

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 795**

51 Int. Cl.:

H05K 3/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.07.2007 PCT/FI2007/050419**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2008 WO08006941**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2007 E 07788794 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2050320**

54 Título: **Método y aparatos de impresión y producto impreso**

30 Prioridad:

11.07.2006 FI 20060673

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

08.01.2018

73 Titular/es:

**STORA ENSO OYJ (100.0%)
P. O. BOX 309
00101 HELSINKI, FI**

72 Inventor/es:

**MAIJALA, JUHA;
MERTA, JUHA y
LEHTI, SANNA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 648 795 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 y aparatos de impresión y producto impreso

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a patrones conductores impresos. En particular, la invención se refiere a un método para formar patrones conductores sobre sustratos planos. En el método, se aplica un material conductor sobre la superficie del sustrato y el material se trata con el fin de formar un patrón estático sobre el sustrato. La invención también se refiere a un aparato para llevar a cabo el método.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 La impresión de productos electrónicos, en especial sobre sustratos flexibles, busca componentes electrónicos y aplicaciones para soluciones logísticas, electrónica desechable, incluso para pantallas impresas. Hoy en día, las aplicaciones de electrónica impresa utilizan métodos bien conocidos en la fabricación tradicional de componentes electrónicos, tales como la electrodeposición y la impresión serigráfica. Desafortunadamente, estos métodos son lentos, no muy conveniente para sustratos porosos y/o sustratos en forma de velo. También se han usado la impresión flexográfica y el rotograbado para imprimir componentes electrónicos. Algunos problemas con estos métodos mencionados anteriormente son que los mismos crean estructuras con discontinuidad (debido a los puntos de semitono), evaporación de disolventes y absorción de componentes en estructuras porosas (con materiales líquidos). El principal desafío con los polímeros conductores son una protección y una conductividad eléctrica insuficientes frente a los efectos del entorno, por ejemplo, la oxidación.

- 20 En el documento WO 04/080138 se divulga un método alternativo para formar circuitos electrónicos sobre un sustrato. En el método, un polvo de metal se deposita como una capa sobre el sustrato y algunas partes de la superficie depositada se someten a una compresión. En esas áreas, el polvo se prensa contra el sustrato con una prensa hidráulica de alta presión con el fin de formar una estructura conductora permanente. La prensa se encuentra activa durante varios segundos, incluso minutos. Por lo tanto, el método es relativamente lento y comporta el uso de un
- 25 unas presiones muy altas y, por lo tanto, también un equipo voluminoso. El método también se basa en la deformación (compresibilidad) del sustrato. Esto da lugar al debilitamiento mecánico del sustrato, en particular, en lo que concierne a los sustratos de papel.

Un método similar en cierta medida, con la excepción de que el mismo se refiere a la formación de capas conductoras uniformes, por ejemplo, para apantallado EMC, es divulgado por el documento EP 0297678.

- 30 Otros métodos para la fabricación de placas de cableado impreso por medio de una impresión electrostática se divulgan en los documentos US 4698907 y WO 01/45935. El documento WO 95/14260, por otro lado, divulga un tambor de electrodo enterrado para la transferencia electrostática de partículas de tóner a superficies.

- El documento US 5817374 divulga un método para transferir partículas cargadas sobre un material receptor como una capa gruesa mediante el uso de una máscara sobre el receptor. Es decir, en primer lugar las partículas se transfieren a través de unos orificios selectivos en la máscara al receptor y, entonces, la máscara se retira de la superficie del receptor. La superficie del receptor puede estar revestida o las partículas se pueden polimerizar o reticular sobre la superficie con el fin de afianzar la capa al receptor. El uso de mallas o máscaras de cualquier tipo es poco deseable cuando es de interés la velocidad y la resolución de la transferencia de partículas.

- 40 El documento US 2002/0034617 divulga un método para transferir un tóner conductor húmedo a una placa de cableado al, en primer lugar, adherir tóner a regiones reticuladas de una superficie de formación de imagen reutilizable y, entonces, transferir el tóner a la placa de cableado por medio de una descarga por efecto corona. El tóner se seca sobre la placa, después de lo cual el mismo se somete a un tratamiento en horno. En la última etapa, una capa de cobre se deposita sobre el tóner seco con el fin de lograr una buena conductividad eléctrica. Por lo tanto, el método requiere un gran número de etapas de procesamiento.

- 45 El documento EP 0034817 se refiere a la aplicación de una mezcla que comprende partículas de metal y partículas de tóner que tienen propiedades adhesivas cuando se someten a una alta temperatura sobre una superficie de un sustrato inerte. Entonces, la mezcla de las partículas se cuece con el fin de acabar el producto. Como una desventaja en este método se presenta que, como un agente auxiliar, se requiere un tóner adhesivo con el fin de formar el patrón conductor deseado.

- 50 El documento JP 11298119 divulga un polvo que contiene cobre, el cual se puede aplicar sobre sustratos de cerámica para formar circuitos eléctricos. El polvo incluye también un polímero sensible a la presión y un agente de control de carga. El polvo se acopla al sustrato mediante amasado. El método no es conveniente para sustratos flexibles y no permite el uso de bajas temperaturas.

5 En el documento WO05/037465 se divulga un proceso para producir partículas finas de metal o partículas finas de óxido de metal y el uso del mismo para formar una capa conductora sinterizada a baja temperatura sobre un sustrato. Además, se conocen varias técnicas de impresión de patrones conductores usando pastas, geles y tintas conductoras. No obstante, la aplicación de materiales en fase líquida es poco deseable debido a su complejo procesamiento y su resolución y / o sus conductividades relativamente bajas de las pistas impresas. La eliminación de los disolventes o los agentes auxiliares que están inicialmente incluidos en la composición requiere unas etapas que consumen mucho tiempo.

10 Los métodos a los que se hizo referencia anteriormente establecen determinados límites a los sustratos que se pueden usar en los métodos. Ninguno de los mismos es demasiado conveniente para sustratos de papel debido a la compresión local que debilita el sustrato o las muy altas temperaturas que se usan. Por otro lado, no son deseables mallas, plantillas de estarcir o máscaras de deposición en la medida en la que se tenga como objeto la velocidad, la adaptabilidad y la flexibilidad del proceso, debido a que los mismos hacen que el proceso de deposición sea innecesariamente complejo y limitan la resolución que se puede obtener.

Compendio de la invención

15 Un objeto de la presente invención es la eliminación de algunos de los problemas de la técnica anterior y la provisión de un método eficiente y relativamente simple para formar patrones conductores sobre sustratos, siendo conveniente el método para una alta resolución y rendimiento incluso a bajas temperaturas. En particular, un objeto de la invención es la provisión de un método conveniente para sustratos de papel y otros sustratos vulnerables a altas temperaturas (> aprox. 200 - 300 °C e incluso menos).

20 También es un objeto de la invención la provisión de un aparato novedoso para la deposición de partículas conductoras con el fin de formar un patrón conductor permanente sobre un sustrato.

La invención se basa en la idea de transferir partículas conductoras en forma de polvo sobre el sustrato en la forma de un patrón previamente definido y utilizar una termocompresión sucesiva del sustrato con el fin de formar enlaces conductores entre las partículas conductoras y para fijar el patrón al sustrato.

25 En una realización preferida de la invención, se usa una aplicación sin malla para transferir las partículas. Lo más ventajosamente, se emplea una aplicación electrostática sin malla.

30 El método según la invención comprende formar un patrón conductor sobre un sustrato aislante plano al transferir una materia conductora de tipo partículas sobre una superficie del sustrato en la forma de un patrón previamente definido. Después de la transferencia, la materia conductora de tipo partículas se sinteriza al menos parcialmente a una temperatura y una presión elevadas con el fin de convertir el patrón formado por partículas en un patrón continuamente conductor que está fijado al sustrato. Preferiblemente, la sinterización se lleva a cabo en una línea de presión que comprende dos miembros de línea de presión opuestos, al menos uno de los cuales se puede calentar, entre los cuales se alimenta el sustrato.

35 La transferencia del presente tipo se puede lograr por medio de un aparato que comprende unos medios de transferencia electrostática para transferir la materia conductora de tipo partículas sobre la superficie del sustrato directamente a un patrón previamente definido. Debido a que el patrón se encuentra en la forma previamente definida, este se puede sinterizar en una línea de presión de sinterización.

40 Si se usa una transferencia electrostática, por lo general los medios de transferencia incluyen una herramienta que comprende un miembro de transferencia (por ejemplo, un rodillo, una placa o una correa) que tiene al menos un electrodo de transferencia embebido en el mismo y una capa superficial dieléctrica regular para evitar la descarga de las partículas conductoras cargadas que se transfieren sobre la superficie del miembro por medio de una tensión que se aplica al electrodo de transferencia. Un aparato del tipo anterior permite una transferencia sin malla exacta y conveniente de las partículas al sustrato.

El método según la invención es lo que se expone en la reivindicación 1.

45 El aparato según la invención es lo que se expone en la reivindicación 14.

Se obtienen unas ventajas considerables por medio de la invención. El método proporciona una forma eficiente de formar el patrón conductor sobre la superficie deseada por medio de una sinterización por línea de presión. Es decir, no es necesario que la exposición térmica y compresiva se concentre concretamente en el área deseada, sino generalmente en la totalidad del área del sustrato.

50 Se consiguen unas ventajas particulares si se usa una transferencia electrostática sin malla. La técnica se usa de forma generalizada para aplicar tóneres aislantes de tipo polvo a sustratos (es decir, electrofotografía). No obstante, los inventores de la presente invención han hallado, de forma sorprendente, que la misma se puede usar para depositar partículas conductoras en aplicaciones de sinterización con un alto rendimiento y resolución.

Otra ventaja de la transferencia electrostática es que las partículas conductoras transferidas de forma electrostática se pueden sinterizar a una temperatura y una presión elevadas sobre la superficie del sustrato de tal modo que las mismas se adhieren tanto unas a otras como al sustrato incluso sin agentes auxiliares o etapas de procesamiento adicionales. Es decir, incluso las partículas esencialmente metálicas se pueden transferir y sinterizar de una forma sin malla a bajas temperaturas con el fin de formar un patrón bien conductor. Debido a que la invención se basa en la transferencia de partículas conductoras con fuerzas electrostáticas, seguida por la sinterización de esas partículas, el método se puede usar fácilmente en conexión con los sistemas electrofotográficos tradicionales con el fin de crear estructuras en capas.

En particular, el presente método es conveniente para formar estructuras conductoras sobre sustratos flexibles, tales como papeles, cartones y películas de polímero. Estos tipos de sustratos se tratan, de la forma más conveniente, con un equipo de rodillo en forma de velo o de hoja.

Los medios para llevar a cabo el método se pueden instalar fácilmente en máquinas de papel o máquinas de impresión de gran escala, pero también en impresoras de menor escala. La invención se puede usar para producir, por ejemplo, antenas de RFID, circuitos impresos para diversos sensores y módulos electrónicos y similares. El patrón impreso también se puede usar como una marca de autenticidad de un producto. El mismo también se puede embeber en una capa interna de un producto de múltiples capas, con lo que el mismo queda oculto a la vista y está protegido frente al desgaste mecánico.

En una realización preferida, la materia conductora de tipo partículas consiste esencialmente en partículas de metal o de aleación de metal. Preferiblemente, el metal o la aleación de metal tiene un punto de fusión a presión atmosférica de menos de 300 °C. Por medio del presente método de sinterización por termocompresión, tales partículas se pueden sinterizar a menos de 250 °C, por lo general a menos de 200 °C, lo hace que el método sea conveniente, por ejemplo, para el papel convencional, las propiedades físicas del cual pueden cambiar de forma permanente a tales temperaturas. Mediante el uso de tales metales, también se pueden lograr unas conductividades muy altas con un bajo uso de material. Mediante el novedoso método de transferencia electrostática, tampoco es necesario ningún tóner de adhesión ni unión de las partículas conductoras a, o mezclado de las partículas conductoras con agentes auxiliares.

Según la realización preferida de la presente invención, se usa una transferencia electrostática sin malla. Por un método sin malla, los inventores de la presente invención quieren decir un método de tipo electrofotografía, en el que las partículas conductoras se depositan sobre la superficie del sustrato directamente en la forma del patrón previamente definido esencialmente por interacciones electrostáticas (locales) espacialmente distribuidas y unos medios de transferencia electrostática (por lo general, el patrón es discontinuo en esta fase). No se usa ningún filtro, plantilla de estarcir, máscara o malla adicional sobre el sustrato o sobre el miembro de transferencia que se usa con el fin de formar el patrón. Esta característica presenta la ventaja de que, esencialmente, nada de polvo se desperdicia o se somete a captación y recirculación posterior a la transferencia. Esto se puede hacer posible mediante una disposición novedosa de rodillo de transferencia, que se describe más adelante con más detalle, lo que permite mantener la carga de las partículas hasta que se depositan sobre el sustrato.

Por "sinterizar al menos parcialmente" los inventores de la presente invención quieren decir la coalescencia de las partículas a través de la resolidificación de material fundido. Es decir, al menos la capa superficial de las partículas pasa por un cambio reversible de su estado físico. En la sinterización, las partículas se conectan no solo eléctricamente una con otra, sino también directamente con la estructura superficial del sustrato.

A pesar de que se ha hallado que la transferencia electrostática proporciona unas ventajas significativas, también se pueden emplear otras formas de impresión. De estos métodos, en concreto se mencionan la impresión serigráfica, el huecograbado, la impresión flexográfica, la impresión offset y la impresión en relieve. Es común a la totalidad de estos métodos que no es necesario uso adicional alguno de mallas durante la deposición de partículas o eliminación alguna de partículas después de la deposición, con lo que no tiene lugar pérdida o recirculación alguna de partículas. Es decir, las partículas se pueden depositar inicialmente en una formación que está lista para su sinterización en una posterior línea de presión de dos rodillos o similares.

Posteriormente se describen con detalle otras realizaciones y ventajas de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra, en una vista en sección transversal, el principio general de la transferencia electrostática de partículas conductoras mediante el uso de un rodillo de transferencia y un rodillo de electrodo,

las figuras 2a y 2b muestran, en una vista en sección transversal, dos ejemplos de los medios de transferencia y de sinterización según la invención,

la figura 2c muestra, en una vista en sección transversal, la fase de sinterización con más detalle,

la figura 3 muestra, en una vista en perspectiva, una línea de presión de transferencia que está montada en un aparato de impresión,

la figura 4a muestra, como una imagen en sección transversal, una construcción de rodillo de transferencia conveniente para la transferencia electrostática de partículas plenamente conductoras,

la figura 4b muestra una realización potenciada del rodillo de la figura 4a, que tiene un electrodo de respaldo para una resolución aumentada,

5 la figura 4c muestra, en una vista en perspectiva, un rodillo de transferencia programable que comprende una densa cuadrícula de electrodos de transferencia,

la figura 5 muestra como al efecto del electrodo de respaldo de la figura 4b,

las figuras 6a y 6b muestran unas imágenes microscópicas de la estructura que se logra por medio del presente método mediante el uso de unos tamaños de partícula de 30 μm y de 80 μm , de forma respectiva,

10 las figuras 7a y 7b muestran unas imágenes microscópicas de líneas de 500 μm y de 300 μm , que se logra respectivamente por medio del presente método mediante el uso de partículas de estaño - bismuto de 10 μm ,

las figuras 8a y 8b muestran unas imágenes microscópicas de un conductor de estaño - bismuto en una vista general y ampliada, de forma respectiva, y

15 la figura 9 muestra un diagrama que ilustra las resistividades volumétricas de diferentes materiales y estructuras de material, incluyendo una estructura de estaño - bismuto que se logra por medio del presente método.

Descripción detallada de la invención

El presente método surge del hallazgo de que se pueden depositar micropartículas sobre, y las mismas se pueden fijar de forma permanente a, diversos sustratos, aumentando al mismo tiempo la conductividad del patrón que se deposita. Esto se logra por medio de las etapas sucesivas de transferencia y de sinterización por línea de presión. Dependiendo del método de deposición que se use, no se requiere etapa intermedia alguna (si se depositan partículas en forma seca), o se emplea una fase de secado para el material depositado (si se depositan partículas en una suspensión líquida).

20 El método según la invención es conveniente, entre otras cosas, para micropartículas conductoras (incluyendo semiconductoras) en estado seco en forma de polvo. La presente realización se divulga con detalle posteriormente. Las partículas conductoras pueden ser metálicas, poliméricas, o una combinación de las mismas. La resolución de las estructuras creadas depende fuertemente del tamaño de partícula del material en polvo mientras que, en los procesos de deposición y de sinterización, es importante la composición del material. De acuerdo con los estudios de los inventores de la presente invención, las micropartículas metálicas son, en ese sentido, muy convenientes para el método. Esas partículas y otros tipos de partículas utilizables se describen con brevedad posteriormente.

30 Micropartículas metálicas

Para la presente realización, se prefieren metales y aleaciones de metal de bajo punto de fusión. En especial, se verifica que la aleación de estaño - bismuto es conveniente para la aplicación. En este contexto, los metales y las aleaciones de bajo punto de fusión incluyen unos materiales que tienen unos puntos de fusión de menos de 300 °C, por lo general de 50 - 250 °C, en particular de 100 - 200 °C. Los metales convenientes incluyen, por ejemplo, estaño, bismuto, indio, zinc, níquel, o similares. Los metales mencionados son también componentes preferidos de aleaciones convenientes para el presente método, debido a que los mismos tienen la capacidad de crear unas aleaciones de bajo punto de fusión. Por ejemplo, el estaño - bismuto, el estaño - bismuto - zinc, el estaño - bismuto - indio o el estaño - bismuto - zinc - indio en diferentes relaciones se han mostrado ventajosos a este respecto. Cambiar las relaciones de estos metales en la aleación puede cambiar de forma considerable el comportamiento de fusión de la aleación. Los inventores de la presente invención han hallado que las aleaciones que contienen estaño, en las que la relación de estaño en la aleación es de un 20 - 90 % en peso, preferiblemente de un 30 - 70, % en peso del peso total de los componentes en la aleación son tanto bien depositables como bien sinterizables a una temperatura baja. Por ejemplo, el estaño - bismuto con un 42 % en peso de estaño y un 58 % en peso de bismuto crea una aleación eutéctica que tiene un punto de fusión de 139 °C. Cuando se cambia la relación a un 63 % en peso de estaño y un 37 % en peso de bismuto, la fusión se inicia a 139 °C si bien, por ejemplo, a 150 °C, la cantidad relativa de líquido es solo de aproximadamente un 50 % y, hasta por encima de 180 °C, las aleaciones se encuentran totalmente en estado líquido.

La composición de un 15,6 % en peso de estaño, un 36,1 % en peso de bismuto y un 48,3 % en peso de indio da como resultado un punto de fusión tan bajo como 59 °C. Por lo tanto, son posibles aplicaciones de realmente baja temperatura.

50 El tamaño de partícula de las partículas de metal o de aleación de metal es preferiblemente de entre 0,5 y 100 μm , en aplicaciones de muy alta resolución, preferiblemente de entre 1 y 20 μm . Las partículas pueden consistir esencialmente en un 100 % de metal. Es decir, no es necesario que haya agente auxiliar alguno contenido en las partículas, mezclado en el polvo o aplicado por adelantado sobre el sustrato con el fin de llevar a cabo el presente

método con éxito.

Otros materiales

5 También se pueden usar polímeros conductores, tales como la polianilina (PANI), el poli(3,4-etilendioxitiofeno) (PEDOT), en la deposición, no obstante la naturaleza no fusible de los polímeros conductores impone desafíos a la sinterización de materiales. Básicamente, los polímeros con una conductividad intrínseca no se funden ni se disuelven en disolvente convencional alguno. No obstante, los mismos presentan degradación muy por encima de 200 °C, lo que posibilita que los mismos sean combinados con diversos polímeros sintéticos tales como polipropileno (PP), polietileno (PE), polietileno-co-metilacrilato (EMA), terpolímero de etilenopropileno - dieno (EPDM) etc. Estos materiales compuestos siguen teniendo una conductividad de nivel de semiconductor.

10 Haciendo referencia a continuación a la figura 1, según una realización preferida de la invención, se usan unas partículas conductoras 140 separadas que se usan para una impresión electrostática sin malla sobre un material de sustrato aislante 100. Un sistema de ese tipo utiliza la carga de las partículas 140 con un electrodo de alta tensión 132 en un soporte de polvo 130. Las partículas cargadas 140 se transfieren desde el soporte de polvo 130 por medio de un primer campo eléctrico sobre la superficie 116 de un rodillo de transferencia 110. El rodillo de transferencia 15 110 se forma a partir de los electrodos 112, 114 que se encuentran a diferentes potenciales. Las partículas cargadas 140 se acoplan al rodillo de transferencia 110 de acuerdo con una diferencia de potencial. Por ejemplo, las partículas 140 con una carga positiva se acoplan a las áreas 114 en las que el potencial es negativo o está puesto a tierra. La carga de las partículas 140 se mantiene esencialmente sobre la superficie 116 del rodillo de transferencia 110. Las partículas cargadas 140 se mueven desde el rodillo de transferencia 110 a una línea de presión de transferencia. En esta línea de presión, las partículas 140 son movidas al sustrato por medio de una fuerza de atracción que es generada por un rodillo de electrodo 120. Por lo tanto, la transferencia en la línea de presión tiene lugar debido a un segundo campo eléctrico entre el rodillo de transferencia 110 y el rodillo de electrodo 120. Tal como entiende un experto en la técnica, la transferencia también se puede llevar a cabo por medio de placas o correas de transferencia y de electrodo, u otros miembros convenientes, en lugar de rodillos mediante el uso del principio descrito. 25

Después de que las partículas 140 se hayan transferido sobre la superficie 102 del material de sustrato 100, las partículas 140 se sinterizan para formar unas estructuras conductoras y continuas. La sinterización tiene lugar a una temperatura y una presión, preferiblemente en una línea de presión de sinterización separada o semiseparada, que se ilustran, de forma respectiva, en las figuras 2a, y 2b. Una línea de presión de sinterización separada comprende dos rodillos 250, 260 separados, mientras que una línea de presión de sinterización semiseparada utiliza el rodillo de electrodo 220 como un contrarodillo para el rodillo de sinterización 270. Uno o ambos de los rodillos se calientan con el fin de lograr la temperatura de sinterización deseada. Dependiendo de la temperatura elegida, en la línea de presión de sinterización también se genera una presión suficiente para dar lugar a que tenga lugar una sinterización. En lugar de sinterizar en una línea de presión de rodillo, se puede usar una correa o línea de presión larga tal como una línea de presión de zapata. En estos métodos, la longitud de la línea de presión puede ser de varios milímetros, por lo general de entre 2 y 500 mm, y tienen unas presiones que varían entre 10 y 20 000 kPa. Las configuraciones para el calentamiento usan los mismos principios que con los sistemas de línea de presión de rodillo que se describieron anteriormente. 30

En la etapa de sinterización, se forma el patrón de superficie conductor (incluyendo semiconductor, dependiendo de las propiedades del material usado) que se desee. Esto se ilustra en la figura 2c, en la que el patrón formado por partículas se denota con un número de referencia 240 y el patrón sinterizado con 240'. El sustrato se denota con el número de referencia 200. Con las partículas conductoras de metal o de aleación de metal 240, el objetivo es la formación de patrones con una conductividad igual a la de las aleaciones o metales a granel. Por una conductividad igual, los inventores de la presente invención quieren decir un nivel de conductividad de aproximadamente 1 : 100 - 1 : 1 de la conductividad volumétrica. Esto es posible por medio de la coalescencia directa de las partículas conductoras unas con otras. 40 45

La técnica descrita de transferencia y de sinterización hace que no sea necesario el uso de mallas o máscaras con el fin de lograr el patrón conductor deseado. La geometría deseada del patrón se forma temporalmente como una capa de arriba de tipo polvo sobre el miembro de transferencia antes de la deposición adicional de la misma sobre el sustrato. En particular, se puede usar una superficie de rodillo regular y uniforme, lo que permite una transferencia de alta resolución, bajando hasta un nivel de resolución de 100 - 300 µm, incluso de 50 - 100 µm, e incluso menos (en términos de la anchura de línea que se puede obtener). En particular, en el presente proceso de deposición sin malla de dos fases, las partículas depositadas pierden su carga no antes de haberse depositado sobre el sustrato. Por lo general, se permite la decadencia de la carga principalmente al sustrato, pero también se puede usar un ionizador de neutralización (véase el sistema de desacoplamiento posteriormente). 50 55

El sustrato puede ser casi cualquier hoja o velo aislante y plano. Se ha hallado que el papel, el cartón y las películas de polímero (plásticos) son muy convenientes para el proceso, pero también se pueden usar otras superficies no conductoras similares. El papel o cartón puede estar revestido, no revestido, estar libre de madera o contener madera. También se pueden usar sustratos de múltiples capas.

Otros sustratos posibles incluyen productos textiles, materiales no tejidos, placas de circuitos de la industria electrónica, artículos moldeados, vidrio, materiales de construcción, tales como papeles pintados y revestimientos para el suelo, cerámicas no cocidas y cocidas, materiales compuestos y bases de (bio)polímeros. Cada uno de los sustratos enumerados tiene sus propias áreas de aplicación y ventajas.

- 5 En particular, el presente método que comporta una sinterización por línea de presión es conveniente para un sustrato que tiene un punto de rotura o de deformación por debajo de 300 °C, en particular por debajo de 250 °C, incluso por debajo de 200 °C, es decir, al menos diversas calidades de papel y de plástico que no toleran altas temperaturas.

10 La figura 3 muestra un aparato a modo de ejemplo que tiene un soporte de polvo 330, un rodillo de transferencia 310, un rodillo de electrodo 320 que están instalados sobre el cuerpo de un dispositivo. El sustrato 300 se encuentra en su posición de tratamiento entre los rodillos 310, 320. La posición de instalación de un posible rodillo de línea de presión de sinterización semiseparado se denota con el número de referencia 370'.

Recipiente de polvo

15 Un recipiente de polvo, tal como 130, 230, 330, se usa para el almacenamiento y la carga de las partículas. La carga se puede realizar por conducción, por carga por efecto triboeléctrico (por ejemplo, con un material aislante presente en el polvo) o por carga con una cantidad en exceso de iones (carga por efecto corona, plasma). Por ejemplo, cuando se usan partículas conductoras (metálicas), las partículas logran, en el soporte de polvo, un potencial igual al de la placa de electrodo subyacente. Mediante la carga por efecto triboeléctrico, las partículas conductoras se ponen en contacto con una estructura, partículas o superficies aislantes, a través de lo cual consiguen las mismas una

20 carga. Después de esto, las mismas se transfieren sobre la superficie del rodillo de transferencia, por medio de un campo eléctrico. Los inventores de la presente invención han hallado que, por lo general, se requiere una determinada tensión umbral con el fin de que la carga se distribuya de manera uniforme en las partículas en el soporte de partículas. El nivel de la tensión umbral depende del tipo de partículas, requiriendo la aleación de estaño - bismuto, por lo general, una tensión de aproximadamente 200 V.

25 En la caja de polvo 130 se recomienda la fluidización del polvo con el fin de crear unas dispersiones de polvo homogéneas. Esto asegura una transferencia y una deposición regulares de partículas al rodillo de transferencia. La fluidización se puede hacer con aire, vibración mecánica y mediante el uso de fuerzas electrostáticas de repulsión (con partículas conductoras).

Rodillo de transferencia

30 El rodillo de transferencia consiste en unos electrodos, que se encuentran a un potencial diferente del de la partícula que se deposita sobre la superficie del rodillo de transferencia. Esta diferencia de potencial se puede crear también con diferentes cargas de superficie en la superficie del rodillo, la correa o similares. El campo eléctrico entre el soporte de polvo y el rodillo de transferencia se crea para estos electrodos. Cuando se forma un campo eléctrico entre el soporte de polvo (y el polvo en el mismo) y el rodillo de transferencia, las partículas cargadas se transfieren

35 debido al campo eléctrico a la superficie del rodillo de transferencia.

La figura 4a muestra una estructura de rodillo conveniente para partículas totalmente conductoras. En un rodillo de ese tipo, se usa un acabado superficial no conductor 418 sobre los electrodos de transferencia 412. Por lo tanto, las partículas sobre la superficie del rodillo de transferencia no sueltan su carga y las mismas permanecen sobre la superficie hasta que las partículas se transfieren en la línea de presión de transferencia a la superficie del sustrato.

40 El cuerpo del rodillo, fabricado por ejemplo de POM, se denota con el número de referencia 414. El cuerpo del rodillo está dotado de una capa de adhesivo 416, la cual sirve como una capa subyacente para los electrodos de transferencia 412. Los electrodos de transferencia 412 se pueden hacer de cobre o de otro metal conductor, y se controlan con una señal eléctrica o cables o líneas de puesta a tierra 480. La capa superficial 418 del rodillo de transferencia puede comprender una capa continua y regular de material dieléctrico, por ejemplo, cerámica o polímero no conductor. Se ha hallado que la poliimida es mecánica y eléctricamente muy conveniente para el fin. No es necesaria la configuración en ningún patrón de superficie ni otro tratamiento superficial espacial del rodillo de transferencia ni antes de ni durante la transferencia, debido a que la fuerza electrostática entre los electrodos de transferencia 412 y las partículas conductoras es suficiente para sujetar las partículas sobre el miembro de transferencia.

50 Se prefiere que el rodillo de transferencia esté equipado con un electrodo de respaldo 484 (por ejemplo, una lámina metálica por debajo de los electrodos de patrón de cobre), tal como se muestra en la figura 4b. Este electrodo de respaldo 484 posibilita que el campo eléctrico se concentre sobre unas áreas precisas y, por lo tanto, que se creen unas estructuras de patrón deseadas con las partículas cargadas. La figura 5 muestra un ejemplo calculado del efecto de concentración de campo del electrodo de respaldo. Sin el electrodo 584 presente por detrás de los electrodos 512, los "puntos calientes" del campo serían de al menos el triple de un diámetro horizontal en comparación con la situación que se muestra. La colocación de la caja de polvo se muestra como 530, mientras que las líneas curvas 598 muestran las trayectorias calculadas de las partículas cuando las mismas se mueven de la

55 caja de polvo a las inmediaciones de los electrodos 512.

El rodillo de transferencia también puede consistir en una cuadrícula de puntos de electrodo separados, siendo controlable el potencial de los puntos. Un rodillo de ese tipo se muestra en la figura 4c. El tamaño y la separación de los puntos han de concordar con el nivel deseado de resolución. Tal como se describió anteriormente, si se usan unas partículas totalmente conductoras, la parte de arriba de la espiga, que entra en contacto con las partículas cargadas, ha de tener una capa aislante aplicada sobre la misma, para evitar la decadencia de la carga de las partículas. Para ser más exactos, de hecho la capa aislante puede posibilitar una decadencia de la carga, si bien de una forma controlada. Por ejemplo, es aceptable una resistividad volumétrica de $10^5 - 10^{11}$ Ohm * m.

Además de esto, se pueden usar materiales con capacidad de auto-organización para crear unas áreas cargadas en las que se transfieren partículas cargadas. En la auto-organización de los polímeros, el sustrato se carga y, entonces, se sumerge en un baño de polímero - disolvente en el que una capa de polímero se acopla a la superficie del sustrato. Debido a que los polímeros presentan una tendencia a plegarse en espirales, la superficie del polímero no queda neutralizada por la carga sobre el sustrato. La siguiente capa del polímero se puede sumergir de forma similar a la capa previa pero con la carga opuesta. La capa de polímero se puede configurar en un patrón con un material neutro antes de la inmersión. Por lo tanto, parte de la superficie resultante está cargada y otra parte es neutra. Asimismo, si el material neutro de formación de máscara se elige de tal modo que el mismo se pueda retirar, se puede obtener una superficie de cargas opuestas configuradas en un patrón. Este tipo de superficie se podría usar como sistemas similares para la electrofotografía tradicional. En el último, debido al efecto de la luz (por ejemplo, láser), se neutralizan las áreas expuestas. Por lo tanto, también se puede usar un fotoconductor similar al que se usa en la electrofotografía, si se puede evitar la decadencia de la carga de las partículas conductoras.

Rodillo de electrodo

El electrodo en su forma más simple es de rodillo, consiste en un rodillo de metal, que está aislado con respecto a los otros componentes del sistema y se encuentra a un potencial opuesto al de las partículas cargadas. El fin es la creación de un campo eléctrico entre el rodillo de transferencia (y con las partículas sobre su superficie) y el rodillo de electrodo para posibilitar la transferencia de las partículas a la superficie del sustrato. Además de esto, en la transferencia de partículas, se puede usar la carga por efecto corona para crear una diferencia de potencial entre las partículas cargadas y el sustrato. El lado opuesto del sustrato se puede cargar con iones procedentes de la carga por efecto corona y el otro lado del sustrato se encuentra en contacto con, o en inmediata proximidad a unas partículas cargadas y, por lo tanto, tiene lugar una transferencia de partículas.

Sistema de desacoplamiento

Después de que las partículas se hayan transferido a la superficie del sustrato, puede que exista la necesidad de desacoplar, del rodillo de electrodo, el sustrato y las partículas. Dependiendo de las propiedades dieléctricas (la resistividad tanto volumétrica y como superficial) del sustrato, las partículas presentan una tendencia a respaldar la fuerza electrostática hacia el rodillo de electrodo. Esto es causado por la diferencia de potencial entre las partículas y el rodillo. Para disminuir la fuerza electrostática entre las partículas y el rodillo de electrodo, se pueden realizar varias acciones. En primer lugar, el contenido de humedad del velo con materiales a base de fibras (papel y cartón) se puede aumentar para posibilitar una transferencia de carga desde la partícula al velo, con películas a base de fibras y de polímero o similares. En segundo lugar, se puede usar un ionizador de corriente alterna para neutralizar las cargas de las partículas. En tercer lugar, la diferencia de potencial se puede disponer para permanecer estable hasta que se produce la decadencia de la carga de las partículas (por ejemplo, al dejar que el velo entre en contacto con el rodillo de electrodo durante un periodo más largo). En cuarto lugar, las partículas se pueden sinterizar al tiempo que se siguen encontrando en contacto con el rodillo de electrodo (la así denominada línea de presión de sinterización semiseparada de la figura 2b que se describió anteriormente).

Los inventores de la presente invención han hallado que desacoplar de la influencia del rodillo de electrodo las partículas conductoras con éxito después de la transferencia se consigue mejor en determinadas condiciones, mientras que en otras condiciones el desacoplamiento es insuficiente, lo que se observa en la calidad del patrón. En particular, cuando se usa papel o cartón como un sustrato y se utiliza un desacoplamiento dependiente de la humedad, la humedad relativa del entorno del proceso es preferiblemente de aproximadamente un 20 - 90 %, por lo general de un 30 - 60 %. Esta humedad relativa quiere decir, por ejemplo, unos contenidos de humedad en el papel de entre un 2 y un 20 %. Esto proporciona a las partículas cargadas un tiempo de decadencia de la carga conveniente para el desacoplamiento.

Sistema de sinterización

En el proceso de sinterización, las partículas de polvo metálicas (o de polímero) se sinterizan entre sí para formar una estructura conductora y continua. El procedimiento de sinterización utiliza simplemente presión y temperatura (en una configuración o bien de rodillo o bien de placa). Este se usa para superar la temperatura de fusión y de sinterización del material conductor usado. Se puede calentar o bien uno o bien ambos de los rodillos, placas o correas en la línea de presión de sinterización. Los materiales de superficie del material calentado deberían tolerar la temperatura que se usa (por ejemplo, 50 °C - 250 °C) sin deformación. Son algunos materiales de superficie posibles para el rodillo, por ejemplo, carburo de wolframio, cromado duro, cubiertas de PTFE y sus derivados y material cerámico con propiedades antiadherentes (una baja energía superficial). La sinterización puede tener lugar en

contacto directo con el rodillo calentado o el calor se puede transferir a través del material de sustrato. Asimismo, ambos rodillos en contacto se pueden calentar para aumentar la transferencia de calor en la línea de presión. Los estudios de los inventores de la presente invención indican que, para aumentar al máximo la fijación de las partículas al sustrato, se prefiere que se caliente al menos el rodillo o la placa que entra en contacto con la superficie del sustrato que no comprende el patrón formado por partículas (el segundo rodillo). El rodillo en contacto con el polvo (el primer rodillo) puede estar a una temperatura considerablemente más baja, incluso estar sin calentar y ser enfriado. No obstante, se logran unos patrones duraderos por medio del calentamiento de solo ese rodillo (el primer rodillo).

Son propiedades importantes de las superficies de los rodillos una lisura muy alta (preferiblemente, $R_a < 1 \mu\text{m}$) y una baja energía superficial (preferiblemente, $< 100 \text{ mN/m}$). Esto es para disminuir la tendencia de los metales fundidos de adherirse al rodillo.

El calentamiento se puede realizar también con láser, o por medio de inducción, calentamiento por IR y calentamiento por microondas antes de la compresión en una línea de presión.

Características especiales de los sistemas de deposición para materiales semiconductores (y también materiales aislantes para estructuras en capas)

Para los semiconductores y los materiales aislantes, el principio de deposición puede tener lugar de forma similar a la electrofotografía tradicional. Por semiconductores los inventores de la presente invención quieren decir materiales inherentemente semiconductores o agregados que comprenden un material conductor y aislante (es decir, unas partículas que tienen un tiempo de decadencia de la carga considerable). La diferencia en la carga de las partículas conductoras son los métodos de carga, que son la carga por efecto triboeléctrico y la carga con una cantidad en exceso de iones, por ejemplo, carga de campo (alta tensión, 1000 - 20000 V, que se usan para crear un efecto corona y, por lo tanto, una gran cantidad de iones). El método también se puede usar bien para crear estructuras en capas. Preferiblemente, partículas con diferentes propiedades (por ejemplo, metálicas y poliméricas) se depositarán en etapas separadas. Por ejemplo, en primer lugar, se pueden depositar y sinterizar unos trayectos conductores metálicos, después de lo cual se pueden depositar materiales aislantes (polímeros, lacas) sobre la superficie y sinterizarse. Cabe destacar que no se ha de destruir capa subyacente alguna en las siguientes etapas. Esto se puede lograr, por ejemplo, mediante la selección del punto de fusión de los materiales subyacentes más alto que el punto de fusión del material de más arriba. Como alternativa, se puede usar una resina termoestable para evitar que el material se funda de nuevo. En realidad, el punto de fusión original de la resina usada puede ser más bajo que el del material que se deposita por encima de la misma. Cuando se mezcla algún agente de reticulación con la resina, la resina se reticulará durante el proceso de aplicación. El iniciador que desencadena la reacción de reticulación puede ser, por ejemplo, calor, radiación de UV o de otro tipo. La capa reticulada ha dejado de ser moldeable por calentamiento. Como un ejemplo de estas resinas, se pueden mencionar los siguientes grupos: fenol - formaldehído, resinas de amino y de furano, resinas de éster vinílico y de poliéster insaturado, alilos, resinas epoxídicas, siliconas, poliimididas y poliuretanos termoestables.

Resultados experimentales

El sistema que se usa en las pruebas experimentales fue diseñado para la impresión en hojas, pero sin presentar restricción alguna en lo que respecta a los materiales a base de velo y un sistema más amplio. La velocidad de funcionamiento estaba limitada por la tasa de transferencia de las partículas al rodillo de transferencia y adicionalmente a la superficie del sustrato en la línea de presión de transferencia y, además, el proceso de sinterización (el tiempo de residencia que se requiere para lograr una suficiente sinterización y fusión del material). Los tiempos de residencia para sinterizar las partículas variaron entre 1 ms y 10 s, se hizo que las temperaturas variaran dependiendo de los puntos de fusión de material de los materiales, entre 50 y 250 °C, y se hizo que la presión variara entre 50 kPa y 10 MPa.

La figura 6a muestra unas partículas que se transfieren sobre una superficie de papel antes de la sinterización. La anchura de línea es de 500 μm y las partículas que se usan tienen un diámetro promedio de 30 μm . En la figura 6b se muestra una estructura sinterizada que tiene una anchura de línea de 1 mm y un diámetro promedio de partícula de 80 μm . Cuanto más pequeñas sean las partículas, mejor será la resolución que se logre. Por lo general, el rango de los tamaños de partícula para los polvos de estaño - bismuto comerciales es de 5 - 100 μm . Se pueden lograr patrones bien conductores a lo largo de la totalidad de este rango.

La figura 7a muestra una línea de 500 μm y la figura 7b muestra una línea de estaño - bismuto de 300 μm que se deposita sobre una película de PET. El tamaño promedio de partícula es de 10 μm . En ambos casos se logró una estructura continua.

Las figuras 8a y 8b presentan un polvo de estaño - bismuto que se sinteriza sobre una superficie de papel en dos escalas diferentes. En la figura 8a, la anchura de línea es de 500 μm y la longitud de la barra de escala en la figura 8b es igual a 10 μm .

En las figuras 6 - 8 se puede observar que las partículas se fusionan directamente una con otra con el fin de formar una estructura conductora continua. La importancia de este hecho se muestra en la figura 9, que muestra unos

resultados experimentales de medición de conductividad para una aleación de estaño - bismuto transferida de forma electrostática y sinterizada con respecto al estaño - bismuto a granel y varios otros metales y polímeros. Se puede observar que se logra una conductividad eléctrica casi igual a la del metal a granel.

5 En lo sucesivo, se describen con más detalle algunos métodos de transferencia convenientes aparte de los que se han descrito anteriormente:

Transferencia electrofotográfica

10 Básicamente, la transferencia electrostática se puede llevar a cabo tal como se describió anteriormente (la electrofotografía en seco / tradicional). Otras formas incluyen la electrofotografía líquida, en la que se usa un disolvente. Las partículas de estaño - bismuto (u otras partículas convenientes) se depositan en el disolvente. El disolvente se evapora o es absorbido por el sustrato (en particular, papel o cartón), después de lo cual se lleva a cabo la sinterización para partículas (casi) secas. Algunos mecanismos de transferencia posibles, además de los que se describieron anteriormente, incluyen el revelado en cascada (revelado de dos componentes), revelado con cepillo de pelo, revelado con cepillo magnético, revelado de impresión, revelado de nube de polvo, revelado de pulverización de líquido, revelado electroforético líquido, revelado térmico, revelado de película de líquido, liberación selectiva (de estaño - bismuto) de tóner y otros.

Impresión serigráfica

20 Un "color" en forma líquida se transfiere al sustrato a través de unos medios de malla de tipo velo (tela o metal) o a través de una plantilla de estarcir. El estaño - bismuto (u otras partículas convenientes) se dispersa en un medio de soporte o disolvente, que se usa para aplicar las partículas como una pasta líquida sobre el sustrato. El disolvente se evapora o se absorbe en el sustrato antes de la sinterización.

Huecograbado, impresión flexográfica, impresión offset, impresión por chorro de tinta e impresión en relieve

El estaño - bismuto (u otras partículas convenientes) se dispersa en un medio de soporte o disolvente, que se usa para aplicar las partículas como una pasta líquida sobre el sustrato de acuerdo con la técnica en cuestión. El disolvente se evapora o se absorbe en el sustrato antes de la sinterización.

25 Hablando en términos generales, la técnica divulgada se puede variar de tal modo que se use alguna otra técnica de sinterización en lugar de la sinterización por línea de presión. Por lo tanto, en una forma general, el método comprende formar un patrón conductor sobre un sustrato aislante plano, en particular de tal modo que

- una materia conductora de tipo partículas se transfiere sobre una superficie del sustrato para dar un patrón previamente definido, y
- 30 - la materia conductora de tipo partículas se sinteriza al menos parcialmente a una temperatura y una presión elevadas con el fin de convertir el patrón formado por partículas en un patrón continuamente conductor que está fijado al sustrato.

35 Tal como se describió anteriormente, preferiblemente se usan un método de transferencia electrostática y unos medios de transferencia capaces de una transferencia sin malla de la materia conductora de tipo partículas sobre la superficie del sustrato para dar un patrón previamente definido, pero también se pueden emplear otros métodos de impresión. Por lo tanto, todas las realizaciones que se describen en este documento y las que se definen en las reivindicaciones adjuntas se pueden combinar libremente con el concepto básico que se divulgó anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar un patrón conductor sobre un sustrato aislante plano flexible (200), en el que el método incluye las etapas de:
- 5 - transferir una materia conductora de tipo partículas (240) que tiene un tamaño de partícula de 0,5 - 100 μm y que consiste esencialmente en un metal o una aleación de metal que tiene un punto de fusión a presión atmosférica de menos de 300 °C sobre una superficie del sustrato en la forma de un patrón previamente definido, y
 - 10 - sinterizar al menos parcialmente la materia conductora de tipo partículas al alimentar y prensar el sustrato entre dos miembros de línea de presión opuestos (220, 270) a una temperatura de menos de 250 °C, con el fin de convertir la materia conductora de tipo partículas en un patrón continuamente conductor (240') que está fijado al sustrato flexible (200).
2. El método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la materia conductora de tipo partículas (240) tiene un punto de fusión a presión atmosférica a menos de 200 °C.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la materia conductora de tipo partículas (240) tiene un tamaño de partícula de 1 - 20 μm .
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sustrato (200) es un producto a base de fibras, tal como un papel o cartón o una película polimérica.
5. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa de sinterización se lleva a cabo a una temperatura de 50 - 250 °C, en particular de 100 - 200 °C, y a una presión de menos de 20 MPa, preferiblemente de 10 kPa - 20 MPa, en particular de 50 kPa - 10 MPa.
6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dichos miembros de línea de presión comprenden unos rodillos (220, 270), placas, correas o líneas de presión largas tales como líneas de presión de zapata, entre los cuales se alimenta el sustrato (200).
7. El método según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el miembro de línea de presión (270) que entra en contacto con la superficie del sustrato (200) en el lado opuesto del patrón formado por partículas se calienta para potenciar la fijación del patrón conductor a la superficie del sustrato, en el que preferiblemente el miembro de línea de presión (220) que entra en contacto con el patrón formado por partículas (240) está sin calentar o solo se calienta ligeramente.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se usa estaño o una aleación que comprende estaño y bismuto como el material conductor de la materia conductora de tipo partículas (240), siendo la relación de estaño en la aleación de un 20 - 90 % en peso, preferiblemente de un 30 - 70 % en peso del peso total de estos componentes y, de forma opcional, indio y / o zinc, representando una cantidad de un 1 - 60 % en peso del peso total de la aleación.
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, después de la sinterización del primer patrón conductor (240'), al menos una capa aislante adicional, preferiblemente hecha de un material termoestable que está reticulado, se deposita sobre la superficie del sustrato (200) que comprende el patrón conductor (240') y al menos un segundo patrón conductor adicional se transfiere y se sinteriza sobre la segunda capa aislante, siendo preferiblemente el punto de rotura o de deformación de la capa aislante adicional más bajo que el punto de rotura o de deformación del sustrato (200).
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la materia de tipo partículas (240) se transfiere sobre el sustrato por un método de transferencia electrostática, preferiblemente un método de transferencia electrostática sin malla.
11. El método según la reivindicación 10, **caracterizado por que** la materia de tipo partículas (140) se transfiere sobre el sustrato (100) al
- 45 - cargar las partículas de la materia conductora de tipo partículas (140),
 - transferir, por medio de un primer campo eléctrico, las partículas a unas áreas previamente determinadas de un miembro de transferencia (110), tal como un rodillo, una placa o una correa, y
 - transferir las partículas desde el miembro de transferencia (110) sobre el sustrato (100) mediante un segundo campo eléctrico.
- 50 12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado por que**, en la etapa de la transferencia electrostática, se usa un miembro de transferencia, tal como un rodillo o una placa, que tiene al menos un electrodo de transferencia (412) que está cubierto con una capa superficial dieléctrica (418).

13. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la materia de tipo partículas (140; 240) se transfiere sobre el sustrato mediante impresión serigráfica, huecograbado, impresión flexográfica, impresión offset o impresión en relieve.
- 5 14. Un aparato para formar un patrón conductor sobre un sustrato aislante plano flexible (100; 200) según el método de la reivindicación 1, que comprende
- unos medios de transferencia (110, 120; 210, 220) para transferir una materia conductora de tipo partículas (140; 240) que consiste en partículas de metal o de aleación de metal sobre una superficie del sustrato en la forma de un patrón previamente definido,
 - dos miembros de línea de presión opuestos (250, 260; 220; 270) para sinterizar la materia conductora de tipo partículas sobre el sustrato al menos parcialmente con el fin de convertir el patrón formado por partículas en un patrón continuamente conductor (240') que está fijado al sustrato flexible (100; 200).
- 10 15. El aparato según la reivindicación 14, **caracterizado por que** el miembro de línea de presión (270) que entra en contacto con la superficie (200) del sustrato opuesto al patrón formado por partículas se puede calentar para potenciar la fijación del patrón conductor (240) a la superficie del sustrato.
- 15 16. El aparato según la reivindicación 14 o 15, **caracterizado por que** los medios de transferencia (110, 120; 210, 220) comprenden unos medios de transferencia electrostática, preferiblemente capaces de una transferencia sin malla de la materia conductora de tipo partículas sobre la superficie del sustrato para dar un patrón previamente definido.
- 20 17. El aparato según la reivindicación 16, **caracterizado por que** los medios de transferencia electrostática comprenden un miembro de transferencia que tiene al menos un electrodo de transferencia (412) y una capa superficial dieléctrica (418) para posibilitar la adherencia de partículas conductoras sobre la superficie de la misma.
18. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 o 17, **caracterizado por que** los medios de transferencia electrostática (110, 120; 210, 220) comprenden
- unos medios de carga (132) para inducir una carga eléctrica en las partículas (140) de la materia conductora de tipo partículas,
 - un miembro de transferencia (110), tal como un rodillo, una placa o una correa de transferencia, que tiene un electrodo (112, 114) o un patrón de carga para la recepción de partículas cargadas en unas áreas previamente determinadas del miembro de transferencia, y
 - un miembro de electrodo (120), tal como un rodillo, una placa o una correa de electrodo, para transferir las partículas desde el miembro de transferencia (110) a la superficie (102) del sustrato (100) por medio de un campo eléctrico.
- 25
- 30

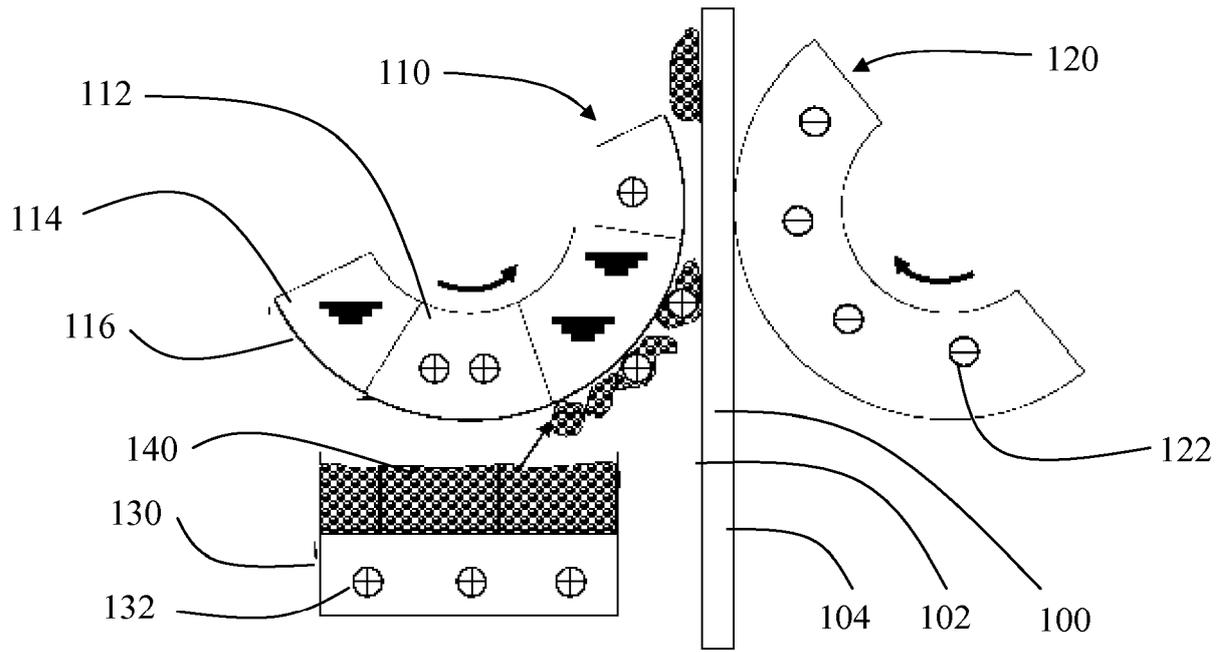


Fig. 1

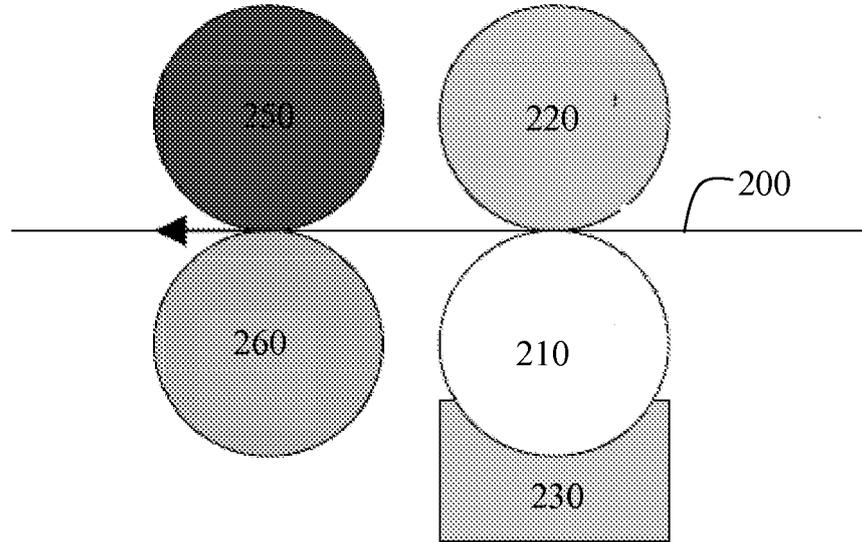


Fig. 2a

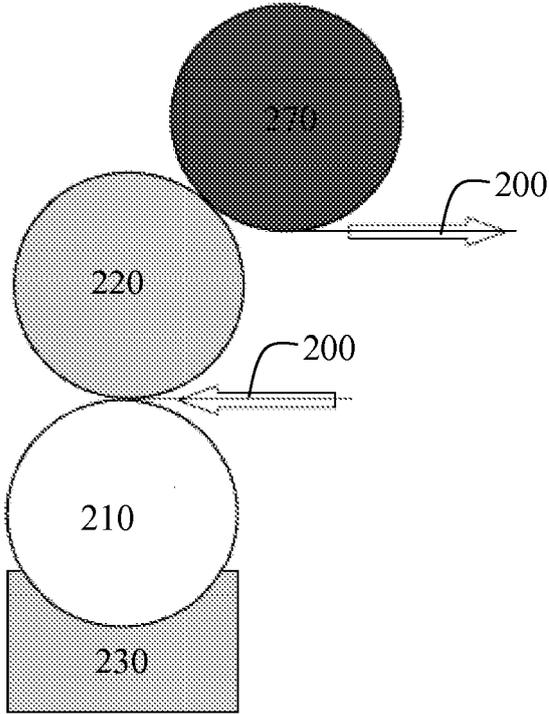


Fig. 2b

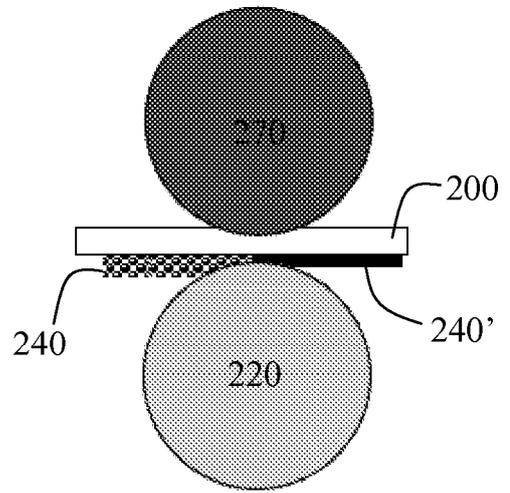


Fig. 2c

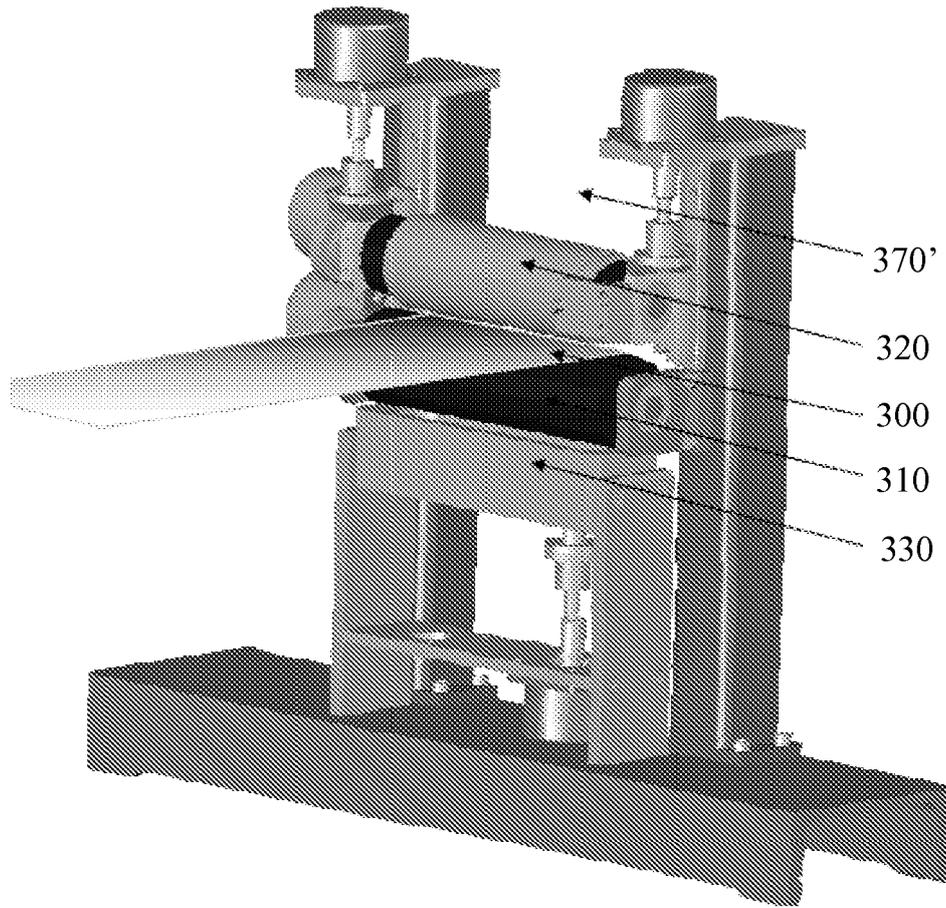


Fig. 3

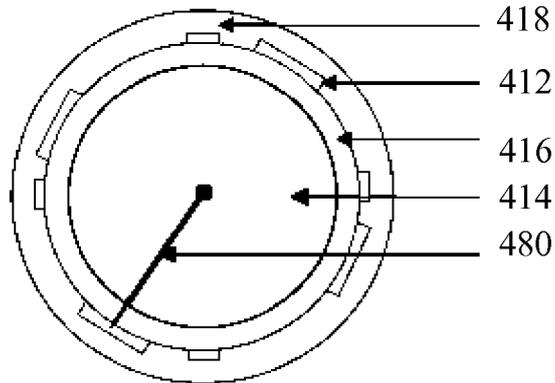


Fig. 4a

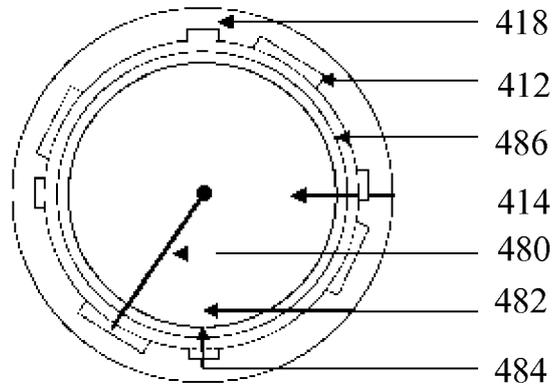


Fig. 4b

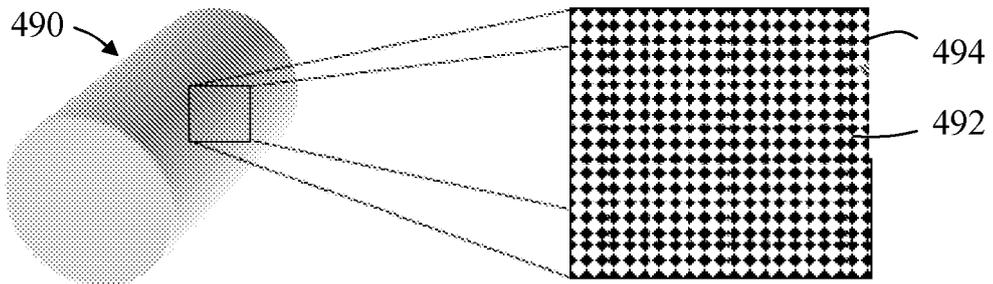


Fig. 4c

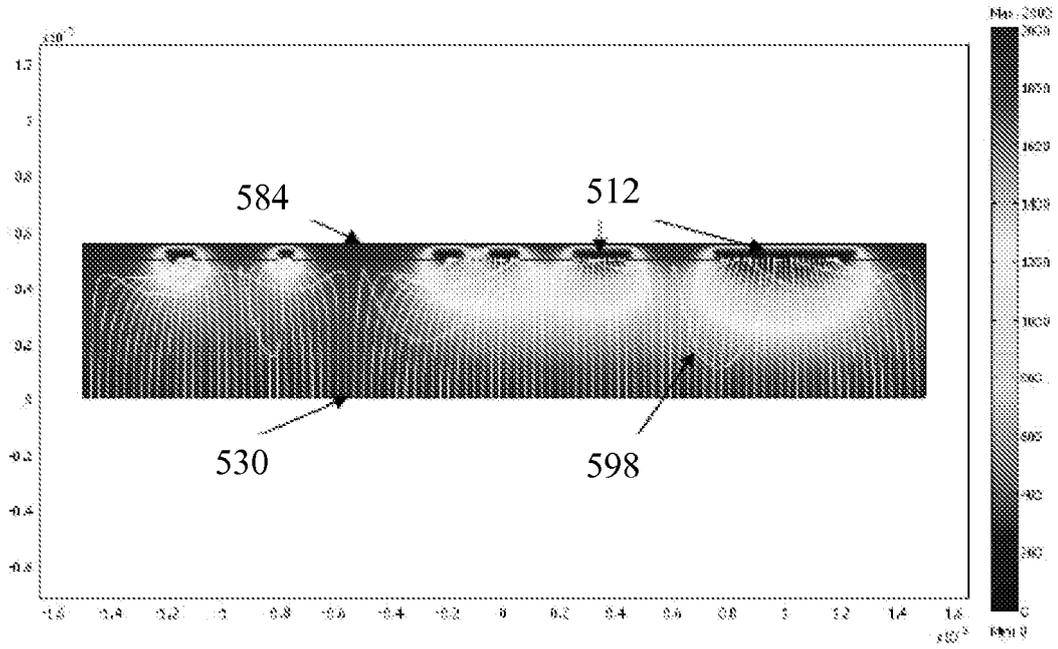


Fig. 5

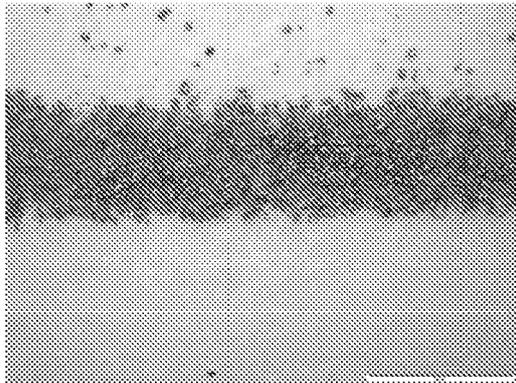


Fig. 6a

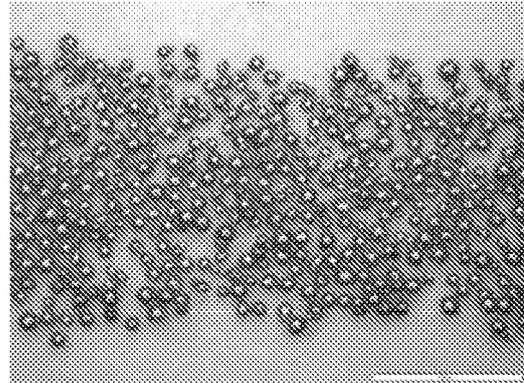


Fig. 6b

línea de 500 μm

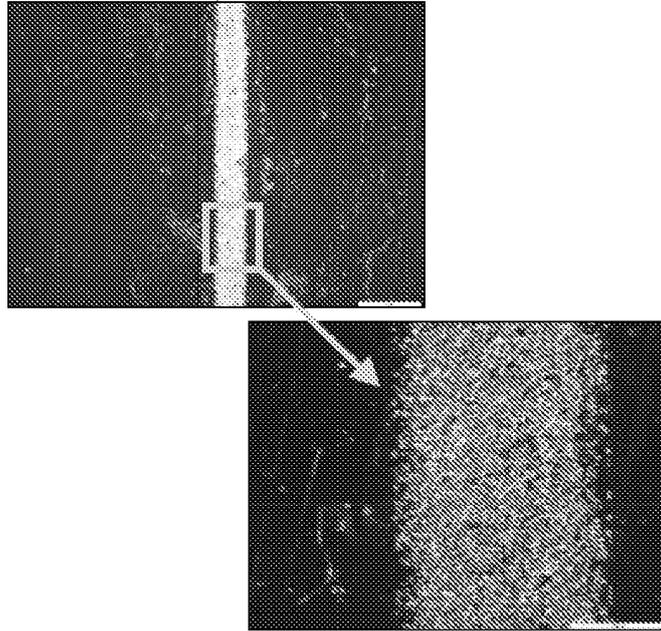


Fig. 7a

línea de 300 μm

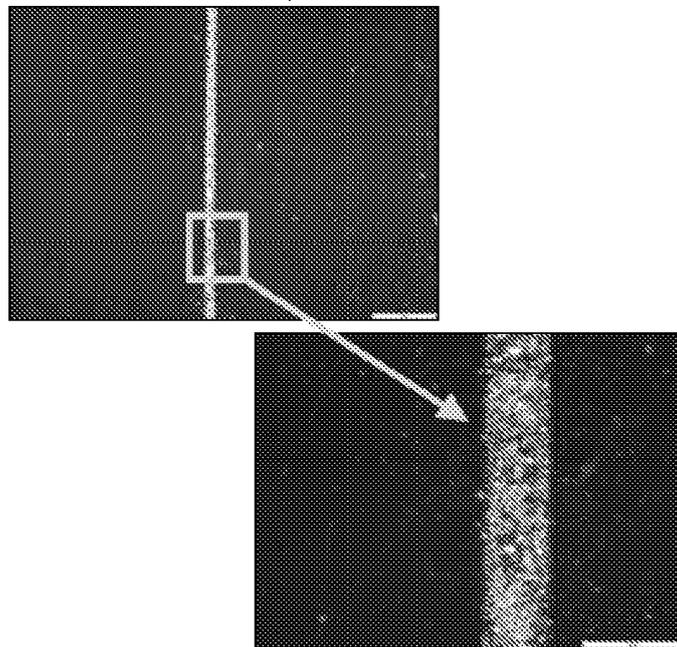


Fig. 7b

