

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 705 873**

(51) Int. Cl.:

G06T 7/00 (2007.01)

B65B 19/30 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2014 PCT/EP2014/052861**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2014 WO14125049**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2014 E 14706291 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2956907**

(54) Título: **Evaluación de la distribución de la porosidad dentro de una varilla porosa**

(30) Prioridad:

13.02.2013 EP 13155127

(73) Titular/es:

PHILIP MORRIS PRODUCTS S.A. (100.0%)
Quai Jeanrenaud 3
2000 Neuchâtel, CH

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

26.03.2019

(72) Inventor/es:

GINDRAT, PIERRE-YVES;
NORDLUND, KARL MARKUS y
KLIPFEL, YORICK

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 705 873 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Evaluación de la distribución de la porosidad dentro de una varilla porosa

- 5 La descripción se refiere a un método para evaluar los poros dentro de un artículo poroso. La descripción puede referirse en particular a un método para evaluar la distribución de la porosidad dentro del cuerpo de un artículo para fumar tal como un cigarrillo, o la distribución de la porosidad dentro de una varilla formada a partir de una lámina fruncida de material, tal como un filtro.
- 10 Los filtros para su uso en los artículos para fumar pueden formarse por ejemplo mediante un proceso de rizado de una lámina de material adecuado, y después fruncir el material para formar una varilla continua con poros a lo largo del eje longitudinal de la varilla de filtro. La varilla puede cortarse después en longitudes adecuadas para formar segmentos de varilla de filtro individuales. La naturaleza del proceso significa que un segmento de varilla de filtro puede tener una distribución de peso sustancialmente uniforme de material sobre la longitud de la varilla. Además, un conjunto de
- 15 segmentos de filtros producido por el método puede tener una distribución de peso muy estrecha si se cortan a la misma longitud. Incluso si la densidad y el grosor del material de lámina usado para formar las varillas del filtro es sustancialmente uniforme sobre el ancho de la lámina de manera que las variaciones son pequeñas en la porosidad total entre los filtros, la morfología del rizado y la lámina fruncida dentro del filtro pueden variar en gran medida, lo que resulta en grandes variaciones en la distribución de las fracciones del área de poros sobre la sección transversal del
- 20 filtro. La distribución de la sección transversal de las fracciones del área de poros de un artículo poroso, tal como un filtro rizado y fruncido, convenientemente puede denominarse como "distribución de la porosidad" o "distribución de la porosidad local". El ancho de la distribución de la porosidad puede representarse por la desviación estándar en una pluralidad de fracciones del área de poros. Por lo general, la distribución de la porosidad medida de conformidad con la presente invención será más representativa de todo el artículo poroso si los poros tienen el mismo tamaño y morfología a lo largo de la longitud del artículo poroso.
- 25 Tales variaciones en la distribución de la porosidad pueden influir en la eficacia del filtro en gran medida. Como un ejemplo, si el material de lámina se frunce en la varilla de manera que una porción de la sección transversal de la varilla prácticamente no tiene porosidad, y una porción diferente de la sección transversal de la varilla tiene casi 100% de porosidad, entonces el filtro puede que no funcione según lo previsto. Las propiedades tal como resistencia a la aspiración también pueden estar fuertemente influenciadas por la distribución de la porosidad local.
- 30 Algunos artículos para fumar, por ejemplo los artículos generadores de aerosol calentados, pueden comprender tapones de tabaco formados por el rizado y fruncido de una lámina de material de tabaco procesado en una varilla continua, y que corta la varilla en longitudes adecuadas para formar tapones de tabaco individuales. La estructura de un tapón de tabaco formada de esta manera puede ser similar a la estructura de un filtro producido por el rizado y fruncido una lámina de material de filtro adecuado. Es deseable que haya una baja variabilidad de las propiedades físicas de un tapón de tabaco a otro. Los tapones en un lote de tapones cada uno tiene peso preferentemente similar de manera que contienen cantidades similares de material de tabaco, y cada uno también debería tener la morfología interna similar. La morfología del tapón de tabaco puede ser importante para determinar qué tan bien funciona dentro de un artículo para fumar generador de aerosol calentado.
- 35 Los cigarrillos convencionales pueden formarse mediante la producción de una varilla continua de tabaco cortado envuelto en un papel de cigarrillo, y después se corta la varilla continua en longitudes adecuadas para formar barras de tabaco individuales o varillas de tabaco en forma de cigarrillos. Es típico para un filtro que se va a aplicar a un extremo de una varilla de tabaco para formar el producto final del cigarrillo. Al menos un extremo del cigarrillo es un extremo suelto, o un extremo abierto, y el tabaco cortado contenido dentro del cuerpo de la varilla puede caer fuera de la varilla en este extremo. Si un cigarrillo no se forma con la densidad correcta del tabaco cortado, el material puede ser más propenso a caer en el extremo abierto, y tal cigarrillo sería de baja calidad. Una forma de evaluar la cantidad de material que ha caído en el extremo del cigarrillo puede ser evaluar la distribución de la porosidad del cigarrillo en el extremo abierto.
- 40 Una metodología para determinar la uniformidad de la distribución de la porosidad dentro de un artículo poroso, tal como una varilla porosa, puede ser útil en la determinación y control cuantitativo de la calidad de los productos tal como filtros, tapones de tabaco, y cigarrillos.
- 45 Una metodología para determinar la uniformidad de la distribución de la porosidad dentro de un artículo poroso, tal como una varilla porosa, puede ser útil en la determinación y control cuantitativo de la calidad de los productos tal como filtros, tapones de tabaco, y cigarrillos.
- 50 La EP0518141 describe un método para determinar cuándo un cigarrillo en un conjunto es inadecuado, por ejemplo que está relleno incorrectamente, está roto o es corto. El método descrito mide la luminiscencia apagada de las caras de extremo de un conjunto de cigarrillos convencionales. La señal generada correspondiente a la cantidad de luz recibida por cada píxel de un sensor sensible a la luz (es decir, CCD) se mide y se ajusta en una escala grises de 0-255. La señal medida ajustada a escala de grises de cada píxel se traza y la desviación estándar de la luminiscencia medida del conjunto de cigarrillos se calcula para proporcionar un umbral para determinar si se rechaza o no el conjunto entero. La EP0518141 no determina la uniformidad de la distribución de la porosidad.
- 55 La DE19753333 describe un método para determinar si los lotes de cigarrillos están suficientemente llenos. La intensidad de la señal representativa de los extremos frontales de un lote de cigarrillos se mide mediante el uso de

- una cámara de CCD. El número de píxeles adyacentes por debajo de un determinado umbral se consideran como indicadores de áreas con cigarrillos inadecuadamente llenos. La DE19753333 no describe una forma de diferenciar entre los poros que se distribuyen de manera uniforme a lo largo de una varilla de tabaco y uno en el que todos los poros se han unido en un poro grande o un área grande de un cigarrillo inadecuadamente lleno.
- 5 La EP0747855 describe un método para mejorar una imagen digital. Se crean histogramas locales para mejorar el contraste local visual dentro de una subárea de una imagen de escenario natural. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.
- 10 En un aspecto, un método cuantitativo para evaluar la distribución de la porosidad dentro de un artículo poroso, tal como una varilla porosa, comprende las etapas de obtener una imagen digital de un área transversal del artículo, determinar la fracción del área de poros presente dentro de cada una de una pluralidad de subáreas idénticamente dimensionadas del área transversal del artículo, obteniendo de esta manera una pluralidad de fracciones del área de poros, y usar la pluralidad de fracciones del área de poros para evaluar la distribución de la sección transversal de las fracciones del área de poros dentro del área transversal del artículo, que también se denominará en la presente descripción como la distribución de la porosidad. Cada subárea solapa al menos una subárea adyacente, preferentemente de entre 10% y 95%.
- 15 Un método cuantitativo para evaluar la distribución de la porosidad dentro de un artículo poroso, tal como una varilla porosa, puede comprender las etapas de obtener una imagen digital de un área transversal del artículo, determinar la fracción del área de poros presente dentro de cada una de una pluralidad de subáreas idénticamente dimensionadas del área transversal del artículo, obteniendo de esta manera una pluralidad de fracciones del área de poros, y determinar la desviación estándar de las fracciones del área de poros. La desviación estándar de las fracciones del área de poros en este caso sería representativa del ancho de la distribución de la porosidad. Cada subárea solapa al menos una subárea adyacente, preferentemente de entre 10% y 95%.
- 20 Como se usa en la presente descripción, un “área transversal del artículo” se refiere a un área de un artículo que está en un plano generalmente perpendicular a la dimensión longitudinal del artículo. Por ejemplo, el artículo puede ser una varilla y el área transversal puede ser una sección transversal de la varilla tomada en cualquier longitud a lo largo de la varilla, o el área transversal puede ser una cara extremo de la varilla. El área transversal no necesita tomarse a partir de un plano que es exactamente perpendicular a la dirección longitudinal de la varilla, pero que está preferentemente dentro de aproximadamente 45° del plano perpendicular a la dimensión longitudinal de la varilla. Preferentemente el área transversal está en un plano sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal de la varilla.
- 25 Como se usa en la presente descripción, el término “poros” se refiere a las regiones de un artículo poroso que están desprovistas de material. Por ejemplo, un área transversal de un filtro rizado comprenderá las porciones del material de lámina frunciada y las porciones que están vacías entre las porciones del material de lámina frunciada. Los poros en este caso se refieren a los vacíos entre el material de lámina.
- 30 Como se usa en la presente descripción, el término “porosidad” se refiere a la fracción de volumen del espacio vacío en un artículo poroso.
- 35 Como se usa en la presente descripción, el término “porosidad global” se refiere a la fracción de los poros en una sección transversal entera de un artículo poroso, por ejemplo una sección transversal de una varilla porosa.
- 40 Como se usa en la presente descripción, el término “subárea” se refiere a un área del área transversal del artículo que es más pequeña que el área transversal del artículo y contiene al menos una porción del área transversal del artículo.
- 45 Como se usa en la presente descripción, el término “fracción del área de poros” se refiere a la fracción de los poros dentro de una subárea. La fracción del área de poros es una medición de la porosidad local, que es la porosidad dentro de una subárea. Otro término para fracción del área de poros puede ser porosidad local.
- 50 Como se usa en la presente descripción, el término “distribución de la porosidad” se refiere a una medición de la variación en diferentes fracciones del área de poros. En otras palabras, la distribución de la porosidad es una medición cuantitativa de la distribución de la porosidad sobre el área transversal del artículo. Como se usa en la presente descripción “distribución de la porosidad” y “distribución de la porosidad local” tienen el mismo significado. El ancho de la distribución de la porosidad puede representarse como la desviación estándar en una pluralidad de fracciones del área de poros.
- 55 Una distribución de la porosidad local, o distribución de la porosidad, puede calcularse únicamente a partir de las fracciones del área de poros que componen una única área transversal de un artículo. Una distribución de la porosidad local en relación con cualquier artículo individual puede compararse con la de otro artículo individual. La distribución de la porosidad local puede verse como una medición de la uniformidad de la porosidad de un artículo individual. Por ejemplo, si la desviación estándar de una pluralidad de fracciones del área de poros de un artículo es baja, entonces es probable que los poros dentro del artículo se distribuyan uniformemente sobre el área transversal del artículo. Si,
- 60
- 65

sin embargo, la desviación estándar de una pluralidad de fracciones del área de poros de un artículo es alta, entonces los poros no se distribuyen uniformemente sobre el área transversal del artículo.

- 5 Una distribución de la porosidad local, o distribución de la porosidad, puede calcularse a partir de las fracciones del área de poros derivadas de las áreas transversales de un número de diferentes artículos, por ejemplo un conjunto de artículos. La distribución de la porosidad local a partir de un conjunto de artículos puede usarse para evaluar la calidad de la porosidad entre un conjunto de artículos y otro.
- 10 Como se usan en la presente descripción, los términos "artículo generador de aerosol" y "artículo para fumar" se refieren a un artículo que comprende un sustrato formador de aerosol que es capaz de liberar compuestos volátiles que pueden formar un aerosol. Por ejemplo, un artículo generador de aerosol puede ser un artículo para fumar que genera un aerosol que puede inhalarse directamente a los pulmones del usuario a través de la boca del usuario. Un artículo generador de aerosol puede ser desechable.
- 15 Un artículo generador de aerosol o artículo para fumar puede ser un artículo para fumar calentado, que es un artículo para fumar que comprende un sustrato formador de aerosol que está destinado a calentarse en lugar de combustionarse para liberar los compuestos volátiles que pueden formar un aerosol. El aerosol formado por el calentamiento del sustrato formador de aerosol puede contener menos componentes nocivos conocidos que los que podrían producirse por la combustión o degradación pirolítica del sustrato formador de aerosol.
- 20 Como se usa en la presente descripción, el término "sustrato formador de aerosol" se refiere a un sustrato capaz de liberar compuestos volátiles que pueden formar un aerosol. Dichos compuestos volátiles pueden liberarse mediante el calentamiento del sustrato formador de aerosol. Un sustrato formador de aerosol puede convenientemente ser parte de un artículo generador de aerosol o artículo para fumar. Un sustrato formador de aerosol puede comprender, o estar en forma de, un tapón de tabaco. Por ejemplo, un tapón de tabaco formado a partir de una lámina fruncida de material de tabaco homogeneizado puede formar un sustrato formador de aerosol de un artículo generador de aerosol.
- 25 Como se usa en la presente descripción, un "filtro rizado" se refiere a un filtro formado por un proceso de rizado y fruncido de una lámina de material de filtro, por ejemplo un material de papel o un material de polímero, en una varilla. La varilla puede circunscribirse por un material de envoltura. Un filtro rizado tiene poros abiertos en la dirección longitudinal de la varilla.
- 30 Como se usa en la presente descripción, un "tapón de tabaco" se refiere a un tapón de tabaco formado por un proceso de rizado y fruncido de una lámina de material de tabaco procesado u homogeneizado en la forma de una varilla. El material de tabaco fruncido puede circunscribirse por una envoltura, por ejemplo un papel de cigarrillo, para formar el tapón de tabaco. El tapón de tabaco tiene poros abiertos en la dirección longitudinal de la varilla.
- 35 Como se usa en la presente descripción, un "varilla porosa" se refiere a una varilla porosa. Como se usa en la presente descripción, el término "varilla porosa" se refiere a una varilla o material que tiene poros abiertos que se extienden a lo largo de una dimensión longitudinal de la varilla. Una varilla porosa puede ser un filtro rizado, o un tapón de tabaco o un cigarrillo convencional. Una varilla porosa puede tener un diámetro de entre 5 mm y 10 mm, por ejemplo aproximadamente 7 mm o aproximadamente 8 mm.
- 40 La etapa de obtener una imagen digital de un área transversal del artículo poroso puede llevarse a cabo por cualquier método adecuado. Por ejemplo, un área transversal del artículo poroso puede fotografiarse mediante el uso de una cámara digital o escanearse mediante el uso de un escáner. Puede tomarse una fotografía mediante el uso de una cámara convencional y la imagen producida puede escanearse entonces y transformarse en una imagen digital. Una subárea del área transversal es un área que abarca un poco, pero no toda, el área transversal. El área de una subárea es menor que el área del área transversal. La subárea debe ser de un tamaño lo suficientemente grande para ser representativa de la morfología local dentro de la subárea. La subárea también debe ser suficientemente pequeña para detectar las variaciones locales en la porosidad y la densidad dentro del área transversal. En ciertas modalidades preferidas, el ancho de la subárea está entre aproximadamente de una cuarta parte a una décima parte del ancho del artículo poroso que se mide. Cuando el área transversal del artículo, tal como un tapón de tabaco o segmento de varilla de filtro es sustancialmente circular, se prefiere que la subárea de la varilla sea rectangular, que tenga una altura y ancho del orden de entre una quinta parte del diámetro del tapón y una décima parte del diámetro del tapón, por ejemplo del orden de una sexta parte del diámetro del tapón o una séptima parte del diámetro del tapón o una octava parte del diámetro del tapón.
- 45 La fracción del área de poros de una subárea se determina dividiendo la fracción de área de los poros dentro de la subárea por el área total de la subárea. Por lo tanto, la fracción del área de poros es la fracción de área dentro de la subárea que representa los vacíos divididos por el área total de la subárea.
- 50 La fracción del área de poros de una subárea se determina dividiendo la fracción de área de los poros dentro de la subárea por el área total de la subárea. Por lo tanto, la fracción del área de poros es la fracción de área dentro de la subárea que representa los vacíos divididos por el área total de la subárea.
- 55 Ya que la pluralidad de fracciones del área de poros cada una se calcula a partir de las subáreas idénticamente dimensionadas del área transversal, la pluralidad de fracciones del área de poros puede usarse para evaluar la distribución de la porosidad dentro del área transversal del artículo poroso. Por ejemplo, los parámetros tal como la fracción del área de poros promedio y la fracción del área de poros más alta y la fracción del área de poros más baja
- 60
- 65

pueden determinarse a partir de la pluralidad de fracciones del área de poros. Puede determinarse la desviación estándar de las fracciones del área de poros. Los datos en relación con la distribución de la porosidad pueden determinar la uniformidad de la porosidad dentro del área transversal del artículo poroso. Ya que cada subárea se solapa con al menos una subárea adyacente se garantiza que las fracciones del área de poros representativas se determinen para toda el área transversal del artículo poroso.

Preferentemente la imagen digital del área transversal consiste de una pluralidad de píxeles, y cada píxel que compone el área transversal se contiene dentro de al menos una de la pluralidad de subáreas. Se prefiere que la imagen digital del área transversal sea al menos de 500 por 500 píxeles.

Puede ser ventajoso que cada subárea solape al menos una subárea adyacente de entre 70% y 90%, por ejemplo aproximadamente 80%.

El método puede comprender la etapa de calcular la desviación estándar de la pluralidad de fracciones del área de poros. La desviación estándar de las fracciones del área de poros puede proporcionar una indicación de uniformidad de la distribución de la porosidad dentro del artículo poroso.

El método puede llevarse a cabo en más de un artículo poroso a la vez. Por ejemplo, puede obtenerse una imagen digital de cada una de una pluralidad de varillas porosas, la pluralidad de varillas porosas que forma o que se denomina como un conjunto de varillas, y la distribución de la porosidad puede evaluarse para todo el conjunto de varillas. Puede obtenerse una imagen digital que contiene imágenes de áreas transversales de una pluralidad de varillas porosas, en cuyo caso el método puede comprender la etapa adicional de detectar imágenes individuales de varillas individuales y manipular la imagen para excluir los píxeles que no caen dentro del área transversal de cualquiera de la pluralidad de varillas porosas.

Puede ser particularmente ventajoso para una imagen que se obtiene de una pluralidad de varillas porosas simultáneamente. Por ejemplo, una cara extremo de una pluralidad de cigarrillos puede fotografiarse y la imagen de cada cara extremo individual, que es un área transversal, puede identificarse y seleccionarse mediante el uso del software de procesamiento de imagen adecuado.

Se prefiere que el método esté automatizado tanto como sea posible. Por ejemplo, se prefiere que las etapas del método tal como determinar el área, calcular la fracción del área de poros, y evaluar la distribución de la porosidad se lleven a cabo como etapas de procesamiento por los algoritmos incorporados en el software.

El método puede ser particularmente ventajoso para determinar la distribución de la porosidad dentro de un filtro rizado, o un conjunto de filtros rizados. El método también puede ser particularmente ventajoso para determinar o evaluar la distribución de la porosidad dentro de un tapón de tabaco rizado y fruncido, o un conjunto de tales tapones. El método puede ser particularmente ventajoso para determinar la proporción de los extremos sueltos en un cigarrillo convencional, o un conjunto de cigarrillos.

Por lo tanto, el método puede ser un método para evaluar la distribución de la porosidad dentro de una varilla continua formada a partir de una lámina fruncida de material, por ejemplo un tapón de tabaco formado a partir de o que incluye una lámina fruncida de material de tabaco, o un filtro o elemento formado a partir de una lámina fruncida de material distinto al tabaco tal como ácido poliláctico. La varilla continua puede comprender un material de lámina seleccionado del conjunto que comprende una hoja metálica, una lámina polimérica, y un papel o cartón sustancialmente no poroso. La varilla continua puede comprender un material de lámina seleccionado del conjunto que consiste de polietileno (PE), polipropileno (PP), polivinilcloruro (PVC), tereftalato de polietileno (PET), ácido poliláctico (PLA), acetato de celulosa (CA), y hoja de aluminio. La varilla continua puede comprender un material de lámina que sea un papel no poroso o un polímero biodegradable tal como ácido poliláctico o un grado de Mater-Bi® (una familia disponible comercialmente de copoliésteres a base de almidón).

El área transversal de la varilla continua es una sección transversal o cara extremo de la varilla continua. El método comprende las etapas de obtener una imagen digital de un área transversal de la varilla continua, determinar la fracción de área de los poros presentes dentro de cada una de una pluralidad de subáreas idénticamente dimensionadas del área transversal, obteniendo de esta manera una pluralidad de fracciones del área de poros, y calcular la desviación estándar de la pluralidad de fracciones del área de poros para evaluar la distribución de la porosidad dentro del área transversal del artículo poroso, en el que cada subárea solape al menos una subárea adyacente de entre 10% y 95%.

Un segundo aspecto de la invención puede proporcionar un método para controlar un proceso para la fabricación de un artículo poroso, tal como una varilla porosa, que comprende las etapas de ejecutar un proceso de fabricación para producir al menos un artículo poroso, evaluar la distribución de la porosidad dentro del al menos un artículo poroso mediante el uso de cualquier método descrito anteriormente, y usar la distribución de la porosidad para controlar uno o más parámetros del proceso del proceso para la fabricación de un artículo poroso adicional. Por ejemplo, la distribución de la porosidad del al menos un artículo poroso puede usarse para determinar si variar o no uno o más parámetros del proceso del proceso para la fabricación de un artículo poroso adicional. Puede ser preferible evaluar la porosidad de más de un artículo poroso a la vez. Puede ser ventajoso si la evaluación de la porosidad dentro de los

artículos porosos se determina sobre una base regular, o una base continua, a fin de proporcionar retroalimentación constante al método para producir los artículos porosos.

- 5 La invención puede proporcionar un método para controlar la porosidad de un artículo poroso, tal como una varilla porosa, que comprende las etapas de formar un artículo poroso mediante el uso de un proceso para la fabricación de un artículo poroso, evaluar la distribución de la porosidad dentro de al menos un artículo poroso mediante el uso de cualquier método descrito anteriormente, y controlar uno o más parámetros del proceso del proceso para la fabricación de un artículo poroso para formar artículos porosos adicionales que tienen una distribución de la porosidad deseada.
- 10 El proceso para la fabricación de un artículo poroso puede ser un proceso para la fabricación de un filtro rizado y fruncido, el artículo poroso que es una varilla de material de filtro. Por ejemplo, el proceso para la fabricación de la varilla puede implicar la alimentación de un material de lámina a través de rodillos rizadores y después el fruncido de la lámina rizada en una varilla continua fruncida. La varilla continua fruncida puede circunscribirse por una envoltura para producir una varilla de filtro continua. Esta varilla de filtro puede seccionarse entonces para producir varillas individuales de material de filtro. En un método para controlar un proceso, los filtros individuales producidos pueden seleccionarse periódicamente y la distribución de la porosidad de las varillas seleccionadas evaluarse de conformidad con cualquier método descrito anteriormente. El área transversal de la varilla fotografiada para la evaluación podría ser uno o el otro extremo del filtro perpendicular a la dirección longitudinal de los filtros.
- 15 20 Los resultados de una evaluación de la distribución de la porosidad dentro del filtro puede ser indicativo de la calidad de las varillas del filtro que se producen por el proceso de fabricación. Si la porosidad evaluada se desvía de un nivel deseable entonces los parámetros del proceso de fabricación pueden alterarse para cambiar la distribución de la porosidad. Por ejemplo, la distancia entre los rodillos rizadores puede cambiarse, o puede alterarse la velocidad a la que el material de lámina se introduce en el medio fruncido. Mediante la proporción de una retroalimentación puede ser posible producir filtros más consistentes que tengan distribución de la porosidad uniforme y propiedades deseadas.
- 25 30 35 El proceso para la fabricación del artículo poroso puede ser un proceso para la fabricación de un tapón de tabaco, y el artículo poroso por lo tanto, puede ser una varilla de tabaco. La formación de una varilla de tabaco o tapón de tabaco puede ser similar a la descrita anteriormente para la producción de un material de filtro. Por ejemplo, para producir una varilla de tabaco, puede introducirse una lámina de material homogeneizado a través de los rodillos rizadores y fruncidos en una varilla continua. Esta varilla continua puede circunscribirse por una envoltura y después seccionarse para formar varillas individuales de tabaco o tapones de tabaco. Puede ser particularmente ventajoso si la uniformidad de los tapones de tabaco producidos de esta manera puede monitorearse de conformidad con la invención y si el monitoreo de la uniformidad de la porosidad proporciona retroalimentación al proceso de fabricación para alterar uno o más parámetros del proceso de fabricación para mejorar la calidad de los tapones de tabaco formados de esta manera.
- 40 45 50 El proceso para la fabricación de un artículo poroso puede ser un proceso de fabricación de cigarrillos, y el artículo poroso puede ser un cigarrillo convencional estándar. Mediante el monitoreo de la porosidad de los extremos de los cigarrillos seleccionados, pueden controlarse los parámetros del proceso de fabricación para dar lugar a una menor proporción de extremos sueltos en el extremo de los cigarrillos. Esto puede mejorar la calidad de los productos producidos.
- 55 Los métodos descritos anteriormente pueden usarse para producir artículos porosos que tienen propiedades predeterminadas. Por ejemplo, pueden ser deseables ciertas propiedades de un artículo, y puede usarse un método para evaluar la distribución de la porosidad para proporcionar retroalimentación que permite a un usuario controlar los parámetros del proceso y producir artículos que tienen las propiedades deseables.
- 60 Por ejemplo, pueden ser deseables para formar una varilla que tenga poros abiertos longitudinales, y pueden ser deseables para que la varilla proporcione una cierta eficiencia de filtración predeterminada. Mediante la evaluación de la distribución de la porosidad de las varillas a medida que se producen, puede ser posible controlar los parámetros del proceso para obtener la eficiencia de filtración predeterminada.
- 65 Como un ejemplo adicional, donde un artículo se forma a partir de un material de tabaco, tal como una varilla formada a partir de una o más láminas de tabaco reconstituido, puede ser deseable especificar una porosidad del artículo para proporcionar niveles predeterminados de suministro de nicotina durante el uso del artículo. Mediante la evaluación de la distribución de la porosidad de los artículos de tabaco a medida que se producen, puede ser posible controlar los parámetros del proceso para obtener el suministro de nicotina predeterminado.
- 66 Como un ejemplo adicional, donde un artículo es un cigarrillo convencional formado a partir de tabaco en hoja cortado, puede ser posible evaluar la distribución de la porosidad en los extremos de los cigarrillos y la retroalimentación de esta información para controlar los parámetros del proceso y reducir la proporción de extremos sueltos.
- 67 Un método para controlar un proceso para la fabricación de un artículo poroso o un método para controlar la porosidad de un artículo poroso puede comprender las etapas de comparar la distribución de la porosidad evaluada con una distribución de la porosidad de referencia y controlar uno o más parámetros del proceso en respuesta a la comparación.

- 5 Donde el artículo poroso es una varilla formada a partir de una lámina fruncida de material, un método puede comprender la etapa de obtener una imagen digital de un área transversal de la varilla, el área transversal que es una cara extremo de la varilla, usar una cámara montada en la línea de producción para formar la varilla de manera que la distribución de la porosidad de la varilla pueda evaluarse en tiempo real durante su fabricación. Alternativamente, la evaluación de la distribución de la porosidad de la varilla puede realizarse después de la fabricación de la varilla mediante el uso de un dispositivo fuera de línea que comprende un medio de captura de la imagen digital y una unidad de procesamiento para evaluar la distribución de la porosidad de la varilla. Un lote de varillas puede introducirse en tal dispositivo para la evaluación de la distribución de la porosidad de las varillas o de todo el lote de varillas.
- 10 15 Puede proporcionarse un dispositivo para evaluar la distribución de la porosidad. El dispositivo puede evaluar la distribución de la porosidad de conformidad con cualquier método descrito anteriormente. El dispositivo puede comprender un medio para capturar una imagen digital de un área transversal del artículo y un procesador para analizar la imagen digital y calcular la distribución de la porosidad. El medio para capturar una imagen digital es preferentemente una cámara digital.
- 20 El dispositivo puede comprender una fuente de luz para iluminar el área transversal del artículo. Por ejemplo, una fuente de luz puede ser un foco o una unidad de flash. Se prefiere que la fuente de luz proporcione una iluminación uniforme de los artículos porosos. Una fuente de luz preferida puede ser una luz anular o un flash anular dispuesto alrededor de la lente de una cámara o a una distancia predeterminada del artículo poroso para proporcionar iluminación uniforme del artículo.
- 25 30 El dispositivo puede comprender un sensor para determinar una posición del artículo poroso y disparar un medio para capturar una imagen digital cuando el artículo poroso se localice en, o se haga pasar a través de, una posición predeterminada. Por ejemplo, las imágenes digitales pueden obtenerse a medida que los artículos porosos se forman o a medida que se ensambla un producto que comprende el artículo poroso. Un sensor puede disparar la captura de imagen cuando el artículo poroso se posicione adecuadamente.
- 35 40 Puede montarse un dispositivo en línea en una línea de producción para formar el artículo poroso para evaluar la distribución de la porosidad de los artículos en tiempo real. Alternativamente, un dispositivo puede ser un dispositivo autónomo.
- 45 Las varillas porosas, tal como tapones de tabaco y filtros, para los artículos para fumar se fabrican a alta velocidad como una varilla continua. Esta varilla continua es un artículo similar a un tubo, que puede cortarse en ciertos puntos en artículos similares a varillas más pequeñas. Por ejemplo, los artículos porosos que comprenden una lámina fruncida de tabaco para su uso en artículos para fumar primero se fabrican como un artículo en forma de varilla larga, que, en una serie de etapas, se corta en la longitud de la varilla final para su incorporación en el artículo para fumar. Los artículos en forma de varilla en una línea de producción se transfieren típicamente por un tambor o elemento de enrollado.
- 50 55 60 65 Los artículos porosos en forma de varilla pueden fabricarse, por ejemplo, mediante el uso de una máquina de producción de varillas comerciales. El artículo continuo similar a un tubo puede cortarse inicialmente en segmentos regulares, cada uno que tiene el tamaño de más de un artículo en forma de varilla final, por ejemplo una varilla larga que comprende diez longitudes de un artículo en forma de varilla final, seguida por una o más etapas de corte para finalmente obtener el artículo en forma de varilla de longitud final. En la salida de tal varilla que forma el dispositivo, las varillas pueden pasar a través de un elemento de enrollado antes de depositarse en una curva plana. Puede hacerse una imagen digital de una sección transversal de una varilla ya que la varilla sale en la curva plana. La sección transversal será una cara extremo de la varilla.
- 50 La velocidad lineal de una máquina de producción de varillas puede ser 100 m/min o mayor. Por ejemplo la velocidad lineal de una máquina de producción de varillas puede ser 150 m/min o 200 m/min. Una imagen digital de una sección transversal de una varilla, o de las varillas, puede obtenerse mediante el uso de una cámara digital. Preferentemente se usa una cámara de alta velocidad. En una modalidad específica, una cámara adecuada puede ser una Sony XCD-V60 con un obturador relativo de 8 y un objetivo HF25SA abierto en la extensión de 2 + 5 mm. Pueden usarse otras cámaras, por ejemplo una Sony XCD-SX90 con un objetivo HF25, o un objetivo HF35HA-1B. Para las varillas porosas que tienen un diámetro de aproximadamente 7.5 mm, la resolución de la cámara debe ser lo suficientemente alta para garantizar que una imagen de la sección transversal de cada varilla porosa se represente por al menos aproximadamente 500 por 500 píxeles.
- En una modalidad la cámara se posiciona horizontalmente para que las caras de extremo de imagen de las varillas pasen entre el elemento de enrollado y la curva de una máquina de producción de varillas. Como las varillas se colocan con precisión dentro del elemento de enrollado, se obtiene una distancia constante entre las caras de extremo de las varillas y la cámara. Un sensor puede usarse para controlar el obturador de la cámara para obtener una imagen digital de la sección transversal de la varilla cuando la varilla se posiciona de manera óptima en frente de la lente de la cámara y expone una cara extremo. Alternativamente, el obturador de la cámara puede dispararse por el elemento de enrollado.

Alternativamente, el dispositivo puede posicionar automáticamente la varilla en la posición correcta para capturar una imagen digital. Para las varillas porosas que tienen un diámetro de aproximadamente 7.5 mm, la precisión de la posición debe ser al menos ± 0.2 mm.

- 5 La iluminación de las caras de extremo de las varillas puede efectuarse mediante el uso de un foco, por ejemplo un foco de Schott establecido en un ángulo de 45°. Alternativamente, puede usarse una fuente de luz más potente tal como Volpi IntraLED 3.
- 10 Una imagen digital de una cara extremo de una varilla también puede hacerse en un combinador antes del ensamble del producto final. Por ejemplo, si un filtro o tapón de tabaco en forma de varilla va a incorporarse en un artículo para fumar, puede obtenerse una imagen de la cara extremo del filtro o tapón de tabaco en forma de varilla durante el ensamble del artículo para fumar. Una imagen de la varilla porosa también puede obtenerse después del ensamble en el producto final, por ejemplo cuando se expone una sección transversal de la varilla porosa. Para controlar la calidad de, por ejemplo, un artículo para fumar que comprende una varilla de tabaco y un filtro, pueden obtenerse una o más imágenes digitales, tal como una cara extremo de la imagen del tapón de tabaco y la otra cara extremo de la imagen del filtro.

Ciertos materiales porosos tales como, por ejemplo, los filtros pueden tener superficies en sección transversal reflectantes. Para obtener una imagen digital de calidad de una sección transversal de tal artículo, se necesita luz homogénea alrededor de la posición donde se expone la sección transversal. La iluminación puede ser a través de luz blanca, por ejemplo una fuente de luz blanca LED Schott LSS A20960. La iluminación puede establecerse a diferentes niveles en dependencia del material que forma las varillas porosas. Por ejemplo, pueden establecerse los niveles de iluminación en 100% cuando se capture una imagen digital de una varilla que comprende tabaco, o en 30% en caso de un material de filtro. También puede efectuarse la iluminación por medio de una luz anular, tal como, por ejemplo, RingLight A08660 (Schott). La distancia entre la fuente de luz y la varilla porosa se optimiza preferentemente de conformidad con la fuente de luz y el material de varilla. Será obvio para un experto en la técnica que la fuente de luz y potencia de la luz puede necesitar adaptarse en base al material del artículo poroso.

- 30 La distribución de la porosidad dentro de una varilla porosa puede calcularse mediante el uso de un procesador, por ejemplo mediante el uso de una PC.

La retroalimentación para el dispositivo de fabricación o línea de producción del artículo poroso puede efectuarse mediante la adaptación de ciertos parámetros del proceso de producción tal como, por ejemplo, el rizado de los materiales de entrada. Por ejemplo, un filtro que contiene ácido poliláctico puede comprender una lámina rizada y fruncida, y la retroalimentación puede alterar el grado de rizado de la lámina que se lleva a cabo antes del fruncido. La retroalimentación también puede hacerse para rechazar o expulsar automáticamente los artículos porosos que tienen distribuciones de la porosidad que no cumplen con las especificaciones predeterminadas. En una línea de ensamble, puede usarse la retroalimentación por el procesador para rechazar el producto final.

- 40 Preferentemente el dispositivo tiene una interfaz de usuario tal como por ejemplo un teclado, un lector de código de barras o pantalla táctil u otros medios para comunicarse con el procesamiento de datos externos o equipo de programación.

Las modalidades específicas de la invención se describirán ahora con referencia a las figuras en las que:

- 45 la Figura 1 es una imagen de un área transversal de una varilla de tabaco porosa. La imagen se muestra con una subárea superpuesta.
- 50 la Figura 2 es el área transversal de una varilla de tabaco ilustrada en la Figura 1 que muestra una subárea en una porción diferente del área transversal.

la Figura 3 es una imagen que ilustra el área transversal de la Figura 1 y que muestra una subárea en una tercera porción diferente del área transversal.

- 55 la Figura 4 ilustra en qué medida la subárea de la Figura 3 se solapa por una subárea adicional.

la Figura 5 ilustra en qué medida una subárea adicional solapa las subáreas de la Figura 4.

la Figura 6 ilustra el área transversal de la Figura 1 y muestra una subárea posicionada de manera que la mayor parte de la subárea no está dentro del área transversal.

la Figura 7 es un gráfico que ilustra la distribución de la porosidad total en un conjunto de tapones de tabaco.

la Figura 8 es un gráfico que ilustra la distribución de la porosidad local para un conjunto de tapones de tabaco.

65 la Figura 9 es una ilustración esquemática de un medio de captura de imagen para su uso en una evaluación de la

distribución de la porosidad en línea.

la Figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra los componentes de un dispositivo para llevar a cabo una evaluación de la distribución de la porosidad en línea.

- 5 Una modalidad específica de la invención se describirá ahora con referencia a un método para evaluar la distribución de la porosidad dentro de un tapón de tabaco.
- 10 La Figura 1 ilustra una cara extremo de un tapón de tabaco 10 formado por un proceso de rizado y fruncido de una lámina de material de tabaco homogeneizado. La imagen de la Figura 1 es una imagen digital que se ha procesado de manera que todos los píxeles blancos corresponden al tabaco 20, los píxeles negros fuera de la circunferencia exterior de la varilla 30 se relacionan con el fondo, y los píxeles negros dentro de la circunferencia del tapón 40 corresponden a los poros. La imagen se obtiene tomando una imagen de la cara extremo del tapón de tabaco y procesando digitalmente la imagen del área de la sección transversal del tapón para identificar los píxeles que están dentro del área de la sección transversal de la varilla. Se aplica después un umbral a la imagen de manera que los píxeles dentro del área de la sección transversal son o bien blancos, que representan el material de tabaco, o negros, que representan los poros. En la Figura 1, el tapón de tabaco es sustancialmente circular y tiene un diámetro de aproximadamente 7 mm. Toda el área dentro de la circunferencia exterior del tapón de tabaco es el área transversal. La Figura 1 ilustra una primera subárea 100 posicionada dentro del área transversal. La primera subárea es un área rectangular que tiene dimensiones de 1 mm por 1 mm.

20 En la Figura 1, la primera subárea 100 se ilustra en una posición donde la porosidad local es baja. En otras palabras el área de poros (los píxeles negros dentro de la primera subárea 100 de la Figura 1) es pequeña comparada con el área total de la primera subárea (1 mm^2).

- 25 La Figura 2 ilustra la misma área transversal que se ilustra en la Figura 1. La Figura 2 muestra una segunda subárea 200 posicionada en una región que tiene una mayor porosidad local, como se refleja en la mayor área de poros dentro de la subárea correspondiente. Las diferentes subáreas posicionadas en las diferentes regiones del área transversal tendrán diferentes fracciones del área de poros. Mediante la evaluación de las fracciones del área de poros para múltiples subáreas dentro del área transversal, es posible obtener una distribución de la porosidad.

- 30 La distribución de la porosidad se obtiene mediante el cálculo de la porosidad localmente (es decir, la fracción del área de poros) en cada una de la pluralidad de subáreas. Para cada subárea de tabaco individual, se calcula la fracción del área de poros de una subárea de la imagen, que puede denominarse como porosidad local. La porosidad local puede calcularse por la fórmula $P_l = N_{vaciolocal}/N_{local}$ donde P_l es la porosidad local dentro de la subárea, $N_{vaciolocal}$ es el número de píxeles que representa el espacio vacío dentro de la subárea, y N_{local} es el número total de píxeles en la subárea. Se aplican a y se trasladan las subáreas a través de la imagen digital de la varilla por un algoritmo de iteración incorporado en el software. Para obtener la pluralidad de lecturas de la porosidad local, una subárea se traslada eficazmente a través de la imagen secuencialmente, y la porosidad local calculada en cada posición que ocupa la subárea. Cada posición que ocupa la subárea se cubre con al menos otra posición ocupada por la subárea. Este proceso se ilustra en las Figuras 3 a la 5.

- 35 La Figura 3 ilustra el área transversal del tapón de tabaco con una tercera subárea 300 superpuesta en un lado izquierdo del tapón. La porosidad local se calcula en esta subárea. Después la subárea se traslada a la derecha a través del área de la sección transversal. La Figura 4 ilustra una cuarta subárea 400 superpuesta en la imagen digital del tapón de tabaco. La Figura 4 también muestra (en líneas discontinuas) la posición de la tercera subárea 300. Puede verse que la cuarta subárea 400 se cubre con la posición de la tercera subárea 300. La porosidad local se calcula en la cuarta subárea y la subárea se traslada de nuevo a través del área de la sección transversal. La Figura 5 ilustra el área transversal que muestra una quinta subárea 500. La Figura 5 también muestra (en líneas discontinuas) las posiciones de las tercera 300 y cuarta 400 subáreas. Se obtiene un valor de porosidad local para la quinta subárea 500 y la subárea se traslada una vez más a través de la estructura. Esto continúa hasta que todos los píxeles dentro de la estructura se hayan incluido en una o más subáreas.

- 40 En este ejemplo, la porosidad local dentro de una subárea se calcula solamente si al menos el 90% de los píxeles dentro de la subárea también están dentro del área transversal. Preferentemente, al menos el 50% de los píxeles dentro de la subárea están dentro del área transversal. La Figura 6 ilustra el área transversal del tapón de tabaco y muestra una sexta subárea 600 superpuesta en la imagen digital. Menos del 90 % de los píxeles de la sexta subárea 600 cae dentro del área de la sección transversal, es decir el área dentro del tapón de tabaco. Por lo tanto, la porosidad local no se calcula con respecto a la sexta subárea. Esto es para evitar que la porosidad local se calcule para las subáreas en las que no hay un área suficiente grande para que la porosidad local sea representativa de la estructura de tabaco local.

- 45 Los valores calculados de porosidad local para cada subárea se almacenan en un arreglo. El valor promedio y la desviación estándar de la porosidad local pueden calcularse después para el tapón de tabaco. La desviación estándar de la porosidad local puede usarse como una medición del ancho de la distribución de la porosidad. Esto da un valor cuantitativo de cuán uniforme se distribuye el tabaco en el tapón. Una baja desviación estándar indica un tapón

uniforme mientras que una gran desviación estándar indica un tapón no uniforme.

El método puede usarse para calcular la distribución de la porosidad de una pluralidad de tapones de tabaco simultáneamente. Por ejemplo, puede obtenerse una imagen digital que muestra las áreas transversales de una pluralidad de tapones de tabaco, y esta imagen digital puede procesarse para identificar cada tapón de tabaco individual y obtener las distribuciones de la porosidad de cada tapón de tabaco individual en la forma descrita anteriormente. La distribución de la porosidad puede obtenerse después para cada tapón de tabaco individual y también para la pluralidad de tapones de tabaco. Como un ejemplo, una pluralidad de tapones de tabaco puede colocarse en un escáner de superficie plana y escanearse para producir una imagen digital que muestra una cara extremo de cada una de la pluralidad de tapones de tabaco. Debe notarse que la adquisición de la imagen digital puede hacerse por cualquier método adecuado, por ejemplo mediante el uso de cámaras digitales o tomografía computarizada. Las imágenes pueden representarse por cualquier formato de imagen adecuado en RGB a todo color (rojo-verde-azul), en escala de grises, o representaciones binarias (negro y blanco). Preferentemente el fondo en cualquier imagen es uniforme, para facilitar la detección y remoción del fondo durante el procesamiento de imágenes.

La resolución de cualquier imagen debe ser lo suficientemente alta para resolver con precisión la morfología del tapón de tabaco.

Después que se adquieran las imágenes, pueden convertirse a la escala de grises si son imágenes a color y puede ajustarse el contraste para mejorar la diferencia entre las regiones de tabaco y las regiones de poros.

Si las imágenes no son ya binarias, entonces se convierten a binarias. En una modalidad preferida, se toma el negativo de la imagen de una pluralidad de tapones de tabaco, en el que los píxeles negros representan los sólidos y los píxeles blancos representan los poros o espacios vacíos, para facilitar la detección automática de los tapones de tabaco en la imagen. Las regiones negras conectadas en el negativo de la imagen, que corresponden al material sólido en los tapones de tabaco, se identifican y etiquetan con un número, que se almacena en una lista. En una modalidad, se calcula la región de delimitación rectangular más pequeña posible para cada región negra conectada y etiquetada. La relación de área y aspecto de cada región de delimitación rectangular se calcula, y las regiones negras conectadas en las regiones de delimitación rectangulares que tienen una relación de aspecto alta o baja se remueven de la lista. Debido a que los tapones de tabaco son sustancialmente circulares, cada región de delimitación rectangular que rodea un tapón de tabaco debe tener una relación de aspecto de aproximadamente 1:1. Todas las regiones negras detectadas entonces se ordenan en tamaño descendente de manera que las regiones que representan los tapones de tabaco deben encontrarse en o estar cerca del principio de la lista. Las regiones negras conectadas en las regiones de delimitación rectangulares que tienen un área sustancialmente por encima o por debajo de lo esperado para el artículo medido, es decir, el tapón de tabaco, pueden removese adicionalmente de la lista de regiones negras conectadas. En ciertas modalidades preferidas, se remueven las regiones negras conectadas en las regiones de delimitación que tienen un 50% de área mayor o menor que el área esperada de la región de delimitación rectangular, o más preferentemente 30% mayor o menor que el área esperada de la región de delimitación rectangular. Las áreas de las regiones negras detectadas también pueden usarse como una alternativa a las regiones de delimitación. En las modalidades alternativas, la región de delimitación puede asumir una forma diferente tal como circular; de polígono, tal como octagonal, triangular, cuadrada, romboidal, etc.; o combinaciones de estas.

Para confirmar que las regiones en la lista corresponden a los tapones de tabaco, la variación de los tamaños de región puede verificarse opcionalmente en el alcance del número esperado de tapones. Por ejemplo, si el número esperado de tapones en la imagen se da por la letra n , la variación de tamaño de las regiones 1 a n en la lista puede calcularse y almacenarse en un arreglo. Debido a que las regiones del tapón pueden no ser necesariamente las regiones negras más grandes en el negativo de la imagen, los cálculos de variación de tamaño se hacen para las regiones 2 a $n+1$, 3 a $n+2$ etc. Esto se continúa hasta que la variación se mide a través de todas las regiones negras conectadas restantes en la lista. Para determinar dónde en la lista aparece la primera región de tapón, se identifica el mínimo de las variaciones calculadas. Las regiones que corresponden a los otros tapones de tabaco entonces deberían ser identificables, ya que los tamaños de los tapones deben ser casi los mismos.

Los tapones individuales en una imagen de un conjunto de tapones pueden localizarse por otros medios. Una pluralidad de tapones que compone un conjunto de tapones cada uno puede tener su propia imagen digital, que niega la necesidad de extraer las imágenes de los tapones individuales.

Puede usarse una función de enmascaramiento binario, en el que el tapón de tabaco tiene el valor uno, o en otras palabras donde el área transversal es y el área alrededor del tapón de tabaco tiene el valor cero. Puede llevarse a cabo entonces un cálculo de la porosidad en cada área transversal. El área transversal de cada tapón de tabaco se convierte a una imagen binaria mediante el uso de un valor umbral. En la imagen binaria, los píxeles negros representan el espacio vacío y los píxeles blancos representan el material de tabaco. La porosidad total se calcula a partir de la fracción de área de conformidad con la ecuación: $P_o = N_{vacío} / N_{tot}$ donde P_o es la porosidad total del área transversal, $N_{vacío}$ es el número de píxeles que representan el espacio vacío dentro del área transversal y N_{tot} es el número total de píxeles en el área transversal. Para un conjunto de tapones de tabaco, la porosidad total derivada de cada tapón puede representarse en un gráfico similar al que se muestra en la Figura 7. La Figura 7 muestra que un conjunto de tapones de tabaco tiene una porosidad total del tendido dentro de una distribución estrecha entre 0,2 y 0,4.

- La distribución de la porosidad puede calcularse para cada tapón de tabaco dentro del conjunto de conformidad con un método como se describe anteriormente en relación a las Figuras 1 a la 6. Además para proporcionar una distribución de la porosidad para cada tapón individual, la distribución de la porosidad total para el conjunto de tapones
- 5 puede determinarse como se muestra en el gráfico de la Figura 8. Las distribuciones de la porosidad acumuladas para diferentes conjuntos de tapones de tabaco pueden compararse entre sí para proporcionar una indicación de la diferencia en la calidad entre los diferentes lotes.
- 10 Los resultados de una evaluación de la porosidad como se describe anteriormente ya sea en relación a una varilla porosa individual o un conjunto de varillas porosas pueden usarse para controlar un proceso para la fabricación de las varillas porosas. Por lo tanto, el método para evaluar la porosidad puede proporcionar retroalimentación en cuanto a cuando se establecen los parámetros del proceso a fin de producir varillas porosas que están fuera de la especificación y permitir que los parámetros del proceso se corrijan para producir varillas porosas que están dentro de la especificación permisible.
- 15 Un dispositivo para evaluar la distribución de la porosidad de un artículo poroso, tal como un tapón de tabaco formado a partir de una lámina fruncida de material de tabaco, o un filtro formado a partir de una lámina fruncida de PLA, puede integrarse como parte de la fabricación del artículo poroso. Un dispositivo para evaluar la distribución de la porosidad requiere un medio de captura de imagen, tal como una cámara digital, y un procesador para llevar a cabo las etapas de procesamiento requeridas para analizar una imagen digital obtenida del artículo poroso. El dispositivo preferentemente incluye además una fuente de luz para iluminar el artículo poroso.
- 20 La Figura 9 ilustra una configuración de un medio de captura de imagen en el que una cámara 910 se dispone para capturar una imagen digital de la cara extremo 921 de una varilla de tabaco 920. La varilla de tabaco 920 se forma por el rizado y fruncido de una lámina de material de tabaco homogeneizado y circunscribe la lámina fruncida con una envoltura para producir una varilla. La lente 911 de la cámara 910 se ajusta para que esté a una distancia predeterminada de la cara extremo 921 de la varilla de tabaco 920.
- 25 Para proporcionar una iluminación uniforme de la cara extremo 921 de la varilla de tabaco 920 se dispone una luz anular 930, por ejemplo una luz anular de Schott A08660, entre la lente de la cámara 911 y la varilla de tabaco 920. La luz anular 930 se posiciona preferentemente más cerca de la varilla de tabaco 920 que la lente de la cámara 911.
- 30 La Figura 10 ilustra un dispositivo o sistema 1000 para evaluar la distribución de la porosidad de una varilla porosa, tal como una varilla de tabaco. El dispositivo o sistema 1000 comprende una cámara digital 1010 que tiene una lente 1011, y una fuente de luz 1020 acoplada a una luz anular 1021. El obturador de la cámara se controla por medio de un sensor 1030 que puede detectar la posición de las varillas porosas. El procesamiento de la imagen digital obtenida por la cámara 1010 se lleva a cabo por un procesador dentro de una PC 1040. El sensor, la fuente de luz, la cámara, y la PC se enlazan entre sí por un controlador 1050. La PC comprende además un teclado 1050 y un monitor 1060. Un sistema o dispositivo que tiene los componentes ilustrados en la Figura 10 puede incorporarse en un aparato de fabricación de varillas para evaluar la distribución de la porosidad en las varillas en tiempo real a medida que se forman. El sistema o dispositivo 1000 puede incorporarse en una línea de ensamble de un cigarrillo o artículo para fumar, y evaluar la distribución de la porosidad en las partes componentes del cigarrillo o artículo para fumar a medida que se ensambla el cigarrillo o artículo para fumar. El sistema o dispositivo que tiene los componentes de la Figura 10 puede, alternativamente, formar parte de un dispositivo de evaluación autónomo para la evaluación fuera de línea de la distribución de la porosidad en los lotes de las varillas porosas.
- 35
- 40
- 45

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado en ordenador para evaluar la distribución de la porosidad dentro de un artículo poroso, el método que comprende las etapas de:
 obtener una imagen digital de un área transversal (921) del artículo (920), la imagen digital del área transversal que consiste en una pluralidad de píxeles,
 determinar la fracción del área de poros presente dentro de cada una de una pluralidad de subáreas idénticamente dimensionadas del área transversal del artículo, cada subárea solapa al menos una subárea adyacente, preferentemente de entre 10% y 95%, en donde cada píxel que compone el área transversal se contiene dentro de al menos una de la pluralidad de subáreas, obteniendo de esta manera una pluralidad de fracciones del área de poros,
 la fracción del área de poros de una subárea de la imagen, que puede denominarse como porosidad local, se calcula mediante la fórmula

$$P_l = N_{vacío\ local} / N_{local}$$

donde P_l es la porosidad local dentro de la subárea, $N_{vacío\ local}$ es el número de píxeles que representa el espacio vacío dentro de la subárea, y N_{local} es el número total de píxeles en la subárea;
 y
 usar la pluralidad de fracciones del área de poros para evaluar la distribución de la porosidad dentro del área transversal (921) del artículo poroso (920).

2. Un método de conformidad con la reivindicación 1 en el que se calcula la desviación estándar de la pluralidad de fracciones del área de poros y el ancho de la distribución de la porosidad se representa por la desviación estándar de la pluralidad de fracciones del área de poros.
3. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en el que cada subárea solape al menos una subárea adyacente de entre 70% y 90%, o en el que la fracción de área de cualquier subárea individual se incluye solamente para la evaluación de la distribución de la porosidad si más del 50% de esa subárea está dentro del área transversal del artículo o ambos.
4. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior que comprende la etapa de determinar la fracción de área total de los poros presentes dentro del área transversal (921) del artículo (920), o en el que una imagen digital se obtiene de cada una de uno de la pluralidad de artículos, la pluralidad de artículos forma un conjunto de artículos, en los cuales se evalúa la distribución de la porosidad para todo el conjunto de artículos, o ambos, el método que comprende la etapa de detectar imágenes de artículos individuales y enmascarar la imagen para excluir píxeles que no entran dentro del área transversal de cualquiera de la pluralidad de artículos.
5. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior en el que el artículo poroso (920) tiene forma de una varilla que tiene una pluralidad de poros abiertos que se extienden longitudinalmente a través de la varilla, o en el que el artículo poroso es una varilla continua formada a partir de una lámina frunciada de material, o ambas, el área transversal (921) del artículo es una sección transversal o cara extremo de la varilla continua.
6. Un método para controlar un proceso para la fabricación de un artículo poroso que comprende las etapas de ejecutar el proceso de fabricación para producir al menos un artículo poroso,
 evaluar la distribución de la porosidad dentro de al menos un artículo poroso mediante el uso de un método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 5, y
 usar la distribución de la porosidad para controlar uno o más parámetros del proceso del proceso para la fabricación de un artículo poroso.
7. Un método para controlar la porosidad de un artículo poroso que comprende las etapas de:
 formar un artículo poroso utilizando un proceso para fabricar un artículo poroso,
 evaluar la distribución de la porosidad dentro del artículo poroso mediante el uso de un método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 5, y
 controlar uno o más parámetros del proceso del proceso para la fabricación de un artículo poroso para formar artículos porosos adicionales, los artículos porosos adicionales que tienen una distribución de la porosidad deseada.
8. Un método de conformidad con la reivindicación 6 o 7 en el que el proceso para fabricar un artículo poroso es un proceso de fabricación de cigarrillos y el artículo poroso es un cigarrillo, o en el que el proceso para fabricar un artículo poroso es un proceso de fabricación de filtro y el artículo poroso es una varilla de material de filtro, o en la que el proceso para fabricar un artículo poroso es un proceso de fabricación de tapón de tabaco y el artículo poroso es un tapón de tabaco.

9. Un método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones de la 6 a la 8 que comprende las etapas de comparar la distribución de la porosidad evaluada con una distribución de la porosidad de referencia y controlar uno o más parámetros del proceso en respuesta a la comparación.
10. Un método de conformidad con cualquier reivindicación de la 6 a la 9 en el que el artículo poroso es una varilla formada por una lámina fruncida de material, que comprende la etapa de la etapa de obtener una imagen digital de un área transversal de la varilla, el área transversal es una cara extremo de la varilla, usar una cámara montada en la línea de producción para formar la varilla de manera que la distribución de la porosidad de la varilla pueda evaluarse en tiempo real durante su fabricación, o en el que el artículo poroso es una varilla formada a partir de una lámina fruncida de material, la evaluación de la distribución de la porosidad de la varilla puede realizarse después de la fabricación de la varilla mediante el uso de un dispositivo fuera de línea que comprende un medio de captura de la imagen digital y una unidad de procesamiento para evaluar la distribución de la porosidad de la varilla.
11. Un método para controlar la porosidad de un artículo poroso que comprende las etapas de:
formar un artículo poroso a partir de material de tabaco mediante el uso de un proceso para la fabricación de un artículo poroso,
evaluar la distribución de la porosidad dentro del artículo poroso mediante el uso de un método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 5, y
controlar uno o más parámetros del proceso del proceso para la fabricación de un artículo poroso para formar artículos porosos adicionales en base a la distribución de la porosidad dentro del artículo poroso, los artículos porosos adicionales tienen una eficiencia de filtración predeterminada.
12. Un método para controlar la porosidad de un artículo poroso que comprende las etapas de:
formar un artículo poroso a partir de material de tabaco mediante el uso de un proceso para la fabricación de un artículo poroso,
evaluar la distribución de la porosidad dentro del artículo poroso mediante el uso de un método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 5,
en donde el artículo poroso es un cigarrillo, y el método comprende además controlar uno o más parámetros del proceso del proceso para la fabricación de un artículo poroso para formar artículos porosos adicionales en base a la distribución de la porosidad dentro del artículo poroso, los artículos porosos adicionales tienen una proporción de los extremos sueltos por debajo de un valor umbral predeterminado.
13. Un método para controlar la porosidad de un artículo poroso que comprende las etapas de:
formar un artículo poroso a partir de material de tabaco mediante el uso de un proceso para la fabricación de un artículo poroso,
evaluar la distribución de la porosidad dentro del artículo poroso mediante el uso de un método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 1 a la 5, y
controlar uno o más parámetros del proceso del proceso para la fabricación de un artículo poroso para formar artículos porosos adicionales en base a la distribución de la porosidad dentro del artículo poroso, los artículos porosos adicionales tienen un nivel deseado de suministro de nicotina.
14. Un dispositivo para evaluar la distribución de la porosidad dentro de un artículo poroso mediante el uso de un método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 5, el dispositivo que comprende un medio para capturar una imagen digital de un área transversal del artículo y un procesador para analizar la imagen digital y calcular la distribución de la porosidad.
15. Un dispositivo de conformidad con la reivindicación 14 que comprende una o más de una fuente de luz para iluminar el área transversal del artículo, y un sensor, la una o más de la fuente de luz y el sensor determinan una posición del artículo poroso y activan el medio para la captura de una imagen digital y cuando el artículo poroso se localiza en, o pasa a través de, una posición predeterminada, se monta un dispositivo en línea en una línea de producción para formar el artículo poroso para evaluar la distribución de la porosidad de los artículos en tiempo real o ambos.

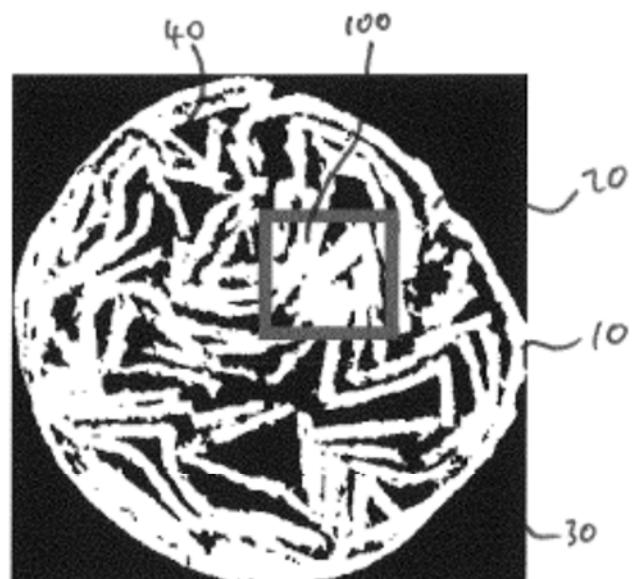


Figura 1



Figura 2

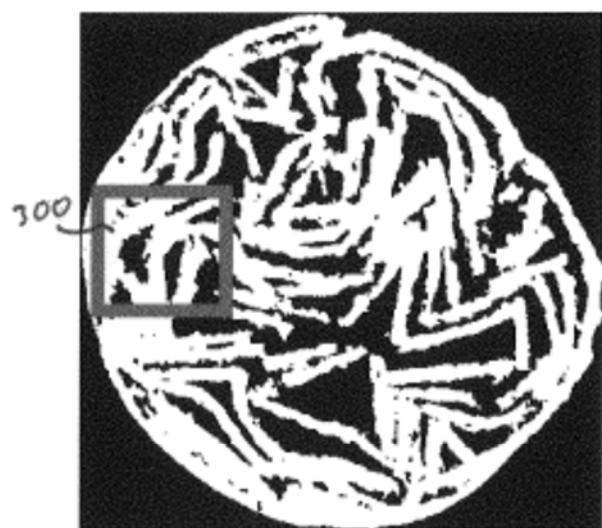


Figura 3

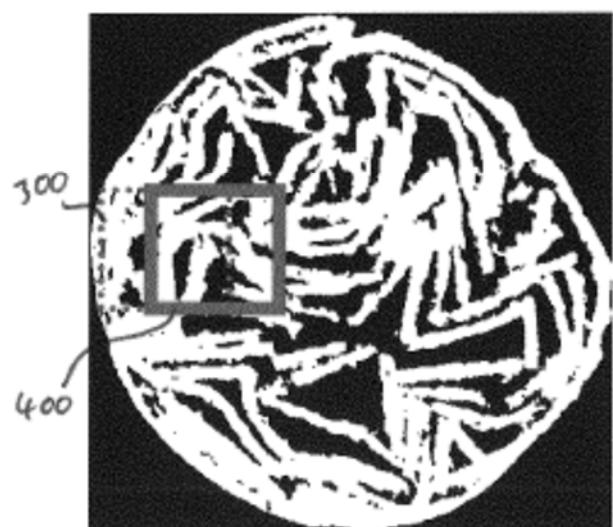


Figura 4

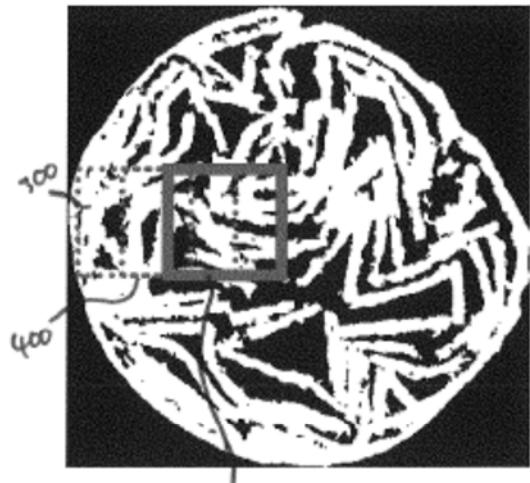


Figura 5



Figura 6

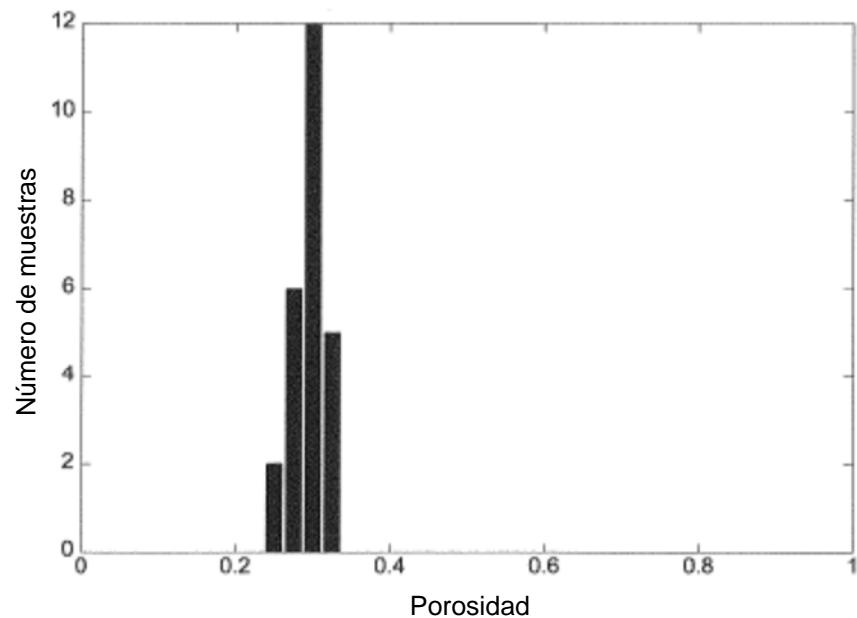


Figura 7

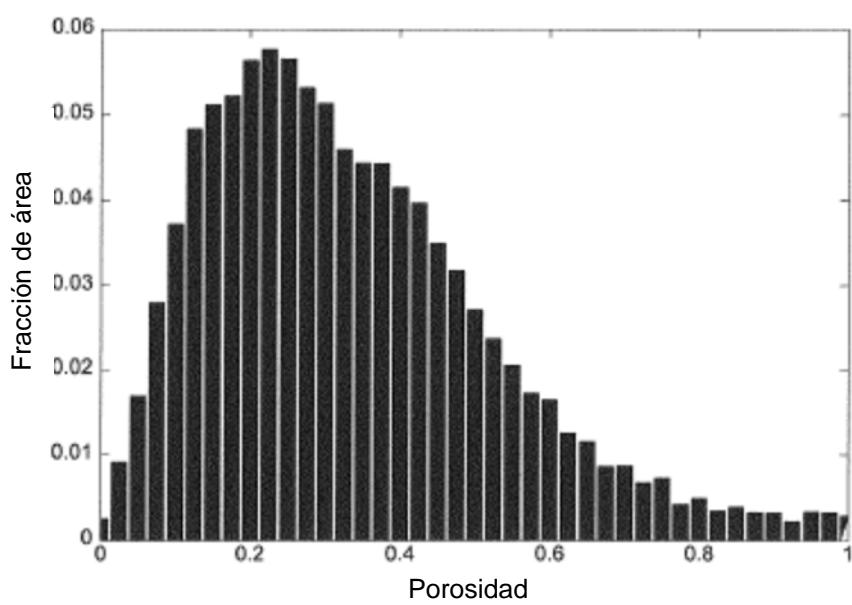


Figura 8

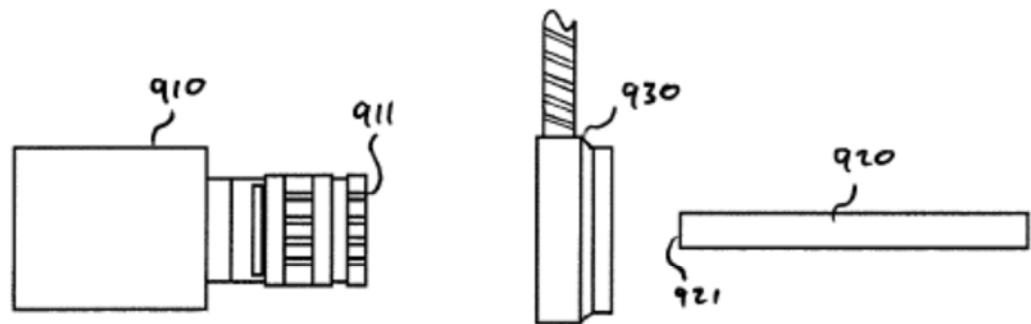


Figura 9

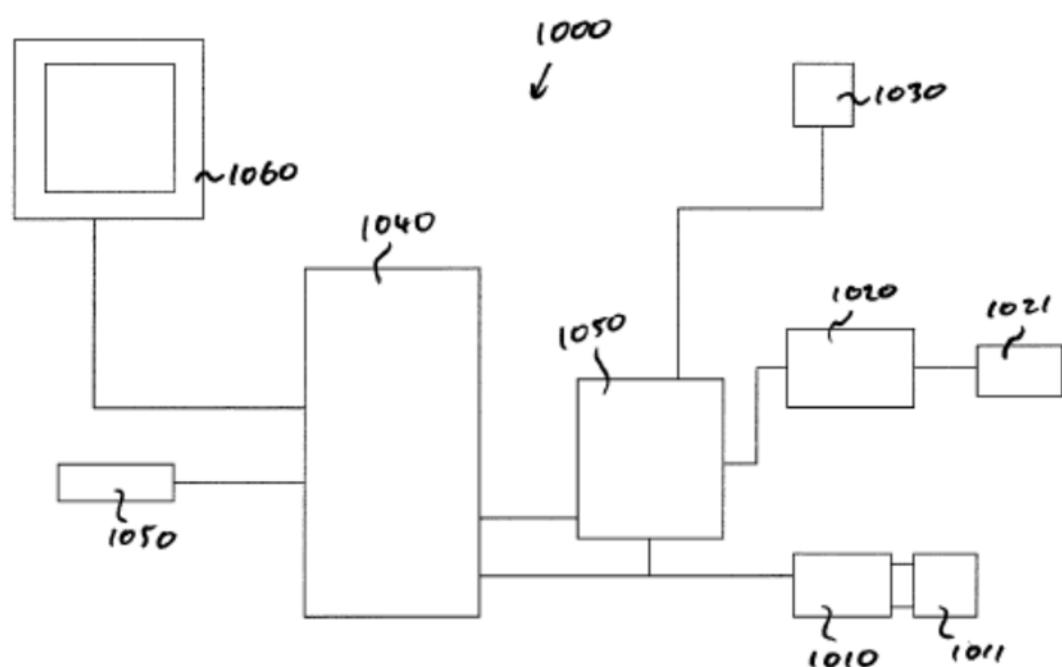


Figura 10