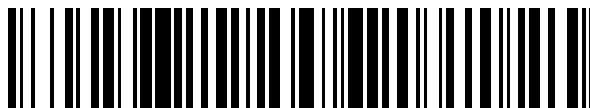


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 882**

21 Número de solicitud: 201830965

51 Int. Cl.:

D01D 5/098 (2006.01)

D01F 8/18 (2006.01)

B82Y 40/00 (2011.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

05.10.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.04.2020

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

25.06.2020

Fecha de concesión:

19.02.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

26.02.2021

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (100.0%)
Av. Gregorio Peces Barba, 1
28919 Leganés (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**DOMÍNGUEZ HERRERA, José Ernesto;
TENÓ DÍAZ, Jorge y
GONZÁLEZ BENITO, Francisco Javier**

54 Título: **Dispositivo para la obtención de fibras de diámetro nanométrico o micrométrico**

57 Resumen:

La invención describe un dispositivo (1) para la obtención de fibras de diámetro nanométrico o micrométrico que comprende fundamentalmente un conector (2) de corteza, un tubo (3) de inyección de material de corteza que se introduce a presión en el conector (2) de corteza, y un soporte principal (4) al que se acopla el tubo (3) de inyección de material de corteza, de modo que mediante la inyección simultánea de un material de corteza a través de un orificio transversal pasante (22) del conector (2) de corteza y de un gas a presión a través de un conducto (42) de alimentación de gas del soporte principal (4) se generan fibras monocomponente de tamaño micrométrico o nanométrico. En una realización particularmente preferida, el dispositivo (1) comprende además un conector (5) y un tubo (6) adicionales que permiten la generación de fibras multi-componente según diferentes estructuras.

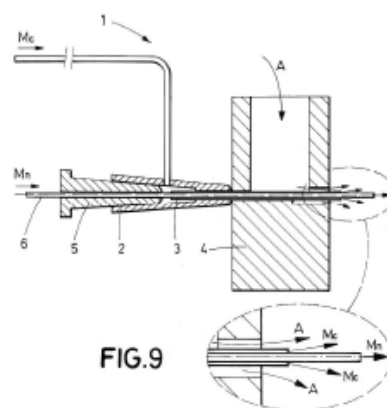


FIG.9

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 752 882 B2

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la obtención de fibras de diámetro nanométrico o micrométrico

5 OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es un nuevo dispositivo diseñado para la fabricación de fibras de escala micrométrica o nanométrica. Además, una realización particularmente preferida de la invención permite elegir entre fibras mono o multi-componente con diversa
10 estructuración.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Una fibra es un elemento natural o artificial que es significativamente más largo que ancho.
15 Las fibras han existido desde siempre en la naturaleza, por ejemplo, en la textura en algunos minerales, raíces pequeñas en plantas, alimentos de naturaleza fibrosa, pelo en animales, madera fibrosa, etc. Las fibras tienen funciones específicas en cada situación otorgadas por sus propiedades intrínsecas, su morfología y dimensiones.

20 Actualmente existen diversos equipos y métodos para la obtención de fibras no tejidas. Entre ellos cabe destacar los denominados "melt spinning" (descrito en la patente estadounidense US8277711B2), "air blowing" (descrito en la patente estadounidense US3319354A), "forcespinning" (descrito en la solicitud de patente estadounidense US20160168756A1) y "electrospinning" (descrito en la patente estadounidense
25 US6641773B2). En particular, el "electrospinning" se ha estudiado mucho, realizándose muchas modificaciones con objeto de obtener cada vez mejores o incluso diferentes resultados. Sin embargo, aunque la homogeneidad en términos morfológicos de las fibras empeladas es alta, la utilización de altos voltajes para la producción de los materiales así como la obtención de poco material por unidad de tiempo implica que el electrospinning
30 tenga alto consumo de energía siendo difícil implementar el proceso a escala industrial, limitando por tanto su uso a estudios con objetivos fundamentalmente científicos que se realicen en centros de investigación que cuenten con los recursos necesarios para tales fines. Es necesario destacar que los estudios realizados en el caso del electrospinning han permitido grandes avances en términos de preparación de las mezclas iniciales precursoras
35 del material final, es decir, composición y condiciones de preparación de disoluciones.

No obstante, las limitaciones indicadas anteriormente provocaron la aparición de otros métodos como el conocido con el nombre de “solution blow spinning”. En el método de preparación de fibras denominado “solution blow spinning” (SBS, Solution Blow Spinning), se utiliza un inyector consistente en una jeringa que suministra la disolución polimérica a una boquilla con una entrada para la disolución y otra para un gas presurizado controlado por una válvula de presión. La boquilla es concéntrica y consta de dos líneas, una central, por la que fluye la disolución polimérica y otra concéntrica a la anterior por donde se hace pasar el gas presurizado. El empuje ejercido por el gas a presión dispersa la disolución de tal manera que, durante su tiempo de vuelo, a través de un mecanismo complejo en el que el proceso de evaporación del disolvente juega un papel principal, se forman filamentos de base polimérica. Desde que sale de la boquilla hasta que se recoge en un colector giratorio, el material viaja una longitud que se denomina distancia de trabajo. Este método se describe en la publicación de L.H.C.M. E.S. Medeiros, G.M. Glenn, A.P. Klamczynski, W.J. Orts, “*Solution blow spinning: a new method to produce micro- and nanofibers from polymer solutions*”, J. Appl. Sci. 113 (2009) 2322–2330. doi:10.1002/app.30275; o la patente de E.S. Medeiros, G.M. Glenn, A.P. Klamczynski, W.J. Orts, L.H.C. Mattoso, “*Solution Blow Spinning*”, US 8,641,960 B1, 2014.

La boquilla es uno de los elementos más importantes del método SBS. Se basa en el principio del cono de Taylor para crear un menisco esférico en el extremo del tubo interno, del cual se emite un filamento líquido que se acelera por acción del gas presurizado. Inmediatamente a la salida de la boquilla el disolvente se evapora a lo largo del tiempo de vuelo del material o la distancia de trabajo impactando el material sobre el colector donde finalmente se almacena o recoge. Esto se describe en la publicación de A. L. Yarin, S. Koombhongse, y D. H. Reneker, “*Taylor cone and jetting from liquid droplets in electrospinning of nanofibers*,” J. Appl. Phys., vol. 90, no. 9, pp. 4836–4846, 2001; o en la publicación de J. E. Oliveira, L. H. C. Mattoso, W. J. Orts, y E. S. Medeiros, “*Structural and morphological characterization of micro and nanofibers produced by electrospinning and solution blow spinning: A comparative study*,” Adv. Mater. Sci. Eng., vol. 2013, Article ID 409572.

El SBS se ha utilizado ampliamente abarcando la preparación de diversos polímeros utilizando diferentes disolventes. Hasta el momento, la mayoría de los estudios se han centrado en el cambio de las condiciones de proceso y preparación de la disolución. Por ejemplo, se ha intentado controlar la morfología final de los materiales preparados según la concentración de la disolución, viscosidad y masa molecular del polímero a disolver,

parámetros que están íntimamente relacionados entre sí. En relación a las condiciones de proceso se han considerado entre otras, la distancia de trabajo, la velocidad de inyección, la presión del gas propelente y la distancia de trabajo. Sin embargo, los parámetros de sistema como el diámetro de la boquilla, su geometría y la geometría del colector son factores que no se han tenido muy en cuenta hasta la fecha pues, generalmente, variar estos parámetros implicaría modificar el propio equipo dificultando los estudios entre otras cosas por el incremento de tiempo de trabajo y coste asociado.

La producción de fibras no sólo se ha realizado de manera simple con un determinado polímero. También se han realizado estudios para producir materiales compuestos y en forma de fibras del tipo corteza-núcleo intentando mejorar las propiedades intrínsecas de las propias fibras buscando además otro tipo de funciones. En su mayoría este tipo de fibras se han producido por electrospinning utilizando una boquilla coaxial. En estudios muy contados algo se ha intentado mediante solution blow spinning, sin embargo, a pesar de haber obtenido fibras con diferentes estructuraciones, por ejemplo del tipo “core-shell”, “side and side” o “islands in the sea” en todos los casos los parámetros asociados al sistema o las condiciones de procesado son extremadamente difíciles de controlar.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a un dispositivo basado en el método de “solution blow spinning” que mejora los equipos actuales capaces de producir fibras de diámetros que van desde pocos micrómetros hasta decenas de nanómetros. Este dispositivo no sólo sería capaz de producir fibras convencionales de polímeros sino también de nanocompuestos a partir de suspensiones con diferentes tipos de nanopartículas, pudiendo estar o no estructuradas en forma de sistemas concéntricos en el que la parte interna estaría formada por un polímero o mezcla y la parte externa por otro u otra mezcla de polímeros; en todos los casos pudiéndose añadir además diferentes tipos de partículas. El nuevo sistema permite controlar de manera sencilla los parámetros y condiciones de procesado u obtención de fibras.

A lo largo de este documento, los términos “delantero”, “trasero” y similares están referidos a la dirección principal de inyección del material de corteza o de núcleo a lo largo del dispositivo. Así, la porción delantera de un elemento será aquella porción más cercana al extremo de dichos conductos por el que se descargan los respectivos materiales de corteza o núcleo, mientras que la porción trasera del elemento será aquella porción más cercana al

extremo de los conductos por el que se introducen los respectivos materiales de corteza o núcleo.

Por otra parte, el tamaño de los diferentes elementos que constituyen el dispositivo de la invención, como por ejemplo la longitud o el diámetro de los diferentes tubos y conductos, es similar al utilizado habitualmente en dispositivos convencionales de formación de fibras micrométricas o nanométricas. Puede encontrarse información acerca de dichos tamaños en varios de los documentos de la técnica anterior mencionados en este documento.

La presente invención está dirigida a un dispositivo para la obtención de fibras de diámetro nanométrico o micrométrico que, en su versión más sencilla, comprende fundamentalmente un conector de corteza, un tubo de inyección de material de corteza, y un soporte principal. A continuación, se describe cada uno de estos elementos con mayor detalle.

a) Conector de corteza

El conector de corteza es una pieza que comprende un orificio longitudinal pasante y un orificio transversal pasante que comunica el orificio longitudinal pasante con el exterior de dicho conector de corteza para la alimentación de un material de corteza.

El orificio longitudinal pasante está diseñado para permitir la introducción a presión del tubo de inyección de material de corteza, por lo que tiene al menos una porción delantera cilíndrica cuyo diámetro es esencialmente igual al diámetro del tubo de inyección de material de corteza. Esto se describe con mayor detalle más adelante en este documento.

La superficie exterior del conector de corteza puede en principio tener cualquier forma, aunque preferentemente adopta una configuración esencialmente cónica. En cuanto al material del que está fabricado, el conector de corteza puede estar hecho de cualquier material metálico o plástico siempre que tenga una resistencia mecánica suficiente y que soporte el contacto con los disolventes normalmente empleados en el proceso.

b) Tubo de inyección de material de corteza

El tubo de inyección de material de corteza está configurado para ser introducido a

presión a través de la mencionada porción delantera cilíndrica del orificio longitudinal pasante del conector de corteza. Para ello, el diámetro exterior del tubo de inyección de material de corteza y el diámetro interior de la porción delantera cilíndrica del orificio longitudinal pasante del conector de corteza son esencialmente iguales. De ese modo, una porción delantera de dicho tubo de inyección de material de corteza sobresale por un extremo delantero de dicho conector de corteza.

Esta configuración en la que el tubo de inyección de material de corteza se introduce a presión a través de la porción delantera cilíndrica del orificio longitudinal pasante del conector de corteza es ventajosa porque permite desplazar longitudinalmente hacia adelante o atrás el tubo de inyección de material de corteza, de modo que es posible seleccionar la longitud que dicho tubo de inyección de material de corteza sobresale del extremo delantero del conector de corteza. Esto tiene su importancia a la hora de configurar el dispositivo de inyección de fibras en su conjunto, donde la longitud que sobresale el tubo de inyección de corteza con relación a los conductos de inyección de gas o de otro material de núcleo tiene un impacto en el modo en que se forman las fibras. Por tanto, poder desplazar longitudinalmente el tubo de inyección de corteza hacia adelante o hacia atrás dota al dispositivo de la invención de una mayor versatilidad en cuanto a las características de las fibras creadas.

Por otra parte nótese que, aunque en este documento el tubo de inyección de material de corteza se describe generalmente como un elemento separado del conector de corteza, sería posible concebir un conector de corteza dotado de un tubo de inyección de material de corteza de manera que ambos formen una única pieza. El funcionamiento del dispositivo sería el mismo, con la salvedad de que se perdería la versatilidad en cuanto a la longitud que sobresale el tubo de inyección de corteza más allá del extremo delantero del conector de corteza.

c) Soporte principal

El soporte principal comprende un orificio pasante que tiene una porción delantera cilíndrica y una porción trasera cilíndrica coaxial con la porción delantera cilíndrica, siendo el diámetro de la porción delantera cilíndrica mayor que el diámetro de la porción trasera cilíndrica. Además, la porción trasera cilíndrica del orificio pasante está configurada para recibir a presión la porción delantera del tubo de inyección de material de corteza que sobresale por el extremo delantero del conector de corteza.

Es decir, el diámetro interior de la porción trasera cilíndrica del orificio pasante del soporte principal y el diámetro exterior del tubo de corteza son esencialmente iguales, de modo que el tubo de corteza puede introducirse a presión a lo largo de dicho orificio pasante del soporte principal una distancia deseada y queda fijado en esa posición.

El soporte principal comprende también un conducto de alimentación de gas en comunicación con la porción delantera cilíndrica del orificio pasante. Normalmente, el conducto de alimentación de gas está orientado verticalmente a lo largo del soporte vertical y conecta con la porción delantera cilíndrica del orificio pasante. De ese modo, cuando se inyecta un gas a presión, como por ejemplo aire, helio, neón, o similar, por una boca de entrada del conducto de alimentación de gas, dicho gas atraviesa el conducto de alimentación de gas, pasa a la porción delantera cilíndrica del orificio pasante del soporte principal, y sale a través del extremo delantero de dicho orificio pasante.

Normalmente, el conducto de alimentación de gas comprende una boca de acoplamiento configurada para la fijación de una manguera de alimentación de gas.

De este modo, cuando el conector de corteza está fijado al soporte principal mediante la introducción a presión de la porción del tubo de inyección de material de corteza que sobresale del conector de corteza en la porción trasera cilíndrica del orificio pasante del soporte principal, el extremo delantero del tubo de inyección de material de corteza es coaxial con la porción delantera cilíndrica del orificio pasante del soporte principal. Esta configuración permite la obtención de fibras micrométricas o nanométricas a través de la inyección simultánea del material de corteza a través del orificio transversal pasante del conector de corteza y de un gas a presión a través del conducto de alimentación de gas del soporte principal.

El dispositivo de la invención puede además incluir un conector de núcleo y un tubo de inyección de material de núcleo. La adición de estos elementos permite al dispositivo la formación de fibras formadas por un material de núcleo rodeado exteriormente por un material de corteza. A continuación, se describe cada uno de dichos elementos con mayor detalle.

d) Conector de núcleo

El conector de núcleo es una pieza que comprende un orificio cilíndrico longitudinal pasante y que además está configurado para su fijación a una porción trasera del orificio longitudinal pasante del conector de corteza.

5

En principio, la fijación del conector de núcleo en el conector de corteza puede realizarse de cualquier modo conocido en la técnica siempre que la fijación sea suficientemente firme y además permita centrar el conector de núcleo de modo que el eje longitudinal de su orificio cilíndrico longitudinal pasante coincida esencialmente con el eje longitudinal del orificio longitudinal pasante del conector de corteza. Por ejemplo, pueden utilizarse uniones a través de rosca, adhesivos, medios de fijación adicionales tales como tornillos, etc.

10

Más concretamente, en una realización particularmente preferida de la invención, el conector de núcleo y la porción trasera del orificio longitudinal pasante del conector de corteza tienen forma cónica, de modo que una porción delantera del conector de núcleo encaja en dicha porción trasera del orificio longitudinal pasante del conector de corteza.

15

20

e) Tubo de inyección de material de núcleo

El tubo de inyección de material de núcleo tiene un diámetro menor que el diámetro del tubo de inyección de material de corteza, y está configurado para ser introducido a presión a través del orificio longitudinal pasante del conector de núcleo. Para ello, el diámetro exterior del tubo de inyección de material de corteza y el diámetro interior de la porción delantera cilíndrica del orificio longitudinal pasante del conector de corteza son esencialmente iguales. De ese modo, una porción delantera de dicho tubo de inyección de material de núcleo sobresale por un extremo delantero de dicho conector de núcleo.

25

30

Esta configuración en la que el tubo de inyección de material de núcleo se introduce a presión a través del orificio cilíndrico longitudinal pasante del conector de núcleo es ventajosa porque permite desplazar longitudinalmente hacia adelante o atrás el tubo de inyección de material de núcleo, de modo que es posible seleccionar la longitud que dicho tubo de inyección de material de núcleo sobresale del extremo delantero del conector de núcleo. Esto tiene su importancia a la hora de configurar el

35

dispositivo de inyección de fibras en su conjunto, donde la longitud que sobresale el tubo de inyección de núcleo con relación a los conductos de inyección de gas o de otro material de corteza tiene un impacto en el modo en que se forman las fibras. Por tanto, poder desplazar longitudinalmente el tubo de inyección de núcleo hacia adelante o hacia atrás dota al dispositivo de la invención de una mayor versatilidad en cuanto a las características de las fibras creadas.

Por otra parte nótese que, aunque en este documento el tubo de inyección de material de núcleo se describe generalmente como un elemento separado del conector de núcleo, sería posible concebir un conector de núcleo dotado de un tubo de inyección de material núcleo de manera que ambos formen una única pieza. El funcionamiento del dispositivo sería el mismo, con la salvedad de que se perdería la versatilidad en cuanto a la longitud que sobresale el tubo de inyección de material de núcleo más allá del extremo delantero del conector de núcleo.

De ese modo, cuando el conector de núcleo está fijado a la porción trasera del orificio longitudinal pasante del conector de corteza, el tubo de inyección de material de núcleo es coaxial con el tubo de inyección material de corteza y, cuando además el conector de corteza está fijado al soporte principal mediante la introducción a presión de la porción del tubo de inyección de material de corteza que sobresale del conector de corteza en la porción trasera cilíndrica del orificio pasante del soporte principal, el tubo de inyección de material de núcleo es coaxial también con la porción delantera cilíndrica del orificio pasante del soporte principal. Gracias a esta configuración, se obtienen fibras coaxiales multi-componente a través de la inyección simultánea del material de corteza a través del orificio transversal pasante del conector de corteza, del material de núcleo a través de un extremo trasero del tubo de inyección de material de núcleo, y de un gas a presión a través del conducto de alimentación de gas del soporte principal.

Naturalmente, un sistema completo para la creación de fibras micrométricas o nanométricas incluye una serie de elementos adicionales al dispositivo descrito, aunque éstos no forman parte de la presente invención. Concretamente, el sistema completo comprende un compresor dotado de manómetro para proporcionar el gas comprimido mediante una manguera que se conecta a través de un elemento de conexión adecuado, a la boca del conducto de alimentación de gas. El sistema comprende además uno o dos inyectores de el/los material/es que conformará/n las fibras, según sean éstas simples o compuestas, que se conectan a uno o ambos extremos traseros de los tubos de inyección de corteza y

núcleo. El sistema incluye también un colector situado frente a los orificios delanteros de los tubos y del orificio pasante del soporte principal que recibe las fibras proyectadas por el dispositivo de la presente invención.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Fig. 1 muestra una vista en sección longitudinal de un ejemplo de conector de corteza de acuerdo con la presente invención.

10 La Fig. 2 muestra una vista en sección longitudinal de un ejemplo de tubo de inyección de material de corteza de acuerdo con la presente invención.

Las Figs. 3a y 3b muestran el tubo de inyección de material de corteza fijado al conector de corteza en dos posiciones diferentes.

15

Las Figs. 4a y 4b muestran sendas vistas de un ejemplo de soporte principal de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 5 muestra un ejemplo de dispositivo según la presente invención montado según una primera configuración para la creación de fibras simples.

20

La Fig. 6 muestra una vista en sección longitudinal de un ejemplo de tubo de inyección de material de núcleo de acuerdo con la presente invención.

25 La Fig. 7 muestra una vista en sección longitudinal de un ejemplo de tubo de inyección de material de núcleo de acuerdo con la presente invención.

Las Figs. 8a y 8b muestran el tubo de inyección de material de corteza fijado al conector de corteza en dos posiciones diferentes.

30

La Fig. 9. muestra un ejemplo de dispositivo según la presente invención montado según una segunda configuración para la creación de fibras compuestas formadas por núcleo y corteza.

35 La Fig. 10 muestra un detalle en sección transversal del extremo de descarga de la segunda configuración de dispositivo de la presente invención.

La Fig. 11 muestra un detalle en sección longitudinal en perspectiva del orificio del soporte principal y los tubos de inyección de núcleo y corteza.

- 5 La Fig. 12 muestra una vista general de un sistema de generación de fibras nanométricas o micrométricas que incluye un dispositivo de acuerdo con la presente invención.

Las Figs. 13a-13c muestran imágenes ópticas ampliadas de ejemplos de fibras compuestas por núcleo y corteza formadas con la segunda configuración del dispositivo de la invención.

10

Las Figs. 14a-14c muestran imágenes ópticas ampliadas que permiten apreciar la estructura de corteza y núcleo de fibras creadas con la segunda configuración del dispositivo de la invención.

- 15 La Fig. 15 muestra una imagen mediante microscopio STEM de otro ejemplo de fibra creada mediante la segunda configuración del dispositivo de la invención formada por corteza y núcleo.

- 20 Las Figs. 16a-16c muestran sendas vistas macroscópicas de fibras creadas mediante la segunda configuración del dispositivo de la invención utilizando diferentes presiones de gas.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Se describe a continuación la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

- 25 Las configuraciones descritas en las figuras constituyen únicamente ejemplos, de modo sería posible implementar el dispositivo de la invención utilizando elementos equivalentes a los aquí descritos.

- 30 La Fig. 1 muestra una sección longitudinal del conector (2) de corteza. En este ejemplo, el conector (2) de corteza tiene una forma exterior cónica y está dotado de un orificio longitudinal pasante (21) que tiene dos porciones coaxiales claramente diferenciadas: una porción trasera (21a) que tiene forma cónica; y una porción delantera (21b) que tiene forma cilíndrica. Como se describirá con detalle más adelante, la forma cónica de la porción trasera (21a) del orificio longitudinal pasante (21) está diseñada para el acoplamiento a
35 presión del conector (5) de núcleo, mientras que la forma cilíndrica de la porción delantera (21b) del orificio longitudinal pasante (21) está diseñada para el acoplamiento a presión del

tubo (3) de inyección de material de corteza. El conector (2) de corteza dispone también de un orificio transversal pasante (22) que atraviesa el tabique que separa el interior del orificio longitudinal pasante (21) del exterior.

- 5 La Fig. 2 muestra el tubo (3) de inyección de material de corteza. Se trata de un tubo cilíndrico recto que tiene un determinado diámetro evidentemente dentro de un rango micrométrico o nanométrico habitual en el campo de la inyección de fibras. Por ejemplo, el diámetro del tubo (3) de inyección de corteza puede estar dentro de un rango aproximado de 0,04 mm hasta 1,5 mm.

10

Las Figs. 3a y 3b muestran sendos ejemplos donde estos dos elementos, conector (2) de corteza y tubo (3) de inyección de corteza, están ya acoplados entre sí. Para ello, únicamente es necesario insertar el tubo (3) de inyección de material de corteza en la porción delantera cilíndrica (21b) del orificio longitudinal pasante (21) del conector (2) de
 15 corteza. Para ello, el diámetro de dicha porción delantera cilíndrica (21b) coincide esencialmente con el diámetro del tubo (3) de inyección de corteza. De ese modo, aplicando una fuerza en sentido longitudinal sobre el tubo (3) de inyección de corteza, éste desliza hacia el interior de dicha porción delantera cilíndrica (21) del orificio longitudinal pasante (21). El tubo (3) de inyección de corteza queda así firmemente fijado al conector (2) de
 20 corteza.

20

Gracias a esta configuración, el usuario puede modificar la longitud según la cual el tubo (3) de inyección sobresale más allá del extremo delantero del conector (2) de corteza. Como se verá más adelante, esto es importante para modificar las características de las fibras
 25 creadas. A este respecto, nótese que la longitud de desplazamiento longitudinal del tubo (3) de inyección de corteza con relación al conector (2) de corteza está limitada por debido a que el extremo trasero del tubo (3) de inyección de corteza no debe sobresalir por el extremo trasero del conector (2) de corteza, o más preferentemente no debe llegar hasta un punto que esté mucho más atrasado que el orificio transversal pasante (22), ya que ello
 30 podría dificultar el flujo del material de corteza durante el uso del dispositivo (1).

30

Las Figs. 4a y 4b muestran un ejemplo de soporte (4) principal que tiene forma esencialmente de paralelepípedo atravesado por un orificio pasante (41) que, a su vez, presenta una porción delantera cilíndrica (41a) y una porción trasera cilíndrica (41b) coaxial
 35 con aquella. Además, la porción delantera cilíndrica (41a) tiene un diámetro mayor que la porción trasera cilíndrica (41b). Adicionalmente, al igual que la porción delantera cilíndrica

35

(21b) del conector (2) de corteza, la porción trasera cilíndrica (41b) del orificio (41) pasante tiene un diámetro esencialmente igual que el diámetro del tubo (3) de inyección de material de corteza. Ello permite acoplar a presión dicho tubo (3) de inyección de material de corteza al soporte (4) principal simplemente mediante la introducción de su extremo delantero en la porción trasera cilíndrica (41b) de dicho orificio pasante al aplicar una fuerza longitudinal sobre el mismo. El tubo (3) de inyección de material de corteza queda así fijado firmemente al soporte (4) principal.

El soporte (4) principal tiene además un conducto (42) de alimentación de gas que tiene forma cilíndrica cuya dirección es esencialmente perpendicular a la dirección del orificio pasante (41). Debido a ello, ambos se cortan en un punto intermedio del soporte (4) principal y el conducto (42) de alimentación de gas se comunica así con la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41) pasante. Esto permite que cualquier gas a presión suministrado a través del conducto (42) de alimentación de gas llegue a la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41) pasante y sea expulsado a través de su extremo delantero.

La Fig. 5 muestra una sección transversal del dispositivo (1) de la invención según una primera configuración diseñada para la formación de fibras simples.

El dispositivo (1) se forma mediante el acoplamiento del conector (2) de corteza, el tubo (3) de inyección de material de corteza, y el soporte (4) principal. Para ello, basta con insertar una porción delantera del tubo (3) de inyección de corteza a través de la porción trasera cilíndrica (41b) del orificio (41) pasante del soporte (4) principal. En este ejemplo, el tubo (3) se dispone en una posición en la que su extremo delantero está a ras con el extremo delantero de salida de la porción delantera cilíndrica (41a) de dicho orificio (41). Sin embargo, en función de las necesidades de cada aplicación, sería posible modificar esta distancia de modo que dicho extremo delantero del tubo (3) de inyección esté situado algo más hacia dentro o hacia fuera con relación a dicho extremo delantero de salida de la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41). Nótese que, en cualquier caso, el tubo (3) de inyección de material de corteza es coaxial con la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41).

Del mismo modo, la porción trasera del tubo (3) de inyección de corteza se introduce en la porción delantera cilíndrica (21b) del conector (2) de corteza, teniendo cuidado de que el extremo trasero del tubo (3) de inyección de corteza no quede fuera del orificio longitudinal pasante (21) de dicho conector (2) de corteza. Además, y aunque no se muestra de manera

explícita en este documento, en esta primera configuración del dispositivo (1) se entiende que sería necesario tapar el extremo trasero de la porción trasera cónica (21a) mediante algún tipo de obturador con el propósito de evitar pérdidas del material de corteza alimentado a través del orificio transversal pasante (22).

5

El funcionamiento de esta primera configuración del dispositivo (1) de la invención sería fundamentalmente el siguiente. A través de una línea de alimentación (500) que proviene de un primer inyector (300a), se introduce un material (M) de corteza a través del orificio transversal pasante (22). El material (M) de corteza entra en la porción trasera cónica (21a) del conector (2) de corteza, entra por el extremo trasero del tubo (3) de inyección de material de corteza y finalmente es expulsado a través del extremo delantero del tubo (3) de inyección de corteza. Al mismo tiempo, se aplica un gas a presión, normalmente aire, proveniente de un compresor (100) dotado de manómetro (200) al conducto (42) de alimentación por medio de una manguera conectada a la boca de dicho conducto (42). El aire (A) a presión atraviesa el conducto (42) de alimentación, entra en la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41) pasante del soporte (4) principal, y finalmente sale a presión a través de la porción con forma de anillo de dicha porción delantera cilíndrica (41a) que rodea al tubo (3) de inyección de material de corteza. Como es conocido, el aire (A) a presión encapsula el material (M) de corteza y facilita la formación de las fibras nanométricas o micrométricas. Tras un determinado tiempo de vuelo, las fibras son recogidas por un colector (400).

El material (M) de corteza puede ser cualquier material polimérico habitualmente utilizado en este campo, aunque también es posible utilizar otros tipos de materiales. Igualmente, el gas a presión puede incluir no sólo aire, sino también nitrógeno, helio, u otros.

En cuanto a materiales, tanto el conector (2) de corteza como el tubo (3) y el soporte (4) principal pueden estar hechos de un material metálico, plástico, u otros, siempre que dicho material soporte los disolventes normalmente utilizados en este tipo de procesos.

30

La Fig. 6 muestra un ejemplo de conector (5) de núcleo según la presente invención. Este conector tiene una forma exteriormente cónica que está diseñada para acoplarse a presión dentro de la porción trasera cónica (21a) del orificio longitudinal pasante (21) del conector (2) de corteza. De ese modo, no solo se realiza la conexión entre el conector (5) de núcleo y el conector (6) de corteza, sino que además dicha conexión se realiza de modo que ambos son coaxiales. El conector (5) de núcleo presenta además un orificio longitudinal cilíndrico

35

pasante (51) que lo atraviesa completamente, y que como se verá a continuación está diseñado para el acoplamiento del tubo (6) de inyección de material de núcleo.

La Fig. 6 muestra un ejemplo de tubo (6) de inyección de material de núcleo. El tubo (6) de inyección de material de núcleo tiene una forma cilíndrica con un diámetro menor que el diámetro del tubo (3) de inyección de material de corteza. Además, dicho diámetro coincide esencialmente con el diámetro interior del orificio longitudinal cilíndrico pasante (51) del conector (5) de núcleo, de modo que el tubo (6) de inyección de material de núcleo puede insertarse longitudinalmente a presión dentro de dicho orificio longitudinal cilíndrico pasante (51) del conector (5) de núcleo.

Las Figs. 8a y 8b muestran dos ejemplos de conjunto formado por ambos elementos interconectados de este modo. Como se puede apreciar, aplicando una fuerza suficiente es posible colocar el tubo (6) de inyección de material de núcleo en la posición más adecuada para cada caso en lo que respecta a la distancia que el tubo (6) sobresale por el extremo delantero del conector (5) de núcleo.

La Fig. 9 muestra el dispositivo (1) de la invención montado según una segunda configuración diseñada para la formación de fibras formadas por núcleo y corteza.

Partiendo de la configuración mostrada en la Fig. 5, únicamente es necesario acoplar el conjunto formado por el conector (5) de núcleo y el tubo (6) de inyección de material de núcleo mostrados en las Figs. 8a y 8b con el conector (2) de corteza. Para ello, se inserta una porción delantera de dicho conector (5) de núcleo en la porción trasera cónica (21a) del orificio longitudinal pasante (21) del conector (2) de corteza. Las formas cónicas del conector (5) de núcleo y de dicha porción trasera (21a) del orificio (21) están diseñadas para que, mediante la aplicación de una presión longitudinal suficiente, ambas queden fijadas entre sí. Además, esta unión también asegura la coaxialidad de ambos elementos. Evidentemente, la unión está diseñada además de modo que el conector (5) de núcleo no entra en el conector (2) de corteza una distancia tal que pueda obturar orificio transversal pasante (22) de dicho conector (2) de corteza.

Al realizar el acoplamiento anterior, el tubo (6) de inyección de núcleo entra coaxialmente dentro del tubo (3) de inyección de corteza. Seleccionando adecuadamente la posición del tubo (6) de inyección de núcleo con relación al conector (5) de núcleo, el extremo delantero de dicho tubo (6) de inyección de núcleo quedará a ras con el extremo delantero de salida

de la porción delantera cilíndrica (41a) de dicho orificio (41), o bien algo adelantado o retrasado con relación a éste.

Las Figs. 10 y 11 muestran el extremo delantero de la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41), del tubo (3) de inyección de corteza y del tubo (6) de inyección de núcleo, que en este ejemplo están todos a ras. Concretamente, la Fig. 10 muestra las dimensiones de un ejemplo particular de esta estructura, donde el tubo (5) de inyección de núcleo tiene un diámetro interior de 0,6000 mm, el tubo (3) de inyección de material de corteza tiene un diámetro interior de 1,4000 mm, y la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41) tiene un diámetro interior de 2,5000 mm. Dado que el espesor de ambos tubos (3, 5) es de 0,2000 mm, resulta que la anchura del canal anular por el que se inyecta el material (Mc) de corteza es de 0,4000 mm y la anchura del canal anular por el que se inyecta el aire (A) es de 1,1000 mm.

Así, con referencia a las Figs. 2 y 12, el funcionamiento de esta segunda configuración del dispositivo (1) de la invención es el siguiente. Se introduce el material (Mn) de núcleo proveniente de un segundo inyector (300b) a través del extremo trasero del tubo (6) de inyección de material de núcleo. Este material (Mn) de núcleo atraviesa dicho tubo (6) y es expulsado por su extremo delantero. Al mismo tiempo, se introduce el material (Mc) de corteza a través del orificio transversal pasante (22) proveniente de un primer inyector (300a). Este material (Mc) de corteza entra en el tubo (3) de inyección de material de corteza y lo atraviesa hasta ser expulsado por su extremo delantero. Y al mismo tiempo, se aplica un gas a presión, normalmente aire, proveniente de un compresor (100) dotado de manómetro (200) al conducto (42) de alimentación por medio de una manguera conectada a la boca de dicho conducto (42). El aire (A) a presión atraviesa el conducto (42) de alimentación, entra en la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41) pasante del soporte (4) principal, y finalmente sale a presión a través de la porción con forma de anillo de dicha porción delantera cilíndrica (41a) que rodea al tubo (3) de inyección de material de corteza y, también, al tubo (6) de inyección de material de núcleo coaxial con aquel. De ese modo, el material (Mn) de núcleo expulsado por el extremo del tubo (3) de inyección de material de núcleo queda en el centro, el material (Mc) de corteza expulsado por el extremo del tubo (6) de inyección de material de corteza rodea anularmente a dicho material (Mn) de núcleo, y el aire (A) expulsado por la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41) rodea a dicho material (Mc) de corteza. Esta estructura permite la creación de fibras formadas por núcleo y corteza que, tras un determinado tiempo de vuelo, son recogidas por un colector (400).

Las Figs. 13a-13c son imágenes ópticas fibras de poli(fluoruro de vinilideno), PVDF, con un 1% en peso de nanotubos de carbono de pared múltiple, MWCNT. Se utilizó un dispositivo (1) con la configuración simple de un solo tubo cuyo diámetro fue de: (A) 0,6 mm, (B) 0,8 mm y (C) 1,2 mm.

Las Figs. 14a y 14b muestran imágenes ópticas a suficientes aumentos como para observar la estructura corteza-núcleo de las fibras multicomponentes formadas por un dispositivo (1) según la invención utilizando polióxido de etileno como material (Mn) de núcleo y polisulfona como material (Mc) de corteza.

La Fig. 15 muestra una imagen de microscopía electrónica de transmisión por barrido, STEM, donde se ve con claridad la estructura de una de las fibras coaxiales de polióxido de etileno recubierto por polisulfona mostradas en las Figs. 14a y 14b.

Por último, las Figs. 16a-16c muestran una vista macroscópica de la formación de fibras no tejidas utilizando el dispositivo (1) de la invención cuando se aplican una presión de aire de a) 0,5 bar, b) 1 bar, y c) 2 bar.

REIVINDICACIONES

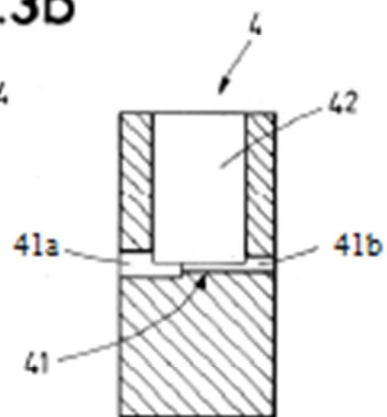
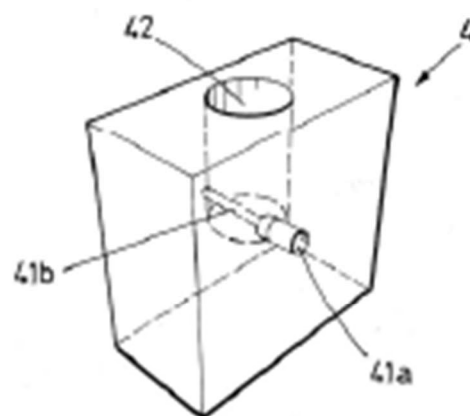
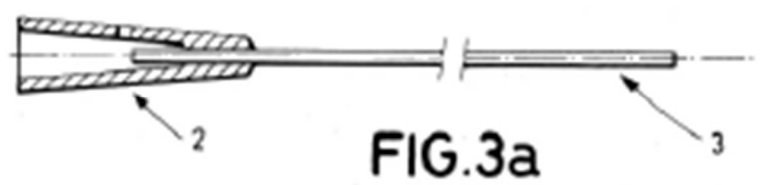
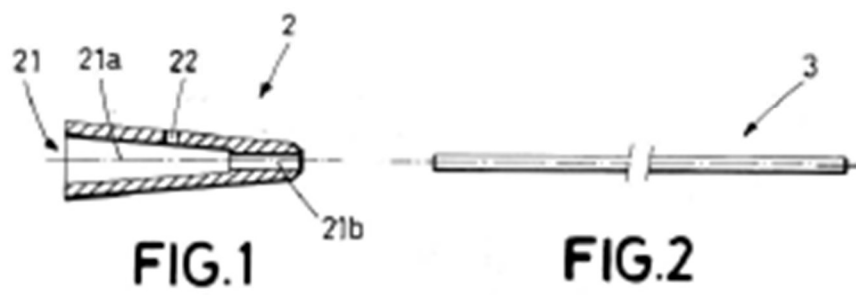
1. Dispositivo (1) para la obtención de fibras de diámetro nanométrico o micrométrico, caracterizado por que comprende:

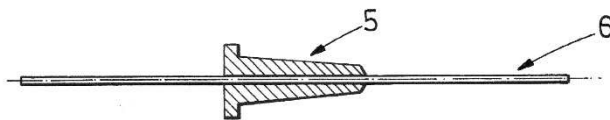
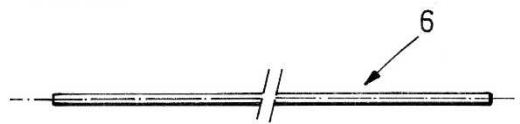
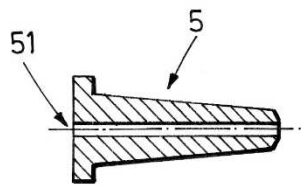
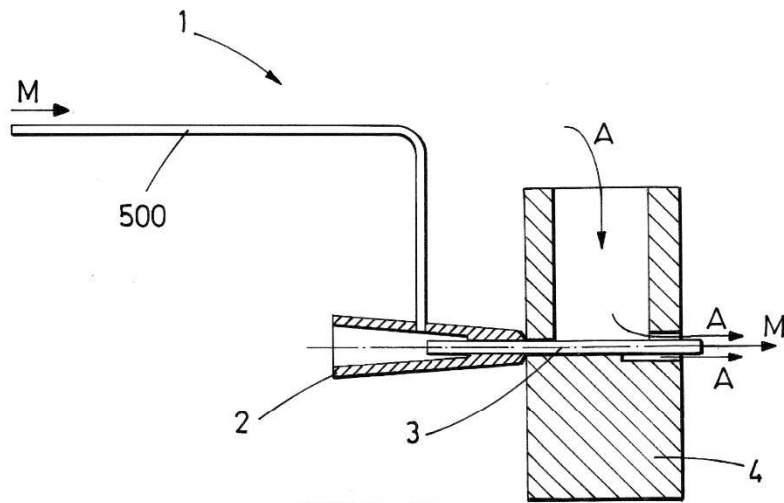
- 5 - un conector (2) de corteza que comprende un orificio longitudinal pasante (21) y un orificio transversal pasante (22), donde el orificio transversal pasante (22) comunica el orificio longitudinal pasante (21) con el exterior de dicho conector (2) de corteza para la alimentación de un material de corteza;
- un tubo (3) de inyección de material de corteza configurado para ser introducido a
10 presión a través de una porción delantera cilíndrica (21b) del orificio longitudinal pasante (21) del conector (2) de corteza de tal modo que una porción delantera de dicho tubo (3) de inyección de material de corteza sobresale longitudinalmente por un extremo delantero de dicho conector (2) de corteza; y
- un soporte principal (4) que comprende un orificio (41) pasante que tiene una
15 porción delantera cilíndrica (41a) y una porción trasera cilíndrica (41b) coaxial con la porción delantera cilíndrica (41a), donde el diámetro de la porción delantera (41a) cilíndrica es mayor que el diámetro de la porción trasera cilíndrica (41b), donde el soporte principal (4) comprende además un conducto (42) de alimentación de gas en comunicación con la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41) pasante, donde la porción trasera cilíndrica
20 (41b) del orificio (41) pasante está configurada para recibir a presión la porción delantera del tubo (3) de inyección de material de corteza que sobresale por el extremo delantero del conector (2) de corteza,
- de modo que, cuando el conector (2) de corteza está fijado al soporte principal (4) mediante la introducción a presión de la porción del tubo (3) de inyección de material de
25 corteza que sobresale del conector (2) de corteza en la porción trasera cilíndrica (41b) del orificio (41) pasante del soporte principal (4), el extremo delantero del tubo (3) de inyección de material de corteza es coaxial con la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio (41) pasante del soporte principal (4), permitiendo la obtención de fibras a través de la inyección simultánea del material de corteza a través del orificio transversal pasante (22) del conector
30 (2) de corteza y de un gas a presión a través del conducto (42) de alimentación de gas del soporte principal (4);
- un conector (5) de núcleo cónico que comprende un orificio cilíndrico longitudinal pasante (51), de modo que una porción delantera de dicho conector (5) de núcleo encaja en una porción trasera (21a) cónica del orificio longitudinal pasante (21) del conector (2) de
35 corteza; y
- un tubo (6) de inyección de material de núcleo que tiene un diámetro menor que el

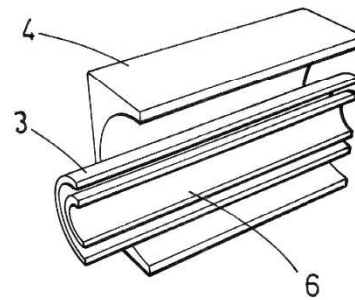
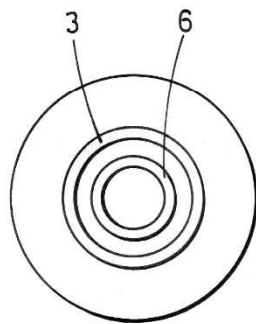
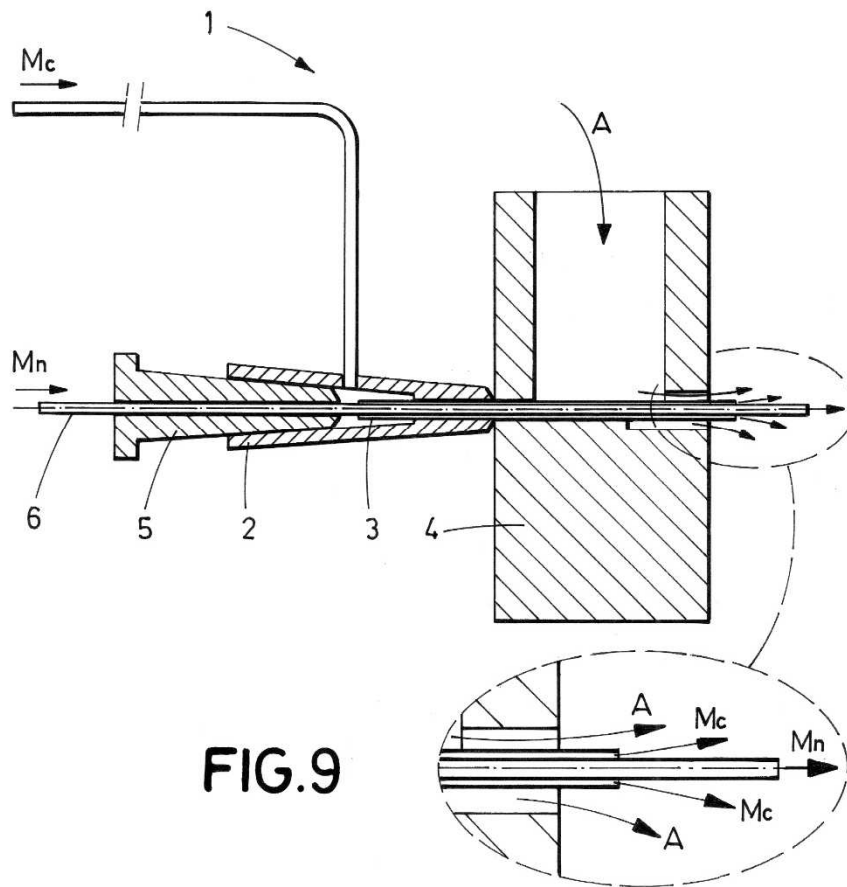
diámetro del tubo (3) de inyección de material de corteza, estando el tubo (6) de inyección de material de núcleo configurado para ser introducido a presión a través del orificio longitudinal pasante (51) del conector (5) de núcleo de tal modo que una porción delantera de dicho tubo (6) de inyección de material de núcleo sobresale longitudinalmente por un extremo delantero de dicho conector (5) de núcleo,

de modo que, cuando el conector (5) de núcleo está fijado a la porción trasera (21a) del orificio longitudinal pasante (21) del conector (2) de corteza, el tubo (6) de inyección de material de núcleo es coaxial con el tubo (3) de inyección material de corteza y, cuando además el conector (2) de corteza está fijado al soporte principal (4) mediante la introducción a presión de la porción del tubo (3) de inyección de material de corteza que sobresale del conector (2) de corteza en la porción trasera cilíndrica (41b) del orificio (41) pasante del soporte principal (4), el tubo (6) de inyección de material de núcleo es coaxial también con la porción delantera cilíndrica (41a) del orificio pasante (41) del soporte principal (4), permitiendo la obtención de fibras coaxiales multi-componente a través de la inyección simultánea del material de corteza a través del orificio transversal pasante (22) del conector (2) de corteza, del material de núcleo a través de un extremo trasero del tubo (6) de inyección de material de núcleo, y de un gas a presión a través del conducto (42) de alimentación de gas del soporte principal (4).

2. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el conducto (42) de alimentación de gas comprende una boca de acoplamiento configurada para la fijación de una manguera de alimentación de gas.







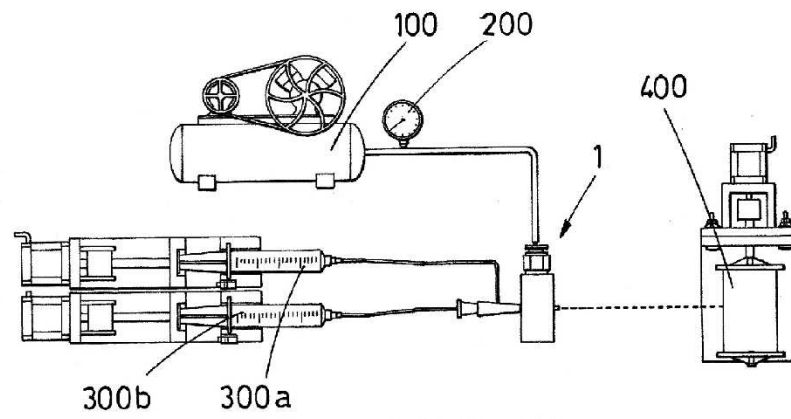


FIG.12

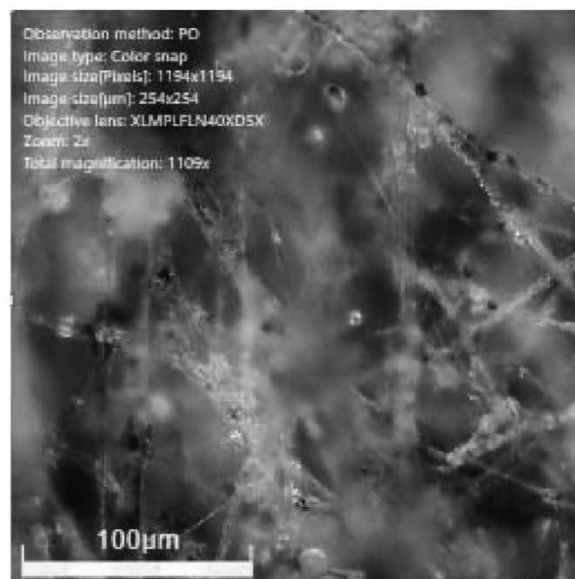


FIG.13a

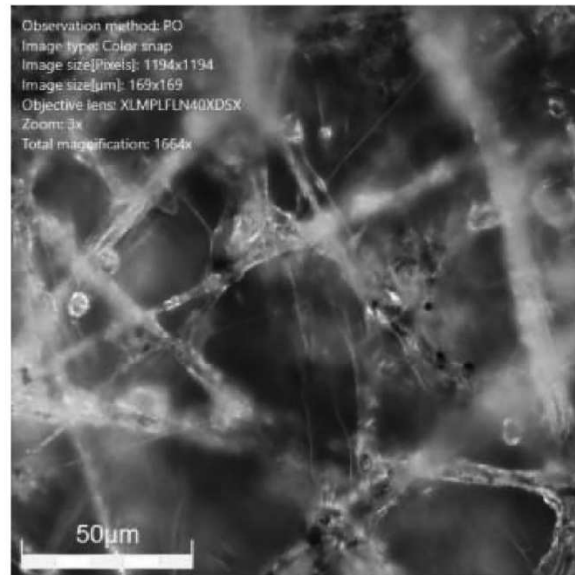


FIG.13b

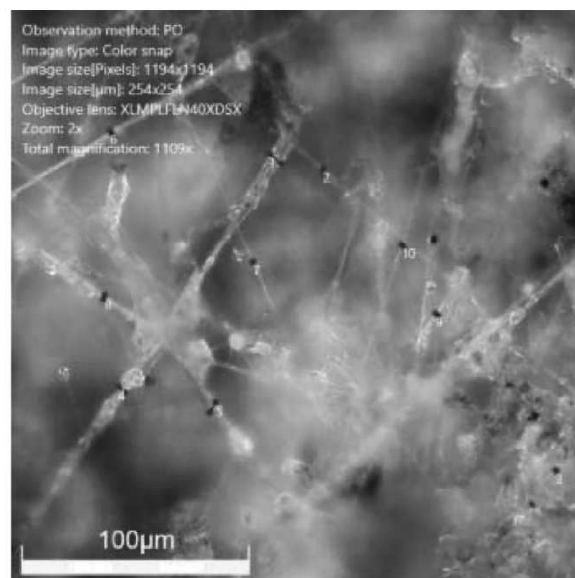


FIG.13c

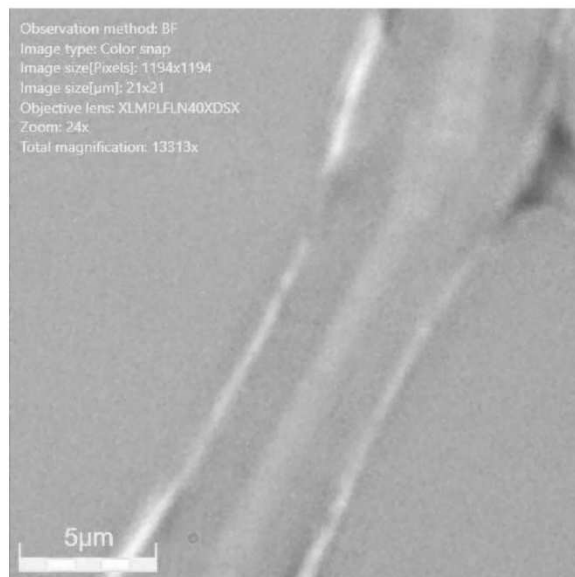


FIG.14a

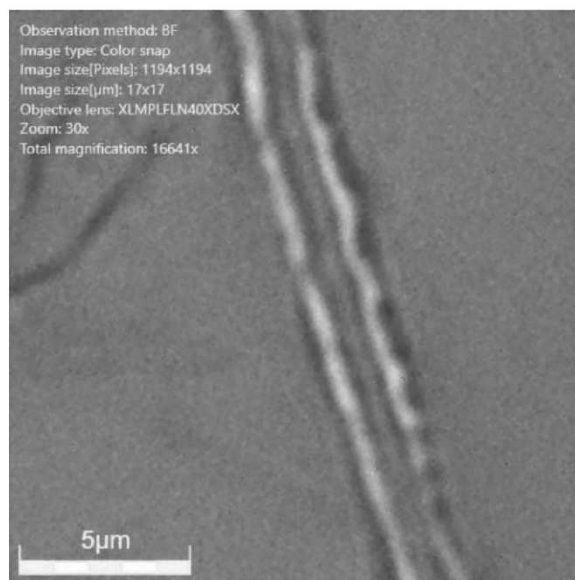


FIG.14b

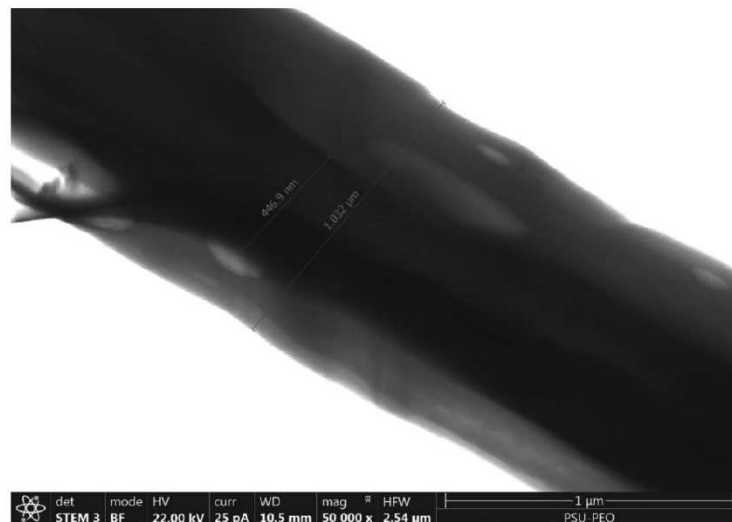


FIG.15

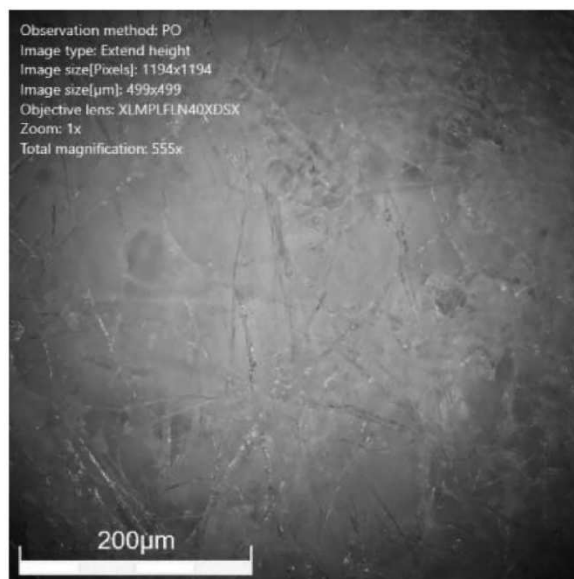


FIG.16a

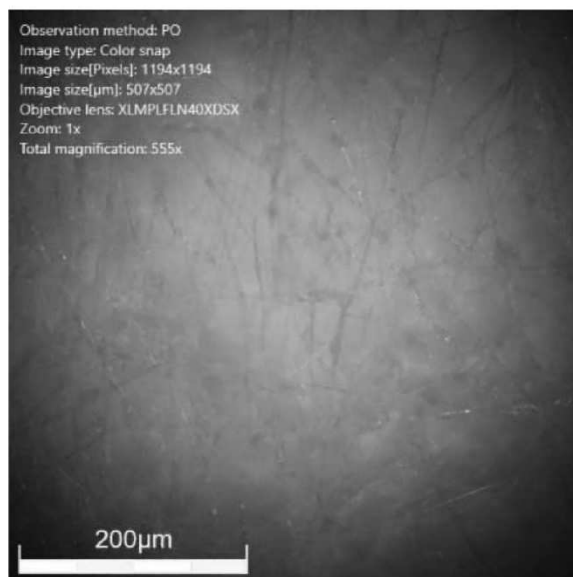


FIG.16b

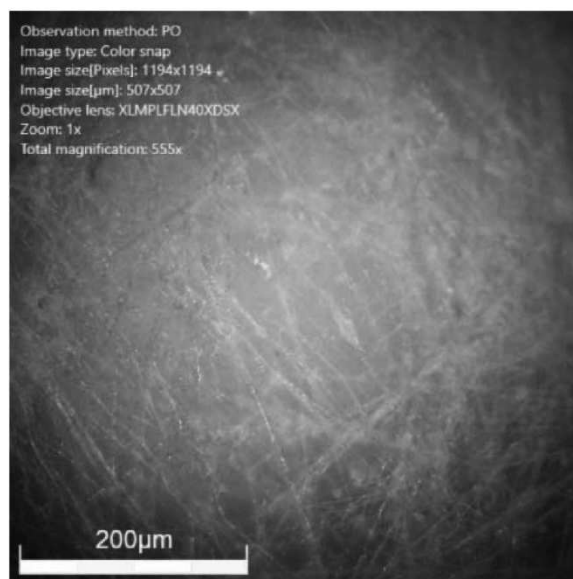


FIG.16c