



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 335 278**

51 Int. Cl.:

G01N 27/30 (2006.01)

G01N 33/487 (2006.01)

G03D 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03769675 .4**

96 Fecha de presentación : **30.10.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1561099**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.08.2005**

54 Título: **Método de fabricación de sensores electroquímicos.**

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:
24.03.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.03.2010

73 Titular/es: **LIFESCAN SCOTLAND Ltd.**
Beechwood Business Park North
Inverness IV2 3ED, GB

72 Inventor/es: **Davies, Oliver William Hardwicke;**
Armstrong, Malcolm Gordon;
Longden, Donald Roderick;
Sim, Andrew Graham y
Yeudall, Robert Malcolm

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 335 278 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

Método de fabricación de sensores electroquímicos.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a un proceso para la fabricación de sensores electroquímicos en una banda continua y, más particularmente, a un proceso de fabricación de la banda en el que se imprimen los sensores electroquímicos sobre una banda continua en el que nuevos rollos de material de banda se unen dentro del proceso para formar una hoja continua de material de sustrato.

Antecedentes de la invención

Los sensores electroquímicos se usan en una variedad de procedimientos de diagnóstico, incluyendo la medición de la glucosa en la sangre humana. La fabricación de tales sensores electroquímicos involucra la fabricación de millones de pequeñas tiras incluyendo cada una electrodos dispuestos en una célula de recepción de muestras que se adapta para recibir sangre u otros fluidos fisiológicos. Los fluidos fisiológicos forman un circuito completo entre los electrodos de la célula. 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 puede medirse mediante un medidor adaptado para medir intensidad o carga en los electrodos. La fabricación de tales sensores electroquímicos requiere la deposición de varias capas de material de electrodo, material de aislamiento y reactivos en un espacio muy pequeño y la precisión y disposiciones de tales capas son críticas para la función final del dispositivo. Además, para contener los costes y satisfacer la demanda, es imperativo que los sensores electroquímicos se fabriquen a muy altas velocidades y con una absoluta precisión en la alineación entre las capas.

Los sensores electroquímicos pueden usarse para muchas aplicaciones. En una aplicación, la tira de sensores electroquímicos se inserta en medidores especialmente adaptados para la autovigilancia de la glucosa u otros analitos (tales como la fructosamina, el hematocrito, etc.) en, por ejemplo, la sangre o el fluido intersticial. Muchos analitos pueden probarse acusando tales sensores electroquímicos, dependiendo del diseño del sensor electroquímico, la disposición de los electrodos, el reactivo utilizado y otros factores. Muchas de estas aplicaciones, y en particular las tiras para la prueba de la glucosa, requieren disposiciones del sensor de un tamaño y construcción particulares, en donde la fabricación se realiza con tolerancias particulares para hacer que los sensores electroquímicos tengan características que sean tan predecibles y repetibles como sea posible.

El proceso de fabricación se complica además por la necesidad de fabricar sensores, muchos sensores muy rápidamente en donde los sensores tienen tamaños de célula muy pequeños y, por lo tanto, electrodos muy pequeños dentro de tolerancias muy estrechas. Cuando se prueba la glucosa de la sangre o del fluido intersticial, uno de los muchos factores que desaniman las pruebas regulares es el dolor involucrado en la extracción de la cantidad requerida de sangre o fluido intersticial. Típicamente un mayor volumen requiere una cantidad de dolor mayor que un pequeño volumen. Por ello, es ventajoso producir sensores que requieran una pequeña cantidad de sangre o fluido intersticial y por lo tanto sean menos dolorosos de utilizar, animando a una prueba más regular discreta o continua. Una forma de que se requiera menos analito es producir tiras de sensor electroquímico que tengan unas características estructurales muy pequeñas tales como, células receptoras de muestra muy pequeñas y electrodos muy pequeños dentro de esas células receptoras de muestra, sin embargo, tales características de pequeñez son más difíciles de fabricar, particularmente de una forma precisa y reproducible de modo que produzcan mediciones de analito precisas y reproducibles.

Pueden utilizarse muchos métodos para fabricar los sensores electroquímicos, incluyendo procesos tales como huecograbado y serigrafía de cilindros. En la impresión por huecograbado se recubre un cilindro con una cubierta que define la forma de la característica (por ejemplo los electrodos) a imprimir. Pueden usarse cilindros adicionales para imprimir películas o capas adicionales (por ejemplo capas de encima o de aislamiento).

Donde se fabrica un sensor electroquímico mediante impresión por huecograbado de tinta eléctricamente conductora para formar uno o más electrodos sobre una banda flexible, que puede ser polimérica, es posible una alta calidad en la definición de la impresión usando tintas muy poco espesas. Para las tintas más espesas y mayores grosores de impresión requeridos cuando se imprimen sensores electroquímicos se han usado generalmente mallas planas fijas únicas sobre impresoras planas de sensores electroquímicos. Se han descrito también otros métodos, incluyendo métodos de fabricación de sensores electroquímicos que utilizan estructuras de impresión rotativas.

En un proceso de fabricación de una banda para sensores electroquímicos, se pasa una banda de material de sustrato a través de una serie de estaciones de impresión. En cada punto de la estación, se deposita una nueva capa de material tal como, por ejemplo, material de electrodo sobre el sustrato o sobre una capa depositada previamente utilizando, por ejemplo, un proceso de serigrafiado. En el proceso de serigrafiado, la banda se posiciona bajo una malla y una tinta, por ejemplo, una tinta conductora utilizada para realizar los electrodos se presiona a través de las zonas seleccionadas de la malla para imprimir una capa que tenga una disposición predeterminada sobre la parte de la banda posicionada por debajo de la malla. Así, es posible construir el sensor electroquímico sobre el sustrato mediante el movimiento del sustrato desde una estación de impresión a la siguiente, imprimiendo cada capa consecutivamente y cortando los sensores individuales a partir de la banda finalizada.

El documento WO 01/73109 A2 describe un proceso basado en una banda continua para la fabricación de sensores electroquímicos.

En un método de fabricación se fabrican una capa de electrodo y al menos una primera capa de reactivo mediante al transporte de una banda continua de sustrato pasando al menos por dos estaciones de impresión. Las estaciones de impresión pueden ser estaciones de impresión de huecograbado cilíndrico o estaciones de impresión de serigrafía cilíndrica. Sin embargo los métodos de huecograbado (girando un cilindro grabado) y de serigrafiado de cilindros (girando una malla/plantilla cilíndrica) padecen de inconvenientes cuando se imprimen sensores Electroquímicos sobre una banda. La impresión por huecograbado típicamente da alturas de impresión muy delgadas. Las espesas tintas eléctricamente conductoras necesarias para producir el grosor de electrodos requerido para los sensores electroquímicos (especialmente aquellos para la detección de glucosa en sangre) son particularmente propensas a sufrir una impresión incompleta, inconsistente con la consiguiente reducción en la calidad, consistencia y fiabilidad del sensor electroquímico. La impresión por huecograbado con tintas de carbón (que típicamente tienen un alto contenido en sólidos y que pueden ser muy viscosas) para producir electrodos de carbón es especialmente difícil dado que las fases sólida/líquida en la tinta pueden separarse dando como resultado un rellenado incompleto o irregular o un vaciado de los huecos de impresión a impresión. Esto puede dar como resultado un grosor de impresión irregular y la degradación de la calidad y consistencia del electrodo de carbón. El serigrafiado sobre cilindro es muy adecuado para disposiciones de alimentación única (al contrario que las disposiciones de banda continua). Adicionalmente, la capacidad para manipular la forma en que la malla interactúa con el medio de impresión, y por ello ejercer una influencia sobre la calidad de la impresión realizando esto, es limitada debido a la naturaleza cilíndrica de la malla. También, la variedad de plantillas disponibles para obtener el grosor de tinta correcto para cada tipo de tinta (carbón, plata/cloruro de plata, aislamiento, encima u otro agente reactivo) no están fácilmente disponibles comercialmente.

Los sensores electroquímicos para las pruebas de glucosa en sangre o fluido intersticial pueden producirse también en un proceso de impresión multietapa utilizando impresoras planas (tales como las Thieme o Svecia disponibles en Kippax UK, Huddersfield, Reino Unido y Registerprint, Londres, Reino Unido) y la medición de tinta a través de las plantillas de malla disponibles de DEK Machinery, Weymouth, Reino Unido y BTP Craftscreen, Coventry, Reino Unido) dispuestas en paralelo con las tarjetas de sustrato planas que se van a imprimir en ellas. Este proceso tiene la ventaja de que los sensores pueden producirse de una manera precisa y repetible de modo que el usuario puede comparar los resultados de vez en cuando. Se pasan las hojas de sustrato para la impresión sobre ellas de las filas de tiras a través de varias fases de impresión plana con las filas perpendiculares a la dirección de movimiento. En este proceso de fabricación se serigrafían secuencialmente delgadas capas de tinta sobre un sustrato polimérico para formar un gran grupo de tiras de sensor. En primer lugar puede depositarse tinta de carbón para formar una capa de electrodo. A continuación puede depositarse una capa de tinta de aislamiento. A continuación puede depositarse una capa de reactivo, típicamente tinta de enzima. A continuación puede depositarse una segunda capa de enzima. A continuación puede depositarse una capa de adhesivo. Finalmente, puede depositarse una capa hidrofílica. Puede colocarse una película protectora por encima de la hoja del sensor antes del corte de la hoja en filas y las filas en tiras individuales. Una hoja única de sustrato fabricada de esta forma puede producir 500 o más tiras de sensor. Estas tiras de sensor se disponen en filas 0 a 9 perpendiculares a la dirección del movimiento de la hoja de sustrato a través de la impresora plana (la dirección de impresión) con 50 tiras de sensor por fila. Las tiras 1 a 50 de cada fila están cada una en paralelo a la dirección de impresión. Cada hoja puede manipularse manualmente entre cada fase. En particular a continuación de las cuatro etapas de impresión (para la impresión de la tinta de carbón, tinta de aislamiento y dos capas de tinta de enzima) cada hoja puede manipularse manualmente dentro de una máquina de corte de forma que pueda realizarse el corte a lo largo de las filas que separan una fila de tiras de sensores de la otra. A continuación cada fila puede manipularse de forma que se corte en 50 tiras separadas. Estas etapas de manipulación consumen mucho tiempo y son ineficientes.

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 las mediciones de marcadores en el cuerpo tales como en la sangre o en el fluido intersticial (glucosa, fructosamina, hematocrito y otros similares). Existe además una necesidad de una forma de fabricación de tiras de sensor de alta velocidad, predecible, reproducible a un coste razonable. Además, existe la necesidad de una forma de fabricación de tiras de sensor de alta velocidad, predecible, reproducible que tenga características muy pequeñas en donde cada tira finalizada pueda utilizarse para la medición de análisis de forma fiable, predecible y con precisión en los fluidos fisiológicos de una forma reproducible.

En el proceso de impresión de tramas de sensores electroquímicos es deseable asegurar que hay una tirada de impresión continua, no interrumpida. Las tiradas de impresión cortas no son deseables económicamente en la producción de sensores electroquímicos debido a los requisitos de ajuste en los términos de registro individual de capa en capa de impresión. Las tiradas de rollo único requerirían la fijación del registro para cada rollo. Las tiradas continuas de rollos, que se dividen dentro de la máquina, permiten un procedimiento de ajuste único en contraposición a los ajustes múltiples. Un rollo único de sustrato comercialmente disponible no es de suficiente longitud para proporcionar una tirada de impresión viable económicamente de la longitud deseada.

Esto es particularmente importante en la impresión de banda continua de sensores electroquímicos en los que se imprimen las capas de carbón, aislamiento y dos enzimas sucesivamente sobre un sustrato continuo único. La longitud del sustrato en la máquina en cualquier momento no es significativa. En cualquier momento se asienta en la máquina una longitud sustancial de sustrato de banda y se perderá si la tirada se detiene anticipadamente. Además, debido a la complejidad de proporcionar más de una fase de impresión que deben todas ellas registrarse entre sí, las tiradas

de impresión largas son muy importantes para permitir tanto un tiempo de demora en el ajuste inicial como una adaptación hasta que el proceso alcanza un estado estable y repetible. El registro puede tomar un máximo de % rollo (de 660 metros) de material de sustrato. Si el registro de la impresión no se dispone correctamente la calibración de los dispositivos sensores a lo largo de la tirada de impresión variará. Adicionalmente el rendimiento cae significativamente si el registro de una de las etapas de impresión ha de volverse a hacer para cada rollo.

El empalmado se ha utilizado en el pasado para otros procesos de fabricación de la banda continua, por ejemplo en el documento EP 0721906 A1 que describe el empalme de un material de banda. Sería ventajoso desarrollar un método para el empalme de rollos de sustrato en un proceso para la fabricación de tiras de sensor electroquímico en una banda continua. Sería, por lo tanto, ventajoso desarrollar un proceso para la fabricación de tiras de sensor electroquímico en el que las tiradas de impresión sean más largas que la longitud de un único rollo de sustrato, proporcionando consistencia a lo largo de la tirada de impresión completa, independientemente de cuantos rollos de sustrato se utilicen en la tirada de impresión, aumentando sustancialmente el rendimiento allá donde pueda requerirse hasta medio rollo individual para registrar con precisión las capas.

Sumario de la invención

Breve descripción de los dibujos

Las características novedosas de la invención se describirán con particularidad en las reivindicaciones adjuntas, se obtendrá una mejor comprensión de las características y ventajas de la presente invención con referencia a la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos de los que:

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

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

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

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

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

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

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 llenado.

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

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

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

La Figura 10 es un diagrama esquemático que representa una distancia de presionado de la malla.

La Figura 11 es una vista desarrollada de una zona de pre- acondicionado (211).

La Figura 12 es una vista desarrollada de una primera zona de secado (217).

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

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

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

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

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

Las Figuras 18A-18D son vistas de una capa de aislamiento para una capa de carbón con un registro inapropiado cuando se estira el gráfico resultante de la pantalla 301.

Las Figuras 19A-19D son vistas de una capa de aislamiento para una capa de carbón con un registro inapropiado cuando no se estira el gráfico de la pantalla 301.

Las Figuras 20A-20D son diagramas esquemáticos que representan los resultados de impresión para un registro del operador de la banda utilizando una primera guía de visión para la inspección visual durante un proceso de registro inicial.

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

La Figura 21B es una vista desarrollada de una fila dentro de una hoja de sensor con una marca de registro X de carbón.

La Figura 21C es una vista desarrollada de una fila dentro de una hoja de sensores con una marca de registro X de aislamiento recubriendo una marca de registro X del carbón.

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

20 Descripción detallada de las realizaciones ilustrativas de la invención

La Figura 1 es un diagrama esquemático que representa 8 secciones del proceso de impresión de la banda de acuerdo con la presente invención. La sección 1 es una unidad de desenrollado 101. La sección 2 es una estación 102 de pre-acondicionamiento. La sección 3 es una estación 103 de impresión de carbón. La sección 4 es una estación 104 de impresión del aislamiento. La sección 5 es una primera estación 105 de impresión de la enzima. La sección 6 es una segunda estación 106 de impresión de la enzima. La sección 7 es una unidad de rebobinado 107. La sección 8 es una unidad de troquelado 108. Se comprenderá por aquellos expertos en la técnica que en tanto la siguiente descripción se refiere a un proceso y a un aparato que concierne a estas 8 secciones, el proceso y el aparato de la invención puede ser realizado con un número de secciones mayor o menor. Por ejemplo mientras que se conciben cuatro estaciones de impresión, podrían usarse una o más estaciones de impresión sin separarse del alcance de la invención.

La sección 1 puede implementarse utilizando una unidad de desenrollado del material de sustrato 101 tal como, por ejemplo, una Martin Unwinder/Automatic Splice 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 utilizando una Impresora Kammann modificada, que está disponible en Werner Kammann Maschnefabrik GmbH, modelo número 4.61.35, en Bunde, Alemania. La sección 2 puede ser una unidad de pre-acondicionamiento 102. La unidad de pre-acondicionamiento 102 puede utilizarse para pre-acondicionar el sustrato 242 antes de la impresión y las secciones 3, 4, 5 y 6 pueden utilizarse para serigrafar tinta de carbón, aislamiento, primera enzima y segunda enzima sobre el sustrato 242. La sección 7 puede incluir una unidad de rebobinado 107 tal como, por ejemplo, una rebobinadora Martin, que está disponible en Martin Automatic Inc. en Rockford, IL. La sección 8 puede incluir una troqueladora 108 tal como, por ejemplo, una troqueladora, Preco que está disponible en Preco Press, en Lenexa, Kansas como modelo número 2024-P-40TXYTCCD CE. En tanto que se mencionan modelos de aparatos específicos, estas piezas de los aparatos pueden variarse y/o sustituirse y/o omitirse conjuntamente sin separarse del alcance de la invención como se comprenderá por aquellos expertos en la técnica.

Las Figuras 2A, 2B y 2C son diagramas esquemáticos que ilustran el recorrido del sustrato 242 cuando pasa a través de las secciones 1-8 de un proceso de impresión de banda de acuerdo con la presente invención. El material utilizado para 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, nominalmente de 350 micras de grosor por 370 mm de ancho y aproximadamente 660 m de longitud. Estas dimensiones de grosor y ancho se han hallado particularmente adecuadas para la producción de sensores electroquímicos mediante el serigrafiado plano sobre un sustrato de banda. Esto se debe al requisito de que el material sea robusto para la impresión aunque manipulable a través del aparato y de suficiente anchura para acomodar una cantidad adecuada de sensores para hacer viable comercialmente el proceso. El sustrato 242 puede incluir un recubrimiento acrílico aplicado a uno o a ambos lados para mejorar la adhesión de la tinta. El poliéster es un material preferido porque se comporta satisfactoriamente a las elevadas temperaturas y presiones utilizadas durante el procesado de la banda de acuerdo con la presente invención. En tanto que el poliéster y significativamente Melinex son los materiales preferidos en una realización de la invención, puede concebirse el uso de otros materiales por aquellos expertos en la técnica a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. Realmente, entre otras cosas, pueden concebirse variaciones en el grosor del material, el ancho y la longitud, un ancho o una longitud más grande que ofrece una capacidad adicional para la producción de sensores una variación del grosor del material en algunas circunstancias que ayudan al pre-acondicionamiento, o registro durante la impresión. Antes de entrar en la estación 103 de impresión de carbón, el sustrato 242 se expone a un proceso de estabilización térmica, mediante el calentamiento del sustrato hasta 185°C sin colocarlo bajo una tensión significativa para tratar y asegurar que el sustrato 242 experimente una mínima distorsión dimensional durante el proceso de impresión de la banda en donde pueden encontrarse temperaturas de entre 140 y 160°C a tensiones de hasta 165 N. Típicamente la tensión utilizada ha sido mínima, justamente lo suficiente para accionar la banda a través del calentador. Sin embargo, se ha hallado que a pesar de este proceso de estabilización térmica, pueden producirse variaciones en el registro de una etapa de impresión a otra produciendo fallos del sensor. De ese modo,

se ha introducido una etapa de pre-acondicionamiento inmediatamente antes de la impresión. Como se explicará en este documento posteriormente, en la etapa de pre-acondicionamiento (sección 1) el sustrato se calienta a una temperatura (típicamente 160°C) mayor que cualquier temperatura que se encuentre durante las etapas de impresión posteriores, el sustrato se mantiene también bajo tensión (típicamente alrededor de 165 N) durante esta etapa de pre-acondicionamiento. Realmente en esta realización, la combinación de pre-acondicionamiento y colocación bajo tensión ha reducido grandemente las variaciones en el registro de impresión y mejorado el rendimiento resultante del producto. Los rollos de sustrato 152 se empalman tanto en la unidad de desenrollado 101 como en la unidad de rebobinado 107 utilizando una cinta de empalme tal como, por ejemplo, PS-1 Splicing Flat-back Paper Tape del grupo Intertape Polymer.

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

En la Figura 2A, la unidad de desenrollado 101 consiste en, por ejemplo, una Martin Unwinder/Automatic Splice que se utiliza para facilitar el movimiento continuo del sustrato 242 hacia la estación de pre-acondicionamiento 102 bajo una tensión de aproximadamente 80 N. La unidad de desenrollado 101 incluye un primer eje de desenrollado 200 y un segundo eje de desenrollado 201. Nótese que un eje puede denominarse también como mandril. El primer eje de desenrollado 200 contiene un rollo de material de sustrato 242 que alimenta continuamente el sustrato 242 hacia la estación de pre-acondicionamiento 102 de la sección 2. El segundo eje de desenrollado 201 contiene un rollo de reserva de sustrato 242, que se empalma automáticamente al final del rollo de sustrato 242 del primer eje de desenrollado 200 asegurando un suministro semicontinuo de sustrato 242. Éste proceso continuo se repite desde el primer eje de desenrollado 200 al segundo eje de desenrollado 201. Un acumulador de material de sustrato 203 almacena una longitud predeterminada de sustrato 242 y dispensa el sustrato almacenado 242 hacia la estación de pre-acondicionamiento 102 de la sección 2 mientras tiene lugar la operación de empalmando en la primera unidad de empalme 202 (durante cuyo tiempo tanto el primer eje de desenrollado 200 como el segundo eje de desenrollado 201 están parados). El empalme creado es un empalme a tope con una longitud de cinta de empalme en cada lado del material en la unión. Para asegurar la calidad, pueden descartarse aproximadamente 10 m de sustrato impreso en cada lado del empalme. El primer eje de desenrollado 200 y el segundo eje de desenrollado 201 incluyen guías del borde de la banda (no mostradas) que guían el sustrato 242 dentro de la primera unidad de empalme 202. Las guías del borde de la banda se adaptan para impedir que el sustrato 242 se mueva erráticamente cuando se alimenta dentro de la primera unidad de empalme 202.

Típicamente la máquina de la invención se ajusta para producir entre 2 y 10 y más normalmente 6 rollos de sustrato en cada vez. En aquellas estaciones de impresión conectadas a un suministro de tinta continuo, el número de rollos a utilizar no es normalmente un problema. Sin embargo, para las dos estaciones de impresión de enzimas, a las que se suministra una cantidad limitada de tinta, el número de rollos a utilizar es un parámetro de entrada importante. Realmente el número de rollos a utilizar determina la cantidad de tinta colocada sobre la malla antes del comienzo del proceso de impresión. Por ejemplo para una tirada de 6 rollos, se coloca el equivalente a 6 (o más bien más que justamente 6) rollos de tinta de enzima sobre la malla antes del comienzo de la impresión en cada una de las secciones 5 y 6. De ese modo, la tinta de enzima necesita mantenerse en un estado de preparación para la impresión a todo largo de la tirada de impresión para asegurar una impresión consistente de la enzima en cada duración completa de la tirada de impresión. Se ha colocado una pared cerca de la malla en las estaciones de impresión de enzima para asegurar que puede añadirse una cantidad suficiente de tinta de enzima a la malla sin requerir que la malla sea rellenada durante una tirada y reduciendo también el riesgo de que la tinta de enzima desborde la malla sobre el sustrato de la banda que se mueve por debajo de ella.

El sustrato 242 se mantiene bajo una tensión de aproximadamente 165 N a través del proceso para mantener el registro de las cuatro capas que se van imprimir (típicamente la tolerancia del registro de impresión es de 300 μ m). El sustrato 242 se somete también a varias 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 del sustrato 242 a extenderse o expandirse durante el proceso y consecuentemente a caer fuera de las tolerancias de registro. Realmente la variación en el tamaño de la imagen de una etapa de impresión a otra y de una tirada de impresión a otra así como dentro de la tirada de impresión en sí era impredecible y mayor de la que podría tolerarse.

De acuerdo con la Figura 2A, la sección 2 es una estación de pre-acondicionamiento 102. El pre-acondicionamiento tiene lugar antes de que se imprima cualquier imagen sobre el sustrato. El sustrato 242 se pre-acondiciona para reducir la cantidad de expansión y estiramiento dentro de las secciones posteriores del proceso de la 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 exceda en las etapas de impresión posteriores. Típicamente esto tiene lugar bajo tensión de entre 150 y 180 N más típicamente aproximadamente 165 N. Sin embargo, la estación de pre-acondicionamiento 102 puede calentar el sustrato 242 a una temperatura suficiente para eliminar el estiramiento irreversible del sustrato 242, de nuevo opcionalmente mientras está bajo tensión como se ha descrito anteriormente.

El sustrato se calienta a aproximadamente 160°C en la zona de pre- acondicionamiento 211, lo que se ilustra con más detalle en la Figura 11. Como se ha explicado anteriormente, la temperatura a la que el sustrato 242 se calienta en la estación de pre-acondicionamiento 102 no se alcanza o excede 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 debida al estiramiento causado por el proceso de la estación de pre-acondicionamiento 102 mediante la provisión de un tamaño de la malla de plantilla ligeramente mayor (típicamente 750 μm en la dirección del movimiento de la banda). La provisión de nuevas mallas puede ser problemática. Pueden por lo tanto variarse otros parámetros en cada estación de impresión para acomodar una variación en el tamaño de la imagen sin sustituir la malla, tales como una velocidad relativa de la malla y de la banda. En cualquier caso, hay un límite a la cantidad de variación en el tamaño de la imagen que puede acomodarse. Es por lo tanto preferible pre-acondicionar el sustrato como se ha escrito en el presente documento reduciendo el incremento en el tamaño de la imagen total y reduciendo la variación en el aumento del tamaño de dicha imagen.

La estación de pre-acondicionamiento 102 incluye también elementos adicionales, que realizan funciones que facilitan el adecuado funcionamiento del proceso de fabricación de la banda de acuerdo con la presente invención. En la unidad de pre-acondicionamiento 102, hay dos unidades de limpieza de la banda, una primera unidad de limpieza 204 y una segunda unidad de limpieza 207 que limpian el lado superior e inferior del sustrato 242. La primera unidad de limpieza 204 y la segunda unidad de limpieza 207 utilizan rodillos recubiertos de adhesivo pegajoso para eliminar partículas del sustrato 242 antes de cualquier etapa de impresión. La primera unidad de limpieza 204 puede ser, por ejemplo, un limpiador disponible comercialmente en KSM Web Cleaners, número de modelo WASP400, en Glasgow, Reino Unido. La segunda unidad de limpieza 207, por ejemplo, una limpiadora disponible comercialmente en Teknek. La estación de pre-acondicionamiento 102 incluye además un rodillo de tracción de entrada 206 y una célula de carga 208. El rodillo de tracción de entrada 206 se utiliza para controlar la tensión del sustrato 242 (específicamente la tensión entre el rodillo de tracción de entrada 206 y el rodillo de tracción de salida 238). El rodillo de tracción de entrada 206 está enlazado a través de un sistema de control (no mostrado) a la célula de carga 208. El sustrato 242 se extrae de la segunda estación de impresión de enzima 106 en la sección 6 a una velocidad constante mediante el rodillo de tracción de salida 238. La célula de carga 208 en la sección 2 mide la tensión del sustrato 242 cuando se mueve a través del procesado de la banda. El rodillo de tracción de entrada 206 ajusta su velocidad para controlar la tensión en un punto de ajuste predeterminado. Una tensión de sustrato típica en un proceso de fabricación de la banda de acuerdo con la presente invención sería de aproximadamente 150 N a 180 N y más específicamente de 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, la sección 4 y la sección 5 de un proceso de impresión de la banda. En la Figura 2B, la sección 3 es una estación de impresión de carbón 103. Antes de la impresión se instala un sistema de limpieza (disponible en Meech), que limpia la parte superior (lado de impresión) y el lado inferior del sustrato usando un sistema de vacío y cepillado, la estación de cepillado y vacío superior 251 y la estación de cepillado y vacío inferior 250 están desplazadas entre sí. La estación de cepillado y vacío superior 250, se pone en contacto con el sustrato inmediatamente antes del rodillo enfriado 212 y el acumulador 213 es el punto accesible más cercano antes de la impresión de carbón. La estación de cepillado y vacío del lado inferior 251, se pone en contacto con el sustrato inmediatamente después de que el sustrato sale de la unidad de pre-acondicionamiento 102. La estación de impresión de carbón 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 de accionamiento 216, una primera zona de secado 217 y un segundo cilindro enfriado 218. En la Figura 2B, la sección 4 es la estación de impresión 104 del aislamiento. La estación de impresión del aislamiento 104 incluye un tercer rodillo enfriado 219, un tercer acumulador 220, un tercer rodillo de impresión 221, un segundo sensor de visión 222, un primer sistema de registro Y (no mostrado) en la posición 237A, un tercer rodillo de accionamiento 223 y una segunda zona de secado 224. En la Figura 2B, la sección 5 es una primera estación de impresión de enzima 105, la primera estación de impresión de enzima 105 incluye un cuarto rodillo enfriado 225, un cuarto acumulador 226, un cuarto rodillo de impresión 227, un tercer sensor de visión 228, un segundo sistema de registro Y en 237B (no mostrado), un cuarto rodillo de accionamiento 229 y una tercera zona de secado 230.

En un proceso de acuerdo con la presente invención, la sección 3 del proceso de fabricación de la banda es en donde tiene lugar la impresión del carbón. Naturalmente, como se apreciará por aquellos expertos en la técnica, el número y el tipo de procesos de impresión pueden variarse. Por ejemplo, pueden proporcionarse dos impresiones del carbón o una o más impresiones con carbón con partículas metálicas, puede utilizarse tinta de plata/cloruro de plata o tintas basadas en oro o paladio para proporcionar una capa de electrodo sobre los sensores electroquímicos. Las capas de aislamiento y reactivo pueden variarse también en su composición, orden de deposición, grosor de deposición y disposición así como otros parámetros evidentes para aquellos expertos en la técnica. En la sección 3, el gráfico del carbón para los sensores electroquímicos fabricado de acuerdo con la presente invención puede imprimirse utilizando serigrafado plano. Los componentes básicos de la estación de impresión del carbón 103 se ilustran en las Figuras 6 y 7. En particular, una estación de impresión adecuada de acuerdo con la presente invención incluye una malla 301, un rodillo de impresión inferior 303, un rodillo de impresión 600, una paleta de excesos 603, un soporte de rasero 605 y un rasero 606. En la estación de impresión del carbón 103, un rodillo de impresión 600 es el segundo rodillo de impresión 214. La malla 301 es generalmente de construcción plana y comprende típicamente una retícula dispuesta para proporcionar un negativo del gráfico deseado. La tinta de carbón se aplica a la retícula y se empuja a través de ella durante la impresión. En esta etapa la malla plana puede deformarse ligeramente fuera de su forma plana por el peso de la tinta (esto es especialmente cierto en las etapas de impresión de enzimas en las que toda la tinta a utilizar durante la tirada de impresión completa se deposita usualmente sobre la

mallas al comienzo de la tirada de impresión) y la presión del rasero que empuja la tinta a través de la plantilla de la retícula.

En un proceso del ciclo de llenado de acuerdo con la presente invención, la malla 301 se carga con tinta 604 mediante el movimiento del rasero 606, la paleta de exceso 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 del sustrato 242. La malla 301 se mueve en una segunda dirección 607 opuesta a la primera dirección 608 del sustrato 242 para el ciclo de llenado en donde se carga la tinta 604 en la malla 301.

En un proceso del ciclo de impresión posterior de acuerdo con la presente invención, como se ilustra en la Figura 7, el rasero 606 transfiere tinta 604 a través de la malla 301 y sobre el sustrato 242. Durante el ciclo de impresión, el rasero 606, la paleta de excesos 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. La malla 301 se mueve en la primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242 para el ciclo de impresión en donde la tinta 604 se empuja a través de la malla 301 y se deposita sobre el sustrato 242. De ese modo durante el ciclo de impresión la malla 301 se mueve en la misma dirección que el sustrato de la banda a la misma o muy cercana a la misma velocidad que el sustrato. La malla 301 es sustancialmente plana cuando ésta está en reposo aunque durante el uso es empujada por el rasero 606 hacia la banda convirtiéndose en ligeramente distorsionada cuando esto ocurre y volviendo sustancialmente a su forma original una vez que se retira el rasero 606. La malla 301 entonces se mueve en la dirección opuesta a la del sustrato mientras se recarga con tinta 604 lista para el siguiente ciclo de impresión. Cuando la tinta se carga sobre la malla 301 del peso de la tinta puede incluso doblar ligeramente la malla. La malla 301 está en un ángulo con respecto a la dirección de movimiento 608 de la banda cuando sale de la estación de impresión. Esta disposición (el ángulo es típicamente alrededor de 10 a 30 grados y más específicamente aproximadamente 15 grados) mejora la liberación de tinta de la malla sobre el sustrato mejorando la definición de la impresión y la reproductibilidad. El ángulo de malla a sustrato, el ángulo del rasero, la distancia de malla a rasero, la posición de rasero respecto al rodillo de impresión, la distancia de presionado, las velocidades relativas de sustrato y malla y la presión del rasero pueden usarse todas ellas para controlar y optimizar la definición de impresión resultante y la consistencia a través de una tarjeta. El mecanismo de serigrafiado se describe con más detalle en la Patente de Estados Unidos Editada 4.245.554.

En particular, en la estación de impresión del carbón 103, la tinta en cuestión es una tinta de carbón. Un ejemplo de una tinta de carbón adecuada se expone en el presente documento a continuación. La malla 301 se rellena con tinta 604 antes de utilizar el rasero 606 para transferir la tinta 604 a través de la malla sobre el sustrato 242. El gráfico de carbón impreso depositado sobre el sustrato 242 se seca entonces utilizando, por ejemplo, aire caliente a 140°C dirigido sobre la superficie impresa del sustrato utilizando 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 utilización en la estación de impresión del carbón incluyen, aunque sin limitarse a, tintas de impresión conductoras de carbón con partículas metálicas, plata/cloruro de plata, basadas en oro y basadas en paladio.

Antes del proceso de impresión del carbón e inmediatamente después del secado, el sustrato 242 se pasa sobre un primer rodillo enfriado 212 que se diseña para enfriar rápidamente el sustrato 242 a una temperatura predeterminada, típicamente la temperatura ambiente (aproximadamente 18-21°C y típicamente 19,5°C +/- 0,5°C). La superficie del primer rodillo enfriado 212 está aproximadamente a 18°C. El primer rodillo enfriado 212 puede ser refrigerado a una temperatura apropiada utilizando, por ejemplo, agua de fábrica enfriada a aproximadamente 7°C. La temperatura del rodillo puede controlarse mediante el control del caudal y/o la temperatura del agua de fábrica enfriada. Después de que se depositan los patrones de carbón impresos en el proceso de impresión, el sustrato 242 se pasa sobre un segundo rodillo enfriado 218. Reducir la temperatura del sustrato 242 y mantener la temperatura del sustrato 242 es beneficioso debido a que unas temperaturas más frías reducen la probabilidad de secado de tinta sobre las mallas durante la impresión y la creación de bloques en la retícula. El uso de rodillos enfriados en un proceso de fabricación de la banda de acuerdo con la presente invención es beneficioso también porque reduce la cantidad de extensión en el sustrato 242, reduciendo los problemas de registro y la necesidad de modificar el proceso sobre la marcha para compensar tales problemas.

La temperatura de los rodillos enfriados se controla dinámicamente mediante un bucle de realimentación y medición de la temperatura del cilindro enfriado y el control del caudal/temperatura del agua. Pueden concebirse otros métodos de enfriado de los rodillos, por ejemplo, unidades de refrigeración alimentadas eléctricamente.

En un proceso de acuerdo con la presente invención, la sección 4 del proceso de fabricación de la banda es donde tiene lugar la impresión del aislamiento. En la sección 4, el gráfico del aislamiento para los sensores electroquímicos fabricados de acuerdo con la presente invención se imprimen utilizando un serigrafiado que utiliza una malla generalmente plana. Los componentes básicos de la estación de impresión del aislamiento 104 se ilustran en las Figuras 6 y 7. En particular, una estación de impresión adecuada de acuerdo con la presente invención incluye una malla 301, un rodillo de impresión inferior 303, un rodillo de impresión 600, una paleta de excesos 603, un soporte del rasero 605 y un rasero 606. En la estación de impresión del aislamiento 104, el rodillo de impresión 600 es un tercer rodillo de impresión 221.

En un proceso del ciclo de llenado, la malla 301 se carga con tinta 604 mediante el movimiento del rasero 606, la paleta de excesos 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 del sustrato 242. La malla 301 se mueve en una segunda dirección 607 opuesta a la primera dirección 608 del sustrato 242 para el ciclo de llenado en donde se carga la tinta 604 en la malla 301.

En un proceso del ciclo de impresión posterior, como se ilustra en la Figura 7, el rasero 606 transfiere tinta 604 a través de la malla 301 y sobre el sustrato 242. Durante el ciclo de impresión, el rasero 606, la paleta de excesos 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. La malla 301 se mueve en la primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242 para el ciclo de impresión en donde la tinta 604 se empuja a través de la malla 301 y se deposita sobre el sustrato 242. El mecanismo de serigrafiado se describe con más detalle en la Patente de Estados Unidos Editada 4.245.554.

En el serigrafiado plano móvil, durante la impresión una malla generalmente plana tiene un componente de su movimiento que está en la misma dirección y a aproximadamente la misma velocidad que el sustrato. Típicamente en cada una de las estaciones de impresión; la malla sustancialmente plana está en un ángulo agudo (A en la figura 6) respecto al sustrato cuando la malla y el sustrato se mueven separándose de la posición de impresión (adyacente al rodillo de impresión 200 en la figura 6). Variando la velocidad relativa del sustrato y de la malla se varía el tamaño de la imagen impresa en la dirección de movimiento del sustrato, es decir en la dirección X.

La malla de pantalla utilizada en cada una de las estaciones de impresión consiste típicamente en un poliéster reformable elásticamente o malla de acero extendida y fijada a un marco rígido. Una de las realizaciones utiliza una malla de poliéster suministrada por DEK Machinery, Weymouth, Reino Unido. La retícula se cubre con un recubrimiento sensible al ultravioleta y en conjunto con una película positiva se expone la malla a una fuente de luz ultravioleta, revelado y secado de modo que el recubrimiento se seca sobre la malla para formar un negativo de la imagen gráfica deseada. Con la ayuda de un rasero, la tinta se pasa 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 de montar la retícula, y de soportar las fuerzas impuestas por la retícula extendida con la mínima distorsión y soportando las fuerzas adicionales producidas durante la impresión.

En particular, en la estación de impresión del aislamiento 104, la tinta de en cuestión es una tinta de aislamiento. Un ejemplo de una tinta de aislamiento adecuada se expone en el presente documento a continuación. La malla 301 se rellena con tinta 604 antes de utilizar el rasero 606 para transferir la tinta 604 a través de la malla sobre el sustrato 242. El gráfico de aislamiento impreso depositado sobre el sustrato 242 se seca entonces utilizando, por ejemplo, aire caliente a 140°C dirigido sobre la superficie impresa del sustrato utilizando cuatro bancos de secado separados dentro de la primera zona de secado 224, que se ilustra con más detalle en la Figura 13. Un ejemplo de la tinta adecuada para utilización en la estación de impresión del aislamiento en un proceso de fabricación de la banda de acuerdo con la presente invención es la tinta Ercon E6110-116 Jet Black Insulayer que puede comprarse en Ercon, Inc. El gráfico del aislamiento se registra sobre el gráfico de carbón en la dirección X (a lo largo de la máquina) y en la dirección Y (a través de la máquina) utilizando las técnicas descritas en el presente documento. Pueden utilizarse otros tipos de tinta de aislamiento como se comprenderá por aquellos expertos en la técnica. Adicionalmente pueden utilizarse diferentes capas o diferentes órdenes de capas para proporcionar un orden diferente de capas y por lo tanto una construcción diferente en los sensores electroquímicos producidos.

Antes del proceso de impresión del aislamiento e inmediatamente después del secado, el sustrato 242, que incluye los patrones de carbón de aislamiento impresos, se pasa sobre un tercer rodillo enfriado 219 que se diseña para enfriar rápidamente el sustrato 242 a una temperatura predeterminada, típicamente la temperatura ambiente (aproximadamente 17-21°C y típicamente 19,5°C +/- 0,5°C). El proceso de fabricación de la banda, la temperatura de la superficie del tercer rodillo enfriado 212 es de aproximadamente 18°C. El tercer rodillo enfriado 219 puede refrigerarse a una temperatura apropiada utilizando, por ejemplo, agua de fábrica enfriada a aproximadamente 7°C. Reducir la temperatura del sustrato 242 y mantener la temperatura del sustrato 242 es beneficioso porque unas temperaturas más frías reducen la probabilidad de secado de tinta sobre las mallas durante la impresión y la creación de bloques en la retícula. El uso de rodillos enfriados en un proceso de fabricación de la banda es beneficioso también porque reduce la cantidad de extensión en el sustrato 242, reduciendo los problemas de registro y la necesidad de modificar el proceso sobre la marcha para compensar tales problemas.

La sección 5 del proceso de fabricación de la banda es donde tiene lugar la primera impresión de enzima. En la sección 5, el gráfico de la tinta de enzima para los sensores electroquímicos fabricados de acuerdo con la presente invención se imprimen utilizando un serigrafiado y una malla generalmente plana como se ha descrito en el presente documento anteriormente. Los componentes básicos de la primera estación de impresión de enzima 105 se ilustran en las Figuras 6 y 7. En particular, una estación de impresión adecuada de acuerdo con la presente invención incluye una malla 301, un rodillo de impresión inferior 303, un rodillo de impresión 600, una paleta de excesos 603, un soporte del rasero 605 y un rasero 606. En la estación de impresión de la primera enzima 105, el rodillo de impresión 600 es un cuarto rodillo de impresión 227.

En un proceso del ciclo de llenado, la malla 301 se carga con tinta 604 mediante el movimiento del rasero 606, la paleta de exceso 603, el rodillo de impresión 600 y el rodillo de impresión inferior 303, en una primera dirección 608

ES 2 335 278 T3

que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242. La malla 301 se mueve en una segunda dirección 607 opuesta a la primera dirección 608 del sustrato 242 para el ciclo de llenado en donde se carga la tinta 604 en la malla 301.

5 En un proceso del ciclo de impresión posterior, como se ilustra en la Figura 7, el rasero 606 transfiere tinta 604 a través de la malla 301 y sobre el sustrato 242. Durante el ciclo de impresión, el rasero 606, la paleta de excesos 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. La malla 301 se mueve en la primera dirección 608 que
10 corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242 para el ciclo de impresión en donde la tinta 604 se empuja a través de la malla 301 y se deposita sobre el sustrato 242. El mecanismo de serigrafiado se describe con más detalle en la Patente de Estados Unidos Editada 4.245.554.

En particular, en una primera estación de impresión de enzima 105, la tinta en cuestión es una tinta de enzima. Un ejemplo de una tinta de enzima adecuada se expone en el presente documento a continuación. La malla 301 se rellena
15 con tinta 604 antes de utilizar el rasero 606 para transferir la tinta 604 a través de la malla sobre el sustrato 242. El gráfico de enzima impreso depositado sobre el sustrato 242 se seca entonces utilizando, por ejemplo, aire caliente a 50°C dirigido sobre la superficie impresa del sustrato utilizando dos bancos de secado separados dentro de la tercera zona de secado 230, que se ilustra con más detalle en la Figura 14. Un ejemplo de la tinta adecuada para utilización en la estación de impresión de la primera enzima 105 en un proceso de fabricación de la banda como se resume en la
20 Tabla 2

TABLA 2

25	Componente	Proveedor
	Glucosa Oxidasa	Biozyme Laboratories
30	Citrato trisodio	Fisher Scientific
	Ácido cítrico	Fisher Scientific
	Alcohol polivinilo	Sigma Aldrich
35	Hidroxietilcelulosa (Nat 250 G)	Honeywell and Stein
		BDH/Merck LTD Sigma-
		Aldrich Chemical Co., RU
40	Hexacianoferrato de Potasio III	Norlab Instruments Ltd., RU
	DC 1500 Antifoam	BDH/Merck Ltd
	Cabosil	Ellis and Everard Ltd
45	PVPVA	ISP Company Ltd
	Agua Analar	BDH/Merck Ltd

50 Después del proceso de impresión del aislamiento e inmediatamente después del secado, el sustrato 242, que incluye los patrones de carbón de aislamiento impresos, se pasa sobre un cuarto rodillo enfriado 225 que se diseña para enfriar rápidamente el sustrato 242 a una temperatura predeterminada típicamente la temperatura ambiente (aproximadamente 17-21°C y típicamente 19,5°C +/- 0,5°C). La superficie del cuarto rodillo enfriado 225 está aproximadamente
55 a 18°C. El cuarto rodillo enfriado 225 puede refrigerarse a una temperatura apropiada utilizando, por ejemplo, agua de fábrica enfriada a aproximadamente 7°C. Reducir la temperatura del sustrato 242 y mantener la temperatura del sustrato 242 es beneficioso porque unas temperaturas más frías reducen la probabilidad de secado de tinta sobre las mallas durante la impresión y la creación de bloques en la retícula. El uso de rodillos enfriados en un proceso de fabricación de la banda es beneficioso también porque reduce la cantidad de extensión en el sustrato 242, reduciendo
60 los problemas de registro y la necesidad de modificar el proceso sobre la marcha para compensar tales problemas.

Adicionalmente, debido al alto contenido en agua de la tinta de enzima y del caudal de aire debido al movimiento de la malla, es crucial asegurar que la tinta de enzima no se seca sobre la malla. El flujo relativo de aire encontrado por la malla en movimiento seca la tinta sobre la malla de una manera normalmente no observada en impresoras de serigrafía planas (tales como la impresora de serigrafía plana Thieme) dado que la malla por sí no se mueve dentro de la máquina, a diferencia de la presente invención. Así como el rodillo enfriado alivia esto asegurándose de que el sustrato se enfría a aproximadamente 18°C antes de que se encuentre con la etapa de serigrafiado de la enzima, la malla cargada con tinta de enzima se humidifica durante la impresión. La humidificación es sustancialmente continua. Puede ser una

humidificación desde la parte superior, la parte inferior y/o desde el lateral de la malla e incluso pueden proporcionarse los tres. Una disposición de tuberías proporciona una corriente sustancialmente constante de aire humidificado por encima, debajo y lateralmente sobre la malla respectivamente, asegurando que el contenido en agua de la tinta se mantiene a un nivel constante. Una disposición adecuada para proporcionar humidificación desde la parte superior, parte inferior y/o lateral de la malla 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 en agua de la tinta, la humedad y la temperatura del aire alrededor, la temperatura del sustrato cuando llega a la estación de impresión de la enzima, la temperatura del rodillo de impresión, el tamaño de la malla y la exposición de la malla al entorno (aire no humidificado). Una tubería 304 que comprende una o más filas que agujeros 400 suministra aire humidificado a través de toda la parte inferior de la malla durante un paso de la malla hacia atrás y adelante. Las tuberías (no mostradas) por encima y al lado del operador de la máquina suministran flujos de aire humidificado 300 y 304 (véase la figura 4).

Típicamente toda la tinta de enzima requerida para esa tirada de impresión se coloca sobre la malla en o antes del comienzo de la tirada de impresión. Dado que la tinta de enzima se compone de una gran parte de agua (típicamente entre el 55 y el 65% en peso, más típicamente aproximadamente 60% en peso), la tinta es propensa a secarse durante la duración de la tirada. El riesgo puede aliviarse proporcionando humidificación alrededor de la malla cargada con tinta de enzima. Alternativamente o más típicamente además el sustrato puede enfriarse antes de que se encuentre con la estación de impresión de la enzima (o realmente en cualquiera) mediante el uso de rodillos enfriados como se ha descrito en este documento. Típicamente la temperatura del sustrato se controla que sea menor o igual que la temperatura de la estancia. Sin embargo, la temperatura del sustrato se mantiene por encima del punto de rocío de la atmósfera en la estancia. Si la estancia está al 60% de humedad entonces el punto de rocío puede ser de 15°C. Si la temperatura del sustrato cae por debajo de ésta entonces, puede tener lugar condensación sobre el sustrato comprometiéndose potencialmente cualquier tirada de impresión posterior, especialmente cualquier tirada de impresión posterior con tinta soluble en agua tal como una tinta de enzima. El control de la temperatura del sustrato, por ejemplo entre los límites de la temperatura de la estancia y el punto de rocío, puede ser por lo tanto importante para una tirada de impresión con éxito. El control de la temperatura de y/o el tiempo de paso sobre los rodillos enfriados 212, 219, 225 y 231 es importante en el control de la temperatura del sustrato. Puede utilizarse un bucle de control realimentado para medir la temperatura del sustrato por ejemplo con relación a la temperatura ambiente y/o el punto de rocío (dada la humedad de la estancia) para controlar la temperatura de los rodillos enfriados y la temperatura del sustrato cuando sale del rodillo y se acerca 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 la banda de acuerdo con la presente invención. En la Figura 2C, la sección 6 es la segunda estación de impresión de enzima 106. La segunda estación de impresión de enzima 106 incluye el quinto rodillo enfriado 231, el quinto acumulador 232, el quinto rodillo de impresión 233, el cuarto sensor de visión 234, el quinto rodillo de accionamiento 235, la quinta zona de secado 236, el sistema de registro Y 237 y un rodillo de tracción de salida 238. En la realización de la invención ilustrada en la Figura 2C, la sección 7 es una unidad de rebobinado 107. La unidad de rebobinado 107 incluye un mecanismo de dirección 239, el primer árbol de rebobinado 240 y el segundo árbol de rebobinado 241.

La sección 6 del proceso de fabricación de la banda es donde tiene lugar la segunda impresión de enzima. En la sección 6, el gráfico de la tinta de enzima para los sensores electroquímicos fabricados de acuerdo con la presente invención se imprimen utilizando un serigrafiado. El propósito de aplicar 2 recubrimientos de tinta de enzima es asegurar un recubrimiento completo de los electrodos de carbón y de forma que los electrodos sean sustancialmente uniformes y libres de huecos. Los componentes básicos de la segunda estación de impresión de enzima 106 se ilustran en las Figuras 6 y 7. En particular, una estación de impresión adecuada de acuerdo con la presente invención incluye una malla 301, un rodillo de impresión inferior 303, un rodillo de impresión 600, una paleta de excesos 603, un soporte del rasero 605 y un rasero 606. En la segunda estación de impresión de enzima 106, el rodillo de impresión 600 es un quinto rodillo de impresión 233.

En un proceso del ciclo de llenado de acuerdo con la presente invención, la malla 301 se carga con tinta 604 mediante el movimiento del rasero 606, la paleta de exceso 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 del sustrato 242. La malla 301 se mueve en una segunda dirección 607 opuesta a la primera dirección 608 del sustrato 242 para el ciclo de llenado en donde se carga la tinta 604 en la malla 301.

En un proceso del ciclo de impresión posterior de acuerdo con la presente invención, como se ilustra en la Figura 7, el rasero 606 transfiere tinta 604 a través de la malla 301 y sobre el sustrato 242. Durante el ciclo de impresión, el rasero 606, la paleta de excesos 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. La malla 301 se mueve en la primera dirección 608 que corresponde al movimiento de la banda del sustrato 242 para el ciclo de impresión en donde la tinta 604 se empuja a través de la malla 301 y se deposita sobre el sustrato 242. El mecanismo de serigrafiado se describe con más detalle en la Patente de Estados Unidos Editada 4.245.554.

En particular, en la segunda estación de impresión de enzima 106, la tinta en cuestión es una tinta de enzima. En esta realización de la invención actual, la malla 301 se rellena con tinta 604 antes de utilizar el rasero 606 para transferir la tinta 604 a través de la malla sobre el sustrato 242. El gráfico de enzima impreso depositado sobre el sustrato 242 se seca entonces utilizando, por ejemplo, aire caliente a 50°C dirigido sobre la superficie impresa del

sustrato utilizando 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 la tinta adecuada para utilización en la segunda estación de impresión de enzima 106 es la misma que la tinta de enzima utilizada en la estación de impresión de la primera enzima que se describe en la Tabla 2 mencionada anteriormente.

Después del proceso de impresión de la segunda enzima e inmediatamente después del secado, el sustrato 242, que incluye los patrones de carbón, de aislamiento y de enzima impresos, se pasa sobre un quinto rodillo enfriado 231 que se diseña para enfriar rápidamente el sustrato 242 a una temperatura predeterminada. La superficie del quinto rodillo enfriado 231 está aproximadamente a 18°C. El quinto rodillo enfriado 231 puede refrigerarse a una temperatura apropiada utilizando, por ejemplo, agua de fábrica enfriada a aproximadamente 7°C. Reducir la temperatura del sustrato 242 y mantener la temperatura del sustrato 242 es beneficioso porque unas temperaturas más frías reducen la probabilidad de secado de tinta sobre las mallas durante la impresión y la creación de bloques en la retícula. El uso de rodillos enfriados en un proceso de fabricación de la banda puede ser beneficioso también porque reduce la cantidad de extensión 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 alto contenido en agua de la tinta de enzima y del caudal de aire debido al movimiento de la malla, es crucial asegurar que la tinta de enzima no se seca sobre la malla. Así como el rodillo enfriado alivia esto asegurándose de que el sustrato se enfría a aproximadamente 18°C antes de que se encuentre con la etapa de serigrafado de la enzima, hay también una humidificación desde la parte superior, la parte inferior y/o desde el lateral de la malla que puede proporcionar una corriente de aire humidificado por encima y debajo de la malla, asegurando que el contenido en agua de la tinta se mantiene a un nivel constante. Típicamente el aire humidificado fluye constantemente sobre la malla. Una disposición adecuada para proporcionar la humidificación desde la parte superior e inferior de la malla de acuerdo con la presente invención se ilustra en la Figura 3.

La segunda estación de impresión de enzima 106 puede incluir un rodillo de tracción de salida 238, un sistema de inspección 237 para la inspección del registro, un tercer sistema de registro Y en 237C (no mostrado) y una estación de código de barras (no mostrada). El rodillo de tracción de salida 238 ayuda a controlar la tensión del sustrato 242 (específicamente la tensión entre el rodillo de tracción de entrada 206 y el rodillo de tracción de salida 238). El sustrato 242 se extrae de la segunda estación de impresión de enzima 106 a un ritmo constante mediante el rodillo de tracción 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 impresión durante la impresión mediante la utilización de 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, las segundas marcas de registro Y 2102, las terceras marcas de registro Y 2103 y las cuartas marcas de registro Y 2104 pueden corresponder, respectivamente, al registro Y de la estación de impresión de carbón 103, la estación de impresión de aislamiento 104, la primera estación de impresión de enzima 105 y la segunda estación de impresión de enzima 106. Cada marca de registro Y comprende 2 triángulos que se yuxtaponen en una orientación que se aproxima a un rectángulo. En una realización el sistema de registro Y localizado en las posiciones 237A, 237B y 237C puede implementarse mediante un Eltromat DGC650 de Eltromat GmbH en Leopoldshöhe, Alemania.

El sistema de inspección 237 puede implementarse utilizando el Eltromat Inspection System, número de modelo PC3100 HD, que se dispone comercialmente 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 la figura 20D y pueden usarse como una herramienta en la evaluación de si debería rechazarse una hoja de sensores 2106 (por ejemplo mediante la grabación de los resultados de impresión contra un código de barras en una base de datos).

Los problemas de registro en la dimensión Y (que puede alterarse durante la impresión por el sistema de registro (no mostrado) que se localiza en 237A, 237B y 237C y/o su inspección mediante el sistema de inspección 237 después de que todas las etapas de impresión estén completas) puede adscribirse a variaciones en la tensión de la banda o distorsiones no uniformes del sustrato 242. La estación de código de barras comprende los siguientes componentes de impresión de código de barras disponibles comercialmente (modelo número A400 de Domino UK Ltd. en Cambridge, Reino Unido), sistema de base de código de barras (Scottish Robotic Systems en Perthshire, Scotland), y lector de código de barras (RVSI Acuity CiMatrix en Canton, MA). La estación de código de barras (no mostrada) etiqueta cada fila de hoja de sensores 2106 con un código de barras en 2 dimensiones. Esto proporciona a cada fila de sensores un único código identificador, identificación de número de lote/tanda, número de hoja de sensor y número de fila. La estación del código de barras lee también 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 operadores de la máquina. El código de barras y la información del proceso de las secciones 2 a 6 se almacena en una base de datos que se utiliza después para identificar y posteriormente rechazar/aceptar las tarjetas para procesamiento futuro.

La unidad de rebobinado 107 consiste en, por ejemplo, un Martin Automatic Rewind System. Esta es la última sección de la máquina y permite el rebobinado continuo del sustrato 242. La unidad de rebobinado 107 consiste en un primer eje de rebobinado 240 y un segundo eje de rebobinado 241. El primer eje de rebobinado 240 sostiene un rollo de material de sustrato 242 y continuamente tira del material desde la estación impresión de la segunda enzima 106. El segundo árbol de rebobinado 241 sostiene un rollo de reserva de material, que automáticamente empalma un primer rollo de sustrato 242 con un segundo rollo tras el completado del rollo de sustrato 242 del primer eje de rebobinado 241. Este proceso continuo se repite desde el primer eje de rebobinado 240 al segundo eje de rebobinado 241. Una

división al vuelo, que tiene lugar cuando el sustrato 242 se está moviendo aún, se utiliza para permitir el rebobinado continuo del sustrato 242. El empalme se coloca directamente sobre un rollo fresco de material de sustrato 242 que se recubre con adhesivo por presión de doble cara.

5 La Figura 3 es un diagrama esquemático que representa el entorno húmedo alrededor de las secciones quinta y sexta de impresión de la banda. Los componentes básicos usados para proporcionar los medios para la humidificación del entorno de impresión de la banda se ilustran en la Figura 3 que incluye el aire húmedo superior 300, la malla 301, el aire húmedo inferior 302, el rodillo de impresión inferior 303, la tubería 304 que comprende múltiples perforaciones 400, el sustrato 242 y o bien el cuarto rodillo de impresión 227 o bien el quinto rodillo de impresión 233. La humidificación
10 y la temperatura se ajustan para probar y asegurar que las propiedades de la tinta de enzima no cambian en cualquier grado significativo durante todo el tiempo del ciclo de rellenado e impresión y preferiblemente durante toda la duración de la tirada de impresión. En particular, es deseable que la viscosidad y el contenido de agua de la tinta de enzima no cambien durante el tiempo del ciclo de llenado e impresión y preferiblemente sobre la totalidad de la tirada de impresión. La tinta de enzima tiene aproximadamente el 63% de agua. Un contenido de agua constante asegura que la
15 cantidad de tinta depositada sobre el sustrato 242 es consistente. 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 de enzima. Adicionalmente, la pérdida de humedad en la tinta de enzima conducirá a un secado de la enzima sobre la malla 301 dando como resultado una pobre definición de impresión y una reducción en la cantidad de tinta depositada sobre el sustrato 242. El aire húmedo en el interior tanto de la primera estación de impresión de enzima 105 como de la segunda estación de impresión de
20 enzima 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 sobre ambos lados de la malla 301 para mantener la humedad relativa deseada. Una tubería lateral 305 se dispone en un lado de la banda e introduce aire humidificado a la banda en un lado inmediatamente adyacente a las estaciones de impresión de enzima. La naturaleza y el tipo de las disposiciones de humidificación pueden variarse para ajustarse al tamaño y forma de la estación de impresión y los requisitos de humidificación de
25 ese tipo de tinta y esa estación de impresión en ese entorno. A menudo puede utilizarse una cubierta para encerrar el lado superior y/o inferior de la malla de forma que pueda suministrarse el aire humidificado dentro de la cubierta directamente adyacente a la malla y quede retenido dentro de la proximidad de la malla por la presencia de la cubierta. Si la cubierta se monta sobre el marco superior de la malla, como es típicamente el caso, la cubierta puede tener una ranura en la dirección x (la dirección de impresión) para permitir que el rasero se mueva en relación con la malla
30 durante el ciclo normal de rellenado/impresión.

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

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

45 La Figura 9 es un diagrama esquemático que representa 2 posiciones de rasero diferentes que incluyen el sustrato 242, el rodillo de impresión 600, el rodillo de impresión inferior 303, el rasero 606, una primera posición de rasero 900 y una segunda posición de rasero 901. La posición de rasero es la posición del rasero con relación al centro del rodillo de impresión 600. La posición del rasero puede tener un efecto principal sobre el espesor de la tinta impresa.
50 La posición del rasero puede variarse para optimizar la definición del área de impresión.

La Figura 10 es un diagrama esquemático que representa la distancia de presionado de la malla (1000) que incluye el sustrato 242, el rodillo de impresión 600, el rodillo de impresión inferior 303 y la malla 301. La distancia de presionado de malla (1000) es la distancia más cercana entre la malla 301 y el sustrato 242. El ajuste del presionado
55 de la malla (1000) puede ser aproximadamente de 0,7 mm. Si el ajuste de presionado de la malla (1000) es demasiado alto, el rasero 606 no puede flexionar suficientemente la malla 301 para transferir tinta 604 sobre el sustrato 242 con suficiente definición de impresión. Si el ajuste de presionado de la malla (1000) se fija demasiado bajo, la malla 301 se manchará con tinta 604 de un ciclo de impresión previo produciendo una definición de impresión insuficiente.

60 La Figura 11 ilustra una vista desarrollada de una zona de pre- acondicionamiento 211 que comprende el primer rodillo de accionamiento 210, una placa caliente 1100, un primer banco de calentamiento 1101, un segundo banco de calentamiento 1102 y un tercer banco de calentamiento 1103. La placa caliente 1100 hace contacto con el lado no im-
preso del sustrato 242. La placa caliente 1100 puede recubrirse con teflón y puede calentarse hasta aproximadamente 160°C. El primer banco de calentamiento 1101, el segundo banco de calentamiento 1102 y el tercer banco de calenta-
65 miento 1103 soplan aire caliente a aproximadamente 160°C. Esto puede variarse para adecuarse al tipo de sustrato y/o grosor y/o cualquier pretratamiento y/o temperaturas posteriores encontradas en el proceso como se comprendería por aquellos expertos en la técnica.

ES 2 335 278 T3

La Figura 12 ilustra una vista desarrollada de la primera zona de secado 217 que comprende un segundo rodillo enfriado 218, un segundo rodillo de accionamiento 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. 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
5 aire caliente a aproximadamente 140°C aunque esto puede variarse como se comprendería por aquellos expertos en la técnica.

La Figura 13 ilustra una vista desarrollada de una segunda zona de secado 224 que comprende un tercer rodillo de accionamiento 223, un primer banco de secado 1200B, un segundo banco de secado 1101B, un tercer banco de secado
10 1102B y un cuarto banco de secado 1103B. 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 puede variarse como se comprendería por aquellos expertos en la técnica.

La Figura 14 ilustra una vista desarrollada de una tercera zona de secado 230 que comprende un cuarto rodillo de accionamiento 229, un primer banco de secado 1200C y un segundo banco de secado 1101C. El primer banco de
15 secado 1200C y el segundo banco de secado 1101C soplan aire caliente a aproximadamente 50°C aunque esto puede variarse como se comprendería por aquellos expertos en la técnica.

La Figura 15 ilustra una vista desarrollada de una cuarta zona de secado 236 que comprende un quinto rodillo de accionamiento 235, un primer banco de secado 1200D y un segundo banco de secado 1101D. El primer banco de
20 secado 1200D y el segundo banco de secado 1101D soplan aire caliente a aproximadamente 50°C aunque esto puede variarse como se comprendería por aquellos expertos en la técnica.

La Figura 16 ilustra una vista desarrollada de una primera unidad de limpieza 204 que comprende rodillos pegajosos 1600, rodillos de polímero azul 1601. Los rodillos de polímero azul 1601 hacen contacto con el lado superior e
25 inferior del sustrato 242 y transfieren las partículas/materiales extraños a los rodillos pegajosos 1600.

Las Figuras 17A a 17D ilustran vistas de una capa de aislamiento de una impresión de capa de carbón con el registro apropiado. Nótese que la Figura 17A representa la parte superior izquierda, la Figura 17B la parte superior
30 derecha, la Figura 17C la parte inferior izquierda y la Figura 17D la parte inferior derecha de la hoja de sensores 2106. Las marcas no se muestran sobre la hoja de sensores ilustrada en la figura 21A. La estación de impresión de carbón 103 imprime la capa de carbón que comprende un rectángulo de carbón sólido 1700 rodeado por una línea de carbón rectangular 1703 sobre el sustrato 242. En un ciclo de impresión posterior, la estación de impresión de
35 aislamiento 104 imprime una línea de aislamiento rectangular 1701 sobre el sustrato 242 que se sitúa entre medias del rectángulo de carbón sólido 1700 y la línea de carbón rectangular 1703. Cuando el registro de la capa de aislamiento de la capa de carbón es apropiado no puede haber en las cuatro esquinas sustrato 242 sin cubrir que se vea entre la línea de aislamiento rectangular 1701 y el rectángulo de carbón sólido 1700. El registro de la capa de aislamiento de la
40 capa de carbón puede comprobarse manualmente por un operador o puede comprobarse utilizando un segundo sensor de visión 222, que comprende una cámara apuntada a cada esquina del sustrato. Típicamente esto forma parte de la inicialización al comienzo de la tirada de impresión. Un operador puede ver las cuatro esquinas del sustrato adyacentes entre sí en una pantalla de televisión. El operador puede inspeccionar visualmente entonces el registro del aislamiento del carbón durante este proceso de inicialización (y realmente durante el resto de la tirada de impresión) y puede hacer cualquier ajuste que sea necesario para llevar las impresiones de aislamiento y de carbón dentro del registro. Debería
45 apreciarse que el visor de la banda 222 (que comprende, por ejemplo, cuatro cámaras apuntadas a localizaciones por encima de las cuatro esquinas de la tarjeta de sustrato) ve y envía para visualización una toma de cada una de las cuatro esquinas de cada tarjeta. De ese modo las esquinas de cada tarjeta son vistas solamente durante una fracción de un segundo sobre la pantalla dado que el sustrato por debajo de las cámaras de visión está siendo reemplazado constantemente cuando la banda viaja a través del aparato. Este sistema permite al operador ver instantáneamente los efectos que cualquier ajuste que él pueda hacer tiene sobre el registro del aislamiento respecto al carbón. Los ajustes
50 que el operador puede hacer incluyen, sin limitarse a, el recorrido de impresión de la malla, la altura de presionado, la presión del rasero, la posición de la malla en relación a la dirección "Y", la posición de la malla en relación a θ (Theta). Una vez que el visor de registro se ha ajustado en esta y otras estaciones de impresión (utilizando los visores 228 y 234) el sistema de registro X interior automático (que utiliza las marcas 2107 y 2108) y el sistema de registro Y automático (por ejemplo, sistemas de registro localizados en las posiciones 237A, 237B y 237C que utilizan las marcas
55 2101 a 2104) se permite que asuman y supervisen y corrijan automáticamente el registro X e Y durante la impresión. Las marcas 1700 a 1703 mostradas en las figuras 17A a 20D pueden usarse para el registro X e Y automático durante la impresión como una alternativa o además de utilizar las marcas 2101 a 2104 y 2107 y 2108 como se comprendería por aquellos expertos en la técnica.

La Figura 18 ilustra una vista de una capa de aislamiento de la capa de carbón con un registro inapropiado cuando el gráfico del aislamiento es más largo en la dirección de impresión que el gráfico de carbón. Esto puede ocurrir
60 incluso si la malla de carbón y de aislamiento son del mismo tamaño en esta dirección porque el sustrato puede haberse estirado o el recorrido de la malla puede ser diferente en cada fase (un recorrido de la malla más lento da una impresión del gráfico relativamente más larga a lo largo de la dirección de movimiento de la banda de sustrato). Nótese que la Figura 18A, representa la parte superior izquierda, la Figura 18B la parte superior derecha, la Figura 18C la
65 parte inferior izquierda y la Figura 18D la parte inferior derecha de la hoja de sensores 2106. Cuando el registro de la capa de aislamiento de la capa de carbón es inapropiado en una de las cuatro esquinas puede observarse sustrato 242 sin cubrir entre la línea de aislamiento rectangular 1701 y el rectángulo de carbón sólido 1700. El registro de la capa

de aislamiento respecto a la capa de carbón puede comprobarse manualmente por un operador utilizando un segundo sensor de visión 222.

La Figura 19 ilustra una vista de una capa de aislamiento respecto a la capa de carbón con un registro inapropiado cuando el gráfico de aislamiento impreso es más corto que el de la impresión de carbón (por ejemplo, el recorrido de la malla para la impresión de aislamiento puede ser más largo que el del carbón, o la malla del aislamiento puede ser más corta que la de la estación de impresión de carbón). Nótese 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 hoja de sensores 2106. Cuando el registro de la capa de aislamiento respecto a la capa de carbón es inapropiado en una de las cuatro esquinas puede observarse sustrato 242 sin cubrir entre la línea de aislamiento rectangular 1701 y el rectángulo de carbón sólido 1700. El registro de la capa de aislamiento respecto a la capa de carbón puede comprobarse manualmente por un operador utilizando un segundo sensor de visión 222. Las Figuras 20A a 20D son diagramas esquemáticos que representan los resultados de un proceso para la impresión de una segunda guía de visión 2002 (véase la Figura 21A) que comprende un rectángulo de carbón sólido 1700, una línea rectangular de aislamiento hueco 1701, un rectángulo de carbón hueco 1703, un rectángulo sólido de la primera capa de enzima 2000, un rectángulo sólido de la segunda capa de enzima 2001 y sustrato sin cubrir 242. Opcionalmente, tales impresiones pueden usarse también durante la fabricación mediante un sistema de inspección sobre la marcha automático tal como el sistema de inspección 237 en la sección 6 (después de la impresión de la segunda enzima). El registro sobre la marcha se lleva a cabo en otro caso típicamente por 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 observando las marcas 2105 (véase la figura 21A) en la dirección "X").

La Figura 21A es un ejemplo de una hoja de sensores con una primera guía de visión 2100 y una segunda guía de visión 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. Nótese que las marcas de registro X 2105 comprenden marcas de registro X de carbón 2107 y marcas de registro X de aislamiento 2108. La Figura 21B es una vista desarrollada de una fila dentro de una hoja de sensores 2106 con una marca de registro X de carbón 2107 y una segunda guía de visión 2002. La Figura 21C es una vista desarrollada de una fila dentro de una hoja de sensores 2106 con una marca de registro X de aislamiento 2108 y una segunda guía de visión 2002. La marca X del aislamiento 2108 recubre completamente la marca de registro X del carbón 2107 como se ilustra en la Figura 21C y haciendo esto proporciona un punto de activación (punto de vista del borde izquierdo de la marca 2108) por delante de la marca de carbón original 2107. Esto significa que cualesquiera capas posteriores se imprimen en relación con la segunda capa de impresión (en este caso la capa de aislamiento) más que con la capa de carbón. Éste puede ser un útil punto de vista si las dimensiones del segundo y posteriores gráficos de la malla son más largos en la dirección X (a lo largo de la banda) que la dimensión del primer gráfico de la malla en la dirección X.

Una vista desarrollada de una esquina de las guías de impresión se muestra en la Figura 20A-D, en la secuencia en la que se imprimen. En la sección 3 de la estación de impresión de carbón 103, se imprime un rectángulo de carbón sólido 1700 junto con una línea de carbón rectangular 1703, que rodea el rectángulo de carbón 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 carbón sólido 1700 y la línea de carbón rectangular 1703. Cuando el registro del aislamiento respecto al carbón es correcto en las cuatro esquinas típicamente no habrá sustrato 242 sin cubrir visible entre el rectángulo de carbón sólido 1700 y la línea de aislamiento rectangular 1701. Adicionalmente, en la sección 4 de la estación de impresión de aislamiento 104, hay dos líneas más de aislamiento rectangulares 1701 impresas directamente por encima del rectángulo de carbón sólido 1700. Estas dos líneas de aislamiento adicionales se utilizan para evaluar visualmente el registro de la primera capa de enzima 2000 respecto a la capa de aislamiento y de la segunda capa de enzima 2001 respecto a la capa de aislamiento, esto se realiza así mediante la impresión de un rectángulo sólido de tinta de enzima dentro de la línea de aislamiento rectangular como se ilustra en la Figura 20C y 20D. De ese modo las capas de impresión tercera y cuarta pueden registrarse respecto a la segunda y no respecto a las primeras capas impresas. Esto tiene la ventaja de que un cambio en el tamaño del gráfico entre la primera y la segunda capas (que puede requerirse si el sustrato se extiende después de la primera estación de impresión por ejemplo debido al calor de la tensión encontrada en la primera zona de secado 217) puede acomodarse sin efectos adversos sobre el registro de impresión (una tolerancia de 300 μm es típica 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 rebobinan mediante la unidad de rebobinado 107 y se alimentan dentro de la troqueladora 108, que puede ser, por ejemplo, una troqueladora Preco que se localiza dentro de un entorno de baja humedad. El Preco Punch es un CCD X, Y, Theta, Floating Bolster Punch. El sistema de registro Preco Punch utiliza un sistema de visión CCD para mirar a los "Preco Dots" que se imprimen en la estación de impresión de carbón, permitiendo estos ajustar el troquelado a la estación de carbón y permitiendo a la troqueladora "troquelar" las tarjetas en cuadrados. La salida de la troqueladora 108 es un conjunto de tarjetas troqueladas tal como las ilustradas en la Figura 21 A. Las tarjetas troqueladas se expulsan de la troqueladora 108 sobre una cinta transportadora, esta cinta transportadora lleva las tarjetas bajo un lector de código de barras que lee dos de los códigos de barras sobre cada tarjeta para identificar si se acepta o rechaza la tarjeta en relación con la base de datos de la banda. Puede llevarse cabo una extracción manual o automática de las tarjetas rechazadas. Las tarjetas se apilan entonces una encima de la otra en preparación para la siguiente etapa de fabricación.

ES 2 335 278 T3

En la estación de impresión de carbón 103, estación de impresión de aislamiento 104, estación de impresión de la primera enzima 105 y estación de impresión de la segunda enzima 106 hay en todos unos medios para inspeccionar visualmente el registro inmediatamente después de la etapa del proceso de impresión utilizando un primer sensor de visión 215, un segundo sensor de visión 222, un tercer sensor de visión 228 y un cuarto sensor de visión 284, respectivamente. Para cada sección en el proceso de fabricación de la impresión de banda -Secciones 3, 4, 5 y 6- hay sistemas de cámaras de visión de la banda localizadas inmediatamente después de la etapa del proceso de impresión. Véanse en las Figuras 2A-2C las localizaciones de visores de banda. Hay dos cámaras en la sección 3 y cuatro cámaras en cada sección 4, 5 y 6. Las cámaras de visión de la banda son parte de un proceso de ajuste manual utilizado por los operadores de la máquina de banda durante el comienzo de la tirada de impresión. Las cámaras se utilizan para ver las marcas impresas, que ayudan al ajuste inicial de la alineación del carbón con el sustrato 242 y el registro de la capa de aislamiento respecto a la capa de carbón, de la primera capa de enzima respecto a la capa de aislamiento y de la segunda capa de enzima respecto a la capa de aislamiento. La ilustración de las guías de impresión se indican en la Figura 21A. Para la alineación de la impresión de carbón, se utiliza una segunda guía de visión 2100 para indicar la posición de impresión del carbón en relación al borde del sustrato 242 cuando se mueve a través de la estación de impresión de carbón 103. Hay una línea de cabecera y una línea de salida como se ilustra en la Figura 21A. La impresión de carbón se ajusta hasta que las líneas indican que la impresión cuadra respecto al borde del sustrato. Se requiere el registro de las capas individualmente impresas en la dirección X (a lo largo de la longitud de la máquina) y la dirección Y (a través del ancho de la máquina). Véase la Figura 21A. El registro en la dirección X se controla mediante el sistema de registro interno de la máquina. Éste utiliza las áreas impresas indicadas en la Figura 21 A, B y C. En el ciclo de impresión del carbón se imprime una marca de registro X de carbón 2107 en esta área. El ciclo de impresión de aislamiento se registra respecto a la impresión de carbón utilizando sensores que utilizan la marca de registro X de carbón 2107 para permitir a la malla de aislamiento ajustarse para imprimir la tinta de aislamiento en la posición correcta. La marca de registro X de carbón 2107 utilizada para esta finalidad se sobreimprime entonces con una marca de registro X de aislamiento 2108 y se utilizan de la misma manera para registrar correctamente la primera capa de enzima 2000 y la segunda capa de enzima 2001 respecto a la impresión del aislamiento. El registro en la dirección Y se controla mediante el sistema de registro Y (no mostrado) localizado en las posiciones 237A, 237B y 237C que puede ser un sistema de registro Eltromat, modelo número DGC650 de Leopoldshöhe, Alemania. Éste utiliza las áreas impresas 2101 a 2104 indicadas en la Figura 21A. En cada ciclo de impresión -Carbón, Aislamiento, Enzima 1 y Enzima 2- se imprimen estas marcas para que se registre la impresión posterior, por medio de los sensores, en la dirección Y. Los registros de la base de datos de la banda procesan la información durante la impresión. La información grabada en la base de datos puede recuperarse para cada tarjeta individual por medio de un código de barras, por ejemplo se utiliza un código de barras 2D. La información típica recogida en la base de datos de la banda se enumera en la Tabla 3. La base de datos de la banda tiene la habilidad de evaluar si un parámetro del proceso es aceptable o inaceptable y puede usarse para rechazar las tarjetas sobre esta base -si los parámetros se ejecutaron dentro de los límites de tolerancia-. Las tarjetas inaceptables pueden retirarse en procesos futuros bien manual o bien automáticamente.

(Tabla pasa a página siguiente)

TABLA 3

Sección 2 Pre-Acondicionado	Sección 3 Carbón	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 de Rasero	Presión de Rasero
Banco de Secado 4 de 1	Banco de Secado 4 de 2	Banco de Secado 4 de 3	% H.R. Dentro de Cubierta	% H.R. Dentro de Cubierta
	Presión de Rasero	Presión de Rasero	Temperatura Dentro de Cubierta	Temperatura Dentro de Cubierta
			% H.R. Fuera de Cubierta	% H.R. Fuera de Cubierta
			Temperatura Fuera de Cubierta	Temperatura Fuera de Cubierta
Otros				
Tensión de la Banda				
Velocidad de la Banda				

La Figura 22 es un diagrama esquemático de los parámetros X, Y, Z y θ utilizados para registrar el proceso de impresión de la banda. El parámetro Y representa la dirección desde el operador al lateral de la máquina de impresión de la banda (típicamente horizontal). El parámetro X representa la dirección desde la unidad de desenrollado 101 a la unidad de rebobinado 106 (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. Los siguientes parámetros se utilizan para registrar el proceso de impresión siguiente tal como, por ejemplo, la estación de impresión de carbón 103, la estación de impresión de aislamiento 104, la estación de impresión de la primera enzima 105 y la estación de impresión de la segunda enzima 106.

El producto del proceso de fabricación de la banda son tarjetas impresas con gráficos que comprenden capas de Carbón, Aislamiento y dos de Enzima idénticas impresas en registro entre sí para formar tiras que contiene cada una un sensor electroquímico y los electrodos de contacto asociados para la detección de glucosa en una muestra de sangre. Las tiras se utilizan para la auto-vigilancia de la glucosa en sangre en colaboración con un medidor. Se conciben las producciones de varios diseños de tiras. En la actualidad la banda se diseña para producir tiras “One Touch Ultra” para su uso en el medidor One Touch Ultra que se dispone en LifeScan, Inc.

Un diagrama esquemático de una muestra del gráfico producido está en la Figura 21A. Ésta ilustra una tarjeta de impresión completa, que contiene 10 “Filas” de 50 “Tiras”. Hay un total de 500 “Tiras” por tarjeta. También se indican las orientaciones de impresión. Mediante la impresión de las filas 0 a 9 (cada una de 50 tiras) paralelas a la dirección de impresión, el proceso puede extenderse fácilmente con la inclusión de una etapa de corte que separa una fila de la otra. Adicionalmente esto significa que puede identificarse fácilmente cualquier fila defectuosa resultante de una

variación cruzada de la banda en la calidad de impresión (perpendicularmente a la dirección de impresión). Se asigna un número a cada fila (identificado por un código de barras) y por lo tanto pueden identificarse las filas específicas de las hojas específicas sobre la banda posteriormente con referencia a la base de datos y eliminarse sin necesidad de rechazar la hoja completa. Esto aumenta el rendimiento del proceso en cuanto a producto utilizable y hace más eficiente al proceso completo.

La malla sustancialmente plana móvil se maneja bien con los tipos de tinta (combinaciones sólido/líquido) utilizadas en la impresión de los sensores electroquímicos. El uso de una malla plana móvil puede permitir un control mejor de la definición de impresión y la deposición de capas más gruesas de tinta necesarias en los sensores electroquímicos de las que pueden permitirse mediante huecogrado o serigrafiado cilíndrico. Se dispone comercialmente de una diversidad de tipos de mallas (con diferente retícula, diámetro de hilo en la retícula, separación de hilos, grosor, recuento de retícula) disponibles para manejarse con los diferentes requisitos de los diferentes tipos de tinta en el proceso de impresión de banda continua (carbón, aislamiento, enzima).

Debido a la disposición de la pantalla plana, el rodillo de impresión, el sustrato y el rasero que impulsa la malla hacia el sustrato, se dispone de una diversidad de parámetros para manipular (ángulo malla a sustrato, ángulo de rasero, posición de la malla respecto al rasero, posición del rasero respecto al rodillo de impresión, distancia de presionado, velocidades relativas de sustrato y malla y rasero, etc.) para optimizar el proceso de impresión de los sensores electroquímicos.

Para resumir brevemente, en un proceso de fabricación de la banda para la fabricación de sensores electroquímicos, la banda se expande o extiende cuando se calienta y se coloca bajo tensión durante el proceso. Las estaciones de impresión (por ejemplo de carbón, aislamiento y dos enzimas) se siguen cada una típicamente de una estación de secado. Para secar las tintas de modo eficiente las estaciones de secado funcionan a temperaturas bastante elevadas (50-140 grados centígrados). Adicionalmente para ayudar al registro de la banda a través de cada estación de impresión, la banda se coloca bajo tensión.

El sustrato ha de mantenerse bajo tensión para controlar el registro dentro del proceso, como resultado, cuando el sustrato se calienta por ejemplo para secar las tintas después de la impresión, el sustrato se extiende de modo impredecible produciendo una variación del tamaño de la imagen en las impresiones posteriores.

El tamaño de la imagen impresa en cada estación de impresión se determina por diversos factores (tamaño de la plantilla, viscosidad de la tinta, velocidad relativa de banda y plantilla/malla y extensión del sustrato en ese punto (tanto extensión reversible como irreversible), etc.) La variación en el tamaño de la imagen (entre diferentes etapas de impresión) cuando se mira al final del proceso se encontró que variaba. Era impredecible y mayor de lo esperado reduciendo significativamente los rendimientos. Si el desajuste entre los tamaños de imagen entre capas es mayor que 300 micras a lo largo de la banda (dirección x), el producto no funcionará. La variación de tamaño excesivo de la imagen se pensó que se debía al estiramiento excesivo e impredecible (debido al calentamiento y tensión) y el encogimiento del sustrato de la banda.

El problema del estiramiento y la tensión no produce los mismos problemas en la impresión plana. Para resolver el problema en el proceso de banda, se trató un sustrato pre-encogido. El sustrato se calentó a alrededor de 185 grados centígrados antes de usarse en el proceso de la banda. Sin embargo, la variación en el tamaño de la imagen continuó siendo un problema y produjo rendimientos reducidos.

La propuesta actual para el procesamiento de la banda es el uso de altas temperaturas en un primer secador o pre-acondicionado bastante a una temperatura suficientemente alta de forma que, en un ejemplo, el estiramiento irreversible se elimina sustancialmente del sustrato, antes de que se imprima una imagen sobre sustrato.

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

En la figura 2A el primer banco de calentadores que el sustrato sin imprimir se encuentra es una placa caliente. Ésta es una placa recubierta de Teflón, que se eleva y hace contacto con el sustrato durante el movimiento de la banda. El calor se introduce por la cara posterior del sustrato. Se está ejecutando actualmente en un punto de ajuste de 160°C con una especificación de $\pm 4^\circ\text{C}$. El punto de ajuste de 160°C proporcionó estadísticamente el mejor control dimensional. La media calculada es de 160,9°C. En el Banco 2 se introduce aire caliente por la cara frontal del sustrato en un punto de ajuste de 160°C con una especificación de $\pm 4^\circ\text{C}$. La media calculada es de 161,29°C. En el Banco 3 se introduce aire caliente por la cara frontal de sustrato en un punto de ajuste de 160°C con una especificación de $\pm 4^\circ\text{C}$. La media calculada es de 161,18°C. En el banco 4 se introduce aire caliente por la cara frontal del sustrato con un punto de ajuste de 160°C con una especificación de $\pm 4^\circ\text{C}$. La media calculada es de 160,70°C.

Como resultado de la tensión de la banda y de la introducción de calor en el secador, el sustrato de la banda se estira en aproximadamente 0,7 mm por repetición de gráfico. Esta fue una de las razones principales para utilizar la Estación 1 como una unidad de pre-acondicionamiento para estabilizar el sustrato antes de las estaciones de impresión posteriores. El uso de la Estación 1 para pre-acondicionar el sustrato mejora la estabilidad de la longitud de la fila

ES 2 335 278 T3

de carbón y aislamiento dado que la mayor parte de la estiramiento material se ha eliminado del sustrato antes de la impresión.

5 Dos mandriles, a uno de los cuales sujeta un rollo de material de sustrato, suministran material a la máquina, el segundo en reserva. La unidad que desenrollado permite un flujo continuo de material a través de la máquina con una fiable operación de empalme a tope. Al final de la máquina hay una unidad de rebobinado. Esta consiste en dos mandriles. Uno de los mandriles rebobina material de sustrato impreso, el segundo mandril mantiene un núcleo vacío, que está en modo de reserva. La unidad de rebobinado permite un flujo continuo de material a través de la máquina. El material se transporta entonces desde el final de la línea de impresión de la banda para su acabado. El material de 10 sustrato de la banda puede ser un sustrato de poliéster (marca registrada Melinex[®] SST328) fabricado por DuPont Teijin Films. El sustrato puede suministrarse en forma de rollos, nominalmente de 350 micras de grosor por 370 mm de ancho y aproximadamente 660 m de largo.

15 Utilizando un método de acuerdo con la presente invención, se hacen posibles largas tiradas de impresión que den consistencia a lo largo de las tiradas de impresión. En un proceso que utiliza la presente invención, pueden imprimirse 2000 tarjetas de un rollo de 660 m en aproximadamente una hora, si pueden utilizarse 6 e incluso 7 rollos esto aumenta el rendimiento dramáticamente en donde hasta $\frac{1}{2}$ de cada rollo se necesita para el registro.

20 Se intenta que las siguientes reivindicaciones definan el alcance de la invención.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de fabricación de sensores electroquímicos que comprende el transporte de una banda de un sustrato desde un primer rollo de material de sustrato pasando por una o más estaciones de impresión (103, 104, 105, 106) e imprimiendo uno o más electrodos sobre el sustrato en una o más estaciones de impresión mediante serigrafiado plano, **caracterizado** por el ensamblado de un segundo rollo de material de sustrato al final del primer rollo (242) y pasando el sustrato empalmado a través de una o más estaciones de impresión.
- 10 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que se imprime una primera capa de aislamiento sobre el sustrato en una estación de impresión (104) mediante serigrafiado de una tinta de aislamiento utilizando serigrafiado plano.
- 15 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 en el que una primera capa de reactivo se imprime sobre el sustrato en una estación de impresión adicional (105) mediante serigrafiado plano de una primera tinta de reactivo utilizando serigrafiado plano.
- 20 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3 en el que una segunda capa de reactivo se imprime sobre el sustrato en una estación de impresión adicional (106) mediante serigrafiado plano de una segunda tinta de reactivo utilizando serigrafiado plano.
- 25 5. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 2, 3 ó 4 en el que una segunda capa de aislamiento se imprime sobre el sustrato en una estación de impresión mediante serigrafiado de una segunda tinta de aislamiento utilizando serigrafiado plano.
- 30 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5 en el que la segunda tinta de aislamiento comprende una tinta adhesiva.
- 35 7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que una o más capas adicionales de electrodo, reactivo, aislamiento o adhesivo se imprimen sobre el sustrato en una estación de impresión mediante tinta de serigrafiado utilizando serigrafiado plano.
- 40 8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que uno o más electrodos se imprimen sobre el sustrato en unas primeras estaciones de impresión (103) mediante serigrafiado de tinta eléctricamente conductora utilizando serigrafiado plano; una primera capa de aislamiento se imprime sobre el sustrato en una segunda estación de impresión (104) mediante serigrafiado de una tinta de aislamiento utilizando serigrafiado plano, una primera capa de reactivo se imprime sobre el sustrato en una tercera estación de impresión (105) mediante el serigrafiado de una primera tinta de reactivo utilizando serigrafiado plano y las capas se imprimen en ese orden.
- 45 9. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se descartan aproximadamente 10 m de sustrato a ambos lados del empalme.
- 50 10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que se forma un empalme a tope con una longitud de cinta de empalme en ambos lados de la unión.
- 55 11. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el sustrato se mueve en una estación de pre-acondicionamiento (102) bajo una tensión de aproximadamente 80 N.
- 60
- 65

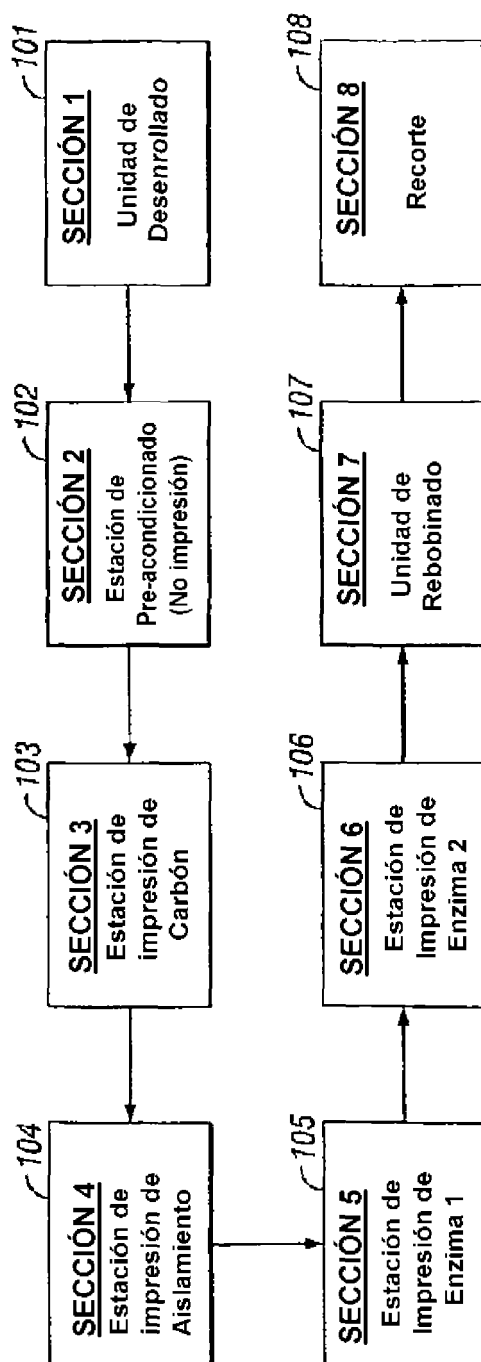
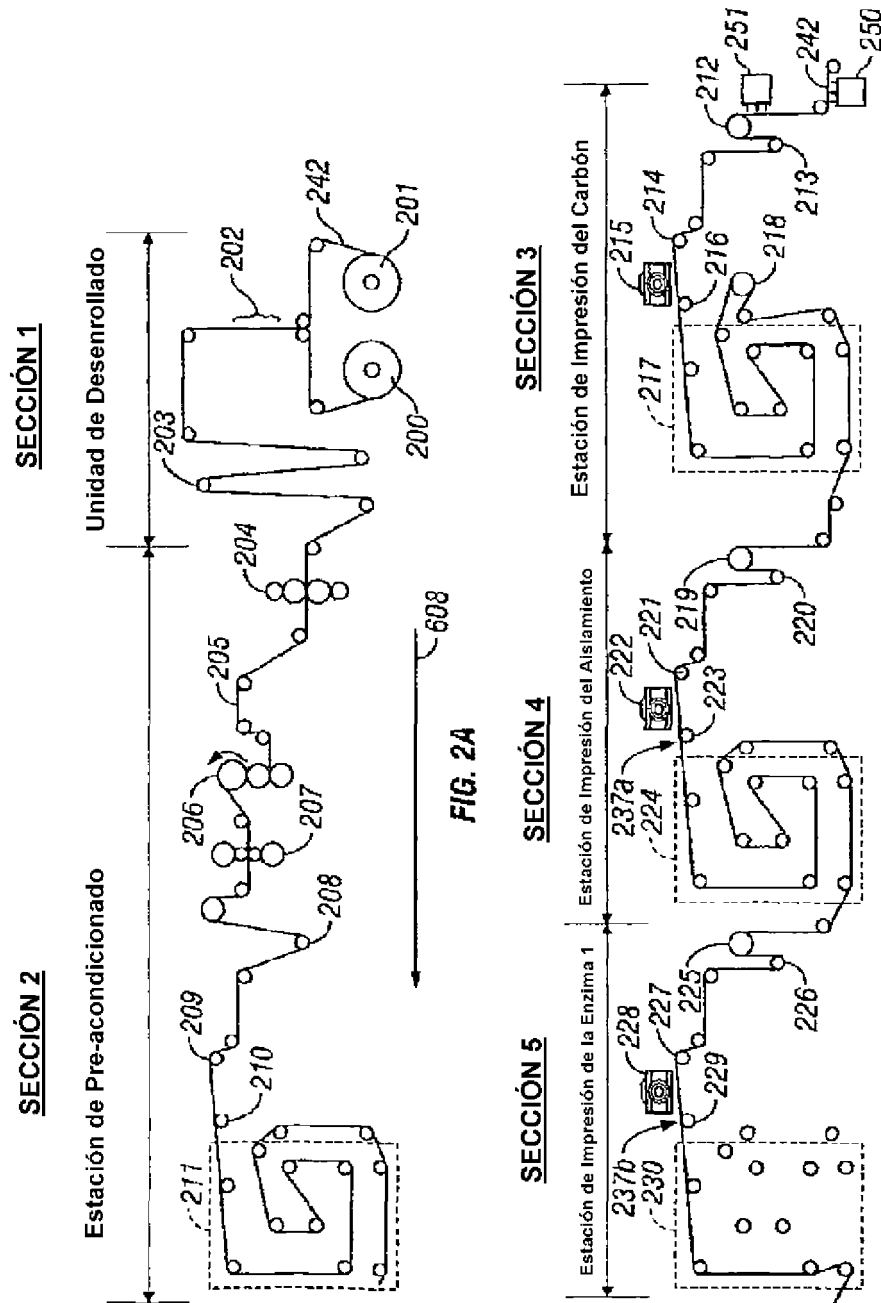
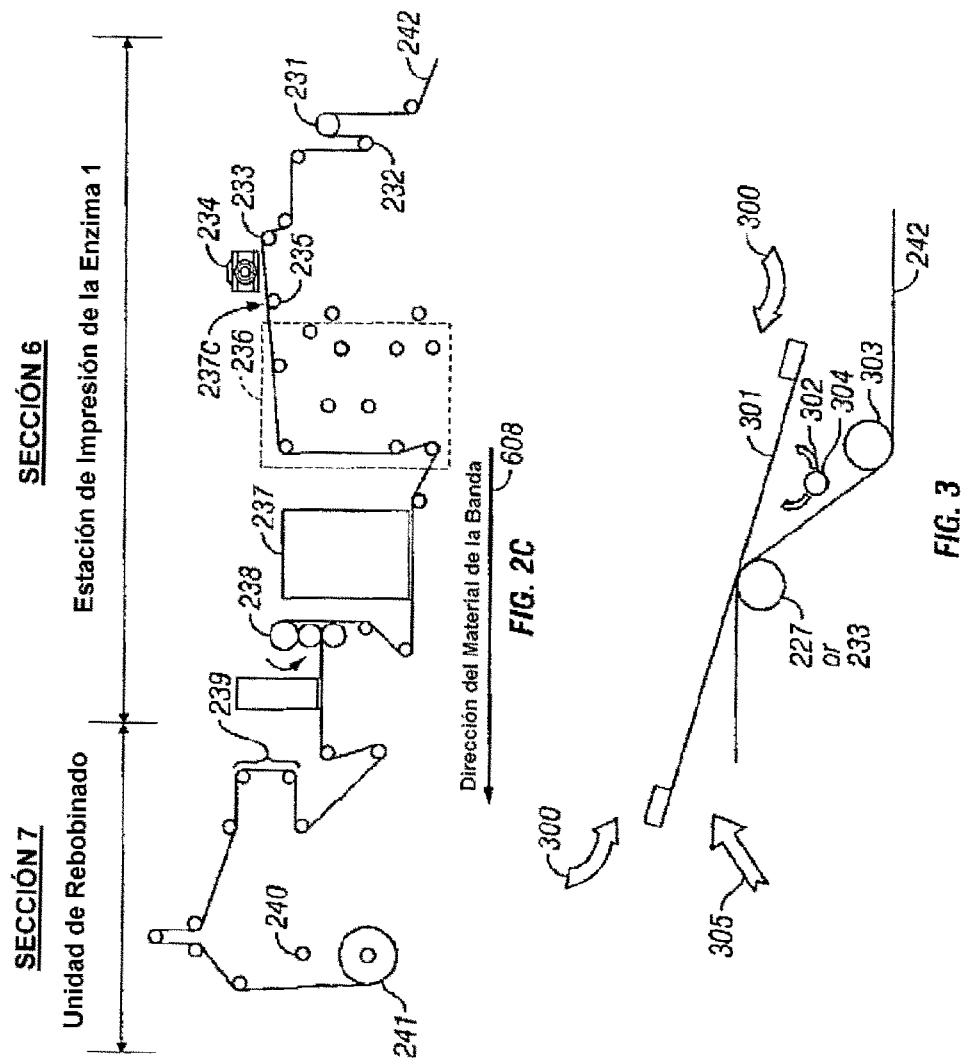


FIG. 1





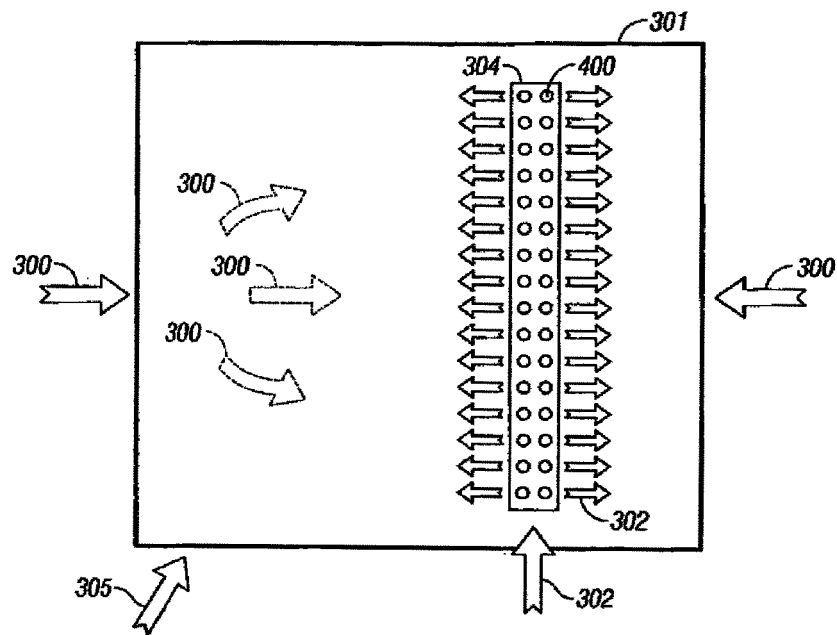


FIG. 4

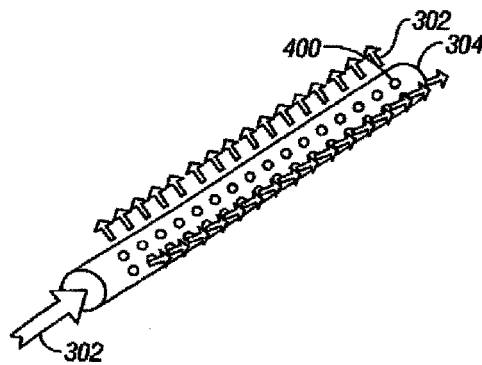


FIG. 5

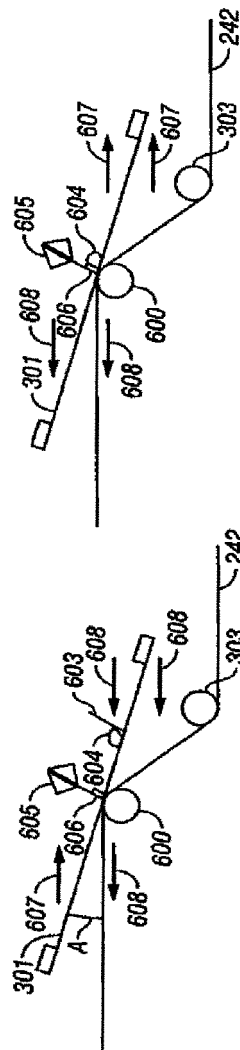


FIG. 6

FIG. 7

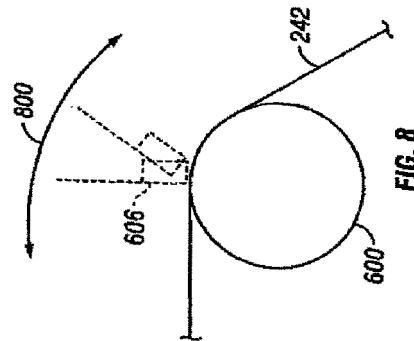


FIG. 8

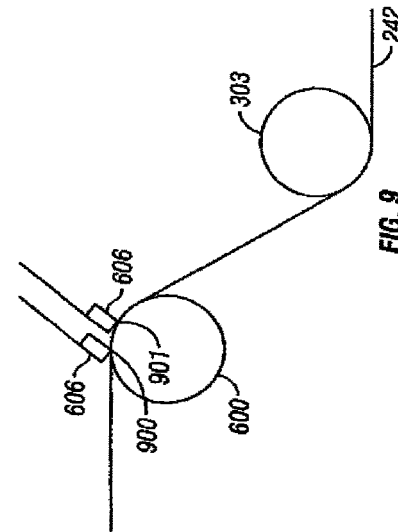


FIG. 9

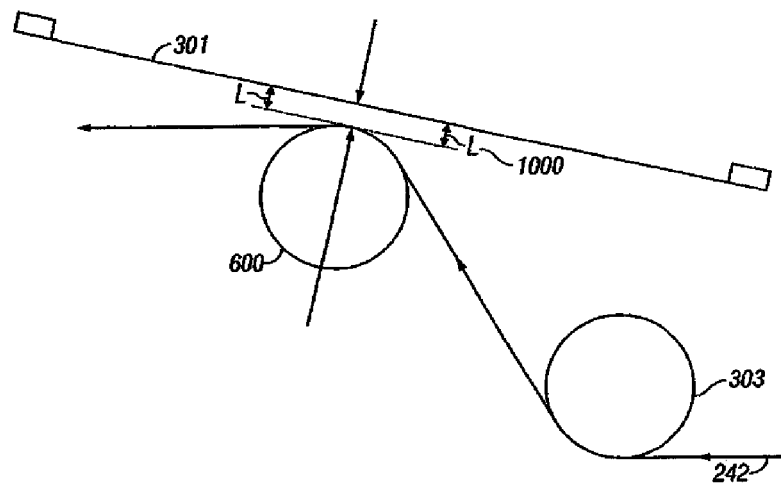


FIG. 10

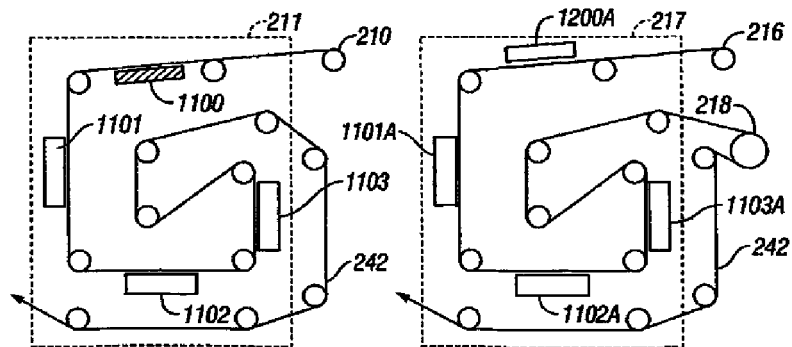


FIG. 11

FIG. 12

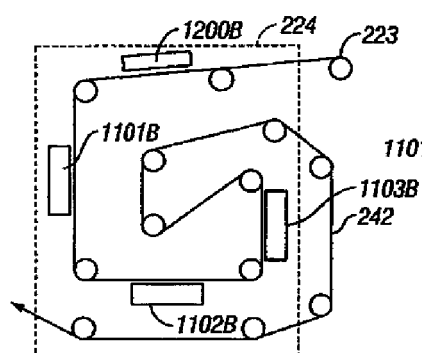


FIG. 13

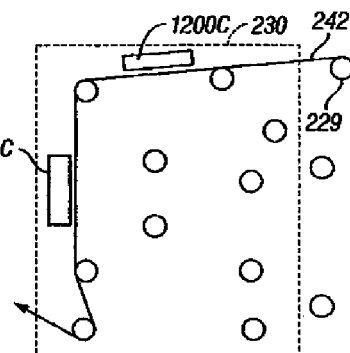


FIG. 14

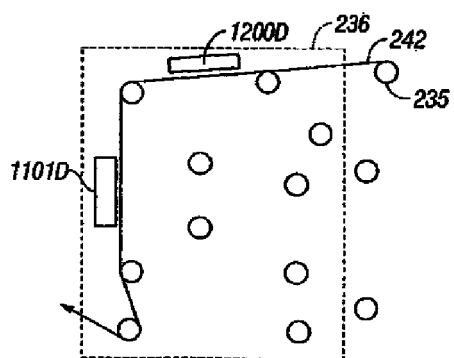


FIG. 15

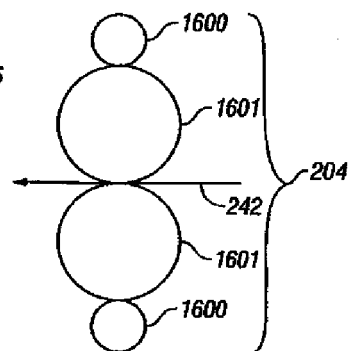


FIG. 16

Parte Superior izquierda de la Tarjeta

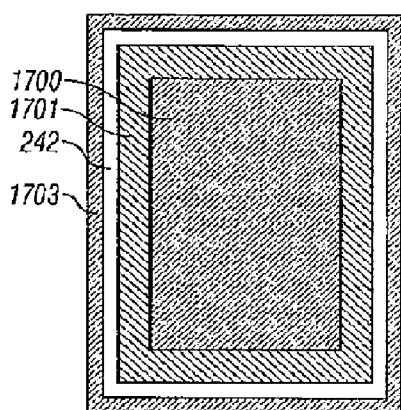


FIG. 17A

Parte Superior derecha de la Tarjeta

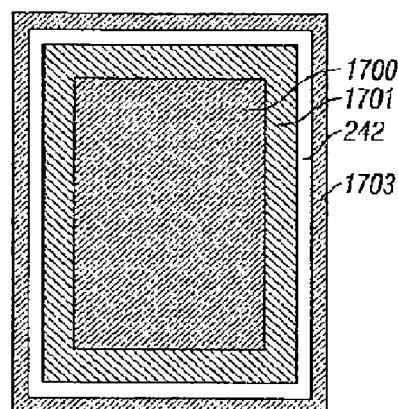


FIG. 17B

Parte inferior izquierda de la Tarjeta

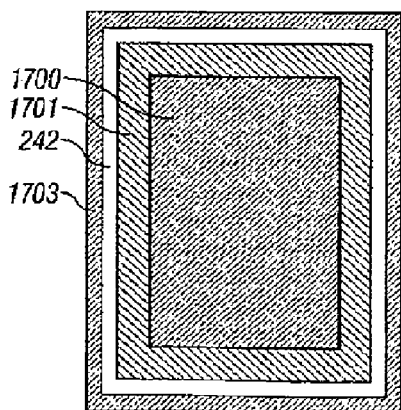


FIG. 17C

Parte inferior derecha de la Tarjeta

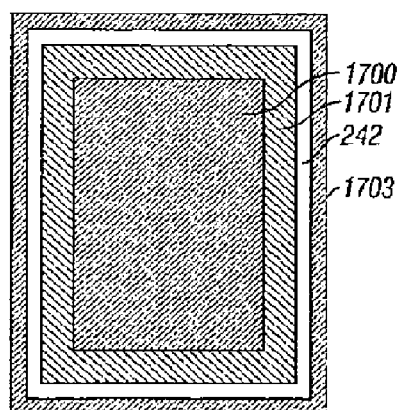


FIG. 17D

Parte superior izquierda de la Tarjeta

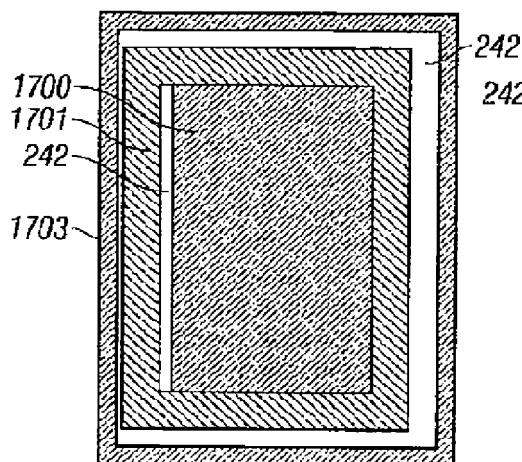


FIG. 18A

Parte superior derecha de la Tarjeta

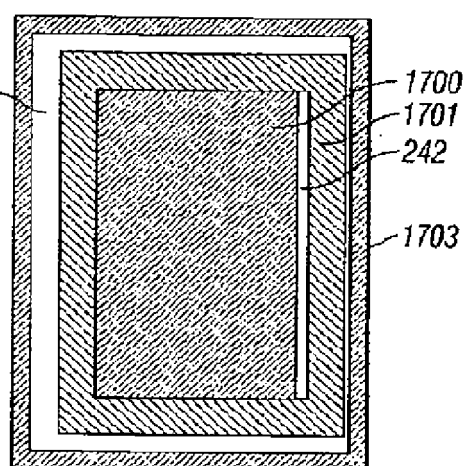


FIG. 18B

Parte inferior izquierda de la Tarjeta

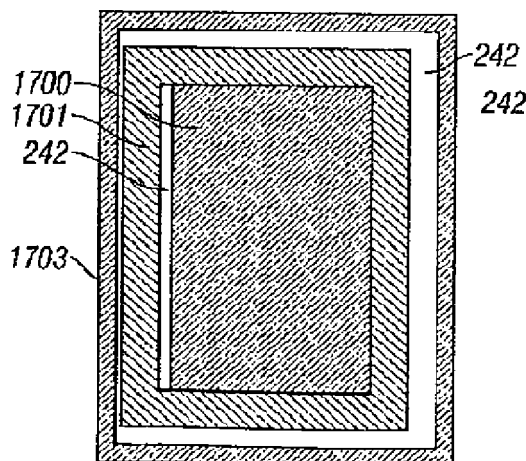


FIG. 18C

Parte inferior derecha de la Tarjeta

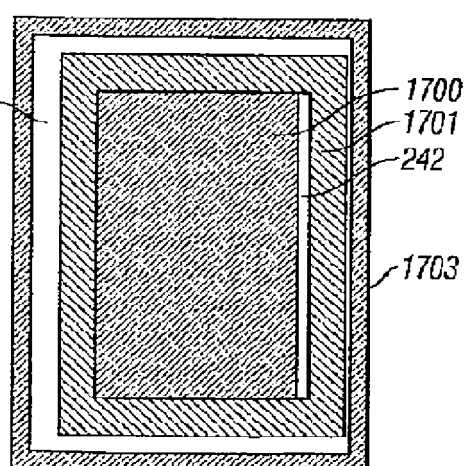


FIG. 18D

Parte superior izquierda de la Tarjeta

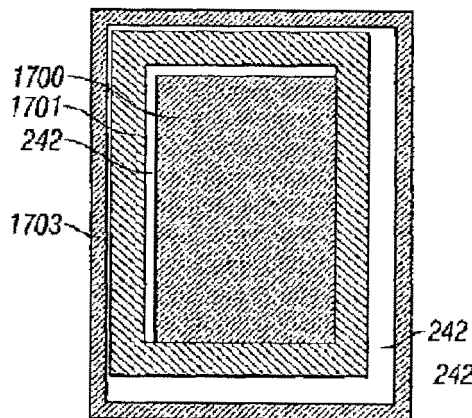


FIG. 19A

Parte superior derecha de la Tarjeta

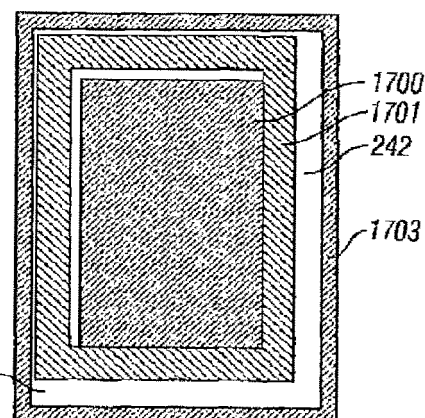


FIG. 19B

Parte inferior izquierda de la Tarjeta

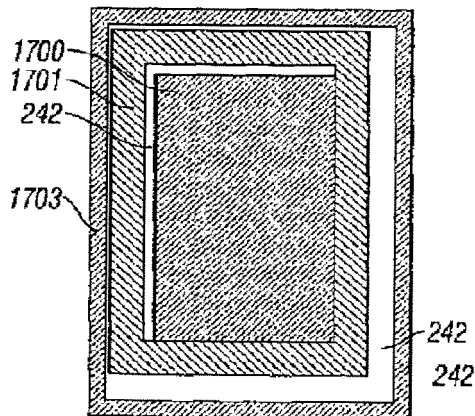


FIG. 19C

Parte inferior derecha de la Tarjeta

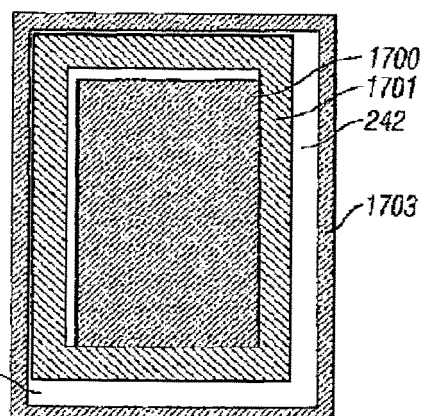
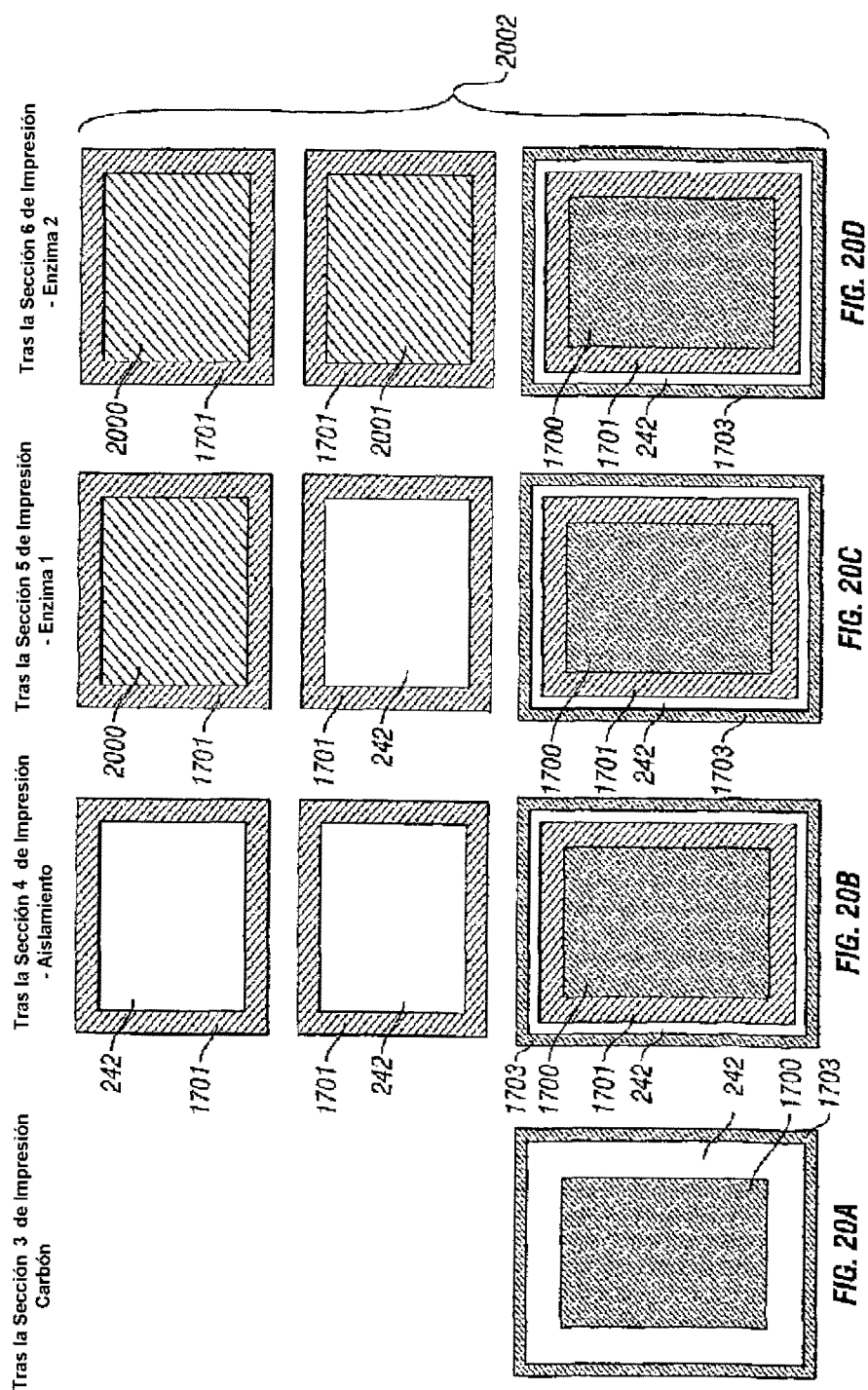


FIG. 19D



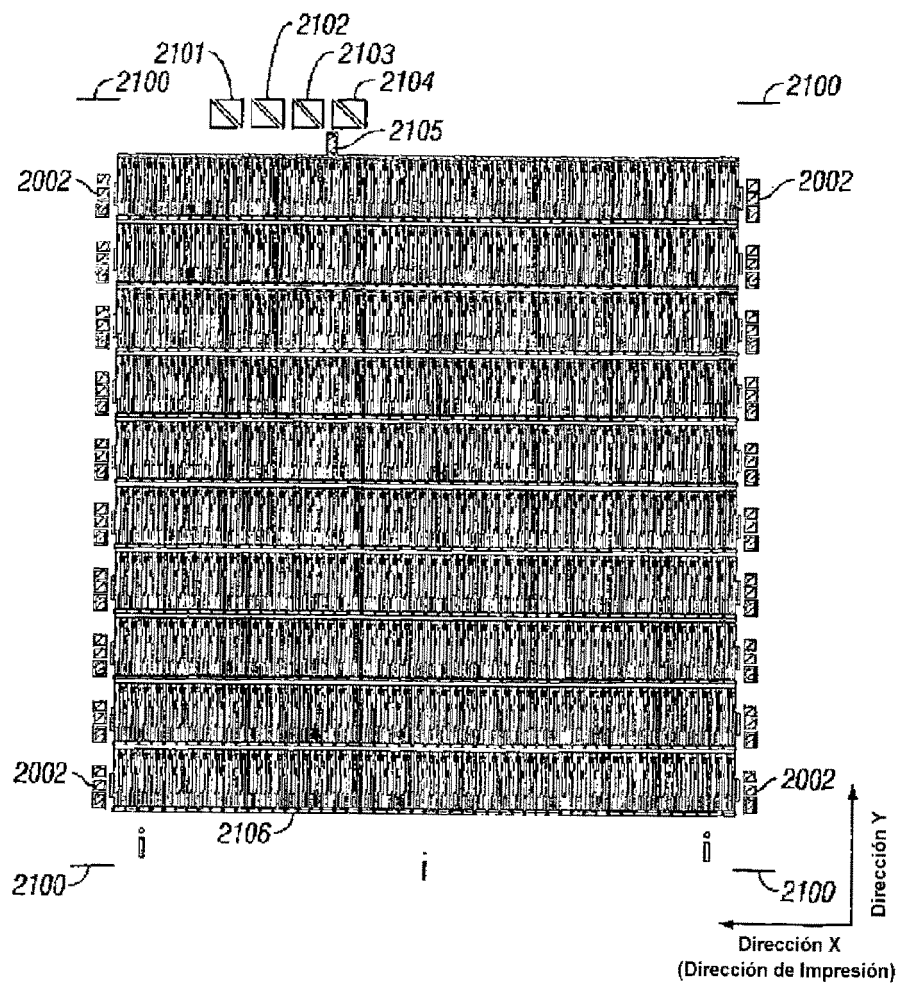


FIG. 21A



FIG. 21B

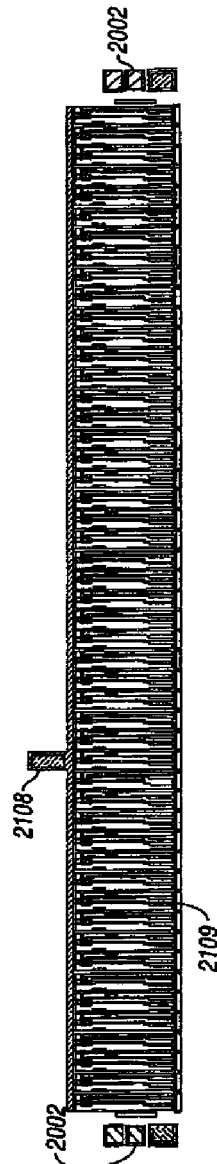


FIG. 21C

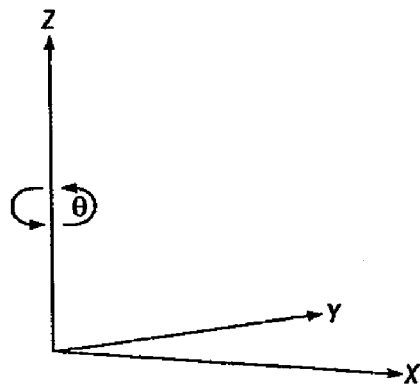


FIG. 22