



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 315 542**

51 Int. Cl.:
G01N 27/403 (2006.01)
G01N 27/30 (2006.01)
G01N 33/487 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03775501 .4**
96 Fecha de presentación : **30.10.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1579204**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.09.2005**

54 Título: **Fabricación de sensores electroquímicos por serigrafía plana móvil.**

30 Prioridad: **30.10.2002 US 422226 P**
30.10.2002 US 422230 P
27.12.2002 US 436683 P
27.12.2002 US 436685 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2009

73 Titular/es: **Lifescan Scotland Ltd.**
Beechwood Park North Inverness
Inverness-Shire IV2 3ED, GB

72 Inventor/es: **Davies, Oliver William Hardwicke;**
Marshall, Robert;
McNeilly, Brian Andrew;
Sim, Andrew Graham y
Yeudall, Robert Malcom

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 315 542 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

Fabricación de sensores electroquímicos por serigrafía plana móvil.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a un proceso para fabricar sensores electroquímicos en una banda continua y, más particularmente, a un proceso de fabricación de banda en el que se imprimen sensores electroquímicos sobre una banda utilizando un proceso de serigrafía plana móvil.

10 Antecedentes de la invención

Los sensores electroquímicos se usan en una diversidad de procedimientos diagnósticos, incluyendo la medición de glucosa en sangre humana. La fabricación de tales sensores electroquímicos implica la fabricación de millones de pequeñas tiras que incluyen cada una electrodos dispuestos en una celda receptora de muestra que está adaptada para recibir sangre u otros fluidos corporales. Los fluidos corporales forman el circuito completo entre los electrodos en la celda. Los electrodos están generalmente recubiertos con al menos un reactivo que reacciona con el analito (por ejemplo, glucosa) en la sangre para formar un analito intermedio que se puede medir con un medidor adaptado para medir corriente o carga en los electrodos. La fabricación de tales sensores electroquímicos requiere el depósito de varias capas de material de electrodo, material de aislamiento y reactivo en un espacio muy pequeño y la precisión y las disposiciones de tales capas es crítica para la función fundamental del dispositivo. Adicionalmente, para mantener los costes bajos y satisfacer la demanda, es imperativo que los sensores electroquímicos se fabriquen a velocidades muy elevadas y con absoluta precisión de alineamiento entre las capas.

Los sensores electroquímicos se pueden usar para muchas aplicaciones. En una aplicación se insertan tiras de sensor electroquímico en medidores especialmente adaptados para el auto-control de glucosa u otros analitos (tales como fructosamina, hematocrito, etc.) en, por ejemplo, sangre o fluido intersticial. Se pueden ensayar muchos analitos usando tales sensores electroquímicos, dependiendo del diseño del sensor electroquímico, la disposición de los electrodos, el reactivo usado y otros factores. Muchas de estas aplicaciones, y en particular las tiras para ensayar glucosa, requieren diseños de sensor de un tamaño y una construcción particulares, donde la fabricación se lleva a cabo dentro de tolerancias particulares para hacer que los sensores electroquímicos tengan características que son tan predecibles y repetibles como sea posible.

El proceso de fabricación se complica adicionalmente por la necesidad de fabricar muchos sensores muy rápidamente donde los sensores tienen tamaños de celda muy pequeños y, por lo tanto, electrodos muy pequeños dentro de tolerancias muy estrictas. Cuando se ensaya glucosa en sangre o fluido intersticial, uno de los principales factores que desalientan el ensayo regular es el dolor implicado en la extracción de la cantidad requerida de sangre o fluido intersticial. Un mayor volumen típicamente requiere una mayor cantidad de dolor que un volumen menor. Por tanto, es ventajoso producir sensores que requieren una cantidad menor de sangre o fluido intersticial y, por lo tanto, son menos dolorosos de usar, alentando el ensayo continuo o discontinuo más frecuente. Una forma de requerir menos analito es producir tiras de sensor electroquímico que tengan elementos estructurales muy pequeños, tales como celdas receptoras de muestra muy pequeñas y electrodos muy pequeños dentro de esas celdas receptoras de muestra, sin embargo, tales elementos pequeños son más difíciles de fabricar, particularmente de una manera precisa y reproducible para producir mediciones de analito precisas y reproducibles.

Se pueden usar muchos métodos para fabricar sensores electroquímicos, incluyendo procesos tales como rotograbado o serigrafía de cilindro. En impresión por rotograbado se recubre un cilindro con una cubierta que define la forma del elemento (por ejemplo, electrodos) que se tiene que imprimir. Se pueden usar cilindros adicionales para imprimir películas o capas adicionales (por ejemplo, capas enzimáticas o de aislamiento).

El documento WO0173109 describe sensores formados a partir de un sustrato, una capa de electrodo y al menos una primera capa de reactivo fabricados transportando una banda continua del sustrato por al menos dos estaciones de impresión (impresión cilíndrica o rotograbado) e imprimiendo la capa de electrodo y la primera capa de reactivo en el sustrato. Una de las estaciones de impresión imprime la capa de electrodo en la banda continua de sustrato y la otra de las estaciones de impresión imprime la primera capa de reactivo en la banda continua de sustrato que se transporta por las estaciones de impresión. Se pueden incluir estaciones de impresión adicionales para la impresión de capas aislantes, impresión de cola y similares. El orden de impresión dependerá de la estructura deseada para el sensor, aunque la o las capas de electrodo frecuentemente se depositarán antes que la o las capas de reactivo.

El documento WO9843075 describe cómo se fabrica un sensor electroquímico por impresión por rotograbado de tinta eléctricamente conductora para formar uno o más electrodos en una banda flexible, que puede ser polimérica. Se puede usar un cilindro recubierto con una cubierta que define la forma de los electrodos que se tienen que imprimir. Se pueden usar cilindros adicionales para imprimir películas o capas adicionales.

El documento US4734174 describe técnicas de producción continua para la producción de una serie de patrones de electrodo en una banda de sustrato. El clisé del patrón se forma como un tambor cilíndrico montado de forma rotatoria que lleva áreas conductoras y aisladas correspondiéndose las últimas áreas al patrón de electrodo deseado. El sustrato se proporciona como una banda alargada que tiene una película inicial de electrodo aplicada a una superficie.

ES 2 315 542 T3

El clisé del patrón y la banda se conectan a una fuente adecuada de energía eléctrica sirviendo el clisé del patrón como el cátodo y sirviendo la película inicial de electrodo como el ánodo. Cuando la banda se avanza hasta el contacto con la superficie del clisé del patrón rotatorio en presencia de un electrolito, se retiran electroquímicamente áreas seleccionadas de la película inicial para producir una serie de patrones de electrodo en la banda de sustrato.

5

El documento JP2001243944 describe la fabricación de un electrodo por aplicación de un compuesto de electrodo sobre un colector. El compuesto de electrodo se aplica como recubrimiento en el colector por un método de serigrafía plana.

10

Donde un sensor electroquímico se fabrica por impresión por rotograbado de tinta eléctricamente conductora para formar uno o más electrodos sobre una banda flexible, que puede ser polimérica. La definición de impresión de alta calidad es posible usando tintas muy finas. Para las tintas más espesas y mayores espesores de impresión requeridos cuando se imprimen sensores electroquímicos generalmente se han usado tamices planos fijos en impresión de lecho plano de alimentación única de sensores electroquímicos. También se han descrito otros métodos, incluyendo métodos de fabricación de sensores electroquímicos usando estructuras de impresión rotatorias.

15

En un proceso de fabricación de bandas para sensores electroquímicos se pasa una banda de material de sustrato a través de una serie de estaciones de impresión. En cada estación de impresión se deposita una nueva capa de material tal como, por ejemplo, material de electrodo, en el sustrato o en una capa depositada previamente usando, por ejemplo, un proceso de serigrafía. En el proceso de serigrafía, la banda se coloca debajo de un tamiz y una tinta, por ejemplo, una tinta conductora usada para hacer electrodos se empuja a través de partes seleccionadas del tamiz para imprimir una capa que tiene un diseño predeterminado en la parte de la banda colocada debajo del tamiz. Por tanto, es posible construir el sensor electroquímico sobre el sustrato moviendo el sustrato de una estación de impresión a la siguiente, imprimiendo cada capa consecutivamente y cortando los sensores individuales de la banda terminada.

25

En un método de fabricación una capa de electrodo y al menos una primera capa de reactivo se fabrican transportando una banda continua del sustrato por al menos dos estaciones de impresión. Las estaciones de impresión pueden ser estaciones de impresión por rotograbado cilíndrico o estaciones de serigrafía de cilindro. Sin embargo, los métodos de impresión por rotograbado (rotar un cilindro grabado) y serigrafía de cilindro (rotar un tamiz cilíndrico/plantilla) experimentan desventajas cuando se imprimen sensores electroquímicos sobre una banda. La impresión por rotograbado típicamente da alturas de impresión muy finas. Las tintas eléctricamente conductoras espesas que se necesitan para producir el espesor de electrodo requerido para sensores electroquímicos (especialmente aquellos para detección de glucosa en sangre) son particularmente propensas a sufrir impresión incompleta, irregular con la disminución resultante en la calidad, uniformidad y fiabilidad del sensor electroquímico. La impresión por rotograbado con tintas de carbono (que tienen típicamente un contenido de sólidos elevado y pueden ser bastante viscosas) para producir electrodos de carbono es especialmente difícil ya que las fases sólida/líquida en la tinta se pueden separar dando como resultado el llenado o vaciado incompleto o desigual del grabado de impresión a impresión. Esto puede dar como resultado espesores de impresión desiguales y degradación de la calidad y uniformidad del electrodo de carbono. La serigrafía de cilindro es muy adecuada para disposiciones de alimentación única (a diferencia de las disposiciones de banda continua). Adicionalmente, la capacidad de manipular la forma en la que el tamiz interactúa con el medio de impresión y, por lo tanto, ejercer influencia sobre la calidad de impresión al hacer esto) está limitada debido a la naturaleza cilíndrica del tamiz. También, la diversidad de plantillas disponibles para conseguir el espesor correcto de tinta para cada tipo de tinta (carbono, plata/cloruro de plata, capa de aislamiento, enzimático o de otro reactivo) no está disponible comercialmente de forma sencilla.

45

Los sensores electroquímicos para ensayar glucosa en sangre o intersticial también se pueden producir en un proceso de impresión multi-etapa usando impresoras de lecho plano (tales como Thieme o Svecia disponibles en Kippax RU, Huddersfield, RU y Registerprint, Londres, RU) y midiendo una tinta a través de plantillas de tamiz disponibles en DEK Machinery, Weymouth, RU y BTP Craftsreen, Coventry, RU) dispuestas en paralelo a las tarjetas planas de sustrato sobre las que se tiene que imprimir. Este proceso tiene la ventaja de que los sensores pueden producirse de una manera precisa repetible de tal forma que un usuario puede comparar los resultados de vez en cuando. Las láminas de sustrato para imprimir hileras de tiras sobre las mismas se pasan a través de varias etapas de impresión de lecho plano con las hileras perpendiculares a la dirección de desplazamiento. En este proceso de fabricación se serigrafían capas delgadas de tinta secuencialmente sobre un sustrato polimérico para formar un grupo grande de tiras de sensor. En primer lugar se puede depositar tinta de carbono para formar una capa de electrodo. A continuación se puede depositar una capa de tinta de aislamiento. A continuación se puede depositar una capa de reactivo, típicamente tinta enzimática. A continuación se puede depositar una segunda capa enzimática. A continuación se puede depositar una capa adhesiva. Finalmente se puede depositar una capa hidrófila. Se puede colocar una película protectora en la parte superior de la lámina de sensor antes de cortar la lámina en hileras y las hileras en tiras individuales. Una única lámina de sustrato fabricada de esta forma puede producir 500 ó más tiras de sensor. Estas tiras de sensor se disponen en hileras de 0 a 9 perpendicularmente a la dirección de desplazamiento de la lámina de sustrato a través de la impresora de lecho plano (la dirección de impresión) con 50 tiras de sensor por hilera. Las tiras 1 a 50 en cada hilera son paralelas a la dirección de impresión. Cada lámina se puede manipular manualmente entre cada fase. En particular, después de las cuatro etapas de impresión (para imprimir tinta de carbono, tinta de aislamiento y dos capas de tinta enzimática) se puede manipular manualmente cada lámina a una máquina de corte para que el corte se pueda realizar a lo largo de las hileras separando una hilera de tiras de sensor de otra. A continuación se puede manipular cada hilera para cortarla en 50 tiras separadas. Estos pasos de manipulación requieren mucho tiempo y son ineficaces.

65

ES 2 315 542 T3

Por lo tanto existe la necesidad de un proceso mejorado para la fabricación de sensores electroquímicos, y en particular, para la fabricación de sensores electroquímicos para la medición de marcadores en el cuerpo tal como en sangre o fluido intersticial (glucosa, fructosamina, hematocrito etcétera). Adicionalmente existe una necesidad de un modo de alta velocidad, predecible, reproducible para fabricar tiras de sensor con un coste razonable. Adicionalmente, existe una necesidad de un modo de alta velocidad, predecible, reproducible para fabricar tiras de sensor que tengan elementos muy pequeños en el que cada tira terminada pueda usarse para medir de forma fiable predecible y precisa analitos en fluidos corporales de una manera reproducible.

Por lo tanto, sería ventajoso desarrollar un método para fabricar tiras de sensor que mantuviera los beneficios de una impresión de lecho plano de alimentación única alcanzando al mismo tiempo la velocidad de un proceso de banda continua. Adicionalmente, sería deseable desarrollar un método para fabricar tiras de sensor usando un proceso de banda continua que no utilizara métodos de rotograbado (rotar un cilindro grabado) y serigrafía de cilindro (rotar un tamiz cilíndrico/plantilla) y que, por tanto, no compartiera las deficiencias intrínsecas de esos métodos.

15 Sumario de la invención

En un aspecto de la presente invención un método para fabricar un sensor electroquímico incluye transportar una banda de un sustrato por una o más estaciones de impresión e imprimir en una posición de impresión uno o más electrodos sobre el sustrato en la una o más estaciones de impresión serigrafiando tinta eléctricamente conductora usando serigrafía plana, realizándose la serigrafía plana usando un tamiz plano móvil, en el que el tamiz plano móvil es móvil en relación con la posición de impresión. En otro aspecto de la presente invención se proporciona un aparato para realizar el método como se describe en este documento que comprende una banda de sustrato para imprimir un sensor electroquímico sobre la misma, una o más estaciones de impresión para imprimir en una posición de impresión uno o más electrodos sobre el sustrato en la una o más estaciones de impresión serigrafiando tinta eléctricamente conductora usando serigrafía plana, realizándose la serigrafía plana usando un tamiz plano móvil, donde el tamiz plano móvil es móvil en relación a la posición de impresión.

En una realización de la presente invención se imprime una primera capa de aislamiento sobre el sustrato en una estación de impresión serigrafiando una tinta de aislamiento usando serigrafía plana. Después se imprime una primera capa de reactivo sobre el sustrato en una estación de impresión adicional serigrafiando una primera tinta de reactivo usando serigrafía plana. Se imprime una segunda capa de reactivo sobre el sustrato en una estación de impresión serigrafiando una segunda tinta de reactivo usando serigrafía plana. Se imprime una segunda capa de aislamiento sobre el sustrato en una estación de impresión serigrafiando una segunda tinta de aislamiento usando serigrafía plana. La segunda tinta de aislamiento comprende tinta adhesiva. Se imprimen adicionalmente una o más capas de electrodo, reactivo, aislamiento o adhesivo sobre el sustrato en una estación de impresión mediante tinta de serigrafía usando serigrafía plana. En esta realización de la invención, la serigrafía plana se lleva a cabo usando un tamiz plano móvil donde el tamiz plano móvil es móvil en relación con una posición de impresión de forma que se pueda mover con o en dirección opuesta a la banda de material de sustrato a medida que la banda se desplaza sobre la posición de impresión.

En una realización de la presente invención se imprimen uno o más electrodos sobre el sustrato en una primera estación de impresión serigrafiando tinta eléctricamente conductora usando serigrafía plana; se imprime una primera capa de aislamiento en el sustrato en una segunda estación de impresión serigrafiando una tinta de aislamiento usando serigrafía plana; se imprime una primera capa de reactivo en el sustrato en una tercera estación de impresión serigrafiando una primera tinta de reactivo usando serigrafía plana; y las capas se imprimen en ese orden. Se puede imprimir una segunda capa de reactivo en el sustrato en una cuarta estación de impresión serigrafiando una segunda tinta de reactivo usando serigrafía plana.

En una realización de la presente invención, el tamiz plano está en un ángulo con la banda de sustrato en la dirección de impresión cuando la banda de sustrato abandona una posición de impresión, ángulo que puede ser agudo. Más particularmente, el ángulo puede ser entre aproximadamente 25° y 45° y, más particularmente, el ángulo puede ser entre aproximadamente 25° a 35°.

55 Breve descripción de los dibujos

Las características novedosas de la invención se exponen con particularidad en las reivindicaciones adjuntas. Se obtendrá una mejor comprensión de las características y ventajas de la presente invención como referencia a la siguiente descripción detallada que expone realizaciones ilustrativas, en las que se utilizan los principios de la invención, y los dibujos adjuntos de los que:

60 La Figura 1 es un diagrama esquemático que representa 8 secciones del proceso de impresión de banda.

La Figura 2A es un diagrama esquemático que representa una primera y segunda sección del proceso de impresión de banda.

65 La Figura 2B es un diagrama esquemático que representa una tercera, cuarta y quinta sección del proceso de impresión de banda.

ES 2 315 542 T3

La Figura 2C es un diagrama esquemático que representa una sexta y séptima sección del proceso de impresión de banda.

5 La Figura 3 es un diagrama esquemático que representa un entorno húmedo alrededor de una quinta y sexta sección de la impresión de banda.

La Figura 4 es una vista inferior que representa un entorno húmedo alrededor de una quinta y sexta sección de la impresión de banda.

10 La Figura 5 es una vista en perspectiva de una tubería con perforaciones.

La Figura 6 es un diagrama esquemático que representa un ciclo de inundación.

15 La Figura 7 es un diagrama esquemático que representa un ciclo de impresión.

La Figura 8 es un diagrama esquemático que representa 2 ángulos diferentes de un rodillo exprimidor.

La Figura 9 es un diagrama esquemático que representa 2 posiciones diferentes de un rodillo exprimidor.

20 La Figura 10 es un diagrama esquemático que representa una distancia de exposición del tamiz.

La Figura 11 es una vista despiezada de una zona de pre-acondicionamiento (211).

25 La Figura 12 es una vista despiezada de la primera zona de secado (217).

La Figura 13 es una vista despiezada de una segunda zona de secado (224).

La Figura 14 es una vista despiezada de una tercera zona de secado (230).

30 La Figura 15 es una vista despiezada de una cuarta zona de secado (236).

La Figura 16 es una vista despiezada de una primera unidad de limpieza (204).

35 Las Figuras 17A-17D son vistas de una capa de aislamiento para una capa de carbono con registro apropiado.

Las Figuras 18A-18D son vistas de una capa de aislamiento para una capa de carbono con registro inapropiado cuando el material gráfico resultante del tamiz 301 se estira.

40 Las Figuras 19A-19D son vistas de una capa de aislamiento para una capa de carbono con registro inapropiado cuando el material gráfico del tamiz 301 no se ha estirado.

45 Las Figuras 20A-20D son diagramas esquemáticos que representan los resultados de impresión para el registro de operario de la banda usando una primera guía de visualización para inspección visual durante un proceso de registro inicial.

La Figura 21A es un ejemplo de una lámina de sensor con una primera y segunda guías de visualización de la banda; primera, segunda, tercera y cuarta marcas de registro Y; y marcas de registro X.

50 La Figura 21B es una vista despiezada de una hilera dentro de una lámina de sensor con una marca de registro X de carbono.

La Figura 21C es una vista despiezada de una hilera dentro de una lámina de sensor con una marca de registro X de aislamiento cubriendo una marca de registro X de carbono.

55 La Figura 22 es un diagrama esquemático de los parámetros X, Y y θ usados para registrar el proceso de impresión de banda.

60 Descripción detallada de realizaciones ilustrativas de la invención

La Figura 1 es un diagrama esquemático que representa 8 secciones del proceso de impresión de banda de acuerdo con la presente invención. La sección 1 es una unidad de desenrollado 101. La sección 2 es una estación de pre-acondicionamiento 102. La sección 3 es una estación de impresión con carbono 103. La sección 4 es una estación de impresión de aislamiento 104. La sección 5 es una primera estación de impresión enzimática 105. La sección 6 es una segunda estación de impresión enzimática 106. La sección 7 es una unidad de devanado 107. La sección 8 es una perforadora 108. Los especialistas en la técnica entenderán que aunque la siguiente descripción se refiere a un proceso y aparato relacionado con estas 8 secciones, el proceso y aparato de la invención pueden realizarse con mayor o menor número de secciones. Por ejemplo, aunque se prevén 4 estaciones de impresión en esta realización, se podrían usar

ES 2 315 542 T3

una o más estaciones de impresión sin apartarse del alcance de la invención. En una realización hay un mínimo de dos estaciones de impresión para imprimir una capa de electrodo y una capa de reactivo.

En una realización de la presente invención, la Sección 1 se puede implementar usando una unidad de desenrollado de material de sustrato 101 tal como, por ejemplo, un Desenrollador/Montador Automático Martin que está disponible en Martin Automatic Inc. en Rockford, IL. En esta realización de la invención, las Secciones 2, 3, 4, 5 y 6 pueden implementarse usando una Impresora Kammann modificada, que está disponible en Werner Kammann Maschinefabrik GmbH, número de modelo 4.61.35, en Bünde, Alemania. En esta realización de la invención, la Sección 2 puede ser una unidad de pre-acondicionamiento 102. Se puede usar la unidad de pre-acondicionamiento 102 para pre-acondicionar un sustrato 242 antes de la impresión y las secciones 3, 4, 5 y 6 se pueden usar para serigrafar tintas de carbono, aislamiento, primera tinta enzimática y segunda tinta enzimática sobre un sustrato 242. La sección 7 puede incluir una unidad de devanado 107 tal como, por ejemplo, una Devanadora Martin, que está disponible en Martin Automatic Inc. en Rockford, IL. La sección 8 puede incluir una perforadora 108 tal como, por ejemplo, una perforadora Preco que está disponible en Preco Press, en Lenexa, Kansas, con el número de modelo 2024-P-40T XYT CCD CE. Aunque se mencionan modelos específicos de aparatos, estas piezas de aparatos se pueden variar y/o sustituir y/u omitir aunque sin apartarse del alcance de la invención como se entenderá por los especialistas en la técnica.

Las Figuras 2A, 2B y 2C son diagramas esquemáticos que ilustran la trayectoria del sustrato 242 al pasar por las Secciones 1-8 de un proceso de impresión de banda de acuerdo con la presente invención. En una realización de la invención, el material usado para el sustrato 242 puede ser un material de poliéster (nombre comercial Melinex® ST328) que se fabrica por DuPont Teijin Films. El sustrato 242 se suministra en un rollo de material, que puede ser, por ejemplo, de un espesor nominal de 350 micrómetros por 370 mm de ancho y aproximadamente 660 m de longitud. Se ha observado que estas dimensiones de grosor y anchura son particularmente adecuadas para la producción de sensores electroquímicos mediante serigrafía plana en una banda de sustrato. Esto se debe al requerimiento de que el material sea robusto para la impresión pero manipulable a través del aparato y de anchura suficiente para alojar una cantidad adecuada de sensores para hacer que el proceso sea comercialmente viable. El sustrato 242 puede incluir un recubrimiento acrílico aplicado a uno o ambos lados para mejorar la adhesión de la tinta. El poliéster es un material preferido porque se comporta satisfactoriamente a las elevadas temperaturas y tensiones usadas durante el proceso de banda de acuerdo con la presente invención. Aunque el poliéster y de hecho Melinex son los materiales preferidos en una realización de la invención, se puede prever el uso de otros materiales por los especialistas en la técnica a partir de la descripción proporcionada en este documento. De hecho, entre otras cosas, se pueden prever variaciones en el espesor, anchura y longitud del material, ofreciendo una mayor anchura o longitud una capacidad adicional para la producción de sensores y una variación en el espesor del material en algunas circunstancias ayuda al pre-acondicionamiento o registro durante la impresión. En una realización preferida de la presente invención, antes de entrar en la estación de impresión con carbono 103, el sustrato 242 se expone a un proceso de estabilización térmica, calentando el sustrato hasta 185°C sin ponerlo a una tensión significativa para tratar y asegurar que el sustrato 242 experimente la mínima distorsión dimensional durante el proceso de impresión de banda donde se pueden encontrar temperaturas entre 140 y 160°C a tensiones de hasta 165 N. Típicamente la tensión usada ha sido mínima, sólo la suficiente para conducir la banda a través del calentador. Sin embargo, se ha observado que a pesar de este proceso de estabilización térmica, pueden ocurrir variaciones en el registro de etapa de impresión a etapa de impresión provocando el fallo del sensor. De este modo, se ha introducido una etapa de pre-acondicionamiento inmediatamente antes de la impresión. Como se explicará más adelante en este documento, en la etapa de pre-acondicionamiento (sección 1) el sustrato se calienta a una temperatura (típicamente 160°C) mayor que cualquier temperatura que se encuentra durante las etapas de impresión posteriores. En una realización preferida el sustrato también se mantiene bajo tensión (típicamente aproximadamente 165 N) durante esta etapa de pre-acondicionamiento. De hecho en esta realización, la combinación de pre-acondicionamiento y colocación a tensión ha disminuido en gran medida las variaciones en el registro de impresión y ha mejorado el rendimiento del producto resultante. En una realización de la invención se empalman entre sí rollos de sustrato 242 en una unidad de desenrollado 101 o en una unidad de devanado 107 usando una cinta de montaje tal como, por ejemplo, cinta de papel plana de montaje PS-1 de Intertape Polymer Group.

La Figura 2A es un diagrama esquemático que representa la sección 1 y la sección 2 de un proceso de impresión de banda de acuerdo con una realización de la presente invención. En la Figura 2A, la sección 1 es una unidad de devanado 101. La unidad de devanado 101 incluye un primer árbol 200, un segundo árbol 201, una primera unidad de empalme 202 y un primer acumulador 203. En la Figura 2A, la sección 2 es la Estación de pre-acondicionamiento 102. La estación de pre-acondicionamiento 102 incluye una primera unidad de limpieza 204, una segunda unidad de empalme 205 que típicamente no se usa, un rodillo de presión de entrada 206, una segunda unidad de limpieza 207, una célula de carga 208, un primer rodillo de impresión 209, un primer rodillo conductor 210 y una primera zona de secado 211.

En la realización de la invención ilustrada en la Figura 2A, la unidad de desenrollado 101 consiste en, por ejemplo, un desenrollador/montador automático Martin que se usa para facilitar el movimiento continuo del sustrato 242 a la estación de pre-acondicionamiento 102 a una tensión de aproximadamente 80 N. La unidad de desenrollado 101 puede incluir un primer árbol de desenrollado 200 y un segundo árbol de desenrollado 201. Obsérvese que un árbol puede denominarse también mandril. El primer árbol de desenrollado 200 sostiene un rollo de material de sustrato 242 y suministra continuamente sustrato 242 a la estación de pre-acondicionamiento 102 de la sección 2. El segundo árbol de desenrollado 201 sostiene un rollo de sustrato de repuesto 242, que se empalma automáticamente en el extremo del rollo de sustrato 242 desde el primer árbol de desenrollado 200 asegurando un suministro semi-continuo de sustrato 242. Este proceso continuo se repite desde el primer árbol de desenrollado 200 al segundo árbol de desenrollado

ES 2 315 542 T3

201. Un acumulador de material de sustrato 203 almacena una longitud predeterminada de sustrato 242 y dispensa el sustrato 242 almacenado en la estación de pre-acondicionamiento 102 de la sección 2 mientras que la operación de empalme tiene lugar en la primera unidad de empalme 202 (tiempo durante el cual tanto el primer árbol de desenrollado 200 como el segundo árbol de desenrollado 201 están estacionarios). El empalme creado es un empalme de presión con una longitud de cinta de empalme en cada lado del material en la junta. Para asegurar la calidad, aproximadamente 10 m de sustrato impreso pueden descartarse a cada lado del empalme. El primer árbol de desenrollado 200 y el segundo árbol de desenrollado 201 incluyen guías de borde de banda (no mostradas) que guían el sustrato 242 hacia la primera unidad de empalme 202. Las guías de borde de banda están adaptadas para evitar que el sustrato 242 se desplace a medida que se suministra a la primera unidad de empalme 202.

Típicamente la máquina de la invención se ajusta para producir entre 2 y 10 y más habitualmente 6 rollos de sustrato cada vez. Para las estaciones de impresión conectadas a un suministro continuo de tinta, el número de rollos que se tiene que usar no es habitualmente un problema. Sin embargo, para las dos estaciones de impresión enzimática, a las que se suministra una cantidad limitada de tinta, el número de rollos que se tiene que usar es un parámetro de entrada importante. De hecho, el número de rollos que se tiene que usar determina la cantidad de tinta colocada en el tamiz antes del comienzo del proceso de impresión. Por ejemplo, para una tirada de 6 rollos 6 (o incluso más de 6) rollos válidos para tinta enzimática se sitúan sobre el tamiz antes del inicio de la impresión en cada una de las secciones 5 y 6. Por tanto, es necesario mantener preparada la tinta enzimática para imprimir por toda la tirada de impresión para asegurar una impresión uniforme de la enzima durante toda la vida de la tirada de impresión. Se ha puesto una pared alrededor del tamiz en las estaciones de impresión enzimática para asegurar que se pueda añadir una cantidad suficiente de tinta enzimática al tamiz sin requerir que el tamiz se llene durante una tirada y también disminuir el riesgo de un sobre-flujo de tinta enzimática del tamiz y sobre el sustrato de banda que está debajo).

En una realización de la presente invención, el sustrato 242 se mantiene a una tensión de aproximadamente 165 N durante el proceso para mantener el registro de las cuatro capas que se tienen que imprimir (típicamente la tolerancia de registro de impresión es 300 μm). El sustrato 242 se somete también a diversas temperaturas de 140°C o menos para secar las tintas impresas durante cada etapa de impresión. Debido a esta tensión y temperatura, puede haber una tendencia a que el sustrato 242 se estire o expanda durante el proceso y en consecuencia salga de la tolerancia de registro. De hecho, la variación de tamaño de la imagen de etapa de impresión a etapa de impresión y tirada de impresión a tirada de impresión así como dentro de la propia tirada de impresión fue impredecible y mayor de lo que podía tolerarse.

En la realización de la invención ilustrada en la Figura 2A, la sección 2 es una estación de pre-acondicionamiento 102. El pre-acondicionamiento ocurre antes de que cualquier imagen se imprima sobre el sustrato. El sustrato 242 se pre-acondiciona para disminuir la cantidad de expansión y estiramiento dentro de secciones posteriores del proceso de banda y también para ayudar al registro del sustrato 242 a través de las secciones 3-6. La estación de pre-acondicionamiento puede calentar el sustrato 242 a una temperatura, que no se supera en las etapas de impresión posteriores. Típicamente esto tiene lugar a una tensión entre 150 y 180 N más típicamente aproximadamente 165 N. Sin embargo, en otra realización la estación de pre-acondicionamiento 102 puede calentar el sustrato 242 a una temperatura suficiente para retirar el estiramiento irreversible del sustrato 242, de nuevo opcionalmente mientras está a una tensión como se ha descrito anteriormente.

En una realización de la invención, el sustrato se calienta a aproximadamente 160°C en la zona de pre-acondicionamiento 211, que se ilustra con más detalle en la Figura 11. Como se ha explicado anteriormente, en una realización de la presente invención, la temperatura a la que se calienta el sustrato 242 en la estación de pre-acondicionamiento 102 no se alcanza o se supera durante el procesamiento posterior del sustrato 242, incluyendo las etapas de secado posteriores. Los procesos de impresión posteriores pueden compensar la imagen ligeramente más grande debido al estiramiento causado por el proceso de la estación de pre-acondicionamiento 102 previendo un tamaño de tamiz de plantilla ligeramente más grande (típicamente 750 μm en la dirección de desplazamiento de la banda). La provisión de nuevos tamices puede ser problemática. Por lo tanto, se pueden variar otros parámetros en cada estación de impresión para dar cabida a una variación en el tamaño de imagen sin sustituir el tamiz, tal como la velocidad relativa del tamiz y la banda. No obstante, hay un límite para la cantidad de variación del tamaño de imagen que puede tener cabida. Por lo tanto es preferible pre-acondicionar el sustrato como se ha descrito en este documento disminuyendo el aumento del tamaño de imagen total y disminuyendo la variación en dicho aumento de tamaño de imagen.

En una realización de la presente invención, la estación de pre-acondicionamiento 102 incluye también elementos adicionales, que realizan funciones que facilitan el funcionamiento apropiado de un proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención. En la unidad de pre-acondicionamiento 102, hay dos unidades de limpieza de banda, una primera unidad de limpieza 204 y una segunda unidad de limpieza 207 que limpian la parte superior y la parte inferior del sustrato 242. La primera unidad de limpieza 204 y la segunda unidad de limpieza 207 usan rodillos recubiertos con adhesivo adherente para retirar los elementos particulados del sustrato 242 antes de cualquier etapa de impresión. La primera unidad de limpieza 204 puede ser, por ejemplo, un limpiador disponible en el mercado en KSM Web Cleaners, número de modelo WASP400, en Glasgow, Reino Unido. La segunda unidad de limpieza 207, por ejemplo, un limpiador disponible en el mercado en Teknek. La estación de pre-acondicionamiento 102 incluye adicionalmente un rodillo de presión de entrada 206 y una celda de carga 208. El rodillo de presión de entrada 206 se usa para controlar la tensión del sustrato 242 (específicamente la tensión entre el rodillo de presión de entrada 206 y el rodillo de presión de salida 238). El rodillo de presión de entrada 206 se une mediante un sistema de control (no mostrado) a la celda de carga 208. El sustrato 242 se retira de la segunda estación de impresión enzimática 106

ES 2 315 542 T3

en la sección 6 a una velocidad constante mediante el rodillo de presión de salida 238. La celda de carga 208 en la sección 2 mide la tensión del sustrato 242 cuando se mueve a través del proceso de banda de acuerdo con la presente invención. El rodillo de presión de entrada 206 ajusta su velocidad para controlar la tensión en un punto establecido predeterminado. Una tensión típica de sustrato en un proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención sería de aproximadamente 150 N a 180 N y más específicamente 160 N a 170 N, en esta realización la tensión es aproximadamente 165 N.

La Figura 2B es un diagrama esquemático que representa la sección 3, sección 4 y sección 5 de un proceso de impresión de banda de acuerdo con la presente invención. En la Figura 2B, la sección 3 es una estación de impresión con carbono 103. Antes de la impresión (se instala un sistema de limpieza (disponible en Meech), que limpia el lado superior (lado de impresión) y el lado inferior del sustrato usando un sistema de vacío y cepillado, estando desplazadas entre sí la estación de cepillado y vacío superior 251 y la estación de cepillado y vacío inferior 250. La estación de cepillado y vacío superior 250, entra en contacto con el sustrato inmediatamente antes del rodillo enfriado 212 y el acumulador 213 y es el punto accesible más próximo antes de la impresión con carbono. La estación de cepillado y vacío inferior 251, entra en contacto con el sustrato inmediatamente después de que el sustrato sale de la unidad de pre-acondicionamiento 102. La estación de impresión con carbono 103 incluye un primer rodillo enfriado 212, un segundo acumulador 213, un segundo rodillo de impresión 214, un primer sensor de visión 215, un segundo rodillo conductor 216, una primera zona de secado 217 y un segundo rodillo enfriado 218. En la realización de la invención ilustrada en la Figura 2B, la sección 4 es una estación de impresión de aislamiento 104. La estación de impresión de aislamiento 104 incluye el tercer rodillo enfriado 219, el tercer acumulador 220, el tercer rodillo de impresión 221, el segundo sensor de visión 222, el primer sistema de registro Y (no mostrado) en la posición 237A, el tercer rodillo conductor 223 y la segunda zona de secado 224. En la Figura 2B, la sección 5 es la primera estación de impresión enzimática 105. La primera estación de impresión enzimática 105 incluye el cuarto rodillo enfriado 225, el cuarto acumulador 226, el cuarto rodillo de impresión 227, el tercer sensor de visión 228, el segundo sistema de registro Y, en 237B (no mostrado), el cuarto rodillo conductor 229 y la tercera zona de secado 230.

En un proceso de acuerdo con la presente invención, la sección 3 del proceso de fabricación de banda es donde tiene lugar la impresión con carbono. Por supuesto, como entenderán los especialistas en la técnica, se puede variar el número y tipo de procesos de impresión sin apartarse de la invención en su contexto más amplio. Por ejemplo, pueden proporcionarse dos impresiones de carbono o pueden usarse una o más impresiones con carbono con partículas metálicas, tinta de plata/cloruro de plata o tintas basadas en oro o paladio para proporcionar una capa de electrodo en los sensores electroquímicos. Las capas de aislamiento y de reactivo también pueden variar en su composición, orden de deposición, espesor de deposición y diseño así como en otros parámetros evidentes para los especialistas en la técnica a partir de las realizaciones descritas en este documento. En la sección 3 se puede imprimir el material gráfico de carbono para los sensores electroquímicos fabricados de acuerdo con la presente invención utilizando serigrafía. Los componentes básicos de la estación de impresión con carbono 103 se ilustran en las Figuras 6 y 7. En particular, una estación de impresión adecuada de acuerdo con la presente invención incluye un tamiz 301, un rodillo de impresión inferior 303, un rodillo de impresión 600, una rasqueta de inundación 603, un soporte del rodillo exprimidor 605 y un rodillo exprimidor 606. En la estación de impresión con carbono 103, el rodillo de impresión 600 es el segundo rodillo de impresión 214. El tamiz 301 es generalmente de construcción plana y típicamente comprende una malla dispuesta para proporcionar un negativo del material gráfico deseado. La tinta de carbono se aplica a la malla y se empuja a través de la misma durante la impresión. En esta etapa el tamiz plano se puede deformar ligeramente hacia fuera respecto a la forma plana por el peso de la tinta (esto es especialmente cierto para las etapas de impresión enzimática en las que toda la tinta que se usará durante toda la tirada de impresión habitualmente se deposita sobre el tamiz al inicio de la tirada de impresión) y la presión del rodillo exprimidor empuja la tinta a través de la plantilla de malla.

En un proceso de ciclo de inundación de acuerdo con la presente invención, el tamiz 301 se carga con tinta 604 moviendo el rodillo exprimidor 606, la rasqueta de inundación 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303, en una primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda de sustrato 242. El tamiz 301 se mueve en una segunda dirección 607 opuesta a la primera dirección 608 del sustrato 242 para el ciclo de inundación donde se carga la tinta 604 sobre el tamiz 301.

En un proceso de ciclo de impresión posterior de acuerdo con la presente invención, como se ilustra en la Figura 7, el rodillo exprimidor 606 transfiere tinta 604 a través del tamiz 301 y sobre el sustrato 242. Durante el ciclo de impresión, el rodillo exprimidor 606, la rasqueta de inundación 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303 se mueven en conjunto en una segunda dirección 607 que es opuesta al movimiento de la banda del sustrato 242. El tamiz 301 se mueve en una primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242 para el ciclo de impresión en el que la tinta 604 se empuja a través del tamiz 301 y se deposita sobre el sustrato 242. Por tanto, durante el ciclo de impresión el tamiz 301 se mueve en la misma dirección que la banda del sustrato en la misma velocidad o una muy próxima que el sustrato. El tamiz 301 es sustancialmente plano cuando está en reposo aunque durante su uso se empuja mediante el rodillo exprimidor 606 hacia la banda deformándose ligeramente cuando esto ocurre y volviendo sustancialmente a su forma original una vez que se retira el rodillo exprimidor 606. Después, el tamiz 301 se mueve en dirección opuesta al sustrato a medida que se recarga con tinta 604 listo para el siguiente ciclo de impresión. Cuando se carga la tinta sobre el tamiz 301 el peso de la tinta puede haber incluso doblado ligeramente el tamiz. El tamiz 301 está en un ángulo con respecto a la dirección de desplazamiento 608 de la banda a medida que sale de la estación de impresión. Esta disposición (siendo el ángulo típicamente aproximadamente 10 a 30 grados y más específicamente aproximadamente 15 grados) mejora la liberación de tinta desde los tamices sobre el sustrato mejorando la definición y reproducibilidad de impresión. El ángulo de

ES 2 315 542 T3

tamiz a sustrato, el ángulo del rodillo exprimidor, la distancia del tamiz al rodillo exprimidor, la posición del rodillo exprimidor respecto al rodillo de impresión, la distancia de exposición, las velocidades relativas del sustrato y el tamiz y la presión del rodillo exprimidor pueden usarse todos para controlar y optimizar la definición y uniformidad de impresión resultante en una tarjeta (Una realización de un mecanismo de serigrafía se describe con más detalle en la patente de Estados Unidos expedida N° 4.245.554).

En particular, en la estación de impresión con carbono 103, la tinta en cuestión es una tinta de carbono. Un ejemplo de una tinta de carbono adecuada se muestra más adelante en este documento. En esta realización de la presente invención, el tamiz 301 se inunda con tinta 604 antes de usar el rodillo exprimidor 606 para transferir la tinta 604 a través del tamiz y sobre el sustrato 242. Después, el material gráfico de carbono impreso depositado sobre el sustrato 242 se seca usando, por ejemplo, aire caliente a 140°C dirigido sobre la superficie impresa del sustrato usando cuatro bancos de secado separados dentro de la primera zona de secado 217, que se ilustra con más detalle en la Figura 12. La tinta adecuada para el uso en la estación de impresión con carbono incluye, pero sin limitación, carbono con partículas metálicas, plata/cloruro de plata, tintas imprimibles conductoras basadas en oro, basadas en paladio.

En una realización de la presente invención, antes del proceso de impresión con carbono e inmediatamente después del secado, el sustrato 242 se pasa sobre un primer rodillo refrigerado 212 que está diseñado para enfriar rápidamente el sustrato 242 a una temperatura predeterminada, típicamente temperatura ambiente (aproximadamente 18-21°C y típicamente 19,5°C +/- 0,5°C). En una realización del proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención la superficie del primer rodillo refrigerado 212 está aproximadamente a 18°C. El primer rodillo refrigerado 212 se puede refrigerar a una temperatura apropiada usando, por ejemplo, agua refrigerada en la fábrica a aproximadamente 7°C. La temperatura del rodillo se puede controlar mediante el control del caudal y/o la temperatura del agua refrigerada de la fábrica. Después de que los patrones de carbono impresos se depositen en el proceso de impresión, el sustrato 242 se pasa sobre el segundo rodillo refrigerado 218. Es beneficioso disminuir la temperatura del sustrato 242 y mantener la temperatura del sustrato 242 porque las temperaturas menores disminuyen la probabilidad de que la tinta se seque sobre los tamices durante la impresión y cree bloques en la malla. También es beneficioso el uso de rodillos refrigerados en un proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención porque disminuye la cantidad de estiramiento en el sustrato 242, disminuyendo los problemas de registro y la necesidad de modificar el proceso sobre la marcha para compensar tales problemas.

En una realización, la temperatura de los rodillos refrigerados se controla dinámicamente mediante una medida con bucle de realimentación de la temperatura del rodillo refrigerado y controlando el flujo/temperatura del agua. Los especialistas en la técnica pueden prever otros métodos para refrigerar los rodillos a partir de las realizaciones descritas en este documento, por ejemplo, unidades de refrigeración de funcionamiento eléctrico.

En un proceso de acuerdo con la presente invención, la sección 4 del proceso de fabricación de banda es donde tiene lugar la impresión de aislamiento. En la sección 4, el material gráfico de aislamiento para el sensor electroquímico fabricado de acuerdo con la presente invención se imprime utilizando serigrafía utilizando un tamiz generalmente plano. Los componentes básicos de la estación de impresión de aislamiento 104 se ilustran en las Figuras 6 y 7. En particular, una estación de impresión adecuada de acuerdo con la presente invención incluye un tamiz 301, un rodillo de impresión inferior 303, un rodillo de impresión 600, una rasqueta de inundación 603, un soporte de rodillo exprimidor 605 y un rodillo exprimidor 606. En la estación de impresión de aislamiento 104, el rodillo de impresión 600 es el tercer rodillo de impresión 221.

En un proceso de ciclo de inundación de acuerdo con la presente invención, el tamiz 301 se carga con tinta 604 moviendo el rodillo exprimidor 606, la rasqueta de inundación 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303 en la primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242. El tamiz 301 se mueve en la segunda dirección 607 opuesta a la primera dirección 608 del sustrato 242 para el ciclo de inundación donde se carga la tinta 604 sobre el tamiz 301.

En un proceso de ciclo de impresión posterior de acuerdo con la presente invención, como se ilustra en la Figura 7, el rodillo exprimidor 606 transfiere tinta 604 a través del tamiz 301 y sobre el sustrato 242. Durante el ciclo de impresión, el rodillo exprimidor 606, la rasqueta de inundación 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303 se mueven todos en la segunda dirección 607 que es opuesta al movimiento de la banda del sustrato 242. El tamiz 301 se mueve en la primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242 para el ciclo de impresión donde la tinta 604 se empuja a través del tamiz 301 y se deposita sobre el sustrato 242. Una realización del mecanismo de serigrafía se describe con más detalle en la patente de Estados Unidos expedida N° 4.245.554.

En serigrafía plana móvil, durante la impresión un tamiz generalmente plano tiene un componente de su movimiento que es en la misma dirección y aproximadamente a la misma velocidad que el sustrato. Típicamente en cada una de las estaciones de impresión, el tamiz sustancialmente plano forma un ángulo agudo (A en la Figura 6) con respecto al sustrato a medida que el tamiz y el sustrato se alejan de una posición de impresión (adyacente al rodillo de impresión 200 en la Figura 6). Variando la velocidad relativa del sustrato y el tamiz varía el tamaño de la imagen impresa en la dirección de desplazamiento del sustrato, es decir, la dirección X.

El tamiz de plantilla usado en cada una de las estaciones de impresión típicamente consiste en una malla de poliéster o acero deformable elásticamente estirado y unido a un marco rígido. Una realización usa un tamiz de

ES 2 315 542 T3

poliéster suministrado por DEK Machinery, Weymouth, RU. La malla está recubierta con un recubrimiento sensible a UV y junto con una película positiva el tamiz se expone a una fuente de luz UV, se desarrolla y se seca de manera que el recubrimiento se seca sobre el tamiz para formar un negativo de la imagen del material gráfico deseado. Con la ayuda de un rodillo exprimidor, se pasa la tinta a través de las áreas abiertas de la plantilla y sobre el sustrato (dando una imagen positiva formada por la tinta sobre el sustrato). El marco proporciona un medio para montar la malla y soportar las fuerzas impuestas por la malla estirada con distorsión mínima y soportando las fuerzas adicionales producidas durante la impresión.

En particular, en la estación de impresión de aislamiento 104, la tinta en cuestión es una tinta de aislamiento. Más adelante en este documento se expone un ejemplo de una tinta de aislamiento adecuada. En esta realización de la presente invención, el tamiz 301 se inunda con tinta 604 antes de usar el rodillo exprimidor 606 para transferir la tinta 604 a través del tamiz y sobre el sustrato 242. Después se seca el material gráfico de aislamiento impreso depositado sobre el sustrato 242 usando, por ejemplo, aire caliente a 140°C dirigido sobre la superficie impresa del sustrato usando cuatro bancos de secado diferentes dentro de la segunda zona de secado 224, que se ilustra con más detalle en la Figura 13. Un ejemplo de una tinta adecuada para usar en una estación de impresión de aislamiento en un proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención es tinta Ercon E6110-116 Jet Black Insulayer que puede adquirirse en Ercon, Inc. En una realización de la invención, el material gráfico de aislamiento se registra al material gráfico de carbono en la dirección X (a lo largo de la máquina) y la dirección Y (a través de la máquina) utilizando las técnicas descritas en este documento. Pueden utilizarse otros tipos de tinta de aislamiento como entenderán los especialistas en la técnica a partir de la descripción en este documento. Adicionalmente pueden usarse capas diferentes o diferentes órdenes de capas para proporcionar un orden diferente de capas y, por lo tanto, una construcción diferente en los sensores electroquímicos producidos.

En una realización de la presente invención, antes del proceso de impresión de aislamiento inmediatamente después del secado, el sustrato 242, incluyendo carbono impreso y patrones de aislamiento, se hace pasar sobre el tercer rodillo refrigerado 219 que está diseñado para enfriar rápidamente el sustrato 242 a una temperatura predeterminada, típicamente temperatura ambiente (aproximadamente 17-21°C y típicamente 19,5°C +/- 0,5°C). En una realización del proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención, la temperatura superficial del tercer rodillo refrigerado es de aproximadamente 18°C. El tercer rodillo refrigerado 219 se puede refrigerar a una temperatura apropiada usando, por ejemplo, agua refrigerada de fábrica a aproximadamente 7°C. Es beneficioso disminuir la temperatura del sustrato 242 y mantener la temperatura del sustrato 242 porque las temperaturas más bajas disminuyen la probabilidad de que la tinta se seque sobre los tamices y cree bloques en las mallas. El uso de rodillos refrigerados en un proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención también es beneficioso porque disminuye la cantidad de estiramiento del sustrato 242, disminuyendo los problemas de registro y la necesidad de modificar el proceso sobre la marcha para compensar tales problemas.

En un proceso de acuerdo con la presente invención, la sección 5 del proceso de fabricación de banda es donde tiene lugar la primera impresión enzimática. En la sección 5, el material gráfico de tinta enzimática para los sensores electroquímicos fabricados de acuerdo con la presente invención se imprime utilizando serigrafía y un tamiz móvil generalmente plano como se ha descrito anteriormente en este documento. Los componentes básicos de la primera estación de impresión enzimática 105 se ilustran en las Figuras 6 y 7. En particular, una estación de impresión adecuada de acuerdo con la presente invención incluye un tamiz 301, un rodillo de impresión inferior 303, un rodillo de impresión 600, una rasqueta de inundación 603, un soporte del rodillo exprimidor 605 y un rodillo exprimidor 606. En la primera estación de impresión enzimática 105, el rodillo de impresión 600 es el cuarto rodillo de impresión 227.

En un proceso de ciclo de inundación de acuerdo con la presente invención, el tamiz 301 se carga con tinta 604 moviendo el rodillo exprimidor 606, la rasqueta de inundación 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303, en la primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242. El tamiz 301 se mueve en la segunda dirección 607 opuesta a la primera dirección 608 del sustrato 242 para el ciclo de inundación en el que la tinta 604 se carga sobre el tamiz 301.

En un proceso de ciclo de impresión posterior de acuerdo con la presente invención, como se ilustra en la Figura 7, el rodillo exprimidor 606 transfiere tinta 604 a través del tamiz 301 y sobre el sustrato 242. Durante el ciclo de impresión, el rodillo exprimidor 606, la rasqueta de inundación 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303 se mueven todos en la segunda dirección 607 que es opuesta al movimiento de la banda del sustrato 242. El tamiz 301 se mueve en la primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242 para el ciclo de impresión en el que la tinta 604 se empuja a través del tamiz 301 y se deposita sobre el sustrato 242. Una realización del mecanismo de serigrafía se describe con más detalle en la patente de Estados Unidos expedida N° 4.243.554.

En particular, en la primera estación de impresión enzimática 105, la tinta en cuestión es una tinta enzimática. Más adelante en este documento se expone un ejemplo de una tinta enzimática adecuada. En esta realización de la presente invención, el tamiz 301 se inunda con tinta 604 antes de usar el rodillo exprimidor 606 para transferir la tinta 604 a través del tamiz y sobre el sustrato 242. El material gráfico enzimático impreso depositado sobre el sustrato 242 se seca después usando, por ejemplo, aire caliente a 50°C dirigido sobre la superficie impresa del sustrato usando dos bancos de secado separados dentro de la tercera zona de secado 230, que se ilustra con más detalle en la Figura 14. En la Tabla 2 se resume un ejemplo de una tinta adecuada para usar en la primera estación de impresión enzimática 105 en un proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención.

ES 2 315 542 T3

TABLA 2

5	<p>Glucosa Oxidasa</p> <p>Citrato Trisódico</p> <p>Ácido Cítrico</p>	<p>Biozyme Laboratories</p> <p>Fisher Scientific</p> <p>Fisher Scientific</p>
10	<p>Alcohol Polivinílico</p> <p>Hidroxietilcelulosa (Nat 250G)</p>	<p>Sigma Aldrich</p> <p>Honeywell and Stein</p> <p>BDH/Merck LTD</p>
15	<p>Hexacianoferrato III de Potasio</p> <p>Antiespuma DC 1500</p>	<p>Sigma-Aldrich Chemical Co., RU</p> <p>Norlab Instruments Ltd., RU</p> <p>BDH/ Merck LTD</p>
20	<p>Cabosil</p> <p>PVPVA</p>	<p>Ellis and Everard Ltd</p> <p>ISP Company Ltd</p>
25	<p>Agua Analar</p>	<p>BDH/Merck LTD</p>

En una realización de la presente invención, después del proceso de impresión de aislamiento e inmediatamente después del secado, el sustrato 242, incluyendo carbono impreso y patrones de aislamiento, se pasa sobre el cuarto rodillo refrigerado 225 que está diseñado para refrigerar rápidamente el sustrato 242 a una temperatura predeterminada, típicamente temperatura ambiente (aproximadamente 17-21°C y típicamente 19,5°C +/- 0,5°C). En una realización del proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención la superficie del cuarto rodillo refrigerado 225 está a aproximadamente 18°C. El cuarto rodillo refrigerado 225 se puede refrigerar a una temperatura apropiada usando, por ejemplo, agua refrigerada de fábrica a aproximadamente 7°C. Es beneficioso disminuir la temperatura del sustrato 242 y mantener la temperatura del sustrato 242 porque temperaturas más bajas disminuyen la probabilidad de que la tinta se seque sobre los tamices y cree bloques en la malla. También es beneficioso el uso de rodillos refrigerados en un proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención porque disminuye la cantidad de estiramiento en el sustrato 242, reduciendo los problemas de registro y la necesidad de modificar el proceso sobre la marcha para compensar tales problemas.

Adicionalmente, debido al elevado contenido de agua de la tinta enzimática y el flujo de aire debido al movimiento del tamiz, es crucial asegurar que la tinta enzimática no seque en el tamiz. El flujo de aire relativo encontrado por el tamiz en movimiento seca la tinta sobre el tamiz de una manera que no se observa normalmente en impresoras de serigrafía de lecho plano (tales como impresoras de lecho plano Thieme) ya que el propio tamiz no se mueve dentro de la máquina, a diferencia de la presente invención. Así como el rodillo refrigerado alivia esto asegurando que el sustrato se enfría a aproximadamente 18°C antes de encontrar la etapa de serigrafía enzimática, el tamiz cargado con tinta enzimática se humedece durante la impresión. En una realización, la humidificación es sustancialmente continua. Puede haber humidificación por el lado superior, por el lado inferior y/o por el lateral del tamiz y de hecho se pueden proporcionar los tres en conjunto. Una disposición de tuberías proporciona una corriente sustancialmente constante de aire humidificado por encima, por debajo y por los laterales del tamiz respectivamente, asegurando que el contenido de agua de la tinta se mantiene a un nivel constante. Una disposición adecuada para proporcionar humidificación de la parte superior, inferior y/o lateral del tamiz de acuerdo con la presente invención se ilustra en las Figuras 3, 4 y 5. La cantidad y disposición de los medios de humidificación (típicamente tuberías que llevan aire humidificado) dependerá, entre otras cosas, de la cantidad de humidificación requerida, el contenido de agua de la tinta, la humedad y temperatura del aire circundante, la temperatura del sustrato a medida que se aproxima a la estación de impresión enzimática, la temperatura del rodillo de impresión, el tamaño del tamiz y la exposición del tamiz al entorno (aire no humidificado). En una realización una tubería 304, que comprende una o más hileras de orificios 400, suministra aire humidificado a través de todo el lado inferior del tamiz durante una carrera del tamiz hacia atrás y hacia delante. Las tuberías (no mostradas) por encima y en el lado del operario de la máquina suministran flujos de aire humidificado 300 y 304 (véase la Figura 4).

Típicamente toda la tinta enzimática requerida para esa tirada de impresión se sitúa sobre el tamiz al inicio de la tirada de impresión o antes. Como la tinta enzimática está compuesta por una gran parte de agua (típicamente entre el 55 y 65% en peso, más típicamente aproximadamente el 60% en peso, la tinta es propensa a secarse durante la tirada de impresión. Este riesgo puede aliviarse proporcionando humidificación alrededor del tamiz cargado con la tinta enzimática. Alternativamente o más típicamente adicionalmente el sustrato puede refrigerarse antes de encontrarse con la estación de impresión enzimática (o de hecho con cualquiera) mediante el uso de rodillos refrigerados como se ha descrito en este documento. Típicamente la temperatura del sustrato se controla para que sea menor de o igual a la

ES 2 315 542 T3

temperatura de la sala. Sin embargo, la temperatura del sustrato se mantiene sobre el punto de rocío para la atmósfera en la sala. Si la sala está a humedad del 60% entonces el punto de rocío puede ser 15°C. Si la temperatura del sustrato cae por debajo de, entonces la condensación puede ocurrir sobre el sustrato comprometiendo potencialmente cualquier tirada de impresión posterior, especialmente cualquier tirada de impresión posterior con tinta soluble en agua tal como tinta enzimática. Por lo tanto, el control de la temperatura del sustrato, por ejemplo, entre los límites de temperatura ambiente y punto de rocío, puede ser importante para una tirada de impresión exitosa. El control de la temperatura y/o el tiempo de paso sobre los rodillos refrigerados 212, 219, 225 y 231 son importantes en el control de la temperatura del sustrato. Se puede usar un bucle de control de realimentación para medir la temperatura del sustrato por ejemplo, con respecto a la temperatura ambiente y/o el punto de rocío (dada la humedad de la sala) para controlar la temperatura de los rodillos refrigerados y la temperatura del sustrato a medida que abandona el rodillo y se aproxima a la siguiente estación de impresión.

La Figura 2C es un diagrama esquemático que representa la sección 6 y la sección 7 de un proceso de impresión de banda de acuerdo con la presente invención. En la Figura 2C, la sección 6 es la segunda estación de impresión enzimática 106. La segunda estación de impresión enzimática 106 incluye el quinto rodillo refrigerado 231, el quinto acumulador 232, el quinto rodillo de impresión 233 y el cuarto sensor de visión 234, el quinto rodillo conductor 235, la quinta zona de secado 236, el sistema de registro Y 237 y el rodillo de presión de salida 238. En la realización de la invención ilustrada en la Figura 2C, la sección 7 es la unidad de devanado 107. La unidad de devanado 107 incluye un mecanismo de dirección 239, el primer árbol de devanado 240 y el segundo árbol de devanado 241.

En un proceso de acuerdo con la presente invención, la sección 6 del proceso de fabricación de banda es donde tiene lugar la segunda impresión enzimática. En la sección 6, el material gráfico de tinta enzimática para los sensores electroquímicos fabricados de acuerdo con la presente invención se imprime utilizando serigrafía. El propósito de aplicar 2 recubrimientos de la tinta enzimática es asegurar un recubrimiento completo de los electrodos de carbono y de esta manera los electrodos sean sustancialmente uniformes y estén libres de huecos. Los componentes básicos de la segunda estación de impresión enzimática 106 se ilustran en las Figuras 6 y 7. En particular, una estación de impresión adecuada de acuerdo con la presente invención incluye un tamiz 301, un rodillo de impresión inferior 303, un rodillo de impresión 600, una rasqueta de inundación 603, un soporte del rodillo exprimidor 605 y un rodillo exprimidor 606. En la segunda estación de impresión enzimática 106, el rodillo de impresión 600 es el quinto rodillo de impresión 233.

En un proceso de ciclo de inundación de acuerdo con la presente invención, el tamiz 301 se carga con tinta 604 moviendo el rodillo exprimidor 606, la rasqueta de inundación 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303, en la primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242. El tamiz 301 se mueve en la segunda dirección 607 opuesta a la primera dirección 608 del sustrato 242 durante el ciclo de inundación donde la tinta 604 se carga sobre el tamiz 301.

En un proceso de ciclo de impresión posterior de acuerdo con la presente invención, como se ilustra en la Figura 7, el rodillo exprimidor 606 transfiere tinta 604 a través del tamiz 301 y sobre el sustrato 242. Durante el ciclo de impresión, el rodillo exprimidor 606, la rasqueta de inundación 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303 se mueven todos en la segunda dirección 607 que es opuesta al movimiento de la banda del sustrato 242. El tamiz 301 se mueve en una primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242 para el ciclo de impresión en el que la tinta 604 se empuja a través del tamiz 301 y se deposita sobre el sustrato 242. Una realización del mecanismo de serigrafía se describe con más detalle en la patente de Estados Unidos expedida N° 4.245.554.

En particular, en la segunda estación de impresión enzimática 106, la tinta en cuestión es una tinta enzimática. En esta realización de la presente invención, el tamiz 301 se inunda con tinta 604 antes de usar el rodillo exprimidor 606 para transferir la tinta 604 a través del tamiz y sobre el sustrato 242. Después el material gráfico enzimático impreso depositado sobre el sustrato 242 se seca usando, por ejemplo, aire caliente a 50°C dirigido sobre la superficie impresa del sustrato usando dos bancos de secado separados dentro de una cuarta zona de secado 236, que se ilustra con más detalle en la Figura 15. Un ejemplo de una tinta adecuada para usar en la segunda estación de impresión enzimática 106 es la misma que la tinta enzimática usada en la primera zona de impresión enzimática que se describe en la Tabla 2 mencionada anteriormente.

En una realización de la presente invención, después del segundo proceso de impresión enzimática e inmediatamente después del secado, el sustrato 242, incluyendo el carbono impreso, aislamiento y patrones de tinta enzimática, se pasa sobre el quinto rodillo refrigerado 231 que está diseñado para refrigerar rápidamente el sustrato 242 a una temperatura predeterminada. En una realización del proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención la superficie del quinto rodillo refrigerado 231 es de aproximadamente 18°C. El quinto rodillo refrigerado 231 se puede refrigerar a una temperatura apropiada usando, por ejemplo, agua refrigerada de fábrica a aproximadamente 7°C. Es beneficioso disminuir la temperatura del sustrato 242 y mantener la temperatura del sustrato 242 porque las temperaturas más bajas disminuyen la probabilidad de que la tinta se seque sobre los tamices y cree bloques en la malla. También puede ser beneficioso uso de rodillos refrigerados en un proceso de fabricación de banda de acuerdo con la presente invención porque disminuye la cantidad de estiramiento en el sustrato 242, disminuyendo los problemas de registro y la necesidad de modificar el proceso sobre la marcha para compensar tales problemas.

ES 2 315 542 T3

Adicionalmente, debido al elevado contenido de agua de la tinta enzimática y el flujo de aire debido al movimiento del tamiz, es crucial asegurar que la tinta enzimática no se seque sobre el tamiz. Así como el rodillo refrigerado alivia esto asegurando que el sustrato está refrigerado a 18°C antes de entrar en la etapa de serigrafía enzimática, hay también humidificación por el lado superior y/o inferior y/o lateral del tamiz, que puede proporcionar una corriente de aire humidificado por encima y por debajo del tamiz, asegurando que se mantiene el contenido de agua de la tinta en un nivel constante. Típicamente el aire humidificado fluye constantemente sobre el tamiz. En la Figura 3 se ilustra una disposición adecuada para proporcionar humidificación en la parte superior e inferior del tamiz de acuerdo con la presente invención.

La segunda estación de impresión enzimática 106 puede incluir un rodillo de presión de salida 238, un sistema de inspección 237 para inspeccionar el registro, el tercer sistema de registro Y en 237C (no mostrado) y una estación de código de barras (no mostrada). El rodillo de presión de salida 238 ayuda a controlar la tensión del sustrato 242 (específicamente la tensión entre el rodillo de presión de entrada 206 y el rodillo de presión de salida 238). El sustrato 242 se retira de la segunda estación de impresión enzimática 106 a una velocidad constante mediante el rodillo de presión de salida 238. El sistema de registro Y (no mostrado) en las posiciones 237A, 237B y 237C controla el registro Y (es decir, a través de la banda) de cada ciclo de impresión durante la impresión utilizando las primeras marcas de registro Y 2101, las segundas marcas de registro Y 2102, las terceras marcas de registro Y 2103, las cuartas marcas de registro Y 2104 que se ilustran en la Figura 21A. En una realización de la invención, las primeras marcas de registro Y 2101, segundas marcas de registro Y 2102, terceras marcas de registro Y 2103, y cuartas marcas de registro Y 2104 pueden corresponder, respectivamente, al registro Y de la estación de impresión con carbono 103, estación de impresión de aislamiento 104, primera estación de impresión enzimática 105 y segunda estación de impresión enzimática 106. Cada marca de registro Y comprende dos triángulos que están yuxtapuestos en una orientación que es aproximadamente un rectángulo. En una realización el sistema de registro Y localizado en las posiciones 237A, 237B y 237C se puede implementar mediante un Eltromat DGC650 de Eltromat GmbH en Leopoldshöhe, Alemania.

En una realización de la presente invención, el sistema de inspección 237 puede implementarse usando el sistema de inspección Eltromat, número de modelo PC3100 HD, que está disponible en el mercado en Eltromat GmbH en Leopoldshöhe, Alemania. El sistema de inspección 237 tiene un componente de visión que inspecciona las marcas de registro ilustradas en las Figuras 17A a 19D y/o en la Figura 20D y se puede usar como una herramienta para evaluar si una lámina de sensor 2106 debe rechazarse (por ejemplo, registrando los resultados de inspección frente a un código de barras en una base de datos).

Las cuestiones de registro en la dimensión Y (que se pueden alterar durante la impresión mediante el sistema de registro (no mostrado) que se localiza en 237A, 237B y 237C y/o que se inspeccionan mediante el sistema de inspección 237 después de completarse todas las etapas de impresión) pueden atribuirse a variaciones en la tensión de banda o a distorsiones no uniformes al sustrato 242. En una realización de la invención, la estación de código de barras comprende los siguientes componentes disponibles en el mercado de impresora de código de barras (número de modelo A400 de Domino UK Ltd. en Cambridge, Reino Unido), sistema transversal de código de barras (Scottish Robotic Systems en Perthshire, Escocia) y lector de código de barras (RVSI Acuity CiMatrix en Canton, MA). La estación de código de barras (no mostrada) etiqueta cada hilera de la lámina de sensor 2106 con un código de barras bidimensional. Esto proporciona a cada hilera de sensores un código identificador único, número de identificación de remesa/lote, el número de lámina de sensor y el número de hilera. La estación de código de barras también lee el código de barras inmediatamente después de la impresión para verificar que el código de barras se ha impreso apropiadamente y proporciona un indicador visual a los operarios de la máquina. El código de barras y la información del proceso de las secciones 2 a 6 se almacenan en una base de datos y se usan después para identificar y posteriormente rechazar/aceptar las tarjetas para un proceso futuro.

La unidad de devanado 107 consiste en, por ejemplo, un sistema de devanado automático Martin. Esta es la última sección de la máquina y permite el devanado continuo del sustrato 242. La unidad de devanado 107 consiste en un primer árbol de devanado 240 y un segundo árbol de devanado 241. El primer árbol de devanado 240 sostiene un rollo de material de sustrato 242 y tira del material continuamente desde la segunda estación de impresión enzimática 106. El segundo árbol de devanado 241 sostiene un rollo de repuesto de material, que automáticamente se monta sobre un primer rollo de sustrato 242 en un segundo rollo una vez completado el rodillo de sustrato 242 desde el primer árbol de devanado 240. Este proceso continuo se repite desde el primer árbol de devanado 240 hasta el segundo árbol de devanado 241. Un empalme sin parada de máquina, que ocurre mientras el sustrato 242 aún se está moviendo, para permitir el devanado continuo del sustrato 242. El montaje se sitúa directamente sobre un rollo nuevo de material de sustrato 242 que se imprime con adhesivo sensible a presión de doble cara.

La Figura 3 es un diagrama esquemático que representa el entorno húmedo alrededor de una quinta y sexta sección de la impresión de banda. Los componentes básicos usados para proporcionar los medios para la humidificación del entorno de impresión de banda se ilustran en la Figura 3 que incluye aire húmedo superior 300, el tamiz 301, aire húmedo inferior 302, rodillo de impresión inferior 303, tubería 304 que comprende múltiples perforaciones 400, sustrato 242 y el cuarto rodillo de impresión 227 o el quinto rodillo de impresión 233. La humidificación y la temperatura se ajustan para tratar y asegurar que las propiedades de la tinta enzimática no cambian en ningún grado significativo con el tiempo durante el ciclo de inundación e impresión y preferiblemente el tiempo de la tirada de impresión. En particular, es deseable que la viscosidad y el contenido de agua de la tinta enzimática no cambien con el tiempo durante el ciclo de inundación e impresión y preferiblemente durante el tiempo de la tirada de impresión. La tinta enzimática es aproximadamente del 63% de agua. Un contenido de agua constante asegura que la cantidad de tinta depositada sobre

ES 2 315 542 T3

el sustrato 242 es uniforme. Si el contenido de agua de la tinta cambia durante el proceso de impresión, esto puede conducir a variaciones en el grosor de la capa enzimática. Adicionalmente, la pérdida de humedad de la tinta enzimática conducirá al secado de la enzima sobre el tamiz 301 dando como resultado una mala definición de impresión y una disminución en la cantidad de tinta depositada sobre el sustrato 242. El aire húmedo dentro de cualquiera de la primera estación de impresión enzimática 105 o la segunda estación de impresión enzimática 106 se mantiene entre el 85 y el 95% de humedad relativa. El aire húmedo superior 300 y el aire húmedo inferior 302 se bombean en ambos lados del tamiz 301 para mantener la humedad relativa deseada. Una tubería lateral 305 se dispone en un lado de la banda e introduce aire humidificado en la banda por un lado inmediatamente adyacente a las estaciones de impresión enzimática. La naturaleza y tipo de las disposiciones de humidificación se pueden variar para adecuarse al tamaño y forma de la estación de impresión y los requerimientos de humidificación de ese tipo de tinta en esa estación de impresión en ese entorno. A menudo puede usarse una campana para encerrar el lado superior y/o inferior del tamiz para que se pueda suministrar aire humidificado a la campana directamente adyacente al tamiz y retenerlo dentro de las proximidades del tamiz mediante la presencia de la campana. Si la campana está montada en el marco superior del tamiz, como típicamente es el caso, la campana puede tener una ranura en la dirección x (la dirección de impresión) para permitir que el rodillo exprimidor se mueva con respecto al tamiz durante el ciclo normal de inundación/impresión.

La Figura 4 es una vista inferior que representa el entorno húmedo alrededor de una quinta y sexta sección de la impresión de banda. Los componentes básicos usados para proporcionar los medios para la humidificación del entorno de impresión de banda también se ilustran en la Figura 4 que incluye aire húmedo superior 300, tamiz 301, aire húmedo inferior 302, tubería con perforaciones 304, y perforaciones 400, tubería lateral en 305 (no mostrada). Por debajo del tamiz 301 se coloca una tubería 304 con diversas perforaciones 400 como un medio para soplar aire húmedo inferior 302 para mantener la viscosidad de la tinta enzimática sobre el tamiz 301. La Figura 5 es una vista en perspectiva de la tubería 304 con perforaciones 400 para soplar aire húmedo inferior 302.

La Figura 8 es un diagrama esquemático que representa 2 ángulos diferentes del rodillo exprimidor que incluye un sustrato 242, un rodillo de impresión 600 y un rodillo exprimidor 606. El ángulo del rodillo exprimidor 800 se puede variar para optimizar la definición del área de impresión. En una realización de la invención el ángulo del rodillo exprimidor puede ser de 15 +/- 5 y preferiblemente +/- 1 a 2 grados. Obsérvese que el punto de contacto del rodillo exprimidor 606 con el rodillo de impresión 600 es el mismo para cada ángulo del rodillo exprimidor 800.

La Figura 9 es un diagrama esquemático que representa 2 posiciones diferentes del rodillo exprimidor que incluyen el sustrato 242, el rodillo de impresión 600, el rodillo de impresión inferior 303, el rodillo exprimidor 606, la primera posición del rodillo exprimidor 900 y la segunda posición del rodillo exprimidor 901. La posición del rodillo exprimidor es la posición del rodillo exprimidor con respecto al centro del rodillo de impresión 600. La posición del rodillo exprimidor puede tener un efecto fundamental sobre el espesor de la tinta impresa. La posición del rodillo exprimidor se puede variar para optimizar la definición del área de impresión.

La Figura 10 es un diagrama esquemático que representa la distancia de exposición del tamiz (1000) que incluye el sustrato 242, el rodillo de impresión 600, el rodillo de impresión inferior 303 y el tamiz 301. En una realización de la invención, la distancia de exposición del tamiz (1000) es la distancia más próxima entre el tamiz 301 y el sustrato 242. En una realización preferida de esta invención, el ajuste de exposición del tamiz (1000) puede ser aproximadamente 0,7 mm. Si el ajuste de de exposición del tamiz (1000) se ajusta demasiado alto, el rodillo exprimidor 606 no puede desviar suficientemente el tamiz 301 para transferir la tinta 604 sobre el sustrato 242 con una definición de impresión suficiente. Si el ajuste de exposición de tamiz (1000) se ajusta demasiado bajo, el tamiz 301 correrá la tinta 604 de un ciclo de impresión anterior causando una definición de impresión insuficiente.

La Figura 11 ilustra una vista despiezada de una zona de pre-acondicionamiento 211 que comprende un primer rodillo conductor 210, una placa caliente 1100, un primer banco calefactor 1101, un segundo banco calefactor 1102 y un tercer banco calefactor 1103. En una realización de la invención, la placa caliente 1100 entra en contacto con el lado no impreso del sustrato 242. En una realización preferida de esta invención, la placa caliente 1100 se puede recubrir con teflón y se puede calentar a aproximadamente 160°C. En una realización de la invención, el primer banco calefactor 1101, el segundo banco calefactor 1102 y el tercer banco calefactor 1103 soplan aire caliente a aproximadamente 160°C. Esto se puede variar para adecuar el tipo y/o grosor del sustrato y/o cualquier pre-tratamiento y/o temperaturas posteriores encontradas en el proceso como entenderán los especialistas en la técnica.

La Figura 12 ilustra una vista despiezada de una primera zona de secado 217 que comprende un segundo rodillo refrigerado 218, un segundo rodillo conductor 216, un primer banco de secado 1200A, un segundo banco de secado 1101A, un tercer banco de secado 1102A y un cuarto banco de secado 1103A. En una realización de la invención, el primer banco de secado 1200A, el segundo banco de secado 1101A, el tercer banco de secado 1102A y el cuarto banco de secado 1103A soplan aire caliente a aproximadamente 140°C aunque esto se puede variar como entenderán los especialistas en la técnica a partir de la descripción en este documento.

La Figura 13 ilustra una vista despiezada de una segunda zona de secado 224 que comprende el tercer rodillo conductor 223, el primer banco de secado 1200B, el segundo banco de secado 1101B, el tercer banco de secado 1102B y el cuarto banco de secado 1103B. En una realización de la invención, el primer banco de secado 1200B, el segundo banco de secado 1101B, el tercer banco de secado 1102B y el cuarto banco de secado 1103B soplan aire caliente a aproximadamente 140°C aunque esto se puede variar como entenderán los especialistas en la técnica a partir de la descripción en este documento.

ES 2 315 542 T3

La Figura 14 ilustra una vista despiezada de una tercera zona de secado 230 que comprende el cuarto rodillo conductor 229, el primer banco de secado 1200C y el segundo banco de secado 1101C. En una realización de la invención, el primer banco de secado 1200C y el segundo banco de secado 1101C soplan aire caliente a aproximadamente 50°C aunque esto se puede variar como entenderán los especialistas en la técnica a partir de la descripción en este documento.

La Figura 15 ilustra una vista despiezada de una cuarta zona de secado 236 que comprende el quinto rodillo conductor 235, el primer banco de secado 1200D y el segundo banco de secado 1101D. En una realización de la invención, el primer banco de secado 1200D y el segundo banco de secado 1101D soplan aire caliente a aproximadamente 50°C aunque esto se puede variar como entenderán los especialistas en la técnica a partir de la descripción en este documento.

La Figura 16 ilustra una vista despiezada de una primera unidad de limpieza 204 que comprende rodillos adhesivos 1600, rodillos de polímero azul 1601. En una realización de la invención, los rodillos de polímero azul 1601 entran en contacto con el lado superior e inferior del sustrato 242 y transfieren material particulado/extraño a los rodillos adhesivos 1600.

Las Figuras 17A a 17D ilustran vistas de una capa de aislamiento para impresión con capa de carbono para una realización de la invención con el registro apropiado. Obsérvese que la Figura 17A representa la parte superior izquierda, la Figura 17B, la parte superior derecha, la Figura 17C la parte inferior izquierda y la Figura 17D la parte inferior derecha de la lámina de sensor 2106. Las marcas no se muestran sobre la lámina de sensor ilustrada en la Figura 21A. En una realización de esta invención, la estación de impresión con carbono 103 imprime una capa de carbono que comprende un rectángulo de carbono sólido 1700 rodeado por una línea de carbono rectangular 1703 sobre el sustrato 242. En un ciclo de impresión posterior, la estación de impresión de aislamiento 104 imprime una línea de aislamiento rectangular 1701 sobre el sustrato 242 que se sitúa entre el rectángulo de carbono sólido 1700 y la línea de carbono rectangular 1703. Cuando el registro de la capa de aislamiento con la capa de carbono es apropiado en las cuatro esquinas típicamente no puede haber sustrato no recubierto 242 mostrado entre la línea de aislamiento rectangular 1701 y el rectángulo de carbono sólido 1700. El registro de la capa de aislamiento con la capa de carbono se puede comprobar manualmente mediante un operario o se puede comprobar usando un segundo sensor de visión 222, que en una realización comprende una cámara orientada a cada esquina del sustrato. Típicamente esto forma parte de la inicialización al comienzo de la tirada de impresión. Un operario puede ver las cuatro esquinas del sustrato adyacentes entre sí en una pantalla de TV. El operario puede inspeccionar entonces visualmente el registro de aislamiento con carbono durante este proceso de inicialización (y de hecho durante el resto de la tirada de impresión) y puede realizar todos los ajustes necesarios para llevar las impresiones de aislamiento y de carbono a registro. Debe entenderse que el visor de banda 222 (que comprende, por ejemplo, 4 cámaras orientadas a localizaciones por encima de las cuatro esquinas de la tarjeta de sustrato) visualiza y remite para la presentación una exposición instantánea de cada una de las cuatro esquinas de cada tarjeta. De este modo, las esquinas de cada tarjeta se observan únicamente durante una fracción de segundo en la pantalla ya que el sustrato debajo de las cámaras de visualización está reemplazándose constantemente a medida que la banda se desplaza a través del aparato. Este sistema permite a un operario observar instantáneamente los efectos de cualquier ajuste que pueda haber realizado sobre el aislamiento para el registro de aislamiento con carbono. Los ajustes que puede hacer el operario incluyen, pero sin limitación, la carrera de serigrafía, la altura de exposición, la presión del rodillo exprimidor, la posición del tamiz respecto a la dirección "Y", la posición del tamiz con respecto a θ (Theta). Una vez que se ha establecido el registro del visor en ésta y otras estaciones de impresión (usando los visores 228 y 234) se permite que el sistema automático de registro X interno (usando las marcas 2107 y 2108) y el sistema de registro automático Y (por ejemplo, sistemas de registro localizados en las posiciones 237A, 237B y 237C usando las marcas 2101 a 2104) se encarguen de controlar y corregir automáticamente el registro X e Y durante la impresión. Las marcas 1700 a 1703 mostradas en las Figuras 17A a 20D se pueden usar para el registro automático de X e Y durante la impresión como alternativa o adicionalmente al uso de las marcas 2101 a 2104 y 2107 y 2108 como entenderán los especialistas en la técnica a partir de la descripción en este documento.

La Figura 18 ilustra una vista de una capa de aislamiento a capa de carbono para una realización de la invención con registro inapropiado cuando el material gráfico de aislamiento es más largo en la dirección de impresión que el material gráfico de carbono. Esto puede ocurrir incluso si el tamiz de carbono y de aislamiento son del mismo tamaño en esta dimensión porque el sustrato puede haberse estirado o la carrera del tamiz puede ser diferente en cada etapa (una carrera del tamiz más lenta da una impresión de material gráfico relativamente más larga a lo largo de la dirección de desplazamiento de la banda de sustrato). Obsérvese que la Figura 18A representa la parte superior izquierda, la Figura 18B la parte superior derecha, la Figura 18C la parte inferior izquierda y la Figura 18D la parte inferior derecha de la lámina de sensor 2106. Cuando el registro de la capa de aislamiento con la capa de carbono es inapropiado en una de las cuatro esquinas se puede observar sustrato no recubierto 242 entre la línea de aislamiento rectangular 1701 y el rectángulo de carbono sólido 1700. El registro de la capa de aislamiento con capa de carbono se puede comprobar manualmente por un operario usando un segundo sensor de visión 222.

La Figura 19 ilustra una vista de una capa de aislamiento con la capa de carbono para una realización de la invención con registro inapropiado cuando el material gráfico de aislamiento impreso es más corto que la impresión con carbono (por ejemplo, la carrera del tamiz para la impresión de aislamiento puede ser más larga que la del carbono, o el tamiz de aislamiento puede ser más corto que el de la estación de impresión con carbono). Obsérvese que la Figura 19A representa la parte superior izquierda, la Figura 19B la parte superior derecha, la Figura 19C la parte inferior izquierda y la Figura 19D la parte inferior derecha de la lámina de sensor 2106. Cuando el registro de la capa de

ES 2 315 542 T3

aislamiento a la capa de carbono es inapropiado en una de las cuatro esquinas se puede observar sustrato no recubierto 242 entre la línea de aislamiento rectangular 1701 y el rectángulo de carbono sólido 1700. El registro de la capa de aislamiento con la capa de carbono se puede comprobar manualmente por un operario usando un segundo sensor de visión 222. Las Figuras 20A a 20D son diagramas esquemáticos que representan los resultados de un proceso para
5 imprimir una segunda guía de visualización 2002 (véase la Figura 21A) que comprende un rectángulo de carbono sólido 1700, la línea rectangular de hueca aislamiento hueco 1701, el rectángulo de carbono hueco 1703, el rectángulo sólido de la primera capa enzimática 2000, el rectángulo sólido de la segunda capa enzimática 2001 y el sustrato no recubierto 242. Opcionalmente, tales impresiones también se pueden usar durante la fabricación mediante sistemas de inspección en curso automáticos tales como el sistema de inspección 237 en la sección 6 (después de la segunda
10 impresión enzimática). El registro en curso típicamente se realiza de otra manera mediante un sistema de registro (no mostrado) en las posiciones 237A, 237B y 237C en la dirección “Y” y por un sistema de control de registro dirigido a las marcas 2105 (véase la Figura 21A) en la dirección “X”.

La Figura 21A es un ejemplo de una lámina de sensor con una primera guía de visualización 2100 y una segunda
15 guía de visualización 2002; primeras marcas de registro Y 2101, segundas marcas de registro Y 2102, terceras marcas de registro Y 2103 y cuartas marcas de registro Y 2104; y marcas de registro X 2105. Obsérvese que las marcas de registro X 2105 comprenden la marca de registro X de carbono 2107 y la marca de registro X de aislamiento 2108. La Figura 21B es una vista despiezada de una hilera dentro de una lámina de sensor 2106 con una marca de registro X de carbono 2107 y una segunda guía de visualización 2002. La Figura 21C es una vista despiezada de una hilera dentro
20 de una lámina de sensor 2106 con una marca de registro X de aislamiento 2108 y una segunda guía de visualización 2002. La marca X de aislamiento 2108 recubre totalmente la marca de registro X de carbono 2107 como se ilustra en la Figura 21C y haciendo esto proporciona un punto desencadenante (a mano izquierda de dicha marca 2108) delante de la marca de carbono original 2107. Esto significa que cualquier capa posterior se imprime con respecto a la segunda capa impresa (en este caso la capa de aislamiento) en lugar de la capa de carbono. Esto puede ser útil, digamos, si
25 la segunda y posteriores dimensiones del material gráfico del tamiz son mayores en la dirección X (a lo largo de la banda) que la dimensión del primer material gráfico del tamiz en la dirección X.

En las Figuras 20A-D se muestra una vista despiezada de una esquina de las guías de impresión en la secuencia en la que se imprimen. En la sección 3 de la estación de impresión con carbono 103, un rectángulo de carbono sólido
30 1700 se imprime junto con una línea de carbono rectangular 1703, que rodea el rectángulo de carbono sólido 1700. En la sección 4 de la estación de impresión de aislamiento 104, se imprime una línea de aislamiento rectangular 1701 entre el rectángulo de carbono sólido 1700 y la línea de carbono rectangular 1703. Cuando el registro de aislamiento a carbono es correcto en las cuatro esquinas típicamente no habrá sustrato 242 sin cubrir mostrándose entre el rectángulo de carbono sólido 1700 y la línea de aislamiento rectangular 1701. Adicionalmente, en la sección 4 de la estación
35 de impresión de aislamiento 104, hay dos líneas más de aislamiento rectangular 1701 impresas directamente sobre el rectángulo de carbono sólido 1700. Estas dos líneas de aislamiento adicional se usan para evaluar visualmente el registro de la primera capa enzimática 2000 a la capa de aislamiento y la segunda capa enzimática 2001 a la capa de aislamiento, haciéndose esto imprimiendo un rectángulo sólido de tinta enzimática en la línea de aislamiento rectangular como se ilustra en las Figuras 20C y 20D. De este modo, la tercera y cuarta capas impresas pueden registrarse a las segundas y no a las primeras capas impresas. Esto tiene la ventaja de que un cambio en el tamaño
40 de un material gráfico entre la primera y segunda capas (que se puede requerir en caso de que el sustrato se estire después de la primera estación de impresión, por ejemplo, debido al calor y la tensión encontrados en la primera zona de secado 217) se puede adaptar sin el efecto negativo sobre el registro de impresión (es típica una tolerancia de 300 μm en la dirección X).

Como se ilustra en las Figuras 1 y 2, al final del proceso el sustrato 242, incluyendo los sensores impresos sobre el mismo, se devana mediante la unidad de devanado 107 y después se suministra a la perforadora 108, que puede ser, por ejemplo, una perforadora Preco que se localiza dentro de un entorno húmedo. La perforadora Preco es una perforadora CCD, X, Y, Theta, de cabezal flotante. El sistema de registro de la perforadora Preco usa un sistema de
50 visión CCD para observar los “Puntos Preco” que se imprimen sobre la estación de impresión con carbono, los mismos permiten que la perforadora se ajuste a la impresión con carbono y posibilitan que la perforadora “perfore” las tarjetas cuadradas. La salida de la perforadora 108 es un conjunto de tarjetas perforadas tales como las ilustradas en la Figura 21A. Las tarjetas perforadas se expulsan de la perforadora 103 sobre una cinta transportadora, esta cinta transportadora transporta las tarjetas bajo un lector de código de barras que lee dos de los códigos de barras en cada tarjeta para
55 identificar si la tarjeta se acepta o rechaza respecto a la base de datos de la banda. Puede realizarse la extracción automática o manual de las tarjetas rechazadas. Las tarjetas se apilan después una sobre la otra en preparación para la siguiente etapa de fabricación.

En la estación de impresión con carbono 103, la estación de impresión de aislamiento 104, la primera estación de impresión enzimática 105 y la segunda estación de impresión enzimática 106 tienen todos medios para inspeccionar visualmente el registro inmediatamente después de la etapa de proceso de impresión usando el primer sensor de visión 215, el segundo sensor de visión 222, el tercer sensor de visión 228 y el cuarto sensor de visión 234, respectivamente. Para cada sección en el proceso de fabricación de impresión de banda -la sección 3, 4, 5 y 6- hay sistemas de cámara de visualización de banda localizados inmediatamente después de la etapa del proceso de impresión. Véase las Figuras
65 2A-2C para localizaciones de visualización de banda. Hay dos cámaras en la sección 3 y cuatro cámaras en cada sección 4, 5 y 6. Las cámaras de visor de banda son parte de un proceso de ajuste manual usado por los operarios de máquina de Banda durante el inicio de la tirada de impresión. Las cámaras se usan para visualizar las marcas impresas, que ayudan al ajuste inicial del alineamiento de carbono a sustrato 242 y el registro entre la capa de aislamiento

ES 2 315 542 T3

y la capa de carbono, la primera capa enzimática a la capa de aislamiento y la segunda capa enzimática a capa de aislamiento. Las guías de impresión se ilustran indicadas en la Figura 21A. Para el alineamiento de impresión con carbono se usa la segunda guía de visualización 2100 para indicar la posición de impresión con carbono con respecto al borde del sustrato 242 a medida que se desplaza a través de la estación de impresión con carbono 103. Hay una línea conductora y una línea de arrastre como se ilustra en la Figura 21A. La impresión con carbono se ajusta hasta que las líneas indican que la impresión es perpendicular al borde del sustrato. El registro de las capas impresas individualmente es necesario en la dirección X (a lo largo de la longitud de la máquina) y en la dirección Y (a través de la anchura de la máquina). Véase la Figura 21A. El registro en la dirección X se controla mediante el sistema de registro interno de la máquina. Esto utiliza las áreas impresas indicadas en las Figuras 21A, B y C. En el ciclo de impresión con carbono se imprime una marca de registro X de carbono 2107 en esta área. El ciclo de impresión de aislamiento se registra a la impresión con carbono usando sensores que usan la marca de registro X de carbono 2107 para permitir que el tamiz aislante se ajuste para imprimir la tinta de aislamiento en la posición correcta. La marca de registro X de carbono 2107 usada para este propósito después se superpone con la marca de registro X de aislamiento 2108 y se utiliza de la misma manera para registrar correctamente la primera capa enzimática 2000 y la segunda capa enzimática 2001 con la impresión de aislamiento. El registro en la dirección Y se controla mediante sistema de registro Y (no mostrado) localizado en las posiciones 237A, 237B y 237C que en una realización de la invención puede ser un sistema de registro Eltromat, con número de modelo DGC650 de Leopoldshöhe, Alemania. Esto utiliza las áreas impresas 2101 a 2104 indicadas en la Figura 21A. En cada ciclo de impresión -Carbono, Aislamiento, Enzima 1 y Enzima 2- estas marcas se imprimen para que la impresión posterior se registre mediante los sensores en la dirección Y. Los registros de la Base de Datos de Banda procesan la información durante la impresión. Se puede determinar el origen de la información registrada en la base de datos para cada tarjeta individual mediante un código de barras, en una realización se usa un código de barras 2D. La información típica recogida en la base de datos de Banda se muestra en la Tabla 3. La Base de Datos de Banda tiene la capacidad de evaluar si un parámetro de proceso es Aceptable o Inaceptable y se puede usar para rechazar tarjetas en base a esto - donde los parámetros se ejecutaron dentro del límite de tolerancia. Las tarjetas Inaceptables se pueden retirar en procesos futuros manualmente o automáticamente.

TABLA 3

Sección 2 Pre- acondicionamiento	Sección 3 - Carbono	Sección 4 - Aislamiento	Sección 5 - Enzima 1	Sección 6 - Enzima 2
Placa caliente 1 de 1	Banco de secado 1 de 2	Banco de secado 1 de 3	Banco de secado 1 de 4	Banco de secado 1 de 4
Banco de secado 2 de 1	Banco de secado 2 de 2	Banco de secado 2 de 3	Banco de secado 2 de 4	Banco de secado 2 de 4
Banco de secado 3 de 1	Banco de secado 3 de 2	Banco de secado 3 de 3	Presión del rodillo exprimidor	Presión del rodillo exprimidor
Banco de secado 4 de 1	Banco de secado 4 de 2	Banco de secado 4 de 3	% HR en el interior de la campana	% HR en el interior de la campana
	Presión del rodillo exprimidor	Presión del rodillo exprimidor	Temperatura en el interior de la campana	Temperatura en el interior de la campana

5			% HR en el exterior de la campana	% HR en el exterior de la campana
10			Temperatura en el exterior de la campana	Temperatura en el exterior de la campana
15	Otros			
	Tensión de la banda			
20	Velocidad de la banda			

La Figura 22 es un diagrama esquemático de los parámetros X, Y, Z y θ usados para registrar el proceso de impresión de banda. El parámetro Y representa la dirección desde el operario al lado de la máquina de la máquina de impresión de banda (típicamente horizontal). El parámetro X representa la dirección desde la unidad de desenrollado 101 hacia la unidad de devanado 107 (típicamente horizontal). El parámetro Z representa la dirección perpendicular a las direcciones X e Y (típicamente vertical). El parámetro θ representa el ángulo alrededor del eje Z. En una realización de esta invención, se usan los siguientes parámetros para registrar el siguiente proceso de impresión tal como, por ejemplo, estación de impresión con carbono 103, estación de impresión de aislamiento 104, primera estación de impresión enzimática 105 y segunda estación de impresión enzimática 106.

En una realización de la presente invención, la salida del proceso de fabricación de banda es tarjetas impresas con material gráfico que comprende una capa de carbono, de aislamiento y dos capas enzimáticas idénticas impresas en registro entre sí para formar tiras conteniendo cada una un sensor electroquímico y electrodos de contacto asociados para detectar Glucosa en una muestra de sangre. Las tiras se usan para auto-control de glucosa en sangre junto con un medidor. Se prevén producciones de varios diseños de tiras. Actualmente, la banda está diseñada para producir tiras "One Touch Ultra" para usar en el medidor One Touch Ultra que está disponible en LifeScan, Inc.

En la Figura 21A hay un diagrama esquemático de una muestra de material gráfico producido. Esto ilustra una tarjeta impresa completa, que contiene 10 "Filas" de 50 "Tiras". Hay un total de 500 "Tiras" por tarjeta. También se indican las orientaciones de impresión. El proceso se puede prolongar fácilmente, mediante impresión de las hileras 0 a 9 (cada una de 50 tiras) paralelas a la dirección de impresión para incluir una etapa de corte separando una hilera de otra. Adicionalmente esto significa que se puede identificar fácilmente cualquier hilera defectuosa resultante de la variación de la banda transversal en la calidad de impresión (perpendicularmente a la dirección de impresión). A cada hilera se asigna un número (identificado por un código de barras) y, por lo tanto, después se pueden identificar hileras específicas de láminas específicas sobre la banda con referencia a la base de datos y eliminarse sin necesidad de rechazar la lámina entera. Esto aumenta el rendimiento del producto utilizable del proceso y convierte la totalidad del proceso en más eficaz.

El tamiz sustancialmente móvil plano hace frente bien a los tipos de tinta (combinaciones sólido/líquido) usados en la impresión de sensores electroquímicos. El uso de un tamiz plano móvil puede permitir un mejor control de la definición de impresión y la deposición de las capas más gruesas de tinta requeridas en sensores electroquímicos que puede permitirse para rotograbado o serigrafía de cilindro. Diversos tipos de tamices (con diferente malla, diámetro de hilo de malla, separación del hilo, grosor, recuento de malla) están disponibles en el mercado fácilmente para hacer frente a las diferentes necesidades de los diferentes tipos de tinta en el proceso de impresión de banda continua (carbono, aislamiento, enzima).

Debido a la disposición del tamiz plano, el rodillo de impresión, el sustrato y el rodillo exprimidor fuerzan al tamiz hacia el sustrato, están disponibles diversos parámetros que se pueden manipular (ángulo de tamiz a sustrato, ángulo del rodillo exprimidor, posición del tamiz respecto al rodillo exprimidor, posición del rodillo exprimidor al rodillo de impresión, distancia de exposición, velocidades relativas del sustrato y el tamiz y el rodillo exprimidor, etc.) para optimizar el proceso de impresión para sensores electroquímicos.

Para resumir brevemente en un proceso de fabricación de banda para fabricar sensores electroquímicos, la banda se expande o se estira a medida que se calienta y se pone bajo tensión durante el proceso. Las estaciones de impresión (por ejemplo, carbono, aislamiento, dos enzimas) típicamente van seguidas cada una de una estación de secado. Para secar las tintas eficazmente las estaciones de secado funcionan a temperaturas bastante elevadas (50-140 grados centígrados). Además para ayudar a registrar la banda a través de cada estación de impresión, la banda se pone a tensión).

ES 2 315 542 T3

El sustrato tiene que mantenerse a tensión para controlar el registro dentro del proceso, como resultado, siempre que el sustrato se calienta, por ejemplo, para secar las tintas después de la impresión, el sustrato se estirará impredeciblemente provocando la variación del tamaño de imagen en impresiones posteriores.

5 El tamaño de la imagen impresa en cada estación de impresión está determinado por varios factores (tamaño de la plantilla, viscosidad de la tinta, velocidad relativa de la banda y la plantilla/tamiz y estiramiento del sustrato en ese punto (tanto estiramiento reversible como irreversible), etc. Se encontró que la variación en el tamaño de imagen (entre diferentes etapas de impresión) variaba cuando se observa al final del proceso. Era impredecible y más elevado de lo esperado disminuyendo significativamente los rendimientos. Si la no coincidencia entre los tamaños de imagen entre
10 capas es mayor de 300 micrómetros a lo largo de la banda (dirección x), el producto no funcionará. Se creyó que la variación excesiva de el tamaño de imagen se debe a un estiramiento excesivo e impredecible (debido a calentamiento y tensión) y contracción del sustrato de banda.

15 El problema de estiramiento y tensión no causa los mismos problemas en la impresión de lecho plano. Para resolver el problema en el proceso de banda, se probó un sustrato contraído previamente. El sustrato se calentó a aproximadamente 185 grados centígrados antes de usarlo en el proceso de banda. Sin embargo, la variación en el tamaño de imagen continuó siendo un problema y causó rendimientos disminuidos.

20 La propuesta actual para el proceso de banda es el uso de altas temperaturas en un primer secador o más bien pre-acondicionamiento a una temperatura suficientemente elevada para que en un ejemplo, se elimine sustancialmente el estiramiento irreversible del sustrato, antes de imprimir una imagen sobre el sustrato.

25 En una primera estación de procesamiento en la máquina de banda, un banco de secado calienta el sustrato hasta 160 grados centígrados. Las temperaturas encontradas por el sustrato posteriormente en el proceso, típicamente no superan los 140 grados.

30 En la Figura 2A, el primer banco de calentamiento que el sustrato no impreso encuentra es la placa caliente. Esta es una placa recubierta de Teflón, que sube y se pone en contacto con el sustrato durante el movimiento de la banda. El calor se introduce en la cara posterior del sustrato. Esto se realiza habitualmente a un punto de ajuste de 160°C con una especificación de +/- 4°C. El punto de ajuste de 160°C se proporciona estadísticamente como el mejor control dimensional. La media calculada es 160,9°C. En el Banco 2 el aire caliente se introduce a la cara frontal del sustrato al punto de ajuste de 160°C con una especificación de +/- 4°C. La media calculada es 161,29°C. En el Banco 3 el aire caliente se introduce a la cara frontal del sustrato a un punto de ajuste de 160°C con una especificación de +/- 4°C. La media calculada es 161,18°C. En el Banco 4 el aire caliente se introduce a la cara frontal del sustrato a un punto de
35 ajuste de 160°C con una especificación de +/- 4°C. La media calculada es 160,70°C.

40 Como resultado de la tensión de la banda y el calor introducido en el secador, el sustrato de banda se estira en aproximadamente 0,7 mm por repetición de material gráfico. Esta fue una de las razones principales para utilizar la Estación 1 como unidad de pre-acondicionamiento para estabilizar el sustrato antes de las estaciones de impresión posteriores. El uso de la Estación 1 para preacondicionar el sustrato mejora la estabilidad de la Longitud de la Hilera de Carbono y Aislamiento ya que gran parte del estiramiento del material se ha retirado del sustrato antes de la impresión.

45 En una realización de un proceso de fabricación de banda continuo de acuerdo con la presente invención, una capa de electrodo y al menos una primera capa de reactivo se imprimen en un sustrato continuo mediante un proceso de serigrafía plana móvil. Más específicamente, el tamiz generalmente plano se presiona hacia el sustrato continuo a su paso por cada posición de impresión, forzando de este modo la tinta a través del tamiz sobre el sustrato. Después el tamiz se mueve en dirección opuesta al sustrato a medida que se recarga (inunda) con tinta preparada para el siguiente ciclo de impresión.

50 Elementos adicionales de un proceso de acuerdo con la presente invención pueden incluir lo siguiente. Imprimir cada una de las hileras 0 a 9 (conteniendo cada hilera las tiras 1 a 50) a lo largo de la banda con la Hilera 0 paralela a un borde de la banda y la Hilera 9 paralela al otro borde de la banda. Utilizar cuatro o más etapas de impresión (por ejemplo, una de carbono, dos de enzimas, una de aislamiento, una de plata, una malla). Etapas de impresión/proceso
55 adicionales que prolongan el proceso de banda a impresión/secado de adhesivo, corte de hilera laminado, etc. Colocar el tamiz en un ángulo con respecto al sustrato. Esto mejora la liberación de tinta del tamiz al sustrato. El ángulo del rodillo exprimidor (en relación con la tangente del sustrato durante la impresión) se puede hacer variable para optimizar la definición de impresión.

60 En una realización de la presente invención, durante un ciclo de impresión, el tamiz se mueve en la misma dirección que el sustrato a la misma o aproximadamente la misma velocidad que el sustrato. Un rodillo exprimidor presiona el tamiz hacia el sustrato y al hacer esto causa que la tinta se transfiera sobre el sustrato en el patrón deseado. El ángulo del tamiz al sustrato, el ángulo del rodillo exprimidor, la posición del tamiz al rodillo exprimidor, la posición del rodillo exprimidor al rodillo de impresión, la distancia de exposición, las velocidades relativas del sustrato y el tamiz
65 y la presión del rodillo exprimidor se pueden usar en su conjunto para mejorar/controlar la definición de impresión y uniformidad resultante a lo largo de una tarjeta (por ejemplo, 10 hileras de tiras con 50 tiras por hilera). El tamiz se puede mover en la dirección opuesta al sustrato durante un ciclo de inundación.

ES 2 315 542 T3

En un método de acuerdo con la presente invención, están disponibles una diversidad de parámetros que se pueden manipular (ángulo de tamiz al sustrato, ángulo de rodillo exprimidor, posición de tamiz al rodillo exprimidor, la posición de rodillo exprimidor al rodillo de impresión, distancia de exposición, velocidades relativas del sustrato y el tamiz y el rodillo exprimidor, etc.) para optimizar el proceso de impresión para sensores electroquímicos.

5

Adicionalmente sería ventajoso desarrollar un método para fabricar tiras de sensor en el que el método se ajuste bien a los tipos de tinta (combinaciones sólido/líquido) usados en la impresión de sensores electroquímicos. Adicionalmente sería ventajoso desarrollar un método para fabricar tiras de sensor que facilite un mejor control de definición de impresión y la deposición de las capas más gruesas de tinta requeridas en sensores electroquímicos de lo que se pueden permitir por rotograbado o serigrafía de cilindro. Adicionalmente sería ventajoso desarrollar un método para fabricar tiras de sensor en el que estén disponibles una diversidad de parámetros que se pueden manipular para optimizar el proceso de impresión para sensores electroquímicos.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 315 542 T3

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un sensor electroquímico que comprende transportar una banda de un sustrato por una o más estaciones de impresión e imprimir en una posición de impresión uno o más electrodos en el sustrato en la una o más estaciones de impresión serigrafiando tinta eléctricamente conductora usando serigrafía plana,
- caracterizado** porque;
- la serigrafía plana se realiza usando un tamiz plano móvil en el que el tamiz plano móvil es móvil con respecto a la posición de impresión.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que se imprime una primera capa de aislamiento en el sustrato en una estación de impresión (104) serigrafiando una tinta de aislamiento usando serigrafía plana.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2 en el que se imprime una primera capa de reactivo en el sustrato en una estación de impresión adicional (105) serigrafiando una primera tinta de reactivo usando serigrafía plana.
4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3 en el que se imprime una segunda capa de reactivo en el sustrato en una estación de impresión (106) serigrafiando una segunda tinta de reactivo usando serigrafía plana.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, 3 ó 4 en el que se imprime una segunda capa de aislamiento en el sustrato en una estación de impresión serigrafiando una segunda tinta de aislamiento usando serigrafía plana.
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5 en el que la segunda tinta de aislamiento comprende una tinta adhesiva.
7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se imprimen una o más capas adicionales de electrodo, reactivo; aislamiento o adhesivo en el sustrato en una estación de impresión serigrafiando tinta usando serigrafía plana.
8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la serigrafía plana se realiza usando un tamiz sustancialmente plano.
9. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el tamiz plano móvil se mueve con o sustancialmente con la banda de sustrato a medida que la banda se desplaza sobre la posición de impresión.
10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se imprimen uno o más electrodos en el sustrato en una primera estación de impresión (103) serigrafiando tinta eléctricamente conductora usando serigrafía plana; se imprime una primera capa de aislamiento en el sustrato en una segunda estación de impresión (104) serigrafiando una tinta de aislamiento usando serigrafía plana; se imprime una primera capa de reactivo en el sustrato en una tercera estación de impresión (105) serigrafiando una primera tinta de aislamiento usando serigrafía plana; y las capas se imprimen en ese orden.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10 en el que se imprime una segunda capa de reactivo en el sustrato en una cuarta estación de impresión (106) serigrafiando una segunda tinta de reactivo usando serigrafía plana y adicionalmente en el que las capas se imprimen en ese orden.
12. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se imprimen sensores electroquímicos en hileras, comprendiendo cada uno al menos uno o más electrodos serigrafiados usando serigrafía plana.
13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12 en el que las hileras son sustancialmente paralelas a la dirección de desplazamiento de la banda con respecto a una estación de impresión de electrodo.
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13 que comprende una estación de corte dispuesta para cortar la banda en tiras en la dirección de desplazamiento de la banda a través de una estación de impresión de electrodo, conteniendo cada tira al menos una hilera.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14 en el que la dirección de desplazamiento de la banda a través de la estación de corte es la misma que a través de una estación de impresión de electrodo.
16. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15 en el que se imprimen entre 40 y 60 sensores en cada hilera.
17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16 en el que se imprimen 50 sensores en cada hilera.

ES 2 315 542 T3

18. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17 en el que se proporcionan entre 8 y 12 o entre 16 y 20 hileras.

19. Un método de acuerdo con la reivindicación 18 en el que se proporcionan 10 ó 18 hileras.

20. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el tamiz está en un ángulo con la banda de sustrato en la dirección de impresión a medida que la banda de sustrato abandona una posición de impresión.

21. Un método de acuerdo con la reivindicación 20 en el que el ángulo es agudo.

22. Un método de acuerdo con la reivindicación 21 en el que el ángulo es entre aproximadamente 10° y 30° o 10° y 20°.

23. Un método de acuerdo con la reivindicación 22 en el que el ángulo es aproximadamente 15°.

24. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la banda de sustrato es flexible.

25. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la banda de sustrato comprende poliéster.

26. Un método de acuerdo con la reivindicación 24 en el que la banda de sustrato es Melinex.

27. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la banda de sustrato tiene un grosor entre aproximadamente 310 μm y 400 μm .

28. Un método de acuerdo con la reivindicación 27 en el que la banda de sustrato tiene un grosor de aproximadamente 350 μm .

29. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la banda de sustrato tiene una anchura entre aproximadamente 350 mm y 390 mm.

30. Un método de acuerdo con la reivindicación 29 en el que la banda de sustrato tiene una anchura de aproximadamente 370 mm.

31. Un aparato para realizar el método de cualquier reivindicación precedente que comprende una banda de sustrato para imprimir un sensor electroquímico sobre la misma, una o más estaciones de impresión (103) para imprimir en una posición de impresión uno o más electrodos en el sustrato en la una o más estaciones de impresión serigrafiando tinta eléctricamente conductora usando serigrafía plana,

caracterizado porque;

la serigrafía plana se realiza usando un tamiz plano móvil

en el que el tamiz plano móvil es móvil con respecto a la posición de impresión.

32. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 31 en el que se imprime una primera capa de aislamiento en el sustrato en una estación de impresión (104) serigrafiando una tinta de aislamiento usando serigrafía plana.

33. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 32 en el que se imprime una primera capa de reactivo en el sustrato en una estación de impresión adicional (105) serigrafiando una primera tinta de reactivo usando serigrafía plana.

34. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 32 ó 33 en el que se imprime una segunda capa de reactivo en el sustrato en una estación de impresión (106) serigrafiando una segunda tinta de reactivo usando serigrafía plana.

35. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 32, 33 ó 34 en el que se imprime una segunda capa de aislamiento en el sustrato en una estación de impresión serigrafiando una segunda tinta de aislamiento usando serigrafía plana.

36. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 35 en el que la segunda tinta de aislamiento comprende una tinta adhesiva.

37. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 31 a 36 en el que se imprimen una o más capas adicionales de electrodo, reactivo, aislamiento o adhesivo en el sustrato en una estación de impresión serigrafiando tinta usando serigrafía plana.

38. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se realiza serigrafía plana usando un tamiz sustancialmente plano.

ES 2 315 542 T3

39. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se realiza serigrafía plana usando un tamiz plano móvil.

40. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 39 en el que el tamiz plano móvil es móvil con respecto a una posición de impresión de forma que se puede mover con o sustancialmente con la banda de sustrato a medida que la banda se desplaza sobre la posición de impresión.

41. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se imprimen uno o más electrodos en el sustrato en una primera estación de impresión (103) serigrafiando tinta eléctricamente conductora usando serigrafía plana; se imprime una primera capa de aislamiento en el sustrato en una segunda estación de impresión (104) serigrafiando una tinta de aislamiento usando serigrafía plana; se imprime una primera capa de reactivo en el sustrato en una tercera estación de impresión (105) serigrafiando una primera tinta de reactivo usando serigrafía plana; y las capas se imprimen en ese orden.

42. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 41 en el que se imprime una segunda capa de reactivo en el sustrato en una cuarta estación de impresión (106) serigrafiando una segunda tinta de reactivo usando serigrafía plana y adicionalmente en el que las capas se imprimen en ese orden.

43. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se imprimen en hileras sensores electroquímicos comprendiendo cada uno al menos uno o más electrodos serigrafiados usando serigrafía plana.

44. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 43 en el que las hileras son sustancialmente paralelas a la dirección de desplazamiento de la banda con respecto a una estación de impresión de electrodo.

45. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 44 que comprende una estación de corte dispuesta para cortar la banda en tiras en la dirección de desplazamiento de la banda a través de una estación de impresión de electrodo, conteniendo cada tira al menos una hilera.

46. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 45 en el que la dirección de desplazamiento de la banda a través de la estación de corte es la misma que a través de una estación de impresión de electrodo.

47. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 44 a 46 en el que se imprimen entre 40 y 60 sensores en cada hilera.

48. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 47 en el que se imprimen 50 sensores en cada hilera.

49. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 43 a 48 en el que se proporcionan entre 8 y 12 o entre 16 y 20 hileras.

50. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 49 en el que se proporcionan 10 ó 18 hileras.

51. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el tamiz está en un ángulo con la banda de sustrato en la dirección de impresión a medida que la banda de sustrato abandona una posición de impresión.

52. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 51 en el que el ángulo es agudo.

53. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 52 en el que el ángulo es entre aproximadamente 10° y 30° o 10° y 20°.

54. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 53 en el que el ángulo es aproximadamente 15°.

55. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la banda de sustrato es flexible.

56. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la banda de sustrato comprende poliéster.

57. Un aparato de acuerdo la reivindicación 56 en el que la banda de sustrato es Melinex.

58. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la banda de sustrato tiene un grosor entre aproximadamente 310 μm y 400 μm .

59. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 57 en el que la banda de sustrato tiene un grosor de aproximadamente 350 μm .

60. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que la banda de sustrato tiene una anchura entre aproximadamente 350 mm y 390 mm.

61. Un aparato de acuerdo la reivindicación 60 en el que la banda de sustrato tiene una anchura de aproximadamente 370 mm.

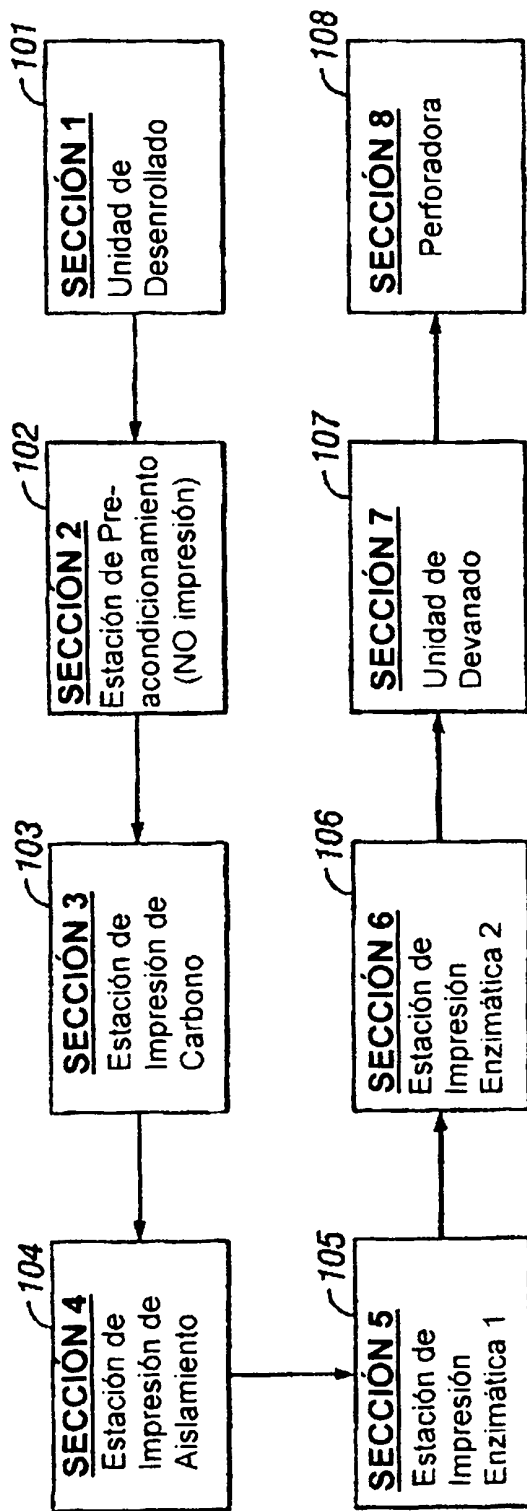


FIG. 1

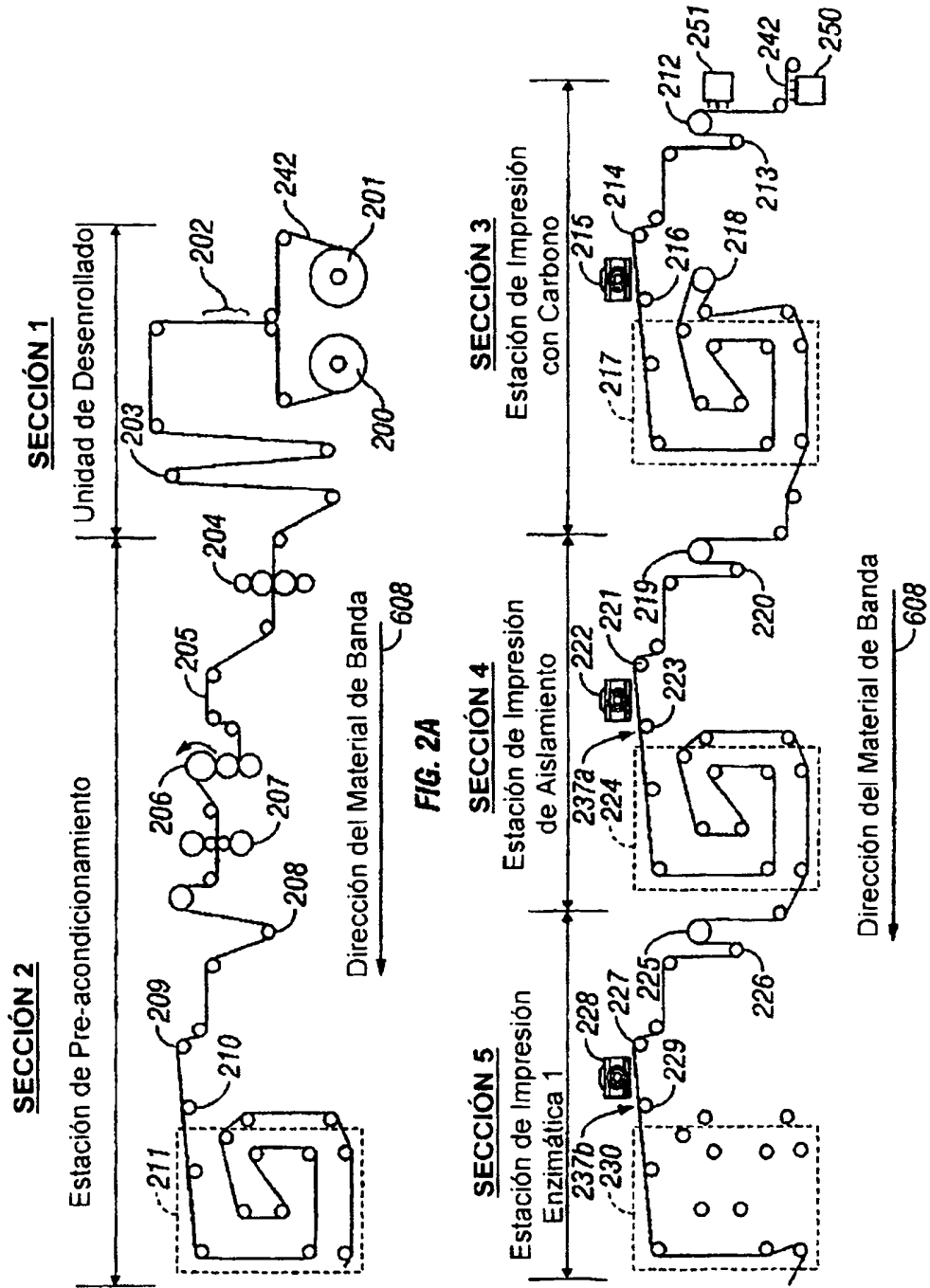


FIG. 2A

FIG. 2B

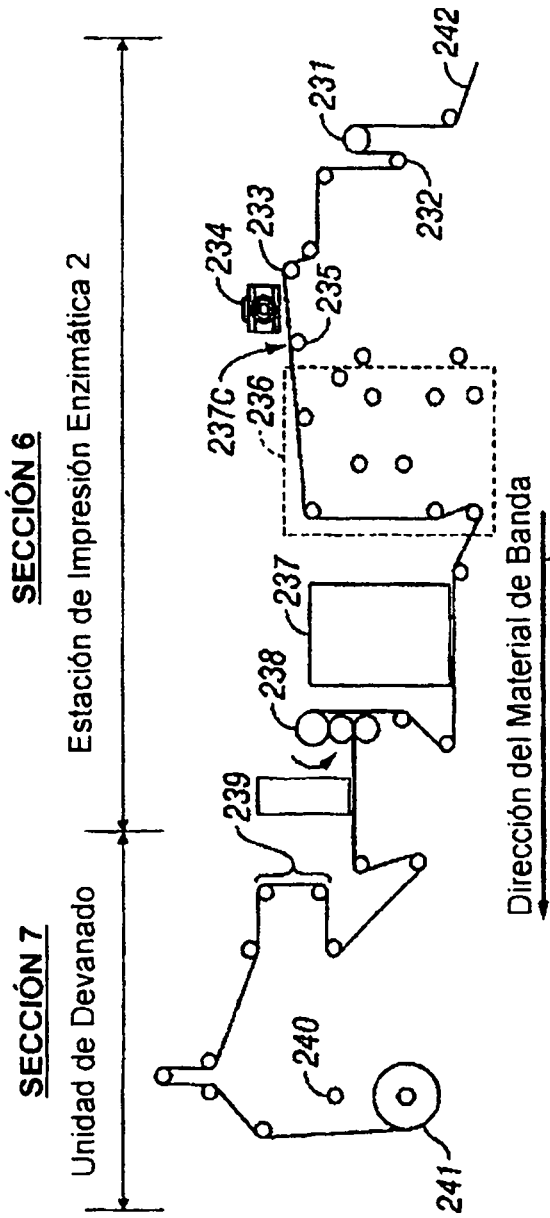


FIG. 2C

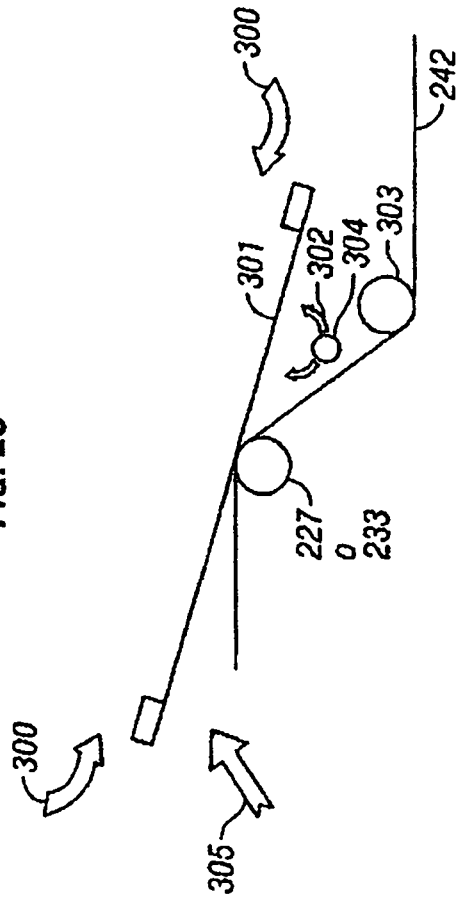


FIG. 3

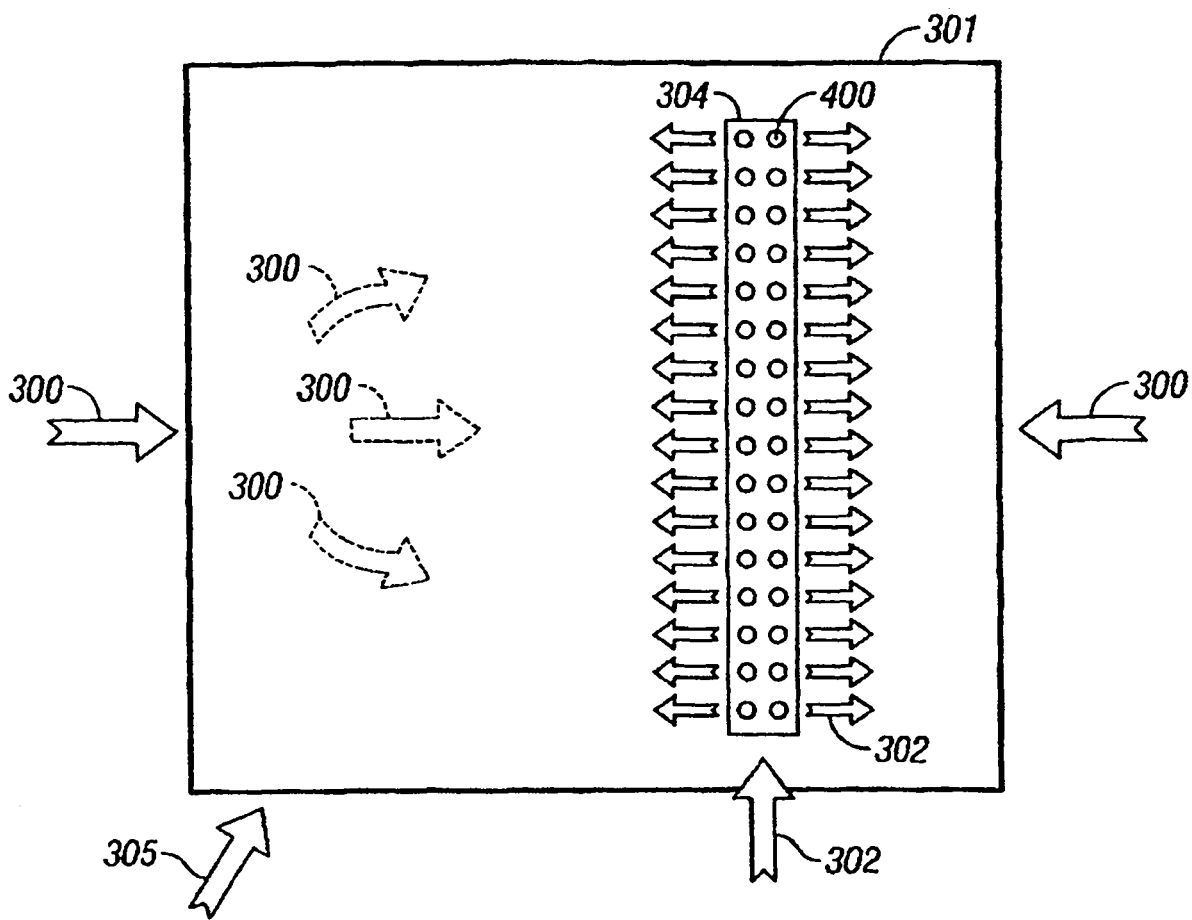


FIG. 4

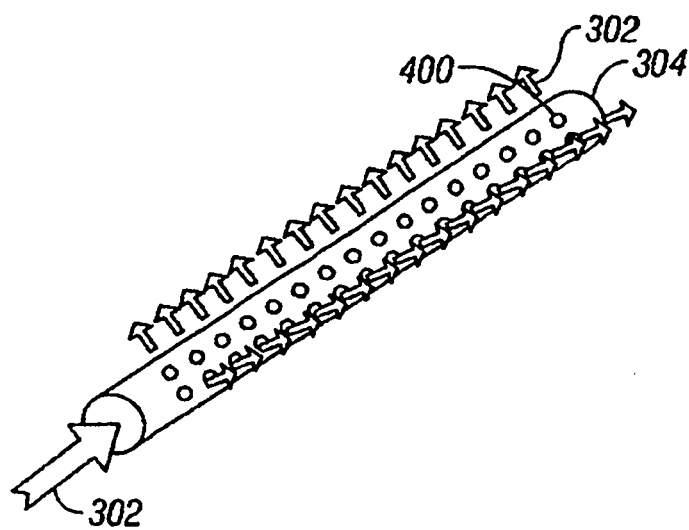


FIG. 5

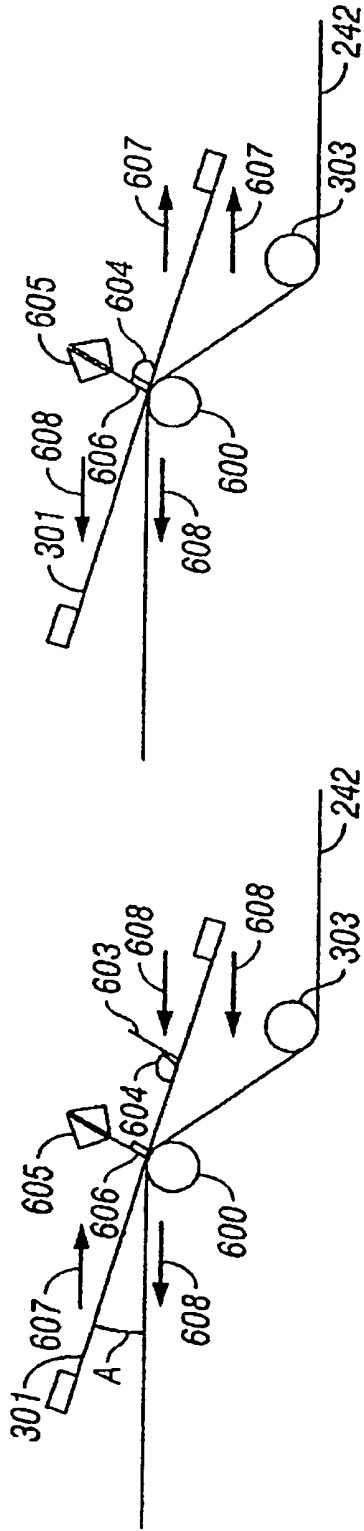


FIG. 7

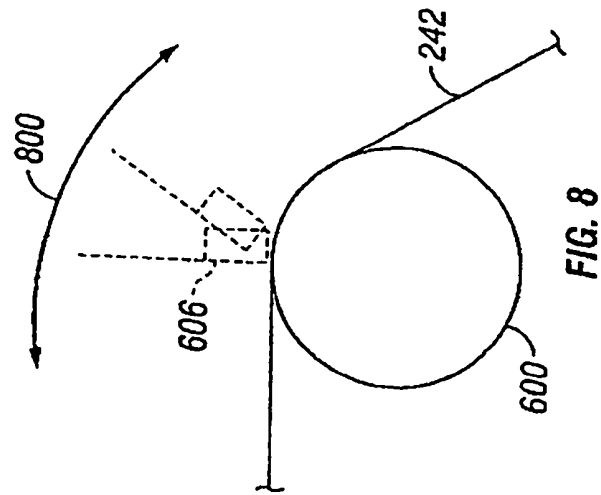


FIG. 8

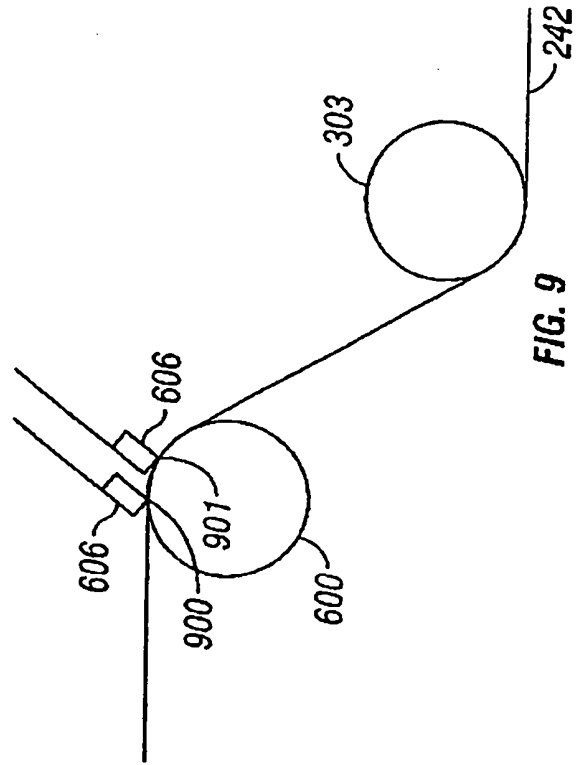


FIG. 9

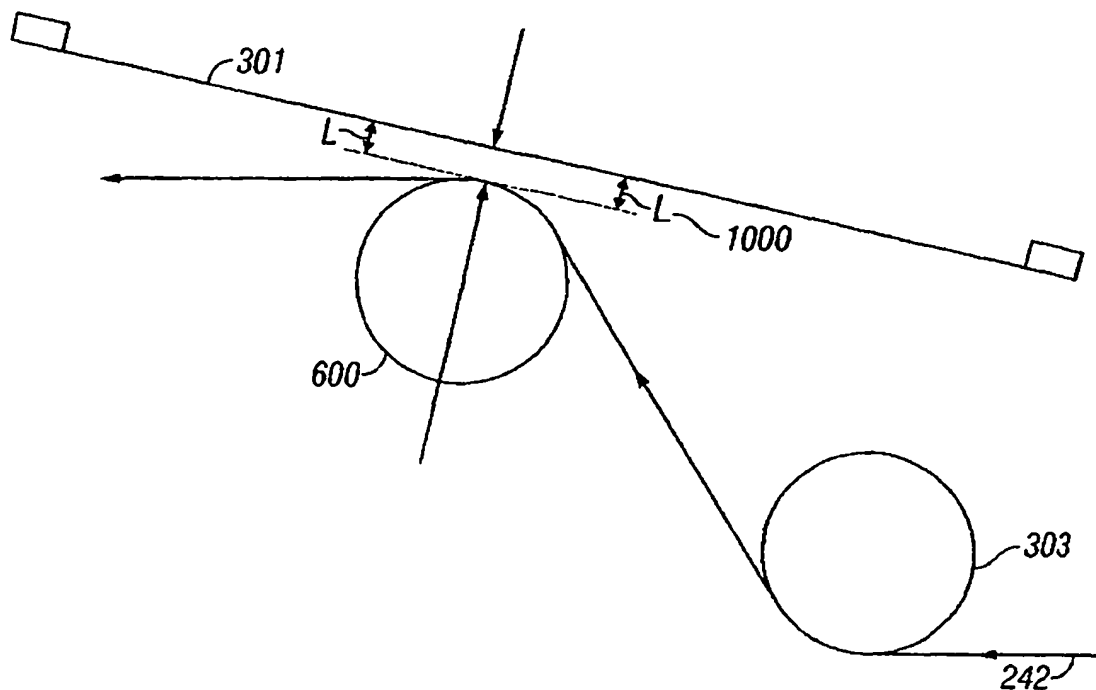


FIG. 10

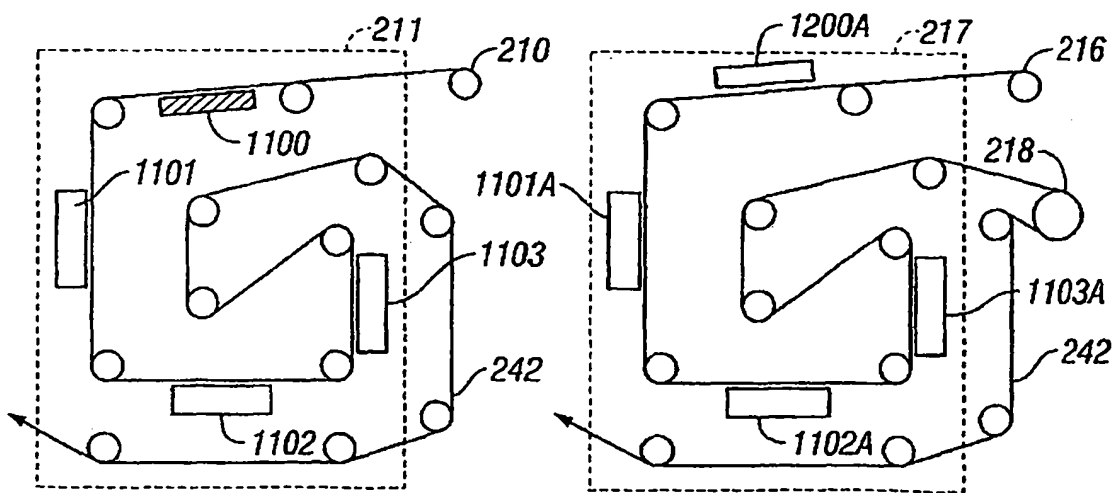


FIG. 11

FIG. 12

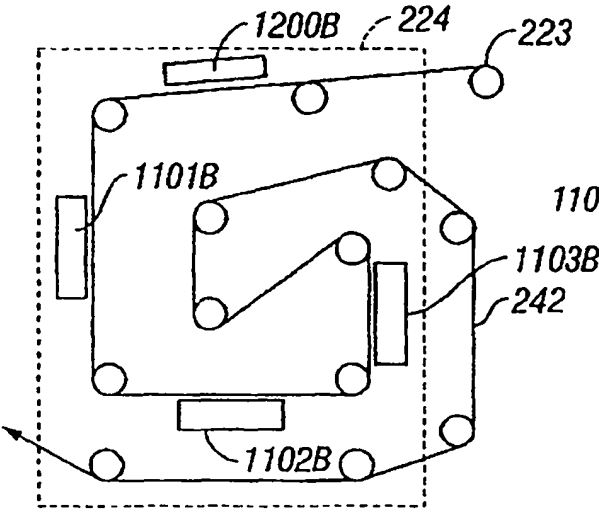


FIG. 13

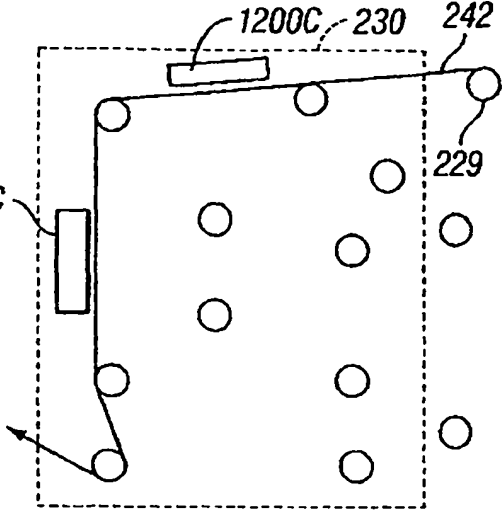


FIG. 14

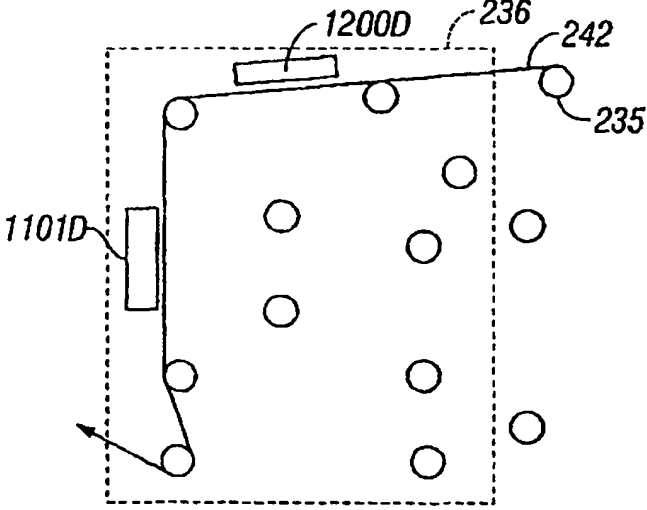


FIG. 15

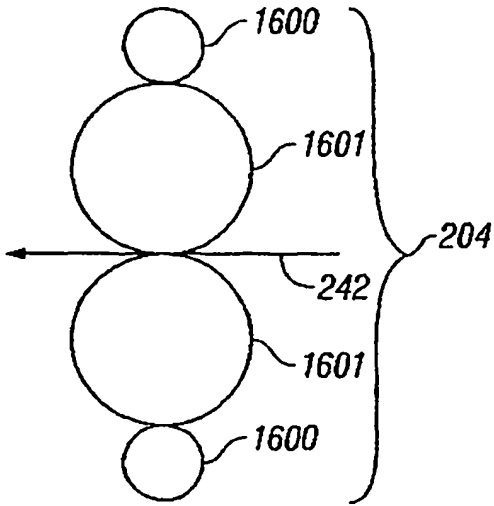


FIG. 16

Parte Superior
Izquierda de la Tarjeta

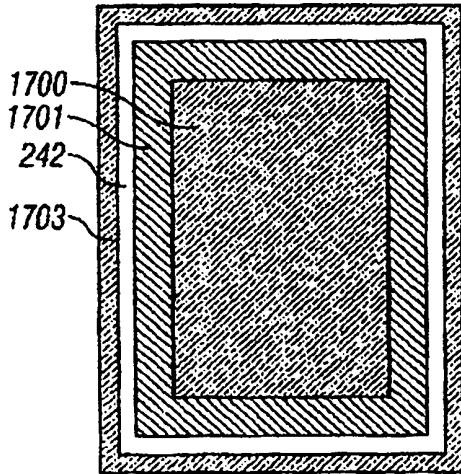


FIG. 17A

Parte Superior
Derecha de la Tarjeta

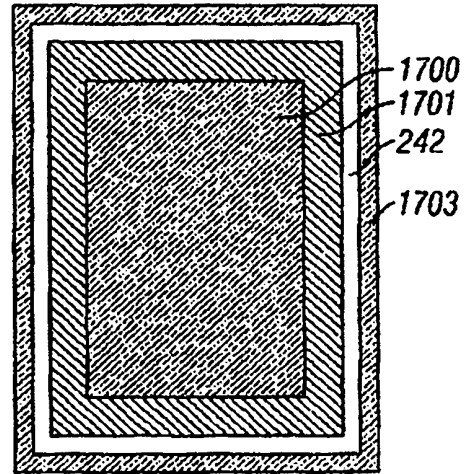


FIG. 17B

Parte Inferior
Izquierda de la Tarjeta

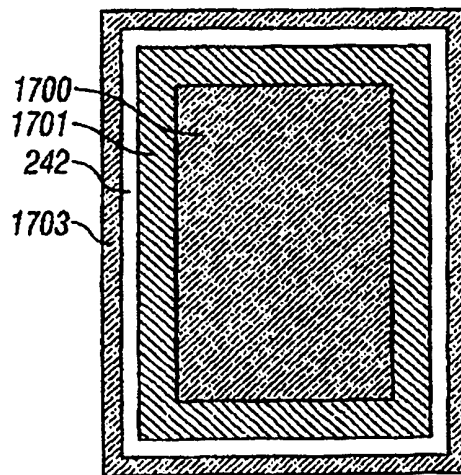


FIG. 17C

Parte Inferior
Derecha de la Tarjeta

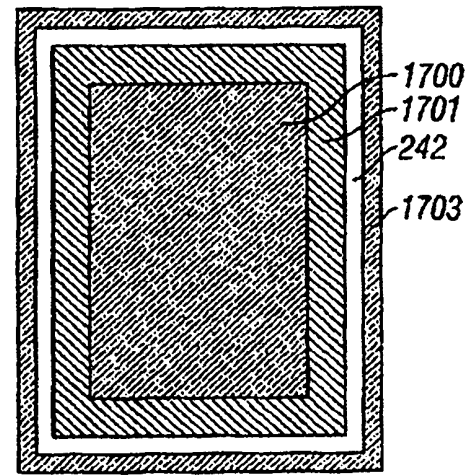


FIG. 17D

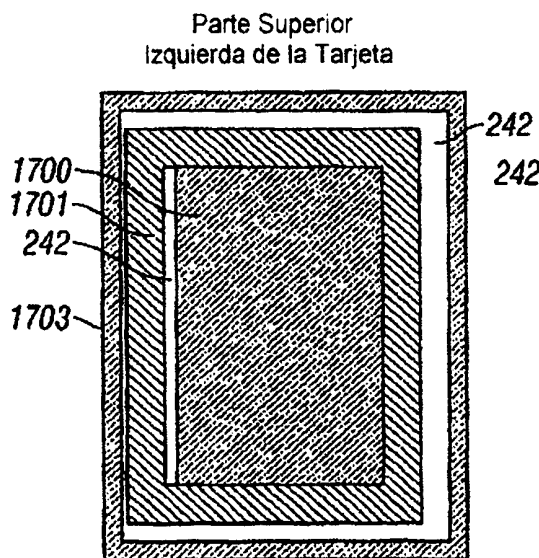


FIG. 18A

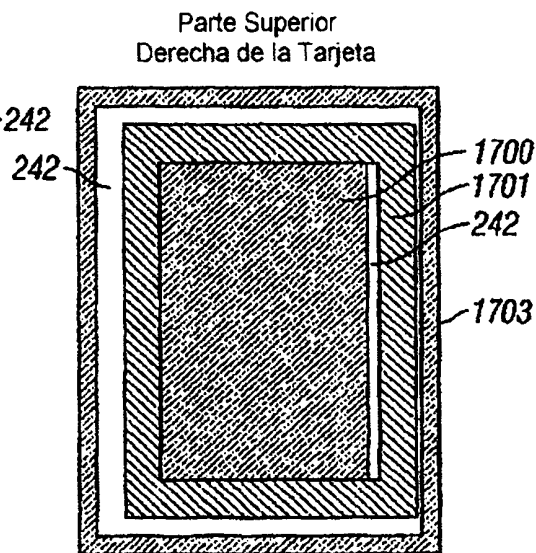


FIG. 18B

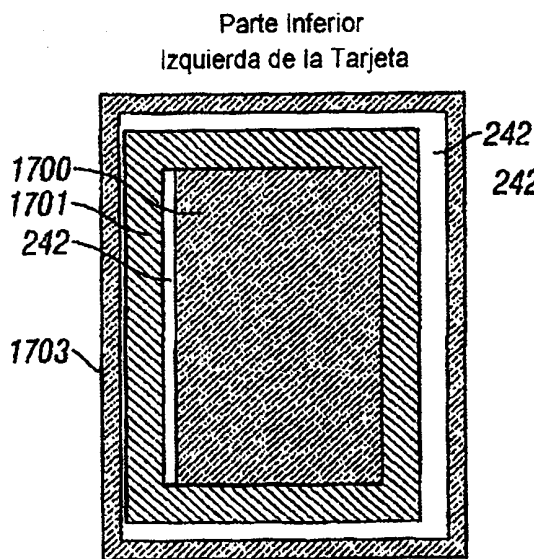


FIG. 18C

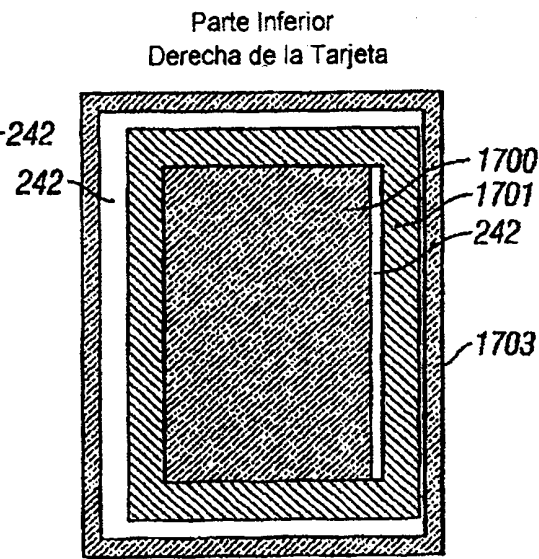


FIG. 18D

Parte Superior
Izquierda de la Tarjeta

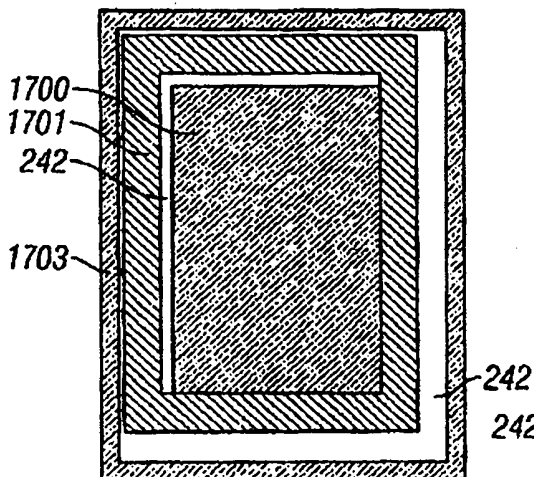


FIG. 19A

Parte Superior
Derecha de la Tarjeta

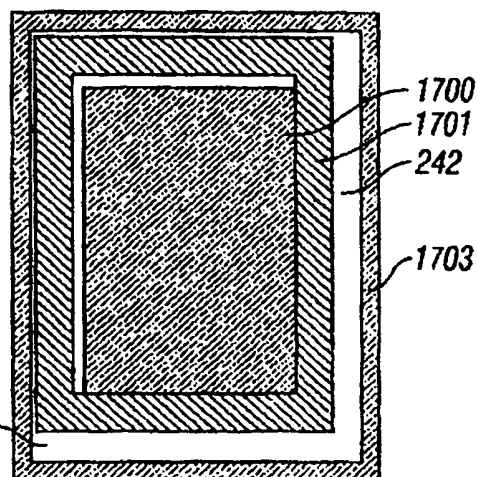


FIG. 19B

Parte Inferior
Izquierda de la Tarjeta

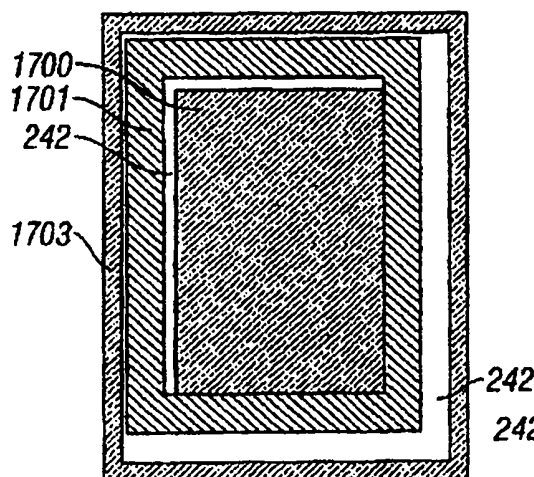


FIG. 19C

Parte Inferior
Derecha de la Tarjeta

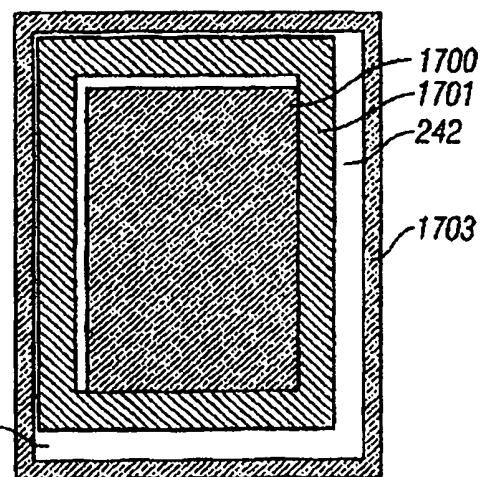
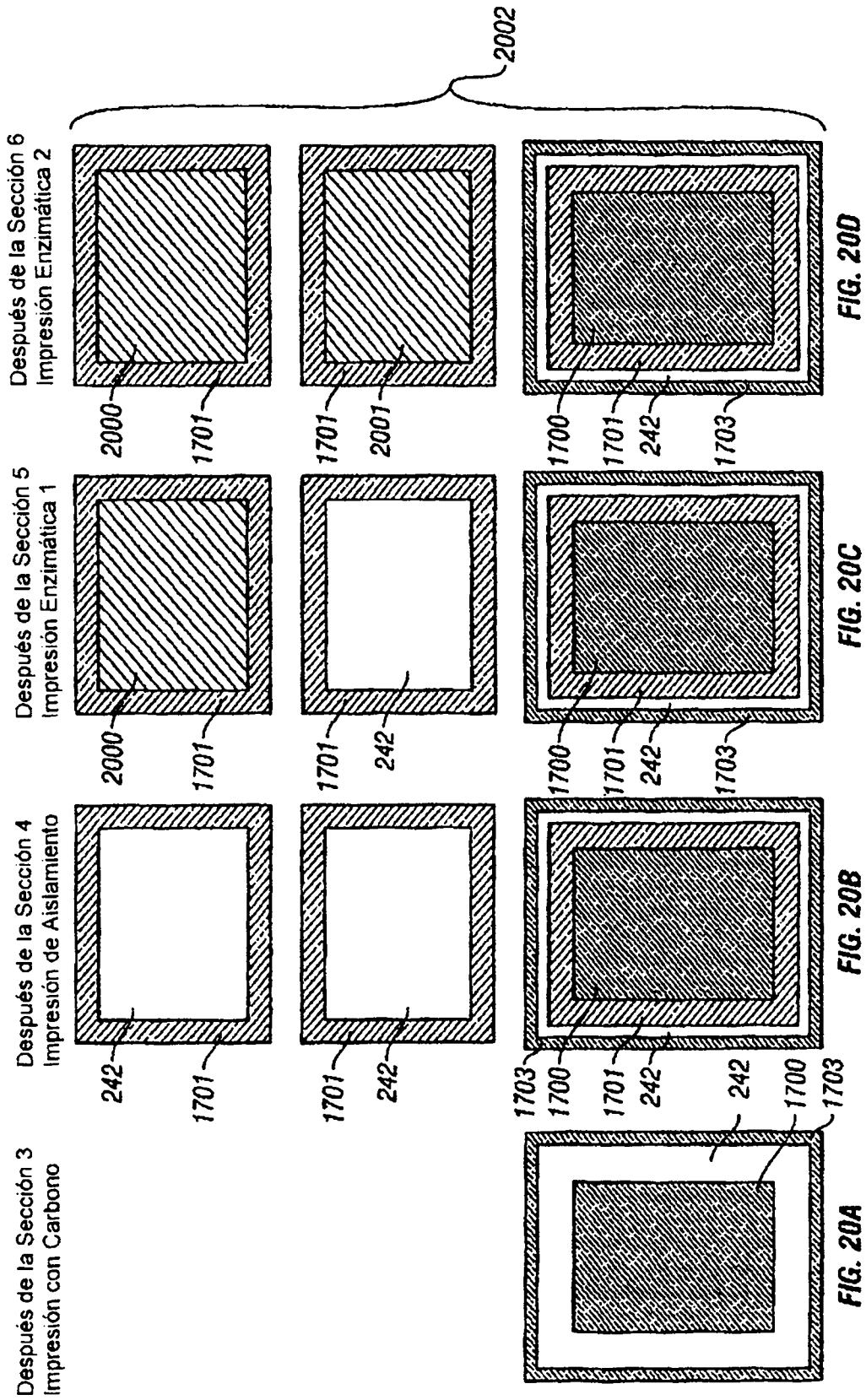


FIG. 19D



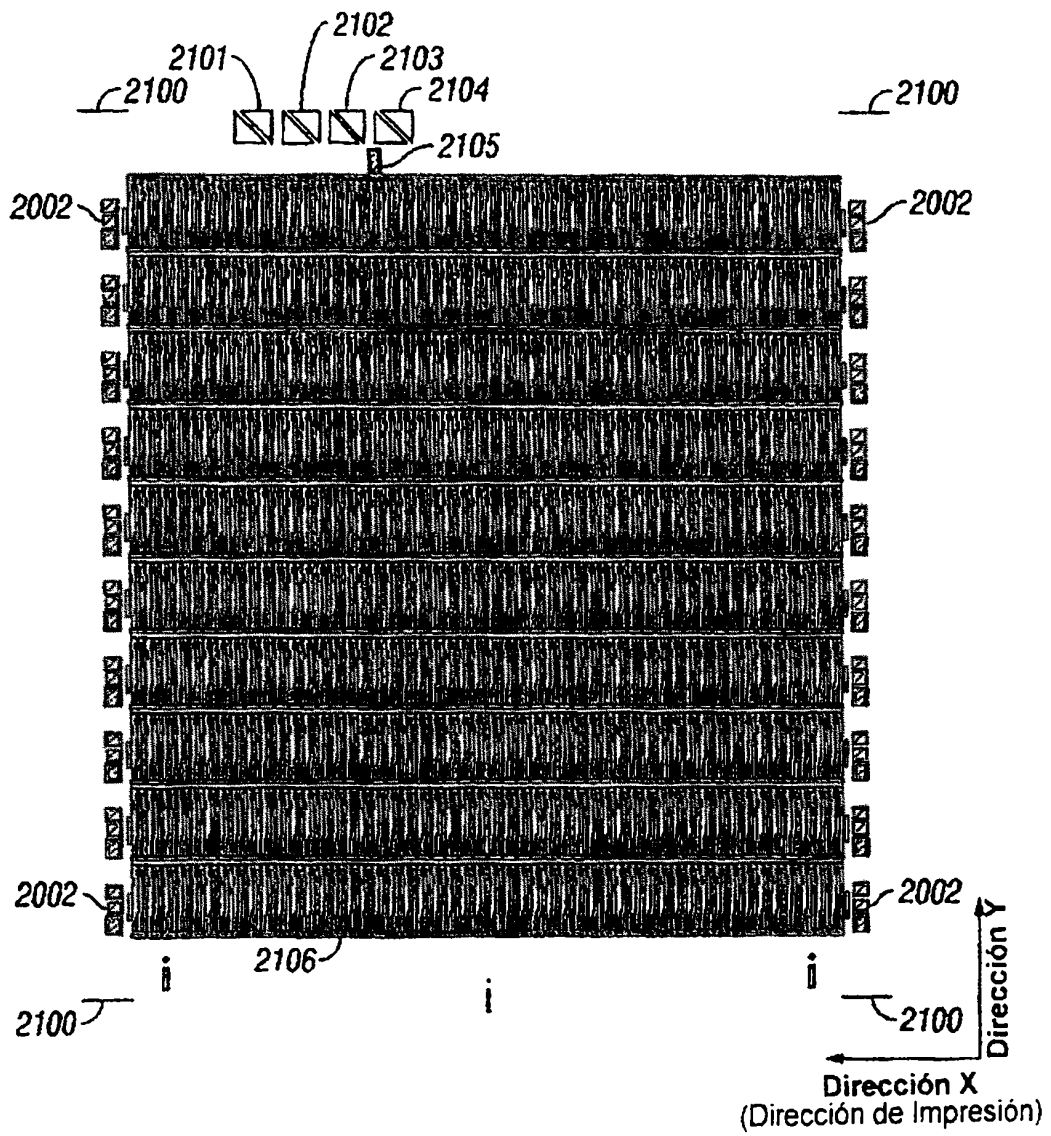


FIG. 21A

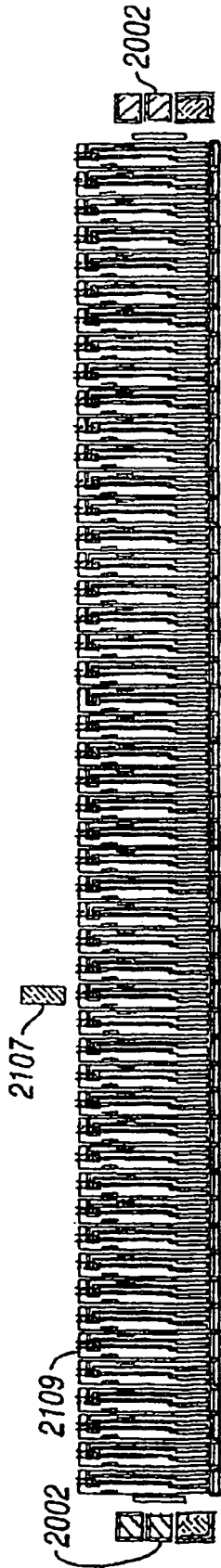


FIG. 21B

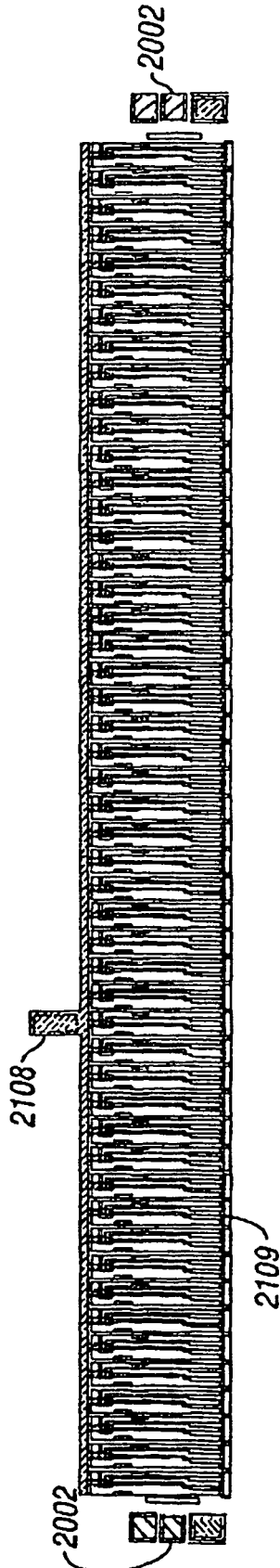


FIG. 21C

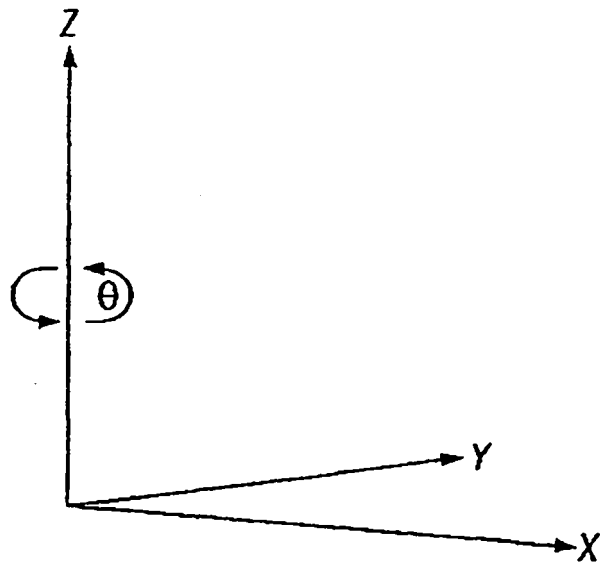


FIG. 22