas. Por ejemplo, no habrá ningún problema siempre que el macetero 10 de cultivo tenga un mecanismo que permita un ajuste por etapas o de manera continua de la altura del espacio, en el que se mantiene el nivel de líquido de la disolución de nutrientes LQ1 y se sujetan las bases de las plántulas, según el crecimiento de las raíces primarias de raíces largas.

Pueden desarrollarse algas verdes en un tanque o en un lugar húmedo alrededor del tanque. Si se han desarrollado algas en la disolución de nutrientes, puede que la eliminación de las algas no sea fácil, y los nutrientes en la disolución pueden consumirse por las algas. Además, desde un punto de vista de la higiene, una disolución de nutrientes que ha desarrollado algas puede ser una fuente de diversas bacterias. En este caso, la capa 10A de aire entre la cubierta 14 y el recipiente 10B de depósito de disolución de nutrientes puede estar encerrada por una lámina, por ejemplo, una lámina transparente o translúcida, o una lámina de protección frente a la luz o similar. Dado que el agua y los nutrientes residen en la disolución de nutrientes, no pueden desarrollarse algas si la lámina puede evitar la entrada de algas desde el exterior o puede proteger frente a la luz. Además, la lámina que encierra la capa de aire puede garantizar un entorno estable de ejercer un efecto de reducir la variación de temperatura o humedad, garantizando como resultado un entorno de cultivo estable.

En el tanque 12 como almacenamiento de disolución de nutrientes, se almacena la disolución de nutrientes LQ1 con un nivel de líquido predeterminado mantenido. En el tanque 12, se proporciona la bomba 12P que tiene un orificio de descarga que está conectado a un extremo del trayecto Du2 de suministro. La bomba 12P se controla mediante una unidad de control, no mostrada. Por tanto, cuando se activa la bomba 12P, la disolución de nutrientes LQ1 en el tanque 12 se suministra a un depósito en la bandeja 10B, que se describirá a continuación, a través del trayecto Du2 de suministro. Por tanto, cuando se activa la bomba 12P, la disolución de nutrientes LQ1 en el tanque 12 se hace circular mediante el trayecto Du2 de suministro y un trayecto Du1 de descarga de retorno.

Tal como se muestra en la figura 2, la bandeja 10B tiene un depósito en el interior para contener una cantidad predeterminada de la disolución de nutrientes LQ1 suministrada desde el tanque 12 mediante el trayecto Du2 de suministro. El depósito tiene una parte superior que desemboca al espacio 10A de crecimiento anteriormente mencionado. El otro extremo del trayecto Du2 de suministro desemboca en la superficie líquida de la disolución de nutrientes LQ1 en el depósito. En la disolución de nutrientes LQ1 en el depósito de la bandeja 10B, un extremo abierto de un tubo 16 de descarga sobresale una longitud predeterminada. El extremo abierto del tubo 16 de descarga que sirve como medios de control de nivel de líquido tiene una longitud de protuberancia que se establece, por ejemplo, a aproximadamente 3 cm. Si el nivel de líquido de la disolución de nutrientes LQ1 aumenta, la disolución de nutrientes LQ1 se descarga al trayecto Du1 de descarga de retorno, que se garantiza que se comunica con el tanque 12, mediante el tubo 16 de descarga. Por tanto, el nivel de líquido de la disolución de nutrientes LQ1 se controla a un nivel de líquido predeterminado LH correspondiente a la longitud predeterminada de las raíces 28a primarias de las plantas.

Tal como se muestra en la figura 1A, las plantas 28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4}, 28_{P5} ... y 28_{Pn} como plántulas que tienen raíces primarias comparativamente largas se obtienen mediante etapas, es decir, una etapa de sembrado S1, una etapa de germinación S2 y una etapa de crecimiento de plántulas S3, realizadas de manera secuencial. Tal

como se muestra en la figura 1B, en la etapa de sembrado S1, se siembra una pluralidad de semillas 24 sobre una esponja 22 (por ejemplo, una esponja de uretano sujeta en una placa de medio de cultivo artificial o similar), por ejemplo, que está flotando sobre la superficie de una disolución de nutrientes LQA llenada en un recipiente 20. A continuación, en la etapa de germinación S2, se permite que las semillas 24 germinen y crezcan para dar plántulas 26. Cuando las raíces 26a primarias de las plántulas 26 han crecido hasta una longitud predeterminada, vuelven a plantarse las plántulas 26 en un recipiente 30 lleno con una cantidad predeterminada de una disolución de nutrientes LQB. Se garantiza que el recipiente 30 tiene una profundidad mayor que la del recipiente 20. En este caso, las posiciones de las puntas 26b de las raíces 26 primarias de las plántulas 26 que se han hecho crecer con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQB se determinan de modo que sólo las puntas 26b están sumergidas en la disolución de nutrientes LQB. Específicamente, las posiciones de las puntas 26b de las raíces 26a primarias de las plántulas 26 con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQB se determinan de tal manera que las raíces 26a primarias se sujetan en un estado en el que pueden absorber suficientemente la disolución de nutrientes LQB. Se forma una capa 30A de aire por encima de la superficie de la disolución de nutrientes LQB.

Posteriormente, en la etapa de crecimiento de plántulas S3, las plántulas 26 que se han hecho crecer en la esponja 22 (o una placa de poliestireno espumado) del recipiente 30 vuelven a plantarse en un recipiente 40 que tiene una profundidad mayor que el recipiente 30. Específicamente, cuando las plántulas 26 han crecido hasta dar plántulas 28_{P1} y 28_{P2} (también denominadas plantas a continuación en el presente documento) que tienen raíces 28a primarias con una longitud predeterminada que es mayor que la longitud de las raíces 26a primarias, vuelven a plantarse las plántulas 28_{P1} y 28_{P2} en el recipiente 40 junto con la esponja 22. En este caso, las posiciones de las puntas 28b de las raíces 28a primarias de las plántulas 28 con respecto a la superficie de una disolución de nutrientes LQC se determinan de modo que sólo las puntas 28b están sumergidas en la disolución de nutrientes LQC. Específicamente, las posiciones de las puntas 28b de las raíces 28a primarias de las plántulas 28 con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQC se determinan de tal manera que las raíces 28a primarias se mantienen en un estado en el que pueden absorber suficientemente la disolución de nutrientes LQC. Debe observarse que, en la figura 1B, las plántulas 28_{P1} y 28_{P2} se muestran como representativas de la pluralidad de plántulas.

La relación de posición entre las puntas 28b de las raíces 28a primarias de las plántulas 28_{P1} y 28_{P2}, y la superficie de la disolución de nutrientes LQC se controla según el crecimiento de las raíces 28a primarias de las plántulas 28_{P1} y 28_{P2}. Por tanto, se forman brotes 28c en porciones de las plántulas 28_{P1} y 28_{P2} respectivas soportadas por la esponja 22. Las raíces 28a primarias de las plántulas 28_{P1} y 28_{P2} tienen un diámetro promedio que se garantiza que está, por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 2 mm o más a 10 mm o menos. En las etapas de hacer crecer plántulas de raíz larga usando recipientes de tamaños (profundidades) diferentes, el número de recipientes de cultivo puede combinarse de manera apropiada con el número de tamaños diferentes de recipientes de cultivo según la variedad que va a cultivarse. En el macetero 10 de cultivo mostrado en la figura 2, pueden cosecharse plantas que tienen porciones de dilatación de aproximadamente 50 cm en las raíces, tal como se describirá a continuación, usando las plántulas 28_{P1} y 28_{P2}.

Para obtener las plantas 28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4}, 28_{P5} ... y 28_{Pn} como plántulas que tienen raíces primarias comparativamente largas, se han usado recipientes de tamaños diferentes en el ejemplo descrito anteriormente para hacer crecer plántulas que tienen raíces primarias comparativamente largas. Sin embargo, sin limitarse a este ejemplo, pueden cultivarse plántulas que tienen raíces primarias largas, por ejemplo, usando un recipiente de cultivo de forma uniforme en el que el nivel de líquido de la disolución de nutrientes se mantiene a un nivel predeterminado. Específicamente, en este recipiente, puede tirarse hacia arriba de manera individual de una pluralidad de medios de cultivo artificiales (esponjas o placas de espuma de poliestireno) según el crecimiento de las raíces primarias, de modo que sólo las puntas de las raíces primarias están sumergidas en la disolución de nutrientes. En este caso, tal como se muestra en la figura 7A, por ejemplo, las plantas 28_{P1}, 28_{P2} y similares se obtienen mediante una etapa de sembrado S1, etapa de germinación S2 y etapa de crecimiento de plántulas S3 realizadas de manera secuencial. Debe observarse que, en la figura 7B, las plántulas 28'_{P1} y 28'_{P2}, y las plántulas 28_{P1} y 28_{P2} se muestran como representativas de la pluralidad de plántulas.

En la etapa de sembrado S1, se siembra una pluralidad de semillas 24 sobre una primera esponja 22, por ejemplo, flotando en la superficie de extremo izquierdo de una disolución de nutrientes LQD que tiene una concentración predeterminada y llenada en un recipiente 60. A continuación, en la etapa de germinación S2, se permite que las semillas 24 germinen y crezcan para dar plántulas 26. Cuando las raíces 26a primarias de las plántulas 26 han crecido hasta una longitud predeterminada, sólo las plántulas 26 germinadas vuelven a plantarse en una segunda esponja 22 dispuesta sobre la superficie líquida adyacente a, o en el lado derecho de, la primera esponja tal como se observa en la figura 7B. Las esponjas 22 mostradas en la figura 7B tienen, cada una, cuatro esquinas que están conectadas a alambres 62 que están enrollados alrededor de, y enganchados en, un mecanismo de elevación (no mostrado). Por tanto, la distancia entre cada esponja 22 y la superficie de la disolución de nutrientes LQD puede controlarse haciendo funcionar el mecanismo de elevación.

En este caso, las posiciones de las puntas 26b de las raíces 26 primarias de las plántulas 26 con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQD se determinan de modo que sólo las puntas 26b están sumergidas

en la disolución de nutrientes LQD. Específicamente, las posiciones de las puntas 26b de las raíces 26a primarias de las plántulas 26 con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQD se determinan de tal manera que las raíces 26a primarias se sujetan en un estado en el que pueden absorber suficientemente la disolución de nutrientes LQD. Se forma una capa 60A de aire por encima de la superficie de la disolución de nutrientes LQD.

Posteriormente, en la etapa de crecimiento de plántulas S3, las plántulas 26 que se han hecho crecer en la segunda esponja 22 (o una placa de espuma de poliestireno) se levantan hasta un nivel predeterminado mediante el mecanismo de elevación. Específicamente, cuando las plántulas 26 han crecido para dar plántulas 28'_{P1} y 28'_{P2} (también denominadas plantas a continuación en el presente documento) que tienen raíces 28'a primarias con una longitud predeterminada que es mayor que la longitud de las raíces 26a primarias, la segunda esponja 22 se levanta hasta un nivel predeterminado mediante el mecanismo de elevación junto con las plántulas 28'_{P1} y 28'_{P2} según el crecimiento de las raíces 28'a primarias. En este caso, las posiciones de las puntas 28'b de las raíces 28'a primarias con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQD se determinan de modo que sólo las puntas 28'b están sumergidas en la disolución de nutrientes LQD. Específicamente, las posiciones de las puntas 28'b de las raíces 28'a primarias con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQD se determinan de tal manera que las raíces 28'a primarias se sujetan en un estado en el que pueden absorber suficientemente la disolución de nutrientes LQD. Entonces, se levanta la segunda esponja 22 hasta un nivel máximo mediante el mecanismo de elevación según el crecimiento de las raíces 28a primarias de las plántulas 28P₁ y 28P₂ respectivas que han crecido incluso más que las plántulas 28'_{P1} y 28'_{P2}. En este caso, las posiciones de las puntas 28b de las raíces 28a primarias de las plántulas 28P₁ y 28P₂ con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQD se determinan de modo que sólo las puntas 28b están sumergidas en la disolución de nutrientes LQD. Por tanto, como en el ejemplo anterior, los brotes 28c están formados en porciones de las plántulas 28P₁ y 28P₂ respectivas soportadas por la segunda esponja 22.

Con esta configuración, las plantas 28P₁, 28P₂, 28P₃, 28P₄, 28P₅ ... y 28P_n dispuestas en el macetero 10 de cultivo crecen de manera gradual. Con el crecimiento, tal como se muestra en la figura 3A, las porciones 38c de dilatación en las raíces crecen más que los brotes 28c. Se considera que este crecimiento se debe a estrés hídrico en el espacio 10A de crecimiento (capa de aire).

Debe observarse que, en las figuras 3A y 3B, signos de referencia iguales indican componentes iguales del macetero 10 de cultivo mostrado en la figura 2 para omitir una explicación por duplicado.

En las plantas 38P₁, 38P₂, 38P₃, 38P₄, 38P₅ ... y 38P_n han crecido hojas 38d por encima de las porciones 38c de dilatación en las raíces y raíces 38a primarias alargadas por debajo de las porciones 38c de dilatación en las raíces. Las puntas 38b de las raíces 38a primarias están sumergidas en la disolución de nutrientes LQ1. Específicamente, las posiciones de las puntas 38b de las raíces 38a primarias de las plántulas 38 con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQ1 se determinan de tal manera que las raíces 38a primarias se sujetan en un estado en el que pueden absorber suficientemente la disolución de nutrientes LQ1.

Las plantas 38P₁, 38P₂, 38P₃, 38P₄, 38P₅ ... y 38P_n, cuando han crecido incluso más y van a cosecharse, tendrán porciones 48c de dilatación en las raíces, tal como se muestra en la figura 3B, con diámetros y longitudes que son más grandes que los de las porciones 38c de dilatación en las raíces anteriormente mencionadas. En las plantas 48P₁, 48P₂, 48P₃, 48P₄, 48P₅ ... y 48P_n han crecido hojas 48d por encima de las porciones 38c de dilatación en las raíces y raíces 48a primarias alargadas por debajo de las porciones 48c de dilatación de las raíces. Las puntas 48b de las raíces 48a primarias están sumergidas en la disolución de nutrientes LQ1. Específicamente, las posiciones de las puntas 48b de las raíces 48a primarias de las plántulas 48 con respecto a la superficie de la disolución de nutrientes LQ1 se determinan de tal manera que las raíces 48a primarias se sujetan en un estado en el que pueden absorber suficientemente la disolución de nutrientes LQ1.

Se ha considerado que, cuando se hacen crecer de manera hidropónica hortalizas de raíz en un tanque de cultivo grande, se requiere que la profundidad de líquido no sea menor que la longitud de cada raíz (50 cm en el caso de rábanos japoneses). Además, se ha considerado que supone un límite, en el mejor de los casos, para dilatar una parte de una raíz o producir una porción de dilatación deformada en una raíz y que es imposible cultivar de manera estable raíces largas y gruesas. El cultivo en tierra permite que las raíces crezcan en cuanto a longitud y grosor y maduren para dar raíces largas y gruesas. El cultivo en tierra permite un crecimiento equilibrado de manera delicada entre alargamiento y engrosamiento.

El inventor de la presente invención ha encontrado que es difícil mantener el equilibrio delicado en el crecimiento entre alargamiento y engrosamiento en cultivos hidropónicos, tal como se describió anteriormente, debido a las estrechas tolerancias.

Con respecto a esto, el inventor de la presente invención ha considerado que, si no puede equilibrarse el crecimiento entre el alargamiento y el engrosamiento, estas dos funciones de crecimiento pueden lograrse por separado en cultivo para eliminar la necesidad de lograr el equilibrio entre las mismas, y que este crecimiento separado puede permitir que las raíces crezcan de manera normal. Un ejemplo específico de un método

hidropónico según la presente invención es un método de cultivo en el que en primer lugar se hacen crecer raíces delgadas y largas y después se hacen engrosar las raíces alargadas. En el procedimiento de cultivo, las dos funciones de crecimiento están desviadas en el tiempo una con respecto a otra para separar el crecimiento de alargamiento del crecimiento de engrosamiento. Cuando se llevaron a cabo experimentos de cultivo según el

ejemplo del método hidropónico de la presente invención, se cosechó satisfactoriamente una gran cantidad de rábanos japoneses (una hortaliza de raíz) de buena calidad con raíces largas y gruesas.

Las plantas 28_{P1} , 28_{P2} , 28_{P3} , 28_{P4} , 28_{P5} ... que van a cultivarse en el macetero 10 de cultivo descrito anteriormente han sido hortalizas de raíz como ejemplo. Sin embargo, sin limitarse a este ejemplo, tal como se muestra en la figura 4, por ejemplo, una pluralidad de plantas 32_{ai} ($i=1$ a n , donde n es un número entero positivo) que van a cultivarse pueden ser hortalizas de hoja que son un número predeterminado de variedades tales como de lechuga. Debe observarse que, en la figura 4, signos de referencia iguales indican componentes iguales del macetero 10 de cultivo mostrado en la figura 2 para omitir una explicación por duplicado.

Cuando se cultivan hortalizas de hoja, la cubierta 14 y el soporte 10C de cubierta se desprenden de la bandeja 10B que se llena con una disolución de nutrientes LQ2 que tiene la misma concentración que, o una concentración diferente de, la disolución de nutrientes LQ1. La pluralidad de plantas 32_{ai} que tienen tallos se plantan en una placa 32_{ai} de soporte ($i=1$ a n , donde n es un número entero positivo) que está realizada de espuma de poliestireno y flotando sobre la superficie de la disolución de nutrientes LQ2 en la bandeja 10B. Por tanto, pueden cultivarse hortalizas de raíz o hortalizas de hoja usando un macetero 10 de cultivo común.

La figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra un segundo ejemplo del dispositivo hidropónico según la presente invención.

En el ejemplo mostrado en la figura 2, se ha llenado una cantidad predeterminada de disolución de nutrientes LQ1 en la bandeja 10B. En vez de eso, en el ejemplo mostrado en la figura 5, el dispositivo hidropónico incluye un canal 42 de administración y un canal 44 de administración. El canal 42 de administración se proporciona para raíces 28a primarias de un grupo de plantas 28_{P1} , 28_{P2} , 28_{P3} y 28_{P4} y contiene una cantidad predeterminada de la disolución de nutrientes LQ1. El canal 44 de administración se proporciona para raíces 28a primarias de un grupo de plantas 28_{P5} , 28_{P6} , 28_{P7} y 28_{P8} y contiene una cantidad predeterminada de la disolución de nutrientes LQ1.

Debe observarse que, en la figura 5, signos de referencia iguales indican componentes iguales en el ejemplo mostrado en la figura 2 para omitir una explicación por duplicado. Aunque no se muestra, el dispositivo hidropónico mostrado en la figura 5 incluye el soporte 10C de cubierta, el tanque 12 y la bomba 12P proporcionados en el ejemplo mostrado en la figura 2.

Por ejemplo, fábricas de plantas solares o fábricas de plantas cerradas que usan luz artificial están equipadas con estanterías de cultivo de múltiples fases (no mostradas) en las que están dispuestos una pluralidad de dispositivos hidropónicos. La figura 5 muestra un dispositivo hidropónico representativo.

Dado que los canales 42 y 44 de administración tienen la misma estructura, la siguiente descripción explica principalmente el canal 42 de administración y omite la explicación del canal 44 de administración.

El canal 42 de administración, que tiene forma de canalón, tiene un interior como un depósito para contener una cantidad predeterminada de la disolución de nutrientes LQ1 suministrada desde el tanque 12 mediante el trayecto Du2 de suministro. El depósito tiene una parte superior que desemboca en el espacio 10A de crecimiento anteriormente mencionado. El otro extremo del trayecto Du2 de suministro desemboca en la superficie líquida de la disolución de nutrientes LQ1 en el depósito. En la disolución de nutrientes LQ1 en el depósito del canal 42 de administración, un extremo abierto de un tubo de descarga (no mostrado) sobresale una longitud predeterminada. El extremo abierto del tubo de descarga que sirve como medios de control de nivel de líquido tiene una longitud de protuberancia que se establece, por ejemplo, a aproximadamente 3 cm. Si el nivel de líquido de la disolución de nutrientes LQ1 aumenta, la disolución de nutrientes LQ1 se descarga al trayecto Du1 de descarga de retorno, que se garantiza que se comunica con el tanque 12, mediante el tubo de descarga. Por tanto, el nivel de líquido de la disolución de nutrientes LQ1 se controla a un nivel de líquido LH predeterminado correspondiente a la longitud predeterminada de las raíces 28a primarias de las plantas.

También con esta configuración, pueden hacerse crecer las plantas 28_{P1} , 28_{P2} , 28_{P3} , 28_{P4} , 28_{P5} ... y 28_{Pn} . Además, esta configuración puede reducir la cantidad de la disolución de nutrientes LQ1 que se hace circular en los canales 42 y 44 de administración en comparación con la cantidad de la disolución de nutrientes LQ1 que se hace circular en la bandeja 10B mostrada en la figura 2. Por tanto, puede reducirse la cantidad de la disolución de nutrientes LQ1 usada.

Las figuras 6A, 6B y 6C son diagramas esquemáticos que ilustran, cada uno, un tercer ejemplo del dispositivo hidropónico según la presente invención.

En el ejemplo mostrado en la figura 2, se ha llenado una cantidad predeterminada de la disolución de nutrientes LQ1 en la bandeja 10B. En vez de eso, en el ejemplo mostrado en la figura 6A, el dispositivo hidropónico incluye recipientes 50B1, 50B2, 50B3, 50B4 y 50B5 de cultivo llenos con una cantidad predeterminada de la disolución de nutrientes LQ1 y proporcionados respectivamente para raíces 28a primarias de las plantas 28P1, 28P2, 28P3, 28P4, 28P4 y 28P5.

Debe observarse que, en la figura 6A, signos de referencia iguales indican componentes iguales en el ejemplo mostrado en la figura 2 para omitir una explicación por duplicado.

Por ejemplo, fábricas de plantas solares o fábricas de plantas cerradas que usan luz artificial están equipadas con estanterías de cultivo de múltiples fases (no mostradas) en las que están dispuestos una pluralidad de dispositivos hidropónicos. La figura 6A muestra un dispositivo hidropónico representativo.

Como componentes principales, el dispositivo hidropónico incluye, por ejemplo, un tanque 12, una bomba 12P, una mesa 50D de soporte, recipientes 50B1, 50B2, 50B3, 50B4 y 50B5 de cultivo, una cubierta 54, y un soporte 50C de cubierta. El tanque 12 almacena una disolución de nutrientes LQ1 que es un fertilizante líquido cuya concentración se ha ajustado a un nivel predeterminado. La bomba 12P está dispuesta en el tanque 12 y suministra la disolución de nutrientes LQ1 en el tanque 12 a un trayecto Du2 de suministro descrito a continuación. La mesa 50D de soporte forma una parte inferior de un macetero 50 de cultivo. Los recipientes 50B1, 50B2, 50B3, 50B4 y 50B5 de cultivo están soportados por la mesa 50D de soporte y contienen una cantidad predeterminada de la disolución de nutrientes LQ1. La cubierta 54 forma una parte superior del macetero 50 de cultivo. El soporte 50C de cubierta soporta la cubierta 54 desde debajo de la cubierta 54.

La cubierta 54 soporta las plantas 28P1, 28P2, 28P3, 28P4, 28P5 ... y 28Pn, que son un número predeterminado de variedades diferentes de la misma especie, mediante topes 54a de fijación de planta respectivos que sirven como almohadillas, que se describirán a continuación, de modo que las puntas 28b de las raíces 28a primarias de las plantas están sumergidas en la disolución de nutrientes LQ1 en los recipientes 50B1, 50B2, 50B3, 50B4 y 50B5 de cultivo respectivos. Por ejemplo, tal como se muestra en el documento PTL 1, los topes 54a de fijación de planta están dispuestos en posiciones correspondientes a aberturas de la cubierta 54. La pluralidad de aberturas de la cubierta 54 están formadas en una matriz a intervalos predeterminados. Por ejemplo, tal como se muestra en el documento PTL 1, los topes 54a de fijación de planta incluyen, cada uno, en el interior de los mismos, un elemento de sujeción de sello en el que están sujetos una pluralidad de elementos de sellado superpuestos entre sí. Los topes 54a de fijación de planta pueden ser elementos, tales como esteritas de esponja de uretano, que tienen flexibilidad y capacidad de estiramiento. Por tanto, los brotes 28c de las plantas 28P1, 28P2, 28P3, 28P4 y 28P5 pueden soportarse en la cubierta 54 mediante los topes 54a de fijación de planta respectivos.

Tal como se muestra en la figura 6C, el soporte 50C de cubierta tiene un espacio 50A de crecimiento en el interior del mismo para sujetar porciones 48c de dilatación en las raíces de plantas 48P1, 48P2, 48P3, 48P4 y 48P5 que se han hecho crecer. Por ejemplo, el espacio 50A de crecimiento (capa de aire) tiene una altura HA que supera la longitud en la dirección de crecimiento de alargamiento de las porciones 48c de dilatación en las raíces de las plantas 48P1, 48P2, 48P3, 48P4 y 48P5 que se han hecho crecer en el momento de la cosecha. Por ejemplo, en el caso de rábanos japoneses, la altura HA se establece a 50 cm o más. Debe observarse que, sin limitarse al ejemplo mencionado anteriormente, la altura HA puede establecerse a una altura predeterminada de menos de 50 cm dependiendo de las longitudes en la dirección de crecimiento de alargamiento de las porciones de dilatación en las raíces de plantas que se han hecho crecer de diferentes especies en el momento de la cosecha. Por ejemplo, en el caso de zanahorias, la altura HA puede establecerse a un valor en el intervalo de aproximadamente 20 cm o más y 30 cm o menos.

La bomba 12P en el tanque 12, que sirve como almacenamiento de disolución de nutrientes, se controla mediante una unidad de control, no mostrada. Como base para el control, la unidad de control usa una señal de salida de detección derivada de un sensor de nivel de líquido LS proporcionado en un tanque 50T secundario. Por ejemplo, el sensor de nivel de líquido LS incluye tres terminales de detección de nivel que tienen diferentes longitudes. Por tanto, cuando el nivel de líquido en el tanque 50T secundario se ha detectado por el terminal de detección de nivel de longitud media y ha bajado hasta un nivel inferior predeterminado o menor, se activa la bomba 12P. Cuando se activa la bomba 12P, se suministra la disolución de nutrientes LQ1 en el tanque 12 a un depósito del tanque 50T secundario a través del trayecto Du2 de suministro. En este caso, cuando el nivel de líquido en el tanque 50T secundario se ha detectado por el terminal de detección de nivel más corto y ha alcanzado un límite superior predeterminado, la unidad de control desactiva la bomba 12P basándose en la señal de salida de detección derivada a partir del sensor de nivel de líquido LS. Debe observarse que el terminal de detección de nivel más largo sirve como terminal común.

Los recipientes 50B1, 50B2, 50B3, 50B4 y 50B5 de cultivo tienen depósitos que se garantiza que se comunican entre sí mediante trayectos 50P de comunicación respectivos. El recipiente de cultivo 50B5 tiene un depósito que se garantiza que se comunica con el tanque 50T secundario mediante un trayecto 50P de comunicación. Los depósitos tienen respectivamente partes superiores que desembocan en el espacio 50A de crecimiento anteriormente mencionado. El otro extremo del trayecto Du2 de suministro desemboca en la superficie de la

disolución de nutrientes LQ1 en el depósito del tanque 50T secundario. Por consiguiente, el nivel de líquido de la disolución de nutrientes LQ1 en los depósitos de los recipientes 50B1, 50B2, 50B3, 50B4 y 50B5 de cultivo se controla según el nivel de líquido en el tanque 50T secundario.

5 Con esta configuración, las plantas 28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4}, 28_{P5} ... y 28_{Pn} dispuestas en el macetero 50 de cultivo crecen de manera gradual. Con el crecimiento, tal como se muestra en la figura 6B, las porciones 38c de dilatación en las raíces crecen incluso más que los brotes 28c. Se considera que este crecimiento se debe al estrés hídrico en el espacio 50A de crecimiento (capa de aire).

10 En las plantas 38_{P1}, 38_{P2}, 38_{P3}, 38_{P4}, 38_{P5} ... y 38_{Pn} han crecido hojas 38d por encima de las porciones 38c de dilatación en las raíces y raíces 38a primarias alargadas por debajo de las porciones 38c de dilatación en las raíces. Las puntas 38b de las raíces 38a primarias están sumergidas en la disolución de nutrientes LQ1.

15 Las plantas 38_{P1}, 38_{P2}, 38_{P3}, 38_{P4}, 38_{P5} ... y 38_{Pn}, cuando han crecido incluso más y van a cosecharse, tendrán porciones 48c de dilatación en las raíces con diámetros y longitudes, tal como se muestra en la figura 6C, que son más grandes que los de las porciones 38c de dilatación en las raíces anteriormente mencionadas. En las plantas 48_{P1}, 48_{P2}, 48_{P3}, 48_{P4}, 48_{P5} ... y 48_{Pn} han crecido hojas 48d por encima de las porciones 48c de dilatación en las raíces y raíces 48a primarias alargadas por debajo de las porciones 48c de dilatación de las raíces. Las puntas 48b de las raíces 48a primarias están sumergidas en la disolución de nutrientes LQ1. De esta manera, no se requiere ningún drenaje y puede reducirse en gran medida la cantidad de disolución de nutrientes requerida.

25 Por tanto, en el dispositivo hidropónico según el ejemplo anterior, se cultivan plantas separando el crecimiento de alargamiento de las raíces de las plantas del crecimiento de engrosamiento de las raíces. Por consiguiente, en la fase de plántula en la que las plantas son ligeras y pueden cultivarse en un espacio pequeño, resulta fácil hacer crecer de manera eficiente plántulas largas sin usar un gran tanque. En la fase en la que las raíces de las plantas se dilatan, aumentan de peso y son difíciles de transferir, sólo tienen que sumergirse las puntas de las raíces de las plantas en una pequeña cantidad de disolución de nutrientes. Por tanto, si sólo se dispone de un espacio adecuado, puede realizarse el cultivo de hortalizas de raíz. No hay necesidad de un gran tanque o medios para contener una gran cantidad de líquido. Además, dado que no se requiere usar ningún medio de control de nivel de líquido (medio de transferencia de recipientes), y dado que se facilita el cultivo de múltiples fases, se potencia la productividad por unidad de área. Por ejemplo, pueden cultivarse suficientemente hortalizas de raíz usando dispositivos hidropónicos que se usan para el cultivo de hortalizas de hoja (lechuga) con líquido de 3 cm de profundidad. Por tanto, no hay necesidad de dispositivos hidropónicos recién desarrollados dedicados a hortalizas de raíz. Se ha considerado que un tanque grande y una gran cantidad de líquido son indispensables para el cultivo de hortalizas de raíz. Sin embargo, ya no son necesarios. Las hortalizas de raíz, tales como plantas medicinales (para su uso en medicina tradicional china o medicamentos a base de plantas), almacenan principios activos en las raíces. Por tanto, además de su uso como alimentos, se espera que las hortalizas de raíz se hagan crecer con el fin de usar tales principios activos almacenados en las raíces como productos. El desarrollo de un método de cultivo de bajo coste puede contribuir a proporcionar hortalizas de raíz sin productos químicos que garanticen un contenido estable de principios activos debido al control de entornos de cultivo.

El alcance de protección de la presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

Lista de signos de referencia

- 45 10, 50 ... Macetero
- 10B ... Bandeja
- 50 10C ... Soporte de cubierta
- 12 ... Tanque
- 14 ... Cubierta
- 55 16 ... Tubo de descarga
- 28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4}, 28_{P5} ... Planta
- 60 38_{P1}, 38_{P2}, 38_{P3}, 38_{P4}, 38_{P5} ... Planta
- 42, 48 ... Canal de administración
- 48_{P1}, 48_{P2}, 48_{P3}, 48_{P4}, 48_{P5} ... Planta
- 65 50B1, 50B2, 50B3, 50B4, 50B5 ... Recipiente de cultivo

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo hidropónico que comprende:

- 5 un almacenamiento (12) de disolución de nutrientes en el que se almacena una disolución de nutrientes (LQ1);
un recipiente (10B) de depósito de disolución de nutrientes al que se suministra la disolución de nutrientes (LQ1) desde el almacenamiento de disolución de nutrientes; y
- 10 una cubierta (14) que soporta una pluralidad de plantas (28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4}, 28_{P5}) que van a cultivarse, estando la cubierta (14) separada de manera fija con respecto a una superficie líquida de la disolución de nutrientes (LQ1) en el recipiente (10B) de depósito de disolución de nutrientes, garantizándose una distancia predeterminada entre la cubierta (14) y la superficie líquida, caracterizado porque:
- 15 las plantas soportadas por la cubierta (14) tienen respectivamente raíces (28a) primarias que son más largas que las longitudes de brotes (28c) de las plantas, teniendo las raíces (28a) primarias puntas (28b) respectivas, que incluyen respectivamente cofias y meristemos apicales, en el que sólo las puntas (28B) están sumergidas en la disolución de nutrientes (LQ1) en el recipiente (10B) de depósito de disolución de nutrientes;
- 20 el dispositivo incluye una capa (10A) de aire que está formada entre la cubierta (14) y la superficie líquida de la disolución de nutrientes (LQ1) en el recipiente (10B) de depósito de disolución de nutrientes para rodear las raíces (28a) primarias excepto por las puntas (28b) de las raíces (28a) primarias, y en el que la capa (10A) de aire tiene una altura predeterminada (HA).
- 25 2. Dispositivo hidropónico según la reivindicación 1, caracterizado porque el recipiente de depósito de disolución de nutrientes es una bandeja.
3. Dispositivo hidropónico según la reivindicación 1, caracterizado porque el recipiente de depósito de disolución de nutrientes es un canal de administración.
- 30 4. Dispositivo hidropónico según la reivindicación 1, caracterizado porque el recipiente de depósito de disolución de nutrientes es un recipiente de cultivo autónomo proporcionado para plantas.
5. Dispositivo hidropónico según la reivindicación 1, caracterizado porque las plantas tienen porciones de dilatación respectivas en las raíces, formándose las porciones de dilatación en un espacio entre la cubierta y el recipiente de depósito de disolución de nutrientes.
- 35 6. Dispositivo hidropónico según la reivindicación 1, caracterizado porque la capa de aire entre la cubierta y el recipiente de depósito de disolución de nutrientes está encerrada por una lámina transparente o translúcida.
- 40 7. Dispositivo hidropónico según la reivindicación 1, caracterizado porque la capa de aire entre la cubierta y el recipiente de depósito de disolución de nutrientes está encerrada por una lámina.
8. Dispositivo hidropónico según la reivindicación 1, caracterizado porque una distancia entre la cubierta y la superficie líquida de la disolución de nutrientes en el recipiente de depósito de disolución de nutrientes puede controlarse a una longitud deseada según el crecimiento de las raíces primarias.
- 45 9. Método hidropónico caracterizado porque el método comprende etapas de:
- 50 cultivar plantas (28_{P1}, 28_{P2}, 28_{P3}, 28_{P4}, 28_{P5}) en un primer recipiente de depósito de disolución de nutrientes, teniendo las plantas raíces (28a) primarias que son más largas que las longitudes de brotes (28c) respectivos de las plantas;
- hacer crecer las plantas, cultivadas en el primer recipiente de depósito de disolución de nutrientes, en un
- 55 segundo recipiente de depósito de disolución de nutrientes en el que una capa (10A) de aire está formada alrededor de porciones de las raíces (28a) primarias de las plantas respectivas excepto por las puntas (28b) de las raíces (28a) primarias, que incluyen respectivamente cofias y meristemos apicales, en el que la capa (10A) de aire tiene una altura predeterminada (HA), y
- 60 en el que sólo las puntas (28b) de las raíces (28a) primarias de las plantas respectivas están sumergidas en la disolución de nutrientes en el primer recipiente de depósito de disolución de nutrientes y el segundo recipiente de depósito de disolución de nutrientes.
- 65 10. Método hidropónico según la reivindicación 9, caracterizado porque, en la etapa de cultivar plantas en un primer recipiente de depósito de disolución de nutrientes, teniendo las plantas raíces primarias que son más largas que las longitudes de brotes respectivos de las plantas, sólo las puntas de las raíces primarias de las

plantas se sumergen en la disolución de nutrientes en el primer recipiente de depósito de disolución de nutrientes según el crecimiento de las raíces primarias.

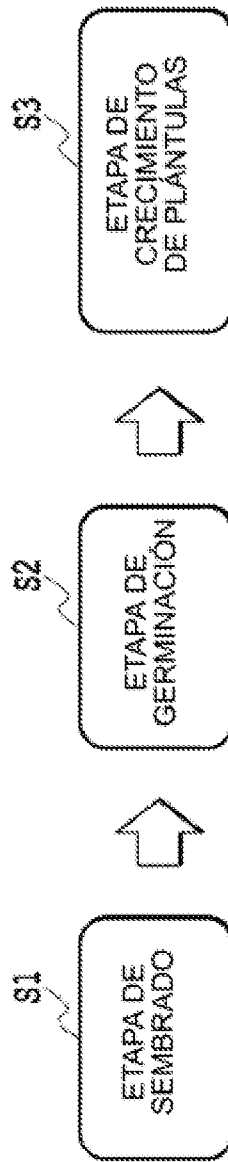
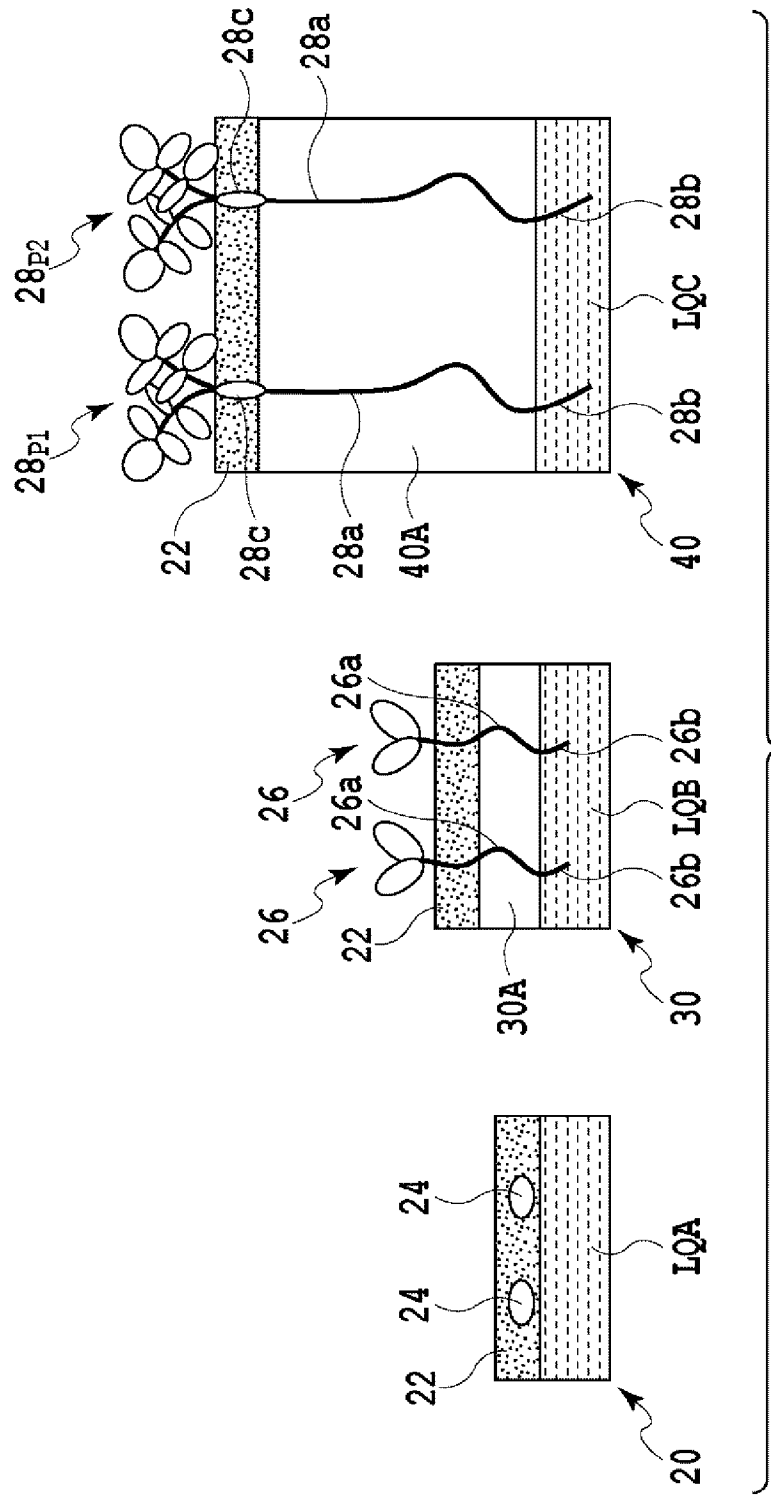
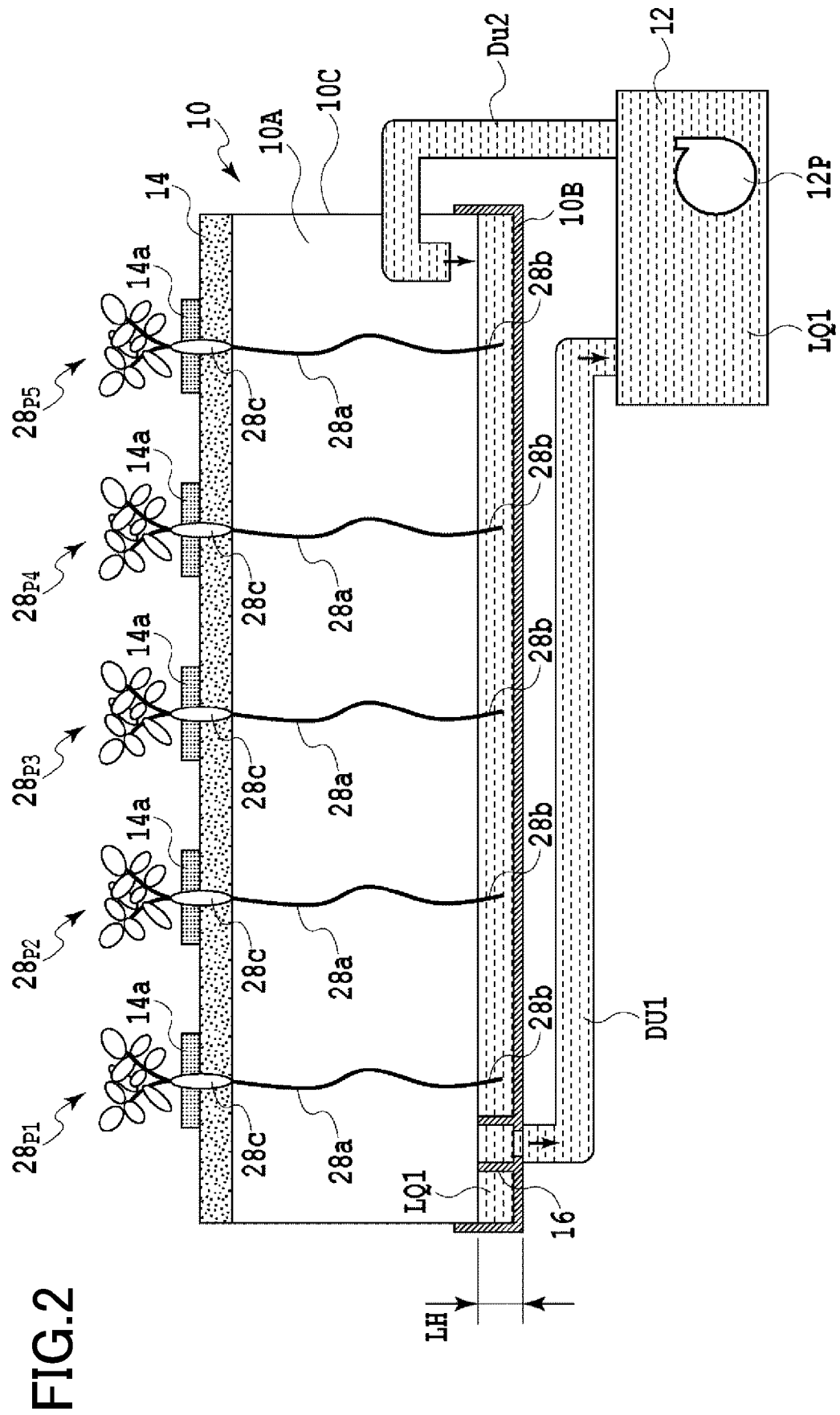
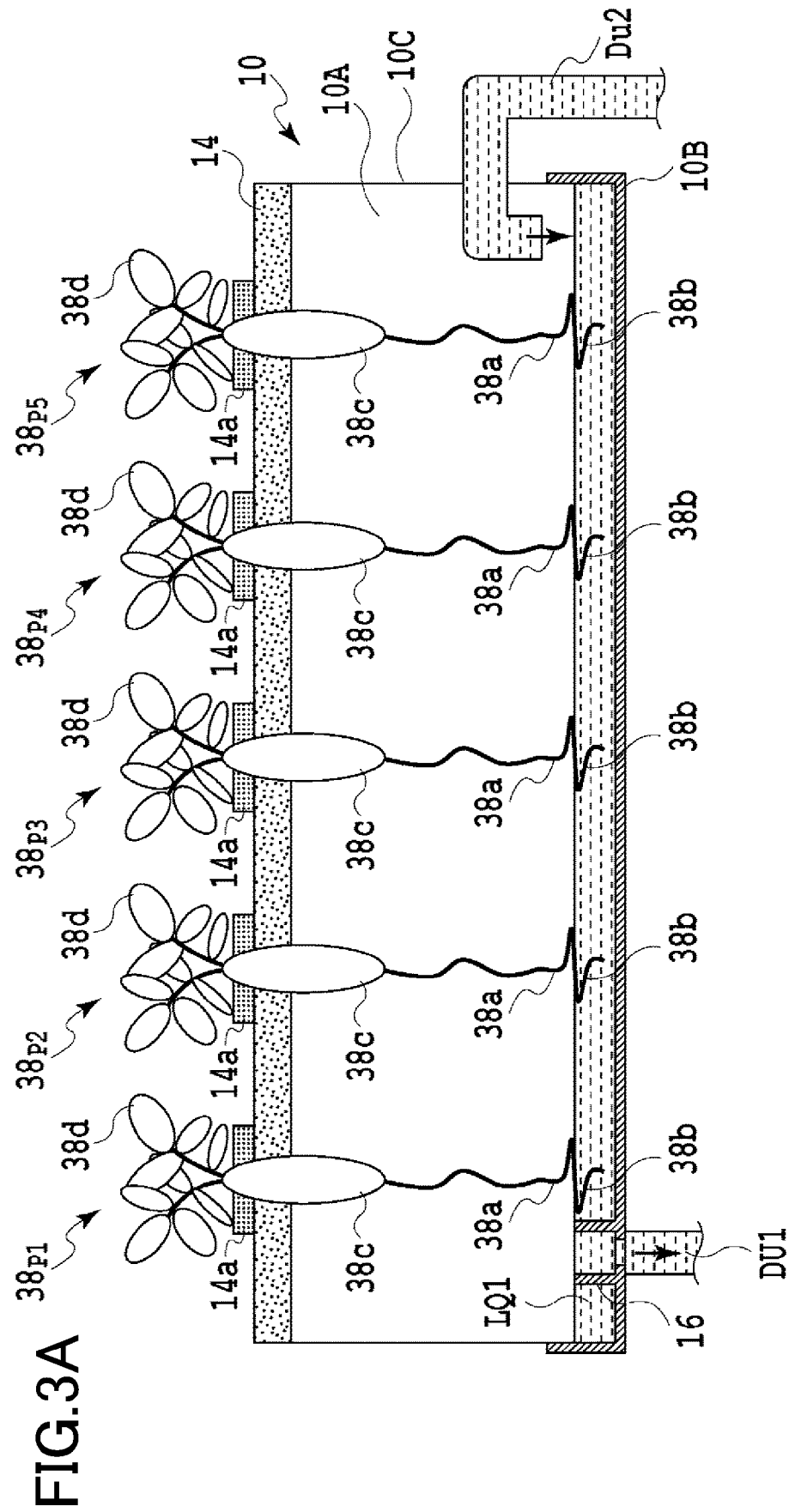


FIG.1A

FIG.1B







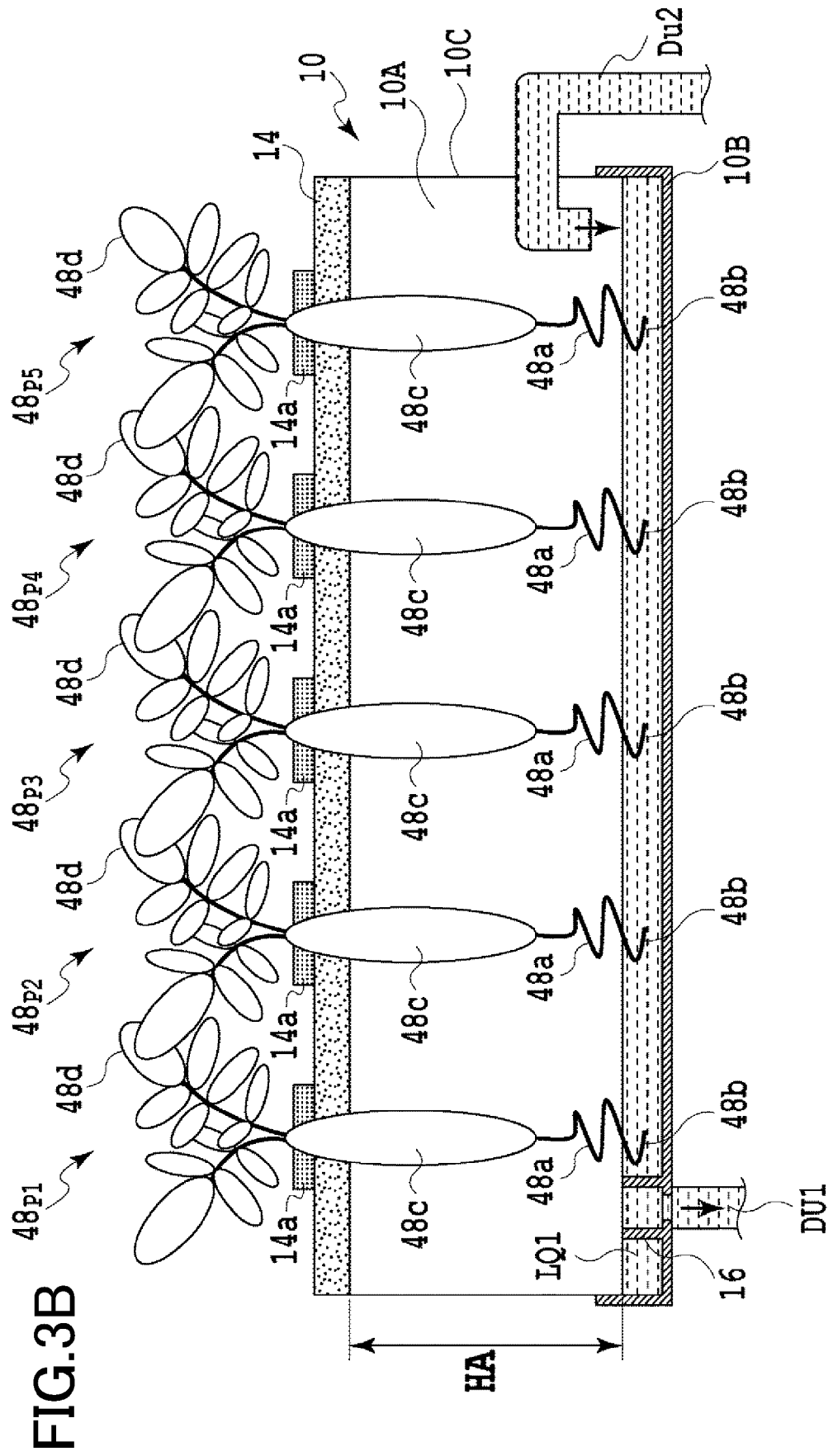


FIG.4

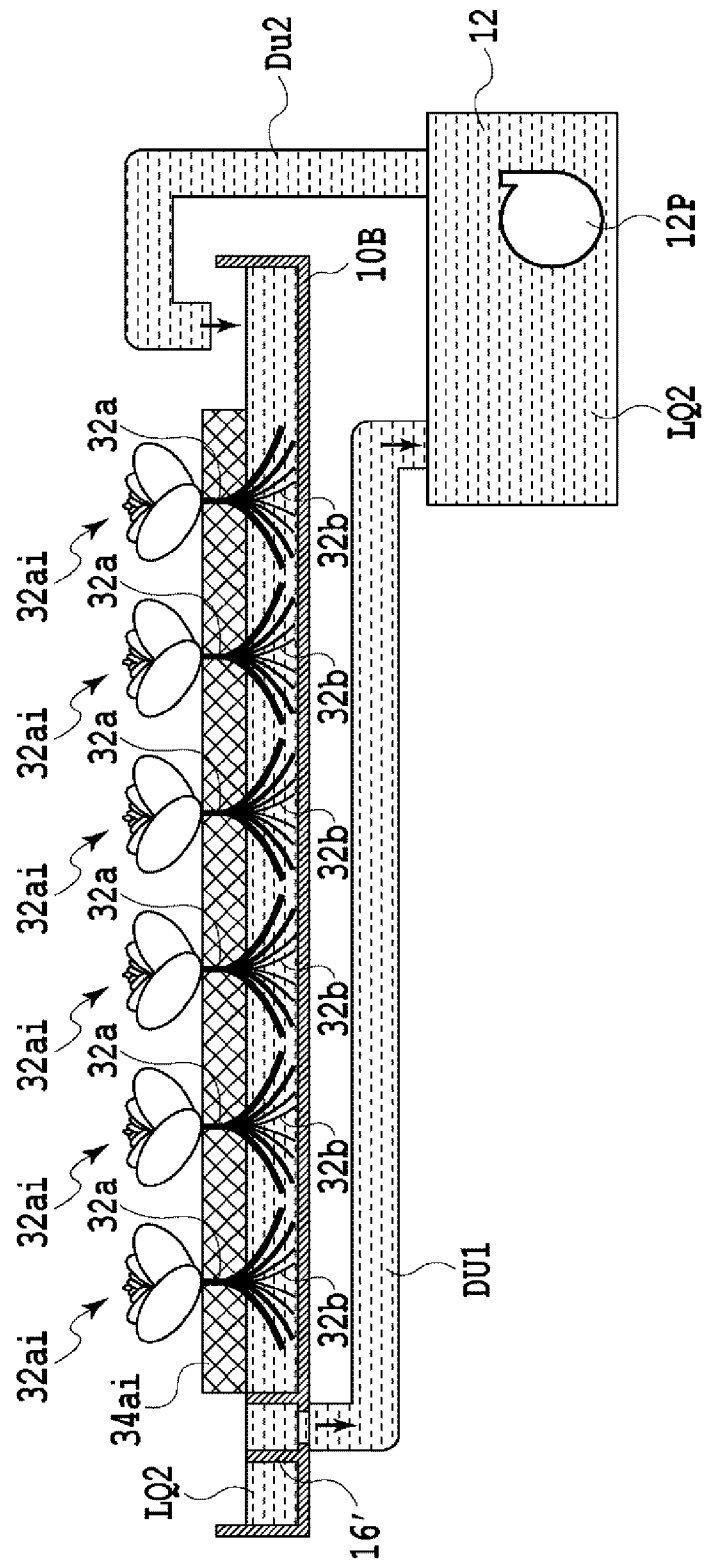
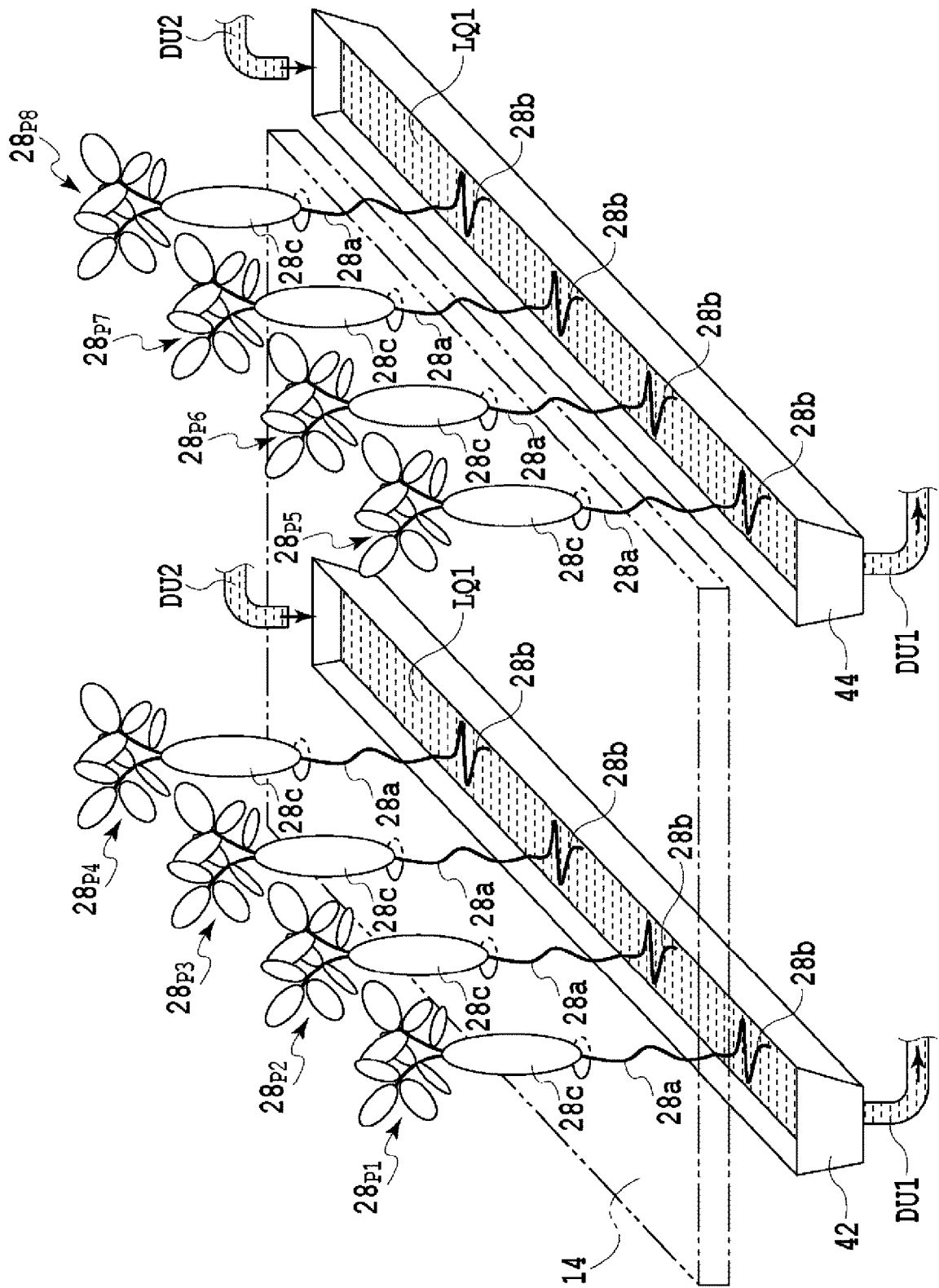


FIG.5



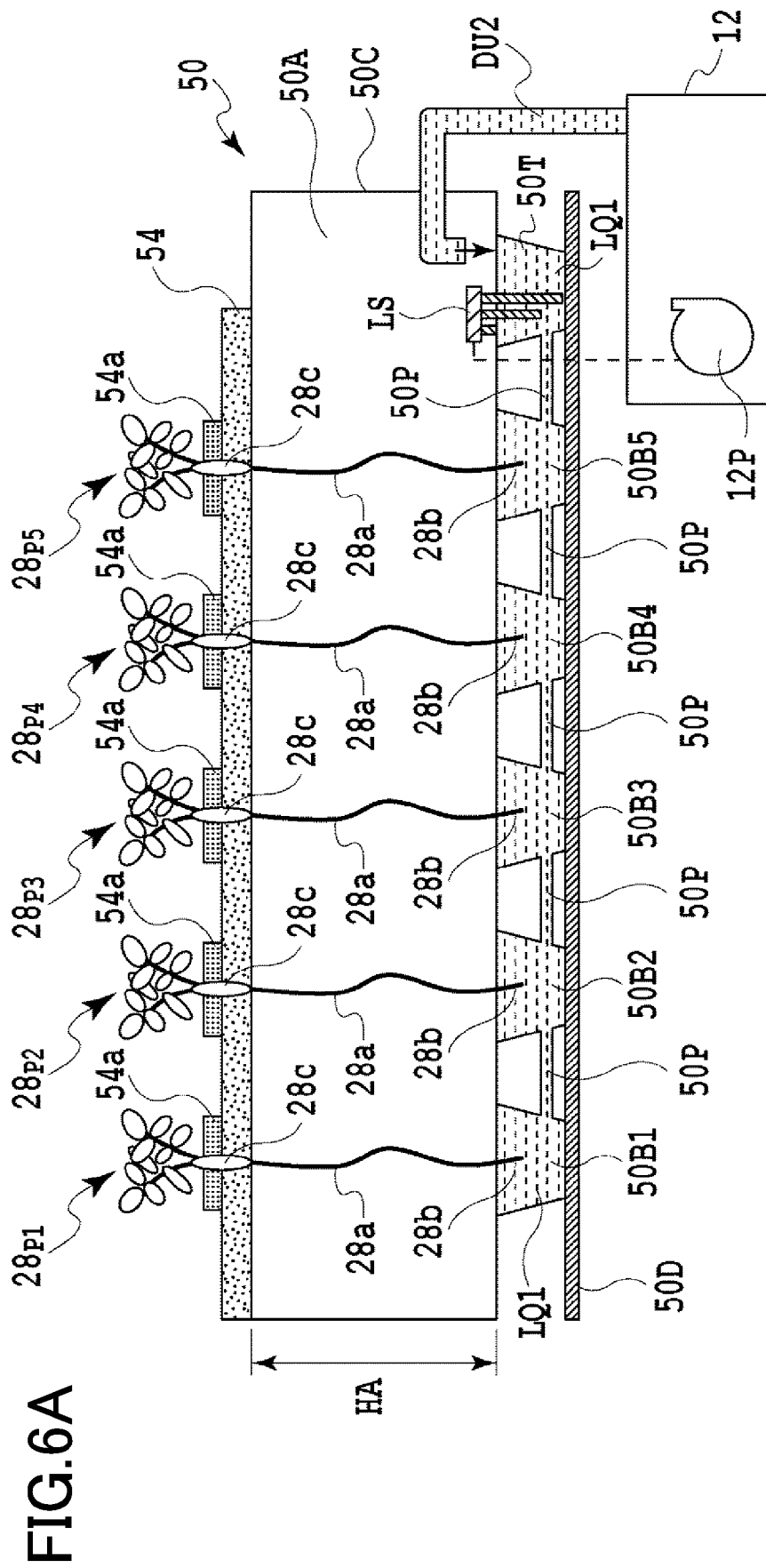
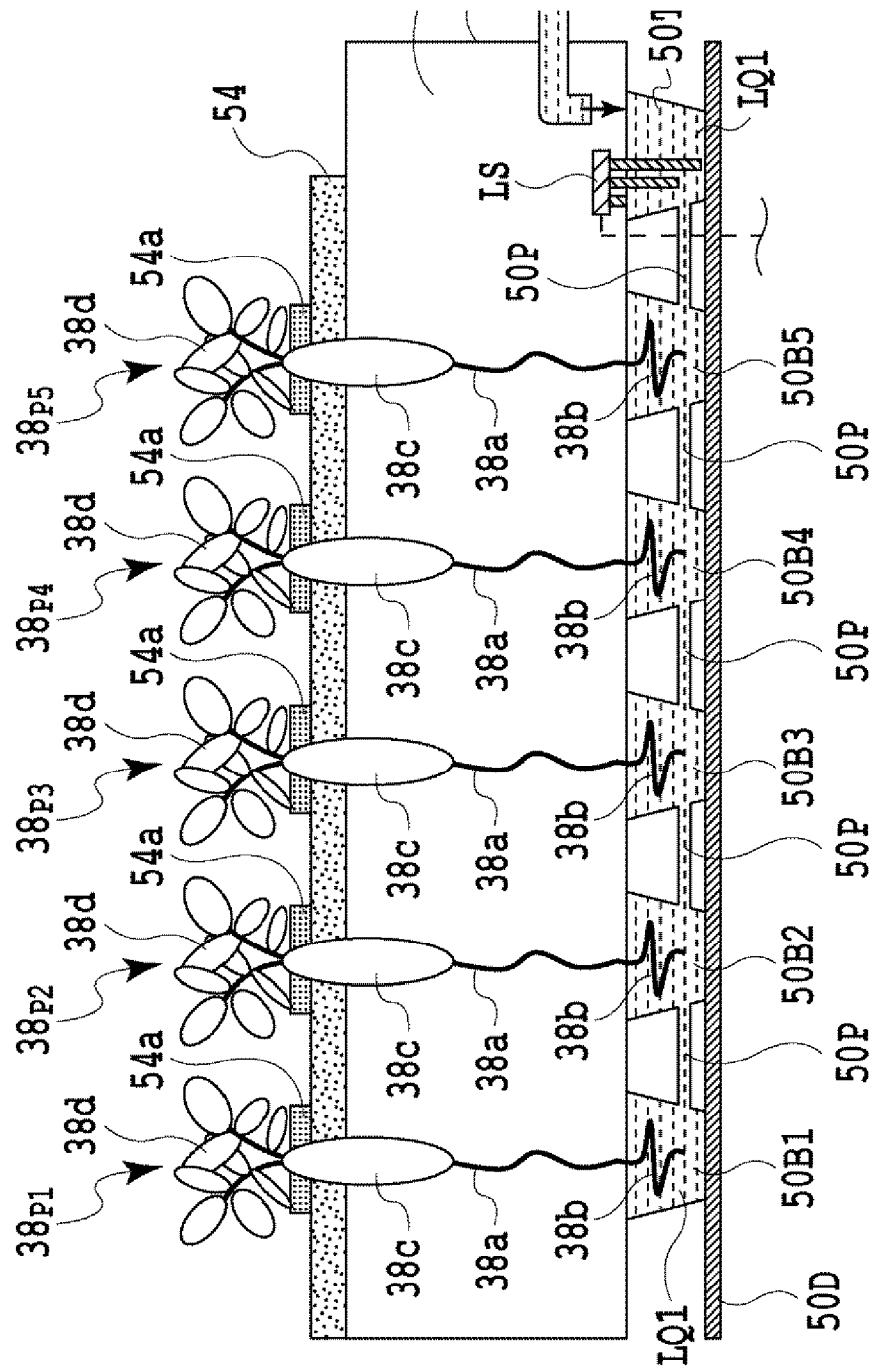
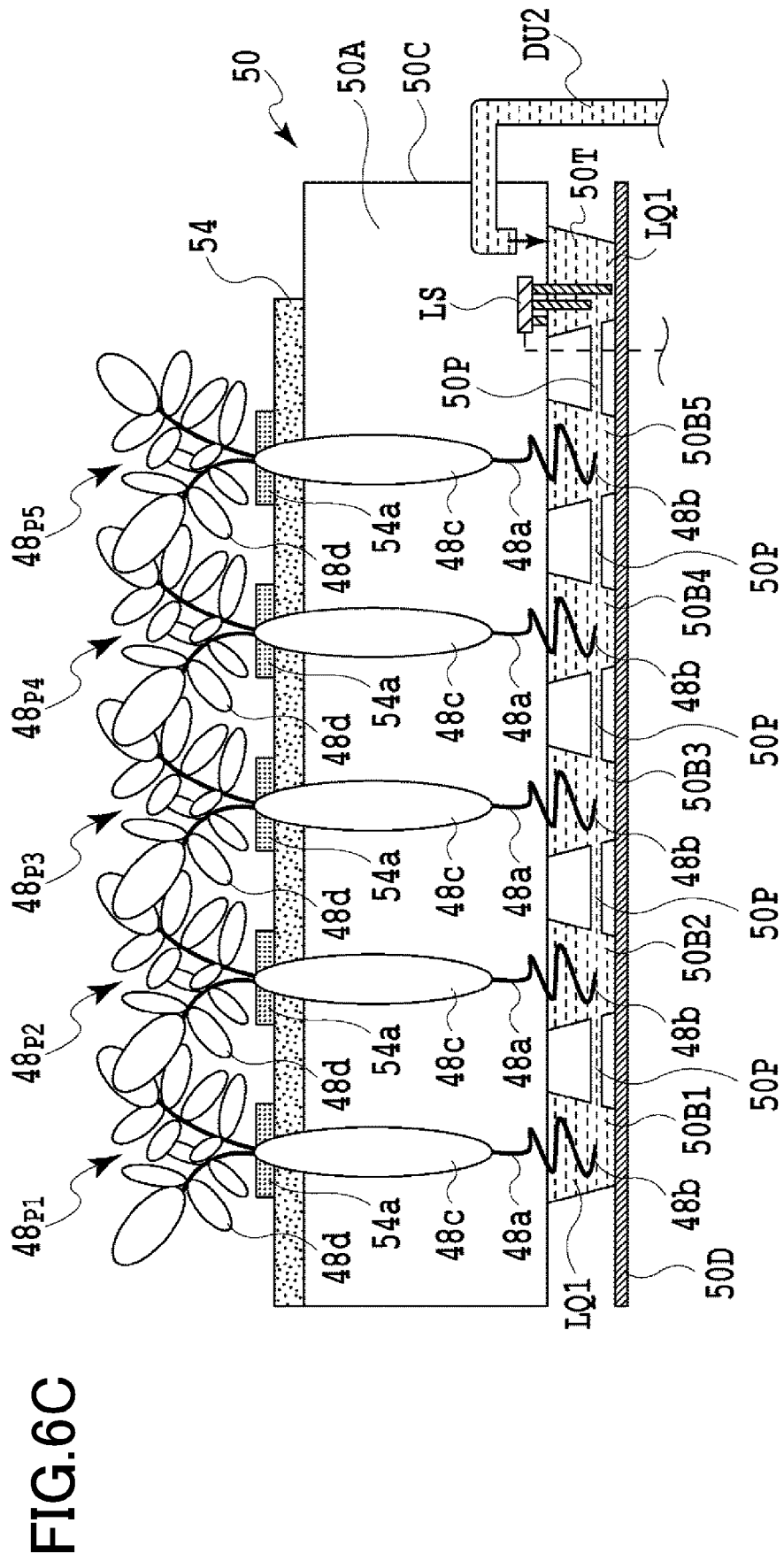


FIG. 6B





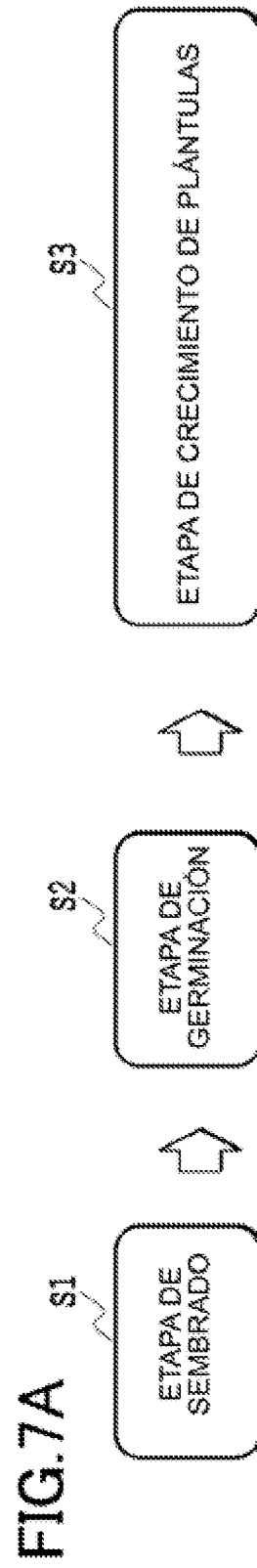


FIG. 7B

