

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 731**

51 Int. Cl.:

**H05K 3/10** (2006.01)

**H05K 3/12** (2006.01)

**H05K 1/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2013 PCT/FI2013/050099**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO13113995**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2013 E 13743076 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019 EP 2810540**

54 Título: **Método y disposición para producir un patrón eléctricamente conductor sobre una superficie**

30 Prioridad:

**30.01.2012 FI 20125087**

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

**20.02.2020**

73 Titular/es:

**STORA ENSO OYJ (100.0%)  
P.O. Box 309  
00101 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**SIRVIÖ, PETRI y  
MAIJALA, JUHA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 743 731 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 disposición para producir un patrón eléctricamente conductor sobre una superficie

5 Campo técnico

La invención se refiere en general a la tecnología de producción de patrones conductores en un sustrato. Especialmente la invención se refiere a un caso en el que dichos patrones conductores se producen mediante impresión.

10

Antecedentes de la invención

Los dispositivos electrónicos impresos parecen albergar la promesa de permitir la integración rentable de la funcionalidad electrónica a una gran variedad de productos de consumo. Aquí debe tenerse en cuenta que incluso si una placa de circuito tradicional, a base de epoxi o poliéster a menudo se denomina placa de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés), no cumple con la definición real de dispositivos electrónicos impresos. En una PCB, el uso de la impresión (por serigrafía) se limita a la producción de patrones de tinta resistente al grabado antes del grabado de cobre no deseado, así como a la producción de marcas visibles sobre la superficie de una placa en otras circunstancias completa. Los verdaderos dispositivos electrónicos impresos son aquellos patrones conductores, semiconductores y/o posiblemente otros patrones que constituyen los elementos funcionales reales del circuito electrónico formados sobre un sustrato en un proceso de impresión. Aunque no es obligatorio, es muy ventajoso si el proceso utilizado para producir dispositivos electrónicos impresos es del tipo llamado rodillo sobre rodillo, es decir, que el sustrato puede presentarse en forma de una tela larga y enrollada, que se desenrolla para el paso de impresión y se puede enrollar nuevamente en un rodillo posteriormente. Otro mecanismo de alimentación ampliamente utilizado es la alimentación de hojas, en el cual el sustrato viene en forma de una gran cantidad de hojas que se alimentan a través del proceso de impresión.

25

Una pregunta clave para producir dispositivos electrónicos impresos es cómo garantizar que el material conductor solo se distribuya y se una a las porciones deseadas del sustrato. Una solicitud PCT publicada con el número de publicación WO 2009/135985 contiene una breve revisión de los métodos conocidos, que incluyen electrodeposición, impresión por serigrafía, flexoimpresión y de huecograbado. Otros métodos conocidos incluyen la impresión por inyección de tinta y la impresión por transferencia con tintas conductoras. Muchos de los métodos conocidos tienen el inconveniente de requerir materias primas costosas, como polvo de metal de grano muy fino donde el tamaño de grano es lo suficientemente pequeño como para no obstruir las boquillas de rocío o similares.

35

Dicha solicitud PCT describe un método mejorado en el que un sustrato es provisto primero con patrones que atraen partículas conductoras, utilizando una carga eléctrica distribuida espacialmente o un adhesivo o ambos. Las partículas conductoras (que en este caso pueden ser mucho más grandes en tamaño que, por ejemplo, en aplicaciones de inyección de tinta) se distribuyen sobre el sustrato estampado, de modo que se unan solo a los patrones deseados. Después se usa una estación de sinterización con rodillos calentados para sinterizar los patrones cubiertos con partículas en trazas conductoras finales y áreas que permanezcan unidas al sustrato. La solicitud PCT publicada como WO 2009/135985 se incorpora en el presente documento como referencia.

40

Aunque dicho método mejorado representa un avance claro en comparación con muchos métodos anteriores, deja margen para mejorara en áreas como la resistencia al desprendimiento, la continuidad de la conductividad, la aplicabilidad de diferentes compuestos conductores y materiales de rodillo, así como la velocidad de producción.

45

El documento GB895327A divulga la producción de una "imagen de fondo" en un sustrato con partículas sólidas, calentándolas en su punto de fusión, y posteriormente rodándolas en una línea de contacto. La imagen resultante se chapa electrolíticamente con cobre para formar un patrón conductor final. El área de aplicación consiste en la producción de placas de circuito rígido, y se dice que el sustrato utilizado es resina sintética tipo Bakelite™.

50

Sumario de la invención

Una característica ventajosa de las realizaciones de la presente invención consiste en la provisión de un método y una disposición para producir patrones conductores sobre un sustrato con buena adhesión, alta resistencia al desprendimiento y buena continuidad de conductividad.

55

Los objetivos de la invención se logran calentando partículas conductoras unidas a un sustrato en su punto de fusión, y presionándolas posteriormente contra el sustrato en una línea de contacto fría, cuya temperatura efectiva está por debajo de dicho punto de fusión, en la que la temperatura de la superficie de la porción de la línea de contacto contra la fusión no es inferior a 60 grados centígrados por debajo del punto de fusión.

60

Según un aspecto de la invención, las partículas conductoras que se han unido preliminarmente al sustrato se calientan, preferentemente con un método de calentamiento sin contacto, a una temperatura que es mayor que un punto de fusión característico de las partículas conductoras. El punto de fusión "característico" significa, por ejemplo,

65

que si las partículas conductoras son partículas compuestas en las que dos o más componentes permanecen separados en partículas diferentes y/o incluso dentro de una sola partícula, hablamos de un punto de fusión en el que dichos componentes se funden que tiene un efecto predominante sobre la creación de cohesión dentro de la masa fundida proveniente de una pluralidad de partículas fundidas. Otra forma de definir un punto de fusión "característico" es decir es una temperatura en y/o por encima de la cual la sustancia en cuestión comienza a comportarse predominantemente como un fluido más o menos viscoso. Si las partículas conductoras tienen una composición homogénea y consisten solo en un metal o aleación que tenga un punto de fusión bien definido, de manera directa el punto de fusión característico es el punto de fusión de ese metal o aleación.

Inmediatamente después de dicho calentamiento, dentro de un intervalo de tiempo que no permita que el material conductor fundido se solidifique en gran medida, el sustrato con el patrón conductor fundido se lleva a una línea de contacto fría, donde se aplica presión contra el sustrato con la superficie estampada. La línea de contacto "fría" significa que la temperatura de al menos un cuerpo que entra en contacto con el sustrato estampado en la línea de contacto es inferior a dicho punto de fusión característico. Esto no necesita ser mucho menor; por el contrario, en muchos casos se ha encontrado ventajoso si la temperatura en la línea de contacto fría es solo un poco menor que el punto de fusión. Por lo tanto, en comparación con la temperatura ambiente, los rodillos u otras entidades que implementan la línea de contacto "fría" en realidad podrían considerarse relativamente calientes. También debe tenerse en cuenta que la presión tiene un efecto sobre las transformaciones de fase, además de tener un efecto sobre la propagación y coalescencia del material conductor fundido. En conjunto, la presión y la temperatura en la línea de contacto fría son tales que el material conductor abandona la línea de contacto en forma sustancialmente solidificada formando parches esencialmente conductores del tamaño, forma y ubicación deseados sobre la superficie del sustrato.

Una clase particular de realizaciones de la invención que implica un método para producir un patrón eléctricamente conductor sobre una superficie, comprende en el siguiente orden:

- transferir partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre un área de forma predeterminada sobre una superficie de un sustrato, que comprende uno de los siguientes: papel, cartón, película de polímero, textil, material no tejido,
- calentar las partículas sólidas eléctricamente conductoras a una temperatura superior a un punto de fusión característico de las partículas sólidas eléctricamente conductoras, creando de este modo una masa fundida, y
- presionar la masa fundida contra el sustrato en una línea de contacto, en el que la temperatura de la superficie de una porción de la línea de contacto contra la masa fundida es inferior a dicho punto de fusión característico, en el que la temperatura de la superficie de la parte de la línea de contacto contra la masa fundida no es inferior a 60 grados centígrados por debajo del punto de fusión característico.

Otra clase particular de realizaciones de la invención implica una disposición para producir un patrón eléctricamente conductor en una superficie, que comprende:

- un manipulador de partículas configurado para transferir partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre un área de forma predeterminada sobre una superficie de un sustrato, que comprende uno de los siguientes: papel, cartón, película de polímero, textil, material no tejido,
- un calentador configurado para calentar partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre la superficie del sustrato, a una temperatura que sea mayor que un punto de fusión característico de las partículas sólidas eléctricamente conductoras, y de este modo configurado para crear una masa fundida,
- una línea de contacto configurada para presionar la masa fundida contra el sustrato, y
- un regulador de temperatura de línea de contacto configurado para mantener una temperatura de superficie de una porción de la línea de contacto contra la masa fundida menor que dicho punto de fusión característico, en el que la temperatura de la superficie de la porción de la línea de contacto contra la masa fundida no es inferior a 60 grados centígrado debajo del punto de fusión característico.

Las características novedosas que se consideran características de la invención se exponen en particular en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, la propia invención, tanto en su construcción como en su método de operación, junto con los objetivos adicionales y ventajas de la misma, se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción de realizaciones específicas cuando se lea en relación con los dibujos adjuntos.

Las realizaciones ejemplares de la invención presentadas en esta solicitud de patente no deben interpretarse como si siguieran limitaciones a la aplicabilidad de las reivindicaciones adjuntas. El verbo "comprender" se usa en esta solicitud de patente como una limitación abierta que no excluye la existencia de características no expuestas.

Las características expuestas en las reivindicaciones dependientes se pueden combinar mutuamente libremente, a menos que se indique explícitamente lo contrario.

La figura 1 ilustra un método y una disposición según una realización de la invención,

- la figura 2 ilustra la transferencia de partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre un sustrato según una realización de la invención,
- la figura 3 ilustra la transferencia de partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre un sustrato según otra realización de la invención,
- 5 la figura 4 ilustra la transferencia de partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre un sustrato según otra realización más de la invención,
- la figura 5 ilustra el calentamiento con infrarrojo,
- la figura 6 ilustra el calentamiento con ondas milimétricas o micrométricas,
- la figura 7 ilustra el calentamiento con una linterna,
- 10 la figura 8 ilustra el calentamiento con láser,
- la figura 9 ilustra el uso de un rodillo calentado para calentar,
- la figura 10 ilustra el uso de un flujo de gas calentado para calentar,
- la figura 11 ilustra una masa fundida con un ángulo de contacto relativamente grande, y
- la figura 12 ilustra una masa fundida con un ángulo de contacto relativamente pequeño.

15 Descripción detallada de las realizaciones de la invención

La figura 1 es una ilustración esquemática del nivel principal de un método y un aparato según una realización de la invención. Un mecanismo manipulador de sustrato comprende un alimentador de sustrato 101, que puede ser, por ejemplo, una estación de desenrollado donde se desenrolla una tela fibrosa de un rodillo, o un manipulador de pila donde las hojas o las piezas de sustrato planas correspondientes se toman de una pila. El sustrato generalmente se designa con el designador de referencia 102, y puede ser de cualquiera de una amplia variedad de materiales, formas y espesores. El papel, cartón y las películas de polímero (plásticas) se han considerado buenos sustratos, pero también se pueden utilizar otras superficies no conductoras similares.

20 La razón de la suposición de no conductividad es el hecho de que producir patrones que sean específicamente conductores, especialmente para los fines de los dispositivos electrónicos impresos, tiene poca importancia si el sustrato también es conductor, de modo que los patrones harían cortocircuito entre sí. Como tal, el papel o el cartón pueden estar recubiertos, no recubiertos, sin madera o con madera. Los sustratos de capas múltiples también son útiles, en cuyo caso el sustrato no necesita ser completamente no conductor; es suficiente si la superficie sobre la cual se imprimirán los patrones conductores no es conductora. Otros posibles sustratos incluyen, por ejemplo, textiles, materiales no tejidos, placas de circuitos de la industria electrónica, artículos moldeados y vidrio. Otras posibilidades implican materiales de construcción, tales como papel tapiz y recubrimientos de piso, cerámicas no horneadas y horneadas, bases y compuestos (biopoliméricos). Cada uno de los sustratos enumerados tiene sus propias áreas de aplicación y ventajas.

25 En el ejemplo de la figura 1 suponemos que el alimentador de sustrato 101 también comprende medios para crear un área de adhesión 103 sobre la superficie del sustrato 102. Para los propósitos de la presente invención, no es esencial para crear un área de adhesión, pero puede ayudar a simplificar el siguiente paso en el proceso. Un área de adhesión se caracteriza porque la adhesión de las partículas sólidas eléctricamente conductoras (que se transferirán sobre la superficie del sustrato en el siguiente paso) al sustrato es más fuerte dentro del área de adhesión que fuera de la misma. Para los propósitos de la presente invención, no es importante, cuál es el mecanismo real de aumentar la adhesión; este puede ser, por ejemplo, la adhesión dispersiva (es decir, pegado) o adhesión electrostática. Como ejemplo del anterior, el alimentador de sustrato 101 puede comprender una sección de impresión de adhesivo o lacado (no mostrada por separado) que está configurada para extender un adhesivo o laca sobre el sustrato para crear un área de adhesión de forma predeterminada. Si se basa en la adhesión electrostática, el alimentador de sustrato 101 puede comprender una sección de cargador eléctrico que está configurada para crear una distribución espacial de carga eléctrica estática en el sustrato (o sobre la superficie del sustrato) para crear un área de adhesión de forma predeterminada. En algunos casos, puede ser deseable hacer que el área de adhesión 103 cubra toda la superficie del sustrato, ya sea debido a que toda la superficie se cubrirá con un patrón conductor o debido a que la forma y el tamaño del patrón conductor se determinarán mediante transferencia selectiva de partículas sólidas eléctricamente conductoras a solo una parte del área de adhesión. Por lo tanto, podemos concluir que un caso limitante del concepto "forma predeterminada" es la forma del sustrato completo.

30 La etapa del proceso que se ilustra como si tuviera lugar en la sección 104 de la figura 1 implica transferir partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre un área de forma predeterminada sobre una superficie del sustrato 102. En consecuencia, la parte del aparato responsable de la operación en la sección 104 puede llamarse un manipulador de partículas, y está configurado para implementar dicha transferencia de partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre dicha área de forma predeterminada sobre la superficie del sustrato 102. Las posibles implementaciones ejemplares del manipulador de partículas se describirán en detalle más adelante en este texto. En la realización ejemplar de la figura 1 suponemos que las partículas sólidas eléctricamente conductoras se aplican selectivamente solo a las áreas de adhesión que se crean dentro del alimentador de sustrato 101. También es posible transferir partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre la superficie del sustrato con un método que consiste en crear simultáneamente la adhesión necesaria. Por ejemplo, las partículas sólidas eléctricamente conductoras pueden servir como parte de un compuesto que contenga, además de las partículas sólidas

eléctricamente conductoras, un fluido o una sustancia gelatinosa que tenga propiedades adhesivas. Eso podría hacer que la creación preparatoria de las áreas de adhesión 103 sea completamente innecesaria en cualquier etapa que preceda a la sección 104; por otro lado, dejar de lado la creación preparatoria de las áreas de adhesión puede imponer requisitos más estrictos a la precisión operativa del manipulador de partículas, ya que solo debe garantizar que solo las áreas predeterminadas deseadas de la superficie del sustrato se cubran con las partículas sólidas eléctricamente conductoras.

La etapa del método y la sección del aparato ilustrado esquemáticamente como 105 comprenden calentar las partículas sólidas eléctricamente conductoras a una temperatura que es mayor que un punto de fusión característico de las partículas sólidas eléctricamente conductoras. El uso de un calentador configurado para aplicar un método de calentamiento sin contacto implica la característica ventajosa de que el calentamiento no causará fácilmente dispersión o cambios macroscópicos no deseados en la distribución espacial del material conductor sobre la superficie del sustrato. En otras palabras, el material eléctricamente conductor permanece en el lugar donde debía estar. Sin embargo, la invención no excluye específicamente los métodos de calentamiento que están en contacto. Especialmente si un método de calentamiento por contacto implica el uso de una presión de contacto muy baja, puede tener las mismas características ventajosas de ausencia de dispersión. Como resultado del calentamiento, se crea una masa fundida.

La etapa del método y la sección del aparato ilustrado esquemáticamente como 106 es el llamado línea de contacto fría, donde el designado "frío" debe entenderse como "relativamente frío" en comparación con la sección de calentamiento que la precede. En la línea de contacto fría, la masa fundida que se creó por calentamiento en la sección 105 se presiona contra el sustrato 102. Debido a que la invención permite (pero no requiere) usar un agente adhesivo sobre la superficie del sustrato para crear el área de adhesión 103, presionando la masa fundida contra el sustrato cubre conceptualmente tanto presionar una masa fundida directamente contra un sustrato como presionar una masa fundida contra una capa adhesiva que se encuentra en la superficie del sustrato entre la masa fundida y el sustrato. Una temperatura de la superficie de una porción de la línea de contacto fría contra la masa fundida es inferior al punto de fusión característico que se ha analizado anteriormente. Por lo tanto, la línea de contacto fría hará que el material previamente fundido de las partículas eléctricamente conductoras sólidas originalmente se solidifique nuevamente, pero esta vez no en forma de partículas separadas sino en forma de una capa esencialmente continua, eléctricamente conductora que cubre esa área sobre la superficie del sustrato sobre la cual se transfirieron las partículas sólidas eléctricamente conductoras en el manipulador de partículas 104.

Se ha descubierto que es ventajoso mantener la temperatura efectiva (es decir, la temperatura de la superficie de aquella porción de la línea de contacto fría contra la masa fundida) en la línea de contacto fría solo un poco inferior a dicho punto de fusión característico. Esto asegura, por ejemplo, que la masa fundida no se solidificará prematuramente, antes de presionarse contra el sustrato. También asegura que la solidificación se llevará a cabo con la suficiente lentitud, de modo que, bajo la presión de la línea de contacto, la masa fundida todavía tendrá algo de tiempo para fluir y formar la capa esencialmente continua de conductividad eléctrica que se pretenda, así como para fluir hacia eventuales poros o vacíos en la superficie del sustrato, lo que mejora la adhesión. Por otro lado, el uso de una línea de contacto fría (y no una caliente que podría mantener el estado fundido de la masa fundida) implica la ventaja de que, a pesar de la presión de la línea de contacto, los bordes del patrón conductor deseado mantendrán en gran medida su ubicación y tamaño. En otras palabras, el material conductor fundido no chorreará a través de la superficie del sustrato para llenar, manchar o gotear hacia áreas de la superficie que permanecieron no conductoras.

Según una realización de la invención, la diferencia entre la temperatura de la línea de contacto fría y el punto de fusión característico no es mayor de aproximadamente 50-60 grados centígrados, es decir, que la temperatura de la superficie de la porción de la línea de contacto contra la masa fundida no es inferior a 60 grados centígrados por debajo del punto de fusión característico. En muchos casos, se puede utilizar una diferencia de temperatura mucho menor. Se ha descubierto que la diferencia óptima entre la temperatura de la línea de contacto fría y el punto de fusión característico es, al menos en cierta medida, una función de la velocidad a la que el sustrato es accionado a través del proceso. En una disposición de prueba, el sustrato fue accionado a 6 metros por minuto, y las temperaturas estaban entre 175 y 177 grados centígrados, incluidos los extremos, para el punto de fusión característico y de 142 grados centígrados para la línea de contacto fría. Cuando todo se mantuvo igual, pero la velocidad de accionamiento se incrementó a 10 metros por minuto, se descubrió que la temperatura óptima de línea de contacto fría era de 151 grados centígrados. En dicha disposición de prueba, la conclusión general fue que a velocidad de accionamiento que varía entre 5 y 10 metros por minuto, la temperatura de la línea de contacto fría debe seleccionarse en el intervalo de 135 a 155 grados centígrados, incluidos los extremos, con velocidades de accionamiento más rápidas que corresponden a temperaturas de la línea de contacto fría más altas.

Cabe destacar que cuando la aleación de metal que se usó en dicha disposición de prueba se calienta, comienza a ablandarse a 135 grados centígrados, pero se funde completamente solo a 177 grados centígrados (en consecuencia el valor algo flexible para el punto de fusión característico utilizado en el ejemplo anterior). Es típico de las aleaciones de metal no eutécticas que tengan las llamadas temperaturas de sólido y líquido, entre las cuales existen como una pasta de partículas sólidas en una masa fundida de la fase de fusión más baja. Para algunas aleaciones no eutécticas, puede ser mejor considerar la temperatura del líquido como el punto de fusión

característico, debido a que por encima de la temperatura del líquido es cierto que la sustancia en cuestión se comporta predominantemente como un fluido. Sin embargo, para algunas otras aleaciones no eutécticas, el comportamiento de la sustancia entre sus temperaturas de sólido y líquido es como un fluido (por ejemplo, cuando la aleación de dos metales solo contiene una cantidad relativamente pequeña del metal de fusión más caliente) por lo que puede estar justificado para considerar la temperatura de sólido (o alguna otra temperatura entre las temperaturas de sólido y líquido) como el punto de fusión característico.

En general, se ha descubierto que las aleaciones no eutécticas se adaptan muy bien a los propósitos de la presente invención, incluso mejor que los metales eutécticos o puros que tienen una temperatura única bien definida como punto de fusión. Esto es particularmente cierto para las aleaciones no eutécticas del tipo mencionado anteriormente, que comienzan a comportarse como fluidos muy por debajo de su temperatura de líquido. La aleación parcialmente fundida puede comportarse como laminillas o un fluido relativamente viscoso, lo que hace que sus movimientos en la superficie del sustrato sean previsibles y fáciles de controlar. Además, el intervalo de temperatura entre las temperaturas de sólido y líquido permite algunas tolerancias en el control de las temperaturas de las diversas partes del aparato. Por el contrario, una aleación eutéctica o un metal puro puede exhibir una transición muy aguda entre un estado completamente sólido y un estado líquido de muy baja viscosidad, lo que hace que sea más difícil mantener las temperaturas correctas y controlar el flujo del material conductor en y después del calentamiento.

Decir que los patrones conductores producidos son esencialmente continuos significa que deben ser continuos solo en la medida en que cada patrón pueda ofrecer la sección transversal deseada de la sustancia conductora, de modo que la resistencia eléctrica no sea prohibitivamente alta. Otro factor que define la continuidad (y la precisión en la ubicación) requerida es el tamaño de las almohadillas de contacto en los componentes que se unirán a los patrones conductores impresos, así como la precisión con la que se realizará dicha unión. Es fácil entender que si el tamaño típico de las almohadillas de contacto es del orden de magnitud de un milímetro cuadrado, los poros individuales en el patrón conductor impreso correspondiente pueden ser bastante aceptables si son más pequeños que eso, por ejemplo, del orden de unos pocos cientos de micrómetros o más pequeños.

En algunos ejemplos ilustrativos, incluso puede ser ventajoso mantener la denominada temperatura de la línea de contacto fría igual o casi igual al punto de fusión característico del material eléctricamente conductor utilizado. Incluso si eso puede significar que la solidificación real del material se lleva a cabo solo inmediatamente después de la línea de contacto fría y no en la propia línea de contacto fría, la presión aplicada con los rodillos de la línea de contacto fría puede tener efectos muy ventajosos en términos de, por ejemplo, la adherencia y suavidad de la superficie.

El mecanismo de manipulación del sustrato que se ilustra esquemáticamente en la figura 1 comprende un recolector de sustrato 107, en el que se recoge el sustrato con los patrones conductores completos sobre su superficie. El recolector de sustrato 107 puede comprender, por ejemplo, una estación enrolladora o un apilador, en el que un sustrato similar a una cinta continua se enrolla en un rodillo o las piezas de un sustrato similar a una lámina se apilan respectivamente. El recolector de sustrato 107 puede comprender también medios de procesamiento posterior que están configurados para procesar posteriormente el sustrato después de formar los patrones conductores, por ejemplo mediante enfriamiento, retirando de carga eléctrica estática, recubrimiento, evaporación de componentes volátiles de sustancias presentes dentro o sobre el sustrato, o similares.

A continuación, consideraremos algunos ejemplos para implementar algunas de las secciones descritas anteriormente en la práctica. La figura 2 ilustra una realización de la invención en la que las áreas de adhesión 103 se crean esparciendo adhesivo sobre el sustrato 102 con un aplicador de adhesivo 201. Desde hace mucho tiempo se conoce una muy amplia variedad de métodos para aplicar un adhesivo sobre la superficie de un sustrato plano, en forma de lámina o en forma de cinta, y para los fines de la presente invención no es importante, qué método se utiliza. En la ilustración esquemática de la figura 1 la aplicación de un adhesivo se incluiría en el alimentador de sustrato 101.

Los parches de adhesivo aplicados constituyen de este modo las áreas de adhesión. Para transferir las partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre estas áreas, el sustrato pasa por un rodillo de transferencia 202, que en esta realización de la invención está configurado para tener una superficie ligeramente pegajosa y para rotar a través de un lecho de polvo fluidizado 203 de partículas sólidas eléctricamente conductoras. Estos se unen temporalmente a la superficie del rodillo de transferencia 202, y simultáneamente adquieren una carga eléctrica de una polaridad específica. Un contraelectrodo 204 de la polaridad opuesta se encuentra detrás del sustrato que pasa, de modo que cuando las partículas conductoras cargadas eléctricamente experimentan el campo eléctrico creado, tienden a migrar hacia el contraelectrodo 204. Aquellas partículas eléctricamente conductoras que golpean el adhesivo permanecen allí, mientras que las otras regresan al lecho de polvo fluidizado 203.

El uso de un campo eléctrico es solo una característica adicional en esta realización de la invención. Si el dimensionamiento es correcto, es posible hacer que las partículas sólidas eléctricamente conductoras salten del rodillo de transferencia 202 a las áreas de adhesión dependiendo únicamente de las propiedades de adhesión de la superficie adhesiva del rodillo de transferencia por un lado y de las áreas de adhesión por el otro lado. Las partículas que se unen temporalmente a la superficie ligeramente adherente del rodillo de transferencia se adhieren más

fuertemente a un área de adhesión si entran en contacto con una, y serán en consecuencia arrancadas de la superficie del rodillo de transferencia, mientras que las partículas que se reúnan únicamente en la superficie desnuda del sustrato 102 permanecerán unidas al rodillo de transferencia. La superficie del rodillo de transferencia que es "adherente" no limita la forma en la que se crea la adhesión entre este y las partículas sólidas eléctricamente conductoras; en particular, la adhesión entre la superficie del rodillo de transferencia y las partículas sólidas eléctricamente conductoras no se limita a la adhesión dispersiva del tipo que crean los compuestos químicos adhesivos en las cintas adhesivas. Si las partículas sólidas eléctricamente conductoras tienen propiedades magnéticas, la adhesión se puede crear con magnetismo. Si los materiales y sus propiedades lo permiten, también se puede considerar la adhesión electrostática.

La figura 3 ilustra una realización de la invención en la que se ha implementado tanto la creación de áreas de adhesión como la transferencia de partículas sólidas eléctricamente conductoras de una manera diferente. Para crear las áreas de adhesión, se crea una distribución espacial de la carga eléctrica estática en el sustrato, aprovechando el hecho de que el sustrato no es conductor y, por lo tanto, no permite fácilmente la igualación espontánea de la carga eléctrica. En esta realización, la distribución espacial de la carga eléctrica estática se crea permitiendo que un cable de corona 301 emita cargas negativas dentro de un rodillo de rejilla giratorio 302. En la dirección del sustrato 102 hay un contraelectrodo 303, que tiene un potencial más positivo que el cable de corona 301, dando lugar a un campo eléctrico que acelera los electrones hacia el sustrato 102. Aquellos electrones que pasan a través de las aberturas en el rodillo de rejilla 302 golpean la superficie del sustrato, de modo que se crean parches locales de cargas negativas en exceso. Estos constituyen las áreas de adhesión 103.

Se usa un chorro de partículas 304 para soplar partículas sólidas eléctricamente conductoras hacia el sustrato, ya sea de forma continua o sincronizada con la aparición conocida de áreas de adhesión cargadas eléctricamente en el punto donde apunta el chorro de partículas 304. Un voltaje positivo acoplado al chorro de partículas 304 asegura que las partículas sólidas eléctricamente conductoras adquieran una carga positiva, de modo que sean dirigidas hacia las áreas de adhesión cargadas eléctricamente por la interacción coulombica. Un sistema de recolección 305 recolecta aquellas partículas sólidas eléctricamente conductoras que rebotan del sustrato o que por otras razones no se unen a las áreas de adhesión.

Una realización de la invención que se parece externamente a la realización de la figura 2 y que, por lo tanto, también puede representarse en la figura 2, es aquella en la que se crea una distribución espacial de carga eléctrica sobre una superficie exterior de un rodillo de transferencia dieléctrico. Las partículas sólidas eléctricamente conductoras se ponen en contacto con la superficie del rodillo de transferencia dieléctrica, donde las partículas eléctricamente conductoras permanecen temporalmente en su lugar debido a la interacción coulombica, pero esta vez solo en ubicaciones que corresponden a los patrones conductores deseados que se formarán sobre el sustrato. El rodillo de transferencia dieléctrica se presiona contra el sustrato para transferir las partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre la superficie del sustrato.

No es necesario utilizar campos eléctricos para transferir partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre las áreas de adhesión o para hacer que queden unidas. El movimiento de las partículas sólidas eléctricamente conductoras puede generarse por medios puramente mecánicos, especialmente en aquellas realizaciones de la invención en las que se extiende un adhesivo sobre el sustrato para crear las áreas de adhesión. Por ejemplo, el chorro de partículas 304 y el sistema de recolección 305 de la figura 3 podrían usarse en tales realizaciones sin ningún voltaje aplicado.

La figura 4 es una ilustración esquemática de una realización de la invención en la que las partículas sólidas eléctricamente conductoras se transfieren sobre el área apropiada de la superficie del sustrato como parte de un compuesto 401 que contiene, además de las partículas sólidas eléctricamente conductoras, una sustancia fluida o gelatinosa. Para este fin, el manipulador de partículas comprende un aplicador, que se ilustra esquemáticamente en la figura 4 con el número de referencia 402. Podemos indicar el compuesto 401 como una pasta. Para los propósitos de la presente invención, no es importante, cuál es la implementación exacta del aplicador 402; por ejemplo, a partir de la tecnología de la aplicación de pasta de soldadura a placas de circuito, se conocen varias técnicas diferentes para aplicar un compuesto similar a una pasta sobre las áreas deseadas de un sustrato plano.

Cabe destacar que la presente invención permite que las partículas sólidas eléctricamente conductoras tengan un tamaño relativamente grande, y esto se aplica tanto a las realizaciones donde las partículas provienen como parte de un compuesto similar a una pasta como a las realizaciones donde las partículas se transfieren sobre el sustrato como polvo seco. Esto es importante, debido a que las partículas sólidas eléctricamente conductoras tienden a ser más caras cuando se requiere un tamaño más pequeño. Por ejemplo, al momento de escribir esta descripción, se conocían pastas de plata y se recomendaban para aplicaciones de inyección de tinta, con un tamaño máximo de partículas de plata de un micrómetro y con precios de varios miles de dólares por litro. En comparación, las partículas de aleaciones que contienen estaño en la clase de tamaño de diez micrómetros tienen un precio de solo algunas decenas de dólares por kilogramo. Las últimas son perfectamente adecuadas para los fines de la presente invención.

También se debe tener en cuenta que si, por ejemplo, se usa un método de aplicación de tipo de serigrafía como

aplicador 402, y la densidad de partículas eléctricamente conductoras en la pasta de impresión es lo suficientemente alta, básicamente sería posible utilizarla (posiblemente después de un período de secado que evapora los compuestos volátiles de la pasta de impresión), las áreas impresas por serigrafía directamente como patrones conductores sobre el sustrato. Sin embargo, la experiencia sugiere que sería difícil alcanzar los altos valores deseados de continuidad en la conductividad, así como la resistencia a la flexión y la resistencia al pelado, si no se usara el calentamiento y la línea de contacto fría según las realizaciones de la invención. Otros métodos de impresión que se pueden usar como el aplicador 402 ilustrado esquemáticamente incluyen, pero no se limitan a, impresión por transferencia, impresión por grabado, impresión flexográfica, impresión por imprenta e impresión por chorro de tinta.

Si algunas áreas de adhesión específicas se han creado o no sobre la superficie del sustrato antes de aplicar la pasta que contiene las partículas sólidas eléctricamente conductoras, no es importante para la presente invención. El uso de un adhesivo o una imprimación para crear áreas de adhesión puede implicar ventajas en la forma de colocar requisitos menos estrictos a las propiedades adhesivas de la sustancia fluida o gelatinosa en la pasta. Si se crean áreas de adhesión, se puede usar cualquiera de los métodos mencionados anteriormente para su creación. Además, las áreas de adhesión pueden tener un papel en el preacondicionamiento de la superficie del sustrato para que se obtengan las propiedades de flujo y humectación deseadas para la pasta, y/o para que después del calentamiento, se obtengan las propiedades de flujo y humectación deseadas para la masa fundida.

Algunos ejemplos de métodos de calentamiento sin contacto y calentadores configurados para aplicarlos se ilustran en las figuras 5 a 10. En cada caso, el sustrato 102 y su supuesto movimiento a lo largo del calentador se ilustra esquemáticamente. La figura 5 ilustra el calentamiento a través de la exposición a la radiación infrarroja proveniente de un radiador 501, y la figura 6 ilustra el calentamiento a través de la exposición a radiación micro o milimétrica proveniente de una fuente de radiación micro o milimétrica 601. En estas realizaciones, como en todas las realizaciones donde el aumento de la temperatura de las partículas sólidas eléctricamente conductoras se basa en la absorción de radiación electromagnética, se pueden utilizar las diferentes características de absorción de las partículas sólidas eléctricamente conductoras y el sustrato. Lo mismo es cierto para el calentamiento inductivo, que puede usarse para calentar las partículas sólidas eléctricamente conductoras, debido a que el sustrato es dieléctrico y no experimentará ninguna corriente eléctrica creada inductivamente y, por lo tanto, permanecerá relativamente frío.

La figura 7 ilustra el calentamiento a través de la exposición a radiación óptica de amplio espectro, que en este caso proviene de una lámpara de descarga eléctrica 701 que puede ser similar a las utilizadas en el llamado recocido con linterna de recubrimientos de película delgada. La figura 8 ilustra una realización de la invención en la que el calentamiento tiene lugar mediante exposición a la radiación láser, que proviene de una fuente láser 801 y se dirige de forma controlable a las ubicaciones deseadas sobre la superficie del sustrato usando dispositivos ópticos controlables 802. El uso combinado de espejos y obturadores controlables permite dirigir el haz láser con precisión a solo aquellos lugares en la superficie del sustrato donde hay partículas sólidas eléctricamente conductoras que se van a calentar. Esto puede ser ventajoso especialmente si el sustrato es del tipo en el que deberá evitarse el calentamiento innecesario.

Cabe destacar que describir el método de calentamiento como uno sin contacto significa estrictamente que solo las partículas sólidas eléctricamente conductoras no deben tocarse; tocar, por ejemplo, otras partes del sustrato no queda excluido en aquellas realizaciones de la invención. Por lo tanto, esta definición cubre también la realización de la figura 9, donde el calentamiento se logra poniendo en contacto la otra superficie del sustrato 102 con un cuerpo calentado, que en este caso es un rodillo calentado 901. La figura 10 ilustra otro método de calentamiento alternativo sin contacto, en el que un flujo de gas caliente emerge de un calentador 1001 hacia la superficie del sustrato 102.

Un método de calentamiento por contacto que utiliza una presión de contacto muy baja podría ser, por ejemplo, uno en el que la superficie con las partículas eléctricamente conductoras distribuidas sobre ella sea accionada a lo largo de un rodillo calentado, pero sin aplicar ninguna presión significativa. La tenacidad o rigidez del sustrato, así como la sintonización espacial exacta del eje de rotación del rodillo, puede depender de que se asegure el contacto entre el rodillo y que las partículas eléctricamente conductoras permanezcan extremadamente ligeras.

Una aplicación importante de los dispositivos electrónicos impresos es la provisión de superficies conductoras sobre sustratos sensibles al calor como el papel y el cartón, que también pueden comprender polímeros y otras capas. Métodos como los descritos en la solicitud de patente número PCT/FI2008/050256, publicada como WO2009/135985, permiten producir las superficies conductoras de compuestos metálicos que son, o se parecen, a las llamadas soldaduras a baja temperatura. Una lista de ejemplos no limitantes de tales compuestos metálicos incluye (los porcentajes indicados son porcentajes en peso):

- estaño/plata (3,43 %)/cobre (0,83 %)
- estaño/plata (2-2,5 %)/cobre (0,8 %)/antimonio (0,5-0,6 %)
- estaño/plata (3,5 %)/bismuto (3,0 %)
- estaño/zinc (10 %)
- estaño/bismuto (35-58 %)

- estaño/indio (52 %)
- bismuto (53-76 %)/estaño (22-35 %)/indio (2-12 %)
- estaño (35-95 %)/bismuto (5-65 %)/indio (0-12 %).

5 A presión ambiente, los primeros cuatro ejemplos enumerados se funden entre 180 y 220 grados centígrados, mientras que los cuatro últimos mencionados pueden fundir a temperaturas significativamente menores, incluso inferiores a los 100 grados centígrados. Simultáneamente, la fusión y la siguiente expansión y coalescencia de un compuesto metálico pueden depender de la presión de tal manera que el aumento de la presión pueda ayudarlas. La temperatura de fusión, o el punto de fusión característico, tiene importancia para el dimensionamiento del calentador, debido a que naturalmente no necesita ser capaz de generar temperaturas mucho mayores que las necesarias para crear la masa fundida.

15 Según una realización de la invención, las partículas eléctricamente conductoras están hechas de una aleación de estaño y bismuto, que tiene un punto de fusión a 139 °C, y la temperatura de la superficie de la porción de la línea de contacto contra la masa fundida es esencialmente 110 °C. Según otra realización de la invención, las partículas eléctricamente conductoras están hechas de una aleación de estaño, bismuto e indio, que tiene un punto de fusión a 79 °C, y la temperatura de la superficie de la porción de la línea de contacto contra la masa fundida es de solo unos pocos grados menos.

20 Los experimentos con realizaciones de la invención han demostrado que el ángulo de contacto entre la masa fundida, que se crea calentando las partículas sólidas eléctricamente conductoras, y la superficie sobre la que descansa la masa fundida tiene cierta importancia. La figura 11 ilustra un sustrato 102, en el que se ha creado un área de adhesión extendiendo una capa adhesiva 1101 sobre su superficie. Se han transferido una o más partículas eléctricamente conductoras sobre el área de adhesión y se han calentado con un método de calentamiento (preferentemente sin contacto) a una temperatura que es mayor que un punto de fusión característico de las partículas sólidas eléctricamente conductoras. Por lo tanto, se ha creado una masa fundida 1102. En el caso de la figura 11 suponemos que la fuerza cohesiva entre los componentes atómicos de la masa fundida es relativamente grande en comparación con la fuerza adhesiva entre los componentes atómicos de la masa fundida y los de la superficie debajo de ella (la capa adhesiva 1101). Como resultado, el ángulo de contacto  $\theta_c$  permanece relativamente grande; podemos decir que la humectación de la superficie adhesiva por la fusión sigue siendo moderada.

35 En comparación, la figura 12 ilustra otra situación similar, pero esta vez las fuerzas de cohesión y adhesión mencionadas anteriormente están mejor equilibradas debido a la selección de un material ligeramente diferente para la capa adhesiva 1201. En algunos casos, podría haberse obtenido un equilibrio similar de dichas fuerzas seleccionando un material diferente para las partículas sólidas eléctricamente conductoras; o seleccionando una temperatura diferente a la que se calentaron las partículas sólidas eléctricamente conductoras; o usando un grosor diferente de la capa adhesiva; o dejando la capa adhesiva junta; o poniendo una cierta cantidad de material auxiliar adecuado sobre la superficie junto con las partículas sólidas eléctricamente conductoras; o realizando la etapa de fusión en una atmósfera gaseosa adecuada (es decir, seleccionando adecuadamente tanto la presión como los constituyentes de la atmósfera gaseosa); o mediante cualquier combinación de estas medidas. Como resultado, el ángulo de contacto  $\theta_c$  se vuelve relativamente pequeño. Podemos decir que se produce una mejor humectación de la superficie adhesiva por la masa fundida.

45 Para los fines de la presente invención, la situación ilustrada en la figura 12 es más favorable. En otras palabras, los materiales, grosores de material, temperaturas de proceso y otras características presentes en la etapa de calentamiento deben seleccionarse para producir un pequeño ángulo de contacto entre la masa fundida y la superficie sobre la cual se funde. Para los propósitos de la presente invención, usamos la definición de ángulo de contacto como se ilustra en las figuras 11 y 12, que asocia un ángulo de contacto pequeño con una buena humectación. Cabe destacar que algunas fuentes pueden usar una definición diferente del concepto "ángulo de contacto".

55 Las sustancias volátiles pueden haber terminado en el sustrato, la posible capa adhesiva y/o la capa donde están las partículas sólidas eléctricamente conductoras, de diversas fuentes y por diversas razones. Por ejemplo, una sustancia adhesiva utilizada para una capa de adhesión, o la sustancia líquida o gelatinosa utilizada para producir una pasta de las partículas sólidas eléctricamente conductoras, puede contener disolventes para facilitar la manipulación y la propagación. En muchos casos, los solventes y otras sustancias volátiles de este tipo deben eliminarse del producto final, lo que requiere permitirles evaporizar y/o reaccionar químicamente en alguna etapa del proceso de fabricación. El calentamiento promueve la evaporización, por lo que, especialmente si se cuida la ventilación adecuada, el método de calentamiento utilizado para crear la masa fundida puede implementar adicionalmente la evaporación de un componente volátil, que puede ser, por ejemplo, un componente volátil de la sustancia fluida o gelatinosa mencionada anteriormente.

65 Se pueden hacer cambios y adiciones a los ejemplos descritos hasta ahora, lo que significa que los ejemplos no limitan la aplicabilidad de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de producción de un patrón eléctricamente conductor en una superficie, que comprende en el siguiente orden:

- 5 - transferir (104) partículas sólidas eléctricamente conductoras de un metal o su aleación a un área de forma predeterminada en una superficie de un sustrato (102), que comprende uno de los siguientes: papel, cartón, película de polímero, textil, material no tejido,
- 10 - calentar (105) las partículas sólidas eléctricamente conductoras a una temperatura que es más alta que un punto de fusión característico de las partículas sólidas eléctricamente conductoras, creando de este modo una masa fundida (1102), y
- 15 - presionar (106) la masa fundida (1102) contra el sustrato (102) en una línea de contacto, caracterizada por que la temperatura de la superficie de una porción de la línea de contacto que viene contra la masa fundida (1102) está regulada para mantener la temperatura de la superficie más baja que dicho punto de fusión característico, en el que la temperatura de la superficie de la porción de la línea de contacto que se encuentra contra la masa fundida (1102) no es inferior a 60 grados centígrados por debajo del punto de fusión característico.

2. Un método según la reivindicación 1, en el que (antes de transferir las partículas sólidas eléctricamente conductoras al área de forma predeterminada en la superficie del sustrato (102)) se crea un área de adhesión (103) en la superficie del sustrato (102), siendo la adhesión de las partículas sólidas eléctricamente conductoras al sustrato (102) más fuerte dentro de dicha área de adhesión (103) que fuera de dicha área de adhesión (103).

3. Un método según la reivindicación 2, en el que se extiende un adhesivo sobre el sustrato (102) para crear dicha área de adhesión (103).

4. Un método según la reivindicación 2, en el que se crea una distribución espacial de carga eléctrica estática en el sustrato (102) para crear dicha área de adhesión (103).

5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dichas partículas sólidas eléctricamente conductoras se transfieren a dicha área de forma predeterminada en forma de polvo seco.

6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las partículas sólidas eléctricamente conductoras se transfieren a dicha área como parte de un compuesto que contiene, además de las partículas sólidas eléctricamente conductoras, un fluido o una sustancia gelatinosa.

7. Un método según la reivindicación 6, en el que el calentamiento (105) implementa adicionalmente la evaporación de un componente volátil de dicho fluido o sustancia gelatinosa.

8. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, que comprende, después de presionar la masa fundida (1102) contra la superficie en la línea de contacto, la evaporación de componentes volátiles de sustancias presentes dentro o sobre dicho sustrato.

9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el método de impresión utilizado para transferir el compuesto al sustrato (102) es uno de los siguientes: impresión por serigrafía, impresión por transferencia, impresión por grabado, impresión flexográfica, impresión por prensa, impresión por chorro de tinta.

10. Un método según la reivindicación 9, en el que se usa el mismo método de impresión para crear un área de adhesión (103) en la superficie del sustrato (102) y luego transferir el compuesto al sustrato (102).

11. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el calentamiento (105) de dichas partículas eléctricamente conductoras se realiza con un método de calentamiento sin contacto que comprende al menos uno de los siguientes: exposición a radiación infrarroja (501), exposición a radiación micro o milimétrica (601), exposición a radiación óptica de espectro amplio (701), exposición a radiación láser (801, 802), poniendo la otra superficie del sustrato en contacto con un cuerpo calentado (901).

12. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 u 11, en el que:

- 60 - se crea una distribución espacial de carga eléctrica en una superficie exterior de un rodillo de transferencia dieléctrica,
- las partículas sólidas eléctricamente conductoras se ponen en contacto con la superficie del rodillo de transferencia dieléctrica, donde las partículas eléctricamente conductoras permanecen temporalmente en su lugar por interacción coulombica, y
- 65 - el rodillo de transferencia dieléctrica se presiona contra el sustrato (102) para transferir las partículas sólidas eléctricamente conductoras a la superficie del sustrato (102).

13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las partículas eléctricamente

conductoras están hechas de una aleación de estaño y bismuto, que tiene un punto de fusión característico entre 135 y 177 °C, incluidos los extremos y la temperatura de la superficie de la porción de la línea de contacto contra la masa fundida (1102) está entre 135 y 155 °C, incluidos los extremos.

- 5 14. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que las partículas eléctricamente conductoras están hechas de una aleación de estaño, bismuto e indio, que tiene un punto de fusión a menos de 100 °C.
- 10 15. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las partículas eléctricamente conductoras están hechas de una aleación no eutéctica que tiene una temperatura de sólido y una temperatura de líquido, y en el que dicho punto de fusión característico es dicha temperatura de sólido o entre dicha temperatura de sólido y la temperatura de líquidos.
16. Una disposición de producción de un patrón eléctricamente conductor en una superficie, que comprende:
- 15 - un manipulador de partículas (104) configurado para transferir partículas sólidas eléctricamente conductoras de un metal o su aleación sobre un área de forma predeterminada en una superficie de un sustrato (102), que comprende uno de los siguientes: papel, cartón, película de polímero, textil, material no tejido,
- 20 - un calentador (105, 601, 701, 801, 802, 901, 1001) configurado para calentar partículas sólidas eléctricamente conductoras en la superficie del sustrato (102), a una temperatura que es más alta que un punto de fusión característico de las partículas sólidas eléctricamente conductoras, y por lo tanto configuradas para crear una masa fundida (1102), y
- una línea de contacto (106) configurada para presionar la masa fundida (1102) contra el sustrato (102), caracterizada por
- 25 - un regulador de temperatura de la línea de contacto configurado para mantener una temperatura de superficie de una porción de la línea de contacto (106) contra la masa fundida (1102) no es inferior a dicho punto de fusión característico, en el que la temperatura de la porción de la línea de contacto (106) que viene contra la masa fundida (1102) no es inferior a 60 grados centígrados por debajo del punto de fusión característico.
17. Una disposición según la reivindicación 16, que comprende al menos uno de los siguientes:
- 30 - una sección de impresión adhesiva (201) configurada para extender un adhesivo sobre dicho sustrato (102) para crear dicha área de forma predeterminada, y
- una sección de cargador eléctrico (301, 302) configurada para crear una distribución espacial de carga eléctrica estática en dicho sustrato (102) para crear dicha área de forma predeterminada.
- 35 18. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 16 o 17, en la que el manipulador de partículas está configurado para transferir las partículas sólidas eléctricamente conductoras al área de forma predeterminada sobre la superficie del sustrato (102) ya sea como un polvo seco o como una parte de un compuesto que contiene, además de las partículas sólidas eléctricamente conductoras, un fluido o una sustancia gelatinosa.
- 40 19. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en la que el calentador comprende al menos uno de los siguientes: un radiador infrarrojo, un radiador de onda micro o milimétrica, una lámpara de destello, una fuente láser, un cuerpo calentado para pasar el sustrato (102) con ese lado del sustrato contra el cuerpo calentado que no tiene partículas sólidas eléctricamente conductoras sobre el mismo.
- 45

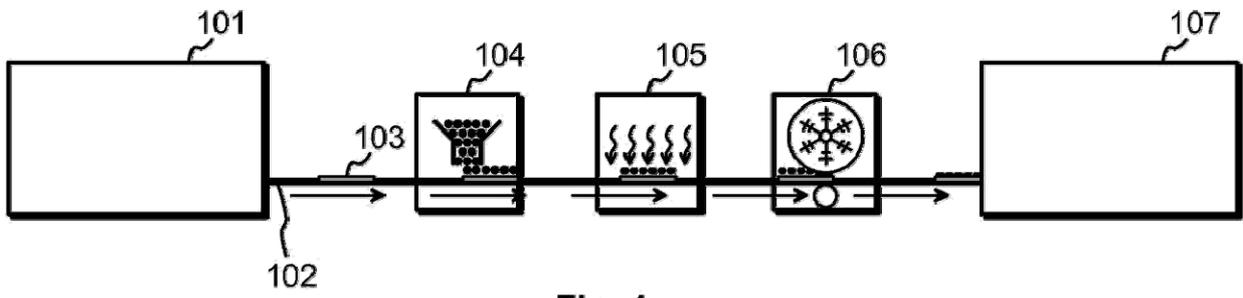


Fig. 1

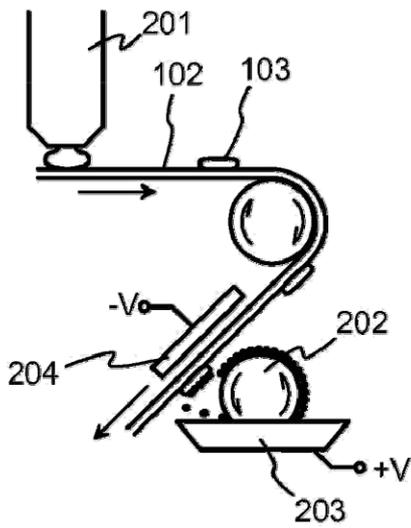


Fig. 2

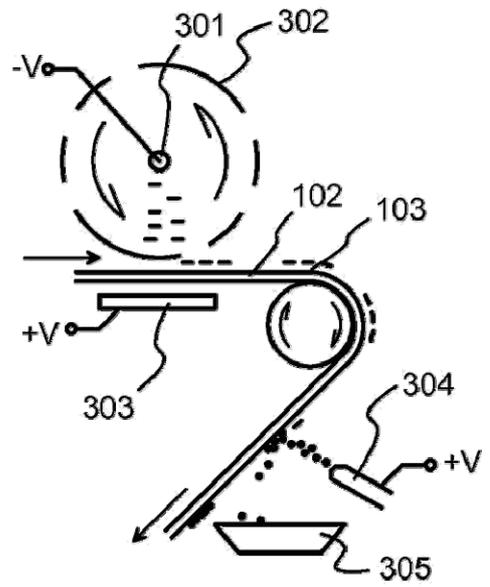


Fig. 3

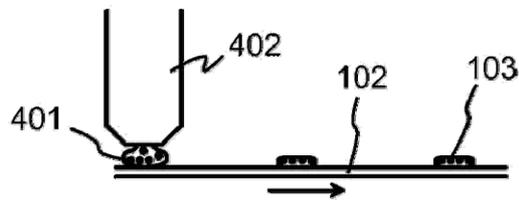


Fig. 4

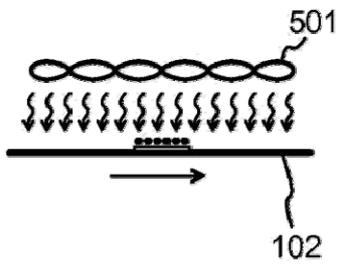


Fig. 5

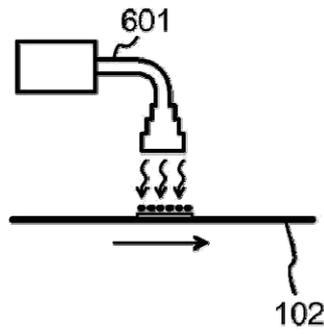


Fig. 6

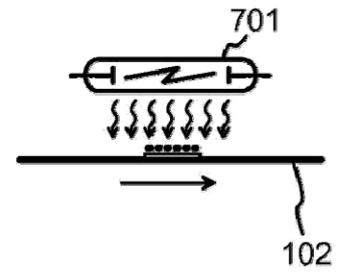


Fig. 7

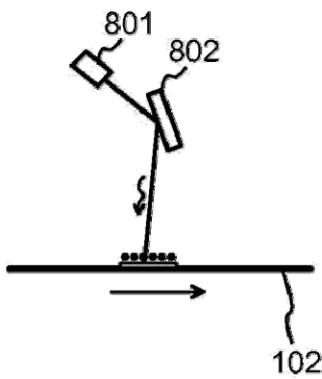


Fig. 8

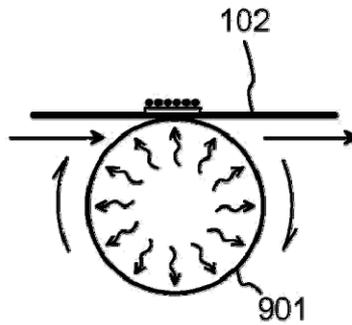


Fig. 9

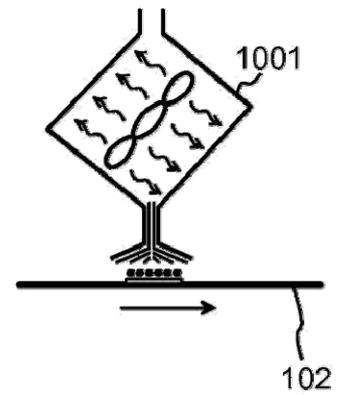


Fig. 10

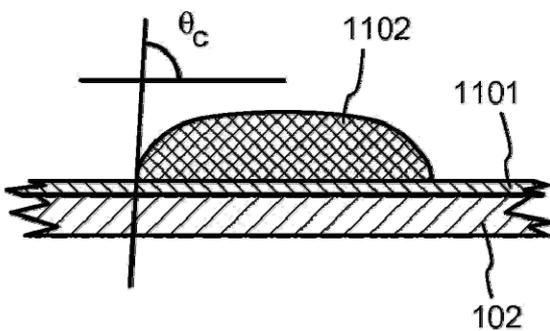


Fig. 11

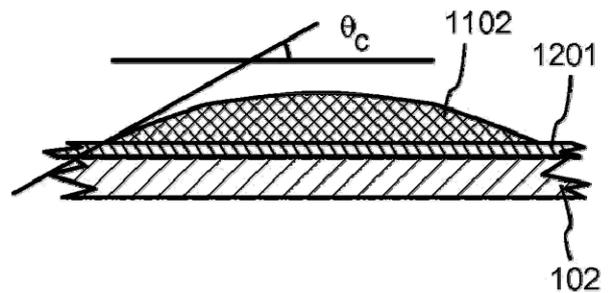


Fig. 12