

DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA FORMACIÓN DE ENCAPSULADOS POR EXTRUSIÓN

CAMPO TÉCNICO

5

La presente divulgación está relacionada con dispositivos y métodos para la formación de encapsulados por extrusión a partir de un primer fluido que entra en contacto con un segundo fluido para la formación de dichos encapsulados.

10 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

En la industria farmacéutica existen actualmente diferentes formas y/o maneras de fabricar encapsulados de diferentes materiales, los cuales están configurados para contener uno o más composiciones farmacéuticas, nutracéuticas, o cualquier otro tipo de composición o formulación que se quiera encapsular. Uno de los materiales que protege al compuesto o formulación contenida en el encapsulado comúnmente se elabora a partir de colágeno y algunos polisacáridos, por ejemplo, el pululano, el cual se obtiene a partir del almidón.

El encapsulamiento de compuestos se puede realizar por el método de inyección manual, es decir, por medio de jeringas que contienen un émbolo, en donde un operador acciona el émbolo y suministra una gota de fluido con algún componente farmacológico y luego esta gota cae en una solución la cual recubre dicha gota formando un encapsulado.

En el estado de la técnica existen diferentes tipos de dispositivos y métodos para la formación de encapsulados por extrusión de manera manual o automática, como los divulgados en los documentos US 2011/0136162, US 2020/0188307 y US 6,884,060.

El documento US 2011/0136162 divulga sistemas y métodos para controlar y detectar un cambio en las características de una sustancia de entrada, también, divulga un sistema de micro plasmas para el modelado funcional de un sustrato para el uso en ingeniería de tejidos.

Particularmente, el documento US 2011/0136162 menciona un sistema que incluye una boquilla fija adyacente a un material de sustrato que se fija a una plataforma movable por un sistema de control de movimiento que sirve para posicionar y mover la plataforma en unas direcciones X, Y y Z en relación con la boquilla fija, y de esta forma crear un patrón funcional en la superficie del material del sustrato. La boquilla puede ser una boquilla móvil, o puede estar integrada en un sistema de bioimpresión de múltiples boquillas. También, este documento menciona que el sistema puede incluir una jeringa para la infusión simultánea controlada de una sustancia de prueba.

40

De igual manera, el sistema de bioimpresión divulgado en este documento incluye una o más boquillas montadas en un cabezal de impresión. Dicho cabezal de impresión está conectado a un sistema de posicionamiento de eje XYZ controlado por computador, donde el controlador de boquillas maneja la dispensación de material. También, el sistema utiliza
5 calibradores para controlar las características del proceso de impresión, por ejemplo, la presión. Además, el documento también divulga que pueden incorporarse dispositivos de detección a los métodos y al sistema, para proporcionar datos relevantes como la temperatura, o para monitorear reacciones químicas, detección de sustancias químicas y/o fuerzas mecánicas. Dichos dispositivos de detección se pueden usar para crear un mecanismo de
10 control de retroalimentación para regular los parámetros del proceso de forma automatizada.

Asimismo, en el método divulgado en el documento US 2011/0136162 A1, el sistema de bioimpresión para la generación de una estructura de tejido deseada incluye también un computador. Las características del proceso, como la velocidad del cabezal de impresión, la
15 presión, el diámetro interno de la boquilla, la temperatura y la viscosidad de la solución, se pueden establecer en función de las propiedades deseadas de la construcción de un tejido particular. Incluso, en una modalidad, el sistema puede incluir dos bandas calefactoras llamadas calentador de masa fundida y bandas calentadoras de boquilla, donde la temperatura de estas dos bandas puede ajustarse mediante un sistema de control de temperatura.

20

Sin embargo, el documento US 2011/0136162 A1 no divulga un sistema para la elaboración de encapsulados por medio de extrusión, ni tampoco divulga una manera eficiente que permita generar encapsulados más uniformes.

25 Por otro lado, el documento US 2020/0188307 divulga un sistema para producir objetos farmacéuticos, como tabletas, gránulos y cápsulas, mediante impresión 3D. El sistema comprende una máquina de impresión 3D con un sistema mecánico movable en una o más direcciones y dicho sistema mecánico puede mover al menos un cabezal de impresión con una boquilla. El sistema de dicho documento también incluye un sistema base que contiene
30 una base de impresión para recibir una mezcla preparada y que puede ser aplicada por el cabezal de impresión. El sistema mencionado también comprende al menos un portador para sujetar al menos un cartucho. La impresión se realiza en ubicaciones de impresión en la base, según un formato establecido.

35 El sistema del documento US 2020/0188307 también puede incluir un computador que controla todas las operaciones y acciones del sistema. También, en una modalidad, el sistema puede incluir un sensor de temperatura y un sistema de control de temperatura para controlar la temperatura de la base de impresión. Además, en una modalidad preferida menciona que el portador puede incluir un dispositivo de control de temperatura para calentar o enfriar al
40 menos un cartucho.

Así mismo, el documento US 2020/0188307 divulga un método para producir objetos farmacéuticos proporcionando al menos una sustancia farmacéutica en al menos un cartucho. El cartucho se coloca en un portador y se establece una conexión de fluido entre el cartucho y un cabezal de impresión. Adicionalmente, se puede mover la boquilla del cabezal de impresión de acuerdo con un programa de computador y puede dispensarse la sustancia farmacéutica a una base de impresión.

Sin embargo, el documento US 2020/0188307 A1 no divulga que puedan utilizarse al menos dos diferentes tipos de fluidos para generar encapsulados.

Por último, el documento US 6,884,060 B2 divulga un método y dispositivo para formar cápsulas blandas. El dispositivo incluye matrices de extrusión y el uso de tecnología de fusión bajo demanda para mejorar la estabilidad a largo plazo de los materiales formadores de película para realizar el encapsulado. Este documento menciona una bomba de desplazamiento para transportar un material formador de película, que es fundido desde un dispositivo de fusión bajo demanda hacia un dispositivo de extrusión. Preferiblemente un medio de depósito se dispone entre el dispositivo de extrusión y el medio para fundir el material formador de película.

Asimismo, el documento US 6,884,060 B2 divulga un dispositivo de fusión bajo demanda, un motor y una caja de engranajes conectados a un eje que a su vez se conecta a una bomba y un colector de distribución. El dispositivo también incluye una barra de unión que se comunica con unos cilindros neumáticos y unas barras de unión para que toda la unidad se mueva hacia arriba y hacia abajo de forma vertical. Además, el dispositivo de fusión bajo demanda puede incluir una platina o rejilla de fusión que se calienta y funde el material sólido formador de película en el tambor. Adicionalmente, este documento menciona que el material sólido formador de película es forzado a entrar en la cavidad de la bomba y salir a través del colector de distribución.

Sin embargo, el documento US 6,884,060 B2 no divulga una alternativa que permita que se generen encapsulados más uniformes.

Existe entonces todavía la necesidad de desarrollar dispositivos y métodos para la formación de encapsulados que permitan controlar de forma morfológica y dimensional los encapsulados.

BREVE DESCRIPCIÓN

La presente divulgación describe un dispositivo para la formación de encapsulados por extrusión. El dispositivo puede comprender una estructura que puede tener un primer elemento estructural que se extiende linealmente en una dirección predeterminada, y, además, una segunda plataforma conectada de manera móvil al primer elemento estructural, que puede estar configurada para desplazarse a lo largo del primer elemento estructural. También, el dispositivo puede incluir un mecanismo motriz conectado a la plataforma y a la estructura, configurado para generar desplazamiento lineal de la plataforma. Además, el dispositivo puede tener al menos una jeringa que puede tener un émbolo conectado a la plataforma. El émbolo se acciona cuando la plataforma se desplaza linealmente.

Asimismo, el dispositivo puede tener al menos un sensor de temperatura configurado para obtener un dato de temperatura de un primer fluido contenido en la jeringa, y un dispositivo de intercambio de calor configurado para intercambiar calor con el primer fluido contenido en la jeringa. Además, el dispositivo puede incluir una unidad de control conectada al sensor de temperatura, al dispositivo de intercambio de calor y al mecanismo motriz, donde la unidad de control puede estar configurada para controlar el flujo del primer fluido contenido en la jeringa y controlar la temperatura del primer fluido, accionando y controlando una velocidad del mecanismo motriz, y controlando el dispositivo de intercambio de calor. Por su parte, durante el funcionamiento del dispositivo, el primer fluido cae en un recipiente que contiene un segundo fluido que puede reaccionar con el primer fluido para generar un encapsulado.

Además, la presente divulgación también describe un método para la formación de encapsulados que puede incluir una etapa de cargar un primer fluido en una jeringa de un dispositivo para la formación de encapsulados y una etapa de recibir en una unidad de control un dato de temperatura desde un sensor de temperatura conectado a la jeringa. Además, el método puede tener una etapa de obtener un primer dato de activación y un segundo dato de activación con la unidad de control mediante un proceso de control que puede tomar como entrada el dato de temperatura y un dato de operación predeterminado.

El dato de operación predeterminado puede incluir al menos un dato de temperatura predeterminada y al menos un dato de variables de operación predeterminadas asociados a un dato de flujo predeterminado. También, el método puede incluir una etapa de activar un dispositivo de intercambio de calor si se genera el primer dato de activación. Además, el método puede tener una etapa de activar el mecanismo motriz si se obtiene el segundo dato de activación. El mecanismo motriz se conecta a una plataforma que puede estar conectada a un émbolo de la jeringa. Finalmente, el método puede incluir una etapa de extruir el primer fluido contenido en la jeringa hacia el recipiente que incluye un segundo fluido en agitación, donde el segundo fluido reacciona con el primer fluido para generar encapsulados.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 corresponde a una vista isométrica de una modalidad del dispositivo aquí divulgado.

5

La FIG. 2 corresponde a una vista frontal de una modalidad del dispositivo para la formación de encapsulados.

La FIG. 3 muestra una vista detallada del dispositivo ilustrado en la FIG. 2, en la cual se muestra un detalle del dispositivo de intercambio de calor.

10

La FIG. 4 muestra una vista lateral del dispositivo para la formación de encapsulados.

La FIG. 5 corresponde a un diagrama de flujo que muestra las etapas de una modalidad del método para la formación de encapsulados por extrusión.

15

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente divulgación proporciona un dispositivo y método para la formación de encapsulados por extrusión que permite obtener encapsulados de manera controlada y automatizada de tal manera que se logra controlar el flujo de extrusión y la temperatura de la solución al interior del dispositivo.

20

En relación con una modalidad preferida de la presente divulgación y haciendo referencia a la FIG. 1, el dispositivo (1) para la formación de encapsulados por extrusión puede comprender una estructura (10) que puede tener al menos un elemento estructural (15) que se extiende linealmente en una dirección predeterminada.

25

Debe entenderse en la presente divulgación que la estructura (10) puede incluir al menos un elemento rígido compuesto por uno o más elementos conectados entre ellos que permiten el movimiento de diferentes componentes conectados a estos, y soportan las cargas y peso de las partes del dispositivo (1).

30

En una modalidad, la estructura (10) puede comprender dos placas paralelas, donde la primera placa (12) puede ser la base del dispositivo (1) y la segunda placa (13) puede corresponder a la parte superior de la estructura (10).

35

Las placas (12, 13) de la estructura (10) pueden disponerse en paralelo respecto a un plano, preferiblemente respecto al suelo. La estructura (10) puede tener al menos un primer elemento estructural (15), que puede tener un primer elemento estructural (15a) y un segundo

40

elemento estructural (15b), donde ambos elementos estructurales (15a, 15b) se pueden conectar perpendicularmente a las placas (12, 13) de la estructura (10). El primer elemento estructural (15a) se puede disponer separado del segundo elemento estructural (15b) en una dirección transversal que es opuesta a la dirección en la que se extienden dichos elementos estructurales (15a, 15b).

La estructura (10) puede ser de un material que se selecciona entre acero al carbono, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, aluminio, cobre, bronce, latón, aleaciones austeníticas de base níquel-cromo, aceros con aleaciones con magnesio (Mg), poliacrilatos, resinas plásticas (v.gr. poliéster, vinyl éster, epóxicas) reforzadas con fibras (v.gr. de vidrio, aramida, carbono, poliéster), polipropileno, polietileno, poliamidas y combinación de los anteriores. En particular, el material de la estructura (10) se selecciona con base en las cargas y pesos de los elementos que soporta, y con base en las condiciones de higiene y esterilidad que se exijan.

Además, la estructura (10) puede tener uno o más perfiles estructurales con una sección transversal seleccionada entre cuadrada, rectangular, o cualquier geometría que tenga al menos dos caras paralelas sobre las cuales podría apoyarse el dispositivo (1).

Por ejemplo, los elementos estructurales (15a, 15b) pueden ser perfiles con una sección transversal de geometría seleccionada entre cuadrada, elíptica, circular, hexagonal, perfiles en C, en U, en Z, perfiles de cualquier tipo de sección transversal con forma de polígono regular, polígono irregular, o patrón formado a partir de dados de extrusión con los que se fabrica el perfil, como los usados en perfiles de aluminio para ventanas y construcciones estructurales o no estructurales, o cualquier otra geometría conocida por una persona medianamente versada en la materia. Preferiblemente, los elementos estructurales pueden ser circulares con un acabado superficial liso, el cual puede tener un coeficiente de fricción bajo y puede lograr un deslizamiento apropiado entre componentes que se detallará más adelante.

También, el dispositivo (1) para la formación de encapsulados por extrusión puede comprender una plataforma (20) conectada de manera móvil al primer elemento estructural (15) y puede estar configurada para desplazarse o deslizarse a lo largo del primer elemento estructural (15).

La plataforma (20) puede tener una geometría seleccionada entre cuadrada, rectangular, o cualquier geometría que tenga al menos dos caras paralelas y una de ellas sea paralela a la primera o segunda placa de la estructura (10).

En una modalidad y haciendo referencia a la FIG. 1, la plataforma (20) puede tener al menos una perforación pasante (20a) que se puede conectar operativamente al primer elemento estructural (15a) o al segundo elemento estructural (15b) de tal manera que la plataforma (20) pueda deslizarse y desplazarse verticalmente.

5

Alternativamente, la plataforma (20) puede conectarse a al menos uno de los elementos estructurales (15a) mediante un mecanismo de deslizamiento vertical. El mecanismo de deslizamiento vertical puede ser un mecanismo machihembrado, donde la plataforma (20) tiene un elemento macho que encaja en un elemento hembra en el primer elemento
10 estructural (15a) y/o en el segundo elemento estructural (15b). El elemento hembra puede ser un canal formado en dichos elementos estructurales (15a, 15b), o puede ser un canal que se forma a partir de la sección transversal de los mismos, por ejemplo, de manera similar a como una ventana se instala en su marco y le permite deslizarse en una dirección. También, el mecanismo de desplazamiento vertical puede incluir al menos un patín que se conecta a la
15 plataforma (20), donde cada patín se conecta de manera deslizante al primer elemento estructural (15a) o al segundo elemento estructural (15b).

Además, haciendo referencia a la FIG. 1, el dispositivo (1) puede comprender un mecanismo motriz (25) conectado a la plataforma (20) y la estructura (10), que puede estar configurado
20 para generar el desplazamiento lineal de la plataforma (20).

Haciendo referencia a la FIG. 3, el mecanismo motriz (25) también puede incluir un actuador de desplazamiento lineal (22) conectado a la plataforma (20) y a una unidad de control (50). Adicionalmente, el mecanismo motriz (25) puede incluir un tornillo sinfín (24) conectado
25 mediante una unión roscada (23) a la plataforma (20). El mecanismo motriz (25) se puede localizar sobre la segunda placa (13) de la estructura (10).

Se entenderá en la presente divulgación que el actuador de desplazamiento lineal (22), puede ser un motor eléctrico que puede comprender un eje de salida que se conecta a la unión
30 roscada (23), y a su vez este se conecta al tornillo sinfín (24) el cual puede estar conectado a la plataforma (20). El actuador de desplazamiento (22) preferiblemente se encuentra en el centro de la segunda placa (13), y el eje de dicho actuador puede atravesar la segunda placa (13). Alternativamente, el actuador de desplazamiento lineal (22) puede ser un cilindro hidráulico, neumático o electromecánico. En estos casos, el mecanismo motriz (25) puede
35 incluir motores, circuitos eléctricos, circuitos hidráulicos, circuitos neumáticos, válvulas, bombas, compresores, y cualquier otro elemento mecánico, eléctrico o hidráulico conocido por una persona medianamente versada en la materia que permite el accionamiento y/o control del cilindro hidráulico, neumático o electromecánico

Opcionalmente, cuando el mecanismo motriz (25) tiene el tornillo sin fin (24), preferiblemente el tornillo sin fin (24) se conecta en el centro de la plataforma (20) con el fin de mantener una carga uniforme sobre la misma, que a su vez permite transmitir una carga uniforme a los émbolos (35) de las jeringas (30).

5

En una modalidad de funcionamiento, el actuador de desplazamiento (22) estando en un modo de encendido, puede girar el eje de salida y a su vez hacer girar el tornillo sin fin (24) de tal manera que la plataforma (20) logre desplazarse linealmente sobre los elementos estructurales (15a, 15b).

10

El actuador de desplazamiento (22) puede ser un motor eléctrico que se selecciona entre motores de corriente alterna (v.g. motores sincrónicos trifásicos, motores asíncronos sincronizados, motores con un rotor de imán permanente, motores monofásicos, motores bifásicos, motores con arranque auxiliar bobinado, motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador), motores de corriente continua (v.g. motores de excitación en serie, motores de excitación en paralelo, motores de excitación compuesta), motores paso a paso (v.g. con encoder, con freno de motor, con disipadores de calor, con disipadores inerciales, con reductores de engranajes planetarios de una, dos o tres etapas), motores paso a paso clase NEMA 8, NEMA 14, NEMA 11, NEMA 17, NEMA 23 o NEMA 34, motores eléctricos equivalente conocidos por una persona medianamente versada en la materia, o combinaciones de los mismos.

15

20

Se entenderá en la presente divulgación que el tornillo sin fin (24) puede corresponder a un dispositivo que transmite el movimiento entre ejes que pueden ser perpendiculares entre sí.

25

El tornillo sin fin (24) puede ser seleccionado entre tornillos sin fin de hélice helicoidal, tornillos sin fin de hélice seccional, tornillos sin fin de paletas, tornillos sin fin de palas, tornillos sin fin de diámetro escalonado y/o tornillos sin fin de paso largo.

También, se entenderá en la presente divulgación que la unión roscada (23) puede ser un sistema de unión desmontable basado en la combinación de dos piezas. En una de las piezas puede haberse labrado una rosca helicoidal por el exterior, y en la otra puede haberse labrado una rosca helicoidal complementaria por el interior. La unión roscada (23) puede ser un sistema conformado por el tornillo sin fin (24) y una tuerca. La tuerca puede seleccionarse entre los grupos de tuercas hexagonales, tuercas tipo mariposa, tuercas ciegas, tuercas autoblocantes, tuercas con arandela a presión, tuercas almenadas, tuercas ranuradas y/o tuercas de cabeza moleteada.

30

35

Además, haciendo referencia a las FIG. 1 y FIG. 3, el dispositivo (1) puede comprender al menos una jeringa (30) que puede tener un émbolo (35) conectado a la plataforma (20), donde

el émbolo (35) se puede accionar cuando la plataforma (20) se desplaza linealmente hacia la primera placa (12) de la estructura (10).

5 Como se describió anteriormente, cuando el actuador de desplazamiento lineal (22) funciona, este provoca que se mueva el tornillo sin fin (24), haciendo que la plataforma (20) se deslice sobre los elementos estructurales (15a, 15b).

10 El dispositivo (1) puede tener un número predeterminado de jeringas (30), el cual dependerá de la capacidad de producción de encapsulados que se necesite, y de la capacidad volumétrica individual de cada jeringa (30). Por ejemplo, el dispositivo (1) puede incluir entre 2 y 20 jeringas de 30 mililitros (mL).

15 Haciendo referencia a la FIG. 1 a FIG. 4, el émbolo (35) puede estar conectado de manera fija a la plataforma (20) de tal manera que cuando se mueva la plataforma (20) el émbolo (35) se mueva con ésta.

20 Con relación a la jeringa (30), se debe entender que en la presente divulgación que la jeringa (30) comprende un émbolo (35), una camisa (33) que define un volumen en su interior y una boquilla dispensadora (32).

25 Por su parte, la boquilla dispensadora (32) puede ser un elemento de menores dimensiones que la camisa (33) y que, además, se puede conectar a la parte inferior de la camisa (33) para permitir el paso del primer fluido (42) a través de ella. También, la boquilla dispensadora (32) puede estar configurada para alojar una aguja de jeringa.

30 El tamaño de la boquilla dispensadora (32) puede corresponder a una medida expresada como calibre o gauge por su término en inglés, el cual indica el diámetro interior de la boquilla dispensadora (32) en función del tamaño de aguja que pueda albergar. El calibre de la boquilla (32) puede ser expresado en unidades Gauge (GA), pulgadas (in) o milímetros (mm). También, el calibre de la boquilla dispensadora (32) puede ser seleccionado entre 14 GA, 18 GA, 20 GA y 22 GA, donde la boquilla dispensadora (32) puede estar configurada para generar encapsulados con tamaño de partícula superior a 100 micrómetros.

35 En una modalidad de la presente divulgación, la jeringa (30) puede dosificar el primer fluido (42) a una rata de flujo de 2.5mL/min a 10mL/min.

También, el dispositivo (1) puede incluir al menos un sensor de temperatura (40) configurado para obtener un dato de temperatura (44) del primer fluido (42) contenido en la jeringa (30).

Se entenderá en la presente divulgación que el primer fluido (42) puede ser el compuesto a encapsular y el material de capa a usar y se seleccionar por ejemplo entre Almidón, Alginato, Xantano, Gellan, Quitosano, Celulosa, combinaciones de los anteriores y/o compuestos conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

5

El sensor de temperatura (40) se puede seleccionar entre sensores de temperatura tipo termopar, por resistencia (RTD), termocuplas, bimetálicos, por dilatación de fluidos, por cambio de estado o cualquier otro sensor de temperatura conocido por una persona medianamente versada en la materia y que permita conocer la temperatura del primer fluido (42) contenido en la jeringa (30).

10

En una modalidad preferida de la presente divulgación, el dispositivo (1) puede tener un dispositivo de intercambio de calor (45) dispuesto operacionalmente para intercambiar calor con el primer fluido (42) contenido en la jeringa (30).

15

Por ejemplo, la camisa (33) de la jeringa (30) puede disponerse dentro de un recipiente o coraza del dispositivo de intercambio de calor (45). Dentro del espacio definido por la camisa (33) se puede alojar el primer fluido (42) a dispensar y controlar. En este caso, el dispositivo de intercambio de calor (45) puede incluir un elemento de calentamiento que caliente un fluido que rodee cada camisa (33), por ejemplo, una resistencia eléctrica, o un intercambiador de calor a través del cual circula un fluido de calentamiento, y hace parte de un circuito de calentamiento en el que el fluido de calentamiento es previamente calentado por una fuente de calor, por ejemplo, una resistencia eléctrica, un quemador, una caldera, otro intercambiador de calor o cualquier otro tipo de fuente de calor conocida por una persona medianamente versada en la materia.

25

Por ejemplo, la fuente de calor que proporciona el calor al fluido que rodea las camisas (33) puede seleccionarse del grupo que comprende resistencias eléctricas, calentadores de inducción, intercambiadores de calor (v.g. de tubos y coraza, serpentines, de un paso, de dos pasos, de tres pasos o más pasos, de placas con aletas y combinaciones de los mismos), calentadores de tubos radiantes, calentadores de gas, calentadores con quemadores de combustible sólido, líquido o gas, quemadores de gas (v.g. de premezcla tipo jet), quemadores de carbón (v.g. de rejilla, de premezcla, tipo jet, de tipo swirl), calentadores de cámaras de combustión, intercambiadores de contacto directo, intercambiadores de contacto indirecto, intercambiadores alternativos, intercambiadores de superficie, intercambiadores de placas, intercambiadores de flujos cruzados, intercambiadores de flujos paralelos, intercambiadores en co-corriente, intercambiadores en contracorriente y combinaciones de los anteriores.

30

35

Una de las ventajas de que el dispositivo de intercambio de calor (45) tenga un recipiente o coraza en la que se tiene un fluido que rodea las camisas (33), es que dicho fluido puede mantener una temperatura uniforme, que evita puntos de sobrecalentamiento en las camisas (33) que podrían deteriorar las propiedades de los fluidos contenidos dentro de las camisas (33). Adicionalmente, dicho fluido que rodea las camisas (33) funciona como un

5 reservorio de energía térmica que puede evitar que las camisas (33) pierdan calor con el ambiente cuando el elemento de calentamiento está desactivado. El fluido que rodea a las camisas (33) puede ser un gas o un líquido.

10 Con relación a la boquilla dispensadora (32), esta puede sobresalir del dispositivo de intercambio de calor (45) de tal manera que cuando entre en funcionamiento el sistema, el primer fluido (42) pueda salir a través de la boquilla dispensadora (32).

Adicionalmente, el dispositivo de intercambio de calor (45) puede encontrarse localizado

15 entre la primera placa (12) y la plataforma (20) de la estructura (10). Alternativamente, el dispositivo de intercambio de calor (45) se puede conectar de manera fija en el primer elemento estructural (15a) y el segundo elemento estructural (15b) de tal manera que el único elemento móvil pueda ser la plataforma (20).

20 Alternativamente, el dispositivo de intercambio de calor (45) puede incluir elementos de calentamiento que se dispongan en la superficie externa de cada camisa (33) y aporten calor de manera independiente. En este caso, los elementos de calentamiento pueden ser resistencias eléctricas que rodean las camisas (33) y pueden estar conectadas a un circuito eléctrico de potencia, el cual preferiblemente, puede tener elementos de control configurados

25 para dirigir la corriente eléctrica de manera selectiva hacia cada resistencia. Una de las ventajas de este tipo de dispositivo de intercambio de calor (45), es que se puede controlar con mayor precisión la temperatura del fluido contenido en las camisas (33). Otra de las ventajas es, que si las camisas (33) contienen fluidos diferentes, o si las camisas (33) no tienen el mismo volumen de fluido, el control individual del calentamiento de las camisas

30 (33) podría evitar sobrecalentar unas, y dejar frías otras, con lo cual no se lograría obtener la viscosidad necesaria al desplazarse el émbolo (35) para que se puedan generar las gotas de tamaño de partícula deseadas.

Haciendo referencia a las FIG. 1 a FIG. 3, el sensor de temperatura (40) se puede encontrar

35 al interior del dispositivo intercambiador de calor (45), específicamente conectado a la camisa (33) de la jeringa (30).

Haciendo referencia a la FIG.3, el dispositivo de intercambio de calor (45) puede tener uno o más elementos de enfriamiento (46) que permitan reducir la temperatura dentro del

40 intercambiador de calor (45) con la finalidad de reducir también la temperatura del primer

fluido (42) contenido en la jeringa (30). Por ejemplo, los elementos de enfriamiento (46) pueden ser ventiladores centrífugos, ventiladores tangenciales, ventiladores axiales o ventiladores helicocentrífugos que suministren un flujo de aire hacia dentro del recipiente o coraza del dispositivo de intercambio de calor (45).

5

Alternativamente, uno o más de los elementos de enfriamiento (46) puede ser un intercambiador de calor a través del cual circula un fluido refrigerante que extrae calor del fluido que rodea las camisas (33) y/o de las camisas (33).

10 También, el dispositivo de intercambio de calor (45) puede incluir un intercambiador de calor dispuesto dentro de la coraza o recipiente en el que se localizan las camisas (33), donde el intercambiador de calor se puede conectar a un circuito de fluido que tiene válvulas, tuberías y bombas que permitan alternar la circulación de fluido de calentamiento o fluido de calentamiento hacia dicho intercambiador de calor dispuesto dentro de la coraza o recipiente.

15 Por ejemplo, una primera válvula puede conectar dicho intercambiador de calor con una fuente de calor y una segunda válvula puede conectar dicho intercambiador de calor con una fuente de fluido de enfriamiento (v.g., un refrigerador, reservorio de fluido frío, enfriador industrial tipo chiller, torre húmeda de enfriamiento).

20 El dispositivo de intercambio de calor (45) también puede incluir un recinto (48) que encierre en su interior la camisa (33) de la jeringa (30). El recinto (48) puede permitir obtener un segundo espacio entre el exterior del dispositivo (1) y el interior del dispositivo de intercambio de calor (45).

25 Opcionalmente, el dispositivo de intercambio de calor (45) puede incluir elementos de aislamiento térmico (49) dispuestos en una superficie de la coraza o recipiente en el que se disponen las jeringas (30). El elemento de aislamiento térmico (49) se puede seleccionar entre lana mineral (lana de roca), poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano, espuma de resina fenólica, espuma de vidrio (lana de vidrio), losas de lana de

30 madera, placas de perlita, corcho, fibras de la madera, aluminio, algodón, arlita, aluminio, corcho, algodón, arlita, vermiculita, cáscaras de trigo, escanda, lino, pellas de cereales, cáñamo, virutas de madera, celulosa, fibra de madera, lana de madera, cocos, cañas, algas, paja, hierba, lana de roca, manta, paneles rígidos, coquillas, lana de vidrio, lana natural de oveja, vidrio expandido, poliestireno expandido (eps), espuma celulósica, espuma de polietileno, film alveolar de polietileno, espuma de poliuretano, espuma elastomérica, aerogel,

35

Por otra parte, el dispositivo (1) para la formación de encapsulados por extrusión puede incluir una unidad de control (50) conectada al sensor de temperatura (40), al dispositivo de

intercambio de calor (45) y al mecanismo motriz (25), así como al elemento de calentamiento (47).

La unidad de control (50) puede ser cualquier unidad de procesamiento, módulo de procesamiento, o cualquier dispositivo que procesa datos, por ejemplo, microcontroladores, micro procesadores, DSCs (Digital Signal Controller por sus siglas en inglés), FPGAs (Field Programmable Gate Array por sus siglas en inglés), CPLDs (Complex Programmable Logic Device por sus siglas en inglés), ASICs (Application Specific Integrated Circuit por sus siglas en inglés), SoCs (System on Chip por sus siglas en inglés), PSoCs (Programmable System on Chip por sus siglas en inglés), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales y unidades de control conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas.

La unidad de control (50) puede incluir, además, un dispositivo de visualización y/o un Dispositivo de Interfaz Humana (HID, por las siglas en inglés de Human Interface Device).

Un dispositivo de visualización incluye, sin limitación, este corresponde a cualquier dispositivo que pueda conectarse a una unidad de control y mostrar su salida, se selecciona entre otros de monitor CRT (por las siglas en inglés de Cathode Ray Tube), pantalla plana, pantalla de cristal líquido LCD (por las siglas en inglés de Liquid Crystal Display), pantalla LCD de matriz activa, pantalla LCD de matriz pasiva, pantallas LED, proyectores de pantallas, TV (4KTV, HDTV, TV de plasma, Smart TV), pantallas OLED (por las siglas en inglés de Organic Light Emitting Diode), pantallas AMOLED (por las siglas en inglés de Active Matrix Organic Light Emitting Diode), Pantallas de puntos cuánticos QD (por las siglas en inglés de Quantic Display), pantallas de segmentos, entre otros dispositivos capaces de mostrar datos a un usuario, conocidos por los expertos en la técnica, y combinaciones de estos.

Un dispositivo HID (por las siglas en inglés de Human Interface Device) incluye, sin limitación, teclado, mouse, trackball, touchpad, dispositivo apuntador, joystick, pantalla táctil, entre otros dispositivos capaces de permitir que un usuario ingrese datos en la unidad de cómputo del dispositivo y combinaciones de estos.

Adicionalmente, la unidad de control (50) puede conectarse a un módulo de memoria. Se entenderá en la presente divulgación por módulo de memoria, un elemento de hardware que incluye, pero no se limita a, memorias RAM (memoria caché, SRAM, DRAM, DDR), memoria ROM (Flash, Caché, discos duros, SSD, EPROM, EEPROM, memorias ROM extraíbles (v.g. SD (miniSD, microSD, etc), MMC (MultiMedia Card), Compact Flash, SMC (Smart Media Card), SDC (Secure Digital Card), MS (Memory Stick), entre otras)), CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD por las siglas en inglés de Digital Versatile Disc)

u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cintas magnéticas, almacenamiento o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar información y a la que se puede acceder por una unidad de cómputo, unidad de procesamiento, o módulo de procesamiento. En los módulos de memoria generalmente se incorporan instrucciones, estructuras de datos, módulos de programas informáticos. Algunos ejemplos de estructura de datos son: una hoja de texto o una hoja de cálculo, o una base de datos.

La unidad de control (50) puede estar configurada para controlar el flujo del primer fluido (42) contenido en la jeringa (30) y controlar la temperatura del primer fluido (42) accionando y controlando una velocidad del mecanismo motriz (25) y controlando el dispositivo de intercambio de calor (45). Por ejemplo, la unidad de control (50) puede ser un controlador PID que puede controlar los elementos de calentamiento (47).

De acuerdo con lo anteriormente explicado, cuando el mecanismo motriz (25) funciona, la plataforma (20) se desplaza linealmente hacia abajo junto con el émbolo (35) de la jeringa (30). Al llegar a una posición predeterminada, el émbolo (35) empuja el primer fluido (42) alojado al interior de la camisa (33) hacia la boquilla dispensadora (32).

El primer fluido (42) sale de la boquilla (32) en forma de gota y cae en un recipiente (55) que contiene un segundo fluido (43). El primer fluido (42) entra en contacto con el segundo fluido (43) generando encapsulados. Es decir, el segundo fluido (43) recubre el primer fluido (42) en una capa homogénea. El tamaño de partícula de la gota dependerá de la viscosidad del primer fluido (42), del volumen entregado por la jeringa (30) en la obturación del émbolo (35) conforme al movimiento de la plataforma (20), y del calibre de la boquilla (32).

Se entenderá en la presente divulgación que el segundo fluido (43) puede ser una solución acuosa que, que además puede seleccionarse y no limitarse a los grupos de solutos iónicos de efecto reticulante, soluciones de solventes orgánicos con solutos poliméricos, emulsificantes, combinaciones de los anteriores y/o soluciones conocidas por una persona medianamente versada en la materia.

Haciendo referencia a la FIG. 1 y a la FIG. 4, el dispositivo (1) puede comprender un mecanismo agitador (60). El mecanismo agitador (60) puede ser un agitador sin rodete, el cual mueve el recipiente (55) y, se encuentra sobre la primera placa (12) de la estructura (10). Esta clase de mecanismo agitador (60) evita tener elementos como rodetes y propelas que puedan dañar encapsulados ya formados. Similarmente, el mecanismo agitador (60) puede ser un agitador de accionamiento electromagnético en el que un cuerpo magnético se inserta en el recipiente (55), y mediante un campo magnético, se genera el movimiento de dicho cuerpo magnético, produciendo la agitación.

Sin embargo, dependiendo del volumen y profundidad del recipiente (55), el mecanismo agitador (60) puede incluir rodetes. En este caso, el mecanismo agitador (60) puede seleccionarse entre agitadores radiales, agitadores axiales, agitadores de propela marina, de curva tripala, de propela bipala, de hélices, de varias hélices dispuestas un mismo rotor, de turbinas, de palas, de palas inclinadas, de propela retráctil, de propela con estabilizadores, de propela de acción cizallante, agitadores tipo ancla, agitadores verticales, agitadores horizontales, agitadores inclinados, agitadores descentrados, otros agitadores conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de los mismos.

10

El mecanismo agitador (60) permite que el segundo fluido (43) contenido en el recipiente (55) se mantenga homogéneo mientras salen las gotas del primer fluido (42) desde la boquilla dispensadora (32).

15 Por otro lado, el dispositivo (1) puede comprender un módulo de control de temperatura (65) configurado para que el dispositivo de intercambio de calor (45) modifique la temperatura del primer fluido (42) contenido en la jeringa (30) en un rango entre 25°C a 40°C.

20 La unidad de control (50) puede permitir modificar la temperatura del primer fluido (42) mediante el módulo de control de temperatura (65), variando la viscosidad del primer fluido (42). La variación de la viscosidad del primer fluido (42) puede mejorar el proceso de extrusión por la boquilla dispensadora (32).

25 Haciendo referencia a la FIG. 5, la presente divulgación también describe un método para la formación de encapsulados que comprende una etapa a) de cargar un primer fluido (42) en una jeringa (30) en un dispositivo (1) para la formación de encapsulados.

30 Por ejemplo, un operario puede cargar la jeringa (30) con el primer fluido (42), para esto, se necesitaría que la plataforma (20) se encuentre alejada de la camisa (33) de la jeringa (30) con la finalidad de tener acceso al espacio interior de la misma y para ello, el operario podría accionar el mecanismo motriz (25). En el instante que el émbolo (35) salga de la camisa (33) el operario podría suministrar el primer fluido (42) al interior de la camisa (33). Posterior al suministro del primer fluido (42), el operario podría accionar el mecanismo motriz (25) para que el émbolo (35) se inserte dentro de la camisa (33) preparándose para la dispensación del primer fluido (42). Alternativamente, las jeringas (30) pueden cargarse aspirando el primer fluido (42) por la boquilla dispensadora (32) cuando el mecanismo motriz (25) acciona el émbolo (35), similarmente a como se carga una jeringa manual.

40 También, el método puede comprender una etapa b) de recibir en una unidad de control (50) un dato de temperatura (44) desde un sensor de temperatura (40) conectado a la jeringa (30).

Es necesario tener un dato de temperatura (44) desde un sensor de temperatura (40) el cual se encuentra conectado a la jeringa (30), preferiblemente a la camisa (33) de dicha jeringa. Este dato de temperatura (44) se registra en la unidad de control (50).

- 5 Además, el método puede comprender una etapa c) de obtener un primer dato de activación y un segundo dato de activación con la unidad de control (50) mediante un proceso de control que toma como entrada el dato de temperatura (44) y un dato de operación predeterminado. El dato de operación predeterminado puede incluir al menos un dato de temperatura predeterminada y al menos un dato de variables de operación predeterminadas asociados a
10 un dato de flujo predeterminado.

Por ejemplo, para lograr el dato de operación predeterminado, un operario puede ingresar en la unidad de control (50) el flujo al cual se debe dispensar el primer fluido (42) hacia el recipiente (55) y un dato de temperatura a la cual debe estar primer fluido (42). La unidad
15 de control (50) tiene en cuenta está variable de flujo junto con el dato de temperatura (44) registrado por el sensor de temperatura (40).

El método también puede comprender una etapa d) de activar un dispositivo de intercambio de calor (45) si se genera el primer dato de activación. Esto quiere decir que si el sensor de
20 temperatura (40) arroja una temperatura menor que la temperatura predeterminada por un usuario o un operador, el dispositivo de intercambio de calor (45) se enciende para aumentar la temperatura del primer fluido (42).

También, el método puede comprender una etapa e) de activar el mecanismo motriz (25) si
25 se obtiene el segundo dato de activación. El mecanismo motriz (25) se puede conectar a una plataforma (20) que puede estar conectada a un émbolo (35) de la jeringa (30).

Después de que el primer fluido (42) alcanza la temperatura predeterminada por el usuario u operador, por medio del dispositivo de intercambio de calor (45), el mecanismo motriz (25)
30 se enciende para que el émbolo (35) se posicione dentro de la camisa (33) de la jeringa (30) preparándose para la dispensación por gota del primer fluido (42).

Adicionalmente, el método puede comprender una etapa f) de extruir el primer fluido (42) contenido en la jeringa (30) hacia el recipiente (55) que incluye un segundo fluido (43) en
35 agitación. El segundo fluido (43) puede reaccionar con el primer fluido (42) para generar encapsulados.

Cuando el primer fluido (42) contenido en la jeringa (30) se encuentra a una temperatura apropiada, el mecanismo motriz (25) puede funcionar de tal manera que por la boquilla

dispensadora (32) puedan salir gotas del primer fluido (42) y que estas caigan al recipiente (55).

5 Cuando caen las gotas del primer fluido (42) al recipiente (55), cada gota es recubierta por el segundo fluido (43) contenido en el recipiente (55). La temperatura del segundo fluido (43) podría ser menor que la temperatura del primer fluido (42) con la finalidad de lograr una capa de protección que recubra dicho primer fluido (42).

10 El presente método, dependiendo de las capacidades de la una o más jeringas (30) podría generar entre 500 a 700 encapsulados por minuto, esto depende de los datos de activación y de los valores preestablecidos por un usuario u operador. Preferiblemente, el dispositivo (1) puede generar entre 9000 a 10500 encapsulados cada 15 minutos, esta cantidad depende también del calibre de la boquilla dispensadora (32).

15 EJEMPLOS

Ejemplo 1: generación de encapsulados de compuestos bioactivos.

20 Haciendo referencia a las FIG. 1 y FIG. 5, se utiliza el dispositivo (1) para la formación de encapsulados por extrusión, y el método para la generación de los encapsulados. En un primer paso, se selecciona aceite esencial de orégano como un compuesto para encapsular con un agente encapsulante, como por ejemplo alginato de sodio, de esta forma, el aceite esencial de orégano corresponde a un primer fluido (42) y el alginato de sodio corresponde a un segundo fluido (43).

25 Luego, se define la cantidad y el tamaño de los encapsulados que se requieren generar y con base a ello, se determina la cantidad de jeringas (30) y el calibre de las boquillas dispensadoras (32) que deben ser utilizadas en el proceso. Posteriormente, un operador podría llenar las jeringas (30) del dispositivo (1) con el aceite esencial de orégano, y luego, 30 ubica las jeringas en el dispositivo de intercambio de calor (45) para luego, llenar de alginato de sodio el recipiente (55) dispuesto sobre el mecanismo agitador (60) del dispositivo (1).

Posteriormente, en un tercer paso se puede configurar la unidad de control (50) con los datos de operación necesarios para llevar a cabo el proceso de encapsulado, es decir, se puede 35 establecer un valor de temperatura de 65°C, correspondiente a la temperatura que debe alcanzar el aceite esencial de orégano para que se pueda modificar la viscosidad de dicho compuesto, y además, se configura en la unidad de control (50) la velocidad a la cual debe funcionar el mecanismo motriz (25) del dispositivo (1), dependiendo de la cantidad de encapsulados que se deseen generar.

40

Una vez realizadas las configuraciones de operación, se activa el elemento de calentamiento (47) del dispositivo de intercambio de calor (45), de manera que se modifica la temperatura del aceite esencial de orégano y este logra alcanzar la temperatura de 65 °C definida anteriormente en la unidad de control (50). La temperatura del aceite esencial de orégano es

5 monitoreada por el sensor de temperatura (44) y una vez alcanzada la temperatura correspondiente, se activa el mecanismo motriz (25) conectado a la plataforma (20), lo que provoca que esta última se desplace de forma lineal y active los émbolos (35) de las jeringas (30).

10 La activación de los émbolos (35) permite que el aceite esencial de orégano se comience a dispensar a través de las boquillas dispensadoras (32) y luego el aceite esencial de orégano es extruido en forma de gota hacia el recipiente (55) que contiene el alginato de sodio en constante movimiento provocado por el mecanismo agitador (60).

15 Luego, las gotas del aceite esencial de orégano, es decir, el primer fluido (42) reaccionan con el alginato de sodio, donde este último actúa como un recubrimiento del primer fluido (42) generando de esta forma los encapsulados.

Ventajosamente, lograr monitorear la temperatura del primer fluido (42), es decir, del aceite

20 esencial de orégano, permite que el primer fluido (42) sea extruido cuando su viscosidad es la más adecuada para el proceso, y junto con el constante movimiento del segundo fluido (43), es decir, el alginato de sodio permite generar encapsulados más simétricos o morfológicamente similares.

25 **Ejemplo 2: generación de encapsulados de alginato de sodio que contienen ácido ascórbico.**

Se modificaron los compuestos del ejemplo 1, de manera que se realiza la formación de encapsulados a partir de dos compuestos que forman el primer fluido (42), para ello se utiliza

30 alginato de sodio, y el agente a encapsular corresponde a ácido ascórbico (vitamina C). Se prepara la solución, mezclando el alginato de sodio y el ácido ascórbico para obtener el primer fluido (42).

Posteriormente, se define el calibre de los encapsulados a generar y la cantidad de los

35 mismos, de esta forma se determina también el flujo de extrusión y el calibre de las boquillas dispensadoras (32), así como también la cantidad de jeringas (30) a utilizar. Luego, se realiza el llenado manual de las jeringas (30) con el primer fluido (42) y en el recipiente (55) se prepara una solución con cloruro de calcio, que corresponde al segundo fluido (43), esto para realizar una inmovilización del núcleo cuando entra en contacto con el ion multivalente. El

recipiente (55) con la solución del segundo fluido (43) se dispone en el mecanismo agitador (60).

Para el control de la temperatura, y particularmente en el presente ejemplo se puede establecer que la solución del primer fluido (42) se encuentre a 30°C, debido a que la concentración de alginato de sodio puede generar mayor viscosidad en la solución. Posteriormente, se inicia el proceso de encapsulación, para ello, se activa el dispositivo de intercambio de calor (45) para modificar la temperatura del primer fluido (42). Por medio del sensor de temperatura (40) es posible conocer cuando el primer fluido (42) llegue a la temperatura deseada, de esta forma se activa el movimiento del mecanismo motriz (25), que genera un movimiento lineal para la extrusión del primer fluido (42) por medio de las jeringas (30).

De esta forma, inicia el goteo del primer fluido (42) a través de las boquillas dispensadoras (32) y cuando entran en contacto con el segundo fluido (43) las gotas se gelifican formando los encapsulados. El segundo fluido (43) se encuentra en constante movimiento y a temperatura ambiente. Por último, se hace la extracción manual de los encapsulados formados y se realiza un lavado de los mismos.

Ejemplo 3: método para la obtención de encapsulamientos compuestos por lípidos y biopolímeros.

Haciendo referencia a la FIG 1 y FIG 2, se coloca en el recipiente (55) que está ubicado sobre el mecanismo agitador (60) una mezcla binaria de solventes orgánicos polares donde la relación es 1:1 o 3:1 con un volumen total de 100 mL. Se adiciona a la mezcla de solventes el volumen de solución acuosa de biopolímero en concentración 0,50 % p/v. Luego, se establece por medio de la unidad de control (50) que el mecanismo agitador (60) produzca una agitación de 250 rpm.

Posteriormente, se adiciona una solución de la misma mezcla de solventes orgánicos donde el soluto es la sustancia emulsificante que puede ser un fosfolípido en concentración de 3,0 % p/v, y de esta forma se genera el segundo fluido (43) contenido en el recipiente (55). Se continúa agitando el recipiente (55) durante 30 min.

En al menos una jeringa (30) se coloca una solución en fase lipídica, la cual corresponde al primer fluido (42) y se procede a ubicar en la jeringa (30) la boquilla dispensadora (32) según el calibre deseado para tener el tamaño indicado de los encapsulamientos. Se activa el mecanismo motriz (25) conectado a la plataforma (20) que a su vez está conectada al émbolo (35) de la jeringa (30). El flujo del primer fluido (42) se ajusta en la pantalla de la unidad de control (50) para tener un goteo de 1,0 mL/h. En este ejemplo en particular, se puede

establecer una temperatura de 30 °C durante el proceso de inyección del primer fluido (42) hacia el recipiente (55) que contiene el segundo fluido (43). Finalmente, el primer fluido (42) reacciona con el segundo fluido (43), y una vez finalizada la adición por inyección se estabiliza la emulsión durante 30 min.

5

Se debe entender que la presente divulgación no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, ni limitadas a dispositivos y métodos para la formación de encapsulados pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.

10

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (1) para formación de encapsulados por extrusión, que comprende:
 - una estructura (10) que tiene al menos un elemento estructural (15) extendiéndose linealmente en una dirección predeterminada;
 - una plataforma (20) conectada de manera móvil al primer elemento estructural (15) y configurada para desplazarse a lo largo del primer elemento estructural (15);
 - un mecanismo motriz (25) conectado a la plataforma (20) y la estructura (10) configurado para generar el desplazamiento lineal de la plataforma (20);
 - al menos una jeringa (30) que tiene un émbolo (35) conectado a la plataforma (20), donde el émbolo (35) se acciona cuando la plataforma (20) se desplaza linealmente;
 - al menos un sensor de temperatura (40) configurado para obtener un dato de temperatura (44) de un primer fluido (42) contenido en la jeringa (30);
 - un dispositivo de intercambio de calor (45) conectado a la jeringa (30) y configurado para intercambiar calor con el primer fluido (42) contenido en la jeringa (30); y
 - una unidad de control (50) conectada al sensor de temperatura (40), al dispositivo de intercambio de calor (45) y al mecanismo motriz (25),
donde, la unidad de control (50) está configurada para controlar el flujo del primer fluido (42) contenido en la jeringa (30) y controlar la temperatura del primer fluido (42) accionando y controlando una velocidad del mecanismo motriz (25) y controlando el dispositivo de intercambio de calor (45), y
donde el primer fluido (42) cae en un recipiente (55) que contiene un segundo fluido (43) que reacciona con el primer fluido (42) para generar encapsulados.
2. El dispositivo de la Reivindicación 1, donde al menos una jeringa (30) tiene una boquilla dispensadora (32) de calibre seleccionado entre: 14 GA, 18 GA, 20 GA y 22 GA, donde la boquilla dispensadora (32) está configurada para generar encapsulados con tamaño de partícula superior de 100 micrómetros.
3. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 y 2, donde el mecanismo motriz (25) incluye:
 - un actuador de desplazamiento lineal (22) conectado a la plataforma (20) y a la unidad de control (50).
4. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 y 2, donde el mecanismo motriz (25) incluye:

- un tornillo sinfín (24) conectado a la plataforma (20), y
 - una unión roscada (23) conectada al actuador de desplazamiento lineal (22).
5. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones anteriores, donde el dispositivo de intercambio de calor (45) incluye un elemento de calentamiento (47) configurado para proporcionar calor a una camisa (33) de cada jeringa (30).
6. El dispositivo de acuerdo con la Reivindicación 5, donde el dispositivo de intercambio de calor (45) incluye un recinto (48) que encierra la camisa (33) de la jeringa (30).
7. El dispositivo de acuerdo con la Reivindicación 6, que además comprende un material de aislamiento térmico (49) dispuesto en una superficie del recinto (48).
8. El dispositivo de la Reivindicación 1, que además comprende un mecanismo agitador (60) configurado para sostener el recipiente (55).
9. El dispositivo de la Reivindicación 1, que además comprende un módulo de control de temperatura (65) configurado para que el dispositivo de intercambio de calor (45) modifique la temperatura del primer fluido (42) contenido en la jeringa (30) en un rango de 25°C a 40°C.
10. Un método de formación de encapsulados, que comprende las etapas de:
- a) cargar un primer fluido (42) en una jeringa (30) de un dispositivo (1) para formación de encapsulados;
 - b) recibir en una unidad de control (50) un dato de temperatura (44) desde un sensor de temperatura (40) conectado a la jeringa (30);
 - c) obtener un primer dato de activación y un segundo dato de activación con la unidad de control (50) mediante un proceso de control que toma como entrada el dato de temperatura (44) y un dato de operación predeterminado,
 - donde el dato de operación predeterminado incluye al menos un dato de temperatura predeterminada y al menos un dato de variables de operación predeterminadas asociados a un dato de flujo predeterminado;
 - d) activar un dispositivo de intercambio de calor (45) si se genera el primer dato de activación;
 - e) activar el mecanismo motriz (25) si se obtiene el segundo dato de activación;
 - donde el mecanismo motriz (25) se conecta a una plataforma (20) que está conectada a un émbolo (35) de la jeringa (30); y

- f) extruir el primer fluido contenido en la jeringa (30) hacia un recipiente (55) que incluye un segundo fluido (43) en agitación, donde el segundo fluido (43) reacciona con el primer fluido (42) para generar encapsulados.

RESUMEN

La presente divulgación busca resolver los problemas de la técnica al proporcionar un dispositivo para la formación de encapsulados por extrusión. El dispositivo puede comprender una estructura que puede tener un primer elemento estructural que se extiende linealmente en una dirección predeterminada y una segunda plataforma conectada de manera móvil al primer elemento estructural configurada para desplazarse a lo largo del primer elemento estructural. También, el dispositivo puede comprender un mecanismo motriz conectado a la plataforma y a la estructura configurado para generar desplazamiento lineal de la plataforma. Además, el dispositivo puede tener al menos una jeringa que a su vez puede tener un émbolo conectado a la plataforma donde el embolo se acciona cuando la plataforma se desplaza linealmente. Asimismo, el dispositivo puede comprender al menos un sensor de temperatura configurado para obtener un dato de temperatura de un primer fluido contenido en la jeringa y un dispositivo de intercambio de calor conectado a la jeringa configurado para intercambiar calor con el primer fluido contenido en la jeringa. El dispositivo puede comprender, además, una unidad de control conectada al sensor de temperatura, al dispositivo de intercambio de calor y al mecanismo motriz. La unidad de control puede estar configurada para controlar el flujo del primer fluido contenido en la jeringa, controlar la temperatura del primer fluido accionando, controlar la velocidad del mecanismo motriz y controlar el dispositivo de intercambiador de calor. Por último, el primer fluido cae en un recipiente que contiene un segundo fluido que reacciona con el primer fluido para generar encapsulados.

En otra modalidad, la presente divulgación revela un método de formación de encapsulados que comprende las etapas de cargar un primer fluido en una jeringa de un dispositivo para la formación de encapsulados y recibir en una unidad de control un dato de temperatura desde un sensor de temperatura conectado a la jeringa. Además, el método puede comprender una etapa de obtener un primer dato de activación y un segundo dato de activación con la unidad de control mediante un proceso de control que puede tomar como entrada el dato de temperatura y un dato de operación predeterminado. El dato de operación predeterminado puede incluir al menos un dato de temperatura predeterminada y al menos un dato de variables de operación predeterminada asociados a un dato de flujo predeterminado. También, el método puede comprender una etapa de activar un dispositivo de intercambio de calor si se genera el primer dato de activación y en una etapa de activar el mecanismo motriz si se obtiene el segundo dato de activación. El mecanismo motriz puede conectarse a una plataforma que puede estar conectada a un émbolo de la jeringa y por último en una etapa de extruir el primer fluido contenido en la jeringa hacia el recipiente que incluye un segundo fluido en agitación, donde el segundo fluido reacciona con el primer fluido para generar encapsulados.

FIGURAS

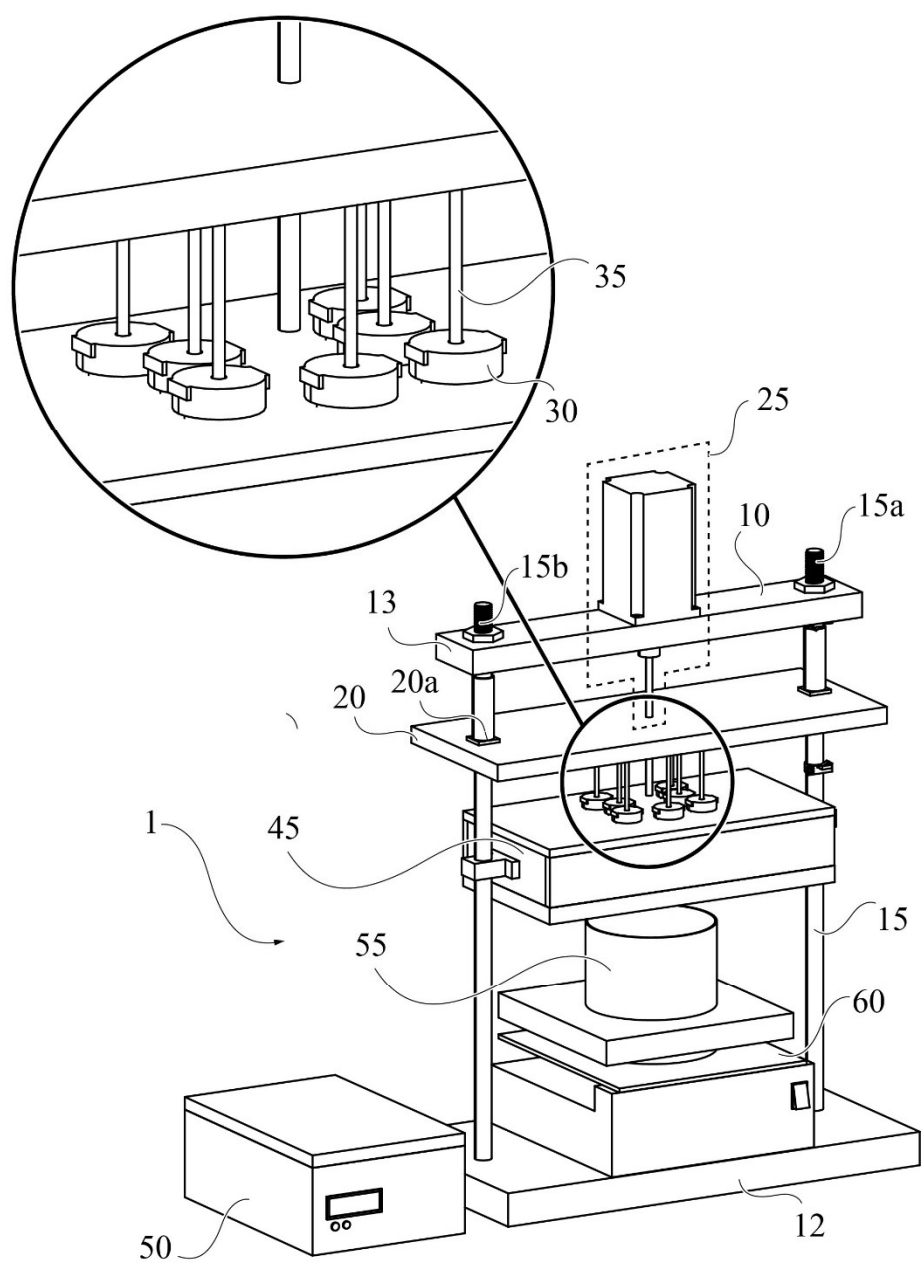


FIG. 1

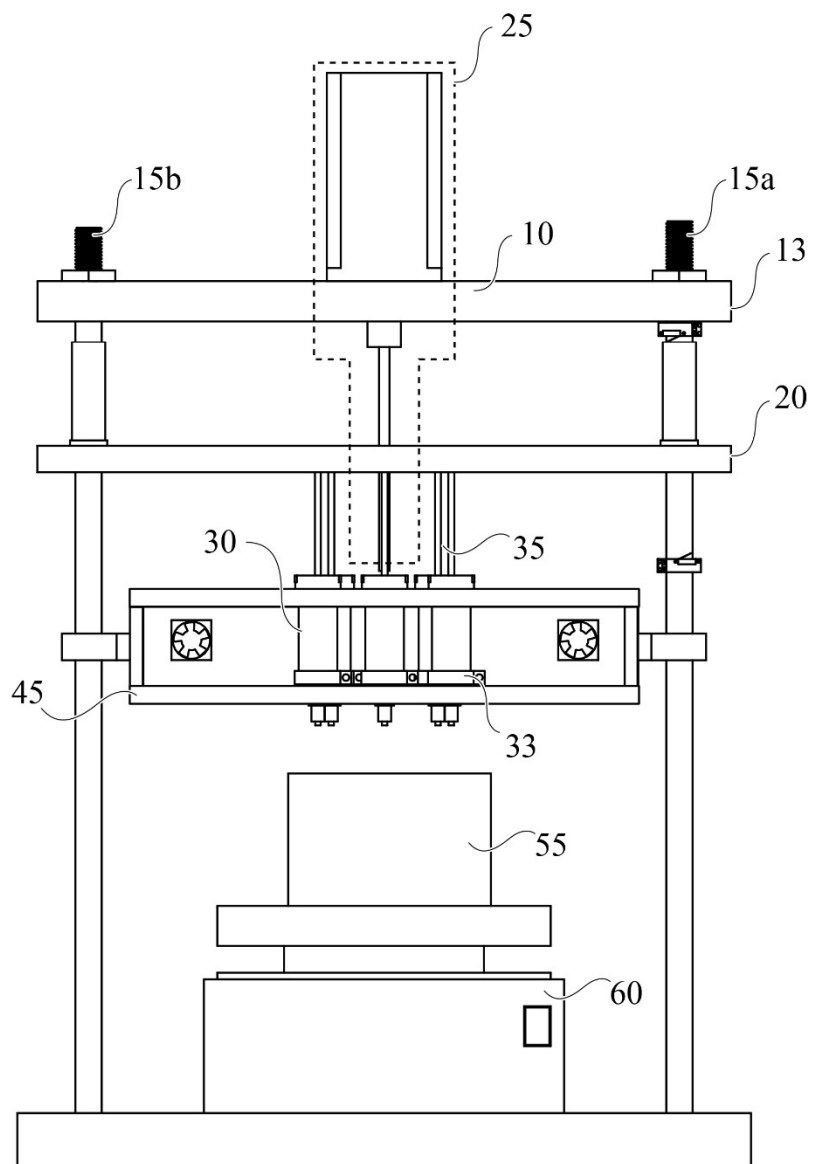


FIG. 2

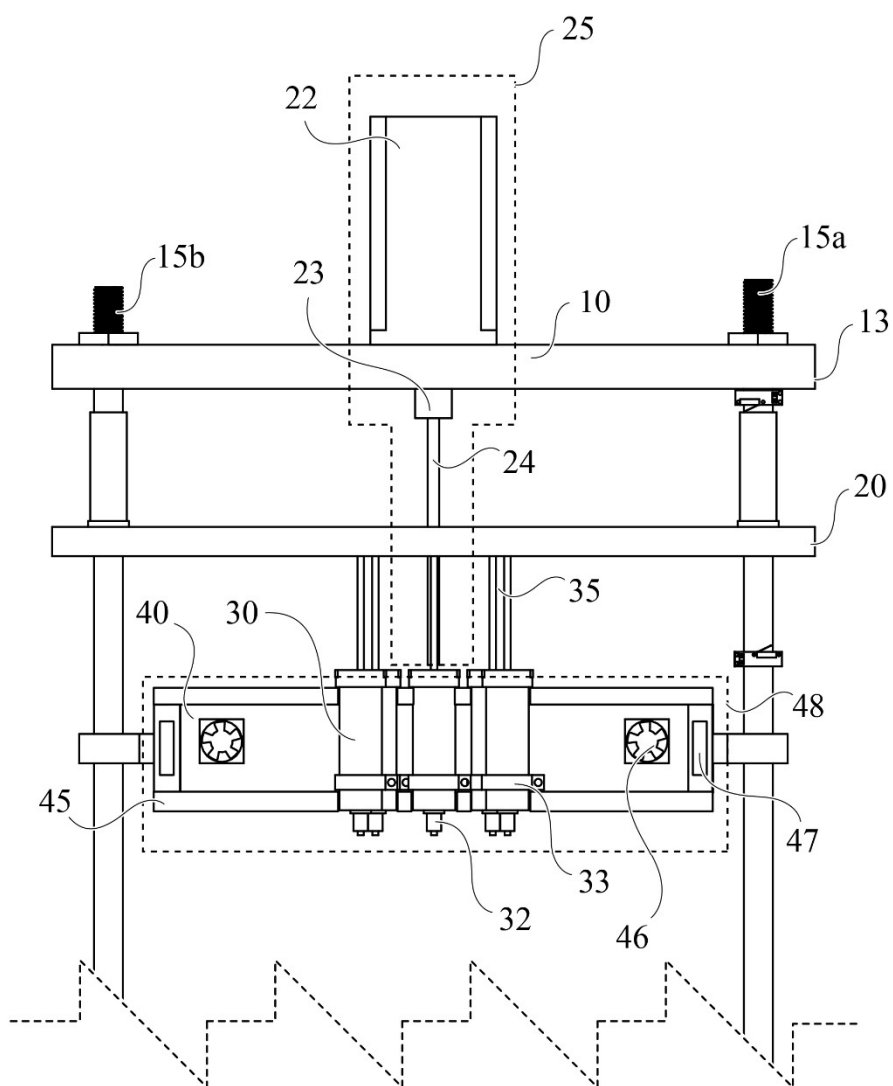


FIG. 3

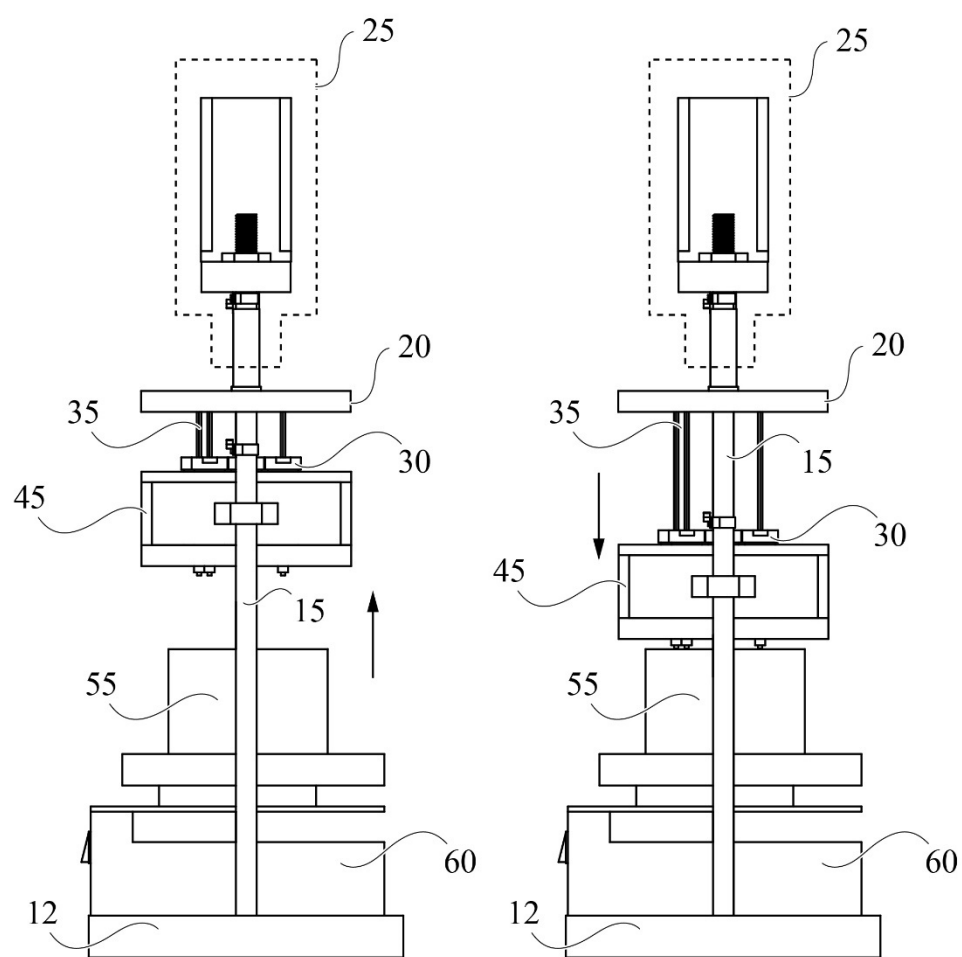


FIG. 4

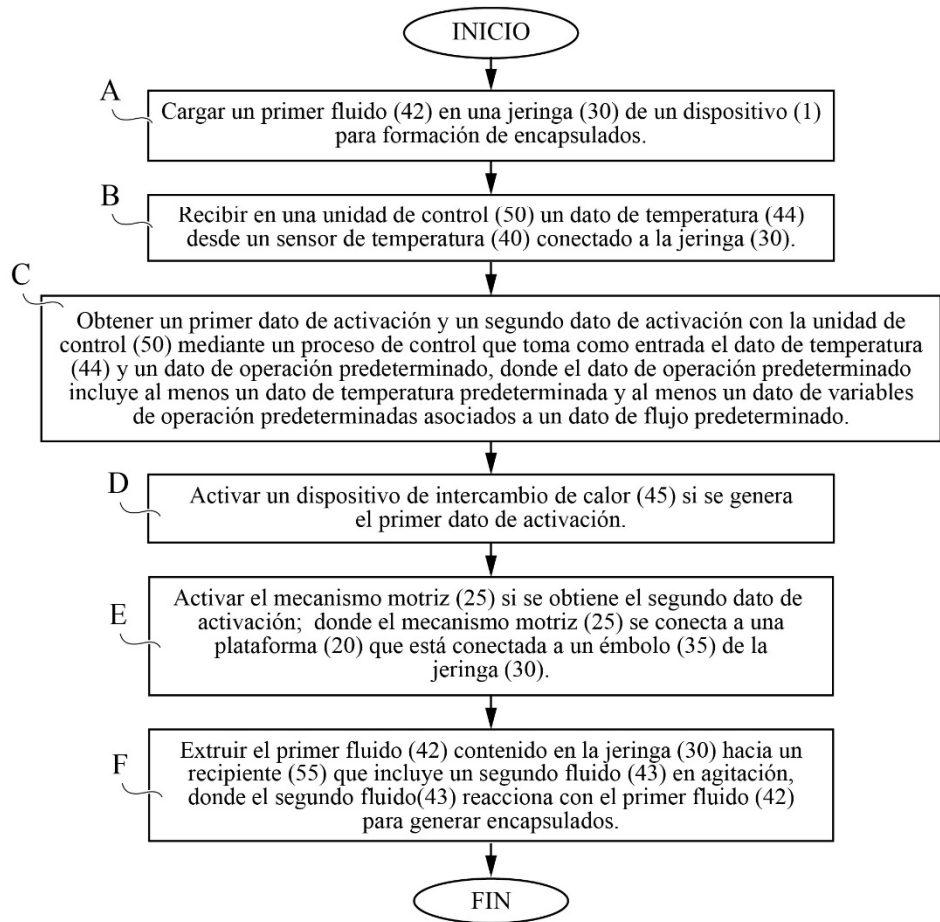


FIG. 5